

高三物理试卷讲评技巧之习题改编

李茹新 艾 蒂

(北京市朝阳区外国语学校 北京 100000)

(收稿日期:2016-05-09)

摘 要:试卷讲评课是高三最常见的课型,然而很多教师枯燥地照卷讲题导致试卷讲评课教学效率低下,因此笔者从习题改编的角度谈谈如何高效地上好高三物理试卷讲评课.

关键词:试卷讲评课 习题改编 高三物理

高三物理教学形式基本以备考复习为主,在备考复习过程中通常通过周练、月考、模拟考等考试对学生学习情况进行诊断,帮助学生查缺补漏.试卷讲评课便成为了高三物理课堂教学的重要组成部分.试卷讲评课主要是指教师对学生的试卷进行有针对性地讲评,根据学生的错因及对知识的掌握程度进行再调整教学的一种具有一定特殊性的课型.试卷讲评可以帮助学生分析前一阶段的学习情况、查缺补漏、纠正错误,帮助学生巩固掌握知识和提升思维能力,同时也帮助教师弥补教学上的遗漏^[1].

在实际教学中,部分教师对试卷讲评不够重视,出现了重考试轻讲评,试卷讲评不到位的情况,试卷讲评中习惯采用“照卷讲题”、“就题论题”、“一讲到底”的教学模式,往往是教师讲得津津有味,学生听得昏昏欲睡,错误再现率高、教学效率低下.因此,如何高效地上好高三物理试卷讲评课就具有非常重要的意义.目前,物理高考每年所考的知识点基本是相对稳定的,而考题的命题立意、考查角度、题设条件、设问方式则年年推陈出新.实际上不少题型都是常见的,因为变换情境,学生很可能就会由于思维的定势造成失分.此时善于分析和应变极为关键.为了培养学生的应变能力,在试卷讲评中,教师要有选择的借题发挥进行适度拓展和延伸,不能就题论题、孤立的讲解,要善于透过题中情景的表面现象,抓住物理问题的本质特征进行开放、发散式讲解.

下面笔者结合高三物理教学实践,通过2016年北京市海淀区高三物理一模试卷中的第23题浅谈一下习题改编在试卷讲评课中的应用.

【题目】弹跳杆运动是一项广受欢迎的运动.某种弹跳杆的结构如图1所示,一根弹簧套在T型跳杆上,弹簧的下端固定在跳杆的底部,上端固定在一个套在跳杆上的脚踏板底部.一质量为 M 的小孩站在该种弹跳杆的脚踏板上,当他和跳杆处于竖直静止状态时,弹簧的压缩量为 x_0 .从此刻起小孩做了一系列预备动作,使弹簧达到最大压缩量 $3x_0$,如图2(a)所示;此后他开始进入正式的运动阶段.在正式运动阶段,小孩先保持稳定姿态竖直上升,在弹簧恢复原长时,小孩抓住跳杆,使得他和弹跳杆瞬间达到共同速度,如图2(b)所示;紧接着他保持稳定姿态竖直上升到最大高度,如图2(c)所示;然后自由下落.跳杆下端触地(不反弹)的同时小孩采取动作,使弹簧最大压缩量再次达到 $3x_0$;此后又保持稳定姿态竖直上升……,重复上述过程.小孩运动的全过程中弹簧始终处于弹性限度内.已知跳杆的质量为 m ,重力加速度为 g .空气阻力、弹簧和脚踏板的质量、以及弹簧和脚踏板与跳杆间的摩擦均可忽略不计.

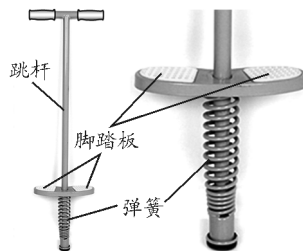


图1 弹跳杆结构

(1) 求弹跳杆中弹簧的劲度系数 κ ,并在图3中画出该弹簧弹力 F 的大小随弹簧压缩量 x 变化的示

意图;

(2) 借助弹簧弹力的大小 F 随弹簧压缩量 x 变化的 $F-x$ 图像可以确定弹力做功的规律,在此基础上,求在图 2 所示的过程中,小孩在上升阶段的最大速率;

(3) 求在图 2 所示的过程中,弹跳杆下端离地的最大高度.

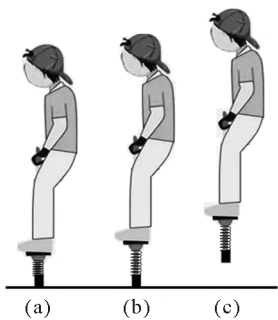


图 2 小孩站在弹跳杆的踏板上

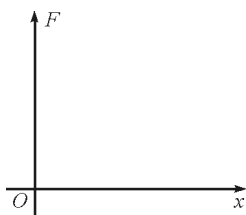


图 3

标准解答:

(1) 小孩处于静止状态时,根据平衡条件有

$$Mg = \kappa x_0$$

解得

$$\kappa = \frac{Mg}{x_0}$$

$F-x$ 图如图 4 所示。(说明:画出过原点的直线即可得分)

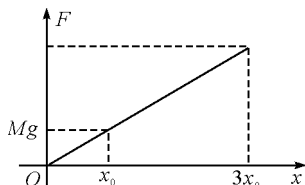


图 4 $F-x$ 关系图

(2) 利用 $F-x$ 图像可知,图线与横轴所包围的面积大小等于弹簧弹力做功的大小.

弹簧压缩量为 x 时,弹性势能为

$$E_{p\text{弹}} = \frac{1}{2}\kappa x^2$$

图 2(a) 状态弹簧的弹性势能为

$$E_{p\text{弹}1} = \frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2$$

小孩从图 2(a) 至图 2(b) 的过程,小孩先做加速运动后做减速运动,当弹簧弹力与重力等大时小孩向上运动的速度最大,设其最大速度为 v_{max} .

此时弹簧压缩量为 x_0 ,弹簧的弹性势能为

$$E_{p\text{弹}2} = \frac{1}{2}\kappa x_0^2$$

从图 2(a) 至小孩向上运动速度达到最大的过程中,小孩和弹簧系统机械能守恒,因此有

$$\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 = Mg(3x_0 - x_0) + \frac{1}{2}Mv_{\text{max}}^2 + \frac{1}{2}\kappa x_0^2$$

解得

$$v_{\text{max}} = 2\sqrt{gx_0}$$

(3) 图 2(a) 状态至弹簧长度为原长的过程中,小孩和弹簧系统机械能守恒.设小孩在弹簧长度为原长时的速度为 v_0 ,则有

$$\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 = Mg(3x_0) + \frac{1}{2}Mv_0^2$$

小孩迅速抓住跳杆的瞬间,内力远大于外力,小孩和弹跳杆系统动量守恒.

设小孩和弹跳杆共同速度为 v_1 ,规定竖直向上方向为正,有

$$Mv_0 = (M+m)v_1$$

小孩和弹跳杆一起竖直上升至最高点,小孩和弹跳杆系统机械能守恒,因此有

$$\frac{1}{2}(M+m)v_1^2 = (M+m)gh_{\text{max}}$$

解得

$$h_{\text{max}} = \frac{3M^2 x_0}{2(M+m)^2}$$

点评:

本题取材于生活,情景新颖,综合考查了受力分析、牛顿第二定律、匀变速直线运动的规律、动能定理、机械能守恒、功能关系等.学生试卷呈现出的问题主要有,研究对象混淆,运动情景模糊,能量转化想不清等,为了解决学生暴露出的这些问题,笔者对这道题进行了适当的改编.

问题 1: 研究对象混淆: 经统计, 第(1)问中有 10% 的学生列方程 $mg = \kappa x_0$, 有 30% 的学生列方程 $(M + m)g = \kappa x_0$, 仅有 60% 的学生列方程 $Mg = \kappa x_0$.

改编 1: 请你从题干中关于描述弹跳杆结构的语句中找出能够确定 $Mg = \kappa x_0$ 正确的关键语句.

答案 1: 学生再次审题之后, 寻找到关键语句“弹簧的下端固定在跳杆的底部, 上端固定在一个套在跳杆上的脚踏板底部”, 同时笔者将课前改好的图片重新呈现给学生, 如图 5 所示, 使学生认识到在弹跳杆离开地面之前, 弹跳杆质量对情景并无影响.

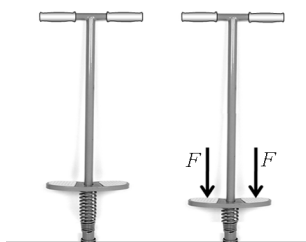


图 5 讲课的图片

问题 2: 运动情景模糊: 学生对小孩运动过程中何时达到最大速度认识不清, 相当一部分同学认为弹簧恢复原长时小孩速度最大.

改编 2: 全过程各阶段小孩的速度如何变化? 画出情景示意图并标出小孩在各特殊位置的速度以及对应的弹簧形变量.

答案 2: 如图 6 所示.

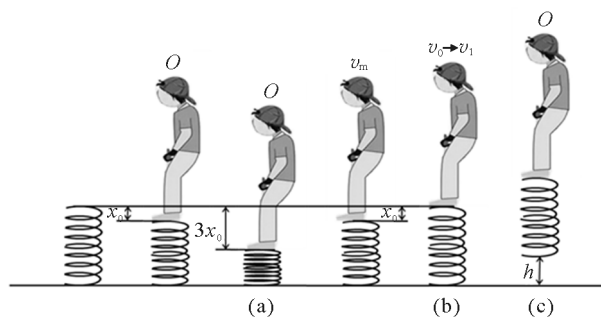


图 6 小孩在各特殊位置速度及对应的弹簧的形变量

问题 3: 能量转化想不清: 相当一部分同学没有考虑到人抓杆共速的过程中相当于完全非弹性碰撞, 存在机械能能量损失, 从而算错了小孩和弹跳杆一起上升的最大高度.

改编 3.1: 若无手柄, 如图 7 所示, 人仍能保持平

衡, 那么人能上升的最大高度 h 又是多少?



图 7 无手柄弹跳杆

答案 3.1: 若无手柄, 则弹簧恢复原长时, 人会直接离开弹跳杆的脚踏板.

方法一: 从弹簧压缩量为 $3x_0$ 到弹簧恢复原长列动能定理

$$\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - 3Mgx_0 = \frac{1}{2}Mv_0^2$$

人离开弹簧后机械能守恒

$$\frac{1}{2}Mv_0^2 = Mgh$$

方法二: 从弹簧压缩量为 $3x_0$ 到小孩上升到最高点, 对小孩列动能定理得

$$\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - Mg(3x_0 + h) = 0 - 0$$

方法三: 全程系统(小孩和弹跳杆)机械能守恒, 弹簧弹性势能减少量等于小孩重力势能增加量, 即

$$\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 = Mg(3x_0 + h)$$

由以上 3 种方法均可得出 $h = \frac{3}{2}x_0$.

为了锻炼学生用能量处理问题的能力, 笔者又添加了以下两问对本题进行了延伸和拓展.

改编 3.2: 假定小孩所做的功全部转化其机械能, 求在预备阶段, 小孩做的功 W .

答案 3.2: 在预备阶段, 通过小孩做功, 使弹簧的压缩量从 x_0 达到最大压缩量 $3x_0$, 且两个位置的速度都为零.

方法一: 在预备阶段小孩和重力所做的功应等于弹簧弹性势能增量, 即

$$W + 2Mgx_0 = \frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - \frac{1}{2}\kappa x_0^2$$

方法二: 规定压缩量为 $3x_0$ 的位置为零势能面,

小孩做的功应等于系统机械能的增量,即

$$W = \frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - \left(\frac{1}{2}\kappa x_0^2 + 2Mgx_0\right)$$

方法三:在预备阶段,由动能定理可得

$$W + 2Mgx_0 - \left[\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - \frac{1}{2}\kappa x_0^2\right] = 0 - 0$$

方法四:由功能关系可知,在预备阶段,小孩至少需做的功 W 应满足

$$W = \Delta E_k + \Delta E_{pG} + \Delta E_{p弹} = 0 + [-Mg(3x_0 - x_0)] + \left[\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - \frac{1}{2}\kappa x_0^2\right]$$

由以上4种方法均可得出 $W = 2Mgx_0$ 。

改编 3.3:正式运动阶段,每个周期内需要人采取动作做功来补偿能量损失,使得每次仍能达到相同的高度,求小孩每次需要做的功。

答案 3.3:正式运动阶段,当弹跳杆触地前瞬间,弹簧处于原长状态,由机械能守恒定律可知,小孩和弹跳杆的速度均为 v_1 。弹跳杆触地瞬间,杆的速度减为零,小孩保持 v_1 的速度。此后小孩以 v_1 的初速度向下压缩弹簧。

方法一:正式运动阶段,每个周期内都有两次能量损失,一次是在弹簧恢复原长时,小孩抓住跳杆,使得他和弹跳杆瞬间达到共同速度 v_1 的环节,另一次是跳杆下端触地(不反弹)跳杆速减为零的过程。小孩每次需要做的功应等于两次损失的机械能之和。所以

$$W_{补} = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_1^2 + \frac{1}{2}mv_1^2$$

方法二:规定弹簧回复原长的位置为零势能面,从弹簧恢复原长到跳杆下端触地(不反弹)的过程系统的初末机械能分别为 $\frac{1}{2}Mv_0^2$ 和 $\frac{1}{2}Mv_1^2$,小孩每次需要做的功应等于两机械能之差,即

$$W_{补} = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}Mv_1^2$$

方法三:若想每次仍能达到相同的高度,需要使每个周期内弹簧的最大压缩量为 $3x_0$,由小孩做的功 $W_{补}$ 等于(小孩和弹跳杆)系统机械能的增量得

$$W_{补} = \Delta E_k + \Delta E_{pG} + \Delta E_{p弹} = \left(0 - \frac{1}{2}Mv_1^2\right) + [-Mg(3x_0)] + \left[\frac{1}{2}\kappa(3x_0)^2 - 0\right]$$

由以上3种方法均可得出

$$W_{补} = \frac{3}{2} \left[1 - \frac{M^2}{(M+m)^2}\right] Mgx_0 = \frac{3(2M+m)Mm g x_0}{2(M+m)^2}$$

通过这道题,我们将这些物理知识点、物理规律有机地融合在一起,相互渗透,有效地考查了学生综合运用物理知识的能力,培养了学生的物理思维。有的教师认为,要将这样一道物理题目给学生讲解清楚、学生全部掌握,至少一节课甚至更多的时间,对于高三物理复习来说,这种教学手段效率较低。但是,通过这道题的讲解学生不但从被动的题海圈里走了出来,获得了学习主动权,提高了他们解题的技巧与能力,更重要的是拓展了学生物理思维。另外,通过用不同的方法解答这道题,可以帮助学生从不同的角度、不同的侧面思考物理问题,活化物理规律,活跃了学生的解题思路,开阔了视野,锻炼了学生思维的敏捷性,提高了学生的思维能力和灵活运用各种知识解决这一类问题的能力,同时还加深了学生对物理过程的理解,激发了学生的学习兴趣,从而在复习过程中达到事半功倍的效果。因此,高三物理试卷讲评课坚持“习题改编”的策略,看似效率降低了,其实际效率的提高是不可估量的。

实践和经验有力地告诉我们,高效率的高三物理复习不是让学生做大量的题目、教师讲大量的题,而是教师选好经典题目,对经典的物理题目加以引申和拓展,然后用这些题目让学生练习,以达到学生既巩固物理知识、物理规律,又锻炼和培养学生的迁移能力和物理思维。其方法可以是一题多解、一题多变、多题归一、结论推广等。通过这些方法,不仅能够让学生灵活地掌握知识点,而且拓宽和深化了解题思路,也提高了解题技巧和分析问题、解决问题能力,达到做一题、学一法、会一类、通一片之目的,同时培养了创新思维能力和发散思维能力。

参考文献

- 1 刘玉树. 探讨高三物理试卷讲评课的有效策略. 中学物理, 2013(9)