

“凝聚态中核科学”研究进展

Progress in the Research of Nuclear Science in Condensation

李兴中

(清华大学物理系 北京 100084)

2002年5月,由清华大学物理系主办的ICCF-9在新落成的清华紫光国际科技交流中心举行。会议收到来自19个国家(中、美、日、意、俄、英、法、德、以、罗、白、乌、澳大利亚、韩、印度、印尼、朝、西、希)的108篇论文,共计124位代表赴会。其中的47位中国代表提交了19篇论文。这是该国际会议历届会议中,中国代表人数及论文数最多的一次。会议上的学术交流集中地反映了“凝聚态中核科学”研究的最新重要进展。

源于学科交叉的创新研究

钱学森先生在1989年6月14日致信陈能宽先生时,指出“凝聚态物理·分子物理·原子物理·核物理”协同的“物理技术”是大有前途的,并在1993年提出这是“一个能让物理力学大显光辉的课题”。1998年又一次在信中提出:常温核聚变是“在分子间化学变化和原子间核物理变化之外的第三种交叉物质变化……”。早在1989年中国核物理学会理事长杨立铭先生也曾指出钷金属中吸附的氘核之间的相互作用可能会不同于束—靶状态的氘核之间的相互作用,因为自由态与束缚态的边界条件不同。13年来不断出现的丰富的实验现象很好地说明:在凝聚态物质中出现的异常核现象,其实并不异常,正是一种在特定的凝聚态条件下发生的核反应过程。会议前,《科学》杂志上发表了美国橡树岭国家实验室“声致聚变”的实验结果。面对着激烈因素,所以,任何实验方法只能够获得相对性科学真理。

本文提出的“洛伦兹变换的推广关系式”,既适合于狭义相对论,也能够适应广义相对论。与当代发现的超光速 c 现象并不矛盾。因此,“洛伦兹变换的推广关系式”具有更普遍意义。

参考文献

- [1] 黄志洵. 超光速研究新进展. 国防工业出版社, 2002: 1a, 70-92; 1b, 55-70
- [2] WANG, L.J. KUZMICH A, DOGARIU A. Gair-assisted superluminal light propagation. Nature, 2000: 406: p. 277-9
- [3] 焦克芳. 如何面对超光速 c 的现象. 科技导报, 2001

的争论,《科学》杂志的主编重申《科学》的使命正是要把这样一种既有潜在重要性,又有广泛兴趣的科学公之于众!会议开幕式后,由Fleischmann首次公开介绍这项研究的来龙去脉。早在上世纪60年代,已经发觉氢在金属钷中的异常扩散性质,它既不能用经典理论解释,也不能用量子力学解释,而可能要求助于多体系统中的量子电动力学(Q. E. D.)。在80年代进行的电解重水实验正是基于1960~1980年期间的实验——也导致了在1989年首次公开的实验结果,即钷阴极电解重水实验中发出的热量远远超过了输入的电功率。1989年后的13年中又出现了:“滞后发热”——停止电功率输入后,氘—钷系统继续发热;“正反馈现象”——氘—钷系统的升温会引出更多的“过热”;“核嬗变现象”——吸氢(氘)金属中产生新的核素。日本新氢能实验室曾经宣称:其实验结果否定了“过热”现象;但现在Fleischmann和当时在新氢能实验室作实验的Miles正是从新氢能实验室的实验数据出发证明了其中既存在着“过热”,也存在着“滞后发热”。面对着这次会议中公开的种种实验结果,几乎很难再怀疑这一过程的核本质及其与凝聚态物理条件的关联。而Fleischmann报告的标题就是:“探索凝聚相系统中多体效应的表现”。

薄膜好,多层薄膜更好

凝聚态中的核过程主要发生在表面。这一点已

(5)

- [4] 焦克芳. 时间是什么?青春诗歌, 2001(12)
 - [5] 何香涛,李冰. 银河系之外,广西教育出版社, 1999
 - [6] 许良英,李宝恒,赵中立,范岱年编译. 爱因斯坦文集(一),商务印书馆, 1977: 110-111
 - [7] 闵家胤. 进化的多元论,中国社会科学出版社, 1999: 245-246
 - [8] 曹盛林. 芬斯勒时空中的相对论及宇宙. 北京师范大学出版社, 2001: 10-34
 - [9] 王正行. 近代物理学. 北京大学出版社, 1999: 30-31
- (责任编辑 蔡德诚)

被越来越多的实验事实所证明。其中最重要的实验是三菱重工高技术研究中心的氘通量诱发核嬗变实验。Iwamura 经过 8 年的探索, 终于确认诱发核嬗变的结构是: 在 0.1mm 厚的钯片上方, 覆盖钯—氧化钙—钯—……交替的多层膜(总厚 1 000 Å); 在这多层膜的上方再加一薄层钯(400 Å); 在此薄钯膜的上方覆盖约 20nm 的铯膜(Cs); 再在这一复合膜上方灌以氘气(1atm), 下方则抽成真空。结果是 4 天以后, 在钯膜上方的钯原子数明显下降, 而新生成的锆(Pr) 原子数则超过了钯原子数。这些原子数目的消长是用 X 射线激发的光电子能谱(XPS) 来确认的。由于此谱仪是由三菱重工自己研制, 专门安装在系统的上方, 可以现场随时测定, 故排除了外界污染的可能。并且不仅此实验可以重复, 更重要的是把铯膜换成锶膜(Sr) 后, 新生成的核素就变成了钼(Mo), 而且钼的 7 种同位素中只有⁹⁶Mo 是随时间增长的, 使得新生成的钼的同位素丰度比完全不同于天然钼的同位素丰度比(见图 1 和图 2)。这种由锶变钼的实验已重复了 3 遍, 而且每次同位素丰度值都是由远在法国的专业公司用二次离子质谱仪(SIMS) 精确测定的。这是透氘固体中出现了核过程的铁证!

Iwamura 还发现: 如果把多层膜结构中的钯—氧化钙—钯—……交替的多层膜撤去, 上述核嬗变现象就会消失, 而早在 ICCF-8 上, Iwamura 就已发觉多层交替膜的存在有助于增加氘通量。

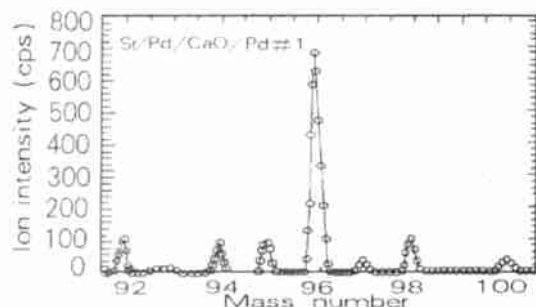


图 1 三菱重工核嬗变实验中
新生成钼的 7 种同位素的丰度分布

充氘率重要, 氘通量更重要

13 年来, 人们一直以
为把氘充入钯中越多越
好, 以为只有当氘原子数
与钯原子数之比超过 0.8
才会有“过热”现象。日本
新氢能公司花了 3 500 万
美元来研究此“过热”现
象, 并设定了一个主要研
究目标: 在什么条件下可
以长时间地实现高于 0.8

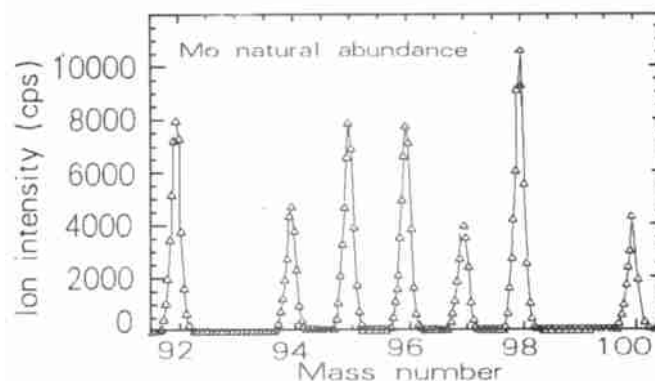


图 2 钼的 7 种天然同位素的丰度分布

的充氘率。虽然最后实现了这一目标, 但并没有测到大量的“过热”。除了他们标定量热学常数的方法有误差外, 最大的失误在于忽视了氘通量的重要性。

清华大学在支持基础研究时强调了交叉, 这一政策使我们有可能利用化学系的高精度量热计(Calvet 微卡计) 和热能工程系的红外成像测温技术, 并利用这些高技术证明了氘通量与“过热”流的关联。我们在薄壁钯管的两侧维持 1 个大气压的压差, 在特定温度下观察到穿透钯壁的氘通量会明显增加(图 3 不光滑的兰线), 而相应地发出的热流也会明显增加(图 3 光滑的红线)。当氘通量下降时, 热流量也下降。该量热计的精度是微瓦的数量级, 而量热计测到的热流则是毫瓦的数量级。经过 16 次的重复, 我们断定氘通量与发出的热流量之间有明确的关联。并在长城钛金公司的支持下建成了第一台演示仪器在会期展示。

国际合作探索新能源

无论是日本三菱重工, 还是清华大学都已证明: 在氘通量透过钯膜时并无强烈的中子或 γ 射线放出, 因此, 这种发热现象应该是一种潜在的、安全的核能源。美国海军部研究生院的 Melich 教授在参观了长城钛金公司后, 当即表示要订购一台; 美国 Illinois 大学的 Miley 教授则在会后向美国的能源部

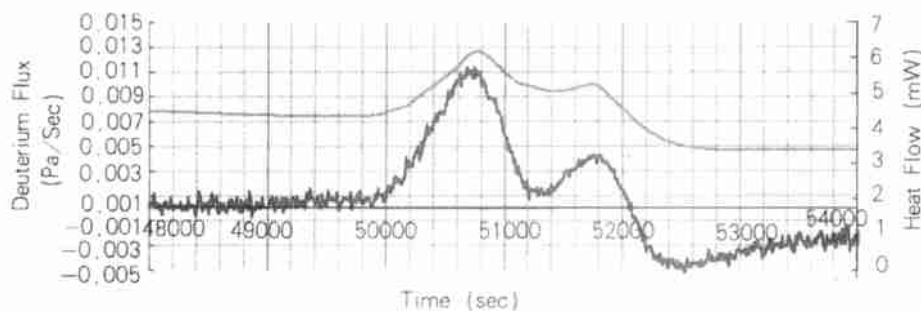


图 3 高精度量热计证明氘通量与热流量的关联

经典力学与量子力学作用机制的本质区别与量子测量问题

Essential Difference of Function Mechanism between Classical Mechanics and Quantum Mechanics and Quantum Measurement

赵国求

(武钢基础物理研究所, 研究员 武汉 430080)

一、宏观作用机制及客体的运动状态

在经典力学中, 我们讨论的相互作用力主要有引力、电磁力以及由此援引出来的弹力和摩擦力(机械力)等。说“援引”, 是因后二力也是起源于引力和电磁力。无论是对宇宙星体运动, 还是日常的机构运动及电磁运动, 我们均赋予了一个基本的前提假设, 即相互作用力本质上是连续的、不间断的。也即在经典力学中, 我们认为引力、电磁力及所有的机械力本质上均是连续的作用。连续作用(也即作用量子 $h \rightarrow 0$) 的设定, 必然给人类认识世界、描述世界定下了一个与之相适应的基本特征。

没有相互作用的世界是不存在的, 人类对世界的认识离不开对相互作用的认识。通过对引力的认识, 人们总结出了天体运动规律; 通过对电磁力的认识, 又总结出了光和电磁场的运动规律; 通过对机械力的认识, 总结出了机械运动的规律。在经典力学中, 牛顿万有引力定律, 广义相对论的引力场方程、麦克斯韦电磁场方程都是连续作用的方程, 一切由机械作用力描述的方程均同样是连续作用的方程。连续的作用表明, 在描述客体的运动状态——方程的解时, 在时空序列中前后是不能绝然分开的, 也就是在时空序列中客体的状态不是前后没有联系的。相互作用的连续性, 使得客体的运动状态在时空系统中前后是渐变, 而不是突变。

经典力学是质点力学, 即客体的形状大小可忽略不计, 客体被抽象成没有大小的几何点, 客体的

能量、动量、位置和运动时间都赋予给质点了, 用质点代替了客体。人们还规定, 质点与时空坐标中的时空点是可以重合的, 因此, 在宏观经典力学中, 时空坐标中的点就是代表宏观客体的质点。动量作用在质点上, 实际上也是作用在时空的点上, 动量的作用点与时空点具有一一对应的关系。这就是任意两个物理量(比如动量和位置)同时可测的物理原因, 或者说是动量和位置对易, 具有共同本征函数系的物理原因。经典力学作用的连续性使得质点的运动在时空中不具有“跳跃”特征, 而具有连续的、确定的轨道运动, 其能量、动量、位置和运动时间都是确定的。

其实, 如果经典力学中不忽略客体的形状大小, 也可以在“点”的抽象中得出其位置、时间、动量和能量的不确定性。一个客体, 比如火车, 有 100 米长, 当我们把火车抽象成质点时, 是说火车的长度、宽度及高度在讨论的问题中忽略不计(因为误差太小)。因此, 这样的“点”才有确定的位置(一般与客体的质心重合), 也只是这样的“点”才具有确定的运动时间及确定的动量和能量。当火车的长度不可忽略时, 我们抽象成的那个“点”在火车的 100 米长度内到处都是可以存在的。若是这样, 火车的位置自然就不可确定了。火车越长, 其不可确定度就越大。位置的不确定自然带来了时间计算的不确定, 当然也带来了速度计算的不确定。这样, 动量和能量也就不确定。

不确定性与火车的大小 Δx 有关, 并可转换成在 Δx 内找到“点火车”的概率。火车越长, 则 Δx 越

(DOE) 和美国自然科学基金委(NSF) 提出申请, 要求开展气态充氙法研究而不要仅仅限于电解充氙法。其依据是清华大学的实验成果。目前在美国 Idaho 国家实验室任职的 Dolan 则寄来了经美国能源部核定的协议文本, 其中明确提出要让此项合作成为中美合作计划的一部分。

为了推进合作研究, 这次会议(ICCF-9)第一次由大学(清华大学)出面来举办(下届国际会议将在明年由 M. I. T. 的 Hagelstein 教授主办); 会议决定出版一份期刊, 并取名为“Condensed Matter Nuclear Science”; 在会议期间还第一次展示了气态充氙演示实验装置。
(责任编辑 王宏章)