

G 632.5  
03125.

# 中学物理实验教学 实践与研究

林桐焯 编著

教育科学出版社

一九八二年·北京

## 内 容 提 要

本书是作者卅多年来物理教学实践的经验总结。书中阐述了物理实验在培养学生的观察能力、实验能力、思维能力和创造能力等诸方面的重要作用,并总结了实验教学中的教师课堂演示实验、学生课堂实验、学生课外实验、实验练习等形式在整个教学环节中所起的不同作用。书中详细介绍了加强实验教学方面的具体措施和方法。本书对促进中学教师重视物理实验以及如何加强和改进物理教学实验将会起积极作用。

本书是根据统编教材内容编写的,实验题目和内容如何选择,用什么方法和形式进行,实验同理论教学如何配合等等阐述得非常具体,对中学物理教师,尤其是青年教师都会有很大参考价值,是一本较好的教学参考书。

### 中学物理实验教学

#### 实践与研究

林桐绰 编著

\*

教育科学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京顺义县燕华营印刷厂印装

\*

开本 787×1092 毫米 1/32 印张 8.625 字数 192,000

1981年12月北京第1版 1982年9月第1次印刷

印数 1—22,000 册

书号: 7232·87 定价: 0.75 元

## 笔者的话

本书跟笔者所写的《物理概念教学实践与研究》一书(福建教育出版社出版)一样,都是笔者三十多年来在福州第一中学担任物理教学工作的初步体会。书中所谈的做法和看法,都不很成熟,有的还在探索之中,有待于通过今后的教学实践不断加以充实、完善。这里主要是想提出来和同志们一起商讨、研究。此外,还有一些做法,是学习兄弟地区和兄弟学校的先进经验,结合着谈一些自己应用这些经验时的点滴体会。

本书初稿于1979年底写成,今年暑期又依据将近两年来教学实践的新体会、新经验重新改写。由于笔者水平有限,加上工作比较忙,改写工作是利用暑期工余时间匆促写成的,难免存在缺点和错误,希望物理教学工作者和广大教育工作者批评指正。

林 桐 绰

1981年国庆节

# 目 录

- 一、实验在中学物理教学中的重要性……………( 1 )
- 二、正视存在问题, 探索改进方向……………( 16 )
  - (一) 分析实验教学中存在的问题……………( 16 )
  - (二) 学生对物理教学的反映和要求……………( 20 )
  - (三) 探索实验教学改革的方向……………( 21 )
  - (四) 处理好各项实验活动的关系……………( 25 )
  - (五) 加强实验教学工作的几点体会……………( 34 )
- 三、加强和改进演示实验……………( 51 )
  - (一) 加强演示实验的备课工作……………( 51 )
  - (二) 演示实验过程中应注意的几个问题……………( 52 )
  - (三) 采用合适的演示实验的方式和方法……………( 63 )
- 四、加强和改进学生实验……………(101)
  - (一) 明确学生实验能力的具体要求……………(101)
  - (二) 加强实验备课, 做好实验前的准备工作……(108)
  - (三) 认真做好实验指导工作……………(118)
  - (四) 认真做好实验课的组织安排工作……………(128)
  - (五) 综合性学生实验举例……………(130)
  - (六) 若干学生实验的充实和改进……………(135)
  - (七) 搞好毕业总复习期间的学生实验……………(140)
- 五、加强基本训练, 多让学生动手做实验……………(166)
  - (一) 有计划地分散实验的难点……………(166)
  - (二) 增设实验习作课……………(166)

- (三) 采用实验展览的方法增加一些课外学生  
实验.....(184)
- (四) 有计划地布置实验性和实践性作业.....(185)
- (五) 有计划地举行单元实验展览和阶段复习  
实验展览.....(197)
- 六、改革实验的考核工作.....(201)**
  - (一) 加强实验操作的课堂提问和练习检查.....(202)
  - (二) 配合实验考试提纲举行复习性实验展览.....(204)
  - (三) 举行实验抽考.....(211)
  - (四) 举行全班性实验操作考试和书面实验总结.....(213)
  - (五) 有计划地举行实验竞赛.....(221)
- 七、以实验为基础,探讨物理方法,发展学生能力.....(224)**
  - (一) 培养学生细致而敏锐的观察能力.....(225)
  - (二) 训练学生会物理研究中常用的两种基本  
科学方法.....(230)
  - (三) 重视科学抽象的思维方法的培养.....(245)

# 一、实验在中学物理 教学中的重要性

物理学是从科学实验中发展起来的自然科学，从伽利略创立用实验方法研究物理现象以来，物理学得到了飞速的发展。近代物理学的兴起和发展都是在实验的基础上取得的；实验是物理学研究的一个重要方法，也是物理教学的重要基础。而且物理教学实验还是一种重要的物理思想，是一种思想方法的训练。科学实验有如下的特点：

(1) 实验可以对产生各种现象的条件进行严格的、精密的控制，排除许多次要的、偶然因素的影响，便于人们发现事物的本质，找出事物的因果关系；

(2) 实验具有重复性，即可以多次地在相同的条件下进行重复的实验，重复出现同样的现象，得出相同的结果，从而探索规律性的结论；

(3) 实验不但可借助于各种仪器观察物理现象和过程，而且凡是需要定量的东西能够用仪表、仪器和工具把这些数据量度出来，即准确地测定各物理量之间的数量关系，进行定量研究；

(4) 实验还可以创造一些特殊的条件(如高温、高压、高真空、高电压、低电压等)，来研究物质在这些特殊条件下的性质，从而更深入地揭示本质。

中学物理是建筑在现象观察和实验分析(包括数学知识

的运用)的基础上的自然学科,物理教学的全部过程应该是实验的。这里应该指出:教学实验(包括演示实验和学生实验以及课外实验等实验活动)和科学研究的实验虽然在本质上有许多共同之处,但在实验的目的、内容和形式上却不尽相同。科学实验的目的,在于发现人们以往所不知道的新的物理现象,探索和确立至今还未被人们所认识的物理规律,因而要有摸索的过程,不可避免地或多或少要走些弯路,甚至碰些钉子,遇到挫折。而物理教学实验所研究的,一般是科学上久已熟知的知识,但对学生来说还是新的未知的物理知识。通过教学实验,在教师指导下,使学生能够把这些物理知识变为他们自己的知识,就没有必要也不应该去重复前人经历的曲折过程,也就是说,使学生在认识过程中,不要再走历史的弯路,而是在教师启发、指导下,能够在良好或优越的条件下采用科学的方法,走比较正确的道路。这就是说,物理教学实验的目的,是在教师指导下,帮助学生去主动地获得有关的物理知识,培养学生的实验能力。一般的科学实验的内容,是按照有待探索的新问题而确定的;而教学实验的内容,是按照一定的教学目的而设计,并根据中学物理教学的实际需要来确定的。科学实验的一般形式,是科学家在特定的实验室环境里,反复观察物理现象的变化,测定和记录必要的数字,计算和分析实验结果,从而逐步的找出物理规律。而物理教学实验,无论是教师做给学生观察现象的实验,或者是在教师指导下学生自己动手做的实验,都能够通过观察得到肯定的结果,即从现象分析中逐步总结出物理概念和定律。尽管教学实验跟科学研究的实验在实验目的、内容和形式上不尽相同,然而前人如何设计实验(实验的设计思想和方法),对实验如何进行精确的观察、测量和读数,如何深入地思考并通过分析、比较、综合、

判断、推理、抽象、概括等进而认识到事物的本质和规律,这样研究物理学的科学方法仍然是培养学生的能力所必需的。这就是说,实验教学过程中有目的、有计划地训练学生学会物理学研究的基本科学方法跟科学研究的实验的本质是相同的。因此,教师应该重视实验在培养学生的观察能力、思维能力、实验能力、创造能力诸方面的重要作用,应该有意识地发展学生的认识能力。加强实验教学是全面完成物理教学任务,提高物理教学质量的一个关键性的措施。因为实验的科学,离开了科学的实验,它必然要停滞、僵化。同样,没有实验的物理教学,学生也是不可能学好物理的。这是物理学科的特点所决定的;也是我们多年教学实践的深刻体会。所以,尽管目前各级各类学校的升学考试还不能对实验教学的效果进行比较完善的全面考核,但我们决不可因此而实验教学有所放松。教学实践使我们深刻体会到实验在中学物理教学中具有如下几方面的重要作用。

(一) 实验是体现具体与抽象相统一教学原则的主要方法,是物理教学中理论联系实际,引起兴趣,发掘问题,激发学生的求知欲望,调动他们学好物理的主动性和积极性的重要手段,也是引导学生热爱科学的有效途径之一。

物理教学必须激发学生爱好物理,有探索物理知识的兴趣,有强烈的求知欲望。不能设想,一个人对某一门学科,他毫无兴趣就会学好。是不是从兴趣出发呢?不是!因为我们不是为兴趣而培养兴趣,而是从这里入门,并注意把激发兴趣和发展智力、培养能力有机地结合起来,引导学生如何正确地去学好物理。

由于中学生年纪小,生活经验较少,实践经验不足,所以对于抽象的物理概念、定律的理解和掌握,往往存在不同程度

的困难,这就必须借助于教师在课堂上做好演示实验。针对青少年学生好奇、爱动、好学的心理特点和物理学科以实验为基础的特点,我们应想方设法把物理教学真正移到以实验为基础上来。加强演示实验,生动有趣的物理现象,容易激起学生学习物理的兴趣,但教师又不要在课堂上“耍把戏、变魔术”,应该注意实验与分析推理相结合,在直观基础上不断提出问题,引导学生开动脑筋,高度吸引学生的注意力,做到绝大多数学生都以迫切希望进一步探索问题的期待心情和旺盛精力认真地观察实验,思考问题,从而更加激发他们强烈的求知欲望和极大的学习兴趣,有助于促进他们对问题的进一步理解,体会就会深刻而难忘。例如初二物理“大气压”这一课题的教学中,我们补充的“小试管沿大试管上升的实验”就是为此目的而设计的。用一根较细的试管放在一根粗细适当的装满水的试管内,将试管倒翻过来,口向下,学生意外地看到,水向下流,小试管不是落下而是上升了。这个现象大大出乎学生意料之外,使课堂气氛顿时活跃起来,不要教师多讲,他们立即就产生追求答案的欲望。他们观察到的是自己意想不到的现象(甚至会不相信自己的眼睛,教师应该抓住时机,因势利导让学生自己动手亲自做这个实验),于是产生一个“为什么”,思维立即开始动起来;通过进一步的分析、讨论,使他们对大气压强的存在确信无疑。这就是“千言万语说不清,一看实验就分明”的道理。由于实验吸引了学生的兴趣,又提供思考问题的线索和依据,所以学生思维十分活跃,不但加深他们对大气压强的理解,而且又培养学生观察、分析、解决问题的能力,从而达到加深理解、巩固、运用知识的目的。如果教师把启发性的演示实验做好了,再引导学生分析推理,总结提高,这样,课堂气氛热烈,学生思维活跃,调动了学生学习的主动性和积

极性,学生普遍会爱上这样的物理课。教学实践证明:学习物理离不开实验,没有实验的物理教学会把本来生动丰富的物理知识变成一堆枯燥难懂的材料。目前有些学生反映物理难学,难就难在教学内容枯燥乏味,抽象难懂,物理习题多变。仔细分析一下学生不能学好物理知识的原因,其中之一是教师讲课时只是照本宣科,没有做好规定的实验,或者只是黑板上做“实验”,“纸上谈兵”。例如运动的独立性原理或运动的叠加原理和波的干涉、衍射现象,离开实验,学生是难以真正理解的,由于没有通过实验来建立概念,导出规律,学生得到的只能是口头上、字面上的物理,其结果是教师教得吃力,学生却感到抽象难懂,印象模糊,理解不深刻,更谈不上牢固掌握,灵活应用了。

此外,我们还要大力加强和改进学生实验,千方百计地创造条件让学生有更多的动手机会。比如增加“边教边实验”、“实验练习课”或“实验习作课”等课型,可以把实验操作和理论分析、数学论证结合起来,学生学习的积极性就会高涨。同时,还应注意实验活动的多样化、课内外有机结合,为此,学校应实行实验室开放制度,布置实验性作业和课外实验习作练习(学生必须通过实验或习作才能完成的作业),学生也可以自己设计实验方案,经教师审阅后,利用课余时间到实验室去做实验;另外,还可以有计划地举行经常性单元实验展览和配合实验复习考试而举办的学期或学年实验展览;这些措施都能极大地提高学生课外做实验的兴趣。此外,如有条件每年还可以举行一次实验竞赛,进一步激发学生做实验的积极性和创造性,发展他们的实验能力,使他们更加热爱科学,树立敢于攀登科学高峰的雄心壮志。

(二) 加强实验,不仅可以使学生具备一定的感性认识来

理解理论的内容，更重要的是使学生进一步理解物理概念和定律是怎样在实验基础上建立起来的，从而有效地帮助学生形成概念，导出规律，掌握理论，正确而深刻地领会物理知识。

学生一般的认识过程是由感性到理性、由具体到抽象。要讲清楚物理现象的道理，要揭示事物内部规律性的东西，就要通过生动的直观，达到抽象的思维。我们认为，虽然中学物理的基础知识是以基本概念和定律、理论为主体的，但每个概念和定律、理论都是建立在严格的科学实验基础上的。因此，中学物理教学并不是不要实际的感性知识为基础，恰恰相反，要使学生真正建立一个抽象的概念，确切地掌握一条规律或理论，必须有足够数量的感性材料为基础，必须对实际现象进行周密的考察。针对中学学生年龄的特征，中学物理教学过程基本上是在直观教学的基础上引导学生进行思维加工的过程。直观现象和头脑的思维加工两者不可缺一。没有直观形象，就没有思维加工的原料；没有头脑的思维加工，就只能对客观现象作呆板的、机械的反映，而不能能动地上升为理性认识。因此，在物理教学中要坚持唯物主义反映论，就要既重视直观教学，又重视思维加工。直接观察大自然、生产参观、学生的直接生活经验、电影、幻灯、电视、录象、实物、模型、教具、示意图、演示实验和学生实验等都是进行直观教学的重要手段和方法。但直观只是手段，不是目的。学生学习的目的，在于对事物和现象的透彻理解，掌握规律性的东西。为此，物理教学必须在直观教学的基础上进行思维加工。由于工农业生产中的问题往往比较复杂，自然现象更是复杂多变的，课堂教学中很难让学生直接观察到；而生活和生产经验又因人而异，特别是学生对这些复杂多变的问题并不是有意识地观察和体会所见到的物理现象，因而有很大的局限性和片面性（甚至会

产生某些错觉), 很难做到全班学生都有共同的感性认识, 不利于班级教学中从感性认识上升到理性认识。因此, 物理教学中常用的最有成效的方法是课堂实验包括演示实验、“边教边实验”和学生实验以及课堂实验习作等。课堂实验的好处是:

(1) 在教师指导下, 每一个学生都能独立动手操作和进行观察, 记录数据, 使全班学生有共同的感性认识, 因而减少局限性和片面性;

(2) 课堂实验是在实验室里用适当的仪器、教具或装置, 根据教学内容的需要, 使有关的物理现象或需要探索的课题, 有控制地在特定的条件下再现。这样可以排除一些无关的和次要因素或枝节问题, 避免或减少其它外界因素的干扰, 突出我们要研究的问题, 抓住重点、探讨主要的关系, 把所要观察的现象鲜明、清晰地显示出来;

(3) 特别是瞬时即逝的现象, 可以根据需要让它多次再现, 让学生细致地观察、认识, 并对观察的结果进行分析、概括, 用科学抽象的方法得出结论, 建立物理概念;

(4) 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, 这样可以使实验条件得以简化, 用改变一个量而使另一个量随之变化的办法来测出二者之间的定量关系, 在此基础上再通过综合、概括、总结, 导出物理规律, 这样学生就能深刻理解物理概念和规律是怎样在实验基础上建立起来的, 并且从中学习研究物理的实验方法。

例如玻意耳在研究气体体积同压强的关系时, 他只要控制温度不变(保持温度不变是完全可以精确做到的), 就可以从改变压强来考察气体体积的变化(气体的等温变化), 得到

在温度不变的条件下, 气体体积与压强成反比的规律, 这就是玻意耳——马略特定律。另外, 对于分子、原子和基本粒子等微观过程, 学生看不见、摸不着, 更需要借助于演示实验来模拟它们的运动, 变无形感为有形感, 使学生在脑海里建立起清晰的“物理模型”。有人认为, 在建立概念和定律时, 可以用学生的生活经验来代替演示。这种做法是片面的, 也是不妥当的。因为学生的生活经验有不少是片面的, 甚至是错误的。如果单凭学生的生活经验来建立物理概念和定律, 就往往会产生错误的结论。例如每个人从小到大, 每天都在运动和用力, 对力和运动都有着丰富的实践经验, 但他们往往只看到力和运动的某些外部的现象, 而不能抓住问题的实质。在他们的脑子里虽然也形成了某些有关力和运动的正确概念, 这是有利于教学的一面; 但另一方面却也存在一些不完整的观念, 甚至片面、错误的理解, 如果单凭学生的生活经验, 就会得出错误的结论: “作惯性运动(匀速直线运动)的物体一定要外力维持, 没有外力, 物体就根本动不起来”。这样就把力和惯性的概念混淆了, 也就把牛顿第一运动定律与第二运动定律的问题混淆了, 造成了力的无中生有。所以, 对学生的生活经验, 必须作具体的分析和处理, 有的可以作为研究某一问题的引言, 有的可以作为学习概念和定律之后联系实际的材料, 有的在揭示概念和定律的本质时可作为纠正学生偏见的材料。而在建立物理概念、定律和理论时, 最好是让学生观察形象鲜明、生动具体、能揭露现象和定律的实质的演示实验。我们认为, 实验在教学中, 一方面可以提供一定的感性材料, 作为学生认识的基础和发展思维的前提, 有效地帮助学生形成概念, 掌握物理规律; 另一方面, 在教学过程中通过实验来验证理论和应用理论知识来指导实验, 有助于学生深刻而牢固地掌握物理

基础知识。

应该指出:物理教学也不能事事都从直观开始,也没有必要所有的课题全靠实验入手进行教学。学生学习了重要概念、定律和理论之后,要充分发挥理论在进一步学习中的指导作用,要引导学生运用所学理论,利用逻辑推理这一科学思维方法,并综合运用数学知识正确地进行有关问题的分析、推导、论证,得出结论,引出新概念或导出新规律,然后再通过做实验加以验证。这样不但加深学生对理论的理解和运用,而且又通过实验来验证理论的正确性。实践证明,理论教学在学习物理中是很重要的;但实验教学也应有其同样重要的地位,决不能忽视。理论与实践的统一,从物理学的发展史上来看,只能统一在实验上头,没有实验就谈不上理论与实践的统一。在物理学的发展史中,可以说没有实验也就没有理论。物理学发展史阐明了这个真理。所以研究和学习物理是离不开实验的,学物理一定要动手做实验,光凭脑子是不够的,应该实验和理论并重,手脑并用。

(三) 通过实验培养学生的观察能力、思维能力和科学的思想方法,以及发现问题、分析问题和解决问题的能力。

实验观察能力的培养是物理教学的一项重要任务。学生没有一定的观察能力和手脑并用的实验技能是学不好物理学的。对复杂的物理现象和过程,没有敏锐的观察能力不行,而这种能力靠我们从学生入学开始就有目的、有计划地一步一步去培养。物理实验就是有计划地培养学生观察现象、探索规律的能力和发 展他们思维能力的有力手段。通过实验引导学生从直接观察和测量中来认识物理现象和过程,思考问题,寻找规律或检验结论,这是挂图、幻灯、模拟实验的投影器、电视、电影等其它教学手段所不能代替的(这些教学手段只能作

为实验的辅助和补充,从而提高实验效果,而不能代替实验),演示实验所揭示的物理现象和过程本身富有启发性,便于引导学生的定向思维活动,有利于发展他们的思维能力和想象力。此外课堂实验应该力求避免过早的、简单的、机械的给出结论,否则学生将感到“实验是一回事,结论又是另外一回事”。

为了有效地培养并提高学生解决物理问题的能力,应该十分重视通过实验有计划、有目的地进行观察、实验、思维诸能力的训练和培养。这些能力是相互联系、相辅相成的。观察能力和实验能力既是基础,又是关键。通过实验无疑能培养学生的观察能力,但只有勤于观察、善于观察,实验才能做好,要从观察中发现问题,做到全面地观察事物,还必须同时有正确思维的指导。思维能力是诸能力的核心。思维能力在物理学研究中起着重大的作用,可以说,没有思维就没有科学的现在和未来。只有思维,才能使观察深化,“将丰富的感觉材料加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的改造制作工夫”,有效地帮助学生形成概念,导出规律,正确而深刻地领会物理知识;只有思维,才能用理论知识去能动地指导实践活动(包括实验活动),不断地有所发现,有所发明,有所创造,有所前进。

**教学实践证明:**有目的地让学生课内外多观察,多动手做实验,多思考分析,这样他们有了比较丰富的感性认识,就容易想象出正确的物理图景或物理模型。

跟力学现象比较起来,电学、物理光学和原子物理现象显得抽象多了,学生又缺乏这方面的感性知识,因此演示实验和学生实验在教学中的作用就更为突出。在高中物理教学的后一阶段,应该使学生进一步学会通过实验来研究问题、解决问

题。为此，在讲述每一个重要概念或引出重要物理规律时，都要从实验出发，同时抽象思维的作用也要相应地大大增加。对于物理学史上的重要实验，如库仑扭秤实验、奥斯特实验、法拉第电磁感应实验、杨氏干涉实验、光电效应实验、 $\alpha$  粒子散射实验、原子核的人工转变实验等，教学时不但要说明实验的背景、条件、手段、方法和过程，而且更重要的还要阐明实验的设计思想。这样既是为了在这个基础上讲清物理知识，也是为了使学生从前人设计实验的科学思维中获得一些教益，有助于培养他们的科学思维和利用实验来解决物理问题的能力。

物理学发展过程中，总是从归纳物理现象得出结论，上升为理论，然后这个结论或理论到实践中接受检验，即经历“实践(或实验)——理论——再实践(或再实验)”的过程。物理学家的思想方法始终是要从物理实际出发，要从大量的物理现象和实验数据中抽象得出物理规律或理论。但是面对着我们探讨的这样一个对象，现象越来越复杂了，本质的东西要从复杂的现象中抽象出来，没有敏锐的观察力和高度的抽象思维能力是办不到的。找出一个基本粒子，是要从几万张照片里头来搜找的。一个物理学家在实验室里要找到一个起决定性的东西那是很不容易的。1979年9月丁肇中教授领导的一个实验小组，在西德汉堡电子同步加速器中心，利用目前世界上能量最高的一台加速正负电子的对撞机，做了一个重要实验，终于找到了胶子存在的实验证据。象这种实验工作，没有敏锐的观察能力加上高度的抽象思维能力是不行的。没有敏锐的观察能力，一晃而过抓不住它，没有高度的抽象思维能力，即使抓到了，也不知道是一个很重要的东西而让它过去，所以敏锐的观察能力和高度的抽象思维能力在物理学的探索中是

越来越重要的。

(四) 通过实验培养学生良好的实验习惯和实验方法以及基本的实验能力和实验素养。

物理学是一门实验科学。一般地说, 中学物理实验是学生从事科学实验的起点, 在中学物理教学中, 必须重视培养学生的实验技能和动手能力以及良好的实验习惯、实验素养和物理实验研究中的基本科学方法。在当前, 中学物理教学中实验教学是一个突出的薄弱环节, 普遍忽视培养学生的实验能力, 在这种情况下, 这个问题尤其值得我们重视。目前高中毕业生不会使用基本量度仪器和工具, 不会掌握基本的实验技能, 没有学会物理实验研究中的基本方法的已经不是个别现象。加强实验教学已成为迫在眉睫的当务之急。我们认为, 实验教学的首要任务是让学生把实验的基本功打好, 并养成良好的实验习惯。为此, 培养学生实验能力, 首先就要使学生掌握物理实验的基础知识, 务使学生每次实验都要明确实验目的和具体要求, 看懂实验原理, 搞清实验方法; 其次, 在此基础上, 进而使学生自觉地思考并学会如何选取仪器和器材, 设计好实验装置(要注意实验布局的合理性); 此外, 还要学生认真考虑好: 怎样正确使用仪器(要掌握装配和操作仪器的技能, 严格遵守操作规程); 如何编制实验步骤并按步骤进行操作; 怎样读数和记录数据; 如何列表和作图线; 如何分析和推理得出结论; 以及如何作误差分析; 做好实验报告等等。关于初、高中实验能力不同的具体要求, 将在本书第四章(《加强和改进学生实验》)中详细论述。

学生的实验能力和实验素养需要教师有计划、有目的地引导和培养。为此, 教师在课堂上进行演示实验时, 就要给学生作出示范和指导, 教给学生正确的实验方法。所以, 教师在