基于原始问题建构物理模型的教学模式研究
——以“蹦极”为例

贾金虎
（南阳市卧龙区教育教学研究室　河南南阳　473000）

文章编号：1002-218X(2023)11-0039-03　　中图分类号：G632.42　　文献标识码：B

摘　要：以学生认知发展特点为基础，提出以“信息获取、选择模型；抽象概括、建立模型；分析推理、完善模型；交流论证、应用模型”为流程的基于原始问题建构物理模型的教学模式，并以“蹦极”为例进行了建构物理模型教学的实践。

关键词：原始问题；模型建构；“蹦极”运动

一、问题提出

《义务教育物理课程标准（2022年版）》（简称“新课标”）指出：“从物理学视角看待物质、运动和相互作用、能量等物理观念，并会用物理学知识解释自然现象与实际问题，在形成物理观念的过程中对自然现象与实际问题进行抽象概括并形成建构物理模型的思维能力。[1]”

新课标中提到的“自然现象、实际问题”其实就是原始物理问题。原始物理问题是指自然界及社会生产、生活中客观存在的、未被抽象与简化、未被加工处理的典型物理现象形成的物理问题[2]。原始物理问题反映的是最真实、最原始的物理问题。原始问题是对物理现象的大致描述，没有经过加工与抽象，更没有设置已知量与待求量，属于原生态性问题，是最原始的问题表征，如“天上下雪”“一块木头”“LED灯很亮”等。因此，原始问题具有原生态性、形象性、开放性。

对典型的物理现象进行定性描述，通过抽象、概括、简化，将其加工为物理模型，并设置物理量，从而形成我们平时教学中所见到的物理习题。原始物理问题与物理习题的关系如图1所示。原始问题是形成物理习题的基础，模型建构是形成物理习题的关键。模型建构作为研究原始物理问题的一种思维方式，反映了自然现象与实际问题的本质特征和共同属性。模型建构过程中，学生深化对现象、过程及系统的理解，形成系统的科学思维[3]。因此，对原始物理问题进行深度研究，有助于提高学生抽象的模型建构能力，促进学生科学思维的发展。

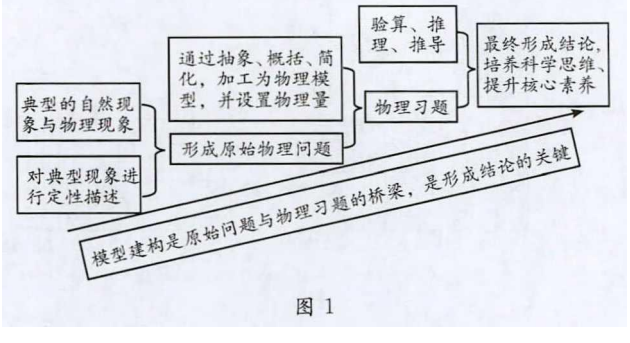


图1

物理学是研究自然现象与规律的学科，物理教学不应该整天围绕数学公式、演算，让学生在题海里“摸爬滚打”，应该向学生呈现一个真实和谐的物理世界[4]，体现“物理就在身边，身边存在物理”的良好氛围。

现阶段的物理教学中，很多教师往往热衷于习题研究，在平时教学过程中更多关注概念记忆、公式背诵、定理理解、定律应用等，忽视以习题为背景的原始问题的教学。让学生直面原始问题，在模型建构中培养科学思维，回归物理学科育人本质[5]，值得广大物理同仁共同探讨。

二、基于原始物理问题建构模型的教学模式分析

基于原始问题建构模型是一个不断渗透科学思维的过程，在此过程中需要通过抽象、概括、简化、加工等过程将原始问题逐步转化为物理习题，并揭示一类原始物理问题的本质属性和共同特征。

本文以学生认知发展特点为基础，提出基于原始物理问题建构模型的教学模式，该教学模式按照“信息获取、选择模型；抽象概括、建立模型；分析推理、完善模型；交流论证、应用模型”的流程展开[6]，如图2所示。在整个模型建构过程中，选择模型是基础，建立模型是关键，完善模型是核心，应用模型是目的。

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

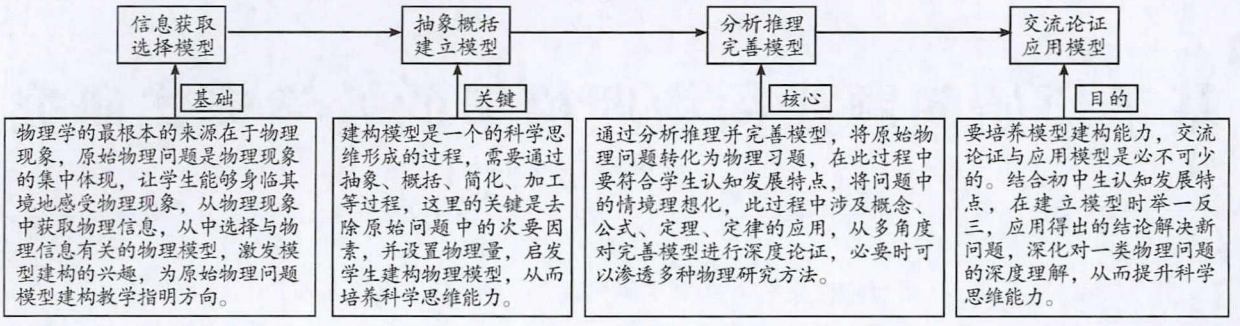


图 1

三、“蹦极”物理模型建构教学分析

本文以“蹦极”为例，谈谈基于原始问题构建模型的教学模式的实践。

1. 原始问题

“蹦极”运动是一项非常刺激的户外运动，如图 3 所示，蹦极者站在约 40 m 高的建筑物上，将一根橡皮绳的一端固定在建筑物上，另一端紧紧绑在蹦极者的踝关节位置。蹦极者双腿并拢，两臂伸开，从高处头朝下自由跳下。蹦极者在下落到一定高度时，橡皮绳会绷紧并受力，当人下落到最低点后，又会在橡皮绳的弹力作用下向上运动，如此往复运动，直到蹦极者静止在空中某一位置。请分析蹦极者的运动与受力情况。

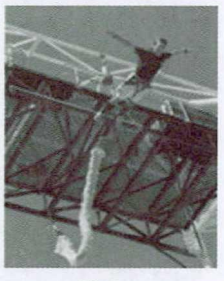


图 3

这是基于“蹦极”运动提出的原始物理问题，要解决这个问题，需要学生具备模型建构的科学思维能力，还要具备一定的物理观念与科学思维。其中涉及的物理观念包括能量观及运动与相互观，科学思维包括科学论证以及科学推理。

2. 信息获取，选择模型

“蹦极”的整个运动过程是一个非常复杂的过程，涉及物理学、数学、化学、生物学等多学科知识的交互融合。从物理学角度研究蹦极，主要研究整个运动过程中蹦极者受力、速度变化、能量转化等情况。

为此，可以将“蹦极”的整个运动过程分为两部分。第一部分从开始下落到橡皮绳刚被绷紧，可将蹦极者的下落运动视为自由落体运动；第二部分从橡皮绳绷紧直至运动到最低点，这个过程中，橡皮绳类似于弹簧，可建立弹簧模型解释此运动过程。

设计意图 从原始问题中获取信息，并选择合适模型是解决问题的关键。根据蹦极者在运动过程中受力、速度、能量等变化，将整个运动过程分为两个部分，分别建立模型，即自由落体运动模型和弹簧模型。这样有利于引导学生形成科学的物理概念，形成建构模型的正确框架。

3. 抽象概括，建立模型

本部分从以下 3 点对原始问题进行抽象概括。

(1)蹦极者在整个运动过程中，身体形态会随着下落高度的变化而不断改变，为了研究方便，忽略其体态的变化，将蹦极者视为质点。

(2)蹦极者在整个运动过程中受力情况也比较复杂，主要受到重力、弹力、空气阻力等，其中重力大小及方向保持不变，弹力随着橡皮绳伸长量的变化而改变，空气阻力随着运动速度的增大而增大，这给问题研究带来了很多不便。研究物理问题时，有时需要突出主要因素，忽略次要因素。由于“蹦极”过程中，空气阻力始终比重力和弹力小得多，因此，在受力分析时往往可以忽略空气阻力，只对重力和弹力进行研究。但需要指出的是，在现实中蹦极者最终会静止在橡皮绳下方某一位置，是因为空中阻力做功，导致蹦极者受到的机械能逐渐减小，所以在更复杂的研究中，空气阻力不可忽略。

(3)如图 4 所示，蹦极者从 O 点自由下落(忽略起跳速度)，A 点是橡皮绳自然伸直的位置，B 点是蹦极者受到橡皮绳弹力等于重力的位置，C 点是第一次运动到的最低点的位置。

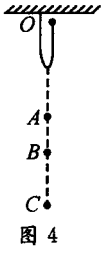


图 4

设置物理量 将下列情境当成“蹦极”运动：如图 5 甲所示，将橡皮筋一端固定在 O 点，另一端固定一个小球，小球从 O 点静止释放后将在一定范围内上下往复运动。由于空气阻力的存在，小球最终会静止在 O 点下方的某一位置。通过实验测得小球在第一次下落到最低点的过程中速度 v 与下落高度 h 的关系如图 5 乙所示，橡皮筋所受拉力 F 与下落高度 h 的关系如图 5 丙所示(可近似认为小球始终在竖直方向上运动)。

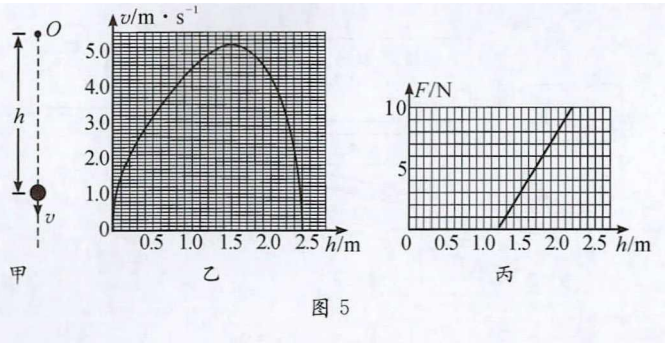


图 5

E-mail:phycfe207@163.com

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

建立模型 (1)自由落体运动模型:小球从开始下落到橡皮筋刚被绷紧,此过程中小球只受重力作用(不考虑阻力),重力势能全部转化为动能。

(2)弹簧模型:小球继续向下运动,橡皮筋被绷紧,弹力越来越大,小球的机械能逐渐转化为橡皮筋的弹性势能,小球到达最低点后,橡皮筋的弹性势能又逐渐转化为小球的动能和重力势能,从而导致小球上下往复运动。但是由于空气阻力对小球做功,导致整个系统的机械能逐渐减小,因此,小球最终会静止在O点下方的某一位置。

编制习题 根据绘制的v-h和F-h图像,设置下列物理问题:

(1)皮筋的原长等于_____ m,小球在整个运动过程中的最大高度为_____ m。

(2)小球最终静止的高度为_____ m。

(3)已知小球在下落过程中重力势能的减小量等于重力做功,若不考虑空气阻力,橡皮筋的最大弹性势能为_____ J。

设计意图 在对原始问题进行抽象概括、建立模型的过程中,突出主要因素,忽略次要因素是建构模型的关键。要将原始问题转化为物理习题,需要将问题简化,为此建立小球运动的模型,并设置物理量,绘制图像,最终编制习题。

4.分析推理,完善模型

在编制习题时,将与小球在整个运动过程中相关的物理量隐藏在v-h图像和F-h图像中,需要解题者分析图像变化解决隐含问题。

将小球整个运动过程分为两部分:

(1)自由落体运动过程:小球只受重力作用,橡皮筋所受拉力$F=0$,此过程中小球的重力势能全部转化为动能(不考虑阻力),当$h=1.2$ m以后拉力开始逐渐增大,因此,可以分析出橡皮筋的原长等于1.2 m。

(2)橡皮筋受力运动过程:小球在继续向下运动过程中,橡皮筋的伸长量逐渐增大,小球受到的弹力也逐渐增大,这里需要分3个阶段进行分析:

①$G>F$时,小球向下做加速直线运动,F逐渐增大,$G-F$的值逐渐减小,小球速度增加量逐渐减小(如图6甲所示)。

②$G=F$时,小球速度达到最大,由于惯性还需继续向下运动(如图6乙所示)。

③$G<F$时,小球向下做减速直线运动,F逐渐增大,$F-G$的值逐渐增大,小球速度减小量逐渐增大(如图6丙所示),小球很快到达O点下方最低点的某一位置(瞬间静止),然后因为弹力远大于重力,导致小球又会迅速向上运动。

④小球重复上升、下降运动过程,由于存在空中阻力,导致小球运动范围逐渐变小,最终会静止在O点下方的某一位置,即$h=1.5$ m,此时$G=F$。

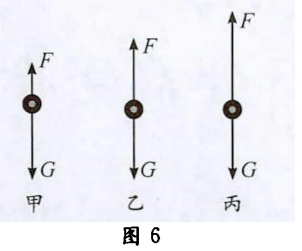


图6

由上述分析可知:小球向下运动过程中,当$v=0$时下落高度最大,所以从图5乙可以看出小球最大下落高度为$h_{max}=2.4$ m。

(3)小球速度最大时$G=F$,结合图5乙与丙可知,当$h=1.5$ m时,$G=3$ N。在不考虑空气阻力的条件下,橡皮筋储存的最大弹性势能是小球的最大重力势能转化而来的,小球重力势能的减小量等于重力做功,这是能量相互转化的基本原理,所以橡皮筋的最大弹性势能$E_k=W=Gh=3\ \text{N}\times 2.4\ \text{m}=7.2\ \text{J}$。

设计意图 对模型建构进行深度分析,在此过程中将相关概念、公式、定理、定律应用于习题解答之中,深化了对学生科学思维能力的培养。

5.交流论证,应用模型

要真正培养模型建构能力,交流论证与应用模型是必不可少的,通过在模型建构中举一反三,使很多抽象的概念、规律以显性的方式呈现出来,这样可以深化对一类物理问题的深度理解,创造性地解决新问题。

例如,对于前文中编制的物理习题,可以绘制出小球受到橡皮筋的弹力大小随时间的变化图像,如图7所示,利用图像可以进一步检验上述结论,并将结论与小组同学交流,以便获得更多结论、新的问题、产生新结论等。

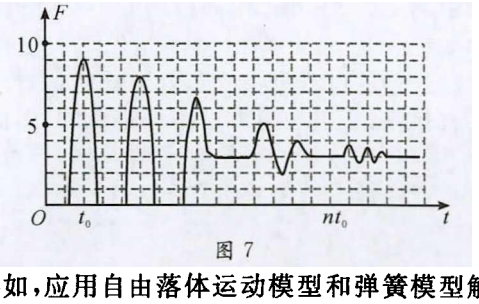


图7

再如,应用自由落体运动模型和弹簧模型解释下面的情境,从而使学生能够应用模型建构能力解决与此相关的一类问题,培养科学思维能力。

情境1 如图8甲所示,一根轻弹簧固定在水平地面上,一个金属小球$t=0$在时刻从弹簧正上方高度为h的位置自由释放,小球接触弹簧后压缩弹簧至最低点(弹性限度内),然后弹簧又逐渐恢复原状,小球被弹到一定高度后又下落,如此往复过程中,记录弹簧对小球的弹力F大小随时间t的变化图像(如图8乙所示),同时测得小球接触弹簧的速度v随弹簧被压缩的长度ΔL之间的图像(如图8丙所示)。

小球在整个运动过程中遵循的物理规律与上述模型几乎一样,只是需要通过图像发现新的规律。例

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2023年高考全国乙卷理综第25题解法浅析

张智慧[1]　苏　宏[2]
（1.陕西省绥德中学　陕西榆林　718000；2.陕西省绥德县第一中学　陕西榆林　718000）

文章编号：1002-218X(2023)11-0042-04　　中图分类号：G632.479　　文献标识码：B

摘　要：对2023年全国高考乙卷理综第25题，给出了常规法、相对运动法、公式法、图像法四种不同的解法。通过“一题多解”的形式，让学生掌握有效的解题方法，逐步培养科学思维能力。

关键词：一题多解；物理观念；科学思维能力

一、真题呈现

如图1所示，一竖直固定的长直圆管内有一质量为M的静止薄圆盘，圆盘与管的上端口距离为l，圆管长度为$20l$，一质量为$m=\frac{1}{3}M$的小球从管的上端口由静止下落，并撞在圆盘中心，圆盘向下滑动，所受滑动摩擦力与其所受重力相等。小球在管内运动时与管壁不接触，圆盘始终水平，小球与圆盘的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短，不计空气阻力，重力加速度为g，求

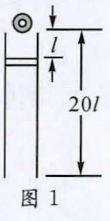


图1

(1)第一次碰撞后瞬间小球和圆盘的速度大小；

(2)在第一次碰撞到第二次碰撞之间，小球与圆盘间的最远距离；

(3)圆盘在管内运动过程中，小球与圆盘碰撞的次数。

二、试题的多种解法

解法1　常规解法

(1)小球从离圆盘l高处做自由落体运动，设与圆盘刚要相碰时的速度为v_0，由机械能守恒得

$$mgl=\frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v_0=\sqrt{2gl}$$

把小球和圆盘看作系统，小球与圆盘相碰发生弹性碰撞，设碰后小球与圆盘速度分别为v_1、v_2，根据动量守恒定律，有

如，小球机械能不守恒；小球最小动能为0，对应图8乙中的t_2时刻、图8丙中的c点；小球动能最大对应图8丙中的b点、图8乙中的中的$t_1\sim t_2$时刻；在图8乙中的$t_2\sim t_3$时刻，小球的动能是先增大后减小；小球在接触弹簧的过程中，动能、重力势能、弹性势能之间相互转化，由于空中阻力是不可避免的，因此，系统(包括小球和弹簧)总的能量会逐渐减小，导致小球最终会静止在弹簧上的某一位置上。

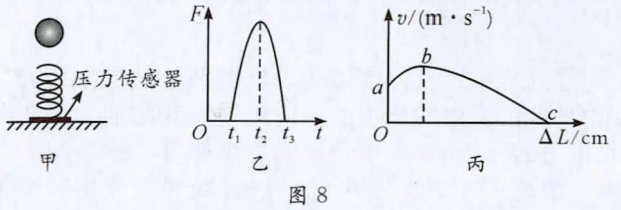


图8

与此相关的物理问题及结论还有很多，需要在模型建构的基础上不断挖掘，从而产生更多新的发现，助推科学思维能力的提升。

设计意图　在对原始问题交流论证、应用模型的过程中，将建构模型的结论再情境化，在新的情境中正确应用模型，这样物理学习可以逐渐摆脱“题海”桎梏，实现“解一题，会一类”。

四、教学反思

以上是笔者对基于原始问题建构物理模型的粗浅研究，一道好的原始问题就如同一部好书一样，让学生受益无穷，但研究并推进教学的过程无疑是艰难的。如何基于原始问题开展教学，关注原始问题与生活、社会的联系，都有待进一步深入研究。培养学生模型建构能力与核心素养的理念一脉相承，是双减背景下课堂改革的必然要求。相信只要坚持不懈，一路前行，[7]学生基于原始物理问题建构模型的能力将不断提升。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022年版)[M].北京：北京师范大学出版社，2022：5.
[2] 路阳.提高初中生原始物理问题解决能力的教学策略探究[J].中学物理教学参考，2022，51(9)：29-30.
[3] 葛德成.利用原始物理问题提高学生建模能力[J].物理之友，2020，36(6)：1-3，7.
[4] 陈康.物理教学应该回归原始物理问题：浅谈物理核心素养的培养[J].物理通报，2020(3)：51-53.
[5] 杨博闻，段旭朝.关注原始物理问题 培养学生建模能力[J].中学物理教学参考，2020，49(12)：2-3.
[6] 江小安，罗翀.基于探究思维的高中物理建模教学的研究：以“原子的核式结构模型”教学设计为例[J].物理教学，2021，43(4)：10-12，4.
[7] 陈林桥，王笃华.基于物理模型建构 培养学生科学思维能力：以“自由落体运动”教学为例[J].物理教师，2020，41(7)：31-33，37.

(本文编辑：王一鸣)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net