PRUEBAS EBAU FÍSICA

Juan P. Campillo Nicolás

5 de octubre de 2017

1. Gravitación.

1. Para saber la masa del Sol, conocidos el radio de la órbita y el período orbital de la Tierra respecto al Sol, se necesita dispone del dato de: a) la masa de la Tierra; b) la Constante de gravitación G; c) el radio de la Tierra.

Respuesta:

La respuesta es la **b**, puesto que:

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM_S}} \qquad M_S = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} \qquad \text{(en rojo los datos conocidos)}$$

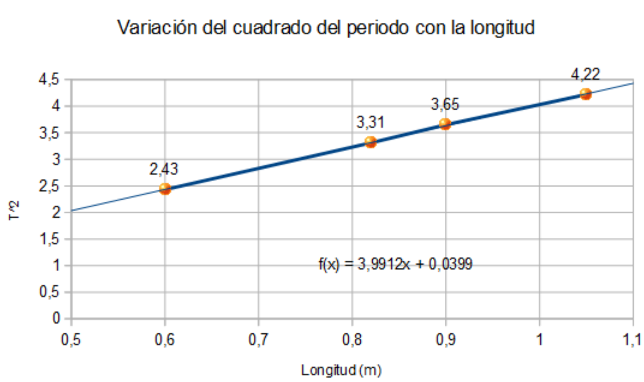
2. Se quiere obtener la aceleración de la gravedad mediante un péndulo simple a partir de las siguientes medidas:

Longitud péndulo (cm)	60	82	90	105
Tiempo invertido en 20 oscilaciones (s)	31,2	36,4	38,2	41,1
Tiempo para una oscilación (s)	1,56	1,82	1,91	2,06
T^2 (s^2)	2,43	3,31	3,65	4,22

Representa el cuadrado del período frente a la longitud del péndulo y halla la aceleración a partir de la gráfica. Estima su incertidumbre.

Respuesta:

La representación gráfica es la siguiente:



La pendiente de la recta es 3,991. Teniendo en cuenta la expresión:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \text{al despejar :} \quad g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} = \frac{4\pi^2}{3,991} = 9,9\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$$

Los valores de longitud y periodo se pueden expresar de la siguiente forma:

$$L = 0,84 \pm 0,01\,m \quad T = 1,8 \pm 0,1$$

Supondremos que el cronómetro mide hasta las décimas de segundo . La incertidumbre en la medida del periodo vendrá expresada por:

$$\Delta g = \left|\left(\frac{\partial g}{\partial L}\right)\right|\Delta L + \left|\left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)\right|\Delta T = \frac{4\pi^2}{1,8^2}\,0,01 + \frac{8\pi^2 \cdot ,84}{1,8^3}\,0{,}1{=}1$$

la aceleración quedará, pues, de la forma: g = **9,9±1 m·**s^{-2}

3. Un astronauta está en el interior de una nave espacial que describe una órbita circular de radio $2R_T$. Calcula: a) La velocidad orbital de la nave; b) La aceleración de la gravedad en la órbita de la nave. c) Si en un instante dado, pasa al lado de la nave espacial un objeto de 60 kg en dirección a la Tierra con una velocidad de 40 ms^{-1}, halla la velocidad del objeto al llegar a la superficie terrestre. (Datos: g = 9,81 m s^{-2} R_T=6370 km).

Respuesta:

a) La velocidad orbital es: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$. Para calcularla, debemos conocer el valor de GM:

$$9,81 = \frac{GM}{(6,37 \cdot 10^6)^2} \longrightarrow GM = 3,98 \cdot 10^{14} \mathrm{N} \cdot \mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{kg}^{-1}$$

Sustituyendo este valor, tendremos:

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{2 \cdot 6,37 \cdot 10^6}} = 5589,3\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1}$$

b) La aceleración de la gravedad en la órbita será:

$$g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(2 \cdot 6,37 \cdot 10^6)^2} = 2,45\,\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$$

c) La energía inicial del objeto será:

$$E_0 = -\frac{GMm}{2R_T} + \frac{1}{2} m v_0^2 = -\frac{3,98 \cdot 10^{14} \cdot 60}{2 \cdot 6,37 \cdot 10^6} + \frac{1}{2} 60 \cdot 40^2 = -1,87 \cdot 10^9\,\mathrm{J}$$

la energía total en el momento del impacto será:

$$E = E_0 = -\frac{GMm}{R_T} + \frac{1}{2} m v^2 = -\frac{3,98 \cdot 10^{14} \cdot 60}{6,37 \cdot 10^6} + \frac{1}{2} 60 \cdot v^2 = -1,87 \cdot 10^9\,\mathrm{J}$$

Despejando, se obtiene: v = **7895 m·**s^{-1}

4. La masa de un planeta es el doble que la de la Tierra y su radio es la mitad de terrestre. Sabiendo que la intensidad del campo gravitatorio en la superficie terrestre es g , la intensidad del campo gravitatorio en la superficie del planeta será; a) 4g; b) 8g; c) 2g

Respuesta:

La intensidad del campo gravitatorio es:

$$\mathrm{g_p} = \frac{2\mathrm{GM_T}}{(\mathrm{r_T}/2)^2} = 8\,\frac{\mathrm{GM_T}}{\mathrm{r_T}2} = 8\,\mathrm{g_T}$$

Por tanto, la respuesta es la b.

5. Un satélite GPS describe órbitas circulares alrededor de la Tierra, describiendo una órbita cada 12 horas. Calcule: a) La altura de la órbita respecto a la superficie terrestre. b) La energía mecánica del satélite. c) El tiempo que tardaría en describir una órbita respecto a la Tierra si se le hiciera orbitar a un altura doble. Datos: G = $6,67 \cdot 10^{-11}$N·m^2·kg^{-2}; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; r_T = 6,37·10^6 m; masa del satélite: 150 kg

Respuesta:

a) Al ser el periodo de 24 horas, tendremos, aplicando la tercera ley de Kepler:

$$43200 = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}} = r = 2,66 \cdot 10^7 \,\mathrm{m}$$

La altura respecto a la superficie terrestre será: h = r - r_T $= 2,66 \cdot 10^7 - 6,37 \cdot 10^6 = 2,02 \cdot 10^7 \mathrm{m}$

b) la energía mecánica tiene el valor:

$$\mathrm{E} = -\frac{\mathrm{GMm}}{2\mathrm{r}} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \cdot 150}{2 \cdot 2,66 \cdot 10^7} = -1,12 \cdot 10^9 \,\mathrm{J}$$

c) A una altura doble (es decir, h´ = 4,04·10^7 m), el radio de la órbita será_ r = 6,37·$10^6 + 4,04 \cdot 10^7 = 4,68 \cdot 10^7$m. El periodo de la órbita sería:

$$\mathrm{T} = \sqrt{\frac{4\pi^2 (4,68 \cdot 10^7)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}} = 1,01 \cdot 10^5 \,\mathrm{s}$$

2. Vibraciones y ondas.

1. La función de onda de una onda armónica que se mueve en una cuerda es y(x,t) = 0,03 sen (2,2x-3,5t), donde las longitudes se expresan en metros y el tiempo en segundos. Determina: a) La longitud de onda y el período de esta onda; b) La velocidad de propagación c) La velocidad máxima de cualquier segmento de la onda.

   Respuesta:

   a) La longitud de onda y el periodo serán, respectivamente:

   $$\lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{2,2} = 0,91\pi \,\mathrm{m} \qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{3,5} = 0,57\pi \,\mathrm{s}$$

   b) La velocidad se obtiene de:

   $$v = \frac{\omega}{k} = \frac{3,5}{2,2} = 1,6 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

   c) La velocidad de cualquier punto de la onda es:

   $$v = \frac{dy}{dt} = 0,03 \cdot 3,5 \cos(2,2x - 3,5t)$$

   Con lo que la velocidad máxima será:

   $$v = 0,03 \cdot 3,5 = 0,105 \,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

2. La propagación en la dirección x de la onda de una explosión en un cierto medio puede describirse por la onda armónica y(x,t) = 5 sen(12x±7680t), donde las longitudes se expresan en metros y el tiempo en segundos. Al cabo de un segundo de producirse la explosión, su sonido alcanza una distancia de: a) 640 m; b) 1536 m; c) 38 km.

   Respuesta:

La velocidad de propagación de la onda es:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{7680}{12} = 640\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

La distancia será, pues:$d = 640 \cdot 1 =$ **640 m** (respuesta **a**)

3. La ecuación de una onda transversal que se propaga en una cuerda es: y(x,t) = 10 senπ(x-0,2t), donde las longitudes se expresan en metros y los tiempos en segundos. Calcular: a) La amplitud, longitud de onda y frecuencia de la onda. b) La velocidad de propagación de la onda, indicando el sentido de propagación, c) Los valores máximos de la velocidad y aceleración de las partículas de la cuerda.

   Respuesta:

   a) La amplitud es: A = 10 m. Para hallar la frecuencia y la longitud de onda, tendremos en cuenta que:

   $$\pi = \mathrm{k} = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad \lambda = 2\,\mathrm{m} \qquad 0,2\pi = \omega = 2\pi\nu \qquad \nu = \frac{0,2\pi}{2\pi} = 0,1\,\mathrm{s}^{-1}$$

   b) la velocidad de propagación es: $\mathrm{v} = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu =$ 0,2 m·s^{-1}. La onda se propaga de izquierda a derecha

   c) Las expresiones de velocidad y aceleración son, respectivamente:

   $$\mathrm{v} = \frac{\mathrm{dy}}{\mathrm{dt}} = -10 \cdot 0,2\pi\cos(\pi\mathrm{x} - 0,2\mathrm{t}) \qquad \mathrm{a} = \frac{\mathrm{dv}}{\mathrm{dt}} = 10\,(0,2\pi)^2\mathrm{sen}\,(\pi\mathrm{x} - 0,2\mathrm{t})$$

   Los respectivos valores máximos serán: $\mathrm{v}_{\text{máx}} = 2\pi\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$; $\mathrm{a}_{\text{máx}} = 0,4\pi^2\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$

4. Un movimiento ondulatorio transporta; a) materia; b) energía; c) depende del tipo de onda.

   Respuesta:

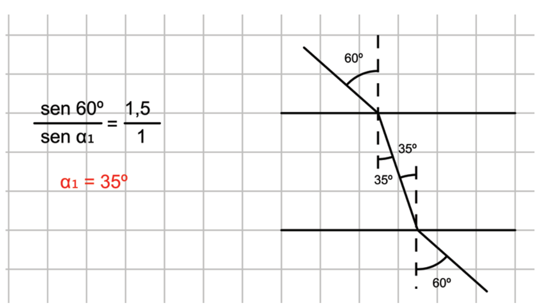
   a) Un movimiento ondulatorio transporta energía, pero no materia. La respuesta es, por tanto, la b.

3. Óptica.

1. Se hace incidir desde el aire (índice de refracción n =1) un haz de luz láser sobre la superficie de una lámina de vidrio de 2 cm de espesor, cuyo índice de refracción es n = 1,5; con un ángulo de incidencia de 60°. El ángulo de refracción después de atravesar la lámina es: a) 35 °; b) 90 °, c) 60 ° Haz un breve esquema de la marcha de los rayos.

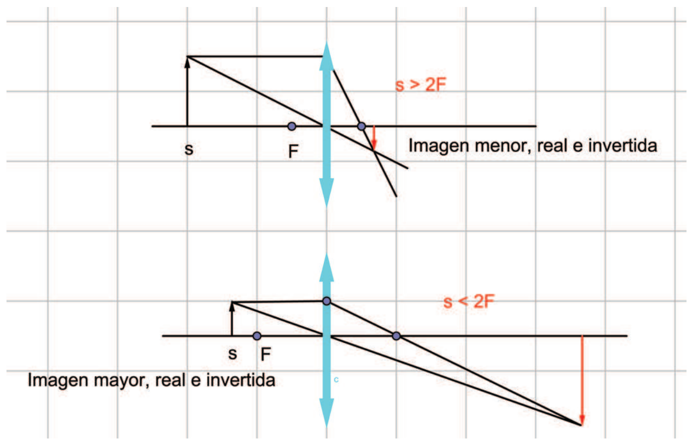
   Respuesta:

   La respuesta es la **a)**, tal y como podemos ver en la siguiente representación gráfica.



2. Se dispone de una lente convergente y se quiere obtener la imagen de un objeto. Dibuja la marcha de los rayos para determinar donde debe colocarse el objeto para que la imagen sea: a) menor, real e invertida; b) mayor, real e invertida.

Respuesta:



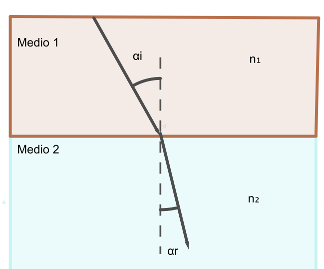
3. Cuando la luz pasa de un medio a otro de distinto índice de refracción, el ángulo de refracción es: a) siempre mayor que el de incidencia; b) siempre menor que el de incidencia; c) depende de los valores de los índices de refracción. Justifica la respuesta haciendo un esquema de la marcha de los rayos.

Respuesta:

El ángulo de refacción dependerá de los índices de refracción de ambos medios, en aplicación de la ley de Snell:

$$\frac{\text{sen}\,\alpha_{\text{i}}}{\text{sen}\,\alpha_{\text{r}}} = \frac{\text{n}_2}{\text{n}_1}$$

En la siguiente imagen podemos ver que cuando el rayo pasa de un medio de menor índice de refracción a otro de mayor índice, el rayo refractado se acercará a la normal.



La respuesta correcta es, pues, la c.

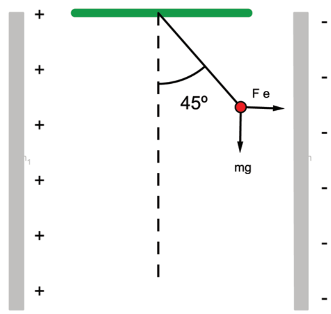
4. Electromagnetismo.

1. Una esfera pequeña, de masa 2 g y carga +3μC, cuelga de un hilo de 6 cm de longitud entre dos placas metálicas verticales y paralelas separadas entre si una distancia de 12 cm. Las placas poseen cargas iguales pero de signo contrario. Calcula: a) El campo eléctrico entre las placas para que el hilo forme

un ángulo de 45 ° con la vertical; b) La tensión del hilo en ese momento. c) Si las placas se descargan, cuál será la velocidad de la esfera al pasar por la vertical. (Dato: g = 9,81 m s^{-2}).

Respuesta:

a) La representación gráfica será la siguiente:



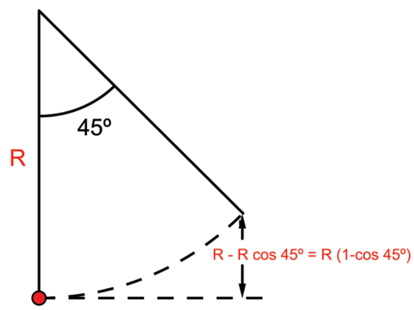
Cuando el hilo forma un ángulo de 45º respecto a la vertical, la fuerza debida al campo eléctrico, $F_e = qE$ y el peso de la esfera, mgson iguales, por lo que puede ponerse:

$$E = \frac{mg}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}{3 \cdot 10^{-6}} = 6540\,\mathrm{N \cdot C^{-1}}$$

b) Para hallar la tensión, podemos escribir:

$$T\,\cos 45^{\text{o}} = mg \qquad T = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81}{\cos 45^{\text{o}}} = 0,028\,N$$

c) Basándonos en la siguiente representación gráfica, y en el Principio de Conservación de la Energía, tendremos:



$$mgR\,(1 - cos\,45^{\text{o}}) + 0 = 0 + \frac{1}{2}\,mv^2$$

$$\text{Despejando :} \quad v = \sqrt{2gR\,(1 - \cos 45^{\text{o}})} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,06\,(1 - \cos 45^{\text{o}})} = 0,59\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

2. Dos cargas puntuales de valor +q están separadas por una distancia a. En el punto medio entre ambas (a/2) se cumple: a) El módulo del campo es $\frac{8kq}{a2}$: y el potencial V = 0 b) E = 0 y $V = \frac{4kq}{a}$ c) ambos

son nulos.

Respuesta:

El campo eléctrico es la suma de los vectores campo, que son del mismo módulo y dirección, pero de sentidos opuestos. Por tanto, en dicho punto el campo es cero. En cuanto al potencial, su valor es:

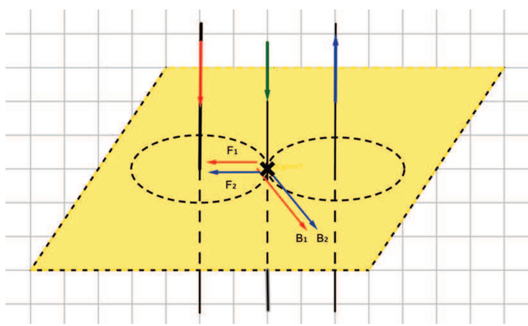
$$V = V_1 + V_2 = \frac{kq}{a/2} + \frac{kq}{a/2} = \frac{4kq}{a}$$

La respuesta correcta es,pues, la **b)**

3. Dos conductores idénticos A y B paralelos, con corrientes respectivas +I e -I (entrando y saliendo del plano del papel) están separados por una distancia a. Un tercer conductor, C, paralelo e idéntico a los anteriores y con corriente -I (entrando) se sitúa en a/2. Sobre el se ejerce una fuerza: a) dirigida hacia A; b) dirigida hacia B; c) no se ejerce ninguna fuerza sobre él.

   Respuesta:

   La siguiente representación gráfica justifica que la afirmación correcta es la **a)** (aplicando al conductor central la regla de la mano izquierda).

4. La orientación que debe tener la superficie de una espira en un campo magnético uniforme para que el flujo magnético sea nulo es: a) paralelo al campo magnético; b) perpendicular al campo magnético; c) formando un ángulo de 45º respecto al campo magnético.

   Respuesta:

   La respuesta correcta es la a, puesto que el vector superficie de la espira es perpendicular al plano de la misma y el flujo magnético tiene la expresión: , con lo que, si la espira es paralela al campo magnético, $\alpha = 90^{\circ}$ y cos $\alpha = 0$.

5. Dada una esfera maciza conductora de 30 cm de radio y carga q = 4,3μC, calcula el campo eléctrico y el potencial en los siguientes puntos: a) A 20 cm del centro de la esfera. b) A 50 cm del centro de la esfera. A c) Haga una representación gráfica del campo eléctrico y del potencial en función de la distancia al centro de la esfera. Dato: k = 9$\cdot$ 10^9 N$\cdot$m$^2\cdot$ C^{-2}.

   Respuesta:

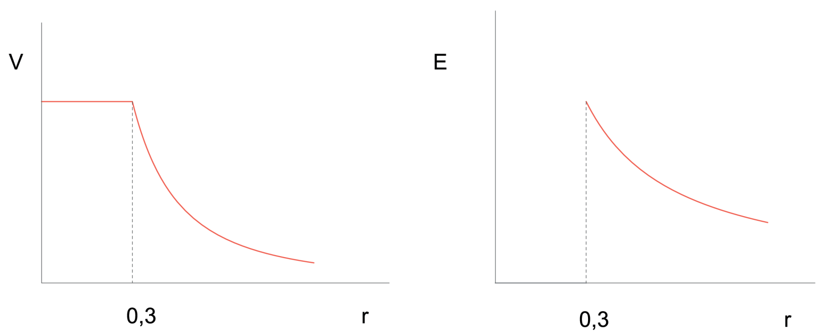
   Por aplicación del Teorema de Gauss, y tomando como superficie gaussiana una esfera concéntrica respecto a la esfera dada, tendremos: a) $\overrightarrow{E} \cdot \overrightarrow{S} = \frac{q}{\epsilon}$. Puesto que toda la carga se encuentra en la superficie de la esfera, al ser conductora, la carga encerrada por la superficie gaussiana es cero, con lo que el campo en el interior de la esfera es nulo. Por otra parte, teniendo en cuenta que $\overrightarrow{E} = -\frac{dV}{d\overrightarrow{r}}$, al ser E = 0, esto nos indica que el potencial es el mismo en todos los puntos del interior de la esfera, e igual al potencial en la superficie de la misma, cuyo valor es: $V = \dfrac{kq}{r} = \dfrac{9 \cdot 10^9 \cdot 4,3 \cdot 10^{-6}}{0,3} = 1,29 \cdot 10^5$ V

b) El campo y el potencial en el exterior de la esfera (a 50 cm de su centro) serán, respectivamente:

$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4,3 \cdot 10^{-6}}{0,5^2} = 1,55 \cdot 10^4\,\mathrm{N \cdot C^{-1}} \qquad \mathrm{V} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4,3 \cdot 10^{-6}}{0,5} = 7,74 \cdot 10^4\,\mathrm{V}$$

La superficie gaussiana incluye, en este caso, la totalidad de la carga de la esfera.

c) la representación es la siguiente:



6. Por un conductor rectilíneo muy largo circula una corriente de 1 A. El campo magnético originado en sus proximidades es tanto más intenso cuando: a) mas grueso sea el conductor; b) mayor sea su longitud; c) más cerca del conductor se encuentre el punto considerado.

   Respuesta:

   El campo magnético creado por un conductor a una distancia r tiene la expresión:

$$\mathrm{B} = \frac{\mu \mathrm{I}}{2\pi \mathrm{r}}$$

   Con lo que el campo magnético será tanto más intenso cuanto más cerca se encuentre el conductor al punto considerado. La respuesta correcta es la c.

5. Física moderna.

1. La hipótesis de De Broglie se refiere a: a) al medir con precisión la posición de una partícula atómica se altera su energía. b) todas las partículas en movimiento llevan asociada una onda. c) la velocidad de la luz es independiente del movimiento de la fuente emisora de luz.

   Respuesta:

   Se refiere al apartado **b:** Toda partícula en movimiento lleva asociada una onda, cumpliéndose: $\lambda = \dfrac{h}{p}$

2. El período de semidesintegración del ${}^{90}_{38}Sr$ es de 28 años. Calcula: a) La constante de desintegración radioactiva expresada en s^{-1}. b) La actividad inicial de una muestra de 1 mg. c) El tiempo necesario para que esa muestra se reduzca a 0,25 mg. (Datos:N_A=6,022.10^{23} mol^{-1};masa molar del ${}^{90}_{38}Sr$ = 90 g·mol^{-1}).

   Respuesta:

a) la constante de desintegración será:

$$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{28 \cdot 86400 \cdot 365} = 7,85 \cdot 10^{-10}\text{s}^{-1}$$

b) El número de moles para 1 mg de muestra será: $n = 10^{-3}/90 = 1,11 \cdot 10^{-5}$. El número inicial de núcleos será: $N_0 = 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 6,69 \cdot 10^{18}$, y la actividad:

$$A_0 = \lambda N_0 = 7,85 \cdot 10^{-10} \cdot 6,69 \cdot 10^{18} = 5,25 \cdot 10^{9}\text{desintegraciones/s}$$

c) Aplicando la ecuación de la desintegración radiactiva:

$$0,25 = 1 \cdot e^{-7,85 \cdot 10^{-10} t}$$

Obteniéndose t $= 1,766 \cdot 10^9$ s, que equivale a **56 años.**

3. El efecto fotoeléctrico se produce si: a) la intensidad de la radiación incidente es muy grande;b) la longitud de onda de la radiación es grande ;c) la frecuencia de la radiación es superior a la frecuencia umbral.

   Respuesta:

   la respuesta correcta es la c, lo que se deduce de la ecuación del efecto fotoeléctrico: hν = hν_0 +E$_c$. Para que se produzca emisión fotoeléctrica, E$_c$ $\geq$0, lo cual se cumple si $\nu \geq \nu_0$

4. En 2012 se estrelló en el Sahara un meteorito que contenía restos de U-238. Sabemos que en el momento de su formación había una concentración de 5,00·10^{12} átomos de U-238 por cm^2, mientras que en la actualidad, la concentración medida es de 2,5·10^{12} átomos de U-238 por cm^2. Si el periodo de semidesintegración de este isótopo es de 4,51·10^9 años, determine: a) La constante de desintegración del U-238. b) La edad del meteorito. c) Sabiendo que el gas radón resulta de la desintegración del uranio, complete la siguiente serie radiactiva correspondiente al U-238, con las correspondientes partículas hasta llegar al gas radón.

$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn}$$

   Respuesta:

   a) La constante de desintegración del ^{238}U es:

$$\lambda = \frac{0,693}{4,51 \cdot 10^9} = 1,54 \cdot 10^{-10}\ \text{años}^{-1}$$

   b) Para calcular la edad, teniendo en cuenta que el número de núcleos iniciales se ha reducido a la mitad, el tiempo transcurrido será igual al periodo de semidesintegración, es decir, t $= 4,51 \cdot 10^9$ años

   c) Los procesos son los siguientes:

$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^{4}_{2}\alpha \qquad {}^{234}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{234}_{91}\text{Pa} + {}^{0}_{-1}\beta \qquad {}^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow {}^{234}_{92}\text{U} + {}^{0}_{-1}\beta$$

$$^{234}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} + {}^{4}_{2}\alpha \qquad {}^{230}_{90}\text{Th} \rightarrow {}^{226}_{88}\text{Ra} + {}^{4}_{2}\alpha \qquad {}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow {}^{222}_{86}\text{Rn} + {}^{4}_{2}\alpha$$