

丰质子同位素 ^{65}As 的初步观察

徐 瑚 珊

(中国科学院近代物理研究所, 兰州 730000)

I. TANIHATA T. KUBO M. YANOKURA

(日本国理化学研究所)

K. KIMURA

(日本国九州大学)

姜 承 烈 白 希 祥

(中国原子能科学研究院, 北京 102413)

A. CHAKRABARTI T. MUKHOPADHYAY

(VECC, Bhabha Atomic Research Centre, Calcutta INDIA)

摘 要

使用 20.11 A MeV ^{64}Zn 束轰击 17.2 mg/cm^2 的 Be 靶, 初步观察到了丰质子同位素 ^{65}As 。采用由磁分析器^[1]、PPAC、电离室和 PSSD 组成的探测系统, 成功地鉴别了反应产物的电荷态、原子系数和质量数。

为了系统地搞清楚核的结构和性质, 仅研究稳定核素和天然放射性核素是不够的, 所以建立核的稳定极限多年来一直是实验核物理学家的目标之一。理论估计在核的稳定区内可能的核素有 8000 多种, 目前已被观察到的约有 2000 种。目前这一领域依然具有很大的吸引力。

随着中能 (几十到几百 A MeV) 重离子加速器的出现, 人们观察到了相当数量的奇异核^[2-5], 它们中的大部分是由碎裂机制 (fragmentation) 产生的。人们已普遍认识到在每核子几十到一百 MeV 的能区中, 高能碎裂的清晰图象已不再合理, 平均场效应依然重要, 所谓的碎裂峰是由转移、直接破裂 (direct breakup) 和相继破裂 (sequential breakup) 等机制产生的。然而, 即便采用碎裂机制, 要产生 $30 < Z < 34$ 间的新的丰质子同位素, 似乎也没有合适的弹核。这是由于要寻找的新的丰质子核素距 β 稳定线太远。鉴于此, 本工作中采用相对丰质子核素 ^{64}Zn 作为炮弹, 通过少数核子转移反应来产生这一 Z 区的丰质子同位素。考虑到各种机制间的竞争, 我们使用的轰击能约为 20 A MeV。

该实验是 1990 年 2 月在日本国理化学研究所 (RIKEN) 的 RRC 上完成的。20.11 A MeV, 20enA 的 $^{64}\text{Zn}^{20+}$ 轰击在 17.2 mg/cm^2 的 Be 靶上。产物的电荷态、原子序数

和质量数是由一磁分析器 (RIPS) 加上一探测器望远镜来测量的。RIPS 相对于束流方向为零度,其中心磁刚度为 1.098Tm ,动量接受度为 $\pm 0.5\%$ 。探测器望远镜放置在 RIPS 的 $F3$ 平面后,它是由一平行板雪崩计数器 (PPAC)、一电离室和一位置灵敏硅探测器

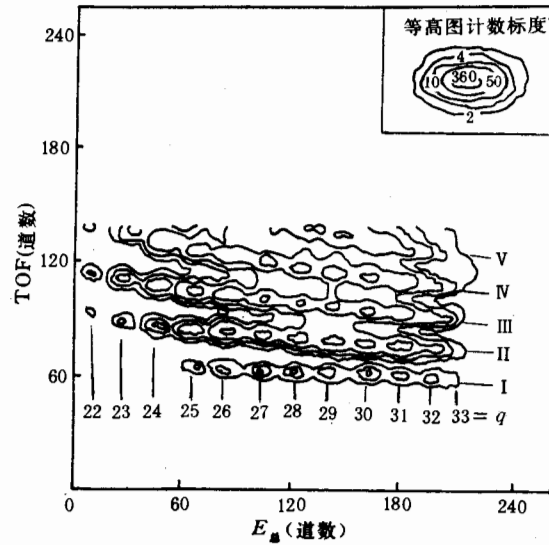


图1 TOF vs. E_B 等高图

从中可看出对电荷态的分辨能力。每条等高线对应的计数值见图的右上角。从外到里计数分别为 2, 4, 10, 50 和 360。图中的罗马数字 I, II, III, IV, V 分别对应的是 $A - 2q = 1, 2, 3, 4, 5$ 的线。 q 值对应的垂直线直接标在图上

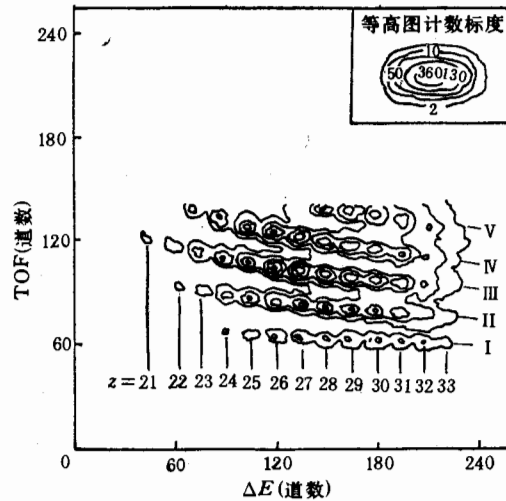


图2 TOF vs. ΔE 等高图

从中可看出对 Z 的分辨能力。每条等高线对应的计数值见图的右上角。从外到里计数分别为 2, 10, 50, 130 和 360。图中的罗马数字 I, II, III, IV, V 分别对应的是 $A - 2q = 1, 2, 3, 4, 5$ 的线。 Z 值对应的垂直线直接标在图上

(PSSD) 组成的。飞行时间 (TOF) 由加速器的、高频信号 RF 和 PPAC 信号给出, 飞行距离为 2779.6 cm。PPAC 中充有 6.4 torr 的 $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$ 气体。电离室是用来作为 ΔE 探测器, 其灵敏长度为 50cm, 充有 76torr 的 P-10 气体。剩余能量由 PSSD 给出, 它的灵敏面积为 $45\text{mm} \times 45\text{mm} \times 300\mu\text{m}$ 。在上面所描述的实验条件下, 我们所得的 Z 分辨 $\sigma_z = 0.24e (Z = 30)$, q 分辨 $\sigma_q = 0.26e (q = 30)$ 。实验数据的累积时间约为 4 小时, 束流强度约为 6×10^9 粒子/秒。

该探测系统的鉴别能力见图 1 和图 2。图 1 为 TOF vs. E_B 等高图, 这里作了一简单的转换, 所以从图上看, 每一个 q 基本在同一垂直线上, 从该图可以看出 q 的分辨能力。对图 2 也进行了类似的处理, 它是 TOF vs. ΔE 等高图, 从该图可以看出 Z 的分辨能力。这些图中的 q 、 Z 和 A 的刻度点是由用 wedge 形的 Al 靶 RUN 的数据得到的。选取 Al 靶中间处的质量厚度约等于 Be 靶的质量厚度。

目前还没有观察到一个 Ga、Ge 和 As 的 $T_z = -1/2$ 的同位素。图 1 中 $A - 2q = -1$ 的线没有出现, 这说明当 $q = Z$ 时, ${}^{61}\text{Ga}$, ${}^{63}\text{Ge}$ 和 ${}^{65}\text{As}$ 没有出现。基于对等高图的理解及 $\pm 0.5\%$ 的动量接受度, 这些奇异核只可能出现在 $A - 2q = 1$ 线上, 因此, 这里仅仅考虑处于 $A - 2q = 1$ 线上的数据。这部分数据的 Z 分布直方图见图 3。仅选取同时属于 $Z = 33$ 和 $A - 2q = 1$ 部分的数据, 我们得到一对应 E_B 的一维直方图 (图 4)。那里仅有两个峰, 分别对应 ${}^{65}\text{As}^{32+}$ 和 ${}^{67}\text{As}^{33+}$, 这是丰质子同位素 ${}^{65}\text{As}$ 初步被观察到。

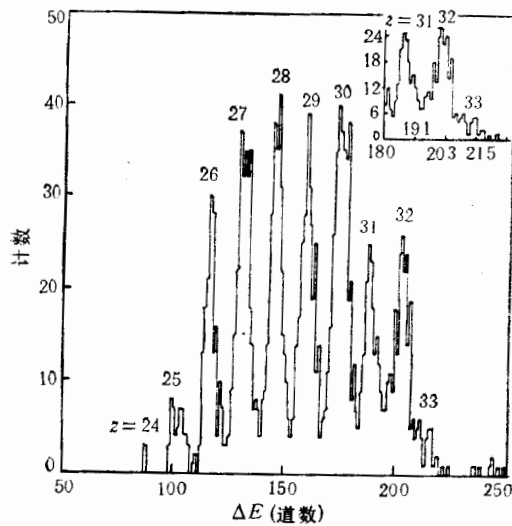


图 3 仅取 $A - 2q = 1$ 线上的数据所作的 ΔE 的直方图
亦即此时的 Z 分布。右上角的小图为 $Z = 31, 32, 33$ 部分的放大

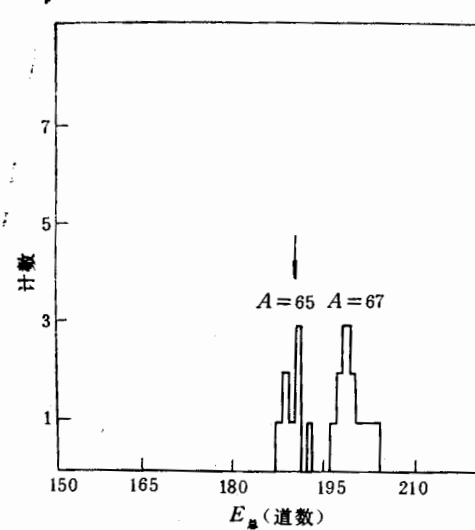


图 4 仅取 $A - 2q = 1, Z = 33$ 的数据, 作 E_B 的直方图
这时由于 $\pm 0.5\%$ 的动量接受度, 只有两个峰出现, 它们分别是 ${}^{65}\text{As}^{32+}$ 和 ${}^{67}\text{As}^{33+}$, ${}^{65}\text{As}$ 同位素是初步被观察到 (有箭头指示)

为了明确观察的真实性, 有必要考虑一下由 $Z = 32$ 的邻近峰带入的沾污。假定每一个 Z 峰均服从高斯型分布, 那么由 $Z = 32$ 峰带入到 $Z = 33$ 峰中的沾污, 由测得的

Z分辨能力可推出为 $Z = 32$ 峰总计数的 2.7%。这一值远小于 $Z = 33$ 峰本身的事件数。

在同一实验条件下, ^{61}Ga 和 ^{63}Ge 是否也被观察到了,由于统计太差,还不能肯定。这很可能是由于中心磁刚度设置在 $B\rho = 1.098\text{Tm}$ 。且动量接受度为 $\pm 0.5\%$ 导致的。遗憾的是,我们没有时间改变中心磁刚度去配合 ^{61}Ga 和 ^{63}Ge 的事件。既然 ^{65}As 能观察到,如果 $B\rho$ 的设置合适, ^{61}Ga 和 ^{63}Ge 也应该能观察到。从原理上讲,对于目前的弹核与靶核的组合, ^{61}Ga 和 ^{63}Ge 的产生截面应大于 ^{65}As 。

参 考 文 献

- [1] T. Kubo, M. Ishihara et al., Proceedings of the First International Conference on Radioactive Nuclear Beams (Edited by W. D. Myers, J. M. Nitschke, and E. B. Norman), University of California at Berkeley and Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, California, 16—18 Oct. 1989, p. 563—572.
- [2] Vadim V. Volkov, "Treatise on Heavy-Ion Science", Vol. 8 (1989), 101.
- [3] A. C. Muller et al., *Nucl. Phys.*, **A455** (1986), 149.
- [4] J.A. Musser and J.D. Stevenson, *Phys. Rev. Lett.*, **53**(1984), 2544.
- [5] F. Pougheon et al., *Z. Phys. A-Atomic Nuclei*, **327**(1987), 17.

Preliminary Observation of Proton-rich Isotope ^{65}As

XU HUSHAN

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica, Lanzhou, 730000)

I. TANIHATA T. KUBO M. YANOKURA

(The Institute of Physical and Chemical Research, Japan)

K. KIMURA

(Kyusbu University, Japan)

JIANG CHENGLIE BAI XIXIANG

(Institute of Atomic Energy, Beijing, 102413)

A. CHAKRABARTI T. MUKHOPADHYAY

(VECC, Bhabha Atomic Research Centre, Calcutta, India)

ABSTRACT

The proton-rich isotope ^{65}As was observed preliminarily by 20.11 A MeV ^{64}Zn beam bombardment on a 17.2 mg/cm² Be target. The detecting system comprising a magnetic facility RIPS, a PPAC, an ionization chamber, and a PSSD was used to identify the charge states, atomic numbers, and masses of the reaction products.