

立足教材 迁移原理 突出创新^{*}

——以2022年高考广东物理实验题为例

熊小勤

(湛江市教育局教学研究室 广东 湛江 524043)

(收稿日期:2022-06-20)

摘要:通过对2022年高考广东物理实验题的分析,提出以立足基础、回归教材,突出原理、加强迁移,重视操作、强化能力,凸显设计、达到创新等4个方面的高考实验复习建议。

关键词:高考;物理实验;教材;创新

《普通高中物理课程标准(2017年版)》明确指出:“物理实验是体验性的重要手段.实验是实践体验性最强的物理学习方式,它可通过实验设计与动手操作、观察现象与记录数据、分析归纳得出结论等环节,全方位地培养学生的科学探究能力,学生实验是其他任何方式都无法替代的物理学习方式。”^[1]而教材作为高中物理教学的载体,在落实中学实验教学,培养创新能力与实验探究能力、全面提高物理学科核心素养中有着不可替代的作用.高考作为我国最重要的选拔性考试,以教材中举例的实验为蓝本,通过对实验方法、实验原理以及实验器材的创新与迁移,最终实现“立德树人,服务人才,指导教学”的核心目标。

本文以2022年高考广东物理实验题为例,探求高考实验题与教材实验题的“变”与“不变”,以便为提高学生物理学科核心素养,培养学生物理学科解决问题能力、实验探究能力提供一些建议与参考。

1 2022年高考广东物理实验题赏析

1.1 力学实验题

【例1】(2022年高考广东物理卷第11题)某实验小组为测量小球从某一高度释放,与某种橡胶材料碰撞导致的机械能损失,设计了如图1(a)所示的装置,实验过程如下:

(1)让小球从某一高度由静止释放,与水平放置的橡胶材料碰撞后竖直反弹.调节光电门位置,使

小球从光电门正上方释放后,在下落和反弹过程中均可通过光电门。

(2)用螺旋测微器测量小球的直径,示数如图1(b)所示,小球直径 $d =$ _____ mm.

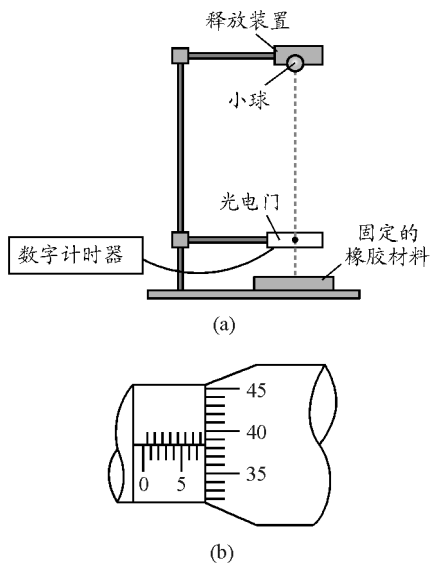


图1 例1题图

(3)测量时,应_____ (选填“A”或“B”,其中A为“先释放小球,后接通数字计时器”,B为“先接通数字计时器,后释放小球”).记录小球第一次和第二次通过光电门的遮光时间 t_1 和 t_2 .

(4)计算小球通过光电门的速度,已知小球的质量为 m ,可得小球与橡胶材料碰撞导致的机械能损失 $\Delta E =$ _____ (用字母 m 、 d 、 t_1 和 t_2 表示)。

^{*} 湛江市中小学教育科学规划2022年度重点项目“核心素养下高中物理关键能力的培养策略探究”,课题批准号:2022ZJZD020.

作者简介:熊小勤(1974-),男,中教高级,中学特级,主要研究高中物理教学、高考备考。

(5) 若适当调高光电门的高度,将会_____ (选填“增大”或“减小”)因空气阻力引起的测量误差。

参考答案:(2) 7.883 ~ 7.884;(3) B;

(4) $\frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_1}\right)^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_2}\right)^2$; (5) 增大。

解析:此题先是利用光电门测速度,其次利用动能概念对小球的动能进行计算,在实验器材和实验原理上利用功能关系进行创新改造。首先考查基本仪器的读数,利用螺旋测微器测量小球的直径,其次考查实验仪器的操作,先接通数字计时器,后释放小球,通过光电门测出小球的速度,从而计算出小球的动能,最后利用功能关系求出小球与橡胶材料碰撞导致的机械能损失,等于两次通过光电门时小球动能的减少量,调高光电门的高度,较调整之前小球会经历较大的空中距离,所以将会增大因空气阻力引起的测量误差。

从本实验的考查内容上看,本题考查了学生对于仪器的使用、实验操作的理解、数据处理等核心能力,以及考查对实验原理分析、实验误差分析等物理学科素养和核心价值;从命题者的角度来看,该题实验设计的基本思路、实验原理均来源于教材,而在考查过程中对实验进行了创新改造,体现高考评价体系的“一核”“四层”“四翼”,引导实验教学从“题海”战术向学科素养转变,从而推动学生思路由“解题”向“解决问题”转变,全面提升学生物理学科素养,真正实现高考“立德树人,服务人才,指导教学”的核心功能。

1.2 电学实验题

【例2】(2022年高考广东物理卷第12题)弹性导电绳逐步成为智能控制系统中部分传感器的敏感元件,某同学测量弹性导电绳的电阻与拉伸后绳长之间的关系,实验过程如下:

(1) 装置安装和电路连接;如图2(a)所示,导电绳的一端固定,另一端作为拉伸端,两端分别用带有金属夹A、B的导线接入如图2(b)所示的电路中。

(2) 导电绳拉伸后的长度 L 及其电阻 R_x 的测量

① 将导电绳拉伸后,用刻度尺测量并记录A、B间的距离,即为导电绳拉伸后的长度 L 。

② 将滑动变阻器 R 的滑片滑到最右端。断开开关 S_2 , 闭合开关 S_1 , 调节 R , 使电压表和电流表的指针偏转到合适位置。记录两表的示数 U 和 I_1 。

③ 闭合 S_2 , 电压表的示数_____ (选填“变大”

或“变小”)。调节 R 使电压表的示数仍为 U , 记录电流表的示数 I_2 , 则此时导电绳的电阻 $R_x =$ _____ (用 I_1 、 I_2 和 U 表示)。

④ 断开 S_1 , 增大导电绳拉伸量, 测量并记录A、B间的距离, 重复步骤②和③。

(3) 该电压表内阻对导电绳电阻的测量值_____ (选填“有”或“无”)影响。

(4) 图2(c)是根据部分实验数据描绘的 $R_x - L$ 图线。将该导电绳两端固定在某种机械臂上, 当机械臂弯曲后, 测得导电绳的电阻 R_x 为 $1.33 \text{ k}\Omega$, 则由图线可读出导电绳拉伸后的长度为_____ cm, 即为机械臂弯曲后的长度。

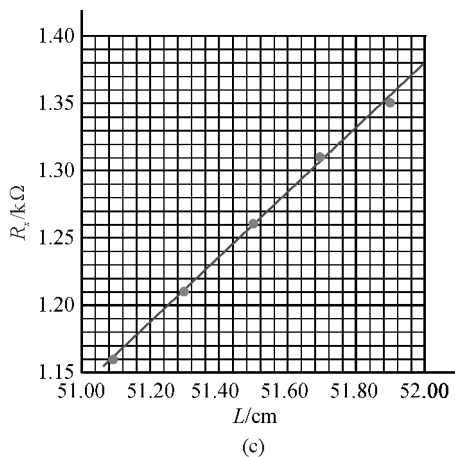
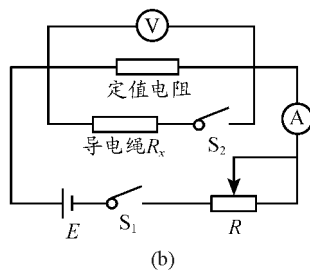
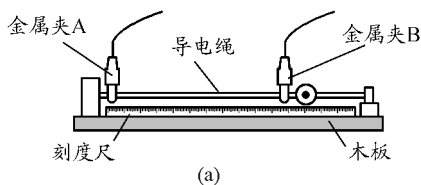


图2 例2题图

参考答案:(2) ③ 变小, $\frac{U}{I_2 - I_1}$; (3) 无;

(4) 51.80。

解析:此题通过对课本实验测量金属电阻率进行创新改造,设计出一种新情境,使用全新的电路来测量弹性导电绳电阻,然后通过控制两次电压表电压,从而确定加在导电绳两端的电压为 U , 流过导电

绳的电流为 $I_2 - I_1$, 利用欧姆定律求出待测电阻, 接着通过对新的实验原理的理解, 分析电压表内阻对导电绳电阻测量值的影响, 最后利用 $R_x - L$ 图线, 求出导电绳的电阻 R_x 为 $1.33 \text{ k}\Omega$ 时机械臂弯曲后的长度.

《中国高考评价体系说明》明确提出: 情境正是实现这种“价值引领、素养导向、能力为重、知识为基”的综合考查的载体^[2]. 此题以“弹性导电绳逐步成为智能控制系统中部分传感器的敏感元件”情境为载体, 以全新的形式和测量电路来考查电阻的测量、误差分析、物理图像、数据处理等解题能力, 不仅要考生能够适应新情境还要考生运用知识迁移能力进行解答, 也充分说明了学生在平时的学习之中既要学习必备知识, 同时还要注重关键能力培养.

2 实验复习建议

2.1 立足基础 回归教材

高考实验命题已经不再局限于对学生分组实验或演示实验的考查, 而是更加关注对学生的实验思维能力和科学探究素养的考查, 因此命题者要在考查学生实验能力同时不脱离课程标准进行命题, 这对学生的实验能力提出了较高的要求. 高考实验命题注重以教材常规实验为基础, 通过对常规实验的原理、图像、结论等进行翻新重组, 突出对实验方法的迁移与基本仪器的考查, 但是同时着重考查学生实验原理和实验设计能力. 因此课堂实验教学必须注重基础知识的教学, 任何脱离基础知识的教学都是空中楼阁. 通过立足教材实现夯实物理学科必备知识的效果, 不仅仅是为了提高学生应试能力和物理学科基本素养, 更是为学生积累基础性、同识性知识, 为以后的学习与使用打下基础. 因此, 我们回归教材进行实验复习时, 要注重对实验原理、实验目的、实验操作、实验设计、实验拓展等方面进行理解和整合, 从而真正提高学生实验探究能力和创新能力. 从 2022 年高考广东物理实验题来看, 第 12 题来源教材实验测量金属的电阻率, 通过命题者设计全新情境与不同实验原理从而达到创新.

2.2 突出原理 加强迁移

高考对实验能力要求: 能分析相关事实或结论, 提出并准确表述可探究的物理问题, 作出有依据的假设; 能制订科学探究方案, 选用合适的器材获得数据; 能分析数据, 发现其中规律, 形成合理的结论, 用

已有的物理知识进行解释; 能撰写完整的实验报告, 对科学探究过程与结果进行交流和反思^[1]. 从 2022 年高考广东物理实验题来看, 高考命题新在情境和原理上, 要求考生利用试题提供的实验情境, 运用所学的实验方法和手段, 结合实验原理以达到看懂实验、完善实验并进行数据分析和处理, 根据结果得出结论等能力, 注重考查学生实验迁移能力和实验探究能力. 这就要求我们在实验复习中, 特别要注重实验原理与设计, 同时加强实验迁移能力和实验探究能力的训练. 无论实验情境如何变化, 在实验复习中都可以根据实验方案、实验设计思路, 突出实验原理, 加强实验迁移, 达到培养学生的关键能力的目的. 如: 在高考电学实验命题主要围绕部分电路的欧姆定律和闭合电路的欧姆定律原理进行设计的, 我们就可以以电阻测量为专题进行复习, 要测量电阻就要测量电阻两端的电压和通过电阻的电流, 如果只有两个电流表, 那么有一个是用来测电流的, 一个是用来测电压的, 通过这个思路就能很快解答电阻测量类实验.

2.3 重视操作 强化能力

近年来的高考实验命题突出实践性, 强调过程的考查, 真正动手做过实验的才能拿高分. 从 2022 年高考广东物理实验题来看, 第 11 题(3) 测量时, 应先释放小球, 后接通数字计时器还是先接通数字计时器, 后释放小球, 这就是考查学生是否动手做过实验, 进行过动手实验之后才能深刻理解并记忆实验步骤从而拿到本题分数. 因此, 在高考实验复习中要强调学生的动手能力, 需要开放学校实验室, 让每个学生到实验室去完成课程标准中要求的学生必做实验与演示实验, 重视每个实验的操作步骤, 规范操作流程, 特别是对于基本仪器的使用和读数方面, 同时要注重利用手头现有的实验器材让学生进行实验重组从而完成规定实验, 例如: 在学生做测量金属的电阻率实验时, 我们可以通过利用多用电表来替代电压表, 也可以利用灵敏电流计和定值电阻来替代电压表, 利用同样的实验电路能否测量电源电动势和内阻, 或者将金属丝换成热敏电阻或小灯泡等, 通过对学生的引导, 使得学生不仅能进一步认识课本的实验原理和操作, 而且加深对多用电表的使用、电表的改装、滑动变阻器的使用, 仪器的读数等操作的理解.

2.4 凸显设计 达到创新

高考实验命题强调创新,主要在4个方面进行展现:

(1) 实验方法的迁移创新.例如,2021年高考广东物理实验题第11题将运动学逐差法这种处理实验数据的方法,迁移到力学实验当中来,第12题将“验证力的平行四边形”实验的原理和方法“等效替代”,迁移到电学实验.

(2) 实验测量方法的巧妙设计.例如,2021年高考湖南物理实验题第12题利用时钟表盘数字构成已知角度 θ 巧妙替代每次实验中接入电路中的电阻丝的电阻.

(3) 实验原理或装置创新.例如:2022年广东高考物理实验题第12题将电阻测量的原理进行创新.

(4) 实验图像的创新.例如,2022年高考广东物理实验题第12题设置 R_x-L 图像,与平时不一样,从而达到创新的目的.

因此,在平时实验复习中要注重将课本实验原理和方法迁移出去,如测量时间装置,可以用打点计时器、滴水法(2017年高考全国乙卷第22题)、秒表、光电门等,再如测量物体的速度,可以利用打点计时器、频闪照片(2014年高考全国物理第22题)、光电门(2022年高考全国物理第11题)、速度传感器、平抛运动、机械能守恒(2021年广东适应性考试物理第11题)、圆周运动(2015年高考全国乙卷第22题)

(上接第43页)

(4) 分析实验结论,发掘衍生问题.

紧扣教学意外,抓住学生对未知事物的好奇心,引导学生进行课外拓展探究,促进知识的深入理解,激发学生对物理学科的学习兴趣.经历观察、提出问题、猜想与假设、实验验证、形成结论,了解完整的科学研究过程,埋下科学素养的种子.感受真实科学研究没有标准答案,只是在不断实践中认知未知世界.在探究过程中不断发现新问题,在思维的碰撞中感受学无止境,敬畏自然,充分认识生命的价值是在不断学习中探索未知.

3 总结

学无止境、教无定法,物理课堂教学应从学生的视角进行设计,减少教师对课堂的控制,以激发学生

等.而2022年高考广东物理实验第12题就是对测量电阻原理进行重新设计,从而达到创新的目的.

《中国高考评价体系》当中指出:以核心价值为引领,以学科素养为导向,以关键能力为重点,以必备知识为基础,通过增强考试的基础性、综合性、应用性和创新性,考查学生进入高等学校继续学习的能力,促进学生综合能力和创新思维的提升,引导高中教学培养和发展学生的物理学科素养,为学生终身发展、应对现代和未来社会发展的挑战奠定基础^[2].而物理学是一门以实验为基础的学科,因此实验在高考命题中展现出不可替代的作用.近年高考物理实验题命题特点是“源于教材但不拘泥于教材”,既要考查学生完成现有教材中实验的基本能力,又要考查解决教材之外的拓展性、创新设计性实验问题的能力,既要考查基础又要突出题目的创新性.因此,在平时的物理实验复习中,我们要立足教材的基本实验,理解基本原理,领会设置意图以及了解教材的实验设计,利用教材实验进行改进,逐步进行实验拓展,以求达到落实物理学科素养,提高学生关键能力的效果.

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.
- [2] 教育部考试中心.中国高考评价体系说明[M].北京:人民教育出版社,2019.

学习兴趣,培养学科核心素养为目标.注重课堂情境预设的同时,更需把握“教-学”过程中学生认知规律,从向学生提供信息,转变为让学生成为主动的学习者,能够深度学习、转化知识.通过思维引导性实验的设计与应用,让学生学在情境中,乐在探究中,悟在思考中.

参考文献

- [1] 曹宝龙.学习与迁移[M].浙江:浙江教育出版社,2019:12.
- [2] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017版)[S].北京:人民教育出版社,2018.
- [3] 刘娜,邓靖武.核心素养背景下真实情境的高中物理课堂教学策略[J].物理教学,2020(10):6-9.
- [4] 张大昌.普通高中教科书物理选修3-1[M].北京:人民教育出版社,2010.
- [5] 彭前程,黄恕伯.普通高中教科书物理必修第三册[M].北京:人民教育出版社,2019.