Solución EBAU Murcia. Septiembre 2020

CUESTIONES

C1 El índice de refracción es $n = \frac{c}{v}$. Por tanto, si $n = 1$ y $n' = 2$, entonces $\frac{n'}{n} = 2 = \frac{v}{v'}$. Por tanto $v' = \frac{v}{2}$. La frecuenoia no varía al cambiar de medio, (es una característica del fotón ligada a su energía, que no varía). Por otro lado, la frecuencia es $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{v'}{v} = \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda}{2}$.

C2 Cerca de la superficie la energía potencial es lineal con h: $E_P = mgh$. Por tanto mg es la pendiente de la curva de la figura, de la que obtenemos que:

$$mg = \frac{750J}{100m} \Rightarrow g = \frac{750}{2 \times 100} = 3.75\ m/s^2$$

C3 El campo magnético creado por una espira circular de radio R en su centro por la que circula una corriente I es $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$. De donde

$$I = \frac{2RB}{\mu_0} = \frac{2 \times 0.15 \times 2 \cdot 10^{-5}}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 4.77A$$

Como I representa la carga por unidad de tiempo, si lo dividimos entre la craga de un electrón obtendremos el número de electrones por unidad de tiempo: $\frac{4.77C/s}{1.6 \cdot 10^{-19}C} = 2.98 \cdot 10^{19}$electrones$/s$.

C4 La ley de desintegración radiactiva dice que $A = A_0 e^{-\lambda t}$, donde $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$, con T el periodo de semidesintegración. Hemos de obtener para qué valor de t se cumple que $A/A_0 = 0.1$. Despejando t obtenemos

$$t = \frac{T}{\ln 2} \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) = \frac{30 \text{ años}}{\ln 2} \ln 10 \simeq 99.7 \text{ años}$$

PROBLEMAS

P1 a) De la tercera Ley de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ despejamos el periodo, T:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(612000 + 6371000)^3}{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24}}} = 5810\ s = 1.61 \text{ horas}$$

Para saber el número de vueltas en 30 años habrá que dividir 30 años entre el tiempo que tarda en dar una vuelta: (en horas:) $\frac{30 \times 365 \times 24}{1.61} = 163230$ vueltas.

b)

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24}}{(612000 + 6371000)^2} = 8.17\ m/s^2$$

c) Llamemos con el subíndice 1 cuando el Hubble está en la órbita de 580 km y con un subíndice 2 cuando está en 612 km. La diferencia de energía total entre las órbitas 1 y 2 será:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -\frac{GMm}{2r_2} - \left(-\frac{GMm}{2r_1}\right) = -\frac{GMm}{2}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$$
$$= -\frac{1}{2} 6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24} \times 12000 \left(\frac{1}{(612 + 6371) \cdot 1000} - \frac{1}{(580 + 6371) \cdot 1000}\right) = 1.575 \cdot 10^9\ J$$

P2 a) Aplicando la ley de Coulomb:

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{(-|e|)^2}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{(1.6 \cdot 10^{-19})^2}{(4 \cdot 10^{-9})^2} = 1.44 \cdot 10^{-11}\ N$$

b) $\Delta E_c = \Delta U = q\Delta V = 1.6 \cdot 10^{-19} C \times 2000 V = 3.2 \cdot 10^{-16} J$

c) Una partícula de carga q y masa m que entra con velocidad $\vec{v}$ en una campo magnético perpendicular a $\vec{v}$ experimenta una fuerza de Lorentz de módulo qvB que provoca una aceleración normal mv^2/R que hace describir un círculo de radio R. Por tanto $mv^2/R = qvB \Rightarrow mv/R = qB$. El enunciado dice que el electrón y el muón tienen la misma velocidad, así pues:

$$\frac{m_\mu v}{R_\mu} = |e|B \qquad ; \qquad \frac{m_e v}{R_e} = |e|B$$

$$\Rightarrow \frac{m_\mu}{m_e} = \frac{R_\mu}{R_e} \Rightarrow m_\mu = m_e \frac{R_\mu}{R_e} = 9.1 \cdot 10^{-31} \times 206 = 1.87 \cdot 10^{-28}\ kg$$

P3 a) $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 m/s}{20 s^{-1}} = 17\ m$

b) De la expresión del nivel de intensidad $\beta = 10 \log\left(\frac{I}{I_o}\right)$ y la intensidad de un frente esférico $I = \frac{P}{4\pi r^2}$, podemos despejar P en términos de β y r:

$$P = 4\pi r^2 I_o 10^{\beta/10} = 4\pi(160 \cdot 10^3)^2 \times 10^{-12} 10^{170/10} = 3.2 \times 10^{16}\ W$$

c) Hay que obtener a que distancia, d, la intensidad, I, es igual a la intensidad umbral, I_o:

$$I_o = I = \frac{P}{4\pi d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{P}{4\pi I_o}} = \sqrt{\frac{3.2 \cdot 10^{16}}{4\pi 10^{-12}}} \simeq 5 \cdot 10^{13}\ m.$$

Sale muchos órdenes de magnitud mayor que el valor real al que se escuchó (5000 km). Eso es debido principalmente a la absorción del sonido en el aire que hace que la intensidad se atenúe mucho más rápidamente que con el inverso del cuadrado de la distancia.

P4 a) $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.5} = 2 \cdot 10^8\ m/s$

b) De la ecuación de la lente, $P = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$, despejamos r_2 en función de P, n y r_1:

$$r_2 = \frac{1}{\frac{1}{r_1} - \frac{P}{n-1}} = \frac{1}{\frac{1}{0.3m} - \frac{2.5m^{-1}}{1.5-1}} = -0.6\ m = -60\ cm$$

c) Despejamos s' de la ecuación $\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = P$:

$$s' = \frac{1}{\frac{1}{s} + P} = \frac{1}{\frac{1}{-0.6} + 2.5} = 1.2\ m \qquad ; \qquad \text{La imagen es real.}$$