

# 显化物理方法的绳船模型纠错教学

顾忠伟

(江阴市第二中学 江苏 江阴 214400)

(收稿日期:2021-04-25)

**摘要:**以绳船模型为例,列举了学生的典型错误,分析了学生的错因,并采取了凸显物理方法的纠错教学.指明了纠错教学按照制造认知冲突发现错误、顺着学生错误探究正解、利用新方法重构认知等3步进行,在此过程中凸显了特殊值法、二次分解法、微元法、功能原理法、求导法的运用.

**关键词:**显化 物理方法 纠错 绳船模型

学生在学习中只有掌握方法才能提升物理成绩,才能将物理知识迁移到新问题的解决中.绳船模型中运动的合成与分解是典型问题,学生出错概率较大,且顽固难以纠正.越是教学的难点越要凸出方法的重要性,从方法教育的视角开展教学.让学生在纠错过程中,掌握知识本质,并悟透方法,为学生素

养的养成奠定基础<sup>[1]</sup>.下面以绳船模型的纠错教学为例,介绍了凸显方法纠错的教学步骤,具体措施,及凸显的物理方法.

## 1 学生典型错误及顽固性

学生在学习中出错在所难免,尤其是对物理这

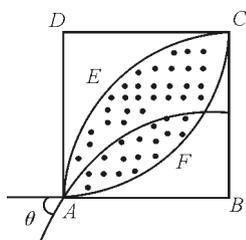


图 11 例 5 题分析图

例 3,例 4 和例 5 这 3 个例题以带电粒子的轨迹

圆分别建立旋转圆、放缩圆、磁聚焦物理圆模型,让学生运用抽象与联想、推演与计算、模型与建模等思维方法来组织、调动相关的知识与能力,解决生活实际情境或学习探索情境的问题<sup>[1]</sup>.

## 参考文献

- 1 顾明远. 核心素养:课程改革的原动力[J]. 人民教育, 2015(13):17~18

# Constructing Circle Model Based on Core Accomplishment Satisfactory Solution the Electromagnetics Issues

Chen Honglin

(Qujing No. 2 Middle School, Qujing, Yunnan 655000)

**Abstract:** As a dimension of high school physics core literacy, scientific thinking and innovation play a pivotal role in the four dimensions. Physical modeling is a shortcut to the development of scientific thinking and innovation. In order to solve physical problems more intuitively and simply, it is often necessary to transform complex practical problems into simple physical models. Based on the construction and application of the physical model of "circle" in electromagnetism, this paper expounds how to help students construct the physical model, develop scientific thinking and improve the core quality of physics.

**Key words:** core literacy; physical modeling; circular model

样一门思维难度大、知识逻辑性强、教学内容相对抽象的学科.可以说高中物理是一门对学生要求较高的课程.也正是因为物理课程难学,对学生要求高,更加体现了高中物理课程的育人价值.这样一门课程的学习,学生犯错误是必然的,教师在面对学生的错误时,要树立正确的“错误”观,认识到学生的错误是宝贵的教学资源,只要透彻分析学生错因,有针对性地进行纠正,可以将学生的错误开发成宝贵的教学资源.然而,学生错误很顽固,纠错效果不佳.以下面例题为例进行详细说明.

**【例题】**如图1所示,人用绳子通过定滑轮以不变的速度拉水平面上的物体A,某一时刻绳与水平方向成 $\theta$ 角,求人拉绳速度 $v_0$ 与物体A速度 $v$ 的关系.

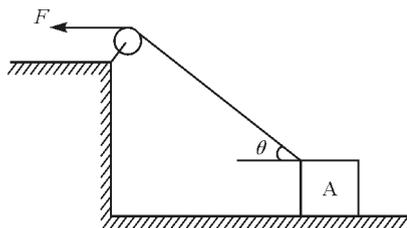


图1 例题原图

求解本题时,学生常见错误有2种.

**错解1:**将绳子的速度分解在水平方向和竖直方向,得到物体A的速度 $v = v_0 \cos \theta$ .

**错解2:**按照图2所示,将物体A的速度分解在沿绳和竖直向下的方向,有 $v = v_0 \cos \theta$ .

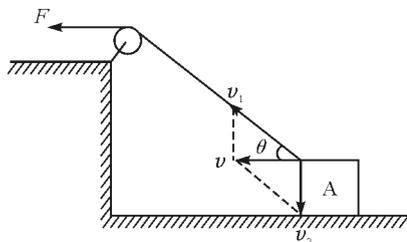


图2 学生错解速度分解

学生之所以会出现这样的错误,原因主要是:

(1) 学生不知道物体A的运动与绳子的运动哪一个合运动,学生思维定式,类比斜向上力的分解,将绳子的速度分解在水平和竖直方向,得到错解1;

(2) 学生认为速度是矢量,可以任意分解,将物体A的速度分解在沿绳和竖直向下,得到错解2.

面对学生的错误,常规纠正策略是将正确解法告诉学生.让学生记住物体A的运动是合运动,物体A除了有沿绳的运动还因为滑轮的转动在垂直于绳方向有运动,故而将物体A的速度分解为沿绳和垂直于绳,如图3所示.然后依据几何关系可得

$$v_1 = v \cos \theta$$

绳子的速度 $v_0 = v_1$ ,有 $v_0 = v \cos \theta$ .学生对此很难理解,纠错效果不理想,即使经过多次重复练习,学生再次遇到相似情境依然出错.

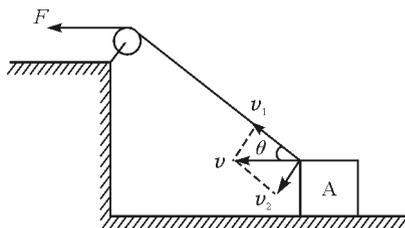


图3 教师正解速度分解

## 2 凸显方法教育的纠错教学策略

如何有效纠正学生错误,避免学生犯同样的错误,不仅是为了学生物理成绩的提升,让学生学会物理知识,更是为了让学生获得科学研究的方法,获得分析问题、解决问题的方法.所以,纠错的过程不仅是知识的再认识、再运用,更是对物理方法的重构,纠错过程中应该要将物理方法的教育凸显出来.要纠正学生的错误,就要让学生认识到自己的错误,清楚自己的解法有何不妥之处、怎样才正确、还可以怎样求解.

### 2.1 制造认知冲突认识到错误

要让学生认识到自己错误,就需要打破原有认知平衡,这是学生构建新知识,建立新的认知平衡的前提.教师应根据学生的错误,创设学习情境,让学生顺其自然地发现自己的错误,在此基础上探寻正确解法,学生才能印象深刻.

本题可采用特殊值法,让学生计算后否定错解1和错解2.如图4所示,假设经过时间 $t$ 夹角由 $30^\circ$ 变成 $45^\circ$ ,滑轮离A上表面高为 $h$ ,则 $t$ 时间内:

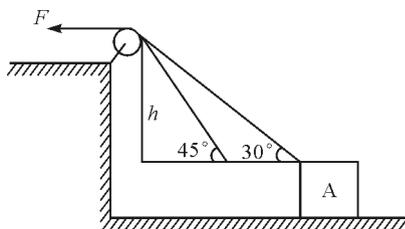


图4 特殊值法几何关系图

物体A位移大小为

$$\Delta x_A = \frac{h}{\tan 30^\circ} - \frac{h}{\tan 45^\circ} = \sqrt{3}h - h = 0.732h$$

绳子位移大小为

$$\Delta x_{\text{绳}} = \frac{h}{\sin 30^\circ} - \frac{h}{\sin 45^\circ} = 2h - \sqrt{2}h = 0.586h$$

计算结果易知物体 A 位移大于绳子位移,二者运动时间相同,则物体 A 速度大于绳子速度.按照学生错解 1 和错解 2,有  $v = v_0 \cos \theta$ ,物体 A 的速度小于绳子速度,不符合事实.产生矛盾,学生自然否定错解 1 和错解 2 的解法.

## 2.2 顺着学生思路探究正解

学生的错误有时并非完全没有道理,有些错误也并非一无是处,只是学生的思维出现了瑕疵,只要教师稍加引导,可以将学生的错误变成具有一定教学价值的资源.“正确看待、利用学生错误,让物理学习的过程成为一个发现错误、分析错因、更正错误、解决问题的过程,在此过程中实现促进学生的发展.”<sup>[1]</sup> 对学生的这类错误教师只要顺着学生的思路,在学生错误或者不完善之处稍加提示,即可得到正确解法.这样纠错,首先学生从心理上容易接受,教师没有对自己的错误全盘否定,而且学生觉得教学与自己联系非常密切,更愿意主动思考、学习,其次学生会觉得教学思路与自己思考问题的思路相近,更容易理解.

在学生学习力的分解时已经树立矢量可以任意分解的意识.速度是矢量,其分解可以有很多种,故而学生出现了错误 2 的分解.教学中,让学生认识二次分解法,引导学生对  $v_2$  进行二次分解,即可得到正确解法.引导学生弄清楚由于  $v_2$  与绳子不垂直,其对绳子的运动仍有影响,只有垂直于绳的分运动才不会对绳子的运动产生影响,故而应将  $v_2$  进一步分解为垂直于绳和沿绳两个方向,如图 5 所示.

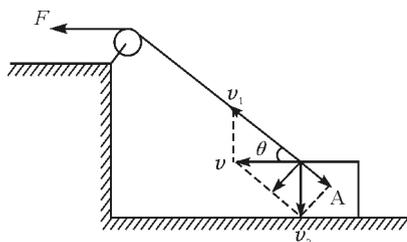


图 5 二次分解法

由几何关系得

$$v_1 = \frac{v}{\cos \theta} \quad v_2 = v \tan \theta$$

$v_2$  沿绳的分量为  $v_2 \sin \theta$ ,绳子的速度为

$$v_0 = v_1 - v_2 \sin \theta =$$

$$\frac{v}{\cos \theta} - v \tan \theta \sin \theta = v \cos \theta$$

所得结果与前述一致.

## 2.3 利用新方法重构认知

对于同一个知识点、同一个物理问题,往往可以从不同的角度看待,其本质是从全新的视角对知识的重构,这一重构加强了知识点之间的联系,促进了学生对知识的内化和理解,更让学生掌握了多维度、多方法认识知识本质的策略,也让学生建立了分析问题的思路和方法.新方法重构认知可以让学生在知识的认知上得到升华,掌握方法,迁移能力能够得到培养,学习会有质量.

绳子拉物体的物理问题,在学生学了相关数学、物理知识和方法后还可以有如下新解法.教学中,利用这些新方法,重新分析本题,不是为了能够正确求解一个习题、一类习题,而是为了让学生体验从多视角、多方法分析同一问题,让学生在问题解决中掌握方法,让纠错过程凸显物理方法教育.

### 2.3.1 微元法

微元法是高中物理中分析问题的基本方法,在概念的构建、规律的建立、问题分析等方面都有重要运用.掌握微元法对学生理解物理知识和提升分析物理问题能力都有较大帮助,尤其是可以帮助学生攻克一些较难的物理问题.本题的求解可以让学生再次体验微元法在物理上的运用.具体分析如下:经过时间  $\Delta t$ ,物体 A 位移为  $\Delta x$ ,绳子位移为  $\Delta l$ ,如图 6 所示,当  $\Delta t \rightarrow 0$  时,夹角的变化很小,可以认为  $\angle MNP = 90^\circ$ ,由几何关系有  $\Delta l = \Delta x \cos \theta$ ,二者运动时间相同,有  $\frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \cos \theta$ ,即  $v_0 = v \cos \theta$ .

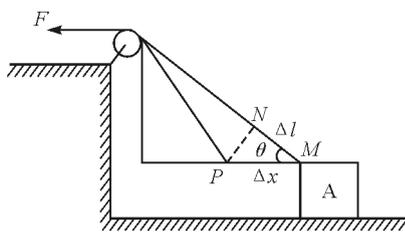


图 6 微元法几何关系

### 2.3.2 功能原理法

功能原理是分析问题的基本方法,也是分析物理问题的通用方法,尤其是遇到一些比较复杂的运动过程,从功能关系的视角入手往往可以化繁为简,避开复杂的过程分析.学习功、功率、功能关系后,可从功能关系的视角来分析人拉船的模型.本题分析具体如下:首先,明确基本条件,将绳子看成理想轻绳,忽略滑轮的摩擦,绳子上的拉力处处相等,即人

拉绳和绳拉 A 的力大小相等,且时间相同;其次,人对绳子做功与细绳对 A 做功相等, $W_{\text{人}} = W_{\text{绳}}$ ,任意时刻人对绳子做功功率和绳子对 A 做功功率相等, $P_{\text{人}} = P_{\text{绳}}$ ,根据瞬时功率与瞬时速度的关系有  $P_{\text{人}} = Fv_0$ ,  $P_{\text{绳}} = Fv\cos\theta$ ,故有

$$Fv_0 = Fv\cos\theta \quad v_0 = v\cos\theta$$

### 2.3.3 求导法

“运动的分解”一般在高二上学期初,到了学期末学生会学习数学知识复合函数的求导.学生已经具备利用积分、求导来求解一些简单的物理问题的数学基础.引导学生利用积分、求导来分析问题,学生能够更清楚地认识物理知识的数学本质,也有利于学生加强数学、物理之间的联系.利用数学知识复合函数求导求解本题,具体如下:如图7所示,设夹角为  $\theta$  时,绳长为  $l$ ,滑轮离 A 高为  $h$ ,A 离岸的水平距离为  $x$ ,根据几何关系有  $l^2 = h^2 + x^2$ ,  $l$  和  $x$  都随时间变化,都是时间函数, $l$  和  $x$  对时间求导有

$$v_0 = \frac{dl}{dt} \quad v = \frac{dx}{dt}$$

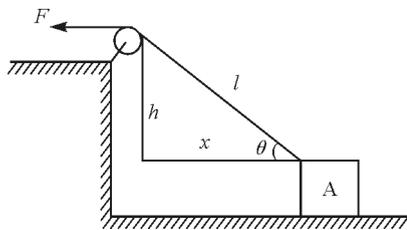


图7 求导法几何关系

将  $l^2 = h^2 + x^2$  对时间求导有

$$2l \frac{dl}{dt} = 2x \frac{dx}{dt}$$

化简得

$$v_0 = v\cos\theta$$

### 3 结束语

纠错是教师重要的教学内容,几乎每节课、每次作业、每次考试都要给学生纠错.纠错效率的高低对物理教学的整体效果有明显的影响,高效的纠错可以促进学生更好地理解知识,更能灵活运用所学,实现知识、方法的迁移.教学中以题论题,纠错的效率往往低下,学生可能连这一题也不理解,更谈不上迁移运用.学生要想通过物理课程的学习取得好的成绩,获得立足长远发展的素养,就要掌握物理方法.在纠错教学中,将物理方法的教育凸显出来,同一个问题在不同的阶段使用不同的知识,运用不同的方法去分析、求解,让学生经历了从不同的视角分析问题的过程,学生对知识的认识会更透彻,物理方法的领悟会更深刻.以文中的例题分析为例,在显化方法教育的纠错教学中运用了特殊值法、二次分解法、功能关系法、微元法、复合函数求导法等,一个问题串联多种方法,运用多种解法,学生认识更全面,理解更透彻,可以为后续迁移运用奠定基础.

#### 参考文献

- 1 李维兵. 利用纠错促进学生思维发展[J]. 物理教学, 2017,39(1):31

## Error Correction Teaching of Rope-ship Models Based on Explicit Physics Method

Gu Zhongwei

(Jiangyin No. 2 Middle School, Jiangyin, Jiangsu 214400)

**Abstract:** With rope-ship model as an exemplar, this paper enumerates the typical errors of students, analyzes the causes of students' errors and adopts the error correction teaching which highlights the physics method. It clearly demonstrates that error correction teaching shall be carried out in three such steps as creating cognitive conflict to find errors, exploring the correct solution along with students' errors and reconstructing cognition with new methods. In this process, the application of special value method, secondary decomposition method, infinitesimal method, work-energy principle method and derivation method are highlighted.

**Key words:** highlight; physics method; error correction; rope-ship model