Las leyes de conservación de la cantidad de movimiento lineal y la energía.

Autor: M.Sc. Manuel de Jesús Lastra Alonso. Profesor Auxiliar.

Universidad de las Ciencias Pedagógicas "E.J.V." Dpto. de Ciencias Exactas. Facultad de Educación Media Superior. Ciudad de La Habana

Comentario general.-

Los ejercicios propuestos, que aparecen como Tareas generales en el Texto de grado 12º parte 2, a partir de la pág. 83, todos deben ser realizados por los estudiantes.

En las tareas que siguen se muestran pasos fundamentales de la estrategia de resolución de algunos de estos ejercicios.

Ejercicio 1 del Texto, pág. 83

C.M.-

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$ Ya que las fuerzas externas están compensadas

$0 = m\,\vec{u}_1 + M\,\vec{u}_2$ $M = m_h + m_c + m_e$

$0 = m\,u_1 - M\,u_2$

$u_2 = \dfrac{m}{M}\,u_1$, $u_2 = 0{,}25$ m/s

Ejercicios 2 y 3 del Texto, pág. 84

C.M.-

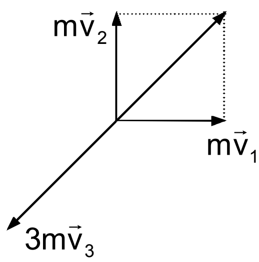
Ej. 3

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$ Se cumple inmediatamente antes y después de la explosión, ya que en ese intervalo la fuerzas externas son despreciables frente a las fuerzas internas de la explosión.

En este caso hay que proceder en forma vectorial en el plano:

$0 = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 + 3m\vec{v}_3$

$0 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + 3\vec{v}_3$



$$3\vec{v}_3 = -(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$$

$$3v_3 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

$$v_3 = 14{,}1 \text{ m/s}$$

Ejercicio 4 del Texto, pág. 84

C.M.-

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$ Se cumple inmediatamente antes y después de la explosión, ya que en ese intervalo la fuerzas externas son despreciables frente a las fuerzas internas de la explosión.

Solo interesa la componente horizontal, pues la velocidad de retroceso del cañón está en esa dirección.

$$0 = m\vec{v}_{1x} + M\vec{v}_{2x}$$

$$0 = mv_{1x} - Mv_{2x}$$

$Mv_{2x} = mv_{1x}$ $\qquad$ $v_{1x} = v_1 \cos 45º$

$V_{2x} = \dfrac{m}{M} v_1 \cos 45º$ $\quad , \quad$ $V_{2x} = 6{,}3$ m/s

Ejercicio 5 del Texto, pág. 84

C.M.-

*El dato correcto es, $v_\alpha = 1{,}4 \cdot 10^7$ m/s

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

La masa molar expresada en g/mol es numéricamente igual a la masa atómica relativa o masa molecular relativa, según el caso. Por tanto la masa de 1 átomo o molécula es igual a la masa atómica (o molecular) relativa expresada en kg/mol dividida por el número de Abogadro:

$$m_{\text{átomo}} = \frac{m_{\text{atóm.rel}} \cdot 10^{-3}\ {}^{kg}\!/_{mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23}\ {}^{átom}\!/_{mol}}$$

$$\frac{m_\alpha}{m_{Th}} = \frac{\dfrac{m_{\text{atóm.rel.}\alpha} 10^{-3}\ {}^{kg}\!/_{mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23}\ {}^{átom}\!/_{mol}}}{\dfrac{m_{\text{atóm.rel.Th}} 10^{-3}\ {}^{kg}\!/_{mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23}\ {}^{átom}\!/_{mol}}}$$

$$\frac{m_\alpha}{m_{Th}} = \frac{m_{\text{atóm.rel.}\alpha}}{m_{\text{atóm.rel.Th}}}$$

$$0 = m_{Th234}\vec{v}_{Th} + m_{\alpha}\vec{v}_{\alpha}$$

$$v_{Th} = \frac{m_{\alpha}}{m_{Th}}\, v_{\alpha}$$

$$v_{Th} = \frac{4}{234}\, 1{,}4\cdot 10^{7}$$, $v_{Th} = 2{,}4\cdot 10^{7}$ m/s

Ejercicio 6 del Texto, pág. 84

C.M.-

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

$$M\vec{v} = \frac{M}{2}\cdot\frac{\vec{v}}{3} + \frac{M}{2}\vec{v}'$$

$$v' = \tfrac{5}{3}\, v$$

Ejercicio 7 del Texto, pág. 84

C.M.-

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

$$(m_A + m_B)\vec{v} = m_B\vec{u}_B + m_A\vec{u}_A$$

$$u_A = \frac{(m_A + m_B)v - m_B u_B}{m_A}$$, $u_A = 1$ m/s

Ejercicio 8 del Texto, pág. 84

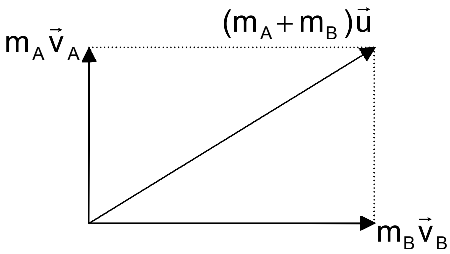
C.M.-

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$ Se cumple inmediatamente antes y después del choque

$$m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B = (m_A + m_B)\vec{u}$$

$$u = \frac{m_A v_A - m_B v_B}{m_A + m_B}$$, $u = -10$ m/s, El signo negativo significa que el conjunto se mueve en el sentido de la bola B.

Ejercicio 9 del Texto, pág. 84



C.M.-

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

$$m_A \vec{v}_A + m_B \vec{v}_B = (m_A + m_B)\,\vec{u}$$

u = 8,3 m/s   aproximadamente hacia el nordeste.

Ejercicios 10 y 11 del Texto, pág. 85

C.M.-

Ej. 11

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

$$m_A \vec{v}_A = m_A \vec{u}_A + m_B \vec{u}_B$$

$$m_A v_A = -m_A u_A + m_B u_B$$

$$u_B = \frac{m_A (v_A + u_A)}{m_B} \quad , \quad u_B = 2 \text{ m/s}$$

Ejercicios 12 y 13 del Texto, pág. 85

C.M.-

Ej. 13

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$$

$$m_V \vec{v}_V = (m_V + m_a)\,\vec{u}$$

$$m_V\, v_V = (m_V + m_a)\, u$$

$$u = \frac{m_V}{m_V + m_a} v_V$$

Cálculo de la masa de agua m_a

$$m_a = \rho_a V_a$$

$$u = \frac{m_V}{m_V + \rho_a V_a} v_V \quad , \quad u = 3,3 \text{ m/s}$$

Ejercicios 14 y 15 del Texto, pág. 85

C.M.-
Ej. 15

$W_F = FS \cos \varphi$, $W_F = 700$ J

$W_{fk} = f_k S \cos 180º$

$W_{fk} = \mu_k N S \cos 180º$

Cálculo de N
$N = mg – F \text{ sen } 45º$

$W_{fk} = \mu_k (mg – F \text{ sen } 45º) S \cos 180º$, $W_{fk} = - 125{,}5$ J

$W_{FR} = W_F + W_{fk}$, $W_{FR} = 574{,}5$ J

$W_{FR} = \Delta E_C$, $\Delta E_C = 574{,}5$ J

Ejercicios 16 y 17 del Texto, pág. 86

C.M.-
Ej. 17

$W_{F1} = F_1 S_1$, $W_{F1} = 90$ J
$W_{F2} = F_2 S_2$, $W_{F2} = 30$ J

$W_{FR} = W_{F1} + W_{F2}$
$W_{FR} = \Delta E_C$

$\Delta E_C = E_C - E_{C0}$
$\Delta E_C = E_C$, $E_C = 120$ J

$E_C = ½\, mv^2$
$V = \sqrt{\frac{2E_C}{m}}$, $v = 11$ m/s

Ejercicio 18 del Texto, pág. 86

C.M.-

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza de gravedad que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_C = E_{P0}$

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

$v = \sqrt{2gh}$, $v = 13$ m/s

Ejercicio 19 del Texto, pág. 86

C.M.-

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza de gravedad que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_C - E_{C0} = E_{P0}$

$E_C = E_{P0} + E_{C0}$

$E_C = mgh + \frac{1}{2} mv_0^2$

$E_C = m(gh + \frac{1}{2} v_0^2)$, $E_C = 6{,}4 \cdot 10^2$ J

Ejercicio 20 del Texto, pág. 86

C.M.-

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza de gravedad que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_C = E_{P0} - E_P$

$E_{CA} = E_{P0}$

$\frac{1}{2} mv_A^2 = mgh$

$v_A = \sqrt{2gh}$, $v_A = 13$ m/s

$E_{CB} = E_{P0} - E_{PB}$

$\frac{1}{2} mv_B^2 = mgh - mgr$

$v_B = \sqrt{2g(h-r)}$, $v_B = 11$ m/s

Por procedimiento similar:

$v_C = \sqrt{2g(h-2r)}$, $v_C = 8{,}8$ m/s

Ejercicios 21 y 22 del Texto, pág. 86

C.M.-

Ej. 22

$W_{FR} = \Delta E_C$

$W_{Fe} = E_C - E_{C0}$

$W_{Fe} = - E_{C0}$

$W_{Fe} = - \frac{1}{2} mv^2$, $W_{Fe} = - 9$ J

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza elástica que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_P = E_{C0}$

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

$x = v \sqrt{\frac{m}{k}}$, $x = 0{,}42$ m

Ejercicio 23 del Texto, pág. 87

C.M.-

$S = v\,t$

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza elástica que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_C = E_{P0}$

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

$v = x\sqrt{\frac{k}{m}}$, $v = 2$ m/s

$S = 20$ m
$d = S + x$, $d = 20{,}2$ m

Ejercicio 24 del Texto, pág. 87

C.M.-

$E_{Pelec.} = k\frac{q_1 q_2}{r}$

$E_{Pelec.} = k\frac{e^2}{r}$, $E_{Pelec.} = 4{,}6\cdot10^{-18}$ J

Ejercicio 25 del Texto, pág. 88

C.M.-
Ej. 25 a.

$\varphi_A = k\left(\frac{q_1}{r_{1A}} + \frac{q_2}{r_{2A}}\right)$, $\varphi_A = 183{,}2$ v

$\varphi_B = k\left(\frac{q_1}{r_{1B}} + \frac{q_2}{r_{2B}}\right)$, $\varphi_B = 163{,}9$ v

$\varphi_B - \varphi_A = \frac{W_{AB}}{q_0}$, $W_{AB} = (\varphi_B - \varphi_A)\, q_0$,

$W_{AB} = - 57{,}9$ J (Trabajo del agente externo)

$W_{AB} = 57{,}9$ J (Trabajo de la fuerza electrostática)

*En la figura b los valores de las cargas son incorrectos, pues no son múltiplos exactos de la carga del electrón.

Ejercicios 26 del Texto, pág. 88

C.M.-

$\Delta E_M = 0$ Solo actúa la fuerza electrotática que es conservativa

$\Delta E_C + \Delta E_P = 0$

$\Delta E_C = - \Delta E_P$

$E_C = E_{P0}$

$\frac{1}{2} mv^2 = k\frac{e^2}{r_0}$

$v = \sqrt{\frac{2ke^2}{mr_0}}$, $v = 1{,}0 \cdot 10^6$ m/s

Ejercicios 27 y 28 del Texto, pág. 88

Ejercicio 29 del Texto, pág. 89

C.M.-

$\Delta E_M = 0$ Solo actúan las fuerzas elástica y gravitatoria, y ambas son conservativas.

$E_C = E_{P0}$

$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kx^2 + mgh$

$v = \sqrt{\frac{kx^2}{m} + 2gh}$, $v = 22{,}2$ m/s

En la superficie de arriba:

$E_C = E_{P0}$

$\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} kx^2$

$v_0 = \sqrt{\dfrac{kx^2}{m}}$, $v_0 = 10$ m/s

$x = v_0\, t$

Cálculo de t
$h = ½\, gt^2$

$t = \sqrt{\dfrac{2h}{g}}$, $t = 2$ s

$x = 20$ m

Ejercicios 30 y 31 del Texto, pág. 89

Ejercicios 32 y 33 del Texto, pág. 90

C.M.-
Ej. 33

$W_{F\ no\ conser.} = \Delta E_M$ Actúa la fuerza de fricción, que es no conservativa.

$\Delta E_M = \Delta E_C + \Delta E_P$

$\Delta E_M = E_C - E_{P0}$

$\Delta E_M = ½\, mv^2 – mgh$, $\Delta E_M = -\,235$ J

$\therefore\ W_f = -\,235$ J

Ejercicio 34 del Texto, pág. 90

C.M.-

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$

$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = (m_1 + m_2)\,\vec{u}$

$m_1\, v_1 + m_2\, v_2 = (m_1 + m_2)\, u$

$u = \dfrac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$, $u = 2{,}4$ m/s

$\Delta E_M = \Delta E_C + \Delta E_P$

$\Delta E_M = \Delta E_C$

$\Delta E_M = E_C - E_{C0}$

$\Delta E_M = ½\,(m_1 + m_2)\,u^2 – (½\,m_1v_1^2 + ½\,m_2v_2^2)$, $\Delta E_M = - 4{,}0\cdot10^3$ J

Ejercicio 35 del Texto, pág. 91

C.M.-

$W_{F\ \text{no conser.}} = \Delta E_M$

$W_{\overline{F}} = \Delta E_C + \Delta E_P$

$W_{\overline{F}} = \Delta E_C$

$W_{\overline{F}} = - E_{C0}$

$\overline{F}\,S \cos 180º = - ½\,mv^2$

$$\overline{F} = \frac{mv^2}{2S} \quad , \quad \overline{F} = 3{,}8\cdot10^4\ \text{N}$$

Ejercicios 36 y 37 del Texto, pág. 91

C.M.-

Ej. 37

$\Delta E_M = \Delta E_C + \Delta E_P$

$\Delta E_M = E_C – E_{P0}$

$\Delta E_M = ½\,m\,v^2 – mgl \operatorname{sen} 30º$, $\Delta E_M = - 2{,}8\cdot10^5$ J

$E_{P0} = \Delta E_M$

$mgl \operatorname{sen} 30º = \Delta E_M$

$$m = \frac{\Delta E_M}{gl \operatorname{sen} 30º} \quad , \quad m = 4{,}7\cdot10^2\ \text{kg}$$

Ejercicio 38 del Texto, pág. 91

C.M.-

$$Q = - \Delta E_M$$

$$\Delta E_M = \Delta E_C + \Delta E_P$$

$$\Delta E_M = \Delta E_C$$

$$\Delta E_M = - E_{C0}$$

$$\Delta E_M = - \tfrac{1}{2} m v_0^2 \quad , \quad \Delta E_M = - 250 \text{ J}$$

$$\therefore \quad Q = 250 \text{ J}$$

Ejercicios 39 y 40 del Texto, pág. 91

C.M.-
Ej. 40

$$Q_T = - \Delta E_M$$

$$\Delta E_M = \Delta E_P$$

$$\Delta E_M = - E_{P0}$$

$$\Delta E_M = - mgh$$

$$Q_C = - 0{,}4 \ \Delta E_M$$

$$m \, c_{Cu} \, \Delta t = - 0{,}4 \ (- mgh)$$

$$h = \frac{c\Delta t}{0{,}4g} \quad , \quad h = 3{,}0 \cdot 10^2 \text{ m}$$

Comentario general.-
Los ejercicios a continuación corresponden al Capítulo 2 del Folleto complementario del Texto de grado 12º parte 2.
En las tareas que siguen se muestran pasos fundamentales de la estrategia de resolución de algunos de estos ejercicios.

Ejercicio 28 del Folleto complementario

Después de un accidente automovilístico, un oficial del servicio de tránsito determina que la longitud de la huella dejada sobre el asfalto de la carretera por el automóvil al frenar es de 60 m. Si la velocidad permitida en ese tramo de carretera es de 60 km/h ¿hubo violación de las leyes del tránsito?, considere el coeficiente de fricción entre las gomas y el asfalto de 0,50.

C.M.-

$$W_{F\ \text{no conser.}} = \Delta E_M$$

$$W_f = \Delta E_M$$

$$W_f = \Delta E_C$$

$$W_f = -\ E_{C0}$$

$$f\ S \cos 180^\circ = -\ \tfrac{1}{2}\ m v_0^2$$

$$\mu\ mg\ S \cos 180^\circ = -\ \tfrac{1}{2}\ m v_0^2$$

$$v_0^2 = \sqrt{2\mu g S} \qquad , \qquad v_0 = 24{,}2\ \text{m/s} = 87\ \text{km/h} \qquad , \qquad \therefore\ v_0 > v_{permitida}$$

Ejercicio 29 del Folleto complementario

¿Qué fuerza hace falta para sacar de una tabla un clavo de longitud 80 mm, si ha sido clavado de seis golpes, con un martillo de masa 0,50 kg, cuya velocidad, inmediatamente antes del golpe, era v = 2,0 m/s? Desprecia la masa del clavo.

C.M.-

$$W_{FR} = \Delta E_C$$

$W_{FR} = E_C$, E_C es la energía cinética total acumulada en los 6 golpes.

$$FS = E_C$$

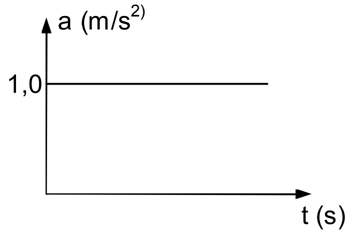
$$F = \frac{6 \cdot \tfrac{1}{2} m v^2}{S} \qquad , \qquad F = 75\ \text{N}$$

Ejercicio 34 del Folleto complementario

Calcule el trabajo que hay que realizar para elevar un cuerpo de 2,0 kg de masa hasta una altura de 2,0 m, para cada uno de los movimientos que se describen en las siguientes gráficas .

a)

b)



C.M.-

a) $\vec{F} = -\vec{F}_g$, ya que $\vec{v}$ es constante.

$W_{Fg} = - \Delta E_P$

$W_F = - (-\Delta E_P)$

$W_F = \Delta E_P$

$W_F = E_P$

$W_F = mgh$, $W_F = 39{,}2$ J

b) $W_{FR} = \Delta E_C$, ya que $\vec{a}$ es constante.

$W_{FR} = E_C$

$W_{FR} = \frac{1}{2} mv^2$

Cálculo de v

$V = \sqrt{2ah}$

$W_{FR} = \frac{1}{2} m \cdot 2ah$, $W_{FR} = 4$ J

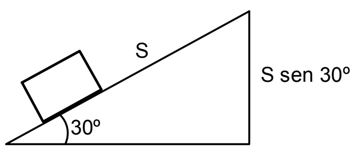
$W_{Total} = W_{FR} + W_F$, $W_{Total} = 43{,}2$ J

Ejercicio 42 del Folleto complementario
Un cuerpo de 4 kg comienza a subir por un plano inclinado 30º, con 128 J de energía cinética. ¿Qué distancia recorrerá por el plano si μ = 0,30?

C.M.-

$W_{F \text{ no conser.}} = \Delta E_M$

$W_{F \text{ no conser.}} = \Delta E_C + \Delta E_P$



$$W_f = E_P - E_{C0}$$

$$f\ S \cos 180^\circ = E_P - E_{C0}$$

$$-\mu\ mg \cos 30^\circ\ S = mg \text{ sen } 30^\circ - E_{C0}$$

$$mg\ S\ (\text{sen } 30^\circ + \mu \cos 30^\circ) = E_{C0}$$

$$S = \frac{E_{C0}}{mg\ (\text{sen}\, 30^\circ + \mu \cos 30^\circ)} \quad , \quad S = 4{,}3 \text{ m}$$

Ejercicio 58 del Folleto complementario
Usando toda su potencia, una locomotora de $1{,}5 \cdot 10^6$ W acelera un tren desde una velocidad de 10 m/s hasta 25 m/s en 6,0 minutos. Si suponemos que la aceleración es constante y la fricción despreciable:

a) Calcule la masa del tren
b) Determine la fuerza que acelera el tren en ese tiempo
c) ¿Qué distancia recorrió en ese intervalo?

C.M.-

$$W_{FR} = \Delta E_C$$

$$\frac{W_{FR}}{t} = \frac{\Delta E_C}{t}$$

$$N = \frac{\Delta E_C}{t}$$

$$t\ N = \Delta E_C$$

$$t\ N = \tfrac{1}{2}\, m(v^2 - v_0^2)$$

$$m = \frac{2\, t\, N}{v^2 - v_0^2} \quad , \quad m = 2{,}0 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

$$F = ma$$

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad , \quad F = 8{,}6 \cdot 10^4 \text{ N}$$

$$W_{FR} = t\ \ N$$

$F_R\, S = t\, N$

$$S = \frac{t\,N}{F_R} \quad , \quad S = 6{,}3\cdot 10^3 \text{ m}$$

Ejercicio 63 del Folleto complementario

En una caída de agua de 100 m de altura, pasan 1 200 m^3 de agua cada segundo. Suponiendo que tres cuartas partes de la energía adquirida por el agua durante su caída son convertidos en energía eléctrica en un generador hidroeléctrico, ¿cuál es la potencia generada por el generador?

C.M.-

$$\Delta E_M = 0$$

$$\Delta E_P = - \Delta E_C$$

$$E_{P0} = E_C$$

$$mgh = \tfrac{1}{2} mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh} \quad , \quad v = 44{,}3 \text{ m/s}$$

Cálculo de m

$$\frac{m}{t} = \rho \frac{V}{t}$$

$$\frac{E_C}{t} = \tfrac{1}{2}\rho \frac{V}{t} v^2 \quad , \quad \frac{E_C}{t} = 1{,}2\cdot 10^9 \text{ J/s}$$

$$N_{gen.} = \tfrac{3}{4}\, \frac{E_C}{t} \quad , \quad N_{gen.} = 8{,}8\cdot 10^8 \text{ W}$$

Ejercicio 65 del Folleto complementario

Un protón se acelera a partir del reposo en un campo eléctrico, con una diferencia de potencial de 1,5 kV y va a parar a un campo magnético homogéneo perpendicular a las líneas de inducción. En ese campo magnético el protón se mueve a lo largo del arco de una circunferencia, con radio 56 cm. Determina la intensidad del campo magnético, si el movimiento tiene lugar en el vacío.

C.M.-

$$\Delta E_M = 0$$

$$\Delta E_P = - \Delta E_C$$

$$E_C = E_{P\ elect.0}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = e\ U$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad , \quad v = 5{,}4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$r = \frac{mv}{eB}$$

$$B = \frac{mv}{er} \quad , \quad B = 1{,}0 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Ejercicio 66 del Folleto complementario

Unos iones de unos isótopos de potasio, con masas de 39 y 41 u, que adquirieron energía cinética en un campo eléctrico con diferencia de potencial de 500 V, van a parar a un campo magnético homogéneo de B = 0,16 T, con velocidad perpendicular a sus líneas de inducción. Determine en cuanto se diferenciarán los radios de las trayectorias descritas por los iones de los mencionados isótopos en el campo magnético, si su movimiento transcurre en el vacío y la carga de cada ión es de $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

C.M.-

$$\Delta E_M = 0$$

$$\Delta E_P = - \Delta E_C$$

$$E_C = E_{P\ elect.0}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = e\ U$$

Cálculo de las masas

$$m_{\text{atóm.41}} = \frac{M}{N_A} \ , \ m_{\text{atóm.41}} = \frac{41 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{átom./mol}}, \qquad m_{\text{atóm.41}} = 6{,}8 \cdot 10^{-26} \text{ kg/átom.}$$

$$m_{\text{atóm.39}} = \frac{M}{N_A} \ , \ m_{\text{atóm.39}} = \frac{39 \cdot 10^{-3} \text{kg/mol}}{6{,}02 \cdot 10^{23} \text{átom./mol}}, \qquad m_{\text{atóm.39}} = 6{,}5 \cdot 10^{-26} \text{ kg/átom.}$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}} \quad , \quad v_{39} = 5{,}0\cdot 10^4\ m/s \quad , \quad v_{41} = 4{,}8\cdot 10^4\ m/s$$

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{eB}$$

$$r_{41} - r_{39} = \frac{1}{eB}\,(m_{41}\,v_{41} - m_{39}\,v_{39}) \quad , \quad r_{41} - r_{39} = 5{,}5\cdot 10^{-4}\ m$$

Ejercicio 67 del Folleto complementario
Un electrón que se encontraba en reposo se acelera en el vacío, y bajo la acción de un campo eléctrico, irrumpe en un campo magnético homogéneo perpendicular a las líneas de inducción. Calcule la diferencia de potencial aceleradora y la inducción del campo magnético, si el electrón recorre una circunferencia con radio de $7{,}58\cdot 10^{-3}$ m en $5{,}96\cdot 10^{-10}$ s.

C.M.-

$$\Delta E_M = 0$$

$$\Delta E_P = -\Delta E_C$$

$$E_C = E_{P\ elect.0}$$

$$\tfrac{1}{2}\, mv^2 = e\,U$$

$$U = \frac{mv^2}{2e}$$

Cálculo de v

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad , \quad v = 8{,}0\cdot 10^7\ m/s$$

$$U = \frac{mv^2}{2e} \quad , \quad U = 18{,}2\ kV$$

$$evB = \frac{mv^2}{r}$$

$$B = \frac{mv}{er} \quad , \qquad B = 0{,}06\ T$$

Ejercicio 70 del Folleto complementario
Una partícula cargada se desplaza por un campo magnético según una circunferencia, a la velocidad de $1{,}0 \cdot 10^6$ m/s. La inducción del campo magnético es de 0,30 T. El radio de la circunferencia es 4,0 cm. Halle la carga de la partícula si se conoce que su energía es de 12 keV.

C.M.-

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$q = \frac{mv}{rB} \quad , \qquad B = 0{,}06\ T$$

Cálculo de m

$$E_C = ½\ mv^2$$

$$m = \frac{2E_C}{v^2}$$

$$E_C = 12\ keV = 12 \cdot 10^3\ eV = 12 \cdot 10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ J$$

$$E_C = 1{,}9 \cdot 10^{-15}\ J$$

$$m = 3{,}2 \cdot 10^{-19}\ C$$

Ejercicio 71 del Folleto complementario
Un protón y un electrón acelerados por una misma diferencia de potencial se introducen en un campo magnético uniforme. ¿Cuántas veces el radio de curvatura R_1 de la trayectoria del protón es mayor que el radio de curvatura R_2 del electrón.

C.M.-

$$qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$$½\ mv^2 = e\ U$$

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

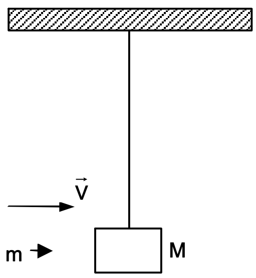
$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1}{eB}\sqrt{\frac{2eU}{m_1}}}{\frac{m_2}{eB}\sqrt{\frac{2eU}{m_2}}}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1}{m_2}\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^{1/2} \qquad , \qquad \frac{R_1}{R_2} = 42{,}8$$

Ejercicio 75 del Folleto complementario

Un proyectil de acero de masa m se mueve con velocidad $\vec{v}$ y tiene una temperatura T cuando choca con un bloque de plomo de masa M, a la misma temperatura, que cuelga de un hilo resistente. Si después del impacto el bloque asciende una altura h ¿qué temperatura final alcanza el bloque con el proyectil incrustado? Desprecie las pérdidas de calor con el aire y el hilo. Considere los calores específicos del acero y el plomo, c_a y c_p.



C.M.-

$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{después}$ Se cumple inmediatamente antes y después del choque

$$m\vec{v} = (m+M)\vec{u}$$

$$\tfrac{1}{2}(m+M)u^2 = (m+M)\,gh$$

La pérdida de energía mecánica en el choque es igual al calor

$\tfrac{1}{2} mv^2 - \tfrac{1}{2}(m+M)\,u^2 = Q$

Después del choque la energía mecánica se conserva

$\therefore \quad \tfrac{1}{2} mv^2 - (m+M)\,gh = Q$

$$Q = mc\Delta T$$

$$\tfrac{1}{2} mv^2 - (m+M)\,gh = (mc_a + Mc_p)\cdot(T_f - T)$$

$$T_f = T + \frac{\frac{1}{2}mv^2 - (m+M)gh}{mc_a + mc_p}$$

Ejercicio 78 del Folleto complementario

Un obrero está halando un cajón de 6,0 kg mediante una soga, ejerciendo una fuerza F de 60 N y formando un ángulo de 30º con la dirección del movimiento. El cajón parte del reposo y se mueve 10 m horizontalmente, siendo el coeficiente de fricción por deslizamiento entre el cuerpo y la superficie 0,50. Recorrido ese tramo la soga se rompe y el cuerpo se detiene transcurrido un tiempo.

a) Determine el trabajo que se realiza sobre el cuerpo cuando ha recorrido los 10 m.

b) Construya la gráfica de v en función de t, desde que comenzó a moverse hasta que se detuvo.

C.M.-

$W_{Total} = W_F + W_f$

$W_{Total} = FS_1 \cos 30º + \mu mg \cos 180º\ S_1$, $W_{Total} = 3{,}7 \cdot 10^2$ J

Antes de partirse la soga

$a_1 = \frac{F_R}{m}$

$a_1 = \frac{F\cos 30º - \mu mg}{m}$, $a_1 = 6{,}1$ m/s^2

$v_1 = \sqrt{2a_1 S_1}$, $v_1 = 11{,}1$ m/s

Cálculo de t_1

$v_1 = a_1 t_1$

$t_1 = \frac{v_1}{a_1}$, $t_1 = 1.8$ s

Después de partirse la soga

$a_2 = \frac{f}{m}$

$a_2 = \frac{\mu mg}{m}$, $a_2 = 5$ m/s^2

$v_2 = v_{02} - a_2 t_2$

$v_{02} = v_1$ y $v_2 = 0$

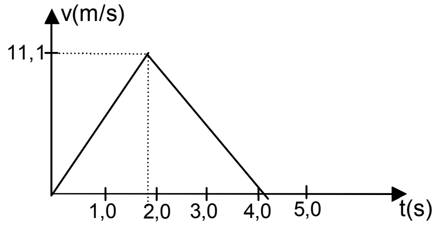
Cálculo de t_2

$t_2 = \frac{v_1}{a_2}$, $t_2 = 2{,}3$ s

Cálculo de tiempo total t_t de movimiento

$t_t = t_1 + t_2$, $t_t = 4{,}1$ s

Gráfica del movimiento

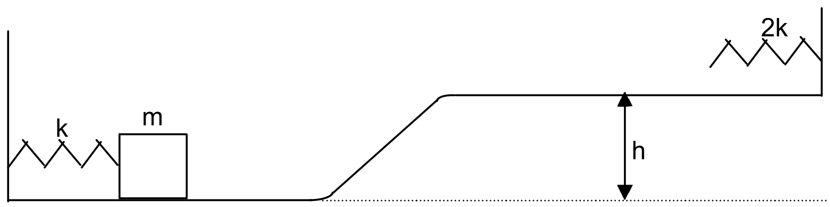


Ejercicio 82 del Folleto complementario

En la figura los dos resortes son ideales y de constantes k y 2k. El cuerpo de masa m comprime al primer resorte en x_1. Si se desprecia el rozamiento:

a) determine la máxima deformación del segundo resorte cuando el primero se deja libre y el cuerpo interactúa con el segundo.

b) ¿para qué diferencia de nivel mínima h entre los dos resortes, el segundo muelle no se deforma?



C.M.-

$\Delta E_M = 0$

$\Delta E_P = 0$

$E_P = E_{P0}$

$mgh + ½\, 2k\, x_2^2 = ½\, k\, x_1^2$

a) $x_2 = \left(\frac{x_1^{\,2}}{2} - \frac{mgh}{k} \right)^{1/2}$

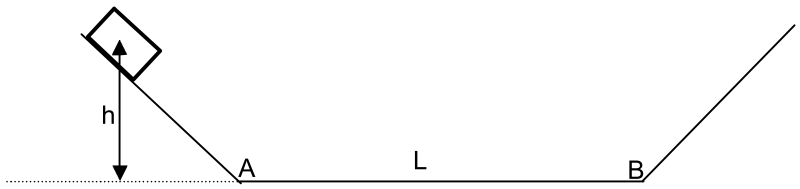
Si $x_2 = 0$

$mgh = ½\, kx_1^{\,2}$

b) $h = \frac{kx_1^{\,2}}{2mg}$

Ejercicio 83 del Folleto complementario

Desde la parte más alta de la pendiente representada en la figura se deja deslizar desde el reposo un cuerpo de 3 kg y desde una altura h = 0,69 m. Si solo se considera el rozamiento en la superficie horizontal AB de longitud L = 3,0 m y coeficiente de rozamiento μ = 0,1. ¿A qué distancia del punto A se detendrá el cuerpo y en qué sentido se movía antes de detenerse?



C.M.-

$W_{F\ \text{no conser.}} = \Delta E_M$

$W_{F\ \text{no conser.}} = W_f$

$W_f = \Delta E_M$

$W_f = f\, S \cos 180º$

$W_f = -\,\mu\, mg\, S$

$S = L$

$W_f = -\,8{,}82\ J$

$E_{M0} = E_{P0}$

$E_{M0} = mgh \qquad , \qquad E_{M0} = 20{,}3\ J$

En cada deslizamiento por AB pierde 8,82 J de energía mecánica. En ida y regreso pierde 17,64 J y le quedan 2,7 J

$\therefore W_f = f\, S$

$S = \dfrac{W_f}{\mu mg}$, S = 0,9 m , Se detiene a 0,9 m de A, moviéndose de A a B.