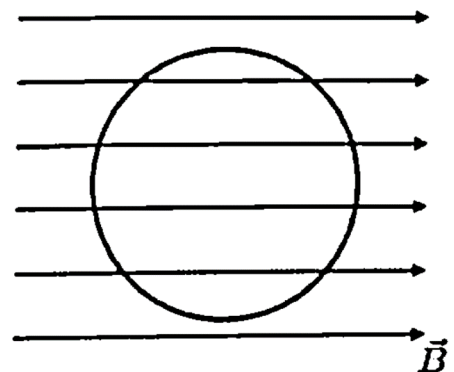


## PRIMERA PARTE

- Sean dos cuerpos puntuales A y B, de masas  $m_A = M$  y  $m_B = 2M$ . El cuerpo A se coloca y se fija en el punto (0,0), mientras que el cuerpo B se coloca y se fija en el punto de coordenadas (20,0). Un tercer cuerpo C de masa mucho más pequeña se deja libremente en la posición de coordenadas (8,0). La intensidad de campo gravitatorio  $\vec{g}$  que siente el cuerpo C debido a su interacción con los cuerpos A y B,
  - Será un vector nulo
  - Irá dirigida en la dirección del eje X en sentido negativo.**
  - Irá dirigida en la dirección del eje X en sentido positivo.
- Consideremos las órbitas de los planetas Tierra y Júpiter alrededor del Sol como órbitas circulares. Sabiendo que Júpiter se encuentra unas 9,5 veces más lejos del Sol que la Tierra se cumple que:
  - La velocidad orbital de la Tierra es mayor y su período es menor.**
  - La velocidad orbital de la Tierra es menor y su período es mayor.
  - Tanto la velocidad orbital como el período de la Tierra son menores que los de Júpiter.
- Sea un cuerpo bajo la influencia gravitatoria de un planeta. Tomando la referencia habitual para la energía potencial gravitatoria, que tiene valor nulo en el infinito, se cumple que:
  - La energía potencial gravitatoria siempre es negativa, mientras que la energía mecánica puede tomar cualquier signo.**
  - Tanto la energía potencial gravitatoria como la energía mecánica son siempre negativas.
  - Tanto la energía potencial gravitatoria como la energía mecánica pueden tomar cualquier signo.
- Un cuerpo bajo los efectos de un campo gravitatorio se mueve desde un punto A hasta otro punto B. El trabajo realizado por el campo gravitatorio cuando el cuerpo se mueve de A a B
  - Es independiente de lo rápido que se traslade del punto A al punto B.**
  - Es mayor si se traslada más rápido.
  - Es mayor si se traslada más despacio.
- El campo magnético generado en el centro de una espira circular por una corriente que circula por ella.
  - Es un vector paralelo al plano que contiene a la espira
  - Es un vector cuyo sentido es independiente del sentido de la corriente que pasa por la espira circular.
  - Es un vector normal al plano que contiene la espira**

6. Se coloca una espira circular en el seno de un campo magnético orientado como indica la figura, cuya magnitud va disminuyendo con el tiempo. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

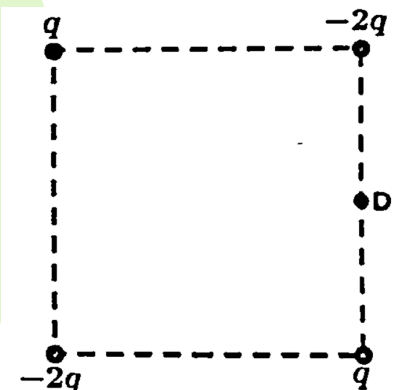


- a) No se induce ninguna corriente en la espira
- b) La corriente inducida en la espira tiene sentido horario.
- c) La corriente inducida en la espira tiene sentido antihorario.

7. Dos partículas A y B están cargadas con el mismo signo y a una distancia  $r$ . La carga de la partícula A es el doble que la de la partícula B, es decir,  $q=2qu$ . Se verifica que

- a) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es la mitad que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.
- b) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es el doble que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.
- c) El módulo de la fuerza que la partícula A ejerce sobre la partícula B es el mismo que el módulo de la fuerza que ejerce la partícula B sobre la partícula A.

8. Cuatro partículas, dos cargadas positivamente con carga  $q$  y dos cargadas negativamente con carga  $-2q$  se disponen en los vértices de un cuadrado como se muestra en la figura. Se verifica que, en el punto D, que se encuentra en el centro de uno de los lados del cuadrado y que está indicado en la figura:



- a) el campo eléctrico tiene una componente vertical nula.
- b) el campo eléctrico tiene su componente vertical hacia arriba
- c) el campo eléctrico tiene su componente vertical hacia abajo.

9. El índice de refracción de un vidrio para la luz azul ( $\lambda=486\text{ nm}$ ) es de 1,75 y para la luz roja ( $\lambda=656\text{ nm}$ ) es de 1,67. Un rayo de luz blanca incide sobre una lámina de este vidrio con un ángulo diferente de  $90^\circ$  a la superficie de la lámina. ¿Cuál de las siguientes respuestas es correcta?

- a) ambas componentes se desviarán igual.
- b) la componente azul de la luz se refracta con un ángulo menor que la componente roja de la luz.
- c) la componente azul de la luz se refracta con un ángulo mayor que la componente roja de la luz.

10. Un haz de luz que viaja por el medio 1 incide en la superficie de separación con el medio 2. Para que se pueda dar el fenómeno de reflexión total, es necesario que:

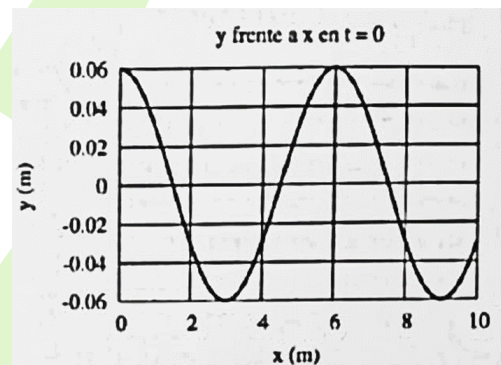
- a) el índice de refracción del medio 1 sea mayor que el índice de refracción del medio 2.
- b) el índice de refracción del medio 1 sea menor que el índice de refracción del medio 2.
- c) el índice de refracción de los medios 1 y 2 sean iguales.

11. Sea una lente delgada divergente de distancia focal 20 cm. Se coloca un objeto a una distancia de 30 cm de la lente. Su imagen

- a) es real y derecha
- b) es virtual y derecha
- c) es real e invertida

12. En la figura se muestra la gráfica de la posición de los puntos de una onda en el instante  $t = 0$ . Con esta gráfica:

- a) se pueden deducir tanto el periodo como la longitud de onda
- b) se puede deducir la longitud de onda, pero no el periodo de la onda
- c) se puede deducir el periodo de la onda, pero no la longitud de onda



13. Un foco de luz se mueve por el espacio a velocidad constante. Un observador también se mueve por el espacio a velocidad constante, pero diferente de la del foco. El observador mide la velocidad de la luz. El resultado obtenido ¿Depende de la velocidad relativa entre el foco y el observador?

- a) Si, es lo que se llama efecto Doppler relativista
- b) Si, depende de la velocidad relativa entre ambos. De ahí el nombre de la teoría
- c) No

14. Un núcleo de uranio-238. U se desintegra emitiendo un núcleo alfa ¿Cuál es el número de protones (número atómico Z) y neutrones (N) del núcleo resultante de dicha desintegración?

- a)  $N=144, Z=90$
- b)  $N=142, Z=92$
- c)  $N=236, Z=92$

## 15. La actividad de un material radiactivo

- a) Es directamente proporcional a la constante de desintegración.  
 b) Aumenta con el tiempo.  
 c) Es directamente proporcional al tiempo de semidesintegración.

## SEGUNDA PARTE

1. El peso de un astronauta de masa 60 kg en la superficie de un planeta es de 800N. Si el radio del planeta es  $R=5000\text{km}$ ,

- a. Determinar la masa del planeta  
 b. Determinar a qué altura sobre la superficie del planeta la aceleración de la gravedad es igual a la que hay sobre la superficie terrestre  
 c. Determinar qué energía hay que dar a un satélite de 400kg para que cambie de una órbita circular a 2000km de altura sobre la superficie del planeta a otra órbita, también circular, a 3000km de altura.

$G$ , constante de gravitación universal	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
$g$ , gravedad en la superficie terrestre	$9,8 \text{ m s}^{-2}$

a. En primer lugar, recordamos que el peso es simplemente el módulo de la fuerza de la gravedad sobre un cuerpo. Éste viene dado por la fórmula  $F = \frac{GMm}{r^2}$ . En nuestro caso conocemos la fuerza (800N), el radio, la constante  $G$  y la masa del astronauta, por lo que podemos despejar la masa del planeta, que será  $M = \frac{Fr^2}{Gm} = 5 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ .

b. La aceleración de la gravedad es  $g = \frac{GM}{r^2}$ . Conocemos el valor de  $G$  y  $M$ , y queremos que  $g = g_{tierra} = 9,8 \text{ N/kg}$ , por lo que podemos despejar el radio:  $r = \sqrt{\frac{GM}{g_{tierra}}} = 5,83 \cdot 10^6 \text{ m}$ . Pero en el enunciado no nos piden el radio (que es la distancia hasta el centro del planeta), sino la altura. Esta será  $h = r - r_{planeta} = 0,86 \cdot 10^6 \text{ m} = 8,6 \cdot 10^5 \text{ m}$ .

c. Queremos mover un satélite de una órbita a otra. La energía que tendremos que darle será la que tiene en la segunda órbita menos la que ya tenía desde el principio,  $\Delta E = E_f - E_i$ .

La energía de un cuerpo en órbita es parte cinética (ya que se mueve) y parte potencial gravitatoria (ya que le afecta la gravedad), es decir,  $E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r}$ . Además, la velocidad que lleva el cuerpo es la velocidad orbital,  $v^2 = \frac{GM}{r}$ , ya que está en órbita. Sustituyendo, la energía es  $E = \frac{1}{2}m \frac{GM}{r} - \frac{GMm}{r} = -G \frac{Mm}{2r}$ .

Con esto ya tenemos todo lo que necesitamos:  $\Delta E = -\frac{GMm}{2r_f} + \frac{GMm}{2r_i} = \frac{GMm}{2} \left( \frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f} \right) = 1,2 \cdot 10^9 \text{ J}$ .

2. Un electrón que tiene una energía cinética  $E_c = 10^{-18} \text{ J}$  que viaja en la dirección positiva del eje  $x$  penetra en una región en la que hay un campo magnético uniforme de  $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$  en la dirección positiva del eje  $z$ , es decir,  $\vec{B} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ T} \vec{k}$ , siendo  $\vec{k}$  el vector unitario en la dirección positiva del eje  $z$ . Determinar:

- El módulo de la fuerza que el campo magnético ejerce sobre el electrón.
- El radio de la trayectoria que describe el electrón
- Justificar en qué sentido se mueve el electrón a lo largo de su trayectoria y mostrarlo. Para ello, hacer un esquema en el que se dibujen con claridad la dirección del campo magnético, la trayectoria del electrón y el sentido en el que este la describe.

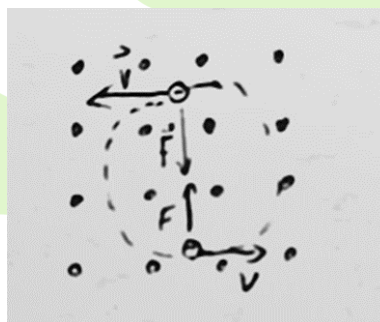
$m_e$ , masa del electrón	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
$e$ , carga del electrón	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

a. La fuerza del campo magnético sobre una carga en movimiento viene dada por  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ . Conocemos  $q$  y  $B$ , solo nos falta  $v$ . Para obtenerla usamos la energía cinética: sabemos que  $E_c = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = 1,48 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ . Como además nos dicen que va en la dirección positiva del eje  $x$ ,  $\vec{v} = 1,48 \cdot 10^6 \text{ m/s} \vec{i}$ . Con esto, la fuerza será  $\vec{F} = qvB \vec{i} \times \vec{k} = -qvB \vec{j} = 2,84 \cdot 10^{-16} \text{ N} \vec{j}$ .

b. La fuerza magnética es perpendicular a la trayectoria, por lo que la partícula seguirá un movimiento circular uniforme. Partimos de la segunda ley de Newton,  $F = ma$ . En nuestro caso, la fuerza es la magnética y la aceleración será aceleración centrípeta,  $a = \frac{v^2}{r}$ . Juntando todo,

$$qvB = m \frac{v^2}{r} \rightarrow r = \frac{mv}{qB} = 7,03 \cdot 10^{-3} \text{ m}.$$

c.



3. Por una cuerda que se extiende a lo largo del eje X, se propaga una onda de amplitud  $A=1$  cm, frecuencia  $f = 100$  Hz y longitud de onda  $\lambda = 1.5$ m en el sentido positivo del eje X.

a) Determinar cuál es la ecuación de esta onda si sabemos que cuando  $t = 1$  la posición vertical del punto de la cuerda que se encuentra en  $x = 0.5$ m es  $y = 0.5$  cm.

b) Cuando  $t= 2$  s, ¿Cuál es la diferencia de altura entre los puntos situados en  $x = 0,3$  m y en  $x= 0.5$ m ?

c) Cuando  $t = 1$ s, ¿Cuál es la diferencia de fase entre los puntos en  $x = 0, 5$ m y  $x = 1.25$  m?

La ecuación de una onda es  $y(x, t) = A \sin(\omega t \pm kx + \phi_0)$ . En nuestro caso sabemos que la amplitud,  $A$ , es 1cm, y como la onda se propaga en sentido positivo del eje  $x$  el signo será el negativo. Además, podemos sacar la frecuencia angular a partir de la frecuencia,  $\omega = 2\pi f = 200\pi$  rad/s, y el número de onda a partir de la longitud de onda,  $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{4\pi}{3}$  rad/m. Con esto, la ecuación de onda es  $y(x, t) = 1 \sin(200\pi t - \frac{4}{3}\pi x + \phi_0)$ cm, y sólo nos falta la fase inicial. Para averiguarla vamos a usar el dato extra del enunciado:  $y(x = 0,5\text{m}, t = 1\text{s}) = 0,5\text{cm}$ . Sustituyendo tenemos

$$1 \sin(200\pi - \frac{2\pi}{3} + \phi_0) = 0,5 \rightarrow \sin(\phi_0 - \frac{2\pi}{3}) = 0,5 \rightarrow \phi_0 - \frac{2\pi}{3} = \pi/6 \rightarrow \phi_0 = 5\pi/6.$$

b. Las alturas respectivas son  $y(x = 0,5\text{m}, t = 2) = 0,5\text{cm}$ ;  $y(x = 0,3\text{m}, t = 2\text{s}) = 0,978\text{cm}$ , por lo que la diferencia de alturas será  $\Delta y = 0,478\text{cm}$ .

c. La diferencia de fase entre dos puntos en un instante fijo es  $\Delta\phi = k\Delta x = \frac{4\pi}{3} \cdot 0,75 = \pi$  rad.

4. La fórmula de Rydberg permite calcular las longitudes de emisión del espectro del hidrógeno y viene dada por  $\frac{1}{\lambda} = R_H(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2})$  donde  $R_H$  es la constante de Rydberg y  $n$  y  $m$  son los niveles involucrados en la emisión. La serie de Lyman es el conjunto de líneas del espectro del hidrógeno que éste emite los electrones pasan de cualquier nivel  $n \geq 2$  al nivel  $m = 1$ .

a) ¿Cuál es la máxima frecuencia posible de la serie de Lyman?

b) ¿Cuál es la mínima frecuencia posible de la serie de Lyman?

c) La energía de un fotón de una de las líneas de la serie de Lyman es de 13,09 eV. ¿Entre qué niveles de energía ha sido la transición que ha emitido este fotón?

$R_H$ , constante de Rydberg	$1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
$h$ , constante de Planck	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
$e$ , carga eléctrica del electrón	$-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$c$ , velocidad de la luz en el vacío	$3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

En los dos primeros apartados nos preguntan por la frecuencia, pero la fórmula que nos dan depende de la longitud de onda. Conviene escribir la frecuencia en términos de ésta. Recordamos

que  $c = \lambda f \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{f}{c}$ , con lo que llegamos a la fórmula  $f = cR_H(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2})$ . Además, como nos habla de las líneas Lyman, es decir, donde  $m=1$ , usaremos la fórmula  $f_n = cR_H(1 - \frac{1}{n^2})$ .

- La frecuencia será mayor cuanto más alto sea el nivel inicial  $n$ . Tomará su valor máximo en  $n = \infty$ , donde será  $f = cR_H(1 - \frac{1}{\infty}) = cR_H = 3'3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .
- Por el mismo motivo, la frecuencia será mínima cuando  $n$  sea mínima. El valor más pequeño permitido es  $n=2$  ( $n=1$  no, ya que en ese caso  $n=m$  y no hay salto de electrones). Por tanto, la frecuencia mínima es  $f = cR_H(1 - \frac{1}{2^2}) = 2,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ .
- Recordamos que la energía de un fotón es  $E = hf$ , por lo que la energía del fotón emitido entre los niveles  $m = 1$  y  $n$  será  $E = hc R_H(1 - \frac{1}{n^2}) = 21,8 \cdot 10^{-19}(1 - \frac{1}{n^2})$ . Nos dicen que esto es  $E = 13,09 \text{ eV} = 13,09 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 20,9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ . Igualando, llegamos al resultado  $n=5$ .

