

中学物理教材教法

第三分册

(中学物理实验)

江苏师范学院物理系



本書由許國梁教授主編。參加編寫的有我系教學法教研組的
許國梁、段天溫、倪漢彬、駱正昱、束炳如、郭子正、鄧學淦、
李林玉、姜錦虎、火樹安等同志。

江苏师范学院物理系教材編委會

序 言

“中学物理教材教法”是高等师范院校物理系必修的一门重要课程。但这门课程在国内迄今尚无适当的教科书可以采用，因而在教学上造成了一定的困难。

为了满足这门课程的教学需要和促进这一学科的科学水平的提高，我们在本院党委的领导下，总结了这门课程过去几年来的教学经验，并以历年教学的讲义为基础，适当参考了华东师范大学、江苏师范学院、上海师范学院三校物理系合编的“中学物理教学法”讲义及我系朱正元教授编写的“中学物理教材选论”讲义，集体编写出这一部“中学物理教材教法”初稿。

本书共分三分册：第一分册——“中学物理教学法概论”是物理教学论；第二分册——“中学物理教材教法分析”着重分析研究高中物理的教材教法，同时也对初中的一些重点课题进行了适当的讨论；第三分册——“中学物理实验”除着重介绍中学物理实验基本技术外，还对中学物理演示实验和学生分组实验的内容和方法作了重点讨论和研究。教完这部教材的内容约需120学时左右，但在必要时也可以从本书中选聘某些内容作重点的讲授。

编写这部书的主要目的是为了解决我系“中学物理教材教法”的教学需要，同时，它也是江苏省教育厅交给我们的任务。此书可作为兄弟院校有关课程的教学参考书，倘它能对提高中学物理教学质量有所帮助，那将是我们最大的荣幸。我们诚恳地希望读者对本书提出宝贵的意见。

在制订“中学物理教材教法”教学大纲的过程中，扬州师院、徐州师院、南京师院和我院物理系的有关教师参加了讨论并提出了许多建议，这对于本书的编写有很大的帮助；此外，我院的徐正、安厚华和徐志鹏三位同志为本书绘制了插图，谨此一并致谢。

江苏师范学院物理系教材编写委员会

1963年1月

第三分册目录

第三分册 中学物理实验

第一篇 中学物理实验室的设备和管理

一	实验室的规划	1
二	实验室的设备	4
三	物理仪器的保管	10

第二篇 实验基本技术

实验一	抽气机的使用和维护	16
实验二	玻璃器皿的洗涤及水银清洁法	20
实验三	金箔验电器的制作和使用	31
实验四	示教电流计及万用电表的原理和使用	36
实验五	蓄电池与充电器的使用和维护	56
实验六	充磁与退磁	70
实验七	投影技术	79
实验八	16毫米电影放映机的使用和维护	93
实验九	照象技术	107

第三篇 演示实验

第一章	力学演示实验	126
实验十	匀变速直线运动	129
	①斜槽实验;	
	②阿脱武德机实验;	
	③落棍实验.	

实验十一	牛顿运动定律	141
	①牛顿第二定律;	
	②牛顿第三定律。	
实验十二	振动和波	149
	①振动及振动图线的演示;	
	②横波、纵波的演示;	
	③水波的演示。	
实验十三	曲线运动	163
	①产生曲线运动的条件的演示;	
	②用水流演示抛体运动轨迹;	
	③“匀速圆周运动”的演示。	
实验十四	流体动力学	168
	①流线的演示;	
	②运动流体里的压强;	
	③气动阻力和飞机举力。	
第二章	热学演示实验	181
实验十五	分子现象	182
	①扩散现象的演示;	
	②分子引力的演示;	
	③布朗运动的演示。	
实验十六	液体的汽化	183
	①低压沸腾的演示;	
	②饱和汽压的演示。	
实验十七	机械能和热能的转换	192
	①说明热和功互相转换的丁铎尔实验;	
	②绝热过程中气体的体积和温度的关系;	
	③内燃机第三冲程的演示。	

第三章 电学演示实验 197

实验十八 静电学 200

- ①静电现象的演示;
- ②电力线谱的演示;
- ③平行板电容器。

实验十九 电流定律 209

- ①离子定向移动的演示;
- ②全电路欧姆定律的演示。

实验二十 电磁感应 213

- ①变压器原理的演示;
- ②自感现象的演示。

实验廿一 交流电的整流和三相交流电 217

- ①电子管整流;
- ②三相交流电的演示。

实验廿二 电磁波的发射和接收 224

- ①电谐振来调频;
- ②用赫兹振荡器演示电谐振;
- ③用米波发生器演示。

第四章 光学演示实验 228

实验廿三 光路的演示 229

- ①全反射的演示;
- ②利用哈特莱光盘的演示;
- ③利用仿苏式光盘的演示。

实验廿四 光的干涉和衍射 239

- ①光的干涉的演示;
- ②光的衍射的演示。

实验廿五 光谱的演示 256

- ①分光鏡的調中；
- ②鈉吸收光譜的演示；
- ③太陽吸收光譜的演示；
- ④發射光譜的觀察；
- ⑤帶吸收光譜的投影

實驗廿六 光电效应 弧光灯 265

- ①弧光灯；
- ②光电效应；
- ③光电效应的应用

第五章 原子物理演示实验 272

实验廿七 放射性现象实验 272

- ①閃爍鏡；
- ②用威尔逊云雾室演示 α -粒子的徑迹；
- ③盖革—弥勒計数器。

第四篇 学生分組实验

实验廿八 平抛物体运动的軌迹 281

实验廿九 測定固体的比热 284

实验三十 用附加电阻增大伏特計的量度范围 285

实验卅一 比較光源的發光强度 287

第一篇 中学物理实验室的设备和管理

在本書第一分冊的中学物理教學法概論第四章中，並已闡明了實驗在中学物理教學中的重要性。實驗室及實驗設備是更好地進行實驗教學的物質基礎。正如我國古話所說的“工欲善其事，必先利其器”，因此，必須創造條件充實實驗設備，加強對實驗室及其設備的管理，使儀器設備能充分地發揮教學上的作用，以促進教學質量的提高。

下面分別討論：實驗室的規劃、實驗室的設備、物理儀器保管和中心實驗室等，對實驗室的設置和主要設備都有具體的規格，可供有條件擴建或新建實驗室的參考。對學校已有的儀器設備則應在原有的基礎上加強管理，加強實驗教學。

一、實驗室的規劃

1. 總則 物理實驗用的各個房間，應尽可能地集中在一起組成一個整體。實驗室的窗子最好向南，以便做光學實驗時可以利用太陽光，而且向南的房間一般都比較乾燥，對物理儀器的保管有利，但也要注意有些儀器和材料在太陽光綫的照射下要損壞，所以這些東西應該保存在沒有太陽光綫直接照射的地方。

實驗室最好不放在樓房的底層，因為太陽光可能被鄰近的建築物或樹木遮住。而上層也不適當，因為水压大小，最適合的就是中間各層。

物理實驗室和化學實驗室要分開使用，因為化學實驗時所發生的氣體對物理儀器常常是有害的。同樣，也不要再在物理儀器保管室里做化學試驗或存放化學物品。

2. 房間的数目 物理實驗室應該有附屬的儀器儲藏室和供教師和實驗員準備實驗或檢修儀器用的工作室。有六個以上班級的學校，每周有 11—16 節物理課，排課表時很難避免兩個班級同時上實驗課，而且有時連着兩節課由不同班級上實驗課，十分鐘的休息用來整理儀器是來不及的。因此，最好能有兩間物理實驗室，以方便實驗的準備和事後的整理工作。兩間實驗室的一間可以專供力學、熱學實驗之用，要有充分的水源，但不需遮光設備；一間專供電學、光學實驗之用，要有較好的電源和遮光設備。

保管儀器的儲藏室，有困難時可以利用寬大的走廊來代替。這一段走廊可以用隔板同走廊的其餘部份隔開。

為了提高房舍的利用率，最好同一個房間既能做教室，又能做實驗室。這裡除了能進行有演示的授課外，還可以供學生們做分組實驗。

建築一個通用的演示教室——實驗室，在技術上是要遇到某些困難的，因為它們的設備有許多不同之處。理想的物理專用教室應當是階梯教室，教師所做的實驗才能讓全班學生看得清楚。投影裝置要放在顯著的地方。對於教師用的實驗台要給予特別的注意，學生用實驗桌要占相當大的面積。新造實驗室也應充分考慮它的規格，最好安裝配電盤和電插座，和裝有上下水道的小水池等。

3. 房舍的規格 上述全部物理方面的房舍所占用的總面積首先要根據各班學生的人數來決定，這是決定實驗室各個房間的最大規模的主要因素。使用過於狹小的房間授課，將會引起許多不便甚至危險。在進行實驗時，每個學生在他的實驗桌上或實驗桌附近必須有足夠的地方，他的每一個實驗動作都不應該受到妨礙；在他工作的时候也不應該妨碍別的同学，通往

水池及各牆壁的通道應該相當寬廣，以便指導教師能方便地走到各實驗桌，照料學生們的作業。

4. 實驗室的布置 下面兩種實驗室——無階梯的和有階梯的（圖1和圖2），可以供新建及擴建實驗室時的參考。這種階梯實驗室和普通的階梯教室不同，它只有兩段寬的階梯，因此它既能做教室又能很方便地供學生進行實驗時用。

圖1就是面積約為 10×8 米² 的無階梯實驗室。房間中間部分，如圖1那樣安放實驗桌，可供40—50名學生用（每個實驗桌可供四人或五人用）。

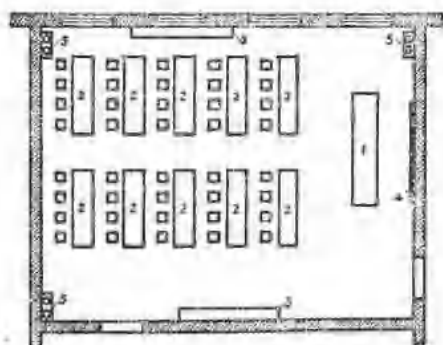


圖1 1—教師實驗台 2—學生實驗桌
3—桌子 4—黑板 5—水池

圖2所示是有階梯的實驗室，房間的規格同圖1。

前兩排和教師實驗台都直接安放在地板上，第三、第四兩排放在第一階上（階高20厘米，寬3.5米），最後一排放在第二階上（階高40厘米，寬1.5米）。

5. 窗、門、地板、牆壁

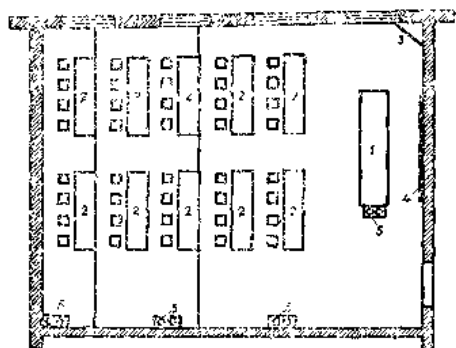


圖2 1—教師實驗台 2—學生實驗桌
3—投影用幕 4—黑板 5—水池

窗的透光面積尽可能地大些，使實驗室有較大的照度。當學生面向講台時，光線應從左側射到實驗桌上。窗上須裝有氣窗，以便換氣、通風。

門的高和寬須能使櫃和桌通過，不需要門檻，門最好能向外開。

地板要求鋪設嚴密、平整，最好能鋪木板。

二、實驗室的設備

1. 學生用實驗桌 中學學生實驗用桌一般是比較簡單的，但也要求有一定的規格和穩定。

實驗桌不一定要抽屜和牙板，只要裝上一個橫隔板就可以了（圖3）。供兩個學生用的實驗桌長1.5米；供三個學生用的長1.8~2米；供四個學生用的長2.5米。如果學生在桌的一側突

驗，則寬度需要0.5~0.6米，如照顧到兩側都坐學生，則必須0.7~0.8米。假定學生都坐着實驗，則桌的高度約為0.7~0.8米。

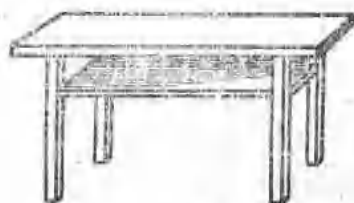


圖 3

桌面的木板有約3—4厘米的厚度，要使用干木板

以防止腫脹。選材料要根據當地的條件，最好的一種木材是赤柏板，這種木材相當堅實，稍一加工就能很好。這種桌面既不用塗漆也不用磨光，最好是塗上黑色的耐火塗料，例如將飽好的桌面塗上如下的熱溶液：

I. 水 2500克

鹽酸苯胺 400克

氯化鉍 200克

待木材已干并且溶液滲入后，再塗上第二種熱溶液

II. 水 2500克

硫酸銅 400克

氯化鉀 200克

當溶液 II 滲入并干了以后，再塗溶液 I，然后再塗溶液 II，這樣將兩種溶液反復塗四次，並要每次都使之干透。

用砂紙將凸出的結晶粉末磨平，最後再塗上幾次煮熱了的亞麻仁油。這樣的塗料很堅實且不易沾污；水、酒精或乙醚都沖洗不掉，甚至強酸、強鹼也只能稍稍浸蝕一點。如果把酒精倒些在桌面上并點燃，最後連一點痕迹都不殘留。

桌面的邊緣不應是弧狀的，並且要比桌腿和隔板凸出約10厘米，以便利用螺旋夾子在桌面上固定各種儀器或零件。桌子的橫隔板的規格，如桌寬為0.6米，則可取為0.4~0.5米。

實驗室用平面方凳比較方便，凳子的高度要和桌子的高度相適應。如桌高為70~80厘米，則凳高應為40~50厘米。凳面約 35×35 厘米²，凳腿最好略伸向外方以便有更大的穩度。

2. 教師用的實驗台 中學物理實驗室所需要的教師實驗台是簡單的，但是要穩定的，而且是相當大的。台面的規格是長2—3米，寬0.8—0.9米，厚4—5厘米。台面應當尽可能地光平，并使側面突出10厘米。台面上可以按上述涂學生實驗桌



圖4

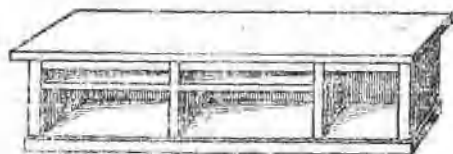


圖5

的方法進行塗料。實驗台可裝抽屜，或橫格板（圖4、圖5）。在台面底下要裝一個寬為13厘米的窄板，以便裝設電開關、電插頭、保險盒及其他。圖6所介紹的一種實驗台，台面可以改變大小，對於目前實驗室一般都較狹小的情況更為適用。台面的1、3部份在必要時可拉開，由1'、3'將其架起；不須用時將1'、3'折起，1、3即可放下，此時台面的大小即與一般教室講台相仿

佛。4 为抽屉，5 为烘箱。在烘箱的中部装有铁丝网 6，烘箱内热源可用电灯(或电爐)。進行靜电实验时就将仪器置于烘箱内，到时取用，可以保证演示效果良好。在潮湿的地区和季节里特别需要这种烘箱。

3. 黑板 黑板要尽可能大一些，黑板的高度，要不被实验台挡住它的下緣，黑板的下边要装上盛擦落下来粉笔灰的横槽。

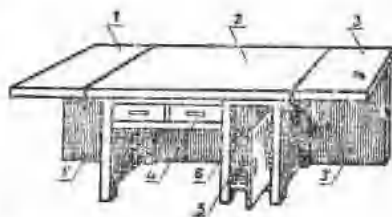


圖 6

4. 遮光設備 简单的遮光方法，可以用紙裱成一个比窗戶大一些的象国画的立軸，把上端固定在窗框上，再用縱橫交叉拉紧的繩子压住，就可以随意卷起和放下，非常方便(圖 7)。

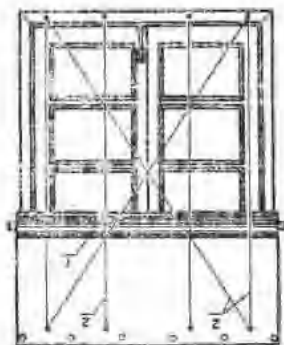


圖 7 紙窗簾 1. 卷起的窗簾
2. 拉紧的繩

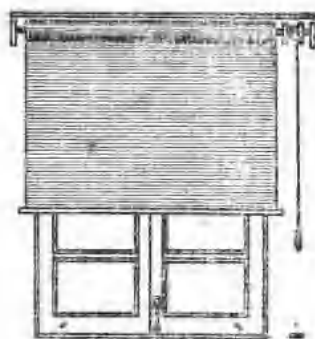


圖 8

比較完善的是有卷軸的窗簾(圖 8)。窗簾用比窗子寬一些

的双层黑布（电子里坚实的黑土布或黑漆布）作成，其上端固定在金属轴或木轴上，这个轴的一端装一个卷着坚实綫繩的卷綫輪（木制或金属制的）。如用手把卷綫拉下，就可以把窗帘升起，綫的下端拴到釘在窗框上的釘子上。

窗帘的下端縫上一个铁柱或铁条，在它的作用下，窗帘就能自己下降并且拉直。为了防止光綫从下面和側面射入，可以把整个窗帘裝在带槽的木框中，窗帘的上部份（轴及轴承）也用木槽完全遮起。

5. 投影用的幕 简单的幕可以用一个木制的木框，上面蒙一块白布制成。按圖9的布置，悬在黑板側面的上方，用平面鏡把从幻灯或其他投影装置来的光，反射到幕上成象，以供全班学生观看。

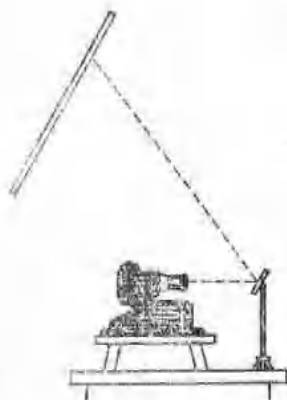


圖 9

6. 水源 在有自来水的地区，首先必須考慮到的就是在房間內要設置足够数量的水管和下水道，尽可能要在鋪設地板之前

把一切都考慮好，同时也要考慮敷設水槽和水龙头的多少。多設几条水管和几个水龙头所費不多，否則以后要重新添置时就要引起很多麻煩。应当周密地把水管和龙头的位置考慮好，要使它通到每一个需要的角落。

在實驗室里需要有一个作为洗刷实验用具的水池。其余的水池是供学生们实验作业中使用（每一个实验室中不得少于两个），这些水池要安到牆上，同时要 and 門窗及一些利用牆壁設置的物品相适应；在教师实验台的旁边（或在公用桌子側面）

还要有一个水池。

每个水池最好要安設两个龙头。水池合適的規格是：长0.7—1米，寬0.4—0.5米，深0.2米。水池的上緣要和实验台在同一水平面上，离地高0.8—0.85米。

水池必須是平底的，以便放置容器和仪器。

水龙头要有相当大的口徑（ $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ 厘米），特别是刷洗用的水池，预备套上橡皮管的龙头要車上螺絲紋。

为了排水迅速，水池的排水口应有足够的大小（4—5厘米），并装上金屬網以防止排水口的堵塞，水池的側面上方必須設置有通往下水道的側孔，以防止水溢到池外。

在沒有自来水的地方，可以修建儲水槽。儲水槽可以做成箱子的形状，規格为 $1 \times 0.5 \times 0.5$ 米³或 $2 \times 0.5 \times 0.5$ 米³，用鍍鋅鉄板（厚度不能薄于1毫米）或包着鉛板的木板制成。用導管將水从儲水槽通向各个水池。

7. 电源 日常生活中常用的电流是电压为220伏（或110伏）的交流电，这种电流可以供給演示实验、放映幻灯及交流电机等使用。

另外給蓄电池充电等还須有直流电源或整流設備。

最好能裝置配电設備（包括电器仪表），以便送出各种电流，供各种目的的使用。电学用实验室在实验桌旁边最好分別有电源接綫板，电綫鋪設在地板下面，电綫要求有較高的質量，并分別安裝有保險盒，使不致因一組短路而造成全室的停电。

8. 仪器及材料保管柜、架子、桌子及其他另星設備

立柜必須是便于安放和保管仪器的。立柜的数目及其規格要根据房間大小、門、窗、水池的裝置等決定。立柜不應該

太深，要便于取出和放入仪器（約0.5米）。立柜的隔板要可以移动的，門必須能关得嚴密的，以防止灰塵落入柜中。

从仪器室运仪器到實驗室，最好能用特制的提盒（圖10）。

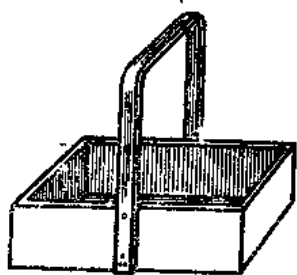


圖 10

供保管實驗室內的其他物品（瓶塞、橡皮管和玻璃管接头、夾子、釘子、螺絲釘等）用的柜子，最好是一个带有大量隔板和抽屜的立柜。

挂圖也應該有专用柜子，不能經常挂在牆上，以致变色变脆。

9. 修理器材室 为了維修仪器，完善的實驗室还必須有一个配备了充分的修理器材的工作室。

对于这一工作室来講，工具比任何仪器都更重要和更需要。除了要有一套简单的鉗工、木工工具外，还要有装有台鉗的工作台及鉗接用小工作台。如果有可能的話，还要有木、金工的车床。工作室應該有足够供修理和自制教具用的材料。

设备充分的工作室，还可以供給学生進行課外活动用。

三、物理仪器的保管

1. 仪器使用制度

妥善地保管仪器可以使仪器經常处于完善的状态，并避免造成不必要的损失。这就要求教师、学生与仪器保管人員在思想上有爱护国家財物的观念，同时还要有一定的制度来保証。訂立的制度既要嚴格又要方便，应考虑教学人員与保管人員双方的方便，因而必須协商訂立才能保証执行。下面的例子可供参考。