

由一道“纸带问题”引起的思考

雷铁飞

(观澜中学 广东 深圳 518110)

(收稿日期:2017-09-04)

摘要:高中物理教学目标中,需要提高学生的审辨能力,教师就要注重和落实“物理过程”的教学,要注重培养学生发现问题和提出问题的能力,教师善于利用教学契机激起学生强烈的求知欲和认知冲突,及时进行“物理过程和责任态度”的教育,提高学生的物理学科素养.

关键词:重过程 认知冲突 尊重科学 学科素养

著名教育家杨福家教授曾说:“什么是学问,就是学习怎么问问题,而不是学习答答案.”简单的一句话和现在的新课程教育理念不谋而合.新课程教学理念之一是“重过程”:重视学生自主经历某种有价值的学习活动(例如观察、实验、解释、分析、概括、交流等).通过活动,在实现知识与技能目标的同时,让学生获得体验,形成意识,掌握方法,提高能力.

认知冲突是一个人已建立的认知结构与当前面临的学习情境之间暂时的矛盾与冲突,是已有的知识和经验与新知识之间存在某种差距而导致的心理失衡.根据现代心理学研究表明,在课堂教学中形成认知冲突,可以让学生获得深刻体验,从而产生获得知识的成就感,这样所学的知识就不容易遗忘,更容易形成学习能力.

在高三的复习过程中,遇到下面一道关于验证机械能守恒定律的题目,在教学的过程中,有一点教学心得,特写出和同行们交流一下.

【例1】在验证机械能守恒定律实验中,质量 $m=1\text{ kg}$ 的重锤自由下落,在纸带上打出了一系列的点,如图1所示,相邻记数点时间间隔为 0.02 s ,长度单位是 cm , g 取 9.8 m/s^2 . 求:

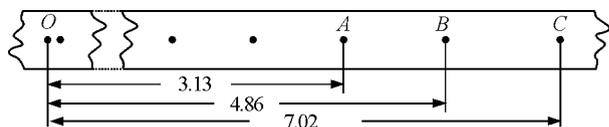


图1 实验纸带

(1) 打点计时器打下记数点 B 时,物体的速度 $v_B =$ _____ (保留两位有效数字);

(2) 从点 O 到打下记数点 B 的过程中,物体重

力势能的减小量 $\Delta E_p =$ _____, 动能的增加量 $\Delta E_k =$ _____ (保留两位有效数字);

(3) 根据题中提供的条件,可求出重锤实际下落的加速度 $a =$ _____ (保留两位有效数字)

(4) 即使在实验操作规范,数据测量及数据处理很准确的前提下,该实验测得的 ΔE_p 也一定略大于 ΔE_k ,这是实验存在系统误差的必然结果,试分析该系统误差产生的主要原因 _____.

这道试题在网上被很多学校高三训练中采用.要求学生独立完成,笔者进行讲评,由于高三要求精讲习题的原因,对于一些基础的习题就直接给学生提供参考答案:(1) 0.97 m/s ; (2) 0.48 J , 0.47 J ; (3) $a = 9.7\text{ m/s}^2$; (4) 原因是:重锤和纸带都受到阻力的作用,因此机械能有损失.

结果笔者给出参考答案后,课堂出现了一点讨论声音,讲评过程如下.

解析:(1) 由图1得

$$v_B = \frac{|AC|}{\Delta t} = \frac{7.02 - 3.13}{2 \times 0.02} \times 10^{-2} \text{ m/s} = 0.97 \text{ m/s}$$

$$(2) \Delta E_p = mgh_B =$$

$$1 \times 9.8 \times 4.86 \times 10^{-2} \text{ J} = 0.48 \text{ J}$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 0.972^2 \text{ J} = 0.47 \text{ J}$$

从以上的计算分析,题中的第(1)、(2)、(4)问的答案没有问题,现在我们来仔细分析一下第(3)问.用逐差法计算,由 $\Delta s = a\Delta t^2$ 得

$$a = \frac{\Delta s}{\Delta t^2} = \frac{|BC| - |AB|}{\Delta t} =$$

$$\frac{(7.02 - 4.86) - (4.86 - 3.13)}{0.02^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 10.75 \text{ m/s}^2$$

当计算出 g 值的时候课堂沸腾了,一位学生当时在课上明确指出这样的加速度是错误的,因为和标准答案不同!还有学生提出“重锤运动的加速度应该比当地的 g 值小”.但是这个时候有些学生有些“困惑”了,难道是老师的计算过程有错误?因为我们学生的基础比较薄弱一些,所以此时的教学必须“慢”下来,经过学生现场再次计算后确定计算过程没有问题!是信参考答案呢?还是相信自己的计算结果?

“哪里出了问题,为什么老师评讲出来的答案和试题提供的答案不一样?请同学们开动脑筋进行讨论。”话题抛出,学生讨论热烈得很,学生很希望找到一个方法得到和标准答案一样的结果,这也是学生经常有的心理.抛出问题让学生想办法解决问题,现场讨论的气氛很是热烈,作为教师笔者该向学生“请教”了.

5 min 后有一位学生得到了和标准答案一样的结果,笔者让他放大了自己的思维活动过程,将自己的想法写到黑板上和同学们进行分享.该生解答如下.

因重锤自由下落,初速度为零,所以

$$g = \frac{v_B}{\Delta t} = \frac{0.97}{0.02 \times 5} \text{ m/s}^2 = 9.7 \text{ m/s}^2$$

这种解法得到的结果和参考答案吻合.

大家都明白该学生是如何得到“正确答案”了.“其他同学有不同的看法吗?”笔者继续追问学生.

教师总结:综上所述,本题有“两种”解法了,得到的两种不同的结果,哪一种是正确的呢?同学们很想知道答案吧,请再看一题.

【例 2】在用打点计时器验证机械能守恒定律的实验中,质量 $m = 1.00 \text{ kg}$ 的重物自由下落,打点计时器在纸带上打出一系列点.如图 2 所示,为选取的一条符合实验要求的纸带, O 为第一个点, A, B, C 为从合适位置开始选取的 3 个连续点(其他点未画出).已知打点计时器每隔 0.02 s 打一次点,当地的重力加速度 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$. 那么

(1) 纸带的_____端(选填“左”或“右”)与重物相连;

(2) 根据图上所得的数据,应取图中 O 点和_____点来验证机械能守恒定律;

(3) 从 O 点到所取点,重物重力势能减少量 $\Delta E_p =$ _____ J, 动能增加量 $\Delta E_k =$ _____ J; (结果取 3 位有效数字)

(4) 实验的结论是_____.

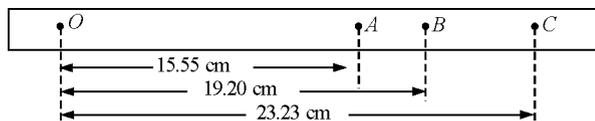


图 2 例题 1 中所示纸带

例题 2 和例题 1 大同小异,分析过程如下

$$\Delta E_p = mgh_B =$$

$$1.00 \times 9.80 \times 19.20 \times 10^{-2} \text{ J} = 1.88 \text{ J}$$

$$v_B = \frac{|OC| - |OA|}{\Delta T} =$$

$$\frac{(23.23 - 15.55) \times 10^{-2}}{2 \times 0.02} \text{ m/s} = 1.92 \text{ m/s}$$

我们也用逐差法来算加速度

$$g = \frac{|BC| - |AB|}{\Delta T^2} =$$

$$\frac{(23.23 - 19.20) - (19.20 - 15.55)}{0.02^2} \times$$

$$10^{-2} \text{ m/s}^2 = 9.5 \text{ m/s}^2$$

$$9.5 \text{ m/s}^2 < 9.8 \text{ m/s}^2$$

参考答案:(1) 左;(2) B ;(3) 1.88, 1.84;(4) 在误差范围内,重物下落过程中机械能守恒.

对比上面两道关于用落体法验证机械能守恒定律的实验试题,笔者让学生自己去发现问题:

第一道题中, $10.75 \text{ m/s}^2 > 9.8 \text{ m/s}^2$.

这是一道错题!构建这道题目的时候出现错误,不符合实际情况.由于阻力因素的影响,重锤运动的加速度应该比当地的 g 值小,所以这是一道错题!

第二道题中, $9.5 \text{ m/s}^2 < 9.8 \text{ m/s}^2$.

偶遇一道错题的机会,就要教育科学的严谨性是很重要的!和学生一起分析产生错误的原因:

(1) 在验证机械能守恒定律的实验中速度不能用 $v_n = g\Delta t_n$ 来计算,因为只要认为加速度 g ,机械能当然守恒,即相当于在已经满足机械能守恒的情况来验证机械能守恒定律,用 $v_n = g\Delta t_n$ 计算出的速度

(下转第 85 页)

压的增大而不断增大,一般情况下外界压强 p 与水的沸点满足如图 8 所示的关系^[4].

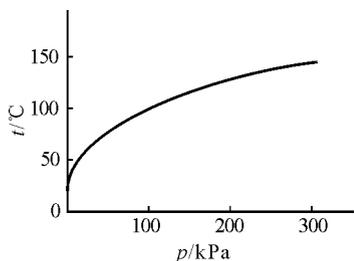


图 8 水的沸点与压强关系图

在标准大气压下,水的沸点为 100°C . 在该实验中,笔者通过抽拉注射器,使得广口瓶内部的大气压强 p 减小,液体内部压强 $p_a + p_s$ 与大气压强 p 提前达到两相平衡,在温度没有达到 100°C 时,水便开始沸腾.

3.3 改进后的优点

改进后实验仪器操作简单,实验现象明显,能够节省课堂时间,同时还易于携带. 相比于真空泵和真空罩,注射器价格便宜,取材便捷.

4 结语

初中物理课程不仅应注重科学知识的传授和技能的训练,而且应注重对学生的学习兴趣、探究能力、创新意识以及科学态度、科学精神的培养. 本篇文章中,笔者利用简单的注射器对物理教学实验进行改进,不仅使得实验操作更加便捷,实验现象更加明显,而且将物理实验仪器生活化,启发学生“从生活走进物理,从物理走向社会”,用发现的眼光看待周围的事物.

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2011版). 北京:北京师范大学出版社,2011
- 2 黄淑清,聂宜如. 热学教程(第3版). 北京:高等教育出版社,2008. 245 ~ 246
- 3 物理课程教材研究开发中心. 义务教育教科书物理八年级上册. 北京:人民教育出版社,2014. 28 ~ 29
- 4 物理课程教材研究开发中心. 普通高中课程标准试验教科书物理选修3-3. 北京:人民教育出版社,2014. 35 ~ 36

(上接第 76 页)

比实际值大,会得出机械能增加的结论,因为系统受摩擦阻力的影响,系统机械能应该减小,所以各点的瞬时速度应从纸带上直接测量的数据计算而得. 同样的道理,重物下落的高度 h ,也只能用刻度尺直接测量,而不能用 $h_n = \frac{1}{2}g\Delta t^2$ 或 $h_n = \frac{v_n^2}{2g}$ 计算得到.

(2) 在验证机械能守恒定律实验中,要求选取第 1 点和第 2 点间距离接近 2 mm 的纸带进行测量,为什么呢? 打点计时器每隔 0.02 s 打一次点,自由落体运动在最初 0.02 s 内下落的距离为

$$\frac{1}{2} \times 9.80 \times 0.02 \times 0.02\text{ m} = 0.00196\text{ m} \approx 2\text{ mm}$$

所以,纸带的运动越接近自由落体,纸带第 1 和第 2 两点间的距离就接近 2 mm ,意味着纸带是在打第 1 个点的瞬间开始下落. 利用打点计时器在纸带上打点时都应遵守的一个步骤是:先接通电源,后放开纸带. 即在接通电源和放开纸带之间有一段时间间隔,而打点计时器每 0.02 s 振针压打复写纸一次,因此在先接通电源与后放开纸带之间的一段时间内打点计时器在纸带上已打了许多次点,但这些点是重合在一起的,即所谓的第 1 点. 注意到上述这个现

象,也就可知在放开纸带瞬间打点计时器的振针并不一定处在复写纸上.

(3) 根据题中提供的条件,因为纸带在下落过程中受到阻力作用,重锤实际下落的加速度应当比重力加速度要小,即 $a < g$.

(4) 要求学生注重有效数字的保留,这也是学科素养的体现.

综上所述,引题中出现问题的关键是出题教师在编写题目的时候没有尊重实验事实,随意编写的实验数据,导致学生误用 $v_n = g\Delta t$ 来计算,算出 $g = 9.7\text{ m/s}^2$,一看这个结果和实际重力加速度的值很接近,就认为自己的答案是正确的了. 这一次课堂上的小插曲,教师让学生经过激烈的讨论,让学生深深地意识到实验的科学性,实验的数据更不能随意臆造,否则会弄出笑话的. 这次教训还启示我们教师出题的时候更要注意科学性. 科学面前人人平等,有错就改就是尊重科学,就是热爱科学.

随后笔者在网络上继续搜寻了一些试题,结果发现了很多这类题目都犯了例题 1 同样的错误. 所以在选题时,教师要认真,命题者更要认真,“千教万教教学生求真”,如果我们为师者都不能尊重科学,我们还怎么能教学生呢?