

冷聚变实验探索

朱升云 肖啸庵 吕廷海 陈庆望 阙志康 刘际时 谢惠佑
沙仁礼 刘凤英 孙汉城

(中国原子能科学研究院, 北京 102413)

采用电解法和氘气吸附法研究了冷聚变现象。在一次电解实验中, 电解开始后约90h, 长中子计算器和液体闪烁中子计数器中都同时观察到一个持续时间达4h、峰值强度为400聚变/s的中子讯号。长中子计数器和液体闪烁计数器的计数均比本底高15倍, 液体闪烁计数器同时记录了2.45MeV中子的反冲质子能谱。

关键词: 冷聚变 BF_3 长中子计数器 液体闪烁中子计数器

Fleishmann^[1]和Jones^[2]关于冷聚变的实验报道曾震动了世界, 掀起了世界性的冷聚变研究的一阵热潮。但各种实验均未能证实原先冷聚变报告的可重复性, 但从理论上讲, 在某些金属例如钨和钽中有可能通过电解或其它方法积聚较大浓度的氘。特别在点缺陷附近, 由于它等效于一个有效质量较大的负电荷, 可以使氘核间距明显缩短, 以致使氘氘聚变几率增加。不论文献[1]和[2]是否正确, 以及对冷聚变研究结果的尖锐争议, 从能源角度来看, 金属中的冷聚变现象是值得探索的。

我们的实验重复进行了Fleishmann的金属吸氘的冷聚变研究, 也探索了气态氘的工作, 先后共作过5次实验。在一次吸氘金属钨的电解冷聚变研究中, 长中子计数器和液体闪烁中子计数器的中子计数都比本底值高15倍, 液体闪烁中子计数器也同时记录了2.45MeV中子的反冲质子能谱。虽然至今尚未得到肯定的结论, 但在冷聚变事件的实验探测方法上有较大的进展, 为深入细致的冷聚变研究奠定了基础。

1 实验方法

1.1 固体吸氘

实验中我们采用电解法和氘气吸附法两种方法进行固体吸氘。在电解法中, 用截面为 $5 \times 5\text{mm}^2$ 、长为25mm的钨棒作阴极, 铂片作阳极。钨棒经过化学处理后, 在400℃真空条件下去气, 然后放入氘气中吸氘。再在加有不同浓度的LiOD作电解质的重水中电解, 实验中的电流强度为10—30mA/cm²。在氘气吸附法中, 用厚为50μm的钛片在氘气中经500℃、室温和液氮温度下进行三个阶段的吸氘, 以提高吸附比。

1.2 实验测量

在电解实验中测量由D+D反应产生的中子, 而对氘气中吸氘的钛片, 测量由D+D反应产生的质子。

为保证实验结果的可靠性, 在电解实验中采用三个独立的探测器放在电解槽周围, 记录由 $\text{D} + \text{D} \rightarrow {}^3\text{He} + \text{n}$ 反应产生的2.45MeV的中子。第一种探测器是长中子计数器, 在早期的电解实验中, 我们采用放大器-单道分析器-定标器系统记录, 后来发现雨天时漏电本底及其

它干扰本底都会引起长中子计数器的计数率增加,所以我们改用多道分析器记录 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)$ 的能谱,在 α 峰区探测到的都是中子产生的事件。能谱如图1所示,图中窗1和3是本底监视窗,窗2是 α 峰区。我们同时还用单道监测峰区计数,自动连续记录。长中子计数器的本底计数是0.3cpm,相应的探测灵敏度用强度为 $3 \times 10^4 \text{ n/s}$ 的 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源($E_n = 3 \text{ MeV}$)刻

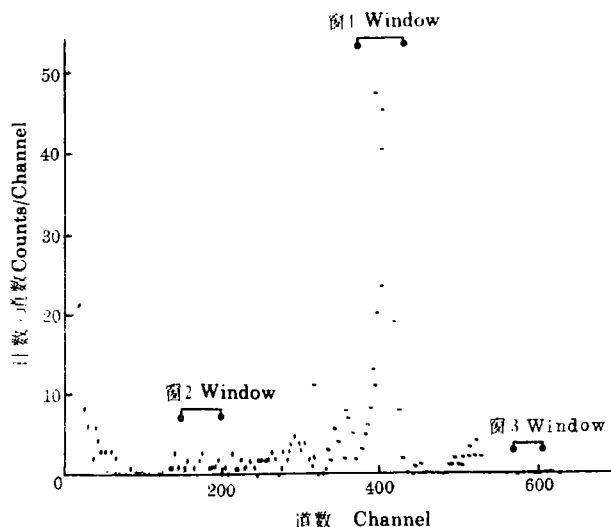


图1 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)^7\text{Li}$ 反应的 α 能谱

Fig.1 α -spectrum of $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)^7\text{Li}$ reaction

度,刻度的灵敏度为10聚变/s。第二种探测器是带 $\text{n}-\gamma$ 分辨的液体闪烁中子能谱仪(体积为 2200 cm^3)。实验中测量的能量阈为1.8MeV,用 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中子源刻度的灵敏度为50聚变/s。另外还采用单道分析器记录 $E_n > 1.8 \text{ MeV}$ 的积分计数。第三种探测器是体积为 220 cm^3 的高纯锗 γ 能谱仪。若冷聚变释放中子,中子与物质中的氢反应 $[\text{H}(\text{n}, \gamma)]$ 释放出2.23MeV的 γ 射线,通过监测该 γ 射线可以测定中子。该探测器的灵敏度为500聚变/s。探测2.23MeV γ 射线不能用碘化钠探测器,这种探测器能量分辨较差,不能将2.23MeV的 γ 峰和 ^{214}Bi 的2.204MeV天然 γ 本底峰分开。

2 结果和讨论

我们共进行了5轮电解实验。在第4轮电解实验开始后的90h,在长中子计数器和液体闪烁器中都同时探测到一个持续时间达4h、峰值强度约为400聚变/s的中子讯号,长中子计数器的计数率较本底高15倍,液体闪烁计数器1.8MeV以上的积分计数也增大15倍,液体闪烁计数器也同时测得了2.45MeV中子的反冲质子能谱。图2是液体闪烁计数器记录的中子能谱,其半高点相应于2.45MeV中子能量。由于采用了 $\text{n}-\gamma$ 分辨技术, γ 射线对谱的低能部分的干扰本底很小,图中能观察到较宽的平台。图3是长中子计数器和液体闪烁计数器的计数率随电解时间的变化,在开始电解后的90—94.5h时间间隔内,可以观察到明显的计数率增长峰。峰-本底计数比为15。95h后,中子事件消失。这时钨阴极表面发黑。在做这轮实验时,高纯锗探测器因故障未能使用。长中子计数器记录的是 $^{10}\text{B}(\text{n}, \alpha)$ 的 α 峰,它只能由中子才能产生;液体闪烁计数器除观察到积分计数增大外,还测出了2.45MeV中子的反冲质子微分谱。所以,我们认为在这一轮实验中,观察到了D-D反应产生的2.45MeV的中子。由我们的实验数据可以计算出其峰值强度相当于400聚变/s。应当指出,2.45MeV的D-D中子

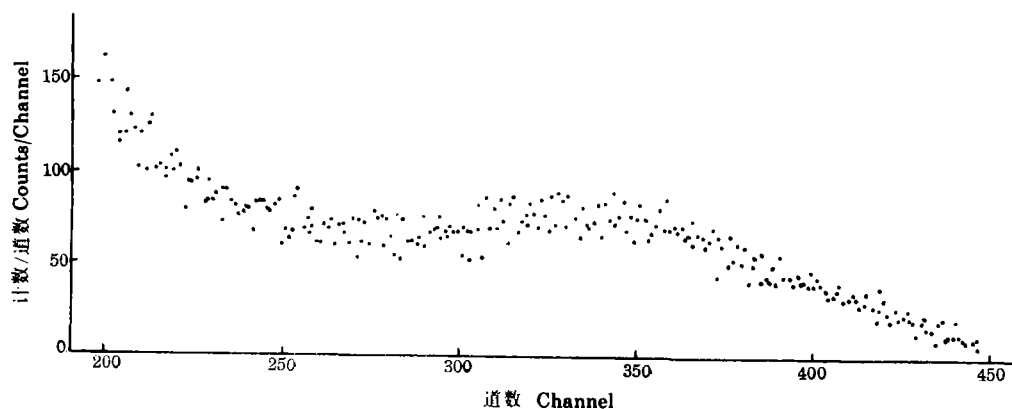


图2 液体闪烁计数器测得的反冲质子谱

Fig.2 Proton recoil spectrum measured by the liquid scintillation counter

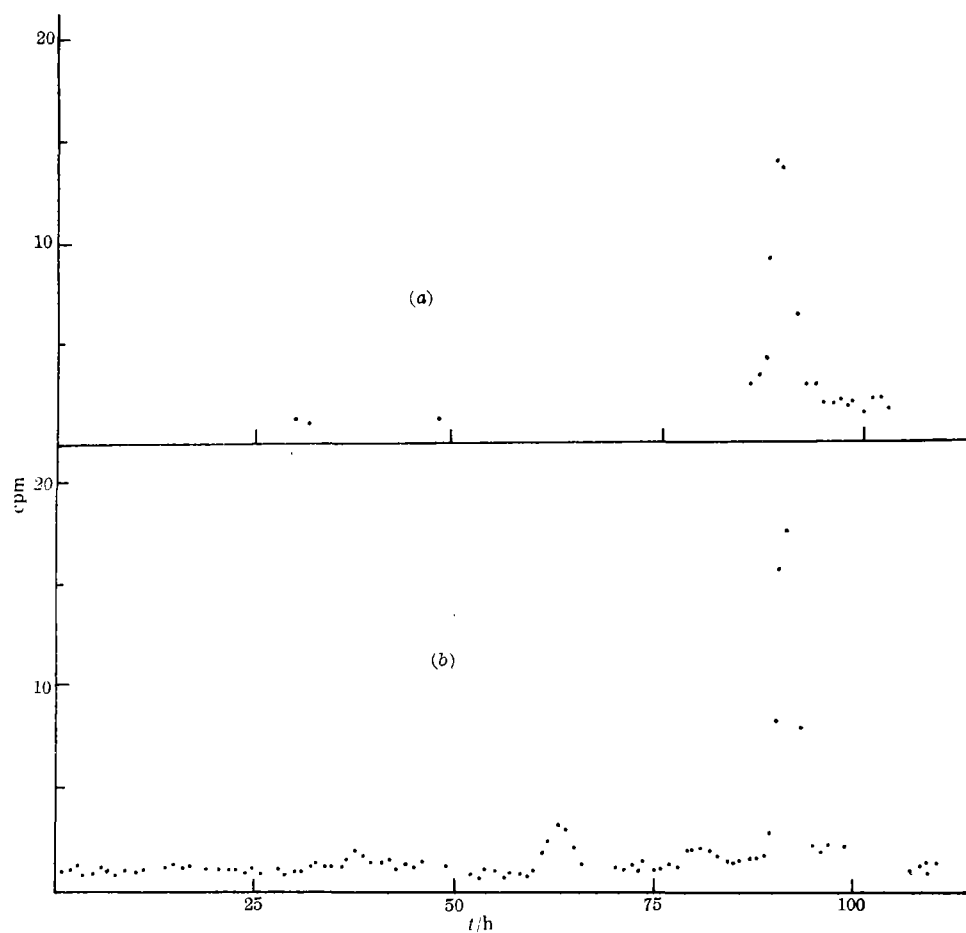


图3 探测器计数随电解时间的变化

(a). 用液体闪烁计数器 (b). 用 BF_3 长中子计数器

Fig.3 Change of counts with electrolytical time

(a). Using liquid scintillation counter (b). Using BF_3 long neutron counter

也可由宇宙线 μ 介子催化的冷聚变产生。我们的实验不能区分观察到的2.45MeV的中子是由Fleishmann和Jones等提出的“室温冷聚变”产生还是由 μ 介子催化的冷聚变产生。为此,我们又进行了第5轮实验,在这轮实验中,采用 μ 介子探测器同时监测宇宙线 μ 介子,电解100多个小时至阴极表面发黑,都没有观察到2.45MeV的中子,宇宙线 μ 介子探测器计数也没有观察到异常。

钛吸附气态氘的实验作了2轮,用电离室记录质子,均未观察到相应的质子。我们也采用长中子计数器和液体闪烁计数器监测中子,用前者记录到一次持续10s的脉冲信号,但未能得到确切的中子信号。

在我们的几轮实验中的一轮探测到了相应于D-D反应产生的中子,其起因是室温冷聚变还是 μ 介子催化冷聚变仍不清,但是可以排除观察到的中子讯号是由电子学线路或其它干扰产生的。从我们的实验结果看,继续检验冷聚变的可能性还是有意义的。从国际上冷聚变研究的几起几落来看,似乎现在又有一点微光。所以我们考虑将钪和钽作辐照处理以增加缺陷、增加氘的浓集密度,从而提高聚变率;同时采用正电子湮没方法研究缺陷附近的电子密度,从而研究固体浓集氘的机制。

作者衷心感谢王淦昌、丁大钊、唐孝威、黄胜年、李文琰和孙树正等教授在讨论中提出的宝贵意见和建议。先后参加本工作的还有姚历农、朱天成、丁锡祥、胡选文、李东宏、黄汉臣、唐超、管秀强、王玉振、罗福常、周婉容、李素萍、王效忠、杨大亨和郑胜男等。

参 考 文 献

1 Fleishmann M et al. J Electroanal Chem, 1989; 261:301

2 Jones S E et al. Observation of cold nuclear fusion in condensed matter (preprint)

(1992-06-11收到 1992-07-10修回)

An investigation of cold fusion

Zhu Shengyun Xiao Xiaolan Lu Tinghai Chen Qingwang Que Zhikang

Liu Jishi Xie Huiyou Sha Renli Liu Fengying Sun Hancheng

(China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413)

Abstract

Cold fusion has been investigated by the electrolytical method and the deuterium absorption method. In one of the five runs of the electrolytical experiments a neutron burst was observed at the 90th hour after starting the electrolysis. The detected neutron burst lasted about 4 hours with an intensity of 400 fusions per second. Counting rates of the BF_3 long neutron counter and the liquid scintillation detector were simultaneously increased by a factor of 15 compared to the background. A recoil proton energy spectrum of 2.45 MeV neutrons was also measured by the liquid scintillation detector with n- γ discrimination.

Keywords: Cold fusion BF_3 long neutron counter Liquid scintillation detector