GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria d'Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital

COMISSIÓ GESTORA DE LES PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT
COMISIÓN GESTORA DE LAS PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

SISTEMA UNIVERSITARI VALENCIÀ
SISTEMA UNIVERSITARIO VALENCIANO

PROVES D'ACCÉS A LA UNIVERSITAT PRUEBAS DE ACCESO A LA UNIVERSIDAD

CONVOCATÒRIA: JUNY 2022	CONVOCATORIA: JUNIO 2022
Assignatura: FÍSICA	Asignatura: FÍSICA

BAREMO DEL EXAMEN: La puntuación máxima de cada problema es de 2 puntos y la de cada cuestión de 1,5 puntos. Se permite el uso de calculadoras siempre que no sean gráficas o programables y que no puedan realizar cálculo simbólico ni almacenar datos o fórmulas en memoria. Los resultados deberán estar siempre debidamente justificados. Realiza primero el cálculo simbólico y después obtén el resultado numérico.
TACHA CLARAMENTE todo aquello que no deba ser evaluado

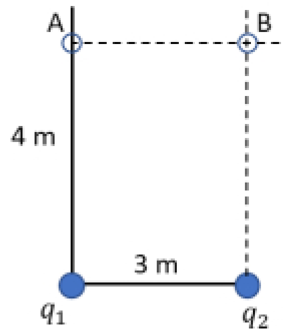
CUESTIONES (elige y contesta exclusivamente 4 cuestiones)

CUESTIÓN 1 - Interacción gravitatoria

Deduce razonadamente la expresión de la velocidad de un satélite que gira alrededor de un planeta en una órbita circular y también la de la velocidad mínima necesaria para que se aleje indefinidamente desde la órbita en la que se encuentra. Supongamos que un satélite orbita a una distancia r de un planeta y se propulsa instantáneamente, de forma que su velocidad pasa a ser 1,5 veces la velocidad orbital, ¿continuará dicho planeta en alguna órbita o se alejará indefinidamente del planeta? Justifica la respuesta.

CUESTIÓN 2 - Interacción electromagnética

El potencial eléctrico en el punto A de la figura es nulo y $q_2 = 1\ \mathrm{nC}$. Determina el valor de la carga q_1 y el potencial eléctrico en el punto B.
Dato: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$.



CUESTIÓN 3 - Interacción electromagnética

Una partícula cargada entra con velocidad constante $\vec{v}$ en el seno de un campo magnético uniforme no nulo $\vec{B}$. Escribe qué fuerza aparece sobre la partícula y razona en qué condiciones ésta será nula y en qué condiciones será máxima.

CUESTIÓN 4 - Interacción electromagnética

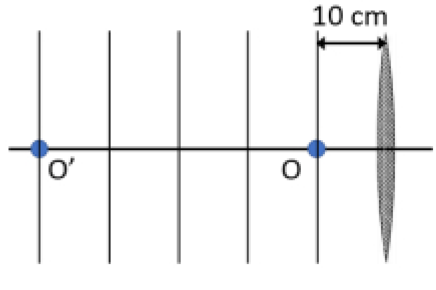
Por un hilo rectilíneo indefinido circula una corriente uniforme de intensidad I. Escribe la expresión del módulo del vector campo magnético $\vec{B}$ generado por dicha corriente y dibuja razonadamente dicho vector en un punto P situado a una distancia d del hilo. Si el módulo del campo magnético en ese punto es de $100\ \mu\mathrm{T}$, deduce cuánto valdrá en un punto que se encuentre a una distancia $d/2$ (expresa el resultado en teslas).

CUESTIÓN 5 – Ondas

Una fuente sonora puntual de potencia $1{,}26 \cdot 10^{-4}$ W emite uniformemente en todas las direcciones. Calcula la intensidad, I, a $10\ \mathrm{m}$ de la fuente ¿Cuál es el nivel de intensidad sonora en decibelios a dicha distancia de la fuente?
Dato: intensidad física umbral $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{Wm^{-2}}$.

CUESTIÓN 6 - Óptica geométrica

En la figura se muestra una lente, la posición de un objeto, O, y la de la imagen, O', que la lente genera de dicho objeto. Determina la distancia focal imagen de la lente, la potencia de la lente en dioptrías y el tamaño de la imagen si el objeto mide $2\ \mathrm{cm}$.



CUESTIÓN 7- Física del siglo XX

Al iluminar un determinado cátodo con radiación monocromática de frecuencia $f = 6{,}1 \cdot 10^{14}$ Hz se produce efecto fotoeléctrico. Se mide el valor del potencial de frenado ΔV y resulta $0{,}23$ V. Calcula el valor de la frecuencia umbral f_o y determina el metal que constituye el cátodo.

Datos: carga elemental, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; constante de Planck, $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ J · s; trabajos de extracción, $W_e(potasio) = 2{,}3$ eV, $W_e(aluminio) = 4{,}3$ eV, $W_e(cobre) = 4{,}7$ eV.

CUESTIÓN 8 - Física del siglo XX

Un núcleo de ^{60}Co se desintegra según la reacción $^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni^* + {}^{a}_{b}X$. Razona qué partícula es X. Posteriormente, el núcleo de níquel excitado, $^{60}_{28}Ni^*$, emite dos fotones de energías 1,17 y 1,33 MeV. Si en un segundo se emiten 10^{10} fotones de cada tipo, calcula la energía por unidad de tiempo (en watios) que produce la emisión.

Dato: carga elemental, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

PROBLEMAS (elige y contesta exclusivamente 2 problemas)

PROBLEMA 1 - Interacción gravitatoria

Un planeta de radio $R_P = 5000$ km que tiene una intensa actividad volcánica, emite fragmentos en las erupciones que pueden llegar a orbitar circularmente a una altura $h = 400$ km, donde el campo gravitatorio del planeta vale $g = 7$ m/s^2.

a) Deduce las expresiones de la velocidad orbital y de la energía mecánica de un fragmento de masa $m = 2$ kg que se encuentra en dicha órbita y calcula también sus valores numéricos. (1 punto)
b) Calcula el campo gravitatorio en la superficie del planeta y la velocidad con la que el fragmento ha sido emitido desde dicha superficie. (1 punto)

PROBLEMA 2 - Interacción electromagnética

Una carga puntual fija $q_1 = 10^{-9}$ C se encuentra situada a 1 m de otra carga puntual fija $q_2 = -2\, q_1$.

a) Determina el punto de la recta que contiene las cargas en el cual el campo eléctrico es nulo. (1 punto)
b) Un protón con velocidad inicial nula se deja libre entre q_1 y q_2, a 90 cm de q_2. Determina la diferencia de energía potencial del protón entre el punto inicial y un punto situado a 10 cm de q_2 ¿Qué velocidad tendrá el protón cuando alcance este último punto? (1 punto)

Datos: constante de Coulomb, $k = 9 \cdot 10^9$ N · m^2/C^2; masa del protón, $m_p = 1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg; carga del protón, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

PROBLEMA 3 - Ondas

La función que representa una onda es $y(x,t) = 2\, sen(\pi t - 8\pi x)$, donde x e y están expresadas en metros y t en segundos. Calcula razonadamente:

a) La amplitud, el periodo, la frecuencia y la longitud de onda. (1 punto)
b) La velocidad de propagación de la onda y la velocidad de vibración de un punto situado a 1 m del foco emisor, para $t = 8$ s. (1 punto)

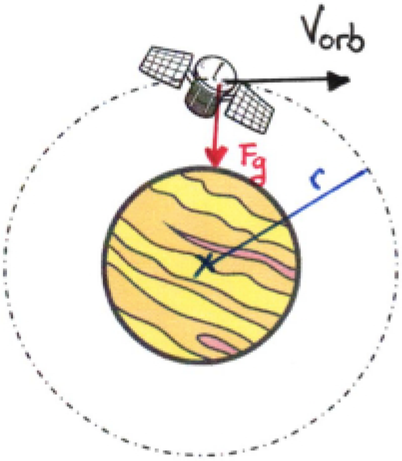
PROBLEMA 4 - Física del siglo XX

El mesón J/ψ tiene una vida media de $7{,}2 \cdot 10^{-21}\ s$ en su sistema de referencia y de $1{,}1 \cdot 10^{-20}\ s$ cuando se mueve a velocidad relativista respecto a un sistema de referencia ligado al laboratorio. Calcula razonadamente:

a) El valor de la velocidad respecto al laboratorio. (1 punto)
b) La energía cinética y la energía total, en MeV, en ambos sistemas de referencia. (1 punto)

Datos: masa (en reposo) del mesón J/ψ, $m_0 = 5{,}52 \cdot 10^{-27}$kg; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; carga elemental, $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.

CUESTIÓN 1



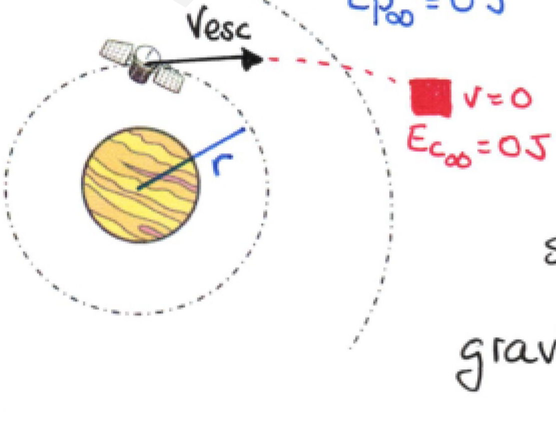
La fuerza gravitatoria es la única que actua sobre el satélite. Aplicando la segunda ley de Newton:

$$F_g = m \cdot a_N \Longrightarrow G\frac{M\cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \cdot \frac{V_{orb}^2}{\cancel{r}}$$

$$\Longrightarrow V_{orb} = \sqrt{G \cdot \frac{M}{r}}$$ donde

- $G \rightarrow$ Constante de Gravitación
- $M \rightarrow$ Masa del planeta
- $r \rightarrow$ Radio de la órbita

La velocidad mínima para que el satélite se aleje indefinidamente del planeta es lo que llamamos velocidad de escape, que es la velocidad mínima que debe poseer para alcanzar el infinito con velocidad nula.



En términos energéticos, el satélite deberá poseer la energía cinética suficiente para que eso sea posible. Como la fuerza gravitatoria es una fuerza conserva

-tiva, aplicando el principio de conservación de la energía:

$$\Delta E_m = 0 \Rightarrow E_{m_{inicial}} = E_{m_{final}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{p_0} + E_{c_0} = \cancel{E_{p_\infty}}^{0} + \cancel{E_{c_\infty}}^{0}$$

(porque como queremos la velocidad mínima, suponemos nula la velocidad en el infinito)

$$\Rightarrow -G\frac{M\cancel{m}}{r} + \frac{1}{2}\cancel{m}\cdot V_{esc}^2 = 0 \Rightarrow V_{esc} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$$

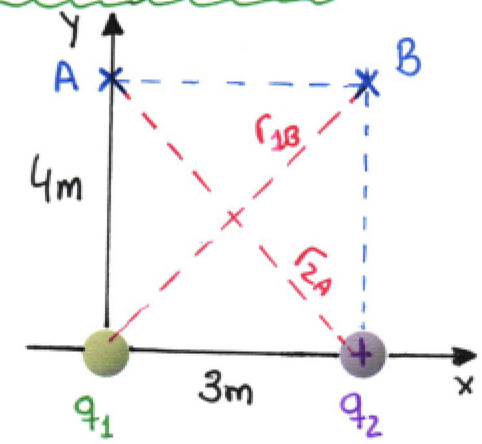
Si un satélite se propulsa instantáneamente con velocidad $V = 1'5\,V_{orb}$ entonces:

$$\frac{V}{V_{esc}} = \frac{1'5\,V_{orb}}{V_{esc}} = \frac{1'5\cdot\cancel{\sqrt{\frac{GM}{r}}}}{\sqrt{2}\cdot\cancel{\sqrt{\frac{GM}{r}}}} = \frac{1'5}{\sqrt{2}} > 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V}{V_{esc}} > 1 \Rightarrow V > V_{esc}$$

Al ser la velocidad del satelite superior a la velocidad de escape, el satélite se alejará indefinidamente del planeta.

CUESTIÓN 2



Las distancias r_{1B} y r_{2A} se calculan fácilmente según:

$$r_{1B} = r_{2A} = \sqrt{3^2+4^2} = 5\,m$$

Si el potencial en A es nulo:

$$V_A = 0\,V \Rightarrow V_{Aq_1} + V_{Aq_2} = 0 \Rightarrow \cancel{K}\cdot\frac{q_1}{r_{1A}} + \cancel{K}\frac{q_2}{r_{2A}} = 0$$

$$\Rightarrow q_1 = -\frac{q_2\cdot r_{1A}}{r_{2A}} = \frac{-1\cdot10^{-9}\cdot4}{5} = -8\cdot10^{-10}\,C$$

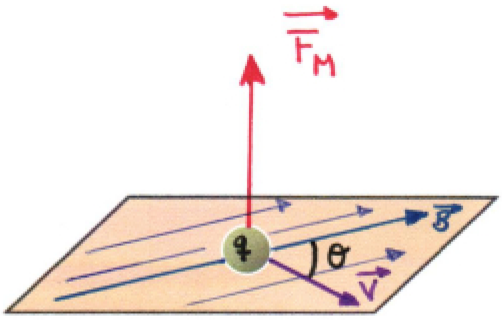
Y conocida q_1, el potencial en B:

$$V_B = V_{Bq_1} + V_{Bq_2} = K\cdot\frac{q_1}{r_{1B}} + K\cdot\frac{q_2}{r_{2B}} = 9\cdot10^9\cdot\frac{-8\cdot10^{-10}}{5} + \frac{9\cdot10^9\cdot1\cdot10^{-9}}{4} =$$

$$= 0'81\,V$$

CUESTIÓN 3

Cuando una carga q ($q \neq 0$) penetra con una velocidad $\vec{v}$ ($v \neq 0$) en el interior de un campo magnético $\vec{B}$ ($B \neq 0$) experimentará una fuerza magnética dada por:



$$\vec{F}_M = q\cdot(\vec{V}\times\vec{B}) \quad \text{(Lorentz)}$$

El módulo de dicha fuerza es:

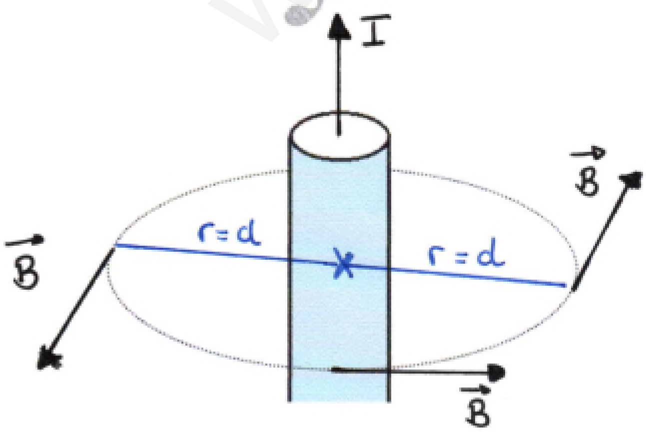
$$F_M = |q|\cdot V\cdot B\cdot|\text{sen}(\theta)|$$

Como dicho módulo depende del ángulo θ que forman los vectores $\vec{V}$ y $\vec{B}$ es fácil razonar que:

$\Rightarrow F_{M_{máx}} = |q|\cdot V\cdot B\cdot|\overset{1}{\text{sen}(\theta)}| = |q|\cdot V\cdot B$, que se dará cuando los vectores $\vec{V}$ y $\vec{B}$ tengan direcciones perpendiculares.

$\Rightarrow F_{M_{min}} = |q|\cdot V\cdot B\cdot|\overset{0}{\text{sen}(\theta)}| = 0$, que se dará cuando los vectores $\vec{V}$ y $\vec{B}$ tengan la misma dirección.

CUESTIÓN 4



Una corriente recta e indefinida crea un campo magnético $\vec{B}$ a su alrededor cuyo módulo viene dado por la ley de BIOT-SAVART:

$$B = \frac{\mu\cdot I}{2\pi\cdot r}$$

Si sabemos que a una distancia $r = d$, dicho módulo vale $100 \mu T$:

$$\text{Si } r = d \Rightarrow B_1 = \frac{\mu I}{2\pi \cdot d} = 100 \mu T$$

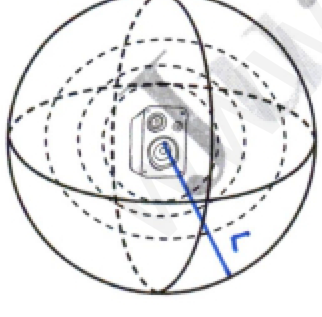
Y por tanto, en otro punto con $r = d/2$:

$$B_2 = \frac{\mu I}{2\pi \cdot d/2} = 2 \cdot \frac{\mu I}{2\pi d} = 2 B_1 = 200 \mu T = 200 \cdot 10^{-6} T =$$

$$= 2 \cdot 10^{-4} T$$

CUESTIÓN 5

La intensidad de una onda esférica se define como la potencia de la misma por unidad de superficie



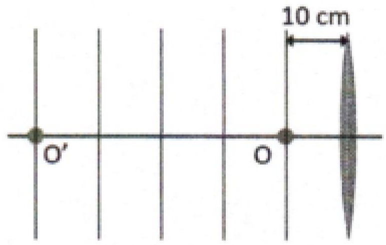
Conocida la potencia de la fuente y teniendo en cuenta la superficie de la esfera:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{1'26 \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 10^2} = 1 \cdot 10^{-7} W/m^2$$

Para el nivel de intensidad sonora:

$$\beta = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{10^{-7}}{10^{-12}}\right) = 50 \text{ dB}$$

CUESTIÓN 6



De la figura que se nos proporciona podemos leer:

$$s = -10\,cm \qquad s' = -50\,cm$$

Aplicando la ecuación de las lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{-50} - \frac{1}{-10} = \frac{1}{f'} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{2}{25} = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = 12'5\,cm = 0'125\,m$$

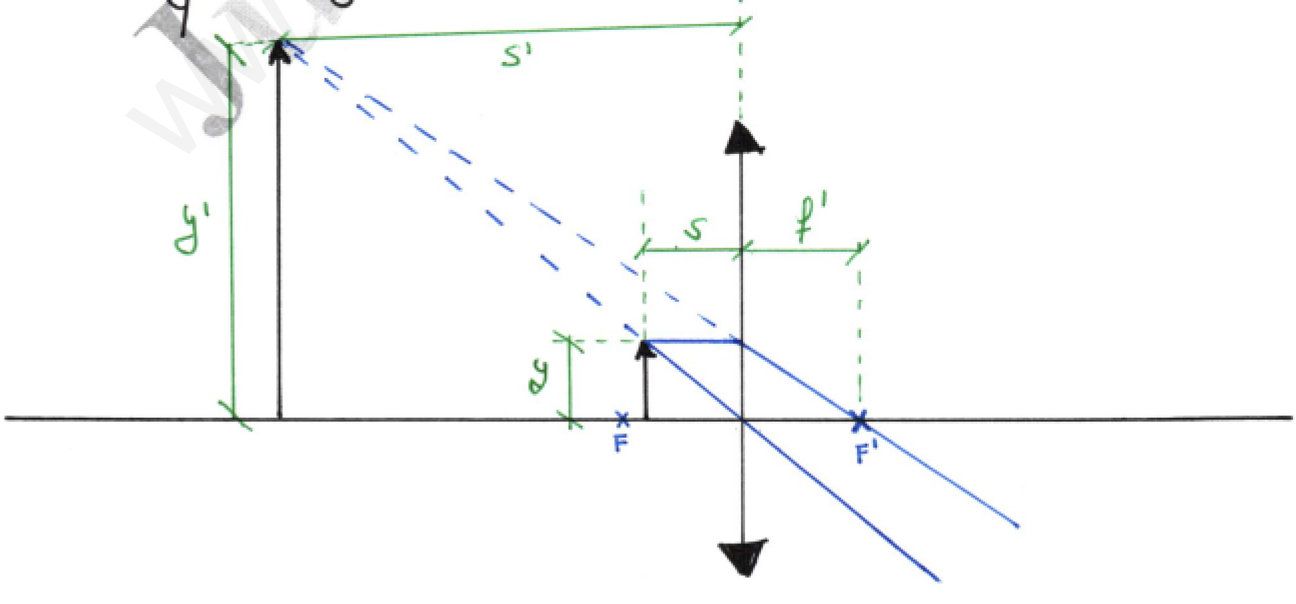
La potencia por tanto:

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0'125} = 8\,D$$

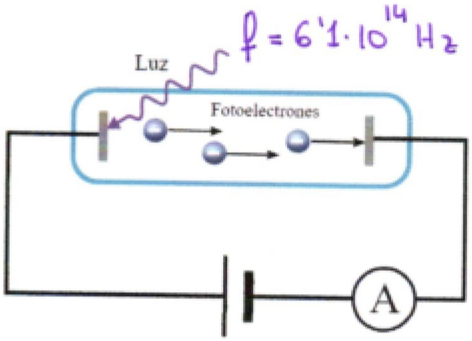
No te olvides de que la distancia focal f' debes ponerla en metros para obtener la potencia en dioptrías.

Para el tamaño de la imagen:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \Rightarrow y' = \frac{s'}{s} \cdot y = \frac{-50}{-10} \cdot 2 = 10\,cm$$



CUESTIÓN 7



Cada uno de los fotones de la radiación incidente tiene una energía de:

$$E_{fotón} = h\cdot f = 6'6\cdot 10^{-34}\cdot 6'1\cdot 10^{14} =$$
$$= 4'026\cdot 10^{-19}\ J$$

Parte de esa energía se gastará para "arrancar" el electrón (Wext) y lo que sobre, será la energía cinética con la que el electrón emitido se mueva, según el balance energético:

$$E_{fotón} = W_{ext} + E_c$$

Como conocemos el potencial de frenado:

$$E_c = q\cdot \Delta V = 1'6\cdot 10^{-19}\cdot 0'23 = 3'68\cdot 10^{-20}\ J$$

Y por tanto, el Wext:

$$W_{ext} = E_{fotón} - E_c = 3'66\cdot 10^{-19}\ J \times \frac{1\ eV}{1'6\cdot 10^{-19}\ J} = 2'29\ eV$$

$$W_{ext} = h\cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{3'66\cdot 10^{-19}}{6'6\cdot 10^{-34}} = 5'55\cdot 10^{14}\ Hz$$

Con los valores proporcionados para Wext concluimos que el cátodo era de POTASIO.

CUESTIÓN 8

Por conservación del número de nucleones y la carga

$${}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni^{*} + {}^{a}_{b}X \Rightarrow \left.\begin{array}{l} 60 = 60 + a \\ 27 = 28 + b \end{array}\right\} \Rightarrow a = 0 \wedge b = -1$$

La partícula emitida por tanto ha sido un electrón

$${}^{0}_{-1}X = {}^{0}_{-1}e$$

El núcleo de niquel está emitiendo:

$$10^{10}\ \frac{\cancel{\text{fotones tipo A}}}{s} \times \frac{1'17\ MeV}{1\ \cancel{\text{fotón tipo}}\ A} = 1'17 \cdot 10^{10}\ \frac{MeV}{s}$$

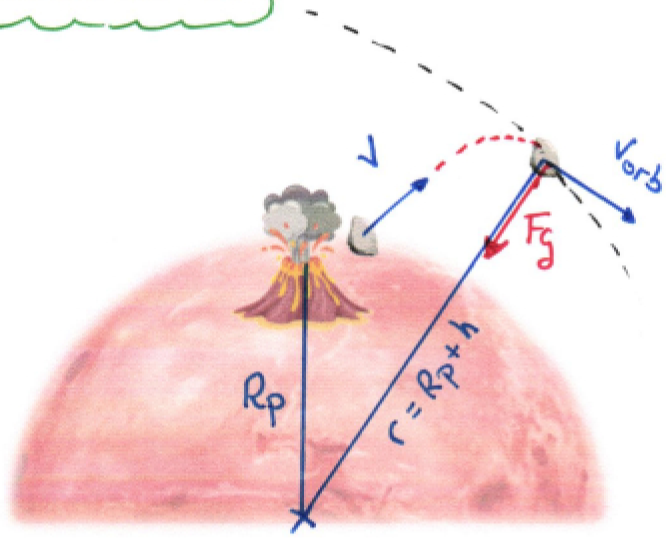
$$10^{10}\ \frac{\cancel{\text{fotones tipo}}\ B}{s} \times \frac{1'33\ MeV}{1\ \cancel{\text{fotón tipo}}\ B} = 1'33 \cdot 10^{10}\ \frac{MeV}{s}$$

Es decir, que en total, la potencia emitida

$$2'5 \cdot 10^{10}\ \frac{\cancel{MeV}}{s} \times \frac{10^{6}\ \cancel{eV}}{1\ \cancel{MeV}} \times \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ \cancel{eV}} = 4 \cdot 10^{-3}\ W$$

Recuerda que $1\ W = 1\ J/s$!!

PROBLEMA 1



a) Vamos a deducir las expresiones que nos piden en función de los datos que nos dan. Conocemos la gravedad en altura, y por tanto:

$$g = G \cdot \frac{M}{r^2} \Rightarrow \boxed{G \cdot M = g \cdot r^2}$$

Vamos a usar esta relación para obtener las expresiones pedidas

La única fuerza sobre el fragmento en órbita es la fuerza gravitatoria, y aplicando la 2ª ley de Newton:

$$F = m \cdot a_N \Rightarrow G \frac{M \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m} \cdot \frac{V_{orb}^2}{\cancel{r}} \Rightarrow \frac{g \cdot r^{\cancel{2}}}{\cancel{r}} = V_{orb}^2$$

$$\Rightarrow V_{orb} = \sqrt{g \cdot r} = \sqrt{7 \cdot 5400 \cdot 10^3} = 6148'17 \text{ m/s}$$

La energía mecánica es la suma de:

$$E_M = E_c + E_p = \frac{1}{2} m \cdot V_{orb}^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} =$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot g \cdot r - \frac{g r^{\cancel{2}} m}{\cancel{r}} = -\frac{1}{2} m \cdot g \cdot r = -\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7 \cdot 5400 \cdot 10^3 =$$

$$= -3'78 \cdot 10^7 \text{ J}$$

b) El campo g_0 en la superficie del planeta:

$$g_0 = G\cdot\frac{M}{R_p^2} = \frac{g\cdot r^2}{R_p^2} = \frac{7\cdot(5400\cdot\cancel{10^3})^2}{(5000\cdot\cancel{10^3})^2} = 8'16\ m/s^2$$

Para calcular la velocidad v con la que el fragmento ha sido emitido, por el principio de conservación de la energía:

$$E_{M_{emisión}} = E_{M_{órbita}}$$

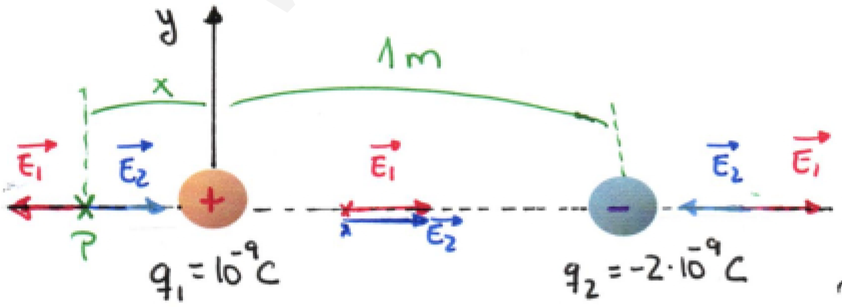
$$\frac{1}{2}\cancel{m}\cdot v^2 - \frac{GM\cancel{m}}{R} = -\frac{1}{2}\cancel{m}gr$$

$$\frac{1}{2}v^2 = -\frac{1}{2}gr + \frac{gr^2}{R} \Longrightarrow \frac{1}{2}v^2 = gr\left(\frac{r}{R}-\frac{1}{2}\right) \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow v = \sqrt{2gr\left(\frac{r}{R}-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{2\cdot 7\cdot 5400\cdot 10^3\left(\frac{5400\cdot\cancel{10^3}}{5000\cdot\cancel{10^3}}-\frac{1}{2}\right)} =$$

$$= 6621'78\ m/s$$

PROBLEMA 2



Teniendo en cuenta que $|q_2| > |q_1|$ es obvio que el campo solo podrá anularse en un punto P de la recta que <u>no</u> pertenezca al segmento que une las cargas y que esté más próximo a la carga q_1. Además, en dicho punto P si el campo se anula, los vectores $\vec{E_1}$ y $\vec{E_2}$ tendrán el mismo módulo. Así:

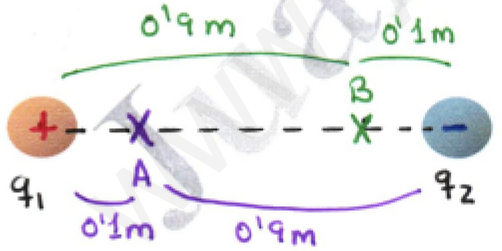
$$E_1 = E_2 \Rightarrow \cancel{K} \cdot \frac{|q_1|}{x^2} = \cancel{K} \cdot \frac{|q_2|}{(1+x)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(1+x)^2}{x^2} = \frac{|q_2|}{|q_1|} \Rightarrow \frac{1+x}{x} = \sqrt{\frac{2 \cdot \cancel{|q_1|}}{\cancel{|q_1|}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 + x = x\sqrt{2} \Rightarrow 1 = x\sqrt{2} - x \Rightarrow 1 = x(\sqrt{2}-1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{\sqrt{2}-1} \approx 2'41 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ El campo se anulará en un punto P de la recta que diste 2'41 m de q_1 y 3'41 m de q_2

b) 

Calculamos los potenciales en los puntos A y B

$$V_A = V_{Aq_1} + V_{Aq_2} = K \cdot \frac{q_1}{r_{1A}} + K \cdot \frac{q_2}{r_{2A}} = 9 \cdot 10^9 \left(\frac{10^{-9}}{0'1} + \frac{-2 \cdot 10^{-9}}{0'9} \right) = 70 \text{ V}$$

$$V_B = V_{Bq_1} + V_{Bq_2} = K \frac{q_1}{r_{1B}} + K \cdot \frac{q_2}{r_{2B}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{10^{-9}}{0'9} + \frac{-2 \cdot 10^{-9}}{0'1} \right) = -170 \text{ V}$$

Con lo que, la diferencia de energía potencial del protón al ser trasladado por el campo desde A hasta B será:

$$\Delta E_p = q \cdot \Delta V = q \cdot (V_B - V_A) = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot (-170 - 70) =$$

$$= -3'84 \cdot 10^{-17}\ J$$

Y como la fuerza eléctrica es conservativa, por el principio de conservación:

$$\Delta E_c + \Delta E_p = 0 \Rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m \cdot V^2 = 3'84 \cdot 10^{-17} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2 \cdot 3'84 \cdot 10^{-17}}{1'67 \cdot 10^{-27}}} = 2'14 \cdot 10^5\ m/s$$

PROBLEMA 3

Ec. General: $y(x,t) = A \cdot \text{sen}\,(\omega t - kx + \varphi_0)$

Nuestra ecuación: $y(x,t) = 2 \cdot \text{sen}\,(\pi t - 8\pi x)$

Identificando términos es fácil ver que:

$A = 2m$

$\omega = \pi\ rad/s \rightarrow \frac{2\cancel{\pi}}{T} = \cancel{\pi}$ $\rightarrow T = 2s$ $\rightarrow f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\ Hz$

$K = 8\pi\ rad/m \rightarrow \frac{2\cancel{\pi}}{\lambda} = 8\cancel{\pi} \rightarrow \lambda = 0'25\ m$

b) $v_p = \lambda \cdot f = 0'25 \cdot \frac{1}{2} = 0'125$ m/s

La velocidad de vibración:

$$v(x,t) = \frac{\partial y}{\partial t} = 2\pi \cdot \cos(\pi t - 8\pi x) \text{ m/s}$$

Por tanto, si $x = 1$ m en $t = 8$ s

$$v(1,8) = 2\pi \cdot \cos(8\pi - 8\pi) = 2\pi \cdot \cos(0) = 2\pi \text{ m/s} \approx 6'28 \text{ m/s}$$

Donde sabemos que el punto $x = 1$ m empieza a vibrar en $t = 8$ s al tener una fase nula.

PROBLEMA 4

La relación entre ambos tiempos es la dada por el factor de Lorentz en la dilatación temporal según:

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_p$$

Y conocidos Δt_p y Δt:

$$1'1 \cdot 10^{-20} = \gamma \cdot 7'2 \cdot 10^{-21} \Rightarrow \gamma = \frac{55}{36} \approx 1'528$$

Por otro lado, el factor de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \Rightarrow 1 - (v/c)^2 = \frac{1}{\gamma^2} \Rightarrow v/c = \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}}$$

$$\Rightarrow v/c = \sqrt{1 - \left(\frac{36}{55}\right)^2} = 0'756 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 0'756\,c = 0'756 \cdot 3 \cdot 10^8 = 2'27 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

b) Con respecto a un sistema de referencia ligado al propio mesón, éste estará en reposo y por tanto:

$$Ec_{mesón} = 0 \text{ MeV}$$

$$E_{mesón} = E_0 + \cancelto{0}{Ec_{mesón}} = m_0 \cdot c^2 =$$

$$= 5'52 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 4'97 \cdot 10^{-10} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} \times \frac{1 \text{ MeV}}{10^6 \text{ eV}} =$$

$$= 3106'25 \text{ MeV}$$

Con respecto al sistema de referencia ligado al laboratorio:

$$E_{lab} = \gamma \cdot E_0 = \frac{55}{36} \cdot 3106'25 = 4745'66 \text{ MeV}$$

Y por tanto, la energía cinética:

$$E_{lab} = E_0 + Ec_{lab} \Rightarrow Ec_{lab} = E_{lab} - E_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Ec_{lab} = 4745'66 - 3106'25 = 1639'41 \text{ MeV}$$