

从物理知识提炼物理观念的一个教学案例*

——兼谈用小单元主题教学进行概念整合

夏维宏 张 国

(北京汇文中学 北京 100061)

续佩君

(首都师范大学物理系 北京 100048)

(收稿日期:2020-04-17)

摘要:为了帮助学生体验从物理知识提炼物理观念的过程,将高中物理教材中直接或间接与电源有关的教学内容进行整合,在高二学完电磁学的内容后,组织学生开展了以物理观念教育为主题的小单元教学.文章阐述了“电源”小单元的教学目的、教学内容与基本教学过程和教学组织,重点在于引导学生从物理学的视角审视电源的工作原理,感受如何从相关概念和规律的建立、运用,提升到将物质、运动与相互作用、能量作为物理学的整体观念来思考问题的层面.

关键词:物理观念 单元教学 电源 概念规律 提炼升华

1 问题的提出

《高中物理课程标准(2017年版)》虽然指出了物理观念形成的基本途径——“物理观念是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华;是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础”^[1],但在新概念和规律连续涌入的实际教学中,对知识的接受、消化及其理解难度使学生难于及时进行物理观念的提炼和获得升华.应该承认,这是目前物理观念教育的常态,且在一段时期内还难于避免.为探索这一问题的解决途径,尝试以“电源”为题,帮助学生感受由知识提炼观念的过程,在高二学完电磁学内容后,组织学生开展了一次以物理观念教育为主题的小单元教学.小单元主题教学是指将某些分散在教材不同章节但相互间具有明显内在联系的物理知识,通过某一主题整合成一个课时不多的教学单元.“主题”可以是知识型的,也可以是操作型或教育型的;可为新课,也可为复习课.由此可知,小单元主题教学有利于教师在整合目的性的内容与方式之间灵活且统一的组织教学.单元教学时“全局意识更强,对知识与规律建构的把握更加精当,有利于改善和促

进当下的物理教学实践”^[2].

在这次“电源”主题教学实践之后,不少学生反映:原来物质观、运动和相互作用观、能量观没那么抽象,不就在我们学的这些知识之中吗.

2 “电源”小单元教学的目的 内容与组织

2.1 教学目的

通过解析多种电源的基本结构与工作原理,体验进行科学分类的方法,同时加深理解“电动势”“非静电力”等概念以及电源的物理本质.通过概括电源的工作过程在实质上是不同物质彼此之间发生不同类的相互作用,通过不同形式的运动完成的不同形式的能量向电能的转化过程,感悟知识之间的相互关联,学习从知识提炼物理观念,体验如何提出质疑,理解需要将不同学习阶段所学的知识自主进行关联、形成一个整体认知的必要性.

2.2 知识载体和教学方式的选择

电源是一个学生极其熟悉的概念.虽然始于生活,从小就经常使用,也从小学科学和初中物理等学科就开始专门学习,但由于不同电源在材料、结构、原理、用途上的不同,学生却始终没有深入解析其内

* 北京市中小学名师发展工程的课题成果.

作者简介:夏维宏(1973-),男,中教高级,主要从事中学物理教学理论与实践研究.

在变化过程和理解电源的物理实质. 电源的知识涉及到物理学、化学、材料科学等诸多学科, 其中涉及的物理学概念散落在不同的教学章节. 在不同电源的结构和原理上, 学生普遍存在着程度不同的困惑. 对电源概念认知的这些客观或主观的状态, 提供了用小单元课对电源相关概念进行整合的客观需求. 更重要的一点是, 不同电源在形态和使用上都具有直观实体性和单一功能性, 在结构与原理的背后都比较容易直接感受到材料的先行存在、相互作用下运动状态的改变过程以及做功与能量的转化. 不同电源的这些共同特征给学生感受或体验如何由具体知识向观念层面进行提炼和升华, 创造了较有利的客观条件.

教学方式: 学生查阅资料、自学与探究、讲授、课堂交流相结合.

3 “电源”小单元新课教学过程的主要环节

3.1 布置开放性作业

内容: 电能的获得, 常见电池的分类与发电技术, 并尝试从不同角度对其抽取共同因素.

要求: 收集资料, 分享交流; 对“分类”与“共同性”提出自己的见解及得出见解的方法.

3.2 课堂汇报 师生提炼 建立电源概念

3.2.1 电能的使用

英国化学家和物理学家 J·丹尼尔发明了世界上第一个使用于早期铁路信号灯的电池(1836). 现在常用的电池有化学电池和太阳能电池, 两者按照被转换为电能的原能量的性质区分.

3.2.2 化学电池的分类

常用两个标准, 一是电解液种类, 二是电极材料. 按电解液种类, 分为碱性电池、酸性电池、有机电解液电池. 碱性电池电解液主要以氢氧化钾溶液为主, 如碱锰电池、镉镍电池, 镍氢电池等. 酸性电池电解液主要以硫酸溶液为介质, 如锌锰干电池、海水电池等. 有机电解液电池主要以有机溶液为介质, 如锂离子电池. 按电池正、负极所用材料, 划分为锌系列电池(锌锰电池、锌银电池)、镍系列电池(镉镍电池、氢镍电池)、铅系列电池(铅酸电池)、二氧化锰系列电池(锌锰电池、碱锰电池)、空气(氧气)系列电池, 如锌空电池.

3.2.3 我国现有电力能源

火力发电、水力发电、风能发电及核能发电与太阳能发电等, 其分别是将化学能与内能、机械能、核能、光能通过相应的不同器材装置(大都是发电机), 转化为电能. 发电机产生的电能是交流电能, 便于进行超高压远距离输送.

3.2.4 交流且提炼

第一, 科学分类要先定标准. 第二, 各类电源在结构、原理、过程上的共性: 不同物质材料, 彼此相互作用, 不同运动形式, 不同形式能量向同一种能量转化.

3.2.5 探讨电源概念的实质

一种稳定持续产生电能的能量转换器材、装置或工程设备. 转折—思考, 激发欲望: 这些电源装置或设备里面的结构到底什么样, 究竟怎么转化得到电能的?

3.3 探究直流电源(化学电池)进一步理解非静电力的功与电动势及内阻

3.3.1 电源结构 导电粒子 电流回路与电源工作原理

学生拆解化学电池, 观察材料、结构, 思考分析 3 个问题: 电池内的导电粒子是什么性质的粒子? 在电源中与电路中, 导电粒子如何定向移动? 在电极两端发生了什么物理过程使电源不间断地获得电能? 注意适时插入下述三方面的启发性提示: 可从电源定义或从原有能量靠什么物理过程转化为电能的视角进行思考, 要把电源放进闭合电路中整体考察电流的流程, 敢于使用其他学科知识进行综合论证.

3.3.2 梳理原理

在电源内部电极与电解液的接触面处, 极板上的电子和溶液中的离子之间不断发生的相互作用(一种化学作用)使化学能转化为电能. 从物理学视角, 物质总在运动, 总能量时刻守恒; 该种化学相互作用是一种非静电力在做功.

3.3.3 自制电池供电 寻找丢失电压 基于测量数据理解内阻

学生自制电池, 检测有电(约 0.9 V), 连接小灯泡, 不亮. 在电路中再测电池电压, 电压去哪儿了? 猜想—测量求证: 从外电路到内电路测量电压求证, 意识到内电路发生的能量消耗, 循因可知内阻、

内电压的必然存在.

3.3.4 提炼概念

非静电力、电动势、路端电压,内阻;内电路、外电路,内电压、外电压(路端电压).对于新建立的重要概念,既需厘清其来龙去脉,还需引向提升物理观念.例如非静电力,在分析了不同类型电源中非静电力的具体形成机制之后^①,通过归纳明确:尽管不同电源中非静电力的机制不同,但都是在电源内部克服静电力移动电荷做正功.由此共同点抽象出一个统一的“非静电力”概念^[3].继而,在要求学生思考并试作回答“如何向观念层面再提升一步”之后,再明确说明:所有的机制,都不过是某几种物质之间的相互作用能够完成同一任务——克服静电力对电荷做正功;正是在克服静电力对电荷做正功的过程中将其他形式的能量转换为电能.

3.3.5 交流拓展3个问题

(1)结合生活经验与日常观察,举例说明电源内阻的客观存在.(2)在干电池、小灯泡、滑动变阻器、开关构成的一个闭合回路中,都存在着什么形式的能量转化,整个回路的电势又是如何分布的?(3)从物质观分别审视一个化学电源,以及一个含源直流闭合电路,有没有以场形态存在的物质?

3.4 探究交流电源 深入理解电磁感应

3.4.1 发电机结构 电流的产生与持续及大小与方向

学生拆解交流发电机模型,观察材料、结构(装置与运转).思考分析3个问题:为什么可用一个矩形导线框代替一组线圈来分析发电机的发电原理?发电机发出的电流方向和大小为什么会发生改变?要使发电机发出的电流波形保持正弦曲线,在器材和操作上起码需要满足哪些条件?对第三个问题的讨论,需要涉及匀强磁场、密度均匀的直导线构成的线圈组(对转轴的质量分布而言)、稳定的转轴,以及线圈做匀速定轴转动.此外,还可适时指出,该问题的表述既体现了物理学如何看世界和如何研究问题的视角,物质、运动、相互作用的这一表述顺序,也给我们回答问题提供了一个逻辑思路.

3.4.2 发电过程的宏观分析与质疑的提出

实践操作发电机发电点亮小灯泡;断开电路,测量输出端电动势的值.思考如何从物质、运动、能量

3个角度解释线圈转动时如何获得电动势?有3个注意点.一是说“物质”时,不能丢掉空间的磁场.二是说“运动”时,须包括机械运动和电磁运动及其变化,导线切割磁感线的同时导线中产生电动势,属于电磁运动.三是注意实际难点在于:发电过程中机械能到底是如何转化为电能的.宏观地看,有两种解释.用法拉第电磁感应定律解释,线圈匀速转动过程中,与磁场共面时,线圈所围面积内的磁通量为零,但在变化,变化率还最大,因此有感应电流产生;用切割运动的动力学机制解释,导线切割磁感线时,磁场对导线中随之运动的大量电子的洛伦兹力(即宏观的非静电力),使电子定向移动,导致有电流产生(即动生电流).磁场同时对此电流发生作用(使线圈受安培力),这导致线圈要继续转动就必须克服安培力所做功,于是需要消耗机械能.由于从能量角度看,动生电流生成的原因不是直接源于磁,就是机械能转化成了线圈中的电势能.宏观解释的优势是可以简洁地得到结论,但不同结论之间欠缺内在的联系,甚至有相互矛盾的假象,难以形成整体认识.

两个解释的差异源于模型不同.在电动力学中存在两个假设,非静电力做功与电磁感应,分别建立两个模型.虽然模型不同,但两个模型对动生电动势的理论计算,得出的量值却是一样的^[4].或许,这意味着更深层的联系有待探索.

不过仍然可以提出一个值得质疑的问题.电磁感应理论和最后的麦克斯韦方程组,都是研究磁变电动的;“动生”过程没有磁能向电能的转化,为什么归属于电磁感应理论之中?

3.4.3 试引导对“质疑”进入微观机理的探索

仔细思考动生电动势的产生过程,注意到两点.从微观看,洛伦兹力是磁场对运动电荷的作用,在切割磁感线时它对导线内电子做的正功意味着磁场能量向电势能的转化,虽然在洛伦兹力做的总功(零)中不被显现.这也说明还有一份等量的负功,即大量电子定向移动受到的洛伦兹力(宏观的安培力)的负功,消耗机械能同步补偿了磁场能.或者说机械能

① 化学电池——物理化学作用;热电偶——电子气的扩散作用;光伏发电——半导体的光电效应;电磁感应——磁场或涡旋电场对(运动)电荷的作用.目前的风力发电、水力发电、热电和核电,核心原理都是磁场对运动电荷的作用(动生电动势).

“大气压强”教学中常见3个问题的思考

林程钧

(深圳市龙岗区平湖第二实验学校 广东 深圳 518100)

刘洋

(深圳市龙岗区园山实验学校 广东 深圳 518116)

(收稿日期:2020-05-18)

摘要:在基于人教版大气压强一节的课本编排上,通过增设问题情境,补充小实验和对表格分析处理,解决大气压强教学中常见的3个问题.

关键词:大气压强 托里拆利 思考

1 背景和问题

“大气压强”是人教版初中《物理》八年级下册第九章“压强”第3节的教学内容^[1].义务教育物理课程标准要求是:知道大气压强及其与人类生活的关系.因此,本堂课既要学生掌握证明大气压存在的方法和了解托里拆利实验,更重要的是能联系生活,知道大气压强在生活中的应用.教材将本课分为“大气压强的存在”和“大气压的测量”两部分,前半部

分内容通过大量证明大气压强存在的插图,再辅以覆杯实验和马德堡半球实验,学生较易掌握.但在“大气压强的测量”这一节中却存在以下问题:

问题1:大气压强的测量方法直接给出,不利于培养学生独立思考的能力.

问题2:托里拆利实验的引入缺乏必要衔接,存在认知难度.

问题3:“大气压、海拔、沸点”三者关系在传统教学中缺乏必要的物理探究过程和分析过程.

转化为电能的过程其实借助了磁场能变化.即“动生”过程在机理上虽不像“感生”过程一样直接呈现为磁电转化,但还离不开磁与电的不间断相互作用,因此放在了电磁感应的理论框架内.

综合来看,“动生”过程,导体、电子与磁场之间发生的相互作用——非静电力与安培力,即实物粒子与场之间进行的是具有清晰微观细节的机械能与电磁能的转化过程;“感生”过程,磁场、涡旋电场与微观粒子之间相互作用,在一定条件下以场的运动及其变化直接完成磁场能量与电场能量间的转化.两种过程,从微观机理到宏观的能量转化,差异如此之大,但是统一于法拉第电磁感应定律磁通变化率的描述,是不是隐藏着更加深刻的内容有待挖掘呢?

3.4.4 对比发电机与电动机

仿照发电机的分析过程,从结构、工作原理、微观机制、宏观过程和能量转化几个角度比较异同点.

3.4.5 提炼概念

洛伦兹力、安培力,磁通量、电磁感应、感应电动势,正电动势、反电动势,交流电的周期与频率.

3.5 交流拓展

变压器的功能、工作原理、铭牌参数与使用,拆装实验室可拆变压器.仿照本单元上述两节的研究方式自学、交流,提炼出所涉及的物理概念,最后提交小论文:从物质、运动和相互作用、能量的角度考察变压器.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[S].北京:人民教育出版社,2017.4
- 2 马宇澄,黄皓.基于高阶反思取向的学科单元教学探索——以“曲线运动”全章教学为例[J].物理教师,2019,40(12):25~26,30
- 3 王运森,郑鹤.通过科学探究建立“电动势”概念的教学案例研究[J].中学物理教学参考,2018,47(07):5~8
- 4 骆超艺.回路作一般运动时的磁通量变化率推导及其应用[J].大学物理,2019,38(1):17~19