

# 从高考试题的改变看等效变换的应用

雷 晓 蔚

(渝州教育学院物理系 重庆 402160)

等效变换并不是一个新鲜名词,但是它的应用却有许多新花样,它是考查学生综合素质和能力的一种有效途径。教育部在《普通高校招生制度改革方案》中提出了“三个有助于”和“四个方面”的总体改革方案,总体上将更加注重对考生能力和素质的考查。分析2000年各地及全国高考理科综合能力测试卷,我们不难发现,等效思维在其中的作用。而等效变换的思路只有在对物理原理理解透彻的基础

上,才能灵活运用,它是考查学生综合素质和能力的一种有效途径。

先来看一道典型的等效变换题:

6块各长 $l=1$ 米的相同均质薄板,叠在一起伸出桌边以外,要求最下面的一块不离开桌面,各板又尽量往外伸出,那么最上面的一块的远端离桌边的距离是多少?

常规解法:设6块木块从上而下的编号依次为

根据当时流行的亚里士多德力与运动的关系:力是物体运动产生的原因,物体的速度与所受的外力成正比,开普勒推导出行星运动的速率与它到太阳的距离成反比,即 $v \propto 1/r$ 。

由此可进一步设想,若行星位于轨道上不同的 $A$ 、 $B$ 两点时,其速率与它到太阳的距离分别为 $v_A$ 、 $r_A$ 、 $v_B$ 、 $r_B$ ,行星运动同一小段距离 $\Delta s$ 所用时间分别为 $\Delta t_A$ 和 $\Delta t_B$ ,则

$$v_A \Delta t_A = v_B \Delta t_B$$

$$\therefore v \propto 1/r$$

$$v_A \Delta t_A \propto \Delta t_A / r_A$$

$$v_B \Delta t_B \propto \Delta t_B / r_B$$

$$\therefore \Delta t_A / r_A = \frac{\Delta t_B}{r_B}$$

这说明行星沿其轨道走过一小段距离所用的时间和它到太阳的距离成正比,即 $\Delta t \propto r$ 。由此推论可得,行星在轨道上某点到太阳的距离可用来量度它在该点运动一小段距离所用的时间。在此需强调指出,尽管开普勒得出的这一结论是近似正确的,但他依据的理论前提是错误的,这种现象在物理学发展史上并不少见,例如卡诺定理就是其中的典型例子。

为了求得径矢扫过的面积,开普勒设想把行星轨道上较长的一段圆弧 $P_1 P_N$ 分成一些小段圆弧 $P_1 P_2, P_2 P_3, \dots$ ,并且使每一段小圆弧的长为2个

单位长度,如图6所示,如此划分后,由太阳向小段圆弧两端点连线,此时围成的扇形面积在数值上近似地等于该圆弧到太阳的距离。因此,各个小圆弧到太阳的距离之和就等于太阳和行星连线扫过的面积,即 $SP_1 P_N$ 的面积。因为行星到太阳的距离可以量度它在该点运动一小段距离所用的时间,所以这个距离之和同样可以量度行星从 $P_1$ 运动到 $P_N$ 所用的时间。由此不难得出结论:行星到太阳的连线扫过的面积与所经历的时间成正比,这就是开普勒第二定律,即行星的径矢在相等的时间内扫过相等的面积。

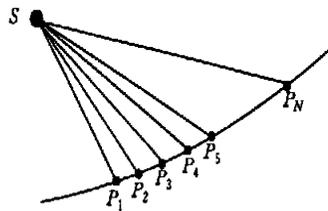


图 6

在此需要指出,开普勒作出这一结论时只计算了地球和火星这两颗行星在近日点和远日点附近的一些数据。他看到这一关系是如此地美妙和简单,从而坚信它对于任何行星在轨道的任何部分都是正确的。现在我们知道这一定律具有更大的普遍性,它不仅描述了围绕太阳的任何行星的运动,同样也适用于围绕任何行星的卫星运动。

1、2、3、4、5、6, 上面一块伸出下面一块(包括桌面)的距离分别为  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ , 如图 1 所示。

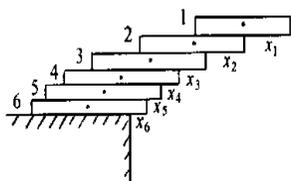


图 1

第 1 号板伸出最远时, 它的重心正好位于第 2 号板的棱边上方, 因此  $x_1 = 1/2$  米。

把第 1、2 两号板看成一个整体, 其重力为  $2G$  (设每块板重为  $G$ ), 伸出最大距离时它们的公共重心应位于第 3 号板的棱边上方, 故  $x_2 = 1/4$  米。

以第 3 号板为研究对象, 用第 4 号板的棱边作为转动轴, 由力矩平衡条件  $2G \cdot x_3 = G(l/2 - x_3)$ , 得  $x_3 = 1/6l = 1/6$  米

接着, 把第 1、2、3 号 3 块板作为整体, 其公共重心落在第 4 号板的棱边上方, 由力矩平衡条件  $3G \cdot x_4 = G \cdot (1/2 - x_4)$  得  $x_4 = l/8 = 1/8$  米

同理, 对第 5 号、第 6 号板可由力矩平衡条件  $4G \cdot x_5 = G \cdot (l/2 - x_5)$ ,  $5G \cdot x_6 = G \cdot (l/2 - x_6)$  得:  $x_5 = l/10 = 1/10$  米,  $x_6 = l/12 = 1/12$  米

所以, 最上面的第 1 号伸出桌边的最大距离为

$$\begin{aligned} x &= x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \\ &= (1/2 + 1/4 + 1/6 + 1/8 + 1/10 + 1/12) \text{ 米} \\ &= 1.225 \text{ 米} \end{aligned}$$

等效变换: 如果我们用悬线代替棱边, 用悬吊代替叠放, 把原来 6 块板倒着排列, 最上面吊起的为第 6 号板, 往下依次是第 5, 4, 3, 2, 1 号板, 如图 2 所示, 原题的效果保持不变。

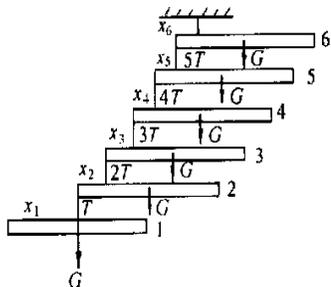


图 2

这样, 就变换成一个较简单的杠杆平衡问题, 由下而上各悬绳中的张力大小依次为  $T, 2T, 3T, 4T, 5T, 6T$  ( $T = G$ )。于是, 一下子就可算出  $x_1, x_2, x_3,$

$x_4, x_5, x_6$ , 同样得  $x = 1.225$  米。

比较两种解法, 可以看到, 由于采用了整体等效方法后可以避免并合质量的麻烦, 显得更为方便。当然, 这样一条等效变换的思路只有对物理原理透彻理解, 等效方法的运用已较为熟练时, 才能脱颖而出。

现在来看看 2000 年高考物理广东卷第 19 题:

面积很大的水池, 水深  $H$ , 水面浮着一正方体木块, 木块边长为  $a$ , 密度为水的  $1/2$ , 质量为  $m$ 。开始时, 木块静止, 有一半没入水中, 如图 3 所示。现用力  $F$  将木块缓慢地压到池底。不计摩擦, 求

- (1) 从木块刚好完全没入水中到停在池底的过程中, 池水势能的改变量;
- (2) 从开始到木块刚好完全没入水的过程中, 力  $F$  所做的功。

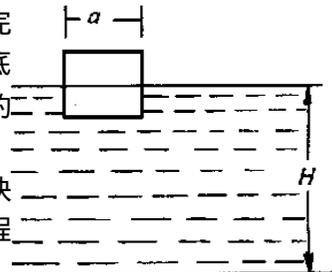


图 3

解: (1) 分析如图

4, 木块从位置 1 移到位置 2, 相当于使同体积的水从 2 移到 1, 所以池水势能的改变量等于这部分水在 1 和 2 的势能差。由于  $\rho_{\text{水}} = 2\rho_{\text{木}}$ , 故池水势能的改变量为:

$$\Delta E_{\text{水}} = 2mg(H - a/2) - 2mg a/2 = 2mg(H - a)$$

(2) 因水池面积很大, 可忽略木块压入水中所引起的水深变化。当木块刚好完全浸入水中时, 等效于 3 中的原来处于划斜线区域的水被平铺于水面, 这部分水质量为  $m$ , 其势能改变量为  $\Delta E'_{\text{水}} = mgH - mg(H - 3/4a) = 3/4mga$ , 木块势能的改变量为  $\Delta E'_{\text{木}} = mg(H - a/2) - mgH = -1/2mga$ , 根据功能原理, 力  $F$  所做的功为  $W = \Delta E'_{\text{水}} + \Delta E'_{\text{木}} = 1/4mga$ 。

再看 2000 年高考理科综合试卷第 22 题:

如图 5 所示,  $DO$  是水平面,  $AB$  是斜面, 初速为  $v_0$  的物体从  $D$  点出发沿  $DBA$  滑动到顶点  $A$  时速度刚好为零, 如果

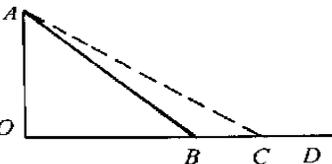


图 5

# 高中物理教学如何实施素质教育

胥 龙 军

(海南省农垦通什中学 五指山 572219)

教育的多种功能应以育人功能为核心。通过教学把学生培养为具有科学精神、科学态度和掌握科学方法的人,势必要求育人的内容要科学,育人的方式方法和手段也要科学,只有教育科学化,才能不断提高育人的质量,这也是素质教育的初衷。我国已制定了科教兴国的宏伟战略,正在实施素质教育计划,这些无疑对缩小我国和发达国家在科技上的差距具有重大意义。但是,目前我国高考制度尚无重大改革,应试教育的社会环境和观念还长期存在着,这就造成我国学生基础理论知识掌握较扎实,而知识面不够宽,实践能力和创新能力普遍较差,这些学生今后有可能成为“高分低能型”人才。科教兴国关键在于人才,人才的关键在于教育,在于通过素质教育培养一大批实践能力较强、有创新能力、愿意为祖国服务的高素质人才。

物理学是一门理论和实验高度结合的精确科学,它有一套最全面最有效的科学方法,在学生的科学素质教育中物理课有着无可替代的重要作用。素质教育是在教育教学改革过程中实现的,在改革中除去弊端,使各种教育活动、教学过程符合规律。素质教育要求在教育方式上体现多样性,课堂教学是主要方式。本文主要阐述素质教育在课堂教学中的体现。

建立正确的物理概念是掌握物理规律,了解物理过程,解决有关物理问题,进行科学思维的基础。物理概念是组成知识的基本元素,是一类物理现象的共同特征和本质属性在人脑中概括和抽象的反映。物理概念具有五个特点:客观性、抽象性、精细性、可测性和局限性。物理概念的学习在整个物理学习中处于核心地位,物理概念理解的好坏,直接影响到思维能力的发展。因此,加强物理概念的教学就成为物理教学发展学生思维能力的首要问题。采用的方式是:(1)以直观为基础进行物理概念教学;(2)用启发式教学形成正确的物理概念;(3)在理解概念的物理意义方面下功夫,审慎地处理好难学难懂的物理概念和易混淆的物理概念的教学。如研究动量和冲量的关系,首先明确二者的概念。动量是物理学的一个基本概念,是在量度运动的研究中引入的;动量是物体的运动的一种量度,是一个矢量,其大小等于质量和速度的乘积,其方向是速度方向;动量是描述运动物体的作用效果,即要作多大努力才能使这个物体停下来。冲量是反映力对时间积累作用的物理量,其效果是使物体的动量发生变化;它是一个矢量,在恒力作用的情况下,冲量的大小等于作用力和作用时间的乘积,方向为力的方向。冲量与动量不仅有密切的联系而且都是在研究碰撞运动

斜面改成  $AC$ , 让该物体从  $D$  点出发沿  $DCA$  滑动到  $A$  点且速度刚好为零,则物体具有的初速度(已知物体与路面间的动摩擦因数处处相等)

- A. 大于  $v_0$
- B. 等于  $v_0$
- C. 小于  $v_0$
- D. 取决于斜面倾角

你不妨用等效方法一试。(提示:化折为直。参考答案: B)

像这样的试题还有许多,在 2001 年普通高等学校招生全国统一考试说明中,也体现出重视能力和素质考查这一新一轮高考改革的特点,同时也充分体现了高考命题从“以知识立意”向“以能力立意”的

转变,对促进中学物理教学的深化改革,对全面推进素质教育将起到良好的导向作用。面对新的高考模式,我们的中学物理教师在思考怎样把对学生实际应用能力的培养渗透到物理教学之中。师范学院和教育学院是否也应思考怎样才能培养出一批符合时代要求,顺应新形势的中学物理教师?是否应该从“纯知识教学”和“学历教育”中走出来?这是一个值得我们每一个教育工作者思考的问题。而作为教师自己,要主动更新教育观念,转变教育思想,以迎接新世纪教育的挑战。