

EXAMEN DE FÍSICA  
P.A.U. JUNIO 2013  
DISTRITO ÚNICO ANDALUZ

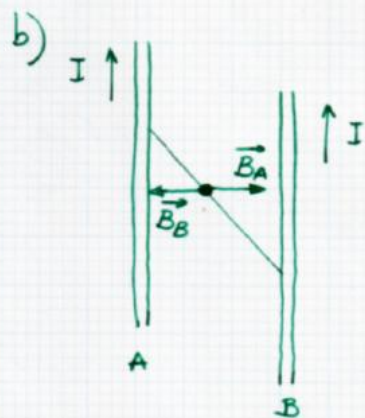
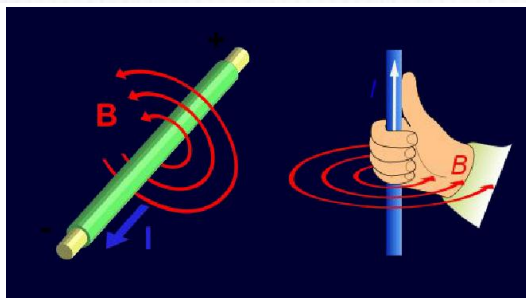
OPCIÓN A

1. a) Explique las características del campo magnético creado por una corriente eléctrica rectilínea indefinida.
- b) Por dos conductores rectilíneos, paralelos y de longitud infinita, circulan corrientes de la misma intensidad y sentido. Dibuje un esquema indicando la dirección y sentido del campo magnético debido a cada corriente y del campo magnético total en el punto medio de un segmento que une a los dos conductores. Razone cómo cambiaría la situación al duplicar una de las intensidades y cambiar su sentido.

1: a) la inducción magnética creada por un hilo conductor en un punto viene dada por la fórmula

$$B = \frac{2 \cdot k' \cdot I}{a}$$

siendo  $I$  la intensidad de corriente que pasa por el hilo,  $a$  es la mínima distancia del punto al hilo conductor y decir que la dirección y sentido vienen dadas por la regla de la mano derecha.



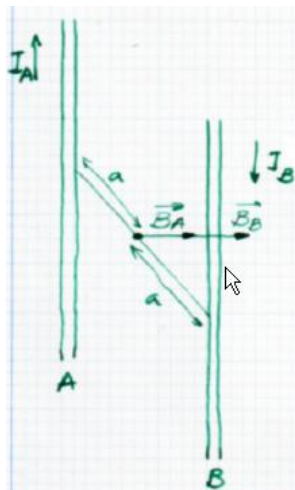
Aplicando la regla de la mano derecha obtenemos la dirección y el sentido de la inducción magnética creada por el hilo A,  $\vec{B}_A$ , y la inducción magnética del hilo B,  $\vec{B}_B$ .

$\vec{B}_A$  y  $\vec{B}_B$  son iguales en módulo, dirección pero de sentidos contrarios.

$$\vec{B}_A = -\vec{B}_B$$

El campo magnético total será nulo.

$$\vec{B}_{TOTAL} = \vec{B}_A + \vec{B}_B = 0$$



Supongamos que duplicamos la intensidad de corriente que pasa por B e invertimos su sentido. Aplicando la fórmula para el cálculo de la inducción magnética:

$$B_A = \frac{2 \cdot K' \cdot I_A}{a} ; B_B = \frac{2 \cdot K' \cdot I_B}{a}$$

Teniendo en cuenta que  $I_B = 2 \cdot I_A$

$$B_B = \frac{2 \cdot K' \cdot 2 \cdot I_A}{a} = 2 \cdot B_A$$

La inducción magnética creada por el hilo B será doble que la creada por el hilo A.

En lo que respecta a la dirección y sentido ambas poseen el mismo si aplicamos la regla de la mano derecha. La inducción total será la suma de ambas:

$$B_{TOTAL} = B_A + B_B = B_A + 2 \cdot B_A = 3 \cdot B_A$$

$$B_{TOTAL} = \frac{6 \cdot K' \cdot I_A}{a}$$

2. a) Explique el significado de las magnitudes que aparecen en la ecuación de un movimiento armónico simple e indique cuáles son sus respectivas unidades en el Sistema Internacional.

b) Demuestre que en un oscilador armónico simple la aceleración es proporcional al desplazamiento de la posición de equilibrio pero de sentido contrario.

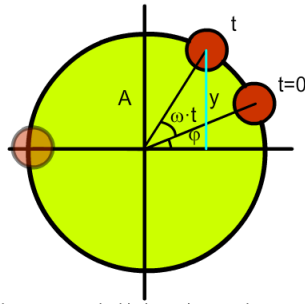
2- a) La ecuación de un M.A.S. viene dada por la expresión:

$$y = A \cdot \text{Sen}(\omega t + \phi)$$

La elongación,  $y$ , es el desplazamiento de la partícula desde la posición de equilibrio; la amplitud,  $A$ , es la máxima elongación; la pulsación,  $\omega$ , tiene su sentido en la relación que existe entre un M.C.V. y un M.A.S. teniendo en cuenta que la coordenada en el eje " $y$ " de una partícula que gire con una velocidad angular,  $\omega$ , coincide con la elongación de la partícula que se mueve siguiendo un M.A.S.; el tiempo,  $t$ , y por último el desfase,  $\phi$ , que coincidirá con el ángulo inicial que debiera tener la partícula que sigue un M.C.V. para encontrarse a la misma "altura" que la partícula que inicia el M.A.S.

Unidades en el S.I.:  $y$ : metros;  $\omega$ :  $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $t$ : s;  $\phi$ : rad.





Si la bola roja gira con una velocidad angular  $\omega$  podemos escribir que

$$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \phi)$$

(Ecuación general para un M.A.S.)

b) Teniendo en cuenta que:

$$y = A \cdot \text{sen}(\omega t + \phi)$$

Calculemos ahora la aceleración:

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -A \cdot \omega^2 \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \phi)$$

Si expresamos la aceleración en función de la elongación:

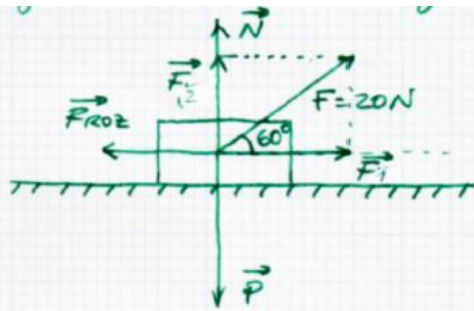
$$a = -\omega^2 \cdot y$$

Vemos pues que, efectivamente, la aceleración es proporcional a la elongación cambiada de signo.

3. Un bloque de 5 kg se desliza con velocidad constante por una superficie horizontal rugosa al aplicarle una fuerza de 20 N en una dirección que forma un ángulo de  $60^\circ$  sobre la horizontal.
  - a) Dibuje en un esquema todas las fuerzas que actúan sobre el bloque, indique el valor de cada una de ellas y calcule el coeficiente de rozamiento del bloque con la superficie.
  - b) Determine el trabajo total de las fuerzas que actúan sobre el bloque cuando se desplaza 2 m y comente el resultado obtenido.

$$g = 9,8 \text{ m s}^{-2}$$

3- a)



Vemos que las fuerzas que actúan sobre el bloque son

$$\vec{F}, \vec{N}, \vec{P} \text{ y } \vec{F}_{roz}$$

El valor de la fuerza  $F$  es  $20\text{ N}$ .  
la fuerza peso:

$$P = m \cdot g ; P = 5\text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 49,0\text{ N}$$

Según el enunciado del problema, el cuerpo no se mueve verticalmente luego  $\sum F_y = 0$

$$\vec{N} + \vec{F}_2 - \vec{P} = 0$$

Como tienen la misma dirección podemos trabajar con los módulos:

$$N + 20 \cdot \sin 60 - 49 = 0 ; N = 31,7\text{ N}$$

Según el enunciado el bloque se mueve horizontalmente con velocidad constante, luego  $\sum F_x = 0$

$$\vec{F}_1 - \vec{F}_{roz} = 0$$

Igualmente aquí podemos trabajar con los módulos:

$$20 \cdot \cos 60 - F_{roz} = 0 ; F_{roz} = 10\text{ N}$$

Teniendo en cuenta que

$$F_{roz} = \mu \cdot N$$

$$10\text{ N} = \mu \cdot 31,7\text{ N} ; \mu = \frac{10}{31,7} = 0,32$$

b) Aplicando el teorema de la energía cinética o teorema de las fuerzas vivas:

$$W_{TOTAL} = \Delta E_c$$

Teniendo en cuenta que el bloque se desplaza con velocidad constante:

$$\Delta E_c = 0 \Rightarrow W_{TOTAL} = 0$$

El trabajo realizado por la fuerza  $\vec{F}$  se transforma en calor, que sea también el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento:

$$W_{TOTAL} = \cancel{W_{F, CONSERV}} + W_{F, NO CONSERV.} = \underbrace{W_{F_{roz}}}_{\text{CALOR}} + W_F = 0$$



4. En las estrellas de núcleos calientes predominan las fusiones del denominado ciclo de carbono, cuyo último paso consiste en la fusión de un protón con nitrógeno  $^{15}_7\text{N}$  para dar  $^{12}_6\text{C}$  y un núcleo de helio.

a) Escriba la reacción nuclear.

b) Determine la energía necesaria para formar 1 kg de  $^{12}_6\text{C}$ .

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; m(^1_1\text{H}) = 1,007825 \text{ u}; m(^{15}_7\text{N}) = 15,000108 \text{ u};$$

$$m(^{12}_6\text{C}) = 12,000000 \text{ u}; m(^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}; u = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$



b) Aplicando la fórmula de Einstein,  $E = \Delta m \cdot c^2$

$$\begin{aligned} E &= (\sum m_{\text{reactivos}} - \sum m_{\text{productos}}) \cdot c^2 = \\ &= (m_{^1_1\text{H}} + m_{^{15}_7\text{N}} - m_{^{12}_6\text{C}} - m_{^4_2\text{He}}) \cdot c^2 = \\ &= (1,007825 \text{ u} + 15,000108 \text{ u} - 12,000000 \text{ u} - 4,002603 \text{ u}) \cdot \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = \\ E &= 8,15 \cdot 10^{-13} \text{ J/núcleo de } ^{12}_6\text{C} \end{aligned}$$

Aplicando factores de conversión:

$$8,15 \cdot 10^{-13} \frac{\text{J}}{\text{núcleo de C}} \cdot \frac{1 \text{ núcleo de C}}{12 \text{ u}} \cdot \frac{1 \text{ u}}{1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 4 \cdot 10^{13} \frac{\text{J}}{\text{kg de } ^{12}_6\text{C}}$$

### OPCIÓN B

1. a) Explique qué es la velocidad orbital y deduzca su expresión para un satélite que describa una órbita circular en torno a la Tierra.

b) Dos satélites A y B de distintas masas ( $m_A > m_B$ ) describen órbitas circulares de idéntico radio alrededor de la Tierra. Razone la relación que guardan sus respectivas velocidades y sus energías potenciales.

1: a) Es la velocidad de un planeta o satélite cuando gira alrededor de una estrella o planeta respectivamente.

Si un satélite describe una órbita circular en torno a la Tierra, está sujeto a la fuerza de atracción gravitatoria que actuará como fuerza centrípeta:

$$F_{\text{gravitatoria}} = F_{\text{centrípeta}}$$

$$G \frac{M_T \cdot m}{R^2} = m \frac{V^2}{R}$$

Despejando V:

$$V = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}}$$

G: Constante de gravitación universal

$M_T$ : Masa de la Tierra.

R: Distancia desde el centro de la Tierra al satélite (radio de la órbita).

5) Para el satélite A:

$$V_A = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}}$$

Para el satélite B:

$$V_B = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}}$$

Vemos que se obtienen idénticos valores, luego  $\frac{V_A}{V_B} = 1$

Las energías potenciales de A y B serán:

$$E_{PA} = -G \frac{M_T \cdot m_A}{R} \quad ; \quad E_{PB} = -G \frac{M_T \cdot m_B}{R}$$

Dividiendo ambas expresiones:

$$\frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{-G \frac{M_T \cdot m_A}{R}}{-G \frac{M_T \cdot m_B}{R}} \quad ; \quad \frac{E_{PA}}{E_{PB}} = \frac{m_A}{m_B}$$

2. a) Enuncie la ley de desintegración radiactiva y enumere las magnitudes que intervienen en su expresión.

b) Considere dos muestras de dos isótopos radiactivos. Si el periodo de semidesintegración de una es el doble que el de la otra, razone cómo cambia la relación entre las actividades de ambas muestras en función del tiempo.

2. a) La ley de desintegración radiactiva nos informa del número de nucleidos sin desintegrar en un determinado instante

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$N$  = Número de nucleidos existentes en un instante  $t$ .

$N_0$  = Nucleidos en el inicio ( $t=0$ ).

$\lambda$  = Constante de desintegración radiactiva.

b) Para este ejercicio necesitamos saber o demostrar dos fórmulas:

$$\text{Periodo de semidesintegración, } T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$\text{Actividad, } A = \frac{dN}{dt} = -N_0 \cdot \lambda \cdot e^{-\lambda t} = -N \cdot \lambda$$

$$\text{Como } T_{1/2A} = 2 \cdot T_{1/2B} \Rightarrow$$

$$T_{1/2A} = \frac{\ln 2}{\lambda_A} \quad ; \quad T_{1/2B} = \frac{2 \cdot \ln 2}{\lambda_A}$$

De la expresión para  $T_{1/2B}$  podemos escribir:

$$\frac{2 \cdot \ln 2}{\lambda_A} = \frac{\ln 2}{\lambda_B} \quad ; \quad \lambda_B = \frac{\lambda_A}{2}$$

La actividad para el isótopo A será:

$$A_A = -N_{0A} \cdot \lambda_A \cdot e^{-\lambda_A \cdot t}$$



Para el isótopo B :

$$A_B = -N_{0B} \cdot \lambda_B \cdot e^{-\lambda_B \cdot t} = -N_{0B} \cdot \frac{\lambda_A}{2} \cdot e^{-\frac{\lambda_A}{2} \cdot t}$$

Dividiendo ambas expresiones:

$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{-N_{0A} \cdot \cancel{\lambda_A} \cdot e^{-\cancel{\lambda_A} \cdot t}}{-N_{0B} \cdot \frac{\cancel{\lambda_A}}{2} \cdot e^{-\frac{\cancel{\lambda_A}}{2} \cdot t}} = \frac{N_{0A}}{N_{0B}} \cdot e^{-\frac{\lambda_A}{2} \cdot t}$$

$$\frac{A_A}{A_B} = \frac{N_{0A}}{N_{0B}} \cdot e^{-\lambda_B \cdot t}$$

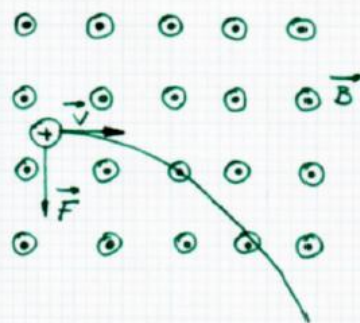
3. Una partícula  $\alpha$  se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial de  $5 \cdot 10^3$  V y, a continuación, penetra en un campo magnético de 0,25 T perpendicular a su velocidad.

a) Dibuje en un esquema la trayectoria de la partícula y calcule la velocidad con que penetra en el campo magnético.

b) Calcule el radio de la circunferencia que describe tras penetrar en el campo magnético.

$$m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} ; q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

3: a)



Teniendo en cuenta que la diferencia de potencial se utiliza para acelerar la partícula:

$$q_\alpha \Delta V = \frac{1}{2} m_\alpha v^2$$

$$3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 5 \cdot 10^3 \text{ V} = \frac{1}{2} 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot v^2$$

$$v = 691095 \text{ m/s} \approx 691 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

b) Aquí, la fuerza de Lorentz actúa como fuerza centrípeta:

$$q_\alpha v B = m_\alpha \cdot \frac{v^2}{R}$$

$$R = \frac{m_\alpha \cdot v}{q_\alpha \cdot B} = \frac{6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot 691095 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,25 \text{ T}} =$$

$$R = 0,058 \text{ m} = 5,8 \text{ cm}.$$

4. Un haz compuesto por luces de colores rojo y azul incide desde el aire sobre una de las caras de un prisma de vidrio con un ángulo de incidencia de  $40^\circ$ .

a) Dibuje la trayectoria de los rayos en el aire y tras penetrar en el prisma y calcule el ángulo que forman entre sí los rayos en el interior del prisma si los índices de refracción son  $n_{\text{rojo}} = 1,612$  para el rojo y  $n_{\text{azul}} = 1,671$  para el azul, respectivamente.

b) Si la frecuencia de la luz roja es de  $4,2 \cdot 10^{14}$  Hz calcule su longitud de onda dentro del prisma.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; n_{\text{aire}} = 1$$

4. a) Calculamos el ángulo de refracción para la luz roja y azul aplicando la ley de Snell.

$$n_i \cdot \sin \hat{i} = n_r \cdot \sin \hat{r}$$

Para la luz roja:

$$1 \cdot \sin 40 = 1,612 \cdot \sin r_{\text{rojo}}$$

$$\sin r_{\text{rojo}} = 0,39875$$

$$r_{\text{rojo}} = 23,5^\circ$$

Para la luz azul:

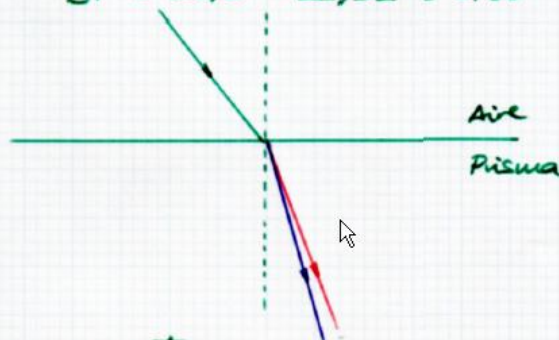
$$1 \cdot \sin 40 = 1,671 \cdot \sin r_{\text{azul}}$$

$$\sin r_{\text{azul}} = 0,3847$$

$$r_{\text{azul}} = 22,62^\circ$$

El ángulo que forman entre sí ambos rayos será:

$$\Delta r = 23,5^\circ - 22,62^\circ = 0,88^\circ$$



b) Teniendo en cuenta que:

$$\lambda = \frac{v}{f}, \text{ y que } v = \frac{c}{n}$$

$$\lambda = \frac{c}{n \cdot f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1,612 \cdot 4,2 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 4,43 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 443 \text{ nm}$$