UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - LOGSE - JUNIO 2002

F Í S I C A

INDICACIONES AL ALUMNO

1. El alumno elegirá tres de las cinco cuestiones propuestas, así como sólo una de las dos opciones de problemas
2. No deben resolverse problemas de opciones diferentes, ni tampoco más de tres cuestiones

A. Se considera el péndulo simple, de longitud *L*, colocado como en la figura. Los choques de la masa *m* contra la pared vertical son perfectamente elásticos.

a) 1 PUNTO Se desplaza ligeramente la masa *m* de su posición de equilibrio y se suelta ¿cuál es el periodo de oscilación?

b) 1 PUNTO ¿Se trata de un movimiento armónico simple? Explicarlo. Datos: *L=25 cm*; *g =9,8 m/s²*.

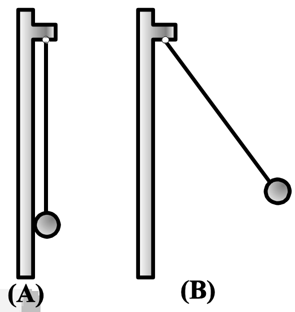


Fig 1

SOLUCIÓN

a) Si el péndulo hiciese una oscilación completa 1-2-1'-2-1 el período sería $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ y el movimiento ***armónico simple*** **(Fig 2)**. Al chocar elásticamente, el tiempo efectuado en el recorrido 1-2-1, el tiempo invertido en recorrido 1-2-1 es la MITAD del período: $T_1 = \pi\sqrt{\frac{l}{g}} = \pi\sqrt{\frac{0{,}25}{9{,}8}} = 0{,}502\ s$

b) Puesto que la masa rebota en la pared no cumple las condiciones de movimiento armónico simple.

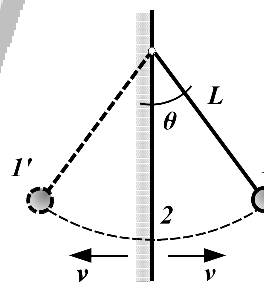


Fig 2

B. Para medir la profundidad de un pozo se deja caer desde su boca una piedra. Al cabo de *3,5 segundos* desde que se dejó caer la piedra se oye el golpe en el fondo. **a)** 1 PUNTO ¿Qué es más rápido: la caída de la piedra o el recorrido del sonido? **b)** 1 PUNTO ¿Cuál es la profundidad? Datos: Velocidad del sonido en el aire *Vs = 330 m / s ; g=9,8 m /s²*.

SOLUCIÓN

a) Si *t* es el tiempo de caída de la piedra, *3,5-t* será el tiempo de subida. El espacio recorrido por la piedra y el sonido son iguales: $\begin{cases} s_{piedra} = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}9{,}8t^2 \\ s_{sonido} = (3{,}5 - t)330 \end{cases} \Rightarrow \quad 4{,}9t^2 + 330t - 1155 = 0$

de modo que el tiempo de bajada es: *t=3,33 s,* mientras el de subida t_s*=3,5-3,33=0,17 s*.

b) La profundidad del pozo la obtenemos de cualquiera de las ecuaciones anteriores:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}9{,}8.(3{,}33)^2 = 54{,}33\,m$$

C.2 PUNTOS. En un campo magnético uniforme se consideran las tres situaciones siguientes: **a)** Una partícula cargada en reposo ; **b)** partícula cargada que se mueve con velocidad paralela al campo, y **c)** partícula cargada ahora con velocidad ortogonal a la dirección del campo magnético. Indica la acción del campo sobre la partícula en cada uno de los tres casos y como será su movimiento en él.

SOLUCIÓN

a) La fuerza que actúa sobre una partícula en el seno de un campo magnético es $\vec{F} = q.(\vec{v} \times \vec{B})$ y si $v=0$ no hay fuerza y por tanto no hay movimiento.

b) Si los vectores $\vec{v}\ y\ \vec{B}$ son paralelos la fuerza es también nula (el producto vectorial de dos vectores paralelos es nulo)

c) Al ser los vectores $\vec{v}\ y\ \vec{B}$ perpendiculares entre sí, el módulo de la fuerza vale $F=q.v.B$, dirigida perpendicularmente al plano determinado por $\vec{v}\ y\ \vec{B}$, realizando así una trayectoria circular mientras se encuentra en el interior del campo. El radio de la misma se puede obtener aplicando la 2ª Ley de la Dinámica:

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a} \quad ; \quad q.v.B = m\frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{mv}{qB}$$

D. Un observador se coloca frente a dos espejos planos como se indica en el figura (que no está a escala). El primer espejo es semitransparente por lo que la mitad de la luz incidente por la izquierda llega al segundo. Consideramos $d=1\ m$ **a)** 1 PUNTO. Dibujar, indicando las distancias, dónde se formarán las imágenes del objeto luminoso b) 1 PUNTO Para el observador ***O*** ¿cuál es la diferencia entre los ángulos con los que observa las dos imágenes que se forman?

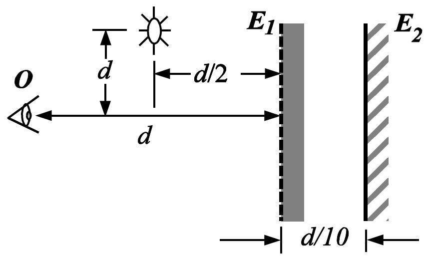
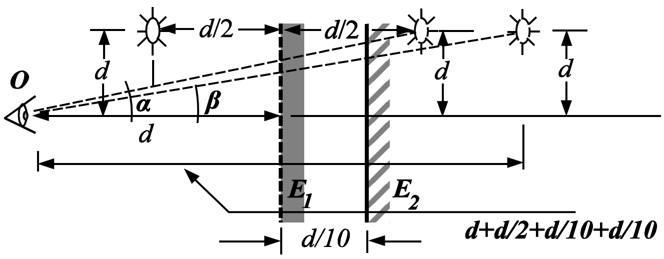


Fig 2

SOLUCIÓN



De la figura puede observarse que:

$$tg\alpha = \frac{d}{d + \frac{d}{2}} = \frac{1}{1{,}5} \quad ; \quad \alpha = 33{,}69^{\circ}$$

y de igual forma:

$$tg\beta = \frac{d}{d + \frac{d}{2} + \frac{d}{10} + \frac{d}{10}} = 0{,}588 \quad ; \quad \beta = 30{,}46^{\circ}$$

de modo que la diferencia entre ambos ángulos es:

$$\Delta\theta = \alpha - \beta = 3{,}22^{o}$$

E. a) 1 PUNTO Explica la hipótesis de Planck. **b)** 1 PUNTO Una de las frecuencias utilizadas en telefonía móvil (sistema GSM) es *900 MHz*. Las frecuencias de la luz visible varían entre $4{,}3.10^{8}$ *MHz* (Rojo) y $7{,}5.10^{8}$ *MHz* (Violeta). ¿Cuántos fotones GSM necesitamos para obtener la misma energía que con un solo fotón de luz violeta?

SOLUCIÓN

a) La hipótesis de Planck da solución a la distribución espectral de la energía de la radiación térmica (energía emitida por los cuerpos en función de su temperatura absoluta). “La energía de los osciladores no puede variar de forma continua, sino por múltiplos de un valor elemental E_o cuyo valor viene dado por la expresión:

$$E_o = h.f$$

siendo f la frecuencia y h una constante universal llamada constante de Planck, cuyo valor es $h=6{,}662.10^{-34}$ *J.s* ”.

Esta hipótesis se sustenta en la idea de que el cuerpo radiante (llamado cuerpo negro) está formado por partículas microscópicas (osciladores) que tienen diferentes estados de vibración.

b) La energía de un fotón de luz violeta es $E = h.f_v = 6{,}62.10^{-34}.7{,}5.10^{14} = 4{,}96.10^{-19}\ J$

La energía por fotón GSM es $E_1 = 6{,}62.10^{-34}.900.10^{6} = 5{,}95.10^{-25}\ J$, luego el número de fotones GSM es: $n = \dfrac{E}{E_1} = \dfrac{4{,}96.10^{-19}}{5{,}95.10^{-25}} = 832494\ Fotones$

PROBLEMAS(2 puntos cada uno)

Opción de problemas nº 1

1.1. Dos cargas puntuales positivas e iguales $q=3\ \mu C$ y de masa $m=5.10^{-3}\ kg$ se fijan en los puntos ***A*** y ***B*** a $d=6\ cm$ de distancia. Desde el punto ***O***, situado a una altura $h=4\ cm$, se lanza verticalmente hacia el punto medio del segmento ***AB*** una tercera carga $Q = 1\ \mu C$, de masa igual a las anteriores, m. **a)** 1 PUNTO Si al llegar al punto ***M*** la velocidad de la partícula es cero, ¿con qué velocidad inicial v_o fue lanzada desde ***O*** **b)** 1 PUNTO Si a la llegada de la partícula a ***M*** con velocidad cero, se liberan simultáneamente las cargas en ***A*** y ***B*** y la superficie es completamente lisa, describir el movimiento de las tres cargas. ¿Cuál sería la velocidad final de cada una de ellas al cabo de un tiempo muy largo?

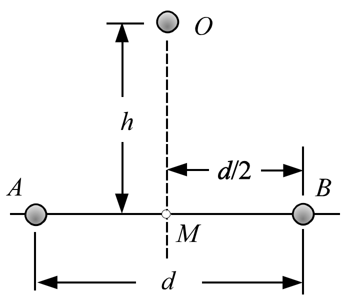


Fig 3

Datos: $\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_O} = 9.10^{9}\ N.m^{2}C^{-2}$ $g = 9{,}8\ m/s^{2}$

SOLUCIÓN

a) Se trata de un sistema conservativo - únicamente actúan fuerzas gravitatorias y eléctricas- luego la energía del sistema debe conservarse, es decir:

$$\Delta E_p+\Delta E_c+\Delta E_{Eléctr}=0$$

donde $E_p=mgh$, $E_c=\frac{1}{2}mv^2$ y $E_{Elect} = K\frac{q_1\cdot q_2}{r^2}$. Por tanto:

$$\left\{0-mgh\right\}+\left\{0-\frac{1}{2}mv_o^2\right\}+\left\{\left(E'_{12}+E'_{13}+E'_{23}\right)-\left(E_{12}+E_{13}+E_{23}\right)\right\}=0$$

donde cada uno de los factores entre llaves representa la variación de la energía potencial gravitatoria, cinética y potencial eléctrica. Se ha considerado como nivel de energía potencial la posición que ocupan las cargas ***A*** y ***B***. Observar que $E'_{12} = E_{12}$ por ser la energía electrostática la misma para ambas cargas tanto en el estado inicial como en el final. Así:

$$-mgh-\frac{1}{2}mv_o^2+\frac{KqQ}{3.10^{-2}}+\frac{KqQ}{3.10^{-2}}-\frac{KqQ}{5.10^{-2}}-\frac{KqQ}{5.10^{-2}}=0$$

Sustituyendo valores:

$$-2.10^{-3}-0{,}0025v_o^2+2{,}7\left(\frac{2}{3}-\frac{2}{5}\right)=0 \quad\Rightarrow\quad v_o=16{,}95\,m/s$$

b) Inicialmente, cada una de las cargas ***A*** y ***B*** están sometidas a una fuerza repulsiva cuyo valor es $F = K\frac{q^2}{r_{AB}^2}+K\frac{qQ}{\left(\frac{r_{AB}}{2}\right)^2}$. A medida que las cargas se separan, la fuerza repulsiva disminuirá, y cuando $r\to\infty$ únicamente habrá energía cinética de las partículas ***A*** y ***B***, ya que la carga ***Q*** será repelida por igual por ambas y en sentido contrario, por lo que permanecerá en reposo. Puesto que nuestro sistema sigue siendo conservativo, si bien sin la presencia de energía potencial gravitatoria, deberá verificarse:

$\Delta E_c+\Delta E_{Eléctr}=0$

$$0-\left(K\frac{q.Q}{3.10^{-2}}+K\frac{q.Q}{3.10^{-2}}+K\frac{q^2}{6.10^{-2}}\right)+\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}mv^2-0=0$$

que sustituyendo valores resulta:

$$\boxed{5.10^{-3}v^2=9.10^{11}.10^{-12}\left(1+1+\frac{9}{6}\right) \quad\Rightarrow\quad v=25{,}09\,m/s}$$

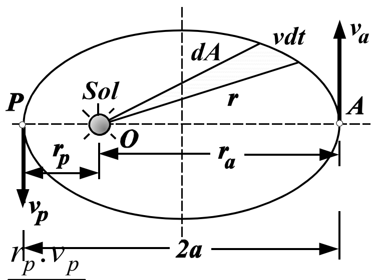
1.2. Sabemos que el cometa Halley tiene un periodo *T =76 años*. Durante su última visita a las proximidades del Sol en 1986 se midió la distancia al Sol en el perihelio: $d_1= 8{,}8.10^7\ km$.
a) 1 PUNTO ¿Cuál es la distancia al Sol en el afelio? **b)** 1 PUNTO ¿En qué punto de su órbita alcanza el cometa su máxima velocidad y cuanto vale ésta? Datos: $G=6{,}67.10^{-11}\ N.m^2\,kg^{-2}$; masa del Sol $M_s = 2.10^{30}\ kg$

SOLUCIÓN

a) El período es T*=76 años=2,39.10*^{9} *s* lo que nos va a permitir determinar el ***radio medio*** de la órbita circular mediante la aplicación de la 2ª Ley de la Dinámica. En efecto:

$$\sum F_c = m.a_c \quad \Rightarrow \quad G\frac{m.M_s}{R_m^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 .R_m \quad \Rightarrow \quad R_m = 2{,}68.10^{12}\ m$$

Pero la órbita es elíptica y con buena aproximación $2a = 2R_m = r_p + r_a$ (*) de modo que conocido el valor de $r_p = d_1 = 8{,}8.10^{10}\ m$ resulta $r_a = 2R_m - r_p = 5{,}27.10^{12}\ m$ (Ver lo expuesto en la figura adjunta).



b) Teniendo en cuenta que en triángulo sombreado se verifica

$$d\vec{A} = \frac{1}{2}\vec{r} \times \vec{v}.dt \quad \Rightarrow \quad \left|\frac{dA}{dt}\right| = \frac{r.v}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{A}{T} = \frac{rv}{2} = \frac{r_a.v_a}{2} = \frac{r_p.v_p}{2}$$

siendo A el área de la elipse ($A = \pi.a.b$) y T el período de revolución del satélite o planeta. De la expresión (*) resulta ser $a=R_m$, de modo que la semidistancia focal de la elipse es $c = a - r_p = 2{,}68.10^{12} - 8{,}8.10^{10} = 2{,}592.10^{12}\ m$ y conocida la relación entre parámetros de la elipse $a^2 = b^2 + c^2$; $b = \sqrt{a^2 - c^2} = 6{,}81.10^{11}\ m$. Así:

$$\boxed{v_p = \frac{2A}{r_p.T} = \frac{2\pi ab}{r_p.T} = 54523{,}18\ m/s = 54{,}52\ km/s}$$

Opción de problemas nº 2

2.1. Cierto muelle, que se deforma *20 cm* cuando se le cuelga una masa de *1 kg* (Figura A), se coloca sin deformación unido a la misma masa sobre una superficie sin rozamiento. como se indica en la Figura B. En esta posición se tira de la masa *2,0 cm* y se suelta. Despreciando la masa del muelle, calcular: **a)** 1 PUNTO La ecuación de la posición para el m.a.s. resultante. **b)** 1 PUNTO Las energías cinética, potencial elástica y mecánica total cuando ha transcurrido un tiempo $t=3/4\ T$, donde T es el periodo del m.a.s. **Datos:** $g= 9{,}8\ m/s^2$.

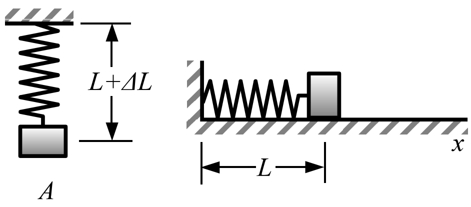


Fig 4

SOLUCIÓN

a) Determinamos en primer lugar la constante recuperadora del resorte. En el equilibrio debe verificarse (**Fig 4 (A)**): $mg = kx$; $k = \frac{9{,}8}{0{,}2} = 49\ N/m$. De los datos del problema se deduce que la amplitud es A*=2 cm* y $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{49}{1}} = 7\ rad/s$ y que en $t=0$ la posición es x*= 2cm*

La ecuación del movimiento la podemos escribir:

$$x(t) = Asen(\omega t + \varphi_o) \quad ; \quad 2 = 2sen\left(7.0 + \varphi_o\right) \quad \Rightarrow \quad sen\varphi_o = 1 \quad ; \quad \varphi_o = \frac{\pi}{2}$$

luego: $\boxed{x(t) = 2sen\left(7t + \frac{\pi}{2}\right)\ cm}$

b) Para $t = \frac{3T}{4}$ siendo $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{7}\ s$ resulta de sustituir en la ecuación anterior:

$$x\left(\frac{3T}{4}\right) = 2sen(2\pi) = 0\ cm$$

luego: $\boxed{E_{Elast} = \frac{1}{2}kx^2 = 0\ J \quad ; \quad E_{cin} = E_{Total} - E_{cin} = \frac{1}{2}kA^2 - 0 = 9{,}8.10^{-3}\ J}$

2.2. En el potasio natural se encuentra actualmente un *0,012 %* del isótopo radiactivo ^{40}K. Todos los demás isótopos presentes son núcleos estables: ^{39}K, *93,1 % ;* ^{41}K *, 6,888 %.* **a)** 1 PUNTO Calcular la actividad de una muestra de *10 g* de potasio. **b)** 1 PUNTO Suponiendo que cuando se formaron los núcleos de potasio. en la etapa de la nucleosíntesis. el ^{39}K y el ^{41}K se formaron en la proporción *30: 1*. y que el ^{41}K se formó en la misma proporción respecto del ^{39}K que tiene en la actualidad, calcular el tiempo transcurrido desde entonces (como múltiplo del periodo de semidesintegración del ^{40}K, y también en años). Compara ese tiempo con la edad del Universo. Datos: Peso Atómico *K=39*. Número de Avogadro $N_A = 6.02.10^{23}\ Mol^{-1}$. Periodo de semidesintegración ^{40}K: $T_{1/2} = 1.28.10^9$ *años*. Edad del Universo: $t_o = 1{,}1.10^{10}$ *años*.

<u>SOLUCIÓN</u>

Actualmente

^{39}K	$^{40}K^*$	^{41}K
93,1%	0,012%	6,888%

a) En *10 g* de potasio son radiactivos $m^* = \frac{10.0{,}012}{100} = 1{,}2.10^{-3}\ g$ es decir :

$\frac{1{,}2.10^{-3}}{39}.6{,}02.10^{23} = 1{,}84.10^{19}\ nucleos\ de\ ^{40}K^*$ donde 39 es la masa atómica del potasio.

Dado que $A = \lambda . N_o$ siendo $\lambda = \frac{Ln2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{0{,}693}{1{,}28.10^9.365.86400} = 1{,}72.10^{-17}\ s^{-1}$ resulta:

$$\boxed{A = 1{,}72.10^{-17}.1{,}85.10^{19}\ desnt / s}$$

b)En la NUCLEOSÍNTESIS

^{39}K	$^{40}K^*$	^{41}K

En la ACTUALIDAD

^{39}K	$^{40}K^*$	^{41}K
93,1%	0,012%	6,888%

donde $\lambda = 1{,}72.10^{-17}\ s^{-1} = 5{,}41.10^{-10}\ años^{-1}$

En la nucleosíntesis las proporciones entre el potasio *39* y *40* son: $\frac{^{39}K}{^{40}K} = \frac{30}{1}$ y entre el *41* y *39* $\frac{^{41}K}{^{39}K} = \frac{6{,}888}{93{,}1}$ luego la proporción $\frac{^{41}K}{^{40}K} = \frac{2{,}219548}{1}$ (*) en ese tiempo. En la actualidad: $\frac{^{41}K}{^{40}K} = \frac{6{,}888}{0{,}012}$. Ahora hemos de expresar el numerador de esta fracción en función de la que existe en la nucleosíntesis y así sabremos la relación entre los núcleos iniciales y los actuales. Para ello dividimos *6,888/2,219548=3,1033*. De este modo obtenemos la relación $\frac{^{41}K}{^{40}K} = \frac{6{,}888/3{,}103}{0{,}012/3{,}103} = \frac{2{,}219548}{0{,}003867}$ que tiene el mismo numerador que (*), lo cual indica que la proporción de potasio *40* en la actualidad y en la nucleosíntesis es $\frac{N}{N_o} = \frac{0{,}003867}{1} = e^{-\lambda t}$ y conocida λ y despejando resulta:

$$t=1{,}02.10^{10}\ años$$

que en función del período de desintegración:

$$\frac{t}{T_{1/2}} = \frac{1{,}026.10^{10}}{1{,}28.10^{9}} = 8{,}022$$

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA - LOGSE - SEPTIEMBRE 2002
F Í S I C A

INDICACIONES AL ALUMNO
1. El alumno elegirá tres de las cinco cuestiones propuestas, así como sólo una de las dos opciones de problemas
2.No deben resolverse problemas de opciones diferentes, ni tampoco más de tres cuestiones

A. Para los satélites de Júpiter, la relación entre el cuadrado del periodo, T^2, y el cubo del radio promedio de la órbita, a^3, es $T^2/a^3 = 41,6$, cuando T se expresa en días y a en millones de km Sabiendo que el radio promedio de la órbita de la Tierra es *149,6 millones de km*, obtener:
a) 1 PUNTO El valor de T^2/a^3 para los planetas del sistema solar, en las mismas unidades que antes. **b)** 1 PUNTO La masa de Júpiter en términos de la masa del Sol. Datos: *1 año = 365 días*.

SOLUCIÓN

a) Para la Tierra $\frac{T^2}{a^3} = \frac{365^2}{149{,}6^3} = 0{,}0398$ que es la misma para todos los planetas del sistema solar, pues basta aplicar la 2ª Ley de la Dinámica a cada uno de ellos y comprobar que dicha relación es común.

b) Para los satélites de Júpiter $\left.\frac{T^2}{a^3}\right]_{Jupiter} = 41{,}6 = \frac{4\pi^2}{G.M_{Jupiter}}$ y para la Tierra y resto de planetas del sistema solar $\left.\frac{T^2}{a^3}\right]_{Tierra,....} = \frac{4\pi^2}{G.M_{Sol}} = 0{,}0398$ de modo que dividiendo miembro a miembro ambas expresiones resulta: $\boxed{M_{Jupiter} = 0{,}000957\, M_{Sol}}$

B. a) 1 PUNTO ¿Puede ser nulo el potencial electrostático en un punto y no serlo la intensidad del campo eléctrico en dicho punto? **b)** 1 PUNTO ¿Ocurre lo mismo para el campo gravitatorio? Razona las respuestas.

SOLUCIÓN

a) Sí. Basta suponer una distribución de carga formada por un dipolo -dos cargas iguales y opuestas en signo- dispuestas en el eje OX simétricamente respecto al origen. Mientras el potencial V=0 en el origen de coordenadas el campo eléctrico no lo es. (Haga el lector un esquema apropiado)

b) No, debido a que en este caso, la unidad activa de campo, la masa, es siempre positiva, lo cual hace que el potencial es únicamente nulo a distancias infinitas de la distribución de masa. Luego en este caso, solamente en el infinito, campo y potencial pueden ser nulos simultáneamente.

C. a) 1 PUNTO El sonido ¿es una onda longitudinal o transversal? Explica cómo se propaga.
b) 1 PUNTO ¿Pueden una onda longitudinal y una transversal tener la misma velocidad de

propagación en el mismo medio material? Dar un ejemplo de cada tipo de onda.

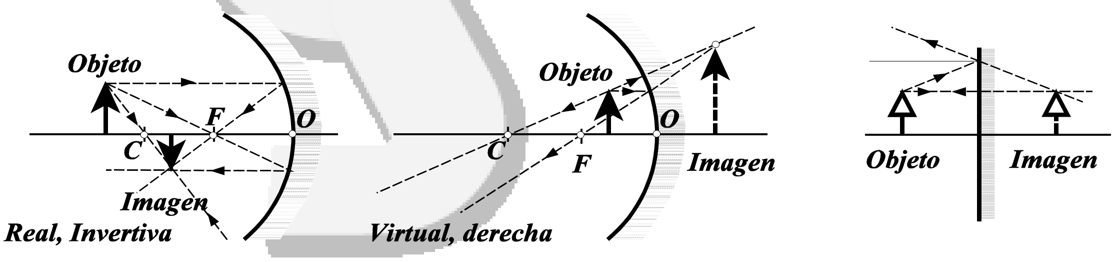
SOLUCIÓN

a) El sonido es una ***onda longitudinal*** que se propaga en los medios mediante variaciones de presión (compresiones y enrarecimientos)
b) No, pues las velocidades de propagación de una y otra dependen de factores diferentes. Así, las ondas longitudinales tienen una velocidad de propagación que depende del módulo elástico del medio (E) y de su densidad (ρ), $v_L = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, mientras que en las transversales depende de la densidad (ρ) y del llamado módulo de rigidez (μ), $v_T = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$ y es conocido que $\mu<E$, luego la velocidad de propagación en un mismo medio es mayor para las ondas longitudinales.
Ejemplos de ondas longitudinales: Sonido, propagación de la compresión de un resorte.
Ejemplos de ondas transversales: Vibración de una cuerda sonora, ondas de radio, ...etc.

D. a) 1 PUNTO Describe algún espejo que pueda formar tanto imágenes reales como imágenes virtuales. ¿De qué depende que se formen unas u otras? **b)** 1 PUNTO ¿Por qué un espejo plano sólo puede formar imágenes virtuales?

SOLUCIÓN

a) El espejo esférico cóncavo puede dar ambas imágenes, dependiendo de la posición del objeto respecto del espejo. La figura ilustra esta afirmación.



Como puede observarse, según se coloque el objeto, la imagen se forma mediante la intersección de los rayos reflejados (REAL) o sus prolongaciones en el caso de ser divergentes (VIRTUAL)
b) En el espejo plano la imagen es ***siempre*** virtual, pues ***siempre*** se forma mediante la prolongación de los rayos reflejados en el espejo.

E. a) 1 PUNTO La ley de Faraday hace intervenir conceptos como fuerza electromotriz y flujo magnético. Explica qué relación hay entre ellos. ¿En qué unidades se mide la f.e.m.? **b)** 1 PUNTO La ley de Faraday hay que complementarla con la ley de Lenz ¿qué es lo que establece ésta última?

SOLUCIÓN

a) Faraday y Henry demostraron que la f.e.m inducida en un circuito (*e*) equivale a la variación temporal del flujo (*Φ*)del vector inducción magnética que atraviesa dicha superficie. Matemáticamente se expresa así: $e = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ y se mide en VOLTIOS en el S.I.

b) La ley de Lenz permite establecer el sentido de la corriente inducida en un circuito o espira. Su enunciado es: "La corriente inducida en un circuito debe tener un sentido de circulación tal que el campo magnético creado por ella se oponga a la variación del flujo inductor"

PROBLEMAS(2 puntos cada uno)

Opción de problemas nº 1

1-1. Para un satélite terrestre, una órbita geoestacionaria es aquella para la cual el periodo es el mismo que el de giro de la Tierra sobre si misma. **a)** 1 PUNTO Calcular el radio de la órbita circular geoestacionaria. **b)** 1 PUNTO Desde una estación espacial en órbita geoestacionaria se quiere lanzar un cohete que escape a la atracción gravitatoria terrestre. Comparar la velocidad de escape desde esa órbita con la correspondiente en la superficie de la Tierra. Datos: $R_T = 6370$ *km*; $M_T = 6.10^{24}$ *kg*; $G=6{,}67\ 10^{-11} m^3 .kg^{-1} .s^{-2}$.

SOLUCIÓN

a) La aplicación de la 2ª Ley de la Dinámica al movimiento del satélite nos proporciona la incógnita pedida:

$$\sum F = m.a \quad ; \quad G\frac{M.m}{r^2} = m.\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 .r \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = 45836{,}2\ km$$

b) Basta considerar que para que el satélite escape a la acción gravitatoria, habrá que llevarlo al infinito, para lo cual habrá que proporcionarle una velocidad adicional v_e, tal que:

Energía en la órbita+ Energía de lanzamiento= Energía en r=∞

siendo la energía total en la órbita la suma de la energía cinética debida a su velocidad y la energía potencial gravitatoria, es decir $E_{Total} = -G\dfrac{M.m}{r} + \dfrac{1}{2}mv_o^2 = -G\dfrac{Mm}{2r}$. Luego:

$$-G\frac{Mm}{2r} + \frac{1}{2}mv_e^2 = 0 \quad ; \quad v_e = \sqrt{\frac{GM}{r}} = 2954{,}8\ m/s$$

Si la velocidad de escape desde la superficie terrestre es v_t, aplicando la conservación de la energía, tendríamos:

$$-G\frac{M.m}{R_T} + \frac{1}{2}mv_t^2 = 0 \quad ; \quad v_t = \sqrt{\frac{2GM}{R_T}} = 11209{,}4\ m/s$$

La relación de velocidades de escape es: $\boxed{\dfrac{v_t}{v_e} = 3{,}79}$

1.2. Una onda transversal se propaga en un medio material según la ecuación: $y(x,t) = 0{,}2 sen 2\pi\left(50t - \frac{x}{0{,}1}\right)$, en unidades del *SI*. **a)** 0,5 PUNTOS Determinar la amplitud, periodo y longitud de onda. **b)** 0,5 PUNTOS Calcular la velocidad de propagación de la onda. ¿En qué sentido se propaga? **c)** 0,5 PUNTOS ¿Cuál es la máxima velocidad de vibración de las partículas en el medio? **d)** 0,5 PUNTOS Calcular la diferencia de fase, en un cierto instante *t*, entre dos puntos que distan entre si *2,5 cm*.

SOLUCIÓN

a) Por simple inspección se puede ver que: $A=0{,}2\ m$; $T=1/50\ s$; $f=50\ Hz$ y $\lambda=0{,}1\ m$

b) La velocidad de propagación es $v_P = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}1}{0{,}02} = 5\ m/s$

c) $v_{vib} = \frac{dy}{dt} = 20\pi\cos 2\pi(50t - 10x) \quad ; \quad v_{vib(\max)} = 20\pi\ m/s$

d) Podemos utilizar la proporción $\frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\Delta x}{\Delta\Phi} \quad ; \quad \Delta\Phi = \frac{2\pi\,\Delta x}{\lambda} = \frac{2\pi.2{,}5}{10} = \frac{\pi}{2}\ rad$

Opción de problemas nº 2

2.1. Entre dos placas metálicas, paralelas y separadas entre si *d=2 cm*, hay una diferencia de potencial *ΔV=1000 V* En el centro del sistema (punto medio entre las placas) se produce un par electrón e^- - *ión* Ar^+, de forma que ambas partículas se ven sometidas a los efectos del campo eléctrico constante de intensidad $E = \Delta V/d$, que existe entre las placas. Podemos despreciar tanto la atracción coulombiana entre las partículas (ya que se separan muy rápidamente), como los efectos gravitatorios.

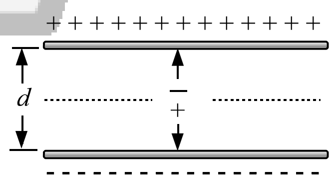


Fig 5

a) 1 PUNTO Obtener la fuerza ejercida por el campo sobre cada una de las partículas. ¿Depende la fuerza de la distancia de las partículas a las placas?
b) 1 PUNTO Si ambas partículas parten del reposo, ¿cuál llegará antes a una de las placas y cuánto tiempo tardará? Justificarlo. **Datos:** Masa del electrón: $m_e = 9{,}1.10^{-31}\ kg$; Masa del $Ar^+ = 73440\ m_e$; Carga del electrón $e = 1{,}6\ 10^{-19}\ C$.

SOLUCIÓN

a) Calculamos en primer lugar la intensidad de campo en el interior de las placas, pues la fuerza que solicita a ambas partículas cargadas es $\vec{F} = q.\vec{E}$. El valor es:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{1000}{2.10^{-2}} = 5.10^4\ N/C(\downarrow)$$

Así, la fuerza sobre cada una de las partículas es: $\begin{cases} F_{Ar^+} = 1{,}6.10^{-19}.5.10^4 = 8.10^{-15}\ N(\downarrow) \\ F_- = 1{,}6.10^{-19}.5.10^4 = 8.10^{-15}\ N(\uparrow) \end{cases}$

que como puede observarse, la fuerza no depende de la distancia a las placas.
b) La aplicación de la 2ª Ley de la Dinámica nos proporciona la aceleración de cada una de las partículas cargadas: $\vec{F} = m.\vec{a}$; $\begin{cases} 8.10^{-15} = 9{,}1.10^{-31}.a_{e^-} \\ 8.10^{-15} = 7{,}34.10^4.9{,}1.10^{-31}.a_{Ar^+} \end{cases}$ de donde se deduce que la aceleración del electrón es mayor, por lo que llegará antes a su destino.

El tiempo que cada partícula invierte lo podemos obtener de la conocida expresión del espacio para un MRUA: $s = \frac{1}{2}at^2$; $at^2 = 2s$; $at^2 = 2\frac{d}{2}$; $t = \sqrt{\frac{d}{a}}$

que aplicada a cada una de las partículas resulta:

$$t_e = \sqrt{\frac{d}{a_e}} = \sqrt{\frac{2.10^{-2}}{8{,}79.10^{15}}} = 1{,}5.10^{-9}\ s$$

$$t_{Ar^+} = \sqrt{\frac{d}{a_{Ar^+}}} = \sqrt{\frac{2.10^{-2}}{1{,}2.10^{11}}} = 4{,}09.10^{-7}\ s$$

2.2. Efecto fotoeléctrico. Las funciones trabajo (o trabajo de extracción) del *W* y del *Cs* son $\Phi_0 = 4{,}58$ *y* $1{,}9\ eV$, respectivamente. Una lámina de uno de estos metales se ilumina con luz violeta cuya frecuencia es $f=7{,}5\ 10^8\ MHz$ y se detectan electrones que provienen de dicha lámina.
a) 1 PUNTO ¿De cuál de los metales se trata y qué energía máxima tendrían los electrones arrancados? **b)** 1 PUNTO Obtener la frecuencia mínima, y la longitud de onda correspondiente, que debería tener la radiación para que se produjera el efecto fotoeléctrico con cualquiera de los dos metales.
Datos: Constante de Planck: $h = 6{,}62.10^{-34}\ J.s$; $c=300000\ km/s$; $1\ eV= 1{,}6.10^{-19}\ J$.

SOLUCIÓN

a) La energía de la luz incidente es

$$E_i = h.f_i = 6{,}62.10^{-34}.7{,}5.10^8.10^6 = 4{,}96.10^{-19}\ J = 3{,}1\,eV$$

Puesto que el *W* (Wolframio) tiene una energía de extracción de $\Phi_0 = 4{,}58\ eV$ ***mayor*** que la energía de la luz incidente, no puede tratarse de éste. Los electrones proceden del CESIO. La energía máxima de los electrones arrancados es:

$E_{max}=E_i-\Phi_0 =3{,}1-1{,}9=1{,}2\ eV=1{,}92.10^{-19}\ J$

b) Bastará igualar la energía incidente al trabajo de extracción de cada uno de los metales, pues a partir de una energía incidente mayor, tanto en uno como en otro se producirá efecto fotoeléctrico.

$$\begin{cases} Cs: \quad 1{,}9.1{,}6.10^{-19} = 6{,}62.10^{-34} f_{Cs} \quad ; \quad f_{Cs} = 4{,}59.10^{14}\ Hz \\ W: \quad 4{,}58.1{,}6.10^{-19} = 6{,}62.10^{-34} f_W \quad ; \quad f_W = 1{,}1.10^{15}\ Hz \end{cases}$$

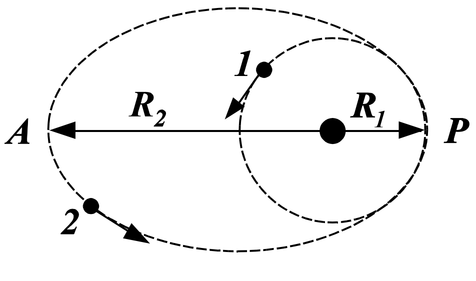
Las longitudes de onda son:
$$\begin{cases} Cs: \quad \lambda = \dfrac{c}{f_{Cs}} = \dfrac{3.10^8}{4{,}59.10^{14}} = 6{,}54.10^{-7}\ m \\ W: \quad \lambda = \dfrac{c}{f_W} = \dfrac{3.10^8}{1{,}1.10^{15}} = 2{,}73.10^{-7}\ m \end{cases}$$

Pruebas de Acceso a las
Universidades de Castilla y León
JUNIO 2002

INSTRUCCIONES:
Cada alumno elegirá obligatoriamente una de las dos opciones que se proponen.
Las fórmulas empleadas en la resolución de los ejercicios deben ir acompañadas de los razonamientos oportunos y sus resultados numéricos de las unidades adecuadas.
La puntuación máxima es de 3 puntos para cada problema y de 2 puntos para cada cuestión.
Al dorso dispone de una tabla de constantes físicas, donde podrá encontrar, en su caso, los valores que necesite.

PROBLEMA A1
Dos planetas de masas iguales orbitan alrededor de una estrella de masa mucho mayor. El planeta 1 describe una órbita circular de radio $R_1 = 1.10^8$ *km* con un período de rotación $T_1 = 2$ *años*, mientras que el planeta 2 describe una órbita elíptica cuya distancia más próxima es $R_1 = 1.10^8$ *km* y la más alejada es $R_2 = 1{,}8.10^8$ *km* tal como muestra la figura. **a)**Obtener el período de rotación del planeta 2 y la masa de la estrella *(2 puntos)*. **b)** Calcular el cociente entre la velocidad lineal del planeta 2 en los puntos P y A *(1 punto)*.

SOLUCIÓN



a) De acuerdo con la tercera Ley de Kepler, el cuadrado del período de revolución es directamente proporcional al cubo del ***radio medio*** de la órbita . Necesitamos pues el radio medio de la órbita del planeta 2:

$$r_m = \frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{10^8 + 1{,}8.10^8}{2} = 1{,}4.10^8\ km\,.$$

Aplicando la 3ª Ley de Kepler a cada uno de los planetas

$$\begin{matrix} T_1^2 = KR_1^3 \\ T_2^2 = Kr_m^3 \end{matrix} \quad ; \quad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{r_m^3} \quad \Rightarrow \quad \frac{2^2}{T_2^2} = \left(\frac{10^8}{1{,}4.10^8}\right)^3$$ que despejando resulta

$$\boxed{T_2 = 3{,}31\ años}$$

b) Puesto que el planeta 2 está sometido a una fuerza central debe conservarse el momento angular del mismo respecto al centro de fuerzas. Así:

$$\left|\vec{L}_P\right| = \left|\vec{L}_A\right| \quad ; \quad m R_P v_P = m R_A v_A \quad \Rightarrow \quad \frac{v_P}{v_A} = \frac{R_A}{R_P} = 1{,}8$$

PROBLEMA A2

Si el trabajo de extracción de la superficie de un determinado material es de *$E_0 = 2{,}07\ eV$* : **a)** ¿En qué rango de longitudes de onda del espectro visible puede utilizarse este material en células fotoeléctricas ? Las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre *380 nm* y *775 nm (2 puntos).* **b)** Calcule la velocidad de extracción de los electrones emitidos para una longitud de onda de *400 nm (1 punto).*

SOLUCIÓN

a) Calculamos la frecuencia mínima necesaria para que se produzca el efecto fotoeléctrico:

$$E_o = h.f_o \quad ; \quad E_o = h\frac{c}{\lambda_{\max}} \quad \Rightarrow \quad 2{,}07.1{,}6.10^{-19} = 6{,}62.10^{-34}\,\frac{3.10^8}{\lambda_{\max}}$$

de donde $\lambda_{\max} = 6.10^{-7}\ m = 600\,nm$ y de las condiciones del problema $\lambda_{\min} = 380\,nm$ luego entre esas dos longitudes de onda ***visibles*** se producirá efecto fotoeléctrico.

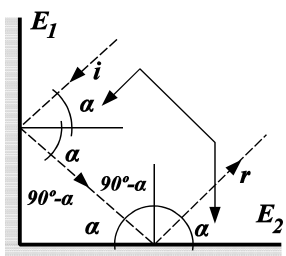
b) Basta aplicar la expresión del efecto fotoeléctrico $E_o + \frac{1}{2}mv^2 = h\frac{c}{\lambda_{incidente}}$ en la que

sustituyendo valores $\frac{1}{2}9{,}1.10^{-31}.v^2 = 4{,}97.10^{-19} - 3{,}31.10^{-19} = 1{,}65.10^{-19}$ resulta:

$$\boxed{v = 6{,}02.10^5\ m/s}$$

CUESTIÓN A3

Dos espejos planos están colocados perpendicularmente entre si. Un rayo que se desplaza en un plano perpendicular a ambos espejos es reflejado primero en uno y luego en el otro espejo. ¿Cuál es la dirección final del rayo con respecto a su dirección original? *(2 puntos)*



SOLUCIÓN

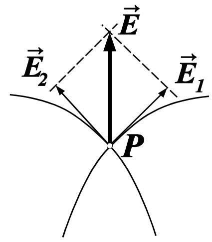
La solución se muestra en la figura adjunta. Basta tener en cuenta que en los espejos planos, el ángulo de incidencia respecto a la normal a la superficie reflectante debe ser igual al ángulo de reflexión. Observar que el ángulo formado por el rayo incidente *i* respecto a la horizontal (α) es igual al formado por el rayo reflejado en el espejo E_2 respecto a la horizontal(r), lo que lleva a la conclusión que ambos son PARALELOS.

CUESTIÓN A4

¿Pueden cortarse dos líneas de fuerza en un campo eléctrico? ¿Y dos superficies equipotenciales? Razone en todo caso su respuesta *(2 puntos).*

SOLUCIÓN

Si las líneas de fuerza de un campo eléctrico se cortasen en un punto equivaldría a decir que en dicho punto debieran existir dos vectores intensidad de campo tangentes a cada una de las líneas de fuerza, cuya resultante no sería tangente a ninguna de ellas, lo que contradice el hecho de que el vector intensidad de campo es tangente en todos sus puntos a las líneas de campo (Figura adjunta).

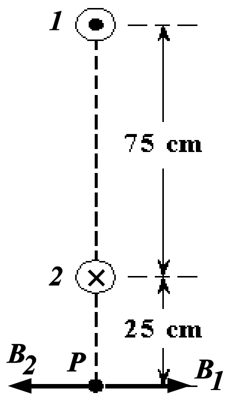


Algo similar ocurre con las superficies equipotenciales, que son aquellas en las que el potencial eléctrico es el mismo en todos sus puntos. Si dos de ellas se cortasen, habría una línea común y por ello con el mismo potencial para ambas, lo cual es contradictorio con la definición.

OPCIÓN B

PROBLEMA B1

Se tienen dos hilos conductores muy largos, rectilíneos y paralelos, separados *75 cm.* Por el hilo conductor 1 circula una corriente de intensidad *2 A* dirigida hacia el lector, tal como se indica en la figura. **a)** Calcule la intensidad que circula por el hilo 2 y su sentido sabiendo que en el punto ***P*** el campo magnético resultante es nulo *(1,5 puntos).* **b)** Con la intensidad calculada en el apartado anterior, determine la fuerza por unidad de longitud (módulo, dirección y sentido) que ejercen los dos hilos entre sí *(1,5 puntos).*



SOLUCIÓN

a) Para que la inducción magnética ***B*** sea nula en el punto ***P*** los vetores inducción creados por cada uno de los hilos deben tener igual módulo y ser opuestos. Efectivamente, aplicando la regla de la mano derecha puede observarse la dirección y sentido de ambos en el punto ***P***. Así:

$$\left|\vec{B}_1\right| = \left|\vec{B}_2\right| \quad ; \quad \frac{\mu_o I_1}{2\pi d_1} = \frac{\mu_o I_2}{2\pi d_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{100} = \frac{I_2}{25} \quad ; \quad I_2 = 0{,}5A \otimes$$

donde hemos representado la intensidad I_2 en la forma adecuada en la figura.

b) La fuerza por unidad de longitud que actúa entre ambos hilos vale:

$$\boxed{\frac{F}{l} = \frac{\mu_o I_1 I_2}{2\pi d} = \frac{4\pi.10^{-7}.2.0{,}5}{2\pi.0{,}75} = 2{,}\widehat{6}.10^{-7}\ N/m(\leftrightarrow)} \quad \text{(Repulsiva)}$$

PROBLEMA B2

Un extremo de una cuerda tensa horizontal de *3 m* de longitud está sometido a un movimiento oscilatorio armónico. En el instante *t = 4 s* la elongación de ese punto es de *2 cm.* Se comprueba que la onda tarda *0,9 s* en llegar de un extremo a otro de la cuerda y que la longitud de onda es de *1 m*. Calcule: **a)** La amplitud del movimiento ondulatorio *(1,5 puntos).* **b)** La velocidad de vibración en el punto medio de la cuerda para *t = 1 s (1,5 puntos).*

SOLUCIÓN

a) Supondremos que la onda tiene la forma standard $y(x,t) = Asen2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ y puesto que la onda tarda *t=0,9 s* en ser recorrida completamente, la velocidad de propagación es $v_p = \frac{3}{0,9} = 3,\widehat{3}\ m/s$, y conocida la longitud de onda *λ=1 m* resulta para el período de la onda $T = \frac{\lambda}{v_P} = \frac{1}{3,\widehat{3}} = 0,3\ s$. Conocido que *y(0,4)=2 cm*, sustituyendo en la expresión de la onda, tendremos: $2 = Asen2\pi\left(\frac{4}{0,3} - \frac{0}{1}\right) \Rightarrow A = \frac{4\sqrt{3}}{3}\ cm$

b) La velocidad de vibración se obtiene derivando la ecuación de la onda, y en este caso, sustituyendo la posición y el instante de interés:

$$v_{vib} = \frac{dy}{dt} = \frac{2\pi A}{T}\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = \frac{2\pi\frac{4\sqrt{3}}{3}}{0,3}\cos 2\pi\left(\frac{1}{0,3} - \frac{1,5}{1}\right) = 24,18\ m/s$$

CUESTIÓN B3
Movimiento planetario:Leyes de Kepler *(2 puntos).*

SOLUCIÓN

-Todos los planetas se mueven en órbitas ELIPTICAS,en uno de cuyos focos se encuentra el Sol (Centro de Fuerza).

-Las áreas barridas por el radio vector que une el Sol con el planeta son proporcionales a los tiempos empleados en recorrerlas.

-Los cuadrados de los períodos de los planetas en su giro en torno al Sol son proporcionales a los cubos de los radios mayores de sus órbitas $T^2 = Kr^3$

CUESTIÓN B4
Describa, defina o enuncie, de forma concisa y clara, los siguientes fenómenos físicos: radiactividad natural, radiactividad artificial, fisión y fusión *(2 puntos).*

SOLUCIÓN

Radiactividad natural: Es la transformación o transmutación nuclear espontánea, de modo que átomos de un elemento se transforman en átomos de otro elemento emitiendo partículas a gran velocidad de diferentes tipos: electrones, núcleos de helio y además energía.
Radiactividad artificial: La inducida como consecuencia de bombardear un núcleo pesado con partículas adecuadas, de manera que da lugar a otros núcleos más ligeros e inestables además de otras partículas.
Fisión nuclear: Escisión de un núcleo pesado para dar lugar a otros más ligeros de masas aproximadamente iguales, a la vez que se liberan neutrones y gran cantidad de energía.
Fusión nuclear: Unión de varios núcleos ligeros para dar lugar a otro más pesado y liberando una gran cantidad de energía.

Pruebas de Acceso a las
Universidades de Castilla y León
SEPTIEMBRE

INSTRUCCIONES:
Cada alumno elegirá obligatoriamente una de las dos opciones que se proponen.
Las fórmulas empleadas en la resolución de los ejercicios deben ir acompañadas de los razonamientos oportunos y sus resultados numéricos de las unidades adecuadas.
La puntuación máxima es de 3 puntos para cada problema y de 2 puntos para cada cuestión.
Al dorso dispone de una tabla de constantes físicas, donde podrá encontrar, en su caso, los valores que necesite.

OPCIÓN A
PROBLEMA A1

a) Si la luz solar tarda en promedio *8,33* minutos en llegar a la Tierra, *12,7* minutos a Marte y *6,1* minutos en alcanzar el planeta Venus, calcular el periodo de rotación, en torno al Sol, de Marte y de Venus *(1,5 puntos)*. **b)** Si la masa de Marte es aproximadamente la décima parte de la de la Tierra y su periodo de rotación entorno a su eje es aproximadamente igual al de la Tierra, calcular el radio de la órbita de un satélite geoestacionario orbitando sobre el ecuador de Marte *(1,5 puntos)*.

SOLUCIÓN

a) Podemos calcular las distancias del Sol a cada uno de los planetas enumerados, porque esa distancia no es sino el radio medio de su órbita. La aplicación de la 3ª Ley de Kepler a cada uno de los planetas nos permitirá determinar los períodos de rotación pedidos. En efecto:

$$\begin{cases} Sol - Tierra: & r_{ST} = c.t_1 = 3.10^8.8{,}33.3600 = 9.10^{12}\ m \\ Sol - Tierra: & r_{SM} = c.t_2 = 3.10^8.12{,}7.3600 = 1{,}3.10^{13}\ m \\ Sol - Tierra: & r_{SV} = c.t_3 = 3.10^8.6{,}1.3600 = 6{,}5.10^{12}\ m \end{cases}$$

Conocemos el período de la Tierra alrededor del Sol T_T=*1 año*, de modo que:

$$\begin{aligned} T_T^2 &= K.r_{ST}^3 \\ T_M^2 &= K.r_{SM}^3 \\ T_V^2 &= K.r_{SV}^3 \end{aligned} \quad ; \quad \frac{1}{T_M^2} = \left(\frac{r_{ST}}{r_{SM}}\right)^3 \quad ; \quad \frac{1}{T_V^2} = \left(\frac{r_{ST}}{r_{SV}}\right)^3$$

estas últimas obtenidas dividiendo miembro a miembro la primera entra cada una de ellas. Sustituyendo los valores hallados para los radios de los planetas resulta:

$$\boxed{T_M = 1{,}73\, años \quad ; \quad T_V = 0{,}61\, años}$$

b) Un satélite geostacionario en torno a Marte deberá verificar:

$$\sum F_c = m.a_c \quad ; \quad G\frac{M_M.m}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T_M}\right)^2.r$$

y despejando la incógnita pedida resulta:

$$\boxed{r = \sqrt[3]{\frac{GM_M T_M^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{GM_T T_M^2}{40\pi^2}} = \sqrt[3]{7{,}54.10^{21}} = 19610{,}9\ km}$$

PROBLEMA A2

Tenemos *10 mg* de ^{210}Po, cuyo periodo de semidesintegración es de *138 días*. Calcule:**a)** ¿ Cuánto tiempo debe transcurrir para que se desintegren *6 mg* ? (1,5 puntos). **b)** ¿ Cuántos átomos quedan sin desintegrar al cabo de *365 días* ? (1,5 puntos).Nota: El número de Avogadro N_A = *6,023.10*^{23} *átomos/mol.*

SOLUCIÓN

a) Calculamos en primer lugar la actividad radiactiva, λ para este isótopo radiactivo. Conocida la ley de desintegración $N = N_o.e^{-\lambda t}$ sabemos que para *t=138 días*, $N=N_o/2$, luego:

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda.138} \quad ; \quad \lambda = \frac{Ln(0{,}5)}{138} = 0{,}005023\, dias^{-1}$$

Cuando se hayan desintegrado *6 mg,* tendremos presentes *4 mg* que podríamos expresar en núcleos sin más que dividir por la masa atómica del Polonio (210) y multiplicar luego por el nº de Avogadro. No es necesario, pues deberíamos realizar los mismos cálculos para los *10 mg* iniciales

con lo cual dichos factores se simplificarían en la fórmula. Según esto:

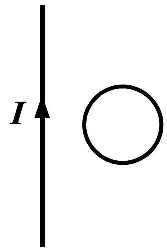
$$4 = 10.e^{-0{,}005023t} \quad ; \quad Ln(0{,}4) = -0{,}005023t \quad \Rightarrow \quad t = 182{,}4\, dias$$

b) Los átomos pedidos son:

$$\boxed{N = \frac{10}{210}.6{,}02.10^{23}.e^{-0{,}005023.365} = 4{,}5.10^{21}\ atomos}$$

CUESTIÓN A3

Por un hilo conductor rectilíneo muy largo circula una corriente de intensidad constante ¿ Se induce alguna corriente en la espira conductora que aparece en la figura ? *(0,5 puntos)*. Si dicha intensidad no fuera constante sino que aumentara con el tiempo ¿ se induciría corriente en la espira ? *(1,5 puntos*). Indique en su caso el sentido en el que circularía la corriente inducida .Nota: El hilo y la espira están contenidos en el mismo plano, y ambos en reposo.



SOLUCIÓN

Si *I=constante*, la inducción magnética creada por el conductor produce un flujo constante en la superficie de la espira, por tanto, de acuerdo con la Ley de Faraday-Henry $e = -\frac{d\Phi}{dt} = 0$ luego no existe corriente inducida alguna.

En el caso que *I* aumentase con el tiempo, *B* (Inducción magnética creada por el hilo) aumentaría asimismo con el tiempo, y dado el sentido de circulación de la corriente, la inducción magnética sería ENTRANTE en el plano de la espira (⊗). Puesto que ahora varía con el tiempo la inducción magnética, también lo hace el flujo, luego sí existirá corriente inducida. El sentido de la misma deberá ser tal que origine una inducción magnética cuyo flujo se oponga a la variación del flujo inductor, es decir, debe generar líneas de inducción SALIENTES (⊙) para contrarrestar el aumento del flujo entrante. Por tanto, dado que las líneas deben ser salientes, la espira presentará una cara NORTE, y corriente inducida será de sentido ANTIHORARIO.

CUESTIÓN A4

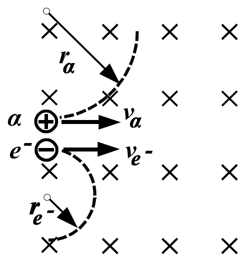
Defina o explique los siguientes conceptos físicos relacionados con la óptica: *ángulo límite, distancia focal de un espejo cóncavo*, *imagen virtual de una lente, potencia de una lente delgada (2 puntos)*.

SOLUCIÓN

Ángulo límite: Ángulo de incidencia de la luz en la superficie de separación de dos medios para el cuál todo rayo emitido por el foco se refleja en dicha superficie y regresa al medio de partida
Distancia focal de un espejo cóncavo: Distancia existente entre el centro óptico del espejo y el foco del mismo que equivale a la mitad del radio de curvatura del espejo
Imagen virtual de una lente: Imagen de un objeto que se forma por la prolongación de los rayos refractados tras atravesar la lente
Potencia de una lente delgada: El poder de convergencia/divergencia de una lente. Su valor numérico es el inverso de su distancia focal. Si esta se expresa en metros, la potencia se mide en *dioptrías*.

OPCIÓN B
PROBLEMA B1

Un electrón y una partícula alfa (carga $q_a = 3{,}2.10^{-19}$ *C* y masa $m_a = 6{,}68.10^{-27}$ *kg*) penetran perpendicularmente en el mismo campo magnético uniforme y con la misma velocidad **a)** Dibuje esquemáticamente las trayectorias descritas por ambas partículas y calcule la relación entre los radios de las órbitas circulares que



describen *(2 puntos)*.**b)** Determine la relación entre sus frecuencias de rotación *(1 punto)*.

SOLUCIÓN

a) Se ha supuesto el campo magnético perpendicular al plano del dibujo y entrante. La fuerza que actúa sobre cada una de las partículas cargadas vale $\vec{F} = q.\left(\vec{v} \times \vec{B}\right)$ y para la partícula α produce una desviación inicial hacia arriba que la hace describir una trayectoria de radio r_α como la mostrada, en tanto que el electrón describe una trayectoria similar, de menor radio y en la forma indicada. (Puede aplicar el lector la regla de la mano izquierda).

Para determinar la relación entre los radios basta aplicar la 2ª Ley de la Dinámica a cada una de las partículas, teniendo en cuenta que la fuerza resultante es la señalada en líneas anteriores. Así:

$$\left\{\begin{array}{l} \alpha: \quad q_\alpha.v.B = \dfrac{m_\alpha v^2}{r_\alpha} \\ e^-: \quad q_{e^-}.v.B = \dfrac{m_{e^-} v^2}{r_{e^-}} \end{array}\right. \Rightarrow \frac{q_\alpha.m_{e^-}}{q_{e^-}.m_\alpha} = \frac{r_{e^-}}{r_\alpha} \Rightarrow \frac{3{,}2.10^{-19}.9{,}1.10^{-31}}{1{,}6.10^{-19}.6{,}68.10^{-27}} = \frac{r_{e^-}}{r_\alpha} = \frac{1}{3662}$$

donde la relación entre radios se ha obtenido dividiendo miembro a miembro ambas ecuaciones. Observar que el radio de la trayectoria de la partícula α es mayor que la del electrón.

b) La relación entre las frecuencias de rotación vale:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r} \quad ; \quad \left\{\begin{array}{l} f_\alpha = \dfrac{v}{2\pi r_\alpha} \\ f_{e^-} = \dfrac{v}{2\pi r_{e^-}} \end{array}\right. \Rightarrow \frac{f_\alpha}{f_{e^-}} = \frac{r_{e^-}}{r_\alpha} = \frac{1}{3662}$$

PROBLEMA B2

Una onda transversal se propaga según la ecuación: $y(x,t) = 4sen2\pi\left(\dfrac{t}{4} + \dfrac{x}{1{,}8}\right)$ (en unidades S.I.) Determine: **a)** La velocidad de propagación de la onda y la velocidad de vibración máxima de un punto alcanzado por la onda *(2 puntos)*.**b)** La diferencia de fase, en un instante dado, de dos puntos separados *1 m* en la dirección de avance de la onda *(1 punto)*.

SOLUCIÓN

a) Por simple inspección, *A=4 m* ; *T=4 s* y *λ=1,8 m*. Además, la onda se propaga de derecha a izquierda (signo + en la fase). La velocidad de propagación es $v_P = \dfrac{\lambda}{T} = \dfrac{1{,}8}{4} = 0{,}45\, m/s$

La velocidad máxima de vibración de un punto cualquiera es:

$$v_{vib(\max)} = \omega.A = \frac{2\pi A}{T} = 2\pi\ m/s$$

b) Podemos utilizar una sencilla proporción, pues la diferencia de fase entre dos puntos separados una longitud de onda λ es *2π rad*. De este modo:

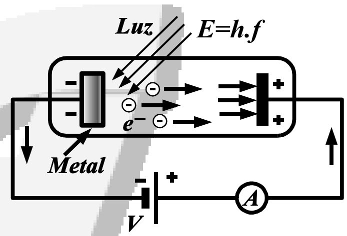
$$\frac{\lambda}{2\pi}=\frac{\Delta x}{\Delta\Phi} \quad ; \quad \Delta\Phi=\frac{2\pi\,\Delta x}{\lambda}=\frac{2\pi.1}{1{,}8}=\frac{10\pi}{9}\,rad$$

CUESTIÓN B3

¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? Explique su origen y sus principales características. Represente la variación de la energía cinética de los fotoelectrones emitidos en función de la frecuencia de la señal luminosa incidente *(2 puntos)*.

SOLUCIÓN

La emisión de electrones por determinados metales cuando se iluminan con luz de alta frecuencia (***U.V-Ultravioleta***) es un hecho experimentalmente comprobado. .Este fenómeno de emisión de electrones (***fotoelectrones***) bajo la acción de la luz se conoce como ***efecto fotoeléctrico*** y pudo observarse en el esquema mostrado en la figura adjunta. Si se ilumina la placa metálica conectada al cátodo del generador, esta emite electrones que son atraídos por la placa negativa, cerrándose el circuito, de modo que el amperímetro acusa el paso de corriente.

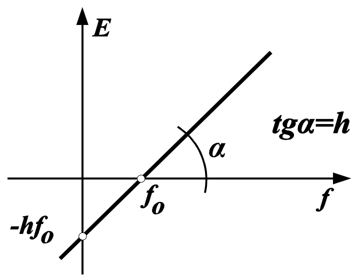


Si la luz que incide sobre el metal es monocromática (una sola frecuencia),se comprueba que la cantidad de electrones emitidos es directamente proporcional a la intensidad del haz luminoso. Además, se pudieron comprobar experimentalmente los siguientes hechos:

■ *Para cada metal existe una frecuencia luminosa umbral f_o, por debajo de la cual no se produce emisión fotoeléctrica independientemente de la intensidad de la luz incidente.*

■ *Una radiación incidente de frecuencia superior a la umbral f_o, bastaba para arrancar electrones, aunque su intensidad fuese muy pequeña.*

■ *Los electrones extraídos del cátodo tienen una energía cinética inicial* $E_c=\frac{1}{2}mv^2$



La figura muestra la variación de la energía cinética de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la luz incidente.

CUESTIÓN B4

Demuestre que el campo gravitatorio es un campo conservativo *(2 puntos)*.

SOLUCIÓN

Bastará demostrar que la circulación del vector intensidad de campo a lo largo de un a línea cerrada es nula, o equivalentemente, el trabajo realizado por la fuerza gravitatoria (peso) sobre un objeto de masa *m* entre dos puntos cualquiera no depende del camino recorrido, sino únicamente de las posiciones inicial y final de la misma. Recordemos que la fuerza gravitatoria originada por la Tierra sobre una masa *m* es $F = G\dfrac{M.m}{r^2}$ y el trabajo realizado por esta fuerza entre dos puntos ***A*** y ***B*** cuyas posiciones respecto del centro de la Tierra son r_A y r_B será:

$$W_{A\to B} = \int_{r_A}^{r_B}\left|\vec{F}.d\vec{r}\right| = \int_{r_A}^{r_B} G\frac{M.m}{r^2}.dr = GMm\left(\frac{1}{r_A}-\frac{1}{r_B}\right)$$

que como puede apreciarse, depende solamente de r_A y r_B , pero no de la trayectoria seguida.

Pruebas de Acceso a la Universidad de Oviedo
Junio 2002

El alumno elegirá CUATRO de las seis opciones propuestas

1.Enuncia la ley de la Gravitación de Newton y deduce a partir de ella la tercera ley de Kepler (de los períodos),suponiendo órbitas planetarias circulares (1,2 puntos).

SOLUCIÓN

«La fuerza con que se atraen dos masas es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa ($F = G\dfrac{M.m}{r^2}$), dirigida a lo largo de la línea que las une y en sentido atractivo».

Suponiendo que la órbita es circular, el planeta se mueve sometido a una fuerza central y por ello bajo una aceleración dirigida hacia el centro de valor $a = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2.r = \left(\dfrac{2\pi}{T}\right)^2.r$. Aplicando la 2ª Ley de la Dinámica al movimiento planetario:

$$\sum \vec{F} = m.\vec{a}_c \quad ; \quad G\frac{m.M}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2.r \quad \Rightarrow \quad T^2 = k.r^3 \text{ siendo } k = \frac{4\pi^2}{GM}\text{, es decir:}$$

«El cuadrado del período de revolución de un planeta de su órbita alrededor del Sol es proporcional al cubo del radio medio de la misma»

2. Un planeta gira alrededor del Sol según una órbita elíptica. Cuando se encuentra más cerca del Sol, a una distancia de 2.10^5 *m* , su velocidad es de 3.10^4 *m/s*. ¿Cuál será la velocidad del planeta cuando se encuentre en la posición más alejada del sol, a una distancia de 4.10^5 *m*? (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

El planeta se mueve sometido a una fuerza cuyo origen está en el Sol (fuerza central) luego debe

verificarse la conservación del momento angular respecto al centro de fuerzas, es decir $\vec{L} = cte$
Así, para ambos puntos $\left|\vec{L}_1\right| = \left|\vec{L}_2\right|$; $mr_1v_1 = mr_2v_2$; $r_1v_1 = r_2v_2$ que al sustituir datos resulta: $2.10^5.3.10^4 = 4.10^5.v_2 \quad \Rightarrow \quad v_2 = 1{,}5.10^4\ m/s$

Opción 2
1. ¿Qué se entiende por resonancia y en qué condiciones se produce? (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

Es el fenómeno que se origina cuando la frecuencia propia de vibración de un sistema físico coincide con la frecuencia de la acción aplicada externamente al mismo, generalmente una fuerza.
En este caso, la superposición de ambos efectos puede producir amplitudes de vibración muy grandes.

2. Sea un muelle suspendido verticalmente del techo y de una determinada longitud. Si a su extremo libre se engancha un bloque de *60 g* se observa que, en el equilibrio, el muelle se alarga en *10 cm*. Posteriormente se da un pequeño tirón hacia abajo, con lo que el bloque se pone a oscilar. Calcula la frecuencia de oscilación. (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

La condición de equilibrio proporciona el valor de K, constante recuperadora del resorte:
$$Kx = mg \quad ; \quad K.10.10^{-2} = 60.10^{-3}.10 \quad \Rightarrow \quad K = 6\ N/m$$
y el valor de la frecuencia de oscilación $f = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{K}{m}} = \dfrac{1}{2\pi}\sqrt{\dfrac{6}{6.10^{-3}}} = \dfrac{5}{\pi}\ Hz$

Opción 3
1. Explica lo que se entiende por refracción de una onda y en qué condiciones se produce. (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

Es el cambio de dirección experimentado por una onda al pasar de un medio a otro con distinto indice de refracción (distinta velocidad de propagación).

2. Una onda armónica transversal que se propaga en una cuerda viene dada por $y(x,t) = 0{,}02sen(2{,}5x - 3{,}2t)$ en unidades del SI. Se pide: **a)** Calcula su velocidad de propagación y **b)** ¿Cuál es la velocidad máxima de cualquier partícula (o segmento infinitesimal) de la cuerda?. (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

a) Por inspección se observa que $\omega = 3{,}2\ rad/s$; $k = 2{,}5\ m^{-1}$ de donde la velocidad de propagación es: $v = \dfrac{\omega}{k} = \dfrac{3{,}2}{2{,}5} = 1{,}28\ m/s$

b) La velocidad máxima de vibración pedida es $v_{vib(\max)} = \omega . A = 3{,}2.0{,}02 = 0{,}064\ m/s$

Opción 4

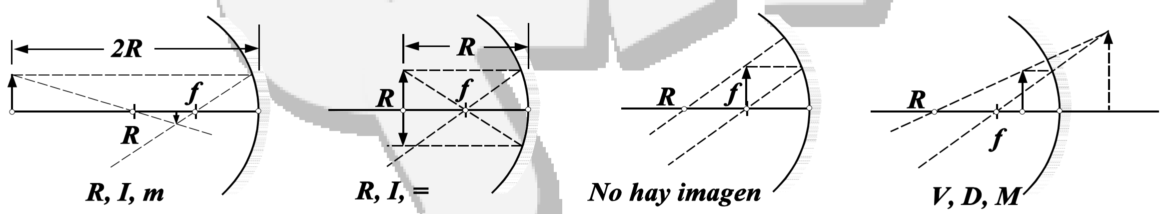
1. Un rayo de luz pasa del aire al agua con un ángulo de incidencia de *45º*. Discute cuáles de las siguientes magnitudes se modifican cuando la luz penetra en el agua : **a)** longitud de onda, **b)** frecuencia, **c)** velocidad de propagación **d)** dirección de propagación (1,2 puntos).

SOLUCIÓN

La única magnitud que permanece es la *frecuencia* de la onda. Al cambiar de medio , se modifica la velocidad de propagación, y como consecuencia la longitud de onda, y naturalmente la dirección de propagación. Aquí el ángulo de incidencia es un dato irrelevante.

2. Un espejo esférico cóncavo tiene un radio de curvatura *R*. Dibuja los correspondientes diagramas de rayos para localizar la imagen de un objeto situado a una distancia del espejo de: **a)** *2R* , **b)** *R* , **c)** *R/2* , **d)** *R/3*. Indica en cada caso si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, reducida o del mismo tamaño del objeto. (1,3 puntos)

SOLUCIÓN



La figura muestra cada uno de los casos. *R=Imagen real*, *V=Imagen virtual* , *m=menor*, *= Igual*, *M=mayor* ; *I=Invertida*, *D=Derecha*

Opción 5

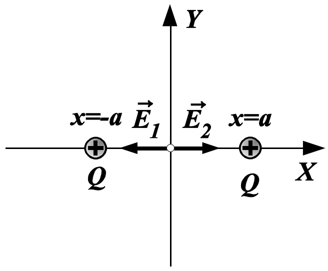
1. Enuncia y comenta la expresión de la fuerza de Lorentz (fuerza sobre una carga en presencia de campos eléctrico y magnético) (1,1 puntos)

SOLUCIÓN

La fuerza de Lorentz que solicita una carga eléctrica en presencia de un campo eléctrico y magnético es $\vec{F} = q.\vec{E} + q.(\vec{v} \times \vec{B})$. Si la velocidad de la partícula cargada es paralela a la dirección de $\vec{B}$ la fuerza magnética se anula pues el producto vectorial de dos vectores paralelos es nulo.

En el caso que la partícula se encuentre en reposo, también la fuerza magnética es nula, pero no la eléctrica. Finalmente, en el caso que las fuerzas eléctrica y magnética tengan el mismo módulo y sentido opuesto, la fuerza total es nula.

2. Dos cargas puntuales positivas e iguales (+*Q*), se encuentran sobre el eje *X*. Una de ellas está en *x=-a* y la otra en *x=+a*. Calcula la intensidad del campo eléctrico (*E*) y el potencial electrostático (*V*) en el origen de coordenadas (0,7 puntos).Si además de las anteriores se coloca una tercera carga puntual de valor *-2Q* en *x = -2a* , ¿Cuáles serán los nuevos valores de *E* y *V* ?. (0,7 puntos)



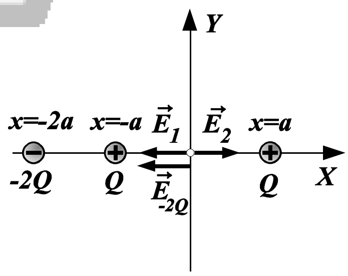
SOLUCIÓN

El esquema adjunto muestra la distribución de carga y la dirección y sentido de los vectores intensidad de campo creados por cada una las cargas en el origen de coordenadas. Puesto que el valor numérico de ambas es el mismo y están a igual distancia respecto al origen, los módulos del vector intensidad de campo son iguales, luego al ser opuestos, la resultante es nula, $\vec{E}_{(0,0)} = 0\ N/C$

Para el potencial electrostático en el origen $V_{(0,0)} = K\dfrac{Q}{a} + K\dfrac{Q}{a} = \dfrac{2KQ}{a}\ Voltios$ pues en este caso se trata de una magnitud escalar.

Si colocamos *-2Q* en la posición indicada, la intensidad de campo debe incluir ahora la componente debida a esta carga, en tanto que igual que en el caso anterior, la contribución de las otras dos es nula. Así:

$$\vec{E}_{(0,0)} = -K\frac{2Q}{(2a)^2}\vec{i} = \frac{-KQ}{2a^2}\vec{i}$$



En cuanto al potencial, ahora vale:

$$V_{(0,0)} = K\frac{Q}{a} + K\frac{Q}{a} + K\frac{-2Q}{2a} = K\frac{Q}{a}\ Voltios$$

Opción 6

1. Enuncia y comenta los postulados de Einstein de la relatividad especial (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

I. Todas las leyes de la Naturaleza deben ser las mismas para todos los observadores inerciales moviéndose con velocidad constante unos respecto de otros.
II. La velocidad de la luz es independiente del movimiento relativo entre la fuente luminosa y los observadores inerciales.
El primer postulado expresa la ausencia de una marco universal de referencia, y por ello no es posible determinar mediante ninguna experiencia que objetos se encuentran en reposo y cuales en movimiento rectilíneo y uniforme.

El segundo postulado nos indica que la velocidad de la luz es inalcanzable para cualquier objeto material, y por ello no existe una velocidad infinita de transmisión de la información entre diversos sistemas de referencia, con lo que la simultaneidad entre acontecimientos vistos por observadores diferentes no es posible.

2. El trabajo de extracción o función de trabajo del sodio es de *2,5 eV*. Si la longitud de onda de la luz incidente es de 3.10^{-7} *m*, ¿Se producirá extracción de electrones del sodio?. (1,3 puntos)
Datos: $h = 6{,}625.10^{-34}$ *J.s* ; $1eV = 1{,}6.10^{-19}$ *J*

SOLUCIÓN

Veamos la energía de la luz incidente :

$$E_{inc} = h\frac{c}{\lambda} = 6{,}62.10^{-34}.\frac{3.10^{8}}{3.10^{-7}} = 6{,}62.10^{-19}\ J = 4{,}1375\,eV$$

que al ser mayor que el trabajo de extracción, se producirá extracción de electrones de este metal.

Pruebas de Acceso a la Universidad de Oviedo
Septiembre 2002

El alumno elegirá CUATRO de las seis opciones propuestas

Opción 1
1. En una galaxia lejana, se detecta un planeta que recorre una órbita de radio semejante al de Plutón en un tiempo equivalente a un año terrestre, por lo que los astrónomos deducen que gira alrededor una estrella más masiva que el sol. ¿ Es correcta esta deducción?. Razona por qué. (1,2 puntos).

SOLUCIÓN

Para este planeta en su giro en torno a la estrella de masa M_e debe verificarse:

$$\frac{GM_e m}{r_p^2} = m\left(\frac{2\pi}{T_{Tierra}}\right)^2 .r_p \quad ; \quad M_e = \frac{4\pi^2 r_p^3}{GT_{Tierra}^2}$$

Para el movimiento de Plutón alrededor del Sol:

$$\frac{GM_{Sol} m}{r_p^2} = m\left(\frac{2\pi}{T_{Pluton}}\right)^2 .r_p \quad ; \quad M_{Sol} = \frac{4\pi^2 r_p^3}{GT_{Pluton}^2}$$

Dividiendo ambas miembro a miembro resulta $\frac{M_e}{M_{Sol}} = \left(\frac{T_{Pluton}}{T_{Tierra}}\right)^2$ y si tenemos en cuenta que el período de Plutón en torno al Sol es mayor que el de la Tierra, concluimos que la masa de la estrella es mayor que la del Sol, luego la deducción es correcta.

2. Sabiendo que el diámetro de la tierra es cuatro veces el de la Luna y que la aceleración de la gravedad en la superficie terrestre es veinte veces la de la superficie lunar, ¿ cuántas veces es mayor la masa de la Tierra que la de la Luna? (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

La intensidad de campo gravitatorio en la superficie de la Tierra es $g_T = G\dfrac{M_T}{R_T^2}$ y en la superficie lunar $g_L = G\dfrac{M_L}{R_L^2}$ que al dividirlas miembro a miembro resulta: $\dfrac{g_T}{g_L} = \dfrac{M_T R_L^2}{M_L R_T^2}$

Basta sustituir los valores dados y simplificar: $\dfrac{20g_L}{g_L} = \dfrac{M_T}{M_L}\left(\dfrac{R_L}{4R_L}\right)^2 \quad ; \quad M_T = 320 M_L$

Opción 2

1. Comenta si la siguiente afirmación es verdadera o falsa : " *En las oscilaciones descritas por un movimiento armónico simple, los puntos de la trayectoria en los que la aceleración es máxima coinciden con la posición de equilibrio* ". (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

Esta afirmación es falsa, pues teniendo en cuenta la relación entre aceleración y posición en el m.a.s $a = -\omega^2 x \quad \Rightarrow \quad a_{max} = -\omega^2 A$ resulta que la posición de equilibrio tiene lugar en *x=0* y por tanto se trata de un punto de aceleración nula. Los puntos de máxima aceleración son los extremos de la trayectoria.

2. Un bloque de *1,5 Kg*, colocado sobre una mesa y unido a un muelle de constante elástica *K=500 N/m*, oscila sin rozamiento. La velocidad máxima que alcanza en su trayectoria es *70 cm/s*. Calcula: **a)** la frecuencia de oscilación, **b)** la amplitud de la oscilación. (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

a) $$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{500}{1,5}} = 2,9\ Hz$$

b) $$v_{max} = \omega . A \quad \Rightarrow \quad A = \frac{v_{max}}{\omega} = \frac{0,7}{2\pi .2,9} = 3,83\, cm$$

Opción 3

1. ¿Qué se entiende por interferencia de ondas armónicas y en qué condiciones se produce? (1,2 puntos).

SOLUCIÓN

Se entiende por interferencia de ondas la superposición de dos ondas coherentes -de la misma frecuencia y longitud de onda- en un medio material, pudiendo tener igual o distinta amplitud. Las interferencias pueden ser constructivas o destructivas según sumen o anulen sus efectos. Para que se produzca interferencia constructiva debe ocurrir que «*la diferencia de caminos desde sus respectivos focos al punto en que se produce la interferencia debe ser un múltiplo entero de la longitud de onda*» . Matemáticamente:

$$|x_2 - x_1| = k\lambda \quad ; \quad k = 0,1,2....n$$

Para que se produzca interferencia destructiva debe ocurrir que «*la diferencia de caminos desde sus respectivos focos al punto en que se produce la interferencia debe ser un múltiplo impar de la semilongitud de onda*» . Matemáticamente:

$$|x_2 - x_1| = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad ; \quad k = 0,1,2,....$$

2. Una onda armónica transversal en una cuerda viene dada por $y(x,t) = 0{,}02sen(2{,}5x - 3{,}2t)$ en unidades SI. Calcula: **a)** longitud de onda, **b)** frecuencia, **c)** período (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

a) Por simple inspección *A=0,02 m* , *ω=3,2 rad/s* y *k=2,5 m*$^{-1}$. La velocidad de propagación es:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{2{,}5} = 2{,}51\, m/s$$

b) La frecuencia vale $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{3{,}2}{2\pi} = 0{,}5\, Hz$

c) El período es $T = \frac{1}{f} = 1{,}96\, s$

Opción 4

1. Comenta el fenómeno conocido por *reflexión (interna) total* de las ondas luminosas. (1,2 puntos).

SOLUCIÓN

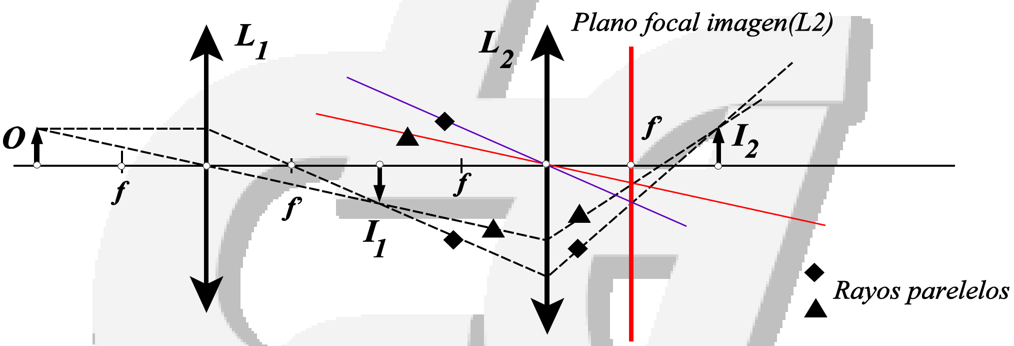
Cuando una onda luminosa que se propaga en un determinado medio encuentra otro de menor índice de refracción, existe un ángulo de incidencia a partir del cual dicha onda se refleja totalmente en la superficie de separación de ambos medios y regresa al medio de partida. No hay pues onda emergente. Considerando que n_1 y n_2 son los índices de refracción de ambos medios ($n_1 > n_2$) y si α es el ángulo de incidencia y β el de refracción debe verificarse la relación:

$$n_1 sen\alpha = n_2 sen\beta$$

y si $\frac{n_1}{n_2} sen\alpha \geq 1$ resulta que como máximo $\beta=90^o$ y el rayo incidente se refleja totalmente en la superficie de separación., o de otro modo, si $sen\alpha = \frac{n_2}{n_1}$, dicho ángulo α es el máximo ángulo de incidencia que permite que el rayo no se refleje en la superficie de separación de los dos medios.

2. Sean dos lentes convergentes idénticas, con distancias focales de *20 cm* y colocadas en el eje *X* en los puntos $x=0$ y $x=80$ *cm*. Un objeto se coloca a *40 cm* a la izquierda de la primera lente. Se pide: **a)** Hallar gráficamente la posición de la imagen final. **b)** ¿Es la imagen real o virtual, derecha o invertida? (1,3 puntos)

SOLUCIÓN



La figura muestra a escala la formación de la imagen a través de cada una de las lentes. Puede observarse que la imagen es real y derecha.

Analíticamente, la imagen dada por L_1 es:

$$-\frac{1}{s_1}+\frac{1}{s'_1}=\frac{1}{f_1'} \quad ; \quad \frac{1}{s'_1}==\frac{1}{f_1'}+\frac{1}{s_1}=\frac{1}{20}+\frac{1}{40} \quad \Rightarrow \quad s'_1=+40\,cm$$

y la que da L_2

$$-\frac{1}{s_2}+\frac{1}{s'_2}=\frac{1}{f_2'} \quad ; \quad \frac{1}{s'_2}==\frac{1}{f_2'}+\frac{1}{s_2}=\frac{1}{20}+\frac{1}{40} \quad \Rightarrow \quad s'_2=+40\,cm$$

ya que la posición del objeto para L_2 es *+40 cm,* pues al ser la distancia entre lentes *80 cm* y la posición de la imagen de la primera lente está a *40 cm* tras ella, esta hace de objeto a *-40 cm* de la segunda.

Opción 5

1.Comenta las características generales de las ondas electromagnéticas y del espectro electromagnético (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

Las ondas electromagnéticas son ondas transversales que se propagan en el vacío con una velocidad $c=3.10^8$ *m/s* en una dirección perpendicular a las de los campos eléctrico ($\vec{E}$) y magnético ($\vec{H}$) variables que transportan . Las frecuencias propias de estas ondas varían desde unos pocos *Hz* a varios *Mhz* y constituyen el llamado espectro electromagnético. Básicamente, las frecuencias más altas corresponden a los rayos gamma (menor longitud de onda) y las de frecuencia más baja a las ondas de radio (mayor longitud de onda). Dentro de este tipo de ondas está la luz visible, onda electromagnética cuyas longitudes de onda oscilan entre los *400 nm* (violeta) hasta los *700 nm* (rojo). Dentro de la gama de frecuencias del espectro electromagnético se encuentran también las correspondientes a la radiación infrarroja y ultravioleta, las microondas y los rayos X.

2. Una carga eléctrica, que se mueve inicialmente por el espacio sin interacciones y con velocidad *v*, penetra en una región del espacio en donde coexisten un campo eléctrico *E* y un campo magnético *B*, ambos uniformes en dicha región y con líneas de campo paralelas. Si la trayectoria rectilínea inicial de la carga no se ve alterada al penetrar en dicha región , discute la relación que existe en este caso entre la dirección de *v* y la de las líneas de campo de *E* y *B*. (1,3 puntos)

SOLUCIÓN

Si la trayectoria no se ve alterada, significa bien que la fuerza resultante sobre ella es nula lo que la obliga a moverse en un a trayectoria rectilínea con movimiento uniforme, o que dicha fuerza es paralela a la velocidad, lo que supone que la carga se mueve en línea recta y con movimiento uniformemente variado.

En el primer caso $\vec{F}_{Elec} = \vec{F}_{Mag} \quad ; \quad q.\vec{E} = q(\vec{v} \times \vec{B}) \quad \Rightarrow \quad \vec{E} = \vec{v} \times \vec{B}$, luego ambos campos deben ser perpendiculares entre sí y la velocidad asimismo perpendicular a cada uno de ellos, lo cual es absurdo, pues el enunciado expresa el paralelismo entre ambos campos.

En el segundo caso, la fuerza magnética es nula, pues en otro caso desviaría su trayectoria, lo que indica que $\vec{v}$ debe tener la misma dirección que $\vec{B}$. Como este último y el campo eléctrico son paralelos, resulta que el vector velocidad debe tener la misma dirección que ambos.

Opción 6

1.Explica brevemente la teoría de Einstein sobre el efecto fotoeléctrico. (1,2 puntos)

SOLUCIÓN

La observación experimental en la que se ponía de manifiesto que determinados metales emitían electrones cuando se iluminaban con luz de alta frecuencia (***U.V-Ultravioleta***) se conoce como ***efecto fotoeléctrico*** y su explicación fue dada por Einstein. « *La luz debe considerarse como un conjunto de partículas llamadas fotones, que no tienen masa ni carga, pero su energía es un múltiplo de la constante de Planck -* ***hf*** *- . Dicha energía incidente es capaz de arrancar electrones de la superficie de los metales siempre y cuando se mayor que una energía mínima o umbral -* hf_o*, llamada trabajo de extracción, comunicando a aquellos una* *energía cinética, mayor cuanto mayor sea la frecuencia de la luz incidente*». Esto puede expresarse matemáticamente en le forma:

2. El Sol obtiene su energía por procesos de fusión que convierten cuatro núcleos de hidrógeno en un núcleo de helio. Tomando los valores de *1,0081 uma* y *4,0039 uma* como las masas de los núcleos de hidrógeno y helio respectivamente, calcula **a)** la energía en *eV* que se emite en cada proceso elemental de fusión, **b)** el defecto de masa del núcleo de helio **c)** la energía media de enlace por nucleón del helio, expresada en julios.(1,3 puntos).
Datos: *1 uma = 1,66.10*$^{-27}$ *kg* ; *1 uma = 931,5 MeV/c*^{2}

SOLUCIÓN

a) La reacción nuclear correspondiente al proceso es $4\,{}^1_1H \rightarrow {}^4_2He + 2\,{}^0_1e + Energia$, de modo que el defecto de masa es $\Delta m = 4 \times 1{,}0081 - 4{,}0039 = 0{,}0285\ uma$ y la energía elemental:

b) El defecto de masa es el calculado en el apartado **a)** que expresado en *kg* es:

c) La energía media de enlace por nucleón la obtendremos dividiendo el defecto de masa hallado entre el número de núcleos que se fusionan, (4):