

涉及霍尔效应问题易错点的剖析

吴亚梅

(衢州第二中学 浙江 衢州 324000)

(收稿日期:2019-06-08)

摘要:介绍了学生学习霍尔效应中的几个易错点:不同电性载流子对霍尔电压的影响,现代科技中利用霍尔效应原理器材间的区别与联系等,通过剖析,理顺原理与关系.

关键词:正负载流子 霍尔效应 电势差

涉及霍尔效应的问题,是近几年高考物理命题的一个热点.由于它与现代科技应用联系紧密,是考查学生运用物理知识解决实际问题能力的好素材.但教学中发现,学生对霍尔效应问题的理解存在一些误区,因而每当遇到此类问题时,常常错误百出,根据学生中存在的问题,可归纳为以下几种情况.

易错点 1:正、负载流子对霍尔电压的影响

霍尔效应中,霍尔电压的正负与载流子的电性有关,不像金属导体,移动的只是电子,它有多种情形.

情形 1:单种载流子.如图 1 所示,若载流子带正电荷,则载流子在洛伦兹力作用下会向下偏转,导体下表面积累正电荷.同时,上表面失去正电荷而带上负电,从而使下表面电势高于上表面.

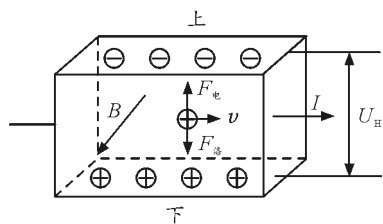


图 1 载流子带正电荷

反之,如图 2 所示,若载流子带负电荷,则载流子在洛伦兹力作用下会向下偏转,导体下表面积累负电荷.同时,上表面失去负电荷而带上正电,从而使上表面电势高于下表面.

可见,在磁场、电流方向相同的情况下,单种载

流子电性相反,则上下表面的电势高低也相反.

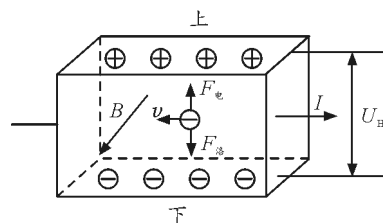


图 2 载流子带负电荷

情形 2:正、负载流子反向运动.如图 3 所示,长方体玻璃水槽中盛有 NaCl 的水溶液,水槽左、右侧壁内侧各装一导体片,在溶液中通入水平向右的电流,匀强磁场 B 垂直纸面向外. NaCl 溶液中既有正离子,又有负离子,根据左手定则可判断正离子受到向下的洛伦兹力,故向下运动并堆积.同理,负离子也受到指向下的洛伦兹力,也向下运动并堆积.由于正负离子均向下侧面堆积,故上下两侧面的电势均为零,但下侧面处离子浓度大于上侧面离子浓度.

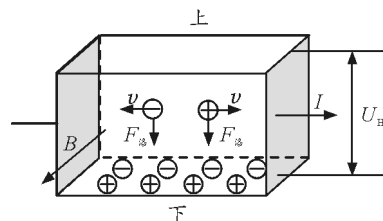


图 3 正、负载流子反向运动

情形 3:正、负载流子同向运动.如图 4 所示,为了监测某化工厂的污水排放量,技术人员在排污管末端安装了流量计.上下两内侧面分别固定有金属

板作为电极,污水充满管口从左向右流经该装置.污水向右流动,污水中既有正离子,又有负离子,在磁场的作用下,根据左手定则,正离子往下表面偏,负离子往上表面偏,故下表面的电势比上表面高.

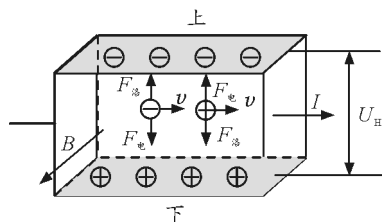


图4 正、负载流子同向运动

情形2和情形3对比发现,同样有两种电性相

表1 磁强计、电磁流量计、磁流体发电机、霍尔元件间4者涉及的公式及特点

| | 磁强计 | 电磁流量计 | 磁流体发电机 | 霍尔元件 |
|------|---|--|---|---|
| 功能 | 利用霍尔效应测量磁感应强度 B | 利用霍尔效应测量流量 Q | 利用霍尔效应发电 | 利用霍尔效应产生电势差 |
| 仪器结构 | | | | |
| 原理 | 由 $Eq = qBv, I = nSvq$ $S = Ld$ 联立可得 $B = \frac{nqdU}{I}$ | 由 $Eq = qBv$ $E = \frac{U}{d}, Q = Sv$ 可得: $Q = \frac{\pi dU}{4B}$ | 由 $Eq = qBv$ $\epsilon = Ed$ 可得 $\epsilon = Bdv$ (ϵ 为两板间电动势) | 由 $Eq = qBv, E = \frac{U}{d}$ $I = nSvq$ 可得 $U = \frac{1}{nq} \frac{BI}{h}$ |

易错点3:两极板间的电场强度 $E = \frac{U}{d}$ 中的 U

到底是电势差还是电动势?

粒子偏转后,若两极板间聚集等量的异种电荷,相当于一个电源,板间形成电场.稳定时, $F_{电} = F_{磁}$. 若与外电路接通,计算板间场强小时,其 U 指电势差还是电动势? 此时 $F_{电}$ 和 $F_{磁}$ 还相等吗? 以下题为例.

【例1】图5为磁流体发电机示意图.设两金属板间的距离为 d ,两极板间匀强磁场的磁感应强度为 B .等离子体垂直进入磁场的速度为 v ,单个离子所带的电荷量为 q .离子通道(即两极板内所围成的空间)的等效电阻为 r ,负载电阻为 R .则下列判断正确的是()

反的载流子,由于运动方向不同,结果也完全不同.可见,在分析霍尔电压的问题时,首先应明确载流子的电性和运动方向,在此基础上才能正确判断其受力方向和偏转方向,进而确定电势的高低.

易错点2:磁强计、电磁流量计、磁流体发电机、霍尔元件间的区别与联系

磁强计、电磁流量计、磁流体发电机、霍尔元件都是利用电磁场对带电粒子的偏转效应,并且稳定时电场力与磁场力均达到平衡.很多学生容易将其混淆,遇到问题常常搞不清原理,乱代公式,笔者特将4者涉及的公式及特点等做一对比区别如表1所示.

- A. 该发电机的电动势 $E = Bdv$
- B. 电阻 R 两端的电压为 Bdv
- C. 该发电机的输出功率为 $P = \frac{B^2 d^2 v^2}{R}$
- D. 两极板间的电场强度 $E = Bv$

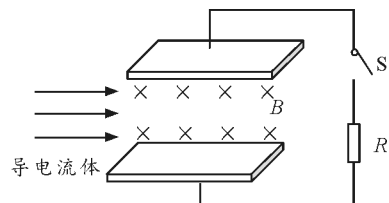


图5 磁流体发电机示意图

笔者发现,学生对选项A和B问题不大,根据平衡条件和部分电路欧姆定律即可得出A对,B错. C容易出错,疏忽了发电机的内电阻,发动机的输出功率

从物理核心素养培养谈物理课堂情境化实验引入

——记第十三届全国中学物理青年教师教学大赛反思

梁沛林

(深圳市西乡中学 广东 深圳 518102)

(收稿日期:2019-06-02)

摘要:根据第十三届全国中学物理青年教师教学大赛的参赛经历,总结出基于“情境化实验”的课堂引入策略.从物理核心素养培养的角度分析了情境化实验引入的情境构建和体验设计要点.

关键词:情境化实验 课堂引入 物理核心素养

全国青年物理教师教学大赛是两年一度的全国性物理教学盛事,来自全国各地的青年物理教师同台竞技,相互交流学习.今年有幸作为选手参加了这一赛事,选取的课题为“划时代的发现——探究产生感应电流的条件”.几个月的备课让笔者获益颇丰.备课过程正好伴随着2017版新课标的颁布落实,核心素养的观念逐步改变着我的教学思路.备赛阶段得到了许多名师的指点,经历了数次的修改,从实验的创新、教具的使用、课堂环节的过渡……都有调整.

然而课堂的引入是最为关键的环节,与指导教师们的交流中产生了许多思想的碰撞,教学设计经历了多次修改,每次修改都伴随着对物理核心素养的深入认识.

$$P = I^2 R = \frac{B^2 d^2 v^2}{(R + r)^2} R$$

选项D很纠结,究其原因,是对离子的受力情况和运动情况分析不透.

当外接电阻时,电荷在外电路中定向移动,板上电量减少,板间电压减小,电场减弱, $F_{\text{电}} < F_{\text{磁}}$.带电粒子朝着磁场力的方向偏转,此时有新电荷不断补充到两极板,形成一种动态平衡.由 $Eq < qvB$ 可得,两板间的电势差 $U < Bdv$,故电场强度 $E < Bv$.选项D错.

可见,只有未接外电路时,两板间的电场强度 $E = Bv$ 才成立.

通过以上归类、对比和总结,帮助学生理清不同

1 情境化实验

“情境化实验”,即根据学生熟悉的生产实践或学习生活情境提取出与研究的物理概念或规律紧密关联的实验素材,并根据教学内容设计的非常规实验^[1].非常规实验是指区别于教材中的直指物理概念或规律的创新实验.情境化实验是以学生的感性认识为起点,搭建的感性认识和理性认识间的桥梁,情境化实验的要点在于情境检验和实验聚焦,以情境还原物理真实,以实验聚焦物理知识.

1.1 情境化引入

物理概念或规律往往以某一生活情境的形式存储在大脑中并以画面的形式呈现.例如当人们提到圆周运动这一概念时,在大脑中会出现某一圆周运

电性载流子对霍尔电势差正负的影响,正确理解科技领域涉及霍尔效应的测量仪器的原理及相互联系,同时理清元件中涉及的各物理量间的关系,有助于学生更灵活地运用所学知识.

总之,在教学过程中善于发现、总结学生的易错点,并设计针对性的教学环节,引导学生进行分析与讨论,是提高课堂教学效率的有效途径之一.

参考文献

- 赵凯华,陈熙谋.电磁学[M].北京:高等教育出版社,2010
- 于世新.霍尔效应及其相关效应与高中物理教学[J].物理教学,2013(8):13~14