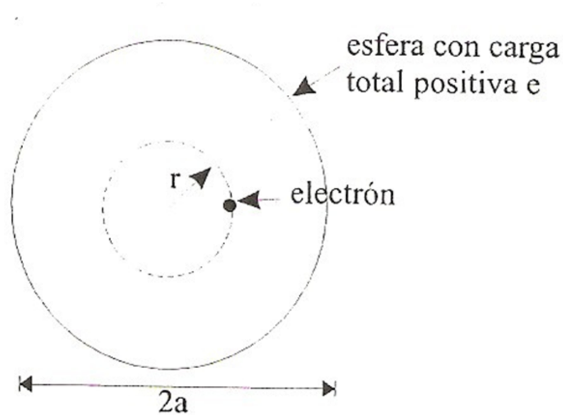
Olimpiada Nacional de Física 2009.
Saltillo, Coahuila.
Examen Teórico.
http://olimpiadafisicayucatan.farap.net

Problema 1. Pan de pasas.

En los últimos años del siglo XIX todavía se pensaba que el átomo era una partícula indivisible parecida a una pequeñísima bolita de billar. En 1886, Eugen Goldstein descubrió que los átomos tenían carga positiva. Poco más tarde J.J. Thomson descubre al electrón en 1897. Estos dos hechos hacen que Thomson proponga un modelo del átomo que se conoce con el nombre de "Pan de pasas".

Thomson imaginó que los átomos parecían pedazos de pan con uvas pasas. Es decir una estructura en la cual grupos de pequeños electrones cargador negativamente (las "uvas pasas") estaba dispersas dentro de una nube cargada positívamente ("el pan").

De acuerdo con este modelo, el átomo de hidrógeno en su estado de más baja energía (estado base) consiste de un electrón en reposo con carga $-e$, en el centro de una esfera de radio $a = 10^{-10}$ m cargada eléctricamente con una densidad de carga volumétrica uniforme σ y cuya carga total para mantener la neutralidad del átomo, es igual a $+e$. El objetivo del problema es encontrar la frecuencia de oscilación del electrón cuando es desplazado de sus posición de equilibrio.



1. Encuentre la expresión para la fuera que siente un electrón desplazado una distancia r del centro de la esfera de carga positiva. Ayuda: Puede servirle la ley de Gauss. Considere $r < a$

2. Escriba la expresión para la frecuencia de oscilación del electrón desplazado.

3. ¿Cuál es el valor de esta frecuencia?

4. Se sabe que una carga emite radiación electromagnética (luz) de la misma frecuencia con la que oscila. Por otro lado, de mediciones experimentales, se encuentra que la luz emitida de más baja frecuencia (línea espectroscópica) de un gas de Hidrógeno, corresponde a una longitud de onda de $\lambda = 1.21154 \times 10^{-7}$ m. Para saber que tan bueno era el modelo de Thomson compare la frecuencia correspondiente a tal longitud de onda con la calculada en el inciso c. ¿En qué porcentaje difieren estas frecuencias?

Problema 2. Velocidad terminal.

Si un objeto cae de gran altura, alcanzará una velocidad constante llamada velocidad terminal. En este punto el peso del objeto se equilibra con la fuerza de resistencia del aire. Dicha fuerza es proporcional a la velocidad al cuadrado del objeto y al área que éste presenta en la dirección del movimiento.

1. Para cubos hechos del mismo material que caen con una de sus caras siempre paralela al suelo, ¿Cuál es la dependencia de su velocidad terminal V en términos del tamaño de la arista a del cubo?

2. Encuentre la ecuación de la velocidad terminal de un cubo de arista a y densidad ρ_h suponiendo que la energía gravitacional que se gana al descender una distancia h se va no en acelerar al cubo sino en acelerar a la velocidad terminal al aire contenido en una columna con base cuadrada igual a la cara del cubo y altura igual a h. La densidad del aire es $\rho_a = 1.2Kgm^{-3}$

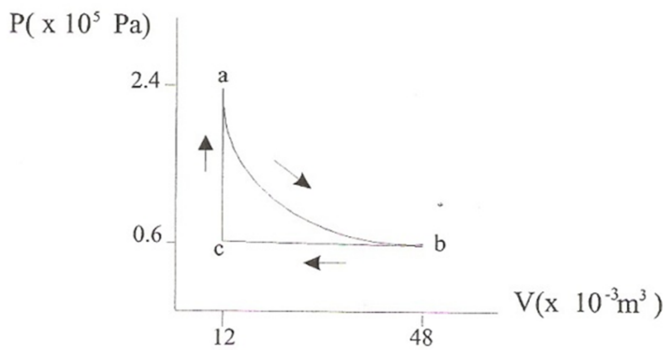
3. Encuentre la velocidad terminal de un cubo de densidad $\rho_c = 10^3 Kgm^{-3}$ y arista $a = 0.4$ m

Problema 3. La anti-tierra.

Supongamos que del otro lado del Sol existe un planeta igual a la Tierra que gira en la misma órbita que la Tierra y con la misma frecuencia de rotación alrededor del Sol. De esta manera ese planeta no podría ser observador desde la Tierra ya que siempre estaría detrás del Sol. Suponiendo que ese planeta existiera, tuviera la mima masa que la Tierra y la órbita de ambas fuera exactamente circular. ¿En cuánto alteraría su presencia la duración del año? Suponga que la órbita de la Tierra en ausencia de ese planeta es circular y que tiene el mismo radio que en la situación en la que los dos planetas estén presentes. Suponga también que la duración del año real (sin la presencia de esta anti-tierra) es exactamente 365 días.

Problema 4. Ciclo Termodinámico.

Una muestra de 0.4 moles de un gas ideal experimenta diversos cambios al ir del estado a al estado b al estado c y de regreso al estado a, a lo largo del ciclo mostrado en el siguiente diagrama P-V



La trayectoria ab es una expansión a temperatura constante (expansión isotérmica) y se puede demostrar que el trabajo hecho por el gas es este proceso está dado por:

$$W_{ab} = -nRT\ln(V_b/V_a)$$

donde n es el número de moles, R es la constante universalde los gases y T la temperatura absoluta.

Los calores específicos molares para el gas son $C_v = 20.8 J/mol \cdot K$ (a presión constante).

1. ¿Cuál es la temperatura de?
   a) el estado a
   b) el estado b
   c) el estado c
2. Determine el cambio de energía interna del gas para
   a) paso bc
   b) paso ca
   c) paso ab
3. ¿Cuánto trabajo W_{ab} hace el gas durante el paso ab?
4. ¿Cuál es el trabajo total hecho en el ciclo $abca$?
   a) ¿Se absorbe calor o se emite calor durante el paso ab?
   b) Si es así, ¿Cuánto calor?
5. ¿Cúal es la eficiencia máxima posible para un ciclo de carnot que opere entre las temperaturas de los estados a y c?