Dpto: Física Aplicada

XXXV OLIMPIADA DE FÍSICA (FASE LOCAL – UMH)

Tiempo: 3 horas.

Cada cuestión vale 5 puntos.

Cada problema vale 10 puntos.

CUESTIONES

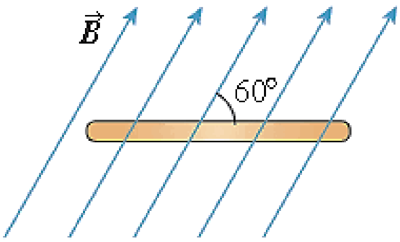
1) Se tiene una moneda de 1 g sobre la palma de la mano abierta y hacia arriba. El coeficiente de rozamiento estático de la mano con la moneda es de 0.3. Se empieza a mover la mano en horizontal con una aceleración de 1 m/s² con la moneda encima de la mano. Calcular la fuerza de rozamiento que actúa sobre la moneda en el movimiento e indicar cómo actúa en la moneda.

2) Un bloque de hierro y un bloque de aluminio de igual tamaño son empujados por fuerzas idénticas a lo largo de una superficie horizontal lisa empezando del reposo.

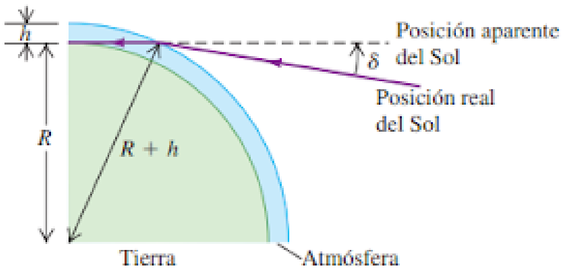
a) Comparar las energías cinéticas cuando ambos bloques se hayan movido 10 m desde el punto de partida.

b) Comparar las energías cinéticas cuando ambos bloques se hayan movido desde el punto de partida durante 10 s.

3) Una espira de acero plana y circular de radio 75 cm se encuentra en reposo en un campo magnético uniforme, cuya vista de perfil se ilustra en la figura. El campo cambia con el tiempo de acuerdo con la expresión $B(t) = 1{,}4 \cdot e^{-(0{,}057t)}$. a) Calcule la f.e.m. inducida en la espira en función del tiempo. b) ¿Cuándo es la f.e.m. inducida igual a 1/10 de su valor inicial? c) Determine el sentido de la corriente inducida en la espira, viendo está última desde arriba.



4) Cuando el Sol sale o se oculta y parece estar justo sobre el horizonte, en realidad está debajo de éste. La explicación de esta aparente paradoja es que la luz solar se desvía un poco cuando entra a la atmósfera terrestre, como se ilustra en la figura. Como nuestra percepción se basa en la idea de que la luz viaja en



líneas rectas, la percibimos como si viniera desde una posición aparente que forma un ángulo δ sobre la posición verdadera del Sol. a) Para simplificar, suponga que la atmósfera tiene densidad uniforme y, por lo tanto, índice de refracción uniforme n, y se extiende a una altura h por encima de la superficie de la Tierra, punto en el cual se desvanece de manera abrupta. Obtenga una expresión para δ en función del radio de la tierra (R = 6378 km), el espesor de la atmósfera y el índice de refracción de esta. b) Calcule δ con n = 1.0003 y h = 20 km. ¿Cómo se compara esto con el radio angular del Sol, que es de aproximadamente un cuarto de grado? (En realidad, los rayos de luz proveniente del Sol se desvían de manera gradual, no abrupta, ya que la densidad y el índice de refracción de la atmósfera cambian poco a poco con la altitud.)

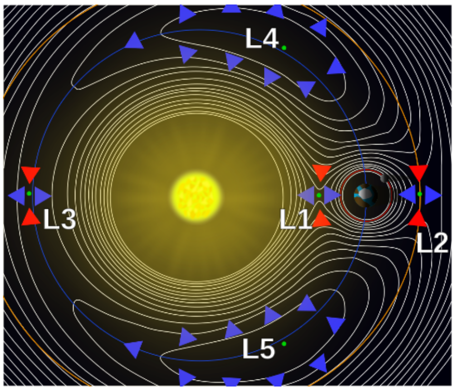
PROBLEMAS

1. Un atleta se encuentra corriendo y asciende por una colina. Su aceleración mientras corre es constante y de valor –0,003 m/s². El trayecto de subida desde el suelo hasta lo alto de la colina es de 1200 m. Suponer que la velocidad que lleva al empezar el ascenso es de 2,2 m/s

a) ¿Cuánto tiempo va a emplear para pasar de los 700 m a 800 m?

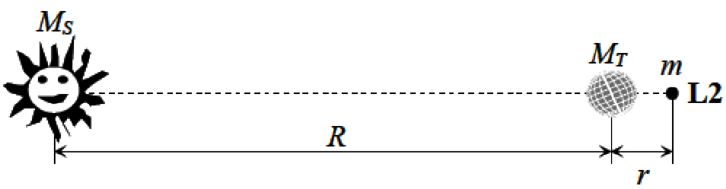
b) ¿Llegará a lo más alto de la colina?

2. Los puntos de Lagrange, también denominados puntos L o puntos de libración, son las cinco posiciones en un sistema orbital donde un objeto pequeño, solo afectado por la gravedad, puede estar teóricamente estacionario respecto a dos objetos más grandes, como es el caso de un satélite artificial con respecto a la Tierra y la Luna. Los puntos de Lagrange marcan las posiciones donde la atracción gravitatoria combinada de las dos masas grandes proporciona al satélite la fuerza centrípeta necesaria para rotar sincrónicamente con la menor de ellas (la Tierra en nuestro caso), es decir, con su misma velocidad angular ω.



En este problema estudiaremos el punto L2.

El punto L2 está siempre detrás de la Tierra que eclipsa al Sol. En dicho punto L2 actualmente está situado el telescopio espacial James Webb (en inglés, James Webb Space Telescope (JWST), un observatorio espacial desarrollado a través de la colaboración de 14 países, construido y operado conjuntamente por la Agencia Espacial Europea, la Agencia Espacial Canadiense y la NASA. Uno de sus principales objetivos es observar algunos de los eventos y objetos más distantes del universo, como la formación de las primeras galaxias.



a) Supuesto que la órbita de la Tierra en torno al Sol es circular, obtener la expresión para su velocidad angular de rotación ω en función de la constante de gravitación G, la masa del Sol M_S , y el radio de la órbita R.

b) El James Webb que está sometido a las atracciones gravitatorias del Sol y de la Tierra, debe describir una órbita con la misma ω que la Tierra pero con un radio mayor, $R + r$, donde r la distancia de la Tierra al punto L2. Teniendo esto en cuenta y la expresión del apartado anterior, obtener la ecuación que deben cumplir R, r, M_S y M_T. Expresar esta ecuación en función de los cocientes M_T/M_S y r/R

c) Dado que $r \ll R$, el cociente r/R es mucho menor que la unidad. A partir de la ecuación obtenida en el apartado anterior, comprobar que:

$$r \approx R\left(\frac{M_T}{3M_S}\right)^{1/3}$$

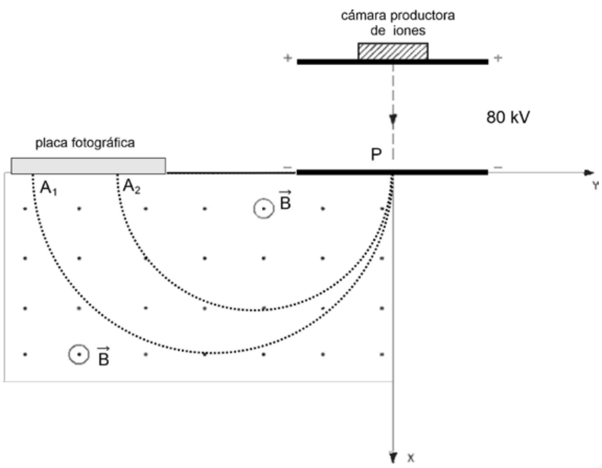
Nota: Para realizar aproximaciones, puede resultar útil saber que:

$$|\varepsilon| \ll 1 \quad \longrightarrow \quad (1+\varepsilon)^n \approx 1 + n\varepsilon$$

d) Calcular el valor de la distancia r empleando los siguientes datos:

Aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra: $g = 9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$
Radio de la Tierra: $R_T = 6{,}4 \cdot 10^6\ \mathrm{m}$
Periodo de revolución de la Tierra en torno al Sol: $T = 1$ año.

3. El espectrógrafo de masas es un dispositivo experimental que permite separar iones en función de su masa. Se compone de una cámara donde se producen los iones, un pequeño acelerador lineal donde un campo eléctrico les aplica una diferencia de potencial y, tras atravesar un diafragma en P, la zona de detección donde un campo magnético los separa, antes de que incidan sobre una placa de detección (normalmente una placa fotográfica). La figura representa esquemáticamente este dispositivo.



Se pretende identificar dos iones diferentes de dos isotopos de potasio, $^{39}K^+$ y $^{41}K^+$, de 39 y 41 u.a.m. respectivamente. Para ello, tras su obtención en la cámara de iones, se aceleran mediante una diferencia de potencial de 80 kV. El haz de iones penetra en un campo magnético de valor B= 0,5 T perpendicular a la trayectoria inicial de los iones, que impactan después de una trayectoria semicircular en A_1 y A_2. Determinar:

a) Velocidad de cada tipo de iones en el punto P.

b) Energía cinética de los iones en P

c) Distancia A_1-A_2 en la zona de detección entre los puntos de impacto de los dos tipos de iones -19
Datos: 1 u.a.m.= $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg; $q_e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

4. Vamos a estudiar las ondas estacionarias que se producen en las cuerdas del violín. Colocamos junto a un violín un altavoz con un generador de frecuencia variable capaz de producir sonidos armónicos entre 500 y 1500 Hz. Observamos que la segunda cuerda (que cuando el violín está afinado corresponde a la nota *La*) sólo oscila apreciablemente para las frecuencias de 880 y 1320 Hz. La cuerda tiene una longitud *L* = 32,6 cm. A partir de estos datos,

a) Determina y calcula la velocidad, v, de propagación de las ondas transversales en la cuerda de violín.
b) ¿Se produciría una oscilación apreciable de la cuerda para alguna frecuencia inferior a 500 Hz? Explica por qué.

La velocidad de propagación de ondas transversales en una cuerda tensa depende de la densidad lineal de masa μ de la cuerda (masa por unidad de longitud) y de su tensión *T*. La forma de esta dependencia es una de las cuatro siguientes:

$$i)\ v = \sqrt{\frac{\mu}{T}} \qquad ii)\ v = \sqrt{\frac{1}{\mu T}} \qquad iii)\ v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \qquad iv)\ v = \sqrt{\mu T}$$

c) Basándote en la homogeneidad de dimensiones de las fórmulas físicas, indica razonadamente cuál de estas expresiones es la única correcta.

La segunda cuerda del violín tiene un diámetro *D* = 0,76 mm y una densidad de masa por unidad de volumen promedio $\rho = 5{,}93\ g/cm^3$.

d) Calcula la tensión a la que está sometida la cuerda del violín.

Se observa que los vientres (antinodos) de la onda estacionaria que se produce a 880 Hz tienen una amplitud de oscilación *A* = 12,7 mm. Tomamos *t* = 0 en el instante en que la cuerda pasa por su posición de equilibrio,

e) Escribe la ecuación de la onda estacionaria, en unidades del SI

f) Escribe la ecuación de la velocidad máxima v_t de vibración de cualquier punto de la cuerda. Determina su valor para un punto situado a una distancia $x = \lambda/2$ de un extremo de la cuerda, siendo λ la longitud de onda.