

基于提升物理核心素养的 教学案例分析

黄恕伯 2018.2.8

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

1. 课标中的学科核心素养与学业质量标准

(1) 学业质量是学生完成本学科后的学业成就表现。学业质量标准是以本学科核心素养及其表现水平为主要维度，结合课程内容，对学生学业成就表现的总体刻画。

(2) 《课程标准》中的学业质量水平，是以素养的水平为主要框架排列的；附录中的核心素养水平是以素养的分类为为主要框架排列的。

学业质量水平 (P46)

核心素养水平 (P78)

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

1. 课标中的学科核心素养与学业质量标准

(3) 在《普通高中物理课程标准》中，学业质量水平的描述，除“物理观念”外，其它都跟附录中核心素养水平的描述基本相同。

物理观念比较

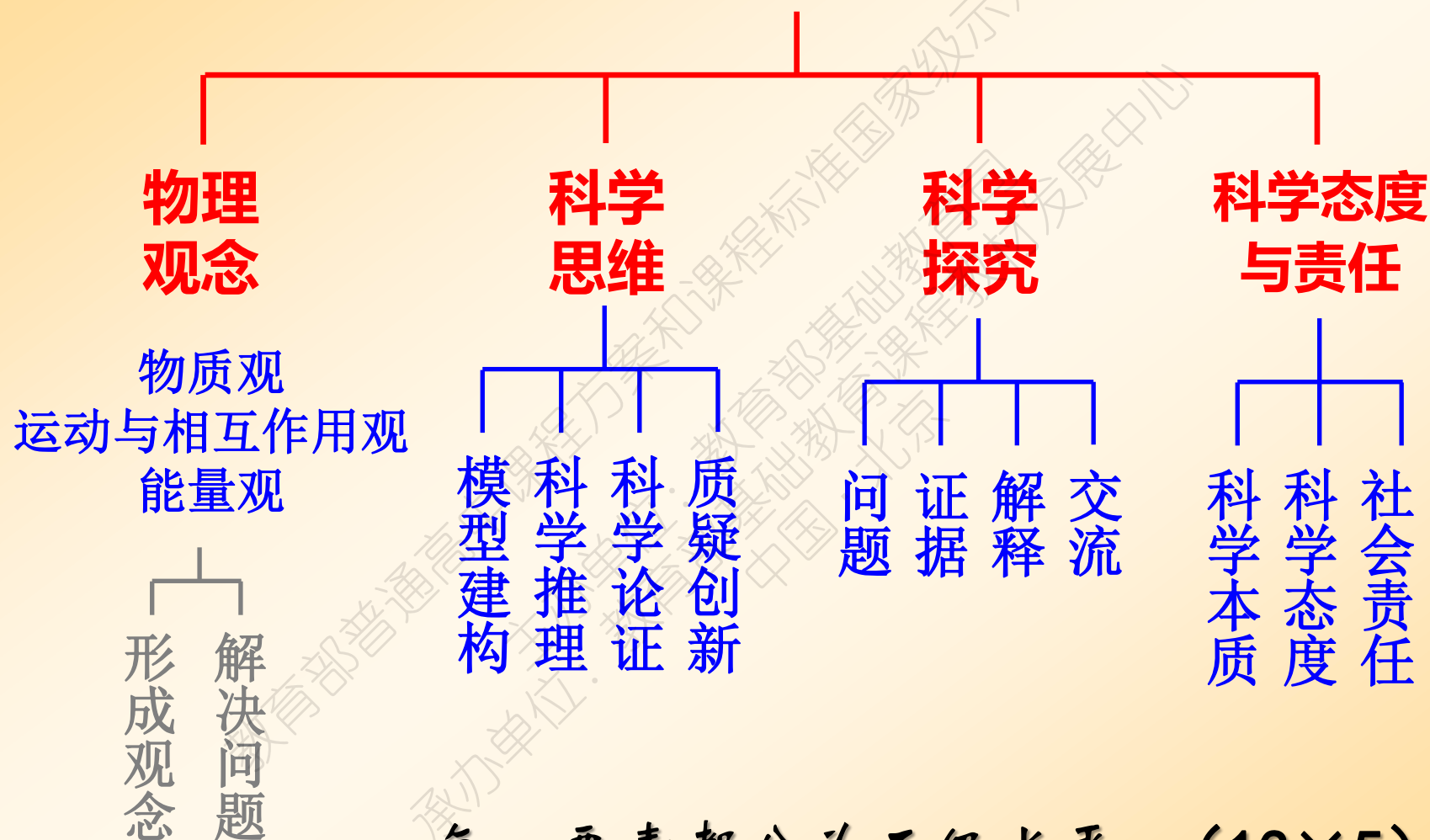
(4) 由于**学业质量标准明确将学业质量划分为不同水平，并描述了不同水平学习结果的具体表现，对教学和评价的指导，具有更强的操作性。**

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

2. 高中物理核心素养的内容结构

教育部普通高中课程方案和课程标准国家课程标准
主办单位：教育部基础教育司
承办单位：教育部基础教育课程教材发展中心
中国·北京

高中物理核心素养



每一要素都分为五级水平

(13×5)

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

2. 高中物理核心素养的内容结构

(1) 以水平为线索，描述各水平四个方面的素养 (5×4)

“学业质量水平”用该描述，便于对某水平总体把控。

(2) 以素养为线索，描述四方面素养的各级水平 (4×5)

“核心素养水平”用该描述，便于对素养某方面的理解

(3) 以要素为线索，描述各要素的五级水平 (13×5)

需要另外制表，便于对要素各水平进行教学分析。

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

3. 教学案例分析的根据

以《普通高中物理课程标准》中的“学业质量水平”为根据，根据对学业质量水平中“质量描述”的理解，对教学案例进行分析。

前言：基于提升核心素养的教学案例分析概述

4. 教学案例分析的观察点

(1) 教学内容

- 概念建构
- 规律习得
- 实验设计
- 例题设计
- 作业设计
- 评价设计

(2) 教学方式

- 学生的学习行为：
听、看、做、想（转化、质疑和创造）

教学案例分析

教育部普通高中课程方案(2017年版)课程标准国家级示范培训
主办单位：教育部基础教育司
承办单位：教育部基础课程教材发展中心
中国·北京

一、关于提升物理观念的教学案例分析

课程标准中的“课程目标”（共4条，以下是第一条）：

“形成物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等，能用其解释自然现象和解决实际问题。”

课程目标表明：物理观念包括“形成”和“应用”两方面；课程标准中的“学业质量水平”，也体现了以上两个方面。

	形成观念	解释现象和解决问题
1	初步了解所学的物理概念和规律，	能将其与相关的自然现象和问题解决联系起来。
2	了解所学的物理概念和规律，	能解释简单的自然现象，解决简单的实际问题。
3	了解所学的物理概念和规律及其相互关系，	能解释自然现象，解决实际问题。
4	理解所学的物理概念和规律及其相互关系，	能正确解释自然现象，综合应用所学的物理知识解决实际问题。
5	能清晰、系统地理解物理概念和规律，	能正确解释自然现象，能综合应用所学的物理知识灵活解决实际问题。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

课程标准关于“物理观念” 的说明：

“物理观念” 是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识；是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华；是从物理学视角解释自然现象和解决实际问题的基础。

什么是“概念和规律的提炼和升华”？

所谓概念和规律的提炼，其重要的方面就是把这些概念和规律组合成优化的结构，成为某一知识领域的核心内容，是解决问题的关键视角和思维指南。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

1. 构建有优化结构的高中物理知识系统

案例1-1: 《力的分解》教学的知识目标

传统的《力的分解》教学过程:

用力的分解求解物体的受力问题，根据“力的作用效果”来判定分力的方向，用平行四边形定则根据判定的分力方向进行力的分解。

该教学过程值得质疑。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

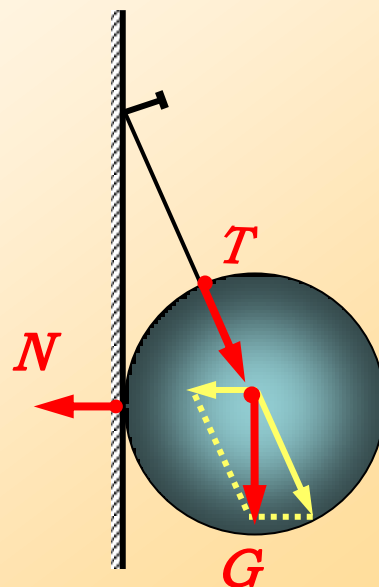
1. 构建有优化结构的高中物理知识系统

案例1-1: 《力的分解》教学的知识目标

老师: 如右图, 悬吊的球由于重力的作用产生了两个效果, 一是拉绳子, 二是压墙。因此可以把重力按效果分解为 T 和 N 。

学生: 分力和合力是指同一物体上两次受力的等效替换, 但 T 、 N 和 G 并不作用在同一物体上, 一个力可以分解为别的物体所受的力吗? G 是引力、 T 和 N 是弹力, 一个引力可以分解为两个弹力吗?

老师:。



一、关于提升物理观念的教学案例分析

1. 构建有优化结构的高中物理知识系统

案例1-1: 《力的分解》教学的知识目标

新课标指出：“**能用共点力的平衡条件分析日常生活中的问题**”而不是用“力的分解”，它突出了运动与相互作用的关系，即物体的运动如果处于平衡状态则物体在相互作用中所受的合力便等于 0，这是核心知识，力的分解不过是求解过程中的一个计算手段。解决物体受力的计算应该在学习共点力平衡时完成，而不是学习力的分解时就匆忙做这些题目。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

1. 构建有优化结构的高中物理知识系统

案例1-1: 《力的分解》教学的知识目标

之所以把共点力的平衡视为核心知识。是因为用共点力平衡条件分析具体问题时，需要选择相互作用的对象、分析相互作用的物理量、列出相互作用关系的方程，这是一种分析物理问题基本而且重要的思路，这种核心思路 and 视角，普遍用于力、电、热等问题的分析，是概念和规律的提炼。是运动与相互作用观的重要内容。

“共点力的平衡”是高中物理课程中这一思路的起点。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

物理观念的第二个要点，是“**会用物理观念解释自然现象和解决实际问题**”。

要做到这一点，必须强化物理知识与实践情境的关联，提高把物理知识与实践情境进行联系的自觉性，增强学生的实践意识。当学生面对实践情境时，会自然联想到与此相关的物理概念和规律。这就是物理概念和规律的升华。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

2. 强化物理知识与实践情境的关联

- 把跟学生生活联系密切的问题、社会热点中的物理问题、现代科技成果等有实践情境的教学内容引进物理课堂；
- 用生活中的器具做物理实验，加强物理知识与生活的联系；
- 创设真实情境、并通过对真实情境的思维加工来建立物理概念；用物理规律分析和解决真实情境中的问题；
- 养成估计生活中有关物理量大小的习惯，乐于对媒体消息中物理量的大小进行审视，勇于对媒体信息中的不合理数据进行质疑。

一、关于提升物理观念的教学案例分析

2. 强化物理知识与实践情境的关联

案例1-2：从生活实践引入“自感和互感”课题

以下案例中，短短几秒钟，教师通过两个动作，建立了“物理知识和生活情境的关联”“科学和技术的关联”。

从生活实践引入“自感和互感”课题



一、关于提升物理观念的教学案例分析

2. 强化物理知识与实践情境的关联

案例1-3：知识应用紧贴当地生活和热点

手机和汽车是深圳人的热点话题。深圳的学校把物理知识跟实践情境进行关联，就需要贴近深圳的地域特点，把手机和汽车等喜闻乐见的话题新信息引入课堂，这有利于学生建立物理知识与实践情境的关联。以下是深圳学校的一节物理课片段。

送电线圈
(充电座等)



电源



一、关于提升物理观念的教学案例分析

2. 强化物理知识与实践情境的关联

案例1-4：知识应用跟行业、部门规章相关联

机场规定：**严禁携带额定能量超过160 W·h的充电宝搭乘飞机。**

一般充电宝（移动电源）的规格，标注的是电荷量，单位是mA h，机场的规定为什么要以W h为单位？

一、关于提升物理观念的教学案例分析

2. 强化物理知识与实践情境的关联

案例1-4：知识应用跟行业、部门规章相关联

根据物理知识可知，机场限定的不是充电宝的电荷量，而是充电宝的能量， $W \cdot h$ 的含义是瓦小时， $160W \cdot h$ 相当于 57.6 t 的重物由静止下落 1m 所具有的动能。

若要判断常见锂电池充电宝的能量是否超标，须把它的电荷量乘以标注的额定电压（如 3.7 V ）。

二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-1：将实际问题转换成所学物理模型

一名学生看见某工人沿着斜靠在墙上的梯子向上攀登时，担心梯子下端会滑动而产生安全问题。他用力的平衡规律探究此真实问题，得出人在梯子上的位置越高梯子下端越容易滑动的结论，解释了所观察到的现象。该学生研究时，把人视为质点，忽略梯子的质量、梯子上端与墙之间的摩擦力等次要因素，合理建构了问题研究的物理模型，形成结论时，进一步考虑梯子质量等因素的影响。

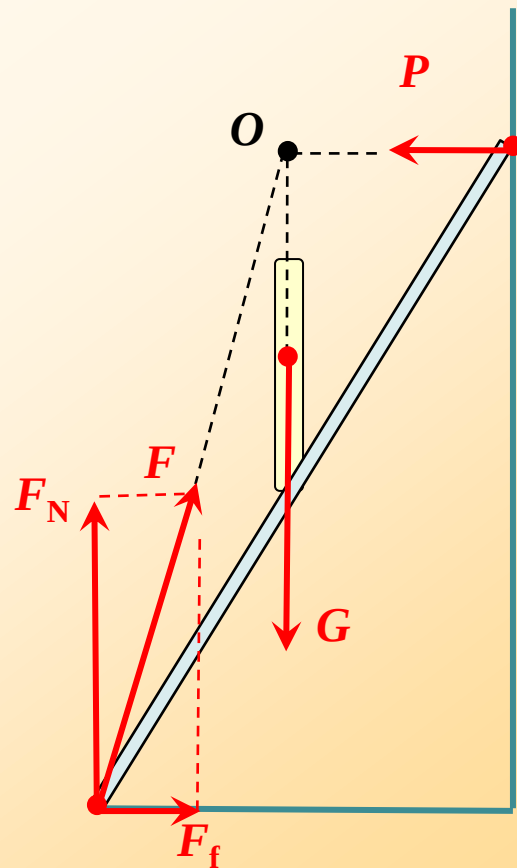
二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-1：将实际问题转换成所学物理模型

把工人和梯子合起来作为受共点力作用的研究对象，该对象受 G 、 P 、 F 三力的作用，三力共点于 O ，合力为0。

随着工人在梯子位置的上移， O 点向墙平移， F 和地面的夹角减小，梯子平衡所需要的静摩擦力 F_f 增大，梯子不安全程度增加。

工人位于梯子顶部时，是梯子在该倾角下的最不安全状态，此时 F 的作用线沿梯子方向。

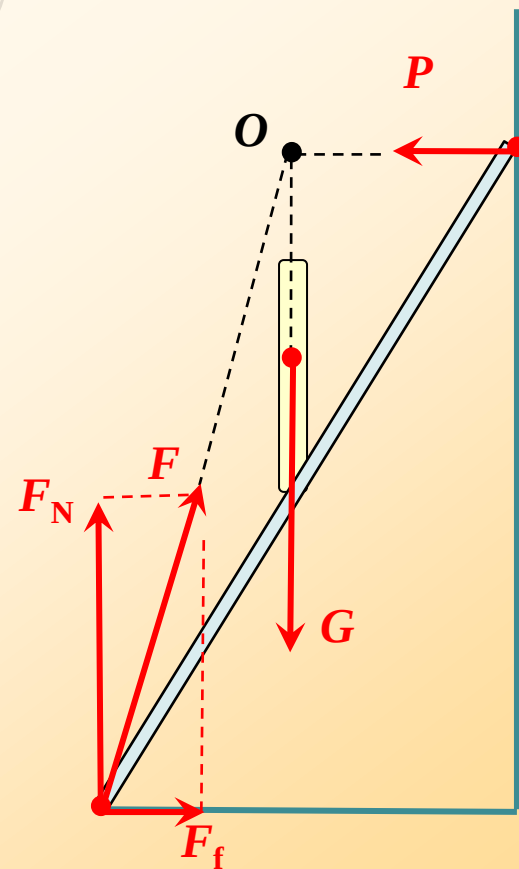


二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-1：将实际问题转换成所学物理模型

同样是工人位于梯子顶部的条件下，如果梯子跟地面的夹角越小，梯子平衡所需要的静摩擦力越大，梯子越不安全。

梯子的倾角减小到静摩擦力 F_f 和弹力 N 的比值等于动摩擦因数 μ 时，梯子处于打滑的临界状态，此时梯子和地面的夹角 θ 为最小安全倾角，由图可知， $\tan \theta = \mu$ 。



二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-1：将实际问题转换成所学物理模型

水平2：能在熟悉的问题情境中应用常见的物理模型

水平3：能在熟悉的问题情境中根据需要选用恰当的模型解决简单的物理问题

水平4：能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型

的结论。

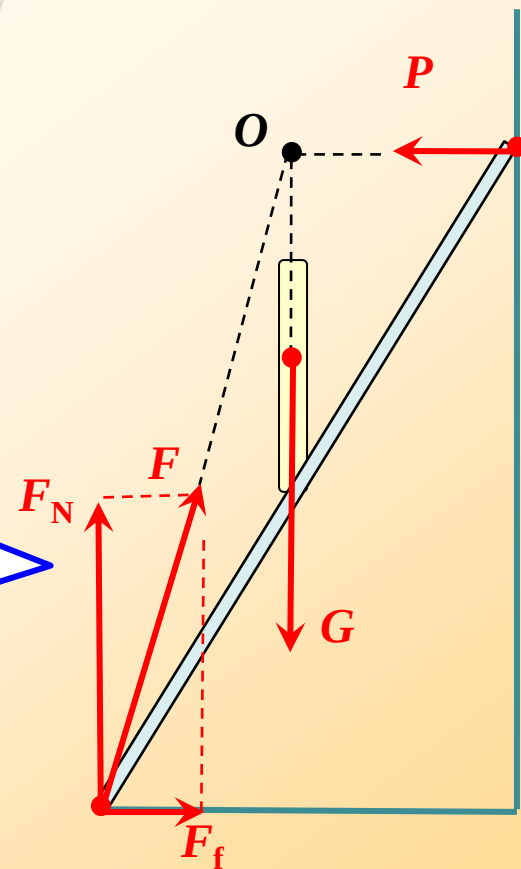
可能处

比实际

这两个

竖直

子



二、关于发展科学思维的教学案例分析

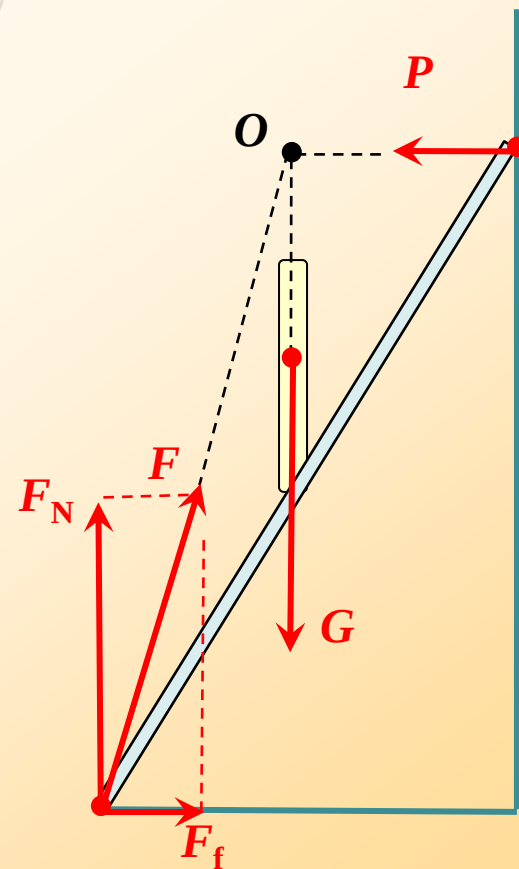
案例2-1：将实际问题转换成所学物理模型

“模型建构”水平4：

能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型；

“科学推理”水平4：

能对综合性物理问题进行分析 and 推理，获得结论并作出解释；



二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-2：感应电流产生的条件究竟是什么？

●**实验：**改变闭合电路内的磁感应强度，产生了感应电流。

结论：产生感应电流的条件可能是 B ，也可能是 ϕ 。

●**实验：**改变匀强磁场内闭合电路面积，产生了感应电流。

结论：产生感应电流的条件可能是 S ，也可能是 ϕ 。

●**推理：**如果 B 、 S 都改变，但保持 ϕ 不变，若不能产生感应电流，就说明产生感应电流的条件是 ϕ 的改变。

实验：磁感应强度和线圈面积都改变时，是否一定产生感应电流？

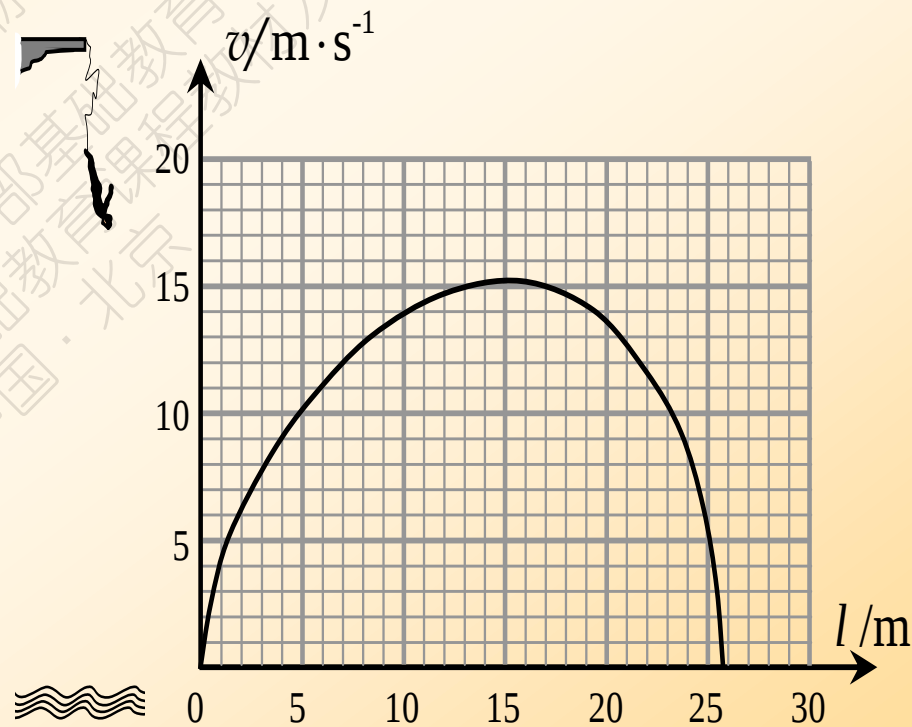


二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-3：能恰当使用证据证明物理结论

题目 “蹦极”运动时，在运动员身上装好传感器，测量运动员在不同时刻的高度及速度。运动员及所带装备的总质量为60 kg，弹性绳原长为10m。运动员从蹦极台自由下落，得到右图的速度—位移图像。

问：运动员下落到动能最大时和落到最低点时，绳的弹性势能分别为多大？请陈述应用相关定律解决问题的条件。



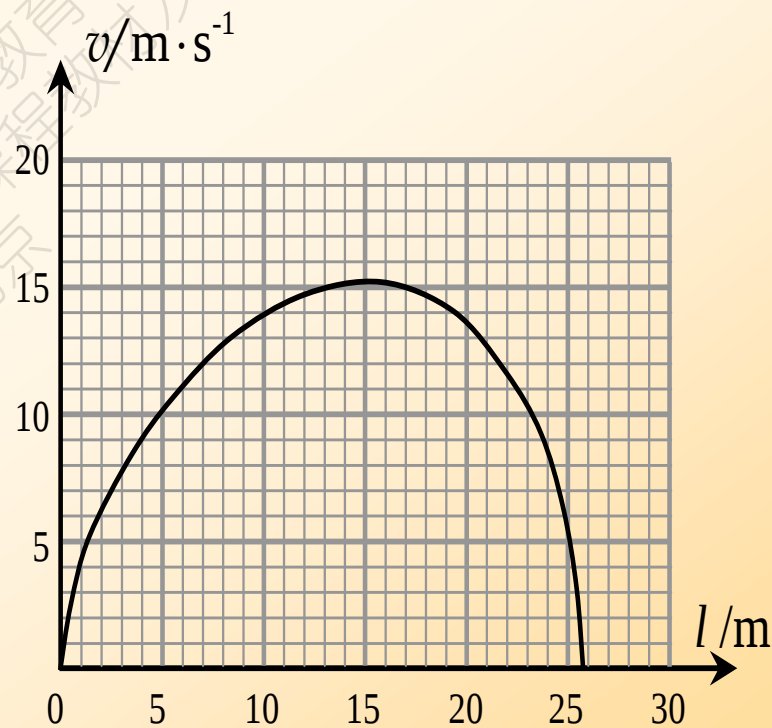
二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-3：能恰当使用证据证明物理结论

本题的回答有两个层次。

层次一：通过对图像的观察，知道落下15m具有最大动能、知道下落的最大位移，并能应用机械能守恒定律计算动能最大处和最低点位置的弹性势能。

层次二：不仅能正确求解本题的答案。而且能根据图像中下落10m的速度值估算运动员下落的加速度近似等于重力加速度，判断空气阻力可以忽略，证明题中过程遵从机械能守恒定律。



二、关于发展科学思维的教学案例分析

案例2-3：能对已有结论提出有依据的质疑

质疑的行为大致可以分为两个层次：

一是对知识了解不够，没有弄懂，无法解决具体问题，提出疑问，这是低层次的；

二是发现所观察到的现象与已有认知不吻合，或者发现已有认知之间不能自恰，从而对现有认知的科学性和合理性提出疑问，以至于萌发出新的猜想，这是高层次的。

应倡导高层次的质疑行为，历史上物理学的重大发现都是由高层次的质疑行为引发的。

【题目】

有人描述了这样一个情境：“早年，一名飞行员驾着飞机在空中水平匀速飞行，飞机座舱的上部是开放的，空中经常出现地面射出的流弹，有一次，飞行员感觉脸上有一只虫子在浮动，抓过来一看，竟是一颗步枪子弹！”

从物理原理上看，你认为这种情境可能发生吗？请说出你的结论。并根据子弹和飞行员的相对运动关系论述你的结论。

核心素养：

科学思维（质疑创新）水平四

能对已有结论提出有依据的质疑，采用不同方式分析解决物理问题。

科学思维（证据意识）水平五

能考虑证据本身的科学性，恰当使用证据，从多个视角审视检验结论。

评分标准：

能从水平方向和竖直方向两方面正确分析。论点和论据吻合。论据的物理原理正确。

回答举例1 (满分)

不可能发生。

上述情境最有可能发生的条件是子弹和飞行员的水平速度相等，在水平方向上子弹和飞行员不会产生相对运动。

但即便如此，竖直方向上，子弹相对飞行员还在做竖直上抛运动。设子弹飞行到最高点时恰好接触飞行员的脸，此后子弹相对飞行员做自由落体运动，设子弹触脸下落 10 cm 被飞行员抓住，根据自由落体运动的位移公式，可列方程 $0.1 = 10 \times t^2 / 2$ ，解得 $t = 0.14$ 秒，要在这么短的时间内完成动作，几乎超出了人的反应时间的极限，这在飞行员在驾驶飞机时是不可能做到的。

回答举例2 (满分)

可能发生。

水平方向：若子弹和飞行员的水平速度相等，在水平方向上子弹和飞行员不会产生相对运动。

竖直方向：子弹相对飞行员在做竖直上抛运动。设子弹在脸上浮动时还在继续向上运动，其上升 30cm 后到达最高点再下落 30cm 到脸部，这段时间飞行员都有可能抓住子弹，可以计算子弹上升和下落 30cm 所经历的时间一共是 0.5s，飞行员完全可以在这 0.5s 时间内做出反应，抓住子弹。

回答举例3 (满分)

不可能发生。

当子弹飞行的水平速度跟飞机速度相等时似乎可以实现题中情境，但实际上是不可能的。因为子弹水平速度若跟飞机速度相等，则子弹相对飞机的作竖直上抛运动，也就是说，坐在飞机上的人观察子弹的运动方向是竖直向上的，子弹要到达飞行员脸部，在路径上需要穿越飞机的座舱，这是不可能的。

重视论证的道理 (过程) ， 不追求结果。

三、关于提高探究能力的教学案例分析

案例3-1：通过观察、发现，作出有依据的假设

问题：人走路时静摩擦力的方向是怎样的？

通过理论分析可以知道，人走路时脚所受到的静摩擦力是变化的：

前脚落地时，脚受到的静摩擦力方向向后；

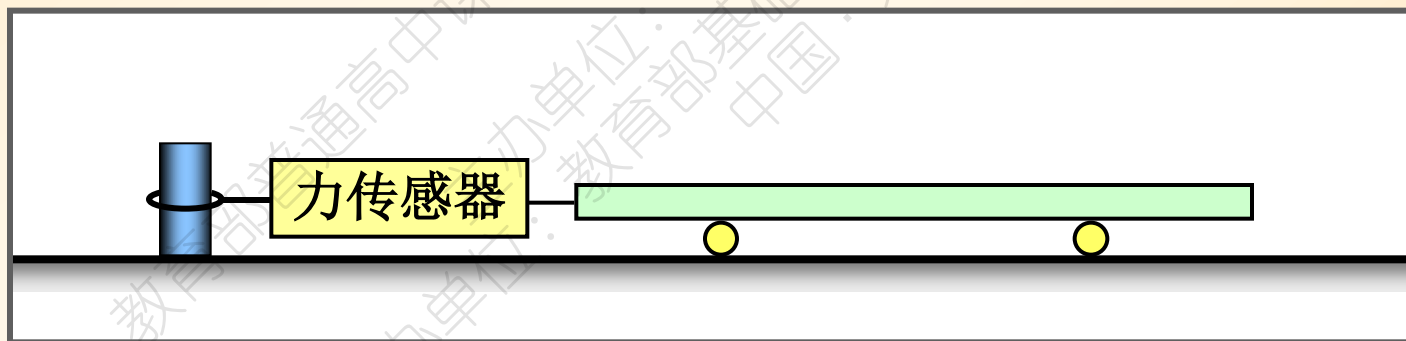
后脚离地时，脚所受到的静摩擦力方向向前。

三、关于提高探究能力的教学案例分析

案例3-1：通过观察、发现，作出有依据的假设

问题：人走路时静摩擦力的方向是怎样的？

实验检验：



用数字化实验系统进行实验，得到 $F-t$ 图象

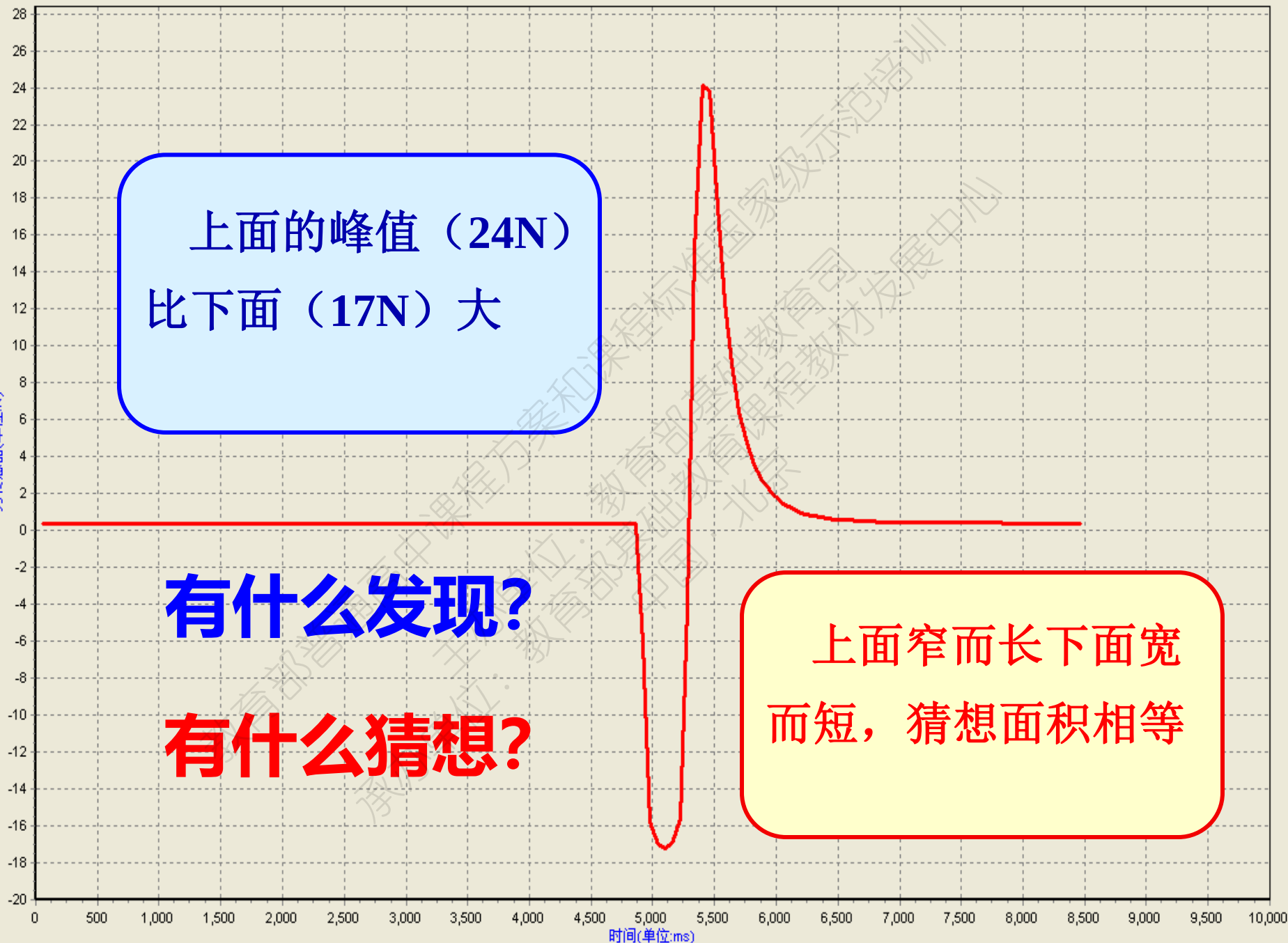
上面的峰值 (24N)
比下面 (17N) 大

有什么发现?

有什么猜想?

上面窄而长下面宽
而短, 猜想面积相等

力传感器(单位:N)



三、关于提高探究能力的教学案例分析

案例3-2：制订创新探究方案，灵活选用器材

科学探究：两物体碰撞时其动量是否守恒？请设计实验。

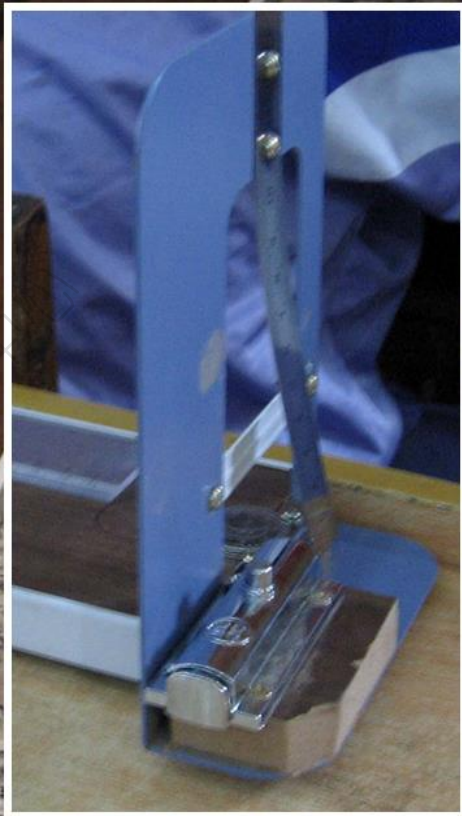
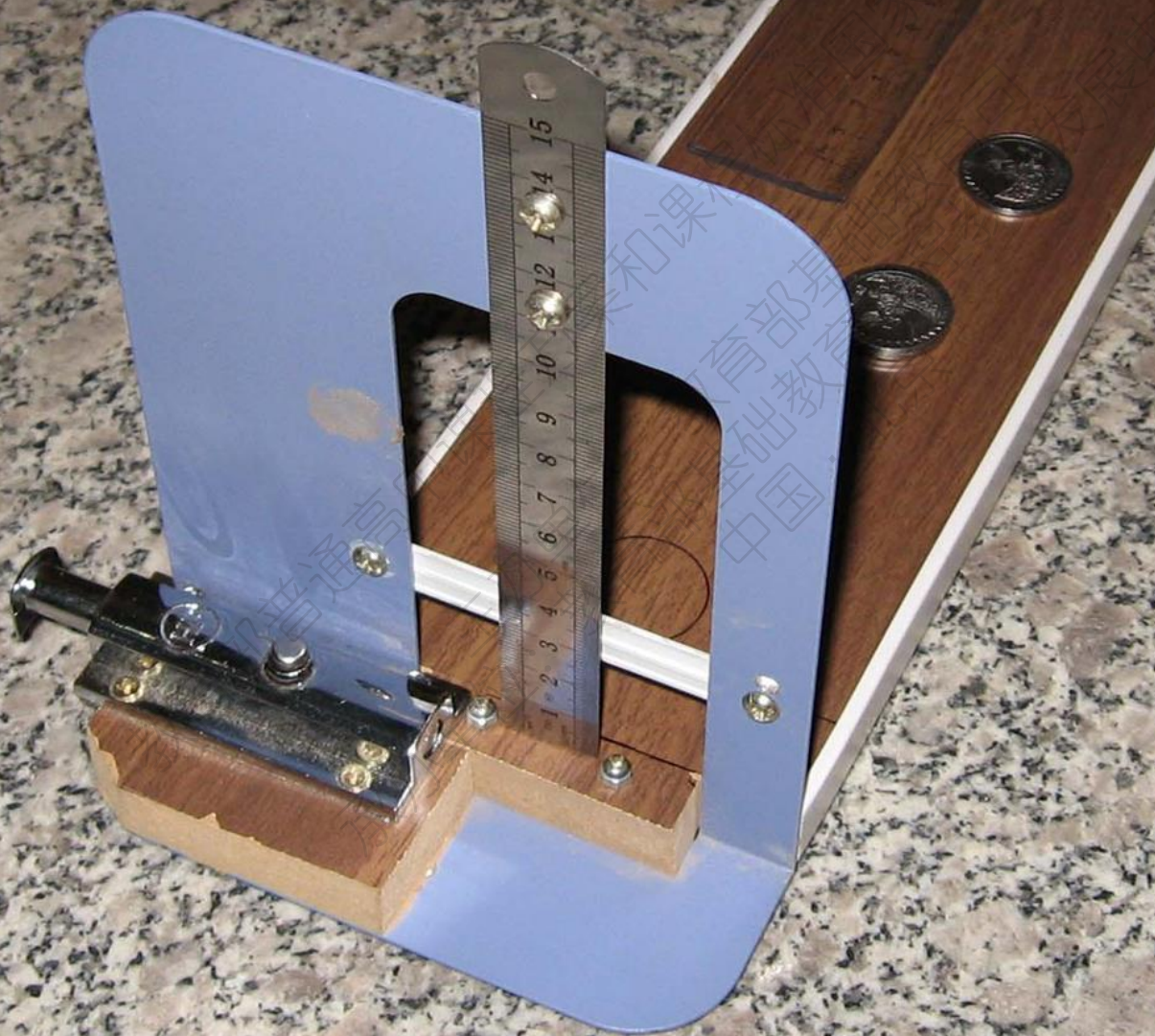
设计实验需考虑的问题以及富有创意的想法：

测质量：用硬币（游戏币）碰撞，则不必测质量

测速度：用硬币在木板上依惯性前进的距离表示初速度

初速度控制：相同形变的弹片撞击木板上的相同硬币

探究硬币碰撞中的守恒量



三、关于提高探究能力的教学案例分析

案例3-3：分析数据，发现规律，形成合理结论

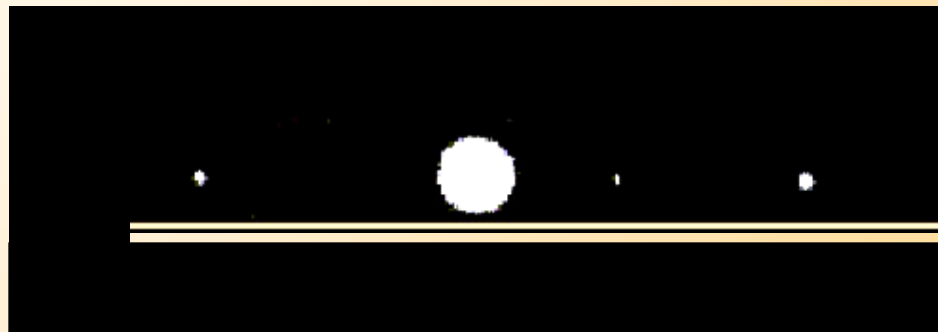
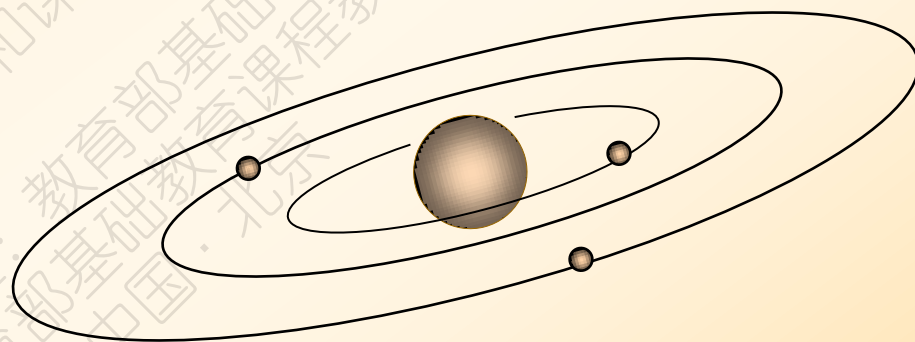
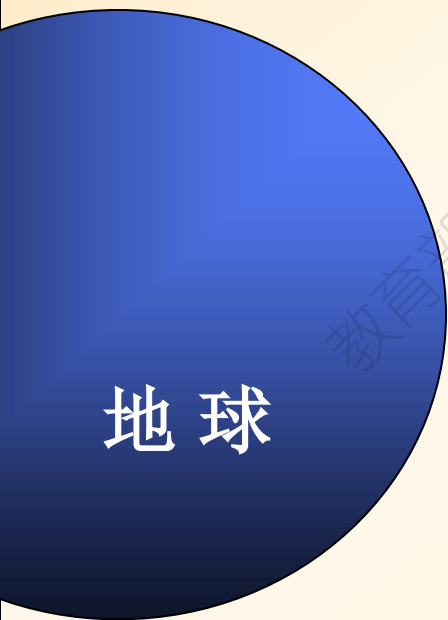
探究：行星做圆周运动的周期跟半径有什么关系？

观测太阳系行星的运动对中学生来说存在很大困难，现选择木星的多个卫星围绕木星的运动来进行研究，探究木星卫星的运动规律。因为因为：

- 木星及其卫星的亮度很适于观察
- 木星的卫星绕木星运行的周期较短

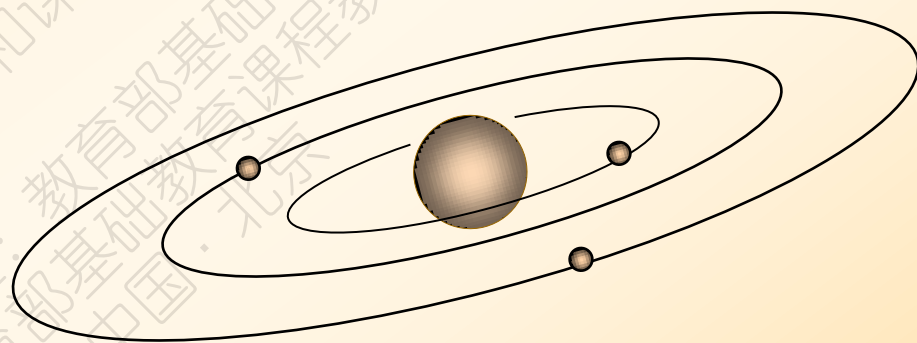
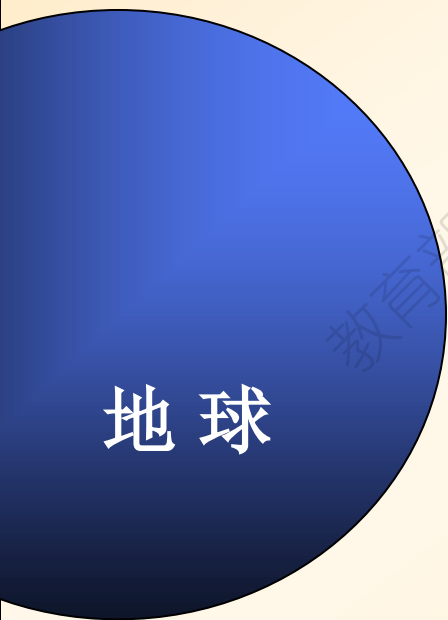
想像一下：

晚上，在地球上拍摄的木星及其卫星的照片大概是怎样的？

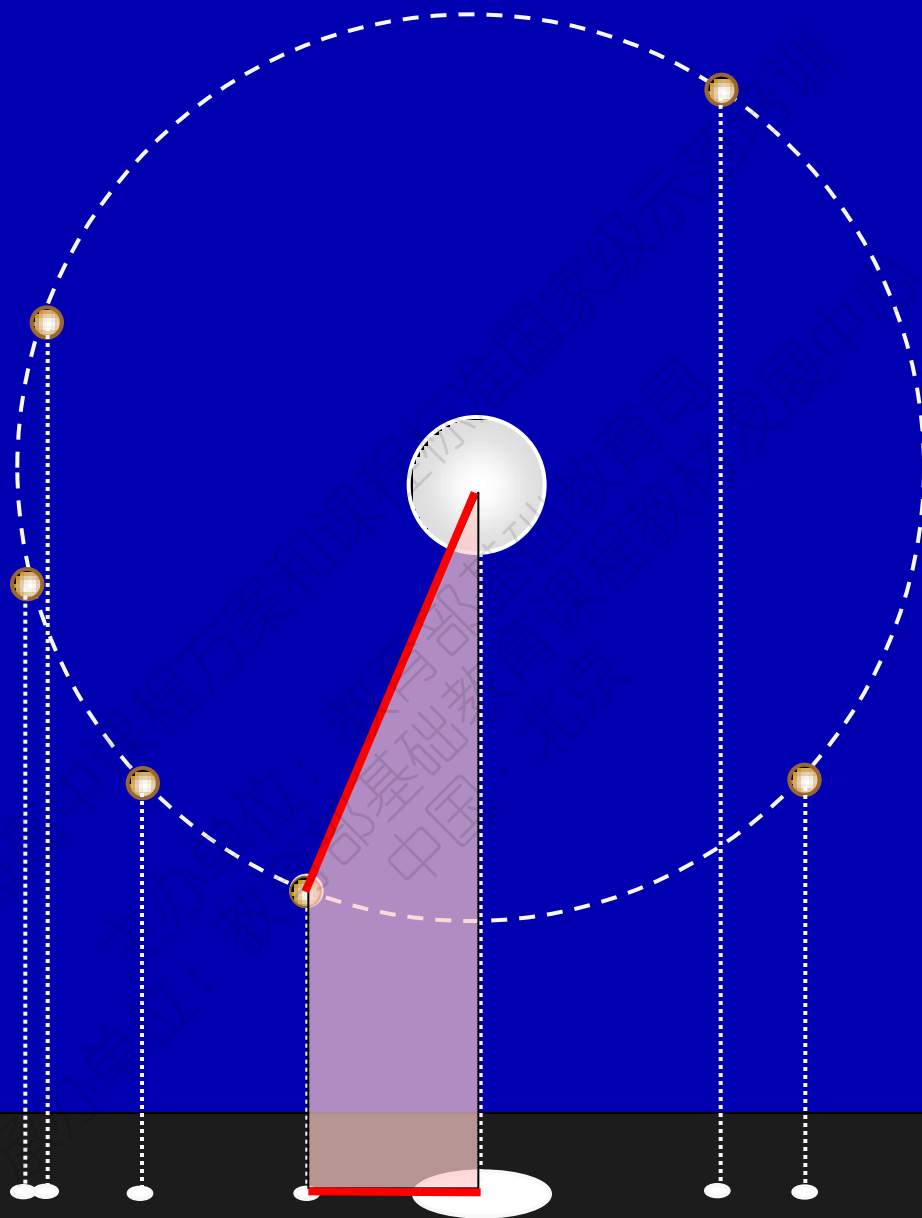


●一个真实的问题

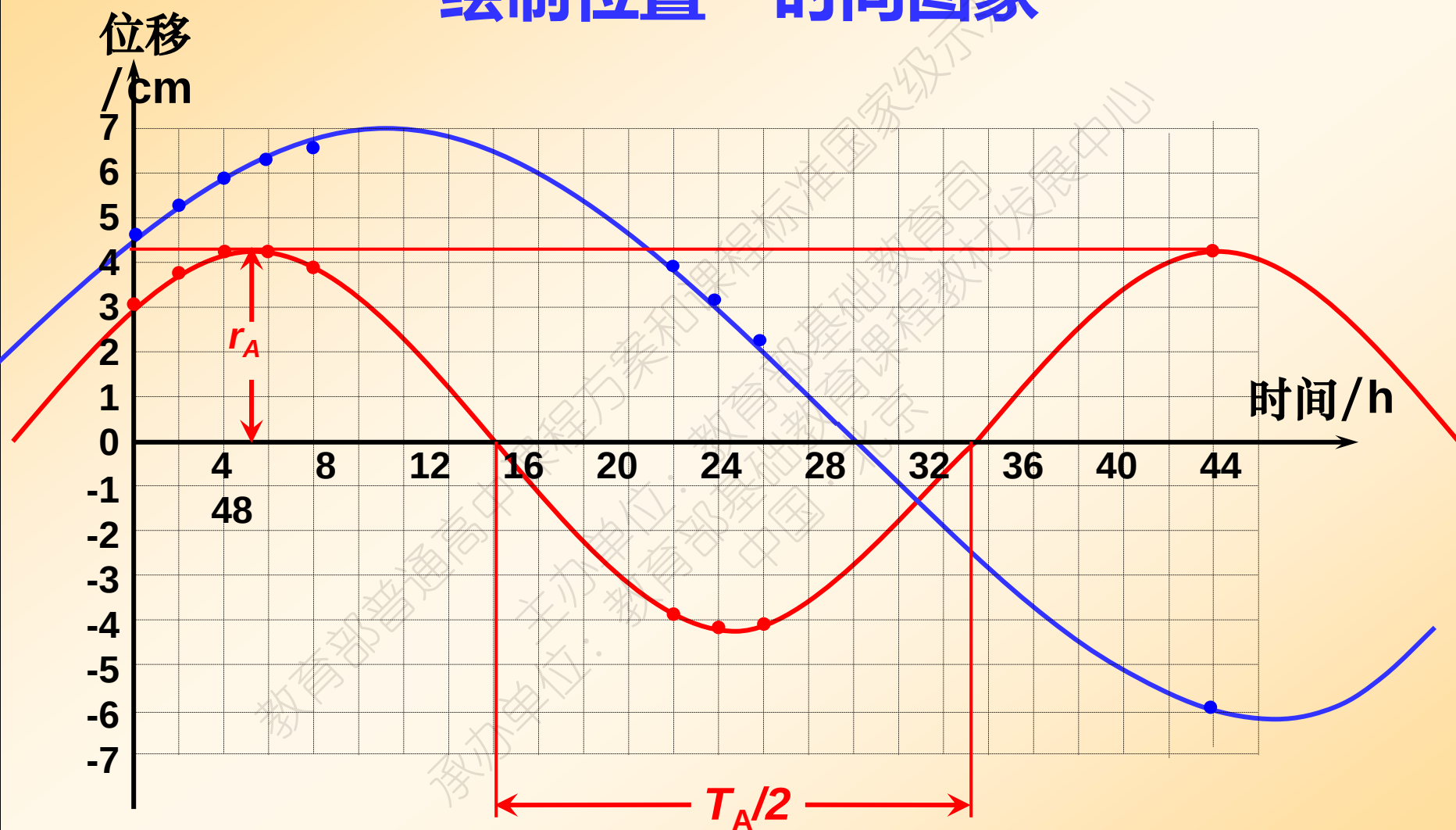
怎样根据这些照片定量地测出卫星运动周期和半径的关系？



照片中
卫星到木
星中心的
距离实际
上就是卫
星运动半
径的投影



绘制位置 - 时间图象



三、关于提高探究能力的教学案例分析

网上有文章批评科学探究教学：

“探究式教学法”是一种垃圾教学法理论

……老师上课把本来五分钟就能讲通讲透的内容，变成让学生去“探究”，可能会化五天的时间，然后，更甚之，是采用“小组探究”的办法，全组“探究”五个星期，结果差的学生什么都没有“探”出来，好的学生则浪费了大量宝贵的时间……。

文章暴露了撰文者视野的狭窄，看不见科学探究的目标。

三、关于提高探究能力的教学案例分析

《行星运动规律的探究》所达成的教学目标：

- 消除了对星体运动规律研究的神秘感
- 经历了跟科学家一样的研究过程，激发了探究兴趣
- 增强了关于天体运动观察情境的空间概念
- 培养了科学研究的严谨态度
- 提升了利用物理图像解决问题的能力
- 理解了行星运动周期和轨道半径之间定量关系的知识

知识目标只占了 n 分之 1。评价科学探究需要全面的视角。

三、关于培养科学态度与责任的教学案例分析

案例4-1：具有学习物理兴趣、实事求是态度

在学习自感电动势时。老师让学生做一个游戏：15名学生在课堂上手拉手，和一个日光灯镇流器线圈以及两节干电池串联，老师接通电路后，提醒学生关注开关断开时的感受。

老师将开关断开，不少学生感到手好像触电一样，非常惊奇，十分意外。学生对“被电了一下”的现象作如实陈述，对线圈断电时的这种性质充满着好奇心。

体验自感 电动势

自感

教育部普通高中课程方案和课程标准
主办单位：教育部基础教育课程教材发展中心
承办单位：教育部中国



三、关于培养科学态度与责任的教學案例分析

案例4-2：有保护环境、节约资源的责任感

试题

某家庭用一种节能电饭煲做饭，平均每月需要电费12元，该电饭煲寿命为40个月，单价为728元；用同样功能的普通电饭煲做饭，平均每月电费18元，寿命是30个月，单价为363元。如果让你选购，你选购哪种？为什么？

三、关于培养科学态度与责任的教学案例分析

解答要点

节能电饭煲：728元购款平摊40个月，每月18.2元，连电费每月30.2元。

普通电饭煲：363元购款平摊30个月，每月12.1元，连电费每月30.1元。

两种电饭煲平均每月开支差不多，考虑到节约能源、保护环境，应选购节能电饭煲。

评价标准

三个层次。

三、关于培养科学态度与责任的教学案例分析

案例4-3：走向社会、面对真实问题、强化责任感

为增强学生的社会责任感，物理课应尽可能让学生走向社会，用自己所学的知识分析、解释和解决社会实践中的真实问题，让学生体验在分析解决真实问题中获得成功的愉悦，增强勇于承担社会责任的信心，为学生树立社会责任感创造最基本的条件。

走向社会，创设真实情境进行课堂教学：火车转弯问题



内、外轨等高时，测量火车转弯时的侧压力和线速度等



计算向心力并跟侧压力比较，说明由侧压力提供向心力



学生计算：如果避免产生侧压力，外轨需要垫高多少？



按计算结果来垫高外轨，用传感器实验检验侧压力的值



视频：老师在铁路弯道上现场调查。与技术员交流信息



同学们，大家好！刘老师先在所处位置

内、外轨等高时，测量火车转弯时的侧压力和线速度等



计算向心力并跟侧压力比较，说明由侧压力提供向心力



学生计算：如果避免产生侧压力，外轨需要垫高多少？



按计算结果来垫高外轨，用传感器实验检验侧压力的值



视频：老师在铁路弯道上现场调查。与技术员交流信息



课堂练习：按现实中数据计算弯道外轨需要垫高的高度



视频：技术员现场测量外轨垫高高度检验学生计算结果



课堂练习：如果火车速度大于或小于规定速度会如何？



视频：技术员的回答跟学生在课堂上练习答案完全吻合

谢谢大家

