

人生阶段的抉择)。他为大学生开计算物理的课,写了一本教科书,那本书得到了美国计算机学会颁发的一个奖项。他为大学一年级学生开普通物理课,被选为印第安纳州的优良教师,曾到美国首都华盛顿领奖。三十多年前,在他做完博士后,寻找教职时,他获得了麻省理工学院(MIT)提供的位置,可是他却选择了加入普渡大学物理系。他并没有按照排名做决定(一个不需要决定的决定!)。2009年底,在荷兰Leiden低温实验室所发表的一篇论文中,采用了我们20年来对于金钽合金的电子一声子散射时间的累积量测结果,作为他们设计探测“重力波”用的极低温超导量子干涉仪(Superconducting Quantum Interference Device, SQUID)器件的依据。那一系列论文(涵盖金钽合金细线、薄膜和厚膜)的起头,源自于笔者在普渡物理系时的博士论文工作。我告诉了Giordano教授这件事,他回复了一句简短的电邮:“Some materials just never go out of style.”——学术是一项长久积累的过程!

物理学系只是普渡大学众多系所中的一个并不特别显眼的系,普渡大学只是美国数十所很上轨道的研究型大学中的一所并不特别亮丽的大学。可是他们有一些工作被写进了教科书里(他们自己也写教科书而广为世界各国大学采用),他们也有一些工作改写了人类科技发展史的面貌,这是美国深厚宽广的学术实力的“藏富于民”!

最近看到日本“理化学研究所(RIKEN)”(日本最重要最顶尖的科研机构)介绍它的“基干研究所(Advanced Science Institute)”的刊物封面上,画着一棵大树,树干旁边印着两句繁体中文:“源远流长,根深者枝茂”,其下附有二行小字日文翻译。这两句话引用自白居易的《海洲刺史裴君夫人李氏墓志铭》一文。日本人的诺贝尔奖得主,已经累积到18位了,显然和这种根深枝茂的思想以及源远流长的学术传统是有关系的。

附注 日本最好、排名最高的大学是东京大学,但是日本的诺贝尔奖得主大多却来自其他大学。

· 物理新闻和动态 ·

用噪声测量进行分数量子霍尔系统的拓扑有序分类

分数量子霍尔系统属于“拓扑有序相”大家族,系统的一个共同特点是能够抵御局域扰动。进一步可以划分如下:如果系统的元激发(准粒子)具有许多能量相同的粒子态,则属于非阿贝尔(non-Abelian)拓扑有序;如果其中的准粒子具有唯一的粒子态,则被称为阿贝尔拓扑有序相。

理论预言,利用拓扑有序相对局域扰动的抵御性能,可以自动地保存拓扑量子计算所要求的相关信息,关键是:首先要从实验上确定,何时系统能进入到拓扑有序相,所进入的是哪一类拓扑有序相。许多拓扑有序系统的低能激发态(准粒子)被限制在样品的边界。准粒子携带能量,也可以携带电荷。于是,从实验上探测沿边界的电荷运输将有助于观察准粒子在大块样品中的运行特性,进而辨认大块样品的拓扑相。在分数量子霍尔系统中,已经发现了多种拓扑有序相。他们的共同点是:在极低温下,当垂直于二维电子气界面的磁场不断增加时,实验测得的霍尔电导(Hall conductance) $\sigma = \nu e^2/h$, 这里 e 和 h 分别是电子电荷和普朗克常数, ν 是一个有理分数(例如: $\nu=1/3$)。霍尔电导是纵向电流与横向电压降之比,是大块样品的拓扑性质,也是样品边界的动力学性质。在大块器件的量子霍尔态中,没有平行于纵向电压降的电流,因此纵向电导为零。

如果在大块器件上附加设置量子点窄通道,则在收缩的最窄处,形成小量子霍尔器件。于是,情况将与大块不同,霍尔电导将偏离原先在大块器件中的量子化值,并且平行于电压降的电流成为非零。量子点窄通道引起的无序以及粒子间相互作用,将导致出现仅仅携带能量(但不带电)的中性流模式。在某些温度和外加电压固定的条件下,穿过量子点窄通道的电流会随时间发生涨落,此种涨落(或称散粒噪声)的幅值正比于注入到量子点窄通道的平均流。两者之比给出承载电流的准粒子之电荷。例如,以色列 Weizmann 科学研究院的 Bid 等,使用上述方法对 $\nu=1/3$ 量子霍尔态测定,得到边缘准粒子带有 $e/3$ 的分数电荷的结果。

如上所述,边缘准粒子可能具有多个能量相同的粒子态(非阿贝尔拓扑有序)。理论预言,边缘准粒子流中至少有一个分支是沿着磁场所规定的方向“顺流而下”运转的。此外,还可能有一些态“逆流而上”地运转传播。最近发表在 Nature 周刊的文章中,Bid 等报道,他们首次在自己建立的装置中,直接观察到了“逆流而上”的元激发传播。他们发现:在 $\nu=2/3, 3/5$ 和 $5/2$ 分数量子霍尔态,的确有中性(不带电)准粒子流以“逆流而上”的模式运转传播,完全符合理论预言。相反,在 $\nu=2/5$ 的量子霍尔态,Bid 等没有看到“逆流而上”,所有传播模式都是“顺流而下”,这也与理论预言相符。

(戴闻 编译自 Nature, 2010, 466: 572, 585)