**设置问题搭建阶梯注重思维的高中物理习题教学设计**

 ------以动力学中的临界问题为例

 四川省双流中学 黎国胜[[1]](#footnote-0)

 陕西师范大学基础教育研究院2021年论文评选一等奖

**关键词：**问题设置，思维培养，过程，核心素养

 **摘要：本文以动力学中的临界问题为例，介绍如何设置问题、搭建思维的阶梯，引导学生思考，在问题解决的过程中培养学生的科学思维和科学探究能力。**

2018年1月《普通高中课程方案和课程标准（2017版）》颁布，核心素养正式进入中小学课程，中国基础教育进入了核心素养的时代。物理学科核心素养也随之发布，物理学科核心素养是物理学科育人价值的集中体现，是学生在接受物理教育的过程中形成的适应个人终身发展和社会发展需要的关键能力和必备品格。高中物理核心素养主要由“物理观念”、“科学思维”、“科学探究”、“科学态度与责任”四个方面构成。

高中物理学科核心素养体系建立并颁布后，全国各地一线教师和研究人员对学科核心素养的内涵及课堂教学实践中如何让核心素养落地开展了系统扎实的研究。物理概念教学、物理规律教学过程中培养学生核心素养的研究特别多，对高考试题如何考查学生的核心素养也进行了广泛而深入的研究，涌现出了众多的研究成果。但是，对高中物理习题教学如何培养学生的科学思维和科学探究研究却相对较少。

习题教学是高中物理教学的重要组成部分，习题教学不仅能让学生加深对物理概念和规律的理解，还能培养学生应用物理规律分析、解决实际问题的能力，让学生在问题的解决过程中形成物理观念和严谨求实的科学态度。在一线教学和听课过程中，我们发现不少教师往往就题讲题，只注重解题方法的传授和物理规律的应用，甚至形成了许多二级结论，要求学生记住这些结论并应用结论进行解题，不太注重结论的形成过程，更不太注重思维过程，追求短平快。这样做也许学生能在考试中获得高分，但却忽视了对学生科学思维的培养，没有发挥出习题教学的育人价值，是本末倒置的教学行为。

下面以动力学中的临界问题为列，探讨如何在习题教学中培养学生的科学思维，让核心素养在习题课中真实落地。

**例1：牛顿定律中的临界问题---脱离问题。**

如图1所示，细线的一端固定在倾角为45°的光滑楔形滑块A的顶端P处，细线的另一端拴一质量为m的小球．(重力加速度为g)

（1）当滑块至少以多大的加速度向右运动时，线对小球的拉力刚好等于零？

（2）)当滑块至少以多大的加速度a1向左运动时，小球对滑块的压力等于零？

（3）当滑块以a′＝2g的加速度向左运动时，线中拉力为多大？

图1

**教师的常规作法**：

（1）对小球受力分析，小球受重力*mg*、线的拉力*T*和斜面支持力*N*作用，如图甲，当*T*＝0时有:

$Ncos45^{0}=mg$，$ Nsin45^{0}=ma$

****解得*a*＝g.故当向右加速度为*g*时线上的拉力为0.

（2）假设滑块具有向左的加速度*a*1时，小球受重力*mg*、线的拉力*T*1和斜面的支持力*N*1作用，如图乙所示．由牛顿第二定律得

$Tcos45^{0}=mg$，$Tsin45^{0}=ma$

解得*a*1＝*g*.故当向左加速度为*g*时斜面的支持力0，根据牛顿第三定律小球对斜面的压力为0.

（3） 当滑块加速度大于*g*时，小球将“飘”离斜面而只受线的拉力和重力的作用，如图丙所示，

此时细线与水平方向间的夹角*α*<45°.由牛顿第二定律得*T*′cos *α*＝*ma*′，*T*′sin *α*＝*mg*，解得*T*′＝*m*＝*mg*.

大多数教师及参考资料，将此题作为牛顿定律综合应用中的一类问题-----临界问题来讲。教师的教学目标大多确定在**教会学生识别临界问题**、**正确地对研究对象进行受力分析，能够熟练地应用牛顿定律列方程求解**。在讲授的过程中没有思维过程，没有问题的由来，也没有深度的思考与启发，缺乏对学生的科学思维培养。

**针对本题，教师可以提出三个有价值的问题引导学生思考：**

1、当光滑楔形滑块及小球静止或匀速运动时，如何求解线的拉力和斜面的支持力？

2、当光滑楔形滑块沿水平方向向左加速运动时，线的拉力和斜面的支持力将如何变化？

3、当光滑楔形滑块沿水平方向向右加速运动时，线的拉力和斜面的支持力将如何变化？

**思考1**：当光滑楔形滑块及小球静止或匀速运动时，小球处于平衡状态，合力为0，容易求得：

$F\_{N}=mgcosα$,$ T=mgsinα$

目的：让学生回顾前面学过的平衡知识，为后续问题的求解搭建一个阶梯。

**思考2**：当光滑楔形滑块沿水平方向向左加速运动，加速度为a，线的拉力和斜面的支持力分别为：

$T−mgsinα=macosα$,$mgcosα−F\_{N}=masinα$

 注意，分解加速度，以拉力、支持力方向为x、y轴进行正交分解，便于求解未知力。

$T=mgsinα+macosα$,$F\_{N}=mgcosα−masinα$

由上式可得：

加速度a越大，线的拉力越大，斜面的支持力越小。而斜面的支持力存在一个极限值0，很自然地得到本题第2问的求解结果。

**进一步引导学生思考**：当加速度向左再增大，斜面的支持力将变为负，斜面的支持力能为负吗？

实际上，斜面的支持力等于0意味着小球将脱离斜面飞起来，这就很自然地过渡到第3问的求解。

**思考3**：当光滑楔形滑块沿水平方向向右加速运动，加速度为a时，线的拉力和斜面的支持力分别为：

$mgsinα−T=macosα$,$F\_{N}−mgcosα=masinα$

 注意，分解加速度，以拉力、支持力方向为x、y轴进行正交分解，便于求解未知力。

$T=mgsinα−macosα$,$F\_{N}=masinα+mgcosα$

由上式可得：

加速度a越大，线的拉力越小，斜面的支持力越大。而线的拉力存在一个极小值0，很自然地得到本题第1问的求解结果。

同理引导学生进一步思考：当加速度向右再增大，线的拉力将变为负，线拉力能为负吗？

实际上，线的拉力等于0意味着小球刚好能随斜面体一起向右加速度运动，加速度再增大，小球不能随斜面体一起加速向右运动，要相对斜面后退，二者将发生相对运动，这就很自然地过渡到第1问的求解。

**拓展思考4：**如果将整体沿竖直方向加速向下或向下运动，线的拉力和斜面的支持力又将如何变化？

目的在于让学生举一反三。

子曰：举一隅而不以三隅反则不复也。物理贵在变通，要让学生学会思考，融会贯通才是真正学懂了的标志。

**例2：牛顿定律中的临界问题---静摩擦力最大问题**。

如图2所示，光滑水平面上放置质量分别为*m*、2*m*的*A*、*B*两个物体，*A*、*B*间的最大静摩擦力为*μmg*，现用水平拉力*F*拉*B*，使*A*、*B*以同一加速度运动，则拉力*F*的最大值为(　　)

A．*μmg* B．2*μmg* C．3*μmg* D．4*μmg*

图2

**参考书及大多数教师的讲解如下**：

当*A*、*B*之间恰好不发生相对滑动时力*F*最大，此时，*A*物体所受的合力为*μmg*，由牛顿第二定律知*aA*＝＝*μg*，对于*A*、*B*整体，加速度*a*＝*aA*＝*μg*.由牛顿第二定律得*F*＝3*ma*＝3*μmg*。本题到此求解结束。

但是为什么当*A*、*B*之间恰好不发生相对滑动时力*F*最大呢？

**在讲解此题时教师同样可以设置下面的问题让学生思考探讨**：

**1**、AB一起运动的运动学特征是什么？

**2**、外力F作用在B上，A为什么要跟着B一起向右加速运动？

**3**：AB一起运动的条件是什么？

**4**：AB相对滑动后各自的加速度与力F的关系怎样？

5：作出AB运动的加速度与外力F的函数图像。

**思考1**：显然，AB一起运动，二者的位移、速度、加速度三个物理量均相同，可以将二者看成一个整体，应用整体法进行求解。

根据整体法容易求出整体的加速度，由牛顿第二定律得：

$$F=3ma，a=\frac{F}{3m}$$

**思考2**：外力F作用在B上，由于水平面光滑没有摩擦阻力，B将加速向右运动，A相对B有向左运动的趋势，二者之间便产生了一个静摩擦力，此力水平向右，带动A紧跟B一起运动。隔离A研究，由牛顿第二定律可求A受到的静摩擦力为：

$f=ma$，$f=\frac{F}{3}$

由此可知，当AB一起加速向右运动，F增大，AB间的静摩擦力随之增大。

**思考3**：由于A是靠静摩擦力带动加速向右运动的，此静摩擦力存在着一个极大值，所以当B的加速度不断增大，说明A的静摩擦力增大，但不可能超过最大值。二者一起运动的条件是静摩擦力必须小于等于最大静摩擦力。AB间的最大静摩擦力为：

$$f\_{m}=μmg$$

故AB一起加速向右运动，力F的最大值为：

$$F\_{m}=3μmg$$

**思考4**：AB相对滑动后，显然A的受力不再改变，加速度也不再改变，由牛顿第二定律可得：

$$a\_{A}=μg$$

对B受力分析可得：

$$F−μmg=2ma\_{B}$$

$$a\_{B}=\frac{F}{2m}−\frac{1}{2}μg$$

综上作出二者的加速度与力F的函数图像如下：

o

F/$μmg$

a/$μg$

1

3

A

B

A+B

 习题教学贵在培养学生的思维，教师要通过问题的设置，为学生解决问题搭建好阶梯，让学生一步一步地逼近问题的本质，理解问题的本质，直到顺利解决问题，甚至举一反三，通过一道题的学习学会解决一类问题，这样的习题教学才是效益最大化的教学，实现课堂教学的高效。

1. 黎国胜，男，1965年出生，四川南充人，硕士，四川省特级教师，西华师范大学硕士导师，研究方向：高中物理课堂教学。 [↑](#footnote-ref-0)