

# 中学物理教学法讲座

浙江师范学院物理系

1980·12·

# 中学物理教学法讲座

(根据记录整理, 未经本人审阅)

教学法是一门边缘科学, 也可以说是一门年轻的科学。现在在中学中教学要求与以前相比大不一样。特别是课堂教学, 它既是一个科学问题, 也是一个艺术问题, 只有把二者结合起来, 才能教好书。这次, 我准备讲五个问题: 1、物理教学中能力的培养; 2、教学规律和教学原则; 3、物理概念、定律的教学; 4、怎样备课、写教案及评价一堂课; 5、课堂教学的方式、方法。

## 一 物理教学中能力的培养

### 1. 培养能力的重要意义

重视能力的培养是现代科学技术发展对物理教学提出的要求。

我们这个时代处于知识爆炸的时代。为什么这么说呢? 根据研究, 最近二十年来, 知识的总量扩大了五倍, 估计每隔七—十年, 知识的总量要翻一翻。有的学科三年或不到三年要翻一翻。现在全世界每天发表的论文就有一千四百多篇。现在科学技术要“活化”, 什么叫“活化”呢? 就是说要有所发现, 有所发明, 有所创造。并将发明、发现很快地运用于技术。十九世纪前, 科学原理的发现和技術上的应用各不相关。科学家在实验

室单独地做研究工作，把技术革新，技术革命作为工程师的事，科学家和工程师分道扬镳，各不相关，科学原理的发现到应用于技术的时间很长。如电动机原理发现到应用经过了六十五年，蒸汽机原理发现到第一台蒸汽机的应用经历了八十年。现在从原理发现到投入应用的时间大大缩短了，无线电“活化”的时间是三十年，雷达“活化”时间是十二年，发现原子裂变到第一颗原子弹爆炸只经历了六年，晶体管的“活化”时间是三年，激光“活化”时间是二年。现在有句话：“科学技术化，技术科学化。”另一方面是知识的老化问题，就是知识要年青化。在发达国家中，工厂的技术设备每隔五到八年要更新一次，工程师的知识十年要打一个对折，即只有一半有用。实现上述的二化，要“人材投资”，要想发展，就要培养人材。这里有个统计，人材的投资可使生产增加 7.5 倍，而物资投资，只能使生产增加 3.5 倍。二次世界大战中，苏联将德国蔡司照相机设备全部抢去，改革为基辅照相机，但是没有抢去工程师，现在西德的照相机比基辅的好。中国的人材怎么样？“非常缺乏！”从大学生人数来讲，我国一万个人中只有 10 个半，印度一万人中有 51 人，美国一万人中有 500 人。讲科技干部，我国一万人中只有 3 人，美国、日本却有 20 多人。而中国人是不是愚蠢的呢？不是的！有这样一句话：“美国的财富在犹太人的衣袋里，美国的智慧在中国人的脑袋里”。美国著名大学中的系主任和阿波罗登月工程中的高级工程师都有 1/3 以上是美籍中国人。美国培养了这样多的科学家、工程师，为什么我们国家却不能培养呢？这里面教学也有问题。因为目前处在知识爆炸时期，我们的学制却缩短了，现在从原来的十六年降到十二、三年，在这样短的时间里能学到多少新的知识呢？并且，仅仅重视知识的传授还不够。我们在工作中将遇到许多新的科

学知识，这就看我们有没有独立工作能力。否则，不能适应目前工作的需要。所以，能力的培养是非常重要的。美国有一位教育家叫布鲁诺，在本世纪六十年代提出“发现法”来培养同学发现新事物、新理论的能力。苏联教育家凯洛夫是传统教育家，而苏联现代教育家赞可夫，他经过 15 年的研究得出结论，提出教育的核心问题是“能力的培养”。目前，日本已经把能力的培养放在第一位，传授知识放在第二位。我们现在却还有争论，存在糊涂思想。据说我们大脑左半部分管知识，右半部分管才能。现在我们脑力的使用只有 10%，这是一个极大的浪费。你们要多动脑筋，以前我们批判想入非非，但在科学上想入非非的人成功的却不少。如何充分使用脑力是值得考虑的。

## 2. 培养能力与传授知识的关系

### (1) 知识，能力，智力。

当前上海杂志上经常有这样的提法，要培养能力，开发智力。到底什么是知识，能力，智力呢？所谓知识，就是人们对事物的认识，是通过社会实践经验总结出来的，而用思维的形式表达出来的。所谓能力，就是分析问题、解决问题的本领。分析问题就是认识世界，解决问题就是改造世界。即能力就是认识世界、改造世界的本领。能力又分二种，一个是一般能力，一个是特殊能力。一般能力是在各种活动中表现出来的认识能力，比如观察力、注意力、记忆力、想象力、思维力。特殊能力是专从某种特殊活动中表现出来的技能和技巧。如学物理的，物理能力较强，读音乐的，音乐能力高。所谓智力，有人讲是认识能力的总和，如过去学校有智力测验。我在上初中时，要进行口试，教师问我说：“树上有九只鸟，有一个猎人用枪打死了一只，树上还剩几只？”我回答说：“没有！”这就是一种智力测验。但也有人讲，智力是集中反映客观事物深

刻、全面、正确的程度。或者说是应用知识解决实际问题的速度、质量。这样说智力，就和能力有相似之处。一般认为智力是指思维能力，智能是智慧，能力可代替智力。

## (2) 对培养能力有下列几种错误看法

有人认为传授知识与培养能力是统一的，只要传授了知识就是培养了能力。这种讲法不符合事实。传授知识和培养能力一样吗？不对！教师教学生也不完全一样，有的教师教学生灵活多变，有的只会教知识，不会教技能，也有的教师更差了。有的教师不肯钻研，教书时非常呆板，使学生学习时对理论是硬背死记，做习题时是乱套公式，教师是有责任的。例如有一位教师讲了一道题，电压220伏，保险丝额定电流是5A，装了电热器和几盏日光灯，已知电热器、日光灯的功率，问保险丝额定电流够不够？这个教师概念还没讲清，就叫学生做。当同学解不出时，这位教师说把用电器的总电流都算出，再去与保险丝额定电流比一比。这样做就越做越笨。下课后我问他有什么更好的办法，他答不出，这实在不合格。我说，用输入功率与输出功率一比，不是很简单吗？同样一个教师，教出来的学生能力发展也不一样。有人说，以前不讲培养能力，也造就了不少科学家和工程师，为什么？这话也不对，有的同学肯动脑子，先生没教，自己钻研，自己动手学会的。又有人说能力培养适用于尖子，要基础好，头脑灵，差的同学书都读不好，还谈什么能力培养呢？我们说要培养，这能使好的更好，中等的赶上来，差一点的跟上来，这有何不好？还有一种说法，暴露了教师的思想认识问题，他们说传授知识是硬任务，因为有教材可依，有教法可循，并且也积累了一些经验，抓一抓成绩可以显示出来，而培养能力没有经验，是软任务。这种说法是不对的，能力的培养是一个重要的问题，也是中学教学的一个长期的任务。

### (3) 传授知识与培养能力究竟是什么关系

培养能力与传授知识当然是不能混同的，但两者却有内在的联系，是相辅相成的，一定要在掌握知识的基础上才能发展能力。如果一点知识没有，怎么培养能力呢？培养能力要有知识作基础，反过来说，知识多，见识广，就容易培养技能，技能是由知识转化而来的。在教学上，应该眼睛盯在能力上，功夫化在双基上，双基上功夫应用得多一点，在此基础上注意能力的培养。学生在学校时间太短，不可能学全部知识，只是掌握知识宝库的钥匙，将来去打开知识宝库的大门。

### 3. 中学物理教学中要培养哪些能力

教学大纲中提得不全面，大纲中只提了三个方面，实验技能的培养、思维能力的培养以及运用数学解决物理问题的能力的培养。我们要加上一点：观察能力的培养，这点非常重要。这四种能力的培养都是密切相关的。物理是以实验为基础的，所以一定要培养实验技能，而实验中要培养观察能力，观察以后要分析、综合。从感性认识提高到理性认识，这就是思维能力。而物理又离不开数学，计算、推证、论证都离不开数学。而思维能力是核心，其余几个都离不开思维。另外，课堂笔记能力的培养，要能记听讲笔记（我给同学的讲义是提纲，具体的内容口头讲，这样比较生动、印象深刻）。其次表达能力的培养也十分重要，是不是每个教师都会讲话，不见得。有的教师讲话结结巴巴。师院学生要培养表达能力，用语言、文字、数学的形式进行表达的能力。还有自学能力的培养，将来学生要独立工作，没有自学能力怎么行？要独立工作就要自学。

## (一) 观察能力的培养

### 1. 观察的重要性

学生掌握知识，一般从感知的材料开始。所谓观察，不是视而不见，视而不见不是观察。正如听而不闻不是听一样。所谓观察，是有目的，有计划的而且比较持久的知觉过程。“观”是知觉，主要是视知觉，“察”是分析与综合，通过观察，对客观事物就有了丰富的感知，有显明的印象。周围的世界有许多物理现象，但我们是无目的地观察，故不去研究，这是缺乏认识。观察是认识客观事物的开始，了解现象之间的联系。事物与事物之间的联系，都必须从观察开始。

### 2. 观察能力的培养

一个善于观察的人，能全面、准确、深入地认识事物。如达尔文自认为并不聪明，思维能力也不强(当然这是他谦虚)，但他认为自己观察能力在众人之上。观察能力是认识事物的基础，是发展智力的基础，观察能力的强弱是智力的重要表现。科学家、艺术家、发明家都有非常敏锐的观察事物的能力。怎样培养观察能力呢？首先要告诉学生观察什么，其次是怎样观察。具体地讲有这样几个方面，第一要提供学生丰富的直观素材，自然现象，物理实验，实物模型，幻灯，电影，挂图，这些材料可激发学生的注意与兴趣，使感性材料扎实、丰富，比较符合客观实际。第二，观察必须有明确的目的，究竟要观察什么，注意力要集中在观察的对象上。否则马马虎虎，如看一只松鼠，你要他看头，他却看尾巴，就不好了。故目的要明确。同时，一切分散注意力的作法也都是不对的。第三，观察要注意客观性。上海有一本书，叫《有趣的物理》(我希望同

学们要重视搜集书籍、资料），书中讲到一条水平线和一条竖直线一样长，看来却是竖的线长。同心圆中有一正方形，看来正方形不方，因受背景影响。我们的观察中许多是假象。亚里斯多德是古希腊的大学问家，讲落体的加速度他就错了，可是统治了二千多年。伽利略的实验最好用同一手拿两个物体同时一松放下来才好。第四，观察问题要有全面性。有这样一个实验，一只大墨水瓶是椭圆形的，瓶口塞放一细管，装满墨水，在扁的两边用手大力挤压，墨水上升，有人说是手温使水温升高了，水膨胀了，这样就错了。我们从另两侧压瓶，墨水就降低了。因绝对刚体是没有的，玻璃瓶不是刚体，扁向压时体积缩小了，侧向一压，体积就大了。所以，观察要全面。第五，观察要有程序性。可以用两种方法，一种叫做解剖法，第二种叫积木法。所谓解剖法是先看整体，再来看局部。如看一只电表，先看外表，再研究每一部分的作用，如何使用，什么效果。所谓积木法，是先看每一部分每个零件，再看整体。从局部到整体，这样就不会遗漏。第六，观察要精确。如讲力矩概念时，常用开门、关门为例。把手为什么装在离转轴远一点？说用力的大小与力到转轴的距离有关。但这不够，要突出力臂的概念，对力臂概念要有正确的理解。第七，观察要揭露事物的本质。有这么一个实验，切开的铅柱磨光压紧后，在下面可吊十余千克重的物体。有人认为这是空气压力的关系。而实际是分子力发生的作用。故观察一定要揭露本质。第八，物理定律是否一定要经过观察、实验才能证明？不一定。比萨斜塔实验就不可能实地去做。所以象这种问题，只要介绍一些著名的科学家的实验就可以了。第九，培养学生独立观察的能力，有些问题不一定在课堂上讲，让同学在课外去观察，去做作业，说出结果，培养学生独立工作能力。



## (二) 思维能力的培养

### 1. 培养思维能力的重要意义

什么叫思维？我们通过观察得到的许多感性知识，从感性上升到理性认识，这里面有一个理性加工的过程就是思维过程。思维过程有两个特点，一个是间接性，一个是概括性。比如你晚上睡得很好，第二天你怎么会知道昨晚有没有下雨呢？这就可以看地面有没有淋湿而判别。两块金属软硬如何？通过摩擦，看哪块上有刻痕，就可判别，这些都是间接性的认识，是由经验得来的，从经验中提炼出来的。

### 2. 思维能力在物理教学、研究中起重大作用

思维能力是认识才能与科学素养的重要标志，是人们继承和发展人类社会认识成果的基本要素。物理基础理论的创立，物理概念的建立，物理定律的发现，物理问题的解决，都要思维能力，许多定律由实验直接得来，如气体定律，摩擦定律。但也有许多定律是从理论上推导出来的。16世纪有一个天文学家叫第谷，观察行星的运行，化了30年的时间，得到非常精确、非常丰富的材料，但是结论却是错误的。后来他的学生、助手开普勒，运用他观察得到的资料，总结出行星运行三大定律，青出于蓝而胜于蓝。而牛顿又根据这定律推出了万有引力定律（据说胡克也同时推出了这一定律）。要将特殊的规律上升为普遍的规律，要有数学推导，要有强大的思维能力。在物理上，许多概念、定义、定律、公式都有一个系统。从逻辑思维讲，概念、判断、推理形成了一个系统，这对发展学生的思维能力是很好的范例。思维能力的高低是衡量学生学习好坏的重要手段，也是学生进一步深造的钥匙，是在科学研究中开

拓性、独立性工作不可缺少的锐利武器。怎样培养学生思维能力？有两个关键，第一，要激励学生积极思维，千方百计启发学生的积极思维，开动脑筋；第二，要正确掌握思维的形式和思维的过程。逻辑思维上讲思维的形式是概念、判断、推理。心理学上讲思维的过程是分析、综合、比较、概括、抽象。在物理上，这些能力统统都要培养。

### 3. 培养科学的抽象和想象能力，建立合理的物理模型

根据观察，在我们头脑中留下了深刻的印象，即脑子里留下了一个物理图象，这是认识过程的重要环节。物理中有理想模型，中学里最简单的第一个理想模型是质点，如果直接地讲：不计大小，只计质量的一个物理模型叫质点。这是传授知识，不是培养能力。应该这样分析：当物体平动时，物体上各点运动的情况完全一致，所以考虑物体运动情况时，只要考虑一点就行了，用不着再考虑整个物体的形状和大小。比喻小吉普三米长，通过钱塘江大桥，已知桥长多少，车长多少，过大桥要多少时间，车长得考虑。若车子一直开到金华，开了六个小时，那就不必考虑车头、车尾各是什么时候到金华的，可以当作一个质点。这样讲，质点的概念对学生的印象就深刻了，这就叫能力的培养。讲到抽象的概念，如电场的电势，可用比喻的方法，物体在不同的高度有不同的重力势能，带电体在不同的电场强度处有不同的静电势能。无线电电子学中的空穴移动，用剧场中前排有空位，后排的观众坐到前排去，后排就成了空位了，即成了空位的移动来比喻。理想模型还有一个发展的过程，如原子模型，有的说成是面包夹葡萄干，也有西瓜中的瓜籽这种西瓜模型，后来有了波尔的原子模型。对模型的认识也是随着人们认识的发展而发展，有一个过程。还有，不要认为物理模型的建立是万能的。光有波粒二象性，就没有模

型，宏观世界中没有这种东西，建立不起来。我们解计算题也可以建立一个模型。如：一只气球匀加速上升， $a = 2\text{米/秒}^2$ ，5秒钟后气球上掉下一重物，几秒钟后重物落地，速度多大？这先要建立一个模型，有人就认为这是自由下落。物体随气球上升，掉下瞬间可认为是竖直上抛。这问题我向教师作过讲座，对学生作过辅导，并说物体掉下瞬间所具有的这个高度  $h$  可作负值处理简便得多，学生考试时会用负值解题，而有的教师却说书上找不到高度是负值的，要和我讨论。因为他没有建立起这个物理模型来。你把掉下的瞬间作坐标零点，向上取正就是了么，有什么不好理解的？

#### 4. 培养比较和分析的能力，找出事物间的区别和本质的联系

我们认识事物常常是从区分事物的本质开始的。区分事物常常要进行比较，比较事物之间的差异点与共同点，识别事物独有的特征。如导体与绝缘体，应比较它们在导电的性能上的差异来区别。在现象上区分比较方便，本质上区分比较麻烦，而我們所需要的正是本质上的共同点和差异点。现象上的共同点与差异点，并不能说明本质的东西，主要还是从本质上区分。如电磁感应，假如拿一条形磁铁插入线圈里面或从线圈里拉出来，能产生感应电流。反之，线圈套入或套出条形磁铁，也能产生感应电流。这从现象上看有差异，运动情况不一样，但都能产生感应电流。其实有一共同点，即磁铁与线圈的相对运动。磁铁与线圈作相对运动就能产生感应电流。但是当我们用二个线圈，一个线圈通电后插入另一个封闭线圈，也能产生感应电流。这个现象与上述实验在现象上看有区别，但在本质上有它的共同点，就是闭合线圈里的磁通量发生变化。这二种实验，当插入、拉出时电流方向不同，现象上有不同点，经过

楞次的研究找到了它们的共同点，这就是感生电流的方向总要产生一个磁场来阻碍磁通量的变化。

课堂上要分析这些共同点和差异点，注意这些特点。综合分析这种能力是要培养的。

性质完全不同的场，重力场、静电场也有共同点。我们在重力场中移动物体要做功，所做的功只与起点与终点有关，而与路径无关，故用重力场作静电场的提示，用比喻讲。而磁场中有没有磁势呢？因为电力线是不封闭的，磁力线是封闭的，在磁场中搬用电流元不仅与起、终位置有关，且与路径有关。

动量与冲量的量纲一样，但有本质上的区别，表示不同的意义，这里讲的是要比较。分类比比较提高一步。

分类：我们根据事物的差异点，共同点，用分类的方法列表帮助记忆。分类有二种，一种是现象分类，如我们讲了运动单元，根据运动路径分类，分直线运动、曲线运动；根据速度分类，有匀速运动、匀变速运动。在学了动力学以后，可用比较高级的分类叫本质分类，运动的物体受恒力作用，恒力方向与初速方向相同或相反，物体作匀加速或匀减速直线运动。如果恒力与运动方向互成一交角，不是 $0^\circ$ 、 $180^\circ$ ，那么作曲线运动。恒力与初速始终成 $90^\circ$ 角，作匀速圆周运动，这叫本质分类。这种方法很有用。如振动、波动图线的联系、区别可用这种方法。

我们讲了公式，有的是定义式，有的是实验式，有的是定理式，这样分类有好处。我们进行分类，可使学生的思维条理化、系统化，为进一步学习创造条件。

有了比较分类后，可减轻学生繁重的机械记忆，可以使学生思路开阔、敏捷，条理清楚。在教学中能比较分析，同学脑子里有杠杠，一条条很清爽，学的知识象有目录一样，这样使

用时就容易端得出。教学中要用这些方法。

### 5. 培养同学判断、推理的能力，去认识新问题

什么叫判断？对事物与事物的属性作出否定或肯定的结论叫判断。判断是不是正确，要通过实践来检验。有的人印象主义，对同学一次回答不出问题，一次上课不专心，就造成错觉，印象不好，其实人是要变的，有成见不好，就是很有学问的人也有错的。如亚里士多德，对物体的加速度的认识认为重的物体加速度大，轻的物体加速度小，这不就是错的判断吗？而伽利略的判断才是正确的，不管重的物体，轻的物体，下落时的加速度都是一样的，这种例子是很多的。

推理。推理有几种。归纳推理，从特殊到一般的推理方法叫归纳推理。我们高中书本中编入的知识通常是经过实践检验的，通过大量实验证明，比较正确。课文上所举的典型例子，一般也是正确的，不必重新验证推理。当然将来有的要改变，那是深化的问题，发展的问题。但也有认识的问题，因为认识在逐步提高。一般地讲，课本上有的就不必再去验证了。如果碰到新问题，归纳推理后一定要经过实验的验证。

第二种叫演绎推理。反过来从一般到特殊的推理叫演绎推理。演绎推理的方法是三段论法。前提正确。后面结论可能正确，也不一定正确。如说：“凡是金属都能导电，铜是金属，所以铜能导电。”对吗？对的。但是，如说凡是金属都是电子导电，石墨也是电子导电，所以石墨也是金属，对不对？当然这就不对了。演绎推理这个方法也是要实践来检验的，否则这里边容易出问题。

还有一种推理叫类比推理。因为许多事物它有多种属性，我们看到二种事物在某一些地方属性相同就想象另外一些属性也相同，这种方法叫类比推理。如水在管子中流动是稳流，电

流有稳恒电流，水在管子中流动时受到管子的阻力，电流在导体中通过时也有阻力，叫电阻，水所以能流动是因为有水压，即存在水位差，所以电流能形成也是因为电压存在。这个推理就是类比推理，是正确的，但电位与水位是二个不同的概念。

我们说推理中有归纳推理、演绎推理、类比推理。其中类比推理特别要注意，这里面恐怕不一定正确，要经过实践检验，其实归纳推理、演绎推理具有密切的联系。归纳是演绎的基础，演绎是归纳的发展与指导。教学中，归纳推理与演绎推理常常相互结合，相互渗透，结合起来使用。如讨论自由落体运动，由归纳法得出： $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 3 : 5$ ，一个自由落体在连续的相等时间里所通过的距离成1、3、5之比。而从归纳推理可知任何自由落体在连续相等时间里通过的距离都成1、3、5之比。反过来可用演绎推理，假如某物体在下落过程中在连续相等时间里通过的路程成1、3、5之比，这物体一定作自由落体运动。

## 6. 培养学生的分析能力和综合能力

如力学中常常用隔离体法，那是分析的方法，在分析以后我们要综合起来，综合解题即是综合法。我们在一章结束后要做习题，几章结束后，合起来解决具体问题，这也是综合。前面讲到过的积木法、解析法也是分析、综合的例子，这部分大家比较熟悉，不多举例了。

### (三) 实验技能的培养

#### 1. 培养实验技能的重要性

现在科学发达到已经不是航空时代，而是进入航天时代了，

这就要求我们的手脑并用。我们培养学生实验的技能可以加深对理论的理解，加深对物理概念、物理规律的理解；培养学生实验技能，为学生进一步学习现代技术，从事在工农业生产中科学实验、科学研究、技术革新而打好基础。

## **2. 中学物理教学中，对培养学生实验技能有哪些基本要求**

(1) 掌握常用的基本仪器的构造、原理和正确使用方法。看起来这些仪器是简单的，构造也并不复杂，认为没有问题了，其实是不能忽视的。对仪器的构造、原理与正确的使用方法都应使学生正确掌握。如天平，学生使用很不正确。怎样叫调天平，三个刀口要调在适当位置，有的学生糊里糊涂，刀口不在适当的位置，能调整好吗？调不好。有的同学砝码不用镊子挟而用手拿，以后砝码的重量还会准确吗？砝码放下去不是轻轻地放下去，而是咚咚敲。老是这样，天平就会损坏。常用仪器很多，万用表也成为常用仪器了，要掌握其用法。

(2) 要同学能够进行正确的观察、测量、读数和进行记录。如有的同学测水温，把温度计测水温后拿到外面来看，这是什么温度啊？气压表从上往下看与从下往上看就不一样。这些都要使学生引起注意。

(3) 要求学生能根据实验数据进行分析，找出物理量之间的函数关系，能够作出正确的图线，得到合理的结论。

(4) 要建立误差的概念，进行对造成误差原因的分析。在用混合法求一种物质的比热时？如求冰的熔解热，水没擦干，冰上粘着水，连水一同放进去，或者冰没有完全熔解，或者水太多溢出来了，还会正确吗？不正确了。对误差原因要分析，能分析方能避免误差。

(5) 要求学生能作实验报告。观察、记录、分析，作出

结论后，加以汇报。所以一定要写实验报告。

(6) 要培养同学尊重事实，严格遵守操作规程的科学态度与爱护仪器的良好习惯。我们发现，有的同学实验做得不好，就改实验数据，不尊重事实；有的同学不严格遵守操作规程，一只安培计，应与电阻串联，还要考虑量程，一般最好加一变阻器、开关，否则会损坏仪器。做音叉实验，有的同学不用橡皮槌敲，却在桌子上敲，这样多次下来，音叉不就损坏了吗？水、电要爱惜，要节约，用电要安全，仪器要爱护，要注意这些问题。

### 3. 培养学生实验技能的几个途径

第一，要重视和加强演示实验。为什么呢？因为演示实验使学生得到感性知识。在演示实验中，对培养学生观察能力、思维能力都很重要，并且对学生起了示范作用，所以在演示实验时叫学生不要做的，首先自己不做。有个物理教师，上课做演示实验，每次都缺东西，常常带不全，或是缺导线，或是缺什么，跑到实验室去拿，浪费时间，学生提意见，要扣工资。教师本身要严格遵守操作规程，有目的地对学生进行演示实验。

第二，要创造条件做好学生实验。现在大纲上的实验数量增加，质量提高了，示波器、信号源都要使用了。高中物理教科书，编者是雷树人，我对他说，这个实验要求提得高了一点，根据中学设备，这要求可能吗？我说办不到的。他举了实例，说仪器厂是根据课本的要求来生产的，我们把它写入书中，仪器厂就可投入生产了。今年没有，以后就有了，这样，对实验仪器的生产也是一个促进。

过去实验很简单，名称、目的、要求，所用的仪器材料、操作的步骤、记录表格、计算公式等，都是现成的，这一套比



较呆板，现在课本上，除了常规的实验外，增加了研究性的实验，要你自己去研究，作结论，而不是验证。现在要求自己设计实验。要求是提高了，但从发展的眼光看，应该这样。

第三，我们对实验要建立必要的考试制度。仪器的使用，实验的观察都要检查，不是做做就算了。

第四，有些实验确实没有条件做，如 $\alpha$ 粒子的散射现象，威尔逊云室，这类实验一般中学没有，课本介绍一下，让学生开阔眼界，扩大知识面，懂得实验方法，了解实验仪器。

第五，学生实验能力的培养，还可以让学生在课外做一些实验，自己观察，自己设计等等。如福建一中的实验室，整天开放，方便学生，使学生随时都可以去做实验。还可以组织学生参加一些科技活动，进一步培养学生的实验技能。

#### （四）培养运用数学来解决物理问题的能力

因为数学是学习物理的基础，数学是物理的语言，我们学习物理离不开数学。物理的概念、规律可用口头表述，文字表述，也可用数学表述。一定要重视运用数学解决物理问题的能力，但决不要仅仅理解为是解题能力，认为多解些题目就行了，这种认识不对。下面就谈谈如何培养运用数学解决物理问题的能力。

##### 1. 数学对学习物理的重要作用

（1）数学能导致物理新规律的发现与新理论的建立。

（这个情况大家比较清楚）如万有引力定律是牛顿研究开普勒的行星运动规律 $\frac{R^3}{T^2} = k$ ，用数学推导得来的。麦克斯韦在电磁场实验的基础上推导出电磁场的理论。

（2）数学是对物理概念、物理规律最简洁、最最概