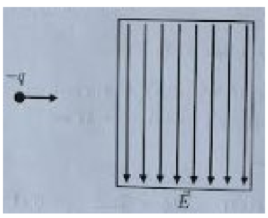
1. Dos cuerpos, A y B, tienen masas diferentes, es decir $m_A = m_B$, y se encuentran separadas a cierta distancia. ¿Qué podemos decir del campo gravitatorio resultante g en el segmento que va de la masa A a la B?
(a) Es nulo en un punto diferente del punto medio entre ambas masas.
(b) Es nulo en el punto medio entre ambas masas.
(c) No se anula en ningún punto del segmento que va del cuerpo A al cuerpo B.

2. Dos planetas, A y B, tienen masas iguales, pero el radio del planeta A es el doble que el del planeta B. Es decir, $m_A = m_B$ y $R_A = 2R_B$. Si llamamos v_e a la velocidad de escape desde la superficie del planeta A, y v_e' a la velocidad de escape desde la superficie del planeta B. ¿cuál es la relación entre $v_e \ y \ v_e'$?
(a) $v_e/v_e' = 4$
(b) $v_e/v_e' = \sqrt{2}$
(c) $v_e/v_e' = 2$.

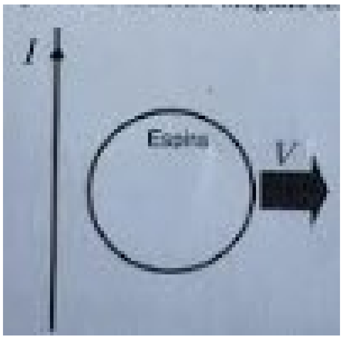
3. La distancia entre la Tierra y la Luna es de unos 384000 km. Supongamos que llamamos g_T a la aceleración gravitatoria de la Tierra en el punto central del segmento que une los centros de la Tierra y la Luna, y g_L a la aceleración gravitatoria de la Luna en ese mismo punto. Teniendo en cuenta que la masa de la Tierra es 81.4 veces mayor que la de la Luna, ¿cuántas veces es g_T mayor que g_L?
(a) 20.35 veces mayor.
(b) 40.7 veces mayor.
(c) 81.4 veces mayor.

4. Para que la fuerza ente dos hilos conductores paralelos, rectilíneos e indefinidos, separados una determinada distancia, sea repulsiva, ¿qué condición debe cumplirse?
(a) Las corrientes en los dos conductores deben circular sentidos opuestos.
(b) Las corrientes en los dos conductores deben circular en el mismo sentido.
(c) La fuerza será, en cualquier circunstancia, atractiva.

5. Si queremos llevar una carga negativa desde un punto A hasta otro B en el que hay un potencial menor que en el punto A, ¿necesitamos hacer trabajo sobre dicha carga?
(a) No, pues las cargas negativas tienden a moverse hacia regiones con menor potencial electrostático.
(b) No necesariamente, pues ese trabajo podría realizarlo el propio campo eléctrico que genera la diferencia de potencial.
(c) Sí, pues las cargas negativas tienden a moverse hacia regiones con mayor potencial electrostático.
6. Una carga negativa que se está desplazando con velocidad constante y rectilínea penetra en una región del espacio en la que hay un campo eléctrico É uniforme, perpendicular a la velocidad con la que entra la partícula y dirigido hacia abajo, como se indica en la figura. Mientras la partícula esté en esta región del espacio, y suponiendo que está sólo bajo la influencia del campo eléctrico (podemos ignorar la gravedad o cualquier otro tipo de fuerza externa), ¿qué tipo de trayectoria describirá?
(a) Una trayectoria parabólica hacia arriba.
(b) Una trayectoria parabólica hacia abajo.
(c) Por ser el campo eléctrico perpendicular a la velocidad de la partícula, ésta continuará con su trayectoria rectilínea.



7. Por un hilo rectilíneo e infinito circula una intensidad de corriente / hacia arriba. Cerca de dicho hilo se encuentra una espira circular que se mueve con cierta velocidad V constante alejándose perpendicularmente del hilo, tal y como se indica en la figura. ¿Qué se puede decir sobre la corriente inducida en la espira cuando se observa desde el punto de vista mostrado en la figura?
(a) Que circula por la espira en sentido antihorario.
(b) Que circula por la espira en sentido horario.
(c) Que no se inducirá ninguna corriente en la espira.



8. ¿Cómo es la imagen de un objeto real que forma una lente delgada convergente?
(a) Es siempre invertida.
(b) Puede ser derecha o invertida dependiendo de la posición del objeto frente a la lente.
(c) Es siempre derecha.

9. En un instante t, dos ondas bidimensionales A y B se encuentran a la misma distancia de su foco emisor. Ambas ondas tienen la misma frecuencia y se transmiten por el mismo medio. En dicho instante t, la onda A tiene una energía que es el doble de la energía que tiene la onda B. Se cumple que:
(a) La amplitud A es el doble de la amplitud de la onda B.
(b) La amplitud de la onda A es entre una y dos veces mayor que la amplitud de la onda B.
(c) La amplitud de la onda A es el cuádruple de la amplitud de la onda B.

10. La ecuación de una onda armónica transversal viene dada por y(x, t) = 0.1 cos (3irx + 27rt + 7r/2) donde todas las variables están expresadas en unidades del S.I. Señale cuál de las siguientes afirmaciones es correcta.
(a) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = O es de —0.1 m.
(b) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = O es nula.
(c) En el momento inicial, la altura de la onda en la posición x = O es de 0.1 m.

11. Un foco emite una onda acústica (esférica) de una determinada frecuencia. Se mide la intensidad de la onda a una distancia de 4 m del foco, obteniéndose un valor de 16 W/m2. Ignorando los fenómenos de absorción, ¿a qué distancia del foco debemos medir la intensidad para obtener una intensidad de la onda de 1 W/m2?
(a) 16 m.
(b) 32 m.
(c) 64 m.

12. La segunda línea de la Serie de Lyman (espectro atómico del hidrógeno) tiene una longitud de onda de 102.5 nm. ¿Cuál es la frecuencia de esta línea?
Datos: Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \cdot 10^8 m/s$.
(a) $5{,}11 \cdot 10^{15} Hz$
(b) $3{,}87 \cdot 10^{14} Hz$.
(c) $2{,}93 \cdot 10^{15} Hz$

13. Sabiendo que la primera línea de la serie de Balmer (espectro atómico del hidrógeno) tiene una longitud de onda de 656.3 nm, ¿cuál es la energía de un fotón de esta línea en eV? Datos: Velocidad de la luz en el vacío: $c = 3 \cdot 10^8 m/s$. Constante de Planck:$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34} Js$.
(a) 3.3 eV.
(b) 1.89 eV.
(c) 2.43 eV.

14. La energía relativista total de una partícula es el doble que su energía en reposo. ¿Con qué velocidad se está moviendo, si c es la velocidad de la luz en el vacío?
(a) 0.71c
(b) 0.87c.
(c) 0.56c.

15. Tenemos una muestra de material radiactivo con una constante de desintegración A = 0.18 días-1. ¿Cuál es su período de semidesintegración?
(a) 3.85 días.
(b) 5.55 días.
(c) 11.11 días.

SEGUNDA PARTE: Bloque de problemas con valor total de 5 puntos. Se incluyen 4 problemas, pero debe contestar sólo a dos problemas, los que prefiera (si contesta a más de 2 problemas solo se calificarán los dos primeros que aparezcan en las hojas de respuesta). Valoración máxima 2,5 puntos por cada problema. Dentro de cada problema, cada apartado tiene el mismo valor. Se valora el planteamiento del problema, su desarrollo (deben indicarse los pasos que conducen a la solución), resultado correcto y el uso adecuado de unidades y vectores. No se valorarán resultados que no estén justificados con explicaciones.

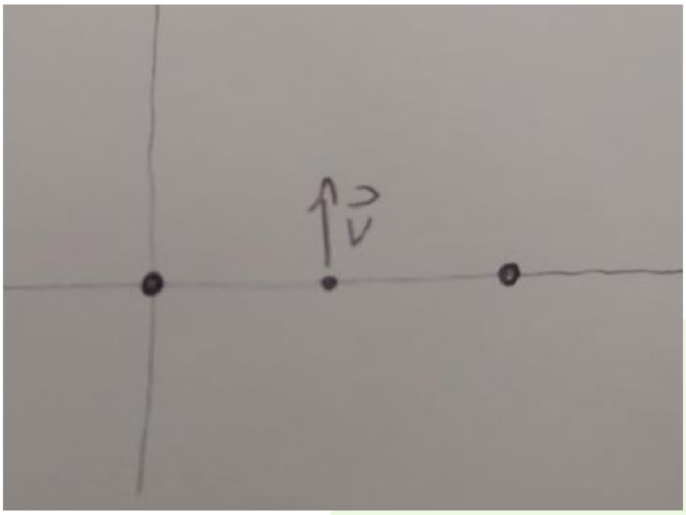
1. Considere un sistema formado por dos cuerpos, cada uno de ellos con masa M, fijos en los puntos (O, O) y (L, 0), respectivamente. Considere también que el sistema no tiene ninguna otra influencia gravitatoria. Teniendo en cuenta los datos que se dan al final del problema, conteste a los siguientes apartados:

(a) Calcule el potencial gravitatorio (entendido como una energía potencial por unidad de masa) en los puntos (L/2,0) y (L/2, 10).
(b) Consideremos ahora un cuerpo de masa m que se encuentra en la posición (L/2, 0). A dicho cuerpo se le da, desde esta posición, una velocidad inicial $\vec{v} = v\vec{j}$, donde $\vec{j}$ es el vector unitario en el sentido positivo del eje y. Utilizando el principio de conservación de la energía, calcule el valor mínimo de v para que el cuerpo de masa m escape de la atracción gravitatoria del sistema formado por los cuerpos de masa M.

(c) Sabiendo que, con la velocidad inicial dada en el apartado anterior, el cuerpo de masa m va a seguir una trayectoria rectilínea en la dirección de j, determinar a qué velocidad pasará por el punto (L/2,10).
Datos: M = 1000 kg. L = 3 m. Constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m2 kg-2.

En primer lugar recordamos que el campo gravitatorio cumple el principio de superposición, es decir, el potencial de dos masas se puede calcular sumando el potencial que produce cada una. Recordamos también que el potencial de una sola masa viene dado por$V(r) = -\frac{GM}{r}$.

En el punto $(L/2,0)$ los potenciales de la primera y segunda masas son iguales, $V=-\frac{GM}{L/2}=-2\frac{GM}{L}$.El potencial total generado por las dos juntas será la suma de los dos, $V_T=-2\frac{GM}{L}-2\frac{GM}{L}=-4\frac{GM}{L}=-8{,}9\cdot 10^{-8}J/kg$.
En el punto (L/2,10) procedemos igual. La distancia entre las masas y el punto viene dada por el teorema de pitágoras: $r=\sqrt{\frac{L^2}{2^2}+10^2}=10{,}1m$. Con esto, el potencial de cada masa es $V=-\frac{GM}{r}=-\frac{6{,}67\cdot 10^{-11}1000}{10{,}1}=-6{,}6\cdot 10^{-9}J/kg$. El potencial total de las dos masas se obtiene sumando el potencial de cada una, y será $V_T=-13{,}2\cdot 10^{-9}J/kg$.
b) Tenemos una situación como la del esquema:

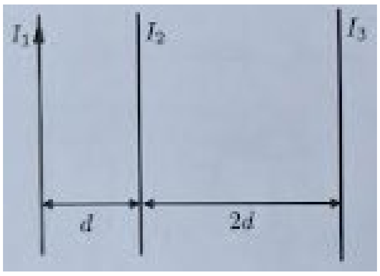


La energía que tiene el cuerpo en ese instante inicial es $E_i=mV_T+E_C=-4\frac{GM}{L}m+\frac{1}{2}mv^2$. En el momento en el que ha conseguido escapar del campo gravitatorio, su energía potencial es cero, y su energía cinética también (ya que no le ha sobrado nada). Por tanto, la energía final es $E_f=0+0=0$. Como desde que se lanza hasta que escapa del campo sólo actúa una fuerza, que es la fuerza gravitatoria que es conservativa, la energía se conserva, es decir, $E_i=E_f\rightarrow -4\frac{GM}{L}m+\frac{1}{2}mv^2=0$. De aquí podemos despejar v para obtener

$$v=\sqrt{8\frac{GM}{L}}=4{,}2\cdot 10^{-4}m/s.$$

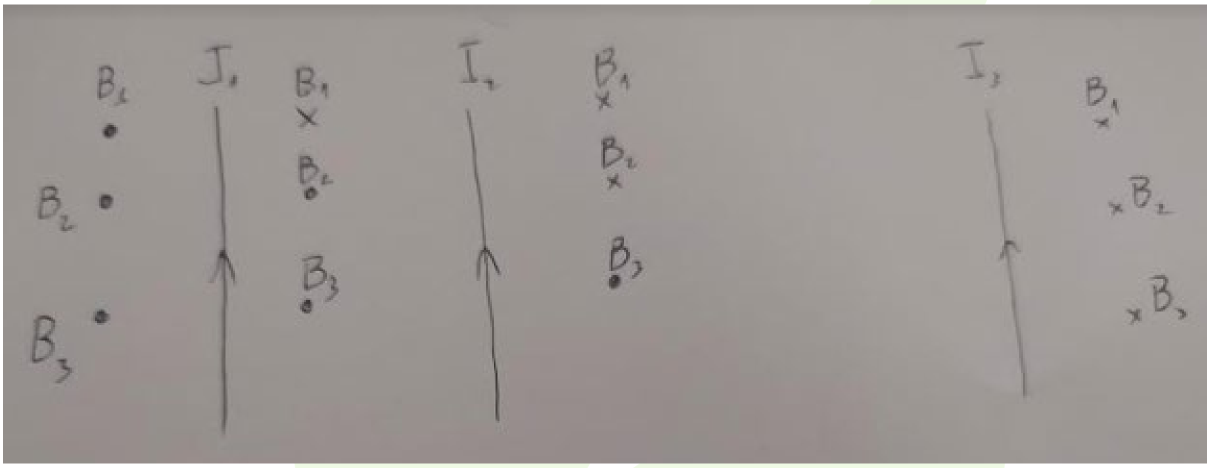
c) Cuando pase por el punto (L/2, 10), la energía será la misma que en el apartado anterior, 0. En ese instante tendremos, entonces, $V_Tm+E_c=-13{,}2\cdot 10^{-9}m+\frac{1}{2}mv^2=0$. Despejando, $v=\sqrt{2\cdot 13{,}2\cdot 10^{-9}}=1{,}62\cdot 10^{-4}m/s$.

2. Tres hilos conductores rectilíneos e indefinidos por los que circulan las corrientes I_1, I_2, I_3 se disponen como se muestran en la figura.



Los tres hilos son paralelos. El hilo con corriente I_1 se encuentra separado del hilo con corriente I_2 por una distancia d, mientras que este último se encuentra separado del hilo con corriente I_3 por una distancia 2d. Se sabe que la corriente del primer hilo tiene un valor $I_1 = 2A$ hacia arriba, pero se desconoce el valor y el sentido de las corrientes I_1, I_2. Llamaremos A a un punto medio entre el hilo con corriente I_1 y el hilo con corriente I_2, y B a un punto medio entre el hilo con corriente I_2 y el hilo con corriente I_3. ¿Qué valores y sentidos han de tomar I_2 e I_3 para que el campo magnético resultante de los tres hilos en los puntos A y B sea nulo?

Vamos a suponer que I_2, I_3 van hacia arriba. En ese caso, los campos magnéticos irán como se muestra en la imagen:



Recordamos que el campo producido por una corriente I a una distancia r del cable es $B = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}$.En nuestro caso, entonces, el campo en el punto A es

$B(A) = -\mu_0 \frac{I_1}{2\pi d/2} + \mu_0 \frac{I_2}{2\pi d/2} + \mu_0 \frac{I_3}{2\pi 5d/2} = 0$ Podemos cancelar todos los μ, π, y d, y llegamos a $-I_1 + I_2 + \frac{I_3}{5} = 0.$

En el punto B tenemos

$B(B) = -\mu_0 \frac{I_1}{2\pi 2d} - \mu_0 \frac{I_2}{2\pi d} + \mu_0 \frac{I_3}{2\pi d} = 0$, y, cancelando de nuevo, nos queda $-I_1/2 - I_2 + I_3 = 0.$

Recordando que $I_1 = 2A$, tenemos el sistema de ecuaciones

$I_2 + \frac{I_3}{5} = 2$, $-I_2 + I_3 = 1$, que, una vez resuelto, da $I_2 = 1{,}5A$, $I_3 = 2{,}5A$.

3. Una onda se propaga por una cuerda que se extiende a lo largo del eje x. La amplitud de la onda es de 0.5 cm, y oscila con una frecuencia de 50 Hz y una longitud de onda de 50 cm en el sentido negativo del eje x. Responda a los siguientes puntos razonadamente:
(a) Determine la frecuencia angular ω, el número de onda k y la velocidad de propagación y de la onda.
(b) Sabemos que en el instante t = 0, la elongación de la onda se anula en la posición x = 0.125 m. Encuentre la fase inicial y escriba una ecuación de onda compatible con todos los datos que se han deducido hasta ahora.
(c) Determine la diferencia de altura entre los puntos x = 0.1 m y x = 0.3 m cuando t = 1 s.

a) La frecuencia angular se puede escribir en términos de la frecuencia como $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 50 = 100\pi\, rad/s$. Por su parte, el número de onda es $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{0,5} = 4\pi\, rad/m$. Una vez conocidas la frecuencia angular y el número de onda, la velocidad de propagación es $v = \frac{\omega}{k} = \frac{100\pi}{4\pi} = 25\, m/s$.

b) La ecuación de onda que buscamos es de la forma $y(x,t) = Asin(\omega t \pm kx + \phi_0)$. En primer lugar, como la onda se propaga en el sentido negativo del eje x, el signo tendrá que ser +. Podemos sustituir también los datos obtenidos en el apartado anterior y la amplitud del enunciado. Con esto tenemos

$$y(x,t) = 0,5\, sin(100\pi t\ +\ 4\pi x + \phi_0).$$

Nos dice que, en $t = 0, x = 0,125, y = 0$, es decir,
$y(0'125, 0) = Asin(0,5\pi + \phi) = 0$. El seno vale 0 en 0, π, así que el interior tendrá que valer una de esas dos opciones. Si elegimos por ejemplo π, tenemos $0,5\pi + \phi_0 = \pi \rightarrow \phi_0 = 0,5\pi\, rad$. Con esto, la ecuación es $y(x,t) = 0,5\, sin(100\pi t +\ 4\pi x\ + \frac{\pi}{2})$.

c) Calculamos las alturas en los dos puntos y restamos.
En t=1, x=0,1, tenemos

$$y(0'1,1) = 0,5sin(100\pi + 0,4\pi + \pi/2) = 0,155cm.$$

En $t = 1, x = 0,3$,

$$y(0'3,1) = 0,5sin(100\pi + 1'2\pi + \frac{\pi}{2}) = -0,4cm.$$

La diferencia de altura entre los dos puntos es, entonces, $0,155 - (-0,4) = 5,55cm$.

4. Tenemos una muestra de radón-222 de, inicialmente, 1 g. Sabemos que la vida media de este isótopo es T = 2.65 días. Se pide: (a) Describa la diferencia entre vida media (generalmente representada por el símbolo τ) y período de semidesintegración (generalmente representado como T1/2). (b) Al cabo de 15 días, ¿qué masa de radón-222 quedará en la muestra? (c) Calcule el tiempo que ha de transcurrir para que queden 10 mg de radón-222 en la muestra.

a) La vida media representa el tiempo, de media, que tarda una partícula en desintegrarse, mientras que el periodo de semidesintegración es el tiempo que tiene que pasar para que la masa inicial se haya reducido a la mitad.

b) La masa en función del tiempo es $m(t) = m(0)e^{-\lambda t} = m(0)e^{-\frac{t}{\tau}}$. Por tanto, a los 15 días, la masa será $m(15\, días) = 1g\, e^{-\frac{15}{2,65}} = 0,0035g = 3,5mg$.

c) Tenemos la ecuación

$$10mg = 1000mg\, e^{-\frac{t}{2,65}} \rightarrow 10^{-2} = e^{-\frac{t}{2,65}} \rightarrow ln(10^{-2}) = -\frac{t}{2,65} \rightarrow t = 12,2\, días.$$