FÍSICA
JULIO 2021

a) INTERACCION GRAVITATORIA

Ejercicio A1. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Razone si la siguiente afirmación es verdadera o falsa: "Si un planeta tiene el doble de masa y la mitad del radio que otro planeta, su velocidad de escape será el doble".

b) Conociendo la gravedad y la velocidad de escape en la superficie de Marte, calcule: i) El radio de Marte. ii) La masa de Marte.
$g_{Marte} = 3{,}7\ m\ s^{-2}$; $v_{escape} = 5\cdot10^{3}\ m\ s^{-1}$; $G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ N\ m^{2}\ kg^{-2}$

Solución:

a) La afirmación es correcta ya que:

$M'_P = 2M_P$

$R'_P = \frac{R_P}{2}$

$$V^*_{escape} = \sqrt{2G\frac{M'_P}{R'_P}} = \sqrt{2G\frac{2M_P}{\frac{R_P}{2}}} = \sqrt{2G\frac{4M_P}{R_P}}$$

$$V^*_{escape} = 2\sqrt{2G\frac{M_P}{R_P}} = 2\,V_{escape}$$

b) i) El radio

$$\left.\begin{array}{l} g_M = 3{,}7 = G\frac{M_M}{R_M^2} \\ V_{escape} = (5\cdot10^3)^2 = \left(\sqrt{2G\frac{M_M}{R_M}}\right)^2 \end{array}\right\} \text{Dividimos} \rightarrow \frac{3{,}7}{(5\cdot10^3)^2} = \frac{G\frac{M_M}{R_M^2}}{2G\frac{M_M}{R_M}} \rightarrow$$

$$1{,}48\times10^{-7} = \frac{1}{2R_M} \rightarrow R_M = 3{,}378\cdot10^6\ m$$

ii) La masa

$$g_M = G\frac{M_M}{R_M^2} \rightarrow 3{,}7 = 6{,}67\cdot10^{-11}\cdot\frac{M_M}{(3{,}378\cdot10^6)^2}$$

$$M_M = 6{,}33\cdot10^{23}\ kg$$

Ejercicio A2. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes frases: i) El trabajo realizado por una fuerza conservativa para desplazar un cuerpo es nulo si la trayectoria es cerrada. ii) En el descenso de un objeto por un plano inclinado con rozamiento, la diminución de su energía potencial se corresponde con el aumento de su energía cinética.

b) Un objeto de 2 kg, inicialmente en reposo, asciende por un plano inclinado de 30º respecto a la horizontal debido a la acción de una fuerza de 30 N paralela a dicho plano. El coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano es 0,1. i) Dibuje todas las fuerzas que actúan sobre el objeto y calcule sus módulos. ii) Mediante consideraciones energéticas, determine la variación de energía cinética, potencial y mecánica cuando el objeto ha ascendido una altura de 1,5 m.
$g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$

Solución:

a)

i) Verdadera, ya que al ser una fuerza conservativa, el trabajo es igual a la variación de la energía potencial $W_{A\to B} = -[E_{pB} - E_{pA}]$

Al ser una trayectoria cerrada $\Rightarrow E_{pA} = E_{pB} \Rightarrow W_{A-B} = 0$

ii) Como hay rozamiento $E_i = E_f + E_{gastada}$

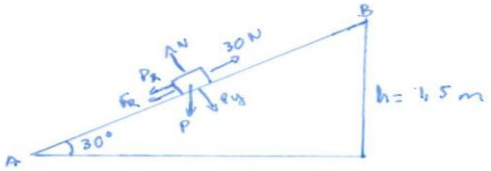
$Em_A = Em_B + W_{FR} \Rightarrow E_{pA} + E_{cA} = E_{pB} + E_{cB} + F_{roz} \cdot e$

Luego es falsa, ya que no contempla las pérdidas de rozamiento.

b)

i)

$m = 2\,kg$
$v_A = 0$
$\mu = 0{,}1$



$P = m g = 2 \cdot 9{,}8 = 19{,}6\ N$

$N = P \cdot \cos 30 = 19{,}6 \cos 30 = 17{,}97\ N$

$F_R = \mu \cdot N = 0{,}1 \cdot 17{,}97 = 1{,}797\ N$

$P_x = P \operatorname{sen} 30 = 9{,}8\ N$

$P_y = P \cos 30 = 17{,}97\ N$

ii) Variación de energía potencial, cinética y mecánica

$E_{pB} - \cancel{E_{pA}}^{\,0} = m g h_B = 2 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}5 = 29{,}4\ J$

$\operatorname{sen} 30 = \frac{1{,}5}{e} \rightarrow e = 3\ m$

$F_{Total} = F - F_R - P_x = 30 - 1{,}797 - 9{,}8 = 18{,}503\ N$

Teorema de las fuerzas vivas

$W(F_{total}) = \Delta E_c \Rightarrow F_T \cdot e = \Delta E_c \Rightarrow \Delta E_c = 18{,}503 \cdot 3 = 55{,}509\ J$

$\Delta Em = Em_B - Em_A = E_{pB} - E_{pA} + E_{cB} - E_{cA} = 29{,}4 + 55{,}509$

$\Delta Em = 84{,}909\ J$

b) INTERACCION ELECTROMAGNÉTICA

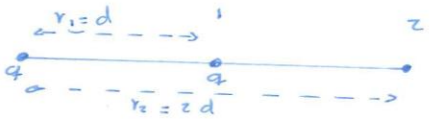
Ejercicio B1. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Dos partículas idénticas con carga q y masa m se encuentran separadas por una distancia d. A continuación, se mantiene fija una de las partículas y se deja que la otra se aleje hasta duplicar la distancia inicial con la primera. i) Determine el módulo de la velocidad que adquiere la partícula en el punto final. ii) Determine cómo cambiaría el módulo de la velocidad obtenida en el apartado anterior si se duplica el valor de las cargas.

b) Dos partículas idénticas con carga $q = +5\cdot10^{-6}$ C están fijas en los puntos (0,-3) m y (0,3) m del plano XY. Si, manteniendo fijas las dos partículas, se suelta una tercera partícula con carga $Q = -2\cdot10^{-8}$ C y masa $m = 8\cdot10^{-6}$ kg en el punto (4,0) m, calcule el módulo de la velocidad con la que llega al punto (0,0). $K = 9\cdot10^{9}\ N\ m^2\ C^{-2}$

Solución:

a) i)



Al ser Fe una fuerza conservativa, se cumple que:

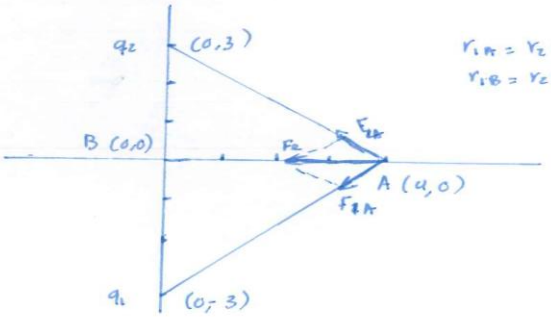
$$W(F_c) = -(E_{p2} - E_{p1}) = -\left[\frac{kq^2}{2d} - \frac{kq^2}{d}\right] = \frac{kq^2}{d}\left[1 - \frac{1}{2}\right] =$$

$$= \frac{kq^2}{2d} \Rightarrow \frac{kq^2}{2d} = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{kq^2}{md}}$$

ii) Si $q' = 2q \rightarrow v' = \sqrt{\frac{k \cdot q'^2}{md}} = \sqrt{\frac{k(q2)^2}{md}} = 2\sqrt{\frac{kq^2}{md}} = 2v$

La velocidad se duplica

b)



$r_{1A} = r_{2A} = \sqrt{3^2+4^2} = 5\ m$

$r_{1B} = r_{2B} = 3\ m$

$$E_{pA} = E_{pA1} + E_{pA2} = k\frac{qQ}{r_{1A}} + k\frac{qQ}{r_{2A}} = 9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot (2 \cdot 10^{-8})\left(\frac{1}{5} + \frac{1}{5}\right)$$

$$E_{pA} = -3{,}6 \cdot 10^{-4}\ J$$

$$E_{pB} = E_{pB1} + E_{pB2} = k\frac{qQ}{r_{1B}} + k\frac{qQ}{r_{2B}} = 9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6}(-2 \cdot 10^{-8})\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)$$

$$E_{pB} = -6 \cdot 10^{-4}\ J$$

Aplicando el principio de superposición:

$$\Delta E_c = E_{cB} + \cancel{E_{cA}}^{\,0} = -[E_{pB} - E_{pA}] \rightarrow E_{cB} = E_{pA} - E_{pB}$$

$$E_{cB} = -3{,}6 \cdot 10^{-4} + 6 \cdot 10^{-4} = 2{,}4 \cdot 10^{-4}\ J$$

Luego

$$E_{cB} = 2{,}4 \cdot 10^{-4} = \frac{1}{2} m v_B^2 \rightarrow v_B = 7{,}75\ m/s$$

Ejercicio B2. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Suponga dos conductores rectilíneos, muy largos, paralelos y separados por una distancia "d" por los que circulan corrientes eléctricas de igual intensidad y sentido. Razone cómo se modifica la fuerza por unidad de longitudentre los conductores si duplicamos ambas intensidades y a la vez reducimos "d" a la mitad.

b) Un protón que ha sido acelerado desde el reposo por una diferencia de potencial de 6000 V describe una órbita circular en un campo magnético uniforme de 0,8 T. Calcule razonadamente: i) El módulo de la fuerza magnética que actúa sobre el protón. ii) El radio de la trayectoria descrita.
$m_p = 1{,}7 \cdot 10^{-27}$ kg; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

Solución:

a) La fuerza por unidad de longitud entre dos conductores rectilíneos paralelos y muy largos, viene dada por

$$f = \frac{F}{L} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi d}$$

En nuestro caso la fuerza es atractiva, ya que las corrientes van en el mismo sentido y, además, $I_1 = I_2$, luego:

$$f = \frac{F}{L} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi \cdot d} = \frac{\mu I^2}{2\pi \cdot d}$$

Si se duplican las intensidades y d se reduce a la mitad, tenemos que:

$$f' = \frac{\mu I'^2}{2\pi \cdot d'} = \frac{\mu (2I)^2}{2\pi d/2} = \frac{8\mu I^2}{2\pi d} = 8 \cdot f$$

La fuerza por unidad de longitud se multiplica por 8

b) Al acelerar una partícula cargada desde el reposo mediante un campo eléctrico (conservativo), la energía mecánica se mantiene constante.

$$E_m(+) = E_m(-) \rightarrow E_{p+} + E_{c+} = E_{p-} + E_{p^-} \rightarrow q \cdot V_+ + 0 = q \cdot V + \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 600}{1{,}7 \cdot 10^{-27}}} = 1{,}063 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

i) Al moverse dentro campo magnético, actúa la fuerza Lorenz

$$\vec{F_m} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow |\vec{F_m}| = |q \cdot v \cdot B \operatorname{sen} 90| = q v B = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}063 \cdot 10^6 \cdot 0{,}8 = 1{,}36 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

ii) Aplicamos 2ª ley de Newton

$$F_m = m a_n \rightarrow q v B = m \frac{v^2}{R} \rightarrow R = \frac{m v}{q B} = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-27} \cdot 1{,}063 \cdot 10^6}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}8} = 0{,}014 \text{ m}$$

c) ONDAS. ÓPTICA GEOMÉTRICA

Ejercicio C1. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) i) Justifique que en una onda estacionaria la amplitud varía en cada punto. ii) Realice una representación gráfica de una onda estacionaria en función del espacio, y explique qué se entiende por un nodo en este tipo de ondas.

b) Una onda estacionaria queda descrita mediante la ecuación:

$$y(x,t) = 0{,}5 \cdot \operatorname{sen}((\pi/3)x) \cdot \cos(40\pi t) \text{ (S.I.)}$$

Determine razonadamente: i) Amplitud, longitud de onda y velocidad de propagación de las ondas armónicas cuya superposición da lugar a esta onda estacionaria. ii) Posición de los vientres y amplitud de los mismos.

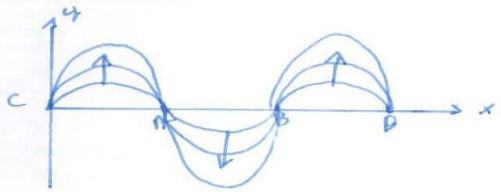
Solución:

a) i) La expresión matemática de una onda estacionaria es de la forma $y(x,t) = 2A \operatorname{sen} Kx \cos \omega t$

Si fijamos el tiempo t, $t = t_0 \rightarrow y(x,t_0) = 2A \operatorname{sen} Kx \cos \omega t_0$

La expresión $2A \operatorname{sen} Kx$ expresa la amplitud de un punto x, que como se ve, no es un valor constante, sino que varía en función de x

ii)



Por ejemplo, una cuerda atada en dos extremos y tiene 2 nodos en medio. Los puntos van oscilando, cada punto vibra diferente. Todos los puntos alcanzan a la vez su amplitud máxima. Cada punto sube, luego baja y así sucesivamente. El nodo es un punto que no vibra nunca, es decir, los puntos A, B, C y D cada punto tiene energía, excepto los nodos.

b) i) $y(x,t) = 0{,}5A \operatorname{sen} \frac{\pi}{3} x \cos 40\pi t$
$y(x,t) = 2A \operatorname{sen} Kx \cos \omega t$

$\Rightarrow$ $2A = 0{,}5 \rightarrow A = 0{,}25\ m$ //
$K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3} \rightarrow \lambda = 6\ m$ //
$v = \frac{\omega}{K} = \frac{40\pi}{\pi/3} = 120\ m/s$ //

ii) Los vientres están entre nodo y nodo

$y(x,t) = 0 = 0{,}5 \operatorname{sen} \frac{\pi}{3} x \cos 40\pi t \Rightarrow 0 = \operatorname{sen} \frac{\pi}{3} x \rightarrow \frac{\pi}{3} x = n\pi$

$n = 0 \rightarrow x = 0\ m$ $n = 1 \rightarrow x = 3\ m$ $n = 2 \rightarrow x = 6\ m$ $n = 3 \rightarrow x = 9\ m$, etc...

1º vientre $x = 1{,}5\ m$; 2º vientre $x = 4{,}5\ m$; 3º vientre $x = 7{,}5\ m$, etc..

La distancia entre vientre y vientre: $\frac{\lambda}{2} = 3\ m$ //

Ejercicio C2. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Razone y justifique la veracidad o falsedad de las siguientes frases: i) Cuando la luz pasa de un medio a otro experimenta un aumento de su velocidad si el segundo medio tiene un índice de refracción mayor que el primero. ii) La reflexión total de la luz en la superficie de separación de dos medios puede producirse cuando el índice de refracción del segundo medio es mayor que el del primero.

b) Un rayo de luz con componentes azul y roja de longitudes de onda en el aire de $4{,}5 \cdot 10^{-7}$ m y $6{,}9 \cdot 10^{-7}$ m, respectivamente, incide desde el aire sobre una placa de un determinado material con un ángulo de 40º respecto a la normal a la superficie de la placa. i) Mediante un esquema, y de manera razonada, indique la trayectoria de los rayos azul y rojo, tanto en el aire como en el material. ii) Deduzca cuál de las dos componentes (azul o roja) se propaga más rápidamente en el interior de la lámina. iii) Determine las frecuencias de los rayos en el aire.
$c = 3 \cdot 10^8\ m\ s^{-1}$; $n_{aire} = 1$; $n_{material(azul)} = 1{,}47$; $n_{material(roja)} = 1{,}44$

Solución:

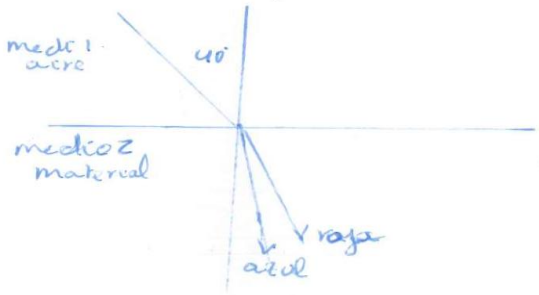
a) i) Falso. La velocidad del rayo disminuye al pasar del primer medio al segundo

$$n_1 < n_2 \rightarrow \frac{c}{v_1} < \frac{c}{v_2} \rightarrow v_2 < v_1$$

ii) Falso. Según la ley de Snell: $\frac{\operatorname{sen}\hat{i}}{\operatorname{sen}\hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} > 1 \rightarrow$

$\rightarrow \operatorname{sen}\hat{i} > \operatorname{sen}\hat{r} \Rightarrow \hat{i} > \hat{r}$. Y para que se produzca reflexión total tiene que ser $\hat{i} < \hat{r}$

b) i)



Según la ley de Snell: $\frac{\operatorname{sen}\hat{i}}{\operatorname{sen}\hat{r}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$

Para la luz azul: $\frac{\operatorname{sen} 40}{\operatorname{sen}\hat{r}_a} = \frac{1,47}{1} \rightarrow \hat{r}_a = 25,93°$

Para la luz roja: $\frac{\operatorname{sen} 40}{\operatorname{sen}\hat{r}_r} = \frac{1,44}{1} \Rightarrow \hat{r}_r = 26,51°$

ii) $n_{azul} = \frac{c}{v_{azul}} \rightarrow v_{azul} = \frac{3\cdot 10^8}{1,47} = 2,04\cdot 10^8$ m/s $v_{roja} = \frac{3\cdot 10}{1,44} = 2,08\cdot 10^8$ m/s

La luz roja se propaga más rapido que la azul dentro del material

iii) $f_{azul} = \frac{c}{\lambda_{azul}} = \frac{3\cdot 10^8}{4,5\cdot 10^{-7}} = 6,67\cdot 10^{14}$ Hz ; $f_{roja} = \frac{3\cdot 10^8}{6,9\cdot 10^{-7}} = 4,35\cdot 10^{14}$ Hz

d) FÍSICA DEL SIGLO XX

Ejercicio D1. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Discuta razonadamente la veracidad de las siguientes afirmaciones: i) La masa de un núcleo es siempre menor que la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. ii) En una emisión alfa el número másico decrece en dos unidades y el número atómico en una.

b) En la bomba de Hidrógeno (o bomba de fusión) intervienen dos núcleos, uno de deuterio (^2_1H) y otro de tritio (^3_1H) que dan lugar a uno de helio (^4_2He). i) Escriba la reacción nuclear correspondiente. ii) Obtenga la energía liberada en el proceso por cada átomo de helio obtenido.
m(^4_2He)=4,002603u; m(^2_1H)=2,014102u; m(^3_1H)=3,016049u; m_n=1,008665u; 1u=1,66·10^{-27} kg; c=3·10^8 m s^{-1}

Solución:

a)

i) Verdadero, ya que si se unieran los protones y neutrones para formar un núcleo, se liberaría una energía de enlace que proviene de la conversión de masa en energía según la ecuación de Einstein: $E = \Delta m \cdot c^2$, por lo tanto, la masa del núcleo es menor

ii) Falso, ya que una partícula alfa tiene de número másico 4 y de número atómico 2.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

b) i) La reacción: $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

Se desprende un neutrón, ya que ha de cumplir:

- La ley de conservación del número de nucleones $2+3=4+1$
- La ley de conservación de la carga eléctrica $1+1=2+0$

ii) $\Delta m = m(^{2}_{1}H) + m(^{3}_{1}H) - m(^{4}_{2}He) - m(^{1}_{0}n) =$

$= 2{,}014102 + 3{,}016049 - 4{,}002603 - 1{,}008665 = 0{,}0188831\,u \cdot \frac{1{,}66 \cdot 10^{-27}\,kg}{u} =$

$= 3{,}13 \cdot 10^{-29}\,kg$

La energía liberada en la formación de 1 núcleo de Helio es:

$E_e = \Delta m\, c^2 = 3{,}13 \cdot 10^{-29}\,(3 \cdot 10^{8})^2 = 2{,}82 \cdot 10^{-12}\,J$

Ejercicio D2. (Calificación máxima: 2,5 puntos)

a) Enuncie la hipótesis de De Broglie y escriba su ecuación. Indique las magnitudes físicas involucradas y susunidades en el Sistema Internacional.

b) Una partícula alfa (α) emitida en el decaimiento radiactivo del ^{238}U posee una energía cinética de $6{,}72 \cdot 10^{-13}$ J. i) ¿Cuánto vale su longitud de onda de De Broglie asociada? ii) ¿Qué diferencia de potencial debería existir en una región del espacio para detener por completo la partícula alfa? Indique mediante un esquema la dirección y sentido del campo necesario para ello. Razone todas sus respuestas.
$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J s; $m_\alpha = 6{,}64 \cdot 10^{-27}$ kg; $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

Solución:

a) De Broglie propuso extender la dualidad onda-partícula a toda la materia, desarrollando la teoría matemática que describe las llamadas ondas de materia: toda partícula en movimiento (con masa m y velocidad v) lleva asociada una onda electromagnética, tal que su longitud de onda viene dada por:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$\lambda \rightarrow$ longitud de onda asociada a la partícula (m)
$h \rightarrow$ constante de Plank (J·s)
$m \rightarrow$ masa de la partícula (kg)
$v \rightarrow$ velocidad de la partícula (m/s)

La materia tiene, por tanto, naturaleza dual, puede comportarse como onda o como partícula.

b)

i)

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow 6{,}72 \cdot 10^{-13} = \frac{1}{2}\, 6{,}64 \cdot 10^{-27} v^2 \rightarrow v = 1{,}42 \cdot 10^{7}\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{6{,}64 \cdot 10^{-27}\ 1{,}42 \cdot 10^{7}} = \underline{\underline{7{,}03 \cdot 10^{-15}}}\ m$$

ii)

$$E_m(-) = E_m(+) \rightarrow E_{pe}(-) + E_c(-) = E_{pe}(+) + E_c(+) \rightarrow q V(-) + E_c(-) = q V(+) + 0 \rightarrow$$

$$E_c(-) = q\,[V(+) - V(-)] \Rightarrow 6{,}72 \cdot 10^{-13} = 2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \Delta V \rightarrow$$

$$\Delta V = 2{,}1 \cdot \underline{\underline{10^{6}}}\ \text{voltios}$$

mundo