



赏析一道高考全国物理试题

黄绍书 蔡阳

(六盘水市第二十三中学 贵州 六盘水 553001)

(收稿日期:2016-07-17)

摘要:通过对2016年普通高等学校招生全国统一考试理科综合能力测试(Ⅲ卷)第23题的剖析与鉴赏,阐明经典试题命制的良好效应.

关键词:赏析 全国高考 理科综合能力测试 良好效应

1 问题的由来

【题目】(2016年高考全国卷Ⅲ第23题)某物理课外小组利用图1所示的装置探究物体加速度与其所受合外力之间的关系.在图1中,置于实验台上的木板水平放置,其右端固定一轻滑轮,轻绳跨过滑轮,一端与放在木板上的小滑车相连,另一端可悬挂钩码.本实验中可用的钩码共有 $N=5$ 个,每个质量均为 0.010 kg .

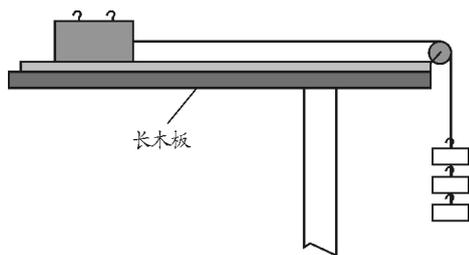


图1 题目附图

实验步骤如下:

(1)将5个钩码全部放入小车中,在长木块左端

的科学素养,让其认识到未来的路还很漫长,我们所接触的知识只不过是皮毛,我们还应该更加主动地探索未知知识,为未来做好充分准备.

3 小结

FORTAN 语言和 ORIGIN7.0 软件在高中物理中的应用远远不止这些,可以绘制物体运动规律曲线,可以进行较复杂的天体运动计算,可以处理实验数据,可以将抽象的等势面电场线形象的表示出来等等.所以笔者认为,在以后的物理教学中适当的引入类似的计算机数值模拟有助于学生提高对概念的理解和深化,可以将复杂的变化过程具体化,可以“赤裸裸”地展示给学生,可以大大提高课堂效率,激发学生的兴趣,同时也有助于培养学生的科学素养,让他们认识到科学是紧密的联系在一起的.如果时间充裕,甚至还可以试着让学生们自己做些简单的编程和设计,必定对其终身发展有个不可替代的作用.

4 反思

这是笔者在教学中的一点想法,一点思考,一点展望,这些灵感全部来自于学生,如果不是他们的“咄咄逼人”,不是他们一个问题一定问出个所以然来,教师也不会把大学里学习到的编程软件用到高中物理中来,更不会有现在的成绩.如果在教学中我们本着更好地为学生服务的思想来准备好每一节课,就是一节好课,不在乎多么华丽的外表,也不需要太多言语的包装,只需要课堂上教师与学生之间有思想的交流,有火花的碰撞,这已经就足够了!学生在发展,教师也要跟着发展,而且教师还必须走在学生的前头,时刻为学生把握好方向和前进的速度.在如今科技进步如此迅速的时代,计算机语言进入高中校园已不可避免,而教师要有自己的看家本领,还需掌握一些“旁门左道”,这样才能在学生面前站稳脚跟,才能更好地为学生服务.教学相长源远流长,其意义也绝不一般.

垫上适当厚度的小物块,使小车(和钩码)可以在木板上匀速下滑.

(2)将 n 个(依次取 $n=1,2,3,4,5$)个钩码挂在轻绳右端,其余 $N-n$ 个钩码仍留在小车内;用手按住小车并使轻绳与木板平行.释放小车,同时用传感器记录小车在时刻 t 相对于起始位置的位移 s ,绘制 $s-t$ 图像,经数据处理后可得到相应的加速度 a .

(3)对应于不同的 n 的 a 值如表1所示, $n=2$ 时的 $s-t$ 图像如图2(a)所示.由图2(a)求出此时小车的加速度(保留2位有效数字),将结果填入表1.

表1 不同钩码对应的加速度

n	1	2	3	4	5
$a/(\text{m}\cdot\text{s}^{-2})$	0.20		0.58	0.78	1.00

(4)利用表1中数据在图2(b)中补齐数据点,并作出 $a-n$ 图像.从图像可以看出,当物体质量一定时,物体的加速度与其所受的合外力成正比.

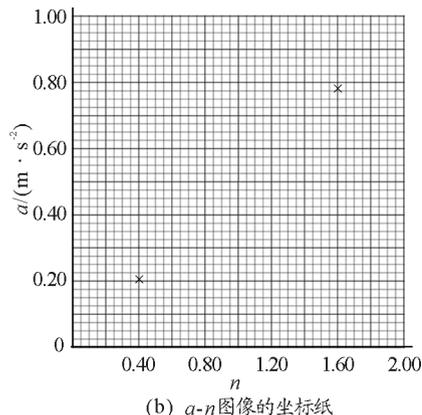
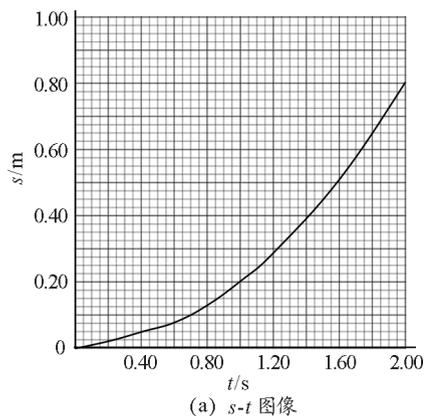


图2

(5)利用 $a-n$ 图像求得小车(空载)质量为_____kg(保留2位有效数字,重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$).

(6)若以“保持木板水平”来代替步骤(1),下列

说法正确的是_____ (填入正确选项前的标号)

- A. $a-n$ 图像不再是直线;
 B. $a-n$ 图像仍是直线,但该直线不过原点;
 C. $a-n$ 图像仍是直线,但该直线的斜率变大.

这是一道源于教材而又不拘泥于教材的实验考题,该考题不论从立意角度还是问题的设置方面,都颇有推介、鉴赏价值.

2 试题的赏析

这道试题的目的是考查考生综合应用运动学、动力学及一定的数学知识解决实际问题的能力.

(1)关于步骤(3)中 $n=2$ 时的加速度

根据 $s=\frac{1}{2}at^2$ 有 $a=\frac{2s}{t^2}$.在图2(a)读取一定的点对应的有序实数对的值,比如将 $t=2.00\text{ s}$ 和 $s=0.80\text{ m}$ 代入,即可得

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 0.80}{2.00^2} \text{ m/s}^2 = 0.40 \text{ m/s}^2$$

参考答案中 a 有效范围是 $0.37\text{ m/s}^2 \sim 0.49\text{ m/s}^2$.这一问题的设置,从图上读取数据有一定的难度,而宽松限定计算值的有效范围却又能使难度降低.因此,该问题的设置主要是注重物理图像的应用.

(2)关于步骤(4)的 $a-n$ 图像

将补齐数据后的表中对应的 (a,n) 值描在图2(b)中,即可绘制出图3所示的 $a-n$ 图像.它是一条过原点的直线,其理论依据是牛顿第二定律.设小车空载质量为 M ,每个钩码质量为 m ,那么

$$nm g = (M + Nm) a$$

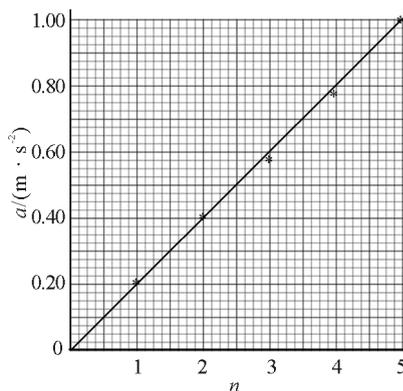


图3 $a-n$ 图像

即

$$a = \frac{mg}{M + Nm} \cdot n$$

显然, a 与 n 之间是正比例函数关系. 这一关系及思维模式是解决步骤(5)和步骤(6)设置问题的主要依据和决定性因素.

这一问题的设置是直接描点绘图, 难度不大, 且该问题的设置对步骤(6)的分析作了很好的铺垫. 同时, 只要细心通读试题后, 从步骤(6)的问题设置也可基本确定 $a-n$ 图像一定是一条直线. 但是, 对该问题的理论依据的思考难度是比较大的, 很具隐蔽性. 容易主观臆断 $m \ll M$, 从而有

$$nmg = Ma$$

即

$$a = \frac{mg}{M} \cdot n$$

这里, a 与 n 之间虽然也是正比例函数关系, 不影响 $a-n$ 图像的绘制. 但这一思维定势对步骤(5)和步骤(6)就有决定性的错误导向.

(3) 关于步骤(5)中的小车质量

根据图3并结合

$$a = \frac{mg}{M + Nm} \cdot n$$

可知图像的斜率

$$k = \frac{mg}{M + Nm} \approx 0.20$$

因此小车空载质量

$$M = \frac{mg}{k} - Nm \approx 0.44 \text{ kg}$$

参考答案给定的 M 有效范围是 $0.43 \text{ kg} \sim 0.47 \text{ kg}$. 因此, 可将表中对应的任意一组 (a, n) 值代入由 $nmg = (M + Nm)a$ 得出的 $M = \frac{mg}{a} \cdot n - Nm$ 中, 也都可得出所求的小车空载质量.

(4) 关于步骤(6)的选项

当木板水平时, 设小车与木板之间动摩擦因数为 μ , 加速度仍然用 a 表示.

那么, 由牛顿第二定律

可得

$$nmg - \mu [M + (N - n)m]g = (M + Nm)a$$

亦即

$$a = \frac{(1 + \mu)mg}{M + Nm} \cdot n - \frac{(M + Nm)\mu g}{M + Nm} = \frac{(1 + \mu)mg}{M + Nm} \cdot n - \mu g$$

显然, a 与 n 之间依然是一次函数关系, 但对应的 $a-n$ 图像较之图3是一条斜率变大且不过原点的直线. 因此, B, C 选项是正确的.

3 试题的效应

这道试题的立意创新之处在于打破教材中“必须满足 $m \ll M$ ”限制的思维定势, 命题导向是考查考生灵活应用相关知识处理实际问题的能力, 与高考《物理学科考试说明》中对主干知识考点的深度要求有很好的吻合度. 而这道试题的问题设置精细, 且前后情景相互交叠, 问题难度又有明显的梯度, 这样, 既能有效考查考生对基础知识的掌握程度, 又能很好地考查考生知识应用的综合能力. 因此, 该试题的命制必定对考生的得分有着较高的区分度, 能很好地符合利于人才选拔的命题思想.

目前, 很多物理 QQ 群中都在对这道试题展开讨论与评论, 多有赞赏之词; 多家网站也对该试题进行一定程度的剖析和评价, 且主要都是积极之意. 这就说明, 一道经典的高考试题, 总能在很短的时间就会产生良好的社会效应.

最后还需说明一点的是, 有些网站在对这道试题的分析过程中^[1,2], 特别是针对步骤(5)和步骤(6)的分析, 多有说理不清的现象, 或有拼凑答案之嫌. 这将会对该试题的命制本意造成一定的负面影响, 建议相关网站上传有关资料之前多注重审核确保其准确性, 以减小各方面的负面效应, 同时也提高网站真信度.

参考文献

- 1 新东方·优能中学教育网. 2016 全国卷 III (丙卷) 理综试卷逐题解析
- 2 学科网. 2016 高考解析专用. 2016 全国高考理科综合卷 III 解析