

赏析 2018 年高考江苏卷第 11 题力学实验题

雷光娟

(江苏省青阳高级中学 江苏 无锡 214401)

卢 炜

(江苏省南菁高级中学 江苏 无锡 214437)

(收稿日期:2018-06-19)

摘要:2018年江苏省高考物理力学实验题再次考查了连接体问题,它延续了近年来江苏省力学试题的命题特色,即注重考查考生思维逻辑、模型建立能力、实验操作技能与探究的能力.试题体现出对物理学科核心素养中科学思维、科学探究的基本要求.

关键词:高考试题 力学实验 理想模型

2018年高考已经结束,其力学实验题为:利用滑轮测定重力加速度 g .本题是在经典的物理模型——阿特伍德模型上的创新.该题考查了考生对质量不计理想模型的建构、熟练找到物理量之间的关系并运用所学牛顿第二定律的相关知识进行推导的能力,用高中校园常见的橡皮泥这一生活物品来解决实验中遇到的实际问题的技能.这道力学实验题是在学生很熟悉的常规实验“探究加速度和力、质量间关系”的基础上更深层次的改编.从而引导学生重视实验原理的理解、重视实验的规范和技能的锻炼、努力提高探究能力,同时为教师课堂实验教学提供指导.

本题涉及滑轮和绳子之间的摩擦,对学生应用物理原理解决实际问题的能力进行了有效的考查.

1 高考实验题分析

【原题】某同学利用如图1所示的实验装置来测量重力加速度 g .细绳跨过固定在铁架台上的轻质滑轮,两端各悬挂一只质量为 M 的重锤.实验操作如下:

①用米尺量出重锤1底端距地面的高度 H ;

②在重锤1上加上质量为 m 的小钩码;

③左手将重锤2压在地面上,保持系统静止.释放重锤2,同时右手开启秒表,在重锤1落地时停止计时,记录下落时间;

④重复测量3次下落时间,取其平均值作为测量值 t .

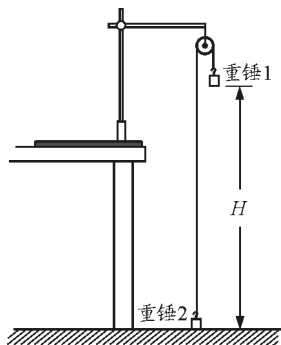


图1 测量重力加速度实验装置示意图

请回答下列问题:

- (1) 步骤④可以减小对下落时间 t 测量的_____ (选填“偶然”或“系统”)误差.
- (2) 实验要求小钩码的质量 m 要比重锤的质量 M 小很多,主要是为了_____.
 - A. 使 H 测得更准确
 - B. 使重锤1下落的时间长一些
 - C. 使系统的总质量近似等于 $2M$
 - D. 使细绳的拉力与小钩码的重力近似相等
- (3) 滑轮的摩擦阻力会引起实验误差.现提供一些橡皮泥用于减小该误差,可以怎么做?
- (4) 使用橡皮泥改进实验后,重新进行实验测量,并测出所用橡皮泥的质量为 m_0 .用实验中的测量量和已知量表示 g ,得 $g = \underline{\hspace{2cm}}$

解析:(1) 偶然误差是指测量结果与同一待测量的大量重复测量的平均结果之差.人在读秒表的误差可以通过多次测量取平均值来减小.所以选偶然误差.

(2) 用秒表测量时间的时候,不可避免的误差来自于人的反应时间,此时可以通过增加测量时间来减小误差,如在高度不变的情况下减小加速度,当小钩码的质量 m 要比重锤的质量 M 小得多的时候使得条件得到满足. 在人反应时间一定的情况下,延长测量时间能够有效地减小相对误差. 所以选 B. 当然我们还可以通过增加测量高度 H 来增加测量时间.

(3) 绳子和滑轮摩擦阻力给实验带来影响,所以橡皮泥是用来平衡绳子和滑轮之间的摩擦阻力的. 在重锤 1 上粘上橡皮泥,调整橡皮泥质量直至轻拉重锤 1 能观察到其匀速下落,此时摩擦阻力得到消除.

(4) 设与重锤 1 相连的绳子的张力为 T_1 , 与重锤 2 相连的绳子的张力为 T_2 , 对重锤 1、钩码、橡皮泥的整体,有

$$(m_0 + m + M)g - T_1 = (m_0 + m + M)a$$

对重锤 2,有

$$T_2 - Mg = Ma$$

对与滑轮接触的一段轻绳(质量不计的轻绳合外力始终为零)

$$T_1 - f = T_2$$

又因为

$$f = m_0 g$$

所以

$$a = \frac{mg}{m_0 + m + 2M}$$

根据

$$H = \frac{1}{2}at^2$$

得到

$$g = \frac{2(m_0 + m + 2M)H}{mt^2}$$

点评: 本题是一道江苏高考常常涉及的连接体问题,学生常常在“验证机械能守恒”的实验中遇到此模型. 命题人将实验创新设计“测重力加速度 g ”是本题的一大亮点. 误差分析是实验的一大关键,所以试题前两问分别考查了偶然误差和系统误差、绝对误差和相对误差的相关知识,体现出出题人对实验误差分析的重视. 第 3 问是对平衡摩擦力这一实验要点的考查,这一问通过橡皮泥的重力来平衡滑轮的摩擦,学生熟悉的方法是用调整倾斜木板的角度来平衡小车的摩擦力. 此问的设计新颖独特,展现了试卷命制人超高的水平和创新精神. 最后一问通过对绳两端物体使用牛顿第二定律求出重锤下落的加速度,然后用运动学知识,求出重力加速度 g . 这一问是整体法和隔离法在牛顿第二定律的灵活运用,

准确得到重锤下落的加速度并不那么容易,这一问最大的亮点在于绳子的两端拉力并不相等,这一问学生应该敏感地意识到绳子是轻绳,取与滑轮相接触的轻绳为研究对象,轻绳的质量为零,不论其加速度是否为零,其合力始终为零. 此题对学生的物理思维、计算能力进行了考查,同时考查学生实验中发现、解决问题的能力,也培养了学生科学探究的实验素养. 本题因为两个重锤加速度方向不同,为了力求严谨我们还是避免使用所谓的整体法:将整个系统或整个过程作为研究对象.

2 对课堂实验教学的感悟

在实验课的教学过程中,教师应该通过分析、演示、学生自己动手操作,让学生弄清实验原理,参与实验过程,从而使学生掌握其中的物理规律和方法,而不是简单直接地告知物理结论并要求记忆. 从实验的基本原理入手,掌握基本实验仪器的使用规范从而正确操作实验仪器,再进行实验数据处理、误差分析. 教师要善于借助课本常规的实验,锻炼学生的实验分析能力,重视学生的实验操作,让学生自己动手,这样才能让学生暴露出问题,而这些错误学生在做题时经常会犯,只有通过实际操作暴露出问题并解决了,才会印象深刻.

在高考前的实验复习教学中,教师应该重新审视课本中出现的实验,思考怎样才能使学生从本质上充分理解、把握实验原理,掌握实验过程. 笔者认为,可以通过对实验器材的整合和实验方法的比较来深化学生的理解. 只有真正理解了原理,学生在遇到自己熟悉的物理模型的时候才不会轻易下笔,遇到不熟悉的物理模型也不会无从下笔. 例如:在“探究加速度与力、质量关系”的实验中,要让学生能够通过牛顿第二定律计算出绳子中的拉力,然后分析出为什么需要 $m \ll M$,以及为什么需要平衡摩擦力,而不是单纯地去记“平衡摩擦力”及“ $m \ll M$ ”这两个实验要点. 高考实验中探究性实验的出现已经成为常态,因此教师要以基本器材、基本实验为基点,拓展问题可能呈现的形式,挖掘问题的视角,设置探究实验的情境,这样才能真正培养学生的科学思维、科学探究能力,才能让学生真正学会探究从而提高学生的物理学科核心素养.

(下转第 97 页)

$$R_2 = \frac{(2m)v_2'}{qB} = \sqrt{2}R_1 \quad (42)$$

由圆的几何关系得

$$s_2' = 2R_2 \sin \theta_2 \quad (43)$$

由图6可知,氙核第一次离开磁场的位置到原点O的距离

$$s_2' - s_2 = \frac{2}{3}(\sqrt{6} - \sqrt{3})h \quad (44)$$

通过访谈部分考生,总结出考生对第(3)问错解成因主要有以下2点:

(1) 考生不会运用化学知识(相对原子质量等于质子数和中子数之和)推导出氙核的质量等于氙核的2倍,有的考生明明得出氙核的质量等于氙核

的2倍,却在列公式时仍将氙核的质量视为氙核的质量;

(2) 审题不清,忽略“不计重力”这个显性条件,认为氙核始终处在复合场中.

3 总结与比较

通过以上分析,我们已经熟悉了2018年全国卷I-25题的表征及特点,分析了3小问的多种解析方法和错解成因.2018年全国卷I-25题与2017年全国卷的两道高考题很类似,为了得出高中物理同类型综合题的命题特点,我们分析了表1所示的几个高考题的研究对象及运动过程.

表1 近年同类型高考物理题的比较

| 题号 | 2017年全国卷I第25题 | 2017年全国卷II第25题 | 2018年全国卷I第25题 |
|------|------------------------------|---|------------------------------------|
| 研究对象 | 带电油滴 | M,N两个带电小球 | 氙核、氙核 |
| 运动过程 | 带电油滴在重力和电场力的共同作用下做匀变速直线运动的过程 | 带电小球在单一场(重力场)和复合场(重力场与电场)中做曲线运动和直线运动的过程 | 氙核和氙核在两个单一场(电场、磁场)中均做类平抛运动和圆周运动的过程 |

由表1不难看出,这些高考题的研究对象均带电,研究对象在不同区域的运动过程均为直线运动或曲线运动,无论是单一场还是复合场仅使研究对象产生力源,因此解析这类题重点需要掌握匀变速直线运动规律、平抛运动和匀速圆周运动的相关知识.

通过这些分析,可以得到一些高中物理同类型综合类习题的教学启示:首先,让学生理解和掌握重要的物理规律是解析综合类物理题的基础;其次,在此类习题课训练时需要有意识选取一些融入其他学科情境的题目,学生的审题能力尤其是学生对隐性条件的识别能力是解析综合类物理题的关键;最后,

提倡学生借助研究对象的运动轨迹草图分析问题,学生的科学思维、物理模型建构的能力和运用数学解决物理问题的能力是解析综合类物理题的重点.

参考文献

- 1 教育部考试中心. 2018年普通高等学校招生全国统一考试大纲(理科). 北京:高等教育出版社,2017.119~120
- 2 刘丹,钱长炎. 2017年高考理综卷(全国卷I)物理第25题解析及启示. 物理教师,2018,39(4):75~77,81
- 3 戴伟. 物理习题解决中物理模型的影响研究:[硕士学位论文]. 南京:南京师范大学,2017.39
- 4 谢丽,李春密,俞晓明. 物理问题解决内部影响因素框架的构建与解析. 物理教师,2017,38(10):6~8

(上接第92页)

3 结束语

对于高中物理实验的教学,教师首先应该立足基础,突出问题的过程与细节,重视学生的动手能力和参与程度,逐步渗透物理思想.在探究性实验中,要鼓励学生创新,让学生大胆质疑、猜想,勇敢地提出实验的新方法、新措施,放手让学生设计,允许学生失败,时刻铭记实验是检验真理的标准和准绳.这

样才能培养学生的科学探究精神,提高创造能力,锻炼科学的思维使方式,使得学生物理学科核心素养得到发展.

参考文献

- 1 李俊成. 源于经典 守正创新评析2018年江苏高考第11题. 物理教师,2018(8):91~94
- 2 金溢. 近五年江苏高考物理实验题的特点分析与复习策略. 中学物理教学参考,2017(12):47~49
- 3 陈益富. 连接体问题归类分析. 物理教师,2014(2):89~91