

电子“列车”标志着新物质态的存在

卞 吉 秦 宝 编 译

美国的三组物理学家最近发现了一种新的物质态,称之为“鲁特英格(Luttinger)液体”。在这种物质态中,电子互相连接着,就象火车的一节节车厢一样一起运动,而不是象以前那样单独行动。

30年前,纽约哥伦比亚大学的J.鲁特英格(Joaquin Luttinger)就提出了有关这种物质态的理论,但他仅仅把这作为解决物理问题的一种数学工具。目前已经退休的鲁特英格说“我怎么也不敢梦想它会真地被实验所发现”。

去年,费城宾夕法尼亚大学的查尔斯·凯恩和加州大学桑达-巴巴拉分校的马修·费希尔提出一个实验方案,力图证实鲁特英格液体的存在。实验目前已经进行,凯恩说,他有70—80%的把握肯定该态的存在。

在通常的温度下,导电材料中的电子总处在不停地疯狂运动中。但任一个电子的运动都不会对其他电子产生直接的影响。鲁特英格认为,如果电子被限制在一条很细的非常纯净的导线中,它们可能会有反常的行为。特别是,如果这条导线被冷却到接近绝对零度(-273°C)时,电子将会很紧地挤压在一起,以至于如果一个电子在移动,就会减小彼处的电子密度。为了恢复这一密度,其他的电子就会重新排列,其最后结果就成了鲁特英格液体,其间的电子就是互相连接在一起的。

由于鲁特英格液体中的电子只能一起运动,它就需要许多能量才能使自己运动起来。在温度接近绝对零度时,是达不到这种能量的。所

以这些电子难以在导线中流过。其结果是,导线的电阻将加大至无穷,而在一根普通导线中,由于只有少量几个电子一直在流动,所以电阻绝不会变得无穷大。

但是,要提供产生鲁特英格液体的条件是很困难的。电子一定要限制在一根细导线中,这才使得电子“列车”作纵向通过,而不是横向通过,使电子耦合更为明显。然而在这种细导线中,即使只有一个杂质原子,也会阻止正常导电。凯恩说:“杂质很难去掉,它可能毁掉鲁特英格液体”。

四年以前,麻省理工学院的温小刚(音译)认识到,如果对材料施加一个横穿磁场,就可以消除杂质的这种破坏性作用。

理查德·韦布等人在IBM的一个实验室中对温小刚的理论进行了实验检验。他们用两种半导体——砷化镓和砷化铝镓制造了一个装置,然后改变电压和温度(低至 0.038K),测量装置的特性,得到了符合鲁特英格液体的实验数据。

在实验开始以前,装置必须冷却三周,以便稳定杂质。

韦布说,他对实验结果感到兴奋,“这是一个例证,说明电子的图像不再适用了”。他认为电子的集体行为可以为更复杂的电子结团行为提供线索,甚至可能借此弄清高温超导电性的问题。

(编译自英《新科学家》1994年第1923期第17页)

(上接第27页)

在任何量子理论中,由于海森堡测不准原理,在空间中有一个精确位置的概念被抛弃了。其含义是说,即使宇宙逆时倒回,它也决不可能达到这样的阶段,这时所有的产生物都被压缩到单

一个点中去。总有些什么东西去阻止奇点的形成,假若没有引力,量子理论就不可能说清是什么东西。

(编译自英《新科学家》93(1994)1914)