

一、填空题

1. 内外半径分别为 R_1 、 R_2 ，带电量为 Q 的导体球壳，内部空腔充满相对介电常数为 ϵ_{r1} 的均匀各向同性电介质，球壳外部是相对介电常数为 ϵ_{r2} 的均匀各向同性电介质，充满整个空间。则该球壳的电势是_____。

$$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r R_2}$$

2. 真空中，厚度为 d 的**均匀带电球壳**的外半径和**带电导体球**的半径相同，两者带电量相同。两者中，具有较大电场能量的带电体是_____。**均匀带电球壳（电场能量密度，能量，电容器能量式）**

3. 某人站在有光滑转轴的转动平台中心点，双臂水平举起两个哑铃。在此人将两个哑铃水平收缩到胸前的过程中，人、平台与哑铃组成的系统的角动量_____（守恒/不守恒）。

4. 真空中相对地面以速度 $v = 0.8c$ 沿 x 方向匀速运动的粒子，该粒子向 y 方向上发射一光子，则地面观测者测得该光子的速度大小为_____。

5. 在惯性系 S' 中，发生于同地的两事件时间间隔为 6 秒，相对 S' 以 $v = 0.8c$ 运动的惯性系 S 中测得两事件时间间隔为 Δt _____ 6 秒（大于/等于/小于）。**（什么是固有时或原时，如作业 15.2）**

6. 恒定电流场中，通过任意闭合曲面的电流密度通量为 0。**（电流密度与 I 的关系，电流密度与场强的关系）作业 24.3**

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad j = \frac{I}{ac} \quad \vec{E} = \frac{\vec{j}}{\sigma} = \rho \vec{j}$$

7. 在简谐策动力驱动下作受迫振动的振子稳态后，其振幅与其振动的初始条件_____（无关/有关）。**（稳态时振动频率，振幅等与什么因素有关，与什么无关）**

8. 若高斯面上的 \vec{E} 处处为零，由高斯定理，高斯面内_____没有电荷（一定/不一定）。**（高斯定理的含义，电通量=? 电位移通量=?）作业 22.8**

9. 一平面简谐波为纵波，在弹性媒质中传播。某一时刻，媒质中某一质元正处于平衡位置处，此时该质元中的波动势能_____（最大/为零）。**（波的质元的能量与孤立振子能量的区别）**

10. 两个均质圆盘 A 和 B 的密度分别为 ρ_A 和 ρ_B ，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分别为 J_A 和 J_B ，且 $J_A < J_B$ 。则 ρ_A _____ ρ_B （大于/等于/小于）。

11. 一质点质量为 3kg，在平面力 $\vec{F} = (3+6t)\vec{i} + 5\vec{j}$ [SI]（ t 为时间）作用下，从原点由静止开始运动，则任意 t 时刻该质点的动量为_____ [SI]。**（力的冲量=动量的增量）**

12. 一个半径为 R 的水平圆盘以恒定角速度 ω 作匀速转动，一个质量为 m 的小孩从圆盘中心走到圆盘边缘处，则圆盘对小孩做功为_____ [SI]。

13. 若质点系的总角动量为零, 那么其总动量_____为零 (可能/一定)。(角动量守恒条件和动量守恒条件的区别)

14. 已知地球半径为 R , 质量为 M , 万有引力常数为 G . 现有一质量为 m 的物体, 在离地面高度为 $3R$ 处. 以地球和物体为系统, 取地面为势能零点, 则整个系统的引力势能为_____。(势能的定义。作业 6.3) 地面为零点

$$= -\int_{3R}^R G \frac{mM}{r^2} dr$$

无穷远为零点:

$$= -\int_{3R}^{\infty} G \frac{mM}{r^2} dr$$

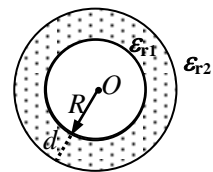
15. 均匀带电的圆柱体以接近光速的速度 v 沿圆柱轴线方向匀速运动, 与该圆柱体静止时的状态相比, 其质量密度是静止时候的_____倍。(长度收缩, 静止质量与运动质量关系, 相对论中粒子的总能量=? 动能=? 静止能量=?)

二、计算题

1. 一导体球带电量为 $+q$, 半径为 R , 球外依次被两层均匀电介质紧密包围. 第一层同心电介质球壳相对介电常数为 ϵ_{r1} 、厚度为 d . 第二层介质相对介电常数 ϵ_{r2} , 充满其余整个空间. 分别求出: (1) 导体球外两种电介质中电场场强矢量; (2) 第二种介质中存储的静电能; (3) 第一种电介质与导体球界面上的极化电荷面密度 σ'_1 .

$$\oiint \vec{D} \cdot d\vec{s} = Q \quad D4\pi r^2 = Q \quad D = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

$$P = \epsilon_0 (\epsilon_r - 1) E \quad \sigma' = \vec{P} \cdot \vec{n}$$



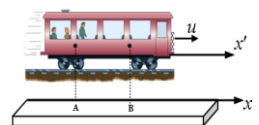
(同心球体与球面, 期间分层充满介质; 无限长直柱体与柱面或同轴柱面等, 其间充介质或分层充介质, 单位长度电荷已知. 作业 22.3; 22.7)

$$\oiint \vec{D} \cdot d\vec{s} = Q \quad D2\pi rL = \lambda L \quad D = \epsilon_0 \epsilon_r E$$

2. 列车以接近光速的速度 u 从左向右通过站台. 站台上从左向右依次放置 A、B 两只激光打孔机, 两个激光发射孔之间的水平距离为 L , A、B 两打孔机同时动作, 在车厢上同时打出两个小孔. 求在列车上测量: (1) 地面上两打孔机的激光发射孔之间的水平距离; (2) 激光打孔机动作的先后顺序和时间差; (3) 车厢上两孔之间的水平距离.

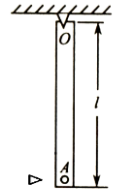
(洛伦兹变换, : 车上测量; 地面测量; 车上测量车经过两地的时间间隔, 两地的间距; 地面测量车经过两地的时间间隔间距等.)

(速度变换式)

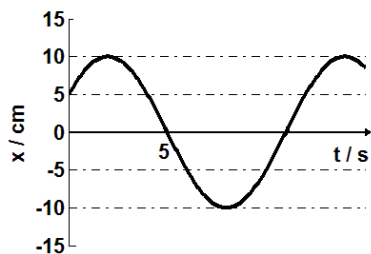


3. 如图，质量为 m 、长为 l 的均匀长杆，一端可绕水平光滑的固定轴 O 旋转。开始时，杆静止下垂。现有一质量为 m 的子弹，以水平速度 v 打击杆于底端 A 点（设 A 点距离 O 点为 l ，碰撞时间极短），以后就附在杆上随之一起摆动。求：（1）子弹与杆一起刚开始摆动时的角速度 ω ；（2）杆向上摆的最大角度 θ 。（角动量守恒，能量守恒）

（有关刚体分析的几方面：自由转动的杆，自由转动的圆盘等）



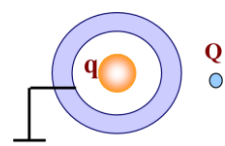
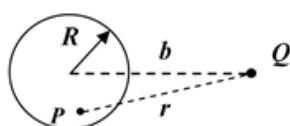
4. 简谐振动曲线如图，求：（1）该简谐振动的振动函数；（2）振动系统的最大加速度的值。（旋转矢量，振动方程，包括振动速度，振动动能，动量等）作业 9.3；9.8 等



5. 在绳上传播的入射波波函数为 $y_1 = 0.05 \cos(3\pi t + 2\pi x)$ [SI]，被 $x = 0$ 处的固定端点无衰减地反射。求：（1）反射波 y_2 的表达式；（2）合成驻波 y 的表达式；（3）波节位置的表达式。（驻波的特点：相邻波节间距，相邻波节与波腹间距，相邻两波节间各点相位同，波节两侧各点反相。①已知行波写驻波方程；②已知驻波方程，分析波速，加速度等。分析形成驻波的行波的振幅，周期，圆频率波速等）

6. 某路段有一固定超声波波源发出频率为 $\nu_s = 2.2 \times 10^4$ Hz 的声波。一汽车向超声波波源迎面匀速驶来。在波源处接收到从汽车反射回来的声波，测得反射波与波源发出的声波形成了拍，拍频为 $\nu_p = 4 \times 10^3$ Hz. 设空气中声速为 $u = 330$ m/s, 根据以上数据计算汽车在该路段行驶的速度 V 的大小。

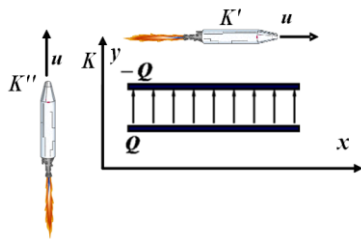
7. 如图，一半径为 R 的导体球原来不带电，在球外距离其中心 b 处放置一电量为正 Q 的点电荷。求：（1）感应电荷在导体球内部任意 P 点处产生的电场强度的大小（ P 点到 Q 点距离为 r ），并在图中画出方向；（2）若将导体球接地（设球离地面很远），求该导



体球上的感应电量 q' 。（导体带电特点，接地导体特点，静电平衡时性质，感应电荷的分布，感应电荷产生的场等）作业 21.2)

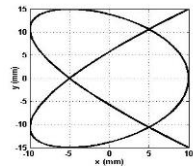
三、简答题

1. 惯性系 K 中带电量为 Q 的理想平板电容器及电场分布如图，问：（1）在 K' 系（垂直电场方向相对 K 系以高速 u 匀速运动）中观测极板电量是否改变，极板间场强和电势差变化如何？（2）在 K'' 系（平行电场方向相对 K 系以高速 u 匀速运动）中观测极板间场强和电势差变化如何？



2. K 系与 K' 系是坐标轴相互平行的两个惯性系， K' 系相对 K 系沿 ox 轴正方向以接近光速的速度 u 匀速运动，一静止质量为 m_0 的物体静止在 K' 系中。问： K 系、 K' 系的观测者，（1）对该物体的静止能量的看法是否一致？为什么？（2）对该物体的动量大小的看法是否一致？

3. 简要回答形成稳定的李萨如图形所满足的条件。下图为李萨如图形，写出形成该图形的两个分振动的周期比 T_x/T_y 。



4. 在讨论质点系的机械能守恒条件时，有同学说“如果系统所受合外力为零，内力均为保守力，则该系统机械能必然守恒”；请问这名同学的说法是否正确？并简述你判断正误的理由。