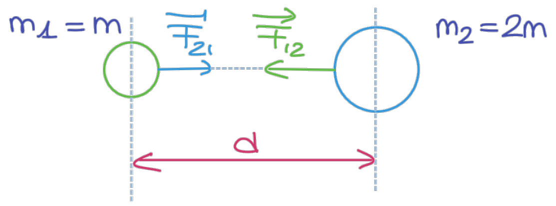
RESERVA 3 JUNIO

1. **a)** Considere dos partículas de masas m y 2m separadas una distancia d, que interaccionan gravitacionalmente entre ellas. **i)** Realice un esquema con las fuerzas. **ii)** Determine la relación entre las aceleraciones de las partículas.

a)

i)



Fuerza de m_1 sobre m_2:

$$F_{12} = G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} = G\frac{m\,2m}{d^2} = 2G\frac{m^2}{d^2}$$

$$\vec{F}_{12} = -2G\frac{m^2}{d^2}\,\vec{i}\ (N)$$

Fuerza de m_2 sobre m_1:

$$F_{21} = G\frac{m_2 m_1}{r_{21}^2} = G\frac{2m\cdot m}{d^2} = 2G\frac{m^2}{d^2}$$

$$\vec{F}_{21} = 2G\frac{m^2}{d^2}\,\vec{i}\ (N) = -\vec{F}_{12}$$ * 3ª ley de Newton *

ii) 2ª ley de Newton (1687, Principia): $\Sigma\vec{F} = m\cdot\vec{a}$

Relaciona fuerzas y aceleración

suma de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo de masa 'm'

aceleración que adquiere el cuerpo

Masa m_1: en ella actúa $\vec{F}_{21}$

$$F_{21} = m_1\cdot a_1$$

$$2G\frac{m^{\cancel{2}}}{d^2} = \cancel{m}\cdot a_1$$

$$a_1 = 2G\frac{m}{d^2}$$

Masa m_2: en ella actúa F_{12}

$$F_{12} = m_2\cdot a_2$$

$$\cancel{2}G\frac{m^{\cancel{2}}}{d^2} = \cancel{2m}\cdot a_2$$

$$a_2 = G\frac{m}{d^2}$$

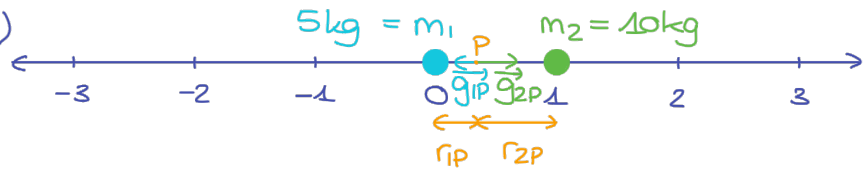
Los divido:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{2\cancel{G}\cancel{\frac{m}{d^2}}}{\cancel{G}\cancel{\frac{m}{d^2}}} = 2\ ;\quad a_1 = 2a_2$$

La aceleración que adquiere la masa m_1 es el doble de la que adquiere la masa m_2

b) Dos masas puntuales de 5kg y 10kg están situadas en los puntos (0,0) m y (1,0) m, respectivamente. **i)** Represente y determine el punto entre las dos masas donde el campo gravitatorio es cero. **ii)** Calcule el trabajo necesario para trasladar una masa de 4kg desde el punto (3,0) m hasta el punto (−2,0) m. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$.

b) i)



Tengo que calcular r_{1P} y r_{2P} sabiendo que en P el campo gravitatorio debe anularse.

Principio de superposición: $\vec{g}_P = \vec{g}_{1P} + \vec{g}_{2P} = 0$

$$\underbrace{\vec{g}_{1P} = -\vec{g}_{2P}}$$

IMPORTANTE ¡¡Esto es lo mismo que decir que g_{1P} y g_{2P} tienen el mismo módulo pero sentidos contrarios!!

$\Longrightarrow g_{1P} = g_{2P}$

Por otro lado, yo sé que: $r_{1P} + r_{2P} = 1$

así que podemos escribir: $r_{1P} = x$ y $r_{2P} = 1 - r_{1P} = 1 - x$

$$g_{1P} = G\frac{m_1}{r_{1P}^2} = G\frac{5}{x^2} \qquad g_{2P} = G\frac{m_2}{r_{2P}^2} = G\frac{10}{(1-x)^2}$$

$$\cancel{G}\frac{5}{x^2} = \cancel{G}\frac{10}{(1-x)^2}$$

$$5(1-x)^2 = 10x^2$$

$$1 + x^2 - 2x = 2x^2$$

$$x^2 + 2x - 1 = 0 \quad \begin{cases} x = 0'414\,m \\ \cancel{x = -2{,}41\,m} \end{cases}$$

una distancia es siempre ⊕

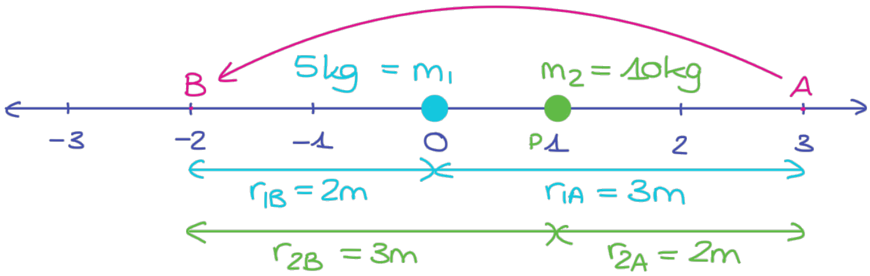
$\Longrightarrow$ El punto P está en (0'414, 0) m

ii) $m_3 = 4$kg

Relación trabajo y potencial gravitatorio:

$$W_{A\to B} = E_{PA} - E_{PB} = mV_A - mV_B = m(V_A - V_B)$$

Potencial total creado en A por las masas m_1 y m_2 — Potencial total creado en B por las masas m_1 y m_2



Principio de superposición: $V_A = V_{1A} + V_{2A}$

$$V_{1A} = -G\frac{m_1}{r_{1A}} = -6'67\cdot10^{-11}\cdot\frac{5}{3} = -1{,}11\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

$$V_{2A} = -G\frac{m_2}{r_{2A}} = -6'67\cdot10^{-11}\cdot\frac{10}{2} = -3'34\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

$$\Longrightarrow V_A = V_{1A} + V_{2A} = -4{,}45\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

Principio de superposición: $V_B = V_{1B} + V_{2B}$

$$V_{1B} = -G\frac{m_1}{r_{1B}} = -6'67\cdot10^{-11}\cdot\frac{5}{2} = -1{,}67\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

$$V_{2B} = -G\frac{m_2}{r_{2B}} = -6'67\cdot10^{-11}\cdot\frac{10}{3} = -2'22\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

$$\Longrightarrow V_B = V_{1B} + V_{2B} = -3'89\cdot10^{-10}\ (J/kg)$$

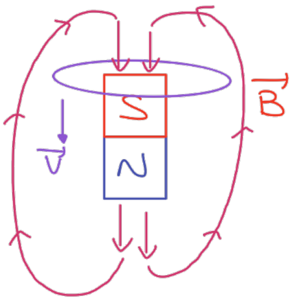
$$\Longrightarrow W_{A\to B} = m_3(V_A - V_B) =$$
$$= 4\cdot(-4{,}45\cdot10^{-10} + 3'89\cdot10^{-10}) =$$
$$= -2'24\cdot10^{10}\ (J)$$

$W_{A\to B} < 0 \to E_{PA} < E_{PB}$
La masa m se desplaza por acción de una fuerza exterior al campo gravitatorio
La masa m aumenta su energía potencial gravitatoria con la distancia
Esto ocurre cuando se separan dos masas
Es un proceso no espontáneo

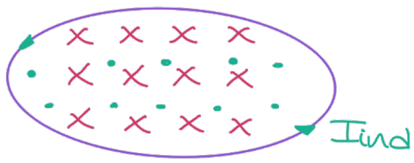
RESERVA 3 JUNIO

2. a) Un imán se encuentra sobre una mesa, con su polo sur orientado hacia arriba. Se deja caer sobre el imán una espira circular, dispuesta horizontalmente. Justifique el sentido de la corriente inducida en la espira, y realice un esquema (visto desde arriba) que represente la corriente inducida y los campos magnéticos implicados durante la caída (el del imán y el inducido en la espira.

a) i)



Si lo miramos desde arriba:



Al caer aumenta el nº de líneas de campo magnético que atraviesan la espira

↳ el Φ_B aumenta

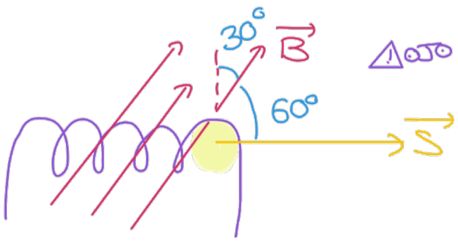
El $\vec{B}_{ind}$ asociado a la corriente inducida se opondrá a este aumento

Aplicando la regla de la mano derecha, I_{ind} tendrá sentido antihorario.

b) Una bobina formada por 1000 espiras circulares de 0,025m de radio se encuentra dentro de un campo magnético variable con el tiempo de módulo $B(t) = 1 + 0{,}5t - 0{,}2t^2 (T)$. La dirección del campo forma un ángulo de 30° con el plano de las espiras. Calcule: **i)** El flujo magnético para $t = 2s$. **ii)** La fuerza electromotriz inducida para $t = 2s$.

b) $N = 1000 \quad R = 0'025 (m) \quad S = \pi R^2 = \pi 0'025^2 = 0'002 (m^2)$

$B(t) = 1 + 0'5t - 0'2t^2 (T)$



i) Flujo magnético:

$$\Phi_B = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha =$$
$$= 1000 \cdot (1 + 0'5t - 0'2t^2) \cdot 0'002 \cdot \cos 60^o$$

Para $t = 2s$:

$$\Phi_B(t=2) = 1000 \cdot (1 + 0'5 \cdot 2 - 0'2 \cdot 2^2) \cdot 0'002 \cdot \cos 60^o = 1'2 (Wb)$$

ii) Ley de Lenz-Faraday:

no sale delante porque depende de 't'

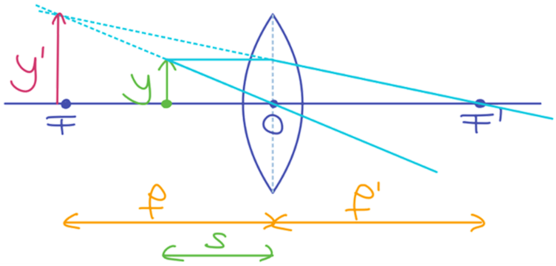
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -N \cdot S \cdot \cos\alpha \cdot \frac{dB(t)}{dt} = -N \cdot S \cdot \cos\alpha \cdot (0'5 - 0'4t)$$

$$\varepsilon(t=2) = -1000 \cdot 0'002 \cdot \cos 60^o \cdot (0'5 - 0'4 \cdot 2) = 0'3 (V)$$

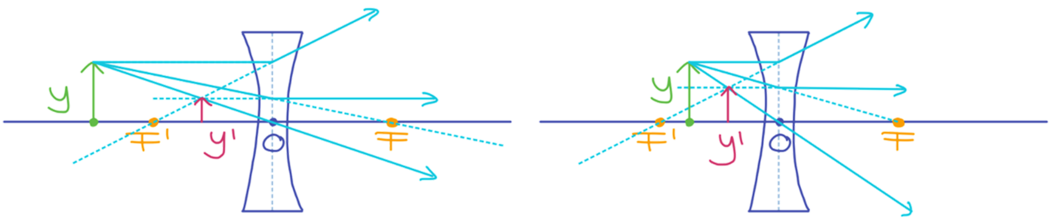
RESERVA 3 JUNIO

3. a) Responda razonadamente <u>con ayuda de trazado de rayos</u>: **i)** ¿Es posible obtener imágenes virtuales reducidas cuando colocamos un objeto delante de una lente convergente? **ii)** ¿Y de una lente divergente?

a) i) En una lente convergente solo es posible conseguir imágenes virtuales cuando la distancia de la lente al objeto es menor que la distancia focal. Sin embargo, la imagen es mayor que el objeto. Conclusión, no se puede conseguir.



ii) En una lente divergente la imagen que siempre se obtiene (cualquiera que sea la distancia de la lente al objeto) es virtual, menor y derecha. Conclusión, sí es posible.



b) Situamos un objeto a 4m de una lente y obtenemos una imagen real e invertida a 1m de la misma. **i)** Realice la construcción geométrica del trazado de rayos. **ii)** Determine la distancia focal de la lente ¿Es convergente o divergente? **ii)** Si el objeto tiene un tamaño de 0,04m, ¿qué tamaño tendrá la imagen?

b) i) Como dicen que la imagen es real solo puede tratarse de una lente convergente. Además, la imagen se forma a la derecha de la lente.

Ley de Gauss para las lentes delgadas:

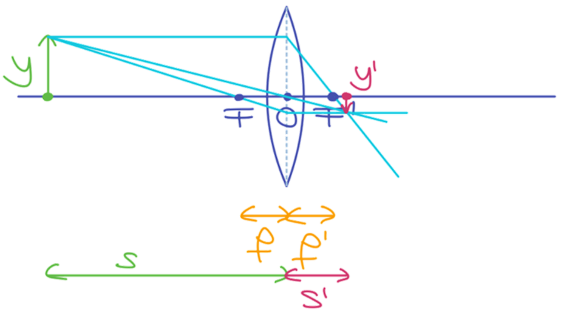
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} ;$$

Distancia objeto: $s = -4m$
Distancia imagen: $s' = 1m$

$$\frac{1}{1} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{f'} ; \quad 1 + 0'25 = \frac{1}{f'} ; \quad f' = 0'8m$$

ii)

$\hookrightarrow f = -0'8m$



- Imagen real
- Imagen invertida
- Imagen menor que el objeto

iii) Aumento lateral:

$$M_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \ ; \ \frac{y'}{0'04} = \frac{1}{-4} \ ; \ y' = 0'04 \cdot \frac{1}{-4} = -0'01\,m$$

RESERVA 3 JUNIO

4. **a)** El isótopo ${}^{238}_{92}U$, tras diversas desintegraciones α y β, da lugar al isótopo ${}^{214}_{82}Pb$. Calcule, razonadamente, cuántas partículas α y cuántas β se emiten por cada átomo de ${}^{214}_{82}Pb$ formado.

a) $${}^{238}_{92}U \longrightarrow a\cdot {}^{4}_{2}He + b\cdot {}^{0}_{-1}\beta + {}^{214}_{82}Pb$$

Ley de conservación del número de nucleones: $238 = 4a + 214$

$$a = \frac{238-214}{4} = 6$$

Ley de conservación de la carga eléctrica: $92 = 2a - b + 82$

$$b = 2a + 82 - 92 = 2$$

$$\Longrightarrow {}^{238}_{92}U \longrightarrow \underbrace{6\cdot {}^{4}_{2}He}_{\text{se emiten 6 partículas alfa}} + \underbrace{2\cdot {}^{0}_{-1}\beta}_{\text{se emiten 2 partículas beta}} + {}^{214}_{82}Pb$$

b) Una muestra de un organismo vivo presenta en el momento de morir una actividad radiactiva por cada gramo de carbono de 0,25Bq, correspondiente al isótopo C-14. Sabiendo que dicho isótopo tiene un periodo de semidesintegración de 5730 años. Determine: **i)** La constante de desintegración radiactiva del isótopo C-14. **ii)** La edad de una momia que en la actualidad presenta una actividad radiactiva correspondiente al isótopo C-14 de 0,163Bq por cada gramo de carbono.

b) $A_0 = 0'25\ Bq$

$$T_{1/2} = 5730\text{ años}\cdot\frac{365\text{ días}}{1\text{ año}}\cdot\frac{24h}{1\text{ día}}\cdot\frac{3600s}{1h} = 1{,}81\cdot 10^{11}\ s$$

i) $$T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}\ ;\ \lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{1{,}81\cdot 10^{11}} = 3{,}83\cdot 10^{-12}\ s^{-1}$$

ii) $A = 0'163\ Bq$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{0'25}{3'83\cdot 10^{-12}} = 6'53\cdot 10^{10}\text{ núcleos}$$

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{0'163}{3'83\cdot 10^{-12}} = 4{,}26\cdot 10^{10}\text{ núcleos}$$

Ley de desintegración radiactiva: $N = N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t}$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} = \frac{1}{e^{\lambda t}} \longrightarrow e^{\lambda t} = \frac{N_0}{N} \longrightarrow \lambda t\cdot\ln(e) = \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$$

$$\longrightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{6'53\cdot 10^{10}}{4'26\cdot 10^{10}}\right)}{3'83\cdot 10^{-12}} = 1{,}39\cdot 10^{11}\ s$$

RESERVA 3 JUNIO

5. **a)** Dos cuerpos de masas m y 2m se encuentran sobre la superficie de un planeta. Razone la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: **i)** Las velocidades de escape de ambas masas son diferentes. **ii)** La energía cinética que deben tener ambos cuerpos para escapar de la atracción gravitatoria es la misma.

a) $m_1 = m$ $\quad h = 0$ (superficie)
$m_2 = 2m$

i) El cálculo de la velocidad de escape se puede hacer usando el Teorema de conservación de la energía mecánica ya que nos movemos por acción de una fuerza conservativa.

Condiciones para escapar de la órbita de un planeta:
- se aleja a una distancia infinita del planeta : $E_{pf} = 0$
- llega con velocidad nula a esa distancia : $E_{cf} = 0$

$$E_{m_0} = E_{mf}$$

$$E_{c0} + E_{p0} = \cancel{E_{cf}} + \cancel{E_{pf}}$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m} v_e^2 - G\frac{\cancel{m} M_T}{R_T + h} = 0 \longrightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T + h}}$$

$$v_{e_1} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} \qquad v_{e_2} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

FALSA. Como ve no depende de la masa de los cuerpos es la misma para ambos.

ii) $$E_{c1} = \frac{1}{2} m_1 v_e^2 = \frac{1}{2} m \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

$$E_{c2} = \frac{1}{2} m_2 v_e^2 = \frac{1}{2} 2m \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}} = m \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

FALSO. La Ec del cuerpo 1 es la mitad que la del cuerpo 2.

b) Un satélite artificial de 500kg de masa describe una órbita circular en torno a la Tierra a una velocidad de 4000 $m\ s^{-1}$. **i)** Compruebe si se trata de un satélite geoestacionario. **ii)** Determine la energía mecánica del satélite. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$; $M_T = 5{,}98 \cdot 10^{24} kg$; Periodo de rotación terrestre = 24 horas.

b) $m_s = 500kg \qquad v = 4000\ m/s$

i) Un satélite geoestacionario es el que gira alrededor de la Tierra con un periodo igual al de rotación de ésta (24 horas).

$$T = 24h \cdot \frac{3600s}{1h} = 86400s$$

2ª ley de Newton (1687, Principia) ← Deduzco v y T

$$F_g = m_S \cdot a_n$$

$$G\frac{\cancel{m_S} \cdot M_T}{R_0^{\cancel{2}}} = \cancel{m_S}\frac{v^2}{\cancel{R_0}}$$

$$v^2 = G\frac{M_T}{R_0}$$

Por otro lado: $v = \omega \cdot R_0$ ← Relación entre velocida lineal 'v' y velocidad angular 'ω'

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot R_0$$

Relación velocidad angular 'ω' y el periodo 'T'

Puedo calcular R_0 de v:

$$R_0 = G\frac{M_T}{v^2} = 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5'98 \cdot 10^{24}}{4000^2} = 24929125 \text{ (m)}$$

$$\Longrightarrow T = \frac{2\pi R_0}{v} = \frac{2\pi \cdot 24929125}{4000} = 39158,58 \text{ s}$$

No es un satélite geoestacionario

ii) $E_m = E_c + E_p$

$$E_c = \frac{1}{2} m_S \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 4000^2 = 4 \cdot 10^9 \text{ (J)}$$

$$E_p = -G\frac{m_S M_T}{R_0} = -6'67 \cdot 10^{-11} \frac{500 \cdot 5'98 \cdot 10^{24}}{24929125} = -8 \cdot 10^9 \text{ (J)}$$

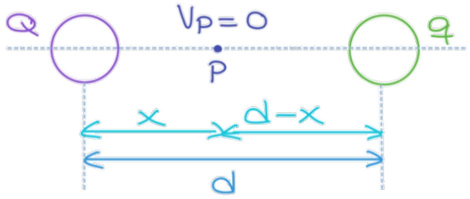
$$\Longrightarrow E_m = 4 \cdot 10^9 - 8 \cdot 10^9 = -4 \cdot 10^9 \text{ (J)}$$

RESERVA 3 JUNIO

6. **a)** Dos cargas distintas Q y q, separadas una distancia d, producen un potencial eléctrico cero en un punto P situado en la línea que une ambas cargas. Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes afirmaciones: **i)** Las cargas deben de tener el mismo signo. **ii)** El campo eléctrico debe ser nulo en P.

a) i) Posibles situaciones:

Como no nos dice donde esté el punto tomamos dos casos.

- 

Por el Principio de Superposición:

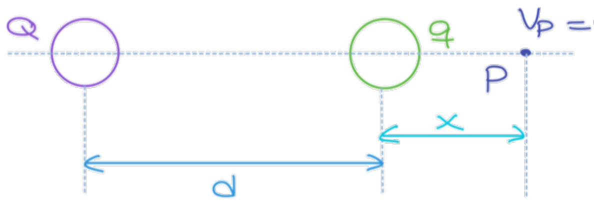
$$V_P = V_{QP} + V_{qP} = K\frac{Q}{r_{QP}} + K\frac{q}{r_{qP}} = 0$$

$$\cancel{K}\frac{Q}{x} = -\cancel{K}\frac{q}{d-x}$$

$$\frac{Q}{x} = -\frac{q}{d-x}$$

Afirmación FALSA

r_{QP} y r_{qP} son valores positivos siempre, por tanto, para que el potencial sea cero, las cargas han de tener signo contrario.

- 

Por el Principio de Superposición:

$$V_P = V_{QP} + V_{qP} = K\frac{Q}{r_{QP}} + K\frac{q}{r_{qP}} = 0$$

$$\cancel{K}\frac{Q}{d+x} = -\cancel{K}\frac{q}{x}$$

$$\frac{Q}{d+x} = -\frac{q}{x}$$

Afirmación FALSA

r_{QP} y r_{qP} son valores positivos siempre, por tanto, para que el potencial sea cero, las cargas han de tener signo contrario.

ii) Principio de superposición: $\vec{E}_P = \vec{E}_{QP} + \vec{E}_{qP} = 0$

$$\vec{E}_{QP} = -\vec{E}_{qP}$$

$$\cancel{k}\frac{Q}{r_{QP}^2} = -\cancel{k}\frac{q}{r_{qP}^2}$$

$$\frac{Q}{r_{QP}^2} = -\frac{q}{r_{qP}^2}$$

• Sustituyo con el resultado de la primera situación en i):

$$\frac{Q}{x^2} = -\frac{q}{(d-x)^2}$$

$$-\frac{\cancel{q}}{\cancel{(d-x)}\cdot x} = -\frac{\cancel{q}}{(d-x)^{\cancel{2}}}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{d-x}$$

$$d-x = x$$

$$d = 2x$$

Afirmación VERDADERA

Si el potencial es cero en $d = 2x$, el campo eléctrico también lo será.

• Sustituyo con el resultado de la segunda situación en i):

$$\frac{Q}{(d+x)^2} = -\frac{q}{x^2}$$

$$-\frac{\cancel{q}}{\cancel{x}\cdot(d+x)} = -\frac{\cancel{q}}{\cancel{x^2}}$$

$$\frac{1}{d+x} = \frac{1}{x}$$

$$d+x = x$$

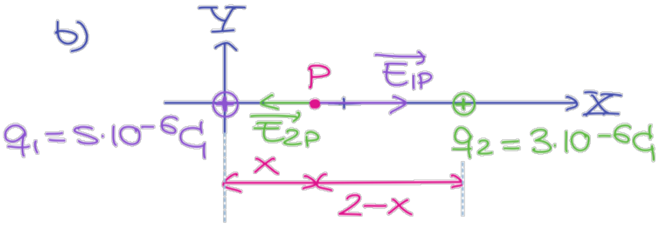
$$d = 0$$

Afirmación FALSA

El resultado no tiene sentido por lo que en la situación 2 el $\vec{E}$ no podría ser cero.

b) Considere dos cargas puntuales de $+5\cdot10^{-6}C$ y $3\cdot10^{-6}C$ situadas en los puntos de coordenadas (0,0) m y (2,0) m, respectivamente. Determine, apoyándose de un esquema, el punto donde el campo eléctrico resultante sea nulo. $K = 9\cdot10^{9}\ Nm^2C^{-2}$.

b)



Principio de Superposición: $\vec{E}_P = \vec{E}_{1P} + \vec{E}_{2P}$

$$\vec{E}_{1P} = K\frac{q_1}{r_{1P}^2}\vec{i} = 9\cdot10^9\cdot\frac{5\cdot10^{-6}}{x^2}\vec{i} = \frac{4'5\cdot10^4}{x^2}\vec{i}$$

$$\vec{E}_{2P} = K\frac{q_2}{r_{2P}}(-\vec{i}) = 9\cdot10^9\cdot\frac{3\cdot10^{-6}}{(2-x)^2}(-\vec{i}) = \frac{2'7\cdot10^4}{(2-x)^2}(-\vec{i})$$

$$\Longrightarrow \vec{E}_P = \frac{4'5\cdot10^4}{x^2}\vec{i} - \frac{2'7\cdot10^4}{(2-x)^2}\vec{i} = 0$$ igualo a cero

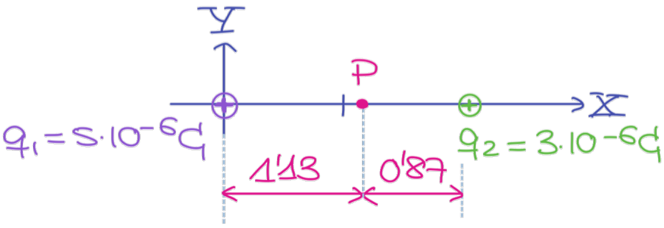
$$\frac{4'5\cdot10^4}{x^2}\vec{i} = \frac{2'7\cdot10^4}{(2-x)^2}\vec{i}$$

$$4'5\cdot10^4(2-x)^2 = 2'7\cdot10^4x^2$$

$$(2-x)^2 = \frac{2'7\cdot10^4}{4'5\cdot10^4}x^2 = 0'6x^2$$

$$4 + x^2 - 4x - 0'6x^2 = 0$$

$$0'4x^2 - 4x + 4 = 0 \quad \begin{cases} \cancel{8'87} & \text{está fuera del rango } (0,2) \\ 1'13 \end{cases}$$



RESERVA 3 JUNIO

7. **a) i)** ¿Cambia la longitud de onda de la luz al pasar de un medio a otro? **ii)** La luz azul y amarilla del espectro visible, ¿tienen la misma velocidad de propagación en el vacío? ¿y la misma frecuencia? Justifique las respuestas.

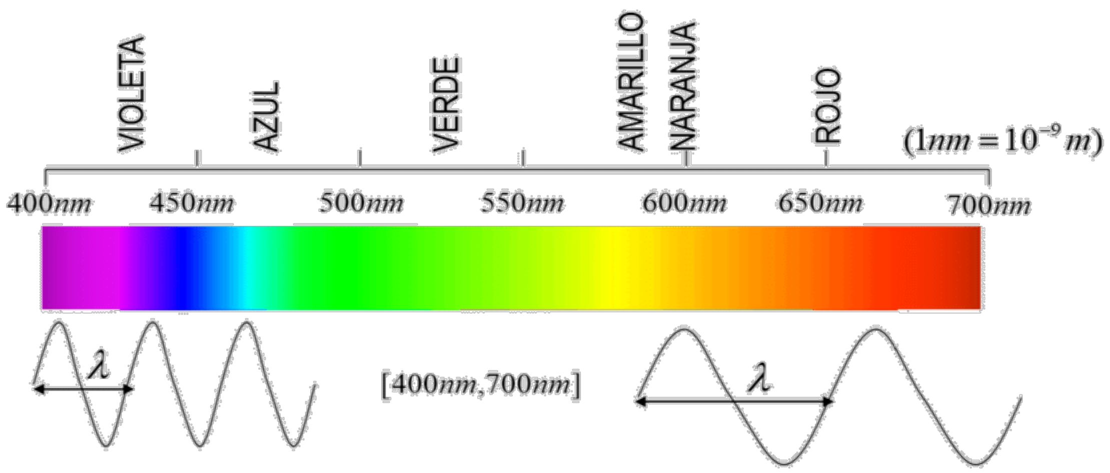
a) i) Sí, la longitud de onda cambia porque varía la velocidad de propagación manteniéndose constante la frecuencia (que únicamente depende de las características del foco emisor.

$v_{prop} = \lambda \cdot f$

↳ constante

si varía una varía la otra ⟶ directamente proporcionales

ii) Sí, ambas tienen la misma velocidad de propagación (ambas son ondas electromagnéticas): $c = 3 \cdot 10^8$ (m/s).
No, su frecuencia (o longitud de onda) es diferente para cada color.

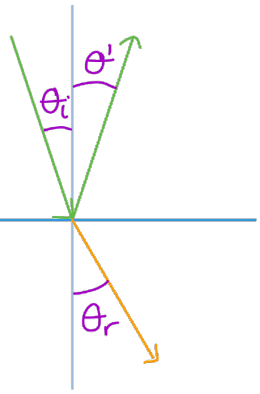


b) Un rayo luminoso de longitud de onda $6 \cdot 10^{-7}$m, que se propaga en el aire, incide sobre un medio transparente con un ángulo de 30° con la normal. Sabiendo que la longitud de onda del rayo refractado es $5 \cdot 10^{-7}$m, calcule razonadamente: **i)** La frecuencia del rayo refractado **ii)** El índice de refracción de dicho medio transparente. **iii)** El ángulo de refracción. Apóyese en un esquema. $c = 3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}$; $n_{aire} = 1$.

b)

$\lambda_1 = 6\cdot10^{-7}$ (m)
$n_1 = 1$
AIRE

MEDIO
TRANSPARENTE
$\lambda_2 = 5\cdot10^{-7}$ (m)



* Principio de Huygens *

Leyes de la reflexión y refracción:

- Los rayos incidente, normal, reflejado y refractado están en el mismo plano.

- El ángulo de incidencia y reflejado son iguales: $\theta_i = \theta' = 30^\circ$

i) La frecuencia de la onda no varía al pasar de un medio a otro ya que únicamente depende de las características del foco emisor.

ii) En el aire:

$$n_1 = \frac{c}{v^2_{prop}} \longrightarrow v^1_{prop} = \frac{c}{n_1} = 3\cdot10^8 \text{ (m/s)}$$

$$v^1_{prop} = \lambda_1\cdot f \longrightarrow f = \frac{v^1_{prop}}{\lambda_1} = \frac{3\cdot10^8}{6\cdot10^{-7}} = 5\cdot10^{14} \text{ (Hz)}$$

En el medio transparente:

$$v^2_{prop} = \lambda_2\cdot f = 5\cdot10^{-7}\cdot 5\cdot10^{14} = 2'5\cdot10^8 \text{ (m/s)}$$

$$n_2 = \frac{c}{v^2_{prop}} = \frac{3\cdot10^8}{2'5\cdot10^8} = 1'2$$

iii) Ley de Snell: $n_1\cdot \text{sen}\,\theta_i = n_2\cdot\text{sen}\,\theta_r$

$$\theta_r = \text{arcsen}\left(\frac{n_1}{n_2}\,\text{sen}(\theta_i)\right) = \text{arcsen}\left(\frac{1}{1'2}\,\text{sen}\,30^\circ\right) = 24{,}62^\circ$$

Se acerca a la normal: pasa de un medio más denso a menos denso donde la v_{prop} es menor.

RESERVA 3 JUNIO

8. **a)** Iluminamos una superficie metálica con un haz de luz, provocando el efecto fotoeléctrico. Explique cómo se modifica la velocidad máxima y el número de fotoelectrones emitidos en las siguientes situaciones. **i)** Si disminuimos la intensidad de la luz incidente. **ii)** Si utilizamos luz de frecuencia inferior a la frecuencia umbral del metal.

a) Si nos dice que se está produciendo efecto fotoeléctrico, la frecuencia del haz incidente es mayor a la frecuencia umbral del metal: $f > f_u$ ← condición necesaria

i) La intensidad de radiación se define como potencia emitida por unidad de área:

$$I = \frac{P}{S}$$

siendo la potencia de la radiación la energía emitida por unidad de tiempo:

$$P = \frac{E_{radiación}}{t} = \frac{n \cdot E_{fotón}}{t}$$

$$\Longrightarrow I = \frac{n \cdot E_{fotón}}{t \cdot S}$$

La intensidad nos indica el número de fotones que inciden por segundo y metro cuadrado

Entonces, si disminuye I disminuye el nº de fotones que inciden en la superficie metálica (sin variar la frecuencia de estos). Como llegan menos fotones se arrancan menos electrones del metal pero su velocidad de salida no varía.

ii) Si $f < f_u$ no existe efecto fotoeléctrico y no existe salida de fotoelectrones. La velocidad será cero en este caso.

b) Si sobre un metal incide luz de longitud de onda de $3 \cdot 10^{-7} m$, se observa que se emiten electrones cuya velocidad máxima es de $8{,}5 \cdot 10^{5}\ m\, s^{-1}$. Determine: **i)** La energía de los fotones incidentes. **ii)** El trabajo de extracción del metal. **iii)** El potencial de frenado que habría que aplicar. $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34} J\, s$; $c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31} kg$; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$.

b) $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}\, m$, $v_e = 8'4 \cdot 10^{5} (m/s)$

i) $E_{fotón} = h \cdot f = h \cdot \dfrac{c}{\lambda} = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \dfrac{3 \cdot 10^{8}}{3 \cdot 10^{-7}} = 6'6 \cdot 10^{-19}\ (J)$

ii) Partimos de la Ecuación fotoeléctrica de Einstein:

$$E_{fotón\_incidente} = W_{extracción\_electrón} + E_{c\,electrón\_arrancado}$$

donde:

$$E_{c\,electrón\_arrancado} = \frac{1}{2} \cdot m_e \cdot v_e^2 = \frac{1}{2} \cdot 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot (8'4 \cdot 10^5)^2 = 3'21 \cdot 10^{-19} (J)$$

$$\Longrightarrow W_{extracción\_electrón} = E_{fotón\_incidente} - E_{c\,electrón\_arrancado} =$$
$$= 6{,}6 \cdot 10^{-19} - 3{,}21 \cdot 10^{-19} = 3{,}39 \cdot 10^{-19} (J)$$

iii) Teorema de Conservación de la Energía Mecánica:

$$W^{Fnc} = \Delta E_m = E_{m2} - E_{m1}$$

Como solo hay fuerzas conservativas (fuerza eléctrica) entonces $W^{Fnc} = 0$:

$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$q \cdot \Delta V_f = E_{c2}$$

$$\Longrightarrow \Delta V_f = \frac{E_{c2}}{q} = \frac{3'21 \cdot 10^{-19}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 2 (V)$$