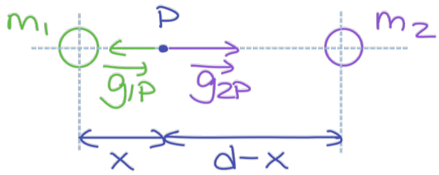
TITULAR JUNIO
OPCIÓN A

1. **a)** **i)** Razone si es verdadera o falsa la siguiente afirmación y justifique la respuesta: “Si en un punto del espacio la intensidad del campo gravitatorio creado por varias masas es nulo, también lo será el potencial gravitatorio”.

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



$$\vec{g_P} = \vec{g_{1P}} + \vec{g_{2P}} = 0$$

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

$$\frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{(d-x)^2}$$

Es posible que se den las condiciones para que $\vec{g_P} = 0$

Sin embargo, para el potencial:

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

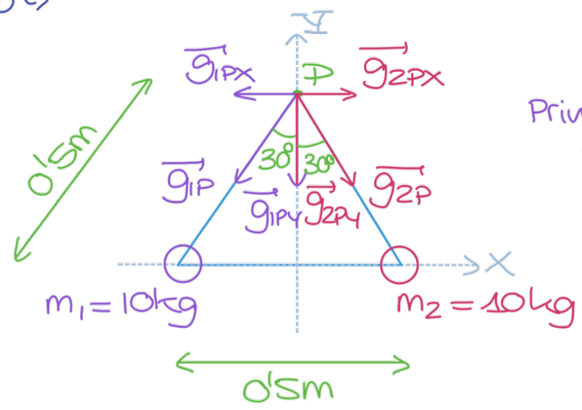
$$-\frac{m_1}{x} - \frac{m_2}{d-x} = 0$$

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

$$\underbrace{\underbrace{m_1}_{\oplus}\underbrace{(d-x)}_{\oplus} = -\underbrace{m_2}_{\oplus}\cdot\underbrace{x}_{\oplus}}_{\text{Igualdad imposible}}$$

b) Dos cuerpos de 10kg de masa se encuentran en dos vértices de un triángulo equilátero, de 0,5m de lado. **i)** Calcule el campo gravitatorio que estas dos masas generan en el tercer vértice el triángulo. **ii)** Calcule el trabajo que realiza la fuerza gravitatoria de las dos masas para atraer otro cuerpo de 10kg desde el infinito hasta el tercer vértice del triángulo. $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

b) i)



Principio de superposición:

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

$\vec{g}_{1P}$ Módulo:

$$g_{1P} = G\frac{m_1}{r_{1P}^2} = 6'67\cdot 10^{-11}\cdot \frac{10}{0'5^2} = 2'66\cdot 10^{-9} \text{ (N/kg)}$$

Carácter vectorial:

$$g_{1Py} = g_{1P}\cdot \cos 30° = 2'66\cdot 10^{-9}\cdot \cos 30° = 2'3\cdot 10^{-9}$$
$$g_{1Px} = g_{1P}\cdot \operatorname{sen} 30° = 2'66\cdot 10^{-9}\cdot \operatorname{sen} 30° = 1'33\cdot 10^{-9}$$

$$\Longrightarrow \vec{g}_{1P} = (-1'33\hat{\imath} - 2'3\hat{\jmath})\cdot 10^{-9} \text{ (N/kg)}$$

$\vec{g}_{2P}$ Módulo:

$$g_{2P} = G\frac{m_1}{r_{2P}^2} = 6'67\cdot 10^{-11}\cdot \frac{10}{0'5^2} = 2'66\cdot 10^{-9} \text{ (N/kg)}$$

Carácter vectorial:

$$g_{2Py} = g_{2P}\cdot \cos 30° = 2'66\cdot 10^{-9}\cdot \cos 30° = 2'3\cdot 10^{-9}$$
$$g_{2Px} = g_{2P}\cdot \operatorname{sen} 30° = 2'66\cdot 10^{-9}\cdot \operatorname{sen} 30° = 1'33\cdot 10^{-9}$$

$$\Longrightarrow \vec{g}_{2P} = (1'33\hat{\imath} - 2'3\hat{\jmath})\cdot 10^{-9} \text{ (N/kg)}$$

$$\Longrightarrow \vec{g}_P = \vec{g}_{1P} + \vec{g}_{2P} = -4'6\cdot 10^{-9}\hat{\jmath} \text{ (N/kg)}$$

↳ módulo: $|\vec{g}_P| = 4{,}6\cdot 10^{-9}$ N/kg

↳ Dirección: $\alpha_{gP} = 270°$

ii) Principio de superposición:

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

$$= -6'67\cdot 10^{-11}\cdot \frac{10}{0'5} - 6'67\cdot 10^{-11}\cdot \frac{10}{0'5} =$$

$$= -1'33\cdot 10^{-9} - 1'33\cdot 10^{-9} = -2'66\cdot 10^{-9} \text{ (J/kg)}$$

Principio de superposición:

$$V_\infty = V_{1\infty} + V_{2\infty} = -G\frac{m_1}{\infty} - G\frac{m_2}{\infty} = 0$$

En el ∞ el potencial es cero

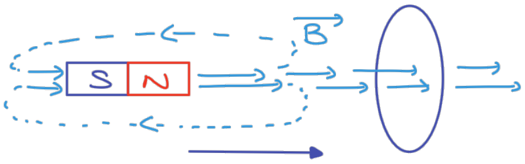
$$\Longrightarrow W_{\infty \to P} = m(V_\infty - V_P) = 10 \cdot (0 + 2'66 \cdot 10^{-9}) =$$
$$= +2'67 \cdot 10^{-8} \text{ (J)}$$

$W_{A \to B} > 0 \ \to \ E_{PA} > E_{PB}$
La masa *m* se desplaza por acción de las fuerzas del campo gravitatorio
La masa *m* disminuye su energía potencial gravitatoria con la distancia
Esto ocurre cuando se acercan dos masas
Es un proceso espontáneo

TITULAR JUNIO
OPCIÓN A

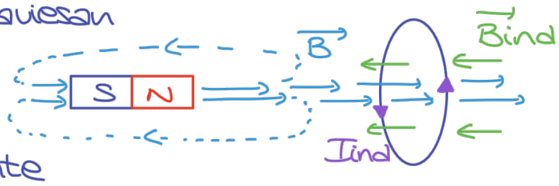
2. **a)** Razone qué sentido tendrá la corriente inducida en una espira cuando: **i)** Acercamos perpendicularmente al plano de la espira el polo norte de un imán. Haga un esquema explicativo. **ii)** El plano de la espira se aleja del polo norte de un imán. Haga un dibujo explicativo.

a) i) De forma perpendicular al plano de la espira:



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

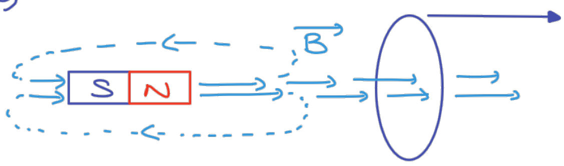
↳ el Φ_B aumenta



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

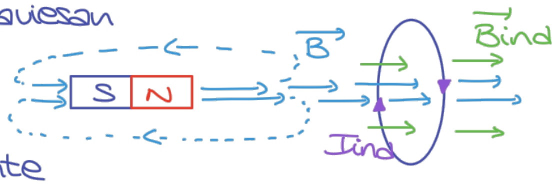
↳ Aplicando la regla de la mano derecha, I_{ind} tendrá sentido antihorario.

ii)



Al alejarse disminuye el nº de líneas de campo magnético que atraviesan la espira

↳ el Φ_B disminuye

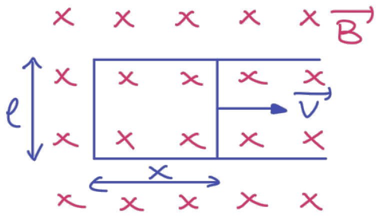


El $\vec{B}_{ind}$ asociado a la corriente inducida se opondrá a esa disminución

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

b) Una espira rectangular como la de la figura posee uno de sus lados móvil que se mueve dentro de un campo magnético uniforme de 0,8T con una velocidad constante de $0{,}2 m \cdot s^{-1}$. Calcule: **i)** La f.e.m. inducida en la espira en función del tiempo. **ii)** La intensidad y el sentido de la corriente que recorre la espira si su resistencia es de 0,2Ω.

b) $B = 0'8 (T)$ $v = 0'12 (m/s)$ $l = 15 cm \cdot \frac{1 m}{100 cm} = 0'15 m$



i) Flujo magnético:

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

fem inducida: Ley de Lenz – Faraday

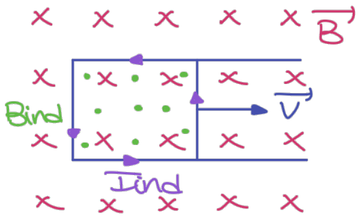
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}\left[B \cdot \ell \cdot x \cdot \cos\alpha\right] = -B \cdot \ell \cdot \cos\alpha \cdot \frac{dx}{dt} =$$

$$= -B \cdot \ell \cdot \cos\alpha \cdot v = -0'8 \cdot 0'15 \cdot \cos 90^\circ \cdot 0'12 = -0'0144 (m)$$

b) Ley de Ohm

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \left|\frac{0'0144}{0'2}\right| = 0'072 (A)$$

Lo ponemos en valor absoluto pues el signo solo se refiere al sentido de la I inducida



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

↳ el Φ_B aumenta

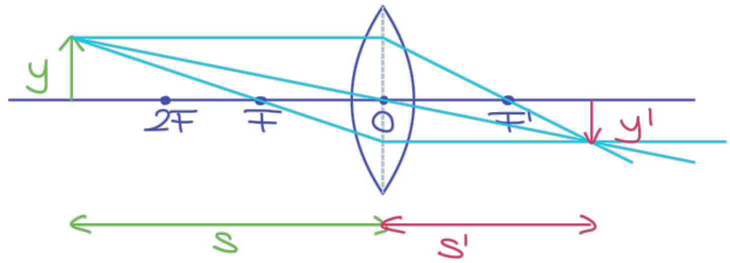
El $\vec{B}$ind asociado a la corriente inducida se opondrá a este aumento

Aplicando la regla de la mano derecha, Iind tendrá sentido horario.

TITULAR JUNIO
OPCIÓN A

3. **a)** Construya, razonadamente, la imagen de un objeto situado delante de una lente convergente a una distancia mayor que el doble de 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.

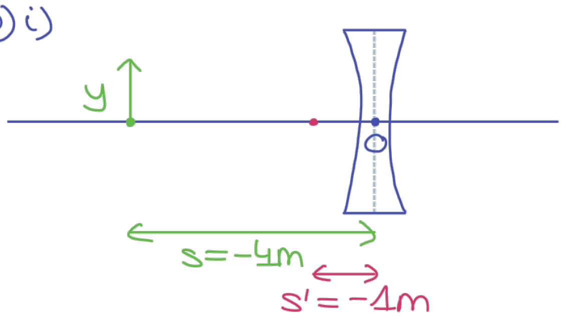
a)



- Imagen real: se forma con el corte de los rayos
- Imagen invertida
- Imagen de menor tamaño que el objeto

b) A 4m delante de una lente divergente se sitúa un objeto de tamaño 1m. Si la imagen se forma delante de la lente a una distancia de 1m, calcule: **i)** la distancia focal justificando el signo obtenido. **ii)** Tamaño de la imagen indicando si está derecha o invertida respecto al objeto.

b) i)



Ley de Gauss para las lentes delgadas:

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

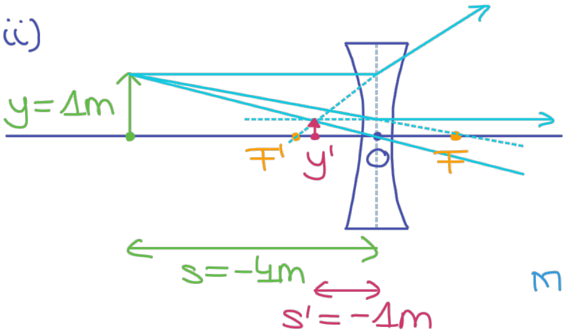
$$\frac{1}{-1} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{f'}$$

$$-1 + 0'25 = \frac{1}{f'}$$

$$f' = \frac{1}{-0'75} = -1'33\,m$$

signo menos porque se sitúa en la parte izquierda del centro óptico de la lente.

ii)



* El foco objeto (F) está a la misma distancia del centro óptico de la lente (O) que el foco imagen (F'): son simétricos *

Aumento lateral:

$$m_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \; ; \; \frac{y'}{1} = \frac{-1}{-4}$$

$$y' = \frac{1}{4} = 0'25\,m$$

Imagen virtual, derecha y de menor tamaño con respecto al objeto.

TITULAR JUNIO
OPCIÓN A

4. **a)** El $^{210}_{83}Bi$ se desintegra mediante un proceso beta y el $^{222}_{86}Rn$ mediante radiación alfa. Escriba y explique el proceso radiactivo de cada isótopo, determinando los números atómico y másico del nucleido resultante.

a) $^{210}_{83}Bi \longrightarrow {}^{210}_{84}X + {}^{0}_{-1}\beta$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $210 = A + 0$
$A = 210$

Por la ley de conservación de la carga eléctrica: $83 = Z - 1$
$Z = 84$
Polonio

$^{222}_{86}Rn \longrightarrow {}^{218}_{84}X + {}^{4}_{2}\alpha$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $222 = A + 4$
$A = 218$

Por la ley de conservación de la carga eléctrica: $86 = Z + 2$
$Z = 84$
Polonio

Los dos isótopos se transforman en el mismo elemento porque Z es la misma.

b) Los periodos de semidesintegración del $^{210}_{83}Bi$ y $^{222}_{86}Rn$ son de 5 y 3,8 días, respectivamente. Disponemos de una muestra de 3mg del $^{210}_{83}Bi$ y otra de 10mg de $^{222}_{86}Rn$. Determine en cuál de ellos quedará más masa por desintegrarse pasados 15,2 días.

b) 1ª FORMA:

$$T_{1/2}^{Bi} = 5\,\text{días} \cdot \frac{24\,h}{1\,\text{día}} \cdot \frac{3600\,s}{1\,h} = 432000\,s$$

$$T_{1/2}^{Bi} = \frac{\ln(2)}{\lambda_{Bi}}\ ;\ \lambda_{Bi} = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}^{Bi}} = \frac{\ln(2)}{432000} = 1'6 \cdot 10^{-6}\ s^{-1}$$

$$T_{1/2}^{Rn} = 3'8\,\text{días} \cdot \frac{24\,h}{1\,\text{día}} \cdot \frac{3600\,s}{1\,h} = 328320\,s$$

$$T_{1/2}^{Rn} = \frac{\ln(2)}{\lambda_{Rn}}\ ;\ \lambda_{Rn} = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}^{Rn}} = \frac{\ln(2)}{328320} = 2'11 \cdot 10^{-6}\ s^{-1}$$

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

$$N_0^{Bi} = 3 \cdot 10^{-3}\,g \cdot \frac{1\,mol}{Mm(Bi)\,g} \cdot \frac{NA\,molec}{1\,mol} \cdot \frac{1\,at.}{1\,molec} = \underbrace{3 \cdot 10^{-3}\,\frac{NA}{Mm(Bi)}}_{\text{Queda la masa multiplicada por } NA/Mm}$$

(núcleos)

Nº de Avogadro

masa molar

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

$$N_0^{Rn} = 10^{-2}\,g \cdot \frac{1\,mol}{Mm(Rn)\,g} \cdot \frac{NA\,molec}{1\,mol} \cdot \frac{1\,at.}{1\,molec} = 10^{-2}\,\frac{NA}{Mm(Rn)}$$

(núcleos)

Nº de Avogadro

masa molar

$$t = 15'2 \text{ días} \cdot \frac{24h}{1 \text{ día}} \cdot \frac{3600s}{1h} = 1313280\,s$$

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

$$N_{Bi} = 3 \cdot 10^{-3} \frac{N_A}{M_m(Bi)} \cdot e^{-1'6 \cdot 10^{-6} \cdot 1313280} = 3'67 \cdot 10^{-4} \frac{N_A}{M_m(Bi)}$$

$$m_{Bi} = 3'67 \cdot 10^{-4} \frac{N_A}{M_m(Bi)} at \cdot \frac{1 \text{ molec}}{1 at} \cdot \frac{1 mol}{N_A \text{ molec}} \cdot \frac{M_m(Bi) g}{1 mol} = 3'67 \cdot 10^{-4} g$$

$$N_{Rn} = 10^{-2} \frac{N_A}{M_m(Rn)} \cdot e^{-2'11 \cdot 10^{-6} \cdot 1313280} = 6'26 \cdot 10^{-4} \frac{N_A}{M_m(Rn)}$$

$$m_{Rn} = 6'26 \cdot 10^{-4} \frac{N_A}{M_m(Rn)} at \cdot \frac{1 \text{ molec}}{1 at} \cdot \frac{1 mol}{N_A \text{ molec}} \cdot \frac{M_m(Rn) g}{1 mol} = 6'26 \cdot 10^{-4} g$$

$\Longrightarrow$ Queda más masa de radón por desintegrarse.

2ª FORMA:

$$\underbrace{N}_{} = \underbrace{N_0}_{} \cdot e^{-\lambda t} \longrightarrow \underbrace{\frac{m \cdot \cancel{N_A}}{\cancel{M_m}}}_{} = \underbrace{\frac{m_0 \cdot \cancel{N_A}}{\cancel{M_m}}}_{} \cdot e^{-\lambda t} \longrightarrow m = m_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

y hacerlo directamente con las masas $\longleftarrow$ mejor y más rápido

$$m_{Bi} = 3 \cdot 10^{-3} \cdot e^{-1'6 \cdot 10^{-6} \cdot 1313280} = 3'67 \cdot 10^{-4} g$$
$$m_{Rn} = 10^{-2} \cdot e^{-2'11 \cdot 10^{-6} \cdot 1313280} = 6'26 \cdot 10^{-4} g$$

$\Longrightarrow$ Queda más masa de radón por desintegrarse.

TITULAR JUNIO
OPCIÓN B

1. **a)** Una partícula que se encuentra en reposo empieza a moverse por la acción de una fuerza conservativa. **i)** ¿Cómo se modifica su energía mecánica? **ii)**¿Y su energía potencial? Justifique las respuestas.

a) i) 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.

$$W_{A\to B}^{FNC} = \int_{\vec{r_A}}^{\vec{r_B}} \vec{F_{NC}} \cdot d\vec{r} = E_{MB} - E_{MA} = \Delta E_M$$

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

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

ii) 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:

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

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:

$$W_{A\to B}^{FT} = W_{A\to B}^{FC} + \cancel{W_{A\to B}^{FNC}}$$

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

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

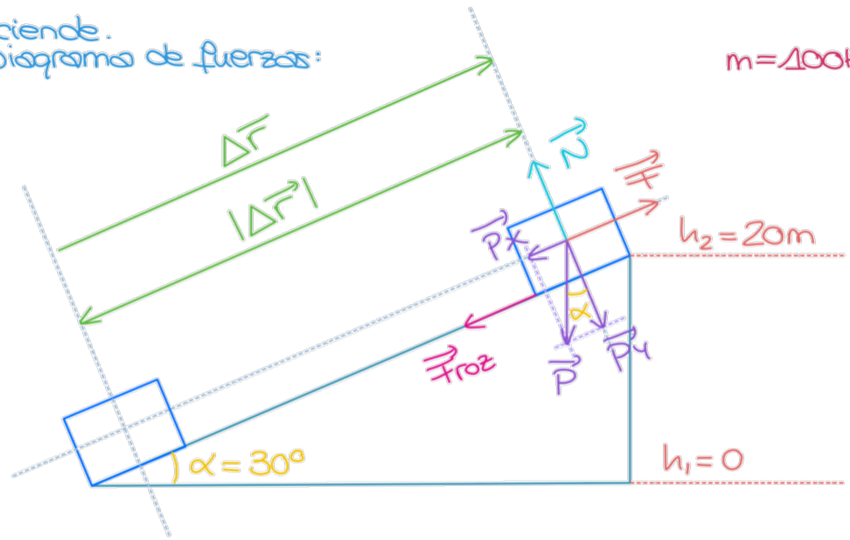
$$\underline{E_{PA} > E_{PB}}$$

La Ep disminuye

b) Se quiere hacer subir un objeto de 100kg una altura de 20m. Para ello se usa una rampa que forma un ángulo de 30° con la horizontal. Determine: **i)** El trabajo necesario para subir el objeto si no hay rozamiento. **ii)** El trabajo necesario para subir el objeto su el coeficiente de rozamiento es de 0,2. $g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$

b) Asciende.

i) Diagrama de fuerzas:



Como no nos dicen nada, debemos asumir que sube con velocidad constante: $v = cte \longrightarrow a = 0$ (eje X)

Por otro lado, no se mueve en el eje Y: $a = 0$ (eje Y)

Desplazamiento:

$$\text{sen } 30° = \frac{h_2}{|\Delta\vec{r}|}$$

$$\longrightarrow |\Delta\vec{r}| = \frac{h_2}{\text{sen } 30°} = \frac{20}{\text{sen } 30°} = 40\ (m)$$

Fuerza peso: $p = m \cdot g = 100 \cdot 9'8 = 980\ (N)$

$$p_x = p \cdot \text{sen }\alpha = 980 \cdot \text{sen } 30° = 490\ (N)$$

$$p_y = p \cdot \cos\alpha = 980 \cdot \cos 30° = 848{,}7\ (N)$$

$$\vec{P} = -490\vec{\imath} - 848{,}7\vec{\jmath}\ (N)$$

↳ yo sí te lo voy a pedir, ojo

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

$$N - p_y = 0$$
$$N = p_y = 848,7 \,(N)$$
$$\vec{N} = 848,7 \,\hat{j} \,(N)$$

i) Si no hay rozamiento: 2ª ley de Newton (Eje X): $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$$F - p_x = 0$$
$$F = p_x = 490 \,(N)$$
$$\vec{F} = 490 \,\hat{i} \,(N)$$

Trabajo desarrollado por 'F':

$$W_{1\to 2}^{F} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cdot \cos 0^\circ = 490 \cdot 40 = 19600 \,(J)$$

ii) Si hay rozamiento:

Fuerza de rozamiento: $F_{roz} = \mu \cdot N = 0'2 \cdot 848,7 = 169,74$

$$\vec{F}_{roz} = -169,74 \,\hat{i} \,(N)$$

2ª ley de Newton (Eje X): $\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$$F - p_x - F_{roz} = 0$$
$$F = p_x + F_{roz} = 490 + 169,74 = 659,74 \,(N)$$
$$\vec{F} = 659,74 \,\hat{i} \,(N)$$

Trabajo desarrollado por 'F':

$$W_{1\to 2}^{F} = \int_1^2 \vec{F} \cdot d\vec{r} = |\vec{F}| \cdot |\Delta \vec{r}| \cdot \cos 0^\circ = 659,74 \cdot 40 = 26389,6 \,(J)$$

TITULAR JUNIO
OPCIÓN B

2. **a)** Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: **i)** Si las intensidades de corriente que circulan por dos conductores rectilíneos, indefinidos, paralelos y separados una distancia, d, se duplican también se duplicará la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor. **ii)** Si lo que se duplica fuese la distancia, entonces, la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor se reduciría a la mitad.

a) i) La fuerza por unidad de longitud se calcula por:

Constante de permeabilidad magnética en el vacío

$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

Intensidades de corriente que circula por los hilos 1 y 2 (en amperios)

Distancia entre los conductores (en metros)

i) Ahora $2I_1$ y $2I_2$ ¿resulta $2\frac{F}{\ell}$?

$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 2I_1 2I_2}{2\pi d} = 4 \cdot \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

FALSO. Se cuatriplica

ii) Ahora $2d$ ¿resulta $\frac{1}{2}\frac{F}{\ell}$?

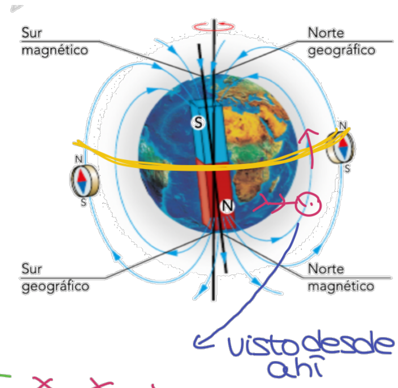
$$\frac{F}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi\, 2d} = \frac{1}{2}\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$$

VERDADERO

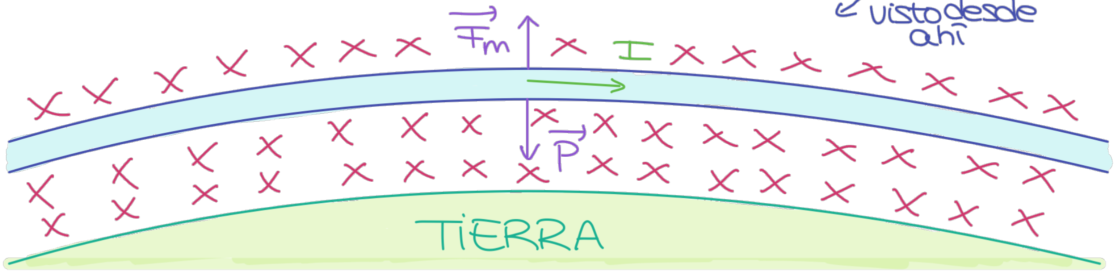
b) Por un hilo conductor situado paralelo al ecuador terrestre pasa una corriente eléctrica que lo mantiene suspendido en esa posición debido al magnetismo de la Tierra. Sabiendo que el campo magnético es paralelo a la superficie y vale $5 \cdot 10^{-5}\ T$ y que el hilo tiene una densidad longitudinal de masa de $4 \cdot 10^{-3}\ g/m$, calcule la intensidad de corriente que debe circular por el conductor ayudándose del esquema correspondiente. $g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$

b) i) Campo magnético terrestre:

DE MEMORY



Por lo tanto, si colocamos un hilo de corriente paralelo al Ecuador Suponemos:



Si está suspendido significa que está en equilibrio $\Longrightarrow \vec{a} = 0$ 'reposo'
y podemos aplicar la 1ª ley de Newton

$$\Sigma \vec{F} = 0$$

$$F_m - p = 0$$

$$F_m = p$$

$$I \cdot L \cdot B \cdot \underbrace{\operatorname{sen} 90^\circ}_{1} = m \cdot g$$

$$I = \frac{m \cdot g}{L \cdot B} = \frac{m}{L} \cdot \frac{g}{B} = 4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{9'8}{5 \cdot 10^{-5}} = 0'784 \text{ (A)}$$

densidad
(en este caso, densidad lineal, $\frac{\text{masa}}{\text{longitud}}$, que se usa en hilos)

TITULAR JUNIO
OPCIÓN B

3. a) Explique las diferencias entre ondas armónicas y ondas estacionarias. Escriba un ejemplo de cada tipo de ondas.

Un **movimiento ondulatorio** es una forma de **transmisión de energía, sin transporte neto de materia**, mediante la propagación de alguna forma de perturbación. Esta perturbación se denomina **onda**.

Llamamos **ondas armónicas** a las que tienen su origen en las perturbaciones periódicas producidas en un medio elástico por un movimiento armónico simple. Su ecuación general (si se propaga en sentido positivo del eje X las partículas vibran en el eje Y) es:

$$y(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx)$$

Por otro lado, llamamos **onda estacionaria** a la **onda producida por interferencia de dos ondas armónicas de igual amplitud y frecuencia que se propagan en la misma dirección, pero sentido contrario**. Si partimos de dos ondas armónicas:

$$y_1(x,t) = A \cdot sen(\omega t - kx)$$
$$y_2(x,t) = A \cdot sen(\omega t + kx)$$

La ecuación general que resulta de su interferencia es:

$$y(x,t) = y_1(x,t) + y_2(x,t) = \mathbf{2A \cdot \cos(kx)}\, sen(\omega t) = \boldsymbol{A_r} sen(\omega t)$$

Por lo tanto, a excepción de los puntos en que la amplitud es nula (los nodos), que no oscilan, el resto de puntos de la onda oscilan armónica y verticalmente respecto de OX y alcanzan a la vez la posición de equilibrio.

Puesto que los nodos se encuentran siempre en reposo, la onda estacionaria parece permanecer fija sobre la dirección de propagación (de ahí su nombre), no viaja y, por lo tanto, no transporta energía. **Al no existir transporte de energía, no podemos considerar las ondas estacionarias como ondas en sentido estricto.**

b) Una onda transversal se propaga por una cuerda tensa con una velocidad v, y una amplitud A_0 y oscila con una frecuencia f_0. Si se aumenta al doble la longitud de onda, manteniendo constante la velocidad de propagación, conteste razonadamente en qué proporción cambiarían la velocidad máxima y la aceleración máxima de oscilación de las partículas del medio

b) $\longleftarrow OX$ $\quad A = 2m \quad \lambda = 12m \quad v_{prop} = 3m/s$

$y(0,0) = A$

$$v_{prop} = \lambda \cdot f \rightsquigarrow f = \frac{v_{prop}}{\lambda} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} = 0'25\ (Hz)$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 0'25 = 0'5\pi\ (rad/s)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6}\ (rad/m)$$

$$\Longrightarrow y(x,t) = 2\,\text{sen}\left(0'5\pi t + \frac{\pi}{6}x + \phi_0\right)\ (m)$$

Condiciones iniciales: $y(0,0) = +A$

Como no nos dice nada tomamos la amplitud positiva.

$$y(0,0) = 2 \cdot \text{sen}(\phi_0) = +2$$

$$\text{sen}(\phi_0) = 1 \rightsquigarrow \phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\Longrightarrow y(x,t) = 2\,\text{sen}\left(0'5\pi t + \frac{\pi}{6}x + \frac{\pi}{2}\right)(m)$$

TITULAR JUNIO
OPCIÓN B

4. a) Sobre un metal se hace incidir cierta radiación electromagnética produciéndose la emisión de electrones. **i)** Explique el balance energético que tiene lugar en el proceso. Justifique qué cambios se producirían si: **ii)** Se aumenta la frecuencia de la radiación incidente. **iii)** Se aumenta la intensidad de dicha radiación.

a) i) **Albert Einstein** propuso en **1905** una nueva teoría para la naturaleza de la luz. A partir de la **hipótesis de Plank** enunció que toda la energía emitida por la radiación luminosa **está cuantizada** en **fotones**.

Cuando la radiación luminosa llega al metal, cada fotón interacciona con uno de sus electrones y, si tiene energía suficiente, lo arranca y salta de la superficie metálica con cierta energía cinética.

Cabe decir que el **trabajo necesario** para arrancar el electrón del metal depende de su energía de enlace con este. La energía más pequeña, correspondiente a los electrones más débilmente unidos, recibe el nombre de **función trabajo del metal** o **trabajo de extracción** y se mide en electrón-voltio ($1eV = 1{,}602 \cdot 10^{-19} J$):

$$W_{extracción\_del\_electrón} = h \cdot f_u$$

Como resultado a sus trabajos, **Einstein** propuso su **ecuación fotoeléctrica**:

$$E_{fotón\_incidente} = W_{extracción\_del\_electrón} + Ec_{electron\_arrancado}$$

$$h \cdot f = h \cdot f_u + \frac{1}{2} m v_e^2$$

ii) Si aumenta f aumentará en consecuencia la energía cinética de los fotoelectrones (ya que Wext es constante, depende solo del metal). Al aumentar Ec, la velocidad de salida de los fotoelectrones será mayor.

iii) 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 se duplica I se duplicará el número de fotones incidentes. Como cada fotón arranca un electrón, se duplicará el número de fotoelectrones. Sin embargo, la energía cinética de cada uno no se verá afectada:

Ecuación fotoeléctrica de Einstein: $E_f = W_{ext} + E_{c\,electrón}$

no varían con I

b) Se observa que al iluminar una lámina de silicio con luz de longitud de onda superior a $1{,}09 \cdot 10^{-6} m$ deja de producirse efecto fotoeléctrico. Calcule razonadamente la frecuencia umbral del silicio, su trabajo de extracción y la energía cinética máxima de los electrones emitidos cuando se ilumina una lámina de silicio con luz ultravioleta de $2{,}5 \cdot 10^{-7} m$. $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} J\ s; c = 3 \cdot 10^{8} m\ s^{-1}$.

b) $\lambda_u = 1{,}09 \cdot 10^{-6}\ m \qquad \lambda = 2{,}5 \cdot 10^{-7}\ m$

$$f_u = \frac{c}{\lambda_u} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}09 \cdot 10^{-6}} = 2{,}75 \cdot 10^{14}\ Hz$$

$$W_{ext} = h \cdot f_u = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}75 \cdot 10^{14} = 1{,}82 \cdot 10^{-19}\ (J)$$

Ecuación fotoeléctrica de Einstein:

$$E_{fotón} = W_{ext} + E_{c\,fotoelectrón}$$

$$\Longrightarrow E_{c\,fotoelectrón} = E_{fotón} - W_{ext} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_{ext} =$$

$$= 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}5 \cdot 10^{-7}} - 1'82 \cdot 10^{-19} = 6{,}14 \cdot 10^{-19}\ (J)$$