BLOQUE A

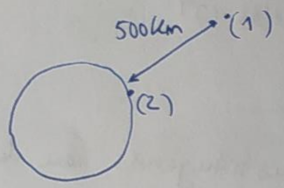
Interacción gravitatoria

Ejercicio 1.

Un meteorito cae libremente hacia la Tierra. A 500 km de altura sobre la superficie terrestre su velocidad es de 1200 m/s. Determine la velocidad con la que impactará sobre la superficie terrestre (desprecie la fricción con la atmósfera).

Solución:

$\boxed{A.1}$



Realizaremos un balance de energías entre el punto 1 y 2.

Como la energía se conserva

$$Em_1 = Em_2$$

$$Ec_1 + Ep_1 = Ec_2 + Ep_2$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v_1^2 - \frac{GM\cancel{m}}{R} = \frac{1}{2}\cancel{m}v_2^2 - \frac{GM\cancel{m}}{R_T}$$

$$\frac{1}{2}(1200)^2 - 6'67\cdot10^{-11}\cdot\frac{5'98\cdot10^{24}}{6'87\cdot10^6} = \frac{1}{2}v_2^2 - 6'67\cdot10^{-11}\frac{5'98\cdot10^{24}}{6'37\cdot10^6}$$

$$\boxed{v_2 = 3248'76\ m/s}$$

Ejercicio 2.

Calcule la densidad media de Júpiter sabiendo que su radio es $R_J = 6{,}99 \cdot 10^4$ km y que su satélite Calisto describe una órbita de radio $r = 1{,}88 \cdot 10^6\ km$ en 16,9 días.

Solución:

$\boxed{A\cdot2}$ $d_J = \dfrac{M_J}{V_J}$

$R_J = 6'99\cdot10^4$

Calisto $\begin{cases} R = 1'88\cdot10^6\ Km \\ T = 16'9\ \text{días} \end{cases}$

Para obtener la densidad tenemos que calcular el valor de M_J.

Como el satélite Calisto orbita alrededor de Júpiter entonces cumplirá: $F_g = F_c$

$$G\frac{M_J\cdot\cancel{m}}{R^2} = \cancel{m}\frac{v^2}{R} \Rightarrow v_{orbital} = \sqrt{\frac{GM_J}{R}}$$

Como el periodo es 16'9 días, podemos obtener el valor de la velocidad orbital.

$$16'9 \text{ días} \times \frac{24h}{1 \text{ día}} \times \frac{3600 s}{1h} = 1460160 \, s$$

$$v = \omega \cdot R = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2\pi}{1460160} \cdot 1'88 \cdot 10^9$$

$$v = 8089{,}79 \, m/s$$

Con el valor de la velocidad, sustituyendo en la expresión anterior.

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_J}{R}} \Rightarrow M_J = 1'84 \cdot 10^{27} \, Kg$$

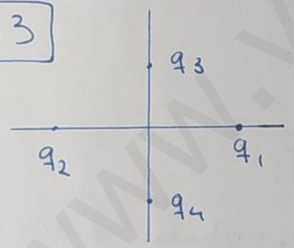
$$\boxed{d_J = \frac{M_J}{V_J} = \frac{1'84 \cdot 10^{27}}{\frac{4}{3}\pi \cdot (6'99 \cdot 10^7)^3} = 1\,286'16 \, Kg/m^3}$$

Consideramos a Júpiter una esfera, por tanto su volumen será $\frac{4}{3}\pi R^3$

Interacción electromagnética
<u>Ejercicio 3.</u>

Cuatro cargas puntuales están distribuidas según se muestra en la figura, siendo Q = 2µC y d = 5 cm. Determine el valor del campo eléctrico y el potencial en el punto O, equidistante de las cuatro cargas.
Solución:

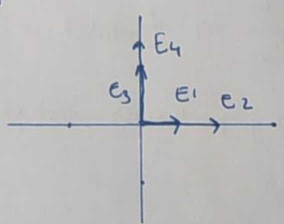
$\boxed{A3}$



$q_1 = -Q$
$q_2 = Q$
$q_3 = -Q$
$q_4 = Q$

$d = 5cm$
$Q = 2\mu C = 2 \cdot 10^{-6} C$

Dibujamos el campo generado por cada una de las cargas.



Como el valor absoluto de las cargas es el mismo y se encuentran a la misma distancia del origen entonces el campo que crean será el mismo.

$$E = K \cdot \frac{Q}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(0'05)^2} = 7'2 \cdot 10^6 \ N/C$$

$$\vec{E_T} = E_1 \vec{i} + E_2 \vec{i} + E_3 \vec{j} + E_4 \vec{j} = 1'44 \cdot 10^7 \vec{i} + 1'44 \cdot 10^7 \vec{j}$$

$$\boxed{E_T = \sqrt{(1'44 \cdot 10^7)^2 + (1'44 \cdot 10^7)^2} = 2'036 \cdot 10^6 \ N/C}$$

Para el cálculo del potencial, como es una magnitud escalar, será la suma de todos los potenciales creados por las cargas.

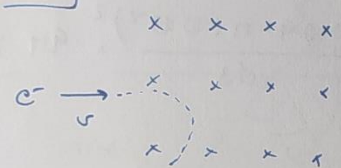
$$\boxed{V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = \frac{kQ}{d} - \frac{kQ}{d} + \frac{kQ}{d} - \frac{kQ}{d} = 0V}$$

Ejercicio 4.

Un electrón entra en una región donde existe un campo magnético uniforme de dirección perpendicular a su velocidad y módulo $B = 10^{-3}$ T. Calcule la velocidad del electrón si en la zona del campo describe circunferencias de 3 cm de diámetro.

Solución:

$\boxed{A \cdot 4}$



Toda partícula cargada, cuando entra en una región en la que hay campo magnético, curvará su trayectoria.

Sobre el e^- actuará una fuerza magnética y una fuerza centrípeta.

$d = 3 \cdot 10^{-2} m$; $R = 1'5 \cdot 10^{-2} m$

$m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \ kg$

$B = 10^{-3} \ T$

$q_e = 1'6 \cdot 10^{-19} \ C$

$$F_m = F_c$$

$$q \cdot \cancel{v} \cdot B = m \frac{v^{\cancel{2}}}{R}$$

$$v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-3} \cdot 1'5 \cdot 10^{-2}}{9'1 \cdot 10^{-31}}$$

$$\boxed{v = 2'63 \cdot 10^6 \ m/s}$$

Ejercicio 5.

Una bobina de 300 espiras circulares de radio r = 10 cm está situada en un campo magnético uniforme, de módulo B = 0,9 T, perpendicular al plano de las espiras. Si el campo disminuye de manera lineal, hasta anularse en un intervalo de 0,3 s, calcule la fuerza electromotriz inducida en la bobina.

Solución:

A5

$N = 300$ espiras

$R = 10\,cm = 10\cdot 10^{-2}\,m$

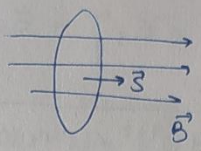
$B_0 = 0'9\,T$

$B = 0\,T$

$t = 0'3\,s$

ε ?

$\phi = N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha$



El campo y la bobina son perpendiculares por tanto $\vec{B}$ y $\vec{S}$ serán paralelos $\Rightarrow \cos 0 = 1$

Como las espiras son circulares

$S = \pi R^2$

EL flujo varía porque lo hace el campo entonces se generará una f.e.m.

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{\phi_{final} - \phi_{inicial}}{\Delta t} =$$

$$= -\frac{0 - N \cdot B \cdot S \cdot \cos\alpha}{\Delta t} = \frac{300 \cdot 0'9 \cdot \pi (10\cdot 10^{-2})^2}{0'3} = \boxed{9\pi\ V}$$

Ondas

Ejercicio 6.

Un oscilador vibra a 6 Hz de frecuencia y genera ondas que se desplazan a una velocidad de 2,4 m/s. Calcule la distancia mínima entre dos puntos que vibran con una diferencia de fase de 60º.

Solución:

A6

$f = 6\,Hz$

$v = 2'4\,m/s$

Δx ?

$\theta = 60° = \frac{\pi}{3}\,rad$

La ecuación de una onda

$$y = A \cdot sen\,(\underbrace{\omega t - kx + \varphi_0}_{fase})$$

$$\theta = fase_2 - fase_1 = k\,(x_2 - x_1)$$

Para obtener el valor de k:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{v/f} = \frac{2\pi f}{v} = \frac{2\pi \cdot 6}{2'4} = 5\pi\ m^{-1}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$\frac{\pi}{3} = 5\pi\,(x_2 - x_1) \Rightarrow \boxed{x_2 - x_1 = 0'066\,m}$$

Ejercicio 7.

Un motor produce un nivel de intensidad sonora de 80 dB. ¿Cuántos motores iguales son necesarios para incrementar la intensidad sonora hasta 100 dB?

Solución:

A7

$\beta = 80\ dB$

motores $\beta = 100\ dB$?

Primeramente obtenemos la intensidad que genera un motor

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$80 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$8 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 10^{-4}\ N/m^2$$

$$100 = 10 \log \frac{I}{I_0} \Rightarrow 10 = \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 10^{-2}\ N/m^2$$

Comparando ambos datos, sabremos el número de motores.

$$10^{-2} = n \cdot 10^{-4} \Rightarrow \boxed{n = 100 \text{ motores}}$$

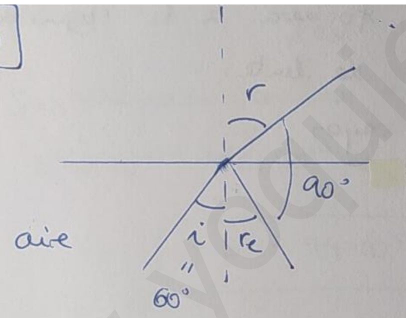
Óptica geométrica

Ejercicio 8.

Un rayo incide desde el aire sobre un medio con índice de refracción n. Si el ángulo de incidencia es 60º y el ángulo que formar el rayo reflejado y transmitido es 90º, ¿cuál es el valor de n?

Solución:

A·8



Observando el dibujo:

$$180 = r + 90 + 60$$
$$\Downarrow$$
$$r = 30°$$

$$i = r_e = 60°$$

Aplicamos la ley de Snell ya que el rayo se refracta cuando pasa al otro medio.

$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

$$1 \cdot \text{sen } 60 = n_2 \cdot \text{sen } 30$$

$$\boxed{n_2 = \sqrt{3}}$$

Ejercicio 9.

Un coleccionista de minerales utiliza una lupa, de distancia focal 5 cm, para examinarlos con detalle. Calcule la distancia a la que hay que situar los minerales respecto de la lupa si quiere observarlos con un tamaño diez veces mayor. Represente el correspondiente diagrama de rayos. ¿Cuáles son las características de la imagen obtenida?

Solución:

A 9

$\beta = 10$

$f = 5\ cm$

Con el aumento lateral obtenemos la relación entre s y s'.

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = 10 \Rightarrow s' = 10s$$

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

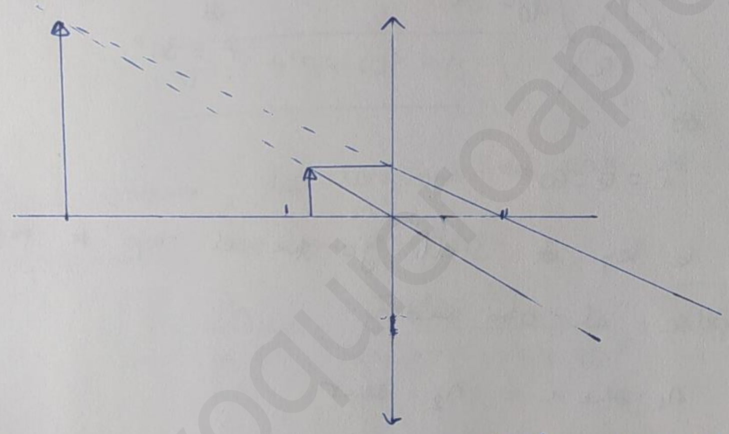
Sustituyendo f y s':

$$\frac{1}{10s} - \frac{1}{s} = \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1-10}{10s} = \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{-9}{10s} = \frac{1}{5} \Rightarrow s = -4'5\ cm$$

$s' = 10s = 10 \cdot (-4'5) = -45\ cm < 0$ la imagen se formará a la izquierda de la lente.

Realizamos la marcha de rayos.



Se formará una imagen virtual, mayor y derecha.

Física del siglo XX

Ejercicio 10.

Un haz de luz de 650 nm de longitud de onda incide sobre un metal cuyo trabajo de extracción es 1,2 eV. Calcule la velocidad de los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico y su longitud de onda de de Broglie.

Solución:

$\boxed{A\ 10}$ Estamos ante un problema de efecto fotoeléctrico.
Cuando hacemos incidir una radiación sobre una lámina de metal, esta tiene que ser tal que arranque los e^- y además les de una energía cinética.

$$E = W_{ext} + E_c$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

Como nos dan longitud de onda de la radiación incidente, obtenemos la frecuencia.

$$c = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}} = 4'61 \cdot 10^{14}\ Hz$$

$$W_{ext} = 1'20\ \cancel{eV} \times \frac{1'6 \cdot 10^{-19}\ J}{1\ \cancel{eV}} = 1'92 \cdot 10^{-19}\ J$$

Sustituyendo en la expresión:

$$6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 4'61 \cdot 10^{14} = 1'92 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} \cdot 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$$

$$\boxed{v = 4'94 \cdot 10^5\ m/s}$$

Para obtener la longitud de onda de De-Broglie, sustituimos en su expresión

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 4'94 \cdot 10^5} = 1'47 \cdot 10^{-9}\ m}$$

<u>**Ejercicio 11.**</u>

El isótopo de uranio ${}^{234}_{92}U$ tiene un periodo de semidesintegración (semivida) de $2{,}5 \cdot 10^5\ años$. Si se parte de una muestra de 10 g de dicha sustancia, determine la masa que quedará sin desintegrar después de $5 \cdot 10^4$ años.
Solución:

A11

$^{234}_{92}U$

$T_{1/2} = 2'5\cdot10^{5}$ años

$m_0 = 10 g$

m? $t = 5\cdot10^{4}$ años

Con el dato de $T_{1/2}$ obtenemos el valor de la constante radiactiva.

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 2'77\cdot10^{-6} \text{ años}^{-1}$$

Aplicamos la ley de desintegración

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

$$10 g \times \frac{1 mol}{234 g} \times \frac{6'022\cdot10^{23} \text{ partículas}}{1 mol} = 2'57\cdot10^{22} \text{ partículas}$$

$$N = 2'57\cdot10^{22}\cdot e^{-2'77\cdot10^{6}\cdot5\cdot10^{4}} = 2'23\cdot10^{22} \text{ partículas}$$

$$\boxed{m = \frac{2'23\cdot10^{22}\times234}{6'022\cdot10^{23}} = 8'69 g}$$

BLOQUE B

Interacción gravitatoria
Ejercicio 1.

Justifique si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: *"Si la masa de la Tierra se duplicara, el periodo orbital de la Luna también se duplicaría".*
Solución:

B1

$M' = 2M$

$T' = 2T$?

Como la Luna es un satélite orbitando alrededor de la Tierra

$$F_g = F_c \Rightarrow G\frac{M_T \cancel{M_L}}{R^{\cancel{2}}} = \cancel{M_L}\frac{v^2}{\cancel{R}}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{R}}$$

$$v = \omega\cdot R = \frac{2\pi}{T}\cdot R \Rightarrow v = \frac{2\pi R}{T}$$

Igualando ambas expresiones:

$$\left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{GM_T}{R}}\right)^2 \Rightarrow \frac{4\pi^2R^2}{T^2} = \frac{GM_T}{R} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2R^3}{G\cdot M_T}}$$

La afirmación es falsa puesto que si la masa se duplica, el periodo será menor.

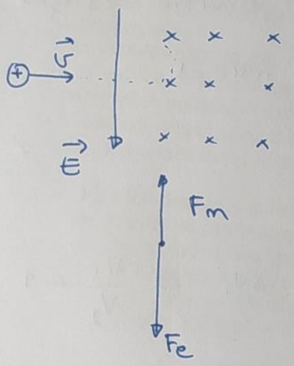
Interacción electromagnética
Ejercicio 2.

Discuta la veracidad del siguiente enunciado: *"Una partícula cargada puede moverse en una región en la que existen simultáneamente un campo magnético y un campo eléctrico sin experimentar ninguna fuerza neta".*
Solución:

B2

Si en una región existe un campo eléctrico, aparecerá una fuerza eléctrica en la misma dirección del campo si la carga es positiva.

Para que se cumpla la condición del enunciado tiene que aparecer una fuerza magnética en sentido contrario.



$$F_m = F_e$$

$$\cancel{q}\cdot v \cdot B \cdot \text{sen}\, 90 = \cancel{q}\cdot E$$

$$E = v \cdot B$$

Por tanto, para que el enunciado sea verdadero, tenemos que tener $\vec{E}$ y $\vec{B}$ formando 90° y a su vez perpendiculares a la velocidad.

<u>Ejercicio 3.</u>

Cuatro espiras rectangulares se desplazan en dirección horizontal, hacia la derecha, en una región en la que existe un campo magnético uniforme perpendicular al papel y dirigido hacia fuera. En un determinado instante se encuentran en las posiciones que se observan en la figura. Justifique, para cada una, si en ese instante circula una corriente eléctrica inducida y, en caso afirmativo, explique y represente su sentido.
Solución:

B3

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

Para que aparezca corriente inducida tiene que haber una variación de flujo.

Empezando de arriba a abajo, la primera y la tercera espira no sufren variación de flujo por tanto no se genera corriente ya que entran las mismas líneas de campo que salen y por tanto no hay variación.

La espira 2 genera una corriente en sentido horario, ya que la corriente inducida es tal que se opone a la causa que la produce. En la espira 4 el sentido será antihorario.

Ondas
Ejercicio 4.

Una onda pasa de un medio en el que su velocidad de propagación es v_1 a otro en el que la velocidad es $v_2 > v_1$¿Cómo cambian la longitud de onda, la frecuencia y la dirección l

B4

La frecuencia no cambia al pasar de un medio a otro.

$v = \lambda \cdot f$ $\quad v_2 > v_1 \Rightarrow \lambda_2 > \lambda_1$

Con respecto a la dirección de propagación, cuando una onda pasa de un medio a otro en el que se propaga con mayor velocidad, lo que ocurre es que el rayo refractado se aleja de la normal.

Aplicando la ley de Snell

$n_1 \cdot \text{sen}\, i = n_2 \cdot \text{sen}\, r$

$\frac{\text{sen}\, i}{\text{sen}\, r} = \frac{n_2}{V_1} = \frac{v_1}{v_2}$ Como $v_2 > v_1 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} < 1$

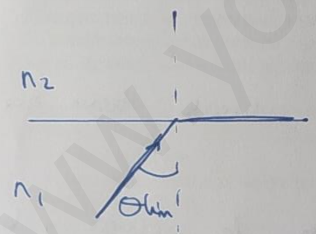
$\Rightarrow i < r$

Óptica geométrica
Ejercicio 5.

Razone si el siguiente enunciado es verdadero o falso: *"El ángulo límite de un material para que se produzca reflexión total es el mismo cuando se incide desde el material hacia el aire que cuando se incide desde el material hacia el agua".*
Solución:

B5

Falso.



$n_1 \cdot \text{sen}\, \theta_{lim} = n_2 \cdot \text{sen}\, 90$

$\text{sen}\, \theta_{lim} = \frac{n_2}{n_1}$

El ángulo límite depende del cociente $\frac{n_2}{n_1}$ y como n_2 es diferente para el agua y para el aire, no pueden tener el mismo valor de θ_{lim}.

Física del siglo XX
Ejercicio 6.

Discuta cuales de las radiaciones nucleares α, β o γ, se ven afectadas por los campos magnéticos.
Solución:

B6

Para que las radiaciones se vean afectadas por campos magnéticos tienen que tener carga. Por tanto las únicas que se verán afectadas serán α y β puesto que α tendrá carga $\oplus$ y β $\ominus$.