

$C^{12}(d,p)C^{13}, Oa^{40}(d,p)Oa^{41}$ 基态削裂反应

· 中 国 ·

中国科学院原子能研究所

毛振磷、姜承烈、余泮水、梁文学

程业浩、赵忠尧等

(摘 要)

对 $C^{12}(d,p)C^{13}$ 和 $Oa^{40}(d,p)Oa^{41}$ 二个基态反应, 在 $E_d = 13.3 \text{ MeV}$, 从 165° 到 3° 或 10° 测量了微分截面角分布; 在 $E_d = 13.6 \text{ MeV}$, 从 115° 到 22° 间的六个角度上测量了出射质子的极化。并对测量结果进行了讨论。

Butler 的削裂反应理論^[1] 在解釋 (d,p) , (d,n) 反应角分佈方面获得了很大的成功, 成为核能譜学的一項有力工具。但 Butler 理論和角分佈测量的細致比較是不夠好的。这种不一致有的认为是由于其他反应机制所引起的, 有的认为是因为 Butler 理論忽略了入射粒子对靶核, 出射粒子对剩余核的相互作用所致。Butler 理論还預言出射粒子是不极化的而和实验不符。把这些相互作用考虑进去的扭曲波 Born 近似理論^[2] 和角分佈实验的符合要好得多, 並預言了出射粒子的极化。但扭曲波理論至今还未給出一条与实验符合得很好的极化角分佈曲綫。为了研究 (d,p) 反应机制, 仔細地测量角分佈、微分截面和极化角分佈是有意义的。

我們用 1.2 米回旋加速器对 $C^{12}(d,p)C^{13}$, $Ca^{40}(d,p)Ca^{41}$ 二反应, 测量了相应于剩余核为基态的质子群的角分佈、微分截面和六个角度上的极化值。氘离子束能量分別为 13.3 Mev 和 13.6 Mev 对角分佈和微分截面的测量, 质子探测器採用 $CsI(Tl)$ 晶体和 $\Phi 3 \times 19M$ 光电倍加管組成的閃爍譜仪。利用五十道脈冲幅度分析器分析质子能譜。碳靶由精制石墨机械加工而得, 厚度为 3.8 mg/cm^2 。鈣靶由真空蒸发制得, 厚度为 6.7 mg/cm^2 。氘离子流穿过靶进入法拉第筒, 被收集的电荷由积分綫路記錄之。角分佈相对值的誤差和削裂峯微分截面的誤差均小于 5%。

进行极化测量时，(d_p) 反应的出射质子通过真空管道进入第二反应室，在这里它们和氮核进行弹性散射。在第一，第二反应室间加进了一对磁四极矩透镜，一个偏转磁铁和大量的石蜡及铅屏蔽体。用核乳胶测量散射后出射在左右二边的质子。从测得的左右不对称性确定削裂反应出射质子的极化。碳靶也用精制石墨磨得，厚约 12 mg/cm^2 。钙靶用纯金属钙加热锤得，靶厚约 25 mg/cm^2 。

用 Butler 理论适合截面角分佈实验的计算曲线表示在图 1 和图 2。得到被俘获中子的轨道角动量对 C 和 Ca 分别为 1 和 3。这和前人的结果以及壳模型的预言是一致的。符合实验最好的削裂半径对 C 和 Ca 分别为 4.4×10^{-13} 和 $6.0 \times 10^{-13} \text{ cm}$ 。测得在削裂峰处的微分截面分别为 17.6 mb/ster 和 5.44 mb/ster 。由主峰符合法定出的约化宽度分别为 0.048 和 $0.023 (3\hbar^2 / 2MR^2)$ 。我们的测量一直从 165° 做到 3° 或 10° 。得到了比较完整的角分佈曲线。在大角区，截面的数值远较 Butler 理论预言的为小。对碳，角分佈在尾端是向上升的。用扭曲波理论和它们进行细致的比较是颇有趣的问题。

测得的极化结果列于表和表示于图 3 (以 $\vec{k}_d \times \vec{k}_p / \sin\theta = \vec{n}$ 作参考轴)。对碳，小角区的数据和前人的工作相近和 $j_n = l_n \pm \frac{1}{2}$, $P = (\pm)$ 的半经典符号规则一致。 $\theta_L = 115^\circ$ 的数值是前人没有测量过的。钙在小角区的数据也和半经典符号规则一致，但和 Hird, Takeda 及 Bercaw 的测量结果符号相反，而和 Hemetz 及 Boschitz

的測量結果符號相同。看來這是由于入射能量不一樣所致。三個較高能量和三個較低能量的結果，都分別有一致的符號。結合我們的數據和其他核能級的数据，我們研究了下列諸問題：(1)半徑與符號規則 (2)極化隨氣核能量的變化，和(3)極化角分佈和截面角分佈間的位置關係。

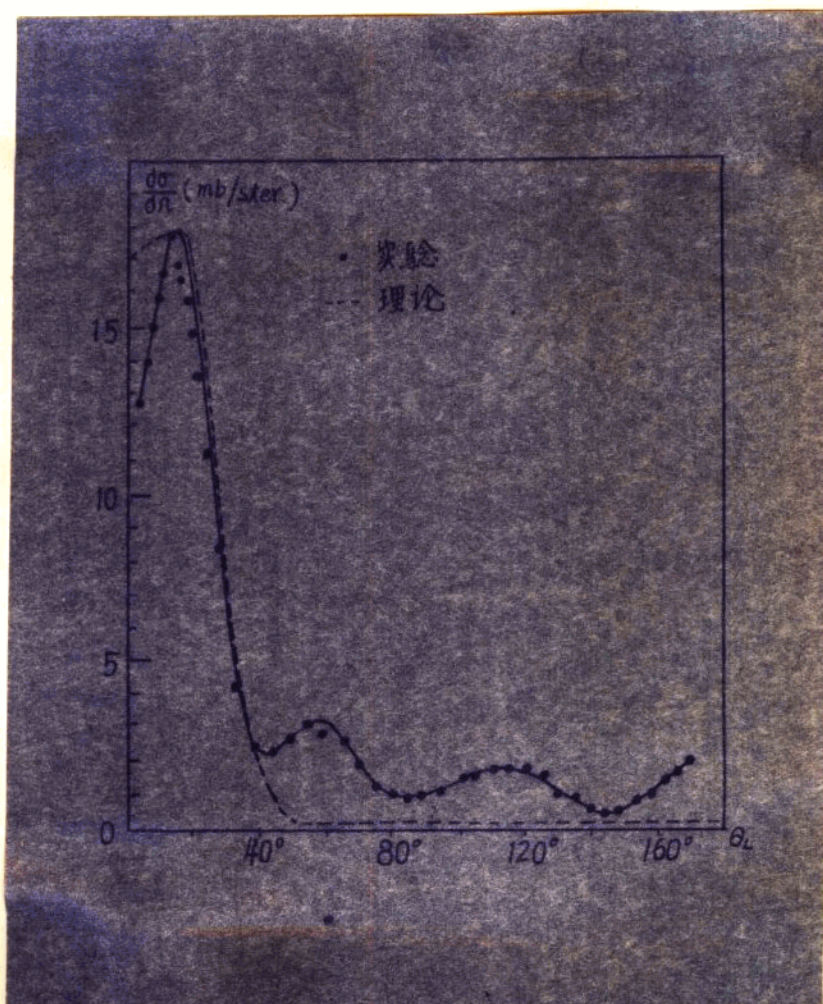


图 1. $C^{12}(d,p)C^{13}$ g.s. 反应角分布
 $E_d = 13.3 \text{ Mev.}$

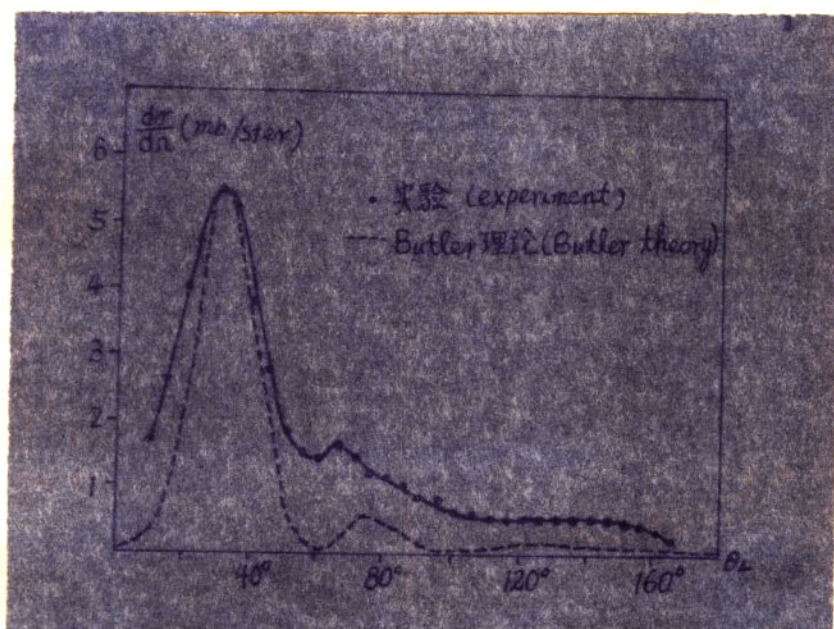


图2. $Ca^{40}(d,p)Ca^{41}$ g.s. 反应角分布

$E_d = 13.3 \text{ Mev.}$

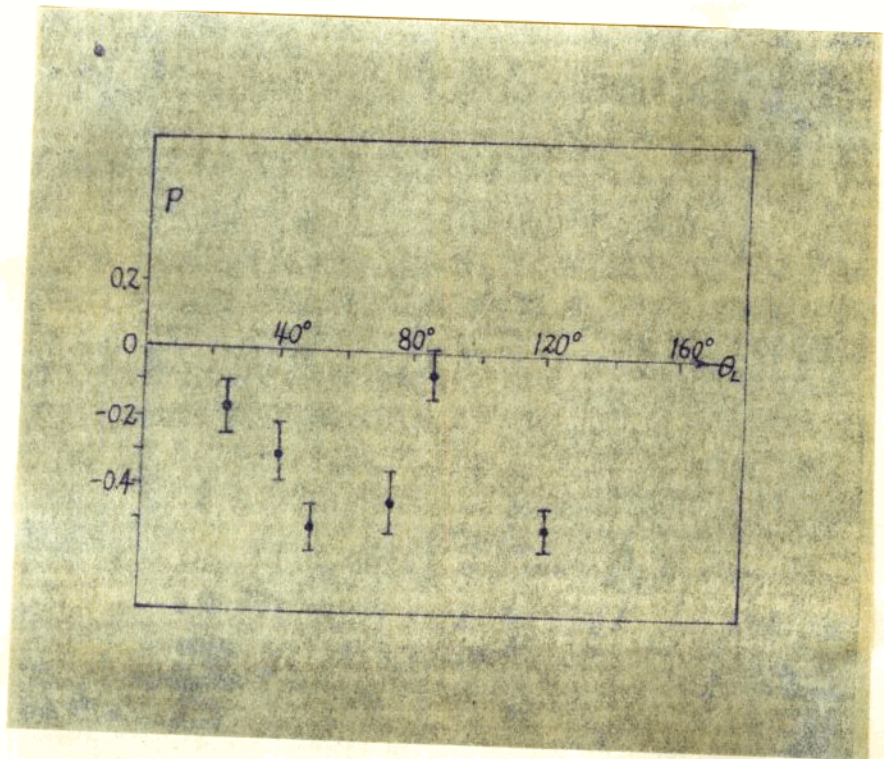


图 3. (1) $C^{12}(d,p)C^{13}$ 反应质子极化角分布

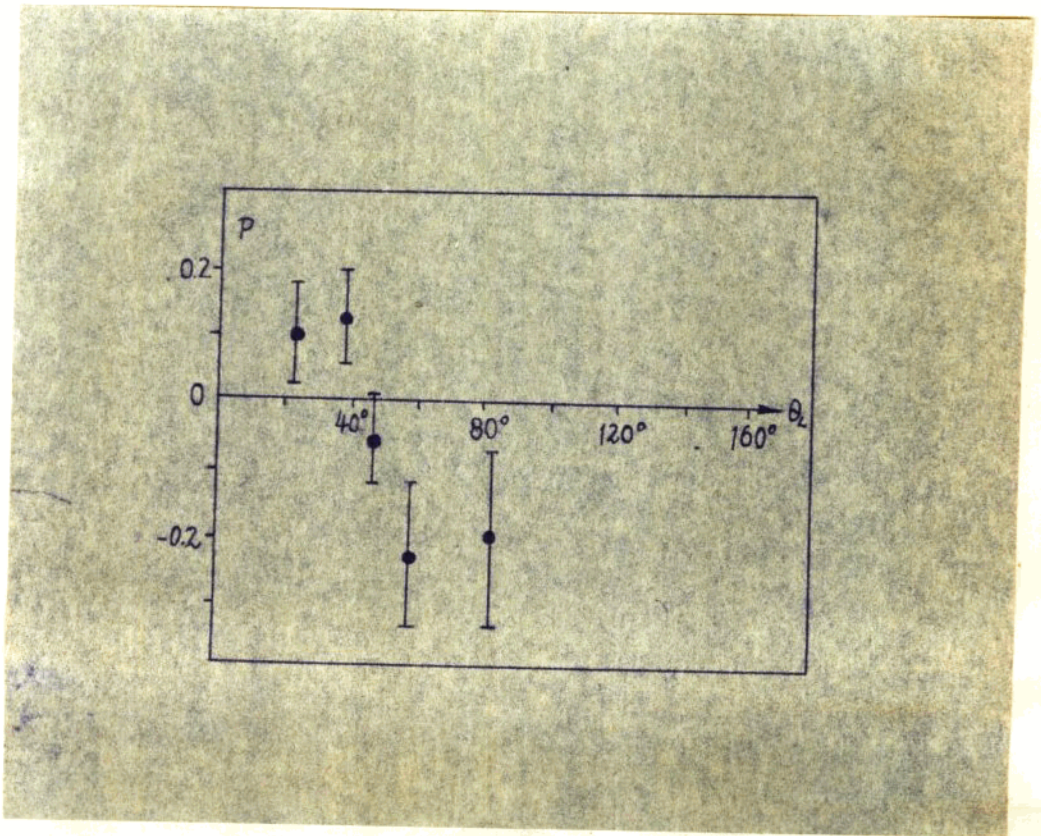


图 3. (2) $Ca^{40}(d,p)Ca^{41}g.s.$ 反应质子极化
角分布

	θ_L	θ_C	极化(%)
13 C g.s.	22°	24°	-16.8±3.0
	37°	40.5°	-30.3±9.4
	46°	50°	-52.3±6.8
	68°	73.5°	-44.5±10.1
	80°	86°	-6.5±7.2
	115°	120.5°	-52.9±6.8
41 Ca g.s.	22°	22.5°	9.6±8.0
	37°	38°	11.9±7.3
	46°	47°	-6.4±6.5
	68°	69.5°	-23.3±11.2
	80°	81.5°	-20.2±13.8

表 在 13.6 Mev. 测得的极化结果

参 考 文 献

1. Butler S.T. Proc. Roy. Soc. A 208 559 (59)
2. Tobocman W. Phys. Rev. 115 98 (59)
3. Hird E. et al. Proc. Phys. Soc. 72 489 (58)
Takede et al. Proceedings of International
Conference on Nuclear Structure, Kingston
(1960) P.400
Bercow R.W. et al. Phys. Rev. 133 633 (64)
Немец. О. Ф. Атомная Энергия I4 159 /63/
Boschitz E. Proceedings of the conference on
direct interactions and nuclear reaction
mechanisms (1962) P.640