

核心素养背景下高考物理试卷试题评析

——以2023年高考湖南省物理试卷第11题为例

刘鑫

(深圳市聚龙科学中学 广东 深圳 518000)

(收稿日期:2023-08-20)

摘要:2023年高考湖南省物理卷第11题,基于手机磁传感器探究弹簧振子运动规律的试题设计,注重学科核心素养与创新思维的考查,紧密结合《普通高中物理课程标准》与《中国高考评价体系》,对中学物理教师进行实验教学及高考实验复习备考起到了导向性作用,引导高中物理实验教学应立足素养、关注实践、注重迁移、融合创新。

关键词:2023年高考湖南省物理;物理实验;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]。因此物理实验能够有效实现全方位、多维度培养学生物理学科核心素养的目标。基于《中国高考评价体系》中的“一核、四层、四翼”理念,高考物理试卷中的实验试题以教材中的实验为基础,通过情境创新、方法创新,综合考查学生的物理学科核心素养,最终实现“立德树人,服务人才,指导教学”的终极目标。2023年高考湖南省物理卷第11题,源于教材,紧贴生活,体现了实验的基础性、创新性的特点,全方位考查学生物理学科必备能力,引导教学培养学生关键素养。

1 试题解析

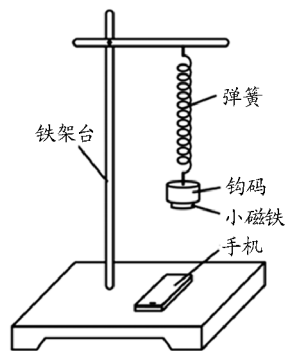
【题目】(2023年高考湖南省物理卷第11题)某同学探究弹簧振子振动周期与质量的关系,实验装置如图1(a)所示,轻质弹簧上端悬挂在铁架台上,下端挂有钩码,钩码下表面吸附一个小磁铁,其正下方放置智能手机,手机中的磁传感器可以采集磁感应强度实时变化的数据并输出图像。

实验步骤如下:

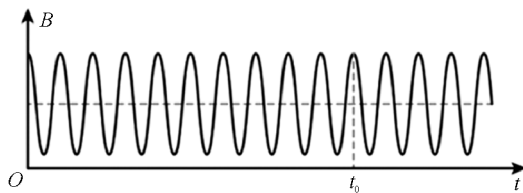
- (1) 测出钩码和小磁铁的总质量 m ;
- (2) 在弹簧下端挂上该钩码和小磁铁,使弹簧

振子在竖直方向做简谐运动,打开手机的磁传感器软件,此时磁传感器记录的磁感应强度变化周期等于弹簧振子振动周期;

(3) 某次采集到的磁感应强度 B 的大小随时间变化的图像如图1(b)所示,从图中可以算出弹簧振子振动周期 $T =$ _____ (用“ t_0 ”表示);



(a)



(b)

图1 题目配图

(4) 改变钩码质量,重复上述步骤;

(5) 实验测得数据如表1所示,分析数据可知,弹簧振子振动周期的平方与质量的关系是 _____ (填“线性的”或“非线性的”);

表1 实验数据

m/kg	$10T/\text{s}$	T/s	T^2/s^2
0.015	2.43	0.243	0.059
0.025	3.14	0.314	0.099
0.035	3.72	0.372	0.138
0.045	4.22	0.422	0.178
0.055	4.66	0.466	0.217

(6) 设弹簧的劲度系数为 κ , 根据实验结果并结合物理量的单位关系, 弹簧振子振动周期的表达式可能是_____ (填正确答案标号);

- A. $2\pi\sqrt{\frac{m}{\kappa}}$ B. $2\pi\sqrt{\frac{\kappa}{m}}$
 C. $2\pi\sqrt{m\kappa}$ D. $2\pi\kappa\sqrt{m}$

(7) 除偶然误差外, 写出一条本实验中可能产生误差的原因:_____.

参考答案: (1) $\frac{t_0}{10}$; (2) 线性的; (3) A; (4) 空气

阻力.

解析: 试题要求学生根据实验所提供的实验器材及实验目的, 计算出弹簧振子振动周期, 其具有一定的创新性, 本质上基于具有磁性振子进行周期运动时, 传感器接收到磁感应强度信号也会发生周期变化, 而弹簧振子振动周期与磁感应强度变化周期相同, 以此为创新实验情境, 立足教材中的基础实验, 考查学生对简谐运动的理解, 检测学生处理数据和分析实验误差的能力, 让学生在解题的过程中提升物理学科核心素养.

(1) 从图中可以算出弹簧振子振动周期 $T = \frac{t_0}{10}$;

(2) 题目要求判断簧振子振动周期的平方与质量关系, 并给出了限定范围, 在“线性的”和“非线性的”选项中进行二选一, 而并非推断弹簧振子振动周期的平方与质量表达式, 极大程度上降低了试题难度. 分析数据可知, 弹簧振子振动周期的平方与质量的比值接近常量 3.95, 则弹簧振子振动周期的平方与质量关系是线性的;

(3) 因为在 4 个选项中, 考虑选项 A 为 $2\pi\sqrt{\frac{m}{\kappa}}$, 它的单位为 $\sqrt{\frac{\text{kg}}{\text{N/m}}} = \sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2}} = \text{s}$, 而 s(秒) 为周期的单位, 其他选项的单位都不是周期的单位, 故选 A.

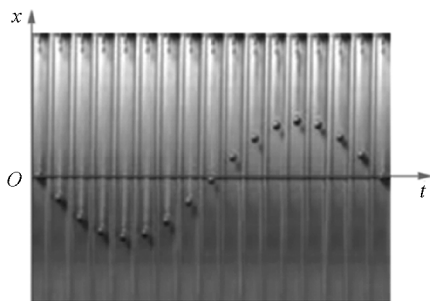
(4) 除去偶然误差外, 钩码振动的过程中受空气阻力的影响可能会使本实验产生误差.

2 试题评析

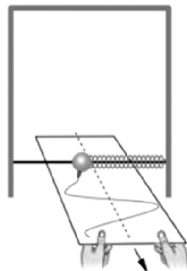
依托高考评价体系, 2023 年高考湖南省物理卷第 11 题紧贴教学实际, 注重基础, 创新方法, 再现学科理论产生的情境. 在试题情境中, 学生将运用必备知识和关键能力解决问题, 全面展现学科核心素养.

2.1 方法创新 凸显等效替代思想

教材中探究弹簧振子的运动规律主要通过频闪照相、照相机连拍或者用摄像机摄像后逐帧观察的方式, 得到相等时间间隔的不同时刻小球的位置或是通过振子在图纸上作出运动图像进行探究. 如教科版教材是通过用手机录像的方式记录竖直方向振子的振动过程, 随后等时间间隔 0.02 s 截屏, 利用软件拟合在一张照片上, 得到竖直方向弹簧振子振动图像[图 2(a)]. 山科版教材是通过将弹簧和小球分别套在光滑横杆上, 弹簧左端与小球相连, 右端固定在支架上, 形成一个弹簧振子. 在球底部固定一毛笔头, 笔头下放一纸板. 使小球偏离平衡位置并释放, 其振动可视为简谐运动. 沿图示方向匀速拉动纸板, 笔头会在纸板上画出一图像, 如图 2(b) 所示.



(a) 教科版探究弹簧振子的运动规律方法示意图



(b) 山科版探究弹簧振子的运动规律方法示意图

图2 不同版本教材中探究弹簧振子的运动规律方法示意图

而本试题创新采用手机中的磁传感器进行数据采集, 当具有磁性的弹簧振子在竖直方向做简谐运动时, 磁传感器采集不同时刻的磁感应强度信号, 经过手机数据处理, 可以得到磁感应强度随时间变化的图像, 而磁感应强度变化周期与弹簧振子的振动周期相等, 因此利用等效代替的思想, 间接测量出了

弹簧振子的振动周期. 根据《中国高考评价体系》中的“四翼”理念, 该试题凸显了创新性, 突出了对学生实验创新能力的考查, 旨在引导教师、学生多使用日常器材设计实验, 探究解决生产生活中存在问题的解决方法.

2.2 能力主导 强调核心素养培养

创新试题的设计需要与情境创新相结合, 而对于新的情境呈现来说, 文字叙述和图像、数据列表展示是不可或缺的. 通过文字和图像, 学生可以建立相应的物理模型, 从而解决问题. 从命题者的角度来看, 本试题弱化了对实验原理的考查. 通过文字描述和图片、数据呈现, 有效考查学生综合能力, 即获取、分析和构建文字、图像、数据信息和模型的能力.

题目中强调“磁传感器记录的磁感应强度变化周期等于弹簧振子振动周期”, 基于此学生便可根据磁感应强度变化周期的波形图计算出弹簧振子的周期. 在探究弹簧振子振动周期的平方与质量的关系时, 题目给出了 $10T$ 、 T 这些干扰数据, 学生容易被这些干扰数据所误导, 因而得到错误答案. 并且题目已然给出了限定条件, 在“线性”与“非线性”中进行二选一. 学生可以通过作图法绘制出质量与振动周期的平方的图像, 若图像为可以被近似看成一条直线, 则弹簧振子振动周期的平方与质量为线性关系, 反之若为其他图线, 则为非线性关系. 或者学生可以将数据进行近似处理: $T^2 = 0.059$, 可被近似约等于 0.06 , 则 $\frac{T^2}{m} = 4$; $T^2 = 0.099$, 可被近似约等于 0.1 , 则 $\frac{T^2}{m} = 4$. 由此处理, 简化了计算, 学生也容易得出结

论. 在探究弹簧振子振动周期的表达式时, 学生面对该类题型可能会束手无策, 但其实只要基于量纲分析, 分析物理量之间的单位关系, 便能够快速判断. 而对于实验误差来源判断, 只要学生可以对振子运动进行受力分析, 也能够较容易地分析出空气阻力会对实验结果产生影响, 如果没有空气阻力影响, 系统的机械能守恒, 振子做竖直方向的往复运动, 但基于实际情况, 最终振子将会停止运动, 这是因为空气阻力一直在做负功, 使得系统能量减少.

综合来看, 此题借助新情境, 以全新的形式考查学生的知识运用综合能力及知识迁移能力. 从试题的命制立意出发, 其旨在引导教师在实验教学上要从“刷题”训练转向素养培养, 只有全面落实提升学科素养培养, 学生才能从“题海”中解放出来, 才能真正培养学生的问题解决思维.

3 教学启示

3.1 立足素养 关注实践

通过本题分析可以发现, 高考更加侧重考查学生的物理学科核心素养. 因此, 在实验教学中应当以培养学生核心素养为目标, 从而实现“实验育人”. 针对实验教学, 教师应当多做少讲, 让学生在教师的引导下, 进行自我探索, 在此过程中学生多方面的素养均能够得到有效的培养. 而对于高三阶段的复习, 容易沦为题海练习, 反复考试, 以分数作为评价学生知识是否牢固的唯一标准, 学生容易陷入内耗. 适当地练习有助于知识的巩固, 机械性刷题只是在检验学生的记忆力, 而对于学生问题解决能力的提升没有过多的帮助, 实践是检验真理的唯一手段, 因此对于物理实验复习, 教师应当增加学生亲自操作实验的机会, 可有效避免学生“死记实验原理、硬背实验步骤”, 从而真正帮助学生理解物理本质、培养科学探究、问题解决、创新实践等能力.

3.2 注重迁移 融合创新

《中国高考评价体系》中明确指出高考试题需要体现创新性, 以此考查学生的必备知识、关键能力和学科素养核心价值, 其主要依托开放性的生活实践问题情境或学习探究问题情境, 这使得高考物理实验试题愈发趋向灵活多变的形式. 对于实验试题而言, 情境创新主要体现在实验方法创新, 以新方法、新仪器考查学生相关必备知识、核心能力及价值, 实则为“新瓶装旧酒”, 实验原理并没有发生改变. 因此在教学过程中, 教师应当通过多种形式, 引导学生深入理解实验原理, 并从一个实验出发, 将物理知识与物理思想相融合, 以此促进学生创新思维发展, 继而促进学生知识的迁移. 此外, 教师也应当积极创新, 深入挖掘物理实验教学的多重功能, 加大利用日常用品进行实验改进及创新. 因此, 教师不仅需要进行课标所规定的实验教学, 还需做好扩展实验教学、创新教学方法、优化教学设计以实现同一实验目的, 在此过程中, 引导学生掌握不同仪器的使用、理解实验原理及方法、掌握数据处理及误差分析方法等, 以此全方位促进学生学科核心素养的提升.

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.