

物理通报丛书

中学物理实验专辑

上册

物理通报编委会编

科学技术出版社

中学物理实验專輯

上册

物理通报編委会編

科学技术出版社

1959年·北京

本書提要

本書是自1953—1957年物理通報實驗設備欄中的文章挑選彙編而成的，上冊內容包括：①一般實驗室技術及實驗室管理方法、經驗；②力學振動和波；③分子物理學和熱學。文章內容和順序基本上結合中學物理教材進度編排，高初中教材兼顧。

本書集成了各地物理教師和物理實驗室工作者的實踐經驗，可供各級中學物理教學參攷。

總號：1030

中學物理實驗專輯（上冊）

編者：物理通報編委會

出版者：科學技術出版社

（北京市西便門外柳樹灣）

北京市書刊出版登記證出字第091號

發行者：新華書店

印刷者：北京市印刷一廠

（北京市西便門大街乙1號）

開本：850×1168 $\frac{1}{32}$

印張：10 $\frac{1}{2}$

1959年4月第1版

字數：214,000

1959年4月第1次印刷

印數：14,100

統一書號：13051·190

定價：（8）1元1角

目次

一、一般实验技术及实验室管理

1. 苏联中学物理实验室的组织工作	1
2. 关于进行物理实验时的安全办法	33
3. 我是怎样管理物理实验室的	49
4. 实验室管理工作的基本任务	53
5. 怎样指导和检查高中学生的实验课	59
6. 初级吹玻璃技术	66
7. 截断粗玻璃管玻璃瓶的方法	75
8. 水银清洁法	78
9. 玻璃仪器的洗涤法和水银的清洁与装管法	81
10. 蓄电池的使用和管理	83
11. 真空管充电机的使用法	88

二、力学

1. “简单的量度”中的课外观察和实验作业	93
2. 初中力学的学生实验	120
3. 高中力学的学生实验	134
4. 路程合成器的制法及其使用	154
5. 两个不同速度的匀速直线运动的路程合成实验	158
6. 平抛物体运动的演示仪器	159
7. 自制的射弹器	161
8. 怎样把自由落体实验作好	163
9. 自由落体演示仪器的改进	168
10. 落体的演示	172
11. 验证“平抛物体的竖直分运动是自由落体运动”的 实验的改进	172
12. 匀变速直线运动的实验	174

13. 验证牛顿第二定律的实验.....	181
14. 定时记位小车.....	183
15. 第三运动定律的作用和反作用的实验.....	186
16. 两个物体间作用力与反作用力大小相等的实验.....	187
17. 动力学的演示仪器.....	188
18. 介绍高中物理教学演示反冲喷气机的点滴经验.....	189
19. 关于初中物理学“斜面”教学的补充实验.....	191
20. 证明物体运动路线因地球自转产生偏斜的 简单演示装置.....	193
21. 桌子形变的演示.....	196
22. 液体侧压强说明器.....	197
23. 阿基米德定律的简单实验.....	198
24. 阿基米德定律的实验.....	202
25. 关于帕斯卡定律的补充实验.....	203
26. 关于阻力和升力的实验.....	204
27. 演示物体在流体中运动时所受阻力的装置.....	211
28. 机翼的实验.....	212
29. 受迫振动的演示.....	213
30. 关于波的几个演示实验.....	216
31. 我在讲“波”时所进行的实物教学.....	219
32. 波动的演示.....	226
33. 横波演示仪和纵波演示仪的制作方法.....	228
34. 投影横波演示仪.....	234
35. 介绍一种示波器.....	236
36. 横波讲解器.....	242
37. 扭动示波器.....	244
38. 用摆的振动演示振动图线.....	253
39. 驻波与共振实验仪器的制法.....	255
40. 互相垂直振动合成的演示实验.....	256
41. 说明驻波原理的模型.....	259

42. 二簡諧运动合成的演示設計	262
43. 講解駐波的簡單教具	268

三、分子物理学和热学

1. 关于分子引力和分子运动的演示实验四则	270
2. 关于气体的布朗运动的实验	274
3. 晶体各向異性的实验	276
4. 銅和鉄的热傳导性能的实验	277
5. “未飽和汽与飽和汽”的演示实验	277
6. 沸点与压強关系的演示实验二則	280
7. 測定空气在压強不变时的体脹系数的实验改进	282
8. 关于飽和汽压的实验	284
9. 飽和气压演示实验的改进	293
10. 气体扩散现象演示的改进	294
11. 綫膨脹自动控温器的制作	295
12. 验证水为不良导体的实验	297
13. 关于水的反常膨脹实验的一些經驗	298
14. 液体沸騰时的蒸汽压強	300
15. 測定水的汽化热的实验方法的改进	301
16. 日光沸水器模型的試制	302
17. 簡便日光灶	306
18. 蒸發吸热的課堂演示裝置	312
19. “富蘭克林沸騰球”的几个实验	313
20. 液体珠表面收縮的演示	318
21. 水的热膨脹特点的演示实验三則	319
22. 用干湿球湿度計測定空气湿度的方法	324
23. “液体和气体对压強的傳遞”实验的改进	327
24. 我怎样制造水銀气压計	329
25. 物質的临界态的觀察	332

一、一般实验技术及实验室管理

苏联中学物理实验室的组织工作

И. 斯莫林泽夫

本文是北京苏联学校物理教师斯莫林泽夫同志在北京市物理教师会上所作的报告，文中详细地介绍了苏联学校物理实验室的组织工作，对于我国教师有很大的参考价值。因此特征得作者同意，在本刊发表。但因原文过长，这里只选登了原报告的一部分。斯莫林泽夫同志曾对原稿略加修改，译文重新根据原稿进行了校订。

物理通报编者

有一些北京的物理教师通过中苏友好协会提出关于苏联中学物理实验室方面的问题，今天我的报告就是要满足这些同志的要求。我准备分五部分来讲：

一、物理实验室的布置和设备

物理实验室必须设有：（1）讲堂——在这里进行大部分课程；（2）实验室——当两个教师的课排在一起的时候，在这里进行实验和讲课；（3）实验员室；（4）实习工场；（5）摄影室。

但是，可惜的是：只是在少数的学校里才有这样的设备，而在大部分的学校里只拨给两间房子作为物理实验室。如果物理实验室只占两间房子，那么大的一间就作为讲堂，并兼作实验室。

另外一间作为实验员室。在这里储藏一部分仪器；设有实验桌、工具橱以及细木工、钳工和玻璃工的工作位置。在这里还可以设置一个蓄电池充电的地方。如果学校中没有实习工场，则实验员室也可用作学生小组活动的场所。

如果除了这两个房间还有第三个房间的话，那么，这个房

間就可供上實驗課之用。如果還有第四個房間，那麼，就可以用來作實習工場。實習工場里要有做細木工、鉗工的工作位置，還要組織進行工藝性的實驗工作。例如：研究皮帶傳動和齒輪傳動，測定電動機的效率，了解車床和電動機的技术說明書。

要特別注意講堂的設備。

在講堂中學生的課桌通常安置在地板上，但是這對於坐在遠處的同学很不方便，他們很難清楚地看到演示桌上的儀器，也看不清黑板下部寫的東西。所以在許多學校里，講堂的課桌都是按圓劇場的形式安置在階梯上。建設圓形劇場式講堂的造價雖然大一些，但是，能使同學們得到很大的方便。

在階梯式講堂中，演示桌安置在地板上。但如果教室里的課桌都安放地板上即彼此在同一水平面上，那麼，就應該把演示桌放在一個台子上，使演示桌的高度達到一公尺。

演示桌可以是一個固定的大桌子或者用兩張同樣高的桌子拼湊而成：一張固定不動；另一張不大，可以移動，在兩條腿下面裝有小輪，另外兩條腿立在地板上（如果把四條腿都安在小輪上，桌子就不夠穩固）。

活動桌子便於搬運大量的儀器，但最主要的是便於預先裝置和安排某些演示試驗所需的儀器。如果將兩張桌子分開，則在這兩張桌子的當中就可以安放一個水槽，以便演示水波的干涉和衍射現象（圖1）。

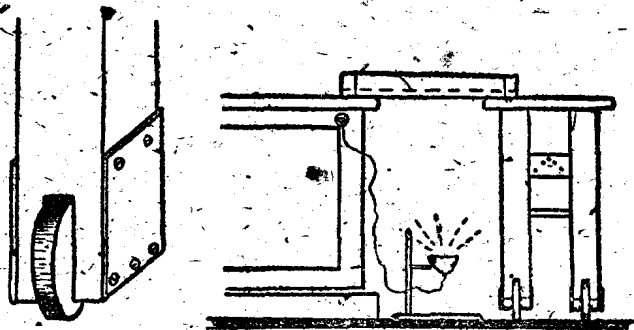


圖 1

为了演示許多实验往往需要悬挂一些零件。因此，在演示桌的上面裝有固定在天花板上的垂梁。垂梁上安有挂鉤、滑輪和直流电路插头。

由于安設了垂梁，就可以使許多細小的、不容易看清楚的实际实验变成显而易见的实验，而且一切演示实验也都应该尽可能达到这样程度。利用垂梁可以进行的实验如下：

- (1) 通电流的平行导线的相互作用；
- (2) 通电导体在磁场中的运动；
- (3) 电磁铁的起重作用；
- (4) 研究形变时金属线的伸长；
- (5) 平行力的合成；
- (6) 摆的振动定律的研究；
- (7) 用软带演示驻波；
- (8) 滑輪、滑輪組及其他机械的效率的求法。

在垂梁上还要安上傾斜的布幕(关于这一点以后再講)。

在講堂里跟黑板并排着安上配电盤。配电盤上通以电压为127伏特或220伏特的交流电和经过旋轉变流器或充气二極管整流器所得到的4伏特到50伏特的直流电以及三相电流。直流电和交流电应通向教师的演示桌和学生的課桌。

为了进行光学上的許多实验和为了得到仪器的及空气中对流的投影，当然也为了放映玻璃片幻灯、軟片幻灯和电影片，实验室須有遮光設備。室内的遮光設備有着很多种結構，最简便的是用滾軸卷起的幕布，而滾軸則是用三相电流电动机上的可逆磁力起动机来帶動的。起动机时只需要按一下演示桌上的电鈕。

放映机在物理实验室的实习活动中占有很重要的地位。在实验室里通常設有：小型的放映机、幻灯、实物幻灯机，以及投影用的暗灯等。为了在每次安裝放映机、幻灯和投影机时不浪费时间，必須把这些东西放在固定的位置上，以便在任何时候都可以随手利用这些器械。

开动和关闭这些器械、带动影带都是用安在演示桌配电盘上的电钮进行的(如果演示桌是由活动的和固定的两个部分凑成,则配电盘安装在固定的桌子上)。在安有放映机和投影机的桌子上也设有不大的配电板。这样一来这些放映设备可以由站在演示桌跟前的教师或者是站在这些器械附近的助手来操纵。

在设备完善的物理实验室里,除了上述的东西以外,还设有检测电流计和用异步电动机(三相电流发动机)来开动的真空泵,并且还要留出观测气象的地方。在观测气象的地方设有气压计、湿度计、气压记录器、温度计和温度记录器。

如果讲堂兼作实验室,那么,就在靠墙的地方安置橱柜,其中存放最近几天实验所必需的仪器。

怎样安排实验室的仪器比较方便呢?怎样才能使各种演示实验的装置更合理呢?

演示仪器一般是按照教学大纲的章节来布置的:最简单的测量、力学、液体静力学、气体静力学、热学和分子物理学、电学和电磁学、光学和原子构造等。容器、试剂和辅助材料(软木塞、玻璃管和橡皮管、橡胶片、胶水、油灰腻子及其他等)分别放在特制的橱柜里。例如演示光的辐射和吸收用的集合设备、浮沉子(笛卡儿发明)和演示保险丝作用的设备都可集中起来放在橱柜里。

作实验用的各种仪器常常放在橱柜的木托盘里。利用这些木托盘可以很方便和很迅速地取用或存放这些仪器。利用这种搬动仪器的方法,能节省时间,并可让该课的学生助手来作。

为了积累教学经验,节省教师和实验员的时间,编制一套演示实验纪录卡片是有帮助的。这一套卡片由许多大小和练习簿相当的厚纸卡片组成。卡片有两种:专题卡片和细目卡片。

在专题卡片上列举与该题有关的一切演示实验。

在细目卡片上标明:(1)实验项目;(2)列举作该项实验所必需的仪器,及存放该项仪器的橱柜号码。如果实验复杂或

者属于“难做”的一类(并非任何情况下都有),那么,就要在备注中指出实验时必须注意的一些特点。

演示实验专题卡片

题目: 气体中的电流

	实 验 名 称	細目卡片号码
1.	当燃着的火柴移近时驗电器的放电情况	
2.	空气加热时电场中的离子运动	
3.	热空气的导电性	
4.	空气中的火花放电	
5.	高压感应螺线管电极近旁的空气发光	
6.	从二极管中抽出空气时管中的放电情况	
7.	陰極射綫管中的玻璃發光	
8.	陰極射綫管中的陰影	
9.	陰極射綫在磁場中的偏轉	
10.	矿物在陰極射綫的影响下放光	
11.	微粒实验	

演示实验細目卡片

空气加热时电场中的离子运动

	仪 器 名 称	仪器櫃号码
1.	起电机	
2.	可变电容器	
3.	幻灯	
4.	酒精灯	
5.	二米長的导綫(無絕緣的金屬絲)	
6.	白色屏(可以利用牆壁)	

附註: 1. 当酒精灯的火焰离幻灯愈远, 靠屏幕愈近的时候, 离子的运动方向看得愈清楚。

2. 幻灯帶有聚光器, 但是沒有鏡頭。

为了在中学里进行正规的物理課, 需要大量的仪器和各种材料。但是, 究竟需要些什么? 数量应买多少? 首先必須买些什么? 哪些可以到第二年再买? 通常这些問題使新教师和已經从事教学多年的老教师着急。

這些問題在蘇聯中學里是這樣解決的：

早在1938年，國立學校研究所曾經給各中學校擬訂了必要設備的目錄，並且在那幾年里，新建的學校就是按照這一目錄裝備起來的。戰後，這個目錄又有了一些變更，其中又添進了一些戰後蘇聯工業所生產的儀器。在這個目錄中指出應當買什麼，買多少，以及購買的先後等。

物理實驗室首先要買些什麼呢？

首先必須買的是教學大綱中規定的實驗作業所必需的東西。

這些目錄是給所有蘇聯中學教學實驗室擬訂的。當然，我們決不能把這些目錄當作一成不變的，它們是可以變更的。在中國學校採用時，必須考慮到中國儀器生產的實際可能性而加以修訂，現在中國工業已經能夠生產許多優良適用的儀器。毫無疑問，中國學校取得這些儀器的可能性也必將日益擴大。

二、怎樣才能使演示實驗看得更清楚

從教學實踐里，大家都很清楚地面認識到：演示實驗是教學過程中的必要因素之一。

實物示教的主要任務在於密切地結合課文的內容，清楚而令人信服地說明某一個觀念，解釋某一原理，提出或是解答某一個具體問題。

課堂演示實驗總是要比它所必須說明的規律複雜得多，因為在實驗過程中不免要出現一些不必要的附帶現象。為了要正規地在課堂中作實驗，教師首先應該善於消除或減輕這些附帶現象，使之離開同學們的視線。否則，不但不能吸引同學們的注意力，反而使同學們的注意力分散，使所作的實驗得到相反的結果。

怎樣在學生面前作實驗？怎樣才能使每一個學生都能領會這些實驗？

因此對課堂演示實驗提出了以下的要求：

(1) 保証成功(甚至是最难做的实验也要能保証成功); 第一次的失敗很容易轉移学生的注意, 引起同學們許多不必要的怀疑。

(2) 時間要短。

(3) 要清楚明显。

(4) 印象要深刻。

(5) 要使人信服。

(6) 要有实际的效果。

从以上所說的对于課堂演示实验的許多要求来看, 不能否認清楚明显是最主要的条件。因此我們專門来談一談这一个主要的要求, 何况我們參觀北京市某些中学的时候, 担任物理課教學的中国同志們曾經要求我們講解这个問題。

(1) 一切演示实验用的教具都应当比实验作業的教具所要求的規模大, 而且是越大越好。例如, 木制滑輪或塑料制滑輪要求达到工厂實習中所用的那么大, 在实验电磁鉄的起重力的时候, 最好是不要把电磁鉄挂在台架上, 而是挂在垂梁上, 关于垂梁我們已經在描述講堂設備时提到了。

(2) 演示桌上所陈列的仪器的背景具有很大的意义。通常用教室的黑板作为背景。这一背景虽不坏, 但并不是在任何情况下都适用。例如黑的仪器、盛滿有色液体的玻璃管等, 在黑色的背景上就远不如在白色的屏幕上那么清楚。有的仪器用黑色背景好, 有的仪器用白色的背景好。因此就需具有二种台上屏幕: 黑色的和白色的。可以用膠合板来做这两种背景: 一面塗上白色或貼上白紙, 而另一面就塗上黑色。作为背景的屏幕, 尺寸为80厘米×50厘米; 放置屏幕的形式不拘: 立放或平放都行(圖2)。但是有时这种屏幕不够明显, 这时, 需要利用灯光或者是用幻灯来照射。

光源可以安在前面、側面或后面。为了从前面或側面照射, 要利用安有罩子的电灯泡, 并在照射的一面留一圓孔。

从仪器后面照射的灯光需要用微弱一些的(强烈的灯光会

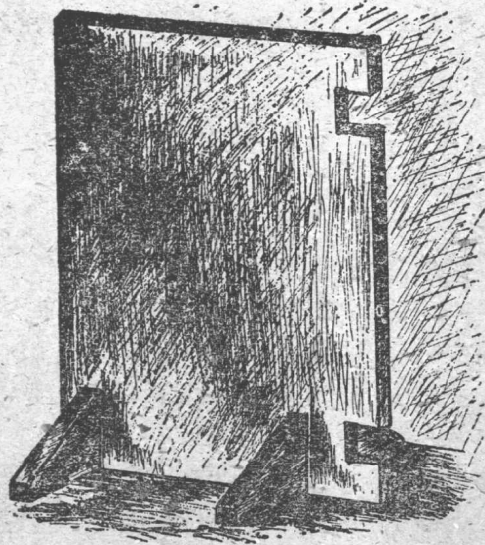


圖 2

影响学生的視線)。这种灯光也是很容易准备的，可以把它放在木框或者箱子里，然后再用薄紙或其他透明紙把它包起来。在这种木框或箱子里可以安上兩三个从后面向幕板照射的电灯泡。

照射細小物体时可以采用投影片，譬如：加热时空气的对流、电场中的离子运动、驗

电器金箔的張开，查看电灯的構造、水波的干涉及其他等都可以采用投影片，如同在影子戏戏院里所做的那样。为投影而專門制造的有許多种仪器，例如：布朗运动的模型，噴水泵，演示液体渦流运动和分層运动的仪器，演示液体在相同和不同断面的管子中流动的仪器。

在实验課上用溫度計量温度的时候物理教师特別感到困难。有些教师打算用毛玻璃制成的帶有刻度的溫度計，把其中的液体投影在屏障上；又有的教师打算用气体溫度計和液体压力計連起来測量温度。但是，他們对于这两种方法都不滿意。

近几年来有兩種新的作实验用的溫度計得到了广泛的采用。这就是演示用的毛細管溫度計和温差电偶溫度計。在原理上这两种溫度計都不是什么新东西，但是对于作課堂演示实验倒是很适用。

演示用的毛細管溫度計的主要部分是一个和玻璃管——毛

細管連在一起的球罐(其外形如圖 3 所示)。該球罐是由四個相互連通的圓柱形小球罐構成，總容量大約為 6 立方厘米。玻璃管有一直徑為 1.2 到 1.5 毫米的管道，往上連接起來。在球罐內和一部分毛細管內裝有苯胺染色的硫酸。毛細管的其他部分是真空的，管子固定在長 70 厘米寬 6 厘米的板條上，靠左側較近，板條的正面塗着白色無光漆，刻有格度和數字。刻度從零下 4°C 到 104°C 。每一個格度等於 10 厘米，相當於兩度。

溫度計的球罐安放得比板條低一些，這樣可以把球罐放在沒有標度的器皿內。為了保護它，不致因偶然的沖擊而折斷，可以用一個拆卸式的網狀圓柱套把球罐罩起來，罩子上安上兩個叉形插銷上所用的那種小插頭。插頭插在板條下面的插座里。板條的反面安着一條棍子，它可以用台架的夾子夾住。

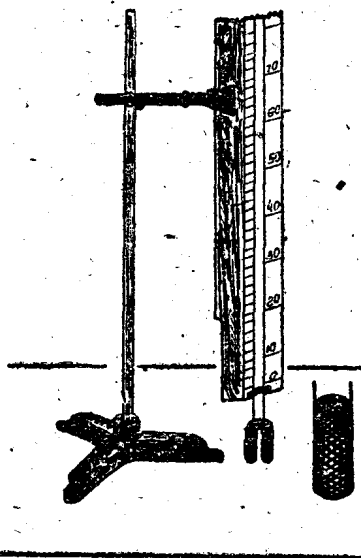


圖 3

由於儀器本身所具有的热量不大，所以，可以用它來測量體積為 250 立方厘米以上的水溫的細微變化。球罐的表面很大，所以這種溫度計的感熱很快：經過一分半鐘它就可以顯示出所測量的溫度。溫度計的示數全班都能看得見。

演示用的溫差電偶溫度計是一個與電流計連接起來的不大的溫差電池(圖 5)。溫差電池由四個串聯的溫差電偶(鐵——康銅)構成，總電阻為 0.28 歐姆。裝成溫差電池的每一根金屬絲的長度為 150 毫米，截面為 1.4 到 1.5 平方毫米。

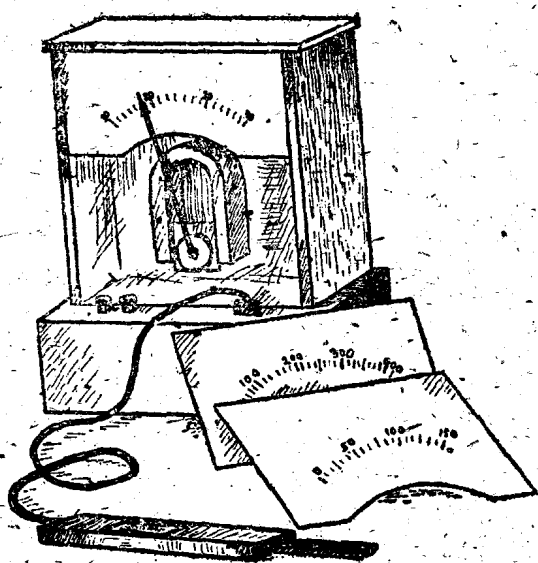


圖 4

温差电池安装在特制的把手里。这时，不应受热的接合端安在把手内部。进行实验时受热或冷却的其他接合端从把手内伸出 70 毫米并沉入介质中 50 毫米，介质的温度是我们所要测量的。在把手上接双芯软导线，把温差电池和电流计连接起来。

在学生们还没有熟悉电学的班级里，使用温差电偶温度计讲课，要求事先作一些教学法上的准备工作。对于适当的方法指示和上述温差电偶温度计构造的较详细的描述可以在波克罗斯斯基等人所著的“物理学演示实验”（1954 年出版，第 185—190 页）一书中找到。

演示用的毛细管温度计和温差电偶温度计依其在各种场合下用途之不同，各有其优缺点。

温差电偶温度计（其刻度和电流计相当）能够测出很小的，大约百分之一度甚至千分之一度的温度变化。温差电偶温度计的测量范围要比毛细管温度计的范围大得多。用温差电偶温度

計可以測量從零下 20°C 到 300°C 範圍以內的溫度，而毛細管溫度計的測量範圍像我們在上面已經看到的那樣，只限於從零下 4°C 到 104°C 。

由於毛細管溫度計球體的體積是很大的（大約 6 立方厘米），所以，要測量溫度的介質（如水）的最小體積不得少於 250—300 立方厘米（大約等於一大玻璃杯的容積）。

溫差電偶溫度計的電流計能立刻表示出水的溫度，而用毛細管溫度計則要經過 30 到 35 秒鐘才能顯示出水的溫度。蘇聯各中學在不久以前才開始採用上述演示用的溫度計，因而經驗還不足，對它們在各種情況下的使用特點也還沒有作出比較。

學生們特別看不清的是演示桌上安裝的電路；學生們只能看到電路中個別的導線、零件和測量儀器，但是看不到與某種線路圖相應的電路本身。

為了能使學生較清楚地看到電路，不要把電路放在水平面上，而是放在斜面上或者放在豎直面上更好。

為了這一目的，蘇聯工業正在生產專門的配電盤，上面有根據某種線路安裝起來的直流電路。在配電盤上有零件、測量儀器和以各種顏色彼此區別的联接導線。只要把這種配電盤挂起來，或豎直地放在桌上，接通電源，便可進行演示了。有下列各種配電盤出售：

- (1) 取得交流電的線路圖。
- (2) 兩極電子管的線路圖。
- (3) 三極電子管的線路圖。
- (4) 電容器放電和振蕩電路中電磁振蕩發生的線路圖等。

但是直流電路配電盤的產量不大，並且價格較高。

教師必須在上課之前把大部分電路重新安裝起來，同時必須把它豎直地放在平架上以便看得更清楚一些，或者最好放在特制的豎直安裝盤上，豎直安裝盤上各零件和儀器所在位置的高度不同，並且要用特殊的夾子固定起來（圖 5）。

所以，放在豎直面上的電路比放在教師的演示桌上的明顯