



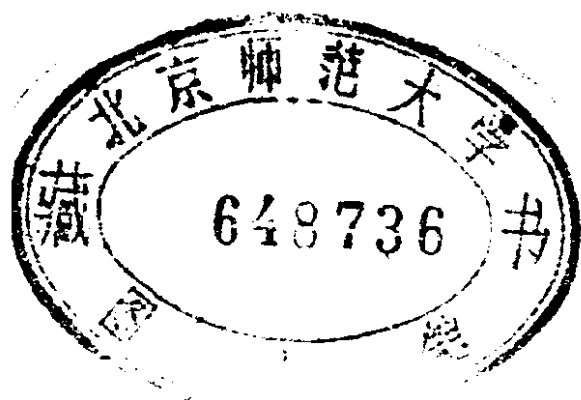
中学物理实验

上海教育出版社

中学物理实验

段天煜

1100



上海教育出版社

中学物理实验

段天煜

上海教育出版社出版

(上海永福路 123 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷六厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 6.75 字数 154,000

1979 年 10 月第 1 版 1979 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—50,000 本

统一书号: 7150·2192 定价: 0.52 元

前 言

物理学是现代科学技术的重要基础。帮助中学生学好物理学,对于尽快把我国建设成现代化的社会主义强国,对于提高整个民族的科学文化水平,都具有重要的意义,这是广大中学物理教师的光荣任务。

由于学生的学习过程和人类对客观世界的认识过程的一致性,实验不仅是研究物理的主要途径,也是教好、学好物理的主要途径。有经验的教师历来都把做好演示实验和指导好学生分组实验看作是教好物理的重要关键之一,非常重视实验教学。

近年来,由于林彪、“四人帮”对教育工作的干扰破坏,使中学物理实验教学陷于停顿。打倒“四人帮”后,在华国锋同志为首的党中央领导下,教育战线展现一派大好形势,在新形势的鼓舞下,本人将有关中学物理实验教学方面的点滴经验编写成书,以供广大教师参考。在编写中,对运用实验提高中学物理教学质量的各个方面,尤其当前仍是薄弱环节的学生分组实验方面,有重点地提供一些参考资料,以起抛砖引玉的作用。

由于编写时间仓促和水平所限,书中缺点错误请读者赐于指正。

段 天 煜

1979年4月

于江苏师范学院物理系

目 录

前言

第一章 总论	1
1.1 实验在物理教学上的重要意义	1
1.2 演示实验	3
1.3 边教边实验	11
1.4 学生分组实验	12
1.5 课外实验	15
第二章 物理实验室的设备和管理的	17
2.1 实验室的规划	17
2.2 实验室的设备	20
2.3 物理仪器的保管	26
2.4 实验室的安全问题	31
第三章 物理实验基本技术	35
3.1 玻璃器皿的洗涤方法	35
3.2 水银的清洁和填装技术	38
3.3 充磁和退磁	45
3.4 蓄电池的使用和维护	51
3.5 示教电表的使用方法和制作	61
3.6 投影技术	72
3.7 示波器	83
第四章 基本物理量的测量	90
4.1 物理量测量的基础知识	90
4.2 长度的测量	98

4.3	质量的测量	100
4.4	时间的测量	103
4.5	基本电学量的测量	106
第五章	演示实验示例	115
5.1	布朗运动	115
5.2	全电路欧姆定律	117
5.3	磁现象	120
5.4	单根导线切割磁力线	123
5.5	自感现象	125
5.6	放射性现象	127
第六章	学生分组实验示例	133
6.1	匀加速运动公式	133
6.2	互成角度两个力的合成(平板法)	136
6.3	互成角度两个力的合成(力桌法)	138
6.4	力矩的平衡	140
6.5	牛顿第二定律	142
6.6	平抛物体的运动轨迹	145
6.7	用自由落体测重力加速度 g	147
6.8	用单摆测重力加速度 g	150
6.9	用直尺测比重	152
6.10	动量守恒定律	156
6.11	弹性碰撞中的动量守恒和动能守恒	159
6.12	用冲击摆测弹丸的速度	163
6.13	玻意耳-马略特定律	167
6.14	气态方程	170
6.15	测定金属的比热	173
6.16	测定水的汽化热	175
6.17	测定冰的溶解热	178
6.18	测定分子层的厚度	179

6.19	电流强度与电压的关系.....	182
6.20	并联电路的研究.....	184
6.21	用安培表、伏特表测量电阻.....	187
6.22	测定电源的电动势和内电阻.....	189
6.23	用电势差计测量电源的电动势.....	191
6.24	输出功率跟电源的内阻和负载电阻的关系.....	194
6.25	用惠斯登电桥测量电阻.....	197
6.26	测定功热当量.....	199
6.27	用附加电阻扩大伏特表的量程.....	202
6.28	电磁感应现象的研究.....	203
6.29	验证折射定律并测定折射率.....	205
6.30	测定凸透镜的焦距.....	207

1.1 实验在物理教学上的重要意义

实验是自然科学研究的重要方法，也是自然科学教学的重要方法。物理学是一门以实验为基础的自然科学。由于教学和认识事物在某些方面是一致的，因而实验在物理学的学习和研究的过程中同样具有重要的意义。

物理学家研究物理现象的时候，要进行观察和实验。观察是指研究自然环境中的现象，物理实验是把自然现象简化后加以研究，而且尽可能在去掉一切附带现象的情况下，把我们要研究的现象复制出来。物理学史上，如伽里略用实验研究自由落体等事实，充分地说明了物理学是一门以实验为基础的科学。现代物理学只有在广泛的和非常精确的实验基础上，才能有效地进行概括，得出假设和理论。

学生在学习物理时也是在认识物理现象，因而实验是他们学习的主要方法之一。

但是，学生实践的目的跟物理学家不同。物理学家的任务在于发现人们过去所不知道的新的物理现象，要确立人们所不知道的物理规律。由于物理学家的研究和认识，使物理学得以继续前进。换言之，物理学家研究的目的是认识一些新的、在他们以前从来未被人们认识的东西。而学生在学习

过程中认识现象时,只是认识一些他们主观上认为是新的,但是科学上是早已清楚的东西。他们学习的目的是要使这些东西成为他们自己的知识。因而学生在认识过程中,就没有必要再走科学史上的弯路,而是应该在教师的指导下,走正确的道路。所以,教学实验就应该是按照一定教学目的而设计的,可以保证得到正面结果的一些实验。这些实验将帮助学生通过实践获得正确而巩固的物理知识,从而更好地用于生产实践。

我们教学的任务,不仅在于授予学生以一定的物理知识,使他们对物理现象有正确的认识,还要培养他们具有一定的技能和技巧,能独立地在认识途径中继续前进。或者说,我们不仅要帮助他们认识,还要培养他们的认识能力,也就是要使学生获得探求物理知识的能力——实验的方法和技能。因此,仅仅只有教师的演示实验是不够的。必须由学生亲自做实验,观察、测定,仔细考察发生的现象,思考工作中的每一步骤,学生才能发展逻辑思维能力,养成深入洞察自然的习惯,并能将主要现象跟次要的偶然的现象区分开来。学生在独立进行实验时,不仅能深刻地和充分地掌握物理和技术知识的原理,而且能获得正确使用仪器的本领,掌握实际技能、技巧。

概括起来说,物理教学中的实验具有如下的意义和作用:

- (1) 使学生正确地、巩固地掌握物理概念和定律;
- (2) 培养学生观察、分析、归纳等能力;
- (3) 训练学生掌握实验方法以及使用仪器、工具进行观察、测量和读数的技能;
- (4) 激发学生学习物理的自觉性和积极性;
- (5) 培养学生实事求是的科学态度和热爱劳动等优良品质。

中学物理教学中的实验,可以有四种不同的进行方式:

- (1) 教师做实验并指导学生进行观察——演示实验;
- (2) 利用讲课的一部分时间,由学生在教师的具体指导下进行实验——边教边实验;
- (3) 学生在实验室里以全节课的时间分组进行实验——实验课;
- (4) 课外实验。

1.2 演示实验

在物理教学中,当研究某一物理现象、概念、规律时,应该向学生介绍可以直接感知的东西或演示实验,也就是从生动的直觉开始。所以演示实验在物理教学中具有重要的意义。演示实验是由教师在课堂上做实验,并指导学生进行观察。通过演示实验,可以很好地集中学生的注意力,从而调动学生学习的主动性和积极性,以达到自觉地、巩固地掌握知识的目的。对演示现象从观察到作出结论,须经严密正确的推理,在这个过程中培养了学生逻辑思维能力。此外,教师的演示,对于实验技能起着示范的作用。

在课堂教学过程中不同的阶段提出实验,它的作用是不同的。就这个意义上划分,演示实验主要包括:

1. 引入新课的演示实验

如讲完“功”一节之后,要引入“功率”,可以用等长的两根细线分别挂等重的物体。一根线系在轮轴上,另一根线系在模型电动机(用干电池可以使它转动)的轴上。演示时同时操作轮轴和模型电动机。接着,教师提问:“轮轴和模型电动机是否都做功?为什么?”再问:“做功多少如何计算?谁做功多?”最后问:“谁做功快?”接着指出,在生产实际中,我们不仅

要研究机械做功的多少,更要研究花多少时间来做这些功,从而自然地引入“功率”的概念。又如在讲解“导体的电阻”时,可用一个滑线变阻器串联在电灯的电路里(注意演示时,变阻器应跟电路的地线连接,以免触电)。演示时,移动变阻器的滑动接触片,就改变了电灯的亮度。接着,举例说明控制电流在技术上的意义,这样就能激励学生学习导体电阻的积极性。

2. 巩固新课的演示实验

类似上面的演示实验同样也可以安排在复习巩固新课的阶段。

3. 阐述概念的演示实验

例如,在一块方木板的四个角上钉四条腿做成“小桌”,用它来帮助说明压强的概念;利用压强计来演示液体内部的压强跟深度和方向的关系等。

4. 导出和论证规律的演示实验

例如,毛细管的实验、欧姆定律的实验等都可以用来导出或论证规律。

5. 复习旧知识的演示实验

例如,在学过气体、液体的性质和浮力等章以后,进行阶段复习时,可以利用浮沉子的演示实验(图1-1)来分析为什么用手按橡皮膜,浮沉子就沉入水底;手松开以后,浮沉子又露出水面。从而复习有关气体的压强跟体积的关系、帕斯卡定律和浮沉条件等知识。

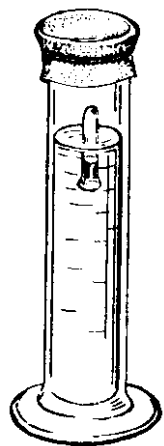


图 1-1

一般说来,前两种演示实验定性的居多,比较简单,花时间不多;后三种演示实验特别是用来建立概念和论证规律的演示实验,在教学过程中常占相当重要的地

位,有定性的,也有定量的。

要使演示实验在教学过程中很好地发挥作用,最基本的要求包括以下几方面:

第一,时间经济,保证成功。

演示实验不是独立于教材之外,而是跟当堂教学内容紧密联系着的。实验的成败,往往直接影响概念和定律的正确建立。所以演示实验,一定要确保成功,而且要求在最经济的时间内完成。如果演示实验不是第一次就做成功,不仅会影响教学时间的支配计划,而且往往会引起一系列不必要的枝节问题,以致即使后来做成功了,也还得多费口舌说明失败原因。如何保证演示实验在最经济的时间里做成功呢?这就要求教师有充分的准备。

演示实验的准备,包括熟悉教室或演示实验的环境,熟悉仪器性能,准备材料和课前试做。准备要周详细致,少一根火柴或一根导线都会影响实验,而教师的试做不仅要能把实验做成,还要能控制恰当的数据,并考虑到临堂可能发生的最不利的因素。

第二,现象清楚,明显可见。

要使现象清楚须注意如下几点:

(1) 仪器的位置要有适当的高度。在演示时,教师不要让自己的身体和手遮挡学生的视线。辅助工具或仪器(例如毛细管实验中的抽气机),不要放在突出的位置。

(2) 一些平面图形尽量使它竖起来。例如,磁力线谱在平面上即使演示得很好,学生却不能观察到。再如,电学线路平摊在桌面上,学生也无法理解是怎样连接的。教师们要利用平面镜成像的方法,使学生观察到平面图形在斜放着的镜里的象(图 1-2)。但是,还可以采用更加有效的方法。例如,

先在蜡纸上作成平面的磁力线谱,然后加热使蜡熔化,再让它冷却,把铁屑固定起来,这样就可以把磁力线谱竖直地面对学生。关于电学演示实验的线路,可采用示教板,把电路固定在竖直的平面上。

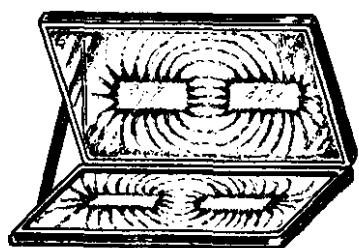


图 1-2

(3) 要使演示中的仪器可动部分,不是对着学生作前后运动,而是左右运动。因为当学生的视线正好跟运动平面一致时,就无法观察物体的运动情况。例如,当学生的视线跟单摆的运动平面相垂直时,学生才能看出摆角或振幅的大小。

(4) 仪器的尺寸要大,使效果明显,例如,演示力学现象时,最好不要用实验室里的小测力计,而要用专门制造的大型测力计。但是有些仪器象毛细管的内径只能是较细的,此类演示实验,就可以应用投影方法。有些力学和热学演示常常利用一些机械装置来达到增加明显度的目的。例如,做金属丝拉伸形变和金属杆受热膨胀而伸长的演示时,可让金属丝或杆带动杠杆短臂的一端,这样即使微小的形变也能使指针产生相当大的偏转,以便于学生观察。

第三,印象深刻,说服力强。

这就是说,要求通过演示给学生留下比较深刻的印象,并且从观察、分析现象到导出结论,使之有较强的说服力。

在使学生认识对象时,要尽可能多地使用各种感觉器官。例如,用火柴接触通电发热的导线,可以听到“嗤”的一声,同时看到火和烟,这样学生在学习电流的热效应时就同时运用了“听觉”和“视觉”。

为了确立现象因果联系,演示时最好用正反材料进行对比。例如,进行真空铃的实验时,既要抽真空表演,也要当

堂表演充以空气的情形。进行正反面材料的对比,除了上面所举两例是分阶段进行外,又可以同时操作。例如,可以用并列两个单摆同时作同周相和反周相的运动,在“自感现象”实验中,同时观察两只小电珠亮度的变化情形等。

在某些情形下,要观察现象的变化和发展过程。例如,要观察加热过程中物态的变化。在观察现象变化的过程里,教师既要引导学生注意渐变,又要在跃变即将来到的时刻,及时提醒学生注意。

图 1-3 所示的是演示光的折射和全反射的装置。利用这个装置进行实验,可以看出不同角度的入射光线到达两种媒质的界面后,有的发生折射,有的发生全反射。这样的演示,现象非常清楚。但是,由于没有演示现象的变化过程,教学效果不太好。如果改变做法,

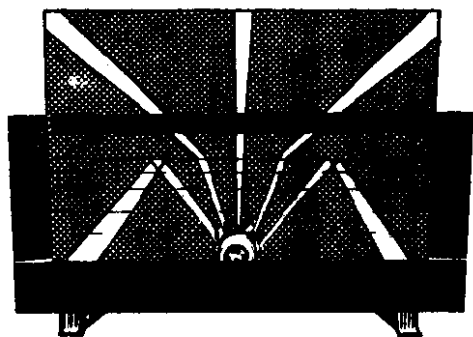


图 1-3

采用一束光线,逐渐地改变它的入射角,就可以看到折射光线的方向也逐渐地发生相应的变化,直到发生全反射。这样的演示方法,可以使学生看到现象的整个变化过程,看到如何由方向渐变着的折射光线到发生全反射的突变,从而使学生透彻地掌握这部分知识。而且这种演示方法将会引起学生更大的学习兴趣,对于光的折射现象和全反射现象及其相互联系会留下深的印象。

第四,配合讲解,导出结论。

运用演示实验进行教学时,教师必须配合讲解来指导学生对演示的现象进行有准备、有目的的观察,并进行分析研究,以明确现象之间的因果联系,认识事物的基本属性,从而

合乎逻辑地导出结论。

在同一个实验中可以出现很多的现象，当反映因果联系的现象并不是很突出时，就要求教师预先向学生指出将观察其中哪一方面的现象，以便学生有准备、有目的地进行观察。

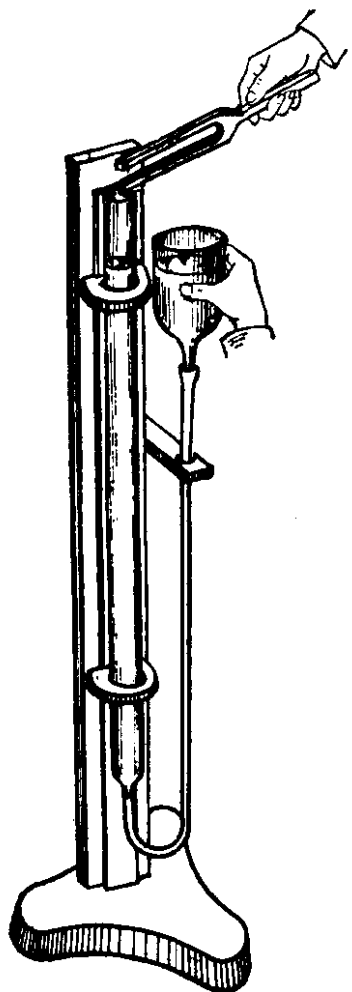


图 1-4

例如，做闭管空气柱共鸣演示实验时，常利用一个贮水罐跟玻璃管构成一个连通器，玻璃管里的液面是跟水罐里的液面相平的。闭管空气柱的长度可以由升降贮水罐来调节(图 1-4)。在进行这个实验时，要指导学生听：听音叉发出的声音，听空气柱的共鸣；还要指导学生看：看玻璃管里的液面的高度改变，特别要看清发生共鸣时刻的液面位置。

有的演示实验所以不能很好地发挥作用，往往不是实验本身失败了，而是教师没有很好地指导学生进行观察。

演示实验除了必须达到上述的基本要求外，还要求教师预先考虑好在什么时候把仪器搬上讲台，什么时候把它收藏起来。有些物理课，教师的讲台上的教具堆得象杂货摊；有的教师做了单摆的实验之后，听任单摆自由摆动，有的教师甚至在演示后进行分析时，节拍器还声响不绝。显然，上述这些情形是会分散学生注意力的。并且，留在讲台上的仪器还会遮住板书、板画等。

此外，除了注意演示跟讲解相结合，还要跟其他直观教学手段相配合，例如板书、板画、形象的语言、手势等。要特别

指出，教师自己是面对学生的，教师的左、右方向正好跟学生的左、右方向相反。因此，当教师指点仪器，引导学生观察现象时，应以学生的左边称为左边，学生的右边称为右边。而且，配合演示所作的板画的左右方向亦应要求在学生看来跟实物相对应。否则，就将引起学生思维的混乱。

关于演示仪器的选择也值得研究。首先，要求仪器构造简单。例如，用两根缝针、一根火柴即可做热膨胀的实验(图 1-5)；用一支空牙膏管和一只茶杯就可以进行“物体的浮沉”的实验(图 1-6)。象这类取材容易、便于自制和操作的演示实验是值得提倡的。其次，当可以用几种不同的仪器进行同一个实验时，就要根据不同学习阶段以及不同的教学要求来选择。利用如图 1-7 所示的三种装置都可以进行阿基米德定律的实验。在初中建立阿基米德定律的概念时，就得考虑用哪一个实验由现象导出结论最直接、最方便。其中甲图的实验是比较复杂的，分析这个实验要涉及作用与反作用定律。显然，这一实验在初中阶段不宜采用。对于乙图所示的实验的分析，需要作些补充推理：“从量筒里液面位置的改变可以知道浸入液体的物体的体积，也就是所排开的液体的体积。若液体的比重为已知，那么，即可求出排开液体的重量。再从弹

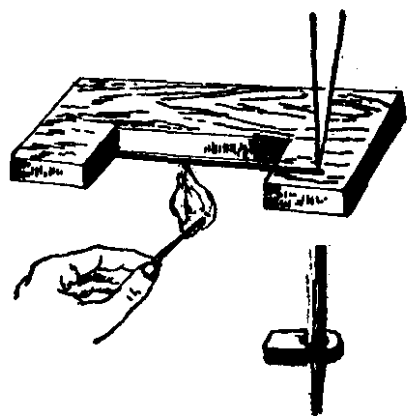
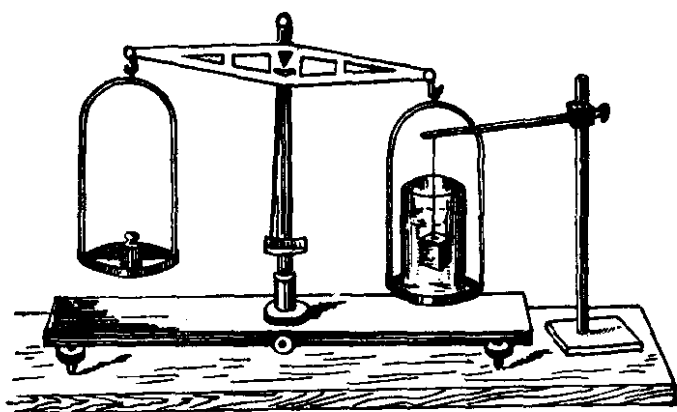


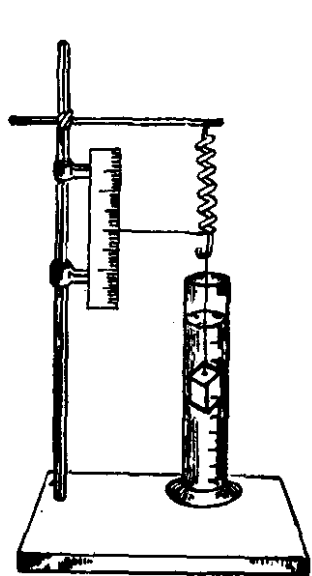
图 1-5



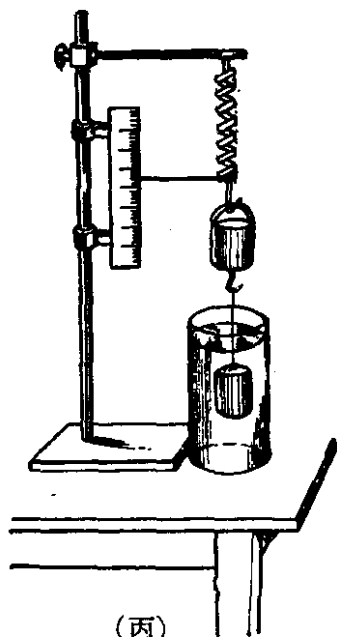
图 1-6



(甲)



(乙)



(丙)

图 1-7

簧秤上读数的变小,可以知道物体所受的浮力;这个浮力正好等于推算出来的所排开的液体的重量”。对于丙图所示的实验的解释:“把物体从空气中浸入液体,弹簧秤上减小了的示数代表物体所受的浮力。将物体所排开的液体倒入小桶里,弹簧秤上的示数恢复到原来数值,表示浸入液体的物体所受的浮力等于它所排开的液体的重量”。这样的解释,既不涉及难于领会的内容,又不必作补充推理。可见,在初中第一次学