

# 基于变易理论的应用题教学\*

沈文炳 俞贤德

(湖北省鄂南高级中学 湖北 咸宁 437100)

(收稿日期:2015-11-11)

**摘要:**以2015年高考新课标I卷第25题为例,提出了运用变易理论中的“类合”、“对比”、“分离”和“融合”4种范式提高应用题课堂教学效率的尝试.

**关键词:**变易理论 应用题教学

在高考物理试卷中,物理压轴的应用题主要考查学生的分析能力、推理能力和运用数学处理物理问题的能力.在平时的教学中如何突破应用题中的难点,如何提升学生解决应用题的能力呢?现以2015年高考新课标I卷第25题为例,运用变易理论尝试提出应用题的教学策略.

## 1 变易理论和应用题分析

### 1.1 变易理论简介

变易理论 (variation theory) 是瑞典学者 Ference Marton 提出的一种学习理论.基本观点是:学习的发生是基于学生对事物关键属性的识别 (discernment) 以及对这些属性的同时聚焦,而关键属性的识别又依赖于这个属性在某个维度上的变易 (variation)<sup>[1]</sup>.

变易理论的核心是“识别”和“变易”.“识别”是认识这个事物区别于其他事物的关键属性.“变易”指关键属性的认识必须使它在某个维度发生变化.比如要识别“圆”这个属性,那在“形状”这个维度要有其他的值,比如“正方形”.“识别”是学习的必要条件,“变易”是“识别”的必要条件.Ference Marton 总结了4种变易范式:分离 (separation)、类合 (generalization)、对比 (contrast)、融合 (fusion)<sup>[1]</sup>.

每种范式表示的变易维度不同,使学习者关注到学习内容的不同方面.分离指的是“要识别某一变易维度,就需要使该维度变化而其他维度保持不变”.类合就是“如果要识别出某一变易维度,需要在

其他维度变化时保持这个变易维度不变”.对比即“要识别某个量或特征,需要同时感受与其相对的它种量或特征”.融合为“要让学生理解两个变易维度同时变化,需要学生经历它们同时变化”<sup>[2]</sup>.

### 1.2 应用题及分析

**【例题】**(2015年高考新课标I卷第25题)一长木板置于粗糙水平地面上,木板左端放置一小物块,在木板右方有一墙壁,木板右端与墙壁的距离为4.5 m,如图1(a)所示. $t=0$ 时刻开始,小物块与木板一起以共同速度向右运动,直至 $t=1$  s时木板与墙壁碰撞(碰撞时间极短).碰撞前后木板速度大小不变,方向相反;运动过程中小物块始终未离开木板.已知碰撞后1 s时间内小物块的 $v-t$ 图线如图1(b)所示.木板的质量是小物块质量的15倍,重力加速度大小 $g$ 取 $10 \text{ m/s}^2$ .求:

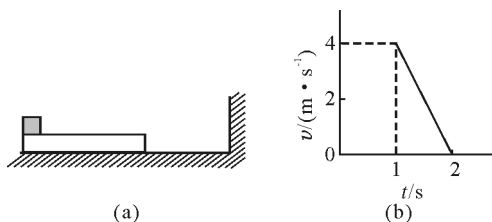


图1

(1) 木板与地面间的动摩擦因数 $\mu_1$ 及小物块与木板间的动摩擦因数 $\mu_2$ ;

(2) 木板的最小长度;

(3) 木板右端离墙壁的最终距离.

这道应用题综合考查了运动学公式和牛顿第二定律,对学生的理解能力、推理能力、分析综合能力

\* 湖北省“十二五”教育科学规划课题“生成性教学研究”的阶段性成果之一,项目编号:HBWL-SC14085

和数学能力要求很高。

首先,要求学生能够根据碰撞把过程初步分解为碰前和碰后.能够根据已知条件和 $v-t$ 图像隐含的信息把碰前的过程确定为匀减速直线运动,并确定过程的初末状态.还要求能够从众多运动学公式中选择最简单的公式求解 $\mu_1$ .通过碰后初始的运动确定小物块的受力,并根据 $1\sim 2\text{ s}$ 的 $v-t$ 图像确定 $\mu_2$ .

其次,根据碰后初速度、物体的质量、 $\mu_1$ 和 $\mu_2$ 把碰后的过程做精细划分:小物块向右减速到零,向左加速到和木板速度相同,随木板一起向左减速到零.在这个过程中木板加速度的求解是核心.小物块速度减小到零的时刻 $t=2\text{ s}$ 是关键.小物块和木板间的相对运动以及它和木板达到共同速度后的减速运动是理解的难点.

第三,对学生应用数学处理物理问题的能力要求很高.要求学生能运用几何草图、 $v-t$ 图像分析,能够根据具体的过程列出对应的方程求解并理解其对应的物理意义.

## 2 基于变易理论的教学策略

### 2.1 类合表征方式 认识运动过程

#### 2.1.1 动摩擦因数的确定

木板与地面间的动摩擦因数 $\mu_1$ 的求解与 $0\sim 1\text{ s}$ 木板和小物块的匀减速直线运动相关.求解 $\mu_1$ 的问题实际上是求解加速度的问题.

问:已知匀减速运动的位移 $x_1=4.5\text{ m}$ ,末速度 $v_1=4\text{ m/s}$ ,运动时间 $t_1=1\text{ s}$ ,如何求解加速度 $a_1$ 呢?

通过讨论,学生可以列举如下4种方法:(1)由 $x_1=\frac{1}{2}(v_0+v_1)t_1$ 求初速度 $v_0$ ,再由 $v_1=v_0-a_1t_1$ 求解 $a_1$ ;(2)由 $v_1^2-v_0^2=-2a_1x_1$ 和 $v_1=v_0-a_1t_1$ 联立求解 $a_1$ ;(3)由 $x_1=v_0t_1-\frac{1}{2}a_1t_1^2$ 和 $v_1=v_0-a_1t_1$ 联立求解 $a_1$ ;(4)把木板和小物块的运动看做向左的匀加速运动,由 $x_1=v_1t_1+\frac{1}{2}a_1t_1^2$ 直接求解 $a_1$ .

上述4种表达方法及其优化选择有利于学生熟悉运动学规律,培养学生利用最简单规律解决实际问题的能力.

#### 2.1.2 木板加速度的确定

在小物块向右减速到零然后向左加速到和木板速度相同的过程中,由于涉及到两个物体的运动,木板的

加速度 $a_2$ 的确定是关键和难点.学生容易写成 $\mu_2mg+\mu_1(m+15m)g=(m+15m)a_2$ ,其中 $m$ 为小物块的质量.学生不能理解质量应该是木板的质量 $15m$ .

如何让学生通过这个问题进一步理解牛顿第二定律表达式 $F=ma$ 中质量 $m$ 的意义呢?学生的错误理解是受小物块运动的影响.可以尝试运用类合,通过保持木板质量不变,改变小物块的运动来帮助学生理解木板加速度的求解.

问:木板和墙壁碰撞后瞬间,让小物块速度立即变为零,同时小物块和木板之间变得光滑,木板的加速度多大?

问:木板和墙壁碰撞后瞬间,让小物块和木板之间变得光滑,木板的加速度多大?

问:木板和墙壁碰撞后瞬间,在小物块右侧和墙壁之间固定一轻绳,使小物块相对地面静止,木板的加速度多大?

### 2.1.3 碰后子过程的确定

木板与墙壁碰撞后3个子过程的确定是难点.首先可以通过设置问题,让学生对过程的关键节点有清晰的理解.然后用草图和 $v-t$ 图像对过程进行表征.

问: $t=2\text{ s}$ 时刻木板的速度大小和方向怎样?

问: $t=2\text{ s}$ 后小物块运动方向怎样?小物块和木板加速度分别多大?

问:小物块和木板哪一个时刻速度会相同?怎样求解该速度的大小和方向?

问:小物块和木板达到共同速度后将怎样运动?

在学生讨论上述问题的过程中,教师辅助学生画出运动过程草图,帮助学生分析具体的运动过程,如图2所示.

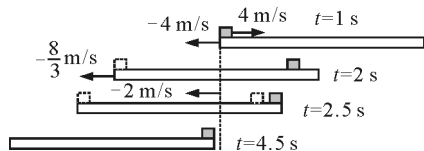


图2

在学生对运动过程有了初步的认识后,要求学生把 $t=2\text{ s}$ 后的 $v-t$ 图像补充完整,如图3所示.通过问题、草图和 $v-t$ 图像,学生对小物块和木板的运动过程达到完全理解的程度,求解木板的最小长度和木板右端离墙壁的最终距离就水到渠成了.

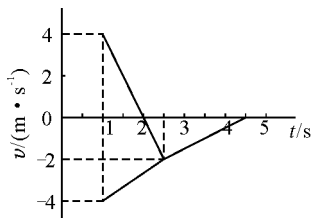


图3

## 2.2 对比地面条件 辨别运动过程

碰撞后小物块和木板间的相对运动过程会让部分学生想到两物体组成的系统动量守恒,用动量守恒定律直接求解碰撞后它们的共同速度.我们有必要通过对比来辨别错误理解.

问:若在木板与墙壁碰撞后瞬间使地面和木板间光滑,则木板和小物块的  $v-t$  图像是怎样的?

通过讨论,学生对动量守恒的条件有了更深刻的理解,对试题中的运动过程理解得更清晰.

## 2.3 分离木板质量 比较运动过程

木板的质量对运动的影响是非常关键的.我们可以保持其他的物理量不变,只改变木板的质量,分析木板与墙壁碰撞后的运动过程.

问:若要求木板与墙壁碰撞后木板与小物块同时停下来,则木板的质量  $M$  多大?

学生通过讨论和计算后可以确定为  $M = \frac{5m}{3}$ .

问:若木板的质量  $M = m$ ,木板与墙壁碰撞后木板与小物块的  $v-t$  图像是怎样的?

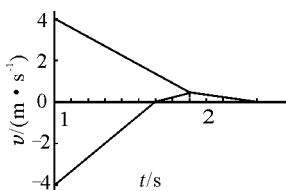


图4

可以引导学生计算分析,画出如图4所示的  $v-t$  图像.

## 2.4 融合不同条件 拓展运动过程

通过改变两个以上的条件,进一步拓展“木板+小物块”模型的运动,使学生的推理能力和分析能力得到进一步的提升.

可以设置地面光滑,小物块的质量是木板质量的两倍,两者初速度为  $4 \text{ m/s}$ ,求解小物块最终静止在木板上的位置.

可以把问题进一步改变成2013年和2015年高考新课标II卷第25题的情境.

.....

## 3 结论

本文尝试运用变易理论的4种范式对2015年高考新课标I卷第25题的教学进行了深度的剖析和思考,运用“类合”对运动过程、加速度以及运动学公式的选择做了有益的探索,运用“对比”排除了学生头脑中似是而非的结论,运用“分离”让学生对木板质量与运动过程的关系更加清晰,运用“融合”拓展了更多的情境,进一步提升了学生的分析和推理能力.变易理论的4种范式的合理运用有助于教师提高应用题课堂教学的效率.

## 参考文献

- 1 吴华,周玉霄. 变易理论驱动下的动态几何“变中不变”. 数学教育学报,2010,19(6):26~29
- 2 陈红兵. 创设有效的学习空间——变异理论视野下的课堂教学. 教育学报,2013,9(5):52~60

# Applied Questions Teaching Based on Variation Theory

Shen Wenbing Yu Xiande

(Hubei Enan High School, Xianning, Hubei 437100)

**Abstract:** Taking problem 25 in the physics exam paper of the National College Entrance Exam in 2015 as example, we try to use the variation theory, which includes generalization, contrast, separation and fusion, to improve the efficiency of applied problem teaching.

**Key words:** variation theory; applied questions teaching