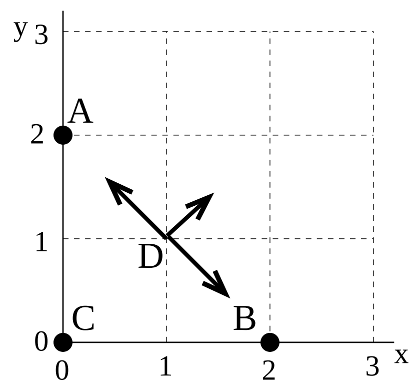
Solución EBAU Murcia. Junio 2021

CUESTIONES

C1 Se puede hacer razonando gráficamente o haciendo el cálculo explícitamente:

Método 1 (Razonamiento):

Como D está en la recta que une A y C, entonces el campo creado por A y C está sobre esa recta y no puede compensar el campo que crearía C, que sería perpendicular a ellos. Por tanto necesariamente $q_C = 0$. Por otro lado, como D equidista de B y C, las cargas han de ser del mismo valor, en módulo y signo, para que se pueda anular el campo en D, es decir, $q_B = q_A$.



Método 2 (Cálculo explícito):

Los campos eléctricos creados por las partículas A, B y C son, respectivamente:

$$\vec{E}_A = kq_A \frac{(1,-1)}{\sqrt{2}} \quad ; \quad \vec{E}_B = kq_B \frac{(-1,1)}{\sqrt{2}} \quad ; \quad \vec{E}_C = kq_C \frac{(1,1)}{\sqrt{2}}$$

Y el campo total en D será:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = \frac{k}{\sqrt{2}}(q_A - q_B + q_C, -qA + q_B + q_C)$$

He imponiendo $\vec{E} = 0$ tenemos que

$$\left.\begin{array}{r} q_A - q_B + q_C = 0 \\ -q_A + q_B + q_C = 0 \end{array}\right\} \Rightarrow \quad q_C = 0 \quad ; \quad q_A = q_B$$

C2

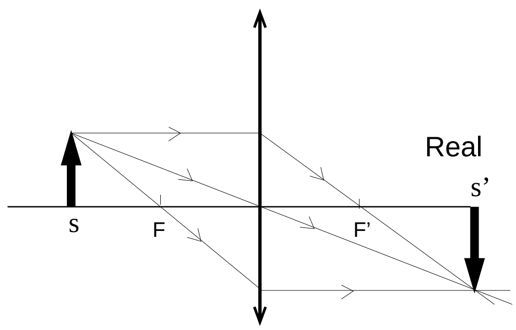
La *ecuación de la onda*, (o *función de ondas*) tiene la forma $E = E_0 \cos(kx - \omega t + \delta)$. Comparando con la expresión del enunciado:

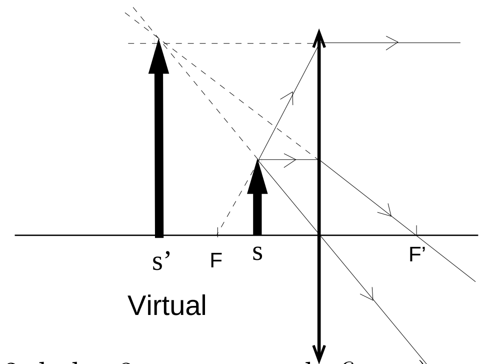
$$k = 10^4 \ mm^{-1} = 10^7 \ m^{-1} \quad ; \quad \omega = 2 \cdot 10^{15} \ s^{-1}$$

De donde podemos obtener la velocidad de propagación $v = \omega/k = 2 \cdot 10^8 \ m/s$. Y el índice de refracción es

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} = \frac{3}{2} = 1.5$$

C3 La figura muestra dos situaciones distintas en las que en un caso la imagen es real y en la otra es virtual, por tanto la afirmación es **FALSA**.





(En el trazado de rayos es suficiente dibujar solo 2 de los 3 rayos en cada figura).

C4 La ley de desintegración radiactiva dice que $N = N_0 e^{-\lambda t}$, donde $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$, con T el periodo de semidesintegración. Hemos de obtener para qué valor de t se cumple que $N/N_0 = 0.6$. Despejando t obtenemos

$$t = \frac{T}{\ln 2} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{5730 \text{ años}}{\ln 2} \ln\left(\frac{1}{0.6}\right) = 4223 \text{ años}$$

PROBLEMAS

P1 a) De la tercera Ley de Kepler: $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$ despejamos el periodo, T, usando para M la masa del Sol y r la distancia Sol-Júpiter:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 2\pi \sqrt{\frac{(7.8 \cdot 10^{11})^3}{6.67 \cdot 10^{-11} \times 2 \cdot 10^{30}}} = 3.75 \cdot 10^6 \ s = 4337 \text{ días} = 11.9 \text{ años}$$

b) La fuerza gravitatoria ejercida por Júpiter sobre la Tierra es

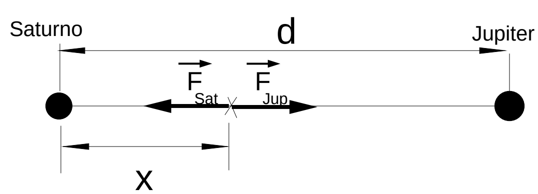
$$F_J = \frac{GM_T M_J}{r_{TJ}^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24} \times 1.9 \cdot 10^{27}}{((7.8 - 1.5) \cdot 10^{11})^2} = 1.906 \cdot 10^{18} \ N,$$

y la de Saturno:

$$F_S = \frac{GM_T M_S}{r_{TS}^2} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \times 5.97 \cdot 10^{24} \times 5.7 \cdot 10^{26}}{((14.3 - 1.5) \cdot 10^{11})^2} = 1.39 \cdot 10^{17} \ N,$$

y en total $F = F_J + F_S = 2.05 \cdot 10^{18} \ N$.

c)



Las fuerzas debidas a Júpiter y Saturno sobre una masa m han de ser iguales en módulo y de sentido opuesto. Igualando los módulos de las fuerzas tenemos

$$\frac{GM_S m}{x^2} = \frac{GM_J m}{(d-x)^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{M_J}{M_S} x^2 = (d-x)^2 \quad \Rightarrow \quad \sqrt{\frac{M_J}{M_S}} x = d - x$$

$$x = \frac{d}{1 + \sqrt{\frac{M_J}{M_S}}} = \frac{d}{1 + \sqrt{3.33}} = 0.354d = 0.354 \times (14.3 - 7.8) \cdot 10^8 \ km = 2.3 \cdot 10^8 \ km$$

P2 a) $E_e = 70\text{ eV} = 70 \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 1.12 \cdot 10^{-17}\text{ J} = \dfrac{1}{2}\text{mv}^2$

$$\Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.12 \cdot 10^{-17}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 4.96 \cdot 10^6\ m/s \quad \Rightarrow \quad p = mv = 4.5 \cdot 10^{-24}\ kg \cdot m/s$$

El electrón tendrá asociada una longitud de onda de *de Broglie* dada por

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{4.5 \cdot 10^{-24}} = 1.47 \times 10^{-10}\ m$$

b)

$$\Delta E_c = \Delta U = q\Delta V = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

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 $mv^2/R = qvB \Rightarrow mv/R = qB$.

Sustituyendo para v la expresión obtenida en el apartado anterior tenemos que

$$qB = \frac{m}{R}\sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

de donde podemos despejar m:

$$m = q\frac{B^2R^2}{2\Delta V} = 1.6 \cdot 10^{-19}\frac{2.4^2 \times 1473^2}{2 \times 1000} = 10^{-15}g$$

P3 a) La menor longitud de onda corresponde a la mayor frecuencia, por tanto los 1300 Hz de la **soprano**, que corresponde a una longitud de onda $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340m/s}{1300s^{-1}} = 0.2615\ m = 26.15\ cm$

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:

$$\text{Tenor: } P = 4\pi r^2 I_o 10^{\beta/10} = 4\pi \times 1^2 \times 10^{-12}10^{102/10} = 0.20\ W$$

$$\text{Soprano: } P = 4\pi r^2 I_o 10^{\beta/10} = 4\pi \times 1^2 \times 10^{-12}10^{98/10} = 0.08\ W$$

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

$$I_o = I = \frac{P}{4\pi d^2} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{P_1 + P_2}{4\pi I_o}} = \sqrt{\frac{0.28}{4\pi 10^{-12}}} \simeq 149\ km.$$

P4 a) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{283 \cdot 10^{-9}} = 1.06 \cdot 10^{15}\ Hz$

b) De la ecuación del efecto fotoeléctrico sacamos la energía cinética del electrón, y de ahí su velocidad:

$$E_\gamma = hf = W_o + E_c \quad \Rightarrow \quad E_c = hf - W_o = 6.63 \cdot 10^{-34} \times 1.06 \cdot 10^{15} - 4.1 \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 4.68 \cdot 10^{-20}\ J$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.68 \cdot 10^{-20}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 3.21 \cdot 10^5 m/s = 321\ km/s$$

c) La energía de un fotón es $hf = 6.63 \cdot 10^{-34} \times 1.06 \cdot 10^{15} = 7.03 \cdot 10^{-19}\ J = 4.4\ eV$. Se necesita que W_o sea menor que 4.4 eV para que se pueda arrancar un electrón. Luego no se producirá el efecto fotoeléectrico para el **oro** y el **platino**.