

$\text{Na}^{23}(p, \alpha)$ 反应的两个很靠近的共振能级*

叶铭漢 夏广昌 鍾 溟 張英平 趙忠堯

提 要

在质子能量为 1416 千电子伏的附近, 测量了 $\text{Na}^{23}(p, \alpha)$ 反应的 α_0 激发曲线. 在这里过去认为只有一个共振能级, 现在发现有两个能级存在: 一个在质子能量为 1416.8 千电子伏处; 另一个在 1410.4 千电子伏处, 这个能级主要通过放出 α 粒子而衰变到 Ne^{20} 的基态.

一、引 言

$\text{Na}^{23} + p$ 的反应已经有不少人作了研究(参看 Endt 的总结^[1]). 关于质子能量在 2 兆电子伏以下的相应的 Mg^{24} 的共振能级的能量和它的半宽等的测量已由 Stelson 等^[2], Wagner 等^[3], Andersen 等^[4]作了一系列精确的测定. 我们对其中几个能级的 α_0 激发曲线作了仔细测量. 过去在质子能量为 1416 千电子伏附近一直认为只有一个共振能级, 现在发现有两个能级存在, 一个位于质子能量为 1416.8 千电子伏处, 另一个位于质子能量为 1410.4 千电子伏处.

二、实 验 方 法

所用的加速器是一架 2.5 兆电子伏静电加速器^[5], 质子的能量分布约为 0.05%.

所用的靶子材料为金属钠, 在靶室中蒸发. 我们利用 $\text{Na}^{23}(p, \alpha, \gamma)$ 的 γ 激发曲线来测定靶子的厚度. 在我们的测量中, 常用的靶厚为 3—5 千电子伏.

反应所产生的 α 粒子用一架双聚焦型 180° 重粒子谱仪^[6]来测量. 粒子的平均偏转半径为 400 毫米. 在我们的测量的具体安排下, 谱仪对 Po^{210} 的 5.3 兆电子伏 α 粒子的动量分辨率 $\Delta p/p \approx 1/300$ (放射源直径 5 毫米). 利用一个线圈在磁场中所受到的电磁力与一个附加的重力互相平衡的方法所作成的磁通计来测量磁场强度. 关于磁通计的结构详见文献 [7]. 磁通计的灵敏度为 0.05%. 经过重粒子谱仪偏转后的 α 粒子用闪烁计数器来记录, 所用的晶体为碘化铯(加铯活化).

三、实 验 结 果

我们对质子能量为 1.4 兆电子伏左右的 $\text{Na}^{23}(p, \alpha)$ 反应的 α_0 激发曲线作了多次测量, α_0 是指直接到 Ne^{20} 基态的反应的 α 粒子¹⁾. 图 1 所示是一次典型的結果, 出射 α 粒子与入射质子束的夹角为 89.2° (实验室系统). 相应于某一入射质子能量的 α_0 粒子的产额, 是在此质子能量下改变重粒子谱仪的磁场强度所得到的最大的产额. 在作 (p, α_0) 激

* 1963 年 9 月 25 日收到.

1) 关于 $\text{Na}^{23} + p$ 的种种可能的过程可以参看文献 [1].

发曲线的时候,我們測量了 $\text{Na}^{23}(p, \alpha_1\gamma)$ 的 γ 产额,此处 α_1 是指到 Ne^{20} 的第一激发态的反应的 α 粒子。 γ 激发曲线也画在图 1 上。測量时, γ 射线计数器的甄别阈放在相应于 γ 射线能量 1.3 兆电子伏处。 α 粒子和 γ 射线计数的本底是这样求得的: 即把离子束在靶室前挡掉,此时的计数即作为相应的本底。图上所列的产额已减去了本底。由于离子束在靶上所产生的本底并未去掉,故 γ 激发曲线有随质子能量的增加而单调增加的趋势。 γ 激发曲线的半宽也因而比 α_0 激发曲线的略大。

图 1 (p, α_0) 和 ($p, \alpha_1\gamma$) 激发曲线的相对位置显示 γ 共振峰和相应的一个 α_0 共振峰 (即图上的 2) 在同一质子能量上。这个共振的相应的质子能量为 1416.8 千电子伏。这就是 Andersen 等^[4]所定出的质子能量为 1415.1 千电子伏的共振,他们校正能量刻度时所用的 $\text{Al}^{27}(p, \gamma)$ 共振峰的质子能量读数取 990.8 千电子伏。我們現以 Andersen 等的测定为准,但 $\text{Al}^{27}(p, \gamma)$ 共振峰的质子能量读数采用目前通用的数值,即 992.0 千电子伏^[8],所以得到这个 $\text{Na}^{23}(p, \alpha_0)$ 共振峰的相应的质子能量为 $1415.1 \times \frac{992.0}{990.8} = 1416.8$ 千电子伏。再从两个 α_0 共振峰的距离得出相应于另一个共振的质子能量为 1410.4 ± 1.0 千电子伏。

根据文献[1]的数据,可以算出这个相应于质子能量为 1410.4 千电子伏的 Mg^{24} 的激发能级的激发能为 13.045 兆电子伏。

这两个相邻能级的 α_0 的能量均随观察角度而变,它們在 90° 和 120° 能量的差异,完全和 $\text{Na}^{23}(p, \alpha) \text{Ne}^{20}$ 反应的要求相符合。这证明这两群粒子都是 α_0 而不能是其他杂质所产生的粒子。

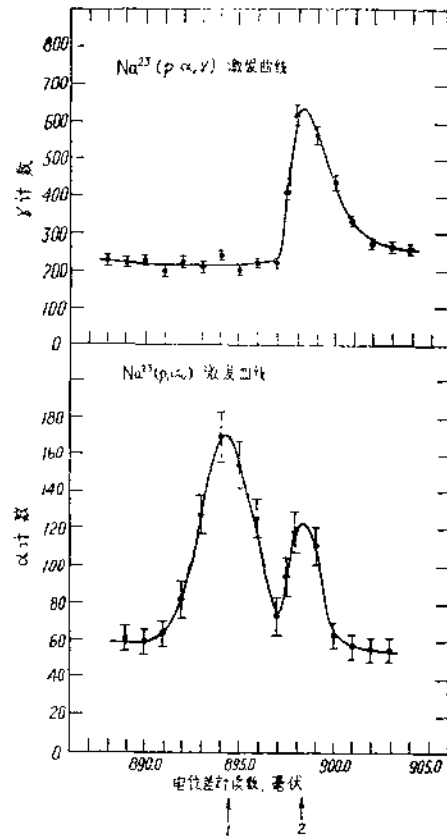


图 1 $\text{Na}^{23}(p, \alpha_0)$ 和 $\text{Na}^{23}(p, \alpha_1\gamma)$ 激发曲线。
1——位于质子能量为 1410.4 千电子伏处的共振;
2——位于质子能量为 1416.8 千电子伏处的共振

四、討 論

Stelson 等^[2]虽然作了 (p, α_0) 激发曲线,但是没有把这两个能级分开,看来是由于所用的靶子太厚了 (10 千电子伏)。Baumann 等^[9]作了 $\text{Na}^{23}(p, p)$ 弹性散射, Andersen 等^[4]很细致地作了 $\text{Na}^{23}(p, \alpha_1\gamma)$ 的 γ 激发曲线,他们都只看到一个能级。由此看来,这个质子能量为 1410.4 千电子伏的能级主要以放出 α_0 而衰变到 Ne^{20} 的基态。由于这个能级主要放出 α_0 , 看来自旋和宇称十分可能为 0^+ 。

在进行測量时,还得到了組内外很多同志的协助,特别是負責静电加速器和重粒子谱仪的运转和维护的同志,在此表示感谢。并感谢郑林生先生对此工作的经常关心。

参 考 文 献

- [1] Endt, P. M., Van der Leun, C., *Nucl. Phys.*, **34** (1962), 1.
- [2] Stelson, P. H., Preston, W. M., *Phys. Rev.*, **95** (1954), 974.
- [3] Wagner, S., Heitzmann, M., *Z. Naturf.*, **15a** (1960), 74.
- [4] Andersen, S. L., Dorum, O., Gautvik, E., Holtebekk, T., *Nucl. Phys.*, **22** (1961), 245.
- [5] 叶銘汉等, 物理学报, **19** (1963), 60.
- [6] 金健中等(待发表).
- [7] 夏广昌(待发表).
- [8] Marion, J. B., *Rev. Mod. Phys.*, **33** (1961), 139.
- [9] Baumann, N. P., Prosser, F. W. Jr., Read, W. G., Krone, R. W., *Phys. Rev.*, **104** (1956), 376.

TWO CLOSELY SPACED RESONANCE LEVELS OF $\text{Na}^{23}(p, \alpha)$ REACTION

YEH MING-HAN SHAH GUANG-CHANG CHUNG MING
CHANG YING-PING CHAO CHUNG-YAO

ABSTRACT

The α , excitation curve of $\text{Na}^{23}(p, \alpha)$ reaction has been measured at proton energies in the neighbourhood of 1416 Kev. While only one resonance level was known previously in this region, we have discovered the presence of two levels, one at 1416.8 Kev (this level was known at 1415.1 Kev according to Andersen's determination of $\text{Na}^{23}(p, \gamma)$ levels, but with $E_p = 992.0$ Kev for $\text{Al}^{27}(p, \gamma)$ reaction as standard of

energy calibration, we have $1415.1 \times \frac{992.0}{990.8} = 1416.8$, and another at 1410.4 ± 1.0 Kev.

The decay of this latter level is mainly through emission of α particle to the ground level of Ne^{20} .