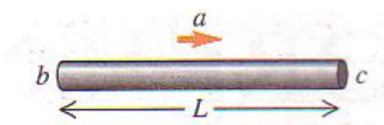
Tarea 11

Olimpiada Mexicana de Física, SMF **Entrenamiento 2016**
Fecha de entrega: martes 16 agosto 2016.

Problema 45, experimento de Tolman-Steward.

El experimento de Tolman-Stewart (1916) demostró que las cargas libres de un metal son negativas y aportó una medición cuantitativa de su proporción de carga masa $|q|/m$. El experimento consistió en detener abruptamente un carrete de alambre que giraba rápidamente y medir la diferencia de potencial que esto creaba entre los extremos del alambre. En un modelo simplificado de este experimento, considere una varilla metálica de longitud L a la que se imparte una aceleración uniforme $\bar{a}$ hacia la derecha. Inicialmente las cargas libres de metal se retardan con respecto al movimiento de la varilla, con lo cual se establece un campo eléctrico $\bar{E}$ en la varilla. En el estado estacionario este campo ejerce una fuerza sobre las cargas libres que las acelera a lo largo de la varilla



1 Aplique $\sum \bar{F} = m\bar{a}$ a las cargas libres para obtener una expresión de $|q|/m$ en términos de las magnitudes del campo eléctrico inducido $\bar{E}$ y la aceleración

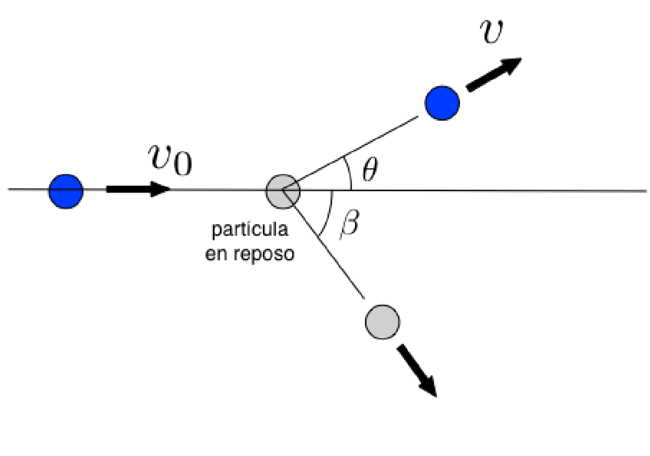
2 Si todas las cargas libres de la varilla tienen la misma aceleración, el campo eléctrico es el mismo en todos los puntos de la varilla. Con base en este hecho, formule la expresión de $|q|/m$ en términos del potencial V_{bc} en los extremos de la varilla.

3 Si las cargas libres son negativas, ¿cuál extremo de la varilla, b o c está al potencial más alto?

4 Si la varilla tiene 0.5 m de largo y las cargas libres son electrones (carga $e = -1.6 \times 10^{-19}$ C, masa $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg), ¿cuál es la magnitud de la aceleración que se requiere para crear una diferencia de potencial de 1.0 mV entre los extremos de la varilla?

Problema 46, colisiones.

46.1 Una partícula con velocidad inicial v_0 colisiona con una segunda partícula de igual masa en reposo. Después de la colisión, la velocidad de la primer partícula es v en la dirección θ respecto de la dirección inicial de la misma partícula.



a) Usando la conservación de momento lineal, demuestra la siguiente relación entre los ángulos en que son dispersadas ambas partículas:

$$\tan\beta = \frac{v\sin\theta}{v_0 - v\cos\theta} \tag{1}$$

b) Muestra que cuando la colisión es elástica entonces se obtiene:

$$v = v_0\cos\theta \tag{2}$$

46.2 Un núcleo de carbono 14, que es radiactivo, decae en una partícula beta (electrón) un neutrino y un núcleo de nitrógeno 14. En cierto decaimiento, la partícula beta tiene momento p y el núcleo de nitrógeno tiene momento $4p/3$ en un ángulo de 90º respecto de $\mathbf{p}$. En que dirección es emitido el neutrino y cuál es su momento.

46.3 Un neutrón que se mueve con velocidad v_0 colisiona de frente con un núcleo de carbono, con numero de masa 12, suponiendo que la colisión es elástica.

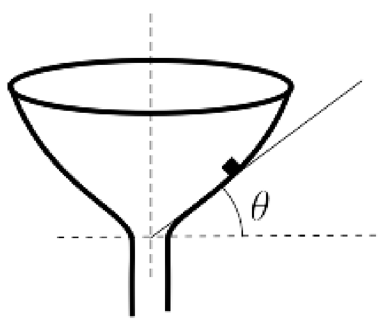
a) Calcula la fracción de la energía cinética del neutrón que es transferida al núcleo de carbono.

b) Calcula la velocidad del neutrón y el núcleo de carbono después de la colisión.

Problema 47, rotación.

47.1 Un pequeño cubo es puesto dentro de un embudo que rota alrededor de su eje con frecuencia f (rev/s) constante. La pared del embudo hace un ángulo θ respecto de la horizontal. Si el coeficiente de fricción estática es μ y el centro del cubo está a la distancia r, medida desde el eje de rotación del embudo, muestra que la máxima frecuencia y mínima de rotación del embudo a la cual el bloque no se mueve respecto del embudo es:

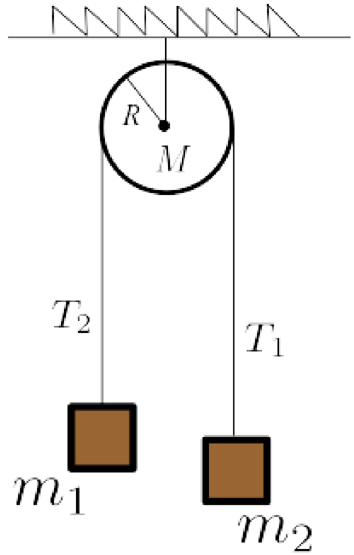
$$f_{max} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g\left(\sin\theta + \mu\cos\theta\right)}{r\left(\cos\theta - \mu\sin\theta\right)}}, \qquad f_{min} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g\left(\sin\theta - \mu\cos\theta\right)}{r\left(\cos\theta + \mu\sin\theta\right)}} \tag{3}$$



47.2 Una pequeña esfera está atada a un punto fijo con una cuerda de 30 cm de largo; la esfera gira en un circulo vertical bajo la acción de la gravedad de manera que la tensión en la cuerda, cuando la esfera esta en el punto más bajo, es tres veces la tensión en la cuerda cuando la esfera esta en el punto más alto. Encuentra la velocidad de la esfera en el punto más alto.

47.3 Un cilindro sólido de masa m y radio R rueda sin resbalar hacia abajo por un plano inclinado de altura h. Encuentra la velocidad del su centro de masa cuando el cilindro llega a la base del plano.

47.4 Dos bloques de masas diferentes ($m_1 > m_2$) cuelgan a través de una cuerda, inextensible y de masa despreciable, de una polea de masa M y radio R, como se muestra en la figura. Suponiendo que la cuerda no resbala con la polea, ni existe fricción entre la polea y la cuerda. (a) encuentra la aceleración con la cual se mueven las masa m_1 y m_2; (b) encuentra la aceleración angular de la polea; (c) determina la razón entre las tensiones T_1/T_2 .



Problema 48, radiación solar.

El clima de una región depende, entre otros factores, de la radiación solar que recibe, que a su vez depende de su latitud; las regiones del ecuador reciben mayor cantidad de radiación solar por unidad de superficie que los polos. La intensidad de radiación solar que llega a la Tierra (constante solar) es $1.36\,\mathrm{kW/m^2}$.

a) Calcule la potencia total que emite el Sol al espacio en forma de radiación electromagnética.

b) Estime la temperatura de la superficie del Sol.

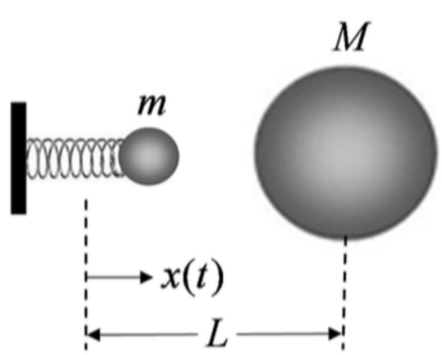
c) ¿Qué porcentaje de la potencia solar recibe la Tierra?

d) El Paraguay se encuentra en una latitud media de 23º y su superficie es aproximadamente $407,000\,\mathrm{km^2}$. Por otro lado, la central hidroeléctrica de Itaipú produce 14000 MW. Despreciando los efectos de absorción y reflexión, ¿a cuántas centrales de Itaipú equivale la potencia solar máxima que recibe el Paraguay?

Problema 49, oscilador armónico, constante G

Considere un oscilador armónico de masa m, constante elástica k y longitud natural (longitud sin deformar) L_0, que está oscilando en presencia del campo gravitatorio creado por una esfera fija de masa M (Ver figura adjunta).

La elongación del resorte en cualquier instante es $x(t)$. La distancia entre las masas M y m cuando el resorte no está estirado es L. Considerando un régimen de pequeñas oscilaciones, se cumple siempre que $L \gg x(t)$ [1]



[1] Utilice la aproximación: $(L-x)^{-2} \approx L^{-2} + 2xL$, válida para $x \ll L$.

En ausencia de la esfera de masa M,

a) Escriba la ecuación de movimiento de la masa m e indique la frecuencia natural ω_0 de oscilación y la posición de equilibrio x_0

En presencia de la esfera de masa M,

b) Escriba la ecuación de movimiento de la masa m.

c) Obtenga expresiones para la nueva frecuencia angular ω y la nueva posición de equilibrio x_0'.

d) Suponiendo que se miden experimentalmente ω y x_0' encuentre una expresión para la constante gravitacional G en función de estas magnitudes y de L y M.