Parcial 1 – Física 1

5 de mayo de 2025

Duración: 3 horas

Ejercicio 1

Una persona tira una pelota directamente hacia arriba e inmediatamente comienza a correr. La velocidad de la persona tiene módulo constante de $2{,}50\ \mathrm{m/s}$. Alcanza una mesa a $3{,}00\ \mathrm{m}$ de distancia e inmediatamente corre de regreso hasta su posición inicial, llegando justo a tiempo para atrapar la pelota en el mismo lugar desde donde fue lanzada. ¿Con qué velocidad inicial se lanzó la pelota?

a) $2{,}50\ \mathrm{m/s}$	b) $6{,}00\ \mathrm{m/s}$	c) $11{,}8\ \mathrm{m/s}$	d) $16{,}7\ \mathrm{m/s}$	e) $3{,}00\ \mathrm{m/s}$

Resolución:

La persona recorre Δx = 6.00 m de distancia, con una velocidad de **módulo** $\boldsymbol{v} = |\vec{\boldsymbol{v}}|$ =2.50 m/s**. E**sto lo hace en un tiempo **total** $\boldsymbol{t_T} = \frac{\Delta x}{v} = \mathbf{2.40\ s}$. Mientras tanto la pelota describe un movimiento de caída libre con una velocidad inicial $\boldsymbol{v_o \hat{j}}$ y una aceleración $-\boldsymbol{g\hat{j}}$, donde $\boldsymbol{\hat{j}}$ es el versor que apunta hacia arriba.

Entonces, la posición de la pelota cumple la siguiente relación: $\Delta \boldsymbol{y} = \boldsymbol{v_o t} - \frac{\boldsymbol{g}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{t^2}$. La pelota vuelve a**l** mismo punto cuando se cumple $\Delta \boldsymbol{y} = \mathbf{0}$: $\boldsymbol{v_o} = \frac{\boldsymbol{g}}{\mathbf{2}}\boldsymbol{t}$**. U**sando el tiempo $\boldsymbol{t} = \boldsymbol{t_T}$ que demor**ó** la persona en ir y volver llegamos a 11.8 m/s.

Ejercicio 2

Un auto de juguete se mueve por una pista circular de radio $R_1 = 1{,}0$ m a 0,80 rpm (revoluciones por minuto). Si ahora se mueve en una pista de radio $R_2 = 2{,}0$ m y el módulo de su aceleración es el mismo, ¿cuánto vale su rapidez?

a) 0,12 m/s	b) 7,0 m/s	c) 0,39 m/s	d) 0,78 m/s	e) 2,8 m/s

Resolución:

Primero hallaremos la aceleración del auto en la pista de radio R_1. Como estamos frente a un movimiento circular uniforme, sabemos que el módulo de la aceleración centrípeta se puede calcular como $a_c = \omega_1^2 R_1$, donde ω_1 es la velocidad angular.

En el primer movimiento la velocidad angular se obtiene del dato de 0.80 rpm. Este último dato me dice que gira 0.8 vueltas en un minuto, es decir en 60 s. Para calcular la velocidad angular, debo multiplicar las vueltas por el tamaño de un ciclo en radianes (2π) y dividir entre 60:

$$\omega_1 = \frac{2\pi\ 0.80}{60\ s} = 0.0838 \frac{\mathrm{rad}}{s} \rightarrow a_c = 0.007\ m/s^2$$

Cuando se mueve con el doble de radio pero la misma aceleración $a_c = \omega_2^2 R_2 = v_2^2/R_2$, despejamos v_2

$$v_2 = \sqrt{a_c R_2} = 0.12\ m/s$$

Ejercicio 3

La rapidez v_s del sonido en un gas puede encontrarse a partir de la presión del gas p (fuerza/área) y de la densidad del gas d (masa/volumen). A menos de una constante sin dimensiones físicas, ¿cuál es la relación de proporcionalidad entre v_s y las demás variables, según un análisis dimensional?

a) $v_s \propto pd^2$	b) $v_s \propto \frac{p}{d^2}$	c) $v_s \propto \sqrt{pd}$	d) $v_s \propto \sqrt{\frac{p}{d}}$	e) $v_s \propto \frac{p^2}{\sqrt{d}}$

Resolución:

Para resolver este problema hay dos caminos. Se puede probar la validez de cada expresión con análisis dimensional, o buscar la opción correcta.

Postulamos $v_s = p^a d^b \rightarrow \ [v_s] = [p]^a[d]^b$, donde los paréntesis [ ] indican las dimensiones físicas de la cantidad. Entonces:

$$[v_s] = \frac{L}{T}, [p] = \frac{[F]}{[á]} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = \frac{M}{LT^2}, [d] = \frac{M}{L^3}$$

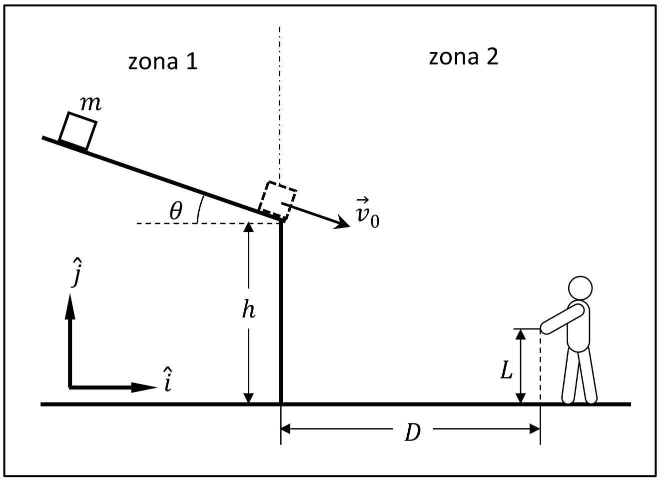
Para que la ecuación sea válida, las dimensiones en ambos lados deben ser iguales:

$$[v_s] = [p]^a[d]^b \rightarrow \frac{L}{T} = \left(\frac{M}{LT^2}\right)^a \left(\frac{M}{L^3}\right)^b = M^{a+b}L^{-a-3b}T^{-2a}$$

Entonces obtenemos un sistema de ecuaciones para los exponentes con $a + b = 0, -2a = -1 \ y \ 1 = -a - 3b$. Este sistema tiene la solución (única) $\left\{a = \frac{1}{2}, b = -\frac{1}{2}\right\}$, que corresponde a la opción (d).

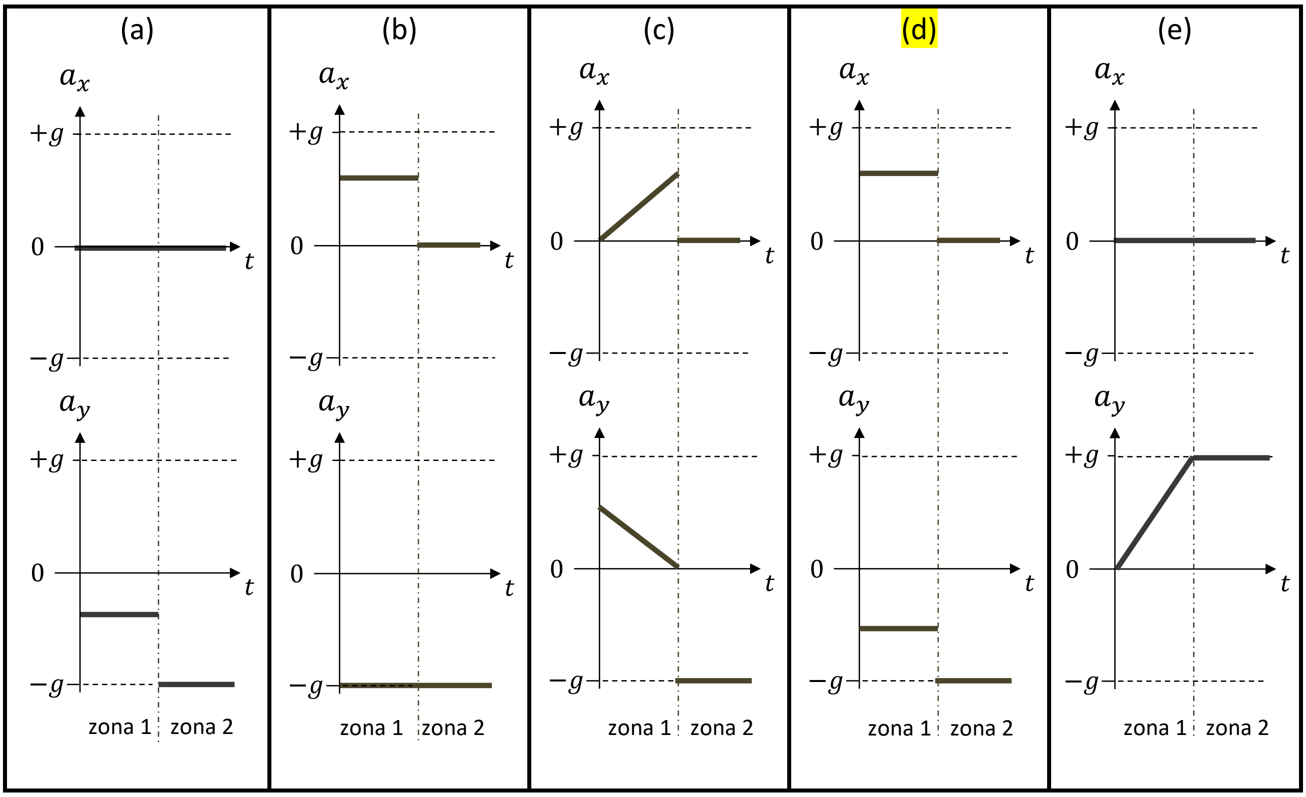
Los ejercicios 4 y 5 refieren a la misma situación física, ilustrada en la figura de la derecha. Cada ejercicio puede resolverse en forma independiente del otro.

La figura muestra un sistema de recolección de paquetes que consiste en un plano sin fricción inclinado un ángulo θ con respecto a la horizontal (zona 1). Luego de recorrer la superficie, los paquetes salen despedidos desde una altura h y son recogidos por una persona parada en el piso (zona 2).



Ejercicio 4

Una caja de masa m se deja caer desde lo alto del plano inclinado en la zona 1. **Considerando el sistema de coordenadas con los versores $\hat{\imath}$, $\hat{\jmath}$ de la figura**, ¿cuál de los siguientes esquemas representa mejor las componentes a_x y a_y del vector de aceleración de la caja, $\vec{a} = a_x\hat{\imath} + a_y\hat{\jmath}$, en función del tiempo?



Resolución

En la zona 1 podemos aplicar las ecuaciones de Newton para encontrar la aceleración, que tiene módulo igual a $g \sin\theta$ y apunta en la dirección del plano inclinado. Esta debe ser descompuesta según los versores $\hat{\boldsymbol{\imath}}$ y $\hat{\boldsymbol{\jmath}}$. La componente según $\hat{\boldsymbol{\jmath}}$ es constante, negativa y menor a g en módulo. En el caso de la componente según $\hat{\boldsymbol{\imath}}$, es positiva y menor a g.

Entonces, en la zona 1 se tiene $a_x = $ cte. y $a_y = $ cte., con $0 < a_x < +g$ y $0 > a_y > -g$.

Luego de que sale del plano inclinado, la aceleración apunta según $\hat{\boldsymbol{j}}$ y es $-\boldsymbol{g}\hat{\boldsymbol{j}}$. Entonces, en la zona 2 se tiene $a_x = 0$ y $a_y = -g$. Solamente el esquema mostrado en (d) es compatible con lo anterior.

Ejercicio 5

Considera la misma situación que en el caso anterior, con $\theta = 30°$. El bloque ingresa a la zona 2 con una velocidad de módulo $v_0 = 1{,}0\ \mathrm{m/s}$, a una altura $h = 3{,}0$ m con respecto al piso. La persona recibe el paquete a una altura $L = 1{,}0$ m sobre el piso. ¿Cuánto vale la separación horizontal D?

a) 0,9 m	b) 0,5 m	c) 1,0 m	d) 1,8 m	e) 1,4 m

Resolución

El bloque ingresa a la zona 2 con una velocidad de $v_0 = 1{,}0\ \mathrm{m/s}$, formando un ángulo de $\theta = 30°$ por debajo de la horizontal. Vectorialmente podemos escribir la velocidad inicial como:

$$\vec{v}_0 = 1{,}0\ (\cos(30°)\,\hat{\imath} - \sin(30°)\,\hat{\jmath}) = 1.0\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\hat{\imath} - \frac{1}{2}\hat{\jmath}\right)\ \mathrm{m/s}$$

El movimiento que experimenta es de aceleración constante con $\vec{a} = -g\hat{\jmath}$, entonces las ecuaciones de movimiento son:

$$x = x_0 + v_{0x}t, \qquad y = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$$

Eligiendo el origen en algún punto del suelo, necesitamos hallar $D = x - x_0$ con $y = 1.0$ m e $y_0 = 3.0$ m. Podemos hallar el tiempo de tarda en caer resolviendo la ecuación

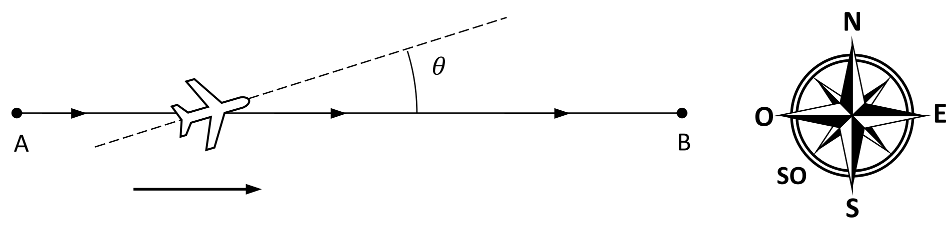
$$0 = 2 - 0.5t_0 - \frac{1}{2}9.8t_0^2$$

eligiendo la solución $t_0 > 0$. Sustituyendo el valor hallado en la relación entre D y x obtenemos

$$D = \frac{\sqrt{3}}{2}t_0 = 0.5\ m$$

Ejercicio 6

Un avión viaja desde una ciudad A hacia una ciudad B que está ubicada directamente al este (E) de la ciudad A. La rapidez del avión respecto al aire es de $700\ \mathrm{km/h}$. Sin embargo, hay un viento en dirección hacia el suroeste (SO) con una rapidez de $60\ \mathrm{km/h}$. ¿Con qué ángulo θ, medido desde el este hacia el norte, debe volar el avión con respecto al aire para que el viaje sea en línea recta entre A y B?



a) $\theta = 12°$	b) $\theta = 3{,}5°$	c) $\theta = 15°$	d) $\theta = 7{,}8°$	e) $\theta = 40°$

Resolución:

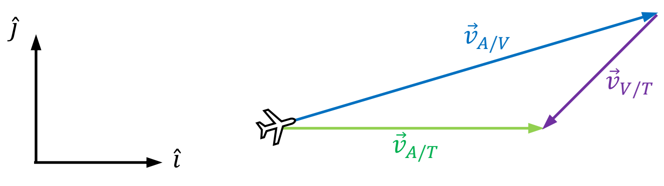
Tomando los versores $\hat{\imath}$ de oeste a este y $\hat{\jmath}$ de sur a norte. Calculemos las velocidades respecto a la tierra (T) y al aire (V).

1. La velocidad del avión respecto al aire $\vec{v}_{A/V} = 700\ \mathrm{km/h}\ (\cos\theta\hat{\imath} + \sin\theta\,\hat{\jmath})$.
2. La velocidad del aire respecto a la tierra $\vec{v}_{V/T} = 60\ \mathrm{km/h}\left(-\frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} - \frac{\hat{\jmath}}{\sqrt{2}}\right)$.

Entonces,

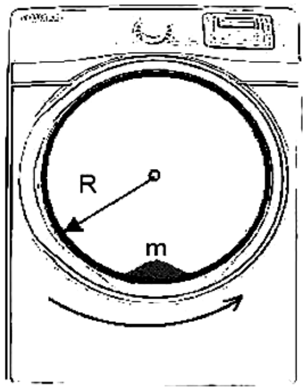
$$\vec{v}_{A/T} = \vec{v}_{A/V} + \vec{v}_{V/T} = v_o\hat{\imath} = 700\ \mathrm{km/h}\ (\cos\theta\hat{\imath} + \sin\theta\,\hat{\jmath}) + 60\ \mathrm{km/h}\left(-\frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} - \frac{\hat{\jmath}}{\sqrt{2}}\right)$$

$$700\sin\theta = \frac{60}{\sqrt{2}} \rightarrow \sin\theta = \frac{60}{700\sqrt{2}} \rightarrow \theta = \arcsin\left(\frac{60}{700\sqrt{2}}\right) = 3{,}5°$$



Ejercicio 7

El tambor de un lavarropas tiene radio R, y rota alrededor de un eje horizontal manteniendo una velocidad angular constante. Una pequeña prenda de ropa, de 0,100 kg de masa se mueve junto con la pared interior del tambor. Se sabe que la fuerza normal que actúa sobre la prenda en el punto inferior de la trayectoria es de 3,00 N. ¿Cuál es el módulo de la fuerza normal que actúa sobre la prenda en el punto superior de la trayectoria?

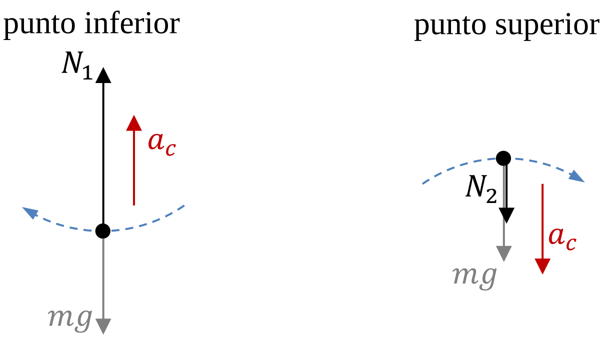


a) 1,04 N	b) 3,00 N	c) 0,00 N	d) 0,98 N	e) 3,46 N

Resolución

En el punto inferior las fuerzas que actúan sobre la prenda son la normal N_1 y el peso. La fuerza resultante es la fuerza centrípeta que produce el movimiento circular. Es decir: $N_1 - mg = F_c = ma_c = 3.00N - 0.98N = 2.02N$.

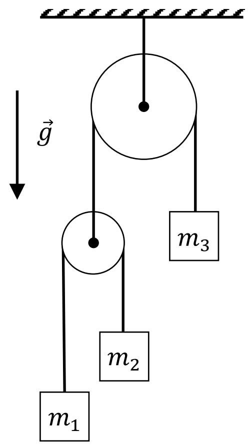
En el punto superior, la normal N_2 y el peso apuntan en el mismo sentido. En esta ocasión la fuerza centrípeta es $F_c = N_2 + mg = 2.02N \rightarrow N_2 = 2.02N - 0.98N = 1.04\ N$.



$\left|\vec{F_c}\right| = N_1 - mg$ $\qquad$ $\left|\vec{F_c}\right| = N_2 + mg$

Ejercicio 8

El sistema de la figura consta de tres masas, m_1, $m_2 = 2m_1$ y $m_3 = 4m_1$. Una cuerda une m_1 con m_2, pasando por una polea móvil. Otra cuerda, que une el centro de la polea móvil con m_3, pasa alrededor de una polea fija. Consideraremos que las poleas carecen de masa y fricción en el eje, y que las cuerdas son inextensibles y de masa despreciable.



Calcula el módulo de la aceleración de m_3.

a) $a_3 = \frac{g}{5}$	b) $a_3 = \frac{4g}{3}$	c) $a_3 = \frac{4g}{7}$	d) $a_3 = \frac{5g}{6}$	e) $a_3 = \frac{g}{7}$

Resolución:

Comencemos planteando la segunda Ley de Newton sobre los tres cuerpos. Elegimos un sistema de coordenadas con el origen en la polea fija, y con un eje y vertical hacia abajo. Consideremos además que sobre la polea móvil la tensión hacia arriba (T_1) es igual a la suma de las tensiones hacia abajo, y que estas dos son iguales ($T_1 = T + T = 2T$).

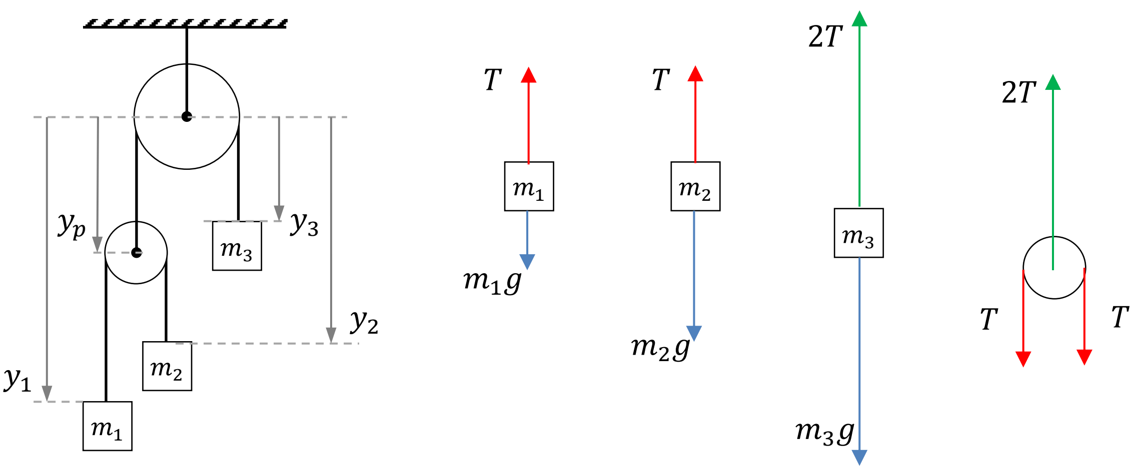
$$m_1 g - T = m_1 a_1 \rightarrow mg - T = ma_1 \qquad (1)$$

$$m_2 g - T = m_2 a_2 \rightarrow 2mg - T = 2ma_2 \qquad (2)$$

$$m_3 g - 2T = m_3 a_2 \rightarrow 4mg - 2T = 4ma_3 \qquad (3)$$

Miremos ahora la ecuación de vínculos, considerando que las cuerdas tienen largos fijos. Si representamos mediante L_1 la longitud de la cuerda que une m_3 y la polea móvil, y_p la posición vertical de la polea, e y_3 la posición vertical de m_3, entonces

$$L_1 = y_p + y_3 + \text{const.}; \rightarrow \quad a_3 = -a_p$$



Del primer vínculo sabemos que la aceleración de la masa 3 es igual y opuesta a la aceleración de la polea.

Ahora miremos el segundo vínculo y llamemos L_2 al largo de la cuerda que une m_1 con m_2, y_1 a la posición vertical de m_1 e y_2 la posición vertical de m_2. Observamos que

$$L_2 = (y_1 - y_p) + (y_2 - y_p) + \text{const.}$$

Esta ecuación implica que

$$a_1 + a_2 = 2a_p = -2a_3 \tag{4}$$

Ahora, hagamos la combinación de las ecuaciones $(3) - (2) - (1)$, lo cual nos da:

$$4mg - 2mg - mg = 4ma_3 - 2ma_2 - ma_1$$

$$\rightarrow\ g = 4a_3 - 2a_2 - a_1 \tag{5}$$

Ahora, hagamos la combinación de ecuaciones $(3) - 2 \times (2)$:

$$4mg - 4mg = 4ma_3 - 4ma_2$$

$$\rightarrow a_3 = a_2$$

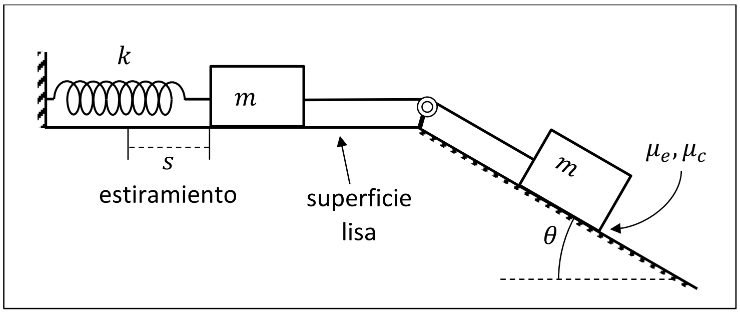
Sustituyendo en la ecuación (4) y luego en la (5):

$$a_1 + a_3 = -2a_3 \rightarrow a_1 = -3a_3$$
$$\rightarrow g = 4a_3 - 2a_2 - a_1 = 4a_3 - 2a_3 + 3a_3 = 5a_3$$
$$\rightarrow a_3 = \frac{g}{5}$$

La solución corresponde a la opción (a).

Los ejercicios 9 y 10 refieren al mismo sistema, ilustrado en la figura de la derecha.

Cada ejercicio puede resolverse de forma independiente.



Ejercicio 9

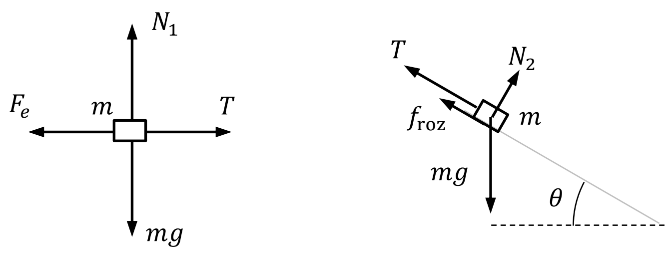
Dos bloques idénticos se encuentran unidos por una cuerda sostenida por una polea, como muestra la figura. Uno de los bloques está apoyado sobre una superficie **horizontal lisa**, y está unido a un resorte ideal de constante k que tiene un estiramiento s con respecto a su longitud natural. El otro bloque se encuentra apoyado sobre una **superficie rugosa**, inclinada un ángulo θ con respecto a la horizontal. Entre este bloque y la superficie, el coeficiente de rozamiento estático vale μ_e y el cinético μ_c. La cuerda es inextensible y sin masa, y la polea no tiene masa.

Si el valor de s se fija en $s = \dfrac{mg}{2k}$, ¿para qué valores de μ_e se puede mantener este sistema en equilibrio?

a) $\mu_e \geq \dfrac{\left\lvert \operatorname{sen}\theta - \frac{1}{2} \right\rvert}{\cos\theta}$	b) $\mu_e \geq \dfrac{\tan\theta}{2}$	c) $\mu_e \leq \dfrac{\cos\theta}{2\operatorname{sen}\theta}$	d) $\mu_e \geq \dfrac{\operatorname{sen}\theta + \cos\theta}{2}$	e) $\mu_e \leq \dfrac{\left\lvert \cos\theta - \frac{1}{2} \right\rvert}{\operatorname{sen}\theta}$

Resolución:

Vamos a plantear la segunda ley de Newton asumiendo equilibrio en ambos cuerpos.



1. Sobre el cuerpo en la sección horizontal, considerando las fuerzas que actúan en la dirección horizontal y vertical, encontramos

$$F_e = T \ y \ F_e = ks = \frac{mg}{2}$$

donde F_e es la fuerza ejercida por el resorte y el estiramiento vale $s = mg/2k$.

2. Sobre el cuerpo en la sección inclinada, considerando un eje paralelo al plano inclinado y otro perpendicular, encontramos

$$T - mg\sin\theta + f_{\mathrm{roz}} = 0$$

$$N_2 = mg\cos\theta$$

donde f_{roz} representa la componente de la fuerza de rozamiento $\vec{f}_{\mathrm{roz}}$ a lo largo del plano inclinado, cuyo sentido puede ser hacia arriba o hacia abajo.

Despejamos f_{roz} e imponemos el valor máximo del módulo de la fuerza $\vec{f}_{\mathrm{roz}}$.

$$f_{\mathrm{roz}} = mg\sin\theta - T$$

$$\left|\vec{f}_{\mathrm{roz}}\right| = |mg\sin\theta - T| \leq \mu_e\left|\vec{N}_2\right| = \mu_e mg\cos\theta$$

La desigualdad se verifica si

$$\mu_e \geq \frac{|mg\sin\theta - T|}{mg\cos\theta} = \frac{|\sin\theta - 1/2|}{\cos\theta}$$

La opción correcta es la (a)

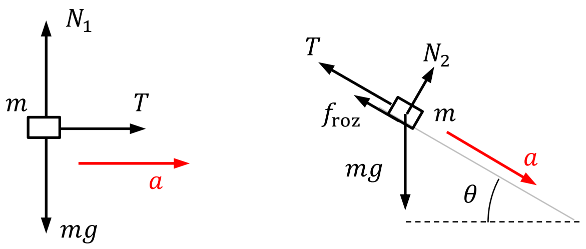
Ejercicio 10

En el mismo sistema del ejercicio anterior, estando los bloques en reposo, se deprende el resorte del bloque superior. Como resultado, los bloques comienzan a deslizarse sobre las superficies. Determina el módulo de la aceleración que adquieren los bloques.

a) $\frac{g}{2}(\operatorname{sen}\theta - \mu_c \cos\theta)$	b) $\frac{g\tan\theta}{2\mu_c}$	c) $\frac{\mu_c g \tan\theta}{2}$	d) $\frac{g}{2}(\cos\theta + \mu_c \operatorname{sen}\theta)$	e) $g(\operatorname{sen}\theta + \mu_c \cos\theta)$

Resolución:

En forma análoga al ejercicio 9, planteamos las leyes de Newton pero considerando que ambos cuerpos se mueven con aceleración de igual módulo.



1. Sobre el cuerpo en la sección horizontal:

$$T = ma$$

2. Sobre el cuerpo en la sección inclinada, tomando un eje colineal con el plano inclinado y otro perpendicular:

$$mg\sin\theta - T - |\vec{f}_{\text{roz}}| = ma$$

$$N_2 = mg\cos\theta$$

donde, como la fuerza de rozamiento es cinética, se cumple $|\vec{f}_{\text{roz}}| = \mu_c|\vec{N}_2|$ y, por lo tanto,

$$mg\sin\theta - ma - \mu_c mg\cos\theta = ma$$

$$\rightarrow \frac{g}{2}(\sin\theta - \mu_c\cos\theta) = a$$

La solución es la (a).