

一类气体辉光放电条件下的 X 射线发射与冷核聚变

鲁润宝

(北京应用物理与计算数学研究所 北京 100088)

摘要 本文主要依据在辉光放电条件下 D/金属系统的 x 射线发射和中子、 γ 射线产生的实验结果说明冷核聚变的存在,并介绍了电荷-电子偶模型的解,说明 $D^+ \sim D$ 束缚态的存在. 束缚能 $E(D^+ \sim D) = 14\text{keV}$. 在假设核力作用尺度 $R_0 = 0.5 \times 10^{-13}(\text{cm})$ 时, X 射线的发射几率是核聚变几率的 3.5×10^5 倍. 指出第一周期的气体(H、He 及它们的同位素)及它们的混合物在辉光放电条件下均有可能发射 x 射线,有的进一步发生核聚变.

关键词 电荷-电子偶模型, 束缚态, X 射线, 冷核聚变.

1 引言

自 Flieschmann 和 Pons^[1] 等人发表 D-D 存在冷核聚变的实验报告后,引起了世界科学界普遍重视. 其中有报告重复实验和类似实验结果的,有理论物理学家阐明可能发生冷核聚变的物理机制的;同时也有激烈的反对意见. 兰州大学物理系江兴流^[2]和清华大学物理系李兴中^[3]对国内外的研究情况特别是1991年6月在意大利举行的第二届冷核聚变年会的重要内容作了全面介绍、评述. 并对冷核聚变领域内各种实验装置和各种理论作了概括介绍. 本文着重对在1993年6月由国家基金委、国家科委、国防科工委等单位举办的《常温核聚变讨论会》上报告的辉光放电条件下 D/金属系统的实验结果做一点评述. 工程物理研究院龙河清^[4]、王大伦^[5]等人的实验特别地给出了 X 射线的稳定产额,并且也得出中子的稳定产额、 γ 产额及 X 射线与中子发射强度的定量关系. 这些可能是搞清 D-D 冷核聚变机制的重要实验. 尤其是在否定 D-D 冷核聚变意见强烈,有的冷核聚变研究活动停止的情况下,就更有意义.

2 辉光放电的一些实验结果

这里介绍的实验结果主要取自文献[6]. 表1和表2分别给出了气体放电中子随时间变

化和气体放电的 X 射线平均能量测量结果^[6]. 文献[6]还给出了中子能谱,能量在 2.0 ~ 3.0MeV 之间. 此外还指出:“平均能量为 27.6keV 时的一群 X 射线的强度约为中子强度的 $10^5 \sim 10^6$ 倍”,“ γ 射线的能量约为 470keV,这组 γ 射线强度可与中子强度相比拟”. 龙河清等人^[4]的结果给出过能量为数十 keV 的 X 射线和能量约 20MeV 的 X 射线.

表1 气体放电中子随时间的变化

序号	时间	BF ₃ 装置计数(n/100s)	中子产额(n/s)
1	10.30	8276	0.993×10^4
2	11.00	8690	1.043×10^4
3	11.20	7444	0.893×10^4
4	11.40	8454	1.014×10^4
5	12.00	8305	0.996×10^4
6	12.20	8141	0.997×10^4
7	13.00	8567	1.028×10^4
8	13.30	8373	1.005×10^4
9	14.00	8615	1.034×10^4
10	14.30	8289	0.995×10^4

3 (A⁺-A)系统的束缚态——X 射线发射和冷核聚变几率^[7]

以 D₂为例,求解一维薛宝谔方程得到 D⁺ 的波函数

$$\Psi = 2k^{3/2}xe^{-kx}$$

$$k = \frac{3}{4} \frac{\mu e^2}{\hbar^2} \quad (\mu \text{ 为 } D^+, D \text{ 的折合质量})$$

$$E = - \frac{9}{16} \frac{\mu}{\mu_e} E_1 \approx - 14.024(\text{keV})$$

核力范围分别取 $R_0 = 1 \times 10^{-13}(\text{cm})$ 、 $0.5 \times 10^{-13}(\text{cm})$ 和 $0.25 \times 10^{-13}(\text{cm})$ ；发生核聚变的几率 W 分别为 2.7×10^{-5} 、 2.9×10^{-6} 和 3.64×10^{-7} ；它的倒数即 X 射线发射是中子发射率的倍数，分别是 4.4×10^4 、 3.4×10^5 和 2.7×10^6 (数量级粗估)。

如果有了 D-D 核反应，就可解释其他测到的过热、中子、氘、 γ 射线和 X 射线等实验现象。需要特别指出的是，超热主要可能来自束缚态的放能即发出的 X 射线被吸收。因为 D_2 的电离能 $\sim 14\text{eV}$ ，而 X 射线的能量是 $\sim 14\text{keV}$ ，核聚变放能 $\sim (3\sim 4)\text{MeV}$ ，但它比 X 射线发射要小 $10^{-4} \sim 10^{-5}$ ，而数十 keV 的 X 射线是很容易被 D_2O 吸收的。气体放电没有测超热，若仔细测量必能发现超热。

表2 气体放电的 X 射线平均能量测量结果

序号	测量条件	X 射线平均能量(keV)	
1	放电电压11keV, 充 D_2 气, 不同电极材料	钛	26.8±2.2
		钽	27.4±1.6
		钨	27.8±3.2
		铌	28.2±4.3
		锆	28.1±5.8
		铁	28.8±4.7
2	钛电极, 充 D_2 气, 不同放电电压	9.3 keV	26.5±2.4
		11 keV	27.8±1.3
3	钽电极, 放电电压11.5keV, 充不同气体	$3/4D_2 + 1/4H_2$	28.2±5.3
		$99\%D_2 + 1\%H_2$	27.5±4.7
4	充 D_2 气, 钽电极, 放电电压11keV, 用不同吸收片测量结果	纯 H_2	26.8±5.3
		Cu	27.7±1.2
		Cd	28.2±1.1
		C_2H_4	28.1±1.8
	^7LiF	26.6±2.4	
平均能量的平均值		27.6±1.0	

$1/K$ 的物理意义及产生束缚态的前提： $1/K$ 实际上是由表征束缚态核子间的距离 $(\frac{\partial \Psi}{\partial X} |_{X_0=0})$ 得出的，即 $X_0 = 1/K$ 。大家熟知玻尔轨道半径 $R \sim 0.53 \times 10^{-8}\text{cm}$ ，当一个正离子接近或小于此距离时就会使电子受到阻尼，形成上述束缚态。气体放电系统提供了这个条件。而 M. Fleischmann 和 S. Pons 等人的系统是很难达到的。只有在 Pd 晶格中同时存在 $D^+ \sim D$ 时才近似地达到了这个距离。晶格 $d \sim 1.07 \times 10^{-8}\text{cm}$ ；两个核子间的距离刚好是 $\sim 0.5 \times 10^{-8}\text{cm}$ 量级。这可能是他们的实验很难重复或 D/Pd 比要达到一定数量的原因。

从束缚态模型出发，作者得出第一周期

的元素 H 和 He 及它们的同位素气体放电都可能产生 X 射线的发射。而原来有热核聚变的反应道(如 D-D、D-T)进到核力范围就会发生冷核聚变，只不过库仑排斥势的克服不是靠高温热动能而是电子屏蔽；而原来没有核聚变的反应道(如 H-H)就只有 X 射线发射而不产生核聚变。作者预测 (H^+, H) 、 (H^+, D) 、 (D^+, He^+) 、 (T^+, He^+) 、 (D^+, T) 、 (T^+, D) 、……，甚至 (He^+, He^{++}) 都可能形成束缚态而放出 X 射线，并且质量越重的核结合，X 射线的能量越高。原来具有热核聚变的道就会有冷核聚变发生。这里不需要用过去矛盾的理论。

这里需加注意的是， (D^+, T) 和 (T^+, D)

的束缚态可能具有十分重要的意义,它比(D⁺,D)有更高的发生核聚变的几率.它可能成为代替十分难以控制的热核聚变为途径的能源设计的一种新能源设计原理.而它的前一过程束缚态的放能过程(X射线发射)也可能变成某种新能源的设计原理.

总之,D-D冷核聚变的存在不但在实验上有所证实,而且理论上对此也可作以解释.我们期待着人类利用新能源时代的到来.

参 考 文 献

- 1 Flieschmann M, et al. J. Electronal. Chem., 1989, 261:301
- 2 江兴流.核物理动态,1992,9(1):3
- 3 李兴中.核物理动态,1992,9(3):7
- 4 Long Heqing, et al. "Anomalous Effects in Deuterium/Metal System"(常温核聚变讨论会,1993.6.北京)
- 5 王大伦等."冷聚变研究状况"(常温核聚变讨论会,1993.6.北京)
- 6 王大伦等.原子与分子物理学报,1993,10(3)

X-ray Emission and Cold Nuclear Fusion in Glow Discharge Process of a Kind of Gas

Lu Runbao

(Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Beijing, 100088)

Abstract Existence of cold nuclear fusion was explained based on experiment results in glow discharge process in D/metal system in which X-ray, neutron and γ -ray were measured. The model of charge-dipole for solution of Schrödinger equation was introduced. There was some bound state with energy about 14 keV in (D⁺,D) system.

As length of nuclear force was about 0.5×10^{-13} (cm), the rate of X-ray emission was about 3.7×10^4 times of rate of neutron emission. This paper predicated that X-ray was emitted in gas of H and He (including their isotopes of them) or mixture of them under condition of discharge process and cold nuclear fusion took place.

Key Words model of charge-dipole, bound state, X-ray, cold nuclear fusion.

请核数据用户注意!——关于原子质量数据的重要说明

原子质量是原子核物理学的重要基本常数,有广泛的应用价值,由法国 G. Audi 和荷兰 A. H. Wapstra 两位科学家最近评价的原子质量数据和核反应能及分离能数据已经发表在“Nuclear Physics, A565,1-65 66-157(1993)”并已存入国际评价核结构数据库(Evaluated Nuclear Structure Data File).由于出版印刷等原因,所发表的数据中存在一些错误,中国核结构和衰变数据评价组于今年初看到了这些错误,并及时把这些错误数据信息通知了核结构和衰变数据国际协作网有关方面.1994年5月在美国加利福尼亚州劳伦兹贝克莱实验室召开的第11届核结构和衰变数据国际协作网顾问组会议也认为发表在“Nuclear Physics, A565(1993)”上的数据的确有一些错误,并强调各国用户充分利用计算机在线检索系统从计算机国际联网的评价核结构数

据库(设在美国 Brookhaven 国家实验室美国国家核数据中心)或各国核数据中心有关核数据库中直接检索取需的有关数据.这样,才能确保引用数据的准确和可靠.

作为核结构和衰变数据国际协作网成员的中国核数据中心已经收到了由该国际协作网提供的 Audi 等科学家最近评价的正确的原子质量数据和核反应能及分离能数据磁盘,并已将它们存入中国核数据中心的 Micro-VAX-II 计算机及 IBM PC 计算机,已开始提供用户服务.我们欢迎中国用户充分地利用该数据库信息资源,以便在核科学技术研究中发挥作用.

(中国原子能科学研究院中国核数据中心 周春梅供稿)