

2022年高考河北物理实验试题分析

王新颖

(保定市第二中学 河北 保定 071000)

(收稿日期:2022-11-03)

摘要:实验教学在中学物理教学中具有重要的地位和作用,以2022年高考河北物理实验试题为例,分析高考实验题所考查的物理学科知识、学生需具备的关键能力以及对物理实验教学的指导意义。

关键词:高考;物理实验题;教学反思;学科素养

物理是以实验为基础的学科,它以实验为依托,通过观察实验,总结规律从而得到物理学的定律,因此物理学的研究和发展离不开实验.有效开展高中物理实验教学可以增强学生的思维能力,让学生在实验中发现、分析问题、解决问题;在实验中培养实验设计和操作能力;加深对物理问题的理解,提高物理学科素养。

本文对2022年高考河北物理实验试题进行分析,总结了实验试题对教师日常教学的指导意义。

1 高考试题分析

1.1 力学实验题

【例1】某实验小组利用铁架台、弹簧、钩码、打点计时器、刻度尺等器材验证系统机械能守恒定律,实验装置如图1所示.弹簧的劲度系数为 κ ,原长为 L_0 ,钩码的质量为 m ,已知弹簧的弹性势能表达式为 $E = \frac{\kappa x^2}{2}$,其中 κ 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的形变量,当地的重力加速度大小为 g 。

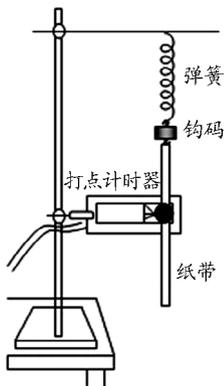


图1 实验装置图

(1)在弹性限度内将钩码缓慢下拉至某一位置,测得此时弹簧的长度为 L .接通打点计时器电源,从静止释放钩码,弹簧收缩,得到了一条点迹清晰的纸带.钩码加速上升阶段的部分纸带如图2所示,纸带上相邻两点之间的时间间隔均为 T (在误差允许范围内,认为释放钩码的同时打出A点).从打出A点到打出F点时间内,弹簧的弹性势能减少量为_____,钩码的动能增加量为_____,钩码的重力势能增加量为_____。

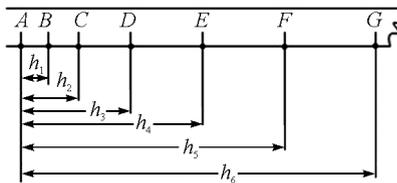
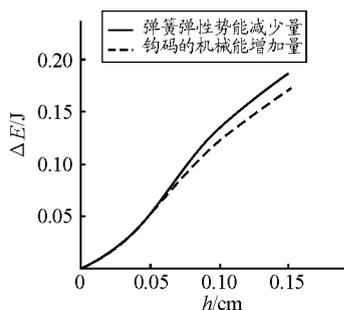


图2 钩码加速上升阶段的纸带图

(2)利用计算机软件对实验数据进行处理,得到弹簧弹性势能减少量、钩码的机械能增加量分别与钩码上升高度 h 的关系,如图3所示.由图3可知,随着 h 增加,两条曲线在纵向的间隔逐渐变大,主要原因是_____。

图3 弹簧弹性势能减少量、钩码机械能增加量与 h 的关系

解析:(1) 弹簧的长度为 L 的弹性势能为

$$E_{p1} = \frac{1}{2}\kappa(L - L_0)^2$$

到 F 点时弹簧的弹性势能为

$$E_{p2} = \frac{1}{2}\kappa(L - L_0 - h_5)^2$$

因此弹性势能的减小量为

$$\Delta E_p = \frac{1}{2}\kappa(L - L_0)^2 - \frac{1}{2}\kappa(L - L_0 - h_5)^2$$

根据运动学公式可知,在匀变速直线运动中,中间时刻的瞬时速度等于该过程的平均速度,则

$$v_F = \frac{h_6 - h_4}{2T}$$

则动能的增加量为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m v_F^2 = \frac{1}{2}m \left(\frac{h_6 - h_4}{2T}\right)^2$$

钩码的重力势能增加量为

$$\Delta E_p = mgh_5$$

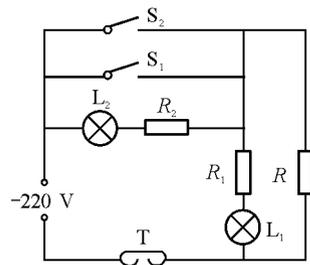
(2) 弹簧的弹性势能与弹簧长度是二次函数的关系,理论上应为抛物线. 钩码机械能的增加量,即钩码动能和重力势能增加量的总和,若无阻力做功则弹簧弹性势能的减少量等于钩码机械能的增加量. 现在随着 h 增加,两条曲线在纵向的间隔逐渐变大,而两条曲线在纵向的间隔即阻力做的功,产生这个问题的主要原因是钩码和纸带运动的速度逐渐增大,导致空气阻力逐渐增大,以至于空气阻力做的功也逐渐增大.

评析:本题利用铁架台、弹簧、钩码、打点计时器、刻度尺等实验器材验证系统机械能守恒. 考查的知识点有系统机械能守恒定律和弹簧弹性势能的表达式;本题本着“来源于教材而不拘泥于教材”的原则,把教材实验进行了整合和创新,需要学生具备实验设计、数据分析、知识迁移的关键能力.

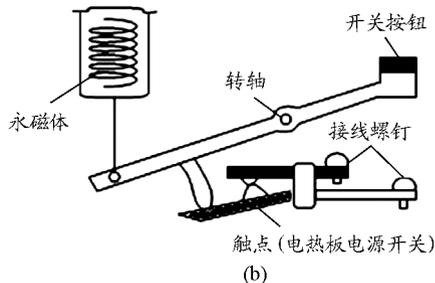
1.2 电学实验题

【例2】某物理兴趣小组利用废弃电饭煲的部分器材自制简易电饭煲,设计电路如图4所示. 选用的器材有:限温开关 S_1 (手动将其按下,开始持续加热煮饭,当锅内温度高于 $103\text{ }^\circ\text{C}$ 时自动断开,之后不能自动闭合);保温开关 S_2 (当锅内温度高于 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 时自动断开,温度低于 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时自动闭合);电饭煲的框架. 自备元件有:加热电阻丝 R (阻值为 $60\ \Omega$, 用于加热煮饭);限流电阻 R_1 和 R_2 (阻值均为 $1\ \text{k}\Omega$);

指示灯 L_1 和 L_2 ($2.5\ \text{V}, 0.6\ \text{W}$, 当电流低于 $30\ \text{mA}$ 时可视为熄灭);保险丝 T .



(a)



(b)

图4 内胆底感温磁体弹簧电热板

(1) 按照兴趣小组设计的电路,下列说法正确的是_____ (多选).

- A. 按下 S_1 , L_1 和 L_2 均发光
- B. 当锅内温度高于 $103\text{ }^\circ\text{C}$ 时, S_1 自动断开, L_1 和 L_2 均发光
- C. 保温过程中, S_2 自动在闭合、断开状态之间交替切换
- D. 当锅内温度低于 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时, S_2 自动闭合, L_1 发光, L_2 熄灭

(2) 简易电饭煲制作完成后,试用时 L_1 始终不亮,但加热和保温功能均正常,在不增加元件的前提下,断开电源,使用多用电表判断发生故障的元件. 下列操作步骤的正确顺序是_____ (填写各步骤前的字母).

- A. 将选择开关旋转到“ $\times 100$ ”位置
- B. 将两支表笔直接接触,调节“欧姆调零旋钮”,使指针指向欧姆零点
- C. 调整“指针定位螺丝”,使指针指到零刻度
- D. 测量指示灯 L_1 两端的阻值
- E. 将选择开关置于 OFF 位置或交流电压最高挡

操作时,将多用电表两表笔与 L_1 两端接触,若指针如图5所示,可判断是_____ 断路损坏;若指针如图6所示,可判断是_____ 断路损坏.(用电

路中的元件符号表示)

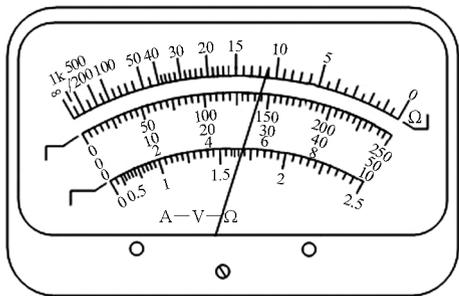


图5 多用电表指示一

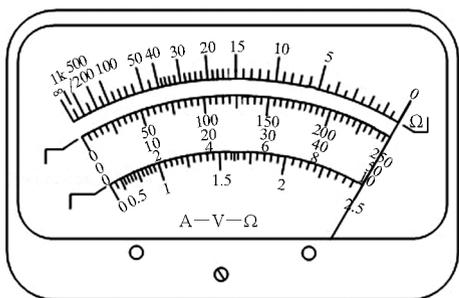


图6 多用电表指示二

解析:(1)A. 按下 S_1 , 灯泡 L_2 短路, 不能发光, 故 A 错误;

B. 当锅内温度高于 $103\text{ }^\circ\text{C}$ 时限温开关 S_1 自动断开, 限流电阻 R_1 和 R_2 阻值均为 $1\text{ k}\Omega$, 此时电路的总电流 $I_{\text{总}} < \frac{220}{1\ 000}\text{ A} = 220\text{ mA}$;

通过灯泡 L_2 的电流 $I_2 < \frac{60}{1\ 000 + 60} I_{\text{总}} = \frac{60}{1\ 060} \times 220\text{ mA} \approx 12.5\text{ mA} < 30\text{ mA}$, 所以 L_1 不发光, 故 B 错误;

C. 保温开关 S_2 (当锅内温度高于 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 时自动断开, 温度低于 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时自动闭合) 在保温过程中, 自动在闭合、断开状态之间交替切换, 故 C 正确;

D. 当锅内温度低于 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时, S_2 自动闭合, 电饭煲处于加热状态, L_1 发光, 灯泡 L_2 短路, 熄灭, 故 D 正确;

(2) 利用欧姆表测电阻时, 首先使待测电阻与其他电路断开, 进行机械调零, 然后选取合适的挡位, 再进行欧姆调零, 测量完毕后, 将选择开关置于 OFF 位置或交流电压最高挡, 故正确的顺序为: CABDE.

操作时, 将多用电表两表笔与 L_1 两端接触, 此时回路中的用电器为 R_1 、 R 和 L_1 . 若指针如图 5 所

示, 此时欧姆表的示数约为 $1\ 100\ \Omega$, 可判断是 L_1 断路损坏; 若指针如图 6 所示, 此时欧姆表的示数为零, 说明 L_1 没有损坏, 加热和保温功能均正常, 说明 R 正常, 所以是 R_1 断路损坏.

评析: 本题利用废弃电饭煲的部分器材自制简易电饭煲, 既有趣味性, 又具有一定的探究性. 体现了高考与生活实践接轨, 紧跟时代步伐的特征, 该类型题由于综合度大, 逻辑思维性强, 涉及的知识点多, 是高考物理试题得分率较低的题型之一. 考查的必备知识点: 电路的动态分析; 多用电表的原理和使用; 闭合电路的欧姆定律.

2 教学反思

2.1 实验教学重视教材实验

高考实验题从考查方式看, 常考常新, 命题形式灵活, 考查角度多变, 但基本实验原理、实验思想和实验方法, 都能从教材实验中找到原型, 因此在实验教学中以掌握教材上的基本实验为核心, 在此基础上向外延伸, 而不能脱离教材实验. 高考实验是通过变化了的实验情境考核规定实验的理解及基本原理、基本方法, 因此实验教学必须立足教材实验, 重点从实验原理、器材、步骤、数据处理、误差分析等方面深入分析每个实验, 提高学生实验能力.

2.2 掌握设计实验的思想和方法 提高创新能力

设计性实验通常是要求考生根据给出的实验目的和器材, 灵活运用所学的实验方法、原理、技能, 进行创造性的思维, 设计出切实可行的实验方案、测量方法、实验步骤, 并处理数据、得出结论. 这样做的目的是可以检验学生对实验原理的理解和把握, 以及如何变成实际可行的操作过程, 这是对创新能力的考验. 其实, 设计实验既有物理规律可依, 也有思维方法可循, 思维方法仍旧是教材中实验常用的: 等效替代法; 测量微小量可用的累积法; 存在多个变量时可用控制变量法. 一些物理量不能直接测量时, 可以用转换法、留迹法; 还有平衡法、补偿法等.

2.3 实验过程重视培养物理学科素养

物理学科核心素养包括物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任 4 个维度, 其中科学思维、科学探究、科学态度与责任一直以来都是物理教学最薄弱的环节, 难以落实到平时的物理教学. 而实验

(下转第 139 页)

等于. 如果把轨迹的偏转角记为 θ , 由双曲线的基本性质有

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{a}{c} \quad (24)$$

容易发现 F_1 和 F_2 连线与 y 轴的夹角也为 $\frac{\theta}{2}$,

于是直线 l 到 F_1 的距离为

$$\begin{aligned} \overline{F_1 C} &= 2a + F_1 F_2 \sin \frac{\theta}{2} = \\ &2a + 2c \cdot \frac{a}{c} = 4a \end{aligned} \quad (25)$$

式(25)为一与 b 无关的定值, 即对所有的轨迹来说, 直线 l 均为同一直线. 于是式(23)表明所有轨迹上的所有点到定点 F_1 的距离大于等于到定直线 l 的距离. 由几何性质可知, 到定点和定直线距离相等的点的轨迹组成一条抛物线, 这个定点就是抛物线的焦

点, 这条定直线就是抛物线的准线. 将焦点到准线的距离 $\overline{F_1 C}$ 记为 p , 在图7的坐标系中这条抛物线的方程为

$$y^2 = 2p \left(x + \frac{p}{2} \right) = 8a(x + 2a) \quad (26)$$

这就是所有这些双曲线轨迹的包络线方程, 其中 a 由式(20)确定.

参考文献

- [1] 宋辉武, 韩溥. 论包络线在物理学中的应用[J]. 物理教学, 2021, 43(8): 8-10.
- [2] 董慎行. 抛体包络线方程的推导及其应用例举[J]. 物理教师, 2007(12): 45-46.
- [3] 汤桂英, 王翠. 简论平流层及其以上高空中的抛体轨迹[J]. 延边大学学报(自然科学版), 1999(2): 67-68.

(上接第135页)

又是物理教学的基础, 在物理教学的整个过程中具有十分重要的作用, 所以核心素养下的物理实验教学要求学生亲身经历科学的探究过程, 学会在实验探究中总结提炼物理概念, 培养科学推理能力, 从而实现在教学过程中培养学生的核心素养, 达到质的提高.

综上所述, 物理实验属于一种能力考查题, 在物理学习过程中通过典型实验、典型试题的分析领悟实验设计的思路和方法, 明确实验目的, 理解实验原

理和实验方案. 学生需要正确的理论分析, 将理论和实验相结合分析实验原理和过程, 物理实验教学中可通过创设问题情境, 让学生思考应怎样设计实验, 为什么这样设计, 能否换一种方法. 在此基础上, 通过不同的实验方案, 深刻理解实验原理, 培养学生实验设计能力, 提升学生的物理学科素养.

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(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.

Analysis on Hebei Physics Experiment Questions in 2022 College Entrance Examination

WANG Xinying

(Baoding Second Middle School, Baoding, Hebei 071000)

Abstract: Experimental teaching plays an important role in middle school physics teaching. This paper takes Hebei physics experiment test questions in the 2022 college entrance examination as an example to analyze the physics subject knowledge examined by the experimental questions in the college entrance examination, the key abilities students need to have, and the guiding significance to physics experiment teaching.

Key words: university entrance exam; physics experiment questions; teaching reflection; discipline literacy