

# 基于原始物理问题的课堂教学实践初探

——以“运用牛顿运动定律解决问题1”的教学为例

马朱林

(苏州实验中学 江苏 苏州 215011)

(收稿日期:2016-08-31)

**摘要:**传统习题教学由于过分强调程序与计算、熟练与技巧等应试策略而忽视了物理思想的分析,其教育弊端已日趋显现.而原始物理问题则以“物理现象”为核心,注重“对物理直觉的认识、分析、判断”和“对原始问题的分解、简化、抽象”的能力培养,提升学生“做学问”的科学素养和思维品质.笔者以“运用牛顿运动定律解决问题1”为课例将“原始物理问题”的教学思想付诸于课堂教学实践,形成此文,以飨读者.

**关键词:**原始物理问题 牛顿运动定律 教学实践

杨振宁教授很早就对我国的传统物理教学提出过质疑,他将美国的物理教学定义为“归纳法”,将我国的物理教学归结为“演绎法”,前者注重学生“做学问”的素养培养,而后者注重的是“学考试”的技能培训,两者间最本质的区别就在于后者仅仅是“授之以鱼”,而前者是“授之以渔”.赵凯华先生也曾明

确提出,在我们的教学中,同一物理问题,既可以把原始物理问题提交给学生,也可以由教师把物理问题分解或抽象成一定的数学模型后提交给学生,而我国的学生往往获得的是后者而非有血有肉的物理现象,缺少了将原始问题转化成抽象问题的过程培养,所以在遇到原始问题时往往会不知所措.

### 3 活动教学应注意的几个问题

#### (1) 活动设计避免简单化、低级化与庸俗化

活动教学最核心的要素是“活”与“动”,使学生能用“敞开的大脑”和“发声的思维”去体察相关规律.活动的认知和构建,要使得学生有机会听取别人的意见,能完成对他人的观察,通过反思、自我观察、合作等策略达到自省,达到挑战自我、发掘自身潜能、进行深入思考、学会学习的目的.

#### (2) 活动教学意义的判断

为避免活动而活动,确保活动产生效益,要以教师组织设计为先导,以教师评价、生生之间的评价为控制,推动他们基于活动作出相关问题的推论或预测,完成相关体验.活动的效益应以学生初尝研究的乐趣为标准,同时使之容易获得意志上、情感上的自我满足和成功感,锻炼他们进行科学实验所需要的耐力.

### 4 结束语

由于活动教学中学生更易于展现自己的思维和行为,在中学物理活动教学一系列实践中,不应担心学生产生奇特的想法和制作,应积极鼓励他们求新求异,努力养成他们积极实践、在做中学的习惯.从这一点来讲,活动教学目的与创新教学目的相一致.

#### 参考文献

- 1 宋宁娜.活动教学论.南京:江苏教育出版社,1996
- 2 刘炳昇主编.科技活动创造教育原理与设计.南京:南京师范大学出版社,1999
- 3 杨莉娟.活动教学:理念、有效性与基本模式.湖南师范大学教育科学学报,2007
- 4 黄春晓,沈庆荣.高中物理有效教学实用课堂教学艺术.北京:世界图书出版公司,2009
- 5 廖伯琴.物理教学研究与案例.北京:高等教育出版社,2006

“原始物理问题”是指在自然界及生活、生产、科研中客观存在的未被加工的物理问题,其具有客观性、复杂性、条件的隐蔽性、思考问题的多端性等.而这些特性恰恰是培养学生发现问题、辩证思考、提炼要点、建立模型等科学素养和创新思维培养的最佳素材和契机,具有极强的教育功能和价值.

原始物理问题可从以下途径取材:

- (1) 从学生的直接经验中寻找情景;
- (2) 挖掘新闻报道、科普书籍、视频资料中富含物理知识的问题;
- (3) 将日常生活生产用具中的物理知识提取成物理问题;
- (4) 从物理实验中选取物理问题. 原始问题的编制需要遵循科学性、探索性、开放性、趣味性.

原始物理问题较传统习题教学有众多优点,其教育功能与价值已为众多专家、学者推崇.“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行”,实践是践行理论的最好方式,教学效果是检验教学理论的唯一标准.为此,笔者以人教版必修1“运用牛顿运动定律解决问题1”为课例进行基于原始物理问题的课堂教学实践.

## 1 教材内容的重新整合

教材中,本节内容的编写比较简单,编写意图单一,仅仅是“正交分解法处理简单的两类动力学问题”的解题方法介绍,所列举的例题亦是抽象化了的物理模型,这与原始物理问题的教学初衷是不一致的.为此,笔者在保留知识目标不变的基础上对教材内容作了重新整合,摒弃了教材中的原有例题而原创了3个更显原始性、情景化、趣味性、开放性的原始问题展开课堂教学.

**【例1】**在绕地正常运行的天宫一号中如何测量物体的质量?

**【例2】**在湖南卫视综艺节目《爸爸去哪儿》第一季中,田亮等5名演员和孩子们到宁夏沙漠进行滑沙比赛.其中一场为田亮、田雨橙父女与张亮、天天父子两组从同一高度的沙坡顶端滑下(图1),结果

是田亮、田雨橙父女组滑行距离最长,赢得比赛.很多观众认为田亮和田雨橙父女身体较轻,所以滑行距离就长.你的观念呢?请运用你所学物理知识解释.



图1 从沙波顶端滑下

**【例3】**请同学们自行设计实验,测量出木块和玻璃板之间的动摩擦因数.

可选用仪器:带定滑轮的木板、多块相同玻璃板、木块、重锤、天平、刻度尺、弹簧测力计、秒表.

## 2 运用原始物理问题的开放性 拓展学生的思维空间

大部分传统习题无论是解题方法还是习题答案具有唯一性,这不仅限制了学生的思维发散,束缚了学生创造力的开发,而且很容易造成学生思维的单一性,缺乏思维的融会贯通,抑制了学生思维迁移能力的发展,达不到“举一反三”的思维深度.开放性的原始物理问题,由于问题指向不明确、过程策略多途径、答案结论多样性,再加上学生认知水平差异和问题思考的切入点不同,必然会呈现出各式各样的方法、思路 and 答案,达到了“百家争鸣、百花齐放”的效果.开放性原始问题不仅能促进学生思维的发散,而且能培养学生多角度、多层面认识、思考、解决问题的能力.

笔者所原创的3个例题均属于“过程开放型”原始问题.当笔者抛出“在绕地正常运行的天宫一号中如何测量物体的质量?”时,学生对例题文本之简洁感到惊异,同时也很迷茫,因为题干中没有给出任何物理情景、物理现象和已知物理量,更谈不上物理方法,与传统习题有着巨大的差异,一时难以适应,无法寻求出解决问题的突破口和切入点,课堂陷

人沉寂.这也充分说明了传统习题长期训练下形成的思维定势对学生的影响是深刻的,犹如沉疴宿疾,想要改变需花很大功夫.笔者简要说明立意后,学生立即展开热烈讨论并呈现出各种测量方法,如用杆秤、天平直接测量,或用弹簧测力计测出重力再换算成质量,甚至出现了利用阿基米德原理通过浮力和重力的二力平衡测出物体的质量,等等,方法之多超乎笔者想象.在学生讨论的热火朝天时,有学生对以上方法提出异议并通过严谨的数学证明阐明理由,即绕地运行的天宫一号处于完全失重状态,该环境下,无法利用杆秤、天平、弹簧测力计等仪器测量物体的质量.笔者对该生敏锐的观察和灵活运用能力而惊喜万分,该观念得到绝大多学生的认同,课堂再次陷入平静.为了调动学生的思维积极性并给予适当提示和引导,笔者在黑板上写下了牛顿第二定律的表达式  $F=ma$  时,立马有学生提出运用牛顿第二定律

$F=ma$  的变形表达式  $m=\frac{F}{a}$  来测量物体的质量,并提供了实验方案,即物体在某一恒力作用下做匀加速直线运动,利用位移传感器测量出物体运动的加速度  $a$  和力传感器测出  $F$  即可算出物体的质量.正当全体学生为该生巧妙的设计大为赞赏之时,另一同学给出的方法更令笔者激动和兴奋不已,即利用已知劲度系数的弹簧振子做简谐振动,测量出的振动周期,运用周期公式  $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{\kappa}}$  即可算出物体的质量!

尽管该法对于大部分高一学生而言因不具备简谐运动的知识而很难理解,但该生的行为将极大地激发其他同学对物理学科的兴趣和对物理知识的渴求,同时也向学生展示了物理学知识、方法的相互联系和连贯性,促使学生多方向、多角度、多层面开放型思维习惯的养成和“大胆猜想、小心求证”的科学精神的培养.为了验证学生所提方案的可行性,笔者播放了“太空课堂”中关于测量宇航员聂海胜质量和利用弹簧振子测量质量的视频.

在讨论例3时,学生通过分组研讨,学生充分发挥各自的聪明才智、群策群力,自主选择、自行设计,

展示出多种实验设计方案,尽管其中有些方案不尽完善,甚至是错误的,但对学生的思维锻炼和兴趣培养起到了应有的作用.学生通过方案展示、设计说明、实验演示,最终选出两种设计合理、操作性强的方案,而这两种方案恰恰是运用牛顿运动定律解决多过程问题中最经典的模型.

**方案1:**用两块相同的玻璃板构建如图2所示斜面和平面的,木块从斜面某位置由静止滑下,用尺量出木块下滑高度  $h$  和水平位移  $s$ .运用牛顿第二定律可以计算出动摩擦因数  $\mu=\frac{h}{s}$ .

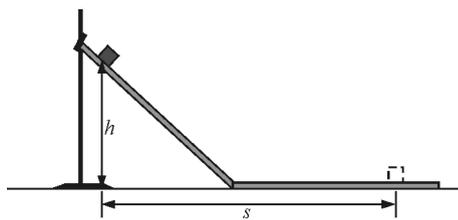


图2 方案1附图

**方案2:**玻璃板平放在带定滑轮的木板上,将木块和重锤用一细线连接,如图3所示,由静止释放,测出重锤、木块质量分别为  $m, M$  以及重锤下落高度  $h$  和木块总位移  $s$ .根据物理情景,运用牛顿运动定律可计算出动摩擦因数  $\mu=\frac{mh}{Ms+m(s-h)}$ .

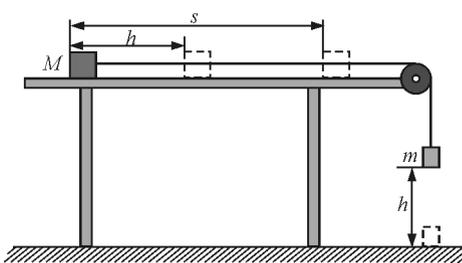


图3 方案2附图

### 3 利用原始物理问题的趣味性 激发学生的学习兴趣 and 热情

兴趣是学生最好的老师.当学生对研究的问题具有浓厚的兴趣和好奇心时,其内部动机就会被激发,产生认知内驱力,学生会积极主动的对原始问题进行探索、研究并从中得到深刻的启示和能力的锻炼.即使在探索过程中遇到困难,学生会凭着自己的

热爱和执着坚持到底,培养了学生“不破楼兰终不还”的毅力和意志品质.与传统习题中的木块、小球等冷冰冰的模型相比,情景丰富、形象生动的原始物理问题更具趣味性和吸引力,更加受到学生欢迎.

当笔者将例2的题目和视频一一呈现时就瞬间抓住了学生的眼球.学生不仅对视频中的综艺游戏兴趣盎然,更为游戏中所蕴含着丰富的物理现象和物理问题而惊叹万分,对问题的探究如饥似渴,无需笔者的任何提点和敦促,全班同学都主动地组成合作小组商讨研究问题,按照原始问题的研究程序进行模型建立、方法提炼、方程建立、数学演算、结论对比修正.看到学生兴致如此浓郁,讨论如此激烈,演算如此专心,尽管课堂教学有时间限制,笔者也不忍打断.由此可见,趣味性的原始物理问题对学生的吸引是无穷尽的,既激发了学生的好奇心和求知欲,培养了学生解决实际问题的能力,对学生科学素养的提升也不无裨益.

#### 4 利用原始物理问题的探索性 提升学生分析解决问题的能力 的研究能力和科学素养

物理就是发现问题、分析问题、解决问题的学科,“探索”贯穿于物理学的全部发展历程.学生在直面高度情景化的原始物理问题时,所看到的仅是事物的表象,与物理本质之间还存在着较大的差距,需要学生通过对表象的信息内容进行简化提炼,“去伪存真、去粗取精”,使得信息内容条理化、模型化,使得问题更显物理化,更接近问题的物理本质.这个过程不仅需要学生具有较强的阅读能力、概括提炼能力,还需要敏锐的洞察力和对问题的思辨能力.整个探究过程能让学生切身体验科学探究方法,提升学生建模、推理、演算的研究能力.

笔者所设计的3个原始问题具有很强的探索性,无论是知识容量、方法容量还是思维容量都比较大,不属于“套公式”类问题,对学生的能力要求较高.问题1中,学生首先要清楚“完全失重”的含义和动力学特征,这样才能确切理解“完全失重环境中无法用弹簧测力计等直接测量物体重力”的原因.在

“完全失重环境中用弹簧测力计直接测量物体的重力”的思路不成立后,学生只能另辟蹊径,从其他的角度“另起炉灶”重新探索有效方法.例1的“能力培养点”为拓展探究思路的能力培养.例2中,学生探究的关键点是对“游戏情境”的抽象概括建立“物理模型”,培养学生“物理建模”的能力.问题3,通过学生实验方案的设计、可行性论证、实验演示、误差分析等让学生熟识、体验物理问题的实验探究程序和方法,让学生对探究有着从感性到理性更深层次的认识和理解.

学术争论就是思维火花的碰撞,是探究的重要方式之一.在进行问题1探究时,学生就弹簧测力计、杆秤等能否在完全失重状态下测量质量引发了很大的学术争论.

#### 教学片断:

生甲:在太空中可以使用弹簧测力计测力的大小,比如,用手拉弹簧,依然可以测量拉力大小.

生乙:弹簧测力计在太空中可以测量拉力大小,但是无法测量物体的重力,因为物体在太空中处于完全失重状态.

生甲:完全失重又不是说重力消失.

生乙:对,重力依然存在,但是物体对弹簧测力计的拉力为零.

生甲:如何证明?

生乙(学生走到黑板前板书):我们现在无法到太空中做实验,但是,我们知道无论是地球表面还是太空中,完全失重的概念和规律没有发生变化.比如在地球表面,做自由落体运动的物体处于完全失重状态,加速度为 $g$ .太空环境与地表自由落体环境类似,均处于完全失重状态.假设物体除了受重力外还受到弹簧测力计竖直向上的拉力 $T$ ,根据牛顿第二定律可知 $mg - T = ma$ ,因为 $a = g$ ,所以 $T = 0$ ,弹簧测力计对物体的拉力为零.

通过以上的学术争论,能更好地辨析和深刻理解物理概念和规律,拓宽了学生思维的广度,培养了学生多角度、多层次思考问题的能力,提升了学生的思维品质,强化学生的思辨意识,提升学生的科学素

养.

## 5 利用原始物理问题的科学性 培养学生科学严谨的治学态度

物理学本身就是一门科学、严谨的科学体系,其包含的定理、定律、定义等既要经得起逻辑推理和数学证明,同时又要经得起实验验证和实践检验.所以,原始物理问题的编制就必须要以事实为依据、科学为准绳,学生通过建模、理论探究得到的结论必须要与事实或实验相符才行.

笔者在本节课的问题设置过程中均选择了科学、严谨的原始物理问题进行课堂教学.如在进行例1的探讨时,学生提出根据牛顿运动定律来测量质量.尽管该方案从原理上是行得通的,但是,在实际实验的操作上,部分学生还是持怀疑的态度.本着“眼见为实”的科学态度,笔者通过播放视频展示我国宇航员王亚萍、聂海胜在天宫一号中运用牛顿第二定律的原理测量聂海胜的质量时,学生不仅惊叹于同学的精妙设计,还见证了基础物理理论在高尖端科技中的应用,激发了学生学习物理的热情,坚定了学好物理的信心.

当然,将原始物理问题抽象为物理模型时,必然要“抓住问题的主要矛盾,忽略次要矛盾”,尤其是在高中物理的教学时,建立的模型多以理想模型为主,这样会导致根据模型演算出的结论和事实之间存在一定的误差.例如,在例3方案2的实验过程中,学生发现,在斜面坡度不同的情形下,即使滑块从同一高度由静止下滑,其在水平方向的位移也是不一样的,计算出的结果也不相同,学生对此提出了疑问.又如,在引导学生探究滑沙问题时,学生抽象出的模型忽略了空气阻力和因沙坡表面的松软程度不同而导致的摩擦因数不同的区别等.笔者在教学过程中并没有回避学生的疑问,而是肯定了学生会观察肯动脑的探究精神,并借此引导鼓励学生利用课余时间去实验室通过实验找出方案2产生的误差原

因和沙坡表面松软程度是否影响动摩擦因数的探究.让学生感受到科学的严谨性,提升学生发现问题、用批判的思想分析问题的能力,拓宽学生的探究思路,端正学生科学、严谨、实事求是的科学态度.

## 6 结束语

物理定理、定律源于生产生活,也必将用于解决生产生活中的实际问题,即原始物理问题.由于大多数高考题和传统习题对答案的定量化和唯一性要求,所以在物理课堂教学中很难出现以原始物理问题为背景的习题研究,基本上以现成的物理或数学模型作为研究对象呈现给学生,学生学会的只是解题的方法而非解决问题的策略和思想,对物理的认识也仅仅是一堆木块、斜面、小车等模型和大量物理公式的堆砌,而非一个有血有肉、生气盎然、既丰满又层次感十足的有机体.过量的传统习题教学禁锢了学生的思维发展,降低了学生的思维品质,容易使学生形成思维定势和思维惰性,所以,我们大力提倡在物理教学中进行原始问题的探究,将原始物理问题有机地融合在课堂教学中,甚至在不改变教学目标的前提下,按照原始物理问题设计的要素对教材内容重新整合,在学习评价中注重解决原始物理问题能力的考查,将“提升学生解决实际问题的能力”和“提升学生的思维宽度与品质”作为物理教学的能力目标,笔者想,我们培养出的学生不仅“高分”,而且“高能”,让学生对物理富有感情,这是每个物理教育工作者所追求的.

## 参考文献

- 1 邢红军.物理教学论.北京:北京大学出版社,2015.10
- 2 石尧,何平.关于原始物理问题编制的理论探索.物理教师,2016(1)
- 3 杨振宁.杨振宁文集.上海:华东师范大学出版社,1998
- 4 马朱林.合理引导、激发学生实验创新的潜能.物理教师,2015(5):17