11 de julio de 2008 - Examen de Física Moderna

Problema 1. Relatividad Especial.

Un observador viaja en un cohete que se desplaza hacia un espejo a una velocidad de 0,8c. Cuando el cohete se encuentra a una distancia *d* del espejo (medida desde un referencial solidario al espejo), desde el cohete, se emite un pulso que llega al espejo y es reflejado. ¿Cuál es el tiempo total recorrido por el pulso, según lo miden:

a) observadores solidarios al espejo.
b) observadores solidarios al cohete.

Problema 2. Dualidad Onda – Partícula.

Para determinar el radio de un núcleo atómico se monta un experimento de dispersión (scattering) de electrones: un haz de electrones incide sobre los átomos, dispersándose en diferentes direcciones. Suponiendo que la carga nuclear está uniformemente distribuida en una esfera, el radio de un núcleo puede calcularse con la siguiente relación aproximada (medido en metros):

$$r \approx 10^{-15} A^{\frac{1}{3}} \qquad (1)$$

donde A es el número de masa (neutrones y protones, llamados nucleones).

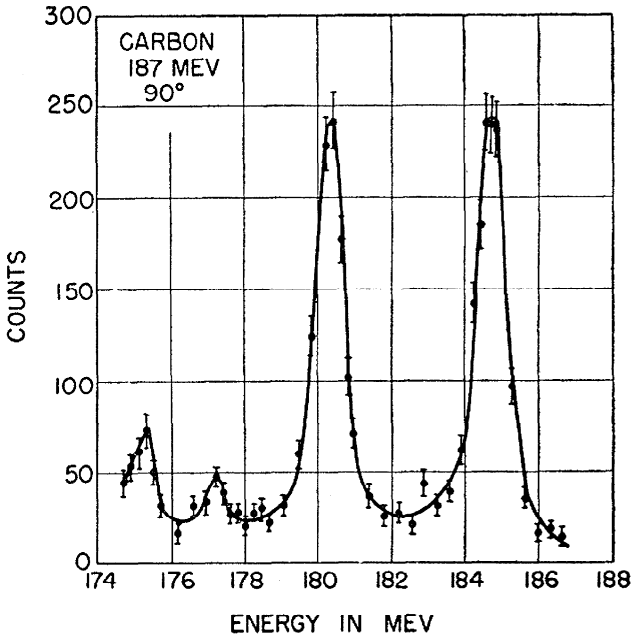
Robert Hofstadter (Premio Nobel en 1961) indicaba que los primeros experimentos de scattering de electrones se realizaron en 1951 con electrones incidentes de 15,7 MeV pero que esta energía era insuficiente para determinar cómo se distribuye la carga nuclear, adentro del núcleo.

Considerando el scattering de electrones sobre núcleos de carbono (Z=6, A=12) como un experimento de difracción, explique esta afirmación y calcule el orden de magnitud de la energía de los electrones incidentes que permitirían observar una separación de 30º entre los mínimos del espectro de difracción, lo cual habilitaría a decir que los electrones “penetran” los núcleos.

La siguiente figura corresponde al artículo:

8. J. H. Fregeau and R. Hofstadter, *Phys. Rev.*, *99* (1955) 1503.

Problema 3. Estructura Atómica



La figura muestra el número (counts) de electrones que se detectados, luego de ser dispersados por átomos de carbono (Z=6, A=12).. El eje de las absisas señala la energía final de esos electrones, siendo 187 MeV la energía de los electrones incidentes. El ángulo de 90º indica que los electrones penetraron el núcleo En otras palabras, puede asumirse que existió un choque frontal entre los electrones y los átomos. El pico de la derecha se llama "elástico"; los otros picos, se llaman inelásticos y se deben a que el electrón incidente interactuó con los nucleones del carbono.

a) ¿Por qué el máximo del pico "elástico" no se observa para 187 MeV?
b) ¿Cuáles son los tres primeros niveles de energía del núcleo de carbono, respecto del nivel fundamental?

$h = 6.64 \times 10^{-34}$ J-s ; $m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg ; $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C; $c = 3{,}0 \times 10^{8}$ m/s;
1 u = $1{,}66 \times 10^{-27}$ kg; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N/A^2; $k_0 = (1/4\pi\varepsilon_0) = 9{,}0 \times 10^{9}$ Nm^2/C^2
$k_B = 1{,}38 \times 10^{-23}$ J/K; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}