

Wstęp do fizyki jądra i cząstek - seria 5

Termin: wykład 22.03.2005.

Proszę pamiętać o porządknej dyskusji

Zadanie 1 Na ćwiczeniach analizowane było rozproszenie mezonów π^+ na jądrach węgla i wapnia, w celu oszacowania rozmiarów tych jąder. Skorzystaliśmy z analogii do dyfrakcji fali na szczelinie, która pozwoliła nam wyznaczyć szerokość szczeliny, która dałaby w przybliżeniu obserwowany obraz. Szerokość tej szczeliny przyjęliśmy ze oszacowanie rozmiaru jądra. Jak zmieniłyby się oszacowania rozmiaru jąder, gdybyśmy zamiast analogii do dyfrakcji na szczelinie skorzystali z analogii do dyfrakcji na przeszkodzie w postaci dysku. Oszacowaniem rozmiarów jądra byłyby wtedy średnica dysku (dane doświadczalne na następnej stronie).

Zadanie 2 Wyprowadź wzory na czynniki kształtu (form factors) dla sferycznie symetrycznego rozkładu ładunku $f(r)$:

1. będącego funkcją gaussowską:

$$f(r) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2} \right)$$

2. rozłożonego jednorodnie wewnątrz kuli o promieniu R :

$$f(r) = \begin{cases} \frac{3}{4\pi R^3} & \text{dla } r \leq R \\ 0 & \text{dla } r > R \end{cases}$$

Zadanie 3 Na ćwiczeniach rozważaliśmy rozpraszanie elektronów na atomie wodoru w stanie podstawowym. Wyprowadź wzór na przekrój czynny na rozpraszanie elektronów na atomie wodoru, tym razem uwzględniając skończone rozmiary jądra. Przyjmij, że rozkład ładunku w jądrze zadany jest funkcją gaussowską (patrz zadanie 1), a szerokość rozkładu wynosi $\sigma = 0.5$ fm.

Z jakiego zakresu powinny być energie padających elektronów aby:

1. jądro wyglądało jak obiekt punktowy, a chmura elektronów była „widoczna”
2. jądro wyglądało jak obiekt punktowy, a chmura elektronów była „niewidoczna”
3. widoczne były skończone rozmiary jądra

Umówmy się, że mówiąc, że coś jest „niewidoczne” rozumiemy, że jeśli to coś zaniedbamy to błąd popełniony w obliczeniu przekroju czynnego, liczonego pod kątem $\theta = 60^\circ$ będzie mniejszy niż 1%.

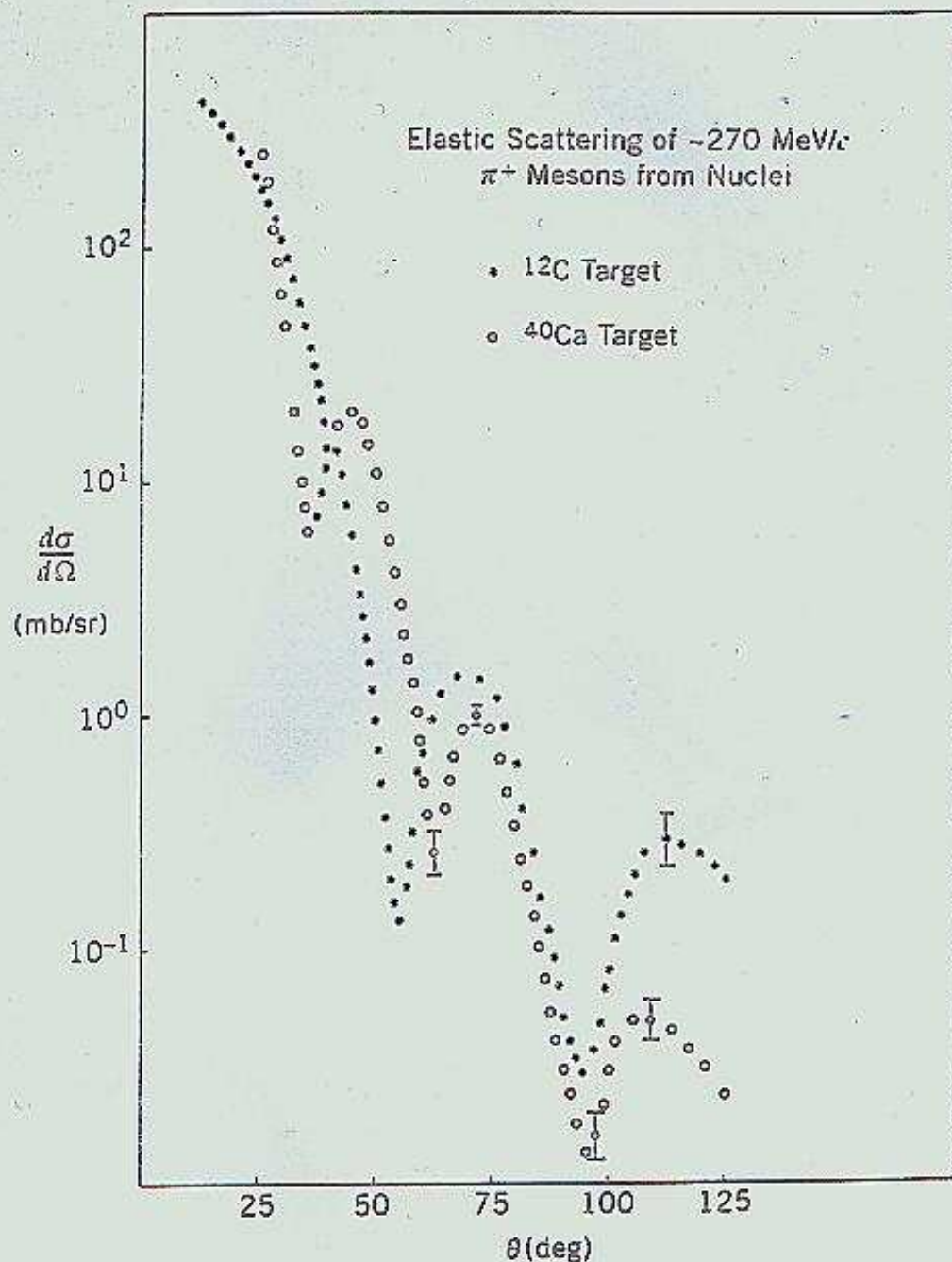


Figure 2.2 Differential elastic cross sections for scattering of π^+ mesons of momentum of ~ 270 MeV/c from carbon and calcium targets. The unit mb is 10^{-3} of a barn. Using the de Broglie wavelength for the π^+ , and the optical analogy for the first minimum in the scattering, yields nuclear radii close to values expected from Eq. 2.13; also, the ratio of the angles at the minima for the two targets scale as the radii of these nuclei.

Note: Data are based on C. H. Q. Ingram, *Meson-Nuclear Physics—1970*, AIP Conf. Proc. No. 54 (American Institute of Physics, New York).

Odpowiedzi i wskazówki

Zadanie 1

1. $F(q) = \exp(-q^2\sigma^2/2\hbar^2)$
2. $F(q) = 3(qR/\hbar)^{-3} (\sin(qR/\hbar) - qR/\hbar \cos(qR/\hbar))$

Zadanie 2

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right)_{\text{Ruth.}} \left(\exp(-q^2\sigma^2/2\hbar^2) - (1/(1 + q^2a_0^2/4\hbar^2))^2 \right)^2$$

1. $E_k < 1 \text{ keV}$
2. $1 \text{ keV} < E_k < 100 \text{ MeV}$
3. $E_k > 100 \text{ MeV}$

Zadanie 3 $d_{\text{Ca}} = 9.17 \text{ fm}$, $d_{\text{C}} = 6.89 \text{ fm}$ Wskazówka: pierwsze minimum dyfrakcyjne, w dyfrakcji Fraunhoffera fali o długość λ na dysku o średnicy d występuje pod kątem $\theta = 1.22\lambda/d$