

21.- Un átomo de masa M se encuentra en reposo, en él se produce un salto electrónico desde una órbita más externa a una más interna con un cambio de energía ΔE y se emite un fotón. A) Se pide determinar la energía de retroceso del átomo. B) Calcular la frecuencia del fotón emitido por un átomo de hidrógeno en un salto electrónico desde el nivel $n=5$ al nivel en que el átomo queda en su estado fundamental.

Datos. Masa aproximada del átomo de hidrógeno 1 una

Energía del átomo de hidrógeno $E = -13,6/n^2$ eV

Constante de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ Js

22.- Una partícula de masa en reposo $m(o)_1$ se desplaza con una velocidad $+v_1$ constante paralela al eje X de un sistema de referencia S . En este mismo sistema se encuentra, enfrente de la partícula anterior, otra de masa en reposo $m(o)_2$ con velocidad nula. Aplicando la teoría de la relatividad

a) Calcular la cantidad de movimiento de ambas partículas en el sistema S .

b) Calcular la energía de cada partícula respecto del sistema S

c) Calcular la velocidad del centro de masa del sistema formado por las dos partículas respecto de S

d) Calcular las velocidades de las partículas respecto del centro de masas.

e) Calcular las cantidades de movimiento de ambas partículas respecto del sistema ligado al centro de masas.

Utilizar las relaciones siguientes: $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma$; $\frac{m(o)_2}{m(o)_1} = \mu$

23.- Desde un sistema de referencia S que se considera en reposo se lanza una onda electromagnética plana la cual incide normalmente sobre un espejo plano situado en reposo en un sistema de referencia S' . El sistema S' se dirige con velocidad constante relativista v hacia el sistema S . La onda se refleja en el espejo. ¿Cuál es la frecuencia de esa onda que mide un observador situado en el sistema S ?

Deducir la frecuencia en el caso de que v sea mucho menor que la velocidad de la luz.

Ayuda : La fórmula del efecto Doppler relativista es:

$$\omega = \sqrt{\frac{1 \pm \beta}{1 \mp \beta}} \omega_o ; \beta = \frac{v}{c}$$

24.- Un pulso de un láser que dura T segundos con una energía E , incide sobre una superficie plana. Una mitad de los fotones son reflejados en la dirección incidente y la otra mitad son absorbidos. El haz provoca en la superficie una mancha circular de radio r . Calcular la presión media que sufre la superficie. Realizar el cálculo si $E = 1 \text{ J}$, $r=0,5 \text{ mm}$ y $T = 1 \text{ ms}$.

25.- El recorrido libre medio de una partícula alfa en el aire viene dado por la ecuación empírica

$$R = 10^{-23} v_i^3$$

R en metros y velocidad inicial en m/s.

Deducir la relación entre el recorrido libre medio y la energía cinética inicial de la partícula. Representar gráficamente R (eje Y) frente a la energía cinética (eje X).

Durante el recorrido la partícula alfa produce pares de iones siendo la energía de formación de dicho par 34 eV. Calcular el número de pares de iones formados durante todo el recorrido de una partícula alfa de 7 MeV y el número formado cuando solamente haya recorrido la mitad inicial.

Datos. Masa de la partícula alfa = 4 uma

26.- Detector de partículas alfa

Propuesto en las Olimpiadas Asiáticas de Física

Uno de los tipos de radiación emitido por las sustancias radiactivas son las partículas alfa, consistentes en dos protones y dos neutrones, por tanto, con carga $q=+2.1,6.10^{-19}$ C y masa 4 uma.

El registro de las partículas alfa mediante sistemas eléctricos tiene su fundamento en la capacidad que tienen dichas partículas para producir iones cuando viajan a través de una sustancia gaseosa. Cuando lo hacen a través del aire y a una presión normal, existe una ecuación empírica que relaciona la energía E de la partícula alfa con el recorrido o rango R_α en ese medio.

$$R_\alpha = 0,318 E^{\frac{3}{2}} \quad ; \quad R_\alpha \text{ en cm} \quad \text{y} \quad E \text{ en MeV}$$

Para detectar la radiación se utiliza una cámara de ionización (ver figura 1), la cual está llena de un gas que opera según el principio de separar las cargas positivas y negativas que produce la partícula alfa al ionizar el gas.

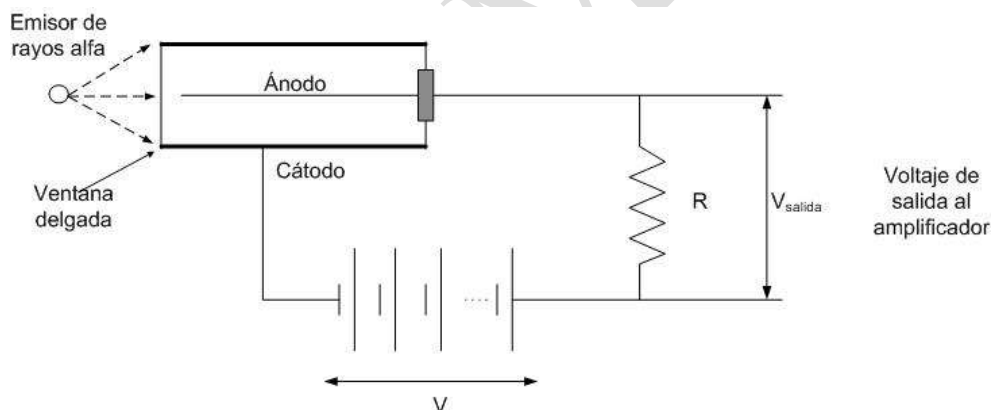


Fig.1.- Esquema del dispositivo de la cámara de ionización

La recolección de estas cargas da lugar a un pulso que se puede detectar, amplificar y luego grabar. La diferencia de voltaje entre el ánodo y el cátodo es lo suficientemente alta para evitar la recombinación de las cargas de distinto signo producidas durante la ionización.

1.- El sistema de la cámara de ionización tiene una capacidad de 45 picofaradios y sirve para detectar partículas α con un rango $R_\alpha=5,50$ cm. Se supone que la energía necesaria para producir una ionización es 35 eV y que ésta da lugar a un electrón y a un ión con carga igual a la del electrón. Calcular el voltaje que produce cada partícula alfa.

2.- Los pulsos de voltaje producidos ocurren a través de una resistencia R . La corriente de saturación más pequeña que se detecta con el instrumento es 10^{-12} A. Se admite que la corriente es prácticamente constante y que la rapidez con que se recolecta la carga es igual a la producida por las partículas alfa. Calcular la actividad A , en partículas α , de una sustancia radiactiva con rango $R_\alpha = 5,50$ cm suponiendo que el detector tiene una eficacia del 10%.

3.-La cámara de ionización se utiliza para contar pulsos con una constante de tiempo $\tau = 10^{-3}$ s . Calcular la resistencia R y la amplificación que se necesita realizar para producir una señal de 0,25 V.

4.-La cámara de ionización consiste en un contador de forma cilíndrica, con un hilo metálico central (ánodo) de diámetro d , rodeado por una carcasa metálica (cátodo) de diámetro D . Obtener la expresión del campo eléctrico E y del potencial V a una distancia radial r (medida desde el eje central) siendo:

$$\frac{d}{2} \leq r \leq \frac{D}{2}$$

cuando existe en el hilo una carga λ por unidad de longitud. Deducir también la capacidad por unidad de longitud del tubo.

El campo de rotura que hace conductor al aire es: $E_b = 3$ MV/m. Si $d = 1$ mm y $D = 1$ cm determinar el valor de la diferencia de potencial entre los hilos para que se produzca el campo E_b .

27.- En la reacción nuclear ${}^{13}_6\text{C} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{14}_7\text{N}^*$, siendo el blanco de la reacción los núcleos de carbono, los protones con una energía de 1,750 MeV producen nitrógeno en estado excitado. a) Calcular la energía adscrita al centro de masas. b) Calcular la energía de excitación del nitrógeno c) Si el nitrógeno pasa a su estado fundamental lo hace emitiendo un fotón; probar que prácticamente toda la energía se la lleva el fotón.

d) Una de las reacciones más utilizadas en los aceleradores consiste en que un protón con cierta energía golpea a otro que se encuentra en reposo. Calcular la energía disponible para la reacción.

Datos . Masa del protón = 1,007826 uma; masa del carbono = 13,003354 uma; M nitrógeno = 14,003074 uma ; 1 uma = 931,49 MeV/ c^2

28.- Un mesón K^+ , en reposo, se desintegra en dos piones, uno con carga positiva y el otro sin carga



Calcular la velocidad del pión positivo, a partir de los siguientes datos :

$$m_{K^+}c^2 = 493,9 \text{ MeV} ; m_{\pi^+}c^2 = 139,6 \text{ MeV} ; m_{\pi^0}c^2 = 135,0 \text{ MeV}$$

29.- La pérdida de potencia de una partícula no relativista de carga q y con aceleración a , está expresada mediante la ecuación de Larmor

$$P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q^2}{3c^3} a^2 = k a^2$$

Si la partícula de carga q penetra perpendicularmente en un campo magnético constante de inducción $B= 1 \text{ T}$, encontrar la ecuación que exprese la variación de la velocidad de la partícula con el tiempo. Calcular en cuánto tiempo un protón y un electrón reducen su velocidad inicial a la mitad.

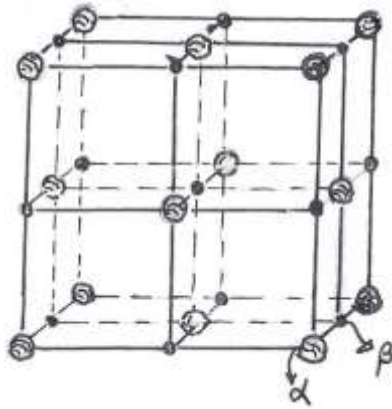
Datos: $q= 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (+ para el protón y - para el electrón)

$$c=3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s} ; \epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$$

Masa del protón = $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Masa del electrón = $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

30.- El cloruro de sodio cristaliza en una red cúbica centrada en las caras como indica la figura. Las esferas mayores representan los iones cloruro y las menores los cationes sodio



Sobre la cara α de un monocristal de cloruro de sodio se hace incidir un haz estrecho de rayos X bajo un ángulo de 60° . Por reflexión especular se forma un máximo de segundo orden. Sabiendo que la densidad del cristal es $2,16 \text{ g/cm}^3$ que las masas de los iones son $\text{Cl}^- = 35,5 \text{ g/mol}$ y $\text{Na}^+ = 23,0 \text{ g/mol}$ y que el número de Avogadro es $N = 6,02 \cdot 10^{23}$, calcular la longitud de onda de los rayos X.