

应用类比法搭建电场学习的桥梁^①

庞惠华¹ 章 强²

(1. 江苏省江阴高级中学, 江苏 江阴 214400;

2. 江苏省南菁高级中学, 江苏 江阴 214437)

摘 要:静电场的知识点比较多,场的模型比较抽象,学生在学习中会感到困难。从学生已有的模型、熟悉的重力知识出发,让学生能平稳过渡到静电场的学习,类比法起到了至关重要的作用。

关键词:静电场;重力场;类比

《普通高中物理课程标准(2017 年版)》对“场”学习的提出了要求,要求学生能够应用场的性质来解释生活中的现象。“静电场”是必修 3 模块的第一个学习内容,是学生的学习从具体走向抽象、问题模型由宏观变为微观的起点,是学生中出现明显的不适应、凸显两极分化的章节。类比法是指根据两种事物在某些特征上的相似,推理其他特征也有可能相似的方法。在“静电场”的教学中,类比法的使用显得尤其重要,笔者进行了如下尝试。

1 运用类比法让概念学习自然顺畅

正确理解概念、熟知概念的内涵和外延是应用概念解决问题的基础,在“静电场”这一章中最基本的概念是电场强度和电势。

对于电场强度和电势的教学,从定义方式来看,都采用了比值定义法,电场强度和电势都与检验电荷无关,与有场源和检验电荷所处的位置有关。这种定义方式是学生在重力学习中熟悉的,描述“重力场强度”的物理量是重力加速度,重力加速度大小与重力场中物体的质量无关。从物理意义来看,重力加速度是描述重力场对放入其中物体所受重力大小的物理量,而电场强度和电势是描述电场对放入电场中电荷所受电场力和具有电势能大小的物理量,放入电场中的检验电荷可类比为放入重力场中的物体,电荷量可类比为物体质量,电势可以类比为重力势,通过重力势 gh

$=\frac{E_p}{m}$ 的介绍和计算,可以使电势概念的建构变得更加容易。

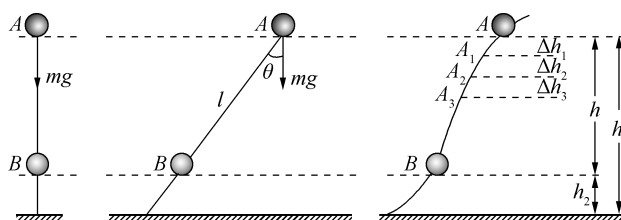


图 1

对于电场力做功和电势能变化的关系教学,学生对电场力做功和电势能比较陌生的,但是概念学习的过程与重力做功造成重力势能变化相似。如图 1 所示,在重力场中小球从 A 位置沿三条不同的路径到达 B 位置,重力做功都为 $W_{AB} = mg(h_1 - h_2) = E_{pA} - E_{pB}$ 。如图 2 所示,在静电场中电荷从 A 位置沿三条不同的路径到达 B 位置,电场力做功都为 $W_{AB} = Eqd = E_{pA} - E_{pB}$ 。从做功的特点可以发现,重力和电场力做正功都会导致势能减少,做负功都会导致势能增加,并且做功都与路径无关,只和初、末位置有关。

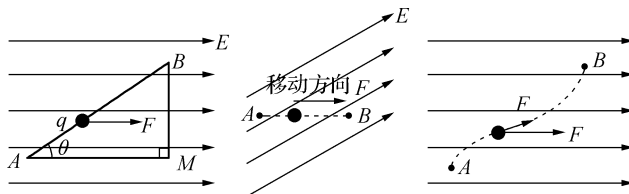


图 2

^① 本文系江苏省教育科学“十三五”规划 2018 年度重点自筹课题“基于教育大数据的高中物理学历案整体设计研究”(编号:B-b/2018/02/127)的阶段性成果。

运用类比法,不仅会让学生的概念学习更自然,而且可以增加学生的熟悉度,减少部分学生的畏难情绪,让学生感到这是我以前学习内容的变式和拓展,可增强学生的学习自信。

2 运用类比法让仪器介绍生动形象

静电场这一章中最重要的电学元件就是电容器,电容器是储存电荷的“容器”,在生活中很常见,因为学生无法直观地感知电荷的多少,再加上相对复杂的充放电过程,给学生的学习造成了不少困难。

将电容器类比成储水容器,要使容器中的水深都为 1cm,横截面积较大的容器需要的水多,可类比成当电容器两极间电势差为 1V 时,电容越大的电容器,需要充入的电荷量越多。同样地,电容器的充放电可类比成储水容器中水体积的变化。从定义的方式来看,电容是描述电容器储存电荷本领的物理量,采用比值定义法, $C = \frac{Q}{U}$, 同样可类比为:储水容器横截面积等于储水体积与深度的比值,即 $S = \frac{V}{h}$ 。

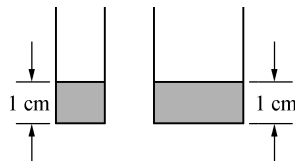


图 3

3 运用类比法让难题解决清晰透彻

带电粒子在电场中偏转问题一直是本章学习的难点和重点,学生在处理此类问题时常常会出现偏差。带电粒子在电场中的偏转可以类比为重力中的抛体运动,而平抛运动的问题解决方法对静电偏转的问题解决有启发性作用。如图 4 所示,一个带电粒子以一定初速度垂直场强方向进入电场,其偏转运动可与平抛运动类比,具体内容

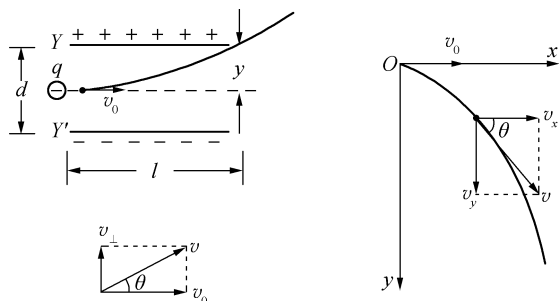


图 4

见表 1。

表 1

类比内容	平抛运动	带电粒子的偏转
X 方向速度	$v_x = v_0$	$v_x = v_0$
X 方向位移	$S_x = v_0 t$	$S_x = v_0 t$
Y 方向速度	$v_y = gt$	$v_y = at = \frac{Eq}{m}t$
Y 方向位移	$S_y = \frac{1}{2}gt^2$	$S_y = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}\frac{Eq}{m}t^2$
速度偏转角	$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$	$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{EqL}{mv_0^2}$

在重力和电场复合场的“绳模型”圆周运动问题中,类比重力场的竖直面内“绳模型”圆周运动,可以帮助学生准确找到“等效最高点”,清晰地认识最低点的运动学特点。在重力场竖直面内圆周运动中,竖直方向就是重力的方向,竖直方向最低点是运动过程中速度最大的位置。确定了最低点,沿直径就可以找到最高点,最高点具有运动过程中的最小速度,并且在“绳模型”涉及临界速度。如图 5 所示,小球在复合场中做圆周运动时,“等效最低点”是在电场力和重力合力方向上的 N 点,则“等效最高点”为 ON 连线的反向延长线的 M 点。

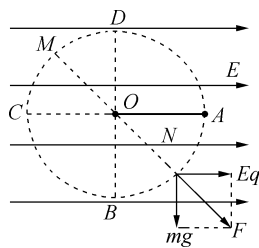


图 5

4 运用类比法让拓展学习轻松自如

在高中物理课程中,电场的学习不仅在必修 3 “静电场”这一章,在选择性必修 3 第三章“原子和原子核”中也强调:通过对氢原子的分析,了解原子的能级结构。在重力场习题中,常常会提到引力势能的公式: $E_p = -\frac{GMm}{r}$ 。在“能级”的教学中,需要计算氢原子的能量,其中就包含着电势能,运用类比类介绍电势能表达式 $E_p = -\frac{kQq}{r}$,再利用圆周运动的知识,这样可以算出氢原子在任何一个能级的总能量都是 $E = E_k + E_p = -$

$\frac{GMm}{2r}$ 。场的观点不仅体现在重力场和电场中,在磁场也有体现,也会运用类比法,借鉴静电场的做法来学习磁场的内容,包括磁感应强度的定义方式、物理意义、安培力和带电粒子在磁场中的运动等等。

5 结语

类比法在静电场的教学中确实具有降低难度和化繁为简的功效,教师在静电场的教学中还必须注意到重力场和静电场的区别,让学生了解重力场的可类比部分和不宜类比部分,包括研究模

型、场的性质、力的特征等的区别和联系。

参考文献:

- [1] 毕晓微,胡银泉.利用类比法学习物理的 3 个切入点[J].物理通报,2019,(5):49-53.
- [2] 刘纪波.中学物理中类比教学法教与学的研究[J].湖南中学物理,2017,(5):14-16.
- [3] 王春胜.类比法在物理教学中的功能初探[J].物理之友,2015,(8):16-18.
- [4] 乔金芳.高中物理教学中培养类比思维的策略研究[J].学周刊,2016,(10):50-51.