

基于理论探究的物理实验复习的尝试

肖唯荣

(江苏省太湖高级中学 江苏 无锡 214125)

(收稿日期:2017-02-21)

摘要:物理高考对能力的要求比较高,传统的“讲—练”结合的二轮复习模式在培养学生能力和帮助学生构建知识体系时的效率较低,究其原因是在习题训练时缺乏必要的探究,不能融会贯通地运用知识.本文以“小车-木板”模型为背景设计了一堂高三实验复习的理论探究课,来探索高三实验复习的有效教学模式.

关键词:高三实验复习 探究教学 理论探究 “小车-木板”模型

“小车-木板”模型是高中物理力学实验中的重要模型,人教版教材中以它为基础的学生实验有4个:练习使用打点计时器;探究速度随时间变化的规律;探究加速度与物体质量;物体受力的关系;探究功与速度变化的关系.在高考和高考模拟试题中以

验过程中与实验结束后的所感所想,来检测体验实验的效果.用语言描述的方法,使得学生的实验成果以一种可观、可测的形式表现出来.

综上,学生是整个体验实验活动的主体,积极、信任、享受、描述4个策略是以发挥学生主观能动性为基础而提出的.4个策略可用简要概括为:学生积极的参与;开展中与教师之间有良好的信任关系,配

它为背景的创新实验题层出不穷,如2012,2010,2009年江苏高考卷第11题等.

在以往的高三实验复习中,对于这一模型的处理方法往往是分别梳理每个实验的目的、原理、器材选择、操作步骤及注意点、数据处理等,在此基础上

合教师的大胆进行实验;在体验实验中获得身心不同层面的美的享受;通过学生叙述,检测学生知识的获得.

参考文献

- 1 宋春雨,张迪,赵振宇.物理体验性实验.中学物理,2013(10):32~33

Designing the Strategy of High School Physics Experience Experiment from the Reality of Students

Yang Liqing Fang Wei Gu Feng

(College of mathematics and physics, Shanghai Normal University, Shanghai 200234)

Cui Zunyang

(Binzhou Shandong Huimin Zhiyuan Experimental School, Binzhou, Shandong 256600)

Abstract: The experience of the experiment is a new topic proposed in the basic education curriculum under the concept of physical knowledge. The students feel around in the process of middle school physical education teaching, experiment process and conclusion. In order to play the initiative of students, putting forward four strategies for students starting from the actual design experience of high school physics experiment that is, positive strategy, trustful strategy, enjoyable strategy, narrative strategy.

Key words: experiential experiment; subjective initiative; tactics

做一定量的习题并强调一些常见的结论. 由于针对这一模型的试题的考查点在不断变化, 有时的考查内容甚至与教师平时强调的结论完全相反, 令学生遇到这类试题时无所适从, 教师也成了救火队员, 出现新的问题就补充讲解, 但往往无法让学生彻底地掌握分析这类试题的方法. 究其原因还是在常规复习课中教师过分强调结论性的东西, 忽略了学生的思考和自我构建, 导致学生分析问题的能力不强, 遇到考查死记硬背的知识还能应付, 而遇到创新试题则束手无策. 要解决这一问题, 必须要改变高三实验复习的方式, 引入探究教学模式. 当然囿于高三复习的实际情况, 不可能对这类创新实验题去进行实验操作探究, 但可以在学生完成一定量习题的基础上, 从逻辑推理的角度引导学生进行理论探究, 帮助学生自我构建这一模型的知识体系, 提高分析问题的能力.

本文以这一模型为背景在高三实验复习中进行了理论探究教学的尝试.

1 设置问题背景

到高三第二轮复习阶段, 学生对“小车-木板”模型已经有一定的认识, 因此可以尝试从实际试题中跳出来, 直接给出这一模型的基本装置, 如图1所示.

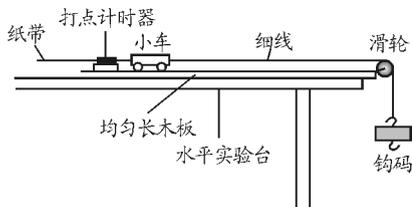


图1 “小车-木板”模型基本装置

教师可以在讲台上安装这样一套器材, 演示一下小车的基本运动, 引起学生的回忆和思考, 在此基础上提出问题: 这一套装置中涉及了哪些物理过程和规律?

2 基本规律探究

在学生充分讨论的基础上, 教师引导学生从高中物理基本内容出发, 对装置从受力情况、运动情况、能量关系3个角度进行分析和总结(设小车质量为 M , 钩码质量为 m).

2.1 受力分析

受力分析图如图2所示.

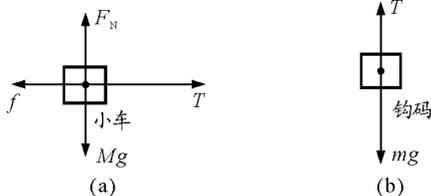


图2 受力分析图

由牛顿第二定律对小车有

$$T - f = Ma_A$$

对钩码有

$$mg - T = ma_B$$

2.2 运动分析

释放钩码后小车和钩码一起做匀加速直线运动, 且各时刻两物体速度大小相等, 令 $v_A = v_B = v$; 加速度大小相等, 令 $a_A = a_B = a$; 经过相等时间两物体的位移大小相等, 令 $x_A = x_B = x$.

由1, 2两步分析进一步得到加速度大小

$$a = \frac{mg - f}{M + m}$$

细线中拉力大小

$$T = f + \frac{M(mg - f)}{M + m}$$

2.3 能量关系

根据动能定理, 对小车有

$$Tx - fx = \frac{1}{2}Mv_2^2 - \frac{1}{2}Mv_1^2$$

对钩码有

$$mgx - Tx = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

由上面两个式子进一步得到系统的能量关系

$$mgx = \frac{1}{2}(M + m)v_2^2 - \frac{1}{2}(M + m)v_1^2 + fx$$

即钩码减少的重力势能转化为系统两个物体增加的总动能和系统克服摩擦力做功产生的内能.

3 实验条件控制的探究

在基本规律探究到位的基础上, 进一步设问: 对于不同的实验目的和数据测量要求, 实验条件如何控制? 教师可引导学生从典型实验出发, 拓展到创新实验.

3.1 典型实验探究

在探究物体加速度和物体质量、物体受力的关系实验时, 涉及到测量物体受到的合力的大小, 如果

要用钩码的重力来近似代替小车受到的合力,应该如何做?

由上面的分析进行合理推导,要使

$$T = f + \frac{M(mg - f)}{M + m} \approx mg$$

首先排除摩擦力的影响——平衡摩擦力.具体做法是将木板远离定滑轮的一端垫高形成斜面,调节合适角度后满足

$$f = Mg \sin \theta$$

又因为

$$f = \mu Mg \cos \theta$$

故

$$\tan \theta = \mu$$

此时 $T = \frac{Mmg}{M + m}$. 然后需满足 $m \ll M$, 则 $T = mg$.

3.2 拓展实验探究

从这两个基本结论出发,结合不同的实验目的和原理进一步对比探究,加深对条件控制的理解.

(1) 如果用该装置来探究小车速度随时间变化的规律,需不需要满足这两个条件?

分析: 该实验只要保证小车做匀加速直线运动,通过纸带来分析小车运动的速度和加速度即可,并不需要获得合力,故不需要满足上述条件.

(2) 如果用该装置来探究功与速度变化的关系,需不需要满足这两个条件?

分析: 该实验的原理是求出某个过程中合力对小车做的功,同时获得小车的初、末速度,探究合力的功和速度变化的关系.由于小车所受的合力仍要用钩码的重力代替,故需平衡摩擦力和满足 $m \ll M$.

(3) 如果要用该套装置来验证系统机械能守恒,需如何控制实验条件?

分析: 平衡摩擦力后摩擦力消失了吗?

答: 没有.与重力的分力相互抵消了.

分析: 平衡摩擦力后,摩擦力做不做功?

答: 做功.

结论: 平衡摩擦力的操作不能消除摩擦力对系统做功.所以严格意义上讲,在存在摩擦力的情况下,该系统的机械能不守恒.但从实际出发,如果摩擦力做的功较少,引起系统机械能损失不大的情况下,可认为系统机械能守恒.所以需要满足什么条

件?

学生进一步探究得出,需满足 $mgx \gg fx$, 而 $f = \mu Mg$, 故在实验器材一定的情况下,要使系统机械能守恒,需满足 $m \gg M$. 这一结果与上面的结论相反.

4 实验装置变化的探究

(1) 用两个光电门来代替打点计时器——求瞬时速度的方法不同,其他规律不变.

(2) 用气垫导轨来代替长木板——摩擦力可忽略,上述规律中涉及摩擦力的操作可不进行.

(3) 绳子通过拉力传感器连接在小车上——可通过传感器直接得出拉力的大小,不需要用钩码的重力来代替,故不需要 $m \ll M$.

在高三第二轮复习中采用这种理论探究的教学模式,可以消除一些传统“讲—练”模式的弊端,让学生暂时从题海中跳出来,对这一模型的知识体系有一个主动建构的过程,掌握这类问题的分析切入点和基本原理,提高分析问题能力,也能养成一些科学探究的素养.同时教学过程体现了一定的层次性,对于探究的深度,基础一般的学生重点把握规律分析和基本结论即可,基本规律和结论掌握较好的学生则重点进行拓展实验的探究.

高三学生在面对习题时有很强的目的性,即用尽量少的时间得出答案.在这种情况下,习题的探究功能和能力的培养功能被大大弱化,教师用典型例题来引导学生构建知识体系或掌握某类问题的解题方法的期望会落空.在高三总复习阶段,一味地采用“讲—练”模式复习往往是低效的,会出现有些问题反复讲反复错的现象,原因是知识的建构不是建立在学生自主的基础上,教师反复强调的结论不能内化为学生的知识;也会出现学生原先会做的题过段时间又不会做的现象,原因是学生对习题背后隐藏的知识和方法没有进行深入的探究,学习过程是肤浅的.因此,在高三物理复习课的教学中,我们应当从“习题串”的复习模式中跳出来,从大量习题中发掘适合探究的素材或流程,创设一定的情境,引导学生自主建构知识体系和总结思想方法,真正提升学生分析和解决问题的能力.