

# 原型启发在解题中的应用

周 长 春

(湖南东江师范实验学校 资兴 423400)

当人研究某个问题,突然在某一事物的启发下,引起相似性或相关性的联想,迸发出创造性的新设想,从而使问题得到顺利解决。这种从其他相似性或相关性事物中得到启示,迸发灵感的方法称为原型启发。能够起到启发作用的事物叫做原型。阿基米德受身子浸入浴桶时一部分水就从桶边溢出的启发,解开了王冠之谜,并发现了阿基米德定律。美国核物理学家格拉塞尔受啤酒杯中一串串上升的气泡的启发,发明了气泡室并荣获了1960年的诺贝尔物理学奖。由此可见,原型启发是科学创造中一种十分有用的方法。将原型启发的思维机制引入到物理教学中,不仅能使物理教学与生活、生产实际的联系变得更加密切,而且能使学生会学方法,有效地提高创造性思维能力,优化思维策略。本文仅谈一谈原型启发在解题中的一些应用。

## 一、应用原型启发,突破解题难点

解题的过程就是还原物理模型的过程,我们遇到的新模型大多数是在旧模型的基础上发展或变通而来的。在解题中应用原型启发就是依据新模型的特征,通过思维想象,将新模型向旧模型转化,然后借用旧模型发挥跳跃性想象解决新问题。

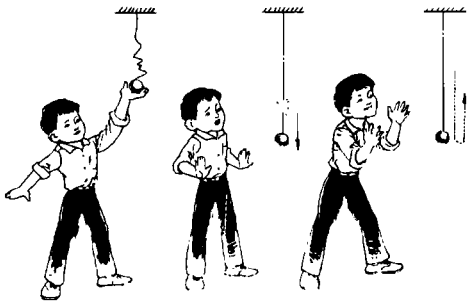


图 1

[原型一]高一教科书中“细线会不会被拉断”(如图1所示)是一个重要的物理原型。引导学生在做好实验的同时,分阶段把握这一原型的特征是学生建立相关新模型的基础:细线从刚拉直到拉紧的过程中,由于细线不可伸长,作用时间很短,此时绳子对重物的拉力远远大于重物的重力;重物由于受到冲量的作用,机械能不守恒,损耗的机械能转化为

14卷5期(总83期)

细线的内能。

[问题1]如图2所示,一细绳跨过一光滑的定滑轮,两端分别挂上质点为 $M$ 和 $m$ 的物体,且 $M > m$ , $M$ 静止在地面上。当 $m$ 自由下落 $h$ 后绳子才被拉紧,求绳拉紧的瞬间两物体的共同速度是多大?

[分析]解答此题的难点是相当一部分学生由机械能守恒定律得出:绳拉紧的瞬间两物体的速度为 $\sqrt{2mgh/(M+m)}$ 。这说明学生不会根据新模型的特征将新模型转化为旧模型或对原型一认识肤浅,理解不透。若从原型一中得到启示:当细绳从刚拉直到刚拉紧的过程中,由于受到冲量的作用,机械能是不守恒的,而动量是守恒的,从而突破解题难点。

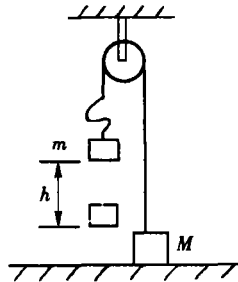


图 2

由 $m\sqrt{2gh} = (M+m)v$ 可求得绳拉紧瞬间两物体的共同速度为 $v = m\sqrt{2gh}/(M+m)$

[原型二]如图3所示,用长为 $L$ 的细绳悬挂一个质量为 $m$ 的小球,悬点为 $O$ 点,把小球拉至 $A$ 点,使悬线与水平方向成 $30^\circ$ 角,然后放手,问:小球运动到悬点的正下方 $B$ 时,悬线的拉力是多大?

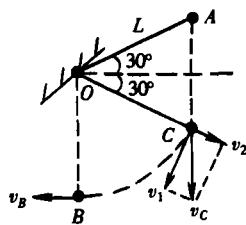


图 3

[分析]问题1为学生理解原型二的特征提供了物理模型:小球从 $A$ 自由下落到正下方 $C$ 点时,绳又被拉紧,此时由于绳子的冲量作用,有机械能损失,与问题1不同的是冲量不仅改变小球运动速度的大小,而且改变速度的方向,使小球沿绳方向的速度分量 $v_2$ 减为零,仅剩下切向分量 $v_1$ ,从而形成新的物理模型。

小球从 $A$ 自由下落到 $C$ 则, $v_c = \sqrt{2gL}$ ,其切向分量:

$$v_1 = v_c \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{2gL}$$

从 C 到 B 由于机械能守恒,可求得

$$v_b^2 = 5gL/2$$

这时绳中的拉力

$$T = mg + mv_b^2/L = 7mg/2$$

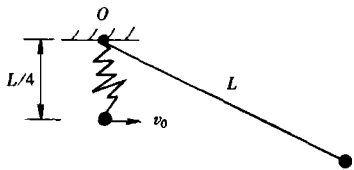


图 4

[问题 2] 如图 4 所示,长为  $L$  的轻绳一端系于固定点  $O$ ,另一端系质量为  $m$  的小球,将小球从  $O$  点正下方  $L/4$  处以一定的初速度水平向右抛出,经一定的时间,绳被拉直,以后小球将以  $O$  为圆心在竖直平面内摆动,已知绳子刚被拉直时绳与竖直线成  $60^\circ$  的角,求小球摆到最低点时绳所受的拉力。

[分析] 绳被拉直时速度怎样变化是解答问题 2 时难中之难。原型二为解决问题 2 提供了思路:绳刚被拉紧时,由于绳子拉力的冲量,使小球速度沿绳方向分量  $v_2$  变为零,有能量损失,因而不能对整个过程中应用机械能守恒定律,从而突破解题难点。

## 二、应用原型启发,促进知识同化

有些知识若仅仅从概念、规律之间的数学推导上进行讨论和分析,学生似懂非懂,没有真正领悟,新的知识游离于知识框架之外,若这时利用学生熟悉的原型进行启发,把新的知识纳入学生原有的知识结构之中,许多问题就会迎刃而解。



图 5

[原型三] 高一教科书提到两人共提一桶水(如图 5 所示)两手臂间的夹角小些省力。根据此原型的特征,可先建立物理模型,然后用正交分解法进行定量分析和用平行四边形定则进行定性分析,再用实验验证,

以加深学生对原型的理性认识和对平行四边形定则的理解。

[问题 3] 两根等长的轻绳共同悬挂一个重物(如图 6 所示)。若使两绳间的夹角  $\alpha$  变大,则

- A、绳的拉力变大
- B、绳的拉力变小
- C、两绳拉力的合力变小
- D、两绳拉力的合力变大

[分析] 有些学生认为 C 正确,学生做错的原因

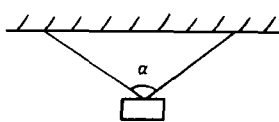


图 6

往往是将绳长不变当作了拉力不变,从而形成解题难点。这时若通过原型三启发,学生就会恍然大悟,心领神会。应选 A,且进一步加深了对力的作用效果的理解。

[原型四] 生活中的杆秤

[问题 4] 粗细不均匀的木棒,用线挂于  $O$  点,使其平衡(如图 7 所示)。若在  $O$  点截断,两段木棒的重力相等吗?

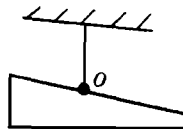


图 7

大多数学生初解此题时,根据左段粗短,右段细长的感性认识,错误地认为两段木棒的重力相等,尽管用算法证明了两段木棒的重力不相等以后,学生们仍感到有困惑,这时若通过原型四启发,困惑就很快解除,且对力与力矩的区别也有了更深的理解。

## 三、应用原型启发,优化解题过程

有意识地用原型启发的方法创设学习情境,能有效地引发学生的直觉思维,优化解题过程。

[原型五] 单摆。此原型的最大特点是:在振动过程中具有以平衡位置为中心的对称特性。即两振幅位置对称于平衡位置,且质点在平衡位置两边对称的位置上,质点的速度、加速度、回复力、动能、势能的大小必定是相等的。

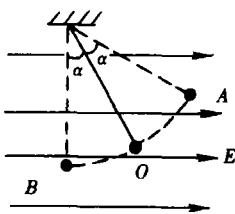


图 8

[问题 5] 如图 8 所示,一条长为  $L$  的细线,上端固定,下端拴一个质量为  $m$  的带电小球,将它置于

一匀强电场中,电场强度的大小为  $E$ ,方向水平。已知当细线偏离竖直位置  $\alpha$  角时,小球处于平衡状态,如果使细线的偏角从  $\alpha$  增大到  $\beta$ ,然后将小球由静止开始释放, $\beta$  角应为多大才能使细线到达竖直位置时,小球的速度刚好为零?

[分析] 如果先由能量守恒定律列出方程,然后花费大量的时间进行三角函数变换,求得  $\beta = 2\alpha$ 。这样做计算过程很繁杂,并且很有可能会搞错。但如果放开思路,打破常规,抓住小球从 A 点释放后,将在 A、B 两振幅位置之间来回振动的特征,联想到重力场单摆振动这一原型,根据两振幅位置对称于平衡位置,无需计算,凭直觉思维即可得出正确的结论。