

巧设问题情境 妙用图象交点

——以“用伏安特性曲线求小灯泡的功率”教学为例

林 厦 门 （漳州市教育科学研究院 福建 363000）

摘 要 电源的 $I-U$ 图线与小灯泡的伏安特性曲线是高考的重点和热点,是高中物理电学实验的核心内容,用两者的交点求小灯泡的功率是实验教学的难点。本文以一道高考题及其若干拓展为例,巧设问题情境,引发学生深入思考,提升学生思维能力。

关键词 问题情境 图象交点 伏安特性曲线 功率

文章编号 1002-0748(2020)3-0035

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

建构主义理论认为教学不能简单传递知识,应该对知识进行适当的转换和处理。《论语·述而》指出“不愤不启,不悱不发。举一隅不以三隅反,则不复也”。强调“举一反三”能够把所学知识在具体问题中熟练地应用,才能达到内化于心,融会贯通的效果^[1]。电源的 $I-U$ 图线与小灯泡的伏安特性曲线是高考的重点和热点,是高中物理电学实验的核心内容,用两者的交点求小灯泡的功率是实验教学的难点。如何巧设问题情境,通过问题来引导学生深入思考和讨论,是每位物理教师应该关注的课题。下面以一道高考题及其若干拓展为例,谈谈如何巧设问题台阶,妙用图象交点求小灯泡的功率。

1 巧用等效,妙用交点

图象具有形象、直观、动态变化过程清晰,能使复杂问题简单化等特点,物理图象上的点,是认识图象的基础,在高中物理习题中经常出现^[2]。如电源的 $I-U$ 图线与小灯泡伏安特性曲线交点,表示两个不同的研究对象此时具有相同的特征。因灯泡的电阻为非线性变化,不能使用欧姆定律求解,必须妙用交点另辟蹊径。

例题 (2013 天津)要测绘一个标有“3 V 0.6 W”小灯泡的伏安特性曲线,灯泡两端的电压需要由零逐渐增加到 3 V,并便于操作。已选用的器材有:

电池组(电动势为 4.5 V,内阻约 1 Ω);电流表(量程为 0~250 mA,内阻约 5 Ω);

电压表(量程为 0~3 V,内阻约 3 k Ω);电键一个、导线若干。

① 实验中所用的滑动变阻器应选下列中的 _____ (填字母代号)。

(A) 滑动变阻器(最大阻值 20 Ω ,额定电流 1 A)

(B) 滑动变阻器(最大阻值 1 750 Ω ,额定电流 0.3 A)

② 实验的电路图应选用下列图 1 中的图 _____ (填字母代号)。

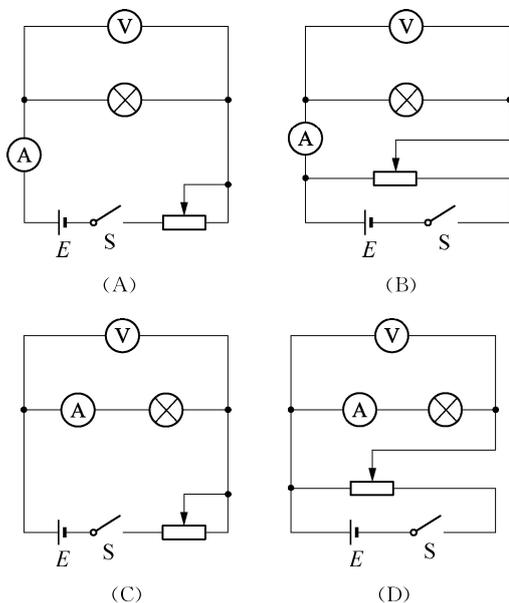


图 1

③ 实验得到小灯泡的伏安特性曲线如图 2 所示。如果将这个灯泡接到电动势为 1.5 V,内阻为 5 Ω 的电源两端,小灯泡消耗的功率是 _____ W。

对于①、②小题,本文不作分析,对第③小题分析如下:

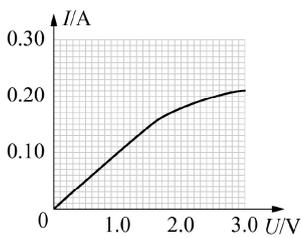


图 2

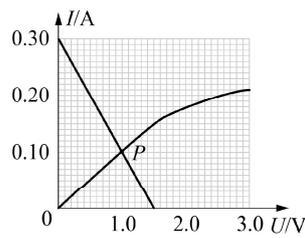


图 3

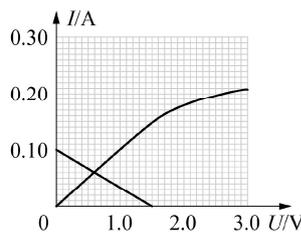


图 4

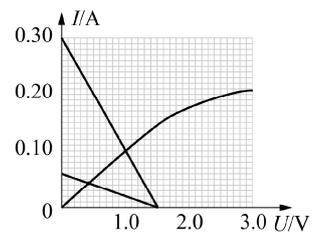


图 5

图 3 中电源的 $I-U$ 图线和小灯泡的伏安特性曲线的交点 $P(1.0 \text{ V}, 0.1 \text{ A})$, 表示小灯泡与电源构成回路后的实际电压和电流。则灯泡的实际功率 $P = UI = 1.0 \times 0.1 \text{ W} = 0.1 \text{ W}$ 。

实际教学中, 由于学生对图象交点的物理意义理解不到位, 经常出现解题思维障碍。为了有效训练学生的物理思维, 实现“解一道题, 掌握一类题”的目的, 笔者尝试通过创设问题情境进行教学, 取得了良好的效果。

创设问题情境进行教学, 对培养学生的物理学科核心素养具有重要作用。有效的学习必须通过一定的教学情境来实现。教学中, 我们不是一味地灌输式讲解, 很多时候还通过问题来引导学生进行思考和讨论^[3]。考虑到学生的认知规律, 笔者创设了 6 个递进式的问题情境, 对本题进行了拓展研究。

拓展 1 在第③问中, 若将一阻值 $R_0 = 10 \Omega$ 的定值电阻与小灯泡串联在该电路中, 则小灯泡的实际功率为 _____ W (结果保留 2 位有效数字)。

分析: 要求小灯泡的实际功率, 必须重新寻找一个新的交点。我们不妨将定值阻值 R_0 归为电源内阻, 此时等效电源的内阻为 15Ω 、电动势仍为 1.5 V 。在小灯泡的伏安特性曲线图中, 作出等效电源的 $I-U$ 图线, 如图 4 所示, 交点坐标为 $(0.58 \text{ V}, 0.06 \text{ A})$, 此即为小灯泡的电流和电压值, 则小灯泡的实际功率 $P = UI = 0.58 \times 0.06 \text{ W} \approx 0.035 \text{ W}$ 。等效思想是高中物理学习中常见的物理方法, 力的合成分解、运动的合成分解、等效重力场问题等都用到等效思想, 学生较易理解和掌握, 通过拓展 1, 让学生进一步掌握了等效思想, 体会了等效思想的巧妙之处。

拓展 2 若把拓展 1 中的定值电阻 R_0 换成最大阻值为 20Ω 的滑动变阻器 R , 调节 R 的阻值, 则小灯泡功率的最小值为 _____ W, 最大值为 _____ W (结果均保留 2 位有效数字)。

分析: 由于电源内阻是定值, 学生的困惑是不太确定能否把滑动变阻器归为内阻, 将电源看成是内

阻 $5 \sim 25 \Omega$ 的等效电源。其实, R 取某个值时, 相当于一个等效电源。这样随着 R 的变化, 小灯泡相当于与不同内阻的等效电源相连接, 会有不同的交点。我们只要在小灯泡伏安特性曲线图上作出等效电源内阻最小和最大时的 $I-U$ 图线, 如图 5 所示, 交点坐标分别为 $(0.4 \text{ V}, 0.042 \text{ A})$ 和 $(1.0 \text{ V}, 0.10 \text{ A})$, 由此可得小灯泡功率的最小值和最大值分别为 0.017 W 和 0.10 W 。拓展 2 依然用到等效思想, 但要求学生学会“化变为定”, 在思维要求上递进了一个层次。

2 回归本质, 灵活变形

核心素养的本质是学生将所学知识迁移到具体的问题情境中, 并解决实际问题, 即迁移能力。在上述问题的教学中我们发现, 学生往往把电源路端电压与灯两端电压、干路电流与灯的电流混为一谈。只有回归本质, 才能活学活用。

拓展 3 在第③问中, 若将例题中一样的两小灯泡与给定的定值阻值 $R_0 = 10 \Omega$ 一起串联接在该电路中, 则每个灯泡的实际功率是 _____ W (结果取两位有效数字)。

分析: 小灯泡伏安特性曲线图中的“ I ”是指每个灯泡的电流“ $I_{\text{灯}}$ ”, “ U ”是指每个灯泡两端的电压“ $U_{\text{灯}}$ ”, 两灯泡串联时, 等效电源路端电压 U 与灯两端电压 $U_{\text{灯}}$ 不同, 不能将等效电源的 $I-U$ 图线直接与小灯泡伏安特性相交, 由交点坐标值得出每个灯泡的功率。解题的关键是根据闭合电路的欧姆定律, 变形得到 $I_{\text{灯}} = kU_{\text{灯}} + b$ 的表达式, 作出此图线, 得到与小灯泡伏安特性曲线的交点, 即可求解。

根据闭合电路的欧姆定律得 $2U_{\text{灯}} + I_{\text{灯}}(R_0 + r) = E$, 即 $I_{\text{灯}} = -\frac{2}{15}U_{\text{灯}} + 0.1$, 在小灯泡伏安特性曲线图中作出该图线, 如图 6 所示, 交点坐标 $(0.42 \text{ V}, 0.045 \text{ A})$, 可得每个灯泡的实际功率为 $P = U_{\text{灯}}I_{\text{灯}} = 0.42 \times 0.045 \text{ W} \approx 0.019 \text{ W}$ 。

拓展 4 在第③问中, 若将例题中一样的两个

小灯泡并联,然后与定值阻值 $R_0 = 10 \Omega$ 串联接在该电路中,则每个灯泡的实际功率是_____ W (结果取两位有效数字)。

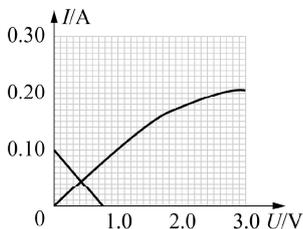


图 6

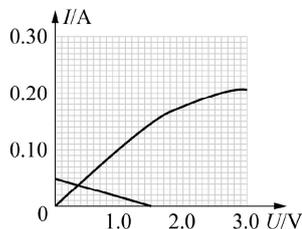


图 7

分析:此问题破题的关键与拓展 3 类似,由于干路电流 I 与灯的电流 $I_{\text{灯}}$ 不同,也是要变形为 $I_{\text{灯}} = kU_{\text{灯}} + b$ 的形式。

根据闭合电路的欧姆定律得 $U_{\text{灯}} + 2I_{\text{灯}}(R_0 + r) = E$, 即 $I_{\text{灯}} = -\frac{1}{30}U_{\text{灯}} + 0.05$, 同理,得到交点坐标 $(0.35 \text{ V}, 0.038 \text{ A})$, 如图 7 所示,则每个灯泡的实际功率为 $P = U_{\text{灯}} I_{\text{灯}} = 0.35 \times 0.038 \text{ W} \approx 0.013 \text{ W}$ 。

3 适当拔高,开拓思维

思维是智力中最高级与最核心的部分。由于思维属于一种特殊的心理体验,不能靠单纯的讲解来传授,而须借助科学方法进行培养^[4]。通过巧设问题台阶,逐步引导,让学生深度参与,是开拓学生的思维的有效途径。

拓展 5 两灯泡 L_1 、 L_2 的 $U-I$ 图线分别如图 8 中的 I 和 II 所示,将这两灯泡与电池组连成如图 9 所示的电路。多次测量后得到通过灯 L_1 和 L_2 的电流平均值分别为 0.30 A 和 0.60 A 。请在图 8 中画出该电池组的 $U-I$ 图线,并求出该电池组的内阻。

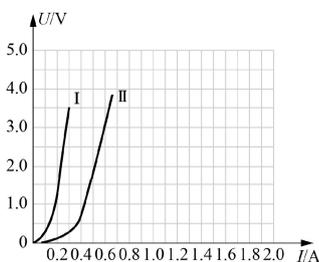


图 8

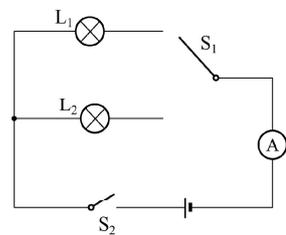


图 9

分析:破题的关键是找出电池组的 $U-I$ 图线经过的特殊点坐标。

开关分别接 L_1 和 L_2 时,由灯泡的伏安特性曲线可求出 L_1 和 L_2 电流对应的电压分别为 3.5 V 和

3.0 V ,该电压也是电池组的路端电压。所以该电池组的 $U-I$ 图线过点 $(0.30 \text{ A}, 3.5 \text{ V})$ 和点 $(0.60 \text{ A}, 3.0 \text{ V})$ 。如图 10 所示。由图线斜率可得该电池组的内阻 $r = 2.0 \Omega$ 。已知电源的有关信息,通过作图找交点是常见的题型,拓展 5 反其道而行之,锻炼了学生的逆向思维能力。

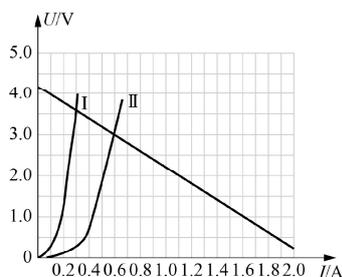


图 10

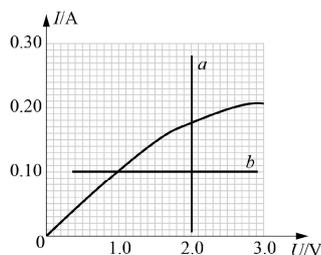


图 11

拓展 6 现有一电动势和内阻均未知的电源,当用该电源与阻值为 20Ω 的电阻串联时,测得路端电压为 2 V 。若将该电源与上述例题中的小灯泡串联,则小灯泡消耗的功率可能是_____ (填选项前字母)。

- (A) 0.05 W (B) 0.20 W
(C) 0.30 W (D) 0.50 W

分析:本题电源的 E 、 r 均未知,如何画电源的 $I-U$ 图象是难点,首先要找到电源的 $I-U$ 图线所在的特殊点坐标;其次是画出与小灯泡伏安特性曲线的交点,然后根据交点的规律判断功率的范围。但有拓展 5 作为铺垫,解题的思路就容易被打开。

根据路端电压为 2 V ,容易算出此时电流 $I = \frac{U}{R} = \frac{2}{20} \text{ A} = 0.1 \text{ A}$,所以该电源的 $I-U$ 图线一定过 $(2 \text{ V}, 0.10 \text{ A})$,则斜率的变化范围在零到无穷大之间,如图 11 的图线 a 、 b 所示,交点分别为 $(2.0 \text{ V}, 0.18 \text{ A})$ 、 $(1.0 \text{ V}, 0.10 \text{ A})$,则小灯泡的实际功率介于 0.10 W 和 0.36 W 之间,B、C 正确。拓展 6 要求学生只知道一个点的情况下作电源的 $I-U$ 图线,许多学生都束手无策,通过讲解,让学生恍然大悟,思维豁然开朗,有效提升了学生的创新性思维。

4 结束语

通过以上一道例题以及设计的六个由浅入深的拓展问题,引导学生深度思考,感悟科学的思维方法,不仅解题思路清晰,而且过程简洁易懂,使学生对用伏安特性曲线求功率问题有了更深刻的理解。这种

(下转第 58 页)

运转频率与洗衣机固有频率不等。

以真实的情境来命题时,无阻尼的理想情况便不存在了。当阻尼系数很小时,策动力频率与固有频率只是近似相等,命题时应注意表述。

4 谈及摩擦系数不可忽略相对速度

固体间的摩擦称为干摩擦,具体表现为静摩擦、滑动摩擦与滚动摩擦。当外力超过静摩擦力最大值时,物体和接触面发生相对运动,此时物体受滑动摩擦力,其大小 $f = \mu F_N$ 。滑动摩擦力除了与物体的质料、表面情况及正压力有关,一般还与相对速度 v 有关。滑动刚发生时,滑动摩擦力小于最大静摩擦力且随着相对速度的增加而减小;当相对速度增加到一定程度后,滑动摩擦力开始急剧增大,这是由于摩擦系数 μ 受相对速度影响。滑动摩擦力 f 与相对运动速度 v 的关系大致如图 2 所示,其趋势同样代表摩擦系数 μ 与相对速度的关系。中学物理命题时认为滑动摩擦力为定值,是速度不太大的情况下的一种近似,所以命题人设计题目时相对速度 v 不宜过大。除相对速度外,摩擦系数 μ 与环境湿度、大气压等因素也有一定关系。

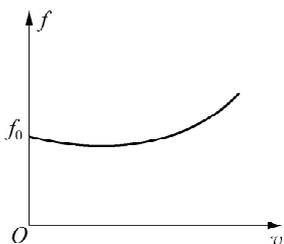


图 2 滑动摩擦力与相对运动速度的关系

例 4 下列关于摩擦力和滑动摩擦系数的说法中正确的是 ()

(A) 只要物体间接触面粗糙,则它们间一定有摩擦力的作用

(B) 两个相对滑动的物体,其接触面之间一定存在滑动摩擦力

(C) 由公式 $\mu = \frac{f}{F_N}$ 可知,两个物体间的滑动摩擦系数与正压力成反比

(D) 滑动摩擦系数只与相互接触的两个物体的

(上接第 37 页)

以问题为中心的情境教学,激发了学生的求知欲,锤炼了学生的必备品格,强化了学生的学科关键能力,落实了学生的学科核心素养。

参考文献

[1] 余念利. 开展情境式教学 培养物理核心素养[J]. 中学物理教学参考, 2019(6): 12.

材料和表面情况有关,与其他条件无关

命题者提供的答案为 D,理由是滑动摩擦系数仅与物体的材料或接触面的粗糙程度有关,与正压力无关。显然,命题者对摩擦系数的决定因素并不明了,出现科学性错误。

影响滑动摩擦系数的因素较为复杂,中学生仅需掌握低速情况下主要的影响因素即可,但不可给学生灌输摩擦系数只由接触面表面情况决定这一错误概念。建议教学及命题时表述为“滑动摩擦系数与接触面粗糙程度有关”,而涉及滑动摩擦系数的决定因素则应回避。

5 小 结

考查概念的物理习题对学生而言,是巩固基础概念、深化理解知识的基本途径。受错误的概念引导,学生在解决实际问题时发现无法正确调动所学知识,就需要不断重建、重组知识。受误导的时间越久,学生要改变错误的认知就越难。因此教师编制物理题目,应注意回避超纲问题,做到追本溯源,了解每一个物理概念的来龙去脉,这样才能避免出现科学性错误而误导学生。这要求教师有渊博的学识与严谨的治学态度。

参考文献

[1] 赵凯华,罗蔚茵. 新概念物理教程力学(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,2003(12):64—65.
 [2] 包科达. 热学教程[M]. 北京:科学出版社,2007:81—83.
 [3] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材开发中心. 普通高中课程标准实验教科书物理必修 2[M]. 北京:人民教育出版社,2010(4):76.
 [4] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材开发中心. 普通高中课程标准实验教科书物理选修 3-3[M]. 北京:人民教育出版社,2010(4):14.
 [5] 人民教育出版社,课程教材研究所,物理课程教材开发中心. 普通高中课程标准实验教科书物理选修 3-4 [M]. 北京:人民教育出版社,2010(4):19.
 [6] 陈恩谱. 物理原来可以这样学(第三版)[M]. 长沙:中南大学出版社,2019:115—121.

[2] 薛义荣. 图象类问题的突破从“点”开始[J]. 物理教师, 2007(2):4.

[3] 邓靖武. 问题引领对话教学 提升学生核心素养——以“伽利略对自由落体运动的研究”为例[J]. 中学物理教学参考, 2016(9):28—30.

[4] 邢红军. 中小学思维教学的深化研究[J]. 课程·教材·教法, 2016,36(7):33—39.