

指向高中物理学科核心素养与学业水平质量的试题分析*

——以2022年高考全国理综甲卷25题为例

陈丽珊

(贵州省黔西第一中学 贵州 毕节 551500)

(收稿日期:2022-07-10)

摘要:以2022年高考全国理综甲卷25题为例,围绕高中物理学科核心素养与学业水平质量标准的关键指标,从4个层面对该题进行了深度分析.阐释了试题命制要围绕已学教学内容,考查学科核心素养维度,落实学业质量标准的导向,并提出HPS教育理念对落实学科核心素养教学有重要作用.

关键词:学科核心素养;学业质量标准;HPS教育;科学社会学

1 真题再现

【例题】(2022年高考全国理综甲卷第25题)(以下简称25题)光点式检流计是一种可以测量微小电流的仪器,其简化的工作原理示意图如图1所示.图中A为轻质绝缘弹簧,C为位于纸面上的线圈,虚线框内有与纸面垂直的匀强磁场;M为置于平台上的轻质小平面反射镜,轻质刚性细杆D的一端与M固连且与镜面垂直,另一端与弹簧下端相连,PQ为圆形的、带有均匀刻度的透明读数条,PQ的圆心位于M的中心.使用前需调零:使线圈内没有电流通过时,M竖直且与纸面垂直;入射细光束沿水平方向经PQ上的O点射到M上后沿原路反射.线圈通入电流后弹簧长度改变,使M发生倾斜,入射光束在M上的入射点仍近似处于PQ的圆心,通过读取反射光射到PQ上的位置,可以测得电流的大小.已知弹簧的劲度系数为 κ ,磁场磁感应强度大小为 B ,线圈C的匝数为 N 、沿水平方向的长度为 l ,细杆D的长度为 d ,圆弧PQ的半径为 r , $r \gg d$, d 远大于弹簧长度改变量的绝对值.

(1)若在线圈中通入的微小电流为 I ,求平衡后弹簧长度改变量的绝对值 Δx 及PQ上反射光点与O点间的弧长 s ;

(2)某同学用此装置测一微小电流,测量前未调零,将电流通入线圈后,PQ上反射光点出现在O点上方,与O点间的弧长为 s_1 ;保持其他条件不变,只将该电流反向接入,则反射光点出现在O点下方,与O点间的弧长为 s_2 .求待测电流的大小.

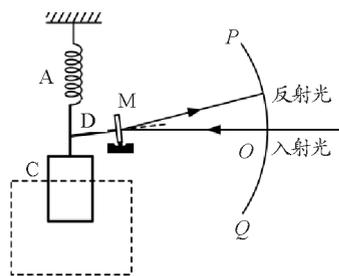


图1 例题题图

2 试题分析

根据新课程标准中的一些评价指标,下面从情境复杂程度、知识结构化程度、素养目标达成程度、学业质量标准规范程度进行分析.

* 贵州省教育科研规划重点课题“素养本位视域下高中物理HPS教学资源开发与应用研究”的阶段性成果之一,课题批准号:2021A022.

2.1 情境复杂化达成程度

(1) 关于磁场部分的情境. 如图 2 所示, 在课程标准给出的探究案例中曾经提到, 说两块异性磁极相对的磁铁, 其相对平行的空间内可看成匀强磁场, 一个闭合的矩形线框(线框面积小于匀强磁场区域的面积)与一个灵敏电流计形成一个“探测回路”。

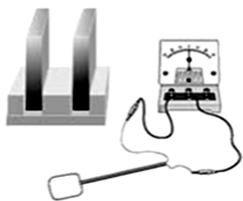


图 2 探测回路

(2) 关于测微小量的情境. 如图 3 所示, 在新旧教材必修 1 中学习弹力时均有“观察桌面微小形变”的装置, 发生微小变化时, 肉眼不能看出, 但可以通过其他方式转换后再观察. 如在一张大桌子上放两个平面镜 M 和 N, 让一束光依次被这两面镜子反射, 最后射到墙上, 形成一个光点. 用力按压两镜之间的桌面, 观察墙上光点位置的变化。

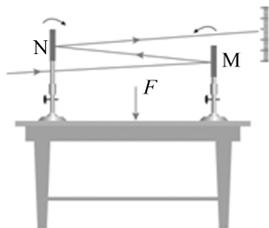


图 3 观察桌面微小形变

(3) 关于光束偏转的情境. 如图 4(a) 和图 4(b) 所示, 如果入射角逐渐增大, 反射光离法线会越来越远, 而且总是满足反射定律. 在旧教材必修 3-4 与新教材选择性必修 1 中学习全反射时均有“观察全反射现象”。

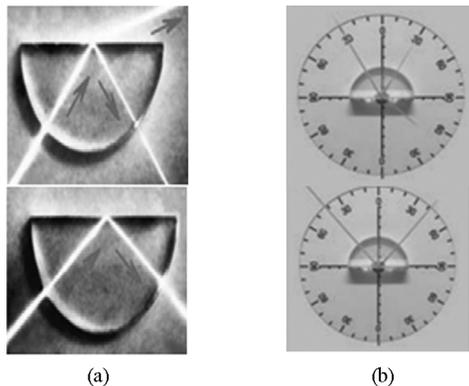


图 4 观察全反射现象

综上可以看出要把 3 个情境表述清楚, 并有机衔接起来, 需要的文字确实要多一些, 但是如果对分情境比较熟悉的话, 总体看学生获取这些信息就不是很难。

2.2 知识结构化达成程度

为了体现知识的结构化, 现对原题的解答过程进行回顾, 通过对解决本题需要的概念、规律和方程与表达式分析, 不难得出在知识结构方面本题涉及到安培力、胡克定律、力的平衡、反射定律、数据处理 5 方面的综合. 详解与分析如下:

(1) 由题意当线圈中通入微小电流 I 时, 线圈中的安培力为

$$F = NBII \quad (1)$$

根据胡克定律有

$$F' = \kappa |\Delta x| \quad (2)$$

线圈平衡时, 有

$$F = F' \quad (3)$$

设此时细杆转过的角度为 θ , 则可知反射光线转过的角度为 2θ , 又因为 $d \gg \Delta x, r \gg d$ 则

$$\sin \theta \approx \theta \quad \sin 2\theta \approx 2\theta \quad (4)$$

所以有

$$\begin{aligned} \Delta x &= d\theta \\ s &= r \cdot 2\theta \end{aligned} \quad (5)$$

联立可得

$$s = \frac{2r}{d} \Delta x = \frac{2NBIIr}{d\kappa} \quad (6)$$

(2) 因为测量前未调零, 设没有通电流时偏移的弧长为 s' , 当初开始时反射光点在 O 点上方, 通电流 I' 后根据前面的结论可知有

$$s_1 = \frac{2NBII'r}{d\kappa} + s' \quad (7)$$

当电流反向后有

$$s_2 = \frac{2NBII'r}{d\kappa} - s' \quad (8)$$

联立可得

$$I' = \frac{4d\kappa(s_1 + s_2)}{NBIIr} \quad (9)$$

同理可得初始时反射光点在 O 点下方结果也相同, 故待测电流的大小为

$$I' = \frac{4dk(s_1 + s_2)}{NBlr} \quad (10)$$

分析式(1)~(3),可以看出知识方面涉及到了选修3-1中通电导线在磁场中受到的力——安培力、必修1弹力部分的胡克定律、必修1中物体的受力平衡.式(4)~(6)涉及到了必修2分析生活中的圆周运动时,与讨论火车转弯的问题相似.与选修3-4中单摆在偏角很小,用弧度表示时 θ 与它的正弦 $\sin\theta$ 近似相等, θ 所对的弦长与它所对的弧长也近似相等的思想完全一致.式(7)~(9)体现前面得出的知识在新情境中再进行应用的过程,突出学生应用知识解决问题,而且是应用新知识解决新问题.

2.3 素养目标达成程度

求弹簧长度改变量的绝对值 Δx ,从学科核心素养维度看是考查物理观念方面的运动与相互作用.求PQ上反射光点与O点间的弧长 s ,从学科核心素养维度方面看是考查科学思维方面的科学推理.其中某同学用此装置测一微小电流,测量前未调零,这是间接告诉科学探究的操作步骤要规范,尤其是在仪器使用方面,从学科核心素养维度看这是考查科学探究中的寻找证据.将电流通入线圈后,PQ上反射光点出现在O点上方,与O点间的弧长为 s_1 ;保持其他条件不变,只将该电流反向接入,则反射光点出现在O点下方,与O点间的弧长为 s_2 ,求待测电流的大小.这个部分在路径方面:电流变化 \rightarrow 安培力变化 \rightarrow 弹力变化 \rightarrow 弹簧形变 \rightarrow 镜面偏转 \rightarrow 光偏转.从学科核心素养维度看这是考查科学态度与责任中的科学本质.在解决问题策略方面属于科学推理.总之本题全面地考查了高中物理学科核心素养的4个维度.

2.4 学业质量标准达成程度

本题涉及学业质量内涵丰富.高中物理学业质量根据问题情境的复杂程度、知识和技能的结构化程度、思维方式或价值观念的综合程度等划分为不同水平.在涉及的安培力、胡克定律、力的平衡、光的发射等,涉及到数学中的微小量近似,等量代换等数

学思想有很好的体现.学业质量水平层次合理.设置的情境与问题符合以下几点要求:一是理解所学的物理概念和规律及其相互关系,综合应用所学的物理知识解决实际问题.本题的情境取材于教材,体现了标准中要求的“所学”.二是能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型.对于推理过程中用到的 $\sin\theta \approx \theta$, $\sin 2\theta \approx 2\theta$,在单摆周期公式推导,圆周运动学习中已经建模的方式学习过,体现了“所学的物理模型”.三是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.本题中把求PQ上反射光点与O点间的弧长 s 作为结论,把要测的微小电流作为可探究的物理问题.四是认识到物理研究是一种对自然现象进行抽象的创造性工作,在合作中既能坚持观点又能修正错误.本题设置的某同学用此装置测一微小电流,测量前未调零,但是通过修正错误的方式顺利解决了要探究的问题.

3 从HPS教育理念视角分析25题

文献[1]对HPS教育已有详细描述,本文不重点介绍.总之HPS教育被认为是促进学生学科核心素养发展的主要途径,是落实课程育人的重要策略已成为一种共识.在高中物理新课标(2017年版2020年修订)中,从课程性质的角度对物理学的研究内容、研究方法作了具体的介绍,对高中物理课程的育人目标、育人要求作详细的描述.在教材中安排有涉及科学史、科学哲学和科学社会学的内容^[2].25题以“光点式检流计”仪器为命题背景,紧紧地与科学社会学相关联,体现了学科教学与考试要指向学以致用要求.在新一轮的课改推进中,教考合一的导向越来越明显,在今后的教学中要更加关注HPS教育理念指导下的教学要求.

4 结束语

在2022年的高考中,本题给师生的感觉是不常规、不适应,这也反映出了在新旧高考过渡的关

键时期,教师的教与学生的学还没有同步跟上.今后的教学中要重视存在原因的分析与相关要求的落实.

素养本位的课堂教学转型没有落地是根本原因.一是应试教育思想根深蒂固,教师课堂教学转型没有落地.二是课程育人的教学素材没有具体化,教师在教学中没有关注.三是课程育人的意识不强,教学中没有依据课标进行挖掘.基于 HPS 理念的教学,在科学史方面,科学史可以增进科学本质的研究和理解.在科学哲学方面,科学哲学是从探究认识论和科学方法论的角度思考问题.在科学社会学方面,科学社会学是指用社会学的概念和方法对科学进行研究.

素养本位的课堂教学转型是必然要求.从教学内容的视角看,问题以“光点式检流计”这一可以测量微小电流的仪器作为命题背景.这对以后的教学

内容要关注科学社会学的教学指向提供了依据.从教学标准的视角看,培养学生学科核心素养是必然的趋势,围绕“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”4个方面学科核心素养实施教学是科学的标准.从考试标准的视角看,《中国高考评价体系》将立德树人融入考试评价全过程联通“招—考—教—学”全流程,在方向上要关注《中国高考评价体系》,在具体学科落地方面还要更加重视学业质量标准.

参考文献

- [1] 陈海. 素养本位视域下 HPS 教育价值分析与教学启示——以 2021 年全国高考理综甲卷物理试题为例[J]. 中学物理教学参考, 2021, 50(33): 68-70.
- [2] 陈丽珊. 素养本位理念下评价学生学科素养发展水平的探究——以 2020 年高考全国 III 卷理科综合第 25 题为例[J]. 物理教学, 2021, 43(1): 68-71.

Analysis on the Test Questions Pointing to the Core Accomplishment and the Quality of Academic Level of Senior High School Physics

——Taking the 25th Question in Volume A of Comprehensive Science in the 2022 National College Entrance Examination as an Example

CHEN Lishan

(Qianxi No. 1 Middle School, Bijie, Guizhou 551500)

Abstract: Taking the 25th question in volume A of comprehensive science in the 2022 national college entrance examination as an example, this paper makes a deep analysis about the question from four aspects around the key indicators of the core accomplishment and Academic quality standards of high school physics. It explains that the question system should focus on the learned teaching content, examine the core nutrition dimensions of the discipline, and implement the guidance of the academic quality standards. It also puts forward that the HPS education concept plays an important role in implementing the teaching of the discipline core accomplishment.

Key words: discipline core accomplishment; academic quality standards; HPS education; sociology of science