EBAU FÍSICA. SEPTIEMBRE 2017

SOLUCIÓN CUESTIONES

1. Desde la superficie de un planeta de $M = 6,42 \times 10^{23}$ kg y $R = 4500$ km se lanza verticalmente hacia arriba un objeto de masa m con una velocidad inicial $v_0 = 2$ km/s. Sabemos además que el movimiento se realiza sin rozamiento.
Calcula la máxima distancia r que alcanza medida desde el centro del planeta.

Para ello utilizaremos el principio de conservación de la energía: la energía cinética E_c que le damos inicialmente se transformará cuando llegue a la máxima distancia en energía potencial E_p. $\Delta E_c + \Delta Ep = 0$

$$\Delta E_c = 0 - 1/2 \cdot m \cdot v_0^2 \qquad \Delta Ep = - G \cdot M \cdot m\,(1/r - 1/R) = G \cdot M \cdot m\,(1/R - 1/r)$$

$$0 - 1/2 \cdot m \cdot v_0^2 + G \cdot M \cdot m\,(1/R - 1/r) = 0 \qquad - 1/2 \cdot m \cdot v_0^2 = - G \cdot M \cdot m\,(1/R - 1/r)$$

$$1/2 \cdot v_0^2 = G \cdot M/r\,(r/R - 1) \qquad \frac{r \cdot v_0^2}{2 \cdot G \cdot M} = r/R - 1 \qquad 1 = \frac{r}{R} - \frac{r \cdot v_0^2}{2 \cdot G \cdot M}$$

$$1 = \frac{r}{R}\left(1 - \frac{R \cdot v_0^2}{2 \cdot G \cdot M}\right) \quad \text{y por fin queda} \quad \frac{r}{R} = \frac{1}{1 - (R \cdot v_0^2/2GM)}$$

2. El valor de

$$\frac{r}{R} = \frac{1}{1 - (R \cdot v_0^2/2GM)} \qquad r = \frac{4,5 \cdot 10^6}{1 - (4,5 \cdot 10^6 \cdot (2 \cdot 10^3)^2 / 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,42 \cdot 10^{23})}$$

$$r = \frac{4,5 \cdot 10^6}{1 - 0,21} \qquad r = \frac{4,5 \cdot 10^6}{0,79} \qquad r = 5,7 \cdot 10^6 \text{ m}$$

3. Cuando m llega a su altura máxima su energía cinética es 0 porque se ha convertido toda en energía potencial. Luego ni es 0 su energía mecánica ni tiene energía cinética, luego lo correcto es que "toda su energía mecánica es potencial".

4. En el momento en el que la masa m se encuentra a la distancia r del centro del planeta se le transfiere el momento lineal necesario para que describa una órbita circular entorno al planeta.
La velocidad angular ω de la masa m en esa órbita de radio r viene dado por

Como ya hemos visto muchas veces, para la masa gire en una órbita estable su fuerza centrífuga debe ser la fuerza gravitatoria.

$$F_c = m \cdot v^2 / r = m \cdot \omega^2 \cdot r \qquad F_g = G \cdot M \cdot m / r^2 \text{ que igualando queda} \qquad \omega^2 = G \cdot M / r^3$$

$$\omega = \sqrt{(G \cdot M / r^3)}$$

5. La velocidad lineal de la masa m en esa órbita viene dada por
Igualando $F_c = m \cdot v^2 / r$ con $F_g = G \cdot M \cdot m / r^2$ queda $v^2 = \sqrt{(G \cdot M / r)}$

6. Una espira circular de R = 4 cm de radio está dentro de un campo magnético uniforme, de dirección normal al plano de la espira y cuya intensidad es variable con el tiempo. Sabemos además, que el módulo de dicho campo magnético varía con el tiempo de acuerdo a: $B(t) = 2t + 4t^2$ T
Expresión del flujo magnético que atraviesa la espira

Se entiende que el campo magnético es uniforme en el sentido de que en todos los puntos de la superficie toma el mismo valor en el mismo tiempo. Es decir, no varía con la superficie pero si varía con el tiempo.

La expresión del flujo magnético es $\Phi = \int \boldsymbol{B} \cdot \boldsymbol{dS}$ $\Phi = \int B \cdot dS \cdot \cos \alpha$ pero como el campo magnético es perpendicular a la superficie de la espira el angulo que forman el vector ***B*** y el ***dS*** es de 0º y el cos 0º es 1.

Por lo tanto $\Phi = \int B \cdot dS \cdot 1 = \int B(t) \cdot dS = B(t) \int dS$ ya que B no depende de S

$\Phi = B(t) \cdot \Delta S$ $\Phi = B(t) \cdot \pi \cdot R^2$

7. Expresión de la f.e.m. Inducida:

La ley de Faraday no dice como calcular es f.e.m., que será $E = - \dfrac{d\Phi}{dt}$

O lo que es lo mismo, la derivada del flujo respecto al tiempo cambiada de signo

Luego $E = - \dfrac{d(B(t) \cdot \pi \cdot R^2)}{dt}$ y como $\pi \cdot R^2$ son constantes respecto del tiempo

queda $E\ (t) = - \pi \cdot R^2 \dfrac{dB(t)}{dt}$

8. La fuerza electromotriz inducida en la espira en el tiempo t = 5 s es

Como la expresión que no dan es $B(t) = 2t + 4t^2$ su derivada $dB/dT = 2+8 \cdot t$

Y la f.e.m., queda $E\ (t) = - \pi \cdot R^2 \cdot (2+8 \cdot t)$ para t = 5 s $E = - \pi \cdot 0{,}04^2 \cdot (2+8 \cdot 5)$

$E = - 0{,}21$ V

9. Una niña se encuentra parada en la acera y observa como una ambulancia se aleja de ella a una velocidad de 40 m/s. Sabemos que la sirena de la ambulancia emite tiene una frecuencia de 300 Hz y que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s.
La frecuencia del sonido que percibe la niña es:

Se trata del efecto Doppler, es decir, del cambio de la frecuencia medida por un observador debido a la velocidad del foco, del observador o de ambas.

La ecuación es $\nu' = \nu_0 \cdot \dfrac{v - v_{ob}}{v - v_F}$ aunque ya sabemos que debemos tener cuidado con los signos de las velocidades.

Situados el foco en el origen de coordenadas y el observador en la parte positiva del eje de las x, son positivas las velocidades hacia la derecha (hacia x positivas) y negativas hacia la izquierda (hacia x negativas).

En este caso $v_{ob} = 0$, pues la niña está parada y $v_F = -40$ m/s pues al alejarse del observador y, de acuerdo con el esquema del párrafo anterior, se mueve hacia x negativas al alejarse del observador.

Sustituyendo $\nu' = 300 \cdot \dfrac{340 - 0}{340 - (-40)}$ $\nu' = 300 \cdot \dfrac{340}{380}$ $\nu' = 268{,}4$ Hz

Luego inferior a 300 Hz

10. Definimos el cambio en la frecuencia $\Delta\nu$ debido al efecto Doppler como $\Delta\nu = \nu_0 - \nu$; donde ν_0 es la frecuencia de la sirena de la ambulancia y ν es la frecuencia que recibe la niña. Sabemos que $\Delta\nu$

Si $\Delta\nu = \nu_0 - \nu$ sustituyendo de la ecuación del efecto Doppler queda

$$\Delta\nu = \nu_0 - \nu_0 \frac{v - v_{ob}}{v - v_F} \qquad \Delta\nu = \nu_0 \left(1 - \frac{v - v_{ob}}{v - v_F}\right)$$

Por lo tanto de las tres posibilidades, si depende de ν_0 y si depende de la velocidad del foco, luego no son ciertas ni la segunda ni la tercera.
Y si es cierto que es directamente proporcional a ν_0.

EBAU FÍSICA. JUNIO 2017

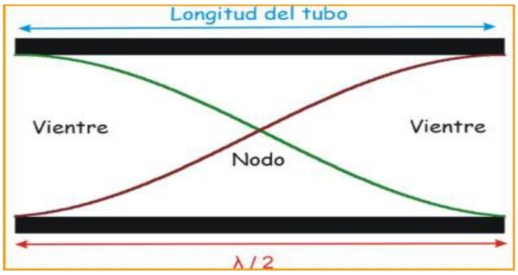
SOLUCIÓN CUESTIONES

1. Un tubo de longitud L = 34 cm tiene sus dos extremos abiertos. Como está relleno de aire en el tubo el sonido se propaga con una velocidad v = 340 m/s.
La menor frecuencia para la que se forma una onda estacionaria en el tubo es

Cuando es un tubo en el que en los dos extremos hay un máximo de amplitud (valle) o una cuerda que al tener fijos los extremos necesariamente hay mínimo en sus extremos (nodos), la relación entre su longitud (del tubo o de la cuerda) y la longitud de la onda estacionaria permitida es $L = (2\cdot n)\cdot\lambda/4$ siendo n = 1, 2, 3, 4,..., es decir, las longitudes de onda permitidas tienen que ser **múltiplos pares** de la cuarta parte de la longitud de onda.
La frecuencia fundamental (la mas pequeña) corresponde a la mayor longitud de onda y sería para n = 1 con lo que queda $L = \lambda/2$ luego $\lambda = 2\cdot 34 = 68$ cm

Como se cumple $v = \lambda\cdot\nu$ $\quad \nu = v / \lambda \quad \nu = 340 / 0{,}68 \quad \nu = 500$ Hz

2. En este caso la onda que se forma tiene, tal y como hemos explicado en el ejercicio anterior, dos vientres en los extremos y un solo nodo en el centro



3. Supongamos ahora que el tubo tiene un extremo abierto y el otro cerrado. En este caso, la menor frecuencia de una onda estacionaria es

En este caso se cumple que $L = (2\cdot n+1)\cdot\lambda/4$ siendo n = 1, 2, 3, 4,... Las longitudes de onda permitidas tienen que ser **múltiplos impares** de la cuarta parte de la longitud de onda.
Entonces la menor frecuencia (la mayor longitud de onda) ocurre para n = 0 y por tanto queda $L = (2\cdot 0+1)\cdot\lambda/4 \quad L = \lambda/4 \quad \lambda = 4\cdot 34 = 136$ cm

Como $v = \lambda\cdot\nu$ $\quad \nu = v / \lambda \quad \nu = 340 / 1{,}36 \quad \nu = 250$ Hz

4. El $^{210}_{82}Pb$ emite dos partículas β y se transforma en Polonio. Posteriormente el Polonio emite una partícula α para convertirse en Plomo. Sabemos, además que el periodo de semidesintegración de $^{210}_{82}Pb$ es $T_{1/2} = 22{,}3$ años.

Según explicamos en los apuntes (se puede consultar en el archivo "introducción a la física moderna) la desintegración β se produce cuando un neutrón del núcleo se desintegra dando un protón, un electrón y un antineutrino.

$$n^0 \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

En las reacciones nucleares se debe cumplir siempre que se conserva tanto la masa como la carga

Si nos fijamos en las dos primeras se cumple que se conserva la mas en ambas. Basta con sumar los superíndices que son 210 a ambos lados de la ecuación.

Pero no ocurre lo mismo con la carga.

En la primera tenemos inicialmente 82 protones (cargas +) y al final si sumamos son 80 p^+ del Po y 2 e^- lo que nos da 78 cargas +.

En la segunda tenemos inicialmente 82 protones (cargas +) y al final si sumamos son 80 p^+ del Po y 4 e^- lo que nos da 76 cargas +.

En cambio en la última tenemos inicialmente 82 protones (cargas +) y al final si sumamos son 84 p^+ del Po y 2 e^- lo que nos da 82 cargas +, luego se conserva la carga.

Además está de acuerdo con la definición que hemos dado para la desintegración β, pues dos neutrones del Po se convierten en dos p^+ por lo aumenta en dos unidades el número atómico Z, y se desprenden dos e^- conservando la carga inicial, ademas se desprenden dos antineutrinos cuya masa es prácticamente nula y no tienen carga.

Luego es la opción c)

5. La constante de desintegración de los núcleos de $^{210}_{82}Pb$ es

Podéis consultar en los apuntes ("Introducción a la Física moderna") la ley de desintegración radiactiva. De ella se deduce la relación entre el periodo de semidesintegración (tiempo que se necesita para que se desintegre la mitad de la muestra que teníamos inicialmente) y la constante radiactiva λ:

$T_{½} = \ln 2 / \lambda$ $\lambda = \ln 2 / T_{½}$ $\lambda = 0{,}693 / 22{,}3$ años $\lambda = 0{,}0311$ años^{-1}

Depende de en que unidad nos venga dado en periodo así daremos la constate.

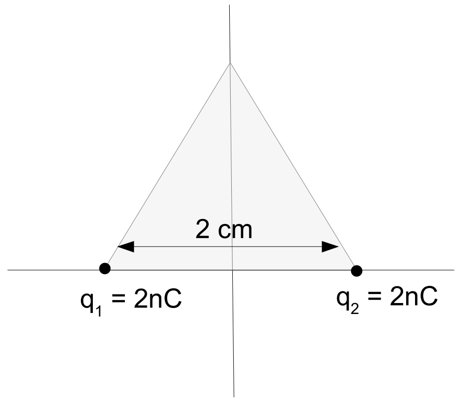
6. La ecuación que describe la desintegración α es

Una desintegración α es la emisión del núcleo inicial de un núcleo de ^4_2He (partícula α), por que el núcleo que se desintegra pierde 2 p^+ y 2 n^0. Es decir 4 unidades menos de A (número másico) y 2 unidades menos de Z (número atómico).

Por lo tanto solo puede ser válida la opción b). Comprobad que se conserva tanto el número másico (superíndices) como el número atómico (subíndices)

7. Dos cargas de 2nC se colocan en los vértices de la base de un triángulo equilátero de 2 cm de lado.

Sabemos, además, que la base del triángulo está sobre el eje OX y que el tercer vértice del mismo está sobre la parte positiva del eje OY y no tiene ninguna carga.



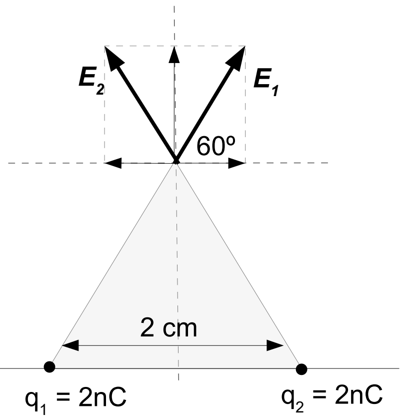
Calcular el potencial eléctrico sobre el vértice que no tiene carga es:

El potencial viene dado por la expresión $V = K \cdot \dfrac{q}{r}$ siendo V un escalar.

Como tenemos dos cargas que crean dos campos superpuestos en el tercer vértice habrá que aplicar el principio de superposición y sumar los potenciales de ambas.

$V = V_1 + V_2$ pero como con iguales $V = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \dfrac{2 \cdot 10^{-9}}{0{,}02}$ V = 1800 V

8. El campo eléctrico sobre el vértice que no tiene carga es:



La intensidad de campo eléctrico viene dada por $\boldsymbol{E} = K \cdot \dfrac{q}{r^2} \cdot \boldsymbol{u_r}$

Si representamos gráficamente las intensidades $\boldsymbol{E_1}$ y $\boldsymbol{E_2}$ obtenemos el esquema de la figura.
Del esquema anterior se puede deducir que las componentes E_x de ambas intensidades van a ser iguales en módulo y dirección y signo contrario, por lo que su suma será 0

Luego solo vamos a tener que sumar las componentes $\boldsymbol{E_y}$, que también serán iguales en módulo, dirección y signo.

$E_{1y} = E_{2y} = 9\cdot10^9\cdot\dfrac{2\cdot10^{-9}}{(0{,}02)^2}\cdot$ sen 60º $\quad E_{1y} = E_{2y} = 45000\cdot$sen 60º N/C $\quad E = 2\cdot E_{1y}$

$E = 2\cdot45000\cdot\sqrt{3}/2$ N/C $\quad$ ***E*** $= 4{,}5\cdot\sqrt{3}\cdot10^4\cdot\boldsymbol{j}$ N/C

9. El trabajo que cuesta llevar una carga Q = 0,01 C desde el origen al vértice que no tiene carga es:

La relación entre el trabajo y la energía potencial cuando movemos una carga Q dentro de un campo eléctrico es $\quad \Delta W = -\Delta U \quad$ y $\quad \Delta U = Q\cdot\Delta V$

El potencial del segundo punto ya lo conocemos $V_B = 1800$ V por lo que debemos calcular el potencial del primero que será la suma del que crean las cargas en el origen de coordenadas.

$V_A = V_1 + V_2$ Puesto que las dos cargas son iguales y están a la misma distancia del punto, los dos potenciales son iguales

$V_A = V_1 + V_2 = 2\cdot9\cdot10^9\cdot\dfrac{2\cdot10^{-9}}{0{,}01} \qquad V_A = 3600$ V

$\Delta U = Q\cdot\Delta V \qquad \Delta U = 0{,}01\cdot(V_B - V_A) = 0{,}01\cdot(1800-3600) \qquad \Delta U = -18$ J

Por lo tanto el trabajo del campo eléctrico será $\quad \Delta W = 18$ J

Si es positivo quiere decir que el trabajo lo hace el propio campo ya que se aleja a una carga positiva de otras dos también positivas que la repelen.

Luego desde nuestro punto de vista el trabajo debe ser contrario pues si el campo eléctrico hace un trabajo perdiendo energía potencial, nosotros lo ganamos?.
NOTA: esta es la única explicación que encuentro para que el resultado sea – 18 J

10. El campo eléctrico en el origen de coordenadas es:

Necesariamente debe ser 0 pues las cargas con iguales y las distancias también, por lo que sin iguales en módulo y dirección y sentido contrario.