

· 教学研究 ·

凸显方法教育的物理单元复习策略探讨^①

——以“电场”复习为例

孙春成

(江苏省江阴市青阳中学, 江苏 无锡 214401)

摘 要:单元复习是促进学生温故知新的重要举措,在单元复习中凸显方法教育,以方法为主线梳理知识,通过类比构建、完善知识网络,可突破教学难点;以方法为核心配置例题、习题,总结提炼方法,升华认知,学生可以系统、透彻理解方法,在巩固知识的同时牢固掌握方法,有效提升学习效率。

关键词:电场;单元复习;方法教育

方法教育是物理教学的重要组成部分和关键环节,在常规教学中,物理方法教育经常采用隐性渗透的策略,这不利于学生透彻理解、迁移运用方法。单元复习对学生理解、巩固、升华知识有重要作用,复习教学通常采用梳理知识、例题讲解的方式进行。这样的单元复习比较重视知识,没有把方法教育显性化,会导致学生不能系统、深刻地理解方法。在单元复习过程中,可以将方法教育凸显出来,以方法为主线梳理本章核心知识,通过类比构建、完善知识网络,突破教学难点;以方法为核心配置例题、习题,总结、提炼方法,升华认知,使学生能够深刻理解方法、领悟方法的内涵,实现知识学习与方法领悟的双赢,从而提高学生的学习效率。

1 物理方法教育的重要性

1.1 领悟方法,掌握知识内涵

学生对科学方法的掌握情况决定了其学习的实效,只有悟透了方法,学生才算是懂得了知识,掌握了知识内涵。科学方法承载于物理知识之中,物理教师除了要给学生讲透知识,更要给学生创设情境、搭建平台,让他们悟透方法。在教学中以学生为本,设计真实的教学情境,让学生经历完整的知识构建过程,给学生充分的时间体验、思考,对学生进行方法教育,学生对知识的理解会更透彻。

1.2 掌握方法,实现迁移运用

学习的目的是要能够解决问题,能将学会的知识、方法迁移到新情境、新问题中。迁移能力体现了学生物理学习的实效,能够灵活运用知识的学生往往能够获得更积极的学习体验。学生处理问题时,面临的问题千变万化,但是万变不离其宗,即无论情境和设问如何变化,只要学生掌握方法就能够灵活地迁移运用。

1.3 掌握方法,学习更有动力

掌握科学方法的学生,学习新知识更轻松,分析、解决问题更顺利,且学生更倾向于将自己能够学会物理、解决物理问题归因为自身因素,这有利于学生树立较强的物理学习自我效能感,学生在后续的物理学习中会更有动力和激情,形成物理学习的良性循环。

1.4 掌握方法,达成创新创造

创新是一个人的重要思维品质,也是物理学科核心素养的重要要素,培养创新意识和创新思维是物理课程的重要使命。为了在物理教学中培养学生的创新意识和创新思维,需要给学生设置具体的问题情境,引导学生创造性地解决问题。这一教学目标的达成,不仅有赖于学生对知识的掌握,更需要学生熟练掌握方法,方法是分析、解决问题的根本,是指引学生创造性解决问题的灯塔。

^① 本文系无锡市教育规划“十三五”课题“物理探究性实验培养学生物理学科核心素养的实践研究”(编号:A/D/2020/47)、江阴市教科研专项资金项目“基于核心素养的初高中物理有效衔接的教学策略研究”(编号:JY2020C01)的阶段性研究成果。

2 整合单元复习与方法教育的策略

2.1 以方法为主线梳理核心概念

概念是学生学习和运用物理知识的基础,只有透彻理解概念,并领悟概念建构中蕴含的方法,学生的学习才能顺利进行,也才算是有效学习。在单元复习教学中,可以将方法作为主线,梳理本章的核心概念,在加强概念教学的同时显化方法教育,在“电场”一章中可以将比值法、理想模型法、控制变量法等作为主线梳理概念。

(1) 比值法

比值法是描述物质的属性或特征、物体的运动特征、定义新的物理量的重要方法。在“电场”一章为了描述电场的特性,运用比值法定义了多个新物理量,以比值法为线索串联这些物理量,梳理电场强度、电势差、电势、电容等核心概念的定义、定义式、物理意义,在复习知识的同时让学生领悟比值法的内涵。例如,为何要用比值法定义物理量?物质与外界相互作用时会显现其属性,利用与物质某种特征相关的多个可观测物理量之间的比值,就可以定义描述外界因素之间的特定关系的新物理量。应用比值法定义物理量需要什么条件?首先在客观上需要表征物质的某种属性,其次间接反映物质特征的物理量要可测,最后两个物理量的比值为一个定值。

(2) 理想模型法

理想模型法是建立模型来揭示原型的形态、特征、本质的科学研究方法。在“电场”一章的复习中,通过理想模型法可以梳理点电荷、试探电荷这两个重要模型。通过复习学生不仅要掌握实际带电体能够被抽象成点电荷、试探电荷的条件,它们分别是“到其他带电体距离远大于自身尺寸”和“线度小、所带电荷量小”,更需要学生清楚理想模型法是物理研究中经常采用的一种把实际问题理想化、把复杂问题简单化的科学研究方法,其核心是:突出事物的主要因素,忽略次要因素。

(3) 控制变量法

控制变量法是为了弄清楚引起事物变化的因素及规律,把其中的一个或多个因素加以人为控制、保持不变,再去研究其他变量之间的关系,分别研究之后再综合得出结论的科学研究方法。在实验探究、分析问题中都会采用控制变量法,在“电场”一章的单元复习中,通过控制变量法可以

串联探究库仑定律和平行板电容器的电容两个重要实验,通过复习学生不仅能够清楚这两个实验的操作步骤,而且能够更深入理解控制变量法。

(4) 利用类比法突破学习难点

迁移能力的培养是物理教学的重要课题,其本质是让学生发现知识点之间的联系,构建知识网络,实现知识的贯通和理解。学会迁移,学生找到新旧知识、新旧问题之间的联系,就可以将新知识的学习、新问题的解决纳入认知结构,就可以转“新”为“旧”、化陌生为熟悉,实现知识的迁移运用。培养迁移能力不仅能促进学生思维的发展,还能培养学生发现问题、分析问题、解决问题的能力。物理教学不仅要教会学生知识,更要教会学生知识迁移的方法。在培养学生迁移能力时,需要采用多种途径,其中类比是一个重要的方法。

类比需要找到新旧知识、新旧问题之间的相似或相同特征,进而推出其他方面也可能相似或相同。“电场”一章的单元复习可以从如下 4 个方面进行类比迁移,构建新知识,化解学生学习的难点。

① 类比万有引力定律,认识库仑定律。两个定律的内容、公式、条件、测定常量的实验等高度相似,类比迁移对学生理解两个定律都有好处,可以提升学习效率。

② 类比重力做功,理解电场力做功的特性。电场力做功与重力做功都与路径无关,只与初、末位置有关;电场力做功与电势能变化的关系和重力做功与重力势能变化的关系相同,重力(或电场力)做了多少功就有多少重力势能(或电势能)变化,重力(或电场力)做正功,重力势能(或电势能)减少;重力(或电场力)做负功,重力势能(或电势能)增加。

③ 电场的叠加和力的合成都遵循平行四边形定则,在电场的学习中需要迁移力的合成与分解的规则。

④ 类比平抛运动,理解带电粒子在匀强电场中偏转的规律。带电粒子在匀强电场中的偏转类似于抛体运动,可将其分解为沿电场方向的匀变速直线运动和垂直电场方向的匀速直线运动。

2.2 以方法为核心配置例题、习题

为了巩固、提高、升华学生对知识和方法的理解,可采用以方法为核心配置例题、习题的策略,在问题解决中强化学生对知识的理解和方法的运

用。在“电场”单元复习中,以分析问题的两种基本方法(力与运动、功能关系)为核心设置问题,巩固本章的重要知识:库仑定律、电场强度、电场线、电势差、电势、等势面、场强与电势差的关系、带电粒子的加速和偏转、电容、平行板电容器动态分析等,并在此过程中凸显类比法、比值法、理想模型法、控制变量法、图像法等科学方法。

例 1:一带电粒子在电场中仅受静电力作用,做初速度为零的直线运动。取该直线为 x 轴,起始点 O 为坐标原点,其电势能 E_p 与位移 x 的关系如图 1 所示,下列图像中合理的是()。

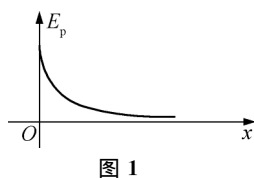
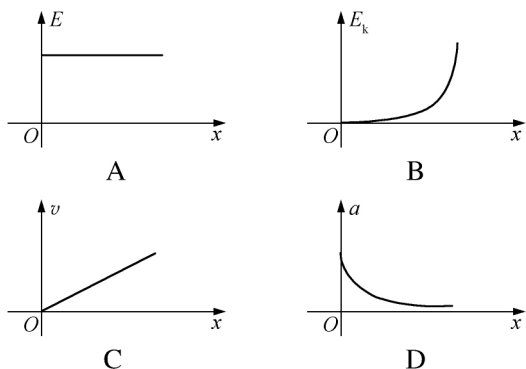


图 1



- A. 电场强度与位移关系
B. 粒子动能与位移关系
C. 粒子速度与位移关系
D. 粒子加速度与位移关系

本题涉及牛顿运动定律、功能关系,势能随位移变化的关系图线表明:电场力做正功,根据能量守恒定律,随着位移的增加,带电粒子动能的增加越来越慢,电场力做功越来越慢,电场力越来越小,选项 D 正确。

例 2:某一平行板电容器两端电压是 U ,间距为 d ,设其间为匀强电场,如图 2 所示,现有一质量为 m 的小球,以速度 v_0 射入电场, v_0 的方向与水平方向成 45° 角斜向上,要使小球做直线运动,则:

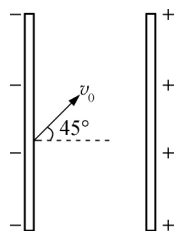


图 2

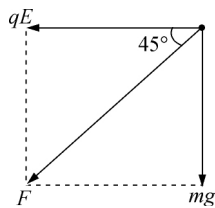


图 3

(1) 小球带何种电荷? 电荷量是多少?

(2) 在入射方向上的最大位移是多少?

本题需要以物体做直线运动的条件为突破口,这一条件的本质是牛顿运动定律,先进行受力分析(图 3),依据几何关系可得电场力与重力的关系,则电荷量可求得。然后,根据牛顿第二定律及匀变速直线运动的公式即可求得最大位移。

例 3:如图 4 所示,一带负电小球质量 $m = 1\text{kg}$,用长度 $L = 1\text{m}$ 绝缘细线悬挂在水平向右的匀强电场中,静止时悬线与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ 。

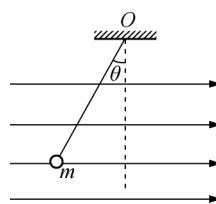


图 4

(1) 求小球所受的电场力的大小 F ;

(2) 若仅将电场强度大小突然减小为原来的 $\frac{1}{3}$,求小球摆到最低点时的速度大小 v 和细线对小球的拉力大小 T 。

本题中带电小球有两个关键状态,其一是静止时,根据共点力平衡条件,列出方程,即可得到电场力 $F = Eq = mg \tan \theta = \frac{3}{4} mg$;其二是小球做

圆周运动在最低点时,有: $T - mg = m \frac{v^2}{L}$,在带电小球从静止到最低点的过程中,依据动能定理,有: $mgL(1 - \cos \theta) - \frac{F}{3}L \sin \theta = \frac{1}{2}mv^2 - 0$,联立以上方程即可解决问题。

2.3 总结提炼方法,升华认知

问题解决后将方法总结、提炼出来,进行显化,让学生对方法有眼前一亮的顿悟,学生对分析问题的方法会有更深刻的理解,具体可以从微观和宏观两个层面进行总结、提炼。

(1) 在微观层面是总结具体分析、解决某一类问题的方法。比如,求解带电小球运动到最低点时的速度,可以从两方面入手:第一,根据牛顿第二定律,沿半径方向的合力提供向心力,前提是已知小球受力;第二,根据功能关系,利用动能定理

列出方程,前提是知道各力所做的功。具体采用哪种方法,需根据题目条件而定。

(2)在宏观层面可以在解决上述问题后从三个方面总结提炼:其一,将问题分为两类,第一类是平衡问题,解决的依据是受力平衡,合力为零,可以采用正交分解或合成法;第二类是非平衡问题,解决的依据是牛顿运动定律、匀变速直线运动的规律、功能关系。其二,总结、凸显分析问题的两条主线,即力与运动和功能关系,当运动过程比

较复杂、物体做非匀变速直线运动时,宜采用功能关系解决问题。其三,通过例题、习题的解析,让学生认识到:在分析电学问题时,依旧会用到力学规律,看透本质才能解决问题。

参考文献:

肖晓,邢红军.高中物理教学中的科学方法显化研究[J].物理教师,2010(3).

(上接第7页)

2 “留白评价”改进

在另一个班的教学中,在不改变原有情境的前提下,笔者对学生的回答进行了“留白”式评价。

生甲:物体随圆盘一起做匀速圆周运动,所受摩擦力指向圆心。

笔者先不作评价,接着问学生乙:你的观点是什么?

生乙:物体随圆盘一起转动,感觉是摩擦力“带动的”,所以物块所受摩擦力向前,与运动方向一致。

笔者仍不作评价,再问学生丙:你的看法呢?

生丙:物体随圆盘一起转动,小物块有向前运动的趋势,静摩擦力方向和相对运动趋势方向相反,所以物块所受静摩擦力向后,与运动方向相反。

教师还是不评价,面向全班学生问道:三位同学的回答好像都有道理,大家再讨论一下,究竟谁的观点正确呢?

大家你一言我一语,讨论得相当激烈。针对学生的讨论,教师也没有立即评价对错,只是在旁边适当引导、点拨,学生在相互讨论中彼此论证、推翻、再论证、再推翻……逐一排除错误观点,最终师生达成“物块所受静摩擦力指向圆盘中心”这样一个共识。

最后,教师还准备实验器材,演示以上情景,随着圆盘转速越来越快,最终物块沿半径方向向外飞了出去(图2),学生真正信服了“物块所受摩擦力指向圆盘中心”这一事实。

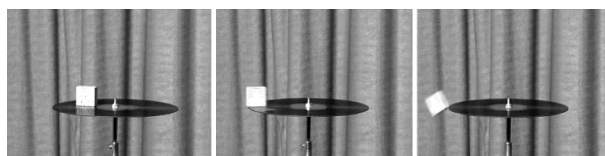


图2

同样的教学内容,通过合理的“留白”评价,把疑问传给其他学生,期待学生进行更深入的思考、探究。学生在“留白”评价所留下的广阔空间中驰骋想象、畅所欲言,无拘无束地展开思维活动,课堂成了内涵丰富的个性展示舞台,教学自然流畅,效果也自然事半功倍。

3 课堂评价反思

一堂课对学生的反馈信息并非都应及时评定,有时过早的评价反而会扼杀学生创新思维的发展。心理学研究表明:新颖、别出心裁、有创造性的见解,常常出现在思维过程的后半段。因此,教师应灵活运用“留白评价”的方式,留给学生充裕的时间,让学生在和谐、自由的氛围中联想,进而畅所欲言,抒发己见,积极开展思维活动和语言表达,以获得更多的创造性见解,从而点燃学生思维的火花,使学生的思维能力得到最大限度的提升。

参考文献:

[1] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材研究开发中心.普通高中教科书 物理 必修第二册[M].北京:人民教育出版社,2019.

[2] 钱霞.延时评价给学生留下更宽广的空间[J].山西教育(教学),2013(10).