UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSÉ SIMEÓN CAÑAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ENERGÉTICAS Y FLUIDICAS — SECCIÓN DE FÍSICA

SOLUCIONARIO OFICIAL — SEGUNDO EXAMEN PARCIAL DE FÍSICA I

Ciclo 02/2026 — **Sección 03** — **Fecha:** Octubre 2026

Estructura de Evaluación y Ponderación

- **Parte I: Selección Múltiple (Preguntas 1 a 6) — 40% de la Nota Final (4.0/10.0)**: Evaluación directa contra clave (1.0 o 0.0 por ítem). Cada ítem correcto vale 0.6667 puntos de la nota final (6.67%).
- **Parte II: Problemas de Procedimiento (Preguntas 7 a 10) — 60% de la Nota Final (6.0/10.0)**: Desarrollo manuscrito completo. Cada ejercicio equivale al 15% de la nota final (1.5 puntos /10.0).

PARTE I: PREGUNTAS TEÓRICAS Y SELECCIÓN MÚLTIPLE (40%)

1. **Respuesta Correcta: c** (20.0 N; el bloque permanece en reposo)

Justificación Ítem 1

La fuerza de fricción estática máxima es $f_{s,\text{máx}} = \mu_s mg = (0.500)(5.00\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2) = 24.5$ N. Como la fuerza aplicada $F = 20.0$ N es menor que $f_{s,\text{máx}}$, el bloque no se rompe del reposo y permanece estático. Por condición de equilibrio horizontal ($\sum F_x = 0$), la fuerza de fricción se equipara a la fuerza aplicada: $f_s = F = 20.0$ N.

2. **Respuesta Correcta: b** (Para A: 1, 2 y 3. Para B: 1 y 2)

Justificación Ítem 2

En el **Sistema A** (bola + resorte + Tierra), la fuerza gravitacional es interna al sistema, por lo que existen tres formas de energía: cinética (1), potencial elástica (2) y potencial gravitatoria (3). En el **Sistema B** (bola + resorte), la Tierra no forma parte del sistema, por lo que la gravedad actúa como fuerza externa y dentro del sistema solo existen energía cinética (1) y energía potencial elástica (2).

3. **Respuesta Correcta: b** (Ambas grúas realizan el mismo trabajo, pero $P_A = 2P_B$)

Justificación Ítem 3

El trabajo realizado para elevar el contenedor desde el reposo hasta el reposo a altura h equivale al cambio de energía potencial: $W = mgh$, idéntico para ambas grúas. La potencia media es $P = W/\Delta t$. Para la grúa A, $P_A = W/t$; para B, $P_B = W/(2t) = \frac{1}{2}P_A$. Por tanto, la grúa A desarrolla el doble de potencia media.

4. **Respuesta Correcta: c** (Proposiciones M, J, V, R)

Justificación Ítem 4

Con $E = 12$ J y examinando la curva de $U(x)$: **M**: Los mínimos de $U(x)$ en $x = 1.0$ m y $x = 5.0$ m corresponden a puntos de equilibrio estable. **J**: En $x = 2.0$ m, la pendiente es positiva ($\frac{dU}{dx} > 0$), por lo que $F = -\frac{dU}{dx}$ apunta hacia la izquierda. **V**: A la izquierda de $x = 1.0$ m (punto A), la pendiente es negativa ($\frac{dU}{dx} < 0$), por lo que la fuerza apunta a la derecha. **R**: En $x = 2.0$ m, $U = 9.0$ J, luego $K = E - U = 12 - 9 = 3.0$ J.

5. **Respuesta Correcta: d** (20.0 N)

Justificación Ítem 5

El impulso que imparte cada bola de nieve (área del triángulo F–t) es $J = \frac{1}{2}F_{\text{máx}}\Delta t_d = \frac{1}{2}(200\text{ N})(0.010\text{ s}) = 1.0\text{ N}\cdot\text{s}$. La fuerza promedio ejercida en el intervalo de repetición $\Delta t_r = 50.0\text{ ms} = 0.050\text{ s}$ es $F_{\text{prom}} = \frac{J}{\Delta t_r} = \frac{1.0\text{ N}\cdot\text{s}}{0.050\text{ s}} = 20.0\text{ N}$.

6. **Respuesta Correcta: b** (El momento lineal total es cero; el carro adquiere velocidad a la izquierda)

Justificación Ítem 6

Al no existir fuerzas externas horizontales sobre el sistema combinado (estudiante + carro + saco), la cantidad de movimiento total se conserva y permanece igual a cero. Al ser lanzado el saco hacia la derecha ($+p$), el conjunto estudiante + carro retrocede hacia la izquierda ($-p$) para mantener $\vec{P}_{\text{total}} = 0$.

PARTE II: PROBLEMAS DE PROCEDIMIENTO (60%)

Ejercicio 7: Bloque en Cono Invertido en Rotación (15% de la Nota Final)

Enunciado: Un bloque de $m = 0.500$ kg gira dentro de un cono invertido cuyas paredes forman un ángulo $\beta = 30.0°$ con la vertical. El coeficiente de fricción estática es $\mu_s = 0.200$. El bloque se mantiene a altura constante $h = 0.800$ m sobre el vértice.

Geometría del Sistema: El radio del movimiento circular horizontal es:

$$R = h\tan\beta = (0.800\text{ m})\tan 30.0° = \frac{0.800}{\sqrt{3}} \approx 0.4619\text{ m}$$

a) Diagrama de Cuerpo Libre [3%]:

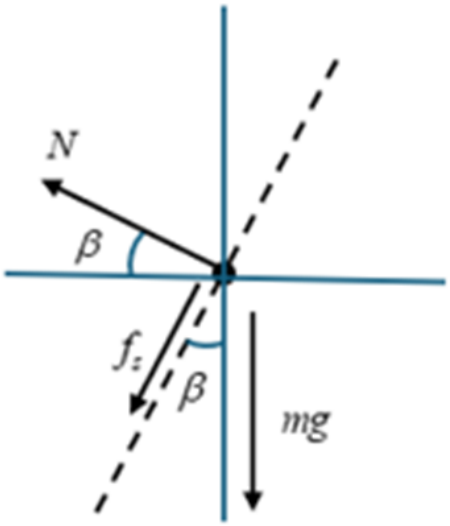


Figura 7.1: Diagrama de Cuerpo Libre en el cono con $\beta = 30.0°$.

Las fuerzas que actúan sobre el bloque son:

- Fuerza normal $\vec{N}$, perpendicular a la pared del cono (forma un ángulo β con la horizontal).
- Fuerza de fricción estática $\vec{f}_s$, dirigida hacia abajo a lo largo de la pared del cono (forma un ángulo β con la vertical).
- Peso $\vec{w} = m\vec{g}$, vertical hacia abajo.

b) Ecuaciones de Movimiento [5%]:

En la dirección vertical ($\sum F_y = 0$, equilibrio):

$$N\sin\beta - f_s\cos\beta - mg = 0 \implies N\sin\beta - \mu_s N\cos\beta = mg$$

$$N(\sin\beta - \mu_s\cos\beta) = mg$$

En la dirección radial horizontal ($\sum F_x = ma_c = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{R}$):

$$N\cos\beta + f_s\sin\beta = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{R} \implies N(\cos\beta + \mu_s\sin\beta) = m\frac{v_{\text{máx}}^2}{R}$$

c) Rapidez Máxima $v_{\text{máx}}$ [7%]:

Despejando N de la ecuación vertical y sustituyendo en la radial:

$$N = \frac{mg}{\sin\beta - \mu_s\cos\beta}$$

$$mg\left(\frac{\cos\beta+\mu_s\sin\beta}{\sin\beta-\mu_s\cos\beta}\right)=m\frac{v_{\text{máx}}^2}{R}\implies v_{\text{máx}}=\sqrt{gR\left(\frac{\cos\beta+\mu_s\sin\beta}{\sin\beta-\mu_s\cos\beta}\right)}$$

Sustituyendo los valores numéricos ($\beta=30.0^\circ$, $\mu_s=0.200$, $R=0.4619$ m, $g=9.80$ m/s^2):

$$\cos 30^\circ+0.200\sin 30^\circ=0.866025+0.1000=0.966025$$

$$\sin 30^\circ-0.200\cos 30^\circ=0.5000-0.173205=0.326795$$

$$v_{\text{máx}}=\sqrt{(9.80\text{ m/s}^2)(0.4619\text{ m})\left(\frac{0.966025}{0.326795}\right)}=\sqrt{(4.5264)(2.9561)}=\sqrt{13.380}=\mathbf{3.66}\text{ m/s}$$

Ejercicio 8: Bomba de Agua, Trabajo y Potencia (15% de la Nota Final)

Enunciado: Elevar $m=800$ kg de agua por minuto ($\Delta t=60.0$ s) desde un pozo de $h=14.0$ m, expulsándola a $v=18.0$ m/s.

a) Trabajo contra la gravedad por minuto [5%]:

$$W_{\text{grav}}=mgh=(800\text{ kg})(9.80\text{ m/s}^2)(14.0\text{ m})=109,760\text{ J}=\mathbf{109.8}\text{ kJ}$$

b) Trabajo para suministrar energía cinética [5%]:

$$W_{\text{cin}}=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}(800\text{ kg})(18.0\text{ m/s})^2=129,600\text{ J}=\mathbf{129.6}\text{ kJ}$$

c) Potencia desarrollada por la bomba [5%]:

$$W_{\text{total}}=W_{\text{grav}}+W_{\text{cin}}=109,760\text{ J}+129,600\text{ J}=239,360\text{ J}=239.36\text{ kJ}$$

$$P=\frac{W_{\text{total}}}{\Delta t}=\frac{239,360\text{ J}}{60.0\text{ s}}=3,989.3\text{ W}=\mathbf{3.99}\text{ kW}$$

d) Comparación y Conclusión [5%]: El trabajo cinético (129.6 kJ, 54.1%) supera ligeramente al trabajo gravitacional (109.8 kJ, 45.9%). Ambos procesos son de magnitud comparable, concluyendo que impartir la velocidad de salida requiere una cantidad de energía tan crítica como la elevación vertical del agua.

Ejercicio 9: Pista Curva, Tramo Áspero y Resorte (15% de la Nota Final)

Enunciado: $m = 2.00$ kg se suelta del reposo desde $h = 3.00$ m. El tramo áspero tiene $L = 1.50$ m con $\mu_k = 0.250$. Resorte con $k = 400$ N/m.

a) Rapidez al pie de la rampa (v_B) [4%]: Por conservación de energía mecánica en el tramo aislado $A \to B$:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_B^2 \implies v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.80\ \text{m/s}^2)(3.00\ \text{m})} = \sqrt{58.8} = \mathbf{7.67}\ \text{m/s}$$

b) Trabajo de fricción y energía residual [6%]:

- Trabajo de la fuerza de fricción (W_{f_k}) [3%]:

$$W_{f_k} = -f_k L = -\mu_k mgL = -(0.250)(2.00\ \text{kg})(9.80\ \text{m/s}^2)(1.50\ \text{m}) = -\mathbf{7.35}\ \text{J}$$

- Energía mecánica residual antes de tocar el resorte (E_C) [3%]:

$$E_C = E_A + W_{f_k} = mgh - 7.35\ \text{J} = 58.80\ \text{J} - 7.35\ \text{J} = \mathbf{51.45}\ \text{J}$$

c) Compresión máxima del resorte ($x_{\text{máx}}$) [5%]: La energía cinética residual se convierte totalmente en energía potencial elástica:

$$E_C = \frac{1}{2}kx_{\text{máx}}^2 \implies x_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{2E_C}{k}} = \sqrt{\frac{2(51.45\ \text{J})}{400\ \text{N/m}}} = \sqrt{0.25725} = \mathbf{0.507}\ \text{m} \quad (\mathbf{50.7}\ \text{cm})$$

Ejercicio 10: Fuerza Variable e Impulso sobre Cohete (15% de la Nota Final)

Enunciado: Cohete de $m = 2,150$ kg. Motor ejerce $F(t) = At^2$, alcanzando 781.25 N a los $t = 1.25$ s.

a) Constante A con unidades [3%]:

$$F(1.25) = A(1.25)^2 = 781.25\ \text{N} \implies A = \frac{781.25\ \text{N}}{1.5625\ \text{s}^2} = \mathbf{500}\ \text{N/s}^{\mathbf{2}} \quad \left(\text{o kg} \cdot \text{m/s}^{\mathbf{4}}\right)$$

b) Impulso J entre $t_1 = 2.00$ s y $t_2 = 3.50$ s [7%]:

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F(t)\,dt = \int_{2.00}^{3.50} 500t^2\,dt = \left[\frac{500}{3}t^3\right]_{2.00}^{3.50}$$

$$J = \frac{500}{3}\left((3.50)^3 - (2.00)^3\right) = \frac{500}{3}(42.875 - 8.000) = \frac{500}{3}(34.875) = \mathbf{5,812.5}\ \text{N} \cdot \text{s}$$

c) Cambio de velocidad del cohete Δv [5%]: Por el teorema del impulso y la cantidad de movimiento ($J = m\Delta v$):

$$\Delta v = \frac{J}{m} = \frac{5,812.5\ \text{N} \cdot \text{s}}{2,150\ \text{kg}} = \mathbf{2.70}\ \text{m/s}$$

— FIN DEL SOLUCIONARIO OFICIAL —