

# PROVA 1 - Introdução à Física Nuclear

## Observações

- Sempre que necessário, utilize a seguinte fórmula de massa

$$M(A, Z) = Zm_p + (A - Z)m_n - B(A, Z)$$

$$B(A, Z) = a_v A - a_s A^{2/3} - a_c Z^2 A^{-1/3} - a_a (A - 2Z)^2 A^{-1} - \delta$$

$$\delta = \begin{cases} +a_p A^{-3/4} & \text{para núcleos ímpar-ímpar} \\ 0 & \text{para núcleos ímpares} \\ -a_p A^{-3/4} & \text{para núcleos par-par} \end{cases}$$

$$a_v = 15.8 \text{ MeV} \quad a_s = 18.0 \text{ MeV} \quad a_c = 0.72 \text{ MeV} \quad a_a = 23.5 \text{ MeV} \quad a_p = 33.5 \text{ MeV}$$

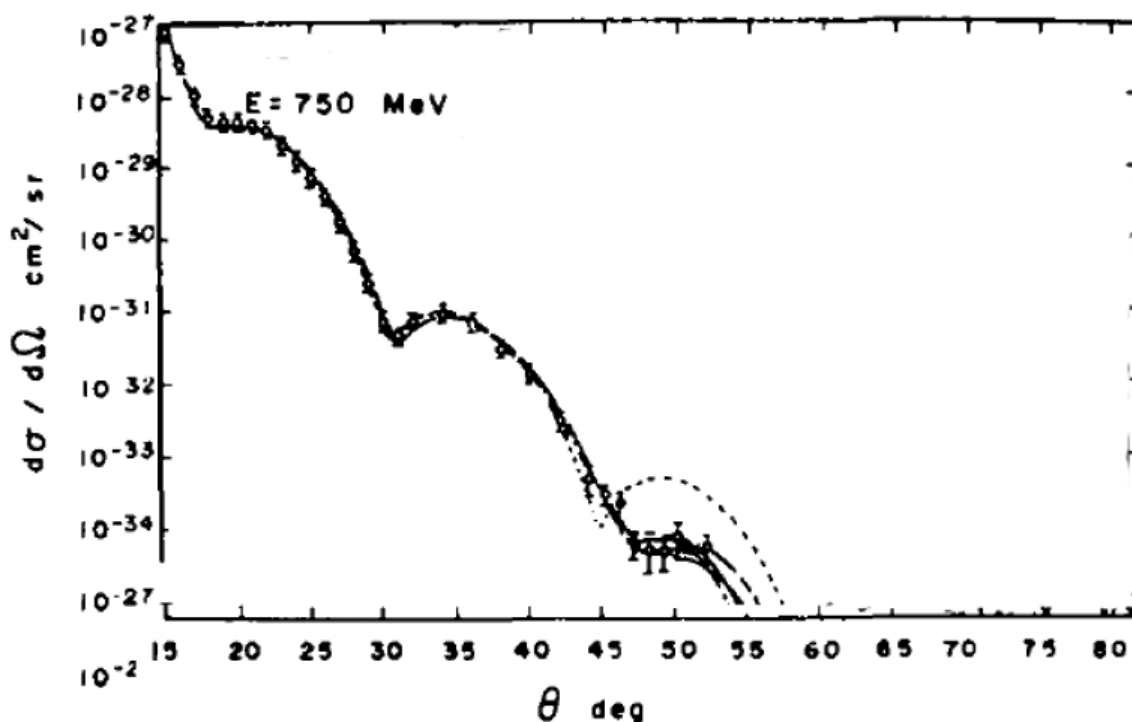
- Outras constantes que podem ser úteis

$$\hbar c = 197.3 \text{ MeV fm} \quad m_p = 938.3 \text{ MeV}/c^2 \quad m_n = 939.6 \text{ MeV}/c^2$$

- A prova deve ser entregue em papel, diretamente ao professor, na data máxima de 18 de abril de 2017 no início da aula.

**Q1 (2 pontos)** - Deduza a seção de choque de espalhamento Rutherford a partir da Aproximação de Born.

**Q2 (3 pontos)** - O gráfico abaixo corresponde a seções de choque de espalhamento elástico de elétrons com energia de 750 MeV em função do ângulo de espalhamento em um núcleo par-par, localizado ao longo da linha de estabilidade beta. Suponha um modelo simples no qual as distribuições de carga e massa desse núcleo sejam uniformes, ou seja,  $\rho = \rho_0$  para  $r < R$  e  $\rho = 0$  para  $r > R$ , sendo  $R$  o raio do núcleo. Com base nessas informações determine o número de massa ( $A$ ) e número atômico ( $Z$ ) desse núcleo. Considere que o raio nuclear está relacionado ao número de massa ( $A$ ) a partir da expressão  $R = 1.1 A^{1/3}$  fm.



**Q3 (3 pontos)** – A tabela abaixo corresponde à seção de choque de espalhamento de elétrons por prótons em 500 MeV de energia. Um bom modelo para a distribuição de carga do próton é uma distribuição exponencial, do tipo  $\rho(r) = \rho_0 \exp(-\frac{r}{r_0})$ . Considere que a seção de choque de espalhamento de elétrons por uma carga pontual nesta energia (versão relativística da seção de choque de Rutherford) é:

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta)\right)_{\text{pontual}} = K \frac{1}{\sin^4 \frac{\theta}{2}} \left(1 - \beta^2 \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)$$

onde  $\beta = v/c$  é a razão entre a velocidade da partícula incidente e a velocidade da luz.  $K$  é uma constante, que não vem ao caso agora. Com base nisto:

- Deduza a expressão para o fator de forma da distribuição de carga acima.
- Faça um ajuste (use uma constante de normalização arbitrária no ajuste) aos dados para o espalhamento de elétrons por prótons na tabela (mostre o gráfico e o ajuste) e obtenha o valor de  $r_0$  para o próton.

Ângulo (graus)	Seção de choque (x 10 <sup>-33</sup> cm <sup>2</sup> /srad)	Incerteza na seção de choque (x 10 <sup>-33</sup> cm <sup>2</sup> /srad)
44.5	454	47
59.8	98.2	11
75.1	38.7	4.3
90.0	18.7	1.7
105.1	9.14	1.3
120.0	5.84	0.78
135.2	4.15	0.51

**Q4 (2 pontos)** – Usando a fórmula de massa calcule os valores de  $a_a$  e  $a_c$  considerando os seguintes fatos: O núcleo  ${}_{18}^{35}\text{Ar}$  emite pósitrons (beta+) com energia cinética máxima de 4.95 MeV e o núcleo  ${}_{56}^{135}\text{Ba}$  é um isóbaro estável de número de massa 135. Mostre os resultados em unidades de MeV/c<sup>2</sup>.