

基于核心素养下的高考物理实验题的研究

王 健

(保定市第二中学 河北 保定 071000)

(收稿日期:2023-06-20)

摘 要:以 2023 年高考全国新课标卷物理实验试题为例,分析高考物理实验试题命题素材,从普通高中物理课程标准化试题必备知识、关键能力、学科素养水平,对考查的物理学科核心素养以及对物理实验教学的启示做一分析。

关键词:核心素养;高考实验试题;物理实验教学

实验是物理学的基础,是物理教学的重要内容,是培养学生物理学科核心素养的重要途径和方式. 高考物理实验试题的设计充分融入探究式学习理念,在引导学生对实验进行实践操作的情境下,凸显学生探索创新精神的培养,着眼于提升物理学科核心素养^[1]. 物理实验题作为高考的必考题目,既考查了科学探究过程,同时也考查了学生设计性思维和创新性思维等科学思维^[2]. 高考全国新课标卷物理实验试题本着“来源于教材而不拘泥于教材”的原则,以教材问题和经典模型为载体,设置不同层级的情境活动,以必备知识为支点,落实基础教育对高考的现实要求,从而引导教学. 试题注重在考查中深化基础性,试题情境素材关联呼应教材,题干设问注意与教材中的重点内容建立知识链接,引导教学重视教材、用好教材,促进课堂回归教材、研究教材. 本文以 2023 年高考全国新课标卷物理实验试题为例,对考查的物理学科核心素养以及对物理实验教学的启示做一分析.

1 高考实验试题分析

【例 1】(2023 年高考全国卷物理第 22 题) 在“观察电容器的充、放电现象”实验中,所用器材如下: 电池、电容器、电阻箱、定值电阻、小灯泡、多用电表、电流表、秒表、单刀双掷开关以及导线若干.

(1) 用多用电表的电压挡检测电池的电压. 检测时,红表笔应该与电池的_____ (填“正极”或“负极”) 接触.

(2) 某同学设计的实验电路如图 1(a) 所示. 先将电阻箱的阻值调为 R_1 , 将单刀双掷开关 S 与“1”端相接, 记录电流随时间的变化. 电容器充电完成后, 开关 S 再与“2”端相接, 相接后小灯泡亮度变化情况可能是_____. (填正确答案标号)

A. 迅速变亮, 然后亮度趋于稳定
B. 亮度逐渐增大, 然后趋于稳定
C. 迅速变亮, 然后亮度逐渐减小至熄灭

(3) 将电阻箱的阻值调为 R_2 ($R_2 > R_1$), 再次将开关 S 与“1”端相接, 再次记录电流随时间的变化情况. 两次得到的电流 I 随时间 t 变化如图 1(b) 中曲线所示, 其中实线是电阻箱阻值为_____ (填“ R_1 ”或“ R_2 ”) 时的结果, 曲线与坐标轴所围面积等于该次充电完成后电容器上的_____ (填“电压”或“电荷量”).

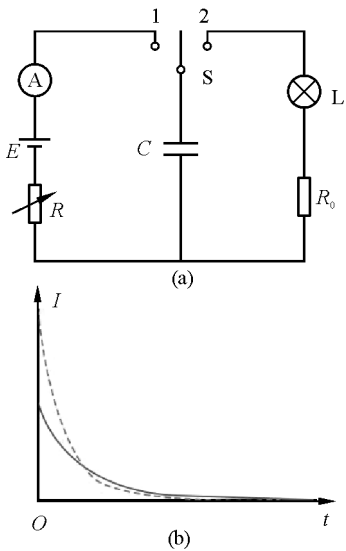


图 1 例 1 题图

解析:(1) 多用电表红表笔流入电流,黑表笔流出电流,故电流表红表笔应该与电池的正极接触.

(2) 电容器充电完成后,开始时两极板电荷量较多,电势差较大,当闭合“2”接入小灯泡,回路立即形成电流,灯泡迅速变亮;随着时间的积累,两极板电荷量变少,电势差变小,流过灯泡的电流减小,直至两极板电荷量为零不带电,则无电流流过小灯泡即熄灭,故选 C.

(3) 开始充电时电容器两极板不带电,两极板电势差为零,设电源内阻为 r ,则开始充电时有 $E = I(R + r)$;

由图像可知开始充电时实线的电流较小,故电路中的电阻较大,因此电阻箱阻值为 R_2 ;

图像的物理意义为充电过程中电流随时间的变化图线,故曲线与坐标轴所围面积等于该次充电完成后电容器上的电荷量.

评析:观察电容器的充、放电现象,要求学生能够正确使用多用电表,分析电阻大小对电容器充电电流随时间变化曲线的影响及曲线下面积的物理意义.

考查的必备知识:多用电表的使用,对充、放电过程的正确认识,图像分析.

关键能力:实验操作、分析现象、分析图像.

核心素养:培养学生会观察实验现象、分析实验现象、获取证据、有安全意识,重点培养学生实验观察能力和科学推理能力.

试题溯源:本题源于普通高中教科书(人民教育出版社)物理必修第三册第 39 页拓展学习“用传感器观察电容器的放电过程”.

【例 2】(2023 年高考全国卷物理第 23 题)一学生小组做“用单摆测量重力加速度的大小”实验.

(1) 用实验室提供的螺旋测微器测量摆球直径.首先,调节螺旋测微器,拧动微调旋钮使测微螺杆和测砧相触时,发现固定刻度的横线与可动刻度上的零刻度线未对齐,如图 2(a) 所示,该示数为 _____ mm;螺旋测微器在夹有摆球时示数如图 2(b) 所示,该示数为 _____ mm,则摆球的直径为 _____ mm.

(2) 单摆实验的装置示意图如图 2(c) 所示,其

中角度盘需要固定在杆上的确定点 O 处,摆线在角度盘上所指的示数为摆角的大小.若将角度盘固定在 O 点上方,则摆线在角度盘上所指的示数为 5° 时,实际摆角 _____ 5° (填“大于”或“小于”).

(3) 某次实验所用单摆的摆线长度为 81.50 cm,则摆长为 _____ cm.实验中观测到从摆球第 1 次经过最低点到第 61 次经过最低点的时间间隔为 54.60 s,则此单摆周期为 _____ s,该小组测得的重力加速度大小为 _____ m/s^2 . (结果均保留 3 位有效数字, π^2 取 9.870)

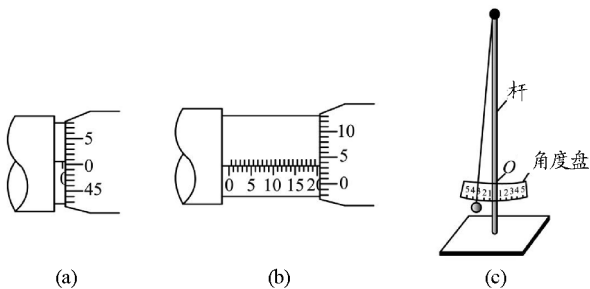


图 2 例 2 题图

解析:(1) 测量前测微螺杆与测砧相触时,图 2(a) 的示数为

$$d_0 = 0 \text{ mm} + 0.7 \times 0.01 \text{ mm} = 0.007 \text{ mm}$$

螺旋测微器读数是固定刻度读数(0.5 mm 的整数倍)加可动刻度(0.5 mm 以下的小数)读数,图中读数为

$$d_1 = 20 \text{ mm} + 3.4 \times 0.01 \text{ mm} = 20.034 \text{ mm}$$

则摆球的直径为

$$d = d_1 - d_0 = 20.027 \text{ mm}$$

(2) 角度盘的大小一定,即在规定的安装角度盘,测量的摆角准确,但将角度盘固定在规定位置上方,即角度盘到悬挂点的距离变短,同样的角度,摆线在刻度盘上扫过的弧长变短,故摆线在角度盘上所指的示数为 5° 时,实际摆角大于 5° .

(3) 单摆的摆线长度为 81.50 cm,则摆长为

$$l = l_0 + \frac{d}{2} = 81.50 \text{ cm} + \frac{2.0027}{2} \text{ cm} = 82.5 \text{ cm}$$

结果保留 3 位有效数字,得摆长为 82.5 cm;一次全振动单摆经过最低点两次,故此单摆的周期为

$$T = \frac{2t}{N} = \frac{54.60}{30} \text{ s} = 1.82 \text{ s}$$

由单摆的周期表达式 $T=2\pi\left(\frac{l}{g}\right)^{\frac{1}{2}}$ 得,重力加速度

$$g=\frac{4\pi^2l}{T^2}=9.83\text{ m/s}^2$$

评析:本题将螺旋测微器与用单摆测量重力加速度大小融合在一起,考查获取实验数据、分析处理实验数据、得出结论的基本实验能力。

考查的必备知识:基本仪器螺旋测微器的读数、研究用单摆测量重力加速度大小。

关键能力:基本仪器的读数、实验数据的处理。

核心素养:定性分析与定量计算相结合进行科学推理,获取实验数据,基于数据得出结论进行科学探究。

试题溯源:本题源于普通高中教科书(人民教育出版社)物理选择性必修第一册第5节“实验:用单摆测量重力加速度”。

2 教学启示

(1) 研读课程标准,强化学科基础知识

《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》要求:学校应充分利用已有的实验器材,努力开发适合本校情况的实验课程资源,尽可能让学生自己动手多做实验,提升学生的物理学科核心素养^[3]。

例1 依据《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》必修3中3.2.1会使用多用电表以及3.1.6观察电容器的充、放电现象^[3]。有利于学生联系运动学中的速度-时间图像中面积的意义,在电学中再现微元法的使用,增强学生利用图像处理问题的能力,实现知识的整合,提高科学论证与数理结合的能力。

例2 依据《普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)》选择性必修1中1.2.2会用单摆测量重力加速度的大小,能对实验器材进行规范操作,获得实验数据,认识实验误差是不可避免的,具有尽量减小实验误差的意识,能通过不同方式分析数据,获得结论,并尝试作出解释^[3]。

实验教学是物理教学的重要组成部分,在实验教学中不能仅重结论,要通过再现实验设计、操作过

程来渗透物理思想,启发学生思路,培养概括、分析、推理能力。因此,物理实验教学中要保证基础必备知识的牢固与完备,必须有坚实的概念性知识和程序性知识作保障,才能通过精心设计问题链重点突破如何总结实验规律,解决实验中出现问题时如何明确思维方向等策略性知识^[4]。

(2) 加强教材的深度研究,充分挖掘教材资源

高考试题情境基本可以在教材中找到,源于教材又高于教材。特别是应该高度关注教材中每一个环节,包括教材“思考与讨论”“科学方法”“拓展学习”“练习与应用”“复习与提高A组、B组”等,回归学科知识本源。因此,不要去追求难题、偏题,而应重视学科能力的培养,即学生的信息加工、逻辑推理、整合关联、迁移应用和应用数学处理物理问题等关键能力。因此在课堂教学过程中要注重知识的生成过程,引导学生理解重要的物理概念和规律,深入思考和分析客观事物的本质属性及内在联系;培养学生学习、体会科学的研究方法,全面发展学生的“科学思维”素养。

总之,2023年的高考物理实验试题平实稳重、细腻深入,要求学生能根据要求灵活运用已学过的物理结论、实验方法处理相关的实验问题。这就要求教师在平时的教学稳扎稳打地把每一个教学细节处理好、复习备考抓住核心主干练熟讲透,不断加强对教材的深入研究。教材是学生学习物理的基础,也是高考试题取材的主要来源,在教学和备考中要重视对教材的使用,通过生活中的问题情境,引导学生参与到概念、规律的形成和推导过程中来,形成系统的物理观念。

参考文献

[1] 毛中峰. 高中物理探究实验教学和科学探究精神:从《探究加速度与力、质量的关系》培养科学探究精神[J]. 科学大众(科学教育),2012(2):44.

[2] 袁卫民. 基于学科核心素养的高考物理实验题的研究[J]. 物理通报,2019(9):115-117.

[3] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017年版2020年修订)[S]. 北京:人民教育出版社,2020.

[4] 王远虎. 高考评价体系在高考物理实验命题中的体现——以3道2020年高考“测量重力加速度”实验题为例[J]. 物理教师,2021,42(7):82-86.