

对2016年高考江苏卷力学实验题的评析

丁 骏

(江苏省口岸中学 江苏 泰州 225321)

(收稿日期:2016-06-20)

摘 要:2016年江苏高考卷力学实验题的命题方式体现了创新理念,从试题设置和提问中得到两点启示.结合高中物理实验室装备的仪器,对题中所给数据进行深入分析,发现在部分数据设置、实验的可操作性、精确性、系统误差上存在一些疑惑和不足.

关键词:力学 实验题 启示 疑惑 不足

2016年高考江苏物理试卷实验题延续了“一电一力”的格局,较全面地覆盖了基本实验技能的各个方面.突出考查了学生的动手操作能力.笔者在分析和解答力学实验题时既有惊喜又有疑惑,具体分析如下.

【题目】某同学用如图1所示的装置验证机械能守恒定律.一根细线系住钢球,悬挂在铁架台上,钢球静止与A点,光电门固定在A的正下方.在钢球底部竖直地粘住一片宽为 d 的遮光条.将钢球拉至不同位置由静止释放,遮光条经过光电门的挡光时间 t 由计时器测出,取 $v = \frac{d}{t}$ 作为钢球经过A点时的速度.记录钢球每次下落的高度 h 和计时器示数 t ,计算并比较钢球在释放点和A点之间的势能变化大小 ΔE_p 与动能变化大小 ΔE_k ,就能验证机械能是否守恒.

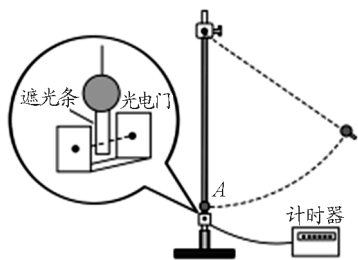


图1 验证机械能守恒的实验装置

(1) $\Delta E_p = mgh$ 计算钢球重力势能变化的大小,式中钢球下落高度 h 应测量释放时的钢球球心到之间的竖直距离()

- A. 钢球在A点时的顶端
- B. 钢球在A点时的球心
- C. 钢球在A点时的底端

(2)用 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$ 计算钢球动能变化的大小,

用刻度尺测量遮光条宽度,示数如图2所示,其读数为____cm.某次测量中,计时器的示数为0.0100s,则钢球的速度为 $v =$ _____m/s.

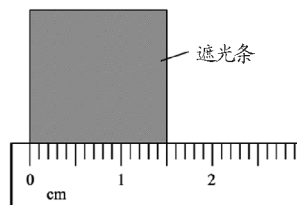


图2

(3)表1为该同学的实验结果

表1 实验结果

$\Delta E_p (\times 10^{-2} \text{ J})$	4.892	9.786	14.69	19.59	29.38
$\Delta E_k (\times 10^{-2} \text{ J})$	5.04	10.1	15.1	20.0	29.8

他发现表中的 ΔE_p 与 ΔE_k 之间存在差异,认为这是由于空气阻力造成的.你是否同意他的观点?请说明理由.

(4)请你提出一条减小上述差异的改进建议.

江苏省教育考试院发布的参考答案:(1)B;(2)1.50;1.50;(3)不同意,因为空气阻力会造成 ΔE_k 小于 ΔE_p ,但表中 ΔE_k 大于 ΔE_p ;(4)分别测出光电门和球心到悬点的长度为 L 和 l ,计算 ΔE_k 时,

将 v 折算成钢球的速度。

1 两点启示

(1) 重视知识的全覆盖

今年考了刻度尺读数,这是初中就要求会读、会使用的测量工具,查阅了2004—2015年的江苏卷得知,这是江苏新课程改革以来首次考查刻度尺的读数,虽然高考考试说明中对刻度尺的读数有要求,由于刻度尺的读数是中考考查的内容,造成大部分教师的忽视,甚至出现部分教师认为一定不会考查,这次出现在江苏高考试卷,就是在提醒江苏所有教师和学生,只要是课标上要求的内容,必须讲到位,不能出现随意不讲或讲不到位的现象。也提醒我们教师不要以为多年不考的内容就一定不会考,只要考试说明上要求的内容,无论多么简单也会考查。也就是要求我们教师和学生把高中应知应会的内容都要掌握,才能为进入高校打下良好的物理基础。

(2) 重视创新的渗透

题目第(3)、(4)问打破了常规,在验证机械能守恒实验中一般出现的是减少的重力势能一般大于增加的动能,理由就是由于空气阻力做负功的原因,现在出现了逆反现象,还问是否由于空气阻力的原因,对于第3问是容易回答的,那么对于第4问就要求我们找到问题的根源,在平常的教学中,我们也会遇到这问题,一般情况我们的回答是由于初速度不为零造成的,现在题目的主干中明确写出钢球由静止释放,这时就需要学生冷静思考分析表格中数据,从表格中数据可以看出由于动能的增加量始终大于重力势能的减少量,所以一定是由于系统造成的。这种创新考法提醒我们学生和教师不仅要做实验,而且要认真做实验,把我们每次试验中遇到的异常情况加以分析,找到原因并提出解决问题的办法,因为创新就是在这些几乎可以忽略的异常现象中产生或者有新的发现。还要求学生不仅要做好基本实验,而且要求学生对这些基础实验加以适当改进实现知识的融会贯通。也就是说不能把知识学死,而应当带着思考去学习,这样才会越学越活。

2 3个疑惑

(1) 表格中设置的数据不尽合理

表格中的数据随着重力势能的增大,动能也在增大,但是同一次中 ΔE_k 和 ΔE_p 之间的数量差值依

次是 0.15, 0.31, 0.41, 0.41, 0.42(未写出数量级), 笔者认为由于释放的高度越高,到达最低点的速度就越大,根据第(4)问的解答 $v' = \frac{l}{L}v$ 可以知道和 v 的差值就会越大,所以笔者认为 ΔE_k 和 ΔE_p 之间的差值应该随着 ΔE_p 的增大而增大。不应该存在 ΔE_k 和 ΔE_p 之差保持稳定的现象。

(2) 遮光条的宽度过大造成操作上的不方便

中学实验室中遮光条的宽度一般是 1 cm,并不是 1.5 cm,根据第二问中的计算的速度大小为 1.50 m/s,结合第(3)问中的动能增加的大小可以推知小球和遮光条的总质量应该在 44.8 ~ 264.8 g 之间,中学实验室能够提供的钢球的质量分别是 53.0 g, 30.2 g, 12.0 g。可以推知钢球的质量应为 30.2 g,那么遮光条的质量为 14.6 g,经测量 30.2 g 钢球的直径为 1.90 cm,如果采用宽度为 1.50 cm 的遮光条在操作上是很难粘连在直径为 1.90 cm 的钢球下面的,除非焊接在钢球上,在中学实验室不具备这样的条件。

(3) 遮光条的质量过大造成不可忽略的系统误差

如果我们认为第(4)问中的解答 $v' = \frac{l}{L}v$ 是正确的,那么就意味着钢球和遮光条具有共同的角速度,根据分析可知遮光条就会对钢球做正功,由于遮光条的质量占到钢球质量的一半,结合遮光条比较薄,造成遮光条的长度较长,所以遮光条对钢球做的功不能忽略不计,造成了明显的系统误差,结合细线的质量、空气的阻力、细线的形变量变化增加的弹性势能对实验产生的系统误差,会使得实验精确性大大降低。

3 4个不足

笔者查阅了2000—2015年全国各地的高考试卷,没有哪一年哪个省份利用单摆的装置来验证机械能守恒,一般都是用来测定摆动的周期来计算当地的重力加速度。应该说这种考法今年江苏是个创新,笔者在网上搜索了一下,发现只有高考模拟考试的试卷考过一次类似的题目,题目如下。

【例1】某同学设计了一个用单摆的实验装置验证机械能守恒的实验如图3所示,通过光控门,可以从时间显示仪上读小球挡光的时间。他的实验步骤是:

对2016年高考北京卷物理实验题的一点思考

——关于选项设置与解答

崔 琰

(北京市海淀区教师进修学校 北京 100195;北航实验学校中学部 北京 100191)

李志刚

(中国人民大学附属中学 北京 100080)

(收稿日期:2016-06-09)

2016年高考北京物理的实验题考查了“验证机械能守恒定律”这个力学实验,继2015年考查“单摆”实验后,延续了考查力学实验的“传统”.该题以

“验证机械能守恒定律”为实验目的,将仪器选取、数据处理、误差分析和函数图像关系融合为一道考题,突出考查学生对物理实验中实验操作的理解和

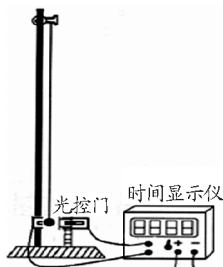


图3 单摆实验装置

(1)用刻度尺测出摆线长 L ,再用游标卡尺测量摆球的直径如图4所示.

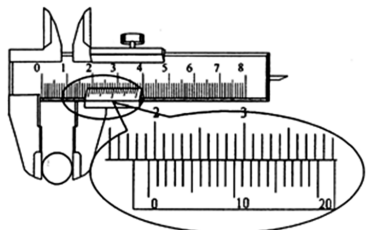


图4 用游标卡尺测量摆球的内径

(2)将摆球拉离平衡位置使得摆球的高度升高 $\frac{1}{4}$ 摆长,闭合时间显示仪开关,由静止释放摆球,从时间显示仪读出摆球挡光时间 t_1 .

(3)断开时间显示仪开关,撤去光控门,将摆球拉离平衡位置一个很小的角度($\theta < 10^\circ$),由静止释放摆球,用秒表测出摆球作 N 次全振动的的时间是 t_2 .

回答:摆球的直径是 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ cm

用秒表测出摆球作 N 次全振动的的时间时应在摆球经过 $\underline{\hspace{2cm}}$ 时开始计时,当地的重力加速度是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (用字母表示各物理量)

在误差允许的范围得到 $dt_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ (用字母表

示各物理量),就验证了摆球运动过程中机械能守恒.

为减小实验误差,在体积相同的条件下,摆球应选用 $\underline{\hspace{2cm}}$ (实心、空心)金属球.

根据实验设计的3个基本原则:简便性、可行性、精确性,笔者觉得江苏卷中用来验证机械能守恒的实验装置存在4个方面的不足之处,一是采用的细线不好找,要求细线的质量很轻、很细并且在较大作用力范围内细线长度的变化量要极小并且细线的弹性势能要几乎保持不变,在目前的中学实验条件下不容易找到这种材料;二是遮光条对小球做功不好计算,由于遮光条的质量占到钢球质量的一半,所以不能忽视遮光条对钢球做的功,由于遮光条和钢球组成系统的重心不易判断,所以遮光条对小球做的功不好计算,这就造成了不可忽略的系统误差;三是要判断钢球在竖直平面摆动,凭肉眼是做不到的;四是操作起来不方便,如果小球和遮光条的总质量为44.8 g,那么第(3)问中摆的高度范围为11.5~69.1 cm之间,在高度69.1 cm处.如果摆长为100 cm,那么最大的摆动角度大约在 72° ,让小球从这样一个大角度摆动通过光电门,并且还要是在竖直平面内摆动操作起来是很困难的.如果能够完善以上4个不足,那么该题的命制就是成功的.笔者觉得作为高考试题具有广泛的社会影响,实验题在创新的同时兼顾试题的科学性、严谨性、可行性.这样为广大中学教师和学生树立一个很好的榜样,起到很好的引导作用.