

RESERVA 3  
OPCIÓN A

1. a) Conteste razonadamente: ¿Puede ser negativa la energía cinética de una partícula? ¿Y la energía potencial? En caso afirmativo, explique el significado físico del signo. ¿Se cumple siempre que el aumento de la energía cinética es igual a la disminución de la energía potencial?

a) • La energía cinética se calcula matemáticamente como:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

masa del móvil (siempre > 0)      velocidad del móvil al cuadrado (siempre > 0)

⇒ La  $E_c$  nunca puede ser negativa.

• La energía potencial gravitatoria se define como:

$$E_p = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}}$$

que es negativa siempre. La razón está en que la fuerza gravitatoria es una fuerza atractiva, y hace falta una fuerza exterior para llevar el cuerpo desde un punto del campo hasta fuera del mismo.

$$\bullet \quad d'E_c = -d'E_p?$$

Una fuerza conservativa es aquella en la que el trabajo que realiza cuando se desplaza una partícula de un punto a otro no depende del camino seguido, sino solo de los puntos final e inicial.

Toda fuerza conservativa (como la gravitatoria, elástica y eléctrica) lleva asociada una energía potencial que se relaciona con el trabajo a través del Teorema de la  $E_p$ :

El trabajo total de todas las fuerzas conservativas que actúan sobre una partícula se invierte en variar su energía potencial.

$$W_{A \rightarrow B}^{FC} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{F}_C \cdot d\vec{r} = -(E_{PB} - E_{PA}) = -\Delta E_p$$

En cambio, en una fuerza no conservativa (como la de rozamiento) el trabajo depende del camino seguido y no se les puede asociar una energía potencial. Estas fuerzas cumplen el Teorema de la energía mecánica:

El trabajo total de todas las fuerzas no conservativas que actúan sobre una partícula se invierte en variar su energía mecánica.

$$W_{A \rightarrow B}^{F_{NC}} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{F}_{NC} \cdot d\vec{r} = E_{MB} - E_{MA} = \Delta E_M$$

Por último, el Teorema de la energía cinética o de las fuerzas vivas dice que:

El trabajo total de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula se invierte en variar su energía cinética.

$$W_{A \rightarrow B}^{F_R} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{F}_R \cdot d\vec{r} = \Delta E_C = E_{CB} - E_{CA}$$

Juntando las expresiones anteriores nos queda:

$$W_{A \rightarrow B}^{F_R} = W_{A \rightarrow B}^{F_C} + W_{A \rightarrow B}^{F_{uc}}$$

$$\Delta E_C = -\Delta E_P + \Delta E_M$$

Por lo que,  $\Delta E_C = -\Delta E_P$  solo se cumplirá cuando:

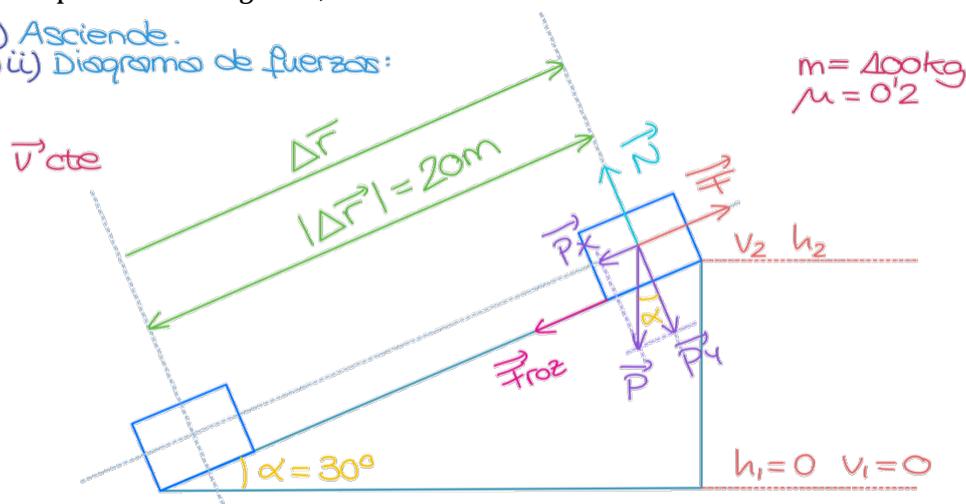
- no existan fuerzas conservativas ( $\vec{F}_{uc} = 0$ )
- el trabajo de estas sea igual a cero ( $W_{A \rightarrow B}^{F_{uc}} = 0$ )

ya que en estos casos  $\Delta E_M = 0$  (la  $E_M$  se conserva).

**b)** Por un plano inclinado de  $30^\circ$  respecto a la horizontal asciende, con velocidad constante, un bloque de  $100\text{kg}$  por acción de una fuerza paralela a dicho plano. Se sabe que el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es  $0,2$ . **i)** Determine el aumento de energía potencial del bloque en un desplazamiento de  $20\text{m}$ . **ii)** Dibuje en un esquema las fuerzas que actúan sobre el bloque y calcule el trabajo realizado por la fuerza paralela en ese desplazamiento.  $g = 9,8 \text{ m s}^{-1}$

b) Asciende.

i) ii) Diagrama de fuerzas:



---

$$\text{Altura } h_2: \quad \text{sen } 30^\circ = \frac{h_2}{|\Delta \vec{r}|}$$

$$h_2 = |\Delta \vec{r}| \cdot \text{sen } 30^\circ = 20 \cdot \text{sen } 30^\circ = 10 \text{ (cm)}$$

Variación de  $E_p$ :

$$E_{p1} = m \cdot g \cdot h_1 = 0$$

$$E_{p2} = m \cdot g \cdot h_2 = 100 \cdot 9.8 \cdot 10 = 9800 \text{ (J)}$$

$$\implies \Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = 9800 - 0 = 9800 \text{ (J)}$$

Fuerza peso:  $p = m \cdot g = 100 \cdot 9.8 = 980 \text{ (N)}$   
 $p_x = p \cdot \text{sen } \alpha = 980 \cdot \text{sen } 30^\circ = 490 \text{ (N)}$   
 $p_y = p \cdot \text{cos } \alpha = 980 \cdot \text{cos } 30^\circ = 848.7 \text{ (N)}$   
 $\vec{p} = -490\hat{i} - 848.7\hat{j} \text{ (N)}$   
*↳ yo sí te lo voy a pedir, ojo*

Fuerza normal: 2ª ley de Newton (Eje Y):  $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$   
No se mueve en el eje Y:  $a = 0$  (Eje Y)

$$N - p_y = 0$$
$$N = p_y = 848.7 \text{ (N)}$$
$$\vec{N} = 848.7\hat{j} \text{ (N)}$$

Fuerza de rozamiento:  $F_{roz} = \mu \cdot N = 0.2 \cdot 848.7 = 169.74 \text{ (N)}$   
 $\vec{F}_{roz} = -169.74\hat{i} \text{ (N)}$

Fuerza externa: 2ª ley de Newton (Eje X):  $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$   
Se mueve con  $v = \text{cte} \implies a = 0$

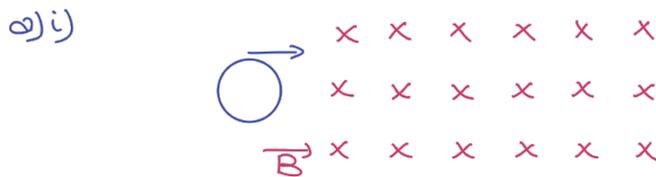
$$F - p_x - F_{roz} = 0$$
$$F = p_x + F_{roz} = 490 + 169.74 = 659.74 \text{ (N)}$$
$$\vec{F} = 659.74\hat{i} \text{ (N)}$$

$$\implies W_{1 \rightarrow 2}^{\vec{F}} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \text{cos } 0^\circ =$$
$$= 659.74 \cdot 20 \cdot 1 = 13194.8 \text{ (J)}$$

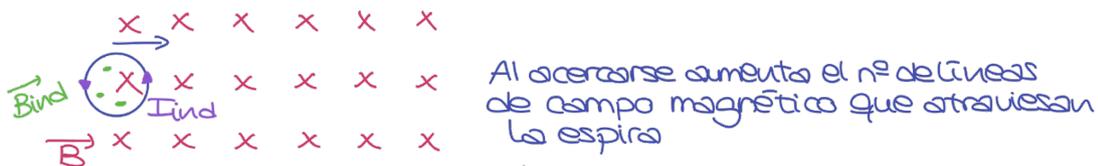
# EJERCICIO PEVAU

## RESERVA 3 OPCIÓN A

2. a) Una espira circular de radio  $R$  se mueve con una velocidad constante  $v$  hacia la derecha, atravesando una región en la que existe un campo magnético uniforme  $B$ , como se indica en la figura. **i)** Explique razonadamente en qué sentido circulará la corriente inducida en la espira desde que comienza a entrar en la región del campo hasta que sale enteramente del mismo. **ii)** Analice cuantitativamente cómo varía la fuerza electromotriz inducida mientras está entrando en el campo si la espira se desplaza a una velocidad mayor.



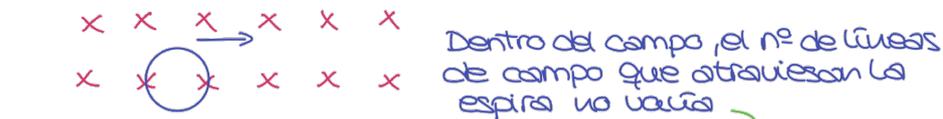
Situaciones posibles:



↳ el  $\Phi_B$  aumenta

El  $B_{ind}$  asociado a la corriente inducida se opone a este aumento

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



↳ el  $\Phi_B$  no varía

↳ no se induce corriente



↳ el  $\Phi_B$  disminuye

El  $\vec{B}$  asociado a la corriente inducida se opone a esa disminución

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

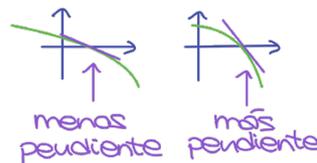
- ii) Cuando está entrando, hemos dicho que aumenta el nº de líneas que atraviesa la espira provocando que el flujo aumente. Si la espira aumenta su velocidad, esa variación del flujo será más rápida. Por la Ley de Lenz - Faraday, la f.e.m. inducida también será mayor.

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_B}{dt}$$

esta derivada nos informa de "lo rápido o lento" que varía  $\Phi_B$  en un instante de tiempo.

si te sobra tiempo en el examen ponlo (pro)

↳ Cuando más rápido varía  $\Phi_B$  la derivada es mayor (la recta tangente tiene más pendiente)



- b) Una bobina de 80 espiras de radio 0,06m se coloca en un campo magnético de manera que el flujo que la atraviesa sea máximo. Si el campo varía de acuerdo con la función  $B = 0,5 - 0,02t$ , determine: **i)** El flujo que atraviesa cada espira de la bobina en  $t = 10s$ . **ii)** La fuerza electromotriz inducida en la bobina.

b)  $N = 80$   $R = 0,06m$   $\Phi_B$  es máximo  $B(t) = 0,5 - 0,02t$  (T)

$$S = \pi R^2 = \pi \cdot 0,06^2 = 0,011 \text{ (m}^2\text{)}$$

La fórmula del flujo magnético es:

$$\Phi_B = N \cdot \vec{B} \cdot \vec{S} = N \cdot B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Para que sea máximo,  $\cos \alpha = +1$ , lo cual se consigue cuando  $\alpha = 0^\circ$ :  $\vec{B}$  y  $\vec{S}$  deben de ser paralelas.

Entonces:

$$\Phi_B = N \cdot B \cdot S \cdot \cos 0^\circ = N \cdot B \cdot S$$



- i) Flujo en el instante  $t = 10s$  en cada espira

$$\Phi_B = B \cdot S = (0,5 - 0,02 \cdot t) \cdot 0,011$$

$$\Phi_B(t = 10s) = (0,5 - 0,02 \cdot 10) \cdot 0,011 = 0,0033 \text{ (wb)}$$

ii) f.e.m. en la bobina (completa)

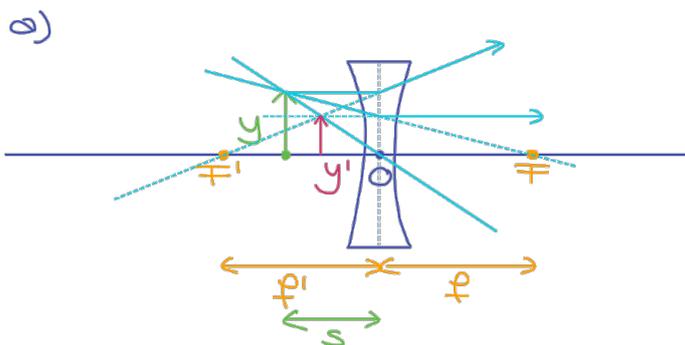
$$\Phi_B = N \cdot B \cdot S$$

Ley de Lenz - Faraday

$$\begin{aligned}\mathcal{E} &= -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}[N \cdot B \cdot S] = -N \cdot S \frac{dB}{dt} = \\ &= -N \cdot S \cdot \frac{d}{dt}[0'5 - 0'02t] = -N \cdot S \cdot (-0'02) = \\ &= -80 \cdot 0'011 \cdot (-0'02) = 0'0176 \text{ (V)}\end{aligned}$$

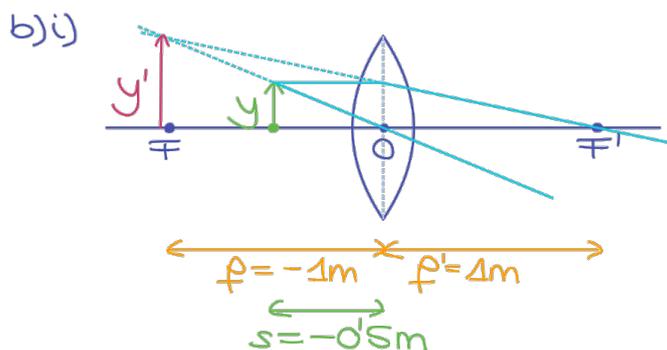
RESERVA 3  
OPCIÓN A

3. a) Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente divergente, y a una distancia menor que la distancia focal. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.



- Imagen virtual: se forma a partir de las propagaciones de los rayos
- Imagen derecha
- Imagen de menor tamaño que el objeto

- b) A 0,5m delante de una lente convergente se sitúa un objeto de tamaño 0,25m. Si la distancia focal vale 1m, calcula: i) La distancia de la imagen a la lente indicando si es real o virtual. ii) Tamaño de la imagen, indicando si está derecha o invertida.



Ley de Gauss para las lentes delgadas:

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

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,5} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{1}{s'} + 2 = 1$$

$$\frac{1}{s'} = 1 - 2 = -1$$

Imagen virtual porque se forma a partir de las propagaciones de los rayos  $\leftarrow s' = -1m$

ii) Aumento lateral:

$$m_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}; \quad \frac{y'}{0,25} = \frac{-1}{-0,5}; \quad y' = 0,5m$$

Imagen derecha respecto del objeto.

RESERVA 3  
OPCIÓN A

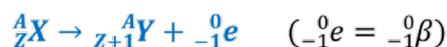
4. a) El  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$  se desintegra mediante un proceso alfa y el  ${}^{214}_{82}\text{Pb}$  mediante un proceso beta. Describe con detalle los procesos radiactivos de esos isótopos, razonando cuáles son los números atómico y másico de los nucleidos resultantes.



Ley de conservación del número de nucleones:  $35 = A + 0$   
 $A = 35$

Ley de conservación de la carga eléctrica:  $16 = Z - 1$   
 $Z = 17$

**Cuando en una transformación radiactiva se emite una partícula beta,** se obtiene un núcleo cuyo número atómico es una unidad mayor y no varía su número másico.



Ley de conservación del número de nucleones:  $210 = A + 4$   
 $A = 206$

Ley de conservación de la carga eléctrica:  $84 = Z + 2$   
 $Z = 82$

**Cuando en una transformación radiactiva se emite una partícula alfa,** se obtiene un núcleo cuyo número atómico es dos unidades menor y su número másico es cuatro unidades menor.



- b) Al someter a la prueba del  ${}^{14}\text{C}$  una herramienta de madera encontrada en un yacimiento arqueológico, se detecta que la actividad de dicho isótopo es un 15% de la correspondiente a la de una muestra actual de la misma madera. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del  ${}^{14}\text{C}$  es de 5730 años, determine la constante de desintegración y calcule la antigüedad de dicha herramienta.

$$\text{b) } T_{1/2} = 802 \text{ años} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 692928 \text{ s}$$

$$m(\text{I-131}) = 130,9061 \text{ u}$$

$$\Rightarrow T_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} ; \lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = \frac{\ln(2)}{692928} = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

$$m_0 = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\hookrightarrow N_0 = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ at}}{130,9061 \text{ u}} =$$

$$= 8,65 \cdot 10^{18} \text{ at.}$$

$$\Rightarrow A_0 = \lambda \cdot N_0 = 10^{-6} \cdot 8,65 \cdot 10^{18} = 8,65 \cdot 10^{12} \text{ (Bq) } \frac{\text{desintegraciones}}{\text{s}}$$

$$m = 0,47 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\hookrightarrow N = 0,47 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^3 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ at}}{130,9061 \text{ u}} =$$

$$= 2,16 \cdot 10^{18} \text{ at.}$$

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

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

$$\Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{8,65 \cdot 10^{18}}{2,16 \cdot 10^{18}}\right)}{10^{-6}} = 1387451,1 \text{ s}$$

RESERVA 3  
OPCIÓN B

1. a) Un satélite artificial describe una órbita circular alrededor de la Tierra. La velocidad de escape desde esa órbita es la mitad que la velocidad de escape desde la superficie terrestre. ¿A qué altura se encuentra el satélite?

e)



Es la velocidad mínima necesaria para que un cuerpo pueda abandonar el campo gravitatorio donde se encuentra y alejarse indefinidamente del planeta. El cálculo de esta velocidad puede hacerse recurriendo a la conservación de la energía mecánica, ya que nos movemos bajo una fuerza conservativa. Teniendo en cuenta que se considera que un cuerpo escapa de la órbita de un planeta cuando:

- llega a una distancia infinita del planeta ( $E_{pf} = 0$ )
- llega con velocidad nula ( $E_{cf} = 0$ )

ESTOTENÉIS QUE PONERLO AUNQUE NO SE PIDA

$$E_{M0} = E_{Mf} \rightarrow E_{C0} + E_{P0} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

$$\frac{1}{2}mv_e^2 - G\frac{mM_T}{R_T+h} = 0 \rightarrow v_e \geq \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T+h}}$$

Sustituyo:

$$v_{\text{órbita}} = \frac{1}{2} v_{\text{esc-Tierra}}$$

$$\sqrt{\frac{2GM_T}{R_T+h}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2GM_T}{R_T}}$$

$$\frac{2GM_T}{R_T+h} = \frac{1}{4} \frac{2GM_T}{R_T}$$

$$4 \cdot R_T = R_T + h$$

$$\Rightarrow h = 4R_T - R_T = 3R_T$$

su altura es igual al triple del radio terrestre

- b) En un planeta esférico de radio 2200km, la aceleración de la gravedad en la superficie es  $g_0 = 5,2 \text{ m/s}$ . i) Determine la masa del planeta. ii) Calcule la velocidad de escape desde su superficie.  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

---

b)  $R_p = 2200 \text{ km} = 2200000 \text{ m} = 2'2 \cdot 10^6 \text{ m}$   
 $g_0 = 5'2 \text{ (m/s)}$

i)  $g = G \frac{m_p}{(R_p + h)^2}$

En la superficie:

$$g_0 = G \frac{m_p}{R_p^2} \longrightarrow m_p = \frac{g_0 \cdot R_p^2}{G} = \frac{5'2 \cdot (2'2 \cdot 10^6)^2}{6'67 \cdot 10^{-11}} = 3'77 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

ii) Del apartado a):

$$v_e = \sqrt{\frac{2Gm_p}{R_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot 3'77 \cdot 10^{23}}{2'2 \cdot 10^6}} = 4781,2 \text{ (m/s)}$$

RESERVA 3  
OPCIÓN B

2. a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: **i)** Cuando se aproximan dos cargas eléctricas del mismo signo la energía potencial electrostática aumenta. **ii)** En un punto del espacio donde el campo eléctrico es nulo, también lo es el potencial eléctrico.

a) i) La expresión de la energía potencial viene del teorema de la  $F_p$  o de las fuerzas conservativas:

$$\begin{aligned}
 W_{A \rightarrow B} &= \int_A^B \vec{F}_e \cdot d\vec{r} = \int_A^B \vec{F}_e \cdot \vec{e}_r dr = \int_A^B \underbrace{\vec{F}_e \cdot \vec{e}_r}_{\substack{\text{componente} \\ \text{de } F_e \text{ paralela al desplazamiento}}} dr = \\
 &= kQq \int_A^B \frac{1}{r^2} dr = kQq \left[ -\frac{1}{r} \right]_A^B = kQq \left[ -\frac{1}{r_B} + \frac{1}{r_A} \right] = \\
 &= k \frac{Qq}{r_A} - k \frac{Qq}{r_B} = E_{PA} - E_{PB}
 \end{aligned}$$

Si el punto B está en el infinito:

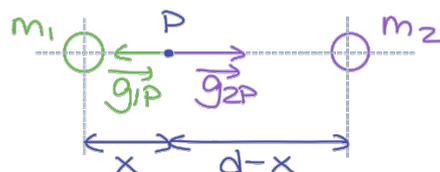
$$W_{A \rightarrow \infty} = k \frac{Qq}{r_A} = E_{PA}$$

y de aquí se define (como vemos estudiado)

La energía potencial se define como el trabajo que debe hacer el campo eléctrico cuando se traslada una carga desde un punto A hasta el infinito. Se mide en voltios ( $J/C = V$ ).

Dicho lo cual, si las cargas tienen el mismo signo, la energía potencial será positiva. Si la distancia disminuye entre las cargas, la  $E_p$  aumentará. VERDADERO

ii) Supongo dos masas separadas y un punto entre ellas en donde el campo gravitatorio total es nulo:



$$\vec{g}_P = \vec{g}_{1P} + \vec{g}_{2P} = 0$$

$$-G \frac{m_1}{x^2} \hat{i} + G \frac{m_2}{(d-x)^2} \hat{i} = 0$$

$$\frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(d-x)^2} \rightarrow \text{ES posible que se den las condiciones para que } \vec{g}_P = 0$$

Sin embargo, para el potencial:

$$V_P = V_{1P} + V_{2P} = -G \frac{m_1}{x} - G \frac{m_2}{d-x} = 0$$

$$-\frac{m_1}{x} - \frac{m_2}{d-x} = 0$$

$$-\frac{m_1}{x} = \frac{m_2}{d-x}$$

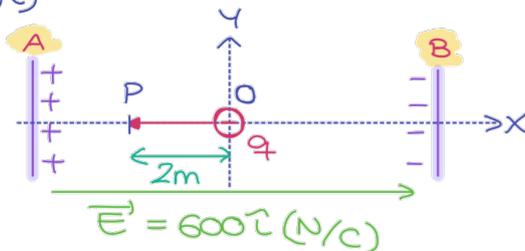
$$\underbrace{\frac{m_1}{\oplus} \frac{(d-x)}{\oplus}} = \underbrace{-\frac{m_2}{\oplus} \frac{x}{\oplus}}$$

Igualdad imposible

→ FALSA

b) Una partícula con carga  $-2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  y masa  $10^{-4} \text{ kg}$  se encuentra en reposo en el origen de coordenadas. Se aplica un campo eléctrico uniforme de  $600 \text{ N C}^{-1}$  en sentido positivo del eje OX. Realice un esquema de la situación. La carga se desplaza  $2 \text{ m}$  hacia un punto P. Determine: **i)** La diferencia de potencial entre el origen de coordenadas y el punto P. **ii)** La velocidad de la partícula en el punto P. Considere despreciable la fuerza gravitatoria.

b) i)



Al ser una carga negativa, se moverá hacia el polo positivo hacia la izquierda,  $-\hat{i}$

La relación entre  $\vec{E}$  y  $V_{AB}$  viene de calcular la circulación del campo eléctrico como:

$$V_{AB} = V_A - V_B = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{r} = \int_A^B E \hat{i} \cdot d\vec{r} = \int_A^B E dr = E \int_A^B dr = E d$$

longitud

$V_A - V_B$  representa la diferencia de potencial del polo positivo al polo negativo (los cuales fijan el sentido del campo eléctrico).

En nuestro ejercicio la carga va al contrario, entonces:

$$V_0 - V_P = -E \cdot d = -600 \cdot 2 = -1200 \text{ (V)}$$

ii) APRENDER

El campo eléctrico va a acelerar la partícula según la II Ley de Newton:

$$\begin{aligned} F_e &= m \cdot a \\ q \cdot E &= m \cdot a \\ a &= \frac{q \cdot E}{m} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 600}{10^{-4}} = 12 \text{ (m/s}^2\text{)} \end{aligned}$$

\*La aceleración va hacia la izquierda\*

Ecuaciones del MRUA:

$$\left\{ \begin{aligned} v &= v_0 + a(t-t_0) = at \\ x &= x_0 + v_0(t-t_0) + \frac{1}{2} a(t-t_0)^2 = \frac{1}{2} at^2 \end{aligned} \right\}$$

despejo 't' y sustituyo ↙

$$t = \frac{v}{a} \longrightarrow x = \frac{1}{2} a \left( \frac{v}{a} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{v^2}{a}$$

$$v^2 = 2xa$$

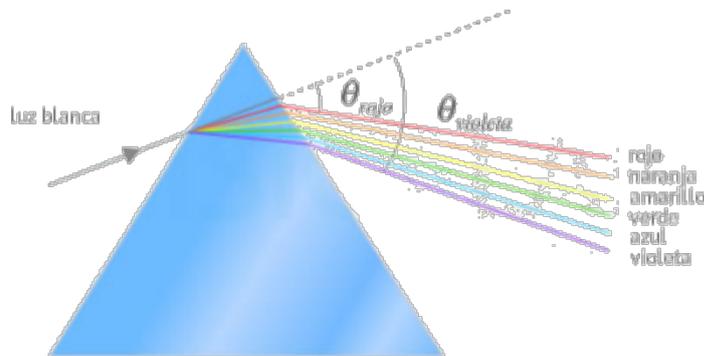
$$v = \sqrt{2xa} = \sqrt{2 \cdot 2 \cdot 12} = 6.92 \text{ (m/s)}$$

RESERVA 3  
OPCIÓN B

3. a) Explique, con ayuda de un esquema, en qué consiste el fenómeno de la dispersión de la luz blanca a través de un prisma de vidrio. ¿Ocurriría dicho fenómeno si la luz blanca incide perpendicularmente sobre una lámina de vidrio de caras plano paralelas? Razone su respuesta.

La **dispersión** es la descomposición de la luz más compleja en otras luces más simples: **es la separación de la luz en las longitudes de onda que la componen**. Al **conjunto de luces** que aparecen en el haz dispersado se le llama **espectro visible**.

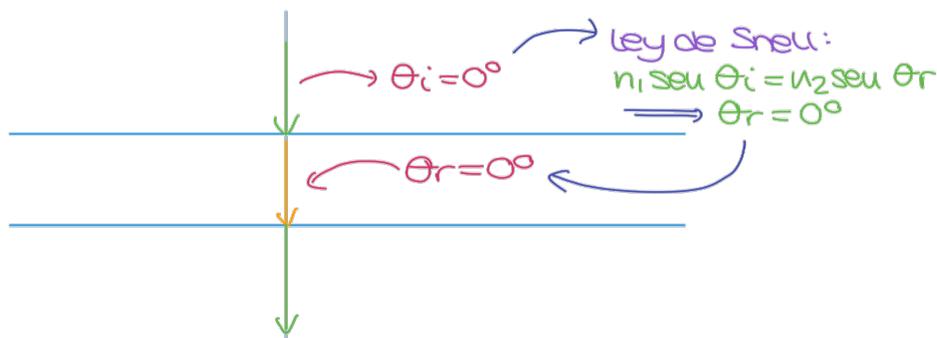
Se puede conseguir mediante un prisma de vidrio: al pasar la luz blanca, las distintas radiaciones se separan por presentar diferentes velocidades de propagación o, lo que es lo mismo, diferente índice de refracción en el vidrio.



La **luz roja** tiene la mayor longitud de onda del espectro visible y, por tanto, se propaga a mayor velocidad. Para ella el índice de refracción es menor (más parecido al del aire que cualquier otro color) por lo que es **menos desviada**

El haz de **luz violeta** tiene la menor longitud de onda del espectro visible y, por tanto, se propaga a menor velocidad. Para él, el índice de refracción es mayor (menos parecido al del aire que cualquier otro color) por lo que de todos los colores presenta el **ángulo de desviación mayor**

Si incide de forma perpendicular no se produce dispersión ya que el rayo pasa de un medio a otro sin desviarse.

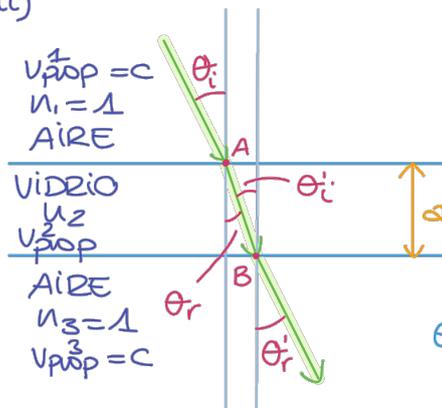


b) Sobre una lámina de vidrio de caras plano paralelas de 0,03m de espesor y situada en el aire incide un rayo de luz monocromática con un ángulo de incidencia de  $35^\circ$ . La velocidad de propagación del rayo en la lámina de vidrio es de  $2 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . **i)** Determine el índice de refracción de la lámina de vidrio. **ii)** Realice un esquema con la trayectoria del rayo y determine el ángulo de emergencia. **iii)** Determine el tiempo que tarda el rayo en atravesar la lámina.  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $n_{\text{aire}} = 1$ .

b)  $d = 0,03 \text{ cm}$     $\theta_i = 35^\circ$     $v_{\text{prop}} = 2 \cdot 10^8 \text{ (m/s)}$

i)  $n_2 = \frac{c}{v_{\text{prop}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^8} = 1,5$    
*→ Pasa de un medio menos denso a más denso: el rayo refractado se acerca a la normal.*

ii)



\* sabemos de las apuntes que  $\theta_i = \theta_r$ , pero hay que dejárselo aquí demostrado \*

CARA 1: Ley de Snell

$$n_1 \cdot \text{sen } \theta_i = n_2 \cdot \text{sen } \theta_r$$

$$\theta_r = \text{arc sen} \left( \frac{n_1}{n_2} \cdot \text{sen}(\theta_i) \right) =$$

$$= \text{arc sen} \left( \frac{1}{1,5} \cdot \text{sen}(35^\circ) \right) = 22'48''$$

Por trigonometría,  $\theta_r = \theta'_i = 22'48''$ .

CARA 2: Ley de Snell

$$n_2 \cdot \text{sen } \theta'_i = n_3 \cdot \text{sen } \theta'_r$$

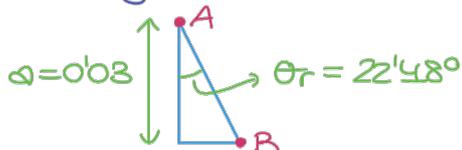
$$\theta'_r = \text{arc sen} \left( \frac{n_2}{n_3} \cdot \text{sen}(\theta'_i) \right) = \text{arc sen} \left( \frac{1,5}{1} \cdot \text{sen}(22'48'') \right) = 35^\circ$$

El ángulo de incidencia y el ángulo de emergencia son el mismo: el rayo sale desplazado pero sin desviarse.

iii) MRU ( $v = \text{cte}$ ):  $x = x_0 + v(t - t_0)$

$x = v \cdot t$    
*espacio recorrido (AB)      tiempo invertido      velocidad dentro del vidrio ( $v_{\text{prop}}$ )*

Por trigonometría:



$$\cos(22'48'') = \frac{0,03}{AB}$$

$$AB = \frac{0,03}{\cos(22'48'')} = 0,032 \text{ (cm)}$$

$$\implies AB = v \cdot t \implies t = \frac{AB}{v} = \frac{0,032}{2 \cdot 10^8} = 16 \cdot 10^{-10} \text{ (s)}$$

RESERVA 3  
OPCIÓN B

4. a) Enuncie el principio de dualidad onda-corpúsculo y explique por qué no se considera dicha dualidad al estudiar los fenómenos macroscópicos.

a) El Principio de De Broglie dice:

Toda partícula material que se mueva lleva asociada una onda cuya longitud de onda viene dada por la expresión:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

Con esta expresión matemática se podría admitir la doble naturaleza corpuscular y ondulatoria de la luz y, en general, de todas las partículas cuya longitud de onda sea de un tamaño tal que pueda dar un patrón de difracción al atravesar un rejilla.

Este efecto no se observa en el mundo macroscópico pues la longitud de onda asociada es muy pequeña. Debido a ello se desprecia el carácter ondulatorio de la materia y no se tiene en cuenta en los cálculos.

b) Al incidir luz de longitud de onda  $2,7625 \cdot 10^{-7} m$  sobre un material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2V. Calcule el trabajo de extracción del material. Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima.  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} kg$ .

b)  $\lambda = 2,7625 \cdot 10^{-7} m$      $\Delta V_p = 2V$

Teorema de Conservación de la Energía Mecánica:

$$W_{fuc} = \Delta E_m = E_{m2} - E_{m1}$$

Como solo hay fuerzas conservativas (fuerzas eléctricas) entonces  $W_{fuc} = 0$ :

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

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

$$\Rightarrow E_{ce} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 = 3,2 \cdot 10^{-19} J$$

Por otro lado:

$$E_{fotón} = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2,7625 \cdot 10^{-7}} = 7,2 \cdot 10^{-19} J$$

Ecuación fotoeléctrica de Einstein:

$$E_{\text{fotón incidente}} = W_{\text{extracción-electrón}} + E_{\text{electrón-emisorasob}}$$

$$\Rightarrow W_{\text{ext}} = E_{\text{fotón}} - E_{\text{ce}} = 7'2 \cdot 10^{-19} - 3'2 \cdot 10^{-19} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ (J)}$$

Ahora, Principio de De Broglie:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

donde:

$$E_{\text{ce}} = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \longrightarrow v_{\text{e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{\text{ce}}}{m_{\text{e}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3'2 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 838627,87 \text{ (cm/s)}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{m_{\text{e}} \cdot v_{\text{e}}} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 838627,87} = 8'69 \cdot 10^{-10} \text{ (m)}$$