

PROBLEMAS DE

LAS OLIMPIADAS

INTERNACIONALES

DE FÍSICA

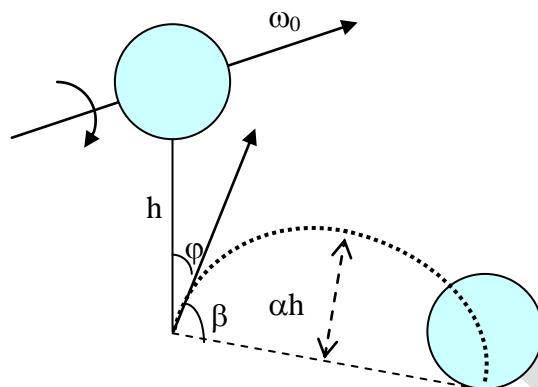
José Luis Hernández Pérez

Agustín Lozano Pradillo

Madrid 2008

XXII OLIMPIADA INTERNACIONAL DE FÍSICA. CUBA. 1991

1.- La figura inferior muestra a una esfera homogénea de radio R . Antes de caer al suelo su centro de masas se encuentra en reposo, pero la esfera está girando con velocidad angular constante ω_0 alrededor de un eje horizontal que pasa por su centro. El punto más bajo de la esfera se encuentra a una altura h sobre el suelo.



Cuando la esfera cae por acción de la gravedad, rebota hasta una altura αh describiendo una parábola que forma un ángulo φ con la dirección vertical. La deformación de la esfera en su impacto con el suelo es despreciable. Se admite que no existe rozamiento con el aire y que el tiempo de contacto de la esfera con el suelo es pequeño pero finito.

El coeficiente de rozamiento entre la esfera y el suelo es μ y el momento de inercia de la esfera respecto de un diámetro vale : $I = \frac{2}{5}mR^2$.

Deben considerarse dos casos: I) La esfera desliza durante todo el tiempo que dura el impacto y II) el deslizamiento acaba antes de la duración del impacto.

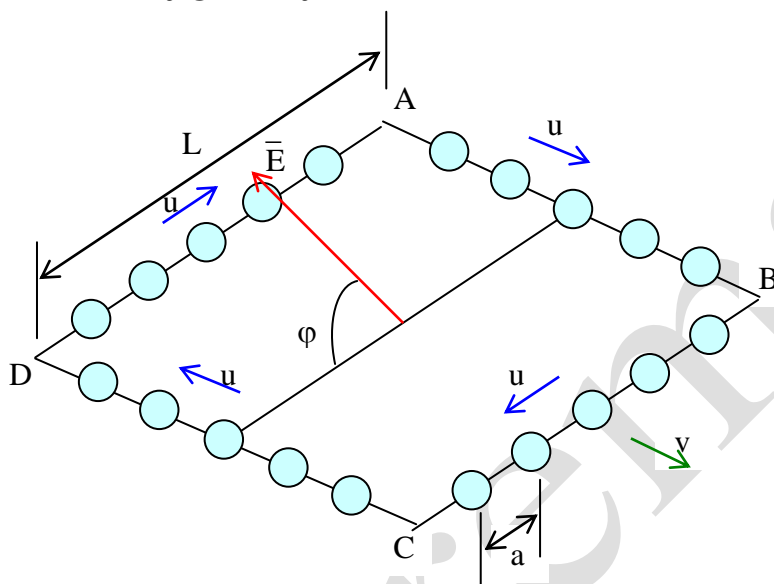
Caso I.- a) Calcular la tangente de φ , b) La distancia recorrida por el centro de masas de la bola entre el primero y segundo impacto, c) El valor mínimo de ω_0 para este caso.

Caso II.- a) Calcular $\tan \varphi$, b) La distancia recorrida por el centro de masas de la bola entre el primero y segundo impacto

Establecer para ambos casos la variación de $\tan \varphi$ con ω_0

2.- Un lazo de forma cuadrada tiene de lado una longitud L . A lo largo del lazo, una serie de bolas cargadas eléctricamente, cada una con una carga q , se desplazan con una velocidad u , manteniendo cada bola con su vecina una distancia constante a , referido a un sistema de referencia

que está en reposo respecto del lazo. La disposición de las bolas en el lazo se indica en la figura inferior



El hilo que forma el lazo es de material no conductor y posee una carga eléctrica uniformemente distribuida sobre él, en total la carga del hilo es igual y opuesta a la de todas las bolas.

Considerar una situación en la que el hilo se desplaza con velocidad constante v , paralela al lado AB, en el interior de un campo eléctrico uniforme E que es perpendicular al vector v y forma con el plano del lazo un ángulo φ .

Teniendo en cuenta los efectos relativistas han de calcularse las siguientes magnitudes que son medidas por un observador situado sobre un sistema de referencia para el que el lazo se desplaza respecto de él con la velocidad v .

- 1) El espaciado que existe entre las bolas de cada uno de los lados del lazo
- 2) Los valores de la carga neta (bolas más lazo) en cada uno de los lados
- 3) El módulo del momento de origen eléctrico que tiene a rotar al sistema formado por el lazo y las bolas

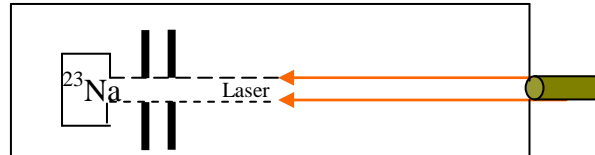
4) La energía debida a la interacción del sistema, hilo más bolas, con el campo eléctrico,

Notas.- La carga eléctrica de un objeto aislado es independiente del sistema de referencia desde el que se mida. Considerar que no existe ningún tipo de radiación electromagnética

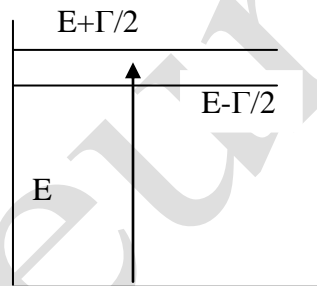
Heureka

3.- Si se desean estudiar con precisión las propiedades de los átomos aislados, se necesita que permanezcan prácticamente en reposo durante un tiempo largo. Un método para lograrlo es el enfriamiento mediante láser .

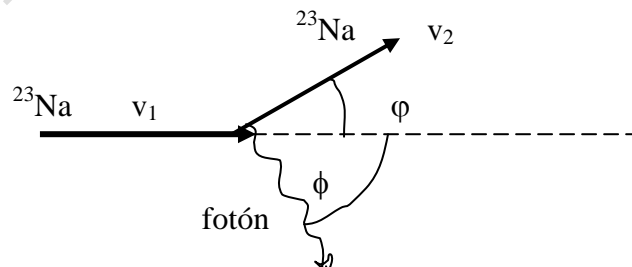
En una cámara de vacío se generan átomos de ^{23}Na a una temperatura de 10^3 K. El haz de átomos se colima y de frente a ellos se les bombardea con un haz de láser intenso.



La frecuencia del láser, llamada de absorción resonante, se elige de manera que los átomos de sodio que tengan una velocidad v_0 absorben un fotón y pasan desde el estado fundamental a un primer estado excitado de energía promedio E e incertidumbre Γ



Según este proceso los átomos disminuyen su velocidad en $\Delta v_1 = v_1 - v_0$. Posteriormente el átomo retorna al estado fundamental y la velocidad cambia a $\Delta v_2 = v_2 - v_1$, al mismo tiempo que su dirección cambia en un ángulo ϕ



La secuencia de emisión y absorción se repite muchas veces hasta que la velocidad de los átomos decrece hasta un punto en que ya no absorbe luz del láser y entonces se precisa cambiar la frecuencia de éste.

1.- Calcular la frecuencia de absorción resonante del láser y la disminución de velocidad después de la primera absorción

2.- Calcular el rango de velocidades Δv_0 de los átomos que pueden absorber la luz del láser de la cuestión 1).

3.- Calcular el ángulo φ

4.- Encontrar la disminución máxima posible de la velocidad

5.- Calcular el número aproximado de absorciones-emisiones necesarios para reducir la velocidad de un átomo desde v_0 hasta casi cero. Suponer que el átomo se desplaza en línea recta

6) Calcular el tiempo que transcurre para que el proceso descrito en 5 ocurra. Calcular la distancia que un átomo se desplaza en ese tiempo

Datos:

$$E = 3,36 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Gamma = 7,0 \cdot 10^{-27} \text{ J}; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s, velocidad de la luz}$$

$$\text{masa del protón, } m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg,; } h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J, constante de Planck}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}, \text{ constante de Boltzmann}$$