



《中学物理教学参考》

物理规律教学

湖南教育出版社

中学物理教学参考

主 编： 阎 金 铎

物理规律教学

王 沛 清

湖南教育出版社

物理规律教学

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 湖南省益阳湘中印刷厂印刷

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

字数：90,000 印张：4.75 印数：1—2,000

统一书号：7284·558 定价：0.58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，编写了一套物理教学小丛书，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

第一章 物理规律的建立	(1)
第一节 物理规律包含的内 容	(1)
第二节 实验、观察与物理规 律	(3)
第三节 科学抽象与物理规 律	(10)
第四节 逻辑思维与物理规 律	(14)
第五节 数学方法与物理规 律	(28)
第六节 物理规律的局限性与近似 性	(33)
第七节 物理规律的表 述	(36)
第二章 怎样搞好物理规律教学	(43)
第一节 物理规律教学的重要 性	(43)
第二节 学生学好物理规律的标 准	(46)
第三节 怎样搞好物理规律教 学	(53)
第三章 重要物理规律教学建议	(87)
第一节 中学物理规 律	(87)
第二节 重要物理规律的教 学	(88)

第一章 物理规律的建立

第一节 物理规律包含的内容

物理规律反映了各类不同的物理现象的规律性，它包含物理定律、定理、原理和方程等方面的内容。

物理定律是对客观规律的一种表达形式，它是物理规律中最为重要的部分。在中学物理教学中提到的牛顿运动定律、机械能守恒定律、动量守恒定律、万有引力定律、阿基米德定律、气体实验定律、热力学第一定律、库仑定律、欧姆定律、楞次定律、法拉第电磁感应定律、光的反射定律与折射定律等等均属常用物理定律。总的来说，物理定律的建立和发展，基本上经历了这样的过程：在对客观世界多次观察和实验的基础上，进行归纳推理，提出假说；以假说为大前提，进行演绎推理，产生一些推论；再用实践检验这些推论。经实践检验后，原假说和推论中完全可靠的就成为定律，部分不合理而得到修正，或不够完满而得到补充的也成为定律，完全不合理的就被推翻了。上述过程可以由图 1—1 表示出来。

有的物理定律，是根据已经发现的物理定律，经演绎推理而得到的。例如，万有引力定律就是从牛顿第二定律和开普勒

行星运动三定律出发,经演绎推理而得到的。演绎推理的结果,必须接受实践检验,而正确的演绎推理,不仅可以解释已经发现的实验事实,还能找到尚未发现的物理规律。物理学中的很多定律,就是运用演绎推理的方法发现的。

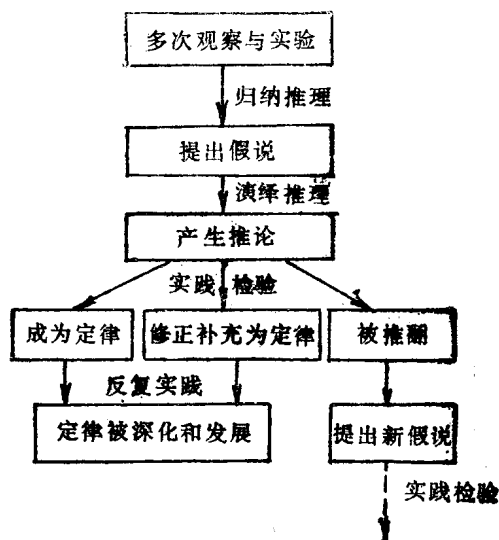


图1—1

物理定理是另一类重要的物理规律。物理定理表示物理量之间实际存在着的函数关系,它们是根据某些物理定律,或者某些物理理论,经过数学推导而得到的。物理定理的可靠性除取决于所根据的定律或理论之外,还取决于所依据的数学推导过程。

当然在有些情况下,物理定律和物理定理的界限并不明显。某些以实验为基础,概括实验数据所得的定律,也可以根据某些物理理论用数学工具推导出来,把这些定律看作定理也

未尝不可。例如，阿基米德定律和帕斯卡定律是根据实验数据概括得来的，但是它们又可以根据某些物理理论运用数学方法推导出来，所以也可以称之为阿基米德定理和帕斯卡定理。同样，有些定律也不全是由实验概括出来的，例如万有引力定律就是根据已知的物理定律运用数学工具推导出来的，但基于它们的重要性，仍然以定律相称。

这里应当指出，有些物理规律，特别是带有普遍性，可以作为其他规律的基础的一些规律，并没有给予定律或定理的名称，而以原理、方程、方程组来命名的。如运动方程，状态方程，麦克斯韦方程组，功的原理，叠加原理，光路可逆原理，功能原理，力的独立作用原理，相对性原理等。

第二节 实验、观察与物理规律

物理学是以实验为基础的科学，实验方法是物理学的最基本方法。关于实验方法的特点，马克思曾经指出：“物理学家是在自然过程表现得最确实、最少受干扰的地方考察自然过程的，或者，如有可能，是在保证过程以其纯粹形态进行的条件下从事实验的。”这就是说，人们根据研究的目的，利用科学仪器、设备，设法控制或模拟物理现象，排除次要因素，突出主要因素，在最有利的条件下去研究物理学的规律。物理学史上有不少著名的实验，如库仑扭秤实验、法拉第电磁感应实验、卢瑟福 α 粒子散射实验、查德威克发现中子的实验等都在

发现或检验物理规律上起过重要的作用。由此可见，实验对物理规律的发现、深化和检验有着决定性的意义，离开了物理实验，就没有物理学研究，也就不可能发现物理规律。

生产活动虽是人类广泛从事的实践活动，但迄今为止，几乎没有一条物理规律是从生产实践中直接得出的。这是因为要发现新的物理规律，深化已有的物理规律，必须创造一个让物理现象表现得更为精密、准确，并且最少受外界干扰的条件，进行专门的、尽可能纯粹的物理运动的研究活动，而生产实践是一个综合的过程，各种运动、各种因素交织在一起，很难提供完成这个任务的条件。

物理实验是人类的实践活动，但它有别于生产实践活动。进行物理实验不是为了生产物质产品，而是为了加深对物理运动规律的认识。在物理实验中，人们通过自身的感觉器官以及作为器官的延长和扩大的工具，不断地积累感性材料，再经过思维的加工建立物理规律。所以，物理实验并不是盲目的实践，而是有着非常明确的主攻方向，或者是为了认识某一物理规律，或者是为了认识某一物理现象，或者是为了认识某一物理过程。物理实验不仅能搜集和整理各种感性材料，而且还同物理规律有着密切的联系。物理规律是在物理实验中被发现、检验和深化的。随着科学技术的发展，常常出现一些新的实验事实，在用旧的规律解释遇到困难时，往往就导致新的物理规律的发现。例如由牛顿的光的微粒说和惠更斯的波动说，到爱因斯坦的光子说及现代的电磁理论和量子理论；由理想气体状态方程到真实气体状态方程等，其中新的物理规律就是沿着这

一途径而被发现的。所以检验物理规律正确与否的实验又是发现新的物理规律的源泉。

物理实验的对象包括天然的物理运动和模拟的物理运动。因此，物理实验就包括天然物理运动实验和模拟物理运动实验两方面的内容。这两方面的物理实验对发现、检验和深化物理规律都具有重要的意义。

利用天然物理现象进行实验研究，是物理实验中最基本的、历史最悠久的一种方式。客观物质世界永恒的变化和发展为人类认识物理规律提供了丰富的素材，人们就有可能通过对这些客观物质运动的研究，逐步认识物理运动的规律。整个大自然都是人们进行物理实验研究的天然实验室，经典力学的基本规律就是在这个天然实验室里进行各种实验研究而被发现的。丹麦科学家第谷花了二十多年时间，对行星运动作了仔细的观察，积累了大量的资料；在这个基础上，德国科学家开普勒总结出行星绕太阳运动的三条定律；牛顿在伽利略、开普勒等人的研究成果和对行星运动实验观察的基础上，以天然的行星运动现象作模型，才总结得出了牛顿运动三定律和万有引力定律。

在物理学发展的初期，人们接触的物理现象大都是天然的，加上当时生产水平比较低，不容易人为地产生所要研究的物理现象，所以天然物理现象必然作为物理实验研究的主体。然而，在生产水平发展比较高的现代，天然物理现象的实验研究仍然有着不可忽视的作用，有时甚至是十分必要的。例如正电子、 μ 介子、 π 介子、 K 介子、 Λ 超子、 Σ 超子等许多基本粒子是在

对宇宙线的长期观察实验过程中发现的；爱因斯坦的广义相对论在天文观测中得到了验证（如水星近日点运动、光线在引力场中的弯曲、光谱线在引力场中的红移等），而且爱因斯坦所预言的引力波的实验研究，至今仍然只有依赖于天然的物理现象来验证。因为依靠地球上的物体做实验，引力波效应太微弱，引力波源只能在宇宙空间这个庞大的天然实验中去寻找（如以两颗转动着的致密的星体所构成的双星体系作为实验研究对象）。不依赖天然物理现象，就很难进行引力波的实验研究。

由此可见，天然物理现象的实验研究，不仅在过去和现在，即使在将来，仍是发现物理规律的基本而重要的物理实验。当然，天然物理现象的实验研究也有其局限性：在这类实验研究中，人们虽然可以发挥自己的主观能动性，但总的来说，还是处在一种被动的地位。不能人为地控制所要观察的现象发生和发展的条件，不能稳定地重复，也不能排除次要因素。任何天然因素的偶然变化，都可能使实验发生障碍，或者不能进行。因此，实验的计划和过程没有确实的保证，有些实验的效率非常低，实验时间无法掌握。所以，人们在研究物理运动规律时，还必须进行模拟物理现象的实验研究，以弥补天然物理现象实验研究的不足。

在发现、检验和深化物理规律上，模拟物理现象的实验比天然物理现象的实验要优越得多。首先，模拟物理现象实验的对象是人为的，或人工控制的，它可以根据人们研究的需要，突出重点，抓住关键，排除干扰，使研究的问题更加集中，更加典型。这就有利于人们准确地认识和把握所研究的物理现

象，进而发现其中的规律。例如，为了证实轻重不同的物体从同一高度自由下落时同时着地这一规律，可以做一个模拟物理现象实验：

让鸡毛和铁块同时从一个很长的、抽成高度真空的玻璃管的顶端自由下落，就能很明显地看到轻重不同的鸡毛和铁块同时到达底端。这是由于在这个模拟物理现象的实验中，排除了空气阻力的干扰，使自由落体这一物理现象的规律充分地表现出来了。

模拟物理现象实验研究的存在和发展是物理学研究的客观需要。随着物理学的发展，人们在理论和实践的基础上提出了越来越多的新课题，开辟了越来越多的新领域。借助模拟物理现象实验来发现、检验和深化物理规律，就显得极为重要了。

无论是天然物理现象实验，或是模拟物理现象实验，观察都是实验中的一个非常重要的方面（有时把天然物理现象实验不列作实验，而直接看作是观察）。观察贯穿实验过程的始终，它既是搜集材料、发现问题的重要环节，又是从物理事实到发现物理规律的桥梁。伽利略细心观察了比萨教堂的吊灯摆动，发现了单摆振动定律；奥斯特通过细心的观察发现了电流的磁效应；著名的科学家法拉第，不管是自己做实验，或是看别人做的实验，都十分注意观察实验中的每一个细节。正是由于他敏锐细致地观察实验现象，使得他在电磁学中发现了许多重要的物理规律。在物理实验中，观察所把握到的实验事实，是人们进行抽象、概括得出规律的素材，实验事实正是通过观察这个桥梁同物理规律联系起来的。

在物理学发展的初期，观察直接依赖于人的感觉器官。开普勒依赖眼睛对行星运动的直接观察总结出行星绕太阳运动的三定律。人们对电现象的研究，最初也是依赖于眼睛和耳朵来观察火花放电引起的光现象和声现象。随着对物理运动研究的深入发展，物理现象和物理过程更加复杂，它既深入到微观领域，又扩展到宇宙空间，在这种情况下，依靠感觉器官直接观察物理实验，已不能胜任研究物理现象的需要了。于是，人们一方面设法使某些物理现象和过程以更加具体的形式显示出来（例如，1911年英国科学家威尔逊发明云雾室，就能将 α 、 β 等带电粒子的运动轨迹显示和记录下来）；另一方面设法改进和研制先进的、能直接进行观察的仪器设备。例如，新发明的电子显微镜和射电望远镜比原来的光学显微镜和光学望远镜优越得多，电子显微镜可以看到某些分子，射电望远镜可以看到遥远天体上发生的物理变化。这些先进的用于观察的仪器设备，都可以看作是人的感觉器官的延伸和扩展。

观察手段的提高，不仅扩大了人的感知范围，而且使人从观察中得到的感性认识更加客观、更加精确，从而取得精细和定量的结果。这对发现、检验和深化物理规律，都有着重要的作用。

基于观察在发现、检验和深化物理规律上的重要作用，我们在物理规律教学中，一定要着力于培养学生的观察能力，使学生成为乐于观察和善于观察的有心人。在教学中应当做到：

第一，使学生懂得围绕一定的目的进行观察。一般说来，学生对新鲜事物有着强烈的好奇心，十分乐于观察实验现象。

但是，他们的“观察”往往是有“观”而无“察”，带有很大的盲目性。因此，在观察之前，要引导学生弄清为什么观察？观察些什么？怎样观察？使他们的“无意注意”变为“有意注意”，以增强观察的目的性。

第二，教给学生科学的观察方法。在教学中，应当教会学生两种常用的观察方法：①对比观察法。这是一种判明对实验现象或过程起支配作用的因素的有效方法。例如，为了判明发生电磁感应现象的基本规律，可以将串有电流表的闭合回路置于各种不同的变化磁场中进行对比观察，从而归纳出电磁感应现象的基本规律。②分步观察法。当一个现象是由多种因素决定的时候，为了弄清各因素的作用性质和规律，常采取依次突出单个因素的作用，而使其它因素相对固定的方法进行分步观察。例如，在验证欧姆定律的演示实验中，要引导学生分步观察：对于同一段导体，通过的电流强度随两端所加的电压而变化，这种变化是成正比的关系，比例系数为一个固定的数值；对于不同的另一段导体，电流强度与电压成正比的关系依然存在，但比例系数为另一个不同的数值，从而发现欧姆定律的规律。

第三，指导学生细致、准确地进行观察，培养学生边观察、边思考的良好习惯。细致而准确地观察是正确认识物理规律的基础。观察只有与思考相结合，才能透过现象发现规律。为了培养学生良好的观察习惯，应当结合物理规律教学中出现的各种实例，使学生懂得：不进行细致的观察，或者观察时不动脑思考，就不可能正确认识物理规律。

第三节 科学抽象与物理规律

通过观察和实验取得的感性材料，如果不进行理性加工，就不可能抽象出物理本质，产生认识上的质的飞跃，也就不可能形成理论体系。因此，物理规律是人脑对通过观察和实验所取得的感性材料进行“科学抽象”的产物。列宁说过：“那一切科学的（正确的、郑重的、不是荒唐的）抽象，都是更深刻、更正确、更完全地反映着自然。”一般地说，重要的物理规律的发现都是在观察实验的基础上，运用科学抽象的方法形成基本概念、建立理想模型、设计抽象实验（又叫理想实验），而后才有可能提出科学的假说，进而发展为科学理论的。

在物理学的科学抽象中，建立合理的物理模型、设计理想实验对于发现物理规律具有重要的作用。

所谓理想模型就是为了便于对实际的物理问题进行研究而建立的高度抽象的理想客体。力学中的质点、刚体、单摆，分子物理学中的理想气体，电学中的点电荷，原子物理学中原子的核式结构模型等等，都是理想模型。

实际的物理过程往往包含有许多的矛盾，具有多方面的特性。但是，在一定的条件下，必有一种是主要矛盾或主要特性，这就要求我们根据所要研究的问题的特定条件，找出其主要矛盾或主要特性，忽略次要的东西来加以研究，这就是建立合理的物理模型的依据。例如，对于大炮发射炮弹的过程，如果只研究炮弹运动轨迹的特点，我们可以不考虑炮弹本身的转

动性，而把炮弹看作没有形状和大小，只有一定质量的点来处理；如果要使炮弹获得最有利于前进的转动性能，要在炮膛内刻上来复线，这时就不能把炮弹看作质点，而应把它当作刚体处理；如果要研究炮弹如何击穿钢板，就不能把炮弹简单地看作刚体，还必须考虑炮弹的弹性和塑性。由此可见，理想模型决不是人们头脑里的一种主观臆造，而是对物理运动在特定的范围和条件下，哪些因素起决定作用，哪些因素无关紧要这一客观实际的正确认识和运用。

在观察和实验的基础上，建立合理的理想模型，是发现物理规律的一条重要的途径。例如，对于常见的许多气体，如氢、氧、氮、氦以及空气等，在通常情况下，忽略分子的大小和分子之间的相互作用力，并不会给所研究的问题带来多大的影响，于是我们就把在通常情况下的这些气体看作为一种理想气体的模型。选用在通常状态下的空气作为理想气体，采用“控制条件”的实验方法，就得到在不同条件下理想气体的三个实验定律，即气体等温变化的玻意耳-马略特定律、气体等压变化的盖·吕萨克定律和气体等容变化的查理定律，进而得出理想气体的状态方程。

必须看到，理想模型不是任意的自由创造，在物理规律的探索中也不能随心所欲地对各种因素进行取舍。建立理想化的物理模型需要以观察、实验作为基础，需要有对物理现象和过程的正确理解，需要有正确的分析方法，还需要有丰富的科学想象能力。在运用理想模型的时候，首先必须认真分析现象的特点，分清哪些是不能忽略的主要因素，哪些是可以忽略的次