

北京师范大学物理系《中学物理教学研究》编委会



第5集

# 中学

ZHONG XUE

# 物理

WU LI

# 教学

JIAO XUE

# 研究

YAN JIU

原子能出版社

wlx

3

016

# 中学物理教学研究

(第5集)

原子能出版社

**中学物理教学研究**

(第5集)

责任编辑：崔朝暉

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

八九九二〇部队印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

☆

开本  $787 \times 1092 \frac{1}{32}$  · 印张 13 · 字数 288 千字

1985年5月第一版·1985年5月第一次印刷

印数1—8500 统一书号：15175·563

定价：1.85元

# 目 录

## 教学规律和教法研究

### 物理教学中知识和方法的结合

- 培养学生能力的探讨……………林桐璋 1
- 讲练结合是提高物理课堂教学效率的有效  
途径……………徐旭昭13
- 巩固双基教学效果，培养学生能力……………方 模21
- 初二物理教学中需要研究的几个问题……………蔡心田35
- 右手螺旋合成磁场法……………唐荣山43

## 专 题 讨 论

- 对弹力和静摩擦力的分析……………金路德47
- 斜面上物体所受摩擦力浅析……………李鸿达53
- 杆件的称量问题……………陈来义62
- 静止流体内部压强的微观实质……………李 忠68
- 几个静电问题的讨论……………王开达78
- 漏摆振动周期的讨论……………杨雄生85
- 中学物理中的电场与电路……………罗仁高95
- 关于平行透明板和三棱镜成象的计算……………黄志英108
- 固体能带论浅谈……………秦大成114
- 物理图象功用浅谈……………李春生124
- 证明完全非弹性碰撞动能损失最大……………屈宝珊137

## 物 理 实 验

- 用保温杯代替量热器测物质比热 .....常德成141  
介绍几个静电实验 .....李允义146  
自制灵敏温度计及其在教学中的应用 .....陈允辰152  
用伏特表与安培表测量电源电动势和  
    分析内电阻引起的误差 .....张其昌161  
关于浮环实验的探讨 .....陈 枫168

## 教材分析和教师进修

- 摩擦力能使物体振动 .....李耀武179  
中学物理中含源电路的能量问题 .....李宝臣182  
谈谈初二物理中的反例教学 .....南 冲190  
课堂演示实验的基本要求 .....续佩君195  
指导学生正确运用数学知识 .....吴求知207

## 大学生毕业论文

- 初中物理“物态变化”一章中若干问题的分析 ...乔 虹214

## 物 理 学 史

- 人类对光和本性的认识 .....张锡鑫226  
菲涅耳 .....申先甲244  
惠更斯 .....李艳平250

## 来 稿 摘 登

- 把培养能力变为学生的自觉行为 .....曹锡江256

用“伏安法”测电阻实验的误差分析 .....	禹登华258
对课本中一道有关电桥习题的浅见 .....	施汉泉 计学贞261
坐标轴方向的选定 .....	葛志英264

## 其 他

物理定律中的对称性 .....	甄长荫 摘译269
物理思考题解（力学） .....	张锦芳287
发光强度单位——坎德拉的新定义 .....	安邦勋297
关于中学物理教学方面的文章	
目录索引（一） .....	贾保成299

# 物理教学中知识和方法的结合 ——培养学生能力的探讨

福州第一中学 林桐璋

为了适应“知识爆炸”时代和四化建设的需要，中学物理教学应该在科学地传授知识的同时，有计划地培养和发展学生的观察能力、实验能力、思维能力、运用数学解决物理问题的能力、自学能力以及科学的思维方法，并将物理学方法的训练和能力的培养于知识传授之中，有目的地引导他们在探索知识、获取知识和运用知识的过程中进行各种能力的综合训练，使学生学会独立获取知识和探索规律的方法，逐步提高分析、处理、解决物理问题的本领。近年来，我们在教学中自觉地以辩证唯物主义认识论为理论基础，以自然科学方法论为指导，以实验为基础，注意在传授知识、训练技能的过程中，有目的地进行物理学研究方法的教学，发展学生的科学思维，有计划地让学生逐步掌握探索物理规律的基本方法，引导他们把学习过程变成“模拟的科研过程”，使其在获得知识、技能的同时，具有探索新知识的本领，从而促使知识转化为能力。这样，能力的培养就不可分割地跟基础知识的传授和基本技能的训练以及物理学方法的掌握有机结合起来，并形成一個有着内在联系的、符合物理学科特点的全面训练的过程。我们认为，能力的培养既不是外加的，也不是自然形成的，学生的各种能力是在逐步学会并运用物

理学方法来探索知识、获取知识、运用知识的学习过程中不断发展的。就中学物理内容而言，实验方法、科学抽象和数学方法是三种常用的物理学基本方法，而三者又是密切联系、互相渗透的。在物理教学中，我们把这三者有机地结合起来，着重从以下几个方面来加强物理学方法的教学。

## 一、有计划、有目的地训练学生 学会物理研究的实验方法

### 1. 训练学生学会“控制条件”来探索物理规律的实验方法

实验实际上是在控制条件下进行的观察。自然现象一般总是诸条件下的表现，如果按一个条件的变化进行研究时，其它条件都得保持不变。只有这样，才能观察到条件与结果的相互关系。物理实验就可以在保持其它条件不变的情况下，控制一个条件来考察这个条件变化时所产生的结果。中学能做的探索性实验，涉及的参量都不会很多，实验时一般是依次改变其中之一来考察它的影响，在此基础上再通过综合、概括，总结出反映各参量关系的规律。这是学习、研究物理问题普遍采用的科学方法。例如，气体状态涉及到压强、体积和温度三个参量，为了得到气体状态变化时这三个参量之间的关系，就要采用“控制条件”的实验方法，分别先保持一个量不变，研究其它两个量之间的关系，得到在不同条件下气体状态变化的三个定律，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；然后进行综合，运用数学方法总结出三



个量之间的变化规律,推导出理想气体的状态方程。物理学中很多重要规律,如电阻定律、欧姆定律、焦耳定律和牛顿第二运动定律等等都是采用这种研究方法进行归纳而得出的。我们有意识地进行有关实验方法的教学,这样学生不仅能深刻理解物理规律是怎样在实验和推理的基础上建立起来的,而且从中学习了“控制条件”来探索物理规律的科学方法,培养、提高学生利用实验来解决物理问题的能力,也发展了他们的逻辑思维能力。

## 2. 引导学生在实验的基础上学会利用表格和图线的方法导出物理规律

中学阶段对实验数据进行处理、分析,获得结论的方法有两种:一种是“表格法”,就是把数据填入事先设计好的实验记录表格中,经过计算和分析、概括,找出它们间的变化关系,从而得出物理规律。另一种是“图线法”(也称“图解法”)就是把实验中测得的一系列数据之间的关系或变化情况,用图线直观地表示出来,再以图线和数据作进一步的分析处理,找出有关物理量之间的相互制约关系,从而得到物理规律。在中学阶段应该有计划地培养和训练学生同时掌握这两种方法。特别应该指出,图线法是物理实验研究中常用的重要方法。例如高中课本中“验证牛顿第二定律”的学生实验,就采用了图线法。这个实验也是采用“控制条件”的实验方法。先研究在质量一定的情况下,加速度和力二者之间存在着什么关系;再研究在相同的力作用下,加速度和质量二者之间存在着什么关系;然后再进行综合,运用逻辑推理和数学方法,总结出力、质量和加速度之间的变化规律,推导出牛顿第二运动定律的表达式  $F=ma$ 。由于图线

法画直线比画曲线要方便得多，所以一般常常是把曲线型的图线改为直线型图线。这可以用变化函数的办法把曲线改直。在这个实验中，当作用力恒定时，研究加速度  $a$  和质量  $m$  的关系，如果直接以  $m$  和  $a$  分别表示横轴和纵轴，从实验的数据中作出  $a-m$  图线显然是一条曲线，但要直观地判定这条曲线为双曲线就不太容易了，因为加速度  $a$  和质量  $m$  间是否为反比关系就一时难于确定。如果以  $a$  为纵轴，以  $\frac{1}{m}$  为横轴，就能直接从所描绘的  $a-\frac{1}{m}$  图线是否为一通过坐标原点的斜线来判定  $a$  和  $\frac{1}{m}$  是否成正比关系，从而说明加速度  $a$  和质量  $m$  是否成反比的关系。

统编教材中还有“萘的熔解和凝固”、“验证光的折射定律”、“研究电源的输出功率”等实验都采用了图线法。图线具有形象、直观、动态过程清楚的特点，它既能正确地反映出观察和测量的结果，又能形象地表示出物理量间的函数关系，便于找到它们之间的定量公式，而且可以不经过计算迅速查得两个量的对应值。从图线寻找规律可以免去解方程等复杂过程，因而比较简便。这里应该指出，由于实验时偶然误差的存在，按数据点作图时，无论图线是直线还是曲线，一般地说，不可能满足所有的数据点都在图线上。正确的描图方法必须是依照多数数据点描出平滑的图线（不能为了照顾到每一个数据点而把图线描成折线），不在图线上的各数据点应尽可能匀称地分布在图线两侧，让正负偏差能够抵消，就是使偏差的算术平均值为零。这样做就相当于求多次

测量的平均值，因而从图线上求出的量最接近于真值。有时有个别数据点远远偏离所画出的平滑曲线，这表明这个数据点的偏离已不属误差，而是差错或失误，插图时应放弃这个数据点。所以图线对测量数据能起修正作用，提高了测量的精确度。画出图线后，还可以用内插法和外推法来研究一些没有经过实验测量的各个对应值，因此，有时从图线还能预想出未测领域的发展趋势。

这里顺便指出：用图线法处理实验数据，和做练习题一样，也是一种深化知识的好办法，它能把实验能力、思维能力和运用数学工具的能力有机地结合起来，使学生的能力得到较为全面的发展，有利于学生掌握物理概念和规律。因此，中学物理教学应该有计划地让学生学会这种方法，并注意培养学生用图线表示物理规律和认识物理规律的能力。

## 二、训练学生学会科学抽象的方法来形成概念或导出规律

科学抽象是物理学研究的重要方法。物理学中的概念和规律绝大多数都是在观察现象、实验事实的基础上进行科学抽象的成果，在科学抽象过程中要根据知识本身的特点，采取不同的思维形式和思维方法。中学物理中最常用的方法主要有如下几种：

### 1. 运用归纳推理分析概括一类事物共同的本质特征，形成概念论证定律

归纳推理是从个别（特殊）到一般的推理过程，这就是以观察或实验事实作基础，从一系列单一事物的特性中抽象

概括出一般性的结论和原理的一种思维方法。物理教学中，通常是对个别事物或现象进行研究，从而得到该类事物的一般规律。在这过程中，归纳推理具有重要意义。例如，讲“浮力”这一概念时，就是从“放在水里的木块，总是浮在水面上”，“钢铁制的轮船，能够浮在水面”等学生生活经验中的事例出发，找出共性，归纳概括出“物体在液体里都会受到一个向上托它的力，这种力叫做浮力”。它从具体的木块、轮船概括到所有物体，从在水里受到浮力推广到在液体里受到浮力。在验证阿基米德定律时，我们总是拿水做实验，没有必要对各种液体都进行了浮力实验之后，才得出关于液体的浮力的一般规律。然而，从用水来进行实验，就直接得到关于液体的浮力的一般规律，这样轻率概括在逻辑上是不允许的。关于这一点往往会被忽视。这就要求教师在进行了关于水的浮力实验之后，进一步对浮力产生的本质——物体受到水的向上和向下这两个压力差作分析。这样，把有关水的浮力的实验结论，逻辑地推广到一般液体就有了理论根据。这便是通常所说的“解剖麻雀”的科学方法。

又如，研究金属电阻率跟温度的关系时，一般都是用铁丝或铜丝作实验，结论却是“金属的电阻率是随着温度的升高而增大”。在进行了铁丝或铜丝的实验之后，还需要从自由电子导电的机理上加以阐明，才能逻辑地得出一般的结论。不过，在中学物理教学中，由于受到基础知识的限制，有时不可能从本质上作深入一步的阐明，往往采用“换用其它金属来做这个实验，也可以得到同样的结果”一类说法。在教学过程中，教师不仅要重视这些“过渡性”的分析和叙述，还要培养学生逐步学会如何从个别事物的实验获得一般

结论的归纳推理方法。

## 2. 引导学生学会用比的方法建立新的物理量来表达物质的某些属性

讲电阻、电场强度、速度、加速度等概念时，就是引导学生用一些物理量的“比值”的思维方法来表达（定义）新抽象出来的物理量。例如“导体的电阻”这一概念，就是在实验的基础上，通过实验结果表明，对同一金属导体来说，它两端的电压 $V$ 跟通过它的电流 $I$ 的比值是不变的量；但对不同金属导体来说，比值 $\frac{V}{I}$ 是不同的。可见比值 $\frac{V}{I}$ 反映了导体本身的一种属性。在相同的电压下， $\frac{V}{I}$ 的值越大，电流越小，说明这个比值反映的是导体对电流的阻碍作用，故叫做电阻。如果用 $R$ 代表导体的电阻，那么 $R = \frac{V}{I} = \frac{V'}{I'}$ 。它的大小跟导体两端的电压和通过的电流无关，而是由它本身的物理条件所决定。这样的过程体现了既扎扎实实地进行了基础知识的教学，又使学生经历了一次认识概念的过程，学生就能深刻理解电阻这一概念是怎样在实验的基础上被抽象概括出来的。从而领会了概念的形成过程及其思维方法。

应该指出：学生对物理概念的掌握是一个个学习的，而教师不能一个个孤立的教，要引导学生认识某些概念的一般思维方法。在一些物理量的概念中，例如电场强度、电势、电容、磁感应强度和平均速度、加速度、角速度以及折射率、倔强系数、摩擦系数等概念，虽然它们的具体内涵不同，但它们定义的思维方法是相同的，都是通过实验（或理

想实验) 在学生观察现象的基础上, 借助科学的抽象, 采用“比值”的思维方法来形成概念的。“比值”体现了事物的某种属性。以上所述, 学生掌握了电阻这个概念的来龙去脉和特点, 对于学习其它概念就能触类旁通、举一反三, 促进知识的迁移。教师进行教学时可以采用“类比法”, 注意在处理方法上比同, 在概念的意义上比异。

### **3. 采用理想化的方法来处理复杂的实际的物理问题, 建立理想化的物理模型, 设计理想实验**

实际的物理现象和物理过程一般都是比较复杂的, 无论是探索和揭示复杂的实际的物理现象和物理过程的本质规律性, 还是解决处理复杂的实际的物理问题, 都需要建立简单的理想过程。这个方法的实质就是把复杂的实际问题化成理想的简单问题来研究和处理。这个方法, 一方面要求学生要有一定的科学想象能力, 同时反过来也有助于发展学生的科学想象能力。科学想象能力是更为复杂的思维形式, 是科学研究的重要方法。

理想化的方法是科学抽象的一种形式。在中学物理中可以使学生认识的理想化方法, 主要有两种: 一种是把物体本身理想化或者把物体所处的条件或过程理想化; 另一种是理想实验。这些理想化方法在物理教学中经常用到, 是研究物理问题的重要方法。

所谓理想化物理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。在研究复杂的物理问题时, 需要摒弃无关因素, 暂时抛开次要因素, 集中精力就主要因素进行研究, 经过抽象、概括出理想化的物理模型。例如, 力学中的质点、刚体、理想化的绳索、弹簧振子、单

摆、理想流体，分子物理学中的理想气体，电学中的点电荷等等，都是把物体本身理想化。建立模型化的概念，也就是抓住物体在所讨论的现象中起主要作用的性质，暂时舍去起次要作用的性质。无摩擦表面、绝热的容器等是把物体所处的条件理想化，也就是抓住起主要作用的条件，暂时舍去起次要作用的条件。等温过程、绝热过程等就是一种理想化过程。引入理想化物理模型来代替实际研究的对象的理想化方法的好处：第一，可以使许多复杂问题的处理大为简化，便于发挥逻辑思维的作用，而又不会发生大的偏差；第二，对理想化的事物进行研究的结果，加以适当修正，即可用于实际事物。因而这是研究物理问题时常采用的基本方法，也是发展学生科学想象能力的重要途径。

在物理教学中，培养学生建立理想化物理模型的能力，最主要的是要培养他们对复杂的物理问题进行具体分析，区别主要因素与次要因素，准确地把握物理过程，进行合理简化的能力。还应该让学生认识到：中学物理中的定律、法则、原理大多数都是在一定的理想化模型下推导出来的。它们的使用条件、适用范围，都是很严格的，只在（或者非常接近）这些条件下才适用。

在物理教学中，理想化的方法还表现为设计理想实验。理想实验是以真实的科学实验为基础，以科学事实作根据，对实际的物理过程进行深入的分析，运用逻辑推理和理论分析的方法，突出主要因素，排除次要因素，进而在思想中塑造理想过程，用以揭示物理世界的内在联系。理想实验是一种逻辑推理的思维过程，也是理论研究的重要方法，它可以使研究过程达到完全简化或纯化的境地。因而具有较大的概

括性和预见性。伽里略理想实验就是一个典型的例子，他从小球沿斜面滚下的真实实验出发，设计了小球沿无摩擦平面运动的理想实验，发现了惯性定律。理想实验是科学思维和实验结合所产生的巨大成果。伽里略从物体受有力想象到它没有受力的情况，这是思维的飞跃，他把事实和思维结合起来，这正是他的工作卓越之处。

理想实验在中学物理教学中也常常用到。例如，研究电场强度时，设想在电场中放置不会引起电场改变的点电荷，考查它在各点的 $F/q$ 的值；讲电势时考查点电荷在各点的 $e/q$ 的值，都是理想实验。在进一步学习时，许多物理概念都是利用这类理想实验建立的，所以应该让学生熟悉这种方法。

### 三、训练学生学会应用理论分析与演绎论证来研究物理问题的科学方法

#### 1. 引导学生学会从已知去探求未知的演绎与论证的方法

学生学习了重要的概念、定律和理论之后，就要发挥理论在进一步学习中的指导作用，运用演绎推理和数学方法正确地进行有关问题的分析、推理、论证，推导出新概念或新规律。当然，通过演绎推理和数学推导得到的结论能否成立，还需要通过实验加以检验。例如闭合电路的欧姆定律就是应用这种方法推导出来的。教师应该引导学生运用已掌握的知识去探索新知识，认识新事物。先运用能量守恒定律和



焦耳定律，通过演绎推理的论证方法，得出  $eIt = I^2Rt + I^2rt$  这一关系式；然后再经过数学推导，得出闭合电路的欧姆定

律的公式  $I = \frac{e}{R+r}$ 。推导公式的过程中，运用了演绎法，就是从能量守恒定律这个一般原理出发，推导出闭合电路的欧姆定律这个特殊结论，所以闭合电路的欧姆定律可视为能量守恒定律的具体表现。整个推导过程既培养了学生演绎推理能力，也提高了运用数学解决物理问题的能力。我们在导

出公式  $I = \frac{e}{R+r}$ ，再经过数学变换得出  $e = IR + Ir = V + U'$  这一关系式后，还通过演示实验来验证这一关系式的正确性。这样不但训练了学生学会理论分析的科学方法，又通过实验验证了理论分析的正确性。

演绎推理是从一般到个别（特殊）的推理过程，即从一般的原理、定律出发，推导出新的结论的一种思维方法。它是获得新知识、认识新事物的一种重要方法。让学生学会运用演绎推理，可以使他们在遇到新问题时具有思考和解决问题的途径和方法；显然也是发展学生逻辑思维能力的重要途径。在高中物理教学中应该有目的地适当选用演绎推理来建立新概念或导出新规律，并培养他们演绎推理的能力。例如，感生电动势等公式以及自感现象和涡流等课题都应该采用演绎推理的教学方法。

## 2. 有计划地通过实验活动把理论分析和实验方法结合起来进行物理学研究方法的训练

为了让学生初步掌握应用理论分析来研究物理问题这一科学方法，我们针对教材内容的特点，有计划、有目的地在