SELECTIVIDAD FÍSICA ARAGÓN. 2021. JUNIO

1. Una masa de 3 kg está unida a un muelle horizontal cuya constante recuperadora es K = 12 N/m. El muelle se estira 4 cm desde la posición de equilibrio (x = 0) y se deja en libertad. Determina:
a) La expresión de la posición de la masa en función del tiempo, x = x(t) considerando t=0 cuando atraviesa el punto en el que la velocidad es máxima.
b) Los módulos de la velocidad y de la aceleración de la masa en un punto situado a 2 cm de la posición de equilibrio.
c) La energía mecánica del sistema oscilante.

a) La velocidad máxima se alcanza cuando el cuerpo pasa por la posición de equilibrio. Supongamos que para t = 0 s el cuerpo se mueve hacia la derecha. Por ello la fase inicial es 0 Rad.

$$m \cdot \omega^2 \quad \omega \quad \sqrt{\ /m} \quad \sqrt{12/3} \quad 2\ Rad/s$$

$$x \quad A\, sen\,(\omega t + \varphi) \qquad x \quad 0{,}04\, sen\,(2t)$$

b)

$$x \quad 0{,}04\, sen\,(2t) \quad 0{,}02 \quad 0{,}04\, sen\,(2t) \quad t \quad 0{,}5\, arc\, sen\,(0{,}5) \quad \frac{\pi}{12} s$$

$$\vec{v} \quad \frac{d\vec{x}}{dt} \quad A \cdot \omega \cdot \cos\,(\omega t + \varphi)\,\vec{\imath} \quad |v| \quad A \cdot \omega \cdot |\cos(\omega t + \varphi)| \quad 0{,}04 \cdot 2 \cdot |\cos\left(2 \cdot \frac{\pi}{12}\right)| \quad 0{,}07\ m/s$$

$$\vec{a} \quad \frac{d\vec{v}}{dt} \quad -A \cdot \omega^2 \cdot sen\,(\omega t + \varphi)\vec{\imath} \quad |a| \quad A \cdot \omega^2 \cdot |\mathrm{sen}(\omega t + \varphi)| \quad 0{,}04 \cdot 4 \cdot |sen\left(2 \cdot \frac{\pi}{12}\right)| \quad 0{,}08\ m/s^2$$

c)

$$Em \quad \frac{1}{2} \cdot \quad \cdot A^2 \quad \frac{1}{2} \cdot 12 \cdot 0{,}04^2 \quad 9{,}6 \cdot 10^{-3}\, J$$

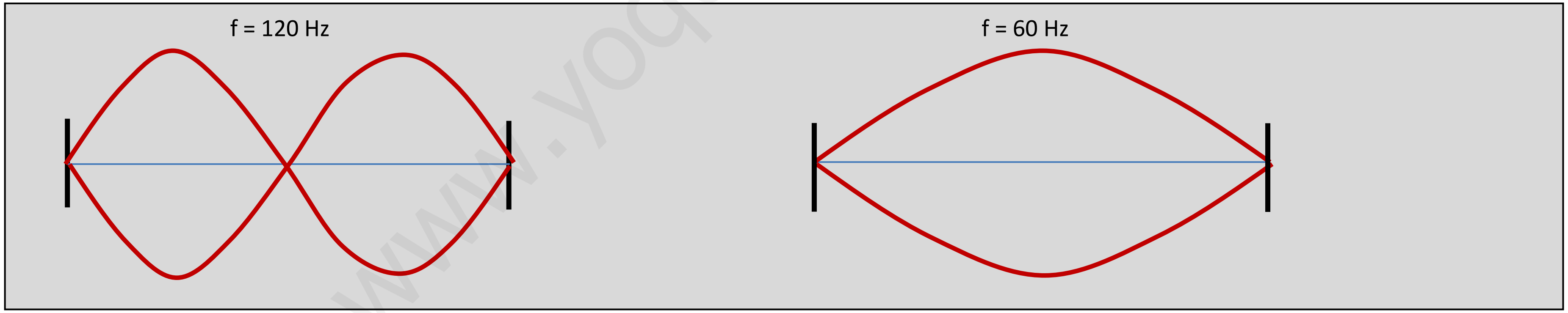
2. Considera una cuerda de una guitarra de una longitud L = 1,0 m. Cuando se excita transversalmente con una frecuencia f = 120 Hz se forma una onda estacionaria con dos vientres.
a) Calcula la longitud de onda y la velocidad de propagación de ondas en dicha cuerda.
b) ¿Para qué frecuencia inferior a la dada se formará onda estacionaria en la cuerda?

a) Cuando hay dos vientres en la onda estacionaria, la longitud de onda es igual a la longitud de la cuerda:

$$\lambda = L = 1\ m \qquad\qquad v = \lambda \cdot f = 1 \cdot 120 = 120\ m/s$$

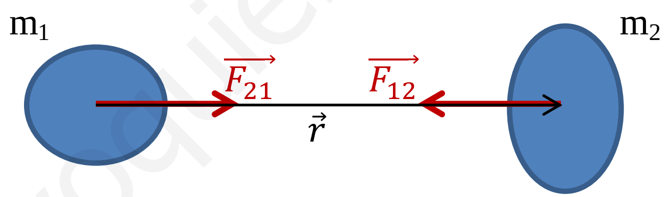
b)
La velocidad de propagación no cambia. Cuando hay un solo vientre, la longitud de onda es el doble que la longitud de la cuerda. Esto se produce cuando la frecuencia de vibración es la fundamental.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{120}{2} = 60\ Hz$$



3. a) Escribe y comenta la ley de Gravitación Universal.
La Estación Espacial Internacional (ISS) realiza 15,49 revoluciones por día alrededor de la Tierra. Considerando que sigue una órbita aproximadamente circular:
b) ¿A qué altura por encima de la superficie terrestre se encuentra la estación espacial ISS?
c) ¿A qué velocidad se desplaza?
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; M_{Tierra} = 5,97 x 10^{24} kg; R_{Tierra} = 6371 km

a) Al objeto de deducir matemáticamente, las leyes de Kepler Isaac Newton propuso su célebre Teoría de la Gravitación Universal, cuyo enunciado es: Cualquier par de cuerpos se atraen mutuamente y debido a sus masas con una fuerza gravitatoria cuyo valor es directamente proporcional al producto de las mismas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros de gravedad.
Su expresión matemática es:



$$\overrightarrow{F_{12}} = -\overrightarrow{F_{21}} \qquad F_{12} = F_{21} = F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Vectorialmente:

$$\overrightarrow{F_{12}} = -G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{r}$$

La constante de proporcionalidad G recibe el nombre de constante de gravitación universal y su valor, obtenido experimentalmente por el físico inglés Henry Cavendish es: G= $6{,}67.10^{11}$ $N \cdot m^2/kg^2$. La expresión anterior recibe el nombre de Ley de Gravitación universal.

b) La fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y la ISS es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

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

Como la velocidad orbital es constante podemos aplicar:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi r}{T} \qquad v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{r} \qquad T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M}} \qquad r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}}$$

$$T = \frac{24 \cdot 3600}{15{,}49} = 5578\ s \qquad r = \sqrt[3]{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 5578^2}{4\pi^2}} = 6{,}796 \cdot 10^6 m$$

$$h = r - R = 6{,}796 \cdot 10^6 - 6{,}371 \cdot 10^6 = 425000\ m = 425\ km$$

c)

$$v = \sqrt{G \cdot M/r} = \sqrt{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24}/6{,}796 \cdot 10^6} = 7655\ m/s$$

$$O\ también: \qquad v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 6{,}796 \cdot 10^6}{5578} = 7655\ m/s$$

4. a) Explica el concepto de campo gravitatorio.
Un satélite artificial con una masa de 5000 kg está en órbita circular alrededor de la Tierra con una velocidad orbital de 7563 m/s. Calcular:
b) La altura de la órbita sobre la superficie terrestre y su periodo de revolución.
c) La energía que tendría que ganar para salir del campo gravitatorio terrestre.
Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}; $M_{Tierra} = 5,97 \times 10^{24}$ kg; $R_{Tierra} = 6,37 \times 10^6$ m.

a) Un campo gravitatorio se define como la zona del espacio en donde se manifiestan o actúan las fuerzas gravitatorias. Por ejemplo, si se tiene una partícula o masa puntual M situada fija en el origen del S.R., dicha partícula crea en el espacio que la rodea un campo gravitatorio, ya que ejerce una fuerza gravitatoria sobre cualquier otra partícula de masa m situada cerca de ella. Por eso, a la partícula M se le llama partícula creadora y a la partícula m se le llama partícula prueba.
Un campo gravitatorio está caracterizado por dos magnitudes: la intensidad de campo y el potencial gravitatorios:
Intensidad de campo gravitatorio:
La intensidad de campo gravitatorio es una magnitud vectorial puntual, $\vec{g}$, que se define como la fuerza gravitatoria ejercida por unidad de masa prueba situada en un determinado punto del espacio. Su expresión matemática es:

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} \qquad g = \frac{F}{m}$$

Siendo $\vec{F}$ la fuerza gravitatoria que actúa sobre la masa prueba m situada en el punto P. Como m > 0, posee la misma dirección y el mismo sentido que $\vec{F}$.
La unidad de g en el Sistema Internacional es el newton/kilogramo.
Para el caso particular del campo gravitatorio creado por una partícula M situada en el origen del S.R. se tiene que:

$$\vec{g} = -\frac{G \cdot M}{r^2}\frac{\vec{r}}{r} \qquad g = \frac{G \cdot M}{r^2}$$

Es un vector de dirección radial, sentido hacia la partícula creadora y cuyo módulo es directamente proporcional a la masa creadora, M, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa el punto P de la partícula creadora.

Potencial gravitatorio:

El potencial gravitatorio es una magnitud escalar puntual, V, que se define como la energía potencial gravitatoria por unidad de masa prueba situada en un determinado punto del espacio. Su expresión matemática es:

$$V = \frac{Ep}{m}$$

Siendo Ep (P) la energía potencial gravitatoria de la masa prueba m situada en el punto P. La unidad del potencial en el S.I. es el julio/kilogramo.

Para el campo gravitatorio creado por una partícula M situada en el origen del S.R. se tiene que

$$V = -G \cdot \frac{M}{r}$$

El potencial es una magnitud numérica negativa, cuyo valor absoluto es directamente proporcional a la masa creadora e inversamente proporcional a la distancia que separa el punto P de la partícula creadora.

Los campos magnéticos se pueden representar mediante líneas de campo, L, que son líneas imaginarias con la misma dirección y sentido que la intensidad de campo. De esta definición se concluye que, para el campo gravitatorio creado por una partícula, las líneas de campo son rectas radiales que tienen dirección y sentido hacia dicha partícula o masa creadora.

También se puede representar mediante superficies equipotenciales, S, que son las superficies imaginarias del espacio formadas por los puntos que poseen el mismo valor del potencial gravitatorio. De esta definición se concluye que, para el campo gravitatorio creado por una partícula, las superficies equipotenciales son esferas centradas en dicha partícula o masa creadora, ya que V = -GM/r es constante si r lo es.

Un satélite artificial con una masa de 5000 kg está en órbita circular alrededor de la Tierra con una velocidad orbital de 7563 m/s. Calcular:
b) La altura de la órbita sobre la superficie terrestre y su periodo de revolución.
c) La energía que tendría que ganar para salir del campo gravitatorio terrestre.
Datos: G = 6,67 x 10^{-11} N m^2 kg^{-2}; M_{Tierra} = 5,97 x 10^{24} kg; R_{Tierra} = 6,37 x 10^6 m.

b) La fuerza de atracción gravitatoria entre la Tierra y la ISS es también la fuerza centrípeta que fuerza al satélite a realizar una trayectoria circular con velocidad constante.

$$F_g = F_c \qquad \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad r = \frac{G \cdot M}{v^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24}}{7563^2} = 6{,}96 \cdot 10^6 m$$

$$h = r - R = 6{,}96 \cdot 10^6 - 6{,}37 \cdot 10^6 = 590000m = 590\ km$$

Como la velocidad orbital es constante podemos aplicar:

$$v = \frac{e}{t} = \frac{2\pi r}{T} \qquad v^2 = \frac{4\pi^2 \cdot r^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{r} \qquad T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot r^3}{G \cdot M}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot (6{,}96 \cdot 10^6)^3}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24}}} = 5782\ s$$

c) La energía que hay que comunicarle es la diferencia entre la energía en el infinito (cero) y la energía mecánica que posee en la órbita.

$$E = 0 - Em = -\left(-\frac{G \cdot M \cdot m}{2r}\right) = \frac{G \cdot M \cdot m}{2r} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \cdot 5000}{2 \cdot 6{,}96 \cdot 10^6} = 1{,}43 \cdot 10^{11}\ J$$

5. a) Escribe y comenta la Ley de Coulomb.
Dos pequeñas esferas, de masa m = 5 g y con carga q, cada una, se suspenden del mismo punto mediante hilos iguales, de masa despreciable y longitud L = 0,5 m, en presencia del campo gravitatorio terrestre.
b) ¿Cuál debe ser el valor de la carga q para que, en equilibrio, los hilos formen un ángulo $\alpha = 90º$?
Datos: $g = 9{,}8\ m/s^2$, $K = 9 \times 10^9\ N\cdot m^2/C^2$

a) Dos partículas cargadas y en reposo se atraen o se repelen con una fuerza eléctrica cuyo valor o módulo es directamente proporcional al producto de los valores absolutos de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Si son del mismo signo se repelen y si son de distinto signo se atraen.

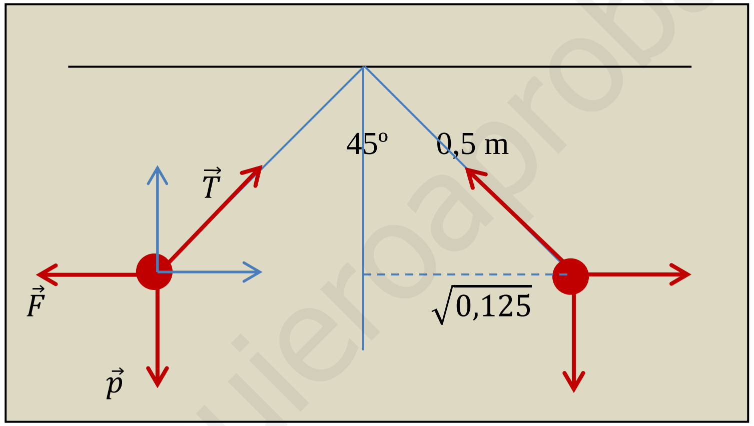
$$\vec{F} = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}\frac{\vec{r}}{r} \qquad\qquad F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

La constante de proporcionalidad K recibe el nombre de constante eléctrica y su valor en el vacío es $9\cdot 10^9\ Nm^2/C^2$.
El valor de K depende del medio que rodea a las cargas. En los medios materiales el valor de K es menor que en el vacío, de donde se deduce que la fuerza electrostática entre dos cargas cualesquiera q_1 y q_2 situadas a una distancia r es mayor en el vacío que en cualquier medio material.
Su unidad en S.I. es el culombio, C, que es la carga eléctrica que colocada frente a otra carga igual a ella, a 1 m de distancia y en el vacío, experimenta una fuerza repulsiva de 9.10^9 N.

Dos pequeñas esferas, de masa m = 5 g y con carga q, cada una, se suspenden del mismo punto mediante hilos iguales, de masa despreciable y longitud L = 0,5 m, en presencia del campo gravitatorio terrestre.

b) ¿Cuál debe ser el valor de la carga q para que, en equilibrio, los hilos formen un ángulo α = 90º?

Datos: $g = 9{,}8\ m/s^2$, $K = 9 \times 10^9\ N·m^2/C^2$



Las componentes verticales y horizontales deben cancelarse.

$$T\ sen\ 45 = mg \qquad T\cos 45 = \frac{K\cdot|q|\cdot|q|}{r^2} \qquad tg\ 45 = \frac{K\cdot|q|\cdot|q|}{m\cdot g\cdot r^2} \qquad |q| = \sqrt{\frac{tg\ 45\cdot m\cdot g\cdot r^2}{K}}$$

$$|q| = \sqrt{\frac{tg\ 45\cdot 0{,}005\cdot 9{,}8\cdot 0{,}5}{9\cdot 10^9}} = 1{,}65\cdot 10^{-6}\ C$$

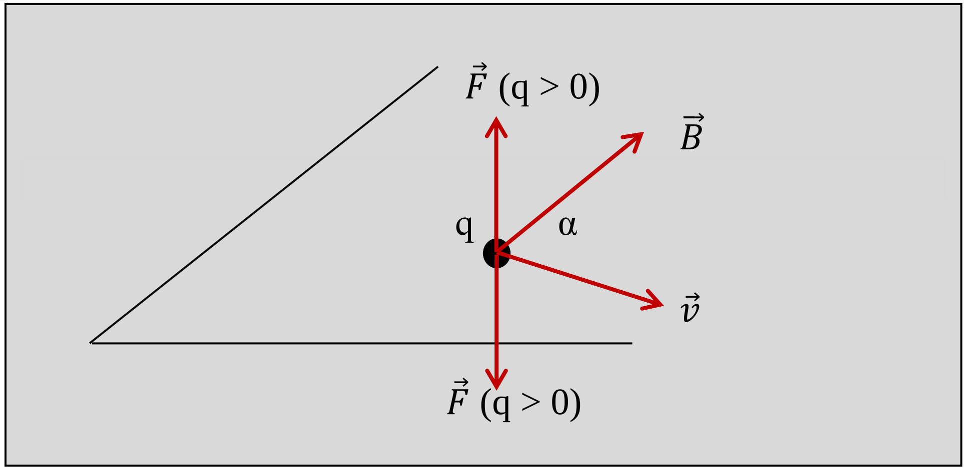
Evidentemente las cargas deben tener el mismo signo, pero pueden ser positivas o negativas.

6. a) ¿Qué fuerza actúa sobre una partícula, de masa m y carga eléctrica q, que penetra con velocidad $\vec{v}$ en una región del espacio donde existe un campo magnético $\vec{B}$ uniforme? Explica dicha ecuación analizando cómo intervienen cada una de las magnitudes que determinan la fuerza creada por el campo magnético.
b) Un protón y un electrón se mueven perpendicularmente a un campo magnético uniforme, con igual velocidad. ¿Qué tipo de trayectoria realiza cada uno de ellos? Determina la relación entre los radios que describe cada una de las partículas.
Datos: Se considera que la masa del protón es igual, aproximadamente, a 1836 veces la masa del electrón.

a) Un campo magnético ejerce una fuerza sobre una corriente eléctrica, es decir, sobre las cargas en movimiento. Supongamos una carga eléctrica q, moviéndose con velocidad lineal, $\vec{v}$, en el seno de un campo magnético de intensidad, $\vec{B}$. La fuerza magnética ejercida por el campo sobre la carga r B viene definida por la siguiente expresión, que constituye la Ley de Lorentz. La fuerza es directamente proporcional a la velocidad y a la intensidad del campo magnético.

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v}\; x\; \vec{B} \qquad F = q \cdot v \cdot B \cdot sen\; \alpha$$

Siendo α el ángulo formado por los vectores $\vec{v}\; y\; \vec{B}$. A partir de la expresión vectorial de la Ley de Lorentz se deduce que la fuerza magnética ejercida sobre una carga en movimiento es perpendicular a la velocidad de la carga y al vector intensidad de campo magnético, como se observa en la figura. A partir de la expresión escalar de la Ley de Lorentz se deduce que el campo magnético no ejerce fuerzas sobre las cargas en reposo (v = 0) o cuando las cargas eléctricas se muevan en una dirección paralela al vector intensidad de campo magnético.



Movimiento de cargas en el seno de un campo magnético:

Cuando una partícula de masa m y carga eléctrica q penetra en una zona del espacio donde existe un campo magnético uniforme de intensidad experimenta una fuerza magnética que la obliga a describir un determinado movimiento. La fuerza magnética es perpendicular a la velocidad lineal de la partícula y, por lo tanto, a la dirección de su desplazamiento o movimiento. En consecuencia, la fuerza magnética no realiza trabajo sobre la partícula cargada y, según el teorema de la energía cinética, si solamente actúa la fuerza magnética:

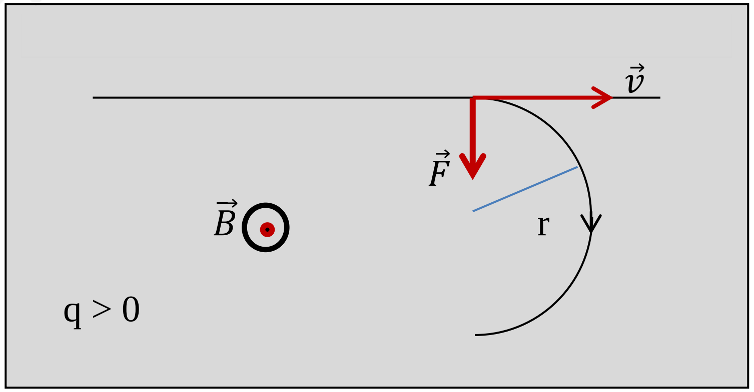
$$W_{\vec{F}} = \Delta Ec \qquad W_{\vec{F}} = 0 \rightarrow \Delta Ec = 0 \rightarrow Ec = cte \rightarrow v = cte$$

Es decir, toda partícula cargada que se mueva en el seno de un campo magnético, sometida únicamente a la fuerza magnética, mantiene constante el módulo de su velocidad lineal o celeridad

Vamos a considerar dos casos particulares:

Que la partícula penetre paralelamente al campo magnético. Entonces: α = 0º o 180º y el movimiento es rectilíneo y uniforme (M.R.U.).

Que la partícula penetre perpendicularmente al campo magnético. En este caso, la fuerza magnética ejercida sobre la partícula será siempre perpendicular a su velocidad y a la dirección de su movimiento, por lo que la obliga a curvarse y describir una trayectoria circular de v = cte, es decir, un movimiento circular uniforme. El sentido de giro se deduce con la regla de la mano izquierda.



$$F_B = F_c \qquad |q| \cdot v \cdot B = \frac{m \cdot v^2}{r} \qquad r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

Cuando la partícula penetra con un ángulo diferente, podemos descomponer su velocidad en una componente paralela y otra perpendicular al campo. La composición de las dos velocidades hace que la trayectoria sea helicoidal.

b) Un protón y un electrón se mueven perpendicularmente a un campo magnético uniforme, con igual velocidad. ¿Qué tipo de trayectoria realiza cada uno de ellos? Determina la relación entre los radios que describe cada una de las partículas.
Datos: Se considera que la masa del protón es igual, aproximadamente, a 1836 veces la masa del electrón.

b) Según lo explicado anteriormente, ambas partículas realizan un movimiento circular, pero el sentido de giro es opuesto. La carga positiva sigue la regla de la mano izquierda mientras que la carga negativa sigue el sentido opuesto al deducido con esta regla. Como la masa del protón es muy superior a la del electrón, el radio de giro de la primera partícula será mucho mayor que la de la segunda partícula. La relación entre los dos radios es la siguiente:

$$\frac{r_p}{r_e} = \frac{m_p \cdot v / |q| \cdot B}{m_e \cdot v / |q| \cdot B} = 1836$$


Lorentz

7. a) Enuncia y explica la Ley de desintegración exponencial radiactiva.
b) Para realizar una tomografía de emisión de positrones (PET) a un paciente, se inyecta un contraste con ^{18}F, que es un isótopo radiactivo. Este isótopo del flúor tiene un periodo de semidesintegración de 76,1 minutos. ¿Al cabo de cuánto tiempo quedará en el organismo del paciente sólo el 10% de la cantidad inicial?

a) Supongamos una muestra que tenga un número inicial N_0 de núcleos o átomos de un determinado isótopo radiactivo. Al transcurrir el tiempo, estos núcleos se irán desintegrando de forma gradual y aleatoria en núcleos de otros elementos. En consecuencia, el número N de núcleos del elemento primitivo disminuye con el tiempo. La actividad A de una muestra radiactiva representa la rapidez con que esa muestra se desintegra.
Según esta definición, la actividad radiactiva de una muestra es igual al valor absoluto de la variación del número de núcleos del radioisótopo con respecto al tiempo en un instante dado. Su expresión matemática es:

$$A = -\frac{dN}{dt}$$

Su unidad de medida en el Sistema Internacional es desintegración/segundo que recibe el nombre de becquerel
La actividad radiactiva depende de la cantidad de la muestra según una ley experimental que recibe el nombre de ley de la desintegración radiactiva, cuyo enunciado es el siguiente: La actividad radiactiva de una muestra es directamente proporcional a la cantidad o número de núcleos del radioisótopo existentes en la muestra en un instante dado.
Su expresión matemática es:

$$A = \lambda \cdot N = -\frac{dN}{dt}$$

Siendo λ una constante de proporcionalidad que recibe el nombre de constante de desintegración radiactiva, y cuyo valor depende de la naturaleza del radioisótopo. Esta ecuación se puede resolver realizando una integración definida entre dos límites o estados: el estado inicial (N_0, t_0) y un estado final o posterior cualquiera (N, t).

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N \qquad \frac{dN}{N} = -\lambda \cdot dt \qquad \int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt \qquad [\ln N]_{N_0}^{N} = -\lambda \cdot [t]_0^t \qquad lnN - lnN_0 = -\lambda \cdot t$$

$$ln\frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t \qquad N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

La expresión anterior constituye la versión integrada de la Ley de la desintegración radiactiva, e indica que la cantidad o el número de núcleos de un determinado radioisótopo en una muestra disminuyen al transcurrir el tiempo según una función exponencial temporal decreciente.

El periodo de semidesintegración, $T_{1/2}$, de un determinado isótopo radiactivo es el tiempo que tarda una muestra de ese radioisótopo en reducirse a la mitad de su cantidad inicial. Cuando t = $T_{1/2}$, N = $N_0/2$, y, sustituyendo en la expresión de la Ley de la desintegración, se obtiene:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

b) T1/2 = 76,1 minutos = 4566 s. N = 0,1 N_0, ¿t?

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \qquad \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t} \qquad ln\frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t = -\frac{\ln 2 \cdot t}{T_{1/2}} \qquad t = -\frac{(ln\, N/N_0) \cdot T_{1/2}}{\ln 2}$$

$$t = -\frac{(ln0{,}1) \cdot 4566}{\ln 2} = 15168\ s$$

8. a) Explica qué es una lente convergente y una lente divergente. ¿Dónde están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas?
b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 10 cm delante de una lente convergente de 5 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada.
c) Realiza el trazado de rayos correspondiente para obtener la posición y tamaño de la imagen.

a) Las lentes son sistemas ópticos constituidos por un medio material transparente limitado por dos caras. Según las características geométricas y los efectos ópticos que producen, las lentes se clasifican en convergentes y divergentes.

Las lentes convergentes son capaces de reunir los rayos de un haz de rayos paralelos que incida sobre ella. Posee más grosor en su centro que por su borde. Si sobre una lente convergente inciden rayos luminosos paralelos al eje óptico, estos rayos pasan a través de la lente y se refractan de forma que se cortan en un punto llamado foco imagen real, F’. El foco objeto de una lente convergente es un punto (F) que tiene la propiedad de que cualquier rayo luminoso que incida en la lente después de pasar por él, se refracta saliendo de la lente paralelo al eje óptico. El foco imagen real de una lente convergente define la distancia focal, f’, y la potencia óptica de la lente P. Están relacionados por la expresión: $P = 1/f' > 0$

Si se coloca un objeto luminoso (y) delante de una lente convergente, su imagen (y’) se obtiene trazando tres rayos procedentes del extremo del objeto y que inciden sobre la lente, de la siguiente manera:
- Un primer rayo incide paralelo al eje óptico sobre la lente y se refracta pasando por el foco imagen.
- Un segundo rayo incide sobre el centro de la lente y la atraviesa sin desviarse.
- Un tercer rayo incide sobre la lente pasando por el foco objeto y se refracta saliendo paralelo al eje óptico.

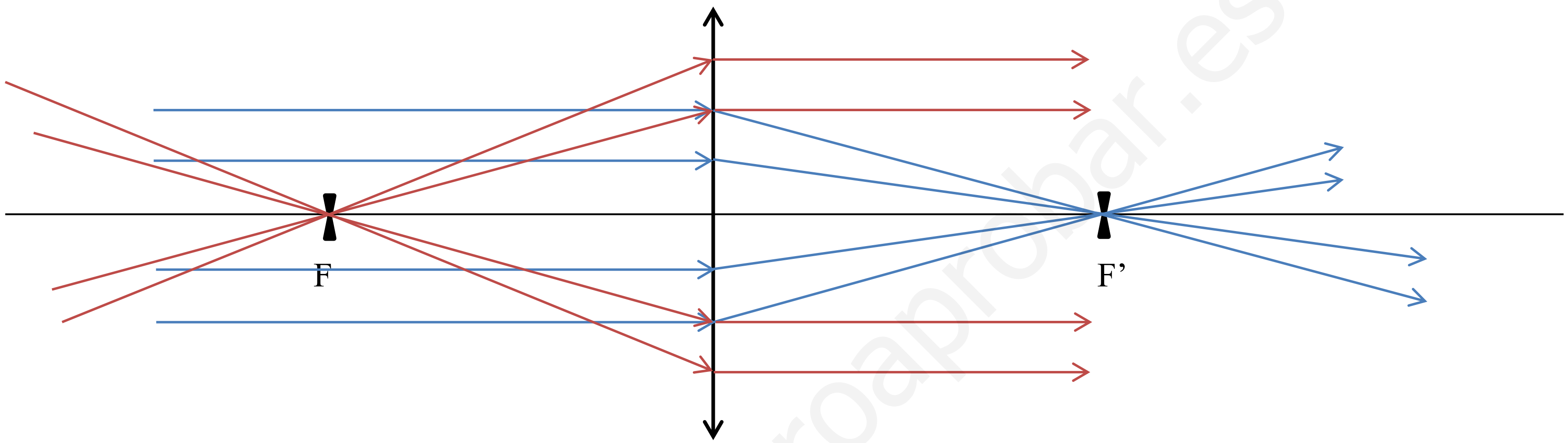
La intersección de los rayos refractados o de sus prolongaciones determina el extremo de la imagen. Aquí pueden ocurrir tres casos particulares:

a) Que el objeto se encuentre delante de la lente convergente a una distancia mayor que el doble de su distancia focal. En este caso, la imagen formada (y') es real, invertida y de menor tamaño que el objeto.
b) Que el objeto se encuentre delante de la lente convergente a una distancia comprendida entre una y dos veces su distancia focal. En este caso, la imagen formada (y') es real, invertida y de mayor tamaño que el objeto.
c) Que el objeto se encuentre delante de la lente convergente a una distancia menor que su distancia focal. En este caso, la imagen formada, y', es virtual, derecha y de mayor tamaño que el objeto.

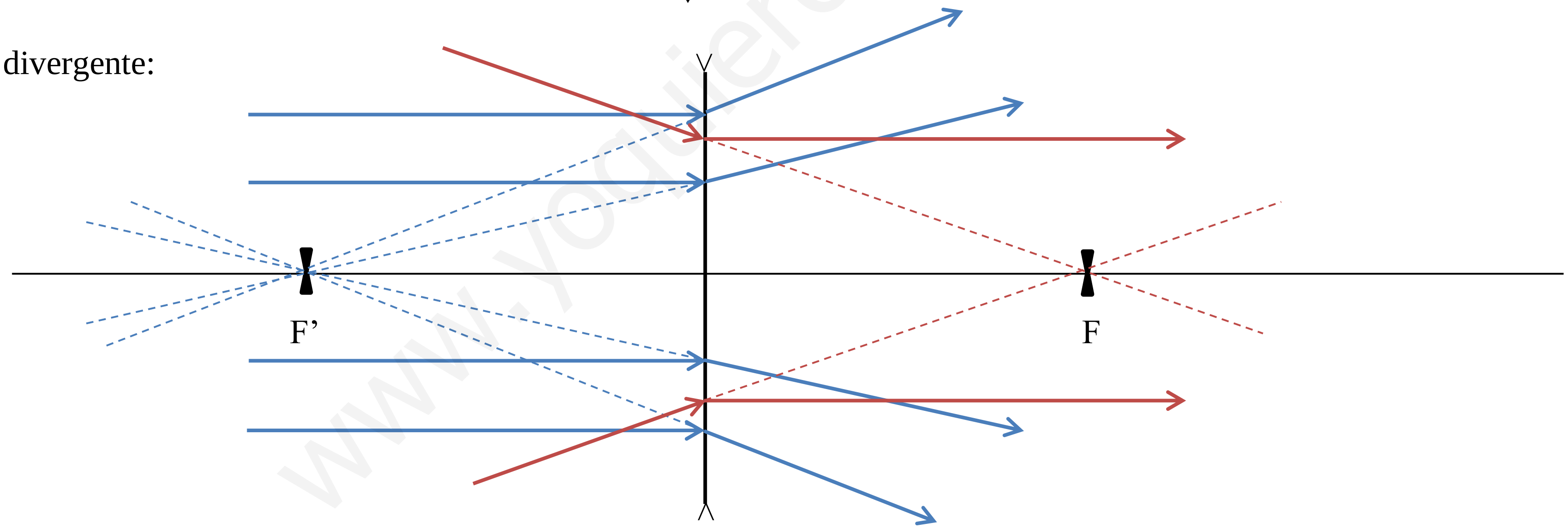
Una lente divergente es aquélla que es capaz de separar los rayos de un haz de rayos paralelos que incida sobre ella. Posee menos grosor en su centro que por su borde.
Se comprueba que si sobre una lente divergente inciden rayos luminosos paralelos al eje óptico, estos rayos pasan a través de la lente y se refractan de forma que sus prolongaciones se cortan en un punto llamado foco imagen virtual (F'). El foco objeto (F) de una lente convergente es un punto, simétrico del F', que tiene la propiedad de que cualquier rayo luminoso que llegue a la lente dirigido hacia él cuando pasa a través de la lente se desvía saliendo paralelo al eje óptico. El foco imagen virtual de una lente divergente define la distancia focal, f', y la potencia óptica de la lente P. Están relacionados por la expresión: $P = 1/f' < 0$
Si se coloca un objeto luminoso (y) delante de una lente divergente, su imagen (y') se obtiene trazando sobre la lente tres rayos procedentes del extremo del objeto P, de la siguiente manera:
- Un primer rayo incide sobre la lente paralelamente al eje óptico y se refracta de forma que su prolongación pasa por el foco virtual.
- Un segundo rayo incide sobre el centro de la lente y la atraviesa sin desviarse.
- Un tercer rayo incide en la lente en dirección al foco objeto y se refracta saliendo de la lente paralelo al eje óptico.

La intersección de los rayos refractados o de sus prolongaciones determina el extremo de la imagen (P'). En este caso, la imagen formada (y') siempre es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.

Lente convergente:



Lente divergente:



b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 10 cm delante de una lente convergente de 5 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada.
c) Realiza el trazado de rayos correspondiente para obtener la posición y tamaño de la imagen.

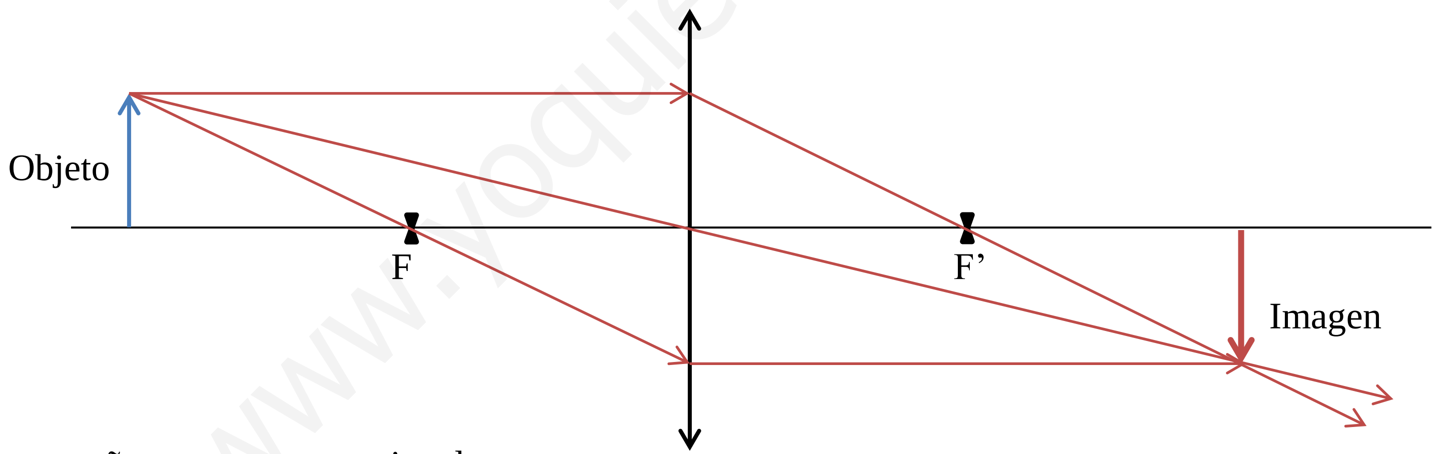
b) y = 1 cm, s = - 10 cm, f' = 5 cm. s'? y'? La lente es convergente ya que la distancia focal es positiva.

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \qquad \frac{1}{s'} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{10-5}{5 \cdot 10} = \frac{5}{50} \qquad s' = \frac{50}{5} = 10\ cm$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \qquad y' = y \cdot \frac{s'}{s} = 1 \cdot \frac{10}{-10} = -1\ cm$$

Deducimos que la imagen es igual, invertida y real.

c)



Las distancias y tamaños no son proporcionales.