第 22 卷 第 2 期　　物 理 学 报　　Vol. 22, No. 2
1966 年 2 月　　ACTA PHYSICA SINICA　　Feb., 1966

13 兆电子伏氘核所引起的一些反应的激发函数*

程晓五　王震遐　王振杰　楊錦晴

核反应激发函数的研究，在理论上和应用上都有重要的意义．它一方面为反应机制的研究提供资料，另一方面，这些数据的积累对同位素的制备也有很大的帮助．我们所研究的三个反应的激发函数过去曾有人测量过[1-3]，但是从结果看来，有些误差很大，有些现有的数据之间存在着较大的差异，因此进一步的测量似乎仍有必要．

1. 实验过程

由 1.2 米迴旋加速器引出的氘束，经过聚焦和偏转以后进入靶室，仪器的安排如图 1 所示．靶室内备有四个可以在不破坏真空情况下換靶的靶位，靶片用水冷却．轰击时采用迭片法，氘核的初始能量为 13.04 兆电子伏，其误差小于 2%；利用能量和射程间的关系曲线，确定各个靶片上的轰击能量．所用的靶片为 Cu, Zn 和 Cr 的天然同位素混合物，均以电解法制成，厚度均在 10 毫克/厘米^{2}左右，均匀度约为 5%．穿过靶堆的束流经法拉第筒收集后，被微安级的积分线路所测量，测量误差小于 3%．为提高测量的准确度，采用了"标准靶"法，即将各种元素的一个靶片进行单独轰击，此时可以准确地测量束流．然后，在计算靶堆中靶片的绝对截面时，对标准靶片进行归一．

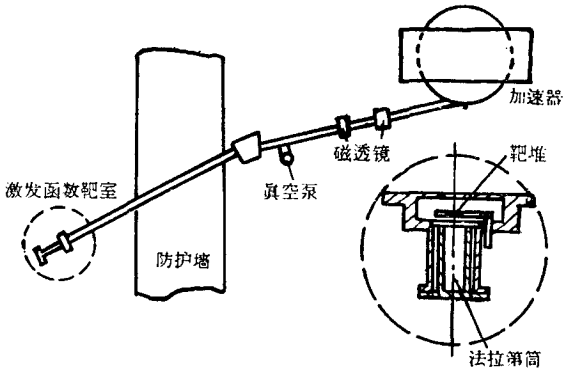

图 1　测 量 几 何

轰击后用 NaI(Tl) 闪烁谱仪测量终核的特征 γ 射线，根据衰变纲图[4]计算反应截面

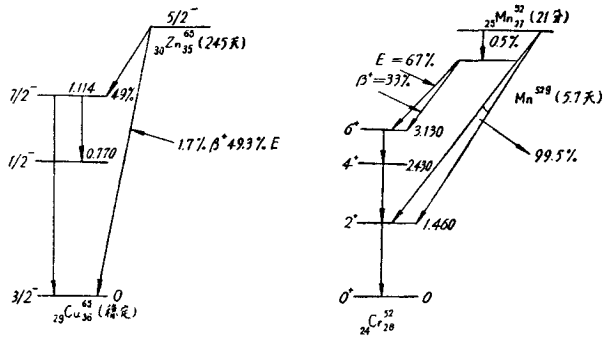

图 2　Mn^{52} 和 Zn^{65} 的衰变纲图

* 1965 年 7 月 14 日收到．

(图 2). 每次测量前用 Co^{60} 源对谱仪进行能量刻度，能谱用百道脉冲分析器记录. 晶体效率则采用 Mott 和 Millar 等人[5]所给出的数据. 我们使用二块大小不同的 NaI(Tl) 晶体测量绝对截面，二者之间的符合情况是良好的.

2. 实验结果和讨论

实验结果如图 3—5 所示. 考虑了束流测量的不确定性、靶厚度的不均匀性以及探测器测量中的各种不确定因素以后，得到了实验的误差为：绝对误差小于 10%，相对误差约在 5% 左右. 对三个反应均参考 Weisskopf[6] 和 Jackson[7] 的复合核统计理论作了计算，对 $Zn^{64}(d, p)Zn^{65} + Zn^{64}(d, n)Ga^{65} \rightarrow Zn^{65}$ 反应同时也作了半经典的削裂反应理论计算[8]，计算和实验结果均画在附图中，兹分别作如下的讨论.

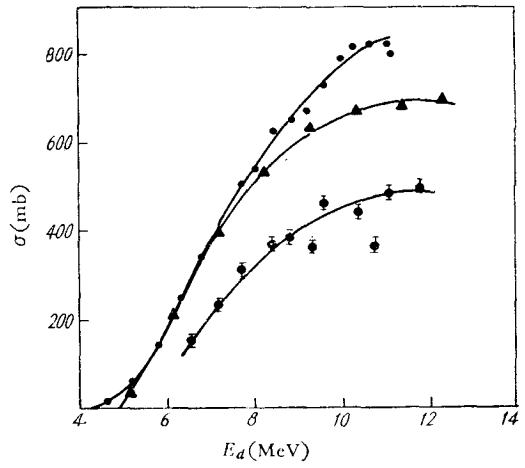

图 3　Cu^{65} (d, 2n) Zn^{65} 反应

● 实验结果；　▲ 计算 $J = 1.1$ 加 F_b 校正；　∓ J. W. Irvine & Jun.

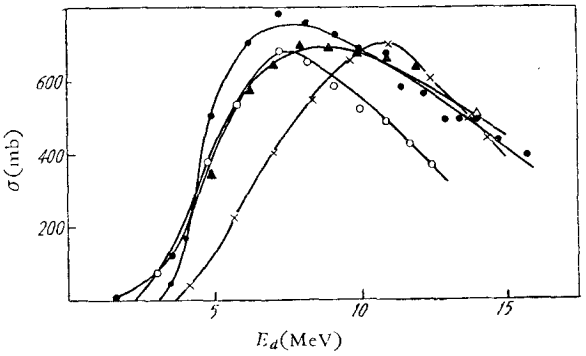

图 4　$Zn^{64}(d, p)Zn^{65} + Zn^{64}(d, n)Ga^{64} \xrightarrow{\beta} Zn^{65}$ 反应

● D. C. Williams et al.；　▲ 计算(削裂反应理论)；
○ 实验；　× 复合核理论计算.

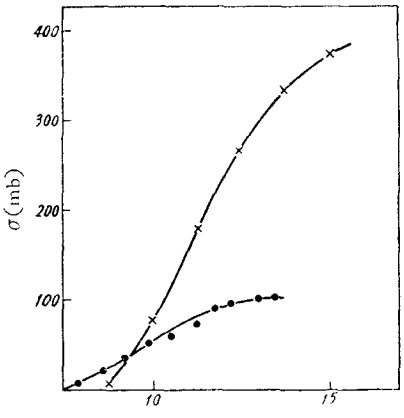

图 5　$Cr^{52}(d, 2n)Mn^{52g}$

× 理论计算；　● 实验结果.

(1) $Cu^{65}(d, 2n)Zn^{65}$ 反应　我们的实验结果和早期 Irvine 等人的结果在绝对值方面存在着很大的差异，但是与 Williams 等人[3]的一个数据 (15.2 MeV 时为 905 mb) 则在趋

势上是符合的，我们用统计理论作了计算，取核温度 $T = 1.1$ MeV，考虑了对效应和壳层效应对核能级密度的影响（δ 取 0.5 MeV）以及出射带电粒子的竞争，由图 3 可以看出，在低能部分计算和实验结果是相近的，但在高能部分则小于实验值，这可能是反应在高能部分逐渐有直接相互作用机制渗入所致.

(2) $Zn^{64}(d, p)Zn^{65} + Zn^{64}(d, n)Ga^{64} \rightarrow Zn^{65}$ 反应 我们的实验结果扩展了 Carver 等人[3]的能量范围，和 Williams 等人[1)]的结果相近. 另外，从实验和理论计算[8]所得曲线中峯的位置的符合情况看来，反应趋向于直接相互作用的机制.

(3) $Cr^{52}(d, 2n)Mn^{52}$ 反应 我们的结果与 Burgus 等人以及 Kafalas 等人[2]的结果相似，仅在高能部分稍有差异. 此外，实验曲线比统计理论的推测要小得很多，尤其是在高能部分. 但是在测量中沒有包括到达 Mn^{52} 亚稳态（它的半衰期为 21 分钟）的反应产额，因此很难进一步进行讨论. 我们准备继续对 $Cr^{52}(d, 2n)Mn^{52m}$ 反应进行测量.

参 考 文 献

[1] Irvine, J. W., *J. Chem. Soc.*, 1949, S-356.

[2] Burgus, W. H., Cowan, G. A., Hadley, J. W., Hess, W., Shull, T., Stenvenson, M. L. and York, H. F., *Phys. Rev.*, **95** (1954), 750.
Kafalas, P. and Irvine, J. W., Jr., *Phys. Rev.*, **104** (1956), 703.

[3] Carver, J. H. and Jones, G. A., *Nucl. Phys.*, **11** (1959), 400.
Williams, D. C. and Irvine, J. W., Jr., *Phys. Rev.*, **130** (1963), 265.

[4] Nuclear data Sheets NRC 59-2-23.
Джеленов, Б. С. и Пекер, Л. К., Схема распада радиоактивных ядер (1958), 113.

[5] Mott, W. E. and Sutton, R. B., *Handbuch der Physik*, **45** (1958), 123.
Miller, W. F. and William J. Snow, *Nucleonics*, **19** (1961), No. 11, 174.

[6] Blatt and Weisskopf, *Theor. Nucl. Phys.*, p. 379.

[7] Jackson, J. D., *Canad. J. Phys.*, **34** (1956), 767.

[8] Peaslee, D. C., *Phys. Rev.*, **74** (1948), 1001.

1) Williams 等人的工作是 1963 年发表的，而我们则在 1962 年就已经取得了初步数据.