

目 录

一、精选习题	1
1. 质点运动学、动力学	1
2. 刚体定轴转动	59
3. 机械振动与机械波	75
4. 波动光学	117
5. 静电学	147
二、习题解答	200
1. 质点运动学、动力学参考答案	200
2. 刚体定轴转动参考答案	248
3. 机械振动与机械波参考答案	260
4. 波动光学参考答案	285
5. 静电学参考答案	303

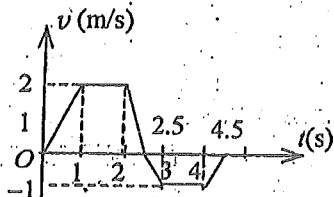
11

运动学、动力学习题

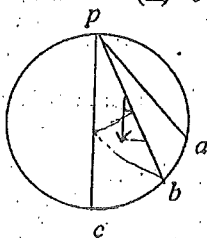
$v = 15t^2$
 $a = 30t$

一、选择题

- 某质点作直线运动的运动学方程为 $x = 3t - 5t^3 + 6$ (SI), 则该质点作 **D**
 - 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向.
 - 匀加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向.
 - 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴正方向.
 - 变加速直线运动, 加速度沿 x 轴负方向.
- 一质点沿 x 轴作直线运动, 其 $v-t$ 曲线如图所示, 如 $t=0$ 时, 质点位于坐标原点, 则 $t=4.5$ s 时, 质点在 x 轴上的位置为 **B**
 - 5m.
 - 2m.
 - 0.
 - 2m.
 - 5m.



(2题图)



(3题图)

$mg \cos \theta = ma$
 $\theta \perp Ra \Rightarrow$

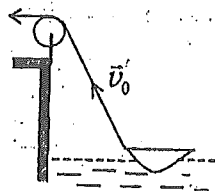
$$a = g \cos \theta = \frac{dv}{dt}$$

$$\int_0^t a dt = \int_0^v dv$$

$$a dt = v$$

- 图中 p 是一圆的竖直直径 pc 的上端点, 一质点从 p 开始分别沿不同的弦无摩擦下滑时, 到达各弦的下端所用的时间相比较是 **D**
 - 到 a 用的时间最短.
 - 到 b 用的时间最短.
 - 到 c 用的时间最短.
 - 所用时间都一样.
- 几个不同倾角的光滑斜面, 有共同的底边, 顶点也在同一竖直面上. 若使一物体 (视为质点) 从斜面上端由静止滑到下端的时间最短, 则斜面的倾角应选 **B**
 - 60° .
 - 45° .
 - 30° .
 - 15° .
- 一质点作直线运动, 某时刻的瞬时速度 $v = 2$ m/s, 瞬时加速度 $a = -2$ m/s², 则一秒钟后质点的速度 **D**
 - 等于零.
 - 等于 -2 m/s.
 - 等于 2 m/s.
 - 不能确定.

6. 如图所示, 湖中有一小船, 有人用绳绕过岸上一定高度处的定滑轮拉湖中的船向岸边运动. 设该人以匀速率 v_0 收绳, 绳不伸长、湖水静止, 则小船的运动是



- 匀加速运动.
- 匀减速运动.
- 变加速运动.
- 变减速运动.
- 匀速直线运动.

7. 一质点在平面上运动, 已知质点位置矢量的表示式为 $\vec{r} = at^2\vec{i} + bt^2\vec{j}$ (其中 a, b 为常量), 则该质点作 **B**

- 匀速直线运动.
- 变速直线运动.
- 抛物线运动.
- 一般曲线运动.

8. 一质点在平面上作一般曲线运动; 其瞬时速度为 \vec{v} , 瞬时速率为 v , 某一时间内的平均速度为 \bar{v} , 平均速率为 \bar{v} , 它们之间的关系必定有:

- $|\vec{v}| = v, |\bar{v}| = \bar{v}$
- $|\vec{v}| \neq v, |\bar{v}| = \bar{v}$

(C) $|\vec{v}| \neq v, \left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right| \neq \vec{v}$ (D) $|\vec{v}| = v, \left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right| \neq \vec{v}$

9. 一运动质点在某瞬时位于矢径 $\vec{r}(x, y)$ 的端点处, 其速度大小为

- (A) $\frac{dr}{dt}$ (B) $\frac{d\vec{r}}{dt}$
 (C) $\left| \frac{d\vec{r}}{dt} \right|$ (D) $\sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$

10. 质点沿半径为 R 的圆周作匀速率运动, 每 T 秒转一圈. 在 $2T$ 时间间隔中, 其平均速度大小与平均速率大小分别为 **B**.

- (A) $2\pi R/T, 2\pi R/T$ (B) $0, 2\pi R/T$
 (C) $0, 0$ (D) $2\pi R/T, 0$

11. 以下五种运动形式中, \vec{a} 保持不变的运动是 **D**

- (A) 单摆的运动. (B) 匀速率圆周运动.
 (C) 行星的椭圆轨道运动. (D) 抛体运动. (E) 圆锥摆运动.



12. 对于沿曲线运动的物体, 以下几种说法中哪一种是正确的: **B**

- (A) 切向加速度必不为零.
 (B) 法向加速度必不为零 (拐点处除外).
 (C) 由于速度沿切线方向, 法向分速度必为零, 因此法向加速度必为零.
 (D) 若物体作匀速率运动, 其总加速度必为零.
 (E) 若物体的加速度 \vec{a} 为恒矢量, 它一定作匀变速率运动.

13. 质点作曲线运动, \vec{r} 表示位置矢量, \vec{v} 表示速度, \vec{a} 表示加速度, S 表示路程, a 表示切向加速度, 下列表达式中, **D**

- (1) $d\vec{v}/dt = \vec{a}$, (2) $d\vec{r}/dt = \vec{v}$, (3) $dS/dt = v$, (4) $|d\vec{v}/dt| = a$.
 (A) 只有(1)、(4)是对的. (B) 只有(2)、(4)是对的.
 (C) 只有(2)是对的. (D) 只有(3)是对的.

14. 某物体的运动规律为 $d\vec{v}/dt = -k\vec{v}^2 t$, 式中的 k 为大于零的常量. 当 $t=0$ 时, 初速为 v_0 , 则速度 v 与时间 t 的函数关系是 **C**

- (A) $v = \frac{1}{2}kt^2 + v_0$, (B) $v = -\frac{1}{2}kt^2 + v_0$,
 (C) $\frac{1}{v} = \frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$, (D) $\frac{1}{v} = -\frac{kt^2}{2} + \frac{1}{v_0}$

15. 一物体从某一确定高度以 \vec{v}_0 的速度水平抛出, 已知它落地时的速度为 \vec{v}_t , 那么它运动的时间是 **C**

- (A) $\frac{v_t - v_0}{g}$ (B) $\frac{v_t - v_0}{2g}$ (C) $\frac{(v_t^2 - v_0^2)^{1/2}}{g}$ (D) $\frac{(v_t^2 - v_0^2)^{1/2}}{2g}$

16. 一个质点在做匀速率圆周运动时 **B**

- (A) 切向加速度改变, 法向加速度也改变.
 (B) 切向加速度不变, 法向加速度改变.
 (C) 切向加速度不变, 法向加速度也不变.

(D) 切向加速度改变, 法向加速度不变.

17. 质点作半径为 R 的变速圆周运动时的加速度大小为 (v 表示任一时刻质点的速率)

- (A) $\frac{dv}{dt}$ (B) $\frac{v^2}{R}$ (C) $\frac{dv}{dt} + \frac{v^2}{R}$ (D) $\left[\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{v^4}{R^2}\right) \right]^{1/2}$

18. 在高台上分别沿 45° 仰角方向和水平方向, 以同样速率投出两颗小石子, 忽略空气阻力, 则它们落地时速度

- (A) 大小不同, 方向不同. (B) 大小相同, 方向不同.
(C) 大小相同, 方向相同. (D) 大小不同, 方向相同.

19. 在相对地面静止的坐标系内, A 、 B 二船都以 2 m/s 速率匀速行驶, A 船沿 x 轴正向, B 船沿 y 轴正向. 今在 A 船上设置与静止坐标系方向相同的坐标系 (x 、 y 方向单位矢用 \vec{i} 、 \vec{j} 表示), 那么在 A 船上的坐标系中, B 船的速度 (以 m/s 为单位) 为

- (A) $2\vec{i} + 2\vec{j}$. (B) $-2\vec{i} + 2\vec{j}$. (C) $-2\vec{i} - 2\vec{j}$. (D) $2\vec{i} - 2\vec{j}$.

20. 一条河在某一段直线岸边同侧有 A 、 B 两个码头, 相距 1 km . 甲、乙两人需要从码头 A 到码头 B , 再立即由 B 返回. 甲划船前去, 船相对河水的速度为 4 km/h ; 而乙沿岸步行, 步行速度也为 4 km/h . 如河水流速为 2 km/h , 方向从 A 到 B , 则

- (A) 甲比乙晚 10 分钟回到 A . (B) 甲和乙同时回到 A .
(C) 甲比乙早 10 分钟回到 A . (D) 甲比乙早 2 分钟回到 A .

21. 一飞机相对空气的速度大小为 200 km/h , 风速为 56 km/h , 方向从西向东. 地面雷达站测得飞机速度大小为 192 km/h , 方向是

- (A) 南偏西 16.3° . (B) 北偏东 16.3° .
(C) 向正南或向正北. (D) 西偏北 16.3° . (E) 东偏南 16.3° .

22. 下列说法哪一条正确?

- (A) 加速度恒定不变时, 物体运动方向也不变.
(B) 平均速率等于平均速度的大小.
(C) 不管加速度如何, 平均速率表达式总可以写成 (v_1 、 v_2 分别为初、末速率)

$$\bar{v} = (v_1 + v_2) / 2.$$

(D) 运动物体速率不变时, 速度可以变化.

23. 下列说法中, 哪一个是正确的?

- (A) 一质点在某时刻的瞬时速度是 2 m/s , 说明它在此后 1 s 内一定要经过 2 m 的路程.
(B) 斜向上抛的物体, 在最高点处的速度最小, 加速度最大.
(C) 物体作曲线运动时, 有可能在某时刻的法向加速度为零.
(D) 物体加速度越大, 则速度越大.

24. 某人骑自行车以速率 v 向西行驶, 今有风以相同速率从北偏东 30° 方向吹来, 试问人感到风从哪个方向吹来?

- (A) 北偏东 30° . (B) 南偏东 30° . (C) 北偏西 30° . (D) 西偏南 30° .

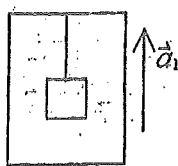
25. 在升降机天花板上拴有轻绳, 其下端系一重物. 当升降机以加速度 a_1 上升时, 绳中的张力正好等于绳子所能承受的最大张力的一半, 问升降机以多大加速度上升时, 绳子刚好被拉断?

- (A) $2a_1$. (B) $2(a_1 + g)$. (C) $2a_1 + g$. (D) $a_1 + g$.

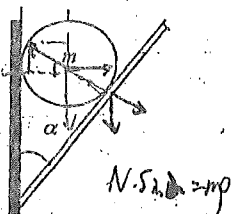
26. 质量为 m 的小球, 放在光滑的木板和光滑的墙壁之间, 并保持平衡, 如图所示. 设木板和墙壁之间的夹角为 α , 当 α 逐渐增大时, 小球对木板的压力将

$$2(ma_1 + mg) - mg = ma$$

- (A) 增加. (B) 减少. (C) 不变.
 (D) 先是增加, 后又减小. 压力增减的分界角为 $\alpha=45^\circ$.



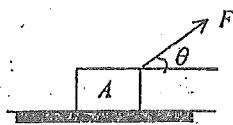
(25 题图)



(26 题图)



(27 题图)



(28 题图)

27. 两个质量相等的小球由一轻弹簧相连接, 再用一细绳悬挂于天花板上, 处于静止状态, 如图所示. 将绳子剪断的瞬间, 球 1 和球 2 的加速度分别为

- (A) $a_1 = g, a_2 = g$. (B) $a_1 = 0, a_2 = g$.
 (C) $a_1 = g, a_2 = 0$. (D) $a_1 = 2g, a_2 = 0$.

28. 水平地面上放一物体 A, 它与地面间的滑动摩擦系数为 μ . 现加一恒力 \bar{F} 如图所示. 欲使物体 A 有最大加速度, 则恒力 \bar{F} 与水平方向夹角 θ 应满足

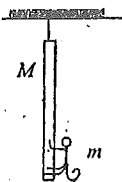
- (A) $\sin\theta = \mu$. (B) $\cos\theta = \mu$. (C) $\tan\theta = \mu$. (D) $\cot\theta = \mu$.

29. 一只质量为 m 的猴, 原来抓住一根用绳吊在天花板上的质量为 M 的直杆, 悬线突然断开, 小猴则沿杆子竖直向上爬以保持它离地面的高度不变, 此时直杆下落的加速度为

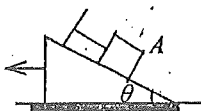
- (A) g . (B) $\frac{m}{M}g$. (C) $\frac{M+m}{M}g$. (D) $\frac{M+m}{M-m}g$. (E) $\frac{M-m}{M}g$.

30. 如图所示, 质量为 m 的物体 A 用平行于斜面的细线连结置于光滑的斜面上, 若斜面向左方作加速运动, 当物体开始脱离斜面时, 它的加速度的大小为

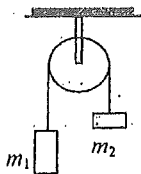
- (A) $g\sin\theta$. (B) $g\cos\theta$. (C) $g\cot\theta$. (D) $g\tan\theta$.



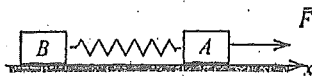
(29 题图)



(30 题图)



(31 题图)



(32 题图)

31. 如图所示, 一轻绳跨过一个定滑轮, 两端各系一质量分别为 m_1 和 m_2 的重物, 且 $m_1 > m_2$. 滑轮质量及轴上摩擦均不计, 此时重物的加速度的大小为 a . 今用一竖直向下的恒力 $F = m_1g$ 代替质量为 m_1 的物体, 可得质量为 m_2 的重物的加速度的大小为 a' , 则

- (A) $a' = a$ (B) $a' > a$ (C) $a' < a$ (D) 不能确定.

32. 质量分别为 m_1 和 m_2 的两滑块 A 和 B 通过一轻弹簧水平连结后置于水平桌面上, 滑块与桌面间的摩擦系数均为 μ , 系统在水平拉力 F 作用下匀速运动, 如图所示. 如突然撤消拉力, 则刚撤消后瞬间, 二者的加速度 a_A 和 a_B 分别为

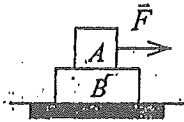
- (A) $a_A = 0, a_B = 0$. (B) $a_A > 0, a_B < 0$. (C) $a_A < 0, a_B > 0$. (D) $a_A < 0, a_B = 0$.

33. 质量为 m 的物体自空中落下, 它除受重力外, 还受到一个与速度平方成正比的阻力的作用, 比例系数为 k , k 为正值常量. 该下落物体的收尾速度(即最后物体作匀速运动时的速度)将是

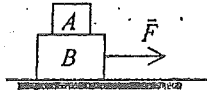
- (A) $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ (B) $\frac{g}{2k}$ (C) gk (D) \sqrt{gk}

34. 质量分别为 m 和 M 的滑块 A 和 B , 叠放在光滑水平桌面上, 如图所示. A 、 B 间静摩擦系数为 μ_s , 滑动摩擦系数为 μ_k , 系统原处于静止. 今有一水平力作用于 A 上, 要使 A 、 B 不发生相对滑动, 则应有

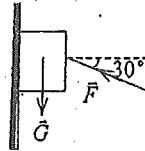
- (A) $F \leq \mu_s mg$. (B) $F \leq \mu_s(1+m/M)mg$.
 (C) $F \leq \mu_s(m+M)mg$. (D) $F \leq \mu_k mg \frac{M+m}{M}$.



(34 题图)



(35 题图)



(36 题图)

35. 质量分别为 m 和 M 的滑块 A 和 B , 叠放在光滑水平面上, 如图. A 、 B 间的静摩擦系数为 μ_0 , 滑动摩擦系数为 μ_k , 系统原先处于静止状态. 今将水平力 F 作用于 B 上, 要使 A 、 B 间不发生相对滑动, 应有

- (A) $F \leq \mu_s mg$. (B) $F \leq \mu_s(1+m/M)mg$.
 (C) $F \leq \mu_s(m+M)g$. (D) $F \leq \mu_k mg \frac{M+m}{M}$.

36. 如图所示, 用一斜向上的力 \vec{F} (与水平成 30° 角), 将一重为 G 的木块压靠在竖直壁上, 如果不论用怎样大的力 F , 都不能使木块向上滑动, 则说明木块与壁面间的静摩擦系数 μ 的大小为

- (A) $\mu \geq \frac{1}{2}$. (B) $\mu \geq \frac{1}{\sqrt{3}}$. (C) $\mu \geq \sqrt{3}$. (D) $\mu \geq 2\sqrt{3}$.

37. 一辆汽车从静止出发, 在平直公路上加速前进的过程中, 如果发动机的功率一定, 阻力大小不变, 那么, 下面哪一个说法是正确的?

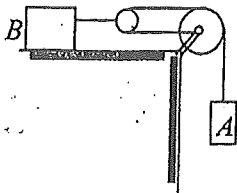
- (A) 汽车的加速度是不变的.
 (B) 汽车的加速度不断减小.
 (C) 汽车的加速度与它的速度成正比.
 (D) 汽车的加速度与它的速度成反比.

38. 升降机内地板上放有物体 A , 其上再放另一物体 B , 二者的质量分别为 M_A 、 M_B . 当升降机以加速度 a 向下加速运动时 ($a < g$), 物体 A 对升降机地板的压力在数值上等于

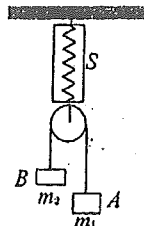
- (A) $M_A g$. (B) $(M_A + M_B) g$. (C) $(M_A + M_B)(g + a)$. (D) $(M_A + M_B)(g - a)$.

39. 如图, 物体 A 、 B 质量相同, B 在光滑水平桌面上. 滑轮与绳的质量以及空气阻力均不计, 滑轮与其轴之间的摩擦也不计. 系统无初速地释放, 则物体 A 下落的加速度是

- (A) g . (B) $4g/5$. (C) $g/2$. (D) $g/3$.



(39 题图)



(40 题图)

40. 如图, 滑轮、绳子质量及运动中的摩擦阻力都忽略不计, 物体 A 的质量 m_1 大于物体 B

的质量 m_2 . 在 A 、 B 运动过程中弹簧秤 S 的读数是

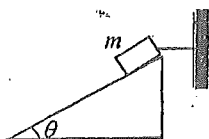
- (A) $(m_1 + m_2)g$. (B) $(m_1 - m_2)g$. (C) $\frac{2m_1m_2}{m_1 + m_2}g$. (D) $\frac{4m_1m_2}{m_1 + m_2}g$.

41. 如图所示, 质量为 m 的物体用细绳水平拉住, 静止在倾角为 θ 的固定的光滑斜面上, 则斜面给物体的支持力为

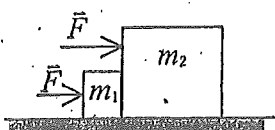
- (A) $mg \cos \theta$. (B) $mg \sin \theta$. (C) $\frac{mg}{\cos \theta}$. (D) $\frac{mg}{\sin \theta}$.

42. 光滑的水平桌面上放有两块相互接触的滑块, 质量分别为 m_1 和 m_2 , 且 $m_1 < m_2$. 今对两滑块施加相同的水平作用力, 如图所示. 设在运动过程中, 两滑块不离开, 则两滑块之间的相互作用力 N 应有

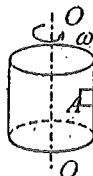
- (A) $N = 0$. (B) $0 < N < F$.
(C) $F < N < 2F$. (D) $N > 2F$.



(41 题图)



(42 题图)



(44 题图)

43. 用水平压力 \bar{F} 把一个物体压着靠在粗糙的竖直墙面上保持静止. 当 \bar{F} 逐渐增大时, 物体所受的静摩擦力 f

- (A) 恒为零. (B) 不为零, 但保持不变. (C) 随 F 成正比地增大.
(D) 开始随 F 增大, 达到某一最大值后, 就保持不变

44. 竖立的圆筒形转笼, 半径为 R , 绕中心轴 OO' 转动, 物块 A 紧靠在圆筒的内壁上, 物块与圆筒间的摩擦系数为 μ , 要使物块 A 不下落, 圆筒转动的角速度 ω 至少应为

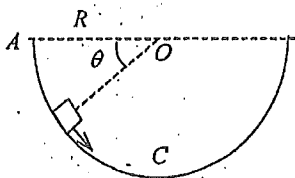
- (A) $\sqrt{\frac{\mu g}{R}}$ (B) $\sqrt{\mu g}$ (C) $\sqrt{\frac{g}{\mu R}}$ (D) $\sqrt{\frac{g}{R}}$

45. 已知水星的半径是地球半径的 0.4 倍, 质量为地球的 0.04 倍. 设在地球上的重力加速度为 g , 则水星表面上的重力加速度为:

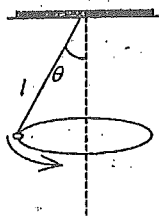
- (A) $0.1g$ (B) $0.25g$ (C) $2.5g$ (D) $4g$

46. 如图所示, 假设物体沿着竖直面上圆弧形轨道下滑, 轨道是光滑的, 在从 A 至 C 的下滑过程中, 下面哪个说法是正确的?

- (A) 它的加速度大小不变, 方向永远指向圆心. (B) 它的速率均匀增加.
(C) 它的合外力大小变化, 方向永远指向圆心. (D) 它的合外力大小不变.
(E) 轨道支持力的大小不断增加.



(46 题图)



(47 题图)

47. 一个圆锥摆的摆线长为 l , 摆线与竖直方向的夹角恒为 θ , 如图所示. 则摆锤转动的周期为

(A) $\sqrt{\frac{l}{g}}$ (B) $\sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$ (C) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (D) $2\pi\sqrt{\frac{l \cos \theta}{g}}$

48. 一公路的水平弯道半径为 R , 路面的外侧高出内侧, 并与水平面夹角为 θ . 要使汽车通过该段路面时不引起侧向摩擦力, 则汽车的速率为

(A) \sqrt{Rg} (B) $\sqrt{Rg \tan \theta}$ (C) $\sqrt{\frac{Rg \cos \theta}{\sin^2 \theta}}$ (D) $\sqrt{Rg \cot \theta}$

49. 一段路面水平的公路, 转弯处轨道半径为 R , 汽车轮胎与路面间的摩擦系数为 μ , 要使汽车不致于发生侧向打滑, 汽车在该处的行驶速率为

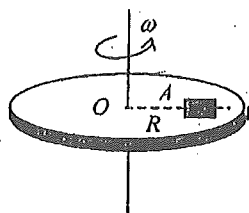
(A) 不得小于 $\sqrt{\mu g R}$ (B) 不得大于 $\sqrt{\mu g R}$
(C) 必须等于 $\sqrt{2gR}$ (D) 还应由汽车的质量 M 决定.

50. 一小珠可在半径为 R 竖直的圆环上无摩擦地滑动, 且圆环能以其竖直直径为轴转动. 当圆环以一适当的恒定角速度 ω 转动, 小珠偏离圆环转轴而且相对圆环静止时, 小珠所在处圆环半径偏离竖直方向的角度为

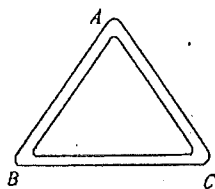
(A) $\theta = \frac{1}{2}\pi$ (B) $\theta = \arccos\left(\frac{g}{R\omega^2}\right)$
(C) $\theta = \arctg\left(\frac{R\omega^2}{g}\right)$ (D) 需由小珠的质量 m 决定.

51. 在作匀速转动的水平转台上, 与转轴相距 R 处有一体积很小的工件 A , 如图所示. 设工件与转台间静摩擦系数为 μ_s , 若使工件在转台上无滑动, 则转台的角速度 ω 应满足

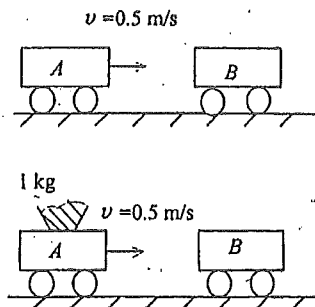
(A) $\omega \leq \sqrt{\frac{\mu_s g}{R}}$ (B) $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu_s g}{2R}}$
(C) $\omega \leq \sqrt{\frac{3\mu_s g}{R}}$ (D) $\omega \leq 2\sqrt{\frac{\mu_s g}{R}}$



(51 题图)



(52 题图)



(53 题图)

52. 质量为 m 的质点, 以不变速率 v 沿图中正三角形 ABC 的水平光滑轨道运动. 质点越过 A 角时, 轨道作用于质点的冲量的大小为

(A) mv (B) $\sqrt{2}mv$ (C) $\sqrt{3}mv$ (D) $2mv$

53. 两辆小车 A 、 B , 可在光滑平直轨道上运动. 第一次实验, B 静止, A 以 0.5 m/s 的速率向右与 B 碰撞, 其结果 A 以 0.1 m/s 的速率弹回, B 以 0.3 m/s 的速率向右运动; 第二次实验, B 仍静止, A 装上 1 kg 的物体后仍以 0.5 m/s 的速率与 B 碰撞, 结果 A 静止, B 以 0.5 m/s 的速率向右运动, 如图. 则 A 和 B 的质量分别为

(A) $m_A=2 \text{ kg}, m_B=1 \text{ kg}$ (B) $m_A=1 \text{ kg}, m_B=2 \text{ kg}$
(C) $m_A=3 \text{ kg}, m_B=4 \text{ kg}$ (D) $m_A=4 \text{ kg}, m_B=3 \text{ kg}$

54. 质量为 20 g 的子弹沿 X 轴正向以 500 m/s 的速率射入一木块后, 与木块一起仍沿 X 轴

正向以 50 m/s 的速率前进, 在此过程中木块所受冲量的大小为

- (A) 9 N·s. (B) -9 N·s. (C) 10 N·s. (D) -10 N·s.

55. 质量分别为 m_A 和 m_B ($m_A > m_B$)、速度分别为 \vec{v}_A 和 \vec{v}_B ($v_A > v_B$) 的两质点 A 和 B, 受到相同的冲量作用, 则

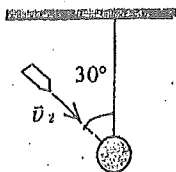
- (A) A 的动量增量的绝对值比 B 的小. (B) A 的动量增量的绝对值比 B 的大.
(C) A、B 的动量增量相等. (D) A、B 的速度增量相等.

56. 在水平冰面上以一定速度向东行驶的炮车, 向东南 (斜向上) 方向发射一炮弹, 对于炮车和炮弹这一系统, 在此过程中 (忽略冰面摩擦力及空气阻力)

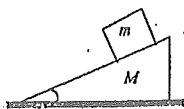
- (A) 总动量守恒.
(B) 总动量在炮身前进的方向上的分量守恒, 其它方向动量不守恒.
(C) 总动量在水平面上任意方向的分量守恒, 竖直方向分量不守恒.
(D) 总动量在任何方向的分量均不守恒.

57. 质量为 20 g 的子弹, 以 400 m/s 的速率沿图示方向射入一原来静止的质量为 980 g 的摆球中, 摆线长度不可伸缩, 子弹射入后开始与摆球一起运动的速率为

- (A) 2 m/s. (B) 4 m/s. (C) 7 m/s. (D) 8 m/s.



(57 题图)



(58 题图)



(59 题图)

58. 一质量为 M 的斜面原来静止于水平光滑平面上, 将一质量为 m 的木块轻轻放于斜面上, 如图. 如果此后木块能静止于斜面上, 则斜面将

- (A) 保持静止. (B) 向右加速运动.
(C) 向右匀速运动. (D) 向左加速运动.

59. A、B 两木块质量分别为 m_A 和 m_B , 且 $m_B = 2m_A$, 两者用一轻弹簧连接后静止于光滑水平桌面上, 如图所示. 若用外力将两木块压近使弹簧被压缩, 然后将外力撤去, 则此后两木块运动动能之比 E_{KA}/E_{KB} 为

- (A) $\frac{1}{2}$. (B) $\sqrt{2}/2$. (C) $\sqrt{2}$. (D) 2.

60. 用一根细线吊一重物, 重物质量为 5 kg, 重物下面再系一根同样的细线, 细线只能经受 70 N 的拉力. 现在突然向下拉一下下面的线, 设力最大值为 50 N, 则

- (A) 下面的线先断. (B) 上面的线先断.
(C) 两根线一起断. (D) 两根线都不断.

61. 机枪每分钟可射出质量为 20 g 的子弹 900 颗, 子弹射出的速率为 800 m/s, 则射击时的平均反冲力大小为

- (A) 0.267 N. (B) 16 N. (C) 240 N. (D) 14400 N.

62. 质量为 m 的小球, 沿水平方向以速率 v 与固定的竖直壁作弹性碰撞, 设指向壁内的方向为正方向, 则由于此碰撞, 小球的动量增量为

- (A) mv . (B) 0. (C) $2mv$. (D) $-2mv$.

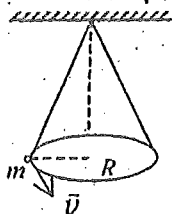
63. 一炮弹由于特殊原因在水平飞行过程中, 突然炸裂成两块, 其中一块作自由下落, 则另一块着地点 (飞行过程中阻力不计)

- (A) 比原来更远. (B) 比原来更近.

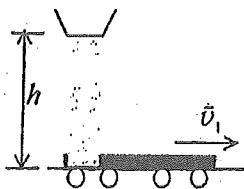
(C) 仍和原来一样远. (D) 条件不足, 不能判定.

64. 如图所示, 圆锥摆的摆球质量为 m , 速率为 v , 圆半径为 R , 当摆球在轨道上运动半周时, 摆球所受重力冲量的大小为

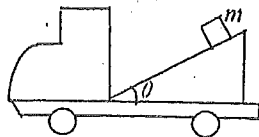
- (A) $2mv$. (B) $\sqrt{(2mv)^2 + (mg\pi R/v)^2}$ (C) $\pi Rmg/v$. (D) 0.



(64 题图)



(65 题图)



(66 题图)

65. 如图所示, 砂子从 $h=0.8\text{ m}$ 高处下落到以 3 m/s 的速率水平向右运动的传送带上. 取重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$. 传送带给予刚落到传送带上的砂子的作用力的方向为

- (A) 与水平夹角 53° 向下. (B) 与水平夹角 53° 向上.
(C) 与水平夹角 37° 向上. (D) 与水平夹角 37° 向下.

66. 如图所示, 一斜面固定在卡车上, 一物块置于该斜面上. 在卡车沿水平方向加速起动的过程中, 物块在斜面上无相对滑动. 此时斜面上摩擦力对物块的冲量的方向

- (A) 是水平向前的. (B) 只可能沿斜面向上.
(C) 只可能沿斜面向下. (D) 沿斜面向上或向下均有可能.

67. 动能为 E_K 的 A 物体与静止的 B 物体碰撞, 设 A 物体的质量为 B 物体的二倍, $m_A=2m_B$. 若碰撞为完全非弹性的, 则碰撞后两物体总动能为

- (A) E_K (B) $\frac{2}{3}E_K$. (C) $\frac{1}{2}E_K$. (D) $\frac{1}{3}E_K$.

68. 人造地球卫星, 绕地球作椭圆轨道运动, 地球在椭圆的一个焦点上, 则卫星的

- (A) 动量不守恒, 动能守恒. (B) 动量守恒, 动能不守恒.
(C) 对地心的角动量守恒, 动能不守恒. (D) 对地心的角动量不守恒, 动能守恒.

69. 人造地球卫星绕地球作椭圆轨道运动, 卫星轨道近地点和远地点分别为 A 和 B . 用 L 和 E_K 分别表示卫星对地心的角动量及其动能的瞬时值, 则应有

- (A) $L_A > L_B$, $E_{KA} > E_{KB}$. (B) $L_A = L_B$, $E_{KA} < E_{KB}$. (C) $L_A = L_B$, $E_{KA} > E_{KB}$. (D) $L_A < L_B$, $E_{KA} < E_{KB}$.

70. 体重、身高相同的甲乙两人, 分别用双手握住跨过无摩擦轻滑轮的绳子各一端. 他们从同一高度由初速为零向上爬, 经过一定时间, 甲相对绳子的速率是乙相对绳子速率的两倍, 则到达顶点的情况是

- (A) 甲先到达. (B) 乙先到达. (C) 同时到达. (D) 谁先到达不能确定.

71. 一质点作匀速率圆周运动时,

- (A) 它的动量不变, 对圆心的角动量也不变.
(B) 它的动量不变, 对圆心的角动量不断改变.
(C) 它的动量不断改变, 对圆心的角动量不变.
(D) 它的动量不断改变, 对圆心的角动量也不断改变.

72. 一辆汽车从静止出发在平直公路上加速前进. 如果发动机的功率一定, 下面哪一种说法是正确的?

- (A) 汽车的加速度是不变的.

- (B) 汽车的加速度随时间减小.
- (C) 汽车的加速度与它的速度成正比.
- (D) 汽车的速度与它通过的路程成正比.
- (E) 汽车的动能与它通过的路程成正比.

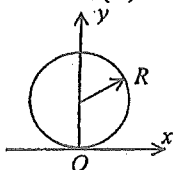
73. 一个质点同时在几个力作用下的位移为: $\Delta\vec{r} = 4\vec{i} - 5\vec{j} + 6\vec{k}$ (SI)

其中一个力为恒力 $\vec{F} = -3\vec{i} - 5\vec{j} + 9\vec{k}$ (SI), 则此力在该位移过程中所作的功为

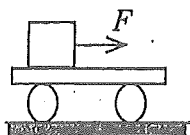
- (A) -67 J. (B) 17 J. (C) 67 J. (D) 91 J.

74. 一质点在如图所示的坐标平面内作圆周运动, 有一力 $\vec{F} = F_0(x\vec{i} + y\vec{j})$ 作用在质点上. 在该质点从坐标原点运动到(0, 2R) 位置过程中, 力 \vec{F} 对它所作的功为

- (A) F_0R^2 . (B) $2F_0R^2$. (C) $3F_0R^2$. (D) $4F_0R^2$.



(74 题图)



(75 题图)

75. 如图, 在光滑水平地面上放着一辆小车, 车上左端放着一只箱子, 今用同样的水平恒力 \vec{F} 拉箱子, 使它由小车的左端达到右端, 一次小车被固定在水平地面上, 另一次小车没有固定. 试以水平地面为参照系, 判断下列结论中正确的是

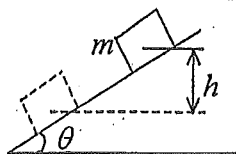
- (A) 在两种情况下, \vec{F} 做的功相等.
- (B) 在两种情况下, 摩擦力对箱子做的功相等.
- (C) 在两种情况下, 箱子获得的动能相等.
- (D) 在两种情况下, 由于摩擦而产生的热相等.

76. 质量分别为 m 和 $4m$ 的两个质点分别以动能 E 和 $4E$ 沿一直线相向运动, 它们的总动量大小为

- (A) $2\sqrt{2mE}$ (B) $3\sqrt{2mE}$. (C) $5\sqrt{2mE}$. (D) $(2\sqrt{2}-1)\sqrt{2mE}$

77. 如图所示, 木块 m 沿固定的光滑斜面下滑, 当下降 h 高度时, 重力作功的瞬时功率是:

- (A) $mg(2gh)^{1/2}$. (B) $mg \cos \theta (2gh)^{1/2}$.
 (C) $mg \sin \theta (\frac{1}{2}gh)^{1/2}$. (D) $mg \sin \theta (2gh)^{1/2}$.



78. 对功的概念有以下几种说法:

- (1) 保守力作正功时, 系统内相应的势能增加.
- (2) 质点运动经一闭合路径, 保守力对质点作的功为零.
- (3) 作用力和反作用力大小相等、方向相反, 所以两者所作功的代数和必为零.

在上述说法中:

- (A) (1)、(2)是正确的. (B) (2)、(3)是正确的.
 (C) 只有(2)是正确的. (D) 只有(3)是正确的.

79. 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 原长为 l_0 , 将它吊在天花板上. 当它下端挂一托盘平衡时, 其长度变为 l_1 . 然后在托盘中放一重物, 弹簧长度变为 l_2 , 则由 l_1 伸长至 l_2 的过程中,

弹性力所作的功为

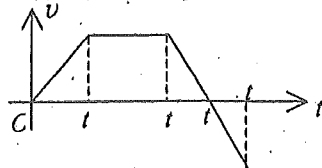
(A) $-\int_{l_1}^{l_2} kx dx$. (B) $\int_{l_1}^{l_2} kx dx$. (C) $-\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$. (D) $\int_{l_1-l_0}^{l_2-l_0} kx dx$.

80. 质量为 m 的一艘宇宙飞船关闭发动机返回地球时, 可认为该飞船只在地球的引力场中运动. 已知地球质量为 M , 万有引力恒量为 G , 则当它从距地球中心 R_1 处下降到 R_2 处时, 飞船增加的动能应等于

(A) $\frac{GMm}{R_2}$ (B) $\frac{GMm}{R_2^2}$ (C) $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1 R_2}$
 (D) $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1^2}$ (E) $GMm \frac{R_1 - R_2}{R_1^2 R_2^2}$

81. 一个作直线运动的物体, 其速度 v 与时间 t 的关系曲线如图所示. 设时刻 t_1 至 t_2 间外力做功为 W_1 ; 时刻 t_2 至 t_3 间外力做功为 W_2 ; 时刻 t_3 至 t_4 间外力做功为 W_3 , 则

- (A) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 < 0$.
 (B) $W_1 > 0, W_2 < 0, W_3 > 0$.
 (C) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 > 0$.
 (D) $W_1 = 0, W_2 < 0, W_3 < 0$



82. 质量为 $m=0.5 \text{ kg}$ 的质点, 在 Oxy 坐标平面内运动, 其运动方程为 $x=5t, y=0.5t^2$ (SI), 从 $t=2 \text{ s}$ 到 $t=4 \text{ s}$ 这段时间内, 外力对质点作的功为

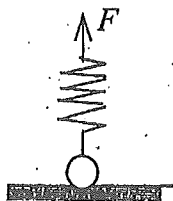
- (A) 1.5 J. (B) 3 J. (C) 4.5 J. (D) -1.5 J.

83. 质量为 m 的质点在外力作用下, 其运动方程为 $\vec{r} = A \cos \omega t \vec{i} + B \sin \omega t \vec{j}$ 式中 A, B, ω 都是正的常量. 由此可知外力在 $t=0$ 到 $t=\pi/(2\omega)$ 这段时间内所作的功为

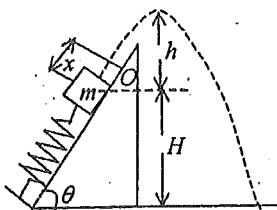
(A) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 + B^2)$ (B) $m \omega^2 (A^2 + B^2)$
 (C) $\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - B^2)$ (D) $\frac{1}{2} m \omega^2 (B^2 - A^2)$

84. 今有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 竖直放置, 下端悬一质量为 m 的小球, 开始时使弹簧为原长而小球恰好与地接触, 今将弹簧上端缓慢地提起, 直到小球刚能脱离地面为止, 在此过程中外力做功为

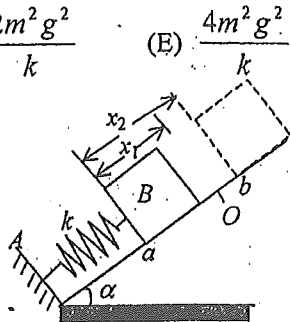
(A) $\frac{m^2 g^2}{4k}$ (B) $\frac{m^2 g^2}{3k}$ (C) $\frac{m^2 g^2}{2k}$ (D) $\frac{2m^2 g^2}{k}$ (E) $\frac{4m^2 g^2}{k}$



(84 题图)



(85 题图)



(86 题图)

85. 如图, 劲度系数为 k 的轻弹簧在质量为 m 的木块和外力 (未画出) 作用下, 处于被压缩的状态, 其压缩量为 x . 当撤去外力后弹簧被释放, 木块沿光滑斜面弹出, 最后落到地面上.

(A) 在此过程中, 木块的动能与弹性势能之和守恒.

(B) 木块到达最高点时, 高度 h 满足 $\frac{1}{2}kx^2 = mgh$.

(C) 木块落地时的速度 v 满足 $\frac{1}{2}kx^2 + mgH = \frac{1}{2}mv^2$.

(D) 木块落地点的水平距离随 θ 的不同而异, θ 愈大, 落地点愈远.

86. 劲度系数为 k 的轻弹簧, 一端与倾角为 α 的斜面上的固定挡板 A 相接, 另一端与质量为 m 的物体 B 相连. O 点为弹簧没有连物体、长度为原长时的端点位置, a 点为物体 B 的平衡位置. 现在将物体 B 由 a 点沿斜面向上移动到 b 点 (如图所示). 设 a 点与 O 点, a 点与 b 点之间距离分别为 x_1 和 x_2 , 则在此过程中, 由弹簧、物体 B 和地球组成的系统势能的增加为

(A) $\frac{1}{2}kx_2^2 + mgx_2 \sin \alpha$

(B) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \sin \alpha$

(C) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 - \frac{1}{2}kx_1^2 + mgx_2 \sin \alpha$

(D) $\frac{1}{2}k(x_2 - x_1)^2 + mg(x_2 - x_1) \cos \alpha$

87. 在如图所示系统中 (滑轮质量不计, 轴光滑), 外力 \bar{F} 通过不可伸长的绳子和一劲度系数 $k=200 \text{ N/m}$ 的轻弹簧缓慢地拉地面上的物体. 物体的质量 $M=2 \text{ kg}$. 初始时弹簧为自然长度, 在把绳子拉下 20 cm 的过程中, 所做的功为 (重力加速度 g 取 10 m/s^2)

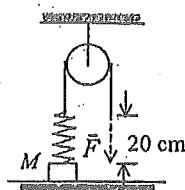
(A) 1 J .

(B) 2 J .

(C) 3 J .

(D) 4 J .

(E) 20 J .



88. 已知两个物体 A 和 B 的质量以及它们的速率都不相同, 若物体 A 的动量在数值上比物体 B 的大, 则 A 的动能 E_{KA} 与 B 的动能 E_{KB} 之间

(A) E_{KB} 一定大于 E_{KA} .

(B) E_{KB} 一定小于 E_{KA} .

(C) $E_{KB} = E_{KA}$.

(D) 不能判定谁大谁小.

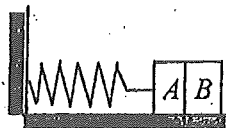
89. 一水平放置的轻弹簧, 劲度系数为 k , 其一端固定, 另一端系一质量为 m 的滑块 A , A 旁又有一质量相同的滑块 B , 如图所示. 设两滑块与桌面间无摩擦. 若用外力将 A 、 B 一起推压使弹簧压缩量为 d 而静止, 然后撤消外力, 则 B 离开时的速度为

(A) 0

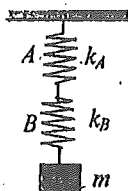
(B) $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$

(C) $d\sqrt{\frac{k}{m}}$

(D) $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$



(89 题图)



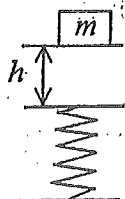
(90 题图)

90. A 、 B 二弹簧的劲度系数分别为 k_A 和 k_B , 其质量均忽略不计. 今将二弹簧连接起来并竖直悬挂, 如图所示. 当系统静止时, 二弹簧的弹性势能 E_{PA} 与 E_{PB} 之比为

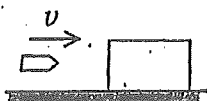
(A) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A}{k_B}$ (B) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_A^2}{k_B^2}$ (C) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B}{k_A}$ (D) $\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{k_B^2}{k_A^2}$

91. 如图, 一质量为 m 的物体, 位于质量可以忽略的直立弹簧正上方高度为 h 处, 该物体从静止开始落向弹簧, 若弹簧的劲度系数为 k , 不考虑空气阻力, 则物体下降过程中可能获得的最大动能是

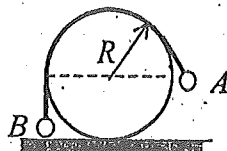
(A) mgh (B) $mgh - \frac{m^2 g^2}{2k}$ (C) $mgh + \frac{m^2 g^2}{2k}$ (D) $mgh + \frac{m^2 g^2}{k}$



(91 题图)



(92 题图)



(93 题图)

92. 如图所示, 子弹射入放在水平光滑地面上静止的木块而不穿出. 以地面为参考系, 下列说法中正确的说法是

- (A) 子弹的动能转变为木块的动能.
- (B) 子弹—木块系统的机械能守恒.
- (C) 子弹动能的减少等于子弹克服木块阻力所作的功.
- (D) 子弹克服木块阻力所作的功等于这一过程中产生的热.

93. 如图所示两个小球用不能伸长的细软线连接, 垂直地跨过固定在地面上、表面光滑的半径为 R 的圆柱, 小球 B 着地, 小球 A 的质量为 B 的两倍, 且恰与圆柱的轴心一样高. 由静止状态轻轻释放 A , 当 A 球到达地面后, B 球继续上升的最大高度是

(A) R (B) $\frac{2}{3}R$ (C) $\frac{1}{2}R$ (D) $\frac{1}{3}R$

94. 一特殊的轻弹簧, 弹性力 $F = \frac{1}{2}kx^3$, k 为一常量系数, x 为伸长(或压缩)量. 现将弹簧水平放置于光滑的水平面上, 一端固定, 一端与质量为 m 的滑块相连而处于自然长度状态. 今沿弹簧长度方向给滑块一个冲量, 使其获得一速度 v , 压缩弹簧, 则弹簧被压缩的最大长度为

(A) $\sqrt{\frac{m}{k}}v$ (B) $\sqrt{\frac{k}{m}}v$ (C) $(\frac{4mv}{k})^{1/4}$ (D) $(\frac{2mv^2}{k})^{1/4}$

95. 对于一个物体来说, 在下列的哪种情况下系统的机械能守恒?

- (A) 合外力为 0. (B) 合外力不作功.
- (C) 外力和非保守内力都不做功. (D) 外力和保守内力都不做功.

96. 一质点在几个外力同时作用下运动时, 下述哪种说法正确?

- (A) 质点的动量改变时, 质点的动能一定改变.
- (B) 质点的动能不变时, 质点的动量也一定不变.
- (C) 外力的冲量是零, 外力的功一定为零.
- (D) 外力的功为零, 外力的冲量一定为零.

97. 下列叙述中正确的是

- (A) 物体的动量不变, 动能也不变. (B) 物体的动能不变, 动量也不变.

(C) 物体的动量变化, 动能也一定变化. (D) 物体的动能变化, 动量却不一定变化.

98. 作直线运动的甲、乙、丙三物体, 质量之比是 1:2:3. 若它们的动能相等, 并且作用于每一个物体上的制动力的大小都相同, 方向与各自的速度方向相反, 则它们制动距离之比是

- (A) 1:2:3. (B) 1:4:9.
(C) 1:1:1. (D) 3:2:1. (E) $\sqrt{3}:\sqrt{2}:1$.

99. 速度为 v 的子弹, 打穿一块不动的木板后速度变为零, 设木板对子弹的阻力是恒定的. 那么, 当子弹射入木板的深度等于其厚度的一半时, 子弹的速度是

- (A) $\frac{1}{4}v$. (B) $\frac{1}{3}v$. (C) $\frac{1}{2}v$. (D) $\frac{1}{\sqrt{2}}v$.

100. 考虑下列四个实例. 你认为哪一个实例中物体和地球构成的系统的机械能不守恒?

- (A) 物体作圆锥摆运动.
(B) 抛出的铁饼作斜抛运动 (不计空气阻力).
(C) 物体在拉力作用下沿光滑斜面匀速上升.
(D) 物体在光滑斜面上自由滑下.

101. 一竖直悬挂的轻弹簧下系一小球, 平衡时弹簧伸长量为 d . 现用手将小球托住, 使弹簧不伸长, 然后将其释放, 不计一切摩擦, 则弹簧的最大伸长量

- (A) 为 d . (B) 为 $\sqrt{2}d$. (C) 为 $2d$. (D) 条件不足无法判定.

102. A 、 B 两物体的动量相等, 而 $m_A < m_B$, 则 A 、 B 两物体的动能

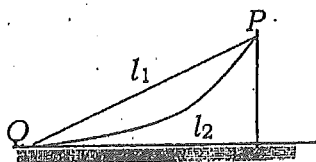
- (A) $E_{KA} < E_{KB}$. (B) $E_{KA} > E_{KB}$. (C) $E_{KA} = E_{KB}$. (D) 孰大孰小无法确定.

103. 一质点由原点从静止出发沿 x 轴运动, 它在运动过程中受到指向原点的力作用, 此力的大小正比于它与原点的距离, 比例系数为 k . 那么当质点离开原点为 x 时, 它相对原点的势能值是

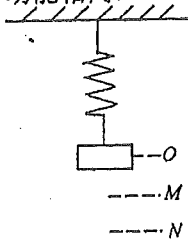
- (A) $-\frac{1}{2}kx^2$. (B) $\frac{1}{2}kx^2$. (C) $-kx^2$. (D) kx^2 .

104. 如图所示, 一个小球先后两次从 P 点由静止开始, 分别沿着光滑的固定斜面 l_1 和圆弧面 l_2 下滑. 则小球滑到两面的底端 Q 时的

- (A) 动量相同, 动能也相同. (B) 动量相同, 动能不同.
(C) 动量不同, 动能也不同. (D) 动量不同, 动能相同.



(104 题图)



(105 题图)

105. 一物体挂在一弹簧下面, 平衡位置在 O 点, 现用手向下拉物体, 第一次把物体由 O 点拉到 M 点, 第二次由 O 点拉到 N 点, 再由 N 点送回 M 点. 则在这两个过程中

- (A) 弹性力作的功相等, 重力作的功不相等.
(B) 弹性力作的功相等, 重力作的功也相等.

- (C) 弹性力作的功不相等, 重力作的功相等.
 (D) 弹性力作的功不相等, 重力作的功也不相等.

106. 将一重物匀速地推上一个斜坡, 因其动能不变, 所以

- (A) 推力不做功. (B) 推力功与摩擦力的功等值反号.
 (C) 推力功与重力功等值反号. (D) 此重物所受的外力的功之和为零.

107. 当重物减速下降时, 合外力对它做的功

- (A) 为正值. (B) 为负值. (C) 为零. (D) 先为正值, 后为负值.

108. 一质点在力 $F=5m(5-2t)$ (SI) 的作用下, $t=0$ 时从静止开始作直线运动, 式中 m 为质点的质量, t 为时间, 则当 $t=5$ s 时, 质点的速率为

- (A) 50 m/s. (B) 25 m/s. (C) 0. (D) -50 m/s.

109. 如图所示, 在光滑平面上有一个运动物体 P , 在 P 的正前方有一个连有弹簧和挡板 M 的静止物体 Q , 弹簧和挡板 M 的质量均不计, P 与 Q 的质量相同. 物体 P 与 Q 碰撞后 P 停止, Q 以碰前 P 的速度运动. 在此碰撞过程中, 弹簧压缩量最大的时刻是



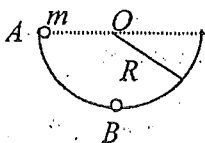
- (A) P 的速度正好变为零时. (B) P 与 Q 速度相等时.
 (C) Q 正好开始运动时. (D) Q 正好达到原来 P 的速度时.

110. 站在电梯内的一个人, 看到用细线连结的质量不同的两个物体跨过电梯内的一个无摩擦的定滑轮而处于“平衡”状态. 由此, 他断定电梯作加速运动, 其加速度为

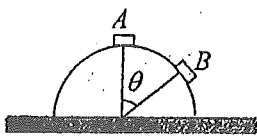
- (A) 大小为 g , 方向向上. (B) 大小为 g , 方向向下.
 (C) 大小为 $\frac{1}{2}g$, 方向向上. (D) 大小为 $\frac{1}{2}g$, 方向向下.

111. 一质量为 m 的质点, 在半径为 R 的半球形容器中, 由静止开始自边缘上的 A 点滑下, 到达最低点 B 时, 它对容器的正压力为 N . 则质点自 A 滑到 B 的过程中, 摩擦力对其作的功为

- (A) $\frac{1}{2}R(N-3mg)$. (B) $\frac{1}{2}R(3mg-N)$.
 (C) $\frac{1}{2}R(N-mg)$. (D) $\frac{1}{2}R(N-2mg)$.



(111 题图)



(112 题图)



(113 题图)

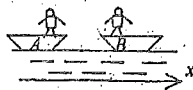
112. 质点的质量为 m , 置于光滑球面的顶点 A 处(球面固定不动), 如图所示. 当它由静止开始下滑到球面上 B 点时, 它的加速度的大小为

- (A) $a=2g(1-\cos\theta)$. (B) $a=g\sin\theta$.
 (C) $a=g$. (D) $a=\sqrt{4g^2(1-\cos\theta)^2+g^2\sin^2\theta}$.

113. 空中有一气球, 下连一绳梯, 它们的质量共为 M . 在梯上站一质量为 m 的人, 起始时气球与人均相对于地面静止. 当人相对于绳梯以速度 v 向上爬时, 气球的速度为 (以向上为正)

- (A) $-\frac{mv}{m+M}$ (B) $-\frac{Mv}{m+M}$ (C) $-\frac{mv}{M}$
 (D) $-\frac{(m+M)v}{m}$ (E) $-\frac{(m+M)v}{M}$

114. A 、 B 两条船质量都为 M ，首尾相靠且都静止在平静的湖面上，如图所示。 A 、 B 两船上各有一质量均为 m 的人， A 船上的人以相对于 A 船的速率 u 跳到 B 船上， B 船上的人再以相对于 B 船的相同速率 u 跳到 A 船上。取如图所示 x 坐标，设 A 、 B 船所获得的速度分别为 v_A 、 v_B ，下述结论中哪一个是正确的？



- (A) $v_A = 0, v_B = 0$. (B) $v_A = 0, v_B > 0$.
 (C) $v_A < 0, v_B > 0$. (D) $v_A < 0, v_B = 0$. (E) $v_A > 0, v_B > 0$.

115. 一质量为 60 kg 的人起初站在一条质量为 300 kg ，且正以 2 m/s 的速率向湖岸驶近的小木船上，湖水是静止的，其阻力不计。现在人相对于船以一水平速率 v 沿船的前进方向向河岸跳去，该人起跳后，船速减为原来的一半， v 应为

- (A) 2 m/s . (B) 3 m/s . (C) 5 m/s . (D) 6 m/s .

116. 一船浮于静水中，船长 L ，质量为 m ，一个质量也为 m 的人从船尾走到船头。不计水和空气的阻力，则在此过程中船将

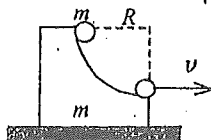
- (A) 不动. (B) 后退 L . (C) 后退 $\frac{1}{2}L$. (D) 后退 $\frac{1}{3}L$.

117. 质量分别为 m_1 、 m_2 的两个物体用一劲度系数为 k 的轻弹簧相联，放在水平光滑桌面上，如图所示。当两物体相距 x 时，系统由静止释放。已知弹簧的自然长度为 x_0 ，则当物体相距 x_0 时， m_1 的速度大小为

- (A) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1}}$ (B) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_2}}$
 (C) $\sqrt{\frac{k(x-x_0)^2}{m_1+m_2}}$ (D) $\sqrt{\frac{km_2(x-x_0)^2}{m_1(m_1+m_2)}}$ (E) $\sqrt{\frac{km_1(x-x_0)^2}{m_2(m_1+m_2)}}$



(117 题图)



(118 题图)

118. 一质量为 m 的滑块，由静止开始沿着 $1/4$ 圆弧形光滑的木槽滑下；设木槽的质量也是 m 。槽的圆半径为 R ，放在光滑水平地面上，如图所示。则滑块离开槽时的速度是

- (A) $\sqrt{2Rg}$ (B) $2\sqrt{Rg}$
 (C) \sqrt{Rg} (D) $\frac{1}{2}\sqrt{Rg}$ (E) $\frac{1}{2}\sqrt{2Rg}$

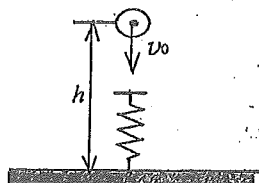
119. 一轻弹簧竖直固定于水平桌面上，如图所示，小球从距离桌面高为 h 处以初速度 v_0 落下，撞击弹簧后跳回到高为 h 处时速度仍为 v_0 ，以小球为系统，则在这一整个过程中小球的

- (A) 动能不守恒，动量不守恒. (B) 动能守恒，动量不守恒.

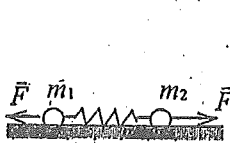
(C) 机械能不守恒, 动量守恒. (D) 机械能守恒, 动量守恒.

120. 两质量分别为 m_1 、 m_2 的小球, 用一劲度系数为 k 的轻弹簧相连, 放在水平光滑桌面上, 如图所示. 今以等值反向的力分别作用于两小球, 则两小球和弹簧这系统的

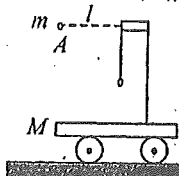
- (A) 动量守恒, 机械能守恒. (B) 动量守恒, 机械能不守恒.
(C) 动量不守恒, 机械能守恒. (D) 动量不守恒, 机械能不守恒.



(119 题图)



(120 题图)



(121 题图)



(122 题图)

121. 静止在光滑水平面上的一质量为 M 的车上悬挂一单摆, 摆球质量为 m , 摆线长为 l . 开始时, 摆线水平, 摆球静止于 A 点. 突然放手, 当摆球运动到摆线呈竖直位置的瞬间, 摆球相对于地面的速度为

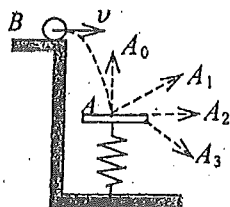
- (A) 0. (B) $\sqrt{2gl}$. (C) $\sqrt{\frac{2gl}{1+m/M}}$. (D) $\sqrt{\frac{2gl}{1+M/m}}$.

122. 如图所示, 质量分别为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B , 置于光滑桌面上, A 和 B 之间连有一轻弹簧. 另有质量为 m_1 和 m_2 的物体 C 和 D 分别置于物体 A 与 B 之上, 且物体 A 和 C 、 B 和 D 之间的摩擦系数均不为零. 首先用外力沿水平方向相向推压 A 和 B , 使弹簧被压缩. 然后撤掉外力, 则在 A 和 B 弹开的过程中, 对 A 、 B 、 C 、 D 弹簧组成的系统

- (A) 动量守恒, 机械能守恒. (B) 动量不守恒, 机械能守恒.
(C) 动量不守恒, 机械能不守恒. (D) 动量守恒, 机械能不一定守恒.

123. 质量为 m 的平板 A , 用竖立的弹簧支持而处在水平位置, 如图. 从平台上投掷一个质量也是 m 的球 B , 球的初速为 v , 沿水平方向. 球由于重力作用下落, 与平板发生完全弹性碰撞. 假定平板是光滑的. 则与平板碰撞后球的运动方向应为

- (A) A_0 方向. (B) A_1 方向. (C) A_2 方向. (D) A_3 方向.



(123 题图)



(124 题图)

124. 如图所示, 置于水平光滑桌面上质量分别为 m_1 和 m_2 的物体 A 和 B 之间夹有一轻弹簧. 首先用双手挤压 A 和 B 使弹簧处于压缩状态, 然后撤掉外力, 则在 A 和 B 被弹开的过程中

- (A) 系统的动量守恒, 机械能不守恒. (B) 系统的动量守恒, 机械能守恒.
(C) 系统的动量不守恒, 机械能守恒. (D) 系统的动量与机械能都不守恒.

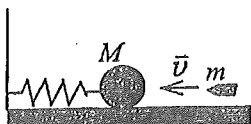
125. 在由两个物体组成的系统不受外力作用而发生非弹性碰撞的过程中, 系统的

- (A) 动能和动量都守恒. (B) 动能和动量都不守恒.

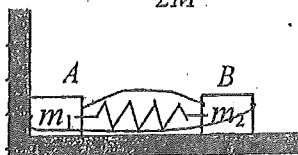
(C) 动能不守恒, 动量守恒. (D) 动能守恒, 动量不守恒.

126. 一质量为 M 的弹簧振子, 水平放置且静止在平衡位置, 如图所示. 一质量为 m 的子弹以水平速度 \vec{v} 射入振子中, 并随之一起运动. 如果水平面光滑, 此后弹簧的最大势能为

- (A) $\frac{1}{2}mv^2$. (B) $\frac{m^2v^2}{2(M+m)}$. (C) $(M+m)\frac{m^2}{2M^2}v^2$. (D) $\frac{m^2}{2M}v^2$.



(126 题图)



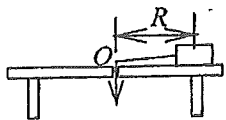
(127 题图)

127. 两木块 A 、 B 的质量分别为 m_1 和 m_2 , 用一个质量不计、劲度系数为 k 的弹簧连接起来. 把弹簧压缩 x_0 并用线扎住, 放在光滑水平面上, A 紧靠墙壁, 如图所示, 然后烧断扎线. 判断下列说法哪个正确.

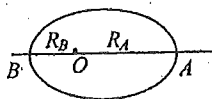
- (A) 弹簧由初态恢复为原长的过程中, 以 A 、 B 、弹簧为系统, 动量守恒.
 (B) 在上述过程中, 系统机械能守恒.
 (C) 当 A 离开墙后, 整个系统动量守恒, 机械能不守恒.
 (D) A 离开墙后, 整个系统的总机械能为 $\frac{1}{2}kx_0^2$, 总动量为零.

128. 如图所示, 一个小物体, 位于光滑的水平桌面上, 与一绳的一端相连结, 绳的另一端穿过桌面中心的小孔 O . 该物体原以角速度 ω 在半径为 R 的圆周上绕 O 旋转, 今将绳从小孔缓慢往下拉. 则物体

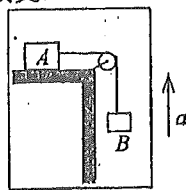
- (A) 动能不变, 动量改变. (B) 动量不变, 动能改变.
 (C) 角动量不变, 动量不变. (D) 角动量改变, 动量改变.
 (E) 角动量不变, 动能、动量都改变.



(128 题图)



(129 题图)



(130 题图)

129. 一人造地球卫星到地球中心 O 的最大距离和最小距离分别是 R_A 和 R_B . 设卫星对应的角动量分别是 L_A 、 L_B , 动能分别是 E_{KA} 、 E_{KB} , 则应有

- (A) $L_B > L_A$, $E_{KA} > E_{KB}$. (B) $L_B > L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$.
 (C) $L_B = L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$. (D) $L_B < L_A$, $E_{KA} = E_{KB}$.
 (E) $L_B = L_A$, $E_{KA} < E_{KB}$.

130. 图示系统置于以 $a = \frac{1}{2}g$ 的加速度上升的升降机内, A 、 B 两物体质量相同均为 m , A 所在的桌面是水平的, 绳子和定滑轮质量均不计, 若忽略滑轮轴上和桌面上的摩擦并不计空气阻力, 则绳中张力为

- (A) mg . (B) $\frac{1}{2}mg$. (C) $2mg$. (D) $3mg/4$.

131. 一根细绳跨过一光滑的定滑轮, 一端挂一质量为 M 的物体, 另一端被人用双手拉着,

人的质量 $m = \frac{1}{2}M$. 若人相对于绳以加速度 a_0 向上爬, 则人相对于地面的加速度 (以竖直向上为正) 是

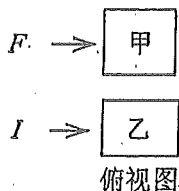
- (A) $(2a_0 + g)/3$. (B) $-(3g - a_0)$. (C) $-(2a_0 + g)/3$. (D) a_0

132. 设物体沿固定圆弧形光滑轨道由静止下滑, 在下滑过程中,

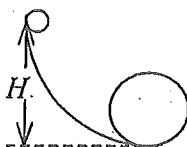
- (A) 它的加速度方向永远指向圆心.
 (B) 它受到的轨道的作用力的大小不断增加.
 (C) 它受到的合外力大小变化, 方向永远指向圆心.
 (D) 它受到的合外力大小不变.

133. 质量相等的两个物体甲和乙, 并排静止在光滑水平面上 (如图所示). 现用一水平恒力 \vec{F} 作用在物体甲上, 同时给物体乙一个与 \vec{F} 同方向的瞬时冲量 \vec{I} , 使两物体沿同一方向运动, 则两物体再次达到并排的位置所经过的时间为:

- (A) I/F . (B) $2I/F$. (C) $2F/I$. (D) F/I .



(133 题图)



(136 题图)

134. 竖直上抛一小球. 若空气阻力的大小不变, 则球上升到最高点所需用的时间, 与从最高点下降到原位置所需用的时间相比

- (A) 前者长. (B) 前者短. (C) 两者相等. (D) 无法判断其长短.

135. 一质量为 m 的质点, 自半径为 R 的光滑半球形碗口由静止下滑, 质点在碗内某处的速率为 v , 则质点对该处的压力数值为

- (A) $\frac{mv^2}{R}$. (B) $\frac{3mv^2}{2R}$. (C) $\frac{2mv^2}{R}$. (D) $\frac{5mv^2}{2R}$.

136. 如图所示. 一质量为 m 的小球, 由高 H 处沿光滑轨道由静止开始滑入环形轨道. 若 H 足够高, 则小球在环最低点时环对它的作用力与小球在环最高点时环对它的作用力之差, 恰为小球重量的

- (A) 2 倍. (B) 4 倍. (C) 6 倍. (D) 8 倍.

137. 在以加速度 a 向上运动的电梯内, 挂着一根劲度系数为 k 、质量不计的弹簧. 弹簧下面挂着一质量为 M 的物体, 物体相对于电梯的速度为零. 当电梯的加速度突然变为零后, 电梯内的观测者看到物体的最大速度为

- (A) $a\sqrt{M/k}$. (B) $a\sqrt{k/M}$. (C) $2a\sqrt{M/k}$. (D) $\frac{1}{2}a\sqrt{M/k}$.

138. 一烟火总质量为 $M+2m$, 从离地面高 h 处自由下落到 $\frac{1}{2}h$ 时炸开成为三块, 一块质量为 M , 两块质量均为 m . 两块 m 相对于 M 的速度大小相等, 方向为一上一下. 爆炸后 M 从 $\frac{1}{2}h$ 处落到地面的时间为 t_1 , 若烟火体在自由下落到 $\frac{1}{2}h$ 处不爆炸, 它从 $\frac{1}{2}h$ 处落到地

面的时间为 t_2 , 则

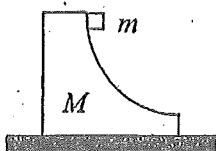
- (A) $t_1 > t_2$. (B) $t_1 < t_2$. (C) $t_1 = t_2$. (D) 无法确定 t_1 与 t_2 间关系.

139. 如图, 两木块质量为 m_1 和 m_2 , 由一轻弹簧连接, 放在光滑水平桌面上, 先使两木块靠近而将弹簧压紧, 然后由静止释放. 若在弹簧伸长到原长时, m_1 的速率为 v_1 , 则弹簧原来在压缩状态时所具有的势能是

- (A) $\frac{1}{2} m_1 v_1^2$. (B) $\frac{1}{2} m_2 \frac{m_1 + m_2}{m_1} v_1^2$.
 (C) $\frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_1^2$. (D) $\frac{1}{2} m_1 \frac{m_1 + m_2}{m_2} v_1^2$.



(139 题图)



(140 题图)

140. 一光滑的圆弧形槽 M 置于光滑水平面上, 一滑块 m 自槽的顶部由静止释放后沿槽滑下, 不计空气阻力. 对于这一过程, 以下哪种分析是对的?

- (A) 由 m 和 M 组成的系统动量守恒. (B) 由 m 和 M 组成的系统机械能守恒.
 (C) 由 m 、 M 和地球组成的系统机械能守恒. (D) M 对 m 的正压力恒不作功.

141. 一子弹以水平速度 v_0 射入一静止于光滑水平面上的木块后, 随木块一起运动. 对于这一过程正确的分析是

- (A) 子弹、木块组成的系统机械能守恒.
 (B) 子弹、木块组成的系统水平方向的动量守恒.
 (C) 子弹所受的冲量等于木块所受的冲量.
 (D) 子弹动能的减少等于木块动能的增加.

142. 两个质量相等、速率也相等的粘土球相向碰撞后粘在一起而停止运动. 在此过程中, 由这两个粘土球组成的系统,

- (A) 动量守恒, 动能也守恒. (B) 动量守恒, 动能不守恒.
 (C) 动量不守恒, 动能守恒. (D) 动量不守恒, 动能也不守恒.

143. 物体在恒力 F 作用下作直线运动, 在时间 Δt_1 内速度由 0 增加到 v , 在时间 Δt_2 内速度由 v 增加到 $2v$, 设 F 在 Δt_1 内作的功是 W_1 , 冲量是 I_1 , 在 Δt_2 内作的功是 W_2 , 冲量是 I_2 . 那么,

- (A) $W_1 = W_2$, $I_2 > I_1$. (B) $W_1 = W_2$, $I_2 < I_1$.
 (C) $W_1 < W_2$, $I_2 = I_1$. (D) $W_1 > W_2$, $I_2 = I_1$.

144. 两个质量为 m_1 和 m_2 的小球, 在一直线上作完全弹性碰撞, 碰撞前两小球的速度分别为 v_1 和 v_2 (同向), 在碰撞过程中两球的最大形变能是

- (A) $\frac{1}{2} \sqrt{m_1 m_2} (v_1 - v_2)^2$. (B) $\frac{1}{2} \sqrt{m_1 m_2} (v_1^2 - v_2^2)$.
 (C) $\frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{2(m_1 + m_2)}$. (D) $\frac{m_1 m_2 v_1 v_2}{2(m_1 + m_2)}$.

145. 一质子轰击 α 粒子时因未对准而发生轨迹偏转. 假设附近没有其它带电粒子, 则在

这一过程中，由此质子和 α 粒子组成的系统，

- (A) 动量守恒，能量不守恒。 (B) 能量守恒，动量不守恒。
 (C) 动量和能量都不守恒。 (D) 动量和能量都守恒。

146. 小球 A 和 B 的质量相同， B 球原来静止， A 以速度 u 与 B 作对心碰撞。这两球碰撞后的速度 v_1 和 v_2 的各种可能值中有

- (A) $-u, 2u$. (B) $u/4, 3u/4$. (C) $-u/4, 5u/4$. (D) $\frac{1}{2}u, -u\sqrt{3}/2$.

147. 有两个倾角不同、高度相同、质量一样的斜面放在光滑的水平面上，斜面是光滑的，有两个一样的小球分别从这两个斜面的顶点，由静止开始滑下，则

- (A) 小球到达斜面底端时的动量相等。
 (B) 小球到达斜面底端时动能相等。
 (C) 小球和斜面（以及地球）组成的系统，机械能不守恒。
 (D) 小球和斜面组成的系统水平方向上动量守恒。

148. 对质点组有以下几种说法：

- (1) 质点组总动量的改变与内力无关。
 (2) 质点组总动能的改变与内力无关。
 (3) 质点组机械能的改变与保守内力无关。

在上述说法中：

- (A) 只有(1)是正确的。 (B) (1)、(3)是正确的。
 (C) (1)、(2)是正确的。 (D) (2)、(3)是正确的。

149. 关于机械能守恒条件和动量守恒条件有以下几种说法，其中正确的是

- (A) 不受外力作用的系统，其动量和机械能必然同时守恒。
 (B) 所受合外力为零，内力都是保守力的系统，其机械能必然守恒。
 (C) 不受外力，而内力都是保守力的系统，其动量和机械能必然同时守恒。
 (D) 外力对一个系统做的功为零，则该系统的机械能和动量必然同时守恒。

150. 在两个质点组成的系统中，若质点之间只有万有引力作用，且此系统所受外力的矢量和为零，则此系统

- (A) 动量与机械能一定都守恒。 (B) 动量与机械能一定都不守恒。
 (C) 动量不一定守恒，机械能一定守恒。 (D) 动量一定守恒，机械能不一定守恒。

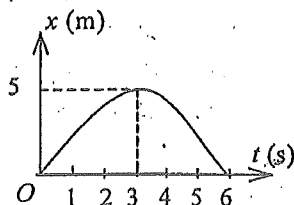
二、填空题

1. 两辆车 A 和 B, 在笔直的公路上同向行驶, 它们从同一起始线上同时出发, 并且由出发点开始计时, 行驶的距离 x 与行驶时间 t 的函数关系式: $x_A = 4t + t^2$, $x_B = 2t^2 + 2t^3$ (SI),
 (1) 它们刚离开出发点时, 行驶在前面的一辆车是_____; (2) 出发后, 两辆车行驶距离相同的时刻是_____; (3) 出发后, B 车相对 A 车速度为零的时刻是_____.

2. 一质点沿 x 方向运动, 其加速度随时间变化关系为 $a = 3 + 2t$ (SI), 如果初始时质点的速度 v_0 为 5 m/s, 则当 t 为 3s 时, 质点的速度 $v =$ _____.

3. 一质点沿直线运动, 其运动学方程为 $x = 6t - t^2$ (SI), 则在 t 由 0 至 4s 的时间间隔内, 质点的位移大小为_____, 在 t 由 0 到 4s 的时间间隔内质点走过的路程为_____.

4. 一质点作直线运动, 其坐标 x 与时间 t 的关系曲线如图所示. 则该质点在第_____秒瞬时速度为零; 在第_____秒至第_____秒间速度与加速度同方向.



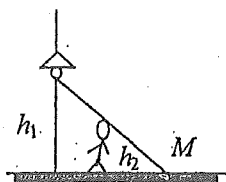
5. 质点 p 在一直线上运动, 其坐标 x 与时间 t 有如下关系:
 $x = -A \sin \omega t$ (SI) (A 为常数)

(1) 任意时刻 t , 质点的加速度 $a =$ _____; (2) 质点速度为零的时刻 $t =$ _____.

6. 一质点沿直线运动, 其坐标 x 与时间 t 有如下关系: $x = Ae^{-\beta t} \cos \omega t$ (SI) (A, β 皆为常数) (1) 任意时刻 t 质点的加速度 $a =$ _____; (2) 质点通过原点的时刻 $t =$ _____.

7. 一辆作匀加速直线运动的汽车, 在 6 s 内通过相隔 60 m 远的两点, 已知汽车经过第二点时的速率为 15 m/s, 则(1) 汽车通过第一点时的速率 $v_1 =$ _____; (2) 汽车的加速度 $a =$ _____.

8. 灯距地面高度为 h_1 , 一个人身高为 h_2 , 在灯下以匀速率 v 沿水平直线行走, 如图所示. 他的头顶在地上的影子 M 点沿地面移动的速度为 $v_M =$ _____.



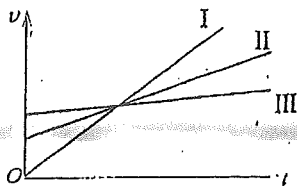
9. 一物体悬挂在弹簧上, 在竖直方向上振动, 其振动方程为 $y = A \sin \omega t$, 其中 A, ω 均为常量, 则(1) 物体的速度与时间的函数关系式为_____;

(2) 物体的速度与坐标的函数关系式为_____.

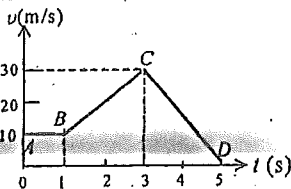
10. 在 x 轴上作变加速直线运动的质点, 已知其初速度为 v_0 , 初始位置为 x_0 , 加速度 $a = Ct^2$ (其中 C 为常量), 则其速度与时间的关系为 $v =$ _____, 运动学方程为 $x =$ _____.

11. 在 $v-t$ 图中所示的三条直线都表示同一类型的运动;

(1) I、II、III 三条直线表示的是_____运动; (2) _____直线所表示的运动的加速度最大.



(11 题图)



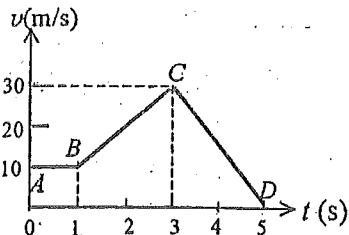
(13 题图)

12. 一质点沿 x 轴作直线运动, 它的运动学方程为 $x = 3 + 5t + 6t^2 - t^3$ (SI) 则

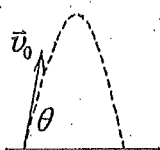
(1) 质点在 $t=0$ 时刻的速度 $v_0 =$ _____; (2) 加速度为零时, 该质点的速度 $v =$ _____.

13. 一质点作直线运动, 其 $v-t$ 曲线如图所示, 则 BC 和 CD 段时间内的加速度分别为_____.

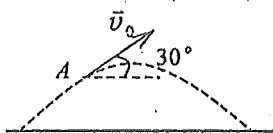
14. 一物体在某瞬时, 以初速度 \vec{v}_0 从某点开始运动, 在 Δt 时间内, 经一长度为 S 的曲线路径后, 又回到出发点, 此时速度为 $-\vec{v}_0$, 则在这段时间内: (1) 物体的平均速率是____; (2) 物体的平均加速度是_____.



15. 一质点作半径为 0.1 m 的圆周运动, 其角位置的运动学方程为: $\theta = \frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}t^2 \text{ (SI)}$, 则其切向加速度为 $a_t =$ _____.
16. 质点沿半径为 R 的圆周运动, 运动学方程为 $\theta = 3 + 2t^2 \text{ (SI)}$, 则 t 时刻质点的法向加速度大小为 $a_n =$ _____; 角加速度 $\beta =$ _____.
17. 在一个转动的齿轮上, 一个齿尖 P 沿半径为 R 的圆周运动, 其路程 S 随时间的变化规律为 $S = v_0 t + \frac{1}{2}bt^2$, 其中 v_0 和 b 都是正的常量. 则 t 时刻齿尖 P 的速度大小为_____, 加速度大小为_____.
18. 一物体作斜抛运动, 初速度 \vec{v}_0 与水平方向夹角为 θ , 如图所示. 物体轨道最高点处的曲率半径 ρ 为_____.



(18 题图)



(19 题图)

19. 一物体作如图所示的斜抛运动, 测得在轨道 A 点处速度 \vec{v} 的大小为 v , 其方向与水平方向夹角成 30° . 则物体在 A 点的切向加速度 $a_t =$ _____, 轨道的曲率半径 $\rho =$ _____.
20. 已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = (5 + 2t - \frac{1}{2}t^2)\vec{i} + (4t + \frac{1}{3}t^3)\vec{j} \text{ (SI)}$. 当 $t = 2 \text{ s}$ 时, 加速度的大小为 $a =$ _____; 加速度 \vec{a} 与 x 轴正方向间夹角 $\alpha =$ _____.
21. 一质点从静止出发沿半径 $R = 1 \text{ m}$ 的圆周运动, 其角加速度随时间 t 的变化规律是 $\beta = 12t^2 - 6t \text{ (SI)}$, 则质点的角速 $\omega =$ _____; 切向加速度 $a_t =$ _____.
22. 一质点沿半径为 R 的圆周运动, 其路程 S 随时间 t 变化的规律为 $S = bt - \frac{1}{2}ct^2 \text{ (SI)}$, 式中 b, c 为大于零的常量, 且 $b^2 > Rc$. 则此质点运动的切向加速度 $a_t =$ _____; 法向加速度 $a_n =$ _____.
23. 一质点沿半径为 0.1 m 的圆周运动, 其角位移 θ 随时间 t 的变化规律是 $\theta = 2 + 4t^2 \text{ (SI)}$. 在 $t = 2 \text{ s}$ 时, 它的法向加速度 $a_n =$ _____; 切向加速度 $a_t =$ _____.
24. 距河岸(看成直线) 500 m 处有一艘静止的船, 船上的探照灯以转速为 $n = 1 \text{ r/min}$ 转动. 当光束与岸边成 60° 角时, 光束沿岸边移动的速度 $v =$ _____.
25. 试说明质点作何种运动时, 将出现下述各种情况 ($v \neq 0$): (1) $a_t \neq 0, a_n \neq 0$;

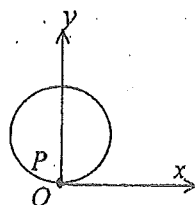
(2) $a_t \neq 0, a_n = 0$; a_t, a_n 分别表示切向加速度和法向加速度.

26. 在半径为 R 的圆周上运动的质点, 其速率与时间关系为 $v = ct^2$ (式中 c 为常量), 则从 $t=0$ 到 t 时刻质点走过的路程 $S(t) =$ _____; t 时刻质点的切向加速度 $a_t =$ _____; t 时刻质点的法向加速度 $a_n =$ _____.

27. 以一定初速度斜向上抛出一个物体, 若忽略空气阻力, 当该物体的速度 \vec{v} 与水平面的夹角为 θ 时, 它的切向加速度 a_t 的大小为 _____, 法向加速度 a_n 的大小为 _____.

28. 在 xy 平面内有一运动质点, 其运动学方程为: $\vec{r} = 10 \cos 5t \vec{i} + 10 \sin 5t \vec{j}$ (SI) 则 t 时刻其速度 $\vec{v} =$ _____; 其切向加速度的大小 $a_t =$ _____; 该质点运动的轨迹是 _____.

29. 一质点从 O 点出发以匀速率 1 cm/s 作顺时针转向的圆周运动, 圆的半径为 1 m , 如图所示. 当它走过 $2/3$ 圆周时, 走过的路程是 _____, 这段时间内的平均速度大小为 _____, 方向是 _____.



30. 已知质点的运动学方程为 $\vec{r} = 4t^2 \vec{i} + (2t+3) \vec{j}$ (SI), 则该质点的轨道方程为 _____.

31. 一质点从静止出发, 沿半径 $R=3 \text{ m}$ 的圆周运动. 切向加速度 $a_t = 3 \text{ m/s}^2$ 保持不变, 当总加速度与半径成角 45° 时, 所经过的时间 $t =$ _____, 在上述时间内质点经过的路程 $S =$ _____.

32. 一质点沿半径为 0.10 m 的圆周运动, 其角位移 θ 可用下式表示 $\theta = 2 + 4t^3$ (SI). (1) 当 $t=2 \text{ s}$ 时, 切向加速度 $a_t =$ _____; (2) 当 a_t 的大小恰为总加速度 \vec{a} 大小的一半时, $\theta =$ _____.

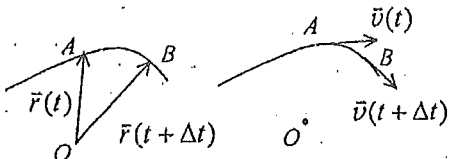
33. 一质点在 Oxy 平面内运动. 运动学方程为 $x = 2t$ 和 $y = 19 - 2t^2$, (SI), 则在第 2 秒内质点的平均速度大小 $\bar{v} =$ _____, 2 秒末的瞬时速度大小 $v_2 =$ _____.

34. 以速度 v_0 、仰角 θ_0 斜向上抛出的物体, 不计空气阻力, 其切向加速度的大小 (1) 从抛出到到达最高点之前, 越来越 _____; (2) 通过最高点后, 越来越 _____.

35. 以初速率 v_0 、抛射角 θ_0 抛出一物体, 则其抛物线轨道最高点处的曲率半径为 _____.

36. 飞轮作加速转动时, 轮边缘上一点的运动学方程为 $S = 0.1 t^3$ (SI). 飞轮半径为 2 m . 当此点的速率 $v = 30 \text{ m/s}$ 时, 其切向加速度为 _____, 法向加速度为 _____.

37. $\vec{r}(t)$ 与 $\vec{r}(t + \Delta t)$ 为某质点在不同时刻的位置矢量(矢径), $\vec{v}(t)$ 与 $\vec{v}(t + \Delta t)$ 为不同时刻的速度矢量, 试在两个图中分别画出 $\Delta \vec{r}$, $\Delta \vec{v}$ 以及 $\Delta \vec{r}$, $\Delta \vec{v}$.



38. 一质点沿半径为 R 的圆周运动, 在 $t=0$ 时经过 P 点, 此后它的速率 v 按 $v = A + Bt$ (A, B 为正的已知常量) 变化. 则质点沿圆周运动一周再经过 P 点时的切向加速度 $a_t =$ _____, 法向加速度 $a_n =$ _____.

39. 设质点的运动学方程为 $\vec{r} = R \cos \omega t \vec{i} + R \sin \omega t \vec{j}$ (式中 R, ω 皆为常量), 则质点的 $\vec{v} =$ _____, $dv/dt =$ _____.

40. 在水平飞行的飞机上向前发射一颗炮弹, 发射后飞机的速度为 v_0 , 炮弹相对于飞机的速度为 v . 略去空气阻力, 则(1) 以地球为参考系, 炮弹的轨迹方程为_____.

(2) 以飞机为参考系, 炮弹的轨迹方程为_____.
(设两种参考系中坐标原点均在发射处, x 轴沿速度方向向前, y 轴竖直向下)

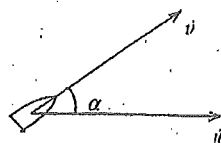
41. 一船以速度 \vec{v}_0 在静水湖中匀速直线航行, 一乘客以初速 \vec{v}_1 在船中竖直向
抛出一石子, 则站在岸上的观察者看石子运动的轨迹是_____. 取抛出点为原点, x 轴
沿 \vec{v}_0 方向, y 轴沿竖直向上方向, 石子的轨迹方程是_____.

42. 小船从岸边 A 点出发渡河, 如果它保持与河岸垂直向前划, 则经过时间 t_1 到达对岸下
游 C 点; 如果小船以同样速率划行, 但垂直河岸横渡到正对岸 B 点, 则需与 A 、 B 两点联
成的直线成 α 角逆流划行, 经过时间 t_2 到达 B 点. 若 B 、 C 两点间距为 S , 则

(1) 此河宽度 $l =$ _____ ; (2) $\alpha =$ _____.

43. 在表达式 $\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ 中, 位置矢量是_____ ; 位移矢量是_____.

44. 如图所示, 小船以相对于水的速度 \vec{v} 与水流方向成 α 角开行,
若水流速度为 \vec{u} , 则小船相对于岸的速度的大小为_____,
与水流方向的夹角为_____.



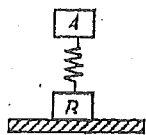
45. 两条直路交叉成 α 角, 两辆汽车分别以速率 v_1 和 v_2 沿两条路
行驶, 一车相对另一车的速度大小为_____.

46. 有一旅客站在沿水平轨道匀速开行的列车最后一节车厢后的平台上, (1) 手拿石块,
松手释放; (2) 沿水平方向向车后掷出石块, 使石块相对车的速度等于火车相对于地的速
度. 则站在铁路路基旁的观察者所见石块的运动是: (1) _____ (2) _____.

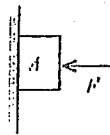
47. 轮船在水上以相对于水的速度 \vec{v}_1 航行, 水流速度为 \vec{v}_2 , 一人相对于甲板以速度 \vec{v}_3 行
走. 如人相对于岸静止, 则 \vec{v}_1 、 \vec{v}_2 和 \vec{v}_3 的关系是_____.

48. 当一列火车以 10 m/s 的速率向东行驶时, 若相对于地面竖直下落的雨滴在列车的窗子
上形成的雨迹偏离竖直方向 30° , 则雨滴相对于地面的速率是_____ ; 相对于列车的
速率是_____.

49. 质量相等的两物体 A 和 B , 分别固定在弹簧的两端, 竖直放在光滑水平面 C 上, 如图
所示, 弹簧的质量与物体 A 、 B 的质量相比, 可以忽略不计. 若把支持面 C 迅速移走, 则
在移开的一瞬间, A 的加速度大小 $a_A =$ _____ ; B 的加速度的大小 $a_B =$ _____.



(49 题图)



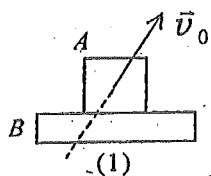
(50 题图)

50. 沿水平方向的外力 F 将物体 A 压在竖直墙上, 由于物体与墙之间有摩擦力, 此时物体
保持静止, 并设其所受静摩擦力为 f , 若外力增至 $2F$, 则此时物体所受静摩擦力为
_____.

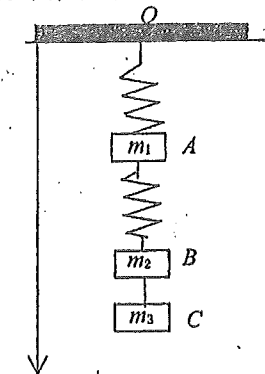
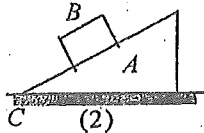
51. 分别画出下面二种情况下, 物体 A 的受力图.

(1) 物体 A 放在木板 B 上, 被一起抛出作斜上抛运动, A 始终位于 B 的上面, 不计空气阻力;

(2) 物体 A 的形状是一楔形棱柱体, 横截面为直角三角形, 放在桌面 C 上. 把物体 B 轻轻地放在 A 的斜面上, 设 A 、 B 间和 A 与桌面 C 间的摩擦系数皆不为零, A 、 B 系统静止.



(51 题图)



(52 题图)

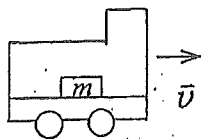
52. 质量分别为 m_1 、 m_2 、 m_3 的三个物体 A 、 B 、 C , 用一根细绳和两根轻弹簧连接并悬于固定点 O , 如图. 取向下为 x 轴正向, 开始时系统处于平衡状态, 后将细绳剪断, 则在刚剪断瞬时, 物体 B 的加速度 $\bar{a}_B =$ _____; 物体 A 的加速度 $\bar{a}_A =$ _____.

53. 如果一个箱子与货车底板之间的静摩擦系数为 μ , 当这货车爬一与水平方向成 θ 角的平缓山坡时, 要不使箱子在车底板上滑动, 车的最大加速度 $a_{\max} =$ _____.

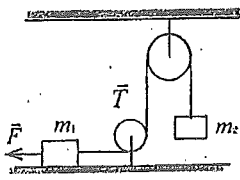
54. 质量 $m=40$ kg 的箱子放在卡车的车厢底板上, 已知箱子与底板之间的静摩擦系数为 $\mu_s = 0.40$, 滑动摩擦系数为 $\mu_k = 0.25$, 试分别写出在下列情况下, 作用在箱子上的摩擦力的大小和方向.

(1) 卡车以 $a = 2$ m/s² 的加速度行驶, $f =$ _____, 方向 _____.

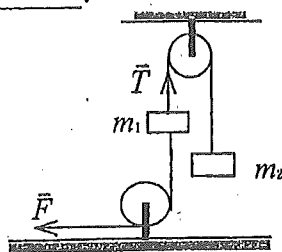
(2) 卡车以 $a = -5$ m/s² 的加速度急刹车, $f =$ _____, 方向 _____.



(54 题图)



(56 题图)



(57 题图)

55. 假如地球半径缩短 1%, 而它的质量保持不变, 则地球表面的重力加速度 g 增大的百分比是 _____.

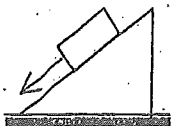
56. 在如图所示的装置中, 两个定滑轮与绳的质量以及滑轮与其轴之间的摩擦都可忽略不计, 绳子不可伸长, m_1 与平面之间的摩擦也可不计, 在水平外力 F 的作用下, 物体 m_1 与 m_2 的加速度 $a =$ _____, 绳中的张力 $T =$ _____.

57. 在如图所示装置中, 若两个滑轮与绳子的质量以及滑轮与其轴之间的摩擦都忽略不计, 绳子不可伸长, 则在外力 F 的作用下, 物体 m_1 和 m_2 的加速度为 $a =$ _____, m_1 与 m_2 间绳子的张力 $T =$ _____.

58. 倾角为 30° 的一个斜面体放置在水平桌面上. 一个质量为 2 kg 的物体沿斜面下滑, 下

滑的加速度为 3.0 m/s^2 。若此时斜面体静止在桌面上不动，则斜面体与桌面间的静摩擦力 $f =$ _____。

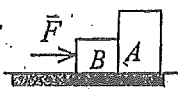
59. 一物体质量为 M ，置于光滑水平地板上。今用一水平力 \vec{F} 通过一质量为 m 的绳拉动物体前进，则物体的加速度 $a =$ _____，绳作用于物体上的力 $T =$ _____。



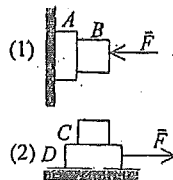
(58 题图)



(59 题图)



(60 题图)



(61 题图)

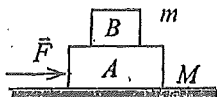
60. 如图，在光滑水平桌面上，有两个物体 A 和 B 紧靠在一起。它们的质量分别为 $m_A = 2 \text{ kg}$ ， $m_B = 1 \text{ kg}$ 。今用一水平力 $F = 3 \text{ N}$ 推物体 B ，则 B 推 A 的力等于 _____。如用同样大小的水平力从右边推 A ，则 A 推 B 的力等于 _____。

61. 分别画出物体 A 、 B 、 C 、 D 的受力图：（各接触面均粗糙）

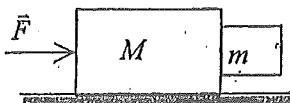
(1) 被水平力 F 压在墙上保持静止的两个木块 A 和 B ；

(2) 被水平力 F 拉着在水平桌面上一起做匀速运动的木块 C 和 D 。

62. 在粗糙的水平桌面上放着质量为 M 的物体 A ，在 A 上放有一表面粗糙的小物体 B ，其质量为 m 。试分别画出：当用水平恒力 \vec{F} 推 A 使它作加速运动时， B 和 A 的受力图。



(62 题图)



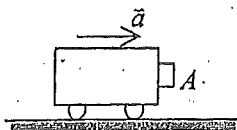
(63 题图)

63. 在粗糙的水平面上，放有一质量为 M 的物体，其前表面是一竖直平面。当用水平恒力推它时，可使另一质量为 m 的物体刚好附在它的前表面上不落下，如图。试分别画出两物体的受力图。

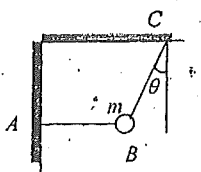
64. 有两个弹簧，质量忽略不计，原长都是 10 cm ，第一个弹簧上端固定，下挂一个质量为 m 的物体后，长 11 cm ，而第二个弹簧上端固定，下挂一质量为 m 的物体后，长 13 cm ，现将两弹簧串联，上端固定，下面仍挂一质量为 m 的物体，则两弹簧的总长为 _____。

65. 如图所示，一个小物体 A 靠在一辆小车的竖直前壁上， A 和车壁间静摩擦系数是 μ ，若要使物体 A 不致掉下来，小车的加速度的最小值应为 $a =$ _____。

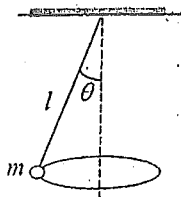
66. 质量为 m 的小球，用轻绳 AB 、 BC 连接，如图，其中 AB 水平。剪断绳 AB 前后的瞬间，绳 BC 中的张力比 $T:T' =$ _____。



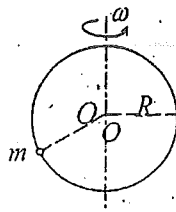
(65 题图)



(66 题图)



(67 题图)



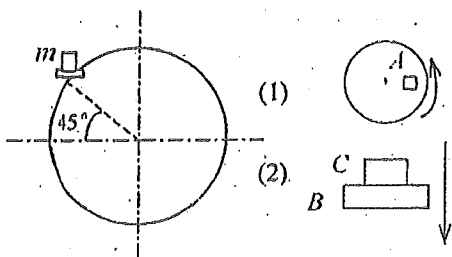
(68 题图)

67. 一圆锥摆摆长为 l 、摆锤质量为 m ，在水平面上作匀速圆周运动，摆线与铅直线夹角 θ ，则(1) 摆线的张力 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ ；(2) 摆锤的速率 $v = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

68. 一小珠可以在半径为 R 的竖直圆环上作无摩擦滑动，今使圆环以角速度 ω 绕圆环竖直直径转动，要使小珠离开环的底部而停在环上某一点，则角速度 ω 最小应大于 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

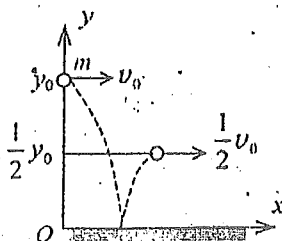
69. 一块水平木板上放一砝码，砝码的质量 $m = 0.2 \text{ kg}$ ，手扶木板保持水平，托着砝码使之在竖直平面内做半径 $R = 0.5 \text{ m}$ 的匀速率圆周运动，速率 $v = 1 \text{ m/s}$ ，当砝码与木板一起运动到图示位置时，砝码受到木板的摩擦力为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，砝码受到木板的支持力为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

70. 画出物体 A 、 B 的受力图：(1) 在水平圆桌面上与桌面一起做匀速转动的物体 A ；(2) 和物体 C 叠放在一起自由下落的物体 B 。

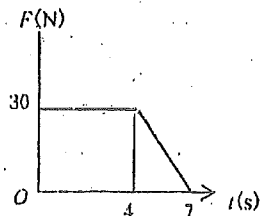


(69 题图)

(70 题图)



(71 题图)



(72 题图)

71. 质量为 m 的小球自高为 y_0 处沿水平方向以速率 v_0 抛出，与地面碰撞后跳起的最大高度为 $\frac{1}{2}y_0$ ，水平速率为 $\frac{1}{2}v_0$ ，则碰撞过程中(1) 地面对小球的竖直冲量的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；

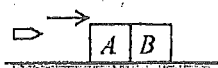
(2) 地面对小球的水平冲量的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

72. 质量 $m = 10 \text{ kg}$ 的木箱放在地面上，在水平拉力 F 的作用下由静止开始沿直线运动，其拉力随时间的变化关系如图所示，若已知木箱与地面间的摩擦系数 $\mu = 0.2$ ，那么在 $t = 4 \text{ s}$ 时，木箱的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；在 $t = 7 \text{ s}$ 时，木箱的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（ g 取 10 m/s^2 ）

73. 一质量为 m 的物体，原来以速率 v 向北运动，它突然受到外力打击，变为向西运动，速率仍为 v ，则外力的冲量大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

74. 有两艘停在湖上的船，它们之间用一根很轻的绳子连接，设第一艘船和人的总质量为 250 kg ，第二艘船的总质量为 500 kg ，水的阻力不计，现在站在第一艘船上的人用 $F = 50 \text{ N}$ 的水平力来拉绳子，则 5 s 后第一艘船的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；第二艘船的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

75. 两块并排的木块 A 和 B ，质量分别为 m_1 和 m_2 ，静止地放置在光滑的水平面上，一子弹水平地穿过两木块，设子弹穿过两木块所用的时间分别为 Δt_1 和 Δt_2 ，木块对子弹的阻力为恒力 F ，则子弹穿出后，木块 A 的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，木块 B 的速度大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

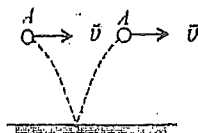


76. 两个相互作用的物体 A 和 B ，无摩擦地在一条水平直线上运动，物体 A 的动量是时间的函数，表达式为 $P_A = P_0 - bt$ ，式中 P_0 、 b 分别为正值常量， t 是时间，在下列两种情况下，写出物体 B 的动量作为时间函数的表达式：

(1) 开始时，若 B 静止，则 $P_{B1} = \underline{\hspace{2cm}}$ ；

(2) 开始时，若 B 的动量为 $-P_0$ ，则 $P_{B2} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

77. 一质量为 m 的小球 A ，在距离地面某一高度处以速度 \bar{v} 水平抛出，触地后反跳，在抛出 t 秒后小球 A 跳回原高度，速度仍沿水平方向，速度大小也与抛出时相同，如图。则小球 A 与地面碰撞过程中，地面给它的冲量的方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ，冲量的大小为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



78. 设作用在质量为 1 kg 的物体上的力 $F = 6t + 3 \text{ (SI)}$ ，如果物体在这力的作用下，由

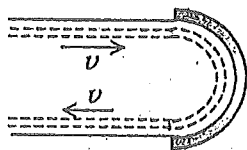
静止开始沿直线运动, 在 0 到 2.0 s 的时间间隔内, 这个力作用在物体上的冲量大小 $I =$ _____.

79. 一物体质量 $M=2 \text{ kg}$, 在合外力 $\vec{F} = (3+2t)\vec{i}$ (SI) 的作用下, 从静止开始运动, 式中 \vec{i} 为方向一定的单位矢量, 则当 $t=1 \text{ s}$ 时物体的速度 $\vec{v}_1 =$ _____.

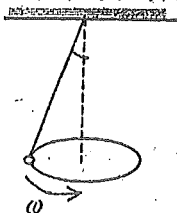
80. 一颗子弹在枪筒里前进时所受的合力大小为 $F = 400 - \frac{4 \times 10^5}{3}t$ (SI), 子弹从枪口

射出时的速率为 300 m/s. 假设子弹离开枪口时合力刚好为零, 则 (1) 子弹走完枪筒全长所用的时间 $t =$ _____, (2) 子弹在枪筒中所受力的冲量 $I =$ _____, (3) 子弹的质量 $m =$ _____.

81. 水流流过一个固定的涡轮叶片, 如图所示. 水流流过叶片曲面前后的速率都等于 v , 每单位时间流向叶片的水的质量保持不变且等于 Q , 则水作用于叶片的力大小为 _____, 方向为 _____.



(81 题图)



(82 题图)

82. 图示一圆锥摆, 质量为 m 的小球在水平面内以角速度 ω 匀速转动. 在小球转动一周的过程中, (1) 小球动量增量的大小等于 _____, (2) 小球所受重力的冲量的大小等于 _____, (3) 小球所受绳子拉力的冲量大小等于 _____.

83. 质量为 1 kg 的球 A 以 5 m/s 的速率和另一静止的、质量也为 1 kg 的球 B 在光滑水平面上作弹性碰撞, 碰撞后球 B 以 2.5 m/s 的速率, 沿与 A 原先运动的方向成 60° 的方向运动, 则球 A 的速率为 _____, 方向为 _____.

84. 两球质量分别为 $m_1=2.0 \text{ g}$, $m_2=5.0 \text{ g}$, 在光滑的水平桌面上运动. 用直角坐标 OXY 描述其运动, 两者速度分别为 $\vec{v}_1 = 10\vec{i} \text{ cm/s}$, $\vec{v}_2 = (3.0\vec{i} + 5.0\vec{j}) \text{ cm/s}$. 若碰撞后两球合为一体, 则碰撞后两球速度 \vec{v} 的大小 $v =$ _____, \vec{v} 与 x 轴的夹角 $\alpha =$ _____.

85. 一质量 $m=10 \text{ g}$ 的子弹, 以速率 $v_0=500 \text{ m/s}$ 沿水平方向射穿一物体. 穿出时, 子弹的速率为 $v=30 \text{ m/s}$, 仍是水平方向. 则子弹在穿透过程中所受的冲量的大小为 _____, 方向为 _____.

86. 一物体质量为 10 kg, 受到方向不变的力 $F=30+40t$ (SI) 作用, 在开始的两秒内, 此力冲量的大小等于 _____; 若物体的初速度大小为 10 m/s, 方向与力 \vec{F} 的方向相同, 则在 2s 末物体速度的大小等于 _____.

87. 假设作用在一质量为 10 kg 的物体上的力, 在 4 秒内均匀地从零增加到 50 N, 使物体沿力的方向由静止开始作直线运动. 则物体最后的速率 $v =$ _____.

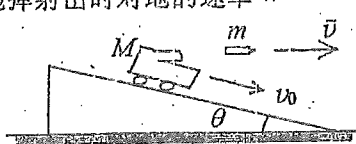
88. 质量为 1500 kg 的一辆吉普车静止在一艘驳船上. 驳船在缆绳拉力(方向不变)的作用下沿缆绳方向起动, 在 5 秒内速率增加至 5 m/s, 则该吉普车作用于驳船的水平方向上的平均力大小为 _____.

89. 一吊车底板上放一质量为 10 kg 的物体, 若吊车底板加速上升, 加速度大小为 $a=3+5t$ (SI), 则 2 秒内吊车底板给物体的冲量大小 $I =$ _____; 2 秒内物体动量的增量大小 $\Delta P =$ _____.

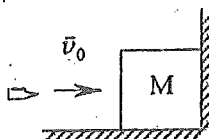
90. 粒子 B 的质量是粒子 A 的质量的 4 倍, 开始时粒子 A 的速度 $\vec{v}_{A0} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$, 粒子 B 的速度 $\vec{v}_{B0} = 2\vec{i} - 7\vec{j}$; 在无外力作用的情况下两者发生碰撞; 碰后粒子 A 的速度变为 $\vec{v}_A = 7\vec{i} - 4\vec{j}$, 则此时粒子 B 的速度 $\vec{v}_B =$ _____.

91. 有一质量为 M (含炮弹) 的炮车, 在一倾角为 θ 的光滑斜面上下滑, 当它滑到某处速

率为 v_0 时, 从炮内射出一质量为 m 的炮弹沿水平方向, 欲使炮车在发射炮弹后的瞬时停止下滑, 则炮弹射出时对地的速率 $v =$



(91 题图)



(92 题图)

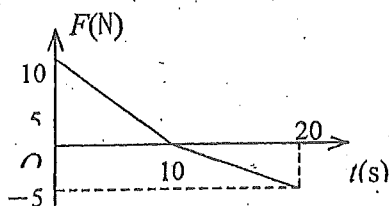
92. 如图所示, 质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 射入静止的木块并陷入木块内, 设子弹入射过程中木块 M 不反弹, 则墙壁对木块的冲量 = _____.

93. 一质量为 30 kg 的物体以 10 m/s 的速率水平向东运动, 另一质量为 20 kg 的物体以 20 m/s 的速率水平向北运动. 两物体发生完全非弹性碰撞后, 它们的速度大小 $v =$ _____; 方向为 _____.

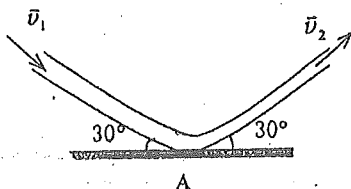
94. 质量为 M 的车以速度 v_0 沿光滑水平地面直线前进, 车上的人将一质量为 m 的物体相对于车以速度 u 竖直上抛, 则此时车的速度 $v =$ _____.

95. 质量为 m 的质点, 以不变的速率 v 经过一水平光滑轨道的 60° 弯角时, 轨道作用于质点的冲量大小 $I =$ _____.

96. 一质量为 5 kg 的物体, 其所受的作用力 F 随时间的变化关系如图所示. 设物体从静止开始沿直线运动, 则 20 秒末物体的速率 $v =$ _____.



(96 题图)



(98 题图)

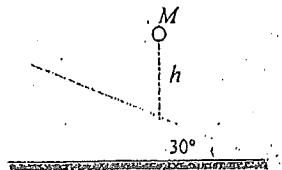
97. 一质量为 m 的物体作斜抛运动, 初速率为 v_0 , 仰角为 θ . 如果忽略空气阻力, 物体从抛出点到最高点这一过程中所受合外力的冲量大小为 _____, 冲量的方向为 _____.

98. 如图所示, 流水以初速度 v_1 进入弯管, 流出时的速度为 v_2 , 且 $v_1 = v_2 = v$. 设每秒流入的水质量为 q , 则在管子转弯处, 水对管壁的平均冲力大小是 _____, 方向为 _____. (管内水受到的重力不考虑)

99. 静水中停泊着两只质量皆为 M 的小船. 第一只船在左边, 其上站一质量为 m 的人, 该人以水平向右速度 \bar{v} 从第一只船上跳到其右边的第二只船上, 然后又以同样的速率 \bar{v} 水平向左地跳回到第一只船上. 此后(1) 第一只船运动的速度为 $\bar{v}_1 =$ _____. (2) 第二只船运动的速度为 $\bar{v}_2 =$ _____. (水的阻力不计, 所有速度都相对地面而言)

100. 一质量为 m 的物体, 以初速 v_0 从地面抛出, 抛射角 $\theta = 30^\circ$, 如忽略空气阻力, 则从抛出到刚要接触地面的过程中(1) 物体动量增量的大小为 _____, (2) 物体动量增量的方向为 _____.

101. 如图所示, 质量为 M 的小球, 自距离斜面高度为 h 处自由下落到倾角为 30° 的光滑固定斜面上. 设碰撞是完全弹性的, 则小球对斜面的冲量的大小为 _____, 方向为 _____.

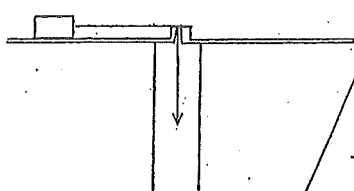


102. 质量为 M 的平板车, 以速度 \bar{v} 在光滑的水平面上滑行, 一质量为 m 的物体从 h 高处竖直落到车子里. 两者一起运动时的速度大小为_____.

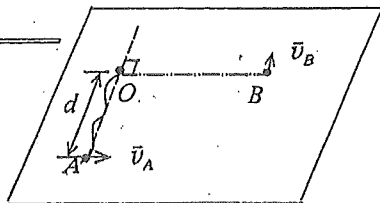
103. 一个打桩机, 夯的质量为 m_1 , 桩的质量为 m_2 . 假设夯与桩相碰撞时为完全非弹性碰撞且碰撞时间极短, 则刚刚碰撞后夯与桩的动能是碰前夯的动能的_____倍.

104. 质量为 0.05 kg 的小块物体, 置于一光滑水平桌面上. 有一绳一端连接此物, 另一端穿过桌面中心的小孔 (如图所示). 该物体原以 3 rad/s 的角速度在距孔 0.2 m 的圆周上转动. 今将绳从小孔缓慢往下拉, 使该物体之转动半径减为 0.1 m . 则物体的角速度 $\omega =$ _____.

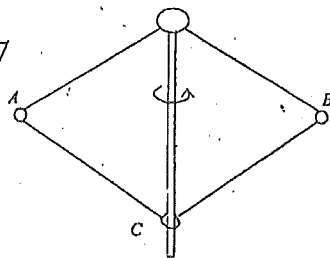
105. 在光滑的水平面上, 一根长 $L=2 \text{ m}$ 的绳子, 一端固定于 O 点, 另一端系一质量 $m=0.5 \text{ kg}$ 的物体. 开始时, 物体位于位置 A , OA 间距离 $d=0.5 \text{ m}$, 绳子处于松弛状态. 现在使物体以初速度 $v_A=4 \text{ m/s}$ 垂直于 OA 向右滑动, 如图所示. 设以后的运动中物体到达位置 B , 此时物体速度的方向与绳垂直. 则此时刻物体对 O 点的角动量的大小 $L_B =$ _____, 物体速度的大小 $v =$ _____.



(104 题图)



(105 题图)



(107 题图)

106. 地球的质量为 m , 太阳的质量为 M , 地心与日心的距离为 R , 引力常量为 G , 则地球绕太阳作圆周运动的轨道角动量为 $L =$ _____.

107. 如图所示, 钢球 A 和 B 质量相等, 正被绳牵着以 $\omega_0=4 \text{ rad/s}$ 的角速度绕竖直轴转动, 二球与轴的距离都为 $r_1=15 \text{ cm}$. 现在把轴上环 C 下移, 使得两球离轴的距离缩减为 $r_2=5 \text{ cm}$. 则钢球的角速度 $\omega =$ _____.

108. 将一质量为 m 的小球, 系于轻绳的一端, 绳的另一端穿过光滑水平桌面上小孔用手拉住. 先使小球以角速度 ω_1 在桌面上做半径为 r_1 的圆周运动, 然后缓慢将绳下拉, 使半径缩小为 r_2 , 在此过程中小球的动能增量是_____.

109. 哈雷彗星绕太阳的轨道是以太阳为一个焦点的椭圆. 它离太阳最近的距离是 $r_1=8.75 \times 10^{10} \text{ m}$, 此时它的速率是 $v_1=5.46 \times 10^4 \text{ m/s}$. 它离太阳最远时的速率是 $v_2=9.08 \times 10^2 \text{ m/s}$, 这时它离太阳的距离是 $r_2 =$ _____.

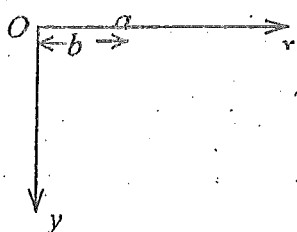
110. 一质量为 m 的质点沿着一条曲线运动, 其位置矢量在空间直角坐标系中的表达式为 $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$, 其中 a, b, ω 皆为常量, 则此质点对原点的角动量 $L =$ _____; 此质点所受对原点的力矩 $M =$ _____.

111. 两个滑冰运动员的质量各为 70 kg , 均以 6.5 m/s 的速率沿相反的方向滑行, 滑行路线间的垂直距离为 10 m . 当彼此交错时, 各抓住一 10 m 长的绳索的一端, 然后相对旋转, 则抓住绳索之后各自对绳中心的角动量 $L =$ _____; 它们各自收拢绳索, 到绳长为 5 m 时, 各自的速率 $v =$ _____.

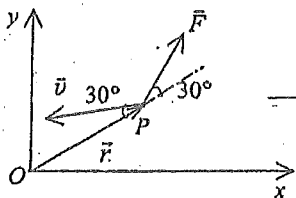
112. 如图所示, x 轴沿水平方向, y 轴竖直向下, 在 $t=0$ 时刻将质量为 m 的质点由 a 处静止释放, 让它自由下落, 则在任意时刻 t , 质点所受的对原点 O 的力矩 $\vec{M} =$ _____; 在任意时刻 t , 质点对原点 O 的角动量 $\vec{L} =$ _____.

113. 质点 P 的质量为 2 kg , 位置矢量为 \vec{r} , 速度为 \vec{v} , 它受到力 \vec{F} 的作用. 这三个矢量均在 Oxy 面内, 某时刻它们的方向如图所示, 且 $r=3.0 \text{ m}$, $v=4.0 \text{ m/s}$, $F=2 \text{ N}$, 则此刻该

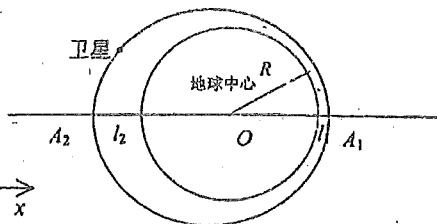
质点对原点 O 的角动量 $\vec{L} = \underline{\hspace{2cm}}$;



(112 题图)



(113 题图)



(115 题图)

114. 上题中作用在质点上的力对原点的力矩 $\vec{M} = \underline{\hspace{2cm}}$.

115. 我国第一颗人造卫星沿椭圆轨道运动, 地球的中心 O 为该椭圆的一个焦点. 已知地球半径 $R=6378 \text{ km}$, 卫星与地面的最近距离 $l_1=439 \text{ km}$, 与地面的最远距离 $l_2=2384 \text{ km}$. 若卫星在近地点 A_1 的速度 $v_1=8.1 \text{ km/s}$, 则卫星在远地点 A_2 的速度 $v_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

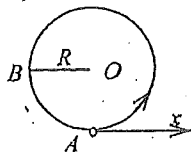
116. 质量为 m 的质点以速度 \vec{v} 沿一直线运动, 则它对该直线上任一点的角动量为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

117. 质量为 m 的质点以速度 \vec{v} 沿一直线运动, 则它对直线外垂直距离为 d 的一点的角动量大小是 $\underline{\hspace{2cm}}$.

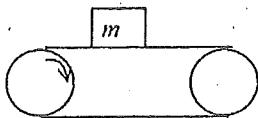
118. 图中沿着半径为 R 圆周运动的质点, 所受的几个力中有一个是恒力 \vec{F}_0 , 方向始终沿 x 轴正向, 即 $\vec{F}_0 = F_0 \vec{i}$. 当质点从 A 点沿逆时针方向走过 $3/4$ 圆周到达 B 点时, 力 \vec{F}_0 所作的功为 $W = \underline{\hspace{2cm}}$.

119. 已知地球质量为 M , 半径为 R . 一质量为 m 的火箭从地面上升到距地面高度为 $2R$ 处. 在此过程中, 地球引力对火箭作的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

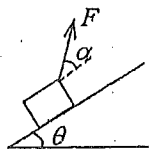
120. 如图所示, 一物体放在水平传送带上, 物体与传送带间无相对滑动, 当传送带作匀速运动时, 静摩擦力对物体做功为 $\underline{\hspace{2cm}}$; 当传送带作加速运动时, 静摩擦力对物体做功为 $\underline{\hspace{2cm}}$; 当传送带作减速运动时, 静摩擦力对物体做功为 $\underline{\hspace{2cm}}$. (仅填“正”, “负”或“零”)



(118 题图)



(120 题图)



(121 题图)

121. 如图所示, 一斜面倾角为 θ , 用与斜面成 α 角的恒力 \vec{F} 将一质量为 m 的物体沿斜面拉升了高度 h , 物体与斜面间的摩擦系数为 μ . 摩擦力在此过程中所作的功 $W_f = \underline{\hspace{2cm}}$.

122. 质量为 100 kg 的货物, 平放在卡车底板上. 卡车以 4 m/s^2 的加速度启动. 货物与卡车底板无相对滑动. 则在开始的 4 秒钟内摩擦力对该货物作的功 $W = \underline{\hspace{2cm}}$.

123. 某质点在力 $\vec{F} = (4 + 5x) \vec{i}$ (SI) 的作用下沿 x 轴作直线运动, 在从 $x=0$ 移动到 $x=10 \text{ m}$ 的过程中, 力 \vec{F} 所做的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

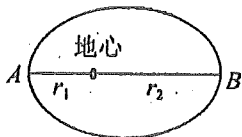
124. 二质点的质量各为 m_1, m_2 . 当它们之间的距离由 a 缩短到 b 时, 它们之间万有引力所做的功为 $\underline{\hspace{2cm}}$.

125. 二质点的质量各为 m_1, m_2 . 当它们之间的距离由 a 缩短到 b 时, 它们之间万有引力所做的功为_____.

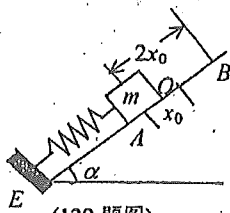
126. 某人拉住河水中的船, 使船相对于岸不动, 以地面为参考系, 人对船所做的功_____; 以流水为参考系, 人对船所做的功_____. (填 $>0, =0$ 或 <0)

127. 有一劲度系数为 k 的轻弹簧, 竖直放置, 下端悬一质量为 m 的小球. 先使弹簧为原长, 而小球恰好与地接触. 再将弹簧上端缓慢地提起, 直到小球刚能脱离地面为止. 在此过程中外力所作的功为_____.

128. 一人造地球卫星绕地球作椭圆运动, 近地点为 A , 远地点为 B . A, B 两点距地心分别为 r_1, r_2 . 设卫星质量为 m , 地球质量为 M , 万有引力常量为 G . 则卫星在 A, B 两点处的万有引力势能之差 $E_{PB} - E_{PA} =$ _____; 卫星在 A, B 两点的动能之差 $E_{PB} - E_{PA} =$ _____.



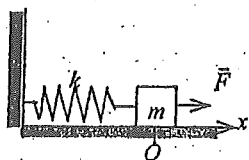
(128 题图)



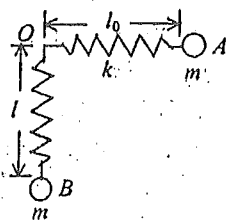
(129 题图)

129. 如图所示, 轻弹簧的一端固定在倾角为 α 的光滑斜面的底端 E , 另一端与质量为 m 的物体 C 相连, O 点为弹簧原长处, A 点为物体 C 的平衡位置, x_0 为弹簧被压缩的长度. 如果在一外力作用下, 物体由 A 点沿斜面向上缓慢移动了 $2x_0$ 距离而到达 B 点, 则该外力所作功为_____.

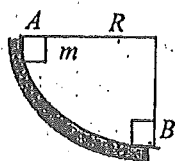
130. 如图所示, 劲度系数为 k 的弹簧, 一端固定在墙壁上, 另一端连一质量为 m 的物体, 物体在坐标原点 O 时弹簧长度为原长. 物体与桌面间的摩擦系数为 μ . 若物体在不变的外力 F 作用下向右移动, 则物体到达最远位置时系统的弹性势能 $E_p =$ _____.



(130 题图)



(131 题图)



(133 题图)

131. 如图所示, 质量为 m 的小球系在劲度系数为 k 的轻弹簧一端, 弹簧的另一端固定在 O 点. 开始时弹簧在水平位置 A , 处于自然状态, 原长为 l_0 . 小球由位置 A 释放, 下落到 O 点正下方位置 B 时, 弹簧的长度为 l , 则小球到达 B 点时的速度大小为 $v_B =$ _____.

132. 有一人造地球卫星, 质量为 m , 在地球表面上空 2 倍于地球半径 R 的高度沿圆轨道运行, 用 m, R, G 和地球的质量 M 表示时(1)卫星的动能为_____; (2)卫星的引力势能为_____.

133. 如图所示, 质量 $m=2\text{ kg}$ 的物体从静止开始, 沿 $1/4$ 圆弧从 A 滑到 B , 在 B 处速度的大小为 $v=6\text{ m/s}$, 已知圆的半径 $R=4\text{ m}$, 则物体从 A 到 B 的过程中摩擦力对它所作的功 $W =$ _____.

134. 一颗速率为 700 m/s 的子弹, 打穿一块木板后, 速率降到 500 m/s. 如果让它继续穿过厚度和阻力均与第一块完全相同的第二块木板, 则子弹的速率将降到_____。(空气阻力忽略不计)

135. 质量为 m 的物体, 从高出弹簧上端 h 处由静止自由下落到竖直放置在地面上的轻弹簧上, 弹簧的劲度系数为 k , 则弹簧被压缩的最大距离 $x =$ _____。

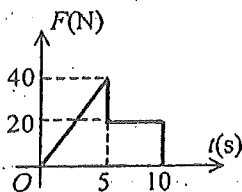
136. 下列物理量: 质量、动量、冲量、动能、势能、功中与参考系的选取有关的物理量是_____。(不考虑相对论效应)

137. 一质量为 m 的质点在指向圆心的平方反比力 $F = -k/r^2$ 的作用下, 作半径为 r 的圆周运动. 此质点的速度 $v =$ _____. 若取距圆心无穷远处为势能零点, 它的机械能 $E =$ _____。

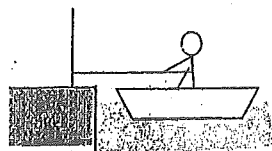
138. 一质点在二恒力共同作用下, 位移为 $\Delta \vec{r} = 3\vec{i} + 8\vec{j}$ (SI); 在此过程中, 动能增量为 24J, 已知其中一恒力 $\vec{F}_1 = 12\vec{i} - 3\vec{j}$ (SI), 则另一恒力所作的功为_____。

139. 光滑水平面上有一质量为 m 的物体, 在恒力 \vec{F} 作用下由静止开始运动, 则在时间 t 内, 力 \vec{F} 做的功为_____. 设一观察者 B 相对地面以恒定的速度 \vec{v}_0 运动, \vec{v}_0 的方向与 \vec{F} 方向相反, 则他测出力 \vec{F} 在同一时间 t 内做的功为_____。

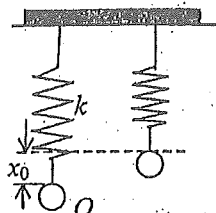
140. 有一质量为 $m = 5$ kg 的物体, 在 0 到 10 秒内, 受到如图所示的变力 F 的作用. 物体由静止开始沿 x 轴正向运动, 力的方向始终为 x 轴的正方向. 则 10 秒内变力 F 所做的功为_____。



(140 题图)



(141 题图)



(142 题图)

141. 一人站在质量 (连人带船) 为 $m_1 = 300$ kg 的静止的船上, 他用 $F = 100$ N 的恒力拉一水平轻绳, 绳的另一端系在岸边的一棵树上, 则船开始运动后第三秒末的速率为_____; 在这段时间内拉力对船所做的功为_____。(水的阻力不计)

142. 劲度系数为 k 的弹簧, 上端固定, 下端悬挂重物. 当弹簧伸长 x_0 , 重物在 O 处达到平衡, 现取重物在 O 处时各种势能均为零, 则当弹簧长度为原长时, 系统的重力势能为_____; 系统的弹性势能为_____; 系统的总势能为_____。(答案用 k 和 x_0 表示)

143. 一长为 l , 质量均匀的链条, 放在光滑的水平桌面上, 若使其长度的 $\frac{1}{2}$ 悬于桌边下, 然后由静止释放, 任其滑动, 则它全部离开桌面时的速率为_____。

144. 对于受到外力作用的由 n 个质点组成的系统, 动能定理表达式可写成 $\sum \int \vec{F}_i \cdot d\vec{S}_i = E_K - E_{K_0}$, 式中 $d\vec{S}_i$ 表示第 i 个质点的元位移, E_K 和 E_{K_0} 分别表示系统终态和初态的总动能, 那么式中的 \vec{F}_i 表示的是_____。

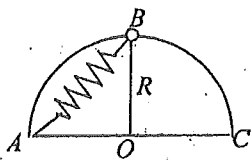
145. 一长为 l , 质量为 m 的匀质链条, 放在光滑的桌面上, 若其长度的 $1/5$ 悬挂于桌边下, 将其慢慢拉回桌面, 需做功_____。

146. 已知地球的半径为 R , 质量为 M . 现有一质量为 m 的物体, 在离地面高度为 $2R$ 处. 以

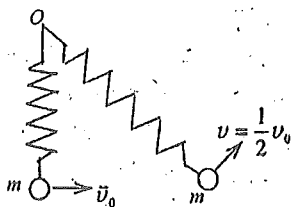
地球和物体为系统，若取地面为势能零点，则系统的引力势能为_____；若取无穷远处为势能零点，则系统的引力势能为_____。（ G 为万有引力常量）

147. 一人站在船上，人与船的总质量 $m_1=300\text{ kg}$ ，他用 $F=100\text{ N}$ 的水平力拉一轻绳，绳的另一端系在质量 $m_2=200\text{ kg}$ 的船上。开始时两船都静止，若不计水的阻力则在开始拉后的前 3 秒内，人作的功为_____。

148. 一弹簧原长 $l_0=0.1\text{ m}$ ，劲度系数 $k=50\text{ N/m}$ ，其一端固定在半径为 $R=0.1\text{ m}$ 的半圆环的端点 A ，另一端与一套在半圆环上的小环相连。在把小环由半圆环中点 B 移到另一端 C 的过程中，弹簧的拉力对小环所作的功为_____ J。



(148 题图)



(149 题图)

149. 光滑水平面上有一轻弹簧，劲度系数为 k ，弹簧一端固定在 O 点，另一端拴一个质量为 m 的物体，弹簧初始时处于自由伸长状态，若此时给物体 m 一个垂直于弹簧的初速度 \vec{v}_0 ，

如图所示，则当物体速率为 $\frac{1}{2}v_0$ 时弹簧对物体的拉力 $f=_____$ 。

150. 保守力的特点是_____。保守力的功与势能的关系式为_____。

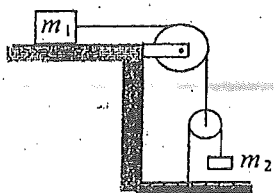
151. 一个质量为 m 的质点，仅受到力 $\vec{F} = k\vec{r}/r^3$ 的作用，式中 k 为常量， \vec{r} 为从某一定点到质点的矢径。该质点在 $r=r_0$ 处被释放，由静止开始运动，则当它到达无穷远时的速率为_____。

152. 一质量为 M 的质点沿 x 轴正向运动，假设该质点通过坐标为 x 的位置时速度的大小为 kx (k 为正值常量)，则此时作用于该质点上的力 $F=_____$ ，该质点从 $x=x_0$ 点出发运动到 $x=x_1$ 处所经历的时间 $\Delta t=_____$ 。

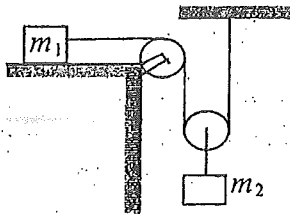
153. 一个质量为 m 的质点，沿 x 轴作直线运动，受到的作用力为 $\vec{F} = F_0 \cos \omega t \vec{i}$ (SI)， $t=0$ 时刻，质点的位置坐标为 x_0 ，初速度 $\vec{v}_0 = 0$ 。则质点的位置坐标和时间的关系式是 $x=_____$ 。

154. 质量为 0.25 kg 的质点，受力 $\vec{F} = t \vec{i}$ (SI) 的作用，式中 t 为时间。 $t=0$ 时该质点以 $\vec{v} = 2\vec{j}$ (SI) 的速度通过坐标原点，则该质点任意时刻的位置矢量是_____。

155. 在如图所示的装置中，忽略滑轮和绳的质量及轴上摩擦，假设绳子不可伸长，则 m_2 的加速度 $a_2=_____$ 。



(155 题图)



(156 题图)

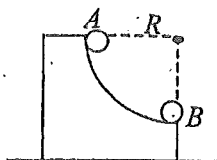
156. 图中所示的装置中，略去轴上摩擦以及滑轮和绳的质量，且假设绳不可伸长，则质量

为 m_1 的物体的加速度 $a_1 =$ _____.

157. 在半径为 R 的定滑轮上跨一细绳, 绳的两端分别挂着质量为 m_1 和 m_2 的物体, 且 $m_1 > m_2$. 若滑轮的角加速度为 β , 则两侧绳中的张力分别为 $T_1 =$ _____, $T_2 =$ _____.

158. 一冰块由静止开始沿与水平方向成 30° 倾角的光滑斜屋顶下滑 10 m 后到达屋缘. 若屋缘高出地面 10 m. 则冰块从脱离屋缘到落地过程中越过的水平距离为 _____ . (忽略空气阻力, g 值取 10 m/s^2)

159. 如图所示, 小球沿固定的光滑的 $1/4$ 圆弧从 A 点由静止开始下滑, 圆弧半径为 R , 则小球在 A 点处的切向加速度 $a_t =$ _____, 小球在 B 点处的法向加速度 $a_n =$ _____.



160. 在一以匀速 \bar{v} 行驶、质量为 M 的(不含船上抛出的质量)船上, 分别向前和向后同时水平抛出两个质量相等(均为 m)物体, 抛出时两物体相对于船的速率相同(均为 u). 试写出该过程中船与物这个系统动量守恒定律的表达式(不必化简, 以地为参考系) _____.

161. 湖面上有一小船静止不动, 船上有一打渔人质量为 60 kg . 如果他在船上向船头走了 4.0 米, 但相对于湖底只移动了 3.0 米, (水对船的阻力略去不计), 则小船的质量为 _____.

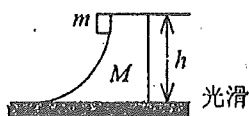
162. 一块木料质量为 45 kg , 以 8 km/h 的恒速向下游漂流, 一只 10 kg 的天鹅以 8 km/h 的速率向上游飞行, 它企图降落在这块木料上面. 但在立足尚未稳时, 它就又以相对于木料为 2 km/h 的速率离开木料, 向上游飞去. 忽略水的摩擦, 木料的末速度为 _____.

163. 质量为 M 的车沿光滑的水平轨道以速度 v_0 前进, 车上的人质量为 m , 开始时人相对于车静止; 后来人以相对于车的速度 v 向前走, 此时车速变成 V , 则车与人系统沿轨道方向动量守恒的方程应写为 _____.

164. 一个人站在平板车上掷铅球, 人和车总质量为 M , 铅球的质量为 m , 平板车可沿水平、光滑的直轨道移动. 设铅直平面为 xy 平面, x 轴与轨道平行, y 轴正方向向竖直向上. 已知未掷球时, 人、车、球皆静止. 球出手时沿斜上方, 它相对于车的初速度在 xy 平面内, 其大小为 v_0 , 方向与 x 轴正向的夹角为 θ , 人在掷球过程中对车无滑动, 则球被抛出之后, 车对地的速度 $\bar{V} =$ _____, 球对地的速度 $\bar{v} =$ _____.

165. 如图所示, 一光滑的滑道, 质量为 M 高度为 h , 放在一光滑水平面上, 滑道底部与水平面相切. 质量为 m 的小物块自滑道顶部由静止下滑, 则物块滑到地面时, 滑道的速度为 _____;

(2) 物块下滑的整个过程中, 滑道对物块所作的功为 _____.

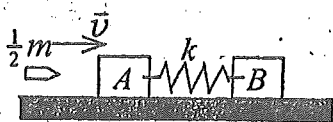


166. 一个力 F 作用在质量为 1.0 kg 的质点上, 使之沿 x 轴运动. 已知在此力作用下质点的运动学方程为 $x = 3t - 4t^2 + t^3$ (SI). 在 0 到 4 s 的时间间隔内, (1) 力 F 的冲量大小 $I =$ _____. (2) 力 F 对质点所作的功 $W =$ _____.

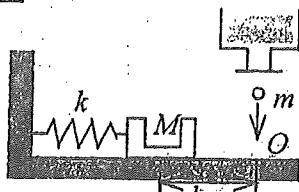
167. 质量为 m 的物体, 初速极小, 在外力作用下从原点起沿 x 轴正向运动. 所受外力方向沿 x 轴正向, 大小为 $F = kx$. 物体从原点运动到坐标为 x_0 的点的过程中所受外力冲量的大小为 _____.

168. 如图, 两个用轻弹簧连着的滑块 A 和 B , 滑块 A 的质量为 $m/2$, B 的质量为 m , 弹簧的劲度系数为 k , A 、 B 静止在光滑的水平面上(弹簧为原长). 若滑块 A 被水平方向射来

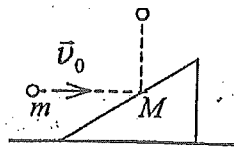
的质量为 $m/2$ ，速度为 v 的子弹射中，则在射中后，滑块 A 及嵌在其中的子弹共同运动的速度 $v_A =$ _____，此时刻滑块 B 的速度 $v_B =$ _____，在以后的运动过程中，滑块 B 的最大速度 $v_{\max} =$ _____。



(168 题图)



(169 题图)



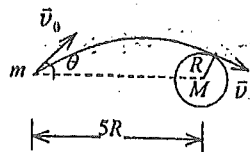
(170 题图)

169. 如图所示，劲度系数为 k 的弹簧，一端固定在墙上，另一端连接一质量为 M 的容器，容器可在光滑的水平面上运动，当弹簧未变形时，容器位于 O 点处。今使容器自 O 点左边 l_0 处从静止开始运动，每经过 O 点一次，就从上方滴管中滴入一质量为 m 的油滴。则在容器第一次到达 O 点油滴滴入前的瞬时，容器的速率 $v =$ _____；当容器中刚滴入了 n 滴油后的瞬时，容器的速率 $u =$ _____。

170. 质量 m 的小球，以水平速度 v_0 与光滑桌面上质量为 M 的静止斜劈作完全弹性碰撞后竖直弹起，则碰后斜劈的运动速度值 $v =$ _____；小球上升的高度 $h =$ _____。

171. 质量为 m_1 和 m_2 的两个物体，具有相同的动量。欲使它们停下来，外力对它们做的功之比 $W_1 : W_2 =$ _____；若它们具有相同的动能，欲使它们停下来，外力的冲量之比 $I_1 : I_2 =$ _____。

172. 有一宇宙飞船，欲考察某一质量为 M 、半径为 R 的星球，当飞船距这一星球中心 $5R$ 处时与星球相对静止。飞船发射出一质量为 m ($m \ll M$) 的仪器舱，其相对星球的速度为 v_0 ，要使这一仪器舱恰好掠过星球表面（与表面相切），发射倾角应为 θ （见图）。为确定 θ 角，需设定仪器舱掠过星球表面时的速度 v ，并列两个方程。它们是 _____ 与 _____。



173. 若作用于力学系统上外力的合力为零，则外力的合力矩 _____（填一定或不一定）为零；这种情况下力学系统的动量、角动量、机械能三个量中一定守恒的量是 _____。

174. 一根长为 l 的细绳的一端固定于光滑水平面上的 O 点，另一端系一质量为 m 的小球，开始时绳子是松弛的，小球与 O 点的距离为 h 。使小球以某个初速率沿该光滑水平面上一直线运动，该直线垂直于小球初始位置与 O 点的连线。当小球与 O 点的距离达到 l 时，绳子绷紧从而使小球沿一个以 O 点为圆心的圆形轨迹运动，则小球作圆周运动时的动能 E_K 与初动能 E_{K0} 的比值 $E_K / E_{K0} =$ _____。

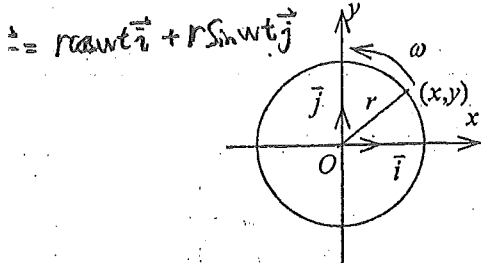
三、计算题

A 运动学

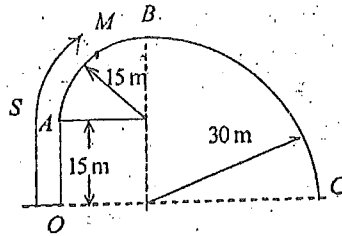
$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot v$$

- 一质点沿 x 轴运动, 其加速度 a 与位置坐标 x 的关系为 $a = 2 + 6x^2$ (SI). 如果质点在原点处的速度为零, 试求其在任意位置处的速度.
- 一质点从静止开始作直线运动, 开始时加速度为 a_0 , 此后加速度随时间均匀增加, 经过时间 τ 后, 加速度为 $2a_0$, 经过时间 2τ 后, 加速度为 $3a_0$, ... 求经过时间 $n\tau$ 后, 该质点的速度和走过的距离. $a_n = a_0 + \frac{a_0}{\tau} \cdot n\tau$
- 一球从高 h 处落向水平面, 经碰撞后又上升到 h_1 处, 如果每次碰撞后与碰撞前速度之比为常数, 问球在 n 次碰撞后还能升高多少? $\frac{v_1}{v_2} = \frac{h_1}{h} = k^2$ $\frac{h_n}{h} = k^{2n} = \left(\frac{h_1}{h}\right)^n$
- 有一质点沿 x 轴作直线运动; t 时刻的坐标为 $x = 4.5t^2 - 2t^3$ (SI). 试求: (1) 第 2 秒内的平均速度; (2) 第 2 秒末的瞬时速度; (3) 第 2 秒内的路程.
- 一物体悬挂在弹簧上作竖直振动, 其加速度为 $a = -ky$, 式中 k 为常量, y 是以平衡位置为原点所测得的坐标. 假定振动的物体在坐标 y_0 处的速度为 v_0 , 试求速度 v 与坐标 y 的函数关系式. $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dy} \cdot \frac{dy}{dt}$
- 一质点沿 x 轴运动, 其加速度为 $a = 4t$ (SI), 已知 $t = 0$ 时, 质点位于 $x_0 = 10$ m 处, 初速度 $v_0 = 0$. 试求其位置和时间的关系式.

(7) (1) 对于在 xy 平面内, 以原点 O 为圆心作匀速圆周运动的质点, 试用半径 r 、角速度 ω 和单位矢量 \vec{i} 、 \vec{j} 表示其 t 时刻的位置矢量. 已知在 $t = 0$ 时, $y = 0, x = r$, 角速度 ω 如图所示; (2) 由(1)导出速度 \vec{v} 与加速度 \vec{a} 的矢量表示式; (3) 试证加速度指向圆心.



(7 题图)



(9 题图)

8. 由楼窗口以水平初速度 \vec{v}_0 射出一发子弹, 取枪口为原点, 沿 \vec{v}_0 方向为 x 轴, 竖直向下为 y 轴, 并取发射时刻 $t = 0$, 试求:

- 子弹在任一时刻 t 的位置坐标及轨迹方程;
- 子弹在 t 时刻的速度, 切向加速度和法向加速度. $a_n = (\vec{v} \cdot a_T)^{\frac{1}{2}}$

9. 质点 M 在水平面内的运动轨迹如图所示, OA 段为直线, AB 、 BC 段分别为不同半径的两个 $1/4$ 圆周. 设 $t = 0$ 时, M 在 O 点, 已知运动学方程为 $S_x = 30t + 5t^2$ (SI). 求 $t = 2$ s 时刻, 质点 M 的切向加速度和法向加速度. $a_T = \frac{dv}{dt}$ $a_n = \frac{v^2}{R}$

10. 一人自原点出发, 25 s 内向东走 30 m, 又 10 s 内向南走 10 m, 再 15 s 内向正西北走 18 m. 求在这 50 s 内, (1) 平均速度的大小和方向; (2) 平均速率的大小.

11. 一质点沿半径为 R 的圆周运动. 质点所经过的弧长与时间的关系为 $S = bt + \frac{1}{2}ct^2$ 其中

b 、 c 是大于零的常量, 求从 $t = 0$ 开始到切向加速度与法向加速度大小相等时所经历的时间.

$$a_T = \frac{dv}{dt}$$

12. 如图所示, 质点 P 在水平面内沿一半径为 $R=2\text{ m}$ 的圆轨道转动. 转动的角速度 ω 与时间 t 的函数关系为 $\omega = kt^2$ (k 为常量). 已知 $t = 2\text{ s}$ 时, 质点 P 的速度值为 32 m/s . 试求 $t = 1\text{ s}$ 时, 质点 P 的速度与加速度的大小.



13. 质点在重力场中作斜上抛运动, 初速度的大小为 v_0 , 与水平方向成 α 角. 求质点到达抛出点的同一高度时的切向加速度, 法向加速度以及该时刻质点所在处轨迹的曲率半径 (忽略空气阻力).

14. 一物体以初速度 v_0 、仰角 α 由地面抛出, 并落回到与抛出处同一水平面上. 求地面上方该抛体运动轨道的最大曲率半径与最小曲率半径.

15. 河水自西向东流动, 速度为 10 km/h . 一轮船在水中航行, 船相对于河水的航向为北偏西 30° , 相对于河水的航速为 20 km/h . 此时风向为正西, 风速为 10 km/h . 试求在船上观察到的烟囱冒出的烟缕的飘向. (设烟离开烟囱后很快就获得与风相同的速度)

16. 有一宽为 l 的大江, 江水由北向南流去. 设江中心流速为 u_0 , 靠两岸的流速为零. 江中任一点的流速与江中心流速之差是和江心至该点距离的平方成正比. 今有相对于水的速度为 \vec{v}_0 的汽船由西岸出发, 向东偏北 45° 方向航行, 试求其航线的轨迹方程以及到达东岸的地点.

17. 一男孩乘坐一铁路平板车, 在平直铁路上匀加速行驶, 其加速度为 a , 他向车前进的斜上方抛出一球, 设抛球过程对车的加速度 a 的影响可忽略, 如果他不必要移动在车中的位置就能接住球, 则抛出的方向与竖直方向的夹角 θ 应为多大?

18. 一质点以相对于斜面的速度 $v = \sqrt{2gy}$ 从其顶端沿斜面下滑, 其中 y 为下滑的高度. 斜面倾角为 α , 它在地面上以水平速度 u 向质点滑下的前方运动, 求质点下滑高度为 h (h 小于斜面高度) 时, 对地速度的大小和方向.

19. 一飞机相对于空气以恒定速率 v 沿正方形轨道飞行, 在无风天气其运动周期为 T . 若有恒定小风沿平行于正方形的一对边吹来, 风速为 $V = kv$ ($k \ll 1$). 求飞机仍沿原正方形 (对地) 轨道飞行时周期要增加多少.

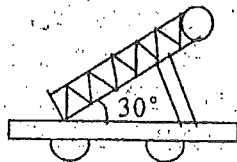
20. 一飞机驾驶员想往正北方向航行, 而风以 60 km/h 的速度由东向西刮来, 如果飞机的航速 (在静止空气中的速率) 为 180 km/h , 试问驾驶员应取什么航向? 飞机相对于地面的速率为多少? 试用矢量图说明.

21. 当一列火车以 36 km/h 的速率水平向东行驶时, 相对于地面匀速竖直下落的雨滴, 在列车的窗子上形成的雨迹与竖直方向成 30° 角. (1) 雨滴相对于地面的水平分速有多大? 相对于列车的水平分速有多大? (2) 雨滴相对于地面的速率如何? 相对于列车的速率如何?

22. 当火车静止时, 乘客发现雨滴下落方向偏向车头, 偏角为 30° , 当火车以 35 m/s 的速率沿水平直路行驶时, 发现雨滴下落方向偏向车尾, 偏角为 45° , 假设雨滴相对于地的速度保持不变, 试计算雨滴相对地的速度大小.

23. 一小船相对于河水以速率 v 划行. 当它在流速为 u 的河水中逆流而上之时, 有一木浆落入水中顺流而下, 船上人两秒钟后发觉, 即返回追赶, 问几秒钟后可追上此浆?

24. 装在小车上的弹簧发射器射出一小球, 根据小球在地上水平射程和射高的测量数据, 得知小球射出时相对地面的速度为 10 m/s . 小车的反冲速度为 2 m/s . 求小球射出时相对于小车的速率. 已



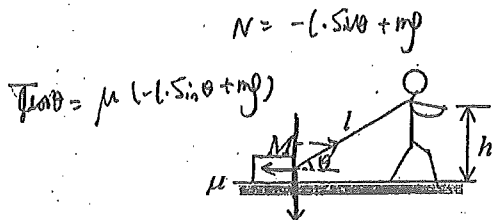
知小车位于水平面上，弹簧发射器仰角为 30° 。

25. 一敞顶电梯以恒定速率 $v=10\text{ m/s}$ 上升。当电梯离地面 $h=10\text{ m}$ 时，一小孩竖直向上抛出一球。球相对于电梯初速率 $v_0=20\text{ m/s}$ 。试问：(1) 从地面算起，球能达到的最大高度为多大？(2) 抛出后经过多长时间再回到电梯上？

B 牛顿运动定律

球相对电梯上的电梯上升的高度 = 小球上升的高度

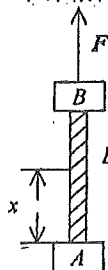
1. 一人在平地上拉一个质量为 M 的木箱匀速前进，如图。木箱与地面间的摩擦系数 $\mu=0.6$ 。设此人前进时，肩上绳的支撑点距地面高度为 $h=1.5\text{ m}$ ，不计箱高，问绳长 l 为多长时最省力？



$$N = -(L \sin \theta + mg)$$

$$T \cos \theta = \mu (L \sin \theta + mg)$$

(1题图)



(2题图)

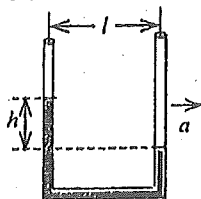
2. 质量 $m=2.0\text{ kg}$ 的均匀绳，长 $L=1.0\text{ m}$ ，两端分别连接重物 A 和 B ， $m_A=8.0\text{ kg}$ ， $m_B=5.0\text{ kg}$ ，今在 B 端施以大小为 $F=180\text{ N}$ 的竖直拉力，使绳和物体向上运动，求距离绳的下端为 x 处绳中的张力 $T(x)$ 。

$$F - (m_A + m_B + m)g = (m_A + m_B + m)a$$

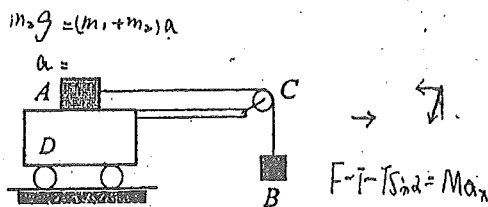
3. 质量为 m 的子弹以速度 v_0 水平射入沙土中，设子弹所受阻力与速度反向，大小与速度成正比，比例系数为 K ，忽略子弹的重力，求：(1) 子弹射入沙土后，速度随时间变化的函数式；(2) 子弹进入沙土的最大深度。

$$-kv = m \frac{dv}{dt} \quad \int_0^t \frac{k}{m} dt = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v} \quad V = v_0 e^{-\frac{kt}{m}}$$

4. 竖直而立的细 U 形管里面装有密度均匀的某种液体。U 形管的横截面粗细均匀，两根竖直细管相距为 l ，底下的连通管水平。当 U 形管在如图所示的水平方向上以加速度 a 运动时，两竖直管内的液面将产生高度差 h 。若假定竖直管内各自的液面仍然可以认为是水平的，试求两液面的高度差 h 。



(4题图)



(5题图)

5. 水平面上有一质量 $M=51\text{ kg}$ 的小车 D ，其上有一滑轮 C 。通过绳在滑轮两侧分别连有质量为 $m_1=5\text{ kg}$ 和 $m_2=4\text{ kg}$ 的物体 A 和 B ，其中物体 A 在小车的水平台面上，物体 B 被绳悬挂。各接触面和滑轮轴均光滑。系统处于静止时，各物体关系如图所示。现在让系统运动，求以多大的水平力 \bar{F} 作用于小车上，才能使物体 A 与小车 D 之间无相对滑动。(滑轮和绳的质量均不计，绳与滑轮间无相对滑动)

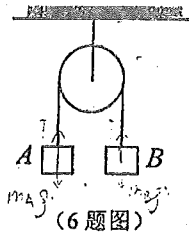
6. 一名宇航员将去月球。他带有一个弹簧秤和一个质量为 1.0 kg 的物体 A 。到达月球上某处时，他拾起一块石头 B ，挂在弹簧秤上，其读数与地面上挂 A 时相同。然后，他把 A 和 B 分别挂在跨过轻滑轮的轻绳的两端，如图所示。若月球表面的重力加速度为 1.67 m/s^2 ，

问石块 B 将如何运动?

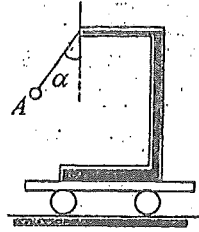
$$m_B g' - T = m_B a$$

$$T - m_A g' = m_A a$$

$$m_A g' = m_B g'$$



(6 题图)



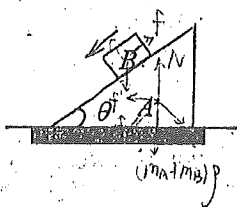
(7 题图)

7. 如图所示, 质量为 m 的摆球 A 悬挂在车架上. 求在下列各种情况下, 摆线与竖直方向的夹角 α 和线中的张力 T : (1) 小车沿水平方向作匀速运动; (2) 小车沿水平方向作加速度为 a 的运动.

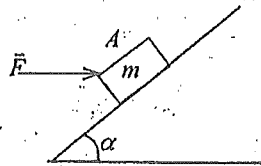
8. 质量为 m 的雨滴下降时, 因受空气阻力, 在落地前已是匀速运动, 其速率为 $v = 5.0$ m/s. 设空气阻力大小与雨滴速率的平方成正比, 问: 当雨滴下降速率为 $v = 4.0$ m/s 时, 其加速度 a 多大?

9. 有一物体放在地面上, 重量为 P , 它与地面间的摩擦系数为 μ . 今用力使物体在地面上匀速前进, 问此力 \vec{F} 与水平面夹角 θ 为多大时最省力.

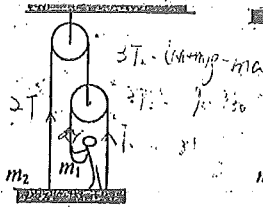
10. 一质量为 M , 角度为 θ 的劈形斜面 A , 放在粗糙的水平面上, 斜面上有一质量为 m 的物体 B 沿斜面下滑, 如图. 若 A, B 之间的滑动摩擦系数为 μ , 且 B 下滑时 A 保持不动, 求斜面 A 对地面的压力和摩擦力各多大? (画受力图, 列出方程, 文字运算)



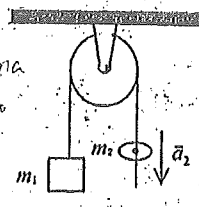
(10 题图)



(11 题图)



(13 题图)



(14 题图)

11. 如图所示, 质量为 $m = 2$ kg 的物体 A 放在倾角 $\alpha = 30^\circ$ 的固定斜面上, 斜面与物体 A 之间的摩擦系数 $\mu = 0.2$. 今以水平力 $F = 19.6$ N 的力作用在 A 上, 求物体 A 的加速度的大小.

12. 两个人分别在水平地面上推、拉相同的木箱, 木箱与地面间的摩擦系数为 μ , 一个人以力 F_1 向前下方斜推, 作用力方向与水平面的夹角为 θ , 另一人以力 F_2 向前上方斜拉, 作用力方向与水平面的夹角也是 θ , 若使木箱获得相同的加速度, 则两力的比值 F_2/F_1 是多大?

13. 一质量为 60 kg 的人, 站在质量为 30 kg 的底板上, 用绳和滑轮连接如图. 设滑轮、绳的质量及轴处的摩擦可以忽略不计, 绳子不可伸长. 欲使人和底板能以 1 m/s² 的加速度上升, 人对绳子的拉力 T_2 多大? 人对底板的压力多大? (取 $g = 10$ m/s²)

14. 一条轻绳跨过一轻滑轮(滑轮与轴间摩擦可忽略), 在绳的一端挂一质量为 m_1 的物体, 在另一侧有一质量为 m_2 的环, 求当环相对于绳以恒定的加速度 a_2 沿绳向下滑动时, 物体和环相对地面的加速度各是多少? 环与绳间的摩擦力多大?

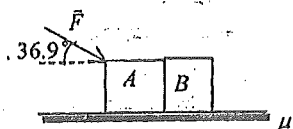
15. 已知一质量为 m 的质点在 x 轴上运动, 质点只受到指向原点的引力的作用, 引力大小与质点离原点的距离 x 的平方成反比, 即 $f = -k/x^2$, k 是比例常数. 设质点在 $x=A$ 时的速度为零, 求质点在 $x=A/4$ 处的速度的大小.

16. 飞机降落时的着地速度大小 $v = 90$ km/h, 方向与地面平行. 飞机与地面间的摩擦系数 $\mu = 0.10$, 迎面空气阻力为 $C_d v^2$, 升力为 $C_l v^2$ (v 是飞机在跑道上的滑行速度, C_d 和 C_l 为某两常量). 已知飞机的升阻比 $K = C_l/C_d = 5$, 求飞机从着地到停止这段时间所滑行的距离. (设

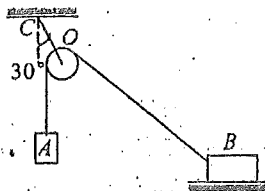
$$\frac{100 \cdot \mu \cdot 5 \cdot 90}{600 \cdot \mu \cdot 5 \cdot 90}$$

飞机刚着地时对地面无压力)。

17. 在水平桌面上有两个物体 A 和 B, 它们的质量分别为 $m_1=1.0\text{ kg}$, $m_2=2.0\text{ kg}$, 它们与桌面间的滑动摩擦系数 $\mu=0.5$, 现在 A 上施加一个与水平成 36.9° 角的指向斜下方的力 \vec{F} , 恰好使 A 和 B 作匀速直线运动, 求所施力的大小和物体 A 与 B 间的相互作用力的大小。($\cos 36.9^\circ = 0.8$)



(17 题图)



(18 题图)

18. 如图, 绳 CO 与竖直方向成 30° 角, O 为一定滑轮, 物体 A 与 B 用跨过定滑轮的细绳相连, 处于平衡状态. 已知 B 的质量为 10 kg , 地面对 B 的支持力为 80 N . 若不考虑滑轮的大小求: (取 $g=10\text{ m/s}^2$) (1) 物体 A 的质量. (2) 物体 B 与地面的摩擦力. (3) 绳 CO 的拉力.

19. 水平转台上放置一质量 $M=2\text{ kg}$ 的小物块, 物块与转台间的静摩擦系数 $\mu_s=0.2$, 一条光滑的绳子一端系在物块上, 另一端则由转台中心处的小孔穿下并悬一质量 $m=0.8\text{ kg}$ 的物块. 转台以角速度 $\omega=4\pi\text{ rad/s}$ 绕竖直中心轴转动, 求: 转台上的物块与转台相对静止时, 物块转动半径的最大值 r_{\max} 和最小值 r_{\min} .

20. 一水平放置的飞轮可绕通过中心的竖直轴转动, 飞轮的辐条上装有一个小滑块, 它可在辐条上无摩擦地滑动. 一轻弹簧一端固定在飞轮转轴上, 另一端与滑块联接. 当飞轮以角速度 ω 旋转时, 弹簧的长度为原长的 f 倍, 已知 $\omega=\omega_0$ 时, $f=f_0$, 求 ω 与 f 的函数关系.
 设原长为 l , 劲度系数为 k . $m\omega^2 r = k(f-1)l$
 $\frac{\omega^2}{\omega_0^2} = \frac{f-1}{f_0-1}$

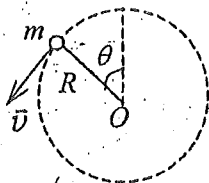
21. 一条质量分布均匀的绳子, 质量为 M , 长度为 L , 一端拴在竖直转轴 OO' 上, 并以恒定角速度 ω 在水平面上旋转. 设转动过程中绳子始终伸直不打弯, 且忽略重力, 求距转轴为 r 处绳中的张力 $T(r)$.

$$\int_r^L T(r) dr = \int_r^L (M/L) dr \int_0^\omega \omega^2 r dr$$

$$\int_r^L T(r) dr = -dT(r)$$

$$dT = - (M\omega^2/L) r dr$$

$$T(L) = 0 \quad \int_{T(r)}^0 dT = - \int_r^L (M\omega^2/L) r dr \quad \Rightarrow T(r) = \frac{M\omega^2}{2L} (L^2 - r^2)$$



(22 题图)

22. 质量为 m 的物体系于长度为 R 的绳子的一个端点上, 在竖直平面内绕绳子另一端点(固定)作圆周运动. 设 t 时刻物体瞬时速度的大小为 v , 绳子与竖直向上的方向成 θ 角, 如图所示.

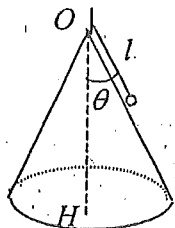
- (1) 求 t 时刻绳中的张力 T 和物体的切向加速度 a_t ;
- (2) 说明在物体运动过程中 a_t 的大小和方向如何变化?

23. 公路的转弯处是一半径为 200 m 的圆形弧线, 其内外坡度是按车速 60 km/h 设计的, 此时轮胎不受路面左右方向的力. 雪后公路上结冰, 若汽车以 40 km/h 的速度行驶, 问轮胎与路面间的摩擦系数至少多大, 才能保证汽车在转弯时不至滑出公路?

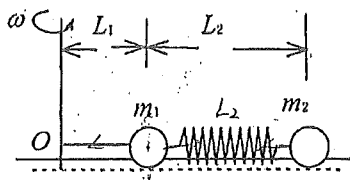
24. (1) 试求赤道正上方的地球同步卫星距地面的高度.

(2) 若 10 年内允许这个卫星从初位置向东或向西漂移 10° , 求它的轨道半径的误差限度是多少? 已知地球半径 $R=6.37 \times 10^6\text{ m}$, 地面上重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$.

25. 表面光滑的直圆锥体, 顶角为 2θ , 底面固定在水面上, 如图所示. 质量为 m 的小球系在绳的一端, 绳的另一端系在圆锥的顶点. 绳长为 l , 且不能伸长, 质量不计. 今使小球在圆锥面上以角速度 ω 绕 OH 轴匀速转动, 求 (1) 锥面对小球的支持力 N 和细绳的张力 T ; (2) 当 ω 增大到某一值 ω_0 时小球将离开锥面, 这时 ω_0 及 T 又各是多少?



(25 题图)

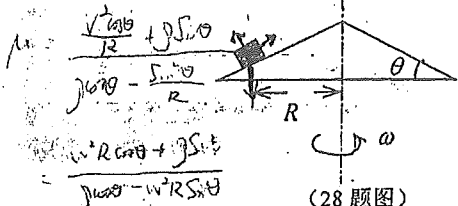


(27 题图)

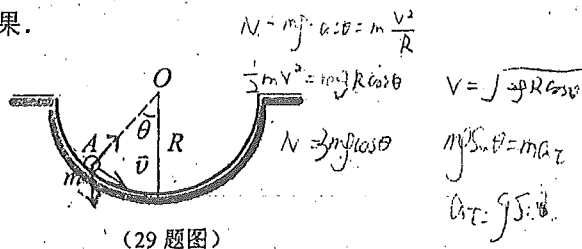
26. 月球质量是地球质量的 $1/81$, 直径为地球直径的 $3/11$, 计算一个质量为 65 kg 的人在月球上所受的月球引力大小.

27. 如图, 质量分别为 m_1 和 m_2 的两只球, 用弹簧连在一起, 且以长为 L_1 的线拴在轴 O 上, m_1 与 m_2 均以角速度 ω 绕轴在光滑水平面上作匀速圆周运动. 当两球之间的距离为 L_2 时, 将线烧断. 试求线被烧断的瞬间两球的加速度 a_1 和 a_2 . (弹簧和线的质量忽略不计)

28. 在倾角为 θ 的圆锥体的侧面放一质量为 m 的小物体, 圆锥体以角速度 ω 绕竖直轴匀速转动, 轴与物体间的距离为 R , 为了使物体能在锥体该处保持静止不动, 物体与锥面间的静摩擦系数至少为多少? 简单讨论所得到的结果.



(28 题图)

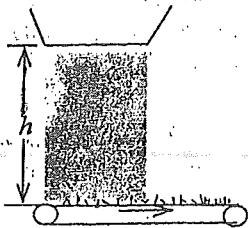


(29 题图)

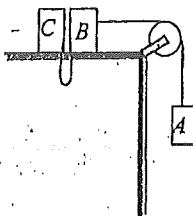
29. 如图所示, 质量为 m 的钢球 A 沿着中心在 O 、半径为 R 的光滑半圆形槽下滑. 当 A 滑到图示的位置时, 其速率为 v , 钢球中心与 O 的连线 OA 和竖直方向成 θ 角, 求这时钢球对槽的压力和钢球的切向加速度.

C 动量角动量

1. 如图所示, 传送带以 3 m/s 的速率水平向右运动, 砂子从高 $h=0.8 \text{ m}$ 处落到传送带上, 即随之一起运动. 求传送带给砂子的作用力的方向. (g 取 10 m/s^2)



(1 题图)



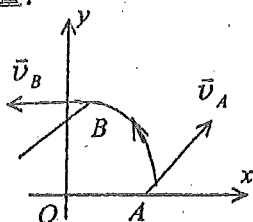
(2 题图)

2. A 、 B 、 C 为质量都是 M 的三个物体, B 、 C 放在光滑水平桌面上, 两者间连有一段长为 0.4 m 的细绳, 原先松放着. B 、 C 靠在一起, B 的另一侧用一跨过桌边定滑轮的细绳与 A 相连 (如图). 滑轮和绳子的质量及轮轴上的摩擦不计, 绳子不可伸长. 问: (1) A 、 B 起

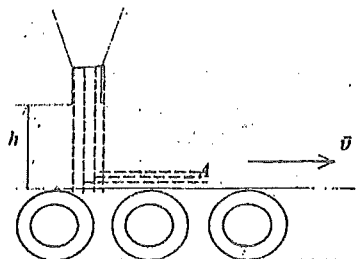
动后, 经多长时间 C 也开始运动? (2) C 开始运动时速度的大小是多少? (取 $g=10 \text{ m/s}^2$)

3. 一质点的运动轨迹如图所示. 已知质点的质量为 20 g , 在 A 、 B 二位置处的速率都为 20 m/s , \vec{v}_A 与 x 轴成 45° 角, \vec{v}_B 垂直于 y 轴, 求质点由 A 点到 B 点这段时间内, 作用在质点上外力的总冲量.

$$\vec{I} = \Delta(\vec{p})$$



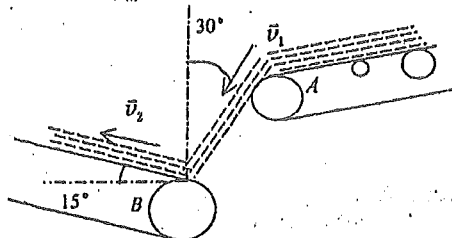
(3 题图)



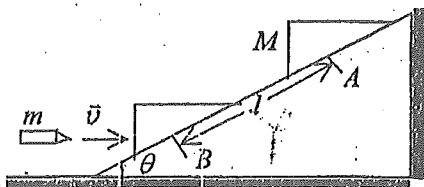
(4 题图)

4. 如图, 用传送带 A 输送煤粉, 料斗口在 A 上方高 $h=0.5 \text{ m}$ 处, 煤粉自料斗口自由落在 A 上. 设料斗口连续卸煤的流量为 $q_m=40 \text{ kg/s}$, A 以 $v=2.0 \text{ m/s}$ 的水平速度匀速向右移动. 求装煤的过程中, 煤粉对 A 的作用力的大小和方向. (不计相对传送带静止的煤粉质量)

5. 矿砂从传送带 A 落到另一传送带 B (如图), 其速度的大小 $v_1=4 \text{ m/s}$, 速度方向与竖直方向成 30° 角, 而传送带 B 与水平成 15° 角, 其速度的大小 $v_2=2 \text{ m/s}$. 如果传送带的运送量恒定, 设为 $q_m=2000 \text{ kg/h}$, 求矿砂作用在传送带 B 上的力的大小和方向.



(5 题图)



(6 题图)

6. 质量为 M 的木块在光滑的固定斜面上, 由 A 点从静止开始下滑, 当经过路程 l 运动到 B 点时, 木块被一颗水平飞来的子弹射中, 子弹立即陷入木块内. 设子弹的质量为 m , 速度为 \vec{v} , 求子弹射中木块后, 子弹与木块的共同速度.

7. 有一水平运动的皮带将砂子从一处运到另一处, 砂子经一竖直的静止漏斗落到皮带上, 皮带以恒定的速率 v 水平地运动. 忽略机件各部位的摩擦及皮带另一端的其它影响, 试问: (1) 若每秒有质量为 $q_m=dM/dt$ 的砂子落到皮带上, 要维持皮带以恒定速率 v 运动, 需要多大的功率? (2) 若 $q_m=20 \text{ kg/s}$, $v=1.5 \text{ m/s}$, 水平牵引力多大? 所需功率多大?

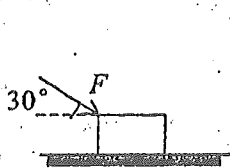
8. 在 28 天里, 月球沿半径为 $4.0 \times 10^8 \text{ m}$ 的圆轨道绕地球一周. 月球的质量为 $7.35 \times 10^{22} \text{ kg}$, 地球的半径为 $6.37 \times 10^3 \text{ km}$. 求在地球参考系中观察时, 在 14 天里, 月球动量增量的大小.

9. 质量为 1 kg 的物体, 它与水平桌面间的摩擦系数 $\mu=0.2$. 现对物体施以 $F=10t$ (SI) 的力, (t 表示时刻), 力的方向保持一定, 如图所示. 如 $t=0$ 时物体静止, 则 $t=3 \text{ s}$ 时它的速度大小 v 为多少?

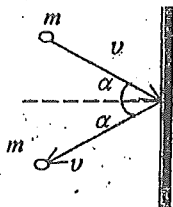
10. 质量为 m , 速率为 v 的小球, 以入射角 θ 斜向与墙壁相碰, 又以原速率沿反射角 θ 方向从墙壁弹回. 设碰撞时间为 Δt , 求墙壁受到的平均冲力.

11. 光滑水平面上有两个质量不同的小球 A 和 B . A 球静止, B 球以速度 \vec{v} 和 A 球发生碰撞, 碰撞后 B 球速度的大小为 $v/2$, 方向与 \vec{v} 垂直, 求碰后 A 球运动方向.

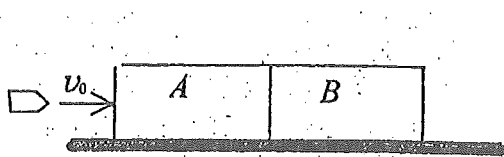
12. 如图所示, 有两个长方形的物体 A 和 B 紧靠着静止放在光滑的水平桌面上, 已知 $m_A = 2 \text{ kg}$, $m_B = 3 \text{ kg}$. 现有一质量 $m = 100 \text{ g}$ 的子弹以速率 $v_0 = 800 \text{ m/s}$ 水平射入长方体 A, 经 $t = 0.01 \text{ s}$, 又射入长方体 B, 最后停留在长方体 B 内未射出. 设子弹射入 A 时所受的摩擦力为 $F = 3 \times 10^3 \text{ N}$, 求: (1) 子弹在射入 A 的过程中, B 受到 A 的作用力的大小. (2) 当子弹留在 B 中时, A 和 B 的速度大小.



(9 题图)



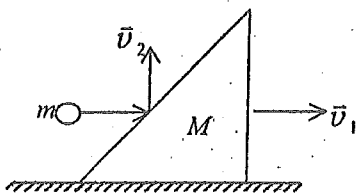
(10 题图)



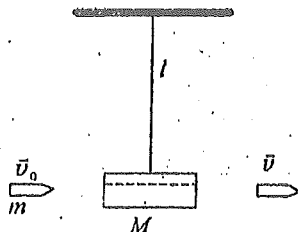
(12 题图)

13. 一炮弹发射后在其运行轨道上的最高点 $h = 19.6 \text{ m}$ 处炸裂成质量相等的两块, 其中一块在爆炸后 1 秒钟落到爆炸点正下方的地面上. 设此处与发射点的距离 $S_1 = 1000 \text{ m}$, 问另一块落地点与发射地点间的距离是多少? (空气阻力不计, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

14. 如图所示, 质量为 M 的滑块正沿着光滑水平地面向右滑动. 一质量为 m 的小球水平向右飞行, 以速度 \bar{v}_1 (对地) 与滑块斜面相碰, 碰后竖直向上弹起, 速率为 v_2 (对地). 若碰撞时间为 Δt , 试计算此过程中滑块对地的平均作用力和滑块速度增量的大小.



(14 题图)



(15 题图)

15. 质量为 $M = 1.5 \text{ kg}$ 的物体, 用一根长为 $l = 1.25 \text{ m}$ 的细绳悬挂在天花板上. 今有一质量为 $m = 10 \text{ g}$ 的子弹以 $v_0 = 500 \text{ m/s}$ 的水平速度射穿物体, 刚穿出物体时子弹的速度大小 $v = 30 \text{ m/s}$, 设穿透时间极短. 求: (1) 子弹刚穿出时绳中张力的大小; (2) 子弹在穿透过程中所受的冲量.

16. 静水中停着两条质量均为 M 的小船, 当第一条船中的一个质量为 m 的人以水平速度 \bar{v} (相对于地面) 跳上第二条船后, 两船运动的速度各多大? (忽略水对船的阻力).

D 功能原理

1. 一物体按规律 $x = ct^3$ 在流体媒质中作直线运动, 式中 c 为常量, t 为时间. 设媒质对物体的阻力正比于速度的平方, 阻力系数为 k , 试求物体由 $x = 0$ 运动到 $x = l$ 时, 阻力所作的功.

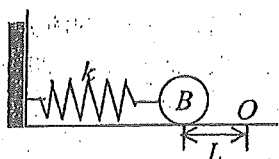
2. 一质量为 m 的质点在 Oxy 平面上运动, 其位置矢量为 $\vec{r} = a \cos \omega t \vec{i} + b \sin \omega t \vec{j}$ (SI), 式中 a, b, ω 是正值常量, 且 $a > b$. (1) 求质点在 A 点 $(a, 0)$ 时和 B 点 $(0, b)$ 时的动能; (2) 求质点所受的合外力 \vec{F} 以及当质点从 A 点运动到 B 点的过程中 \vec{F} 的分力 \vec{F}_x 和 \vec{F}_y 分别作的功.

3. 一人从 10 m 深的井中提水. 起始时桶中装有 10 kg 的水, 桶的质量为 1 kg , 由于水桶漏水, 每升高 1 m 要漏去 0.2 kg 的水. 求水桶匀速地从井中提到井口, 人所作的功.

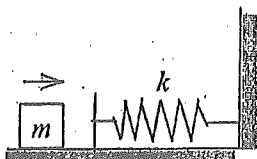
4. 质量 $m=2\text{ kg}$ 的质点在力 $\vec{F}=12t\vec{i}$ (SI) 的作用下, 从静止出发沿 x 轴正向作直线运动, 求前三秒内该力所作的功.

5. 某弹簧不遵守胡克定律. 设施力 F , 相应伸长为 x , 力与伸长的关系为 $F=52.8x+38.4x^2$ (SI). 求: (1) 将弹簧从伸长 $x_1=0.50\text{ m}$ 拉伸到伸长 $x_2=1.00\text{ m}$ 时, 外力所做的功. (2) 将弹簧横放在水平光滑桌面上, 一端固定, 另一端系一个质量为 2.17 kg 的物体, 然后将弹簧拉伸到一定伸长 $x_2=1.00\text{ m}$, 再将物体由静止释放, 求当弹簧回到 $x_1=0.50\text{ m}$ 时, 物体的速率. (3) 此弹簧的弹力是保守力吗?

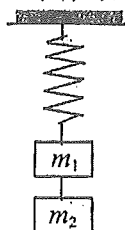
6. 劲度系数为 k 的轻弹簧, 一端固定, 另一端与桌面上的质量为 m 的小球 B 相连接. 用外力推动小球, 将弹簧压缩一段距离 L 后放开. 假定小球所受的滑动摩擦力大小为 F 且恒定不变, 滑动摩擦系数与静摩擦系数可视为相等. 试求 L 必须满足什么条件时, 才能使小球在放开后就开始运动, 而且一旦停止下来就一直保持静止状态.



(6题图)



(7题图)



(8题图)

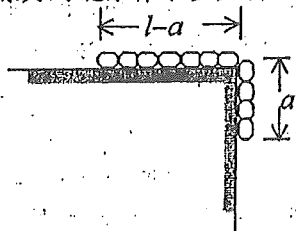
7. 如图所示, 质量 m 为 0.1 kg 的木块, 在一个水平面上和一个劲度系数 k 为 20 N/m 的轻弹簧碰撞, 木块将弹簧由原长压缩了 $x=0.4\text{ m}$. 假设木块与水平面间的滑动摩擦系数 μ_k 为 0.25 , 问在将要发生碰撞时木块的速率 v 为多少?

8. 如图所示, 悬挂的轻弹簧下端挂着质量为 m_1 、 m_2 的两个物体, 开始时处于静止状态. 现在突然把 m_1 与 m_2 间的连线剪断, 求 m_1 的最大速度为多少? 设弹簧的劲度系数 $k=8.9\times 10^4\text{ N/m}$, $m_1=0.5\text{ kg}$, $m_2=0.3\text{ kg}$.

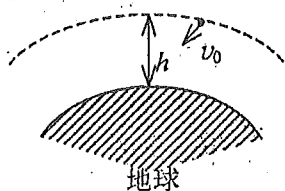
9. 质量 $m=2\text{ kg}$ 的物体沿 x 轴作直线运动, 所受合外力 $F=10+6x^2$ (SI). 如果在 $x=0$ 处时速度 $v_0=0$; 试求该物体运动到 $x=4\text{ m}$ 处时速度的大小.

10. 一个轻质弹簧, 竖直悬挂, 原长为 l , 今将一质量为 m 的物体挂在弹簧下端, 并用手托住物体使弹簧处于原长, 然后缓慢地下放物体使到达平衡位置为止. 试通过计算, 比较在此过程中, 系统的重力势能的减少量和弹性势能的增量的大小.

11. 一链条总长为 l , 质量为 m , 放在桌面上, 并使其部分下垂, 下垂一段的长度为 a . 设链条与桌面之间的滑动摩擦系数为 μ . 令链条由静止开始运动, 则 (1) 到链条刚离开桌面的过程中, 摩擦力对链条作了多少功? (2) 链条刚离开桌面时的速率是多少?



(11题图)



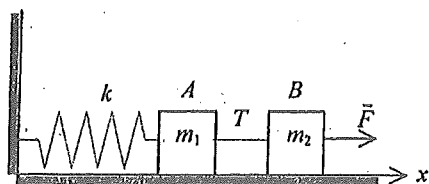
(12题图)

12. 如图所示陨石在距地面高 h 处时速度为 v_0 . 忽略空气阻力, 求陨石落地的速度. 令地球质量为 M , 半径为 R , 万有引力常量为 G .

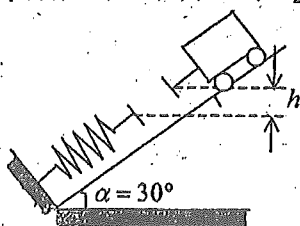
13. 长为 1 m 的细线, 上端固定, 下端悬挂质量为 2 kg 的小球. 今将小球拉到悬线与竖直方向成 45° 角的位置, 然后无初速地把小球释放. 求悬线与竖直方向成 10° 角时, 小球的速度 v .

14. 一个弹簧下端挂质量为 0.1 kg 的砝码时长度为 0.07 m, 挂 0.2 kg 的砝码时长度为 0.09 m. 现在把此弹簧平放在光滑桌面上, 并要沿水平方向从长度 $l_1=0.10$ m 缓慢拉长到 $l_2=0.14$ m, 外力需作功多少?

15. 如图所示, 劲度系数为 k 的弹簧, 一端固定于墙上, 另一端与一质量为 m_1 的木块 A 相接, A 又与质量为 m_2 的木块 B 用不可伸长的轻绳相连, 整个系统放在光滑水平面上. 现在以不变的力 \vec{F} 向右拉 m_2 , 使 m_2 自平衡位置由静止开始运动, 求木块 A、B 系统所受合外力为零时的速度, 以及此过程中绳的拉力 T 对 m_1 所作的功, 恒力 \vec{F} 对 m_2 所作的功.



(15 题图)

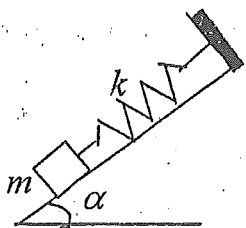


(16 题图)

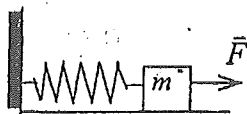
16. 如图所示, 自动卸料车连同料重为 G_1 , 它从静止开始沿着与水平面成 30° 的斜面滑下. 滑到底端时与处于自然状态的轻弹簧相碰, 当弹簧压缩到最大时, 卸料车就自动翻斗卸料, 此时料车下降高度为 h . 然后, 依靠被压缩弹簧的弹性力作用又沿斜面回到原有高度. 设空车重量为 G_2 , 另外假定摩擦阻力为车重的 0.2 倍, 求 G_1 与 G_2 的比值.

17. 用劲度系数为 k 的弹簧, 悬挂一质量为 m 的物体, 若使此物体在平衡位置以初速 v 突然向下运动, 问物体可降低到何处?

18. 如图所示, 在与水平面成 α 角的光滑斜面上放一质量为 m 的物体, 此物体系于一劲度系数为 k 的轻弹簧的一端, 弹簧的另一端固定. 设物体最初静止. 今使物体获得一沿斜面向下的速度, 设起始动能为 E_{K0} , 试求物体在弹簧的伸长达 x 时的动能.



(18 题图)

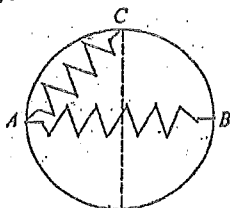


(19 题图)

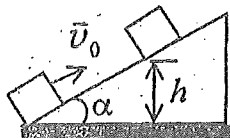
19. 如图所示, 一劲度系数为 k 的轻弹簧水平放置, 左端固定, 右端与桌面上一质量为 m 的木块连接, 水平力 \vec{F} 向右拉木块. 木块处于静止状态. 若木块与桌面间的静摩擦系数为 μ 且 $F > \mu mg$, 求弹簧的弹性势能 E_p 应满足的关系.

20. 劲度系数为 k 、原长为 l 的弹簧, 一端固定在圆周上的 A 点, 圆周的半径 $R=l$, 弹簧的另一端点从距 A 点 $2l$ 的 B 点沿圆周移动 $1/4$ 周长到 C 点. 如图所示. 求弹性力在此过

程中所作的功:



(20 题图)



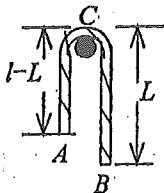
(22 题图)

21. 设两个粒子之间相互作用力是排斥力,其大小与粒子间距离 r 的函数关系为 $f = k/r^3$, k 为正值常量,试求这两个粒子相距为 r 时的势能。(设相互作用力为零的地方势能为零.)
22. 一物体与斜面间的摩擦系数 $\mu = 0.20$, 斜面固定, 倾角 $\alpha = 45^\circ$. 现给予物体以初速率 $v_0 = 10 \text{ m/s}$, 使它沿斜面向上滑, 如图所示. 求: (1) 物体能够上升的最大高度 h ; (2) 该物体达到最高点后, 沿斜面返回到出发点时的速率 v .
23. 把一质量为 $m = 0.4 \text{ kg}$ 的物体, 以初速度 $v_0 = 20 \text{ m/s}$ 竖直向上抛出, 测得上升的最大高度 $H = 16 \text{ m}$, 求空气对它的阻力 f (设为恒力) 等于多大?

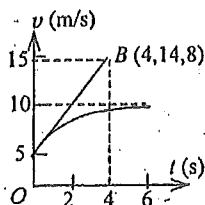
E 力学综合

1. 一条长为 l , 质量均匀分布的细链条 AB , 挂在半径可忽略的光滑钉子 C 上, 开始时处于静止状态, BC 段长为 L ($\frac{3}{2}l > L > \frac{1}{2}l$), 释放后链条将作加速运动. 试求: 当

$BC = \frac{2}{3}l$ 时, 链条的加速度和运动速度的大小.



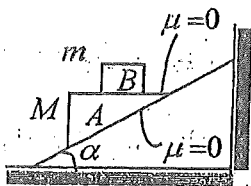
(1 题图)



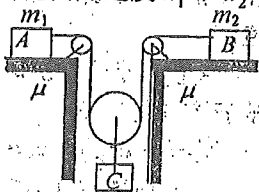
(2 题图)

2. 一辆质量为 $m = 4 \text{ kg}$ 的雪橇, 沿着与水平面夹角 $\theta = 36.9^\circ$ 的斜坡向下滑动, 所受空气阻力与速度成正比, 比例系数 k 未知. 今测得雪橇运动的 $v-t$ 关系如图曲线所示, $t = 0$ 时, $v_0 = 5 \text{ m/s}$, 且曲线在该点的切线通过坐标为 $(4 \text{ s}, 14.8 \text{ m/s})$ 的 B 点, 随着时间 t 的增加, v 趋近于 10 m/s , 求阻力系数 k 及雪橇与斜坡间的滑动摩擦系数 μ . ($\sin 36.9^\circ = 0.6$, $\cos 36.9^\circ = 0.8$)
3. 一质量为 M 的楔形物体 A , 放在倾角为 α 的固定光滑斜面上, 在此楔形物体的水平表面上又放一质量为 m 的物体 B , 如图所示. 设 A 与 B 间, A 与斜面间均光滑接触. 开始时, A 与 B 均处于静止状态, 当 A 沿斜面下滑时, 求 A 、 B 相对地面的加速度.
4. 一质量为 2 kg 的质点, 在 xy 平面上运动, 受到外力 $\vec{F} = 4t\vec{i} - 24t^2\vec{j}$ (SI) 的作用, $t = 0$ 时, 它的初速度为 $\vec{v}_0 = 3t\vec{i} + 4t\vec{j}$ (SI), 求 $t = 1 \text{ s}$ 时质点的速度及受到的法向力 \vec{F}_n .
5. 一细绳两端分别拴着质量 $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$ 的物体 A 和 B , 这两个物体分别放在两水平桌面上, 与桌面间的摩擦系数都是 $\mu = 0.1$. 绳子分别跨过桌边的两个定滑轮吊着一个动滑轮, 动滑轮下吊着质量 $m_3 = 1 \text{ kg}$ 的物体 C , 如图所示. 设整个绳子在同一平面内, 吊

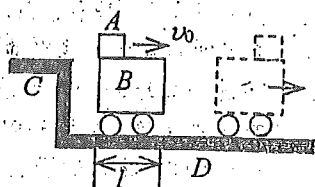
着动滑轮的两段绳子相互平行，如绳子与滑轮的质量以及滑轮轴上的摩擦可以略去不计，绳子不可伸长，求 A、B、C 相对地面加速度 \bar{a}_1 、 \bar{a}_2 、 \bar{a}_3 的大小。（取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ）



(3 题图)

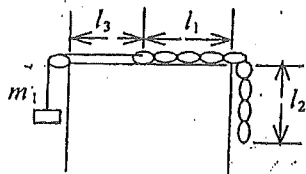


(5 题图)

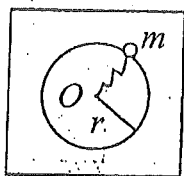


(6 题图)

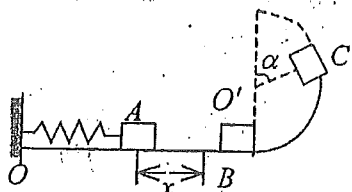
- 质量为 m 的物体 A (体积不计)，以速度 v_0 在光滑平台 C 上运动并滑到与平台等高的、静止的、质量为 M 的平板车 B 上，A、B 间的摩擦系数为 μ 。设平板小车可在光滑的平面 D 上运动，如图所示。要使 A 在 B 上不滑出去，则平板小车的长度 l 至少为多少？
- 一木块恰好能在倾角 θ 的斜面上以匀速下滑，现在使它以初速率 v_0 沿这一斜面上滑，问它在斜面上停止前，可向上滑动多少距离？当它停止滑动时，是否能再从斜面上向下滑动？
- 质量 $m = 10 \text{ kg}$ 、长 $l = 40 \text{ cm}$ 的链条，放在光滑的水平桌面上，其一端系一细绳，通过滑轮悬挂着质量为 $m_1 = 10 \text{ kg}$ 的物体，如图所示。 $t = 0$ 时，系统从静止开始运动，这时 $l_1 = l_2 = 20 \text{ cm} < l_3$ 。设绳不伸长，轮、绳的质量和轮轴及桌沿的摩擦不计，求当链条刚刚全部滑到桌面上时，物体 m_1 速度和加速度的大小。
- 在光滑水平面上有一弹簧，其一端固定于光滑的轴承 O 上，另一端栓一个质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的小球，弹簧的质量很小，原长很短，两者都可以忽略不计。当小球沿半径为 r (单位为 m) 的圆周作匀速率圆周运动时，弹簧作用于质点上的弹性力大小为 $3r$ (单位为 N)，此时系统的总能量为 12 J 。求质点的运动速率及圆轨道半径。



(8 题图)

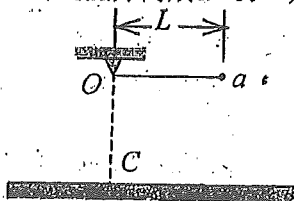


(9 题图)

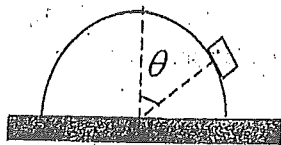


(10 题图)

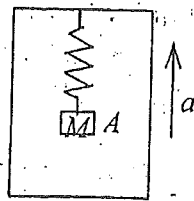
- 如图所示装置，光滑水平面与半径为 R 的竖直光滑半圆环轨道相接，两滑块 A、B 的质量均为 m ，弹簧的劲度系数为 k ，其一端固定在 O 点，另一端与滑块 A 接触。开始时滑块 B 静止于半圆环轨道的底端。今用外力推滑块 A，使弹簧压缩一段距离 x 后再释放。滑块 A 脱离弹簧后与 B 作完全弹性碰撞，碰后 B 将沿半圆环轨道上升。升到 C 点与轨道脱离， $O' C$ 与竖直方向成 $\alpha = 60^\circ$ 角，求弹簧被压缩的距离 x 。



(11 题图)



(12 题图)



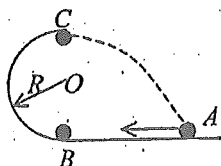
(13 题图)

11. 用一根长度为 L 的细线悬挂一质量为 m 的小球, 线所能承受的最大张力为 $T = 1.5mg$. 现在把线拉至水平位置然后由静止放开, 若线断后小球的落地点 C 恰好在悬点 O 的正下方, 如图所示. 求高度 OC 之值.

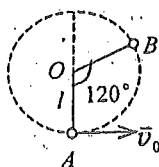
12. 一光滑半球面固定于水平地面上, 今使一小物块从球面顶点几乎无初速地滑下, 如图所示. 求物块脱离球面处的半径与竖直方向的夹角 θ .

13. 在以加速度 a 向上运动的电梯内, 挂着一根劲度系数为 k 的轻弹簧, 弹簧下面挂着一质量为 M 的物体, 物体处于 A 点, 相对于电梯速度为零, 如图所示. 当电梯的加速度突然变为零后, 电梯内的观测者看到 M 的最大速度是多少?

14. 质量为 m 的小球在外力的作用下, 由静止开始从 A 点出发作匀加速直线运动, 到达 B 点时撤消外力, 小球无摩擦地冲上一半径为 R 的竖直半圆环, 恰好能到达最高点 C , 而后又刚好落到原来的出发点 A 处, 如图所示. 试求小球在 AB 段运动的加速度的大小.



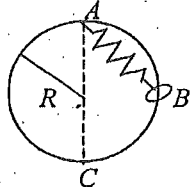
(14 题图)



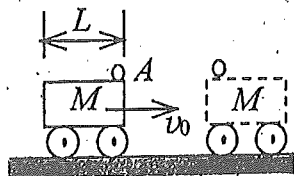
(15 题图)

15. 一悬线长 $l = 1\text{ m}$, 上端固定在 O 点, 下端挂一小球, 如图所示. 当小球在最低位置 A 时, 给以水平方向的初速度 \bar{v}_0 , 当悬线与 OA 成 120° 角时小球脱离圆周, 求 \bar{v}_0 的大小. 如果要小球不脱离圆周, 则 v_0 至少为多大?

16. 弹簧原长等于光滑圆环半径 R . 当弹簧下端悬挂质量为 m 的小环状重物时, 弹簧的伸长也为 R . 现将弹簧一端系于竖直放置的圆环上顶点 A , 将重物套在圆环的 B 点, AB 长为 $1.6R$, 如图所示. 放手后重物由静止沿圆环滑动. 求当重物滑到最低点 C 时, 重物的加速度和对圆环压力的大小.



(16 题图)



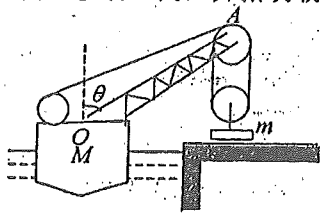
(18 题图)

17. 质量为 M 的人, 手执一质量为 m 的物体, 以与地平线成 α 角的速度 v_0 向前跳去. 当他达到最高点时, 将物体以相对于人的速度 u 向后平抛出去. 试问: 由于抛出该物体, 此人跳的水平距离增加了多少? (略去空气阻力不计)

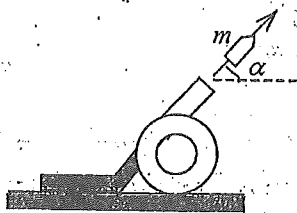
18. 如图所示, 一辆质量为 M 的平顶小车在光滑水平轨道上作直线运动, 速度为 v_0 . 这时在车项的前部边缘 A 处轻轻放上一质量为 m 的小物体, 物体相对地面的速度为零. 设物体与车项之间的摩擦系数为 μ , 为使物体不致于从顶上滑出去, 问车项的长度 L 最短应为多少?

19. 三艘质量相等的小船鱼贯而行, 速度均为 v . 现在从中间那艘船上同时以相对于船的速度 u 把两个质量均为 m 的物体分别抛到前后两艘船上, 速度 u 的方向与速度 v 在同一直线上. 问抛掷物体后, 这三艘船的速度各如何?

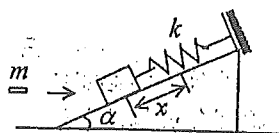
20. 如图, 一浮吊质量 $M=20\text{ T}$, 由岸上吊起 $m=2\text{ T}$ 的重物后, 再将吊杆 AO 与铅直方向的夹角 θ 由 60° 转到 30° , 设杆长 $l=OA=8\text{ m}$, 水的阻力与杆重忽略不计, 求浮吊在水平方向上移动距离, 并指明朝哪方面移动.



(20 题图)

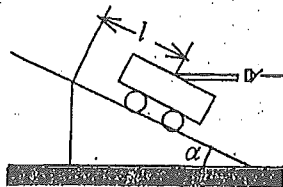


(21 题图)

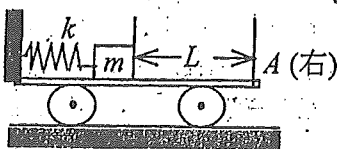


(22 题图)

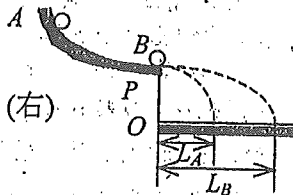
21. 如图, 水平地面上一辆静止的炮车发射炮弹. 炮车质量为 M , 炮身仰角为 α , 炮弹质量为 m , 炮弹刚出口时, 相对于炮身的速度为 u , 不计地面摩擦: (1) 求炮弹刚出口时, 炮车的反冲速度大小; (2) 若炮筒长为 l , 求发射过程中炮车移动的距离.
22. 如图, 光滑斜面与水平面的夹角为 $\alpha = 30^\circ$, 轻质弹簧上端固定. 今在弹簧的另一端轻轻地挂上质量为 $M=1.0\text{ kg}$ 的木块, 则木块沿斜面向下滑动. 当木块向下滑 $x=30\text{ cm}$ 时, 恰好有一质量 $m=0.01\text{ kg}$ 的子弹, 沿水平方向以速度 $v=200\text{ m/s}$ 射中木块并陷在其中. 设弹簧的劲度系数为 $k=25\text{ N/m}$. 求子弹打入木块后它们的共同速度.
23. 有一门质量为 M (含炮弹) 的大炮, 在一斜面上无摩擦地由静止开始下滑. 当滑下 l 距离时, 从炮内沿水平方向射出一发质量为 m 的炮弹. 欲使炮车在发射炮弹后的瞬时停止滑动, 炮弹的初速 v (对地) 应是多少? (设斜面倾角为 α).
24. 水平小车的 B 端固定一轻弹簧, 弹簧为自然长度时, 靠在弹簧上的滑块距小车 A 端为 $L=1.1\text{ m}$. 已知小车质量 $M=10\text{ kg}$, 滑块质量 $m=1\text{ kg}$, 弹簧的劲度系数 $k=110\text{ N/m}$. 现推动滑块将弹簧压缩 $\Delta l=0.05\text{ m}$ 并维持滑块与小车静止, 然后同时释放滑块与小车. 忽略一切摩擦. 求: (1) 滑块与弹簧刚刚分离时, 小车及滑块相对地的速度各为多少? (2) 滑块与弹簧分离后, 又经多少时间滑块从小车上掉下来?



(23 题图)

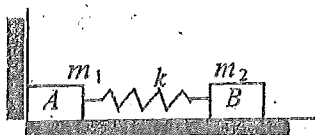


(24 题图)

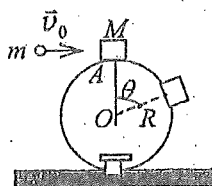


(25 题图)

25. 如图所示, 质量为 m_A 的小球 A 沿光滑的弧形轨道滑下, 与放在轨道端点 P 处 (该处轨道的切线为水平的) 的静止小球 B 发生弹性正碰撞, 小球 B 的质量为 m_B , A 、 B 两小球碰撞后同时落在水平地面上. 如果 A 、 B 两球的落地点距 P 点正下方 O 点的距离之比 $L_A/L_B=2/5$, 求: 两小球的质量比 m_A/m_B .
26. 两个质量分别为 m_1 和 m_2 的木块 A 和 B , 用一个质量忽略不计、劲度系数为 k 的弹簧联接起来, 放置在光滑水平面上, 使 A 紧靠墙壁, 如图所示. 用力推木块 B 使弹簧压缩 x_0 , 然后释放. 已知 $m_1=m$, $m_2=3m$, 求: (1) 释放后, A 、 B 两木块速度相等时的瞬时速度的大小; (2) 释放后, 弹簧的最大伸长量.



(26 题图)

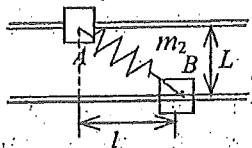


(27 题图)

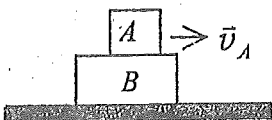
27. 如图所示, 在地面上固定一半径为 R 的光滑球面, 球面顶点 A 处放一质量为 M 的滑块. 一质量为 m 的油灰球, 以水平速度 \vec{v}_0 射向滑块, 并粘附在滑块上一起沿球面下滑. 问: (1) 它们滑至何处 ($\theta = ?$) 脱离球面? (2) 如欲使二者在 A 处就脱离球面, 则油灰球的入射速率至少为多少?

28. 设想有两个自由质点, 其质量分别为 m_1 和 m_2 , 它们之间的相互作用符合万有引力定律. 开始时, 两质点间的距离为 l , 它们都处于静止状态, 试求当它们的距离变为 $\frac{1}{2}l$ 时, 两质点的速度各为多少?

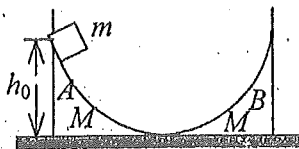
29. 质量分别为 m_1 和 m_2 的两个滑块 A 和 B , 分别穿于两条平行且水平的光滑导杆上, 二导杆间的距离为 L , 再以一劲度系数为 k 、原长为 L 的轻质弹簧连接二滑块, 如图所示. 设开始时滑块 A 与滑块 B 之间水平距离为 l , 且两者速度均为零, 求释放后两滑块的最大速度分别是多少?



(29 题图)



(30 题图)

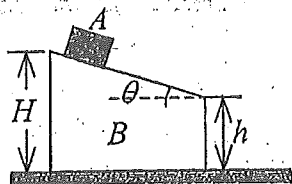


(31 题图)

30. 如图所示, 在光滑水平面上有一质量为 m_B 的静止物体 B , 在 B 上又有一个质量为 m_A 的静止物体 A . 今有一小球从左边射到 A 上被弹回, 此时 A 获得水平向右的速度 \vec{v}_A (对地), 并逐渐带动 B , 最后二者以相同速度一起运动. 设 A 、 B 之间的摩擦系数为 μ , 问 A 从开始运动到相对于 B 静止时, 在 B 上移动了多少距离?

31. 两个形状完全相同、质量都为 M 的弧形导轨 A 和 B , 相向地放在地板上, 今有一质量为 m 的小物体, 从静止状态由 A 的顶端下滑, A 顶端的高度为 h_0 , 所有接触面均光滑. 试求小物体在 B 轨上上升的最大高度 (设 A 、 B 导轨与地面相切).

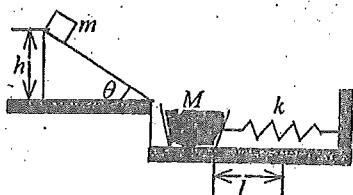
32. 两个质量分别为 m 和 M 的物体 A 和 B . 物体 B 为梯形物块, H 、 h 和 θ 如图所示. 物体 A 与 B 以及 B 与地面之间均为光滑接触. 开始时物体 A 位于物体 B 的左上方顶端处, 物体 A 和 B 相对于地面均处于静止状态. 求当物体 A 沿物体 B 由斜面顶端滑至两物体分离时, 物体 B 的动量.



33. 若质量为 m_1 以速率 v_{10} 运动的物体 A 与质量为 m_2 的静止物体 B 发生对心完全弹性碰撞, 如何选择 m_2 的大小, 使得 m_2 在碰撞后具有最大的动能? 又此最大动能是多少?

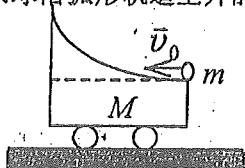
34. 质量为 M 的木块静止在光滑的水平面上. 质量为 m 、速率为 v 的子弹沿水平方向打入木块并陷在其中, 试计算相对于地面木块对子弹所作的功 W_1 及子弹对木块所作的功 W_2 .

35. 如图所示, 质量为 m 的木块, 从高为 h , 倾角为 θ 的光滑斜面上由静止开始下滑, 滑入装着砂子的木箱中, 砂子和木箱的总质量为 M , 木箱与一端固定, 劲度系数为 k 的水平轻弹簧连接, 最初弹簧为原长, 木块落入后, 弹簧的最大压缩量为 l , 试求木箱与水平面间的摩擦系数 μ .

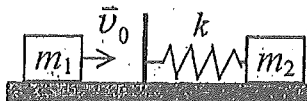


36. 两个质量为 m_1 和 m_2 的小球在一直线上作完全弹性碰撞, 碰撞前两小球的速度分别为 v_1 和 v_2 (同向). 碰撞过程中, 两小球的**最大形变势能**是多少?

37. 如图, 一辆静止在光滑水平面上的小车, 车上装有光滑的弧形轨道, 轨道下端切线沿水平方向, 车与轨道总质量为 M . 今有一质量为 m ($< M$)、速度为 \bar{v}_0 的铁球, 从轨道下端水平射入, 求球沿弧形轨道上升的最大高度 h 及此后下降离开小车时的速度 v .



(37 题图)

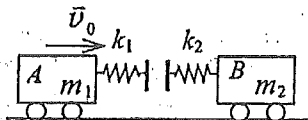


(39 题图)

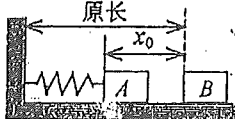
38. 质量分别为 m 和 M 的两个粒子, 最初处在静止状态, 并且彼此相距无穷远. 以后, 由于万有引力的作用, 它们彼此接近. 求: 当它们之间的距离为 d 时, 它们的相对速度多大?

39. 如图所示, 质量为 m_2 的物体与轻弹簧相连, 弹簧另一端与一质量可忽略的挡板连接, 静止在光滑的桌面上. 弹簧劲度系数为 k . 今有一质量为 m_1 速度为 \bar{v}_0 的物体向弹簧运动并与挡板正碰, 求弹簧最大的被压缩量.

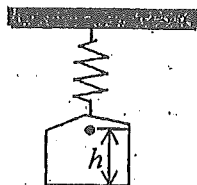
40. 如图, 两个带理想弹簧缓冲器的小车 A 和 B , 质量分别为 m_1 和 m_2 . B 不动, A 以速度 \bar{v}_0 与 B 碰撞, 如已知两车的缓冲弹簧的劲度系数分别为 k_1 和 k_2 , 在不计摩擦的情况下, 求两车相对静止时, 其间的作用力为多大? (弹簧质量略而不计)



(40 题图)



(41 题图)



(42 题图)

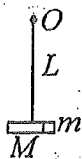
41. 一质量为 $m_A = 0.1 \text{ kg}$ 的物体 A 与一轻弹簧相连放在光滑水平桌面上, 弹簧的另一端固定在墙上, 弹簧的劲度系数 $k = 90 \text{ N/m}$. 现在用力推 A , 从而弹簧被压缩了 $x_0 = 0.1 \text{ m}$. 在弹簧的原长处放有质量 $m_B = 0.2 \text{ kg}$ 的物体 B , 如图所示. 由静止释放物体 A 后, A 将与静止的物体 B 发生弹性碰撞. 求碰撞后 A 物体还能把弹簧压缩多大距离.

42. 如图所示, 质量 $M = 2.0 \text{ kg}$ 的笼子, 用轻弹簧悬挂起来, 静止在平衡位置, 弹簧伸长 $x_0 = 0.10 \text{ m}$, 今有 $m = 2.0 \text{ kg}$ 的油灰由距离笼底高 $h = 0.30 \text{ m}$ 处自由落到笼底上, 求笼子向下移动的最大距离.

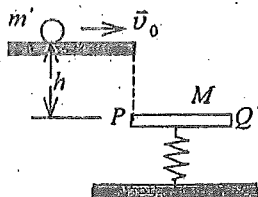
43. 质量为 M 的很短的试管, 用长度为 L 、质量可忽略的硬直杆悬挂如图. 试管内盛有乙醚液滴, 管口用质量为 m 的软木塞封闭, 当加热试管时软木塞在乙醚蒸汽的压力下飞出. 要使试管绕悬点 O 在竖直平面内作一完整的圆运动, 那么软木塞飞出的最小速度为多少? 若

将硬直杆换成细绳，结果如何？

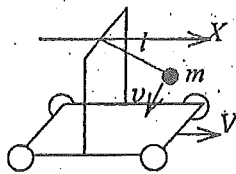
44. 如图所示，将一块质量为 M 的光滑水平板 PQ 固结在劲度系数为 k 的轻弹簧上；质量为 m 的小球放在水平光滑桌面上，桌面与平板 PQ 的高度差为 h 。现给小球一个水平初速 \vec{v}_0 ，使小球落到平板上与平板发生弹性碰撞。求弹簧的最大压缩量是多少？



(43 题图)



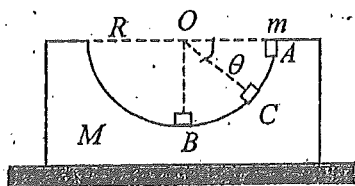
(44 题图)



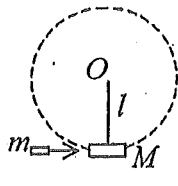
(45 题图)

45. 如图所示为一摆车，它是演示动量守恒的一个装置。摆车由小车和单摆组成，小车质量为 M ，摆球质量为 m ，摆长为 l 。开始时，摆球拉到了水平位置；摆车静止在光滑的水平面上，然后将摆球由静止释放。求：(1) 当摆球落至与水平方向成 $\alpha = 30^\circ$ 角时，小车移动的距离。(2) 摆球到达最低点时，小车和摆球的速度各为多少？

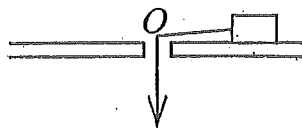
46. 一半圆形的光滑槽，质量为 M 、半径为 R ，放在光滑的桌面上。一小物体，质量为 m ，可在槽内滑动。起始位置如图所示：半圆槽静止，小物体静止于与圆心同高的 A 处。求：(1) 小物体滑到任意位置 C 处时，小物体对半圆槽及半圆槽对地的速度各为多少？(2) 当小物体滑到半圆槽最低点 B 时，半圆槽移动了多少距离？



(46 题图)



(47 题图)

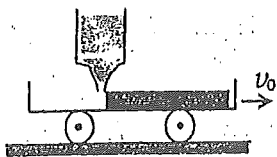


(48 题图)

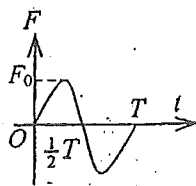
47. 一质量为 m 的子弹，水平射入悬挂着的静止砂袋中，如图所示。砂袋质量为 M ，悬线长为 l 。为使砂袋能在竖直平面内完成整个圆周运动，子弹至少应以多大的速度射入？

48. 如图所示，在中间有一小孔 O 的水平光滑桌面上放置一个用绳子连结的、质量 $m = 4 \text{ kg}$ 的小块物体。绳的另一端穿过小孔下垂且用手拉住。开始时物体以半径 $R_0 = 0.5 \text{ m}$ 在桌面上转动，其线速度是 4 m/s 。现将绳缓慢地匀速下拉以缩短物体的转动半径。而绳最多只能承受 600 N 的拉力。求绳刚被拉断时，物体的转动半径 R 等于多少？

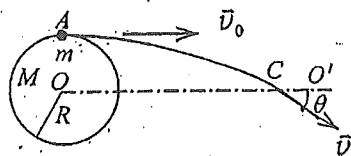
49. 一辆水平运动的装煤车，以速率 v_0 从煤斗下面通过，每单位时间内有质量为 m_0 的煤卸入煤车。如果煤车的速率保持不变，煤车与钢轨间摩擦忽略不计，试求：(1) 牵引煤车的力的大小；(2) 牵引煤车所需功率的大小；(3) 牵引煤车所提供的能量中有多少转化为煤的动能？其余部分用于何处？



(49 题图)



(50 题图)



(51 题图)

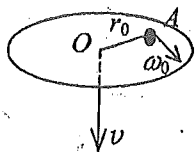
50. 质量为 m 的质点开始时静止, 在如图所示合力 F 的作用下沿直线运动, 已知 $F = F_0 \sin(2\pi t/T)$, 方向与直线平行, 求: (1) 在 0 到 T 时间内, 力 \vec{F} 的冲量大小; (2)

在 0 到 $T/2$ 时间内, 力 \vec{F} 的冲量大小; (3) 在 0 到 $T/2$ 时间内, 力 \vec{F} 所作的总功; (4) 试说明质点的运动情况.

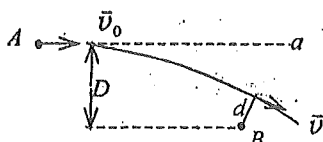
51. 小球 A , 自地球的北极点以速度 \vec{v}_0 在质量为 M 、半径为 R 的地球表面水平切向向右飞出, 如图所示, 地心参考系中轴 OO' 与 \vec{v}_0 平行, 小球 A 的运动轨道与轴 OO' 相交于距 O 为 $3R$ 的 C 点. 不考虑空气阻力, 求小球 A 在 C 点的速度 \vec{v} 与 \vec{v}_0 之间的夹角 θ .

52. 地球可看作是半径 $R=6400$ km 的球体, 一颗人造地球卫星在地面上空 $h=800$ km 的圆形轨道上, 以 7.5 km/s 的速度绕地球运动. 在卫星的外侧发生一次爆炸, 其冲量不影响卫星当时的绕地圆周切向速度 $v_t=7.5$ km/s, 但却给予卫星一个指向地心的径向速度 $u_r=0.2$ km/s. 求这次爆炸后使卫星轨道的最低点和最高点各位于地面上空多少公里?

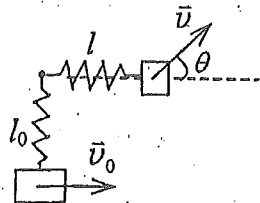
53. 光滑圆盘面上有一质量为 m 的物体 A , 拴在一根穿过圆盘中心 O 处光滑小孔的细绳上, 如图所示. 开始时, 该物体距圆盘中心 O 的距离为 r_0 , 并以角速度 ω_0 绕盘心 O 作圆周运动. 现向下拉绳, 当质点 A 的径向距离由 r_0 减少到 $r_0/2$ 时, 向下拉的速度为 v , 求下拉过程中拉力所作的功.



(53 题图)



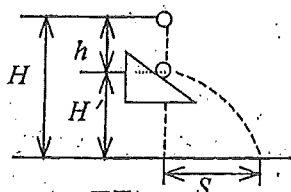
(54 题图)



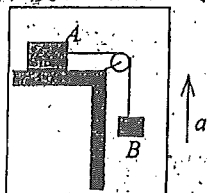
(55 题图)

54. 质量为 m_A 的粒子 A 受到另一重粒子 B 的万有引力作用, B 保持在原点不动. 起初, 当 A 离 B 很远 ($r = \infty$) 时, A 具有速度 \vec{v}_0 , 方向沿图中所示直线 Aa , B 与这直线的垂直距离为 D . 粒子 A 由于粒子 B 的作用而偏离原来的路线, 沿着图中所示的轨道运动. 已知这轨道与 B 之间的最短距离为 d , 求 B 的质量 m_B .

55. 在一光滑水平面上, 有一轻弹簧, 一端固定, 一端连接一质量 $m=1$ kg 的滑块, 如图所示. 弹簧自然长度 $l_0=0.2$ m, 劲度系数 $k=100$ N/m. 设 $t=0$ 时, 弹簧长度为 l_0 , 滑块速度 $v_0=5$ m/s, 方向与弹簧垂直. 以后某一时刻, 弹簧长度 $l=0.5$ m. 求该时刻滑块速度 \vec{v} 的大小和夹角 θ .



(56 题图)



(57 题图)

56. 如图, 有一小球从高为 H 处自由下落, 在下落到 h 处碰到一个 45° 的光滑固定斜面与其作完全弹性碰撞. 试计算斜面位置的高度 H' 为多少时能使小球弹得最远?

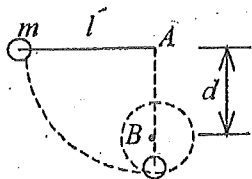
57. 图示系统置于以 $a = g/2$ 的加速度上升的升降机内; A 、 B 两物体质量相等, 均为 m . A 是放在水平桌面上的. 绳子不伸长, 它和定滑轮的质量不计. A 与桌面间摩擦系数为 μ . 若物体 A 在桌面上加速滑动, 则绳中张力多大?

58. 水面上有一质量为 M 的木船, 开始时静止不动, 从岸上以水平速度 \vec{v}_0 将一质量为 m 的砂袋抛到船上, 然后二者一起运动. 设运动过程中船受的阻力与速率成正比, 比例系数为 k , 砂袋与船的作用时间极短, 试求: (1) 砂袋抛到船上后, 船和砂袋一起开始运动的速率. (2) 砂袋与木船从开始一起运动直到静止时所走过的距离.

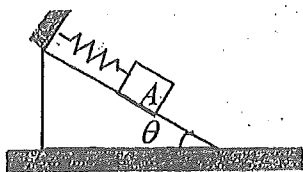
59. 质量为 2 kg 的质点, 所受外力为 $\vec{F} = 6t \vec{i}$ (SI); 该质点从 $t = 0$ 时刻由静止开始运动, 试求前 2 s 内, 外力所作的功.

60. 如图所示, A 点是一单摆的悬点, 摆长为 l . B 点是一固定的钉子, 位置在 A 点的铅直下方距 A 为 d 处. 现在使摆球从如图水平位置由静止释放, 若摆球能够以钉子为中心绕一圆周轨道旋转, 则 d 至少应等于多少?

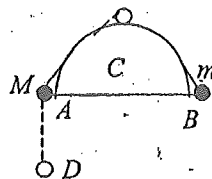
61. 一个质点在指向中心的平方反比力 $F = k/r^2$ (k 为常数) 的作用下, 作半径为 r 的圆周运动, 求质点运动的速度和总机械能, 选取距力心无穷远处的势能为零.



(60 题图)



(63 题图)



(64 题图)

62. 一轻绳上端固定, 下端挂一小球. 现将小球拉到与铅直方向成 θ 角的位置上再由静止释放, 若当球通过最低点时, 绳所受拉力为球重的 n 倍, 求 θ 角 (略去空气阻力).

63. 如图所示, 一质量为 m 的物体 A 放在一与水平面成 θ 角的固定光滑斜面上, 并系于一劲度系数为 k 的轻弹簧的一端, 弹簧的另一端固定. 设物体沿斜面的运动中, 在平衡位置处的初动能为 E_{k0} , 以弹簧原长处为坐标原点, 沿斜面向下为 x 轴正向, 试求: (1) 物体 A 处于平衡位置时的坐标 x_0 . (2) 物体 A 在弹簧伸长 x 时动能的表达式.

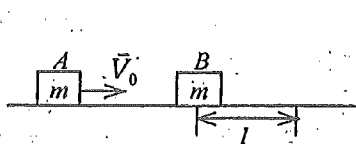
64. 如图所示, 一轻绳两端各系一球形物体, 质量分别为 M 和 m ($M > m$), 跨放在一个光滑的固定的半圆柱体上, 圆柱半径为 R , 两球刚好贴在圆柱截面的水平直径 AB 两端. 今让两个小球及轻绳从静止开始运动, 已知 m 到达圆柱侧面最高点 C 时刚好要脱离圆柱体, 求: (1) m 到达最高点时 M 的速度. (2) M 与 m 的比值.

65. 质量为 m 的一只狗, 站在质量为 M 的一条静止在湖面的船上, 船头垂直指向岸边, 狗与岸边的距离为 S_0 . 这只狗向着湖岸在船上走过 l 的距离停下来, 求这时狗离湖岸的距离 S (忽略船与水的摩擦阻力).

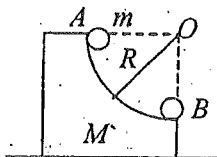
66. 如图所示, 在水平面上, 质量为 m 的物块 A 以速度 \vec{v}_0 同另一静止的质量同为 m 的物块 B 碰撞, 已知碰撞后物块 B 向前移动距离 l 后停止, 物块与桌子的摩擦系数为 μ . 问碰撞过程中, A 和 B 的动能损失多少?

67. 质量为 M 半径为 R 的 $1/4$ 圆周的光滑弧形滑块, 静止在光滑桌面上, 今有质量为 m 的

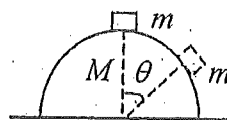
物体由弧的上端 A 点静止滑下, 试求当 m 滑到最低点 B 时, (1) m 相对于 M 的速度 v 及 M 对地的速度 V ; (2) M 对 m 的作用力 N .



(66 题图)



(67 题图)



(68 题图)

68. 质量为 M 、表面光滑的半球, 静止放在光滑的水平面上, 在其正上方置一质量为 m 的小滑块, 令小滑块从顶端无初速地滑下, 在如图所示的 θ 角位置处, 开始脱离半球, (1) 试求 θ 角满足的关系式; (2) 分别讨论 $m/M \ll 1$ 和 $m/M \gg 1$ 时 $\cos \theta$ 的取值.

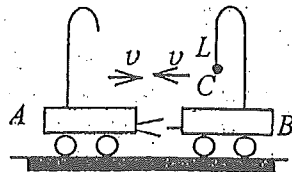
69. 一电子和一个静止着的氢原子发生对心完全弹性碰撞. 已知氢原子质量为电子质量的 1840 倍. 求碰撞过程中传给氢原子的能量与电子原来能量的比值.

70. 质量为 $m = 5.6 \text{ g}$ 的子弹 A , 以 $v_0 = 501 \text{ m/s}$ 的速率水平地射入一静止在水平面上的质量为 $M = 2 \text{ kg}$ 的木块 B 内, A 射入 B 后, B 向前移动了 $S = 50 \text{ cm}$ 后而停止, 求: (1) B 与水平面间的摩擦系数. (2) 木块对子弹所作的功 W_1 . (3) 子弹对木块所作的功 W_2 . (4) W_1 与 W_2 的大小是否相等? 为什么?

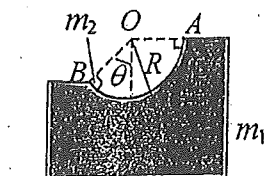
71. 设大船质量为 m_1 , 小船质量为 m_2 , 船上一人的质量为 m . (1) 试用计算结果证明如果人以同样的对地速度 v 跳上岸, 根据人需要付出的能量大小来判断, 从大船上跳上岸容易, 还是从小船上跳上岸容易? (2) 在这两种情况下, 船所获得的动量和动能是否相同? (忽略水的摩擦阻力, 起跳前人与船系统静止不动.)

72. 一质量为 m_1 的中子和一个质量为 m_2 的静止的原子核作对心完全弹性碰撞, 求中子碰撞后损失的动能占入射动能的百分数的表达式 (不计相对论效应). 设静止的原子核分别为 (a) 铅核 (b) 碳核 (c) 氢核, 分别计算动能损失的百分数, 并由此给出结论. (已知铅核、碳核、氢核的质量分别为 $207m_1$ 、 $12m_1$ 、 m_1)

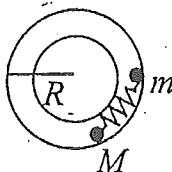
73. 小车 A 和 B 的质量均为 M , B 车上挂有质量为 $M/4$ 的金属球 C (如图), C 球相对于 B 车静止, 其悬线长为 $L = 0.4 \text{ m}$. 两车以相同的速率 $v = 1.8 \text{ m/s}$ 在光滑水平面上相向而行, 相碰后扣在一起运动. (设碰撞时间很短, $g = 10 \text{ m/s}^2$) 求: (1) C 球摆到最高点时的速度. (2) C 球摆到最高点时, 摆线与竖直方向的夹角.



74. 如图所示, 一个质量为 $m_1 = 4 \text{ kg}$ 表面光滑的圆弧形凹槽, 半径 $R = 0.2 \text{ m}$, 静止放在光滑的水平地面上. 槽的 A 端与圆弧中心 O 在同一水平面上, B 端和 O 的连线与竖直线夹角为 $\theta = 60^\circ$. 有一质量为 $m_2 = 1 \text{ kg}$ 的小滑块自 A 端从静止开始沿槽面下滑, 求滑块由 B 端滑出时, 槽相对于地面的速度.



(75 题图)



(76 题图)

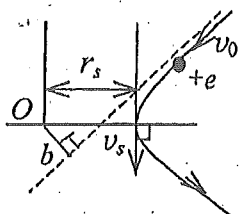
75. 两个滑冰运动员 A 、 B 的质量均为 $m = 70 \text{ kg}$, 以 $v_0 = 6.5 \text{ m/s}$ 的速率沿相反方向滑行,

滑行路线间的垂直距离为 $R = 10 \text{ m}$, 当彼此交错时, 各抓住 10 m 绳索的一端, 然后相对旋转, (1) 在抓住绳索之前, 各自对绳中心的角动量是多少? 抓住后又是多少? (2) 他们各自收拢绳索, 到绳长为 $r = 5 \text{ m}$ 时, 各自的速率如何? (3) 绳长为 5 m 时, 绳内的张力多大? (4) 二人在收拢绳索时, 设收绳速率相同, 问二人各做了多少功?

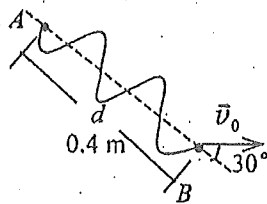
76. 在一较大的无摩擦的平均半径为 R 的水平圆槽内, 放有两个小球, 质量分别为 m 和 M , 两球可在圆槽内自由滑动. 现将一不计其长度的压缩的轻弹簧置于两球之间, 如图所示. (1) 将压缩弹簧释放后, 两球沿相反方向被射出, 而弹簧本身仍留在原处不动, 问小球将在槽内何处发生碰撞? (2) 设压缩弹簧具有弹性势能 E_0 , 问小球射出后, 经多少时间发生碰撞?

77. 当一质子通过质量较大带电荷为 Ze 的原子核附近时, 原子核可近似视为静止. 质子受到原子核的排斥力的作用, 它运动的轨道为双曲线, 如图所示. 设质子与原子相距很远时速度为 \bar{v}_0 , 沿 \bar{v}_0 方向的直线与原子核的垂直距离为 b . 试求质子与原子核最接近的距离

r_s . (提示: 电荷 q_1, q_2 距为 r 时, 带电系统的电势能为 Kq_1q_2/r , 式中 K 为常数; 略去质子受到的万有引力作用.)



(77 题图)



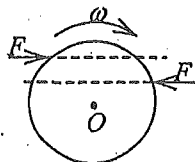
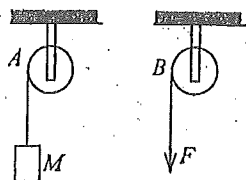
(78 题图)

78. 在光滑的水平面上, 有一根原长 $l_0 = 0.6 \text{ m}$ 、劲度系数 $k = 8 \text{ N/m}$ 的弹性绳, 绳的一端系着一个质量 $m = 0.2 \text{ kg}$ 的小球 B , 另一端固定在水面上的 A 点. 最初弹性绳是松弛的, 小球 B 的位置及速度 \bar{v}_0 如图所示. 在以后的运动中当小球 B 的速率为 v 时, 它与 A 点的距离最大, 且弹性绳长 $l = 0.8 \text{ m}$, 求此时的速率 v 及初速率 v_0 .

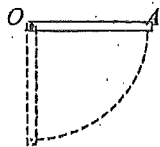
刚体习题

一、选择题

- 假设卫星环绕地球中心作圆周运动,则在运动过程中,卫星对地球中心的
 - 角动量守恒,动能也守恒.
 - 角动量守恒,动能不守恒.
 - 角动量不守恒,动能守恒.
 - 角动量不守恒,动能也不守恒.
 - 角动量守恒,动能也守恒.
- 一刚体以每分钟 60 转绕 z 轴做匀速转动(ω 沿 z 轴正方向). 设某时刻刚体上一点 P 的位置矢量为 $\vec{r} = 3\vec{i} + 4\vec{j} + 5\vec{k}$, 其单位为“ 10^{-2} m”, 若以“ 10^{-2} m/s”为速度单位, 则该时刻 P 点的速度为:
 - $\vec{v} = 94.2\vec{i} + 125.6\vec{j} + 157.0\vec{k}$
 - $\vec{v} = -25.1\vec{i} + 18.8\vec{j}$
 - $\vec{v} = -25.1\vec{i} - 18.8\vec{j}$
 - $\vec{v} = 31.4\vec{k}$
- 如图所示, A 、 B 为两个相同的绕着轻绳的定滑轮. A 滑轮挂一质量为 M 的物体, B 滑轮受拉力 F , 而且 $F = Mg$. 设 A 、 B 两滑轮的角加速度分别为 β_A 和 β_B , 不计滑轮轴的摩擦, 则有
 - $\beta_A = \beta_B$.
 - $\beta_A > \beta_B$.
 - $\beta_A < \beta_B$.
 - 开始时 $\beta_A = \beta_B$, 以后 $\beta_A < \beta_B$.
- 几个力同时作用在一个具有光滑固定转轴的刚体上, 如果这几个力的矢量和为零, 则此刚体
 - 必然不会转动.
 - 转速必然不变.
 - 转速必然改变.
 - 转速可能不变, 也可能改变.
- 一圆盘绕过盘心且与盘面垂直的光滑固定轴 O 以角速度 ω 按图示方向转动. 若如图所示的情况那样, 将两个大小相等方向相反但不在同一条直线的力 F 沿盘面同时作用到圆盘上, 则圆盘的角速度 ω
 - 必然增大.
 - 必然减少.
 - 不会改变.
 - 如何变化, 不能确定.



(5 题图)

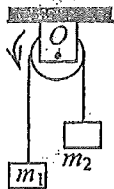


(6 题图)

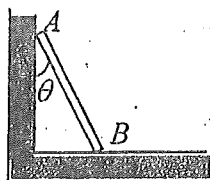
- 均匀细棒 OA 可绕通过其一端 O 而与棒垂直的水平固定光滑轴转动, 如图所示. 今使棒从水平位置由静止开始自由下落, 在棒摆动到竖直位置的过程中, 下述说法哪一种是正确的?
 - 角速度从小到大, 角加速度从大到小.
 - 角速度从小到大, 角加速度从小到大.
 - 角速度从大到小, 角加速度从大到小.
 - 角速度从大到小, 角加速度从小到大.
- 关于刚体对轴的转动惯量, 下列说法中正确的是
 - 只取决于刚体的质量, 与质量的空间分布和轴的位置无关.
 - 取决于刚体的质量和质量的空间分布, 与轴的位置无关.
 - 取决于刚体的质量、质量的空间分布和轴的位置.
 - 只取决于转轴的位置, 与刚体的质量和质量的空间分布无关.

8. 一轻绳跨过一具有水平光滑轴、质量为 M 的定滑轮, 绳的两端分别悬有质量为 m_1 和 m_2 的物体 ($m_1 < m_2$), 如图所示. 绳与轮之间无相对滑动. 若某时刻滑轮沿逆时针方向转动, 则绳中的张力

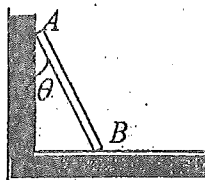
- (A) 处处相等. (B) 左边大于右边. (C) 右边大于左边. (D) 哪边大无法判断.



(8 题图)



(10 题图)



(11 题图)

9. 一轻绳绕在有水平轴的定滑轮上, 滑轮的转动惯量为 J , 绳下端挂一物体. 物体所受重力为 P , 滑轮的角加速度为 β . 若将物体去掉而以与 P 相等的力直接向下拉绳子, 滑轮的角加速度 β 将

- (A) 不变. (B) 变小. (C) 变大. (D) 如何变化无法判断.

10. 如图所示, 一质量为 m 的匀质细杆 AB , A 端靠在光滑的竖直墙壁上, B 端置于粗糙水平地面上而静止. 杆身与竖直方向成 θ 角, 则 A 端对墙壁的压力大小

- (A) 为 $\frac{1}{4}mg\cos\theta$. (B) 为 $\frac{1}{2}mgtg\theta$ (C) 为 $mg\sin\theta$. (D) 不能唯一确定.

11. 如图所示, 一质量为 m 的匀质细杆 AB , A 端靠在粗糙的竖直墙壁上, B 端置于粗糙水平地面上而静止. 杆身与竖直方向成 θ 角, 则 A 端对墙壁的压力大小

- (A) 为 $\frac{1}{4}mg\cos\theta$. (B) 为 $\frac{1}{2}mgtg\theta$. (C) 为 $mg\sin\theta$. (D) 不能唯一确定.

12. 两个匀质圆盘 A 和 B 的密度分别为 ρ_A 和 ρ_B , 若 $\rho_A > \rho_B$, 但两圆盘的质量与厚度相同, 如两盘对通过盘心垂直于盘面轴的转动惯量各为 J_A 和 J_B , 则

- (A) $J_A > J_B$. (B) $J_B > J_A$. (C) $J_A = J_B$. (D) J_A 、 J_B 哪个大, 不能确定.

13. 有两个半径相同, 质量相等的细圆环 A 和 B . A 环的质量分布均匀, B 环的质量分布不均匀. 它们对通过环心并与环面垂直的轴的转动惯量分别为 J_A 和 J_B , 则

- (A) $J_A > J_B$. (B) $J_A < J_B$. (C) $J_A = J_B$. (D) 不能确定 J_A 、 J_B 哪个大.

14. 有两个力作用在一个有固定转轴的刚体上:

- (1) 这两个力都平行于轴作用时, 它们对轴的合力矩一定是零;
- (2) 这两个力都垂直于轴作用时, 它们对轴的合力矩可能是零;
- (3) 当这两个力的合力为零时, 它们对轴的合力矩也一定是零;
- (4) 当这两个力对轴的合力矩为零时, 它们的合力也一定是零.

在上述说法中,

- (A) 只有(1)是正确的. (B) (1)、(2)正确, (3)、(4)错误.
(C) (1)、(2)、(3)都正确, (4)错误. (D) (1)、(2)、(3)、(4)都正确.

15. 将细绳绕在一个具有水平光滑轴的飞轮边缘上, 现在在绳端挂一质量为 m 的重物, 飞轮的角加速度为 β . 如果以拉力 $2mg$ 代替重物拉绳时, 飞轮的角加速度将

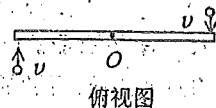
- (A) 小于 β . (B) 大于 β , 小于 2β . (C) 大于 2β . (D) 等于 2β .

16. 花样滑冰运动员绕通过自身的竖直轴转动, 开始时两臂伸开, 转动惯量为 J_0 , 角速度为 ω_0 . 然后她将两臂收回, 使转动惯量减少为 $J_0/3$. 这时她转动的角速度变为

- (A) $\omega_0/3$. (B) $(1/\sqrt{3})\omega_0$. (C) $\sqrt{3}\omega_0$. (D) $3\omega_0$.

17. 光滑的水平桌面上, 有一长为 $2L$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕通过其中点且垂直于杆的
 竖直光滑固定轴 O 自由转动, 其转动惯量为 $\frac{1}{3}mL^2$, 起初杆静止. 桌

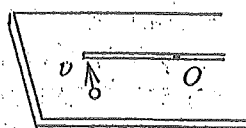
面上有两个质量均为 m 的小球, 各自在垂直于杆的方向上, 正对
 着杆的一端, 以相同速率 v 相向运动, 如图所示. 当两小球同时
 与杆的两个端点发生完全非弹性碰撞后, 就与杆粘在一起转动,
 则这一系统碰撞后的转动角速度应为:



- (A) $\frac{2v}{3L}$, (B) $\frac{4v}{5L}$, (C) $\frac{6v}{7L}$, (D) $\frac{8v}{9L}$, (E) $\frac{12v}{7L}$.

18. 如图所示, 一静止的均匀细棒, 长为 L 、质量为 M , 可绕通过棒的端点且垂直于棒长的
 光滑固定轴 O 在水平面内转动, 转动惯量为 $ML^2/3$. 一质量为 m 、速率为 v 的子弹在水平面内沿与棒垂直的方向射出并穿出棒的自由端, 设穿过棒后子弹的速率为 $v/2$, 则此时
 棒的角速度应为 (A) $\frac{mv}{ML}$, (B) $\frac{3mv}{2ML}$, (C) $\frac{5mv}{3ML}$, (D) $\frac{7mv}{4ML}$

19. 光滑的水平桌面上有长为 $2l$ 、质量为 m 的匀质细杆, 可绕
 通过其中点 O 且垂直于桌面的竖直固定轴自由转动, 转动惯量
 为 $\frac{1}{3}ml^2$, 起初杆静止. 有一质量为 m 的小球在桌面上正对着



杆的一端, 在垂直于杆长的方向上, 以速率 v 运动, 如图所示. 当小球与杆端发生碰撞后,
 就与杆粘在一起随杆转动. 则这一系统碰撞后的转动角速度是

- (A) $\frac{lv}{12}$, (B) $\frac{2v}{3l}$, (C) $\frac{3v}{4l}$, (D) $\frac{3v}{l}$.

20. 一水平圆盘可绕通过其中心的固定竖直轴转动, 盘上站着一个人. 把人和圆盘取作系
 统, 当此人在盘上随意走动时, 若忽略轴的摩擦, 此系统

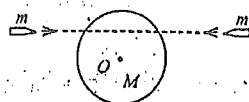
- (A) 动量守恒. (B) 机械能守恒. (C) 对转轴的角动量守恒.
 (D) 动量、机械能和角动量都守恒. (E) 动量、机械能和角动量都不守恒.

21. 质量为 m 的小孩站在半径为 R 的水平平台边缘上. 平台可以绕通过其中心的竖直光滑
 固定轴自由转动, 转动惯量为 J . 平台和小孩开始时均静止. 当小孩突然以相对于地面为
 v 的速率在台边缘沿逆时针转向走动时, 则此平台相对地面旋转的角速度和旋转方向分别

为 (A) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针, (B) $\omega = \frac{mR^2}{J} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针.

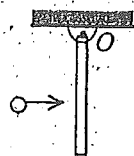
(C) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 顺时针, (D) $\omega = \frac{mR^2}{J + mR^2} \left(\frac{v}{R} \right)$, 逆时针.

22. 一圆盘正绕垂直于盘面的水平光滑固定轴 O 转动, 如图射
 来两个质量相同, 速度大小相同, 方向相反并在一条直线上的
 子弹, 子弹射入圆盘并且留在盘内, 则子弹射入后的瞬间, 圆
 盘的角速度 ω



- (A) 增大. (B) 不变. (C) 减小. (D) 不能确定.

23. 如图所示, 一匀质细杆可绕通过上端与杆垂直的水平光滑固定轴 O
 旋转, 初始状态为静止悬挂. 现有一个小球自左方水平打击细杆. 设小
 球与细杆之间为非弹性碰撞, 则在碰撞过程中对细杆与小球这一系统



- (A) 只有机械能守恒. (B) 只有动量守恒.

(C) 只有对转轴 O 的角动量守恒. (D) 机械能、动量和角动量均守恒.

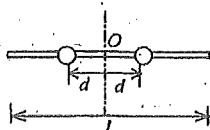
24. 刚体角动量守恒的充分而必要的条件是

- (A) 刚体不受外力矩的作用. (B) 刚体所受合外力矩为零.
 (C) 刚体所受的合外力和合外力矩均为零.
 (D) 刚体的转动惯量和角速度均保持不变.

25. 一块方板, 可以绕通过其一个水平边的光滑固定轴自由转动. 最初板自由下垂. 今有一小团粘土, 垂直板面撞击方板, 并粘在板上. 对粘土和方板系统, 如果忽略空气阻力, 在碰撞中守恒的量是

- (A) 动能. (B) 绕木板转轴的角动量. (C) 机械能. (D) 动量.

26. 如图所示, 一水平刚性轻杆, 质量不计, 杆长 $l=20\text{ cm}$, 其上穿有两个小球. 初始时, 两小球相对杆中心 O 对称放置, 与 O 的距离 $d=5\text{ cm}$, 二者之间用细线拉紧. 现在让细杆绕通过中心 O 的竖直固定轴作匀角速的转动, 转速为 ω_0 , 再烧断细线让两球向杆的两端滑动. 不考虑转轴的和空气的摩擦, 当两球都滑至杆端时, 杆的角速度为. (A) $2\omega_0$. (B) ω_0 . (C) $\omega_0/2$. (D) $\omega_0/4$.



27. 关于力矩有以下几种说法:

- (1) 对某个定轴而言, 内力矩不会改变刚体的角动量;
 (2) 作用力和反作用力对同一轴的力矩之和必为零.
 (3) 质量相等, 形状和大小不同的两个刚体, 在相同力矩的作用下, 它们的角加速度一定相等.

在上述说法中,

- (A) 只有(2)是正确的. (B) (1)、(2)是正确的.
 (C) (2)、(3)是正确的. (D) (1)、(2)、(3)都是正确的.

28. 一个物体正在绕固定光滑轴自由转动,

- (A) 它受热膨胀或遇冷收缩时, 角速度不变.
 (B) 它受热时角速度变大, 遇冷时角速度变小.
 (C) 它受热或遇冷时, 角速度均变大.
 (D) 它受热时角速度变小, 遇冷时角速度变大.

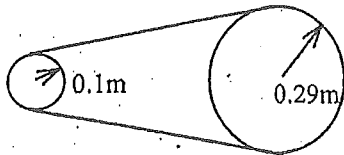
29. 有一半径为 R 的水平圆转台, 可绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动, 转动惯量为 J , 开始时转台以匀角速度 ω_0 转动, 此时有一质量为 m 的人站在转台中心. 随后人沿半径向外跑去, 当人到达转台边缘时, 转台的角速度为

- (A) $\frac{J}{J+mR^2}\omega_0$. (B) $\frac{J}{(J+m)R^2}\omega_0$. (C) $\frac{J}{mR^2}\omega_0$. (D) ω_0 .

二、填空题

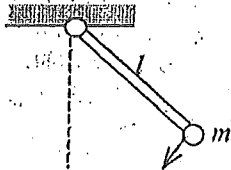
1. 一个以恒定角加速度转动的圆盘, 如果在某一时刻的角速度为 $\omega_1=20\pi\text{ rad/s}$, 再转 60 转后角速度为 $\omega_2=30\pi\text{ rad/s}$, 则角加速度 $\beta=$ _____, 转过上述 60 转所需的时间 $\Delta t=$ _____.

2. 利用皮带传动, 用电动机拖动一个真空泵. 电动机上装一半径为 0.1 m 的轮子, 真空泵上装一半径为 0.29 m 的轮子, 如图所示. 如果电动机的转速为 1450 rev/min , 则真空泵上的轮子的边缘上一点的线速度为 _____.

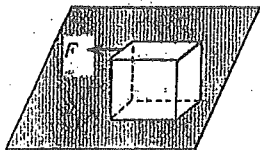


真空泵的转速为_____。

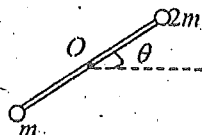
3. 半径为 $r=1.5\text{ m}$ 的飞轮, 初角速度 $\omega_0=10\text{ rad/s}$; 角加速度 $\beta=-5\text{ rad/s}^2$, 则在 $t=$ _____时角位移为零, 而此时边缘上点的线速度 $v=$ _____。
4. 可绕水平轴转动的飞轮; 直径为 1.0 m , 一条绳子绕在飞轮的外周边缘上, 如果飞轮从静止开始做匀角加速运动且在 4 s 内绳被展开 10 m , 则飞轮的角加速度为_____。
5. 绕定轴转动的飞轮均匀地减速, $t=0$ 时角速度为 $\omega_0=5\text{ rad/s}$, $t=20\text{ s}$ 时角速度为 $\omega=0.8\omega_0$, 则飞轮的角加速度 $\beta=$ _____, $t=0$ 到 $t=100\text{ s}$ 时间内飞轮所转过的角度 $\theta=$ _____。
6. 一个匀质圆盘由静止开始以恒定角加速度绕通过中心且垂直于盘面的轴转动, 在某时刻转速为 10 rev/s ; 再转 60 圈后转速变为 15 rev/s , 则由静止达到 10 rev/s 所需时间 $t=$ _____; 由静止到 10 rev/s 时圆盘所转的圈数 $N=$ _____。
7. 一飞轮作匀减速转动, 在 5 s 内角速度由 $40\pi\text{ rad/s}$ 减到 $10\pi\text{ rad/s}$, 则飞轮在这 5 s 内总共转过了_____圈, 飞轮再经_____的时间才能停止转动。
8. 半径为 30 cm 的飞轮, 从静止开始以 0.50 rad/s^2 的匀角加速度转动, 则飞轮边缘上一点在飞轮转过 240° 时的切向加速度 $a_t=$ _____, 法向加速度 $a_n=$ _____。
9. 半径为 20 cm 的主动轮, 通过皮带拖动半径为 50 cm 的被动轮转动, 皮带与轮之间无相对滑动, 主动轮从静止开始作匀角加速转动, 在 4 s 内被动轮的角速度达到 $8\pi\text{ rad/s}$, 则主动轮在这段时间内转过了_____圈。
10. 一均匀细直棒, 可绕通过其一端的光滑固定轴在竖直平面内转动, 使棒从水平位置自由下摆, 棒是否作匀角加速转动? _____, 理由是_____。
11. 决定刚体转动惯量的因素是_____。
12. 一长为 l , 质量可以忽略的直杆, 可绕通过其一端的水平光滑轴在竖直平面内作定轴转动, 在杆的另一端固定着一质量为 m 的小球, 如图所示, 现将杆由水平位置无初转速地释放, 则杆刚被释放时的角加速度 $\beta_0=$ _____, 杆与水平方向夹角为 60° 时的角加速度 $\beta=$ _____。



(12 题图)

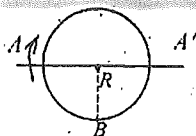


(13 题图)



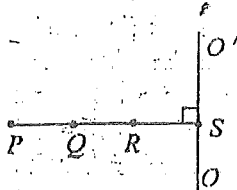
(14 题图)

13. 质量为 20 kg 、边长为 1.0 m 的均匀立方物体, 放在水平地面上, 有一拉力 F 作用在该物体一顶边的中点, 且与包含该顶边的物体侧面垂直, 如图所示, 地面极粗糙, 物体不可能滑动, 若要使该立方体翻转 90° , 则拉力 F 不能小于_____。
14. 一长为 l 、质量可以忽略的直杆, 两端分别固定有质量为 $2m$ 和 m 的小球, 杆可绕通过其中心 O 且与杆垂直的水平光滑固定轴在铅直平面内转动, 开始杆与水平方向成某角度 θ , 处于静止状态, 如图所示, 释放后, 杆绕 O 轴转动, 则当杆转到水平位置时, 该系统所受到的合外力矩的大小 $M=$ _____, 此时该系统角加速度的大小 $\beta=$ _____。
15. 飞轮以 600 rev/min 的转速旋转, 转动惯量为 2.5 kgm^2 , 现加一恒定的制动力矩使飞轮在 1 s 内停止转动, 则该恒定制动力矩的大小 $M=$ _____。
16. 如图所示, 质量为 m 、半径为 R 的薄圆盘, 可绕通过其直径的光滑固定轴 AA' 转动, 转动惯量 $J=mR^2/4$, 该圆盘从静止开始在恒力矩 M 作用下转动, t 秒后位于圆盘边缘上与轴 AA' 的垂直距离为 R 的 B 点的切向加速度 $a_t=$ _____, 法向加速度 $a_n=$ _____。
17. 一个能绕固定轴转动的轮子, 除受到轴承的恒定摩擦力矩 M_f 外, 还受到恒定外力矩 M 的作用, 若 $M=20\text{ Nm}$, 轮子对固定轴的转动惯量为 $J=15\text{ kgm}^2$, 在 $t=10\text{ s}$ 内, 轮子的

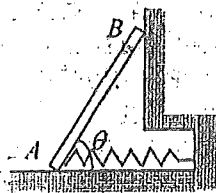


角速度由 $\omega=0$ 增大到 $\omega=10 \text{ rad/s}$, 则 $M_1 =$ _____.

18. 如图所示, P 、 Q 、 R 和 S 是附于刚性轻质细杆上的质量分别为 $4m$ 、 $3m$ 、 $2m$ 和 m 的四个质点, $PQ=QR=RS=l$, 则系统对 OO' 轴的转动惯量为 _____.



(18 题图)



(19 题图)

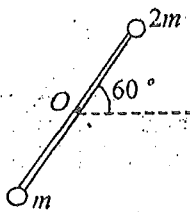
19. 一长为 l 、重 W 的均匀梯子, 靠墙放置, 如图. 梯子下端连一劲度系数为 k 的弹簧. 当梯子靠墙竖直放置时, 弹簧处于自然长度. 墙和地面都是光滑的. 当梯子依墙而与地面成 θ 角且处于平衡状态时, (1) 地面对梯子的作用力的大小为 _____, (2) 墙对梯子的作用力的大小为 _____, (3) W 、 k 、 l 、 θ 应满足的关系式为 _____.

20. 一作定轴转动的物体, 对转轴的转动惯量 $J=3.0 \text{ kgm}^2$, 角速度 $\omega_0=6.0 \text{ rad/s}$. 现对物体加一恒定的制动力矩 $M=-12 \text{ Nm}$, 当物体的角速度减慢到 $\omega=2.0 \text{ rad/s}$ 时, 物体已转过了角度 $\Delta\theta =$ _____.

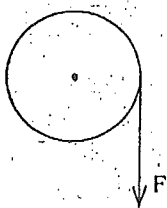
21. 一个作定轴转动的轮子, 对轴的转动惯量 $J=2.0 \text{ kgm}^2$, 正以角速度 ω_0 作匀速转动. 现对轮子加一恒定的力矩 $M=-12 \text{ Nm}$, 经过时间 $t=8.0 \text{ s}$ 时轮子的角速度 $\omega=-\omega_0$, 则 $\omega_0 =$ _____.

22. 一个作定轴转动的物体, 对转轴的转动惯量为 J . 正以角速度 $\omega=10 \text{ rad/s}$ 匀速转动, 现对物体加一恒定制动力矩 $M=-0.5 \text{ Nm}$, 经过时间 $t=5.0 \text{ s}$ 后, 物体停止了转动. 物体的转动惯量 $J =$ _____.

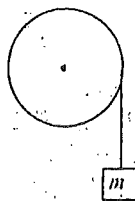
23. 一长为 L 的轻质细杆, 两端分别固定质量为 m 和 $2m$ 的小球, 此系统在竖直平面内可绕过中点 O 且与杆垂直的水平光滑固定轴 (O 轴) 转动. 开始时杆与水平成 60° 角, 处于静止状态. 无初转速地释放以后, 杆球这一刚体系统绕 O 轴转动. 系统绕 O 轴的转动惯量 $J =$ _____. 释放后, 当杆转到水平位置时, 刚体受到的合外力矩 $M =$ _____. 角加速度 $\beta =$ _____.



(23 题图)



(24 题图)



(27 题图)

24. 如图所示, 一轻绳绕于半径 $r=0.2 \text{ m}$ 的飞轮边缘, 并施以 $F=98 \text{ N}$ 的拉力, 若不计轴的摩擦, 飞轮的角加速度等于 39.2 rad/s^2 , 此飞轮的转动惯量为 _____.

25. 一可绕定轴转动的飞轮, 在 20 Nm 的总力矩作用下, 在 10 s 内转速由零均匀地增加到 8 rad/s , 飞轮的转动惯量 $J =$ _____.

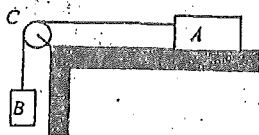
26. 一滑轮质量为 M 、半径为 R , 对水平轴的转动惯量 $J=MR^2/2$. 在滑轮的边缘绕细绳, 绳的下端挂一物体, 绳的质量可以忽略且不能伸长, 滑轮与轴承间无摩擦. 物体下落的加速度为 a , 则绳中的张力 $T =$ _____.

27. 如图所示, 一轻绳绕于半径为 r 的飞轮边缘, 并以质量为 m 的物体挂在绳端, 飞轮对过轮心且与轮面垂直的水平固定轴的转动惯量为 J . 若不计摩擦, 飞轮的角加速度 $\beta =$ _____.

28. 半径为 R 具有光滑轴的定滑轮边缘绕一细绳, 绳的下端挂一质量为 m 的物体. 绳的质量可以忽略, 绳与定滑轮之间无相对滑动. 若物体下落的加速度为 a , 则定滑轮对轴的转

动惯量 $J =$ _____.

29. 如图所示, 滑块 A 、重物 B 和滑轮 C 的质量分别为 m_A 、 m_B 和 m_C . 滑轮的半径为 R , 滑轮对轴的转动惯量 $J = \frac{1}{2} m_C R^2$.



滑块 A 与桌面间、滑轮与轴承之间均无摩擦, 绳的质量可不计, 绳与滑轮之间无相对滑动. 滑块 A 的加速度 $a =$ _____.

30. 转动着的飞轮的转动惯量为 J , 在 $t=0$ 时角速度为 ω_0 . 此后飞轮经历制动过程. 阻力矩 M 的大小与角速度 ω 的平方成正比, 比例系数为 k (k 为大于 0 的常量). 当 $\omega = \frac{1}{3} \omega_0$ 时,

飞轮的角加速度 $\beta =$ _____. 从开始制动到 $\omega = \frac{1}{3} \omega_0$ 所经过的时间 $t =$ _____.

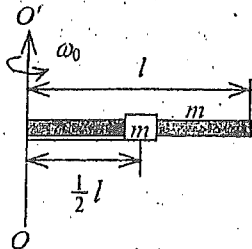
31. 一根均匀棒, 长为 l , 质量为 m , 可绕通过其一端且与其垂直的固定轴在竖直面内自由转动. 开始时棒静止在水平位置, 当它自由下摆时, 它的初角速度等于 _____, 初角加速度等于 _____. 已知均匀棒对于通过其一端垂直于棒的轴的转动惯量为 $\frac{1}{3} ml^2$.

32. 一根质量为 m 、长为 l 的均匀细杆, 可在水平桌面上绕通过其一端的竖直固定轴转动. 已知细杆与桌面的滑动摩擦系数为 μ , 则杆转动时受的摩擦力矩的大小为 _____.

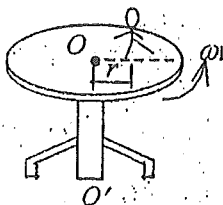
33. 一飞轮以角速度 ω_0 绕光滑固定轴旋转, 飞轮对轴的转动惯量为 J_1 ; 另一静止飞轮突然和上述转动的飞轮啮合, 绕同一转轴转动, 该飞轮对轴的转动惯量为前者的二倍. 啮合后整个系统的角速度 $\omega =$ _____.

34. 定轴转动刚体的角动量(动量矩)定理的内容是 _____, 其数学表达式可写成 _____. 动量矩守恒的条件是 _____.

35. 在一水平放置的质量为 m 、长度为 l 的均匀细杆上, 套着一质量也为 m 的套管 B (可看作质点), 套管用细线拉住, 它到竖直的光滑固定轴 OO' 的距离为 $\frac{1}{2}l$, 杆和套管所组成的系统以角速度 ω_0 绕 OO' 轴转动, 如图所示. 若在转动过程中细线被拉断, 套管将沿着杆滑动. 在套管滑动过程中, 该系统转动的角速度 ω 与套管离轴的距离 x 的函数关系为 _____.



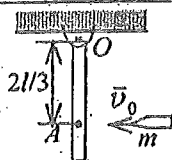
(35 题图)



(36 题图)

36. 有一半径为 R 的匀质圆形水平转台, 可绕通过盘心 O 且垂直于盘面的竖直固定轴 OO' 转动, 转动惯量为 J . 台上有一人, 质量为 m . 当他站在离转轴 r 处时 ($r < R$), 转台和人一起以 ω_1 的角速度转动, 如图. 若转轴处摩擦可以忽略, 问当人走到转台边缘时, 转台和人一起转动的角速度 $\omega_2 =$ _____.

37. 长为 l 、质量为 M 的匀质杆可绕通过杆一端 O 的水平光滑固定轴转动, 转动惯量为 $\frac{1}{3} Ml^2$. 开始时杆竖直下垂, 如图所示. 有一质量为 m 的子弹以水平速度 \bar{v}_0 射入杆上 A 点, 并嵌在杆中, $OA = 2l/3$, 则子弹射入后瞬间杆的角速度 $\omega =$ _____.



(37 题图)



俯视图

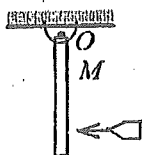
(38 题图)

38. 质量为 m 、长为 l 的棒，可绕通过棒中心且与棒垂直的竖直光滑固定轴 O 在水平面内自由转动(转动惯量 $J = ml^2/12$)。开始时棒静止，现有子弹，质量也是 m ，在水平面内以速度 v_0 垂直射入棒端并嵌在其中，则子弹嵌入后棒的角速度 $\omega =$ _____。

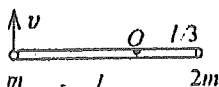
39. 力矩的定义式为 _____。在力矩作用下，一个绕轴转动的物体作 _____ 运动。若系统所受的合外力矩为零，则系统的 _____ 守恒。

40. 一转台绕竖直固定光滑轴转动，每 10 s 转一周，转台对轴的转动惯量为 1200 kgm^2 。质量为 80 kg 的人，开始时站在台的中心，随后沿半径向外跑去，问当人离转台中心 2 m 时，转台的角速度为 _____。

41. 长为 l 的杆如图悬挂。 O 为水平光滑固定转轴，平衡时杆竖直下垂，一子弹水平地射入杆中，则在此过程中， _____ 系统对转轴 O 的 _____ 守恒。

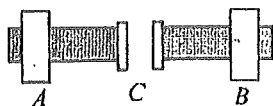


(41 题图)



俯视图

(42 题图)



(44 题图)

42. 质量分别为 m 和 $2m$ 的两物体(都可视为质点)，用一长为 l 的轻质刚性细杆相连，系统绕通过杆且与杆垂直的竖直固定轴 O 转动，已知 O 轴离质量为 $2m$ 的质点的距离为 $\frac{1}{3}l$ 。

质量为 m 的质点的线速度为 v 且与杆垂直，则该系统对转轴的角动量(动量矩)大小为 _____。

43. 一个质量为 m 的小虫，在有光滑竖直固定中心轴的水平圆盘边缘上，沿逆时针方向爬行，它相对于地面的速率为 v ，此时圆盘正沿顺时针方向转动，相对于地面的角速度为 ω 。设圆盘对中心轴的转动惯量为 J 。若小虫停止爬行，则圆盘的角速度为 _____。

44. 如图所示， A 、 B 两飞轮的轴杆在一条直线上，并可用摩擦啮合器 C 使它们连结。开始时 B 轮静止， A 轮以角速度 ω_A 转动，设在啮合过程中两飞轮不受其它力矩的作用。当两轮连结在一起后，共同的角速度为 ω ，若 A 轮的转动惯量为 J_A ，则 B 轮的转动惯 $J_B =$ _____。

45. 一水平的匀质圆盘，可绕通过盘心的竖直光滑固定轴自由转动。圆盘质量为 M ，半径为 R ，对轴的转动惯量 $J = \frac{1}{2}MR^2$ 。当圆盘以角速度 ω_0 转动时，有一质量为 m 的子弹沿盘的直径方向射入而嵌在盘的边缘上。子弹射入后，圆盘的角速度 $\omega =$ _____。

46. 地球的自转角速度可以认为是恒定的。地球对于自转轴的转动惯量 $J = 9.8 \times 10^{37} \text{ kgm}^2$ 。地球对自转轴的角动量 $L =$ _____。

47. 一个圆柱体质量为 M ，半径为 R ，可绕固定的通过其中心轴线的轴转动，原来处于静止。现有一质量为 m 、速度为 v 的子弹，沿圆周切线方向射入圆柱体边缘。子弹嵌入圆柱体后的瞬间，圆柱体与子弹一起转动的角速度 $\omega =$ _____。(已知圆柱体绕固定轴的转动惯量 $J = MR^2/2$)

48. 一杆长 $l = 50 \text{ cm}$ ，可绕通过其上端的水平光滑固定轴 O 在竖直平面内转动，相对于 O

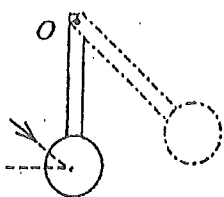
轴的转动惯量 $J=5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. 原来杆静止并自然下垂. 若在杆的下端水平射入质量 $m=0.01 \text{ kg}$ 、速率为 $v=400 \text{ m/s}$ 的子弹并嵌入杆内, 则杆的角速度为 $\omega=$ _____.

49. 一人坐在转椅上, 双手各持一哑铃, 哑铃与转轴的距离各为 0.6 m . 先让人体以 5 rad/s 的角速度随转椅旋转. 此后, 人将哑铃拉回使与转轴距离为 0.2 m . 人体和转椅对轴的转动惯量为 $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, 并视为不变. 每一哑铃的质量为 5 kg 可视为质点. 哑铃被拉回后, 人体的角速度 $\omega=$ _____.

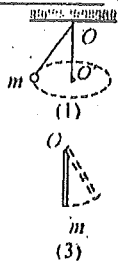
50. 两个质量都为 100 kg 的人, 站在一质量为 200 kg 、半径为 3 m 的水平转台的直径两端. 转台的固定竖直转轴通过其中心且垂直于台面. 初始时, 转台每 5 s 转一圈. 当这两人以相同的快慢走到转台的中心时, 转台的角速度 $\omega=$ _____. (已知转台对转轴的转动惯量 $J=MR^2/2$, 计算时忽略转台在转轴处的摩擦).

51. 质量为 $M=0.03 \text{ kg}$ 、长为 $l=0.2 \text{ m}$ 的均匀细棒, 可在水平面内绕通过棒中心并与棒垂直的光滑固定轴转动, 其转动惯量为 $Ml^2/12$. 棒上套有两个可沿棒滑动的小物体, 它们的质量均为 $m=0.02 \text{ kg}$. 开始时, 两个小物体分别被夹子固定于棒中心的两边, 到中心的距离均为 $r=0.05 \text{ m}$, 棒以 $0.5\pi \text{ rad/s}$ 的角速度转动. 今将夹子松开, 两小物体就沿细棒向外滑去, 当达到棒端时棒的角速度 $\omega=$ _____.

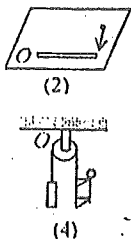
52. 如图所示, 一匀质木球固结在一细棒下端, 且可绕水平光滑固定轴 O 转动. 今有一子弹沿着与水平面成一角度的方向击中木球而嵌于其中, 则在此击中过程中, 木球、子弹、细棒系统的_____守恒, 原因是_____. 木球被击中后棒和球升高的过程中, 木球、子弹、细棒、地球系统的_____守恒.



(52 题图)

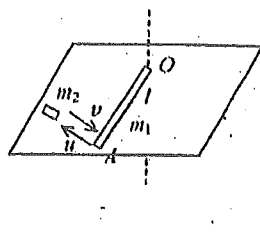


(3)



(4)

(53 题图)



(54 题图)

53. 判断图示的各种情况中, 哪种情况角动量是守恒的. 请把序号填在横线上的空白处_____.

(1) 圆锥摆中作水平匀速圆周运动的小球 m , 对竖直轴 OO' 的角动量.

(2) 光滑水平桌面上, 匀质杆被运动的小球撞击其一端, 杆与小球系统, 对于通过杆另一端的竖直固定光滑轴 O 的角动量.

(3) 绕光滑水平固定轴 O 自由摆动的米尺, 对轴 O 的角动量.

(4) 一细绳绕过有光滑轴的定滑轮, 滑轮一侧为一重物 m , 另一侧为一质量等于 m 的人, 在人向上爬的过程中, 人与重物系统对转轴 O 的角动量.

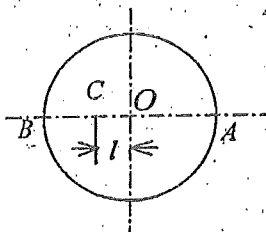
54. 如图所示, 有一长度为 l , 质量为 m_1 的均匀细棒, 静止平放在光滑水平桌面上, 它可绕通过其端点 O , 且与桌面垂直的固定光滑轴转动, 转动惯量 $J=\frac{1}{3}m_1l^2$. 另有一质量为 m_2 、水平运动的小滑块, 从棒的侧面沿垂直于棒的方向与棒的另一端 A 相碰撞, 并被棒反向弹回, 碰撞时间极短. 已知小滑块与细棒碰撞前后的速率分别为 v 和 u , 则碰撞后棒绕 O 轴转动的角速度 $\omega=$ _____.

三、计算题

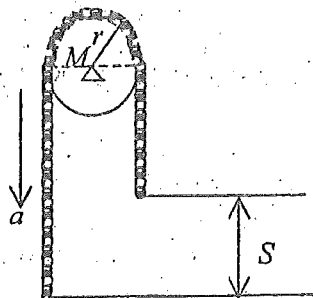
1. 三根匀质细杆, 质量均为 m , 长度均为 l , 将它们首尾相接构成一个三角架, 三角架对通过角顶与架面垂直的轴的转动惯量为_____.

2. 一半径为 r 的圆盘, 可绕一垂直于圆盘面的转轴作定轴转动. 现在由于某种原因转轴偏

离了盘心 O ，而在 C 处，如图所示。若 A 、 B 是通过 CO 的圆盘直径上的两个端点，则 A 、 B 两点的速率将有所不同，现在假定圆盘转动的角速度 ω 是已知的，而 v_A 、 v_B 可以通过仪器测出，试通过这些量求出偏心距 l 。



(2 题图)



(5 题图)

3. 一飞轮以等角加速度 2 rad/s^2 转动，在某时刻以后的 5 s 内飞轮转动了 100 rad 。若此飞轮是由静止开始转动的，问在上述的某时刻以前飞轮转动了多少时间？

4. 已知一定轴转动体系，在各个时间间隔内的角速度如下：

$$\omega = \omega_0 \quad 0 \leq t \leq 5 \quad (\text{SI})$$

$$\omega = \omega_0 + 3t - 15 \quad 5 \leq t \leq 8 \quad (\text{SI})$$

$$\omega = \omega_1 - 3t + 24 \quad t \geq 8 \quad (\text{SI})$$

式中 $\omega_0 = 18 \text{ rad/s}$

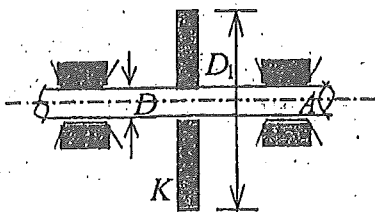
(1) 求上述方程中的 ω_1 。

(2) 根据上述规律，求该体系在什么时刻角速度为零。

5. 质量为 M 的匀质圆盘，可绕通过盘中心垂直于盘的固定光滑轴转动，转动惯量为 $\frac{1}{2} M r^2$ 。绕过盘的边缘挂有质量为 m ，长为 l 的匀质柔软绳索（如图）。设绳与圆盘无相对滑动，试求当圆盘两侧绳长之差为 S 时，绳的加速度的大小。

6. 有一半径为 R 的圆形平板平放在水平桌面上，平板与水平桌面的摩擦系数为 μ ，若平板绕通过其中心且垂直板面的固定轴以角速度 ω_0 开始旋转，它将在旋转几圈后停止？（已知圆形平板的转动惯量 $J = \frac{1}{2} m R^2$ ，其中 m 为圆形平板的质量）。

7. 如图所示，一圆盘形工件 K 套装在一根可转动的固定轴 A 上，它们的中心线互相重合，圆盘的内外直径分别为 D 和 D_1 。该工件在外力矩作用下获得角速度 ω_0 ，这时撤掉外力矩，工件在轴所受的阻力矩作用下最后停止转动，其间经过了时间 t 。试求轴所受的阻力矩。这里圆盘工件绕其中心轴转动的转动惯量为 $m(D^2 + D_1^2)/8$ ， m 为圆盘的质量，轴的转动惯量忽略不计。

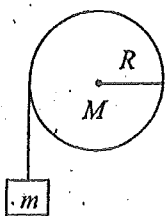


8. 一砂轮直径为 1 m 质量为 50 kg ，以 900 rev/min 的转速转动。撤去动力后，一工件以 200 N 的正压力作用在轮边缘上，使砂轮在 11.8 s 内停止。求砂轮和工件间的摩擦系数。（砂轮轴的摩擦可忽略不计，砂轮绕轴的转动惯量为 $\frac{1}{2} m R^2$ ，其中 m 和 R 分别为砂轮的质量和半径）。

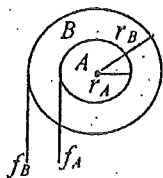
9. 如图所示，一个质量为 m 的物体与绕在定滑轮上的绳子相联，绳子质量可以忽略，它

与定滑轮之间无滑动. 假定定滑轮质量为 M 、半径为 R , 其转动惯量为 $\frac{1}{2}MR^2$, 滑轮轴光滑. 试求该物体由静止开始下落的过程中, 下落速度与时间的关系.

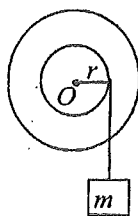
10. 如图所示, 转轮 A 、 B 可分别独立地绕光滑的固定轴 O 转动, 它们的质量分别为 $m_A = 10 \text{ kg}$ 和 $m_B = 20 \text{ kg}$, 半径分别为 r_A 和 r_B . 现用力 f_A 和 f_B 分别向下拉绕在轮上的细绳且使绳与轮之间无滑动. 为使 A 、 B 轮边缘处的切向加速度相同, 相应的拉力 f_A 、 f_B 之比应为多少? (其中 A 、 B 轮绕 O 轴转动时的转动惯量分别为 $J_A = \frac{1}{2}m_A r_A^2$ 和 $J_B = \frac{1}{2}m_B r_B^2$)



(9 题图)



(10 题图)



(11 题图)

11. 一质量为 m 的物体悬于一条轻绳的一端, 绳另一端绕在一轮轴的轴上, 如图所示. 轴水平且垂直于轮轴面, 其半径为 r , 整个装置架在光滑的固定轴承之上. 当物体从静止释放后, 在时间 t 内下降了一段距离 S . 试求整个轮轴的转动惯量(用 m 、 r 、 t 和 S 表示).

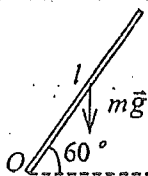
12. 一定滑轮半径为 0.1 m , 相对中心轴的转动惯量为 $1 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$. 一变力 $F = 0.5t \text{ (SI)}$ 沿切线方向作用在滑轮的边缘上, 如果滑轮最初处于静止状态, 忽略轴承的摩擦. 试求它在 1 s 末的角速度.

13. 以 20 Nm 的恒力矩作用在有固定轴的转轮上, 在 10 s 内该轮的转速由零增大到 100 rev/min . 此时移去该力矩, 转轮因摩擦力矩的作用经 100 s 而停止. 试推算此转轮对其固定轴的转动惯量. (假设摩擦力矩是一个常量)

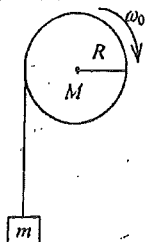
14. 为求一半径 $R = 50 \text{ cm}$ 的飞轮对于通过其中心且与盘面垂直的固定转轴的转动惯量, 在飞轮上绕以细绳, 绳末端悬一质量 $m_1 = 8 \text{ kg}$ 的重锤. 让重锤从高 2 m 处由静止落下, 测得下落时间 $t_1 = 16 \text{ s}$. 再用另一质量 $m_2 = 4 \text{ kg}$ 的重锤做同样测量, 测得下落时间 $t_2 = 25 \text{ s}$. 假定摩擦力矩是一个常量, 求飞轮的转动惯量.

15. 质量为 5 kg 的一桶水悬于绕在辘轳上的轻绳的下端, 辘轳可视为一质量为 10 kg 的圆柱体. 桶从井口由静止释放, 求桶下落过程中绳中的张力. 辘轳绕轴转动时的转动惯量为 $MR^2/2$, 其中 M 和 R 分别为辘轳的质量和半径, 轴上摩擦忽略不计.

16. 一长为 1 m 的均匀直棒可绕过其一端且与棒垂直的水平光滑固定轴转动. 抬起另一端使棒向上与水平面成 60° , 然后无初转速地将棒释放. 已知棒对轴的转动惯量为 $ml^2/3$, 其中 m 和 l 分别为棒的质量和长度. 求: (1) 放手时棒的角加速度; (2) 棒转到水平位置时的角加速度.



(16 题图)



(17 题图)

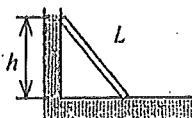
17. 一轴承光滑的定滑轮, 质量为 $M = 2.00 \text{ kg}$, 半径为 $R = 0.100 \text{ m}$, 一根不能伸长的轻绳, 一端固定在定滑轮上, 另一端系有一质量为 $m = 5.00 \text{ kg}$ 的物体, 如图所示. 已知定滑轮的

转动惯量为 $J=MR^2/2$, 其初角速度 $\omega_0=10.0 \text{ rad/s}$, 方向垂直纸面向里, 求: (1) 定滑轮的角加速度的大小和方向; (2) 定滑轮的角速度变化到 $\omega=0$ 时, 物体上升的高度; (3) 当物体回到原来位置时, 定滑轮的角速度的大小和方向.

18. 一质量为 $M=15 \text{ kg}$ 、半径为 $R=0.30 \text{ m}$ 的圆柱体, 可绕与其几何轴重合的水平固定轴转动(转动惯量 $J=MR^2/2$). 现以一不能伸长的轻绳绕于柱面, 而在绳的下端悬一质量 $m=8.0 \text{ kg}$ 的物体. 不计圆柱体与轴之间的摩擦, 求: (1) 物体自静止下落, 5 s 内下降的距离; (2) 绳中的张力.

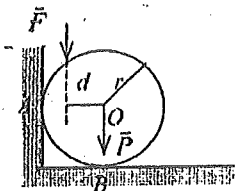
19. 一半径为 25 cm 的圆柱体, 可绕与其中心轴线重合的光滑固定轴转动. 圆柱体上绕上绳子, 圆柱体初角速度为零, 现拉绳的端点, 使其以 1 m/s^2 的加速度运动. 绳与圆柱表面无相对滑动. 试计算在 $t=5 \text{ s}$ 时(1) 圆柱体的角加速度, (2) 圆柱体的角速度, (3) 如果圆柱体对转轴的转动惯量为 2 kgm^2 , 那么要保持上述角加速度不变, 应加的拉力为多少?

20. 长为 L 的梯子斜靠在光滑的墙上高为 h 的地方, 梯子和地面间的静摩擦系数为 μ . 若梯子的重量忽略, 试问人爬到离地面多高的地方, 梯子就会滑倒下来?

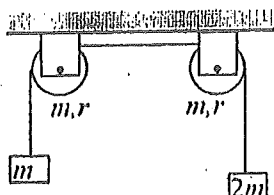


21. 一转动惯量为 J 的圆盘绕一固定轴转动, 起初角速度为 ω_0 . 设它所受阻力矩与转动角速度成正比, 即 $M=-k\omega$ (k 为正的常数), 求圆盘的角速度从 ω_0 变为 $\omega_0/2$ 时所需的时间.

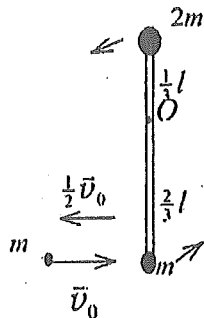
22. 一圆柱体截面半径为 r , 重为 P , 放置如图所示. 它与墙面和地面之间的静摩擦系数均为 $1/3$. 若对圆柱体施以向下的力 $F=2P$ 可使它刚好要反时针转动, 求(1) 作用于 A 点的正压力和摩擦力, (2) 力 \vec{F} 与 \vec{P} 之间的垂直距离 d .



(22 题图)



(23 题图)

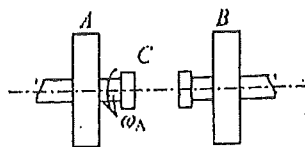


(24 题图)

23. 一轻绳跨过两个质量均为 m 、半径均为 r 的均匀圆盘状定滑轮, 绳的两端分别挂着质量为 m 和 $2m$ 的重物, 如图所示. 绳与滑轮间无相对滑动, 滑轮轴光滑. 两个定滑轮的转动惯量均为 $mr^2/2$. 将由两个定滑轮以及质量为 m 和 $2m$ 的重物组成的系统从静止释放, 求两滑轮之间绳内的张力.

24. 如图所示, 长为 l 的轻杆, 两端各固定质量分别为 m 和 $2m$ 的小球, 杆可绕水平光滑固定轴 O 在竖直面内转动, 转轴 O 距两端分别为 $l/3$ 和 $2l/3$. 轻杆原来静止在竖直位置. 今有一质量为 m 的小球, 以水平速度 \vec{v}_0 与杆下端小球 m 作对心碰撞, 碰后以 $\frac{1}{2}\vec{v}_0$ 的速度返回, 试求碰撞后轻杆所获得的角速度.

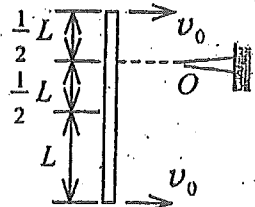
25. 如图所示, A 和 B 两飞轮的轴杆在同一中心线上, 设两轮的转动惯量分别为 $J=10 \text{ kgm}^2$ 和 $J=20 \text{ kgm}^2$. 开始时, A 轮转速为 600 rev/min , B 轮静止. C 为摩擦啮合器, 其转动惯量可忽略不计. A 、 B 分别与 C 的左、右两个组件相连,



当C的左右组件啮合时, B轮得到加速而A轮减速, 直到两轮的转速相等为止. 设轴光滑, 求: (1) 两轮啮合后的转速 n ; (2) 两轮各自所受的冲量矩.

26. 有一半径为 R 的均匀球体, 绕通过其一直径的光滑固定轴匀速转动, 转动周期为 T_0 . 如它的半径由 R 自动收缩为 $R/2$, 求球体收缩后的转动周期. (球体对于通过直径的轴的转动惯量为 $J=2mR^2/5$, 式中 m 和 R 分别为球体的质量和半径).

27. 一匀质细棒长为 $2L$, 质量为 m , 以与棒长方向相垂直的速度 v_0 在光滑水平面内平动时, 与前方一固定的光滑支点 O 发生完全非弹性碰撞. 碰撞点位于棒中心的一侧 $L/2$ 处, 如图所示. 求棒在碰撞后的瞬时绕 O 点转动的角速度 ω .

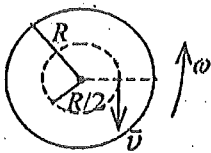


28. 质量为 $M=0.03$ kg, 长为 $l=0.2$ m 的均匀细棒, 在水平面内绕通过棒中心并与棒垂直的光滑固定轴自由转动. 细棒上套有两个可沿棒滑动的小物体, 每个质量都为 $m=0.02$ kg. 开始时,

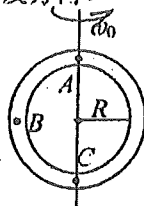
两小物体分别被固定在棒中心的两侧且距棒中心各为 $r=0.05$ m, 此系统以 $n_1=15$ rev/min 的转速转动. 若将小物体松开, 设它们在滑动过程中受到的阻力正比于它们相对棒的速度. (已知棒对中心轴的转动惯量为 $ML^2/12$) 求: (1) 当两小物体到达棒端时, 系统的角速度是多少? (2) 当两小物体飞离棒端, 棒的角速度是多少?

29. 在半径为 R 的具有光滑竖直固定中心轴的水平圆盘上, 有一人静止站立在距转轴为 $\frac{1}{2}R$ 处, 人的质量是圆盘质量的 $1/10$. 开始时盘载人地对地以角速度 ω_0 匀速转动, 现在此人

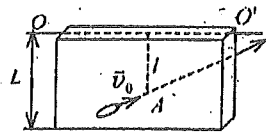
垂直圆盘半径相对于盘以速率 v 沿与盘转动相反方向作圆周运动, 如图所示. 已知圆盘对中心轴的转动惯量为 $MR^2/2$. 求: (1) 圆盘对地的角速度. (2) 欲使圆盘对地静止, 人应沿着 $R/2$ 圆周对圆盘的速度 \bar{v} 的大小及方向?



(29 题图)



(30 题图)



(31 题图)

30. 空心圆环可绕光滑的竖直固定轴 AC 自由转动, 转动惯量为 J_0 . 环的半径为 R , 初始时环的角速度为 ω_0 . 质量为 m 的小球静止在环内最高处 A 点, 由于某种微小干扰, 小球随环向下滑动, 问小球滑到与环心 O 在同一高度的 B 点和环的最低处的 C 点时, 环的角速度及小球相对于环的速度各为多大? (设环的内壁和小球都是光滑的, 小球可视为质点, 环截面半径 $r \ll R$.)

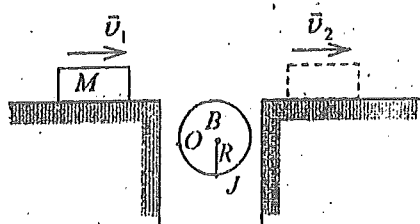
31. 一块宽 $L=0.60$ m、质量 $M=1$ kg 的均匀薄木板, 可绕水平固定轴 OO' 无摩擦地自由转动. 当木板静止在平衡位置时, 有一质量为 $m=10 \times 10^{-3}$ kg 的子弹垂直击中木板 A 点, A 离转轴 OO' 距离 $l=0.36$ m, 子弹击中木板前的速度为 500 m/s, 穿出木板后的速度为 200 m/s. 求(1) 子弹给予木板的冲量; (2) 木板获得的角速度. (已知: 木板绕 OO' 轴的转动惯量 $J=ML^2/13$)

32. 质量为 75 kg 的人站在半径为 2 m 的水平转台边缘. 转台的固定转轴竖直通过台心且无摩擦. 转台绕竖直轴的转动惯量为 3000 kgm². 开始时整个系统静止. 现人以相对于地面为 1 m/s 的速率沿转台边缘行走, 求: 人沿转台边缘行走一周, 回到他在转台上的初始位置所用的时间.

33. 有两位滑冰运动员, 质量均为 50 kg, 沿着距离为 3.0 m 的两条平行路径相互滑近. 他

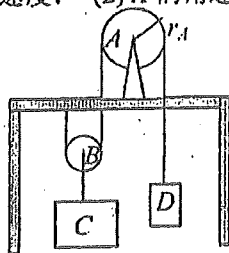
们具有 10 m/s 的等值反向的速度。第一个运动员手握住一根 3.0 m 长的刚性轻杆的一端，当第二个运动员与他相距 3 m 时，就抓住杆的另一端。（假设冰面无摩擦）(1) 试定量地描述两人被杆连在一起以后的运动。(2) 两人通过拉杆而将距离减小为 1.0 m ，问这以后他们怎样运动？

34. 一半径为 R 、转动惯量为 J 的圆柱体 B ，可以绕水平固定的中心轴 O 无摩擦地转动。起初圆柱体静止，一质量为 M 的木块以速度 v_1 在光滑水平面上向右滑动，并擦过圆柱体的上表面跃上另一同高度的光滑平面，如图。设它和圆柱体脱离接触以前，它们之间无相对滑动，试求木块的最后速率 v_2 。

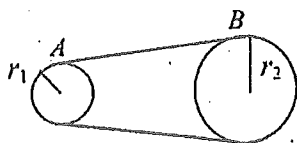


(34 题图)

35. 如图所示， A 为电动机带动的绞盘，其半径 $r_A = 0.25 \text{ m}$ ， B 为一动滑轮。小室 C 向上作匀减速运动，其初速度 $v_0 = 4.00 \text{ m/s}$ (向上)，加速度量值 $a = 0.50 \text{ m/s}^2$ ，绳与绞盘间无滑动。求在任意时刻 t 。(1) 配重 D 的速度和加速度。(2) A 的角速度和角加速度。



(35 题图)

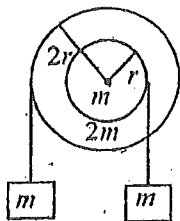


(36 题图)

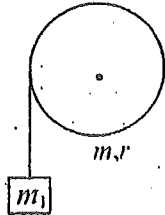
36. 如图所示，半径为 $r_1 = 0.3 \text{ m}$ 的 A 轮通过皮带被半径为 $r_2 = 0.75 \text{ m}$ 的 B 轮带动， B 轮以匀角加速度 $\pi \text{ rad/s}^2$ 由静止起动，轮与皮带间无滑动发生。试求 A 轮达到转速 3000 rev/min 所需要的时间。

37. 一唱机的转盘以 $n = 78 \text{ rev/min}$ 的转速匀速转动。(1) 求转盘上与转轴相距 $r = 15 \text{ cm}$ 的一点 P 的线速度 v 和法向加速度 a_B 。(2) 在电动机断电后，转盘在恒定的阻力矩作用下减速，并在 $t = 15 \text{ s}$ 内停止转动，求转盘在停止转动前的角加速度 β 及转过的圈数 N 。

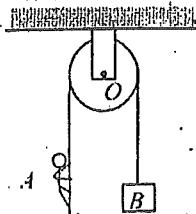
38. 质量分别为 m 和 $2m$ 、半径分别为 r 和 $2r$ 的两个均匀圆盘，同轴地粘在一起，可以绕通过盘心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动，对转轴的转动惯量为 $9mr^2/2$ ，大小圆盘边缘都绕有绳子，绳子下端都挂一质量为 m 的重物，如图所示。求盘的角加速度的大小。



(38 题图)



(39 题图)

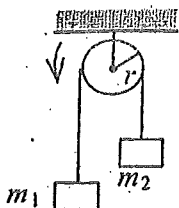


(40 题图)

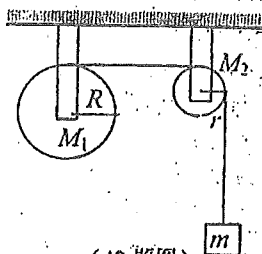
39. 质量 $m = 1.1 \text{ kg}$ 的匀质圆盘，可以绕通过其中心且垂直盘面的水平光滑固定轴转动，对轴的转动惯量 $J = mr^2/2$ (r 为盘的半径)。圆盘边缘绕有绳子，绳子下端挂一质量 $m_1 = 1.0 \text{ kg}$ 的物体，如图所示。起初在圆盘上加一恒力矩使物体以速率 $v_0 = 0.6 \text{ m/s}$ 匀速上升，如撤去所加力矩，问经历多少时间圆盘开始作反方向转动。

40. 一轻绳绕过一定滑轮，滑轮轴光滑，滑轮的半径为 R ，质量为 $M/4$ ，均匀分布在其边缘上。绳子的 A 端有一质量为 M 的人抓住了绳端，而在绳的另一端 B 系了一质量为 $M/2$ 的重物，如图。设人从静止开始相对于绳匀速向上爬时，绳与滑轮间无相对滑动，求 B 端重物上升的加速度？(已知滑轮对通过滑轮中心且垂直于轮面的轴的转动惯量 $J = MR^2/4$)

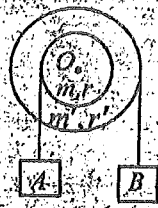
41. 如图所示, 设两重物的质量分别为 m_1 和 m_2 , 且 $m_1 > m_2$, 定滑轮的半径为 r , 对转轴的转动惯量为 J , 轻绳与滑轮间无滑动, 滑轮轴上摩擦不计. 设开始时系统静止, 试求 t 时刻滑轮的角速度.



(41 题图)



(42 题图)

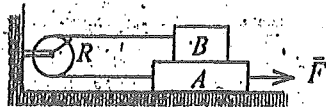


(43 题图)

42. 质量为 $M_1 = 24 \text{ kg}$ 的圆轮, 可绕水平光滑固定轴转动, 一轻绳缠绕于轮上, 另一端通过质量为 $M_2 = 5 \text{ kg}$ 的圆盘形定滑轮悬有 $m = 10 \text{ kg}$ 的物体. 求当重物由静止开始下降了 $h = 0.5 \text{ m}$ 时, (1) 物体的速度; (2) 绳中张力. (设绳与定滑轮间无相对滑动)

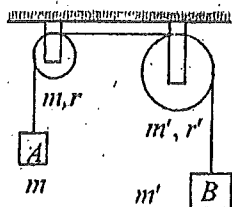
43. 两个匀质圆盘, 一大一小, 同轴地粘结在一起, 构成一个组合轮. 小圆盘的半径为 r , 质量为 m ; 大圆盘的半径 $r' = 2r$, 质量 $m' = 2m$. 组合轮可绕通过其中心且垂直于盘面的光滑水平固定轴 O 转动, 对 O 轴的转动惯量 $J = 9mr^2/2$. 两圆盘边缘上分别绕有轻质细绳, 细绳下端各悬挂质量为 m 的物体 A 和 B , 如图所示. 这一系统从静止开始运动, 绳与盘无相对滑动, 绳的长度不变. 已知 $r = 10 \text{ cm}$. 求: (1) 组合轮的角加速度 β ; (2) 当物体 A 上升 $h = 40 \text{ cm}$ 时, 组合轮的角速度 ω .

44. 物体 A 和 B 叠放在水平桌面上, 由跨过定滑轮的轻质细绳相互连接, 如图所示. 今用大小为 F 的水平力拉 A . 设 A 、 B 和滑轮的质量都为 m , 滑轮的半径为 R , 对轴的转动惯量 $J = \frac{1}{2}mR^2$. AB 之间、 A 与桌面之间、滑轮与其轴之

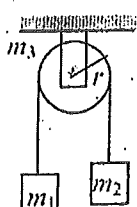


间的摩擦都可以忽略不计, 绳与滑轮之间无相对的滑动且绳不可伸长. 已知 $F = 10 \text{ N}$, $m = 8.0 \text{ kg}$, $R = 0.050 \text{ m}$. 求: (1) 滑轮的角加速度; (2) 物体 A 与滑轮之间的绳中的张力; (3) 物体 B 与滑轮之间的绳中的张力.

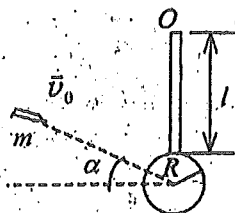
45. 两个大小不同、具有水平光滑轴的定滑轮, 顶点在同一水平线上. 小滑轮的质量为 m' , 半径为 r' , 对轴的转动惯量 $J = m'r'^2/2$. 大滑轮的质量 $m = 2m'$, 半径 $r = 2r'$, 对轴的转动惯量 $J = m'r'^2/2$. 一根不可伸长的轻质细绳跨过这两个定滑轮, 绳的两端分别挂着物体 A 和 B . A 的质量为 m , B 的质量 $m' = 2m'$. 这一系统由静止开始转动. 已知 $m = 6.0 \text{ kg}$, $r = 5.0 \text{ cm}$. 求两滑轮的角加速度和它们之间绳中的张力.



(45 题图)



(47 题图)



(48 题图)

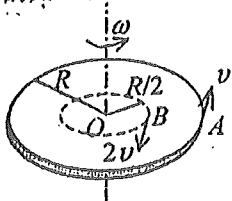
46. 一质量 $m = 6.00 \text{ kg}$ 、长 $l = 1.00 \text{ m}$ 的匀质棒, 放在水平桌面上, 可绕通过其中心的竖直固定轴转动, 对轴的转动惯量 $J = ml^2/12$. $t = 0$ 时棒的角速度 $\omega_0 = 10.0 \text{ rad/s}$. 由于受到恒定的阻力矩的作用, $t = 20 \text{ s}$ 时, 棒停止运动. 求: (1) 棒的角加速度的大小; (2) 棒所受阻力矩的大小; (3) 从 $t = 0$ 到 $t = 10 \text{ s}$ 时间内棒转过的角度.

47. 如图所示的阿特伍德机装置中, 滑轮和绳子间没有滑动且绳子不可以伸长, 轴与轮间有阻力矩, 求滑轮两边绳子中的张力. 已知 $m_1 = 20 \text{ kg}$, $m_2 = 10 \text{ kg}$, 滑轮质量为 $m_3 = 5 \text{ kg}$. 滑

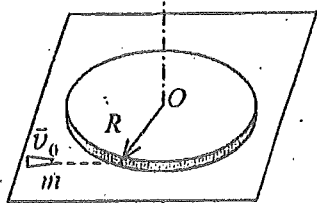
轮半径为 $r=0.2\text{ m}$. 滑轮可视为均匀圆盘, 阻力矩 $M_f=6.6\text{ Nm}$, 已知圆盘对过其中心且与盘面垂直的轴的转动惯量为 $m_2 r^2/2$.

48. 如图所示, 一半径为 R 的匀质小木球固结在一长度为 l 的匀质细棒的下端, 且可绕水平光滑固定轴 O 转动. 今有一质量为 m , 速度为 \vec{v}_0 的子弹, 沿着与水平面成 α 角的方向射向球心, 且嵌于球心. 已知小木球、细棒对通过 O 的水平轴的转动惯量的总和为 J . 求子弹嵌入球心后系统的共同角速度.

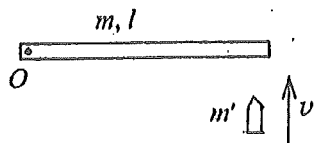
49. 如图所示, 一半径为 R , 质量为 m 的水平圆台, 正以角速度 ω_0 绕通过其中心的竖直固定光滑轴转动, 转动惯量 $J=mR^2/2$. 台上原站有 2 人, 质量各等于转台质量的一半, 一人站于台边 A 处, 另一人站于距台中心 $R/2$ 的 B 处. 今 A 处的人相对于圆台以速率 v 顺着圆台转向沿圆周走动, 同时 B 处的人相对于圆台以速率 $2v$ 逆圆台转向沿圆周走动. 求圆台这时的角速度 ω .



(49 题图)



(50 题图)

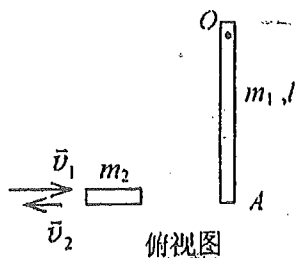


(51 题图)

50. 一质量均匀分布的圆盘, 质量为 M , 半径为 R , 放在一粗糙水平面上(圆盘与水平面之间的摩擦系数为 μ), 圆盘可绕通过其中心 O 的竖直固定光滑轴转动. 开始时, 圆盘静止, 一质量为 m 的子弹以水平速度 v_0 垂直于圆盘半径打入圆盘边缘并嵌在盘边上, 求 (1) 子弹击中圆盘后, 盘所获得的角速度. (2) 经过多少时间后, 圆盘停止转动. (圆盘绕通过 O 的竖直轴的转动惯量为 $MR^2/2$, 忽略子弹重力造成的摩擦阻力矩)

51. 一根放在水平光滑桌面上的匀质棒, 可绕通过其一端的竖直固定光滑轴 O 转动. 棒的质量为 $m=1.5\text{ kg}$, 长度为 $l=1.0\text{ m}$, 对轴的转动惯量为 $J=m l^2/3$. 初始时棒静止. 今有一水平运动的子弹垂直地射入棒的另一端, 并留在棒中, 如图所示. 子弹的质量为 $m'=0.020\text{ kg}$, 速率为 $v=400\text{ m/s}$. 试问: (1) 棒开始和子弹一起转动时角速度 ω 有多大? (2) 若棒转动时受到大小为 $M_f=4.0\text{ Nm}$ 的恒定阻力矩作用, 棒能转过多大的角度 θ ?

52. 有一质量为 m_1 、长为 l 的均匀细棒, 静止平放在滑动摩擦系数为 μ 的水平桌面上, 它可绕通过其端点 O 且与桌面垂直的固定光滑轴转动. 另有一水平运动的质量为 m_2 的小滑块, 从侧面垂直于棒与棒的另一端 A 相碰撞, 设碰撞时间极短. 已知小滑块在碰撞前后的速度分别为 \vec{v}_1 和 \vec{v}_2 , 如图所示. 求碰撞后从细棒开始转动到停止转动的过程所需的时间. (已知棒绕 O 点的转动惯量 $J=m_1 l^2/3$)



俯视图

53. 一均匀木杆, 质量为 $m_1=1\text{ kg}$, 长 $l=0.4\text{ m}$, 可绕通过它的中点且与杆身垂直的光滑水平固定轴, 在竖直平面内转动. 设杆静止于竖直位置时, 一质量为 $m_2=10\text{ g}$ 的子弹在距杆中点 $l/4$ 处穿透木杆(穿透所用时间不计), 子弹初速度的大小 $v_0=200\text{ m/s}$, 方向与杆和轴均垂直. 穿出后子弹速度大小减为 $v=50\text{ m/s}$, 但方向未变, 求子弹刚穿出的瞬时, 杆的角速度的大小. (木杆绕通过中点的垂直轴的转动惯量 $J=m_1 l^2/12$)

机械振动与机械波

一、选择题

1. 一轻弹簧，上端固定，下端挂有质量为 m 的重物，其自由振动的周期为 T 。今已知振子离开平衡位置为 x 时，其振动速度为 v ，加速度为 a 。则下列计算该振子劲度系数的公式中，错误的是：

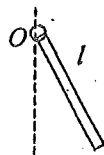
(A) $k = mv_{\max}^2 / x_{\max}^2$. (B) $k = mg / x$.

(C) $k = 4\pi^2 m / T^2$. (D) $k = ma / x$.

2. 一长为 l 的均匀细棒悬于通过其一端的光滑水平固定轴上，(如图所示)，作成一复摆。已知细棒绕通过其一端的轴的转动惯量 $J = \frac{1}{3}ml^2$ ，此摆作微小振动的周期为

(A) $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$. (B) $2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$.

(C) $2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$. (D) $\pi\sqrt{\frac{l}{3g}}$.



3. 轻质弹簧下挂一个小盘，小盘作简谐振动，平衡位置为原点，位移向下为正，并采用余弦表示。小盘处于最低位置时刻有一个小物体不变盘速地粘在盘上，设新的平衡位置相对原平衡位置向下移动的距离小于原振幅，且以小物体与盘相碰为计时零点，那么，以新的平衡位置为原点时，新的位移表示式的初相在

(A) $0 \sim \pi/2$ 之间. (B) $\pi/2 \sim \pi$ 之间.
(C) $\pi \sim 3\pi/2$ 之间. (D) $3\pi/2 \sim 2\pi$ 之间.

4. 把单摆摆球从平衡位置向位移正方向拉开，使摆线与竖直方向成一微小角度 θ ，然后由静止放手任其振动，从放手时开始计时，若用余弦函数表示其运动方程，则该单摆振动的初相为

(A) π . (B) $\pi/2$. (C) 0 . (D) θ .

5. 两个质点各自作简谐振动，它们的振幅相同、周期相同。第一个质点的振动方程为 $x_1 = A\cos(\omega t + \alpha)$ 。当第一个质点从相对于其平衡位置的正位移处回到平衡位置时，第二个质点正在最大正位移处。则第二个质点的振动方程为

(A) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \frac{1}{2}\pi)$. (B) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{1}{2}\pi)$.

(C) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha - \frac{3}{2}\pi)$. (D) $x_2 = A\cos(\omega t + \alpha + \pi)$.

6. 轻弹簧上端固定，下系一质量为 m_1 的物体，稳定后在 m_1 下边又系一质量为 m_2 的物体，于是弹簧又伸长了 Δx 。若将 m_2 移去，并令其振动，则振动周期为

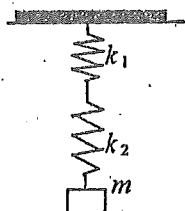
(A) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_2\Delta x}{m_1g}}$. (B) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1\Delta x}{m_2g}}$.

(C) $T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_1 \Delta x}{m_2 g}}$ (D) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m_2 \Delta x}{(m_1 + m_2) g}}$

7. 劲度系数分别为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧串联在一起，下面挂着质量为 m 的物体，构成一个竖挂的弹簧振子，则该系统的振动周期为

(A) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{2k_1 k_2}}$ (B) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{(k_1 + k_2)}}$

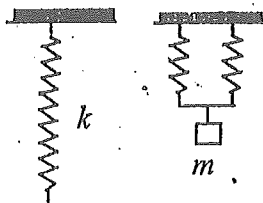
(C) $T = 2\pi \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 k_2}}$ (D) $T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{k_1 + k_2}}$



8. 一劲度系数为 k 的轻弹簧截成三等份，取出其中的两根，将它们并联，下面挂一质量为 m 的物体，如图所示。则振动系统的频率为

(A) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{3m}}$ (B) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

(C) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3k}{m}}$ (D) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{6k}{m}}$



9. 一质量为 m 的物体挂在劲度系数为 k 的轻弹簧下面，振动角频率为 ω 。若把此弹簧分割成二等份，将物体 m 挂在分割后的一根弹簧上，则振动角频率是

(A) 2ω (B) $\sqrt{2}\omega$ (C) $\omega/\sqrt{2}$ (D) $\omega/2$

10. 如图所示，一质量为 m 的滑块，两边分别与劲度系数为 k_1 和 k_2 的轻弹簧联接，两弹簧的另外两端分别固定在墙上。滑块 m 可在光滑的水平面上滑动，0 点为系统平衡位置。将滑块 m 向右移动到 x_0 ，自静止释放，并从释放时开始计时。取坐标如图所示，则其振动方程为：

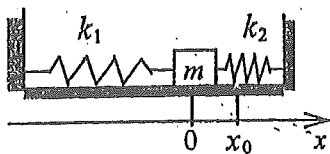
(A) $x = x_0 \cos\left[\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} t\right]$

(B) $x = x_0 \cos\left[\sqrt{\frac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)}} t\right]$

(C) $x = x_0 \cos\left[\sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}} t + \pi\right]$

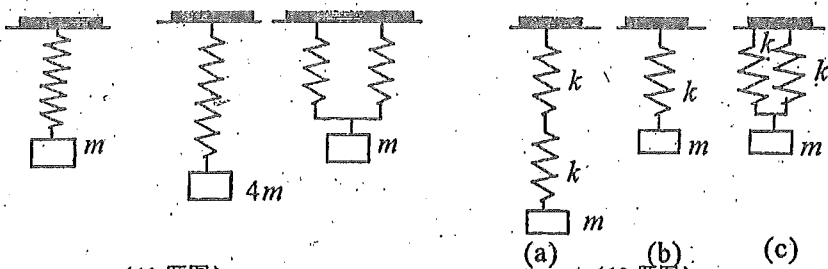
(D) $x = x_0 \cos\left[\sqrt{\frac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)}} t + \pi\right]$

(E) $x = x_0 \cos\left[\sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}} t\right]$



11. 如图所示，在一竖直悬挂的弹簧下系一质量为 m 的物体，再用此弹簧改系一质量为 $4m$ 的物体，最后将此弹簧截断为两个等长的弹簧并联后悬挂质量为 m 的物体，则这三个系统的周期值之比为

(A) $1:2:\sqrt{1/2}$ (B) $1:\frac{1}{2}:2$ (C) $1:2:\frac{1}{2}$ (D) $1:2:1/4$



(11 题图)

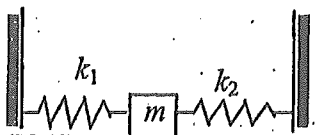
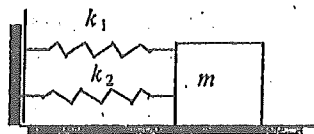
(12 题图)

12. 图(a)、(b)、(c)为三个不同的简谐振动系统. 组成各系统的各弹簧的原长、各弹簧的劲度系数及重物质量均相同. (a)、(b)、(c)三个振动系统的 ω^2 (ω 为固有角频率)值之比为

- (A) $2:1:\frac{1}{2}$. (B) $1:2:4$. (C) $2:2:1$. (D) $1:1:2$.

13. 如图所示, 质量为 m 的物体由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接在水平光滑导轨上作微小振动, 则该系统的振动频率为

- (A) $\nu = 2\pi\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$. (B) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$
 (C) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$. (D) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$



(13 题图)

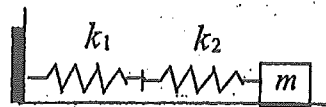
(14 题图)

14. 如图所示, 质量为 m 的物体由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接, 在水平光滑导轨上作微小振动, 则系统的振动频率为

- (B) $\nu = 2\pi\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$. (B) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$
 (C) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$. (D) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$

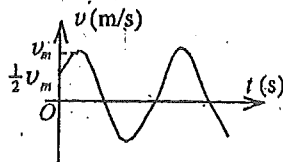
15. 如图所示, 质量为 m 的物体, 由劲度系数为 k_1 和 k_2 的两个轻弹簧连接到固定端, 在水平光滑导轨上作微小振动, 其振动频率为

- (C) $\nu = 2\pi\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$. (B) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$
 (C) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{mk_1k_2}}$. (D) $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1k_2}{m(k_1+k_2)}}$



16. 一质点作简谐振动. 其运动速度与时间的曲线如图所示. 若质点的振动规律用余弦函数描述, 则其初相应为

- (A) $\pi/6$. (B) $5\pi/6$. (C) $-5\pi/6$.
 (D) $-\pi/6$. (E) $-2\pi/3$.



17. 一个弹簧振子和一个单摆（只考虑小幅度摆动），在地面上的固有振动周期分别为 T_1 和 T_2 . 将它们拿到月球上去，相应的周期分别为 T_1' 和 T_2' . 则有

- (A) $T_1' > T_1$ 且 $T_2' > T_2$. (B) $T_1' < T_1$ 且 $T_2' < T_2$.
 (C) $T_1' = T_1$ 且 $T_2' = T_2$. (D) $T_1' = T_1$ 且 $T_2' > T_2$.

18. 一质点沿 x 轴作简谐振动，振动方程为 $x = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI).

从 $t=0$ 时刻起，到质点位置在 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴正方向运动的最短时间间隔为

- (A) $\frac{1}{8}$ s (B) $\frac{1}{6}$ s (C) $\frac{1}{4}$ s (D) $\frac{1}{3}$ s (E) $\frac{1}{2}$ s

19. 一弹簧振子，重物的质量为 m ，弹簧的劲度系数为 k ，该振子作振幅为 A 的简谐振动。当重物通过平衡位置且向规定的正方向运动时，开始计时。则其振动方程为：

(A) $x = A \cos(\sqrt{k/m} t + \frac{1}{2}\pi)$ (B) $x = A \cos(\sqrt{k/m} t - \frac{1}{2}\pi)$

(C) $x = A \cos(\sqrt{m/k} t + \frac{1}{2}\pi)$ (D) $x = A \cos(\sqrt{m/k} t - \frac{1}{2}\pi)$

(E) $x = A \cos\sqrt{k/m} t$

20. 一劲度系数为 k 的轻弹簧，下端挂一质量为 m 的物体，系统的振动周期为 T_1 . 若将此弹簧截去一半的长度，下端挂一质量为 $\frac{1}{2}m$ 的物体，则系统振动周期 T_2 等于

- (A) $2T_1$ (B) T_1 (C) $T_1/\sqrt{2}$ (D) $T_1/2$ (E) $T_1/4$

21. 一质点在 x 轴上作简谐振动，振幅 $A = 4$ cm，周期 $T = 2$ s，其平衡位置取作坐标原点。若 $t = 0$ 时刻质点第一次通过 $x = -2$ cm 处，且向 x 轴负方向运动，则质点第二次通过 $x = -2$ cm 处的时刻为

- (A) 1 s. (B) (2/3) s. (C) (4/3) s. (D) 2 s.

22. 一物体作简谐振动，振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi)$. 在 $t = T/4$ (T 为周期) 时刻，物体的加速度为

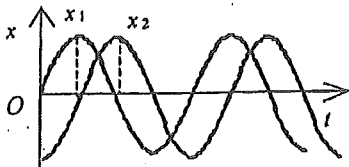
- (A) $-\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$. (B) $\frac{1}{2}\sqrt{2}A\omega^2$. (C) $-\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$. (D) $\frac{1}{2}\sqrt{3}A\omega^2$.

23. 一质点作简谐振动，振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$ ，当时间 $t = T/2$ (T 为周期) 时，质点的速度为

- (A) $-A\omega \sin \phi$. (B) $A\omega \sin \phi$. (C) $-A\omega \cos \phi$. (D) $A\omega \cos \phi$.

24. 两个同周期简谐振动曲线如图所示. x_1 的相位比 x_2 的相位

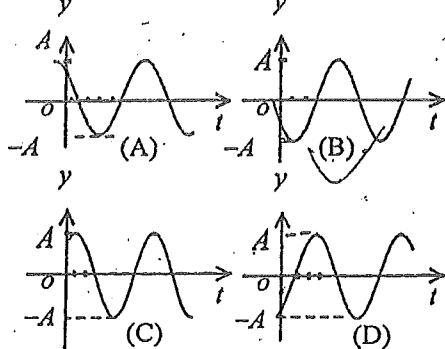
- (A) 落后 $\pi/2$. (B) 超前 $\pi/2$.
 (C) 落后 π . (D) 超前 π .



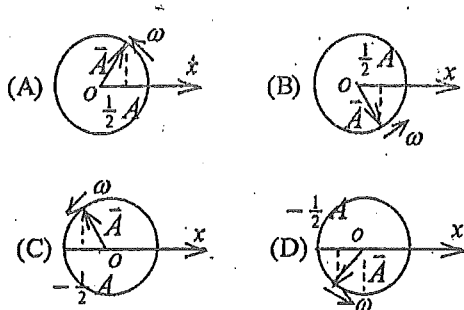
25. 已知一质点沿 y 轴作简谐振动。其振动方程为 $y = A \cos(\omega t + 3\pi/4)$. 与之对应的振动曲线是 B

26. 一个质点作简谐振动，振幅为 A ，在起始时刻质点的位移为 $\frac{1}{2}A$ ，且向 x 轴的正方

向运动，代表此简谐振动的旋转矢量图为



(25 题图)



(26 题图)

27. 一质点作简谐振动，周期为 T 。当它由平衡位置向 x 轴正方向运动时，从二分之一最大位移处到最大位移处这段路程所需要的时间为

- (A) $T/12$. (B) $T/8$. (C) $T/6$. (D) $T/4$.

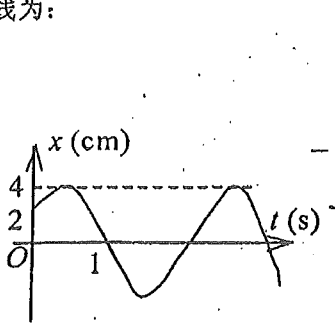
28. 一质点作简谐振动，周期为 T 。质点由平衡位置向 x 轴正方向运动时，由平衡位置到二分之一最大位移这段路程所需要的时间为

- (A) $T/4$. (B) $T/6$. (C) $T/8$. (D) $T/12$

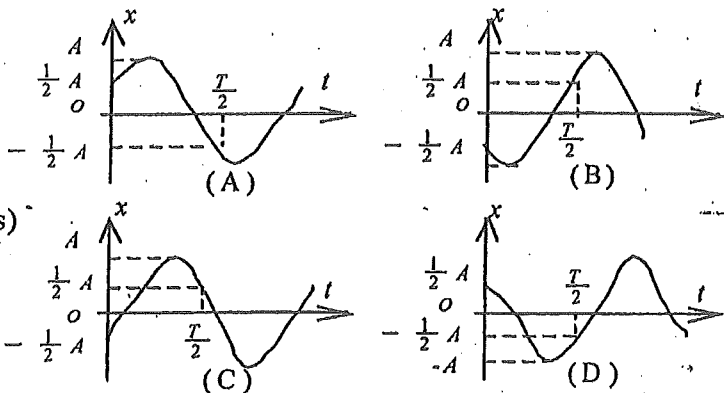
29. 一简谐振动曲线如图所示。则振动周期是

- (A) 2.62 s. (B) 2.40 s. (C) 2.20 s. (D) 2.00 s.

30. 用余弦函数描述一简谐振动。已知振幅为 A ，周期为 T ，初相 $\phi = -\frac{1}{3}\pi$ ，则振动曲线为：



(29 题图)



(30 题图)

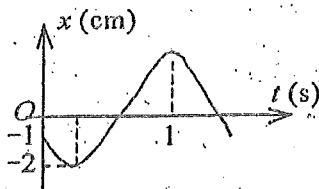
31. 已知某简谐振动的振动曲线如图所示，位移的单位为厘米，时间单位为秒。则此简谐振动的振动方程为：

- (A) $x = 2 \cos(\frac{2}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$. (B) $x = 2 \cos(\frac{2}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$.
 (C) $x = 2 \cos(\frac{4}{3}\pi t + \frac{2}{3}\pi)$. (D) $x = 2 \cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{2}{3}\pi)$.
 (E) $x = 2 \cos(\frac{4}{3}\pi t - \frac{1}{4}\pi)$.

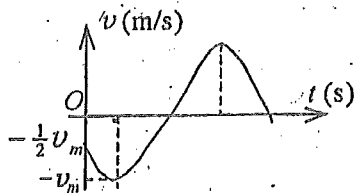
32. 用余弦函数描述一简谐振子的振动。若其速度~时间 ($v \sim t$) 关系曲线如图所示，则

振动的初相位为

- (A) $\pi/6$; (B) $\pi/3$; (C) $\pi/2$; (D) $2\pi/3$; (E) $5\pi/6$.



(31 题图)



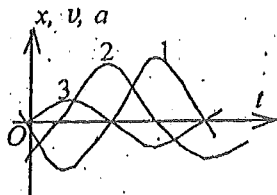
(32 题图)

33. 图中三条曲线分别表示简谐振动中的位移 x , 速度 v , 和加速度 a . 下列说法中哪一个是正确的?

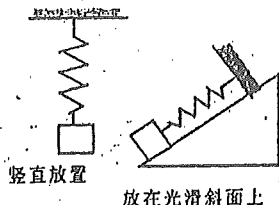
- (A) 曲线 3, 1, 2 分别表示 x, v, a 曲线;
 (B) 曲线 2, 1, 3 分别表示 x, v, a 曲线;
 (C) 曲线 1, 3, 2 分别表示 x, v, a 曲线;
 (D) 曲线 2, 3, 1 分别表示 x, v, a 曲线;
 (E) 曲线 1, 2, 3 分别表示 x, v, a 曲线.

34. 一弹簧振子, 当把它水平放置时, 它可以作简谐振动. 若把它竖直放置或放在固定的光滑斜面上, 试判断下面哪种情况是正确的:

- (A) 竖直放置可作简谐振动, 放在光滑斜面上不能作简谐振动.
 (B) 竖直放置不能作简谐振动, 放在光滑斜面上可作简谐振动.
 (C) 两种情况都可作简谐振动. (D) 两种情况都不能作简谐振动.



(33 题图)



(34 题图)

35. 一弹簧振子作简谐振动, 总能量为 E_1 , 如果简谐振动振幅增加为原来的两倍, 重物的质量增为原来的四倍, 则它的总能量 E_2 变为

- (A) $E_1/4$. (B) $E_1/2$. (C) $2E_1$. (D) $4E_1$.

36. 当质点以频率 ν 作简谐振动时, 它的动能的变化频率为

- (A) 4ν . (B) 2ν . (C) ν . (D) $\frac{1}{2}\nu$.

37. 弹簧振子在光滑水平面上作简谐振动时, 弹性力在半个周期内所作的功为

- (A) kA^2 . (B) $\frac{1}{2}kA^2$. (C) $(1/4)kA^2$. (D) 0.

38. 一质点作简谐振动, 已知振动频率为 f , 则振动动能的变化频率是

- (A) $4f$. (B) $2f$. (C) f . (D) $f/2$. (E) $f/4$

39. 一弹簧振子作简谐振动, 当位移为振幅的一半时, 其动能为总能量的

- (A) $1/4$. (B) $1/2$. (C) $1/\sqrt{2}$. (D) $3/4$. (E) $\sqrt{3}/2$.

40. 一弹簧振子作简谐振动, 当其偏离平衡位置的位移的大小为振幅的 $1/4$ 时, 其动能为振动总能量的

- (A) $7/16$. (B) $9/16$. (C) $11/16$. (D) $13/16$. (E) $15/16$.

41. 一质点作简谐振动, 已知振动周期为 T , 则其振动动能变化的周期是

- (A) $T/4$. (B) $T/2$. (C) T . (D) $2T$. (E) $4T$.

42. 一物体作简谐振动, 振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$. 则该物体在 $t=0$ 时刻的动能与 $t=T/8$ (T 为振动周期) 时刻的动能之比为:

- (A) 1:4. (B) 1:2. (C) 1:1. (D) 2:1. (E) 4:1.

43. 一质点作简谐振动, 其振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$. 在求质点的振动动能时, 得出下面 5 个表达式:

(1) $\frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$. (2) $\frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \phi)$.

(3) $\frac{1}{2} k A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$. (4) $\frac{1}{2} k A^2 \cos^2(\omega t + \phi)$.

(5) $\frac{2\pi^2}{T^2} m A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$

其中 m 是质点的质量, k 是弹簧的劲度系数, T 是振动的周期. 这些表达式中

(A) (1), (4) 是对的. (B) (2), (4) 是对的.

(C) (1), (5) 是对的. (D) (3), (5) 是对的.

(E) (2), (5) 是对的.

44. 一长度为 l , 劲度系数为 k 的均匀轻弹簧分割成长度分别为 l_1 和 l_2 的两部分, 且 $l_1 = n l_2$, n 为整数. 则相应的劲度系数 k_1 和 k_2 为

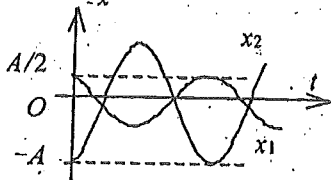
(A) $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = k(n+1)$. (B) $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$.

(C) $k_1 = \frac{k(n+1)}{n}$, $k_2 = k(n+1)$. (D) $k_1 = \frac{kn}{n+1}$, $k_2 = \frac{k}{n+1}$.

45. 图中所画的是两个简谐振动的振动曲线. 若这两个简谐振动可叠加, 则合成的余弦振动的初相为

(A) $\frac{3}{2}\pi$. (B) π .

(C) $\frac{1}{2}\pi$. (D) 0.



46. 在下面几种说法中, 正确的说法是:

(A) 波源不动时, 波源的振动周期与波动的周期在数值上是不同的.

(B) 波源振动的速度与波速相同.

(C) 在波传播方向上的任一质点振动相位总是比波源的相位滞后(按差值不大于 π 计).

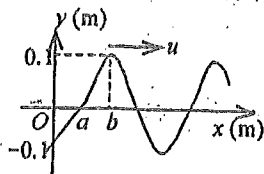
(D) 在波传播方向上的任一质点的振动相位总是比波源的相位超前.(按差值不大于 π 计)

47. 机械波的表达式为 $y = 0.03 \cos 6\pi(t + 0.01x)$ (SI), 则

- (A) 其振幅为 3 m. (B) 其周期为 $\frac{1}{3}$ s;
 (C) 其波速为 10 m/s. (D) 波沿 x 轴正向传播.

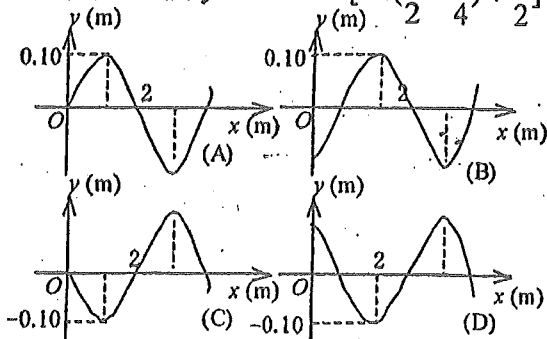
48. 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.1 \cos(3\pi t - \pi x + \pi)$ (SI), $t = 0$ 时的波形曲线如图所示, 则

- (A) O 点的振幅为 -0.1 m. (B) 波长为 3 m.
 (C) a, b 两点间相位差为 $\frac{1}{2}\pi$. (D) 波速为 9 m/s.

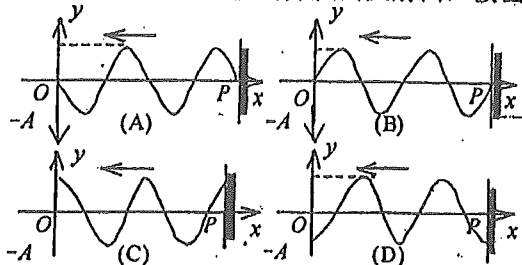
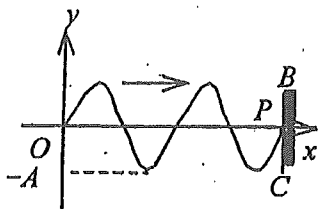


49. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(at - bx)$ (a, b 为正值常量), 则
 (A) 波的频率为 a . (B) 波的传播速度为 b/a .
 (C) 波长为 π/b . (D) 波的周期为 $2\pi/a$.

50. 一平面简谐波沿 Ox 正方向传播, 波动表达式为 $y = 0.10 \cos[2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x}{4}) + \frac{\pi}{2}]$ (SI), 该波在 $t = 0.5$ s 时刻的波形图是



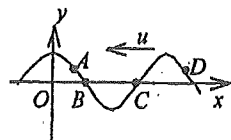
51. 图中画出一向右传播的简谐波在 t 时刻的波形图, BC 为波密介质的反射面, 波由 P 点反射, 则反射波在 t 时刻的波形图为



(51 题图)

52. 横波以波速 u 沿 x 轴负方向传播, t 时刻波形曲线如图. 则该时刻

- (A) A 点振动速度大于零. (B) B 点静止不动.
 (C) C 点向下运动. (D) D 点振动速度小于零.



53. 若一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(Bt - Cx)$, 式中 A, B, C 为正值常量, 则
 (A) 波速为 C . (B) 周期为 $1/B$.
 (C) 波长为 $2\pi/C$. (D) 角频率为 $2\pi/B$.

54. 下列函数 $f(x, t)$ 可表示弹性介质中的一维波动, 式中 A, a 和 b 是正的常量. 其中哪个函数表示沿 x 轴负向传播的行波?

- (A) $f(x,t) = A \cos(ax + bt)$. (B) $f(x,t) = A \cos(ax - bt)$.
 (C) $f(x,t) = A \cos ax \cdot \cos bt$. (D) $f(x,t) = A \sin ax \cdot \sin bt$.

55. 在简谐波传播过程中, 沿传播方向相距为 $\frac{1}{2}\lambda$ (λ 为波长) 的两点的振动速度必定

- (A) 大小相同, 而方向相反. (B) 大小和方向均相同.
 (C) 大小不同, 方向相同. (D) 大小不同, 而方向相反.

56. 一简谐横波沿 Ox 轴传播. 若 Ox 轴上 P_1 和 P_2 两点相距 $\lambda/8$ (其中 λ 为该波的波长); 则在波的传播过程中, 这两点振动速度的

- (A) 方向总是相同. (B) 方向总是相反.
 (C) 方向有时相同, 有时相反. (D) 大小总是不相等.

57. 把一根十分长的绳子拉成水平, 用手握其一端. 维持拉力恒定, 使绳端在垂直于绳子的方向上作简谐振动, 则

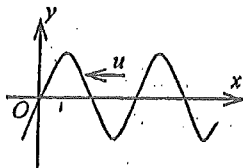
- (A) 振动频率越高, 波长越长. (B) 振动频率越低, 波长越长.
 (C) 振动频率越高, 波速越大. (D) 振动频率越低, 波速越大.

58. 一横波沿绳子传播时, 波的表达式为 $y = 0.05 \cos(4\pi x - 10\pi t)$ (SI), 则

- (A) 其波长为 0.5 m. (B) 波速为 5 m/s.
 (C) 波速为 25 m/s. (D) 频率为 2 Hz.

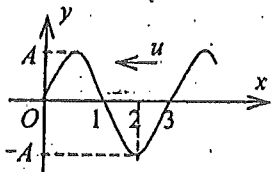
59. 图为沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形. 若波的表达式以余弦函数表示, 则 O 点处质点振动的初相为

- (A) 0. (B) $\frac{1}{2}\pi$.
 (C) π . (D) $\frac{3}{2}\pi$.

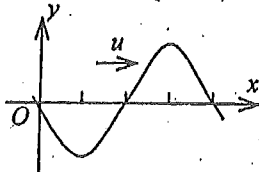


60. 一横波沿 x 轴负方向传播, 若 t 时刻波形曲线如图所示, 则在 $t + T/4$ 时刻 x 轴上的 1、2、3 三点的振动位移分别是

- (A) $A, 0, -A$. (B) $-A, 0, A$. (C) $0, A, 0$. (D) $0, -A, 0$.



(60 题图)



(61 题图)

61. 一平面余弦波在 $t=0$ 时刻的波形曲线如图所示, 则 O 点的振动初相 ϕ 为:

- (A) 0. (B) $\frac{1}{2}\pi$ (C) π (D) $\frac{3}{2}\pi$ (或 $-\frac{1}{2}\pi$)

62. 一平面简谐波表达式为 $y = -0.05 \sin \pi(t - 2x)$ (SI), 则该波的频率 ν (Hz), 波速 u (m/s) 及波线上各点振动的振幅 A (m) 依次为

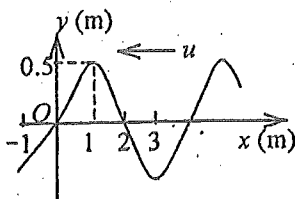
- (A) $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, -0.05$. (B) $\frac{1}{2}, 1, -0.05$. (C) $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0.05$ (D) $2, 2, 0.05$.

63. 频率为 100 Hz, 传播速度为 300 m/s 的平面简谐波; 波线上距离小于波长的两点振

动的相位差为 $\frac{1}{3}\pi$, 则此两点相距

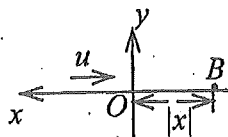
- (A) 2.86 m. (B) 2.19 m. (C) 0.5 m. (D) 0.25 m.

64. 一沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t=2$ s 时的波形曲线如图所示, 则原点 O 的振动方程为



- (A) $y = 0.50 \cos(\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, (SI).
 (B) $y = 0.50 \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$, (SI).
 (C) $y = 0.50 \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, (SI).
 (D) $y = 0.50 \cos(\frac{1}{4}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, (SI).

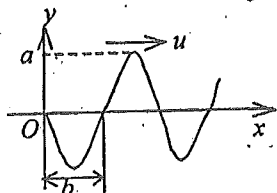
65. 如图所示, 有一平面简谐波沿 x 轴负方向传播, 坐标原点 O 的振动规律为 $y = A \cos(\omega t + \phi_0)$, 则 B 点的振动方程为



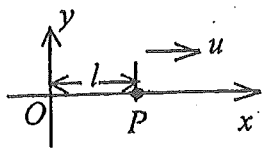
- (A) $y = A \cos[\omega t - (x/u) + \phi_0]$.
 (B) $y = A \cos \omega[t + (x/u)]$.
 (C) $y = A \cos\{\omega[t - (x/u)] + \phi_0\}$.
 (D) $y = A \cos\{\omega[t + (x/u)] + \phi_0\}$.

66. 一平面简谐波以速度 u 沿 x 轴正方向传播, 在 $t=t'$ 时波形曲线如图所示. 则坐标原点 O 的振动方程为

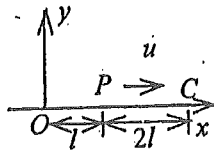
- (A) $y = a \cos[\frac{u}{b}(t-t') + \frac{\pi}{2}]$. (B) $y = a \cos[2\pi \frac{u}{b}(t-t') - \frac{\pi}{2}]$.
 (C) $y = a \cos[\pi \frac{u}{b}(t+t') + \frac{\pi}{2}]$. (D) $y = a \cos[\pi \frac{u}{b}(t-t') - \frac{\pi}{2}]$.



(66 题图)



(67 题图)



(68 题图)

67. 如图所示, 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 已知 P 点的振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \phi_0)$, 则波的表达式为

- (A) $y = A \cos\{\omega[t - (x-l)/u] + \phi_0\}$. (B) $y = A \cos\{\omega[t - (x/u)] + \phi_0\}$.
 (C) $y = A \cos \omega(t - x/u)$. (D) $y = A \cos\{\omega[t + (x-l)/u] + \phi_0\}$.

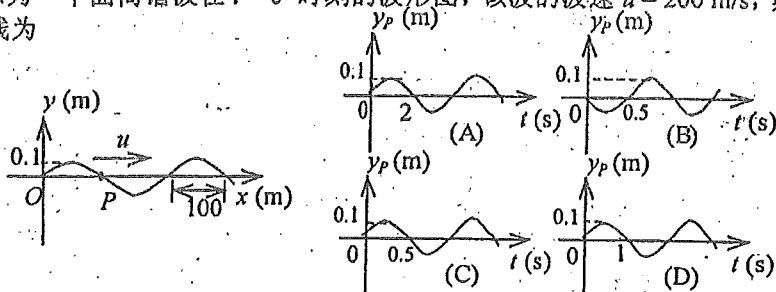
68. 如图, 一平面简谐波以波速 u 沿 x 轴正方向传播, O 为坐标原点. 已知 P 点的振动方程为 $y = A \cos \omega t$, 则

- (A) O 点的振动方程为 $y = A \cos \omega(t - l/u)$.
 (B) 波的表达式为 $y = A \cos \omega[t - (l/u) - (l/u)]$.

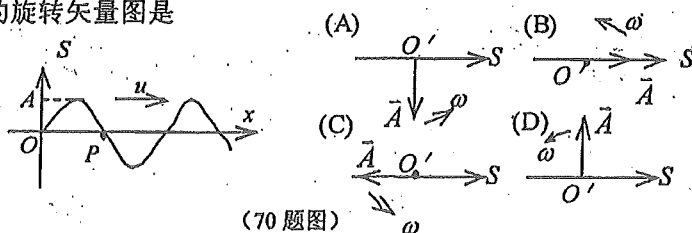
(C) 波的表达式为 $y = A \cos \omega [t + (l/u) - (x/u)]$.

(D) C 点的振动方程为 $y = A \cos \omega (t - 3l/u)$.

69. 如图所示为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 该波的波速 $u=200$ m/s, 则 P 处质点的振动曲线为



70. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, $t=0$ 时刻的波形图如图所示, 则 P 处质点的旋转矢量图是



(70 题图)

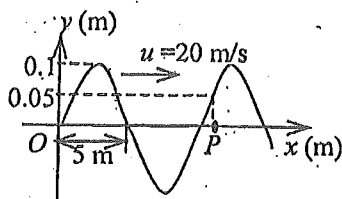
71. 一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, $t=0$ 时刻的波形图如图所示, 则 P 处介质质点的振动方程是

(A) $y_p = 0.10 \cos(4\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI).

(B) $y_p = 0.10 \cos(4\pi t - \frac{1}{3}\pi)$ (SI).

(C) $y_p = 0.10 \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI).

(D) $y_p = 0.10 \cos(2\pi t + \frac{1}{6}\pi)$ (SI).



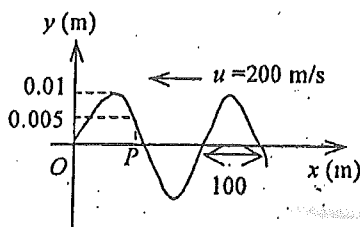
72. 图中画出一平面简谐波在 $t=2$ s 时刻的波形图, 则平衡位置在 P 点的质点的振动方程是

(A) $y_p = 0.01 \cos[\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI).

(B) $y_p = 0.01 \cos[\pi(t+2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI).

(C) $y_p = 0.01 \cos[2\pi(t-2) + \frac{1}{3}\pi]$ (SI).

(D) $y_p = 0.01 \cos[2\pi(t-2) - \frac{1}{3}\pi]$ (SI).



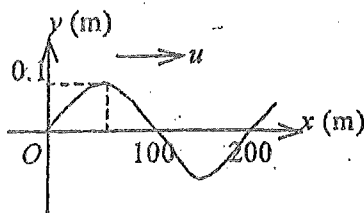
73. 图示一简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 波速 $u=200$ m/s, 则图中 O 点的振动加速度的表达式为

(A) $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

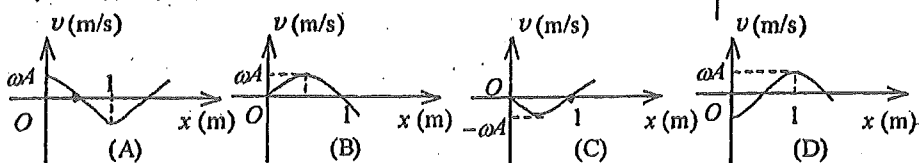
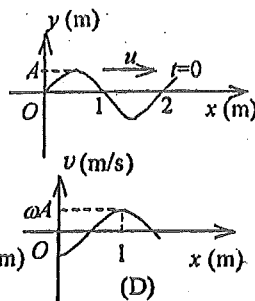
(B) $a = 0.4\pi^2 \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI).

(C) $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t - \pi)$ (SI).

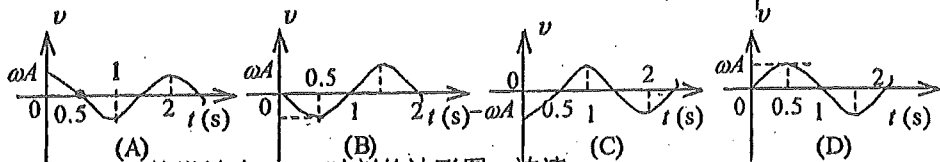
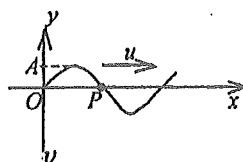
(D) $a = -0.4\pi^2 \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI)



74. 一简谐波沿 x 轴的正方向传播, $t=0$ 时刻的波形如图所示. 则 $t=0$ 时刻, x 轴上各质点的振动速度 v 与 x 坐标的关系图应为:



75. 一简谐波沿 Ox 轴正方向传播, $t=0$ 时刻波形曲线如图所示. 已知周期为 2 s, 则 P 点处质点的振动速度 v 与时间 t 的关系曲线为:



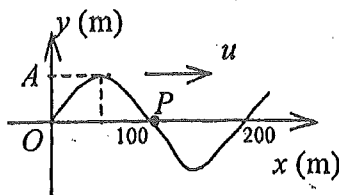
76. 图示一简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 波速 $u = 200$ m/s, 则 P 处质点的振动速度表达式为

(A) $v = -0.2\pi \cos(2\pi t - \pi)$ (SI).

(B) $v = -0.2\pi \cos(\pi t - \pi)$ (SI).

(C) $v = 0.2\pi \cos(2\pi t - \pi/2)$ (SI).

(D) $v = 0.2\pi \cos(\pi t - 3\pi/2)$ (SI).



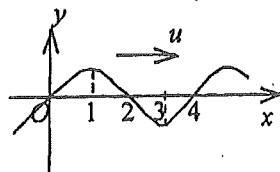
77. 图示一沿 x 轴正向传播的平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形. 若振动以余弦函数表示, 且此题各点振动初相取 $-\pi$ 到 π 之间的值, 则

(A) O 点的初相为 $\phi_0 = -\frac{1}{2}\pi$.

(B) 1 点的初相为 $\phi_1 = 0$.

(C) 2 点的初相为 $\phi_2 = 0$.

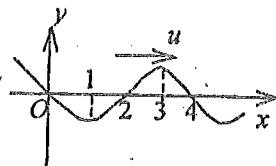
(D) 3 点的初相为 $\phi_3 = 0$.



78. 一简谐波沿 x 轴正方向传播, $t=T/4$ 时的波形曲线如图所示. 若振动以余弦函数表示, 且此题各点振动的初相取 $-\pi$ 到 π 之间的值, 则

(A) O 点的初相为 $\phi_0 = 0$.

- (B) 1 点的初相为 $\phi_1 = -\frac{1}{2}\pi$.
- (C) 2 点的初相为 $\phi_2 = \pi$.
- (D) 3 点的初相为 $\phi_3 = -\frac{1}{2}\pi$.

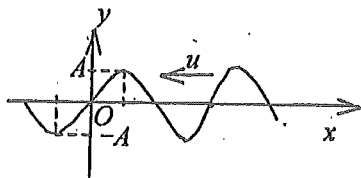


79. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播. 已知 $x = x_0$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \phi_0)$. 若波速为 u , 则此波的表达式为

- (A) $y = A\cos\{\omega[t - (x_0 - x)/u] + \phi_0\}$.
- (B) $y = A\cos\{\omega[t - (x - x_0)/u] + \phi_0\}$.
- (C) $y = A\cos\{\omega t - [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$.
- (D) $y = A\cos\{\omega t + [(x_0 - x)/u] + \phi_0\}$.

80. 一平面简谐波, 沿 x 轴负方向传播. 角频率为 ω , 波速为 u . 设 $t = T/4$ 时刻的波形如图所示, 则该波的表达式为:

- (A) $y = A\cos\omega(t - xu)$.
- (B) $y = A\cos[\omega(t - x/u) + \frac{1}{2}\pi]$.
- (B) $y = A\cos[\omega(t + x/u)]$.
- (C) $y = A\cos[\omega(t + x/u) + \pi]$.

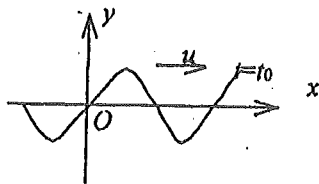


81. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播. 已知 $x = b$ 处质点的振动方程为 $y = A\cos(\omega t + \phi_0)$, 波速为 u , 则波的表达式为:

- (A) $y = A\cos[\omega t + \frac{b+x}{u} + \phi_0]$.
- (B) $y = A\cos[\omega t - \frac{b+x}{u} + \phi_0]$.
- (C) $y = A\cos[\omega t + \frac{x-b}{u} + \phi_0]$.
- (D) $y = A\cos[\omega t + \frac{b-x}{u} + \phi_0]$.

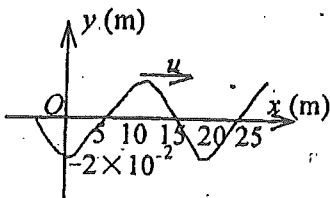
82. 一平面简谐波, 其振幅为 A , 频率为 ν . 波沿 x 轴正方向传播. 设 $t = t_0$ 时刻波形如图所示. 则 $x = 0$ 处质点的振动方程为

- (A) $y = A\cos[2\pi\nu(t + t_0) + \frac{1}{2}\pi]$.
- (B) $y = A\cos[2\pi\nu(t - t_0) + \frac{1}{2}\pi]$.
- (C) $y = A\cos[2\pi\nu(t - t_0) - \frac{1}{2}\pi]$.
- (D) $y = A\cos[2\pi\nu(t - t_0) + \pi]$.



83. 一平面简谐波, 波速 $u = 5 \text{ m/s}$, $t = 3 \text{ s}$ 时波形曲线如图, 则 $x = 0$ 处质点的振动方程为

- (A) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI).
- (B) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi)$ (SI).



(C) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

(D) $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t - \frac{3}{2}\pi)$ (SI).

84. 一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$. 在 $t = 1/\nu$ 时刻, $x_1 = 3\lambda/4$ 与 $x_2 = \lambda/4$ 二点处质元速度之比是

- (A) -1. (B) $\frac{1}{3}$. (C) 1. (D) 3

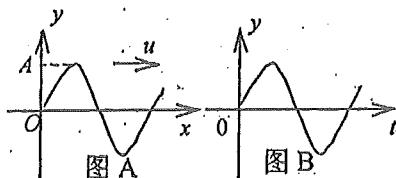
85. 图 A 表示 $t=0$ 时的余弦波的波形图, 波沿 x 轴正向传播; 图 B 为一余弦振动曲线. 则图 A 中所表示的 $x=0$ 处振动的初相位与图 B 所表示的振动的初相位

- (A) 均为零. (B) 均为 $\frac{1}{2}\pi$

- (C) 均为 $-\frac{1}{2}\pi$

- (D) 依次分别为 $\frac{1}{2}\pi$ 与 $-\frac{1}{2}\pi$.

- (E) 依次分别为 $-\frac{1}{2}\pi$ 与 $\frac{1}{2}\pi$.



86. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在某一瞬时, 媒质中某质元正处于平衡位置, 此时它的能量是

- (A) 动能为零, 势能最大. (B) 动能为零, 势能为零.
(C) 动能最大, 势能最大. (D) 动能最大, 势能为零.

87. 一平面简谐波在弹性媒质中传播时, 某一时刻媒质中某质元在负的最大位移处, 则它的能量是

- (A) 动能为零, 势能最大. (B) 动能为零, 势能为零.
(C) 动能最大, 势能最大. (D) 动能最大, 势能为零.

88. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

- (A) 它的势能转换成动能.
(B) 它的动能转换成势能.
(C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量, 其能量逐渐增加.
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元, 其能量逐渐减小.

89. 一平面简谐波在弹性媒质中传播, 在媒质质元从平衡位置运动到最大位移处的过程中:

- (A) 它的动能转换成势能.
(B) 它的势能转换成动能.
(C) 它从相邻的一段质元获得能量其能量逐渐增大.
(D) 它把自己的能量传给相邻的一段质元, 其能量逐渐减小.

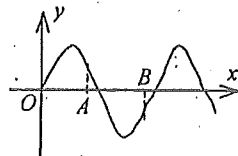
90. 在同一媒质中两列相干的平面简谐波的强度之比是 $I_1/I_2 = 4$, 则两列波的振幅之比是

(A) $A_1/A_2=16$. (B) $A_1/A_2=4$. (C) $A_1/A_2=2$. (D) $A_1/A_2=1/4$.

91. 当一平面简谐机械波在弹性媒质中传播时, 下述各结论哪个是正确的?
 (A) 媒质质元的振动动能增大时, 其弹性势能减小, 总机械能守恒.
 (B) 媒质质元的振动动能和弹性势能都作周期性变化, 但二者的相位不相同.
 (C) 媒质质元的振动动能和弹性势能的相位在任一时刻都相同, 但二者的数值不相等.
 (D) 媒质质元在其平衡位置处弹性势能最大.
92. 当机械波在媒质中传播时, 一媒质质元的最大变形量发生在
 (A) 媒质质元离开其平衡位置最大位移处.
 (B) 媒质质元离开其平衡位置($\sqrt{2}A/2$)处(A 是振动振幅).
 (C) 媒质质元在其平衡位置处.
 (D) 媒质质元离开其平衡位置 $\frac{1}{2}A$ 处 (A 是振动振幅).

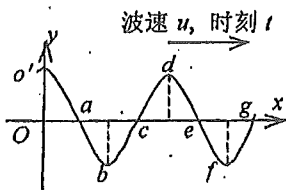
93. 图示一平面简谐机械波在 t 时刻的波形曲线. 若此时 A 点处媒质质元的振动动能在增大, 则

- (A) A 点处质元的弹性势能在减小.
 (B) 波沿 x 轴负方向传播.
 (C) B 点处质元的振动动能在减小.
 (D) 各点的波的能量密度都不随时间变化.

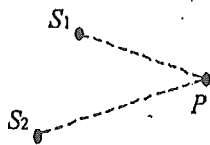


94. 一列机械横波在 t 时刻的波形曲线如图所示, 则该时刻能量为最大值的媒质质元的位置是:

- (A) o', b, d, f . (B) a, c, e, g . (C) o', d . (D) b, f .



(94 题图)



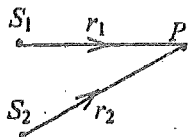
(95 题图)

95. 如图所示, S_1 和 S_2 为两相干波源, 它们的振动方向均垂直于图面, 发出波长为 λ 的简谐波, P 点是两列波相遇区域中的一点, 已知 $\overline{S_1P}=2\lambda$, $\overline{S_2P}=2.2\lambda$, 两列波在 P 点发生相消干涉. 若 S_1 的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$, 则 S_2 的振动方程为

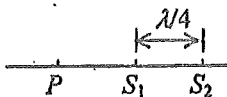
- (A) $y_2 = A \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$. (B) $y_2 = A \cos(2\pi t - \pi)$.
 (C) $y_2 = A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$. (D) $y_2 = 2A \cos(2\pi t - 0.1\pi)$.

96. 如图所示, 两列波长为 λ 的相干波在 P 点相遇. 波在 S_1 点振动的初相是 ϕ_1 , S_1 到 P 点的距离是 r_1 ; 波在 S_2 点的初相是 ϕ_2 , S_2 到 P 点的距离是 r_2 , 以 k 代表零或正、负整数, 则 P 点是干涉极大的条件为:

- (A) $r_2 - r_1 = k\lambda$. (B) $\phi_2 - \phi_1 = 2k\pi$;
 (C) $\phi_2 - \phi_1 + 2\pi(r_2 - r_1)/\lambda = 2k\pi$. (D) $\phi_2 - \phi_1 + 2\pi(r_1 - r_2)/\lambda = 2k\pi$.



(96 题图)



(97 题图)

97. 两相干波源 S_1 和 S_2 相距 $\lambda/4$, (λ 为波长), S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\frac{1}{2}\pi$, 在 S_1 、 S_2 的连线上, S_1 外侧各点 (例如 P 点) 两波引起的两谐振动的相位差是:

- (A) 0. (B) $\frac{1}{2}\pi$. (C) π . (D) $\frac{3}{2}\pi$.

98. S_1 和 S_2 是波长均为 λ 的两个相干波的波源, 相距 $3\lambda/4$, S_1 的相位比 S_2 超前 $\frac{1}{2}\pi$. 若两波单独传播时, 在过 S_1 和 S_2 的直线上各点的强度相同, 不随距离变化, 且两波的强度都是 I_0 , 则在 S_1 、 S_2 连线上 S_1 外侧和 S_2 外侧各点, 合成波的强度分别是

- (A) $4I_0, 4I_0$. (B) 0, 0. (C) 0, $4I_0$. (D) $4I_0, 0$.

99. 在驻波中, 两个相邻波节间各质点的振动

- (A) 振幅相同, 相位相同. (B) 振幅不同, 相位相同.
 (C) 振幅相同, 相位不同. (D) 振幅不同, 相位不同.

100. 在波长为 λ 的驻波中, 两个相邻波腹之间的距离为

- (A) $\lambda/4$. (B) $\lambda/2$. (C) $3\lambda/4$. (D) λ .

101. 在波长为 λ 的驻波中两个相邻波节之间的距离为

- (A) λ . (B) $3\lambda/4$. (C) $\lambda/2$. (D) $\lambda/4$.

102. 在弦线上有一简谐波, 其表达式是

$$y_1 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{20}\right) + \frac{\pi}{3}\right] \quad (\text{SI})$$

为了在此弦线上形成驻波, 并且在 $x = 0$ 处为一波节, 此弦线上还应有一简谐波, 其表达式为:

(A) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}\right) + \frac{\pi}{3}\right] \quad (\text{SI}).$

(B) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}\right) + \frac{2\pi}{3}\right] \quad (\text{SI}).$

(C) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}\right) + \frac{4\pi}{3}\right] \quad (\text{SI}).$

(D) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.02} + \frac{x}{20}\right) - \frac{\pi}{3}\right] \quad (\text{SI}).$

103. 在弦线上有一简谐波, 其表达式为

$$y_1 = 2.0 \times 10^{-2} \cos\left[100\pi\left(t + \frac{x}{20}\right) - \frac{4\pi}{3}\right] \quad (\text{SI})$$

为了在此弦线上形成驻波，并且在 $x = 0$ 处为一波腹，此弦线上还应有一简谐波，其表达式为：

(A) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) + \frac{\pi}{3}]$ (SI).

(B) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) + \frac{4\pi}{3}]$ (SI).

(C) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) - \frac{\pi}{3}]$ (SI).

(D) $y_2 = 2.0 \times 10^{-2} \cos[100\pi(t - \frac{x}{20}) - \frac{4\pi}{3}]$ (SI).

104. 若在弦线上的驻波表达式是 $y = 0.20 \sin 2\pi x \cos 20\pi t$ ，则形成该驻波的两个反向进行的行波为：

(A) $y_1 = 0.10 \cos[2\pi(10t - x) + \frac{1}{2}\pi]$ $y_2 = 0.10 \cos[2\pi(10t + x) + \frac{1}{2}\pi]$

(B) $y_1 = 0.10 \cos[2\pi(10t - x) - 0.50\pi]$ $y_2 = 0.10 \cos[2\pi(10t + x) + 0.75\pi]$

(C) $y_1 = 0.10 \cos[2\pi(10t - x) + \frac{1}{2}\pi]$ $y_2 = 0.10 \cos[2\pi(10t + x) - \frac{1}{2}\pi]$

(D) $y_1 = 0.10 \cos[2\pi(10t - x) + 0.75\pi]$ $y_2 = 0.10 \cos[2\pi(10t + x) + 0.75\pi]$

105. 沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为

$y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$.

在叠加后形成的驻波中，各处简谐振动的振幅是

(A) A . (B) $2A$. (C) $2A \cos(2\pi x/\lambda)$. (D) $|2A \cos(2\pi x/\lambda)|$.

106. 沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为

$y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$.

叠加后形成的驻波中，波节的位置坐标为

(A) $x = \pm k\lambda$. (B) $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$. (C) $x = \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$.

(D) $x = \pm(2k+1)\lambda/4$. 其中的 $k=0, 1, 2, 3, \dots$.

107. 有两列沿相反方向传播的相干波，其表达式为

$y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 和 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$.

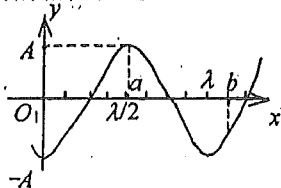
叠加后形成驻波，其波腹位置的坐标为：

(A) $x = \pm k\lambda$. (B) $x = \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$. (C) $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$.

(D) $x = \pm(2k+1)\lambda/4$. 其中的 $k=0, 1, 2, 3, \dots$.

108. 某时刻驻波波面曲线如图所示，则 a 、 b 两点振动的相位差是

- (A) 0 (B) $\frac{1}{2}\pi$
(C) π . (D) $5\pi/4$.



109. 设声波在媒质中的传播速度为 u , 声源的频率为 ν_S . 若声源 S 不动, 而接收器 R 相对于媒质以速度 v_R 沿着 S 、 R 连线向着声源 S 运动, 则位于 S 、 R 连线中点的质点 P 的振动频率为

- (A) ν_S . (B) $\frac{u+v_R}{u}\nu_S$. (C) $\frac{u}{u+v_R}\nu_S$. (D) $\frac{u}{u-v_R}\nu_S$.

110. 一机车汽笛频率为 750 Hz, 机车以时速 90 公里远离静止的观察者. 观察者听到的声音的频率是 (设空气中声速为 340 m/s).

- (A) 810 Hz. (B) 699 Hz. (C) 805 Hz. (D) 695 Hz.

111. 正在报警的警钟, 每隔 0.5 秒钟响一声, 有一人在以 72 km/h 的速度向警钟所在地驶去的火车里, 这个人在 1 分钟内听到的响声是 (设声音在空气中的传播速度是 340 m/s).

- (A) 113 次. (B) 120 次. (C) 127 次. (D) 128 次.

112. 一辆机车以 30 m/s 的速度驶近一位静止的观察者, 如果机车的汽笛的频率为 550 Hz, 此观察者听到的声音频率是 (空气中声速为 330 m/s)

- (A) 605 Hz. (B) 600 Hz. (C) 504 Hz. (D) 500 Hz.

113. 一辆汽车以 25 m/s 的速度远离一辆静止的正在鸣笛的机车. 机车汽笛的频率为 600 Hz, 汽车中的乘客听到机车鸣笛声音的频率是 (已知空气中的声速为 330 m/s)

- (A) 550 Hz. (B) 558 Hz. (C) 645 Hz. (D) 649 Hz.

二、填空

1. 一弹簧振子作简谐振动, 振幅为 A , 周期为 T , 其运动方程用余弦函数表示. 若 $t=0$ 时, (1) 振子在负的最大位移处, 则初相为_____;

(2) 振子在平衡位置向正方向运动, 则初相为_____;

(3) 振子在位移为 $A/2$ 处, 且向负方向运动, 则初相为_____.

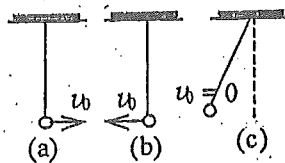
2. 有两相同的弹簧, 其劲度系数均为 k .

(1) 把它们串联起来, 下面挂一个质量为 m 的重物, 此系统作简谐振动的周期为_____;

(2) 把它们并联起来, 下面挂一个质量为 m 的重物, 此系统作简谐振动的周期为_____.

3. 在 $t=0$ 时, 周期为 T 、振幅为 A 的单摆分别处于图(a)、(b)、(c)三种状态. 若选单摆的平衡位置为坐标的原点, 坐标指向正右方, 则单摆作小角度摆动的振动表达式 (用余弦函数表示) 分别为

(a) _____; (b) _____; (c) _____.

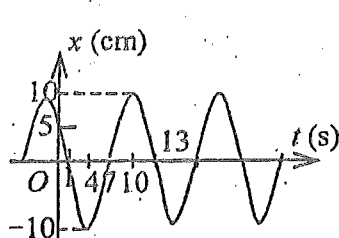


4. 三个简谐振动方程分别为 $x_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$, $x_2 = A \cos(\omega t + \frac{7}{6}\pi)$ 和

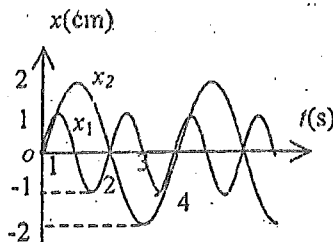
$x_3 = A \cos(\omega t + \frac{11}{6}\pi)$ 画出它们的旋转矢量图, 并在同一坐标上画出它们的振动曲线.

5. 质量 $M = 1.2 \text{ kg}$ 的物体, 挂在一个轻弹簧上振动. 用秒表测得此系统在 45 s 内振动了 90 次. 若在此弹簧上再加挂质量 $m = 0.6 \text{ kg}$ 的物体, 而弹簧所受的力未超过弹性限度, 则该系统新的振动周期为_____.
6. 在两个相同的弹簧下各悬一物体, 两物体的质量比为 $4:1$, 则二者作简谐振动的周期之比为_____.
7. 用 40 N 的力拉一轻弹簧, 可使其伸长 20 cm . 此弹簧下应挂_____ kg 的物体, 才能使弹簧振子作简谐振动的周期 $T = 0.2\pi \text{ s}$.
7. 用 40 N 的力拉一轻弹簧, 可使其伸长 20 cm . 此弹簧下应挂_____ kg 的物体, 才能使弹簧振子作简谐振动的周期 $T = 0.2\pi \text{ s}$.
8. 一质点作简谐振动, 速度最大值 $v_m = 5 \text{ cm/s}$, 振幅 $A = 2 \text{ cm}$. 若令速度具有正最大值的那一时刻为 $t = 0$, 则振动表达式为_____.
9. 无阻尼自由简谐振动的周期和频率由_____决定. 对于给定的简谐振动系统, 其振幅、初相由_____决定.
10. 一弹簧振子, 弹簧的劲度系数为 k , 重物的质量为 m , 则此系统的固有振动周期为_____.
11. 一物体作余弦振动, 振幅为 $15 \times 10^{-2} \text{ m}$, 角频率为 $6\pi \text{ s}^{-1}$, 初相为 0.5π , 则振动方程为 $x =$ _____ (SI).
12. 一质点沿 x 轴作简谐振动, 振动范围的中心点为 x 轴的原点. 已知周期为 T , 振幅为 A .
- (1) 若 $t = 0$ 时质点过 $x = 0$ 处且朝 x 轴正方向运动, 则振动方程为 $x =$ _____.
- (2) 若 $t = 0$ 时质点处于 $x = \frac{1}{2}A$ 处且向 x 轴负方向运动, 则振动方程为 $x =$ _____.
13. 一质点沿 x 轴以 $x = 0$ 为平衡位置作简谐振动, 频率为 0.25 Hz . $t = 0$ 时 $x = -0.37 \text{ cm}$ 而速度等于零, 则振幅_____, 振动的数值表达式为_____.
14. 一简谐振动的表达式为 $x = A \cos(3t + \phi)$, 已知 $t = 0$ 时的初位移为 0.04 m , 初速度为 0.09 m/s , 则振幅 $A =$ _____, 初相 $\phi =$ _____.
15. 两个弹簧振子的周期都是 0.4 s , 设开始时第一个振子从平衡位置向负方向运动, 经过 0.5 s 后, 第二个振子才从正方向的端点开始运动, 则这两振动的相位差为_____.
16. 两质点沿水平 x 轴线作相同频率和相同振幅的简谐振动, 平衡位置都在坐标原点. 它们总是沿相反方向经过同一个点, 其位移 x 的绝对值为振幅的一半, 则它们之间的相位差为_____.
17. 将质量为 0.2 kg 的物体, 系于劲度系数 $k = 19 \text{ N/m}$ 的竖直悬挂的弹簧的下端. 假定在弹簧不变形的位置将物体由静止释放, 然后物体作简谐振动, 则振动频率为_____, 振幅为_____.
18. 一竖直悬挂的弹簧振子, 自然平衡时弹簧的伸长量为 x_0 , 此振子自由振动的周期 $T =$ _____.
19. 一物体作简谐振动, 其振动方程为 $x = 0.04 \cos(\frac{5}{3}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI) ..

- (1) 此简谐振动的周期 $T = \underline{\hspace{2cm}}$; (2) 当 $t = 0.6 \text{ s}$ 时, 物体的速度 $v = \underline{\hspace{2cm}}$.
20. 已知两个简谐振动的振动曲线如图所示, 两简谐振动的最大速率之比为 $\underline{\hspace{2cm}}$.



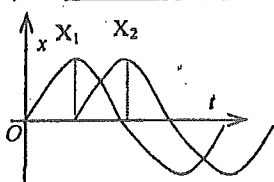
(21 题图)



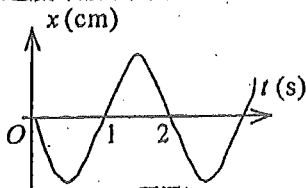
(20 题图)

21. 一简谐振动用余弦函数表示, 其振动曲线如图所示, 则此简谐振动的三个特征量为 $A = \underline{\hspace{2cm}}$; $\omega = \underline{\hspace{2cm}}$; $\phi = \underline{\hspace{2cm}}$.
22. 已知两个简谐振动曲线如图所示, x_1 的相位比 x_2 的相位超前 $\underline{\hspace{2cm}}$.
23. 两个简谐振动方程分别为 $x_1 = A \cos \omega t$, $x_2 = A \cos(\omega t + \frac{1}{3}\pi)$ 在同一坐标上画出两者的 $x-t$ 曲线.
24. 已知一简谐振动曲线如图所示, 由图确定振子:

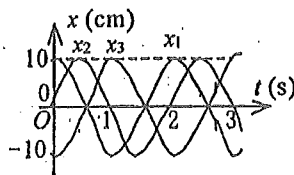
- (1) 在 $\underline{\hspace{2cm}}$ s 时速度为零. (2) 在 $\underline{\hspace{2cm}}$ s 时动能最大.
- (3) 在 $\underline{\hspace{2cm}}$ s 时加速度取正的最大值.



(22 题图)



(24 题图)

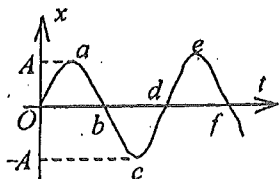


(25 题图)

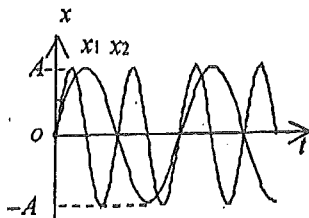
25. 已知三个简谐振动曲线如图所示, 则振动方程分别为:

$x_1 = \underline{\hspace{2cm}}$, $x_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, $x_3 = \underline{\hspace{2cm}}$.

26. 一水平弹簧简谐振子的振动曲线如图所示, 当振子处在位移为零、速度为 $-\omega A$ 、加速度为零和弹性力为零的状态时, 应对应于曲线上的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 点. 当振子处在位移的绝对值为 A 、速度为零、加速度为 $-\omega^2 A$ 和弹性力为 $-kA$ 的状态时, 应对应于曲线上的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 点.



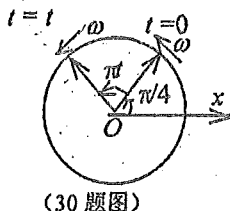
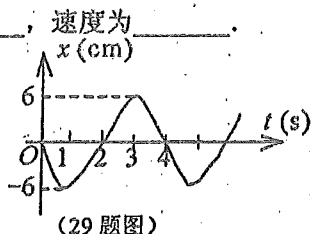
(26 题图)



(27 题图)

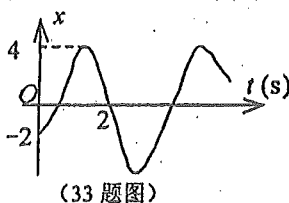
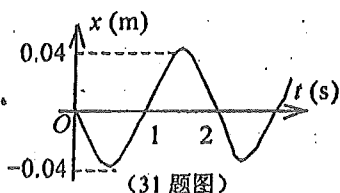
27. 两个简谐振动曲线如图所示, 则两个简谐振动的频率之比 $\nu_1 : \nu_2 = \underline{\hspace{2cm}}$, 加速度最大值之比 $a_{1m} : a_{2m} = \underline{\hspace{2cm}}$, 初始速率之比 $v_{10} : v_{20} = \underline{\hspace{2cm}}$.
28. 有简谐振动方程为 $x = 1 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \phi)$ (SI), 初相分别为 $\phi_1 = \pi/2$, $\phi_2 = \pi$, $\phi_3 = -\pi/2$ 的三个振动. 试在同一个坐标上画出上述三个振动曲线.

29. 一简谐振动曲线如图所示, 则由图可确定在 $t = 2\text{s}$ 时刻质点的位移为



30. 一简谐振动的旋转矢量图如图所示, 振幅矢量长 2 cm , 则该简谐振动的初相为 _____, 振动方程为 _____.

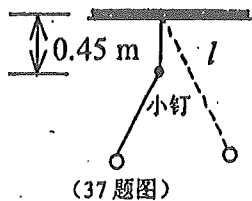
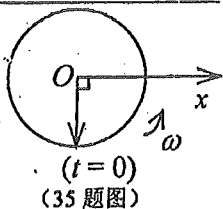
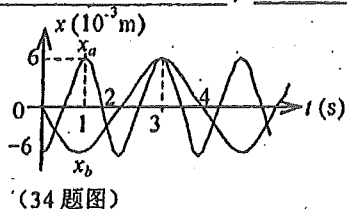
31. 一简谐振子的振动曲线如图所示, 则以余弦函数表示的振动方程为 _____.



32. 已知一个简谐振动的振幅 $A = 2\text{ cm}$, 角频率 $\omega = 4\pi\text{ s}^{-1}$, 以余弦函数表达运动规律时的初相 $\phi = \frac{1}{2}\pi$, 试画出位移和时间的关系曲线 (振动曲线).

33. 一质点作简谐振动, 其振动曲线如图所示, 根据此图, 它的周期 $T =$ _____, 用余弦函数描述时初相 $\phi =$ _____.

34. 已知两简谐振动曲线如图所示, 则这两个简谐振动方程 (余弦形式) 分别为 _____ 和 _____.



35. 图中用旋转矢量法表示了一个简谐振动, 旋转矢量的长度为 0.04 m , 旋转角速度 $\omega = 4\pi\text{ rad/s}$. 此简谐振动以余弦函数表示的振动方程为 $x =$ _____ (SI).

36. 一质点作简谐振动的角频率为 ω 、振幅为 A . 当 $t = 0$ 时质点位于 $x = \frac{1}{2}A$ 处, 且向 x 正方向运动. 试画出此振动的旋转矢量图.

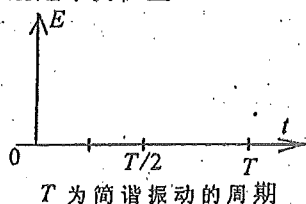
37. 一单摆的悬线长 $l = 1.5\text{ m}$, 在顶端固定点的竖直下方 0.45 m 处有一小钉, 如图示. 设摆动很小, 则单摆的左右两方振幅之比 A_1/A_2 的近似值为 _____.

38. 一物块悬挂在弹簧下方作简谐振动, 当这物块的位移等于振幅的一半时, 其动能是总能量的 _____ (设平衡位置处势能为零). 当这物块在平衡位置时, 弹簧的长度比原长长 Δl , 这一振动系统的周期为 _____.

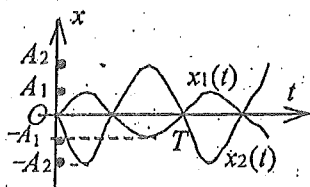
39. 一系统作简谐振动, 周期为 T , 以余弦函数表达振动时, 初相为零. 在 $0 \leq t \leq \frac{1}{2}T$ 范围内, 系统在 $t =$ _____ 时刻动能和势能相等.

40. 一作简谐振动的振动系统, 振子质量为 2 kg , 系统振动频率为 1000 Hz , 振幅为 0.5 cm , 则其振动能量为 _____.

41. 试在下图中画出简谐振子的动能, 振动势能和机械能随时间 t 而变的三条曲线(设 $t=0$ 时物体经过平衡位置).



(41 题图)



(44 题图)

42. 质量为 m 物体和一个轻弹簧组成弹簧振子, 其固有振动周期为 T . 当它作振幅为 A 自由简谐振动时, 其振动能量 $E =$ _____.

43. 一弹簧振子系统具有 1.0 J 的振动能量, 0.10 m 的振幅和 1.0 m/s 的最大速率, 则弹簧的劲度系数为 _____, 振子的振动频率为 _____.

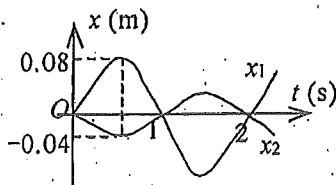
44. 两个同方向的简谐振动曲线如图所示. 合振动的振幅为 _____, 合振动的振动方程为 _____.

45. 两个同方向同频率的简谐振动, 其振动表达式分别为:

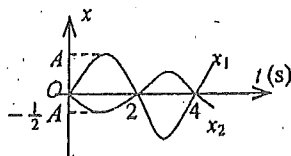
$$x_1 = 6 \times 10^{-2} \cos(5t + \frac{1}{2}\pi) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi - 5t) \text{ (SI)}$$

它们的合振动的振幅为 _____, 初相为 _____.

46. 图中所示为两个简谐振动的振动曲线. 若以余弦函数表示这两个振动的合成结果, 则合振动的方程为 $x = x_1 + x_2 =$ _____ (SI)



(46 题图)



(47 题图)

47. 如图所示的是两个简谐振动的振动曲线, 它们合成的余弦振动的初相为 _____.

48. 一物体同时参与同一直线上的两个简谐振动:

$$x_1 = 0.05 \cos(4\pi t + \frac{1}{3}\pi) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 0.03 \cos(4\pi t - \frac{2}{3}\pi) \text{ (SI)}$$

合成振动的振幅为 _____ m.

49. 两个同方向同频率的简谐振动.

$$x_1 = 3 \times 10^{-2} \cos(\omega t + \frac{1}{3}\pi), \quad x_2 = 4 \times 10^{-2} \cos(\omega t - \frac{1}{6}\pi) \quad (\text{SI})$$

它们的合振幅是_____。

50. 一个质点同时参与两个在同一直线上的简谐振动, 其表达式分别为

$$x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos(2t + \frac{1}{6}\pi), \quad x_2 = 3 \times 10^{-2} \cos(2t - \frac{5}{6}\pi) \quad (\text{SI})$$

则其合成振动的振幅为_____, 初相为_____。

51. 两个同方向的简谐振动, 周期相同, 振幅分别为 $A_1 = 0.05 \text{ m}$ 和 $A_2 = 0.07 \text{ m}$, 它们合成为一个振幅为 $A = 0.09 \text{ m}$ 的简谐振动. 则这两个分振动的相位差为_____ rad.

52. 一质点同时参与了三个简谐振动, 它们的振动方程分别为

$$x_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{3}\pi), \quad x_2 = A \cos(\omega t + \frac{5}{3}\pi), \quad x_3 = A \cos(\omega t + \pi)$$

其合成运动的运动方程为 $x =$ _____。

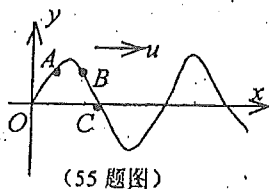
53. 一质点同时参与了两个同方向的简谐振动, 它们的振动方程分别为

$$x_1 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{1}{4}\pi) \quad (\text{SI}), \quad x_2 = 0.05 \cos(\omega t + \frac{9}{12}\pi) \quad (\text{SI})$$

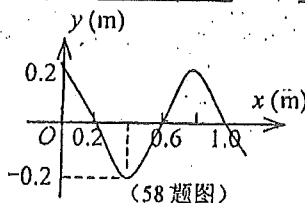
其合成运动的运动方程为 $x =$ _____。

54. 两个同方向同频率的简谐振动, 其合振动的振幅为 20 cm , 与第一个简谐振动的相位差为 $\phi - \phi_1 = \pi/6$. 若第一个简谐振动的振幅为 $10\sqrt{3} \text{ cm} = 17.3 \text{ cm}$, 则第二个简谐振动的振幅为_____ cm, 第一、二两个简谐振动的相位差 $\phi_1 - \phi_2$ 为_____。

55. 一个余弦横波以速度 u 沿 x 轴正向传播, t 时刻波形曲线如图所示. 试分别指出图中 A, B, C 各质点在该时刻的运动方向. A _____; B _____; C _____。



(55 题图)



(58 题图)

56. 一声波在空气中的波长是 0.25 m , 传播速度是 340 m/s , 当它进入另一介质时, 波长变成了 0.37 m , 它在该介质中传播速度为_____。

57. 已知波源的振动周期为 $4.00 \times 10^{-2} \text{ s}$, 波的传播速度为 300 m/s , 波沿 x 轴正方向传播, 则位于 $x_1 = 10.0 \text{ m}$ 和 $x_2 = 16.0 \text{ m}$ 的两质点振动相位差为_____。

58. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 波速 $u = 100 \text{ m/s}$, $t = 0$ 时刻的波形曲线如图所示. 可知波长 $\lambda =$ _____; 振幅 $A =$ _____; 频率 $\nu =$ _____。

59. 频率为 500 Hz 的波, 其波速为 350 m/s , 相位差为 $2\pi/3$ 的两点间距离为_____。

60. 一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos \omega(t - x/u) = A \cos(\omega t - \omega x/u)$ 其中 x/u 表示_____; $\omega x/u$ 表示_____; y 表示_____。

61. 一平面简谐波的表达式为 $y = 0.025 \cos(125t - 0.37x)$ (SI), 其角频率 $\omega =$ _____, 波速 $u =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____。

62. 一平面简谐波沿 Ox 轴传播, 波动表达式为 $y = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$,

则 $x_1 = L$ 处介质质点振动的初相是_____；与 x_1 处质点振动状态相同的其它质点的位置是_____；与 x_1 处质点速度大小相同，但方向相反的其它各质点的位置是_____。

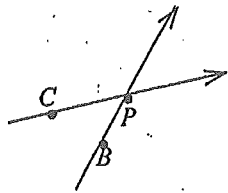
63. 一平面简谐波(机械波)沿 x 轴正方向传播, 波动表达式为 $y = 0.2 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi x)$

(SI), 则 $x = -3$ m 处媒质质点的振动加速度 a 的表达式为_____。

64. 已知 14°C 时的空气中声速为 340 m/s. 人可以听到频率为 20 Hz 至 20000 Hz 范围内的声波. 可以引起听觉的声波在空气中波长的范围约为_____。

65. 频率为 100 Hz 的波, 其波速为 250 m/s. 在同一条波线上, 相距为 0.5 m 的两点的相位差为_____。

66. 一简谐波沿 \overline{BP} 方向传播, 它在 B 点引起的振动方程为 $y_1 = A_1 \cos 2\pi t$. 另一简谐波沿 \overline{CP} 方向传播, 它在 C 点引起的



振动方程为 $y_2 = A_2 \cos(2\pi t + \pi)$. P 点与 B 点相距 0.40 m, 与 C 点相距 0.5 m (如图). 波速均为 $u = 0.20$ m/s. 则两波

在 P 点的相位差为_____。

67. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(Dt - Ex)$, 式中 A 、 D 、 E 为正值常量, 则在传播方向上相距为 a 的两点的相位差为_____。

68. 一列平面简谐波沿 x 轴正向无衰减地传播, 波的振幅为 2×10^{-3} m, 周期为 0.01 s, 波速为 400 m/s. 当 $t = 0$ 时 x 轴原点处的质元正通过平衡位置向 y 轴正方向运动, 则该简谐波的表达式为_____。

69. 在简谐波的一条射线上, 相距 0.2 m 两点的振动相位差为 $\pi/6$. 又知振动周期为 0.4 s, 则波长为_____，波速为_____。

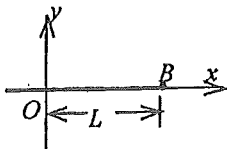
70. 一声纳装置向海水中发出超声波, 其波的表达式为

$$y = 1.2 \times 10^{-3} \cos(3.14 \times 10^5 t - 220x) \quad (\text{SI})$$

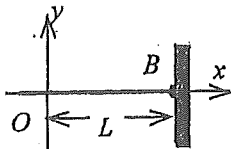
则此波的频率 $\nu =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____, 海水中声速 $u =$ _____。

71. 设沿弦线传播的一入射波的表达式为 $y_1 = A \cos[\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}]$, 波在 $x = L$ 处 (B 点)

发生反射, 反射点为自由端 (如图). 设波在传播和反射过程中振幅不变, 则反射波的表达式是 $y_2 =$ _____。



(71 题图)



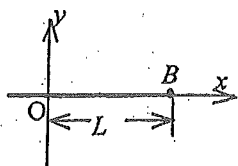
(72 题图)

72. 设沿弦线传播的一入射波的表达式为

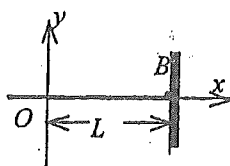
$$y_1 = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi],$$

波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射, 反射点为固定端 (如图). 设波在传播和反射过程中振幅不变, 则反射波的表达式为 $y_2 =$ _____。

73. 沿弦线传播的一入射波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射, 反射点为自由端 (如图). 设波在传播和反射过程中振幅不变, 且反射波的表达式为 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + \frac{x}{\lambda})$, 则入射波的表达式为 $y_1 =$ _____.



(73 题图)



(74 题图)

74. 沿弦线传播的一入射波在 $x = L$ 处 (B 点) 发生反射, 反射点为固定端 (如图), 设波在传播和反射过程中振幅不变, 且反射波的表达式为 $y_2 = A \cos(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda})$, 则入射波的表达式是 $y_1 =$ _____.

75. 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播. 已知 $x = 0$ 处的振动方程为 $y = \cos(\omega t + \phi_0)$, 波速为 u . 坐标为 x_1 和 x_2 的两点的振动初相位分别记为 ϕ_1 和 ϕ_2 , 则相位差 $\phi_1 - \phi_2 =$ _____.

76. 已知一平面简谐波的波长 $\lambda = 1$ m, 振幅 $A = 0.1$ m, 周期 $T = 0.5$ s. 选波的传播方向为 x 轴正方向, 并以振动初相为零的点为 x 轴原点, 则波动表达式为 $y =$ _____ (SI).

77. 已知一平面简谐波的表达式为 $A \cos(at - bx)$, (a, b 均为正值常量), 则波沿 x 轴传播的速度为 _____.

78. 一简谐波的频率为 5×10^4 Hz, 波速为 1.5×10^3 m/s. 在传播路径上相距 5×10^{-3} m 的两点之间的振动相位差为 _____.

79. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(bt - dx)$, (b, d 为正值常量), 则此波的频率 $\nu =$ _____, 波长 $\lambda =$ _____.

80. 已知一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 振动周期 $T = 0.5$ s, 波长 $\lambda = 10$ m, 振幅 $A = 0.1$ m. 当 $t = 0$ 时波源振动的位移恰好为正的极大值. 若波源处为原点. 则沿波传播方向距离波源为 $\frac{1}{2} \lambda$ 处的振动方程为 $y =$ _____. 当 $t = \frac{1}{2} T$ 时, $x = \lambda/4$ 处质点的振动速度为 _____.

81. 一横波的表达式是 $y = 0.02 \sin 2\pi(100t - 0.4\pi)$ (SI), 则振幅是 _____, 波长是 _____, 频率是 _____, 波的传播速度是 _____.

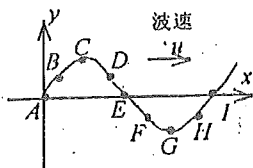
82. 一平面简谐波. 波速为 6.0 m/s, 振动周期为 0.1 s, 则波长为 _____. 在波的传播方向上, 有两质点 (其间距离小于波长) 的振动相位差为 $5\pi/6$, 则此两质点相距 _____.

83. 一横波的表达式是 $y = 2 \sin 2\pi(t/0.01 - x/30)$ 其中 x 和 y 的单位是厘米、 t 的单位是秒, 此波的波长是 _____ cm, 波速是 _____ m/s.

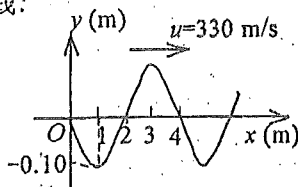
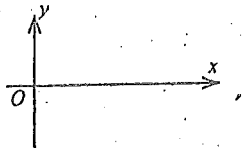
84. 已知平面简谐波的表达式为 $y = A \cos(Bt - Cx)$ 式中 A, B, C 为正值常量, 此波的波长是 _____, 波速是 _____. 在波传播方向上相距为 d 的两点的振动相位差是 _____.

85. 设某时刻一横波波形曲线如图所示。

- (1) 试分别用矢量符号表示图中 $A, B, C, D, E, F, G, H, I$ 等质点在该时刻的运动方向; (2) 画出四分之一周期后的波形曲线:



(85 题图)



(88 题图)

86. A, B 是简谐波波线上距离小于波长的两点。已知, B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$, 波长为 $\lambda = 3$ m, 则 A, B 两点相距 $L =$ _____ m.

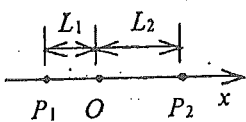
87. A, B 是简谐波波线上的两点。已知, B 点振动的相位比 A 点落后 $\frac{1}{3}\pi$, A, B 两点相距 0.5 m, 波的频率为 100 Hz, 则该波的波长 $\lambda =$ _____ m, 波速 $u =$ _____ m/s.

88. 图为 $t = T/4$ 时一平面简谐波的波形曲线, 则其波的表达式为 _____.

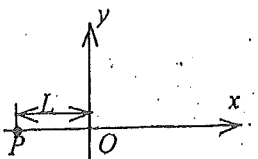
89. 一平面简谐波沿 x 轴负方向传播, 已知 $x = -1$ m 处质点的振动方程为 $y = A \cos(\omega t + \phi)$, 若波速为 u , 则此波的表达式为 _____.

90. 一平面简谐波沿 Ox 轴正向传播, 波动表达式为 $y = A \cos[\omega(t - x/u) + \pi/4]$, 则 $x_1 = L_1$ 处质点的振动方程是 _____; $x_2 = -L_2$ 处质点的振动和 $x_1 = L_1$ 处质点的振动的相位差为 $\phi_2 - \phi_1 =$ _____.

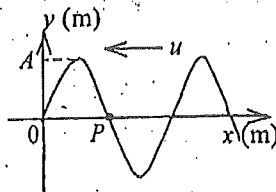
91. 一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 波长为 λ . 若如图 P_1 点处质点的振动方程为 $y_1 = A \cos(2\pi \nu t + \phi)$, 则 P_2 点处质点的振动方程为 _____; 与 P_1 点处质点振动状态相同的那些点的位置是 _____.



(91 题图)



(92 题图)



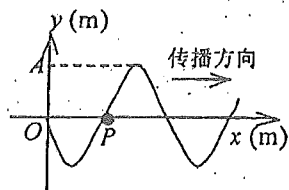
(93 题图)

92. 如图所示, 一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播, 波长为 λ , 若 P 处质点的振动方程是 $y_p = A \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$, 则该波的表达式是 _____; P 处质点 _____ 时刻的振动状态与 O 处质点 t_1 时刻的振动状态相同.

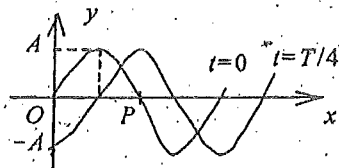
93. 如图所示为一平面简谐波在 $t = 2$ s 时刻的波形图, 该简谐波的表达式是 _____; P 处质点的振动方程是 _____. (该波的振幅 A 、波速 u 与波长 λ 为已知量)

94. 一平面余弦波沿 Ox 轴正方向传播, 波动表达式为 $y = A \cos[2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \phi]$, 则 $x = -\lambda$ 处质点的振动方程是 _____; 若以 $x = \lambda$ 处为新的坐标轴原点, 且此坐标轴指向与波的传播方向相反, 则对此新的坐标轴, 该波的波动表达式是 _____.

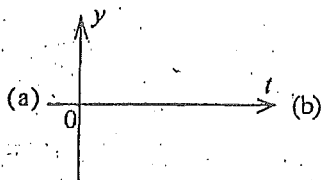
95. 图示一平面简谐波在 $t = 2\text{ s}$ 时刻的波形图, 波的振幅为 0.2 m , 周期为 4 s , 则图中 P 点处质点的振动方程为_____.



(95 题图)



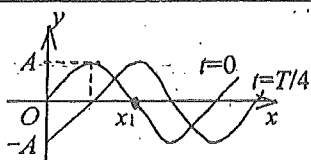
(96 题 a 图)



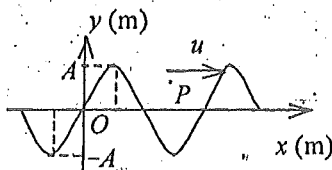
(96 题 b 图)

96. 图(a)示一简谐波在 $t = 0$ 和 $t = T/4$ (T 为周期) 时的波形图, 试在图(b)上画出 P 处质点的振动曲线.

97. 图示一简谐波在 $t = 0$ 时刻与 $t = T/4$ 时刻 (T 为周期) 的波形图, 则 x_1 处质点的振动方程为_____.



(97 题图)

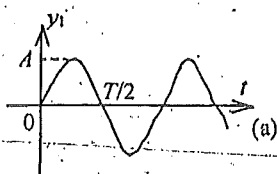


(99 题图)

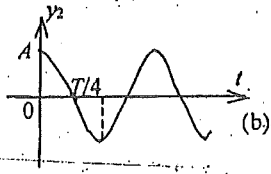
98. 一简谐波沿 Ox 轴负方向传播, x 轴上 P_1 点处的振动方程为 $y_{P_1} = 0.04 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI). x 轴上 P_2 点的坐标减去 P_1 点的坐标等于 $3\lambda/4$ (λ 为波长), 则 P_2 点的振动方程为_____.

99. 一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波, 频率为 ν , 振幅为 A , 已知 $t = t_0$ 时刻的波形曲线如图所示, 则 $x = 0$ 点的振动方程为_____.

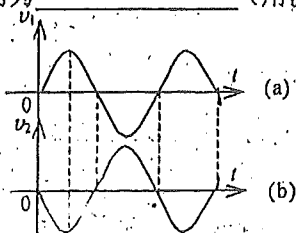
100. 一简谐波沿 x 轴正方向传播, x_1 与 x_2 两点处的振动曲线如图(a)和(b)所示, 已知 $x_2 > x_1$ 且 $x_2 - x_1 < \lambda$ (λ 为波长), 则波从 x_1 点传到 x_2 点所用时间为_____ (用波的周期 T 表示).



(100 题 a 图)



(100 题 b 图)



(101 题图)

101. 一简谐波沿 x 轴正方向传播, x_1 和 x_2 两点处的振动速度与时间的关系曲线分别如图(a)和(b).

已知 $|x_2 - x_1| < \lambda$, 则 x_1 和 x_2 两点间的距离是

_____ (用波长 λ 表示).

102. 一简谐波沿 x 轴正方向传播, x_1 与 x_2 两点处的振动曲线分别如图(a)和(b)所示,

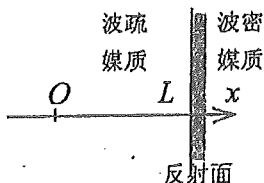
已知 $x_2 > x_1$ 且 $x_2 - x_1 < \lambda$ (λ 为波长), 则这两点的距离为 _____ (用波长 λ 表示).

103. 已知某平面简谐波的波源的振动方程为 $y = 0.06 \sin \frac{1}{2} \pi t$ (SI), 波速为 2 m/s. 则在波传播前方离波源 5 m 处质点的振动方程为 _____.

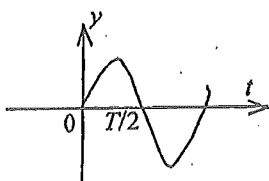
104. (1) 一列波长为 λ 的平面简谐波沿 x 轴正方向传播. 已知在 $x = \frac{1}{2} \lambda$ 处振动的方程为 $y = A \cos \omega t$, 则该平面简谐波的表达式为 _____.

(2) 如果在上述波的波线上 $x = L$ ($L > \frac{1}{2} \lambda$) 处放一如图所示的反射面, 且假设反射波的振幅为 A' , 则反射波的表达式为 _____ ($x \leq L$).

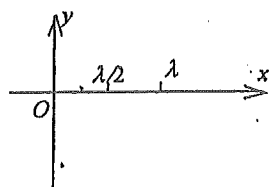
105. 一简谐波沿 x 轴正方向传播. 已知 $x = 0$ 点的振动曲线如图, 试在它下面的图中画出 $t = T$ 时的波形曲线.



(104 题图)

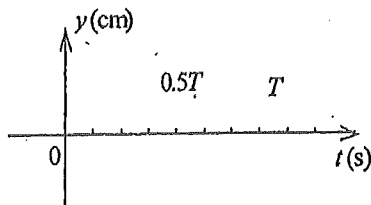
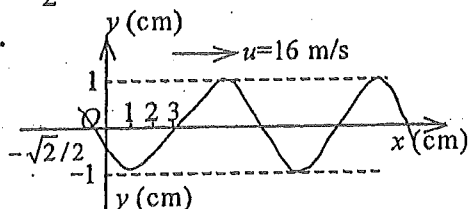


(105 题 a 图)



(105 题 b 图)

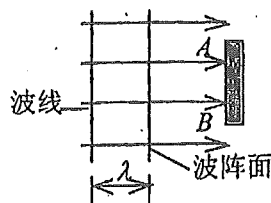
106. 已知 $t = \frac{1}{2} T$ 时刻 (T 为周期) 的波形曲线如图, 波速为 u . 试在下图作出原点 O 的振动曲线.



107. 一个波源位于 O 点, 以 O 为圆心作两个同心球面, 它们的半径分别为 R_1 和 R_2 , 在两个球面上分别取相等的面积 ΔS_1 和 ΔS_2 , 则通过它们的平均能流之比

$$\bar{P}_1 / \bar{P}_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

108. 如图所示, 在平面波传播方向上有一障碍物 AB , 根据惠更斯原理, 定性绘出波绕过障碍物传播的情况.



109. 一平面简谐机械波在媒质中传播时, 若一媒质质元在 t 时刻的总机械能 10 J, 则在 $(t + T)$ (T 为波的周期) 时刻该媒质质元的振动动能是 _____.

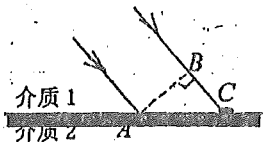
110. 在同一媒质中两列频率相同的平面简谐波的强度之比 $I_1 / I_2 = 16$, 则这两列波的振幅之比是 $A_1 / A_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

111. 一列强度为 I 的平面简谐波通过一面积为 S 的平面, 波速 \bar{u} 与该平面的法线 \bar{n}_0 的夹

角为 θ ，则通过该平面的能流是_____。

112. 在截面积为 S 的圆管中，有一列平面简谐波在传播，其波的表达式为 $y = A \cos[\omega t - 2\pi(x/\lambda)]$ ，管中波的平均能量密度是 \bar{w} ，则通过截面积 S 的平均能流是_____。

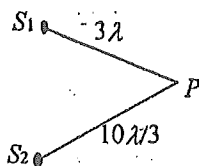
113. 如图所示，一列平面波入射到两种介质的分界面上。AB 为 t 时刻的波前。波从 B 点传播到 C 点需用时间 τ 。已知波在介质 1 中的速度 u_1 大于波在介质 2 中的速度 u_2 。试根据惠更斯原理定性画出 $t + \tau$ 时刻波在介质 2 中的波前。



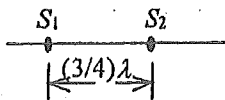
114. 一点波源发出均匀球面波，发射功率为 4 W。不计媒质对波的吸收，则距离波源为 2 m 处的强度是_____。

115. 一球面波在各向同性均匀介质中传播，已知波源的功率为 100 W，若介质不吸收能量，则距波源 10 m 处的波的平均能流密度为_____。

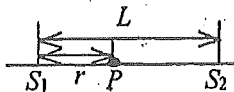
116. 如图所示，波源 S_1 和 S_2 发出的波在 P 点相遇，P 点距波源 S_1 和 S_2 的距离分别为 3λ 和 $10\lambda/3$ ， λ 为两列波在介质中的波长，若 P 点的合振幅总是极大值，则两波在 P 点的振动频率_____；波源 S_1 的相位比 S_2 的相位领先_____。



117. 如图所示，两相干波源 S_1 与 S_2 相距 $3\lambda/4$ ， λ 为波长。设两波在 $S_1 S_2$ 连线上传播时，它们的振幅都是 A ，并且不随距离变化。已知在该直线上在 S_1 左侧各点的合成波强度为其中一个波强度的 4 倍，则两波源应满足的相位条件是_____。



(117 题图)



(118 题图)

118. 如图所示， S_1 和 S_2 为同相位的两相干波源，相距为 L ，P 点距 S_1 为 r 。波源 S_1 在 P 点引起的振动振幅为 A_1 ，波源 S_2 在 P 点引起的振动振幅为 A_2 ，两波波长都是 λ ，则 P 点的振幅 $A =$ _____。

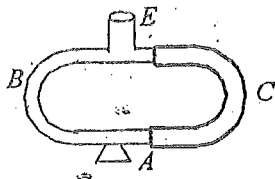
119. 两个相干点波源 S_1 和 S_2 ，它们的振动方程分别是 $y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 和

$y_2 = A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ 。波从 S_1 传到 P 点经过的路程等于 2 个波长，波从 S_2 传到 P 点的路程等于 $7/2$ 个波长。设两波波速相同，在传播过程中振幅不衰减，则两波传到 P 点的振动的合振幅为_____。

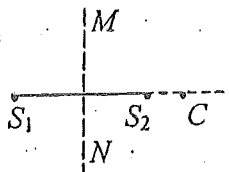
120. 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A \cos(\omega t + \phi)$ 和 $y_2 = A \cos(\omega t + \phi)$ 。 S_1 距 P 点 3 个波长， S_2 距 P 点 4.5 个波长。设波传播过程中振幅不变，则两波同时传到 P 点时的合振幅是_____。

121. 两相干波源 S_1 和 S_2 的振动方程分别是 $y_1 = A \cos \omega t$ 和 $y_2 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ 。 S_1 距 P 点 3 个波长， S_2 距 P 点 $21/4$ 个波长。两波在 P 点引起的两个振动的相位差是_____。

122. 图为一种声波干涉仪，声波从入口 E 进入仪器，分 BC 两路在管中传播至喇叭口 A 汇合传出，弯管 C 可以移动以改变管路长度，当它渐渐移动时从喇叭口发出的声音周期性地增强或减弱，设 C 管每移动 10 cm ，声音减弱一次，则该声波的频率为（空气中声速为 340 m/s ）_____。



(122. 题图)



(123. 题图)

123. S_1, S_2 为振动频率、振动方向均相同的两个点波源，振动方向垂直纸面，两者相距 $\frac{3}{2}\lambda$ (λ 为波长) 如图。已知 S_1 的初相为 $\frac{1}{2}\pi$ 。

- (1) 若使射线 S_2C 上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则 S_2 的初相应为_____。
 (2) 若使 S_1, S_2 连线的中垂线 MN 上各点由两列波引起的振动均干涉相消，则 S_2 的初位相应为_____。

124. 两列波在一根很长的弦线上传播，其表达式为

$$y_1 = 6.0 \times 10^{-2} \cos \pi(x - 40t) / 2 \quad (\text{SI})$$

$$y_2 = 6.0 \times 10^{-2} \cos \pi(x + 40t) / 2 \quad (\text{SI})$$

则合成波的表达式为_____；在 $x = 0$ 至 $x = 10.0\text{ m}$ 内波节的位置是_____；波腹的位置是_____。

125. 在固定端 $x = 0$ 处反射的反射波表达式是 $y_2 = A \cos 2\pi(\nu - x/\lambda)$ 。设反射波无能量损失，那么入射波的表达式是 $y_1 =$ _____；形成的驻波的表达式是 $y =$ _____。

126. 如果入射波的表达式是 $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda})$ ，在 $x = 0$ 处发生反射后形成驻波，反射点为波腹。设反射后波的强度不变，则反射波的表达式 $y_2 =$ _____；在 $x = 2\lambda/3$ 处质点合振动的振幅等于_____。

127. 一驻波表达式为 $y = 2A \cos(2\pi x/\lambda) \cos \omega t$ ，则 $x = -\frac{1}{2}\lambda$ 处质点的振动方程是_____；该质点的振动速度表达式是_____。

128. 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\nu + \frac{x}{\lambda})$ 。波在 $x = 0$ 处发生反射，反射点为固定端，则形成的驻波表达式为_____。

129. 设反射波的表达式是 $y_2 = 0.15 \cos[100\pi(t - \frac{x}{200}) + \frac{1}{2}\pi]$ (SI) 波在 $x = 0$ 处发生反射，反射点为自由端，则形成的驻波的表达式为_____。

130. 设平面简谐波沿 x 轴传播时在 $x = 0$ 处发生反射，反射波的表达式为

$$y_2 = A \cos[2\pi(\nu - x/\lambda) + \pi/2]$$

已知反射点为一自由端，则由入射波和反射波形成的驻波的波节位置的坐标为_____。

131. 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos[2\pi(\nu + x/\lambda) + \pi]$ ，波在 $x = 0$ 处发生反射，反

射点为一固定端，则入射波和反射波合成的驻波的波腹位置所在处的坐标为_____。

132. 一弦上的驻波表达式为 $y = 0.1 \cos(\pi x) \cos(90\pi t)$ (SI). 形成该驻波的两个反向传播的行波的波长为_____，频率为_____。

133. 一弦上的驻波表达式为 $y = 2.0 \times 10^{-2} \cos 15x \cos 1500t$ (SI). 形成该驻波的两个反向传播的行波的波速为_____。

134. 一驻波表达式为 $y = A \cos 2\pi x \cos 100\pi t$ (SI). 位于 $x_1 = (1/8)$ m 处的质元 P_1 与位于 $x_2 = (3/8)$ m 处的质元 P_2 的振动相位差为_____。

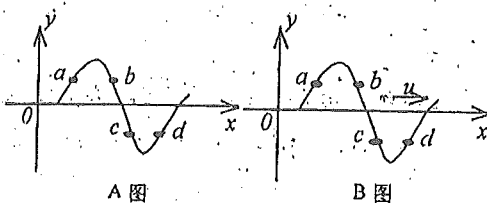
135. 一驻波表达式为 $y = A \cos 2\pi x \cos 100\pi t$. 位于 $x_1 = 3/8$ m 的质元 P_1 与位于 $x_2 = 5/8$ m 处的质元 P_2 的振动相位差为_____。

136. 简谐驻波中，在同一个波节两侧距该波节的距离相同的两个媒质元的振动相位差是_____。

137. 一驻波的表达式为 $y = 2A \cos(2\pi x / \lambda) \cos(2\pi \nu t)$. 两个相邻波腹之间的距离是_____。

138. 在弦线上有一驻波，其表达式为 $y = 2A \cos(2\pi x / \lambda) \cos(2\pi \nu t)$. 两个相邻波节之间的距离是_____。

139. 已知一驻波在 t 时刻各点振动到最大位移处，其波形如图(A)所示，一行波在 t 时刻的波形如图(B)所示。试分别在图(A)、图(B)上注明所示的 a 、 b 、 c 、 d 四点此时的运动速度的方向（设为横波）。



140. 一列火车以 20 m/s 的速度行驶，若机车汽笛的频率为 600 Hz，一静止观测者在机车前和机车后所听到的声音频率分别为_____和_____（设空气中声速为 340 m/s）。

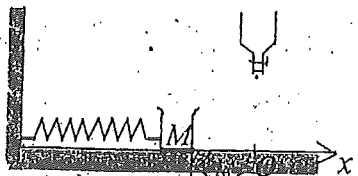
141. 一静止的报警器，其频率为 1000 Hz，有一汽车以 79.2 km 的时速驶向和背离报警器时，坐在汽车里的人听到报警声的频率分别是_____和_____（设空气中声速为 340 m/s）。

142. 相对于空气为静止的声源的振动频率为 ν_s ，接收器 R 以 ν_r 速率远离声源，设声波在空气中的传播速度为 u ，那么接收器接收到的声波频率 $\nu_r =$ _____。

143. 一声源的振动频率为 ν_s ，相对于空气以 ν_s 的速率运动，在其运动方向上有一相对于空气为静止的接收器 R 。设声波在空气中的传播速度为 u ，则接收器 R 接收到的声波频率 $\nu_r =$ _____。

三、计算题

1. 如图，劲度系数为 k 的弹簧一端固定在墙上，另一端连接一质量为 M 的容器，容器可在光滑水平面上运动。当弹簧未变形时容器位于 O 处，今使容器自



O 点左侧 l_0 处从静止开始运动, 每经过 O 点一次时, 从上方滴管中滴入一质量为 m 的油滴, 求:

- (1) 容器中滴入 n 滴以后, 容器运动到距 O 点的最远距离;
- (2) 容器滴入第 $(n+1)$ 滴与第 n 滴的时间间隔.

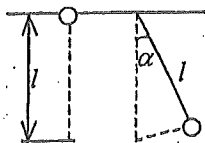
2. 一个轻弹簧在 60 N 的拉力作用下可伸长 30 cm . 现将一物体悬挂在弹簧的下端并在它上面放一小物体, 它们的总质量为 4 kg . 待其静止后再把物体向下拉 10 cm , 然后释放. 问:

- (1) 此小物体是停在振动物体上面还是离开它?
- (2) 如果使放在振动物体上的小物体与振动物体分离, 则振幅 A 需满足何条件? 二者在何位置开始分离?

3. 质量为 2 kg 的质点, 按方程 $x = 0.2 \sin[5t - (\pi/6)]$ (SI) 沿着 x 轴振动. 求:

- (1) $t = 0$ 时, 作用于质点的力的大小;
- (2) 作用于质点的力的最大值和此时质点的位置.

4. 二小球悬于同样长度 l 的线上. 将第一球沿竖直方向向上举到悬点, 而将第二球从平衡位置移开, 使悬线和竖直线成一微小角度 α , 如图. 现将二球同时放开, 则何者先到达最低位置?



5. 一物体在光滑水平面上作简谐振动, 振幅是 12 cm , 在距平衡位置 6 cm 处速度是 24 cm/s , 求: (1) 周期 T ; (2) 当速度是 12 cm/s 时的位移.

6. 一质点沿 x 轴作简谐振动, 其角频率 $\omega = 10\text{ rad/s}$. 试分别写出以下两种初始状态下的振动方程:

- (1) 其初始位移 $x_0 = 7.5\text{ cm}$, 初始速度 $v_0 = 75.0\text{ cm/s}$;
- (2) 其初始位移 $x_0 = 7.5\text{ cm}$, 初始速度 $v_0 = -75.0\text{ cm/s}$.

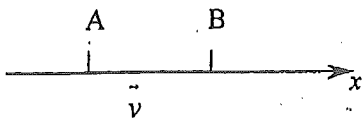
7. 一轻弹簧在 60 N 的拉力下伸长 30 cm . 现把质量为 4 kg 的物体悬挂在该弹簧的下端并使之静止, 再把物体向下拉 10 cm ; 然后由静止释放并开始计时. 求:

- (1) 物体的振动方程;
- (2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时弹簧对物体的拉力;
- (3) 物体从第一次越过平衡位置时刻起到它运动到上方 5 cm 处所需要的最短时间.

8. 一木板在水平面上作简谐振动, 振幅是 12 cm , 在距平衡位置 6 cm 处速率是 24 cm/s . 如果一小物块置于振动木板上, 由于静摩擦力的作用, 小物块和木板一起运动 (振动频率不变), 当木板运动到最大位移处时, 物块正好开始在木板上滑动, 问物块与木板之间的静摩擦系数 μ 为多少?

9. 一质点在 x 轴上作简谐振动, 选取该质点向右运动通过 A 点时作为计时起点 ($t = 0$); 经过 2 秒后质点第一次经过 B 点, 再经过 2 秒后质点第二次经过 B 点, 若已知该质点在 A 、 B 两点具有相同的速率, 且 $AB = 10\text{ cm}$ 求:

- (1) 质点的振动方程;
- (3) 质点在 A 点处的速率.



10. 一质点作简谐振动, 其振动方程为

$$x = 6.0 \times 10^{-2} \cos\left(\frac{1}{3}\pi t - \frac{1}{4}\pi\right) \quad (\text{SI})$$

- (1) 当 x 值为多大时, 系统的势能为总能量的一半?
 (2) 质点从平衡位置移动到上述位置所需最短时间为多少?

11. 在一轻弹簧下端悬挂 $m_0 = 100 \text{ g}$ 砝码时, 弹簧伸长 8 cm . 现在这根弹簧下端悬挂 $m = 250 \text{ g}$ 的物体, 构成弹簧振子. 将物体从平衡位置向下拉动 4 cm , 并给以向上的 21 cm/s 的初速度 (令这时 $t = 0$). 选 x 轴向下, 求振动方程的数值式.

12. 一弹簧振子沿 x 轴作简谐振动 (弹簧为原长时振动物体的位置取作 x 轴原点). 已知振动物体最大位移为 $x_m = 0.4 \text{ m}$ 最大恢复力为 $F_m = 0.8 \text{ N}$; 最大速度为 $v_m = 0.8\pi \text{ m/s}$, 又知 $t = 0$ 的初位移为 $+0.2 \text{ m}$, 且初速度与所选 x 轴方向相反.

- (1) 求振动能量; (2) 求此振动的表达式.

13. 一台摆钟每天快 $1 \text{ 分 } 27 \text{ 秒}$, 其等效摆长 $l = 0.995 \text{ m}$, 摆锤可上、下移动以调节其周期. 假如将此摆当作质量集中在摆锤中心的一个单摆来考虑, 则应将摆锤向下移动多少距离, 才能使钟走得准确?

14. 一台摆钟每天慢 $2 \text{ 分 } 10 \text{ 秒}$, 其等效摆长 $l = 0.995 \text{ m}$, 摆锤可上下移动以调节其周期. 假如将此摆当作质量集中在摆锤中心的单摆来估算, 则应将摆锤向上移动多少距离, 才能使钟走得准确?

15. 一质点按如下规律沿 x 轴作简谐振动: $x = 0.1 \cos\left(8\pi t + \frac{2}{3}\pi\right) \quad (\text{SI})$.

求: 此振动的周期、振幅、初相、速度最大值和加速度最大值.

16. 一质量为 0.20 kg 的质点作简谐振动, 其振动方程为

$$x = 0.6 \cos\left(5t - \frac{1}{2}\pi\right) \quad (\text{SI}).$$

求: (1) 质点的初速度; (2) 质点在正向最大位移一半处所受的力.

17. 一物体放在水平木板上, 这木板以 $\nu = 2 \text{ Hz}$ 的频率沿水平直线作简谐运动, 物体和水平木板之间的静摩擦系数 $\mu_s = 0.50$, 求物体在木板上不滑动时的最大振幅 A_{max} .

18. 有一轻弹簧, 当下端挂一个质量 $m_1 = 10 \text{ g}$ 的物体而平衡时, 伸长量为 4.9 cm . 用这个弹簧和质量 $m_2 = 16 \text{ g}$ 的物体组成一弹簧振子. 取平衡位置为原点, 向上为 x 轴的正方向. 将 m_2 从平衡位置向下拉 2 cm 后, 给予向上的初速度 $v_0 = 5 \text{ cm/s}$ 并开始计时, 试求: m_2 的振动周期和振动的数值表达式.

19. 有一单摆, 摆长为 $l = 100 \text{ cm}$, 开始观察时 ($t = 0$), 摆球正好过 $x_0 = -6 \text{ cm}$ 处, 并以 $v_0 = 20 \text{ cm/s}$ 的速度沿 x 轴正向运动, 若单摆运动近似看成简谐振动. 试求:

- (1) 振动频率; (2) 振幅和初相.

20. 质量 $m = 10 \text{ g}$ 的小球与轻弹簧组成的振动系统, 按 $x = 0.5 \cos\left(8\pi t + \frac{1}{3}\pi\right)$ 的规律作自由振动, 式中 t 以秒作单位, x 以厘米为单位, 求:

- (1) 振动的角频率、周期、振幅和初相; (2) 振动的速度、加速度的数值表达式;
 (3) 振动的能量 E ; (4) 平均动能和平均势能.

21. 一质量 $m = 0.25 \text{ kg}$ 的物体, 在弹簧的力作用下沿 x 轴运动, 平衡位置在原点. 弹簧

的劲度系数 $k = 25 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$.

- (1) 求振动的周期 T 和角频率 ω .
- (2) 如果振幅 $A = 15 \text{ cm}$, $t = 0$ 时物体位于 $x = 7.5 \text{ cm}$ 处, 且物体沿 x 轴反向运动, 求初速 v_0 及初相 ϕ .
- (3) 写出振动的数值表达式.

22. 一质量为 10 g 的物体作简谐振动, 其振幅为 2 cm , 频率为 4 Hz , $t = 0$ 时位移为 -2 cm , 初速度为零. 求:

- (1) 振动表达式;
- (2) $t = (1/4) \text{ s}$ 时物体所受的作用力.

23. 一物体作简谐振动, 其速度最大值 $v_m = 3 \times 10^{-2} \text{ m/s}$, 其振幅 $A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$. 若 $t = 0$ 时, 物体位于平衡位置且向 x 轴的负方向运动. 求:

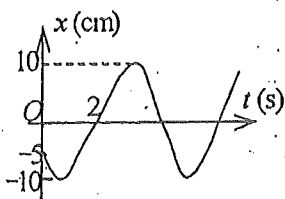
- (1) 振动周期 T ;
- (2) 加速度的最大值 a_m ;
- (3) 振动方程的数值式.

24. 一质点作简谐振动, 其振动方程为 $x = 0.24 \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{3}\pi)$ (SI), 试用旋转矢量法求出

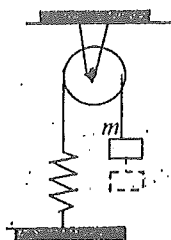
质点由初始状态 ($t = 0$ 的状态) 运动到 $x = -0.12 \text{ m}$, $v < 0$ 的状态所需最短时间 Δt .

25. 两个物体作同方向、同频率、同振幅的简谐振动. 在振动过程中, 每当第一个物体经过位移为 $A/\sqrt{2}$ 的位置向平衡位置运动时, 第二个物体也经过此位置; 但向远离平衡位置的方向运动. 试利用旋转矢量法求它们的相位差.

26. 一简谐振动的振动曲线如图所示. 求: 振动方程.



(26 题图)



(27 题图)

27. 一定滑轮的半径为 R , 转动惯量为 J , 其上挂一轻绳, 绳的一端系一质量为 m 的物体, 另一端与一固定的轻弹簧相连, 如图所示. 设弹簧的劲度系数为 k , 绳与滑轮间无滑动, 且忽略轴的摩擦力及空气阻力. 现将物体 m 从平衡位置拉下一微小距离后放手, 证明物体作简谐振动, 并求出其角频率.

28. 在一平板上放一质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的物体, 平板在竖直方向作简谐振动, 其振动周期为 $T = \frac{1}{2} \text{ s}$, 振幅 $A = 4 \text{ cm}$, 求:

- (1) 物体对平板的压力的表达式.
- (2) 平板以多大的振幅振动时, 物体才能离开平板?

29. 在一竖直轻弹簧的下端悬挂一小球, 弹簧被拉长 $l_0 = 1.2 \text{ cm}$ 而平衡. 再经拉动后, 该小球在竖直方向作振幅为 $A = 2 \text{ cm}$ 的振动, 试证此振动为简谐振动; 选小球在正最大位移处开始计时, 写出此振动的数值表达式.

30. 一物体质量为 0.25 kg , 在弹性力作用下作简谐振动, 弹簧的劲度系数 $k = 25 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, 如果起始振动时具有势能 0.06 J 和动能 0.02 J , 求:

- (1) 振幅;
- (2) 动能恰等于势能时的位移;
- (3) 经过平衡位置时物体的速度.

31. 在竖直悬挂的轻弹簧下端系一质量为 100 g 的物体, 当物体处于平衡状态时, 再对物体加一拉力使弹簧伸长, 然后从静止状态将物体释放. 已知物体在 32 s 内完成 48 次振动, 振幅为 5 cm.

(1) 上述的外加拉力是多大?

(2) 当物体在平衡位置以下 1 cm 处时, 此振动系统的动能和势能各是多少?

32. 在一竖直轻弹簧下端悬挂质量 $m = 5$ g 的小球, 弹簧伸长 $\Delta l = 1$ cm 而平衡. 经推动后, 该小球在竖直方向作振幅为 $A = 4$ cm 的振动, 求:

(1) 小球的振动周期; (2) 振动能量.

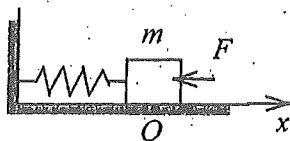
33. 一质量为 m 的质点在力 $F = -\pi^2 x$ 的作用下沿 x 轴运动. 求其运动的周期.



(33 题图)



(34 题图)



(35 题图)

34. 一物体质量 $m = 2$ kg, 受到的作用力为 $F = -8x$ (SI). 若该物体偏离坐标原点 O 的最大位移为 $A = 0.10$ m, 则物体动能的最大值为多少?

35. 如图, 有一水平弹簧振子, 弹簧的劲度系数 $k = 24$ N/m, 重物的质量 $m = 6$ kg, 重物静止在平衡位置上. 设以一水平恒力 $F = 10$ N 向左作用于物体 (不计摩擦), 使之由平衡位置向左运动了 0.05 m 时撤去力 F . 当重物运动到左方最远位置时开始计时, 求: 物体的运动方程.

36. 一质点同时参与两个同方向的简谐振动, 其振动方程分别为

$$x_1 = 5 \times 10^{-2} \cos(4t + \pi/3) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 3 \times 10^{-2} \sin(4t - \pi/6) \text{ (SI)}$$

画出两振动的旋转矢量图, 并求合振动的振动方程.

37. 两个同方向的简谐振动的振动方程分别为

$$x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos 2\pi(t + \frac{1}{8}) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 3 \times 10^{-2} \cos 2\pi(t + \frac{1}{4}) \text{ (SI)}$$

求: 合振动方程.

38. 两个同方向简谐振动的振动方程分别为

$$x_1 = 5 \times 10^{-2} \cos(10t + \frac{3}{4}\pi) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 6 \times 10^{-2} \cos(10t + \frac{1}{4}\pi) \text{ (SI)}$$

求: 合振动方程.

39. 一物体同时参与两个同方向的简谐振动:

$$x_1 = 0.04 \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi) \text{ (SI)}, \quad x_2 = 0.03 \cos(2\pi t + \pi) \text{ (SI)}$$

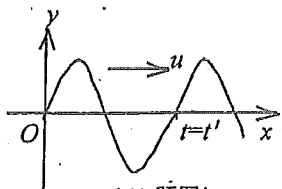
求: 此物体的振动方程.

40. 一平面简谐纵波沿着线圈弹簧传播. 设波沿着 x 轴正向传播, 弹簧中某圈的最大位移为 3.0 cm, 振动频率为 25 Hz, 弹簧中相邻两疏部中心的距离为 24 cm. 当 $t = 0$ 时, 在 $x = 0$ 处质元的位移为零并向 x 轴正向运动. 试写出该波的表达式.

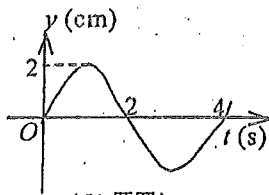
41. 在弹性媒质中有一沿 x 轴正向传播的平面波, 其表达式为

- $y = 0.01 \cos(4t - \pi x - \frac{1}{2}\pi)$ (SI). 若在 $x = 5.00$ m 处有一媒质分界面, 且在分界面处反射波相位突变 π , 设反射波的强度不变, 试写出反射波的表达式.
42. 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 波的振幅 $A = 10$ cm, 波的角频率 $\omega = 7\pi$ rad/s. 当 $t = 1.0$ s 时, $x = 10$ cm 处的 a 质点正通过其平衡位置向 y 轴负方向运动, 而 $x = 20$ cm 处的 b 质点正通过 $y = 5.0$ cm 点向 y 轴正方向运动. 设该波波长 $\lambda > 10$ cm, 求该平面波的表达式.
43. 一简谐波, 振动周期 $T = \frac{1}{2}$ s, 波长 $\lambda = 10$ m, 振幅 $A = 0.1$ m. 当 $t = 0$ 时, 波源振动的位移恰好为正方向的最大值. 若坐标原点和波源重合, 且波沿 Ox 轴正方向传播, 求: (1) 此波的表达式;
(2) $t_1 = T/4$ 时刻, $x_1 = \lambda/4$ 处质点的位移;
(3) $t_2 = T/2$ 时刻, $x_1 = \lambda/4$ 处质点的振动速度.
44. 一横波沿绳子传播, 其波的表达式为 $y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$ (SI)
(1) 求此波的振幅、波速、频率和波长.
(2) 求绳子上各质点的最大振动速度和最大振动加速度.
(3) 求 $x_1 = 0.2$ m 处和 $x_2 = 0.7$ m 处二质点振动的相位差.
45. 一振幅为 10 cm, 波长为 200 cm 的简谐横波, 沿着一条很长的水平的绷紧弦从左向右行进, 波速为 100 cm/s. 取弦上一点为坐标原点, x 轴指向右方, 在 $t = 0$ 时原点处质点从平衡位置开始向位移负方向运动. 求以 SI 单位表示的波动表达式 (用余弦函数) 及弦上任一点的最大振动速度.
46. 一振幅为 10 cm, 波长为 200 cm 的一维余弦波, 沿 x 轴正向传播, 波速为 100 cm/s, 在 $t = 0$ 时原点处质点在平衡位置向正位移方向运动. 求:
(1) 原点处质点的振动方程. (2) 在 $x = 150$ cm 处质点的振动方程.
47. 一简谐波沿 x 轴负方向传播, 波速为 1 m/s, 在 x 轴上某质点的振动频率为 1 Hz、振幅为 0.01 m. $t = 0$ 时该质点恰好在正向最大位移处. 若以该质点的平衡位置为 x 轴的原点. 求: 此一维简谐波的表达式.
48. 有一沿 x 轴正方向传播的平面简谐波, 其波速 $u = 400$ m/s, 频率 $\nu = 500$ Hz.
(1) 某时刻 t , 波线上 x_1 处的相位为 ϕ_1 , x_2 处的相位为 ϕ_2 , 试写出 $x_2 - x_1$ 与 $\phi_2 - \phi_1$ 的关系式, 并计算出当 $x_2 - x_1 = 0.12$ m 时 $\phi_2 - \phi_1$ 的值.
(2) 波线上某定点 x 在 t_1 时刻的相位为 ϕ'_1 , 在 t_2 时刻的相位为 ϕ'_2 , 试写出 $t_2 - t_1$ 与 $\phi'_2 - \phi'_1$ 的关系式, 并计算出 $t_2 - t_1 = 10^{-3}$ s 时 $\phi'_2 - \phi'_1$ 的值.
49. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = A \cos \pi(4t + 2x)$ (SI). (1) 求该波的波长 λ , 频率 ν 和波速 u 的值; (2) 写出 $t = 4.2$ s 时刻各波峰位置的坐标表达式, 并求出此时离坐标原点最近的那个波峰的位置; (3) 求 $t = 4.2$ s 时离坐标原点最近的那个波峰通过坐标原点的时刻 t .
50. 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 其振幅为 A , 频率为 ν , 波速为 u . 设 $t = t'$ 时刻的波形曲线如图所示. 求: (1) $x = 0$ 处质点振动方程; (2) 该波的表达式.
51. 一列平面简谐波在媒质中以波速 $u = 5$ m/s 沿 x 轴正向传播, 原点 O 处质元的振动曲线如图所示.

- (1) 求解并画出 $x = 25 \text{ m}$ 处质元的振动曲线。
 (2) 求解并画出 $t = 3 \text{ s}$ 时的波形曲线。



(50 题图)



(51 题图)

52. 已知一平面简谐波的表达式为 $y = 0.25 \cos(125t - 0.37x)$ (SI)

- (1) 分别求 $x_1 = 10 \text{ m}$, $x_2 = 25 \text{ m}$ 两点处质点的振动方程;
 (2) 求 x_1, x_2 两点间的振动相位差;
 (3) 求 x_1 点在 $t = 4 \text{ s}$ 时的振动位移。

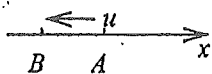
53. 一横波方程为 $y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda}(ut - x)$, 式中 $A = 0.01 \text{ m}$, $\lambda = 0.2 \text{ m}$, $u = 25 \text{ m/s}$,
 求: $t = 0.1 \text{ s}$ 时在 $x = 2 \text{ m}$ 处质点振动的位移、速度、加速度。

54. 如图, 一平面波在介质中以波速 $u = 20 \text{ m/s}$ 沿 x 轴负方向传播, 已知 A 点的振动方程为 $y = 3 \times 10^{-2} \cos 4\pi t$ (SI).

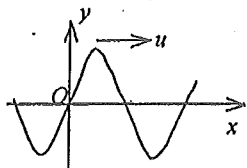
- (1) 以 A 点为坐标原点写出波的表达式;
 (2) 以距 A 点 5 m 处的 B 点为坐标原点, 写出波的表达式。

55. 一平面简谐波沿 x 轴正向传播, 其振幅和角频率分别为 A 和 ω , 波速为 u , 设 $t = 0$ 时的波形曲线如图所示。

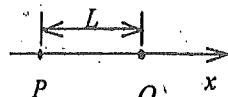
- (1) 写出此波的表达式。
 (2) 求距 O 点分别为 $\lambda/8$ 和 $3\lambda/8$ 两处质点的振动方程。
 (3) 求距 O 点分别为 $\lambda/8$ 和 $3\lambda/8$ 两处质点在 $t = 0$ 时的振动速度。



(54 题图)



(55 题图)



(56 题图)

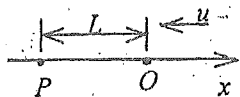
56. 如图, 一平面简谐波沿 Ox 轴传播, 波动表达式为 $y = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$ (SI),
 求: (1) P 处质点的振动方程; (2) 该质点的速度表达式与加速度表达式。

57. 某质点作简谐振动, 周期为 2 s , 振幅为 0.06 m , $t = 0$ 时刻, 质点恰好处在负向最大位移处, 求:

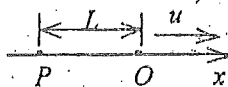
- (1) 该质点的振动方程;
 (2) 此振动以波速 $u = 2 \text{ m/s}$ 沿 x 轴正方向传播时, 形成的一维简谐波的波动表达式,
 (以该质点的平衡位置为坐标原点);
 (3) 该波的波长。

58. 如图所示, 一平面简谐波沿 Ox 轴的负方向传播, 波速大小为 u , 若 P 处介质质点的振动方程为 $y_P = A \cos(\omega t + \phi)$, 求:

- (1) O 处质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式;
- (3) 与 P 处质点振动状态相同的那些点的位置.



(58 题图)



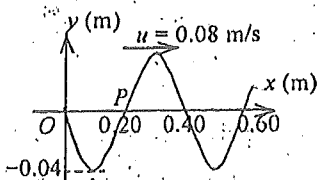
(59 题图)

59. 如图所示, 一平面简谐波沿 Ox 轴正向传播, 波速大小为 u , 若 P 处质点的振动方程为 $y_P = A\cos(\omega t + \phi)$, 求:

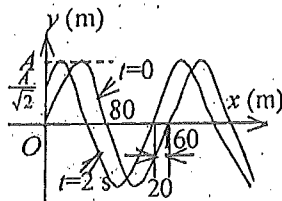
- (1) O 处质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式;
- (3) 与 P 处质点振动状态相同的那些质点的位置.

60. 图示一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 求

- (1) 该波的波动表达式;
- (2) P 处质点的振动方程.



(60 题图)



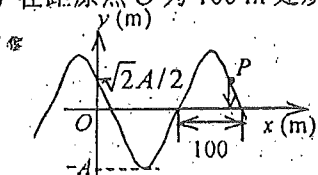
(61 题图)

61. 图示一平面余弦波在 $t=0$ 时刻与 $t=2\text{ s}$ 时刻的波形图, 已知波速为 u , 求:

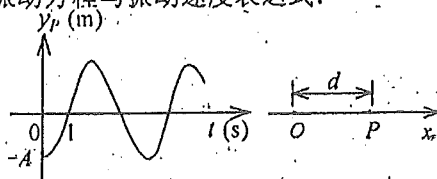
- (1) 坐标原点处介质质点的振动方程;
- (2) 该波的波动表达式.

62. 如图所示为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 设此简谐波的频率为 250 Hz , 且此时质点 P 的运动方向向下, 求:

- (1) 该波的表达式;
- (2) 在距原点 O 为 100 m 处质点的振动方程与振动速度表达式.



(62 题图)

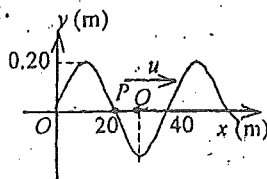


(63 题图)

63. 一平面简谐波沿 Ox 轴的负方向传播, 波长为 λ , P 处质点的振动规律如图所示.

- (1) 求 P 处质点的振动方程;
- (2) 求此波的波动表达式;
- (3) 若图中 $d = \frac{1}{2}\lambda$, 求坐标原点 O 处质点的振动方程.

64. 如图为一平面简谐波在 $t=0$ 时刻的波形图, 已知波速 $u = 20\text{ m/s}$. 试画出 P 处质点与 Q 处质点的振动曲线, 然后写出相应的振动方程.

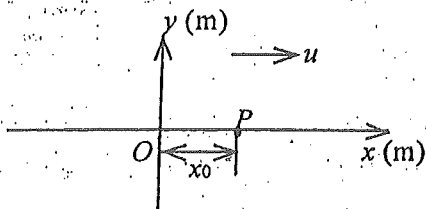


65. 一波长为 λ 的简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 在 $x = \frac{1}{2}\lambda$ 的 P 处质点的振动方程是

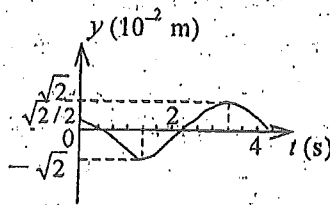
$$y_P = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \sin \omega t - \frac{1}{2} \cos \omega t \right) \times 10^{-2} \text{ (SI)} \quad \text{求: 该简谐波的表达式.}$$

66. 如图所示, 一简谐波向 x 轴正方向传播, 波速 $u = 500 \text{ m/s}$, $x_0 = 1 \text{ m}$, P 点的振动方程为 $y = 0.03 \cos(500\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI).

(1) 按图所示坐标系, 写出相应的波的表达式; (2) 在图上画出 $t = 0$ 时刻的波形曲线.



(66 题图)



(67 题图)

67. 一简谐波沿 Ox 轴正方向传播, 波长 $\lambda = 4 \text{ m}$, 周期 $T = 4 \text{ s}$, 已知 $x = 0$ 处质点的振动曲线如图所示.

(1) 写出 $x = 0$ 处质点的振动方程; (2) 写出波的表达式;
(3) 画出 $t = 1 \text{ s}$ 时刻的波形曲线.

68. 已知波长为 λ 的平面简谐波沿 x 轴负方向传播, $x = \lambda/4$ 处质点的振动方程为

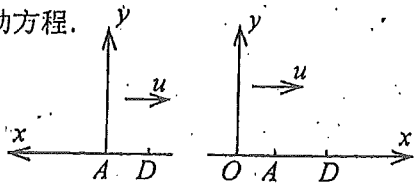
$$y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda} \cdot ut \quad \text{(SI)}$$

(1) 写出该平面简谐波的表达式. (2) 画出 $t = T$ 时刻的波形图.

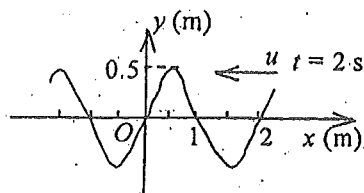
69. 一平面简谐波在介质中以速度 $u = 20 \text{ m/s}$ 自左向右传播. 已知在传播路径上的某点 A 的振动方程为 $y = 0.3 \cos(4\pi t - \pi)$ (SI) 另一点 D 在 A 点右方 9 米处.

(1) 若取 x 轴方向向左, 并以 A 为坐标原点, 试写出波的表达式, 并求出 D 点的振动方程.

(2) 若取 x 轴方向向右, 以 A 点左方 5 米处的 O 点为 x 轴原点, 再写出波的表达式及 D 点的振动方程.



(69 题图)



(70 题图)

70. 沿 x 轴负方向传播的平面简谐波在 $t = 2 \text{ s}$ 时刻的波形曲线如图所示, 设波速 $u = 0.5 \text{ m/s}$. 求: 原点 O 的振动方程.

71. 平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 振幅为 2 cm , 频率为 50 Hz , 波速为 200 m/s . 在 $t = 0$ 时, $x = 0$ 处的质点正在平衡位置向 y 轴正方向运动, 求 $x = 4 \text{ m}$ 处媒质质点振动的表达式及该点在 $t = 2 \text{ s}$ 时的振动速度.

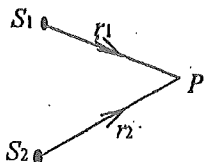
72. 一平面简谐波, 频率为 300 Hz, 波速为 340 m/s, 在截面面积为 $3.00 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 的管内空气中传播, 若在 10 s 内通过截面的能量为 $2.70 \times 10^3 \text{ J}$, 求:

(1) 通过截面的平均能流; (2) 波的平均能流密度; (3) 波的平均能量密度.

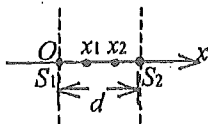
73. 一艘船在 25 m 高的桅杆上装有一天线, 不断发射某种波长的无线电波, 已知波长在 2 - 4 m 范围内, 在高出海平面 150 m 的悬崖顶上有接收站能收到这无线电波. 但当那艘船驶至离悬崖底部 2 km 时, 接收站就收不到无线电波. 设海平面完全反射这无线电波, 求: 所用无线电波的波长.

74. 一微波探测器位于湖岸水面以上 0.5 m 处, 一发射波长 21 cm 的单色微波的射电星从地平线上缓慢升起, 探测器将相继指出信号强度的极大值和极小值. 当接收到第一个极大值时, 射电星位于湖面以上什么角度?

75. 如图所示, S_1, S_2 为两平面简谐波相干波源, S_2 的相位比 S_1 的相位超前 $\pi/4$, 波长 $\lambda = 8.00 \text{ m}$, $r_1 = 12.0 \text{ m}$, $r_2 = 14.0 \text{ m}$, S_1 在 P 点引起的振动振幅为 0.30 m, S_2 在 P 点引起的振动振幅为 0.20 m, 求: P 点的合振幅.



(75 题图)



(76 题图)

76. 如图所示, 两相干波源在 x 轴上的位置为 S_1 和 S_2 , 其间距为 $d = 30 \text{ m}$, S_1 位于坐标原点 O . 设波只沿 x 轴正负方向传播, 单独传播时强度保持不变. $x_1 = 9 \text{ m}$ 和 $x_2 = 12 \text{ m}$ 处的两点是相邻的两个因干涉而静止的点. 求两波的波长和两波源间最小相位差.

77. 在均匀介质中, 有两列余弦波沿 Ox 轴传播, 波动表达式分别为

$$y_1 = A \cos[2\pi(\nu - x/\lambda)] \quad \text{与} \quad y_2 = 2A \cos[2\pi(\nu + x/\lambda)]$$

试求: Ox 轴上合振幅最大与合振幅最小的那些点的位置.

78. 两列余弦波沿 Ox 轴传播, 波动表达式分别为

$$y_1 = 0.06 \cos\left[\frac{1}{2}\pi(0.02x - 8.0t)\right] \quad (\text{SI})$$

与
$$y_2 = 0.06 \cos\left[\frac{1}{2}\pi(0.02x + 8.0t)\right] \quad (\text{SI}),$$

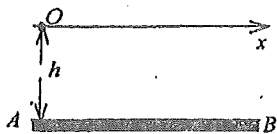
试确定 Ox 轴上合振幅为 0.06 m 的那些点的位置.

79. 如图所示, 原点 O 是波源, 振动方向垂直于纸面, 波长是 λ . AB 为波的反射平面, 反射时无相位突变 π . O 点位于 A 点的正上方, $\overline{AO} = h$. Ox 轴平行于 AB . 求 Ox 轴上干涉加强点的坐标 (限于 $x \geq 0$).

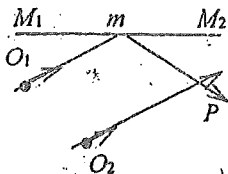
80. 如图所示, 两列波长均为 λ 的相干简谐波分别通过图中的 O_1 和 O_2 点, 通过 O_1 点的简谐波在 $M_1 M_2$ 平面反射后, 与通过 O_2 点的简谐波在 P 点相遇. 假定波在 $M_1 M_2$ 平面反射时有相位突变 π . O_1 和 O_2 两点的振动方程为 $y_{10} = A \cos(\pi t)$ 和 $y_{20} = A \cos(\pi t)$, 且 $\overline{O_1 m} + \overline{mP} = 8\lambda$, $\overline{O_2 P} = 3\lambda$ (λ 为波长), 求:

(1) 两列波分别在 P 点引起的振动的方程;

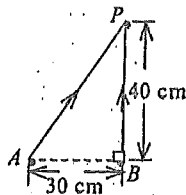
(2) P 点的合振动方程. (假定两列波在传播或反射过程中均不衰减)



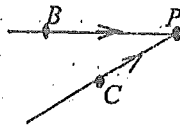
(79 题图)



(80 题图)



(81 题图)



(82 题图)

81. 图中 A 、 B 是两个相干的点波源，它们的振动相位差为 π (反相)。 A 、 B 相距 30 cm，观察点 P 和 B 点相距 40 cm，且 $PB \perp AB$ 。若发自 A 、 B 的两波在 P 点处最大限度地互相削弱，求：波长最长能是多少。

82. 图所示，两列相干波在 P 点相遇。一列波在 B 点引起的振动是

$$y_{10} = 3 \times 10^{-3} \cos 2\pi t \quad (\text{SI});$$

另一列波在 C 点引起的振动是 $y_{20} = 3 \times 10^{-3} \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ (SI); 令 $\overline{BP} = 0.45 \text{ m}$,

$\overline{CP} = 0.30 \text{ m}$ ，两波的传播速度 $u = 0.20 \text{ m/s}$ ，不考虑传播途中振幅的减小，求： P 点的合振动的振动方程。

83. 一平面简谐波沿 Ox 轴正方向传播，波的表达式为 $y = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ ，而另一平面简谐波沿 Ox 轴负方向传播，波的表达式为 $y = 2A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda)$

求：(1) $x = \lambda/4$ 处介质质点的合振动方程；

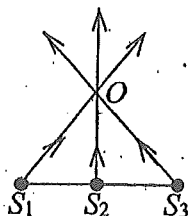
(2) $x = \lambda/4$ 处介质质点的速度表达式。

84. 如图所示，三个频率相同，振动方向相同 (垂直纸面) 的简谐波，在传播过程中在 O 点相遇；若三个简谐波各自单独在 S_1 、 S_2

和 S_3 的振动方程分别为

$$y_1 = A \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi),$$

$y_2 = A \cos \omega t$ 和 $y_3 = 2A \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$ ；且 $\overline{S_2 O} = 4\lambda$,



$\overline{S_1 O} = \overline{S_3 O} = 5\lambda$ (λ 为波长)，求： O 点的合振动方程。(设传播过程中各波振幅不变)

85. 相干波源 S_1 和 S_2 ，相距 11 m， S_1 的相位比 S_2 超前 $\frac{1}{2}\pi$ 。这两个相干波在 S_1 、 S_2 连线和延长线上传播时可看成两等幅的平面余弦波，它们的频率都等于 100 Hz，波速都等于 400 m/s。试求：在 S_1 、 S_2 的连线上及延长线上，因干涉而静止不动的各点位置。

86. 一驻波中相邻两波节的距离为 $d = 5.00 \text{ cm}$ ，质元的振动频率为 $\nu = 1.00 \times 10^3 \text{ Hz}$ ，求形成该驻波的两个相干行波的传播速度 u 和波长 λ 。

87. 两波在一很长的弦线上传播，其表达式分别为：

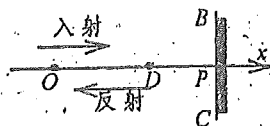
$$y_1 = 4.00 \times 10^{-2} \cos \frac{1}{3} \pi (4x - 24t) \quad (\text{SI}) \quad y_2 = 4.00 \times 10^{-2} \cos \frac{1}{3} \pi (4x + 24t) \quad (\text{SI})$$

求：(1) 两波的频率、波长、波速； (2) 两波叠加后的节点位置；

(3) 加后振幅最大的那些点的位置。

88. 设入射波的表达式为 $y_1 = A \cos 2\pi(\frac{x}{\lambda} + \frac{t}{T})$ ，在 $x = 0$ 处发生反射，反射点为一固定端。设反射时无能量损失，求：

- (1) 反射波的表达式; (2) 合成的驻波的表达式; (3) 波腹和波节的位置.
89. 一弦上的驻波表达式为 $y = 3.00 \times 10^{-2} (\cos 1.6\pi x) \cos 550\pi t$ (SI).
- (1) 若将此驻波看作传播方向相反的两列波叠加而成, 求两波的振幅及波速;
- (2) 求相邻波节之间的距离;
- (3) 求 $t = t_0 = 3.00 \times 10^{-3}$ s 时, 位于 $x = x_0 = 0.625$ m 处质点的振动速度.
90. 如图所示, 一平面简谐波沿 x 轴正方向传播, BC 为波



密媒质的反射面. 波由 P 点反射, $\overline{OP} = 3\lambda/4$, $\overline{DP} = \lambda$

16. 在 $t = 0$ 时, O 处质点的合振动是经过平衡位置向负方向运动. 求 D 点处入射波与反射波的合振动方程. (设入射波和反射波的振幅皆为 A , 频率为 ν .)

91. 由振动频率为 400 Hz 的音叉在两端固定拉紧的弦线上建立驻波. 这个驻波共有三个波腹, 其振幅为 0.30 cm. 波在弦上的速度为 320 m/s.

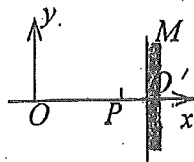
- (1) 求此弦线的长度.
- (2) 若以弦线中点为坐标原点, 试写出弦线上驻波的表达式.
92. 一列横波在绳索上传播, 其表达式为

$$y_1 = 0.05 \cos[2\pi(\frac{t}{0.05} - \frac{x}{4})] \quad (\text{SI})$$

(1) 现有另一列横波 (振幅也是 0.05 m) 与上述已知横波在绳索上形成驻波. 设这一横波在 $x = 0$ 处与已知横波同位相, 写出该波的表达式.

(2) 写出绳索上的驻波表达式; 求出各波节的位置坐标; 并写出离原点最近的四个波节的坐标数值.

93. 如图, 一频率为 ω , 振幅为 A 的平面简谐波沿 x 轴正方向传播, 设在 $t = 0$ 时该波在原点 O 处引起的振动使媒质元由平衡位置向 y 轴的负方向运动. M 是垂直于 x 轴的波密媒质反射面. 已知 $OO' = 7\lambda/4$, $PO' = \lambda/4$ (λ 为该波波长); 设反射波不衰减, 求:



- (1) 入射波与反射波的表达式;
- (2) P 点的振动方程.

94. 在绳上传播的入射波表达式为 $y_1 = A \cos(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda})$, 入射波在 $x = 0$ 处绳端反射, 反射端为自由端. 设反射波不衰减, 求: 驻波表达式.

95. 在绳上传播的入射波表达式为 $y_1 = A \cos(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda})$, 入射波在 $x = 0$ 处反射, 反射端为固定端. 设反射波不衰减, 求: 驻波表达式.

波动光学

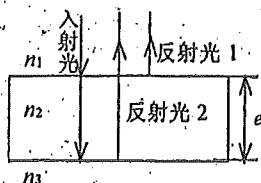
一、选择题

1. 在真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的透明介质中从 A 沿某路径传播到 B , 若 A 、 B 两点相位差为 3π , 则此路径 AB 的光程为

- (A) 1.5λ . (B) $1.5\lambda/n$. (C) $1.5n\lambda$. (D) 3λ .

2. 单色平行光垂直照射在薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉, 如图所示, 若薄膜的厚度为 e , 且 $n_1 < n_2 > n_3$, λ_1 为入射光在 n_1 中的波长, 则两束反射光的光程差为

- (A) $2n_2e$. (B) $2n_2e - \lambda_1/(2n_1)$.
(C) $2n_2e - n_1\lambda_1/2$. (D) $2n_2e - n_2\lambda_1/2$.

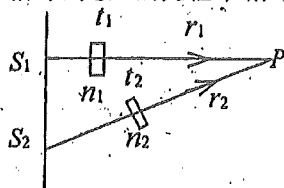


3. 在相同的时间内, 一束波长为 λ 的单色光在空气中和在玻璃中

- (A) 传播的路程相等, 走过的光程相等. (B) 传播的路程相等, 走过的光程不相等.
(C) 传播的路程不相等, 走过的光程相等. (D) 传播的路程不相等, 走过的光程不相等.

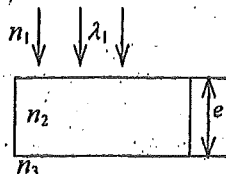
4. 如图, S_1 、 S_2 是两个相干光源, 它们到 P 点的距离分别为 r_1 和 r_2 . 路径 S_1P 垂直穿过一块厚度为 t_1 , 折射率为 n_1 的介质板, 路径 S_2P 垂直穿过厚度为 t_2 , 折射率为 n_2 的另一介质板, 其余部分可看作真空, 这两条路径的光程差等于

- (A) $(r_2 + n_2t_2) - (r_1 + n_1t_1)$
(B) $[r_2 + (n_2 - 1)t_2] - [r_1 + (n_1 - 1)t_1]$
(C) $(r_2 - n_2t_2) - (r_1 - n_1t_1)$ (D) $n_2t_2 - n_1t_1$



5. 如图所示, 平行单色光垂直照射到薄膜上, 经上下两表面反射的两束光发生干涉, 若薄膜的厚度为 e , 并且 $n_1 < n_2 > n_3$, λ_1 为入射光在折射率为 n_1 的媒质中的波长, 则两束反射光在相遇点的相位差为

- (A) $2\pi n_2e / (n_1\lambda_1)$. (B) $[4\pi n_1e / (n_2\lambda_1)] + \pi$.
(C) $[4\pi n_2e / (n_1\lambda_1)] + \pi$. (D) $4\pi n_2e / (n_1\lambda_1)$.

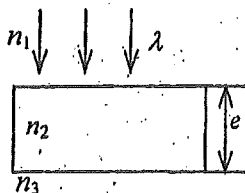


6. 真空中波长为 λ 的单色光, 在折射率为 n 的均匀透明媒质中, 从 A 点沿某一路径传播到 B 点, 路径的长度为 l . A 、 B 两点光振动相位差记为 $\Delta\phi$, 则

- (A) $l=3\lambda/2, \Delta\phi=3\pi$. (B) $l=3\lambda/(2n), \Delta\phi=3\pi n$.
(C) $l=3\lambda/(2n), \Delta\phi=3\pi$. (D) $l=3n\lambda/2, \Delta\phi=3\pi n$.

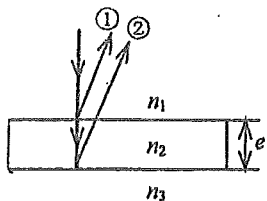
7. 如图所示, 波长为 λ 的平行单色光垂直入射在折射率为 n_2 的薄膜上, 经上下两个表面反射的两束光发生干涉. 若薄膜厚度为 e , 而且 $n_1 > n_2 > n_3$, 则两束反射光在相遇点的相位差为

- (A) $4\pi n_2e / \lambda$.
(B) $2\pi n_2e / \lambda$.
(C) $(4\pi n_2e / \lambda) + \pi$.
(D) $(2\pi n_2e / \lambda) - \pi$.

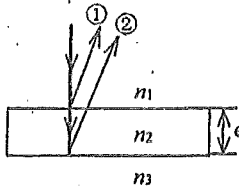


8. 如图所示, 折射率为 n_2 、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3 , 已知 $n_1 < n_2 < n_3$, 若用波长为 λ 的单色平行光垂直入射到该薄膜上, 则从薄膜上、下两表面反射的光束①与②的光程差是

- (A) $2n_2e$. (B) $2n_2e - \lambda/2$. (C) $2n_2e - \lambda$. (D) $2n_2e - \lambda/(2n_2)$.



(8 题图)



(9 题图)

9. 如图所示, 折射率为 n_2 、厚度为 e 的透明介质薄膜的上方和下方的透明介质的折射率分别为 n_1 和 n_3 , 已知 $n_1 < n_2 > n_3$. 若用波长为 λ 的单色平行光垂直入射到该薄膜上, 则从薄膜上、下两表面反射的光束(用①与②示意)的光程差是

- (A) $2n_2e$. (B) $2n_2e - \lambda/2$. (C) $2n_2e - \lambda$. (D) $2n_2e - \lambda/(2n_2)$.

10. 用白光光源进行双缝实验, 若用一个纯红色的滤光片遮盖一条缝, 用一个纯蓝色的滤光片遮盖另一条缝, 则

- (A) 干涉条纹的宽度将发生改变. (B) 产生红光和蓝光的两套彩色干涉条纹
(C) 干涉条纹的亮度将发生改变. (D) 不产生干涉条纹.

11. 在双缝干涉实验中, 两条缝的宽度原来是相等的. 若其中一缝的宽度略变窄(缝中心位置不变), 则

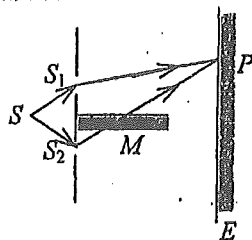
- (A) 干涉条纹的间距变宽.
(B) 干涉条纹的间距变窄.
(C) 干涉条纹的间距不变, 但原极小处的强度不再为零.
(D) 不再发生干涉现象.

12. 在双缝干涉实验中, 为使屏上的干涉条纹间距变大, 可以采取的办法是

- (A) 使屏靠近双缝. (B) 使两缝的间距变小.
(C) 把两个缝的宽度稍微调窄. (D) 改用波长较小的单色光源.

13. 在双缝干涉实验中, 屏幕 E 上的 P 点处是明条纹. 若将缝 S_2 盖住, 并在 $S_1 S_2$ 连线的垂直平分面处放一高折射率介质反射面 M , 如图所示, 则此时

- (A) P 点处仍为明条纹.
(B) P 点处为暗条纹.
(C) 不能确定 P 点处是明条纹还是暗条纹.
(D) 无干涉条纹.



14. 在双缝干涉实验中, 光的波长为 600 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 双缝间距为 2 mm , 双缝与屏的间距为 300 cm . 在屏上形成的干涉图样的明条纹间距为

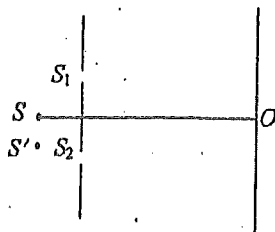
- (A) 0.45 mm . (B) 0.9 mm . (C) 1.2 mm (D) 3.1 mm .

15. 在双缝干涉实验中, 入射光的波长为 λ , 用玻璃纸遮住双缝中的一个缝, 若玻璃纸中光程比相同厚度的空气的光程大 2.5λ , 则屏上原来的明纹处

- (A) 仍为明条纹; (B) 变为暗条纹;

(C) 既非明纹也非暗纹; (D) 无法确定是明纹, 还是暗纹.

16. 在双缝干涉实验中, 若单色光源 S 到两缝 S_1 、 S_2 距离相等, 则观察屏上中央明条纹位于图中 O 处. 现将光源 S 向下移动到示意图中的 S' 位置, 则



- (A) 中央明条纹也向下移动, 且条纹间距不变.
 (B) 中央明条纹向上移动, 且条纹间距不变.
 (C) 中央明条纹向下移动, 且条纹间距增大.
 (D) 中央明条纹向上移动, 且条纹间距增大.

17. 在双缝干涉实验中, 设缝是水平的. 若双缝所在的平板稍微向上平移, 其它条件不变, 则屏上的干涉条纹

- (A) 向下平移, 且间距不变. (B) 向上平移, 且间距不变.
 (C) 不移动, 但间距改变. (D) 向上平移, 且间距改变.

18. 在双缝干涉实验中, 两缝间距离为 d , 双缝与屏幕之间的距离为 D ($D \gg d$). 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上. 屏幕上干涉条纹中相邻暗纹之间的距离是

- (A) $2\lambda D/d$. (B) $\lambda d/D$. (C) dD/λ . (D) $\lambda D/d$.

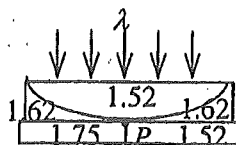
19. 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的水中, 两缝间距离为 d , 双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$), 所用单色光在真空中的波长为 λ , 则屏上干涉条纹中相邻的明纹之间的距离是

- (A) $\lambda D/(nd)$ (B) $n\lambda D/d$. (C) $\lambda d/(nD)$. (D) $\lambda D/(2nd)$.

20. 在双缝干涉实验中, 两缝间距离为 d , 双缝与屏幕的距离为 D ($D \gg d$), 单色光波长为 λ , 屏幕上相邻明条纹之间的距离为

- (A) $\lambda D/d$. (B) $\lambda d/D$. (C) $\lambda D/(2d)$. (D) $\lambda d/(2D)$.

21. 在图示三种透明材料构成的牛顿环装置中, 用单色光垂直照射, 在反射光中看到干涉条纹, 则在接触点 P 处形成的圆斑为



图中数字为各处的折射

- (A) 全明.
 (B) 全暗.
 (C) 右半部明, 左半部暗.
 (D) 右半部暗, 左半部明.

22. 一束波长为 λ 的单色光由空气垂直入射到折射率为 n 的透明薄膜上, 透明薄膜放在空气中, 要使反射光得到干涉加强, 则薄膜最小的厚度为

- (A) $\lambda/4$. (B) $\lambda/(4n)$. (C) $\lambda/2$. (D) $\lambda/(2n)$.

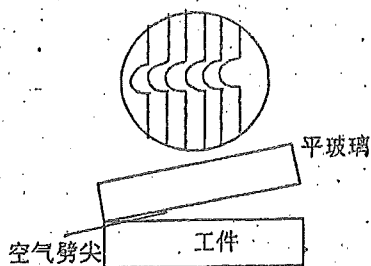
23. 若把牛顿环装置(都是用折射率为 1.52 的玻璃制成的)由空气搬入折射率为 1.33 的水中, 则干涉条纹

- (A) 中心暗斑变成亮斑. (B) 变疏.
 (C) 变密. (D) 间距不变.

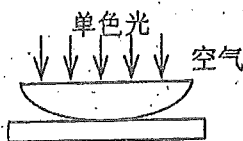
24. 用劈尖干涉法可检测工件表面缺陷, 当波长为 λ 的单色平行光垂直入射时, 若观察到的干涉条纹如图所示, 每一条纹弯曲部分的顶点恰好与其左边条纹的直线部分的连线相切, 则工件表面与条纹弯曲处对应的部分

- (A) 凸起, 且高度为 $\lambda/4$.
 (B) 凸起, 且高度为 $\lambda/2$.

- (C) 凹陷, 且深度为 $\lambda/2$.
 (D) 凹陷, 且深度为 $\lambda/4$.



(24 题图)



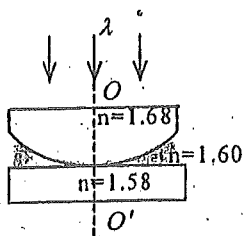
(25 题图)

25. 如图, 用单色光垂直照射在观察牛顿环的装置上. 当平凸透镜垂直向上缓慢平移而远离平面玻璃时, 可以观察到这些环状干涉条纹

- (A) 向右平移. (B) 向中心收缩.
 (C) 向外扩张. (D) 静止不动. (E) 向左平移.

26. 如图所示, 平板玻璃和凸透镜构成牛顿环装置, 全部浸入 $n=1.60$ 的液体中, 凸透镜可沿 OO' 移动, 用波长 $\lambda=500 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射. 从上向下观察, 看到中心是一个暗斑, 此时凸透镜顶点距平板玻璃的距离最少是

- (A) 156.3 nm (B) 148.8 nm (C) 78.1 nm (D) 74.4 nm (E) 0.



(26 题图)

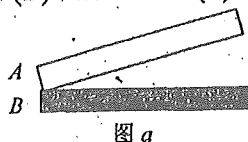


图 a



图 b

(27 题图)

27. 如图 a 所示, 一光学平板玻璃 A 与待测工件 B 之间形成空气劈尖, 用波长 $\lambda=500 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直照射. 看到的反射光的干涉条纹如图 b 所示. 有些条纹弯曲部分的顶点恰好与其右边条纹的直线部分的连线相切. 则工件的上表面缺陷是

- (A) 不平处为凸起纹, 最大高度为 500 nm. (B) 不平处为凸起纹, 最大高度为 250 nm.
 (C) 不平处为凹槽, 最大深度为 500 nm. (D) 不平处为凹槽, 最大深度为 250 nm.

28. 在牛顿环实验装置中, 曲率半径为 R 的平凸透镜与平玻璃板在中心恰好接触, 它们之间充满折射率为 n 的透明介质, 垂直入射到牛顿环装置上的平行单色光在真空中的波长为 λ , 则反射光形成的干涉条纹中暗环半径 r_k 的表达式为

- (A) $r_k = \sqrt{k\lambda R}$. (B) $r_k = \sqrt{k\lambda R/n}$. (C) $r_k = \sqrt{kn\lambda R}$. (D) $r_k = \sqrt{k\lambda/(nR)}$.

29. 在玻璃(折射率 $n_2=1.60$)表面镀一层 MgF_2 (折射率 $n_2=1.38$) 薄膜作为增透膜. 为了使波长为 500 nm ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的光从空气($n_1=1.00$)正入射时尽可能少反射, MgF_2 薄膜的最少厚度应是

- (A) 78.1 nm (B) 90.6 nm (C) 125 nm (D) 181 nm (E) 250 nm.

30. 把一平凸透镜放在平玻璃上, 构成牛顿环装置. 当平凸透镜慢慢地向上平移时, 由反射光形成的牛顿环

- (A) 向中心收缩, 条纹间隔变小. (B) 向中心收缩, 环心呈明暗交替变化.
 (C) 向外扩张; 环心呈明暗交替变化. (D) 向外扩张, 条纹间隔变大.

31. 两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射. 若上面的平玻璃慢慢地向上平移, 则干涉条纹

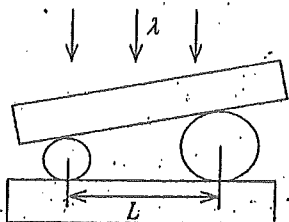
- (A) 向棱边方向平移, 条纹间隔变小. (B) 向棱边方向平移, 条纹间隔变大.
 (C) 向棱边方向平移, 条纹间隔不变. (D) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔不变.
 (E) 向远离棱边的方向平移, 条纹间隔变小.

32. 两块平玻璃构成空气劈形膜, 左边为棱边, 用单色平行光垂直入射. 若上面的平玻璃以棱边为轴, 沿逆时针方向作微小转动, 则干涉条纹的

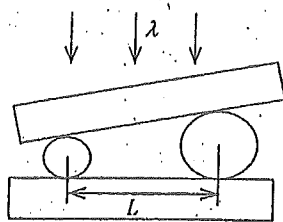
- (A) 间隔变小, 并向棱边方向平移. (B) 间隔变大, 并向远离棱边方向平移.
 (C) 间隔不变, 向棱边方向平移. (D) 间隔变小, 并向远离棱边方向平移.

33. 如图所示, 两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L , 夹在两块平晶的中间, 形成空气劈形膜; 当单色光垂直入射时, 产生等厚干涉条纹. 如果滚柱之间的距离 L 变小, 则在 L 范围内干涉条纹的

- (A) 数目减少, 间距变大. (B) 数目不变, 间距变小.
 (C) 数目增加, 间距变小. (D) 数目减少, 间距不变.



(33 题图)

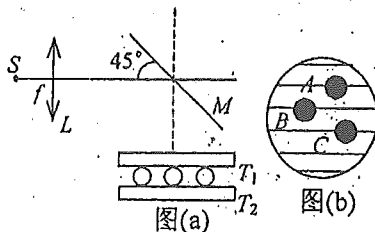


(34 题图)

34. 如图所示, 两个直径有微小差别的彼此平行的滚柱之间的距离为 L , 夹在两块平晶的中间, 形成空气劈形膜, 当单色光垂直入射时, 产生等厚干涉条纹. 如果两滚柱之间的距离 L 变大, 则在 L 范围内干涉条纹的

- (A) 数目增加, 间距不变. (B) 数目减少; 间距变大.
 (C) 数目增加, 间距变小. (D) 数目不变, 间距变大.

35. 检验滚珠大小的干涉装置示意如图(a). S 为光源, L 为会聚透镜, M 为半透半反镜. 在平晶 T_1 、 T_2 之间放置 A 、 B 、 C 三个滚珠, 其中 A 为标准件, 直径为 d_0 . 用波长为 λ 的单色光垂直照射平晶, 在 M 上方观察时观察到等厚干涉条纹如图(b)所示. 轻压 C 端, 条纹间距变大, 则 B 珠的直径 d_1 、 C 珠的直径 d_2 与 d_0 的关系分别为:



(A) $d_1 = d_0 + \lambda$, $d_2 = d_0 + 3\lambda$.

(B) $d_1 = d_0 - \lambda$, $d_2 = d_0 - 3\lambda$.

(C) $d_1 = d_0 + \lambda/2$, $d_2 = d_0 + 3\lambda/2$.

(D) $d_1 = d_0 - \lambda/2$, $d_2 = d_0 - 3\lambda/2$.

36. 由两块玻璃片($n_1 = 1.75$)所形成的空气劈形膜, 其一端厚度为零, 另一端厚度为 0.002 cm. 现用波长为 700 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}$ m) 的单色平行光, 沿入射角为 30° 角的方向射在膜

的上表面, 则形成的干涉条纹数为

- (A) 27. (B) 40. (C) 56. (D) 100.

37. 在迈克耳孙干涉仪的一条光路中, 放入一折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片, 放入后, 这条光路的光程改变了

- (A) $2(n-1)d$. (B) $2nd$. (C) $2(n-1)d + \lambda/2$. (D) nd . (E) $(n-1)d$.

38. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路中, 放入一片折射率为 n 的透明介质薄膜后, 测出两束光的光程差的改变量为一个波长 λ , 则薄膜的厚度是

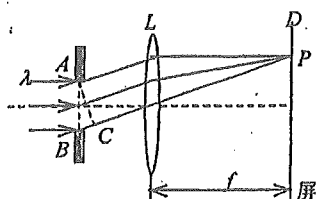
- (A) $\lambda/2$. (B) $\lambda/(2n)$. (C) λ/n . (D) $\frac{\lambda}{2(n-1)}$.

39. 在单缝夫琅禾费衍射实验中; 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a=4\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 的方向, 单缝处波阵面可分成的半波带数目为

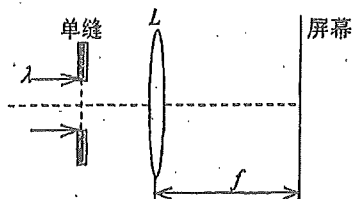
- (A) 2 个. (B) 4 个. (C) 6 个. (D) 8 个.

40. 一束波长为 λ 的平行单色光垂直入射到一单缝 AB 上, 装置如图. 在屏幕 D 上形成衍射图样, 如果 P 是中央亮纹一侧第一个暗纹所在的位置, 则 BC 的长度为

- (A) $\lambda/2$. (B) λ . (C) $3\lambda/2$. (D) 2λ .



(40 题图)



(41 题图)

41. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验中, 若将单缝沿透镜光轴方向向透镜平移, 则屏幕上的衍射条纹

- (A) 间距变大. (B) 间距变小. (C) 不发生变化.
(D) 间距不变, 但明暗条纹的位置交替变化.

42. 根据惠更斯-菲涅耳原理, 若已知光在某时刻的波阵面为 S , 则 S 的前方某点 P 的光强度决定于波阵面 S 上所有面积元发出的子波各自传到 P 点的

- (A) 振动振幅之和. (B) 光强之和.
(C) 振动振幅之和的平方. (D) 振动的相干叠加.

43. 波长为 λ 的单色平行光垂直入射到一狭缝上, 若第一级暗纹的位置对应的衍射角为 $\theta = \pm\pi/6$, 则缝宽的大小为

- (A) $\lambda/2$. (B) λ . (C) 2λ . (D) 3λ .

44. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 对于给定的入射单色光, 当缝宽度变小时, 除中央亮纹的中心位置不变外, 各级衍射条纹

- (A) 对应的衍射角变小. (B) 对应的衍射角变大.
(C) 对应的衍射角也不变. (D) 光强也不变.

45. 如果单缝夫琅禾费衍射的第一级暗纹发生在衍射角为 $\varphi=30^\circ$ 的方位上. 所用单色光波长为 $\lambda=500\text{ nm}$, 则单缝宽度为

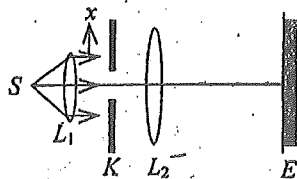
- (A) $2.5 \times 10^{-5}\text{ m}$. (B) $1.0 \times 10^{-5}\text{ m}$. (C) $1.0 \times 10^{-6}\text{ m}$. (D) 2.5×10^{-7} .

46. 一单色平行光束垂直照射在宽度为 1.0 mm 的单缝上, 在缝后放一焦距为 2.0 m 的会聚透镜. 已知位于透镜焦平面处的屏幕上的中央明条纹宽度为 2.0 mm , 则入射光波长约

为 ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)

- (A) 100 nm (B) 400 nm (C) 500 nm (D) 600 nm

47. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若增大缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹
 (A) 宽度变小. (B) 宽度变大.
 (C) 宽度不变, 且中心强度也不变. (D) 宽度不变, 但中心强度增大.
48. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 若减小缝宽, 其他条件不变, 则中央明条纹
 (A) 宽度变小; (B) 宽度变大;
 (C) 宽度不变, 且中心强度也不变; (D) 宽度不变, 但中心强度变小.
49. 在单缝夫琅禾费衍射实验中波长为 λ 的单色光垂直入射到单缝上. 对应于衍射角为 30° 的方向上, 若单缝处波面可分成 3 个半波带, 则缝宽度 a 等于
 (A) λ . (B) 1.5λ . (C) 2λ . (D) 3λ .
50. 在如图所示的单缝的夫琅禾费衍射实验中, 将单缝 K 沿垂直于光的入射方向(沿图中的 x 方向)稍微平移, 则



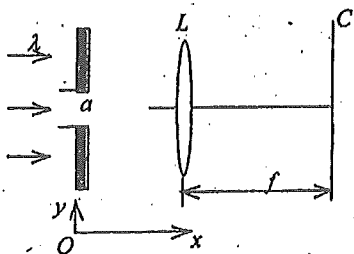
- (A) 衍射条纹移动, 条纹宽度不变.
 (B) 衍射条纹移动, 条纹宽度变动.
 (C) 衍射条纹中心不动, 条纹变宽.
 (D) 衍射条纹不动, 条纹宽度不变.
 (E) 衍射条纹中心不动, 条纹变窄.

51. 波长 $\lambda=500\text{nm}$ ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$)的单色光垂直照射到宽度 $a=0.25\text{mm}$ 的单缝上, 单缝后面放置一凸透镜, 在凸透镜的焦平面上放置一屏幕, 用以观测衍射条纹. 今测得屏幕上中央明条纹一侧第三个暗条纹和另一侧第三个暗条纹之间的距离为 $d=12\text{mm}$, 则凸透镜的焦距 f 为

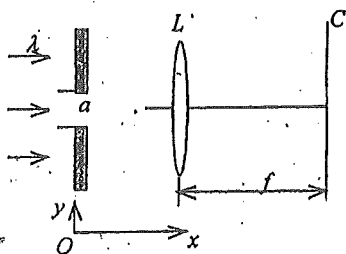
- (A) 2 m. (B) 1 m. (C) 0.5 m. (D) 0.2 m. (E) 0.1 m.

52. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变宽, 同时使单缝沿 y 轴正方向作微小平移(透镜屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将

- (A) 变窄, 同时向上移; (B) 变窄, 同时向下移;
 (C) 变窄, 不移动; (D) 变宽, 同时向上移; (E) 变宽, 不移.



(52 题图)



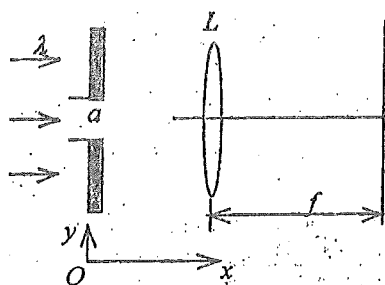
(53 题图)

53. 在如图所示的夫琅禾费衍射装置中, 将单缝宽度 a 稍稍变窄, 同时使会聚透镜 L 沿 y 轴正方向作微小平移(单缝与屏幕位置不动), 则屏幕 C 上的中央衍射条纹将

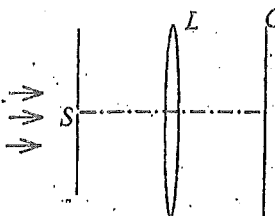
- (A) 变宽, 同时向上移动. (B) 变宽, 同时向下移动.
 (C) 变宽, 不移动. (D) 变窄, 同时向上移动. (E) 变窄, 不移动.

54. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置中, 设中央明纹的衍射角范围很小. 若使单缝宽度 a 变为原来的 $\frac{3}{2}$, 同时使入射的单色光的波长 λ 变为原来的 $\frac{3}{4}$, 则屏幕 C 上单缝衍射条纹中央明纹的宽度 Δx 将变为原来的

- (A) 3/4 倍. (B) 2/3 倍. (C) 9/8 倍. (D) 1/2 倍. (E) 2 倍.



(54 题图)



(55 题图)

55. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射实验装置中, S 为单缝, L 为透镜, C 为放在 L 的焦面处的屏幕, 当把单缝 S 垂直于透镜光轴稍微向上平移时, 屏幕上的衍射图样
- (A) 向上平移. (B) 向下平移. (C) 不动. (D) 消失.
56. 测量单色光的波长时, 下列方法中哪一种方法最为准确?
- (A) 双缝干涉. (B) 牛顿环. (C) 单缝衍射. (D) 光栅衍射.
57. 一束平行单色光垂直入射在光栅上, 当光栅常数 $(a+b)$ 为下列哪种情况时 (a 代表每条缝的宽度), $k=3, 6, 9$ 等级次的主极大均不出现?
- (A) $a+b=2a$. (B) $a+b=3a$. (C) $a+b=4a$. (D) $a+b=6a$.
58. 一束白光垂直照射在一光栅上, 在形成的同一级光栅光谱中, 偏离中央明纹最远的是
- (A) 紫光. (B) 绿光. (C) 黄光. (D) 红光.
59. 对某一定波长的垂直入射光, 衍射光栅的屏幕上只能出现零级和一级主极大, 欲使屏幕上出现更高级次的主极大, 应该
- (A) 换一个光栅常数较小的光栅. (B) 换一个光栅常数较大的光栅.
(C) 将光栅向靠近屏幕的方向移动. (D) 将光栅向远离屏幕的方向移动.
60. 若用衍射光栅准确测定一单色可见光的波长, 在下列各种光栅常数的光栅中选用哪一种最好?
- (A) $5.0 \times 10^{-1} \text{ mm}$. (B) $1.0 \times 10^{-1} \text{ mm}$. (C) $1.0 \times 10^{-2} \text{ mm}$. (D) $1.0 \times 10^{-3} \text{ mm}$.
61. 某元素的特征光谱中含有波长分别为 $\lambda_1=450 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2=750 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的光谱线. 在光栅光谱中, 这两种波长的谱线有重叠现象, 重叠处 λ_2 的谱线的级数将是
- (A) 2, 3, 4, 5, ... (B) 2, 5, 8, 11, ...
(C) 2, 4, 6, 8, ... (D) 3, 6, 9, 12, ...
62. 波长为 λ 的单色光垂直入射于光栅常数为 d 、缝宽为 a 、总缝数为 N 的光栅上. 取 $k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$, 则决定出现主极大的衍射角 θ 的公式可写成
- (A) $N a \sin \theta = k$. (B) $a \sin \theta = k$. (C) $N d \sin \theta = k$. (D) $d \sin \theta = k$.
63. 在光栅光谱中, 假如所有偶数级次的主极大都恰好在单缝衍射的暗纹方向上, 因而实际上不出现, 那么此光栅每个透光缝宽度 a 和相邻两缝间不透光部分宽度 b 的关系为
- (A) $a = \frac{1}{2} b$. (B) $a = b$. (C) $a = 2b$. (D) $a = 3b$.
64. 波长 $\lambda=550 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射

光栅上,可能观察到的光谱线的最大级次为

- (A) 2. (B) 3. (C) 4. (D) 5.

65. 在双缝衍射实验中,若保持双缝 S_1 和 S_2 的中心之间的距离 d 不变,而把两条缝的宽度 a 略微加宽,则

- (A) 单缝衍射的中央主极大变宽,其中所包含的干涉条纹数目变少.
 (B) 单缝衍射的中央主极大变宽,其中所包含的干涉条纹数目变多.
 (C) 单缝衍射的中央主极大变宽,其中所包含的干涉条纹数目不变.
 (D) 单缝衍射的中央主极大变窄,其中所包含的干涉条纹数目变少.
 (E) 单缝衍射的中央主极大变窄,其中所包含的干涉条纹数目变多.

66. 设光栅平面、透镜均与屏幕平行.则当入射的平行单色光从垂直于光栅平面入射变为斜入射时,能观察到的光谱线的最高级次 k

- (A) 变小. (B) 变大. (C) 不变. (D) 的改变无法确定.

67. 在双缝干涉实验中,用单色自然光,在屏上形成干涉条纹.若在两缝后放一个偏振片;则

- (A) 干涉条纹的间距不变,但明纹的亮度加强.
 (B) 干涉条纹的间距不变,但明纹的亮度减弱.
 (C) 干涉条纹的间距变窄,且明纹的亮度减弱.
 (D) 无干涉条纹.

68. 一束光是自然光和线偏振光的混合光,让它垂直通过一偏振片.若以此入射光束为轴旋转偏振片,测得透射光强度最大值是最小值的 5 倍,那么入射光束中自然光与线偏振光的光强比值为

- (A) 1/2. (B) 1/3. (C) 1/4. (D) 1/5.

69. 一束光强为 I_0 的自然光,相继通过三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 后,出射光的光强为 $I = I_0/8$. 已知 P_1 和 P_2 的偏振化方向相互垂直,若以入射光线为轴,旋转 P_2 , 要使出射光的光强为零, P_2 最少要转过的角度是

- (A) 30° . (B) 45° . (C) 60° . (D) 90° .

70. 一束光强为 I_0 的自然光垂直穿过两个偏振片,且此两偏振片的偏振化方向成 45° 角,则穿过两个偏振片后的光强 I 为

- (A) $I_0/4\sqrt{2}$. (B) $I_0/4$. (C) $I_0/2$. (D) $\sqrt{2}I_0/2$.

71. 三个偏振片 P_1 、 P_2 与 P_3 堆叠在一起, P_1 与 P_3 的偏振化方向相互垂直, P_2 与 P_1 的偏振化方向间的夹角为 30° . 强度为 I_0 的自然光垂直入射于偏振片 P_1 , 并依次透过偏振片 P_1 、 P_2 与 P_3 , 则通过三个偏振片后的光强为

- (A) $I_0/4$. (B) $3I_0/8$. (C) $3I_0/32$. (D) $I_0/16$.

72. 两偏振片堆叠在一起,一束自然光垂直入射其上时没有光线通过.当其中一偏振片慢慢转动 180° 时透射光强度发生的变化为:

- (A) 光强单调增加. (B) 光强先增加,后又减小至零.

(C) 光强先增加,后减小,再增加. (D) 光强先增加,然后减小,再增加,再减小至零.

73. 如果两个偏振片堆叠在一起,且偏振化方向之间夹角为 60° , 光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上,则出射光强为

- (A) $I_0/8$. (B) $I_0/4$. (C) $3I_0/8$. (D) $3I_0/4$.

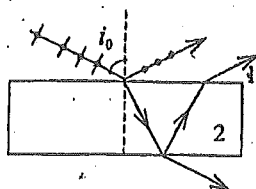
74. 使一光强为 I_0 的平面偏振光先后通过两个偏振片 P_1 和 P_2 . P_1 和 P_2 的偏振化方向与原入射光光矢量振动方向的夹角分别是 θ 和 90° , 则通过这两个偏振片后的光强 I 是

- (A) $\frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$. (B) 0. (C) $\frac{1}{4} I_0 \sin^2(2\theta)$. (D) $\frac{1}{4} I_0 \sin^2 \theta$. (E) $I_0 \cos^4 \theta$.

75. 光强为 I_0 的自然光依次通过两个偏振片 P_1 和 P_2 . 若 P_1 和 P_2 的偏振化方向的夹角 $= 30^\circ$, 则透射偏振光的强度 I 是

- (A) $I_0/4$. (B) $\sqrt{3} I_0/4$. (C) $\sqrt{3} I_0/2$. (D) $I_0/8$. (E) $3I_0/8$.

76. 一束自然光自空气射向一块平板玻璃(如图), 设入射角等于布儒斯特角 i_0 , 则在界面2的反射光



- (A) 是自然光.
 (B) 是线偏振光且光矢量的振动方向垂直于入射面.
 (C) 是线偏振光且光矢量的振动方向平行于入射面.
 (D) 是部分偏振光.

77. 自然光以 60° 的入射角照射到某两介质界面时, 反射光为完全线偏振光, 则知折射光为

- (A) 完全线偏振光且折射角是 30° .
 (B) 部分偏振光且只是在该光由真空入射到折射率为 $\sqrt{3}$ 的介质时, 折射角是 30° .
 (C) 部分偏振光, 但须知两种介质的折射率才能确定折射角.
 (D) 部分偏振光且折射角是 30° .

78. 自然光以布儒斯特角由空气入射到一玻璃表面上, 反射光是

- (A) 在入射面内振动的完全线偏振光.
 (B) 平行于入射面的振动占优势的部分偏振光.
 (C) 垂直于入射面振动的完全线偏振光.
 (D) 垂直于入射面的振动占优势的部分偏振光.

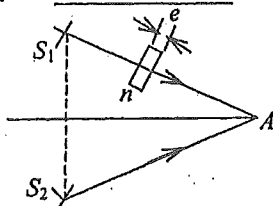
79. 某种透明媒质对于空气的临界角(指全反射)等于 45° , 光从空气射向此媒质时的布儒斯特角是

- (A) 35.3° . (B) 40.9° . (C) 45° . (D) 54.7° . (E) 57° .

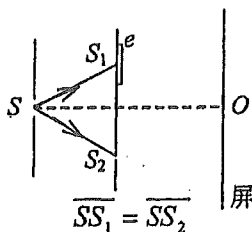
二、填空题

1. 若一双缝装置的两个缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的两块厚度均为 e 的透明介质所遮盖, 此时由双缝分别到屏上原中央极大所在处的两束光的光程差 = _____.

2. 如图所示, 假设有两个同相的相干点光源 S_1 和 S_2 , 发出波长为 λ 的光. A 是它们连线的中垂线上的一点. 若在 S_1 与 A 之间插入厚度为 e 、折射率为 n 的薄玻璃片, 则两光源发出的光在 A 点的相位差 $\delta =$ _____. 若已知 $\lambda = 500 \text{ nm}$, $n = 1.5$, A 点恰为第四级明纹中心, 则 $e =$ _____ nm. ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)



(2题图)

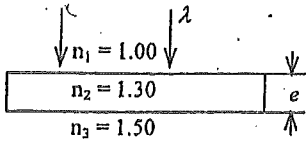


(3题图)

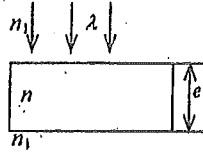
3. 如图, 在双缝干涉实验中, 若把一厚度为 e 、折射率为 n 的薄云母片覆盖在 S_1 缝上,

中央明条纹将向_____移动；覆盖云母片后，两束相干光至原中央明纹 O 处的光程差为_____。

4. 波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的透明薄膜。膜厚度为 e ，两束反射光的光程差 $\delta =$ _____。



(4 题图)

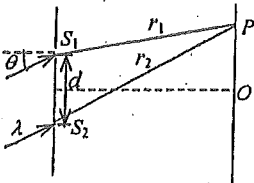


(6 题图)

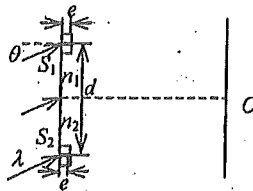
5. 用波长为 λ 的单色光垂直照射置于空气中的厚度为 e 折射率为 1.5 的透明薄膜，两束反射光的光程差 $\delta =$ _____。

6. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到如图所示的透明薄膜上，膜厚为 e ，折射率为 n ，透明薄膜放在折射率为 n_1 的媒质中， $n_1 < n$ ，则上下两表面反射的两束反射光在相遇处的相位差 $\Delta\varphi =$ _____。

7. 如图所示，两缝 S_1 和 S_2 之间的距离为 d ，媒质的折射率为 $n=1$ ，平行单色光斜入射到双缝上，入射角为 θ ，则屏幕上 P 处，两相干光的光程差为_____。



(7 题图)

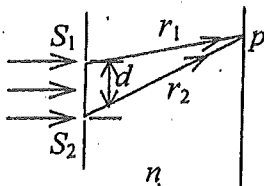


(8 题图)

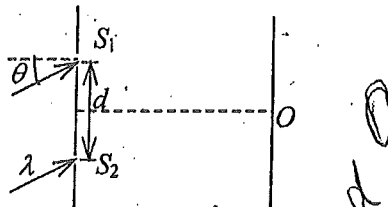
8. 如图所示，双缝干涉实验装置中两个缝用厚度均为 e ，折射率分别为 n_1 和 n_2 的透明介质膜覆盖 ($n_1 > n_2$)，波长为 λ 的平行单色光斜入射到双缝上，入射角为 θ ，双缝间距为 d ，在屏幕中央 O 处 ($S_1O = S_2O$)，两束相干光的相位差 $\Delta\varphi =$ _____。

9. 单色平行光垂直入射到双缝上，观察屏上 P 点到两缝的距离分别为 r_1 和 r_2 。设双缝和屏之间充满折射率为 n 的媒质，则 P 点处二相干光线的光程差为_____。

10. 如图所示，波长为 λ 的平行单色光斜入射到距离为 d 的双缝上，入射角为 θ 。在图中的屏中央 O 处 ($S_1O = S_2O$)，两束相干光的相位差为_____。



(9 题图)



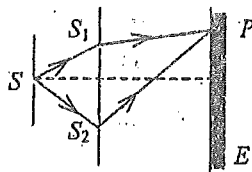
(10 题图)

11. 在双缝干涉实验中，两缝分别被折射率为 n_1 和 n_2 的透明薄膜遮盖，二者的厚度均为 e 。波长为 λ 的平行单色光垂直照射到双缝上，在屏中央处，两束相干光的相位差 $\Delta\varphi =$ _____。

12. 用一定波长的单色光进行双缝干涉实验时, 欲使屏上的干涉条纹间距变大, 可采用的方法是: (1) _____ (2) _____

13. 一双缝干涉装置, 在空气中观察时干涉条纹间距为 1.0 mm . 若整个装置放在水中, 干涉条纹的间距将为 _____ mm . (设水的折射率为 $4/3$)

14. 如图所示, 在双缝干涉实验中 $SS_1=SS_2$, 用波长为 λ 的光照射双缝 S_1 和 S_2 , 通过空气后在屏幕 E 上形成干涉条纹. 已知 P 点处为第三级明条纹, 则 S_1 和 S_2 到 P 点的光程差为 _____. 若将整个装置放于某种透明液体中, P 点为第四级明条纹, 则该液体的折射率 $n =$ _____



15. 在双缝干涉实验中, 所用单色光波长为 $\lambda=562.5 \text{ nm}$ ($1\text{nm}=10^{-9} \text{ m}$), 双缝与观察屏的距离 $D=1.2 \text{ m}$, 若测得屏上相邻明条纹间距为 $x=1.5 \text{ mm}$, 则双缝的间距 $d =$ _____

16. 在双缝干涉实验中, 若使两缝之间的距离增大, 则屏幕上干涉条纹间距 _____; 若使单色光波长减小, 则干涉条纹间距 _____.

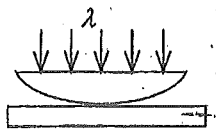
17. 在双缝干涉实验中, 所用光波波长 $\lambda=5.461 \times 10^{-4} \text{ mm}$, 双缝与屏间的距离 $D=300 \text{ mm}$, 双缝间距为 $d=0.134 \text{ mm}$, 则中央明条纹两侧的两个第三级明条纹之间的距离为 _____

18. 把双缝干涉实验装置放在折射率为 n 的媒质中, 双缝到观察屏的距离为 D , 两缝之间的距离为 d ($d \ll D$), 入射光在真空中的波长为 λ , 则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是 _____.

19. 在双缝干涉实验中, 双缝间距为 d , 双缝到屏的距离为 D ($D \gg d$), 测得中央零级明纹与第五级明纹之间的距离为 x , 则入射光的波长为 _____.

20. 在双缝干涉实验中, 若两缝的间距为所用光波波长的 N 倍, 观察屏到双缝的距离为 D , 则屏上相邻明纹的间距为 _____.

21. 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的牛顿环装置, 观察从空气膜上下表面反射的光形成的牛顿环. 若使平凸透镜慢慢地垂直向上移动, 从透镜顶点与平面玻璃接触到两者距离为 d 的移动过程中, 移过视场中某固定观察点的条纹数目等于 _____.

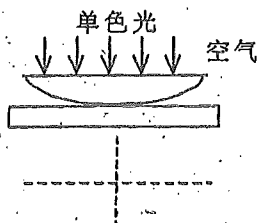


22. 一个平凸透镜的顶点和一平板玻璃接触, 用单色光垂直照射, 观察反射光形成的牛顿环, 测得中央暗斑外第 k 个暗环半径为 r_1 . 现将透镜和玻璃板之间的空气换成某种液体(其折射率小于玻璃的折射率), 第 k 个暗环的半径变为 r_2 , 由此可知该液体的折射率为 _____.

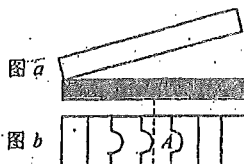
23. 用 $\lambda=600 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射牛顿环装置时, 从中央向外数第 4 个(不计中央暗斑)暗环对应的空气膜厚度为 _____ m . ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

24. 在空气中有一劈形透明膜, 其劈尖角 $\theta=1.0 \times 10^{-4} \text{ rad}$, 在波长 $\lambda=700 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射下, 测得两相邻干涉明条纹间距 $l=0.25 \text{ cm}$, 由此可知此透明材料的折射率 $n =$ _____ . ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$)

25. 如图所示, 平凸透镜的顶端与平板玻璃接触, 用单色光垂直入射, 定性地画出透射光干涉所形成的牛顿环(标明明环和暗环).



(25 题图)

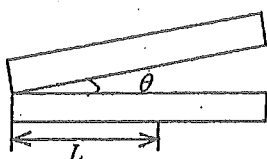


(26 题图)

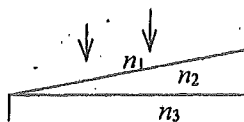
26. 图 a 为一块光学平板玻璃与一个加工过的平面一端接触, 构成的空气劈尖, 用波长为 λ 的单色光垂直照射, 看到反射光干涉条纹(实线为暗条纹)如图 b 所示. 则干涉条纹上 A 点处所对应的空气薄膜厚度为 $e =$ _____.

27. 折射率分别为 n_1 和 n_2 的两块平板玻璃构成空气劈尖, 用波长为 λ 的单色光垂直照射. 如果将该劈尖装置浸入折射率为 n 的透明液体中, 且 $n_2 > n > n_1$, 则劈尖厚度为 e 的地方两反射光的光程差的改变量是 _____.

28. 用波长为 λ 的单色光垂直照射到空气劈形膜上, 从反射光中观察干涉条纹, 距顶点为 L 处是暗条纹. 使劈尖角 θ 连续变大, 直到该点处再次出现暗条纹为止. 劈尖角的改变量 $\Delta\theta$ 是 _____.



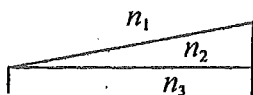
(28 题图)



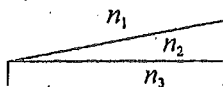
(29 题图)

29. 用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n_2 的劈形膜(如图)图中各部分折射率的关系是 $n_1 < n_2 < n_3$. 观察反射光的干涉条纹, 从劈形膜顶开始向右数第 5 条暗条纹中心所对应的厚度 $e =$ _____.

30. 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图所示的、折射率为 n_2 的劈形膜($n_1 > n_2, n_3 > n_2$), 观察反射光干涉. 从劈形膜顶开始, 第 2 条明条纹对应的膜厚度 $e =$ _____.



(30 题图)



(32 题图)

31. 用波长为 λ 的单色光垂直照射折射率为 n 的劈形膜形成等厚干涉条纹, 若测得相邻明条纹的间距为 l , 则劈尖角 $\theta =$ _____.

32. 用波长为 λ 的单色光垂直照射如图示的劈形膜($n_1 > n_2 > n_3$), 观察反射光干涉. 从劈形膜尖顶开始算起, 第 2 条明条纹中心所对应的膜厚度 $e =$ _____.

33. 波长为 λ 的平行单色光垂直地照射到劈形膜上, 劈形膜的折射率为 n , 第二条明纹与第五条明纹所对应的薄膜厚度之差是 _____.

34. 波长 $\lambda = 600 \text{ nm}$ 的单色光垂直照射到牛顿环装置上, 第二个明环与第五个明环所对应的空气膜厚度之差为 _____ nm. ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

35. 分别用波长 $\lambda_1 = 500 \text{ nm}$ 与波长 $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上, 劈形膜的折射率为 3.1, 膜两侧是同样的媒质, 则这两种波长的光分别形成的第七条明纹所对应的膜的厚度之差为 _____ nm.

36. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上, 若劈尖角为 θ (以弧度计), 劈形膜的折射率为 n , 则反射光形成的干涉条纹中, 相邻明条纹的间距为 _____.

37. 波长为 λ_2 与 λ_1 (设 $\lambda_1 > \lambda_2$) 的两种平行单色光垂直照射到劈形膜上, 已知劈形膜的折射率为 $n (n > 1)$, 劈形膜放在空气中, 在反射光形成的干涉条纹中, 这两种单色光的从棱边数起第五级暗条纹所对应的薄膜厚度之差是 _____.

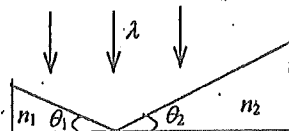
38. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上, 劈形膜的折射率为 n , 在由反射光形成的干涉条纹中, 第五条明条纹与第三条明条纹所对应的薄膜厚度之差为 _____.

39. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到折射率为 n 的劈形膜上, 相邻的两明纹所对应的薄膜厚度之差是 _____.

40. 波长为 λ 的平行单色光, 垂直照射到劈形膜上, 劈尖角为 θ , 劈形膜的折射率为 n , 第三条暗纹与第六条暗纹之间的距离是 _____.

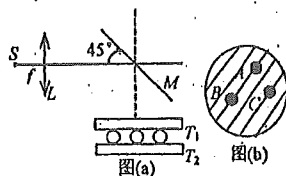
41. 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到劈形膜上, 劈尖角为 θ , 劈形膜的折射率为 n , 第 k 级明条纹与第 $k+5$ 级明纹的间距是 _____.

42. 如图所示, 波长为 λ 的平行单色光垂直照射到两个劈形膜上, 两劈尖角分别为 θ_1 和 θ_2 , 折射率分别为 n_1 和 n_2 , 若二者分别形成的干涉条纹的明条纹间距相等, 则 θ_1 , θ_2 , n_1 和 n_2 之间的关系是 _____.



43. 一束波长为 $\lambda = 600 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的平行单色光垂直入射到折射率为 $n = 1.33$ 的透明薄膜上, 该薄膜是放在空气中的. 要使反射光得到最大限度的加强, 薄膜最小厚度应为 _____ nm.

44. 检验滚珠大小的干涉装置示意如图(a), S 为单色光源, 波长为 λ , L 为会聚透镜, M 为半透半反镜. 在平晶 T_1 、 T_2 之间放置 A 、 B 、 C 三个滚珠, 其中 A 为标准件, 直径为 d_0 . 在 M 上方观察时, 观察到等厚条纹如图(b)所示. 若轻压 C 端, 条纹间距变小, 则可算出 B 珠的直径 $d_1 =$ _____; C 珠的直径 $d_2 =$ _____.



45. 空气中一玻璃劈形膜其一端厚度为零另一端厚度为 0.005 cm , 折射率为 1.5. 现用波长为 600 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色平行光, 沿入射角为 30° 角的方向射到劈的上表面, 则在劈形膜上形成的干涉条纹数目为 _____.

46. 一平凸透镜, 凸面朝下放在一平玻璃板上. 透镜刚好与玻璃板接触. 波长分别为 $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 500 \text{ nm}$ 的两种单色光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环. 从中心向外数的两种光的第五个明环所对应的空气膜厚度之差为 _____ nm.

47. 若在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜 M 移动 0.620 mm 过程中, 观察到干涉条纹移动了 2300 条, 则所用光波的波长为 _____ nm. ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

48. 用迈克耳孙干涉仪测微小的位移. 若入射光波波长 $\lambda = 628.9 \text{ nm}$, 当动臂反射镜移动时, 干涉条纹移动了 2048 条, 反射镜移动的距离 $d =$ _____.

49. 光强均为 I_0 的两束相干光相遇而发生干涉时, 在相遇区域内有可能出现的最大光强是 _____.

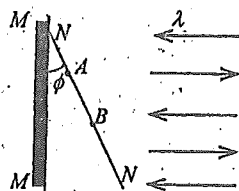
50. 在迈克耳孙干涉仪的一支光路上, 垂直于光路放入折射率为 n 、厚度为 h 的透明介质薄膜. 与未放入此薄膜时相比较, 两光束光程差的改变量为 _____.

51. 已知在迈克耳孙干涉仪中使用波长为 λ 的单色光. 在干涉仪的可动反射镜移动距离 d 的过程中, 干涉条纹将移动_____条.

52. 在迈克耳孙干涉仪的一条光路中, 插入一块折射率为 n , 厚度为 d 的透明薄片. 插入这块薄片使这条光路的光程改变了_____.

53. 在迈克耳孙干涉仪的可动反射镜移动了距离 d 的过程中, 若观察到干涉条纹移动了 N 条, 则所用光波的波长 $\lambda =$ _____.

54. 维纳光驻波实验装置示意如图: MM 为金属反射镜; NN 为涂有极薄感光层的玻璃板. MM 与 NN 之间夹角 $\phi = 3.0 \times 10^{-4}$ rad, 波长为_____的平面单色光通过 NN 板垂直入射到 MM 金属反射镜上, 则反射光与入射光在相遇区域形成光驻波, NN 板的感光层上形成对应于波腹波节的条纹. 实验测得两个相邻的驻波波腹感光点 A 、 B 的间距 $\overline{AB} = 1.0$ mm, 则入射光波的波长为_____ mm.



55. 波长为 600 nm 的单色平行光, 垂直入射到缝宽为 $a = 0.60$ mm 的单缝上, 缝后有一焦距 $f' = 60$ cm 的透镜, 在透镜焦平面上观察衍射图样. 则: 中央明纹的宽度为_____, 两个第三级暗纹之间的距离为_____ (1 nm = 10^{-9} m)

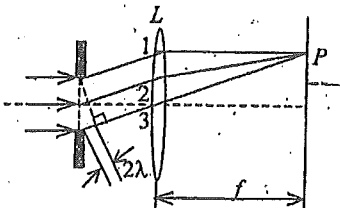
56. He-Ne 激光器发出 $\lambda = 632.8$ nm (1 nm = 10^{-9} m) 的平行光束, 垂直照射到一单缝上, 在距单缝 3 m 远的屏上观察夫琅禾费衍射图样, 测得两个第二级暗纹间的距离是 10 cm, 则单缝的宽度 $a =$ _____.

57. 在单缝的夫琅禾费衍射实验中, 屏上第三级暗纹对应于单缝处波面可划分为_____个半波带, 若将缝宽缩小一半, 原来第三级暗纹处将是_____纹.

58. 平行单色光垂直入射于单缝上, 观察夫琅禾费衍射. 若屏上 P 点处为第二级暗纹, 则单缝处波面相应地可划分为_____个半波带. 若将单缝宽度缩小一半, P 点处将是_____级_____纹.

59. 波长为 λ 的单色光垂直入射在缝宽 $a = 4\lambda$ 的单缝上. 对应于衍射角 $\phi = 30^\circ$, 单缝处的波面可划分为_____个半波带.

60. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 设第一级暗纹的衍射角很小, 若钠黄光($\lambda_1 \approx 589$ nm) 中央明纹宽度为 4.0 mm, 则 $\lambda_2 = 442$ nm (1 nm = 10^{-9} m) 的蓝紫色光的中央明纹宽度为_____.



61. 在单缝夫琅禾费衍射示意图中, 所画出的各条正入射光线间距相等, 那末光线 1 与 2 在幕上 P 点上相遇时的相位差为_____, P 点应为_____点.

62. 惠更斯引入_____的概念提出了惠更斯原理, 菲涅耳再用_____的思想补充了惠更斯原理, 发展成了惠更斯-菲涅耳原理.

63. 惠更斯-菲涅耳原理的基本内容是: 波阵面上各面积元所发出的子波在观察点 P 的_____, 决定了 P 点的合振动及光强.

64. 平行单色光垂直入射在缝宽为 $a = 0.15$ mm 的单缝上. 缝后有焦距为 $f = 400$ mm 的凸透镜, 在其焦平面上放置观察屏幕. 现测得屏幕上中央明条纹两侧的两个第三级暗纹之间的距离为 8 mm, 则入射光的波长为 $\lambda =$ _____.

65. 将波长为 λ 的平行单色光垂直投射于一狭缝上, 若对应于衍射图样的第一级暗纹位置的衍射角的绝对值为 θ , 则缝的宽度等于_____.

66. 若对应于衍射角 $\phi = 30^\circ$, 单缝处的波面可划分为 4 个半波带, 则单缝的宽度 a

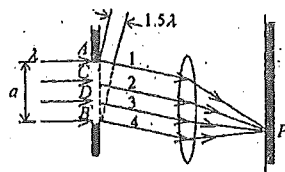
=(λ 为入射光波长).

67. 如果单缝夫琅禾费衍射的第一级暗纹发生在衍射角为 30° 的方位上, 所用单色光波长 $\lambda=500 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$), 则单缝宽度为 _____ m.

68. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 如果缝宽等于单色入射光波长的 2 倍, 则中央明条纹边缘对应的衍射角 $\varphi=$ _____.

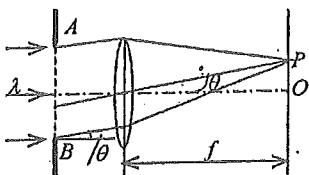
69. 在单缝夫琅禾费衍射实验中波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度为 $a=2.2\lambda$ 的单缝上, 对应于衍射角为 30° 方向, 单缝处的波面可分成的半波带数目为 _____ 个.

70. 如图所示在单缝的夫琅禾费衍射中波长为 λ 的单色光垂直入射在单缝上. 若对应于会聚在 P 点的衍射光线在缝宽 a 处的波阵面恰好分成 3 个半波带, 图中 $\overline{AC} = \overline{CD} = \overline{DB}$, 则光线 1 和 2 在 P 点的相位差为 _____.

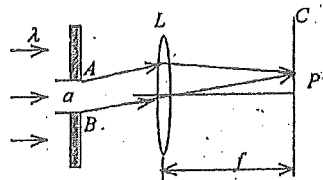


71. 在单缝夫琅禾费衍射实验中, 波长为 λ 的单色光垂直入射在宽度 $a=5\lambda$ 的单缝上. 对应于衍射角 φ 的方向上若单缝处波面恰好可分成 5 个半波带, 则衍射角 $\varphi=$ _____.

72. 波长为 $\lambda=480.0 \text{ nm}$ 的平行光垂直照射到宽度为 $a=0.40 \text{ mm}$ 的单缝上, 单缝后透镜的焦距为 $f=60 \text{ cm}$, 当单缝两边缘点 A 、 B 射向 P 点的两条光线在 P 点的相位差为 π 时, P 点离透镜焦点 O 的距离等于 _____.



(72 题图)



(74 题图)

73. 用半波带法讨论单缝衍射暗条纹中心的条件时, 与中央明条纹旁第二个暗条纹中心相对应的半波带的数目是 _____.

74. 在如图所示的单缝夫琅禾费衍射装置示意图中, 用波长为 λ 的单色光垂直入射在单缝上, 若 P 点是衍射条纹中的中央明纹旁第二个暗条纹的中心, 则由单缝边缘的 A 、 B 两点分别到达 P 点的衍射光线光程差是 _____.

75. 测量未知单缝宽度 a 的一种方法是: 用已知波长 λ 的平行光垂直入射在单缝上, 在距单缝的距离为 D 处测出衍射花样的中央亮纹宽度为 l (实验上应保证 $D \approx 10^3 a$, 或 D 为几米), 则由单缝衍射的原理可标出 a 与 λ , D , l 的关系为 $a=$ _____.

76. 一束单色光垂直入射在光栅上, 衍射光谱中共出现 5 条明纹. 若已知此光栅缝宽度与不透明部分宽度相等, 那么在中央明纹一侧的两条明纹分别是第 _____ 级和第 _____ 级谱线.

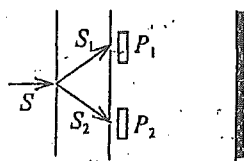
77. 某单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° , 则入射光的波长应为 _____.

78. 一束平行单色光垂直入射在一光栅上, 若光栅的透明缝宽度 a 与不透明部分宽度 b 相等, 则可能看到的衍射光谱的级次为 _____.

79. 波长为 λ 的单色光垂直投射于缝宽为 a , 总缝数为 N , 光栅常数为 d 的光栅上, 光栅方程(表示出现主极大的衍射角 φ 应满足的条件)为 _____.

80. 波长为 500 nm ($1 \text{ nm}=10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直入射到光栅常数为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 第一级衍射主极大所对应的衍射角 $\varphi=$ _____.

81. 波长为 $\lambda=550\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射于光栅常数 $d=2\times 10^4\text{ cm}$ 的平面衍射光栅上, 可能观察到光谱线的最高级次为第_____级.
82. 若波长为 625 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射到一个每毫米有 800 条刻线的光栅上时, 则第一级谱线的衍射角为_____.
83. 衍射光栅主极大公式 $(a+b)\sin\varphi=\pm k\lambda$, $k=0,1,2,\dots$. 在 $k=2$ 的方向上第一条缝与第六条缝对应点发出的两条衍射光的光程差 $\delta=$ _____.
84. 若光栅的光栅常数 d 、缝宽 a 和入射光波长 λ 都保持不变, 而使其缝数 N 增加, 则光栅光谱的同级光谱线将变得_____.
85. 用波长为 λ 的单色平行光垂直入射在一块多缝光栅上, 其光栅常数 $d=3\mu\text{m}$, 缝宽 $a=1\mu\text{m}$, 则在单缝衍射的中央明条纹中共有_____条谱线(主极大).
86. 用波长为 546.1 nm ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的平行单色光垂直照射在一透射光栅上, 在分光计上测得第一级光谱线的衍射角为 $\theta=30^\circ$. 则该光栅每一毫米上有_____条刻痕.
87. 用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时, 波长为 $\lambda_1=440\text{ nm}$ 的第 3 级光谱线将与波长为 $\lambda_2=$ _____ nm 的第 2 级光谱线重叠. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)
88. 可见光的波长范围是 $400\text{ nm}\rightarrow 760\text{ nm}$. 用平行的白光垂直入射在平面透射光栅上时, 它产生的不与另一级光谱重叠的完整的可见光光谱是第_____级光谱. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)
89. 用波长为 λ 的单色平行红光垂直照射在光栅常数 $d=2\mu\text{m}$ ($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{ m}$) 的光栅上, 用焦距 $f=0.500\text{ m}$ 的透镜将光聚在屏上, 测得第一级谱线与透镜主焦点的距离 $l=0.1667\text{ m}$. 则可知该入射的红光波长 $\lambda=$ _____ nm . ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)
90. 要使一束线偏振光通过偏振片之后振动方向转过 90° , 至少需要让这束光通过_____块理想偏振片. 在此情况下, 透射光强最大是原来光强的_____倍.
91. 一束自然光垂直穿过两个偏振片, 两个偏振片的偏振化方向成 45° 角. 已知通过此两偏振片后的光强为 I , 则入射至第二个偏振片的线偏振光强度为_____.
92. 两个偏振片叠放在一起, 强度为 I_0 的自然光垂直入射其上, 若通过两个偏振片后的光强为 $I_0/8$, 则此两偏振片的偏振化方向间的夹角(取锐角)是_____, 若在两片之间再插入一片偏振片, 其偏振化方向与前后两片的偏振化方向的夹角(取锐角)相等, 则通过三个偏振片后的透射光强度为_____.
93. 一束光垂直入射在偏振片 P 上, 以入射光线为轴转动 P , 观察通过 P 的光强的变化过程. 若入射光是_____光, 则将看到光强不变; 若入射光是_____, 则将看到明暗交替变化, 有时出现全暗; 若入射光是_____, 则将看到明暗交替变化, 但不出现全暗.
94. 用相互平行的一束自然光和一束线偏振光构成的混合光垂直照射在一偏振片上, 以光的传播方向为轴旋转偏振片时, 发现透射光强的最大值为最小值的 5 倍, 则入射光中, 自然光强 I_0 与线偏振光强 I 之比为_____.
95. 两个偏振片堆叠在一起, 其偏振化方向相互垂直. 若一束强度为 I_0 的线偏振光入射, 其光矢量振动方向与第一偏振片偏振化方向夹角为 $\pi/4$, 则穿过第一偏振片后的光强为_____, 穿过两个偏振片后的光强为_____.
96. 一束自然光通过两个偏振片, 若两偏振片的偏振化方向间夹角由_____转到_____, 则转动前后透射光强度之比为_____.
97. 如图所示的杨氏双缝干涉装置, 若用单色自然光照射狭缝 S , 在屏幕上能看到干涉条纹. 若在双缝 S_1 和 S_2 的一侧分别加一同质同厚的偏振片 P_1 、 P_2 , 则当 P_1 与 P_2 的偏振化方向相互_____时, 在屏幕上仍能看到很清晰的干涉条纹.

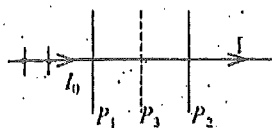


98. 马吕斯定律的数学表达式为 $I = I_0 \cos^2 \alpha$. 式中 I 为通过检偏器的透射光的强度; I_0 为入射_____的强度; 为入射光_____方向和检偏器_____方向之间的夹角.

99. 使光强为 I_0 的自然光依次垂直通过三块偏振片 P_1, P_2 和 P_3 . P_1 与 P_2 的偏振化方向成 45° 角, P_2 与 P_3 的偏振化方向成 45° 角. 则透过三块偏振片的光强 I 为_____.

100. 光强为 I_0 的自然光垂直通过两个偏振片后, 出射光强 $I = I_0/8$, 则两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为_____.

101. 如图, P_1, P_2 为偏振化方向间夹角为 α 的两个偏振片. 光强为 I_0 的平行自然光垂直入射到 P_1 表面上, 则通过 P_2 的光强 $I =$ _____.



若在 P_1, P_2 之间插入第三个偏振片 P_3 , 则通过 P_2 的光强发生了变化. 实验发现, 以光线为轴旋转 P_3 , 使其偏振化方向旋转一角度 θ 后, 发生消光现象, 从而可以推算

出 P_3 的偏振化方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角 $\alpha' =$ _____ (假设题中所涉及的角均为锐角, 且设 $\alpha' < \alpha$).

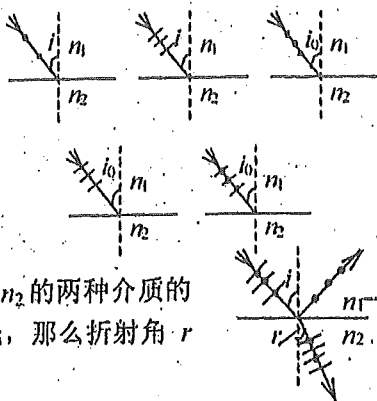
102. 一束自然光从空气投射到玻璃表面上(空气折射率为 1), 当折射角为 30° 时, 反射光是完全偏振光, 则此玻璃板的折射率等于_____.

103. 一束自然光以布儒斯特角入射到平板玻璃片上, 就偏振状态来说则反射光为_____.

反射光 \vec{E} 矢量的振动方向_____, 透射光为_____.

104. 一束平行的自然光, 以 60° 角入射到平板玻璃表面上. 若反射光束是完全偏振的, 则透射光束的折射角是_____; 玻璃的折射率为_____.

105. 在以下五个图中, 前四个图表示线偏振光入射于两种介质分界面上, 最后一图表示入射光是自然光. n_1, n_2 为两种介质的折射率, 图中入射角 $i_0 = \arctg(n_2/n_1)$, $i \neq i_0$. 试在图上画出实际存在的折射光线和反射光线, 并用点或短线把振动方向表示出来.



106. 如图所示, 一束自然光入射到折射率分别为 n_1 和 n_2 的两种介质的交界面上, 发生反射和折射. 已知反射光是完全偏振光, 那么折射角 r 的值为_____.

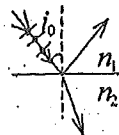
107. 应用布儒斯特定律可以测介质的折射率. 今测得此介质的起偏振角 $i_0 = 56.0^\circ$, 这种物质的折射率为_____.

108. 某一块火石玻璃的折射率是 1.65, 现将这块玻璃浸没在水中 ($n=1.33$). 欲使从这块玻璃表面反射到水中的光是完全偏振的, 则光由水射向玻璃的入射角应为_____.

109. 假设某一介质对空气的临界角是 45° , 则光从空气射向此介质时的布儒斯特角是_____.

110. 当一束自然光以布儒斯特角入射到两种媒质的分界面上时, 就偏振状态来说反射光为_____光, 其振动方向_____于入射面.

111. 当一束自然光以布儒斯特角 i_0 入射到两种介质的分界面(垂直于纸面)上时, 画出图中反射光和折射光的光矢量振动方向.



112. 一束自然光自空气入射到折射率为 1.40 的液体表面上, 若反射光

是线偏振的, 则折射光的折射角为_____.

113. 当一束自然光在两种介质分界面处发生反射和折射时, 若反射光为线偏振光, 则折射光为_____偏振光, 且反射光线和折射光线之间的夹角为_____.

114. 自然光以布儒斯特角 i_0 从第一种介质(折射率为 n_1)入射到第二种介质(折射率为 n_2)内, 则 $\text{tg } i_0 =$ _____.

115. 自然光以入射角 57° 由空气投射于一块平板玻璃面上, 反射光为完全线偏振光, 则折射角为_____.

116. 布儒斯特定律的数学表达式为_____, 式中_____为布儒斯特角, _____为折射媒质对入射媒质的相对折射率.

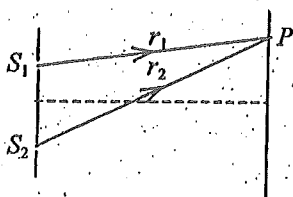
117. 附图表示一束自然光入射到两种媒质交界平面上产生反射光和折射光. 按图中所示的各光的偏振状态, 反射光是_____光; 折射光是_____光; 这时的入射角 i_0 称为_____角.



三、计算题

1. 在杨氏双缝实验中, 设两缝之间的距离为 0.2 mm : 在距双缝 1 m 远的屏上观察干涉条纹, 若入射光是波长为 400 nm 至 760 nm 的白光, 问屏上离零级明纹 20 mm 处, 哪些波长的光最大限度地加强? ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

2. 如图所示, 在杨氏双缝干涉实验中, 若 $\overline{S_2P} - \overline{S_1P} = r_2 - r_1 = \lambda/3$, 求 P 点的强度 I 与干涉加强时最大强度 I_{max} 的比值.



3. 白色平行光垂直入射到间距为 $a = 0.25 \text{ mm}$ 的双缝上, 距 $D = 50 \text{ cm}$ 处放置屏幕, 分别求第一级和第五级明纹彩色带的宽度. (设白光的波长范围是从 400 nm 到 760 nm . 这里说的“彩色带宽度”指两个极端波长的同级明纹中心之间的距离.) ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

4. 在双缝干涉实验中, 波长 $\lambda = 550 \text{ nm}$ 的单色平行光垂直入射到缝间距 $a = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$ 的双缝上, 屏到双缝的距离 $D = 2 \text{ m}$. 求:

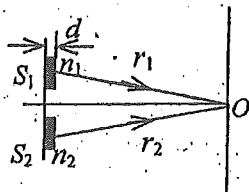
(1) 中央明纹两侧的两条第 10 级明纹中心的间距;

(2) 用一厚度为 $e = 6.6 \times 10^{-5} \text{ m}$ 、折射率为 $n = 1.58$ 的玻璃片覆盖一缝后, 零级明纹将移到原来的第几级明纹处? ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

5. 在双缝干涉实验中, 双缝与屏间的距离 $D = 1.2 \text{ m}$, 双缝间距 $d = 0.45 \text{ mm}$; 若测得屏上干涉条纹相邻明条纹间距为 1.5 mm , 求光源发出的单色光的波长.

6. 在双缝干涉实验中, 用波长 $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光照射, 双缝与屏的距离 $D = 300 \text{ mm}$. 测得中央明条纹两侧的两个第五级明条纹的间距为 12.2 mm , 求双缝间的距离.

7. 在图示的双缝干涉实验中, 若用薄玻璃片(折射率 $n_1 = 1.4$)覆盖缝 S_1 , 用同样厚度的玻璃片(但折射率 $n_2 = 1.7$)覆盖缝 S_2 , 将使原来未放玻璃时屏上的中央明条纹处 O 变为第五级明纹. 设单色光波长 $\lambda = 480 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$), 求玻璃片的厚度 d (可认为光线垂直穿过玻璃片).



8. 在双缝干涉实验中, 若缝间距为所用光波波长的 1000 倍, 观察屏与双缝相距 50 cm . 求

相邻明纹的间距。

9. 在双缝干涉实验中, 所用单色光的波长为 600 nm , 双缝间距为 1.2 mm 双缝与屏相距 500 mm , 求相邻干涉明条纹的间距。

10. 薄钢片上有两条紧靠的平行细缝, 用波长 $\lambda = 546.1\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的平面光波正入射到钢片上. 屏幕距双缝的距离为 $D = 2.00\text{ m}$, 测得中央明条纹两侧的第五级明条纹间的距离为 $\Delta x = 12.0\text{ mm}$.

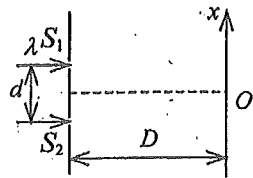
- (1) 求两缝间的距离。
- (2) 从任一明条纹(记作 0)向一边数到第 20 条明条纹, 共经过多大距离?
- (3) 如果使光波斜入射到钢片上, 条纹间距将如何改变?

11. 在双缝干涉实验装置中, 幕到双缝的距离 D 远大于双缝之间的距离 d . 整个双缝装置放在空气中. 对于钠黄光, $\lambda = 589.3\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$), 产生的干涉条纹相邻两明条纹的角距离(即相邻两明条纹对双缝中心处的张角)为 0.20° .

- (1) 对于什么波长的光, 这个双缝装置所得相邻两明条纹的角距离将比用钠黄光测得的角距离大 10% ?
- (2) 假想将此整个装置浸入水中(水的折射率 $n = 1.33$), 相邻两明条纹的角距离有多大?

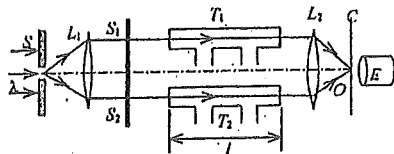
12. 在双缝干涉实验中, 用波长 $\lambda = 500\text{ nm}$ 的单色光垂直入射到双缝上, 屏与双缝的距离 $D = 200\text{ cm}$, 测得中央明纹两侧的两条第十级明纹中心之间距离为 $\Delta x = 2.20\text{ cm}$, 求两缝之间的距离 d . ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

13. 双缝干涉实验装置如图所示, 双缝与屏之间的距离 $D = 120\text{ cm}$, 两缝之间的距离 $d = 0.50\text{ mm}$, 用波长 $\lambda = 500\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射双缝.



- (1) 求原点 O (零级明条纹所在处) 上方的第五级明条纹的坐标 x .
- (2) 如果用厚度 $l = 1.0 \times 10^{-2}\text{ mm}$, 折射率 $n = 1.58$ 的透明薄膜复盖在图中的 S_1 缝后面, 求上述第五级明条纹的坐标 x' .

14. 在如图所示的瑞利干涉仪中, T_1 、 T_2 是两个长度都是 l 的气室, 波长为 λ 的单色光的缝光源 S 放在透镜 L_1 的前焦面上, 在双缝 S_1 和 S_2 处形成两个同相位的相干光源, 用目镜 E 观察透镜 L_2 焦平面 C 上的干涉条纹. 当两气室均为真空时, 观察到一组干涉条纹. 在向气室 T_2 中充入一定量的某种气体的过程中, 观察到干涉条纹移动了 M 条. 试求出该气体的折射率 n (用已知量 M , λ 和 l 表示出来).



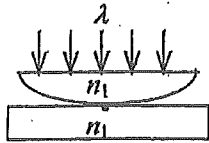
15. 在折射率 $n = 1.50$ 的玻璃上, 镀上 $n' = 1.35$ 的透明介质薄膜. 入射光波垂直于介质膜表面照射, 观察反射光的干涉, 发现对 $\lambda_1 = 600\text{ nm}$ 的光波干涉相消, 对 $\lambda_2 = 700\text{ nm}$ 的光波干涉相长. 且在 600 nm 到 700 nm 之间没有别的波长是最大限度相消或相长的情形. 求所镀介质膜的厚度. ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

16. 用波长为 λ_1 的单色光垂直照射牛顿环装置时, 测得中央暗斑外第 1 和第 4 暗环半径之差为 l_1 , 而用未知单色光垂直照射时, 测得第 1 和第 4 暗环半径之差为 l_2 , 求未知单

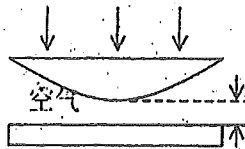
色光的波长 λ_2 .

17. 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ 的单色光作牛顿环实验, 测得第 k 个暗环半径 $r_k=4\text{ mm}$, 第 $k+10$ 个暗环半径 $r_{k+10}=6\text{ mm}$, 求平凸透镜的凸面的曲率半径 R .

18. 在牛顿环实验中, 平凸透镜的曲率半径为 3.00 m , 当用某种单色光照射时, 测得第 k 个暗环半径为 4.24 mm , 第 $k+10$ 个暗环半径为 6.00 mm . 求所用单色光的波长.



(19题图)



(20题图)

19. 在如图所示的牛顿环装置中, 把玻璃平凸透镜和平面玻璃(设玻璃折射率 $n_1=1.50$)之间的空气($n_2=1.00$)改换成水($n_2'=1.33$), 求第 k 个暗环半径的相对改变量 $(r_k - r_k')/r_k$.

20. 如图所示, 牛顿环装置的平凸透镜与平板玻璃有一小缝隙 e_0 . 现用波长为 λ 的单色光垂直照射, 已知平凸透镜的曲率半径为 R , 求反射光形成的牛顿环的各暗环半径.

21. 在牛顿环装置的平凸透镜和平板玻璃间充以某种透明液体, 观测到第10个明环的直径由充液前的 14.8 cm 变成充液后的 12.7 cm , 求这种液体的折射率 n .

e_0

22. 折射率为 1.60 的两块标准平面玻璃板之间形成一个劈形膜(劈尖角很小). 用波长 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的单色光垂直入射, 产生等厚干涉条纹. 假如在劈形膜内充满 $n=1.40$ 的液体时的相邻明纹间距比劈形膜内是空气时的间距缩小 $l=0.5\text{ mm}$, 那么劈尖角应是多少?

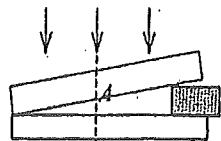
23. 用波长为 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的光垂直照射由两块平玻璃板构成的空气(劈形膜), 劈尖角 $\theta=2\times 10^{-4}\text{ rad}$. 改变劈尖角, 相邻两明条纹间距缩小了 $\Delta l=1.0\text{ mm}$, 求劈尖角的改变量.

24. 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)的单色光垂直照射在由两块玻璃板(一端刚好接触成为劈棱)构成的空气劈形膜上. 劈尖角 $\theta=2\times 10^{-4}\text{ rad}$. 如果劈形膜内充满折射率为 $n=1.40$ 的液体. 求从劈棱数起第五个明条纹在充入液体前后移动的距离.

25. 用波长为 λ 的单色光垂直照射由两块平玻璃板构成的空气(劈形膜), 已知劈尖角为 θ . 如果劈尖角变为 θ' , 从劈棱数起的第四条明条纹位移值 Δx 是多少?

26. 用波长为 λ_1 的单色光照射空气劈形膜, 从反射光干涉条纹中观察到劈形膜装置的 A 点处是暗条纹. 若连续改变入射光波长, 直到波长变为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)时, A 点再次变为暗条纹. 求 A 点的空气薄膜厚度.

27. 两块平板玻璃, 一端接触, 另一端用纸片隔开, 形成空气劈形膜. 用波长为 λ 的单色光垂直照射, 观察透射光的干涉条纹.



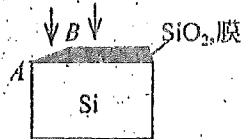
(1) 设 A 点处空气薄膜厚度为 e , 求发生干涉的两束透射光的光程差;

(2) 在劈形膜顶点处, 透射光的干涉条纹是明纹还是暗纹?

28. 用波长 $\lambda=500\text{ nm}$ 的平行光垂直照射折射率 $n=1.33$ 的劈形膜, 观察反射光的等厚干涉条纹. 从劈形膜的棱算起, 第5条明纹中心对应的膜厚度是多少?

29. 两块长度 10 cm 的平玻璃片, 一端互相接触, 另一端用厚度为 0.004 mm 的纸片隔开, 形成空气劈形膜. 以波长为 500 nm 的平行光垂直照射, 观察反射光的等厚干涉条纹, 在全部 10 cm 的长度内呈现多少条明纹? ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

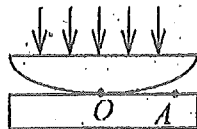
30. 在 Si 的平表面上氧化了一层厚度均匀的 SiO_2 薄膜. 为了测量薄膜厚度, 将它的一部分磨成劈形(示意图中的 AB 段). 现用波长为 600 nm 的平行光垂直照射, 观察反射光形成的等厚干涉条纹. 在图中 AB 段共有 8 条暗纹, 且 B 处恰好是一条暗纹, 求薄膜的厚度. (Si 折射率为 3.42, SiO_2 折射率为 1.50)



31. 用白光垂直照射置于空气中的厚度为 0.50 μm 的玻璃片. 玻璃片的折射率为 1.50. 在可见光范围内(400 nm ~ 760 nm)哪些波长的反射光有最大限度的增强? ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$)

32. 在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充以折射率 $n = 1.33$ 的液体(透镜和平玻璃板的折射率都大于 1.33). 凸透镜曲率半径为 300 cm, 用波长 $\lambda = 650 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的光垂直照射, 求第 10 个暗环的半径(设凸透镜中心刚好与平板接触, 中心暗斑不计入环数).

33. 图示一牛顿环装置, 设平凸透镜中心恰好和平玻璃接触, 透镜凸表面的曲率半径是 $R = 400 \text{ cm}$. 用某单色平行光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环, 测得第 5 个明环的半径是 0.30 cm.



(1) 求入射光的波长.

(2) 设图中 $OA = 1.00 \text{ cm}$, 求在半径为 OA 的范围内可观察到的明环数目.

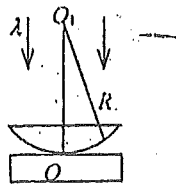
34. 用波长为 500 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的单色光垂直照射到由两块光学平玻璃构成的空气劈形膜上. 在观察反射光的干涉现象中, 距劈形膜棱边 $l = 1.56 \text{ cm}$ 的 A 处是从棱边算起的第四条暗条纹中心.

(1) 求此空气劈形膜的劈尖角;

(2) 改用 600 nm 的单色光垂直照射到此劈尖上仍观察反射光的干涉条纹, A 处是明条纹还是暗条纹?

(3) 在第(2)问的情形从棱边到 A 处的范围内共有几条明纹? 几条暗纹?

35. 曲率半径为 R 的平凸透镜和平玻璃板之间形成空气薄层, 如图所示. 波长为 λ 的平行单色光垂直入射, 观察反射光形成的牛顿环. 设平凸透镜与平板玻璃在中心 O 点恰好接触, 求:



(1) 从中心向外数第 k 个明环所对应的空气薄膜的厚度 e_k .

(2) 第 k 个明环的半径用 r_k , (用 R, λ 和正整数 k 表示, R 远大于上一问的 e_k .)

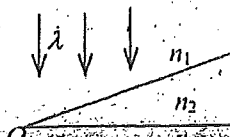
36. 在牛顿环装置的平凸透镜和平玻璃板之间充满折射率 $n = 1.33$ 的透明液体(设平凸透镜和平玻璃板的折射率都大于 1.33). 凸透镜的曲率半径为 300 cm, 波长 $\lambda = 650 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的平行单色光垂直照射到牛顿环装置上, 凸透镜顶部刚好与平玻璃板接触. 求:

(1) 从中心向外数第十个明环所在处的液体厚度 e_{10} .

(2) 第十个明环的半径 r_{10} .

37. 波长为 λ 的单色光垂直照射到折射率为 n_2 的劈形膜上, 如图所示, 图中 $n_1 < n_2 < n_3$, 观察反射光形成的干涉条纹.

(1) 从形膜顶部 O 开始向右数起, 第五条暗纹中心所对



应的薄膜厚度 e_5 是多少?

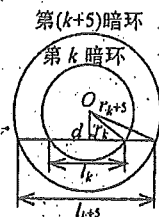
(2) 相邻的二明纹所对应的薄膜厚度之差是多少?

38. 波长 $\lambda = 650\text{ nm}$ 的红光垂直照射到劈形液膜上, 膜的折射率 $n = 1.33$, 液面两侧是同一种媒质. 观察反射光的干涉条纹.

(1) 离开劈形膜棱边的第一条明条纹中心所对应的膜厚度是多少?

(2) 若相邻的明条纹间距 $l = 6\text{ mm}$, 上述第一条明纹中心到劈形膜棱边的距离 x 是多少?

39. 一平凸透镜放在一平晶上, 以波长为 $\lambda = 589.3\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直照射于其上, 测量反射光的牛顿环. 测得从中央数起第 k 个暗环的弦长为 $l_k = 3.00\text{ mm}$, 第 $(k+5)$ 个暗环的弦长为 $l_{k+5} = 4.60\text{ mm}$, 如图所示. 求平凸透镜的球面的曲率半径 R .



40. 在某个单缝衍射实验中, 光源发出的光含有两种波长 λ_1 和 λ_2 , 垂直入射于单缝上. 假如 λ_1 的第一级衍射极小与 λ_2 的第二级衍射极小相重合, 试问

(1) 这两种波长之间有何关系?

(2) 在这两种波长的光所形成的衍射图样中, 是否还有其他极小相重合?

41. 波长为 600 nm ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射到宽度为 $a = 0.10\text{ mm}$ 的单缝上, 观察夫琅禾费衍射图样, 透镜焦距 $f = 1.0\text{ m}$, 屏在透镜的焦平面处. 求:

(1) 中央衍射明条纹的宽度 Δx_0 ; (2) 第二级暗纹离透镜焦点的距离 x_2 .

42. 在用钠光 ($\lambda = 589.3\text{ nm}$) 做光源进行的单缝夫琅禾费衍射实验中, 单缝宽度 $a = 0.5\text{ mm}$, 透镜焦距 $f = 700\text{ mm}$. 求透镜焦平面上中央明条纹的宽度. ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

43. 用氦氖激光器发射的单色光 (波长为 $\lambda = 632.8\text{ nm}$) 垂直照射到单缝上, 所得夫琅禾费衍射图样中第一级暗条纹的衍射角为 5° , 求缝宽度. ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

44. 某种单色平行光垂直入射在单缝上, 单缝宽 $a = 0.15\text{ mm}$. 缝后放一个焦距 $f = 400\text{ mm}$ 的凸透镜, 在透镜的焦平面上, 测得中央明条纹两侧的两个第三级暗条纹之间的距离为 8.0 mm , 求: 入射光的波长.

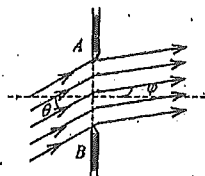
45. 单缝的宽度 $a = 0.10\text{ mm}$, 在缝后放一焦距为 50 cm 的会聚透镜, 用平行绿光 ($\lambda = 546\text{ nm}$) 垂直照射到单缝上, 试求位于透镜焦平面处的屏幕上中央明条纹宽度. ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

46. 用波长 $\lambda = 632.8\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的平行光垂直照射单缝, 缝宽 $a = 0.15\text{ mm}$, 缝后用凸透镜把衍射光会聚在焦平面上, 测得第二级与第三级暗条纹之间的距离为 1.7 mm , 求此透镜的焦距.

47. 在夫琅禾费单缝衍射实验中, 如果缝宽 a 与入射光波长 λ 的比值分别为 (1) 1, (2) 10, (3) 100, 试分别计算中央明条纹边缘的衍射角. 再讨论计算结果说明什么问题.

48. 用波长 $\lambda = 632.8\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$) 的平行光垂直入射在单缝上, 缝后用焦距 $f = 40\text{ cm}$ 的凸透镜把衍射光会聚于焦平面上. 测得中央明条纹的宽度为 3.4 mm , 单缝的宽度是多少?

49. 如图所示, 设波长为 λ 的平面波沿与单缝平面法线成 θ 角的方向入射, 单缝 AB 的宽度为 a , 观察夫琅禾费衍射. 试求出各极小值 (即各暗条纹) 的衍射角 φ .



50. 在单缝的夫琅禾费衍射中, 缝宽 $a = 0.100\text{ mm}$, 平行光垂直入射

在单缝上, 波长 $\lambda = 500\text{ nm}$, 会聚透镜的焦距 $f = 1.00\text{ m}$. 求中央亮纹旁的第一个亮纹的宽度 Δx . ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)

51. 用每毫米 300 条刻痕的衍射光栅来检验仅含有属于红和蓝的两种单色成分的光谱. 已知红谱线波长 λ_R 在 $0.63\text{—}0.76\text{ }\mu\text{m}$ 范围内, 蓝谱线波长 λ_B 在 $0.43\text{—}0.49\text{ }\mu\text{m}$ 范围内. 当光

垂直入射到光栅时,发现在衍射角为 24.46° 处,红蓝两谱线同时出现.

(1) 在什么角度下红蓝两谱线还会同时出现?

(2) 在什么角度下只有红谱线出现?

52. (1) 在单缝夫琅禾费衍射实验中,垂直入射的光有两种波长, $\lambda_1=400\text{ nm}$, $\lambda_2=760\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$). 已知单缝宽度 $a=1.0\times 10^{-2}\text{ cm}$, 透镜焦距 $f=50\text{ cm}$. 求:

(1) 两种光第一级衍射明纹中心之间的距离.

(2) 若用光栅常数 $d=1.0\times 10^{-3}\text{ cm}$ 的光栅替换单缝, 其他条件和上一问相同, 求两种光第一级主极大之间的距离.

53. 波长 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色光垂直入射到一光栅上, 测得第二级主极大的衍射角为 30° , 且第三级是缺级.

(1) 光栅常数 $(a+b)$ 等于多少? (2) 透光缝可能的最小宽度 a 等于多少?

(3) 在选定了上述 $(a+b)$ 和 a 之后, 求在衍射角 $-\frac{1}{2}\pi < \varphi < \frac{1}{2}\pi$ 范围内可能观察到全部主极大的级次.

54. 一束平行光垂直入射到某个光栅上, 该光束有两种波长的光, $\lambda_1=440\text{ nm}$, $\lambda_2=660\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$). 实验发现, 两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角 $\varphi=60^\circ$ 的方向上. 求此光栅的光栅常数 d .

55. 一束具有两种波长 λ_1 和 λ_2 的平行光垂直照射到一衍射光栅上, 测得波长 λ_1 的第三级主极大衍射角和 λ_2 的第四级主极大衍射角均为 30° . 已知 $\lambda_1=560\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$), 试求: (1) 光栅常数 $a+b$ (2) 波长 λ_2

56. 用一束具有两种波长的平行光垂直入射在光栅上, $\lambda_1=600\text{ nm}$, $\lambda_2=400\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$), 发现距中央明纹 5 cm 处 λ_1 光的第 k 级主极大和 λ_2 光的第 $(k+1)$ 级主极大相重合, 放置在光栅与屏之间的透镜的焦距 $f=50\text{ cm}$, 试问:

(1) 上述 $k=?$ (2) 光栅常数 $d=?$

57. 用含有两种波长 $\lambda=600\text{ nm}$ 和 $\lambda'=500\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的复色光垂直入射到每毫米有 200 条刻痕的光栅上, 光栅后面置一焦距为 $f=50\text{ cm}$ 的凸透镜, 在透镜焦平面处置一屏幕, 求以上两种波长光的第一级谱线的间距 Δx .

58. 以波长 $400\text{ nm}-760\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的白光垂直照射在光栅上, 在它的衍射光谱中, 第二级和第三级发生重叠, 求第二级光谱被重叠的波长范围.

59. 一衍射光栅, 每厘米 200 条透光缝, 每条透光缝宽为 $a=2\times 10^{-3}\text{ cm}$, 在光栅后放一焦距 $f=1\text{ m}$ 的凸透镜, 现以 $\lambda=600\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的单色平行光垂直照射光栅, 求:

(1) 透光缝 a 的单缝衍射中央明条纹宽度为多少?

(2) 在该宽度内, 有几个光栅衍射主极大?

60. 氢放电管发出的光垂直照射到某光栅上, 测得波长 $\lambda_1=0.668\text{ nm}$ 的谱线的衍射角为 $\varphi=20^\circ$. 如果在同样 φ 角处出现波长 $\lambda_2=0.447\text{ nm}$ 的更高级次的谱线, 那么光栅常数最小是多少?

61. 氢放电管发出的光垂直照射在某光栅上, 在衍射角 $\varphi=41^\circ$ 的方向上看到 $\lambda_1=656.2\text{ nm}$ 和 $\lambda_2=410.1\text{ nm}$ ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) 的谱线相重合, 求光栅常数最小是多少?

62. 用钠光($\lambda=589.3\text{ nm}$)垂直照射到某光栅上, 测得第三级光谱的衍射角为 60° .

(1) 若换用另一光源测得其第二级光谱的衍射角为 30° , 求前一光源发光的波长.

(2) 若以白光($400\text{ nm}-760\text{ nm}$)照射在该光栅上, 求其第二级光谱的张角.

63. 一平面衍射光栅宽 2 cm , 共有 8000 条缝, 用钠黄光(589.3 nm)垂直入射, 试求出可能出现的各个主极大对应的衍射角. ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$)

64. 某种单色光垂直入射到每厘米有 8000 条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为 30° 那么入射光的波长是多少? 能不能观察到第二级谱线?

65. 用波长为 589.3 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的钠黄光垂直入射在每毫米有 500 条缝的光栅上, 求: 第一级主极大的衍射角.

66. 一块每毫米 500 条缝的光栅, 用钠黄光正入射, 观察衍射光谱. 钠黄光包含两条谱线, 其波长分别为 589.6 nm 和 589.0 nm . ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 求在第二级光谱中这两条谱线互相分离的角度.

67. 波长范围在 $450 \sim 650 \text{ nm}$ 之间的复色平行光垂直照射在每厘米有 5000 条刻线的光栅上, 屏幕放在透镜的焦面处, 屏上第二级光谱各色光在屏上所占范围的宽度为 35.1 cm . 求透镜的焦距 f .

68. 设光栅平面和透镜都与屏幕平行, 在平面透射光栅上每厘米有 5000 条刻线, 用它来观察钠黄光 ($\lambda = 589 \text{ nm}$) 的光谱线.

(1) 当光线垂直入射到光栅上时, 能看到的光谱线的最高级次 k_m 是多少?

(2) 当光线以 30° 的入射角 (入射线与光栅平面的法线的夹角) 斜入射到光栅上时,

能看到的光谱线的最高级次 k'_m 是多少?

69. 钠黄光中包含两个相近的波长 $\lambda_1 = 589.0 \text{ nm}$ 和 $\lambda_2 = 589.6 \text{ nm}$. 用平行的钠黄光垂直入射在每毫米有 600 条缝的光栅上, 会聚透镜的焦距 $f = 1.00 \text{ m}$. 求在屏幕上形成的第 2 级光谱中上述两波长 λ_1 和 λ_2 的光谱之间的间隔 Δl .

70. 一双缝, 缝距 $d = 0.40 \text{ mm}$, 两缝宽度都是 $a = 0.080 \text{ mm}$, 用波长为 $\lambda = 480 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的平行光垂直照射双缝, 在双缝后放一焦距 $f = 2.0 \text{ m}$ 的透镜求:

(1) 在透镜焦平面处的屏上, 双缝干涉条纹的间距 l ;

(2) 在单缝衍射中央亮纹范围内的双缝干涉亮纹数目 N 和相应的级数.

71. 将三个偏振片叠放在一起, 第二个与第三个的偏振化方向分别与第一个的偏振化方向成 45° 和 90° 角.

(1) 强度为 I_0 的自然光垂直入射到这一堆偏振片上, 试求经每一偏振片后的光强和偏振状态.

(2) 如果将第二个偏振片抽走, 情况又如何?

72. 两个偏振片叠在一起, 在它们的偏振化方向成 $\alpha_1 = 30^\circ$ 时, 观测一束单色自然光. 又在 $\alpha_2 = 45^\circ$ 时, 观测另一束单色自然光. 若两次所测得的透射光强度相等, 求: 两次入射自然光的强度之比.

73. 有三个偏振片叠在一起. 已知第一个偏振片与第三个偏振片的偏振化方向相互垂直. 一束光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上, 已知通过三个偏振片后的光强为 $I_0 / 16$. 求第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向之间的夹角.

74. 将两个偏振片叠放在一起, 此两偏振片的偏振化方向之间的夹角为 60° , 一束光强为 I_0 的线偏振光垂直入射到偏振片上, 该光束的光矢量振动方向与二偏振片的偏振化方向皆成 30° 角.

(1) 求透过每个偏振片后的光束强度;

(2) 若将原入射光束换为强度相同的自然光, 求透过每个偏振片后的光束强度.

75. 一束光强为 I_0 的自然光垂直入射在三个叠在一起的偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 上, 已知 P_1 与 P_3 的偏振化方向相互垂直.

- (1) 求 P_2 与 P_3 的偏振化方向之间夹角为多大时, 穿过第三个偏振片的透射光强为 $I_0/8$;
- (2) 若以入射光方向为轴转动 P_2 , 当 P_2 转过多大角度时, 穿过第三个偏振片的透射光强由原来的 $I_0/8$ 单调减小到 $I_0/16$? 此时 P_2 、 P_1 的偏振化方向之间的夹角多大?

76. 强度为 I_0 的一束光, 垂直入射到两个叠在一起的偏振片上, 这两个偏振片的偏振化方向之间的夹角为 60° . 若这束入射光是强度相等的线偏振光和自然光混合而成的, 且线偏振光的光矢量振动方向与此二偏振片的偏振化方向皆成 30° 角, 求透过每个偏振片后的光束强度.

77. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 一束强度为 I_0 的光垂直入射到偏振片上. 已知该入射光由强度相同的自然光和线偏振光混合而成, 且入射光穿过第一个偏振片 P_1 后的光强为 $0.716 I_0$; 当将 P_1 抽出去后, 入射光穿过 P_2 后的光强为 $0.375 I_0$. 求: P_1 、 P_2 的偏振化方向之间的夹角.

78. 有三个偏振片叠在一起, 已知第一个与第三个的偏振化方向相互垂直. 一束光强为 I_0 的自然光垂直入射在偏振片上, 求第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向之间的夹角为多大时, 该入射光连续通过三个偏振片之后的光强为最大.

79. 有两个偏振片叠在一起, 其偏振化方向之间的夹角为 45° . 一束强度为 I_0 的光垂直入射到偏振片上, 该入射光由强度相同的自然光和线偏振光混合而成. 此入射光中线偏振光矢量沿什么方向才能使连续透过两个偏振片后的光束强度最大? 在此情况下, 透过第一个偏振片的和透过两个偏振片后的光束强度各是多大?

80. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 其偏振化方向之间的夹角为 30° . 一束强度为 I_0 的光垂直入射到偏振片上, 已知该入射光由强度相同的自然光和线偏振光混合而成, 现测得连续透过两个偏振片后的出射光强与 I_0 之比为 $9/16$, 试求入射光中线偏振光的光矢量方向.

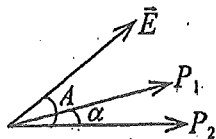
81. 一束由强度相同的自然光和线偏振光混合而成. 此光束垂直入射到几个叠在一起的偏振片上.

(1) 欲使最后出射光振动方向垂直于原来入射光中线偏振光的振动方向, 并且入射光中两种成分的光的出射光强相等; 至少需要几个偏振片? 它们的偏振化方向应如何放置?

(2) 这种情况下最后出射光强与入射光强的比值是多少?

82. 由强度为 I_a 的自然光和强度为 I_b 的线偏振光混合而成的一束入射光, 垂直入射在一偏振片上, 当以入射光方向为转轴旋转偏振片时, 出射光将出现最大值和最小值. 其比值为 n . 试求出 I_a/I_b 与 n 的关系.

83. 由两个偏振片(其偏振化方向分别为 P_1 和 P_2)叠在一起, P_1 与 P_2 的夹角为 α . 一束线偏振光垂直入射在偏振片上. 已知入射光的光矢量振动方向与 P_2 的夹角为 A (取锐角), A 角保持不变, 如图. 现转动 P_1 , 但保持 P_1 与 \vec{E} 、 P_2 的夹角都不超过 A (即 P_1 夹在 \vec{E} 和 P_2 之间, 见图). 求 α 等于何值时出射光强为极值; 此极值是极大还是极小?



84. 两个偏振片叠在一起, 欲使一束垂直入射的线偏振光经过这两个偏振片之后振动方向转过了 90° , 且使出射光强尽可能大, 那么入射光振动方向和两偏振片的偏振化方向

之间的夹角应如何选择? 这种情况下的最大出射光强与入射光强的比值是多少?

85. 两偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上. 测得穿过 P_1 后的透射光强为入射光强的 $1/2$; 相继穿过 P_1 、 P_2 之后透射光强为入射光强的 $1/4$. 若忽略 P_1 、 P_2 对各自可透过的分量的反射和吸收, 将它们看作理想的偏振片. 试问:

(1) 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向间夹角 θ 为多大?

(2) P_1 、 P_2 的偏振化方向之间的夹角 α 为多大?

(3) 测量结果仍如前, 但考虑到每个偏振片实际上对可透分量的光有 10% 的吸收率, 试再求夹角 θ 、 α .

86. 两个偏振片 P_1 、 P_2 堆叠在一起, 由自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上. 进行了两次观测, P_1 、 P_2 的偏振化方向夹角两次分别为 30° 和 45° ; 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角两次分别为 45° 和 60° . 若测得这两种安排下连续穿透 P_1 、 P_2 后的透射光强之比为 $9/5$ (忽略偏振片对透射光的反射和可透分量的吸收), 求:

(1) 入射光中线偏振光强度与自然光强度之比;

(2) 每次穿过 P_1 后的透射光强与入射光强之比;

(3) 每次连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强与入射光强之比.

87. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 一束单色线偏振光垂直入射到 P_1 上, 其光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角固定为 30° . 当连续穿过 P_1 、 P_2 后的出射光强为最大出射光强的 $1/4$ 时, P_1 、 P_2 的偏振化方向夹角 α 是多大?

88. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 其偏振化方向之间的夹角为 30° . 由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上. 已知穿过 P_1 后的透射光强为入射光强的 $2/3$, 求

(1) 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向的夹角 θ 为多大?

(2) 连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强与入射光强之比.

89. 三个偏振片 P_1 、 P_2 、 P_3 顺序叠在一起, P_1 、 P_3 的偏振化方向保持相互垂直, P_1 与 P_2 的偏振化方向的夹角为 α , P_2 可以入射光线为轴转动. 今以强度为 I_0 的单色自然光垂直入射在偏振片上. 不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收.

(1) 求穿过三个偏振片后的透射光强度 I 与 α 角的函数关系式;

(2) 试定性画出在 P_2 转动一周的过程中透射光强 I 随 α 角变化的函数曲线.

90. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起, 由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上, 进行了两次测量. 第一次和第二次 P_1 和 P_2 偏振化方向的夹角分别为 30° 和未知的 θ , 且入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角分别为 45° 和 30° . 不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收. 已知第一次透射光强为第二次的 $3/4$, 求

(1) θ 角的数值;

(2) 每次穿过 P_1 的透射光强与入射光强之比;

(3) 每次连续穿过 P_1 、 P_2 的透射光强与入射光强之比.

91. 两偏振片叠在一起, 其偏振化方向夹角为 45° . 由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上, 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与第一个偏振片的偏振化方向间的夹角为 30° .

(1) 若忽略偏振片对可透射分量的反射和吸收, 求穿过每个偏振片后的光强与入射

光强之比;

- (2) 若考虑每个偏振片对透射光的吸收率为 10%，穿过每个偏振片后的透射光强与入射光强之比又是多少？

92. 两块偏振片叠在一起，其偏振化方向成 30° 。由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上。已知两种成分的入射光透射后强度相等。

- (1) 若不计偏振片对可透射分量的反射和吸收，求入射光中线偏振光的光矢量振动方向与第一个偏振片偏振化方向之间的夹角；
 (2) 仍如上一问，求透射光与入射光的强度之比；
 (3) 若每个偏振片对透射光的吸收率为 5%，再求透射光与入射光的强度之比。

93. 两偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起， P_1 和 P_2 的偏振化方向间的夹角为 α ，由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上。入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向间的夹角为 45° 。已知穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强为最大透射光强(对 $\alpha=0$)的 $2/3$ 。

- (1) 若不考虑偏振片对可透射分量的反射和吸收， P_1 、 P_2 的偏振化方向间的夹角 α 为多大？
 (2) 若考虑每个偏振片对透射光的吸收率为 10%，且使穿过两个偏振片后的透射光强与(1)中吸收率为零时相同，此时 α 应为多大？

94. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起，由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上。已知穿过 P_1 后的透射光强为入射光强的 $1/2$ ；连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强为入射光强的 $1/4$ 。求

- (1) 若不考虑 P_1 、 P_2 对可透射分量的反射和吸收，入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角 θ 为多大？ P_1 、 P_2 的偏振化方向间的夹角 α 为多大？
 (2) 若考虑每个偏振片对透射光的吸收率为 5%，且透射光强与入射光强之比仍不变，此时 α 和 θ 应为多大？

95. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起，由自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上。进行了两次测量： P_1 、 P_2 偏振化方向分别为 60° 和 45° ；入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 偏振化方向夹角分别为 60° 和 θ 。忽略偏振片对可透射分量的反射和吸收。若两次测量中连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强之比为 $1/2$ ；第二次测量中穿过 P_1 的透射光强与入射光强之比为 $5/12$ 。求：

- (1) 入射光中线偏振光与自然光的强度之比； (2) 角度 θ 。

96. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起，其偏振化方向之间的夹角记为 α 。由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直入射在偏振片上。线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 偏振化方向之间的夹角记为 θ 。

- (1) 若不计偏振片对可透射分量的反射和吸收，且 $\alpha=30^\circ$ ， $\theta=60^\circ$ ，求穿过 P_1 后的透射光强与入射光强之比；再求连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强与入射光强之比。
 (2) 若每个偏振片使可透射分量的强度减弱 10%，并且要使穿过 P_1 后的透射光强及连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强与入射光强之比都和(1)中算出的相同。这时 θ 和 α 各应是多大？

97. 两个偏振片叠在一起，一束单色自然光垂直入射。

- (1) 若认为偏振片是理想的(对透射部分没有反射和吸收)，当连续穿过两个偏振片后的透射光强为最大透射光强的 $\frac{1}{3}$ 时，两偏振片偏振化方向间的夹角 α 为多大？

(2) 若考虑到每个偏振片因吸收和反射而使透射光部分的光强减弱 5%，要使透射光强仍如(1)中得到的透射光强，则此时 α 应为多大？

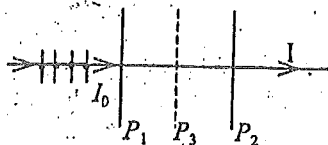
98. 两个偏振片 P_1 、 P_2 叠在一起；由强度相同的自然光和线偏振光混合而成的光束垂直

入射在偏振片上. 进行了两次测量, 第一次和第二次测量时 P_1, P_2 的偏振化方向夹角分别为 30° 和未知的 θ , 且入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向夹角分别为 45° 和 30° . 若连续穿过 P_1, P_2 后的透射光强的两次测量值相等, 求: θ .

99. 如图, P_1, P_2 为偏振化方向相互平行的两个偏振片, 光强为 I_0 的平行自然光垂直入射在 P_1 上.

(1) 求通过 P_2 后的光强 I .

(2) 如果在 P_1, P_2 之间插入第三个偏振片 P_3 , (如图中虚线所示) 并测得最后光强 $I = I_0/32$, 求: P_3 的偏振化方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角 α (设 α 为锐角).

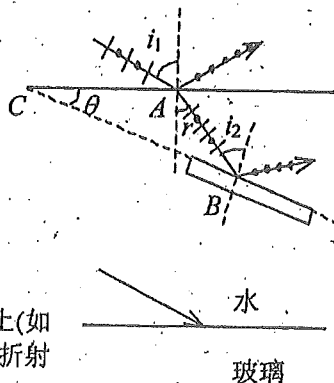


100. 有一平面玻璃板放在水中, 板面与水面夹角为 θ (见图). 设水和玻璃的折射率分别为 1.333 和 1.517. 已知图中水面的反射光是完全偏振光, 欲使玻璃板面的反射光也是完全偏振光, θ 角应是多大?

101. 一束自然光自空气入射到水面上, 若水相对空气的折射率为 1.33, 求布儒斯特角.

102. 一束自然光自水中入射到空气界面上, 若水的折射率为 1.33, 空气的折射率为 1.00, 求布儒斯特角.

103. 一束自然光自水(折射率为 1.33)中入射到玻璃表面上(如图). 当入射角为 49.5° 时, 反射光为线偏振光, 求玻璃的折射率.



104. 一束自然光自空气入射到水(折射率为 1.33)表面上, 若反射光是线偏振光,

(1) 此入射光的入射角为多大? (2) 折射角为多大?

105. 一束自然光以起偏角 $i_0 = 48.09^\circ$ 自某透明液体入射到玻璃表面上, 若玻璃的折射率为 1.56, 求: (1) 该液体的折射率. (2) 折射角.

106. 一束自然光由空气入射到某种不透明介质的表面上. 今测得此不透明介质的起偏角为 56° , 求这种介质的折射率. 若把此种介质片放入水(折射率为 1.33)中, 使自然光束自水中入射到该介质片表面上, 求此时的起偏角.

107. 在水(折射率 $n_1 = 1.33$)和一种玻璃(折射率 $n_2 = 1.56$)的交界面上, 自然光从水中射向玻璃, 求起偏角 i_0 . 若自然光从玻璃中射向水, 再求此时的起偏角 i'_0 .

108. 如图安排的三种透光媒质 I、II、III, 其折射率分别为 $n_1 = 1.33, n_2 = 1.50, n_3 = 1$. 两个交界面相互平行. 一束自然光自媒质 I 中入射到 I 与 II 的交界面上, 若反射光为线偏振光,

(1) 求入射角 i . (2) 媒质 II、III 界面上的反射光是不是线偏振光? 为什么?

109. 如图所示, 媒质 I 为空气($n_1 = 1.00$), II 为玻璃($n_2 = 1.60$), 两个交界面相互平行, 一束自然光由媒质 I 中以 i 角入射. 若使 I、II 交界面上的反射光为线偏振光,

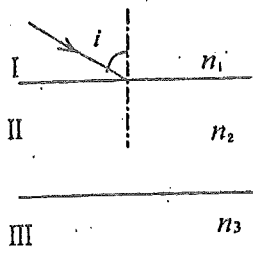
(1) 入射角 i 是多大? (2) 图中玻璃上表面处折射角是多大?

(3) 在图中玻璃板下表面处的反射光是否也是线偏振光?

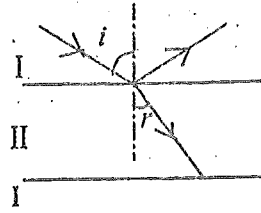
110. 如图安排的三种透明介质 I、II、III, 其折射率分别为 $n_1 = 1.00, n_2 = 1.43$ 和 n_3 , I、II 和 II、III 的界面相互平行. 一束自然光由介质 I 中入射, 若在两个交界面上的反射光都是线偏振光, 则

(1) 入射角 i 是多大?

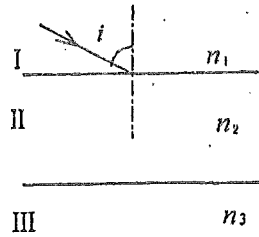
(2) 折射率 n_3 是多大?



(108 题图)



(109 题图)



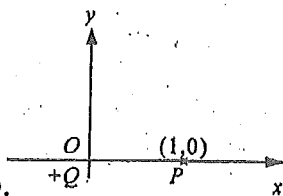
(110 题图)

静电学

一、选择题

1. 在坐标原点放一正电荷 Q , 它在 P 点($x=+1, y=0$)产生的电场强度为 \vec{E} . 现在, 另外有一个负电荷 $-2Q$, 试问应将它放在什么位置才能使 P 点的电场强度等于零?

- (A) x 轴上 $x>1$. (B) x 轴上 $0<x<1$.
(C) x 轴上 $x<0$. (D) y 轴上 $y>0$. (E) y 轴上 $y<0$.



2. 一均匀带电球面, 电荷面密度为 σ , 球面内电场强度处处为零, 球面上面元 dS 带有 σdS 的电荷, 该电荷在球面内各点产生的电场强度

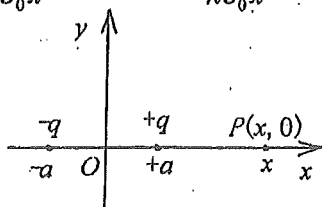
- (A) 处处为零. (B) 不一定都为零. (C) 处处不为零. (D) 无法判定.

3. 下列几个说法中哪一个是正确的?

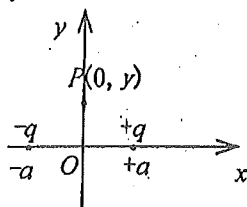
- (A) 电场中某点场强的方向, 就是将点电荷放在该点所受电场力的方向.
(B) 在以点电荷为中心的球面上, 由该点电荷所产生的场强处处相同.
(C) 场强可由 $\vec{E} = \vec{F}/q$ 定出, 其中 q 为试验电荷, q 可正、可负, \vec{F} 为试验电荷所受的电场力.
(D) 以上说法都不正确.

4. 如图所示, 在坐标($a, 0$)处放置一点电荷 $+q$, 在坐标($-a, 0$)处放置另一点电荷 $-q$. P 点是 x 轴上的一点, 坐标为($x, 0$). 当 $x \gg a$ 时, 该点场强的大小为:

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 x}$ (B) $\frac{qa}{\pi\epsilon_0 x^3}$ (C) $\frac{qa}{2\pi\epsilon_0 x^3}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 x^2}$



(4 题图)



(5 题图)

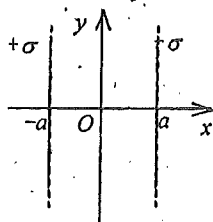
5. 如图所示, 在坐标($a, 0$)处放置一点电荷 $+q$, 在坐标($-a, 0$)处放置另一点电荷 $-q$. P 点是 y 轴上的一点, 坐标为($0, y$). 当 $y \gg a$ 时, 该点场强的大小为:

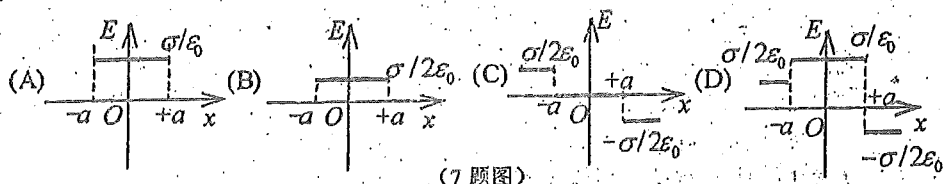
- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 y^2}$ (B) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 y^2}$ (C) $\frac{qa}{2\pi\epsilon_0 y^3}$ (D) $\frac{qa}{4\pi\epsilon_0 y^3}$

6. 在边长为 a 的正方体中心处放置一电荷为 Q 的点电荷, 则正方体顶角处的电场强度的大小为:

- (A) $\frac{Q}{12\pi\epsilon_0 a^2}$ (B) $\frac{Q}{6\pi\epsilon_0 a^2}$ (C) $\frac{Q}{3\pi\epsilon_0 a^2}$ (D) $\frac{Q}{\pi\epsilon_0 a^2}$

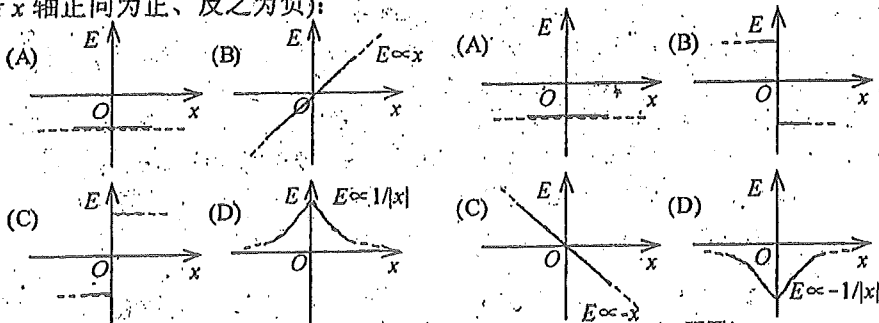
7. 电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板, 如图放置, 则其周围空间各点电场强度 随位置坐标 x 变化的关系曲线为: (设场强方向向右为正、向左为负)





(7 题图)

8. 设有一“无限大”均匀带正电荷的平面。取 x 轴垂直带电平面，坐标原点在带电平面上，则其周围空间各点的电场强度 E 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为(规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负)：



(8 题图)

(9 题图)

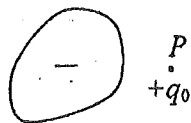
9. 设有一“无限大”均匀带负电荷的平面。取 x 轴垂直带电平面，坐标原点位于带电平面上，则其周围空间各点的电场强度 E 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为(规定场强方向沿 x 轴正向为正、反之为负)：

10. 关于电场强度定义式 $\vec{E} = \vec{F}/q_0$ ，下列说法中哪个是正确的？

- (A) 场强 \vec{E} 的大小与试探电荷 q_0 的大小成反比。
- (B) 对场中某点，试探电荷受力 \vec{F} 与 q_0 的比值不因 q_0 而变。
- (C) 试探电荷受力 \vec{F} 的方向就是场强 \vec{E} 的方向。
- (D) 若场中某点不放试探电荷 q_0 ，则 $\vec{F} = 0$ ，从而 $\vec{E} = 0$ 。

11. 将一个试验电荷 q_0 (正电荷)放在带有负电荷的大导体附近 P 点处(如图)，测得它所受的力为 F 。若考虑到电荷 q_0 不是足够小，则

- (A) F/q_0 比 P 点处原先的场强数值大。
- (B) F/q_0 比 P 点处原先的场强数值小。
- (C) F/q_0 等于 P 点处原先场强的数值。
- (D) F/q_0 与 P 点处原先场强的数值哪个大无法确定。



12. 下面列出的真空中静电场的场强公式，其中哪个是正确的？

(A) 点电荷 q 的电场：
$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot (\vec{r} \text{ 为点电荷到场点的距离})$$

(B) “无限长”均匀带电直线(电荷线密度 λ)的电场：
$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r^3} \vec{r}$$

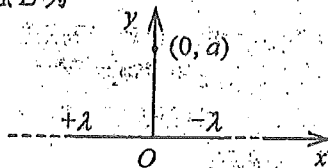
(\vec{r} 为带电直线到场点的垂直于直线的矢量)

(C) “无限大”均匀带电平面(电荷面密度 σ)的电场：
$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

(D) 半径为 R 的均匀带电球面(电荷面密度 σ)外的电场: $\vec{E} = \frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^3} \vec{r}$

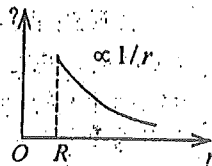
13. 图中所示为一沿 x 轴放置的“无限长”分段均匀带电直线, 电荷线密度分别为 $+\lambda(x < 0)$ 和 $-\lambda(x > 0)$, 则 Oxy 坐标平面上点 $(0, a)$ 处的场强 \vec{E} 为

- (A) 0. (B) $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$.
 (C) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 a} \vec{i}$. (D) $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 a} (\vec{i} + \vec{j})$.



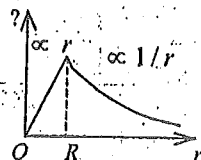
14. 图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 变化的关系, 请指出该曲线可描述下列哪方面内容:

- (A) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体电场的 $E-r$ 关系.
 (B) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面电场的 $E-r$ 关系.
 (C) 半径为 R 的均匀带正电球体电场的 $U-r$ 关系.
 (D) 半径为 R 的均匀带正电球面电场的 $U-r$ 关系.



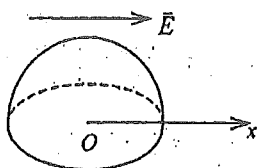
15. 图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 变化的关系, 请指出该曲线可描述下列哪方面内容:

- (A) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体电场的 $E-r$ 关系.
 (B) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面电场的 $E-r$ 关系.
 (C) 半径为 R 的均匀带正电球体电场的 $U-r$ 关系.
 (D) 半径为 R 的均匀带正电球面电场的 $U-r$ 关系.

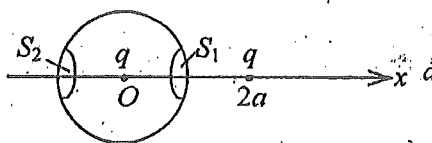


16. 一电场强度为 \vec{E} 的均匀电场, \vec{E} 的方向与沿 x 轴正向, 如图所示. 则通过图中一半径为 R 的半球面的电场强度通量为

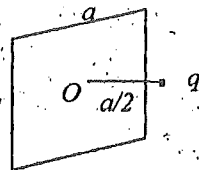
- (A) $\pi R^2 E$. (B) $\pi R^2 E / 2$. (C) $2\pi R^2 E$. (D) 0.



(16 题图)



(17 题图)



(18 题图)

17. 有两个电荷都是 $+q$ 的点电荷, 相距为 $2a$. 今以左边的点电荷所在处为球心, 以 a 为半径作一球形高斯面. 在球面上取两块相等的小面积 S_1 和 S_2 , 其位置如图所示. 设通过 S_1 和 S_2 的电场强度通量分别为 Φ_1 和 Φ_2 , 通过整个球面的电场强度通量为 Φ_S , 则

- (A) $\Phi_1 > \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$. (B) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_S = 2q/\epsilon_0$.
 (C) $\Phi_1 = \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$. (D) $\Phi_1 < \Phi_2$, $\Phi_S = q/\epsilon_0$.

18. 有一边长为 a 的正方形平面, 在其中垂线上距中心 O 点 $a/2$ 处, 有一电荷为 q 的正点电荷, 如图所示, 则通过该平面的电场强度通量为

- (A) $\frac{q}{3\epsilon_0}$. (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$. (C) $\frac{q}{3\pi\epsilon_0}$. (D) $\frac{q}{6\epsilon_0}$.

19. 已知一高斯面所包围的体积内电荷代数和 $\Sigma q = 0$, 则可肯定:

- (A) 高斯面上各点场强均为零.
 (B) 穿过高斯面上每一面元的电场强度通量均为零.

(C) 穿过整个高斯面的电场强度通量为零。

(D) 以上说法都不对。

20. 一点电荷，放在球形高斯面的中心处，下列哪一种情况，通过高斯面的电场强度通量发生变化：

(A) 将另一点电荷放在高斯面外。

(B) 将另一点电荷放进高斯面内。

(C) 将球心处的点电荷移开，但仍在高斯面内。

(D) 将高斯面半径缩小。

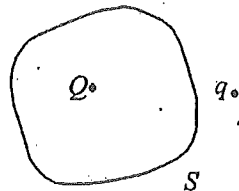
21. 点电荷 Q 被曲面 S 所包围，从无穷远处引入另一点电荷 q 至曲面外一点，如图所示，则引入前后：

(A) 曲面 S 的电场强度通量不变，曲面上各点场强不变。

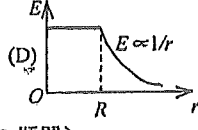
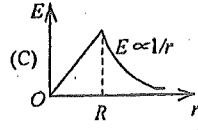
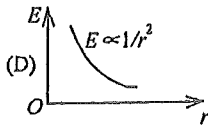
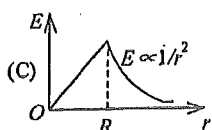
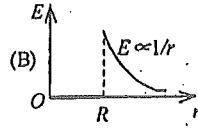
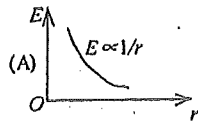
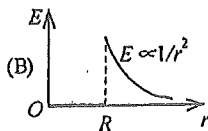
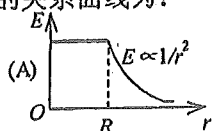
(B) 曲面 S 的电场强度通量变化，曲面上各点场强不变。

(C) 曲面 S 的电场强度通量变化，曲面上各点场强变化。

(D) 曲面 S 的电场强度通量不变，曲面上各点场强变化。



22. 半径为 R 的均匀带电球面的静电场中各点的电场强度的大小 E 与距球心的距离 r 之间的关系曲线为：

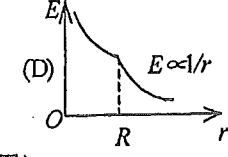
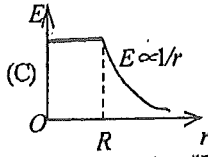
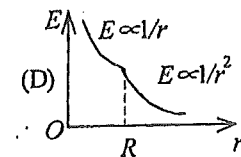
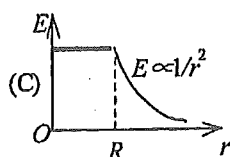
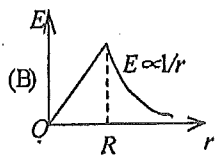
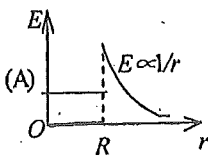
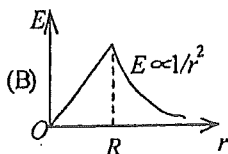
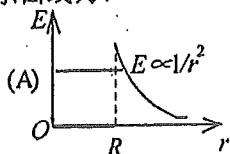


(22 题图)

(23 题图)

23. 半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱面的静电场中各点的电场强度的大小 E 与距轴线的距离 r 的关系曲线为：

24. 半径为 R 的均匀带电球体的静电场中各点的电场强度的大小 E 与距球心的距离 r 的关系曲线为：



(24 题图)

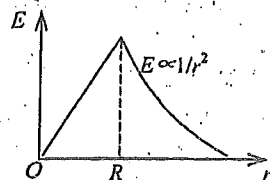
(25 题图)

25. 半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱体的静电场中各点的电场强度的大小 E 与距轴线的距离 r 的关系曲线为：

26. 图示为一具有球对称性分布的静电场的 $E \sim r$ 关系曲线，请指出该静电场是由下列哪种带电体产生的。

(A) 半径为 R 的均匀带电球面。

- (B) 半径为 R 的均匀带电球体。
 (C) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = Ar$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。
 (D) 半径为 R 的、电荷体密度为 $\rho = A/r$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。

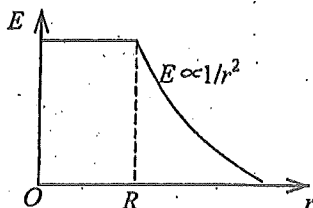


27. 两个同心均匀带电球面, 半径分别为 R_a 和 R_b ($R_a < R_b$); 所带电荷分别为 Q_a 和 Q_b . 设某点与球心相距 r , 当 $R_a < r < R_b$ 时, 该点的电场强度的大小为:

- (A) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_a + Q_b}{r^2}$. (B) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_a - Q_b}{r^2}$. (C) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{Q_a}{r^2} + \frac{Q_b}{R_b^2} \right)$. (D) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_a}{r^2}$.

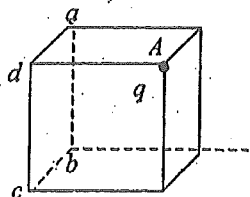
28. 图示为一具有球对称性分布的静电场的 $E-r$ 关系曲线. 请指出该静电场是由下列哪种带电体产生的.

- (A) 半径为 R 的均匀带电球面。
 (B) 半径为 R 的均匀带电球体。
 (C) 半径为 R 、电荷体密度 $\rho = Ar$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。
 (D) 半径为 R 、电荷体密度 $\rho = A/r$ (A 为常数) 的非均匀带电球体。



29. 如图所示, 一个电荷为 q 的点电荷位于立方体的 A 角上, 则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量等于:

- (A) $\frac{q}{6\epsilon_0}$. (B) $\frac{q}{12\epsilon_0}$.
 (C) $\frac{q}{24\epsilon_0}$. (D) $\frac{q}{48\epsilon_0}$.



30. 半径为 R 的均匀带电球面, 若其电荷面密度为 σ , 则在距离球面 R 处的电场强度大小为:

- (A) $\frac{\sigma}{\epsilon_0}$. (B) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$. (C) $\frac{\sigma}{4\epsilon_0}$. (D) $\frac{\sigma}{8\epsilon_0}$.

31. 高斯定理 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \int \rho dV / \epsilon_0$

- (A) 适用于任何静电场。
 (B) 只适用于真空中的静电场。
 (C) 只适用于具有球对称性、轴对称性和平面对称性的静电场。
 (D) 只适用于虽然不具有(C)中所述的对称性、但可以找到合适的高斯面的静电场。

32. 根据高斯定理的数学表达式 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q / \epsilon_0$ 可知下述各种说法中, 正确的是:

- (A) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强一定为零。
 (B) 闭合面内的电荷代数和不为零时, 闭合面上各点场强一定处处不为零。
 (C) 闭合面内的电荷代数和为零时, 闭合面上各点场强不一定处处为零。
 (D) 闭合面上各点场强均为零时, 闭合面内一定处处无电荷。

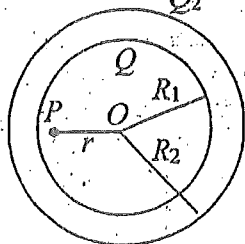
33. 关于高斯定理的理解有下面几种说法, 其中正确的是:

- (A) 如果高斯面上 \vec{E} 处处为零, 则该面内必无电荷。

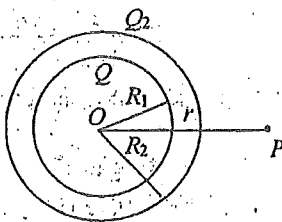
- (B) 如果高斯面内无电荷, 则高斯面上 \vec{E} 处处为零。
 (C) 如果高斯面上 \vec{E} 处处不为零, 则高斯面内必有电荷。
 (D) 如果高斯面内有净电荷, 则通过高斯面的电场强度通量必不为零。

34. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带有电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带有电荷 Q_2 , 则在内球面里面、距离球心为 r 处的 P 点的场强大小 E 为:

- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2}$ (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (D) 0.



(34 题图)



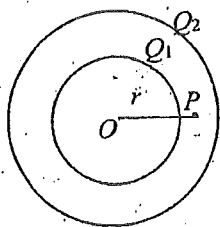
(35 题图)

35. 如图所示, 两个同心均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带有电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带有电荷 Q_2 , 则在外球面外面、距离球心为 r 处的 P 点的场强大小 E 为:

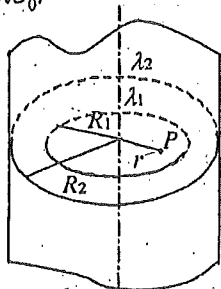
- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 (r - R_1)^2} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 (r - R_2)^2}$
 (C) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 (R_2 - R_1)^2}$ (D) $\frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

36. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面带电荷 Q_1 , 外球面带电荷 Q_2 , 则在两球面之间、距离球心为 r 处的 P 点的场强大小 E 为:

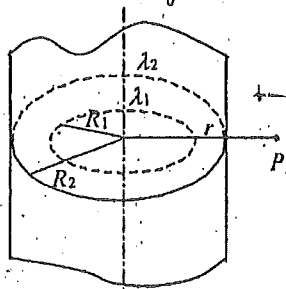
- (A) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (B) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (C) $\frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (D) $\frac{Q_2 - Q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2}$



(36 题图)



(37 题图)



(38 题图)

37. 如图所示, 两个“无限长”的、半径分别为 R_1 和 R_2 的共轴圆柱面均匀带电, 沿轴线方向单位长度上所带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 处的 P 点的电场强度大小 E 为:

- (A) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0 R_2}$ (C) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 R_1}$ (D) 0.

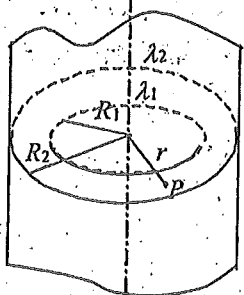
38. 如图所示, 两个“无限长”的、半径分别为 R_1 和 R_2 的共轴圆柱面均匀带电, 沿轴线方向单位长度上的所带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在外圆柱面外面、距离轴线为 r 处的

P 点的电场强度大小 E 为:

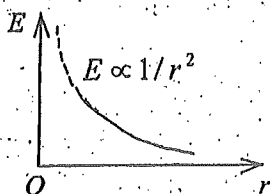
- (A) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0(r-R_1)} + \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0(r-R_2)}$
 (C) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0(r-R_2)}$ (D) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0 R_2}$

39. 如图所示, 两个“无限长”的共轴圆柱面, 半径分别为 R_1 和 R_2 , 其上均匀带电, 沿轴线方向单位长度上所带电荷分别为 λ_1 和 λ_2 , 则在两圆柱面之间、距离轴线为 r 的 P 点处的场强大小 E 为:

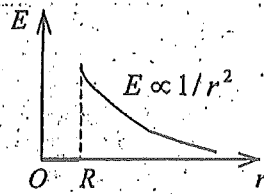
- (A) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2\pi\epsilon_0 r}$ (C) $\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0(R_2 - r)}$ (D) $\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0(r - R_1)}$



(39题图)



(40题图)



(41题图)

40. 图中所示为一球对称性静电场的 $E \sim r$ 曲线, 请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的(E 表示电场强度的大小, r 表示离对称中心的距离).

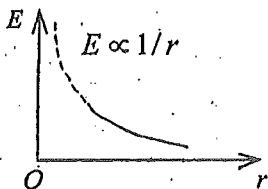
- (A) 均匀带电球面; (B) 均匀带电球体; (C) 点电荷; (D) 不均匀带电球面.

41. 图中所示曲线表示某种球对称性静电场的场强大小 E 随径向距离 r 变化的关系, 请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的:

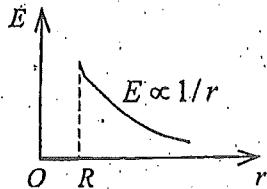
- (A) 半径为 R 的均匀带电球面 (B) 半径为 R 的均匀带电球体;
 (C) 点电荷; (D) 外半径为 R , 内半径为 $R/2$ 的均匀带电球壳

42. 图中所示为轴对称性静电场的 $E \sim r$ 曲线, 请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的(E 表示电场强度的大小, r 表示离对称轴的距离).

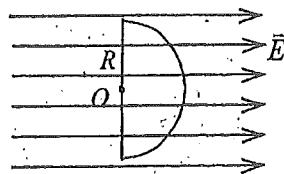
- (A) “无限长”均匀带电圆柱面; (B) “无限长”均匀带电圆柱体;
 (C) “无限长”均匀带电直线; (D) “有限长”均匀带电直线.



(42题图)



(43题图)



(44题图)

43. 图示为一轴对称性静电场的 $E \sim r$ 关系曲线, 请指出该电场是由哪种带电体产生的(E 表示电场强度的大小, r 表示离对称轴的距离).

- (A) “无限长”均匀带电直线; (B) “无限长”均匀带电圆柱体(半径为 R);
 (C) “无限长”均匀带电圆柱面(半径为 R) (D) 有限长均匀带电圆柱面(半径为 R).

44. 若匀强电场的场强为 \vec{E} ，其方向平行于半径为 R 的半球面的轴，如图所示。则通过此半球面的电场强度通量 Φ_e 为

- (A) $\pi R^2 E$ (B) $2\pi R^2 E$ (C) $\frac{1}{2}\pi R^2 E$ (D) $\sqrt{2}\pi R^2 E$ (E) $\pi R^2 E / \sqrt{2}$

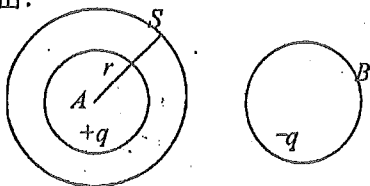
45. A 和 B 为两个均匀带电球体， A 带电荷 $+q$ ， B 带电荷 $-q$ ，作一与 A 同心的球面 S 为高斯面，如图所示。则

(A) 通过 S 面的电场强度通量为零， S 面上各点的场强为零。

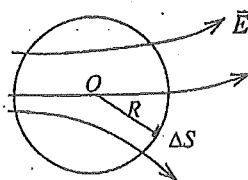
(B) 通过 S 面的电场强度通量为 q / ϵ_0 ， S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ 。

(C) 通过 S 面的电场强度通量为 $(-q) / \epsilon_0$ ， S 面上场强的大小为 $E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2}$ 。

(D) 通过 S 面的电场强度通量为 q / ϵ_0 ，但 S 面上各点的场强不能直接由高斯定理求出。



(45 题图)



(46 题图)

46. 在空间有一非均匀电场，其电场线分布如图所示。在电场中作一半径为 R 的闭合球面 S ，已知通过球面上某一面元 ΔS 的电场强度通量为 $\Delta\Phi_e$ ，则通过该球面其余部分的电场强度通量为

- (A) $-\Delta\Phi_e$. (B) $\frac{4\pi R^2}{\Delta S} \Delta\Phi_e$. (C) $\frac{4\pi R^2 - \Delta S}{\Delta S} \Delta\Phi_e$. (D) 0.

47. 静电场中某点电势的数值等于

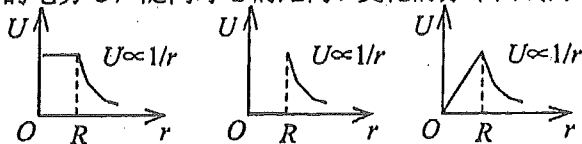
(A) 试验电荷 q_0 置于该点时具有的电势能。

(B) 单位试验电荷置于该点时具有的电势能。

(C) 单位正电荷置于该点时具有的电势能。

(D) 把单位正电荷从该点移到电势零点外力所作的功。

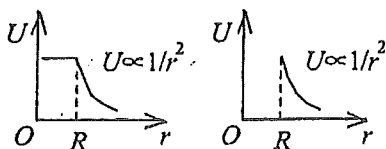
48. 半径为 R 的均匀带电球面，总电荷为 Q 。设无穷远处电势为零，则该带电体所产生的电场的电势 U ，随离球心的距离 r 变化的分布曲线为



(A)

(B)

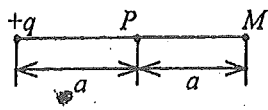
(C)



(D)

(E)

(48 题图)

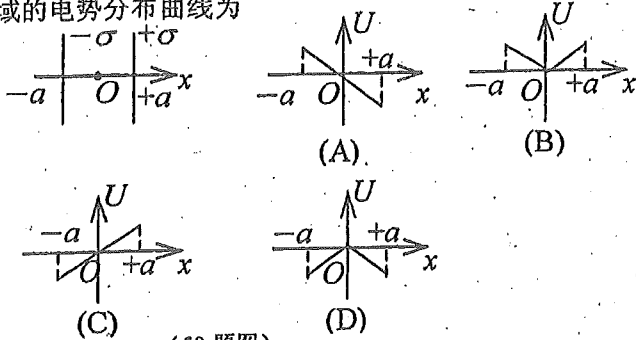


(49 题图)

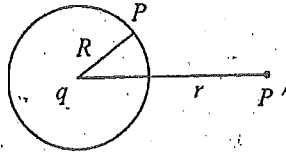
49. 在点电荷 $+q$ 的电场中, 若取图中 P 点处为电势零点, 则 M 点的电势为

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$ (B) $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a}$ (C) $\frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{-q}{8\pi\epsilon_0 a}$

50. 电荷面密度为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电的平行平板, 放在与平面相垂直的 x 轴上的 $+a$ 和 $-a$ 位置上, 如图所示. 设坐标原点 O 处电势为零, 则在 $-a < x < +a$ 区域的电势分布曲线为



(50 题图)



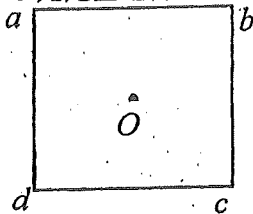
(51 题图)

51. 如图, 在点电荷 q 的电场中, 选取以 q 为中心、 R 为半径的球面上一点 P 处作电势零点, 则与点电荷 q 距离为 r 的 P' 点的电势为

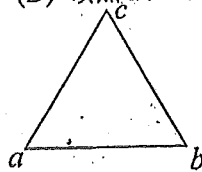
- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$ (C) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 (r-R)}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$

52. 如图所示, 边长为 l 的正方形, 在其四个顶点上各放有等量的点电荷. 若正方形中心 O 处的场强值和电势值都等于零, 则:

- (A) 顶点 a 、 b 、 c 、 d 处都是正电荷. (B) 顶点 a 、 b 处是正电荷, c 、 d 处是负电荷.
(C) 顶点 a 、 c 处是正电荷, b 、 d 处是负电荷. (D) 顶点 a 、 b 、 c 、 d 处都是负电荷.



(52 题图)



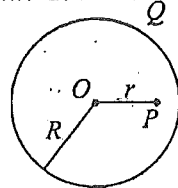
(53 题图)

53. 如图所示, 边长为 0.3 m的正三角形 abc , 在顶点 a 处有一电荷为 10^{-8} C的正点电荷, 顶点 b 处有一电荷为 -10^{-8} C的负点电荷, 则顶点 c 处的电场强度的大小 E 和电势 U 为:

- (A) $E=0, U=0$. (B) $E=1000$ V/m, $U=0$.
(C) $E=1000$ V/m, $U=600$ V. (D) $E=2000$ V/m, $U=600$ V.

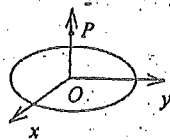
54. 如图所示, 半径为 R 的均匀带电球面, 总电荷为 Q , 设无穷远处的电势为零, 则球内距球心为 r 的 P 点处的电场强度的大小和电势为:

- (A) $E=0, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$. (B) $E=0, U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$.



(C) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

55. 有 N 个电荷均为 q 的点电荷, 以两种方式分布在相同半径的圆周上: 一种是无规则地分布, 另一种是均匀分布. 比较这两种情况下在过圆心 O 并垂直于圆平面的 z 轴上任一点 P (如图所示) 的场强与电势, 则有



- (A) 场强相等, 电势相等.
- (B) 场强不等, 电势不等.
- (C) 场强分量 E_z 相等, 电势相等.
- (D) 场强分量 E_z 相等, 电势不等.

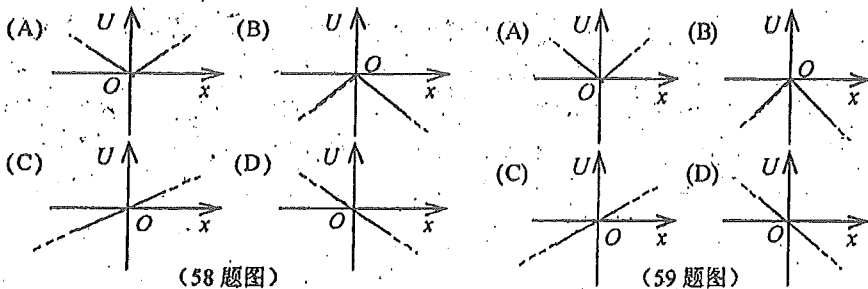
56. 关于静电场中某点电势值的正负, 下列说法中正确的是:

- (A) 电势值的正负取决于置于该点的试验电荷的正负.
- (B) 电势值的正负取决于电场力对试验电荷做功的正负.
- (C) 电势值的正负取决于电势零点的选取.
- (D) 电势值的正负取决于产生电场的电荷的正负.

57. 在边长为 a 的正方体中心处放置一点电荷 Q , 设无穷远处为电势零点, 则在正方体顶角处的电势为:

(A) $\frac{Q}{4\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$ (B) $\frac{Q}{2\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a}$ (C) $\frac{Q}{6\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{Q}{12\pi\epsilon_0 a}$

58. 一“无限大”带负电荷的平面, 若设平面所在处为电势零点, 取 x 轴垂直电平面, 原点在带电平面处, 则其周围空间各点电势 U 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为:

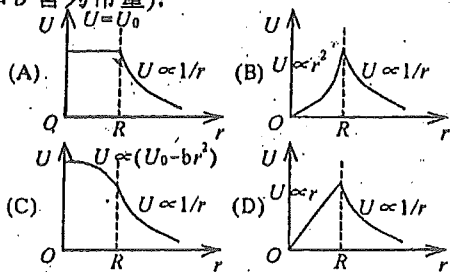


(58 题图)

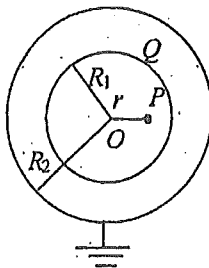
(59 题图)

59. 有一“无限大”带正电荷的平面, 若设平面所在处为电势零点, 取 x 轴垂直带电平面, 原点在带电平面上, 则其周围空间各点电势 U 随距离平面的位置坐标 x 变化的关系曲线为:

60. 设无穷远处电势为零, 则半径为 R 的均匀带电球体产生的电场的电势分布规律为(图中的 U_0 和 b 皆为常量):



(60 题图)



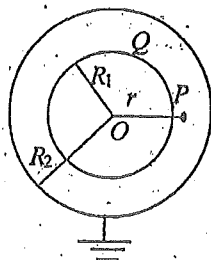
(61 题图)

61. 如图所示, 两个同心球壳. 内球壳半径为 R_1 , 均匀带有电荷 Q ; 外球壳半径为 R_2 , 壳的厚度忽略, 原先不带电, 但与地相连接. 设地为电势零点, 则在内球壳里面, 距离球心为 r 处的 P 点的场强大小及电势分别为:

- (A) $E=0, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_1}$. (B) $E=0, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$.
 (C) $E=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$. (D) $E=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_1}$.

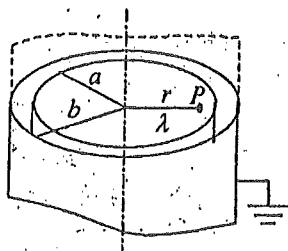
62. 如图所示, 两个同心球壳. 内球壳半径为 R_1 , 均匀带有电荷 Q ; 外球壳半径为 R_2 , 壳的厚度忽略, 原先不带电, 但与地相连接. 设地为电势零点, 则在两球之间、距离球心为 r 的 P 点处电场强度的大小与电势分别为:

- (A) $E=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$.
 (B) $E=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{r}\right)$.
 (C) $E=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r}-\frac{1}{R_2}\right)$.
 (D) $E=0, U=\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$.



63. 如图所示, 一半径为 a 的“无限长”圆柱面上均匀带电, 其电荷线密度为 λ . 在它外面同轴地套一半径为 b 的薄金属圆筒, 圆筒原先不带电, 但与地连接. 设地的电势为零, 则在内圆柱面里面、距离轴线为 r 的 P 点的场强大小和电势分别为:

- (A) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$.
 (B) $E=0, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$.
 (C) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$.
 (D) $E=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}, U=\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$.

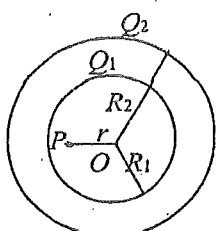


64. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带电荷 Q_2 . 设无穷远处为电势零点, 则在内球面之内、距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为:

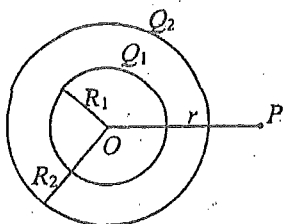
- (A) $\frac{Q_1+Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$. (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$. (C) 0. (D) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1}$.

65. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带电荷 Q_2 . 设无穷远处为电势零点, 则在外球面之外距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为:

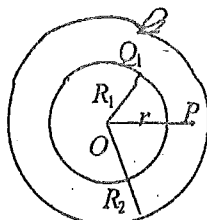
- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (D) $\frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$



(64 题图)



(65 题图)



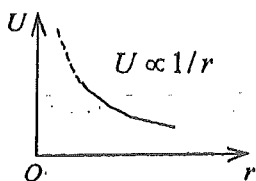
(66 题图)

66. 如图所示, 两个同心的均匀带电球面, 内球面半径为 R_1 、带电荷 Q_1 , 外球面半径为 R_2 、带电荷 Q_2 . 设无穷远处为电势零点, 则在两个球面之间、距离球心为 r 处的 P 点的电势 U 为:

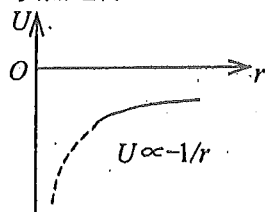
- (A) $\frac{Q_1 + Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$
 (C) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (D) $\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$

67. 图中所示为一球对称性静电场的电势分布曲线, r 表示离对称中心的距离. 请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的.

- (A) 半径为 R 的均匀带正电球面. (B) 半径为 R 的均匀带正电球体.
 (C) 正点电荷. (D) 负点电荷.



(67 题图)



(68 题图)

68. 图中所示为一球对称性静电场的电势分布曲线, r 表示离对称中心的距离. 请指出该电场是由下列哪一种带电体产生的.

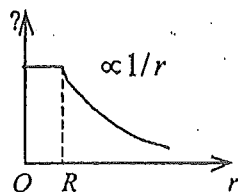
- (A) 半径为 R 的均匀带负电球面. (B) 半径为 R 的均匀带负电球体.
 (C) 正点电荷. (D) 负点电荷.

69. 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定该球面上的电势值为零, 则无限远处的电势将等于

- (A) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (B) 0. (C) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) ∞ .

70. 图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 变化的关系, 该曲线所描述的是 (E 为电场强度的大小, U 为电势)

- (A) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体电场的 $E-r$ 关系.
 (B) 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面电场的 $E-r$ 关系.



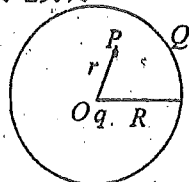
(C) 半径为 R 的均匀带正电球面电场的 $U-r$ 关系.

(D) 半径为 R 的均匀带正电球体电场的 $U-r$ 关系.

71. 真空中一半径为 R 的球面均匀带电 Q , 在球心 O 处有一电荷为 q 的点电荷, 如图所示. 设无穷远处为电势零点, 则在球内离球心 O 距离为 r 的 P 点处的电势为

(A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (B) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} + \frac{Q}{R} \right)$

(C) $\frac{q+Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} + \frac{Q-q}{R} \right)$

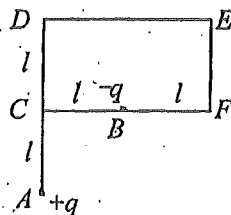
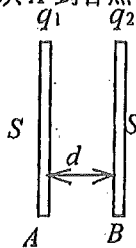
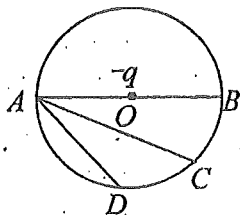
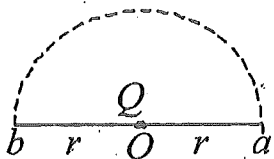


72. 真空中有一点电荷 Q , 在与它相距为 r 的 a 点处有一试验电荷 q . 现使试验电荷 q 从 a 点沿半圆弧轨道运动到 b 点, 如图所示. 则电场力对 q 做功为

(A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot \frac{\pi r^2}{2}$ (B) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} 2r$ (C) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r^2} \pi r$ (D) 0.

73. 点电荷 $-q$ 位于圆心 O 处, A 、 B 、 C 、 D 为同一圆周上的四点, 如图所示. 现将一试验电荷从 A 点分别移动到 B 、 C 、 D 各点, 则

- (A) 从 A 到 B , 电场力做功最大. (B) 从 A 到 C , 电场力做功最大.
(C) 从 A 到 D , 电场力做功最大. (D) 从 A 到各点, 电场力做功相等.



(72 题图)

(73 题图)

(74 题图)

(75 题图)

74. 两块面积均为 S 的金属平板 A 和 B 彼此平行放置, 板间距离为 d (d 远小于板的线度), 设 A 板带有电荷 q_1 , B 板带有电荷 q_2 , 则 AB 两板间的电势差 U_{AB} 为

(A) $\frac{q_1+q_2}{2\epsilon_0 S} d$ (B) $\frac{q_1+q_2}{4\epsilon_0 S} d$ (C) $\frac{q_1-q_2}{2\epsilon_0 S} d$ (D) $\frac{q_1-q_2}{4\epsilon_0 S} d$

75. 如图所示, $CDEF$ 为一矩形, 边长分别为 l 和 $2l$. 在 DC 延长线上 $CA=l$ 处的 A 点有点电荷 $+q$, 在 CF 的中点 B 点有点电荷 $-q$, 若使单位正电荷从 C 点沿 $CDEF$ 路径运动到 F 点, 则电场力所作的功等于:

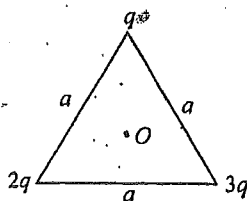
(A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}-1}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{1-\sqrt{5}}{\sqrt{5}}$

(C) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{3}-1}{\sqrt{3}}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \cdot \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}}$

76. 如图所示, 边长为 a 的等边三角形的三个顶点上, 分别放置着三个正的点电荷 q 、 $2q$ 、 $3q$. 若将另一正点电荷 Q 从无穷远处移到三角形的中心 O 处, 外力所作的功为:

(A) $\frac{\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$

(B) $\frac{\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$



(C) $\frac{3\sqrt{3}qQ}{2\pi\epsilon_0 a}$ (D) $\frac{2\sqrt{3}qQ}{\pi\epsilon_0 a}$

77. 在已知静电场分布的条件下, 任意两点 P_1 和 P_2 之间的电势差决定于
 (A) P_1 和 P_2 两点的位置. (B) P_1 和 P_2 两点处的电场强度的大小和方向.
 (C) 试验电荷所带电荷的正负. (D) 试验电荷的电荷大小.
78. 半径为 r 的均匀带电球面 1, 带有电荷 q , 其外有一同心的半径为 R 的均匀带电球面 2, 带有电荷 Q , 则此两球面之间的电势差 $U_1 - U_2$ 为:

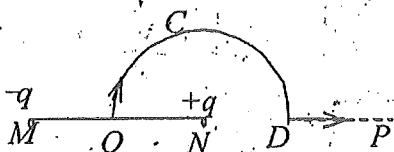
(A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$ (B) $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$ (C) $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q}{r} - \frac{Q}{R} \right)$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

79. 如图所示, 直线 MN 长为 $2l$, 弧 OCD 是以 N 点为中心, l 为半径的半圆弧, N 点有正电荷 $+q$, M 点有负电荷 $-q$. 今将一试验电荷 $+q_0$ 从 O 点出发沿路径 $OCDP$ 移到无穷远处, 设无穷远处电势为零, 则电场力作功

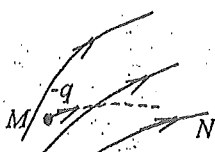
- (A) $A < 0$, 且为有限常量. (B) $A > 0$, 且为有限常量.
 (C) $A = \infty$. (D) $A = 0$.

80. 已知某电场的电场线分布情况如图所示. 现观察到一负电荷从 M 点移到 N 点. 有人根据这个图作出下列几点结论, 其中哪点是正确的?

- (A) 电场强度 $E_M < E_N$. (B) 电势 $U_M < U_N$.
 (C) 电势能 $W_M < W_N$. (D) 电场力的功 $A > 0$.



(79 题图)



(80 题图)



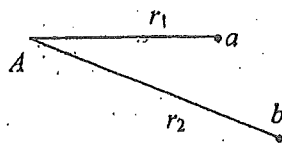
(81 题图)

81. 已知某电场的电场线分布情况如图所示. 现观察到一负电荷从 M 点移到 N 点. 有人根据这个图作出下列几点结论, 其中哪点是正确的?

- (A) 电场强度 $E_M > E_N$. (B) 电势 $U_M > U_N$.
 (C) 电势能 $W_M < W_N$. (D) 电场力的功 $A > 0$.

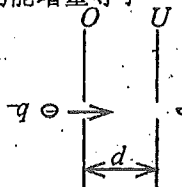
82. 在电荷为 $-Q$ 的点电荷 A 的静电场中, 将另一电荷为 q 的点电荷 B 从 a 点移到 b 点. a 、 b 两点距离点电荷 A 的距离分别为 r_1 和 r_2 , 如图所示. 则移动过程中电场力做的功为

(A) $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ (B) $\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$
 (C) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ (D) $\frac{-qQ}{4\pi\epsilon_0 (r_2 - r_1)}$



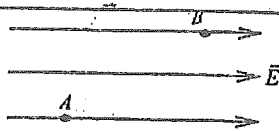
83. 带有电荷 $-q$ 的一个质点垂直射入开有小孔的两带电平行板之间, 如图所示. 两平行板之间的电势差为 U , 距离为 d , 则此带电质点通过电场后它的动能增量等于

- (A) $-\frac{qU}{d}$. (B) $+qU$.
 (C) $-qU$. (D) $\frac{1}{2} qU$.



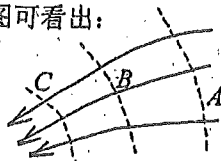
84. 在匀强电场中, 将一负电荷从 A 移到 B , 如图所示. 则:

- (A) 电场力作正功, 负电荷的电势能减少.
 (B) 电场力作正功, 负电荷的电势能增加.
 (C) 电场力作负功, 负电荷的电势能减少.
 (D) 电场力作负功, 负电荷的电势能增加.



85. 图中实线为某电场中的电场线, 虚线表示等势(位)面, 由图可看出:

- (A) $E_A > E_B > E_C, U_A > U_B > U_C$.
 (B) $E_A < E_B < E_C, U_A < U_B < U_C$.
 (C) $E_A > E_B > E_C, U_A < U_B < U_C$.
 (D) $E_A < E_B < E_C, U_A > U_B > U_C$.



86. 面积为 S 的空气平行板电容器, 极板上分别带电量 $\pm q$, 若不考虑边缘效应, 则两极板间的相互作用力为

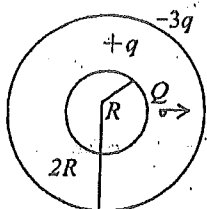
- (A) $\frac{q^2}{\epsilon_0 S}$. (B) $\frac{q^2}{2\epsilon_0 S}$. (C) $\frac{q^2}{2\epsilon_0 S^2}$. (D) $\frac{q^2}{\epsilon_0 S^2}$.

87. 充了电的平行板电容器两极板(看作很大的平板)间的静电作用力 F 与两极板间的电压 U 的关系是:

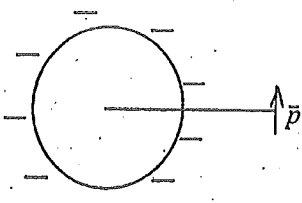
- (A) $F \propto U$. (B) $F \propto 1/U$. (C) $F \propto 1/U^2$. (D) $F \propto U^2$.

88. 如图所示, 在真空中半径分别为 R 和 $2R$ 的两个同心球面, 其上分别均匀地带有电荷 $+q$ 和 $-3q$. 今将一电荷为 $+Q$ 的带电粒子从内球面处由静止释放, 则该粒子到达外球面时的动能为:

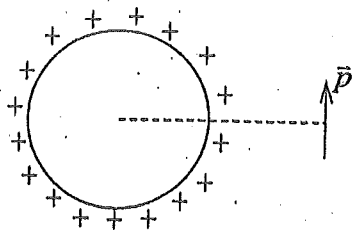
- (A) $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R}$. (B) $\frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 R}$. (C) $\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$. (D) $\frac{3Qq}{8\pi\epsilon_0 R}$.



(88 题图)



(89 题图)



(90 题图)

89. 在一个带有负电荷的均匀带电球外, 放置一电偶极子, 其电矩 \vec{p} 的方向如图所示. 当电偶极子被释放后, 该电偶极子将

- (A) 沿逆时针方向旋转直到电矩 \vec{p} 沿径向指向球面而停止.
 (B) 沿逆时针方向旋转至 \vec{p} 沿径向指向球面, 同时沿电场线方向向着球面移动.
 (C) 沿逆时针方向旋转至 \vec{p} 沿径向指向球面, 同时逆电场线方向远离球面移动.
 (D) 沿顺时针方向旋转至 \vec{p} 沿径向朝外, 同时沿电场线方向向着球面移动.

90. 在一个带有正电荷的均匀带电球面外, 放置一个电偶极子, 其电矩 \vec{p} 的方向如图所示. 当释放后, 该电偶极子的运动主要是

- (A) 沿逆时针方向旋转, 直至电矩 \vec{p} 沿径向指向球面而停止.
 (B) 沿顺时针方向旋转, 直至电矩 \vec{p} 沿径向朝外而停止.
 (C) 沿顺时针方向旋转至电矩 \vec{p} 沿径向朝外, 同时沿电场线远离球面移动.
 (D) 沿顺时针方向旋转至电矩 \vec{p} 沿径向朝外, 同时逆电场线方向向着球面移动.

91. 电子的质量为 m_e , 电荷为 $-e$, 绕静止的氢原子核(即质子)作半径为 r 的匀速率圆

周运动, 则电子的速率为

- (A) $e\sqrt{\frac{m_e r}{k}}$ (B) $e\sqrt{\frac{k}{m_e r}}$ (C) $e\sqrt{\frac{k}{2m_e r}}$ (D) $e\sqrt{\frac{2k}{m_e r}}$

(式中 $k=1/(4\pi\epsilon_0)$).

92. 质量均为 m , 相距为 r_1 的两个电子, 由静止开始在电力作用下(忽略重力作用)运动至相距为 r_2 , 此时每一个电子的速率为

- (A) $\frac{2ke}{m}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$ (B) $\sqrt{\frac{2ke}{m}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)}$ (C) $e\sqrt{\frac{2k}{m}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)}$

- (D) $e\sqrt{\frac{k}{m}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)}$ (式中 $k=1/(4\pi\epsilon_0)$)

93. 相距为 r_1 的两个电子, 在重力可忽略的情况下由静止开始运动到相距为 r_2 , 从相距 r_1 到相距 r_2 期间, 两电子系统的下列哪一个量是不变的?

- (A) 动能总和; (B) 电势能总和;
(C) 动量总和; (D) 电相互作用力.

94. 密立根油滴实验, 是利用作用在油滴上的电场力和重力平衡而测量电荷的, 其电场由两块带电平行板产生. 实验中, 半径为 r , 带有两个电子电荷的油滴保持静止时, 其所在电场的两块极板的电势差为 U_{12} . 当电势差增加到 $4U_{12}$ 时, 半径为 $2r$ 的油滴保持静止, 则该油滴所带的电荷为:

- (A) $2e$ (B) $4e$ (C) $8e$ (D) $16e$

95. 一个静止的氢离子(H^+)在电场中被加速而获得的速率为 v , 一静止的氧离子(O^{2-})在同一电场中且通过相同的路径被加速所获速率的:

- (A) 2 倍. (B) $2\sqrt{2}$ 倍. (C) 4 倍. (D) $4\sqrt{2}$ 倍.

96. 一平行板电容器, 板间距离为 d , 两板间电势差为 U_{12} , 一个质量为 m , 电荷为 $-e$ 的电子, 从负极板由静止开始飞向正极板, 它飞行的时间是:

- (A) $\frac{2md}{eU_{12}}$ (B) $\frac{md^2}{eU_{12}}$ (C) $d\sqrt{\frac{2m}{eU_{12}}}$ (D) $d\sqrt{\frac{eU_{12}}{2m}}$

97. 一电偶极子放在均匀电场中, 当电偶极矩的方向与场强方向不一致时, 其所受的合力 \vec{F} 和合力矩 \vec{M} 为:

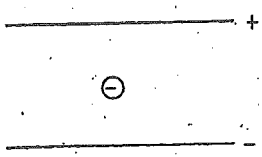
- (A) $\vec{F}=0, \vec{M}=0$. (B) $\vec{F}=0, \vec{M}\neq 0$. (C) $\vec{F}\neq 0, \vec{M}=0$. (D) $\vec{F}\neq 0, \vec{M}\neq 0$.

98. 真空中有两个点电荷 M, N , 相互间作用力为 \vec{F} , 当另一点电荷 Q 移近这两个点电荷时, M, N 两点电荷之间的作用力:

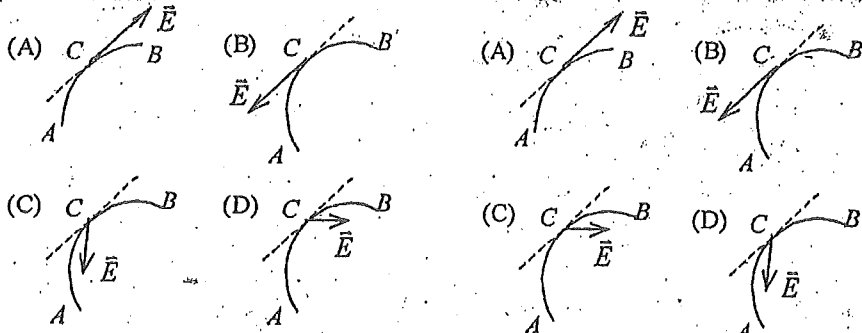
- (A) 大小不变, 方向改变. (B) 大小改变, 方向不变.
(C) 大小和方向都不变. (D) 大小和方向都改.

99. 设有一带电油滴, 处在带电的水平放置的大平行金属板之间保持稳定, 如图所示. 若油滴获得了附加的负电荷, 为了继续使油滴保持稳定, 应采取下面哪个措施?

- (A) 使两金属板相互靠近些.
(B) 改变两极板上电荷的正负极性.
(C) 使油滴离正极板远一些.
(D) 减小两板间的电势差.



100. 一个带正电荷的质点, 在电场力作用下从 A 点经 C 点运动到 B 点, 其运动轨迹如图所示. 已知质点运动的速率是递增的, 下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是:

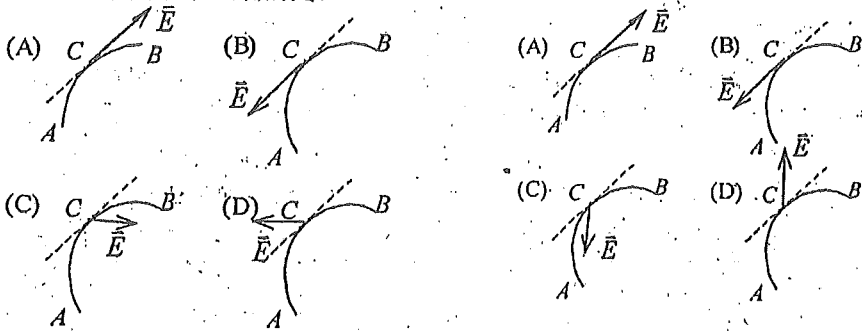


(100 题图)

(101 题图)

101. 一个带正电荷的质点, 在电场力作用下从 A 点出发经 C 点运动到 B 点, 其运动轨迹如图所示. 已知质点运动的速率是递减的, 下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是:

102. 一个带负电荷的质点, 在电场力作用下从 A 点出发经 C 点运动到 B 点, 其运动轨迹如图所示. 已知质点运动的速率是递增的, 下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是:



(102 题图)

(103 题图)

103. 一个带负电荷的质点, 在电场力作用下从 A 点经 C 点运动到 B 点, 其运动轨迹如图所示. 已知质点运动的速率是递减的, 下面关于 C 点场强方向的四个图示中正确的是:

104. 正方形的两对角上, 各置电荷 Q , 在其余两对角上各置电荷 q , 若 Q 所受合力为零, 则 Q 与 q 的大小关系为

- (A) $Q = -2\sqrt{2}q$. (B) $Q = -\sqrt{2}q$. (C) $Q = -4q$. (D) $Q = -2q$.

105. 电荷之比为 $1:3:5$ 的三个带同号电荷的小球 A 、 B 、 C , 保持在一条直线上, 相互间距离比小球直径大得多. 若固定 A 、 C 不动, 改变 B 的位置使 B 所受电场力为零时, \overline{AB} 与 \overline{BC} 的比值为

- (A) 5. (B) $1/5$. (C) $\sqrt{5}$. (D) $1/\sqrt{5}$.

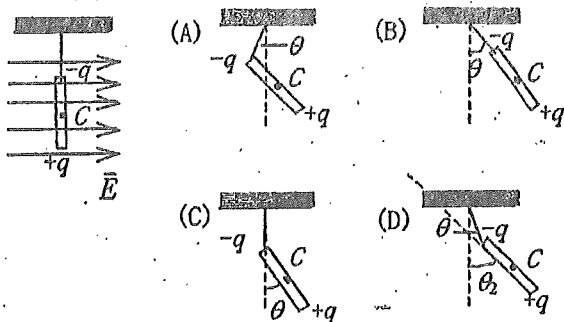
106. 有三个直径相同的金属小球. 小球 1 和小球 2 带等量异号电荷, 两者的距离远大于小球直径, 相互作用力为 F . 小球 3 不带电并装有绝缘手柄. 用小球 3 先和小球 1 碰一下, 接着又和小球 2 碰一下, 然后移去. 则此时小球 1 和 2 之间的相互作用力为

- (A) 0. (B) $F/4$. (C) $F/3$. (D) $F/2$.

107. 有三个直径相同的金属小球，小球1和2带等量同号电荷，两者的距离远大于小球直径，相互作用力为 F 。小球3不带电，装有绝缘手柄，用小球3先和小球1碰一下，接着又和小球2碰一下，然后移去，则此时小球1和2之间的相互作用力为

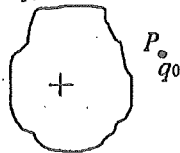
- (A) $F/4$. (B) $3F/8$. (C) $F/2$. (D) $3F/4$.

108. 一根均匀细刚体绝缘杆，用细丝线系住一端悬挂起来，先让它的两端分别带上电荷 $+q$ 和 $-q$ ，再加上水平方向的均匀电场 \vec{E} ，如图所示。试判断当杆平衡时，将处于右面各图中的哪种状态？



109. 有一带正电荷的大导体，欲测其附近 P 点处的场强，将一电荷量为 q_0 ($q_0 > 0$) 的点电荷放在 P 点，如图所示，测得它所受的电场力为 F 。若电荷量 q_0 不是足够小，则

- (A) F/q_0 比 P 点处场强的数值大。
 (B) F/q_0 比 P 点处场强的数值小。
 (C) F/q_0 与 P 点处场强的数值相等。
 (D) F/q_0 与 P 点处场强的数值哪个大无法确定。

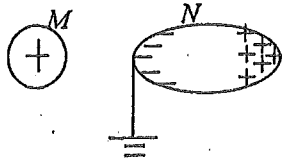


110. 一带正电荷的物体 M ，靠近一原不带电的金属导体 N ， N 的左端感生出负电荷，右端感生出正电荷。若将 N 的左端接地，如图所示，则

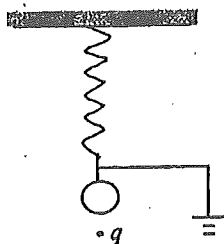
- (A) N 上有负电荷入地。 (B) N 上有正电荷入地。
 (C) N 上的电荷不动。 (D) N 上所有电荷都入地。

111. 有一接地的金属球，用一弹簧吊起，金属球原来不带电。若在它的下方放置一电荷为 q 的点电荷，如图所示，则

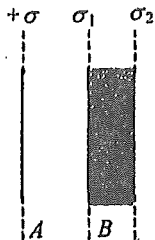
- (A) 只有当 $q > 0$ 时，金属球才下移。 (B) 只有当 $q < 0$ 时，金属球才下移。
 (C) 无论 q 是正是负金属球都下移。 (D) 无论 q 是正是负金属球都不动。



(110 题图)



(111 题图)



(112 题图)

112. 一“无限大”均匀带电平面 A ，其附近放一与它平行的有一定厚度的“无限大”平面导体板 B ，如图所示。已知 A 上的电荷面密度为 $+\sigma$ ，则在导体板 B 的两个表面1和2上的感生电荷面密度为：

- (A) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = +\sigma$. (B) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = +\frac{1}{2}\sigma$.

(C) $\sigma_1 = -\frac{1}{2}\sigma$, $\sigma_2 = -\frac{1}{2}\sigma$. (D) $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 0$.

113. 半径分别为 R 和 r 的两个金属球, 相距很远. 用一根细长导线将两球连接在一起并使它们带电. 在忽略导线的影响下, 两球表面的电荷面密度之比 σ_R/σ_r 为

(A) R/r . (B) R^2/r^2 . (C) r^2/R^2 . (D) r/R .

114. 选无穷远处为电势零点, 半径为 R 的导体球带电后, 其电势为 U_0 , 则球外离球心距离为 r 处的电场强度的大小为

(A) $\frac{R^2 U_0}{r^3}$. (B) $\frac{U_0}{R}$. (C) $\frac{R U_0}{r^2}$. (D) $\frac{U_0}{r}$.

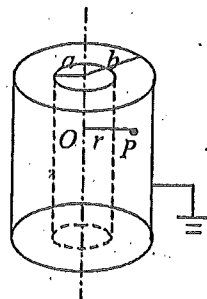
115. 一长直导线横截面半径为 a , 导线外同轴地套一半径为 b 的薄圆筒, 两者互相绝缘, 并且外筒接地, 如图所示. 设导线单位长度的电荷为 $+\lambda$, 并设地的电势为零, 则两导体之间的 P 点 ($OP=r$) 的场强大小和电势分别为:

(A) $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{a}$.

(B) $E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$.

(C) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$, $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{a}{r}$.

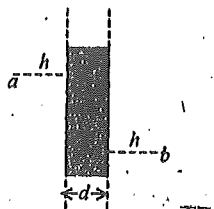
(D) $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$, $U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{b}{r}$.



116. 如图所示, 一厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板, 电荷面密度为 σ , 则板的两侧离板面距离均为 h 的两点 a 、 b 之间的电势差为:

(A) 0. (B) $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.

(C) $\frac{\sigma h}{\epsilon_0}$. (D) $\frac{2\sigma h}{\epsilon_0}$.



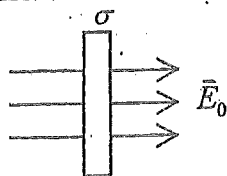
117. 一带电大导体平板, 平板二个表面的电荷面密度的代数之和为 σ , 置于电场强度为 \vec{E}_0 的均匀外电场中, 且使板面垂直于 \vec{E}_0 的方向. 设外电场分布不因带电平板的引入而改变, 则板的附近左、右两侧的合场强为:

(A) $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$. (B) $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.

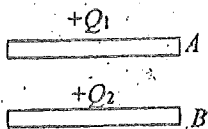
(C) $E_0 + \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$. (D) $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, $E_0 - \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.

118. A 、 B 为两导体大平板, 面积均为 S , 平行放置, 如图所示. A 板带电荷 $+Q_1$, B 板带电荷 $+Q_2$, 如果使 B 板接地, 则 AB 间电场强度的大小 E 为

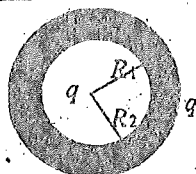
(A) $\frac{Q_1}{2\epsilon_0 S}$. (B) $\frac{Q_1 - Q_2}{2\epsilon_0 S}$. (C) $\frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$. (D) $\frac{Q_1 + Q_2}{2\epsilon_0 S}$.



(117 题图)



(118 题图)



(119 题图)

119. 一空心导体球壳, 其内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷 q , 如图所示. 当球壳中心处再放一电荷为 q 的点电荷时, 则导体球壳的电势(设无穷远处为电势零点)为

- (A) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_1}$ (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ (C) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_1}$ (D) $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 R_2}$

120. 两个同心薄金属球壳, 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_2 > R_1$), 若分别带上电荷 q_1 和 q_2 , 则两者的电势分别为 U_1 和 U_2 (选无穷远处为电势零点). 现用导线将两球壳相连接, 则它们的电势为

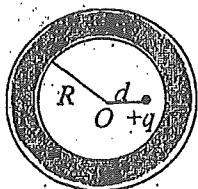
- (A) U_1 (B) U_2 (C) $U_1 + U_2$ (D) $\frac{1}{2}(U_1 + U_2)$

121. 一个未带电的空腔导体球壳, 内半径为 R . 在腔内离球心的距离为 d 处 ($d < R$), 固定一点电荷 $+q$, 如图所示. 用导线把球壳接地后, 再把地线撤去. 选无穷远处为电势零点, 则球心 O 处的电势为

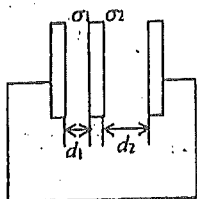
- (A) 0 (B) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 d}$ (C) $-\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ (D) $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{R} \right)$

122. 三块互相平行的导体板, 相互之间的距离 d_1 和 d_2 比板面积线度小得多, 外面二板用导线连接. 中间板上带电, 设左右两面上电荷面密度分别为 σ_1 和 σ_2 , 如图所示. 则比值 σ_1 / σ_2 为

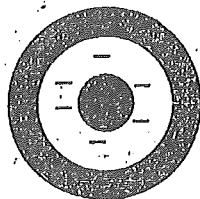
- (A) d_1 / d_2 (B) d_2 / d_1 (C) 1 (D) d_2^2 / d_1^2



(121 题图)



(122 题图)



(123 题图)

123. 如图所示, 一带负电荷的金属球, 外面同心地罩一不带电的金属球壳, 则在球壳中一点 P 处的场强大小与电势(设无穷远处为电势零点)分别为:

- (A) $E=0, U>0$ (B) $E=0, U<0$
(C) $E=0, U=0$ (D) $E>0, U<0$

124. 一孤立金属球, 带有电荷 $1.2 \times 10^{-8} \text{ C}$, 已知当电场强度的大小为 $3 \times 10^6 \text{ V/m}$ 时, 空气将被击穿. 若要空气不被击穿, 则金属球的半径至少大于

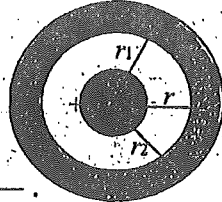
- (A) $3.6 \times 10^{-2} \text{ m}$ (B) $6.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ (C) $3.6 \times 10^{-5} \text{ m}$ (D) $6.0 \times 10^{-3} \text{ m}$

125. 一半径为 R 的薄金属球壳, 带电荷 $-Q$. 设无穷远处电势为零, 则球壳内各点的电势 U 可表示为: ($K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$)

- (A) $U < -K \frac{Q}{R}$ (B) $U = -K \frac{Q}{R}$
 (C) $U > -K \frac{Q}{R}$ (D) $-K \frac{Q}{R} < U < 0$

126. 图示一均匀带电球体, 总电荷为 $+Q$, 其外部同心地罩一内、外半径分别为 r_1 、 r_2 的金属球壳: 设无穷远处为电势零点, 则在球壳内半径为 r 的 P 点处的场强和电势为:

- (A) $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$
 (B) $E = 0$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_1}$
 (C) $E = 0$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (D) $E = 0$, $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r_2}$



127. 在一不带电荷的导体球壳的球心处放一点电荷, 并测量球壳内外的场强分布. 如果将此点电荷从球心移到球壳内其它位置, 重新测量球壳内外的场强分布, 则将发现:

- (A) 球壳内、外场强分布均无变化. (B) 球壳内场强分布改变, 球壳外不变.
 (C) 球壳外场强分布改变, 球壳内不变. (D) 球壳内、外场强分布均改变.

128. 在带有电荷 $+Q$ 的金属球产生的电场中, 为测量某点场强 \vec{E} , 在该点引入一电荷为 $+Q/3$ 的点电荷, 测得其受力为 \vec{F} . 则该点场强 \vec{E} 的大小

- (A) $E = \frac{3F}{Q}$ (B) $E > \frac{3F}{Q}$ (C) $E < \frac{3F}{Q}$ (D) 无法判断.

129. 在一个孤立的导体球壳内, 若在偏离球中心处放一个点电荷, 则在球壳内、外表面上将出现感应电荷, 其分布将是:

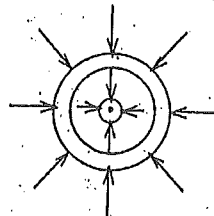
- (A) 内表面均匀, 外表面也均匀. (B) 内表面不均匀, 外表面均匀.
 (C) 内表面均匀, 外表面不均匀. (D) 内表面不均匀, 外表面也不均匀.

130. 三个半径相同的金属小球, 其中甲、乙两球带有等量同号电荷, 丙球不带电. 已知甲、乙两球间距离远大于本身直径, 它们之间的静电力为 F . 现用带绝缘柄的丙球先与甲球接触, 再与乙球接触, 然后移去, 则此后甲、乙两球间的静电力为:

- (A) $3F/4$. (B) $F/2$. (C) $3F/8$. (D) $F/4$.

131. 同心导体球与导体球壳周围电场的电场线分布如图所示, 由电场线分布情况可知球壳上所带总电荷

- (A) $q > 0$. (B) $q = 0$.
 (C) $q < 0$. (D) 无法确定.



132. 有两个大小不相同的金属球, 大球直径是小球的两倍, 大球带电, 小球不带电, 两者相距很远. 今用细长导线将两者相连, 在忽略导线的影响下, 大球与小球的带电之比为:

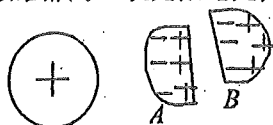
- (A) 2. (B) 1. (C) 1/2. (D) 0.

133. 当一个带电导体达到静电平衡时:

- (A) 表面上电荷密度较大处电势较高.
- (B) 表面曲率较大处电势较高.
- (C) 导体内部的电势比导体表面的电势高.
- (D) 导体内任一点与其表面上任一点的电势差等于零.

134. 把 A, B 两块不带电的导体放在一带正电导体的电场中, 如图所示. 设无限远处为电势零点, A 的电势为 U_A , B 的电势为 U_B , 则

- (A) $U_B > U_A \neq 0$.
- (B) $U_B > U_A = 0$.
- (C) $U_B = U_A$.
- (D) $U_B < U_A$.

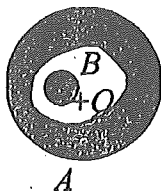


135. 两个薄金属同心球壳, 半径各为 R_1 和 R_2 ($R_2 > R_1$), 分别带有电荷 q_1 和 q_2 , 二者电势分别为 U_1 和 U_2 (设无穷远处为电势零点), 现用导线将二球壳联起来, 则它们的电势为

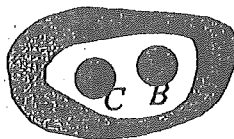
- (A) U_1 .
- (B) U_2 .
- (C) $U_1 + U_2$.
- (D) $(U_1 + U_2)/2$.

136. 在一个原来不带电的外表面为球形的空腔导体 A 内, 放一带有电荷为 $+Q$ 的带电导体 B , 如图所示. 则比较空腔导体 A 的电势 U_A 和导体 B 的电势 U_B 时, 可得以下结论:

- (A) $U_A = U_B$.
- (B) $U_A > U_B$.
- (C) $U_A < U_B$.
- (D) 因空腔形状不是球形, 两者无法比较.



(136 题图)



(137 题图)

137. 如图所示, 一封闭的导体壳 A 内有两个导体 B 和 C . A, C 不带电, B 带正电, 则 A, B, C 三导体的电势 U_A, U_B, U_C 的大小关系是

- (A) $U_A = U_B = U_C$.
- (B) $U_B > U_A = U_C$.
- (C) $U_B > U_C > U_A$.
- (D) $U_B > U_A > U_C$.

138. 关于高斯定理, 下列说法中哪一个是正确的?

- (A) 高斯面内不包围自由电荷, 则面上各点电位移矢量 \vec{D} 为零.
- (B) 高斯面上处处 \vec{D} 为零, 则面内必不存在自由电荷.
- (C) 高斯面的 \vec{D} 通量仅与面内自由电荷有关.
- (D) 以上说法都不正确.

139. 关于静电场中的电位移线, 下列说法中, 哪一个是正确的?

- (A) 起自正电荷, 止于负电荷, 不形成闭合线, 不中断.
- (B) 任何两条电位移线互相平行.
- (C) 起自正自由电荷, 止于负自由电荷, 任何两条电位移线在无自由电荷的空间不相交.
- (D) 电位移线只出现在有电介质的空间.

140. 一导体球外充满相对介电常量为 ϵ_r 的均匀电介质, 若测得导体表面附近场强为 E ,

则导体球面上的自由电荷面密度 σ 为

- (A) $\epsilon_0 E$. (B) $\epsilon_0 \epsilon_r E$. (C) $\epsilon_r E$. (D) $(\epsilon_0 \epsilon_r - \epsilon_0)E$.

141. 在空气平行板电容器中, 平行地插上一块各向同性均匀电介质板, 如图所示. 当电容器充电后, 若忽略边缘效应, 则电介质中的场强 \bar{E} 与空气中的场强 \bar{E}_0 相比较, 应有

- (A) $E > E_0$, 两者方向相同. (B) $E = E_0$, 两者方向相同.
(C) $E < E_0$, 两者方向相同. (D) $E < E_0$, 两者方向相反.



142. 设有一个带正电的导体球壳. 当球壳内充满电介质、球壳外是真空时, 球壳外一点的场强大小和电势用 E_1, U_1 表示; 而球壳内、外均为真空时, 壳外一点的场强大小和电势用 E_2, U_2 表示, 则两种情况下壳外同一点处的场强大小和电势大小的关系为

- (A) $E_1 = E_2, U_1 = U_2$. (B) $E_1 = E_2, U_1 > U_2$.
(C) $E_1 > E_2, U_1 > U_2$. (D) $E_1 < E_2, U_1 < U_2$.

143. 在一点电荷 q 产生的静电场中, 一块电介质如图放置, 以点电荷所在处为球心作一球形闭合面 S ; 则对此球形闭合面:

- (A) 高斯定理成立, 且可用它求出闭合面上各点的场强.
(B) 高斯定理成立, 但不能用它求出闭合面上各点的场强.
(C) 由于电介质不对称分布, 高斯定理不成立.
(D) 即使电介质对称分布, 高斯定理也不成立.



144. 一平行板电容器中充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质. 已知介质表面极化电荷面密度为 $\pm\sigma'$, 则极化电荷在电容器中产生的电场强度的大小为:

- (A) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0}$. (B) $\frac{\sigma'}{\epsilon_0 \epsilon_r}$. (C) $\frac{\sigma'}{2\epsilon_0}$. (D) $\frac{\sigma'}{\epsilon_r}$.

145. 一平行板电容器始终与端电压一定的电源相联. 当电容器两极板间为真空时, 电场强度为 \bar{E}_0 , 电位移为 \bar{D}_0 , 而当两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质时, 电场强度为 \bar{E} , 电位移为 \bar{D} , 则

- (A) $\bar{E} = \bar{E}_0 / \epsilon_r, \bar{D} = \bar{D}_0$. (B) $\bar{E} = \bar{E}_0, \bar{D} = \epsilon_r \bar{D}_0$.
(C) $\bar{E} = \bar{E}_0 / \epsilon_r, \bar{D} = \bar{D}_0 / \epsilon_r$. (D) $\bar{E} = \bar{E}_0, \bar{D} = \bar{D}_0$.

146. 在静电场中, 作闭合曲面 S , 若有 $\oint_S \bar{D} \cdot d\bar{S} = 0$ (式中 \bar{D} 为电位移矢量), 则 S 面内必定

- (A) 既无自由电荷, 也无束缚电荷. (B) 没有自由电荷.
(C) 自由电荷和束缚电荷的代数和为零. (D) 自由电荷的代数和为零.

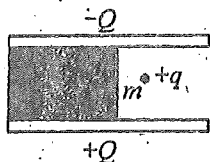
147. 两个半径相同的金属球, 一为空心, 一为实心, 把两者各自孤立时的电容值加以比较, 则

- (A) 空心球电容值大. (B) 实心球电容值大.
(C) 两球电容值相等. (D) 大小关系无法确定.

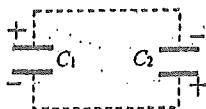
148. 一个大平行板电容器水平放置, 两极板间的一半空间充有各向同性均匀电介质, 另

一半为空气，如图。当两极板带上恒定的等量异号电荷时，有一个质量为 m 、带电荷为 $+q$ 的质点，在极板间的空气区域中处于平衡。此后，若把电介质抽去，则该质点

- (A) 保持不动。 (B) 向上运动。
(C) 向下运动。 (D) 是否运动不能确定。



(148 题图)



(149 题图)

149. 两只电容器， $C_1 = 8 \mu\text{F}$ ， $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ，分别把它们充电到 1000 V，然后将它们反接(如图 149 所示)，此时两极板间的电势差为：

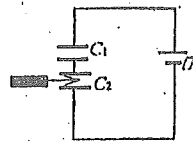
- (A) 0 V. (B) 200 V. (C) 600 V. (D) 1000 V.

150. 一个平行板电容器，充电后与电源断开，当用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大，则两极板间的电势差 U_{12} 、电场强度的大小 E 、电场能量 W 将发生如下变化：

- (A) U_{12} 减小， E 减小， W 减小。 (B) U_{12} 增大， E 增大， W 增大。
(C) U_{12} 增大， E 不变， W 增大。 (D) U_{12} 减小， E 不变， W 不变。

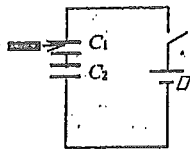
151. C_1 和 C_2 两空气电容器串联以后接电源充电。在电源保持联接的情况下，在 C_2 中插入一电介质板，则

- (A) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷增加。
(B) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷增加。
(C) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷减少。
(D) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷减少。

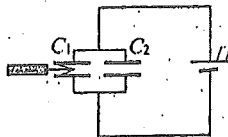


152. C_1 和 C_2 两空气电容器串联起来接上电源充电。然后将电源断开，再把一电介质板插入 C_1 中，如图所示。则

- (A) C_1 上电势差减小， C_2 上电势差增大。 (B) C_1 上电势差减小， C_2 上电势差不变。
(C) C_1 上电势差增大， C_2 上电势差减小。 (D) C_1 上电势差增大， C_2 上电势差不变。



(152 题图)



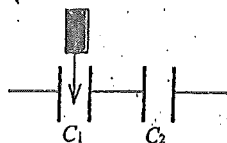
(153 题图)

153. C_1 和 C_2 两空气电容器并联以后接电源充电。在电源保持联接的情况下，在 C_1 中插入一电介质板，如图所示，则

- (A) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷减少。
(B) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷增加。
(C) C_1 极板上电荷增加， C_2 极板上电荷不变。
(D) C_1 极板上电荷减少， C_2 极板上电荷不变。

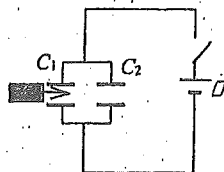
154. C_1 和 C_2 两空气电容器, 把它们串联成一电容器组. 若在 C_1 中插入一电介质板, 则

- (A) C_1 的电容增大, 电容器组总电容减小.
- (B) C_1 的电容增大, 电容器组总电容增大.
- (C) C_1 的电容减小, 电容器组总电容减小.
- (D) C_1 的电容减小, 电容器组总电容增大.



155. C_1 和 C_2 两空气电容器并联起来接上电源充电. 然后将电源断开, 再把一电介质板插入 C_1 中, 如图所示, 则

- (A) C_1 和 C_2 极板上电荷都不变.
- (B) C_1 极板上电荷增大, C_2 极板上电荷不变.
- (C) C_1 极板上电荷增大, C_2 极板上电荷减少.
- (D) C_1 极板上电荷减少, C_2 极板上电荷增大.



156. 如果在空气平行板电容器的两极板间平行地插入一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板, 由于该电介质板的插入和它在两极板间的位置不同, 对电容器电容的影响为:

- (A) 使电容减小, 但与介质板相对极板的位置无关.
- (B) 使电容减小, 且与介质板相对极板的位置有关.
- (C) 使电容增大, 但与介质板相对极板的位置无关.
- (D) 使电容增大, 且与介质板相对极板的位置有关.

157. 如果在空气平行板电容器的两极板间平行地插入一块与极板面积相同的金属板, 则由于金属板的插入及其相对极板所放位置的不同, 对电容器电容的影响为:

- (A) 使电容减小, 但与金属板相对极板的位置无关.
- (B) 使电容减小, 且与金属板相对极板的位置有关.
- (C) 使电容增大, 但与金属板相对极板的位置无关.
- (D) 使电容增大, 且与金属板相对极板的位置有关.

158. C_1 和 C_2 两个电容器, 其上分别标明 200 pF(电容量)、500 V(耐压值)和 300 pF、900 V. 把它们串连起来在两端加上 1000 V 电压, 则

- (A) C_1 被击穿, C_2 不被击穿.
- (B) C_2 被击穿, C_1 不被击穿.

159. 如果某带电体其电荷分布的体密度 ρ 增大为原来的 2 倍, 则其电场的能量变为原来的

- (A) 2 倍.
- (B) 1/2 倍.
- (C) 4 倍.
- (D) 1/4 倍.

160. 如图所示, 一球形导体, 带有电荷 q , 置于一任意形状的空腔导体中. 当用导线将两者连接后, 则与未连接前相比系统静电场能量将

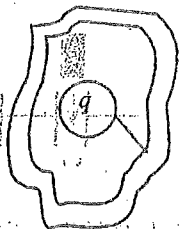
- (A) 增大.
- (B) 减小.
- (C) 不变.
- (D) 如何变化无法确定.

161. 用力 F 把电容器中的电介质板拉出, 在图(a)和图(b)的两种情况下, 电容器中储存的静电能量将

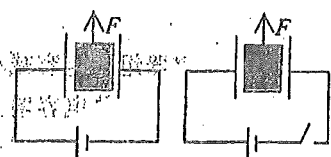
- (A) 都增加.
- (B) 都减少.

(C) (a)增加, (b)减少

(D) (a)减少, (b)增加



(160 题图)



(a) 充电后仍与电源连接
(b) 充电后与电源断开

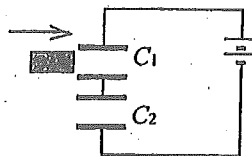
(161 题图)

162. 一空气平行板电容器充电后与电源断开, 然后在两极板间充满某种各向同性、均匀电介质, 则电场强度的大小 E 、电容 C 、电压 U 、电场能量 W 四个量各自与充入介质前相比较, 增大(\uparrow)或减小(\downarrow)的情形为

- (A) $E \uparrow, C \uparrow, U \uparrow, W \uparrow$. (B) $E \downarrow, C \uparrow, U \downarrow, W \downarrow$.
(C) $E \downarrow, C \uparrow, U \uparrow, W \downarrow$. (D) $E \uparrow, C \downarrow, U \downarrow, W \uparrow$.

163. 两个完全相同的电容器 C_1 和 C_2 , 串联后与电源连接. 现将一各向同性均匀电介质板插入 C_1 中, 如图所示, 则

- (A) 电容器组总电容减小.
(B) C_1 上的电荷大于 C_2 上的电荷.
(C) C_1 上的电压高于 C_2 上的电压.
(D) 电容器组贮存的总能量增大.



164. 一平行板电容器充电后仍与电源连接, 若用绝缘手柄将电容器两极板间距离拉大, 则极板上的电荷 Q 、电场强度的大小 E 和电场能量 W 将发生如下变化

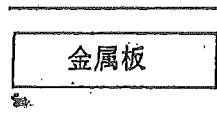
- (A) Q 增大, E 增大, W 增大. (B) Q 减小, E 减小, W 减小.
(C) Q 增大, E 减小, W 增大. (D) Q 增大, E 增大, W 减小.

165. 真空中有“孤立的”均匀带电球体和一均匀带电球面, 如果它们的半径和所带的电荷都相等. 则它们的静电能之间的关系是

- (A) 球体的静电能等于球面的静电能.
(B) 球体的静电能大于球面的静电能.
(C) 球体的静电能小于球面的静电能.
(D) 球体内的静电能大于球面内的静电能, 球体外的静电能小于球面外的静电能.

166. 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后, 断开电源. 再将一块与极板面积相同的金属板平行地插入两极板之间, 如图所示, 则由于金属板的插入及其所放位置的不同, 对电容器储能的影响为:

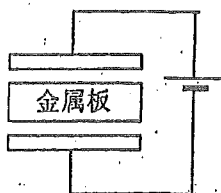
- (A) 储能减少, 但与金属板相对极板的位置无关.
(B) 储能减少, 且与金属板相对极板的位置有关.
(C) 储能增加, 但与金属板相对极板的位置无关.
(D) 储能增加, 且与金属板相对极板的位置有关.



167. 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后, 在保持与电源连接的情况下,

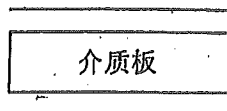
再将一块与极板面积相同的金属板平行地插入两极板之间，如图所示。金属板的插入及其所处位置的不同，对电容器储存电能的影响为：

- (A) 储能减少，但与金属板相对极板的位置无关。
- (B) 储能减少，且与金属板相对极板的位置有关。
- (C) 储能增加，但与金属板相对极板的位置无关。
- (D) 储能增加，且与金属板相对极板的位置有关。



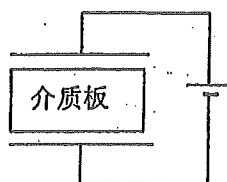
168. 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后，断开电源。再将一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板平行地插入两极板之间，如图所示。则由于介质板的插入及其所处位置的不同，对电容器储能的影响为：

- (A) 储能减少，但与介质板相对极板的位置无关。
- (B) 储能减少，且与介质板相对极板的位置有关。
- (C) 储能增加，但与介质板相对极板的位置无关。
- (D) 储能增加，且与介质板相对极板的位置有关。



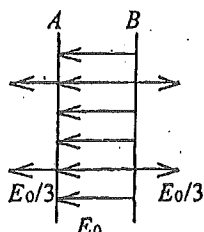
169. 将一空气平行板电容器接到电源上充电到一定电压后，在保持与电源连接的情况下，把一块与极板面积相同的各向同性均匀电介质板平行地插入两极板之间，如图所示。介质板的插入及其所处位置的不同，对电容器储存电能的影响为：

- (A) 储能减少，但与介质板相对极板的位置无关。
- (B) 储能减少，且与介质板相对极板的位置有关。
- (C) 储能增加，但与介质板相对极板的位置无关。
- (D) 储能增加，且与介质板相对极板的位置有关。

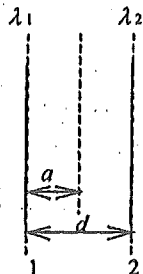


二、填空题

1. 静电场中某点的电场强度，其大小和方向与_____相同。
2. 电荷为 $-5 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的试验电荷放在电场中某点时，受到 $20 \times 10^{-9} \text{ N}$ 的向下的力，则该点的电场强度大小为_____，方向_____。
3. A 、 B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面，已知两平面间的电场强度大小为 E_0 ，两平面外侧电场强度大小都为 $E_0/3$ ，方向如图。则 A 、 B 两平面上的电荷面密度分别为 $\sigma_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\sigma_B = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



(3题图)

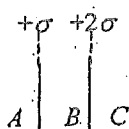


(5题图)

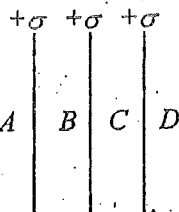
4. 由一根绝缘细线围成的边长为 l 的正方形线框，使它均匀带电，其电荷线密度为 λ ，则在正方形中心处的电场强度的大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
5. 两根相互平行的“无限长”均匀带正电直线 1、2，相距为 d ，其电荷线密度分别为 λ_1 和 λ_2 如图所示，则场强等于零的点与直线 1 的距离 a 为_____。

6. 两个平行的“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $+2\sigma$ ，如图所示，则A、B、C三个区域的电场强度分别为：

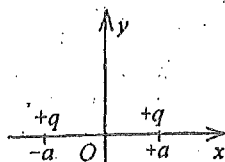
$E_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_C = \underline{\hspace{2cm}}$ (设方向向右为正)。



(6题图)



(7题图)

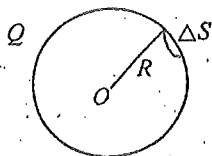


(8题图)

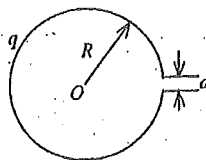
7. 三个平行的“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度都是 $+\sigma$ ，如图所示，则A、B、C、D三个区域的电场强度分别为： $E_A = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_B = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_C = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $E_D = \underline{\hspace{2cm}}$ (设方向向右为正)。

8. 电荷均为 $+q$ 的两个点电荷分别位于x轴上的 $+a$ 和 $-a$ 位置，如图所示，则y轴上各点电场强度的表示式为 $\vec{E} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，场强最大值的位置在 $y = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

9. 真空中一半径为 R 的均匀带电球面带有电荷 $Q(Q > 0)$ ，今在球面上挖去非常小块的面积 ΔS (连同电荷)，如图所示，假设不影响其他处原来的电荷分布，则挖去 ΔS 后球心处电场强度的大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，其方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



(9题图)

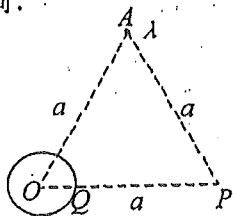


(10题图)

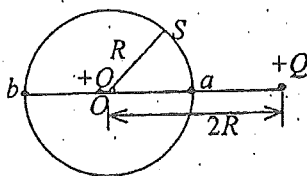
10. 一半径为 R 的带有一缺口的细圆环，缺口长度为 d ($d \ll R$) 环上均匀带有正电，电荷为 q ，如图所示，则圆心 O 处的场强大小 $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ，场强方向为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. 一半径为 R ，长为 L 的均匀带电圆柱面，其单位长度带有电荷 λ 。在带电圆柱的中垂面上有一点 P ，它到轴线距离为 r ($r > R$)，则 P 点的电场强度的大小：当 $r \ll L$ 时， $E = \underline{\hspace{2cm}}$ ；当 $r \gg L$ 时， $E = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

12. 如图所示，一电荷线密度为 λ 的无限长带电直线垂直通过图面上的 A 点；一带有电荷 Q 的均匀带电球体，其球心处于 O 点。 $\triangle AOP$ 是边长为 a 的等边三角形。为了使 P 点处场强方向垂直于 OP ，则 λ 和 Q 的数量之间应满足 $\underline{\hspace{2cm}}$ 关系，且 λ 与 Q 为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 号电荷。



(12题图)



(13题图)

13. 如图所示，真空中两个正点电荷 Q ，相距 $2R$ 。若以其中一点电荷所在处 O 点为中心，以 R 为半径作高斯球面 S ，则通过该球面的电场强度通量 $= \underline{\hspace{2cm}}$ ；若以 \vec{r}_0

表示高斯面外法线方向的单位矢量, 则高斯面上 a 、 b 两点的电场强度分别为

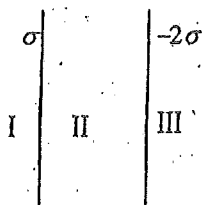
14. 静电场场强的叠加原理的内容是: _____.
15. 两块“无限大”的均匀带电平行平板, 其电荷面密度分别为 σ ($\sigma > 0$) 及 -2σ , 如图所示. 试写出各区域的电场强度 \vec{E} .

I 区 \vec{E} 的大小 _____, 方向 _____.

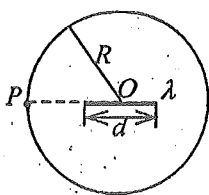
II 区 \vec{E} 的大小 _____, 方向 _____.

III 区 \vec{E} 的大小 _____, 方向 _____.

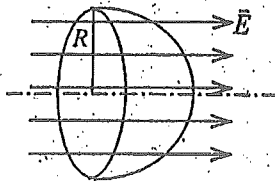
16. 一均匀带电直线长为 d , 电荷线密度为 $+\lambda$, 以导线中点 O 为球心, R 为半径 ($R > d$) 作一球面, 如图所示, 则通过该球面的电场强度通量为 _____. 带电直线的延长线与球面交点 P 处的电场强度的大小为 _____, 方向 _____.



(15 题图)



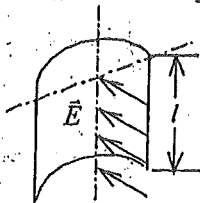
(16 题图)



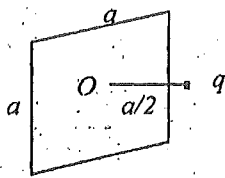
(17 题图)

17. 半径为 R 的半球面置于场强为 \vec{E} 的均匀电场中, 其对称轴与场强方向一致, 如图所示. 则通过该半球面的电场强度通量为 _____.

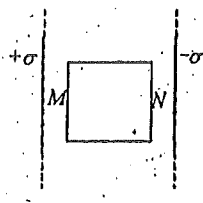
18. 在场强为 \vec{E} 的均匀电场中, 有一半径为 R 、长为 l 的圆柱面, 其轴线与 \vec{E} 的方向垂直. 在通过轴线并垂直 \vec{E} 的方向将此柱面切去一半, 如图所示. 则穿过剩下的半圆柱面的电场强度通量等于 _____.



(18 题图)



(19 题图)



(20 题图)

19. 如图所示, 在边长为 a 的正方形平面的中垂线上, 距中心 O 点 $a/2$ 处, 有一电荷为 q 的正点电荷, 则通过该平面的电场强度通量为 _____.

20. 图示两块“无限大”均匀带电平行平板, 电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$, 两板间是真空. 在两板间取一立方体形的高斯面, 设每一面面积都是 S , 立方体形的两个面 M 、 N 与平板平行. 则通过 M 面的电场强度通量 $\Phi_1 =$ _____, 通过 N 面的电场强度通量 $\Phi_2 =$ _____.

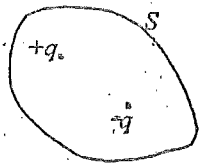
21. 一均匀带正电的导线, 电荷线密度为 λ , 其单位长度上总共发出的电场线条数(即电场强度通量)是 _____.

22. 在静电场中, 任意作一闭合曲面, 通过该闭合曲面的电场强度通量 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S}$ 的值仅取

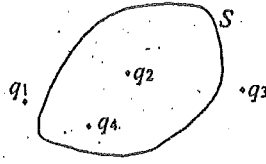
决于 _____, 而与 _____ 无关.

23. 如图, 点电荷 q 和 $-q$ 被包围在高斯面 S 内, 则通过该高斯面的电场强度通量 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S}$

= _____, 式中 \vec{E} 为 _____ 处的场强.



(23 题图)



(24 题图)

24. 点电荷 q_1, q_2, q_3 和 q_4 在真空中的分布如图所示. 图中 S 为闭合曲面, 则通过该闭合曲面的电场强度通量 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} =$ _____, 式中的 \vec{E} 是点电荷 _____ 在闭合曲面上任一点产生的场强的矢量和.

25. 一半径为 R 的均匀带电球面, 其电荷面密度为 σ . 该球面内、外的场强分布为 (\vec{r} 表示从球心引出的矢径):

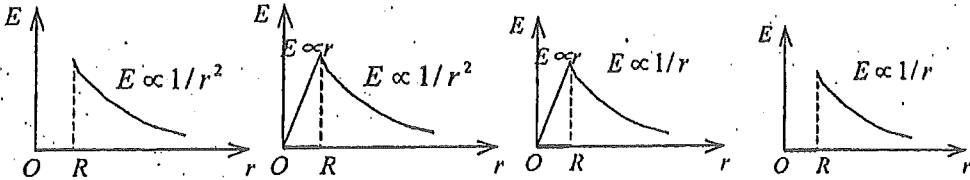
$$\vec{E}(\vec{r}) = \text{_____} (r < R), \quad \vec{E}(\vec{r}) = \text{_____} (r > R).$$

26. 一半径为 R 的“无限长”均匀带电圆柱面, 其电荷面密度为 σ . 该圆柱面内、外场强分布为 (\vec{r} 表示在垂直于圆柱面的平面上, 从轴线处引出的矢径):

$$\vec{E}(\vec{r}) = \text{_____} (r < R), \quad \vec{E}(\vec{r}) = \text{_____} (r > R).$$

27. 有一个球形的橡皮膜气球, 电荷 q 均匀地分布在表面上, 在此气球被吹大的过程中, 被气球表面掠过的点 (该点与球中心距离为 r), 其电场强度的大小将由 _____ 变为 _____.

28. 图中曲线表示一种球对称性静电场的场强大小 E 的分布, r 表示离对称中心的距离. 这是由 _____ 产生的电场.



(28 题图)

(29 题图)

(30 题图)

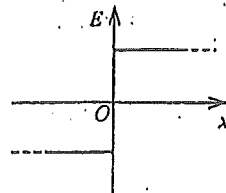
(31 题图)

29. 图中曲线表示一种球对称性静电场的场强大小 E 的分布, r 表示离对称中心的距离. 这是由 _____ 产生的电场.

30. 图中曲线表示一种轴对称性静电场的场强大小 E 的分布, r 表示离对称轴的距离, 这是由 _____ 产生的电场.

31. 图中曲线表示一种轴对称性静电场的场强大小 E 的分布, r 表示离对称轴的距离. 这是由 _____ 产生的电场.

32. 图中图线表示一种面对称性静电场的场强 \vec{E} 的分布, x 表示离对称面的距离, 规定场强方向沿 x 轴正向时为正值, 反之为负值. 这是由 _____ 产生的电场.



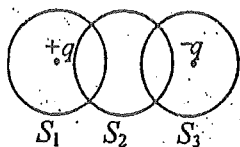
33. 一闭合面包围着一个电偶极子, 则通过此闭合面的电场强度通量 $\Phi_e =$ _____.

34. 在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 的静电场中, 作出如图所示的三个闭合面 S_1, S_2, S_3 , 则通过这

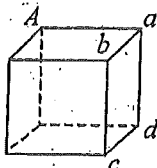
些闭合面的电场强度通量分别是： $\Phi_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\Phi_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ， $\Phi_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

35. 一面积为 S 的平面，放在场强为 \vec{E} 的均匀电场中，已知 \vec{E} 与平面间的夹角为 $\alpha (< \pi/2)$ ，则通过该平面的电场强度通量的数值 $\Phi_e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

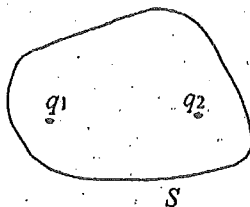
36. 如图所示，一点电荷 q 位于正立方体的 A 角上，则通过侧面 $abcd$ 的电场强度通量 $\Phi_e = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



(34 题图)



(36 题图)



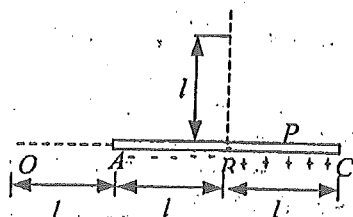
(37 题图)

37. 电荷分别为 q_1 和 q_2 的两个点电荷单独在空间各点产生的静电场强分别为 \vec{E}_1 和 \vec{E}_2 ，空间各点总场强为 $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ 。现在作一封闭曲面 S ，如图所示，则以下两式分别给出通过 S 的电场强度通量

$$\oint \vec{E}_1 \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$$

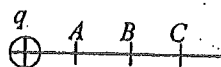
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \underline{\hspace{2cm}}$$

38. AC 为一根长为 $2l$ 的带电细棒，左半部均匀带有负电荷，右半部均匀带有正电荷。电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$ ，如图所示。 O 点在棒的延长线上，距 A 端的距离为 l 。 P 点在棒的垂直平分线上，到棒的垂直距离为 l 。以棒的中点 B 为电势的零点。则 O 点电势 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ ； P 点电势 $U_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



39. 静电场中某点的电势，其数值等于 $\underline{\hspace{2cm}}$ 或 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

40. 一点电荷 $q = 10^{-9} \text{ C}$ ， A 、 B 、 C 三点分别距离该点电荷 10 cm、20 cm、30 cm。若选 B 点的电势为零，则 A 点的电势为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ， C 点的电势为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

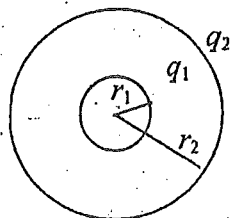


41. 描述静电场性质的两个基本物理量是 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；它们的定义式是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 和 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

42. 真空中，有一均匀带电细圆环，电荷线密度为 λ ，其圆心处的电场强度 $E_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ ，电势 $U_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(选无穷远处电势为零)

43. 把一个均匀带有电荷 $+Q$ 的球形肥皂泡由半径 r_1 吹胀到 r_2 ，则半径为 $R (r_1 < R < r_2)$ 的球面上任一点的场强大小 E 由 $\underline{\hspace{2cm}}$ 变为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；电势 U 由 $\underline{\hspace{2cm}}$ 变为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(选无穷远处为电势零点)。

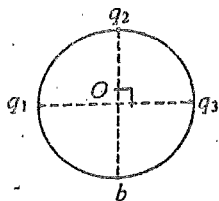
44. 如图所示，两同心带电球面，内球面半径为 $r_1 = 5 \text{ cm}$ ，带电荷 $q_1 = 3 \times 10^{-8} \text{ C}$ ；外球面半径为 $r_2 = 20 \text{ cm}$ ，带电荷 $q_2 = -6 \times 10^{-8} \text{ C}$ ，设无穷远处电势为零，则空间另一电势为零的球面半径 $r = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



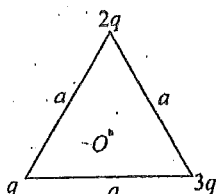
45. 想象电子的电荷 $-e$ 均匀分布在半径 $r_0 = 1.4 \times 10^{-15} \text{ m}$ (经典的电子半径) 的球表面上，电子表面附近的电势(以无穷远处为电势零点) $U = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

46. 电荷分别为 q_1 ， q_2 ， q_3 的三个点电荷分别位于同一圆周的三个点上，如图所示。设

无穷远处为电势零点, 圆半径为 R , 则 b 点处的电势 $U =$ _____.



(46 题图)

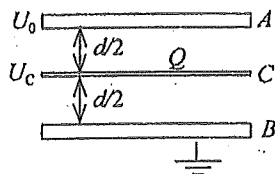


(47 题图)

47. 如图所示, 一等边三角形边长为 a , 三个顶点上分别放置着电荷为 q 、 $2q$ 、 $3q$ 的三个正点电荷, 设无穷远处为电势零点, 则三角形中心 O 处的电势 $U =$ _____.
48. 一半径为 R 的均匀带电圆盘, 电荷面密度为 σ , 设无穷远处为电势零点, 则圆盘中心 O 点的电势 $U =$ _____.
49. 一半径为 R 的均匀带电圆环, 电荷线密度为 λ . 设无穷远处为电势零点, 则圆环中心 O 点的电势 $U =$ _____.
50. 半径为 0.1 m 的孤立导体球其电势为 300 V , 则离导体球中心 30 cm 处的电势 $U =$ _____ (以无穷远为电势零点).

51. 真空中一半径为 R 的均匀带电球面, 总电荷为 Q . 今在球面上挖去很小一块面积 ΔS (连同其上电荷), 若电荷分布不改变, 则挖去小块后球心处电势 (设无穷远处电势为零) 为 _____.

52. 一平行板电容器, 极板面积为 S , 相距为 d . 若 B 板接地, 且保持 A 板的电势 $U_A = U_0$ 不变. 如图, 把一块面积相同的带有电荷为 Q 的导体薄板 C 平行地插入两板中间, 则导体薄板 C 的电势 $U_C =$ _____.



53. 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若设该球面上电势为零, 则球面内各点电势 $U =$ _____.

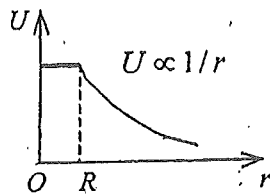
54. 一半径为 R 的均匀带电球面, 其电荷面密度为 σ . 若规定无穷远处为电势零点, 则该球面上的电势 $U =$ _____.

55. 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定该球面上电势为零, 则球面外距球心 r 处的 P 点的电势 $U_P =$ _____.

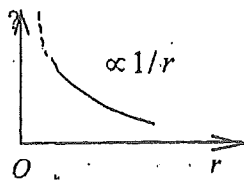
56. 一半径为 R 的绝缘实心球体, 非均匀带电, 电荷体密度为 $\rho = \rho_0 r$ (r 为离球心的距离, ρ_0 为常量). 设无限远处为电势零点, 则球外 ($r > R$) 各点的电势分布为 $U =$ _____.

57. 一半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 Q . 若规定该球面上电势值为零, 则无限远处的电势 $U_\infty =$ _____.

58. 图中曲线表示一种球对称性静电场的电势分布, r 表示离对称中心的距离. 这是 _____ 的电场.



(58 题图)



(59 题图)

59. 图中所示曲线表示球对称或轴对称静电场的某一物理量随径向距离 r 成反比关系, 该曲线可描述 _____ 的电场的 $E-r$ 关系; 也可描述 _____ 的电场的

$U-r$ 关系: (E 为电场强度的大小, U 为电势)

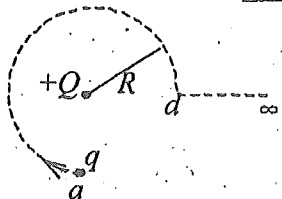
60. 已知空气的击穿场强为 30 kV/cm , 空气中一带电球壳直径为 1 m , 以无限远处为电势零点, 则这球壳能达到的最高电势是_____.

61. 在点电荷 q 的电场中, 把一个 $-1.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的电荷, 从无限远处(设无限远处电势为零)移到离该点电荷距离 0.1 m 处, 克服电场力作功 $1.8 \times 10^{-5} \text{ J}$, 则该点电荷 $q =$ _____. (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

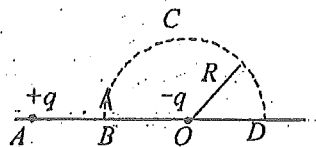
62. 静电场的环路定理的数学表示式为:_____. 该式的物理意义是:_____. 该定理表明, 静电场是_____场.

63. 静电力做功的特点是_____, 因而静电力属于_____力.

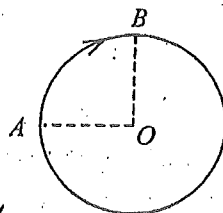
64. 如图所示. 试验电荷 q , 在点电荷 $+Q$ 产生的电场中, 沿半径为 R 的整个圆弧的 $3/4$ 圆弧轨道由 a 点移到 d 点的过程中电场力作功为_____ ; 从 d 点移到无穷远处的过程中, 电场力作功为_____.



(64 题图)



(65 题图)



(66 题图)

65. 图示 BCD 是以 O 点为圆心, 以 R 为半径的半圆弧, 在 A 点有一电荷为 $+q$ 的点电荷, O 点有一电荷为 $-q$ 的点电荷. 线段 $BA = R$. 现将一单位正电荷从 B 点沿半圆弧轨道 BCD 移到 D 点, 则电场力所作的功为_____.

66. 在静电场中, 一质子(带电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)沿四分之一的圆弧轨道从 A 点移到 B 点(如图), 电场力作功 $8.0 \times 10^{-15} \text{ J}$. 则当质子沿四分之三的圆弧轨道从 B 点回到 A 点时, 电场力作功 $A =$ _____. 设 A 点电势为零, 则 B 点电势 $U =$ _____.

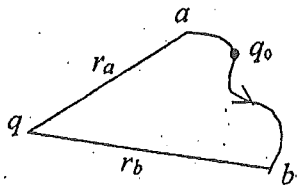
67. 一电子和一质子相距 $2 \times 10^{-10} \text{ m}$ (两者静止), 将此两粒子分开到无穷远距离(两者仍静止)所需要最小能量是_____ eV. ($\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, 质

子电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$)

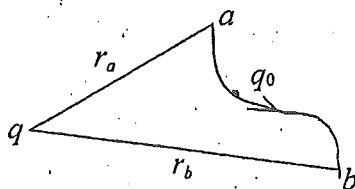
68. 在点电荷 q 的静电场中, 若选取与点电荷距离为 r_0 的一点为电势零点, 则与点电荷距离为 r 处的电势 $U =$ _____.

69. 一均匀静电场, 电场强度 $\vec{E} = (400\vec{i} + 600\vec{j}) \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, 则点 $a(3,2)$ 和点 $b(1,0)$ 之间的电势差 $U_{ab} =$ _____. (点的坐标 x, y 以米计)

70. 真空中电荷分别为 q_1 和 q_2 的两个点电荷, 当它们相距为 r 时, 该电荷系统的相互作用电势能 $W =$ _____. (设当两个点电荷相距无穷远时电势能为零)



(71 题图)

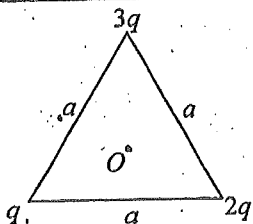


(72 题图)

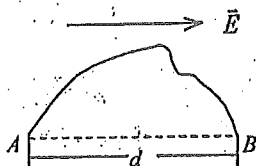
71. 如图所示, 在电荷为 q 的点电荷的静电场中, 将一电荷为 q_0 的试验电荷从 a 点经任意路径移动到 b 点, 电场力所作的功 $A =$ _____.

72. 如图所示, 在电荷为 q 的点电荷的静电场中, 将一电荷为 q_0 的试验电荷从 a 点经任意路径移动到 b 点, 外力所作的功 $A =$ _____.

73. 图示为一边长均为 a 的等边三角形, 其三个顶点分别放置着电荷为 q 、 $2q$ 、 $3q$ 的三个正点电荷, 若将一电荷为 Q 的正点电荷从无穷远处移至三角形的中心 O 处, 则外力需作功 $A =$ _____.



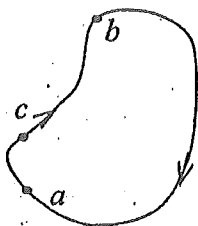
(73 题图)



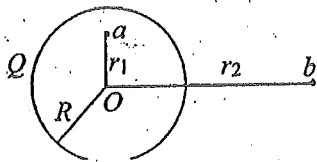
(74 题图)

74. 如图所示, 在场强为 \vec{E} 的均匀电场中, A 、 B 两点间距离为 d . AB 连线方向与 \vec{E} 方向一致. 从 A 点经任意路径到 B 点的场强线积分 $\int_{AB} \vec{E} \cdot d\vec{l} =$ _____.

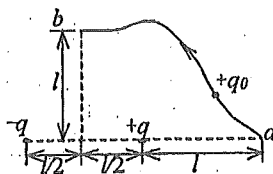
75. 静电场中有一质子(带电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}$) 沿图示路径从 a 点经 c 点移动到 b 点时, 电场力作功 8×10^{-15} J. 则当质子从 b 点沿另一路径回到 a 点过程中, 电场力作功 $A =$ _____; 若设 a 点电势为零, 则 b 点电势 $U_b =$ _____.



(75 题图)



(76 题图)



(77 题图)

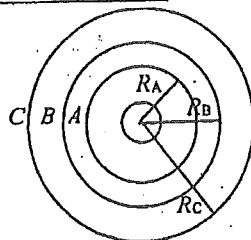
76. 如图所示, 在半径为 R 的球壳上均匀带有电荷 Q , 将一个点电荷 $q (q \ll Q)$ 从球内 a 点经球壳上一个小孔移到球外 b 点. 则此过程中电场力作功 $A =$ _____.

77. 如图所示, 在点电荷 $+q$ 和 $-q$ 产生的电场中, 将一点电荷 $+q_0$ 沿箭头所示路径由 a 点移至 b 点, 则外力作功 $A =$ _____.

78. 一电荷为 Q 的点电荷固定在空间某点上; 将另一电荷为 q 的点电荷放在与 Q 相距 r 处. 若设两点电荷相距无限远时电势能为零, 则此时的电势能 $W_e =$ _____.

79. 如图所示, 在一个点电荷的电场中分别作三个电势不同的等势面 A 、 B 、 C . 已知 $U_A > U_B > U_C$,

且 $U_A - U_B = U_B - U_C$, 则相邻两等势面之间的距离的关系是: $R_B - R_A$ _____ $R_C - R_B$. (填 $<$, $=$, $>$)

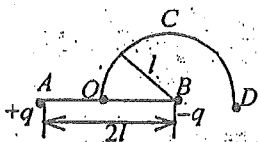


80. 在“无限大”的均匀带电平板附近, 有一点电荷 q , 沿电力线方向移动距离 d 时, 电场力作的功为 A , 由此知平板上的电荷面密度 $\sigma =$ _____.

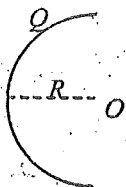
81. 如图, A 点与 B 点间距离为 $2l$, OCD 是以 B 为中心, 以 l 为半径的半圆路径. A 、 B 两处各放有一点电荷, 电荷分别为 $+q$ 和 $-q$. 把另一电荷为 $Q (Q < 0)$ 的点电荷从 D 点

沿路径 DCO 移到 O 点, 则电场力所做的功为 _____

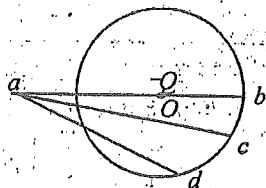
82. 真空中有一半径为 R 的半圆细环, 均匀带电 Q , 如图所示. 设无穷远处为电势零点, 则圆心 O 点处的电势 $U =$ _____, 若将一带电量为 q 的点电荷从无穷远处移到圆心 O 点, 则电场力做功 $A =$ _____



(81 题图)



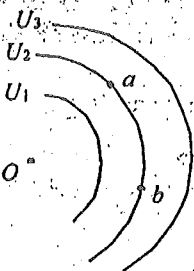
(82 题图)



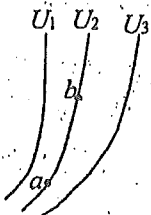
(83 题图)

83. 电荷为 $-Q$ 的点电荷, 置于圆心 O 处, b, c, d 为同一圆周上的不同点, 如图所示. 现将试验电荷 $+q_0$ 从图中 a 点分别沿 ab, ac, ad 路径移到相应的 b, c, d 各点, 设移动过程中电场力所作的功分别用 A_1, A_2, A_3 表示, 则三者的大小的关系是 _____ (填 $>, <, =$)

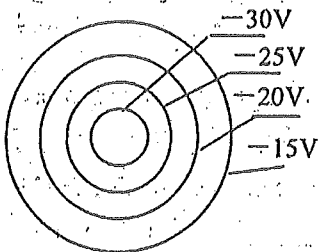
84. 图中所示以 O 为心的各圆弧为静电场的等势(位)线图, 已知 $U_1 < U_2 < U_3$, 在图上画出 a, b 两点的电场强度的方向, 并比较它们的大小. E_a _____ E_b (填 $<, =, >$).



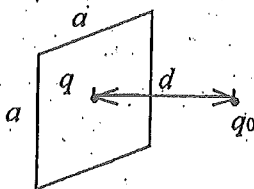
(84 题图)



(85 题图)



(86 题图)



(87 题图)

85. 图中所示为静电场的等势(位)线图, 已知 $U_1 > U_2 > U_3$. 在图上画出 a, b 两点的电场强度方向, 并比较它们的大小. E_a _____ E_b (填 $<, =, >$).

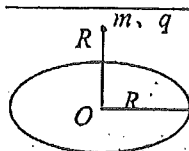
86. 图示为某静电场的等势面图, 在图中画出该电场的电场线.

87. 真空中, 一边长为 a 的正方形平板上均匀分布着电荷 q ; 在其中垂线上距离平板 d 处放一点电荷 q_0 如图所示. 在 d 与 a 满足 _____ 条件下, q_0 所受的电场力可写成 $q_0 q / (4\pi\epsilon_0 d^2)$.

88. 空气平行板电容器的两极板面积均为 S , 两板相距很近, 电荷在平板上的分布可以认为是均匀的. 设两极板分别带有电荷 $\pm Q$, 则两板间相互吸引力为 _____.

89. 一质量为 m 、电荷为 q 的小球, 在电场力作用下, 从电势为 U 的 a 点, 移动到电势为零的 b 点. 若已知小球在 b 点的速率为 v_b , 则小球在 a 点的速率 $v_a =$ _____.

90. 一半径为 R 的均匀带电细圆环, 带有电荷 Q , 水平放置. 在圆环轴线的上方离圆心 R 处, 有一质量为 m 、带电荷为 q 的小球. 当小球从静止下落到圆心位置时, 它的速度为:



$v =$ _____

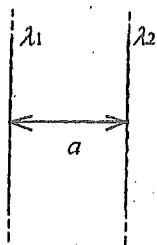
91. 已知一平行板电容器, 极板面积为 S , 两板间隔为 d , 其中充满空气. 当两极板上加电压 U 时, 忽略边缘效应, 两极板间的相互作用力 $F =$ _____.

92. 一空气平行板电容器, 两板相距为 d , 与一电池连接时两板之间静电作用力的大小

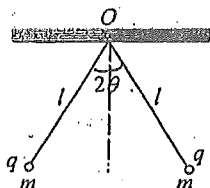
为 F ，断开电池后，将两板距离拉开到 $2d$ ，忽略边缘效应，则两板之间的静电作用力的大小是_____。

93. 一空气平行板电容器，两板相距为 d ，与一电池连接时两板之间相互作用力的大小为 F ，在与电池保持连接的情况下，将两板距离拉开到 $2d$ ，则两板之间的静电作用力的大小是_____。

94. 两根互相平行的长直导线，相距为 a ，其上均匀带电，电荷线密度分别为 λ_1 和 λ_2 ，则导线单位长度所受电场力的大小为 $F =$ _____。



(94 题图)



(95 题图)

95. 如图所示，两个质量均为 m 的小球，带等量同号电荷 q ，各用长为 l 的丝线悬挂于 O 点，当两小球受力平衡时，两线间夹角为 2θ (θ 很小)，设球半径和线的质量可忽略不计，则小球所带电荷 $q =$ _____。

96. 一质量为 m ，电荷为 q 的粒子在场强为 \vec{E} 的匀强电场中运动，已知其初速度 \vec{v}_0 与 \vec{E} 方向不同，若重力忽略不计，则该粒子的运动轨迹曲线是一条_____线。

97. 一电矩为 \vec{p} 的电偶极子在场强为 \vec{E} 的均匀电场中， \vec{p} 与 \vec{E} 间的夹角为 α ，则它所受的电场力 $\vec{F} =$ _____，力矩的大小 $M =$ _____。

98. 一质子和一 α 粒子进入到同一电场中，两者的加速度之比， $a_p : a_\alpha =$ _____。

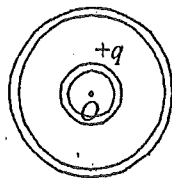
99. 一质量为 m ，电荷为 q 的粒子，从电势为 U_A 的 A 点，在电场力作用下运动到电势为 U_B 的 B 点。若粒子到达 B 点时的速率为 v_B ，则它在 A 点时的速率 $v_A =$ _____。

100. 一“无限长”均匀带电直线，电荷线密度为 λ 。在它的电场作用下，一质量为 m ，电荷为 q 的质点以直线为轴线作匀速率圆周运动，该质点的速率 $v =$ _____。

101. 带有 N 个电子的一个油滴，其质量为 m ，电子的电荷大小为 e 。在重力场中由静止开始下落(重力加速度为 g)，下落中穿越一均匀电场区域，欲使油滴在该区域中匀速下落，则电场的方向为_____，大小为_____。

102. 一空气平行板电容器，两极板间距为 d ，充电后板间电压为 U 。然后将电源断开，在两板间平行地插入一厚度为 $d/3$ 的金属板，则板间电压变成 $U =$ _____。

103. 如图所示，两同心导体球壳，内球壳带电荷 $+q$ ，外球壳带电荷 $-2q$ 。静电平衡时，外球壳的电荷分布为：内表面_____；外表面_____。

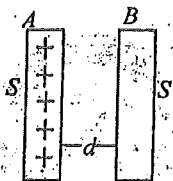


104. 在一个不带电的导体球壳内，先放进一电荷为 $+q$ 的点电荷，点电荷不与球壳内壁接触，然后使该球壳与地接触一下，再将点电荷 $+q$ 取走。此时，球壳的电荷为_____，电场分布的范围是_____。

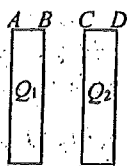
105. 如图所示，把一块原来不带电的金属板 B ，移近一块已带有正电荷 Q 的金属板 A ，平行放置。设两板面积都是 S ，板间距离是 d ，忽略边缘效应。当 B 板不接地时，两板

间电势差 $U_{AB} =$ _____ ; B 板接地时两板间电势差 $U'_{AB} =$ _____ .

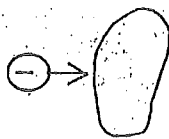
106. 如图所示, 两块很大的导体平板平行放置, 面积都是 S , 有一定厚度, 带电荷分别为 Q_1 和 Q_2 . 如不计边缘效应, 则 A 、 B 、 C 、 D 四个表面上的电荷面密度分别为 _____ .



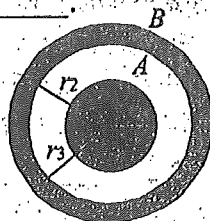
(105 题图)



(106 题图)



(107 题图)



(108 题图)

107. 如图所示, 将一负电荷从无穷远处移到一个不带电的导体附近, 则导体内的电场强度 _____, 导体的电势 _____ . (填增大、不变、减小)

108. 一半径 $r_1 = 5 \text{ cm}$ 的金属球 A , 带电荷 $q_1 = +2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 另一内半径为 $r_2 = 10 \text{ cm}$ 、外半径为 $r_3 = 15 \text{ cm}$ 的金属球壳 B , 带电荷 $q_2 = +4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, 两球同心放置, 如图所示. 若以无穷远处为电势零点, 则 A 球电势 $U_A =$ _____, B 球电势 $U_B =$ _____.

109. 一金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 带电荷为 Q . 在球心处有一电荷为 q 的点电荷, 则球壳内表面上的电荷面密度 $\sigma =$ _____.

110. A 、 B 两个导体球, 相距甚远, 因此均可看成是孤立的. 其中 A 球原来带电, B 球不带电, 现用一根细长导线将两球连接, 则球上分配的电荷与球半径成 _____ 比.

111. 空气的击穿电场强度为 $2 \times 10^6 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$, 直径为 0.10 m 的导体球在空气中时最多能带的电荷为 _____ . (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

112. 一孤立带电导体球, 其表面处场强的方向 _____ 表面; 当把另一带电体放在这个导体球附近时, 该导体球表面处场强的方向 _____ 表面.

113. 一个不带电的金属球壳的内、外半径分别为 R_1 和 R_2 , 今在中心处放置一电荷为 q 的点电荷, 则球壳的电势 $U =$ _____.

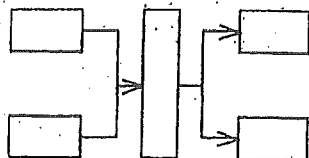
114. 地球表面附近的电场强度为 100 N/C . 如果把地球看作半径为 $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ 的导体球, 则地球表面的电荷 $Q =$ _____.

115. A 、 B 两个导体球, 它们的半径之比为 $2:1$, A 球带正电荷 Q , B 球不带电, 若使两球接触一下再分离, 当 A 、 B 两球相距为 R 时, (R 远大于两球半径, 以致可认为 A 、 B 是点电荷) 则两球间的静电力 $F =$ _____.

116. 将下列各命题的标号(a、b、c、...等)适当地填入下面的方框中, 使之表达出它们之间的正确逻辑关系.

a. 在静电平衡条件下, 净电荷只能分布在均匀导体外表面上.

b. 导体内部含有大量自由电子, 在电场力作用下, 它



们会作宏观定向运动。

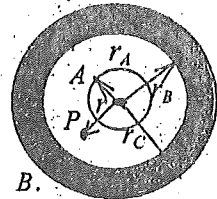
c. 处于静电平衡状态的导体是一个等势体。

d. 处于静电平衡状态的均匀导体内部场强处处为零。

e. 导体内部没有电荷的宏观定向运动的状态，称作静电平衡状态。

117. 一任意形状的带电导体，其电荷面密度分布为 $\sigma(x, y, z)$ ，则在导体表面外附近任意点处的电场强度的大小 $E(x, y, z) =$ _____，其方向 _____。

118. 带有电荷 q 、半径为 r_A 的金属球 A ，与一原先不带电、内外半径分别为 r_B 和 r_C 的金属球壳 B 同心放置如图。则图中 P 点的电场强度 $\vec{E} =$ _____。如果用导线将 A 、 B 连接起来，则 A 球的电势 $U =$ _____。（设无穷远处电势为零）



119. 地球表面附近的电场强度约为 100 N/C ，方向垂直地面向下，假设地球上的电荷都均匀分布在地表面上，则地面带 _____ 电，电荷面密度 $\sigma =$ _____。

120. 一半径为 R 的均匀带电导体球壳，带电量为 Q ，球壳内、外均为真空。设无限远处为电势零点，则壳内各点电势 $U =$ _____。

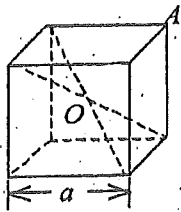
121. 已知空气的击穿场强为 $3 \times 10^6 \text{ V/m}$ ，则处于空气中的一个半径为 1 m 的球形导体能达到的最高电势 $U_{\text{max}} =$ _____。

122. 在一个带正电荷的金属球附近，放一个带正电的点电荷 q_0 ，测得 q_0 所受的力为 F ，则 F/q_0 的值一定 _____ 于不放 q_0 时该点原有的场强大小。（填大、等、小）

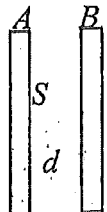
123. 在一个带负电荷的金属球附近，放一个带正电的点电荷 q_0 ，测得 q_0 所受的力为 F ，则 F/q_0 的值一定 _____ 于不放 q_0 时该点原有的场强大小。（填大、等、小）

124. 在静电场中有一立方体均匀导体，边长为 a 。已知立方导体中心 O 处的电势为 U_0 ，则立方体顶点 A 的电势为 _____。

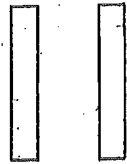
125. 如图所示， A 、 B 为靠得很近的两块平行的金属大平板，两板的面积均为 S ，板间的距离为 d 。今使 A 板带电荷 q_A ， B 板带电荷 q_B ，且 $q_A > q_B$ 。则 A 板的靠近 B 的一侧所带电荷为 _____；两板间电势差 $U =$ _____。



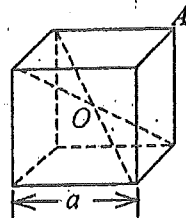
(124 题图)



(125 题图)



(126 题图)



(129 题图)

126. 两块大小相同的金属板，平行放置，带有等量的正电荷。若略去边缘效应，试画出金属板上电荷的大致分布情形。

127. 一金属球壳的内外半径分别为 R_1 和 R_2 ，带有电荷 Q 。在球壳内距球心 O 为 r 处有一电荷为 q 的点电荷，则球心处的电势为 _____。

128. 半径均为 R 的两个带电金属球，相距为 d ，且 $d \gg 2R$ 。一球带电 $+Q$ 另一球带电 $-Q$ 。它

们之间的相互作用力比两个分别带电 $+Q$ 与 $-Q$ ，相距 d 的点电荷之间的相互作用力
 (填大，小或相等)，理由是

129. 在静电场中有一立方体均匀导体，边长为 a 。已知立方体中心 O 处的电势为 U_0 ，
 则立方体顶点 A 的电势为

130. 分子的正负电荷中心重合的电介质叫做 电介质。在外电场作用
 下，分子的正负电荷中心发生相对位移，形成

131. 在相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性的电介质中，电位移矢量与场强之间的关系是

132. 半径为 R_1 和 R_2 的两个同轴金属圆筒，其间充满着相对介电常量为 ϵ_r 的均匀介质。设
 两筒上单位长度带有的电荷分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ ，则介质中离轴线的距离为 r 处的电位移矢量
 的大小 $D =$ ，电场强度的大小 $E =$

133. 一平行板电容器，充电后与电源保持联接，然后使两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的
 各向同性均匀电介质，这时两极板上的电荷是原来的 倍；电场强度是原来的
 倍；电场能量是原来的 倍。

134. 一平行板电容器，充电后切断电源，然后使两极板间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各
 向同性均匀电介质。此时两极板间的电场强度是原来的 倍；电场能量是原
 来的 倍。

135. 一空气平行板电容器接电源后，极板上的电荷面密度分别为 $\pm\sigma$ ，在电源保持接通
 的情况下，将相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质充满其内。如忽略边缘效应，介
 质中的场强应为

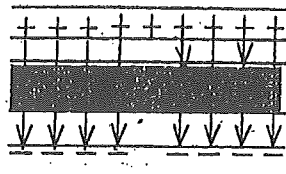
136. 一平行板电容器，两板间充满各向同性均匀电介质，已知相对介电常量为 ϵ_r 。若
 极板上的自由电荷面密度为 σ ，则介质中电位移的大小 $D =$ ；电场强度的
 大小 $E =$

137. 一个半径为 R 的薄金属球壳，带有电荷 q ，壳内真空，壳外是无限大的相对介电常
 量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质，设无穷远处为电势零点，则球壳的电势 $U =$

138. 一个半径为 R 的薄金属球壳，带有电荷 q ，壳内充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性
 均匀电介质。设无穷远处为电势零点，则球壳的电势 $U =$

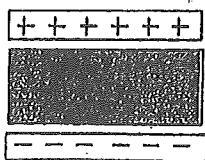
139. 两个点电荷在真空中相距为 r_1 时的相互作用力等于它们在某一“无限大”各向同性
 均匀电介质中相距为 r_2 时的相互作用力，则该电介质的相对介电常量 $\epsilon_r =$

140. 如图所示，平行板电容器中充有各向同性均匀电介质。图中画出两组带有箭头的线
 分别表示电场线、电位移线。则其中(1)为 线，(2)为 线。

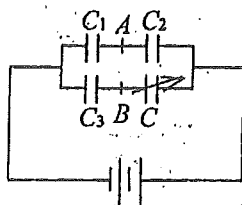


(1) (2)

(140 题图)

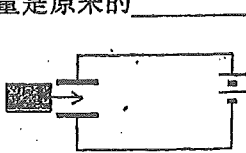


(144 题图)

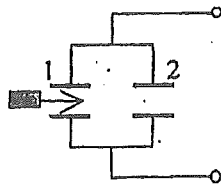


(147 题图)

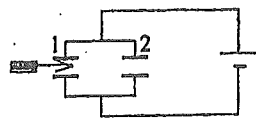
141. 一个带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内是真空, 壳外是介电常量为 ϵ 的无限大各向同性均匀电介质, 则此球壳的电势 $U =$ _____.
142. 一带电荷 q 、半径为 R 的金属球壳, 壳内充满介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质, 壳外是真空, 则此球壳的电势 $U =$ _____.
143. 两个点电荷在真空中相距 $d_1 = 7 \text{ cm}$ 时的相互作用力与在煤油中相距 $d_2 = 5 \text{ cm}$ 时的相互作用力相等, 则煤油的相对介电常量 $\epsilon_r =$ _____.
144. 一平行板电容器, 上极板带正电, 下极板带负电, 其间充满相对介电常量为 $\epsilon_r = 2$ 的各向同性均匀电介质, 如图所示, 在图上大致画出电介质内任一点 P 处自由电荷产生的场强 \vec{E}_0 , 束缚电荷产生的场强 \vec{E}' 和总场强 \vec{E} .
145. 两个电容器 1 和 2, 串联以后接上电动势恒定的电源充电. 在电源保持联接的情况下, 若把电介质充入电容器 2 中, 则电容器 1 上的电势差 _____; 电容器 1 极板上的电荷 _____ (填增大、减小、不变).
146. 一个孤立导体, 当它带有电荷 q 而电势为 U 时, 则定义该导体的电容为 $C =$ _____, 它是表征导体的 _____ 的物理量.
147. 如图所示, 电容 C_1 、 C_2 、 C_3 已知, 电容 C 可调, 当调节到 A 、 B 两点电势相等时, 电容 $C =$ _____.
148. 一空气平行板电容器, 电容为 C , 两极板间距离为 d . 充电后, 两极板间相互作用力为 F . 则两极板间的电势差为 _____, 极板上的电荷为 _____.
149. 一平行板电容器充电后切断电源, 若使二极板间距离增加, 则二极板间场强 _____, 电容 _____ (填增大或减小或不变).
150. 设雷雨云位于地面以上 500 m 的高度, 其面积为 10^7 m^2 , 为了估算, 把它与地面看作一个平行板电容器, 此雷雨云与地面间的电场强度为 10^4 V/m , 若一次雷电即把雷雨云的电能全部释放完, 则此能量相当于质量为 _____ kg 的物体从 500 m 高空落到地面所释放的能量. (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)
151. 真空中均匀带电的球面和球体, 如果两者的半径和总电荷都相等, 则带电球面的电场能量 W_1 与带电球体的电场能量 W_2 相比, W_1 _____ W_2 (填 $<$ 、 $=$ 、 $>$).
152. 一空气电容器充电后切断电源, 电容器储能 W_0 , 若此时在极板间灌入相对介电常量为 ϵ_r 的煤油, 则电容器储能变为 W_0 的 _____ 倍. 如果灌煤油时电容器一直与电源相连接, 则电容器储能将是 W_0 的 _____ 倍.
153. 电容为 C_0 的平板电容器, 接在电路中, 如图所示. 若将相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性均匀电介质插入电容器中(填满空间), 则此时电容器的电容为原来的 _____ 倍, 电场能量是原来的 _____ 倍.



(153 题图)



(154 题图)



(155 题图)

154. 1、2 是两个完全相同的空气电容器，将其充电后与电源断开，再将一块各向同性均匀电介质板插入电容器 1 的两极板间，如图所示，则电容器 2 的电压 U_2 ，电场能量 W_2 如何变化？(填增大，减小或不变) U_2 _____, W_2 _____.

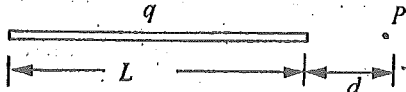
155. 两个空气电容器 1 和 2，并联后接在电压恒定的直流电源上，如图所示，今有一块各向同性均匀电介质板缓慢地插入电容器 1 中，则电容器组的总电荷将 _____，电容器组储存的电能将 _____。(填增大，减小或不变)

156. 一个带电的金属球，当其周围是真空时，储存的静电能量为 W_{e0} ，使其电荷保持不变，把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大各向同性均匀电介质中，这时它的静电能量 $W_e =$ _____.

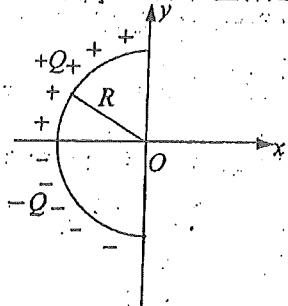
157. 在相对介电常量 $\epsilon_r = 4$ 的各向同性均匀电介质中，与电能密度 $w_e = 2 \times 10^6 \text{ J/cm}^3$ 相应的电场强度的大小 $E =$ _____.
(真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

三、计算题

1. 如图所示，真空中一长为 L 的均匀带电细直杆，总电荷为 q ，试求在直杆延长线上距杆的一端距离为 d 的 P 点的电场强度。



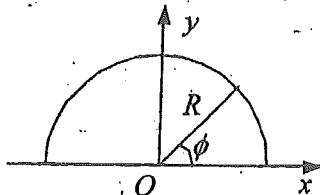
(1题图)



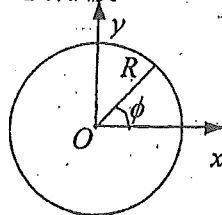
(2题图)

2. 一个细玻璃棒被弯成半径为 R 的半圆形，沿其上半部分均匀分布有电荷 $+Q$ ，沿其下半部分均匀分布有电荷 $-Q$ ，如图所示。试求圆心 O 处的电场强度。

3. 带电细线弯成半径为 R 的半圆形，电荷线密度为 $\lambda = \lambda_0 \sin \phi$ ，式中 λ_0 为一常数， ϕ 为半径 R 与 x 轴所成的夹角，如图所示。试求环心 O 处的电场强度。



(3题图)

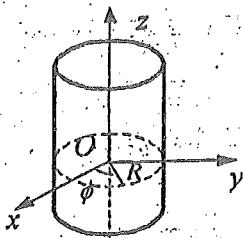


(4题图)

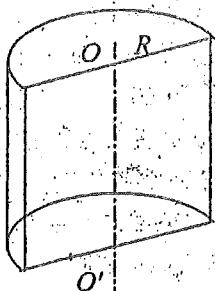
4. 半径为 R 的带电细圆环，其电荷线密度为 $\lambda = \lambda_0 \sin \phi$ ，式中 λ_0 为一常数， ϕ 为半径 R 与 x 轴所成的夹角，如图所示。试求环心 O 处的电场强度。

5. 一“无限长”圆柱面，其电荷面密度为： $\sigma = \sigma_0 \cos \phi$ ，式中 ϕ 为半径 R 与 x 轴所夹的角，试求圆柱轴线上一点的场强。

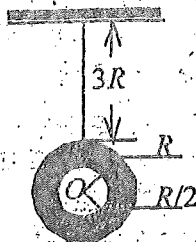
6. “无限长”均匀带电的半圆柱面，半径为 R ，设半圆柱面沿轴线 OO' 单位长度上的电荷为 λ ，试求轴线上一点的电场强度。



(5 题图)



(6 题图)



(7 题图)

7. 一环形薄片由细绳悬吊着, 环的外半径为 R , 内半径为 $R/2$, 并有电荷 Q 均匀分布在环面上. 细绳长 $3R$, 也有电荷 Q 均匀分布在绳上, 如图所示, 试求圆环中心 O 处的电场强度(圆环中心在细绳延长线上).

8. 图中所示, A 、 B 为真空中两个平行的“无限大”均匀带电平面, A 面上电荷面密度 $\sigma_A = -17.7 \times 10^{-8} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$, B 面的电荷面密度 $\sigma_B = 35.4 \times 10^{-8} \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$. 试计算两平面之间和两平面外的电场强度. (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$).

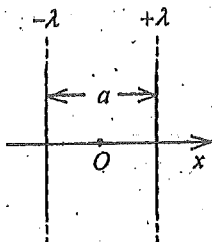
9. 真空中两条平行的“无限长”均匀带电直线相距为 a , 其电荷线密度分别为 $-\lambda$ 和 $+\lambda$. 试求:

(1) 在两直线构成的平面上, 两线间任一点的电场强度(选 Ox 轴如图所示, 两线的中点为原点).

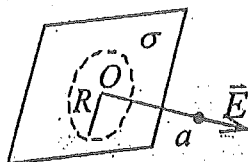
(2) 两带电直线上单位长度之间的相互吸引力.



(8 题图)



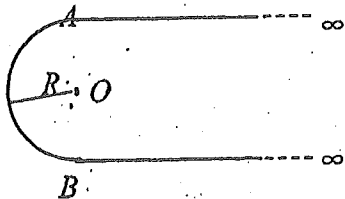
(9 题图)



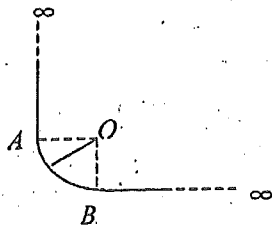
(10 题图)

10. 如图所示, 一电荷面密度为 σ 的“无限大”平面, 在距离平面 a 处的一点的场强大小的一半是由平面上的一个半径为 R 的圆面积范围内的电荷所产生的. 试求该圆半径的大小.

11. 电荷线密度为 λ 的“无限长”均匀带电细线, 弯成图示形状. 若半圆弧 AB 的半径为 R , 试求圆心 O 点的场强.



(11 题图)



(12 题图)

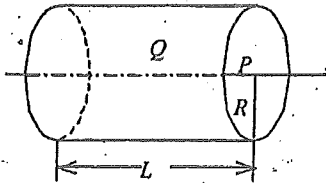
12. 将一“无限长”带电细线弯成图示形状, 设电荷均匀分布, 电荷线密度为 λ , 四分

之一圆弧 AB 的半径为 R , 试求圆心 O 点的场强.

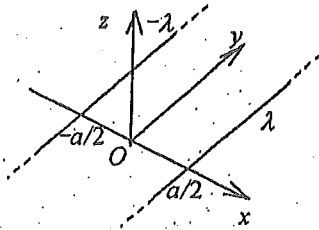
13. 用绝缘细线弯成的半圆环, 半径为 R , 其上均匀地带有正电荷 Q , 试求圆心 O 点的电场强度.

14. 一半径为 R 的半球面, 均匀地带有电荷, 电荷面密度为 σ , 求球心 O 处的电场强度.

15. 如图所示, 一半径为 R 、长度为 L 的均匀带电圆柱面, 总电荷为 Q . 试求端面处轴线上 P 点的电场强度.



(15 题图)

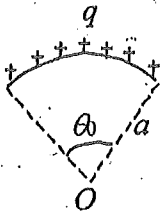


(16 题图)

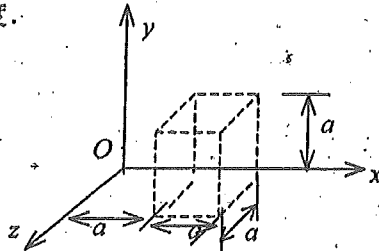
16. 如图所示, 在 $x-y$ 平面内有与 y 轴平行、位于 $x=a/2$ 和 $x=-a/2$ 处的两条“无限长”平行的均匀带电细线, 电荷线密度分别为 $+\lambda$ 和 $-\lambda$. 求 z 轴上任一点的电场强度.

17. 两个点电荷分别为 $q_1=+2 \times 10^{-7} \text{ C}$ 和 $q_2=-2 \times 10^{-7} \text{ C}$, 相距 0.3 m ; 求距 q_1 为 0.4 m 、距 q_2 为 0.5 m 处 P 点的电场强度. ($\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9.00 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

18. 一段半径为 a 的细圆弧, 对圆心的张角为 θ_0 , 其上均匀分布有正电荷 q , 如图所示. 试以 a, q, θ_0 表示出圆心 O 处的电场强度.



(18 题图)



(21 题图)

19. 电荷为 $q_1=8.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 和 $q_2=-16.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ 的两个点电荷相距 20 cm , 求离它们都是 20 cm 处的电场强度. (真空介电常量 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$)

20. 实验表明, 在靠近地面处有相当强的电场, 电场强度 \vec{E} 垂直于地面向下, 大小约为 100 N/C ; 在离地面 1.5 km 高的地方, \vec{E} 也是垂直于地面向下的, 大小约为 25 N/C .

(1) 假设地面上各处 \vec{E} 都是垂直于地面向下, 试计算从地面到此高度大气中电荷的平均体密度;

(2) 假设地表面内电场强度为零, 且地球表面处的电场强度完全是由均匀分布在地表面的电荷产生, 求地面上的电荷面密度. (已知: 真空介电常量 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$)

21. 图中虚线所示为一立方形的高斯面, 已知空间的场强分布为: $E_x=bx, E_y=0, E_z=0$.

高斯面边长 $a=0.1 \text{ m}$, 常量 $b=1000 \text{ N}/(\text{C}\cdot\text{m})$. 试求该闭合面中包含的净电荷. (真空介电常数 $\epsilon_0=8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$)

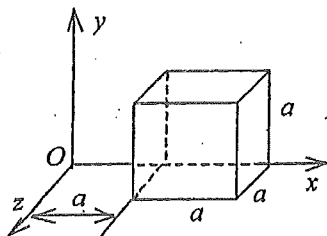
22. 边长为 b 的立方盒子的六个面, 分别平行于 xOy 、 yOz 和 xOz 平面. 盒子的一角在

坐标原点处. 在此区域有一静电场, 场强为 $\vec{E} = 200\vec{i} + 300\vec{j}$. 试求穿过各面的电通量.

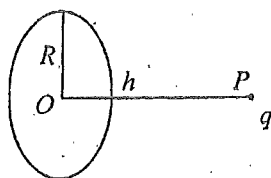
23. 真空中一立方体形的高斯面, 边长 $a=0.1\text{ m}$, 位于图中所示位置. 已知空间的场强分布为:

$$E_x = bx, \quad E_y = 0, \quad E_z = 0.$$

常量 $b = 1000\text{ N/(C}\cdot\text{m)}$. 试求通过该高斯面的电通量.



(23 题图)

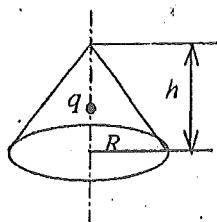


(24 题图)

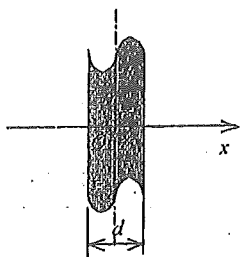
24. 真空中有一半径为 R 的圆平面. 在通过圆心 O 与平面垂直的轴线上一点 P 处, 有一电荷为 q 的点电荷. O 、 P 间距离为 h , 如图所示. 试求通过该圆平面的电场强度通量.

25. 真空中有一高 $h=20\text{ cm}$ 、底面半径 $R=10\text{ cm}$ 的圆锥体. 在其顶点与底面中心连线的中点上置 $q=10^{-6}\text{ C}$ 的点电荷, 如图所示. 求通过该圆锥体侧面的电场强度通量. (真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

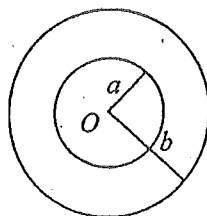
26. 图示一厚度为 d 的“无限大”均匀带电平板, 电荷体密度为 ρ . 试求板内外的场强分布, 并画出场强随坐标 x 变化的图线, 即 $E-x$ 图线(设原点在带电平板的中央平面上, Ox 轴垂直于平板).



(25 题图)



(26 题图)



(29 题图)

27. 一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为

$$\rho = Ar \quad (r \leq R), \quad \rho = 0 \quad (r > R)$$

A 为一常量. 试求球体内外的场强分布.

28. 一半径为 R 的带电球体, 其电荷体密度分布为

$$\rho = \frac{qr}{\pi R^4} \quad (r \leq R) \quad (q \text{ 为一正的常量})$$

$$\rho = 0 \quad (r > R)$$

试求: (1) 带电球体的总电荷; (2) 球内、外各点的电场强度; (3) 球内、外各点的电势.

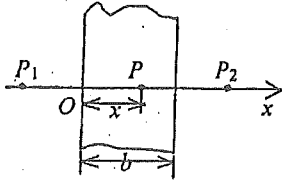
29. 图示一球形电容器, 在外球壳的半径 b 及内外导体间的电势差 U 维持恒定的条件下, 内球半径 a 为多大时才能使内球表面附近的电场强度最小? 求这个最小电场强度的大小.

30. 设电荷体密度沿 x 轴方向按余弦规律 $\rho = \rho_0 \cos x$ 分布在整个空间, 式中 ρ 为电荷体密度、 ρ_0 为其幅值. 试求空间的场强分布.

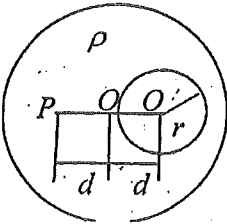
31. 如图所示, 一厚为 b 的“无限大”带电平板, 其电荷体密度分布为 $\rho = kx$ ($0 \leq x \leq b$), 式中 k 为一正的常量. 求:

- (1) 平板外两侧任一点 P_1 和 P_2 处的电场强度大小;
 (2) 平板内任一点 P 处的电场强度;
 (3) 场强为零的点在何处?

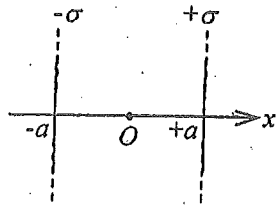
32. 一球体内均匀分布着电荷体密度为 ρ 的正电荷, 若保持电荷分布不变, 在该球体挖去半径为 r 的一个小球体, 球心为 O' , 两球心间距离 $\overline{OO'} = d$, 如图所示. 求: 在球形空腔内, 球心 O' 处的电场强度 \vec{E}_0 . 在球体内 P 点处的电场强度 \vec{E} . 设 O' 、 O 、 P 三点在同一直径上, 且 $\overline{OP} = d$.



(31 题图)



(32 题图)



(34 题图)

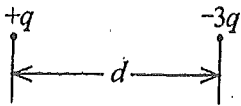
33. 有一电荷面密度为 σ 的“无限大”均匀带电平面. 若以该平面处为电势零点, 试求带电平面周围空间的电势分布. $E = \sigma / 2\epsilon_0$

34. 电荷面密度分别为 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 的两块“无限大”均匀带电平行平面, 分别与 x 轴垂直相交于 $x_1 = a$, $x_2 = -a$ 两点. 设坐标原点 O 处电势为零, 试求空间的电势分布表示式并画出其曲线.

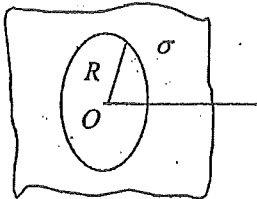
35. 如图所示, 两个点电荷 $+q$ 和 $-3q$, 相距为 d . 试求:

- (1) 在它们的连线上电场强度 $\vec{E} = 0$ 的点与电荷为 $+q$ 的点电荷相距多远?
 (2) 若选无穷远处电势为零, 两点电荷之间电势 $U=0$ 的点与电荷为 $+q$ 的点电荷相距多远?

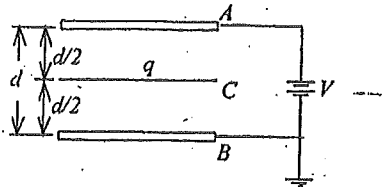
36. 一“无限大”平面, 中部有一半径为 R 的圆孔, 设平面上均匀带电, 电荷面密度为 σ . 如图所示, 试求通过小孔中心 O 并与平面垂直的直线上各点的场强和电势(选 O 点的电势为零).



(35 题图)



(36 题图)



(38 题图)

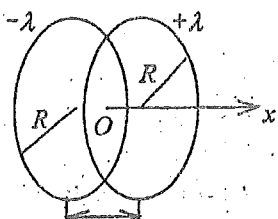
37. 一半径为 R 的“无限长”圆柱形带电体, 其电荷体密度为 $\rho = Ar$ ($r \leq R$), 式中 A 为常量. 试求:

- (1) 圆柱体内、外各点场强大小分布;
 (2) 选与圆柱轴线的距离为 l ($l > R$) 处为电势零点, 计算圆柱体内、外各点的电势分布.

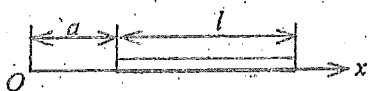
$$\int_0^R \rho \cdot 2\pi r \cdot h \cdot dr$$

38. 一空气平板电容器, 极板 A 、 B 的面积都是 S , 极板间距离为 d . 接上电源后, A 板电势 $U_A = V$, B 板电势 $U_B = 0$. 现将一带有电荷 q 、面积也是 S 而厚度可忽略的导体片 C 平行插在两极板的中间位置, 如图所示, 试求导体片 C 的电势.

39. 如图所示两个平行共轴放置的均匀带电圆环, 它们的半径均为 R , 电荷线密度分别是 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 相距为 l . 试求以两环的对称中心 O 为坐标原点垂直于环面的 x 轴上任一点的电势(以无穷远处为电势零点).



(39 题图)



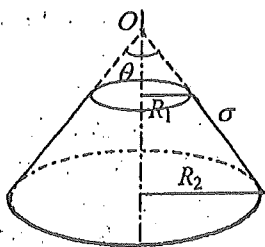
(40 题图)

40. 图中所示为一沿 x 轴放置的长度为 l 的不均匀带电细棒, 其电荷线密度为 $\lambda = \lambda_0(x-a)$, λ_0 为一常量. 取无穷远处为电势零点, 求坐标原点 O 处的电势.

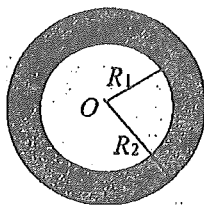
41. 若电荷以相同的面密度 σ 均匀分布在半径分别为 $r_1 = 10 \text{ cm}$ 和 $r_2 = 20 \text{ cm}$ 的两个同心球面上, 设无穷远处电势为零, 已知球心电势为 300 V , 试求两球面的电荷面密度 σ 的值. ($\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2$)

42. 一半径为 R 的均匀带电圆盘, 电荷面密度为 σ . 设无穷远处为电势零点. 计算圆盘中心 O 点电势.

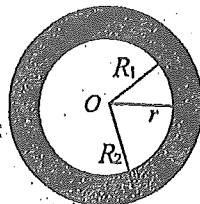
43. 如图所示, 一锥顶角为 θ 的圆台, 上下底面半径分别为 R_1 和 R_2 , 在它的侧面上均匀带电, 电荷面密度为 σ , 求顶点 O 的电势. (以无穷远处为电势零点)



(43 题图)



(44 题图)



(45 题图)

44. 图示为一个均匀带电的球层, 其电荷体密度为 ρ , 球层内表面半径为 R_1 , 外表面半径为 R_2 . 设无穷远处为电势零点, 求空腔内任一点的电势.

45. 图示一个均匀带电的球层, 其电荷体密度为 ρ , 球层内表面半径为 R_1 , 外表面半径为 R_2 . 设无穷远处为电势零点, 求球层中半径为 r 处的电势.

46. 若将 27 个具有相同半径并带相同电荷的球状小水滴聚集成一个球状的大水滴, 此大水滴的电势将为小水滴电势的多少倍? (设电荷分布在水滴表面上, 水滴聚集时总电荷无损失.)

47. 电荷 q 均匀分布在长为 $2l$ 的细杆上, 求在杆外延长线上与杆端距离为 a 的 P 点的电势(设无穷远处为电势零点).

48. 电荷 q 均匀分布在长为 $2l$ 的细杆上, 求杆的中垂线上与杆中心距离为 a 的 P 点的电势(设无穷远处为电势零点).

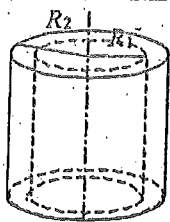
49. 电荷以相同的面密度 σ 分布在半径为 $r_1 = 10 \text{ cm}$ 和 $r_2 = 20 \text{ cm}$ 的两个同心球面上. 设无限远处电势为零, 球心处的电势为 $U_0 = 300 \text{ V}$.

(1) 求电荷面密度 σ .

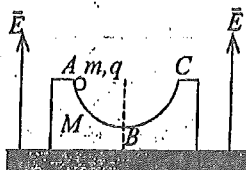
(2) 若要使球心处的电势也为零, 外球面上应放掉多少电荷?

50. 图示两个同轴带电长直金属圆筒, 内、外筒半径分别为 R_1 和 R_2 , 两筒间为空气, 内、外筒电势分别为 $U_1 = 2U_0$, $U_2 = U_0$, U_0 为一已知常量. 求两金属圆筒之间的电势分

布.



(50 题图)



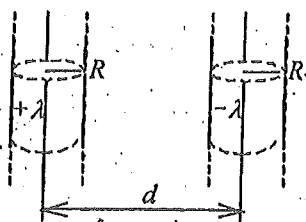
(51 题图)

51. 在强度的大小为 E , 方向竖直向上的匀强电场中, 有一半半径为 R 的半球形光滑绝缘槽放在光滑水平面上(如图所示). 槽的质量为 M , 一质量为 m 带有电荷 $+q$ 的小球从槽的顶点 A 处由静止释放. 如果忽略空气阻力且质点受到的重力大于其所受电场力, 求:

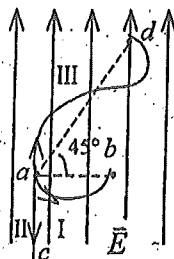
- (1) 小球由顶点 A 滑至半球最低点 B 时相对地面的速度;
- (2) 小球通过 B 点时, 槽相对地面的速度;
- (3) 小球通过 B 点后, 能不能再上升到右端最高点 C ?

52. 两个带等量异号电荷的均匀带电同心球面, 半径分别为 $R_1=0.03\text{ m}$ 和 $R_2=0.10\text{ m}$. 已知两者的电势差为 450 V , 求内球面上所带的电荷.

53. 有两根半径都是 R 的“无限长”直导线, 彼此平行放置, 两者轴线的距离是 d ($d \geq 2R$), 沿轴线方向单位长度上分别带有 $+\lambda$ 和 $-\lambda$ 的电荷, 如图所示. 设两带电导线之间的相互作用不影响它们的电荷分布, 试求两导线间的电势差.



(53 题图)



(54 题图)

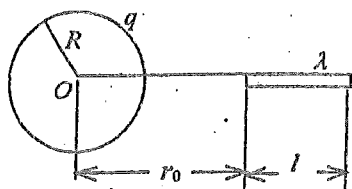
54. 一均匀电场, 场强大小为 $E=5 \times 10^4\text{ N/C}$, 方向竖直朝上, 把一电荷为 $q=2.5 \times 10^{-8}\text{ C}$ 的点电荷, 置于此电场中的 a 点, 如图所示. 求此点电荷在下列过程中电场力作的功.

- (1) 沿半圆路径 I 移到右方同高度的 b 点, $\overline{ab}=45\text{ cm}$;
- (2) 沿直线路径 II 向下移到 c 点, $\overline{ac}=80\text{ cm}$;
- (3) 沿曲线路径 III 朝右斜上方向移到 d 点, $\overline{ad}=260\text{ cm}$ (与水平方向成 45° 角).

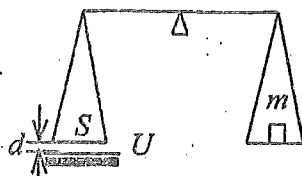
55. 一电偶极子由电荷 $q=1.0 \times 10^{-6}\text{ C}$ 的两个异号点电荷组成, 两电荷相距 $l=2.0\text{ cm}$. 把这电偶极子放在场强大小为 $E=1.0 \times 10^5\text{ N/C}$ 的均匀电场中. 试求:

- (1) 电场作用于电偶极子的最大力矩.
- (2) 电偶极子从受最大力矩的位置转到平衡位置过程中, 电场力作的功.

56. 如图所示, 半径为 R 的均匀带电球面, 带有电荷 q . 沿某一半径方向上有一均匀带电细线, 电荷线密度为 λ , 长度为 l , 细线左端离球心距离为 r_0 . 设球和线上的电荷分布不受相互作用影响, 试求细线所受球面电荷的电场力和细线在该电场中的电势能(设无穷远处的电势为零).



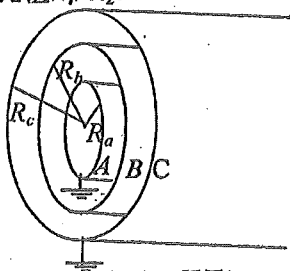
(56 题图)



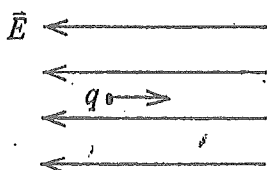
(57 题图)

57. 图示一静电天平装置. 一空气平板电容器, 下极板固定, 上极板即天平左端的秤盘, 极板面积为 S , 两极板相距 d . 电容器不带电时, 天平正好平衡. 当电容器两极板间加上电势差 U 时, 天平另一端需加质量为 m 的砝码才能平衡. 求所加电势差 U 有多大?

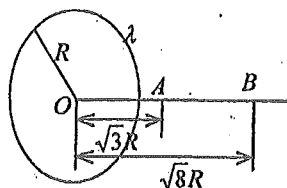
58. 如图所示, 三个“无限长”的同轴导体圆柱面 A 、 B 和 C , 半径分别为 R_a 、 R_b 、 R_c . 圆柱面 B 上带电荷, A 和 C 都接地. 求 B 的内表面上电荷线密度 λ_1 和外表面上电荷线密度 λ_2 之比值 λ_1/λ_2 .



(58 题图)



(59 题图)



(60 题图)

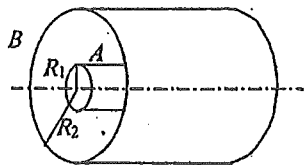
59. 一带有电荷 $q=3 \times 10^{-9}$ C 的粒子, 位于均匀电场中, 电场方向如图所示. 当该粒子沿水平方向向右方运动 5 cm 时, 外力做功 6×10^{-5} J, 粒子动能的增量为 4.5×10^{-5} J. 求: (1) 粒子运动过程中电场力做功多少? (2) 该电场的场强多大?

60. 如图所示, 一半径为 R 的均匀带正电圆环, 其电荷线密度为 λ . 在其轴线上有 A 、 B 两点, 它们与环心的距离分别为 $\overline{OA} = \sqrt{3}R$, $\overline{OB} = \sqrt{8}R$. 一质量为 m 、电荷为 q 的粒子从 A 点运动到 B 点. 求在此过程中电场力所作的功.

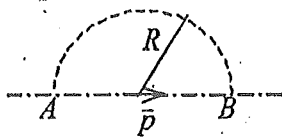
61. 在盖革计数器中有一直径为 2.00 cm 的金属圆筒, 在圆筒轴线上有一条直径为 0.134 mm 的导线. 如果在导线与圆筒之间加上 850 V 的电压, 试分别求: (1) 导线表面处 (2) 金属圆筒内表面处的电场强度的大小.

62. 一真空二极管, 其主要构件是一个半径 $R_1=5 \times 10^{-4}$ m 的圆柱形阴极 A 和一个套在阴极外的半径 $R_2=4.5 \times 10^{-3}$ m 的同轴圆筒形阳极 B , 如图所示. 阳极电势比阴极高 300 V, 忽略边缘效应. 求电子刚从阴极射出时所受的电场力. (基本电荷 $e=1.6 \times 10^{-19}$ C)

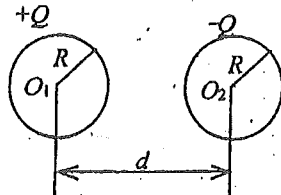
63. 如图所示, 在电矩为 \vec{p} 的电偶极子的电场中, 将一电荷为 q 的点电荷从 A 点沿半径为 R 的圆弧(圆心与电偶极子中心重合, $R \gg$ 电偶极子正负电荷之间距离)移到 B 点, 求此过程中电场力所作的功.



(62 题图)



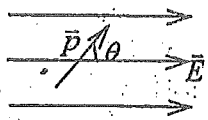
(63 题图)



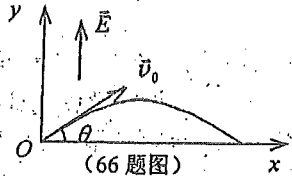
(64 题图)

64. 图示两个半径均为 R 的非导体球壳, 表面上均匀带电, 电荷分别为 $+Q$ 和 $-Q$, 两球心相距为 d ($d \gg 2R$). 求两球心间的电势差.

65. 一电偶极子的电矩为 \vec{p} ，放在场强为 \vec{E} 的匀强电场中， \vec{p} 与 \vec{E} 之间夹角为 θ ，如图所示。若将此偶极子绕通过其中心垂直于 \vec{p} 、 \vec{E} 平面的轴转 180° ，外力需作功多少？



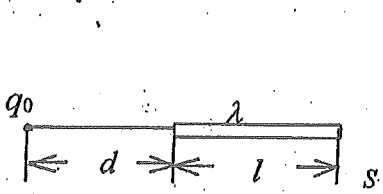
(65 题图)



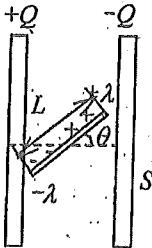
(66 题图)

66. 一电子射入强度的大小为 $5000 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$ 的均匀电场中，电场的方向竖直向上。电子初速度为 $v_0 = 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，与水平方向成 $\theta = 30^\circ$ 角，如图所示。求电子从射入位置上升的最大高度。（电子的质量 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ，电子电荷绝对值 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ）

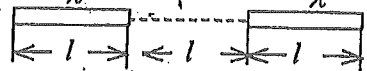
67. 在真空中一长为 $l = 10 \text{ cm}$ 的细杆上均匀分布着电荷，其电荷线密度 $\lambda = 1.0 \times 10^{-5} \text{ C/m}$ 。在杆的延长线上，距杆的一端距离 $d = 10 \text{ cm}$ 的一点上，有一点电荷 $q_0 = 2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ ，如图所示。试求该点电荷所受的电场力。（真空介电常量 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ）



(67 题图)



(68 题图)



(69 题图)

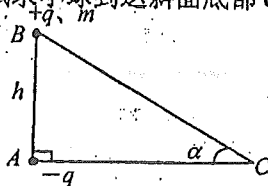
68. 两块竖直平行放置的均匀带电大平板，面积都是 S ，分别带有电荷 $+Q$ 和 $-Q$ 。在两板中间有一长为 L 的带电细棒，棒上的电荷线密度一半为 $+\lambda$ 另一半为 $-\lambda$ 。棒的方向与水平方向成 θ 角，如图所示。求棒所受的电场力矩。

69. 两根相同的均匀带电细棒，长为 l ，电荷线密度为 λ ，沿同一条直线放置。两细棒间最近距离也为 l ，如图所示。假设棒上的电荷是不能自由移动的，试求两棒间的静电相互作用力。

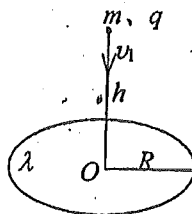
70. 真空中一“无限大”均匀带电平面，其电荷面密度为 $\sigma (> 0)$ 。在平面附近有一质量为 m 、电荷为 $q (> 0)$ 的粒子。试求当带电粒子在电场力作用下从静止开始垂直于平面方向运动一段距离 l 时的速率。设重力的影响可忽略不计。

71. 真空中一“无限大”均匀带电平面，平面附近有一质量为 m 、电量为 q 的粒子，在电场力作用下，由静止开始沿电场方向运动一段距离 l ，获得速度大小为 v 。试求平面上的面电荷密度。设重力影响可忽略不计。

72. 如图所示，有一高为 h 的直角光滑斜面，斜面倾角为 α 。在直角顶点 A 处有一电荷为 $-q$ 的点电荷。另有一质量为 m 、电荷 $+q$ 的小球在斜面的顶点 B 由静止下滑。设小球可看作质点，试求小球到达斜面底部 C 点时的速率。



(72 题图)



(73 题图)

73. 一半径为 R 的均匀带电细圆环，其电荷线密度为 λ ，水平放置。今有一质量为 m 、

电荷为 q 的粒子沿圆环轴线自上而下向圆环的中心运动(如图)。已知该粒子在通过距环心高为 h 的一点时的速率为 v_1 ，试求该粒子到达环心时的速率。

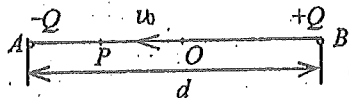
74. 一质子从 O 点沿 Ox 轴正向射出，初速度 $v_0 = 10^6$ m/s。在质子运动范围内有一匀强静电场，场强大小为 $E = 3000$ V/m，方向沿 Ox 轴负向。试求该质子能离开 O 点的最大距离。(质子质量 $m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg，基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

75. 两“无限长”同轴均匀带电圆柱面，外圆柱面单位长度带正电荷 λ ，内圆柱面单位长度带等量负电荷。两圆柱面间为真空，其中有一质量为 m 并带正电荷 q 的质点在垂直于轴线的平面内绕轴作圆周运动，试求此质点的速率。

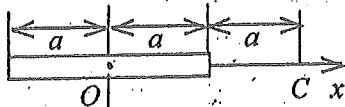
76. 电荷为 $+q$ 和 $-2q$ 的两个点电荷分别置于 $x=1$ m 和 $x=-1$ m 处。一试验电荷置于 x 轴上何处，它受到的合力等于零？

77. 电荷为 $+q$ 和 $+2q$ 的两个点电荷分别置于 $x=0$ 和 $x=l$ 处，一试验电荷置于 x 轴上何处，它受到的合力为零？

78. 真空中 A 、 B 两点相距为 d ，其上分别放置 $-Q$ 与 $+Q$ 的点电荷，如图。在 AB 连线中点 O 处有一质量为 m 、电量为 $+q$ 的粒子，以初速 v_0 向 A 点运动。求此带电粒子运动到达距离 A 点 $d/4$ 处的 P 点时的速度(重力可忽略不计)。



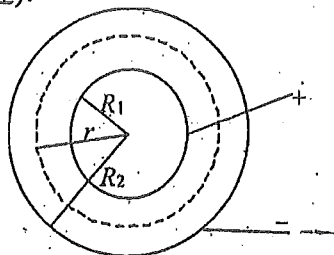
(78 题图)



(79 题图)

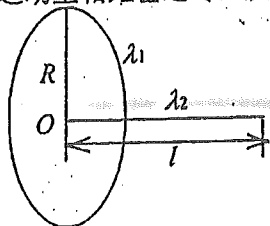
79. 真空中一均匀带电细直杆，长度为 $2a$ ，总电荷为 $+Q$ ，沿 Ox 轴固定放置(如图)。一运动粒子质量为 m 、带有电荷 $+q$ ，在经过 x 轴上的 C 点时，速率为 v 。试求：(1) 粒子在经过 C 点时，它与带电杆之间的相互作用电势能(设无穷远处为电势零点)；(2) 粒子在电场力作用下运动到无穷远处的速率 v_∞ (设 v_∞ 远小于光速)。

80. 如图所示，将半径分别为 $R_1 = 5$ cm 和 $R_2 = 10$ cm 的两个很长的共轴金属圆筒分别连接到直流电源的两极上。今使一电子以速率 $v = 3 \times 10^6$ m/s，沿半径为 r ($R_1 < r < R_2$) 的圆周的切线方向射入两圆筒间。欲使得电子作圆周运动，电源电压应为多大。(电子质量 $m = 9.11 \times 10^{-31}$ Kg，基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

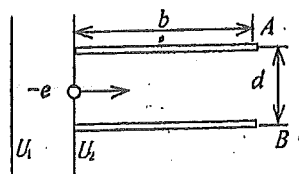


81. 假设在地球表面附近有一均匀电场，电子可以在其中沿任意方向作匀速直线运动，试计算该电场的场强大小，并说明场强方向。(忽略地磁场)(电子质量 $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg，基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

82. 将一个质子和一个 α 粒子放在相距 1 nm 处从静止释放。设重力作用可忽略不计，试求当两者相斥运动至相距甚远时，质子和 α 粒子的动能。



(83 题图)



(84 题图)

83. 半径为 R 、电荷线密度为 λ_1 的一个均匀带电圆环，在其轴线上放一长为 l 、电荷线密

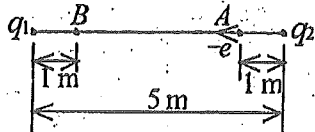
度为 λ_2 的均匀带电直线段, 该线段的一端处于圆环中心处, 如图所示. 求该直线段受到的电场力.

84. 如图所示, 一静止的电子在 50000 V 的电压作用下获得速度后, 水平飞入两平行平板的中央. 平板是水平放置的, 板长为 $b=5\text{ cm}$, 两板间距离 $d=1\text{ cm}$. 求至少要在两板间加多大电压, 才能使电子不再飞出两板间的空间.

85. 在场强为 E 的均匀电场中, 一质量为 m 、电荷为 q 的粒子由静止释放. 在忽略重力的条件下, 试求该粒子运动位移的大小为 S 时的动能.

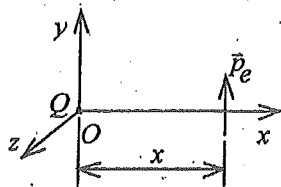
86. 在边长为 a 的正方形四个顶点上各有相等的同号点电荷 $-q$. 试求: 在正方形的中心处应放置多大电荷的异号点电荷 q_0 , 才能使每一电荷都受力为零?

87. 如图所示, 两个电荷分别为 $q_1=20\times 10^{-9}\text{ C}$ 和 $q_2=-12\times 10^{-9}\text{ C}$ 的点电荷, 相距 5 m. 在它们的连线上距 q_2 为 1 m 处的 A 点从静止释放一电子, 则该电子沿连线运动到距 q_1 为 1 m 处的 B 点时, 其速度多大?

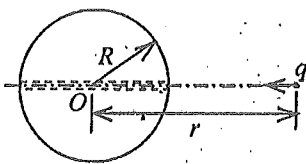


88. 两个同心的导体球壳, 半径分别为 $R_1=0.145\text{ m}$ 和 $R_2=0.207\text{ m}$, 内球壳上带有负电荷 $q=-6.0\times 10^{-8}\text{ C}$. 一电子以初速度为零自内球壳逸出. 设两球壳之间的区域是真空, 试计算电子撞到外球壳上时的速率. (电子电荷 $e=-1.6\times 10^{-19}\text{ C}$, 电子质量 $m_e=9.1\times 10^{-31}\text{ kg}$, $\epsilon_0=8.85\times 10^{-12}\text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$)

89. 如图所示, 在原点 O 处有一电荷为 $+Q$ 的点电荷, 在 $(x, 0, 0)$ 处有一电矩为 $\vec{p}_e = ql\vec{j}$ 质量为 m 的电偶极子 ($x \gg l$). 试求此刻电偶极子的加速度和角加速度.



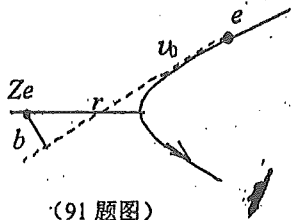
(89 题图)



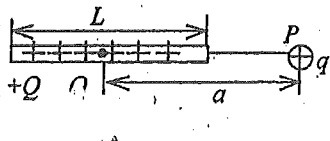
(90 题图)

90. 一半径为 R 的均匀带电球体, 电荷为 Q . 如图所示, 在球体中开一直径通道, 设此通道极细, 不影响球体中的电荷及电场的原来分布. 在球体外距离球心 r 处一带同种电荷 q 的点电荷沿通道方向朝球心 O 运动. 试计算该点电荷至少应具有多大的初动能才能到达球心. (设带电球体内、外的介电常量都是 ϵ_0).

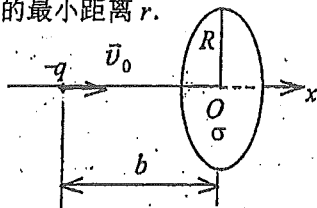
91. 用质子轰击重原子核. 因重核质量比质子质量大得多, 可以把重核看成是不动的. 设重核带电荷 Ze , 质子的质量为 m 、电荷为 e 、轰击速度 \vec{v}_0 . 若质子不是正对重核射来, \vec{v}_0 的延长线与核的垂直距离为 b , 如图所示, 试求质子离核的最小距离 r .



(91 题图)



(92 题图)



(93 题图)

92. 电荷 $Q(Q>0)$ 均匀分布在长为 L 的细棒上, 在细棒的延长线上距细棒中心 O 距离为 a 的 P 点处放一电荷为 $q(q>0)$ 的点电荷, 求带电细棒对该点电荷的静电力.

93. 如图所示, 一个半径为 R 的均匀带电圆板, 其电荷面密度为 $\sigma(\sigma>0)$ 今有一质量为 m , 电荷为 $-q$ 的粒子 ($q>0$) 沿圆板轴线 (x 轴) 方向向圆板运动, 已知在距圆心 O (也是 x 轴

原点) 为 b 的位置上时, 粒子的速度为 v_0 , 求粒子击中圆板时的速度(设圆板带电的均匀性始终不变)。

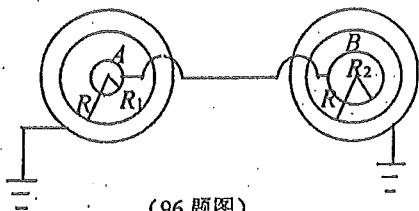
94. 金原子核可看作均匀带电球, 其半径为 6.9×10^{-15} m, 电荷 $q = Ze = 79 \times 1.6 \times 10^{-19}$ C. α 粒子的电荷为 $2e$, 质量为 6.7×10^{-27} kg, 已知一 α 粒子沿二者连线方向以 1.6×10^7 m/s 的速度从很远处射向金原子核, 如图所示, 试估算 α 粒子能到达距离金原子核的最近距离。

(基本电荷 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²·N⁻¹·m)

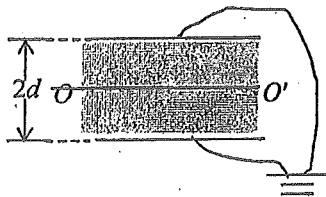
95. 一无穷大均匀带电平面, 电荷面密度为 σ . 离这面的距离为 d 处, 有一质量为 m 、电荷为 $-q$ 的粒子, 在电场力作用下该粒子由静止开始运动. 设粒子可以无阻碍地穿过带电平面. 忽略重力, 求粒子运动的周期 T .

96. 两导体球 A 、 B . 半径分别为 $R_1 = 0.5$ m, $R_2 = 1.0$ m, 中间以导线连接, 两球外分别包以内半径为 $R = 1.2$ m 的同心导体球壳(与导线绝缘)并接地, 导体间的介质均为空气, 如图所示. 已知: 空气的击穿场强为 3×10^6 V/m, 今使 A 、 B 两球所带电荷逐渐增加, 计算:

- (1) 此系统何处首先被击穿? 这里场强为何值?
- (2) 击穿时两球所带的总电荷 Q 为多少? (设导线本身不带电, 且对电场无影响.)



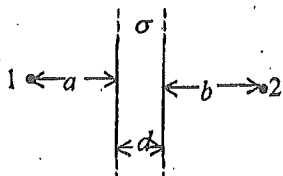
(96 题图)



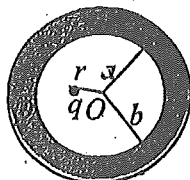
(97 题图)

97. 两块“无限大”平行导体板, 相距为 $2d$, 都与地连接, 如图所示. 在板间均匀充满着正离子气体(与导体板绝缘), 离子数密度为 n , 每个离子的电荷为 q . 如果忽略气体中的极化现象, 可以认为电场分布相对中心平面 OO' 是对称的. 试求两板间的场强分布和电势分布.

98. 厚度为 d 的“无限大”均匀带电导体板两表面单位面积上电荷之和为 σ . 试求图示离左板面距离为 a 的一点与离右板面距离为 b 的一点之间的电势差.



(98 题图)



(100 题图)

99. 半径分别为 1.0 cm 与 2.0 cm 的两个球形导体, 各带电荷 1.0×10^{-8} C, 两球相距很远. 若用细导线将两球相连接. 求(1) 每个球所带电荷; (2) 每球的电势.

100. 如图所示, 一内半径为 a 、外半径为 b 的金属球壳, 带有电荷 Q , 在球壳空腔内距离球心 r 处有一点电荷 q . 设无限远处为电势零点, 试求:

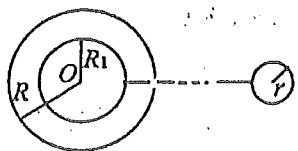
- (1) 球壳内外表面上的电荷.
- (2) 球心 O 点处, 由球壳内表面上电荷产生的电势.
- (3) 球心 O 点处的总电势.

101. 假想从无限远处陆续移来微量电荷使一半径为 R 的导体球带电.

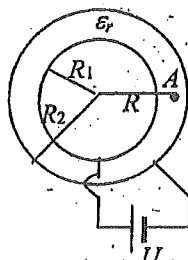
(1) 当球上已带有电荷 q 时, 再将一个电荷元 dq 从无限远处移到球上的过程中, 外力作多少功?

(2) 使球上电荷从零开始增加到 Q 的过程中, 外力共作多少功?

102. 半径分别为 R_1 和 R_2 ($R_2 > R_1$) 的两个同心导体薄球壳, 分别带有电荷 Q_1 和 Q_2 , 今将内球壳用细导线与远处半径为 r 的导体球相联, 如图所示, 导体球原来不带电, 试求相联后导体球所带电荷 q .



(102 题图)



(103 题图)

103. 一电容器由两个很长的同轴薄圆筒组成, 内、外圆筒半径分别为 $R_1 = 2 \text{ cm}$, $R_2 = 5 \text{ cm}$, 其间充满相对介电常量为 ϵ_r 的各向同性、均匀电介质. 电容器接在电压 $U = 32 \text{ V}$ 的电源上, (如图所示), 试求距离轴线 $R = 3.5 \text{ cm}$ 处的 A 点的电场强度和 A 点与外筒间的电势差.

104. 一圆柱形电容器, 外柱的直径为 4 cm , 内柱的直径可以适当选择, 若其间充满各向同性的均匀电介质, 该介质的击穿电场强度的大小为 $E_0 = 200 \text{ KV/cm}$. 试求该电容器可能承受的最高电压. (自然对数的底 $e = 2.7183$)

105. 两金属球的半径之比为 $1:4$, 带等量的同号电荷. 当两者的距离远大于两球半径时, 有一定的电势能. 若将两球接触一下再移回原处, 则电势能变为原来的多少倍?

106. 一绝缘金属物体, 在真空中充电达某一电势值, 其电场总能量为 W_0 . 若断开电源, 使其上所带电荷保持不变; 并把它浸没在相对介电常量为 ϵ_r 的无限大的各向同性均匀液态电介质中, 问这时电场总能量有多大?

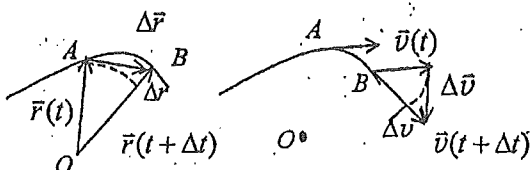
运动学、动力学习题参考答案

一、选择题

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1-20. DBDBDCBDDDB | 11-20. DBDCCBDBBA |
| 21-30. CDCCCBDDCCC | 31-40. BDABCBBDBD |
| 41-50. CBBCBEDBBB | 51-60. ACBACCBADD |
| 61-70. CDACBDBCCC | 71-80. CBCBDBDCCC |
| 81-90. CBCCCCCDBC | 91-100. CCDDCCACDC |
| 101-110. CBBDBDBCBB | 111-120. ADACDCDCAB |
| 121-130. CDCBCBBEED | 131-140. ABBBBBCACDC |
| 141-150. BBCCDBDBCD | |

二、填空题

1. A $t = 1.19$ s $t = 0.67$ s 2. 2.23 m/s 3. 8 m, 10 m 4. 3, 3, 6
5. $-A\omega^2 \sin \omega t$ $\frac{1}{2}(2n+1)\pi/\omega$ ($n=0, 1, \dots$)
6. $Ae^{-\beta t} [(\beta^2 - \omega^2) \cos \omega t + 2\beta\omega \sin \omega t]$, $\frac{1}{2}(2n+1)\pi/\omega$ ($n=0, 1, 2, \dots$)
7. 5.00 m/s, 1.67 m/s² 8. $h_1 v / (h_1 - h_2)$
9. $v = dy/dt = A\omega \cos \omega t$, $v = A\omega \cos \omega t = \omega \sqrt{A^2 - y^2}$
10. $v_0 + Ct^3/3$, $x_0 + v_0 t + \frac{1}{12} Ct^4$ 11. 匀加速直线, I 12. 5 m/s, 17 m/s
13. 10 m/s, -15 m/s² 14. $\frac{S}{\Delta t}$, $-\frac{2\vec{v}_0}{\Delta t}$ 15. 0.1 m/s² 16. $16 R t^2$, 4 rad/s²
17. $v_0 + bt$, $\sqrt{b^2 + (v_0 + bt)^4} / R^2$ 18. $\rho = v_0^2 \cos^2 \theta / g$
19. $-g/2$, $2\sqrt{3}v^2 / (3g)$ 20. 2.24 m/s², 104° 21. $4t^3 - 3t^2$ (rad/s), $12t^2 - 6t$ (m/s²)
22. $-c$, $(b-ct)^2/R$ 23. 25.6 m/s², 0.8 m/s² 24. 69.8 m/s
25. 变速率曲线运动, 变速率直线运动 26. $\frac{1}{3} ct^3$, $2ct$, $c^2 t^4/R$
27. $g \sin \theta$, $g \cos \theta$ 28. $50(-\sin 5t \vec{i} + \cos 5t \vec{j})$ m/s, 0, 圆
29. 4.19 m, 4.13×10^{-3} m/s, 与 x 轴成 60° 角 30. $x = (y-3)^2$
31. 1 s; 1.5 m 32. 4.8 m/s², 3.15 rad 33. 6.32 m/s, 8.25 m/s
34. 小 大 35. $v_0^2 \cos^2 \theta_0 / g$
36. 6 m/s², 450 m/s²
37. 答案见图.



38. $B, (A^2/R)+4\pi B$

39. $-\omega R \sin \omega t \vec{i} + \omega R \cos \omega t \vec{j}, 0$

40. $y = \frac{gx^2}{2(v_0 + v)^2}, y = \frac{1}{2}gx^2/v^2$

41. 抛物线, $y = \frac{v_1 x}{v_0} - \frac{gx^2}{2v_0^2}$ 42. $t_2 S / \sqrt{t_2^2 - t_1^2}, \sin^{-1} \left[\frac{\sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{t_2} \right]$ 或 $\cos^{-1}(t_1/t_2)$

43. $\vec{F}, \Delta \vec{F}$ 44. $\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos \alpha}, \arcsin \left[\frac{v \sin \alpha}{\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \cos \alpha}} \right]$

45. $\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos \alpha}$ 或 $\sqrt{v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 v_2 \cos \alpha}$

46. 平抛运动, 抛向火车前进的方向. 自由落体运动.

47. $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 = 0$ 48. 17.3 m/s, 20 m/s

49. 0, 2g 50. f_0 51. (1) 见图. (2) 见图.

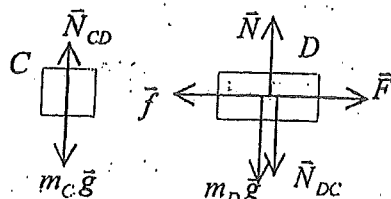
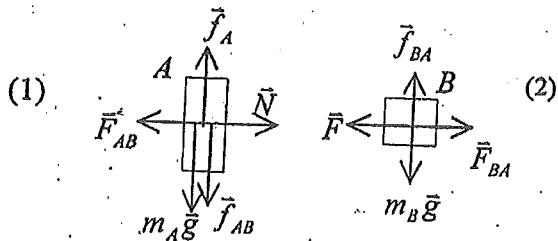
52. $-(m_3/m_2)g\vec{i}, 0$ 53. $(\mu \cos \theta - \sin \theta)g,$

54. 80 N, 与车行方向相同, 98 N, 与车行方向相反 55. 2%

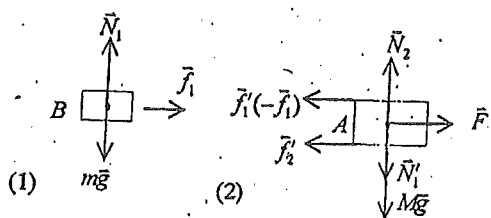
56. $\frac{F - m_2 g}{m_1 + m_2}, \frac{m_2}{m_1 + m_2}(F + m_1 g)$ 57. $\frac{F + m_1 g - m_2 g}{m_1 + m_2}, \frac{m_2}{m_1 + m_2}(F + 2m_1 g)$

58. 5.2 N 59. $F/(M + m), MF/(M + m)$ 60. 2 N, 1 N

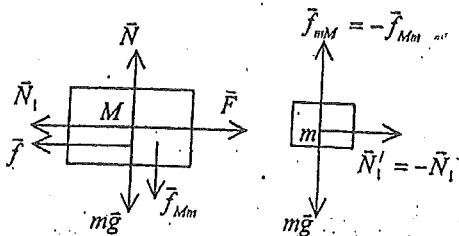
61. (1) 见图. A 受力图 B 受力图 (2) 见图. C 受力图 D 受力图



62

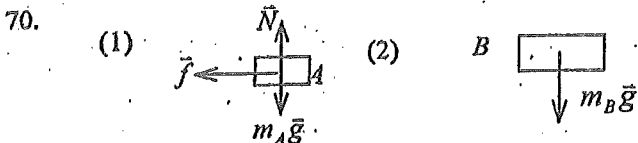


63.



64. 24 cm 65. g/μ_s 66. $1/\cos^2 \theta$ 67. $mg/\cos \theta, \sin \theta \sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}}$

68. $\sqrt{g/R}$ 69. 0.28 N, 1.68 N



71. $(1+\sqrt{2})m\sqrt{gy_0}, \frac{1}{2}mv_0$ 72. 4 m/s, 2.5 m/s.

73. $\sqrt{2}mv$, 指向正西南或南偏西 45° 74. 1 m/s, 0.5 m/s

75. $\frac{F \Delta t_1}{m_1 + m_2}, \frac{F \Delta t_1}{m_1 + m_2} + \frac{F \Delta t_1}{m_2}$ 76. $bt, -P_0 + bt$ 77. 垂直地面向上, $mg t$

78. 18 Ns 79. 2 m/s 80. 0.003 s, 0.6 Ns, 2 g 81. $2Qv$, 水流入方向

82. 0, $2\pi mg/\omega, 2\pi mg/\omega$ 83. 4.33 m/s; 与 A 原先运动方向成 -30°

84. 6.14 cm/s, 35.5 85. 4.7 N·s, 与速度方向相反 86. 140 N·s, 24 m/s

87. $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 88. 1500 N 89. 356 N·s, 160 N·s 90. $\vec{i} - 5\vec{j}$

91. $\frac{Mv_0}{m \cos \theta}$ 92. $-m\vec{v}_0$ 93. 10 m/s, 北偏东 36.87°

94. v_0 95. $\sqrt{3}mv$ 96. 5 m/s 97. $mv_0 \sin \theta$, 竖直向下

98. qv , 竖直向下 99. $-\frac{2m}{m+M}\vec{v}, (2m/M)\vec{v}$ 100. mv_0 , 竖直向下

101. $M\sqrt{6gh}$, 垂直于斜面指向斜面下方 102. $V = \frac{Mv}{M+m}$

103. $\frac{m_1}{m_1 + m_2}$ 104. 12 rad/s 105. 1 N·m·s, 1 m/s 106. $m\sqrt{GMR}$

107. 36 rad/s 108. $\frac{1}{2}mr_1^2\omega_1^2(\frac{r_1^2}{r_2^2}-1)$ 109. $5.26 \times 10^{12} \text{ m}$ 110. $m\omega ab, 0$

111. $2275 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 13 m/s 112. $mgb\vec{k}, mgbt\vec{k}$ 113. $12\vec{k} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$

114. $3\vec{k} \text{ N} \cdot \text{m}$ 115. 6.3 km/s 116. 0 117. $mv d$ 118. $-F_0 R$

119. $G M m \left(\frac{1}{3R} - \frac{1}{R} \right)$ 或 $-\frac{2GMm}{3R}$ 120. 零 正 负
121. $-\mu m g h \operatorname{ctg} \theta + \frac{\mu F h \sin \alpha}{\sin \theta}$ 122. $1.28 \times 10^4 \text{ J}$ 123. 290 J
124. $-G m_1 m_2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ 125. $-\frac{1}{2} m g h$ 126. =0 >0
127. $\frac{m^2 g^2}{2k}$ 128. $G M m \frac{r_2 - r_1}{r_1 r_2}$ $G M m \frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}$ 129. $2 m g x_0 \sin \alpha$
130. $2(F - \mu m g)^2 / k$ 131. $\sqrt{2gl - \frac{k(l - l_0)^2}{m}}$
132. $G M m / (6R)$ $-G M m / (3R)$ 133. -42.4 J 134. 100 m/s
135. $x = \frac{m g}{k} + \sqrt{\left(\frac{m g}{k} \right)^2 + \frac{2m g h}{k}}$ 136. 动量、动能、功
137. $\sqrt{k/(mr)}$, $-k/(2r)$ 138. 12 J 139. $\frac{F^2 t^2}{2m}$ $\frac{F^2 t^2}{2m} + F v_0 t$
140. 4000 J 141. 1 m/s, 150 J 142. $k x_0^2$ $-\frac{1}{2} k x_0^2$ $\frac{1}{2} k x_0^2$
143. $\frac{1}{2} \sqrt{3gl}$ 144. 第 i 个质点所受到的外力与内力的矢量和 145. $m g l / 50$
146. $\frac{2GmM}{3R}$, $-\frac{GmM}{3R}$ 147. 375 J 148. -0.207 149. $\frac{v_0}{2} \sqrt{3km}$
150. 保守力的功与路径无关, $W = -\Delta E_p$ 151. $v = \sqrt{\frac{2k}{mr_0}}$
152. $M k^2 x$, $\frac{1}{k} \ln \frac{x_1}{x_0}$ 153. $\frac{F_0}{m \omega^2} (1 - \cos \omega t) + x_0$ (SI) 154. $\frac{2}{3} t^3 \vec{i} + 2t \vec{j}$ (SI)
155. $\frac{4m_2 g}{m_1 + 4m_2}$ 156. $\frac{2m_2 g}{4m_1 + m_2}$ 157. $m_1(g - R\beta)$, $m_2(g + R\beta)$
158. 8.66 m 159. \dot{g} , $2g$ 160. $(2m + M)v = m(u + v') + m(v' - u) + Mv'$
161. 180 kg 162. 5.45 km/h 163. $(m + M)v_0 = MV + m(u + V)$

164. $-\frac{mv_0 \cos \theta}{M+m} \vec{i}, v_0 \cos \theta (1 - \frac{m}{M+m}) \vec{i} + v_0 \sin \theta \vec{j}$

165. $\sqrt{\frac{2m^2 gh}{(m+M)M}}, -(\frac{m}{m+M})mgh$ 166. 16 Ns, 176 J 167. $\sqrt{mkx_0^2}$

168. $\frac{1}{2}v, 0, \frac{1}{2}v$ 169. $l_0 \sqrt{k/M}, \frac{Ml_0}{M+nm} \sqrt{\frac{k}{M}}$ 170. $\frac{m}{M}v_0, \frac{M-m}{2Mg}v_0^2$

171. $\frac{m_2}{m_1}, (\frac{m_1}{m_2})^{1/2}$

172. $5mv_0 R \sin \theta = mvR, \frac{1}{2}mv_0^2 - GMm/(5R) = \frac{1}{2}mv^2 - GMm/R$

173. 不一定; 动量 174. h^2/l^2

三、计算题

A. 运动学答案

1 解: 设质点在 x 处的速度为 v ,

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = 2 + 6x^2 \quad \int_0^v v dv = \int_0^x (2 + 6x^2) dx \quad v = 2\sqrt{x+x^3}$$

2 解: 设质点的加速度为 $a = a_0 + \alpha t$

$\therefore t = \tau$ 时, $a = 2a_0 \quad \therefore \alpha = a_0/\tau$ 即 $a = a_0 + a_0 t/\tau$,

由 $a = dv/dt$, 得 $dv = a dt$

$$\int_0^v dv = \int_0^t (a_0 + a_0 t/\tau) dt \quad \therefore v = a_0 t + \frac{a_0}{2\tau} t^2 \quad \text{由 } v = ds/dt, ds = v dt$$

$$\int_0^s ds = \int_0^t v dt = \int_0^t (a_0 t + \frac{a_0}{2\tau} t^2) dt \quad s = \frac{a_0}{2} t^2 + \frac{a_0}{6\tau} t^3$$

$t = n\tau$ 时, 质点的速度 $v_{nr} = \frac{1}{2}n(n+2)a_0\tau$

质点走过的距离 $s_{nr} = \frac{1}{6}n^2(n+3)a_0\tau^2$

3 解: $h = \frac{1}{2}v^2/g \quad h_1 = \frac{1}{2}v_1^2/g; h_2 = \frac{1}{2}v_2^2/g; \dots; h_n = \frac{1}{2}v_n^2/g$

由题意, 各次碰撞后、与碰撞前速度之比均为 k , 有

$$k^2 = v_1^2/v^2; k^2 = v_2^2/v_1^2; \dots; k^2 = v_n^2/v_{n-1}^2$$

将这些方程连乘得出: $k^{2n} = v_n^2/v^2 = h_n/h, h_n = hk^{2n}$

又 $k^2 = v_1^2 / v^2 = h_1 / h$ 故 $h_n = h(h_1 / h)^n = h_1^n / h^{n-1}$

- 4 解: (1) $\bar{v} = \Delta x / \Delta t = -0.5 \text{ m/s}$
 (2) $v = dx/dt = 9t - 6t^2$ $v(2) = -6 \text{ m/s}$
 (3) $S = |x(1.5) - x(1)| + |x(2) - x(1.5)| = 2.25 \text{ m}$

5 解: $a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dy} \frac{dy}{dt} = v \frac{dv}{dy}$

又 $a = -ky \therefore -ky = v dv / dy$

$-\int ky dy = \int v dv, -\frac{1}{2}ky^2 = \frac{1}{2}v^2 + C$

已知 $y = y_0, v = v_0$ 则 $C = -\frac{1}{2}v_0^2 - \frac{1}{2}ky_0^2$

$v^2 = v_0^2 + k(y_0^2 - y^2)$

6 解: $a = dv/dt = 4t, dv = 4t dt \int dv = \int 4t dt$
 $v = 2t^2$

$v = dx/dt = 2t^2 \int dx = \int 2t^2 dt$

$x = 2t^3/3 + x_0 \text{ (SI)}$

7 解: (1) $\bar{r} = x\bar{i} + y\bar{j} = r \cos \omega t \bar{i} + r \sin \omega t \bar{j}$

(2) $\bar{v} = \frac{d\bar{r}}{dt} = -r\omega \sin \omega t \bar{i} + r\omega \cos \omega t \bar{j}$

$\bar{a} = \frac{d\bar{v}}{dt} = -r\omega^2 \cos \omega t \bar{i} - r\omega^2 \sin \omega t \bar{j}$

(3) $\bar{a} = -\omega^2 (r \cos \omega t \bar{i} + r \sin \omega t \bar{j}) = -\omega^2 \bar{r}$

这说明 \bar{a} 与 \bar{r} 方向相反, 即 \bar{a} 指向圆心

8 解: (1) $x = v_0 t, y = \frac{1}{2}gt^2$ 轨迹方程是: $y = \frac{1}{2}x^2 g / v_0^2$

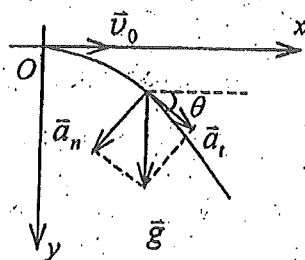
(2) $v_x = v_0, v_y = gt$, 速度大小为: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$

方向为: 与 x 轴夹角 $\theta = \text{tg}^{-1}(gt/v_0)$

$a_t = dv/dt = g^2 t / \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$ 与 \bar{v} 同向.

$a_n = (g^2 - a_t^2)^{1/2} = v_0 g / \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$ 方向与 \bar{a}_t

垂直.



9 解: 首先求出 $t=2 \text{ s}$ 时质点在轨迹上的位置.

$S = 80 \text{ (m)}$ (在大圆上)

各瞬时质点的速率: $v = dS/dt = 30 + 10t$

故 $t=2 \text{ s}$ 时, $v = 50 \text{ m/s}$

因此, 各瞬时质点的切向加速度和法向加速度: $a_t = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 S}{dt^2} = 10 \text{ m/s}^2$

$$a_n = \frac{v^2}{\rho} \quad \text{故 } t=2 \text{ s 时, } \quad a_t = 10 \text{ m/s}^2, a_n = 83.3 \text{ m/s}^2$$

10 解: (1) $\overline{OC} = \overline{OA} + \overline{AB} + \overline{BC}$
 $= 30\vec{i} + (-10\vec{j}) + 18(-\cos 45^\circ\vec{i} + \sin 45^\circ\vec{j}) = 17.27\vec{i} + 2.73\vec{j}$

$|\overline{OC}| = 17.48 \text{ m}$, 方向 $\phi = 8.98^\circ$ (东偏北)

$$|\overline{v}| = |\Delta\vec{r} / \Delta t| = |\overline{OC} / \Delta t| = 0.35 \text{ m/s}$$

方向东偏北 8.98°

(2) (路程) $\Delta S = (30 + 10 + 18) \text{ m} = 58 \text{ m}$,

$$\overline{v} = \Delta S / \Delta t = 1.16 \text{ m/s}$$

11 解: $v = dS / dt = b + ct$

$$a_t = dv / dt = c \quad a_n = (b + ct)^2 / R$$

根据题意: $a_t = a_n$ 即 $c = (b + ct)^2 / R$

解得 $t = \frac{\sqrt{R} - b}{c} \quad \frac{\sqrt{Rc} - b}{c}$

12 解: 根据已知条件确定常量 k

$$k = \omega / t^2 = v / (Rt^2) = 4 \text{ rad/s}^2 \quad \omega = 4t^2, \quad v = R\omega = 4Rt^2$$

$t = 1 \text{ s}$ 时, $v = 4Rt^2 = 8 \text{ m/s}$

$$a_t = dv / dt = 8Rt = 16 \text{ m/s}^2$$

$$a_n = v^2 / R = 32 \text{ m/s}^2$$

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = 35.8 \text{ m/s}^2$$

13 解: 运动过程中, 质点的总加速度 $a = g$. 由于无阻力作用, 所以回落到抛出点高度时质点的速度大小 $v = v_0$, 其方向与水平线夹角也是 α . \vec{v}_0

故切向加速度 $a_t = g \sin \alpha$

法向加速度 $a_n = g \cos \alpha$

因 $a_n = \frac{v^2}{\rho}$, $\therefore \rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha}$

14 解: 以 θ 表示物体在运动轨道上任意点 P 处其速度与水平方向的夹角, 则有

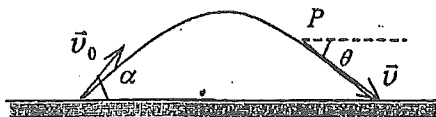
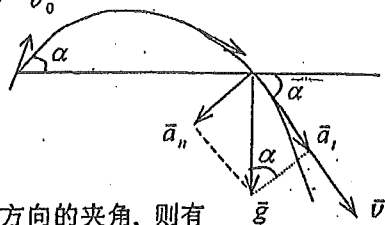
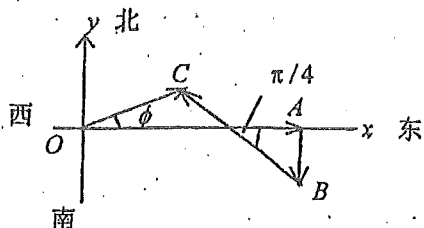
$$v \cos \theta = v_0 \cos \alpha, \quad v^2 = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \theta}$$

又因 $a_n = g \cos \theta$ 故该点 $\rho = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cos^3 \theta}$

因为 $\theta \leq \alpha$, 所以地面上方的轨道各点均有 $\cos \theta \geq \cos \alpha$, 上式的分母在 $\theta = \alpha$ 处最小, 在 $\theta = 0$ 处最大, 故

$$\rho_{\max} = v_0^2 / (g \cos \alpha)$$

$$\rho_{\min} = v_0^2 \cos^2 \alpha / g$$



15 解: 记水、风、船和地球分别为 w, f, s 和 e , 则水—地、风—船、风—地和船—地间的相对速度分别为 $\vec{V}_{we}, \vec{V}_{fs}, \vec{V}_{fe}$ 和 \vec{V}_{se} . 由已知条件

$V_{we}=10 \text{ km/h}$, 正东方向.

$V_{fe}=10 \text{ km/h}$, 正西方向.

$V_{sw}=20 \text{ km/h}$, 北偏西 30° 方向.

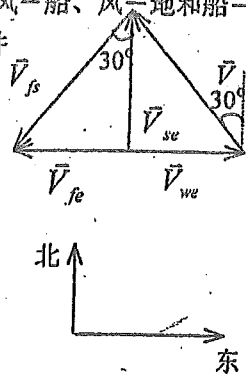
根据速度合成法则: $\vec{V}_{se}=\vec{V}_{sw}+\vec{V}_{we}$

由图可得: $V_{se}=10\sqrt{3} \text{ km/h}$, 方向正北.

同理 $\vec{V}_{fs}=\vec{V}_{fe}-\vec{V}_{se}$, 由于 $\vec{V}_{fe}=-\vec{V}_{we}$

$\therefore V_{fs}=V_{sw}$, \vec{V}_{fs} 的方向为南偏西 30°

在船上观察烟缕的飘向即 \vec{V}_{fs} 的方向, 它为南偏西 30° .



16 解: 以出发点为坐标原点, 向东取为 x 轴, 向北取为 y 轴, 因流速为 y 方向, 由题意可

得 $u_x=0$ $u_y=a(x-l/2)^2+b$

令 $x=0$, $x=l$ 处 $u_y=0$, $x=l/2$ 处 $u_y=-u_0$.

代入上式定出 a, b , 而得 $u_y=-\frac{4u_0}{l^2}(l-x)x$

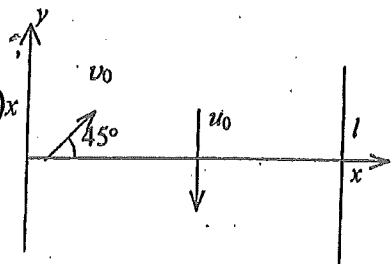
船相对于岸的速度 $\vec{v}(v_x, v_y)$ 明显可知是

$v_x=v_0/\sqrt{2}$ $v_y=(v_0/\sqrt{2})+u_y$;

将上二式的第一式进行积分, 有 $x=\frac{v_0}{\sqrt{2}}t$

还有, $v_y=\frac{dy}{dt}=\frac{dy}{dx}\frac{dx}{dt}=\frac{v_0}{\sqrt{2}}\frac{dy}{dx}=\frac{v_0}{\sqrt{2}}-\frac{4u_0}{l^2}(l-x)x$

即 $\frac{dy}{dx}=1-\frac{4\sqrt{2}u_0}{l^2v_0}(l-x)x$



因此, 积分之后可求得如下的轨迹(航线)方程: $y=x-\frac{2\sqrt{2}u_0}{lv_0}x^2+\frac{4\sqrt{2}u_0}{3l^2v_0}x^3$

到达东岸的地点 (x', y') 为 $x'=l$, $y'=y_{x=l}=l\left(1-\frac{3\sqrt{2}u_0}{3v_0}\right)$

17 解: 以出发点为坐标原点, 向东取为 x 轴, 向北取为 y 轴, 因流速为 y 方向, 由题意可

得 $u_x=0$ $u_y=a(x-l/2)^2+b$

令 $x=0$, $x=l$ 处 $u_y=0$, $x=l/2$ 处 $u_y=-u_0$,

代入上式定出 a, b , 而得 $u_y=-\frac{4u_0}{l^2}(l-x)x$

船相对于岸的速度 $\vec{v}(v_x, v_y)$ 明显可知是 $v_x=v_0/\sqrt{2}$ $v_y=(v_0/\sqrt{2})+u_y$,

将上二式的第一式进行积分, 有 $x=\frac{v_0}{\sqrt{2}}t$

还有, $v_y = \frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dx} \frac{dx}{dt} = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \frac{dy}{dx} = \frac{v_0}{\sqrt{2}} - \frac{4u_0}{l^2} (l-x)x$

即 $\frac{dy}{dx} = 1 - \frac{4\sqrt{2}u_0}{l^2 v_0} (l-x)x$

因此, 积分之后可求得如下的轨迹(航线)方程: $y = x - \frac{2\sqrt{2}u_0}{lv_0} x^2 + \frac{4\sqrt{2}u_0}{3l^2 v_0} x^3$

到达东岸的地点(x', y')为 $x' = l, y' = y_{x=l} = l \left(1 - \frac{3\sqrt{2}u_0}{3lv_0} \right)$

18 解: 选取如图所示的坐标系, 以 \vec{V} 表示质点的对地速度, 其 x、y 方向投影为:

$V_x = v_x + u = \sqrt{2gh} \cos \alpha + u,$

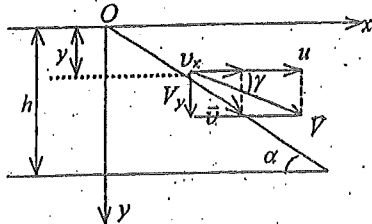
$V_y = v_y = \sqrt{2gh} \sin \alpha$

当 $y=h$ 时, \vec{V} 的大小为:

$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \frac{(u^2 + 2gh + 2u\sqrt{2gh} \cos \alpha)}{2}$

\vec{V} 的方向与 x 轴夹角为 $\gamma,$

$\gamma = \text{tg}^{-1} \frac{V_y}{V_x} = \text{tg}^{-1} \frac{\sqrt{2gh} \sin \alpha}{\sqrt{2gh} \cos \alpha + u}$



19 解: 设正方形边长为 L, 则无风时 $L = vT/4$ 在有风天气为使飞机仍在正方形轨道上飞行, 飞机在每条边上的航行方向(相对于空气的速度方向)和飞行时间均须作相应调整, 如图(图中风速从左向右).

令 $L = (v+V)t_1 = (v-V)t_2 = v't_3$

其中 $v'^2 + V^2 = v^2$

则新的运动周期为

$T' = t_1 + t_2 + 2t_3 = \frac{L}{v+V} + \frac{L}{v-V} + \frac{2L}{\sqrt{v^2 - V^2}}$

$\approx \frac{L}{v} \left[(1-k+k^2) + (1+k+k^2) + 2 \left(1 + \frac{1}{2}k^2 \right) \right]$

$= \frac{4L}{v} + \frac{3k^2 L}{v} = T \left(1 + \frac{3k^2}{4} \right)$

$\therefore \Delta T = T' - T = 3k^2 T/4$

20 解: 设下标 A 指飞机, F 指空气, E 指地面, 由题可知:

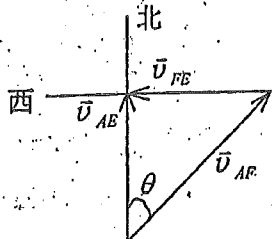
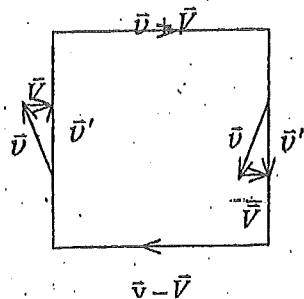
$v_{FE} = 60 \text{ km/h}$ 正西方向

$v_{AF} = 180 \text{ km/h}$ 方向未知

v_{AE} 大小未知, 正北方向

由相对速度关系有: $\vec{v}_{AE} = \vec{v}_{AF} + \vec{v}_{FE}$

$\vec{v}_{AE}, \vec{v}_{AF}, \vec{v}_{FE}$ 构成直角三角形, 可得 $|\vec{v}_{AE}| = \sqrt{(\vec{v}_{AF})^2 - (\vec{v}_{FE})^2} = 170 \text{ km/h}$



$$\theta = \operatorname{tg}^{-1}(v_{FE}/v_{AE}) = 19.4^\circ \quad (\text{飞机应取向北偏东 } 19.4^\circ \text{ 的航向}).$$

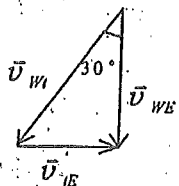
21 解: (1) 题给雨滴相对于地面竖直下落, 故相对于地面的水平分速为零. 雨滴相对于列车的水平分速与列车速度等值反向为 10 m/s , 正西方向.

(2) 设下标 W 指雨滴, t 指列车, E 指地面, 则有

$$\vec{v}_{WE} = \vec{v}_{Wt} + \vec{v}_{tE}, \quad v_{tE} = 10 \text{ m/s}$$

v_{WE} 竖直向下, v_{Wt} 偏离竖直方向 30° , 由图求得
雨滴相对于地面的速率为 $v_{WE} = v_{tE} \operatorname{ctg} 30^\circ = 17.3 \text{ m/s}$

$$\text{雨滴相对于列车的速率} \quad v_{Wt} = \frac{v_{tE}}{\sin 30^\circ} = 20 \text{ m/s}$$



22 解: 选地为静系, 火车为动系. 已知: 雨滴对地速度 \vec{v}_a 的方向偏前 30° ; 火车行驶时,

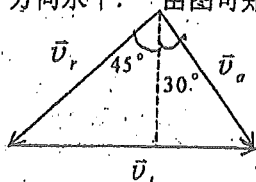
雨滴对火车的相对速度 \vec{v}_r 偏后 45° , 火车速度 $v_t = 35 \text{ m/s}$, 方向水平. 由图可知:

$$v_a \sin 30^\circ + v_r \sin 45^\circ = v_t$$

$$v_a \cos 30^\circ = v_r \cos 45^\circ$$

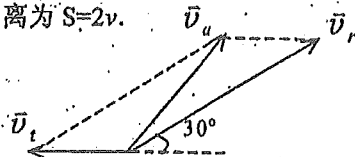
由此二式解出:

$$v_a = \frac{v_t}{\sin 30^\circ + \sin 45^\circ \frac{\cos 30^\circ}{\cos 45^\circ}} = 25.6 \text{ m/s}$$



23 解: 取河水为参照系. 相对河水, 木桨落入水中是不动的. 不论顺水或者逆水, 船对水的速率均是 v . 2 秒钟后发现失桨, 木桨与船之间距离为 $S=2v$. 返回追赶时船速仍为 v .

$$\text{因此} \quad t = \frac{S}{v} = \frac{2v}{v} = 2 \text{ s}$$



24 解: 以地为静系, 小车为动系.

已知小球对地速度 $v_a = 10 \text{ m/s}$, 小车反冲速度 $v_t = 2 \text{ m/s}$, 方向水平向左. 令小球相对小车的速度为 \vec{v}_r , 则有 $\vec{v}_a = \vec{v}_t + \vec{v}_r$

$$v_a^2 = v_t^2 + v_r^2 - 2v_t v_r \cos 30^\circ$$

$$v_r = v_t \cos 30^\circ + \sqrt{(v_t \cos 30^\circ)^2 + v_a^2 - v_t^2} = 11.7 \text{ m/s}$$

25 解: (1) 球相对地面的初速度 $v' = v_0 + v = 30 \text{ m/s}$

$$\text{抛出后上升高度} \quad h = \frac{v'^2}{2g} = 45.9 \text{ m/s}$$

$$\text{离地面高度} \quad H = (45.9 + 10) \text{ m} = 55.9 \text{ m}$$

(2) 球回到电梯上时电梯上升高度 = 球上升高度 $vt = (v + v_0)t - \frac{1}{2}gt^2$

$$t = \frac{2v_0}{g} = 4.08 \text{ s}$$

B. 牛顿运动定律

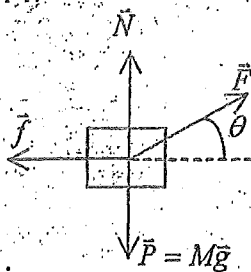
1 解: 设绳子与水平方向的夹角为 θ , 则 $\sin \theta = h/l$. 木箱受力如图所示, 匀速前进时, 拉力为 F , 有: $F \cos \theta - f = 0$ $F \sin \theta + N - Mg = 0$ $f = \mu N$

得 $F = \frac{\mu Mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$

令 $\frac{dF}{d\theta} = -\frac{\mu Mg(-\sin \theta + \mu \cos \theta)}{(\cos \theta + \mu \sin \theta)^2} = 0$

$\therefore \operatorname{tg} \theta = \mu = 0.6, \theta = 30^\circ 57' 36''$

且 $\frac{d^2 F}{d\theta^2} > 0$ $\therefore l = h / \sin \theta = 2.92 \text{ m}$ 时, 最省力.



2 解: (1) 以 A、B、绳为研究对象

$$F - mg - m_A g - m_B g = (m + m_A + m_B) a$$

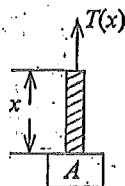
$$\therefore a = \frac{F - (m + m_A + m_B)g}{m + m_A + m_B} = \frac{F}{m + m_A + m_B} - g$$

(2) 以绳下段 x 长和物体 A 为研究对象

$$T(x) - (m_A + m x/L)g = (m_A + m x/L) a$$

$$\therefore T(x) = (m_A + m x/L)(g + a)$$

$$= \frac{F(m_A + m x/L)}{m + m_A + m_B} = (96 + 24x) \text{ N}$$



3 解: (1) 子弹进入沙土后受力为 $-Kv$, 由牛顿定律 $-Kv = m \frac{dv}{dt}$

$$\therefore -\frac{K}{m} dt = \frac{dv}{v}$$

$$-\int_0^t \frac{K}{m} dt = \int_{v_0}^v \frac{dv}{v}$$

$$\therefore v = v_0 e^{-Kt/m}$$

(2) 求最大深度

解法一: $v = \frac{dx}{dt}$ $dx = v_0 e^{-Kt/m} dt$ $\int_0^x dx = \int_0^t v_0 e^{-Kt/m} dt$

$$\therefore x = (m/K)v_0(1 - e^{-Kt/m}) \quad x_{\max} = mv_0/K$$

解法二: $-Kv = m \frac{dv}{dt} = m \left(\frac{dv}{dx}\right) \left(\frac{dx}{dt}\right) = mv \frac{dv}{dx}$

$$\therefore dx = -\frac{m}{K} dv \quad \int_0^{x_{\max}} dx = -\int_{v_0}^0 \frac{m}{K} dv$$

$$\therefore x_{\max} = mv_0/K$$

4 解: 由于液体随 U 形管一起作加速运动, 所以左管底部的压力应大于右管底部的压力, 其压力差应等于水平管中液体的质量和加速度之积, 设水平管的截面积为 S , 液体的密度为 ρ . 则有 $\rho h S g = \rho l S a$ $h = la/g$

5 解: 建立 x 、 y 坐标, 系统的运动中, 物体 A、B 及小车 D 的受力如图所示, 设小车 D 受

力 \bar{F} 时, 连接物体 B 的绳子与竖直方向成 α 角, 当 A、D 间无相对滑动时, 应有如下方程: $T = m_1 a_x$ ①

$$T \sin \alpha = m_2 a_x \quad ②$$

$$T \cos \alpha - m_2 g = 0 \quad ③$$

$$F - T - T \sin \alpha = M a_x \quad ④$$

联立①、②、③式解出:

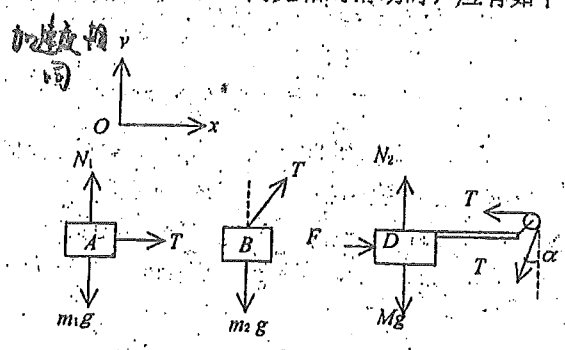
$$a_x = \frac{m_2 g}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} \quad ⑤$$

联立①、②、④式解出:

$$F = (m_1 + m_2 + M) a_x \quad ⑥$$

⑤代入⑥得: $F = \frac{(m_1 + m_2 + M) m_2 g}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}$

代入数据得 $F = 784 \text{ N}$



6 解: 设地球和月球表面的重力加速度分别为 g_1 和 g_2 , 在月球上 A、B 受力如图, 则有

$$m_2 g_2 - T = m_2 a \quad ①$$

$$T - m_1 g_2 = m_1 a \quad ②$$

又 $m_1 g_1 = m_2 g_2$ ③

联立解①、②、③可得

$$a = \frac{g_1 - g_2}{1 + (g_1 / g_2)} = 1.18 \text{ m/s}^2$$

即 B 以 1.18 m/s^2 的加速度下降.

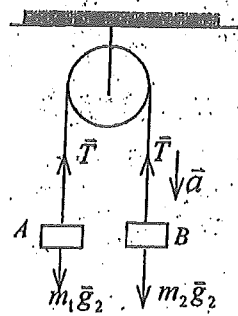
7 解: (1) $\alpha = 0$

$$T = mg$$

(2) $T \sin \alpha = ma, \quad T \cos \alpha = mg$

$$\text{tg } \alpha = a/g \quad [\text{或 } \alpha = \text{tg}^{-1}(a/g)]$$

$$T = m \sqrt{a^2 + g^2}$$



8 解: 匀速运动时, $mg = kv_0^2$ ①

加速运动时, $mg - kv^2 = ma$ ②

由② $a = (mg - kv^2) / m$ ③

由① $k = mg / v_0^2$ ④

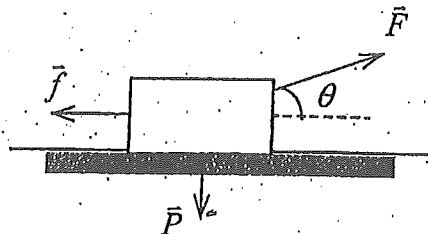
将④代入③得 $a = g[1 - (v/v_0)^2] = 3.53 \text{ m/s}^2$

9 解: 由牛顿定律有 $F \cos \theta = \mu(P - F \sin \theta)$

即 $F = \frac{\mu P}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$

令 $y = \cos \theta + \mu \sin \theta$

$$\frac{dy}{d\theta} = -\sin \theta + \mu \cos \theta = 0$$



求出 $\mu = \operatorname{tg} \theta$, 即 $\theta = \operatorname{tg}^{-1} \mu$, 且 $0 < \theta < \frac{1}{2} \pi$.

又
$$\frac{d^2 y}{d\theta^2} = -\cos \theta - \mu \sin \theta < 0$$

故 $\mu = \operatorname{tg} \theta$, 即 $\theta = \operatorname{tg}^{-1} \mu$ 时, y 有极大值, F 有极小值, 最省力.

10 解: 受力图如图所示. 以 A 为研究对象:

x 方向: $-f_2 + N' \sin \theta - f_1' \cos \theta = 0$

y 方向: $N_1 - Mg - N' \cos \theta - f_1' \sin \theta = 0$

将 $f_1 = f_1' = \mu mg \cos \theta$

和 $N' = N = mg \cos \theta$

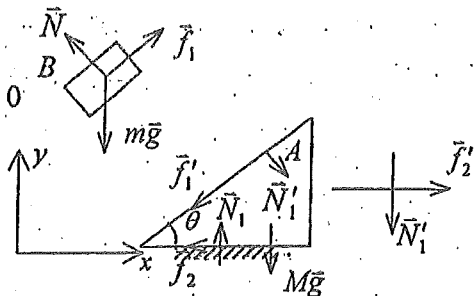
代入上两式解出.

$$N_1 = Mg + N' \cos \theta + f_1' \sin \theta = Mg + mg \cos^2 \theta + \mu mg \cos \theta \sin \theta$$

$$f_2 = N' \sin \theta - f_1' \cos \theta = mg \cos \theta \sin \theta - \mu mg \cos^2 \theta$$

斜面对地面的压力 $N_1' = N_1 = Mg + mg \cos^2 \theta + \mu mg \cos \theta \sin \theta$

斜面对地面的摩擦力 $f_2' = f_2 = mg \cos \theta \sin \theta - \mu mg \cos^2 \theta$



11 解: 对物体 A 应用牛顿第二定律

平行斜面方向: $F \cos \theta - mg \sin \alpha - f_r = ma$

垂直斜面方向: $N - mg \cos \alpha - F \sin \alpha = 0$

又 $f_r = \mu N$

由上解得
$$a = \frac{F \cos \alpha - mg \sin \alpha - \mu(mg \cos \alpha + F \sin \alpha)}{m} = 0.91 \text{ m/s}^2$$

12 解: $F_1 \cos \theta - f_1 = ma \quad f_1 = \mu N_1$

$F_1 \sin \theta - N_1 + mg = 0$

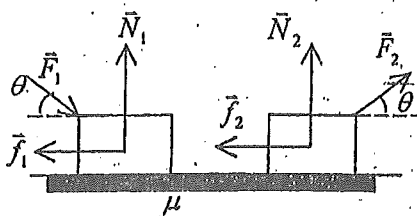
$\therefore F_1 \cos \theta - \mu(mg + F_1 \sin \theta) = ma$

即 $F_1 (\cos \theta - \mu \sin \theta) = ma + \mu mg$

$F_2 \cos \theta - f_2 = ma \quad f_2 = \mu N_2$

$\therefore F_2 \sin \theta + N_2 - mg = 0$

即 $F_2 (\cos \theta + \mu \sin \theta) = ma + \mu mg \quad \therefore \frac{F_2}{F_1} = \frac{\cos \theta - \mu \sin \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta}$



13 解: 人受力如图(1)

$T_2 + N - m_1 g = m_1 a$

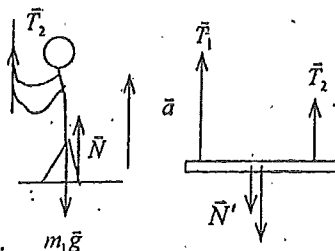
底板受力如图(2)

$T_1 + T_2 - N' - m_2 g = m_2 a$

$T_1 = 2T_2$

$N' = N$

由以上四式可解得



图(1)

图(2)

$$4T_2 - m_1g - m_2g = (m_1 + m_2)a$$

$$\therefore T_2 = (m_1 + m_2)(g + a)/4 = 247.5 \text{ N}$$

$$N' = N = m_1(g + a) - T_2 = 412.5 \text{ N}$$

14 解: 因绳子质量不计, 所以环受到的摩擦力在数值上等于绳子张力 T , 设 m_2 相对地面的加速度为 a'_2 , 取向上为正; m_1 相对地面的加速度为 a_1 (即绳子的加速度), 取向下为正.

$$m_1g - T = m_1a_1$$

$$T - m_2g = m_2a_2$$

$$a'_2 = a_1 - a_2$$

$$a_{m_2 \text{ 对地}} = a_{m_2 \text{ 对绳}} - a_{m_1 \text{ 对地}}$$

$$\text{解得 } a_1 = \frac{(m_1 - m_2)g + m_2a_2}{m_1 + m_2}, T = \frac{(2g - a_2)m_1m_2}{m_1 + m_2}, a'_2 = \frac{(m_1 - m_2)g - m_1a_2}{m_1 + m_2}$$

15 解: 根据牛顿第二定律 $f = -\frac{k}{x^2} = m \frac{dv}{dt} = m \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = mv \frac{dv}{dx}$

$$\therefore v dv = -k \frac{dx}{mx^2}, \int_0^v v dv = -\int_A^{A/4} \frac{k}{mx^2} dx$$

$$\frac{1}{2}v^2 = \frac{k}{m} \left(\frac{4}{A} - \frac{1}{A} \right) = \frac{3}{mA}k$$

$$\therefore v = \sqrt{6k/(mA)}$$

16 解: 以飞机着地点为坐标原点, 飞机滑行方向为 x 轴正向. 设飞机质量为 m , 着地后地面对飞机的支持力为 N . 在竖直方向上

$$N + C_y v^2 - mg = 0 \quad \therefore N = mg - C_y v^2$$

飞机受到地面的摩擦力 $f = \mu N = \mu(mg - C_y v^2)$

$$\text{在水平方向上} \quad -\mu(mg - C_y v^2) - C_x v^2 = m \frac{dv}{dt} = mv \frac{dv}{dx}$$

$$\text{即} \quad \frac{mv dv}{\mu mg + (C_x - \mu C_y)v^2} = -dx$$

$x=0$ 时, $v=v_0=90 \text{ km/h}=25 \text{ m/s}$. $x=S$ (滑行距离) 时, $v=0$

$$\int_{v_0}^0 \frac{mv dv}{\mu mg + (C_x - \mu C_y)v^2} = -\int_0^S dx = -S$$

$$\frac{\frac{1}{2}m}{C_x - \mu C_y} \int_{v_0}^0 \frac{d[\mu mg + (C_x - \mu C_y)v^2]}{\mu mg + (C_x - \mu C_y)v^2} = -S$$

$$\text{解得} \quad S = \frac{\frac{1}{2}m}{C_x - \mu C_y} \ln \frac{\mu mg + (C_x - \mu C_y)v_0^2}{\mu mg}$$

\therefore 飞机刚着地前瞬间, 所受重力等于升力, 即 $mg^* = C_y v_0^2$

$$\therefore C_y = \frac{mg}{v_0^2}, \quad C_x = \frac{C_y}{K} = \frac{mg}{5v_0^2}$$

代入 S 表达式中并化简, 然后代入数据 $S = \frac{5v_0^2}{2g(1-5\mu)} \ln \frac{1}{5\mu} = 221 \text{ m}$

17 解: 对 A: $F \cos 36.9^\circ - f_1 - T = 0$ ①
 $N_1 - m_1 g - F \sin 36.9^\circ = 0$ ②
 $f_1 = \mu N_1$ ③

对 B: $T - f_2 = 0$ ④
 $N_2 - m_2 g = 0$ ⑤
 $f_2 = \mu N_2$ ⑥

由④、⑤、⑥式得 $T = \mu m_2 g = 9.8 \text{ N}$

再由①、②、③式得 $F = \frac{\mu(m_1 + m_2)g}{\cos 36.9^\circ - \mu \sin 36.9^\circ} = 29.4 \text{ N}$

18 解: 各物体示力图如图(a)、(b)、(c)所示:

对 B 有: $f - T_1 \sin \alpha = 0$ ①

$N + T_1 \cos \alpha - m_B g = 0$ ②

对 O 有: $T_1 \sin \alpha - T_2 \sin 30^\circ = 0$ ③

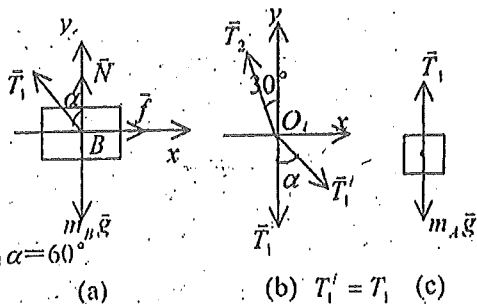
$T_2 \cos 30^\circ - T_1 \cos \alpha - T_1 = 0$ ④

对 A 有: $T_1 - m_A g = 0$ ⑤

由①②③④⑤及 $m = 10 \text{ kg}$, $N = 80 \text{ N}$ 解出 $\alpha = 60^\circ$

$m_A = 4 \text{ kg}$

$f = 34.6 \text{ N}$, $T_2 = 69.3 \text{ N}$.



19 解: 质量为 M 的物块作圆周运动的向心力, 由它与平台间的摩擦力 \vec{f} 和质量为 m 的物块对它的拉力 \vec{F} 的合力提供。当 M 物块有离心趋势时, \vec{f} 和 \vec{F} 的方向相同, 而当 M 物块有向心运动趋势时, 二者的方向相反。因 M 物块相对于转台静止, 故有

$$F + f_{\max} = M r_{\max} \omega^2$$

$$F - f_{\max} = M r_{\min} \omega^2$$

m 物块是静止的, 因而 $F = mg$

$$\text{又 } f_{\max} = \mu_s M g$$

故 $r_{\max} = \frac{mg + \mu_s M g}{M \omega^2} = 37.2 \text{ mm}$ $r_{\min} = \frac{mg - \mu_s M g}{M \omega^2} = 12.4 \text{ mm}$

20 解: 设弹簧原长为 l , 劲度系数为 k , 由于是弹性力提供了质点作圆周运动的向心力,

故有 $m r \omega^2 = k(r - l)$

其中 r 为滑块作圆周运动的半径, m 为滑块的质量。由题设, 有 $r = fl$

因而有 $m fl \omega^2 = kl(f - 1)$

又由已知条件, 有 $m f_0 l \omega_0^2 = kl(f_0 - 1)$

整理后得 ω 与 f 的函数关系为 $\frac{f \omega^2}{f_0 \omega_0^2} = \frac{f - 1}{f_0 - 1}$

21 解: 取距转轴为 r 处, 长为 dr 的小段绳子, 其质量为 $(M/L) dr$.

由于绳子作圆周运动, 所以小段绳子有径向加速度, 由牛

顿定律得: $T(r) - T(r+dr) = (M/L) dr r \omega^2$

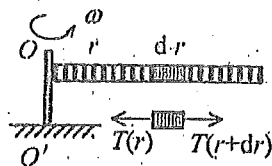
令 $T(r) - T(r+dr) = -dT(r)$

得 $dT = -(M\omega^2/L) r dr$

由于绳子的末端是自由端 $T(L) = 0$

$$\int_{T(r)}^0 dT = - \int_r^L (M\omega^2/L) r dr$$

$$\therefore T(r) = M\omega^2(L^2 - r^2)/(2L)$$



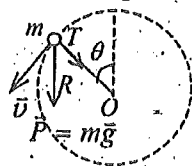
22 解: (1) t 时刻物体受力如图所示, 在法向

$$T + mg \cos \theta = mv^2/R$$

$$\therefore T = (mv^2/R) - mg \cos \theta$$

在切向 $mg \sin \theta = ma_t$

$$\therefore a_t = g \sin \theta$$



(2) $a_t = g \sin \theta$, 它的数值随 θ 的增加按正弦函数变化. (规定物体由顶点开始转一周又回到顶点, 相应 θ 由 0 连续增加到 2π).

$\pi > \theta > 0$ 时, $a_t > 0$, 表示 \vec{a}_t 与 \vec{v} 同向;

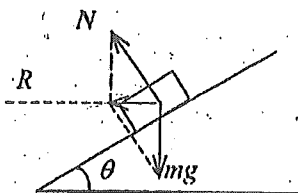
$2\pi > \theta > \pi$ 时, $a_t < 0$, 表示 \vec{a}_t 与 \vec{v} 反向.

23 解: (1) 先计算公路路面倾角 θ .

设计时轮胎不受路面左右方向的力, 而法向力应在水平方向上, 因而有 $N \sin \theta = mv_1^2/R$

$$N \cos \theta = mg$$

$$\therefore \operatorname{tg} \theta = \frac{v_1^2}{Rg}$$



(2) 当有横向运动趋势时, 轮胎与地面间有摩擦力, 最大值为 $\mu N'$, (N' 为该时刻地面对车的支持力)

$$N' \sin \theta - \mu N' \cos \theta = mv_2^2/R$$

$$N' \cos \theta - \mu N' \sin \theta = mg$$

$$\therefore \mu = \frac{Rg \sin \theta - v_2^2 \cos \theta}{v_2^2 \sin \theta + Rg \cos \theta}$$

将 $\operatorname{tg} \theta = \frac{v_1^2}{Rg}$ 代入得

$$\mu = \frac{v_1^2 - v_2^2}{\frac{v_2^2 v_1^2}{Rg} + Rg} = 0.078$$

24 解: (1) 设同步卫星距地面的高度为 h , 距地心的距离 $r=R+h$,

由牛顿定律

$$GMm/r^2 = m r \omega^2 \quad (1)$$

又由 $GMm/R^2 = mg$ 得

$$GM = gR^2 \quad (2)$$

代入①式得

$$r = (gR^2/\omega^2)^{1/3} \quad (2)$$

同步卫星的角速度 ω 与地球自转角速度相同, 其值为

$$\omega = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

解得 $r = 4.22 \times 10^7 \text{ m}, \quad h = r - R = 3.58 \times 10^4 \text{ km}$

(2) 由题设可知, 卫星角速度 ω 的误差限度为

$$\Delta\omega = 5.5 \times 10^{-10} \text{ rad/s}$$

由②式得

$$r^3 = gR^2 / \omega^2$$

取对数

$$3 \ln r = \ln(gR^2) - 2 \ln \omega$$

取微分并令

$$dr = \Delta r, \quad d\omega = \Delta\omega \quad \text{且取绝对值}$$

$$3 \Delta r / r = 2 \Delta\omega / \omega$$

\therefore

$$\Delta r = 2r\Delta\omega / (3\omega) = 213 \text{ m}$$

25 解: 以 r 表示小球所在处圆锥体的水平截面半径, 对小球写出牛顿定律方程为

$$T \sin \theta - N \cos \theta = ma = m\omega^2 r \quad \text{①}$$

$$T \cos \theta + N \sin \theta - mg = 0 \quad \text{②}$$

其中

$$r = l \sin \theta \quad \text{③}$$

联立求解得:

$$(1) \quad N = mg \sin \theta - m\omega^2 l \sin \theta \cos \theta \quad T = mg \cos \theta + m\omega^2 l \sin^2 \theta$$

$$(2) \quad \omega = \omega_c, \quad N = 0 \quad \omega_c = \sqrt{g / l \cos \theta} \quad T = mg / \cos \theta$$

26 解: 设人的质量为 m , 地球质量为 M_e , 半径为 R_e , 地球表面重力加速度为 g_e , 则人在

$$\text{月球上受月球引力为 } F_L = G \frac{M_e (1/81)m}{(R_e \cdot 3/11)^2} = G \frac{M_e (1/81)m}{R_e^2 (3/11)^2}$$

$$\therefore \text{人在地球上所受的引力为 } F_E = G \frac{M_e m}{R_e^2}$$

$$\therefore F_L = F_E (1/81) / (3/11)^2 = 106 \text{ N}$$

27 解: 未断时对球 2 有弹性力

$$f = m_2 \omega^2 (L_1 + L_2)$$

线断瞬间对球 1 有弹性力

$$f = m_1 a_1$$

对球 2 有弹性力

$$f = m_2 a_2$$

解得

$$a_1 = m_2 \omega^2 (L_1 + L_2) / m_1 \quad a_2 = \omega^2 (L_1 + L_2)$$

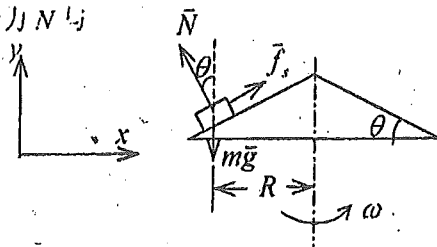
28 解: 建立如图所示的坐标, m 受重力 mg , 支持力 N 与

最大静摩擦力 f_s , 对 m , 由牛顿定律

$$x \text{ 方向: } \mu N \cos \theta - N \sin \theta = m\omega^2 R \quad \text{①}$$

$$y \text{ 方向: } \mu N \sin \theta + N \cos \theta = mg \quad \text{②}$$

$$\text{由①/②有: } \frac{\mu \cos \theta - \sin \theta}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{\omega^2 R}{g}$$



则有: $\mu g \cos \theta - g \sin \theta = \omega^2 R \cos \theta + \mu \omega^2 R \sin \theta$

$$\mu = \frac{g \sin \theta + \omega^2 R \cos \theta}{g \cos \theta - \omega^2 R \sin \theta}$$

对给定的 ω 、 R 和 θ 值, μ 不能小于此值, 否则最大静摩擦力不足以维持 m 在斜面上不动.

讨论: 由 $\mu > 0$ 可得 $g \cos \theta - \omega^2 R \sin \theta > 0$ $\text{tg} \theta < \frac{g}{\omega^2 R}$

当 $\text{tg} \theta \geq \frac{g}{\omega^2 R}$ 时, 不论 μ 多么大物体也不可能在锥面上静止不动.

29 解: 球 A 只受法向力 \vec{N} 和重力 $m\vec{g}$, 根据牛顿第二定律

法向: $N - mg \cos \theta = mv^2 / R$ ①

切向: $mg \sin \theta = ma_t$ ②

由①式可得 $N = m(g \cos \theta + v^2 / R)$

根据牛顿第三定律, 球对槽压力大小同上, 方向沿半径向外.

由②式得 $a_t = g \sin \theta$

C. 动量角动量

1 解: 设沙子落到传送带时的速度为 \vec{v}_1 , 随传送带一起运动的速度为 \vec{v}_2 , 则取直角坐标系,

x 轴水平向右, y 轴向上. $\vec{v}_1 = -\sqrt{2gh}\vec{j} = -4\vec{j}$, $\vec{v}_2 = 3\vec{i}$

设质量为 Δm 的沙子在 Δt 时间内平均受力为 \vec{F} , 则

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta m \times \vec{v}_2 - \Delta m \times \vec{v}_1}{\Delta t} = \frac{\Delta m}{\Delta t} (3\vec{i} + 4\vec{j})$$

由上式即可得到沙子所受平均力的方向, 设力与 x 轴的夹角为 α 则

$$\alpha = \text{tg}^{-1}(4/3) = 53^\circ, \text{力方向斜向上}$$

2 解: (1) 设 A 、 B 间绳中张力为 T , 分别对 A 、 B 列动力学方程

$$\begin{aligned} M_A g - T &= M_A a \\ T &= M_B a \end{aligned}$$

解得 $a = Mg / (M_A + M_B)$

由 $M_A = M_B = M$ $a = \frac{1}{2}g$

设 B 、 C 之间绳长为 l , 在时间 t 内 B 物体作匀加速运动, 有

$$l = \frac{1}{2}at^2 = gt^2/4, \quad t = \sqrt{4l/g} = 0.4 \text{ s}$$

(2) B 和 C 之间绳子刚拉紧时, A 和 B 所达到的速度为

$$v = at = \frac{1}{2}gt = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.4 = 2.0 \text{ m/s}$$

念 B 、 C 间拉紧后, C 开始运动时 A 、 B 、 C 三者的速度大小均变为 V , 由动量定理 (设三者速度变化过程中 T_{AB} 为 AB 间绳中平均张力; T_{BC} 为 BC 间绳中平均张力, τ 为过程时间)

$$\begin{aligned} M_A V - M_A v &= -T_{AB} \tau & (\because M_A g < T_{AB}) & \quad M_B V - M_B v = T_{AB} \tau - T_{BC} \tau \\ M_C V - 0 &= T_{BC} \tau \end{aligned}$$

得 $(M_A + M_B + M_C)V = (M_A + M_B) \cdot v$

$$V = \frac{(M_A + M_B)v}{M_A + M_B + M_C} = \frac{2}{3}v = 1.33 \text{ m/s}$$

3 解: 由动量定理知质点所受外力的总冲量 $\vec{I} = \Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$, 由 $A \rightarrow B$

$$I_x = mv_{Bx} - mv_{Ax} = -mv_B - mv_A \cos 45^\circ = -0.683 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$I_y = 0 - mv_{Ay} = -mv_A \sin 45^\circ = -0.283 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = 0.739 \text{ N}\cdot\text{s}$$

方向: $\text{tg} \theta_1 = I_y / I_x$ $\theta_1 = 202.5^\circ$ (θ_1 为与 x 轴正向夹角)

4 解: 煤粉自料斗口下落, 接触传送带前具有竖直向下的速度 $v_0 = \sqrt{2gh}$

设煤粉与 A 相互作用的 Δt 时间内, 落于传送带上的煤粉质量为 $\Delta m = q_m \Delta t$

设 A 对煤粉的平均作用力为 \vec{f} , 由动量定理写分量式:

$$f_x \Delta t = \Delta m v - 0$$

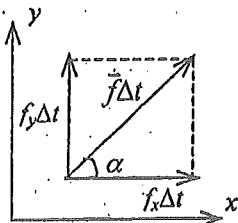
$$f_y \Delta t = 0 - (-\Delta m v_0)$$

将 $\Delta m = q_m \Delta t$ 代入得 $f_x = q_m v$, $f_y = q_m v_0$

$$\therefore f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = 149 \text{ N}$$

\vec{f} 与 x 轴正向夹角为 $\alpha = \text{arctg}(f_x / f_y) = 57.4^\circ$

由牛顿第三定律煤粉对 A 的作用力 $f' = f = 149 \text{ N}$, 方向与图中 \vec{f} 相反.



5 解: 设在某极短的时间 Δt 内落在传送带 B 上矿砂的质量为 m , 即 $m = q_m \Delta t$, 这时矿砂动

量的增量为 (参看附图) $\Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$

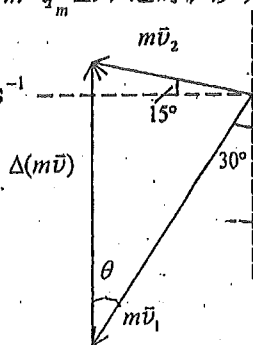
$$|\Delta(m\vec{v})| = m\sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 v_2 \cos 75^\circ} = 3.98 q_m \Delta t \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

设传送带作用在矿砂上的力为 \vec{F} , 根据动量定理

$$\vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{v})$$

于是 $|\vec{F}| = |\Delta(m\vec{v})| / \Delta t = 3.98 q_m = 2.21 \text{ N}$

方向: $\frac{|\Delta(m\vec{v})|}{\sin 75^\circ} = \frac{|m\vec{v}_2|}{\sin \theta}$, $\theta = 29^\circ$



由牛顿第三定律, 矿砂作用在传送带 B 上的 (撞击) 力与 \vec{F} 大小相等方向相反, 即等于 2.21 N , 偏离竖直方向 1° , 指向前下方.

6 解: 这个问题有两个物理过程:

第一过程为木块 M 沿光滑的固定斜面下滑, 到达 B 点时速度的大小为

$$v_1 = \sqrt{2gl \sin \theta} \quad \text{方向: 沿斜面向下}$$

第二个过程: 子弹与木块作完全非弹性碰撞. 在斜面方向上, 内力的分量远远大于外力, 动量近似守恒, 以斜面向上为正, 则有

$$mv \cos \theta - Mv_1 = (m + M)V$$

$$V = \frac{mv \cos \theta - M\sqrt{2gl \sin \theta}}{m + M}$$

7 解: (1) 设 t 时刻落到皮带上的砂子质量为 M , 速率为 v , $t+dt$ 时刻, 皮带上的砂子质量为 $M+dM$, 速率也是 v , 根据动量定理, 皮带作用在砂子上的力 F 的冲量为:

$$F dt = (M + dM)v - (Mv + dM \cdot 0) = dM \cdot v$$

$$\therefore F = v dM/dt = v \cdot q_m$$

由第三定律, 此力等于砂子对皮带的作用力 F' , 即 $F' = F$. 由于皮带匀速运动, 动力源对皮带的牵引力 $F'' = F$, 因而, $F'' = F$, F'' 与 v 同向, 动力源所供给的功率为: $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = \vec{v} \cdot \vec{v} dM/dt = v^2 q_m$

(2) 当 $q_m = dM/dt = 20 \text{ kg/s}$, $v = 1.5 \text{ m/s}$ 时, 水平牵引力 $F'' = vq_m = 30 \text{ N}$

所需功率 $P = v^2 q_m = 45 \text{ W}$

8 解: 地球和月球的质量分别用 M_e 和 M_m 表示, 地球半径用 R_e 表示. 设月球绕地球运转的速率为 v , 则 $GM_e M_m / r^2 = M_m v^2 / r$

而地面附近 $GM_e m / R_e^2 = mg \quad \therefore GM_e = R_e^2 g$

$$\therefore v = R_e \sqrt{g/r}$$

$$\Delta P = 2M_m v = 2M_m R_e \sqrt{g/r} = 1.46 \times 10^{26} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

9 解: 由题给条件可知物体与桌面间的正压力 $N = F \sin 30^\circ + mg$

物体要有加速度必须 $F \cos 30^\circ \geq \mu N$

即 $5(\sqrt{3} - \mu)t \geq \mu mg, \quad t \geq 0.256 \text{ s} = t_0$

物体开始运动后, 所受冲量为

$$I = \int_{t_0}^t (F \cos 30^\circ - \mu N) dt = 3.83(t^2 - t_0^2) - 1.96(t - t_0)$$

$$t = 3 \text{ s}, \quad I = 28.8 \text{ N s}$$

则此时物体的动量的大小为 $m v = I$

速度的大小为 $v = \frac{I}{m} = 28.8 \text{ m/s}$

10 解: 建立图示坐标, 以 v_x 、 v_y 表示小球反射速度的 x 和 y 分量, 则由动量定理, 小球受到的冲量的 x, y 分量的表达式如下:

x 方向: $\overline{F_x} \Delta t = m v_x - (-m v_x) = 2m v_x \quad \text{①}$

y 方向: $\overline{F_y} \Delta t = -m v_y - (-m v_y) = 0 \quad \text{②}$

$$\therefore \overline{F} = \overline{F_x} = 2m v_x / \Delta t$$

$$v_x = v \cos \alpha$$

$$\therefore \overline{F} = 2m v \cos \alpha / \Delta t \quad \text{方向沿 } x \text{ 正向.}$$

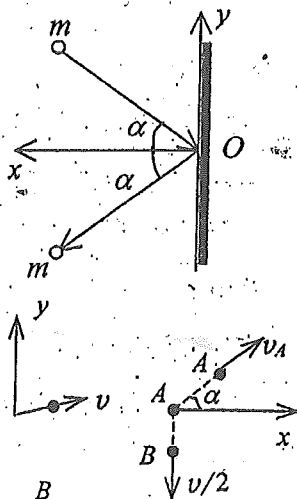
根据牛顿第三定律, 墙受的平均冲力 $\overline{F}' = \overline{F}$ 方向垂直墙面指向墙内.

11 解: 建坐标如图. 设球 A 、 B 的质量分别为 m_A 、 m_B . 由动量守恒定律可得:

x 方向: $m_B v = m_A v_A \cos \alpha \quad \text{①}$

y 方向: $m_A v_A \sin \alpha - m_B v / 2 = 0 \quad \text{②}$

联立解出 $\alpha = 26^\circ 34'$



12 解: 子弹射入 A 未进入 B 以前, A 、 B 共同作加速运动.

$$F = (m_A + m_B)a, \quad a = F / (m_A + m_B) = 600 \text{ m/s}^2$$

B 受到 A 的作用力

$$N = m_B a = 1.8 \times 10^3 \text{ N} \quad \text{方向向右}$$

A 在时间 t 内作匀加速运动, t 秒末的速度 $v_A = at$. 当子弹射入 B 时, B 将加速而 A 则以 v_A 的速度继续向右作匀速直线运动.

$$v_A = at = 6 \text{ m/s}$$

取 A 、 B 和子弹组成的系统为研究对象, 系统所受合外力为零, 故系统的动量守恒, 子弹留在 B 中后有

$$m v_0 = m_A v_A + (m + m_B) v_B$$

$$v_B = \frac{m v_0 - m_A v_A}{m + m_B} = 22 \text{ m/s}$$

13 解: 因第一块爆炸后落在其正下方的地面上, 说明它的速度方向是沿竖直方向的. 利用

$$h = v_1 t' + \frac{1}{2} g t'^2, \quad \text{式中 } t' \text{ 为第一块在爆炸后落到地面的时间. 可解得 } v_1 = 14.7$$

m/s , 竖直向下. 取 y 轴正向向上, 有 $v_{1y} = -14.7 \text{ m/s}$

设炮弹到最高点时 ($v_y = 0$), 经历的时间为 t , 则有

$$S_1 = v_x t \quad (1)$$

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2)$$

由①、②得

$$t = 2 \text{ s}, \quad v_x = 500 \text{ m/s}$$

以 \vec{v}_2 表示爆炸后第二块的速度, 则爆炸时的动量守恒关系如图所示.

$$\frac{1}{2} m v_{2x} = m v_x \quad (3)$$

$$\frac{1}{2} m v_{2y} + \frac{1}{2} m v_{1y} = m v_y = 0 \quad (4)$$

解出 $v_{2x} = 2v_x = 1000 \text{ m/s}$, $v_{2y} = -v_{1y} = 14.7 \text{ m/s}$

再由斜抛公式 $x_2 = S_1 + v_{2x} t_2 \quad (5)$

$$y_2 = h + v_{2y} t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2 \quad (6)$$

落地时 $y_2 = 0$, 可得

$$t_2 = 4 \text{ s}, \quad t_2 = -1 \text{ s (舍去)}$$

故

$$x_2 = 5000 \text{ m}$$

14 解: (1) 小球 m 在与 M 碰撞过程中给 M 的竖直方向冲力在数值上应等于 M 对小球的竖

直冲力. 而此冲力应等于小球在竖直方向的动量变化率即: $\bar{f} = \frac{m v_2}{\Delta t}$

由牛顿第三定律, 小球以此力作用于 M , 其方向向下.

对 M , 由牛顿第二定律, 在竖直方向上 $\bar{N} - Mg - \bar{f} = 0$, $\bar{N} = Mg + \bar{f}$

又由牛顿第三定律, M 给地面的平均作用力也为 $\bar{F} = \bar{f} + Mg = \frac{m v_2}{\Delta t} + Mg$

方向竖直向下.

(2) 同理, M 受到小球的水平方向冲力大小应为 $\bar{f}' = \frac{m v_1}{\Delta t}$, 方向与 m 原运动方向

一致

根据牛顿第二定律, 对 M 有 $\bar{f}' = M \frac{\Delta v}{\Delta t}$,

利用上式的 \bar{f}' , 即可得 $\Delta v = m v_1 / M$

15 解: (1) 因穿透时间极短, 故可认为物体未离开平衡位置. 因此, 作用于子弹、物体系统上的外力均在竖直方向, 故系统在水平方向动量守恒. 令子弹穿出时物体的水平速度为 v'

$$\begin{aligned} \text{有} \quad m v_0 &= m v + M v' \\ v' &= m(v_0 - v) / M = 3.13 \text{ m/s} \\ T &= Mg + M v'^2 / l = 26.5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$(2) \quad f \Delta t = m v - m v_0 = -4.7 \text{ N} \cdot \text{s} \quad (\text{设 } \bar{v}_0 \text{ 方向为正方向})$$

负号表示冲量方向与 \bar{v}_0 方向相反.

16 解: 以人与第一条船为系统, 因水平方向合外力为零. 所以水平方向动量守恒, 则有

$$M v_1 + m v = 0 \quad v_1 = -\frac{m}{M} v$$

再以人与第二条船为系统, 因水平方向合外力为零. 所以水平方向动量守恒,

$$\text{则有} \quad m v = (m + M) v_2 \quad v_2 = \frac{m}{M + m} v$$

D 功能

1 解: 由 $x = ct^3$ 可求物体的速度: $v = \frac{dx}{dt} = 3ct^2$

物体受到的阻力大小为: $f = kv^2 = 9kc^2 t^4 = 9kc^{2/3} x^{4/3}$

力对物体所作的功为: $W = \int dW = \int -9kc^{2/3} x^{4/3} dx = \frac{-27kc^{2/3} l^{7/3}}{7}$

2 解: (1) 位矢 $\bar{r} = a \cos \omega t \bar{i} + b \sin \omega t \bar{j}$ (SI)

可写为 $x = a \cos \omega t$, $y = b \sin \omega t$

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -a\omega \sin \omega t, \quad v_y = \frac{dy}{dt} = b\omega \cos \omega t$$

在 A 点 $(a, 0)$, $\cos \omega t = 1$, $\sin \omega t = 0$ $E_{KA} = \frac{1}{2} m v_x^2 + \frac{1}{2} m v_y^2 = \frac{1}{2} m b^2 \omega^2$

在 B 点 $(0, b)$, $\cos \omega t = 0$, $\sin \omega t = 1$ $E_{KB} = \frac{1}{2} m v_x^2 + \frac{1}{2} m v_y^2 = \frac{1}{2} m a^2 \omega^2$

$$(2) \quad \bar{F} = m a_x \bar{i} + m a_y \bar{j} = -m a \omega^2 \cos \omega t \bar{i} - m b \omega^2 \sin \omega t \bar{j}$$

$$\text{由 } A \rightarrow B \quad W_x = \int_a^0 F_x dx = - \int_a^0 m \omega^2 a \cos \omega t dx = - \int_a^0 m \omega^2 x dx = \frac{1}{2} m a^2 \omega^2$$

$$W_y = \int_0^b F_y dy = - \int_0^b m \omega^2 b \sin \omega t dy = - \int_0^b m \omega^2 y dy = - \frac{1}{2} m b^2 \omega^2$$

3 解: 选竖直向上为坐标 y 轴的正方向, 井中水面处为原点.

由题意知, 人匀速提水, 所以人所用的拉力 F 等于水桶的重量

$$\text{即:} \quad F = P = P_0 - ky = mg - 0.2gy = 107.8 - 1.96y \text{ (SI)}$$

人的拉力所作的功为: $W = \int dW = \int_0^1 F dy = \int_0^1 (107.8 - 1.96y) dy = 980 \text{ J}$

4 解: $A = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int 12t v dt$

而质点的速度与时间的关系为 $v = v_0 + \int a dt = 0 + \int \frac{F}{m} dt = \int \frac{12}{2} t dt = 3t^2$

所以力 \vec{F} 所作的功 $A = \int_0^1 12t(3t^2) dt = \int_0^1 36t^3 dt = 729 \text{ J}$

5 解: (1) 外力做的功 $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{x} = \int_{x_1}^{x_2} (52.8x + 38.4x^2) dx = 31 \text{ J}$

(2) 设弹力为 F' $\frac{1}{2}mv^2 = \int_{x_1}^{x_2} \vec{F}' \cdot d\vec{x} = \int_{x_1}^{x_2} -F dx = W = 5.34 \text{ m/s}$

(3) 此力为保守力, 因为其功的值仅与弹簧的始末态有关. $v = \sqrt{2W/m}$

6 解: 取弹簧的自然长度处为坐标原点 O , 建立如图所示的坐标系. 在 $t=0$ 时, 静止于 $x=-L$ 的小球开始运动的条件是:

$kL > F$ ①
小球运动到 x 处静止的条件, 由功能原理得

$$-F(L+x) = \frac{1}{2}kx^2 - \frac{1}{2}kL^2 \quad ②$$

由②解出 $|x| = \left| L - \frac{2F}{k} \right|$

使小球继续保持静止的条件为 $k|x| = k \left| L - \frac{2F}{k} \right| \leq F$ ③

所求 L 应同时满足①、③式, 故其范围为 $\frac{F}{k} < L \leq \frac{3F}{k}$

7 解: 根据功能原理, 木块在水平面上运动时, 摩擦力所作的功等于系统(木块和弹簧)

机械能的增量. 由题意有 $-f_r x = \frac{1}{2}kx^2 - \frac{1}{2}mv^2$ 而 $f_r = \mu_k mg$

由此得木块开始碰撞弹簧时的速率为 $v = \sqrt{2\mu_k gx + \frac{kx^2}{m}} = 5.83 \text{ m/s}$

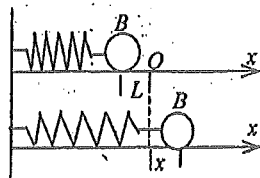
8 解: 以弹簧仅挂重物 m_1 时, 物体静止(平衡)位置为坐标原点, 竖直向下为 y 轴正向, 此时弹簧伸长为: $l_1 = m_1 g / k$ ①

再悬挂重物 m_2 后, 弹簧再获得附加伸长为

$$l_2 = m_2 g / k \quad ②$$

当突然剪断连线去掉 m_2 后, m_1 将上升并开始作简谐振动, 在平衡位置处速度最大. 根据机械能守恒, 有 $\frac{1}{2}k(l_1 + l_2)^2 - m_1 gl_2 = \frac{1}{2}m_1 v_m^2 + \frac{1}{2}kl_1^2$ ③ 将①、②

代入③得 $v_m = m_2 g \sqrt{\frac{1}{m_1 k}} \approx 0.014 \text{ m/s}$ ④



9 解: 用动能定理, 对物体 $\frac{1}{2}mv^2 - 0 = \int_0^4 Fdx = \int_0^4 (10 + 6x^2)dx = 10x + 2x^3 = 168$

解出 $v = 13 \text{ m/s}$

10 解: 设下放距离为 x_0 , 则平衡时 $mg = kx_0$.

重力势能的减少为 $-\Delta E_p = mgx_0$,

弹性势能的增加为 $\Delta E_e = \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mgx_0$

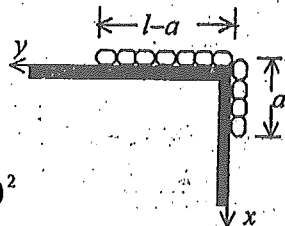
所以 $-\Delta E_p > \Delta E_e$

11 解: (1) 建立如图坐标. 某一时刻桌面上全链条长为 y , 则摩擦力大小为

$$f = \mu m \frac{y}{l} g$$

摩擦力的功 $W_f = \int_{-a}^0 fdy = \int_{-a}^0 \mu \frac{m}{l} gydy$

$$= \frac{\mu mg}{2l} y^2 \Big|_{-a}^0 = -\frac{\mu mg}{2l} (l-a)^2$$



(2) 以链条为对象, 应用质点的动能定理 $\Sigma W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

其中 $\Sigma W = W_p + W_f$, $v_0 = 0$

$$W_p = \int_a^l Pdx = \int_a^l \frac{mg}{l} xdx = \frac{mg(l^2 - a^2)}{2l}$$

由上问知 $W_f = -\frac{\mu mg(l-a)^2}{2l}$

所以 $\frac{mg(l^2 - a^2)}{2l} - \frac{\mu mg}{2l} (l-a)^2 = \frac{1}{2}mv^2$

得 $v = \sqrt{\frac{g}{l} [(l^2 - a^2) - \mu(l-a)^2]}^{1/2}$

12 解: (1) 陨石落地过程中, 万有引力的功 $W = -GMm \int_{R+h}^R \frac{dr}{r^2} = \frac{GMmh}{R(R+h)}$

根据动能定理 $\frac{GMmh}{R(R+h)} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

得 $v = \sqrt{2GM \frac{h}{R(R+h)} + v_0^2}$

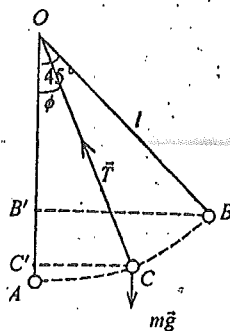
13 解: 重力的功 $W = mgl(\cos\phi - \cos 45^\circ)$

根据动能定理有: $\frac{1}{2}mv^2 = mgl(\cos\phi - \cos 45^\circ)$

$\therefore v = \sqrt{2gl(\cos\phi - \cos 45^\circ)}$

当 $\phi = 10^\circ$ 时, $v = 2.33 \text{ m/s}$

14 解: 设弹簧的原长为 l_0 , 弹簧的劲度系数为 k , 根据胡克定律:



$$0.1g = k(0.07 - l_0), \quad 0.2g = k(0.09 - l_0)$$

解得: $l_0 = 0.05 \text{ m}$, $k = 49 \text{ N/m}$

拉力所作的功等于弹性势能的增量:

$$W = E_{p2} - E_{p1} = \frac{1}{2}k(l_2 - l_0)^2 - \frac{1}{2}k(l_1 - l_0)^2 = 0.14 \text{ J}$$

15 解: 设弹簧伸长 x_1 时, 木块 A、B 所受合外力为零, 即有: $F - kx_1 = 0 \quad x_1 = F/k$

设绳的拉力 \vec{T} 对 m_2 所作的功为 W_{T2} , 恒力 \vec{F} 对 m_2 所作的功为 W_F , 木块 A、B 系统所受合外力为零时的速度为 v , 弹簧在此过程中所作的功为 W_k .

$$\text{对 } m_1、m_2 \text{ 系统, 由动能定理有 } W_F + W_k = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \quad \textcircled{1}$$

$$\text{对 } m_2 \text{ 有 } W_F + W_{T2} = \frac{1}{2}m_2v^2 \quad \textcircled{2}$$

$$\text{而 } W_k = \frac{1}{-2}kx_1^2 = -\frac{F^2}{2k}, \quad W_F = Fx_1 = \frac{F^2}{k}$$

$$\text{代入 } \textcircled{1} \text{ 式可求得 } v = F/\sqrt{k(m_1 + m_2)}$$

$$\text{由 } \textcircled{2} \text{ 式可得 } W_{T2} = -W_F + \frac{1}{2}m_2v^2 = -\frac{F^2}{k} \left[1 - \frac{m_2}{2(m_1 + m_2)} \right] = -\frac{F^2(2m_1 + m_2)}{2k(m_1 + m_2)}$$

由于绳拉 A 和 B 的力方向相反大小相等, 而 A 和 B 的位移又相同, 所以绳的拉力对

$$m_1 \text{ 作的功为 } W_{T1} = -W_{T2} = \frac{F^2(2m_1 + m_2)}{2k(m_1 + m_2)}$$

16 解: 把卸料车视为质点. 设弹簧被压缩的最大长度为 l , 劲度系数为 k . 在卸料车由最高点下滑到弹簧压缩最大这一过程中, 应用功能原理有

$$\frac{-0.2G_1h}{\sin \alpha} = \frac{1}{2}kl^2 - G_1h \quad \textcircled{1}$$

对卸料车卸料后回升过程应用功能原理, 可得:

$$\frac{-0.2G_2h}{\sin \alpha} = G_2h - \frac{1}{2}kl^2 \quad \textcircled{2}$$

$$\text{由式 } \textcircled{1} \text{ 和 } \textcircled{2} \text{ 联立解得: } \frac{G_1}{G_2} = \frac{\sin 30^\circ + 0.2}{\sin 30^\circ - 0.2} = \frac{7}{3}$$

17 解: 取物体在平衡位置时, 重力势能 $E_p = 0$, 设平衡时弹簧的伸长量为 x_0 , 则物体开始

$$\text{向下运动的一瞬间, 机械能为 } E_1 = \frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

设物体刚好又下降 x 距离的一瞬间速度为零(不再下降), 则该瞬时机械能为

$$E_2 = \frac{1}{2}k(x_0 + x)^2 - mgx$$

物体运动过程中, 只有保守力做功, 故系统的机械能守恒:

$$\frac{1}{2}kx_0^2 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(x_0 + x)^2 - mgx$$

把 $kx_0 = mg$ 代入上式, 可解得: $x = v\sqrt{m/k}$

18 解: 如图所示, 设 l 为弹簧的原长, O 处为弹性势能零点; x_0 为挂上物体后的伸长量, O' 为物体的平衡位置; 取弹簧伸长时物体所达到的 O'' 处为重力势能的零点. 由题意得物体在 O' 处的机械能为:

$$E_1 = E_{K0} + \frac{1}{2} kx_0^2 + mg(x - x_0) \sin \alpha$$

在 O'' 处, 其机械能为:

$$E_2 = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

由于只有保守力做功, 系统机械能守恒, 即:

$$E_{K0} + \frac{1}{2} kx_0^2 + mg(x - x_0) \sin \alpha = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

在平衡位置有:

$$mg \sin \alpha = kx_0$$

\therefore

$$x_0 = mg \sin \alpha / k$$

代入上式整理得:

$$\frac{1}{2} mv^2 = E_{K0} + mgx \sin \alpha - \frac{1}{2} kx^2 - \frac{(mg \sin \alpha)^2}{2k}$$

19 解: 设弹簧的伸长为 x , 则当木块处于静止状态且静摩擦力向左时应有

$$F - kx \leq \mu mg, \quad kx \geq F - \mu mg$$

而当静摩擦力向右时有 $kx - F \leq \mu mg, \quad kx \leq F + \mu mg$

上述条件要求 x 值的范围为 $\frac{F - \mu mg}{k} \leq x \leq \frac{F + \mu mg}{k}$

令 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ (弹簧为原长时, 弹性势能取为零), 则有

$$\frac{(F - \mu mg)^2}{2k} \leq E_p \leq \frac{(F + \mu mg)^2}{2k}$$

20 解: 弹簧长为 AB 时, 其伸长量为 $x_1 = 2l - l = l$

弹簧长为 AC 时, 其伸长量为 $x_2 = \sqrt{2}l - l = (\sqrt{2} - 1)l$

弹性力的功等于弹性势能的减少 $W = E_{p1} - E_{p2} = \frac{1}{2} kx_1^2 - \frac{1}{2} kx_2^2$

$$= \frac{1}{2} kl^2 [1 - (\sqrt{2} - 1)^2] = (\sqrt{2} - 1)kl^2$$

21 解: 两个粒子的相互作用力 $f = k/r^3$ 已知 $f=0$ 即 $r=\infty$ 处为势能零点, 则势能

$$E_p = W_{p\infty} = \int_{\infty}^r \vec{f} \cdot d\vec{r} = \int_{\infty}^r \frac{k}{r^3} dr = k/(2r^2)$$

22 解: (1) 根据功能原理, 有 $fs = \frac{1}{2} mv_0^2 - mgh$

$$fs = \frac{\mu N h}{\sin \alpha} = \mu mgh \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \mu mgh \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{2} mv_0^2 - mgh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g(1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha)} = 4.5 \text{ m}$$

(2) 根据功能原理有 $mg h - \frac{1}{2} m v^2 = f s$

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g h - \mu m g h \operatorname{ctg} \alpha$$

$$v = [2 g h (1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha)]^{1/2} = 8.16 \text{ m/s}$$

23 解: 根据功能原理有 $-f H = m g H - \frac{1}{2} m v_0^2$ $f = \frac{m v_0^2}{2 H} - m g$

$$f = \frac{0.4 \times 400}{2 \times 16} - 0.4 \times 9.8 \text{ N} \approx 1.1 \text{ N}$$

E 力学综合

1 解: 链条运动过程中, 当 $BC = x > L > \frac{1}{2} l$ 时,

对 BC 段有 $m \frac{x}{l} g - T_1 = m \frac{x}{l} a_1$

对 AC 段有 $T_2 - m \frac{l-x}{l} g = m \frac{l-x}{l} a_2$

由题设条件 $T_1 = T_2, a_1 = a_2 = a$

解出 $a = (2 \frac{x}{l} - 1) g$

当 $BC = 2l/3$, (即 $x = 2l/3$) 时, $a = g/3$

$\therefore a = \frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{dx} \therefore v dv = a dx = [(2xg/l) - g] dx$

$$\int_0^v v dv = \int_L^{2l/3} [(2xg/l) - g] dx \quad \frac{1}{2} v^2 = (L - L^2/l - 2l/9)g$$

$\therefore v = \sqrt{2(L - L^2/l - 2l/9)g} \quad (L > \frac{1}{2}l)$

2 解: 由 $v-t$ 曲线知, $t=0$ 时, $v_0 = 5 \text{ m/s}$, $a_0 = 2.45 \text{ m/s}^2$; $t \rightarrow \infty$ 时, $v = v_{\max} = 10 \text{ m/s}$, $a \rightarrow 0$; 雪橇下滑过程中受力如图。

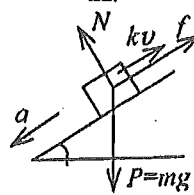
$$m g \sin \theta - \mu m g \cos \theta - k v = m a$$

$t=0$ 时 $a_0 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta - k v_0 / m$ ①

$t \rightarrow \infty$ 时 $m g \sin \theta - \mu m g \cos \theta - k v_{\max} = 0$ ②

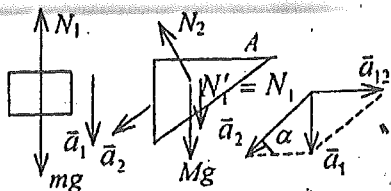
由①、②得 $k = m a_0 / (v_{\max} - v_0) = 1.96 \text{ N} \cdot \text{s/m}$

将 k 值代入②式, 得 $\mu = \frac{m g \sin \theta - k v_{\max}}{m g \cos \theta} = 0.125$



3 解: 研究物体 B: 它只在竖直方向上受到重力和 A 的支持力的作用, 水平方向不受力, 如图所示, 所以它相对地面的加速度 \bar{a}_1 方向向下。

$$m g - N_1 = m a_1 \quad \text{①}$$



对物体 A: 受力如图所示. 因为它只能在斜面上运动, 所以相对地面的加速度 \vec{a}_2 的方向一定沿斜面向下. $(Mg + N_1)\sin\alpha = Ma_2$ ②

又: B 相对于 A 只能在水平方向运动 ∴ B 相对 A 的加速度 \vec{a}_{12} 沿水平方向向右,

由加速度合成定理 $\vec{a}_1 = \vec{a}_{12} + \vec{a}_2$

可得 $a_1 = a_2 \sin\alpha$ ③

将③式代入①式, 并乘以 $\sin\alpha$ 得

$$mg \sin\alpha - N_1 \sin\alpha = ma_2 \sin^2\alpha \quad ④$$

②+④得 $(M+m)g \sin\alpha = (M+m \sin^2\alpha)a_2$

∴ $a_2 = \frac{M+m}{M+m \sin^2\alpha} g \sin\alpha$ 方向沿斜面向下. 由③式得

$$a_1 = \frac{M+m}{M+m \sin^2\alpha} g \sin^2\alpha \quad \text{方向竖直向下.}$$

4 解: $\vec{a} = \vec{F}/m = 2\vec{i} - 12t^2\vec{j}$ $\vec{a} = d\vec{v}/dt$ ∴ $d\vec{v} = (2\vec{i} - 12t^2\vec{j})dt$

$$\int_{\vec{v}_0}^{\vec{v}} d\vec{v} = \int_0^t (2\vec{i} - 12t^2\vec{j})dt$$

∴ $\vec{v} - \vec{v}_0 = 2t\vec{i} - 4t^3\vec{j}$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + 2t\vec{i} - 4t^3\vec{j} = (3+2t)\vec{i} + (4-4t^3)\vec{j}$$

当 $t=1$ s 时, $\vec{v}_1 = 5\vec{i}$ 沿 x 轴

故这时, $\vec{a}_n = \vec{a}_v = -12\vec{j}$ $\vec{F}_n = m\vec{a}_n = -24\vec{j}$ (SI)

5 解: 设绳中张力为 T_1 , 绳子相对动滑轮的加速度为 a , 则

$$T_1 - \mu m_1 g = m_1 a_1 \quad ①$$

$$T_1 - \mu m_2 g = m_2 a_2 \quad ②$$

$$m_3 g - 2T_1 = m_3 a_3 \quad ③$$

$$a_1 = a_3 + a \quad ④$$

$$a_2 = a_3 - a \quad ⑤$$

$$④+⑤ \text{ 得 } a_3 = \frac{1}{2}(a_1 + a_2) \quad ⑥$$

由①、②得 $\mu m_1 g + m_1 a_1 = \mu m_2 g + m_2 a_2$

$$a_1 = (m_2 - m_1)\mu g / m_1 + m_2 a_2 / m_1 = 1 + 2a_2 \quad \therefore a_3 = (1 + 3a_2)/2$$

由②、③式 $m_3 g - 2\mu m_2 g = 2m_2 a_2 + m_3 a_3 = 2m_2 a_2 + m_3(1 + 3a_2)/2$

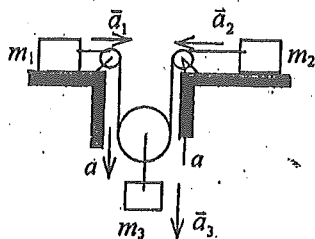
代入数据得 $a_2 = 1 \text{ m/s}^2, a_3 = 2 \text{ m/s}^2, a_1 = 3 \text{ m/s}^2$

6 解: 设 A 相对于 B 的加速度为 a' , 则 l 至少必须有 $0 - v_0^2 = 2a'l$ ①

A 对地面参考系的加速度为 $a = a_M + a'$

对 A 用牛顿第二定律, $-\mu mg = m(a' + a_M)$ ②

式中 a_M 是平板车对地面的加速度, 对平板车 B 有 $\mu mg = Ma_M$ ③



联立解出:
$$l = \frac{v_0^2}{2\mu g(1+m/M)}$$

7. 解: 由题意知: $\mu = \tan\theta$ ①

向上滑动时, $mg \sin\theta + \mu mg \cos\theta = ma$ ②

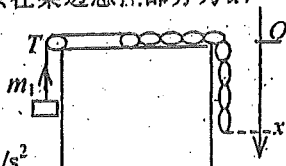
$v_0^2 = 2aS$ ③

联立求解得 $S = v_0^2 / (4g \sin\theta)$ 会静止, 不再下滑.

8. 解: 分别取 m_1 和链条 m 为研究对象, 坐标如图. 设链条在桌边悬挂部分为 x .

$m_1g - T = m_1a,$

$T - xgm/l = ma,$ 解出 $a = \frac{1}{2}g(1-x/l)$



当链条刚刚全部滑到桌面时 $x=0, a = \frac{1}{2}g = 4.9 \text{ m/s}^2$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = -v \frac{dv}{dx} \quad v dv = -a dx = -\frac{1}{2}g(1-x/l) dx$$

两边积分 $\int_0^v 2v dv = -\int_l^0 g(1-\frac{x}{l}) dx \quad v^2 = gl - \frac{1}{2}gl^2/l = (3/4)gl$

$$v = \frac{1}{2}\sqrt{3gl} = 1.21 \text{ m/s}$$

9. 解: 由题意知, 弹簧的长度 r 就是弹簧的伸长,

$\therefore F = 3r = mv^2/r$ ①

小球的总能量 E 是动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 与势能 $E_p = \frac{1}{2}kr^2$ 之和, 即

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kr^2$$
 ②

由①式可得, $mv^2 = 3r^2$

据题意 $kr = 3r$

代入②式得 $E = \frac{3}{2}r^2 + \frac{3}{2}r^2 = 3r^2 = 12 \text{ J}$ ③

$\therefore r = 2 \text{ m}$

将 r 代入①式, 并代入已知数值, 得: $v^2 = 6 \therefore v = 2.45 \text{ m/s}$

10. 解: (1) 设滑块 A 离开弹簧时速度为 v , 在弹簧恢复原长的过程中, 机械能守恒, 因而

有 $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$ ①

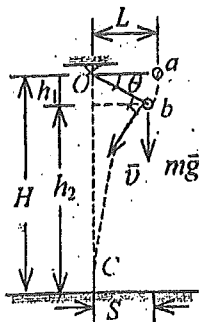
(2) A 脱离弹簧后速度不变, 与 B 作完全弹性碰撞后, 交换速度, A 静止, B 以初速度 v 沿圆环轨道上升.

(3) B 在圆环轨道上运动时, 它与地球系统的机械能守恒.

以 v' 表示 B 脱离轨道时的速度, 则有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgR(1 + \cos\alpha) + \frac{1}{2}mv'^2$$
 ②

$$mg \cos\alpha = mv'^2/R$$
 ③



由①、②、③式解出 $x = \sqrt{7mgR/(2k)}$

11 解：设小球摆至位置 b 处时悬线断了(如图)。此时小球的速度为 v ，取 b 点为势能零点，

按机械能守恒定律有： $mgh_1 = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{①}$

得 $v^2 = 2gh_1 = 2gL \sin \theta$

又 $T - mg \sin \theta = mv^2 / L \quad \text{②}$

所以 $T = mg \sin \theta + mv^2 / L = 3mg \sin \theta \quad \text{③}$

$\sin \theta = T / (3mg) = \frac{1}{2} \quad \therefore \theta = 30^\circ$

又因 $v^2 = 2gL \sin \theta \quad \therefore v^2 = gL$

即 $v = \sqrt{gL} \quad \text{④}$

悬线断后，小球在 bc 段作斜下抛运动。当球落到 C 点时，水平距离为 $S = vt \sin \theta$

即 $L \cos \theta = vt \sin \theta$

所以 $t = \frac{L \cos \theta}{v \sin \theta} = \frac{L}{v} \text{ctg } 30^\circ = \sqrt{\frac{3L}{g}} \quad \text{⑤}$

而竖直距离为 $h_2 = vt \cos \theta + \frac{1}{2}gt^2 = (\frac{1}{2}\sqrt{3})(\sqrt{gL})\sqrt{3L/g} + \frac{3}{2}L = 3L$

所以 $H = h_1 + h_2 = 3.5L$

12 解：根据牛顿第二定律，小物体尚在球面上时， $mg \cos \theta - N = mv^2 / R$

小物体脱离球面时刻， $N = 0$ ，因而有 $mg \cos \theta = mv^2 / R \quad \text{①}$

由机械能守恒定律，得 $\frac{1}{2}mv^2 = mgR(1 - \cos \theta) \quad \text{②}$

①、②联立解得 $\cos \theta = 2/3 \quad \theta = \cos^{-1}(2/3)$

13 解：以电梯为参考系，电梯是非惯性系。重力、惯性力与弹性力平衡，即

$Mg + Ma - kx = 0; \quad x = M(g + a) / k$

电梯加速度为零后，电梯是惯性系。以匀速电梯为参考系，机械能守恒定律适用。设物体平衡时的弹簧伸长量为 $x_0 = Mg / k$ ，在电梯参考系中 M 在平衡位置上下作简谐振动，经过平衡位置时速度最大。取此平衡位置为重力势能零点，则机械能守恒

定律给出 $\frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 - \frac{1}{2}kx_0^2 - Mg(x - x_0)$ 将上述 x, x_0 值代入，化简可得

$v = a\sqrt{M/k}$

14 解：以小球、地为系统，机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mg(2R) \quad \text{①}$

因小球在 C 点恰能作圆周运动，故 $mg = mv_C^2 / R \quad \text{②}$

小球从 C 到 A 是平抛运动，以 v_C 为初速度，小球从 C 至 A 所需时间为 t

$2R = \frac{1}{2}gt^2, \quad t = \sqrt{4R/g}$

按题设情况， AB 的长度为 $s = v_C t = \sqrt{Rg} \cdot \sqrt{4R/g} = 2R$

小球在 AB 段作匀加速直线运动 $v_B^2 = 2as$ ③

由①、②得 $v_B^2 = v_C^2 + 4Rg = 5Rg$ $a = v_B^2 / (2s) = 5g/4 = 12.3 \text{ m/s}^2$

15 解: (1) 小球运动过程中只有重力做功, 故小球与地球系统机械能守恒, 可列方程:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgl(1 + \cos 60^\circ) \quad ①$$

$$T_B + mg \cos 60^\circ = mv_B^2 / l \quad ②$$

小球在 B 点脱离圆周的条件为 $T_B = 0$, 由②式得:

$$v_B^2 = gl \cos 60^\circ \quad ③$$

①、③式得: $v_0 = \sqrt{gl(2 + 3 \cos 60^\circ)} = 5.86 \text{ m/s}$

(2) 设 C 点为圆周最高点, 可列方程:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mg(2l) \quad ④$$

$$T_C + mg = mv_C^2 / l \quad ⑤$$

小球能越过 C 点的条件是 $T_C \geq 0$, 代入⑤式有: $v_C^2 \geq gl$ ⑥

代入④式得: $v_0^2 \geq 5gl$ $v_0(\text{最小}) = \sqrt{5gl} = 7 \text{ m/s}$

16 解: 重物在圆环 C 处的加速度 $a_{nc} = v_C^2 / R$ ①

设重物对环的压力为 N' . 在 C 点, 由牛顿第三定律

$$N + F - mg = mv_C^2 / R \quad ②$$

其中 $F = kR = mg$

得 $N = mv_C^2 / R$, $N' = N = mv_C^2 / R$

求 v_C , 由机械能守恒定律

$$\frac{1}{2}kx_B^2 + mg(2R - 1.6R \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_C^2 + \frac{1}{2}kx_C^2 \quad ③$$

其中 $\cos \theta = 1.6R / 2R = 0.8$, $x_B = 0.6R$

由③式得 $v_C^2 = 0.8gR$ $\therefore a_{nc} = v_C^2 / R = 0.8g$ $N' = 0.8mg$

17 解: 人到达最高点时, 只有水平方向速度 $v = v_0 \cos \alpha$, 此人于最高点向后抛出物体 m . 设抛出后人速度为 v_1 , 取人和物体为一系统, 则该系统水平方向的动量守恒, 即

$$(M + m)v = Mv_1 + m(v_1 - u)$$

$$v_1 = v + mu / (M + m)$$

由于抛出物体而引起人在水平方向的速度增量为 $\Delta v = v_1 - v = mu / (M + m)$

因为人从最高点落到地面的时间为 $t = v_0 \sin \alpha / g$

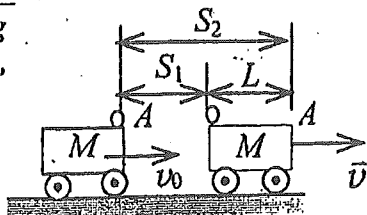
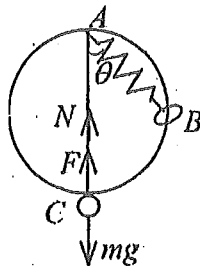
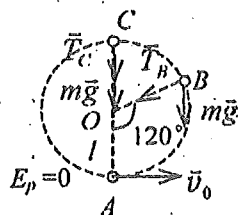
故跳的水平距离增加量为 $\Delta x = t \Delta v = \frac{mu v_0 \sin \alpha}{(m + M)g}$

18 解: 以地面为参照系, 物体放到车顶上从静止开始加速,

加速度为 $a = \mu g$, 车受到摩擦力 $f = \mu mg$

在运动过程中, 物体与车组成的系统动量守恒,

以 v 表示物体与车可以达到的共同速度, 则:



$$Mv_0 = (M+m)v, \quad v = Mv_0 / (M+m).$$

达到此速度前, 物体相对地面运动的距离 $S_1 = v^2 / (2a) = v^2 / (2\mu g)$

小车前进的距离 $S_2 = (v^2 - v_0^2) / (2a')$

其中 $a' = -\mu mg / M$

$$\therefore S_2 = \frac{M(v^2 - v_0^2)}{2\mu mg}$$

如图所示, 物体不滑出去应满足 $L \geq S_2 - S_1$

$$\therefore L \geq \frac{Mv_0^2}{2\mu g(M+m)} \quad \text{即} \quad L_{\min} = \frac{Mv_0^2}{2\mu g(M+m)}$$

19 解: 以第二艘船和抛出的两物为系统, 在船行方向上动量守恒, 有

$$Mv = (M-2m)V_2 + m(V_2+u) + m(V_2-u)$$

得第二船速率 $V_2 = v$

以第一艘船和中间船抛来的物体为系统, 在船行方向上动量守恒, 以船前进方向为坐标轴正向, 有

$$Mv + m(v+u) = (m+M)V_1$$

得第一船速率 $V_1 = v + mu / (m+M)$

以第三船和中间船抛来的物体为系统, 由动量守恒定律有

$$Mv + m(v-u) = (m+M)V_3$$

得第三船的速率 $V_3 = v - mu / (m+M)$

20 解: 以岸边为参考系, 选坐标向右为正, 如图. 因水的阻力不计, 故浮吊和重物系统在水平方向动量守恒. 设 M 以 V 向岸边靠拢, m 相对 M 以 u 向左运动, 相对岸边的速率为 $u-V$, 转动过程中, 系统在水平方向动量守恒.

$$MV = m(u-V)$$

$$V = mu / (M+m)$$

上式在转动过程中始终成立, 是瞬时关系. 积分

$$\int_0^t V dt = \frac{m}{M+m} \int_0^t u dt$$

$\int_0^t V dt$ 为浮吊在水平方向移动的距离 x , $\int_0^t u dt$ 为物体相对浮吊水平移动距离 x'

$$x' = \int_0^t u dt = l(\sin 60^\circ - \sin 30^\circ) = 2.93 \text{ m}$$

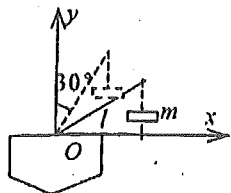
$$\therefore x = mx' / (M+m) = 0.267 \text{ m} \quad (\text{朝岸方向移动})$$

21 解: (1) 以炮弹与炮车为系统, 以地面为参考系, 水平方向动量守恒. 设炮车相对于地面的速率为 V_x , 则有 $MV_x + m(u \cos \alpha + V_x) = 0$

$$V_x = -mu \cos \alpha / (M+m) \quad \text{即炮车向后退.}$$

(2) 以 $u(t)$ 表示发炮过程中任一时刻炮弹相对于炮身的速度, 则该瞬时炮车的速度应为

$$V_x(t) = -mu(t) \cos \alpha / (M+m)$$



积分求炮车后退距离 $\Delta x = \int_0^l V_x(t) dt = -m/(M+m) \int_0^l u(t) \cos \alpha dt$

$\Delta x = -ml \cos \alpha / (M+m)$ 即向后退了 $ml \cos \alpha / (M+m)$ 的距离.

22 解: (1) 木块下滑过程中, 以木块、弹簧、地球为系统机械能守恒. 选弹簧原长处为弹性势能和重力势能的零点, 以 v_1 表示木块下滑 x 距离时的速度, 则

$$\frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} Mv_1^2 - Mgx \sin \alpha = 0$$

求出: $v_1 = \sqrt{2gx \sin \alpha - \frac{kx^2}{M}} = 0.83 \text{ m/s}$ 方向沿斜面向下.

(2) 以子弹和木块为系统, 在子弹射入木块过程中外力沿斜面方向的分力可略去不计, 沿斜面方向可应用动量守恒定律. 以 v_2 表示子弹射入木块后的共同速度, 则有:

$$Mv_1 - mv \cos \alpha = (M+m)v_2$$

解出: $v_2 = \frac{Mv_1 - mv \cos \alpha}{(M+m)} = -0.89 \text{ m/s}$ 负号表示此速度的方向沿斜面向上.

23 解: 设炮车自斜面顶端滑至 l 处时其速率为 v_0 . 由机械能守恒定律, 有

$$Mgl \sin \alpha = \frac{1}{2} Mv_0^2 \quad (1)$$

以炮车、炮弹为系统, 在 l 处发射炮弹的过程中, 忽略重力, 系统沿斜面方向动量守恒

$$Mv_0 = mv \cos \alpha \quad (2)$$

由①、②式可以解出 $v = \frac{M}{m \cos \alpha} \sqrt{2gl \sin \alpha}$

24 解: (1) 以小车、滑块、弹簧为系统, 忽略一切摩擦, 在弹簧恢复原长的过程中, 系统的机械能守恒, 水平方向动量守恒. 设滑块与弹簧刚分离时, 车与滑块对地的速度分别为 V 和 v , 则

$$\frac{1}{2} k(\Delta l)^2 = \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} MV^2 \quad (1)$$

$$mv = MV \quad (2)$$

解出 $V = \sqrt{\frac{k}{M + M^2/m}} \Delta l = 0.05 \text{ m/s}$, 向左

$$v = \sqrt{\frac{k}{m + m^2/M}} \Delta l = 0.5 \text{ m/s}$$
, 向右

(2) 滑块相对于小车的速度为 $v' = v + V = 0.55 \text{ m/s}$, 向右

$$\Delta t = L/v' = 2 \text{ s}$$

25 解: A 、 B 两球发生弹性正碰撞, 由水平方向动量守恒与机械能守恒, 得

$$m_A v_{A0} = m_A v_A + m_B v_B \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} m_A v_{A0}^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \quad (2)$$

联立解出 $v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_{A0}$, $v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_{A0}$

由于二球同时落地, $\therefore v_A > 0$, $m_A > m_B$; 且 $L_A/v_A = L_B/v_B$

$$\therefore \frac{v_A}{v_B} = \frac{L_A}{L_B} = \frac{2}{5}, \quad \frac{m_A - m_B}{2m_A} = \frac{2}{5}$$

解出 $m_A/m_B = 5$

26 解: (1) 释放后, 弹簧恢复到原长时 A 将要离开墙壁, 设此时 B 的速度为 v_{B0} , 由机械

能守恒, 有 $\frac{1}{2}kx_0^2 = 3mv_{B0}^2/2$ 得 $v_{B0} = x_0\sqrt{\frac{k}{3m}}$

A 离开墙壁后, 系统在光滑水平面上运动, 系统动量守恒, 机械能守恒, 当弹簧伸长量为 x 时有

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_2v_{B0} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_2v_{B0}^2 \quad (2)$$

当 $v_1 = v_2$ 时, 由式①解出 $v_1 = v_2 = 3v_{B0}/4 = \frac{3}{4}x_0\sqrt{\frac{k}{3m}}$

(2) 弹簧有最大伸长量时, A、B 的相对速度为零 $v_1 = v_2 = 3v_{B0}/4$, 再由式②解出

$$x_{\max} = \frac{1}{2}x_0$$

27 解: 设 m 与 M 碰撞后的共同速度为 v , 它们脱离球面的速度为 u .

(1) 对碰撞过程, 由动量守恒定律得 $v = mv_0/(M+m)$ ①

m 与 M 沿固定光滑球面滑下过程中机械能守恒, 在任一位置 θ 时, 有

$$\frac{1}{2}(M+m)v^2 + (M+m)gR(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}(M+m)u^2 \quad (2)$$

$$(M+m)g\cos\theta - N = (M+m)u^2/R \quad (3)$$

当物体脱离球面时, $N=0$, 代入③式并与①、②式联立, 可解得:

$$\cos\theta = \frac{v^2 + 2gR}{3gR} = \frac{m^2v_0^2}{3gR(M+m)^2} + \frac{2}{3} \quad \theta = \cos^{-1}\left[\frac{m^2v_0^2}{3gR(M+m)^2} + \frac{2}{3}\right]$$

(2) 若要在 A 处使物体脱离球面, 必须满足 $(M+m)v_A^2/R \geq (M+m)g$

即 $v_A^2 > Rg$, 考虑到①式有 $m^2v_0^2/(M+m) \geq Rg$

所以油灰的速度至少应为 $v_0 = (M+m)\sqrt{Rg}/m$

28 解: 两自由质点组成的系统在自身的引力场中运动时, 系统的动量和机械能均守恒. 设两质点的间距变为 $l/2$ 时, 它们的速度分别为 v_1 及 v_2 , 则有

$$m_1v_1 - m_2v_2 = 0 \quad (1)$$

$$\frac{-Gm_1m_2}{l} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{2Gm_1m_2}{l} \quad (2)$$

联立①、②, 解得 $v_1 = m_2\sqrt{\frac{2G}{l(m_1+m_2)}}$, $v_2 = m_1\sqrt{\frac{2G}{l(m_1+m_2)}}$

29 解: 二滑块在弹力作用下将沿水平导杆作振动, 因导杆光滑, 不产生摩擦阻力, 故整个系统的机械能守恒, 而且沿水平方向的动量守恒(等于零). 当二滑块运动到正好使弹簧垂直于二导杆时, 二滑块所受的弹力的水平分力同时为零, 这时二滑块的速度将分别达到其最大速度 v_1 和 v_2 且此时弹簧为原长, 弹簧势能为零.

由题意得知, 开始时系统的弹性势能为 $E_p = \frac{1}{2}k(\sqrt{l^2 + L^2} - L)^2$ ①

动能为零。对此系统应用机械能守恒定律和动量守恒定律得到:

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}k(\sqrt{l^2 + L^2} - L)^2 \quad ②$$

$$m_1v_1 - m_2v_2 = 0 \quad ③$$

解此二式得 $v_1 = (\sqrt{l^2 + L^2} - L)\sqrt{\frac{m_2k}{m_1(m_1 + m_2)}}$

$$v_2 = (\sqrt{l^2 + L^2} - L)\sqrt{\frac{m_1k}{m_2(m_1 + m_2)}}$$

30 解: 对于 A、B 组成的系统, 在 A 开始运动到 A 带动 B 以相同速度 v 一起运动的过程中, 在水平方向上作用在系统上的合外力为零, 系统的水平方向动量守恒, 因而有

$$m_A v_A = (m_A + m_B)v \quad ①$$

设 A 从开始运动到相对于 B 静止时, 在 B 上移动了 x 距离, 而 B 相对于水平面移动了 l 距离, 以地为参考系, 根据动能定理, 有:

$$-\mu m_A g(l+x) + \mu m_A g l = \frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2 - \frac{1}{2}m_A v_A^2$$

$$\therefore \mu m_A g x = \frac{1}{2}m_A v_A^2 - \frac{1}{2}(m_A + m_B)v^2 \quad ②$$

联立①、②, 解得 $x = \frac{m_B v_A^2}{2\mu g(m_A + m_B)}$

31 解: 设小物体沿 A 轨下滑至地板时的速度为 v , 对小物体与 A 组成的系统, 应用机械能守恒定律及沿水平方向动量守恒定律, 可有:

$$-Mv_A + mv = 0 \quad ①$$

$$mgh_0 = \frac{1}{2}Mv_A^2 + \frac{1}{2}mv^2 \quad ②$$

由①、②式, 解得 $v = \sqrt{2Mgh_0/(M+m)}$ ③

当小物体以初速 v 沿 B 轨上升到最大高度 H 时, 小物体与 B 有沿水平方向的速度 u , 根据动量守恒与机械能守恒, 有 $mv = (M+m)u$ ④

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(M+m)u^2 + mgH \quad ⑤$$

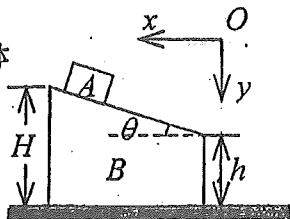
联立④、⑤, 并考虑到式③, 可解得:

$$H = \frac{Mv^2}{2(M+m)g} = \left(\frac{M}{M+m}\right)^2 h_0$$

32 解: 建坐标如图, 并设物体 A 对物体 B 的速度为 v , 物体 B 对地的速度为 u . 水平方向动量守恒

$$Mu + m(u - v\cos\theta) = 0 \quad ①$$

机械能守恒



$$mg(H-h) = \frac{1}{2}Mu^2 + \frac{1}{2}m[v^2 \sin^2 \theta + (u-v \cos \theta)^2] \quad ②$$

由式①、②可解出物体 B 的动量大小为

$$Mu = Mm \sqrt{\frac{2g(H-h)}{(M+m)[M+(M+m)\tan^2 \theta]}} \quad \text{或} \quad Mu = Mm \sqrt{\frac{2g(H-h)\cos^2 \theta}{(M+m)[M+m\sin^2 \theta]}}$$

方向: 沿 x 轴正向.

33 解: 在对心完全弹性碰撞中, 若 $v_{20} = 0$, 则有

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)v_{20} + 2m_1v_{10}}{m_1 + m_2} = \frac{2m_1v_{10}}{m_1 + m_2}$$

物体 B 的动能 $E_{K2} = \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}m_2\left(\frac{2m_1v_{10}}{m_1 + m_2}\right)^2$

由 $\frac{dE_{K2}}{dm_2} = \frac{(m_2 - m_1)2m_1^2v_{10}^2}{(m_1 + m_2)^3} = 0$ 得 $m_1 = m_2$

又 $\left. \frac{d^2E_{K2}}{d^2m_2} \right|_{m_2=m_1} = 2m_1^2v_{10}^2 \frac{3m_2 - 4m_1}{(m_1 + m_2)^4} \Big|_{m_2=m_1} < 0$

故 $m_2 = m_1$ 时, m_2 的动能有最大值. 此最大值是 $E_{K2} = \frac{1}{2}m_1v_{10}^2$.

34 解: 设子弹打入木块后二者共同运动的速率为 V , 水平方向动量守恒, 有

$$mv = (m+M)V, \quad V = mv/(m+M)$$

木块对子弹作的功 $W_1 = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{Mm(M+2m)}{2(M+m)^2}v^2$

子弹对木块作的功 $W_2 = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{Mm^2}{2(M+m)^2}v^2$

35 解: m 落入木箱前的瞬时速度 $v_0 = \sqrt{2gh}$. 以 M, m 为系统, m 落入木箱时沿水平方向 m 与 M 间的冲力 (内力) 远大于地面与木箱间的摩擦力 (外力), 在水平方向动量守恒 $mv_0 \cos \theta = (M+m)v$ ①

$$v = m\sqrt{2gh} \cdot \cos \theta / (M+m)$$

由功能原理 $-\mu(m+M)gl = \frac{1}{2}kl^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$ ②

$$\mu(m+M)gl = \frac{1}{2}(m+M)v^2 - \frac{1}{2}kl^2 \quad \mu = \frac{m^2 h \cos^2 \theta}{(M+m)^2 l} - \frac{kl}{2(M+m)g}$$

36 解: 在碰撞过程中, 两球速度相等时形变势能最大.

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v \quad ①$$

$$E_p = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \quad ②$$

联立①、②得 $E_p = \frac{1}{2}m_1m_2(v_1 - v_2)^2 / (m_1 + m_2)$

37 解: 以 V 表示球上升到最大高度时 m 和 M 的共同速度, 则由动量守恒和机械能守恒可得

$$mv_0 = (m+M)V$$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}(m+M)V^2 + mgh$$

由此二式可解得
$$h = \frac{Mv_0^2}{2g(m+M)}$$

以 V' 表示球离开小车时小车的速度, 则在小球射入到离开的整个过程中, 由动量守恒和机械能守恒可得 $mv_0 = mv + MV'$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV'^2$$

由此二式可得 $v = (m-M)v_0 / (m+M)$ v 与 v_0 反向.

38 解: 由动量守恒得 $mv_m = MV_M$ ①

根据机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_m^2 + \frac{1}{2}MV_M^2 - GMm/d = 0$ ②

由①, ②得
$$V_M = m\sqrt{\frac{2G}{d(M+m)}} \quad v_m = M\sqrt{\frac{2G}{d(M+m)}}$$

M 和 m 的相对速度为 v_r $\vec{v}_r = \vec{v}_m - \vec{V}_M$

$$v_r = v_m + V_M = \sqrt{2G(M+m)/d}$$

39 解: 弹簧被压缩量最大距离时, m_1 、 m_2 相对速度为零. 这时动量守恒 $m_1v_0 = (m_1+m_2)v$

机械能守恒 $\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2 + \frac{1}{2}kx^2$

由上二式可解得弹簧的最大被压缩量为 $x = v_0\sqrt{\frac{m_1m_2}{k(m_1+m_2)}}$

40 解: 两小车碰撞为弹性碰撞, 在碰撞过程中当两小车相对静止时, 两车速度相等. 在碰撞过程中, 以两车和弹簧为系统, 动量守恒, 机械能守恒.

$$m_1v_0 = (m_1+m_2)v \quad \text{①}$$

$$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v^2 + \frac{1}{2}k_1x_1^2 + \frac{1}{2}k_2x_2^2 \quad \text{②}$$

x_1 、 x_2 分别为相对静止时两弹簧的压缩量. 由牛顿第三定律 $k_1x_1 = k_2x_2$

$$x_1 = \left[\frac{m_1m_2}{m_1+m_2} \cdot \frac{k_2}{k_1(k_1+k_2)} \right]^{1/2} v_0$$

相对静止时两车间的相互作用力 $F = k_1x_1 = \left[\frac{m_1m_2}{m_1+m_2} \cdot \frac{k_1k_2}{k_1+k_2} \right]^{1/2} v_0$

41 解: 释放物体 A 到 A 与 B 碰撞前, 以 A 与弹簧为系统, 机械能守恒

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}m_A v^2 \quad \text{①}$$

A 与 B 碰撞过程中以 A 、 B 为系统, 动量守恒, 机械能守恒

$$m_A v = m_A v'_A + m_B v'_B \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} m_A v^2 = \frac{1}{2} m_A v'^2_A + \frac{1}{2} m_B v'^2_B \quad (3)$$

A 与 B 碰撞后, A 压缩弹簧, 机械能守恒 $\frac{1}{2} m_A v'^2_A = \frac{1}{2} kx_0'^2 \quad (4)$

联立①、②、③、④并考虑到 $v'_A < 0$ 且 x'_0 为压缩量与 x_0 一样应取正值, 可求出

$$x'_0 = \frac{(m_A - m_B)x_0}{m_A + m_B} = 0.033 \text{ m}$$

42 解: $k = Mg/x_0$ 油灰与笼底碰前的速度 $v = \sqrt{2gh}$

碰撞后油灰与笼共同运动的速度为 V , 应用动量守恒定律

$$mv = (m + M)V \quad (1)$$

油灰与笼一起向下运动, 机械能守恒, 下移最大距离 Δx , 则

$$\frac{1}{2} k(x_0 + \Delta x)^2 = \frac{1}{2} (M + m)V^2 + \frac{1}{2} kx_0^2 + (M + m)g\Delta x \quad (2)$$

联立解得: $\Delta x = \frac{m}{M} x_0 + \sqrt{\frac{m^2 x_0^2}{M^2} + \frac{2m^2 h x_0}{M(M + m)}} = 0.3 \text{ m}$

43 解: 设 v_1 为软木塞飞出的最小速度的大小, 软木塞和试管系统水平方向动量守恒, 该试管速度的大小为 v_2 , $Mv_2 - mv_1 = 0$, 则 $v_1 = Mv_2/m$

(1) 当用硬直杆悬挂时, M 到达最高点时速度须略大于零,

机械能守恒: $\frac{1}{2} Mv_2^2 \geq Mg2L \quad v_2 \geq \sqrt{4gL}$

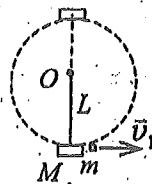
即 $v_1 = 2M\sqrt{gL}/m$

(2) 若悬线为轻绳, 则试管到达最高点的速度 v 须满足

$$Mg = Mv^2/L \quad \text{即} \quad v = \sqrt{gL}$$

由机械能守恒: $\frac{1}{2} Mv_2^2 = Mg2L + \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{5}{2} MgL$

应有 $v_2 = \sqrt{5gL}$ 故这时 $v_1 = M\sqrt{5gL}/m$



44 解: 小球刚要与 PQ 碰撞时的速度为:

竖直方向: $v_y = \sqrt{2gh}$ 水平方向: $v_x = v_0$

以小球和平板为一系统, 对这一碰撞, 可应用动量守恒与动能守恒定律. 即:

$$mv_y = Mv + mv' \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} mv_x^2 + \frac{1}{2} mv_y^2 = \frac{1}{2} Mv^2 + \frac{1}{2} mv'^2 + \frac{1}{2} mv_x^2 \quad (2)$$

上两式中, v 和 v' 分别为平板和小球刚碰撞后的竖直方向速度分量. 由于 PQ 光滑, 碰撞后小球的水平方向速度分量仍为 v_x . 解①、②两式可得:

$$v = 2m\sqrt{2gh}/(M + m)$$

碰撞结束后, 弹簧继续压缩, 以木板、弹簧、地球为一系统, 机械能守恒. 设木板初

始位置为重力势能零点, 弹簧处于自由状态时为弹性势能零点, 则从弹簧开始继续压

缩到压缩量增加 Δy 而停止时, 有: $\frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}k(\Delta y_0)^2 = \frac{1}{2}k(\Delta y_0 + \Delta y)^2 - Mg\Delta y$

且 $\Delta y_0 = Mg/k$. 由此可解得

$$\text{弹簧最大压缩量为: } \Delta y_{\max} = \Delta y_0 + \Delta y = \frac{Mg}{k} + \frac{2m}{M+m} \sqrt{\frac{2ghM}{k}}$$

45 解: (1) 以摆车为系统, 水平方向不受外力, 动量守恒, 设摆球的速度为 \bar{v} (对地), 小车的速度为 \bar{V} (对地). $m\bar{v}_x + M\bar{V} = 0 \quad \bar{v}_x = -M\bar{V}/m$

设摆动中球与车移动的水平距离分别为 Δx_1 与 Δx_2 则有

$$\Delta x_1 = \int_0^t \bar{v}_x dt, \quad \Delta x_2 = \int_0^t \bar{V} dt, \quad \Delta x_1 = -\frac{M}{m} \Delta x_2$$

设 Δx_r 为球相对于车的水平位移, 则有 $\Delta x_1 = \Delta x_r + \Delta x_2$

即 $(1 + \frac{M}{m})\Delta x_2 = -\Delta x_r$

由题可得 $\Delta x_r = l \cos \alpha - l$ 故 $\Delta x_2 = \frac{m}{M+m} (l - \frac{\sqrt{3}}{2}l)$

(2) 设摆球到达最低点时 $\bar{v}_x = v$, 则有 $v = -\frac{M}{m}V$ ①

且 $mgl = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$ ②

摆球速度 $v = \sqrt{\frac{2Mgl}{M+m}}$ 小车速度 $V = m \sqrt{\frac{2gl}{M(M+m)}}$

46 解: (1) 以小物体及半圆槽为系统, 水平方向动量守恒. 设小物体对半圆槽速度为 v , 槽对地向右的速度为 V , 有 $m(v \sin \theta - V) - MV = 0$

以小物体、半圆槽、地球为系统, 机械能守恒

$$\frac{1}{2}m(v \sin \theta - V)^2 + \frac{1}{2}m(v \cos \theta)^2 + \frac{1}{2}MV^2 = mgR \sin \theta$$

联立求解得 $V = \frac{m \sin \theta}{M+m} \sqrt{\frac{(M+m)2gR \sin \theta}{(M+m) - m \sin^2 \theta}}$

$$v = \sqrt{\frac{(M+m)2gR \sin \theta}{(M+m) - m \sin^2 \theta}}$$

(2) 设小物对地在水平方向的速度分量为 v_x 取 x 轴水平向右, 则

$$mv_x - MV = 0 \quad \text{即 } V = mv_x / M$$

两边积分 $\int_0^t V dt = (m/M) \int_0^t v_x dt$ 槽向右移动距离 $S_1 = \int_0^t V dt$

小物体对地向左移动距离 $S_2 = \int_0^t v_x dt$

当小物体滑到 B 点时相对地移动的距离 $S_2 = R - S_1$

由此 $S_1 = \frac{m}{M}(R - S_1); S_1 = \frac{m}{m+M}R$

47 解: 动量守恒 $mv_0 = (m+M)V$

越过最高点条件 $(m+M)g = (m+M)v^2/l$

机械能守恒 $\frac{1}{2}(m+M)V^2 = (m+M)g2L + \frac{1}{2}(m+M)v^2$

解上三式, 可得 $v_0 = (m+M)\sqrt{5gl/m}$

48 解: 物体因受合外力矩为零, 故角动量守恒. 设开始时和绳被拉断时物体的切向速度、转动惯量、角速度分别为 v_0 、 J_0 、 ω_0 和 v 、 J 、 ω . 则 $J_0\omega_0 = J\omega$ ①

因绳是缓慢地下拉, 物体运动可始终视为圆周运动. ①式可写成

$$mR_0^2v_0/R_0 = mR^2v/R$$

整理后得: $R = R_0v_0/v$ ②

物体作圆周运动的向心力由绳的张力提供 $F = mv^2/R$

再由②式可得: $R = (mR_0^2v_0^2/F)^{1/3}$

当 $F = 600 \text{ N}$ 时, 绳刚好被拉断, 此时物体的转动半径为 $R = 0.3 \text{ m}$

49 解: (1) 以煤车和 Δt 时间内卸入车内的煤为研究对象, 水平方向煤车受牵引力 F 的作用, 由动量定理: $F\Delta t = (M + m_0\Delta t)v_0 - Mv_0$

求出: $F = m_0v_0$

(2) $P = Fv_0 = m_0v_0^2$

(3) 单位时间内煤获得的动能: $E_K = \frac{1}{2}m_0v_0^2$

单位时间内牵引煤车提供的能量为 $E = P$ $E_K/E = \frac{1}{2} = 50\%$

即有 50% 的能量转变为煤的动能, 其余部分用于在拖动煤时不可避免的滑动摩擦损耗.

50 解: (1) $I_1 = \int_0^T F(t) dt = \int_0^T F_0 \sin(2\pi t/T) dt = -\frac{TF_0}{2\pi} \cos \frac{2\pi t}{T} \Big|_0^T = 0$

(2) $I_2 = \int_0^{T/2} F(t) dt = -\frac{TF_0}{2\pi} \cos \frac{2\pi t}{T} \Big|_0^{T/2} = \frac{TF_0}{\pi}$

(3) $a = F/m = F_0 \sin(2\pi t/T)/m$

由于 $v_0 = 0$, 所以 $v = \int_0^T a dt = \int_0^T \frac{F_0}{m} \sin \frac{2\pi t}{T} dt = -\frac{TF_0}{2\pi m} \cos \frac{2\pi t}{T} \Big|_0^T$
 $= -\frac{TF_0}{2\pi m} [\cos(\frac{2\pi}{T}) - 1]$

由动能定理 $W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2$

$$t=0 \text{ 时 } v_0=0, \quad t=\frac{1}{2}T \text{ 时 } v=TF_0/(\pi m) \quad \therefore W=T^2 F_0^2/(2\pi^2 m)$$

(4) 质点在 0 到 $T/2$ 时间内, 由静止开始作变加速直线运动, $T/2$ 到 T 时间内, 作变减速直线运动到静止, T 到 $3T/2$ 时间内, 由静止开始作变加速直线运动, ……速度大小作这样周期性变化的直线运动, 速度方向始终不变, 因而质点总沿一个方向运动.

51 解: 由机械能守恒: $\frac{1}{2}mv_0^2 - GMm/R = \frac{1}{2}mv^2 - GMm/(3R)$ ①

根据小球绕 O 角动量守恒: $Rmv_0 = 3Rmv \sin \theta$ ②

①、②式联立可解出: $\sin \theta = \frac{v_0}{\sqrt{9v_0^2 - 12GM/R}}$

52 解: (1) 爆炸过程中, 以及爆炸前后, 卫星对地心的角动量始终守恒, 故应有 $L = mv_i r = mv' r'$ ①

其中 r' 是新轨道最低点或最高点处距地心的距离, v' 则是在相应位置的速度, 此时 $v' \perp r'$

(2) 爆炸后, 卫星、地球系统机械能守恒:

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + \frac{1}{2}mv_n^2 - GMm/r = \frac{1}{2}mv'^2 - GMm/r' \quad ②$$

由牛顿定律: $GMm/r^2 = mv_i^2/r$

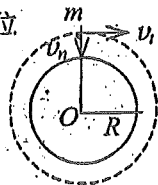
$$\therefore GM = v_i^2 r \quad ③$$

将①式、③式代入②式并化简得: $(v_i^2 - v_n^2)r'^2 - 2v_i^2 r r' + v_i^2 r^2 = 0$

$$\therefore [(v_i + v_n)r' - v_i r][(v_i - v_n)r' - v_i r] = 0$$

$$\therefore r_1' = \frac{v_i r}{v_i - v_n} = 7397 \text{ km}, \quad r_2' = \frac{v_i r}{v_i + v_n} = 7013 \text{ km}$$

远地点 $h_1 = r_1' - R = 997 \text{ km}$ 近地点 $h_2 = r_2' - R = 613 \text{ km}$.



53 解: 角动量守恒, $mv_0 r_0 = mv' r$ ① v' 为 $r = \frac{1}{2}r_0$ 时小球的横向速度.

拉力做功 $W = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ② v_B 为小球对地的总速度,

而 $v_B^2 = v'^2 + v^2$ 当 $r = \frac{1}{2}r_0$ 时 $W = (3mr_0^2 \omega_0^2 / 2) + \frac{1}{2}mv^2$

54 解: A 对 B 所在点的角动量守恒. 设粒子 A 到达距 B 最短距离为 d 时的速度为 v .

$$Dm_A v_0 = m_A v d, \quad v = Dv_0 / d$$

A、B 系统机械能守恒(A 在很远处时, 引力势能为零)

$$\frac{1}{2}m_A v_0^2 = \frac{1}{2}m_A v^2 - Gm_A m_B / d$$

解得 $v^2 - v_0^2 = 2Gm_B / d$

$$\therefore m_B = (D^2 - d^2)v_0^2 / (2Gd)$$

55 解: 由角动量守恒和机械能守恒可得 $mv_0 l_0 = mv l \sin \theta$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(l-l_0)^2$$

$$\therefore v = \sqrt{v_0^2 - \frac{k(l-l_0)^2}{m}} = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \theta = \arcsin\left(\frac{v_0 l_0}{vl}\right) = 30^\circ$$

56 解: 根据机械能守恒定律或牛顿定律, 小球与斜面碰撞时的速度为 $v_1 = \sqrt{2gh}$ 因为是完全弹性碰撞, 小球弹射的速度大小为 $v_2 = v_1 = \sqrt{2gh}$ v_2 的方向沿水平方向, 故小球与斜面碰撞后作平抛运动, 弹出的水平距离为

$$S = v_2 t, \quad \text{式中 } t = \sqrt{2(H-h)/g}$$

$$\therefore S = \sqrt{2gh} \cdot \sqrt{2(H-h)/g} = 2\sqrt{h(H-h)}$$

根据极值条件 $\frac{dS}{dh} = \frac{H-2h}{\sqrt{h(H-h)}} = 0$

得到 $h = H/2$, 即 $H' = H - h = H/2$

且 $d^2 S/dh^2|_{H/2} = -4/H < 0$

故 $H' = \frac{1}{2}H$ 是使小球弹得最远的高度.

57 解: 设绳中张力为 T . 以 a' 表示 A 在桌面上对升降机 (也是对地) 的加速度, 则物体 B 对地面的加速度 (向下) 应为 $(a' - \frac{1}{2}g)$

由牛顿第二定律, 对 B : $mg - T = m(a' - \frac{1}{2}g)$

对 A : $N - mg = m \cdot \frac{1}{2}g$

$$T - \mu N = ma'$$

解三式得 $T = 3(1 + \mu)mg/4$

58 解: (1) 设沙袋抛到船上后, 共同运动的初速度为 V , 并设此运动方向为 x 轴正方向, 忽略沙袋撞击船时受水的阻力, 则可认为沙袋+船在沙袋落到船上前后水平方向动

量守恒, 因而有 $(M+m)V = mv_0 \quad V = \frac{mv_0}{M+m}$

(2) 由 $-k \frac{dx}{dt} = (M+m) \frac{dv}{dt}$ 得 $dx = -\frac{M+m}{k} dv$

$$\int_0^x dx = -\frac{M+m}{k} \int_v^0 dv = -\frac{M+m}{k} (0 - V) \quad x = \frac{mv_0}{k}$$

59 解: $F = ma, \quad a = F/m = 3t \text{ (m} \cdot \text{s}^{-2}\text{)}$

$$dv/dt = a = 3t, \quad dv = 3t dt$$

由 $\int_0^v dv = \int_0^t 3t dt$, 得 $v = 1.5t^2 \text{ (m/s)}$ 故 $t = 2 \text{ s}$ 时, $v_2 = 6 \text{ m/s}$

根据动能定理, 外力的功 $W = \frac{1}{2}mv_2^2 - 0 = \frac{1}{2}mv_2^2 = 36 \text{ J}$

60 解: 设摆球的质量为 m , 下摆到最低点时速率为 v_0 , 在下摆过程中, 摆球、地球系统机

械能守恒, 有 $mgl = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad \therefore v_0^2 = 2gl \quad \textcircled{1}$

摆线与钉子撞击过程, 因为外力不作功, 所以摆球、地球系统在整个过程中

机械能都守恒 $\frac{1}{2}mv_0^2 = 2mg(l-d) + \frac{1}{2}mv^2 \quad \textcircled{2}$

其中 v 是绕钉子作圆周运动通过最高点时的速度, 由牛顿运动定律在通过最高点时

$mg + T = mv^2 / (l-d) \quad \textcircled{3}$

将①、②式代入③式得

$$mg + T = \frac{mv_0^2 - 4mg(l-d)}{l-d} = \frac{2mgl - 4mg(l-d)}{l-d} = \frac{4mgd - 2mgl}{l-d}$$

摆球绕钉一周的条件为 $T \geq 0$

$\therefore mg \leq (4mgd - 2mgl) / (l-d)$

$\therefore d \geq 0.6l$ 即 d 至少等于 $0.6l$

61 解: 质点速度为 v , 向心加速度为 v^2/r , 向心力为 k/r^2 . $\frac{k}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$, $v = \sqrt{\frac{k}{mr}}$

$r = \infty$ 为势能零点 $E_p = \int_r^\infty \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_r^\infty \frac{k}{r^2} dr = -\frac{k}{r}$

总机械能 $E = E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - k/r = \frac{k}{2r} - \frac{k}{r} = -\frac{k}{2r}$

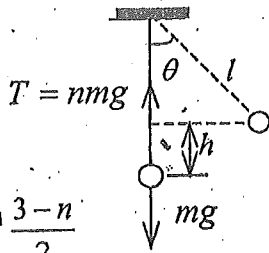
62 解: 对球—地系统, 机械能守恒

$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad h = l(1 - \cos\theta)$

对球, 由牛顿定律 $nmg - mg = mv^2/l$

$\therefore n-1 = 2(1 - \cos\theta)$

$\cos\theta = \frac{1}{2}(3-n) \quad \theta = \cos^{-1} \frac{3-n}{2}$



63 解: (1) $mg \sin\theta = kx_0 \quad x_0 = mg \sin\theta / k$

(2) 取弹簧原长处为弹性势能和重力势能的零点, 平衡位置处

$$E_0 = E_{K0} + \frac{1}{2}kx_0^2 - mgx_0 \sin\theta$$

伸长 x 处系统的机械能 $E_x = E_k + \frac{1}{2}kx^2 - mgx \sin\theta$

由机械能守恒定律, $E_0 = E_x$

解出 $E_k = E_{K0} - \frac{1}{2}k[x - (1/k)mg \sin\theta]^2$

64 解: 设 m 刚好到达圆柱侧面最高点 C 时速度为 v , 这时 m 刚要脱离圆柱体, 即

柱体对 m 的支持力 $N=0$, 因而有 $mg = mv^2/R$, $v = (Rg)^{1/2}$

又, 这时绳仍处于紧张状态, M 与 m 具有相同的速率.

取 M 、 m 、绳子和地球组成的系统为研究对象, 选定 M 、 m 开始运动时所在水平面为势能的参考平面, 规定势能为零, 由于机械能守恒有

$$0 = \frac{1}{2}Mv^2 - Mg(\pi/2)R + mgR + \frac{1}{2}mv^2$$

将 $v^2 = Rg$ 代入上式解得 $\frac{M}{m} = \frac{3}{\pi-1}$

65 解: 设 V 为船对岸的速度, u 为狗对船的速度, 由于忽略船所受水的阻力, 狗与船组成的系统水平方向动量守恒: $MV + m(V+u) = 0$

即
$$V = \frac{-m}{M+m}u$$

船走过的路程为
$$L = \left| \int_0^l V dt \right| = \frac{m}{M+m} \left| \int_0^l u dt \right| = \frac{m}{M+m}l$$

狗离岸的距离为
$$S = S_0 - (l-L) = S_0 - \frac{M}{M+m}l$$

66 解: 设碰撞后, B 获得的速度为 V_2 , A 获得的速度为 V_1 , 又知碰撞后, B 以加速度 a 作减速运动, 则有: $f = \mu mg$, $a = \mu g$

$$V_2^2 = 2\mu gl, \text{ 于是得到 } V_2 = \sqrt{2\mu gl}$$

由碰撞时的动量守恒 $mV_0 = mV_1 + mV_2$

即
$$V_0 = V_1 + V_2$$

碰撞时, 动能损失
$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{1}{2}mV_0^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 - \frac{1}{2}mV_2^2 \\ &= \frac{1}{2}mV_0^2 - \frac{1}{2}m(V_0 - V_2)^2 - \frac{1}{2}mV_2^2 \\ &= m\sqrt{2\mu gl}(V_0 - \sqrt{2\mu gl}) \end{aligned}$$

67 解: (1) 由题给条件 m 、 M 系统水平方向动量守恒, m 、 M 、地系统机械能守恒.

$$m(v-V) - MV = 0 \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}m(v-V)^2 + \frac{1}{2}MV^2 = mgR \quad (2)$$

$$V = m\sqrt{\frac{2gR}{M(M+m)}} \quad v = \sqrt{\frac{2(M+m)gR}{M}}$$

(2) 当 m 到达 B 点时, M 以 V 运动, 且对地加速度为零, 可看成惯性系, 以 M 为参考系 $N - mg = mv^2/R$

$$N = mg + mv^2/R = mg + 2(M+m)mg/M$$

$$N = \frac{Mmg + 2(M+m)mg}{M} = \frac{3M+2m}{M}mg$$

68 解: (1) 当 m 脱离 M 时, $N=0$, M 的加速度为零. 这时选 M 为参考系, 可看成惯性系. 设

v 为 m 相对于 M 的速度, 半球的半径为 R , 则这时有 $mg \cos \theta = mv^2/R$ ①

以 m 、 M 为系统, 水平方向动量守恒, 以 m 、 M 、地球为系统, 机械能守恒. 设 V 为 M 对地的水平速度,

$$m(v \cos \theta - V) - MV = 0 \quad ②$$

$$mgR(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m(v \cos \theta - V)^2 + \frac{1}{2} m(v \sin \theta)^2 + \frac{1}{2} MV^2 \quad ③$$

由①、②、③式得 $\frac{m}{M+m} \cos^3 \theta - 3 \cos \theta + 2 = 0$

(2) 当 $m/M \ll 1$, $\cos \theta = 2/3$. 这相当于 M 不动的情况.

当 $m/M \gg 1$, 即 $m \gg M$ $\cos^3 \theta - 3 \cos \theta + 2 = 0$

$$(\cos \theta - 1)^2 (\cos \theta + 2) = 0$$

舍掉 $\cos \theta = -2$ $\cos \theta = 1$ M 一下子滑出, m 竖直下落.

69 解:

$$m_e v_0 = m_e v + M_H V \quad ①$$

$$\frac{1}{2} m_e v_0^2 = \frac{1}{2} m_e v^2 + \frac{1}{2} M_H V^2 \quad ②$$

由① $m_e(v_0 - v) = M_H V$

由② $m_e(v_0^2 - v^2) = M_H V^2$ 两者相比得 $v_0 + v = V$

代入① $m_e v_0 = m_e v + M_H(v_0 + v)$

$$v = -\frac{M_H - m_e}{M_H + m_e} v_0, \quad V = \frac{2m_e}{M_H + m_e} v_0$$

由此 $\frac{\frac{1}{2} M_H V^2}{\frac{1}{2} m_e v_0^2} = \frac{4m_e M_H}{(M_H + m_e)^2} = 2.17 \times 10^{-3}$

70 解: (1) 设 A 射入 B 内, A 与 B 一起运动的初速率为 \bar{v}_0 , 则由动量守恒

$$m v_0 = (M + m) \bar{v}_0 \quad ①$$

$$\bar{v}_0 = 1.4 \text{ m/s}$$

根据动能定理 $f \cdot s = \frac{1}{2} (m + M) \bar{v}_0^2 \quad ②$

$$f = \mu(m + M)g \quad ③$$

①、②、③联立解出 $\mu = 0.196$

(2) $W_1 = \frac{1}{2} m \bar{v}_0^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = -703 \text{ J}$

(3) $W_2 = \frac{1}{2} M \bar{v}_0^2 = 1.96 \text{ J}$

(4) W_1 、 W_2 大小不等, 这是因为虽然木块与子弹之间的相互作用力等值反向, 但两者的位移大小不等.

71 解: (1) 以人、船为系统, 水平方向动量守恒 $mv + m_1 v_1 = 0 \quad ①$

$$v_1 = -mv/m_1$$

$$mv + m_2v_2 = 0 \quad (2)$$

$$v_2 = -mv/m_2$$

式中 v_1 、 v_2 、 v 分别为大船、小船及人对地的速度。

又根据动能定理：人对大船所做的功 W_1 为

$$W_1 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 - 0 = \frac{1}{2}m_1(mv/m_1)^2 = \frac{1}{2}(mv)^2/m_1 \quad (3)$$

人对小船所做的功 W_2 为：

$$W_2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 - 0 = \frac{1}{2}(mv)^2/m_2 \quad (4)$$

由于 $m_1 > m_2$ ，所以 $W_1 < W_2$ 。以 E_K 表示人自己得到的动能，则人从大船或小船跳上岸时付出的能量分别为 $W_1 + E_K$ 和 $W_2 + E_K$ ，由于前者小于后者，所以从大船上起跳较为容易。

(2) 小船和大船所获得的动能不同， $E_{K1} < E_{K2}$

小船和大船所获得的动量相等， $m_1\bar{v}_1 = m_2\bar{v}_2 = -m\bar{v}$

72 解：设碰前中子的速率为 v_{10} ，碰后为 v_1 ，原子核碰后的速率为 v_2 ，由动量守恒定律和动能守恒定律分别得 $m_1v_{10} = m_1v_1 + m_2v_2$ (1)

$$\frac{1}{2}m_1v_{10}^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad (2)$$

解出 $v_1 = (m_1 - m_2)v_{10} / (m_1 + m_2)$ $v_2 = 2m_1v_{10} / (m_1 + m_2)$

中子碰后动能损失为 $-\Delta E_K$ ，则 $-\Delta E_K = \frac{1}{2}m_1v_{10}^2 - \frac{1}{2}m_1v_1^2$

$$= \frac{1}{2}m_1v_{10}^2(4m_1m_2)/(m_1 + m_2)^2 \quad (3)$$

设碰后中子动能减少百分数为 η ，则

$$\eta = \frac{-\Delta E_K}{\frac{1}{2}m_1v_{10}^2} \% = \frac{4m_2/m_1}{(1 + m_2/m_1)^2} \times 100\% \quad (4)$$

将 m_2 分别为 $207m_1$ 、 $12m_1$ 、 $1m_1$ 代入④式

$$\eta_1 = 1.9\% \quad \eta_2 = 28.4\% \quad \eta_3 = 100\%$$

结论： m_2 越接近于 m_1 时， m_1 动能损失越大， $m_2 = m_1$ 时， m_1 动能损失 100%。

73 解：在 AB 碰撞开始到 C 球摆到最高点因而相对 B 车静止的整个过程中，对于 ABC 三物体系统，水平方向外力为零，故水平方向动量守恒，因 C 摆到最高点时， ABC 具有共同的速度，以 V 表示此速度的值，有

$$(M + M/4)v - Mv = (M + M + M/4)V$$

$$V = v/9 = 0.2 \text{ m/s}$$

在 AB 碰撞的很短时间内， C 的速度基本未变，以 V' 表示 AB 刚碰完时的速度，则水平方向动量守恒，给出 $(M + M/4)v - MV = (M + M)V' + Mv/4$

由此得 $V' = 0$ ，即两车刚碰完时静止。

碰撞后 ABC 地球系统机械能守恒，有

$$\frac{1}{2} \frac{M}{4} v^2 = \frac{1}{2} (M + M + \frac{M}{4}) V^2 + \frac{M}{4} gL(1 - \cos\theta)$$

$$\cos\theta = 1 - \frac{v^2 - 9V^2}{2gL} = 0.64 \quad \theta = \cos^{-1} 0.64 \approx 50.2^\circ$$

74 解: 设 m_2 在滑出凹槽 B 端时, 相对于凹槽的速度为 \vec{v}'_2 ,

而凹槽相对于地面的速度为 \vec{v}_1 , 则 m_2 相对于地面的速度



$$\vec{v}_2 = \vec{v}'_2 + \vec{v}_1$$

由此可得: $v_2 = (v_1^2 + v_2'^2 - 2v_1v_2' \cos\theta)^{1/2}$ ①

$$-v_{2x} = -v_{1x} + v_2' \cos\theta$$
 ②

对 m_1 和 m_2 系统, 因水平方向合外力为零, 故水平方向动量守恒, 则有

$$v_{1x}m_1 + v_{2x}m_2 = 0$$
 ③

而

$$v_{1x} = v_1$$
 ④

又对 m_1 、 m_2 和地球系统, 外力的功为零, 非保守内力的功也为零, 故机械能守恒,

$$\text{则 } m_2 g R \cos\theta = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$
 ⑤

由以上五式可以解出 $v_1 = \frac{m_2 \cos\theta}{m_1 + m_2} \sqrt{\frac{2Rg \cos\theta}{1 - m_2 \cos^2\theta / (m_1 + m_2)}} = 0.144 \text{ m/s}$

75 解: 设质心在 O 点, 它与绳的中点重合. 由质心运动定理可知, 质心速度为零, 质心保持在 O 点不动. m_A 、 m_B 分别为两个滑冰运动员的质量, $m_A = m_B = m$.

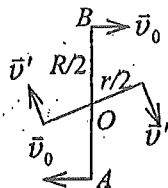
(1) 抓住绳之前 A 对 O 点的角动量为

$$L_{AO} = \frac{1}{2} m v_0 R = 2.28 \times 10^3 \text{ kg m}^2/\text{s}$$

抓住绳之后, A 受 B 的拉力对 O 点的力矩为零,

所以 A 对 O 点的角动量不变, 即,

$$L'_{AO} = L_{AO} = 2.28 \times 10^3 \text{ kg m}^2/\text{s} \quad B \text{ 的角动量与 } A \text{ 的相同.}$$



(2) 绳的原长 $R = 10 \text{ m}$, 收拢后为 $r = 5 \text{ m}$. 因为 A 对 O 点的角动量守恒, 故收绳后 A

的速率 v' 由下式决定: $\frac{1}{2} m v' r = \frac{1}{2} m v_0 R$, $v' = R v_0 / r = 13 \text{ m/s}$ B 的速率与 A

相同.

(3) 张力 $T = m \frac{v'^2}{\frac{1}{2} r} = 4.73 \times 10^3 \text{ N}$

(4) 由动能定理可知, 收绳过程中运动员 A 对 B 做的功为

$$A = \frac{1}{2} m (v'^2 - v_0^2) = 4.44 \times 10^3 \text{ J} \quad \text{也等于 } B \text{ 对 } A \text{ 做的功.}$$

76 解: (1) 设两小球被射出后的角速度分别为 ω_m 和 ω_M , 根据角动量守恒有:

$$mR^2 \omega_m = MR^2 \omega_M$$

$$\frac{\omega_m}{\omega_M} = \frac{M}{m} \quad ①$$

设在碰撞处, 两小球所转过的角度分别为 θ_m 、 θ_M , 则有:

$$\theta_m + \theta_M = 2\pi \quad ②$$

$$\theta_m = \omega_m t, \quad \theta_M = \omega_M t$$

得

$$\frac{\theta_m}{\theta_M} = \frac{\omega_m}{\omega_M} \quad ③$$

由①、②、③解得 $\theta_m = \frac{M}{m+M} \cdot 2\pi$; $\theta_M = \frac{m}{m+M} \cdot 2\pi$

(2) 由机械能守恒定律得: $\frac{1}{2}m(R\omega_m)^2 + \frac{1}{2}M(R\omega_M)^2 = E_0$

将①式代入上式, 有 $\omega_M = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mE_0}{M(m+M)}}$

小球从射出到碰撞经过的时间为: $t = \frac{\theta_M}{\omega_M} = \frac{2\pi mR}{m+M} \sqrt{\frac{(m+M)M}{2mE_0}}$

77 解: 以原子核为坐标原点, 作用在质子上的力为有心力, 故质子对 O 点的角动量守恒

$$mv_0 b = mv_s r_s \quad ①$$

式中 v_s 是质子离原子核最近时的速度, 由能量守恒有

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_s^2 + KZe^2/r_s \quad ②$$

由式①和②联立求解得 $r_s = \frac{KZe^2}{mv_0^2} + \sqrt{\left(\frac{KZe^2}{mv_0^2}\right)^2 + b^2}$

78 解: 重力、支持力、绳中张力对 A 点的力矩之和为零, 故小球对 A 点的角动量守恒. 当 B 与 A 距离最大时, B 的速度应与绳垂直. 故有

$$\therefore mdv_0 \sin 30^\circ = mlv \quad ①$$

由机械能守恒有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}k(l-l_0)^2 \quad ②$

由式①得

$$v = v_0/4$$

代入②式得 $v_0 = \sqrt{\frac{16k(l-l_0)^2}{15m}} = 1.306 \text{ m/s}$

$$v = 0.327 \text{ m/s}$$

刚体习题参考答案

一、选择题

1-10. ABCDAACCCB 11-20. DBCBCDCBCC 21-29. ACCBBDBDA

二、填空题

1. $6.54 \text{ rad/s}^2, 4.8 \text{ s}$ 2. $v \approx 15.2 \text{ m/s}, n_2 = 500 \text{ rev/min}$ 3. $4 \text{ s}, -15 \text{ m/s}$
 4. 2.5 rad/s^2 5. $-0.05 \text{ rad/s}^2, 250 \text{ rad}$ 6. $9.61 \text{ s}, 48 \text{ rev}$ 7. $62.5, 1.67 \text{ s}$
 8. $0.15 \text{ m/s}^2, 1.26 \text{ m/s}^2$ 9. 20 10. 否, 在棒的自由下摆过程中, 转动惯量不变, 但使棒下摆的力矩随摆的下摆而减小. 由转动定律知棒摆动的角加速度也要随之变小
 11. 刚体的质量和质量分布以及转轴的位置 (或刚体的形状、大小、密度分布和转轴位置; 或刚体的质量分布及转轴位置.) 12. $g/l, g/(2l)$ 13. 98 N

14. $\frac{1}{2}mgl, 2g/(3l)$ 15. 157 Nm 16. $4M/(mR)$ $\frac{16M^2l^2}{m^2R^3}$ 17. 5.0 Nm

18. $50ml^2$ 19. $W, kl \cos \theta, W = 2kls \sin \theta$ 20. 4.0 rad/s 21. 14 rad/s

22. 0.25 kgm^2 23. $3mL^2/4, mgL/2, 2g/3L$ 24. 0.5 kgm^2

25. 25 kgm^2 26. $\frac{1}{2}Ma$ 27. $\frac{mg}{\frac{J}{r} + mr}$ 28. $m(g-a)R^2/a$

29. $\frac{m_B g}{m_A + m_B + \frac{1}{2}m_C}$ 30. $-\frac{k\omega_0^2}{9J}, \frac{2J}{k\omega_0}$ 31. $0, \frac{3g}{2l}$

32. $\mu mgl/2$ 33. $\omega_0/3$

34. 定轴转动刚体所受外力对轴的冲量矩等于转动刚体对轴的角动量 (动量矩) 的增量, $\int_{t_1}^{t_2} M_z dt = J\omega - (J\omega)_0$ 刚体所受对轴的合外力矩等于零.

35. $\frac{7l^2\omega_0}{4(j^2 + 3x^2)}$ 36. $\frac{(J + mr^2)\omega_1}{J + mR^2}$ 37. $\frac{6v_0}{(4 + 3M/m)l}$ 38. $3v_0/(2l)$

39. $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, 变角速, 角动量 40. 0.496 rad/s^1 41. 杆和子弹, 角动量

42. $mv l$ 43. $\frac{J\omega_0 - mRv}{J + mR^2}$ 44. $J_A(\omega_A - \omega)/\omega$ 45. $M\omega_0/(M+2m)$

46. $7.1 \times 10^{33} \text{ kgm}^2/\text{s}$ 47. $\frac{2mv}{(M+2m)R}$ 48. 0.4 rad/s 49. 8 rad/s

50. 3.77 rad/s 51. $0.2\pi \text{ rad/s}$ 52. 对 O 轴的角动量, 对该轴的合外力矩为零, 机械能

53. (1)、(2)、(4). 54. $\frac{3(m_2v + m_2u)}{m_1 l}$

三、计算题

1 解: $3ml^2/2$

2 解: 从图上得

$$r_A = r + l; \quad r_B = r - l$$

则 $v_A = r\omega + l\dot{\omega}$ $v_B = r\omega - l\dot{\omega}$

那么 $v_A - v_B = 2l\dot{\omega}$ $l = \frac{v_A - v_B}{2\dot{\omega}}$

3 解: 设在某时刻之前, 飞轮已转动了 t_1 时间, 由于初角速度 $\omega_0 = 0$

则 $\omega_1 = \beta t_1$ ①

而在某时刻后 $t_2 = 5\text{ s}$ 时间内, 转过的角位移为 $\theta = \omega_1 t_2 + \frac{1}{2} \beta t_2^2$ ②

将已知量 $\theta = 100\text{ rad}$, $t_2 = 5\text{ s}$, $\beta = 2\text{ rad/s}^2$ 代入②式, 得 $\omega_1 = 15\text{ rad/s}$

从而 $t_1 = \omega_1 / \beta = 7.5\text{ s}$ 即在某时刻之前, 飞轮已经转动了 7.5 s .

4 解: 体系所做的运动是匀速→匀加速→匀减速定轴转动. 其中 ω_1 是匀加速阶段的末角速度, 也是匀减速阶段的初角速度, 由此可得 $t = 8\text{ s}$ 时, $\omega_1 = \omega_0 + 9 = 27\text{ rad/s}$

当 $\omega = 0$ 时, 得 $t = (\omega_1 + 24) / 3 = 17\text{ s}$ 所以, 体系在 17 s 时角速度为零.

5 解: 选坐标如图所示, 任一时刻圆盘两侧的绳长分别为 x_1 、

x_2 选长度为 x_1 、 x_2 的两段绳和绕着绳的盘为研究对象. 设 a 为绳的加速度, β 为盘的角加速度, r 为

盘的半径, ρ 为绳的线密度, 且在 1、2 两点处绳中的

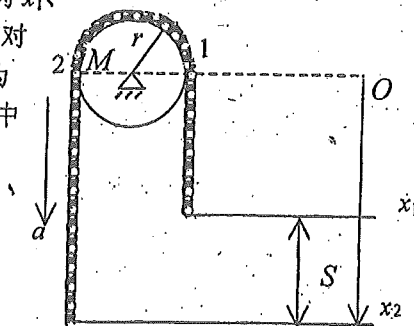
张力分别为 T_1 、 T_2 , 则 $\rho = m/l$,

$a = r\beta$ ①

$x_2 \rho g - T_2 = x_2 \rho a$ ②

$T_1 - x_1 \rho g = x_1 \rho a$ ③

$(T_1 - T_2)r = (\frac{1}{2}M + \pi r \rho)r^2 \beta$ ④



解上述方程, 利用 $l = \pi r + x_1 + x_2$, 并取 $x_2 - x_1 = S$ 得 $a = \frac{Smg}{(m + \frac{1}{2}M)l}$

6 解: 在 r 处的宽度为 dr 的环带面积上摩擦力矩为 $dM = \mu \frac{mg}{\pi R^2} \cdot 2\pi r \cdot r dr$

总摩擦力矩 $M = \int_0^R dM = \frac{2}{3} \mu mg R$ 故平板角加速度 $\beta = M/J$

设停止前转数为 n , 则转角 $\theta = 2\pi n$

由 $\omega_0^2 = 2\beta\theta = 4\pi Mn/J$ 可得 $n = \frac{J\omega_0^2}{4\pi M} = 3R\omega_0^2 / 16\pi \mu g$

7 解: 如果平均阻力为 \bar{f} , 根据转动定律得 $-\bar{f}r = J\beta$ ①

其中 $r = D/2$, $J = m(D^2 + D_1^2)/8$

$\therefore \bar{f} = -2J\beta/D = -m(D + D_1^2)\beta/(4D)$ ②

又从已知条件 $\omega_t = 0$ 则角加速度 $\omega\beta = (\omega_t - \omega_0)/t = -\omega_0 t$ ③

将③式代入②式, 得 \bar{f} 的量值为 $\bar{f} = m\omega_0(D^2 + D_1^2)/(4Dt)$

8 解: $R = 0.5\text{ m}$, $\omega_0 = 900\text{ rev/min} = 30\pi\text{ rad/s}$,

根据转动定律 $M = -J\beta$ ①

这里 $M = -\mu NR$ ②

为摩擦系数, N 为正压力, $J = \frac{1}{2}mR^2$ ③

设在时刻 t 砂轮开始停转, 则有: $\omega_t = \omega_0 + \beta t = 0$

从而得 $\beta = -\omega_0/t$ ④

将②、③、④式代入①式, 得 $-\mu NR = \frac{1}{2}mR^2(-\omega_0/t)$

$\therefore \mu = mR\omega_0/(2Nt) \approx 0.5$

9 解: 根据牛顿运动定律和转动定律列方程

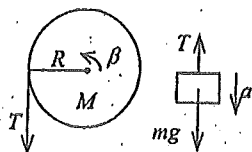
对物体: $mg - T = ma$ ①

对滑轮: $TR = J\beta$ ②

运动学关系: $a = R\beta$ ③

将①、②、③式联立得 $a = mg / (m + \frac{1}{2}M)$

$\therefore v_0 = 0, \therefore v = at = mgt / (m + \frac{1}{2}M)$



10 解: 根据转动定律 $f_A r_A = J_A \beta_A$ ①

其中 $J_A = \frac{1}{2}m_A r_A^2$, 且 $f_B r_B = J_B \beta_B$ ②

其中 $J_B = \frac{1}{2}m_B r_B^2$. 要使 A, B 轮边上的切向加速度相同, 应有 $a = r_A \beta_A = r_B \beta_B$ ③

由①、②式, 有 $\frac{f_A}{f_B} = \frac{J_A r_B \beta_A}{J_B r_A \beta_B} = \frac{m_A r_A \beta_A}{m_B r_B \beta_B}$ ④

由③式有 $\beta_A / \beta_B = r_B / r_A$

将上式代入④式, 得 $f_A / f_B = m_A / m_B = \frac{1}{2}$

11 解: 设绳子对物体(或绳子对轮轴)的拉力为 T , 则根据牛顿运动定律和转动定律得

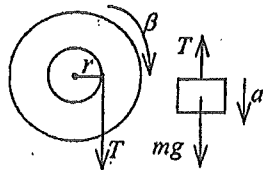
$mg - T = ma$ ① $Tr = J\beta$ ②

由运动学关系有: $a = r\beta$ ③

由①、②、③式解得: $J = m(g-a)r^2/a$ ④

又根据已知条件 $v_0 = 0$

$\therefore S = \frac{1}{2}at^2, a = 2S/t^2$ ⑤



将⑤式代入④式得: $J = mr^2(\frac{gt^2}{2S} - 1)$

12 解: 根据转动定律 $M = Jd\omega/dt$ 即 $d\omega = (M/J)dt$

其中 $M = Fr$, $r = 0.1$ m, $F = 0.5$ t, $J = 1 \times 10^{-3}$ kgm², 分别代入上式,

得 $d\omega = 50t dt$

则 1 s 末的角速度 $\omega_1 = \int 50t dt = 25$ rad/s

13 解: 在有外力矩作用时 $\omega_{01} = 0, \omega_{11} = 100$ rev/min = 10.5 rad/s, 其角加速度

$$\omega_1 = (\varphi_1 - \varphi_{01}) / t_1 = \omega_{01} / t_1$$

根据转动定律得 $M - M_f = J\beta_1$ ①

在没有外力矩作用时 $\omega_{02} = \omega_1$, $\varphi_{02} = 0$, 其角加速度 $\beta_2 = (\omega_2 - \omega_{02}) / t_2 = -\omega_1 / t_2$

根据转动定律得 $-M_f = J\omega_2$ ②

①、②式联立求解, 得 $M = J(\omega_1 - \omega_2) = J(\omega_1 / t_1 + \omega_1 / t_2)$

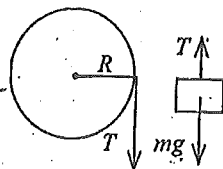
从而
$$J = \frac{M}{\omega_{01} \left(\frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} \right)} = 17.3 \text{ kgm}^2$$

14 解: 根据牛顿运动定律和转动定律, 对飞轮和重物列方程, 得

$$TR - M_f = Ja / R \quad ①$$

$$mg - T = ma \quad ②$$

$$h = \frac{1}{2} at^2 \quad ③$$



则将 m_1 、 t_1 代入上述方程组, 得 $a_1 = 2h / t_1^2 = 0.0156 \text{ m/s}^2$

$$T_1 = m_1 (g - a_1) = 78.3 \text{ N}$$

$$J = (T_1 R - M_f) R / a_1 \quad ④$$

将 m_2 、 t_2 代入①、②、③方程组, 得

$$a_2 = 2h / t_2^2 = 6.4 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2 \quad T_2 = m_2 (g - a_2) = 39.2 \text{ N}$$

$$J = (T_2 R - M_f) R / a_2 \quad ⑤$$

由④、⑤两式, 得 $J = R^2 (T_1 - T_2) / (a_1 - a_2) = 1.06 \times 10^3 \text{ kgm}^2$

15 解: 对水桶和圆柱形辘轳分别用牛顿运动定律和转动定律列方程

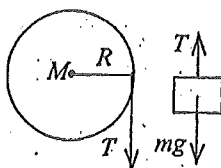
$$mg - T = ma \quad ①$$

$$TR = J\beta \quad ②$$

$$a = R\beta \quad ③$$

由此可得 $T = m(g - a) = m \left[g - (TR\Delta / J) \right]$

那么
$$T \left(1 + \frac{mR^2}{J} \right) = mg$$



将 $J = \frac{1}{2} MR^2$ 代入上式, 得 $T = \frac{mMg}{M + 2m} = 24.5 \text{ N}$

16 解: 设棒的质量为 m , 当棒与水平面成 60° 角并开始下落时, 根据转动定律

$$M = J\beta$$

其中 $M = \frac{1}{2} mgl \sin 30^\circ = mgl / 4$

于是 $\beta = \frac{M}{J} = \frac{3g}{4l} = 7.35 \text{ rad/s}^2$

当棒转动到水平位置时, $M = \frac{1}{2} mgl$ 那么 $\beta = \frac{M}{J} = \frac{3g}{2l} = 14.7 \text{ rad/s}^2$

17 解: (1) $\because mg - T = ma$

$$TR = J\beta$$

$$a = R\beta$$

$$\therefore \beta = mgR / (mR^2 + J) = \frac{mgR}{mR^2 + \frac{1}{2}MR^2} = \frac{2mg}{(2m+M)R} = 81.7 \text{ rad/s}^2$$

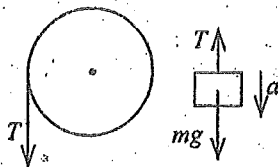
方向垂直纸面向外。

$$(2) \quad \therefore \quad \omega^2 = \omega_0^2 - 2\beta\theta$$

$$\text{当 } \omega=0 \text{ 时, } \theta = \frac{\omega_0^2}{2\beta} = 0.612 \text{ rad}$$

$$\text{物体上升的高度 } h = R\theta = 6.12 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$(3) \quad \omega = \sqrt{2\beta\theta} = 10.0 \text{ rad/s} \text{ 方向垂直纸面向外。}$$



$$18 \text{ 解: (1) } J = \frac{1}{2}MR^2 = 0.675 \text{ kgm}^2$$

$$\therefore \quad mg - T = ma$$

$$TR = J\beta$$

$$a = R\beta$$

$$\therefore \quad a = mgR^2 / (mR^2 + J) = 5.06 \text{ m/s}^2$$

$$\text{因此(1)下落距离 } h = \frac{1}{2}at^2 = 63.3 \text{ m}$$

$$(2) \text{ 张力 } T = m(g-a) = 37.9 \text{ N}$$

$$19 \text{ 解: (1) 圆柱体的角加速度 } \beta = a/r = 4 \text{ rad/s}^2$$

$$(2) \text{ 根据 } \omega_t = \omega_0 + \beta t, \text{ 此题中 } \omega_0 = 0, \text{ 则有 } \omega_t = \beta t$$

$$\text{那么圆柱体的角速度 } \omega|_{t=5} = \beta t|_{t=5} = 20 \text{ rad/s}$$

$$(3) \text{ 根据转动定律 } fr = J\beta$$

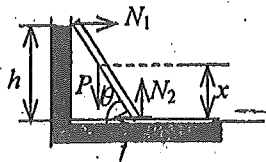
$$\text{则 } f = J\beta / r = 32 \text{ N}$$

20 解: 当人爬到离地面 x 高度处梯子刚要滑下, 此时梯子与地面间为最大静摩擦, 仍处于平衡状态 (不稳定的)。

$$N_1 - f = 0, \quad N_2 - P = 0$$

$$N_1 h - Px \operatorname{ctg} \theta = 0, \quad f = \mu N_2$$

$$\text{解得 } x = \mu h \cdot \operatorname{tg} \theta = \mu h^2 / \sqrt{L^2 - h^2}$$



$$21 \text{ 解: 根据转动定律: } Jd\omega/dt = -k\omega \quad \therefore \quad \frac{d\omega}{\omega} = -\frac{k}{J}dt$$

$$\text{两边积分: } \int_{\omega_0}^{\omega_0/2} \frac{1}{\omega} d\omega = -\int \frac{k}{J} dt \text{ 得 } \ln 2 = kt/J \quad \therefore \quad t = (J \ln 2) / k$$

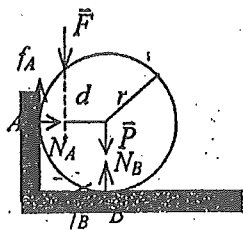
22 解: 设正压力 N_A, N_B , 摩擦力 f_A, f_B 如图。根据力的平衡, 有

$$f_A + N_B = F + P = 3P \quad \text{①}$$

$$N_A = f_B \quad \text{②}$$

$$\text{根据力矩平衡, 有 } Fd = (f_A + f_B)r \quad \text{③}$$

$$\text{刚要转动有 } f_A = \frac{1}{3}N_A \quad \text{④}$$



$$f_B = \frac{1}{3} N_B \quad (5)$$

(1) 把④及②、⑤代入①可求得 $N_A = 0.9P$, $f_A = 0.3P$

(2) 由③可求得 $d = 0.6r$

23. 解: 受力分析如图所示.

$$\begin{aligned} 2mg - T_1 &= 2ma \\ T_2 - mg &= ma \\ T_1 r - T r &= m r^2 \beta / 2 \\ T r - T_2 r &= m r^2 \beta / 2 \\ a &= r \end{aligned}$$

解上述 5 个联立方程得: $T = 11mg/8$

24. 解: 将杆与两小球视为一刚体, 水平飞来小球与刚体视为一系统. 由角动量守恒得

$$m v_0 \frac{2l}{3} = -m \frac{v_0}{2} \frac{2l}{3} + J \omega \quad (\text{逆时针为正向}) \quad (1)$$

$$\text{又} \quad J = m \left(\frac{2l}{3} \right)^2 + 2m \left(\frac{l}{3} \right)^2 \quad (2)$$

$$\text{将②代入①得} \quad \omega = \frac{3v_0}{2l}$$

25. 解: (1) 选择 A、B 两轮为系统, 啮合过程中只有内力矩作用, 故系统角动量守恒

$$J_A \omega_A + J_B \omega_B = (J_A + J_B) \omega,$$

$$\text{又} \omega_B = 0 \text{ 得} \quad \omega \approx J_A \omega_A / (J_A + J_B) = 20.9 \text{ rad/s}$$

$$\text{转速} \quad n \approx 200 \text{ rev/min}$$

(2) A 轮受的冲量矩 $\int M_A dt = J_A (J_A + J_B) = -4.19 \times 10^2 \text{ Nms}$ 负号表示与 ω_A 方向

相反. B 轮受的冲量矩 $\int M_B dt = J_B (\omega - 0) = 4.19 \times 10^2 \text{ Nms}$ 方向与 ω_B 相同.

26. 解: 球体的自动收缩可视为只由球的内力所引起, 因而在收缩前后球体的角动量守恒. 设 J_0 和 ω_0 、 J 和 ω 分别为收缩前后球体的转动惯量和角速度, 则有 $J_0 \omega_0 = J \omega$ (1)

由已知条件知: $J_0 = 2mR^2/5$, $J = 2m(R/2)^2/5$

$$\text{代入①式得} \quad \omega = 4\omega_0$$

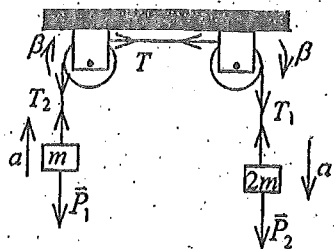
即收缩后球体转快了, 其周期 $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\omega_0} = \frac{T_0}{4}$ 周期减小为原来的 1/4.

27. 解: 碰撞前瞬时, 杆对 O 点的角动量为

$$\int_0^{3L/2} \rho v_0 x dx - \int_0^{L/2} \rho v_0 x dx = \rho v_0 L^2 = \frac{1}{2} m v_0 L$$

式中 ρ 为杆的线密度: 碰撞后瞬时, 杆对 O 点的角动量为

$$J \omega = \frac{1}{3} \left[\frac{3}{4} m \left(\frac{3}{2} L \right)^2 + \frac{1}{4} m \left(\frac{1}{2} L \right)^2 \right] \omega = \frac{7}{12} m L^2 \omega$$



因碰撞前后角动量守恒, 所以 $7mL^2\omega/12 = \frac{1}{2}mv_0L$ $\therefore \omega = 6v_0/(7L)$

28 解: 选棒、小物体为系统, 系统开始时角速度为 $\omega_1 = 2 \text{ rad/s}$, $n_1 = 1.57 \text{ rad/s}$.

(1) 设小物体滑到棒两端时系统的角速度为 ω_2 . 由于系统不受外力矩作用, 所以角动

量守恒, 故 $\left(\frac{ML^2}{12} + 2mr^2\right)\omega_1 = \left(\frac{ML^2}{12} + \frac{1}{2}ml^2\right)\omega_2$

$$\omega_2 = \frac{\left(\frac{ML^2}{12} + 2mr^2\right)\omega_1}{\frac{ML^2}{12} + \frac{1}{2}ml^2} = 0.628 \text{ rad/s}$$

(2) 小物体离开棒端的瞬间, 棒的角速度仍为 ω_2 . 因为小物体离开棒的瞬间内并未对棒有冲力矩作用

29 解: (1) 设当人以速率 v 沿相对圆盘转动相反的方向走动时, 圆盘对地的绕轴角速度为

$$\omega, \text{ 则人对与地固联的转轴的角速度为 } \omega' = \omega - \frac{v}{R/2} = \omega - \frac{2v}{R} \quad (1)$$

人与盘视为系统, 所受对转轴合外力矩为零, 系统的角动量守恒.

设盘的质量为 M , 则人的质量为 $M/10$, 有:

$$\left[\frac{1}{2}MR^2 + \frac{M}{10}\left(\frac{1}{2}R\right)^2\right]\omega_0 = \frac{1}{2}MR^2\omega + \frac{M}{10}\left(\frac{1}{2}R\right)^2\omega' \quad (2)$$

将①式代入②式得:
$$\omega = \omega_0 + \frac{2v}{21R} \quad (3)$$

(2) 欲使盘对地静止, 则式③必为零. 即

$$\omega_0 + 2v/(21R) = 0 \quad \text{得: } v = -21R\omega_0/2$$

负号表示人的走动方向与上一问中人走动的方向相反, 即与盘的初始转动方向一致.

30 解: 选小球和环为系统. 运动过程中所受合外力矩为零, 角动量守恒. 对地球、小球和环系统机械能守恒. 取过环心的水平面为势能零点.

小球到 B 点时: $J_0\omega_0 = (J_0 + mR^2)\omega \quad (1)$

$$\frac{1}{2}J_0\omega_0^2 + mgR = \frac{1}{2}J_0\omega^2 + \frac{1}{2}m(\omega^2R^2 + v_B^2) \quad (2)$$

式中 v_B 表示小球在 B 点时相对于地面的竖直分速度, 也等于它相对于环的速度. 由式①得:

$$\omega = J_0\omega_0 / (J_0 + mR^2)$$

代入式②得
$$v_B = \sqrt{2gR + \frac{J_0\omega_0^2R^2}{mR^2 + J_0}}$$

当小球滑到 C 点时, 由角动量守恒定律, 系统的角速度又回复至 ω_0 , 又由机械能守恒定律知, 小球在 C 的动能完全由重力势能转换而来. 即:

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = mg(2R), \quad v_C = \sqrt{4gR}$$

31 解: (1) 子弹受到的冲量为 $I = \int F dt = m(v - v_0)$

子弹对木块的冲量为 $I' = \int F' dt = -\int F dt = m(v_0 - v) = 3 \text{ N} \cdot \text{s}$ 方向与 v_0 相同.

(2) 由角动量定理 $\int M dt = l \int F' dt = lm(v_0 - v) = J\omega$

$$\omega = \frac{3lm(v_0 - v)}{ML^2} = 9 \text{ rad/s}$$

32 解: 由人和转台系统的角动量守恒 $J_1\omega_1 + J_2\omega_2 = 0$

其中 $J_1 = 300 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$, $\omega_1 = v/r = 0.5 \text{ rad/s}$, $J_2 = 3000 \text{ kgm}^2$

$\therefore \omega_2 = -J_1\omega_1/J_2 = -0.05 \text{ rad/s}$

人相对于转台的角速度 $\omega_r = \omega_1 - \omega_2 = 0.55 \text{ rad/s} \therefore t = 2\pi/\omega_r = 11.4 \text{ s}$

33 解: (1) 对两人系统, 对于杆中点合外力矩为零, 角动量守恒. 故

$$\frac{1}{2}mvl + \frac{1}{2}mvl = J_0\omega_0 = 2m\left(\frac{1}{2}l\right)^2\omega_0$$

$\therefore \omega_0 = 2v/l = 6.67 \text{ rad/s}$ 两人将绕轻杆中心 O 作角速度为 6.67 rad/s 的转动.

(2) 在距离缩短的过程中, 合外力矩为零, 系统的角动量守恒, 则

$$J_0\omega_0 = J_1\omega_1 \quad 2m\left(\frac{1}{2}l\right)^2\omega_0 = 2m\left(\frac{1}{2}l_1\right)^2\omega_1$$

$$\omega_1 = (l/l_1)^2\omega_0 = 9\omega_0 \quad \text{即作九倍原有角速度的转动.}$$

34 解: 由动量定理, 对木块 M , $-f\Delta t = M(v_2 - v_1)$

对于圆柱体, 由角动量定理 $f\Delta tR = J(\omega - \omega_0)$

$\therefore M(v_2 - v_1) = J(\omega - \omega_0)/R$

$$\therefore \omega_0 = 0, \text{ 有 } -M(v_2 - v_1) = J\omega/R = Jv_2/R^2. \therefore v_2 = \frac{v_1}{1 + \frac{J}{MR^2}}$$

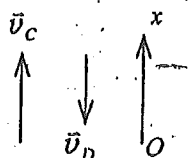
35 解: (1) 根据给定条件. 取如右下图的坐标轴方向, 小室 C 的运动

速度表示为: $\vec{v}_C = (v_0 - at)\vec{i}$

由于配重 D 与小室 C 间装有动滑轮, 故配重 D 的运动速度

表示式为 $\vec{v}_D = -2(v_0 - at)\vec{i} = (-8.00 + 1.00t)\vec{i}$

加速度为: $\vec{a}_D = 2a\vec{i} = 1.00\vec{i} \text{ (SI)}$



(2) 由于绳与绞盘间无滑动, $\therefore A$ 的角速度和角加速度分别为(以逆时针为正)

$$\omega = \frac{v_D}{r_A} = \frac{-2(v_0 - at)}{r_A} = \frac{-2 \times (4.00 - 0.50t)}{0.25} = -(32 - 4t) \text{ (SI)}$$

$$\beta = a_D/r_A = 2a/r_A = 4.00 \text{ rad/s}^2$$

36 解: 设 A 、 B 轮的角加速度分别为 β_A 和 β_B , 由于两轮边缘的切向加速度相同,

$$a_t = \beta_A r_1 = \beta_B r_2 \quad \text{则} \quad \beta_A = \beta_B r_2 / r_1$$

$$A \text{ 轮角速度达到 } \omega \text{ 所需时间为 } t = \frac{\omega}{\beta_A} = \frac{\omega r_1}{\beta_B r_2} = \frac{(3000 \times 2\pi/60) \times 0.3}{\pi \times 0.75} \text{ s} = 40 \text{ s}$$

37 解: (1) 转盘角速度为 $\omega = 2\pi n = \frac{78 \times 2\pi}{60} \text{ rad/s} = 8.17 \text{ rad/s}$

P 点的线速度和法向加速度分别为

$$v = \omega r = 8.17 \times 0.15 = 1.23 \text{ m/s} \quad a_n = \omega^2 r = 8.17^2 \times 0.15 = 10 \text{ m/s}^2$$

$$(2) \quad \beta = \frac{0 - \omega}{t} = \frac{0 - 8.17}{15} \text{ rad/s}^2 = -0.545 \text{ rad/s}^2$$

$$N = \frac{1}{2\pi} \frac{\omega t}{2} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{8.17 \times 15}{2} = 9.75 \text{ rev}$$

38 解: 受力分析如图. $mg - T_2 = ma_2$
 $T_1 - mg = ma_1$
 $T_2(2r) - T_1 r = 9mr^2\beta/2$
 $2r\beta = a_2$
 $r\beta = a_1$

解上述 5 个联立方程, 得: $\beta = \frac{2g}{19r}$

39 解: 撤去外加力矩后受力分析如图所示.

$$m_1 g - T = m_1 a$$

$$Tr = J\beta$$

$$a = r\beta$$

$$a = m_1 g r / (m_1 r + J/r)$$

代入 $J = \frac{1}{2} m r^2$, $a = \frac{m_1 g}{m_1 + \frac{1}{2} m} = 6.32 \text{ ms}^{-2}$

$\therefore v_0 - at = 0 \quad \therefore t = v_0 / a = 0.095 \text{ s}$

40 解: 受力分析如图所示.

设重物的对地加速度为 a , 向上. 则绳的 A 端对地有加速度 a 向下, 人相对于绳虽为匀速向上, 但相对于地其加速度仍为 a 向下. 根据牛顿第二定律可得:

对人: $Mg - T_2 = Ma$ ①

对重物: $T_1 - \frac{1}{2} Mg = \frac{1}{2} Ma$ ②

根据转动定律, 对滑轮有 $(T_2 - T_1)R = J\beta = MR^2\beta/4$ ③
 因绳与滑轮无相对滑动, $a = \beta R$ ④

①、②、③、④ 四式联立解得 $a = 2g/7$

41 解: 作示力图. 两重物加速度大小 a 相同, 方向如图.

$$m_1 g - T_1 = m_1 a$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a$$

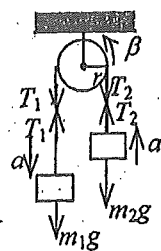
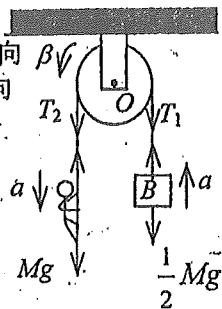
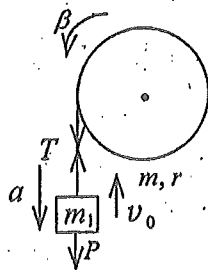
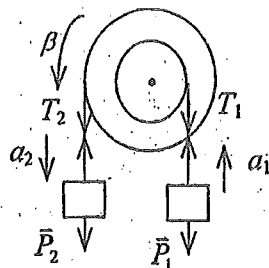
设滑轮的角加速度为 β , 则 $(T_1 - T_2)r = J\beta$

且有 $a = r\beta$

由以上四式消去 T_1, T_2 得: $\beta = \frac{(m_1 - m_2)gr}{(m_1 + m_2)r^2 + J}$

开始时系统静止, 故 t 时刻滑轮的角速度. $\omega = \beta t = \frac{(m_1 - m_2)grt}{(m_1 + m_2)r^2 + J}$

42 解: 各物体的受力情况如图所示.



由转动定律、牛顿第二定律及运动学方程,

可列出以下联立方程: $T_1 R = J_1 \beta_1 = \frac{1}{2} M_1 R^2 \beta_1$

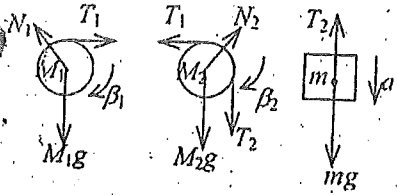
$$T_2 r - T_1 r = J_2 \beta_2 = \frac{1}{2} M_2 r^2 \beta_2 \quad mg - T_2 = ma,$$

$$a = R\beta_1 = r\beta_2, \quad v^2 = 2ah$$

求解联立方程, 得 $a = \frac{mg}{\frac{1}{2}(M_1 + M_2) + m} = 4 \text{ m/s}^2$

$$v = \sqrt{2ah} = 2 \text{ m/s} \quad T_2 = m(g - a) = 58 \text{ N}$$

$$T_1 = \frac{1}{2} M_1 a = 48 \text{ N}$$



43 解: (1) 各物体受力情况如图. $T - mg = ma$

$$mg - T' = m a'$$

$$T' (2r) - Tr = 9mr^2 \beta / 2$$

$$a = r\beta$$

$$a' = (2r)\beta$$

由上述方程组解得:

$$\beta = 2g / (19r) = 10.3 \text{ rad/s}^2$$

(2) 设 θ 为组合轮转过的角度, 则 $\theta = h / r \omega^2 = 2\beta\theta$ 所以, $\omega = 9.08 \text{ rad/s}$

44 解: 各物体受力情况如图.

$$F - T = ma \quad T' = ma$$

$$(T - T')R = \frac{1}{2} m R^2 \beta$$

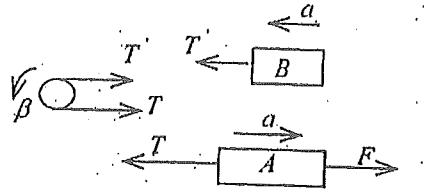
$$a = R\beta$$

由上述方程组解得:

$$\beta = 2F / (5mR) = 10 \text{ rad/s}^2$$

$$T = 3F / 5 = 6.0 \text{ N}$$

$$T' = 2F / 5 = 4.0 \text{ N}$$



45 解: 各物体受力情况如图.

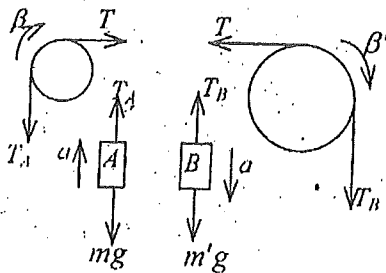
$$T_A - mg = ma \quad (2m)g - T_A = (2m)a$$

$$(T - T_A)r = \frac{1}{2} m r^2 \beta$$

$$(T_B - T)(2r) = \frac{1}{2} (2m)(2r)^2 \beta'$$

$$a = r\beta = (2r)\beta'$$

由上述方程组解得: $\beta = 2g / (9r) = 43.6 \text{ rad/s}^2$ $\beta' = \frac{1}{2} \beta = 21.8 \text{ rad/s}^2$ $T = 78.4 \text{ N}$



46 解: (1) $0 = \omega_0 + \beta t$ $\beta = -\omega_0 / t = -0.50 \text{ rad/s}^2$

$$(2) M_r = m l^2 \beta / 12 = -0.25 \text{ Nm} \quad (3) \theta_{10} = \omega_0 t + \frac{1}{2} \beta t^2 = 75 \text{ rad}$$

47 解: 对两物体分别应用牛顿第二定律(见图), 则有

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad \text{①}$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a \quad \text{②}$$

对滑轮应用转动定律, 则有

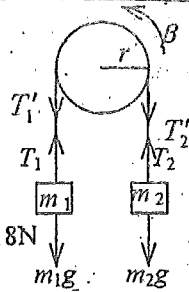
$$T_1' r - T_2' r - M_f = J\beta = \frac{1}{2} m_3 r^2 \cdot \beta \quad (3)$$

对轮上任一点, 有 $a = \beta r$ (4)

又: $T_1' = T_1, T_2' = T_2$ (5)

则联立上面五个式子可以解出

$$a = \frac{m_1 g r - m_2 g r - M_f}{m_1 r + m_2 r + \frac{1}{2} m_3 r} = 2 \text{ m/s}^2 \quad T_1 = 156 \text{ N} \quad T_2 = 118 \text{ N}$$



48 解: 选子弹、细棒、小木球为系统。子弹射入时, 系统所受合外力矩为零, 系统对转轴的角动量守恒。 $m v_0 (R+l) \cos \alpha = [J + m (R+l)^2] \omega \quad \omega = \frac{m v_0 (R+l) \cos \alpha}{J + m (R+l)^2}$

49 解: 以转台和二人作为研究对象, 所受外力只有重力及轴的支撑力, 诸力对转轴的合力矩为零, 所以系统角动量守恒。各转动惯量分别为

$$J = \frac{1}{2} m R^2, \quad J_A = \frac{1}{2} m R^2, \quad J_B = \frac{1}{2} m (R/2)^2$$

以地面为参照系, A 处的人走动的角速度为 $\omega + (v/R)$, B 处的人走动的角速度为

$\omega - (2v/R)$ 。由角动量守恒定律

$$\left[\frac{1}{2} m R^2 + \frac{1}{2} m R^2 + \frac{1}{2} m (R/2)^2 \right] \omega_0 = \frac{1}{2} m R^2 \omega + \frac{1}{2} m R^2 (\omega + v/R) + \frac{1}{2} m \left(\frac{1}{2} R \right)^2 (\omega - 4v/R)$$

解出 $\omega = \omega_0$

50 解: (1) 以子弹和圆盘为系统, 在子弹击中圆盘过程中, 对轴 O 的角动量守恒。

$$m v_0 R = \left(\frac{1}{2} M R^2 + m R^2 \right) \omega \quad \omega = \frac{m v_0}{\left(\frac{1}{2} M + m \right) R}$$

(2) 设 σ 表示圆盘单位面积的质量, 可求出圆盘所受水平面的摩擦力矩的大小

$$M_f = \int_0^R r \mu g \sigma \cdot 2\pi r dr = (2/3) \pi \mu \sigma g R^3 = (2/3) \mu M g R$$

设经过 Δt 时间圆盘停止转动, 则按角动量定理有

$$-M_f \Delta t = 0 - J \omega = - \left(\frac{1}{2} M R^2 + m R^2 \right) \omega = -m v_0 R$$

$$\therefore \Delta t = \frac{m v_0 R}{M_f} = \frac{m v_0 R}{(2/3) \mu M g R} = \frac{3 m v_0}{2 \mu M g}$$

51 解: (1) 角动量守恒: $m' v l = \left(\frac{1}{3} m l^2 + m' l^2 \right) \omega \quad \therefore \omega = \frac{m' v}{\left(\frac{1}{3} m + m' \right) l} = 15.4 \text{ rad/s}$

$$(2) \quad -M_f = \left(\frac{1}{3}ml^2 + m'l^2\right)\beta, \quad 0 - \omega^2 = 2\beta\theta \quad \therefore \theta = \frac{\left(\frac{1}{3}m + m'\right)l^2\omega^2}{2M_f} = 15.4 \text{ rad}$$

52 解：对棒和滑块系统，在碰撞过程中，由于碰撞时间极短，所以棒所受的摩擦力矩 \ll 滑块的冲力矩，故可认为合外力矩为零，因而系统的角动量守恒，即

$$m_2 v_1 l = -m_2 v_2 l + \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega \quad (1)$$

$$\text{碰后棒在转动过程中所受的摩擦力矩为 } M_f = \int_0^l -\mu g \frac{m_1}{l} x \cdot dx = -\frac{1}{2} \mu m_1 g l \quad (2)$$

$$\text{由角动量定理} \quad \int M_f dt = 0 - \frac{1}{3} m_1 l^2 \omega \quad (3)$$

$$\text{由①、②和③解得} \quad t = 2m_2 \frac{v_1 + v_2}{\mu m_1 g}$$

53 解：在子弹通过杆的过程中，子弹与杆系统因外力矩为零，故角动量守恒，则有

$$m_2 v_0 l / 4 = m_2 v l / 4 + J\omega \quad \omega = 11.3 \text{ rad/s}$$

机械振动与机械波

一、选择题答案

- 1-10. BCDCBBCDBA 11-20. CBBBDCDEBD
 21-30. BBBBBCDBA 31-40. ACECDBDBDE
 41-50. BDCBCBCBDB 51-60. BDCAACBADB
 61-70. DCCDDACCA 71-80. ACDDAABDAD
 81-90. CBAADCBCDC 91-100. DCBBDDCDBB
 101-110. CCDCDDCCAB 111-113. CAB

二、填空题答案

1. π $-\pi/2$ $\pi/3$. 2. $2\pi\sqrt{2m/k}$ $2\pi\sqrt{m/2k}$

3. $x = A \cos(\frac{2\pi t}{T} - \frac{1}{2}\pi)$ $x = A \cos(\frac{2\pi t}{T} + \frac{1}{2}\pi)$ $x = A \cos(\frac{2\pi t}{T} + \pi)$

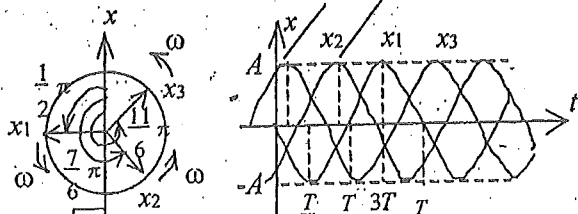
4. 解: $\phi_2 - \phi_1 = \phi_3 - \phi_2 = 2\pi/3$

旋转矢量图见图

振动曲线见图

5. 0.61 s 6.2 : 1 7. 2.0

8. $x = 2 \times 10^{-2} \cos(5t/2 - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)



9. 振动系统本身性质 初始条件 10. $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 11. $15 \times 10^{-2} \cos(6\pi t + \frac{1}{2}\pi)$

12. $A \cos(\frac{2\pi t}{T} - \frac{1}{2}\pi)$ $A \cos(\frac{2\pi t}{T} + \frac{1}{3}\pi)$ 13. 0.37 cm $x = 0.37 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t \pm \pi)$

14. 0.05m -0.205π (或 -36.9°) 15. π 16. $\pm 2\pi/3$ 17. 1.55Hz 0.103m

18. $2\pi\sqrt{x_0/g}$ 19. 1.2s -20.9cm/s 20. 1:1 21. 10cm $(\pi/6)$ rad/s $\pi/3$

22. $3\pi/4$

23. x_1 曲线见图

x_2 曲线见图

24. $0.5(2n+1)$ $n=0, 1, 2, 3, \dots$

n $n=0, 1, 2, 3, \dots$

$0.5(4n+1)$ $n=0, 1, 2, 3, \dots$

25. $0.1 \cos \pi t$ (SI)

$0.1 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)

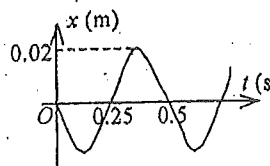
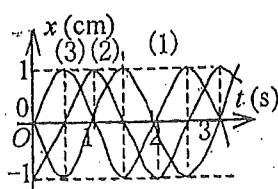
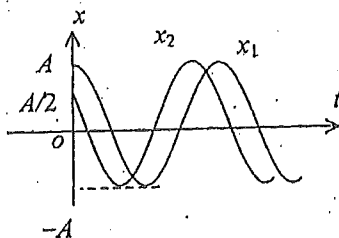
$0.1 \cos(\pi t \pm \pi)$ (SI)

26. b, f a, e 27. 2:1 4:1 2:1

28. 曲线(1)见图

曲线(2)见图

曲线(3)见图

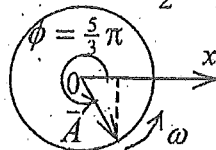


29. 0, $3\pi \text{ cm/s}$ 30. $\pi/4$, $x = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi t + \pi/4)$ (SI)

31. $x = 0.04 \cos(\pi t + \frac{1}{2}\pi)$ 32. 见上图

33. 3.43s $-2\pi/3$ 34. $x_a = 6 \times 10^{-3} \cos(\pi t + \pi)$ $x_b = 6 \times 10^{-3} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi)$

35. $0.04 \cos(4\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ 36. 见右图 37. 0.84

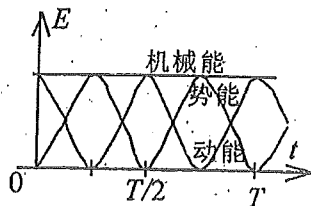


38. $3/4$, $2\pi\sqrt{\Delta l/g}$ 39. $T/8$, $3T/8$

40. $9.90 \times 10^2 \text{ J}$ 41. 见右图 42. $2\pi^2 mA^2/T^2$

43. $2 \times 10^2 \text{ N/m}$ 1.6Hz

44. $|A_1 - A_2|$ $x = |A_2 - A_1| \cos(\frac{2\pi}{T}t + \frac{1}{2}\pi)$



45. $4 \times 10^{-2} \text{ m}$ $\frac{1}{2}\pi$ 46. $0.04 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ 47. $-\frac{1}{2}\pi$ 或 $\frac{3}{2}\pi$

48. 0.02 49. $5 \times 10^{-2} \text{ m}$ 50. $1 \times 10^{-2} \text{ m}$ 51. 1.47 52. 0

53. $0.05 \cos(\omega t + \frac{23}{12}\pi)$ (SI) 54. 10, $-\frac{1}{2}\pi$ 55. 向下; 向上 向上

56. 503 m/s 57. π 58. 0.8 m 0.2 m 125Hz 59. 0.233 m

60. 波从坐标原点传至 x 处所需时间, x 处质点比原点处质点滞后的振动相位, t 时刻 x 处质点的振动位移

61. 125 rad/s 338 m/s 17.0 m

62. $-2\pi L/\lambda + \phi$, $L \pm k\lambda$ ($k=1, 2, 3, \dots$), $L \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$ ($k=0, 1, 2, \dots$)

63. $a = -0.2\pi^2 \cos(\pi t + \frac{3}{2}\pi x)$ (SI) 64. 17 m 到 $1.7 \times 10^{-2} \text{ m}$ 65. $2\pi/5$ 66. 0

67. ÅE 68. $y = 2 \times 10^{-3} \cos(200\pi t - \frac{1}{2}\pi x - \frac{1}{2}\pi)$ (SI) 69. 2.4 m , 60 m/s

70. $5.0 \times 10^4 \text{ Hz}$ $2.86 \times 10^{-2} \text{ m}$ $1.43 \times 10^3 \text{ m/s}$ 71. $A \cos[\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda} - 4\pi \frac{L}{\lambda}]$

72. $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi + \pi - 2\pi \frac{2L}{\lambda})]$ 或 $A \cos[2\pi(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}) + (\phi - \pi - 2\pi \frac{2L}{\lambda})]$

73. $A \cos 2\pi(\nu t - \frac{x}{\lambda} + 2\frac{L}{\lambda})$ 74. $A \cos(\omega t + 2\pi \frac{2L-x}{\lambda} \pm \pi)$

75. $\omega(x_2 - x_1)/u$ 76. $0.1 \cos(4\pi t - 2\pi x)$ 77. a/b 78. $\pi/3$ 79. $b/2\pi$ $2\pi/d$

80. $0.1 \cos(4\pi t - \pi)$ -1.26 m/s 81. 2 cm 2.5 cm 100 Hz 250 cm/s

82. 0.6m, 0.25m 83. 30, 30 84. $2\pi/C$, B/C, Cd 85. 答案见图

86. 0.5 87. 3, 300

88. $y = 0.10 \cos[165\pi(t - x/330) - \pi]$ (SI)

89. $y = A \cos\{\omega[t + (1+x)/u] + \phi\}$ (SI)

90. $y_1 = A \cos[\omega(t - L_1/u) + \pi/4]$; $\frac{\omega(L_1 + L_2)}{u}$

91. $y_2 = A \cos[2\pi(\nu - \frac{L_1 + L_2}{\lambda}) + \phi]$; $x = -L_1 + k\lambda$ ($k = \pm 1, \pm 2, \dots$)

92. $y = A \cos[2\pi(\nu + \frac{x+L}{\lambda}) + \frac{\pi}{2}]$; $t_1 + \frac{L}{\lambda\nu} + \frac{k}{\nu}$, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

93. $y = A \cos[2\pi\frac{u}{\lambda}(t - 2 + \frac{x}{u}) - \frac{\pi}{2}]$; $y_P = A \cos[2\pi\frac{u}{\lambda}(t - 2) + \frac{\pi}{2}]$

94. $y_1 = A \cos[2\pi t/T + \phi]$; $y_2 = A \cos[2\pi(t/T + x/\lambda) + \phi]$

95. $y_P = 0.2 \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$

96. 见图

97. $y_{x_1} = A \cos(\frac{2\pi}{T}t - \frac{\pi}{2})$ 或写成 $y_{x_1} = A \sin(2\pi t/T)$

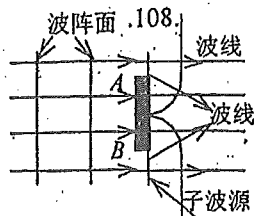
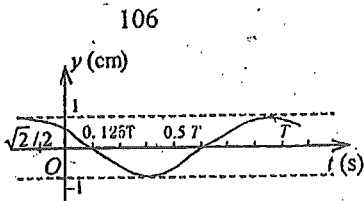
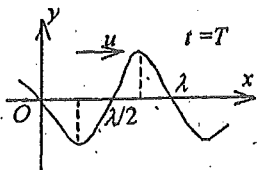
98. $y_{P_2} = 0.04 \cos(\pi t + \pi)$ (SI)

99. $y = A \cos[2\pi\nu(t - t_0) + \frac{1}{2}\pi]$ 100. $3T/4$ 101. $\frac{1}{2}\lambda$ 102. $3\lambda/4$

103. $y = 0.06 \sin(\frac{1}{2}\pi t - \frac{5}{4}\pi)$ 104. $y = A \cos(\omega t + \pi - 2\pi x/\lambda)$;

$y' = A' \cos(\omega t - 4\pi L/\lambda + 2\pi x/\lambda)$

105. 答案见图



107. R_2^2/R_1^2 109. 5J 110. 4 111. $IS \cos \theta$ 112. $\frac{\omega\lambda}{2\pi} S w$

113. DC 为 $t + \tau$ 时刻波在介质 2 中的波前 114. 0.08 W/m^2 115. $7.96 \times 10^{-2} \text{ W/m}^2$

116. 相同, $2\pi/3$. 117. S_1 的相位比 S_2 的相位超前 $\pi/2$

118. $\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(2\pi \frac{L-2r}{\lambda})}$

119. 2A 120. 0 121. 0 122. 1.7×10^3 Hz

123. $2k\pi + \pi/2, k=0, \pm 1, \pm 2, \dots, 2k\pi + 3\pi/2, k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

124. $y = 12.0 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi x) \cos 20\pi t$ (SI)

$x = (2n+1)$ m, 即 $x = 1$ m, 3 m, 5 m, 7 m, 9 m

$x = 2n$ m, 即 $x = 0$ m, 2 m, 4 m, 6 m, 8 m, 10 m

125. $A \cos[2\pi(\nu t + x/\lambda) + \pi]; 2A \cos(2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$

126. $A \cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}), A$

127. $y_1 = -2A \cos \omega t$ 或 $y_1 = 2A \cos(\omega t \pm \pi), v = 2A \sin \omega t$

128. $y = 2A \cos[2\pi \frac{x}{\lambda} - \frac{1}{2}\pi] \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$

129. $y = 0.30 \cos(\frac{1}{2}\pi x) \cos(100\pi t + \frac{1}{2}\pi)$

130. $x = (k + \frac{1}{2})\frac{1}{2}\lambda, k=0, 1, 2, 3, \dots$

131. $x = (k - \frac{1}{2})\frac{1}{2}\lambda, k=1, 2, 3, \dots$

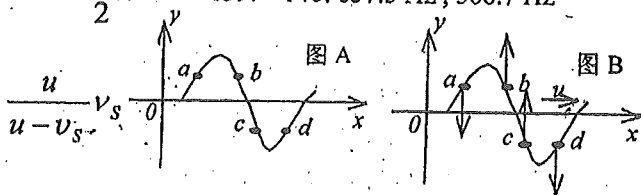
132. 2m, 45Hz 133. 100m/s 134. π

135. 0 136. π 137. $\frac{1}{2}\lambda$ 138. $\frac{1}{2}\lambda$ 139. 140. 637.5 Hz, 566.7 Hz

141. 1065 Hz, 935 Hz

142. $\frac{u-v_R}{u} v_s$

143.



三、计算题答案

1. 解: (1) 容器中每滴入一油滴的前后, 水平方向动量值不变, 而且在容器回到 O 点滴入下一油滴前, 水平方向动量的大小与刚滴入上一油滴后的瞬间后的相同。依此, 设容器第一次过 O 点油滴滴入前的速度为 v , 刚滴入第 n 个油滴后的速度为 v' , 则有

$$Mv = (M + nm)v' \quad (1)$$

系统机械能守恒 $\frac{1}{2}kl_0^2 = \frac{1}{2}Mv^2 \quad (2)$

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(M + nm)v'^2 \quad (3)$$

由①、②、③、解出 $x = \sqrt{M/(M + nm)} l_0$

(2) 时间间隔 $(t_{n+1} - t_n)$ 应等于第 n 滴油滴入容器后振动系统周期 T_n 的一半。

$$\Delta t_n = t_{n+1} - t_n = \frac{1}{2} T_n = \pi \sqrt{(M + nm)/k}$$

2.解: (1) 小物体受力如图。

设小物体随振动物体的加速度为 a , 按牛顿第二定律有(取向下为正) $mg - N = ma$

$$N = m(g - a)$$

当 $N = 0$, 即 $a = g$ 时, 小物体开始脱离振动物体, 已知

$$A = 10 \text{ cm}, \quad k = \frac{60}{0.3} \text{ N/m}$$

$$\text{有} \quad \omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{50} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{系统最大加速度为} \quad a_{\max} = \omega^2 A = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

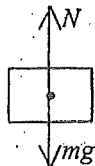
此值小于 g , 故小物体不会离开。

(2) 如使 $a > g$, 小物体能脱离振动物体, 开始分离的位置由 $N = 0$ 求得

$$g = a = -\omega^2 x \quad x = -g/\omega^2 = -19.6 \text{ cm}$$

即在平衡位置上方 19.6 cm 处开始分离, 由 $a_{\max} = \omega^2 A > g$, 可得

$$A > g/\omega^2 = 19.6 \text{ cm}.$$



3.解: (1) $t = 0$ 时, $a = 2.5 \text{ m/s}^2$, $|F| = ma = 5 \text{ N}$

(2) $|a_{\max}| = 5$, 其时 $|\sin(5t - \pi/6)| = 1$ $|F_{\max}| = m|a_{\max}| = 10 \text{ N}$

$$x = \pm 0.2 \text{ m (振幅端点)}$$

4.解: 第一球自由落下通过路程 l 需时间 $t_1 = \sqrt{2l/g} = 1.41\sqrt{l/g}$

而第二球返回平衡(即最低)位置需时

$$t_2 = T/4 = 1.57\sqrt{l/g} \quad t_2 > t_1, \text{ 故第一球先到。}$$

5.解: 设振动方程为 $x = A \cos \omega t$, 则 $v = -A\omega \sin \omega t$

(1) 在 $x = 6 \text{ cm}$, $v = 24 \text{ cm/s}$ 状态下有

$$6 = 12 \cos \omega t \quad 24 = -12\omega \sin \omega t$$

$$\text{解得} \quad \omega = 4/\sqrt{3}, \quad \therefore T = 2\pi/\omega = \sqrt{3}\pi/2 \text{ s} = 2.72 \text{ s}$$

(2) 设对应于 $v = 12 \text{ cm/s}$ 的时刻为 t_2 , 则由

$$v = -A\omega \sin \omega t$$

$$\text{得} \quad 12 = -12 \times (4/\sqrt{3}) \times \sin \omega t_2,$$

$$\text{解上式得} \quad \sin \omega t_2 = -0.1875$$

$$\text{相应的位移为} \quad x = A \cos \omega t_2 = \pm A \sqrt{1 - \sin^2 \omega t_2} = \pm 10.8 \text{ cm}$$

6.解: 振动方程 $x = A \cos(\omega t + \phi)$

(1) $t = 0$ 时 $x_0 = 7.5 \text{ cm} = A \cos \phi$ $v_0 = 75 \text{ cm/s} = -A \sin \phi$

$$\text{解上两个方程得} \quad A = 10.6 \text{ cm} \quad \phi = -\pi/4$$

$$\therefore \quad x = 10.6 \times 10^{-2} \cos[10t - (\pi/4)] \quad (\text{SI})$$

(2) $t = 0$ 时 $x_0 = 7.5 \text{ cm} = A \cos \phi$ $v_0 = -75 \text{ cm/s} = -A \sin \phi$

$$\text{解上两个方程得} \quad A = 10.6 \text{ cm}, \quad \phi = \pi/4$$

$$\therefore \quad x = 10.6 \times 10^{-2} \cos[10t + (\pi/4)] \quad (\text{SI})$$

7.解: $k = f/x = 200 \text{ N/m}$, $\omega = \sqrt{k/m} \approx 7.07 \text{ rad/s}$

(1) 选平衡位置为原点, x 轴指向下方 (如图所示),

$$t = 0 \text{ 时}, \quad x_0 = 10A \cos \phi, \quad v_0 = 0 = -A\omega \sin \phi.$$

解以上二式得 $A = 10 \text{ cm}$, $\phi = 0$.

$$\therefore \text{振动方程 } x = 0.1 \cos(7.07t) \quad (\text{SI})$$

(2) 物体在平衡位置上方 5 cm 时, 弹簧对物体的拉力

$$f = m(g - a), \quad \text{而 } a = -\omega^2 x = 2.5 \text{ m/s}^2$$

$$\therefore f = 4(9.8 - 2.5) \text{ N} = 29.2 \text{ N}$$

(3) 设 t_1 时刻物体在平衡位置, 此时 $x = 0$, 即

$$0 = A \cos \omega t_1 \text{ 或 } \cos \omega t_1 = 0.$$

\therefore 此时物体向上运动; $v < 0$ $\therefore \omega t_1 = \pi/2$, $t_1 = \pi/2\omega = 0.222 \text{ s}$

再设 t_2 时物体在平衡位置上方 5 cm 处, 此时 $x = -5$, 即

$$-5 = A \cos \omega t_2, \quad \cos \omega t_2 = -1/2$$

$\therefore v < 0$, $\omega t_2 = 2\pi/3$, $t_2 = 2\pi/3\omega = 0.296 \text{ s}$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = (0.296 - 0.222) \text{ s} = 0.074 \text{ s}$$

8.解: 若从正最大位移处开始振动, 则振动方程为

$$x = A \cos(\omega t), \quad \dot{x} = -A\omega \sin \omega t$$

$$\text{在 } |x| = 6 \text{ cm 处, } |\dot{x}| = 24 \text{ cm/s}$$

$$\therefore 6 = 12|\cos \omega t|, \quad 24 = 12\omega |\sin \omega t|,$$

解以上二式得 $\omega = 4/\sqrt{3} \text{ rad/s}$

$$\ddot{x} = -A\omega^2 \cos \omega t,$$

木板在最大位移处 $|\ddot{x}|$ 最大, 为 $|\ddot{x}| = A\omega^2$

若 $mA\omega^2$ 稍稍大于 μmg , 则 m 开始在木板上滑动, 取

$$\mu mg = mA\omega^2$$

$$\therefore \mu = A\omega^2 / g \approx 0.0653$$

9.解: 由旋转矢量图和 $|v_A| = |v_B|$ 可知 $T/2 = 4$ 秒,

$$\therefore T = 8 \text{ s}, \quad v = (1/8) \text{ s}^{-1},$$

$$\omega = 2\pi v = (\pi/4) \text{ s}^{-1}$$

(1) 以 AB 的中点为坐标原点, x 轴指向右方.

$$t = 0 \text{ 时}, \quad x = -5 \text{ cm} = A \cos \phi$$

$$t = 2 \text{ s 时}, \quad x = 5 \text{ cm} = A \cos(2\omega + \phi) = -A \sin \phi$$

由上二式解得 $\text{tg} \phi = 1$

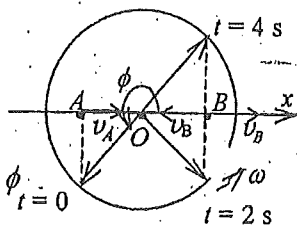
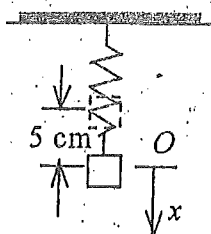
因为在 A 点质点的速度大于零, 所以 $\phi = -3\pi/4$ 或 $5\pi/4$ (如图)

$$A = x / \cos \phi = 5\sqrt{2} \text{ cm}$$

$$\therefore \text{振动方程 } x = 5\sqrt{2} \times 10^{-2} \cos\left(\frac{\pi t}{4} - \frac{3\pi}{4}\right) \quad (\text{SI})$$

$$(2) \text{ 速率 } v = \left| \frac{dx}{dt} \right| = \left| \frac{-5\sqrt{2}\pi \times 10^{-2}}{4} \sin\left(\frac{\pi t}{4} - \frac{3\pi}{4}\right) \right| \quad (\text{SI})$$

当 $t = 0$ 时, 质点在 A 点



①

②

③

$$v = \left| \frac{dx}{dt} \right| = \left| \frac{-5\sqrt{2}\pi}{4} \times 10^{-2} \sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right) \right| = 3.93 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

10. 解: (1) 势能 $W_p = \frac{1}{2} kx^2$ 总能量 $E = \frac{1}{2} kA^2$

由题意, $\frac{1}{2} kx^2 = kA^2/4$, $x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}} = \pm 4.24 \times 10^{-2} \text{ m}$

(2) 周期 $T = 2\pi/\omega = 6 \text{ s}$

从平衡位置运动到 $x = \pm \frac{A}{\sqrt{2}}$ 的最短时间 Δt 为 $T/8$.

$$\therefore \Delta t = 0.75 \text{ s.}$$

11. 解: $k = m_0 g / \Delta l = \frac{0.1 \times 9.8}{0.08} \text{ N/m} = 12.25 \text{ N/m}$

$$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{\frac{12.25}{0.25}} \text{ s}^{-1} = 7 \text{ s}^{-1}$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + v_0^2 / \omega^2} = \sqrt{4^2 + \left(\frac{21}{7}\right)^2} \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

$$\text{tg } \phi = -v_0 / (x_0 \omega) = -(-21) / (4 \times 7) = 3/4, \quad \phi = 0.64 \text{ rad}$$

$$x = 0.05 \cos(7t + 0.64) \quad (\text{SI})$$

12. 解: (1) 由题意 $F_m = kA$, $A = x_m$, $k = F_m / x_m$.

$$E = \frac{1}{2} kx_m^2 = \frac{1}{2} F_m x_m = 0.16 \text{ J}$$

(2) $\omega = \frac{v_m}{A} = \frac{v_m}{x_m} = 2\pi \text{ rad/s}$

由 $t=0$, $x_0 = A \cos \phi = 0.2 \text{ m}$, $v_0 = -A\omega \sin \phi < 0$

可得 $\phi = \frac{1}{3}\pi$

则振动方程为 $x = 0.4 \cos(2\pi t + \frac{1}{3}\pi)$

13. 解: 钟摆周期的相对误差 $\Delta T/T =$ 钟的相对误差 $\Delta l/l$

等效单摆的周期 $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, 设重力加速度 g 不变, 则有

$$2dT/T = dl/l$$

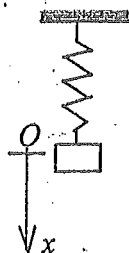
令 $\Delta T = dT$, $\Delta l = dl$, 并考虑到 $\Delta T/T = \Delta l/l$, 则摆锤向下移动的距离

$$\Delta l = 2l \Delta T/T = 2 \times 0.995 \times \frac{87}{86400} \text{ mm} = 2.00 \text{ mm}$$

即摆锤应向下移 2.00 mm, 才能使钟走得准确.

14. 解: 钟摆周期的相对误差 $\Delta T/T =$ 钟的相对误差 $\Delta l/l$

等效单摆的周期 $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, 设重力加速度 g 不变, 则有



$$2d T / T = d l / l$$

令 $\Delta T = dT$, $\Delta l = dl$, 并考虑到 $\Delta T / T = \Delta l / l$, 则摆锤应向上移动的距离

$$\Delta l = 2l \Delta T / T = 2 \times 0.995 \times \frac{130}{86400} \text{ mm} = 2.99 \text{ mm}$$

即摆锤应向上移 2.99 mm, 才能使钟走得准确.

15. 解: 周期 $T = 2\pi / \omega = 0.25 \text{ s}$, 振幅 $A = 0.1 \text{ m}$, 初相 $\phi = 2\pi/3$,

$$v_{\max} = \omega A = 0.8\pi \text{ m/s} (= 2.5 \text{ m/s}),$$

$$a_{\max} = \omega^2 A = 6.4\pi^2 \text{ m/s}^2 (= 63 \text{ m/s}^2).$$

16. 解: (1) $v = \frac{dx}{dt} = -3.0 \sin(5t - \frac{\pi}{2})$ (SI) $t_0 = 0$, $v_0 = 3.0 \text{ m/s}$.

$$(2) F = ma = -m\omega^2 x \quad x = \frac{1}{2} A \text{ 时}, \quad F = -1.5 \text{ N}.$$

17. 解: 设物体在水平木板上不滑动.

$$\text{竖直方向: } N - mg = 0 \quad \textcircled{1}$$

$$\text{水平方向: } f_x = -ma \quad \textcircled{2}$$

$$\text{且 } |f_x| \leq \mu_s N \quad \textcircled{3}$$

$$\text{又有 } a = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) \quad \textcircled{4}$$

$$\text{由①②③得 } a_{\max} = \mu_s mg / m = \mu_s g$$

$$\text{再由此式和④得 } A_{\max} = \mu_s g / \omega^2 = \mu_s g / (4\pi^2 \nu^2) = 0.031 \text{ m}$$

18. 解: 设弹簧的原长为 l , 悬挂 m_1 后伸长 Δl , 则 $k\Delta l = m_1 g$,

$$k = m_1 g / \Delta l = 2 \text{ N/m}$$

取下 m_1 挂上 m_2 后, $\omega = \sqrt{k/m_2} = 11.2 \text{ rad/s}$

$$T = 2\pi / \omega = 0.56 \text{ s}$$

$t=0$ 时, $x_0 = -2 \times 10^{-2} \text{ m} = A \cos \phi$ $v_0 = 5 \times 10^{-2} \text{ m/s} = -A\omega \sin \phi$

$$\text{解得 } A = \sqrt{x_0^2 + (v_0 / \omega)^2} \text{ m} = 2.05 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\phi = \text{tg}^{-1}(-v_0 / \omega x_0) = 180^\circ + 12.6^\circ = 3.36 \text{ rad}$$

也可取 $\phi = -2.92 \text{ rad}$

振动表达式为 $x = 2.05 \times 10^{-2} \cos(11.2t - 2.92)$ (SI)

19. 解: (1) $\omega = \sqrt{g/l} = 3.13 \text{ rad/s}$ $\nu = \omega / (2\pi) = 0.5 \text{ Hz}$

(2) $t=0$ 时, $x_0 = -6 \text{ cm} = A \cos \phi$ $v_0 = 20 \text{ cm/s} = -A\omega \sin \phi$

由上二式解得 $A = 8.8 \text{ cm}$

$$\phi = 180^\circ + 46.8^\circ = 226.8^\circ = 3.96 \text{ rad} \text{ (或 } -2.33 \text{ rad)}$$

20. 解: (1) $A = 0.5 \text{ cm}$; $\omega = 8\pi \text{ s}^{-1}$; $T = 2\pi / \omega = (1/4) \text{ s}$; $\phi = \pi/3$

$$(2) v = \dot{x} = -4\pi \times 10^{-2} \sin(8\pi t + \frac{1}{3}\pi) \text{ (SI)}$$

$$a = \ddot{x} = -32\pi^2 \times 10^{-2} \cos(8\pi t + \frac{1}{3}\pi) \text{ (SI)}$$

$$(3) E = E_K + E_P = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 7.90 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \text{ 平均动能 } \overline{E_k} &= (1/T) \int_0^T \frac{1}{2} m v^2 dt \\
 &= (1/T) \int_0^T \frac{1}{2} m (-4\pi \times 10^{-2})^2 \sin^2(8\pi t + \frac{1}{3}\pi) dt \\
 &= 3.95 \times 10^{-5} \text{ J} = \frac{1}{2} E
 \end{aligned}$$

$$\text{同理 } \overline{E_p} = \frac{1}{2} E = 3.95 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$21. \text{ 解: (1) } \omega = \sqrt{k/m} = 10 \text{ s}^{-1} \quad T = 2\pi/\omega = 0.63 \text{ s}$$

$$(2) A = 15 \text{ cm}, \text{ 在 } t=0 \text{ 时, } x_0 = 7.5 \text{ cm}, v_0 < 0$$

$$\text{由 } A = \sqrt{x_0^2 + (v_0/\omega)^2}$$

$$\text{得 } v_0 = -\omega \sqrt{A^2 - x_0^2} = -1.3 \text{ m/s} \quad \phi = \text{tg}^{-1}(-v_0/\omega x_0) = \frac{1}{3}\pi \text{ 或 } 4\pi/3$$

$$\because x_0 > 0, \therefore \phi = \frac{1}{3}\pi$$

$$(3) x = 15 \times 10^{-2} \cos(10t + \frac{1}{3}\pi) \quad (\text{SI})$$

$$22. \text{ 解: (1) } t=0 \text{ 时, } x_0 = -2 \text{ cm} = -A, \text{ 故初相 } \phi = \pi, \quad \omega = 2\pi\nu = 8\pi \text{ s}^{-1}$$

$$x = 2 \times 10^{-2} \cos(8\pi t + \pi) \quad (\text{SI})$$

$$(2) t = (1/4) \text{ s 时, 物体所受的作用力 } F = -m\omega^2 x = 0.126 \text{ N}$$

$$23. \text{ 解: (1) } v_m = \omega A \quad \therefore \omega = v_m/A = 1.5 \text{ s}^{-1} \quad \therefore T = 2\pi/\omega = 4.19 \text{ s}$$

$$(2) a_m = \omega^2 A = v_m \omega = 4.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

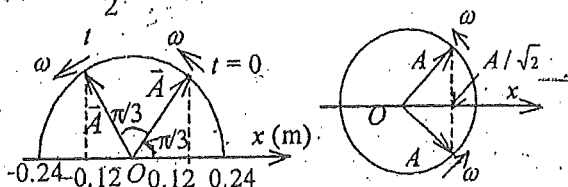
$$(3) \phi = \frac{1}{2}\pi \quad x = 0.02 \cos(1.5t + \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$$

24. 解: 旋转矢量如图所示.

由振动方程可得

$$\omega = \frac{1}{2}\pi, \quad \Delta\phi = \frac{1}{3}\pi$$

$$\Delta t = \Delta\phi/\omega = 0.667 \text{ s}$$



25. 解: 依题意画出旋转矢量图. 由图可知两简谐振动的位相差为 $\frac{1}{2}\pi$.

$$26. \text{ 解: (1) 设振动方程为 } x = A \cos(\omega t + \phi)$$

$$\text{由曲线可知 } A = 10 \text{ cm}, t=0, x_0 = -5 = 10 \cos \phi, v_0 = -10\omega \sin \phi < 0$$

$$\text{解上面两式, 可得 } \phi = 2\pi/3$$

由图可知质点由位移为 $x_0 = -5 \text{ cm}$ 和 $v_0 < 0$ 的状态到 $x=0$ 和 $v > 0$ 的状态所需时间 $t=2 \text{ s}$, 代入振动方程得

$$0 = 10 \cos(2\omega + 2\pi/3) \quad (\text{SI})$$

$$\text{则有 } 2\omega + 2\pi/3 = 3\pi/2, \therefore \omega = 5\pi/12$$

$$\text{故所求振动方程为 } x = 0.1 \cos(5\pi t/12 + 2\pi/3) \quad (\text{SI})$$

27. 解: 取如图 x 坐标, 平衡位置为原点 O , 向下为正, m 在平衡位置时弹簧已伸长 x_0

$$mg = kx_0 \quad (1)$$

设 m 在 x 位置, 分析受力, 这时弹簧伸长 $x + x_0$

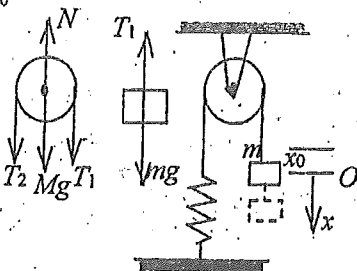
$$T_2 = k(x + x_0) \quad (2)$$

由牛顿第二定律和转动定律列方程:

$$mg - T_1 = ma \quad (3)$$

$$T_1 R - T_2 R = J\beta \quad (4)$$

$$a = R\beta \quad (5)$$



联立解得
$$a = \frac{-kx}{(J/R^2) + m}$$

由于 x 系数为一负常数, 故物体做简谐振动, 其角频率为

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{(J/R^2) + m}} = \sqrt{\frac{kR^2}{J + mR^2}}$$

28 解: 选平板位于正最大位移处时开始计时, 平板的振动方程为

$$x = A \cos 4\pi t \quad (\text{SI})$$

$$\ddot{x} = -16\pi^2 A \cos 4\pi t \quad (\text{SI})$$

(1) 对物体有
$$mg - N = m\ddot{x} \quad (1)$$

$$N = mg - m\ddot{x} = mg + 16\pi^2 A \cos 4\pi t \quad (\text{SI}) \quad (2)$$

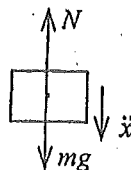
物对板的压力为
$$F = -N = -mg - 16\pi^2 A \cos 4\pi t \quad (\text{SI})$$

$$= -19.6 - 1.28\pi^2 \cos 4\pi t \quad (3)$$

(2) 物体脱离平板时必须 $N = 0$, 由(2)式得

$$mg + 16\pi^2 A \cos 4\pi t = 0 \quad (\text{SI}) \quad \cos 4\pi t = -\frac{g}{16\pi^2 A}$$

若能脱离必须 $|\cos 4\pi t| \leq 1$ (SI), 即 $A \geq g/(16\pi^2) = 6.21 \times 10^{-2} \text{ m}$



29. 解: 设小球的质量为 m , 则弹簧的劲度系数 $k = mg/l_0$. 选平衡位置为原点, 向下为正方向. 小球在 x 处时, 根据牛顿第二定律得 $mg - k(l_0 + x) = m d^2 x / dt^2$

将 $k = mg/l_0$ 代入整理后得 $d^2 x / dt^2 + gx/l_0 = 0$

\therefore 此振动为简谐振动, 其角频率为

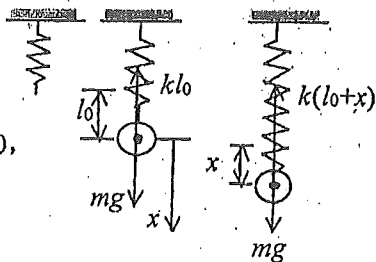
$$\omega = \sqrt{g/l_0} = 28.58 = 9.1\pi$$

设振动表达式为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$

由题意: $t = 0$ 时, $x_0 = A = 2 \times 10^{-2} \text{ m}$, $v_0 = 0$,

解得 $\phi = 0$

$$\therefore x = 2 \times 10^{-2} \cos(9.1\pi t)$$



30. 解: (1)
$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2} k A^2 \quad A = [2(E_k + E_p)/k]^{1/2} = 0.08 \text{ m}$$

(2)
$$\frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} m v^2 \quad m \omega^2 x^2 = m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$$

$$x^2 = A^2 \sin^2(\omega t + \phi) = A^2 [1 - \cos^2(\omega t + \phi)] = A^2 - x^2$$

$$2x^2 = A^2, \quad x = \pm A/\sqrt{2} = \pm 0.0566 \text{ m}$$

(3) 过平衡点时, $x=0$, 此时动能等于总能量

$$E = E_K + E_p = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = [2(E_K + E_p)/m]^{1/2} = \pm 0.8 \text{ m/s}$$

31. 解: (1) 取平衡位置为原点, 向下为 x 正方向. 设物体在平衡位置时弹簧的伸长量为 Δl , 则有 $mg = k\Delta l$, 加拉力 F 后弹簧又伸长 x_0 , 则 $F + mg - k(\Delta l + x_0) = 0$

$$\text{解得} \quad F = kx_0$$

$$\text{由题意, } t=0 \text{ 时 } v_0 = 0; \quad x = x_0 \quad \text{则} \quad A = \sqrt{x_0^2 + (v_0/\omega)^2} = x_0$$

$$\text{又由题给物体振动周期 } T = \frac{32}{48} \text{ s, 可得角频率 } \omega = \frac{2\pi}{T}, \quad k = m\omega^2$$

$$\therefore \quad F = kA = (4\pi^2 m/T^2)A = 0.444 \text{ N}$$

(2) 平衡位置以下 1 cm 处: $v^2 = (2\pi/T)^2(A^2 - x^2)$

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 = 1.07 \times 10^{-2} \text{ J}$$

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(4\pi^2 m/T^2)x^2 = 4.44 \times 10^{-4} \text{ J}$$

32. 解: (1) $T = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{m/k} = 2\pi\sqrt{m/(g/\Delta l)} = 0.201 \text{ s}$

$$(2) \quad E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(mg/\Delta l)A^2 = 3.92 \times 10^{-3} \text{ J}$$

33. 解: 将 $F = -\pi^2 x$ 与 $F = -kx$ 比较, 知质点作简谐振动, $k = \pi^2$.

$$\text{又} \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{\pi}{\sqrt{m}} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\sqrt{m}$$

34. 解: 由物体受力 $F = -8x$ 可知物体作简谐振动, 且和 $F = -kx$ 比较,

$$\text{知 } k = 8 \text{ N/m, 则} \quad \omega^2 = k/m = 4 \text{ (rad/s)}^2$$

$$\text{简谐振动动能最大值为} \quad E_{Km} = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = 0.04 \text{ J}$$

35. 解: 设物体的运动方程为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$.

恒外力所做的功即为弹簧振子的能量: $F \times 0.05 = 0.5 \text{ J}$.

当物体运动到左方最远位置时, 弹簧的最大弹性势能为 0.5 J, 即:

$$\frac{1}{2}kA^2 = 0.5 \text{ J}, \quad \therefore A = 0.204 \text{ m. } A \text{ 即振幅.}$$

$$\omega^2 = k/m = 4 \text{ (rad/s)}^2 \quad \omega = 2 \text{ rad/s.}$$

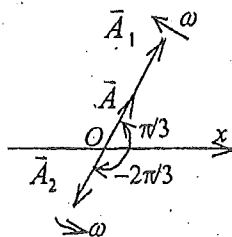
按题目所述时刻计时, 初相为 $\phi = \pi$.

$$\therefore \text{物体运动方程为 } x = 0.204 \cos(2t + \pi) \text{ (SI).}$$

$$\begin{aligned} 36. \text{ 解: } x_2 &= 3 \times 10^{-2} \sin(4t - \pi/6) \\ &= 3 \times 10^{-2} \cos(4t - \pi/6 - \pi/2) \\ &= 3 \times 10^{-2} \cos(4t - 2\pi/3). \end{aligned}$$

作两振动的旋转矢量图, 如图所示.

由图得: 合振动的振幅和初相分别为



$$A = (5-3)\text{cm} = 2\text{cm}, \quad \phi = \pi/3.$$

$$\text{合振动方程为 } x = 2 \times 10^{-2} \cos(4t + \pi/3) \quad (\text{SI})$$

37. 解: 由题意 $x_1 = 4 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{\pi}{4}) \quad (\text{SI})$ $x_2 = 3 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + \frac{\pi}{2}) \quad (\text{SI})$

按合成振动公式代入已知量, 可得合振幅及初相为

$$A = \sqrt{4^2 + 3^2 + 24 \cos(\pi/2 - \pi/4)} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 6.48 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\phi = \arctg \frac{4 \sin(\pi/4) + 3 \sin(\pi/2)}{4 \cos(\pi/4) + 3 \cos(\pi/2)} = 1.12 \text{ rad}$$

$$\text{合振动方程为 } x = 6.48 \times 10^{-2} \cos(2\pi t + 1.12) \quad (\text{SI})$$

38. 解: 依合振动的振幅及初相公式可得

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos \Delta \phi} = \sqrt{5^2 + 6^2 + 2 \times 5 \times 6 \times \cos(\frac{3}{4}\pi - \frac{1}{4}\pi)} \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 7.81 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\phi = \arctg \frac{5 \sin(3\pi/4) + 6 \sin(\pi/4)}{5 \cos(3\pi/4) + 6 \cos(\pi/4)} = 84.8^\circ = 1.48 \text{ rad}$$

$$\text{则所求的合成振动方程为 } x = 7.81 \times 10^{-2} \cos(10t + 1.48) \quad (\text{SI})$$

39. 解: 设合成运动(简谐振动)的振动方程为 $x = A \cos(\omega t + \phi)$

$$\text{则 } A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\phi_2 - \phi_1) \quad \textcircled{1}$$

$$\text{以 } A_1 = 4 \text{ cm}, A_2 = 3 \text{ cm}, \phi_2 - \phi_1 = \pi - \frac{1}{2}\pi = \frac{1}{2}\pi \text{ 代入 } \textcircled{1} \text{ 式, 得}$$

$$A = \sqrt{4^2 + 3^2} \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

$$\text{又 } \phi = \arctg \frac{A_1 \sin \phi_1 + A_2 \sin \phi_2}{A_1 \cos \phi_1 + A_2 \cos \phi_2} \approx 127^\circ \approx 2.22 \text{ rad}$$

$$\therefore x = 0.05 \cos(2\pi t + 2.22) \quad (\text{SI})$$

40. 解: 由题 $\lambda = 24 \text{ cm}, u = \lambda \nu = 24 \times 25 \text{ cm/s} = 600 \text{ cm/s}$

$$A = 3.0 \text{ cm}, \quad \omega = 2\pi \nu = 50 \pi/\text{s}$$

$$y_0 = A \cos \phi = 0, \quad \dot{y}_0 = -A\omega \sin \phi > 0 \quad \phi = -\frac{1}{2}\pi$$

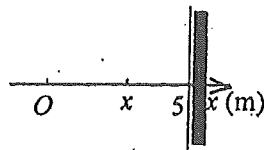
$$y = 3.0 \times 10^{-2} \cos[50\pi(t - x/6) - \frac{1}{2}\pi] \quad (\text{SI})$$

41. 解: 反射波在 x 点引起的振动相位为

$$\omega t + \phi = 4t - \pi(5 + 5 - x) - \frac{1}{2}\pi + \pi$$

$$= 4t + \pi x + \frac{1}{2}\pi - 10\pi$$

$$\text{反射波表达式为 } y = 0.01 \cos(4t + \pi x + \frac{1}{2}\pi - 10\pi) \quad (\text{SI})$$



42. 解: 设平面简谐波的波长为 λ , 坐标原点处质点振动初相为 ϕ , 则该列平面简谐波的表达

$$\text{式可写成} \quad y = 0.1 \cos(7\pi t - 2\pi x/\lambda + \phi) \quad (\text{SI})$$

$$t = 1 \text{ s 时} \quad y = 0.1 \cos[7\pi - 2\pi(0.1/\lambda) + \phi] = 0$$

$$\text{因此时 } a \text{ 质点向 } y \text{ 轴负方向运动, 故 } 7\pi - 2\pi(0.1/\lambda) + \phi = \frac{1}{2}\pi \quad \textcircled{1}$$

而此时, b 质点正通过 $y = 0.05 \text{ m}$ 处向 y 轴正方向运动, 应有

$$y = 0.1 \cos[7\pi - 2\pi(0.2/\lambda) + \phi] = 0.05$$

$$\text{且} \quad 7\pi - 2\pi(0.2/\lambda) + \phi = -\frac{1}{3}\pi \quad \textcircled{2}$$

$$\text{由 } \textcircled{1}、\textcircled{2} \text{ 两式联立得} \quad \lambda = 0.24 \text{ m} \quad \phi = -17\pi/3$$

$$\therefore \text{ 该平面简谐波的表达式为 } y = 0.1 \cos\left[7\pi t - \frac{\pi x}{0.12} - \frac{17}{3}\pi\right] \quad (\text{SI})$$

$$43. \text{ 解: (1) } y = 0.1 \cos\left(4\pi t - \frac{2}{10}\pi x\right) = 0.1 \cos 4\pi\left(t - \frac{1}{20}x\right) \quad (\text{SI})$$

$$(2) \quad t_1 = T/4 = (1/8) \text{ s}, \quad x_1 = \lambda/4 = (10/4) \text{ m 处质点的位移}$$

$$y_1 = 0.1 \cos 4\pi(T/4 - \lambda/80) = 0.1 \cos 4\pi(1/8 - \frac{1}{8}) = 0.1 \text{ m}$$

$$(3) \text{ 振速} \quad v = \frac{\partial y}{\partial t} = -0.4\pi \sin 4\pi(t - x/20).$$

$$t_2 = \frac{1}{2}T = (1/4) \text{ s}, \text{ 在 } x_1 = \lambda/4 = (10/4) \text{ m 处质点的振速}$$

$$\bar{v}_2 = -0.4\pi \sin\left(\pi - \frac{1}{2}\pi\right) = -1.26 \text{ m/s}$$

$$44. \text{ 解: (1) 已知波的表达式为 } y = 0.05 \cos(100\pi t - 2\pi x)$$

与标准形式 $y = A \cos(2\pi \nu t - 2\pi x/\lambda)$ 比较得

$$A = 0.05 \text{ m}, \quad \nu = 50 \text{ Hz}, \quad \lambda = 1.0 \text{ m} \quad u = \lambda \nu = 50 \text{ m/s}$$

$$(2) \quad v_{\max} = (\partial y / \partial t)_{\max} = 2\pi \nu A = 15.7 \text{ m/s}$$

$$a_{\max} = (\partial^2 y / \partial t^2)_{\max} = 4\pi^2 \nu^2 A = 4.93 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

$$(3) \quad \Delta \phi = 2\pi(x_2 - x_1)/\lambda = \pi, \text{ 二振动反相}$$

$$45. \text{ 解: } \nu = u/\lambda = 0.5 \text{ Hz} \quad \omega = 2\pi \nu = \pi \text{ s}^{-1}$$

$x = 0$ 处的初相 $\phi_0 = \frac{1}{2}\pi$, 角波数 $k = 2\pi/\lambda = \pi \text{ m}^{-1}$, 波动表达式为

$$(A = 0.1 \text{ m}) \quad y = 0.1 \cos(\pi t - \pi x + \frac{1}{2}\pi)$$

$$v(x, t) = \frac{\partial y}{\partial t} = -A\omega \sin(\omega t - kx + \phi_0)$$

速度最大值为: $v_{\max} = 0.314 \text{ m/s}$

$$46. \text{ 解: (1) 振动方程: } y = A \cos(\omega t + \phi_0) \quad A = 10 \text{ cm},$$

$$\omega = 2\pi \nu = \pi \text{ s}^{-1}, \quad \nu = u/\lambda = 0.5 \text{ Hz}$$

$$\text{初始条件: } y(0, 0) = 0, \quad \dot{y}(0, 0) > 0$$

得 $\phi_0 = -\frac{1}{2}\pi$ 故得原点振动方程: $y = 0.10 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi)$ (SI)

(2) $x = 150 \text{ cm}$ 处相位比原点落后 $\frac{3}{2}\pi$, 所以

$$y = 0.10 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi - \frac{3}{2}\pi) = 0.10 \cos(\pi t - 2\pi) \quad (\text{SI})$$

47. 解: $A = 0.01 \text{ m}$, $\lambda = u/\nu = 1 \text{ m}$, $T = 1 \text{ s}$ $x = 0$ 处, $\phi_0 = 0$

波表达式为 $y = 0.01 \cos 2\pi(t/T + x/\lambda) = 0.01 \cos 2\pi(t+x)$ (SI)

48. 解: 该波波长 $\lambda = u/\nu = 0.8 \text{ m}$

(1) x_2 点与 x_1 点的相位差为 $-(\phi_2 - \phi_1) = 2\pi(x_2 - x_1)/\lambda$

$$\phi_2 - \phi_1 = -2\pi(x_2 - x_1)/\lambda$$

当 $x_2 - x_1 = 0.12 \text{ m}$ 时 $\phi_2 - \phi_1 = -0.3\pi \text{ rad}$

(2) 同一点 x , 时间差 $t_2 - t_1$, 相应的相位差

$$\phi_2' - \phi_1' = 2\pi(t_2 - t_1)/T = 2\pi\nu(t_2 - t_1)$$

当 $t_2 - t_1 = 10^{-3} \text{ s}$ 时, $\phi_2' - \phi_1' = \pi \text{ rad}$

49. 解: 这是一个向 x 轴负方向传播的波.

(1) 由波数 $k = 2\pi/\lambda$ 得波长 $\lambda = 2\pi/k = 1 \text{ m}$

由 $\omega = 2\pi\nu$ 得频率 $\nu = \omega/2\pi = 2 \text{ Hz}$

波速 $u = \nu\lambda = 2 \text{ m/s}$

(2) 波峰的位置, 即 $y=A$ 的位置.

由 $\cos\pi(4t+2x) = 1$

有 $\pi(4t+2x) = 2k\pi$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 解上式, 有 $x = k - 2t$.

当 $t = 4.2 \text{ s}$ 时, $x = (k - 8.4) \text{ m}$.

所谓离坐标原点最近, 即 $|x|$ 最小的波峰. 在上式中取 $k=8$, 可得 $x = -0.4$ 的波峰离坐标原点最近.

(3) 设该波峰由原点传播到 $x = -0.4 \text{ m}$ 处所需的时间为 Δt ,

则 $\Delta t = |\Delta x|/u = |\Delta x|/(\nu\lambda) = 0.2 \text{ s}$

\therefore 该波峰经过原点的时刻 $t = 4 \text{ s}$

50. 解: (1) 设 $x=0$ 处质点的振动方程为 $y = A \cos(2\pi\nu t + \phi)$

由图可知, $t = t'$ 时 $y = A \cos(2\pi\nu t' + \phi) = 0$

$$dy/dt = -2\pi\nu A \sin(2\pi\nu t' + \phi) < 0$$

所以 $2\pi\nu t' + \phi = \pi/2$, $\phi = \frac{1}{2}\pi - 2\pi\nu t'$

$x = 0$ 处的振动方程为 $y = A \cos[2\pi\nu(t-t') + \frac{1}{2}\pi]$

(2) 该波的表达式为 $y = A \cos[2\pi\nu(t-t' - x/u) + \frac{1}{2}\pi]$

51. 解: (1) 原点 O 处质元的振动方程为 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t - \frac{1}{2}\pi)$, (SI)

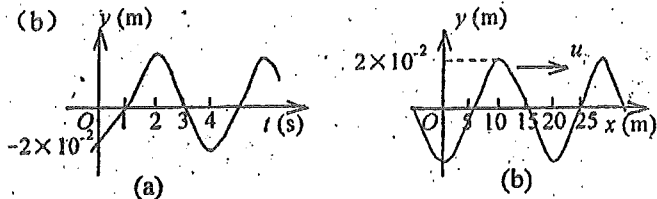
波的表达式为 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi(t - x/5) - \frac{1}{2}\pi)$, (SI)

$x = 25 \text{ m}$ 处质元的振动方程为 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t - 3\pi)$, (SI)

振动曲线见图 (a)

(2) $t = 3 \text{ s}$ 时的波形曲线方程 $y = 2 \times 10^{-2} \cos(\pi - \pi x/10)$, (SI)

波形曲线见图 (b)



52. 解: (1) $x_1 = 10 \text{ m}$ 的振动方程为 $y|_{x=10} = 0.25 \cos(125t - 3.7)$ (SI)

$x_2 = 25 \text{ m}$ 的振动方程为 $y|_{x=25} = 0.25 \cos(125t - 9.25)$ (SI)

(2) x_2 与 x_1 两点间相位差 $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = -5.55 \text{ rad}$

(3) x_1 点在 $t = 4 \text{ s}$ 时的振动位移 $y = 0.25 \cos(125 \times 4 - 3.7) \text{ m} = 0.249 \text{ m}$

53. 解: $y = A \cos 2\pi \frac{ut - x}{\lambda} = -0.01 \text{ m}$

$$v = \frac{dy}{dt} \Big|_{x=2, t=0.1} = -A \frac{2\pi u}{\lambda} \sin(2\pi \frac{ut - x}{\lambda}) = 0$$

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -A \left(\frac{2\pi u}{\lambda}\right)^2 \cos(2\pi \frac{ut - x}{\lambda}) = -6.17 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

54. 解: (1) 坐标为 x 点的振动相位为

$$\omega t + \phi = 4\pi[t + (x/u)] = 4\pi[t + (x/20)]$$

波的表达式为 $y = 3 \times 10^{-2} \cos 4\pi[t + (x/20)]$ (SI)

(2) 以 B 点为坐标原点, 则坐标为 x 点的振动相位为

$$\omega t + \phi' = 4\pi[t + \frac{x-5}{20}] \quad (\text{SI})$$

波的表达式为 $y = 3 \times 10^{-2} \cos[4\pi(t + \frac{x}{20}) - \pi]$ (SI)

55. 解: (1) 以 O 点为坐标原点, 由图可知, 该点振动初始条件为

$$y_0 = A \cos \phi = 0, \quad v_0 = -A\omega \sin \phi < 0 \quad \text{所以} \quad \phi = \frac{1}{2}\pi$$

波的表达式为 $y = A \cos[\omega t - (\omega x/u) + \frac{1}{2}\pi]$

(2) $x = \lambda/8$ 处振动方程为

$$y = A \cos[\omega t - (2\pi\lambda/8\lambda) + \frac{1}{2}\pi] = A \cos(\omega t + \pi/4)$$

$x = 3\lambda/8$ 的振动方程为

$$y = A \cos[\omega t - 2\pi \frac{3\lambda/8}{\lambda} + \frac{1}{2}\pi] = A \cos(\omega t - \pi/4)$$

$$(3) \quad \frac{dy}{dt} = -\omega A \sin(\omega t - 2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi)$$

$t=0$, $x=\lambda/8$ 处质点振动速度

$$\frac{dy}{dt} = -\omega A \sin[(-2\pi\lambda/8\lambda) + \frac{1}{2}\pi] = -\sqrt{2}A\omega/2$$

$t=0$, $x=3\lambda/8$ 处质点振动速度

$$\frac{dy}{dt} = -\omega A \sin[(-2\pi \times 3\lambda/8\lambda) + \frac{1}{2}\pi] = \sqrt{2}A\omega/2$$

56. 解: (1) 振动方程 $y_p = A \cos\{2\pi[\nu t - (-L)/\lambda] + \phi\} = A \cos[2\pi(\nu t + L/\lambda) + \phi]$

$$(2) \text{ 速度表达式 } v_p = -2\pi\nu A \sin[2\pi(\nu t + L/\lambda) + \phi]$$

$$\text{加速度表达式 } a_p = -4\pi^2\nu^2 A \cos[2\pi(\nu t + L/\lambda) + \phi]$$

57. 解: (1) 振动方程 $y_0 = 0.06 \cos(\frac{2\pi t}{2} + \pi) = 0.06 \cos(\pi t + \pi)$ (SI)

$$(2) \text{ 波动表达式 } y = 0.06 \cos[\pi(t - x/u) + \pi] = 0.06 \cos[\pi(t - \frac{1}{2}x) + \pi]$$

$$(3) \text{ 波长 } \lambda = uT = 4 \text{ m}$$

58. 解: (1) O 处质点的振动方程为 $y_0 = A \cos[\omega(t + \frac{L}{u}) + \phi]$

$$(2) \text{ 波动表达式为 } y = A \cos[\omega(t + \frac{x+L}{u}) + \phi]$$

$$(3) \quad x = -L \pm k \frac{2\pi u}{\omega} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

59. 解: (1) O 处质点振动方程 $y_0 = A \cos[\omega(t + \frac{L}{u}) + \phi]$

$$(2) \text{ 波动表达式 } y = A \cos[\omega(t - \frac{x-L}{u}) + \phi]$$

$$(3) \quad x = L \pm x = L \pm k \frac{2\pi u}{\omega} \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots)$$

60. 解: (1) O 处质点, $t=0$ 时 $y_0 = A \cos\phi = 0$, $v_0 = -A\omega \sin\phi > 0$.

所以 $\phi = -\frac{1}{2}\pi$, 又 $T = \lambda/u = (0.40/0.08) \text{ s} = 5 \text{ s}$

$$\text{故波动表达式为 } y = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{x}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] \quad (\text{SI})$$

(2) P 处质点的振动方程为

$$y_p = 0.04 \cos[2\pi(\frac{t}{5} - \frac{0.2}{0.4}) - \frac{\pi}{2}] = 0.04 \cos(0.4\pi t - \frac{3\pi}{2}) \quad (\text{SI})$$

61. 解: (1) 比较 $t=0$ 时刻波形图与 $t=2\text{ s}$ 时刻波形图, 可知此波向左传播. 在 $t=0$ 时刻,

$$O \text{ 处质点 } 0 = A \cos \phi, \quad 0 < v_0 = -A\omega \sin \phi, \quad \text{故 } \phi = -\frac{1}{2}\pi$$

$$\text{又 } t=2\text{ s}, O \text{ 处质点位移为 } A/\sqrt{2} = A \cos(4\pi\nu - \frac{1}{2}\pi)$$

$$\text{所以 } -\frac{1}{4}\pi = 4\pi\nu - \frac{1}{2}\pi, \quad \nu = 1/16 \text{ Hz}$$

$$\text{振动方程为 } y_0 = A \cos(\pi t/8 - \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$$

$$(2) \text{ 波速 } u = 20/2 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s} \quad \text{波长 } \lambda = u/\nu = 160 \text{ m}$$

$$\text{波动表达式 } y = A \cos[2\pi(\frac{t}{16} + \frac{x}{160}) - \frac{1}{2}\pi] \quad (\text{SI})$$

62. 解: (1) 由 P 点的运动方向, 可判定该波向左传播. 原点 O 处质点, $t=0$ 时

$$\sqrt{2}A/2 = A \cos \phi, \quad v_0 = -A\omega \sin \phi < 0 \quad \text{所以 } \phi = \pi/4$$

$$O \text{ 处振动方程为 } y_0 = A \cos(500\pi t + \frac{1}{4}\pi) \quad (\text{SI})$$

由图可判定波长 $\lambda = 200 \text{ m}$, 故波动表达式为

$$y = A \cos[2\pi(250t + \frac{x}{200}) + \frac{1}{4}\pi] \quad (\text{SI})$$

$$(2) \text{ 距 } O \text{ 点 } 100 \text{ m 处质点的振动方程是 } y_1 = A \cos(500\pi t + \frac{5}{4}\pi)$$

$$\text{振动速度表达式是 } v = -500\pi A \cos(500\pi t + \frac{5}{4}\pi) \quad (\text{SI})$$

63. 解: (1) 由振动曲线可知, P 处质点振动方程为

$$y_p = A \cos[(2\pi t/4) + \pi] = A \cos(\frac{1}{2}\pi t + \pi) \quad (\text{SI})$$

$$(2) \text{ 波动表达式为 } y = A \cos[2\pi(\frac{t}{4} + \frac{x-d}{\lambda}) + \pi] \quad (\text{SI})$$

$$(3) O \text{ 处质点的振动方程 } y_0 = A \cos(\frac{1}{2}\pi t)$$

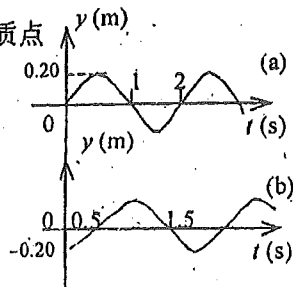
64. 解: (1) 波的周期 $T = \lambda/u = (40/20) \text{ s} = 2 \text{ s}$.

P 处 Q 处质点振动周期与波的周期相等, 故 P 处质点的振动曲线如图(a) 振动方程为:

$$y_p = 0.20 \cos(\pi t - \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$$

(2) Q 处质点的振动曲线如图(b), 振动方程为 $y_Q = 0.20 \cos(\pi t + \pi) \quad (\text{SI})$

$$\text{或 } y_Q = 0.20 \cos(\pi t - \pi) \quad (\text{SI})$$

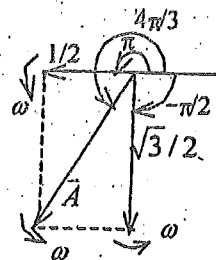


65. 解: 用旋转矢量解此题, 如图可得 \vec{A} 为代表 P 点振动的旋转矢量.

$$\begin{aligned}
 y_p &= \frac{1}{2}(\sqrt{3} \sin \omega t - \cos \omega t) \times 10^{-2} \\
 &= \frac{1}{2}(\sqrt{3} \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi) + \cos(\omega t + \pi)) \times 10^{-2} \\
 &= 1 \times 10^{-2} \cos(\omega t + 4\pi/3) \quad (\text{SI}).
 \end{aligned}$$

波的表达式为:

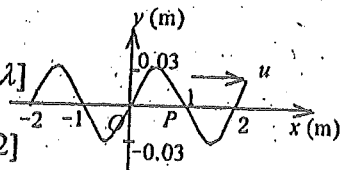
$$\begin{aligned}
 y &= 1 \times 10^{-2} \cos[\omega t + \frac{4}{3}\pi - 2\pi \frac{x - \lambda/2}{\lambda}] \\
 &= 1 \times 10^{-2} \cos(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda} + \frac{1}{3}\pi) \quad (\text{SI})
 \end{aligned}$$



66. 解: (1) $\lambda = u/v = (500/250)\text{m} = 2 \text{ m}$

波的表达式

$$\begin{aligned}
 y(x, t) &= 0.03 \cos[500\pi t - \frac{1}{2}\pi - (x-1)2\pi/\lambda] \\
 &= 0.03 \cos[500\pi t - \frac{1}{2}\pi - (x-1)2\pi/2] \\
 &= 0.03 \cos(500\pi t + \frac{1}{2}\pi - \pi x) \quad (\text{SI})
 \end{aligned}$$



(2) $t=0$ 时刻的波形曲线

$$y(x, 0) = 0.03 \cos(\frac{1}{2}\pi - \pi x) = 0.03 \sin \pi x \quad (\text{SI})$$

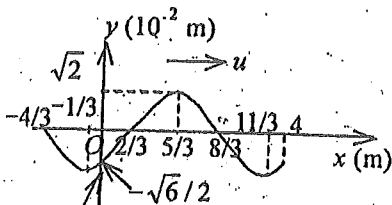
67. 解: (1) $y_0 = \sqrt{2} \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{3}\pi) \quad (\text{SI})$

(2) $y = \sqrt{2} \times 10^{-2} \cos[2\pi(\frac{1}{4}t - \frac{1}{4}x) + \frac{1}{3}\pi]$

(3) $t=1 \text{ s}$ 时, 波形表达式:

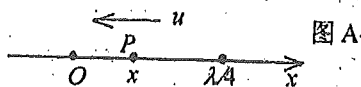
$$y = \sqrt{2} \times 10^{-2} \cos(\frac{1}{2}\pi x - \frac{5}{6}\pi) \quad (\text{SI})$$

故有如图的曲线.



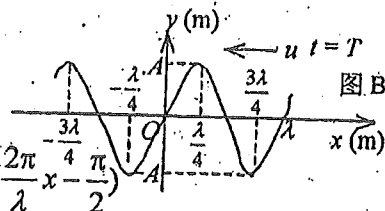
68. 解: (1) 如图 A, 取波线上任一点 P, 其坐标设为 x, 由波的传播特性, P 点的振动落后于 $\lambda/4$ 处质点的振动. 该波的表达式为

$$\begin{aligned}
 y &= A \cos[\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda}(\frac{\lambda}{4} - x)] \\
 &= A \cos(\frac{2\pi ut}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda}x) \quad (\text{SI})
 \end{aligned}$$



(2) $t=T$ 时的波形和 $t=0$ 时波形一样.

$$t=0 \text{ 时 } y = A \cos(-\frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{\lambda}x) = A \cos(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{\pi}{2})$$



按上述方程画的波形图见图 B.

69. 解: 该波波速 $u = 20 \text{ m/s}$, 角频率 $\omega = 4\pi \text{ s}^{-1}$

则 $k = 2\pi/\lambda = \omega/u = \pi/5 \text{ m}^{-1}$.

(1) 任取一点 P (图 A), 可得波的表达式为

$$y = 0.3 \cos(4\pi t - \pi + kx)$$

$$y = 0.3 \cos(4\pi t - \pi + \pi x/5) \quad (\text{SI})$$

以 $x_D = -9 \text{ m}$ 代入上式有

$$y = 0.3 \cos(4\pi t - \pi - 9\pi/5) = 0.3 \cos(4\pi t - 14\pi/5)$$

(2) 任取一点 P (图 B), 可得波的表达式为

$$y = 0.3 \cos[4\pi t - \pi - \pi(x-l)/5]$$

以 $l = 5 \text{ m}$ 代入, 有 $y = 0.3 \cos(4\pi t - \pi x/5)$

以 $x_D = 14 \text{ m}$ 代入上式, 有 $y_D = 0.3 \cos(4\pi t - 14\pi/5) \quad (\text{SI})$

此式与(1) 结果相同.

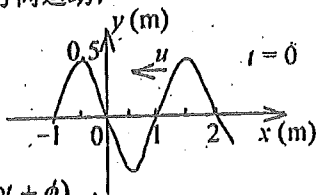
70. 解: 由图, $\lambda = 2 \text{ m}$, 又 $\because u = 0.5 \text{ m/s}$, $\therefore \nu = 1/4 \text{ Hz}$,

$T = 4 \text{ s}$. 题图中 $t = 2 \text{ s} = \frac{1}{2}T$. $t = 0$ 时, 波形比题图中的波形倒退 $\frac{1}{2}\lambda$, 见图.

此时 O 点位移 $y_0 = 0$ (过平衡位置) 且朝 y 轴负方向运动,

$$\therefore \phi = \frac{1}{2}\pi$$

$$\therefore y = 0.5 \cos\left(\frac{1}{2}\pi t + \frac{1}{2}\pi\right) \quad (\text{SI})$$



71. 解: 设 $x = 0$ 处质点振动的表达式为 $y_0 = A \cos(\omega t + \phi)$,

已知 $t = 0$ 时, $y_0 = 0$, 且 $v_0 > 0$ $\therefore \phi = -\frac{1}{2}\pi$

$$\therefore y_0 = A \cos(2\pi \nu t + \phi) = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$$

由波的传播概念, 可得该平面简谐波的表达式为

$$y_0 = A \cos(2\pi \nu t + \phi - 2\pi \nu x/u) = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi - \frac{1}{2}\pi x) \quad (\text{SI})$$

$$x = 4 \text{ m 处的质点在 } t \text{ 时刻的位移 } y = 2 \times 10^{-2} \cos(100\pi t - \frac{1}{2}\pi) \quad (\text{SI})$$

该质点在 $t = 2 \text{ s}$ 时的振动速度为 $v = -2 \times 10^{-2} \times 100\pi \sin(200\pi - \frac{1}{2}\pi) = 6.28 \text{ m/s}$

72. 解: (1) $P = W/t = 2.70 \times 10^3 \text{ J/s}$

$$(2) I = P/S = 9.00 \times 10^2 \text{ J/(s} \cdot \text{m}^2)$$

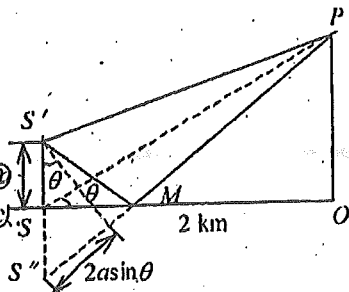
$$(3) I = \bar{w} \cdot u \quad \bar{w} = I/u = 2.65 \times 10^4 \text{ J/m}^3$$

73. 解: 据题意作下图, S 和 OP 分别表示船和悬崖, S' 为船上天线. 考虑由 S' 发出的 $S'P$ 波①与经海面反射的 $S'MP$ ②两列波在 P 点的干涉.

当发生相消干涉时接收站收不到讯号, 注意到反射波②

在反射时有相位突变 π , 整个情况和光学中的洛埃镜类似

当不计相移 π 时, 两波的波程差



$$\Delta \approx 2a \sin \theta \approx 2a \frac{OP}{SO} = 2 \times 25 \times \frac{150}{2000} \text{ m} = 3.75 \text{ m}$$

计入相移 π , 则当 $\Delta = k\lambda$ 时, 接收信号最弱. 当 $k=1$ 时, $\lambda=3.75$ m, 这值在2-4 m 范围内, 满足本题要求. $\therefore \lambda=3.75$ m.

74. 解: 如图, P 为探测器, 射电星直接发射到 P 点的波①与经过湖面反射有相位突变 π 的波②在 P 点相干叠加, 波程差为

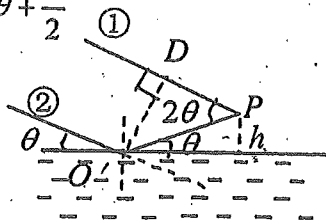
$$\Delta = \overline{O'P} - \overline{DP} + \frac{1}{2}\lambda = \frac{h}{\sin\theta} - \frac{h}{\sin\theta} \cos 2\theta + \frac{\lambda}{2}$$

$$= \lambda k = \lambda \quad (\text{取 } k=1)$$

$$h(1 - \cos 2\theta) = \frac{1}{2}\lambda \sin\theta$$

$$\therefore \cos 2\theta = 1 - 2\sin^2\theta$$

$$\therefore 2h\sin\theta = \frac{1}{2}\lambda, \quad \sin\theta = \lambda/(4h) = 0.105 \quad \theta = 6^\circ$$



75. 解: $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 - \frac{2\pi}{\lambda}(r_2 - r_1) = \frac{\pi}{4} - \frac{2\pi r_2}{\lambda} + \frac{2\pi r_1}{\lambda} = -\pi/4$

$$A = (A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\Delta\phi)^{1/2} = 0.464 \text{ m}$$

76. 解: 设 S_1 和 S_2 的振动相位分别为 ϕ_1 和 ϕ_2 . 在 x_1 点两波引起的振动相位差

$$[\phi_2 - 2\pi \frac{d-x_1}{\lambda}] - [\phi_1 - 2\pi \frac{x_1}{\lambda}] = (2K+1)\pi$$

$$\text{即 } (\phi_2 - \phi_1) - 2\pi \frac{d-2x_1}{\lambda} = (2K+1)\pi \quad \text{①}$$

在 x_2 点两波引起的振动相位差 $[\phi_2 - 2\pi \frac{d-x_2}{\lambda}] - [\phi_1 - 2\pi \frac{x_2}{\lambda}] = (2K+3)\pi$

$$\text{即 } (\phi_2 - \phi_1) - 2\pi \frac{d-2x_2}{\lambda} = (2K+3)\pi \quad \text{②}$$

$$\text{②}-\text{①} \text{ 得 } 4\pi(x_2 - x_1)/\lambda = 2\pi \quad \lambda = 2(x_2 - x_1) = 6 \text{ m}$$

$$\text{由① } \phi_2 - \phi_1 = (2K+1)\pi + 2\pi \frac{d-2x_1}{\lambda} = (2K+5)\pi$$

当 $K = -2, -3$ 时相位差最小 $\phi_2 - \phi_1 = \pm\pi$

77. 解: (1) 设振幅最大的合振幅为 A_{\max} , 有 $A_{\max}^2 = (2A)^2 + A^2 + 2A \cdot 2A \cos\Delta\phi$

$$\text{式中 } \Delta\phi = 4\pi x/\lambda,$$

又因为 $\cos\Delta\phi = \cos 4\pi x/\lambda = 1$ 时, 合振幅最大, 故

$$4\pi x/\lambda = \pm 2k\pi$$

$$\text{合振幅最大的点 } x = \pm \frac{1}{2}k\lambda \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

(2) 设合振幅最小处的合振幅为 A_{\min} , 有 $A_{\min}^2 = (2A)^2 + A^2 + 2A \cdot 2A \cos\Delta\phi$

因为 $\cos\Delta\phi = -1$ 时合振幅最小, 且 $\Delta\phi = 4\pi x/\lambda$

$$\text{故 } 4\pi x/\lambda = \pm(2k+1)\pi$$

合振幅最小的点 $x = \pm(2k+1)\lambda/4$ ($k = 0, 1, 2, \dots$)

78. 解: 把两波写成 $y_1 = A_1 \cos[\frac{1}{2}\pi(0.02x - 8.0t)] = A_1 \cos[\frac{1}{2}\pi(8.0t - 0.02x)]$

$$y_2 = A_2 \cos[\frac{1}{2}\pi(8.0t + 0.02x)]$$

并令 $A_1 = A_2 = A = 0.06 \text{ m}$, 则对于所求的点有 $A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos\Delta\phi$

可得 $\cos\Delta\phi = -\frac{1}{2}$

由 $\Delta\phi = 0.02\pi x$

可得 $0.02\pi x = \pm(2k\pi + 2\pi/3)$ 或 $0.02\pi x = \pm(2k\pi - 2\pi/3)$

故 $x = \pm 50(2k + 2/3) \text{ m}$

79. 解: 沿 Ox 轴传播的波与从 AB 面上 P 点反射来的波在坐标 x 处相遇, 两波的波

程差为 $\delta = 2\sqrt{(x/2)^2 + h^2} - x$

代入干涉加强的条件, 有:

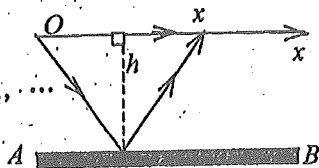
$$2\sqrt{(x/2)^2 + h^2} - x = k\lambda, \quad k = 1, 2, \dots$$

$$x^2 + 4h^2 = x^2 + k^2\lambda^2 + 2xk\lambda$$

$$2xk\lambda = 4h^2 - k^2\lambda^2$$

$$x = \frac{4h^2 - k^2\lambda^2}{2k\lambda}, \quad k = 1, 2, 3, \dots, < 2h/\lambda.$$

(当 $x=0$ 时, 由 $4h^2 - k^2\lambda^2$ 可得 $k = 2h/\lambda$.)



80. 解: (1) $y_1 = A \cos[\pi t - \pi - \frac{2\pi}{\lambda}(8\lambda)] = A \cos(\pi t - \pi)$

$$y_2 = A \cos[\pi t - \frac{2\pi}{\lambda}(3\lambda)] = A \cos(\pi t).$$

(2) $y = y_1 + y_2 = A \cos(\pi t - \pi) + A \cos(\pi t)$
 $= -A \cos \pi t + A \cos(\pi t) = 0$

81. 解: 在 P 最大限度地减弱, 即二振动反相. 现二波源是反相的相干波源, 故要求因传播路径不同而引起的相位差等于 $\pm 2k\pi$ ($k = 1, 2, \dots$).

由图 $\overline{AP} = 50 \text{ cm}$. $\therefore 2\pi(50-40)/\lambda = 2k\pi$,

$\therefore \lambda = 10/k \text{ cm}$, 当 $k = 1$ 时, $\lambda_{\max} = 10 \text{ cm}$

82. 解: 第一列波在 P 点引起的振动的振动方程是: $y_1 = 3 \times 10^{-3} \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$, (SI)

第二列波在 P 点引起的振动的振动方程是: $y_2 = 3 \times 10^{-3} \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$

P 点的合振动的振动方程是: $y = y_1 + y_2 = 6 \times 10^{-3} \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$, (SI)

83. 解: (1) $x = \lambda/4$ 处 $y_1 = A \cos(2\pi t - \frac{1}{2}\pi)$, $y_2 = 2A \cos(2\pi t + \frac{1}{2}\pi)$

$\therefore y_1, y_2$ 反相 \therefore 合振动振幅 $A_s = 2A - A = A$, 且合振动的初相 ϕ 和 y_2 的初相一样为 $\frac{1}{2}\pi$.

合振动方程 $y = A \cos(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$

(2) $x = \lambda/4$ 处质点的速度 $v = dy/dt = -2\pi \nu A \sin(2\pi \nu t + \frac{1}{2}\pi)$
 $= 2\pi \nu A \cos(2\pi \nu t + \pi)$

84. 解: 每一波传播的距离都是波长的整数倍, 所以三个波在 O 点的振动方程可写成

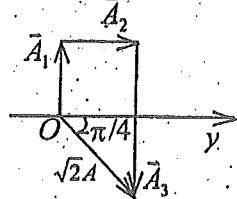
$y_1 = A_1 \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$ $y_2 = A_2 \cos \omega t$

$y_3 = A_3 \cos(\omega t - \frac{1}{2}\pi)$

其中 $A_1 = A_2 = A$, $A_3 = 2A$.

在 O 点, 三个振动叠加. 利用振幅矢量图及多边形 (如图) 可得合振动方程

$y = \sqrt{2}A \cos(\omega t - \frac{1}{4}\pi)$

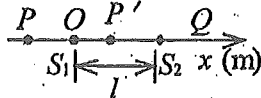


85. 解: 取 S_1, S_2 连线及延长线为 x 轴, 向右为正, 以 S_1 为坐标原点. 令 $\overline{S_1 S_2} = l$.

(1) 先考虑 $x < 0$ 的各点干涉情况. 取 P 点如图. 从 S_1, S_2 分别传播来的两波在 P 点的

相位差为 $\phi_1 - \phi_2 = \phi_{10} - \frac{2\pi}{\lambda}|x| - [\phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}(l + |x|)] = \phi_{10} - \phi_{20} + \frac{2\pi}{\lambda}l$

$= \phi_{10} - \phi_{20} + \frac{2\pi}{\lambda}l = 6\pi$



$\therefore x < 0$ 各点干涉加强.

(2) 再考虑 $x > l$ 各点的干涉情况. 取 Q 点如图. 则从 S_1, S_2 分别传播的两波在 Q 点的

相位差为 $\phi_1 - \phi_2 = \phi_{10} - \frac{2\pi}{\lambda}x - [\phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}(x - l)]$

$= \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}l = \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}l = 5\pi$

$\therefore x > l$ 各点为干涉静止点.

(3) 最后考虑 $0 \leq x \leq l$ 范围内各点的干涉情况. 取 P' 点如图. 从 S_1, S_2 分别传播来的两波在 P' 点的相位差为

$\phi_1 - \phi_2 = \phi_{10} - \frac{2\pi}{\lambda}x - [\phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}(l - x)] = \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{4\pi}{\lambda}x + \frac{2\pi}{\lambda}l$

$= \phi_{10} - \phi_{20} - \frac{2\pi}{\lambda}lx + \frac{2\pi}{\lambda}l = \frac{\pi}{2} - \pi x + \frac{11\pi}{2}$

由干涉静止的条件可得 $\frac{\pi}{2} - \pi x + \frac{11\pi}{2} = (2k+1)\pi$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$)

$\therefore x = 5 - 2k$ ($-3 \leq k \leq 2$)

即 $x = 1, 3, 5, 7, 9, 11$ m 为干涉静止点.

综上所述. 干涉静止点的坐标是 $x = 1, 3, 5, 7, 9, 11 \text{ m}$ 及 $x > 11 \text{ m}$ 各点.

86. 解: 波长 $\lambda = 2d = 0.10 \text{ m}$ 波速 $u = v\lambda = 100 \text{ m/s}$

87. 解: (1) 与波动的标准表达式 $y = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda)$ 对比可得:

$$\nu = 4 \text{ Hz}, \quad \lambda = 1.50 \text{ m}, \quad \text{波速} \quad u = \lambda\nu = 6.00 \text{ m/s}$$

(2) 节点位置 $4\pi x/3 = \pm(n\pi + \frac{1}{2}\pi) \quad x = \pm 3(n + \frac{1}{2}) \text{ m},$

$$n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

(3) 波腹位置 $4\pi x/3 = \pm n\pi \quad x = \pm 3n/4 \text{ m}, \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$

88. 解: (1) 反射点是固定端, 所以反射有相位突变 π , 且反射波振幅为 A , 因此反射波的表达式为

$$y_2 = A \cos[2\pi(x/\lambda - t/T) + \pi]$$

(2) 驻波的表达式是 $y = y_1 + y_2 = 2A \cos(2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi) \cos(2\pi t/T - \frac{1}{2}\pi)$

(3) 波腹位置: $2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi = n\pi, \quad x = \frac{1}{2}(n - \frac{1}{2})\lambda, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$

波节位置: $2\pi x/\lambda + \frac{1}{2}\pi = n\pi + \frac{1}{2}\pi \quad x = \frac{1}{2}n\lambda, \quad n = 1, 2, 3, 4, \dots$

89. 解: (1) 将 $y = 3.00 \times 10^{-2} \cos 1.6\pi x \cos 550\pi t$ 与驻波表达式

$$y = 2A \cos(2\pi x/\lambda) \cos(2\pi \nu t) \quad \text{相对比可知:}$$

$$A = 1.50 \times 10^{-2} \text{ m}, \quad \lambda = 1.25 \text{ m}, \quad \nu = 275 \text{ Hz}$$

$$\text{波速} \quad u = \lambda\nu = 343.8 \text{ m/s}$$

(2) 相邻波节点之间距离 $\Delta x = \frac{1}{2}\lambda = 0.625 \text{ m}$

(3) $v = \left. \frac{\partial y}{\partial t} \right|_{x_0, t_0} = -46.2 \text{ m/s}$

90. 解: 选 O 点为坐标原点, 设入射波表达式为 $y_1 = A \cos[2\pi(\nu t - x/\lambda) + \phi]$

则反射波的表达式是 $y_2 = A \cos[2\pi(\nu t - \frac{OP + DP - x}{\lambda}) + \phi + \pi]$

合成波表达式 (驻波) 为 $y = 2A \cos(2\pi x/\lambda) \cos(2\pi \nu t + \phi)$

在 $t = 0$ 时, $x = 0$ 处的质点 $y_0 = 0, \quad (\partial y_0 / \partial t) < 0,$

故得 $\phi = \frac{1}{2}\pi$ 因此, D 点处的合成振动方程是

$$y = 2A \cos(2\pi \frac{3\lambda/4 - \lambda/6}{\lambda}) \cos(2\pi \nu t + \frac{\pi}{2}) = \sqrt{3}A \sin 2\pi \nu t$$

91. 解: (1) $L = 3 \times \frac{1}{2}\lambda \quad \lambda\nu = u \quad \therefore \quad L = \frac{3u}{2\nu} = \frac{3}{2} \times \frac{320}{400\text{m}} = 1.20 \text{ m}$

(2) 弦的中点是波腹, 故 $y = 3.0 \times 10^{-3} \cos(2\pi x/0.8) \cos(800\pi t + \phi)$ (SI)
式中的 ϕ 可由初始条件来选择.

92. 解: (1) 由形成驻波的条件. 可知待求波的频率和波长均与已知波相同, 传播方向为 x

轴的负方向. 又知 $x=0$ 处待求波与已知波同相位, \therefore 待求波的表达式为

$$y_2 = 0.05 \cos\left[2\pi\left(\frac{t}{0.05} + \frac{x}{4}\right)\right]$$

(2) 驻波表达式 $y = y_1 + y_2 \quad \therefore y = 0.10 \cos\left(\frac{1}{2}\pi x\right) \cos(40\pi t)$ (SI)

波节位置由下式求出. $\pi x/2 = \frac{1}{2}\pi(2k+1) \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$

$$\therefore x = 2k + 1 \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

离原点最近的四个波节的坐标是 $x = 1 \text{ m}, -1 \text{ m}, 3 \text{ m}, -3 \text{ m}$.

93. 解: 设 O 处振动方程为 $y_0 = A \cos(\omega t + \phi)$

当 $t=0$ 时, $y_0=0, v_0 < 0, \therefore \phi = \frac{1}{2}\pi \quad \therefore y_0 = A \cos\left(\omega t + \frac{1}{2}\pi\right)$

故入射波表达式为 $y = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

在 O' 处入射波引起的振动方程为

$$y_1 = A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{7}{4}\lambda\right) = A \cos(\omega t - \pi)$$

由于 M 是波密媒质反射面, 所以 O' 处反射波振动有一个相位的突变 π .

$$\therefore y_1' = A \cos(\omega t - \pi + \pi) = A \cos \omega t$$

反射波表达式 $y' = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}(\overline{OO'} - x)\right] = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}\left(\frac{7}{4}\lambda - x\right)\right]$

$$= A \cos\left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}\right]$$

合成波为 $y = y + y' = A \cos\left[\omega t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}\right] + A \cos\left[\omega t + \frac{2\pi}{\lambda}x + \frac{\pi}{2}\right]$

$$= 2A \cos\frac{2\pi}{\lambda}x \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

将 P 点坐标 $x = \frac{7}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda = \frac{3}{2}\lambda$ 代入上述方程得 P 点的振动方程

$$y = -2A \cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

94. 解: 入射波在 $x=0$ 处引起的振动方程为 $y_{10} = A \cos \omega t$, 由于反射端为自由端, 所以反射波在 O 点的振动方程为 $y_{20} = A \cos \omega t$

\therefore 反射波为 $y_2 = A \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right)$

合成的驻波方程为 $y = y_1 + y_2 = A \cos\left(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda}\right) + A \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{x}{\lambda}\right)$

$$= 2A \cos\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right) \cos \omega t$$

95. 解：入射波在 $x=0$ 处引起的振动方程为 $y_{10} = A \cos \omega t$ ，由于反射端为固定端，

\therefore 反射波在 $x=0$ 处的振动方程为 $y_{20} = A \cos(\omega t + \pi)$

\therefore 反射波为 $y_2 = A \cos(\omega t + \pi - 2\pi \frac{x}{\lambda})$

驻波表达式为 $y = y_1 + y_2$

$$= A \cos(\omega t + 2\pi \frac{x}{\lambda}) + A \cos(\omega t + \pi - 2\pi \frac{x}{\lambda})$$

$$= 2A \cos(2\pi \frac{x}{\lambda} - \frac{1}{2}\pi) \cos(\omega t + \frac{1}{2}\pi)$$

$A \cos \omega t +$

$$y = A \cos [2\pi (\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) + \varphi]$$

波动光学

一、选择题

- 1、A 2、C 3、C 4、B 5、C 6、C 7、A 8、A 9、B 10、D
 11、C 12、B 13、B 14、B 15、B 16、B 17、B 18、D 19、A 20、A
 21、D 22、B 23、C 24、C 25、B 26、C 27、B 28、B 29、B 30、B
 31、C 32、A 33、B 34、D 35、C 36、A 37、A 38、D 39、B 40、B
 41、C 42、D 43、C 44、B 45、C 46、C 47、A 48、B 49、D 50、D
 51、B 52、C 53、A 54、D 55、C 56、D 57、B 58、D 59、B 60、D
 61、D 62、D 63、B 64、B 65、D 66、B 67、B 68、A 69、B 70、B
 71、C 72、B 73、A 74、C 75、E 76、B 77、D 78、C 79、D

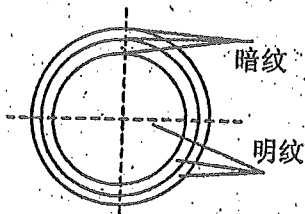
二、填空题

1. $(n_1 - n_2)e$ 或 $(n_2 - n_1)e$ 均可 2. $2\pi(n-1)e/\lambda$ 4×10^3 3. 上 $(n-1)e$ 4. $2.60e$
 5. $3e + \lambda/2$ 或 $3e - \lambda/2$ 6. $[(4ne/\lambda) - 1]\pi$ 或 $[(4ne/\lambda) + 1]\pi$
 7. $d \sin\theta + (r_1 - r_2)$ 8. $2\pi[d \sin\theta + (n_1 - n_2)e]/\lambda$ 9. $n(r_2 - r_1)$ 10. $2\pi(n_1 - n_2)e/\lambda$
 11. $2\pi d \sin\theta/\lambda$ 12. (1) 使两缝间距变小; (2) 使屏与双缝之间的距离变大. 13. 0.75
 14. 3λ 1:33 15. 0.45mm 16. 变小 变小 17. 7.32mm 18. $D/(dn)$ 19. $xd/(5D)$
 20. D/N 21. $2d/\lambda$ 22. r_1^2/r_2^2 23. 1.2 24. 1.4
 25. 见图

26. $\frac{3}{2}\lambda$

27. $2(n-1)e - \lambda/2$ 或者 $2(n-1)e + \lambda/2$

28. $\lambda/(2L)$ 29. $\frac{9\lambda}{4n_2}$ 30. $\frac{3\lambda}{4n_2}$ 31. $\frac{\lambda}{2nl}$



32. $\frac{\lambda}{2n_2}$ 33. $3\lambda/(2n)$ 34. 900 35. 105 36. $\lambda/(2n\theta)$ 37. $2(\lambda_1 + \lambda_2)/n$

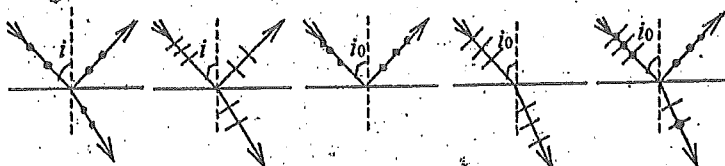
38. λ/n 39. $\lambda/(2n)$ 40. $3\lambda/(2n\theta)$ 41. $5\lambda/(2n\theta)$
 42. $n_1\theta_1 = n_2\theta_2$ (或 $\theta_1/\theta_2 = n_2/n_1$) 43. 113 44. d_0 $d_0 - \lambda$ 45. 236
 46. 225 47. 539.1 48. 0.644mm 49. $4I_0$ 50. $2(n-1)h$ 51. $2d/\lambda$
 52. $2(n-1)d$ 53. $2d/N$ 54. 6.0×10^{-4} 55. 1.2 mm 3.6 mm
 56. 7.6×10^{-2} mm 57. 6; 第一级明(只填“明”也可以) 58. 4; 第一; 暗
 59. 4 60. 3.0mm 61. 2π ; 暗 62. 子波; 子波干涉(或答“子波相干叠加”)
 63. 干涉(或答“相干叠加”) 64. 500 nm(或 5×10^{-4} mm) 65. $\lambda/\sin\theta$
 66. 4 67. 1×10^{-6} 68. $\pm 30^\circ$ 69. 2 70. π 71. 30° 72. 0.36 mm 73. 4
 74. 2λ 75. $2\lambda D/l$ 76. 一; 三 77. 6250Å 78. 0, $\pm 1, \pm 3, \dots$
 79. $d \sin\phi = k\lambda$ ($k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$) 80. 30° 81. 3 82. 30° 83. 10λ
 84. 更窄更亮 85. 5 86. 916 87. 660 88. 1 89. 632.6 或 633
 90. 2; 1/4 91. $2I$ 92. 60° (或 $\pi/3$); $9I_0/32$
 93. 自然光或(和)圆偏振光; 线偏振光(完全偏振光); 部分偏振光或椭圆偏振光

94. $1/2$ 95. $I_0/2$; 0 96. $\cos^2 \alpha_1 / \cos^2 \alpha_2$ 97. 平行或接近平行
 98. 线偏振光(或完全偏振光, 或平面偏振光); 光(矢量)振动; 偏振化(或透光轴)
 99. $I_0/8$ 100. 60° 101. $\frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$; $\alpha + \theta - \frac{1}{2} \pi$ (或 $\alpha + \theta - 90^\circ$)

102. $\sqrt{3}$ 103. 完全(线)偏振光; 垂直于入射面; 部分偏振光 104. 30°

105. 1.73

见图



106. $\pi/2 - \arctg(n_2/n_1)$ 107. 1.48 108. 51.1° 109. 54.7°

110. 完全偏振光(或线偏振光); 垂直

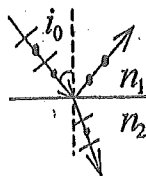
111. 见图

112. 35.5° (或 $35^\circ 32'$) 113. 部分; $\pi/2$ (或 90°)

114. n_2/n_1 115. 33°

116. $\tg i_0 = n_{21}$ (或 $\tg i_0 = n_1/n_2$); $i_0 = n_{21}$ (或 n_2/n_1)

117. 线偏振(或完全偏振, 平面偏振); 部分偏振; 布儒斯特



三、计算题

1. 解: 已知: $d=0.2 \text{ mm}$, $D=1 \text{ m}$, $l=20 \text{ mm}$

依公式: $S = \frac{d}{D} l = k\lambda \quad \therefore n k \lambda = \frac{dl}{D} = 4 \times 10^{-3} \text{ mm} = 4000 \text{ nm}$

故当 $k=10$

$\lambda_1 = 400 \text{ nm}$

$k=9$

$\lambda_2 = 444.4 \text{ nm}$

$k=8$

$\lambda_3 = 500 \text{ nm}$

$k=7$

$\lambda_4 = 571.4 \text{ nm}$

$k=6$

$\lambda_5 = 666.7 \text{ nm}$

这五种波长的光在所给观察点最大限度地加强。

2. 解: 设 S_1 、 S_2 分别在 P 点引起振动的振幅为 A , 干涉加强时, 合振幅为 $2A$, 所以

$I_{\max} \propto 4A^2$ 因为 $r_2 - r_1 = \frac{1}{3} \lambda$

所以 S_2 到 P 点的光束比 S_1 到 P 点的光束相位落后

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{3} = \frac{2\pi}{3}$$

P 点合振动振幅的平方为: $A^2 + A^2 + 2A^2 \cos \frac{2\pi}{3} = A^2$

$\therefore I \propto A^2$

$\therefore I/I_{\max} = A^2/4A^2 = 1/4$

3. 解: 由公式 $x = kD\lambda/a$ 可知波长范围为 $\Delta\lambda$ 时, 明纹彩色宽度为 $\Delta x_k = kD \Delta\lambda/a$

由 $k=1$ 可得, 第一级明纹彩色带宽度为

$\Delta x_1 = 500 \times (760 - 400) \times 10^{-6} / 0.25 = 0.72 \text{ mm}$

$k=5$ 可得, 第五级明纹彩色带的宽度为 $\Delta x_5 = 5 \cdot \Delta x_1 = 3.6 \text{ mm}$

4. 解: (1) $\Delta x = 20 D \lambda / a = 0.11 \text{ m}$

(2) 覆盖云玻璃后, 零级明纹应满足 $(n-1)e + r_1 = r_2$

设不盖玻璃片时, 此点为第 k 级明纹, 则应有 $r_2 - r_1 = k\lambda$

所以 $(n-1)e = k\lambda$

$k = (n-1)e / \lambda = 6.96 \approx 7$ 零级明纹移到原第 7 级明纹处

5. 解: 根据公式 $x = k\lambda D / d$, 相邻条纹间距 $\Delta x = D \lambda / d$

则 $\lambda = d \Delta x / D = 562.5 \text{ nm}$.

6. 解: 由题给数据可得相邻明条纹之间的距离为 $\Delta x = 12.2 / (2 \times 5) \text{ mm} = 1.22 \text{ mm}$

由公式 $\Delta x = D \lambda / d$, 得 $d = D \lambda / \Delta x = 0.134 \text{ mm}$

7. 解: 原来,

$$\delta = r_2 - r_1 = 0$$

覆盖玻璃后,

$$\delta = (r_2 + n_2 d - d) - (r_1 + n_1 d - d) = 5\lambda$$

$$\therefore (n_2 - n_1)d = 5\lambda d = \frac{5\lambda}{n_2 - n_1} = 8.0 \times 10^{-6} \text{ m}$$

8. 解: 依双缝干涉公式

$$x = \frac{k\lambda D}{a} \quad \Delta x = \frac{\lambda D}{a} \quad \Delta x = 0.05 \text{ cm}$$

9. 解: 相邻明条纹间距为 $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$ 代入 $a = 1.2 \text{ mm}$, $\lambda = 6.0 \times 10^{-4} \text{ mm}$, $D = 500 \text{ mm}$

可得

$$\Delta x = 0.25 \text{ mm}$$

10. 解: (1) $x = 2kD\lambda / d$ $d = 2kD\lambda / \Delta x$

此处 $k = 5$ $\therefore d = 10 D \lambda / \Delta x = 0.910 \text{ mm}$

(2) 共经过 20 个条纹间距, 即经过的距离 $l = 20 D \lambda / d = 24 \text{ mm}$

(3) 不变

11. 解: (1) 干涉条纹间距

$$\Delta x = \lambda D / d$$

相邻两明条纹的角距离 $\Delta \theta = \Delta x / D = \lambda / d$

由上式可知角距离正比于 λ , $\Delta \theta$ 增大 10%, λ 也应增大 10%. 故

$$\lambda' = \lambda (1 + 0.1) = 648.2 \text{ nm}$$

(2) 整个干涉装置浸入水中时, 相邻两明条纹角距离变为 $\Delta \theta' = \Delta x / (nd) = \Delta \theta / n$

由题给条件可得 $\Delta \theta' = 0.15^\circ$

12. 解: 相邻明纹间距

$$\Delta x_0 = D \lambda / d$$

两条缝之间的距离 $d = D \lambda / \Delta x_0 = D \lambda / (\Delta x / 20) = 20 D \lambda / \Delta x = 9.09 \times 10^{-2} \text{ cm}$

13. 解: (1) $\because dx / D \approx k\lambda$

$$x \approx Dk\lambda / d = (1200 \times 5 \times 500 \times 10^{-6} / 0.50) \text{ mm} = 6.0 \text{ mm}$$

(2) 从几何关系, 近似有 $r_2 - r_1 \approx dx' / D$

有透明薄膜时, 两相干光线的光程差

$$\delta = r_2 - (r_1 - l + nl)$$

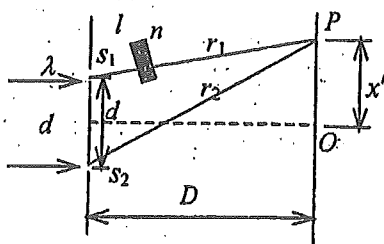
$$= r_2 - r_1 - (n-1)l$$

$$= dx' / D - (n-1)l$$

对零级明纹上方的第 k 级明纹有

$\delta = k\lambda$ 零级上方的第五级明纹坐标

$$x' = D[(n-1)l + k\lambda] / d = 19.9 \text{ mm}$$



14. 解: 当 T_1 和 T_2 都是真空时, 从 S_1 和 S_2 来的两束相干光在 O 点的光程差为零.

当 T_1 中充入一定量的某种气体后, 从 S_1 和 S_2 来的两束相干光在 O 点的光程

差为 $(n-1)l$ 。

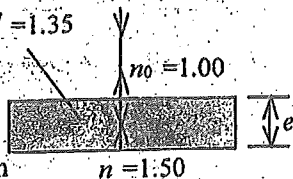
在 T_2 充入气体的过程中, 观察到 M 条干涉条纹移过 O 点, 即两光束在 O 点的光程差改变了 $M\lambda$. 故有 $(n-1)l - 0 = M\lambda$ $n = 1 + M\lambda/l$

15. 解: 设介质薄膜的厚度为 e , 上、下表面反射均为由光疏介质到光密介质, 故不计附加程差。当光垂直入射 $i=0$ 时, 依公式有: 对 λ_1 : $2n'e = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_1$ ①

按题意还应有: 对 λ_2 : $2n'e = k\lambda_2$ ②

由①②解得: $k = \frac{\lambda_1}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} = 3$

将 k, λ_2, n' 代入②式得 $e = \frac{k\lambda_2}{2n'} = 7.78 \times 10^{-4} \text{ mm}$



16. 解: 由牛顿环暗环半径公式: $r_k = \sqrt{kR\lambda}$,

根据题意可得

$$l_1 = \sqrt{4R\lambda_1} - \sqrt{R\lambda_1} = \sqrt{R\lambda_1}$$

$$l_2 = \sqrt{4R\lambda_2} - \sqrt{R\lambda_2} = \sqrt{R\lambda_2}$$

$$\lambda_2 / \lambda_1 = l_2^2 / l_1^2 \quad \lambda_2 = l_2^2 \lambda_1 / l_1^2$$

17. 解: 根据暗环半径公式有 $r_k = \sqrt{k\lambda R}$ $r_{k+10} = \sqrt{(k+10)\lambda R}$

由以上两式可得 $R = (r_{k+10}^2 - r_k^2) / (10\lambda) = 4 \text{ m}$

18. 解: 根据 $r_{k+10}^2 = (k+10)R\lambda$, $r_k^2 = kR\lambda$ 有 $\lambda = (r_{k+10}^2 - r_k^2) / (10R) = 601 \text{ nm}$

19. 解: 在空气中时第 k 个暗环半径为 $r_k = \sqrt{kR\lambda}$, ($n_2 = 1.00$)

充水后第 k 个暗环半径为 $r'_k = \sqrt{kR\lambda/n'_2}$, ($n'_2 = 1.33$)

干涉环半径的相对变化量为 $\frac{r_k - r'_k}{r_k} = 1 - 1/\sqrt{n'_2} = 13.3\%$

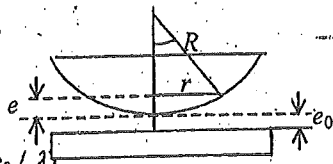
20. 解: 设某暗环半径为 r , 由图可知, 根据几何关系, 近似有 $e = r^2 / (2R)$ ①

再根据干涉减弱条件有

$$2e + 2e_0 + \frac{1}{2}\lambda = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda \quad ②$$

式中 k 为大于零的整数, 把式①代入式②

可得 $r = \sqrt{R(k\lambda - 2e_0)}$ (k 为整数, 且 $k > 2e_0/\lambda$)



21. 解: 设所用的单色光的波长为 λ , 则该单色光在液体中的波长为 λ/n . 根据牛顿环的明环半径公式 $r = \sqrt{(2k-1)R\lambda/2}$, 有 $r_{10}^2 = 19R\lambda/2$

充液后有 $r_{10}'^2 = 19R\lambda/(2n)$

由以上两式可得 $n = r_{10}^2 / r_{10}'^2 = 1.36$

22. 解: 空气劈形膜时, 间距 $l_1 = \frac{\lambda}{2n\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2\theta}$

液体劈形膜时, 间距 $l_2 = \frac{\lambda}{2\sin\theta} \approx \frac{\lambda}{2n\theta}$

$$\Delta l = l_1 - l_2 = \lambda(1 - 1/n)/(2\theta)$$

$$\therefore \theta = \lambda(1 - 1/n)/(2\Delta l) = 1.7 \times 10^{-4} \text{ rad}$$

23. 解: 原间距 $l_1 = \lambda/2\theta = 1.5 \text{ mm}$ 改变后, $l_2 = l_1 - \Delta l = 0.5 \text{ mm}$
 θ 改变后, $\theta_2 = \lambda/2l_2 = 6 \times 10^{-4} \text{ rad}$, 改变量 $\Delta\theta = \theta_2 - \theta = 4.0 \times 10^{-4} \text{ rad}$

24. 解: 设第五个明纹处膜厚为 e , 则有 $2ne + \lambda/2 = 5\lambda$

设该处至劈棱的距离为 l , 则有近似关系 $e = l\theta$,

由上两式得 $2nl\theta = 9\lambda/2$, $l = 9\lambda/4n\theta$

充入液体前第五个明纹位置 $l_1 = 9\lambda/4\theta$

充入液体后第五个明纹位置 $l_2 = 9\lambda/4n\theta$

充入液体前后第五个明纹移动的距离 $\Delta l = l_1 - l_2 = 9\lambda(1 - 1/n)/4\theta = 1.61 \text{ mm}$

25. 解: 第四条明条纹满足以下两式:

$$2x_4\theta + \frac{1}{2}\lambda = 4\lambda, \text{ 即 } x_4 = 7\lambda/(4\theta)$$

$$2x_4'\theta' + \frac{1}{2}\lambda = 4\lambda, \text{ 即 } x_4' = 7\lambda/(4\theta')$$

第4级明条纹的位移值为 $\Delta x = x_4' - x_4 = 7\lambda(\theta - \theta')/(4\theta\theta')$

(也可以直接用条纹间距的公式算, 考虑到第四明纹离棱边的距离等于3.5个明纹间距.)

26. 解: 设A点处空气薄膜的厚度为 e , 则有 $2e + \frac{1}{2}\lambda_1 = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_1$, 即 $2e = k\lambda_1$

改变波长后有 $2e = (k-1)\lambda_2$

$$\therefore k\lambda_1 = k\lambda_2 - \lambda_2, k = \lambda_2/(\lambda_2 - \lambda_1) \therefore e = \frac{1}{2}k\lambda_1 = \frac{1}{2}\lambda_1\lambda_2/(\lambda_2 - \lambda_1)$$

27. 解: (1) $\delta = 2e - 0 = 2e$

(2) 顶点处 $e = 0$, $\therefore \delta = 0$, 干涉加强是明条纹.

28. 解: 明纹, $2ne + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda \quad (k=1, 2, \dots)$

$$\text{第五条, } k=5, \quad e = \frac{\left(5 - \frac{1}{2}\right)\lambda}{2n} = 8.46 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

29. 解: 设空气膜最大厚度为 e , $2e + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$

$$k = \frac{2e + \frac{1}{2}\lambda}{\lambda} = 16.5 \quad \therefore \text{明纹数为 } 16.$$

30. 解: 上下表面反射都有相位突变 π , 计算光程差时不必考虑附加的半波长. 设膜厚为 e ,

B处为暗纹, $2ne = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda, \quad (k=0, 1, 2, \dots)$

A处为明纹, B处第8个暗纹对应上式 $k=7 \quad e = \frac{(2k+1)\lambda}{4n} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ mm}$

31. 解: 加强, $2ne + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$

$$\lambda = \frac{2ne}{k - \frac{1}{2}} = \frac{4ne}{2k-1} = \frac{3000}{2k-1} \text{ nm}$$

$$\begin{aligned} k=1, & \quad \lambda_1 = 3000 \text{ nm}, \\ k=2, & \quad \lambda_2 = 1000 \text{ nm}, \\ k=3, & \quad \lambda_3 = 600 \text{ nm}, \\ k=4, & \quad \lambda_4 = 428.6 \text{ nm}, \\ k=5, & \quad \lambda_5 = 333.3 \text{ nm}. \end{aligned}$$

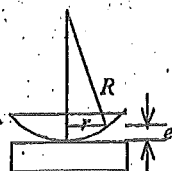
∴ 在可见光范围内, 干涉加强的光的波长是 $\lambda=600 \text{ nm}$ 和 $\lambda=428.6 \text{ nm}$.

32. 解: $R^2 = r^2 + (R-r)^2 \quad r^2 = 2Re - e^2$

略去 e^2 , 则 $2e = \frac{r^2}{R}$

暗环: $2ne + \frac{1}{2}\lambda = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$

$$2e = \frac{k}{n}\lambda \quad (k=0, 1, 2, \dots) \quad r = \sqrt{\frac{Rk\lambda}{n}} \quad k=10 \quad r=0.38 \text{ cm}$$



33. 解: (1) 明环半径 $r = \sqrt{(2k-1)R \cdot \lambda / 2}$, $\lambda = \frac{2r^2}{(2k-1)R} = 5 \times 10^{-5} \text{ cm}$ (或 500 nm)

(2) $(2k-1) = 2r^2 / (R\lambda)$

对于 $r=1.00 \text{ cm}$, $k = r^2 / (R\lambda) + 0.5 = 50.5$

故在 OA 范围内可观察到的明环数目为 50 个.

34. 解: (1) 棱边处是第一条暗纹中心, 在膜厚度为 $e_2 = \frac{1}{2}\lambda$ 处是第二条暗纹中心, 依此

可知第四条暗纹中心处, 即 A 处膜厚度 $e_4 = \frac{3}{2}\lambda$

∴ $\theta = e_4 / l = 3\lambda / (2l) = 4.8 \times 10^{-5} \text{ rad}$

(2) 由上问可知 A 处膜厚为 $e_4 = 3 \times 500 / 2 \text{ nm} = 750 \text{ nm}$

对于 $\lambda' = 600 \text{ nm}$ 的光, 连同附加光程差, 在 A 处两反射光的光程差为

$2e_4 + \frac{1}{2}\lambda'$, 它与波长 λ' 之比为 $2e_4 / \lambda' + \frac{1}{2} = 3.0$. 所以 A 处是明纹.

(3) 棱边处仍是暗纹, A 处是第三条明纹, 所以共有三条明纹, 三条暗纹.

35. 解: (1) 第 k 个明环, $2e_k + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$, $e_k = (2k-1)\lambda / 4$

(2) ∴ $2e_k = \frac{1}{2}\lambda = k\lambda$

∴ $R^2 = r_k^2 + (R - e_k)^2 = r_k^2 + R^2 - 2Re_k + e_k^2$

式中 e_k 为第 k 级明纹所对应的空气膜厚度.

∴ e_k 很小, $e_k \ll R$, ∴ e_k^2 可略去, 得 $e_k = r_k^2 / (2R)$

∴ $2r_k^2 / (2R) + \frac{1}{2}\lambda = k\lambda \quad r_k = \sqrt{(2k-1)R\lambda / 2} \quad (k=1, 2, 3 \dots)$

36. 解: (1) 设第十个明环处液体厚度为 e_{10} , 则 $2n e_{10} + \lambda/2 = 10\lambda$

$$e_{10} = (10\lambda - \lambda/2) / 2n = 19\lambda / 4n = 2.32 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(2) $R^2 = r_k^2 + (R - e_k)^2 = r_k^2 + R^2 - 2R e_k + e_k^2$

$\because e_k \ll R$, 略去 e_k^2 , 得 $r_k = \sqrt{2R e_k}$, $r_{10} = \sqrt{2R e_{10}} = 0.373 \text{ cm}$

37. 解: $\because n_1 < n_2 < n_3$,

二反射光之间没有附加相位差 π , 光程差为 $\delta = 2n_2 e$

第五条暗纹中心对应的薄膜厚度为 e_5 ,

$$2n_2 e_5 = (2k-1)\lambda/2 \quad k=5$$

$$e_5 = (2 \times 5 - 1)\lambda / 4n_2 = 9\lambda / 4n_2$$

明纹的条件是 $2n_2 e_k = k\lambda$

相邻二明纹所对应的膜厚度之差 $\Delta e = e_{k+1} - e_k = \lambda / (2n_2)$

38. 解: (1) $2n e_k + \lambda/2 = k\lambda$ (明纹中心) 现 $k=1$, $e_k = e_1$

膜厚度 $e_1 = \lambda / 4n = 1.22 \times 10^{-4} \text{ mm}$

(2) $x = \lambda/2 = 3 \text{ mm}$

39. 解: 设第 k 个暗环半径为 r_k , 第 $k+5$ 个暗环半径为 r_{k+5} , 据牛顿环公式有

$$r_k^2 = k\lambda R, \quad r_{k+5}^2 = (k+5)\lambda R$$

$$r_{k+5}^2 - r_k^2 = 5\lambda R \quad R = (r_{k+5}^2 - r_k^2) / 5\lambda$$

由图可见 $r_k^2 = d^2 + \left(\frac{1}{2}l_k\right)^2$, $r_{k+5}^2 = d^2 + \left(\frac{1}{2}l_{k+5}\right)^2$

$$\therefore r_{k+5}^2 - r_k^2 = \left(\frac{1}{2}l_{k+5}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}l_k\right)^2 \quad \therefore R = (l_{k+5}^2 - l_k^2) / (20\lambda) = 1.03 \text{ m}$$

40. 解: (1) 由单缝衍射暗纹公式得 $a \sin \theta_1 = 1\lambda_1$ $a \sin \theta_2 = 2\lambda_2$

由题意可知 $\theta_1 = \theta_2$, $\sin \theta_1 = \sin \theta_2$

代入上式可得 $\lambda_1 = 2\lambda_2$

(2) $a \sin \theta_1 = k_1 \lambda_1 = 2k_1 \lambda_2$ ($k_1 = 1, 2, \dots$)

$$\sin \theta_1 = 2k_1 \lambda_2 / a$$

$$a \sin \theta_2 = k_2 \lambda_2 \quad (k_2 = 1, 2, \dots)$$

$$\sin \theta_2 = k_2 \lambda_2 / a$$

若 $k_2 = 2k_1$, 则 $\theta_1 = \theta_2$, 即 λ_1 的任一 k_1 级极小都有 λ_2 的 $2k_1$ 级极小与之重合.

41. 解: (1) 对于第一级暗纹, 有 $a \sin \varphi_1 \approx \lambda$, 因 φ_1 很小, 故 $\text{tg } \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 = \lambda/a$

故中央明纹宽度 $\Delta x_0 = 2f \text{tg } \varphi_1 = 2f\lambda/a = 1.2 \text{ cm}$

(2) 对于第二级暗纹, 有 $a \sin \varphi_2 \approx 2\lambda$

$$x_2 = f \text{tg } \varphi_2 \approx f \sin \varphi_2 = 2f\lambda/a = 1.2 \text{ cm}$$

42. 解: $a \sin \varphi = \lambda$, $x_1 = f \text{tg } \varphi \approx f \sin \varphi = f\lambda/a = 0.825 \text{ mm}$

$$\Delta x = 2x_1 = 1.65 \text{ mm}$$

43. 解: $a \sin \varphi = k\lambda, k=1$. $a = \lambda / \sin \varphi = 7.26 \times 10^{-3} \text{ mm}$

44. 解: 设第三级暗纹在 φ_3 方向上, 则有 $a \sin \varphi_3 = 3\lambda$

此暗纹到中心的距离为 $x_3 = f \text{tg } \varphi_3$

因为 φ_3 很小, 可认为 $\text{tg } \varphi_3 \approx \sin \varphi_3$, 所以 $x_3 \approx 3f\lambda/a$

两侧第三级暗纹的距离是 $2x_3 = 6f\lambda/a = 8.0 \text{ mm}$

$\therefore \lambda = (2x_3) / 6f = 500 \text{ nm}$

45. 解: 中央明纹宽度 $\Delta x \approx 2f\lambda/a = 2 \times 5.46 \times 10^{-4} \times 500 / 0.10 \text{ mm} = 5.46 \text{ mm}$

46. 解: 第二级与第三级暗纹之间的距离 $\Delta x = x_3 - x_2 \approx f\lambda/a$. $\therefore f \approx a\Delta x / \lambda = 400 \text{ mm}$

47. 解: (1) $a = \lambda$, $\sin\varphi = \lambda/\lambda = 1$, $\varphi = 90^\circ$

(2) $a = 10\lambda$, $\sin\varphi = \lambda/10\lambda = 0.1$ $\varphi = 5^\circ 44'$

(3) $a = 100\lambda$, $\sin\varphi = \lambda/100\lambda = 0.01$ $\varphi = 34'$

这说明, 比值 λ/a 变小的时候, 所求的衍射角变小, 中央明纹变窄(其它明纹也相应地变为更靠近中心点), 衍射效应越来越不明显.

$(\lambda/a) \rightarrow 0$ 的极限情形即几何光学的情形: 光线沿直线传播, 无衍射效应.

48. 解: 中央明纹宽度 $\Delta x = 2x \approx 2f\lambda/a$

单缝的宽度 $a = 2f\lambda/\Delta x = 2 \times 400 \times 6328 \times 10^{-9} / 3.4 \text{ m} = 0.15 \text{ mm}$

49. 解: 1、2 两光线的光程差, 在如图情况下为

$$\delta = \overline{CA} - \overline{BD} = a \sin\theta - a \sin\varphi$$

由单缝衍射极小值条件

$$a(\sin\theta - \sin\varphi) = \pm k\lambda \quad k = 1, 2, \dots \quad \text{得:}$$

$$\varphi = \sin^{-1}(\pm k\lambda/a + \sin\theta) \quad k = 1, 2, \dots (k \neq 0)$$

50. 解: 单缝衍射第 1 个暗纹条件和位置坐标 x_1 为: $a \sin\theta_1 = \lambda$

$$x_1 = f \tan\theta_1 \approx f \sin\theta_1 \approx f\lambda/a \quad (\because \theta_1 \text{ 很小})$$

单缝衍射第 2 个暗纹条件和位置坐标 x_2 为: $a \sin\theta_2 = 2\lambda$

$$x_2 = f \tan\theta_2 \approx f \sin\theta_2 \approx f2\lambda/a \quad (\because \theta_2 \text{ 很小})$$

单缝衍射中央亮纹旁第一个亮纹的宽度

$$\Delta x_1 = x_2 - x_1 \approx f(2\lambda/a - \lambda/a)$$

$$= f\lambda/a$$

$$= 1.00 \times 5.00 \times 10^{-7} / (1.00 \times 10^{-4})$$

$$= 5.00 \text{ mm}$$

51. 解: $\therefore a+b = (1/300) \text{ mm} = 3.33 \mu\text{m}$

(1) $(a+b) \sin\psi = k\lambda$

$$\therefore k\lambda = (a+b) \sin 24.46^\circ = 1.38 \mu\text{m}$$

$$\therefore \lambda_R = 0.63 - 0.76 \mu\text{m}; \lambda_B = 0.43 - 0.49 \mu\text{m}$$

对于红光, 取 $k=2$, 则 $\lambda_R = 0.69 \mu\text{m}$

对于蓝光, 取 $k=3$, 则 $\lambda_B = 0.46 \mu\text{m}$

红光最大级次 $k_{\max} = (a+b) / \lambda_R = 4.8$,

取 $k_{\max} = 4$ 则红光的第 4 级与蓝光的第 6 级还会重合, 设重合处的衍射角为 ψ' , 则

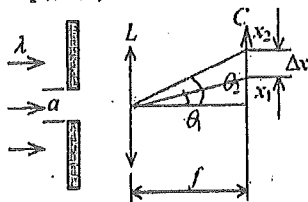
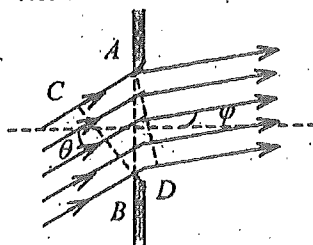
$$\sin\psi' = 4\lambda_B / (a+b) = 0.828 \quad \therefore \psi' = 55.9^\circ$$

(2) 红光的第二、四级与蓝光重合, 且最多只能看到四级, 所以纯红光谱的第一、三级将出现.

$$\sin\psi_1 = \lambda_R / (a+b) = 0.207 \quad \psi_1 = 11.9^\circ$$

$$\sin\psi_3 = 3\lambda_R / (a+b) = 0.621 \quad \psi_3 = 38.4^\circ$$

52. 解: (1) 由单缝衍射明纹公式可知 $a \sin\varphi_1 = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_1$ (取 $k=1$)



$$a \sin \varphi_2 = \frac{1}{2}(2k+1)\lambda_2 = \frac{3}{2}\lambda_2$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = x_1 / f, \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = x_2 / f$$

由于 $\sin \varphi_1 \approx \operatorname{tg} \varphi_1$, $\sin \varphi_2 \approx \operatorname{tg} \varphi_2$

$$\text{所以 } x_1 = \frac{3}{2}f\lambda_1/a \quad x_2 = \frac{3}{2}f\lambda_2/a$$

$$\text{则两个第一级明纹之间距为 } \Delta x = x_2 - x_1 = \frac{3}{2}f\Delta\lambda/a = 0.27 \text{ cm}$$

(2) 由光栅衍射主极大的公式 $d \sin \varphi_1 = k\lambda_1 = 1\lambda_1$

$$d \sin \varphi_2 = k\lambda_2 = 1\lambda_2$$

且有 $\sin \varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = x/f$

$$\text{所以 } \Delta x = x_2 - x_1 = f\Delta\lambda/d = 1.8 \text{ cm}$$

53. 解: (1) 由光栅衍射主极大公式得 $a+b = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = 2.4 \times 10^{-4} \text{ cm}$

(2) 若第三级不缺级, 则由光栅公式得 $(a+b)\sin \varphi' = 3\lambda$

由于第三级缺级, 则对应于最小可能的 a , φ' 方向应是单缝衍射第一级暗纹:

两式比较, 得 $a \sin \varphi' = \lambda$, $a = (a+b)/3 = 0.8 \times 10^{-4} \text{ cm}$

(3) $(a+b)\sin \varphi = k\lambda$, (主极大)

$$a \sin \varphi = k'\lambda, \text{ (单缝衍射极小)} \quad (k' = 1, 2, 3, \dots)$$

因此 $k=3, 6, 9, \dots$ 缺级.

又因为 $k_{\max} = (a+b)/\lambda = 4$, 所以实际呈现 $k=0, \pm 1, \pm 2$ 级明纹. ($k=\pm 4$ 在 $\pi/2$ 处看不到.)

54. 解: 由光栅衍射主极大公式得 $d \sin \varphi_1 = k_1\lambda_1$ $d \sin \varphi_2 = k_2\lambda_2$

$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{k_1\lambda_1}{k_2\lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2}$$

当两谱线重合时有 $\varphi_1 = \varphi_2$ 即 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \dots \dots$

两谱线第二次重合即是 $\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}$, $k_1=6, \quad k_2=4$

由光栅公式可知 $d \sin 60^\circ = 6\lambda_1$ $d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{ mm}$

55. 解: (1) 由光栅衍射主极大公式得 $(a+b)\sin 30^\circ = 3\lambda_1$

$$a+b = \frac{3\lambda_1}{\sin 30^\circ} = 3.36 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

(2) $(a+b)\sin 30^\circ = 4\lambda_2$ $\lambda_2 = (a+b)\sin 30^\circ / 4 = 420 \text{ nm}$

56. 解: (1) 由题意, λ_1 的 k 级与 λ_2 的 $(k+1)$ 级谱线相重合所以 $d \sin \varphi_1 = k\lambda_1$; $d \sin \varphi_1 = (k+1)\lambda_2$,
或 $k\lambda_1 = (k+1)\lambda_2$

$$k = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} = 2$$

(2) 因 x/f 很小, $\text{tg } \varphi_1 \approx \sin \varphi_1 \approx x/f$ $\therefore d = k\lambda_1 f/x = 1.2 \times 10^3 \text{ cm}$

57. 解: 对于第一级谱线, 有: $x_1 = f \text{tg } \varphi_1$, $\sin \varphi_1 = \lambda/d$

$$\therefore \sin \varphi \approx \text{tg } \varphi \quad \therefore x_1 = f \text{tg } \varphi_1 \approx f \lambda / d$$

λ 和 λ' 两种波长光的第一级谱线之间的距离

$$\Delta x = x_1 - x_1' = f(\text{tg } \varphi_1 - \text{tg } \varphi_1') = f(\lambda - \lambda') / d = 1 \text{ cm}$$

58. 解: 令第三级光谱中 $\lambda = 400 \text{ nm}$ 的光与第二级光谱中波长为 λ' 的光对应的衍射角都为 θ ,

$$\text{则 } d \sin \theta = 3\lambda, \quad d \sin \theta = 2\lambda', \quad \lambda' = (d \sin \theta / 2) = \frac{3}{2} \lambda = 600 \text{ nm}$$

\therefore 第二级光谱被重叠的波长范围是 $600 \text{ nm} \sim 760 \text{ nm}$

59. 解: (1) $a \sin \varphi = k\lambda$ $\text{tg } \varphi = x/f$

当 $x \ll f$ 时, $\text{tg } \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$, $a x / f = k\lambda$, 取 $k=1$ 有 $x = f / a = 0.03 \text{ m}$

\therefore 中央明纹宽度为 $\Delta x = 2x = 0.06 \text{ m}$

(2) $(a+b) \sin \varphi = k'\lambda$

$$k' = (a+b)x / (f\lambda) = 2.5$$

取 $k'=2$, 共有 $k'=0, \pm 1, \pm 2$ 等 5 个主极大

60. 解: 由光栅公式得 $\sin \varphi = k_1 \lambda_1 / (a+b) = k_2 \lambda_2 / (a+b)$

$$k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$$

$$k_2 / k_1 = \lambda_1 / \lambda_2 = 0.668 / 0.447$$

将 k_2 / k_1 约化为整数比 $k_2 / k_1 = 3 / 2 = 6 / 4 = 12 / 8 \dots\dots$

取最小的 k_1 和 k_2 , $k_1=2, k_2=3$,

则对应的光栅常数 $(a+b) = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 3.92 \mu\text{m}$

61. 解: $(a+b) \sin \varphi = k\lambda$

在 $\varphi = 41^\circ$ 处, $k_1 \lambda_1 = k_2 \lambda_2$

$$k_2 / k_1 = \lambda_1 / \lambda_2 = 656.2 / 410.1 = 8 / 5 = 16 / 10 = 24 / 15 = \dots\dots$$

取 $k_1=5, k_2=8$, 即让 λ_1 的第 5 级与 λ_2 的第 8 级相重合

$\therefore a+b = k_1 \lambda_1 / \sin \varphi = 5 \times 10^{-4} \text{ cm}$

62. 解: (1) $(a+b) \sin \varphi = 3\lambda$

$$a+b = 3\lambda / \sin \varphi, \quad \varphi = 60^\circ$$

$$a+b = 2\lambda' / \sin \varphi', \quad \varphi' = 30^\circ$$

$$3\lambda / \sin \varphi = 2\lambda' / \sin \varphi' \quad \lambda = 510.3 \text{ nm}$$

(2) $(a+b) = 3\lambda / \sin \varphi = 2041.4 \text{ nm}$

$$\varphi_2' = \sin^{-1}(2 \times 400 / 2041.4) \quad (\lambda = 400 \text{ nm})$$

$$\varphi_2'' = \sin^{-1}(2 \times 760 / 2041.4) \quad (\lambda = 760 \text{ nm})$$

白光第二级光谱的张角 $\Delta \varphi = \varphi_2'' - \varphi_2' = 25^\circ$

63. 解: 由光栅公式 $(a+b) \sin \varphi = k\lambda$, $\sin \varphi = k\lambda / (a+b) = 0.2357k$

$$k=0 \quad \varphi=0$$

$$k=\pm 1 \quad \varphi_1 = \pm \sin^{-1} 0.2357 = \pm 13.6^\circ$$

$$k=\pm 2 \quad \varphi_2 = \pm \sin^{-1} 0.4714 = \pm 28.1^\circ$$

$$k=\pm 3 \quad \varphi_3 = \pm \sin^{-1} 0.7071 = \pm 45.0^\circ$$

$$k=\pm 4 \quad \varphi_4 = \pm \sin^{-1} 0.9428 = \pm 70.5^\circ$$

64. 解: 由光栅公式 $(a+b)\sin\phi = k\lambda$
 $k=1, \quad \phi=30^\circ, \quad \sin\phi_1=1/2$

$\therefore \lambda = (a+b)\sin\phi_1 / k = 625 \text{ nm}$

若 $k=2$, 则 $\sin\phi_2 = 2\lambda / (a+b) = 1, \quad \phi_2 = 90^\circ$

实际观察不到第二级谱线

65. 解: $d=1/500 \text{ mm}, \quad \lambda=589.3 \text{ nm},$
 第一级衍射主极大: $d\sin\theta = \lambda$

$\therefore \sin\theta = \lambda / d = 0.295, \quad \theta = \sin^{-1} 0.295 = 17.1^\circ$

66. 解: 光栅公式, $d\sin\theta = k\lambda.$

现 $d=1/500 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}, \quad \lambda_1=589.6 \text{ nm}, \quad \lambda_2=589.0 \text{ nm}, \quad k=2.$

$\therefore \sin\theta_1 = k\lambda_1 / d = 0.5896, \quad \theta_1 = 36.129^\circ$

$\sin\theta_2 = k\lambda_2 / d = 0.5890, \quad \theta_2 = 36.086^\circ$

$\delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = 0.043^\circ$

67. 解: 光栅常数 $d = 1\text{m} / (5 \times 10^5) = 2 \times 10^{-5} \text{ m}.$

设 $\lambda_1 = 450 \text{ nm}, \quad \lambda_2 = 650 \text{ nm},$

则据光栅方程, λ_1 和 λ_2 的第 2 级谱线有 $d\sin\theta_1 = 2\lambda_1, \quad d\sin\theta_2 = 2\lambda_2$

据上式得: $\theta_1 = \sin^{-1} 2\lambda_1 / d = 26.74^\circ, \quad \theta_2 = \sin^{-1} 2\lambda_2 / d = 40.54^\circ$

第 2 级光谱的宽度 $x_2 - x_1 = f(\text{tg}\theta_2 - \text{tg}\theta_1)$

\therefore 透镜的焦距 $f = (x_2 - x_1) / (\text{tg}\theta_2 - \text{tg}\theta_1) = 100 \text{ cm}.$

68. 解: 光栅常数 $d = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$

(1) 垂直入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k_m , 则据光栅方程有

$d\sin\theta = k_m\lambda$

$\therefore \sin\theta \leq 1 \quad \therefore k_m\lambda / d \leq 1, \quad \therefore k_m \leq d / \lambda = 3.39$

$\therefore k_m$ 为整数, 有 $k_m = 3$

(2) 斜入射时, 设能看到的光谱线的最高级次为 k'_m , 则据斜入射时的光栅方程有

$d(\sin 30^\circ + \sin\theta') = k'_m\lambda \quad \frac{1}{2} + \sin\theta' = k'_m\lambda / d$

$\therefore \sin\theta' \leq 1 \quad \therefore k'_m\lambda / d \leq 1.5$

$\therefore k'_m \leq 1.5d / \lambda = 5.09 \quad \therefore k'_m$ 为整数, 有 $k'_m = 5$

69. 解: 光栅常数 $d = (1/600) \text{ mm} = (106/600) \text{ nm} = 1667 \text{ nm}$

据光栅公式, λ_1 的第 2 级谱线 $d\sin\theta_1 = 2\lambda_1$

$\sin\theta_1 = 2\lambda_1 / d = 2 \times 589 / 1667 = 0.70666$

$\theta_1 = 44.96^\circ$

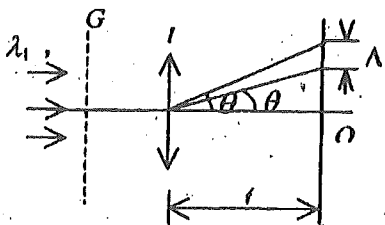
λ_2 的第 2 级谱线 $d\sin\theta_2 = 2\lambda_2$

$\sin\theta_2 = 2\lambda_2 / d = 2 \times 589.6 / 1667 = 0.70738$

$\theta_2 = 45.02^\circ$

两谱线间隔 $\Delta_1 = f(\text{tg}\theta_2 - \text{tg}\theta_1)$

$= 1.00 \times 10^3 (\text{tg} 45.02^\circ - \text{tg} 44.96^\circ) = 2.04 \text{ mm}$



70. 解: 双缝干涉条纹:

(1) 第 k 级亮纹条件: $d\sin\theta = k\lambda$

第 k 级亮条纹位置: $x_k = f\text{tg}\theta \approx f\sin\theta \approx k\lambda / d$

相邻两亮纹的间距: $\Delta x = x_{k+1} - x_k = (k+1)\lambda / d - k\lambda / d = \lambda / d = 2.4 \times 10^{-3} \text{ m} = 2.4 \text{ mm}$

(2) 单缝衍射第一暗纹: $a \sin \theta_1 = \lambda$

单缝衍射中央亮纹半宽度: $\Delta x_0 = f \tan \theta_1 \approx f \sin \theta_1 \approx f \lambda / a = 12 \text{ mm}$

$$\Delta x_0 / \Delta x = 5$$

∴ 双缝干涉第 ±5 级主级大缺级.

∴ 在单缝衍射中央亮纹范围内, 双缝干涉亮纹数目 $N=9$

分别为 $k=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$ 级亮纹

或根据 $d/a=5$ 指出双缝干涉缺第 ±5 级主级.

71. 解: (1) 自然光通过第一偏振片后, 其强度 $I_1 = I_0 / 2$

通过第 2 偏振片后, $I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = I_1 / 4$

通过第 3 偏振片后, $I_3 = I_2 \cos^2 45^\circ = I_0 / 8$

通过每一偏振片后的光皆为线偏振光, 其光振动方向与刚通过的偏振片的偏振化方向平行.

(2) 若抽去第 2 片, 因为第 3 片与第 1 片的偏振化方向相互垂直, 所以此时

$$I_3 = 0, \quad I_1 \text{ 仍不变.}$$

72. 解: 令 I_1 和 I_2 分别为两入射光束的光强, 透过起偏器后, 光的强度分别为 $I_1 / 2$ 和 $I_2 / 2$ 马吕斯定律, 透过检偏器的光强分别为

$$I'_1 = \frac{1}{2} I_1 \cos^2 \alpha_1, \quad I'_2 = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 \alpha_2$$

按题意, $I'_1 = I'_2$, 于是 $\frac{1}{2} I_1 \cos^2 \alpha_1 = \frac{1}{2} I_2 \cos^2 \alpha_2$

得 $I_1 / I_2 = \cos^2 \alpha_1 / \cos^2 \alpha_2 = 2 / 3$

73. 解: 设第二个偏振片与第一个偏振片的偏振化方向间的夹角为 θ . 透过第一个偏振片后的光强 $I_1 = I_0 / 2$.

透过第二个偏振片后的光强为 I_2 , 由马吕斯定律, $I_2 = (I_0 / 2) \cos^2 \theta$

透过第三个偏振片的光强为 I_3 ,

$$I_3 = I_2 \cos^2(90^\circ - \theta) = (I_0 / 2) \cos^2 \theta \sin^2 \theta = (I_0 / 8) \sin^2 2\theta$$

由题意知 $I_3 = I_2 / 16$.

所以 $\sin^2 2\theta = 1 / 2, \quad \theta = \frac{1}{2} \sin^{-1}(\sqrt{2} / 2) = 22.5^\circ$

74. 解: (1) 透过第一个偏振片的光强 $I_1, \quad I_1 = I_0 \cos^2 30^\circ = 3 I_0 / 4$

透过第二个偏振片后的光强 $I_2, \quad I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ = 3 I_0 / 16$

(2) 原入射光束换为自然光, 则 $I_1 = I_0 / 2, \quad I_2 = I_1 \cos^2 60^\circ = I_0 / 8$

75. 解: (1) 透过 P_1 的光强 $I_1 = I_0 / 2$

设 P_2 与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为 θ , 则透过 P_2 后的光强为

$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta = (I_0 \cos^2 \theta) / 2$$

透过 P_3 后的光强为

$$I_3 = I_2 \cos^2 \left(\frac{1}{2} \pi - \theta \right) = \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta \sin^2 \theta) = (I_0 \sin^2 2\theta) / 8$$

由题意可知 $I_3 = I_0/8$, 则 $\theta = 45^\circ$.

(2) 转动 P_2 , 若使 $I_3 = I_0/16$, 则 P_1 与 P_2 偏振化方向的夹角 $\theta = 22.5^\circ$

P_2 转过的角度为 $(45^\circ - 22.5^\circ) = 22.5^\circ$

76. 解: 透过第一个偏振片后的光强为 $I_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_0 \right) + \left(\frac{1}{2} I_0 \right) \cos^2 30^\circ = 5I_0/8$

透过第二个偏振片后的光强 $I_2 = (5I_0/8) \cos^2 60^\circ = 5I_0/32$

77. 解: 设入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为 θ_1 , 已知透过 P_1 后的光强 $I_1 = 0.716I_0$, 则 $I_1 = 0.716I_0 = 0.5(I_0/2) + 0.5(I_0 \cos^2 \theta_1)$

$$\cos^2 \theta_1 = 0.932 \quad \theta_1 = 15.1^\circ (\approx 15^\circ)$$

设 θ_2 为入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_2 的偏振化方向之间的夹角. 已知入射光单独穿过 P_2 后的光强 $I_2 = 0.375I_0$,

$$\text{则由 } 0.375I_0 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_0 \right) + \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta_2) \text{ 得 } \theta_2 = 60^\circ$$

以 α 表示 P_1 、 P_2 的偏振化方向的夹角, α 有两个可能值

$$\alpha = \theta_2 + \theta_1 = 75^\circ \quad \text{或} \quad \alpha = \theta_2 - \theta_1 = 45^\circ$$

78. 解: 以 P_1 、 P_2 、 P_3 分别表示三个偏振片, I_1 为透过第一个偏振片 P_1 的光强, 且

$$I_1 = I_0/2.$$

设 P_2 与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为 θ , 连续穿过 P_1 、 P_2 后的光强为 I_2 ,

$$I_2 = I_1 \cos^2 \theta = \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta)$$

设连续穿过三个偏振片后的光强为 I_3 , $I_3 = I_2 \cos^2 (90^\circ - \theta)$

$$= \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta \sin^2 \theta) = (I_0 \sin^2 2\theta)/8$$

显然, 当 $2\theta = 90^\circ$ 时, 即 $\theta = 45^\circ$ 时, I_3 最大.

79. 解: 设二偏振片以 P_1 、 P_2 表示, 以 θ 表示入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角, 则透过 P_1 后的光强度 I_1 为

$$I_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_0 \right) + \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \theta$$

连续透过 P_1 、 P_2 后的光强 I_2

$$I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = \left[I_0/4 + \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta) \right] \cos^2 45^\circ$$

要使 I_2 最大, 应取 $\cos^2 \theta = 1$, 即 $\theta = 0$, 入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向平行. 此情况下, $I_2 = 3I_1/4$

80. 解: 设入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向之间的夹角为 θ , 透过

$$P_1 \text{ 后的光强 } I_1 \text{ 为 } I_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} I_0 \right) + \frac{1}{2} (I_0 \cos^2 \theta)$$

$$\text{透过 } P_2 \text{ 后的光强 } I_2 \text{ 为 } I_2 = I_1 \cos^2 30^\circ = \left[\left(\frac{1}{2} + \cos^2 \theta \right) I_0/2 \right] (\sqrt{3}/2)^2$$

$$I_2/I_1 = 9/16 \quad \cos^2 \theta = 1 \quad \text{所以 } \theta = 0^\circ$$

即入射光中线偏振光的光矢量振动方向与 P_1 的偏振化方向平行。

81. 解: 设入射光中两种成分的强度都是 I_0 , 总强度为 $2I_0$ 。

(1) 通过第一个偏振片后, 原自然光变为线偏振光, 强度为 $I_0/2$, 原线偏振光部分强度变为 $I_0 \cos^2 \theta$, 其中 θ 为入射线偏振光振动方向与偏振片偏振化方向 P_1 的夹角。以上两部分透射光的振动方向都与 P_1 一致。如果二者相等, 则以后不论再穿过几个偏振片, 都维持强度相等(如果二者强度不相等, 则以后出射强度也不相等)。因此, 必须有 $I_0/2 = I_0 \cos^2 \theta$, 得 $\theta = 45^\circ$ 。

为了满足线偏振部分振动方向在出射后“转过” 90° , 只要最后一个偏振片偏振化方向与入射线偏振方向夹角为 90° 就行了。

综上所述, 只要两个偏振片就行了(只有一个偏振片不可能将振动方向“转过”

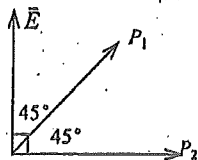
90°)。配置如图, \vec{E} 表示入射光中线偏振部分的振动方向,

P_1 、 P_2 分别是第一、第二偏振片的偏振化方向

(2) 出射强度 $I_2 = (1/2)I_0 \cos^2 45^\circ + I_0 \cos^4 45^\circ$

$$= I_0 [(1/4) + (1/4)] = I_0/2$$

比值 $I_2/(2I_0) = 1/4$



82. 解: 设 I_{\max} , I_{\min} 分别表示出射光的最大值和最小值, 则

$$I_{\max} = I_a/2 + I_b$$

$$I_{\min} = I_a/2$$

令 $I_{\max}/I_{\min} = (I_a/2 + I_b)/(I_a/2) = n$

所以 $I_a/I_b = 2/(n-1)$

83. 解: 入射光振动方向 \vec{E} 与 P_1 、 P_2 的关系如图, 出射光强为

$$I_2 = I_0 \cos^2(A-\alpha) \cos^2 \alpha$$

由三角函数“积化和差”关系, 得

$$I_2 = \frac{1}{4} I_0 \left[\cos \frac{1}{2} A + \cos \left(\frac{1}{2} A - \alpha \right) \right]^2$$

因为 A 为锐角, $\alpha \leq A$, 所以 $\left| \frac{1}{2} A - \alpha \right| \leq \frac{1}{2} A$ (见图)。所以

$$\cos \left(\frac{1}{2} A - \alpha \right) \geq \cos \frac{1}{2} A > 0$$

所以, I_2 只在 $\alpha = A/2$ 处取得极值, 且显然是极大值。

84. 解: 以 P_1 、 P_2 表示两偏振化方向, 其夹角记为 θ , 为了

振动方向转过 90° , 入射光振动方向 \vec{E} 必与 P_2 垂

直, 如图。设入射光强为 I_0 , 则出射光强为

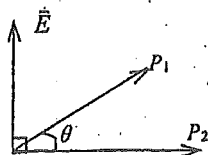
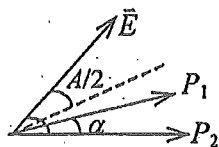
$$I_2 = I_0 \cos^2(90^\circ - \theta) \cos^2 \theta = I_0 \sin^2 \theta \cos^2 \theta = (I_0/4) \sin^2 2\theta$$

当 $2\theta = 90^\circ$ 即 $\theta = 45^\circ$ 时, I_2 取得极大值, 且 $I_{2\max} = I_0/4$,

即 $I_{2\max}/I_0 = 1/4$

85. 解: 设 I_0 为入射光中自然光的强度, I_1 、 I_2 分别为穿过 P_1 和连续穿过 P_1 、 P_2 的强度。

(1) 由题意, 入射光强为 $2I_0$,



$$I_1 = \frac{1}{2}(2I_0) = 0.5I_0 + I_0 \cos^2 \theta, \text{ 得 } \cos^2 \theta = 1/2, \quad \theta = 45^\circ$$

$$(2) \quad I_2 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 45^\circ) \cos^2 \alpha = \frac{1}{4}(2I_0) \text{ 得 } \cos^2 \alpha = \frac{1}{2}, \quad \alpha = 45^\circ$$

$$(3) \quad I_1 = \left(\frac{1}{2}I_0 + I_0 \cos^2 \theta \right) (1 - 10\%) = \frac{1}{2}(2I_0)$$

$$\therefore \cos^2 \theta = \frac{5.5}{9} \quad \theta = 38.58^\circ$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha (1 - 10\%) = \frac{1}{4}(2I_0) \quad \cos^2 \alpha = \frac{5}{9} \quad \alpha = 41.81^\circ$$

86. 解: 设 I_0 为自然光强, xI_0 为入射光中线偏振光强, x 为待定系数.

$$(1) \quad (0.5I_0 + xI_0 \cos^2 45^\circ) \cos^2 30^\circ = (9/5)(0.5I_0 + xI_0 \cos^2 60^\circ) \cos^2 45^\circ$$

解出 $x = 1/2$ 可得入射光强为 $3I_0/2$. $I_\lambda = 3I_0/2$

$$(2) \quad \text{第一次测量 } I_1/I_\lambda = (0.5I_0 + 0.5I_0 \cos^2 45^\circ)/(1.5I_0) = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2}$$

$$\text{第二次测量 } I_1/I_\lambda = (0.5I_0 + 0.5I_0 \cos^2 60^\circ)/(1.5I_0) = 5/12$$

$$(3) \quad \text{第一次测量 } I_2/I_\lambda = 0.5 \cos^2 30^\circ = 3/8 \quad \text{第二次测量 } I_2/I_\lambda = 5 \cos^2 45^\circ / 12 = 5/24$$

87. 解: 设 I_0 为入射光强, I 为连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强. $I = I_0 \cos^2 30^\circ \cos^2 \alpha$

显然, $\alpha = 0$ 时为最大透射光强, 即 $I_{\max} = I_0 \cos^2 30^\circ = 3I_0/4$

由 $I_0 \cos^2 30^\circ \cos^2 \alpha = I_{\max}/4$ 可得 $\cos^2 \alpha = 1/4$, $\alpha = 60^\circ$

88. 解: 设 I_0 为自然光强, 由题意知入射光强为 $2I_0$.

$$(1) \quad I_1 = 2 \cdot 2I_0/3 = 0.5I_0 + I_0 \cos^2 \theta$$

$$4/3 = 0.5 + \cos^2 \theta \quad \text{所以 } \theta = 24.1^\circ$$

$$(2) \quad I_1 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 24.1^\circ) = 2(2I_0)/3,$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 30^\circ = 3I_1/4$$

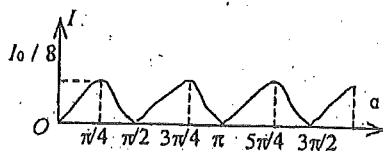
$$\text{所以 } I_2/2I_0 = 1/2$$

89. 解: (1) 连续穿过三个偏振片之后的光强为

$$I = 0.5I_0 \cos^2 \alpha \cos^2 (0.5\pi - \alpha)$$

$$= I_0 \sin^2 (2\alpha) / 8$$

(2) 画出曲线



90. 解: 设入射光中自然光的强度为 I_0 , 则总的入射光强为 $2I_0$.

$$(1) \quad \text{第一次最后出射光强 } I_2 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 45^\circ) \cos^2 30^\circ$$

$$\text{第二次出射光强 } I'_2 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 30^\circ) \cos^2 \theta$$

$$\text{由 } I_2 = 3I'_2/4, \text{ 得 } \cos^2 \theta = 4/5, \quad \theta = 26.6^\circ$$

$$(2) \quad \text{第一次穿过 } P_1 \text{ 的光强 } I_1 = 0.5I_0 + I_0 \cos^2 45^\circ = I_0$$

$$I_1/(2I_0) = 1/2$$

$$\text{第二次相应地有 } I'_1 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 30^\circ) = 5I_0/4,$$

$$I'_1/(2I_0) = 5/8$$

$$(3) \quad \text{第一次, } I_2/2I_0 = I_1 \cos^2 30^\circ / (2I_0) = 3/8$$

$$\text{第二次, } I'_2/2I_0 = I'_1 \cos^2 \theta / (2I_0) = 1/2$$

91. 解: (1) 理想偏振片的情形, 设入射光中自然光强度为 I_0 , 则总强度为 $2I_0$ 、穿过

P_1 后有光强, $I_1 = 0.5I_0 + I_0 \cos^2 30^\circ$,

得 $I_1 / (2I_0) = 5/8 = 0.625$

穿过 P_1 、 P_2 之后, 光强 $I_2 = I_1 \cos^2 45^\circ = I_1/2$

所以 $I_2 / (2I_0) = 5/16 = 0.313$

(2) 可透部分被每片吸收 10%. 穿过 P_1 后光强

$$I'_1 = I_1 \times 90\%$$

$$I'_1 / (2I_0) = 0.9I_1 / (2I_0) = 0.563$$

穿过 P_1 、 P_2 之后, 光强为 I'_2 , $I'_2 / (2I_0) = 0.253$

92. 解: 设 I 为自然光强(入射光强为 $2I_0$); θ 为入射光中线偏振光的光矢量振动方向与第一个偏振片偏振化方向间的夹角.

(1) 据题意 $0.5I \cos^2 30^\circ = I \cos^2 \theta \cdot \cos^2 30^\circ$
 $\cos^2 \theta = 1/2 \quad \theta = 45^\circ$

(2) 总的透射光强为 $2 \times \frac{1}{2} I \cos^2 30^\circ$

所以透射光与入射光的强度之比为 $\frac{1}{2} \cos^2 30^\circ = 3/8$

(3) 此时透射光强为 $(I \cos^2 30^\circ)(1-5\%)^2$

所以透射光与入射光的强度之比为 $\frac{1}{2} (\cos^2 30^\circ)(1-5\%)^2 = 0.338$

93. 解: 设 I_0 为自然光强; I_1 、 I_2 分别为穿过 P_1 和连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强. 由题意知入射光强为 $2I_0$.

(1) $I_2 = (0.5I_0 + I_0 \cos^2 45^\circ) \cos^2 \alpha$

显然, 当 $\alpha = 0$ 时, 透射光强最大. $I_{\max} = I_0/2 + I_0 \cos^2 45^\circ = I_0/2 + I_0/2 = I_0$

由题意知 $\cos^2 \alpha = 2/3 \quad \alpha = 35.26^\circ$

(2) $I_0/2 + (I_0 \cos^2 45^\circ)(1-10\%) \cos^2 \alpha(1-10\%) = (2/3)(I_0/2 + I_0 \cos^2 45^\circ)$
 $\cos^2 \alpha = (2/3)(1/0.9^2) \quad \alpha = 24.9^\circ$

94. 解: 设 I_0 为自然光强; I_1 、 I_2 分别为穿过 P_1 和连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强度. 由题意知入射光强为 $2I_0$.

(1) $I_1 = I_0/2 + I_0 \cos^2 \theta = 2I_0/2$

$\cos^2 \theta = 1/2 \quad$ 得 $\theta = 45^\circ$

由题意, $I_2 = I_1/2$, 又 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha$, 所以 $\cos^2 \alpha = 1/2$, 得 $\alpha = 45^\circ$

(2) $I_1 = [I_0/2 + I_0 \cos^2 \theta](1-5\%) = 2I_0/2$ 得 $\theta = 42^\circ$

仍有 $I_2 = I_1/2$, 同时还有 $I_2 = I_1 \cos^2 \alpha(1-5\%)$

所以 $\cos^2 \alpha = 1/(2 \times 0.95)$, $\alpha = 43.5^\circ$

95. 解: 设 I 为自然光强; xI 为入射光中线偏振光强, x 为待定系数, 即入射光中线偏振光强与自然光强之比. 据题意, 入射光强为 $I+xI$.

$$(1) \frac{\left(\frac{1}{2}I + xI \cos^2 60^\circ\right) \cos^2 60^\circ}{\left(\frac{1}{2}I + xI \cos^2 \theta\right) \cos^2 45^\circ} = \frac{1}{2} \quad \textcircled{1}$$

$$\frac{\left(\frac{1}{2}I + xI \cos^2 \theta\right)}{I + xI} = \frac{5}{12} \quad \text{②}$$

$$\text{①} \times \text{②} \quad 2 \left(\frac{\frac{1}{2} + x/4}{4(1+x)}\right) = \frac{5}{24} \quad \text{解得} \quad x = \frac{1}{2}$$

$$(2) \text{ 将 } x \text{ 值代入 ②} \quad \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{2}(\cos^2 \theta)\right] \frac{2}{3} = \frac{5}{12} \quad \cos^2 \theta = 1/4 \quad \theta = 60^\circ$$

96. 解: 设 I 为自然光强; I_1 、 I_2 分别为穿过 P_1 和连续穿过 P_1 、 P_2 后的透射光强度. 由题意知入射光强为 $2I$.

$$(1) \quad \frac{I_1}{2I} = \frac{\frac{1}{2}I + I \cos^2 60^\circ}{2I} = 3/8$$

$$\frac{I_2}{2I} = \frac{\left(\frac{1}{2}I + I \cos^2 60^\circ\right) \cos^2 30^\circ}{2I} = 9/32$$

$$(2) \quad \frac{3}{8} = \frac{\frac{1}{2}I + I \cos^2 60^\circ}{2I} (1 - 10\%) = \left[\frac{1}{2} + \cos^2 \theta\right] 0.9/2$$

$$\cos^2 \theta = 0.333 \quad \theta = 54.7^\circ$$

$$\frac{9}{32} = \frac{\left(\frac{1}{2}I + I \cos^2 54.7^\circ\right) \cos^2 \alpha}{2I} (1 - 10\%)^2$$

$$\text{所以} \quad \cos^2 \alpha = 0.833, \quad \alpha = 24.1^\circ$$

97. 解: 设 I_0 为入射光强度; I 为连续穿过两偏振片的光强.

$$(1) \quad I = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$$

显然, 当 $\alpha = 0$ 时, 即两偏振化方向平行时, I 最大. $I_{\max} = \frac{1}{2} I_0$

$$\text{由} \quad \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} I_0\right) = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha \quad \text{得} \quad \alpha = 54.8^\circ$$

(2) 考虑对透射光的吸收和反射, 则

$$\frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} I_0\right) = \frac{1}{2} I_0 (1 - 5\%)^2 \cos^2 \alpha \quad \alpha = 52.6^\circ$$

98. 解: 设 I 为自然光强, 据题意

$$(0.5I + I \cos^2 45^\circ) \cos^2 30^\circ = (0.5I + I \cos^2 30^\circ) \cos^2 \theta$$

$$\text{有} \quad \cos^2 \theta = 3/5 \quad \theta = 39.23^\circ$$

99. 解: (1) 经 P_1 后, 光强 $I_1 = \frac{1}{2} I_0$

I_1 为线偏振光, 通过 P_2 , 由马吕斯定律有 $I = I_1 \cos^2 \theta$

$\because P_1$ 与 P_2 偏振化方向平行, $\therefore \theta = 0$.

$$\text{故 } I = I_1 \cos^2 0^\circ = I_1 = \frac{1}{2} I_0$$

(2) 加入第三个偏振片后, 设第三个偏振片的偏振化方向与第一个偏振化方向间的

$$\text{夹角为 } \alpha. \text{ 则透过 } P_2 \text{ 的光强 } I_2 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^4 \alpha$$

$$\text{由已知条件有 } \frac{1}{2} I_0 \cos^4 \alpha = I_0 / 32 \quad \therefore \cos^4 \alpha = 1 / 16 \quad \text{得 } \alpha = 60^\circ$$

100. 解: 由题可知 i_1 和 i_2 应为相应的布儒斯特角, 由布儒斯特定律知

$$\text{tg } i_1 = n_1 = 1.33; \quad \text{tg } i_2 = n_2 / n_1 = 1.57 / 1.333$$

$$\text{由此得 } i_1 = 53.12^\circ, \quad i_2 = 48.69^\circ$$

$$\text{由 } \triangle ABC \text{ 可得 } \theta + (\pi/2 + r) + (\pi/2 - i_2) = \pi$$

$$\text{整理得 } \theta = i_2 - r \quad \text{由布儒斯特定律可知, } r = \pi/2 - i_1$$

$$\text{将 } r \text{ 代入上式得 } \theta = i_1 + i_2 - \pi/2 = 53.12^\circ + 48.69^\circ - 90^\circ = 11.8^\circ$$

101. 解: 由布儒斯特定律 $\text{tg } i_0 = 1.33$ 得 $i_0 = 53.1^\circ$

102. 解: 光从水(折射率为 n_1)入射到空气(折射率为 n_2)界面时的布儒斯特定律

$$\text{tg } i_0 = n_2 / n_1 = 1 / 1.33 \quad i_0 = 36.9^\circ (= 36^\circ 52')$$

103. 解: 设 n_2 为玻璃的折射率, 由布儒斯特定律可得 $n_2 = 1.33 \text{tg} 49.5^\circ = 1.56$

104. 解: (1) 由布儒斯特定律 $\text{tg } i_0 = 1.33$ 得 $i_0 = 53.1^\circ$ 此 i_0 即为所求的入射角

(2) 若以 r 表示折射角, 由布儒斯特定律可得 $r = 0.5\pi - i_0 = 36.9^\circ$

105. 解: (1) 设该液体的折射率为 n , 由布儒斯特定律 $\text{tg } i_0 = 1.56 / n$ 得 $n = 1.40$

(2) 折射角 $r = 0.5\pi - 48.09^\circ = 41.91^\circ (= 41^\circ 55')$

106. 解: 设此不透明介质的折射率为 n , 空气的折射率为 1. 由布儒斯特定律可得

$$n = \text{tg } 56^\circ = 1.483$$

将此介质片放入水中后, 由布儒斯特定律 $\text{tg } i_0 = n / 1.33 = 1.112$

$$i_0 = 48.03^\circ (= 48^\circ 2') \quad \text{此 } i_0 \text{ 即为所求之起偏角.}$$

107. 解: 光自水中入射到玻璃表面上时, $\text{tg } i_0 = 1.56 / 1.33 \quad i_0 = 49.6^\circ$

$$\text{光自玻璃中入射到水表面上时, } \text{tg } i'_0 = 1.33 / 1.56 \quad i'_0 = 40.4^\circ$$

108. 解: (1) 据布儒斯特定律 $\text{tg } i = (n_2 / n_1) = 1.50 / 1.33 \quad i = 48.44^\circ (= 48^\circ 26')$

(2) 令介质 II 中的折射角为 r , 则 $r = 0.5\pi - i = 41.56^\circ$

此 r 在数值上等于在 II、III 界面上的入射角。

若 II、III 界面上的反射光是线偏振光, 则必满足布儒斯特定律

$$\text{tg } i_0 = n_3 / n_2 = 1 / 1.5 \quad i_0 = 33.69^\circ$$

因为 $r \neq i_0$, 故 II、III 界面上的反射光不是线偏振光。

109. 解: (1) 由布儒斯特定律 $\text{tg } i = n_2 / n_1 = 1.60 / 1.00 \quad i = 58.0^\circ$

$$(2) \quad r = 90^\circ - i = 32.0^\circ$$

(3) 因二界面平行, 所以下表面处入射角等于 r , $\text{tg } r = \text{ctg } i = n_1 / n_2$

满足布儒斯特定律, 所以图中玻璃板下表面处的反射光也是线偏振光。

110. 解: (1) 据布儒斯特定律 $\text{tg } i = n_2 / n_1 = 1.43$ 所以 $i = 55.0^\circ$

(2) 令在介质 II 中的折射角为 r , 则 $r = 0.5\pi - i$

此 r 在数值上等于介质 II、III 界面上的入射角, 由布儒斯特定律

$$\text{tg } r = n_3 / n_2 \quad \text{得 } n_3 = n_2 \text{tg } r = n_2 \text{ctg } i = n_2 n_1 / n_2 = 1.00$$

电学参考答案

一、选择题

- 1—10 C C B C C A C B B 11—20 A D B B A D D D C B
 21—30 D B B B B B D D C C 31—40 A C D D A A D A A C
 41—50 A C C A D A C A D C 51—60 B C B B C C B A B C
 61—70 B C B B A C C D C C 71—80 B D D C D C A A D C
 81—90 D C B D D B D C B D 91—100 B D C B B C B C D D
 101—110 D D D A D C B C B B 111—120 C B D C D A A C D B
 121—130 D B B D B D B B B C 131—140 C A D D B C C C C B
 141—150 C A B A B D C B C C 151—160 A B C B C C C C C B
 161—169 D B D B B A C A C

二、填空题

1. 单位正试验电荷置于该点时所受到的电场力 2. 4N/C 向上
 3. $-2\varepsilon_0 E_0/3$ $4\varepsilon_0 E_0/3$ 4. 0 5. $\frac{\lambda_1}{\lambda_1 + \lambda_2} d$ 6. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$ $-\sigma/(2\varepsilon_0)$ $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$
 7. $-3\sigma/(2\varepsilon_0)$ $-\sigma/(2\varepsilon_0)$ $\sigma/(2\varepsilon_0)$ $3\sigma/(2\varepsilon_0)$
 8. $\frac{2qy}{4\pi\varepsilon_0(a^2 + y^2)^{3/2}} \vec{j}$ (\vec{j} 为 y 方向单位矢量) $\pm a/\sqrt{2}$
 9. $Q\Delta S/(16\pi^2\varepsilon_0 R^4)$ 由圆心 O 点指向 ΔS
 10. $\frac{qd}{4\pi\varepsilon_0 R^2(2\pi R - d)} \approx \frac{qd}{8\pi^2\varepsilon_0 R^3}$ 从 O 点指向缺口中心点
 11. $\lambda/(2\pi\varepsilon_0 r)$ $\lambda L/(4\pi\varepsilon_0 r^2)$ 12. $\lambda=Q/a$ 异号
 13. Q/ε_0 $\vec{E}_a=0$, $\vec{E}_b=5Q\vec{r}_0/(18\pi\varepsilon_0 R^2)$
 14. 若电场由几个点电荷共同产生, 则电场中任意一点处的总场强等于各个点电荷单独存在时在该点各自产生的场强的矢量和
 15. $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 向右 $\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$ 向右 $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ 向左
 16. $\lambda d/\varepsilon_0$ $\frac{\lambda d}{\pi\varepsilon_0(4R^2 - d^2)}$ 沿矢径 \vec{OP}
 17. $R^2 E$ 18. $2RIE$ 19. $q/(6\varepsilon_0)$ 20. $-(\sigma S)/\varepsilon_0$ $(\sigma S)/\varepsilon_0$ 21. λ/ε_0
 22. 包围在曲面内的净电荷, 曲面外电荷 23. 0 ; 高斯面上各点

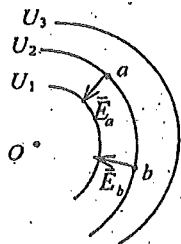
24. $(q_2 + q_4)/\epsilon_0$ q_1, q_2, q_3, q_4 25. 0 ; $\frac{\sigma R^2}{\epsilon_0 r^3} \vec{r}$ 26. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$; 0
27. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$; 0 28. 半径为 R 的均匀带电球面 29. 半径为 R 的均匀带电球体
30. 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱面 31. 半径为 R 的无限长均匀带电圆柱体
32. 无限大均匀带正电平面 33. 0 34. q/ϵ_0 0 $-q/\epsilon_0$
35. $E\cos(\pi/2 - \theta)$ 36. $q/(24\epsilon_0)$ 37. q_1/ϵ_0 ; $(q_1 + q_2)/\epsilon_0$ 38. $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{3}{4}$; 0
39. 单位正电荷置于该点所具有的电势能; 单位正电荷从该点经任意路径移到电势零点处电场力所作的功
40. 45V; -15V 41. 电场强度和电势; $\vec{E} = \vec{F}/q_0$; $U_a = W/q_0 = \int_a^0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$ ($U_0=0$)
42. 0 ; $\lambda/(2\epsilon_0)$ 43. $Q/(4\pi\epsilon_0 R^2)$; 0 ; $Q/(4\pi\epsilon_0 R)$; $Q/(4\pi\epsilon_0 r^2)$ 44. 10cm
45. -1.03×10^6 V 46. $\frac{1}{8\pi\epsilon_0 R} (\sqrt{2}q_1 + q_2 + \sqrt{2}q_3)$ 47. $(3\sqrt{3}q)/(2\pi\epsilon_0 a)$
48. $\sigma R/(2\epsilon_0)$ 49. $\lambda/(2\epsilon_0)$ 50. 100V 51. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \left(1 - \frac{\Delta S}{4\pi R^2}\right)$
52. $(U_0/2) + Qd/(4\epsilon_0 S)$ 53. 0 54. $R\sigma/\epsilon_0$ 55. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R}\right)$ 56. $\frac{\rho_0 R^4}{4\epsilon_0 r}$
57. $\frac{-Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ 58. 半径为 R 的均匀带正电球面 59. 无限长均匀带电直线; 正点电荷
60. 1.5×10^6 V 61. -2×10^{-7} C
62. $\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$; 单位正电荷在静电场中沿任意闭合路径绕行一周, 电场力做功等于零; 有势 (或保守力)
63. 功的值与路径的起点和终点的位置有关, 与电荷移动的路径无关; 保守
64. 0 ; $qQ/(4\pi\epsilon_0 R)$ 65. $q/(6\pi\epsilon_0 R)$ 66. -8.0×10^{-15} J; -5×10^4 V
67. 7.2 68. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}\right)$ 69. -2×10^3 V 70. $\frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$ 71. $\frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b}\right)$

72. $\frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a} \right)$ 73. $(3\sqrt{3}qQ)/(2\pi\epsilon_0 a)$ 74. Ed 75. $-8 \times 10^{-15} \text{ J}; -5 \times 10^4 \text{ V}$

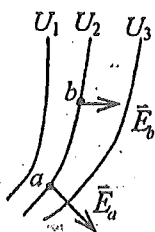
76. $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r_2} \right)$ 77. $-qq_0/(8\pi\epsilon_0 l)$ 78. $\frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 r}$ 79. $<$ 80. $\frac{2\epsilon_0 A}{qd}$ 81. $-Qq/(6\pi\epsilon_0)$

82. $Q/(4\pi\epsilon_0 R); -qQ/(4\pi\epsilon_0 R)$ 83. $A_1 = A_2 = A_3$

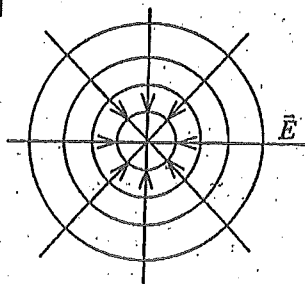
84. 答案见图 85. 答案见图 86. 答案见图



(84 题)



(85 题)



(86 题)

87. $d \gg a$ 88. $Q^2/(2\epsilon_0 S)$ 89. $(v_b^2 - 2qU/m)^{1/2}$

90. $\left[2gR - \frac{Qq}{2\pi m \epsilon_0 R} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \right]^{1/2}$ 91. $\frac{\epsilon_0 S U^2}{2d^2}$ 92. F 93. $F/4$

94. $(\lambda_1 \lambda_2)/(2\pi\epsilon_0 a)$ 95. $2l\theta \sqrt{4\pi\epsilon_0 mg\theta}$ 96. 抛物线 97. $0; pE \sin\alpha$

98. 2:1 99. $\left[v_B^2 - \frac{2q}{m}(U_A - U_B) \right]^{1/2}$ 100. $\left(\frac{\lambda q}{2\pi\epsilon_0 m} \right)^{1/2}$

101. 从上向下; $mg/(Ne)$ 102. $2U/3$ 103. $-q; -q$

104. $-q$ 球壳外的整个空间 105. $Qd/(2\epsilon_0 S); Qd/(\epsilon_0 S)$

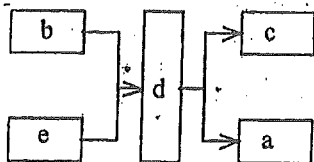
106. $(Q_1 + Q_2)/(2S); (Q_1 - Q_2)/(2S); (Q_1 - Q_2)/(2S); (Q_1 + Q_2)/(2S)$

107. 不变 减少 108. 540V 360V 109. $-q/(4\pi R_1^2)$ 110. 正

111. $5.6 \times 10^{-7} \text{ C}$ 112. 垂直于, 仍垂直于 113. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$ 114. $4.55 \times 10^5 \text{ C}$

115. $Q^2/(18\pi\epsilon_0 R^2)$

116. 答案见图



117. $\sigma(x, y, z)/\epsilon_0$

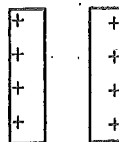
与导体表面垂直朝外($\sigma > 0$) 或 与导体表面垂直朝里($\sigma < 0$)

118. $q\bar{r}/(4\pi\epsilon_0 r^3)$; $q/(4\pi\epsilon_0 r_C)$ 119. 负; $8.85 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$ 120. $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

121. $3 \times 10^6 \text{ V}$ 122. 小 123. 大 124. U_0 125. $\frac{1}{2}(q_A - q_B)$ $(q_A - q_B) \frac{d}{2\epsilon_0 S}$

126. 答案见图

127. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2}$



128. 大

两带电金属球上的正、负电荷相互吸引，因而不再是均匀分布在球面上，正负电荷中心间距离小于 d 。

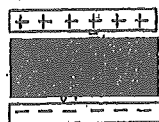
129. U_0 130. 无极分子，电偶极子 131. $\bar{D} = \epsilon_0 \epsilon_r \bar{E}$

132. $\lambda/(2\pi r)$, $\lambda/(2\pi\epsilon_0 \epsilon_r r)$ 133. ϵ_r ; 1; ϵ_r 134. $1/\epsilon_r$; $1/\epsilon_r$

135. σ/ϵ_0 136. σ ; $\sigma/(\epsilon_0 \epsilon_r)$ 137. $q/(4\pi\epsilon_0 \epsilon_r R)$ 138. $q/(4\pi\epsilon_0 R)$

139. r_1^2/r_2^2 140. 电位移; 电场 141. $\frac{q}{4\pi\epsilon R}$ 142. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$ 143. 1.96

144. 答案见图 145. 增大 增大 146. $C = q/U$ 储电能力



147. $C_2 C_3 / C_1$ 148. $\sqrt{2Fd/C}$ $\sqrt{2FdC}$

149. 不变 减少 150. 452 151. $<$ 152. $1/\epsilon_r$; ϵ_r 153. ϵ_r ; ϵ_r

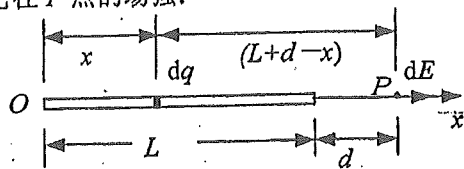
154. 减少; 减少 155. 增大; 增大 156. W_{e0}/ϵ_r 157. $3.36 \times 10^{11} \text{ V/m}$

三、计算题

1. 解: 设杆的左端为坐标原点 O , x 轴沿直杆方向. 带电直杆的电荷线密度为 $\lambda = q/L$, 在 x 处取一电荷元 $dq = \lambda dx = q dx/L$, 它在 P 点的场强:

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (L+d-x)^2}$$

$$= \frac{q dx}{4\pi\epsilon_0 L(L+d-x)^2}$$



$$\text{总场强为 } E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 L} \int_0^L \frac{dx}{(L+d-x)^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 d(L+d)}$$

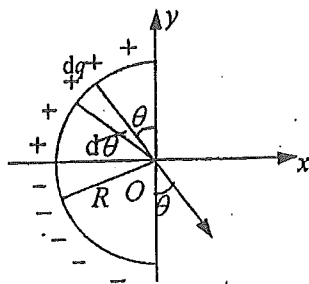
方向沿 x 轴, 即杆的延长线方向.

2. 解: 把所有电荷都当作正电荷处理. 在 θ 处取微小电荷 $dq = \lambda dl = 2Qd\theta/\pi$, 它在 O 处产生场强

$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} d\theta$$

按 θ 角变化, 将 dE 分解成二个分量:

$$dE_x = dE \sin\theta = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \sin\theta d\theta$$



$$dE_y = -dE \cos\theta = -\frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \cos\theta d\theta$$

对各分量分别积分，积分时考虑到一半是负电荷

$$E_x = \frac{Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \sin\theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \sin\theta d\theta \right] = 0$$

$$E_y = \frac{-Q}{2\pi^2 \epsilon_0 R^2} \left[\int_0^{\pi/2} \cos\theta d\theta - \int_{\pi/2}^{\pi} \cos\theta d\theta \right] = -\frac{Q}{\pi^2 \epsilon_0 R^2}$$

所以
$$\vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = -\frac{Q}{\pi^2 \epsilon_0 R^2} \vec{j}$$

3. 解：在 ϕ 处取电荷元，其电荷为 $dq = \lambda dl = \lambda_0 R \sin\phi d\phi$

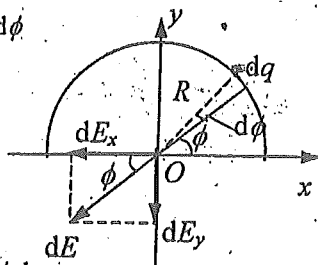
它在 O 点产生的场强为
$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda_0 \sin\phi d\phi}{4\pi\epsilon_0 R}$$

在 x, y 轴上的二个分量

$$dE_x = -dE \cos\phi \quad dE_y = -dE \sin\phi$$

对各分量分别求和
$$E_x = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{\pi} \sin\phi \cos\phi d\phi = 0$$

$$E_y = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{\pi} \sin^2\phi d\phi = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \therefore \vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = -\frac{\lambda_0}{8\epsilon_0 R} \vec{j}$$



4. 解：在任意角 ϕ 处取微小电量 $dq = \lambda dl$ ，它在 O 点产生的场强为：

$$dE = \frac{\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda_0 \cos\phi d\phi}{4\pi\epsilon_0 R}$$

它沿 x, y 轴上的二个分量为：

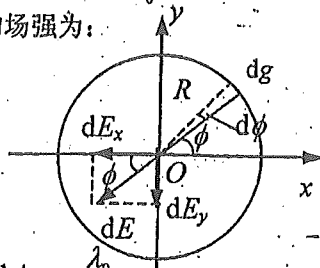
$$dE_x = -dE \cos\phi$$

$$dE_y = -dE \sin\phi$$

对各分量分别求和

$$E_x = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{2\pi} \cos^2\phi d\phi = \frac{\lambda_0}{4\epsilon_0 R}$$

$$E_y = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0 R} \int_0^{2\pi} \sin\phi d(\sin\phi) = 0 \text{ 故 } O \text{ 点的场强为： } \vec{E} = E_x \vec{i} = \frac{\lambda_0}{4\epsilon_0 R} \vec{i}$$

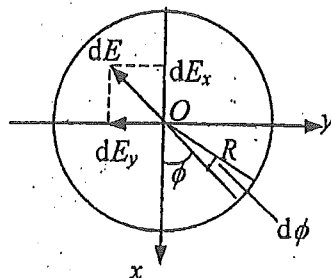


5. 解：将柱面分成许多与轴线平行的细长条，每条可视为“无限长”均匀带电直线，其电荷线密度为 $\lambda = \sigma_0 \cos\phi R d\phi$ ，

它在 O 点产生的场强为：
$$dE = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} = \frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \cos\phi d\phi$$

它沿 x, y 轴上的二个分量为：

$$dE_x = -dE \cos\phi = -\frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \cos^2\phi d\phi$$



$$dE_y = -dE \sin \phi = -\frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \sin \phi \cos \phi d\phi$$

$$\text{积分: } E_x = -\int_0^{2\pi} \frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \cos^2 \phi d\phi = \frac{\sigma_0}{2\epsilon_0}$$

$$E_y = -\int_0^{2\pi} \frac{\sigma_0}{2\pi\epsilon_0} \sin \phi d(\sin \phi) = 0 \quad \therefore \vec{E} = E_x \vec{i} = -\frac{\sigma_0}{2\epsilon_0} \vec{i}$$

6. 解: 设坐标系如图所示. 将半圆柱面划分成许多窄条. dl 宽的窄条的电荷线密度为

$$d\lambda = \frac{\lambda}{\pi R} dl = \frac{\lambda}{\pi} d\theta$$

取位置处的一条, 它在轴线上一点产生的场强为

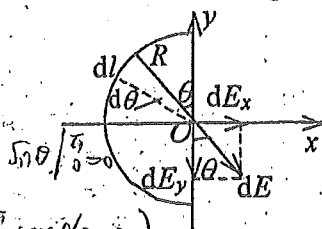
$$dE = \frac{d\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda}{2\pi^2\epsilon_0 R} d\theta$$

如图所示, 它在 x 、 y 轴上的二个分量为:

$$dE_x = dE \sin \theta, \quad dE_y = -dE \cos \theta$$

对各分量分别积分 $E_x = \frac{\lambda}{2\pi^2\epsilon_0 R} \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta = \frac{\lambda}{\pi^2\epsilon_0 R}$ $E_y = 0$

$$\text{场强 } \vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} = \frac{\lambda}{\pi^2\epsilon_0 R} \vec{i}$$



7. 解: 先计算细绳上的电荷在 O 点产生的场强. 选细绳顶端作坐标原点 O , x 轴向下为正. 在 x 处取一电荷元 $dq = \lambda dx = Q dx / (3R)$

$$\text{它在环心处的场强为 } dE_1 = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (4R-x)^2} = \frac{Q dx}{12\pi\epsilon_0 R (4R-x)^2}$$

整个细绳上的电荷在环心处的场强

$$E_1 = \frac{Q}{12\pi\epsilon_0 R} \int_0^{3R} \frac{dx}{(4R-x)^2} = \frac{Q}{16\pi\epsilon_0 R^2}$$

圆环上的电荷分布对环心对称, 它在环心处的场强 $E_2 = 0$

$$\text{由此, 合场强 } \vec{E} = E_1 \vec{i} = \frac{Q}{16\pi\epsilon_0 R^2} \vec{i}$$

方向竖直向下.

8. 解: 两带电平面各自产生的场强分别为:

$$E_A = |\sigma_A| / (2\epsilon_0) \quad \text{方向如图示}$$

$$E_B = \sigma_B / (2\epsilon_0) \quad \text{方向如图示}$$

由叠加原理两面间电场强度为

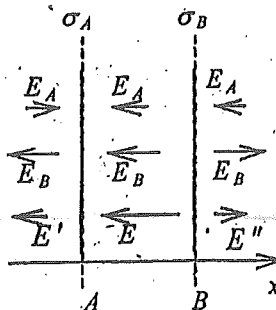
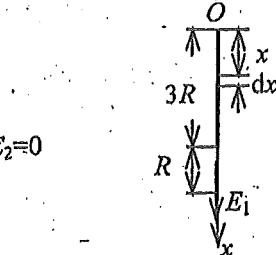
$$E = E_A + E_B = (\sigma_A + \sigma_B) / (2\epsilon_0)$$

$$= 3 \times 10^4 \text{ N/C} \quad \text{方向沿 } x \text{ 轴负方向}$$

$$\text{两面外左侧 } E' = E_B - E_A = (\sigma_B - |\sigma_A|) / (2\epsilon_0)$$

$$= 1 \times 10^4 \text{ N/C} \quad \text{方向沿 } x \text{ 轴负方向}$$

$$\text{两面外右侧 } E'' = 1 \times 10^4 \text{ N/C} \quad \text{方向沿 } x \text{ 轴正方向}$$



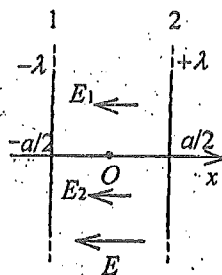
9. 解: (1) 一根无限长均匀带电直线在线外离直线距离 r 处的场强为:

$$E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$$

根据上式及场强叠加原理得两直线间的场强为

$$E = E_1 + E_2 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{\left(\frac{a}{2} - x\right)} + \frac{1}{\left(\frac{a}{2} + x\right)} \right]$$

$$= \frac{2a\lambda}{\pi\epsilon_0(a^2 - 4x^2)}, \quad \text{方向沿 } x \text{ 轴的负方向}$$



(2) 两直线间单位长度的相互吸引力 $F = \lambda E = \lambda^2 / (2\pi\epsilon_0 a)$

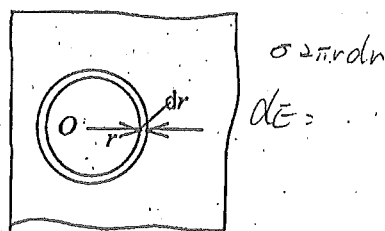
10. 解: 电荷面密度为 σ 的无限大均匀带电平面在任意点的场强大小为 $E = \sigma / (2\epsilon_0)$ $E = \sigma / (2\epsilon_0)$
以图中 O 点为圆心, 取半径为 $r \rightarrow r + dr$ 的环形面积, 其电量为 $dq = \sigma 2\pi r dr$.
它在距离平面为 a 的一点处产生的场强

$$dE = \frac{\sigma a r dr}{2\epsilon_0(a^2 + r^2)^{3/2}}$$

则半径为 R 的圆面积内的电荷在该点的场强为

$$E = \frac{\sigma a}{2\epsilon_0} \int_0^R \frac{r dr}{(a^2 + r^2)^{3/2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + R^2}} \right)$$

由题意, 令 $E = 1/4$, 得到 $R = \sqrt{3}a$



11. 解: 以 O 点作坐标原点, 建立坐标如图所示. 半无限长直线 $A \infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_1 ,

$$\vec{E}_1 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} - \vec{j})$$

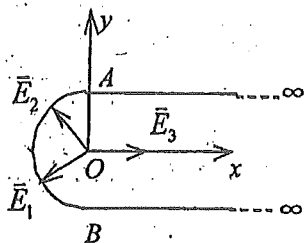
半无限长直线 $B \infty$ 在 O 点产生的场强 \vec{E}_2 ,

$$\vec{E}_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} + \vec{j})$$

半圆弧线段在 O 点产生的场强 \vec{E}_3 ,

$$\vec{E}_3 = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \vec{i}$$

由场强叠加原理, O 点合场强为 $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$



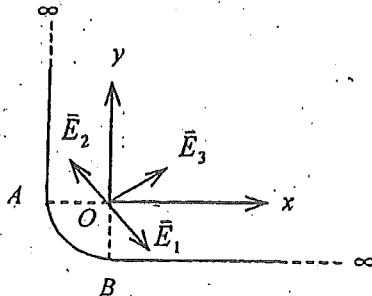
12. 解: 在 O 点建立坐标系如图所示. 半无限长直线 $A \infty$ 在 O 点产生的场强:

$$\vec{E}_1 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\vec{i} - \vec{j})$$

半无限长直线 $B \infty$ 在 O 点产生的场强:

$$\vec{E}_2 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (-\vec{i} + \vec{j})$$

四分之一圆弧段在 O 点产生的场强:



$$\vec{E}_3 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\vec{i} + \vec{j})$$

由场强叠加原理, O 点合场强为: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} (\vec{i} + \vec{j})$

13. 解: 选取圆心 O 为原点, 坐标 Oxy 如图所示, 其中 Ox 轴沿半圆环的对称轴. 在环上任意取一小段圆弧 $dl=Rd\theta$, 其上电荷 $dq=(Qdl)/(\pi R)=(Qd\theta)/\pi$, 它在 O 点

产生的场强为 $dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Qd\theta}{4\pi^2\epsilon_0 R^2}$

在 x 、 y 轴方向的两个分量

$$dE_x = dE \cos\theta = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^2} \cos\theta d\theta$$

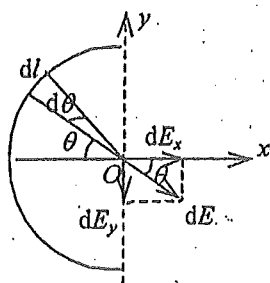
$$dE_y = dE \sin\theta = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^2} \sin\theta d\theta$$

对两个分量分别积分

$$E_x = \int dE_x = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\theta d\theta = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2}$$

$$E_y = \int dE_y = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^2} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \sin\theta d\theta = 0$$

由此得 $\vec{E} = E_x \vec{i} = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} \vec{i}$ \vec{i} 为 x 轴正向的单位矢量.



14. 解: 选取坐标轴 Ox 沿半球面的对称轴, 如图所示. 把半球面分成许多微小宽度的环带, 每一环带之面积 $dS = 2\pi R \sin\theta R d\theta = 2\pi R^2 \sin\theta d\theta$

小环带上带电荷

$$dq = \sigma dS = 2\pi\sigma R^2 \sin\theta d\theta$$

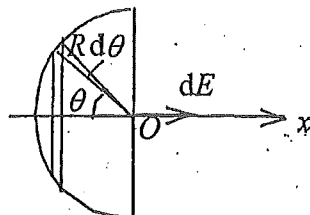
该电荷元在 O 点产生的场强

$$dE = \frac{dqR \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 R^3}$$

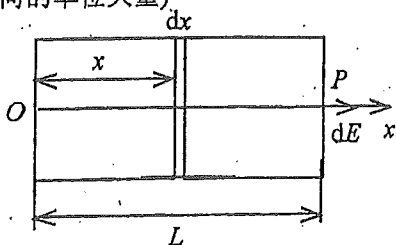
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2\pi\sigma R^2 \sin\theta d\theta}{R^2} \cos\theta = (\sigma \sin\theta \cos\theta d\theta) / (2\epsilon_0)$$

O 点处的总场强 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_0^{\pi/2} \sin\theta d(\sin\theta) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{\sin^2\theta}{2} \Big|_0^{\pi/2} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0}$

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \vec{i} \quad (\vec{i} \text{ 为沿 } x \text{ 轴正方向的单位矢量})$$



15. 解: 以左端面处为坐标原点, x 轴沿轴线向右为正. 在距 O 点为 x 处取宽 dx 的圆环, 其上电荷 $dq=(Qdx)/L$ 小圆环在 P 点产生的电场强度为:



$$dE = \frac{dq(L-x)}{4\pi\epsilon_0 L [R^2 + (L-x)^2]^{3/2}}$$

$$= \frac{Q(L-x)dx}{4\pi\epsilon_0 L [R^2 + (L-x)^2]^{3/2}} = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 L} \frac{d[R^2 + (L-x)^2]}{[R^2 + (L-x)^2]^{3/2}}$$

$$\text{总场强 } E = \int dE = -\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 L} \int \frac{d[R^2 + (L-x)^2]}{[R^2 + (L-x)^2]^{3/2}} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 L} \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + L^2}} \right]$$

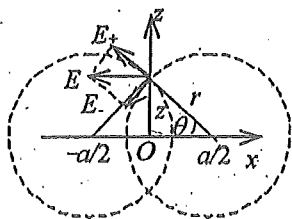
方向沿 x 轴正向。

16. 解: 过 z 轴上任一点 $(0, 0, z)$ 分别以两条带电细线为轴作单位长度的圆柱形高斯面, 如图所示. 按高斯定理求出两带电直线分别在该处产生的场强大小为 $E_{\pm} = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$. 场强方向如图所示. 按场强叠加原理, 该处合场强的大小

$$\text{为 } E = 2E_{\pm} \cos\theta = \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0 r} \cdot \frac{a/2}{r}$$

$$= \frac{2a\lambda}{\pi\epsilon_0 (a^2 + 4z^2)} \quad \text{方向如图所示.}$$

$$\text{或用矢量表示 } \vec{E} = -\frac{2a\lambda}{\pi\epsilon_0 (a^2 + 4z^2)} \vec{i}$$



17. 解: 如图所示, P 点场强为 $\vec{E}_P = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. 建坐标系 Oxy , 则 \vec{E}_P 在 x 、 y 轴方向的分量为

$$E_{Px} = E_{1x} + E_{2x} = 0 + E_2 \sin\alpha$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} \sin\alpha$$

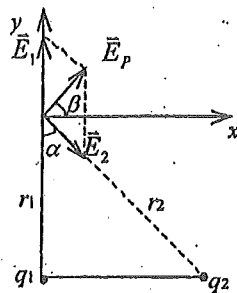
$$E_{Py} = E_{1y} + E_{2y} = E_1 - E_2 \cos\alpha$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1^2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} \cos\alpha$$

$$\text{代入数值得 } E_{Px} = 0.432 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}, \quad E_{Py} = 0.549 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\text{合场强大小 } E_P = \sqrt{E_{Px}^2 + E_{Py}^2} = 0.699 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$\text{方向: } \vec{E}_P \text{ 与 } x \text{ 轴正向夹角 } \beta = \arctg(E_{Py} / E_{Px}) = 51.8^\circ$$

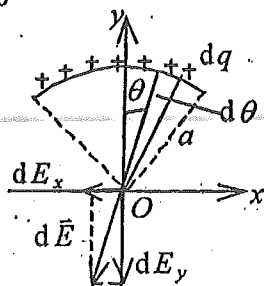


18. 解: 取坐标 xOy 如图, 由对称性可知: $E_x = \int dE_x = 0$

$$dE_y = \frac{-dq}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cos\theta = \frac{-\lambda dl}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cos\theta$$

$$= \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0 a^2} \cos\theta \cdot a d\theta$$

$$E_y = \int_{-\theta_0}^{\theta_0} \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0 a} \cos\theta d\theta$$



$$= \frac{-\lambda}{2\pi\epsilon_0 a} \sin \frac{\theta_0}{2} = \frac{-q}{2\pi\epsilon_0 a^2 \theta_0} \sin \frac{\theta_0}{2}$$

$$\vec{E} = \frac{-q}{2\pi\epsilon_0 a^2 \theta_0} \sin \frac{\theta_0}{2} \vec{j}$$

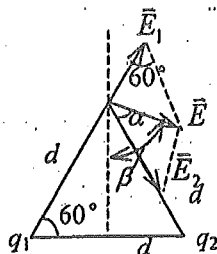
19. 解:

$$E_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 d^2}, \quad E_2 = \frac{|q_2|}{4\pi\epsilon_0 d^2}$$

$\therefore 2q_1 = |q_2|, \quad \therefore 2E_1 = E_2$ 由余弦定理:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 - 2E_1 E_2 \cos 60^\circ} = \sqrt{3} E_1$$

$$= \sqrt{3} \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 d^2} = 3.11 \times 10^6 \text{ V/m}$$



由正弦定理得: $\frac{E}{\sin 60^\circ} = \frac{E_1}{\sin \alpha}, \quad \sin \alpha = \frac{E_1}{E} \sin 60^\circ = \frac{1}{2} = 30^\circ$

$\therefore \vec{E}$ 的方向与中垂线的夹角 $= 60^\circ$, 如图所示.

20. 解:

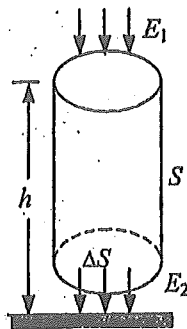
(1) 设电荷的平均体密度为 ρ , 取圆柱形高斯面如图(1)(侧面垂直底面, 底面 S 平行地面)上下底面处的场强分别为 E_1 和 E_2 , 则通过高斯面的电场强度通量为:

$$\oiint \vec{E} \cdot d\vec{S} = E_2 \Delta S - E_1 \Delta S = (E_2 - E_1) \Delta S$$

高斯面 S 包围的电荷 $\Sigma q_i = h \Delta S \rho$

由高斯定理 $(E_2 - E_1) \Delta S = h \Delta S \rho / \epsilon_0$

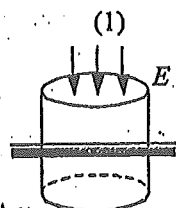
$$\therefore \rho = \frac{1}{h} \epsilon_0 (E_2 - E_1) = 4.43 \times 10^{-13} \text{ C/m}^3$$



(2) 设地面面电荷密度为 σ . 由于电荷只分布在地表面, 所以电力线终止于地面, 取高斯面如图(2)

由高斯定理 $\oiint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \Sigma q_i \quad -E S = \frac{1}{\epsilon_0} \sigma \Delta S$

$$\therefore \sigma = -\epsilon_0 E = -8.9 \times 10^{-10} \text{ C/m}^2$$



21. 解:

设闭合面内包含净电荷为 Q . 因场强只有 x 分量不为零, 故只是二个垂直于 x 轴的平面上电场强度通量不为零. 由高斯定理得:

$$-E_1 S_1 + E_2 S_2 = Q / \epsilon_0 \quad (S_1 = S_2 = S)$$

则 $Q = \epsilon_0 S (E_2 - E_1) = \epsilon_0 S b (x_2 - x_1)$

$$= \epsilon_0 b a^2 (2a - a) = \epsilon_0 b a^3 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}$$

22. 解:

由题意知 $E_x = 200 \text{ N/C}, E_y = 300 \text{ N/C}, E_z = 0$

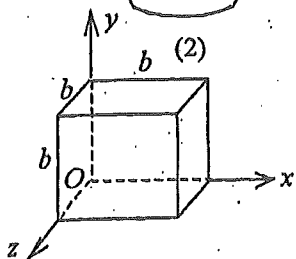
平行于 xOy 平面的两个面的电场强度通量 $\Phi_{e1} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_z S = 0$

平行于 yOz 平面的两个面的电场强度通量 $\Phi_{e2} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_x S = \pm 200 b^2 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$

“+”, “-” 分别对应于右侧和左侧平面的电场强度通量

平行于 xOz 平面的两个面的电场强度通量

$$\Phi_{e3} = \vec{E} \cdot \vec{S} = \pm E_y S = \pm 300 b^2 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$$



“+”，“-”分别对应于上和下面平面的电场强度通量。

23. 解：通过 $x=a$ 处平面 1 的电场强度通量

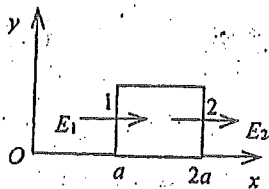
$$\Phi_1 = -E_1 S_1 = -b a^3$$

通过 $x=2a$ 处平面 2 的电场强度通量

$$\Phi_2 = E_2 S_2 = b a^3$$

其它平面的电场强度通量都为零。因而通过该高斯面的总电场强度通量为

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = 2b a^3 - b a^3 = b a^3 = 1 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$$



24. 解：以 P 点为球心， $r = \sqrt{R^2 + h^2}$ 为半径作一球面。可以看出通过半径为 R 的圆平面的电场强度通量与通过以它为周界的球冠面的电场强度通量相等。

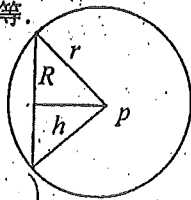
球冠面的面积为 $S = 2\pi r(r-h)$

整个球面积 $S_0 = 4\pi r^2$

通过整个球面的电场强度通量 $\Phi_0 = q/\epsilon_0$

通过球冠面的电场强度通量

$$\Phi = \Phi_0 \frac{S}{S_0} = \frac{q}{\epsilon_0} \cdot \frac{2\pi r(r-h)}{4\pi r^2} = \frac{q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{h}{r}\right) = \frac{q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}\right)$$

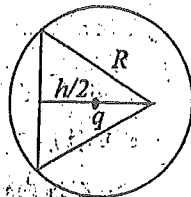


25. 解：以顶点与底面中心连线的中点为球心， $r = \sqrt{R^2 + (h/2)^2}$ 为半径作一球面。可以看出，通过圆锥侧面的电通量(电场强度通量)等于通过整个球面的电通量减去通过以圆锥底面为底的球冠面的电通量。

通过整个球面的电通量 $\Phi_0 = q/\epsilon_0$

通过球冠面的电通量 $\Phi_1 = \Phi_0 S/S_0$

$$= \frac{q}{\epsilon_0} \cdot \frac{2\pi r(r-h/2)}{4\pi r^2} = \frac{q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{h/2}{\sqrt{R^2 + (h/2)^2}}\right)$$



式中 S 为球冠面积 $S = 2\pi r(r-h/2)$ ， S_0 为整球面积。

通过圆锥侧面的电通量为： Φ_2 ， $\Phi_2 = \Phi_0 - \Phi_1$

$$\Phi_2 = \frac{q}{\epsilon_0} - \frac{q}{2\epsilon_0} + \frac{qh}{4\epsilon_0 \sqrt{R^2 + (h/2)^2}} = \frac{q}{2\epsilon_0} \left(1 + \frac{h/2}{\sqrt{R^2 + (h/2)^2}}\right)$$

$$= 9.6 \times 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$$

26. 解：由电荷分布的对称性可知在中心平面两侧离中心平面相同距离处场强均沿 x 轴，大小相等而方向相反。在板内作底面为 S 的高斯柱面 S_1 (右图中厚度放大了)；两底面距离中心平面均为 $|x|$ ，由高

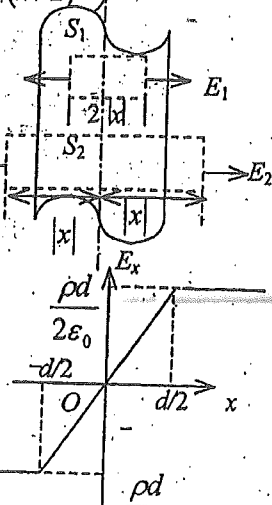
斯定理得 $E_1 \cdot 2S = \rho \cdot 2|x|S/\epsilon_0$

斯定理得 $E_1 \cdot 2S = \rho \cdot 2|x|S/\epsilon_0$

则得 $E_1 = \rho|x|/\epsilon_0$

即 $E_1 = \rho x/\epsilon_0 \quad \left(-\frac{1}{2}d \leq x \leq \frac{1}{2}d\right)$

在板外作底面为 S 的高斯柱面 S_2 两底面距中心平



面均为 $|x|$, 由高斯定理得 $E_2 \cdot 2S = \rho \cdot Sd / \epsilon_0$

$$\text{则得 } E_2 = \rho \cdot d / (2\epsilon_0) \quad \left(|x| > \frac{1}{2}d \right)$$

$$\text{即 } E_2 = \rho \cdot d / (2\epsilon_0) \quad \left(x > \frac{1}{2}d \right), \quad E_2 = -\rho \cdot d / (2\epsilon_0) \quad \left(x < -\frac{1}{2}d \right)$$

$E \sim x$ 图线如图所示.

27. 解: 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为

$$dq = \rho dV = Ar \cdot 4\pi r^2 dr$$

在半径为 r 的球面内包含的总电荷为

$$q = \int \rho dV = \int 4\pi Ar^3 dr = \pi Ar^4 \quad (r \leq R)$$

以该球面为高斯面, 按高斯定理有 $E_1 \cdot 4\pi r^2 = \pi Ar^4 / \epsilon_0$ 得到

$$E_1 = Ar^2 / (4\epsilon_0), \quad (r \leq R)$$

方向沿径向, $A > 0$ 时向外, $A < 0$ 时向里.

在球体外作一半径为 r 的同心高斯球面, 按高斯定理有

$$E_2 \cdot 4\pi r^2 = \pi AR^4 / \epsilon_0$$

$$\text{得到 } E_2 = AR^4 / (4\epsilon_0 r^2), \quad (r > R)$$

方向沿径向, $A > 0$ 时向外, $A < 0$ 时向里.

28. 解: (1) 在球内取半径为 r 、厚为 dr 的薄球壳, 该壳内所包含的电荷为

$$dq = \rho dV = qr \cdot 4\pi r^2 dr / (\pi R^4) = 4qr^3 dr / R^4$$

$$\text{则球体所带的总电荷为 } Q = \int \rho dV = (4q/R^4) \int r^3 dr = q$$

(2) 在球内作一半径为 r_1 的高斯球面, 按高斯定理有

$$4\pi r_1^2 E_1 = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^{r_1} \frac{qr}{\pi R^4} \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{qr_1^4}{\epsilon_0 R^4}$$

$$\text{得 } E_1 = \frac{qr_1^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} \quad (r_1 \leq R), \quad \vec{E}_1 \text{ 方向沿半径向外.}$$

在球体外作半径为 r_2 的高斯球面, 按高斯定理有 $4\pi r_2^2 E_2 = q / \epsilon_0$ 得

$$E_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} \quad (r_2 > R), \quad \vec{E}_2 \text{ 方向沿半径向外.}$$

(3) 球内电势

$$\begin{aligned} U_1 &= \int_{r_1}^R \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} + \int_R^\infty \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_1}^R \frac{qr^2}{4\pi\epsilon_0 R^4} dr + \int_R^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr \\ &= \frac{q}{3\pi\epsilon_0 R} - \frac{qr_1^3}{12\pi\epsilon_0 R^4} = \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R} \left(4 - \frac{r_1^3}{R^3} \right) \quad (r_1 \leq R) \end{aligned}$$

$$\text{球外电势 } U_2 = \int_{r_2}^\infty \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = \int_{r_2}^\infty \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2} \quad (r_2 > R)$$

29. 解: 球形电容器的电容 $C = \frac{4\pi\epsilon_0 ab}{b-a}$

当内外导体间电势差为 U 时, 电容器内外球壳上带电荷 $q = CU = \frac{4\pi\epsilon_0 abU}{b-a}$

电容器内球表面处场强大小为 $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2} = \frac{bU}{a(b-a)}$

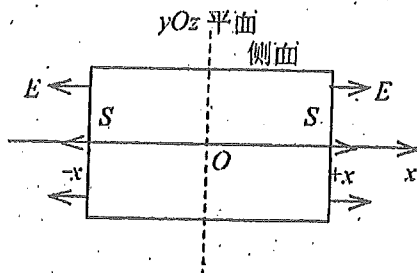
欲求内球表面的最小场强, 令 $dE/da=0$, 则

$$\frac{dE}{da} = bU \left(\frac{1}{a(b-a)^2} - \frac{1}{a^2(b-a)} \right) = 0$$

得到 $a = \frac{b}{2}$ 并有 $\left. \frac{d^2 E}{da^2} \right|_{a=b/2} > 0$

可知这时有最小电场强度 $E_{\min} = \frac{bU}{a(b-a)} = \frac{4U}{b}$

30. 解: 由题意知, 电荷沿 x 轴方向按余弦规律变化, 可以判断场强 \vec{E} 的方向必沿 x 轴方向, 且 \vec{E} 相对 yOz 平面对称分布. 在 $\pm x$ 处作与 x 轴垂直的两个相同的平面 S , 用与 x 轴平行的侧面将其封闭为高斯面, 如图所示.



由高斯定理

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \left(\int \rho dV \right) / \epsilon_0$$

而 $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = 2SE$

$$\int \rho dV = S\rho_0 \int_{-x}^x \cos x dx = 2S\rho_0 \sin x$$

由此 $2SE = 2S\rho_0 \sin x / \epsilon_0$ 得 $E = \rho_0 \sin x / \epsilon_0$

方向可由 E 值正、负确定, $E > 0$ 表示沿 x 轴正向, $E < 0$ 则沿 x 轴负向.

31. 解: (1) 由对称分析知, 平板外两侧场强大小处处相等, 方向垂直于平面且背离平面. 设场强大小为 E , 作一柱形高斯面垂直于平面, 其底面大小为 S , 如图所示.

按高斯定理

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \sum q / \epsilon_0, \text{ 即}$$

$$2SE = \frac{1}{\epsilon_0} \int_0^b \rho S dx = \frac{kS}{\epsilon_0} \int_0^b x dx = \frac{kSb^2}{2\epsilon_0}$$

得到 $E = kb^2 / (4\epsilon_0)$ (板外两侧)

(2) 过 P 点垂直平板作一柱形高斯面, 底面为 S . 设该处场强为 E' , 如图所示. 按

高斯定理有 $(E' + E)S = \frac{kS}{\epsilon_0} \int_0^x x dx = \frac{kSb^2}{2\epsilon_0}$

得到 $E' = \frac{k}{2\epsilon_0} \left(x^2 - \frac{b^2}{2} \right)$ ($0 \leq x \leq b$)

(3) $E'=0$, 必须是 $x^2 - \frac{b^2}{2} = 0$, 可得 $x = b/\sqrt{2}$

32. 解: 挖去电荷体密度为 ρ 的小球, 以形成球腔时的求电场问题, 可在不挖时求出电场 \vec{E}_1 , 而另在挖去处放上电荷体密度为 $-\rho$ 的同样大小的球体, 求出电场 \vec{E}_2 , 并令任意点的场强为此二者的叠加, 即可得 $\vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

在图(a)中, 以 O 点为球心, d 为半径作球面为高斯面 S , 则可求出 O 点与 P

处场强的大小. $\oint_S \vec{E}_1 \cdot d\vec{S} = E_1 \cdot 4\pi d^2 = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{3} d^3 \rho$

有 $E_{1O} = E_{1P} = E_1 = \frac{\rho}{3\epsilon_0} d$ 方向分别如图所示. 在图(b)中, 以 O' 点为小球体的球

心, 可知在 O 点 $E_2=0$. 又以 O' 为心, $2d$ 为半径作球面为高斯面 S' 可求得 P 点场强 E_{2P}

$\oint_{S'} \vec{E}_2 \cdot d\vec{S}' = E_2 \cdot 4\pi (2d)^2$

$= 4\pi r^3 (-\rho) / (3\epsilon_0)$

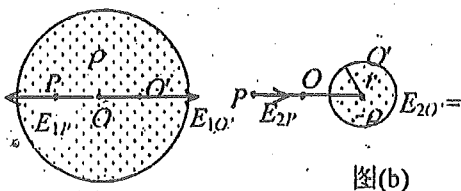
$E_{2P} = \frac{-r^3 \rho}{12\epsilon_0 d^2}$

(1) 求 O 点的场强 \vec{E}_O . 由图(a)、(b) 可得

$E_O = E_{1O} = \frac{\rho d}{3\epsilon_0}$, 方向如图(c)所示.

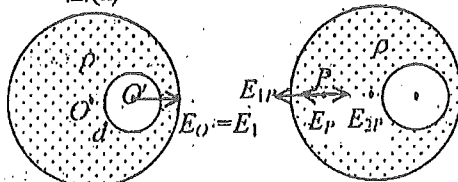
(2) 求 P 点的场强 \vec{E}_P . 由图(a)、(b) 可得

$E_P = E_{1P} + E_{2P} = \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left(d - \frac{r^3}{4d^2} \right)$ 方向如(d)图所示.



图(a)

图(b)



图(c)

图(d)

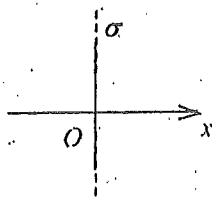
33. 解: 选坐标原点在带电平面所在处, x 轴垂直于平面. 由高斯定理可得场强分布为 $E = \pm \sigma / (2\epsilon_0)$

(式中“+”对 $x > 0$ 区域, “-”对 $x < 0$ 区域. 平面外任意点 x 处电势: 在 $x \leq 0$ 区域

$U = \int E dx = \int \frac{-\sigma}{2\epsilon_0} dx = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0}$

在 $x \geq 0$ 区域

$U = \int E dx = \int \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx = \frac{-\sigma x}{2\epsilon_0}$

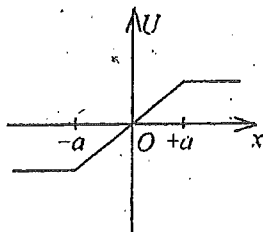


34. 解: 由高斯定理可得场强分布为:

$E = -\sigma/\epsilon_0 \quad -a < x < a$
 $E = 0 \quad -\infty < x < -a, a < x < +\infty$

由此可求电势分布: 在 $-\infty < x \leq -a$ 区间

$U = \int_x^0 E dx = \int_x^{-a} 0 dx + \int_{-a}^0 -\sigma dx/\epsilon_0 = -\sigma a/\epsilon_0$



在 $-a \leq x \leq a$ 区间 $U = \int_x^0 E dx = \int_x^0 \frac{-\sigma}{\epsilon_0} dx = \frac{\sigma x}{\epsilon_0}$

在 $a \leq x < \infty$ 区间 $U = \int_x^0 E dx = \int_x^a 0 dx + \int_a^0 \frac{-\sigma}{\epsilon_0} dx = \frac{\sigma a}{\epsilon_0}$

35. 解: 设点电荷 q 所在处为坐标原点 O , x 轴沿两点电荷的连线.

(1) 设 $\vec{E} = 0$ 的点的坐标为 x' , 则

$$\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 x'^2} \vec{i} - \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 (x' - d)^2} \vec{i} = 0$$

可得 $2x'^2 + 2dx' - d^2 = 0$

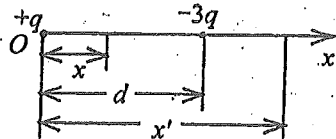
解出 $x' = -\frac{1}{2}(1 + \sqrt{3})d$

另有一解 $x'_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{3} - 1)d$ 不符合题意, 舍去.

(2) 设坐标 x 处 $U = 0$, 则

$$U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 x} - \frac{3q}{4\pi\epsilon_0 (d - x)} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{d - 4x}{x(d - x)} \right] = 0$$

得 $d - 4x = 0, x = d/4$



36. 解: 将题中的电荷分布看作为面密度为 σ 的大平面和面密度为 $-\sigma$ 的圆盘叠加的结果. 选 x 轴垂直于平面, 坐标原点 O 在圆盘中心, 大平面在 x 处产生的场强为

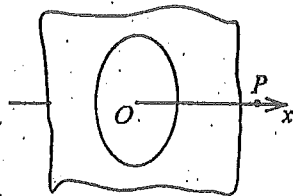
$$\vec{E}_1 = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0 |x|} \vec{i}$$

圆盘在该处的场强为

$$\vec{E}_2 = \frac{-\sigma x}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{|x|} - \frac{1}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right) \vec{i}$$

$$\therefore \vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\sigma x}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}} \vec{i}$$

该点电势为 $U = \int \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{x dx}{\sqrt{R^2 + x^2}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (R - \sqrt{R^2 + x^2})$



37. 解: (1) 取半径为 r 、高为 h 的高斯圆柱面(如图所示). 面上各点场强大小为 E 并垂直于柱面. 则穿过该柱面的电场强度通量为: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = 2\pi r h E$

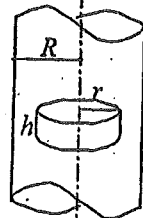
为求高斯面内的电荷, $r < R$ 时, 取一半径为 r' , 厚 dr' 、高 h 的圆筒, 其电荷为

$$\rho dV = 2\pi A h r'^2 dr'$$

则包围在高斯面内的总电荷为

$$\int \rho dV = \int_0^r 2\pi A h r'^2 dr' = 2\pi A h r^3 / 3$$

由高斯定理得 $2\pi r h E = 2\pi A h r^3 / (3\epsilon_0)$



解出 $E = Ar^2 / (3\epsilon_0) \quad (r \leq R)$

$r > R$ 时, 包围在高斯面内总电荷为: $\int \rho dV = \int_0^R 2\pi Ah r'^2 dr' = 2\pi AhR^3 / 3$

由高斯定理 $2\pi rhE = 2\pi AhR^3 / (3\epsilon_0)$, 解出 $E = AR^3 / (3\epsilon_0 r) \quad (r > R)$

(2) 计算电势分布

$r \leq R$ 时
$$U = \int E dr = \int \frac{A}{3\epsilon_0} r^2 dr + \int_R^r \frac{AR^3}{3\epsilon_0} \cdot \frac{dr}{r}$$

$$= \frac{A}{9\epsilon_0} (R^3 - r^3) + \frac{AR^3}{3\epsilon_0} \ln \frac{l}{R}$$

$r > R$ 时
$$U = \int E dr = \int \frac{AR^3}{3\epsilon_0} \cdot \frac{dr}{r} = \frac{\lambda R^3}{3\epsilon_0} \ln \frac{l}{r}$$

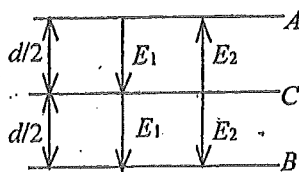
38. 解: 未插导体片时, 极板 A、B 间场强为: $E_1 = V/d$
 插入带电荷 q 的导体片 C 后, 电荷 q 在 C、B 间产生的场强为:

$E_2 = q / (2\epsilon_0 S)$

则 C、B 间合场强为:

$E = E_1 + E_2 = (V/d) + q / (2\epsilon_0 S)$

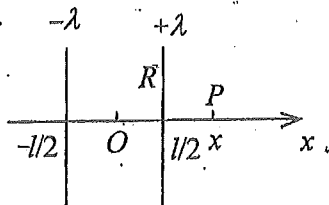
因而 C 板电势为: $U = Ed/2 = [V + qd / (2\epsilon_0 S)] / 2$



39. 解: 设轴线上任意点 P 的坐标为 x , 两带电圆环在 P 点产生的电势分别为:

$$U_+ = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x - l/2)^2 + R^2}}$$

$$U_- = \frac{-\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{(x + l/2)^2 + R^2}}$$

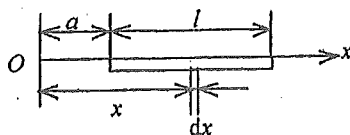


由电势叠加原理, P 点的电势为

$$U = U_+ + U_- = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{\sqrt{(x - l/2)^2 + R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(x + l/2)^2 + R^2}} \right]$$

40. 解: 在任意位置 x 处取长度元 dx , 其上带有电荷 $dq = \lambda_0(x-a)dx$ 它在 O 点产生的电势

$$dU = \frac{\lambda_0(x-a)dx}{4\pi\epsilon_0 x}$$



O 点总电势

$$U = \int dU = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0} \left[\int_a^{a+l} dx - a \int_a^{a+l} \frac{dx}{x} \right] = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0} \left[l - a \ln \frac{a+l}{a} \right]$$

41. 解: 球心处总电势应为两个球面电荷分别在球心处产生的电势叠加, 即

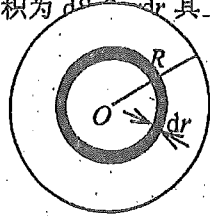
$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4\pi r_1^2 \sigma}{r_1} + \frac{4\pi r_2^2 \sigma}{r_2} \right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} (r_1 + r_2)$$

故得
$$\sigma = \frac{\epsilon_0 U}{r_1 + r_2} = 8.85 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$$

42. 解: 在圆盘上取一半径为 $r \rightarrow r+dr$ 范围的同心圆环, 其面积为 $dS = 2\pi r dr$ 其上电荷为 $dq = 2\pi r \sigma dr$, 它在 O 点产生的电势为

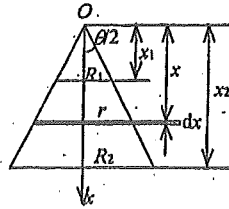
$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\sigma dr}{2\epsilon_0}$$

总电势
$$U = \int_S dU = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \int_0^R dr = \frac{\sigma R}{2\epsilon_0}$$



43. 解: 以顶点 O 作坐标原点, 圆锥轴线为 x 轴向下为正. 在任意位置 x 处取高度为 dx 的小圆环, 其面积为

$$dS = 2\pi r \frac{dx}{\cos \frac{\theta}{2}} = 2\pi \frac{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} x dx$$



其上电荷为
$$dq = \sigma dS = 2\pi\sigma \frac{\operatorname{tg} \frac{\theta}{2}}{\cos \frac{\theta}{2}} x dx$$
 它在 O 点产生的电势为

$$dU = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{r^2 + x^2}} = \frac{2\pi\sigma \frac{\operatorname{tg} \left(\frac{\theta}{2}\right)}{\cos \left(\frac{\theta}{2}\right)} x dx}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{x^2 \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\theta}{2}\right) + x^2}} = \frac{\sigma \operatorname{tg} \left(\frac{\theta}{2}\right) dx}{2\epsilon_0}$$

总电势
$$U = \int dU = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \operatorname{tg} \frac{\theta}{2} \int_{x_1}^{x_2} dx = \frac{\sigma(R_2 - R_1)}{2\epsilon_0}$$

44. 解: 由高斯定理可知空腔内 $E=0$, 故带电球层的空腔是等势区, 各点电势均为 U .

在球层内取半径为 $r \rightarrow r+dr$ 的薄球层. 其电荷为 $dq = \rho 4\pi r^2 dr$

该薄层电荷在球心处产生的电势为 $dU = dq / (4\pi\epsilon_0 r) = \rho r dr / \epsilon_0$

整个带电球层在球心处产生的电势为
$$U_0 = \int dU_0 = \frac{\rho}{\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} r dr = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

因为空腔内为等势区所以空腔内任一点的电势 U 为

$$U = U_0 = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - R_1^2)$$

45. 解: r 处的电势等于以 r 为半径的球面以内的电荷在该处产生的电势 U_1 和球面以外的电荷产生的电势 U_2 之和, 即 $U = U_1 + U_2$, 其中

$$U_1 = q_1 / (4\pi\epsilon_0 r) = \frac{(4\pi/3)(r^3 - R_1^3)\rho}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left(r^2 - \frac{R_1^3}{r} \right)$$

为计算以 r 为半径的球面外电荷产生的电势, 在球面外取 $r' \rightarrow r' + dr'$ 的薄层, 其电荷为 $dq = \rho 4\pi r'^2 dr'$

它对该薄层内任一点产生的电势为 $dU_2 = dq / (4\pi\epsilon_0 r') = \rho r' dr' / \epsilon_0$

$$\text{则 } U_2 = \int dU_2 = \frac{\rho}{\epsilon_0} \int r' dr' = \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - r^2)$$

于是全部电荷在半径为 r 处产生的电势为

$$\begin{aligned} U = U_1 + U_2 &= \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left(r^2 - \frac{R_1^3}{r} \right) + \frac{\rho}{2\epsilon_0} (R_2^2 - r^2) \\ &= \frac{\rho}{6\epsilon_0} \left(3R_2^2 - r^2 - \frac{2R_1^3}{r} \right) \end{aligned}$$

46. 解: 设小水滴半径为 r 、电荷 q ; 大水滴半径为 R 、电荷为 $Q = 27q$. 27 个小水滴聚成大水滴, 其体积相等 $27 \times (4/3)\pi r^3 = (4/3)\pi R^3$

$$\text{得 } R = 3r$$

$$\text{小水滴电势 } U_0 = q / (4\pi\epsilon_0 r)$$

$$\text{大水滴电势 } U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{27q}{4\pi\epsilon_0 (3r)} = 9 \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = 9U_0$$

47. 解: 设坐标原点位于杆中心 O 点, x 轴沿杆的方向, 如图所示. 细杆的电荷线密度 $\lambda = q / (2l)$, 在 x 处取电荷元 $dq = \lambda dx = q dx / (2l)$, 它在 P 点产生的电势为

$$dU_P = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (l + a - x)} = \frac{q dx}{8\pi\epsilon_0 l (l + a - x)}$$

整个杆上电荷在 P 点产生的电势

$$U_P = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \int_{-l}^l \frac{dx}{(l + a - x)} = \frac{-q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln(l + a - x) \Big|_{-l}^l = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln \left(1 + \frac{2l}{a} \right)$$



48. 解: 设坐标原点位于杆中心 O 点, x 轴沿杆的方向, 如图所示. 杆的电荷线密度

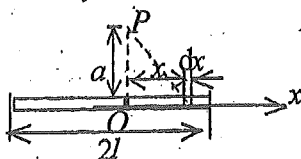
$$\lambda = q / (2l). \text{ 在 } x \text{ 处取电荷元 } dq.$$

$$dq = \lambda dx = q dx / (2l) \text{ 它在 } P \text{ 点产生的电势}$$

$$dU_P = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{q dx}{8\pi\epsilon_0 l \sqrt{a^2 + x^2}}$$

$$U_P = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \int_{-l}^l \frac{dx}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln \left(x + \sqrt{a^2 + x^2} \right) \Big|_{-l}^l$$

$$= \frac{q}{8\pi\epsilon_0 l} \ln \left[\frac{l + \sqrt{a^2 + l^2}}{a} \right]^2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 l} \ln \left[\frac{l + \sqrt{a^2 + l^2}}{a} \right]$$



整个杆上电荷产生的电势

49. 解: (1) 球心处的电势为两个同心带电球面各自在球心处产生的电势的叠加, 即

$$U_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{4\pi r_1^2 \sigma}{r_1} - \frac{4\pi r_2^2 \sigma}{r_2} \right) = \frac{\sigma}{\epsilon_0} (r_1 + r_2)$$

$$\sigma = \frac{U_0 \epsilon_0}{r_1 + r_2} = 8.85 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$$

(2) 设外球面上放电后电荷面密度为 σ' , 则应有

$$U'_0 = \frac{1}{\epsilon_0} (\sigma r_1 + \sigma' r_2) = 0 \quad \text{即} \quad \sigma' = -\frac{r_1}{r_2} \sigma$$

外球面上应变成带负电, 共应放掉电荷

$$q' = 4\pi r_2^2 (\sigma - \sigma') = 4\pi r_2^2 \sigma \left(1 + \frac{r_1}{r_2} \right) = 4\pi \sigma r_2 (r_1 + r_2) = 4\pi \epsilon_0 U_0 r_2 = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$$

50. 解: 设内筒所带电荷线密度为 λ , 则两筒间的场强分布为 $\vec{E} = \frac{\lambda \vec{r}}{2\pi\epsilon_0 r^2}$

两筒间的电势差为

$$U_1 - U_2 = U_0 = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

由此得
$$\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} = \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)}$$

设两筒间任一点(距轴线距离为 r)的电势为 U , 则

有
$$U_1 - U = \int_{R_1}^r \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^r \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r}{R_1}$$

$$U = U_1 - \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r}{R_1} = 2U_0 - \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{r}{R_1} \quad (1)$$

或
$$U - U_2 = \int_r^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_r^{R_2} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{r}$$

$$U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{r} + U_2 = U_0 + \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{r} \quad (2)$$

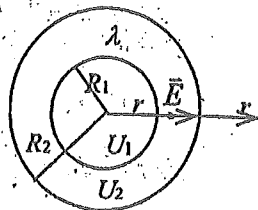
可以证明, (1)、(2) 两式是相等的

$$\begin{aligned} 2U_0 - \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{r}{R_1} &= U_0 + U_0 \left(1 - \frac{\ln(r/R_1)}{\ln(R_2/R_1)} \right) \\ &= U_0 + U_0 \frac{\ln(R_2/R_1) - \ln(r/R_1)}{\ln(R_2/R_1)} = U_0 + \frac{U_0}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{r} \end{aligned}$$

所以两金属圆筒间的电势分布可以用(1)、(2)式表示都可, 只要答一个。

51. 解: 设小球滑到 B 点时相对地的速度为 v , 槽相对地的速度为 V , 小球从 $A \rightarrow B$ 过程中球、槽组成的系统水平方向动量守恒, $mv + MV = 0$ ①

对该系统, 由动能定理 $mgR - EqR = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}MV^2$ ②



①、②两式联立解出 $v = \sqrt{\frac{2MR(mg - qE)}{m(M + m)}}$ 方向水平向右。

$V = -\frac{mv}{M} = -\sqrt{\frac{2mR(mg - qE)}{M(M + m)}}$ 方向水平向左。

小球通过 B 点后，可以到达 C 点。

52. 解：设内球上所带电荷为 Q ，则两球间的电场强度的大小为

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (R_1 < r < R_2)$$

两球的电势差 $U_{12} = \int_{R_1}^{R_2} E dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$

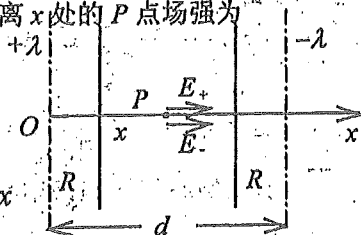
$\therefore Q = \frac{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2 U_{12}}{R_2 - R_1} = 2.14 \times 10^{-9} \text{ C}$

53. 解：设原点 O 在左边导线的轴线上， x 轴通过两导线轴线并与其垂直。在两轴线组成的平面上，在 $R < x < (d - R)$ 区域内，离原点距离 x 处的 P 点场强为

$$E = E_+ + E_- = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x} + \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 (d - x)}$$

则两导线间的电势差

$$\begin{aligned} U &= \int_R^{d-R} E dx = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_R^{d-R} \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{d-x} \right) dx \\ &= \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} [\ln x - \ln(d-x)] \Big|_R^{d-R} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \left(\ln \frac{d-R}{R} - \ln \frac{R}{d-R} \right) \\ &= \frac{\lambda}{\pi\epsilon_0} \ln \frac{d-R}{R} \end{aligned}$$



54. 解：(1) $A_1 = \int \vec{F} \cdot d\vec{S} = qEab \cos 90^\circ = 0$

(2) $A_2 = \int \vec{F} \cdot d\vec{S} = qEac \cos 180^\circ = -1 \times 10^{-3} \text{ J}$

(3) $A_3 = \int \vec{F} \cdot d\vec{S} = qEad \sin 45^\circ = 2.3 \times 10^{-3} \text{ J}$

55. 解：(1) 电偶极子在均匀电场中所受力矩为 $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$

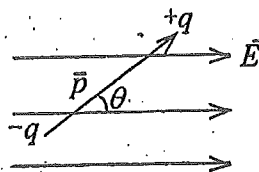
其大小 $M = pE \sin \theta = qlE \sin \theta$

当 $\theta = \pi/2$ 时，所受力矩最大；

$$M_{\max} = qlE = 2 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$

(2) 电偶极子在力矩作用下，从受最大力矩的位置转到平衡位置 ($\theta = 0$) 过程中，电场力所作的功为

$$A = \int_{\pi/2}^0 -M d\theta = -qlE \int_{\pi/2}^0 \sin \theta d\theta = qlE = 2 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$$



56. 解：设 x 轴沿细线方向，原点在球心处，在 x 处取线元 dx ，其上电荷为 $dq' = \lambda dx$ ，

该线元在带电球面的电场中所受电场力为： $dF = q\lambda dx / (4\pi\epsilon_0 x^2)$

整个细线所受电场力为:

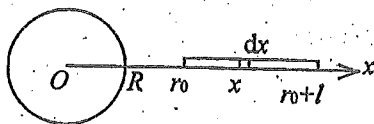
$$F = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_0}^{r_0+l} \frac{dx}{x^2} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0 r_0 (r_0+l)} \text{ 方向沿 } x \text{ 正方向.}$$

电荷元在球面电荷电场中具有电势能:

$$dW = (q\lambda dx) / (4\pi\epsilon_0 x)$$

整个线电荷在电场中具有电势能:

$$W = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_0}^{r_0+l} \frac{dx}{x} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_0+l}{r_0}\right)$$



57. 解: 当加电势差 U 天平达到新的平衡时, 电容器上极板所受电场力与右端秤盘中砝码所受的重力相等, 即 $F_e = mg$.

而电场力 $F_e = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q = \frac{\sigma^2 S}{2\epsilon_0}$ 又因 $\frac{\sigma}{\epsilon_0} d = U$

$$\therefore F_e = \frac{S}{2\epsilon_0} \left(\frac{U}{d} \epsilon_0\right)^2 = \frac{SU^2 \epsilon_0}{2d^2} = mg$$

从而得 $U = d \sqrt{\frac{2mg}{\epsilon_0 S}}$

58. 解: 设 B 上带正电荷, 内表面上电荷线密度为 λ_1 , 外表面上电荷线密度为 λ_2 , 而 A 、 C 上相应地感应等量负电荷, 如图所示. 则 A 、 B 间场强分布为

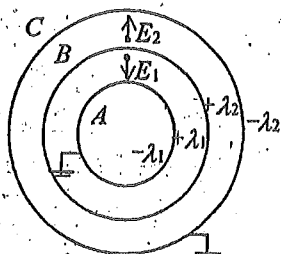
$E_1 = \lambda_1 / 2\pi\epsilon_0 r$, 方向由 B 指向 A 、 C 间场强分布为

$E_2 = \lambda_2 / 2\pi\epsilon_0 r$, 方向由 B 指向 C

B 、 A 间电势差 $U_{BA} = \int_{R_b}^{R_a} \vec{E}_1 \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_b}^{R_a} \frac{dr}{r} = -\frac{\lambda_1}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_b}{R_a}$

B 、 C 间电势差 $U_{BC} = \int_{R_b}^{R_c} \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_b}^{R_c} \frac{dr}{r} = -\frac{\lambda_2}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_c}{R_b}$

因 $U_{BA} = U_{BC}$, 得到 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\ln(R_c / R_b)}{\ln(R_b / R_a)}$



59. 解: (1) 设外力做功为 A_F 电场力做功为 A_e , 由动能定理: $A_F + A_e = \Delta E_K$

则 $A_e = \Delta E_K - A_F = -1.5 \times 10^{-5} \text{ J}$

(2) $A_e = \vec{F}_e \cdot \vec{S} = -F_e S = -qES$

$E = A_e / (-qS) = 10^5 \text{ N/C}$

60. 解: 设无穷远处为电势零点, 则 A 、 B 两点电势分别为

$$U_A = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + 3R^2}} = \frac{\lambda}{4\epsilon_0} \quad U_B = \frac{\lambda R}{2\epsilon_0 \sqrt{R^2 + 8R^2}} = \frac{\lambda}{6\epsilon_0}$$

q 由 A 点运动到 B 点电场力做功 $A = q(U_A - U_B) = q\left(\frac{\lambda}{4\epsilon_0} - \frac{\lambda}{6\epsilon_0}\right) = \frac{q\lambda}{12\epsilon_0}$

注: 也可以先求轴线上一点场强, 用场强线积分计算.

61. 解: 设导线上的电荷线密度为 λ , 与导线同轴作单位长度的、半径为 r 的(导线半径 $R_1 < r <$ 圆筒半径 $R_2 =$ 高斯圆柱面, 则按高斯定理有 $2\pi r E = \lambda / \epsilon_0$.

得到 $E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$ ($R_1 < r < R_2$)

方向沿半径指向圆筒. 导线与圆筒之间的电势差

$$U_{12} = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

则 $E = \frac{U_{12}}{r \ln(R_2 / R_1)}$ 代入数值, 则:

(1) 导线表面处 $E_1 = \frac{U_{12}}{R_1 \ln(R_2 / R_1)} = 2.54 \times 10^6 \text{ V/m}$

(2) 圆筒内表面处 $E_2 = \frac{U_{12}}{R_2 \ln(R_2 / R_1)} = 1.70 \times 10^4 \text{ V/m}$

62. 解: 与阴极同轴作半径为 r ($R_1 < r < R_2 =$ 的单位长度的圆柱形高斯面, 设阴极上电荷线密度为 λ . 按高斯定理有 $2\pi r E = \lambda / \epsilon_0$ 得到 $E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$ ($R_1 < r < R_2$) 方向沿半径指向轴线. 两极之间电势差

$$U_A - U_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

得到 $\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} = \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)}$, 所以 $E = \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)} \cdot \frac{1}{r}$.

在阴极表面处电子受电场力的大小为

$$F = eE(R_1) = e \frac{U_B - U_A}{\ln(R_2 / R_1)} \cdot \frac{1}{R_1} = 4.37 \times 10^{-14} \text{ N}$$

方向沿半径指向阳极.

63. 解: 用电势叠加原理可导出电偶极子在空中任意点的电势 $U = \vec{p} \cdot \vec{r} / (4\pi\epsilon_0 r^3)$

式中 \vec{r} 为从电偶极子中心到场点的矢径. 于是知 A 、 B 两点电势分别为

$$U_A = -p / (4\pi\epsilon_0 R^2) \quad U_B = p / (4\pi\epsilon_0 R^2) \quad (p = |\vec{p}|)$$

q 从 A 移到 B 电场力作功(与路径无关)为 $A = q(U_A - U_B) = -qp / (2\pi\epsilon_0 R^2)$

64. 解: 均匀带电球面内的电势等于球面上的电势. 球面外的电势相当于电荷集中在球上的点电荷的电势. 由此, 按电势叠加原理

球心 O_1 处的电势为: $U_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d}$

球心 O_2 处的电势为: $U_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$

则 O_1 、 O_2 间的电势差为: $U_{12} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{d} \right) = \frac{Q(d - R)}{2\pi\epsilon_0 R d}$

65. 解: 电偶极子在该位置时受电场作用的顺时针转向力矩 $M = pE \sin\theta$ 用同样大小的外力矩 $M' = M$ 克服电场力矩做功

$$A = \int_0^{2\pi} M' d\theta = pE \int_0^{2\pi} \sin\theta d\theta = pE[\cos\theta - \cos(\theta + \pi)] = 2pE\cos\theta$$

66. 解：电子在电场中作斜抛运动，忽略重力，在竖直方向上有：

$$a_y = -eE/m$$

$$v_y = v_0 \sin\theta - eEt/m$$

$$y = v_0 t \sin\theta - \frac{1}{2} eEt^2$$

电子上升至最高点的条件是 $v_y = 0$ ，于是有： $v_0 \sin\theta - eEt/m = 0$

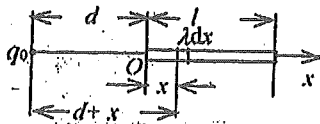
67. 解：选杆的左端为坐标原点， x 轴沿杆的方向。在 x 处取一电荷元 λdx ，它在点电荷

$$\text{所在处产生场强为：} dE = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(d+x)^2}$$

整个杆上电荷在该点的场强为：

$$E = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int_0^l \frac{dx}{(d+x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 d(d+l)}$$

$$\text{点电荷 } q_0 \text{ 所受的电场力为：} F = \frac{q_0 \lambda l}{4\pi\epsilon_0 d(d+l)} = 0.90 \text{ N. 沿 } x \text{ 轴负向}$$

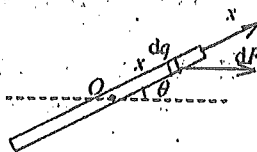


68. 解：取棒的中点为坐标原点， x 轴沿棒的方向。在 x 处取一电荷元 $dq = \lambda dx$ 。

该电荷元在电场中受力为： $dF = Edq = Q\lambda dx / (\epsilon_0 S)$

对 O 点的力矩为： $dM = x \sin\theta dF = Q\lambda \sin\theta x dx / (\epsilon_0 S)$

$$\text{总力矩 } M = \frac{2Q\lambda \sin\theta}{\epsilon_0 S} \int_0^{l/2} x dx = \frac{Q\lambda l^2 \sin\theta}{4\epsilon_0 S}$$



69. 解：选左棒的左端为坐标原点 O ， x 轴沿

棒方向向右，在左棒上 x 处取线元 dx ，其电荷为 $dq = \lambda dx$ ，它在右棒的 x' 处产生

$$\text{的场强为：} dE = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(x'-x)^2}$$

整个左棒在 x' 处产生的场强为：

$$E = \int_0^l \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0(x'-x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x'-l} - \frac{1}{x'} \right)$$

右棒 x' 处的电荷元 dx' 在电场中受力为：

$$dF = E\lambda dx' = \frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{x'-l} - \frac{1}{x'} \right) dx'$$

整个右棒在电场中受力为：

$$F = \frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0} \int_l^{3l} \left(\frac{1}{x'-l} - \frac{1}{x'} \right) dx' = \frac{\lambda^2}{4\pi\epsilon_0} \ln \frac{4}{3}, \text{ 方向沿 } x \text{ 轴正向.}$$

左棒受力

$$F' = -F$$

70. 解：应用动能定理，电场力作功等于粒子动能增量，即 $q \int_0^{m-l} \vec{E}_0 \cdot d\vec{l} = qEl = \frac{1}{2} mv^2$

无限大带电平面的场强为： $E = \sigma / (2\epsilon_0)$

由以上二式得

$$v = \sqrt{\sigma ql / (\epsilon_0 m)}$$

71. 解: 应用动能定理, 电场力做功等于粒子的动能增量 $qEl = \frac{1}{2}mv^2 - 0$

无限大带电平面的电场强度为: $E = \sigma / (2\epsilon_0)$

由以上两式得 $\sigma = \epsilon_0 mv^2 / (ql)$

72. 解: 因重力和电场力都是保守力, 小球从顶点 B 到达底部 C 点过程中能量守恒.

$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h} + mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 h \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$\therefore v = \left[\frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 mh} (\operatorname{tg} \alpha - 1) + 2gh \right]^{1/2}$$

73. 解: 带电粒子处在 h 高度时的静电势能为 $W_1 = \frac{\lambda q R}{2\epsilon_0 (h^2 + R^2)^{1/2}}$

到达环心时的静电势能为 $W_2 = \lambda q / (2\epsilon_0)$

据能量守恒定律 $\frac{1}{2}mv_2^2 + W_2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh + W_1$

以上三式联立求解得到 $v_2 = \left[v_1^2 + 2gh - \frac{\lambda q R}{m\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{h^2 + R^2}} \right) \right]^{1/2}$

74. 解: 质子在电场中受到一与运动方向相反的力, 其大小为 $F = eE$
当质子到达离 O 点最大距离 S 时, $v = 0$, 静电力做功 $-eES$, 因而有

$$0 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -eES$$

得到 $S = mv_0^2 / (2eE) = 1.74 \text{ m}$

75. 解: 应用高斯定理, 得两柱面间场强大小为 $E = \lambda / (2\pi\epsilon_0 r)$

其方向沿半径指向轴线. 设质点作圆周运动的轨道半径为 r , 则带电粒子所受静电力为

$$F_e = qE = (q\lambda) / (2\pi\epsilon_0 r)$$

此力作为向心力, 按牛顿第二定律 $q\lambda / (2\pi\epsilon_0 r) = mv^2 / r$

解出 $v = \sqrt{\frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0 m}}$

76. 解: 设试验电荷置于 x 处所受合力为零, 即该点场强为零.

$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 (x-1)^2} + \frac{-2q}{4\pi\epsilon_0 (x+1)^2} = 0$$

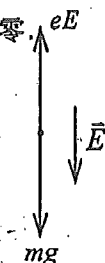
得 $x^2 - 6x + 1 = 0, x = (3 \pm 2\sqrt{2}) \text{ m}$

因 $x = 3 - \sqrt{2}$ 点处于 $q, -2q$ 两点电荷之间, 该处场强不可能为零.

故舍去. 得 $x = (3 + 2\sqrt{2}) \text{ m}$

77. 解: 两点电荷同号, 故试验电荷只有放在此两点电荷连线的中间, 才有可能合力为零, 即该处合场强为零.

$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 x^2} - \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 (l-x)^2} = 0$$



得 $x^2 + 2l - l^2 = 0, x = -l \pm \sqrt{2}l$

得 $x = (\sqrt{2} - 1)l, [x = (-\sqrt{2} - 1)l < 0 \text{ 舍去}]$

78. 解: AB 连线中点的电势 $U = 0$, P 点电势

$$U_p = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(3d/4)} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(d/4)} = -\frac{8Q}{4\pi\epsilon_0(3d)}$$

移动电荷 q 由 AB 中点到 P 点电场力作功

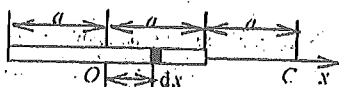
$$A = q(U_0 - U_p) = \frac{8Qq}{4\pi\epsilon_0(3d)}$$

按动能定理: $\frac{8Qq}{4\pi\epsilon_0(3d)} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

带电粒子到达 P 点的速度 $v = \sqrt{\frac{4Qq}{3\pi\epsilon_0 md} + v_0^2}$

79. 解: (1) 在杆上取线元 dx , 其上电荷 $dq = Qdx / (2a)$ 设无穷远处电势为零, dq 在 C 点处产生的电势

$$dU = \frac{Q dx / (2a)}{4\pi\epsilon_0(2a - x)}$$



整个带电杆在 C 点产生的电势

$$U = \int dU = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \int_0^a \frac{dx}{2a - x} = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a} \ln 3$$

带电粒子在 C 点时, 它与带电杆相互作用电势能为 $W = qU = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a)$

(2) 带电粒子从 C 点起运动到无限远处时, 电场力作功, 电势能减少, 粒子动能增加.

$$\frac{1}{2}mv_\infty^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = qQ \ln 3 / (8\pi\epsilon_0 a)$$

由此得粒子在无限远处的速率 $v_\infty = \left[\frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 am} \ln 3 + v_0^2 \right]^{1/2}$

80. 解: 电子在两圆筒间绕轴线作匀速圆周运动应满足条件 $mv^2 / r = eE$ 由此得

$$E = mv^2 / (er)$$

两筒间电势差 $U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \frac{mv^2}{e} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{mv^2}{e} \ln \frac{R_2}{R_1} = 35.5 \text{ V}$

81. 解: 电子在电场和重力场中受力平衡, 即 $eE - mg = 0$

由此得

$$E = mg / e = 5.6 \times 10^{11} \text{ N/C}$$

电子带负电荷, 故场强方向为垂直向下.

82. 解: 设无穷远处为电势零点, 则两粒子在相距 $r_1 (= 1 \text{ nm})$ 时的静电势能为

$$W_p = 2e^2 / (4\pi\epsilon_0 r_1)$$

两粒子在电场力 (保守力) 作用下运动到 $r \rightarrow \infty$ 时, 势能转化为动能, 系统不受外力作用, 动量守恒

$$m_p v = m_a v' = 0$$

由此得

$$v' = (m_p / m_a) v$$

则
$$\frac{1}{2} m_p v^2 + \frac{1}{2} m_a \left[\frac{m_p}{m_a} v \right]^2 = \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1}$$

$$\frac{1}{2} m_p v^2 + \left[1 + \frac{m_p}{m_a} \right] = \frac{2e^2}{4\pi\epsilon_0 r_1}$$

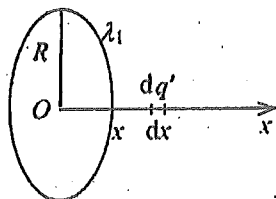
得到
$$\frac{1}{2} m_p v^2 = 3.69 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\frac{1}{2} m_a v'^2 = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} m_p v^2 = 9.2 \times 10^{-20} \text{ J}$$

83. 解: 设坐标原点在圆环中心, x 轴沿圆环轴线方向如图. 在圆环上取一电荷元 $dq = \lambda_1 dl$. 它在轴线上 x 处产生场强

$$dE = \frac{\lambda_1 dl}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + R^2)}$$

其沿 x 轴方向的分量 $dE_x = \frac{\lambda_1 x dl}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}}$



场强的 x 轴方向总分量

$$E_x = \frac{\lambda_1 x}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}} \int_0^{2\pi R} dl = \frac{\lambda_1 R x}{2\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}}$$

场强的垂直 x 轴方向的分量, 因对称分布, 总分量为零, 故 $E = E_x$.

在 x 处取一电荷元 $dq' = \lambda_2 dx$, 它受到的电场力为

$$dF = E_x dq' = \frac{\lambda_1 R x}{2\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}} \cdot \lambda_2 dx = \frac{\lambda_1 \lambda_2 R x dx}{2\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}}$$

线段受到的总力
$$F = \frac{\lambda_1 \lambda_2 R}{4\epsilon_0} \int_0^l \frac{d(x^2 + R^2)}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$= \frac{\lambda_1 \lambda_2 R}{4\epsilon_0} \left[-\frac{2}{(x^2 + R^2)^{1/2}} \right]_0^l = \frac{\lambda_1 \lambda_2 R}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{R} - \frac{1}{(l^2 + R^2)^{1/2}} \right]$$

84. 解: 由动能定理 $e(U_2 - U_1) = \frac{1}{2} m v_0^2$ 得 $v_0 = \sqrt{\frac{2e(U_2 - U_1)}{m}}$

设平行板间电压为 $U_A - U_B$, 则两板间场强为

$$E = (U_A - U_B) / d \quad \text{方向朝下}$$

电子在电场中受力为 $F = eE = e(U_A - U_B) / d$ 方向朝上

按牛顿第二定律, 电子在该方向有加速度 $a = F / m = e(U_A - U_B) / (md)$

在此方向上的位移
$$\frac{1}{2} d = \frac{1}{2} a t^2$$

要使电子不飞出三板间, 该时间 t 应满足 $t = \sqrt{\frac{d}{a}} \leq \frac{b}{v_0}$

将上式结果代入, 得到 $U_A - U_B \geq 2 \left(\frac{d}{b} \right)^2 (U_2 - U_1) = 4000 \text{ V}$

85. 解: 带电粒子受电场力 $F = qE$, 由静止释放作匀加速直线运动. 由牛顿第二定律得

$$a = qE/m$$

由匀加速运动公式 $v^2 = 2aS = 2qES/m$

则在位移大小为 S 时粒子的动能: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = qES$

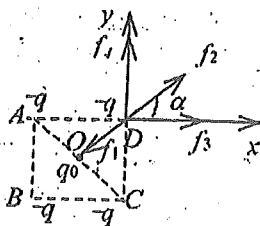
86. 解: 如图所示, 由于对称分布, 放在中心处的 q_0 无论电荷多少都能取得平衡. 因四个定点上的电荷受力情况相同, 因此只需考虑任一顶点上的电荷受力情况. 例如考虑 D 点处的电荷, 顶点 A 、 B 、 C 及中心处的电荷所激发的电场对 D 点电荷的作用力的大小分别为:

$$f_1 = qE_0 = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0(\sqrt{2}a/2)^2} = \frac{qq_0}{2\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$f_2 = qE_B = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(\sqrt{2}a)^2} = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$f_3 = qE_A = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$f_4 = qE_C = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$$



各力方向如图所示, $\alpha = 45^\circ$. D 处电荷的受力平衡条件为:

$$\sum f_x = 0, \quad \sum f_y = 0$$

用 $\sum f_x = f_3 + f_2 \cos \alpha - f_1 \cos \alpha = 0$

将 f_1, f_2, f_3 式代入上式化简得: $q_0 = (1 + 2\sqrt{2})q/4 = 0.957q$

87. 解: 设无限远处为电势零点, 则 A 、 B 两点的电势为:

$$U_A = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} \right)$$

代入 $r_1 = 4 \text{ m}$, $r_2 = 1 \text{ m}$ 得 $U_A = -63 \text{ V}$

$$U_B = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1'} + \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2'} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r_1'} + \frac{q_2}{r_2'} \right)$$

代入 $r_1' = 1 \text{ m}$, $r_2' = 4 \text{ m}$ 得 $U_B = 153 \text{ V}$

电子在运动过程中, 电势能减少, 动能增加 $\frac{1}{2}m_e v^2 = -e(U_A - U_B)$

$$v = \sqrt{\frac{-2e(U_A - U_B)}{m_e}} = 8.71 \times 10^6 \text{ m/s}$$

88. 解: 由高斯定理求得两球壳间的场强为 $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ ($R_1 < r < R_2$)

方向沿半径指向内球壳. 电子在电场中受电场力的大小为

$$F = eE = \frac{eq}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

方向沿半径指向外球壳. 电子自内球壳到外球壳电场力做功为

$$A = \int_{R_1}^{R_2} F dr = \frac{eq}{4\pi\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{eq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{eq(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}$$

由动能定理 $\frac{1}{2} m_e v^2 = \frac{eq(R_2 - R_1)}{4\pi\epsilon_0 R_1 R_2}$

得到 $v = \sqrt{\frac{eq(R_2 - R_1)}{2\pi\epsilon_0 R_1 R_2 m_e}} = 1.98 \times 10^7 \text{ m/s}$

89. 解: 电偶极子在点电荷的电场中受力分析如图所示. 电偶极子的正、负电荷受到的电场力分别为 \vec{F}_+ 、 \vec{F}_- , 其大小为:

$$F_+ = F_- = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + l^2/4)} \quad (\text{或 } \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 x^2})$$

电偶极子所受合力为: $\vec{F} = 2 \cdot \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + l^2/4)} \cdot \frac{l/2}{\sqrt{x^2 + l^2/4}} \vec{j}$
 $= \frac{Qql}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + l^2/4)^{3/2}} \vec{j} \quad (\text{或 } = \frac{Qql}{4\pi\epsilon_0 x^3} \vec{j})$

其加速度为: $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{Qql}{4\pi\epsilon_0 m (x^2 + l^2/4)^{3/2}} \vec{j} \approx \frac{Q\vec{p}_e}{4\pi\epsilon_0 m x^3}$

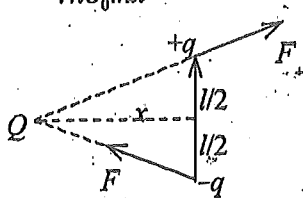
电偶极子所受力偶矩为:

$$\vec{M} = \vec{p}_e \times \vec{E} = -\frac{qlQ}{4\pi\epsilon_0 x^2} \vec{k}$$

电偶极子对通过其中心的轴的转动惯量为:

$$J = \frac{ml^2}{4}$$

则它的角加速度为: $\vec{\alpha} = \frac{\vec{M}}{J} = \frac{-qQ}{\pi\epsilon_0 mlx^2} \vec{k}$



90. 解: 按高斯定理可求得球体内的电场强度 E_1 , $E_1 = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \quad (r \leq R)$

球体外的电场强度 E_2 , $E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (r > R)$

用场强的线积分求得球心 O 点的电势 U_0 ,

$$U_0 = \int_0^R E_1 dr + \int_R^\infty E_2 dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^3} \int_0^R r dr + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_R^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{3Q}{8\pi\epsilon_0 R}$$

球外离球心 r 处的电势 U_r , $U_r = \int E_2 dr = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \int_r^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$

点电荷从距球心 r 处到达球心处电场力作功为

$$A = q(U_r - U_0) = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 Rr} (2R - 3r)$$

根据动能定理 $A = E_{k2} - E_{k1} = -E_{k1}$ (按题意设 $E_{k2} = 0$)

则 $E_{k1} = -A = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 Rr} (3r - 2R)$

91. 解: 设质子原先离重核很远, 相对于最小距离 r , 可以认为在无限远处. 在前后两种距离下, 能量守恒, 即

$$\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \quad (1)$$

动量矩守恒, 即 $mv r = mv_0 b$ (2)
由此得 $v = bv_0 / r$

代入(1)式, 经整理后得到 $r^2 - \frac{Ze^2}{2\pi\epsilon_0 mv_0^2} r - b^2 = 0$

由上式解出 $r = \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 mv_0^2} + \sqrt{\left(\frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 mv_0^2}\right)^2 + b^2}$

(另一解 r 为负值, 不符合要求)

92. 解: 沿棒方向取坐标 Ox , 原点 O 在棒中心处. 求 P 点场强:

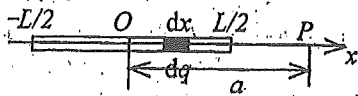
$$dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2} = \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2}$$

$$E = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 (a-x)^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left. \frac{1}{a-x} \right|_{-L/2}^{L/2} = \frac{Q}{\pi\epsilon_0 (4a^2 - L^2)}$$

方向沿 x 轴正向. 点电荷受力:

$$F = qE = \frac{qQ}{\pi\epsilon_0 (4a^2 - L^2)}$$

方向沿 x 轴正方向.



93. 解: 带电圆盘在轴线上 $x < 0$ 各点的场强为

$$E = -\sigma \left[1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right] / 2\epsilon_0,$$

$$F = -qE = q\sigma \left[1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right] / 2\epsilon_0 \quad (1) \text{ 方向指向圆板.}$$

$$F = ma \quad (2)$$

由(1), (2) 式得 $a = q\sigma \left[1 + x / \sqrt{R^2 + x^2} \right] / 2m\epsilon_0$

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \frac{dv}{dx}$$

$$\int_{v_0}^v v dv = \int_b^x \frac{q\sigma}{2m\epsilon_0} \left[1 + \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}} \right] dx$$

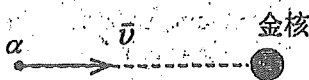
$$\frac{1}{2}(v^2 - v_0^2) = \frac{q\sigma}{2m\epsilon_0} \left[x + \sqrt{R^2 + x^2} \right]_{-b}^0$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{q\sigma}{m\epsilon_0} (R + b - \sqrt{R^2 + b^2}) \quad v = \sqrt{v_0^2 + \frac{q\sigma}{m\epsilon_0} (R + b - \sqrt{R^2 + b^2})}$$

94. 解: 设粒子能达到与金核相距 r 的距离, 则:

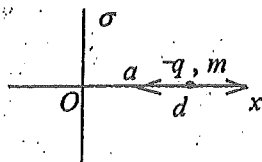
$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0 r} \cdot 2e$$

$$r = \frac{Ze^2}{\pi\epsilon_0 mv^2} = 4.24 \times 10^{-14} \text{ m}$$



95. 解: 如图, 建立坐标轴 Ox 垂直于带电平面.

粒子受力的大小为: $F = Eq = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q$



据牛顿第二定律 $F = \sigma q / (2\epsilon_0)$ 有 $a = \sigma q / (2m\epsilon_0)$

粒子均匀加速地向带电平面运动. 穿过平面后. 作匀减速运动, 运动到 $x = -d$ 处再返回. 然后来回振动.

又 $d = \frac{1}{2}at^2$, $t = \sqrt{2d/a}$

$$T = 4t = 4\sqrt{2d/a} = 8\sqrt{m\epsilon_0 d / (\sigma q)}$$

96. 解: (1) 两导体球壳接地, 壳外无电场. 导体球 A 、 B 外的电场均呈球对称分布. 今先比较两球外场强的大小. 击穿首先发生在场强最大处. 设击穿时, 两导体球 A 、 B 所带的电荷分别为 Q_1 、 Q_2 . 由于 A 、 B 用导线连接, 故两者等电势, 即满足:

$$\frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{-Q_1}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} + \frac{-Q_2}{4\pi\epsilon_0 R} \quad \text{代入数据解得} \quad \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{7}$$

两导体表面上的场强最强, 其最大场强之比为

$$\frac{E_{1\max}}{E_{2\max}} = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 R_1^2} / \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} = \frac{Q_1 R_2^2}{Q_2 R_1^2} = \frac{4}{7}$$

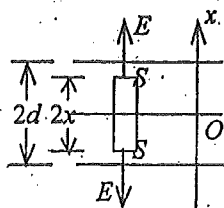
B 球表面处的场强最大, 这里先达到击穿场强而击穿, 即

$$E_{2\max} = \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2^2} = 3 \times 10^6 \text{ V/m}$$

(2) 由 $E_{2\max}$ 解得 $Q_2 = 3.3 \times 10^{-4} \text{ C}$ $Q_1 = \frac{1}{7}Q_2 = 0.47 \times 10^{-4} \text{ C}$

击穿时两球所带的总电荷为 $Q = Q_1 + Q_2 = 3.77 \times 10^{-4} \text{ C}$

97. 解: 选 x 轴垂直导体板, 原点在中心平面上, 作一底面为 S 、长为 $2x$ 的柱形高斯面, 其轴线与 x 轴平行, 上下底面与导体板平行且与中心平面对称. 由电荷分布知电场分布与中心平面对称. 设底面处场强大小为 E . 应用高斯



定理:

$$2SE = \sum q/\epsilon_0 = 2nqSx/\epsilon_0$$

得 $E = nqx/\epsilon_0$ 方向如图所示

由于导体板接地, 电势为零, 所以 x 处的电势为

$$U = \int_x^d E dx = (nq/\epsilon_0) \left(\int_x^d x dx \right) = (nq/2\epsilon_0)(d^2 - x^2)$$

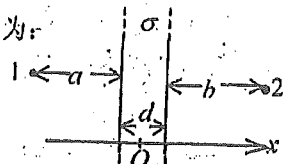
98. 解: 选坐标如图. 由高斯定理, 平板内、外的场强分布为:

$$E = 0 \quad (\text{板内})$$

$$E_x = \pm \sigma/(2\epsilon_0) \quad (\text{板外})$$

1、2 两点间电势差

$$U_1 - U_2 = \int_1^2 E_x dx = \int_{-a+d/2}^{-d/2} -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx + \int_{d/2}^{b+d/2} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} dx = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}(b-a)$$



99. 解: 两球相距很远, 可视为孤立导体, 互不影响. 球上电荷均匀分布. 设两球半径分别为 r_1 和 r_2 , 导线连接后的电荷分别为 q_1 和 q_2 , 而 $q_1 + q_2 = 2q$, 则两球电势分

$$U_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1}, \quad U_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2}$$

两球相连后电势相等, $U_1 = U_2$, 则有 $\frac{q_1}{r_1} = \frac{q_2}{r_2} = \frac{q_1 + q_2}{r_1 + r_2} = \frac{2q}{r_1 + r_2}$

$$\text{由此得到} \quad q_1 = \frac{r_1 2q}{r_1 + r_2} = 6.67 \times 10^{-9} \text{ C} \quad q_2 = \frac{r_2 2q}{r_1 + r_2} = 13.3 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\text{两球电势} \quad U_1 = U_2 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} = 6.0 \times 10^3 \text{ V}$$

100. 解: (1) 由静电感应, 金属球壳的内表面上有感生电荷 $-q$, 外表面上带电荷 $q+Q$.
(2) 不论球壳内表面上的感生电荷是如何分布的, 因为任一电荷元离 O 点的距离都是 a , 所以由这些电荷在 O 点产生的电势为

$$U_{-q} = \frac{\int dq}{4\pi\epsilon_0 a} = \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 a}$$

(3) 球心 O 点处的总电势为分布在球壳内外表面上的电荷和点电荷 q 在 O 点产生的电势的代数和 $U_O = U_q + U_{-q} + U_{Q+q}$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{Q+q}{4\pi\epsilon_0 b} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 b}$$

101. 解: (1) 令无限远处电势为零, 则带电荷为 q 的导体球, 其电势为 $U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$

将 dq 从无限远处搬到球上过程中, 外力作的功等于该电荷元在球上所具有的电

$$\text{势能} \quad dA = dW = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} dq$$

(2) 带电球体的电荷从零增加到 Q 的过程中, 外力作功为

$$A = \int dA = \int_0^Q \frac{q dq}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{Q^2}{8\pi\epsilon_0 R}$$

102. 解: 设导体球带电 q , 取无穷远处为电势零点, 则导体球电势: $U_0 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$

内球壳电势:
$$U_1 = \frac{Q_1 - q}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$$

二者等电势, 即
$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{Q_1 - q}{4\pi\epsilon_0 R_1} + \frac{Q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$$

解得
$$q = \frac{r(R_2 Q_1 + R_1 Q_2)}{R_2(R_1 + r)}$$

103. 解: 设内外圆筒沿轴向单位长度上分别带有电荷 $+\lambda$ 和 $-\lambda$, 根据高斯定理可求得两

圆筒间任一点的电场强度为
$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r r}$$

则两圆筒的电势差为
$$U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\lambda dr}{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r r} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

解得
$$\lambda = \frac{2\pi\epsilon_0 \epsilon_r U}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

于是可求得 A 点的电场强度为
$$E_A = \frac{U}{R \ln(R_2/R_1)} = 998 \text{ V/m}$$

方向沿径向向外 A 点与外筒间的电势差:

$$U' = \int_R^{R_2} E dr = \frac{U}{\ln(R_2/R_1)} \int_R^{R_2} \frac{dr}{r} = \frac{U}{\ln(R_2/R_1)} \ln \frac{R_2}{R} = 12.5 \text{ V}$$

104. 解: 设圆柱形电容器单位长度上带有电荷为 λ , 则电容器两极板之间的场强分布为

$$E = \lambda / (2\pi\epsilon r)$$

设电容器内外两极板半径分别为 r_0, R , 则极板间电压为

$$U = \int_{r_0}^R \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_{r_0}^R \frac{\lambda}{2\pi\epsilon r} dr = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon} \ln \frac{R}{r_0}$$

电介质中场强最大处在内柱面上, 当这里场强达到 E_0 时电容器击穿, 这时应有

$$\lambda = 2\pi\epsilon r_0 E_0 \quad U = r_0 E_0 \ln \frac{R}{r_0}$$

适当选择 r_0 的值, 可使 U 有极大值, 即令

$$dU/dr_0 = E_0 \ln(R/r_0) - E_0 = 0 \quad \text{得} \quad r_0 = R/e$$

显然有 $\frac{d^2 U}{dr_0^2} < 0$, 故当 $r_0 = R/e$ 时电容器可承受最高的电压

$$U_{\max} = RE_0 / e = 147 \text{ kV}$$

105. 解：因两球间距离比两球的半径大得多，这两个带电球可视为点电荷。设两球各带电荷 Q ，若选无穷远处为电势零点，则两带电球之间的电势能为

$$W_0 = Q^2 / (4\pi\epsilon_0 d) \quad \text{式中 } d \text{ 为两球心间距离.}$$

当两球接触时，电荷将在两球间重新分配。因两球半径之比为 $1:4$ 。故两球电之比 $Q_1:Q_2=1:4$ 。

$$\text{但} \quad Q_1 + Q_2 = Q_1 + 4Q_1 = 5Q_1 = 2Q$$

$$\therefore Q_1 = 2Q/5, \quad Q_2 = 4 \times 2Q/5 = 8Q/5$$

$$\text{当返回原处时, 电势能为} \quad W = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 d} = \frac{16}{25} W_0$$

106. 解：因为所带电荷保持不变，故电场中各点的电位移矢量 \vec{D} 保持不变，

$$\text{又} \quad w = \frac{1}{2} DE = \frac{1}{2\epsilon_0\epsilon_r} D^2 = \frac{1}{\epsilon_r} \frac{1}{2\epsilon_0} D_0^2 = \frac{w_0}{\epsilon_r}$$

因为介质均匀， \therefore 电场总能量 $W = W_0 / \epsilon_r$

