PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

20 de septiembre de 2017

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:

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

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:

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

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: $I_0 = 10^{-12}$ 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:

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

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:

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

   c) La aceleración vertical será:

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

   Por lo que la máxima aceleración vertical será:

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

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

   Respuesta:

   El nivel de intensidad será:

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

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:

$$\frac{\operatorname{sen}\alpha_1}{\operatorname{sen}\alpha_r} = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow \frac{\operatorname{sen}45^{\text{o}}}{sen\,25^{\text{o}}} = \frac{n_2}{1} \quad n_2 = 1,67$$

b) Aplicando la ecuación fundamental de las lentes delgadas:

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

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

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

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

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

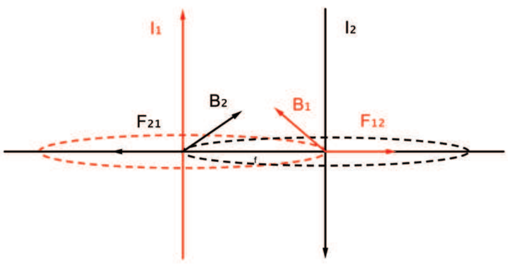
$$P = (n-1)\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right) \qquad P = 0,67\,\frac{1}{0,45} = 1,5\,\text{dp}$$

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:

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

$$v = \sqrt{\frac{2(E_0 - E_f)}{m}} = \sqrt{\frac{2(1,6\cdot 10^{-15} - 2\cdot 10^{-16})}{9,1\cdot 10^{-31}}} = 5,55\cdot 10^7\mathrm{m\cdot s^{-1}}$$

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| = $1.6{\cdot}10^{-19}$ C; h = $6.626{\cdot}10^{-34}$ J·s.

Respuesta:

a) la energía cinética será:

$$E_c = q\Delta V = 1,6\cdot 10^{-19}\cdot 230 = 3,68\cdot 10^{-17}\,\mathrm{J}$$

b) La energía del fotón es:

$$h = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626\cdot 10^{-34}\cdot 10^8}{3,67\cdot 10^{-7}} = 5,42\cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

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:

$$F = qE = 1,6\cdot 10^{-19}\cdot 383,3 = 6,13\cdot 10^{-17}\mathrm{N}$$

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.

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:

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

b) A partir del trabajo de extracción:

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

c) La energía cinética será:

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