PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
Instituto de Física & Escuela de Ingeniería
FIS1514 / ICE1514 — Dinámica
Segundo semestre 2019

Examen Final

Duración total: 150 minutos

Reglas generales:

1. Escriba su nombre, RUT, y sección, de manera clara y legible.
2. Las mochilas se deben dejar en el área designada para ello.
3. Está prohibido el uso de aparatos electrónicos: calculadora, celulares, etc.
4. No se podrá abandonar la sala hasta el término de la evaluación. Si necesita ir al baño se registrará su salida/entrada.
5. Se debe firmar el acta de asistencia y mostrar su TUC o cédula de identidad al momento de firmar.
6. **No se aceptan preguntas de ningún tipo**. Si cree que hay algún error, déjelo claramente explicado al final de la prueba.
7. Todo acto contrario a la honestidad académica realizado durante el desarrollo de esta evaluación, será sancionado con la suspensión inmediata de la actividad y con la reprobación de éste. Se considerarán infracciones a la honestidad académica las siguientes:

   Cometer fraude en la evaluación

   Adulterar el acta de asistencia

   Adulterar en forma posterior al término de la evaluación la hoja de respuestas

   Cualquier acto u omisión que sea calificado como infracción académica

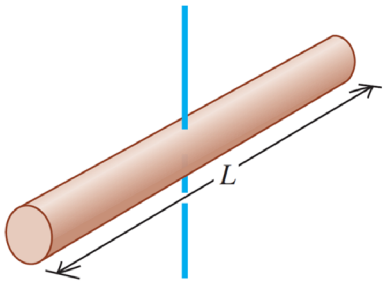
   Cualquier acto u omisión que vaya en contra del *código de honor* `http://www.uc.cl/codigodehonor`

Reglas preguntas de selección múltiple:

1. Debe **seleccionar una sola respuesta** en las preguntas de selección múltiple. Para ello debe rellenar completamente el círculo de la respuesta seleccionada (de lo contrario su respuesta se considerará inválida). Los cálculos y desarrollo de las preguntas de selección múltiple no se consideran.
2. En las preguntas de selección múltiple: **las respuestas incorrectas descuentan** $1/4$ **de punto**.
3. Al finalizar la interrogación, entregue únicamente la hoja de respuestas (no entregue este cuadernillo).

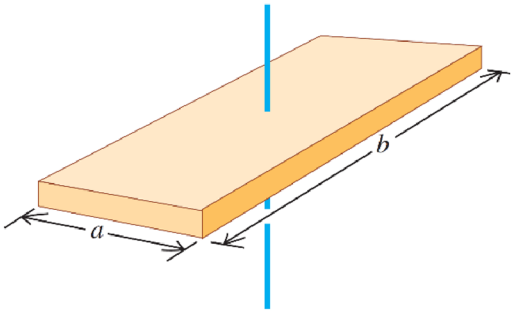
Varilla delgada,
eje por el centro

$$I = \frac{1}{12}ML^2$$



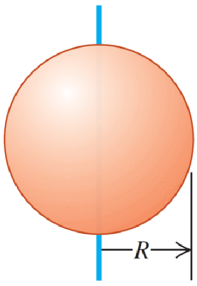
Placa rectangular,
eje por el centro

$$I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$$



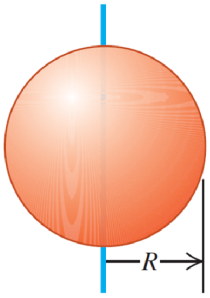
Esfera hueca de
pared delgada

$$I = \frac{2}{3}MR^2$$



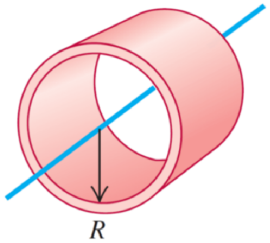
Esfera sólida

$$I = \frac{2}{5}MR^2$$



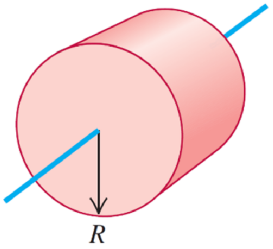
Cilindro hueco de
pared delgada

$$I = MR^2$$



Cilindro sólido

$$I = \frac{1}{2}MR^2$$



Problema 1 [1 punto]

Un cuerpo desliza primeramente sobre un plano inclinado en ángulo α y después sobre una superficie horizontal. El coeficiente de roce cinético entre el cuerpo y las superficies, del plano inclinado y horizontal, es μ.
El cuerpo comienza desde el reposo y se sabe que la distancia que recorre sobre el plano inclinado es igual a la que recorre el cuerpo sobre el plano horizontal. Calcule el coeficiente de roce μ. Suponga α conocido.

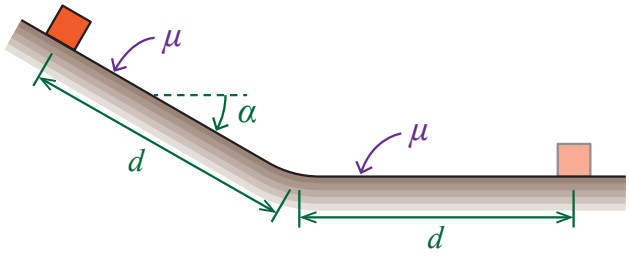
a) $\mu = \dfrac{\sin(\alpha)}{1+\cos(\alpha)}$

b) $\mu = \dfrac{1}{2}\tan(\alpha)$

c) $\mu = \dfrac{1}{2}\sin(\alpha)$

d) $\mu = \dfrac{\cos(\alpha)}{1+\sin(\alpha)}$

e) $\mu = \dfrac{1}{1+\sin(\alpha)}$



La fuerza normal en el plano inclinado y horizontal es:

$$N_{\text{incli}} = mg\cdot\cos(\alpha) \qquad \text{y} \qquad N_{\text{horiz}} = mg$$

La fuerza de roce en el plano inclinado y horizontal es:

$$(f_r)_{\text{incli}} = \mu\cdot N_{\text{incli}} = \mu mg\cdot\cos(\alpha) \qquad \text{y} \qquad (f_r)_{\text{horiz}} = \mu\cdot N_{\text{horiz}} = \mu mg$$

Usando la ecuación de energía–trabajo:

$$\begin{aligned} V_1 + T_1 + U_{12}^{\star} &= V_2 + T_2 \\ mgd\cdot\sin(\alpha) + 0 + U_{12}^{\star} &= 0 + 0 \\ mgd\cdot\sin(\alpha) - d\cdot(f_r)_{\text{incli}} - d\cdot(f_r)_{\text{horiz}} &= 0 \\ mgd\cdot\sin(\alpha) &= \mu mgd\,[\cos(\alpha)+1] \\ \rightarrow \qquad \mu &= \frac{\sin(\alpha)}{1+\cos(\alpha)} \end{aligned}$$

Problema 2 [1 punto]

Silvia y Bruno están acostados a $10\,m$ de distancia sobre un lago congelado donde hay un agujero de pesca de radio $1\,m$ justo entre ellos. Ellos están unidos por una cuerda de la cual tiran para avanzar. Silvia tiene masa $m_s = 52\,kg$, Bruno tiene masa $m_b = 78\,kg$, la cuerda tiene masa despreciable, y el roce con el hielo es despreciable.

Luego de tirar de la cuerda Silvia ha llegado al agujero y su coordenada es $x_s = -1\,m$. ¿Cuál es la coordenada de Bruno x_b en ese instante?

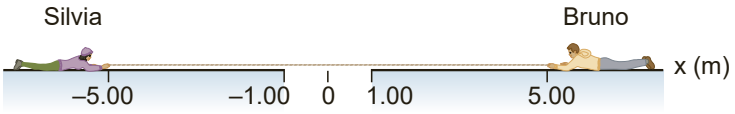
a) $x_b' = \frac{7}{3}\,m$

b) $x_b' = 1\,m$

c) $x_b' = \frac{5}{3}\,m$

d) $x_b' = \frac{2}{3}\,m$

e) $x_b' = 4\,m$



Si se toma a las personas y la cuerda como un sistema, entonces no hay fuerzas externas actuando sobre el sistema. La fuerza que ellos ejercen tirando de la cuerda es una fuerza interna. Es decir, el centro de masa del sistema completo no cambia su posición. La ubicación del centro de masa inicialmente es:

$$\overline{x} = \frac{m_s x_s + m_b x_b}{m_s + m_b} = \frac{(52)\,(-5) + (78)\,(5)}{52 + 78} = \frac{130}{130} = 1\,m$$

Cuando Silvia está en $x_s = -1$, el centro de masa del sistema debe todavía estar en $\overline{x} = 1\,m$. Es decir:

$$\overline{x} = \frac{m_s x_s' + m_b x_b'}{m_s + m_b} = \frac{(52)\,(-1) + (78)\,x_b'}{52 + 78} = 1\,m$$

$$-52 + 78 x_b' = 130$$

$$\rightarrow \qquad x_b' = \frac{182}{78} = \frac{7}{3}\,m$$

Es decir, Bruno se encuentra a $1{,}333\,m$ del borde del agujero. Que es lo mismo que $^7/_3 = 2{,}333\,m$ del centro del agujero.

Problema 3 [1 punto]

Dos bloques A y B tienen masas m_A y m_B respectivamente. Ambos están unidos entre sí por un eslabón sólido de masa despreciable. Los bloques se colocan sobre un plano inclinado y se sueltan, deslizándose hacia abajo. Determine la magnitud de la fuerza total que siente el eslabón (tensión = positivo; compresión = negativo). Los coeficientes de roce cinético o dinámico entre los bloques y el plano inclinado son $\mu_A = 1/10$ y $\mu_B = 3/10$, y el ángulo del plano inclinado es $\theta = 30°$.

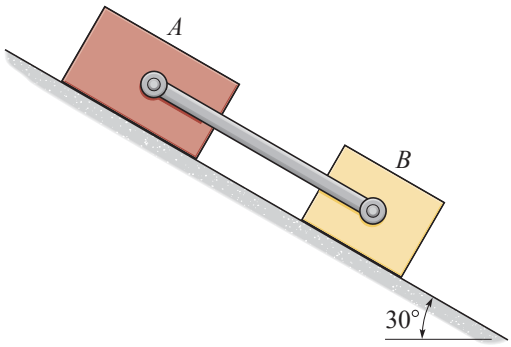
a) $F = \dfrac{\sqrt{3}g}{10}\left(\dfrac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$

b) $F = -\dfrac{\sqrt{3}g}{10}\left(\dfrac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$

c) $F = \dfrac{\sqrt{3}}{10g}\left(\dfrac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$

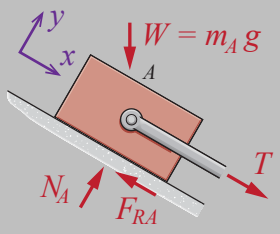
d) $F = \dfrac{10g}{\sqrt{3}}\left(\dfrac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$

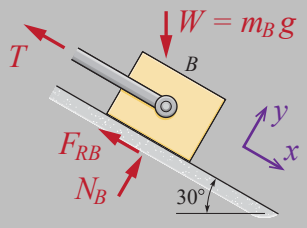
e) $F = -\dfrac{10g}{\sqrt{3}}\left(\dfrac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$



Solución

Considerando los DCL de ambos bloques y un sistema ortogonal con un eje paralelo al plano inclinado:





Usando la 2^a ley de Newton en la dirección y y sabiendo que $\ddot{y}_A = \ddot{y}_B = 0$:

$$N_A = W_A \cos 30° \qquad \text{y} \qquad N_B = W_B \cos 30° = \frac{m_B g\sqrt{3}}{2}$$

, y con ello:

$$F_{RA} = \mu_A N_A = \frac{\sqrt{3}}{20} m_A g \qquad \text{y} \qquad F_{RB} = \mu_B N_B = \frac{3\sqrt{3}}{20} m_B g$$

Usando la 2^a ley de Newton en la dirección x y sabiendo que $\ddot{x}_A = \ddot{x}_B = \ddot{x}$:

$$\left.\begin{aligned} T + W_A \sin 30° - F_{RA} &= m_A \ddot{x} \\ -T + W_B \sin 30° - F_{RB} &= m_B \ddot{x} \end{aligned}\right\} \longrightarrow \left.\begin{aligned} T + \tfrac{1}{2} m_A g - \tfrac{\sqrt{3}}{20} m_A g &= m_A \ddot{x} \\ -T + \tfrac{1}{2} m_B g - \tfrac{3\sqrt{3}}{20} m_B g &= m_B \ddot{x} \end{aligned}\right\}$$

Resolviendo T de la expresión:

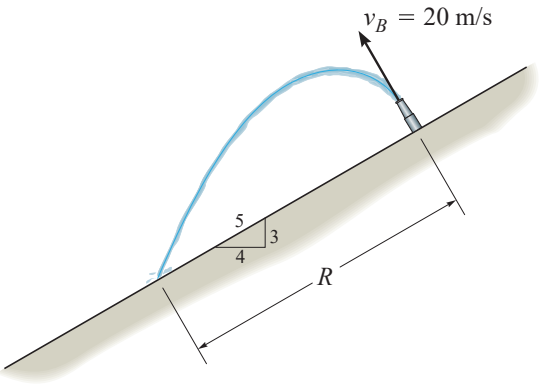
$$T = F = -\frac{\sqrt{3}g}{10}\left(\frac{m_a\, m_b}{m_a + m_b}\right)$$

, donde el signo negativo indica que el eslabón está comprimido.

Nota: Originalmente se pedía el "módulo" de la fuerza. Debido a ello se aceptarán ambos signos como correctos (respuesta positiva y negativa).

Problema 4 [1 punto]

Una manguera rocía agua perpendicular con respecto a una superficie inclinada (ver figura). Si el agua deja la manguera a una velocidad de $v_0 = 20\,m/s$, determine la distancia a la que llega el agua. Desprecie cualquier roce, considere $g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$, y que el agua sale directamente del plano inclinado (largo despreciable de la manguera).



a) $R = 75\,m$

b) $R = 750\,m$

c) $R = 7500\,m$

d) $R = 7{,}5\,m$

e) $R = -7{,}5\,m$

Solución

Considerando un eje inclinado con el origen en la salida de la manguera:

$$x = g\sin(\theta)\,\frac{t^2}{2}$$

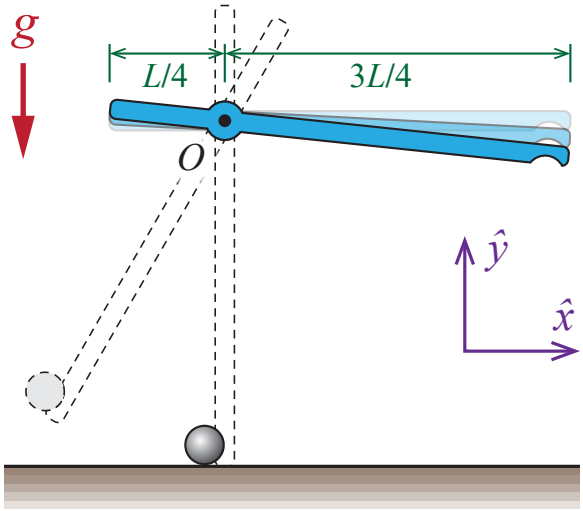
$$y = v_0 t - g\cos(\theta)\,\frac{t^2}{2}$$

$$\Rightarrow t_{vuelo} = \frac{2v_0}{g\cos(\theta)}$$

$$\Rightarrow R = \Delta x = \frac{2\sin(\theta)}{g\cos^2(\theta)}v_0^2 = 75\,m$$

Enunciado para los siguientes 3 problemas

La barra de la figura, de longitud L, masa M y ancho despreciable, se encuentra fija a un pivote en el punto O. La barra está inicialmente en la posición horizontal, y se suelta en $t = 0$. Suponga que el extremo inferior de la barra experimenta un choque perfectamente inelástico con la partícula de masa m que se encuentra inicialmente en reposo sobre la superficie sin roce. Desprecie el radio de la partícula.



Problema 5 [1 punto]

La expresión del momento de inercia de la barra con respecto al pivote I_O:

a) $I_O = \frac{7}{48}ML^2$

b) $I_O = \frac{1}{3}ML^2$

c) $I_O = \frac{1}{12}ML^2$

d) $I_O = \frac{1}{2}ML^2$

e) $I_O = \frac{13}{12}ML^2$

Solución

Primero calculamos el momento de inercia con respecto al centro de masa I_{CM}:

$$I_{CM} = \int r^2 \, \mathrm{d}m = \int_{-L/2}^{L/2} r^2 \lambda \, \mathrm{d}r$$

, donde $\lambda = M/L$.

$$I_{CM} = \int_{-L/2}^{L/2} r^2 \lambda \, \mathrm{d}r = \frac{2}{3}\lambda \left(\frac{L}{2}\right)^3 = \frac{1}{12}ML^2$$

Usamos el teorema de Steiner para calcular I_O, i.e teorema de ejes paralelos o de cambio de eje de rotación:

$$I_O = I_{CM} + Md^2$$

, donde $d = L/4$, por tanto:

$$I_O = \frac{1}{12}ML^2 + M\left(\frac{L}{4}\right)^2 = \frac{7}{48}ML^2$$

Este problema utiliza el enunciado descrito anteriormente...

Problema 6 [1 punto]

Asuma conocida la inercia de la barra I_O respecto al punto O.
Determine la rapidez angular ω_A de la barra justo antes de chocar con la partícula.

a) $\omega_A = \sqrt{\dfrac{MgL}{2I_0}}$

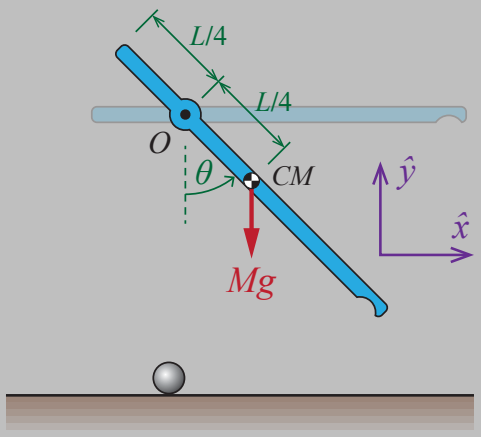
b) $\omega_A = \sqrt{\dfrac{MgL}{I_0}}$

c) $\omega_A = \sqrt{\dfrac{3MgL}{2I_0}}$

d) $\omega_A = \sqrt{\dfrac{MgL}{I_0 + ML^2}}$

e) $\omega_A = \sqrt{\dfrac{16MgL}{16I_0 + ML^2}}$

Solución



Fijando el nivel cero de energía potencial en la superficie sin roce, la energía inicial del sistema corresponde, únicamente, a energía potencial:

$$E_i = Mg\, h_{CM}^{(\text{inic})} = Mg\left(\frac{3L}{4}\right)$$

Justo antes de colisionar con la partícula, la energía del sistema posee dos componentes: cinética rotacional y potencial. Así,

$$E_f = \frac{1}{2} I_O\, \omega_A^2 + Mg\, h_{CM}^{(\text{final})} = \frac{1}{2} I_O\, \omega_A^2 + Mg\left(\frac{L}{2}\right)$$

Por conservación de energía

$$E_i = E_f \qquad \rightarrow \qquad \omega_A = \sqrt{\frac{MgL}{2I_O}}$$

Este problema utiliza el enunciado descrito anteriormente...

Problema 7 [1 punto]

Asuma conocida la inercia de la barra I_O respecto al punto O, así como la rapidez angular el instante previo a la colisión ω_A.

Determine la rapidez angular ω_D de la barra justo después de chocar con la partícula es:

a) $\omega_D = \omega_A \dfrac{1}{1+\dfrac{9mL^2}{16I_O}}$

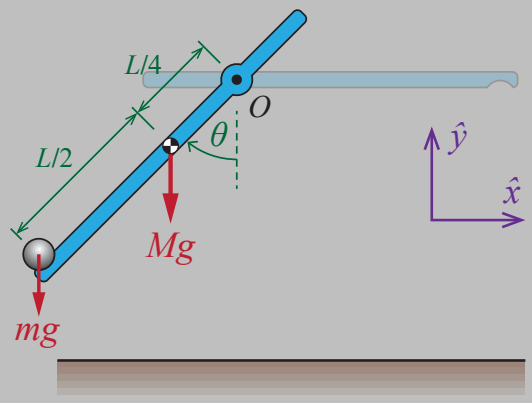
b) $\omega_D = \omega_A \dfrac{1}{1+\dfrac{3mL^2}{4I_O}}$

c) $\omega_D = \omega_A \dfrac{1}{1+\dfrac{mL^2}{I_O}}$

d) $\omega_D = \omega_A \dfrac{1}{1+\dfrac{16I_O}{9mL^2}}$

e) $\omega_D = \omega_A \dfrac{1}{1+\dfrac{I_O}{mL^2}}$

Solución



Por conservación del momentum angular sabemos que

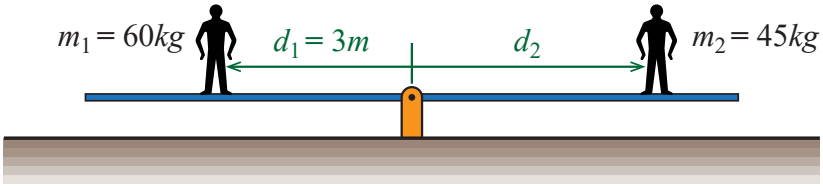
$$I_O\,\omega_A = \left[I_O + m\left(\frac{3L}{4}\right)^2\right]\omega_D$$

, por tanto:

$$\omega_D = \omega_A \frac{1}{1+\dfrac{9mL^2}{16I_O}}$$

Problema 8 [1 punto]

Dos estudiantes se están balanceando en un balancín de $10\,m$. El balancín tiene $5\,m$ de largo a cada lado. El balancín está paralelo al piso y tiene masa despreciable. El estudiante a la izquierda tiene masa igual a $m_1 = 60\,kg$ y está a $d_1 = 3\,m$ del centro del balancín. El estudiante a la derecha tiene masa igual a $m_2 = 45\,kg$ y está a una distancia d_2 del centro del balancín.



Los dos estudiantes están parados de tal manera que el torque neto es $0\,N \cdot m$. ¿Cuál de los siguientes cambios alteraría el torque neto del balancín?

a) Ambos estudiantes se mueven un metro hacia el centro del balancín

b) Dos estudiantes más, ambos de $45\,kg$, se suben al balancín en lados opuestos a $5\,m$ de distancia del centro.

c) El estudiante más pesado se acerca al centro $1\,m$; mientras que el más liviano se acerca $1{,}33\,m$.

d) Un tercer estudiante se para en el medio del balancín.

e) El estudiante más liviano se ubica a $4\,m$ del centro del balancín.

Solución

El torque, en este caso, depende de la fuerza ejercida por ambos estudiantes y de las distancias hacia el punto de rotación. Inicialmente el balancín está en equilibrio:

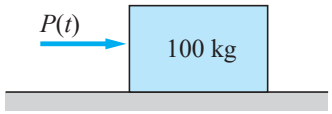
$$\begin{aligned} \tau = 0 &= W_1 d_1 - W_2 d_2 \qquad \longleftarrow \qquad \text{signos según la regla de la mano derecha} \\ 0 &= m_1 g d_1 - m_2 g d_2 \\ 0 &= 60 g d_1 - 45 g d_2 \end{aligned}$$

Ambos estudiantes moviéndose hacia adelante $1\,m$ resultará en un torque no-nulo:

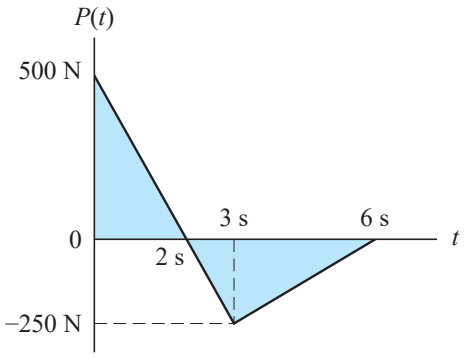
$$\begin{aligned} 0 &\stackrel{?}{=} 60g\,(d_1 - 1) - 45g\,(d_2 - 1) \\ 0 &\stackrel{?}{=} \underbrace{60 g d_1 - 45 g d_2}_{=0 \text{ por enunciado}} - 60g + 45g = 0 - 60g + 45g \\ 0 &\neq \tau = -15g \end{aligned}$$

El torque neto es distinto de cero en este caso e igual a $-15g$ y hará girar el balancín.

Problema 9 [1 punto]



Un bloque de $100\,kg$ está en reposo sobre una superficie de roce despreciable. En el instante $t = 0$ se comienza a aplicar una fuerza $P(t)$ como muestra la gráfica. Determine la velocidad máxima $v_{\max}$ y la velocidad en $t = 6\,s$ del bloque.



a) $v_{\max} = 5\,{}^{m}/_{s}$ y $v(t=6) = 0\,{}^{m}/_{s}$

b) $v_{\max} = 10\,{}^{m}/_{s}$ y $v(t=6) = 0\,{}^{m}/_{s}$

c) $v_{\max} = \dfrac{15}{4}\,{}^{m}/_{s}$ y $v(t=6) = 0\,{}^{m}/_{s}$

d) $v_{\max} = 5\,{}^{m}/_{s}$ y $v(t=6) = \dfrac{15}{4}\,{}^{m}/_{s}$

e) $v_{\max} = \dfrac{25}{4}\,{}^{m}/_{s}$ y $v(t=6) = \dfrac{15}{4}\,{}^{m}/_{s}$

Solución

La velocidad máxima se alcanza en $t = 2\,s$, ya que después de este punto la fuerza comienza a frenar el bloque. Usando el principio de impulso–momentum:

$$m\,v_1 + \int_0^2 P(t)\,\mathrm{d}t = m\,v_{\max}$$
$$0 + \int_0^2 P(t)\,\mathrm{d}t = (100)\,(v_{\max})$$

, donde la integral es simplemente el área de un triángulo:

$$\frac{1}{2}\,(2)\,(500) = 100\,v_{\max} \qquad \rightarrow \qquad v_{\max} = 5\,{}^{m}/_{s}$$

Repetimos el cálculo hasta $t = 6\,s$ notando que la integral se compone de dos triángulos:

$$m\,v_1 + \int_0^6 P(t)\,\mathrm{d}t = m\,v_2$$
$$0 + \left[\frac{1}{2}\,(2)\,(500) + \frac{1}{2}\,(4)\,(-250)\right] = (100)\,(v_2)$$
$$0 + [500 - 500] = 100\,v_2$$
$$\rightarrow \qquad v_2 = v(t=6) = 0\,{}^{m}/_{s}$$

Es decir, la velocidad máxima del bloque es $v_{\max} = 5\,{}^{m}/_{s}$, y la velocidad en $t = 6\,s$ es $v(t=6) = 0$.

Problema 10 [1 punto]

Una bala de masa m se dispara con velocidad horizontal v hacia un saco de arena de masa M que pende de un hilo. La velocidad de la bala y saco después del impacto se conocen de manera indirecta: el saco de arena se eleva hasta una altura máxima H; mientras que la bala atraviesa el saco y recorre una distancia de d metros antes de pegar en el suelo que se encuentra h bajo el punto de impacto con el saco.

Determine la velocidad v de la bala el instante previo al impacto.

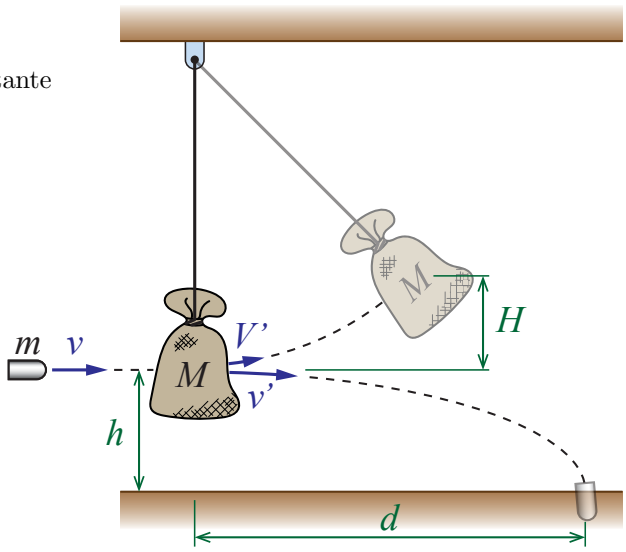
a) $v = \dfrac{M}{m}\sqrt{2gH} + d\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

b) $v = \sqrt{2gH}$

c) $v = -\dfrac{M}{m}\sqrt{2gH} + d\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$

d) $v = -\sqrt{2gH}$

e) $v = d\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$



Solución

Por conservación de momentum lineal tenemos que

$$mv = MV' + mv'$$

de donde la velocidad inicial de la bala es

$$v = \frac{MV' + mv'}{m}$$

Para obtener V' (velocidad del saco después del impacto), podemos utilizar el principio de conservación de energía:

$$\frac{1}{2}M\left(V'\right)^2 = MgH \qquad \rightarrow \qquad V' = \sqrt{2gH}$$

Ahora, para obtener v' (la velocidad de la bala después del impacto), fijamos un sistema ortogonal cuyo origen se encuentra en el lugar del impacto, de esta forma

$$x\left(t\right) = v't \qquad \text{y} \qquad y\left(t\right) = -\frac{1}{2}gt^2$$

El tiempo de caída libre se obtiene imponiendo que en ese instante la altura sea igual a $-h$

$$t_{\text{caída}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Luego,

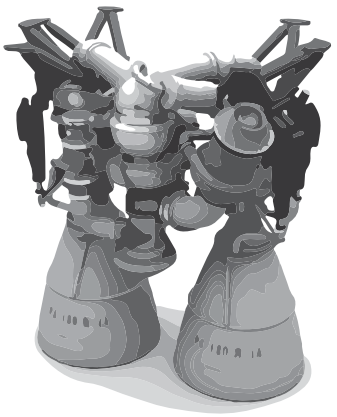
$$d = \left(v'\right)\left(t_{\text{caída}}\right) \qquad \rightarrow \qquad v' = d\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

Finalmente,

$$v = \frac{M}{m}\sqrt{2gH} + d\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

Problema 11 [1 punto]

La familia de cohetes estadounidenses *Atlas V* utiliza motores de fabricación rusa *RD-180*. El cohete con combustible tiene una masa $m_0 = 600\,ton = 600000\,kg$. El motor *RD-180* eyecta masa a una tasa $\dot{m} = -1200\,kg/s$. En un lanzamiento típico, la aceleración en el instante inicial del cohete es $\dot{v}_0 = a_0 = \frac{6}{5}g$.



Asumiendo que $g = 10\,{}^{m}/_{s^2}$, se pide determinar la velocidad relativa $v_{c/p}$ con que se eyecta masa.

a) $v_{c/p} = 11000\,{}^{m}/_{s}$

b) $v_{c/p} = 1000\,{}^{m}/_{s}$

c) $v_{c/p} = \dfrac{11}{6000}\,{}^{m}/_{s}$

d) $v_{c/p} = 6000\,{}^{m}/_{s}$

e) $v_{c/p} = 5000\,{}^{m}/_{s}$

Solución

La ecuación general de un sistema de masa variable es:

$$\sum f = m\,\dot{v} + v_{c/p}\,\dot{m}$$

Reemplazando los valores para el instante inicial de un lanzamiento:

$$\begin{aligned} -m_0\,g &= m_0\,a_0 + v_{c/p}\,\dot{m} \\ -\,(600000)\,(10) &= (600000)\left(\frac{6}{5}\,10\right) + \left(v_{c/p}\right)(-1200) \\ -\,(600000)\left(\frac{11}{5}\,10\right) &= \left(v_{c/p}\right)(-1200) \\ \rightarrow \qquad v_{c/p} &= 11000\,{}^{m}/_{s} \end{aligned}$$

Nota
Este semestre el equipo de profesores acordó coordinar las secciones FIS e ICE. Debido a una situación extraordinaria, la coordinación no se pudo mantener intacta. El equipo docente intentó mantener los exámenes lo más coordinados posibles, pero una parte del examen debía ser distinta y abordar contenido diferente.

Sección FIS: Problema 12 [1 punto]

El disco de masa M y radio R está conectado a un bloque de masa m, mediante el sistema de cables y poleas mostrado en la figura. Si el disco rueda sin resbalar, la aceleración angular del disco será:

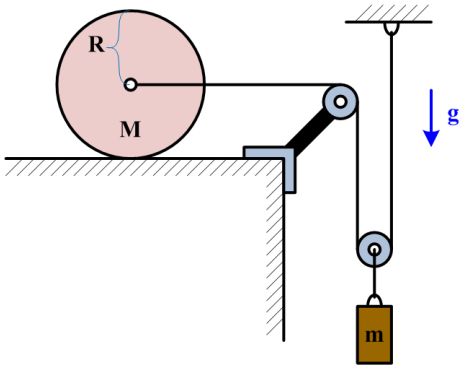
a) $\alpha = \dfrac{2g}{R(1+4M/m)}$

b) $\alpha = \dfrac{R(1+2M/m)}{2g}$

c) $\alpha = \dfrac{2g}{R(1+5M/m)}$

d) $\alpha = \dfrac{2g}{R(3+4M/m)}$

e) $\alpha = \dfrac{R(1+4M/m)}{5g}$



Solución
Ocupamos $F = ma$ para el disco M (que acelera con a_x) y para la masa m (que acelera con a_y), hacia la derecha y con g respectivamente. Considerando que el torque es suficiente para hacer que no resbale el disco, además de la ligadura de la cuerda:

$$\begin{aligned} Ma_x &= T \\ mg - 2T &= ma_y \\ R\alpha &= a_x \\ a_x &= 2a_y \\ \Rightarrow T &= \frac{2gmM}{m+4M} \\ \Rightarrow \alpha &= \frac{2g}{R(1+4M/m)} \end{aligned}$$

Nota
Este semestre el equipo de profesores acordó coordinar las secciones FIS e ICE. Debido a una situación extraordinaria, la coordinación no se pudo mantener intacta. El equipo docente intentó mantener los exámenes lo más coordinados posibles, pero una parte del examen debía ser distinta y abordar contenido diferente.

Sección ICE: Problema 12 [1 punto]

Un bloque de masa m se lanza con velocidad $\overline{v}$ hacia un resorte de constante elástica k y masa despreciable. El roce del bloque con la superficie es despreciable.

El bloque inicialmente está a distancia d del resorte (posición 1), golpea el resorte (posición 2) y lo comprime al máximo (posición 3). El resorte empuja el bloque de regreso y dejan de hacer contacto (posición 4), para luego el bloque regresar a su posición de partida (posición 5).

Determine el tiempo Δt que tarda el bloque en volver a su posición inicial (tiempo que tarda en ir de $1 \to 5$).

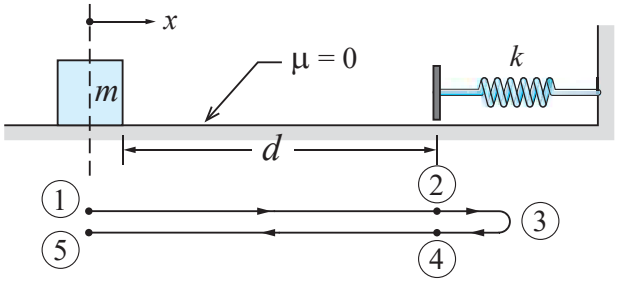
a) $\Delta t = \dfrac{2d}{\overline{v}} + \pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

b) $\Delta t = \dfrac{2d}{\overline{v}} + 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

c) $\Delta t = \dfrac{2d}{\overline{v}} + \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

d) $\Delta t = \dfrac{d}{\overline{v}} + 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

e) $\Delta t = \dfrac{2d}{\overline{v}}$



Solución
El tiempo que tarda el bloque en llegar al resorte es:

$$\Delta t_{1\to 2} = \frac{d}{\overline{v}}$$

El tiempo que tarda en comprimir el resorte al máximo y volver a su posición de reposo es igual a media oscilación, i.e.:

$$\Delta t_{2\to 3\to 4} = \frac{T}{2} = \frac{1}{2f} = \frac{2\pi}{2\omega} = \frac{\pi}{\sqrt{k/m}} = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

El tiempo que tarda en regresar a la posición inicial desde el resorte es:

$$\Delta t_{4\to 5} = \Delta t_{1\to 2} = \frac{d}{\overline{v}}$$

Finalmente, el tiempo total que tarda el bloque es:

$$\Delta t = \Delta t_{1\to 2} + \Delta t_{2\to 3\to 4} + \Delta t_{4\to 5} = 2\cdot\Delta t_{1\to 2} + \Delta t_{2\to 3\to 4}$$
$$\Delta t = \frac{2d}{\overline{v}} + \pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$