

ZHONGXUE WULI JIAOXUE CANKAO



《中学物理教学参考》

# 物理概念教学

湖南教育出版社

---

中学物理教学参考

---

主 编： 阎 金 铎

---

---

# 物理概念教学

---

王 沛 清

---

湖南教育出版社

---

## 物理概念教学

王沛清

责任编辑：董树岩

湖南教育出版社出版（长沙市展览馆路14号）  
湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

1985年8月第1版 1985年8月第1次印刷  
字数：120,000 印张：5.8125 印数：1—8,600  
统一书号：7284·556 定价：0.69元

## 前 言

物理教学过程，是物理教师通过各种途径（以课堂教学为主，辅以课外活动和其他渠道）使学生掌握物理学基础知识，提高观察实验能力、思维能力、分析问题和解决问题能力，促进学生形成辩证唯物主义世界观的过程。

在物理教学中应当突出：一观察、实验；二思维；三运用。

观察、实验是获得知识的源泉，其目的是了解物理现象，取得资料，发掘问题。这是学习物理的基础。

思维是加工过程，是根据所了解的现象和取得的资料，进行比较、分析，综合、概括，或根据已知的论断进行逻辑推理，建立概念，发现规律。这是学习物理的核心。

运用是目的，运用所学知识说明、解释现象，分析、解决有关简单的问题。也就是说，把所学的知识变成学生自己的实际行动。这是学习物理的效果。

至于教师和学生采取什么样的工作方式和方法来达到物理教学目的，完成物理教学任务，这要取决于具体的教学内容和要求，学生的年龄特征和已有基础，以及教学环境、条件等。

然而，无论采用什么样的教学方法，都应有利于启发学生动手实践，积极思维，使学生对学习物理有浓厚的兴趣，饱满的情绪，攻关的意志，落实到使学生善于观察，勤于实验，积极思考，掌握物理学的基本概念、基本规律和基本方法。在使学生掌握知识过程中，应立足于培养学生的观察、实验能力，思维能力，分析问题和解决问题的能力。

按照教学内容的不同，物理课可以分为概念教学、规律教学、习题教学、实验教学等主要类型。虽然各种类型的物理课都必须服从中学物理教学总的目的和任务，但是，它们又各有不同的特点。因此，在达到教学目的和完成教学任务上，又必须采用不同的途径和方法。作为一名中学物理教师，认真探讨各种类型物理课的特点，掌握其教学的基本规律，这对开展教学研究，提高教学水平的确是一项十分有意义的工作。

湖南教育出版社组织了一批教有经验，学有专长的物理教师，编写了一套物理丛书，共包括《物理概念教学》、《物理规律教学》、《物理习题教学》、《物理实验教学》等四本。丛书根据中学物理教学的目的和任务，认真而深入地探讨了四种类型物理课的教学规律，并对其中重要的课题提出了颇有见地的教学意见，的确是一套值得中学物理教师阅读的教学参考书。教师结合自己的工作，认真领会书中的基本观点，一定会使教学和教研水平得到提高。

愿《中学物理教学参考》丛书在提高中学物理教学质量上发挥应有的作用。

阎金铎

1985年2月

# 目 录

<b>第一章 物理概念的形成</b> .....	( 1 )
第一节 物理概念的形成.....	( 1 )
第二节 概念的外延和内涵.....	( 5 )
第三节 物理概念的正确表述.....	( 8 )
第四节 学生正确形成物理概念的障碍.....	( 16 )
<b>第二章 物理概念教学的基本要求</b> .....	( 24 )
第一节 物理概念教学的重要性.....	( 24 )
第二节 物理概念教学的要求.....	( 27 )
<b>第三章 怎样进行物理概念教学</b> .....	( 40 )
第一节 深钻大纲和教材.....	( 41 )
第二节 注重概念的引入.....	( 46 )
第三节 揭示概念的本质.....	( 57 )
第四节 注重概念之间的区别与联系.....	( 67 )
第五节 联系实际, 运用概念.....	( 72 )
第六节 掌握概念教学的阶段性, 不断提高概念的深广度.....	( 81 )
<b>第四章 重要物理概念的教学建议</b> .....	( 85 )
第一节 中学物理概念一览表.....	( 85 )
第二节 重要物理概念的教学.....	( 89 )

# 第一章 物理概念的形成

## 第一节 物理概念的形成

概念是思维的细胞，人的任何思维过程都离不开概念。科学认识的成果首先是通过概念来概括和总结的。物理学中就有力、能、功、质量、动量、场、量子等许许多多的概念。由这些概念出发，经过思考，形成判断，建立物理学中的定律、原理和规律。由不同的定律，通过逻辑推理得出新的结论，作出新的假设和预言。这些由概念、判断、推理等组成的物理学理论的完整体系，其中最基本的元素是概念，概念是“帮助我们认识和掌握自然现象之网的网上纽结”。

概念是怎样形成的呢？

列宁说过：“概念是人脑的高级产物”。为了很好地理解这句话的意思，我们有必要回顾人类认识客观世界的过程。

人类认识客观世界，有着两方面的物质前提：一方面是客观对象，那就是我们所思考的、现实世界中存在的事物和现象；另一方面是认识主体，也就是我们人类。人类有某种特殊的物质机构，如感觉器官、神经系统等。

在认识客观世界的过程中，人的心理活动有四种不同的形

态：

第一种形态是感觉，它是认识的来源与出发点。人们凭着视觉、听觉、嗅觉、味觉与触觉，就可以在极简单的情况下认识客观对象的某些个别属性，如颜色、光泽、形状、发声、气味、软硬、光滑与粗糙程度等等。至于球形的东西是橡胶还是塑料，白色的东西是纸还是布，则在感觉的瞬间还不能掌握。

第二种形态是知觉。这种活动比感觉复杂一些。它是各个物体或现象作为一个整体在我们意识中的反映。例如，我们接触到某个对象——钢球，我们不仅感觉到它是灰白色的、坚硬的、球形的、很容易在平面上滚动等个别特性，而且在我们的意识中，对这些个别特性的感觉，联结为对象的一个统一的形象，使我们获得对钢球这个物体的知觉。

第三种形态是观念(或称表象)。观念必须以感觉与知觉为基础，但又不同于感觉与知觉。感觉与知觉都是在客观事物直接影响着我们感官的当时所引起的；而观念则不是在当时，而是过后发生的。人们由于不止一次地知觉到钢球、小车、弹簧、木块、汽车上坡、雨滴下落等事物，积累了关于这些事物的个别属性或近于总体的属性，从此以后，就不必当时直接接触到这些事物，而从记忆中就可以呈现出它们的形象来，这便是观念。所以，观念就是我们对于当时并未知觉着的物体或现象的回忆的形象。

第四种形态是概念。人们在感觉、知觉和观念等过程的基础上，对有关事物进行比较、分析、综合、抽象和概括等思维活动，抓住它们的本质特征或共同特征，这样就形成了概念。



概念所反映的事物和现象的属性，已不是不辨真伪、不分精粗、顾此失彼、顾表不顾里的笼统的属性，而是本质属性了。因此，概念是反映客观对象的一般的、本质的属性的思维形式。

例如，我们经常观察到：人在地上行走，汽车在马路上行驶，船在水中前进，木块沿斜面滑下，动滑轮和物体一道移动，钟摆的振动，雨点下落等等。把这些感知的材料，经过比较、分析、综合等思维活动之后，我们认识到它们的表现形式虽然不同，但却有一个共同点，就是一个物体相对于另一个我们认为是不动的物体的位置发生了变化。于是，丢开这些物体动作的具体形象，而把上述的共同特征抽象出来，予以概括，就形成了“机械运动”的概念，并用“一个物体对于其它物体的位置的变化叫做机械运动”这个定义，把它固定下来。

仔细观察人、汽车、船、木块、雨点……等各种物体不同的运动，又将认识到不同物体运动的快慢程度是不同的。当然这时对运动的快慢程度与位移、时间之间的定量关系还不明确，只是在头脑中形成了运动快慢程度的观念。一个新的概念——速度就是为了反映这种物理现象的本质而引入的，速度用位移与时间的比值来表示，它既不是位移，也不是时间，而是把位移与时间结合起来形成的新概念，用它就能精确地反映出物体运动快慢的程度。

力的概念同样是综合大量的物理现象的特点后形成的。这些现象包括人举重物、人推车、牛拉犁、货物压桌面等等。各种现象虽然是千差万别的，但是如果忽略一些非本质的区别，则可以发现每一种现象中至少都包括两个物体，而且一个物体

正在对另一个物体施以作用。人、牛、货物……等可抽象概括为施加作用的物体。重物、车、犁、桌面等可抽象概括为受到作用的物体，举、推、拉、压等抽象概括为作用。可见，力就是物体对物体的作用。进一步分析得出：人向上举重物，重物必定同时向下压人；人推车向前，车必推人向后；牛向前拉犁，犁必向后拉牛；货物向下压桌面，桌面必给货物一个向上的支持力。这就说明：物体间的作用总是相互的。于是，形成了“力”的概念：力是物体间的相互作用。

各种物理概念都反映着不同事物的本质的特性 而又抛弃了那些特殊的、次要的、非本质的特性。例如，“直线运动”这一概念，反映着一切直线运动的一般的，而且是最本质的特性：它所涉及的对象是一种机械运动，同时运动的轨迹是一条直线。至于作直线运动的物体是什么样子？在什么条件下作直线运动？是沿直线单方向运动，还是在直线上往复运动？这些都不包含在“直线运动”的概念之中。同样，“点电荷”的概念，反映着点电荷的本质属性：带电体的大小比带电体之间的距离小得多，以致带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计。至于带电体本身有多大？带电体是由什么材料构成？带电体是什么颜色？带电体的形状怎样？带有多少电量？这些就不是点电荷的本质属性，因而不包含在点电荷的概念之中。

毛泽东同志在《实践论》中指出：“概念这种东西已经不是事物的现象，不是事物的各个片面，不是它们的外部联系，而是抓住了事物的本质，事物的全体，事物的内部联系了。”；“认识的真正任务在于经过感觉而到达于思维，到达于逐步了解客观

事物的内部矛盾。了解它的规律性，了解这一过程和那一过程间的内部联系，即到达于理论的认识。”这里，毛泽东同志把什么叫概念和形成概念的过程都阐述清楚了。要形成概念，就必须运用感觉器官去观察自然现象，以取得感性认识，然后运用思维器官去思维，把感性认识上升到理性认识，才能形成概念。可见，感觉、知觉和观念诸过程是产生概念的基础，但它们都带有直觉的性质，所认识到事物的特性主要是感性方面的，因而它们都属于认识的低级阶段。形成概念的关键仍在于思维活动。只有经过人的思维活动，将在感觉、知觉、形成观念等阶段中获取的丰富的感性材料加以一番比较和对照，通过分析、综合与归纳，区分出主要与次要，一般与个别，本质与现象，抽出其中一般的本质的东西，才形成了概念。形成概念之后，感知的属性被抽象概括了，那些非本质的属性被抛弃了，那些本质的属性被集中了。这样，人就能够深入地了解事物的内部联系，把握客观事物的规律性。这种对于客观规律性的认识，叫做理性认识。理性的认识是认识的高级阶段，是高级的心理活动的结果。所以说：概念是认识的高级产物，是人脑的高级产物。

## 第二节 概念的外延与内涵

每一个概念都有一定的外延与内涵。

概念的外延就是适合于那个概念的一切对象的范围。例如，重力、弹力、摩擦力、静电力、洛仑兹力、浮力、压力、支持

力、下滑力、张力等等这些对象的全体，就是“力”这一概念的外延。同样在“机械运动”这一概念的外延中，包含着一切类型的机械运动，如匀速直线运动、匀变速直线运动、自由落体运动、竖直上抛运动、平抛、斜抛、圆周运动、振动等。

概念的内涵就是那个概念所包括的一切对象的共同的本质属性的总和。在物理学中，对各个不同的概念都必须给它下个定义。什么叫下定义呢？下定义就是揭示概念的内涵，亦即指出它所反映的对象所共有的本质属性的逻辑活动。例如，力的概念是这样定义的：“力是物体的相互作用。”该定义揭示了力的概念的两条内涵：①是物体间的相互作用。②必须有两个物体才能谈得上力的作用。当然，力的内涵是多方面的，如力的作用效果、产生条件、微观实质等都是力的内涵。不过，这些内涵都是进一步说明“作用”的，在定义中不提它们，也能反映出力与其它有关概念的界限。这样，在教学中，我们应当紧紧扣住“作用”这一关键词眼，列举物体相互间以举、推、拉、压等形式相互作用的例子，使学生比较深刻地理解力的概念。

又如，课本上对“压力”的概念是这样定义的：垂直作用在物体表面上的力叫压力。该定义揭示了压力这一概念的内涵：①是一种力；②是两种物体直接接触时发生的；③作用点在物体表面上；④方向与物体表面垂直。为了使学生正确地建立“压力”的概念，就必须紧紧扣住这四条内涵。同时，还可以针对这四条内涵向学生提出一些容易混淆的问题。例如，在定义的“垂直”两字后添加“向下”这一词眼行不行？为了使学生理解这样不行，避免经常出现的把“重力”和“压力”混为一谈的

错误，教学中还可以多举一些压力方向不向下的实例，使学生正确理解压力概念的全部内涵。

总之，概念的定义是概念的准确而精炼的表述。在教学中，当讲到某个概念的定义时，一定要扣住定义句中关键性的字、词、词组，并且提出学生在表达概念定义时所犯的毛病，教会学生用不同的语言（包括物理语言和数学语言）正确叙述概念的定义，按教材和大纲的要求，准确地揭示概念的内涵。

事实上，每一对象有许多特征，企图在定义里指出对象所有的特征是不可能的。定义只能包含一些划清这一概念与其它概念的界限的重要特征。所以，在掌握和运用概念的过程中，要强调概念定义的重要性，但是如果把它的作用过分地夸大，则又是不恰当的。

概念的内涵和外延之间存在着一定的关系。例如，在“力”的概念的外延中，包括着牛顿力学中的全部的力，其内涵则是全部力所共有的本质属性；“弹力”这一概念除了包括所有力的共同属性外，还有着自己的特殊属性，即一定要使物体发生形变才产生弹力，而这一属性是“力”这一概念的内涵中所没有的，这就是说，由于增加了新的属性，概念的内涵扩大了，而外延却缩小了。由此可见，概念的内涵扩大，则其外延缩小，反之，内涵缩小，则外延扩大。概念的内涵与外延之间的这种依赖关系，具有普遍意义，称为“概念的内涵与外延的反比例关系律”。在进行物理概念教学时，很有必要遵循这一规律，使学生了解相近概念之间的区别与联系。按教学要求，准确地掌握概念的内涵与外延。

在物理教学中，学生对待概念的内涵往往存在着“张冠李戴”和“增删性质”的毛病。例如，在提到重心概念时就认为：“物体的重心一定在物体上”。这里，“一定在物体上”就是被自行增加到重心概念中去的性质，是违反“重心”概念内涵的。而在概念意义相关（如时间与时刻、振动图线与波形图线、电势与电势能等）、或某个特征相似（如平衡力与作用力反作用力、动能与动量等）、或名称中有相同的字（如几秒内与第几秒内等）诸情况下，常常发生“张冠李戴”，混淆了不同概念的内涵。学生在对待概念的外延上，也存在着“划分标准不同”和“用个别特例代替整体”的毛病。例如，在分析匀速转动的水平圆盘上保持相对静止物体的受力情况时，认为物体受到了重力、盘的弹力、静摩擦力和向心力等四个力的作用，就是由于划分力的外延中，没有采用同一标准而引起的错误。这里，重力、弹力、摩擦力是根据力的性质划分的，向心力是根据力的作用效果划分的，由于在一次划分时，采用了不同的标准，就导致了概念的外延不清。又如，学生仅由在匀强电场中，从静止出发的点电荷会沿电力线运动的特例，就得出了“电力线就是初速度为零的带电粒子在电场中运动的轨迹”的结论，违反了“划分后各小类概念（子概念）的外延的总和与被划分概念的外延应当相等”的原则，也就导致了对电力线概念的错误理解。

### 第三节 物理概念的正确表述

在物理学中涉及的物理概念是很多的。例如牛顿第二定律

指出：物体的加速度跟所受外力的合力成正比，跟物体的质量成反比，加速度的方向跟合外力的方向相同。在这段叙述中，就涉及到“物体”、“加速度”、“力”、“合力”、“外力”、“合外力”、“质量”等七个物理概念。有些物理概念的含义比较简单，学生不难掌握，如“质点”、“机械运动”、“燃烧值”、“绝缘体”、“串联”等概念即是；有些概念的含义不那么简单，但它们的地位也不十分重要，如“滤波”、“调制”等概念就属此类；有些概念应用十分广泛，是构成物理学基础知识所必需的，如“速度”、“加速度”、“质量”、“力”、“能”、“动量”、“功”、“热量”、“电场”、“电场强度”、“电势”、“磁感应强度”、“折射率”等，通常称它们为基本概念。熟练掌握这些基本概念，是物理概念教学的重要方面。

学习各类物理概念，都会碰到如何正确表述概念的问题。概念的表述是通过“定义”来体现的。在对一个概念下定义时，常用“属概念”加“种差”的办法。一般来说，所谓属概念是外延较广而内涵较少的概念，当我们加上足以同其它概念相区别的属性，即“种差”的时候，被定义的概念就表述出来了。例如，“摩擦力是在相互接触的物体做相对运动或者有相对运动趋势时产生的，方向沿着接触面的切线方向，跟物体相对运动的方向相反，或者跟物体间的相对运动趋势相反，阻碍物体相对运动的力”，这里“力”是“属概念”，而“沿着接触面的切线方向”、“跟物体相对运动的方向相反，或者跟物体间的相对运动趋势相反，阻碍物体间相对运动”是“种差”。这样，“摩擦力”就和其它类型的力区别开来，形成了摩擦力的确切定义。形式

逻辑指出，下定义要遵循三条基本原则：

第一，定义概念的外延和被定义概念的外延必须相等。例如，摩擦力的定义不能这样表述：“摩擦力是阻碍物体间相对运动的力。”因为，定义概念的外延太宽了，将超过被定义概念的外延。按这种说法，其它类型的力只要能起到阻碍物体间相对运动的作用，就都成为摩擦力了。

第二，定义不应当循环。在初中物理课本中，限于学生的知识水平，对“质量”的概念是这样定义的：“物体所含物质的多少叫做质量。”这种定义并没有把质量的概念正确地表述出来，它陷入了一种定义循环之中。什么叫“所含物质的多少”呢？岂不就是指质量的大小。恩格斯在《反杜林论》中批判这种循环定义时说：“如果规定生命就是有机体的新陈代谢，这就等于规定生命就是生命；因为有机体的新陈代谢，……，正是本身又需要用生命来解释、需要用有机体和非有机体的区别即生物和非生物的区别来解释的说法。所以这种解释并没有使我们前进一步。”

第三，定义必须清楚明白，不能用比喻，例如，某些书上对电压的概念是这样定义的：“正如水压是形成水流的原因一样，电压是形成电流的原因。”这里，借用比喻来定义电压的概念，并没把电压的概念清楚明白地表述出来，是不可取的。在教学中，教师常常用比喻的方法深入浅出地解释某些概念，学生也乐于接受这种易懂的比喻。但是，如果用比喻来代替科学的定义，就会造成概念的混乱。我们常常说对某一概念下一个严格的定义，也就是说要力求清楚准确，不能用比喻的方法来



## 表述概念。

在中学物理中给物理概念下定义，基于某种原因（如教材的层次、学生的知识水平、接收能力等），在某些概念的定义上（如前面指出的“质量”的概念），没有严格按照上述原则，我们绝不能以此来否定上述原则。而且在定义概念时，必须考虑通过定义将概念所反映的客观事物的物理基本特征揭示出来，以区别于其它概念，便于使新概念参与有关的讨论和计算。

不过，值得注意的是：概念的本质是事物所固有的，而概念的定义则是根据新旧概念的内在联系来反映新概念的本质。定义仅仅是反映本质，但不能以定义代替本质。例如，速度概念的本质是反映物体运动的快慢程度和运动方向，要解决速度的定义，还要定量地考查速度与位移和时间的关系。只有当我们明确了时间一定时，物体运动快慢程度与位移的大小成正比；位移的大小一定时，运动快慢程度和时间成反比，我们才能把两者结合起来，从已建立的位移和时间的概念出发，定义速度为位移与通过这段位移所需时间之比。在教学中，学生往往把变速运动的即时速度理解为单位时间内通过的路程，有的对即时速度的单位也用米/秒感到困惑不解，这些都是忽视了速度的本质，而以定义来代替本质所引起的。教师应反复强调速度的本质是反映物体运动的快慢程度，例如，即时速度 $v = 10$ 米/秒只不过说明该时刻物体运动的快慢程度与每秒通过10米的匀速直线运动的快慢程度相同罢了，并不表示物体在此后的一秒钟内一定会通过10米的路程。

物理概念都可用“定义”的方式，借助语言正确地表述出