

124MeV 下 $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ 弹性散射的折叠模型*

杨永栩^{a,b} 李清润^{a,1)}

a(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

b(广西师范大学物理系 桂林 541001)

1996-05-20 收稿

摘 要

$^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ 弹性散射在 124MeV 能量下最新的全角区的实验角分布, 可以被建立在 ^{16}O 的 α 结构基础上的折叠模型很好地再现.

关键词 重离子散射, 核集团模型, 折叠模型.

重离子研究是原子核物理中的一个极为重要的领域. 重离子间的相互作用是重离子研究中的重要课题. 到目前为止, 在理论分析重离子散射方面, 最流行和使用最为广泛的是折叠模型^[1]. 在这一模型中, 重离子间的相互作用是由组成重离子的组分粒子在入射核和靶核中的密度分布去折叠组分粒子间的相互作用来得到. 因此, 重离子的相互作用直接与核结构的知识相联系.

^{16}O 是一个有特殊兴趣的原子核. 从传统的壳层模型观点, 它是由 8 个质子和 8 个中子组成的双满壳层原子核. 但是, 从核的集团结构观点, ^{16}O 是一个典型的 α 粒子结构原子核, 它由 4 个 α 粒子组成. 本文将研究两个 ^{16}O 原子核间的弹性散射, 其目的是通过这一研究来检验 ^{16}O 核的 α 粒子结构观点.

在折叠模型框架下, 描述两个 ^{16}O 核间的相互作用光学势的实部, 可由 ^{16}O 原子核的组成粒子在核内的密度和两个组成粒子间的相互作用折叠来求得. 在 ^{16}O 核的 4α 粒子结构观点下, $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ 这一系统的相互作用势, 可用 ^{16}O 核内的 α 粒子密度分布和一个人射 α 粒子与一个靶 α 粒子间的相互作用势折叠得到, 即

$$V(R) = \iint dr_1 dr_2 \rho_\alpha(r_1) \rho_\alpha(r_2) V_{\alpha\alpha}(R + r_1 - r_2), \quad (1)$$

这里, R 代表两个 ^{16}O 核质心间的距离, ρ_α 是 α 粒子在 ^{16}O 核内的密度分布, $V_{\alpha\alpha}$ 是入射核内一个 α 粒子与靶核内的一个 α 粒子间的相互作用.

采用 Buck 等人给出的 α - α 位势^[2], 它具有十分简单的形式

* 国家自然科学基金和中国科学院 LWTZ-1298 经费资助.

1) 中国科学院理论物理研究所客座研究人员.

$$V_{\alpha\alpha}(r) = -122.6225 \exp(-0.22r^2) \text{ MeV}. \quad (2)$$

这个势可以再现质心能量在 0—40MeV 能区内的 $\alpha + \alpha$ 散射相移.

折叠势(1)式中的 ρ_α 可以由 ^{16}O 原子核的 4α 粒子结构模型给出. 我们曾经提出过一个 ^{16}O 原子核的 4α 结构模型^[3], 这个模型可以直接给出 ρ_α 的解析表达式.

根据折叠模型, 求得折叠势作为光学势的实部, 采用一个标准的 Woods-Saxon 型位阱作为虚部, 加进库伦作用, 用以描述两个重离子间的相互作用, 即

$$U(R) = NV(R) - iW_0 \left[1 + \exp\left(\frac{R - R_w}{a_w}\right) \right]^{-1} + V_C. \quad (3)$$

最近, 日本原子能研究所 (JAERI) 一个实验组公布了他们测量的能量在 124MeV 下 $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ 弹性散射的角分布^[4]. 这是目前为止唯一的一个能量高于 100MeV 能区内的全角区的测量. 在能量低于 60MeV 的能区, 也有全角区的角分布测量, 但在较低能量下其它反应机制将起作用, 因而折叠模型描述已不再充分. 因此, 日本小组这一新的测量

结果, 为检验理论模型提供了一个很好的场合.

使用上面建立的 α 折叠模型, 计算出的 124MeV $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ 弹性散射角分布给在图 1 中, 如曲线所示. 可以看到, α 折叠模型给出了很好的描述. 图 1 中曲线对应的四个参数值为 $N = 0.89$, $W_0 = 15\text{MeV}$, $R_w = 1.22(A_1^{1/3} + A_2^{1/3})\text{fm}$, $a_w = 0.65\text{fm}$. V_C 为均匀球势, 其约化库伦半径为 0.95fm. 参数 N 是重整化因子, $|N - 1|$ 的大小是折叠模型成功度的量度, 其值越小, 标志模型越成功. 本文中, $N = 0.89$, 其值与 1 相差不大, 这表明理论所导出的位势与实际的位势(即实

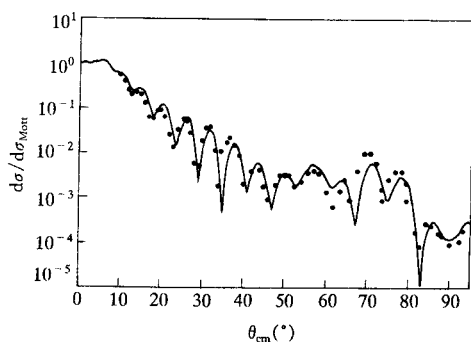


图1 $E_1=124\text{ MeV}$ 下 $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ 弹性散射角分布
曲线为本文 α 折叠模型结果, 黑点代表实验结果,
取自文献[4].

验结果所要求的位势)非常接近. 这显示本文所建立的折叠模型是成功的. 这一成功再一次为 ^{16}O 原子核的 α 粒子结构观点提供了一个支持.

参 考 文 献

- [1] G. R. Satchler, G. W. Love, *Phys Rep.*, **55**(1979)183.
- [2] B. Buck, H. Friedrich, C. W. W. Wheathly, *Nucl. Phys.*, **A275**(1977)246.
- [3] 李清润, 陈生忠, 赵恩广, 高能物理与核物理, **5**(1981)531.
- [4] Y. Sugiyama *et al.*, *Proc. Intern. Nucl. Phys. Conf.*, August, 1995, Beijing, BOOK OF ABSTRACTS, 5.1—11.

Description of $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ Elastic Scattering at 124 MeV by a Folding Model

Yang Yongxu^{a,b}

Li Qingrun^a

a(Institute of High Energy Physics, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

b(Department of Physics, Guangxi Normal University, Guilin 541001)

Received 20 May 1996

Abstract

A folding model for the $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ system is established. The model can well reproduce the experimental angular distribution for the $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ elastic scattering at 124MeV.

Key words heavy ion scattering, cluster model, folding model.