

# 中学物理实验

江西教育学院物理科編著

江西教育出版社

# 中学物理实验

江西教育学院物理科編著

江西教育出版社

一九六五年·南昌

## 前 言

毛主席教导我們：“階級斗争、生产斗争和科学实验，是建設社会主义强大国家的三項伟大革命运动”<sup>①</sup>。他又說：“人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、階級斗争和科学实验这三項实践中来。”<sup>②</sup>

中学物理学中的实验，正是学生学习从事科学实验的一个起点，也是学生获得有关物理世界的正确思想的一个源泉。为了提高中学物理实验教学的质量，我們在組織高中物理教师进修时，曾將“中学物理实验研究”列为一門課程。这本书就是根据当时的教学需要編写出来的。这次出版，又根据两年来的教学实践，作了一些补充和修改。

根据中学物理教学的实际需要，在編写时考虑了以下几个原則：

(1) 对于中学物理实验的一般规律和要求，尽可能作些綜合概括，以便讀者能举一反三。

(2) 对于实验的具体項目，主要是根据《全日制中学物理教学大綱(草案)》(人民教育出版社1963年第一版)和现行高中物理課本的内容来决定，不求全面，而只选其中通常感到不大好做的实验进行研究。有些实验虽然很重要，但做起来并不大困难，就沒有列入(如阿基米德定律、部分电路的欧姆定律等实验)。有些仪器虽然应用很广，但有关仪器說明书已写得比較清楚，也沒有列入(如万用变压器、光具盘等)。

① 轉引自《关于赫魯曉夫的假共产主义及其在世界上的教訓》。《紅旗》1964年，第13期。

② 《人的正确思想是从那里来的?》。《毛泽东著作选讀》(乙种本)，人民出版社1964年版，第249頁。

(3) 对于每一个实验所用的仪器和元件，尽可能选用目前城乡学校都比较容易得到的材料。

(4) 对于较难做的实验，尽可能介绍几种方法，以便读者能根据实际条件加以选择，也可从几种方法中比较而找出新的方法。

这本书是由姜溥仁同志编写的。熊亚特同志参与了原稿的讨论修改和实验的研究制作工作。物理科的其他同志也从各方面给予了协助。

在编写过程中，学院党委给了我们亲切的关怀和热情的鼓励，使我们明确了方向，增强了信心。南昌三中的物理教师看过了原稿，并提出了一些有益的意见。我们表示感谢。

由于编者的水平所限，缺点和错误一定是不不少的。特别是教学改革正在不断深入发展，许多新的精神我们领会还不够；许多旧的东西我们破得也不彻底。因此，我们衷心地期待着大家的帮助和批评。

江西教育学院物理科

一九六五年三月

# 目 录

## 緒 論

一 中学物理实验的意义 .....	1
二 中学物理实验的内容、形式和基本要求 .....	3
三 中学物理实验室的设备和管理的 .....	6
四 中学物理实验中的安全措施 .....	9

## 第一章 中学物理实验的基本测量

一 关于测量的预备知识 .....	15
(一) 准确度 .....	15
(二) 有效数字 .....	16
(三) 误差 .....	18
(四) 测量的一般步骤 .....	23
二 长度的测量 .....	25
(一) 米尺 .....	25
(二) 游标尺 .....	25
(三) 螺旋测微器 .....	27
三 质量的测量 .....	29
(一) 物理天平 .....	29
(二) 托盘天平 .....	32
四 时间的测量 .....	32
(一) 停表和停钟 .....	32
(二) 节拍器 .....	33

五	溫度的測量	34
六	大气压的測量	36
	(一) 水銀气压計	36
	(二) 金属气压計	39
七	基本电学量的測量	40
	(一) 测电仪器的一般特性	40
	(二) 电流强度的測量	49
	(三) 电压的測量	50
	(四) 电阻的測量	52
	(五) 电測量的基本操作規則	55

## 第二章 中学物理演示实验

一	演示实验的基本要求	56
二	力学演示实验	65
	(一) 力学演示实验的一般問題	65
	(二) 对部分力学演示实验的建議	68
三	分子物理学和热学演示实验	81
	(一) 分子物理学和热学演示实验的一般問題	81
	(二) 对部分分子物理学和热学演示实验的建議	82
四	电学演示实验	91
	(一) 电学演示实验的一般問題	91
	(二) 对部分电学演示实验的建議	96
五	光学演示实验	127
	(一) 光学演示实验的一般問題	127
	(二) 对部分光学演示实验的建議	128
六	原子物理演示实验	143
	(一) 原子物理演示实验的一般問題	143
	(二) 对部分原子物理演示实验的建議	144

### 第三章 中学物理学生实验

一	学生实验的基本要求	150
二	学生实验课的教学过程	152
三	对高中学生实验的建议	156
	(一) 高一学生实验	156
	(二) 高二学生实验	159
	(三) 高三学生实验	163

“只有人們的社會實踐，才是人們  
對於外界認識的真理性的標準。”<sup>①</sup>

——毛澤東

## 緒 論

### 一 中學物理實驗的意義

物理學是一門自然科學，它是人們生產鬥爭知識的結晶。生產實踐是物理知識的認識的源泉和檢驗的標準。但是，物理學並不是由生產實踐自發地產生的。從生產實踐得到的感性知識要上升為科學的理論，必須經過認識上的質的飛躍。這就是說，“必須經過思考作用，將豐富的感覺材料加以去粗取精、去偽存真、由此及彼、由表及里的改造製作工夫，造成概念和理論的系統”<sup>②</sup>。物理學在實現這種認識上的質的飛躍時，要經過實驗、抽象、假設等一系列的過程，其中實驗是一個重要的基礎。這是因為，通過實驗，人們可以按照研究的需要，運用各種實驗工具，把生產過程或觀察自然的過程中所發現的錯綜複雜的現象，加以集中、控制和簡化，突出影響現象的最主要的因素，撇開影響現象的次要的和偶然的因素，有計劃地反復地進行觀察、研究，使事物的本質的聯繫能得到更深刻的揭露。這樣一方面可以為理論概括準備更加豐富的材料，另一方面，也可以進一步檢驗或充實已有的理論結果。從物理學的發展歷史也可以看出，在17世紀以前，

①、② 《實踐論》。《毛澤東選集》第一卷，人民出版社1951年第一版，第283、299頁。



物理学的成长是非常緩慢的。只有到了17世紀，生产水平达到了一定的程度，并在物理学中开始系統地应用实验方法以后，物理学才得到迅速的发展，逐步成为一門严密的科学。今后，随着生产力的发展，随着实验設備和技术水平的提高，物理学的实验方法在物理研究中将愈来愈显得重要。因此，学习物理学就必须了解和掌握基本的物理实验方法。在全日制中学物理教学大纲（草案）中，已把“培养学生的实验技能”列为中学物理的教学目的之一。

从教学的观点来看，物理实验在中学物理教学过程中，也有着极其重要的意义。毛主席說：“一切真知都是从直接經驗发源的。”<sup>①</sup>他又說：“理性認識依賴于感性認識，感性認識有待于发展到理性認識，这就是辯証唯物論的認識論。”<sup>②</sup>物理实验正是使学生获得直接經驗，形成感性認識的一种重要方法，是学生学习的基础。通过实验或其它形式的实践来認識现象，經過“概念、判断和推理的阶段”，提高到理性上来認識规律，再通过实验或其它形式的实践来檢驗这些规律，就能使学生比較完整地、比較生动活泼地掌握物理学的知識。因此，全日制中学物理教学大纲（草案）把实验放在一个非常重要的位置。它說：“演示和学生实验，在帮助学生掌握物理知識和培养他們的实验技能上，都有重大作用。因此演示和学生实验的次数要增加，对演示和学生实验的要求也要提高”。的确，在中学物理教学中如果离开了演示和学生实验，就不可能使学生生动活泼地主动地进行学习，而只能是死記一些条条，脱离实际。

应该着重指出的是，在我国社会主义建設中，科学实验有着非常重大和深远的意义。毛主席教导我們：“階級斗争、生产斗争和科学实验，是建設社会主义强大国家的三項伟大革命运动，

---

①、② 《实践論》。《毛泽东选集》第一卷，人民出版社1951年第一版，第287、290頁。

是使共产党人免除官僚主义、避免修正主义和教条主义，永远立于不败之地的确实保证，是使无产阶级能够和广大劳动群众联合起来，实行民主专政的可靠保证。”<sup>①</sup> 物理实验是科学实验的一种形式。因此，我们还应该从三大革命运动的高度来认识中学物理实验的意义。在中学物理实验中必须以阶级斗争为纲，坚持无产阶级的政治方向，积极培养学生的革命观点、劳动观点、群众观点和辩证唯物主义观点，为他们参加三大革命运动打下良好的基础，使物理实验成为在中学物理教学中，贯彻党的教育方针的一个重要途径。

## 二 中学物理实验的内容、形式和基本要求

教学实验和科学研究实验虽然在本质上有许多共同的地方，但在具体的内容、形式和要求上却不尽相同。物理教学实验所研究的一般是已经肯定了的物理知识，他们是按照一定的教学目的来设计的，这些实验主要是为了帮助学生获得有关物理知识以及使用仪器和工具的实际技能。因此，中学物理实验的内容、形式和基本要求，都必须服从于中学物理教学的总任务，根据中学物理教学的需要来确定和安排。

中学物理实验大体上可分为下列六种类型：（1）训练使用基本量度仪器的实验。如使用刻度尺的实验，使用天平的实验，使用温度计的实验，使用安培计和伏特计的实验，等等。（2）研究物质的基本属性或建立基本概念的实验。如比较匀速运动和变速运动的实验，观察布朗运动的实验，观察两种电荷的相互作用的实验，观察色散现象的实验，等等。（3）定性地研究物质运动变化的规律的实验。如研究平抛物体运动的轨迹的实验，研究气体在膨胀和压缩时温度的变化的实验，研究静电感应现

---

<sup>①</sup>转引自《关于赫鲁晓夫的假共产主义及其在世界历史上的教训》，《红旗》1964年，第13期。

象的实验，研究光的干涉与衍射现象的实验，等等。（4）定量地研究或验证物理定律和公式的实验。如验证匀加速运动的路程公式的实验，验证气态方程的实验，研究欧姆定律的实验，研究光的折射定律的实验，等等。（5）测定某些物理量或物理恒量的数值的实验。如测定当地的重力加速度的实验，测定水的汽化热的实验，测定功热当量的实验，测定玻璃的折射率的实验，等等。（6）研究某些装置和机械的工作原理的实验。如关于瓦特节速器的实验，关于内燃机的工作原理的实验，关于电磁波的发射和接收装置的实验，关于伦琴射线的实验，等等。当然，这样的分类只是为了教学上的便利，为了更好的突出实验的主要目的。实际上，许多实验在内容上是相互交错的。例如，在定量的研究和验证物理定律和公式的实验中，总会有物理量的测量；而在测定物理量的实验中又离不开基本仪器的使用。因此，教师在安排实验内容，确定实验目的时，要注意分清主次，突出重点，才能保证实验任务的顺利完成。

中学物理实验一般可分为教师演示实验和学生实验两种形式。

演示实验是教师课堂演示的一种重要方式。它是学生形成物理概念、掌握物理定律的基础，也是学生使用仪器，从事实验操作的典范。在下列情况下教师应该尽可能采用演示实验：（1）讲解基本量度仪器的构造、用法和重要实验的操作过程；（2）建立概念、导出定律或公式；（3）讲解某些机械和机构的作用或某些原理的实际应用。一般说来，上面提到的六种类型的实验都可采用演示的形式。但由于受到课堂教学的时间和空间的限制，教师的演示一般以定性为主。有人认为，在建立概念和导出定律或公式时，可以运用学生已有的经验来代替演示。这种做法是不够恰当的。因为学生的经验有些是片面的，甚至有错误的。遇到这种情况就容易给学生一些不正确的知识。所以，对学生的经验，必须作具体了解和分析，有的可以作为研究某一问题的引言，有

的可以作学习以后联系实际的材料。在建立概念、导出定律或公式时，最好让学生观察形象鲜明的、能刻划出所研究的现象和定律的实质的演示实验。

学生实验不但是使学生牢固地掌握物理知识的重要方式，而且是使他们获得基本的物理实验技能的主要手段。学生实验的主要方式是学生实验课。实验课应该紧密配合教师的讲课来安排，一般是紧接在新课的讲解之后；有些实验也可放在讲解新课以前，作为学习新课的准备知识，如求物体浮在液面上的条件的实验，研究有固定转动轴的固体的平衡条件的实验等；有些也可采取讲解和实验同时并进的方式。所有这些不同的处理方法，均应视教材内容、实验要求、学生实际、实验条件和当时的教学情况来确定。必须充分利用实验课的时间，积极提高实验课的质量，使每一个实验都能实现教学目的，收到预期的效果。除了大纲中规定的学生实验外，学校还可以根据自己的需要和可能适当增加学生实验。此外，也可适当采用其他的形式来增加学生动手的机会。例如，在复习时，可以让学生作简单的实验并予以解释；在讲课时，可以让全班学生同时作较简单的实验和让个别学生当演示实验的助手；在学生的作业中，也可适当布置一些可能做到的实验和观察作业。

不论那一种内容或形式的实验，最基本的要求是要使学生能正确地进行观察，并能从观察中得出正确的结论。如果学生不能从实验中明显地观察到应有的现象，或者虽然观察到现象但却不能从中得出科学的结论，这种实验在教学上就没有什么作用，甚至还可能产生不良的影响。因此，在准备实验和进行实验教学的过程中，教师都要从实现这一基本要求出发来进行工作。在准备实验时：不但要注意突出所需要的现象，还要注意消除其他容易引起学生错觉的副现象；不但要注意仪器装置是否正确，还要注意学生观察是否方便明显。在教学过程中必须仔细向学生讲清实验的目的要求、实验所根据的原理、实验仪器的装置情况和实验

的方法步驟，使學生了解觀察的要求、重點和觀察進行的程序，能按照邏輯的順序，有目的地進行觀察，並能從觀察到的現象中找出它們的本質聯系。有時也可讓學生根據實驗的目的要求，自行探求實驗所依據的原理，自行選擇儀器裝置，自行安排實驗的方法步驟，充分調動學生在實驗中的主觀能動作用，發揮他們的創造才能。為了幫助學生集中注意和深入分析，教師還可以根據每個實驗的具體要求，提出不同的問題來引導學生觀察和思考。

### 三 中學物理實驗室的設備和管理

實驗室是實驗教學的重要基地。“儀器設備是做好演示和學生實驗的物質基礎。因此，要加強對現有儀器設備的管理和使用，使它們充分發揮作用”（全日制中學物理教學大綱（草案））。目前，還不可能在每一個學校里都建立完全符合教學要求的實驗室。因此，如何根據現有的設備條件，本着勤儉節約、勤儉辦一切事業的方針，發揚自力更生、艱苦奮鬥的革命精神，不斷充實和改進實驗室的設備和管理工作，創造較好的實驗教學環境，是每一個物理教師的應有責任。

實驗室和儀器室最好選擇朝南的房間，採光較好，又能避免陽光的直接照射。實驗室的設備，目前還沒有統一的标准。一般應有交流電源、暗室遮光裝置和防火設備，如有條件，還可安裝溫度計、濕度計、氣壓計、幻燈、水槽、配電板等基本儀器和設備。

教師演示用的實驗桌要放在講台上，桌子長約200—240厘米，寬約60—80厘米，高約85—95厘米（高度的标准大体是當學生坐着時，眼睛可與桌面在同一水平綫上）。

學生的實驗桌最好是雙座位的，長約120—140厘米，寬約60—80厘米，高約70—80厘米（高度的标准大体是當學生坐着時，兩肘可以平放）。

教師演示桌和學生實驗桌的邊緣要平直，不要做成弧形，而且要凸出6—8厘米，以便在桌邊用螺旋夾子固定儀器。

实验室的照明与普通教室有所不同，第一是光线应该比较均匀，以免仪器有明显的阴影和仪器上的玻璃或磨光部分出现闪光。采用日光灯或者乳白色的灯泡就能达到这一要求。用几个小灯泡来代替大灯泡也可以收到相近的效果。第二是照在演示桌上的光线要比照在其他地方的光线强，并且能单独控制。所以最好把演示桌顶的电灯的开关和室内的其他电灯的开关分两路来安装。开关最好设在演示桌旁，便于教师控制。第三是光线要从实验者的侧面射来，所以灯的位置不要装在实验桌的正头顶上。

物理仪器应该存放在专门的物理仪器室中。在房舍不足条件下，仪器室也可以兼做实验准备室和仪器修制室。

物理仪器应该分类编号，并按照一定的顺序和位置放在仪器橱里。中学物理仪器通常可分为力学、声学、热学、光学、电磁学、原子物理学、通用仪器、材料药品和工具等九类。每件仪器都要编一号码。通常可用四个字来表示。第一个字表示类别，第二个字表示仪器名称，第三个字表示规格，第四个字表示这一种规格的仪器的件次。为了表示方便，可以约定用字母或数字来代表。例如在力学类的仪器中，天平用数字1来代表，米尺用数字2来代表，等等。而在米尺中，长20厘米的用 $a$ 来代表，50厘米的用 $b$ 来代表，100厘米的用 $c$ 来代表。如果100厘米长的米尺有5根，那末，它们的编号就是从“力·2·c·1”到“力·2·c·5”。仪器的号码最好用磁漆写在仪器上，对于不能直接在上面写字的仪器如砝码、透镜等，就要用专门的盒子装好，写在盒子上。仪器在买来后应编号登记造册。通常的仪器表册包括以下几个项目：

一、编号 一般可只写前边三个号码。

二、仪器名称。

三、规格 如型式、尺寸、准确度等。

四、数量。

五、价格 包括单价和总价。

六、制造厂 如厂名、厂号或自制。

七、購置年月。

八、存放地點 如櫥號和層號。

九、備考 可記錄某些儀器的特殊來源，如贈送、調撥等，或儀器的損壞報廢情況。

在實驗室的管理工作中，首先要注意保護儀器，防止損壞。這裡要注意的有：（1）防潮防銹：凡金屬儀器不用時最好塗一層凡士林，並用油紙包裹起來。作比熱用的金屬顆粒，收藏前一定要擦乾，盛水的鐵槽或小筒在收藏前也要曬乾塗油，放天平的廚里應該放一包生石灰，精密天平的玻璃罩里還要放一小杯粒狀氯化鈣，並注意經常調換。電子儀器及其他怕潮濕的儀器儘可能放在儀器廚的上層。電子儀器要定期開用烘烤，如果發現已經受潮，應該先用紅外線燈照射（或小火爐烘烤），俟內部各元件均已乾燥，才能接入電路應用。（2）防腐蝕：金屬儀器不要和盛有酸、鹼或鹽的溶液的容器放在一起。蓄電池要放在遠離儀器廚的一角，最好不要在儀器室內充電。如必須在儀器室里充電時，要注意加速空氣的流通。凡經酸、鹼、鹽溶液浸過的金屬、木板或皮管，用過後都要用清水洗淨並使之乾燥。蓄電池的接綫柱要注意保持清潔，不要讓硫酸溶液溢出。（3）防止變質或變形：這應根據儀器本身的性質來進行維護，例如電池用過後，接綫必須全部拆除，以免短路；磁鐵的同名極不可放在一起，兩個異名極之間要用軟鐵連接起來；有些儀器藥品，象螢光屏、光電池、硝酸銀溶液等，要用黑紙包好，不能直接裸露在日光下；橡皮管要放在陰暗的地方，最好能放在密蓋的容器內，並敷蓋一層滑石粉；天平不用時，要使刀口離開支架；彈簧、木尺、玻璃管等在不用時都應平放在廚里，以免彎曲；透鏡、稜鏡，以及幻灯機、照象機、顯微鏡和望遠鏡的鏡頭不能用手指、粗布或粗糙的紙張揩擦，只能用柔軟的細絨布或新毛筆輕輕揮拭。（4）防止震動和碰損：儀器放在廚里，相互間應保持一定的間隔，不要互相疊置，特別是玻璃儀器，如溫度計、比重計等，都應該放在

垫有软布或软纸的盒内。对容易滚动的仪器，最好设计一种专用的浅抽屉，抽屉内用木条钉成格子，垫以软纸，每格放一件；抽屉后面安装保险钩，使它不能全部抽出，以防打翻抽屉，损坏仪器。（5）减少损耗，利用废物：容易蒸发的药品材料如乙醚、酒精、茶粉等要注意封口。长期储存的大瓶药品要用腊密封。作实验时需用的少量药品，则应装在带有磨砂玻璃塞的细颈瓶里。储藏需要经常取用的液体的大瓶，可在瓶塞上插三根玻璃管（图1）。平时，开关 $a$ 和橡皮管 $d$ 上的夹子 $b$ 都是关闭的。取液时，打开 $b$ 夹，自 $c$ 打气，液体受到压缩空气的作用从橡皮管 $d$ 流出。如果打开开关 $a$ ，这时瓶内外压强相等，液体就立即停止流出。酒精灯不用时，一定要把罩子盖紧，以免蒸发造成浪费。对于破损报废的仪器，不要随便扔掉，也可以设法利用。例如，折断的温度计可以做毛细管，失效的干电池切开可以作直观模型，或者取出炭棒作弧光灯或电解池的电极。



图1 儲液瓶

（6）注意清洁，经常检修：放了仪器的仪器厨，厨门要经常关严；必须放在厨外的仪器，也要用布或结实的纸做个合适的罩子，以免沾染灰尘。仪器要定期清扫检查，发现毛病及时修理。例如螺丝松了要及时拧紧，接头脱了要及时接上，抽气机的活动部分要经常加油，蓄电池要经常充电。只有注意经常的维修，才能增长仪器使用的期限，提高仪器使用的效率。

在实验室里的管理工作中，还要建立必要的制度。如采购和验收制度、借用制度、准备实验制度以及实验室守则，等等。制度应简单明确，切实可行，具体内容应根据各校实际情况来拟订。

#### 四 中学物理实验中的安全措施



中学物理实验所使用的仪器一般都比較简单，在正常的情况下是不会有危险的。但是，如果不遵守实验规则，轻率大意，也可能发生事故，甚至造成严重的危害。因此，全日制中学物理教学大纲(草案)把遵守安全操作规则列为学生主要的实验修养之一。

中学物理实验中可能发生的故事有割伤、烧伤、触电、爆炸、中毒和撞击等项。现在把发生事故的主要原因、事前的预防和事后的处理方法分述如下：

(一) 割伤 割伤事故大都发生在玻璃仪器破损的时候，因此，使用玻璃仪器应注意下列几点：

1. 玻璃仪器在使用前必须经过检查，有破损纹痕的，不能用以加热或抽真空。

2. 玻璃瓶、量筒、量杯、表玻璃和日常用的玻璃茶杯等，绝对不可用火焰直接加热。

3. 加热烧杯或烧瓶应放在铁纱或石棉板上，防止因局部过热而使玻璃破裂。

4. 在做抽真空的实验或沸点与压强的关系等实验时，只能用球形的容器，如圆底烧瓶，而不能用平底烧瓶，以防瓶底破裂。

5. 玻璃管或玻璃棒的锋利边口，应该烧圆。

6. 用橡皮管连接玻璃管时，要先把管端用水湿润，再插入橡皮管内。

7. 把玻璃管和温度计插入橡皮塞或软木塞时，塞上的孔不宜太小，以防玻璃管或温度计断裂。

8. 使用穿孔器钻孔时，要把塞子安放在木板上操作，不能用手掌顶住塞子的另一端来钻孔。

9. 在做需要将水银装入玻璃管的实验，如托里拆利的实验时，玻璃管应采用特制的厚壁管，不能用通常的薄壁管。把水银注入玻璃管中要利用细颈的漏斗，使水银形成一股细的液流靠管壁流下，不能把大量的水银突然倾入。在翻转充满水银的玻璃管时，动作要缓慢平稳，以防玻璃管断裂。