PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

21 de septiembre de 2019

1. Gravitación.

1. Encélado es una luna de Saturno que, según anunció la NASA el pasado mes de abril, podría albergar vida. La masa de Encélado es de $1.08 \cdot 10^{20}$ kg, tiene un diámetro de 504.2 km y gira alrededor de Saturno con un radio orbital de 238 000 km. a) Calcula el período orbital de Encélado. b) Obtén el valor de la gravedad en la superficie de Encélado. ¿Cuánto pesaría allí una persona que en la Tierra pesa 686 N? c) Calcula la velocidad de escape de Encélado. Algunas partículas de polvo escapan de su superficie y se unen a los anillos de Saturno. Calcula la energía total de una partícula de 1 g que se une a un anillo que orbita a 400 000 km del centro de Saturno. Otros datos: G = $6.67 \cdot 10^{-11}$ $N \cdot m^2/kg^2$; masa de Saturno: $5.69 \cdot 10^{26}$ kg.

Respuesta:

a) El periodo orbital puede calcularse aplicando la Tercera Ley de Kepler:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r_o^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(2,38 \cdot 10^8)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,69 \cdot 10^{26}}} = 1,18 \cdot 10^5 \mathrm{s}$$

b) La aceleración de la gravedad en el superficie de Encélado será:

$$g = \frac{GM}{r_E^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,08 \cdot 10^{20}}{(2,52 \cdot 10^5)^2} = 0,114\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

La masa de la persona será:

$$m = \frac{P}{g} = \frac{686}{9,8} = 70\,\mathrm{kg}$$

Y el peso en la superficie de Encélado:

$$P_E = mg_E = 70 \cdot 0,114 = 7,98\,\mathrm{N}$$

c) La velocidad de escape es:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r_E}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,08 \cdot 10^{20}}{2,52 \cdot 10^5}} = 239\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

La energía de la partícula sería:

$$E = -\frac{GMm}{2 \cdot r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}69 \cdot 10^{26} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 4 \cdot 10^8} = -47440,38\,\mathrm{J}$$

2. ¿Cuál es el período de Venus alrededor del Sol si sabemos que el radio de su órbita es 0.723 veces el de la Tierra?

Respuesta:

El periodo de un planeta alrededor del Sol viene dado por la Tercera Ley de Kepler:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

Dividiendo miembro a miembro los periodos de Venus y la Tierra, tendremos;

$$\frac{T_V}{T_T} = \frac{\sqrt{\frac{4\pi^2(0,723 r_T)^3}{GM}}}{\sqrt{\frac{4\pi^2 r_T^3}{GM}}} = \sqrt{0,723^3} \quad T_V = 0,615\, T_T$$

3. Plutón tiene una masa de 1.29·10^{22} kg, un radio de 1151 km y el radio medio de su órbita alrededor del Sol es de 5.9·10^9 km. a) Calcula g en la superficie de Plutón. b) Su satélite Caronte tiene una masa de 1.52·10^{21} kg y está a 19 640 kilómetros de él. Obtén la fuerza de atracción gravitatoria entre Plutón y Caronte. c) Calcula cuántos años tarda Plutón en completar una vuelta alrededor del Sol.

Respuesta:

a) Para hallar al aceleración de la gravedad en la superficie de Plutón, debemos conocer la constante de Gravitación Universal (G = $6,67 \cdot 10^{-11}$N·m^2/kg^2). Con este dato, tendremos:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,29 \cdot 10^{22}}{(1,151 \cdot 10^6)^2} = 0,65\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{,2}$$

b) La fuerza gravitatoria entre Plutón y Caronte es:

$$F = \frac{GMm}{r^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,29 \cdot 10^{22} \cdot 1,52 \cdot 10^{21}}{(1,964 \cdot 10^7)^2} = 3,38 \cdot 10^{18}\mathrm{N}$$

c) Para hacer el cálculo, debemos conocer la masa del Sol ($M_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg). E, periodo será:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = T = \sqrt{\frac{4\pi^2(5,9 \cdot 10^{12})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}}} = 1,15{\cdot}10^{10}\, s \text{ equivalentesa } \frac{1,15 \cdot 10^{10}}{365} = 365,32\,\text{años}$$

4. Este año 2018 conmemoramos el nacimiento de Richard Feynman. Vamos a recordar la misión del transbordador espacial Challenger, cuyo desastre de 1986 fue investigado y aclarado por este importante físico. a) La masa del Challenger, con su carga, era de 120 toneladas. Calcula su energía potencial gravitatoria (con origen de energía en el infinito) antes del despegue. b) A poco de despegar, el Challenger se desintegró cuando iba a 20 km de altura. ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad a esa altura? c) La misión consistía en poner un satélite en una órbita geoestacionaria. Calcula a qué altura desde la superficie de la Tierra orbitaría el satélite. Datos: G = 6.67·10^{-11} N.m^2/kg^2; masa terrestre = 5.97·10^{24} kg; radio terrestre = 6371 km.

Respuesta:

a) La energía potencial gravitatoria en la superficie de la Tierra es:

$$\mathrm{U} = -\frac{\mathrm{GMm}}{\mathrm{r}} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97{\cdot}10^{24} \cdot 1,2 \cdot 10^5}{6,371 \cdot 10^6} = -7,5 \cdot 10^{12}\,\mathrm{J}$$

b) La aceleración de la gravedad a 20 km de altura será:

$$\mathrm{g} = \frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{r}^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97{\cdot}10^{24}}{(6,371 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^4)} = 9,75\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$$

c) Para que la órbita sea geoestacionaria, el periodo del satélite debe coincidir con el de la Tierra, es decir:

$$\mathrm{T} = \sqrt{\frac{4\pi^2\mathrm{r}^3}{\mathrm{GM}}} \qquad 86400 = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97{\cdot}10^{24}}}$$

Despejando, obtenemos r = 4,22·10^7m. La altura respecto a la superficie terrestre será; h = 4,22·10^7-6,371·10^6 = 3,585·10^7 m

5. De un antiguo satélite quedó como basura espacial un tornillo de 15 g de masa en una órbita a 300 km de altura alrededor de la Tierra. Calcula: a) El módulo de la fuerza con que se atraen la Tierra y el tornillo. b) Cada cuántas horas pasa el tornillo por el mismo punto. c) A qué velocidad, en km/h, debe ir un coche de 1200 kg de masa para que tenga la misma energía cinética que el tornillo. Datos: G = 6.67·10^{-11} N m^2/kg^2; masa terrestre = 5.97·10^{24} kg; radio terrestre = 6 371 km.

Respuesta:

a) El módulo de la fuerza es:

$$\left|\vec{F}\right| = \frac{\mathrm{GMm}}{\mathrm{r}^2} = \frac{6{,}67{\cdot}10^{-11}\cdot 5{,}97{\cdot}10^{24}\cdot 1,5\cdot 10^{-2}}{(6,371\cdot 10^6+3\cdot 10^5)^2} = 0{,}13\,\mathrm{N}$$

b) El periodo de giro será:

$$\mathrm{T} = \sqrt{\frac{4\pi^2\mathrm{r}^3}{\mathrm{GM}}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(6,371\cdot 10^6+3\cdot 10^5)^3}{6{,}67{\cdot}10^{-11}\cdot 5,98\cdot 10^{24}}} = 5419\,\mathrm{s}$$

c) La energía cinética del tornillo en la órbita es:

$$\mathrm{E_c} = \frac{\mathrm{GMm}}{2\mathrm{r}} = \frac{6{,}67{\cdot}10^{-11}\cdot 5,98\cdot 10^{24}\cdot 1,5\cdot 10^{-2}}{2\,(6,371\cdot 10^6+3\cdot 10^5)} = 4,49\cdot 10^5\mathrm{J}$$

La velocidad a la que habría de ir un coche con la misma energía cinética se calcularía a partir de:

$$\frac{1}{2}\,1200\cdot \mathrm{v}^2 = 4,49\cdot 10^5 \qquad \mathrm{v} = 27,33\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

6. El pasado mes de abril los astrofísicos del proyecto Event Horizon Telescope publicaron la primera imagen de un agujero negro. Se trata de un agujero supermasivo cuya masa equivale a 6500 millones la masa del Sol, y que está situado en el centro de la galaxia gigante Messier 87 a 55 millones de años luz de nosotros. a) Expresa en metros y en unidades astronómicas (UA) la distancia a la que se encuentra el agujero negro. b) Determina el radio máximo que tiene el agujero negro sabiendo que de él no puede escapar la luz. Expresa el resultado en m y en UA. c) Calcula la velocidad orbital para una órbita a 200 UA del centro del agujero negro. Expresa el resultado en función de la velocidad de la luz, c. Datos: 1 año luz = distancia recorrida por la luz en 1 año; 1 UA = distancia de la Tierra al Sol = 149.6 millones de km; G = $6.67.10^{-11}$ N.m^2/kg^2; masa del Sol = $1.99.10^{30}$ kg.

Respuesta:

a) La distancia es:

$$\mathrm{r} = 5,5\cdot 10^7\cdot 365\cdot 86400\cdot 3\cdot 10^8 = 5,20\cdot 10^{23}\mathrm{m}$$

Expresada en UA, esta distancia será:

$$\mathrm{r} = \frac{5,20\cdot 10^{23}}{1,496\cdot 10^{11}} = 3,48\cdot 10^{12}\,\mathrm{UA}$$

b) Utilizando la expresión de la velocidad de escape:

$$\mathrm{v} = 3\cdot 10^8 = \sqrt{\frac{2\mathrm{GM}}{\mathrm{r}}} = \sqrt{\frac{2\cdot 6{,}67.10^{-11}\cdot 6,5\cdot 10^9\cdot 1,99\cdot 10^{30}}{\mathrm{r}}}$$

$$\mathrm{r} = \frac{2\cdot 6{,}67.10^{-11}\cdot 6,5\cdot 10^9\cdot 1,99\cdot 10^{30}}{(3\cdot 10^8)^2} = 1,83\cdot 10^{13}\mathrm{m}$$

Expresando en UA:

$$\mathrm{r} = \frac{1,83\cdot 10^{13}}{1,496\cdot 10^{11}} = 122,36\,\mathrm{UA}$$

c) La velocidad orbital será:

$$\mathrm{v} = \sqrt{\frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{r}}} = \sqrt{\frac{6{,}67.10^{-11}\cdot 6,5\cdot 10^9\cdot 1,99\cdot 10^{30}}{200\cdot 1,496\cdot 10^{11}}} = 1,7\cdot 10^8\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

7. ¿En cuántos años completaría una vuelta alrededor del Sol un supuesto planeta cuyo radio orbital fuera el doble que el de la Tierra?

Respuesta:

Aplicando la tercera ley de Kepler, tendremos:

$$T_T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM_S} \qquad T_P^2 = \frac{4\pi^2 (2r)^3}{GM_S}$$

Dividiendo miembro a miembro:

$$\frac{T_P^2}{T_T^2} = 8 \qquad T_P = \sqrt{8}T_T$$

8. Encélado es una luna de Saturno con las siguientes características: una masa de $1.08.10^{20}$ kg, un diámetro de 504.2 km, y un radio orbital de 238 000 km. a) Calcula el período orbital de Encélado. b) Obtén el valor de la gravedad en la superficie de Encélado. ¿Cuánto pesaría allí una persona que en la Tierra pesa 686 N? c) Calcula la velocidad de escape de Encélado. Algunas partículas de polvo escapan de su superficie y se unen a los anillos de Saturno. Calcula la energía total de una partícula de 1 g que se une a un anillo que orbita a 400 000 km del centro de Saturno. Datos: G = $6.67.10^{-11}$ N.m^2/kg^2; masa de Saturno: $5.69.10^{26}$ kg.

Respuesta:

a) El periodo viene dado por:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 (2,38 \cdot 10^8)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}69.10^{26}}} = 1,18 \cdot 10^5\,\mathrm{s}$$

b) La aceleración de la gravedad será:

$$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,08.10^{20}}{\left(\frac{5,042 \cdot 10^5}{2}\right)^2} = 0,113\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}$$

c) La velocidad de escape es:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,08.10^{20}}{\frac{5,042 \cdot 10^5}{2}}} = 239,1\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

La energía total de la partícula será:

$$E = -\frac{GMm}{2r} = -\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}69.10^{26} \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 4 \cdot 10^8} = -4,74 \cdot 10^4\,\mathrm{J}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. En un concierto acústico de Rihanna se callan los instrumentos y ella canta una nota La de 880 Hz con una potencia de 0.005 W. La presión del aire puede escribirse como: $P(x,t) = P_0 + \Delta P \operatorname{sen}(kx - \omega t - \pi/2)$, donde el segundo sumando representa la onda de presión producida por el sonido de la cantante. a) Calcula la longitud de onda de la nota emitida por Rihanna. b) Para t = 0, obtén la posición x de dos puntos en los cuales la presión sea la misma que cuando cesa el sonido. c) ¿Cuántos decibelios mediríamos a 50 cm de la boca de Rihanna? Dato: $\mathrm{I_0} = 10^{-12}$ W/m^2

Respuesta:

a) la longitud de onda es:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{340}{880} = 0,386\,\mathrm{m}$$

b) Para t = 0, los puntos en que la presión es nula cuando cesa el sonido cumplen la condición:

$$\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{0,386}x - \frac{\pi}{2}\right) = 0 \longrightarrow \frac{2\pi}{0,386}x - \frac{\pi}{2} = n\pi$$

Tomando los valores n = 0 y n = 1, tendremos:

$$\frac{2\pi}{0,386}x_1 - \frac{\pi}{2} = 0 \rightarrow x_1 = \frac{0,386}{4} = 0,0965\,\mathrm{m} \qquad \frac{2\pi}{0,386}\mathrm{x}_2 - \frac{\pi}{2} = \pi \rightarrow \mathrm{x}_2 = \frac{3\cdot 0,386}{4} = 0,2895\,\mathrm{m}$$

Como puede verse, la distancia entre estos dos puntos es igual a una semilongitud de onda. (Se han supuesto los puntos en los que la presión es nula. En caso de ser la presión no nula, la distancia entre dos puntos consecutivos sería de una longitud de onda, es decir, 0,386 m).

c) La intensidad a 0,5 m será:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{5\cdot 10^{-3}}{4\pi 0,5^2} = 1,59\cdot 10^{3}\mathrm{W}\cdot\mathrm{m}^{-2}$$

Y el nivel de intensidad:

$$\beta = 10\log\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I_0}} = 10\log\frac{1,59\cdot 10^{-3}}{10^{-12}} = 92\,\mathrm{dB}$$

2. Las olas del mar pueden describirse mediante un movimiento ondulatorio. Supongamos que un día de oleaje las olas avanzan a 18 km/h y que la distancia entre la cresta de una ola y la siguiente es de 20 m. La altura de las olas (distancia entre el punto más alto y el punto más bajo de las olas) es de 4 m. a) Calcula el período del movimiento ondulatorio. b) Escribe la ecuación de la onda en función de x y t. c) Calcula la aceleración vertical máxima que mediría una boya situada en el oleaje anterior.

Respuesta:

a) La velocidad (18 km/h) equivale a 5 m/s. Teniendo en cuenta que la distancia entre crestas corresponde a la longitud de onda, tendremos:

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{20}{5} = 4\,s$$

b) Teniendo en cuenta que la amplitud de la onda será: A = 4/2 = 2m, la pulsación, $\omega = 2\pi/T = \pi/2$ s^{-1} , y el número de ondas, k $=\omega/v = \pi/10$ m^{-1}, la ecuación de la onda quedará así:

$$y = 2\operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{2}\mathrm{t} - \frac{\pi}{10}\mathrm{x}\right)$$

c) La aceleración vertical será:

$$a = \frac{d^2y}{dt} = -A\omega^2 \operatorname{sen}(\omega \mathrm{t} - \mathrm{kx})$$

Por lo que la máxima aceleración vertical será:

$$a_{máx}A\omega^2 = 2\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 = 4,93\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

3. ¿Qué nivel de intensidad produce un altavoz que emite una onda sonora de $2{\cdot}10^{-3}$ W/m^2? (Dato: $\mathrm{I_0} = 10^{-12}$ W/m^2).

   Respuesta:

   El nivel de intensidad será:

   $$\beta = 10\log\frac{2\cdot 10^{-3}}{10^{-12}} = 93\mathrm{dB}$$

4. Las cuerdas de "Lina", el querido violín de Einstein, miden 32.8 cm. Estudiemos la 1ª cuerda, que emite la nota Mi con una frecuencia de 659.3 Hz cuando vibra en el modo fundamental. a) Obtén la longitud de onda de la onda estacionaria en la cuerda, y la longitud de onda del sonido en el aire. b) ¿En qué punto (refiérelo a cualquiera de los dos extremos) se debe presionar la cuerda para producir la nota La, de 880.0 Hz de frecuencia? c) Einstein toca una melodía emitiendo un sonido de 10^{-6} W de potencia. Te unes a su lado con un violín y sonido idéntico. ¿Cuántos decibelios se medirían a 10 m de vuestra posición, si sólo toca Einstein y si tocáis los dos a la vez? Dato: $\mathrm{I_0} = 10^{-12}$ W/m^2.

   Respuesta:

   a) La longitud de onda en la cuerda será:

   $$\lambda_0 = 2\mathrm{L} = 2\cdot 0,328 = 0,656\,\mathrm{m}$$

   La longitud de onda del sonido en el aire tiene el valor:

   $$\lambda = \frac{\mathrm{v}}{\nu} = \frac{340}{695,3} = 0,489\,\mathrm{m}$$

   b) Para las longitudes de onda de 659,3 y 880,0 Hz, podremos escribir, respectivamente:

   $$659,3 = \frac{\mathrm{v}}{2\cdot 0,328} \qquad 880,0 = \frac{\mathrm{v}}{2\cdot \mathrm{L}'}$$

   Resolviendo este sistema, obtenemos L' =0,258 m. La cuerda se debe presionar, pues a una distancia de cualquiera de los extremos:

   $$\mathrm{d} = 0,328 - 0,258 = 0,07\,\mathrm{m}$$

   c) La intensidad emitida por un violín es:

   $$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}} = \frac{10^{-6}}{4\pi\cdot 10^2} = 7,96\cdot 10^{-10}\mathrm{W\cdot m^{-2}}$$

   El nivel de intensidad para un solo violín será:

   $$\beta = 10\log\frac{7,96\cdot 10^{-10}}{10^{-12}} = 29\,\mathrm{dB}$$

   Mientras que, para dos violines:

   $$\beta_2 = 10\log\frac{2\cdot 7,96\cdot 10^{-10}}{10^{-12}} = 32\,\mathrm{dB}$$

5. Di en cada caso si el enunciado si verdadero o falso. a) Con un altavoz lo bastante potente, el sonido podría llegar a la Luna. b) Las ondas electromagnéticas son transversales. c) La vibración de la cuerda de una viola produce una onda estacionaria. d) La velocidad de oscilación vertical de un corcho en las olas es constante. e) El nivel de intensidad acústica es proporcional a la intensidad del sonido.

Respuesta:

a) El enunciado es falso: el sonido es una onda mecánica que necesita de un medio material para propagarse, mientras que el espacio entre la Tierra y la Luna está prácticamente vacío.

b) La afirmación es correcta.

c) El enunciado es correcto.

d) La afirmación no es correcta, la velocidad tiene la expresión: $v = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0)$

e) El enunciado es incorrecto: el nivel de intensidad, β no está relacionado con la intensidad I, sino con el logaritmo de dicha intensidad, mediante la expresión:

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

6. Considera una onda transversal que viaja por una cuerda. Contesta, justificando la respuesta, si la aceleración transversal de un punto de la cuerda depende de: a) la velocidad de la onda, y b) el periodo de la onda.

Respuesta:

La aceleración transversal de un punto de una cuerda viene expresada por:

$$a = -A\omega^2 \text{sen}(\omega t - kx + \varphi_0) = -A\omega^2 \text{sen}\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{vT} + \varphi_0\right)$$

Por lo que la aceleración depende, tanto de la velocidad como del periodo de la onda.

7. Te presentamos el teléfono móvil con el altavoz más potente, la cámara más pequeña y el sensor de luz más eficiente. a) Con el teléfono al máximo volumen se registran 80 decibelios a 1 m de distancia. Calcula la potencia que emite el altavoz. b) La cámara tiene una lente biconvexa de 4 mm de focal y 1.5 de índice de refracción. Calcula el radio de curvatura de la lente. c) El sensor de luz, basado en el efecto fotoeléctrico, está hecho de un material cuya función de trabajo vale 1.1 eV. Calcula la energía cinética de cada electrón emitido cuando el sensor absorbe luz de 700 nm. Datos: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2; h = 6.63.10^{-34} J.s; 1 eV = 1.6.10^{-19} J.

Respuesta:

a) El nivel de intensidad es:

$$80 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \qquad I = 10^{-4} W \cdot m^{-2}$$

La potencia será:

$$P = I \cdot S = 10^{-4} \cdot 4\pi 1^2 = 1,26 \cdot 10^{-3} W$$

b) El radio de curvatura de la lente se deduce de:

$$P = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} = (n-1)\left(\frac{2}{R}\right) = (1,5-1)\frac{2}{R} \qquad R = 4 \cdot 10^{-3}\, m$$

c) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_{ext} + E_c \qquad \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^{-7}} = 1,1 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + E_c$$

$$E_c = 1,08 \cdot 10^{-19} J$$

8. El acelerómetro de una boya de oleaje registró una variación de aceleraciones dada por la ecuación: a(t) = - 0,5 cos (0,25t) , donde la aceleración se mide en m/s^2 y el tiempo en s. Calcula cuál fue la amplitud de las ondas.

Respuesta:

La aceleración de un MAS viene dada por:

$$a = -A\omega^2 \cos(\omega t)$$

De forma que podemos escribir: -0,5 = - A·$0,25^2$ y **A = 8 m**

9. El máser es un aparato precursor del láser que emite radiación de microondas cuya longitud de onda es 1.26 cm. a) Si un máser emite ondas esféricas con una potencia de 10^{-10} W, calcula la intensidad a 2 m del punto emisor. b) La radiación se produce en una cavidad metálica donde se forman ondas estacionarias como las de una cuerda vibrante de extremos fijos. Indica dos posibles valores para la longitud de la cavidad. c) Se emite radiación (un fotón) cuando una molécula de amoniaco realiza una transición entre dos niveles energéticos. Calcula la diferencia de energía, en eV, entre dichos niveles y el momento lineal de un fotón de microondas. Datos: 1 eV = $1.6.10^{-19}$ J; h = $6.63.10^{-34}$ J.s.

Respuesta:

a) La intensidad es:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{10^{-10}}{4\pi 2^2} \simeq 2 \cdot 10^{-12} W \cdot m^{-2}$$

b) La longitud de onda para una onda estacionaria viene dada por la expresión: $\lambda = \dfrac{2L}{n}$, por lo que, sustituyendo:

$$L = \frac{n\lambda}{2}$$

Tomando los valores n = 1 y n = 2, obtenemos:

$$L_1 = \frac{1,26}{2} = 0,63\,\text{cm} \qquad L_2 = \frac{2 \cdot 1,26}{2} = 1,26\,\text{cm}$$

c) La diferencia de energía entre los dos niveles es:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63.10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,26 \cdot 10^{-2}} = 1,58 \cdot 10^{-23} J$$

El momento lineal tendrá el valor:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6{,}63.10^{-34}}{1,26 \cdot 10^{-2}} = 5,26 \cdot 10^{-32} kg \cdot m \cdot s^{-1}$$

3. Óptica.

1. ¿Cuánto tiempo tarda un rayo de luz en atravesar una fibra óptica que tiene un índice de refracción de 1.8 y una longitud de 100 m? (Considera que la fibra es rectilínea y que la luz viaja en línea recta de extremo a extremo de la misma).

   Respuesta:

   La velocidad de la luz en la fibra óptica es:

   $$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,} = 1,667 \cdot 10^8 \,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

   El tiempo es:

   $$t = \frac{l}{v} = \frac{100}{1,667 \cdot 10^8} = 6 \cdot 10^{-7}\mathrm{s}$$

2. Aparece una lupa en el trastero. Comprobamos que tiene una lente de vidrio biconvexa y simétrica, pero somos curiosos y queremos saber más cosas. a) Enviamos un rayo de luz a una de las caras de la lente formando un ángulo de 45º con la normal en el punto de incidencia. Observamos que el rayo se refracta al interior de la lente con un ángulo de 25º. ¿Cuál es el índice de refracción del vidrio? b) Colocamos una bombilla a 50 cm de la lupa y podemos enfocar su imagen real en un papel situado a 100 cm de la lupa. ¿Cuál es su potencia? ¿Y su distancia focal imagen? c) ¿Cuánto valen los radios de curvatura de la lente? ¿Cuál sería la potencia si pulimos una de las caras hasta dejarla completamente plana?

   Respuesta:

   a) Aplicando la Ley de Snell:

   $$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_{\mathrm{r}}} = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow \frac{\operatorname{sen} 45^{\text{o}}}{sen\, 25^{\text{o}}} = \frac{n_2}{1} \qquad n_2 = 1,67$$

   b) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

   $$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -P \qquad \frac{1}{-0,5} - \frac{1}{1} = -3 \rightarrow P = 3\,\mathrm{dp}$$

   la distancia focal imagen será, $f' = \dfrac{1}{P} = 0,33$ **m**

   c) Suponiendo la lente simétrica, y sabiendo que es convergente (una lente divergente produce siempre imágenes virtuales) , tendremos:

   $$(1-n)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{-R}\right) = -P \qquad (1-1,67)\,\frac{2}{R} = -3 \quad R = \frac{2 \cdot 0{,}67}{3} = 0,45\,\mathrm{m}$$

   Si dejáramos una de las caras completamente plana, la potencia sería:

   $$P = (n-1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right) \qquad P = 0,67\,\frac{1}{0,45} = 1,5\,\mathrm{dp}$$

3. Razona si este enunciado es o no correcto: «Al duplicar la potencia de una lente, se duplica la distancia a la imagen, formada por aquella, de un determinado objeto».

   Al duplicar la potencia de una lente, su distancia focal se reduce a la mitad. Si aplicamos en ambos casos la ecuación de las lentes delgadas, tendremos lo siguiente:

   $$\frac{1}{\mathrm{s}} - \frac{1}{\mathrm{s}'_1} = -\frac{1}{\mathrm{f}'_1} \qquad (*)$$

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s_2'} = -\frac{1}{f_2'} = \frac{2}{f_1'} \qquad (**)$$

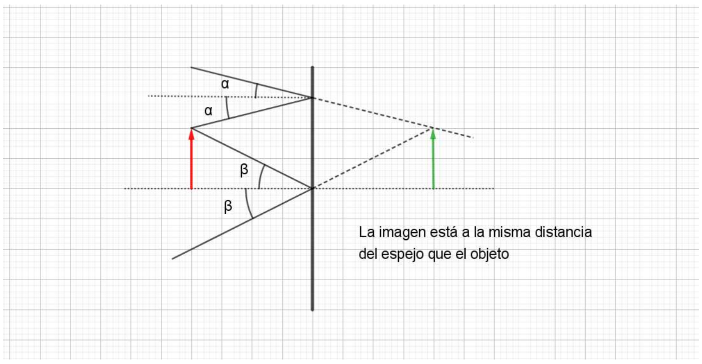
Despejando, tendremos:

$$\frac{1}{s_1'} = \frac{1}{s} + \frac{1}{f'} \qquad y \qquad \frac{1}{s_2'} = \frac{1}{s} + \frac{2}{f'}$$

De donde podemos deducir que $\frac{1}{s_2'} > \frac{1}{s_1'}$,con lo que $s_1' > s_2'$,por tanto, la afirmación de que la distancia de la imagen a la lente se duplica al duplicar la potencia de la lente es incorrecta.

4. Demuestra en un dibujo dónde está tu imagen tras la reflexión en un espejo plano.

De la siguiente representación gráfica:



Se puede deducir que la imagen, virtual, se forma a la misma distancia del espejo que a la que se encuentra el objeto.

5. Tenemos un espejo plano y una lente de 2 D biconvexa simétrica. Situamos un objeto a 1 m de distancia tanto del espejo como de la lente. a) Calcula la posición de la imagen a través del espejo plano. ¿Es real o virtual? b) Calcula la posición de la imagen a través de la lente. ¿Es real o virtual? c) Si la lente fuera plano-convexa en vez de biconvexa, manteniendo el mismo índice de refracción y el mismo radio de curvatura, calcula su potencia y dónde estaría ahora la imagen del objeto anterior.

Respuesta:

a) El espejo plano es un caso particular del espejo esférico, por lo que puede emplearse la ecuación :

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} = \frac{2}{\infty}$$

Por lo que $s' = -s = 1$ m. La imagen de un espejo plano es siempre virtual.

b) Para la lente, aplicamos la ecuación:

$$\frac{1}{-1} - \frac{1}{s'} = -P = -2 \qquad s' = 1\,\mathrm{m}$$

La imagen se forma a la misma distancia de la lente que respecto al espejo. A diferencia de éste, la imagen obtenida es real .

c) Para una lente biconvexa simétrica, de radios de curvatura R, tendremos:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = (1-n)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{-R}\right) = (1-n)\frac{2}{R} = \frac{1}{f_1} = -P_1$$

Mientras que para una lente planoconvexa tendremos:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = (1-n)\left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{-R}\right) = (1-n)\frac{1}{R} = \frac{1}{f_2} = -P_2$$

Obteniéndose así: $\frac{P_1}{2} = P_2$. La lente planoconvexa tendrá una potencia de 1 D. Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

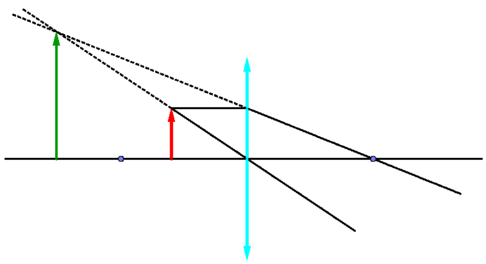
$$\frac{1}{-1} - \frac{1}{s'} = -P = -1 \qquad s' = \infty$$

Al encontrarse el objeto en el foco, la imagen se forma en el infinito.

6. Tenemos una lupa de 4 D y una lente de miope de -5 D. Explica cuál de las dos escoges para construir un proyector de imágenes, y obtén su longitud focal.

   Respuesta:

   La lupa es una lente convergente, mientras la lente de miope es divergente. La imagen obtenida por esta última es siempre menor que el objeto, por lo que para construir un proyector de imágenes utilizaremos una lupa, situando el objeto que queremos proyectar entre el foco y la lente, como podemos ver en el siguiente diagrama de rayos:

   La distancia focal se obtiene de:

$$P = \frac{1}{f'} \qquad f' = \frac{1}{4} = 0,25\,\mathrm{m}$$

7. Halla la posición de la imagen de una pulga situada a 10 cm de una lupa de 5 D.

   Respuesta:

   Aplicando la ecuación de las lentes delgadas:

$$\frac{1}{s} - \frac{1}{s'} = -P \qquad \frac{1}{-0,1} - \frac{1}{s'} = -5 \qquad s' = -0,2\,\mathrm{m}$$

8. Tenemos una lupa de 3 D y una lente de miope de -3 D. Explica cuál de las dos escoges para construir un proyector de imágenes, y obtén su longitud focal.

   Respuesta:

   Sólo se podrá proyectar en una pantalla (imagen real) si la lente es convergente, por lo que elegiremos la **lupa de 3 D**. La distancia focal es:

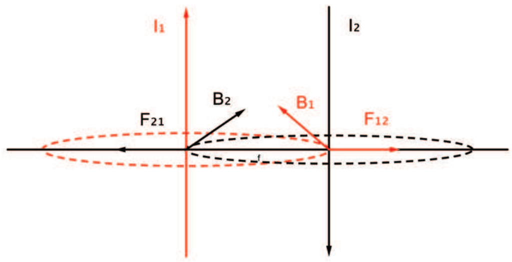
$$f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{3} = 0,33\,\mathrm{m}$$

4. Electromagnetismo.

1. Tenemos dos cables rectilíneos paralelos por los que circula corriente en sentido contrario. Razona si los cables se atraen, se repelen o no se ejercen ninguna fuerza.

   Respuesta:

   a) En la siguiente imagen se representan los vectores campo magnético creados por cada uno de los conductores sobre el otro. Aplicando la regla de la mano izquierda, comprobaremos que la fuerza



   entre ambos conductores es de **repulsión**.

2. Enrollamos un cable esmaltado dando varias vueltas alrededor de un tornillo. Conectamos los extremos del cable a una pila. Explica qué ocurre y por qué.

   Respuesta:

   Al pasar la corriente eléctrica por un conductor enrollado (solenoide), se produce un campo magnético, que resulta intensificado cuando este conductor se enrolla sobre una sustancia ferromagnética, dando así lugar a la formación de un **electroimán.**

3. Un aparato de rayos X consta de un tubo de descarga con dos placas metálicas paralelas (cátodo y ánodo). Entre las placas se aplica una elevada diferencia de potencial que acelera los electrones desde el cátodo al ánodo. Si la distancia entre placas es de 30 cm y la diferencia de potencial aplicada es de 10 kV, calcula: a) La fuerza que experimenta un electrón dentro de las placas. b) La velocidad de un electrón al llegar al ánodo (los electrones parten del reposo desde el cátodo). c) Al colisionar con el ánodo el electrón se frena y la energía que pierde se convierte en un fotón de rayos X de 1 nm de longitud de onda. Calcula la energía de un fotón de rayos X. Calcula la nueva velocidad del electrón. Datos: $|e| = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg; $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ J·s

   Respuesta:

   a) La fuerza experimentada por el electrón será:

$$F = qE = q\,\frac{\Delta V}{r} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4}{0,3} = 5,33 \cdot 10^{-15}\mathrm{N}$$

   b) El trabajo realizado sobre el electrón se invierte en aumentar su energía cinética. Así pues:

$$W = q\Delta V = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{con lo que :} \quad v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^4}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 5,93 \cdot 10^7\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

   c) La energía es:

$$E_f = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,67 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{10^{-9}} = 2 \cdot 10^{-16}\mathrm{J}$$

   dado que la energía se conserva, podremos poner:

$$E_0 = q\Delta V = 1,6 \cdot 10^{-15} = E_f + \frac{1}{2}mv^2$$

$$v=\sqrt{\frac{2(E_0-E_f)}{m}}=\sqrt{\frac{2(1,6\cdot10^{-15}-2\cdot10^{-16})}{9,1\cdot10^{-31}}}=5,55\cdot10^{7}\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

4. Entre los electrodos de un tubo fluorescente se aplican 230 V. El tubo mide 60 cm. a) Calcula la energía cinética que, debido a la diferencia de potencial, adquiere un electrón que parte del reposo desde un extremo del tubo y llega al otro extremo. b) En el interior del tubo hay átomos de mercurio que emiten luz de 367 nm. Obtén la energía de cada fotón de dicha luz. c) Calcula el valor del campo eléctrico en el interior del tubo y la fuerza que experimenta un electrón. Datos: |e| = $1.6\cdot10^{-19}$ C; h = $6.626\cdot10^{-34}$ J·s.

   Respuesta:

   a) la energía cinética será:

   $$E_c=q\Delta V=1,6\cdot10^{-19}\cdot230=3,68\cdot10^{-17}\,\mathrm{J}$$

   b) La energía del fotón es:

   $$h=h\nu=\frac{hc}{\lambda}=\frac{6,626\cdot10^{-34}\cdot10^{8}}{3,67\cdot10^{-7}}=5,42\cdot10^{-19}\,\mathrm{J}$$

   c) El campo eléctrico es:

   $$E=\frac{\Delta V}{\Delta r}=\frac{230}{0,6}=383,3\,\mathrm{N/C}$$

   La fuerza sobre el electrón será:

   $$F=qE=1,6\cdot10^{-19}\cdot383,3=6,13\cdot10^{-17}\mathrm{N}$$

5. En un acelerador, las partículas cargadas se mueven en un túnel horizontal con forma de circunferencia debido a la acción de un campo magnético. Argumenta en qué dirección actúa el campo: ¿hacia el centro del túnel, vertical o según el avance de las cargas?

   Respuesta:

   para que la carga se mueva con un movimiento circular, es necesario que exista una fuerza del campo sobre la carga, lo que excluye que dicho campo actúe en el sentido de avance de las cargas.Si actuara verticalmente, el movimiento no será circular, sino helicoidal. Por tanto, el campo deberá actuar hacia el centro del túnel.

6. El campo eléctrico que crea una esfera de radio R y densidad de carga ρ es , $E=\dfrac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^a}$ en un punto exterior a distancia r de su centro. Determina el valor del exponente$a$ utilizando análisis dimensional.

   Respuesta:

   La unidad de campo eléctrico es N/C, mientras que la de la permitividad, εes $\mathrm{C^2N^{-1}m^{-2}}$. Teniendo esto en cuenta, las ecuaciones des dimensiones serán las siguientes:

   $$[\mathrm{E}]=\mathrm{MLT^{-2}Q^{-1}}\qquad\left[\frac{\rho\mathrm{R}^3}{3\varepsilon_0\mathrm{r^a}}\right]=\mathrm{QL^{-3}L^3Q^{-2}ML^3T^{-2}L^{-a}}=\mathrm{ML^{(3-a)}T^{-2}Q^{-1}}$$

   De donde se deduce que 3-a = 1 y a = 2.

7. Los experimentos de deflexión de partículas radiactivas realizados por Rutherford permitieron determinar que las partículas αson núcleos de He-4 (2 protones y dos neutrones) y que las partículas β son electrones rápidos. a) Calcula la relación carga/masa de las partículas α y de las β. b) Al aplicar un campo magnético uniforme de 1 T, perpendicular a la velocidad de las partículas, las α describen circunferencias de 39 cm de radio y las β, de 0,1 cm de radio. Obtén las velocidades de ambas partículas. c) Halla el campo eléctrico necesario, junto al campo eléctrico anterior, para

mantener a las partículas α en una trayectoria rectilínea. Haz un dibujo de la situación. Datos: $|e| = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C; masa del electrón = $9{,}1 \cdot 10^{-31}$kg; masa del protón = $1{,}673 \cdot 10^{-27}$kg; masa del neutrón = $1{,}675 \cdot 10^{-27}$kg.

Respuesta:

a) La relación carga/masa para cada partícula será la siguiente:

$$\left(\frac{q}{m}\right)_\alpha = \frac{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 1,675 \cdot 10^{-27}} = 4,78 \cdot 10^7 \mathrm{C/kg}$$

$$\left(\frac{q}{m}\right)_\beta = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 1,76 \cdot 10^{11} \mathrm{C/kg}$$

b) Las respectivas velocidades se deducirán de::

$$0,39 = \frac{(2 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27\text{‘}} + 2 \cdot 1,675 \cdot 10^{-27})\, v_\alpha}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1} \qquad \text{Obteniéndose}: \mathrm{v}_\alpha = 1,86 \cdot 10^7\, \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

$$0,001 = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v_\beta}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1} \qquad \text{Obteniéndose}: \mathrm{v}_\beta = 1,76 \cdot 10^8\, \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

c) Para que las partículas α describan una trayectoria rectilínea, deberá aplicarse un campo eléctrico perpendicular al campo magnético ya existente. Por ejemplo, si el campo magnético se dirige desde fuera hacia dentro del plano del papel, el campo eléctrico deberá dirigirse desde la parte superior a la inferior de dicho plano. Para hallar el valor del campo eléctrico, tendremos que:

$$\mathrm{qE = qvB} \qquad \mathrm{E} = 1,86 \cdot 10^7 \cdot 1 = 1,86 \cdot 10^7\, \mathrm{N/C}$$

8. Sabemos que la fuerza de Coulomb entre dos cargas q iguales, distanciadas 1 cm, vale 2 N. Calcula el valor de la fuerza si acercamos las cargas hasta una distancia de 1 mm.

Respuesta:

La fuerza entre ambas cargas será:

$$2 = \frac{\mathrm{kq}^2}{(10^{-2})^2} \qquad \mathrm{kq}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \mathrm{N \cdot m^2}$$

Cuando estén separadas 1 mm:

$$\mathrm{F} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{(10^{-3})^2} = 200\, \mathrm{N}$$

9. En el acelerador de partículas LHC se generan campos magnéticos de 2 T mediante un solenoide de 5.3 m de longitud por el que circula una corriente de 7700 A. a) ¿Cuántos electrones circulan cada segundo por el cable del solenoide? b) Calcula la fuerza que experimenta un electrón que entra al acelerador a 2 m/s perpendicularmente al campo magnético. c) Determina el número de espiras que contiene el solenoide. Datos: $|e| = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C; $\mu_0 = 4 \cdot 10^{-7}$ T·m /A.

Respuesta:

a) El número de electrones será:

$$7700 = \frac{\mathrm{n\,elec} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \mathrm{C \cdot elec^{-1}}}{1\,\mathrm{s}} \qquad \mathrm{n} = \frac{7700}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,81 \cdot 10^{22} \text{electrones}$$

b) El módulo de la fuerza es:

$$\mathrm{F = qvB \cdot sen\, 90^{o}} == 6,4 \cdot 10^{-19} \mathrm{N}$$

c) El campo magnético tiene la expresión:

$$\mathrm{B} = \frac{\mu_0 \mathrm{NI}}{\mathrm{L}} \qquad \mathrm{N} = \frac{2 \cdot 5,3}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 7700} = 1095$$

10. ¿En qué condiciones una carga se mueve en círculos bajo la fuerza de Lorentz?

Respuesta:

La fuerza de Lorentz sobre una carga eléctrica es:

$$\vec{F} = \mathrm{q}\vec{v} \times \vec{B}$$

La carga se moverá en círculos cuando el campo magnético sea perpendicular a la trayectoria de la carga.

11. La carga positiva q_1 está fija (sin poder moverse) en el origen. La carga negativa q_2 se encuentra inicialmente a 3 m y empieza a moverse hacia q_1 partiendo del reposo. Calcula: a) El campo eléctrico en x = 1.5 m en el instante inicial. b) La fuerza que experimenta $q_2$en los puntos x = 3 m y x = 1.5 m. c) La energía potencial del sistema cuando $q_2$está en x = 3 m y en x = 1.5 m, y la energía cinética de $q_2$en x = 1.5 m. Datos: $1/4\pi\varepsilon_0$= 9.10^9 N.m^2/C^2

Respuesta:

a) En el punto x = 1,5 m los dos vectores intensidad de campo tienen la misma dirección y sentido, y se dirigen hacia la carga q_1. Los módulos de ambos son iguales, por lo cual:

$$\vec{E} = -2\,\frac{9\cdot 10^9\cdot 10^{-3}}{1,5^2}\,\vec{i} = -8\cdot 10^6\,\vec{i}\ \mathrm{N\cdot C^{-1}}$$

b) La fuerza que experimenta $q_2$en los puntos x_1= 3 m y x_2 = 1, 5 m serán, respectivamente:

$$\vec{F_1} = -\frac{9\cdot 10^9(10^{-3})^2}{3^2}\,\vec{i} = -10^3\,\vec{i}\ \mathrm{N} \qquad \vec{F_2} = -\frac{9\cdot 10^9(10^{-3})^2}{1,5^2}\,\vec{i} = -4\cdot 10^3\,\vec{i}\ \mathrm{N}$$

c) La energía potencial en x_1= 3 m y x_2 = 1, 5 m serán, respectivamente:

$$U_1 = -\frac{9\cdot 10^9(10^{-3})^2}{3} = -3\cdot 10^3\ \mathrm{J} \qquad U_2 = -\frac{9\cdot 10^9(10^{-3})^2}{1,5} = -6\cdot 10^3\ \mathrm{J}$$

c) Aplicando el principio de conservación de la energía, la energía cinética en $x_2$será:

$$-3\cdot 10^3 = -6\cdot 10^3 + E_c \qquad E_c = 3000\ \mathrm{J}$$

12. El enlace iónico de la molécula de cloruro de sodio (NaCl) se produce por la atracción electrostática entre sus iones Na^+ y Cl^-. a) Calcula la separación entre los dos iones, sabiendo que la energía potencial de la molécula es de 9.76.10^{-19} J. b) En una disolución de la sal en agua la distancia entre iones es de 8 nm. Calcula el módulo de la fuerza que se ejercen entre sí dos iones cualesquiera. c) Aplicamos a la disolución un campo eléctrico uniforme de 50 N/C. Calcula el trabajo realizado para un ión que se desplaza 3 cm por la acción del campo. Datos: $1/4\pi\varepsilon_0$= 9.10^9 N.m^2/C^2 ;|e| = 1.6.10^{-19} C.

Respuesta:

a) Conocido el valor de la energía potencial:

$$9,76\cdot 10^{-19} = \frac{9\cdot 10^9(1,6\cdot 10^{-19})^2}{r} \qquad r = 2,36\cdot 10^{-10}\mathrm{m}$$

b) El módulo de la fuerza entre dos iones cualesquiera será:

$$F = \frac{9\cdot 10^9(1,6\cdot 10^{-19})^2}{(8\cdot 10^{-9})^2} = 3,6\cdot 10^{-12}\mathrm{N}$$

c) El trabajo vendrá dado por la expresión:

$$W = q\,(V_0 - V)$$

Conocido el valor del campo eléctrico, tendremos que:

$$\Delta V = E\cdot r = 50\cdot 3\cdot 10^{-2} = 1,5\,\mathrm{V}$$

Por lo que el trabajo valdrá:

$$W = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,4 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

13. Enrollamos un cable esmaltado dando varias vueltas alrededor de un tornillo. Conectamos los extremos del cable a una pila. Explica qué ocurre y por qué.

    Respuesta:

    Se forma un **electroimán**, ya que la corriente eléctrica crea un campo magnético al atravesar un conductor. Dicho campo magnético se refuerza cuando en el núcleo del solenoide formado se sitúa un tornillo, cuya permeabilidad magnética es muy superior a la del aire.

5. Física moderna

1. El yodo-131 se utiliza en radioterapia. Tiene un período de semidesintegración de 8 días. ¿Qué porcentaje de yodo-131 quedaría en el cuerpo después de 32 días de administrar una dosis?

   Respuesta:

   Teniendo en cuenta que el número de núcleos restantes puede expresarse como:

   $$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

   Siendo en el número de periodos transcurridos. Teniendo en cuenta que 32 días equivales a cuatro periodos, podremos poner:

   $$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{N_0}{16}$$

   Lo que equivale a un **6,25 %** de los núcleos iniciales.

2. Razona si aumentará o no la energía cinética de los electrones arrancados por efecto fotoeléctrico, si aumentamos la intensidad de la radiación sobre el metal.

   Respuesta:

   No aumentará, puesto que la energía cinética depende únicamente de la frecuencia de la radiación incidente y la frecuencia umbral, es decir:

   $$E_c = h\nu - h\nu_0$$

3. En un dispositivo fotoeléctrico de apertura y cierre de una puerta, la longitud de onda de la luz utilizada es de 840 nm y la función de trabajo del material fotodetector es de 1.25 eV. Calcula: a) La energía de un fotón de dicha luz. b) La frecuencia umbral necesaria para extraer electrones del material. c) La energía cinética de los electrones arrancados por el efecto fotoeléctrico. Datos: h = $6.63{\cdot}10^{-34}$ J·s, 1 eV = $1.6{\cdot}10^{-19}$ J.

   Respuesta:

   a) La energía del fotón será:

   $$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63{\cdot}10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{8,4 \cdot 10^{-7}} = 2,37 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

   b) A partir del trabajo de extracción:

   $$1,25\,eV \text{ equivalen a } 1,25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2 \cdot 10^{-19}\text{J} = \text{h}\nu_0 \qquad \nu_0 = \frac{2 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3 \cdot 10^{14}\text{s}^{-1}$$

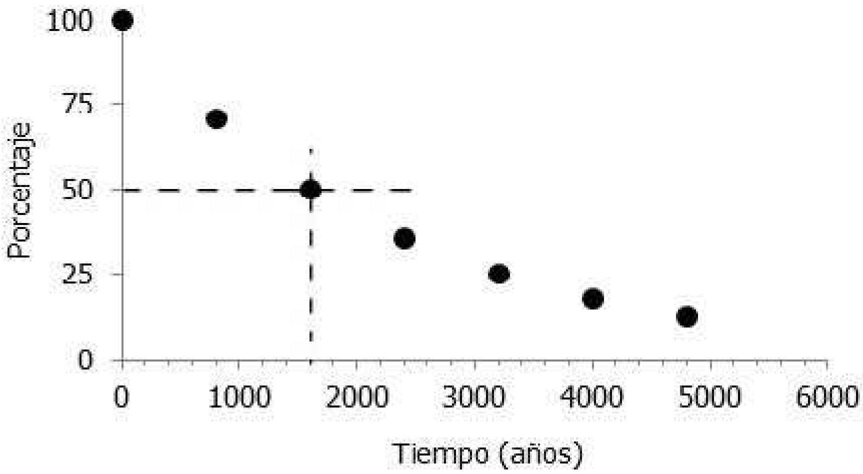
   c) La energía cinética será:

   $$E_c = h\nu - h\nu_0 = 2,37 \cdot 10^{-19} - 2 \cdot 10^{-19} = 3,7 \cdot 10^{-20}\text{J}$$

4. Marie Curie descubrió el radio. Obtén el período de semidesintegración de este elemento a partir de la gráfica, que muestra el porcentaje de núcleos que queda sin desintegrar tras un cierto tiempo.

   Respuesta:

   En la siguiente representación gráfica podemos deducir que el periodo de semidesintegración es, aproximadamente, de 1600 años.



5. Stephen Hawking nos ha dejado hace apenas tres meses. Trabajó en las teorías del Big Bang y de los agujeros negros. a) La radiación de fondo de microondas, que apoya la Teoría del Big Bang, tiene una frecuencia de 160,2 Hz. Calcula la energía de un fotón de esta radiación. b) ¿Qué radio máximo debería tener la Tierra para que se convirtiese en un agujero negro? (Impón que la luz no pueda escapar del agujero), c) Según Hawking, los agujeros negros pueden desaparecer emitiendo energía y perdiendo su masa de acuerdo a la ecuación de Einstein. Obtén la energía total liberada si un agujero de masa igual a la de la Tierra desaparece por completo. Datos: h $=6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; G $= 6{,}67\cdot10^{-11}$ N m^{2}kg^{-2}; masa terrestre $= 5{,}97\cdot10^{24}$ kg.

Respuesta:

a) La energía de un fotón será la siguiente:

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,602 \cdot 10^{9} = 1,06 \cdot 10^{-24}\ \text{J}$$

b) Para que la Tierra se convirtiese en un agujero negro, la velocidad de escape debería igualarse a la velocidad de la luz. Por tanto:

$$3 \cdot 10^{8} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,97 \cdot 10^{24}}{r}}$$

Obteniéndose r = 0,094 m

c) La energía liberada sería:

$$E = mc^2 = 5,97 \cdot 10^{24}(3 \cdot 10^{8})^2 = 5,37 \cdot 10^{41}\ \text{J}$$

6. Iluminamos un metal con dos luces de 193 y 254 nm. La energía cinética máxima de los electrones emitidos es de 4.14 y 2.59 eV, respectivamente. a) Calcula la frecuencia de las dos luces. b) Indica con cuál de las dos luces la velocidad de los electrones emitidos es mayor, y obtén el valor de dicha velocidad. c) Determina la constante de Planck y la función de trabajo del metal. Datos: 1 eV = $1.6\cdot10^{-19}$ J; masa del electrón: $9.1\cdot10^{-31}$ kg.

Respuesta:

a) La frecuencia de cada una de las luces es:

$$\nu_1 = \frac{3 \cdot 10^8}{1,93 \cdot 10^{-7}} = 1,55 \cdot 10^{15}\text{s}^{-1} \qquad \nu_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{2,54 \cdot 10^{-7}} = 1,18 \cdot 10^{15}\text{s}^{-1}$$

b) La mayor velocidad corresponderá los electrones emitidos cuando el metal se ilumine con luz de menor longitud de onda. Para calcular la velocidad de los electrones en cada caso, tendremos:

$$4,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9,1 \cdot 10^{-31} v_1^2 \qquad v_1 = 1,21 \cdot 10^{6}\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$2,59 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} 9,1 \cdot 10^{-31} v_2^2 \qquad v_2 = 9,54 \cdot 10^5 m \cdot s^{-1}$$

c) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico para ambas radiaciones::

$$h \cdot 1,55 \cdot 10^{15} = W_{ext} + 4,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$h \cdot 1,18 \cdot 10^{15} = W_{ext} + 2,59 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

Restando miembro a miembro:

$$h\,(1,55 \cdot 10^{15} - 1,18 \cdot 10^{15}) = 4,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}(4,14 - 2,59) \qquad h = 6,70 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

Para calcular el trabajo de extracción, sustituimos en cualquiera de las ecuaciones:

$$6,70 \cdot 10^{-34} \cdot 1,55 \cdot 10^{15} = W_{ext} + 4,14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \qquad W_{ext} = 3,76 \cdot 10^{-19} J$$

7. Enviamos radiaciones α, $\beta\, y\, \gamma$ contra una lámina de aluminio. Los espesores atravesados hasta que las tres radiaciones se reducen a la mitad de su intensidad son: 0.0005 cm, 8 cm y 0.05 cm; pero se han desordenado los datos2. Indica a qué radiación corresponde cada espesor.

Respuesta:

El poder de penetración de estas radiaciones en la materia aumenta en el orden $\alpha < \beta < \gamma$, por lo que los datos se ordenará, de la forma 0,0005 cm (α), 0,05 cm (β) y 8 cm (γ).

8. Seguimos con el proyecto Event Horizon Telescope. Las observaciones se realizaron con radiotelescopios en una longitud de onda de 1.3 mm. Uno de los radiotelescopios empleados fue el IRAM, situado en el Pico del Veleta en Sierra Nevada, que tiene un diámetro de 30 m. a) Calcula la frecuencia, en GHz, y el período de la radiación observada. b) Calcula la energía y el momento lineal de un fotón de esta radiación. c) De la región del espacio en torno al agujero negro en la galaxia Messier 87, para la banda del espectro captada por los radiotelescopios, llega a la Tierra una radiación de 2.10^{-17} W/m^2. Calcula la potencia recibida por el telescopio español. Datos: h = $6.63.10^{-34}$ J.s.

Respuesta:

a) La frecuencia será:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,3 \cdot 10^{-3}} = 2,31 \cdot 10^{11} Hz \qquad \text{equivalente a} : \frac{2,31 \cdot 10^{11}}{10^9} = 231\, GHz$$

El periodo será:

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{2,31 \cdot 10^{11}} = 4,33 \cdot 10^{-12} s$$

b) La energía es:

$$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 2,31 \cdot 10^{11} = 1,53 \cdot 10^{-22} J$$

El momento lineal será:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,3 \cdot 10^{-3}} = 5,1 \cdot 10^{-31}\, kg \cdot m \cdot s^{-1}$$

c) La intensidad es:

$$I = \frac{P}{S} = 2 \cdot 10^{-17} W \cdot m^{-2} \qquad P = 2 \cdot 10^{-17} \cdot \pi \cdot 15^2 = 1,41 \cdot 10^{-14}\, W$$

9. Razona si aumentará o no la energía cinética de los electrones arrancados por efecto fotoeléctrico, si aumentamos la intensidad de la radiación sobre el metal.

Respuesta:

10. (**Nota**: El enunciado contiene tres apartados de tres temas diferentes, por lo que se ha ubicado en el que corresponde al primero de dichos apartados) Vamos a extraer algo de física del pasado festival WarmUp de Murcia. a) En la iluminación había un LED azul de 460 nm y un láser rojo de 780 nm. Indica qué fotón de esas dos luces posee mayor energía, y determina cuántas veces es más energético uno que otro. b) La bobina de un altavoz tiene 5 cm de longitud y consta de 200 espiras. Por ella circula una corriente de 5 A. Calcula el campo magnético creado en el interior de la bobina. c) Había 10.000 personas aplaudiendo a Noel Gallagher. El aplauso de cada persona era de 40 dB. ¿Cuántos decibelios produjo el aplauso de todas a la vez? Dato: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ T.m /A.

Respuesta:

a) posee mayor energía el LED que emite con menor longitud de onda (**el LED azul**), pues: $\mathrm{E} = \dfrac{\mathrm{hc}}{\lambda}$. La relación entre las energía de ambos es:

$$\frac{\mathrm{E_{azul}}}{\mathrm{E_{rojo}}} = \frac{\lambda_{\mathrm{rojo}}}{\lambda_{\mathrm{azul}}} = \frac{780}{470} = 1,66$$

b) El campo en el interior de una bobina es:

$$\mathrm{B} = \frac{\mu_0 \mathrm{NI}}{\mathrm{L}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 200 \cdot 5}{0,05} = 2,51 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{T}$$

c) La intensidad del aplauso de una persona se obtiene de:

$$40 = 10 \log \frac{\mathrm{I_0}}{10^{-12}} \qquad \mathrm{I_0} = 10^{-8}\mathrm{W} \cdot \mathrm{m^{-2}}$$

Para 10000 personas, la intensidad será:

$$\mathrm{I} = 10^4 \cdot 10^{-8} = 10^{-4}\mathrm{W} \cdot \mathrm{m^{-2}}$$

Y el nivel de intensidad:

$$\beta = 10 \log \frac{10^{-4}}{10^{-12}} = 80\,\mathrm{dB}$$