RESERVA 2
OPCIÓN A

1. **a)** Conteste razonadamente a las siguientes preguntas: **i)** Una partícula se desplaza bajo la acción de una fuerza. ¿Puede asegurarse que esta fuerza realiza trabajo? **ii)** Una partícula, inicialmente en reposo, se desplaza bajo la acción de una fuerza conservativa. ¿Aumenta o disminuye su energía potencial? ¿Y la energía cinética?

a)i) La expresión general del trabajo asociado a una fuerza es:

$$W^{\vec{F}}_{1\to 2} = \int_1^2 \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_1^2 |\vec{F}|\cdot\cos\alpha\cdot dr$$

y si la fuerza es constante:

$$W^{\vec{F}}_{1\to 2} = F\cos\alpha \int_1^2 dr = F\cdot\Delta r\cdot\cos\alpha$$

(la integral es el desplazamiento)

Si $\alpha = 90°$ o $\alpha = 270°$, el trabajo es nulo ($\vec{F}$ y $\Delta\vec{r}$ son perpendiculares). Es lo que sucede, por ejemplo, con la tensión en una cuerda o la fuerza gravitatoria:

ii) Según 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.*
>
> $$W^{FNC}_{A\to B} = \int_{\vec{r}_A}^{\vec{r}_B} \vec{F}_{NC}\cdot d\vec{r} = E_{MB} - E_{MA} = \Delta E_M$$

Entonces, en ausencia de fuerzas no conservativas ($\vec{F}_{NC} = 0$ y $W^{FNC}_{A\to B} = 0$, conservándose la energía mecánica (manteniéndose constante)) — como dice el enunciado:

$$\Delta E_M = 0$$
$$E_{MB} - E_{MA} = 0$$
$$E_{MB} = E_{MA}$$

Según el Teorema de la energía cinética o fuerzas vivas:

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

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

Como estaba en reposo ($E_{CA} = 0$) y empieza a moverse ($E_{CB} > 0$) el trabajo de la fuerza neta o total será positivo:

$$W_{A\to B}^{Fr} = E_{CB} - E_{CA} = E_{CB} > 0 \rightsquigarrow \text{La Ec ha aumentado}$$

Según el Teorema de la energía potencial o de las fuerzas conservativas:

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

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

Como la única fuerza que actúa sobre el cuerpo es conservativa:

$$W_{A\to B}^{Fr} = W_{A\to B}^{FC} + W_{A\to B}^{Fnc}$$

Si este trabajo era positivo, este también lo será: $W_{A\to B}^{FC} > 0$

$E_{PA} - E_{PB} > 0$

$E_{PA} > E_{PB}$

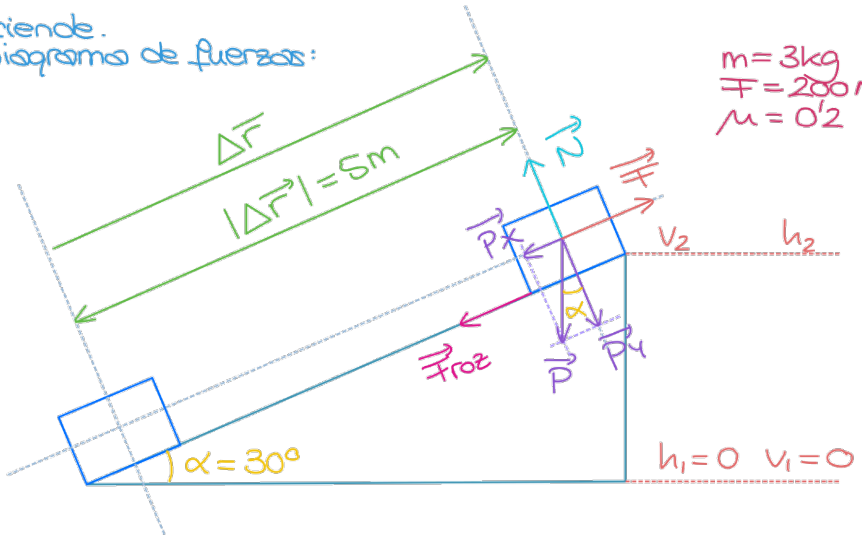
La Ep disminuye

Intentad meter siempre los 3 teoremas

b) Un objeto de 3kg, inicialmente en reposo, asciende por un plano inclinado de 30° respecto a la horizontal por la acción de una fuerza paralela al plano de 200N. El coeficiente de rozamiento entre el objeto y el plano es de 0,2. Calcule: **i)** El trabajo que realiza la fuerza cuando recorre 5m a lo largo del plano inclinado. **ii)** La velocidad que alcanza al final del trayecto usando consideraciones energéticas. $g = 9{,}8\ m\ s^{-1}$

b) Asciende.

i) Diagrama de fuerzas:



$$W^{F}_{1\to 2} = \int_1^2 \vec{F}\cdot d\vec{r} = F\cdot \Delta r\cdot \cos 0^\circ = 200\cdot 5\cdot 1 = 1000\,(J)$$

ii) Altura h_2:

$$\operatorname{sen} 30^\circ = \frac{h_2}{|\Delta \vec{r}|}$$

$$h_2 = |\Delta \vec{r}|\cdot \operatorname{sen} 30^\circ = 5\cdot \operatorname{sen} 30^\circ = 2'5\,(m)$$

Fuerza peso: $p = m\cdot g = 3\cdot 9'8 = 29,4\,(N)$

$p_x = p\cdot \operatorname{sen}\alpha = 29,4\cdot \operatorname{sen} 30^\circ = 14,7\,(N)$

$p_y = p\cdot \cos\alpha = 29,4\cdot \cos 30^\circ = 25,46\,(N)$

$\vec{P} = -14,7\,\vec{\imath} - 25,46\,\vec{\jmath}\,(N)$

↳ yo sí te lo voy a pedir, ojo

Fuerza normal: 2ª ley de Newton (Eje Y): $\Sigma \vec{F} = m\cdot \vec{a}$

No se mueve en el eje Y: $a = 0$ (Eje Y)

$N - p_y = 0$

$N = p_y = 25'46\,(N)$

$\vec{N} = 25'46\,\vec{\jmath}\,(N)$

Fuerza de rozamiento: $F_{roz} = \mu\cdot N = 0'2\cdot 25'46 = 5'092\,(N)$

$\vec{F}_{roz} = -5'092\,\vec{\imath}\,(N)$

Teorema de la energía mecánica:

$$W^{Fnc}_{1\to 2} = \Delta E_m = E_{M2} - E_{M1}$$

¡OJO! ¡Tenemos dos fuerzas no conservativas!

$$W^{F_{roz}}_{1\to 2} + W^{F}_{1\to 2} = E_{M2} - E_{M1}$$

La velocidad en el punto 1 es cero

$$|\vec{F}_{roz}| \cdot |\Delta\vec{r}| \cdot \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} + \underbrace{W^{\vec{F}}_{1\to 2}}_{0} = (E_{c2} + E_{p2}) - (E_{c1} + E_{p1})$$

La altura en el punto 1 es cero

$$-|\vec{F}_{roz}| \cdot |\Delta\vec{r}| + 1000 = \frac{1}{2} m v_2^2 + m \cdot g \cdot h_2$$

Despejo v_2:

$$v_2^2 = \frac{-F_{roz} \cdot \Delta r + 1000 - mgh_2}{\frac{1}{2} m} =$$

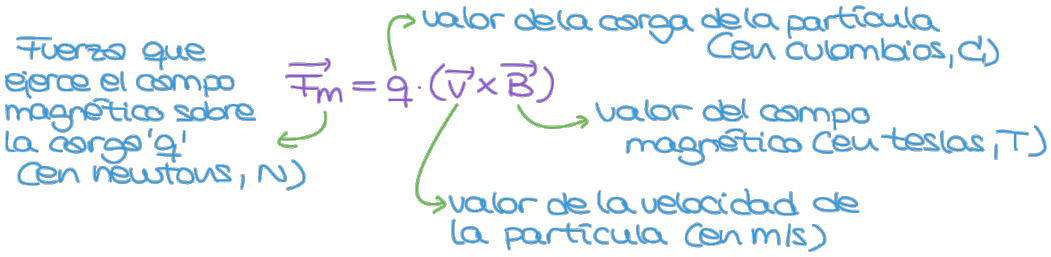
$$= \frac{-5692 \cdot 5 + 1000 - 3 \cdot 9'8 \cdot 2'5}{\frac{1}{2} \cdot 3} = 600{,}69$$

$$\longrightarrow v_2 = \sqrt{600{,}69} = 24{,}51 \ (m/s)$$

RESERVA 2
OPCIÓN A

2. a) i) Escriba la expresión matemática de la fuerza magnética sobre una carga puntual, indicando el significado de las magnitudes que aparecen en la ecuación. **ii)** Discuta, razonando sus respuestas, bajo qué condiciones el módulo de la fuerza magnética es máximo y cuándo se anula.

a) i) Fuerza de Lorentz:



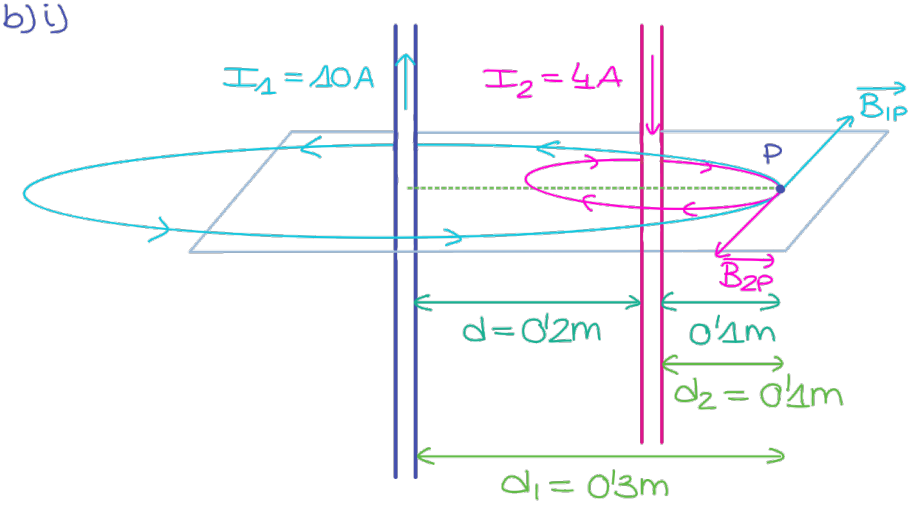
ii) Módulo de la fuerza magnética:

$$F_m = |q| \cdot v \cdot B \cdot \operatorname{sen}(\hat{\vec{v}, \vec{B}})$$

- F_m será máxima cuando $\operatorname{sen}(\hat{\vec{v}, \vec{B}}) = +1$, lo cual ocurre para un ángulo de 90º: $\vec{v}$ y $\vec{B}$ deben ser perpendiculares.
- F_m se anula si la carga está en reposo ($v=0$) o cuando $\operatorname{sen}(\hat{\vec{v}, \vec{B}}) = 0$, lo cual ocurre para un ángulo de 0º o 180º: $\vec{v}$ y $\vec{B}$ deben ser paralelos.

b) Dos conductores rectilíneos, paralelos y muy largos separados 0,2m transportan corrientes de 10 y 4A, respectivamente, en sentidos opuestos. **i)** Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en un punto del plano definido por ellos y situado a 0,1 m a la derecha del segundo y calcule la intensidad del campo total. **ii)** Determine la fuerza por unidad de longitud sobre uno de los conductores, indicando si es atractiva o repulsiva.

b) i)



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

MÓDULOS:

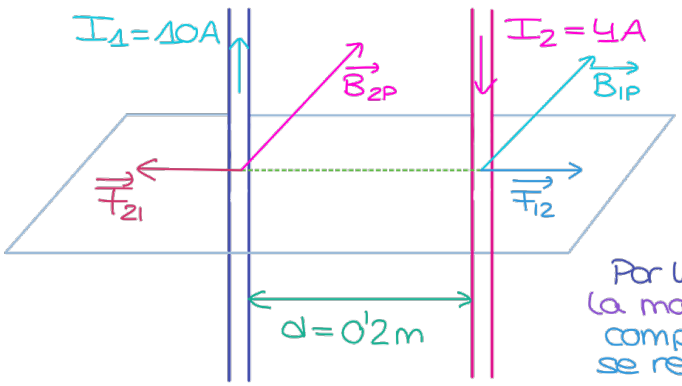
$$B_{1P} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10}{2\pi \cdot 0'3} = 6'67 \cdot 10^{-6} (T)$$

$$B_{2P} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4}{2\pi \cdot 0'1} = 8 \cdot 10^{-6} (T)$$

CARÁCTER VECTORIAL:

$$\vec{B}_{1P} = -6'67 \cdot 10^{-6} \hat{i}$$
$$\vec{B}_{2P} = 8 \cdot 10^{-6} \hat{i} \quad \Longrightarrow \vec{B}_P = \vec{B}_{1P} + \vec{B}_{2P} = 1'33 \cdot 10^{-6} (T)$$

ii)



Por la regla de la mano izquierda comprobamos que se repelen.

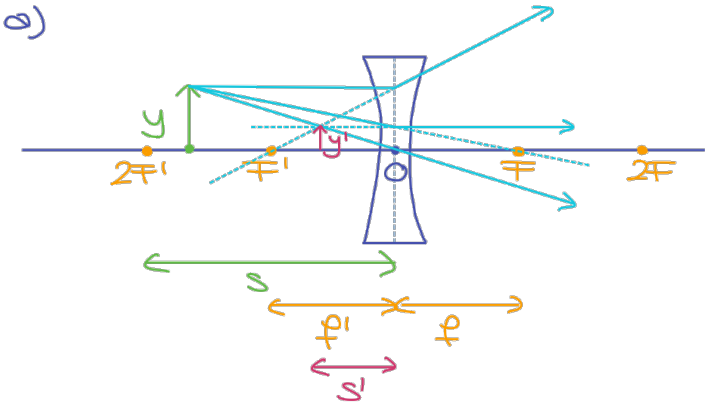
Fuerza por unidad de longitud:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10 \cdot 4}{2\pi \cdot 0'2} = 4 \cdot 10^{-5} (N/m)$$

RESERVA 2
OPCIÓN A

3. **a)** Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado entre f y 2f delante de una lente divergente. A partir de la imagen obtenida indique, razonadamente, las características de la misma: real o virtual, si está derecha o invertida y su tamaño.

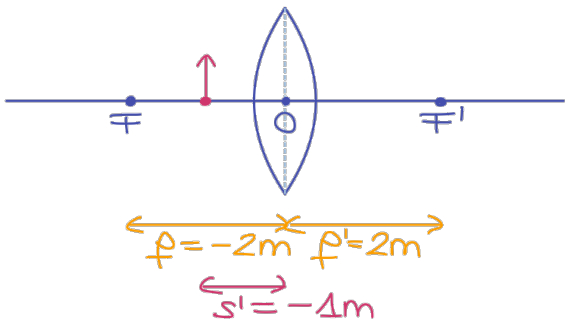
a)



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

b) Situamos delante de una lente convergente un objeto que genera una imagen que se forma a 1m delante de la lente, siendo la misma de tamaño 0,5m. Si la distancia focal vale 2m, calcule: **i)** La distancia a la que se encuentra el objeto de la lente. **ii)** Tamaño del objeto indicando si está derecho o invertido con respecto de la imagen.

b) i)



Ley de Gauss para las lentes delgadas:

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

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

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

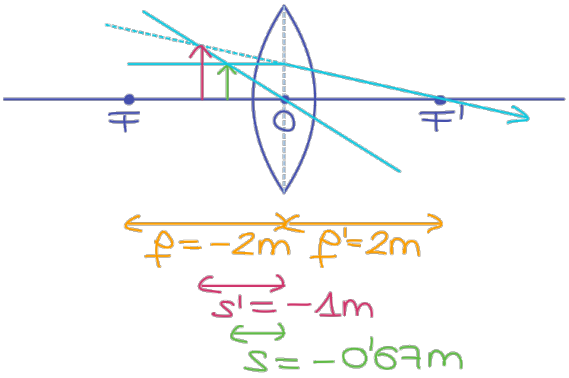
$$-1-0'5 = \frac{1}{s}$$

$$s = \frac{1}{-1'5} = -0'67\ m$$

i) Aumento lateral:

$$m_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \; ; \; \frac{0'5}{y} = \frac{-1}{-0'67}$$

$y = 0'335\ m$ Objeto derecho respecto de la imagen



$f = -2m \quad f' = 2m$

$s' = -1m$

$s = -0'67m$

RESERVA 2
OPCIÓN A

4. a) El $^{35}_{16}S$ se desintegra emitiendo radiación beta, y el $^{214}_{84}Po$ emitiendo radiación alfa. Explique cómo es cada uno de los procesos citados y determine las características del nucleido resultante en cada caso.

a) • $^{35}_{16}S \longrightarrow {}^{35}_{17}X + {}^{0}_{-1}\beta$

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.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e \qquad (^{0}_{-1}e = {}^{0}_{-1}\beta)$$

• $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}X + {}^{4}_{2}\alpha$

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.

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He \qquad (^{4}_{2}He = {}^{4}_{2}\alpha)$$

b) El yodo-131 tiene un periodo de semidesintegración de 8,02 días y una masa atómica de 130,9061u. Calcule la constante de desintegración, la actividad inicial de una muestra de 1,88mg y el tiempo necesario para que su masa se reduzca a 0,47mg. $1u = 1{,}66 \cdot 10^{-27} kg$.

b) $T_{1/2} = 8'02 \text{ días} \cdot \frac{24h}{1 \text{día}} \cdot \frac{3600 s}{1h} = 692928 s$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$\Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)}{\lambda} = \frac{\ln\left(\frac{8'65 \cdot 10^{18}}{2'16 \cdot 10^{18}}\right)}{10^{-6}} = 1387451{,}1\,s$

RESERVA 2
OPCIÓN B

1. **a)** Considere dos satélites de masas iguales en órbitas circulares alrededor de la Tierra. Uno de ellos gira en una órbita de radio r y el otro en una órbita de radio $2r$. Conteste razonadamente a las siguientes preguntas. **i)** ¿Cuál de los dos se desplaza con mayor velocidad? **ii)** ¿Cuál de los dos tiene mayor energía potencial?

a) Satélite 1 $R_0 = r$ Satélite 2 $R_0 = 2r$ ← Masas iguales

i) Velocidad orbital → $F_g = F_c = m \cdot a_n$

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

$$v = \sqrt{G\frac{M_T}{R_0}}$$

$$v_1 = \sqrt{G\frac{M_T}{r}} \qquad v_2 = \sqrt{G\frac{M_T}{2r}}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{G\frac{M_T}{r}}}{\sqrt{G\frac{M_T}{2r}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}}} = \sqrt{2}$$

$v_1 = \sqrt{2}\cdot v_2$ El satélite 1 se mueve a mayor velocidad

ii) Energía potencial → $E_p = -G\frac{M_T m}{R_0}$

$$E_{p1} = -G\frac{M_T m}{r} \qquad E_{p2} = -G\frac{M_T m}{2r}$$

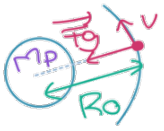
$$\frac{E_{p1}}{E_{p2}} = \frac{-G\frac{m M_T}{r}}{-G\frac{m M_T}{2r}} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

$E_{p1} = 2E_{p2}$ El satélite 1 tiene mayor E_p en valor absoluto

b) Un satélite de 500kg se pone a orbital en torno a un planeta, a una distancia de 24000km de su centro y con un periodo de 31 horas terrestres. **i)** Calcule la masa del planeta. **ii)** Si se traslada el satélite a una órbita de radio

10000km, calcule la variación de energía cinética entre ambas órbitas. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

b) $m = 500kg \qquad R_0 = 24000km = 2'4 \cdot 10^7 m$



$$T = 31h \cdot \frac{3600s}{1h} = 111600s$$

i) Deduzco la fórmula de la velocidad orbital y, sustituyo con la fórmula del periodo:

$$F_g = F_c = m \cdot a_N$$

$$G\frac{M \cdot M_P}{R_0^2} = M \cdot \frac{v^2}{R_0}$$

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

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

$$G\frac{M_P}{R_0} = \left(\frac{2\pi}{T} R_0\right)^2$$

$$M_P = \frac{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot R_0^3}{G} =$$

$$= \frac{\left(\frac{2\pi}{111600}\right)^2 \cdot (2'4 \cdot 10^7)^3}{6'67 \cdot 10^{-11}} = 6'57 \cdot 10^{23} kg$$

ii) Energías cinéticas en cada una de las órbitas:

$$E_{c_1} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m G \frac{M_P}{R_{01}} =$$

$$= \frac{1}{2} 500 \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6'57 \cdot 10^{23}}{2'4 \cdot 10^7} = 4564781 25 (J)$$

$$R_{02} = 10^4 km = 10^7 m$$

$$E_{c_2} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m G \frac{M_P}{R_{02}} =$$

$$= \frac{1}{2} 500 \cdot 6'67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6'57 \cdot 10^{23}}{10^7} = 1095547500 (J)$$

$$\Longrightarrow \Delta E_c = E_{c_2} - E_{c_1} = 639069375 (J) = 6'4 \cdot 10^8 (J)$$

RESERVA 2
OPCIÓN B

2. **a)** Una carga eléctrica puntual con valor Q se encuentra en el vacío. **i)** Escriba la expresión matemática del potencial eléctrico en un punto genérico situado a una distancia r de la carga e indique el significado de cada una de las magnitudes que aparecen en la expresión. **ii)** Si el potencial aumenta al alejarnos de la carga, indique razonadamente el signo de la misma.

a) i)

La expresión matemática del potencial viene dada por:

$$V = k\frac{Q}{r}$$

y se define como: el trabajo que debe hacer el campo eléctrico cuando se traslada la unidad de carga positiva (1C) desde un punto A hasta el infinito. Se mide en voltios ($J/C = V$).

- k constante eléctrica que depende del medio en que se hallen las cargas. Se mide en $\frac{Nm^2}{C^2}$
- Q carga que produce el campo eléctrico. Se mide en culombios, C.
- r es la distancia desde la carga Q al punto P donde se va a medir el potencial. Se mide en metros.

ii) Si $Q>0$ entonces $V = k\frac{Q}{r} > 0$, entonces, al aumentar la distancia, el potencial disminuiría. Esto no coincide con el enunciado.

Si $Q<0$ entonces $V = k\frac{Q}{r} < 0$, entonces, al aumentar la distancia, el potencial aumentaría (se haría menos negativo). Se deduce pues que la carga Q es negativa.

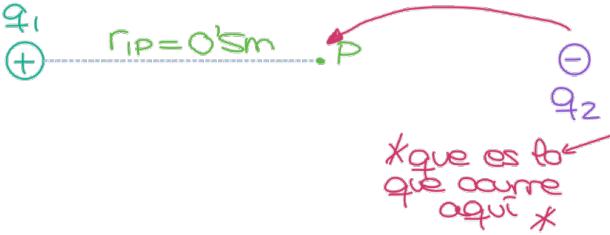
b) Considere una carga puntual de $5 \cdot 10^{-6} C$ localizada en el vacío. Determine: **i)** El potencial eléctrico creado por la carga puntual a una distancia de 0,5m. **ii)** El trabajo necesario para trasportar una carga puntual de $-2 \cdot 10^{-6} C$ desde el infinito hasta una distancia de 0,5m de la carga original, indicando razonadamente el significado del signo del trabajo obtenido. $K = 9 \cdot 10^{9} Nm^2 kC^{-2}$

b) i) $q_1 = +5 \cdot 10^{-6}\ C$

$$V_{1P} = K\frac{q_1}{r_{1P}} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0'5} = 9 \cdot 10^4\ (V)$$

ii) $W_{\infty \to P} = q_2 \cdot (V_\infty - V_P) = -q_2 \cdot V_P =$

$= -(-2 \cdot 10^{-6}) \cdot 9 \cdot 10^4 = 0'18\ (J)$



*que es lo que ocurre aquí *

$W_{A \to B} > 0 \ \rightarrow \ E_{PA} > E_{PB}$
La carga q disminuye su energía potencial eléctrica con la distancia.
La carga q se desplaza por acción de las fuerzas del campo eléctrico.
Esto ocurre cuando se acercan dos cargas de signo contrario o se alejan dos cargas del mismo signo.
Es un proceso espontáneo.

RESERVA 2
OPCIÓN B

3. **a)** Razone la veracidad o falsedad de las siguientes frases utilizando, si procede, algún ejemplo: **i)** El espectro electromagnético está formado solo por las ondas electromagnéticas que podemos percibir con nuestra vista. **ii)** Si al iluminar un objeto con luz blanca, lo vemos de color rojo, es debido a que el objeto absorbe las tonalidades rojas de luz.

a) i) FALSA. Llamamos espectro electromagnético a la secuencia de todas las ondas electromagnéticas conocidas (no sólo las del rango visible al ojo humano), ordenadas según su longitud de onda o su frecuencia.

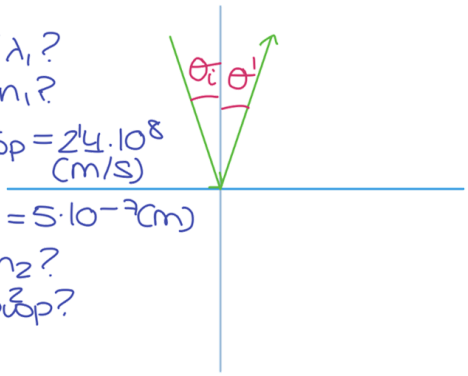
ii) FALSA. La luz blanca llega al objeto, el cual absorbe todas las longitudes de onda a excepción de la del haz rojo, que es el que refleja y el que llega a nuestra vista.

b) Un rayo de luz monocromático de frecuencia $6 \cdot 10^{14} Hz$ incide con un ángulo de 35° sobre la superficie de separación de dos medios con diferente índice de refracción. Sabiendo que la luz viaja por el primer medio a una velocidad de $2{,}4 \cdot 10^{8} m \cdot s^{-1}$ y que la longitud de onda en el segundo medio es de $5 \cdot 10^{-7} m$: **i)** Calcule el ángulo de refracción. **ii)** Determine el ángulo límite de incidencia a partir del cual se produciría la reflexión total. $c = 3 \cdot 10^{8} m \cdot s^{-1}$.

b) $f = 6 \cdot 10^{14}$ (Hz) $\theta_i = 35°$ $v_{prop}^1 = 2'4 \cdot 10^8$ (m/s) $\lambda_2 = 5 \cdot 10^{-7}$ (m)

i)

¿λ_1?
¿n_1?
$v_{prop}^1 = 2'4 \cdot 10^8$ (m/s)
$\lambda_2 = 5 \cdot 10^{-7}$ (m)
¿n_2?
¿v_{prop}^2?



* 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: $\theta_i = \theta' = 35°$

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

MEDIO 1

$v_{prop}^1 = \lambda_1 \cdot f \rightsquigarrow \lambda_1 = \frac{v_{prop}^1}{f} = \frac{2'4 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{14}} = 4 \cdot 10^{-7} (m)$

$n_1 = \frac{c}{v_{prop}^1} = \frac{3 \cdot 10^8}{2'4 \cdot 10^8} = 1'25$

MEDIO 2

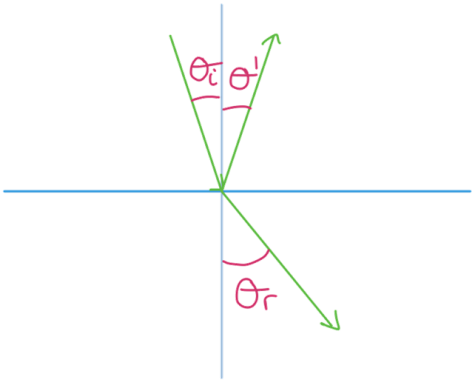
$v_{prop}^2 = f \cdot \lambda_2 = 6 \cdot 10^{14} \cdot 5 \cdot 10^{-7} = 3 \cdot 10^8 (m/s)$ → El medio 2 es el aire

$n_2 = \frac{c}{v_{prop}^2} = 1$

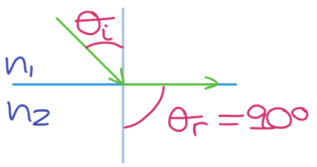
Pasa de un medio más denso a otro menos denso: el rayo se aleja de la normal.

Ley de Snell: $n_1 \operatorname{sen}(\theta_i) = n_2 \cdot \operatorname{sen}(\theta_r)$

$\theta_r = \text{arc sen}\left(\frac{n_1}{n_2} \operatorname{sen}(\theta_i)\right) = \text{arc sen}\left(\frac{1'25}{1} \operatorname{sen}(35°)\right) =$
$= 45'8°$



ii)



La reflexión total se produce cuando todo el rayo se refleja y nada se refracta.

Para que el rayo refractado se aleje de la normal hasta convertirse en 90° el rayo debe pasar de un medio más denso a otro menos denso ($n_1 > n_2$). En este caso, la v_{prop} aumenta de un medio a otro.

El ángulo de incidencia límite se calcula con la Ley de Snell:

$n_1 \operatorname{sen}\theta_i = n_2 \operatorname{sen} 90°$

$\theta_i = \text{arc sen}\left(\frac{n_2}{n_1}\right) = \text{arc sen}\left(\frac{1}{1'25}\right) = 53'13°$

Para ángulos igual o mayores se produce reflexión total.

RESERVA 2
OPCIÓN B

4. a) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones: **i)** ¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula? **ii)** ¿Se tiene en cuenta el principio de incertidumbre en el estudio de los fenómenos ordinarios?

a) i)

En **1927** **Werner Karl Heisenberg** enunció su **principio de indeterminación** o **principio de incertidumbre**, el cual nos proporciona unos límites para la información que podemos conocer de un objeto cuántico. Este principio tiene dos partes:

- **No es posible determinar simultáneamente el valor exacto de la posición x y del momento lineal p de un objeto cuántico.** Las medidas del objeto observable sufrirán desviación estándar Δx de posición y Δp de momento lineal, quedando el principio expresado como:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

- **No es posible determinar simultáneamente el valor medido de la energía E de un objeto cuántico y el intervalo de tiempo necesario para efectuar la medida.** Esto exige que se cumpla:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

Con esta primera parte se justifica el apartado i)

Este principio se origina al intentar realizar medidas a nivel cuántico, donde el doble carácter corpuscular y ondulatorio de las partículas impide que conozcamos con precisión y a la vez su posición y momento lineal.
Esta incertidumbre en la medida no depende de la precisión de los aparatos de medida; es una característica intrínseca de la naturaleza.

Esto es suficiente

ii) En los fenómenos ordinarios se trabaja en el mundo macroscópico. Como ya sucedía con la longitud de onda asociada a los objetos en movimiento, la indeterminación en objetos macroscópicos no tiene efectos apreciables.
El valor de la constante de Planck ($6'625 \cdot 10^{-34}$ J·s) hace que el error intrínseco sea del todo inapreciable.

b) Al iluminar un metal con una radiación de frecuencia $7{,}89 \cdot 10^{14} Hz$ se produce una emisión de electrones que requiere aplicar una diferencia de potencial de 1,3V para frenarlos. Calcule razonadamente el trabajo de extracción del metal y justifique si al iluminarlo con una radiación de frecuencia $4 \cdot 10^{14} Hz$ se producirá emisión de electrones. $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} Js; e = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C$.

b) $f = 7'89 \cdot 10^{14}$ Hz , $\Delta V_f = 1,3$ (V)

Teorema de Conservación de la Energía Mecánica:

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

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

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

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

$$\Longrightarrow E_{c\,electrón} = 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,3 = 2,08 \cdot 10^{-19}\ (J)$$

Ecuación fotoeléctrica de Einstein:

$$E_{fotón_incidente} = W_{extracción_electrón} + E_{c\,electrón_arrancado}$$

$$\Longrightarrow W_{ext} = E_{fotón} - E_{ce} = h \cdot f - E_c =$$

$$= 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 7'89 \cdot 10^{14} - 2,08 \cdot 10^{-19} = 3,15 \cdot 10^{-19}\ (J)$$

De ahí podemos calcular la frecuencia umbral:

$$W_{ext} = h \cdot f_u \longrightarrow f_u = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{3'15 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 4,75 \cdot 10^{14}\ (Hz)$$

Como $f = 4 \cdot 10^{14}$ Hz $< f_u$ no se producirá efecto fotoeléctrico.