Introdução ao Núcleo Atômico

Trabalho de Física Moderna 2
Raul do Vale Fonseca

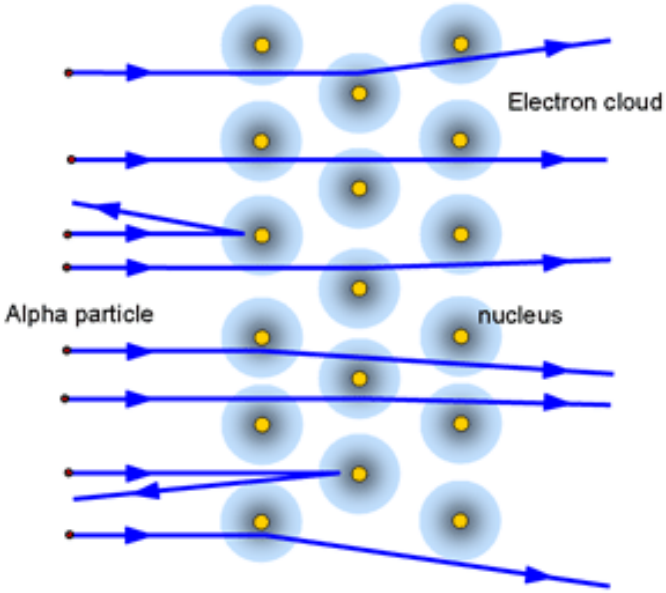
Já é conhecido sobre o Núcleo

- A massa do Núcleo é ligeiramente menor que a massa do átomo.
- O raio do Núcleo é da ordem de 10^{-14}m.
- Existe uma força nuclear de atração entre as partículas nucleares. Seu alcance é da ordem do tamanho do núcleo, entre 10^{-15}m e 10^{-16}m. Fora desse alcance a força é praticamente nula.

A força nuclear forte

- As conclusões sobre o tamanho do núcleo e sobre a existência da força nuclear forte podem ser tiradas a partir do espalhamento de partículas α.

Quando partículas α são lançadas contra o núcleo com uma energia suficiente para se aproximar mais que 10^{-16}m do centro do núcleo, diferenças do o espalhamento Coulombiando são observadas.



A força nuclear forte

- Seu alcance é de aproximadamente 2×10^{-15}m.
- A força nuclear é cerca de 10 vezes mais forte que a força Coulombiana no seu alcance.
- Essa força atua igualmente entre prótons e neutrons. Não dependendo da carga elétrica.

Já é conhecido sobre o Núcleo

- O núcleo tem um momento de dipolo magnético devido aos momentos de dipolo magnético intrínsecos das partículas do núcleo e do movimento dos prótons.

Momento de dipolo magnético do núcleo

- A energia de interação ΔE depende da orientação do momento de dipolo magnético nuclear no campo magnético interno ao núcleo e é dado pela equação:

$$\Delta E = C[f(f + 1) - i(i + 1) - j(j + 1)]$$

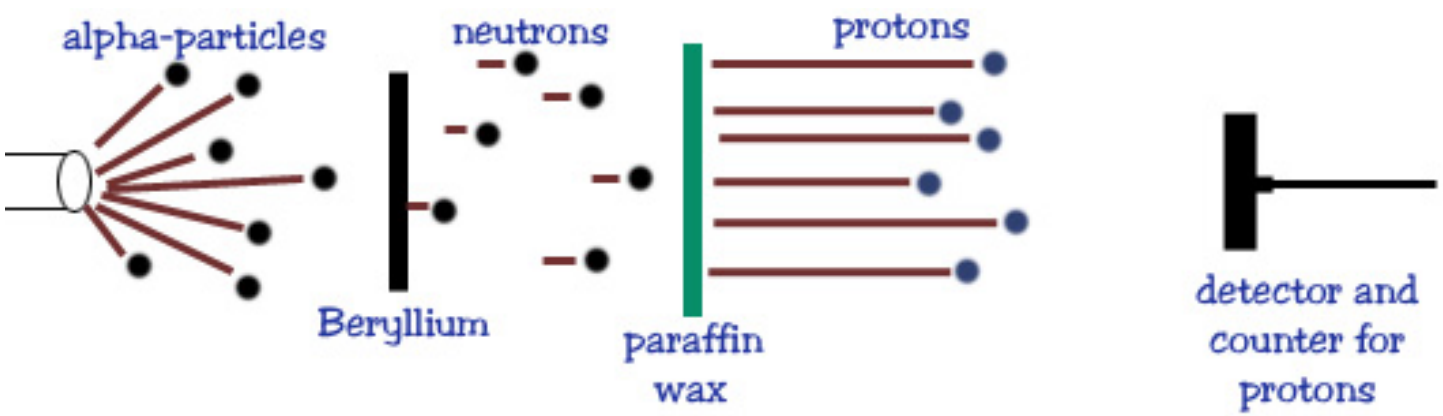
- Onde j, i e f são os números quanticos do momento angular total dos elétons, momento angular nuclear total, e momento angular total do átomo. A constante C é proporcional a magnitute do momento de dipolo magnético do núcleo.

Já é conhecido sobre o Núcleo

- O momento angular total do núcleo costuma ser chamado de spin nuclear e pode ser obtido contando os níveis de energia de um multipleto.
- A magnitude do momento angular nuclear total é dado em termos de i pela relação $I = [i(i + 1)]^{1/2} \hbar$.
- O momento angular total do núcleo aparece devido ao momento angular dos prótons e neutrons do núcleo.

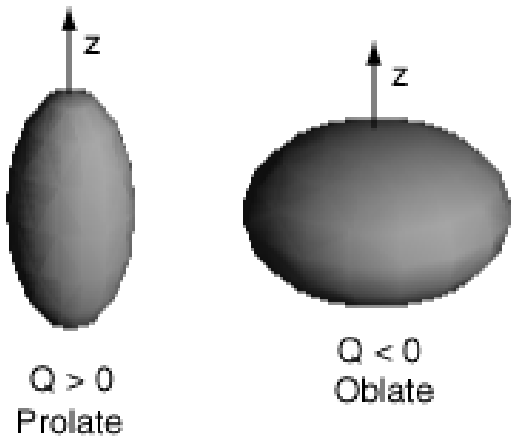
Já é conhecido sobre o Núcleo

- O núcleo é composto por prótons e neutrons. Se a massa de um átomo é A e seu numero atômico é Z, então, o número de neutrons no núcleo é A – Z.
- Experimento de Chadwick (descoberta do neutron):



Já é conhecido sobre o Núcleo

- Os núcleos não são necessariamente esféricos.
- Quando o spin do núcleo é i >= 1, a diferença entre a forma esférica é explicada pelo momento de quadrupolo nuclear q. Para q > 0, a forma elipsoidal aumenta na direção do eixo de simetria. Para q < 0 a distribuição de cargas aumenta no plano de perpendicular ao eixo de simetria.



Classical definition

$$Q_0 = \int \rho(3z^2 - r^2)dV$$

$$Q = \frac{3K^2 - I(I+1)}{(I+1)(2I+3)} Q_0$$

Quantum measurement

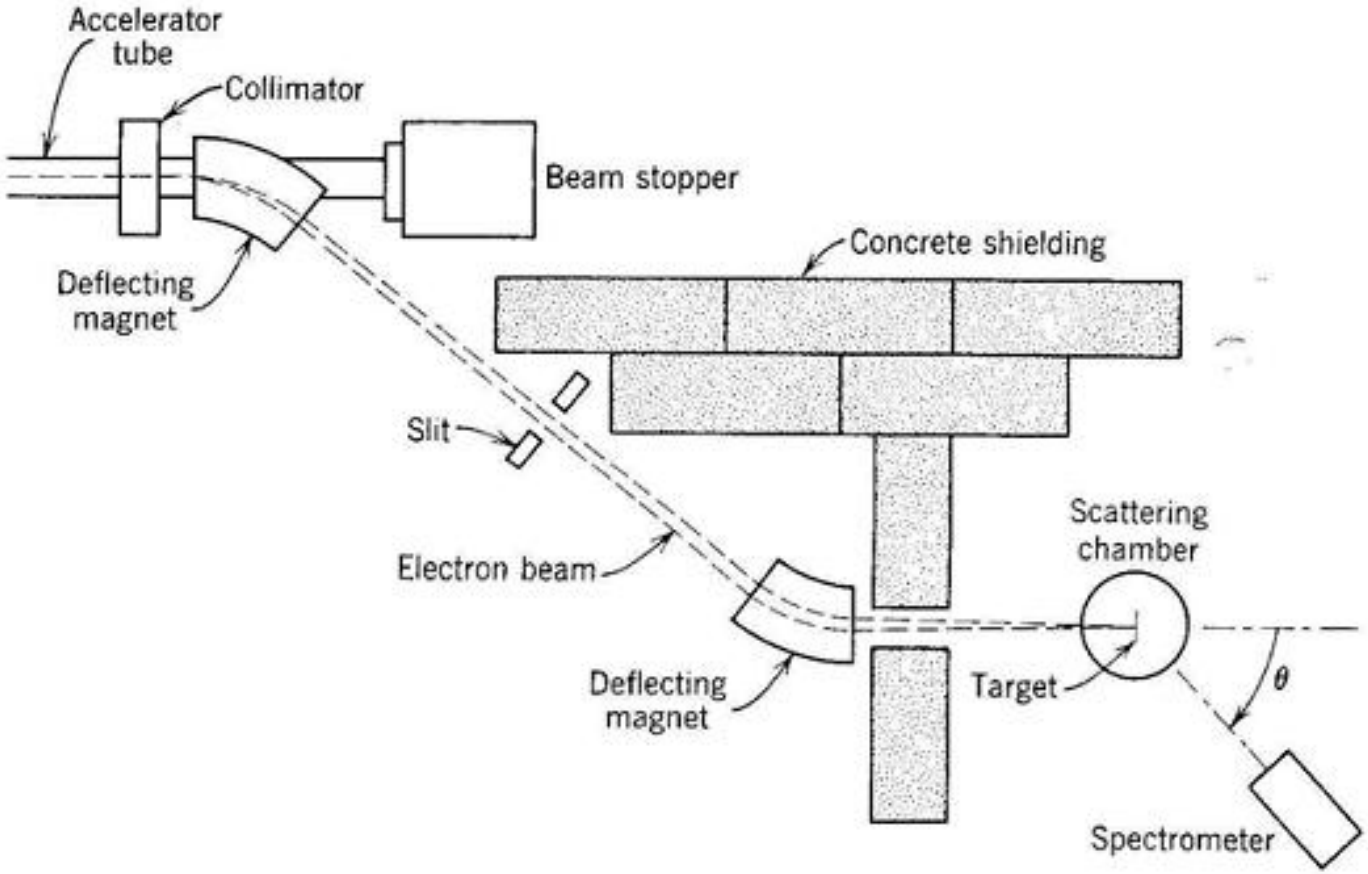
Tamanho e densidade do núcleo

- As melhores medidas sobre o tamanho do núcleo são feitas com espalhamento de eletrons com energia cinética de MeV contra núcleos que serão investigados.
- Forças nucleares não agem sobre o elétron. O espalhamento portanto é explicado apenas pela força coulombiana.
- O método pode ser pensado como um microscópio eletronico usado para olhar o núcleo atomico.

Tamanho e densidade do núcleo

- O que se vê é um padrão de difração produzido pelo espalhamento dos eletrons. O angulo medido entre os mínimos do padrão de difração é: $\theta = \lambda/r'$. Onde teta é o comprimento de onda do elétron, r' é o raio da distribuição de cargas no núcleo.

Tamanho e densidade do núcleo



Tamanho e densidade do núcleo

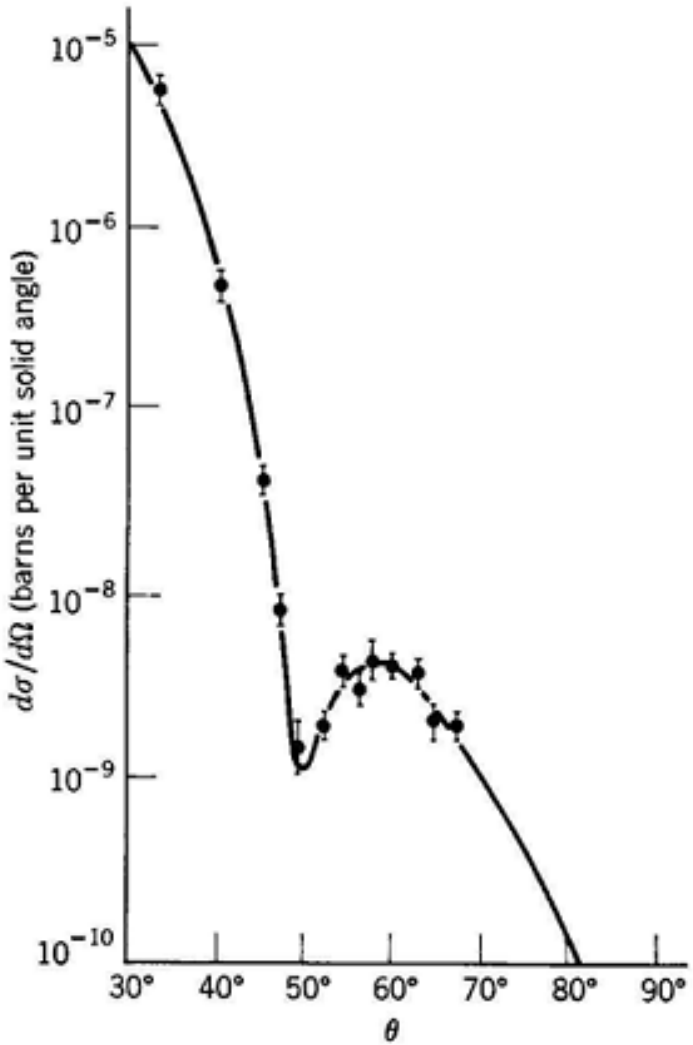
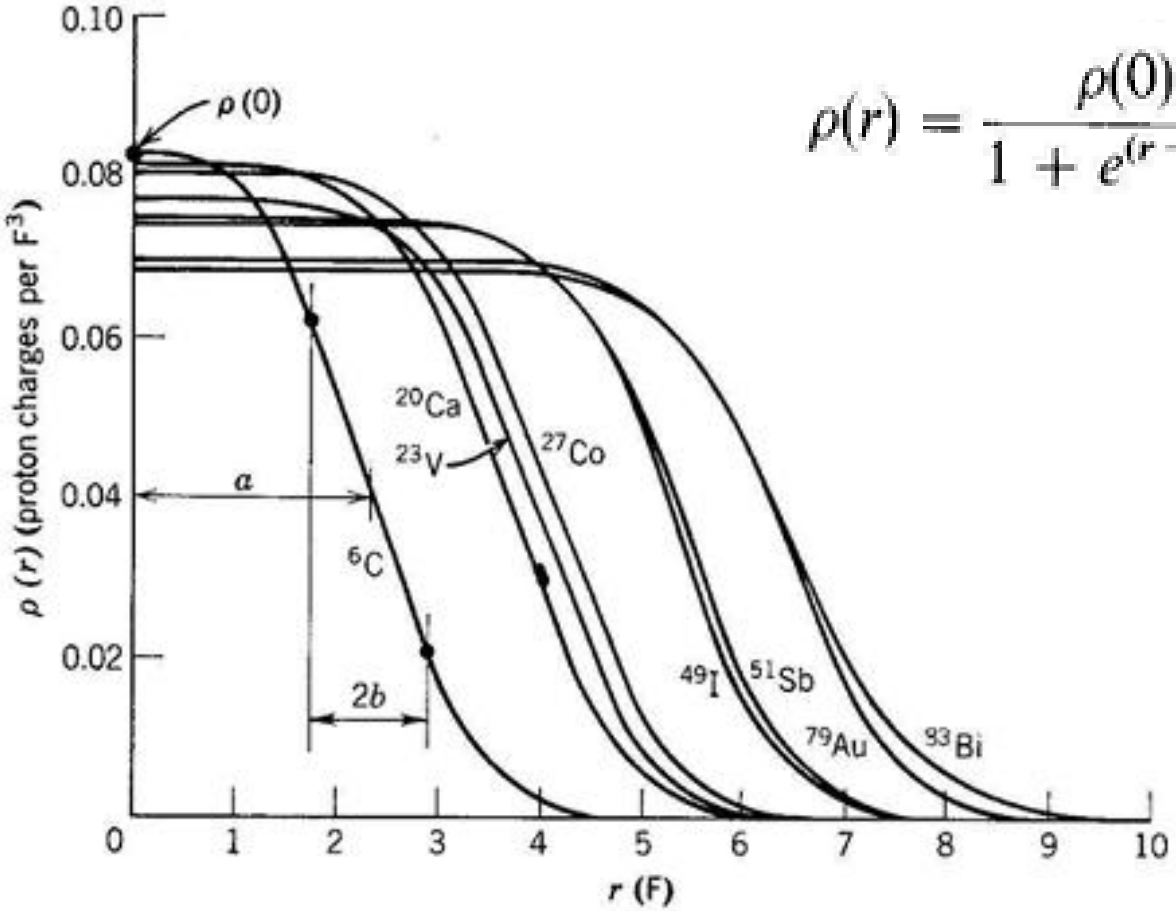


Figure 15-5 A measure of the number of electrons scattered from ^{6}C as a function of the scattering angle for 420 MeV incident electrons. The differential scattering cross section $d\sigma/d\Omega$ is the measure used. It is evaluated in terms of the area unit commonly employed in nuclear physics, called the *barn*; 1 bn = 10^{-24} cm^2. The curve is the fit to the data points obtained from the scattering analysis described in the text.

Tamanho e densidade do núcleo



$$\rho(r) = \frac{\rho(0)}{1 + e^{(r-a)/b}}$$

Figure 15-6 The charge densities of a number of nuclei. The charge density labeled ^{6}C produced the fit to the scattering data shown in Figure 15-5. The half-value radius parameter a, surface thickness $2b$, and interior charge density $\rho(0)$, are shown for ^{6}C.

Tamanho e densidade do núcleo

- Várias experiências indicam que a distribuição dos neutrons é aproximadamente a mesma que dos prótons.
- Daí podemos afirmar que a densidade de cargas no núcleo é proporcional à densidade de massa no núcleo a menos de um fator de proporcionalidade Z /A.

$$\rho(r) \propto \frac{Z}{A} \rho_M(r)$$

OBRIGADO!!