



FÍSICA JULIO 2021

Ejercicio A1. (Calificación máxima: 1 puntos)

Calcule la densidad media de un planeta esférico de 6000 km de diámetro si la aceleración de la gravedad en su superficie es 4 m s^{-2} .

Solución:

Sabemos que el campo gravitatorio (vectorial) generado por una masa M a una distancia r es

$$|g| = \frac{GM}{r^2}, \text{ radial y entrante a } M \text{ (M es sumidero de campo)}$$

$$GM = gr^2 \rightarrow M = 5.40 \cdot 10^{23} \text{ Kg}$$

Como el volumen de una esfera es $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \rightarrow d_{\text{media}} = \frac{M}{V} = 4.77 \cdot 10^3 \text{ Kg m}^{-3}$

Ejercicio A2. (Calificación máxima: 1 punto)

Un satélite artificial, de 100 kg de masa, orbita alrededor de la Tierra con un periodo de 12 h. Calcule la energía requerida para pasar el satélite a una órbita geoestacionaria ($T = 24 \text{ h}$).

Solución:

Cuando una masa m orbita alrededor de otra masa M , se cumple que la fuerza gravitatoria actúa como fuerza centrípeta; es la fuerza que le hace girar.

$$F_{\text{gravitatoria}} = F_{\text{centrípeta}} \rightarrow \frac{GMm}{r^2} = m \frac{|v|^2}{r} = m\omega^2 r \rightarrow r^3 = \frac{GM}{\omega^2} = \frac{GMT^2}{4\pi^2}$$

$$r_{24h} = r_2 = 4.23 \cdot 10^7 \text{ m}; r_{12h} = r_1 = 2.66 \cdot 10^7 \text{ m};$$

De la Ley de gravitación universal y tomando como referencia el infinito para energía nula, sabemos que la energía potencial gravitatoria que tiene una masa m en presencia de otra masa M es $E_p = -\frac{GMm}{r}$

Junto con que si la órbita es circular $|v|^2 = \frac{GM}{r} \rightarrow E_c = \frac{1}{2}m|v|^2 = \frac{GMm}{2r}$;

Como el campo es conservativo

$$E_m = E_c + E_p = -\frac{GMm}{r} + \frac{GMm}{2r} = -\frac{GMm}{2r}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -\frac{GMm}{2r_2} - \left(-\frac{GMm}{2r_1}\right) = \frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) = 2.78 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Ejercicio A3. (Calificación máxima: 1 punto)

El potencial eléctrico en un punto a una distancia d de una carga puntual q es 600 V y el módulo del campo eléctrico en dicho punto es 200 N C^{-1} . Determine los valores de d y q .

Solución:

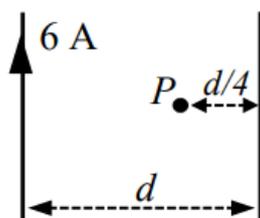
Sabemos que una carga q genera un campo eléctrico E (vectorial) y un potencial eléctrico V (escalar) a una distancia d según $|E| = \frac{kq}{r^2}$; $V = \frac{kQ}{r}$. Obviamente la carga es positiva por ser $V > 0$, y si dividimos ambas ecuaciones obtenemos

$$\frac{V}{E} = d \rightarrow d = 3 \text{ m}. \text{ Despejando de la ecuación del potencial } q = \frac{V \cdot d}{K} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$$

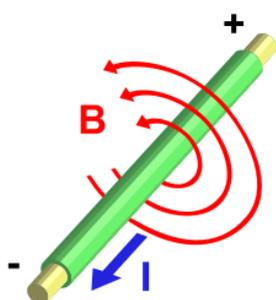


Ejercicio A4. (Calificación máxima: 1 punto)

Dos hilos conductores rectilíneos, muy largos y paralelos entre sí, están separados una distancia d . Por el primero de ellos circulan 6 A de corriente eléctrica. Se quiere que el campo magnético total sea nulo en el punto P, situado en el mismo plano que los hilos, entre ambos y a una distancia $d/4$ del segundo hilo. ¿Cuál debe ser el valor y el sentido de la corriente que circule por el segundo hilo?



Solución:



La Ley de Ampere (o cuarta ecuación de Maxwell) dice que el campo magnético creado por un conductor rectilíneo infinito es

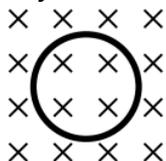
$$|B| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

El hilo de la izquierda I_1 genera un campo B_1 entrante en P por lo tanto el hilo de la derecha I_2 debe tener una intensidad en el mismo sentido (hacia arriba) para que B_2 sea saliente.

$$B_1 + B_2 = 0 \Rightarrow |B_1| = |B_2| \Rightarrow \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 3d/4} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d/4} \Rightarrow I_2 = 2A$$

Ejercicio A5. (Calificación máxima: 1 punto)

Una espira circular de 18 cm de radio se encuentra en el seno de un campo magnético uniforme de 0,1 T. El campo es perpendicular al plano de la espira, como muestra la figura. Si el valor del campo magnético se duplica en un tiempo de 0,3 s, determine el valor de la fuerza electromotriz inducida en la espira y el sentido de giro de la corriente.



Solución:

La Ley de Henry-Faraday-Lenz (o 3ª ecuación de Maxwell) establece que si en una espira varía el flujo magnético se establece en esta una fuerza electromotriz inducida proporcional a dicha variación y de modo que se oponga a dicho cambio.

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

$$\phi_1 = BS = B\pi r^2 = 2.54 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} \Rightarrow \phi_2 = 5.09 \cdot 10^{-3} \text{ Wb} \Rightarrow \varepsilon = 8.48 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

Según la Ley de Lenz el sentido de la corriente es antihorario.



Ejercicio A6. (Calificación máxima: 1 punto)

Una fuente genera ondas armónicas de 0,4 mm de amplitud y 12000 Hz de frecuencia que se propagan a una velocidad de 340 m s^{-1} en el sentido positivo del eje x. Si en el instante inicial la elongación en el origen es cero, determine la ecuación general de la onda.

Solución:

Sabemos que la ecuación de una onda mecánica, transversal, que se propaga en sentido positivo del eje x y armónica es

$$y(x, t) = A \text{sen}(\omega t - kx + \delta), \text{ donde } \omega = 2\pi f; k = \frac{2\pi}{\lambda}; v = \frac{\omega}{k}, \text{ como } y(0,0) = 0 \Rightarrow \delta = 0$$

$$y(x, t) = 4 \cdot 10^{-4} \text{sen}(24000\pi t - \frac{600\pi}{17} x) \text{ en S.I.}$$

Ejercicio A7. (Calificación máxima: 1 punto)

Una radio emite sonido con una potencia de 0,7 W. Suponiendo que la radio es una fuente puntual y que las ondas sonoras son esféricas, ¿a qué distancia de la radio el nivel de intensidad sonora es 60 dB? Nota: Intensidad física umbral $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

Solución:

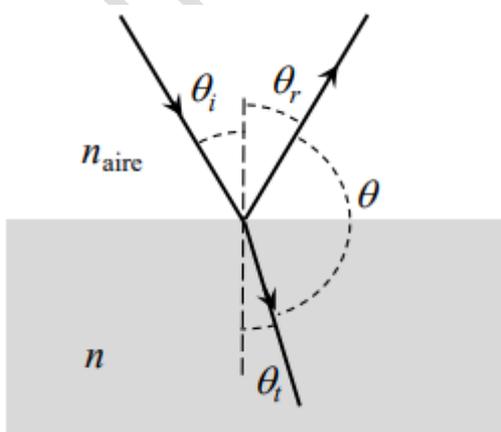
El sonido es una onda mecánica (necesita de un medio material para propagarse), longitudinal (vibra en la dirección de avance) e isótropa (se propaga igual en todas direcciones por lo tanto produce frentes de onda esféricos). Sabemos que

$$I = \frac{P}{S_{\text{sup}}} = \frac{P}{4\pi r^2}; \beta = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = 60 \text{ dB} \Rightarrow I = 10^{-6} \text{ W m}^{-2} \Rightarrow r = 236 \text{ m}$$

Ejercicio A8. (Calificación máxima: 1 punto)

Un haz de luz incide desde el aire sobre un bloque de vidrio formando un ángulo de 43° con la normal a la superficie de separación de ambos medios. Parte del haz se refleja y parte se refracta, formando los haces reflejado y refractado un ángulo de 110° . Determine la velocidad de la luz en el vidrio.

Solución:



Según la Ley de Snell para la reflexión
 $\theta_i = \theta_r = 43^\circ$

$$\text{Como } \theta_r + 110 + \theta_t = 180^\circ \Rightarrow \theta_t = 27^\circ$$

Según la Ley de Snell para la refracción
 $n_1 \cdot \text{sen}(\theta_i) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_t)$

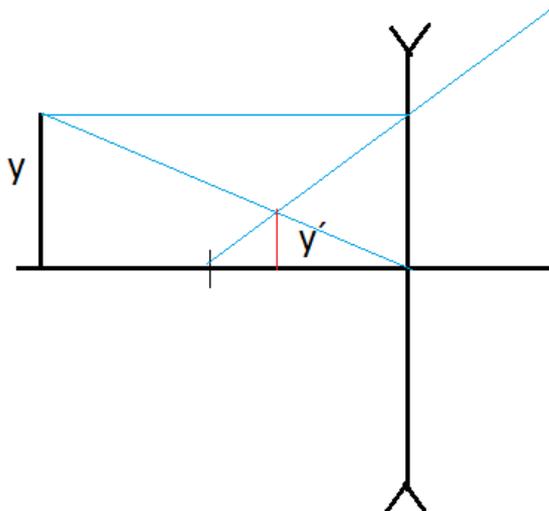
$$n = \frac{\text{sen}(43^\circ)}{\text{sen}(27^\circ)} = 1.50 \Rightarrow v = \frac{c}{n} = 2.00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$



Ejercicio A9. (Calificación máxima: 1 punto)

Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 6 cm de altura cuando se coloca a 40 cm de una lente divergente de focal $f' = -20$ cm. Realice el trazado de rayos correspondiente.

Solución:



Aplicamos la ley para lentes delgadas
 $\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \Rightarrow s' = -13.3 \text{ cm}$

Para sacar el tamaño de la imagen usamos el aumento lateral $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} =$
 $\Rightarrow y' = 2 \text{ cm}$

Ejercicio A10. (Calificación máxima: 1 punto)

Calcule la longitud de onda de Broglie para un electrón cuya energía cinética es 300 eV.

Solución:

Según la dualidad onda-corpúsculo sabemos que un cuerpo de masa m con velocidad v tiene asociada una onda electromagnética de una longitud de onda concreta $\lambda_{DB} = \frac{h}{mv}$.

Además la energía cinética es $E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = 1.03 \cdot 10^7 \text{ ms}^{-1}$ (no relativista).

$$\lambda_{DB} = 7.09 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Ejercicio A11. (Calificación máxima: 1 punto)

El yodo radiactivo, ^{131}I , tiene un período de semidesintegración (semivida) de 8,02 días. Calcule la actividad inicial de 1 μg de dicho isótopo. Expresé el resultado en unidades del S.I. Nota: constante de Avogadro: $6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Solución:

La desintegración nuclear sigue una cinética de primer orden

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}, \text{ donde } \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

y la actividad es $A = A_0 \cdot e^{-\lambda t} = \lambda N$

$$N = \frac{m}{\text{mat}} x N_A = 4.60 \cdot 10^{15} \text{ núcleos} \Rightarrow \lambda = 4.60 \cdot 10^9 \text{ Bq}$$



Ejercicio B1. (Calificación máxima: 1 punto)

Defina velocidad de escape de un cuerpo y deduzca su expresión a partir del principio de conservación de la energía mecánica.

Solución:

La velocidad de escape es la velocidad mínima que tengo que suministrar a un objeto para que escape del campo gravitatorio del astro en el que está. Como el campo es conservativo

$$E_c = \frac{1}{2} m |V_{escape}|^2 = E_{potencial}(\infty) - E_{potencial}(r) = 0 - \left(-\frac{GMm}{r}\right) \Rightarrow \\ \Rightarrow V_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{r}}, \text{ que es independiente de la masa del objeto, no de la del planeta.}$$

Ejercicio B2. (Calificación máxima: 1 punto)

Dos cargas eléctricas, que se desplazan a igual velocidad, entran en una región del espacio en la que existe un campo magnético perpendicular a la dirección de su movimiento. Como consecuencia, ambas describen circunferencias de igual radio, pero en sentidos contrarios. Si la masa de la primera es el doble que la de la segunda, deduzca qué relación guardan las cargas de ambas partículas.

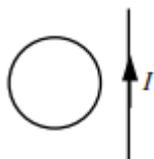
Solución:

Sabemos que una carga q con velocidad v en presencia de un campo magnético B sufre una fuerza $\mathbf{F} = q(\mathbf{v} \times \mathbf{B})$. Si v es perpendicular a B entonces actúa como centrípeta entonces

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow q = \frac{mv}{Br} \Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{m_1 v_1 / Br}{m_2 v_2 / B(-r)} = \frac{2m_2 v}{m_2 v(-1)} = -2 \Rightarrow q_1 = -2q_2$$

Ejercicio B3. (Calificación máxima: 1 punto)

Una espira circular y un hilo rectilíneo muy largo, por el que circula corriente de intensidad I , están en el mismo plano, como se ve en la figura. Si la intensidad I disminuye con el tiempo, indique razonadamente el sentido de la corriente inducida en la espira.



Solución:

La Ley de Henry-Faraday-Lenz (o 3ª ecuación de Maxwell) establece que si en una espira varía el flujo magnético se establece en esta una fuerza electromotriz inducida proporcional a dicha variación y de modo que se oponga a dicho cambio.

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



Como el campo magnético dentro de la espira es saliente (por la ley de Ampere) y el flujo disminuye con el tiempo, según la Ley de Lenz en la espira circular se forma una corriente de sentido antihorario que contrarreste el efecto.

Ejercicio B4. (Calificación máxima: 1 punto)

Cuando una onda se propaga pasando de un medio A a otro medio B, su longitud de onda se reduce a la mitad. Razone cómo se modifican su velocidad de propagación y su periodo al pasar de A a B.

Solución:

Cuando una onda electromagnética cambia de medio, su frecuencia permanece constante pero cambia tanto su velocidad como su longitud de onda. $v = \lambda f$
 $\lambda_B = \frac{1}{2}\lambda_A \Rightarrow v_B = \frac{1}{2}v_A$. Su periodo permanece constante.

Ejercicio B5. (Calificación máxima: 1 punto)

Un objeto de altura h se encuentra a una distancia d de una lente convergente y se forma una imagen de altura $h/2$. Discuta si la imagen es real o virtual, derecha o invertida.

Solución:

El aumento lateral de una lente se define como $\beta = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$, en este caso $\beta = \frac{1}{2}$, positivo, o sea derecha. Por lo tanto s' y s son del mismo signo: la imagen es virtual.

Ejercicio B6. (Calificación máxima: 1 punto)

Analice la veracidad del siguiente enunciado: "La energía cinética de los electrones arrancados de un metal por efecto fotoeléctrico es directamente proporcional a la intensidad de la luz incidente".

Solución:

Falso. Según el efecto fotoeléctrico einsteniano, cada metal tiene una energía umbral (la energía de ionización, W_0), a partir de la cual si un fotón con más energía impacta contra este, arroja un electrón por cada fotón (cuántica) con

$E_c(e^-) = E_{\text{fotón}} - W_0$. Como vemos no es proporcional a la de la luz incidente sino una diferencia de esta con W_0 .