SELECTIVIDAD FÍSICA ARAGÓN. 2020. SEPTIEMBRE

1. Supón que en el laboratorio estás realizando una práctica con un muelle que tienes colgado verticalmente de un soporte fijo.

a) Al colgar una pesa de masa m = 100 g de su extremo inferior, observas que el alargamiento del muelle en equilibrio es ΔL= 10,4 cm. Si sustituyes la pesa por otra de masa m' = 250 g, ¿cuál esperas que sea el nuevo alargamiento en equilibrio?

b) Imagina ahora que suspendes del muelle una tercera pesa de masa desconocida. Tras dar un pequeño empujón vertical a la pesa, cronometras el tiempo que tarda en realizar 10 oscilaciones completas y obtienes 7,9 s. Supuesto que la masa del muelle es despreciable, ¿cuál será la masa de esa pesa?

Datos: g = 9,8 m/s^2.

a)

$$F = K \cdot \Delta L \qquad K = \frac{F}{\Delta L} = \frac{0{,}1 \cdot 9{,}8}{0{,}104} = 9{,}423\ N/m \qquad \Delta L = \frac{F}{K} = \frac{0{,}25 \cdot 9{,}8}{9{,}423} = 0{,}26\ m$$

b)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0{,}79} = 7{,}95\ rad/s \qquad \omega = \sqrt{K/m} \qquad \omega^2 = \frac{K}{m} \qquad m = \frac{K}{\omega^2} = \frac{9{,}423}{7{,}95^2} = 0{,}149\ kg = 149\ g$$

2. a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de intensidad acústica (o sonoridad).
El nivel de intensidad sonora de la sirena de un barco es de 60 dB a 10 m de distancia. Suponiendo que la sirena es un foco emisor puntual, calcula:
b) El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia.
c) La distancia a la que la sirena deja de ser audible.
Dato: $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

---

a) La expresión de la sonoridad es la siguiente:

$$\beta = 10 \cdot log \frac{I}{I_0} \qquad\qquad I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Se ha tomado esta escala para mayor comodidad en los valores de la sonoridad. Algo parecido ocurre en los valores de pH.
Además la sensibilidad del oído humano hace que para que notemos una diferencia apreciable en un sonido necesita una gran diferencia en la intensidad del sonido.
Según podemos deducir de las expresiones anteriores, si el radio se multiplica por 10^2, la intensidad se divide por diez y la sonoridad baja en diez unidades.
b) Como la distancia se multiplica por 100, la intensidad se divide por 10^4, y por lo tanto la sonoridad baja en cuarenta unidades hasta 20 dB.
c) Si la sonoridad debe bajar 60 dB, la intensidad debe dividirse por 10^6 y por lo tanto la distancia debe multiplicarse por 10^3, hasta los 10.000 m.
Estos resultados también se podrían obtener utilizando las ecuaciones indicadas considerando que la potencia de la sirena del barco no cambia.

b)

$$\beta = 10 \cdot log\frac{I}{I_0} \qquad 60 = 10 \cdot log\frac{I}{I_0} \qquad 10^6 = \frac{I}{10^{-12}} \qquad I = 10^{-6}\, W/m^2$$

$$I = \frac{P}{S} \quad P = I \cdot S = 10^{-6} \cdot 4\pi 10^2 = 1{,}26 \cdot 10^{-3}\, W$$

$$I_2 = \frac{P}{S_2} = \frac{1{,}26 \cdot 10^{-3}}{4\pi 1000^2} = 10^{-10}\ W/m^2 \quad \beta = 10 \cdot log\frac{10^{-10}}{10^{-12}} = 20\, dB$$

Si la distancia se multiplica por 10^2, la intensidad se divide por 10^4, la sonoridad pierde cuarenta unidades.

c)

$$I_3 = 10^{-12}\ W/m^2 \qquad I_3 = 10^{-12} = \frac{P}{4\pi r_3^2} = \frac{1{,}26 \cdot 10^{-3}}{4\pi r_3^2} \qquad r_3 \approx 10.000\, m$$

3. a) Explica el concepto de energía potencial gravitatoria. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M?
Un satélite de masa m = 100 kg realiza una órbita circular terrestre con un radio que es dos veces el de la Tierra, $r = 2\ R_{Tierra}$.
b) Calcula el valor de su energía mecánica.
c) Determina la cantidad de energía que será necesario suministrarle para desplazarlo a una órbita de radio tres veces el terrestre, $r' = 3\ R_{Tierra}$.
Datos: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N m2 kg^{-2}; $M_{Tierra} = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg; $R_{Tierra} = 6371$ km

a) La fuerza de atracción gravitatoria es una fuerza conservativa y, como todas las fuerzas conservativas, tiene asociada una energía potencial. Es la energía que tiene un sistema de cuerpos por encontrarse en unas posiciones determinadas en el seno de un campo gravitatorio. Los valores de la fuerza gravitatoria y de la energía potencial gravitatoria son:

$$\vec{F} = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r} \qquad F = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \qquad Ep = -\frac{G \cdot M \cdot M}{r}$$

b) La velocidad de un satélite que orbita alrededor de la Tierra se deduce igualando la fuerza de atracción gravitatoria y la fuerza centrípeta.

$$F_g = F_C \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad v^2 = \frac{G \cdot M}{r}$$

La energía mecánica es la suma de la energía cinética y potencial.

$$Em = Ec + Ep = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{G \cdot M}{r} - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} = \frac{-G \cdot M \cdot m}{2r} = \frac{-6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 100}{2 \cdot 2 \cdot 6371000} = -1{,}56 \cdot 10^9\ J$$

c)

$$E = Em(2) - Em(1) = \frac{-6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 100}{2 \cdot 3 \cdot 6371000} - (-1{,}56 \cdot 10^9) = 5{,}18 \cdot 10^8\ J$$

4. a) Deduce razonadamente la expresión de la velocidad de escape de un planeta de radio R y masa M.
b) Calcula la velocidad de escape del planeta enano Ceres, considerando su forma aproximadamente esférica, si sabemos que su radio es 469,7 km y su densidad media es de 2077 kg/m^3.
Dato: G = 6,67·10^{-11} N m^2 kg^{-2}.

a) Aplicaremos el principio de conservación de la energía entre la posición de un cuerpo que sale de la superficie terrestre con la velocidad mínima para llegar al infinito y su energía en el infinito. La energía en el infinito es cero.

$$Em(superficie) = Ec(superficie) + Ep(superficie) = Em(infinito) = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - \frac{G \cdot M \cdot m}{r} \qquad v = \sqrt{2 \cdot G \cdot M/r}$$

b)

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot d \cdot V}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot d \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^3}{3r}} = 2r\sqrt{2 \cdot G \cdot d \cdot \pi \cdot /3}$$

$$= 2 \cdot 469700 \cdot \sqrt{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 2077 \cdot \pi/3} = 506\ m/s$$

Lógicamente la velocidad de escape es muy inferior a la velocidad de escape en la Tierra, unos 11000 m/s.

5. a) Explica el concepto de potencial eléctrico. Superficies equipotenciales.
En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme E = 1000 N/C. En un punto P de esta región, donde supondremos que el potencial eléctrico es nulo, V (P) = 0, liberamos una partícula alfa (He^{++}) con velocidad inicial nula. Una vez que ha recorrido una distancia d = 10 cm:
b) Calcula su energía potencial en el punto d.
c) Obtén su velocidad.
Datos: carga partícula alfa = $3{,}2\cdot10^{-19}$ C; masa partícula alfa m = $6{,}64\cdot10^{-27}$ kg

a) El potencial eléctrico es una magnitud escalar, V, que se define como la energía potencial eléctrica por unidad de carga prueba situada en un punto del espacio. V = Ep / q.
Su unidad es el voltio. V = J/C. Si el campo eléctrico es creado por una carga puntual:

$$V = K \cdot \frac{q}{r}$$

Superficies equipotenciales son aquellas con un potencial constante. No hay que realizar trabajo para mover una carga por ellas. Son perpendiculares a las líneas de campo eléctrico.
b, c) La fuerza eléctrica realiza un trabajo que se traduce en un incremento de Ec y por lo tanto en una disminución de Ep.

$$W = \vec{F} \cdot \overrightarrow{\Delta s} = F \cdot \Delta s \cdot cos\varphi = |q| \cdot E \cdot \Delta s \cdot cos0 = 3{,}2 \cdot 10^{-19} \cdot 1000 \cdot 0{,}1 = 3{,}2 \cdot 10^{-17} J = \Delta Ec$$

$$\Delta Ep = -\Delta Ec = -3{,}2 \cdot 10^{-17}\ J$$

Si el potencial inicial es cero, también lo es la energía potencial inicial y por lo tanto la energía potencial final es:

$$Ep(d) = -3{,}2 \cdot 10^{-17}\ J$$

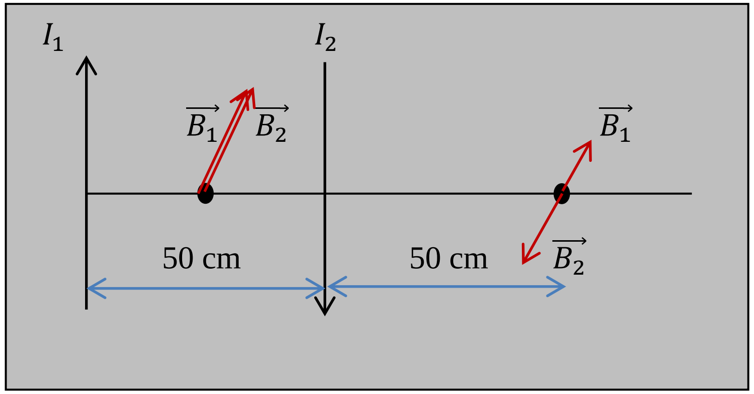
$$Ec = 3{,}2 \cdot 10^{-17} = 0{,}5 \cdot 6{,}64 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \qquad v = 98176\ m/s$$

6. Dos conductores rectilíneos de gran longitud, verticales y paralelos, están separados una distancia de 50 cm. Si por ellos circulan corrientes iguales de 12 A de intensidad y sentidos opuestos, calcula el módulo del campo magnético resultante en los siguientes puntos:

a) Punto P equidistante a ambos conductores.

b) Punto Q situado a 50 cm de un conductor y a 100 cm del otro.

Dato: $\mu_0 = 4\pi\, 10^{-7}$ T m/A.



a)

$$B_1 = B_2 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2\pi \cdot 0{,}25} = 9{,}6 \cdot 10^{-6}\ T \qquad B = B_1 + B_2 = 1{,}92 \cdot 10^{-5}\ T$$

b)

$$B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2\pi \cdot 1} = 2{,}4 \cdot 10^{-6}\ T \qquad B_2 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 12}{2\pi \cdot 0{,}5} = 4{,}8 \cdot 10^{-6}\ T \qquad B = B_2 - B_1 = 2{,}4 \cdot 10^{-6}\ T$$

7. a) Dualidad onda-corpúsculo: escribe la ecuación de De Broglie y comenta su significado e importancia física.
b) Calcula la longitud de onda correspondiente a un electrón con 20 eV de energía cinética.
Datos: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg

a) Toda partícula material en movimiento lleva asociada una onda cuya longitud de onda es igual al cociente entre la constante de Planck y su momento lineal.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

La naturaleza ondulatoria de la materia se pone de manifiesto cuando la longitud de onda asociada es del orden de las dimensiones de los obstáculos con que interaccionan las partículas en movimiento, produciéndose entonces la difracción. Así, los electrones revelan su naturaleza ondulatoria si su longitud de onda es del orden de los espacios interatómicos en una red cristalina. La teoría de De Broglie sentó las bases para el establecimiento de una nueva Física capaz de explicar todos los fenómenos microscópicos conocidos hasta hoy, y que recibe el nombre de Mecánica Cuántica. Según la Física o Mecánica Cuántica, tanto la luz como la materia tienen una doble naturaleza, ondulatorio-corpuscular, siendo estos dos aspectos complementarios y no excluyentes. Es decir, tanto la radiación como la materia pueden mostrar su naturaleza ondulatoria o corpuscular dependiendo del fenómeno físico de que se trate, pero cuando se manifiesta la naturaleza ondulatoria no se manifiesta la naturaleza corpuscular y viceversa (Principio de complementariedad).

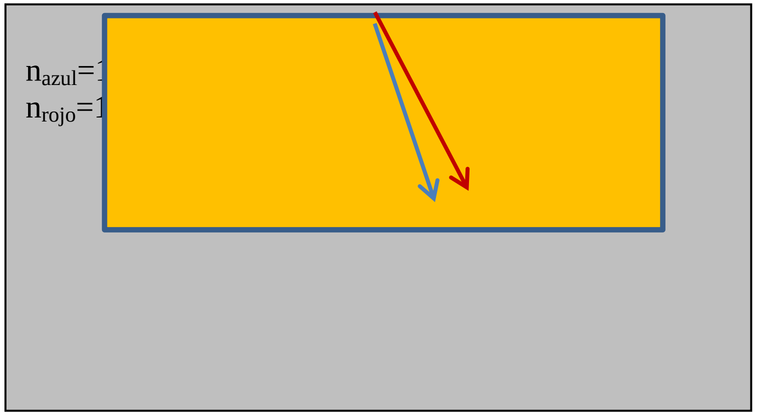
b)

$$Ec = 20\ eV = 20 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} = 3{,}2 \cdot 10^{-18}\ J = \frac{1}{2} \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2 \qquad v = 2{,}65 \cdot 10^6\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34}}{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 2{,}65 \cdot 10^6} = 2{,}75 \cdot 10^{-10}\ m$$

8. a) Enuncia y explica las leyes de la reflexión y de la refracción para la luz.
Un haz luminoso está constituido por dos rayos de luz superpuestos: uno azul y otro rojo de diferentes longitudes de onda. Si este haz incide desde el aire sobre la superficie plana de un vidrio con un ángulo de incidencia de 30º, calcula:
b) El ángulo que forman entre si los rayos azul y rojo reflejados.
c) El ángulo que forman entre si los rayos azul y rojo refractados.
Datos: Índice de refracción del vidrio para el rayo azul: n_{azul} = 1,55; índice de refracción del vidrio para el rayo rojo: n_{rojo} = 1,40; índice de refracción del aire n_{aire} = 1.

a) La reflexión es el fenómeno consistente en el cambio en la dirección de propagación de una onda cuando incide sobre una superficie, a través de la cual no puede pasar, y continúa propagándose en el mismo medio material. Si la superficie es perfectamente plana y pulida, la reflexión se denomina especular y viene gobernada las siguientes leyes experimentales:
1.- El rayo incidente, la recta normal a la superficie reflectora en el punto de incidencia y el rayo reflejado se encuentran en un mismo plano.
2.- Los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales.
La refracción es el fenómeno consistente en el cambio en la dirección de propagación de una onda cuando incide sobre la superficie de separación de dos medios y pasa o se transmite de un medio inicial a otro medio final diferente. Si la superficie de separación de ambos medios es plana, la refracción viene gobernada por las siguientes leyes experimentales de Snell:
1.- El rayo incidente, la recta normal a la superficie de separación de ambos medios en el punto de incidencia y el rayo refractado se encuentran en un mismo plano.
2.- Los senos de los ángulos de incidencia y de refracción son directamente proporcionales entre sí y su relación es igual al cociente entre las velocidades de propagación de la onda en cada uno de los medios.
Cuando la luz pasa de un medio a otro en el que su velocidad es menor, el rayo se acerca a la normal. Cuando la luz pasa de un medio a otro en el que su velocidad es mayor, el rayo se aleja de la normal.



b)

Los rayos reflejados siguen perteneciendo al mismo haz. El ángulo formado por los rayos azul y rojo reflejados es cero.

Para calcular el ángulo formado por los rayos refractados aplicamos la segunda ley de Snell.

$$\frac{sen\ i}{sen\ r\ (azul)} = \frac{n_2(azul)}{n_1} \qquad r(azul) = arc\ sen\left[\frac{n_1 \cdot sen\ i}{n_2(azul)}\right] = arc\ sen\left(\frac{\cdot\ sen\ 30}{,55}\right) = 18{,}82°$$

$$\frac{sen\ i}{sen\ r\ (rojo)} = \frac{n_2(rojo)}{n_1} \qquad r(rojo) = arc\ sen\left[\frac{n_1 \cdot sen\ i}{n_2(arojo)}\right] = arc\ sen\left(\frac{\cdot\ sen\ 30}{,40}\right) = 20{,}92°$$

El ángulo que forman los dos rayos refractados es:

$$\alpha = 20{,}92 - 18{,}82 = 2{,}1°$$