

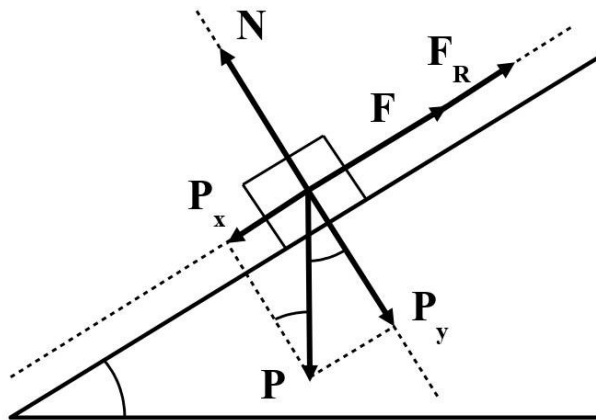
## Problemas

### Tema 1: Dinámica y energía

9) (Página 25). El enunciado debe dar la masa:  $m = 1 \text{ kg}$ .

$$F_R = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot e_1} = \frac{1 \cdot 4^2}{2 \cdot 4} = \boxed{2 \text{ N}}$$

11) (Página 27). El dibujo debe ser:



13) (Página 29).

$$W_T = W_{FC} + W_{FNC} = 0 + W_F + W_{FR} = F \cdot e \cdot \cos \alpha + F_R \cdot e \cdot \cos \alpha = 20 \cdot 2 \cdot \cos 60^\circ + 10 \cdot 2 \cdot \cos 180^\circ =$$

$$= 20 - 20 = \boxed{0 \text{ N}}$$

15) (Página 31).

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$E_{cA} + E_{pA} + W_{FNC} = E_{cB} + E_{pB} ; \quad 0 + m \cdot g \cdot h + F_R \cdot e_1 \cdot \cos \beta + F_R \cdot e_2 \cdot \cos \beta = 0 + 0$$

$$m \cdot g \cdot h - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot e_1 - \mu \cdot m \cdot g \cdot e_2 = 0 ; \quad \text{sen } \alpha = \frac{h}{e_1} \rightarrow e_1 = \frac{h}{\text{sen } \alpha} ;$$

$$m \cdot g \cdot h - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\text{sen } \alpha} - \mu \cdot m \cdot g \cdot e_2 = 0 ; \quad h - \mu \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\text{sen } \alpha} = \mu \cdot e_2$$

$$e_2 = \frac{h - \mu \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha}}{\mu} = \frac{0'4 - 0'3 \cdot \cos 30^\circ \cdot \frac{0'4}{\sin 30^\circ}}{0'3} = \boxed{0'641 \text{ m}}$$

$$e_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{0'4}{\sin 30^\circ} = 0'8 \text{ m}$$

El trabajo de la normal es cero, pues forma  $90^\circ$  con el desplazamiento.

$$W_P = P \cdot e_1 \cdot \cos \alpha = m \cdot g \cdot e_1 \cdot \cos \alpha = 5 \cdot 10 \cdot 0'8 \cdot \cos 60^\circ = \boxed{20 \text{ J}}$$

$$W_R = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot e_1 = -0'3 \cdot 5 \cdot 10 \cdot \cos 30^\circ \cdot 0'8 = \boxed{-10'4 \text{ J}}$$


---

18) (Página 34)

$$W_R = F_R \cdot e \cdot \cos \beta = \mu \cdot m \cdot g \cdot e \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta = 0'1 \cdot 10 \cdot 10 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2'13 \cdot \cos 180^\circ = \boxed{-18'5 \text{ J}}$$


---

20) (Página 37)

\* Velocidad al recorrer tres metros:  $E_{cA} + E_{pA} + W_{FNC} = E_{cB} + E_{pB}$  ;

$$m \cdot g \cdot h + 0 + F_R \cdot e \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + 0 \quad ; \quad \sin \alpha = \frac{h}{e} \quad \rightarrow \quad h = e \cdot \sin \alpha$$

$$m \cdot g \cdot e \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot e = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad ; \quad \frac{v^2}{2} = g \cdot e \cdot \sin \alpha - \mu \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot e \quad \rightarrow$$

$$\rightarrow v = \sqrt{2 \cdot g \cdot e \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3 \cdot (\sin 30^\circ - 0'2 \cdot \cos 30^\circ)} = \boxed{4'43 \frac{m}{s}}$$

\* Trabajo de la fuerza de rozamiento:  $W_R = F_R \cdot e \cdot \cos \beta = -\mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot e =$

$$= -0'2 \cdot 5 \cdot 10 \cdot \cos 30^\circ \cdot 3 = \boxed{-26 \text{ J}}$$


---

23) (Página 41)

\* Tensión de la cuerda:  $T = P_x + F_R = m \cdot g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha =$

$$= 500 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ + 0'2 \cdot 500 \cdot 10 \cdot \cos 30^\circ = 2500 + 866 = \boxed{3366 \text{ N}}$$

\* Trabajo de la tensión:  $W_T = T \cdot e \cdot \cos \beta = 3366 \cdot 100 \cdot \cos 0^\circ = \boxed{3'37 \cdot 10^5 \text{ J}}$

\* Aumento de la energía potencial:  $\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h$  ;  $\text{sen } \alpha = \frac{h}{e} \rightarrow h = e \cdot \text{sen } \alpha$

$$\Delta E_p = m \cdot g \cdot e \cdot \text{sen } \alpha = 500 \cdot 10 \cdot 100 \cdot \text{sen } 30^\circ = \boxed{2'5 \cdot 10^5 \text{ J}}$$

---

24) (Página 42)

\* Espacio recorrido:  $\text{sen } \alpha = \frac{h}{e} \rightarrow e = \frac{h}{\text{sen } \alpha} = \frac{2}{\text{sen } 30^\circ} = 4 \text{ m}$

\* Trabajo de la fuerza  $P_x$  :

$$W = P_x \cdot e \cdot \cos \beta = m \cdot g \cdot \text{sen } \alpha \cdot e \cdot \cos \beta = 0'5 \cdot 10 \cdot \text{sen } 30^\circ \cdot 4 \cdot \cos 0^\circ = \boxed{10 \text{ J}}$$

\* Trabajo de la fuerza  $P_y$  :  $W = P_y \cdot e \cdot \cos \beta = \boxed{0 \text{ J}}$  , pues  $\beta = 90^\circ$ .

\* Trabajo de la fuerza peso:  $W = P \cdot e \cdot \cos \beta = m \cdot g \cdot e \cdot \cos \beta = 0'5 \cdot 10 \cdot 4 \cdot \cos 60^\circ = \boxed{10 \text{ J}}$

\* Trabajo de la fuerza de rozamiento:  $W_R = F_R \cdot e \cdot \cos \beta = 0'8 \cdot 4 \cdot \cos 180^\circ = \boxed{-3'2 \text{ J}}$

\* Velocidad en la base:  $E_{cA} + E_{pA} + W_{FNC} = E_{cB} + E_{pB} \rightarrow 0 + m \cdot g \cdot h + W_R = \frac{1}{2} m \cdot v^2 + 0 \rightarrow$

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot (m \cdot g \cdot h + W_R)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (0'5 \cdot 10 \cdot 2 - 0'8 \cdot 4)}{0'5}} = 5'22 \frac{m}{s}$$

\* Incremento de energía cinética:  $\Delta E_c = \frac{1}{2} m \cdot (v_B^2 - v_A^2) = \frac{1}{2} \cdot 0'5 \cdot (5'22^2 - 0) = \boxed{6'81 \text{ J}}$

\* Incremento de energía potencial:  $\Delta E_p = m \cdot g \cdot \Delta h = 0'5 \cdot 10 \cdot (-2) = \boxed{-10 \text{ J}}$

\* Incremento de energía mecánica:  $\Delta E_M = \Delta E_c + \Delta E_p = 6'81 - 10 = \boxed{-3'2 \text{ J}}$

---

## Tema 2: Gravitación

2) (Página 52)

\* Velocidad orbital:  $v_{\text{orb.}} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 4'23 \cdot 10^7}{24 \cdot 3600} = 3076 \frac{m}{s}$

ii) \* Energía invertida:  $E_{cA} + E_{pA} + W_{FNC} = E_{cB} + E_{pB} \rightarrow$

$$\rightarrow 0 - \frac{G \cdot M_T \cdot m}{R_T} + W_{FNC} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 - \frac{G \cdot M_T \cdot m}{r_B} \rightarrow$$

$$\rightarrow W_{\text{FNC}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B^2 + G \cdot M_T \cdot m \cdot \left( \frac{1}{R_T} - \frac{1}{r_B} \right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4500 \cdot 3076^2 + 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 5'98 \cdot 10^{24} \cdot 4500 \cdot \left( \frac{1}{6'37 \cdot 10^6} - \frac{1}{3'59 \cdot 10^7} \right) = \boxed{2'61 \cdot 10^{11} \text{ J}}$$


---

6) (Página 57)

\* Fuerza sobre la tercera masa:  $\vec{F} = m_3 \cdot \vec{g} = 2 \cdot (-2'62 \cdot 10^{-10}) \cdot \vec{j} = -5'24 \cdot 10^{-10} \cdot \vec{j} \text{ N}$

$$F = \boxed{5'24 \cdot 10^{-10} \text{ N}}$$


---

15) (Página 66)

\* Campo gravitatorio total:

$$g_1 = g_2 = \frac{G \cdot m}{r^2} = \frac{6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 100}{3^2 + 4^2} = 2'67 \cdot 10^{-10} \frac{m}{s^2}$$

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = -2 \cdot (-2'67 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{4}{5}) \cdot \vec{i} = -4'27 \cdot 10^{-10} \cdot \vec{i} \quad \frac{m}{s^2}; \quad g = \boxed{4'27 \cdot 10^{-10} \frac{m}{s^2}}$$

Comentario: debido a la simetría y a la igualdad de las masas, las componentes x se anulan y sólo queda componente y hacia la izquierda.

---

18) (Página 69)

$$\vec{g} = \vec{g}_1 + \vec{g}_2 = 2 \cdot (-5'90 \cdot 10^{-11}) \cdot \vec{i} = -1'18 \cdot 10^{-10} \cdot \vec{i} \quad \frac{m}{s^2}; \quad g = \boxed{1'18 \cdot 10^{-10} \frac{m}{s^2}}$$


---

### **Tema 3: Campo eléctrico**

1) (Página 90)

$$W_{\text{AB}} = K \cdot Q \cdot e \cdot \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right) = 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-8}) \cdot (-1'6 \cdot 10^{-19}) \cdot \left( \frac{1}{1'5} - \frac{1}{2'83} \right) = \boxed{+9'02 \cdot 10^{-18} \text{ J}}$$

Comentario: el trabajo positivo indica que el proceso es espontáneo, es decir, no se necesita una fuerza no conservativa para mover al electrón del punto A al punto B.

---

7) (Página 96)

\* Trabajo para desplazar la carga:  $W_{AB} = Q_3 \cdot (V_A - V_B)$

$$V_A = V_{1A} + V_{2A} = \frac{K \cdot Q_1}{r_{1A}} + \frac{K \cdot Q_2}{r_{2A}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{1} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-3 \cdot 10^{-6})}{1} = 0 \text{ V}$$

$$V_B = V_{1B} + V_{2B} = \frac{K \cdot Q_1}{r_{1B}} + \frac{K \cdot Q_2}{r_{2B}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{2} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-3 \cdot 10^{-6})}{\sqrt{1^2 + 1^2}} = -5592 \text{ V}$$

$$W_{AB} = Q_3 \cdot (V_A - V_B) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (0 + 5592) = \boxed{0'0280 \text{ J}}$$

---

14) (Página 105)

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{6364^2 + 19092^2} = \boxed{20125 \frac{\text{N}}{\text{C}}}$$

\* Trabajo para desplazar la carga:

$$W_{PO} = Q_3 \cdot (V_P - V_O)$$

$$V_P = V_{1P} + V_{2P} = \frac{K \cdot Q_1}{r_{1P}} + \frac{K \cdot Q_2}{r_{2P}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6})}{\sqrt{1^2 + 1^2}} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{1^2 + 1^2}} = 12.728 \text{ V}$$

$$V_O = V_{1O} + V_{2O} = \frac{K \cdot Q_1}{r_{1O}} + \frac{K \cdot Q_2}{r_{2O}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-6})}{1} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{1} = 18.000 \text{ V}$$

$$W_{PO} = Q_3 \cdot (V_P - V_O) = 6 \cdot 10^{-6} \cdot (12728 - 18000) = \boxed{-0'0316 \text{ J}}$$

---

16) (Página 108)

\* Trabajo para desplazar la carga:

$$W_{AB} = Q \cdot (V_A - V_B)$$

$$V_A = V_{1A} + V_{2A} = \frac{K \cdot q_1}{r_{1A}} + \frac{K \cdot q_2}{r_{2A}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{4} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-5 \cdot 10^{-6})}{\sqrt{4^2 + 3^2}} = 2250 \text{ V}$$

$$V_B = V_{1B} + V_{2B} = \frac{K \cdot q_1}{r_{1B}} + \frac{K \cdot q_2}{r_{2B}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{2} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-5 \cdot 10^{-6})}{\sqrt{3^2 + 2^2}} = 10020 \text{ V}$$

$$W_{PO} = Q \cdot (V_A - V_B) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot (2250 - 10020) = \boxed{-0'0155 \text{ J}}$$


---

23) (Página 117)

\* Campo eléctrico en el punto C:

$$E_1 = \frac{K \cdot Q_1}{r_1^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5}}{4^2} = 5625 \frac{\text{N}}{\text{C}} ; E_2 = \frac{K \cdot Q_2}{r_2^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5}}{3^2 + 4^2} = 3600 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_1 = +5625 \cdot \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = +E_2 \cdot \cos \alpha \cdot \vec{i} - E_2 \cdot \sin \alpha \cdot \vec{j} = +3600 \cdot \frac{4}{5} \cdot \vec{i} - 3600 \cdot \frac{3}{5} \cdot \vec{j} = 2880 \cdot \vec{i} - 2160 \cdot \vec{j}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = (5625 + 2880) \cdot \vec{i} - 2160 \cdot \vec{j} = 8505 \cdot \vec{i} - 2160 \cdot \vec{j} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{8505^2 + (-2160)^2} = \boxed{8775 \frac{\text{N}}{\text{C}}}$$

\* Potencial electrostático en el punto C:

$$V_C = V_{1C} + V_{2C} = \frac{K \cdot Q_1}{r_{1C}} + \frac{K \cdot Q_2}{r_{2C}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5}}{4} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{3^2 + 4^2}} = 22500 + 18000 = \boxed{40500 \text{ V}}$$

\* Fuerza que actúa sobre  $Q_3$ :

$$\vec{F} = Q_3 \cdot \vec{E} = 10^{-7} \cdot (8505 \cdot \vec{i} - 2160 \cdot \vec{j}) = 8'51 \cdot 10^{-4} \cdot \vec{i} - 2'16 \cdot 10^{-4} \cdot \vec{j} \text{ N}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(8'51 \cdot 10^{-4})^2 + (-2'16 \cdot 10^{-4})^2} = 8'78 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$

$$F_x = F \cdot \cos \alpha \rightarrow \cos \alpha = \frac{F_x}{F} = \frac{8'51 \cdot 10^{-4}}{8'78 \cdot 10^{-4}} = 0'969 \rightarrow \alpha = 14'3^\circ$$


---

24) (Página 119)

$$W_{PO} = Q_3 \cdot (V_A - V_B) = 10 \cdot 10^{-6} \cdot (0 + 5592) = \boxed{+ 0'0559 \text{ J}}$$

---

#### **Tema 4: Campo magnético**

1) (Página 128)

\* Intensidad de corriente:  $I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha = m \cdot g \rightarrow$

$$\rightarrow I = \frac{m}{L} \cdot \frac{g}{B \cdot \sin \alpha} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{9'8}{5 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = \boxed{0'784 \text{ A}}$$

Comentario: la intensidad de corriente no es elevada, pues la densidad lineal de masa tampoco lo es.

---

17) (Página 145)

\* Flujo magnético:  $\Phi = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos \alpha = N \cdot B \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \cos \alpha$

$$\Phi = 10 \cdot 2 \cdot \cos \left( 2 \cdot \pi \cdot t - \frac{\pi}{4} \right) \cdot \pi \cdot 0'15^2 \cdot \cos 60^\circ = \boxed{0'707 \cdot \cos \left( 2 \cdot \pi \cdot t - \frac{\pi}{4} \right) \text{ Wb}}$$

\* Fuerza electromotriz inducida:

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt} = - 0'707 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \sin \left( 2 \cdot \pi \cdot t - \frac{\pi}{4} \right) = - 4'44 \cdot \sin \left( 2 \cdot \pi \cdot t - \frac{\pi}{4} \right)$$

\* Fuerza electromotriz inducida a los 3 segundos:  $\epsilon = - 4'44 \cdot \sin \left( 2 \cdot \pi \cdot 3 - \frac{\pi}{4} \right) = 3'14 \text{ V}$

\* Intensidad de la corriente (ley de Ohm):  $\epsilon = I \cdot R \rightarrow I = \frac{\epsilon}{R} = \frac{3'14}{0'2} = \boxed{15'7 \text{ A}}$

---

23) (Página 154)

\* Campo magnético a 10 cm del conductor A (ley de Biot y Savart):

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 200}{2 \cdot \pi \cdot 0'10} = \boxed{4 \cdot 10^{-4} \text{ T}}$$

---

## Tema 5: Ondas

2) (Página 166)

\* Velocidad de vibración:

$$v_v = \frac{dy}{dt} = + 0'04 \cdot 8 \cdot \cos \left( 8 \cdot t - 5 \cdot x + \frac{\pi}{2} \right) = + 0'32 \cdot \cos \left( 8 \cdot t - 5 \cdot x + \frac{\pi}{2} \right)$$

\* Velocidad máxima de oscilación (para coseno = 1):  $v_{\text{máx}} = \boxed{+ 0'32 \text{ m/s}}$

---

5) (Página 170)

\* Velocidad de propagación de la onda estacionaria:  $v_p = \boxed{0}$

\* Velocidad de propagación de cada onda:  $v_p = \frac{\lambda}{T} = \frac{8}{0'25} = 32 \frac{m}{s}$

Comentario: las ondas estacionarias no se desplazan, luego su velocidad de propagación es nula.

---

16) (Página 186)

\* Ecuación general:  $y(x,t) = A \cdot \cos (\pm \omega \cdot t \pm k \cdot x \pm \varphi_0)$

\* Magnitudes características de la onda:

Por comparación:  $A = \boxed{0'3 \text{ m}}$ ;  $\omega = \boxed{40 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}$ ;  $k = \boxed{0'4 \frac{\text{rad}}{\text{m}}}$ ;  $\varphi_0 = \boxed{0 \text{ rad}}$

\* Período:  $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} \rightarrow T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} = \frac{2 \cdot \pi}{40} = \boxed{0'157 \text{ s}}$

\* Frecuencia:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0'157} = \boxed{6'37 \text{ Hz}}$

\* Longitud de onda:  $k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{0'4} = 50 \cdot \pi = \boxed{15'7 \text{ m}}$

\* Velocidad de propagación:  $v_p = \lambda \cdot f = 15'7 \cdot 6'37 = \boxed{100 \frac{m}{s}}$

---



20) (Página 193)

\* Ecuación general de una onda armónica:  $y(x,t) = 2 \cdot A \cdot \sin(k \cdot x) \cdot \cos(\omega \cdot t)$

\* Número de onda: por comparación:  $k = \pi \frac{\text{rad}}{\text{m}}$  \* Amplitud:  $2 \cdot A = 0'02 \rightarrow A = 0'01 \text{ m}$

\* Longitud de onda:  $k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ m}$

\* Período:  $T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} = \frac{2 \cdot \pi}{8 \cdot \pi} = 0'25 \text{ s}$  ;  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0'25} = 4 \text{ Hz}$

---

### Tema 6: Óptica

13) (Página 225)

\* Ángulo de refracción en el agua:  $n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 = n_3 \cdot \sin \alpha_3$

$$\sin \alpha_3 = \frac{n_1 \cdot \sin \alpha_1}{n_3} = \frac{1 \cdot \sin 20^\circ}{1'33} = 0'257 \rightarrow \alpha_2 = \arcsin 0'236 = 14'9^\circ$$

---

18) (Página 230)

\* Ángulo de incidencia:  $n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 \rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{n_2 \cdot \sin \alpha_2}{n_1} = 0'627 \rightarrow \alpha_1 = 38'8^\circ$

\* Ángulo límite:  $n_1 \cdot \sin \alpha_L = n_2 \cdot \sin \alpha_2$  ;  $\sin \alpha_L = \frac{n_2 \cdot \sin \alpha_2}{n_1} = \frac{1'33 \cdot \sin 90^\circ}{1'5} =$

$$= 0'887 \rightarrow \alpha_L = \arcsin 0'887 = 62'5^\circ$$

---

### Tema 7: Física nuclear

18) (Página 264)

\* Defectos de masa:

$$\text{Del } {}^12_6\text{C} : \Delta m = 12,0000 - 6 \cdot 1,0073 - 6 \cdot 1,0087 = -0'096 \text{ u} \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = -1'63 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\text{Del } {}^{13}_6\text{C} : \Delta m = 13,0034 - 6 \cdot 1,0073 - 7 \cdot 1,0087 = -0'1013 \text{ u} \cdot \frac{1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = -1'72 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

\* Energías de enlace:

$$\text{Del } {}^12_6\text{C} : E = \Delta m \cdot c^2 = -1'63 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = -1'47 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

$$\text{Del } {}^{13}_6\text{C} : E = \Delta m \cdot c^2 = -1'72 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = -1'55 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

\* Energías de enlace por nucleón:

$$\text{Del } {}^12_6\text{C} : E_n = \frac{E_e}{A} = \frac{-1'44 \cdot 10^{-11}}{12} = \boxed{-1'22 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}}$$

$$\text{Del } {}^{13}_6\text{C} : E_n = \frac{E_e}{A} = \frac{-1'52 \cdot 10^{-11}}{13} = \boxed{-1'19 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}}$$

23) (Página 271)

\* Defecto de masa en la bomba de hidrógeno:

$$\Delta m = 4,002603 + 1,008665 - 2,01474 - 3,01700 = -0'0205 \text{ u} \cdot \frac{1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = -3'42 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

\* Energía liberada en la formación de un átomo de helio:

$$E = \Delta m \cdot c^2 = -3'42 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = \boxed{-3'08 \cdot 10^{-12} \text{ J}}$$

\* Defecto de masa en la formación del helio a partir de sus neutrones y protones:

$$\Delta m = 4'002603 - 2 \cdot 1'008665 - 2 \cdot 1'007825 = -3'038 \cdot 10^{-2} \text{ u} = -5'07 \cdot 10^{-29} \text{ kg}$$

\* Energía de enlace:  $E = \Delta m \cdot c^2 = -4'57 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

$$\text{* Energía de enlace por nucleón: } E_n = \frac{E_e}{A} = \frac{-4'57 \cdot 10^{-12}}{4} = \boxed{-1'14 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}}$$

25) (Página 273)

\* Defecto de masa:

$$\Delta m = 143,92 + 89,94 + 2 \cdot 1,008665 - 235,12 - 1,008665 = -0,251 \text{ u} \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} = -4,27 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

\* Energía desprendida:  $E = \Delta m \cdot c^2 = -4,27 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = \boxed{-3,85 \cdot 10^{-11} \text{ J}}$

\* Masa de material fisionable:

$$m = 45 \cdot 10^8 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ J/s}}{1 \text{ W}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{1 \text{ átomo de U}}{3,85 \cdot 10^{-11} \text{ J}} \cdot \frac{235,12 \text{ u}}{1 \text{ átomo de U}} \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} =$$
$$= \boxed{4,04 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}$$

---

### Tema 8: Física cuántica

6) (Página 284)

\* Potencial de frenado:  $Ec = e \cdot V_0 \rightarrow V_0 = \frac{Ec}{e} = \frac{1,7 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \boxed{0,731 \text{ V}}$

---

21) (Página 301)

\* Longitud de onda de los protones:  $\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{1840 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,11 \cdot 10^5} = \boxed{1,87 \cdot 10^{-12} \text{ m}}$

---

23) (Página 303)

\* Relación entre las longitudes de onda:

$$\frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{\frac{h}{m_p \cdot v_p}}{\frac{h}{m_e \cdot v_e}} = \frac{m_e \cdot v_e}{m_p \cdot v_p} = \frac{m_e}{m_p} \cdot \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot Ec}{m_e}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot Ec}{m_p}}} = \frac{m_e}{m_p} \cdot \sqrt{\frac{m_p}{m_e}} = \frac{1}{1800} \cdot \sqrt{1800} = \boxed{0,0236}$$

---

24) (Página 304)

\* Relación entre longitudes de onda para la misma diferencia de potencial:

$$\frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{\frac{h}{m_p \cdot v_p}}{\frac{h}{m_e \cdot v_e}} = \frac{m_e \cdot v_e}{m_p \cdot v_p} = \frac{m_e}{m_p} \cdot \frac{\sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot \Delta V}{m_e}}}{\sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot \Delta V}{m_p}}} = \frac{m_e}{m_p} \cdot \sqrt{\frac{m_p}{m_e}} = \sqrt{\frac{m_e}{m_p}} < 1 \rightarrow \lambda_p < \lambda_e$$

\* Relación entre longitudes de onda para la misma velocidad:

$$\frac{\lambda_p}{\lambda_e} = \frac{\frac{h}{m_p \cdot v_p}}{\frac{h}{m_e \cdot v_e}} = \frac{m_e \cdot v_e}{m_p \cdot v_p} = \frac{m_e}{m_p} < 1 \rightarrow \lambda_p < \lambda_e$$

---