

目,增强学员的心理体验,拓展理论与实践的结合,帮助学员在团体训练中实现心理成长,并将团体心理辅导效果直接转化为军事训练目标的有效完成,缓解其军事训练科目中的心理不适感,提高学员军事训练效率。

(三) 教学智慧,互动生长

团体心理辅导应用于军事训练的教学模式的施教和施训过程是以部队实战需求为目标,针对性地开展心理模块的结构和影响因素的心理教学训练;注重学员在训练中存在的心理干扰因素,就个别问题现场疏导,并给予可行策略,可以有效帮助学员调整心理状态,完成军事训练中的心理适应,提升学员的整体军事心理素质;同时注重理论联系实际,紧贴部队和作战的实际,为学员在以后的任职中增强工作的针对性和有效性,提高部队的凝聚力和战斗力,这种贴近实战的教学实践训练不仅丰富了教员一线教学的经验,增长了教学智慧和实训策略,促进了教学训练中双主体的互惠共赢和教学相长。

(四) 效果反馈,动态监控

评价指标应当是基于教学训练效果进行一种诊断与发展性的监控体系。教学评价的功能在于反馈、调整、激励与导向,这一功能揭示着教学与评价的互动机制。

因此团体心理辅导融入军事训练的教学模式应当是基于教学与评价互动过程的设计。比如学员的情绪稳定性、心理承受力和耐挫力、抗压力和应激力、思维的变通性和灵活性等等,通过教学训练效果的即时参评和追踪反馈,可以有力监测教员的教学训练设计的有效性。除了军事训练成绩作为评价标准外,还应通过学员在新任务和项目的心理适应力、训练科目的灵活变通性、学习和训练迁移策略、大型军事项目中的耐挫抗压力和勇敢坚韧品质等多方面进行综合评价。

参考文献

[1]宋瑞华,胡敏,汤泉,等.团体心理辅导对野外驻训官兵心理健康水平影响的研究[J].人民军医,2015,58(5):(485-487).
[2]张俐,张霞,陈斌,等.军人团体心理教育训练方案及应用[J].解放军预防医学杂志,2015,33(2):(221-222).
[3]王海民.试析团体心理辅导在军校心理教育中的主体地位[J].吕梁教育学院学报,2012,29(2):(7-9).
[4]贺南,卢红军,雷育黎,等.军校体能训练实战化之“八个结合”[J].空军预警学院学报,2015,29(2):(151-153).

认识量子霍尔效应

管正跃

(浙江师范大学 浙江 金华 321019)

[摘要]量子霍尔效应是由德国物理学家Klaus von Klitzing发现,由此获得1985年诺贝尔奖。本文将从霍尔效应开始简单介绍对于量子霍尔效应以及三维量子霍尔效应的基本原理。

[关键词]量子;霍尔效应

一、霍尔效应

霍尔效应是1879年美国物理学家E. H. 霍尔在研究金属导电机制时发现,本质为电磁效应。

在匀强磁场中放置一个矩形截面的载流导体,当磁场方向与电流方向垂直。导体内的载流子在磁场洛伦兹力的作用下发生偏移并汇聚,从而激发电场,在导体两侧产生垂直于磁场和电流方向的电压。激发的电压导致的电场力与磁场的洛伦兹力平衡,电子和空穴不再聚集,载流子顺利通过。

半经典的霍尔效应在自由电子模型下,应用漂移电流理论,在互相垂直的电场和磁场作用下,电导率公式为:

$$\begin{pmatrix} J_x \\ J_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix}$$

其中

$$\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \frac{\sigma_0}{1 + (\omega_c \tau)^2}, \sigma_{xy} = -\sigma_{yx} = \frac{\sigma_0 \omega_c \tau}{1 + (\omega_c \tau)^2}$$

电导公式也可以写为

$$\begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_{xx} & \rho_{xy} \\ \rho_{yx} & \rho_{yy} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} J_x \\ J_y \end{pmatrix}$$

其中

$$\rho_{xx} = \rho_{yy} = \frac{1}{\sigma_0}, \rho_{xy} = -\rho_{yx} = \frac{\omega_c \tau}{\sigma_0}$$

电导率与电阻率的关系为

$$\rho_{xx} = \frac{\sigma_{xx}}{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{xy}^2}, \rho_{xy} = -\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{xy}^2}$$

二、量子霍尔效应

量子霍尔效应由德国物理学家Klaus von Klitzing发现,由此获得1985年诺贝尔奖,称为量子力学版霍尔效应

以霍尔效应为基础,利用科学仪器将三维可在导体内自由运动的电子限制在二维的平面内,加上垂直于该平面的磁场,并在平面通上电流。在上述条件下在二维平面另一方向测得电压。

1980年Klaus von Klitzing发现二维电子气在强磁场作用下,霍尔电阻量子化成一些整数描述的平台,同时纵向电阻消失,这就是量子霍尔效应。

实验所观察到的量子霍尔效应主要有几个特点

1: 霍尔电阻有台阶。

2: 台阶高度为 $\frac{h}{ie^2}$, i 为整数,对应于占满第 i 个 Landau 能级,精度大约为 5ppm。

3: 台阶处纵向电阻为零。

三、量子霍尔效应应用

量子霍尔在主要得应用是建立电阻自然基准。实验上通过测量霍尔电导率的平台,提供了一个绝对电阻的标准 $\frac{h}{e^2} = 25812.806 \Omega$ 。量子霍

尔效应将电阻率的测量精度提高到 10^{-8} 以上的数量级,并从1990年起已作为国际电阻标准。

量子霍尔效应不仅充当了电阻计量标准,还与建立新的以基本物理常量为基准的国际单位制密切相关。新的国际单位制将整合伏特和欧姆的量子标准,分别用约瑟夫森效应和量子霍尔效应实现,使标准的质量、长度、时间等基本物理量间建立联系,借助这一方法,就能以非常高的精度测量普朗克常数的值。在此基础上,实现了以普朗克常数重新定义的“千克”单位。

总的来说量子霍尔效应的发现在根据自然常数重新定义中发挥着至关重要的作用,也可以作为电阻标准比任何电阻都稳定。

四、三维量子霍尔效应

修发贤课题组将《砷化镓中基于外尔轨道的量子霍尔效应》(Quantum Hall effect based on Weyl orbits in Cd3As2.) 发表在《自然》杂志后,打开了量子霍尔效应的“升维跃迁”迈出了从二维到三维的关键一步。

用高质量三维砷化镓纳米片测量到量子霍尔效应,在三维系统中材料上表面边缘的电子通过强磁场直接从内部隧穿到下表面,然后继续沿轨道移动。利用楔形样品实现厚度可控化,通过测量量子霍尔平台出现的磁场,推算量子霍尔台阶。证实电子的隧穿行为。

五、三维量子霍尔效应的深入研究

中国科学技术大学乔振华课题组与南方科技大学张立源课题组合作,首次在毫米级的砷化镓材料上观测到三维量子霍尔效应要知道在三维体系中通常观察不到量子霍尔效应。若想观察到量子化,必须要求打开体态能隙,使费米能处于两个朗道能级之间。早期的理论集中于讨论如何打开体态能隙,如电荷密度波或自旋密度波、极弱层间耦合等机制。

再后来南方科技大学卢海舟教授和北京大学谢心澄院士的课题组,在拓扑半金属中,利用费米弧和“虫洞隧穿”构成的Weyl轨道,提出了一种新的三维量子霍尔效应机制。

六、总结

量子霍尔效应是凝聚态物理研究的重大成果,而对于在三维空间中发现量子霍尔效应则是一项重大的突破,三维量子霍尔效应首次被中国科学家揭开,这个发现为未来三维空间量子化传输提供了新思路 and 试验基础,将在光电探测、拓扑量子计算、低功耗电子器件等方面发挥巨大应用价值。

参考文献

[1]Klaus von Klitzing.Developments in the Quantum Hall Effect.2005,363(1834):2203-2219.
[2]Klaus von Klitzing.Quantum Hall Effect and the New International System of Units.2019
[3]Cheng Zhang, Yi Zhang, Xiang Yuan, et al.Quantum Hall effect based on Weyl orbits in Cd3As2.2019,565(7739):331-336.
[4]陈曦,江月.跃迁:从二维到三维的量子霍尔效应成长之路——记上海复旦大学博士生导师修发贤[J].中国高新科技,2019(09):11-12.