



第九章 中学物理规律教学

第一节 物理规律的特点

第二节 重点物理规律的教学要求

第三节 物理规律的教学过程

第一节 物理规律的特点

一、三个基本问题

- (一) 什么是物理规律？
- (二) 物理规律包含哪些内容？
- (三) 物理规律有什么特点？

(一) 什么是物理规律

物理规律是物理现象、物理过程在一定条件下发生、发展和变化的规律。它反映了物质运动变化的各个因素之间的本质联系，揭露了本质属性之间的内在联系。（许国梁 中学物理教学法（第三版））

物理概念是客观事物的共同属性和本质特征在人们头脑中的反映，是观察、实验和科学思维相结合的产物。

(一) 什么是物理规律

物理规律是物理现象、物理过程在一定条件下发生、发展和变化的规律。它反映了物质运动变化的各个因素之间的本质联系，揭露了本质属性之间的内在联系。（许国梁 中学物理教学法（第三版））

欧姆定律：电流、电压、电阻

牛顿第二定律：质量、合力、加速度

(二) 物理规律包括哪些内容

物理定律、定理、原理、法则、公式和方程等。

(三) 物理规律的特点

1.反映了物质结构及其物质运动中诸要素之间内在的必然联系。

这里的要素指什么？

物理概念

这里的联系通常以什么形式表达？

定理、定律、公式等。语言和数学表达

物理规律是物理概念之间的一定关系的语言逻辑表达和数学逻辑表达。

学生：怎样理解牛顿第二定律的内涵？

教师：阐述了加速度，力，质量之间的关系，即加速度大小由力和质量决定，具体来说，物体加速度大小与所受合外力成正比，与物体质量成反比。这准确吗？

1. **矢量性**：加速度 a 和合外力 F 的方向始终保持一致。
2. **因果性**：合外力是加速度产生的原因。
3. **独立性**：物体受几个外力作用，在一个外力作用下产生的加速度只与此外力有关，与其他力无关，合加速度和合外力有关。
4. **瞬时性**：牛顿第二定律是力的瞬时作用规律，力和加速度同时存在、同时变化、同时消失。
5. **同一性**：加速度和合外力对应于同一研究物体，即 F 、 a 、 m 针对同一对象。

(二) 物理规律是观察与实验、思维与想象相结合的产物。

牛顿第一定律

理想实验的魅力

伽利略认为，将人们引入歧途的是摩擦，而物体在通常情况下运动时，摩擦又是难以避免的。

伽利略注意到，当一个球沿斜面向下滚动时，它的速度增大；向上滚动时，速度减小。他由此猜想：当球沿水平面滚动时，它的速度应该不增不减。然而，实际情况却是，即使沿水平面滚动，球也会越滚越慢，最后停了下来。伽利略认为这是摩擦作用的结果。若没有摩擦，球将永远运动下去。

为了阐明自己的观点，伽利略设计了如图4.1-1所示的实验：让一个小球沿斜面从静止状态开始运动，小球将“冲”上另一个斜面。如果没有摩擦，小球将到达原来的高度。如果第二个斜面倾角减小，小球仍将到达原来的高度，但是运动的距离更长。由此可以推断，当斜面最终变为水平面时，小球要到达原有高度将永远运动下去。这说明，力不是维持物体运动的原因。

我们知道，阻力不可能完全消除，第二个斜面也不可能做得无限长，所以，伽利略的实验是一个“理想实验”。虽然这个实验无法实现，但是，伽利略在实验基础上进一步推理的方法，帮助我们找到了解决运动和力的关系问题的方法。

伽利略同时代的法国科学家笛卡儿也研究了这个问题。他认为，如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。他还认为，这应该成为一个原理，是人类整个自然观的基石。

分析伽利略理想实验的过程，他是如何得到结论的？

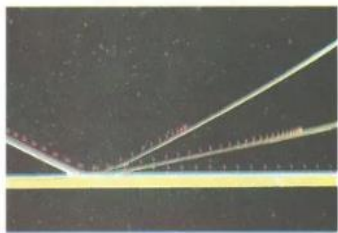


图 4.1-1 现代人所做伽利略斜面实验的频闪照片（组合图）

► 伽利略理想实验的本质是想象着把实际中存在、影响物体运动的摩擦力去掉，抓住事物的本质。这种依据逻辑推理把实际实验理想化的思想也是研究物理问题的重要方法之一。

(二) 物理规律是观察与实验、思维与想象相结合的产物。

1. 实验探索法

2. 理论探索法

实验探索法：实验是基础，现象（或数据）分析是关键。

理论探索法：阐明推理依据是基础，推理细致是关键。

(三) 物理规律具有适用条件和范围。

动量守恒定律：如果一个系统不受外力或所受外力的矢量和为零，那么这个系统的总动量保持不变。

机械能守恒定律：只有重力或弹力做功的物体系统内，物体系统的动能和势能（包括重力势能和弹性势能）发生相互转化，但机械能的总能量保持不变。

牛顿运动定律、万有引力定律等适用于宏观低速的范围。

教学启示：要讨论规律的适用范围。

(三) 物理规律的特点

1. 物理规律反映了物质结构及其物质运动中诸要素之间内在的**必然联系**。
2. 物理规律是**观察与实验、思维与想象相结合**的产物。
3. 物理规律具有适用条件和范围。

第二节 重点物理规律的教学要求

- 一、明确物理规律所研究的**主题**，以及建立规律的**事实依据与科学方法**。
- 二、理解物理规律的**物理意义**。
- 三、明确物理规律的**适用条件和范围**。
- 四、明确物理规律于有关物理概念物理规律之间的关系。
- 五、学会运用物理规律说明解释现象分析和解决实际问题。

物理概念的教学要求

- 一、了解学生的前概念
- 二、明确建立物理概念的事实依据和研究方法
- 三、理解物理概念的内涵、某些外延
- 四、了解概念与相关概念的区别和联系
- 五、学会运用概念

一、明确物理规律所研究的主题，以及建立规律的事实依据与科学方法。

（一）研究主题

样例：欧姆定律研究的主题是流过导体的电流与哪些因素有关？有怎样的关系？

(二) 事实依据

说明：

1. 物理规律的研究主题就是该规律所涉及的某类物理情境中**诸要素之间的关系问题**；

2. 丰富的物理事实，为寻找“诸要素之间的关系”**提供证据**；将为建立“诸要素之间的关系”**奠定感性认识的基础**。

(二) 科学方法

说明：两种常见的方法

- **实验探索法**：实验是基础，现象（或数据）分析是关键。
- **理论探索法**：阐明推理依据是基础，推理过程细致是关键。

二、理解物理规律的物理意义

说明1: 内涵与表达形式不同。

➤ 牛顿第一定律:

一切物体在没有受到外力或合外力为0时，总保持匀速直线运动状态或静止状态。

任何物体都要保持匀速直线运动或静止状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。

➤ 动量定理:

物体所受合外力的冲量等于它的动量的变化。

将力对时间累积效应（冲量）与运动状态的改变（动量变化）定量地联系起来

二、理解物理规律的物理意义

说明2：物理规律的表达形式

文字表述（抽象）

数学公式（精确）

图像（直观）

三、明确物理规律的适用范围和条件

动量守恒定律：如果一个系统不受外力或所受外力的矢量和为零，那么这个系统的总动量保持不变。

机械能守恒定律：只有重力或弹力做功的物体系统内，物体系统的动能和势能（包括重力势能和弹性势能）发生相互转化，但机械能的总能量保持不变。

说明：

每一个物理规律都是在一定条件下反映某类物理现象或物理过程的变化规律的。因此**每一规律都有一定的适用条件和范围**。

四、明确物理规律与有关物理概念、物理规律之间的关系

1. 物理规律总是与许多物理概念密切联系在一起，与某些物理规律也相互关联。
2. 物理规律教学应该使学生**分辨清楚**所学规律与相关概念规律之间的**联系与区别**。

惯性与牛顿第一定律

任何物体都要保持匀速直线运动或静止状态，直到外力迫使它改变运动状态为止。

闭合电路欧姆定律与部分电路欧姆定律、能量守恒定律关联。

五、学会运用物理规律，说明、解释现象，分析和解决实际问题

运用规律的过程是将抽象的物理规律具体化的过程，是完成认识上的第二个“飞跃”的过程。

1. 可以巩固、活化、深化对物理规律的理解，发展学生的物理观念。
2. 可以使学生学到分析处理实际问题的方法，发展学生分析和解决实际问题的能力，运用数学解决物理问题的能力，逻辑的说理和表达的能力以及创造力等等。



重点物理规律的教学要求

- 一、明确物理规律所研究的**主题**，以及建立规律的**事实依据与科学方法**。
- 二、理解物理规律的**物理意义**。
- 三、明确物理规律的**适用条件和范围**。
- 四、明确物理规律于有关物理概念物理规律之间的关系。
- 五、学会运用物理规律说明解释现象分析和解决实际问题。

第三节 物理规律的教学过程

第三节 物理概念的教学过程

阶段一：创设学习情境，引入物理概念

阶段二：运用科学思维，建立物理概念

阶段三：解决具体问题，运用物理概念

第三节 物理规律的教学过程

- 一、创设物理情境，形成科学问题（与概念教学相同）
- 二、实施科学探究，促进知识建构（案例说明）
- 三、讨论物理规律，理解物理意义（课后阅读）
- 四、运用物理规律，解决实际问题（课后阅读）



一、创设物理情境，形成科学问题

（一）直接目的

1. 学习动机、兴趣激发
2. 明确学习内容

在情境中发现与研究主题密切相关的问题。

一、创设物理情境，形成科学问题

(二) 创设方法

1. 日常生活经验
2. 实验
3. 复习旧知识
4. 物理学史料

(一) 联系生产、生活中的现象

请你联系生活现象创设探索
“牛顿第一定律”的情境

问题



初中我们学习了牛顿第一定律的基本内容，你能说说它揭示了物体运动遵循怎样的规律吗？滑冰运动员如果不用力，他会慢慢停下来。这是否与牛顿第一定律矛盾呢？



爱因斯坦曾把一代代科学家探索自然奥秘的努力，比作侦探小说中警员破案的过程。在侦探小说中，有时候明显可见的线索却把人们引到错误的判断上去。

长期以来，在研究物体运动原因的过程中，人们的经验是：要使一个物体运动，必须推它或拉它。因此，人们直觉地认为，物体的运动是与推、拉等行为相联系的，如果不再推、拉，原来运动的物体便会停止下来。根据这类经验，亚里士多德得出结论：必须有力作用在物体上，物体才能运动；没有力的作用，物体就要静止在某个地方。然而，在探究运动原因的“侦探小说”里，这正是由明显的线索引出错误判断的案例，而且这个“错案”维持了很久。直至近四百年前，伽利略才创造了有效的“侦察”方法，发现了正确的线索，揭示了事物现象的本质，成为物理学中的“神探”。

► 无论是亚里士多德，还是伽利略和笛卡儿，都没有提出力的概念。牛顿的高明之处在于，他将物体间复杂多样的相互作用抽象为“力”。本书为了表述方便，在陈述亚里士多德等人的思想时，借用了力的概念。

理想实验的魅力

伽利略认为，将人们引入歧途的是摩擦，而物体在通常情况下运动时，摩擦又是难以避免的。

伽利略注意到，当一个球沿斜面向下滚动时，它的速度增大；向上滚动时，速度减小。他由此猜想：当球沿水平面滚动时，它的速度应该不增不减。然而，实际情况却是，即使沿水平面滚动，球也会越滚越慢，最后停了下来。伽利略认为这是摩擦作用的结果。若没有摩擦，球将永远运动下去。

为了阐明自己的观点，伽利略设计了如图4.1-1所示的实验：让一个小球沿斜面从静止状态开始运动，小球将“冲”上另一个斜面。如果没有摩擦，小球将到达原来的高度。如果第二个斜面倾角减小，小球仍将到达原来的高度，但是运动的距离更长。由此可以推断，当斜面最终变为水平面时，小球要到达原有高度将永远运动下去。这说明，力不是维持物体运动的原因。

我们知道，阻力不可能完全消除，第二个斜面也不可能做得无限长，所以，伽利略的实验是一个“理想实验”。虽然这个实验无法实现，但是，伽利略在实验基础上进一步推理的方法，帮助我们找到了解决运动和力的关系问题的方法。

伽利略同时代的法国科学家笛卡儿也研究了这个问题。他认为，如果运动中的物体没有受到力的作用，它将继续以同一速度沿同一直线运动，既不会停下来，也不会偏离原来的方向。他还认为，这应该成为一个原理，是人类整个自然观的基石。

牛顿第一定律

在伽利略和笛卡儿工作的基础上，在隔了一代人以后，英国科学家牛顿提出了动力学的一条基本定律：**一切物体总保持匀速直线运动状态或静止状态，除非作用在它上面的力迫使它改变这种状态。**这就是**牛顿第一定律**（Newton's

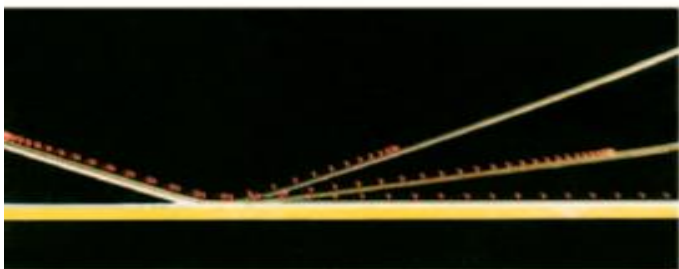


图 4.1-1 现代人所做伽利略斜面实验的频闪照片（组合图）

► 伽利略理想实验的本质是想象着把实际中存在、影响物体运动的摩擦力去掉，抓住事物的本质。这种依据逻辑推理把实际实验理想化的思想也是研究物理问题的重要方法之一。

► 如果一个物体由静止变为运动或由运动变为静止，我们说它的运动状态发生了改变。

如果一个物体的速度

(一) 联系生产、生活中的现象

牛顿第一定律探究的问题是什么？

力与物体运动的关系



力是维持物体运动的原因（亚里士多德）

力不是维持物体运动的原因（伽利略）

- 用力推箱子，箱子运动，停止用力，箱子不再运动；

- 锤子砸钉子，用力砸，钉子下陷，不再用力，钉子停止下陷；

- 学生踢足球，足球踢出后还能运动一段距离，但不会一直运动下去；

- 火车进站后，关闭发动机火车仍能运动一段距离，但最终停止。

- 然后，教师让学生针对这些熟知的生活现象分组讨论，就“力与运动的关系”发表自己的见解。在汇总学生不同意见的基础上，提出要探究的问题。

(一) 联系生产、生活中的现象

教学目的：

- 激活学生头脑中的错误认识“力是维持物体运动的原因”；
- 为“概念转变打下基础”。

(二) 利用实验

探索“楞次定律”的物理情境

楞次定律：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

问题



线圈与电流表相连，把磁体的某一个磁极向线圈中插入、从线圈中抽出时，电流表的指针发生了偏转，但两种情况下偏转的方向不同，这说明感应电流的方向并不相同。感应电流的方向与哪些因素有关？



(三) 复习旧知识



复习旧知识创设探索初中“欧姆定律”的情境

电流的大小与哪些因素有关？

回忆3个物理量：电流、电压和电阻；
电压是产生电流的原因，电阻对电流有阻碍作用。

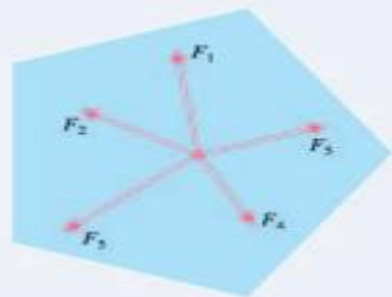
引导学生发现问题：电流与电压和电阻是有关系的。

教学案例： 力的合成

问题



一个静止的物体，在某平面上受到5个力作用，你能判断它将向哪个方向运动吗？如果我们能找到一种方法，即“用一个力的单独作用替代两个力的共同作用，而效果不变”，上述问题就迎刃而解了。你觉得这个力和被替代的两个力会有怎样的关系呢？



一个力和多个共点力作用效果相同，它们有什么样的关系？

几个力如果都作用在物体的同一点，或者它们的作用线相交于一点，这几个力叫作共点力。下面我们先研究共点力的合成。

合力和分力

生活中常常见到这样的事例：一个力的单独作用与两个或者更多力的共同作用，其效果相同。

例如，两个小孩分别用力 F_1 、 F_2 共同提着一桶水，水桶静止（图3.4-1甲）；一个大人单独向上用力 F 也能提着这桶水，让水桶保持静止（图3.4-1乙）。

一盏吊灯悬吊在天花板上保持静止，悬线对吊灯的拉力是 F （图3.4-2甲），若用两根线共同悬挂吊灯，悬线上端分别固定在天花板的左右两处，线的拉力是 F_1 和 F_2 ，也能产生使吊灯保持静止的效果（图3.4-2乙）。

假设一个力单独作用的效果跟某几个力共同作用的效果相同，这个力就叫作那几个力的**合力**（**resultant force**）。假设几个力共同作用的效果跟某个力单独作用的效果相同，这几个力就叫作那个力的**分力**（**component force**）。图3.4-1中的 F 等于 F_1 和 F_2 的合力，图3.4-2中的 F_1 和 F_2 可以看成 F 的分力。

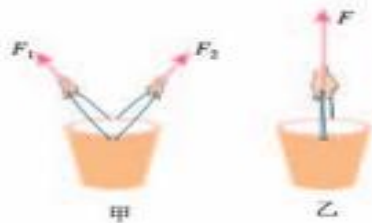


图 3.4-1 水桶所受拉力示意图

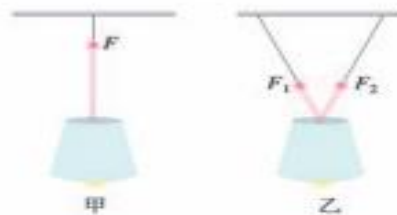


图 3.4-2 吊灯所受拉力示意图

力的合成和分解

在物理学中,我们把求几个力的合力的过程叫**作力的合成**(composition of forces),把求一个力的分力的过程叫**作力的分解**(resolution of force)。

实验

探究两个互成角度的力的合成规律

如图3.4-3甲,轻质小圆环挂在橡皮条的一端,另一端固定,橡皮条的长度为 GE 。在图3.4-3乙中,用手通过两个弹簧测力计共同拉动小圆环。小圆环受到拉力 F_1 、 F_2 的共同作用,处于 O 点,橡皮条伸长的长度为 EO 。撤去 F_1 、 F_2 ,改用一个力 F 单独拉住小圆环,仍使它处于 O 点(图3.4-3丙)。力 F 单独作用,与 F_1 、 F_2 共同作用的效果是一样的,都能使小圆环保持静止,由于两次橡皮条伸长的长度相同,即橡皮条对小圆环的拉力相同,所以 F 等于 F_1 、 F_2 的合力。

我们要探究的是:合力 F 与 F_1 、 F_2 有什么关系?

F_1 和 F_2 的大小和方向都会对合力 F 产生影响,力的图示法能同时描述力的大小和方向,画出 F 、 F_1 和 F_2 (图3.4-3丁),看看三者间是什么关系?说出你的猜想。

怎样检验你的猜想,说出你的方法。

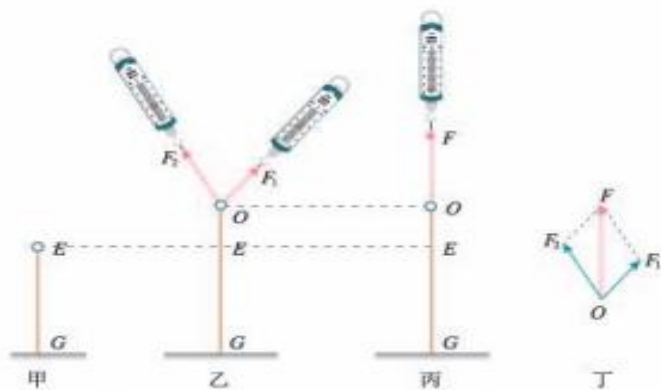


图 3.4-3 探究二力合成规律实验示意图

通过多次的实验探究我们会发现,求两个力的合成,如果以表示这两个力的有向线段为邻边作平行四边形,这两个邻边之间的对角线就代表合力的大小和方向(图3.4-4)。这个规律叫作**平行四边形定则**(parallelogram rule)。

在上述实验中,如果把图3.4-3乙和图3.4-3丙的操作顺序对调,即先用拉力 F 把圆环拉到 O 点,再用拉力 F_1 和 F_2 共同拉圆环产生相同效果,则 F_1 和 F_2 可以看成 F 的分力,这就变成了“探究力的分解规律”的实验。由于各个力的

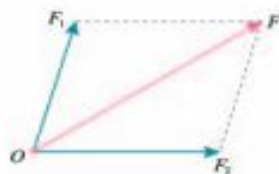
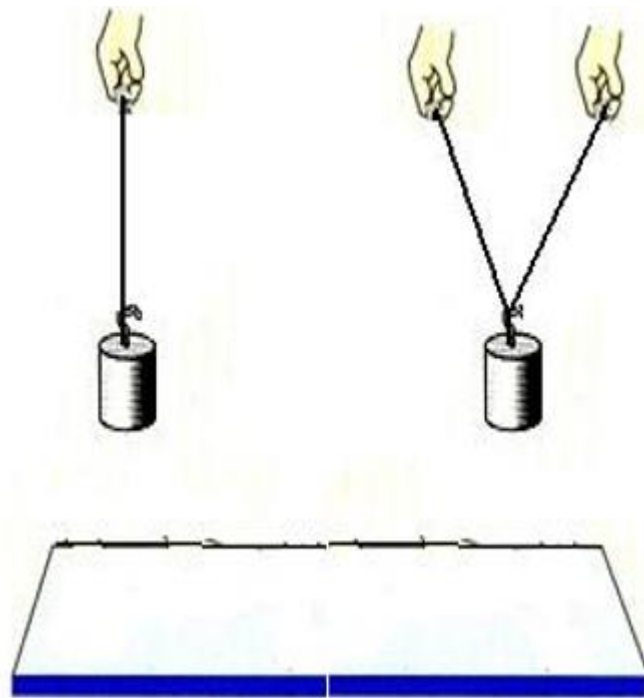


图 3.4-4 两个力的合成

教学案例：力的合成

1、演示实验

师：观察一个实验，一个重物用一个力 F 可以把它提起，也可以用两个力 F_1 F_2 张开夹角 θ 提起。那么， F 、 F_1 和 F_2 之间有这样的定量关系？要回答这个问题，我们得学习新知识-----力的合成！



教学案例：力的合成

2、联系生活经历

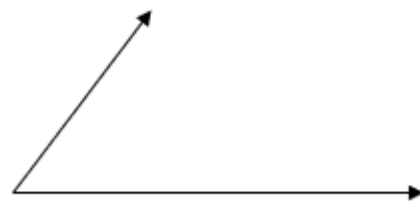
师：在生活会看到这样的情况：两位小同学要一起用两个力才能提起一桶水，而大人用一个力就能把这桶水提起来。那么，大人用的力与小同学用的两个力究竟存在怎样的关系呢？要回答这个问题，我们得学习新知识----力的合成！



教学案例：力的合成

3、复习旧知识

师：在初中已经学过，当两个力的方向相同，合力等于两力之和；若两个力的方向相反，力等于两力之差。那么，当两个力之间有一个夹角 θ 时，怎样计算合力的大小？要解决这个问题，我们得学习新知识-----力的合成！



二、实施科学探究，促进知识建构

(一) 运用实验总结规律

实验归纳法

(二) 运用已有知识，通过理论推导，得出新的物理规律

理论分析法

(三) 提出假说，检验和修正假说，得出物理规律

假设-检验法

探究光的反射规律

“三线共面，两线分居，两角相等”。

实验所需的器材有光源、平面镜、可折转的光屏。

按照图 4-7 装配好实验器材。

1. 让入射光线沿光屏投射到平面镜上，观察反射光线的方向。

2. 将有反射光线的半个光屏向后折转一个角度，观察光屏上还有反射光吗？为什么？

3. 研究反射光线、法线、入射光线之间的相互位置关系。

4. 研究反射角和入射角的大小关系。

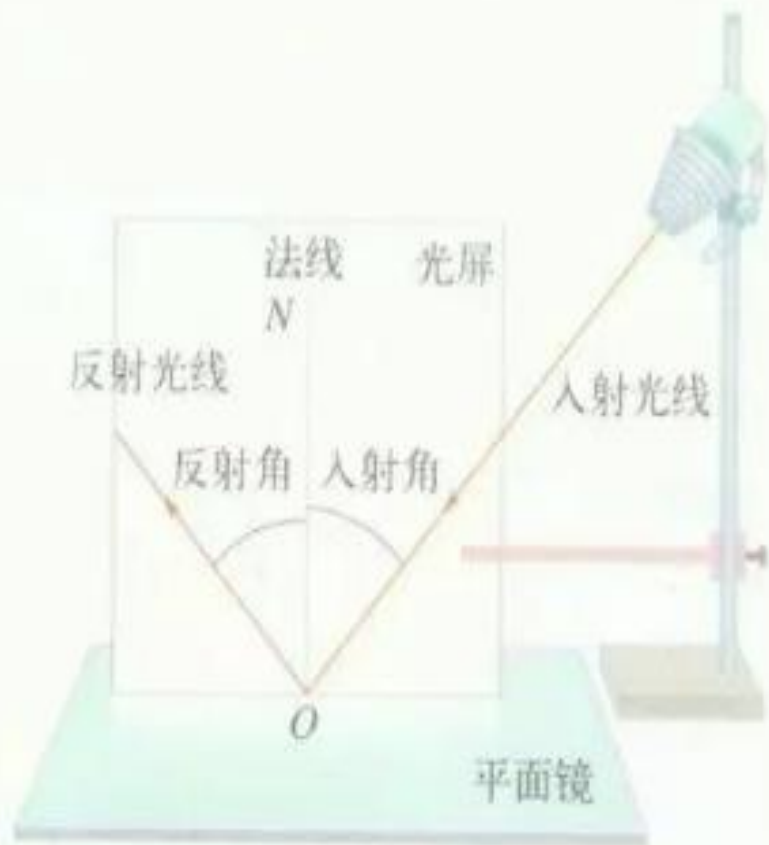


图 4-7 探究光的反射实验光路

(一) 运用实验总结规律

1. 由对日常经验或实验现象的**分析归纳**得出结论。

楞次定律

2. 由大量实验数据，经**归纳和必要的数学处理**，
得到结论。 光的反射定律

问题



力的作用是相互的。相互作用的力其大小有什么关系？

例如，大人跟小孩掰手腕，很容易就把小孩的手压在桌面上。那么，他们施加给对方的力，大小相等吗？



作用力和反作用力

力是物体对物体的作用。只要谈到力，就一定存在着受力物体和施力物体。

用手拉弹簧，弹簧受到手的拉力 F ，同时弹簧发生形变，手也就受到弹簧的拉力 F' （图3.3-1）。坐在椅子上用力推桌子，会感到桌子也在推我们，我们的身体要向后仰。我们常说，地面上及地球附近的物体受到地球的吸引（重力）。其实，地球也受到它们的吸引，地球和物体之间的作用也是相互的（图3.3-2）。如此等等，不胜枚举。

观察和实验的结果表明，两个物体之间的作用总是相互的。当一个物体对另一个物体施加了力，后一个物体一定同时对前一个物体也施加了力。物体间相互作用的这一对力，通常叫作**作用力**（acting force）和**反作用力**（reacting force）。作用力和反作用力总是互相依赖、同时存在的。我们可以把其中任何一个力叫作作用力，另一个力叫作反作用力。



图 3.3-1 弹簧和手受力示意图



图 3.3-2 地球和人造卫星受力示意图

牛顿第三定律

作用力和反作用力的大小之间、方向之间有什么样的关系？这又是一个定量的问题，而定量的问题通常只靠观察和经验是解决不了的，它需要通过实验测量来回答。

用弹簧测力计探究作用力和反作用力的关系

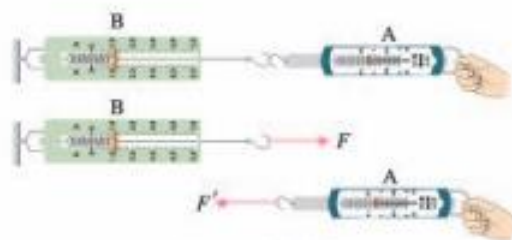


图 3.3-3 实验装置

探究作用力和反作用力的关系，要同时测量这两个力，你认为应该如何测量？

我们可以通过图 3.3-3 所示的装置进行实验。把 A、B 两个弹簧测力计连接在一起，B 的一端固定，用手拉测力计 A。可以看到两个测力计的指针同时移动。这时测力计 B 受到 A 的拉力 F ，测力计 A 则受到 B 的拉力 F' 。 F 与 F' 有什么关系？

从实验中可以发现，两个弹簧测力计的示数是相等的，方向相反。上面是通过弹力进行的实验，摩擦力满足上面的关系吗？如果是不相互接触的力呢？

牛顿经过研究指出：**两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。这就是牛顿第三定律 (Newton's third law)。**

在生活和生产中应用牛顿第三定律的例子是很多的。

人在划船时，桨向后推水，水就向前推桨，将船向前推进（图 3.3-4）。与此类似，轮船的螺旋桨旋转时也是向后推水，水同时给螺旋桨一个反作用力，推动轮船前进。

汽车的发动机驱动车轮转动，由于轮胎和地面之间的摩擦，车轮向后推地面，地面给车轮一个向前的反作用力，使汽车前进（图 3.3-5）。汽车受到的驱动力就是这样产生的。若把驱动轮架空，不让它跟地面接触，这时车轮虽然转动，但车轮不推地面，地面也就不会产生向前推车的力，汽车就不会前进。陷在泥泞中的汽车，尽管车轮飞转，但是如果泥和车轮之间太滑，车轮得不到足够的摩擦力，车也是出不来的。许多越野车可以按需要分别由前轮或后轮驱动，必要时甚至可以四轮同时驱动，以便根据车轮与地面接触的不同情况来获得足够的动力。



图 3.3-4 划龙舟



图 3.3-5 汽车受驱动力的示意图

(一) 运用实验总结规律

3. 先从实验现象或对实例的分析中得出定性的结论，再进一步通过实验寻求严格的定量关系，得出定量的结论。

(一) 运用实验总结规律

4. 在通过实验研究几个物理量的关系时，先分别固定某些物理量，研究其中两个物理量的关系，然后加以综合，得出几个量的关系。

牛顿第二定律

5. 限于实验条件，先介绍前人通过实验得出的结果，再通过对实验结果的分析，得出结论。

光电效应公式

(二) 运用已有知识, 通过理论推导, 得出新的物理规律

问题



物体的动能跟物体的质量和速度都有关系。物体的质量越大, 速度越大, 它的动能就越大。炮弹在炮筒内推力的作用下速度越来越大, 动能增加。这种情况下推力对物体做了功。

你还能举出其他例子, 说明动能和力做的功有关吗? 这对于定量研究动能有什么启发呢?



动能的表达式

大量实例说明, 物体动能的变化和力对物体做的功密切相关。因此, 研究物体的动能离不开对力做功的分析。这与上一节研究重力势能的思路是一致的。

质量为 m 的某物体在光滑水平面上运动, 在与运动方向相同的恒力 F 的作用下发生一段位移 l , 速度由 v_1 增加到 v_2 (图 8.3-1)。



图 8.3-1 物体在恒力作用下运动

在这个过程中, 恒力 F 做的功 $W = Fl$, 根据牛顿第二

(二) 运用已有知识，通过理论推导，得出新的物理规律

1. 先用实验或实例做定性研究，再运用理论推导得出结论。

动能定理、动量守恒定律

2. 在描述日常经验和观察实验的基础上，研究理想实验，通过推理、想象，得出结论。

牛顿第一定律、自由落体运动

两个物体碰撞时，彼此间会受到力的作用，那么一个物体动量的变化和它所受的力有怎样的关系呢？

动量定理

为了分析问题的方便，我们先讨论物体受恒力的情况。如图1.2-1，假定一个质量为 m 的物体在光滑的水平面上受到恒力 F 的作用，做匀变速直线运动。在初始时刻，物体的速度为 v ，经过一段时间 Δt ，它的速度为 v' ，那么，这个物体在这段时间的加速度就是

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v' - v}{\Delta t}$$

根据牛顿第二定律 $F = ma$ ，则有

$$F = m \frac{v' - v}{\Delta t} = \frac{mv' - mv}{\Delta t} = \frac{p' - p}{\Delta t}$$

即

$$F\Delta t = p' - p \quad (1)$$

(1) 式的右边是物体在 Δt 这段时间内动量的变化量，左边既与力的大小、方向有关，又与力的作用时间有关。 $F\Delta t$ 这个物理量反映了力的作用对时间的累积效应。物理学中把**力与力的作用时间的乘积叫作力的冲量 (impulse)**，用字母 I 表示冲量，则

$$I = F\Delta t$$

冲量的单位是**牛秒**，符号是 $\text{N} \cdot \text{s}$ 。有了冲量的概念，



图 1.2-1 力改变物体的动量

► 由于 $\Delta p = p' - p$ ，所以 (1) 式也可以写成 $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ ，它表示：物体动量的变化率等于它所受的力。



(二) 运用已有知识，通过理论推导，得出新的物理规律

3. 运用已有的数学知识，进行演绎推理，得出结论。

4. 运用物理量的定义式或函数图像，导出物理规律的公式。你能举例吗？

匀变速直线运动的速度-时间 ($v-t$) 图像去导出位移公式



(三) 提出假说，检验和修正假说，得出结论

自由落体运动



教学案例：《动量定理》教学设计

1、导入

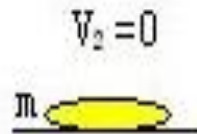
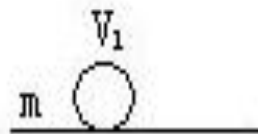
观察一个实验（边说边做），让生鸡蛋一高度落在海绵上，一般不会摔破；为什么鸡蛋落在海绵上不会摔破而落在木板上会被摔破？从动量角度看，鸡蛋被撞击后动量发生了改变，什么因素使动量发生了改变？要回答这些问题，我们得学习新知识----动量定理。



教学案例：《动量定理》教学设计

2、定性探究

分析：鸡蛋与木板接触时速度为 v_1 ，动量为 mv_1 ；撞击后静止，动量变为零。什么因素使得鸡蛋动量发生改变？大家可以推测一下！



教学案例：《动量定理》教学设计



3、理论探索

(1) 画图，设定相关物理量：恒力 F 、 m 、 v_1 、 v_2 、 t 。

(2) 利用 $F=ma$ $a = (v_2 - v_1) / t$ 推得 $Ft = mv_2 - mv_1$ 。

(3) 归纳：作用在物体上冲量 (Ft) 改变了物体的动量。

(4) 结论：动量定理——物体动量的改变等于冲量。

3、讨论

物体在一个过程中所受力的冲量等于它在这个过程始末的动量变化量。这个关系叫作动量定理。

(1) 动量定理揭示了冲量与动量的关系。

(2) “等于”的含义：

① “等于”所包含的是一种因果关系，即冲量引起动量的变化；

② “等于”包括大小、方向相同。

(3) 适用范围：

①无论物体所受力是恒力还是变力；②无论轨迹是直线还是曲线。

教学案例：《力的合成》教学设计

1、导入

观察一个实验，一个重物用一个力 F 可以把它提起，也可以用两个力 F_1 F_2 张开夹角 θ 提起。那么 F 与 F_1 和 F_2 之间有怎样的定量关系？要回答这个问题，我们得学习新知识----力的合成！

教学案例：《力的合成》教学设计

2、定性探究

在初中已经学过，两个力的夹角是 0 度，合力等于两力之和；两个力的夹角是 180 度，合力等于两力之差。 F 与 F_1 和 F_2 之间可能是怎样的关系呢？大家可以推测一下！



教学案例：《力的合成》教学设计

3、实验探索

- (1) 教师演示实验，记录数据；
- (2) 用力的图示法处理数据 F 、 F_1 和 F_2 ；
- (3) 作分力为邻边的平行四边形和对角线。

4、分析、讨论

合力与平行四边形对角线存在“偏差”原因？实验误差来自哪些方面？不考虑实验误差影响时“偏差”会怎样变化？在什么情况下可以用对角线表示合力？



教学案例：《力的合成》教学设计

5、归纳

以 F_1 F_2 两分力为邻边作平行四边形，它们夹角的对角线就是合力 F 。

6、结论

平行四边形定则

7、讨论

- (1) 平行四边形定则揭示了合力与分力的关系。
- (2) 两分力一定时，合力随 θ 的增大而减小；反之增大。
- (3)




教学案例：

1、提供感性材料，获得感性认识

在物理规律的教学过程中，学生明确了要研究的问题之后，就要依据规律建立的基础来选择提供感性材料的途径，寻找解决问题的依据。



【案例8-5】 观察记录多变的实验现象



“楞次定律”是通过分析多变的实验现象，归纳总结建立的，这就需要在学生明确了研究问题，并提出合理的猜想（与感应电流方向有关的因素可能有两个：磁通量的变化及原磁场方向）之后，引导学生设计实验方案，进行实验，收集证据。

以下是师生经过讨论形成的两种方案：

A组实验电路如图8-2-2所示。B组实验电路如图8-2-1所示。

A组操作：分别将条形磁铁的N极、S极插入线圈、拔出线圈。

B组操作：将电键闭合、断开，观察电流表的指针偏转方向，判断出感应电流方向，再将电源的正、负极反过来，重复上述实验过程。

以下是师生经过讨论形成的两种方案：

A组实验电路如图8-2-2所示。B组实验电路如图8-2-1所示。

A组操作：分别将条形磁铁的N极、S极插入线圈、拔出线圈。

B组操作：将电键闭合、断开，观察电流表的指针偏转方向，判断出感应电流方向，再将电源的正、负极反过来，重复上述实验过程。

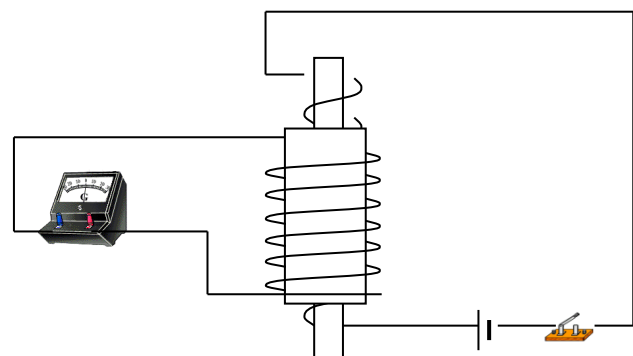


图8-2-1
条形磁铁插入线圈

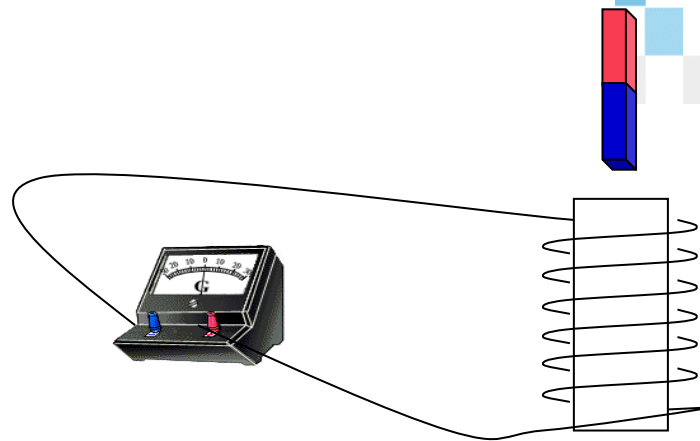


图8-2-2
原线圈中电流变化

表8-2-1和表8-2-2是学生通过细致观察后，记录的实验现象。学生正是通过亲自操作实验，全面观察记录实验现象，从中获得了丰富的感性认识，降低了知识的抽象程度，为分析论证，总结规律打下了基础。

表8-2-1 A组实验现象记录表

磁铁运动	N极插入	N极拔出	S极插入	S极拔出
$I_{\text{感}}$ 方向	逆时针	顺时针	顺时针	逆时针
Φ 变化	增	减	增	减
$B_{\text{感}}$ 方向	向上	向下	向下	向上

8-2-2 B组实验现象记录表

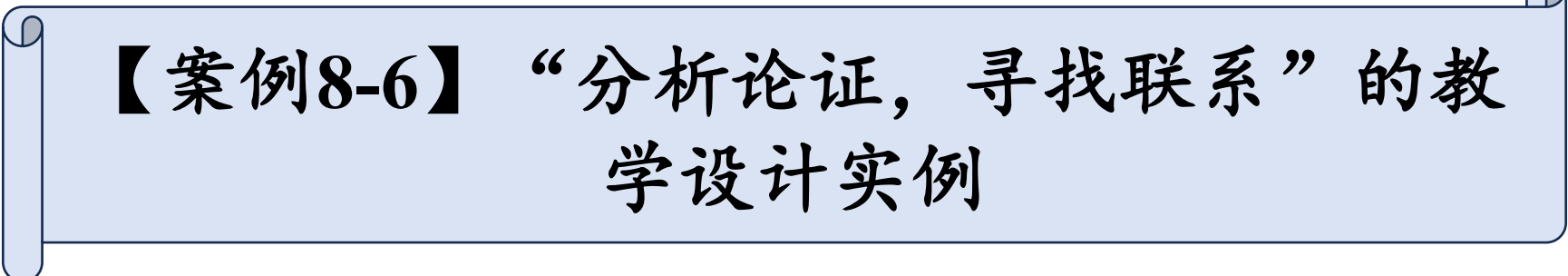
$I_{\text{原}}$	顺时针, 通电	顺时针, 断电	逆时针, 通电	逆时针, 断电
$I_{\text{感}}$ 方向	逆时针	顺时针	顺时针	逆时针
Φ 变化	增	减	增	减
$B_{\text{原}}$ 方向	向上	向下	向下	向上




教学案例：

2、进行科学思维，寻找内在的、本质的联系

通过不同的途径使学生获得丰富的感性认识后，教师应引导学生分析多变的物理现象、物理过程，对它们进行“去粗取精，去伪存真，由此及彼，由表及里”的思考，从而揭示出物理现象的本质。



【案例8-6】 “分析论证，寻找联系”的教学设计实例



在“楞次定律”的教学中，学生面对多变的、复杂的实验现象可能会感到困惑找不到分析的思路。此时，教师应引导学生深入分析实验现象，寻找感应电流方向跟原磁场方向及磁通量变化之间的关系。经过反复比较、分析、讨论，做A组实验的同学仍难以找出上球关系。做B组实验的同学也没有找出它们之间的直接关系，却容易发现它们之间的间接关系：磁通量增加时，感应电流方向总跟原电流方向相反，磁通量减少时，感应电流方向总跟原电流方向相同。

教师借此引导学生:要寻找“一个变化(Φ 变化)”“两个方向($I_{\text{感}}$ 方向、 $B_{\text{原}}$ 方向)”间的关系,虽然都没有直接找到,但从B组同学的研究结果可以得到一个启发:同类物理量间的方向关系可能更容易找到。由此,把学生的研究思路引导到寻找感应电流的磁场方向、原磁场方向、磁通量的变化之间的关系上来,至此,学生很容易总结出规律:磁通量增加时,感应电流的磁场方向总跟原磁场方向相反(增则反),磁通量减少时,感应电流的磁场方向总跟原磁场方向相同(减则同)。

教学案例：

3、抽象概括，表述规律

经过科学思维，对多变的物理现象或物理过程建立起的内在的、本质的联系只是初步的结论，仍缺少概括性，还需进行科学的抽象，使思维得到升华，最后给出物理规律的准确表述。

【案例8-7】 “楞次定律”表述教学设计

在“楞次定律”教学中，当学生初步得出“增则反，减则同”这一结论后，应引导学生进一步深入分析，把这一关系概括为“阻碍”变化，从而概括出楞次定律的内容：感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。在总结过程中巧妙地用“磁通量的变化”把各种引起感应电流的情况统一起来，在概括规律时，不直接用“感应电流”而用“感应电流的磁场”作为描述规律的主体，用“阻碍磁通量的变化”来高度概括所有电磁感应情况下普遍适用的规律。



教学案例：《动量定理》教学设计

1、导入

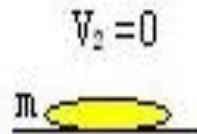
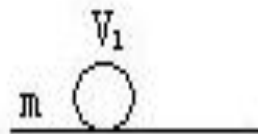
观察一个实验（边说边做），让生鸡蛋一高度落在海绵上，一般不会摔破；为什么鸡蛋落在海绵上不会摔破而落在木板上会被摔破？从动量角度看，鸡蛋被撞击后动量发生了改变，什么因素使动量发生了改变？要回答这些问题，我们得学习新知识----动量定理。



教学案例：《动量定理》教学设计

2、定性探究

分析：鸡蛋与木板接触时速度为 v_1 ，动量为 mv_1 ；撞击后静止，动量变为零。什么因素使得鸡蛋动量发生改变？大家可以推测一下！





教学案例：《动量定理》教学设计

3、理论探索

(1) 画图，设定相关物理量：恒力 F 、 m 、 v_1 、 v_2 、 t 。

(2) 利用 $F=ma$ $a=v_2-v_1/t$ 推得 $Ft=mv_2- mv_1$ 。

(3) 归纳：作用在物体上冲量 (Ft) 改变了物体的动量。

(4) 结论：动量定理—物体动量的改变等于冲量。



教学案例：《动量定理》教学设计

3、讨论

(1) 动量定理揭示了冲量与动量的关系。

(2) “等于”的含义：

① “等于”所包含的是一种因果关系，即冲量引起动量的变化；

② “等于”包括大小、方向相同。

(3) 适用范围：①无论物体所受力是恒力还是变力；②无论轨迹是直线还是曲线。



三、讨论物理规律，理解规律内涵

- （一）讨论物理规律建立的过程与方法。
- （二）讨论规律的物理意义，包括对文字表述的推敲，对公式和图像的含义的辨析。
- （三）讨论和明确规律的适用条件和范围。
- （四）讨论这一规律与相关概念，规律，公式之间的关系，关联大概念。



(一) 讨论物理规律建立的过程与方法

(二) 讨论规律的物理意义，包括对文字表述的推敲，对公式和图像的含义的辨析

1、讨论规律的物理意义

- 在物理规律教学中，归纳得出物理规律后，一般都要用文字语言加以表达，对于物理规律的文字表述，要认真加以分析，使学生真正理解它的含义，而不能让学生死记硬背。
- 在进行物理规律的教学时，要特别注意搞清楚公式的物理意义，而不能单纯从数学关系的角度来理解。

(二) 讨论规律的物理意义，包括对文字表述的推敲，对公式和图像的含义的辨析

2、强调规律表述中的关键词语及公式中字母的意义

•规律中的关键语句是学生理解规律和运用规律的关键，在教学中应加以强调，并解释清楚。对于有公式表达的规律，在强调关键词语的同时，还要指明规律表达式中各个字母所代表的物理量及其单位，使学生对规律获得清晰明了的认识。

【案例8-8】

强调“楞次定律”表述中的关键词语教学设计

楞次定律表述中的“阻碍”既是理解该定律的关键,又是难点。学生往往对“阻碍”二字错误地理解为感应电流磁场方向跟原磁场方向相反,所以教师在教学中应该强调“阻碍?”的含义为“增则反,减则同”。接着,引导学生从能量的观点分析“阻碍”的含义,让学生认识楞次定律的实质是能量转化与守恒定律在电磁学中的具体形式。

(三) 讨论和明确规律的适用条件和范围

•物理规律都是在一定条件下、一定范围内总结出来的。如果不考虑规律的适用范围乱套公式，就会导致应用上的错误。因此，在讲解规律时，要指导学生明确规律的适用范围。

例如，玻意耳定律的适用范围是“理想气体”、“一定质量”和“等温过程”；牛顿第二定律的应用条件是“质点”，而运用范围是“宏观物体的低速运动”。



(四) 讨论这一规律与相关概念、规律、公式之间的关系，关联大概念

- 物理明确所学规律与有关概念、规律、公式间的关系，以便更深入地理解物理规律，搞清知识间的联系，形成良好的认知结构。

【案例8-9】

用能量的观点分析“楞次定律”教学设计

在对楞次定律进行讨论时，可以引导学生从能量转化的角度理解“阻碍”的含义：通过这种“阻碍”作用，把其它能量转化为电能，“阻碍”正是能量守恒定律在电磁感应现象中的具体体现。通过这样变化角度分析，拓宽学生的思路，同时学生对楞次定律、能量转化和守恒定律会有更深刻的认识和理解。

教学案例1: “万有引力定律” 的讨论

- 1、物理意义：物体间的引力大小与物体质量 m_1 和 m_2 的乘积成正比，跟它们间距离 r 的平方成反比。
- 2、适用范围：公式只适用于两个质点间的引力；当两物体是质量分布均匀的球体时，它们间的引力也可直接用公式计算，但式中的 r 是指两球心间的距离。

教学案例1: “万有引力定律”的讨论

3、普遍性：万有引力存在于任何两个物体之间，只不过一般物体的质量与星球相比太小了，他们之间的万有引力也非常小，完全可以忽略不计。

4、相互性：两个物体相互作用的引力是一对作用力与反作用力。

5、特殊性：两个物体间的万有引力和物体所在的空间及其他物体存在无关。



教学案例2：“动量定理”的讨论

- 1、物理意义：物体在一个过程中动量的变化量等于它在这个过程中所受外力的冲量。
- 2、因果性：即冲量引起动量的变化。
- 3、方向性：动量变化方向与冲量方向相同。
- 4、区别：动量是状态量，冲量是过程量。



四、运用物理规律，解决具体问题

教学中要根据学生具体的学习阶段，对学生提出适度的要求，切不可随意对知识加深和扩展，从而使学生难以理解和掌握，最终严重挫伤学生学习的积极性。

(一) 运用物理规律解决日常生活中的实际问题

经常用学过的规律科学地说明和解释有关的生产、生活现象，一方面可以拉近学生生活与所学物理知识之间的距离，使学生真正感受到物理学就在身边，体会到中学物理在生产、生活中的用处，极大地激发学生的学习兴趣；另一方面，通过让学生尝试利用所学知识说明和解释生产、生活现象，可以逐步发展学生逻辑地说理和表达能力，以及创造性地解决实际问题的能力。



(二) 运用物理规律解释实验现象

在物理规律教学中，可以鼓励学生运用所学物理规律进行观察和实验，并尝试解释实验现象。这不仅可以加深学生对所学知识的理解，而且可以提高学生的实验能力。

【案例8-10】

利用“楞次定律”解释实验现象教学设计

对学习楞次定律后，教师演示一个生动有趣的实验：轻质的铝制表盘置于水平桌面上，将条形磁铁与之用玻璃板隔开，在玻璃板上方左右移动磁铁，其下方的表盘也随之运动。要求学生解释所观察到的现象。或者演示实验：铁架台上悬挂一个轻质闭合的铝环（环面在沿竖直方向），反复将一条形磁铁迅速插入、拔出，观察铝环的运动，要求学生解释观察到的现象：

【案例8-10】

利用“楞次定律”解释实验现象教学设计

铝环随磁铁运动，且运动方向致。以上两个实验也可以由学生亲自完成，从中感受磁铁与铝环、铝盘间的作用力。

学生在生动的实验现象中，可以从另一个角度深刻理解楞次定律，即从磁铁跟铝环或铝盘相对运动的角度来理解“阻碍”的含义：磁铁跟感应电流间的相互作用力，总是阻碍它们间的相对运动，即“来则拒，去则留”。



(三) 运用物理规律解答物理习题

教师在引导学生讨论规律之后，还应提出一些有代表性的物理习题，让学生进行练习，然后针对学生在练习中暴露出来的问题，再加以纠正和强调。这不仅有利于帮助学生克服理解规律所存在的疑点和难点，获得对规律的正确理解，还可以引导学生总结出一些解决问题的规律性的思路和方法，逐步提高各种思维品质的水平。

(四) 运用物理规律进行小设计和小制作

除习题训练外，还可以鼓励学生在课外依据所学的物理知识，利用身边的器材，自己动手、动脑搞一些小设计、小制作等，这些活动有利于培养学生的创新能力。

例如，在初中，要求学生利用身边的生活用品（如塑料可乐瓶、小铁钉等）设计实验，演示液体内部压强与深度有关，在液体内部同一深度各个方向的压强相等的现象；在高中学习了反冲运动后，让学生利用身边的器材制作火箭模型，说明反冲原理等。

需要注意的问题：

在引导和组织学生运用物理规律解决问题的过程中，应注意以下问题：

首先，应该针对学生对物理规律理解的模糊点、难点设计练习，而不应搞题海战术，增加学生的负担；

其次，设计的练习应贴近学生的学习生活和社会生活，力求增强练习的趣味性；

再次，练习题型应多样化，不能仅重视计算题，还应设计定性解释学生日常生活中常见物理现象的题目。

引导学生运用物理规律解决问题：

在讨论的基础上安排一些典型的例题和习题，不仅有助于学生进一步深刻地理解规律，并且还能训练学生运用知识解决实际问题的能力。

- 在这一过程中，一方面要用典型的问题通过教师的示范和师生共同讨论，使学生结合对实际问题的讨论，深化、活化对物理规律的理解，逐渐领会分析、处理和解决问题的思路和方法；

引导学生运用物理规律解决问题：


- 另一方面，更主要的是组织学生将得出的结论运用于实际，使知识从弄懂到会用，掌握运用规律分析、解决问题的思路和方法，逐步发展学生分析问题、解决问题的能力，运用数学知识解决物理问题的能力，以及创造性思维能力等。



——如何判定一节课是否是“科学探究”？

张大昌：

不宜给某一节课定性为“科学探究”或不是“科学探究”。课标指出了科学探究的几个要素，某个教学片断包含了一两个要素，这个教学片断就体现了科学探究的精神。



问题1：人们在生活中形成的关于“力和运动”的观点是什么？

经验：用力推箱子，箱子运动，停止用力，箱子不再运动；锤子砸钉子，用力砸，钉子下陷，不再用力，钉子停止下陷；男生踢足球，足球踢出后还能运动一段距离，但不会一直运动下去；火车进站后，关闭发动机火车仍能运动一段距离，但最终停止。

结论：力是维持物体运动的原因：有力作用于物体，物体就运动，没有力作用于物体，物体就停止运动。



问题2.1：力是维持物体运动的原因吗？

反面的事例：用力推桌上的木块，木块运动；停止用力，木块还好继续运动一段距离才停下来。

结论：力不是维持物体运动的原因。

问题2.2：亚里士多德形成的关于“力和运动”的错误观点的原因是什么？

现象：在现实世界中，物体的运动都受到摩擦力的影响。

分析：生活经验是多样的，可能会误导人们的认识。

推论：仅凭经验、观察，可能会得出错误的结论。

问题3：伽利略如何探究“力和运动”的关系？

假设：如果没有摩擦力.....

证据：伽利略斜面实验

结论：物体将一直运动下去...



问题4：牛顿的关于“力和运动”的关系的观点是怎样的？

解释：

交流：

物理规律的教学程序是什么？


第四节 物理规律教学的问题与案例

- 问题1：老师，我按照规律教学的四个阶段，进行**规律教学还是不得其门道**，怎么办？
- 问题2：老师，我也知道物理规律教学要创设情境，但究竟**怎么创设情境，怎么知道创设的情境适当与不适当**？
- 问题3：老师，我知道要引导学生通过科学探究，建构物理规律，可是到底怎么做呢？

概括起来：老师，我们还是不会进行规律教学。究竟如何进行规律教学？

关于物理规律教学，我们的认识：

- 规律教学的程序：
 - 课上的规律教学过程
 - 创设物理情境，形成科学问题
 - 实施科学探究，促进知识建构
 - 讨论物理规律，理解规律内涵
 - 运用物理规律，解决实际问题
 - 课前的规律教学设计



反思：

前面的讨论，我们关注“师生在课堂上如何发问、建构、讨论、运用”。

我们没有讨论：


教师在课前，如何准备规律教学？

思路：

以终为始。从找到规律的表述入手，到理解其内涵，再到教学情境创设，最后是预设学生的思维加工过程。




图1 以终为始：教师规律教学准备的思路（简洁版）

- 
- **问题1：** 牛顿第二定律的内容是什么？
 - 1.通读教材内容（教材分析，尤其是教学内容分析）。
 - 2.找到牛顿第二定律的内容。
 - 牛顿第二定律的内容：物体加速度的大小跟它受到的作用力成正比，它的质量成反比，加速度的方向跟作用力的方向相同。
 - 牛顿第二定律的数学表述： $F = ma$

问题2：牛顿第二定律的内涵是什么？


牛顿第二定律的内涵是：

1. **瞬时性**：牛顿第二运动定律是力的瞬时作用效果，加速度和力同时产生、同时变化、同时消失。
2. **矢量性**：是一个矢量表达式，加速度和合力的方向始终保持一致。
3. **独立性**：物体受几个外力作用，在一个外力作用下产生的加速度只与此外力有关，与其他力无关，各个力产生的加速度的矢量和等于合外力产生的加速度，合加速度和合外力有关。
4. **因果性**：力是产生加速度的原因，加速度是力的作用效果。故力是改变物体运动状态的原因。



问题3：应该创设怎样的内隐着加速度、力、质量内在联系的教学情境，帮助学生探究其内在联系，进而建立规律？

- 实验情境：小车在斜面上运动，探究加速度与力、质量的关系。
- 实验条件：平衡摩擦力、其他。



问题4：在预设教学情境中，学生如何进行思维加工，才能揭示其内涵？

科学方法1：控制变量法。

科学方法2：分析、综合。

科学方法3：抽象、概括。



◆ 课堂练习：

请仿照“教师规律教学准备的思路”，完成
“位移与时间的关系”教学准备。

作业讨论



问题1：位移与时间的关系是怎样的？


1.通读教材内容（教材分析，尤其是教学内容分析）。

2.找到位移与时间的关系内容。

位移与时间的关系：匀变速直线运动的位移与时间的关系式： $x=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ 。

问题2：匀变速直线运动的位移与时间的关系的内涵是什么？

- 1.在关系式中，左边是位移或位置变化量一般为： $x-x_0$ ，是瞬时量；右边是与 x_0 相对应的初速度、位置从 x 到 x_0 的时间 t 。
- 2.这个关系式的前提是：物体做匀变速直线运动，物体的速度在均匀的变化。
- 3.是矢量关系式。
- 4.可以间接的用V-T图像中的面积来表示。
- 5.当初速度为零时，位移与时间的平方成正比。在后续内容中，有较广泛的应用。



问题3：应该创设怎样的内隐着匀速直线运动中位移与时间的关系的教学情境，帮助学生探究其内在联系，进而建立规律？

教学情境1：呈现匀速直线运动的速度-时间图像。

教学情境2：呈现匀变速直线运动的速度-时间图像。

问题4：在创设教学情境中，学生如何进行思维加工，才能找到位移与时间的关系？

教学情境1：数学法。

教学情境2：微分、极限法、分析、综合。

教学情境3：分析、综合。

问题：在物理规律知识中，定律与定理如何区别？

定律：是描述自然界中普遍现象的**基本规律**。通常是**通过实验和观察**得出的，并且被广泛接受为描述特定现象的准确规则。定律通常是基于经验的，而不是从其他理论推导出来的。

牛顿运动定律、万有引力定律

定理：数学和逻辑的产物，是从一组给定的公理或假设出发，通过逻辑推理得出的结论。在物理学中，定理可能是从更基本的定律或原理出发，通过数学推导得到的。

动量守恒定理



定律——在实验观察基础上，经过**归纳推理**获得。

定理——从已知命题出发，用**演绎推理**获得。