



物理学史中的一月

1938 年 1 月:超流体的发现 (译自 APS News, 2006 年 1 月)

萧如珀 杨信男 译

当氦-4 降温至低于 2.2 K 时,它会开始出现一些很奇特的行为——液态氦几乎可以毫无阻力地通过细管,甚至可以爬上管壁,溢出管外。尽管液态氦早就出现奇特的现象,但是科学家还是在将氦液化过后的 30 年才发现它的超流体性。

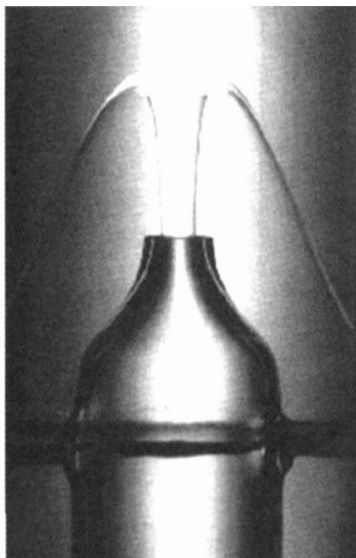


图 1 超流体液氦喷泉

1908 年,Heike Kamerlingh Onnes 首度在荷兰的 Leiden 大学将氦液化,之后很快地就发现了液态氦奇特行为的迹象。直至 1924 年止,Onnes 很精密地测量了液态氦的密度,他发现当温度持续下降,液态氦的密度在大约 2.2 K 时突然达到最高。1927 年,Willem Keesom 和 Mieczyslaw Wolfke 下结论说,液态氦在 2.2 K 时经历状态的改变(即相变),他们称 2.2 K 为“ Λ 点”(lambda 点),因为它热量与温度的对照图表曲线和希腊的字母“ Λ ”很相似,这两个

“相”分别称之为氦 I 和氦 II。

虽然这些结果很有趣,但并没有很让人惊讶,因此在当时并未引起太多的关注。真正值得注意的结果是,1937 年 Pyotr Kapitsa 首次在莫斯科发现氦 II 是超流体,并于 1938 年 1 月将其发表;同时,John F. Allen 和 Donald Misener 也独立地于多伦多大学发表了相同的结果。

Kapitsa 是军事工程师的儿子,于 1894 年诞生在列宁格勒附近的 Kronstadt。他在 Petrograd 理工学院主修工程学,于 1918 年毕业后留校担任讲师多年,并致力于磁场的研究。

1921 年,Kapitsa 的太太与两个年幼的小孩因感冒大流行而病故,之后他搬至剑桥,在 Cavendish 实验室和 Ernest Rutherford 一起做研究。Kapitsa 首先研究磁场,找出产生极强磁场的各种方法。几年后,他转而研究低温现象,1934 年研究出将大量氦液化的新方法,奠定了他日后继续研究此奇特液体的基础。

1934 年,Kapitsa 访问俄罗斯,结束后要返回剑桥,但不知何故,斯大林下令扣押他的护照,将他拘留。在确定他无法回到剑桥后,Rutherford 帮忙将他在剑桥实验室的大部分设备运送给他,于是 Kapitsa 就在莫斯科建立了新的研究设施——物理问题研究所。1937 年,Kapitsa 在莫斯科研究液态氦的热传导时,他测量其通过两个圆盘中间的狭缝后,流入旁边盆子的流动。

结果令人很震惊:在 Λ 点之上,液态氦几乎没有流量,但在 Λ 点之下的温度,液态氦的流量便很

编者按:经萧如珀女士和杨信男教授同意,自 2007 年第 1 期起,本刊将转载他们在《物理双月刊》上连载的《本月物理史》系列文章,并依作者要求,只将繁体中文转为简体中文,外国人名、地名延用英文。

顺畅,所以 Kapitsa 画了一个它与超导体的相似图,1938 年 1 月 8 日在他发表于《自然》杂志中的论文这样写着:“低于 Λ 点的氦进入一个特殊的状态,可以称之为‘超流体’。”

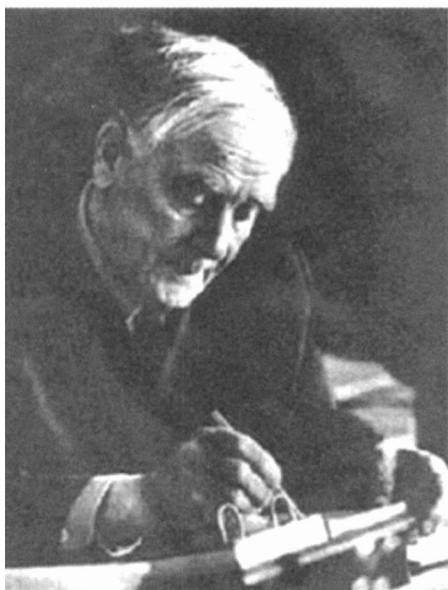


图2 Pyotr Kapitsa

同时,在多伦多大学的 Allen 和 Misener 也做了相类似的液态氦研究,但使用的方法有些不同——他们测量液态氦通过狭窄玻璃管的流量,也观察到了其极低的黏性。他们注意到液态氦的流量几乎与压力无关,因此“任何已知的公式都无法从我们的数据中计算出有意义的黏性系数。”他们的论文也发表于《自然》杂志,紧接在 Kapitsa 的文章之后。

我们现在知道,氦 II 可以解释为两种流体的混合,一部份是正常的流体,另一部份是原子已凝聚成单一量子型态的超流体。这个两种流体的模型可用以解释 Kapitsa 和 Allen 与 Misener 的结果。

Kapitsa 继续着他多年的低温物理研究。在第二次世界大战期间,他为苏联的炼钢厂建造了一套设施,可以生产大量的液态氧。在 20 世纪 40 年代,他开始研究电浆物理和核融合,1946 年,他因拒绝参加苏联的原子弹研究,不得斯大林的欢心,而被物理问题研究所解聘,直到斯大林过世后,才又重新被聘用。

1978 年,在 Kapitsa 发现超流体后 30 年,他因低温物理的研究而荣获诺贝尔物理奖,那时他早就改研究其他的物理问题了。和他同时获奖的是发现宇宙线的 Arno Penzias 和 Robert Wilson。

虽然 Allen 和 Misener 两人与 Kapitsa 一样实际

做了相同的发现,却没有获得诺贝尔物理奖,所以一般来说,只有 Kapitsa 一人得到发现超流体的荣誉。

液态氦的研究,与对超流体奇特性质的理解,对低温物理学来说一直都很重要,直至今日,科学家还经常发现很多奇特的低温现象,所以它仍是个很有趣的领域。

(本文摘自 2007 年 2 月《物理双月刊》;萧如珀,自由业;杨信男,台湾大学物理系;E-mail:snyang@phys.ntu.edu.tw)

“北京正负电子对撞机 重大改造工程获关键性突破” 入选 2006 年中国 十大科技进展新闻

1 月 21 日,由 565 名中国科学院院士、中国工程院院士投票评选的 2006 年世界十大科技进展新闻和中国十大科技进展新闻在北京揭晓。高能所“北京正负电子对撞机重大改造工程获关键性突破”入选 2006 年中国十大科技进展新闻。

2006 年 11 月 18 日清晨 7 时 20 分,北京正负电子对撞机重大改造工程(BEPCII)储存环成功实现束流积累,储存环和直线加速器工作稳定,束流性能良好,这意味着 BEPCII 第二阶段建设任务基本达到目标,是工程建设的重大里程碑。在这之前的 9 月 19 日,我国最大单体超导磁铁研制成功,北京谱仪 超导磁铁励磁成功。目前,国际上只有欧美、日本能研制这种大型探测器单位超导磁铁。

2003 年底,北京正负电子对撞机(BEPC)圆满完成预定科学使命,国家批准中国科学院高能物理研究所对 BEPC 进行重大改造,即采用当前国际先进的双环交叉对撞技术对 BEPC 进行改造,并对大型探测器——北京谱仪进行全面改造。改造后的 BEPCII 将在世界同类型装置中继续保持领先地位,将成为国际上最先进的双环对撞机之一。

其余 9 条科技进展新闻分别是:下一代互联网技术获重大成果;川东北地区发现迄今最大整装天然气田;首个全超导托卡马克核聚变实验装置建成;在量子水平上观察到化学反应共振态;第一条“绿色通道”穿越塔克拉玛干沙漠;首次环球大洋科考凯旋;治疗性乙肝疫苗研究获重大进展;实现两粒子复合系统量子态的隐形传输;“遥感卫星一号”发射成功。

(摘编自 2007 年 1 月 22 日《科学时报》)

现代物理知识