FACULTAD DE FÍSICA
PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CHILE

Dinámica (FIS1514)

Energía potencial y conservación de la energía

Felipe Isaule

felipe.isaule@uc.cl

Miércoles 27 de Septiembre de 2023

Resumen clase anterior

- Presentamos el concepto de **trabajo**.
- Definimos la **energía cinética**.
- Presentamos la **ecuación de trabajo-energía**.

Clase de hoy

- Energía potencial.
- Ecuación de trabajo-energía.
- Fuerzas conservativas y disipación.

Clase de hoy

- **Energía potencial.**
- Ecuación de trabajo-energía.
- Fuerzas conservativas y disipación.

Ecuación trabajo-energía

- En la clase anterior presentamos la **ecuación de trabajo-energía**

$$W_{A\to B} = T_B - T_A$$

donde T es la **energía cinética**

$$T = \frac{1}{2}mv^2$$

- En principio el trabajo realizado por fuerzas lo tenemos que calcular formalmente

$$W_{A\to B} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

- Pero el trabajo producido por ciertas fuerzas es siempre conocido, por lo que podemos definir una **energía potencial**.

Energía potencial gravitatoria (Peso)

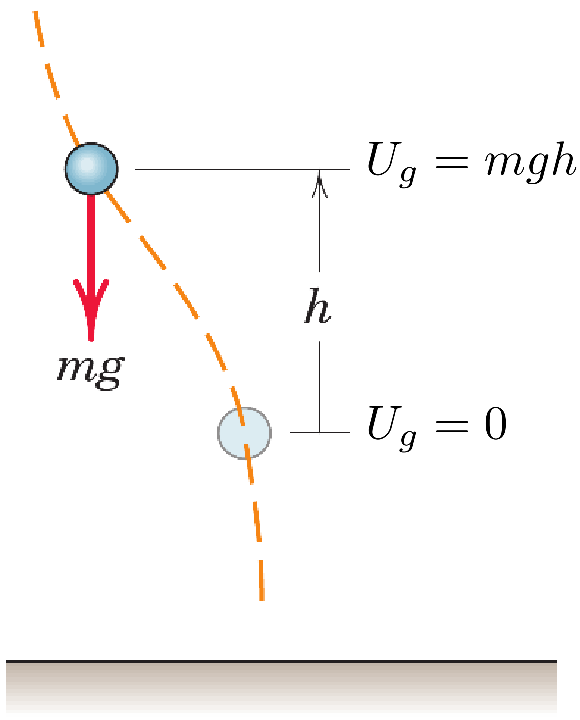
- La clase pasada, obtuvimos que el trabajo producido por el Peso entre dos altura y_A e y_B es:

$$W_{A\to B} = -mg(y_B - y_A)$$

- Lo que motiva la definición de **energía potencial gravitatoria**

$$\boxed{U_g = m\,g\,h}$$

donde h es la **altura** a la que está el cuerpo.



- Esta altura es definida desde un **punto de referencia**.

- La elección de este punto de referencia no es importante, ya que sólo nos interesan las **diferencias de energía**.

$$\boxed{\Delta U_g = m\,g\,(h_B - h_A)}$$

Energía potencial elástica

- La clase pasada, obtuvimos que el trabajo producido por un resorte entre dos puntos x_A e x_B es:

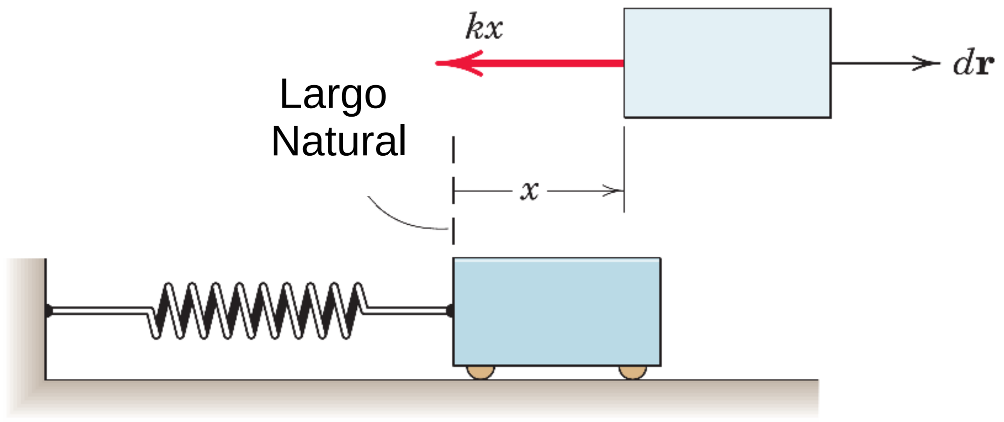
$$W_{A\to B} = -\frac{k}{2}(x_B^2 - x_A^2)$$

- Lo que motiva la definición de **energía potencial elástica**

$$\boxed{U_e = \frac{k}{2}x^2}$$

- Esta distancia está definida desde el **punto de equilibrio**.

- Recordar tener cuidado si se usa un sistema de referencia que no parte del punto de equilibrio del resorte.



Clase de hoy

- Energía potencial.
- **Ecuación de trabajo-energía.**
- Fuerzas conservativas y disipación.

Ecuación de trabajo-energía

- Cuando tenemos fuerzas que generan energía potencial, la **ecuación de trabajo-energía** toma la forma

$$\boxed{W'_{A\to B} = \Delta T + \Delta U}$$

$$\Delta T = T_B - T_A$$
$$\Delta U = U_B - U_A$$

donde W' es el trabajo realizado por fuerzas **<u>sin</u>** energía potencial, y ΔU considera todas las energías potenciales presentes.

- Usualmente escribimos esta ecuación como

$$\boxed{T_A + U_A + W'_{A\to B} = T_B + U_B}$$

✗ En este curso sólo consideramos fuerzas potenciales gravitacionales (peso) y elásticas.

Conservación de la energía

- En problemas donde **sólo hay** fuerzas con **energía potencial** o que **no generan trabajo**, la ecuación trabajo-energía se simplifica

$$\boxed{T_A + U_A = T_B + U_B}$$

que corresponde a la ecuación de **conservación de la energía**.

- Definimos la **energía mecánica total** en un instante como

$$\boxed{E = T + U}$$

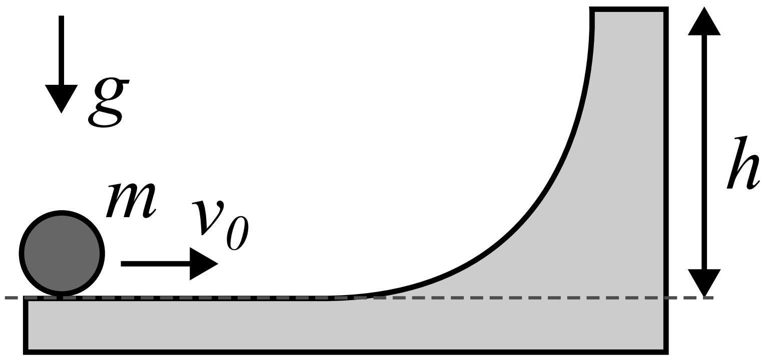
es decir, la suma de la energía cinética y potencial.

- Entonces, cuando hay conservación de la energía

$$E_A = E_B$$

Ejemplo 1:

- Una esfera de **masa** m es lanzada horizontalmente con una **rapidez** $v_0 > 2gh$ hacia una rampa sin roce como muestra la figura. Considerando que la rampa alcanza una altura h, encuentre:
  - La **rapidez** con que **sale de la rampa**.
  - La **altura máxima** que alcanza.



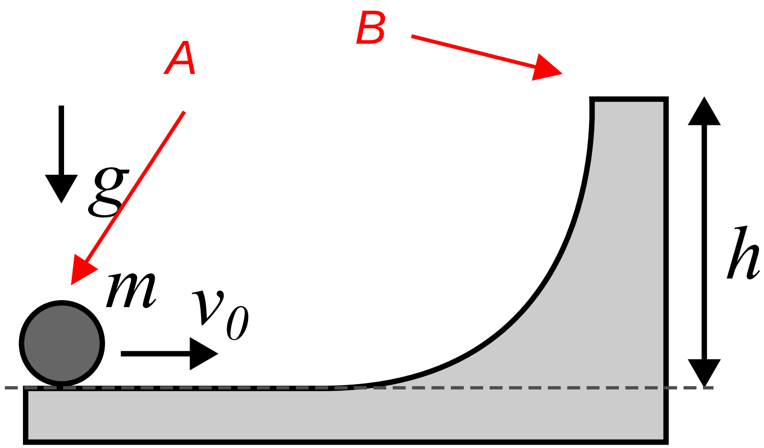
Ejemplo 1:

- Una esfera de **masa** m es lanzada horizontalmente con una **rapidez** $v_0 > 2gh$ hacia una rampa sin roce como muestra la figura. Considerando que la rampa alcanza una altura h, encuentre:
  - La **rapidez** con que **sale de la rampa**.

Por conservación de la energía:

$$T_A + U_A = T_B + U_B \qquad \longrightarrow \qquad \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh$$

$$\boxed{v_B = \sqrt{v_0^2 - 2gh}}$$



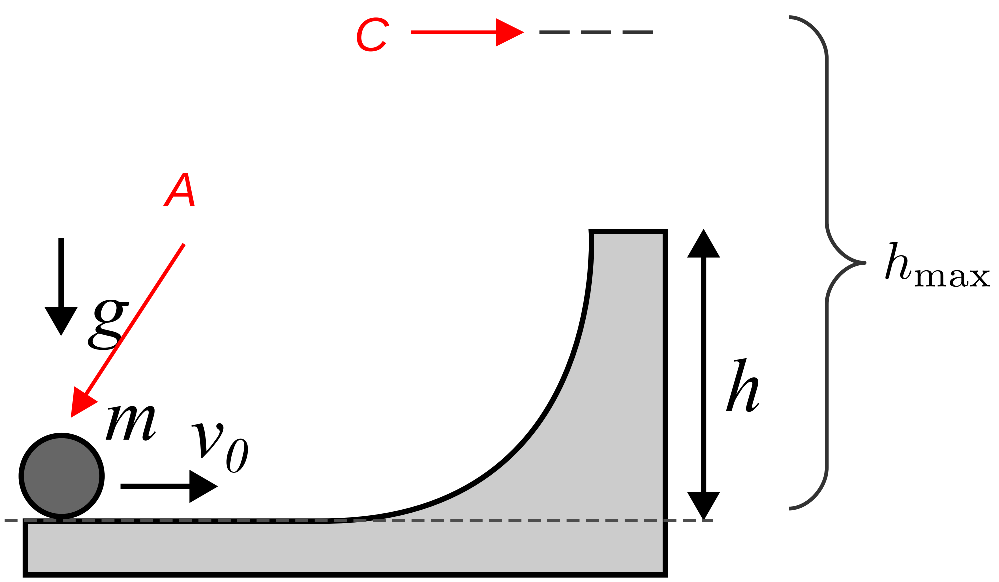
*Para salir de la rampa es necesaria una rapidez inicial de $v_0 > 2gh$.

Ejemplo 1:

- Una esfera de **masa** m es lanzada horizontalmente con una **rapidez** $v_0 > 2gh$ hacia una rampa sin roce como muestra la figura. Considerando que la rampa alcanza una altura h, encuentre:
  - La **altura máxima** que alcanza.

Por conservación de la energía:

$$T_A + U_A = T_C + U_C \quad \longrightarrow \quad \frac{1}{2}mv_0^2 = mgh_{\max}$$

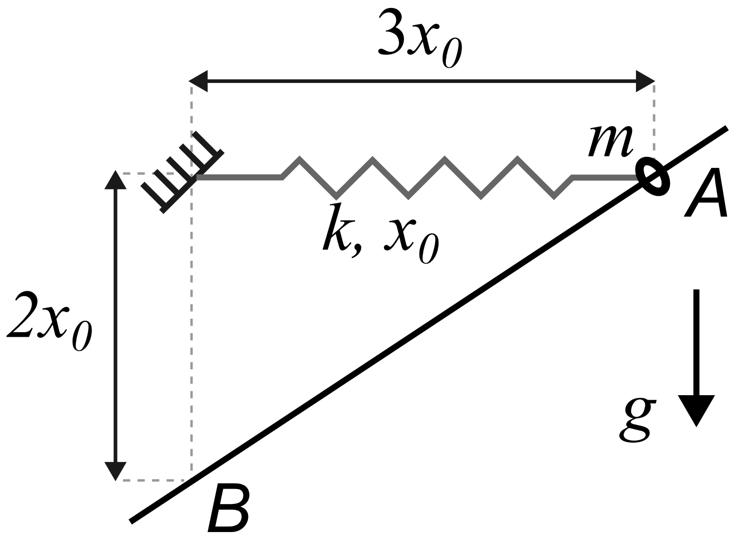


$$\boxed{h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}}$$

* El resultado no depende de la forma de la rampa.

Ejemplo 2:

- Una argolla de **masa** m se encuentra pegada a un resorte de **constante elástica** k y **largo natural** x_0 como muestra la figura. Si la argolla es soltada del **reposo** desde el punto *A*, encuentre la rapidez de la argolla en el punto B.

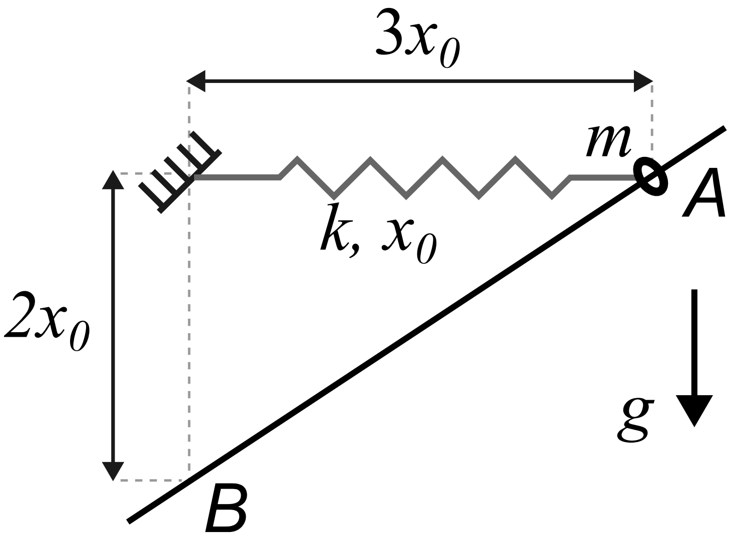


Ejemplo 2:

- Una argolla de **masa** m se encuentra pegada a un resorte de **constante elástica** k y **largo natural** x_0 como muestra la figura. Si la argolla es soltada del **reposo** desde el punto *A*, encuentre la rapidez de la argolla en el punto B.

Por conservación de la energía:

$$T_A + U_A = T_B + U_B \quad \longrightarrow \quad 2mgx_0 + \frac{k}{2}(2x_0)^2 = \frac{m}{2}v_B^2 + \frac{k}{2}x_0^2$$



$$\boxed{v_B = \sqrt{\frac{2}{m}\left(2mgx_0 + \frac{3}{2}kx_0^2\right)}}$$

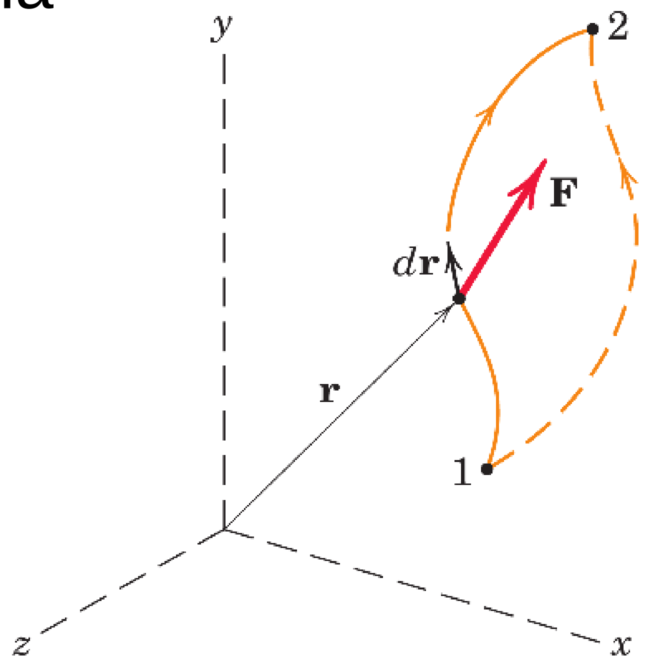
Clase de hoy

- Energía potencial.
- Ecuación de trabajo-energía.
- **Fuerzas conservativas y disipación.**

Fuerzas conservativas

- ¿Cuándo una fuerza tiene una energía potencial asociada?
- Llamamos **fuerza conservativa** a una fuerza que genera el mismo trabajo independiente de la trayectoria.
- Podemos definir la energía potencial de una fuerza conservativa a partir del trabajo

$$W_{A\to B} = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{r} = -(U_B - U_A)$$



Fuerzas de roce y disipación

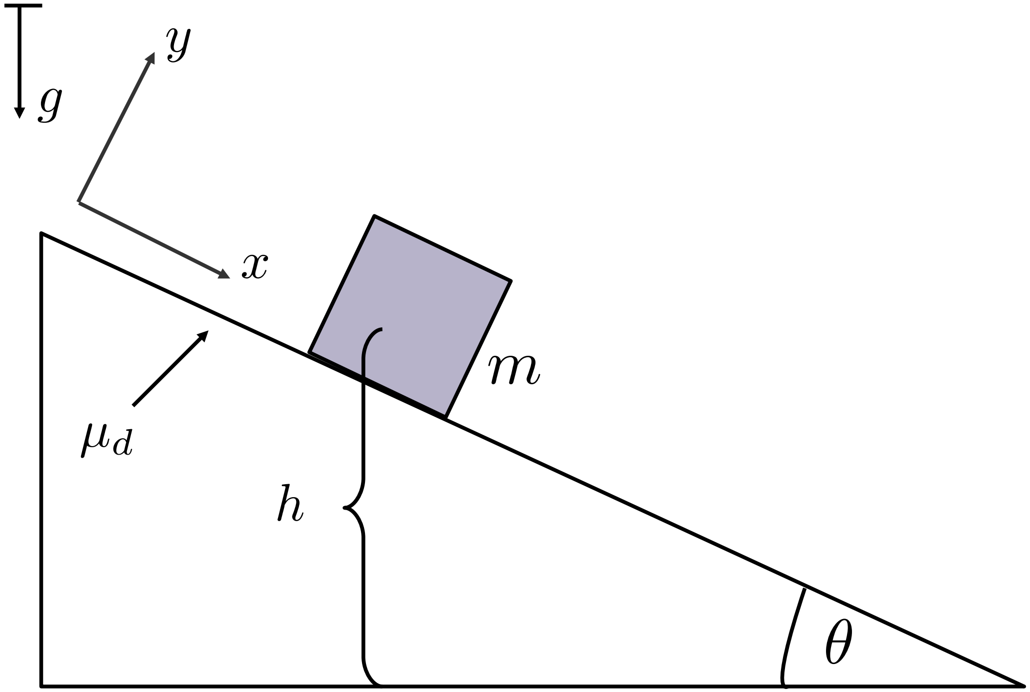
- Las fuerzas de roce **no son conservativas**.
- Por lo tanto debemos calcular su trabajo para incluírlas en la ecuación de trabajo-energía:

$$T_A + U_A + W'_{\text{roce}} = T_B + U_B$$

- Podemos entender el trabajo producido por el roce como **disipación**.
- Es decir, **la energía no se conserva**, ya que debido al roce se **disipa parte de la energía**.

Ejemplo

- Un bloque de **masa** m se encuentra en un **plano inclinado** con **constante de roce dinámico** μ_d. Si el bloque **comienza a deslizar** cuando está a una **altura** h respecto a la horizontal, calcule la **rapidez** con que llega a la superficie.



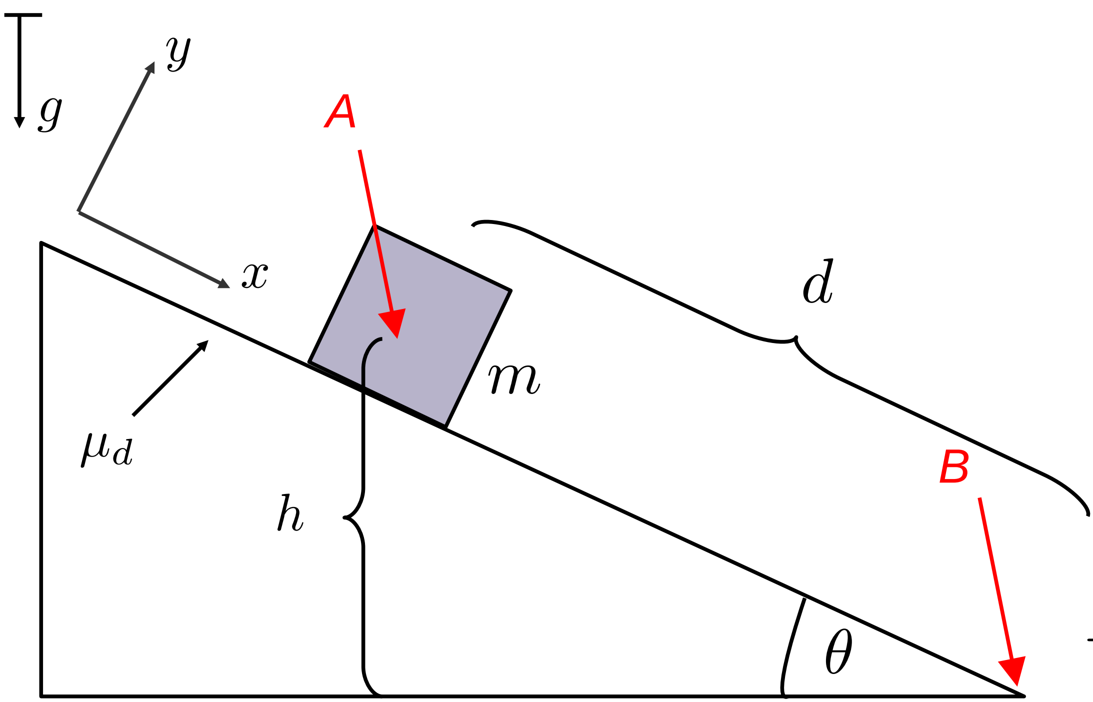
Ejemplo

- Un bloque de **masa** m se encuentra en un **plano inclinado** con **constante de roce dinámico** μ_d. Si el bloque **comienza a deslizar** cuando está a una **altura** h respecto a la horizontal, calcule la **rapidez** con que llega a la superficie.

Ecuación trabajo-energía:

$$T_A = 0 \qquad U_A = mgh$$

$$T_A + U_A + W'_{\text{roce}} = T_B + U_B \longrightarrow W'_{\text{roce}} = \int_0^d F_r d_x = -mgd\mu_d \cos\theta$$



$$T_B = \frac{m}{2}v_B^2 \qquad U_B = 0$$

Por trigonometría:

$$d = \frac{h}{\sin\theta}$$

$$\longrightarrow \boxed{v_B = \sqrt{2gh(1 - \mu_d \cot\theta)}}$$

Resumen

- Hemos definido el concepto de **energía potencial**, incluyendo la energía potencial **gravitatoria** y **elástica**.
- Hemos actualizado la ecuación de trabajo-energía para incluir energía potencial.
- Definimos el concepto de **energía total mecánica** y el concepto de conservación de la energía.
- Definimos la **disipación de energía debido al roce**.
- Próxima clase:
  - Sistemas de partículas y potencia.