FÍSICA-2º BACHILLERATO LOGSE

Selectividad - Castilla- La Mancha, junio 2000

Opción A

PROBLEMA

Una onda transversal se propaga por una cuerda según la ecuación $y = 0{,}4\,\mathrm{sen}\,\pi(50t - 0{,}5x)$ en unidades del **S.I.** Calcula: **a)** La frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de la onda **b)** La velocidad transversal de una partícula situada a ***20 m*** del foco en el instante ***t=0,5 s*** **c)** La diferencia de fase, en un instante dado, entre dos puntos separados una distancia de ***2 m*****.**

SOLUCIÓN

a) Escribamos la ecuación de la onda en forma standard $y = 0{,}4\,\mathrm{sen}\,2\pi\left(\frac{50t}{2} - \frac{0{,}5x}{2}\right)$. De ella podemos deducir los siguientes valores: $T = \frac{2}{50} = \frac{1}{25}\,s \;\Rightarrow\; f = 25\,Hz$ y $\lambda = \frac{2}{0{,}5} = 4\,m$

La velocidad de propagación se obtiene fácilmente: $v_p = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{0{,}04} = 100\,m.s^{-1}$

b) $v = \frac{dy}{dt} = 20\pi\cos\pi(50t - 0{,}5x)\Big|_{x=20\,;\,t=0{,}5} = 20\pi\cos 15\pi = -20\pi\;m.s^{-1}$

c) Sabemos que entre dos puntos separados una distancia ***igual*** a la longitud de onda λ hay un desfase igual a 2π ***rad***. Podemos establecer entonces la siguiente proporción:

$$\boxed{\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{2}{\Delta\varphi} \quad ; \quad \Delta\varphi = \frac{4\pi}{\lambda} = \pi\;rad}$$

Esto último podría averigüarse fácilmente, ya que la longitud de onda es $\lambda = 4\,m$. También puede llegarse al mismo resultado si se restan las fases de la onda para dos puntos de la cuerda distanciados ***2 m***.

Cuestiones

1. Escribe la ecuación que rige el efecto fotoeléctrico, indicando el significado de cada término.

SOLUCIÓN

La ecuación que gobierna este fenómeno es: $E_i = W_o + \frac{1}{2}mv^2$ donde E_i es la energía de la luz incidente, W_o el trabajo de extracción y el término restante, la energía cinética de los electrones emergentes del metal. Esta ecuación admite también estas formas:

$$hf = hf_o + \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{o} \quad h\frac{c}{\lambda} = h\frac{c}{\lambda_o} + \frac{1}{2}mv^2$$

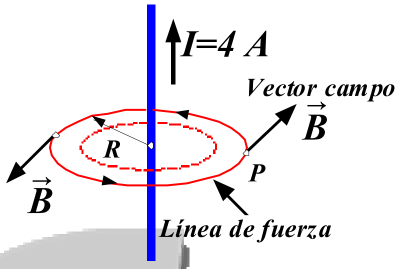
escritas en función de la frecuencias incidentes y de extracción o de las longitudes de onda de la luz.

2. Calcula el campo creado por un conductor rectilíneo e infinito por el que circula una corriente de ***4 A***, en un punto situado a ***0,2 m*** del conductor. Dibuja las líneas de fuerza y el vector campo en ese punto. **Dato**: $\mu_o = 4\pi.10^{-7}\ T.m.A^{-1}$

SOLUCIÓN

La expresión que permite el cálculo de la inducción magnética creada por un hilo conductor a distancia ***d*** del mismo es $B = \dfrac{\mu_o I}{2\pi d}$. Sustituyendo datos:

$$B = \frac{\mu_o 4}{2\pi.0{,}2} = 4.10^{-6}\ T$$



El esquema muestra las líneas de fuerza del campo magnético y el vector inducción (o campo) magnética creado por el conductor.

3. Una carga eléctrica de ***4 C*** es llevada desde un punto, donde existe un potencial de ***15 V***, a otro punto cuyo potencial es de ***40 V***. Indica si gana o pierde energía y cuánta.

SOLUCIÓN

La expresión que permite calcular la energía puesta en juego cuando se traslada una carga eléctrica entre dos puntos del campo con diferente potencial es:

$$W_{A\to B} = Q(V_B - V_A)$$

Sustituyendo datos: $$W_{A\to B} = 4(40-15) = 100\ J$$

La carga ha ganado ***100 J*** de energía, pues el trabajo ha sido realizado en contra de las fuerzas del campo eléctrico.

4. Dos satélites de igual masa están en órbitas de radios ***R*** y ***2R*** respectivamente, ¿Cuál de los dos tiene más velocidad?. ¿Si las masas fueran distintas, influirían en sus velocidades?. Justifica las respuestas

SOLUCIÓN

Bastará aplicar la segunda ley de la dinámica al movimiento de cada uno de los satélites. En efecto:

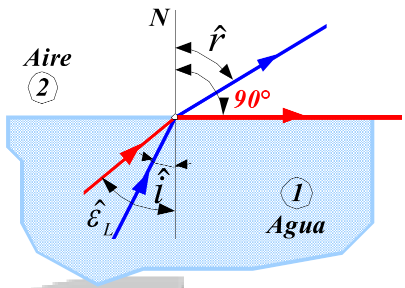
$$G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{v_1^2}{R} \quad ; \quad v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$G\frac{Mm}{(2R)^2} = m\frac{v_2^2}{2R} \quad ; \quad v_2 = \sqrt{\frac{GM}{2R}}$$

Puede observarse que no tienen la misma velocidad: $v_1 > v_2$. También es obvio que las masas de los satélites no influyen en su velocidad, ya que en las expresiones de ambas velocidades no figura para nada la masa de los mismos.

5. Un rayo luminoso incide desde el agua sobre la superficie de separación con el aire. Calcula: **a)** el ángulo de refracción si el de incidencia es de ***25º*** **b)** el ángulo límite
Datos: *n(agua)=1,33; n(aire)=1*

SOLUCIÓN



a) Bastará aplicar la Ley de Snell de la refracción. Observar el esquema en que se representan la marcha de los rayos. En efecto:

$$n_1 \operatorname{sen} \hat{i} = n_2 \operatorname{sen} \hat{r}$$

$$1{,}33 \operatorname{sen} 25° = 1 \operatorname{sen} \hat{r} \quad ; \quad \operatorname{sen} \hat{r} = 0{,}56$$

$$\boxed{\hat{r} = 34{,}2°}$$

b) El ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual los rayos de luz vuelven al medio de partida. El rayo rojo indica que para un ángulo de incidencia mayor que $\hat{\varepsilon}_L$ se produce este hecho. Así:

$$1{,}33 \operatorname{sen} \hat{\varepsilon}_L = 1 \operatorname{sen} 90° \quad ; \quad \operatorname{sen} \hat{\varepsilon}_L = 0{,}75$$

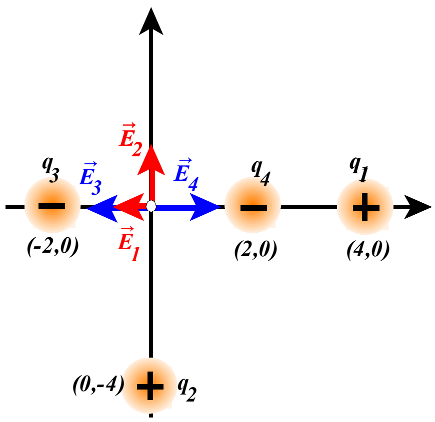
$$\boxed{\hat{\varepsilon}_L = 48{,}75°}$$

Opción B

PROBLEMA

En los puntos ***A(4,0)***, ***B(0,- 4)***, C***(-2,0)*** y ***D(2,0)*** de un sistema de coordenadas expresadas en metros, se encuentran, respectivamente, las cargas eléctricas q_1***=14.10***$^{-5}$ ***C***, q_2 ***=23.10***$^{-5}$ ***C***, q_3 ***=- 8.10***$^{-5}$ ***C*** y q_4 ***=- 6.10***$^{-5}$ ***C***. Calcular: **a)** La intensidad del campo eléctrico en el punto ***(0,0)*** **b)** El potencial eléctrico en el punto ***(0,0)*** **c)** La energía potencial eléctrica que adquiere una carga ***Q=25.10***$^{-6}$ ***C*** al situarse en ese punto. **Dato:** $K=9\ 10^9\ N\ m^2 / C^2$

SOLUCIÓN



a) La intensidad de campo eléctrico en un punto es, por definición, "*la fuerza que actúa sobre la carga testigo –positiva y unidad- colocada en dicho punto*". En este caso el punto donde pretendemos calcular dicha magnitud es el origen ***(0,0)***. El gráfico -que no está a escala- representa los vectores intensidad de campo que cada una de las cargas crea en ***(0,0)***. Bastará calcular sus módulos, expresarlos después en forma vectorial y proceder a su suma. El módulo del vector intensidad de campo eléctrico creado por una carga puntual viene dado por:

$$\left|\vec{E}\right| = K\frac{Q}{r^2}$$

Los vectores intensidad de campo creado por cada una de las cargas en ***(0,0)*** están representados en la figura, en rojo los creados por las cargas positivas y en azul los de las cargas negativas. Veamos sus valores:

$$\left|E_1\right| = 9.10^9\,\frac{14.10^{-5}}{4^2} = 7{,}87.10^4\;\frac{N}{C} \text{ cuya expresión vectorial es: } \vec{E}_1 = -7{,}87.10^4\,\vec{i}\;\frac{N}{C}$$

$$\left|E_2\right| = 9.10^9\,\frac{23.10^{-5}}{4^2} = 1{,}29.10^5\;\frac{N}{C} \text{ cuya expresión vectorial es: } \vec{E}_2 = 1{,}29.10^5\,\vec{j}\;\frac{N}{C}$$

$$\left|E_3\right| = 9.10^9\,\frac{8.10^{-5}}{2^2} = 1{,}8.10^5\;\frac{N}{C} \text{ cuya expresión vectorial es: } \vec{E}_3 = -1{,}8.10^5\,\vec{i}\;\frac{N}{C}$$

$$\left|E_4\right| = 9.10^9\,\frac{6.10^{-5}}{2^2} = 1{,}35.10^5\;\frac{N}{C} \text{ cuya expresión vectorial es: } \vec{E}_1 = 1{,}35.10^5\,\vec{i}\;\frac{N}{C}$$

La intensidad de campo total es la ***suma vectorial*** de los campos creados por cada una de las cargas:

$$\boxed{\vec{E} = -1{,}23.10^5\,\vec{i} + 1{,}29.10^5\,\vec{j}\;\frac{N}{C} \quad ; \quad \left|\vec{E}\right| = \sqrt{(1{,}23)^2 + (1{,}29)^2}\,.10^5 = 1{,}78.10^5\;\frac{N}{C}}$$

b) El cálculo del potencial es ese mismo punto requiere la expresión $V = K\frac{Q}{r}$ que es una magnitud escalar. La ***suma algebraica*** de los potenciales creados por cada carga es el potencial total en el origen:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = K\frac{Q_1}{r_1} + K\frac{Q_2}{r_2} + K\frac{Q_3}{r_3} + K\frac{Q_4}{r_4}$$

Sustituyendo valores numéricos:

$$V_{(0,0)} = 9.10^9\left(\frac{14.10^{-5}}{4} + \frac{23.10^{-5}}{4} - \frac{8.10^{-5}}{2} - \frac{6.10^{-5}}{2}\right)$$

$$\boxed{V_{(0,0)} = 9.10^4\left(\frac{14}{4} + \frac{23}{4} - \frac{8}{2} - \frac{6}{2}\right) = 2{,}02.10^5\;V}$$

c) La energía potencial electrostática para esta carga situada en el origen es:

$$\boxed{E_P = Q.V_{(0,0)} = 25.10^{-6}.2{,}02.10^5 = 5{,}0625\;J}$$

Cuestiones

1. Determina el número atómico y el número másico del isótopo que resultará de ${}^{238}_{92}U$ después de emitir dos partículas alfa y tres beta.

SOLUCIÓN

Una partícula alfa es un núcleo de helio ${}^{4}_{2}He$ y una beta es un electrón ${}^{0}_{-1}e$. De acuerdo con esto, tendremos: ${}^{238}_{92}U \rightarrow 2\,{}^{4}_{2}He + {}^{230}_{88}X \rightarrow 3\,{}^{0}_{-1}e + {}^{230}_{91}U$

Número atómico: **Z= 91** y Número másico: **M=230**

2. Explica con la ayuda de un diagrama, las fuerzas entre dos conductores rectilíneos y paralelos por los que circulan corrientes en sentidos contrarios

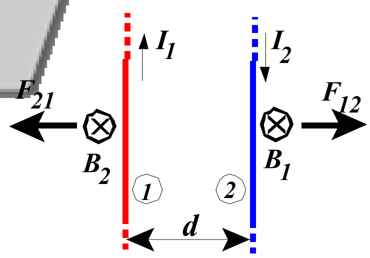
SOLUCIÓN

La fuerza que actúa entre dos conductores es consecuencia de que cada uno de ellos está sumergido en el campo magnético que crea el otro. La expresión de la fuerza es entonces:

$$\vec{F}_{12} = I_2(l_2 \times B_1) \qquad \textbf{[1]}$$

que representa la fuerza sobre el conductor ***2*** debida al campo creado en su posición por el conductor ***1***.

Conviene observar el sentido de las fuerzas representadas en la figura, obtenido por aplicación del producto vectorial **[1]** y el sentido de los vectores inducción creados por cada hilo en la posición del otro, aplicando en este caso la regla de la mano derecha (Ver teoría)



3. ¿Cuál sería el valor de la intensidad del campo gravitatorio terrestre, si aumenta el radio de la Tierra al doble de su valor, conservándose su masa? ***g = 9,8 N/kg***

SOLUCIÓN

La intensidad de campo gravitatorio en la superficie terrestre viene dada por la expresión siguiente:

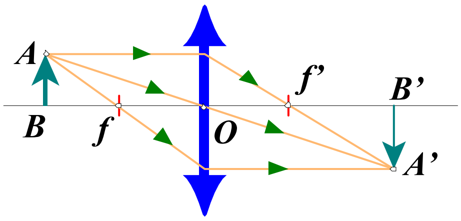
$$g_o = G\frac{M}{R_o^2} = 9{,}8\,\frac{N}{kg}$$

Si el radio de la Tierra se duplica su valor será:

$$\boxed{g' = G\frac{M}{(2R_o)^2} = G\frac{M}{4R_o^2} = \frac{9{,}8}{4} = 2{,}45\,\frac{N}{kg}}$$

4. Obtén gráficamente la imagen de un objeto que está situado a una distancia de una lente delgada convergente mayor que el doble de la distancia focal

SOLUCIÓN



Basta lanzar rayos que partan del extremo **A** del objeto **BA** perpendicular al eje óptico de la lente de acuerdo con lo siguiente:

- *Todo rayo que entra en la lente paralelo al eje óptico se desvía – se refracta – y sale por el foco imagen **f'***
- *Todo rayo que pasa por el centro óptico **O** no se desvía*
- *Todo rayo incidente que pase por el foco objeto **f** se refracta saliendo paralelo al eje óptico*

Observar que los tres rayos concurren en ***A'*** que es la imagen de ***A*** dada por la lente. Por tanto, la imagen del objeto ***AB*** es ***A'B'*** , que es real e invertida.

5. La frecuencia de una nota musical es ***440 Hz***. Hallar la longitud de onda del sonido correspondiente cuando se propaga en el aire (***c=340 m/s***) y cuando lo hace en el agua (***c=1440 m/s***)

SOLUCIÓN

La relación entre la longitud de onda, velocidad de propagación y frecuencia de una onda sonora es: $\lambda = \frac{c}{f}$. Sustituyendo valores resulta:

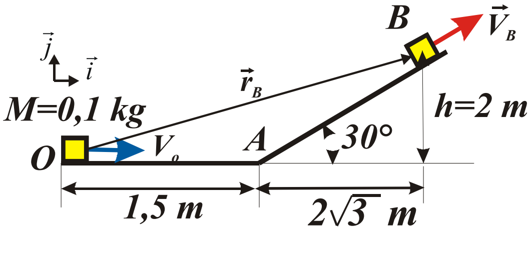
$$\lambda_{Aire} = \frac{340}{440} = 0{,}77\ m \quad \lambda_{Agua} = \frac{1440}{440} = 3{,}27\ m$$

FÍSICA

Selectividad - Madrid, junio 2000

Opción A
PROBLEMA

Una partícula de masa ***m=100 g*** se lanza en un punto ***0*** con velocidad v_o siguiendo una línea horizontal por la que se mueve sin rozamiento. En ***A***, a una distancia ***d=1,5 m*** de ***0***, se encuentra con un plano inclinado que se eleva un ángulo ***30°*** respecto a la horizontal, y asciende por él siguiendo una línea de máxima pendiente. El plano presenta un rozamiento al deslizamiento de coeficiente $\mu = 0{,}365$. Determine: **a)** Módulo de la velocidad, v_o , de lanzamiento para que llegue con velocidad nula a un punto ***B*** de altura ***h = 2 m*** sobre la horizontal.



b) Valor de la velocidad que llevaría al pasar por ***B***, si se lanzase con v_o***=10 m/s***.

c) En las condiciones del apartado b), vector cantidad de movimiento o momento lineal de la partícula al pasar por ***B.***

d) Asimismo, vector momento angular respecto a **0**, en el instante de paso por ***B.*** Dato: aceleración de la gravedad ***g=9,8 m/s²*** (Cada apartado se valorará con un máximo de 1 punto).

<u>SOLUCIÓN</u>

a) Bastará aplicar la conservación de la energía para sistemas no conservativos (Hay rozamiento en el tramo AB. La fuerza de rozamiento en ese tramo vale:

$$f_r = \mu.N = \mu mg\cos 30° = 0{,}365.0{,}1.9{,}8.\frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}309 \quad N$$

y la conservación de la energía: $E_A = E_B + W_{RozA\to B}$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = mgh + f_r\overline{AB} \quad (1)$$

donde $h = \overline{AB}.\text{sen}\,30° \Rightarrow \overline{AB} = 4\ m$ eligiendo el plano horizontal como nivel de referencia para la energía potencial. Sustituyendo datos en (1) resulta:

$$\boxed{v_o = v_A = 8\ m/s} \quad (2)$$

Observar que la velocidad en ***A*** y ***O*** son las mismas pues en ese trayecto no hay rozamiento.

b) Aplicando la conservación de la energía entre ***A*** y ***B***, y teniendo en cuenta que ahora la partícula pasará por ***B*** con cierta velocidad :

$$\frac{1}{2}mv_A^2 = mgh + f_r\overline{AB} + \frac{1}{2}mv_B^2 \quad \text{ahora con} \quad v_A = v_o = 10\ m/s$$

que sustituyendo valores resulta para $\boxed{v_B = 6\ m/s}$.

c) Escribiendo esta velocidad en forma vectorial, pues tiene la dirección de la superficie del plano inclinado, resulta para el **<u>vector</u>** momento lineal:

$$\vec{P} = m\vec{v}_B = 0{,}1(6\cos 30°\vec{i} + 6\,\text{sen}\,30°\vec{j}) = 0{,}52\vec{i} + 0{,}3\vec{j}\ kg.m/s$$

d) El momento angular respecto al punto de partida para esa posición de la partícula es: $\vec{L}_o = \vec{r}_B \times m\vec{v}_B$. Observar de la figura que $\vec{r}_B = (1{,}5 + 2\sqrt{3})\vec{i} + 2\vec{j} = 4{,}96\vec{i} + 2\vec{j}$. Por tanto:

$$\vec{L}_O = \vec{r}_B \times m\vec{v}_B = 0{,}1.\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 4{,}96 & 2 & 0 \\ 0{,}52 & 0{,}3 & 0 \end{vmatrix} = 0{,}045\vec{k}\ kg.m^2/s^2$$

Cuestión 1

Determine la densidad del nitrógeno (N_2): **a)** En condiciones normales de presión y temperatura (***1 atm, 0°C***). **b)** A la presión de una atmósfera y temperatura de ***100 °C.*** **Datos:**

Masa molar del nitrógeno ***M=28 g/mol***; constante de los gases perfectos ***R=0,082 atm.l/mol.K***.

SOLUCIÓN

a) $d_{N2} = \frac{m}{V} = \frac{M}{V_o} = \frac{28,8\ g/mol}{22,4\ l/mol} = 1,25\ g/l$

b)

$$pV = nRT \quad ; \quad pV = \frac{m}{M}RT\ ;\ p = \frac{m}{V}\frac{RT}{M} \Rightarrow p = d\frac{RT}{M}\ ;\ d = \frac{pM}{RT} = \frac{1.28}{0,082.373} = 0,91\ g/l$$

En ambos casos, ***M*** representa la masa molecular del gas.

Cuestión 2

Dos esferas conductoras aisladas y suficientemente alejadas, de radios $\boldsymbol{R_1}$ y $\boldsymbol{R_2}$ se cargan a un mismo potencial $\boldsymbol{V_o}$ ¿Qué relación guardan las cargas almacenadas en cada una de las esferas?

SOLUCIÓN

La expresión que proporciona el potencial para una esfera conductora cargada es:

$$V = K\frac{Q}{R}$$

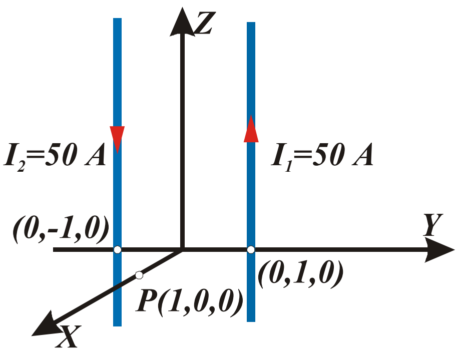
Recordamos que en un conductor cargado y en equilibrio la carga se distribuye sobre su superficie. Para las dos esferas dadas, puesto que el potencial es el mismo:

$$K\frac{Q_1}{R_1} = K\frac{Q_2}{R_2} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

donde ***K=9.10***^{9} ***(SI)*** es la constante de Coulomb.

Cuestión 3

Dos conductores rectilíneos muy largos, paralelos entre sí y al eje ***Z***, cortan al eje ***Y*** en los puntos **(0,1,0)** y **(0,-1,0)**. El sentido de la corriente en el primer conductor es el positivo del eje ***Z*** y el opuesto en el segundo conductor. Si la intensidad de la corriente es ***I=50 A*** en ambos conductores, calcule el vector campo magnético en el punto **(1,0,0)**. Las coordenadas se expresan en metros. $\mu_o = 4\pi.10^{-7}\ (SI)$



SOLUCIÓN

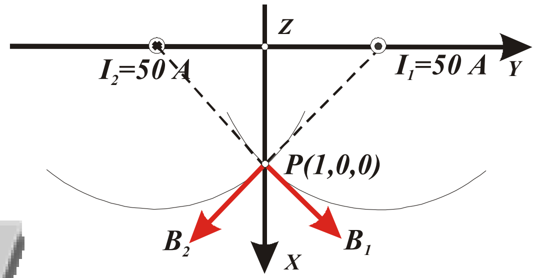
Debemos conocer, en primer lugar la expresión que permite calcular la inducción magnética creada por un hilo conductor rectilíneo e indefinido. Es:

$$B = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{I}{d}$$

donde ***d*** representa la distancia del conductor al punto donde se pretende calcular el campo, en nuestro caso ***P(1,0,0)***, es decir:

$$d = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}\ m$$

Calculemos el valor del campo ***B*** creado por cada hilo en la posición del punto P. La figura siguiente nos muestra la dirección y sentido de ambos vectores, cuyos módulos son iguales, pues las corrientes son las mismas y las distancias también.



La figura muestra una vista del sistema desde la zona positiva del eje ***Z*** y el sentido de las corrientes en cada uno de los hilos. La regla de la ***mano derecha*** (Ver apuntes de Teoría) determina la dirección y sentido de los vectores inducción magnética en el punto ***P*** representados en rojo. Sus valores en módulo:

$$B_1 = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{50}{\sqrt{2}}\ Tesla \quad \text{y} \quad B_2 = \frac{\mu_o}{2\pi}\frac{50}{\sqrt{2}}\ Tesla$$

Observar que las componentes ***Y*** (*horizontales en la figura*) se anulan pues son iguales y opuestas. En cambio, las componentes ***X***, suman sus efectos. Así:

$$\vec{B}_X = (B_1 \operatorname{sen} 45° + B_2 \operatorname{sen} 45°)\vec{i}\ Tesla$$

$$\boxed{\vec{B}_X = \frac{25\mu_o}{\pi}\vec{i}\quad Tesla}$$

Cuestión 4

La onda sonora $y(x,t) = A\cos(Kx - \omega t)$ de desplazamiento de las partículas del aire hace que la partícula situada en ***x=8 m*** presente un máximo de desplazamiento en el instante ***t=0,025 s***, cuando la fase es nula. Determine la velocidad de propagación de la onda.

SOLUCIÓN

Para una fase nula $(Kx - \omega t) = 0$ se produce el máximo desplazamiento ***y(x,t)*** pues el $\cos 0° = 1$. De acuerdo con los datos: $8K - \omega .0{,}025 = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{\omega}{K} = 320\ m/s$

que es justamente la velocidad de la onda:

$$\boxed{v = 320\ m/s}$$

FÍSICA

Selectividad - Madrid, junio 2000

Opción B
PROBLEMA

Una esfera metálica de ***6 cm*** de radio, aislada, se carga a un potencial de ***270 V***. **a)** Determine la carga eléctrica de esta esfera. A continuación se une por medio de un hilo conductor a otra esfera metálica, descargada y aislada, de ***4 cm*** de radio, quedando ambas muy separadas entre sí. **b)** ¿Cuáles son la carga y el potencial de cada esfera al final de esa experiencia? **c)** ¿Puede ser nulo el campo electrostático en algún punto de la línea que une los centros de las esferas? En caso afirmativo, obtenga la razón entre las distancias de dicho punto a los centros de las esferas. **d)** ¿Y el potencial electrostático?

Dato: $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o} = 9.10^9 \ (SI)$

<u>SOLUCIÓN</u>

a) El potencial de una esfera metálica, cuya carga se distribuye por su superficie de manera uniforme viene dada por: $V = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o}\dfrac{Q}{R}$ luego la carga de nuestra esfera será:

$$Q = 4\pi\varepsilon_o VR = \frac{1}{9.10^9}.270.6.10^{-2} = 1{,}810^{-9} \ C$$

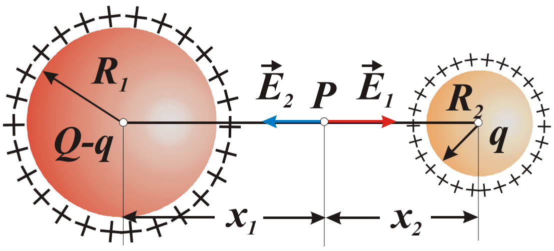
b) Al unir mediante un hilo la esfera cargada con otra alejada sin carga, habrá un flujo de carga ***q*** de la primera hacia la segunda que finalizará cuando el potencial eléctrico de ambas sea el mismo. Sea V_f este potencial:

$V_f = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o}\dfrac{Q-q}{R_1}$ para la esfera cargada y $V_f = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_o}\dfrac{q}{R_2}$ para la descargada que ganará una carga ***q***. Igualando ambas y sustituyendo los valores conocidos resulta para la esfera de radio ***R=4 cm:***

$$\boxed{Q_2 = q = 0{,}72.10^{-9} \ C} \quad \text{y} \quad \boxed{V_f = 162 \ V}$$

y para la de radio ***R=6 cm:*** $\boxed{Q_1 = Q - q = 1{,}08.10^{-9} \ C}$ y $\boxed{V_f = 162 \ V}$

c) Dado que ambas están cargadas con electricidad del mismo signo, en todos los puntos situados entre ellas y en la recta que las une, la intensidad de campo eléctrico creado por cada una tendrá sentido opuesto. En aquel punto donde se igualen los módulos del vector intensidad de campo creado por una y otra, la intensidad de campo total será nulo:



$$E_1 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q_1}{x_1^2}$$

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q_2}{x_2^2}$$

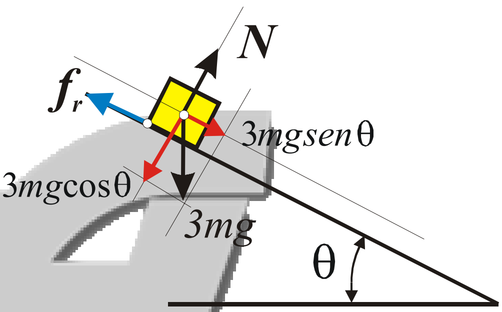
Igualando ambas ecuaciones :

$$\frac{Q_1}{x_1^2} = \frac{Q_2}{x_2^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

d) Puesto que las dos esferas tienen carga positiva, ambas producirán en cualquier punto de los anteriores un potencial positivo y su suma no podrá **nunca** ser nula.

Cuestión 1

Un trineo con tres pasajeros de masa ***m*** cada uno se desliza libremente por una pista nevada de inclinación constante. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el trineo y la nieve es μ **a)** ¿Es posible que descienda con velocidad constante o se acelerará siempre? **b)** Si en lugar de tres viajan sólo dos pasajeros, ¿se verían afectadas las conclusiones del apartado anterior?



SOLUCIÓN

a) La figura muestra el descenso del trineo con sus pasajeros. Tendrá movimiento acelerado siempre que se verifique que:

$$3mg\,\mathrm{sen}\,\theta > f_r$$

siendo $f_r = \mu N = \mu .3mg\cos\theta$. Por tanto, si:

$$3mg\,\mathrm{sen}\,\theta > \mu 3mg\cos\theta \quad \Rightarrow \quad \mathrm{tg}\,\theta > \mu$$

el trineo bajará con movimiento acelerado y si:

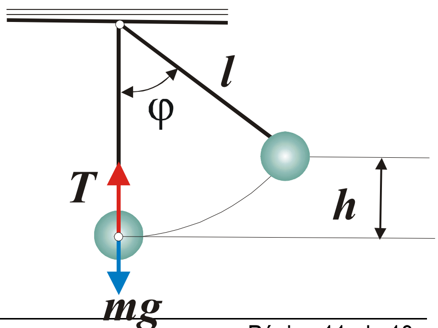
$$3mg\,\mathrm{sen}\,\theta > \mu 3mg\cos\theta \quad \Rightarrow \quad \mathrm{tg}\,\theta = \mu$$

el trineo descenderá con movimiento uniforme.

b) Los resultados anteriores no se alteran. Plantear el ejercicio con un peso de $2mg$ (dos pasajeros) en lugar de tres. Se obtendrán los mismos resultados.

Cuestión 2

Una masa ***m*** suspendida de un hilo de longitud ***l*** y masa despreciable describe un movimiento pendular de amplitud angular φ . **a)** ¿Cuál es el valor máximo de su energía cinética? **b)** ¿Cuánto vale la tensión del hilo al pasar por el punto más bajo? Exprese los resultados en función de los datos: ***m*** ,***l*** , φ y ***g***.



SOLUCIÓN

a) La máxima energía cinética que alcanza la masa tiene lugar en aquel punto en que la velocidad sea también máxima, que no es otro que el punto más bajo de la trayectoria. El valor se halla aplicando la conservación de la energía entre el punto de máxima amplitud (altura sobre la horizontal) y el punto más bajo:

$$mgh = E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{con} \quad h = l - l\cos\varphi = l(1-\cos\varphi) \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{2gl(1-\cos\varphi)}$$

De acuerdo con ello: $\boxed{E_c = mgh = mgl(1-\cos\varphi)}$

b) Para hallar la tensión en el punto más bajo aplicaremos la 2ª Ley de la Dinámica $\sum F = ma_c = m\frac{v^2}{l}$ sabiendo que la velocidad en ese punto es: $v = \sqrt{2gl(1-\cos\varphi)}$.

La ecuación del movimiento en el punto más bajo queda:

$$T - mg = \frac{m}{l}2gl(1-\cos\varphi) \quad \Rightarrow \quad T = mg(3-2\cos\varphi)$$

Cuestión 3

Un volumen de ***5 cm³*** (masa de ***5.0 g***) de agua líquida a ***100°C*** se transforma en ***8350 cm³*** de vapor a ***100° C*** cuando se hierve a presión constante de ***1 atm***. Calcule: **a)** el calor suministrado al agua en este proceso **b)** la variación de energía interna que tiene lugar en el proceso de evaporación.

Datos: Calor de vaporización del agua a ***1 atm***: ***2,26x10⁶ J/kg*** ; **1 *atm=1,013.10⁵ Pa.***

SOLUCIÓN

a) Puesto que el agua se encuentra a ***100° C*** y se va a transformar en vapor a ***100° C***, únicamente se produce un ***cambio de estado***, de modo que el calor suministrado es:

$$\Delta Q_P = mL_v = 5.10^{-3}\ kg.2{,}26.10^6\ \frac{J}{kg} = 1{,}13.10^4 \quad J$$

b) De acuerdo con el Primer Principio de la Termodinámica $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$ siendo ΔU y ΔW las variaciones de la energía interna y del trabajo que tienen lugar en el proceso.

La variación de trabajo, puesto que el proceso se lleva a efecto a ***p=Cte=1 atm***, tiene el valor:

$$\Delta W = p(V_2 - V_1) = 1{,}013.10^5\ Pa.(8{,}35\,.10^{-3} m^3 - 5.10^{-6}\ m^3) = 845{,}34 \quad J$$

La variación de energía interna es:

$$\boxed{\Delta U = \Delta Q - \Delta W = 1{,}13.10^4 - 845{,}34 = 10.454{,}65 \quad J}$$

Cuestión 4

La ecuación de una onda armónica transversal que viaja por una cuerda es:

$$y(x,t) = A\,\text{sen}\,2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

a) Indique el significado y la unidad en el **S.I**. de las magnitudes simbolizadas por las letras ***y, A, T, x, λ*** **b)** Conocidas las magnitudes indicadas, ¿cómo calcularía la velocidad de propagación de la onda?

<u>SOLUCIÓN</u>

a) ***y*** representa la ***elongación*** o desplazamiento transversal de cada una de las partículas de la cuerda.

T es el ***período*** o tiempo que una partícula de la cuerda vuelve a encontrarse en el mismo estado de vibración.

x representa la ***posición*** genérica de cada partícula de la cuerda

λ es la ***longitud de onda*** o mínima distancia entre dos puntos de la cuerda que vibran en fase, o si se quiere, que se encuentran en el mismo estado de vibración.

b) La velocidad de propagación es: $v = \dfrac{\lambda}{T}$ (No confundir con la velocidad de vibración de cada partícula de la cuerda).