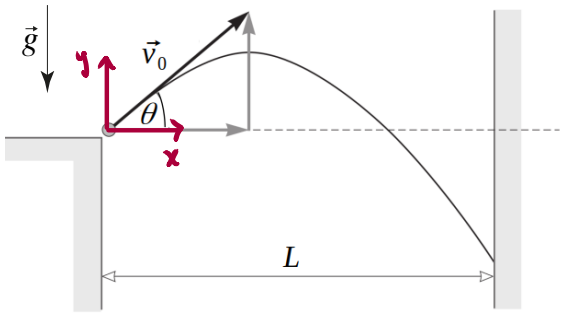
Física
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS UNIVERSIDAD DE CHILE

FI1000 - Introducción a la Física Clásica
Semestre de Otoño 2022
19 de julio 2022
Duración: 3 horas

Examen

P1. Se lanza una pelota desde lo alto de un edificio hacia otro más alto que se encuentra a una distancia horizontal L, tal como se muestra en la figura. La velocidad inicial de la pelota es $\vec{v}_0$, con un ángulo de inclinación θ sobre la horizontal.

¿A qué distancia, por encima o por debajo de su nivel inicial, golpeará la pelota sobre la pared opuesta?



+1,0 Define sistema de referencia

✷ La componente horizontal de la velocidad es $v_0 \cos\theta$, por lo tanto la pelota tarda un tiempo +1,0

$$\Delta t = \frac{L}{v_0 \cos\theta} \qquad (1)$$ +1,0

en llegar al otro edificio. La posición vertical de la pelota en ese instante con respecto a la altura inicial es

$$y(\Delta t) = v_0 \operatorname{sen}\theta \Delta t - \frac{1}{2} g \Delta t^2. \qquad (2)$$ +2,0

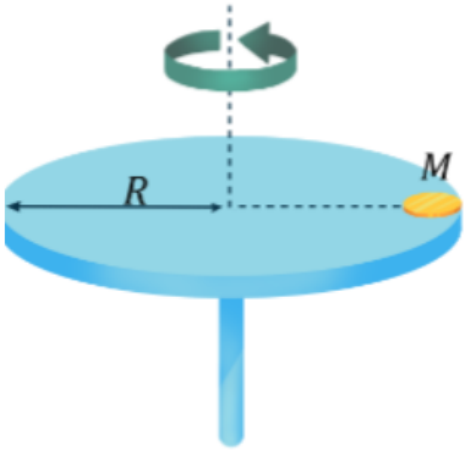
Reemplazando el valor de Δt, se obtiene

$$\boxed{y(\Delta t) = L \tan\theta - \frac{gL^2}{2v_0^2 \cos^2\theta}.} \qquad (3)$$ +1,0

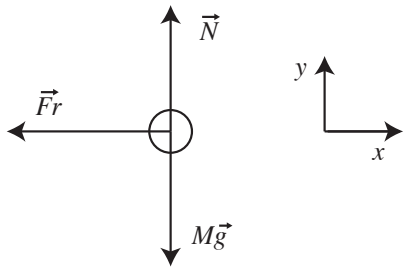
✷ Es válido también escribir ecuación de movimiento in x(t)

P2. Un disco de radio R gira con respecto a su eje central. Sobre su borde, se encuentra una partícula de masa M, que gira solidariamente con el disco, tal como se observa en la figura. El coeficiente de roce estático entre el disco y la partícula es μ_e.

Determine la velocidad tangencial máxima, producto de la rotación del disco, con la que se puede mover la masa M sin deslizar.



A continuación se presenta el diagrama de cuerpo libre de la partícula.



+1,0

Usando la segunda ley de Newton, se tiene,

$$N - Mg = 0, \tag{4}$$ +1,0

$$-Fr = Ma_c, \tag{5}$$ +1,0

donde a_c es la aceleración centrípeta, la cual en términos de la velocidad tangencial, es

$$a_c = -\frac{v^2}{R}. \tag{6}$$ +1,0

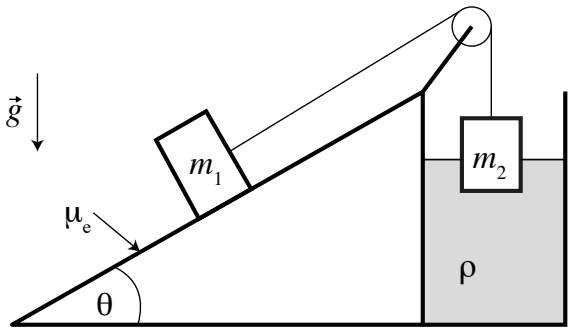
En el caso crítico, la fuerza de roce es

$$Fr = \mu_e N. \tag{7}$$ +1,0

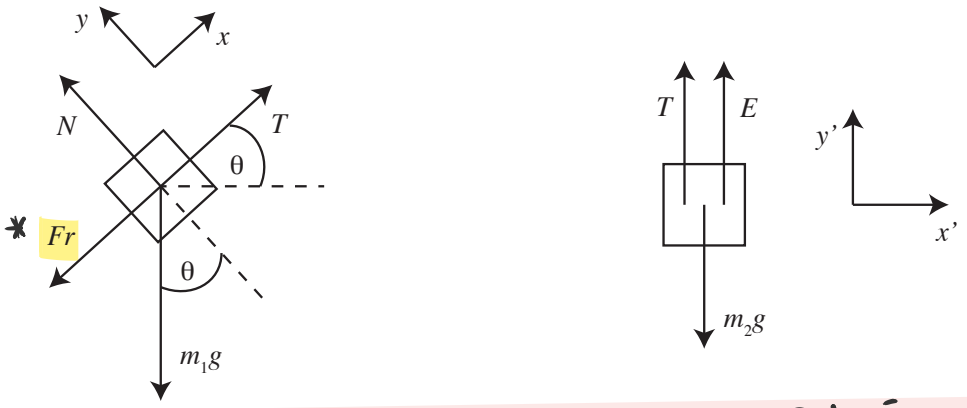
Juntando las ecuaciones (4), (5), (6) y (7), se puede despejar v,

$$\boxed{v = \sqrt{\mu_e g R}.} \tag{8}$$ +1,0

P3. Dos bloques de masas m_1 y m_2 están unidos por una cuerda que pasa por una polea sin fricción, como se ve en la figura. El bloque de masa m_1 está sobre un plano que forma un ángulo θ con la horizontal, y el coeficiente de fricción estático entre el bloque y la superficie del plano inclinado es μ_c. El bloque de masa m_2 está parcialmente sumergido en un líquido de densidad ρ y el sistema se encuentra en equilibrio.



a) (1 pt.) Realice el diagrama de cuerpo libre de ambos bloques.



0,1 puntos cada fuerza + 0,1 cada eje + 0,1 ángulo θ

b) (3 pts.) Escriba la segunda ley de Newton para cada uno de los bloques.

Para el bloque m_1 usamos el sistema de referencia (x, y) mostrado en el DCL correspondiente.

$$\sum F_x = T - Fr - m_1 g \operatorname{sen}\theta = 0, \tag{9}$$ +1,0

$$\sum F_y = N - m_1 g \cos\theta = 0. \tag{10}$$ +1,0

Para el bloque m_2 usamos el sistema de referencia (x', y'),

$$T + E - m_2 g = 0. \tag{11}$$ +1,0

* Notar que el signo de la fuerza de roce puede cambiar. Ambos resultados se consideran correctos.

c) (2 pts.) Determine el volumen del bloque de masa m_2 que se encuentra sumergido justo antes de que este empiece a moverse.

Si el sistema está a punto de moverse, entonces la fuerza de roce vale

$$Fr = \mu_e N. \tag{12}$$

+0.5

De (10), se tiene

$$N = m_1 g \cos\theta. \tag{13}$$

Reemplazando estos resultados en (9), tenemos el valor de la tensión,

$$T = m_1 g(\mu_e \cos\theta + \operatorname{sen}\theta). \tag{14}$$

Usando este valor en (11), tenemos el valor del empuje,

$$E = (m_2 - m_1(\mu_e \cos\theta + \operatorname{sen}\theta))g. \tag{15}$$

+0.5

Finalmente, usando que el empuje es

$$E = \rho V g, \tag{16}$$

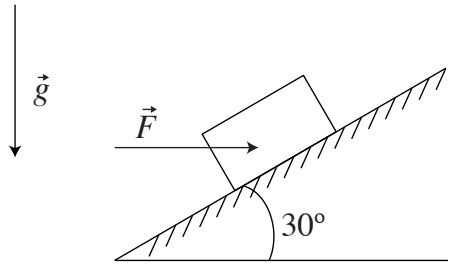
+0.5

con V el volumen de m_2 sumergido en el agua, podemos despejarlo,

$$\boxed{V = \frac{m_2 - m_1(\mu_e \cos\theta + \operatorname{sen}\theta)}{\rho}}. \tag{17}$$

+0.5

P4. Sobre el plano inclinado que forma un ángulo de 30° con la horizontal de la figura, asciende el bloque de masa 40 kg, recorriendo una distancia de 2 m. Además del peso y la normal al plano, sobre el bloque actúa la fuerza horizontal externa $\vec{F}$, de magnitud 600 N, y una fuerza de rozamiento de magnitud 100 N. Considere $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$.



Usaremos los siguientes datos:

$$\theta = 30°, \tag{18}$$
$$M = 40\,\mathrm{kg}, \tag{19}$$
$$d = 2\,\mathrm{m}, \tag{20}$$
$$F = 600\,\mathrm{N}, \tag{21}$$
$$Fr = 100\,\mathrm{N}, \tag{22}$$
$$g = 10\,\mathrm{m/s^2}. \tag{23}$$

a) (1 pt.) El trabajo que realiza $\vec{F}$.

El trabajo de la fuerza $\vec{F}$ es

$$W_{\vec{F}} = \vec{F} \cdot \vec{d}, \tag{24}$$

donde $\vec{d}$ es el vector desplazamiento, de magnitud d y paralelo al plano inclinado. Usando la definición del producto punto,

$$W_{\vec{F}} = Fd\cos 30° = 600\,\mathrm{N}\ 2\,\mathrm{m}\ \frac{\sqrt{3}}{2}. \tag{25}$$ +0,5

$$\boxed{W_{\vec{F}} = 600\sqrt{3}\mathrm{J}.} \tag{26}$$ +0,5

b) (1 pt.) El trabajo que realiza la fuerza de rozamiento.

$$W_{\vec{F}r} = \vec{F}r \cdot \vec{d} = -100\,\mathrm{N}\ 2\,\mathrm{m}, \tag{27}$$

pues la fuerza de roce es antiparalela al vector desplazamiento. +0,5

$$\boxed{W_{\vec{F}r} = -200\,\mathrm{J}.} \tag{28}$$ +0,5

c) (1 pt.) El trabajo que realiza el peso del bloque.

Ahora se tiene

$$W_{M\vec{g}} = M\vec{g}\cdot\vec{d} = -Mgd\,\mathrm{sen}\,\theta. \tag{29}$$

+0,5

Reemplazando los valores, se obtiene

$$W_{M\vec{g}} = -40\,\mathrm{kg}\ 10\,\mathrm{m/s^2}\ 2\,\mathrm{m}\ 0{,}5 \tag{30}$$

$$\boxed{W_{M\vec{g}} = -400\,\mathrm{J}.} \tag{31}$$

+0,5

d) (1 pt.) El trabajo que realiza la fuerza normal al plano.

Es directo ver que este trabajo es nulo, pues la normal es perpendicular al desplazamiento. +0,5

$$\boxed{W_{\vec{N}} = 0.} \tag{32}$$

+0,5

e) (1 pt.) El trabajo que realiza la fuerza neta que actúa sobre el bloque.

Se obtiene simplemente de sumar los trabajos ya calculados,

$$W_{\vec{F}_{neta}} = W_{\vec{F}} + W_{\vec{F}_r} + W_{M\vec{g}} + W_{\vec{N}} = (600\sqrt{3} - 200 - 400)\mathrm{J}, \tag{33}$$

+0,5

$$\boxed{W_{\vec{F}_{neta}} = 600(\sqrt{3}-1)\mathrm{J}.} \tag{34}$$

+0,5

Notemos que $\sqrt{3} > 1$ por lo que este trabajo es positivo.

f) (1 pt.) La velocidad del bloque luego de ascender los 2 m, si al comienzo tenía una velocidad de 0.6 m/s.

Usando el teorema de trabajo-energía, se tiene que

$$K_f - K_i = W_{\vec{F}_{neta}}, \tag{35}$$

+0,3

donde

$$K_i = \frac{1}{2}Mv_i^2, \quad K_f = \frac{1}{2}Mv_f^2, \tag{36}$$

+0,2

son las energías cinéticas inicial y final, respectivamente. Entonces,

$$K_f = K_i + W_{\vec{F}_{neta}} \Leftrightarrow v_f^2 = v_i^2 + \frac{2}{M}W_{\vec{F}_{neta}} \tag{37}$$

Reemplazando los valores, se tiene

$$v_f^2 = 0{,}6^2\mathrm{m^2/s^2} + \frac{2}{40\,\mathrm{kg}}600(\sqrt{3}-1)\mathrm{J}, \tag{38}$$

$$= \Big(0{,}36 + 30(\sqrt{3}-1)\Big)\,\mathrm{m^2/s^2}, \tag{39}$$

es decir,

$$\boxed{v_f = \sqrt{0{,}36 + 30(\sqrt{3} - 1)}\ \text{m/s}.} \qquad (40)$$ +0,5

Notas:

- Usando calculadora se puede simplificar el resultado, pero con esto es suficiente.
- $1\,\text{J} = 1\,\text{N}\,\text{m}$ son equivalentes.

* EN CADA VALOR NUMÉRICO, DE 0,5 PUNTOS, 0,2 PUNTOS CORRESPONDEN A UNIDADES.