

参加全苏第二次低能和中能核反应会议的报告

力一 周光召 于敏 陸祖蔭 謝滋

苏联科学院召开的全苏第二次低能和中能核反应会议于1960年7月在莫斯科举行(第一次会议是1957年11月在莫斯科召开的)。具体负责安排会议事务的是大会的组织委员会,主席是弗兰克(И. М. Франк)通讯院士。会议邀请了一些外国代表参加,其中社会主义国家和资本主义国家代表各十余人。

会上提出的论文共约130篇,其中苏联代表提出一百余篇,外国代表提出约20篇。我们提出的一篇论文是“6.8兆电子伏质子对Cr、Co、Ni、Cu、Zn的弹性散射”。由于提出的论文比较多,不可能一一报告。会议中主要采取综合报告形式。每次会由一两个人将有关方面的论文综合介绍。至于少数未能包括在综合报告中的论文,就另作一些简短的报告。每次会议约有一半时间进行讨论,讨论得很热烈。

会议日期从21日到28日。内容分少数核子系统的研究、直接相互作用、带电粒子和中子所引起的核反应、 γ 共振吸收、光核反应、辐射俘获和原子核模型等七个方面。

低温 γ 共振吸收是这次会议的中心内容之一。我们知道当原子核放出 γ 射线时,在一般情况下,原子核要发生反冲,带走一部分能量, γ 射线能量减小,这样的 γ 射线即使再打到相同的原子核上,由于能量不够,并不能引起共振散射。但是如果放 γ 射线的原子核处在低温结晶状态,当它放 γ 射线时,有一定几率被束缚在晶格上而不发生反冲,这样就可以发生共振散射。由于原子核能级宽度很窄, γ 共振吸收是一种很灵敏的效应。举例来说, Fe^{57} 的第一激发态的能量是14仟电子伏,能级宽度是 0.5×10^{-8} 电子伏,所以只要 γ 射线频率变化
$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{0.5 \times 10^{-8}}{14 \times 10^3} \approx 3 \times 10^{-13}$$
就可以探测出来。目前研究这种效应的目的有以下几点:

(1)验证广义相对论所预言的红移是否存在;(2)验证次级都普勒效应;(3)通过 γ 共振吸收谱的精细结构,测定原子核激发态的磁矩和电四极矩;(4)通过测定原子核所处地点的局部磁场或电场,确定它周围的化学环境,这样就有可能用来研究物质结构。这种效应是1958年首先由西德物理学者穆斯包尔(Mössbauer)提出的。苏联很重视这种效应,已经作了不少理论和实验工作,会议专门用一天时间讨论有关这种效应的研究工作。在这次会议上,现在美国工作的穆斯包尔本人被邀请来作了“关于 γ 光子共振散射”的报告。沙比罗(Ф. Л. Шапиро)总结了苏联在这方面的工。

这次会议也很重视关于直接相互作用的研究。也用了一天时间讨论这方面的問題。直接相互作用是原子核反应的一种反应机构,通过这种反应机构发生的反应的截面与原子核初态及末态的性质有密切的关系;所以近来世界上逐渐注意利用这种反应机构来研究原子核结构問題。在直接相互作用中研究得比较多的是分裂、俘获类型的反应,这次会上报告苏联方面的工作也大多是属于这种。符拉索夫(Н. А. Власов)等利用迴旋加速器产生的20兆电子伏氦核作了一系列 (d, t) 型实验,他们用的是同位素靶,得到了一些很有意义的结果。例如他们作了锆同位素 $_{40}\text{Zr}^{91,92,94}$ 的 (d, t) 实验,测量了出射氦核的能谱。他们发现在相应于剩余核基态附

近,有一个高峰.对于此三种同位素,峰的面积比近于1:2:4,我们知道1,2,4正是这些同位素核满壳层(50)外的中子数.所以这个结果清楚地说明了(d,t)型反应是俘获型反应,即氘从靶核中拉出一个中子形成氦核的反应.他们还发现,在相应于中子结合能为5~7 MeV之间,这三种同位素都有一个完全类似的峰,这个峰相当于从满壳层(50)中拉出一个中子.他们根据氦核的角分布指出,相当于后面这个峰的中子的轨道角动量是1和4的混合,从而表明在原子核激发能相当高的区域,还保留有一定的壳层效应.这对于研究原子核结构是一种很有价值的启示.

在这次会上,克留卡也夫(A. П. Ключарев)总结了苏联在利用质子直线加速器($E_p=5.4$ 兆电子伏及19.6兆电子伏)和回旋加速器($E_p=6.8$ 兆电子伏)得到的质子对 $z=28$ 左右的原子核的弹性散射的实验结果.几年前美国的一些科学家在这个区域曾发现所谓质子弹性散射的“不正常”现象(即在大角度($\geq 120^\circ$)处,发现偶 Z 核的微分截面比相邻奇 Z 核大得多).苏联使用了同位素靶,对这种现象作了细致的研究.实验结果表明,这种现象实际上表现为奇 A 核和偶 A 核之间的差别.他们的结果进一步支持了这一现象产生于复合核弹性散射的解释.在研究核反应方面,苏联比较广泛地采用了同位素靶,工作很细致,水平一般是比较高的.

非轴对称椭球原子核模型也是这次会议热烈讨论的内容之一.这个模型是1958年为达维多夫(A. С. Давыдов)等提出的,它得到了一系列实验事实的支持,是原子核综合模型方面的一个主要发展.在这次会上,达维多夫着重讨论了原子核表面 β 振动对于原子核能谱和跃迁几率等的影响.他引入了一个参数 μ ($\mu = \sqrt{\frac{2\beta^2}{\beta_0^2}}$, β = 零点振动振幅, β_0 = 稳定平衡

形变),当 $\mu < \frac{1}{3}$ 时,对于 β 振动,可以应用绝热近似;当 $\mu > \frac{1}{3}$ 时,绝热近似误差较大.

考虑了 β 振动后,理论结果和实验进一步符合.达维多夫模型引起了热烈讨论.对这一模型的怀疑主要来自两方面,一个是原子核为什么是非轴对称椭球形的?另一个是在 $\frac{E_2(2)}{E_1(2)}$

≤ 2.5 区域内($E_1(2)$ 、 $E_2(2)$ 分别表示第一条和第二条 2^+ 激发能级的能量),振动模型和非轴对称原子核转动模型到底那一个更符合实际情况?

加拿大物理学者阿尔姆奎斯特(Almqvist)报告的 $C^{12}-C^{12}$ 共振散射是这次会上引人注意的另一个实验结果.他们利用串联式静电加速器加速碳离子,打在碳靶上,发现在7兆电子伏以上(质心系能量,相当于 Mg^{24} 激发能在24兆电子伏以上)有共振现象,共振峰很窄(有的峰小于200千电子伏).这种现象说明可能有新的反应机构存在,因此大家很注意这一现象.他们提出了一个叫做“准分子模型”的初步解释.按照这一模型,当两个原子核靠近在一起但是还没有接触的时候,如果在库伦斥力以外,另有一种吸力,产生类似分子中的莫尔斯(Morse)势,则可以使两个碳核形成准分子而出现共振能级.

这次会议所涉及的内容十分广泛,这里不能一一列举.我们参加这次会议后,对苏联核反应方面的工作有了一个进一步的了解.总的说来,我们感到:

1. 苏联在这方面科学研究力量是相当雄厚的.其中有不少是有经验的科学家.新生力量成长很快,在这次会上,有不少总结报告是由年纪不大的同志作的.苏联科学家们在会上一共提出了110篇论文.看来他们在低能原子核研究上,已经投下了相当雄厚的力量,具有巩固的发展基础.

2. 工作是很系统和细致的,前面所提到的氦核俘获和质子弹性散射工作都是一些很好的

例子。苏联很注意科学中新的生长点,当抓到新的有意义的苗头时,立刻投入力量开展工作,很快地赶到世界前列。例如这次会议关于低温 γ 共振散射和第一次全苏低能和中能核反应会议(1957年11月)关于弱相互作用都是明显的例子。

3. 苏联在这方面的研究成果很丰富,有许多成果是很重要的。例如达维多夫核模型是原子核综合模型方面的一个新的重要的发展。又如苏联科学家在超导方法方面有重要的发展,这些方法对原子核“超导现象”研究起了很大作用。

www.cnki.net