教学结晶

——中学物理特级教师会议文集

(1982年)



华东师范大学出版社

教 学 结 晶

——全国中学物理特级教师(部分)会议文集

中国物理学会《物理教学》编辑部编

华东师范大学出版社

教学结晶

——全国中学物理[illegible]（部分）会议文集

华东师范大学出版社出版
（上海市中山北路[illegible]号）
新华书店上海发行所发行　上海商务印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32　印张：11.5　字数250千字
1983年6月第一版　1983年6月第一次印刷
印数：1—20,000本

书号：7135·087　　定价：0.95元

前　言

1982年7月由中国物理学会召开，华东师范大学和《物理教学》编辑部负责筹备的全国中学物理特级教师（部分）会议在上海华东师范大学举行。

来自二十几个省市自治区的中学物理特级教师、优秀教师、有关部门的代表和《物理教学》杂志的编委共120多名代表参加了会议。

大会中心议题是："在中学物理教学中如何培养学生的能力"。大家认为培养能力与加强基础是并行不悖、相辅相成的。既不能脱离基础知识去搞能力的培养，也不能认为学生的能力会自发形成。教师要善于在中学物理水平上，在各个教学环节利用多种形式去发展学生的各种能力。

大会还向全国中学物理教师发了《倡议书》。

为了巩固大会的成果，推广中学物理优秀教师的教学经验，本编辑部特收集了大会的六十余篇论文汇编成本文集。文集的内容大致可分为二类：一类是关于在物理教学中如何培养学生的能力，另一类是其他方面的物理教学经验的文章。由于文集篇幅的限制，其中大多数的文章都进行了删节和修改。

本文集编辑时间仓促，错误缺点一定不少，欢迎广大教师和读者提出批评和意见。

参加本文集的编辑人员有：宓子宏、钱振华、宣桂鑫、张锡年、汪思谦、张梦心等。

《物理教学》编辑部

目　录

钱三强同志题词
开幕词……沈克琦（2）
培养全面发展的人材……谢希德（9）
闭幕词……袁运开（14）
试论我国中学物理教学的传统……雷树人（18）

立足于传授知识，着眼于发展智力……刘运来（30）
在"波的干涉"教学中培养学生的思维能力……陈立明（37）
以实验为基础，发展学生的思维能力……林桐绰（42）
要启发学生积极思维……张继恒（48）
从新编初中《物理》第一册谈初二物理教学……王　海（54）
国外研究理科教育的一个动向……程介明（60）
关于设计演示实验内容的探讨……王松青（64）
物理课外作业中的能力培养……袁哲诚（71）
试论中学物理教学中的观察力……吴孟明（75）
对学生"开放物理实验"的试验……吴澧暘（82）
浅谈几何光学教学中学生能力的培养……卢华千（87）
初谈在"获得知识"的实践中培养学生的能力…唐才庆（94）
关于能力培养的点滴体会……陈延沛（102）
教给并"迫使"学生动脑筋……顾长乐（108）
初中物理教学中的形象与思维问题……周祖方（115）

关于高一物理教学的几点意见……朱国祥 (120)
在物理教学中联系生产实际的体会……张国华 (125)
教好改编后的初二«物理»序言课……贺德昌 (131)
从实际出发培养学生的物理实验能力……金学男 (134)
中学物理教学中培养学生思维能力的一些作法……
……天津市南开中学物理教研组 (139)
物理概念和物理规律的理解、记忆和运用……王学斌 (144)
兴趣与能力……刘永旺 (151)
利用迁移规律搞好电场强度和电势教学的尝试……
……徐承楠 (154)
在物理教学中运用变式与比较的初步体会……校运丰 (160)
实验教材的特点和进一步培养实验能力的做法……
……杨章智 (167)
在中学物理教学中培养学生能力的体会……林朝晨 (172)
怎样调动学生学习物理的积极性……聂增淳 (180)
在物理教学中"打好基础、培养能力"初探……马仲颍 (185)
培养学生思维能力的几点做法……孙凤山 (191)
传授知识应与发展智力相结合……李志远 (196)
简化光路图成象规律判别法……辛懋诚　郭立中 (201)
中学物理中的电势分析法……游新金 (206)
中学物理教学中培养学生思维能力的探讨……徐德新 (212)
教材处理要注意传授知识和培养能力相结合…潘思嶂 (216)
及物和说理的训练与学生能力的培养……康锦堂 (222)
如何通过双基教学培养学生能力……郭恒诠 (229)
帮助学生增强记忆物理知识的能力……高云昭 (234)
上好初中物理的第一课……张立公 (238)

试谈“打好基础”和“培养能力”……成善祥 (241)
加深对物理概念的理解，促进思维能力的发展
……阎治身 (246)
物理知识结构和学生思维发展……孟　苺 (252)
利用计程气垫导轨改进、增设几个力学分组实
验……李学远 (255)
从静摩擦力的概念谈概念教学……任守乐 (258)
练题初探……段志诚 (263)
在物理教学中培养能力的几点体会和做法……肖卫黄 (268)
在物理教学中培养学生的学习兴趣……颜威明 (274)
电功和电功率的教学……郑爱光 (279)
变速运动物体的稳定问题……夏士义 (284)
在物理教学中发展学生思维的几个问题……龙涛靖 (291)
试论单元教学法……施肇增 (297)
自制“简易游标卡尺”……胡荣绵 (302)
怎样讲授物理概念……朱映文 (306)
指导学生读书，培养学生阅读能力……罗镜明 (310)
在中学物理教学中如何培养学生能力……陈大允 (318)
遵循心理学规律，打好能力的发展基础……陈甫林 (323)
从初中抓起，培养能力逐步计划化、经常化……何金海 (329)
浅谈辩证唯物主义观点的培养……李秀珉 (333)
浅谈运用数学解决物理问题的能力……任　仁 (337)
物理教学中培养能力、开发智力的初步探讨……
……任书元 (342)
从学生思维实际出发培养学生解题能力……李志远 (345)
谈谈传授知识和培养能力的关系……田明庚 (348)

从“动”的观点入手培养学生严密的逻辑思维……
……胡良栋 (353)

倡议书 ……(356)
会议记要 ……(358)

全面贯彻党的教育方针，忠诚党的教育事业，为提高中学物理教学质量，为培养社会主义现代建设人才而努力奋斗。

钱三强

一九八二年十月十六日

开 幕 词

中国物理学会教学研究委员会主任　沈克琦

同志们：

全国中学物理特级教师会议今天正式开幕了，我首先代表中国物理学会对来自各国各地、在中学物理教学第一线为培养青少年辛勤劳动、做出突出贡献的特级教师和优秀教师们致以热烈的欢迎和崇高的敬意！

出席这次会议的还有全国科协、教育部、省市教育厅（局）、中国教育学会、上海市物理学会和出版、新闻单位的许多负责同志，对于他们的出席指导，我在此表示热烈的欢迎和衷心的感谢！

这次会议是由华东师范大学和《物理教学》编辑部负责筹备的，华东师范大学的领导和同志们，《物理教学》编委会和编辑部的同志们做了大量的工作，使这次会议得以顺利召开。今天袁运开副校长和其他领导同志还亲自参加会议，我代表中国物理学会和与会同志向华东师范大学和《物理教学》编委会、编辑部的同志们表示衷心的感谢！

同志们，这次会议是一次难得的盛会。一百多位经验丰富的，从事中学物理教学或关心中学物理教学的同志聚在一起交流经验，就如何改革中学物理教学，特别是"在物理教学中如何培养学生的能力"的问题进行讨论，这对于我国中学物理教学一定能起很好的促进作用。

大家知道，实现四化是全国人民的奋斗目标。实现四化的关键是科学技术现代化，教育是基础，中小学教育又是教育的基础。中小学教育的好坏关系到全民族文化水平的高低以及各行各业的发展速度和质量，高等学校的同志都深深体会到中学教育的重要性。优秀大学毕业生都是在入学时就有很好的基础与素质，他们思想品德好，自学能力强，基础扎实，学风好，学习刻苦，善于独立思考，有较强的动手能力，所以他们能够成为优秀人材，这至少有一半以上应归功于中小学教育。反之，如果他在中学没有学好，在大学里化多大力量也是白费劲。1970—1976 期间的实践充分地说明了这一点。当然，中学教育不仅是为升大学，绝大多数中学毕业生是要就业的，他们所受的中学教育，对于他们到达工作岗位后的劳动质量有很大影响，因而对于社会主义建设有着更为广泛和直接的影响。

物理学和数学一样，是一切科学技术的基础。在一个现代化的国家里，即使是在日常生活中，人们也需要具有物理学的知识。所以中学生都要学习物理，学生通过学习物理不仅能获得物理学的知识，而且能得到很好的科学方法、科学态度和科学作风的培养，这一点是很重要的。中学教育在青年世界观的形成过程中具有极大的作用，世界观不仅是政治思想和道德品质，还应该包括科学方法、科学态度和科学作风，而且后者对于前者有着不可忽视的影响。我们经常可以看到，能够科学地对待自然现象的人比较容易接受对社会现象的科学分析，具有良好科学作风的人常常在抵制歪风邪气方面也表现较好。中学物理课学时所占比例较大，教学内容比较丰富，理论性和逻辑性较强，又有实验教学与讲课相配合，能广泛联系自然现象、生产建设和现代科学技术发展的实际。因

而，物理教学在启发学生对科学的兴趣，调动其积极性，培养其能力与优良学风，以及对学生进行爱国主义教育等方面具有不可忽视的作用。

粉碎“四人帮”以后，我们中学物理教学经过广大教师、教育行政部门和出版社同志的共同努力，取得了很大的进展，这是大家一致同意的。同时大家也感觉到还存在不少问题，甚至是社会问题。例如现在中学毕业生的出路问题以及由此引起的“两极分化”，一部分学生能认真学习，相当一部分学生对学习采取放弃或基本上放弃的态度。就物理教学本身来说，有以下几个问题是需要研究和改进的：

一、中学物理教学要面向大多数，而不能只面向上大学的“少数”。高中毕业生绝大多数是就业而不是升学，即使是重点中学，也是就业的占多数。这些毕业生是劳动的后备军，他们就业后要用中学所学的知识，还要以此为基础继续进行学习。我很同意这样的观点，教育的完成不是在学校中，而是在工作岗位上，在生产过程中，也就是说，要强调终身教育。学校教育的任务是为此打下很好的基础。中学教育的内容应该根据国家对这个大多数的要求来确定，就是要扎实地打好基础，认真地培养能力。我们觉得按这种要求培养出来的学生中的优秀者完全符合大学的要求，并不要求他们在中学要学更多的具体知识。

在面向大多数的前提下，要贯彻因材施教的原则，采取多种形式，包括开展课外科技活动等，使学有余力的学生能学得更多更好。在安排这种活动时不要简单地把大学课程内容搬过来，也不要分量搞得很重，要使学生有时间阅读报刊、杂志，阅读文学作品和历史书籍，开展各种文体活动，以利于学生生

动活泼地全面发展。单科独进式地抓"神童"教育，可能在某种程度上摧残了人才。

二、中学物理教学要着重打好基础和培养学生的能力。

我们希望培养出来的学生基础知识学得比较扎实，能比较灵活地运用所学知识，而且具有获得新知识的能力。要做到这一点，必须减轻学生的学习负担，使他摆脱被动状态而能主动地进行学习，把基本概念和基本原理真正弄懂，并能独立地运用原理解决问题，获得分析问题和解决问题的能力。真正掌握原理并能灵活运用的人，可以举一反三，而且可以在此基础上自己去学习没有学过的东西，从而获得新知识。这样他所掌握的知识才是对他今后工作和学习真正有用的东西。

现在学生学的内容很多，但食而不化，"题海战术"更造成严重的不良后果，大量做题，压得学生喘不过气来，没有力量去消化所学的内容。用这种办法培养出来的学生，到工作岗位上，不能适应工作的要求，因为实际工作中遇到的问题并不象习题那样简单，他就不知道怎么办好；到大学，也不能适应大学学习的要求，因为他不会主动地进行学习。有的还自以为是，看不起大学的习题，认为并不比他已做过的习题难，实际上他并不一定搞懂原理。即使结果是对的，他的思路并不清楚，甚至在推理过程中有严重概念错误。你要他讲清楚道理，他还不耐烦。这样的学生就很难教，比那种学的东西不是很多但条理清楚的人难教。我很不赞成将习题分类型的办法。听说，有的同志把凸透镜题分为六个类型，稳恒电流题分为十三个类型……，然后一个类型一个类型地教。结果，有的学生就死记各种类型题的解法，遇到学过的"类型"就"会"做，遇到没有见过的类型就乱套公式，思路很死。这种教法不仅给

学生增加很大的负担，而且会教给学生错误的学习方法，在某种程度上压抑了学生的聪明才智，为害非浅。应该坚决停止这种做法。

正确引导学生，启发学生的兴趣，调动学生的主观能动性，教给学生正确的学习方法，逐步地有计划地培养学生的能力是当前提高教学质量的关键，培养能力是对所有课程的要求，不仅是对高年级课程的要求，要从初中就开始，逐步进行培养。初中基础打好了，高中就好教了。另外，对于所有学生，不论其程度高低，都要注意能力的培养。对于程度高的，固然要发挥其潜力，培养其独立学习能力；对于程度差的，也需注意在其原有的基础上的能力的培养。宁肯少些，但要学得好些。要使学生把所学东西真正学到手，逐步由被动转为主动，从而使他越学越有信心，越学越有兴趣，成为有用之才。否则勉强塞了很多东西，都学过了，费劲也不少，实际上是一盆浆糊，以后就更难办。在座的许多老师在如何培养能力方面有丰富的经验，希望在这次会上能进行充分的交流和讨论。

三、要加强实验教学。

实验教学是物理教学的极为重要的组成部分。在实验过程中，学生直接面对客观现象，和学习书本知识大不一样。如何运用所学知识观察和分析客观现象，如何排除次要因素，抓住主要因素，如何掌握实验技术使实验做得更为精确，如何判断实验结果等，这些对于学生能力的培养来说，都是一个极好的训练。在实验室中，学生的兴趣能得到启发，主观能动性能得到比较充分的发挥，还可得到科学态度和科学作风的培养。实验教学对于贯彻因材施教的原则也是比较有利的。有的学生理论知识不是学得很好，但动手能力较强，在实验过程中他

能得到鼓励而加强学习信心。程度高的学生可以做得多一些，要求高一些；程度差的学生，只要教得得法，也能有所收获，在原有基础上得到提高。所以要提高中学物理教学质量，必须采取有效措施加强物理实验教学。目前实验教学是一个薄弱环节。如这次高考的电学实验题，多数考生都画对了原理图，而实物图的连线大多数都有错，有的把电池短路了，有的在连接变阻器时，两根导线都接到固定端上，有的把电表的量程接错了。看来，很多学生根本没有做过或没有认真做过这个实验。这可能与某些学校仪器设备不足有关，也可能与教学指导思想有关。听说有人认为："做实验不如讲实验"。显然，他不是培养学生，而是为应付考试。这种说法是错误的。要解决加强实验教学，问题涉及面很广，仪器、经费、房子、领导、管理等等，在这次会议上不可能全面讨论这个问题，是否可以结合培养能力的问题进行一些交流和讨论，以后可以再专门召开会议研究实验教学问题。

四、要加强师资的培养和提高。

要教好书，首先要求教师正确理解和掌握教学内容。教师对教学内容的理解和教给学生的东西应该是一桶水和一杯水的关系，只有这样，教师才能运用自如，不致教得很死。现在，由于种种原因，有的中学教师水平不高，对于大学普通物理的内容都没有掌握好，对于与物理关系较密切的更为广泛的实际知识也知之甚少，那是很难教得好的。问题的严重还在于，其中有的同志还自我感觉良好，以为只要把教材上的每句话看懂了，习题会做了，就能教书了。据我所知，有的青年教师脱产进修高等数学与普通物理后，他才知道原来自己并未真懂，有许多基本概念是错误的，觉得自己还需要进一步提

高。这种性质的问题需要在各级教育行政部门的领导下，通过组织自学和分期分批的脱产系统学习来加以解决。各地物理学会和大学老师要积极予以配合和协助。

掌握教学内容以后，还要有一个好的教学方法，要按照教学工作的规律进行教学。为此，要认真研究学生学习科学知识的规律，在教学实践过程中不断积累经验，并认真进行总结、提高和推广。系统地学习教育学、心理学和中学物理教学法等课程对于培养青年教师也是一项必要的措施。

在培养师资方面，希望我们的物理特级教师和优秀教师能发挥"传、帮、带"的作用。特别是在改革中学物理教学的问题上，希望你们能起到先进带头的作用。首先，要提倡和传播先进的、正确的教育思想和教学观点，这是最根本的。在过去几年中，你们抵制不正确思潮，根据我国实际情况创造出符合教学工作规律、符合国家对毕业生要求的正确的教学方法，成了大家学习的榜样。榜样的力量将远远超过一般性的讲道理。我相信，通过我们这么多先进老师的带动，再加上各级教育行政部门和物理学会、教育学会等经常性地组织的各种活动，我们中学物理师资水平和中学物理教学质量将会很快地得到提高。

最后预祝我们这次会议圆满成功！

培养全面发展的人材*

中国科学院学部委员
中国物理学会副理事长 谢希德

首先我向来自全国各地的优秀物理教师致以衷心的敬意！你们担负的工作是非常重要的，我们常说教育是"四化"的基础，特别是在中学和小学。所以中学教师的工作，不管是初中也好，高中也好，往往是比大学教师的工作更艰苦、更重要。尤其是对于青年，中学时代正是他们思想初步形成的一个阶段，这个阶段对于青年的成长是非常重要的。在人的一生中，往往是小学、初中、高中的一些教得特别好的老师留在脑子里的印象特别深刻。回想起自己在初中的时候，教自然的老师、教英语的老师，还有教地理的老师，他们都教得非常好。他们不单教给我们课本上的知识，而且启发我们对于地理、对于自然和对于英语的兴趣。所以在这方面对于我后来的学习影响很大。虽然后来我不是学这方面专业的，可是在那时候学到的一些知识，好象在脑子里的印象特别深刻，而且记得很牢。根据我自己的经历和平时与很多同志的交谈，都觉得在中学时代记忆力强，思想比较活跃，所以假使那个时候的教师能够进行一些启发式教育，对自己后来的成长所起的作用将是很大的。我所在的初中就是以前老的燕京大学的附中，很多当时在燕京大学念书的学生，就在初中兼课。象现在很

* 本文是作者在全国中学物理特级教师会议闭幕式上讲话的摘要。

有名的北大地质地理系主任侯人知先生，那时是我们附中兼课的老师。在他的影响下，很多学生后来虽然不是学地理，可是在自然科学的领域里，在自己的工作过程里面，对地理还是有非常浓厚的兴趣，这个兴趣就是侯人知老师培育的。所以我觉得做中学老师既艰苦又光荣，在这里我特别向大家致敬。

根据我在大学里听到的一些学生的反映，对于中学物理教师在教学上应该注意的问题，提些很不成熟的想法。因为这几年我实际上是脱离了中学教育，并没有很深入的了解，仅仅是在跟同事们交换意见中谈到有些想法。我觉得这一次大家讨论的中心议题是非常重要的，就是对于学生的能力的培养。在中学里最重要的就是教会学生怎么样学习，掌握正确的学习方法。最好能够鼓励学生在学习时，不要只局限于读教科书的内容。在这点上我们有些缺点，就是课外阅读的资料比较少。在大学里也是这样。我们常常希望学生不要限于固定的教材，可是开了参考书目录，让他们到图书馆去借，能够借到的书不多。由于我们影印的书很少，翻译的教材也不多(中学恐怕更是如此)，所以今后在中学教材建设方面，应该多鼓励学生课外参考书籍的出版，使得学生在学习时不要受到教科书的限制，启发他们能够跳出这个所谓纲要，鼓励他们在中学时候就能多看课外书籍。有实验条件的中学，更应该培养学生对实验的兴趣、动手的兴趣。现在的条件正在逐步改进，有不少中学都有实验课了，可是这个发展还是很不平衡的。在前些时候，我看到美国航天飞机上天时，就有中学生提出的一个课题带到太空里面去做，就是研究在失重的情况下，各种昆虫的反应。这就给中学的学生创造了条件，让他们有机会实践他们自己的设想。我们往往是使学生的学习仅仅限

于教科书，他们能够看的参考书较少，对于动手也不是很感兴趣。我们前几年的宣传也有些问题，使学生觉得学物理好象只有理论物理是最高级的，所以很多学生喜欢抽象的东西，而不喜欢做实验。这方面希望大家在中学的时候就要注意，培养学生不要往很偏的方向发展。这是我要讲的第一点。

更重要的第二点，是使学生对学习要有广泛的兴趣，不要光引导他们对物理的兴趣。假使我们这些优秀的教师在班级里物理都教得很好，我们每一个班级的人将来到大学都学物理，我觉得并不是我们的成功。我们应该让学生认识到物理是自然科学里一门很重要的基础科学，不管是学理的还是学工的，不管将来做什么，甚至就是搞社会科学，你的物理基础打得比较好，都是可以发挥很好作用的。应该给学生树立一个正确的思想，不是光培养他对物理有兴趣，对其它的学科没有兴趣。前些时候听说有的家长反映，他的孩子在学校里数、理、化成绩都很好，他父母鼓励他报志愿的时候报化学，老师就觉得很惋惜。物理学得这么好，数学学得这么好，干吗考大学的时候去报考化学？我觉得这个思想就是不很正确。因为我们物理学得好了，应该鼓励同学对化学，甚至对社会科学方面的兴趣。兴趣的培养需要一个长期的过程，光靠大学里培养还是不大容易的，是不是从中学就可以培养？尤其是生物。生物科学现在宣传还是比较多的，我们觉得下一个阶段最有发展前途的是生命科学。这领域是非常宽广的，尤其是遗传工程，这几年的进展可能使今后的很多问题，使农业、医学各方面的面貌都有很大的改变。但是，光靠传统的生物学方法是不够的，需要有很雄厚的物理基础、化学基础的人，甚至于数学好的人转到生物科学的领域里面来。所以我希望我们物

理教师在中学教课时，在教好物理学的同时，也鼓励学生有广泛的兴趣。物理教师的责任不是光指导学生将来毕业填志愿时，第一志愿就是某某大学的物理系。我们希望把物理基础好的学生输送到各个领域里去。兴趣的培养也是一个逐步的过程。这几年，我们复旦学习了北大的经验，把录取的物理专业的新生不是一下子分到哪个专门化，而是到三年级再分专门化。我们发现有的学生年纪比较小，念完二年以后他还不知道将来要去干什么。有的是去找爸爸、妈妈，让爸爸妈妈去找班主任商量他究竟应该怎样填志愿。所以我觉得应该怎样教学生呢？不是教他们光念好书、考得好分数、甚至考进好大学，这个不是最终的目的。最主要的是培养一个学生的兴趣，对学习、对科学的兴趣，能够较早地知道自己应该向哪个方向努力，自己将来究竟怎样对祖国的"四化"作出贡献。现在有各种不健康的因素，有的学生填什么专业，并不是自己对这方面有兴趣。一方面是他不知道自己应该学什么，另外，他想得更多的是哪一个专业容易留在大城市。这些学生没有一个强烈的愿望——将来怎么样为祖国作出贡献。就是说，他们不是很有理想，很有抱负，较多的就是想到吃亏，想到将来怎么能够留在大城市里面。这是一个很不好的现象。

所以，第三点，就是中学教师的任务特别重要，他们要使学生在中学时代就树立一个正确的人生观，就象这次姚依林同志在北京市大学毕业生分配的时候讲的那样，最重要的就是要有为祖国"四化"而牺牲的精神。这种精神在过去解放战争、抗日战争的时候体现在出生入死的战场上。今天对一个青年的考验恐怕最重要的是能不能服从祖国的需要，到祖国最需要的地方去。我觉得在这方面中学教师担负的责任也是

很重大的。因为每年高考填志愿的时候，实际上就有这个问题。希望中学教师在这方面能起到更大的作用。所以总的说来，不管是学生的学习，还是人生观的形成，中学各学科的教师包括物理教师在内，在一个青年的成长过程中起着很大的作用。所以我特别向大家表示敬意。

闭 幕 词

华东师范大学副校长　袁运开

各位代表，同志们！

我们会议已经进行了五天，今天就要圆满结束了。由于各位代表和与会同志的共同努力，会议开得很好，大家都有一定的收获。在这里，请允许我以会议东道主的身分祝贺大会的圆满成功。

我们大家都是同行，都重视物理教学工作。这次会议讨论了共同关心的问题，交流了各自撰写的教学论文，取得了不少成绩，这确实是一次难得的盛会。

物理学是一门重要的自然科学基础学科。今日物理学已经成为自然科学的中心学科之一。许多自然科学的前沿领域，都与物理学有关。在我国实现四个现代化的进程中，无论是科学技术的现代化和工农业生产、国防的现代化，都离不开物理学，都需要物理学的许多基础知识。即使从事社会科学、服务行业的同志，具备一定的物理基础知识也是十分必要的。在中等学校教学中设置物理课程和要求每个学生学好这门课程，对于青年学生掌握自然科学基础理论和实际生产技能，以及树立马克思主义的科学世界观，都具有极为重要的作用。最近教育部长何东昌同志在讲话中多次强调抓好中小学教育的重要战略意义，很受鼓舞。提高中学物理的教学质量，使每个中等学校毕业生不仅具备坚实的物理基础知识，特别还培养

他们具有一定的运用物理知识的能力，这是我们物理教学工作者一项光荣而紧迫的任务。我们大家都为此而努力工作，并且已经取得了不少成绩。这次会议的成果就是同志们艰辛劳动的结果。代表们到华东师范大学来开会，为我们开展中学物理教学研究提供了一次良好的学习机会。我想作为师范院校，开展中学物理教学研究，尽可能为中学物理教师在我校进修提高提供一定的条件，这是我们义不容辞的责任，我们师范院校物理系今后一定要在这方面作出进一步的努力。

参加这次会议的代表来自祖国各地，都是具有丰富教学经验的优秀物理教学工作者。在参加会议之前，你们都认真总结自己的经验，写成论文带到会议上来，使我们会议内容十分充实、丰富，这也正是我们会议开得成功的一个重要保证。会议期间沈克琦同志就如何在中学物理教学中培养学生能力的问题讲了话，雷树人同志对国外中学物理教学和当前教材教法问题作了报告，这两个讲话都受到了与会同志的热烈欢迎，觉得很有得益。开幕式上吕型伟、许国梁同志讲了话，今天谢希德同志又给我们就如何全面培养学生发表了重要讲话，还有四位同志作了大会发言，这些讲话和发言也使大家得到不少启发。这几天同志们把带来的论文进行了认真的交流，并就中学物理教学中如何培养学生能力的问题展开了热烈的讨论，对当前中学物理教学中存在的问题及如何改进提出了不少很好的意见。最后全体到会代表还向全国中学物理教学工作者提出了认真贯彻党的教育方针，加强双基教学，重视能力培养；坚持理论联系实际，注意知识的灵活运用；改进和充实实验设备，提高实验教学质量；开展教学研究，促进教学质量的提高等五点倡议，发出了倡议书。今天还通过

了会议纪要，它记录了我们这次会议所取得的成果。我们深信会议的这许多成果必将对我国中学物理教学的发展，起到很好的促进作用。

加强学生能力培养的问题，是今天在我们学校中普遍引起重视和正在努力实践的一个重要课题，也是提高当前中学物理教学质量的一个关键问题。会议把这个问题列为中心议题进行了认真的讨论，这无疑是十分及时和正确的。大家都认为，学生能力的培养必须贯穿到加强基础教学的过程之中，落实到教学方法的改革上，并要通过各个方面，各种途径，包括加强实验训练，加强自学指导，加强课外科技活动乃至结合教学讲一点必要的物理学史的知识等等，注意培养学生观察、思考和接受新知识的能力和运用知识、发挥创造性的能力。许多代表，在这方面已经有了初步的实践，取得了一定的经验。这次会议之后，通过继续努力，在对学生的能力培养方面必将取得更多、更成功的经验。

这次会议还就中学物理教学必须面向大多数学生，而不能着眼于少数升学学生的问题进行了不少的讨论。这是一个很重要的、涉及到如何更好地培养年青一代的教育思想问题。我们中学毕业生在目前条件下升入高等学校的总是少数，大量的中学毕业生将直接进入工农业生产或服务行业等工作岗位。如何使我们的大多数学生学好物理课程，以适应高等学校人才选拔和毕业后直接参加国家建设这两方面的需要，这就要求我们做许多工作，包括教材、教学内容和教学方法上的改革，乃至思想政治教育的工作。这可能要化费很大的气力，但这是一个必须化大力解决的紧要问题，应当认真研究解决。

同志们！我们的会议很快就要结束了，会议闭幕以后，同志们将回到祖国各地，回到自己的工作岗位上去。这次会议的许多成果，将通过你们带到祖国的四面八方，生根开花。我谨代表会议领导小组，祝同志们在今后的工作中，为提高中学物理教学质量取得更大的成绩，取得更多更宝贵的经验。

最后，请让我代表我们学校、我们的会议对百忙中远道前来出席这次会议的许多方面的负责同志和来宾表示深切的敬意和衷心的感谢！

我的讲话完了，谢谢大家！

试论我国中学物理教学的传统

——1982年7月在全国中学物理特级教师(部分)会议上的讲话*

雷树人

粉碎"四人帮"以来，我国的中学物理教学又重新走上了正轨。这些年来大家都在探索如何进一步改革我国的中学物理教学。在这个探索过程中，大家也都比较注意了解国外的物理教学情况。我们看到，国外的中学物理教学，在我们那十年动乱时，它们已经发生了很大的变化，并且正在继续经历着深刻的变化。这中间不免有人提出一些照搬国外这种或那种理论或作法的主张。这种照搬外国经验的主张是不是我们改革中学物理教学的正确道路呢？我以为不是的。国外的好的东西，我们当然要借鉴，但是，为了脚踏实地改革我们的中学物理教学，少走弯路，更重要的却是总结我们自己的经验教训，特别是要保持和发扬我们自己的中学物理教学的好传统。建国三十多年来，经过大家的辛勤努力，其中也包括在座的各位老师的辛勤劳动，我们是积累了很丰富的经验教训而可以总结的，是可以看出我们是形成了一个好的传统而应予以继承和发扬的。因此，我希望大家一起来认真总结经验，更自觉地认识我们自己的好传统。这样我们就可以明确而坚定些，

* 作者在记录稿的基础上，作了较多的补充和修改。

在国外各种各样的学说和办法面前，我们会有一个“主心骨”，容易辨别哪些可以借鉴，哪些不宜采用，也容易确定如何根据我国的具体情况来运用他们的经验。以保持和发扬我们自己的好传统为主，在分析研究的基础上吸收国外的好东西，我们的中学物理教学的改革才能健康地发展。那么，我们的中学物理教学有哪些好的传统呢？作为引玉之砖，我想初步谈谈以下四个方面。

一、重视基本概念和规律的教学

从建国以来的第一个教学大纲（1952年的教学大纲）起，我们就一直强调基本概念和规律的教学。三十多年来，也有过一些摇摆。1957年之前，觉得基础知识讲多了，太深了，要精简，曾先后发出过多次精简指示。1958年以后，又觉得基础知识讲少了，太浅了，要补充，当时一些地方编的达到大一和大二水平的课本，就是这个思潮的产物。1964年以后，又提出要作更大的精简，砍去三分之一，为此曾编写了所谓中改本，还没来得及使用就发生了十年动乱。在十年动乱中，否认基础知识的重要性，用“三机一泵”来代替了物理知识，所产生的恶果大家都是记忆犹新的。这些经历教育了我们，使我们对这个问题的认识逐渐深化了。

1．我们必须从国家“四化”建设的需要出发，根据（为了满足这个需要而确定的）普通教育的任务以及物理学科的特点，来认真研究和确定中学物理教学的目的要求，并以此为根据来考虑教学内容。这个出发点非常重要，必须十分明确。如果在这上面不够明确坚定，则就很容易把方向搞偏了。一般来说，最容易出现的偏向往往是只考虑物理学科的特点，而忽

视社会的需要；只考虑少数学生升学的要求，而忽视大多数学生就业的需要。国外前些年曾出现过一个课程设计的结构理论，有人看到了觉得新鲜，想搬过来改造我们的中学物理内容体系。其实这个理论中虽然有些好的见解，但总的来说是只强调学科特点，忽视社会需要的。我们只能吸取其中合理有用的部分，不能照搬。国内近年的物理教学，特别是高中物理教学，围绕着高考的"指挥棒"转。这中间虽然有多方面的原因，但这种作法，总是不符合大纲中规定的"在中学阶段学好物理，将为参加工农业生产和进入高一级学校打下必要的基础"这一全面要求的。

2．要根据学生的智力发展水平来考虑教学内容的深广度。怎样恰如其分地估计学生的智力发展水平，是一个相当困难的问题。我们的经验是，在强调可接受性的时候，往往把学生估计过低；在强调发挥学生的潜力时，又往往把他们估计过高。要较好地解决这个问题，还需要对我们的学生有更多的了解并进行理论的探讨。国外近来比较推崇皮亚杰的儿童智力发展的阶段理论，并且具体地把这个理论用到各学科的教学工作中，取得了一些成果。我们在这方面开展的研究工作不多，实际问题往往还是靠经验摸索着去解决。我希望有经验的教师和各级教研人员能大力开展对学生智力发展情况的深入细致的研究，并希望我们的教育学家、心理学家能在这上面给我们更多的指导和帮助。

3．在根据上述两条考虑来选择确定中学物理的内容时，首先要抓住最基本的、作为物理知识的主干的知识，要抓住在现代科学技术中应用最广泛、最活跃的知识。把这些东西搞扎实了，要进一步提高和运用，才有牢靠的基础。这里最要紧

的是精选，不能贪多求全、面面俱到。在中学程度可以学懂的物理知识很多很多，在有限的课时内不可能都讲到。另外，更为重要的是，只要打好了一定的基础并培养了一定的能力，那末一些在工作中需要但原来并没有在学校学过的东西，是完全可以自己学会的。关于这一点，我想大家都是有所体会的。至于怎样才能抓好这个最重要、最基本、应用最广泛的基础知识，这除了我们搞中学物理教学的人要认真研究外，很希望国内老一辈的和活跃在科研前沿的物理学家们多多关心和指导我们的工作。

4．对于精选出来的中学物理教学内容，还有一个根据它们在物理知识体系中的地位以及在现代生产技术和生活中的应用情况来区分主次的问题。1963年的大纲里就提出了要"突出重点、抓住关键"。这以后我们又进一步有意识地把教学内容分成重点知识、一般知识、次要知识三类，分别提出了不同的教学要求。这样既可以使学生的知识面有一定宽度，又可以使他们较为深入地理解最重要、最基本的知识，并有助于避免他们的负担过重。在实际工作中，对这一条的运用也有一些偏差，这就是重点知识越来越"重"，某些一般知识和次要知识越来越"轻"，有点比例失调。突出重点本来是好事，但突了又突，突过了头，而且一头突到无边无际的难题中去，好事就给办坏了。

5．精选出来的中学物理教学内容，并不是一成不变的，它必须随着科学技术和社会需要的发展而变化。从发展的趋势来看，经典物理的内容要进一步精选，现代物理的内容要有所加强；在经典物理范围内，有些知识（例如几何光学）的重要性将逐步降低，有些知识（如波动）的重要性将逐步提高。但

是，这个变化也不能太快、太急，要经过慎重的讨论研究，搞得稳妥一些。变得太快太大，一下子搞得面目全非，往往要失败。国外某些新课程虽曾风靡一时，但过不了多少年就偃旗息鼓，这是一个例子。

关于选好和教好物理基本概念和规律的问题，我们虽然有了一些认识，但还有许多问题没有认识到或者认识不深刻。在选择基础知识方面，当前迫切需要解决的是如何根据学生的不同水平和不同需要来选择不同的教学内容并确定其深广度，从而改变长期以来存在的教学内容一刀切的现象。在教好基础知识方面，我们曾经提出以基本概念为中心展开物理知识的教学，学生应该通过自己动手、动脑来理解概念，而不能只是靠听老师的讲解来知道这个概念。这些都是很重要的问题，需要不断总结经验，开展讨论研究，以进一步提高和丰富我们的认识。

二、加强演示和学生实验

解放前，除少数学校外，我国中学物理教学很少作演示和学生实验。解放以来，从1952年的第一个教学大纲起，就一直强调演示和学生实验，历次修改大纲，对演示和学生实验的要求都逐步有所提高。十年动乱前，这方面的形势是很好的。仪器的生产逐步发展，配备比较正常，学校教学中的演示和学生实验日益增加，日益提高。可惜一场动乱，把这些来之不易的成果摧残殆尽。粉碎"四人帮"以后，又得从零开始。在这个"之"字形的道路上前进中，我们也取得了一些基本认识。下面仅谈谈关于学生实验的基本认识。

1．对于学生实验的目的，我们在五十年代强调的是培养

学生使用基本仪器的技能。到1978年搞大纲时，认识提高了一步，感到使用基本仪器的技能不宜过分强调，主要应强调一般的实验修养。因为，使用基本仪器的技能达到一定程度就可以了，不必要求学生很熟练。他们将来从事工作，如果要经常使用某些仪器，是完全可以在工作中熟练起来的。而一般的实验修养，如1978年大纲中提到的"会正确使用仪器进行观察、测量和读数，会分析实验数据并得出正确的结论，了解误差的概念并学会初步的误差计算，会写简要的实验报告"等，则是对所有学生无论将来从事什么工作都是很重要的。这一认识的发展，对选用什么实验和如何指导学生实验都有很大影响。

2．对学生实验的要求有了提高。五十年代我们是把实验步骤一一写出，学生照着一步步去做，使用的还是多年流传下来的老办法。这种办法的缺点是对学生要求太低，他们可以不动脑筋地"照方抓药"，实验做完了，为什么要这样做往往并不清楚，因此收效不大。1978年以后，我们除了在初中开始阶段还写出实验步骤外，以后就过渡到不写步骤，而是对每个实验讲清其目的要求、原理、基本作法和注意事项，让学生自己去考虑完成实验的步骤。并自己设计记录数据的表格，使学生在实验中手脑并用。这样做实验，既有利于发挥学生的主动性，提高他们的实验修养，还有助于发展他们的科学思维能力。

3．实验的性质和方式逐步多样化。原来我们的实验是以验证性的为主的，后来逐步增强了探索性的实验，还把一些验证性的实验改为探索性的实验。测定重要物理常数的实验也在逐步加强，使用比较精密的现代化的设备的实验也已出

现。在实验方式上，原来基本上都是一课时完成的正规实验，后来逐步增加了两课时的、要求较高的实验，边讲边作的小实验，课外自愿做的简易小实验。另外，不少学校还实行了实验室开放的制度，学生随时可以去作实验，甚至作自己设计的一些简单的实验。这样，我们在实验的性质和方式上越来越灵活，多样化，实验的内容日益丰富，实验在教学中的作用日益突出，学生在掌握知识、发展能力上从实验得到的好处日益增加。

4．我们从五十年代起就吸收部分学生到少年宫和其他科技馆进行校外实验活动，这种做法目前正在恢复。校外实验活动是校内教育的重要补充，对发展学生兴趣、培养学生能力作用很大。此外，我们在五十年代曾规定结合物理教学进行一些参观活动，这一活动由于单科搞参观有许多实际困难而未能开展起来。但对工农业生产单位的参观，使学生了解生产实际，懂得物理知识在实际问题上如何真刀真枪地发挥作用，是很有意义的。现在我们中学都要开设劳动技术教育课，在这门课程中学生将亲自参加一些力所能及的生产劳动并进行一些参观，物理教师和生产技术课的教师密切合作，可以在这方面进行许多有益的工作。

这些年来，大家对恢复和加强演示和学生实验都很重视，作了许多努力。许多省市举办了实验的展览会、交流会，许多老师任劳任怨，尽可能多作演示和学生实验，还自制了不少教具。我们恢复的速度相当快，形势是很好的。当前在仪器生产上我觉得有过于追求"高级"、"精密"的倾向，这样一来，仪器往往搞得很贵，学校买不起。我觉得，除了应引入少量的有普遍意义或重要意义的现代化仪器外，一般来说，我们在仪器

的生产上还是应注意现象的明显，原理的清晰，不要过多地去追求精确度，中学实验中即使有较大的误差也不那么要紧，不要把仪器搞得那么贵。顺便说一下，我到日本和美国中学去看过，他们使用的仪器，也大多是一般的，并没有多少"高级"、"精密"的设备。

三、强调理论联系实际

这是我们从老解放区的教育工作中继承下来的一个很好的传统。在国民党统治区，中学物理教学是很教条、脱离实际的。三十多年来，我们坚持了这一条原则，但由于对老解放区的经验学习研究不够，加上种种干扰，这一条坚持得不够好，有较大的摇摆。在强调打好基础时，往往忽视联系实际，把联系实际的内容看成额外负担，轻易删掉。在强调联系实际时，又往往忽视基础知识，热衷于去讲那些具体的技术问题。好好总结这些经验教训，可以使我们在贯彻这一原则中明确坚定些。我看可以明确以下几点。

1．理论联系实际可以使学生更好地理解所学的知识，更巩固地掌握知识，懂得所学知识的用处，这些都是对的，都是联系实际的重要作用。但是，联系实际的最重要的作用不在这里，而在于使学生学会如何运用所学知识来分析解决实际问题。对于物理知识，如果只是"懂"了，甚至"巩固掌握"了，但不会运用它，那么，费那么大的精力去学习它又有什么意思呢？"精通的目的全在于应用"，毛泽东同志的这句话说得很对，对我们是很有启发的。因此，培养学生运用知识的能力是很重要的。要培养这个能力，除了联系实际外别无他法。理论联系实际最根本最重要的作用就在这里。

2．为了培养学生的这个能力，教学工作中一般应分两步走。第一步是在讲过理论知识后，讲授所学知识的应用的典型事例。在这里，不要去讲那些技术细节，而要突出物理知识是怎样被用来分析解决实际问题的。在教学方法上，不要去追求老师自己讲得清楚明白，而是要启发和引导学生来一起分析讨论，最后共同找出解决问题的办法，并注意总结在分析问题中正确的和不正确的思维方式。这一步，可以说是在老师的指导下，学生半独立地学习如何运用知识，有点象大人扶着儿童学走路一样。

3．紧接着的第二步就是在练习题里让学生去独立解决一些简单的联系实际的问题。我觉得，当前我们课本和实际教学中，从这个角度来选编的有实际意义的需要学生用所学知识来分析考虑一番的练习题是很不够的。市场上有许许多多习题集，但其中充斥着人为的在实际生活和工作中根本遇不到或者根本不会去加以考虑的所谓综合题。这样的题，我想还是少作一些好。联系实际的题，可以涉及学生常见的事物，也可以涉及学生没学过的不知道的新问题。我们不能把物理教学搞得那么死，不要什么问题都要书上写了、老师讲过，才能要求学生去解决。此外，还可以进一步考虑让学生自己提出一些实际问题，自己去想办法解决。总之，这一步是让学生练习独立运用所学知识，当然必要时老师也要作些指引，还可以组织学生进行一些讨论。

4．联系实际的范围不要只限于联系工农业生产实际。生产实际当然是先要联系的最重要的方面，但除此以外，在日常生活中、科学实验中、社会生活中也有许多有关物理的问题，也是可以而且应该联系的。联系的面宽广了，学生的视野就

开拓些，思想也活泼些，对物理知识的广泛应用以及如何应用就知道得更多些。

这些年来比较强调基础知识，又不同程度地出现了忽视联系实际的苗头。有的同志写文章指出这个问题，这是很对的。但也有少数文章一讲到联系实际，又提出中学生不会修收音机、不会修拖拉机之类的问题，也就是又回到1958年和1966年那个提法上去了。我想，对中学物理教学的联系实际，不能老是这样提出问题，更不能老是摇摆不定。我们应该遵循一条正确的原则前进。当然，摇摆一下也许是不可避免的，但这个摇摆至少应该是"减幅振荡"，不能老在那里搞"等幅振荡"。国外在自然科学教学长期忽视联系实际之后，近年来又强烈提出着重应用的主张。对这个动向我们要注意，一些好的想法和作法我们可以借鉴，但对各种议论一定要有分析。我们在贯彻理论联系实际的原则上有丰富的经验教训，只要认真总结，加强研究，是可以作得更好的。

四、重视培养学生的能力

这一条可以说是我们在三十多年的工作中逐步摸索出来的。1952年的大纲提出了培养实验技能，1956年的大纲提出了培养解题能力和实验技能，1963年的大纲又增加了培养思维能力，1978年的大纲对培养能力的提法就比较完整，同时把培养能力提高到与打好基础同等重要的地位。可以看出，我们对这个问题的认识是在逐步发展、逐步深化的。可惜的是我们对这个问题的研究竟然中断了十余年之久，而正好在这十多年中，国外随着六十年代革新课程的出现，大力开展了这方面的研究工作。因此，与国外比较，我们在这个问题上的

研究，无论广度和深度上，都落后了。我们要急起直追。这些年大家很重视这个问题，我们这次会议也以这个问题作为中心议题，这是很可喜的现象。

要培养学生的能力，首先必须使学生在学习中主动起来，积极起来，手脑并用。如果学生消极被动，或者被迫去死记硬背和完成作业，那么能力是培养不起来的。因此，课本必须写得有启发性，能引导学生去正确地分析考虑问题，教学必须采用启发式，教师当然还是要讲解知识，但更重要的是启发和指导学生去动手动脑，自己探索知识。为此，老师在备课时不但要备课本，还要备学生。我们应该强调更多地更深入地了解学生。对学生的了解不能只凭印象。教了几年书以后，对学生总会有些印象，大致能知道他们在什么地方会出现些什么问题。但这还不够，这只是一些感性的东西。我们还应该有目的地进行科学的调查研究，对学生在理解物理知识中出现的种种问题加以统计分析，找出其中的规律性，取得理性认识。在这方面有大量的工作可以做。国外近年来也在搞这方面的调查研究，他们有些发现是很有趣的，例如已经是大学生了，对速度、加速度这些概念还有人并没有真正理解，不少中学生甚至大学生对力的概念有着各种错误的理解。要培养学生的能力，首先要深刻了解他们，然后才能有的放矢地去启发引导他们。如果不在了解学生上狠下工夫，培养能力就落不到实处。

如何培养学生的能力？这个问题最根本的解决办法是在教学实践中去探索。教学大纲中有了原则性的要求，我们可以再根据自己学生的实际情况，选择某些课题，拟出较为具体的要求和作法，通过教学实践以后再进行总结。这样搞上几

年，我们培养学生能力的能力也就提高了，就能总结出有意义的东西来。这实际上就是一种教学研究工作，而且是最基础的、很有出息的研究工作。近年来国内外在这方面的文章不少，我看了后感到受到启发的主要还是这类从实践中总结出来的并非大块的文章。当然我们对此还要进行理论上的探讨，但这种理论探讨只能建立在总结经验的基础上。没有这个基础而硬要写诸如培养能力的"理论"文章，只能是无源之水、无本之木。这样的文章不可避免将是空空洞洞的，作概念游戏，或者只是空洞的教条加上几个物理例子。这样的"理论"文章是不能对教学实践真正起指导作用的。我们不要把精力花费在说空话上面，要把精力用到实处。我特别希望在教学第一线的老师们踏踏实实钻进去，搞出实实在在的经验总结来，扫一扫国内外都存在的教学研究论文中说空话的风气。当然，高师的、教研室的老师们也同样可以这样来开展研究工作。

关于我国中学物理教学的传统，我就讲这么四点。我讲的不够全面，不够深刻，也许还有错误的地方，请大家予以补充纠正。让我们在党和人民的领导和支持下，在总结经验的基础上，更加明确坚定地奋勇前进。

立足于传授知识，着眼于发展智力

江西师院附中特级教师　刘运来

物理教学中发展学生智力的问题，大家都很关心。如何摆好传授知识与发展智力两项任务在课堂教学中的地位？如何在传授知识中发展学生的智力？如何考核学生智力发展的水平？我们在教学中作了一些探索。

(一)

多少年来，人们一直把物理教师的任务理解为"教书"。只要把书本知识讲清楚并使学生理解好，记住了，就算完成了教学任务。至于学生在积累知识的同时，智力和能力是否提高，并不被关注。这种只着眼于知识的传授而忽视启迪学生的创造力、只顾眼前不看未来的教法是极其有害的。近年来，人们开始注意到后一个问题了。但是，从培养人的角度看，传授知识和发展智力，哪项应放于优先的地位？多数认为，后者比前者重要。因为人们必须在一生中不断更新已有的知识，因此获取知识的能力比经常老化的知识更重要。从人的全部生活历程看，这当然是无可非议的。但是，学生阶段两项任务的完成必须通过教学过程来进行，接受知识是发展智力的前提。因此，知识的传授仍是教学过程的首要任务，智力发展必须寓于知识的传授之中。否定传授知识中含有发展智力的可能性是不能令人信服的。但是如果认为传授了知识就会自然地发展

智力也是不对的。因此，在教学过程中，应该首先把脚跟踩在知识的传授上，而把两只眼睛盯在智力的发展上，做到在知识的传授中着意发展学生的智力，把发展智力的任务落实到课堂教学中去。只有教师根据发展智力的要求，深入挖掘和利用教材中发展智力的因素，选取合适的教学方法，并把发展智力的任务自觉地列入教学目的，才能较好地完成发展智力的任务。

（二）

在物理基础知识的教学中，认真研究物理概念掌握、巩固的规律，探索讲授概念时发展智力的可能性，寻找发展智力的途径和方法，是在知识传授中发展智力的突破口。

物理概念是物理基础知识的核心。它是同一类物理现象本质特征的抽象。概念要经过形成、理解、鉴别、巩固四个阶段，学生才能真正地掌握。深入研究各阶段的特点能够自觉地发展观察力、记忆力、想象力和思考力等智力的基本组成因素。

引导学生通过回忆生活经验、观察演示、重现旧知识等途径积累感性知识是概念形成的前奏。这一阶段，如果我们不仅告诉学生感性材料的内容，而且教会学生用什么方法去观察这些现象，这就使学生不仅获取了知识，而且训练了观察力。例如为了建立加速度的概念，我们先提供三种运动作感性材料，列出它们的速度记录。A 物体：$v_t=0$、2、4、8（米/秒）；B 物体：$v_t=0$、3、6、12（米/秒）；C 物体：$v_t=12$、9、6、3、0（米/秒）。组织学生观察它们变化的特点，以便找出比较它们的速度改变快慢的方法。这样做从知识传授的角度看是

深刻的，从观察力培养的角度看也是好的。

感性材料必须经过分析、综合、抽象、概括，才能提出事物的本质特征，从而形成物理概念。概念的形成过程就是学生进行逻辑思维活动的过程。如果遵循形成概念的逻辑思维过程来组织教学，学生就将反复地经历思维活动的训练，思维能力就会发展。如在讲授力的概念时，如果我们从打拳、做操等现象所反映的"力是肌肉紧张的结果"入手，进而由提水、推车等现象抽象出"力是人对物体的作用"，最后上升到诸如打铁、起重等现象所反映的"力是物体间的相互作用"，这样引导学生沿着三个阶梯，从生活中的力的观念上升到物理学的力的概念，而不是生吞活剥，背诵课文条条，学生必能在获得知识的同时，训练了逻辑思维的能力。

在学生理解概念和鉴别概念的阶段中，比较的方法起着重要的作用。比较（包括对比和类比）既能澄清糊涂概念，又能丰富学生的联想力和想象力，还能培养学生区别事物的本质联系与非本质联系的能力，获得鉴别事物本质的能力，从而锻炼学生的思考力。因此教学中注意新旧联系，首尾相顾，决不仅仅是获得牢固而准确的知识的需要，也是发展智力的需要。例如讲动量时引导学生联想动能，讲磁感应强度、磁力线联想电场强度、电力线，讲库仑定律联想万有引力定律等等，都有利于发展学生的联想力和想象力。

概念的巩固是在与遗忘现象作斗争中获得的。遗忘是知识在大脑中的痕迹得不到强化而消退的结果。通过多种感觉通道建立联系，使暂时神经联系在神经细胞中留下的痕迹加深，让新联系联结于旧网络之中，是概念得以巩固掌握的重要手段。根据记忆和遗忘的规律，教会学生科学的记忆方法。

例如，在记忆活动中，教会学生充分运用眼、耳、鼻、口、身感官的活动，加深记忆；根据学习材料，针对遗忘现象中先快后慢，先多后少等规律，教会学生适当采取“先密后疏”、“循环巩固”的复习方法；教学中注意为学生编织知识网，注意为学生提供更多知识重现的机会等等。这样做，从传授知识的角度看，知识是牢固的；从智力发展上看，能够培养学生记忆的巩固性、准确性，发展了学生的记忆力，因而是可取的。

由此可见，研究学生掌握知识的规律为我们在知识的传授中提供了发展智力的条件。只要我们深入研究教材，研究学生的认识规律，完全可以在知识的传授中，扎扎实实地发展学生的智力。

（三）

认真研究教法，改革课堂结构，变学生消极接受知识为主动获取知识，变模仿式的学习为发现式的学习，是在教学过程中发展学生逻辑思维能力的重要方法。

我们认为，为了使学生在课堂上以进取的姿态获取知识，必须认真改革课堂教学结构。这就是首先要使学生由从属地位变为主体地位，并使学生认识到这种变化对提高学习质量的重要性。其次要根据知识规律和认识规律来精心设计教法。为此，我们既要从课时的教学设计入手，又要致力于单元教学结构的改革；既要注意教法的设计，又要注意教材的组织和实验、演示的设计。

首先，要认识到单元教学结构的设计，在调动学生的主动精神、发展学生智力中的作用。它能使我们在单元的全局上促进传授知识、发展智力、培养能力、树立观点诸任务的辩证

统一。我们搞过一些单元教学改革的试验。例如最近我们集中省、市一批力量，围绕《电磁振荡和电磁波》开展单元试验，旨在研究通过单元教材和教学结构的改革如何加强学生在教学中的主体地位；加强对学生科学思维方法的启迪；加强对学生自学能力和实验研究能力的培养等。我们改编了教材，使教材突出知识规律和探索规律的科学思维方法；增加研究性质的学生实验；吸取程序教学法的优点，使教材的写法能够激发学生的兴趣，并有利于自学能力的培养。在教法结构上，不再象以前那样，教师讲，学生听，而是先上一堂阅读指导课，然后让学生带着提纲自学和小组讨论。随后教师收集反映，并对来自学生的反馈信号进行分析，再组织好针对性强的总结答疑课。课上老师讲，学生也讲，抓住讨论时学生中闪烁出来的那些"智慧的火花"，指导他们写成小论文，组织报告会。在建立一些重要概念之前，设计一些预备性的实验让学生做（如为了讲振荡电流形成的需要，组织了观察研究充放电的学生实验），并让学生装制两管收音机收听自己装制的发射台的播音，作为总结。这样课堂上教师"讲"，学生"听、读、做、讲"穿插进行，使学生处于主体地位，加强了他们探索知识的主动精神。他们不仅学了麦克斯韦理论，而且从理论的建立过程获得了很多思维方法的启迪，实现了在知识的传授中发展学生智力的目的。

其次，根据知识发生、发展的规律和学生认识活动的特点，精心设计课堂教学的进程，以落实"立足于传授知识，着眼于发展智力"的任务。我们主张，要根据学生的知识基础和知识间的内在联系，把一堂课所要达到的目标，分解成若干个旧知识的成分，并结合思维活动的发展程序，把教学进程编成一

系列代表不同思维阶梯的程序性问题，提出矛盾，使学生的思维活动按既定的方向展开。这种教法的特征在于：使学生以发现知识的姿态来学习新知识；使学生的外向动机向内向动机转移，加强了学生在教学过程中的主体地位；新知识在旧知识的基础上分步积累发展，智力的发展在知识的积累中进行。我们把这种有别于传统的教法叫做“积木式”教法。例如讲《电流表的工作原理》，照传统的讲法，教师只要拿出电流计，按照“构造、原理、使用”的传统三部曲讲，从知识接受的角度看是足够的，但是学生不会也不可能去追溯当初电流表的发现者的创造思路。这只能把学生教成一个收集知识的容器，难以培养出有创造能力的人。如果我们根据旧知识逐步扩张的原则，从通电导体在磁场中的受力，讲到通电线圈所受的力矩及力矩大小随电流强度的变化规律，再引导学生去思考如何利用线圈的偏转来鉴定电流的强弱。这样，步步设置障碍制造矛盾以激发学生的智力活动，最后，让学生在课堂上参与“设计”一个电流计。这样教，不仅能使学生弄清知识的来龙去脉，并使学生在接受知识的同时接受了正确的思维方法和思维程序的训练，从而达到发展智力的目的。这种教法，若经常在课堂教学中运用，就会在发展思维能力上获得良好的效果。

（四）

寻找智力发展水平的检验标准，设计考查智力水平的考核手段，是使教学双方在教学过程中发展智力的积极性得以持久的关键。

智力的发展水平，有没有客观的检验标准和具体的考核

手段？有人认为，智力和能力是在掌握知识的基础上通过长期实践活动发展起来的，是一种长期的效果，不可能在限定的时间中象考查知识质量那样去考查发展智力的效果。

我们认为，知识质量和智力水平在物理教学中都有它各自的检验标准和具体的考核手段。过去，我们曾经根据学生能否“抓住本质”、“辨认异同”、“建立形象”、“灵活运用”等标准来检验学生对一个物理概念的掌握程度，并根据这些标准设计了一些相应的考核手段来衡量概念掌握的牢固程度。

同考核知识质量一样，物理课中学生智力和能力的水平，也存在着客观的检验标准。我们认为：能读（独立阅读物理课本的能力）、能议（用物理语言表达物理思维的能力）、能看（对物理实验和生活中物理现象的观察能力）、能做（实验的设计和操作能力）、能想（进行推理、概括、讨论和物理联想的能力）、能记（准确、持久地记忆物理概念、定律的能力）、能用（能举一反三，解决问题和习题的能力），这些都可以作为检验物理教学中，学生智力和能力发展水平的客观标准。

智力考核手段的设计来自于检验标准，它有着广阔的研究前景，能够在教学实践中提出多种方案。例如可以组织阅读性质的试题，即给学生提供一段物理阅读材料，让学生依靠其中提供的物理知识来解答所提出的问题，学生如果不具有一定的阅读能力并理解其中的物理知识，物理题目就解答不了。也可以拟出一些设计实验的题目以考查做的水平；拟一些讨论性质、推理性质的题目，概括知识的题目，叙述观察现象的题目，抽象出某些现象本质的题目，准确复述物理概念、定律的题目等等，以考察学生看、想、记的能力。

在“波的干涉”教学中培养学生的思维能力

浙江省温州二中特级教师　陈立明

高一“波的干涉”是高二“光的干涉”的基础，虽然它不是高中物理的重点教材，但它跟力学的基础知识，如运动的合成、力的独立作用原理等基本概念都有内在的联系。在教学中引导学生运用已学知识讨论和研究波的干涉及其产生的条件，不但有利于加深理解基础知识，而且对培养学生思维能力（想象力和推理能力）也具有重要的作用。

讲“波的干涉”是基于运动的独立性原理或迭加原理这一基础的。学生如已掌握运动的独立性原理和力的独立作用原理等基本概念，引导他们讨论波的迭加现象中的一种最简单情况——波的干涉，一般说来不会有什么困难。不过“干涉”两字，容易使学生误解为两波的互相干扰。所以要强调指出，波的干涉实际上就是波的合成，是波的合成中的一种特殊现象。特殊现象总是在一定的条件下产生的。本课题教材就是要讲清楚什么是波的干涉现象以及在什么条件下会产生这种现象。要使学生明确干涉现象的特点是：“加强”和“减弱”区域在媒质中的位置是固定不变的，且相间排列的。教材中对什么叫做相干波源仅指出两点：(1) 频率相同；(2) 相位差恒定。但在讲波的迭加原理时又强调了“两列波重迭区域里任何一点总位移都等于两列波引起的位移矢量和”。显然，这是考虑到要包括两列波振动方向不一致时的位移矢量合成的普

遍情形。既然已考虑到两个波源振动方向有可能不一致的情况，在讲波的干涉现象的产生条件时，就不应该丢掉"振动方向相同"这一重要条件。在教学中应该使学生了解，要得到稳定的干涉现象，要能明显地观察到"加强"和"减弱"的固定区域，两个波源必须是频率相同、振动方向相同、相位差恒定，这样的两个波源叫做相干波源。讲清楚相干波源的三个条件及其相互关系是本课题教学的重点和关键。

在具体教学中，先引导学生粗略地讨论：两列频率相同的波，它们的振动方向互成一定的角度，当它们重迭在一起时，能否出现"加强"的现象？能否出现"减弱"或"抵消"的现象？根据波的迭加原理和位移矢量合成的平行四边形法则，学生应该可以推想到，对媒质中任一固定点来说，在某一时刻的合振动位移的大小和方向取决于该时刻因两列波所引起的分振动位移的大小和方向。因分振动位移的大小时刻在改变，合振动位移的大小和方向也时刻在改变，但合振动位移始终小于两个分振动位移之和而大于两个分振动位移之差，而且合振动方向在此情形下也不固定了。可见，当两列振动方向不一致的波迭加时，互相"抵消"现象是不可能产生的，且合振动方向时刻在变化，"加强"和"减弱"区域很难看得清楚。只有在两列波的振动方向相同的条件下，在媒质中的任一质点因两列波所引起的合振动位移等于两个分振动位移的代数和，才有可能明显地观察到"加强"、"减弱"或"抵消"现象。

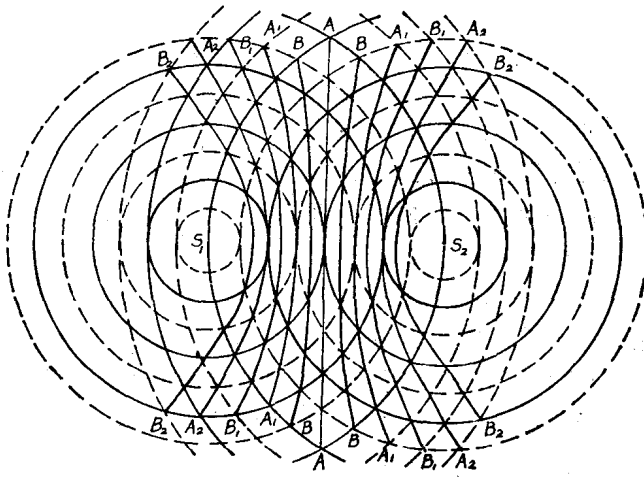
如果两列重迭的波振动方向相同而频率不相同，能否观察到"加强"和"减弱"的干涉现象？

通过讨论，学生可以领会，对媒质中任一质点来说，在某一时刻如果传来的两个分振动刚好是同相的话，则合振动位

移等于两个分振动位移之和，振动加强了。但是，由于频率不同，在另一时刻两个波源传给该质点的两个分振动不可能再同相。就是说，在不同时刻两个分振动的相位差都不一样，因此不可能出现稳定的"加强"或"减弱"，也就是不可能观察到迭加区域有些地方始终"加强"，有些地方始终"减弱"的现象。由此学生可以想象到，只有在两个波源频率相同的条件下，由两个波源传给媒质中任一质点的两个分振动的相位差才有固定不变的值(不随时间而变化)。这样，对于某些区域的质点引起的两个分振动如果是"同相"，以后就一直保持"同相"，这些区域的质点合振动始终"加强"；另一些区域的质点，从波源传来的两个分振动如果是"反相"，以后就一直保持"反相"，这些区域的质点合振动始终"减弱"或"抵消"掉。

在讨论中学生一般会提出：两个波源的频率相同，它们的相位差不是就会保持恒定吗？相干波源只要具备两个条件(频率相同和振动方向相同)就够了，为什么还要加上一个"相位差恒定"呢？怎样回答这一问题呢？在做演示实验时，学生已注意到，所用的薄钢片上固定着两根金属丝，当钢片振动时由两根金属丝引起的两个波源，不但频率相同，初相位也相同。只要频率保持相同，它们的振动步调总是一致的，即两者的相位差始终等于零。在中学物理实验室里做的波的干涉(包括光的干涉)实验所用的相干波源几乎都是初相位相同，相位差保持为零的情形。只有在此情形下，我们才能得出：凡是距两个相干波源的波程差为半波长的偶数倍的质点，合振动"加强"；波程差为半波长的奇数倍的质点，合振动"减弱"或"抵消"。对于相位差不是零而保持任一个恒定值的一般情形，在中学物理教学中是较难讲述的。为了解决这一困难，这里是否可向

学生直截了当地指出：两个频率相同的波源，如果其中一个振振停停，停停振振；或者它们各自独立地作间歇振动，那么它们的相位差就不可能保持恒定了。两个波源的相位差不恒定，传给媒质中任一质点的两个分振动的相位差也不恒定，“加强”和“减弱”区域就不可能固定不变。可见，两波源的频率相同，不等于相位差就会保持恒定，相位差恒定也是相干波源必须具备的条件之一。使学生搞清楚这个问题，对以后学习光的干涉是有帮助的。例如对于两个独立的自然光光源，即使频率相同，但因“相位差恒定”很不容易满足，所以平时观察不到光的干涉现象。



在明确产生波的干涉现象的三个条件的基础上，再引导学生对水波的干涉实验进行分析讨论：

如图所示，设两波源 S_1、S_2 的振动方程为 $x_1=A_1\cos\omega t$ 和 $x_2=A_2\cos\omega t$，它们发出的两列波在 S_1、S_2 连接线的中垂线 AA 上迭加时，中垂线上各质点由两列波引起的合振动如何？学生应能回答：因中垂线上任一质点到 S_1、S_2 的波程差为零，两列波传到中垂线上任一点、在任一时刻所引起的两个分振动都是同相位的，因此中垂线上所有质点的振动"加强"了。在不考虑衰减的理想情形下，合振动振幅 $A=A_1+A_2$，振动方程 $x=(A_1+A_2)\cos\omega t$。

在中垂线 AA 的右边和左边的某些点（如图中已作出的双曲线 BB、A_1A_1、B_1B_1、A_2A_2、B_2B_2 上的各质点），两列波在这些地方迭加时合振动又如何？根据所画的图，学生不难推想：凡是处在双曲线 BB 上的各质点，它们到波源 S_1、S_2 的波程差等于半个波长，两列波引起的两个分振动的相位差是 180°，即两个分振动始终是反相的，合振动的振幅 $A=A_1-A_2$，合振动方程 $x=(A_1-A_2)\cos\omega t$。凡是处在双曲线 A_1A_1 上的质点，它们距 S_1、S_2 的波程差等于一个波长，从波源传来的两列波引起的两个分振动刚好是同相，因此合振动"加强"。不难依次类推：波程差等于 1.5 个波长（3 个"半波长"）的双曲线 B_1B_1 上，合振动"减弱"；波程差等于 2 个波长（4 个"半波长"）的双曲线 A_2A_2 上诸质点合振动"加强"；波程差等于 2.5 个波长（5 个"半波长"）的双曲线 B_2B_2 上合振动"减弱"。由此学生非常直观地了解到，所出现的"加强"和"减弱"位置是固定不变的，且相间排列的。

如果两个相干波源的初相位不同，设它们的相位差为 180°，则它们的振动方程为 $x_1=A_1\cos\omega t$ 和 $x_2=A_2\cos(\omega t-180°)$。当它们发出的波在同一媒质中相遇迭加时，同样会出

现干涉现象。不过在此情形下，中垂线 AA 上各个质点因两列波所引起的两个分振动始终是反相的，因此将出现"减弱"或"抵消"现象。不难推想：双曲线 BB、A_1A_1、B_1B_1、A_2A_2 和 B_2B_2 上各个质点，凡是到波源 S_1、S_2 的波程差等于半波长的偶数倍的，合振动"减弱"，凡是波程差等于半波长的奇数倍的，合振动"加强"。所出现的"加强"和"减弱"区域跟前者刚好互相对调。

为了使学生加深理解上述分析，最好再让他们计算两道有关的练习题：

(1) 两个相干波源的振动方程分别为 $x_1=5\cos 100\pi t$ (厘米)和 $x_2=5\cos 100\pi t$ (厘米)。设波的传播速度都是 $v=100$ 厘米/秒，当两列波在距波源分别为 $r_1=10$ 厘米、$r_2=8$ 厘米的 A 点迭加时，将出现什么现象？A 点的合振动方程如何？

(2) 上题中假定两个相干波源的相位差为 $180°$，两列波在 A 点迭加时又将出现什么情况？

总之，让学生运用运动的独立性原理等已学过的知识反复推想这个瞬息变化的物理过程，对培养他们的想象能力和推理能力，从而清晰了解波的迭加原理和干涉现象，是能收到良好的教学效果的。

以实验为基础，发展学生的思维能力

福建省福州第一中学　林桐绰

针对中学学生的年龄特征，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。为了提高和发展学生的思维能力，在中学物理教学中，应该注意两个方面的问题：一是要引导学生善于从观察实验中提出问题、探索问题，养成思考的习惯；二是要引导学生参与教学过程，给他们亲自进行科学抽象的训练，在具体思维中学会正确的思维方法，发展思维能力。我们的主要做法有如下两个方面：

一、以实验为基础，引导学生学会抽象某些概念的一般思维方法，培养他们抽象思维的能力。

循序渐进地培养学生的抽象思维能力是物理教学的一项重要任务。低年级教材中的概念比较简单，与日常生活较接近，不容易显示科学抽象的作用。但是如果不注意逐步培养学生抽象思维的能力，一旦遇到较为深刻、离日常生活较远又不能借助于直观教学的概念，学生就不能自觉理解，只好求助于死记硬背了。为了有效地克服上述问题，我们从低年级开始，在基本概念的教学中，就有计划地在实验的基础上引导学生运用科学抽象的方法来学习、研究物理问题，注意培养他们抽象思维的能力。例如，进行"导体的电阻"这一课题的教学时，针对初中学生的年龄特征和接受能力，首先通过不同的导体具有不同的导电能力的实验，引出"导体的电阻"这一初步概念，阐明导体一方面具有导电的能力，另一方面又有阻碍电流通过的作用，这种阻碍电流通过的作用叫做导体的电阻。接着指出：导体的电阻是导体的一种固有属性。然后采用"伏安法测定电阻"的实验装置用两种不同的导体进行实验，分别测出几组 U 和 I 对应的实验数据，通过分析、比较、概括，抽象出电阻的概念：实验结果表明，对同一个金属导体来说，它两端的电压 U 跟通过它的电流强度 I 的比值是确定的值。但对

不同的金属导体来说，比值 $\frac{U}{I}$ 是不同的。可见比值 $\frac{U}{I}$ 反映了导体本身的一种属性。进而引导学生进一步进行科学抽象，用 R 代表导体的电阻，抽象出电阻的定义式：$R=\frac{U}{I}=\frac{U'}{I'}$。

应该指出，物理概念用"比值"的方式下定义时，其定义式仅表示量度方法，而不是表示数量间的函数关系。讲清这个问题，对学生正确理解物理概念能起着良好的作用。学生就会明白：是 I 与 U 成正比，而比值 R 标志导体对电流的阻碍作用，它的大小跟导体两端的电压和通过的电流无关，而是由它本身的物理条件所决定的。从而学生就不会错误地认为导体的电阻与导体两端电压成正比，与导体中通过的电流成反比；更不会由 $R=\frac{U}{I}$ 错误地认为 $U=0$ 时，R 也等于零。这样，概念的形成过程就是学生进行科学思维活动的过程。

在教学中教师应该有计划地培养学生利用已有概念，运用抽象思维的方法，来获得新的概念和解决物理问题的能力。"比值"的方法同样适用于另一些物理量的概念教学。例如平均速度、加速度、角速度、折射率、倔强系数、摩擦系数、密度、电场强度、电势、电容、磁感应强度等概念，虽然它们的具体内涵不同，但它们定义的思维方法是相同的，都是通过实验或理想实验，借助科学的抽象，采用"比值"的思维方法形成的。"比值"体现了事物的某种属性。教学时，可以采用"类比法"，注意处理方法上的类同、在概念意义上的差异，引导学生获得新概念并发展他们的抽象思维能力。

二、在实验的基础上通过定律的建立和运用培养学生推理判断的思维能力。

(一)培养学生在观察和实验的基础上，建立合理的物理模型，在一定理想化条件下导出物理规律的能力。

所谓理想化物理模型就是为了便于对实际的物理问题进行研究而建立的高度抽象的理想客体。引入理想化物理模型的好处：第一，可以大大简化复杂问题的研究过程，同时便于发挥逻辑思维的作用，有利于认识和掌握它们，而又不会发生大的偏差；第二，把对理想化的事物进行研究的结果加以适当修正，即可用于实际事物。因而建立正确的理想化模型是研究物理问题时经常采用的基本方法，也是培养学生科学想象能力的重要途径之一。例如，分子没有体积、分子之间没有相互作用的理想气体，实际上是不存在的。但是对于高温、低压下不易液化的气体，如氢、氧、氮、氦以及空气等，可以当作理想气体来处理。为了研究气体状态变化时压强、体积和温度这三个参量之间的关系，可以运用"先分析后综合"的逻辑思维方法，并选用近似理想气体的空气，采用"控制条件"的实验方法，分别先保持一个量不变，研究其它两个量之间的关系，分别得到在不同条件下理想气体的三个实验定律，即气体等温变化的玻意耳—马略特定律，气体等压变化的盖·吕萨克定律和气体等容变化的查理定律。然后进行综合，运用逻辑推论和数学方法总结出三个参量之间的变化规律，推导出"理想气体"的状态方程。

应该指出，在高温、低压下不易液化的气体用气态方程来计算，误差很小，而且非常简单。另外，虽然低温、高压下的气体，特别是那些容易液化的气体，不符合理想气体状态方程，但是当人们从分子占有体积和分子间有相互作用力两方面对理想气体状态方程加以修正、推广，再用来处理真实气体，就

能跟实验在一定精度上相符合。还应该让学生认识：在一定理想化条件下得出的规律，只在(或者非常接近)这些条件下才适用。

必须强调指出，建立理想化的物理模型需要以观察、实验作为基础，需要有对物理现象和过程的正确理解，需要有正确的分析方法、推理能力和判断能力，还需要有丰富的科学想象能力；同时在物理教学中有计划地对学生进行建立理想化的物理模型的训练也有助于发展学生这些方面的能力。

(二)培养学生运用归纳推理来论证物理定律的能力。

中学物理教学中，通常要采用对个别事物或现象进行研究，从而得到该类事物的一般规律的教学方法。在这过程中，归纳推理具有重要意义，同时也是培养学生逻辑思维能力的重要途径。例如讲解"浮力"这一概念时，就是从"放在水里的木块，总是浮在水面上"，"钢铁制的轮船，能够浮在水面"等生活经验中的事例出发，找出共性，归纳概括出"物体在液体里都受到一个向上托它的力，这种力叫做浮力"。它从具体的木块、轮船概括到所有物体，从在水里受到浮力推广到液体里受到浮力。在论证阿基米德定律时，要是从用水来进行实验，就直接得到关于液体的浮力的一般规律，这样轻率概括在逻辑上是不允许的。因此，教师在进行了关于水的浮力实验之后，还要进一步对浮力产生的本质进行分析，揭示浮力产生的原因是水中的压强差造成的对物体的压力差。这一点在所有液体中是一致的。这样，把有关水的浮力的实验结论，逻辑地推广到一般液体就有了理论根据。这便是通常所说的"解剖麻雀"的科学方法。

(三)培养学生运用演绎推理去探索新知识的能力。

学生学习了重要概念、定律和理论之后，就要发挥理论在进一步学习中的指导作用。要引导学生从已掌握的理论出发，运用演绎推理和数学方法正确地进行有关问题的分析、推理、论证，推导出新概念或新规律。当然，通过演绎推理和数学推导得到的结论能否成立，还需要通过实验加以检验。例如课本中闭合电路的欧姆定律就是应用这种方法推导出来的。教师应该引导学生运用已掌握的旧知识去探索新知识，先运用能量守恒定律和焦耳定律通过逻辑推理的论证方法得出 $\varepsilon It = I^2Rt + I^2rt$ 这一关系式；然后再经过数学推导，得出闭合电路的欧姆定律的公式 $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$。推导公式的过程中，运用了演绎法，就是从能量守恒定律这个一般原理出发，推导出闭合电路的欧姆定律这个特殊结论，所以闭合电路的欧姆定律可视为能量守恒定律的具体表现。整个推导过程既培养了学生逻辑思维能力，也提高了运用数学解决物理问题的能力。我们在导出公式 $I=\frac{\varepsilon}{R+r}$，再经过数学变换，得出 $\varepsilon = IR + Ir = U + U'$ 这一关系式后，还通过实验来验证这一关系式的正确性。这样不但加深学生对理论的理解和灵活运用，而且又通过实验来验证逻辑推理和数学推导所得新结论的正确性，还训练学生学会理论分析这一科学方法。

演绎推理是从一般的原理、定律出发，推导出新的结论的一种思维方法，它是获得新知识，认识新事物的一种重要方法。让学生学会运用演绎推理，可以使他们在遇到新问题时具有正确的思考途径和解决问题的方法，显然也是发展学生逻辑思维能力的重要途径。在高中物理教学中应该有目的地

适当运用演绎推理来建立新概念或导出新规律，并培养、提高学生演绎推理的能力。例如感生电动势等公式以及自感现象和涡流等课题，都是采用演绎推理的教学方法的。

教学实践证明，引导学生在不断探索知识、获取知识和运用知识的过程中学会运用这些思维方法，就能有效地提高他们分析、处理、解决物理问题的能力，从而掌握学习的主动权，成为学习的主人。

要启发学生积极思维

北京师范大学附属实验中学特级教师　张继恒

一个学生学习上进步的快慢（应该用他掌握知识的深度和广度、理解知识、运用理论和实验方法研究问题及解决问题的能力等多方面来衡量），关键在于他是否发挥了自己的主观能动性，而核心问题是学生是否开动脑筋，勤于思考。教师的教学水平则应该主要表现在是否善于启发学生积极思维，并有效地培养学生的思维能力。下面就物理教学中如何启发学生思维，谈几点看法。

一、课堂上的每一个活动都要有明确的目标，使学生理解学习过程，摆脱被动地位。

在每一节课开始时应该向学生讲清楚，现在要研究什么问题，这个问题有什么实际意义，如何研究等等。只有学生心中有了问题，才能产生解决问题的愿望。只有有目的地进行教学，学生的态度才会积极，才会主动地参与教师组织的各项

活动；才不会把课堂上的演示实验当做魔术去欣赏，或者觉得老师所讲的听起来头头是道，但不知为什么要讲这些话而感到茫然。

例如讲光的色散一节，在课堂上演示棱镜分解太阳光，学生看到了绚丽的光谱时，总是很兴奋的。可以告诉学生，发光体的光谱是物质发出的信息。人们正是利用这样的信息去探索物质秘密的。简单地讲讲研究色散现象和光谱的意义，既能激起学生学习的兴趣，又能使学生感到学这些知识是必要的，有利于调动学生的学习积极性。

教师在课堂上演示实验时，要指导学生怎样进行观察，研究从中得到什么启示。学生自己做实验，明确目的也是最重要的。在实验前，要检查学生预习的情况，要求学生做实验能手脑并用，避免按照讲义走过场。

二、要引导学生在研究问题中建立概念、认识规律，而不是只记住定义和定律的条文。

研究物理的基本方法是实验。从现象到概念和规律要经过分析、综合、抽象、概括的加工过程。只有通过一个人自己的抽象思维活动才能完成这个从感性认识到理性认识的飞跃，获得真正的知识。只有理解了的知识，才能记得住，才能灵活运用。

例如讲楞次定律，如果只让学生背诵定律的内容，学生会感觉这简直是句“绕口令”。什么是磁通量的变化？怎样叫阻碍磁通量的变化？他理解不了。即使把这句话背得很熟，也是没有用的。教师应组织学生亲自动手做电磁感应的实验，从中归纳规律，才能掌握规律。

有些问题不能直接用实验方法研究，则采用推理方法。

例如洛仑兹力不能直接测量，要根据磁场对电流的作用力 F 去计算洛仑兹力 f，得出 $f=qvB$。如何从宏观力 F 求微观力 f，教科书作了清晰的讨论。讨论中牵涉到的物理量有十个之多。这样的内容如果学生自己不开动脑筋，认真思索每一个概念的意义和每一步推导的根据，只匆匆地看一遍书，或听一遍教师讲解，是理解不了的。

总之，不论是学一个概念或一条规律，学生都必须了解它的来龙去脉，最后留在头脑里的是一个能够反映事物之间密切联系的、完整的认识，而不能是干巴巴、孤零零的一句话。

三、要使学生认清事物的本质，不能混淆概念，歪曲定律。

学生只有认清了问题的本质，才能符合规律地进行思考。

有的学生分析斜面上物体的受力情况时，把"下滑力"和重力、弹力、摩擦力等排列在一起。对待"向心力"也常出现类似的错误。这是由于他对力的本质的认识还不够清楚。

有的学生用汽车的额定功率除以某时刻汽车行驶的速度，就认为是当时汽车的牵引力。这是由于他对"额定功率"的意义还不理解。

有的学生学变压器时，看到电流反比于电压，认为跟欧姆定律（电流正比于电压）相矛盾。这是由于他还不明确所讨论的问题各有各的条件。

有的学生看匀加速直线运动的速度图线，就认为物体是在爬坡。这是由于他还不了解图线所表示的是一种函数关系。

类似的错误是举不完的。为了纠正这些糊涂观念，避免错误，一方面在上新课时，要讲清问题的实质，另一方面，在多

次运用这些知识时，要反复阐述道理，分析错误的原因，增强学生辨别是非的能力。

思想方法上的谬误常常会带来错误的判断。

例如，问怎样增加回旋加速器射出的带电粒子的动能？有的学生好象很有把握地回答，必须加强电场强度。他的理由是使带电粒子加速的是电场。这是错误的。发生这一错误的原因是他只从表面上看问题。分析实际情况，可以得到从回旋加速器最后射出的粒子的动能 $E_k=\frac{q^2B^2R^2}{2m}$，说明 E_k 正比于磁感应强度的平方，正比于 D 形盒半径的平方，而与加速电场 E 的大小无关(当然 $E\neq 0$)。

学生出现的错误，很多都是由于看问题只看形式，忽略规律适用的条件，不注意因果关系，不对具体问题做具体分析，没有充分理由就作出判断等原因造成的。这些违反逻辑的、形而上学的观点带来的是理论脱离实际，因而不能按规律办事，当然没有不出毛病的。教师在教学中，除了讲授知识外，还要讲出物理学自身的辩证法，要注意逻辑性，要抓住各种时机，向学生讲清楚怎样的观点才是辩证唯物主义的观点，怎样思维才符合逻辑。

四、课堂教学内容的安排要符合认识规律，循序渐进，不要贪多求全。

人的认识过程应该是由简单到复杂、由浅入深、由具体到抽象、由片面到全面。对于青少年尤其要注意学习上的循序渐进。如果要求过高，使难点集中，超出他们的思维能力所及，结果前一个问题还没有想清楚，后一个问题已接踵而来，必然造成"消化"不良。经常这样会使学生产生畏难情绪和厌

烦心理。

例如动量守恒定律可以考虑采用这样的层次进行教学：两个物体构成的物体系不受外力时动量守恒；多个物体构成的物体系不受外力时动量守恒；物体系虽受外力，但外力比内部相互作用力小得多，可以不计时，动量守恒；物体系虽受外力，但某一方向分外力为零，在这一方向上动量守恒。最后再把动量守恒定律从宏观现象推广到微观现象。这样分阶段地逐步深化知识，学生的认识也逐步地抽象化、全面化。学生会感到在教师的引导下，经过自己的努力，他能够很好地理解全部教学内容，他的学习兴趣、信心和积极性都将随之增加。如果在一次课上把这些内容都端出来，学生会感到困惑的。

五、课堂上要不断地提出问题和解决问题，对教材不要平铺直叙。

知识的内部是有联系的。人的大脑只能在这些联系中进行活动。要求学生在课上积极思维，教师必须把所讲的前后内容有机地联系起来，使每一个45分钟最好总在提出问题和解决问题的气氛中渡过。有时可以教师问，学生答；有时可以教师问，教师答。一般在高年级后一种情况更多些。

例如讲磁电式电流表的原理，首先讲它是利用磁场对通电线圈有力矩作用的原理制作的，然后提出问题：如果磁场是匀强的，线圈又只受磁场力的作用，线圈将静止在什么位置呢？这个位置跟电流的强弱有没有关系呢？这样的装置能否测出电流强弱？怎样才能测出电流强度？电流表中螺旋形弹簧起什么作用？如果磁场仍是匀强的，线圈的偏转角 θ 跟电流强度 I 的关系如何？怎样使 θ 跟 I 成正比？象这样教师一边提出问题，一边启发学生想出解决问题的办法。电流表虽

然不是学生自己创造的，他却也象是经历了一次“发明过程”。他对仪器的构造原理就会理解得比较深刻，他的解决问题的能力、思维能力也会得到提高。

六、课堂教学的程序和教材的系统要便于学生进行逻辑思维。

新知识总是建立在旧知识的基础上的。教学必须沿着合理的程序进行，才能使学生顺利地运用逻辑思维，从已知推向未知。所以教师在安排每一节课、每一章、每一编的教学内容时，都要认真考虑教材的系统。

例如讲稳恒电流一章，一般都是先讲导体中通电流的条件是导体两端有电压。然后讲部分电路欧姆定律 $I=\frac{U}{R}$。学生学过之后，留下深刻印象的有这样几条：导体上有电流时，它的两端一定有电压；导体上的电流总是从电势高处流向电势低处；导体两端的电压 U 总等于它里面通过的电流 I 乘它的电阻 R，即 $U=IR$。实际上，很多情况下并不是这样的。例如，电源内部的电流向哪一端流，哪一端电势就高；电源、电解池、电动机的电压 U 都不等于 IR；有的电路中有电流，但并没有电压（涡流）。这样，学生学完欧姆定律再学到后面的内容时，要费力抹掉前面的那些“深刻印象”，重新认识问题，一度认为是到处适用的真理，现在才发现有很大的局限性，这样的反复往往使学生感到比掌握新知识还要困难。是否可以考虑把顺序这样变换一下：根据电场一章中的电压概念，明确电场力的功 $W=qU$；定义电流强度 $I=q/t$；介绍焦耳定律 $Q=I^2Rt$，并定义电阻 R；定义电源电动势 $\varepsilon=\frac{W_{非}}{q}$；定义反

电动势 $\varepsilon_{反}=\frac{W}{q}$；最后用能量转换和守恒定律分别对纯电阻和非纯电阻两种情况进行讨论：

1．纯电阻部分电路，$qU=I^2Rt$，$U=IR$。

纯电阻全电路　$q\varepsilon=I^2Rt+I^2rt$，$\varepsilon=IR+Ir$。

2．非纯电阻部分电路（有 $\varepsilon_{反}$），$qU=q\varepsilon_{反}+I^2Rt$，

$$U=\varepsilon_{反}+IR。$$

非纯电阻全电路 $q\varepsilon=q\varepsilon_{反}+I^2Rt+I^2rt$，

$$\varepsilon=\varepsilon_{反}+I(R+r)。$$

这样以电动势、反电动势两个新概念和焦耳定律为基础，以能量转换和守恒定律为纲的讲授顺序，我自己在今年稳恒电流一章的总复习中试用了一下，学生反映知识的系统是清楚的，掌握起来比较方便。至于用于讲新课的效果如何，还要在今后实践中检验。

从新编初中《物理》第一册谈初二物理教学

湖南省教育科学研究所　王　海

一、初中《物理》第一册教学内容的安排

这册课本是讲授力学的初步知识，共分八章。

第一章测量。通过长度和质量的测量，学习一些测量的基本知识，为学习物理作准备。第二章力。讲授力、重力的初步概念，重量与质量的关系，力的图示及二力平衡等，是学习

以后各章的基础。第三章运动和力。讲授运动和静止，匀速直线运动，惯性定律，运动和力及摩擦等，是学习简单机械、功和能两章的预备知识。这些内容学生比较熟悉而又直观，要求不高，容易接受，所以放在压强和浮力之前讲授。第四章密度。为了跟国际上取得一致，课本删去比重，改为讲授重要的广泛应用的密度，它是学习压强和浮力两章的基础知识。第五章压强。先建立压强的概念，着重讲液体内部压强和大气压强，知识内在联系很紧凑。第六章浮力。主要讲授阿基米德定律和物体的浮沉条件，与压强一章形成流体静力学的独立部分。第七章简单机械。用杠杆的平衡条件对杠杆类简单机械作定量的分析、讨论。第八章功和能。讲授功、机械能的初步概念，并在前一章的基础上讲授功的原理和机械效率。

教材的安排注意到初、高中的分工，象密度、压强、浮力、简单机械等章，高中不再重复，必须在初中学懂学好，牢固掌握。象力、惯性定律、功、功率等，在初中只要求掌握初步概念，到高中继续扩大和加深。象重量、重量与质量的关系、变速直线运动、运动和力、机械能等，限于初中学生的知识水平，只要求初步了解，到高中再进一步论述。这次改编还删去了一些对初二学生较难或比较次要的内容：时间的测量、静摩擦、滑动摩擦系数、液压传动、虹吸现象、气体的压强和体积的关系、螺旋等。教学时，既要分清初、高中教材的区别，又要注意到初、高中教材的衔接。

二、突出重点，加强基础知识的教学

力、密度、压强、功等概念是这册课本的重点概念。力是贯穿于各章的，明确力的本质是物体对物体的作用，知道力的

三要素，会作简单的力的图示，了解力的测量与单位等对学好力学是极为重要的。密度、压强是五、六两章的基本概念，牢固地掌握它才能学好流体静力学的有关知识。功在初中只讲初步概念，也应要求学生牢固掌握，以便学好功的原理、机械能等知识，为以后学习热和功、电功打基础。惯性定律、密度的计算、液体内部压强、阿基米德定律、杠杆的平衡条件和功的原理等是这册课本的重点，它们对学生参加工农业生产和进一步学好物理都是极其重要的。

对上述重点概念和规律，课本是从以下几个方面来加强的：(1) 强调事实基础。即注意从常见的物理现象出发，提出问题，分析问题，比较详细地介绍事实情况，包括物理现象产生的条件、过程等等，能够演示的尽量配合演示实验。比如讲力，首先从肌肉紧张的直觉，由人对物的推、拉、提、压的作用入手，列举实例对比说明物对物的推、拉、提、压的作用，再演示磁铁、带电体的相互作用等等。这样，从人到物，从接触力到非接触力，从推、拉、提、压到吸引、排斥，步步深入，在比较丰富的事实基础上揭示力的本质是物体对物体的作用，施力者与受力者之间的作用是相互的。讲功的原理，在不考虑摩擦的条件下，分析了杠杆、轮轴和动滑轮等机械将重物 G 提升 h 高所做的功与不用机械而直接用手将重物 G 提升 h 高所做的功相等，从而归纳概括出功的原理——利用任何机械所做的功都等于不用机械直接用手所做的功，较好地回避了"机械克服阻力做功"这个难点，使学生从实践检验中确信功的原理的正确性、科学性。

(2) 加强分析、讨论，深刻揭示概念的物理意义。比如讲液体内部压强，先介绍测量液体压强的工具——压强计，并通

过实验测量液体内部的压强，突出决定液体内部压强的两个因素——深度和液体的种类，明确在液体内部同一深度各个方向的压强都相等，为推导液体压强作好充分准备。接着以学生实验为基础，设想从液面向下隔离出一块液柱来，用这块液柱的重量G除以液柱的底面积S，可求出液体的压强。紧扣这条思路，推导出计算液体内部压强的公式$P=\frac{G}{S}=\frac{\rho Shg}{S}=\rho hg$。思路清晰，层次分明，分析细致，便于理解。其他象浮力、阿基米德定律、连通器原理等也着力于物理过程的剖析和思维方法的讨论。

(3) 重点知识经常复习，反复运用，不断巩固与深化，对这些知识在习题安排和要求上也比较高。比如通过液体内部压强、连通器原理、浮力、物体浮沉条件等课题多次用到物体受力分析、力的图示、二力平衡、密度、压强等知识，安排了一定数量综合运用这些知识的习题，使学生对重点概念和规律能逐步加深理解，灵活运用，牢固掌握。

三、加强实验，创造条件多做实验

物理学是一门实验科学，以观察物理实验为基础来得出简单的物理规律或概括出物理概念是初中物理教学的特点。这册课本有九个学生实验、九个小实验和三十六个重要的演示实验。在九个学生实验中，测量或测定物理常数的实验三个，研究物理规律的实验六个。显然，减少验证性实验，加强探索性实验的目的是，让学生根据实验所得到的数据，找出物理量间的关系，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。探索性实验有利于培养学生观察现象、记录

和处理实验数据以及分析问题、概括规律的能力，从根本上改变过去照课本上的步骤，机械地进行操作、动手不动脑的情况。为了使学生学会使用刻度尺、天平、弹簧秤、量筒等仪器，课本注意让学生在不同的实验中反复使用它们。象天平，要学会调节和正确使用它并非易事，教材安排了四个学生实验练习使用天平。初中物理力学演示实验需要的仪器设备一般都可自制解决，这是力争这些演示实验都能做到的有利条件，教师应把加强学生实验和准备好演示实验作为备课的重要环节之一，使学生善于细心观察，正确使用基本量具（或仪器）和读数，尊重事实，正确记录测得的数据和整理数据，从数据得出必要的结论，学会写简单的实验报告等。

课本关于实验的写法一般都写明了实验目的，所用器材和步骤。注意先讲清实验的方法和原理，使学生在理解的基础上进行操作，明确每一步骤的目的，避免照方抓药地机械地进行操作。课本最后两个学生实验，要求学生自己设计记录实验数据的表格，为后面逐步过渡到学生能自己根据实验目的来考虑用哪些器材，怎样安排实验步骤，记录哪些实验数据，如何设计记录表格等作准备，有利于提高学生实验技能，这些技能是他们进一步学习现代科学技术，在工农业生产中进行科学实验和技术革新的重要基础。

四、循序渐进地培养、提高学生的能力

新课本有184个习题，对习题作了改选，主要是减少了计算题，降低了计算题的难度，加强了概念题、实验题（包括小实验），适量搭配了综合题。象阿基米德定律、浮力、简单机械、功率、机械效率等课题，在习题安排与要求上已明显地降低了

难度，这可以减轻学生过重的课业负担，也可以避免使学生产生学物理就是算题的误解。

概念题、实验题能够加深学生对知识的理解，培养学生的分析能力和用语言、文字表述科学现象、原理的表达能力，教师应该重视。解答这类习题的关键在于引导学生认真审题，抓住题目的要点，不宜脱离初中物理知识的范围去讨论问题的细节。有些习题是要求学生从生产或生活中的某些实例来说明物理概念、规律及其应用，要注意通过这类习题有意识地引导学生实地进行观察。用语言或文字回答问题时，要教育学生逐步做到要言不繁，用辞准确，语言（或文字）精炼，条理清楚。实验题（包括小实验）能培养学生独立研究的良好习惯和动手能力，要鼓励学生动手去做，动脑子想。综合题能把前后所学知识联系起来，综合运用，一般说较为灵活，有的难度较大，考虑到教材的通用性和初二物理课时减少，课本对综合题安排得不多，这是实事求是的。对物理计算要求过高过急，热衷于缺乏实际意义的、为综合而综合的题目，不但不利于培养学生分析问题、解决问题的能力，反而有可能使学生把知识学死了，从长远来看，对初中学生学物理是极其不利的。

这册课本对学生物理计算能力的培养与训练，大致可分三个阶段：第一章测量，通过单位换算的练习，进行算术方法解题的初步训练是第一阶段；第二章力到第四章密度，通过运动路程和时间的计算和密度的计算，熟悉物理公式的代数变换及其物理意义，巩固单位换算和算术方法解题是第二阶段；第五章压强到第八章功和能，这几章内容出现的物理概念和公式较多，在液体压强、浮力、功率、机械效率等课题中出现了综合题是第三阶段。一方面要继续巩固用算术法解题，一方面

逐步向代数方法解题过渡。课本的例题注意引导学生从直接代公式的简单代数方法过渡到根据题目所给的物理过程，综合几个物理公式，通过文字运算推导出求未知量所需的数学表达式，再代入已知量的数值算出答案。这类习题可训练学生认真审题，分清已知量和未知量，分析题目的物理过程，确定运用什么公式或规律求解。特别是有关液体内部压强、阿基米德定律、浮力、杠杆的平衡条件的计算题，在解题时要确定研究对象，对物体进行受力分析，正确画出示意图和力的图示，并根据物体运动状态，结合有关物理规律列出算式，这一套方法是解力学题的重要的行之有效的方法。在初中让学生初步熟悉它，掌握这些解题的基本功，对高中进一步学物理是极有帮助、受用不尽的。这里重要的是要通过解题使学生懂得物理计算是根据物理基本定律对题目给定的物理量进行数学运算，只有深刻理解公式中每一项的物理意义，才能把"数"和"理"有机地结合起来，灵活地解题。因此解题的思路有理有据、有条不紊是极其重要的。总之，培养学生的物理计算能力，要注意由简到繁，由算术法到代数法，循序渐进，因势利导。这个序既包括知识本身的序，也包括学生认识能力的序。

国外研究理科教育的一个动向*

程介明

本文是受了一篇文章(Summers 1982)的启发，涉猎了有

* 本文为香港特邀代表程介明先生在大会所作的报告。

关文章而作的一点报导。

自六十年代以来，西方理科教育基本上以"发现法"为主流，在英国、西欧尤其如此。虽然在此之前，也有不少教育家提倡"启发式"、"引导式"，但是系统地体现在教材里面，并且在实验、考试、研究各方面加以配合，那还是六十年代才有的事。

这里不去研究"发现法"背后的理论。在实践中，"发现法"的特点，是不按理科中本科的逻辑结构，而是按学生的思维发展去安排教材。以典型的英国 Nuffield 计划为例，就是首先设计出种种的演示、实验、模拟，让学生从中去思考、分析、下结论。

从发展的角度来看，以往是只注意本科，"发现法"则也注意了学生。因此，从事理科教学，首先要把"科学家的科学"消化为"课程中的科学"，才能被学生所吸收。

教师的实践证明，这样的"发现法"，让学生自己动手动脑，教学效果比较好，学生兴趣浓、学得快、记得牢。

但是在教师的实践中也发觉，学生自己动手动脑，却并不一定得出教师预期的结论。在学生思考、分析和下结论的过程中，教师需要细致地去辅导。有些时候，即使教师尽了力去辅导，学生还是掌握不了预期的结论。

有些教师发觉，已往的发现法，虽然尽量引学生自己去动手动脑，却基本上把学生在学习之前当成是一片空白的。这是不符合事实的。这几年，在许多地方，人们都不约而同地热心研究学生的"先入概念"（教学前的）和"误解概念"（教学后的），得到了许多有意思的结果。

于是，在教学的过程中，除了科学本身的逻辑结构和学生

的思维发展之外，又多了一个要考虑的因素，那就是学生脑中原有的一套概念（也有称之为儿童的科学）（见图一）。

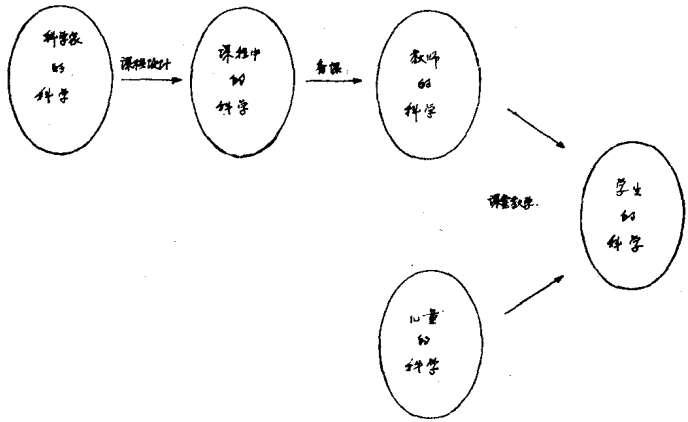


图 一

人们并为此在心理学家奥苏贝尔那里找到了理论根据。奥苏贝尔认为："影响学习的唯一最重要的因素，是学习者已知的东西。"(Ausubel 1968, 1978)

下面是一个研究工作的例子。

英国有几个教育工作者(Osborne, Gilbert, Watts 等)选择了一些程度不同、年岁不同的学生，做了一个实验。每个学生都和老师交谈 40 分钟。在交谈的过程中，老师拿着一些单线画的画卡，通过这些画卡详细地询问、了解学生的一些科学概念(见图二)。在这个例子中，老师集中地了解了关于力的概念。

这里面，他们发现了一些很有意思的结果。

首先，他们发觉，在老师教学之前，学生通过生活经

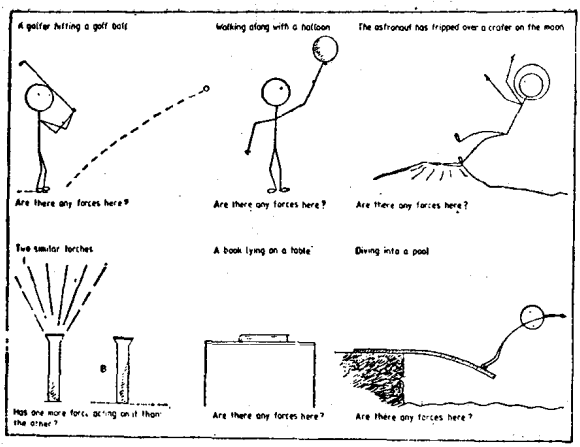


图 二

验或其他途径，早已发展了一套概念架构 (Conceptual Framework)。这一套与老师讲的那一套不尽相同。比如说，许多学生认为有空气的地方才有重力，有些学生认为在物体下落时重力才发生作用。如果不注意解决这些先入概念，老师说的与学生想的就会格格不入，或者勉强并存，教学的效果就不会好。

其次，他们发觉，学生的先入概念，表面上千差万异，其实还是有点规律的。他们总结出五条：

(1) 学生常用日常生活的词儿代替科学概念；

(2) 学生喜欢以人类为中心、以自我为中心；

(3) 学生相信看不到的就不存在；

(4) 学生喜欢把物体人物化；

(5) 学生喜欢把物理量套在物体身上(如运动中的球含有力)。

他们还进一步详细分析了学生们有关重力的先入概念，归为八类不同的概念架构：重力要通过介质作用；没有空气就没有重力；越高的地方重力越大；物体上升下落是物体与重力斗争的结果；物体下落时重力才开始作用；重力比任何作用力都要大；重力专拣重的东西作用；重力与重量不一样。

同样的例子很多，许多地方都作着类似的实验，得出相近的结果。这种研究看来方兴未艾，可能对西方的教学法产生显著的影响。

学生的先入概念，对有经验的老师来说，并不是什么新鲜的东西。许多老师都知道，把学生当成一片空白，或者以为根据一定的程序他们就会得出一律的结论，实践已证明是不可能的。

翻看国内的物理杂志，也有不少老师注意到这个问题。《物理教学》1980年第三期有张越关于排除"经验性错误"的文章；1981年第二期江剑谈比较法时提到了直观概念与科学概念的不一致性。《物理教师》1981年第二期傅岱谈学生容易混淆的几个方面，与国外实验的发现不谋而合。可见，我国教师以其严谨的教学作风、优越的师生关系，教学研究的潜力是很大的。

关于设计演示实验内容的探讨

天津市教学研究室　王松青

物理学是一门以实验为基础的学科，演示实验在实验教

学中占有很大的比重，它是建立概念和规律的重要基础，也是验证理论的唯一尺度，并在培养学生研究科学的方法和形成辩证唯物主义世界观中起到重要作用。因此，在教学中根据学生的实际问题设计些演示实验，是提高物理教学质量的一个研究课题。现就我市物理教学中进行演示实验的情况，提出一些看法，供与会同志研究参考。

一、分析学生学习中产生的疑难点，可设计些有针对性的实验

学生在学习物理时，往往在一些地方遇到困难，其中的原因之一就是对有关内容的实际情况缺乏感性认识。平时他们虽然也能看到一些表观的物理现象，但对其潜在的物理过程缺乏具体感知，这就妨碍了对问题的细致分析和深入认识，感到不好捉摸，因而产生困难。如在高一年级开始学习静力学时，由于研究对象大都处于静止状态，它们之间相互作用力的效果——使物体发生形变，又很不明显，学生很难从各种平衡状态的直观形象中察觉出它们之间有无作用力、力的作用方向和大小。这就给研究物体的受力分析带来了困难，使力学的学习受到一定程度的影响。教学中就是要找出学生发生困难的症结之处，针对他们所缺乏的感知，想办法用实验显示出来，这样做有助于学生克服学习中的障碍，能较为顺利地理解和掌握有关的学习内容。

例如，在研究静止在斜面上的物体对斜面的压力时，学生由于缺少感知，往往觉得物体的重量多大，对斜面的压力就是多大，有的甚至认为压力就是物体的重量。一位老师设计了

如下实验：把已知重量的砝码放在水平放置的台式测力计上，

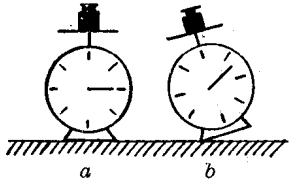


图 一

此时测力计的示数正好等于砝码的重量(图一 a)；接着教师把台式测力计的底座一端稍稍抬起(这时测力计的平台是斜面)，它的示数即刻变小(图一 b)。上述实验不但区别了重力与压力，也显示了斜面受的压力小于物体的重力。演示时，许多学生很惊讶，在生动的事实面前，他们才真正接受了正确的受力情况分析。

学生在运用学到的知识解决实际问题时，往往会遇到条件类似而结果又不同的情况，他们常因缺乏具体的感知而困惑。此时若能辅以现象的演示，不但有助于学生解惑，而且还可以不断丰富扩大学生的直接经验，有利于他们对知识的深入理解和提高对事物的认识能力。

例如，有位教师在讲了"力的分解"之后，出了一个练习题：将圆柱体放在光滑的斜面上，用不同角度的档板把它档住，如图二 a、b 所示。试分析两种情况下，圆柱体对档板和斜面的压力。当时

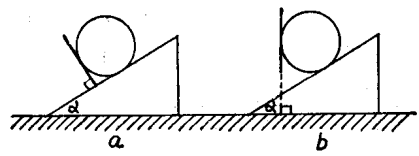


图 二

有一部分学生由于缺乏直接经验，看不出两者的差别，感到不好分析。后来教师做了一个演示：用倾斜的台式测力计代替斜面，显示了柱体对斜面的压力；用带平板的圆盘测力计代替档板，显示了柱体对档板的压力。当学生观察了两种情况下力的变化之后，思想很活跃，就纷纷着手求解了。

二、研究学生的认识规律，设计些有引导性的实验

在物理教学中，不少教学内容是通过典型实验总结得出的。但是其中有些内容，从提出课题到进行典型实验，直到导出结果，中间思维跨度较大，需要教师对学生的认识过程作必要的引导，甚至还要增加些有引导性的实验，以利于启迪他们的思维发展。如果不加以引导，学生将会因教学过程的跳跃而思维中断，他们只好处于被动的接受地位，这就不利于发展思维和培养研究问题的能力，时间长了，还会丧失学习兴趣。

例如，一位教师在讲完"阿基米德定律"之后，有位同学就提出："在您讲课时，我只想到浮力和排开液体的体积有关系，而没想到后来的实验是研究浮力和排开液体重量的关系。"分析以上原因：学生想到前面的问题，是由于老师在教学中增加了一个中间演示实验，演示了把铝块浸入水中时，吊着它的弹簧秤示数随着铝块浸入水中部分越多而逐渐变小；学生没有想到后面的问题，是因为教师没有接着引导，直接就演示阿基米德定律实验了。后来，这位教师又加了一个中间实验：将铝块浸入盐水中，让学生观察到虽然它排开的盐水体积和水的体积相同，可是吊着它的弹簧秤示数减少得要比在水中的多些，说明浮力的大小还和液体的比重有关。接着教师提问："浮力既和排开液体的体积有关，又和液体的比重有关，综合起来考虑，是和液体的什么性质有关系呢？……"以后再做阿基米德定律实验，学生就不再感到突然了。

又如，我们在听"凸透镜公式"的教学课时，发现学生对推导公式时要找象距和物距的关系思维主动，而对还要找它们和焦距的关系不够理解，只是很勉强地承认图形中间的数学

关系。分析原因是：由于学生在前面已经做了“研究凸透镜成象”的实验，看到了象距和物距的关系，但未能注意到象距还与焦距有关。如果在推导公式之前，补充一个实验，说明在相同的物距时，由于凸透镜的焦距不同，象距就不同。这样，学生在推导公式时，就会主动找三者的关系，思维就会活跃起来。

在教学中还发现，对于一些较为抽象的研究方法，初学的学生往往感到不习惯，不好接受。如能设计一些引导性实验，使学生的思维由具体到抽象地过渡一下，是有成效的。

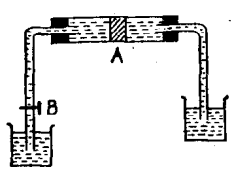


图 三

在“虹吸现象”的教学中，研究虹吸管内部液体压强时，采用了取出一个液片的研究方法，学生感到不适应。一位教师设计了一个实验，装置如图三所示：在充满水的用玻璃制成的虹吸管的水平部分，管的中央放了一个蜡块 A，并在一段竖直管上用阀门 B 关闭。上课时，教师先针对这个装置提问：

1．若打开阀门 B，蜡块 A 左右两方所受的水的压强 P_1、P_2 如何计算；

2．比较 P_1、P_2 的大小；

3．蜡块将向哪个方向运动？

在引导学生逐步回答后，教师打开了阀门 B，证明了学生的判断（学生很高兴）。然后教师又问：“如果我们将蜡块取出换上一块水将会怎样呢？”这就自然地过渡到用液片的研究方法，学生并没有感到困难。

在新编的六年制初二物理教材中，对于液体压强公式的

推导，采用了从液体内部取出一个液柱的研究方法。为此，教材在前面安排了一个相应的小实验(课本第111页)，这样安排很好，有利于学生的思维由具体过渡到抽象。

三、对于推导出的重要结果设计些验证性实验

在物理学的研究中，尽管应用的推理方法和数学有许多相同之处，但是作为基本的研究途径，它们间却有很大的差别。在数学的研究中，主要是依靠思维逻辑的科学性和严谨性。一般说来，只要在推理过程中不发生逻辑上的错误，其结果就是正确的。但在物理学的研究中，仅依靠逻辑推理是不充分的，对于推导出来的结果，还必须经过实践的检验才是可靠的。例如牛顿第二定律与动量定理，从数学推导上看，两者几乎可以说是等价的，但是它们的适用范围却差别很大，人们对这个差别的认识来源，只能是通过实践。

然而，在当前物理学得较好的一部分高中学生中，却存在"重数学推导、轻实验研究"的倾向。甚至还有学生错误地认为理论计算的结果是精确可靠的，而实验测定的结果由于各种因素的影响是有偏差的，所以是靠不住的。因此对看实验、做实验的兴趣不大，还觉得是浪费时间。这就从根本上颠倒了主观和客观、认识和实践、理论和实际的第二性和第一性的关系，对他们将来从事有关的科学研究工作是非常不利、甚至是有害的。由此可以看出，在中学物理教学中，通过具体事例的讲述，奠定辩证唯物主义认识论的初步基础是一项重要的任务。

分析产生上述问题的原因，从客观上看：一方面是由于在目前的高中教学中，提高了对运用数学工具进行推理论证的

要求，促使教师加强了这方面的教学工作；另一方面又由于学校中的实验器材和设备条件未能及时跟上，使学生的分组实验安排受到一些影响，使他们产生了一些错觉。从主观上看：一方面，我们在教学中忽视了结合具体的物理知识内容，说明物理实验在物理学的发展中对理论所起的重要检验和促进作用；另一方面，我们还未能把实验教学放在应有的地位，也未能通过演示实验的教学来体现实践对理论的验证和推动作用。

为此是否可以考虑，在高中教学中，对于由演绎推理导出的一些重要结果，尽可能地创造条件，设计些简单易行的验证性演示实验，给予验证。这样做，不仅引导学生重视物理实验，而且对于培养正确的科学研究方法和形成正确的认识路线都能起到潜移默化的作用。

例如，在运动学中的最基本的匀变速直线运动，对它的研究就是从定义出发，经过数学方法的推理，导出了位移公式，这就应该用实验验证一下。又如，对于简谐振动中的最基础的弹簧振子周期公式，也应该用实验验证。验证性实验不仅是对公式的肯定，也是对推导过程中所运用的推理方法和数学方法的肯定。验证实验可因学校的条件而异，有的教师已想出不少办法：如前者实验，有的用钢球沿坡度较小并有凹槽的斜面中摆动滚下，观察球由静止滚下时位移与摆动次数的平方是否成正比；后者实验，有的用竖直吊着砝码的弹簧，观察砝码在竖直方向的振动周期是否与振幅无关，并检验理论计算的周期与实测的周期是否一致。

物理课外作业中的能力培养

上海市控江中学特级教师　袁哲诚

从能力培养的要求来指导课外作业的基本出发点是要学生从"学会"改变为"会学"，从被动地接受知识改变为主动地获取知识，我们着重抓了以下三个方面。

一、阅读能力的培养

要指导好学生的课外作业，重视阅读能力的培养是首要的，学生只有理解了概念，将书本上的知识变成他们头脑中用来分析判断、解决实际问题的科学依据，才能做好作业。我们通过提出预、复习的具体要求并在课堂教学中加以具体指导，使学生逐步养成阅读习惯，这是提高学习能力的一个重要前提。

在课堂教学中我们常用这样的方法来检查学生的预习效果，例如预习了匀速直线运动后，我们问学生："匀速直线运动就是单位时间里通过的位移都相等的运动，是否可以这样来理解呢？"又如学生预习了动能定理及有关例题，其中有一个计算式 $FS=\frac{1}{2}mv^2$，我们就问学生："看来外力对物体所作的功就等于物体的动能，这样理解是否正确呢？"通过提问组织讨论，让学生复述课本上有关定义和结论，使学生领会哪些字或词对于正确建立概念是特别重要的，从而使他们了解和

体会到物理学是一门科学，物理表达是科学的语言，确切和严密都是为科学性服务的。经过一段时间的培养，逐步地使学生从承认结论、机械背诵结论，到领会结论和应用结论，从而在理解的基础上建立起概念。因此指导阅读的过程实际上也是使学生善于抓住重点，加深理解，培养抽象概括的科学思维的过程。这种良好的学习习惯逐步形成后，学生在阅读课文时就会多问几个为什么，他们体会到经过预习阅读再来听教师讲课就比较主动，能更好地掌握重点、领会概念。

学生重视了阅读课本，还能提出自己的见解。例如有好几位学生提出课本上所介绍的伽利略斜面实验（高中课本上册第108页图4-1）是不可能的，他们坚持认为小球从光滑斜面滚到水平面上时，速度一定发生了变化（因为速度是矢量），当小球从水平面冲上另一个斜面时，速度又将进一步减小，不可能到达跟原来相同的高度。又有的学生对离心现象这一节课文的附图（第154页图5-11）提出了疑问：认为在水平面上做圆周运动的物体，当静摩擦力不足以提供它所需的向心力而产生向后滑动时，物体所受的滑动摩擦力方向应和它的相对运动方向相反，合力 F 的方向怎么还会指向原来的圆心 O 呢？我认为不管学生提出问题对当前所学内容有多大的现实意义，但却说明他们是注意阅读了，而且还读得比较仔细。对于学生的积极性，我们应采取慎重的爱护态度，既不要使他们过于钻牛角尖，又要发扬他们的钻研精神。

二、解题素养的形成

解一道题，需要学生从已知条件作为出发点，分析在题目所给定的条件下，决定事物运动变化的主要矛盾是什么，仔细

考察题目所涉及的物理过程，搞清来龙去脉，在头脑中形成一幅物理图景，运用所掌握的物理概念、原理和定律来找出已知量和未知量间的关系，然后确定解题的步骤。解题完毕后还应判断答案的合理性，若是物理量代号的字母运算更应检查量纲是否正确，这种解题过程规范化的指导是必要的。我们把解题的具体要求概括为：(1) 要有解题依据；(2) 题意分析要条理清楚，计算过程要完整(包括数据代入和单位制的统一)；(3) 要有解题的结论或讨论。这样的要求不是刻板的"已知、求、解、答"，也不是单纯为了追求书写格式的统一，而是作为一种解题素养的要求，这是着眼于思维能力和解决实际问题能力培养的一种有效手段。

在学生已经初步具备这种素养的前提下，在高中阶段就有可能实施一种新的作业形式。这是一种在实验观察基础上的命题作业。例如学习了圆周运动以后，我们通过演示分析了小球在竖直圆环里作运动时经过各特殊位置所需向心力的来源，当降低小球的初速时，发现小球在到达圆环的最高点前就已脱离圆环。怎么会脱离的？脱离点的速度条件如何？我们给每个同学发了有关的频闪照片，让他们分析研究，然后写出报告。这种作业给了学生充分发挥的余地，首先他们要自己确定研究问题的深度，自己假设条件，经过分析计算得出有关结论。在这种作业中学生的得益是不同的，有的学生只是简单地加以定性说明；有的则认真地进行受力分析，作出力图，选取坐标，定量地算出脱离速度；有的学生还对小球脱离圆环后的一系列位置进行仔细测量，然后用数学方法证明小球脱离圆环后的运动轨迹是抛物线。

我们还为课本上的实验习题提供实验条件。如给学生发

一把弹簧秤和一个砝码，观察当砝码在竖直方向上做变速运动时，弹簧秤示数的变化情况。又如观察圆锥摆的周期跟哪些因素有关，要求学生分析讨论，写出报告。此外我们还组织学生参观飞车走壁表演，到公园乘坐电动玩具，观察有关的力学现象。学生通过这些活动扩大了知识面，他们结合学习过的知识，对所观察的现象给予解释，有的分析质量较高，写成了科学小论文。

在实验观察基础上的命题作业培养了学生的观察力和分析能力，从而使判断、推理、想象以及表达能力的培养有了实际的依据。因此这种作业形式不仅使学生加深了对概念的理解和应用，学得生动活泼，而且使学生逐步掌握学习物理学的基本方法。

三、单元小结的指导

我们要求学生在每单元学习内容结束后，进行系统整理，并进行专题性小结。例如在运动定律一章结束后，要求学生根据教材内容以及自己在理解掌握概念上所暴露的薄弱环节，有针对性地进行"如何解一道力学题"的专题小结。根据各取所需、各补其缺、各扬其长的原则，有的学生就如何利用隔离法和整体法来解题进行了小结，有的学生着重于如何首先对物体受力的情况进行分析作了讨论，也有的专门谈到坐标轴的取向和单位制的问题等等。我们及时表扬了一部分小结做得好并对学习成绩提高有明显效果的学生，并组织他们介绍各自的做法，把他们整理知识的笔记和学习小结公布出来，使大家收益非浅。经过几个单元的培养，同学们逐步地试着找寻适合自己学习规律的小结途径，从不自觉到逐渐自觉

起来。这样做的结果，许多学生在期中和期末考试时成绩有了显著提高。我们进一步要求学生进行自我质量分析的专题小结，借以巩固所取得的进步，减少盲目性，增强自觉性，并且使学生逐步形成自觉学习的习惯。

通过近年来的工作实践，使我们体会到课外作业确是巩固知识提高能力的重要一环，如果不加强指导，一部分学生将会陷入题海而不能自拔，而更多的学生将始终处于老师教什么就学什么的被动状态。作为教师，我们的任务应该是教会学生怎样去学，怎样去找寻适合自己的学习途径，因此课外作业中的能力培养也是教学研究的一个重要组成部分。但是由于学生程度的不一致，对教师提出的因材施教任务就更为具体也更为艰巨。同时由于作业的多样、灵活和完成程度的不一致，教师处理作业的负担是比较重的，但我们坚信，在师生共同实践、共同提高认识的过程中，能力培养的效果将会越来越明显。

试论中学物理教学中的观察力

上海市七一中学特级教师　吴孟明

物理是以实验为基础的科学。中学物理教学中的实验观察能力，无论从学习物理知识或研究方法来看，都有重要的意义。

从认识的过程来说，我们感觉外部世界，一开始的直觉只是外界的混沌印象，还没有形成明确的知觉，必须经过一步一

步地观察，才能觉察对象的具体细节，形成感性认识。例如学生走进一个大型的陈列着很多复杂仪器设备的实验室，他的直觉是不能很明确地复述出来的。他需要仔细甚至反复地观察，进行一定的思维，才能说出他所感知的内容，所以观察又称为思维的知觉。学生对实验现象的观察也是这样，如果教师在演示中急于作过细的解说，这时从直觉到感知的过程就被缩短了，甚至被掩盖了。在一定程度上是用我们的思维代替了学生的观察思维，这对缩短认识过程和培养观察能力，未必是同时有利的。实验演示中教师适当的启发有时是需要的，但也应考虑观察习惯和观察能力的培养。

学生获得感性认识固然要通过观察，对物理现象从感知到理解，更要仔细深入地观察。例如近代物理实验的观察，由于实验设备越来越复杂，实验现象离开我们现实生活的原型也越来越远，既要用我们感觉器官的延长——仪器设备去观察实验现象，又要用我们自身的感官去观察仪器的显示，这些都要运用理性思维，所以恩格斯曾经说，我们将用"思维来看见原子"，这是更深入的观察。

总之，对实验现象从看见到看清，再从看清到看懂，即从直觉到感知，再从感知到理解，都需要认真地观察和具有观察的能力。观察作为一种能力，不是孤立的，它与许多方面有联系，下面试作一些简单的探讨。

一、观察与注意

观察活动是在教师指导下有目的有组织地进行的。这时观察者的第一信号系统和第二信号系统同时发生作用，否则就有可能视而不见。观察首先是与注意有密切的联系。注意

是指人的心理活动的指向性和集中性。如果在实验过程中，学生的观察是弥散的或不稳定的，就不能达到观察的目的。平时我们要求学生观察时要聚精会神，就是指这方面的联系说的。看与凝视，听与聆听，是有区别的。如果教师在演示熔解、凝固或沸腾的过程中，初中学生观察时不是处在稳定的状态，或者在观察云室中粒子的径迹时，学生的注意力是不集中的，又怎能达到应有的效果呢？我们要求学生观察时注意力集中于某些方面，学生就会对所观察的对象具有高度的意识性，按巴甫洛夫的学说，这时观察者的大脑两半球的有关部位，就会形成最优越的兴奋中心，并会对周围其它部位产生负诱导作用，使其它心理活动有效地转到这个事物上来，从而，感知变得格外清晰，思维变得活跃起来，实践活动也更加有效。如果说观察是思维的窗口，注意则是感知、思维的开端，它们密切相关。我们在教学中可以用学习的责任感来约束学生的注意，依靠学科的内在兴趣来诱发学生的注意，科学而技巧地提出问题来激起学生的注意，用适当的节奏来保持学生的注意，以及创造条件排除干扰以维护学生的注意，从而使学生在观察中养成良好的习惯，使学生的观察能力逐渐敏锐起来，从一个侧面来提高学生观察的品质。

二、观察与联想

观察时会引起一定的联想，联想是由于当前的事物而想起跟它相似、相近、相关、相反的事物，因此它具有传递性、选择性和广泛性。例如，学生在观察磁力线的演示时，就可能联想到电力线、流线；在观察衍射光栅的彩色条纹时，会联想到棱镜色散形成的连续光谱、皂膜或油膜上的彩色花纹；观察航

模机翼的升力时，会联想到空气的浮力；观察玻璃管中流体的动压强时，会联想到连通管中流体的静压强等等。学生在观察时可能产生的联想，教师要加以引导。例如演示流体的动压强时，应该突出：向上开口的细管，下端相连的玻璃管截面是不相同的，然后突然使流体停止流动，让学生观察开口向上的几支细管中液柱高度会有什么变化，使联想中产生的混淆和困惑得到澄清，尽量把学生的观察引向那些能够产生正确联想的方面，以提高观察的正确性。

三、观察与理解

观察一开始就离不开思维，观察时通过注意、联想、逻辑思维以达到领会、理解现象的实质。理解的过程，是通过一系列的分析、综合、比较、抽象、概括，揭露事物间的外部联系和内部联系，以把握现象的实质，认识新的事物。理解也是一种能力，观察需要有理解力，在认真观察过程中也能培养理解力，因此，根据理解（思维）的过程，我们在教学中常常运用以下几种方法：

(1) 对比的观察。对现实的认识，比较起着重要的作用，人认识一切客观事物都是通过比较来实现的。对比的观察方法有利于把握现象的特征。例如在初中《汽化》教学中，运用比较的演示有：① 对比地观察水的蒸发和沸腾，同时演示这两种不同现象，让同学比较两个烧瓶中的水面、水内的变化以及仪表式大型演示温度计上的指示，掌握这两种现象的特征；② 对比地观察烧瓶中水在常压、加压、减压下沸腾时的温度；③ 在黑板上分别涂相同面积的一层水、酒精、乙醚，观察比较不同液体在相同条件下蒸发的快慢；④ 将等量酒精分别倒入蒸

发皿和细管、分别涂在冷热不同的铁板上以及分别涂在黑板上使其中一块的表面空气流通，对比地观察同一种液体在不同条件下蒸发的快慢；⑤最后让学生做分组实验：每组两支温度计，其中一支水银泡上裹少量棉花，比较两个温度计上的读数，棉花醮酒精后用捏气球向它吹气，再观察比较液体蒸发时温度的变化等等。这堂课通过一系列的比较演示对比观察，低年级学生能很快地掌握这些现象和概念的特征。高年级学生学习《感抗》时，其中一个演示是将通路自感演示器接通直流电源，跟线圈串联的那只灯泡先暗后亮，当双刀双掷开关接通交流电源时，这只灯泡却一直是暗的。学生通过比较和概括，这时就把这两个现象中线圈对电流变化的作用联系起来了，这对中学生学习感抗是有一定启发的。当然演示感抗的存在及其大小，还要做一些其它实验来进行对比性的观察。

(2) 归纳的观察。反映现象的实质，常常要用归纳的观察。例如光电效应的演示，要求学生观察：①用紫外线或伦琴射线照射锌板，连接在原来带负电的锌板下的静电计，指针的偏角减小；②再使锌板带正电，经照射后，指针的偏角反而增大(以上都是用静电显示的方法)；③再用可见光照射光电管内的金属极板，电路中的电流表显示出有光电流产生。这样通过观察和归纳，学生才能认识光电效应这个现象和概念的实质。在物理教学中类似这样的例子还很多。

(3) 程序的观察。根据学科本身的逻辑与学生认识的逻辑相结合的原则，对于规律、定律的实验演示，如何使演示的程序合乎逻辑地按内在的联系加以呈现，才有利于学生的观察和理解，常常需要教师很好地考虑和组织。例如光电效应的规律，对中学生来说是比较复杂和有一定难度的，实验演示

要有一定的层次。如①先用一种单色光(例如蓝光)照射到光电管上，立即产生光电流；加正向电压，光电流增强；增加正向电压到一定数值，光电流饱和；②增大入射光的强度，才能使光电流继续增大，并且有更大的饱和电流值；③加反向电压，光电流减小；增加反向电压到一定数值，光电流截止；增大入射光的强度，也没有光电流。以上形成演示的第一序列。然后进行第二序列：④改用另一种波长较长的单色光(例如绿光)照射光电管，也能立即产生光电流；加正向电压，光电流增强，直至饱和；⑤增大入射光强度，也会出现更大的饱和电流值；⑥加反向电压至一定数值，电流也截止；增大入射光强度，同样也没有电流出现；通过观察，将这时的反向电压值跟蓝光的反向截止电压作比较。最后是第三序列的演示：⑦用红光照射光电管，不仅不能立即产生光电流，光照持续很长时间也不能产生光电流；增大入射光强度，同样也无济于事；这样按一定的程序进行观察，使学生比较容易理解。

其它还有特写的观察，将某些难于观察的内容，通过适当的夸张，使学生能够看清和信服，如全电路中电源内电压的观察；以及抓住某一特点或关键进行启发式的观察等等，都是有利于学生的观察和理解的。

四、观察与预断

思想活跃的学生，在观察的过程中，常常没有经过认真的分析就跳跃式地思维，对实验的结论作出预断。这种半猜测的预断，有时是不正确的，当然有时也可能是正确的。这种情况只发生在部分学生身上，从因材施教的角度考虑，应予以适当的注意。预断在一定程度上也可能有利于他们观察的敏捷性，

丰富他们的想象力。经过适当的启发和安排，如演示时适当的程序和节奏、让他们想想或讨论讨论，使预断能与正确的结论相核对，提高他们观察思维的能力。

培养观察力，不仅要重视方法，还应在教学中培养学生观察的兴趣和观察的习惯。例如，在凸透镜成象的教学中，为了说明眼睛视网膜上成的是倒象，可将牛的眼球泡在生理食盐水中，在晶状体前面点燃一支蜡烛，观察牛眼视网膜上清晰的倒象，学生就很感兴趣。法拉第在天平上演示蜡烛燃烧，而天平不失去平衡；法国天文学家弗里马利翁有趣的天文观察，都曾激起学生巨大的兴趣，留下难忘的印象，这都是值得我们效法的。还要经常教育学生，使他们懂得观察的重要，养成良好的观察习惯。法国著名作家莫泊桑，早年经常习惯坐在家门口，仔细观察每一个经过的人，努力把握他(她)们的各种特征。蝙蝠没有眼睛，人们观察到它在暗室飞行从来不会碰到障碍物，还能捕捉小虫，原来它用嘴发出超声波而用耳朵接收，来测量距离。据说第二次世界大战初期雷达的发明，也是从此事受到启发的。许多科学家精细观察的良好习惯和事例，都可用来激发学生。教学中可以布置一些观察作业，如观察同一性质不同类型的量具仪表、不同类型的变形杠杆和省力机械、估量各种类型车辆的速度、观测一天内室温的变化等等。总之，在教学中要求学生不仅要勤于观察，还要善于观察，努力提高观察的精确性和敏锐性，逐步培养学生具有较强的观察力。

对学生“开放物理实验”的试验

华南师大附中　吴澧旸

一、目的：探索一种物理课外活动形式，以更好地发展学生的智慧、意志、才能和创造性，使学生在将来进一步学习、研究或工作中有较强的能力和严谨的科学态度。

二、选择“开放物理实验”这一形式的依据：

1．物理是以实验为基础的科学。通过物理实验使学生更深刻地理解物理概念及规律，为他们提供抽象思维、应用数学工具解决物理问题的机会，培养学生的实验技能；

2．中学生有旺盛而强烈的求知欲，对有些物理知识的获得，或是他们的疑问，不会满足于仅知道别人的实验成果或文字所作的解答，而是希望能通过一些实验，特别是自己设计的实验，去进行探索或验证；

3．会有相当数量的高一学生，经过在初中阶段与物理学的接触，既感兴趣又有志于物理学的研究。正确地引导这些学生入门，为他们提供更好的条件，将有利于造就对祖国四化建设有较大贡献的人才。物理实验正是研究物理学最基本的方法和手段，由此入门，提供实验条件，使这些幼苗及时得到孕育而茁壮成长；

4．物理实验中出现的、特别是学生意想不到的现象，易于诱发学生提出问题，并能为探索完善的答案而坚持不懈。

三、参加人选及时间安排：在高一年级的试验班里，吸

收自愿参加者，而不计较他目前的成绩。每周活动一次，每次两小时，至少是高一、高二连续两学年作这一安排。

四、活动内容与活动形式：

1．基本物理实验仪器使用的训练；

2．教师命题，学生设计的实验；

3．学生自己命题并设计的实验；

4．到华南师院做一些与中学课程有关的实验；

5．报告会，选出一些好的实验方案作报告并表演；

6．考核。

五、试验概况：在上学期第三周，经说明目的意义和要求后，有30人报名参加，两学期来进行的活动计有：

1．力学基本测量仪器使用的训练。在连续三次活动中安排了使用托盘天平、物理天平测质量；使用直尺、游标尺、千分卡测长度；使用秒表（秒钟）、电动秒表、电子数字计时器、电磁打点计时器测时间。训练重点是仪器的正确操作规程，仪器准确度，零误差及其正、负判断，用有效数字表示测量结果等。

2．学生自己命题并设计的实验有五次。学生命题取材于对所学定理定律作验证性和探索性的实验，习题中的物理现象，自己学习、生活中联想到的物理过程中各量关系的验证或探讨。要求学生先写出实验报告初稿，内容包括名称、目的、器材、装置图、原理、步骤、预期结果和数据记录表格。教师作必要的修改后配合实验员准备各实验器材。在下一周活动前一天让学生作仪器检查，以便及时发现器材准备的问题。实验以两人为一组。实验过程中，学生感到是按照自己的意愿进行的，所以兴趣很浓，且发自内心地要尽最大努力去做好实验。

学生自己命题的实验有：测定光在水中的折射率和速率；研究磁场对导电溶液的作用；测定弹簧组的倔强系数；碰撞中系统的动量、动能的变化等。最初提出的是一些定性的带有兴趣性的实验，随着高一课程的深入就逐渐过渡到与课程紧密结合的定量实验。

3．由教师命题，学生设计的实验有四次。教师命题也应该有一定的范围，学生根据给出的范围设计并进行实验。例如：验证匀速圆周运动的向心力公式；验证在碰撞中，以完全非弹性碰撞的动能损失最大；研究物体从斜面到水平面之间由于不同衔接情况而产生的运动的差异等。

4．到华南师院物理实验室做了三个实验：验证牛顿第二定律；惯性秤；用单摆测重力加速度。进行这些实验的意图是对学生作实验设计和对实验的要求的一次示范。

对以上几种形式的实验，都要求学生在实验报告初稿的基础上，根据实验记录数据进行分析处理，计算误差及分析误差原因，作出实验结论，写出自己的体会。每个实验一般用设计、做实验、小结评议三次活动来完成。

5．在下学期的十九、二十周进行了考核，考核是在省教育科学研究所的同志指导和协助下进行的。考查了三个方面，一是设计和做一个与本学期课程有联系的实验；二是对上面提到的力学测量仪器使用的考查；三是对高一学年的学生实验进行考查。

六、初见效果：

1．从考核结果来看：有六位学生对千分卡、游标尺的零误差未掌握好，有两个学生写的实验原理有问题，其他都得到较满意的效果。

2．从学生对“开放物理实验”的体会来看：有的同学在小结中写道：“我设计并做了十个实验，其中研究两个原长相等但倔强系数不同的弹簧在并接或串接情况下的倔强系数，研究物体竖直落在正在水平面上运动的滑块上、系统动量变化的情况等几个实验都是取材于作业题的，我带着做作业时存在的疑问设计并做了这些实验，使我对这些作业存在的问题得到解决并加深了理解。”也有的同学说：“证明空气有质量的实验，由于是自己设计的，从中学到了怎样设计一个实验，学到了怎样用物理实验把物理过程和抽象的概念、定理、定律具体地表现出来，培养了自己思考、分析、解决问题的能力。”有的同学说：“我有一些感受：第一、在实验器材简陋的情况下，要多想些巧妙的方法；第二、要在实验原理的正确性上多考虑问题；第三、实验数据要如实记录，它可以反过来检验实验原理是否正确；第四、要想到实验中实际困难之处，切不要知难而退，而是要迎着困难多想办法解决困难，这是提高自己能力难得的机会。”此外，有的同学体会到物理规律应特别注意其适用条件；也有的同学体会到不但要在实验中培养实验技能技巧，还要培养耐心和毅力，等等。

3．从教师在教学中的比较来看：

有的老师在对参加开放实验的学生考核之后，对学生掌握实验的情况比较满意。

有的老师在代上这个班实验课后说，这个班做学生实验比其它班快捷、顺利，大多数同学能自己解决和处理实验中出现的一般问题。

在我的教学和辅导过程中，感到这个班的学生能够比较细致地想象和研究问题的物理过程，下面举两个例子。

课本上有这样一段话："我们把这种动量和动能同时守恒的碰撞叫做弹性碰撞。"学生把弹性碰撞过程想象成为碰撞的两个物体之间有一条理想的轻弹簧，在分析了两物体从接触到弹簧被压缩直至伸展为原长到分离的整个碰撞过程后，认为弹性碰撞过程应该是动量和机械能同时守恒，仅在过程的始、末动能相等。

另一例是解下列一道题：一质量 $M=180$ 千克的船停在静水中，船长 5 米。当船上一个质量 $m=60$ 千克的人从船头走向船尾时，船会在相反方向移动多远（水的阻力不计）？一般题解书上都采用把人和船都当作是匀速直线运动来列出动量守恒方程：

$$m\cdot(5-s)/t-M\cdot s/t=0,$$

有些学生想象了题意所描述的物理过程：既然原来人和船停在静水湖上，则人起步加速前进，船也应加速后退；人减速前进，船也应减速后退，人停下来，船也应同时停下来。在这整个过程中，人和船的速度都不可能是匀速的，故提出了如下的解法。

设任一时刻，人对船的速度为 v 时，船对岸的速度为 u，以人前进方向为正方向，根据动量守恒定律有：

$$m\cdot(v+u)+Mu=0, \tag{1}$$

解得 $v/u=-4$。

在整个过程中，每一时刻系统都满足方程式 (1)，故每一时刻人对船的速度与船对岸的速度之比都等于 -4，所以人对船的位移 L 与船对岸位移 S 之比也应为 -4，即

$$L/S=-4。$$

解得 $S=-1.25$（米）。

学生在学习和研究问题时，能比较细致地想象问题的物理过程、想象出确切的物理模型，对问题的理解就更深刻透彻，这是同学生经常做实验分不开的，因为做实验就是要观察物理过程中出现的物理现象及伴随发生的各物理量的变化关系。

综上所述，通过这一学年来对学生开放物理实验的试验，是取得较好成效的。如果能够有计划地长期进行这一活动，将会为学生将来进一步学习、工作或研究打下一个良好的基础。

七、存在问题和改进意见：在实验理论方面重视得还不够，今后应加强。如实验的理论基础、测量技术、数据分析方法、初步的误差理论等。今后要制订出每个学期必需安排的作为对学生实验指导的典型示范性的实验作基本教材。此外，为了搞好开放实验，实验室的基本建设、人力物力也必需加以充实。

浅谈几何光学教学中学生能力的培养

新疆维吾尔自治区乌鲁木齐实验中学特级教师　卢华千

一、观察能力的培养

初中几何光学共分三章，即反射、折射、光学仪器三部分。其中学生实验共五个，教师的演示实验约二十个，要求学生动手制作的实验装置有三个，课外作业中属于观察内容的约有

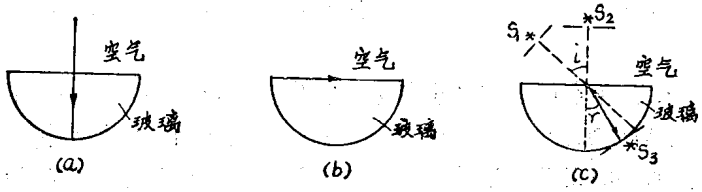
六个。在演示实验中培养学生的观察能力，可以采取以下做法：

1．让学生带着问题看实验；

2．让学生通过实验看出问题；

3．让学生边看边想问题。

例如关于光的折射现象，可以让学生看下面的演示。



通过演示可让学生看出下面的问题：

(*a*) 图，光线垂直于界面入射时不发生折射。

(*b*) 图，光线沿界面掠过，不发生折射。

(*c*) 图，第一步：开启光源 S_1，它发出的光线从空气斜射向玻璃，发生折射，折射光偏离入射方向折向法线一边，为了让学生看清法线，同时开启单色光源 S_2，使它射出一条垂直于界面的有色光线，此光线入射点和刚才的重合，当法线用。加大入射角 i 折射角 r 也跟着加大。

第二步：关闭 S_1，开启 S_3 和 S_2，可见光线从玻璃斜射向空气时，发生远法线折射，折射角大于入射角。

第三步：关闭 S_2，开启 S_1 和 S_3，调节它们的入射点及入射角，使两条逆行的光线完全重合，引导学生得出，在折射现象中光路也具有可逆性（演示这一步时玻璃中的入射角暂不

宜过大，避免全反射）。

培养观察能力，要创造观察的条件，注意能见度。观察要有目的，要有中心。观中有察，察中有想，为培养其它能力打下基础。

二、解决物理问题能力的培养

应用数学方法特别是几何方法结合物理概念解决问题在几何光学中几乎俯拾皆是，择要如下。

1．应用光的直线传播，发光点与象点的一一对应性，结合几何作图，解释针孔照相机的原理。

2．要学生证明：入射光线方向不变，镜面转过 θ 角时，反射光线转过 2θ 角。为学生在高中阶段理解卡文迪许实验、罗兰实验做了光学上的准备。

3．应用全等三角形及光的反射定律证明平面镜成象的对称性。

4．证明：对月球上正交反射器入射的激光束与反回激光束是平行的。

5．为了使学生更好地理解人类对于光的折射定律的探索过程，还可以让学生研究，对于不同的入射角 i，比值 i/r、$\cos i/\cos r$ 是否为常数。

6．应用光的折射定律，光路的可逆性以及平行线的性质结合作图，推论光线通过平行透明板时所发生的侧移现象。并激发学生根据几何图形探讨侧移的距离与玻璃砖的厚度、折射率、入射角之间的关系。

7．应用几何作图及相似三角形的性质导出透镜公式。

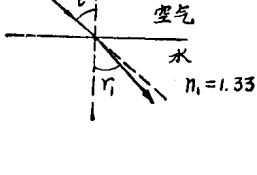
8．在测定凸透镜焦距 f 的实验中，若物跟屏的距离 $L>4f$，求证 $f=\frac{L^2-d^2}{4L}$，式中 d 为成两次清晰的象凸透镜移动的距离，等等。

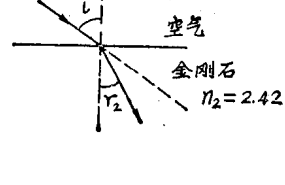
培养学生应用数学手段解决物理问题的能力，要注意学生的数学基础，既不要超越，又要不失时机。手段毕竟不是目的，数学手段要服从物理任务的需要，数学论证的结果要受到物理实际的检验并决定它的取舍。既要培养学生逐渐学会用简洁的数学语言来深刻地表达物理规律，又要防止只见数学不见物理。恰当地应用数学方法，能够帮助学生正确理解物理概念和原理，能够顺利地推导并运用物理规律解决实际问题，还可以使学生对物理实验结果的处理从定性分析上升到定量分析的高度。

三、思维能力的培养

(1) 理解能力的培养。在讲授物理概念时，既要讲清概念的外延，又要揭露概念的内涵，这对理解能力的培养是十分重要的。

例如，折射率的意义是什么？设有一束光线由空气分别射向水和金刚石（如下图），当入射角均为 i 时，问哪种媒质中折





射角较小？图中 r_1、r_2 分别为水、金刚石中的折射角，n_1、n_2 分别为水、金刚石的折射率。由折射定律：

$$\frac{\sin i}{\sin r_1}=n_1,\quad \frac{\sin i}{\sin r_2}=n_2,$$

$$\because\quad n_2>n_1>1,$$

$$\therefore\quad \frac{\sin i}{\sin r_2}>\frac{\sin i}{\sin r_1}>1,$$

得 $r_2<r_1<i$。此结果的意义是，两个图都发生近法线折射，但程度不同，在折射率大的媒质中，光更要偏离入射光的延伸方向折向法线一边。因此，从某种意义上说，折射率是反映媒质折光本领大小的物理量（这里没有从全部意义上说，理由在初中就不讲了）。

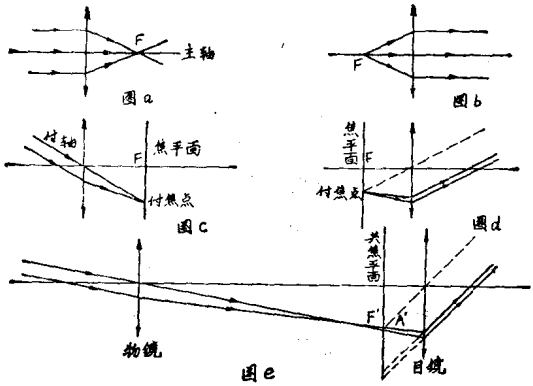
为了让学生加深理解，还可以问：光从空气斜射向折射率不同的媒质，若各个媒质中的折射角相同，问入射角是否相同？不同媒质对入射角有什么要求？要求学生作图并配合公式进行分析。

(2) 分析与综合能力的培养。分析问题，要求我们解剖具体事物，注意各个事物的特殊性；综合问题则要求我们从整体上全面地考虑矛盾的性质。

(3) 应用知识的能力的培养。将理论应用于实际是一个过程，对于比较复杂的问题可以采用一些“桥梁”，逐步过渡。

例如，开普勒望远镜成象光路图是一个应用问题，初中学生学这一部分内容是有一定困难的。我们认为可按下述图形讲解。

由于光路的可逆性，有图 a，就有图 b。再将主轴作图法



推广到副轴作图，就有图 c 与图 d，这种类比推理是符合实验结果的。图 e 则是图 c 与图 d 的综合。对图 e 再稍加讨论：由于实际入射到物镜的光线是略有发散的，因此，通过物镜聚焦后的聚焦点不在 F' 而在极为邻近的 A' 点；又，延伸后再经目镜折射也不是平行光而是略有发散的，其反向延长线相交构成虚象。

(4) 鉴别与讨论能力的培养。

① 使学生学会讨论结论的意义，善于讨论条件的变化对结论带来的影响。

例 1：问学生，发生全反射的必要条件、充分条件是什么？公式 $\sin c=\frac{1}{n}$ 的意义是什么？

例 2：问学生，关于凸透镜成象，由于条件的变化，即物距从大变小：$u=\infty$，$u>2f$，$u=2f$，$2f>u>f$，$u=f$，$u<f$，那么，象距及成象性质将有什么变化？成实象或虚象的分界点是什么？成放大或缩小的实象的分界点是什么？

② 让学生掌握知识的联系和区别。

例 1：凸透镜、凹透镜、球面镜、平面镜成象规律均可用一个统一的公式 $\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$ 来讨论，试问：对于不同的镜，应用上述公式时有什么不同？

例 2：问学生，开普勒望远镜与显微镜比较有什么同异？与伽利略望远镜比较又有什么同异？

③ 使学生了解初中几何光学的几个基本论点都是相对真理，避免思想僵化。在复习几何光学全部内容时，教师可以适当指出，光在单一均匀媒质中也有不沿直线传播的事例，光的反射定律、折射定律也有不被遵守的情况，一些新的有趣的课题将在今后学习中逐步解决。

四、自学能力的培养

为了培养学生的自学能力，要让学生明确培养自学能力的重要性，自觉地刻苦地进行自学，还可考虑采取如下一些措施。

(1) 用提前演示或提出趣味问题的办法激发学生课下的自学热情。例如全反射演示可以在前一节课末尾几分钟进行，并提出自学思考题：什么叫全反射？发生条件是什么？什么叫临界角？怎样计算临界角？不需要把人的肚子剖开，医生怎么能看到病人胃里面的情况？

(2) 在开始讲新课时鼓励学生提出问题。学生不仅可以向教师提问，还可以向另外的学生提问，可以指名道姓要求某某回答。问题提得好，比较深刻、确实动了脑筋的可以给分数，按一定比例加入总评，如果学生提出的问题，教师一时答不出

来，要给予最高的分数。

(3) 教师讲解的详略要有助于推动学生的自学。

(4) 每次学生实验前，均要求学生事先对实验的目的、原理、器材、步骤、注意事项认真自学，写好必要的记录表格，由学生实验组长检查，教师抽查，对实验缺乏必要的思想准备者，不能做实验。

(5) 要求学生学习有计划，经常复习，在一个单元结束时，自己做出内容提要。

(6) 适当介绍自学成才的故事，交流学生自学的点滴经验。

必须指出，为了说明问题，本文是把各种能力的培养分开来讲了，其实，各种能力是互相联系，互相制约，有机统一的。观察能力是基础，思维能力是核心，而各种能力的培养又是和双基教学的进行相辅相成的。

初谈在"获得知识"的实践中培养学生的能力

浙江省杭州十五中特级教师　唐才庆

每一位教学工作者现在都知道，面对着科学技术迅猛发展的形势，摆在我们面前的任务并不仅是传授系统的知识，另一个更为深远的任务是要培养学生能适应今后工作的各种能力，其中有我们经常提到的阅读自学能力、探索发现能力、实际操作能力、抽象思维能力及逻辑推理能力等。但是如何去培养学生的能力呢？我们认为，学生能力的形成主要有两条途

径，即“获得知识”的实践与“应用知识”的实践。目前，注意得比较多的是通过后一条途径培养学生的能力。但考虑到学生在校的大部分时间是进行“获得知识”的实践活动，因此，我们认为在学生“获得知识”的实践中培养学生的能力是一条更重要、更有效的途径。下面我们通过对三篇不同教材的处理谈谈我们的体会。

教案一：初二“浮力·阿基米德定律”

这一节课的内容历来都认为是重点和难点，我们将教材组织如下。

1．实验 (1)：木块放在桌面上，木块浮在水面上。提问：比较两个实验中木块的受力情况，作出受力图。浮在水面上的木块所受到的向上的力是谁对它的作用？

2．结论：浮在水面上的木块受到水对它的向上的作用力——浮力。浮力的第一个特点是方向竖直向上。

3．提问：浸在水中的铁砝码受到水的浮力吗？

4．实验 (2)：弹簧秤秤得铁砝码的重量 G，然后将铁砝码浸没在水中，秤得铁砝码在水中的视重 $G'(G'<G)$。

5．提问：铁砝码此时一共受到几个力的作用？为什么 $G'<G$？

6．结论：浸没在水中的铁砝码也受到向上方向的浮力。

7．提问：浮力是怎样产生的呢？引导学生分别对浮在水面上的木块和浸没在水中的铁砝码进行分析，利用液体内部压强的性质，定性地得出结论：液体对浸在其中的物体的上下压力差就是浮力。

8．提问：浮力的大小与什么有关？

9．实验 (3)：改变弹簧秤悬点的高度，使铁砝码浸入水

中的体积由小变大，可见弹簧秤读数由大变小。当砝码全部浸入水中后，进一步降低弹簧秤，发现读数不再变化。

10．结论：浮力的第二个特点是其大小与该物体所排开的水的体积有关，而与水的深度无关。

11．实验（4）：教材中的演示实验（图 6-2 装置）。

12．结论：阿基米德定律：浸在液体中的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于物体排开的液体的重量，即 $F_{浮}=V_{排开}\cdot\gamma_{液}$。

13．由学生用液体内部的压强性质，导出浸没在液体中的矩形物体所受到的浮力。

14．例题：（略）。

教案二：初三“简单混联电路的计算”

这一节课，教材不作要求，但在学生已具备的单纯串、并联电路知识的基础上，引入这一节内容是可行的，既能进一步加深学生对欧姆定律的理解，又能较好地培养学生的能力。我们的组织安排如下。

1．课堂练习：

（1）电灯 A 电阻 10 欧姆，正常发光时，两端电压 5 伏特。将它接在 8 伏特的电源中，要使它能正常发光，怎么办？

（2）电灯 B 电阻 30 欧姆，正常发光时，通过它的电流强度为 0.1 安培，将它接入 0.5 安培的电路中，要使它正常发光，怎么办？（均要求画出电路图，并分别算出串、并联电阻的大小，巩固串、并联电路的分压、分流的概念。）

2．提问：如果 A、B 两灯共用一个 8 伏特电源，且又要使它们都正常发光，怎么办？

（1）估计学生得出错误结论：两灯串联后接入电源。

引导学生求出这种错误接法中 A、B 两灯的实际电压 ($U_A=2$ 伏特, $U_B=6$ 伏特), 显然与要求不符。

(2) 学生讨论。经讨论后容易得到图一所示电路，肯定这种方法是正确的, 并要求学生回答理由并算出 R_1、R_2。

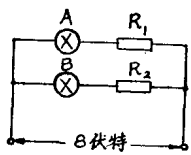


图 一

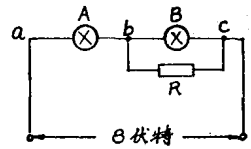


图 二

(3) 还有没有别的方法？可得图二所示电路。

i) 从电压的角度分析：因 A、B 两端的额定电压分别为 5 伏特和 3 伏特, 要让 8 伏特电压按 5:3 的比例分配, 必须使它们的电阻比为 5:3。由此可在灯 B 上并联一个电阻 R, 减小 bc 段的电阻以达目的。请学生算出 R 值。

ii) 从电流的角度分析：因 A、B 的额定电流分别为 0.5 安培和 0.1 安培。因此，需在灯 B 两端并联电阻 R 以分流, $I_R=I_A-I_B=0.4$ 安培, 请学生算出 R 值。

3．课堂小结：(略)。

4．课堂练习：(略)。

教案三：高二"光电效应 (2)"

这一节课, 我们补充了"光电效应"的伏安特性曲线, 其目的是以实验图线为突破口, 着重培养学生的抽象、逻辑思维能力, 从而让学生自己进行实验数据处理, 得出光电效应中的几条基本定律。我们将教材处理如下。

1．简单介绍密立根"光电效应"的实验装置及原理。

2．画出从这个实验中得到的某金属在一定频率的光照射下的 U-I 曲线(图三)。提问：

(1) 曲线在 $U_{KA}>U_1$ 以后变成平坦直线，表明什么(光电流有一饱和值。与电阻的伏安曲线对比)？

(2) 当 $U_{KA}<0$ 时，仍有正向电流，这说明什么(逸出的光电子具有初动能)？

(3) 当 $U_{KA}\leqslant -U_0$ 时，$I=0$，说明什么(光电子有一最大初动能，$E_{K_{max}}=eU_0$)？

3．画出光电子最大初动能与照射光频率的关系曲线(图四)。提问：

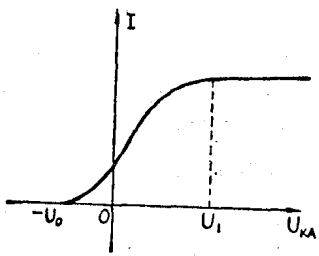


图 三

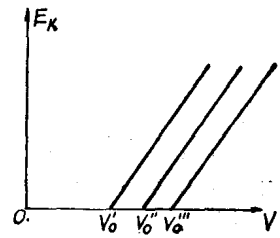


图 四

(1) 从图线中可以看出光电子的最大初动能与照射光的频率关系怎样(成线性关系。对于每一种金属，都有一个极限频率)？

(2) 对于不同的金属，曲线都有一个共同的斜率，说明什么？(有一个与金属的种类无关的普适的常数存在，可得 $\frac{1}{2}mV_0^2=k(\nu-\nu_0)$，其中 $k\nu_0$ 即为某种金属的逸出功 W。再将此式整理成 $k\nu=\frac{1}{2}mV_0^2+W$，即成光电效应中能量守恒

的方程)。

从以上三篇教材的处理、实践，我们体会到，要使学生在"获得知识"的实践中培养能力，必须注意处理好下面几个问题。

一、注意教材的结构和体系，尽可能给学生以完整的科学过程。

教师首先应该深刻地钻研教材，挖掘教材中有利于培养学生能力的因素，并能很好地把握住整个教材的前后联系，特别要把握住所教部分的整个科学过程。如果是引入一个新概念，必须使学生明确原有概念的局限，从而知道为什么要引入这个新概念，它与原有的概念的联系及区别怎样；如果是讲解一个物理定律，则应使学生了解定律是怎样得到的，它可以解决哪些新问题；如果是进行演示实验或介绍经典实验，则要使学生明确实验的构思、设计，并要掌握实验数据、图线的处理方法及从中得出的结论。这样，学生学到的就不会是支离破碎的"结论"，而是科学的整个过程，学生在课堂上的思维也会更积极、主动。

二、注意新课的引入，设计好知识阶梯。

学生获得知识的过程，就象登山。阶梯太陡，学生不容易攀登，从而造成学习的困难和畏难情绪；阶梯太坦，学生感到过分容易，会失去兴趣。我们所设计的阶梯应该适合学生的实际知识水平与能力，使"教学走在发展的前面，推动发展前进"，要"变最近发展区为现有发展区"，使学生通过一定的努力，能顺利地接受比较困难的知识，并在接受过程中培养自己的各种能力。

在前面三个教案中，我们都注意到了知识的阶梯。讲浮

力先从"两力平衡"入手，讲混联电路先从单纯的"串、并联电路"开始，讲光电效应则与电阻的"伏安曲线"对比。我们觉得，新课的引入是整个阶梯中的第一级，它的成功与否直接影响到整堂课的构思与学生的兴趣。处理得当，就能使学生尽可能多地从贮存在大脑中的原有信息出发，去思考、辨别、探索，从而达到在"不知不觉"中接受了新知识，使新知识成为旧知识的合乎逻辑的递进，在这种递进中，能较好地形成学生的逻辑推理、抽象思维的能力。

三、注意发挥教师的主导作用，当好导演。

教师在课堂中主要应该起导演的作用。这就要求我们在关键时刻及时地点出大部分学生正在思考但尚未成熟的、尚无条理的问题，使之逐步深入。因此，我们在课堂中就应敢于并善于及时地揭示矛盾。为了做到这一点，教师在备课中应充分估计到学生中可能出现的各种问题，并在适当的时机将它们提出来，引起思索、讨论、争辩。如在第一个教案中，沉在水下的铁块受到浮力作用吗？这样的问题即使教师不提出来，学生的头脑中也存在，而且这个问题又是这一堂课的关键。又如在第二个教案中，当两灯共用一个电源时，学生容易想到 B 灯的额定电压正好是 3 伏特，与额定电压为 5 伏特的 A 灯串联后，恰好是 8 伏特。教师就应当从分析这一错误入手，揭露矛盾，并进而改进电路，以达到这堂课的教学目的。只有这样，学生在课堂中用自己辛勤的劳动，在不断解决矛盾的过程中得到了新知识，培养了探索、发现问题的能力。

四、注意演示实验的直观性、启发性和探索性。

我们认为在中学阶段应该增加一些具有探索性、启发性的实验，这样，能使学生提出一些具有启发性的问题，或解决

一些正在探索中的问题，这样就能充分地发挥学生的想象力和观察力。在第一个教案中，我们增加了实验 (1)、(2)、(3)，就是为了这一目的。

此外，鉴于中学生的年龄特征及知识水平，我们认为实验宜简不宜繁，不要用过多的"电子技术"手段，而应使实验尽可能地简单、直观，这样有利于集中学生的精力，容易收到较好的效果。

五、注意培养学生分析实验数据、图线的能力。

物理研究的一项重要工作是对大量的实验记录进行去伪存真、由表及里的整理、分析，从繁杂的实验数据中抽象出事物的本质及变化的规律。现行教材也十分注意对学生进行这方面的训练，在教材中有不少实验数据的记录，实验照片，实验曲线等，我们在教学中应该充分利用这些材料以培养学生处理、分析实验结果的能力。对于高中学生，更应该特别注意这种能力的培养。我们的第三个教案就是在这方面所作的尝试。我们认为在这方面特别要使学生逐步明确应着重观察曲线的哪一部分，以把握现象的特征、规律，此外，还应该使学生懂得，找出自然现象中的普适常数是物理研究的一项重要任务。

在高中教材中，这方面的材料是很多的，如平抛运动的频闪照片，两物体碰撞的频闪照片，晶体三极管电流变化记录数据，核物理中的云室照片等。事实证明，只要我们善于引导，学生是容易从中得出正确的结论的。这样做，增强了学生对"数与形"、"数学与物理"的有机联系的认识，有利于培养学生的抽象思维能力。同时，这样的教学避免教师去包办代替，因此，学生对所学知识的记忆比较牢固。

六、注意高、初中学生的年龄特征，对不同年级学生的能力培养应有所侧重。

在学生获得知识的实践中，培养学生的能力不但在高中大有文章可做，即使在初中也是可行的。但高、初中学生年龄跨度较大，而这一段年龄又是智力发展时期，因此初中学生与高中学生在智力结构、知识贮量上都有较大的差异，这就要求我们在培养学生各种能力时要有所侧重，分别对待。在初中阶段，我们应注重一般能力的培养，以促进学生的观察力、记忆力、思维力的发展；在高中阶段，则可注重对学生进行抽象思维能力、逻辑推理能力等特殊能力的培养。

总之，我们认为"获得知识"与"培养能力"不是毫不相干的，更不是对立的。那种认为"能力只能在应用知识的过程中去培养"的观点是不全面的。当然，没有知识，不可能有能力，但是获得知识的过程正是培养能力的过程，能力可以在获得知识的过程中得到提高。根据我们的体会，越是在对教材难点内容的学习中，越是能提高学生的各种能力。只要我们的方法得当，肯动脑筋，那么就可能通过一堂堂的课，既使学生学到了新知识，又使学生的各种能力得到提高。

关于能力培养的点滴体会

上海市华东师大二附中特级教师　陈延沛

近年来我在物理教学中对培养学生的能力作了点探索，获得一些粗浅的体会。

一、能力的培养必须有正确的教学思想作指导

怎样的教学思想是正确的？这个问题本身就值得研究，不过我对以下几点有较深切的体会。

1．学生的知识主要是靠他们动手（感知）、动脑（思维）得来的，教师的作用在于指导学生用科学的态度、科学的方法能动地去探求知识和运用知识。

2．教学要民主，教师要创造条件让学生充分发挥其智力和能力，敢于向老师挑战，敢于向科学家挑战。学生在教师的引导下，学会探求知识的本领；反过来，教师在学生质疑的启发下，也会提高教学水平。

3．教师不仅要关心学生当前的学习，还要关心他们将来的发展。

下面谈点近几年自己的教学工作，作为以上体会的根据。

我从1978年起连续担任三届高中毕业班的教学工作，还辅导物理学科小组的活动，取得一点成绩。这点成绩是怎样得来的呢？主要是学生自觉努力学习的结果，我只在培养他们的学习兴趣，指导他们用科学态度、科学方法去探求知识方面，发挥点教师应有的作用。

由于高考取得点成绩，就有人说，我们对付高考有“秘密武器”，这是误解。其实我们的教学是公开的，习题和考题也是公开的，不存在秘密的问题。我们是按照教学规律办事，不投机取巧；我们重视学生能力的培养，不搞“题海战术”；我们不加班加点，加重学生的负担。从我担任的三届高中毕业班来说，78届虽然要在六个多月内完成高中的教学任务，我还是系统地教学，不投机取巧，选编的复习题也只有三百题左右。

79届和80届的复习题，我们采用上海市编的复习资料，不自出复习题。为了增加文科的复习时间，我们主动从期中考试后就停止布置课外作业。除规定的每周6课时外，从不增加教时。我认为提高教学质量最根本的因素，是学生潜力的发挥，用数量来保证质量，往往是行不通的。

又有人说，我会猜高考的题目，这实在冤枉。1979年我用一个月时间指导学生复习实验，高考没有一则实验题。但我并不后悔，我的教学不是专门应付高考的，要为学生的长远利益着想，要经得起时间的考验。

在辅导物理小组的工作中，我也以指导学生通过自己的手脑去获得知识为主。例如，让学生到仪器贮藏室根据自己的需要选择仪器做实验；让学生自己讨论物理思考题，我作为小组一员参加讨论，提点问题和做点启发引导的工作。

实践告诉我，要发展学生的个性，教学形式就是要灵活。因此每当我上新班级的第一课时，就鼓励学生，在上课过程中，不要怕打断老师的讲解，可以随时举手向老师质疑；上课的内容已经掌握的同学，可以安静地看参考书，也可以到实验室去做实验。实践结果，学生的思维活跃了，课堂的气氛也活跃了，从来没有发生乱子。

培养学生的能力不能老把眼睛盯住本学科的教学，不恰当地夸大本学科的作用。学生的能力是一个整体，各科特殊能力的培养要互相配合和互相促进，这才有利于学生能力的发展。因此，当我上新班级的第一课时，总要反复强调学好语文、数学、外语等工具课的重要性。对于物理成绩优秀的学生（如物理小组成员），上复习课时，要求他们根据自己的情况学习工具课。

二、能力的培养要从学生探求新知识的起点就抓起

学生探求新知识时，他们对教学活动感到新鲜，但又陌生。这时最容易引导他们走上正确的学习轨道。要抓住这个关键时机，通过知识技能的教学，培养学生的科学态度、科学方法和良好的学习习惯。这对学生学习物理学的素质和能力，具有深远的影响。

初二年级是培养学生能力的关键时期，这已引起广大中学物理教学工作者的重视，许多地方也已开始采取有效措施，加强初二物理的教学工作，这里就不赘述了。下面举例说明怎样通过学生探求新知识的时机进行能力的培养。

1．学生第一次学习使用测量仪器时，就要注意培养他们观察仪器的能力，学会使用测量仪器的一般规则。例如，长度的测量的教学，通过刻度尺的使用，注意培养学生观察测量仪器的能力，从而学会确定刻度尺的最小分度值、量度范围和注意零刻度，为以后学习其他有标度的测量仪器奠定基础。

2．学生第一次做实验，就要注意培养他们对待实验的科学态度，不要单纯从实验结果的准确度来评价学生的实验能力。

3．学生第一次学习具有典型性的概念时，就要注意培养他们有初步抽象概括的能力。例如比重的教学，先让学生测量体积不同的铁块和体积不同的铝块的体积和重量，然后引导他们通过数据的计算，抽象出比重的概念。在教学中还要注意使学生体会到：(1) 新概念是在已有概念的基础上抽象出来的，是我们对自然现象本质的认识的深入，没有掌握旧概

念，就不可能理解新概念；(2) 如果被定义的物理量的大小不随定义的物理量的量值而改变，那么它是反映物质的某种特性或属性，或者是反映物质运动的某种特性。比重就是属于这类物理量。概念的抽象对学生来说是比较难掌握的，不能一下子要求他们学会，但也不能因此而放弃抽象思维能力的培养。实践证明，比重的教学为匀速直线运动、比热、电阻、电场强度等概念的教学打下了抽象思维的基础。

压强是学生第一次接触到的另一类典型的概念，同样要让学生通过实验来形成，提高他们抽象思维的能力。

此外，定律、原理、定理、理论、解题等教学，也要抓住关键时机进行能力的培养。

三、能力的培养要有重点、有计划地逐步提高

学生学习活动的内容很多，所需要培养的能力的面也就很广。我们既要不失时机地进行各种能力的培养，还要根据学生智力发展的情况和学习阶段的要求，有所侧重地培养某种能力，并适当地结合与渗透其他能力的培养。例如在初中阶段，我认为应侧重于培养学生的观察力和实验能力。在高一年级可以侧重于解题能力的培养。思维能力是能力的核心，在各种能力的培养中，应该起主导作用，也就不存在侧重的问题了。

能力的培养要有计划地逐步提高。例如，培养初中学生的实验能力，我采取下列步骤：(1) 培养学生善于观察测量仪器；(2) 培养学生掌握测量仪器的使用规则；(3) 实验操作能力的培养；(4) 编写实验报告能力的培养；(5) 用有效数字处理数据；(6) 根据图文独立完成探索性实验；(7) 模仿设计实

验；(8) 独立设计实验。

上述每一步骤也根据学生的实际情况，多次完成，逐步提高。如训练学生使用游标卡尺，就分四次进行：(1) 观察仪器的结构；(2) 练习读毫米整数的测量值；(3) 练习读毫米以下的测量值；(4) 操作、读数的复习。初三学生学习万用表的使用，也是在掌握电流表和电压表的基础上，再结合欧姆定律、导体的串联、导体的并联和复习课的教学，分四次完成。

重要的测量仪器，还要创造条件让学生反复使用。例如天平，在初中阶段，除了课本规定的实验外，我们还增加了一些实验，有意识地让学生多操作。统计一下，至少有 10 次：(1) 观察结构、练习调节；(2) 称物体的质量；(3) 测定物质的密度；(4) 测定物质的比重；(5) 操作考查；(6) 研究液体内部的压强；(7) 用阿基米德定律测比重；(8) 测定物质的比热；(9) 测定热功当量；(10) 实验总复习。

编写实验报告能力的培养，也是先让学生模仿，然后逐项放手让他们自己编写，最后要求他们独立设计和编写完整的实验报告。

总之，能力的培养要和知识的教学一样，有明确的目的和要求，有重点、有计划地进行。最好拟定一个培养计划，顺序培养，逐步提高。

四、重视能力的复习和考查

能力的复习和考查是巩固和提高学生的能力、保证能力培养的质量的有效措施。

复习能力主要有两种方法：(1) 学生交流能力培养的体会，如观察体会、实验体会、解题思维方法的体会、自学体会等

等。学生要谈体会就要把实践过程进行系统的总结，教师根据学生交流的内容也要加以总结和提高，能力的复习就寓于其中了；(2) 教师把富有培养能力的知识技能进行系统的复习，如复习测量仪器的观察、实验的设计、概念的抽象过程等等，能力的复习也就寓于其中了。

考查能力的方法可以用笔试，也可以用面试。如观察力的考查我们就采用实物的观察考查(个别进行)和图的观察考查(附在试卷上)。实验的考查也采用笔试和操作考查。

考查对促进学生能力的自我培养作用很大，要充分利用这一手段。每次考试都有实验题，学生就很重视实验。试题中用有效数字的计算法进行运算的就加分，学生就自己去钻研有效数字的计算法。把分数作为鼓励学生努力学习的工具，可以收到好效果。

学生能力的培养虽然是旧问题的新研究，但由于过去重视得不够，近年来的探索局限性又很大，有些观点和做法有待于进一步由实践来检验。

教给并"迫使"学生动脑筋

北京师大附中　顾长乐

现在社会上有一种企图不动脑筋的不良学习风气。有一些学生认为上课的任务只是抄抄笔记。他们上课时，虽然很遵守纪律，但精神却不振奋，除了把教师的板书录于笔记本上之外，对教师所讲内容的实质、逻辑推理关系、思维方法等都不

注意，在他们头脑里有的只是一些呆板的结论和公式。又由于有时考题欠灵活，这些学生的分数也不低，仍可被誉为"好学生"，但他们却只会依样画葫芦，缺少分析能力，遇到灵活的问题便束手无策。培养这种学生，是不能满足四化的要求的。为了扭转这种不动脑筋的局面，我做过以下几方面工作。

一、要学生"放下包袱，开动机器"

对学生思维发展的最大束缚就是"分数"的压力。有的地方从小学就抠分数，学生非要得98、99分不可，甚至考95分都要受到谴责。为了获取高分，把一些题目让学生翻来复去地练习，夸大来说，使学生对这些题目接近"条件反射"了，却很少用一些新颖的问题来训练学生动脑子，学生也生怕丢一分，不敢越出课本条文一步。这样经过几年，既形成了学生呆读硬记的习惯，又使学生在精神上时时受着分数的压力，得分稍差，就垂头丧气，处在这样一种紧张的精神状态之中，青年人的聪明才智岂不被大大压缩？怎能让他们放开手脚畅游于知识海洋去尽情吸取丰富的营养呢？因此，我在教学中总是让学生不要盲目地追求分数，考试中常出一些未见过的题目，使他们处于相对低分状态。逐渐地，学生对分数就看得轻了，考试时不紧张，看见眼生的题，也敢于思考，敢于想办法解决了。

其次，过分苛刻的课堂常规对学生思维的发展是有不良影响的。人是统一整体，当学生高高兴兴地吸取知识的时候，他又要听，又要想，又要发表意见，怎能要求他一动不动地坐在椅子上？难免有时伸头，有时侧目，有时要写写画画，有时还要说几句话。所以，我在开学之初，从来不是首先从纪律上对

学生约法三章，而是首先明确学生是课堂的主人，在课上有发言权，并明确提出遵守课堂纪律的第一条是积极思维。平常对形式上的课堂纪律不做苛求，力争让多数学生感到课堂上是愉快的，使他们的大脑皮层处于积极而又轻松的状态。

再有，对学生解题规范化方面过分繁琐的要求也是不利于学生思维发展的。当前社会上十分重视解题规格，要求已知、求、解、答俱全，不准跳步，甚至初中学生画力臂必须画虚线，画实线的不算对。强调这些，会把学生管成"谨小慎微的君子"。我认为，应讲求实质，培养学生思维的能力，允许学生用不同的方法，写成不同的规格，应鼓励心算，学生能力不同，能跳步的应允许其跳步，不会跳步的，就让他一步一步算。写已知有好处的题就写，而解起来很方便，已知条件又不便于用式子表达的何必写已知？某些题解出来结论已很清楚，何必再写一个答案？至于力臂，关键是要学生明确它是哪一段距离，画虚线、实线有什么关系？"基本功"应该是准确掌握物理的基本知识，有正确的思维方法，操作的技能技巧，而不是写作格式。"严谨"应是有严密的逻辑推理，而不是形式上步骤齐全。因此，我在讲课中，强调概念而不要求规范。

二、给学生以思考的武器

1．实际化、形象化：要使学生把物理知识与生活实际联系起来，对所研究的对象有形象化的概念。如讲沸点和压强的关系，要让学生联系熟知的高压锅想；讲圆周运动，向心加速度与半径的关系，要让他们联系在跑道上拐弯的情况想。对不易和实际直接联系的问题，可以间接联系。如静电场较抽象，可和重力场对比，静电场中电势的高低就相当于重力场中

地势的高低。在重力场中物体在重力作用下总是从高处向低处运动，向低处运动时重力势能减小；在静电场中，正电荷和普通物体一样，在电场力作用下从电势高处移向电势低处，移向电势低处时电势能减小。但在重力场中，物体质量都是正的，电场中电荷有正有负，负电荷恰和正电荷相反，在电场力作用下向电势高处运动，移向电势高处时电势能减小。让学生这样形象化地去想比单纯用符号算易懂而且少出错误。

2．讲清实质："向心力"问题是物理难点之一，学生常常在分析力时无中生有地分析出一个"向心力"来。所以，一定不能形式地讲向心力公式，而要讲实质，把圆周运动做为牛顿第二定律的例子来讲。仍应让学生选物体、分析力，且一定存在 $F_{合}=ma$ 的关系。如物体做匀速圆周运动，它的加速度方向是指向圆心的，这势必是因为它受的力的总和的方向是指向圆心的；如物体做变速圆周运动，它的加速度既有指向圆心方向的分量，又有切线方向的分量，这势必因为它受力的总和有指向圆心的分量，又有切线方向的分量，这些指向圆心方向的力就简称为"向心力"。所以，"向心"不过说明力的方向而已，正如说物体受"向下""向前"的力一样，只是物体实受各力的总和或其指向圆心的分量而已，并非另外有一个向心力。

3．分清因果：物理是直接解决实际问题的，必须十分注意各量间的因果关系，否则会死套公式，错误百出。如加速度这一概念，课本第三章讲它的定义，却到第四章才讲它是由什么因素决定的，初学者会因果不清，甚至会产生"速度大加速度就大"等糊涂认识。我们讲课时做了调整，把加速度的定义式和决定式一块儿讲，结合实际明确其因果关系。强调指出：力是因，加速度是果。加速度是由力产生的，力的大小、方向

的改变，要造成加速度的变化，而加速度不能产生力。同时也指出"结果"在某些情况下可以反过来影响"原因"。这不意味着因果倒置，"结果"影响原因是间接的，通过其它因素来影响，如弹力的大小是由形变决定的，加速度只有影响了形变的大小，才能间接影响弹力。如：电梯地板上放物体，当电梯匀速上升时，地板对物体的弹力＝物重。如加大提升电梯之力，使电梯加速上升，此时地板与物体之形变尚未变，弹力仍等于物重，则物体不能产生加速度而落后于电梯，加大地板与物体的形变，从而使弹力加大而自动调节到一个合适的形变，使弹力大于物重，且其差恰可使物体的加速度与电梯相同，共同上升。其他各物理量的因果关系也要讲清，使学生遇到情况变化时，可以进行正确的分析。

4．认清对象：用牛顿第二定律解题时有一种方法叫"隔离法"，我们一般不提这个名字，而是自始至终贯彻"隔离"这个概念。呆读硬记的学生喜欢套用公式，公式里有一个F，他就在题的已知里找一个F往里代，而不管它是什么F，造成错误百出。因此，我们做力学习题，都强调首先选定物体或体系，认真分析它受的外力，再根据第二定律、动量定理或功能原理列式去解。隔离思想不仅用于力学，热学中也要选清系统，电学中必须明确研究哪一段电路。隔离思想并不容易建立，需要反复强调和练习。但学生一旦掌握了它，就可以避免许多错误。

为了清清楚楚地思考问题，还要要求学生用完整的语言思维。比如说一个力，必须说清是谁给谁的什么性质的力；说电流强度，要说清是哪段电路中在哪种情况下的电流强度；说到变化，要说清是什么外界原因造成的什么变化，它又会引起

什么变化，哪些量不会引起变化等，都要说得一清二楚，以免对象不分，张冠李戴。

三、带着学生一起思维

每一节课都应是学生学习的时间，即他们思考问题的时间。教师的任务是带着他们想，帮助他们想，选出恰当的问题来促使他们想，而不能由老师一个人按照自己的愿望一串一串地讲。因此，我备课主要是思考应对学生提出哪些问题，怎样引导他们去想。但是，不管事先怎样准备，课上也会出现意料不到的问题，这时就必须修改计划，因势利导，而不能硬把他们拉入自己的思路。

上课是群言堂，很少我一个人说半天，即使是讲定义，也要让大家考虑考虑怎样定义才合适，讲定理、定律、推导、例题更要让大家讨论。这样，不仅可以引导学生思考问题，而且可以让学生听到各种观点，可以锻炼他们辨别是非的能力。发表错误观点的学生，如果是积极思维的，当他的错误的要害被人点破时，会豁然开朗，他在辩论中虽然失败了，却因明确了问题而很高兴。问题是总有一部分学生不肯参加讨论，坐等结论，我们的措施是列出这部分学生的名单，上课时反复叫他们发言，力图改变其学习习惯。

四、强迫学生思维

部分学生不愿意想问题，总想让你说个结论，他宁肯去背。对他们当然要做思想工作，打通思想，但单靠说服不行，因此，常采取下列强迫措施。

1．作业和课上的例题有区别：不让学生用照猫画虎的

办法做作业。为避免负担过重，不要求学生必须全部完成，评定作业的优劣，是看学生动脑筋的程度。只要是自己想的，哪怕有局部错误，也给以鼓励，而不看做的全不全，不要求形式上的规范整齐。

2．拒绝回答学生没想过的问题：学生提问时，要先问他是怎样想的。如问一个题怎样解，至少要让他说出他对题意是怎样理解的，画了什么图，想过什么试图解的方法，没想过就当时想，有人在这种反问下就能把题解出来。于是可以趁机进行教育："你并非不会，只是不敢想，你看我并没给你讲，不是也做出来了嘛！"

3．考题要与作业有区别：明确考试是锻炼思维的最好时机，而不是把脑子里现成的东西搬到试卷上。拿过题来，一眼看去不知怎样做，而需要认真分析，这是正常的。考试中常出一些新颖的题目，个别题要灵活性较大，使学习好的同学也不能轻易做出来。有些习惯于死记硬背的学生发现自己总是考不好，不改不行，有的就改变了学习方法。

4．例题、习题、考题都要有一定的难度：为了培养学生思维的能力和运用基本知识分析问题、解决问题的能力，题目要有一定的难度及灵活性，这才能迫使学生动脑筋，才会使学生感兴趣。难度要根据学生的实际来定，让学生用积极的思考代替苦恼的硬背，逐渐提高其实际能力。

初中物理教学中的形象与思维问题

上海市徐汇区教师进修学院特级教师　周祖方

在初中阶段，物理知识的获得往往都是从观察实际现象开始的，或者通过分析学生所熟悉的生活常识中的某一现象，总结归纳出物理规律。然而，学生所熟悉的大量现象，或者通过演示所观察到的现象，与其所反映的物理规律之间，有时还存在"矛盾"。比如说："力是改变物体运动状态的原因，不是维持物体运动的原因。"但学生看到和熟悉的现象恰是"运动都是依靠力来推动的"。这种表面的"不一致性"给学生掌握和理解物理概念带来很大的困难。这就表明，物理学中的理论与实践的对立统一性，要求学生必须有正确的思维方法。因此要使学生学好物理，必须在一开始就引导学生注意运用正确的思维方法，自始至终注意培养学生的思维能力。

一、注意逻辑思维能力的培养

现有物理教材中的内容，虽然已经是现成的理论了，但学生接受这种理论，必须借助于抽象的概念、判断、推理的逻辑思维来逐步掌握。教材中关于力的概念教学，是从人对物之间的作用，上升到物对物之间的作用，再将具体的物对物的作用上升到一般的物体对物体的作用，这是一个生动的逻辑推理。因为人对物用力，人是凭主观感觉知道的，但物对物间的

力，没有感觉可言，只能是根据效果加以类比而得到同样的结论。由此可见，力的初步概念建立的过程，是逻辑思维过程。学生在分析解决物理问题时，首先是根据观察到的或题文给定的物理现象，运用概念进行分析、判断、推理，即运用逻辑思维方式，最后得到正确的结论。如果教学中处处注意到这一点，那么学生就会在不知不觉中合乎逻辑地接受新知识，使认识不断地上升和飞跃。

例如："浮力"概念的引进，就不应该是孤立地说"放在水里的木块，总是浮在水面上"，由此而引入浮力的概念。这样会使学生感到浮力似乎是一种特殊的作用力。假使我们运用学生已经学过并且已经掌握的两力平衡概念，让学生通过观察分析静止在台面上的木块，受到重力和下表面向上托力的作用而平衡，类比静止在水面上的物体也受到重力和下表面向上的托力作用，人们将液体作用于固体的向上的托力叫做浮力。这样讲，就会使学生感到自然，也合乎逻辑。在这个基础上提出怎样计算(或确定)浮力的大小，就会将问题一步步深入，从而引出阿基米德定律。

有的同志认为初中应以培养形象思维能力为主，我认为根据物理学科的特点，从初中阶段就应以发展学生的逻辑思维能力为主。

二、现象、形象与物理模型

物理教学总离不开观察现象。这些现象中有的是为了引进新概念而通过演示实验来表现的，有的是为了验证某些定律、定理、原理而有针对性地设计一些实验来得到的，但大量的是采用学生所熟悉的日常生活中的种种现象。运用这些现

象来说明问题，是教师课堂教学的重要手段之一。它对于引进新概念，帮助学生认识、理解和巩固新知识十分重要，而更重要的则是使学生逐步掌握研究物理的方法，掌握研究客观现象的规律。

但是物质运动所表现的现象本身，并不一定就是规律。有的现象与其实质，从表面上看起来似乎是矛盾的，这就给学生接受新知识造成了困难。例如：浮力问题，学生往往以为浮在液体里的物体才受到浮力的作用，而沉在液体下面的物体就不受浮力的作用。显然，这不符合客观规律。为了找出物体所受浮力大小的规律，教师首先是通过实验，观察到"浸在液体里的物体受到向上的浮力"，然后通过理论分析，得到浮力的大小为物体所受的液体给予的压力差，最后抽象为"排开液体的重量"。这里"排开液体的重量"显然是抽象化了的物理模型。运用这种理想的模型，就能使所讨论的问题大为简化。

由此可见，物理学在分析讨论实际的物理现象时总是先排除复杂现象中的表面的、次要的因素，突出主要的与所反映的物理规律直接相联系的现象，建立一个初步的形象，再具体化为一个理想的物理模型，从中找出客观规律。这里所说的"形象"是指突出现象中的主要方面，不同于"形象思维"中的形象。

同样，物理模型也是如此。合理的物理模型是抽象思维的产物，是想象的、理想化了的"客观存在"，它不一定是真实存在的。运用这样的物理模型所建立起来的"形象"，当然也是抽象的形象，因而运用这样的"形象"进行思维，算不上"形象思维"，仍然是一种逻辑思维的过程。

三、注意建立正确的视觉形象

任何物理模型的建立或物理形象的观察，首先是通过视觉，然后才是想象与思维。因此视觉形象的建立是学生获得物理知识、掌握概念规律的起点。例如：弹簧受力伸长，木块在水中浮起，蔡受热熔解等等，学生通过实际观察可以获得与其观察到的现象直接相符的有关的初步结论，这种形象称为直觉的视觉形象。另一种则是必须通过有关仪器、示意图、语言的描绘等手段帮助学生逐步建立起来的形象，如大气压、电流强度、温度等等，这些现象本身并不就是所反映的物理规律，仅仅是一种间接的表现。还有一些运用图线的办法所建立起来的"形象"，更加是一种抽象的表现手段，它与客观存在的物质及其本身毫无共同之处，不过是为了说明物质在某些方面的属性而已，象磁力线就是一例。

此外，在建立正确的视觉形象过程中，我们使用的手段，是否具有直观性和科学性，也是直接关系到学生对物理概念的正确理解的，比如"重量"概念的建立就是如此。我们在引进这一概念时，没有必要用一只砝码压弯薄板来证明重量的存在，这样做的结果反而使学生对"重量"与"压力"产生混淆。因为使薄板弯曲的力，并不是重力，而是压力(弹力)。为了抓住重量是地球对物体的吸引作用这一实质，我们应当在"吸引"上做文章，让学生通过磁对铁的吸引作用，逐步认识到物体在没有支持物作用下会"自动"地落向地面是由于地球对物体的吸引作用，从而建立这样的视觉形象。

总之，对于建立正确合理的视觉形象，不仅要注意到它的直观性、科学性，而且还要帮助学生进行分析和推理，使他们

逐步认识其中的物理本质。这决不是做一下演示、画一张示意图马上下个结论就能解决问题的。

四、用启发式教学方法进行逻辑思维能力的培养

逻辑思维能力的培养，离不开教师的启发与引导，它是单凭观察、实验、做练习所代替不了的。重要的是在观察的同时不断启发思维，在进行分析归纳或作例题分析时，注意联想。以"在平衡力作用下物体作匀速直线运动或处于静止状态"的教学为例，有位教师在讲解时，采用了下述办法：在演示了运动的小车当力 F 与速度 v 成一定夹角时，物体作曲线运动，然后指出力不但可以改变物体运动速度的大小，而且可以改变物体运动的方向。接着教师又把放在玻璃台面上的小车推一下，提问学生如果阻力不计，小车作什么运动？学生答：匀速直线运动。当小车离开台面边缘后作什么运动？学生答：作曲线运动。为什么呢？学生答：因为物体离开台面时，速度是水平的，而物体这时只受到一个向下的重力作用，力与速度方向的夹角为 90°，所以是曲线运动。老师说很好，但这个物在台面上运动时，也受到重力的作用，而且重力与速度方向也是成 90°，为什么它不作曲线运动而作匀速直线运动呢？学生答：因为这时物体除了受到重力外还受到桌面的托力作用，这两个力是一对平衡力，所以物体作匀速直线运动。显然这位教师采用了逻辑推理的办法，一步步启发学生接近和认识真理，并在每一结论出现的时候，启发学生联想，讲出作出结论的根据，这对于培养和发展学生思维能力是十分有益的。

中学物理教学的基本任务可以概括为获得知识和培养能力两个方面，这两者的关系是辩证的统一。但任何能力的培

养都离不开人的思维，因此根本的一条则是培养和发展思维能力。

总之，解决物理学科的"难学"问题，不仅涉及到教材、教法和如何指导学生做好实验，而且更为重要的是，必须在思维规律上，探求解决问题的途径。我们认为这才是在根本上解决问题。因为只有真正掌握了这一重要规律，才能在处理教材和进行教学中，根据实际情况，制订有效的教学方案，提高教学效果。

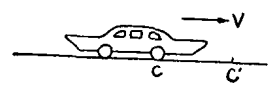
关于高一物理教学的几点意见

上海市南市区教师进修学院特级教师　朱国祥

高一物理一开始就接触到力学问题，力学的特点是定律(定理)不多，公式也不多，可是习题却灵活多变，因此很多教师感到高一物理难教。我就这个问题谈一些不成熟的看法。

一、高一物理有些概念比较抽象，这是造成困难的一个原因。例如第三章变速运动中即时速度和加速度的概念就是比较抽象的。现在用的教材把取时间间隔趋近于零的平均速度的极限值来定义即时速度。由于高一学生没有学过极限，理解即时速度尤其困难。因此在教学中要注意直观性。课本上有一段"当所取的时间间隔越来越小即趋近于零时，相应的平均速度就趋近于某一个固定数值。这个数值叫做 Δt 趋近于零时平均速度的极限值。"为了使学生能从平均速度趋近于一个固定数值来理解极限值，可以通过一部正在运动的汽车

来分析(图一)。为了求出汽车在经过 c 点时的快慢程度，就从 c 点起取一小段位移 cc'，求出汽车在这一小段时间内的平均速度后，可以近似地表示汽车在 c 点的快慢程度。为了加强直观性，把这一小段位移 ΔS 及通过这一小段位移所需时间 Δt 列出一张表，给出一系列具体数值，并算出汽车在这段时间内的平均速度。假设我们已经掌握汽车的位移与时间的关系式 $S(t)=t^2$ 米，汽车在 $t=3$ 秒时通过 c 点，$t=4$ 秒时通过 c' 点，这样就可以按关系式找出 $\Delta t=1$ 秒，$\Delta S=cc'=7$ 米，从而找出 cc' 段的平均速度 $\bar{v}$ 为 5 米/秒。移近 c' 点，设汽车在 $t=3.5$ 秒时通过 c' 点，则 $\Delta t=1/2$ 秒，$\Delta S=cc'=3.25$ 米，从而找出 cc' 段的平均速度 $\bar{v}$ 为 6.5 米/秒。于是从表上可以看出，当 Δt 趋近于零时，ΔS 也趋近于零，当 $\Delta t<\frac{1}{256}$ 秒时，平均速度将趋近于一个固定数值即 6 米/秒，这个数值就是 Δt 趋近于零时平均速度的极限值。



图一

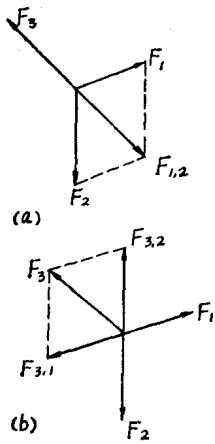
Δt(米)	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$
ΔS(米)	7	3.25	1.5625	0.7656	0.3789	0.1885	0.0940	0.0430	0.0235
$\bar{v}$(米/秒)	7	6.5	6.25	6.125	6.0625	6.03125	6.015625	6.00781	6.0039

注：$S(t)=t^2$

二、必须注意培养学生的分析问题和抽象思维的能力，这是使学生学好高一物理的一个重要因素。刚升到高一的学生往往不具备这方面的能力。学生在初中阶段做的习题特别

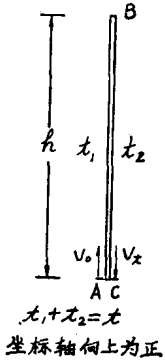
是一些计算题都比较容易，因为公式比较简单，把几个已知量代入公式求未知量是不难的。高一物理第二章首先就接触到力的平衡问题，这一章的习题没有现成公式可套，它需要学生能正确分析物体受力情况，如果不注意培养学生的分析问题的能力，学生做有关习题就会感到困难。

又如：关于力的合成与分解问题，必须使学生懂得合成或分解都是用等效置换的方法使问题简化，这就需要培养学生的想象能力。对于这部分教材的处理要在学生原来初中学过的二力平衡的知识的基础上，用力的合成和分解把多于两个力的共点力平衡问题变换成二力平衡问题。例如力 F_1、F_2、F_3 作用于 O 点达成平衡。把 F_1 与 F_2 用它们的合力 $F_{1,2}$ 代替（因 $F_{1,2}$ 与 F_1、F_2 等效），$F_{1,2}$ 与 F_3 构成二力平衡。同样方法可以把四个以上的共点力平衡问题变换成二力平衡问题。如果不用力的合成方法而把 F_3 沿 F_1 及 F_2 的方向分解成 $F_{3,1}$ 及 $F_{3,2}$，则 F_1 及 $F_{3,1}$、F_2 及 $F_{3,2}$ 分别构成两对二力平衡问题。这样既使学生在原有基础上扩大知识，同时也使学生正确掌握力的合成与分解的意义，就不会把力的合成与分解这一种处理问题的方法误解为问题的目的。目的明确，思维能力提高以后，在解共点力平衡的习题时就不会感到茫无头绪了。不但在这部分是这样，运动的合成与分解也是这样，都要注意培养学生的分析能力和思维能力。



图二

在运动学这一章里，学生往往习惯于套公式凑答数，如果不改变这种思考问题的方法，有一部分习题就无法解决，对今后学习物理也非常不利。因此要培养他们认真审题，善于分析问题，明确问题的物理现象，应用学过的知识建立方程，然后把已知量代入方程，解方程求未知量的思考方法。要教会学生怎样来分析物体的运动情况。先要让学生知道整个运动过程可以分为哪几个过程，然后再分析物体在每一过程开始时的即时速度（即公式中的 v_0 和 v_t）和在这一过程中物体运动变化情况即加速度（匀速运动的加速度等于零）以及物体经历这一过程的时间与位移。在示意图上清楚地把各个过程开始和终了时的即时速度标出来，把加速度以及经历这个过程的时间和位移标出来（不管这些量是否已知都要标出来）。然后列一表以便清楚地看出它们之间的关系，选出适当的公式列出方程。例如："一个物体以一定的速度竖直向上抛出，经过 6 秒后落回原处，求抛出时的速度，上升到达的最大高度，以及落到抛出点时的速度。"习惯于套公式的同学看到这个习题就会感到无从着手，因为习题中只有一个已知数。有人先设上升的时间等于下落的时间，或先设抛出的速度等于下落到抛出点的速度然后再解题。这种先假设一些条件的方法，学生往往感到困难，他们不清楚考虑这些先设的条件的规律是什么，所以这种方法是不足取的。下面讲一下这个问题的分析方法。物体运动的整个过程是 $A\rightarrow B\rightarrow C$，但要求上升最大高度，因此还要把整个过程分为 $A\rightarrow B$ 及 $B\rightarrow C$ 两



个过程，过程弄清楚后，就可以列表分析如下。

过　　程	初速度	末速度	加速度	时间	位移
$A\to B\to C$ （整个过程）	v_0	$-v_t$	$-g$	t	0
$A\to B$ （竖直上抛）	v_0	0	$-g$	t_1	h
$B\to C$ （自由落体）	0	$-v_t$	$-g$	t_2	$-h$

进行分析以后列出方程：

过程 $A\to B\to C$　　$0=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$　　①

过程 $A\to B$　　$0=v_0-gt_1$　　②

$h=v_0t_1-\frac{1}{2}gt_1^2$　　③

过程 $B\to C$　　$v_t=gt_2$　　④

$h=\frac{1}{2}gt_2^2$　　⑤

$t_1+t_2=t$　　⑥

六个未知数有六个方程，解方程就可以得到要求的量。

这种分析问题的方法不仅在运动学习题中是必要的，而且在应用动能定理及动量定理解题时同样如此。改变学生习惯于套公式的思考方法，从培养学生分析问题能力入手，使他们掌握正确的分析方法，对教好高一物理是非常重要的。

三、高一物理教师还要注意从实际出发，遵照循序渐进的教学原则。

高一物理中力学的内容是惯性系质点动力学。教学内容

的安排尤其是习题的安排不宜超出这个范围。习题要注意由浅入深，由易到难，由简到繁，不要以为多讲一些难题一定会对学生有帮助。有些教师认为课本上的习题比较容易不太重视，把高考的试题以及物理竞赛的试题过早地给初学的学生作为例题来讲，结果是学生只记住这些习题的解法，知其然而不知其所以然，一知半解地接受这些内容，过一段时间也就忘了。例如"在前进的车厢后壁紧靠着一个物体，已知物体与车厢后壁间的静摩擦系数，问车厢要以多大的加速度前进时，物体才不致下滑"，或者是"车厢里有一斜面，斜面上放一物体，问车厢要以多大的加速度前进时物体才不致从斜面滑下"。这两个问题都是非惯性系的动力学问题，但物体相对于车厢是静止的，它的绝对加速度等于牵连加速度。物体对地的加速度就是车厢对地的加速度。在高一阶段勉强可以这样做。但这时候学生不可能理解相对加速度与绝对加速度之间的关系。将来进入大学以后接触到这类问题时，反而认为习题也会做了，对非惯性系动力学问题就不耐心地去研究它了。如果对惯性系动力学问题没有真正弄懂，基础不扎实，进一步学习非惯性动力学时困难就会更大。

在物理教学中联系生产实际的体会

吉林省长春市东北师大附中特级教师　张国华

理论联系实际的原则是中学物理教学中的一条基本原则。物理教学联系实际的内容十分广泛，它既包括学生的生

活实际，又包括工农业生产实际和科学实验实际。下面我们就中学物理教学联系生产实际问题谈几点认识、做法和体会。

一、中学物理教学应该联系生产实际

恩格斯曾经指出，科学的发生和发展一开始就是由生产决定的。物理学也正是在人们改造自然界的生产实践中产生和发展起来的。

中学物理是一门重要的基础课程，物理学的基础知识不仅仅来源于实践，而且在工农业生产的各个领域有着广泛的应用。物理教学联系生产实际就是要引导学生从生产实际中他们所熟悉的和他们易于接受的物理现象出发，分析和总结出物理概念和规律，讲好物理基础知识。

在物理教学中贯彻理论联系实际的原则不仅有利于基础知识的教学，也有利于培养学生的观察能力和从感性认识上升到理性认识的抽象思维能力。

物理学是一门研究物质运动普遍规律及其基本结构的科学。它的基本原理在生产实际中的巧妙运用反映了人类的智慧。在物理教学中适当地讲述这些应用有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。因此无论从学科特点来看，还是从培养目标来看，联系生产实际都是物理教学联系实际的重要内容。

二、在物理教学中联系生产实际的几点做法

1．在课堂教学中联系生产实际讲好物理基础知识。

从生产实践中发现问题，使学生头脑中产生了疑问，促进

其思考，有利于他们对物理基础知识的理解。

一次，在一个碾米房我们发现当碾米机的电动机起动时室内的电灯都要暗下来，待到碾米机正常运转后电灯才都又恢复了原来的亮度。在一次复习课上我们就引导学生从分析这个现象入手，把他们学到的电路计算和电磁感应的知识联系起来。经过分析学生们认识到，原来在电动机起动时，由于它的转速很低，产生的反电动势很小，因此电动机的起动电流很大。接着他们又从并联电路的特点找到了电灯暗下来的原因。最后我们又引导学生思考：有没有解决这个问题的好办法呢？不少学生想出了给电动机串联一个起动电阻的方法减少起动电流。这正是生产实践中常用的较大功率的电动机的起动方法。

这样，从实践中提出问题、经过分析解决问题的过程，就是学生自觉地运用物理知识解决实际问题的过程。在这一过程中学生的思维始终处于积极状态。在学生的头脑中能把这样的生产实践中的实际问题与他们学过的物理知识联系起来，不仅巩固了所学知识，也发展了他们的思维能力。

在讲直流电动机的工作原理时，我们引导学生分析通电线圈在磁场中不同位置时所受磁场力的情况。这时他们看到线圈在磁场中的不同位置上所受的力矩大小是不同的。这种转动力矩的不均匀不利于生产实际中使用。怎么解决这个问题呢？我们把校办工厂生产的手电钻的电动机拆开来给同学们看。他们发现这台手电钻的电动机有好多组线圈绕在一个圆柱形的铁芯上，整流环也不只是两个半圆环而是好多个铜片。这样就解决了转动不均匀的问题。在这个基础上进一步引导他们分析：我们看到的是一个直流电动机，为什么可以通

入交流电使用呢？我们引导学生分析这样一个题目：一个磁场中的通电线圈，如果磁场方向和电流方向同时变了，它的转动方向将如何变化？结论是转动方向不变。直流电动机通入交流电使用正是应用了这个原理。这时有的同学头脑中又产生了问题，为什么手电钻要用直流电机呢？原来起动力矩大是直流电动机的一大优点。因此工厂中的天车，有轨、无轨电车也大多使用直流电机。

人们的认识有待于深化，讲完一个知识后，我们结合生产实际中的问题引导学生一步一步地深入讨论。把理论上的认识和生产实际中的问题紧密地结合起来，也是物理教学联系生产实际的一个好办法。

2．通过生产参观把物理教学与生产实际结合起来。

学生们每天上学、放学要经过不少工厂。但是他们对物理知识在这些工厂里有些什么应用却知道得很少。因此配合物理课程的学习，充分利用学校附近的条件适当地组织一些参观活动是很有必要的。

参观要有一定的目的要求。例如在汽车厂的热电站，主要是通过参观活动了解在热电站里电是怎样发出来的。

组织参观活动还要安排一些重点参观内容。发动机分厂里的齿环加热器就是我们安排的重点内容之一。首先，工人师傅把一个加工好了的齿环放在一个叫做齿环加热器的设备上，让一个闭合铁芯穿过齿环。当接通电源有变化的磁场穿过齿环时，在齿环中便产生了感生电流。由于电流的热效应齿环很快被加热了。加热后的齿环可以很容易地套在发动机的轮子上，待到齿环冷却后，它已经牢牢地固定在发动机的轮盘上了。关于圆环受热时不仅外径变大，内径也要变大，参观

以前不少同学还不太相信呢。在这个参观点上学生们找到了三个物理知识的应用：一是电磁感应，二是电流的热效应，三是物体的热膨胀。

我们总是把那些能密切联系学生所学的物理知识的生产流程或生产设备定为重点参观点。在这些点上教师或工人师傅做较详细的讲解，学生仔细地观察。

参观中还要注意引导学生自己去发现生产中与自己所学过的知识有关的问题，开动脑筋，积极思考。

通过参观活动开阔了学生的视野，给了学生许多关于现代工业生产的具体概念。从生动的直观到抽象的思维，再由思维到实践的认识过程始终指导着生产参观的实践活动。

3．引导学生把所学的知识应用于实践。

在物理教学中注意引导学生把所学的物理知识应用于实践，去解决某些简单的生产实际问题，也是物理教学联系实际的一个途径。

一次我们到长春灯泡电线厂去参观。设计科的同志介绍说，他们正在研制一种新产品，是供汽车使用的新式车灯。使用这种灯，由于照明高度很低，只能照明路面。汽车对开时，可以避开迎面射来的普通的汽车车灯的刺眼的灯光，以减少交通事故的发生。后来我们在讲光的偏振现象这个课题时，教师在讲完光的偏振现象后用两个偏振片做了个实验。自然光经过一个偏振片后变成了一个方向上的偏振光，当第二个偏振片的偏振化方向与第一个垂直时，便几乎完全看不到原来的光线了。学生对这一现象都很感兴趣。接着我们就把灯泡厂的同志提出的生产中的课题交给学生。让他们讨论有没有办法不从解决新式光源入手，而是利用光的偏振现象，来解

决这个实际问题。同学们兴趣更高。一个学生马上想出一个办法来。他说："如果把司机的挡风玻璃用偏振化方向是水平方向的玻璃来制作，而车灯前面的玻璃盖子用偏振化方向是竖直方向的玻璃来制作，司机不就看不到对面汽车的车灯的刺眼的灯光了吗？"

老师肯定了这个设计方案的合理部分。但不少同学说："这样一来司机不是连自己的车灯的灯光也看不到了吗？"最后多数同学想到，如果让这两块玻璃的偏振化方向都与水平方向成 45° 角。这个问题便圆满地解决了。

不少同学在学习物理课的过程中注意把所学知识应用到生产实际中去，有的同学设计了粮食温度控制器，间歇自动给水器，还有的同学在工人师傅的帮助下设计和制作了可以把光、电、机械信号变成继电器动作的自动控制装置。通过这些活动，进一步调动了同学们学习物理课的积极性，并且在物理知识和生产实际的结合中发展了他们的思维能力。

三、几点体会

1．在强调发展学生智力、培养能力的同时仍然要联系生产实际搞好物理基础知识教学。

2．物理教学联系生产实际的目的完全是为了学生把基础知识学得更好些，而不是为了联系实际而去联系实际。这就是说在教学中不能离开物理基础知识去讲一些生产程序和技术细节。有些生产中的问题是比较复杂的，我们在教学中可以适当地把它加以简化，以突出其物理学的原理。

3．物理教学联系生产实际的关键是教师。为了在物理教学中自觉地贯彻理论联系实际的原则，教师除了向书本学习

外，还应利用一切机会向实践学习。教师的丰富的理论知识和丰富的实践知识正是搞好物理教学的重要保证之一。

教好改编后的初二《物理》序言课

四川省教育厅教研室　贺德昌

初二《物理》的序言课，是中学物理的第一堂课。这堂课担负着引导学生开始进入物理科学大门的任务。因此，它的教学效果如何，对于学生今后的物理学习有着深远的影响。

改编后的序言，写得简明、生动，很注意从少年们的实际出发，培养他们学习物理的兴趣，激发其学习愿望。例如一开始，教材便提出孩子们在观察自然现象中积累的许多物理问题，利用他们渴望得到解释的心情，指出要回答这些问题，就需要懂得物理知识。然后列举大量实例，说明物理知识不仅能帮助人们解释自然现象，更重要的是能被人们用来利用自然，改造自然。这样写法，无疑会使学生对物理学在我国四化建设和现代生活中的重要性有较为具体的认识，感到物理知识有强烈的吸引力量，从而产生热爱科学的情感。又如，教材在阐述观察、实验在物理学研究中的地位和作用时，主要介绍了伽利略通过细心观察发现了摆的等时性，以及用棱镜证明白光是由色光合成的实验。由于所举的科学史实本身有很大启发性，特别是研究白光产生色光的实验，形象鲜明，构思严密，它的结果又能解释前面所提彩虹是怎样产生的问题，因而能加深学生对观察、实验是研究物理学的最根本方法的认识。

对怎样才能学好物理的问题，教材根据人们认识的一般规律和物理学是一门实验科学的特点，充分考虑了教学过程的特殊规律，提出要重视观察和实验、要重视理解、要重视理论联系实际等三条建议。其中观察和实验是物理学赖以建立和发展的基础，也是物理教学的基础，又是学生获得感性认识的必由之路，它对于学生在学习中积累物理事实，建立物理图象，培养实验能力等，有特别重要的意义。理解是思维加工，要动脑思考，才能发现所见物理现象的实质，形成物理概念，锻炼思维能力，在认识上实现从感性到理性阶段的飞跃，使所学知识系统化、网络化。理论联系实际主要是将所学知识运用到实际中去，是再实践，再认识。必须经过运用，才能加深对所学知识的理解，逐步提高分析和解决问题的能力，学到利用自然和改造自然的真本事。教材在讲述以上三条建议时，很注意掌握教学内容的分寸，做到了中心突出，语气恳切，易于学生接受。例如，当提出要重视理解后，就专门解释了所谓理解"是指当提到某一物理知识的时候，脑子里能够想到跟它有关的物理事实，知道它的应用，了解跟它有关知识的联系，而不是只记住结论"，进而指出要在理解物理知识的同时，力求理解物理学家探索、研究这些知识的思路和方法。讲理论联系实际，教材着重鼓励学生努力用所学知识去解释一些物理现象，解决一些简单的实际问题；并且教育学生作练习时"要联系自己的实际经历多想想，不能只满足于得到一个解答"。最后告诉学生：坚持理论联系实际，既可以把物理知识学得更好更活，又可以使自己分析和解决问题的能力得到培养。应当说，教材所提的三条建议，不论是对学生还是对教师，都有重要的指导意义。

总之，经过精心改编的序言，力图以生动、典型的事例，效果显著的实验，以及亲切、活泼的语言，来启发和吸引学生，培养他们对物理学的爱好，让他们带着浓厚的兴趣，以正确的学习方法，开始学习这门新课。

基于以上认识，我以为，序言课的教学目的主要是：培养学生学习物理的兴趣，激发其为祖国四化而学的积极性，使学生初步了解学习物理的正确方法。教好序言课，应注意以下几点。

1．要使序言课收到较好的教学效果，教师应当分析学生特点，精心设计，充分运用形象化的教学手段，尽量把课堂教学搞得生动活泼一些。如果一味空讲，学生就会感到枯燥无味，对序言的内容印象不深。

有的教师把序言课安排在实验室上，既让学生看演示实验和参观实验室，又指导他们阅读教材。课后学生反映：不但对物理课有了初步认识，而且对研究物理问题感到十分有趣。这种作法，值得参考。

2．除教材安排的实验外，可再增加几个演示实验，如马德堡半球实验、手摇发电机发电等。做这些实验的目的，在于使学生形象地了解物理学习的内容，以及实验在学习物理中的重要性。但应指出，在今后的物理课中将要探讨产生这些现象的原因，以激发学生的求知欲望。

3．对教材提出的太阳为什么会发光……等问题，现在虽不能一一解释，但可告诉学生这些问题分别跟哪一部分物理知识有关，并可指出其中不少问题在学了初中物理后就能解答。教师还可启发学生提出一些他们在平时观察中积累的物理问题，鼓励学生养成仔细观察、注意发现问题的好习惯。

4．学习物理的方法，目前只能让学生有个初步了解，重要的是在今后教学中不断引导他们提高认识。这部分内容，主要应让学生认真阅读课文，明确教材所提的三条建议。

从实际出发培养学生的物理实验能力

吉林省延边一中特级教师　金学男

培养学生的物理实验能力是中学物理教学的一项重要任务。目前，学生实验仪器的品种、数量不足，质量不高，教师的实验指导经验不足，加上小学、初中阶段学生动手做实验的机会极少，在这种情况下，培养物理实验能力是一项艰巨的任务。几年来，我们从实际出发为培养学生的物理实验能力做了一些工作，下面谈谈我们的一些做法和体会。

一、从实际出发，多给学生创造做实验的机会

1．把大纲中提出的培养实验能力的要求具体化。

培养学生的物理实验能力，首先要明确培养什么和怎样培养的问题。为此我们认真研究新编教材和其他有关材料，并结合我们多年积累的经验，规定了在中学物理教学中培养实验能力应达到的具体要求。同时，从我们的实际出发制订了多给学生创造动手做实验的机会等具体措施。在制订学期教学计划或单元教学计划时，也具体规定了哪些实验增加课时，哪些测量仪器反复安排使用，哪些仪器分给学生在课外练习中使用。

2．创造条件，保证让学生做好课本上的全部学生实验。

大纲规定的学生实验一定要做，没有仪器就自己制造，创造条件。课本中安排的学生实验仪器，除了较精密的以外都能自制。使用新编教材以来，我们自制了电源、打点计时器及验证牛顿第二定律的学生实验仪器、冲击摆、弹性碰撞仪器、单管及两管收音机线路板、双缝干涉仪等各25组。这样，在上级尚未下拨这些仪器的时候，我们已能完成90%以上的学生实验。我校部分高中学生来自各县农村中学，在初中根本没做过学生实验。因此，我们在高中教学中，有计划地补做初中学生实验。我们的做法之一是在课内有计划地安排初中学生实验。例如，在高中学习稳恒电流时补充3节初中电学实验课。我们的做法之二是开放实验室，让学生在课余时间自己动手做。高一学生补做初中物理实验，可作为物理学科的课外活动内容来安排。没有这种措施，培养学生物理实验能力的要求是达不到的。有些学生实验用大纲规定的1节课时间是完不成的，我们就增加实验课时数，提高学生实验质量。

3．开展物理课外小组活动。

我们除了组织学生搞传统的课外活动项目之外，专门组织学生开展自制仪器活动，大力加强学生实验。由于在教学中物理仪器的需要量不断增加，仪器的损坏现象也不时发生，因此组织学生自制仪器和修理仪器是很有必要的。通过这种课外活动，学生还可以学会各种工具的使用方法，这对培养实践技能很有帮助。

二、做好实验前的准备工作

1．教师在演示实验中做好示范。

演示实验不仅是学生学习新的物理概念和规律的基础，而且也是我们培养学生的观察能力、思维能力和让学生学到物理实验方法、掌握仪器操作规程的主要途径。教师应有意识地明确交待实验目的，讲清实验原理和仪器构造原理，要求学生严格按照操作规程细心操作。在实验中明确指出观察什么、怎样观察，引导学生根据实验数据认真分析、综合得出的结论。关于产生误差的原因，启发学生进行具体正确的分析。对实验中用到的仪器要讲清其性能和操作规程。

2．经常给学生讲物理实验的重要作用和意义。

给学生讲物理学的发展史及其现状和展望，介绍著名物理学家如何重视物理实验以及他们在这方面是怎样做出贡献的，使学生真正认识到物理实验的重要作用。对有历史记载的物理实验，在实验前讲一讲，以激发学生的学习积极性。

3．做好实验前的预习和有关知识的复习。

由于在实验课堂上，学生急于动手，注意力不够集中，要求学生把教师刚刚讲的东西记得一清二楚，是不切合实际的。因此要使学生在理论指导下做好实验，必须要求学生做好预习。明确实验目的，掌握实验原理和实验步骤等内容。目前，学生做不好实验的主要原因就在于没弄清实验原理。例如，有的学生不会读游标卡尺的读数，原因就在于他们没有弄懂游标卡尺的构造原理。再如，在用打点计时器研究匀变速运动规律等三项实验中，有些学生做不好实验，其主要原因也在于不懂小车做匀加速运动的时候某一段时间内的平均速度等于这段时间中间时刻的即时速度。结果，测定计时点之间距离、计算即时速度、画出图线都带有盲目性，必然得不出正确结论。因此，我们要求学生一定做好实验课的预习工作，特别是

对 $v_n=(d_{n+1}-d_{n-1})/2T$，教师要用有关计算题和图表来训练学生，使学生真正理解并能应用。只有做好预习，才能顺利地完成实验，实验的收效也大。为了使学生做好预习，有些实验提出预习提纲，其中包括要预习的主要内容、设计记录数据表格、解答思考题等。

三、在实验中要求学生严守操作规程，手脑并用，独立完成实验

在学生动手做实验之前，教师应先检查学生预习情况，讲一讲实验中的注意事项和一些具体要求。在高年级实验中，不允许学生用现成的实验装置，要求从头独立地安装实验装置。允许学生独立地设计与书本不同的实验装置来完成课本规定的实验。

操作时，无论在什么情况下都要求严格遵守操作规程。整个实验操作要稳、细心、准确。如有违反操作规程情况，教师应及时纠正错误，才能培养出良好的实验习惯。在两人一组的分组实验中，虽然两人共同安装和使用仪器，但要求每个人各自独立操作，独立取得实验数据，独立写出实验报告书。如果在实验中遇到困难，要求学生手脑并用，排除简单的故障或纠正错误的操作。要克服一遇到问题就想靠教师解决的依赖思想。由于某些原因，当堂完不成实验的，要求课外完成。

实验要有一定的精确度。在上学生实验课前，教师先做好实验，事前掌握本实验产生的误差范围和各分组仪器情况。教师在实验时告诉学生允许的实验误差范围、测量所达到的精度范围和各分组的仪器情况。在实验中尽量使用统一规格的仪器。还要求学生在实验报告书里注明座号、仪器号码、测

量对象的型号以及实验中遇到的不正常的情况。

物理实验中的思考题，不仅能帮助学生掌握实验原理、步骤，而且能够使学生联系实际，培养分析能力和解决问题的能力，因此要求学生认真回答。思考题要抓住实验中的关键问题，也要符合学生实际。

要求学生实事求是地算出误差，教育学生不要涂改数据虚假地搞出误差。分析误差产生原因的过程，是培养学生分析能力的重要一环。要求学生具体问题具体分析，分清系统误差与偶然误差，正确地分析误差产生的主要原因和次要原因。要克服不具体分析问题一概写出“仪器不准”、“有摩擦力的影响”、“测量得不精确”等笼统结论的现象。教师还要鼓励学生在报告书里写出改进实验的意见或在实验中产生的疑问。在数据处理中，我们要求学生用有效数字计算。最后，要求学生把原始实验记录材料和报告书一起交给老师。

四、认真批阅实验报告书

在学生的实验报告中反映出的问题比较多，我们应该不怕麻烦，不惜时间，细致认真地批阅每一份实验报告，具体指出存在的问题和产生的原因，并提出明确的要求。教师要动手量一量、算一算、查一查学生是否正确地画出了图象，结论是否合理，是否正确地分析了产生误差的原因，发现问题之后要精心批改。对改进实验方法的合理意见，肯定其合理性并鼓励学生自己设计实验，独立地做实验。对实验中产生的疑问，指出产生疑问的原因，或提出解决疑问的实验方案，要让学生自己去做实验解决疑问。要具体写出实验报告书的评语，评定成绩。对没做好实验的学生要求重做实验或重写实验报

告。在批阅实验报告以后，要抓住普遍存在的问题，在课堂上进行总结。教师认真批阅实验报告，对学生重视实验，认真做实验，培养实事求是的科学态度等各方面起着重要的作用。

此外我们还把实验报告油印成册发给学生，这对教师系统地考查学生的实验能力，学生系统地复习实验知识也都有一定的好处。

中学物理教学中培养学生思维能力的一些作法

天津市南开中学物理教研组

我们通过教育理论的学习和教学实践，逐步认识到在中学物理教学中不是单纯地传授知识而是应该着重培养学生的能力，而思维能力的培养更是重要的。

一、在物理教学中应该培养的几个思维能力

根据科学的认识论，思维是理性认识的阶段，是感性认识的一个飞跃。我们在教学中在抓好三个基本的基础上（基本概念，基本规律，基本方法），从以下四个方面培养学生的思维能力。

1. 比较判别能力

根据不同事物的异、同点，透过现象区分不同的物理本质。例如万有引力定律和库仑定律之间，虽然表观上有许多相似之处，但物理本质上是不同的。又如电学中的左、右手定则与力学中的作用力和反作用力之间，从表面上看是不相关

的，但是，在处理这两类问题的方法上却是相似的。两者都是互为对立面而存在于一个统一体中，失掉了任何一方，他方就立即不存在了。当我们只考虑在磁场中旋转线圈上的感生电动势时，则只应用右手定则就可以了，但如果从能量方面考虑电磁感应时，则必须兼顾左、右手两个定则。同样，我们对于"隔离体"进行受力分析时，则只考虑"隔离体"受到的作用力，它的反作用力就不考虑了，但当处理物体间的相互作用时，就要考虑作用和反作用两个力了。至于在电磁感应中何时先应用右手定则，何时先应用左手定则，在流体静力学中何时可用帕斯卡原理，何时不能应用，则必须让学生学会迅速准确的判断。

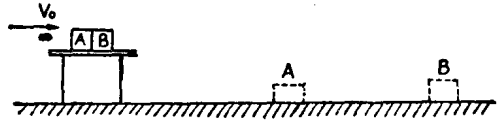
2. 分析综合能力

我们认为分析就是把复杂事物分解为若干部分，即由繁化简地进行研究，分析其中的主要和次要矛盾；而综合就是抓住事物的主要矛盾，把各个部分再有机地联系起来，有先、后、主、次地给予解决。当然这二者不是相互割裂而是相辅相成的。在高中后一阶段，在复习时就应着重培养这种能力。例如在解下面的题目时就是一个例子。

题目：两块完全相同的长方体 A、B，紧挨着放在光滑水平桌面上。其长度均为 0.16 米，一颗质量为 0.1 千克的子弹，以 40 米/秒的水平速度射入木块 A，在穿透 A 后，子弹又进入 B 中且未穿出。已测得 A、B 的质量均为 0.6 千克，A、B 落地点距木块离开的桌边的距离之比为 1:2，且子弹在穿透 A 之前二木块相对静止。如不计子弹长度，试求子弹相对于 B 静止时，木块 B 的位移（设子弹所受木块的阻力不变）。

解：从过程来分析：穿透 A 的前、后两个过程。从能量、

动量来分析：动量守恒而动能不守恒。



解题步骤：

根据动量守恒，

$$m v_0 = m_A v_A + (m_B + m) v_B,$$

$$m v_0 = (m_A + m_B) v_A + m v_。$$

根据动能定理：对于 A，$fS_A = \frac{1}{2}(m_A + m_B) v_A^2$，

对于子弹　　$f(S_A + 0.16) = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v^2$，

对于 B　　$\frac{1}{2} m_B v_B^2 - \frac{1}{2} m_B v_A^2 = fS_{B1}$，

解得 $v_A = 2$ 米/秒，$v_B = 4$ 米/秒，$v = 16$ 米/秒，$S_A = 0.0059$ 米，$S_{B1} = 0.0088$ 米，$S_B = S_A + S_{B1} = 0.0147$ 米。

3. 简单的推理能力

主要通过教师讲课、示范培养学生初步的归纳、演绎和类比的推理能力。如牛顿第二定律的公式 $F = ma$、楞次定律等是归纳推理的例子。在明确简谐振动的公式 $F = -Kx$ 后，学到单摆振动时恢复力 $F = -\frac{mg}{l} x$ 也是简谐振动是演绎推理的例子。从两种事物某些方面的相似性，推导出它们另外的一些相似性，如重力场和静电场，电磁波与机械波是类比推理的例子。

4. 建立简单物理图景的能力

引导学生对于比较抽象的、微观的物理问题和概念，仿照

科学家们早已行之有效的、重要的科学方法，学习建立物理图景。如学生已经熟悉的质点、单摆、点电荷、电力线、等位面和光滑表面等等，都是理想化的物理图景。当然物理图景的建立应该概念熟悉、规律清晰、有丰富的想象力。虽然这种能力的培养在中学阶段来要求有些偏高，但是教师如果有意识地引导、培养，也是可以奏效的。比如在讲课中的恰当比喻，解题示范的草图，实物图，示意图，空间图象和概念等都是这方面的可行方法。

二、为适应新的要求在教法上的改革

1. 废止注入式，实行启发式

(1) 含蓄启发的授课。有的概念，不一定由教师一讲到底，而可以用含蓄启发的方式，引导学生积极思维，共同探讨，尽可能让学生自己得出结论。如在非完全弹性碰撞中为什么动量守恒而动能不守恒，就可以由学生思考讨论，得出结论。甚至问题提出后，不一定当堂解决，让学生有在课下回忆、回味的余地，到下节课或隔些时间给予回答(当然这绝不能削弱教师的主导作用)，尽可能做到举一反三。

(2) 温故知新。对于学生已经知道的或学过的知识，不要当成全新的内容从头介绍给学生。如高中的功和能，电路的串、并联等，可以在回忆复习的基础上引入新课，或课前布置复习，课上提问。

(3) 类比方法。如电压和水压的对比，万有引力定律和库仑定律的类比，相位差比做兄弟年龄的大小，波尔的原子模型比作太阳系等。虽然比喻不能全部符合事物本质，但是恰当的比喻，对于较为抽象的内容，总比枯燥的说教具体些。

(4) 抓基础，抓本质，抓内部联系。

根据实践，基础打不牢而空谈培养能力是纸上谈兵，落实不了。我们在教学中对于基础内容、重点、难点，要用全力捉住。如物体受力分析，功能关系，动量守恒定律中的方向符号，含源电路等，必须让学生概念十分明确，规律十分清楚，方法得心应手。在这些地方不能排除教师的精讲、细讲、示范解题。同时在这些地方要加强练习、检查、考试，必须让每个学生过关，绝不含糊。

2. 让学生既动手又动脑

除作好课上实验外，引导、鼓励学生自己在课外作必要的实验、观察。既可利用实验室，又可在家中作实验(由教师作必要的布置，如杠杆、杆秤、表头内阻的测量等)，当然在关键时刻教师给予必要的指导和帮助。通过实践，使他们自己得出正确的结果，养成严格、细致的科学作风。这对于培养、锻炼学生的思维能力也是必不可少的。

此外在复习时要在"变"字上下功夫，即除了正常实验外，有意识地让学生分析实验发生的故障，如电路的断路、短路、电压过高、超过仪表量程等情况。

3. 防止题海

"题海战术"，是多年的积弊，对培养能力是十分有害的。我们在过去工作的基础上加以改进，由教师精选习题，各种类型不要重复，由浅入深，适当采取"程序习题"。

在解题时也要突出一个"变"字。如一题多解抓方法(如气态方程的习题)，多题一解抓规律(如电场中带电微粒的运动和质点动力学的题目)，使学生对于作过的题目能够记牢、落实。

4. 从学生实际出发，坚持因材施教

在入学时学生的成绩虽然相差不大，但入学后总是出现分化。我们应正确对待，作好学生及家长的工作，在教学上因班而异，要求上不强求一致。这样针对性强，程度较齐，要求容易合理，对于提高学生能力是比较有利的。

物理概念和物理规律的理解、记忆和运用

北京市一零一中特级教师　王学斌

物理教学，首先要讲清物理概念和物理规律，使学生真正把这些概念和规律掌握好；要注意培养学生分析问题和解决问题的能力，使学生不断在能力上有所提高。如果物理概念没有真正理解，那么也就不可能进一步掌握好物理规律。概念和规律是基础的基础，基础尚且打不好，就更谈不上能力的培养了。从学生在学习物理中反映出来的问题看，很多错误，归根到底都是由于概念不清所造成的。在理解概念和掌握规律上主要存在以下问题。

1．不知道为什么要引入一个新的物理概念，不明确它的物理意义和实质，往往是从抽象的定义出发，而没有真正理解。

2．由于没有真正理解，学过的物理概念和规律，往往是死记硬背，记不住，记不牢，相近的概念发生混淆。

3．不会灵活运用，只会死套公式，往往是错了不知怎么错的，对了也不知怎么对的，分析问题和解决问题的能力很

差。

针对上述问题，我们在教学过程中，必须使学生真正理解概念和规律，在理解的基础上要切实记住，在运用的过程中进一步加深理解。概括起来六个字："理解"、"记忆"和"运用"。

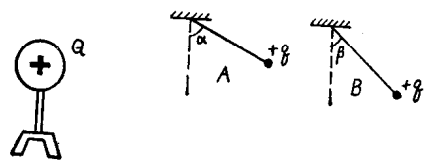
一、概念和规律要真正理解

为了使学生真正理解物理概念和物理规律，任何一个概念和规律都不能生硬地端出来，更不能从抽象的定义出发，而要充分调动学生的学习积极性和主动性。

一个物理概念的引入，更需要通过提出问题，观察实验，联系实际，启发思维，使学生认识到为什么要引入一个新的物理概念。以电场强度为例，我们在研究电场的物理性质时，为什么要引入电场强度的概念呢？由于学生缺乏感性认识，观察实验就更为重要。

如图一所示，用一个固定的带电体 (Q) 作为场电荷，它的周围存在着电场。再用丝线拴一个带电小球作为检验电荷 (q)。实验表明，带电小球放在距场电荷 Q 较近的 A 点，丝线偏角较大；放在距场电荷 Q 较远的 B 点，丝线偏角较小。即同一带电小球在 A 点受电场力较大，在 B 点受电场力较小。

由于同一检验电荷在电场中各点受电场力的大小一般是



图一

不同的，可见电场本身有强弱的不同，这是客观的物理事实。如上图所示，则 A 点电场较强，B 点电场较弱。为了表示电场的强弱，所以需要引入一个新的物理概念电场强度，它是表示电场强弱的一个物理量。

在认识到引入新概念的必要性之后，还需要通过分析、综合等抽象的思维活动，才能进一步认识概念的物理意义和实质，形成比较完整的概念。

还以电场强度为例，在讲电场强度的定义时，学生往往不明白为什么要讨论 F 与 q 的比值而不讨论 q 与 F 的比值？为什么说 F 与 q 的比值是与 q 无关的恒量？为使学生有个清晰的理解，必须进一步通过演示和分析，使学生认识到：在电场较强处，$\frac{F}{q}$ 的比值较大；在电场较弱处，$\frac{F}{q}$ 的比值就较小。所以可用 $\frac{F}{q}$ 来表示电场的强弱，从而得出定义和定义式 $E=\frac{F}{q}$，它适用于一切带电体所形成的电场，式中 q 是检验电荷的电量。

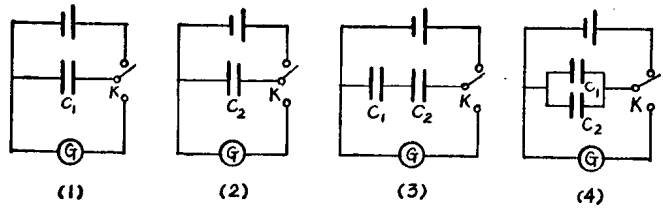
既然电场强度 E 与 q 无关，而是属于电场本身的一种物理性质，那么电场强度 E 的大小决定于什么呢？应用库仑定律可以得出 $E=K\frac{Q}{\varepsilon r^2}$，这是场电荷为点电荷的电场强度的计算式，它只适用于场电荷是点电荷的情况，式中 Q 是形成电场的点电荷的电量。

为了深入理解物理概念，除要求理解这一物理概念的物理意义和实质外，还应该找出这一概念和相近的另一概念的共同点和不同点，明确它们之间的区别和联系，不可混淆。

一个物理规律的引入和得出，特别是重要的物理定律，都

应该从必要性出发，以实验为基础，自不待言。就是一般的简单规律，也应该通过提出问题，观察实验，分析归纳得出结论。

例如，电容器的串联和并联，可以先让学生观察实验。如图二(1)、(2)所示，两个电容不同的电容器 C_1 和 C_2，分别用相同的电池充电后再放电，电路中串联一个电流表，从电流表指针摆角的大小可以比较电容的大小。然后，将两个电容器串联和并联起来，如图二(3)、(4)所示，进行观察。实验表明，两个电容器串联后总电容变小，并联后总电容变大。这是为什么呢？让学生带着这个问题读书、讨论，是可以自己得到解释的。



图二

二、在理解的基础上要切实记住

物理概念和规律，在真正理解的基础上，还应该切实记住。但必须注意，记的基础是理解。不理解就记叫做死记硬背，毫无用处。我们既反对死记硬背，也反对不记不背。重要的概念和规律，不仅要记住，还应该记得很熟。

为了使学生记得牢，首先要使学生听得懂。老师讲课一定要有系统，有条理，重点突出，语言简练生动，对学生有强大

的吸引力和感染力，学过的内容还要不断进行复习巩固。

每学完一个概念或规律，要求学生及时记忆。记什么？主要记其中的道理，道理记住了，随时都可以回忆起或推导出来。及时记的好处是及时巩固，避免跟后面将要学到的相近的概念或规律发生混淆。

每学完几个概念或规律，要求学生对比地记忆。找出它们的共同点和不同点，找出其中的关键。通过对比，不但记住，还可以加深理解。

每学完一章或一编，要求学生系统地记忆。通过复习，找出教材的系统和前后联系。知识成了系统，有了线索，也就好记了。支离破碎的东西是谁也记不住的。

此外，有时还需要有些辅助方法帮助记忆。

例如，在含有电感或电容的交流电路中，电压和电流的相位关系，哪个超前？哪个落后？课本上只是通过实验得出结果，没讲任何道理，没道理怎么让学生记？只能死记。即使记下来，很快也会忘掉或混淆的。怎么办呢？用个辅助记忆方法吧！回忆课本上图 4-27 的通电自感现象，由于自感的作用，连接铁心线圈的那个小灯泡 A 后亮，可见在电感电路中，电流的相位落后于电压。当然辅助的记忆方法并不十分科学，因为图 4-27 的电路毕竟不是交流电路，但作为一个辅助的方法还是可取的，总比死记硬背好。

三、在运用的过程中进一步加深理解

概念清不清，主要看学过的概念会不会灵活运用。为了更好地理解概念、掌握规律，“运用”也是一个很重要的学习过程。在运用所学的概念和规律的过程中，有利于促进记忆和

加深理解。

由于知识基础和原有能力的不同，运用还应该有不同水平和不同阶段的要求。

第一阶段，基本上会用，会运用所学的概念和规律去解决一些简单的问题。

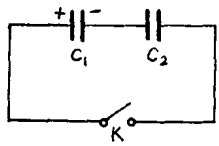
第二阶段，要求达到灵活程度，能熟练地运用所学的概念和规律。熟练体现在"准"和"快"，当然首先是准，否则快就没有意义了。

第三阶段，会综合运用所学的概念和规律去解决一些比较复杂的问题，达到举一反三，触类旁通，灵活自如，熟能生巧的地步。

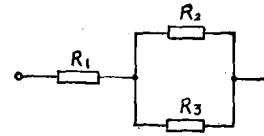
由第一阶段到第三阶段，是对概念和规律逐步深化和巩固的过程。为此，必须认真选择一定的物理问题让学生分析讨论进行练习。这类问题的选择或拟定，一定要有鲜明的目的性和针对性。还要注意指导，指导学生在解决问题中如何抓住概念的要害、问题的关键和运用规律去分析和解决问题的基本思路和方法。

有的学生往往说，物理"一听就懂，一用就错"。一用就错可能是事实，一听就懂则不见得了。如果一用就错，就得从根本上找原因，往往不是真懂。还有的学生反映，"象串、并联电路，简单的还可以，复杂的就看不清了"。其实，复杂的也是由简单的组成的，或由简单的发展起来的。复杂的不会，简单的也不一定真会。就是不复杂的电路，也不见得准看得清。

如图三，两个电容器，$C_1=1$ 微法，$C_2=2$ 微法。C_1 已充电，C_2 不带电。求当 K 闭合后，C_1 所带的电量 Q_1 和 C_2 所带的电量 Q_2 之比等于多少？有的学生错答成 1:1，他认为 C_1



图三



图四

和 C_2 是串联的。

如图四，有三个电阻接在电路中，$R_1=1$ 欧，$R_2=2$ 欧，$R_3=3$ 欧，问 R_1 上的电压 U_1 和 R_2 上的电压 U_2 之比等于多少？有的学生错答成 1:2，他认为 R_1 和 R_2 是串联关系。

这些小问题的错误都是由于基本概念不清和基本规律不掌握所造成的。什么是串联？什么是并联？不能看表面，而要看实质。以上两例，从电压和电流强度（或电量）的特点看，凡符合串联特点的就是串联，凡符合并联特点的就是并联。要教育学生重视基本概念和基本规律，不要好高骛远。

运用概念和规律去解决一些知识面较广的综合练习，也是必要的。但必须落实到概念和规律的进一步加深理解上，并有利于培养学生思维能力和解决实际问题的能力。因此，对于这类问题的物理状态、物理过程和能量转化关系，必须有一个清晰的认识。

理解、记忆和运用三者相辅相成，有着不可分割的辩证关系。我们在教学过程中，一定要予以重视。

兴 趣 与 能 力

西北师院附中特级教师　刘永旺

爱因斯坦有句名言："兴趣是最好的老师。"正因为他有这位"好老师"，所以他在科学上做出了重大突破，显示了他在科学研究方面的巨大创造力。所以，兴趣与能力之间有着密切的联系。

一、兴　　趣

学习动机中最现实、最活跃的成分是认识兴趣，或叫求知欲。认识兴趣是力求认识世界，渴望获得文化科学知识和不断探求真理而带有情绪色彩的意向活动。这种意向活动必须由外界的激发或教师的诱导才能产生，所以作为一个教师，在教学中引起学生的学习兴趣，是十分重要的。

1．直接兴趣——一般是在教师的启发诱导下引起的短暂兴趣，它往往由下列几种情况引起。

① 演示实验——我曾用一张宽的软纸条，放在两食指间搭桥，结果纸太软搭不成、把纸条纵向折成皱纹后，搭成功了，学生很感兴趣。

② 讲史料——不少定律或原理都有它的史料或发明者的轶事，学生最爱听这些，所以由此而激起学生的学习兴趣对学习新课是大有好处的。

③ 生动的举例——讲压强时举一块砖立着放，比平着放

对地面的压强大，就不如举用大姆指与食指间捏一个图钉，对钉尖的那个指头受的压强大，而能引起学生更浓厚的兴趣。

④ 生动的讲课——人看戏兴趣是高的，特别是名演员，他能把动作、唱腔、表情和故事的发展揉合在一起，群众看了不仅有艺术感，而且有真实感。作教师的要是把自己的感情、动作渗透在讲课中，自然会吸引学生，使上课成了一种享受，学习兴趣必然浓厚。

2．间接兴趣——间接兴趣是一种持久稳定的兴趣，它与学习的自觉性是密切联系着的。有时学生对某些学习对象并不感兴趣，但是他意识到学习的目的或任务后，就发生了兴趣，这就是间接兴趣。怎样使学生发生这种兴趣呢？

① 作好直接兴趣的迁移——阿基米德的轶事使学生产生直接兴趣后，就要把这个兴趣迁移到作实验上来，引导学生测不规则形体的体积。这样，金冠的重量、体积均可测，那么它的比重就可求了。从而金冠掺假与否就清楚了。这样总结出阿基米德定律，学生就掌握得好。

在两食指间用软纸搭桥的实验引起学生的直接兴趣后，就要把兴趣迁移到弯曲形变的研究上来，透过分析使学生知道减少中性层物质的重大意义，而产生间接兴趣。

② 重视目的教育——物理上每个概念、定律或公式都要重视它的实际应用，怎样为"四化"服务。学生知道所学有所用，就会产生持久的兴趣。

③ 做好因材施教和对学生的鼓励工作——学生在智力上是有差别的，不能统一要求。容易的题目请差的学生回答，回答中若有对的地方，就要表扬鼓励。对程度好的学生要给偏食，并暗示他们的成绩优异，这样学生就都有兴趣。

这两种兴趣对学习都很重要，缺乏直接兴趣会使学习成为枯燥无味的负担；没有间接兴趣，又会使学习丧失毅力和恒心，两者相结合是提高学习效果和培养能力的重要因素。

二、能　力

"能力"普遍被认为属于人的心理品质的范畴，并提出赋予"能力"这个术语以"独立地分析问题和解决问题"的含义。物理教学中怎样培养能力呢？

1．给学生介绍楷模——学生都崇拜科学家，所以喜欢听科学家的故事，也想仿照科学家的作为而成才。介绍科学家的思维方法、治学精神就会起楷模作用。

牛顿，物理界之泰斗，爱因斯坦在他的宿舍中只挂有牛顿的像。英国人说小孩子不知道女皇犹可，不知道牛顿等于没受家教。牛顿这样高的威望主要是他作出了重大贡献，他的能力怎样来的？他善于观察、专心思索、热心实验、治学严谨、不畏贫寒、献身科学。这些精神和方法都可以用牛顿的轶事向学生生动地介绍。

2．给学生介绍推动事物发展的规律——矛盾规律。人类对光的认识过程正是发现矛盾解决矛盾的过程。从微粒说到波动说是光速的矛盾所推动；从波动说到电磁说是光媒的矛盾所推动；从电磁说到光的量子说是发现了光电效应所致。

3．使学生的各种器官活动得越多越好——物理教学要加强实验。实验能培养学生独立设计、独立观察、独立思考与操作的能力，是学生的手、脑、耳、目并用的活动，学生很感兴趣，又能培养他们的能力。课堂教学用启发式：第一是课题式，在老师的提示下使学生自己解决问题；第二是问题式，随着教

材内容的展开，老师和学生互相问答。这样，学生活动的器官多，能力也就从中得到培养。

4．在传授知识中注意能力的培养——知识和能力虽是互相依存的，但知识不一定会自然转化为能力。状元郎读书不少，却没有什么能力。作老师的就要做到知识和能力相结合，既要立足于双基，又要着眼于能力。使学生不仅掌握科学知识，而且会运用这些知识，使知识转化为独立分析问题和解决问题的能力。

兴趣是发展能力的前提，学生获得了能力又反馈于兴趣的高涨，相辅相成促进对事物探索的深入，也提高了教学质量。

利用迁移规律搞好电场强度和电势教学的尝试

浙江省杭州二中　徐承楠

一、指导思想

大家知道，我们在教学过程中经常把新学的知识和已学的知识作类比，把学习新知识的过程和过去的学习过程作比较，以帮助学生掌握新知识。从认识学习的角度来看，是自觉或不自觉地运用了迁移规律。教育心理学指出“先前的学习对于以后的学习所产生的某种影响就叫做迁移。迁移有两种，先前的学习促进以后学习的叫正迁移，妨碍以后学习的叫负迁移。”*（有的书上把迁移称之为转移。）学习的过程是一个积

* 《教育心理学》第50页。［日］大桥正夫编，钟启泉译，上海教育出版社1980年2月版本。

累的过程，建立新概念的抽象思维过程要用到已学的概念和过去的经验，这就受到迁移规律的影响。但"转移仅仅在有限的程度上，仅仅在一定的条件下发生。所发生的转移量取决于材料的性质、学习者的能力以及教师的目标和方法等等因素。"*所以为了扩大正迁移量，消除负迁移，提高教学效果，必须在教学中有意识地利用迁移规律。这样还可以达到培养学生依靠自己把已学得的成果和某些过程加以转移而掌握新知识的能力的目的。我在电场强度和电势教学过程中作了这方面的尝试。

二、教学过程

电场强度和电势这两个概念的教学都以单元教学的方式进行。

电场强度的教学分两课时进行。第一课时开始时，教师通过对库仑力的作用形式和万有引力、磁场力的作用形式作对比分析，引入电场的概念。接着布置研究电场性质的任务，提出所采用的研究方法，即以看书自学，填写表格，思考问题，大组讨论，小结，练习的程序进行的方法。然后让学生看书（电场、电场强度这一节），填写表一（见附表一），并书面回答思考题（见附表一后的思考题），为下节课的讨论作准备。这节课还要抽出一定时间，做观察电力线形状的演示实验。第二课时，教师讲评填写表格的情况，并组织学生交流某些困难较大的项目（如关于观察引力线形状的实验这一项）填写的内容。接着就转入对思考题的讨论。讨论之后教师对知识内容

* 《学习方法及其在教育上的应用》第167页。[美]华尔特·B·科勒斯涅克著，陈云清译，张今校，山西人民出版社1981年3月版本。

附表一　对比引力场电场的力的性质

项目 / 研究对象	场的基本特性	力的作用形式		场强的讨论				力线的讨论		
				引入场强概念的依据	引入场强的作用	方向的规定	单位	力线的作用	力线描述场强的方法	观察力线形状的实验
在地球(质量为M)周围较大范围内的引力场	对任何有质量的物体产生力的作用	对距地心为r质量为m的物体的作用		不同物体在引力场中某一点受力与质量之比$\frac{F}{m}=G\frac{M}{r^2}$与$m$无关，只与物体在引力场中的位置有关	描写引力场中某一点力的性质	与引力场中物体受力方向一致	米/秒^2	用来形象地描述引力场的大小和方向	引力线曲线的切线方向表示场强方向，引力线的疏密表示场强大小	(利用自然现象或设想理想实验)
		大小								
		方向								
在点电荷(电量为$+Q$)周围的电场		对距点电荷为r、电荷量为q的点电荷的作用								
		大小								
		方向	正电荷							
			负电荷							

附表一的思考题

1．如果选择地球附近区域的引力场(叫重力场)，场对物体的引力可看作 mg，那么，重力场强为 $\frac{mg}{m}=g$，讨论 g 在描写重力场中的作用，进一步体会电场强度在描写电场性质时所起的作用。

2．引力场的场强方向的规定方法和电场场强方向的规定方法有什么不同？为什么有这样的不同？

3．重力场场强的方向如何？引力线的形状如何？把重力场对物体的作用和带相反电荷靠得很近的平行金属板之间的电场对电荷的作用作比较，有什么异同处？

和学习方法作小结，最后举例进行练习。

关于电势的教学基本上重复第一单元的形式，在课时安排上略有区别。学生看书自学，填写表二(见附表二)，书面回答思考题(见附表二后的思考题)用二课时。第三课时进行大组讨论。第四课时，教师小结并进行练习。

三、几点说明

1．“当两种情境的具体细节非常相象的时候，从一种情境向另一种情境转移的可能性最大。两种情境的共同点愈多，可以期待的转移量就愈大。”*由于引力场和电场相似程度很大，过去引力场的学习成果应用到电场学习中去，产生正迁移的条件是具备的。教科书中已经注意到这个问题，在好几处(包括习题中)把这两个场作对比。而在我的尝试中是用列表的形式把两个场的性质作详尽的对照，并要求学生自学教材后填写这表格，这是为了把他们的思维迅速纳入这种类比方

* «学习方法及其在教育上的应用»第165页。

附表二　对比重力场和电场的能的性质

研究对象 \ 研究项目	场力做的功		势能				势						势差		
	大小	特点	判断物体具有势能的依据	场力做功与势能的变化关系	物体运动方向变化与势能变化关系	零势能的规定	势概念的引入	势概念的作用	单位	零势的规定	势与变力方向关系	等势面的特点	势差与做功的关系	势差与势的关系	势差与场强的关系
在地球附近的某一区域的引力（重力）场（看作匀强场）	（对质量为 m 的物体做功，始末位置沿竖直方向相距 h）	重力做功与路径无关只与始末位置有关	场力做功与路径无关		物体沿力线运动，势能减少；逆力线运动，势能增加	引力所具有的势能与该物体质量 m 成正比 mg，跟物体在引力场某处无关，只与位置有关	引力所具有的势能与该物体质量 m 成正比 mg，跟物体在引力场某处无关，只与位置有关								
电场强度为 E 的匀强电场	（对电量为 q 的点电荷做功，点电荷始末位置沿电力线相距为 d）				正电荷										
					负电荷										

附表二的思考题

1．进一步讨论 hg 这个物理量在研究引力场中的作用，从而体会电势在研究电场中的作用。

2．若规定无穷远为零势处，则地球的引力势是正的还是负的？为什么？

3．若规定无穷远为零势处，则正电荷产生的电场的电势是正的还是负的？为什么？负电荷产生的电场的电势呢？电势的正负和电荷所具有的电势能的正负是否一致？为什么？引力场的引力势正负和物体具有的势能正负是否一致？为什么？

4．上表中的结论都以匀强场为条件得出，哪些只适用于匀强场？哪些可以推广适用于非匀强场？

法的轨道，以促进大量正迁移的形成。设计表后的思考题，则是让学生思考、讨论，使这种迁移得以强化。

这里值得质疑的是：引入引力场、引力场强、引力势这样的概念会不会超过教材的教学要求和加重学生负担？我认为教材的习题中已提到这样的概念，如果不作过高要求并处理得当，不但以上弊病可以避免，而且还可以扩大学生的知识面。

2．电场强度和电势都是通过两个物理量的比值来表达的新概念，抽象的过程类似。但电势的概念更为抽象，接受电场强度的概念较为容易，进而接受电势的概念仍有一定高度的阶梯。为了使电场强度的学习对电势的学习产生正迁移，从而顺利地通过这个阶梯，为学习这两个概念设计了形式一样的表格。在表一中，事先填好有关引力场的各项作引导，学生自学教材内容后，能顺利填写有关电场的各项目。这样，学生

不但能学到和巩固有关电场强度的知识，而且还学到由旧概念联想到新概念的学习方法，并形成思维的定势（指用同样的思维方法考虑相类似问题的趋向）。在这个单元学习结束时，通过教师对学习方法的小结加以强化。“学生的思维定势和学习方法会影响到迁移”*，在学习电势概念时，采用了类似的方法和填写形式相同的表格，由于先前的思维定势的形成和学习方法的掌握，他们就能顺利地通过这个阶梯。

3．引力场和电场虽然相似，但毕竟还是有差异的，特别是引力场中没有引入负质量的概念，而电荷却有正负之分，如不强调它们的差异，盲目扩大一些类比的结论，反而形成负迁移，妨碍这两个电场概念的学习。表一后面的思考题2、3，表二后的思考题3，是为了消除这种负迁移因素而设计的。

在物理教学中运用变式与比较的初步体会

河北省教育科学研究所　校运丰

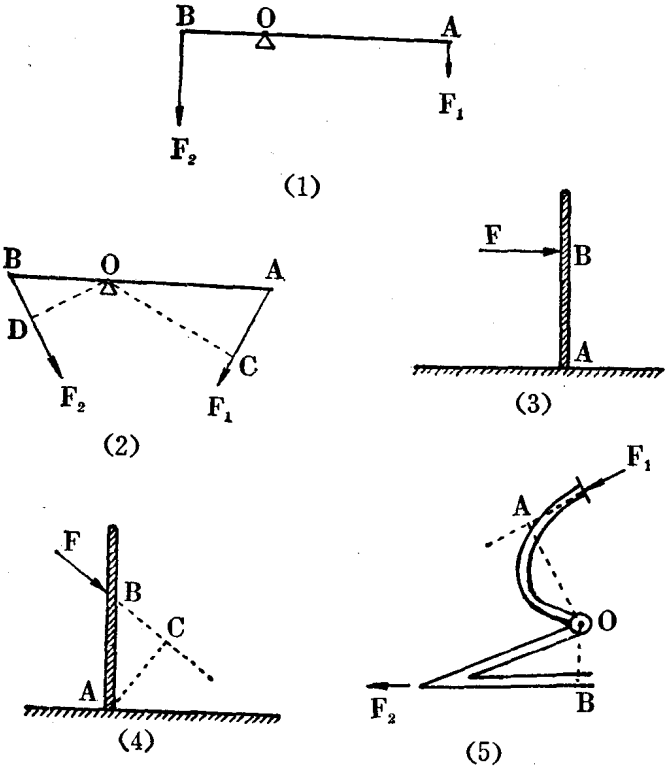
为了使学生真正理解和掌握基本概念、基本规律和基本研究方法（包括基本实验技术），提高分析问题与解决问题的能力，不少教师都在有目的地尝试运用变式与比较等方法来指导学生的解题训练。本文想就在物理教学中如何运用变式与比较谈谈个人的粗浅认识和体会。

（一）

在物理教学中运用变式，就是把提供给学生的各种材料

* 《教育心理学》第54页。

或实例，不断变换呈现的形式，但其中的本质属性却始终存在，而非本质属性则有时偶然出现。恰当地运用变式，有利于促使学生抓住事物的本质特征，舍弃非本质特征，以形成正确的认识。例如为了帮助学生形成“力臂”这一概念，教师可提供力作用在转动轴物体上的几种不同情况，要求学生分别找出其力臂，如图一各例所示。

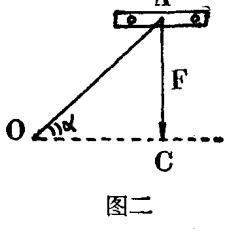


图一

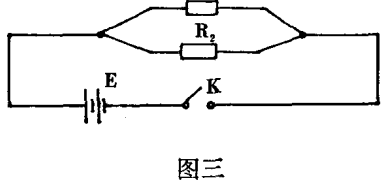
大家都知道，只局限于图一 (1) 的情况，学生对力臂的理解会是相当肤浅的。运用其他各图，并不断改变转轴，就可以让学生对力臂有正确的认识。如果不这样举例，不让学生接触力臂的各种不同样式，学生只会处理"规则"的、"理想"的题目，一遇到工农业生产、日常生活中的实际例子，就不能正确予以判别。

学生对有关力臂一类稍有变化的题目，若解题时束手无策，或判断失误，说明对"力臂"这个概念是似懂非懂的，至少是粗糙地、不精确地、低水平地理解。如果在学生中间大面积地出现这种情况，其责任在于教师，是学生理解过程中教师所提供的变式材料贫乏或变式材料不典型所造成的。

然而，有了变式材料和实例，教师还必须引导学生善于"比较"，才能形成正确的概念。这就是说，通过比较将说明同一类道理或基本规律的诸变式材料和实例中的本质特征区别开来，并抽出其共有的本质特征加以综合与概括，以达到对概念的真正理解。很显然，同类事物比较后可发现共同的、本质的特点，不同类的事物比较后可找出它们的本质差别。仍以图一所提供的几种情况为例，图一 (1) 中 F_1 的力臂是 OA，OA 与 F_1 的作用线垂直且是杠杆的一段；图一 (2) 中 F_1 的力臂是 OC，OC 与 F_1 的作用线垂直但不是杠杆的某一段；图一 (3) 中 F 的力臂是 AB，AB 与 F 的作用线垂直且是立杆的一段；图一 (4) 中 F 的力臂是 AC，AC 与 F 的作用线垂直但不是立杆的某一段；图一 (5) 中 F_1、F_2 的力臂分别是 OA、OB，OA、OB 分别与 F_1、F_2 的作用线垂直但都不是杠杆杆件的某一部分。经过对变式材料这样的比较，学生就理解"从转动轴（即支点）到力的作用线的垂直距离"是上述几种情况中



图二

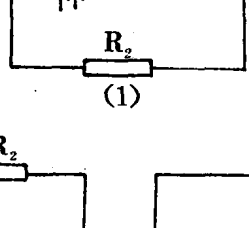


图三

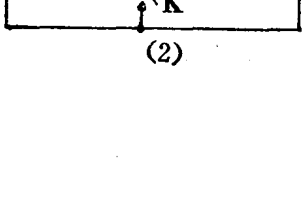
所涉及的"力臂"这一概念所共有的本质属性，而"是否是转动物体的某一部分"就显然是非本质的了。了解此点后，学生对于图二所示的力臂，应该能写出通式：$OC=OA\cos\alpha$。

至此，对力臂这个概念，应该说是比较完满和确切地掌握了。

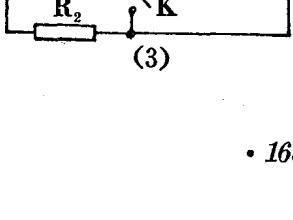
又如在讲解导体在并联时电流强度、电压、电阻所遵守的规律时，教师如只画出图三所示的并联形式的电路图，而不再



(1)



(2)



(3)

图四

给学生提供其他的变式图形，学生就可能认为图四中的 (1)、(2)、(3) 各电路图的 R_1 与 R_2 不是并联关系。

从以上两个具体例子我们可以看出：变式材料和实例为理解事物的本质提供了有利的条件，而比较则是从理性认识上促进了对事物的深刻理解。变式材料和实例是进行比较的基础，二者既有区别，又有紧密的联系。正确地运用变式和比较，能够提高学生的识记效率，加深对知识的理解，使形成的概念十分准确和牢固，从而减少对知识的遗忘程度。无疑地，这对提高解题的速度与效率，对学生学习的巩固，都是很有好处的。

(二)

在物理教学中哪些方面适合于运用变式与比较呢？我们认为大致可归纳为以下几个方面。

1．对重要概念的理解和掌握

如重力与质量的联系；摩擦力的大小与方向；做功正负的分析；动能与势能的区别与联系；物质分子结构与物态变化的关系；电子论的基本内容；电磁现象的解释与判别；误差和误差分析的初步知识；物体受力情况的分析；振动与波的图象分析；对物体内能涵义的认识；理想气体模型的微观表述；电场强度与电势的关系；物质导电性能的差异；磁现象的电本质；电谐振的技术应用；各种光学仪器的成象情况的分析与比较；对光的波粒二象性的理解；对原子结构的逐步深入认识等等。

中学物理教学中，上述内容的变式与比较，虽然多出现于问答题或讨论题中，但也可以用在计算题中来考核学生对所学的基本概念的理解是否清楚与准确。

2．对图象的识别与分析

如力的图示；力的合成与分解；物体的受力图的分析；欧姆定律的图线表示；电磁感应现象的图象判别；光路图的绘制与判别；理想气体状态方程中各参量的关系图线与对应变换；用描迹法绘制等势面；旋转磁场的矢量图示，等等。

在图象上运用变式与比较的机会是相当频繁的，教师应引导学生加强这方面的练习。

3．对重要的基本定律适用范围的理解

学生在解题中所出现的问题，大部分是由于对基本定律的物理涵义和适用范围弄不明白。因此，诸如动量守恒定律的适用条件、牛顿定律的适用范围、非线性情况下的 V-I 图线（气体、半导体、交流电路中的电压与电流的数量关系）、理想气体状态方程的适用范围等等，都可以采用变式材料，让学生进行比较或由师生共同讨论来解决。

4．对重要公式的理解和运用

中学物理教学中，对每一个重要的基本公式，教师一定要注意引导学生了解该公式的变形、有关该公式的逻辑推演、对从公式得出的结论进行分析和讨论，在这些方面，运用变式和比较的机会是大量的、经常性的，具体实例就不一一列举了。

5．重要实验仪器的组装与改装

对一些常用的基本仪器，针对不同的实验目的而进行组装或改装，这一类变式与比较的实践活动，能极大地提高学生的实际操作能力和独立分析问题与解决问题的能力，如果有可能，还可以开展一些课外科技活动或自制教学仪器，以尽可能多地加强这方面的训练。

通常分两种情况：

(1) 仪器不必改制，即可用于不同的实验之中。如天平、测力计、秒表、示波器、磁铁或磁针、薄透镜、温度计、变压器等，它们在实验中经常会用到，教师要力求使学生明确在每一个实验中这些仪器的具体作用，并反复训练，使学生掌握正确的操作要领。

(2) 根据基本原理需要进行改装或组装的仪器。如滑轮(动滑轮和定滑轮)、力矩盘、电流表(安培计、伏特计、万用表)、量热器、法拉第电磁感应定律演示器、电谐振仪等。教师要引导学生弄清楚：为什么要改装或组装，怎样改装或组装？当然，中学阶段对仪器的改装或组装，只能是初步的，要求也要有一个循序渐进的过程，不能一开始就提很高的要求。

(三)

在物理教学中，要有目的地安排变式材料和实例，并引导学生进行比较。我们的初步体会是：

1．教师所提供的变式材料和实例，不能超越学生的理解范围，即必须是学生所熟悉或能理解的东西。否则，会使学生陷入新的迷网之中，要说明的问题不但未予澄清，反而由于引入变式材料和实例使学生增加了新的疑团。因此，在学生未接触基本知识之前，不宜过早引入变式材料和实例，以免学生思维混乱而不能有效地集中注意力。一般来讲，变式材料和实例，宜在每节课的教学巩固或总结、复习过程中提供。

2．运用变式材料和实例时，可针对部分学生“浅尝辄止”或“一听就懂、一看就会、一用就错”的情况进行生动的关于思想方法和学习态度方面的教育。实践证明：寓思想教育于具体的物理教学之中，既贴切入微，又有强烈的针对性，学生

一定会有所触动，这要比生硬的批评和说教好得多。

3．初学物理的学生，有的是从“兴趣”出发的。教师要紧紧抓住“感兴趣”这个学习效率高的时机，恰当地运用变式与比较，使学生的“兴趣”进一步转化为“探索”，进而转化为经久不衰的学习动力。这里的关键，是变学生的无目的注意为有目的识记。为此，变式材料和实例要确实在“变”字上下功夫，变要变得合理、自然，既不脱离学生的实际，又要变到学生理解的“关卡”上。

4．在变式材料和实例的基础上的比较，要保证准确，无科学性错误。

在所举的变式材料和实例中，有的“似是而非”，有的“似非而是”，为要澄清“是”与“非”，关键是“比较”。比较的目的，就是使学生形成科学的认识。成功的比较，还能使学生提高鉴赏力和举一反三的能力。

应该指出的是，提供变式材料和实例要自然，不要牵强附会，更不要生搬硬套。例如把从力的效果、现象而命名的力，如张力、压力、阻力、升力、支持力、向心力等与重力、弹力、摩擦力相混并提，就会使学生对力的分类产生不正确的认识。

实验教材的特点和进一步培养实验能力的做法

福建省福州一中　杨章智

分析实验教材的特点，发掘实验教材中可以培养学生能力的因素，从实际出发，有意识有目的地培养学生的实验能

力，提高学生的实验水平，本文拟就这些问题谈一些做法。

学生实验教材，可分为探索性的和验证性的，也可分为测量性的和总结性的实验，各种实验类型对学生实验训练的侧重面也不同。虽然如此，从实验教材所包含的内容看，我们仍然可找到实验教材的基本共同点。实验教材通常包括以下三方面内容。

一是通过实验，复习巩固物理知识。

二是介绍物理实验知识，例如如何记录直接测量量，如何进行间接测量量的计算，实验误差的简单表示法和误差的一般来源分析等。又如高中学生实验，其最终测量结果多是间接测量量，对于每一个实验，就必须通过实验装置，结合所学知识，推导出相应的公式，而实验公式中各物理量，又是本实验仪器所能测量的。但除了这种共同性的一面以外，实验教材中介绍的有关实验知识和实验指导思想，经常结合在各个实验中。这方面的内容和课本中物理系统知识的编排不同，这就要求教师要善于发掘这方面的知识因素，引导学生学会。例如教材中研究弹性碰撞的实验，要验证碰撞前后系统的动量守恒。在实验方法上，先选择入射小球的质量等于被射小球的质量，调节装置，使小球水平入射，使平抛运动的下落高度相同。这样，验证动量守恒定律这个较复杂的实验，就转化为测量几个有向线段和求矢量和的问题，体现了物理实验和自然观察的区别，突出本实验方法的优点。又如研究匀变速运动规律的实验，应用打点计时器打点的位置和时间始终对应的特点，根据匀变速运动的公式演绎出相应的实验公式。这就将小车是否作匀变速运动的实验测量归结为测量纸带上任意两个连续计数点间的距离之差是否相等，这是一种间接实

验的方法。历史上最早采用间接测量法的是伽利略，他通过测量，间接证明自由落体运动是匀加速运动。这种方法至今仍沿用。实验教材中，多次出现应用图象法处理实验数据，强化了图象法的优点，初步介绍图象法在实验中的应用等，这些实验知识，都是穿插在不同实验项目中的。一般地说，学生实验项目越多，教材提供的实验知识也相应地更丰富。

三是介绍实验仪器和装置。由于常见的直接测量量多数属基本物理量，这就组成了测量长度、质量、时间、电流、电压等基本仪器。随着实验技术的发展，基本仪器也相应增加。以前演示用的万用表、示波器等将逐渐转为学生实验的常规仪器。这势必要求实验教材中要介绍这些仪器的操作规程、应用方法和调整方法。现行课本中的"学生实验"，是把实验目的、要求、仪器使用方法、实验方法、步骤和实验原理等合在一起写的。这种类似实验指导的写法，有利于培养学生阅读实验教材的能力。

既然实验教材通常包含这三方面内容，学生实验又要以实验教材作指导，培养实验能力，就可以顺着这些特点，尽量发挥每一个实验项目的作用。我觉得，对于重点中学，实验能力的要求可以略高一些。本着这种想法，我们在学生实验中，通过各个实验环节，努力做到以下几个方面。

1．指导学生学会读了实验教材后，能整理出实验原理的一般方法，并能灵活应用。高一学生阅读课本，不会概括出实验原理，而是盲目地做实验。其原因除知识缺陷外，还有阅读能力和学习方法问题。这正是教师要给予指导的。如果学生根据实验的装置及有关物理知识，演绎出相应的实验公式，弄清楚要测量哪些直接测量量和进行相应的计算，以达到本实

验的目的，这就算是理解了本实验的原理了。教师若能引导学生沿着这一思路去阅读课本，而不是包办代替学生的概括归纳工作，经过多次训练，学生是能够逐渐独立地阅读课本、理出实验原理的。只有这样，学生才能在明确的目的下进行实验。

2．让学生懂得一些实验初步知识，能促使学生更仔细地进行实验测量和培养实验的好作风。实验测量中如何表达实验数据，如何求间接测量量，分析产生误差的一些主要原因，如何表示实验结果的准确情况等，这是每一实验都遇到的共同问题，是无法避免的。根据高中实验的要求，本着补充内容应能用得上贯得下的原则，适当补充这方面的知识是必要的。我们在高一学生分组实验前，用六个课时讲解这方面内容，包括测量的精确度和有效数字；有效数字的表示规则及简单运算；物理实验的误差，其中因为中学实验中的误差来源主要是系统误差，因此着重分析系统误差的来源及改进方法；误差的简单表示法；图线法分析实验数据等。据了解，学生学习这些知识以后，能从理解的角度接受高一物理第一章"做好物理实验"所列出的对实验各环节的要求，减少实验中的盲目性。至于有效数字的简化计算，我们调查一个班级，全班50人，实验前，教师不再提示计算的注意点。但在批改实验作业后，再进行讲评，以便指导学生逐步学会。调查的结果列于下表。根据表中的数据可以看出，学生学会有效数字运算，还需要经常训练，短期内是不能全学会的。

3．扩展和强化有关实验知识。如图象法在实验中的应用，简化实验测量，间接测量法以及领会较典型的实验设计等，逐步积累这方面的知识，今后学生设计实验，思路就能宽

实验项目	编号及日期	直接测量量读数正确，运算也正确	读数错运算对	读数对运算错	读数错运算错
匀变速运动规律 $a=\frac{S_n-S_{n-1}}{t^2}$	(一) 81.11.2	28 人 (占 56%)	—	18 人 (36%)	4 人 (8%)
研究平抛运动 $\gamma=S_A\sqrt{\frac{2y_A}{g}}$	(二) 81.12.7	12 人 (占 24%)	6 人 (占 12%)	17 人 (占 34%)	15 人 (占 30%)
用声音共鸣测声速 $V=4(L+0.4\bar{d})f$	(三) 82.6.14	33 人 (占 66%)	—	17 人 (占 34%)	—

广些。

4．实验测量、实验步骤的着重点应转到调整实验装置上来。几年来，由于高考命题的影响，有的教师在指导学生构思实验程序时，偏重在物理量测量的次序安排方面。我觉得这不是训练学生实验操作能力的要点所在。实际上，每一实验的基本仪器只有组成一种装置才能做实验，也只有首先调整好实验装置才能进行实验。因此，应该整体地认识实验装置，掌握它的要求，把实验操作的训练侧重在调整实验装置上。有些实验，如双缝干涉测定光波的波长，测量其中 a、n、l 等物理量只要数分钟就完成了。但是有些学生不能完成这实验，其原因是调整装置的能力差和实验习惯不好。调整实验装置是培养学生实验操作能力的好机会，调整实验装置以符合实验要求，常反映出不同学生的实验水平。

5．基本仪器的操作要有程序化的要求。我们发现，比较复杂的仪器，如示波器，学生操作时经常程序混乱，遇到一些小问题就无从着手处理。而复杂的仪器因只要求学生懂得其

中一部分性能，操作更需要程序化。这不是呆板，不是机械，而是实验者要养成的好习惯。因此，有必要在使用最简单仪器时，就训练学生程序化的操作，操作程序要简明。如在使用游标尺时，我们规定：①先弄清楚仪器的精密度，②检验游标尺的零点，记下零误差，③被测线段必须放得与主尺平行，读数时应先用固定螺旋把游标固定，并取下被测物体然后读数。操作程序切忌过细过繁，防止要求上不合实际而不了了之。

6.对少数学生，可要求分析误差产生的原因，提出改进的意见，并在实验中真正这样做。

以上几点做法，着眼于发挥每一实验的效能。一年来，我们努力沿着这些方面指导学生。这些要求是否偏高，能否落到实处，还有待进一步实践。

在中学物理教学中培养学生能力的体会

福建省闽清一中　林朝晨

在中学物理教学中，我们究竟要培养学生哪些能力呢？我觉得主要是：理解能力、实验能力、运用能力和自学能力。

理解能力是学生逐步认识各种物理现象、概念、定律、定理及其种种联系、关系直至认识其本质、规律的一种能力。在教学中我们不应要求学生机械地记忆所学的东西，而应要求学生透彻地理解所学的内容。当然对不同年级的学生，要求达到的理解程度、理解水平是不同的，要从低级到高级、简单到复杂地逐步提高。例如"功"的概念，最初只能懂得力和

位移是功的二个不可缺少的因素以及功的大小与力、位移的关系；后来才懂得功是标量，没有方向，与力、位移有方向是不同的；再进一步才懂得做功的过程是一种形式的能量转化为另一种形式能量的过程，功的大小是能量转化多少的量度……等等。然而，不论其认识程度、深度如何，都不是只靠直接感知所能达到的，而要通过理解的思维活动才能达到。只有通过理解，才能迅速掌握物理学中的各方面知识。

知识的理解是通过思维实现的，但只有在感性材料的基础上才能更好地进行比较、分析、综合、抽象、概括，从而理解事物的本质和规律。所以我们必须注意在中学物理教学中提供学生丰富的、典型的、正确的物理感性材料。为此我们采用了下面一些做法。

指导学生观察一些与中学物理知识有关的自然现象。自然界发生的与中学物理知识有关的自然现象是每个人随时可以遇到的，内容也极为丰富。如果能引导学生注意观察、分析，这对提高学生理解能力是有帮助的。如学生经常看到的当平静的水面上偶然落下物体时，以这物体落下处为中心形成了一圈一圈逐渐向外传播的水波。但他们往往忽略了观察这时漂浮于水面上的物体(树叶、小木板、竹片等)是否也随波逐流呢？只有有指导地观察，他们才会更细心地去了解这个常见的与物理知识有关的自然现象，为他们学习波的生成和传播提供一个很好的感性材料。

组织学生到附近的工厂、车站、农村等地参观。比如在讲授高一力学中"利用向心力研究几个实例"中关于火车转弯时向心力的来源问题时，书里说："大家注意过吗？火车的车轮上有凸出的轮缘……"。但我们不少学生没坐过火车，何曾注意

过呢？所以给他们讲火车转弯时，内外轨为什么要形成高度差？向心力来源是什么？为什么火车过弯道时要以规定速率行驶？当行驶速率超过规定速率或小于规定速率时，所差或所超的向心力由什么力来弥补？他们感到抽象难于理解。但当带他们看了火车、看了铁路弯道后，再对他们讲这些问题，他们就感到具体、深切，学起来就觉得轻松多了。

从各方面给学生提供变式材料，更能促进学生对物理现象本质的理解，使学生能在对不同形式出现、而基本属性相同的物理现象的比较中，较好地掌握物理的基本概念和基本原理。比如静力学中三角支架受力情况分析，可做出各种不同形式的三角支架(如图一所示)，让学生从比较这些形式不同、但 AB 与 BC 杆受力情况实质相同的变式材料中，掌握分析三角支架受力的规律(各三角支架 A、C 点都接在橡皮膜上)。

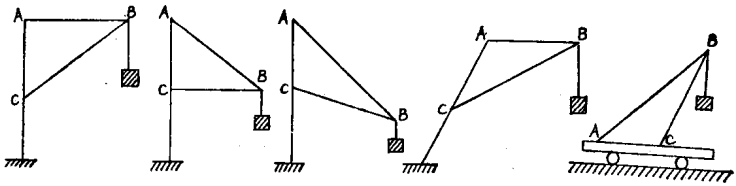


图 一

所谓变式材料，不单单指演示、模型应以多种形式出现，还包括在作图举例上。比如画并联电路时，你不能每次老是横着画，还要竖着画、并排着画、直角画、交叉画等等(如图二所示)，使学生从这些变式材料图形中，准确理解并联的含义。

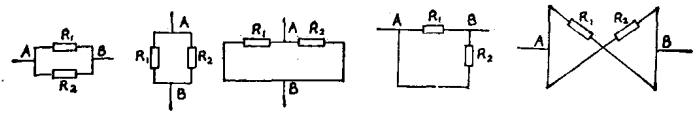


图 二

同样，在受力图，电路图，光路图中都要充分重视这一点。这对提高学生的理解能力是有很大作用的。

要使学生向物理知识的深度和广度进军，必须使学生的理解水平向高一级发展，进一步发展其抽象逻辑思维能力。为此必须充分重视学生形成第一次概念的重要性，注意各个物理概念讲解的深广度，精心组织、合理科学地编排教材，实行启发式教学，使抽象问题形象化，复杂问题简单化，深奥问题通俗化，并要重视物理知识的对比和总结。

在教学中要引导学生进行下列几个方面的对比。

对立概念对比：比如加速运动与减速运动对比，直线运动与曲线运动对比，正功与负功对比，矢量与标量对比，超重与失重对比，左手定则与右手定则对比，交流电与直流电对比，宏观现象与微观现象对比等等。

相似概念对比：比如重力场与静电场对比，电力线与磁力线对比，库仑定律与万有引力定律对比等等。

易混概念对比：比如质量与重量对比，动量与动能对比，比重与密度对比，电压与电动势对比等等。

个别与一般对比：比如恒力功与变力功对比，无摩擦与有摩擦对比，规则物体浮力与不规则物体浮力对比，弹簧振子的振动与一般振动对比等等。

探讨问题方法对比：比如牛顿是如何论证万有引力定律的普遍性？伽利略是怎样得到力不是维持物体的运动即维持物体的速度的原因，而是改变物体运动状态即改变物体速度的原因这个结论的？卢瑟福是如何提出原子的核式结构的？麦克斯韦是怎样提出电磁说的等等。

在对比的基础上，进行概括总结（章节小结、单元小结及全书学完后进行各方面的对比总结）能达到巩固概念的目的，是培养学生理解能力的不可忽视的手段。

理解是基础，运用是关键。培养学生的运用能力，我的体会主要应包括以下几个方面。

(1) 能运用物理知识来解释一些简单的物理现象，能对一些物理问题进行说理、论证、鉴别和讨论；

(2) 能运用物理知识来分析中学物理习题，正确解答物理习题；

(3) 能运用数学知识来表达物理概念、规律，推导物理公式，具有一定程度的运算技能；

(4) 能运用所学物理知识来处理日常生活中所碰到的一些简单的实际问题。

如何培养学生物理知识的运用能力呢？

(1) 采用结合重现方式，使学生熟记物理基本知识和基本技能。

“熟能生巧”。要培养学生物理知识的灵活运用能力，首先必须使学生对所学的物理知识“熟”，不但要理解，还要熟记所学的物理知识。在这方面我觉得采用反复学习并结合重现的方式进行，效果较好。单纯的重复，会使学生厌倦，出现消极情绪，应采用结合重现办法。如为了使学生熟记斜抛体运

动规律，在讲授过"斜抛物体的运动"这节后，第一次重现在对本节习题评讲时有意识地重现斜抛体运动规律。第二次重现，可在本章单元小结复习时进行。第三次重现，我一般安排在期中考试或考前的复习课中。以后还可以配合电学教学和毕业班总复习，进行第四次、第五次……重现。每次重现时间间隔有意识地不断拉远，就能使他们记忆更牢固更长久。

(2) 进行程序练习，提高学生运用物理知识进行解题的能力。

练习必须按一定的程序进行。这个程序要遵循由浅入深，由简单到复杂，由局部到综合的原则。必须使学生对物理知识的理解、记忆曲线与其练习曲线交错进行，相互促进。学生对物理知识的理解和熟练程度将促进其程序练习的进行，而程序练习的进行又将进一步加深学生对所学物理知识的理解和记忆。最后能使学生达到运用自如的目的。

(3) 与语文、数学教学密切配合，提高学生的说理、论证、推导及运算能力。

学生运用物理知识的能力，特别是运用物理知识进行说理和运用数学进行论证、推导公式描述物理规律及运算能力的提高，与学生语数水平的高低有极密切的关系，因此物理教学要与语数教学密切配合。比如语文课的命题作文，可以以物理说理题为题目，让学生写一、二篇论说文，说明文；以物理内容为题材，让学生朗读演说；以物理课文为例，说明词语的含义。这样的配合既提高了学生的语文水平，又为物理课培养学生运用物理知识进行说理的能力铺平了道路。同样，数学计算，推理分析等能力的提高对学习物理知识也是有用的。

(4) 组织学生参加安装广播、电灯，检修电路等实际操作活动。

组织学生参加一些与物理知识有关的实践活动，是物理课培养学生运用能力的任务之一，不可忽视。这些活动能使学生从解决问题的实践中，把运用物理知识的能力提高到一个更高的水平。比如有一次，我校教工家属的一排小厨房电灯不亮了。我找高二一个小组的学生去检修，发现保险丝断了。换上新保险丝后，一合闸马上又烧了。经检查分析，肯定是输电路线某处短路了。所以全小组的十几位同学房上房下沿线察看了好久，但没查到一处短路。可见短路处是较隐蔽的。而这段输电线又较长，如何查出是哪一部位呢？我让他们想办法。每个同学都把学习过的有关物理知识进行回忆、对比，觉得可以采用电桥测电阻的办法(学生曾做过这方面的习题)。经过这次实践，他们高兴地说："这个电桥我再也忘不了了。"

我们培养学生的自学能力，主要是使学生养成看物理教科书的习惯。首先使他们能看懂物理教科书，再逐步做到阅读教科书，从字面的理解，提高到能深入思考并提出问题，进而还可以指导他们阅读一些与中学物理知识有关的科普小读物，以增长他们的见识，扩大他们的眼界。

怎样培养学生的自学能力呢？引起学生自学物理教科书的兴趣，是提高学生自学物理教科书能力的基础。"兴趣是人对客观事物的一种积极的认识倾向，是一种复杂的个性品质，它推动人去探求新的知识，发展新的动力"。应使学生对物理课所学的内容感到兴趣，从而产生自觉学好物理的愿望。

必须使学生认识到阅读物理教科书的重要性。首先，要

求教师在讲授中必须紧扣教科书。各个概念的引入，原理的分析、叙述，引用的例题都尽量采用物理教科书中所介绍的办法和内容。教师对自己所说的主要内容、重要段落要向学生指出在书中何处，甚至可以照书再读一遍，阐明原理，为学生课后读书扫清障碍。

其次，在分析学生疑难问题时，要经常给学生引证这些题目的原理和解法都来自物理教科书，或受到书中哪个问题的启发。要学生懂得老师的渊博学识都来自老师对物理教科书的深入钻研。

学生凭自己掌握的原来物理基础知识和经验能看懂的段落，一定要留给学生自己去钻研，从自学中得出结论。

读书不得法，是不可能提高其自学能力的。所以，要经常给学生介绍读书方法。根据物理课的特点，我给学生介绍了"粗读、细读、精读"相结合的读书方法。

粗读：就是对某一章或某一节的内容先粗略浏览一遍，使自己对整章或某节的内容有个大体的了解，在头脑中留下初步印象，粗略懂得某章或某节书对我们提出了什么问题，结论怎样。

细读：就是要从头至尾仔细阅读，在重要地方做上记号，边读边思考，特别是对定义、概念、定理等更要仔细阅读，仔细体会，并用自己的语言说出书中描写的物理现象的道理。对不理解的地方做上记号，在听课时要特别注意。

精读：即对书中的重要内容反复读，把它记住，精心领会，逐步加深理解。

当然，各人有各人的特点，所以要经常组织学生进行读书交流。来自学生的自学经验，更适用于他们仿效。另外，利用

黑板报介绍科学家的学习方法或名人的治学经验，对学生的学习也颇有裨益。

怎样调动学生学习物理的积极性

吉林省长春市第二中学特级教师　聂增淳

在物理教学中注意培养学生的学习兴趣，调动他们的主动性，是提高思维能力的重要前提。培养学生的学习兴趣，各科在整个教学活动中有共同的规律，但也有本科自己的特点。下面谈谈我是怎样根据物理科的特点，培养学生学习物理的兴趣，调动学生学习物理积极性的。

一、实行启发式，废止注入式。

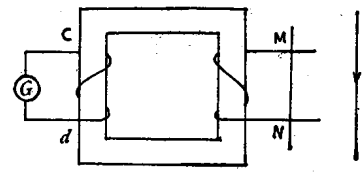
课堂教学也是一种艺术，要让学生爱听自己讲课，课堂气氛活跃，情趣横生，教师就应在启发式上多下功夫。这样就能调动学生主动地去学习，使学生做学习的主人。如关于"比重"的教学这一课，首先提出问题："是铁重呢还是木头重？"让学生回答。课堂顿时活跃起来，有的同学为了抢先回答问题，回答"铁重"。经过互相争执辩论，最后统一了意见：认为提出的问题条件不够充分，因为不知铁与木头各多大(体积)。教师又接着问，怎样比较才有意义呢？经过同学们的发言总结，最后统一到相同的体积上来。这时教师再在黑板上写出"比重"的定义，这样就容易被学生掌握并记住。如讲变速运动规律时，我们立足于讲清两个公式：$v_t=v_0+at$ 与 $S=v_0t+\frac{1}{2}at^2$。经

过启发，要同学围绕这两个公式讨论总结出匀速直线运动、初速度为零的匀加速直线运动、自由落体、竖直下抛运动的规律。再经过启发，同学们又很容易地掌握平抛和斜抛运动的规律。这样不但使同学们抓住了变速运动中的主要矛盾，同时也会运用这一知识熟练地解决应用问题。

启发式的教学，形式是多样的，效益也是多方面的。最突出的是能激发学生的求知欲望和兴趣，调动学生的积极性，揭露矛盾，引导学生自己去解决矛盾，鼓励和养成学生动脑筋的习惯，训练学生的正确思维方法，培养学生分析、总结的能力。

二、物理教学活动形式要多样化。

物理教学活动不能拘于一格，千篇一律，要根据学生的年龄特点与心理特征，采取多样形式，才能广泛地培养学生的学习兴趣，调动他们学习的积极性。如讲习题时，有时采取一题多解，一题多解有利于开拓学生思路，调动学生积极思维；有时采取多题一解（指解题方法），多题一解，有利于培养学生综合归纳、抓住重点的能力。讲授内容，多数采取正面引导，有时也采取反面"启发"，使学生"上当"。



象这样一道例题：直导线 MN 向右匀速运动时，比较 d 与 c 两点的电势高低。判别结果 $U_c>U_d$。如果"启发"：当 MN 向左运动时，一定是"$U_d>U_c$"，则对于训练有素的同学来说，他不会停顿在教师"启发"的结论上，而是积极用手去判别，结果才知"启发"是错误的。同样在解某些习题时，针对学生常见的错误，设计

一些表面上看起来是对的、实际上是错误的习题，引导学生“上当”。提出使学生“上当”的问题与习题，经过同学们的动脑分析，最后得出正确的结论，使他们对物理现象理解得更深，记忆得更牢。实践证明，对这样的问题进行分析与讨论，他们是十分感兴趣的。

有时在讲完一章要进行复习时，老师在课前提出问题，要求学生预习，找出本章关键及前后联系，个人进行初步整理，然后在课堂上讨论，最后由教师作出总结。这种形式可以“迫”使同学动脑、分析、综合、总结，对提高学生能力起到一定的作用。

除课堂教学形式多样化外，课外也应组织各种活动。如结合教学内容放映电影，根据学生年龄特点和爱好，组织课外活动小组，将一部分同学吸收到小组中来。又例如搞墙报征稿等。很多同学以这些活动为起点，后来成为物理学习的积极分子。每学期各年级均开展物理竞赛，竞赛时表扬与奖励的幅度要适当放宽一些。

物理教学活动的形式多样，有利于对学生各种能力的培养，也有利于提高他们学习物理的积极性。

三、加强课堂演示实验。

如果说学生对学习物理感兴趣的话，实验——教师课堂表演实验、学生实验，起着决定性的作用。

一个好的演示实验，能长期给学生留下深刻的印象，一个好的演示实验能起到千言万语说不清，一看实验就分明的作用。除了保证教学大纲中的每一实验必做外，经过努力，还要增加一些演示实验。

每个实验除了要注意它的科学性以外，还要注意它的演

示效果。

如全电路欧姆定律，演示实验 $\varepsilon=U_{内}+U_{外}$，过去由于实验电源装置要求用内阻较大的万用表才能测出来，只好叫一名同学前来唱读结论，这样其他同学观看实验的兴趣就必然要降一等。将实验电源经过改革以后，能用大型电流计改装成的伏特表测出来，使全班同学都能看到，克服了上述缺点，效果就好得多。

实验要生动有趣，学生观看一次生动有趣的实验，不仅获得了物理知识，留下了深刻的印象，而且能最大限度地调动学习的积极性。

对于学生实验，除了做到大纲中规定的实验必做、每次实验保证人人动手外，还提出许多实验课题要学生去完成。如测电源的 ε 和 r 有几种方法？电路中"设计"一些故障，要他们去寻找。在这基础上，大胆开放实验室，使同学们有机会多次参加实验，提高他们的实验能力。

实验过程中也要注意启发式，培养学生观察、分析、推理、判断能力。如每次实验，要全体同学注意几个问题：(1) 用了哪些仪器；(2) 实验的操作顺序；(3) 记录哪些数据；(4) 经过分析得出什么结论。这些过程教师要引导，使大多数同学都能明了，同时又能调动全体同学的积极性，防止个别"懒汉"存在。

四、要正确地引导学生养成良好的学习习惯，掌握好学习物理的方法。

良好的学习习惯是学习规律的体现，良好的学习习惯一旦形成，学生就能长期坚持学习，成绩不断提高，学习兴趣不断增进。良好的学习习惯是和教师本身的示范与严格要求分

不开的。

教师的示范作用，不能代替对学生的全部要求。如要求学生具有上课前的预习习惯；先看书后做作业的习惯；当天作业当天完的习惯；观看实验时记录分析的习惯；积极回答老师提出问题的习惯等，都是经过教师训练形成的。对学生的训练，定规要明确，要求要严格，方式要灵活。要持之以恒，一曝十寒则前功尽弃。

教师在教学过程中，不仅要教会学生掌握科学知识，而且要教会学生掌握正确的学习方法。例如有些学生对物理学习很努力，课堂上老师讲什么听什么，黑板上写什么抄什么，但由于缺乏自学能力，进步很慢，当知识积累较多时，便开始跟不上甚至掉队。因此有时教会学生学习方法比教会他们学习知识更为重要。

要使学生具有好的学习方法，教师要从多方面进行引导。如要求学生深刻理解物理课的内容，不要死记硬背，则教师必须在讲物理概念时，深入浅出地把课的内容讲明白，使学生理解；要求学生要善于抓关键，则教师必须在讲课时重点突出。

根据教材的不同特点，教师又可以补充总结归纳一些方法，教给学生。如在讲电学时，同学们对较复杂电路的计算感到困难，就教他们一种叫"割补"的方法，把较复杂的电路简化成常见的串并联电路，结果大多数同学都能很好地解决电路计算。

除此之外，我们还经常向学生介绍物理学得较好的同学的先进经验等。

在物理教学中“打好基础、培养能力”初探

河南省新乡一中特级教师　马仲颍

关于怎样打好基础，培养什么样的能力，怎样培养能力等问题，提出几点粗浅的看法。

学生的学习，既是获得基础知识的过程，也是提高能力的过程。对教师来说，既要处理好教材，又要改进教学方法，二者相互联系，不可分割。也就是说，我们应该在教学过程中，将培养能力寓于知识传授之中。讲课时，至少要把引导学生提高分析推理的能力和使学生掌握应学的知识放到同等重要的地位。

处理好教材，是搞好教学的基础。处理好物理教材的主要方面是讲清物理概念与讲清物理规律。

讲清物理概念的重要性是不言而喻的。教师要较确切地掌握学生在理解某一概念出现偏差或不够全面时，对解决物理问题会产生什么影响，从而确定要在多大深度上，在哪些具体内容上教会学生。例如学生如果对分力、合力理解得不够透彻，不但影响“物体的平衡”、“运动定律”等部分的学习，且能对“匀速圆周运动”的学习造成障碍。又如，若对物体受力分析不熟练，则会影响到全部力学以及部分电学的学习。因此教师应细心地分析、体会要在什么时候、在哪些内容上讲清某一概念。

有些物理概念，肇始于生活、生产实际而又有其严格的含

义，如力、功、能等等。讲这些概念，要联系实际，从生产、生活出发，进而阐明其确切的物理意义。但是，也有些概念，例如“电势”，很抽象，难以从生活实际引入，构成了教学中的难点。对于这些，有下列三种处理办法。

1．分散难点，步步为营。例如在讲重力势能的时候，讲清什么是势能，物体系统具有势能的条件，势能的变化等问题，待讲到内能时再进一步巩固这些知识。在此基础上讲电势能（为什么有电势能，电势能的变化，检验电荷在孤立场电荷的电场中电势能的大小正负等等），而后讲到电势（电势的定义，单位，孤立场电荷的电场的电势的大小正负，零电势，等势面等等）。每讲完一个概念都要有明确的结语，使学生确切、牢固地掌握。进行新课以前先充分复习旧课，教学中就可以遇到较少的困难。

2．对比分析，以已知喻未知。这是一种重要的教学手段。例如讲电势的时候与电场强度的内容逐项对比其异同，有利于进一步理解这两个概念。

3．通过具体数字理解抽象概念。例如要求学生能熟练地说明“电场中某点的电势是若干伏特，就是假如放在那里一库仑电荷，就具有若干焦耳的电势能。”这样，同学对电势这一抽象概念理解得就较为具体了。

讲清物理规律是物理教学的核心，为此，我们必须注意以下三点。

1．明确研究对象所处的物理状态和所经历的物理过程。明确研究对象，不是一件难事，但却是一件相当重要的事情。静电学中的某些问题之能否顺利解决，关键在于能否正确选择研究对象。

所谓物理规律，就是研究对象(物体或物体系统)在某一状态下或通过某一过程时描述状态或过程的各物理量之间的相互关系。阐述某一规律，必须首先明确物体所处的状态或所通过的过程(以及物体在过程始末所处的状态)。在上习题课讲例题的时候，教师尤应在这方面下大功夫。例如对"物体在距地面高度 h_1 处从静止自由下落，反跳的最大高度为 h_2"这一问题，应作为三个过程、六个状态做详细分析(特别要认真分析与地面的碰撞过程)，分析各过程的性质，各过程之间的相互关系，若教师在这方面不够注意，容易使学生犯看到题目不加分析、拿来公式就套的错误。

2．明确每个规律都有一定的成立条件。例如 $\bar{v}=\frac{v_1+v_2}{2}$，只适用于匀变速直线运动，而 v_1、v_2 都必须是即时速度。教师在阐述规律时一般能注意到成立的条件，而在解题示范时不予明确交待，就会使学生不分条件地乱用公式。

3．明确公式的物理意义。要培养学生养成习惯，对物理公式的每个符号、每项、全式的物理意义都搞得十分清楚(如 $F\Delta t=mv_2-mv_1$ 中，F、Δt、m、v_2、v_1、$F\Delta t$、mv_2、mv_1、全式各代表什么)，免得学生乱用公式而不了解其意义。

此外，我们必须引导学生遵循正确的解题方法和步骤来解练习题。物理问题虽然形形色色，不能用完全一样的方法步骤来解决，但同类的问题，大致可以用类似的方法和步骤去解决。在这些方法和步骤中，就包括有处理这类问题的一般规律与思维途径。如在力学中，一般可以按下列五步来考虑。

1．审清题意、明确研究对象、画出示意图。画示意图是很重要的手段，但往往被忽视，教师应引导学生应用这一手

段。运动学中有些题的示意图较难画，教师可先作示范，并应向学生指出，画示意图是一项翻译工作，如能将题目翻译为示意图（包括注上数据），就有了解决问题的基础。

2．做研究对象受力的图示。受力分析，必须做到不错不漏，是一项十分重要的基本功，要引导学生大力练习。

3．定坐标。在运动学问题中，常以 v_0 的方向为坐标正方向，在动力学问题中，常以 a 的方向为坐标正方向。在动力学中，合外力是物体所受各个分力的几何和时，定坐标就是重要的一步。

4．作状态及过程的分析。前已阐述，不再重复。

5．根据基本关系列具体关系式求解。基本关系，一般是物理公式（在运动学中可以是某些物理量之间的关系，如相遇问题：$S=S_1+S_2$。在气态方程问题中可以是M间的关系，如$M_1+M_2=M_3+M_4$等）。具体关系式即依本题内容将基本关系具体化。例如在圆锥摆的问题中，基本关系是 $\sum F=ma$，而具体关系可能是 $mg\sin\theta=m\omega^2R$。

所谓综合性问题，很多是一个或一个以上的研究对象，通过一个或一个以上的过程。如果按上述办法，把每一个有关的状态或过程列出方程式，联立起来即可求解。

关于物理实验。物理学是理论与实验并重的，两者相辅相成，不分轩轾。实验用来实现我们所要研究的物理过程，是揭示物理规律的重要手段。通过实验，培养学生的技能技巧和实事求是、严肃认真、一丝不苟的科学作风；培养学生耐心细致百折不回的毅力；培养学生通过技术设计、操作以解决实际问题的能力。要引导学生善于观察实验中的物理现象，明辨哪些现象是设计实验时要求出现的物理过程，哪些现象产

生于一些要避免而未能完全避免的因素。既要通过实验验证或归纳出物理规律，又要注意实验是如何保证规律成立的。例如玻意耳-马略特定律实验，规律成立的条件之一"在一定温度下"是如何保证的，就要提醒学生注意，不可马虎过去。

学生分组实验的性质不尽相同。有的实验，用以训练基本操作，使用基本实验设备；有的实验，用以验证学过的物理规律；有的实验，用以培养学生通过实验探索物理规律的能力。到高年级还可适当地让学生做一两个自行设计的实验。对不同性质的实验，要提出不同的要求。

有些实验，如不太复杂，可边讲边做，不写实验报告。一些重点实验，则给以较多的时间，提出较严格的要求。目前学校中实验设备不充分，教师可带领学生自制一些仪器。对自制仪器，不必过分地追求精度。

再谈一谈改进教学方法的问题。方法是手段，为目的服务。对不同年级的学生，对同一年级水平不同的班，对同一学科而性质不同、难易不同的章节，方法都要有所区别。具体到每一课时都统一的教学方法，一成不变的教学模式，也是不存在的。

教师对学生应有较为深刻的了解：了解学生学习目的是否端正，学习是否积极；了解学生分析问题、接受问题的能力，思维途径，学习方法，学习习惯；了解学生的知识基础；了解学生对具体物理问题有什么样的认识与理解，如认识有错误，根源何在，牢固程度如何等等。

课堂教学是教学的中心环节，是在教师的引导下，学生通过自己的积极思维，获得某些知识的过程，同时也是逐步掌握学习方法的过程。备课时，教师对教材做透彻的分析，设计一

套解决问题的途径。在课堂上，教师引导学生的思维沿这一途径发展。课堂提问是一项引导学生思维发展的手段，但不是唯一的手段。评价一节课的优劣，要看教师设计的思维途径是否合理，学生的思维能否生动地沿正确途径发展，学生所想到的与本课题有关的问题是否适当地解决而不影响并有助于对主题的学习，对学生学习分析处理问题的方法有否示范作用等等，而不是是否符合某一模式或提问次数的多少。

要培养学生观察现象、发现问题的能力，教师必须在讲课时广泛联系实际，从自然现象中提出学生司空见惯的问题作为示范，引导学生在这方面多动脑筋。学生如能提出问题，就予以鼓励、表扬。事实证明，在教师的引导鼓励下，学生是可以提出很好的问题的。

在教学中，要大力培养学生抽象思维的能力，以及能够排除次要因素、将物理问题模式化的能力。例如引导学生从生活中的经验"车子不推就不走"的认识，发展为"行进的车子不受外力就做匀速直线运动而不停下来"的认识，就是在这方面很好的锻炼。多向同学们介绍科学家(如伽利略、牛顿)在这方面的事迹，强调我们不但要继承他们的研究成果，并且要学习他们观察事物、运用逻辑思维分析问题、解决问题的治学方法。

数学是生产建设与科学研究的重要工具，可培养思维的逻辑性。教物理一方面要用数学作为工具，揭示物理规律、解决物理问题；另一方面要培养学生将数学联系实际，将数学知识应用于其他学科的能力。除了要学生熟练地掌握推导规律与解决问题时应用的数学方法外，要尽可能用数学理论分析问题。例如说明为什么描述匀变速直线运动的物理量有 v_0、

v_t、a、s、t 五个，而描述匀变速直线运动的独立关系式，却只有两个？要尽量使用数学语言，如在物理学中讲图象时，数学中增函数、减函数、一次函数、二次函数、周期函数、倾斜角、斜率、截距等术语，都应该应用，以使数学与物理相结合。在讲时间、时刻的时候，在讲即时速度、即时加速度的时候，在讲从 v-t 图求 s，从 F-S 图与 P-V 图求 W 的时候，可以与数学中讲极限、导数、积分等部分相配合，或为之打些基础。

培养学生思维能力的几点做法

黑龙江省鸡西市一中特级教师　孙凤山

思维能力是智力发展的核心，下面就发展学生思维能力谈几点做法。

一、要使学生有一个坚实的知识基础

任何能力都是以丰富的知识为基础的，有高质量的知识才会有高水平的能力。教师要踏踏实实地从最基础的知识入手，不要企图贪便宜。对于基本概念和基本规律的教学，不要只满足于交待清楚，也不要以为老师讲了一遍学生就应该会，否则就是学生笨。教师应该在讲透的基础上反复地从不同角度来提出问题，去触及学生对基础知识领会的深度及准确性，要有意识地拿出那些真伪难辨的东西来揭露学生的学习弱点，使其对知识能加深领悟、理解和记忆。

例如，学生学完电势高低及电源电动势等概念之后，对电

流方向的确定有不少糊涂认识，我就提出下面四种说法让学生判断：

1．高电势指向低电势的方向规定为电流方向；

2．电流的方向总是从高电势指向低电势；

3．电流的方向总是从正极流向负极；

4．正电荷的移动方向规定为电流方向。

经过师生共同讨论，明确了前三种说法是错误的。这不但澄清了“电流方向”这个概念，而且还明确了电源内非静电力的作用及电源内电流方向从负极到正极（即从低电势到高电势）的原因，使学生听课不感到厌烦，错误能得到纠正。这正象人们认识一个新事物一样，单看正面还不够，再看看反面和侧面，认识就更完整了。

当然，要想使学生牢固掌握基础知识，教师必须掌握大纲，吃透教材，抓住重点、难点。讲课要生动形象、精练准确，要做好课后辅导和作业批改。总之，在教学的各个环节上教师都要舍得化功夫，要有全心全意为学生服务的精神。

二、要教给学生正确的思维方法

有些学生说：老师讲的我都懂，但让我独立做题就不会了。这就要求教师必须对学生进行思维方法的教育。

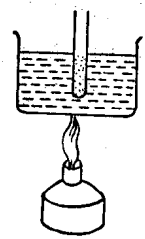
1．在概念指导下进行思维。

概念是从具体的、有限的物理现象中抽象概括出来的，它具有普遍意义。因此在分析一个具体的、有限的物理现象时，就应该到具有普遍意义的概念中去找到依据，在“概念”指导下去思维具体的事物。这样就可以居高临下，对具体事物理解得深刻。当老师的都有这个体会，有时学生来问问题，先不

回答他，而是先让学生把涉及的概念准确地叙述一遍，结果往往是学生把概念弄清楚了，问题也就解决了。我认为，只要教师坚持下去，学生就会重视概念并运用概念去思维问题，使思维活动建立在可靠的基础上。

2．根据因果关系进行思维。

自然界本身虽然是十分复杂的，但它却到处充满着因果关系。物理现象也同样被因果关系制约着。任何一个物体，由于运动条件不同(原因不同)，其遵守的规律及运动的结果也就不同。因此，教师要指导学生：看到一个问题后，要弄清物体在什么条件下运动，在这个条件下它应该遵守什么规律，什么数学公式才能正确地表达这一运动规律。或者反过来，根据运动结果去逆推出运动条件。这就是由原因联想结果和由结果逆推原因的思维方法，也叫综合法和分析法，实质就是要求学生弄清物理过程。



有一次，在复习课上我提出这样一个问题：在盛有足够多水的烧杯内浸入一个装水的试管(如图)，当烧杯内的水沸腾相当长时间后，问试管里水的温度是多少？能否沸腾？(在标准气压下)有一个同学回答得很准确，她说："管内的水能达到100℃，但不会沸腾。"我追问一句：你的根据是什么？她说：从理论上讲，当系统达到热平衡时，温度一定都相同，所以管内的水能升到100℃，又根据分子运动论，同温度的物体间不发生热传递，所以试管内的水一旦达到100℃之后，就不再从试管外的水中获得热量，所以它就不会沸腾。她接着说："这个问题在生活中也可以找到例子：当用锅闷饭时，揭锅一看，饭的表面有孔，这是水沸腾的标志；当用饭盒蒸饭时，揭锅

一看，饭的表面没有孔，这是饭盒内的水没有沸腾的证明。”她的回答博得了全班同学的好评，称赞她善于观察，并能注意从因果关系上进行思维。

3．广开思路，铺开线索进行思维。

所有的物理量都受到其它物理量的制约，同时它又制约着其它物理量。因此在讲课时要向学生说明：一般的物理量的求解途径都不是一个，分析问题时要广开思路，全面考虑。

例如，最大静摩擦力 f_m 的计算有两个途径：一是用公式 $f_m=\mu_0 N$，另一个是用公式 $\boldsymbol{f}_m+\boldsymbol{F}_{其它}=m\boldsymbol{a}$。向心力的计算方法也有两个：一个是用公式 $F_{向}=mv^2/r=m\omega^2 r\cdots$，另一个是求合外力沿半径指向圆心的分力。即时速度不但可以从运动学角度去求，也可以从功和能的方面来解，又可以用动量定理来算。有的学生由于思维面窄，想不出求解的其它途径，这样在布列方程时就会感到困难，形成无法求解的局面。平时教学时，老师就应该把每个物理量的求解线索全面地向学生介绍，并在练习时经常向这个方向引导，这样，遇到问题才能做到机动灵活、得心应手，不会钻进死胡同出不来。

三、多给学生思维的机会

思维是打开智慧大门的钥匙。思维多了，人也就聪明了。所以要想提高学生的能力，教师必须创造条件让学生多思维，使学生有问题可想、有高峰可攀，让思维有更多的锻炼机会。这正象人要有健康的体质，必须天天锻炼一样。特别是当有一定难度的问题提到学生面前之时，更能激发学生的学习积极性和主动性，促使他动脑筋思考，有时吃饭睡觉还在想，一旦搞通了一个问题，就象解放军打了个胜仗一样高兴和痛快，

有的情景学生会终生不忘。

当然，向学生提出的题目不是越难越好。教师在设计问题时，必须下一番斟酌取舍的功夫，要高而可攀，要尽量把问题提在学生的知识和智力的最近发展区域内。有的问题可以当堂解决，有的可以留到课后去讨论。

四、要因材施教

一个班的学生，能力总是有高有低，学习成绩总是有好有差，教者要针对学生的情况，用不同方法去提高他们。

对智力高的学生，课后可以给他们布置些难题，在作业、试卷及平时交谈中应注意发现他们的特殊的简捷的思路（这些思路有的比老师高明），有的思路可以向全班同学讲，这对创造者也是一个激励。对他们学习上存在的问题，要认真纠正，指出产生的根源及改正办法，注意防止他们的骄傲情绪。

对于成绩差的学生，教师不要嫌弃他们，也不能用大量作业压他们，不能强迫他们做力不胜任的事。要激发他们的学习兴趣，要切实帮助他们克服学习上的障碍。例如：有些学生或者由于语文水平低，或者由于知识面窄，一般的题目都读不懂，不清楚题目中事件发生的时间先后及空间方位，不知道什么叫北偏西 30°，分不清“船头垂直对岸划行”和“船垂直对岸过河”是两种不同的航行路线。这就需要教师经常训练他们，熟悉物理专业术语。对他们最好采用当面批作业及试卷的办法。要经常接近他们，鼓励他们克服掉因学习不好而对教师存有的畏惧心理，使思维机器能够全部开动起来。

传授知识应与发展智力相结合

四川省仁寿师范特级教师　李志远

在教学中如何培养学生能力和发展智力，是近年来才引起广泛重视的新课题，目前对这一问题的认识和看法各有不同，我认为应从三点来统一认识：

1．没有知识就没有基础，就不能发展智力，空谈发展智力就等于无源之水，无本之木。

2．有了知识，不等于有了良好的智力发展。

3．教学上不能理解为先打好基础知识，然后再去发展智力。

因为传授知识和发展智力是同一过程的两个方面，彼此不可分割，而是互相联系、互相影响、有机地统一在教学过程之中，这就是规律。既然是规律，那么从备课到讲课自始至终都应考虑到这个问题。

备课无疑是教师工作中一项十分重要和首要的工作。教师在备课过程中通过学习教学大纲、钻研教材和了解学生实际，把大纲的指导思想、教科书上的知识转化为教师本人的指导思想和知识，然后根据学生实际，把知识再经过一次转化即传授给学生，这是一个完整的过程。所以，备课除通常所谓备教学大纲、备教材、备学生、备教具、备课堂语言外，还必须考虑如何培养学生能力和发展智力。现在就物理概念、物理定律、物理实验几方面来谈点看法和体会。

一、物理概念

一般讲，概念不是远离客观事物，而是抓住客观事物的本质，对客观事物更深刻更完整的反映。物理概念是关于运动物质的一定的特殊状态的概念，除教师充分掌握外，要考虑在讲课中如何培养学生能力和发展智力。不管由什么方式引出概念，如从生活经验中引出概念，由观察来分析归纳出概念，由实验来总结出概念，在旧知识基础上孕育出新概念等等，都要合乎认识的完整过程，即本着实践、认识、再实践的认识方法，由近及远、由具体到抽象、由已知到未知等原则。在形成概念的过程中培养学生观察、注意、分析、归纳、演绎和抽象思维能力，一定要使学生对概念明确，获得概念的方法正确。概念的定义有各种表示方法，但基本方式不外以下一些。

1．以比值来定义的：如 $C=\frac{Q}{U}$，$E=\frac{F}{q}$，$n=\frac{\sin i}{\sin r}$，…等。

2．以乘积来表示的：如 $M=FL$，$W=FS$，mv，…等。

3．文字叙述：描述概念本身的属性和特征，或从它作用时所产生的物理效果去认识概念，如弹力、周期、波长、蜕变、聚变……等。

4．理想化的概念：如质点、刚体、点电荷……等。

不同的表示方法各有什么特点，备课中要充分考虑到，在讲课中要紧密联系传授知识的同时交待思路，为什么要建立这个概念？为什么有不同的表示方法？它的条件和适用范围怎样？要用发展的观点来研究问题，物理概念是随着现代化科学技术的发展而发展的，它的定义可以随着发展而更加精确，

原来的定义只可能适用于有限的物理现象和事实。

二、物理定律

一般讲，科学上对某种客观规律的概括，反映事物在一定条件下发生一定变化过程的必然关系。物理定律是物质运动过程中本身固有的必然联系。物理的基础知识有概念、定律、法则、原理和理论等，但重要的是概念和定律。因为只有学好了概念和定律，才能深刻地理解物理现象和解决实际问题，所以我们教科书中总是把它列为重点。中学物理定律又多系实验定律，教师在备课时一定要充分准备好实验，对定律内容一般要求掌握几点：

1．定律是反映物理运动变化过程中什么规律？

2．定律中哪些是自变量？哪些是因变量（弄清楚因果关系）？

3．定律的适用范围和条件。

4．定律中各物理量采用的单位必须统一于一个单位制。

定律可用各种不同方式来表达，一般表达方式有：

1．用文字来叙述。

2．用数学公式来表达。

3．用图象来表示。

4．特定表示法（如左手定则、右手定则等）。

在考虑教学方法时要反复研究，用文字叙述时要注意培养学生的语言（合乎逻辑的）表达能力；用数学公式表示时要注意培养学生应用数学推理和“数学语言”的能力；用图象来表示时要注意培养学生理解和作图的能力；用特定法则来表示时要注意培养学生的科学态度，如讲左手定则应指出不是

定律依照人的左手来确定，而是人用了左手遵照客观规律来确定；用理论来解释定律时要注意培养学生正确掌握理论中的观点和应用观点进行思维。这些能力的培养绝不能孤立进行，而应相互联系，并在不同的内容和表达方式中有所侧重。

对一些定律，如机械能守恒定律、动量守恒定律、全电路欧姆定律，既可用实验来导出（探索），也可以根据学过的理论借助于数学工具推导出来，到底用哪种方式，应在课前联系学生已有知识和年龄特征作充分考虑。当然，应当指出这些定律本身是实验定律。

三、物理实验

物理教学大纲指出："物理学是一门实验科学"，演示和学生实验在中学物理教学中十分重要。通过演示和学生实验，既能使学生深刻理解物理概念和定律是怎样在实验基础上建立起来的，又能掌握一定的实验技能。

首先要弄清楚实验的目的。根据演示实验的目的和内容，在课堂上要演示与讲解相配合，启发学生思维，要突出重点。

1．导出定律的实验（即探索性的实验）：通过这类实验探索出规律，这是从前科学家探索定律做过的实验。我们是重复前人的实验，根据实验导出定律，不必反复探索。演示时要重点向学生传授这个实验为什么这样做的思路，如何观察、如何排除次要因素等。要讲清楚适用条件，如虎克定律必须在弹性限度内；玻义耳-马略特定律必须是定量气体在一定温度和压强范围内等。又如对惯性的演示，即时速度的测定等，有的要理想化，有的要推理，在演示和讲课中一定要使学生的能力得到多方面的培养。在方法上，这类实验总是以紧密配合课堂

教学、边讲边实验为好。

2．揭露物理知识的实质和突破难点的实验：这类实验应抓住关键时刻进行。如讲变压器的输入功率与输出功率有关，输出增大输入相应增大，学生感到抽象，这时教师将准备好的实验演示一次就行啦！又如物体在人眼视网膜上生成的是倒立象，为什么人看见物是正立的呢？也只要做一次实验就能化无形为有形，学生感觉好懂了。

3．验证定律的实验：这类实验往往在分析总结后进行。如初速度为零的匀加速运动过程中前一秒、前二秒……所经过的路程之比为1:4:9…，这应在分析后进行实验。这样，学生带着问题去观察，目的明确，效果较好。同一实验因教材对它处理方法不同，可以作为导出实验，也可以作为验证定律的实验来处理，这完全根据实际情况来决定。

4．说明物理知识在工农业生产和科学技术上的应用的实验：这类实验可在讲完有关内容或复习时进行。例如光电效应在自动控制技术上的应用，恒温箱的原理等就属于这一类。

另外还有各种不同目的和要求的实验，如训练学生使用基本仪器的技能的实验：天平、游标尺、气压计、电表等，这些大部分是放在学生分组实验内去完成的。

在准备实验时一定要目的明确，防止为实验而实验。演示时现象要清晰，引导学生观察要有明确目的，要区分现象和本质，要启发学生积极思维，使感性认识上升到理性认识上来。另外一个重要问题是在实验中要使学生逐步理解到：实验是为了探索某一规律而设计出来的一种装置，并在人工控制下进行的。它要排除外界干扰和某些次要因素，重点突出所

探讨的问题，因此常常把物体理想化或在理想化的条件下做实验。只有这样才能做到在向学生传授知识的过程中培养学生的科学精神。

简化光路图成象规律判别法

辽宁省锦州铁路第一中学　辛懋诚*　郭立中

在几何光学教学中，经常发现学生乱套成象公式，并有“实象总是倒立，虚象总是正立”的错误观念。为使学生熟练掌握几何光学的基本概念，关键是要解决共轴透镜组的成象问题。

薄透镜和球面镜的成象原因虽然完全不同，前者由于折射，后者由于反射，但所成象的性质十分类似。其成象规律——物的位置与象的位置、象的倒正、象的虚实、物沿主光轴移动时象的移动方向、物象移动速率大小等均由如下两个公式制约：

$$\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$$

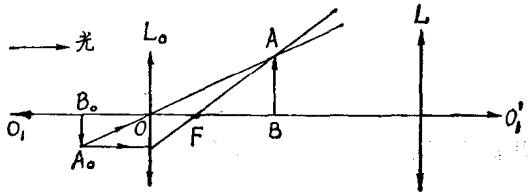
$$k=\left|\frac{v}{u}\right|。$$

若从上面两个公式来研究透镜成象规律，可靠固然可靠，但却比较抽象。在日常教学中常有用列表法表述成象规律的，但又繁琐不易记忆。为了解决这一问题，我们引导学生总结

* 辛懋诚同志系特级教师。

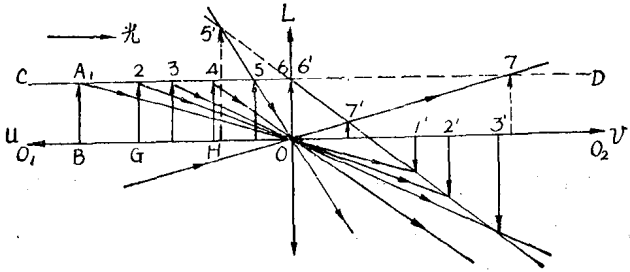
出一种直观、形象并且较为容易掌握的透镜成象规律的判断方法——简化光路图成象规律判别法。这里，先以凸透镜为例，然后将所用的方法推广到凹透镜和球面镜。

如图一所示，将发光体 A_0B_0 放置在凸透镜 L_0 的主光轴上，且在焦点之外，它生成一个实象 AB。象 AB 即为所要研究的薄透镜 L 的物。



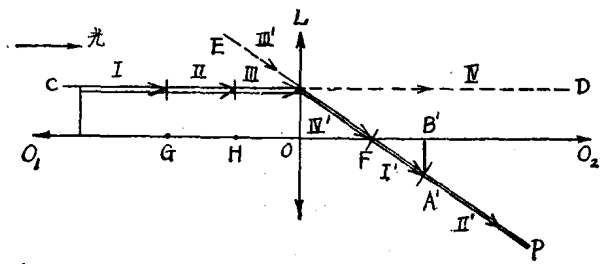
图一

物 AB（其端点 A 在与主光轴 O_1O_2 平行的直线 CD 上，端点 B 在主光轴 O_1O_2 上）始终在与 O_1O_2 垂直方向上自左至右移动。若物 AB 分别在位置 1、2、3、4、5、6、7，由几何光学作图法很容易得到其相应的象在位置 1′、2′、3′、4′、5′、6′、7′（因 AB 在位置 4 时恰为 $u=f$ 处，象在无限远）。从图二可



图二

以看出象的倒、正、虚、实、放大或缩小，但线条较多，比较杂乱，不易记忆，为此将光路图二简化为图三的形式。



图三

物 AB 的端点 A 移动轨迹为直线 CD，端点 B 移动轨迹为 O_1O_2 直线，象 $A'B'$ 的端点 A' 点移动轨迹为 EP 直线，端点 B' 点移动轨迹为 O_1O_2 直线(物 AB，象 $A'B'$ 在移动过程中始终与主光轴 O_1O_2 垂直)。从图三可以清楚地看到：

1．分别以焦点 F 的对称点 H、$u=2f$ 的 G 点和光心 O 点为参考点，将物 AB 移动的区域分为 I、II、III、IV (虚物)区域。其相应的象 $A'B'$ 移动的区域为 I'、II'、III' 和 IV'。

物在参考点 G、O 开区间内，象是放大的，即 $|k|>1$ (其中当物在 H 点时，象是不存在的)；物在参考点 G、O 开区间之外，象是缩小的，即 $|k|<1$，物在参考点 G 或 O 时，象是等大的，即 $|k|=1$。

物在参考点 H、O 开区间之内成虚象；物在参考点 H、O 开区间之外，成实象(在 O 点成实象)。

物在参考点 H 的左侧，其相应的象为倒立的；物在参考点 H 的右侧，其相应的象为正立的。

例如：物 AB 在区域 I 中移动，其象相应在区域 I' 中移动，成缩小的倒立实象。物 AB（虚物）在区域 IV 中移动，其象在相应区域 IV' 中移动成缩小的正立的实象。

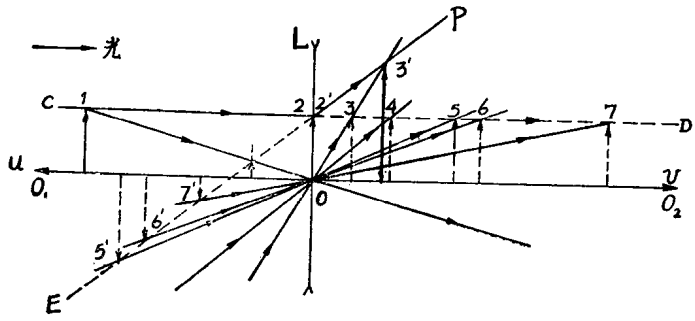
2．从图三可以看出，物 AB 的端点 B 沿主光轴 O_1O_2 移动，物 AB 占据直线 CD 与主光轴 O_1O_2 直线所夹区域，而象 $A'B'$ 的复盖区域是 EP 直线与主光轴 O_1O_2 所夹区域。

3．用图三可以比较物速与象速。

例如：物 AB 在区域 I 中移动即 $u\in(2f,\ \infty)$，象 $A'B'$ 在 I' 区域移动即 $v\in(f,\ 2f)$，u 的范围大于 v 的范围，显然物速大于象速。对图三全面分析可以看到，当放大率 $|k|>1$ 时（即物在 II，III 区内移动），象的移动速率比物的移动速率大；当 $|k|<1$ 时（即物在 I，IV 区内移动），象的移动速率比物的移动速率小；当 $|k|=1$ 时（即物移动通过 G 点时），象的移动速率和物的移动速率相同。

4．从图三可以看出物速与象速的方向关系，对透镜是相同的，对球面镜两者方向相反。

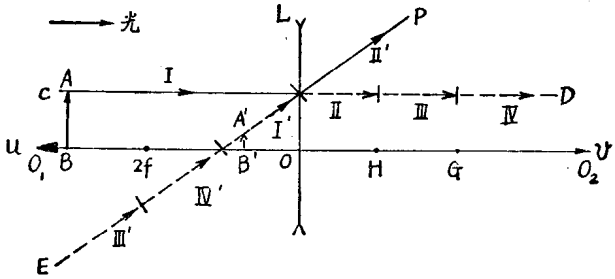
例如：物 AB 在 I 区中从∞移向 $2f$ 点（即 G 点），其象



图四

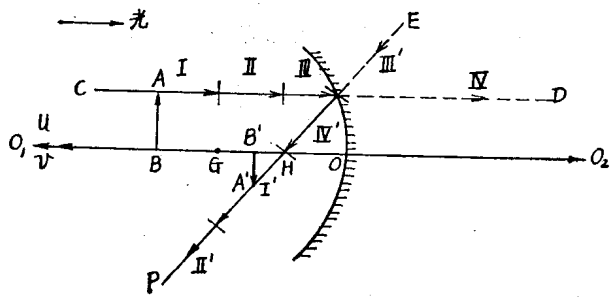
$A'B'$ 在区域 I' 中由 f 点移向 $2f$ 点。

同样，对于凹透镜可以将其光路图四简化为图五的形式。从这种简化光路图出发，按照上述对凸透镜的分析，也可以得到直观、形象便于记忆和掌握的成象规律。

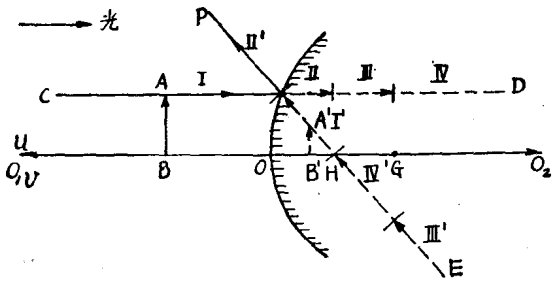


图五

凹面镜成象的简化光路图如图六所示；凸面镜成象简化光路图如图七所示。凹面镜与凸透镜、凸面镜与凹透镜的成象规律分别相似。这一点，很容易用简化光路图成象规律判别法得到。



图六



图七

中学物理中的电势分析法

湖南省岳阳一中特级教师　游新金

现行中学物理教材中，编入了“含有反电动势的电路”一节，给电路计算增大了难度。对于这一课题的教学只有从闭合电路中电荷能量的转换和守恒定律出发，分析电路中电势变化情况，归纳出有关电路的计算方法，才能使学生得到较好的理解。本文将从闭合电路中电荷能量转换入手，介绍基本电路电势分析式，并举例说明其应用。

一、闭合电路中电荷势能的转换

1. 电源电动势，导体电阻，负载的反电动势

电动势是电源的属性之一，它表示电源将别种形式的能转变成电能的本领的大小。干电池的电动势1.5伏特，表示

每库仑正电荷在干电池内，由于非静电力的作用，有1.5焦耳的化学能转变成电荷的电势能。可见，电动势的伏特数等于每库仑电量获得电能的焦耳数。

电阻是导体的属性之一，它表示导体对电流阻碍作用的大小。电流通过导体时，电荷的电势能转变成导体的内能。可见，电阻在电路中的作用是消耗电能转换成热能。导体上电势降落（IR）的伏特数等于每库仑电量通过导体时电能转变成热能的焦耳数。

反电动势是负载的属性之一，它表示负载将电能转变成除热能外的其它形式能的本领的大小。电动机的反电动势$E_{反}=125$伏特，表示每库仑正电荷在电动机内，有125焦耳电能转变成机械能。可见，负载的反电动势在电路中的作用是消耗电能转变成除热能外的其它形式的能。反电动势的伏特数等于每库仑电量消耗电能转变成除热能以外的别种形式能的焦耳数。

2．闭合电路中电荷能量的转换和守恒情况

内路上，电荷获得电能，同时克服内电阻消耗一定的电能。

外路上，电荷消耗电能转变成其它形式的能。电流通过电阻器时电能转变成热能，电流通过有反电动势的负载时消耗电能转变成其它形式的能和部分热能。

3．电路中各点的电势及其变化情况

顺电流方向看，电源正极电势最高，负极电势最低。经内路由负极到正极，电势跃升，但同时有一定的降落。经外路由正极到负极，电势总是降落。

对于确定的零电势而言，某点A的电势$U_A=5$伏特，在

数值上表示一库仑正电荷放在 A 点时具有5焦耳的电能。电路中某两点 A、B 的电势差 $U_{AB}=U_A-U_B=220$ 伏特，在数值上表示一库仑正电荷在 A 点时的电能比在 B 点时的电能多220焦耳。或者说，每一库仑正电荷通过 AB 电路时，消耗电能220焦耳(转变成其它什么形式的能，要看电路性质而定)。

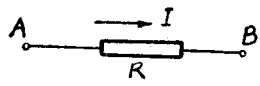
二、基本电路的电势分析法

1. 纯电阻性部分电路(如图一)

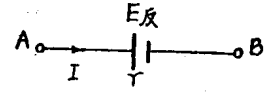
分析：电流从 A 到 B，克服电阻 R，电能转变成热能，根据能的转换和守恒定律，有：

分析式：$U_A-IR=U_B$。

2. 具有反电动势的部分电路(如图二)



图一



图二

分析：电流从 A 到 B，克服反电动势 $E_{反}$，电能转变成别种形式的能，同时克服内电阻 r，电能转变成热能。根据能的转换和守恒定律，有：

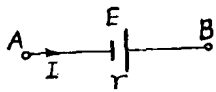
分析式：$U_A-E_{反}-Ir=U_B$。

3. 包括电源在内的部分电路(如图三)

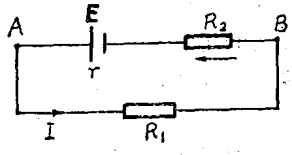
分析：电流从 A 到 B，克服电源内阻，电能转变成热能，同时因非静电力对电荷作功，电荷又获得电能。根据能的转换和守恒定律，有：

分析式：$U_A-Ir+E=U_B$。

4. 纯电阻性闭合电路(如图四)



图三



图四

分析：在电路上取 A、B 两点，把它分成两个部分电路。$A\rightarrow R_1\rightarrow B$ 为纯电阻性部分电路，其分析式为：

$$U_A-IR_1=U_B, \tag{1}$$

$B\rightarrow R_2\rightarrow A$ 为包含电源的部分电路，其分析式为：

$$U_B-IR_2-Ir+E=U_A。 \tag{2}$$

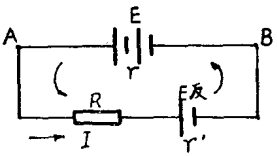
5. 更一般的闭合电路(如图五)

分析：在电路上仍取 A、B 两点，将电路分成两个部分电路。$A\rightarrow R\rightarrow E_{反}\rightarrow B$ 的分析式为：

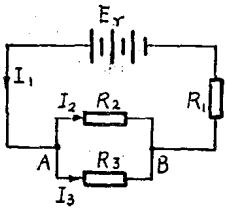
$$U_A-IR-Ir'-E_{反}=U_B, \tag{1}$$

$B\rightarrow E\rightarrow A$ 的分析式为：

$$U_B+E-Ir=U_A。 \tag{2}$$



图五



图六

三、电势分析法的应用举例

[例一] 图六中 $E=12$ 伏特，$r=1$ 欧姆，$R_1=7$ 欧姆，

$R_2=3$ 欧姆，$R_3=6$ 欧姆。求通过每个电阻的电流强度、每个电阻两端的电压和路端电压。

解一：应用欧姆定律解答。

$$R_{AB}=\frac{R_2\cdot R_3}{R_2+R_3}=\frac{3\times 6}{3+6}=2\text{ 欧姆。}$$

$$I_1=I_{AB}=I=\frac{E}{R_{AB}+R_1+r}=\frac{12}{2+7+1}=1.2\text{ 安培。}$$

$$I_2=\frac{R_3}{R_2+R_3}\,I=\frac{6}{3+6}\times 1.2=0.8\text{ 安培。}$$

$$I_3=I-I_2=1.2-0.8=0.4\text{ 安培。}$$

又　$U=E-Ir=12-1.2\times 1=10.8$ 伏特。

$$U_1=I_1R_1=1.2\times 7=8.4\text{ 伏特。}$$

$$U_2=U_3=U_{AB}=I_{AB}\cdot R_{AB}=1.2\times 2=2.4\text{ 伏特。}$$

解二：应用电势分析式解答。

将 A、B 两点间看成三个部分电路，分别列出三个电势分析式，即：$A\to R_2\to B$ 部分（纯电阻性部分电路），分析式为：

$$U_A-I_2R_2=U_B\text{ 化为 }U_{AB}=I_2R_2,\qquad(1)$$

$A\to R_3\to B$ 部分（纯电阻性部分电路），分析式为：

$$U_A-I_3R_3=U_B\text{ 化为 }U_{AB}=I_3R_3,\qquad(2)$$

$B\to R_1\to E\to A$ 部分（含源部分电路），分析式为：

$$U_B-I_1R_1+E-I_1r=U_A\text{ 化为}$$

$$U_{AB}=E-I_1R_1-I_1r。\qquad(3)$$

再考虑电流之间的关系，有：$I_1=I_2+I_3$。　(4)

解 (1)、(2)、(3)、(4) 四个方程，代入已知数，可得解一中的同样答案。

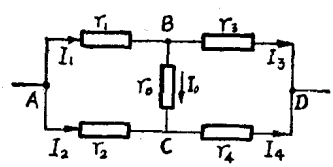
对于这个例题，两种解法的繁简难易并没有多大区别。而对另一些复杂问题，应用电势分析法常常可使解题的过程简

捷得多。还有一些无法应用欧姆定律解的问题(也不便于用克希霍夫定律解),也可以用电势分析法方便地得到解答。下面再举一例予以说明。

[例二] 图七中，$r_1=r_2=r_3=10$ 欧姆，$r_4=30$ 欧姆，$r_0=100$ 欧姆，$U_{AD}=10$ 伏特。求通过 r_0 的电流强度，并讨论什么情况下 $I_0=0$。

解：这个题中 A、D 间虽为一纯电阻性电路，但因 r_0 跟其他四个电阻的连接关系不是简单的串联并联关系，流过 r_0 的电流方向也不知道，因此很难用欧姆定律解答，而运用电势分析法解答，途径容易发现，过程也比较简单。

假定电流方向如图七所示。



图七

从 $A\to B\to D$ 部分电路看，有：$U_A-I_1r_1-I_3r_3=U_D$，化为

$$U_{AD}=I_1r_1+I_3r_3。\qquad(1)$$

从 $A\to C\to D$ 部分电路看，有：$U_A-I_2r_2-I_4r_4=U_D$，化为

$$U_{AD}=I_2r_2+I_4r_4。\qquad(2)$$

从 $A\to B\to C\to D$ 部分电路看，有：$U_A-I_1r_1-I_0r_0-I_4r_4=U_D$，化为

$$U_{AD}=I_1r_1+I_0r_0+I_4r_4。\qquad(3)$$

从电流间的关系看，有：

$$I_1=I_0+I_3,\qquad(4)$$

$$I_4=I_0+I_2。\qquad(5)$$

解 (1)—(5) 式，代入已知数，得 $I_0=-\frac{1}{45}$ 安培。

$I_0<0$，表明 I_0 的方向与假定的相反。

要 $I_0=0$，即电桥平衡，则应满足下面的条件：

$$\frac{r_1}{r_3}=\frac{r_2}{r_4}。$$

中学物理教学中培养学生思维能力的探讨

山东省诸城县相州中学特级教师　徐德新

在中学物理教学中要培养学生各种能力，但其核心是抽象思维能力。本文就抽象思维能力的培养，结合教学实际谈一点粗浅的认识和体会。

一、抓好“双基”是培养学生思维能力的基础。

教学实践证明，思维能力与“双基”是紧密联系着的，它们是相辅相成的。扎实、牢固的“双基”是培养思维能力真正的营养和基础；思维能力的发展，又是进一步深化、开发“双基”的重要条件。因此，在平日的教学中，必须把功夫用在“双基”上。

思维能力的提高不是一朝一夕的功夫，也不是单纯采用某一种教学方法所能奏效的。它是由多方面因素决定的，是日积月累的成果。在诸因素中，抓好“双基”是根本的一环。有人说基础知识后劲大，的确如此。对学生来说，基础知识的掌握不仅对当前的学习起重要作用，对他们将来的工作也有深远的影响。从事工作几十年的同志，从学校毕业到现在这段时间里，科学技术飞速发展，仍能适应当前工作的需要，这与他们的基础打得牢是有直接关系的。“文化大革命”中大搞

“三机”、“二线”、“一泵”，培养什么解决实际问题的能力，其结果走向了反面。由于没学好概念和规律，即使能学会一点实际操作本领，也只能停留在能安装一盏电灯、能开动一部柴油机的水平上，抽象思维能力的培养只是一句空话。

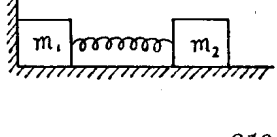
“双基”的教学过程也是一个思维能力培养的过程。因此，不应该把“双基”教学同思维能力的培养割裂开来甚至对立起来，应把它们有机地结合起来进行。从而既学好了“双基”，又提高了思维能力。

二、启发式教学是打开学生思路，培养抽象思维能力的钥匙。

中学物理教学大纲中明确指出：“物理教学要用启发式。”它的优点可以归纳为两点：其一，是能调动学生学习积极性。启发得当，可以使学生处于紧张的思维状态中，这样，思维能力得到了锻炼，也为一堂课的成功奠定了基础。其二，启发式教学是在教师的指导下，依据教学的需要，有计划有目的地进行的。因此，还可以起到训练学生的正确思维方法的作用。

在启发过程中，向学生提出的问题应是围绕教学重点，能唤起学生积极思索的关键性的问题。防止提出只能让学生回答“是”(对)或“不是”(不对)的问题，把启发教学变成简单的机械的问答式教学。另外，也要防止过多的提问，把教学的中心内容搞得支离破碎，不能形成完整的概念。因此，要使启发达到预期的目的，必须在课前精心设计，切不可掉以轻心。

例如：两个质量分别为 m_1 和 m_2 的物体，用质量不计、倔强系数为 K 的弹簧连接起来，放在光滑的水平面上，并使 m_1 靠在



固定的墙上。先用水平向左的推力推动 m_2，使弹簧压缩 ΔL，然后撤去这个水平推力，则 m_2 在弹力的作用下向右运动，运动过程中当弹簧有最大拉伸时，m_2 的速度是多大？

面对这样的问题，学生往往无从下手。分析其原因，是物理过程搞不清楚，物理模型建立不起来。我们知道物理规律是不变的，但物理现象却千差万别，如果不能从万变的物理现象中找出它的发展过程及每一阶段所遵循的物理规律，问题就不会得到解决。在这种情况下，不要急于把解答告诉学生，而应提出一系列问题引导学生逐步认识这一物理过程。

(1) 弹簧被压缩，弹簧具有的弹性势能是从哪里来的？

(2) 分析撤去加在 m_2 上的外力后，m_1、m_2 受力的大小及方向。由此得出这时只有 m_2 运动。

(3) 这时 m_1、m_2 构成的系统动量是否守恒？为什么？

(4) 作用于 m_1、m_2 上的力在什么时刻消失？此后 m_2 将怎样运动？

(5) 分析这时 m_1、m_2 受力的方向。

(6) 这时系统动量是否守恒？为什么？

(7) 要使弹簧有最大拉伸，应满足什么条件？

这些问题搞清了，物理模型就可以建立起来，问题就能顺利得到解决。

三、挖掘教材中培养思维能力的因素，有效地进行教学，是培养思维能力的重要措施之一。

现行教材和大纲的最显著的特点就是十分注重能力的培养。编者在编写中充分体现了这一思想。在某些章节中还介绍了重要实验的设计思想，定律、定理的推导过程，让学生了解和学习科学家的思考方法。安排较多的演示实验和学生实

验。课本重视了对证明题、讨论题的讨论研究，有意识地培养学生的语言表达能力、逻辑推理能力和想象能力。课本中还有计划地安排了一些"有兴趣的同学还可以进一步讨论（研究）"的题目，对激发学生学习物理的兴趣、培养学生思维能力起了诱导的积极作用，使学生学得生动活泼，妙趣横生。

四、一题多变、一题多解对开拓学生思路、培养思维能力大有裨益。

学生解题的过程是一个思维活动十分活跃的过程。此时，教师因势利导，可以展宽和加深学生的思维活动。我们常常抓住典型题目进行多次变化，步步加深，增加难度。由于变化，与原题目相比，既有共性又有个性，学生必须周密分析思考，才能找出异同点和规律，从而确定新的解题方法。这对发展思维能力，培养学生对具体问题作具体分析、灵活运用物理规律的能力起了较好的作用。

一题多解是从不同的角度运用不同的物理规律，沿不同的途径，采用不同的方法解同一题目。这样做可以使学生把学过的知识从纵横两个方面联系起来，把原来认为孤立的互不相干的知识结为一体。物理学中这一类的事例很多，诸如力学体系中的动量定理、动能定理、动量守恒、机械能守恒等都是由牛顿运动定律与运动学的规律派生出来的。因此，这一类的题目就可以通过不同的渠道解出。这对于进一步认识各部分之间的联系，开拓学生的思路，加深对问题的理解，提高思维能力都是很有好处的。

这种处理方法，不仅起到使学过的知识取得纵横的联系的作用，由于学生在探索过程中兴致很高，往往引起激烈的争论，使思维活动达到高潮。因此，在培养学生学习物理兴趣方

面也起到推动作用。

五、做好物理实验可以起到培养实验技能和发展抽象思维的双重作用。

物理学中的概念和规律是从若干物理现象中去粗取精、去伪存真、归纳、概括出来的本质的、规律性的东西。在做实验的过程中，学生必须弄懂原理，认真观察实验的全过程，记录数据，然后进行分析归纳，才能从中找出规律。因此，实验的全过程也是学生思维活动非常活跃的过程。所以，做好物理实验，不仅可以让学生掌握一定的实验技能，在发展思维能力方面也能起重要的作用。

教材处理要注意传授知识和培养能力相结合

——谈《电磁感应》一章的教材处理

山西省运城中学特级教师　潘思嶂

教学过程既是传授知识的过程，也是培养能力的过程。培养能力应该寓于知识传授之中，只有二者紧密结合，才能见效。教材是"教"和"学"的主要依据，为了完成传授知识和培养能力的双重任务，必须深入钻研教材，结合学生实际，对教材进行适当的处理。诸如重点如何突出，难点怎样突破，演示和论述怎样配合，教学程序怎样按思维规律进行安排等等，都是教材处理所应考虑的问题。

高中物理第四章《电磁感应》与旧教材相比，理论上有较大的提高，注意了培养学生观察能力和思维能力，教给学生通

过实验研究问题的科学方法。教材对能力培养比较重视，但对能力培养与基础知识讲解的紧密配合注意得不够。为了做到传授知识和培养能力相结合，应该研究教材的前后联系，明确要传授哪些基础知识，发掘教材中培养能力的有利因素，对教材进行适当的处理，弥补教材的不足之处。下面谈谈对这一章教材的处理意见。

这一章可分为四个单元讲授，第一单元主要研究切割磁力线所发生的电磁感应现象，分两节课进行。

第一节«感生电流»，从洛仑兹力出发推出产生感生电流的条件("相对运动")，联系初中知识，复习右手定则，完成课本图 4-2 至图 4-4 的三个实验。在本节后留一个思考题："整个线框在匀强磁场中平动时，有没有感生电流产生？为什么？"第二节«感生电动势»，建立感生电动势的概念。导出公式 $\varepsilon = Blv\sin\theta$，并用它解释上节留下的思考题。完成课本图 4-5 的实验。指出感生电动势是比感生电流更重要更本质的物理量。

第二单元在研究用切割磁力线无法说明的现象的基础上，运用磁通量观点概括得出更普遍的结论，也分两节课。

第一节«电磁感应»，通过图 4-6 及图 4-7 的实验，提出用"相对运动"的提法不能概括所有的电磁感应现象的条件，需要用另外的物理量来概括。从而用磁通量概念总结出产生感生电流的普遍结论。这一节后面可配备以下思考题："矩形线框在不均匀磁场中平动时，有无感生电流产生？"第二节«感应电场»，介绍感应电场的初步概念。利用公式 $\varepsilon = Blv\sin\theta$ 推导出 $\varepsilon = \dfrac{\Delta\varphi}{\Delta t}$，得出法拉第电磁感应定律。总结说明"磁通量"

观点是较"相对运动"观点更普遍、更一般的观点。

第三单元一节课《感生电流的方向》，运用具有普遍意义的磁通量观点，通过实验总结出楞次定律，说明右手定则是楞次定律的特殊情况，但同时指出两者各有其使用价值。

最后一个单元两节课，《自感》、《涡流》，研究电磁感应现象的两个特例。

为什么要这样处理？这样处理有什么好处呢？

第一，逻辑性强，有利于培养抽象思维能力。高二年级的学生逻辑思维能力较高一年级有较大的提高，越来越多地运用抽象思维来思考问题。这一章与前后有关章节的联系十分密切，在培养抽象思维和逻辑思维能力方面有着许多有利的因素。在第二章《电流》中曾用电子论解释了欧姆定律，在第三章《磁场》中又利用电子论推断出洛仑兹力的存在，并导出公式 $f=qvB\sin\theta$，从理论上巩固和发展了金属电子论的知识。因此在这一章中，从洛仑兹力出发引导学生经过逻辑推理，判断出导体与磁场做相对运动时就可能出现感生电流，这对启发学生的想象能力和推理能力是很有意义的。教材在完成了图 4-2 至图 4-4 的三个实验以后，提出了"是不是只要导体和磁场之间有相对运动，就一定会有感生电流产生呢？"接着就做整个线框在匀强磁场中平动的实验（图 4-5），结果是没有感生电流产生。为什么得到否定的结果，教材却没有给以合乎逻辑的解释，而是接着转入下面的两个实验。这里，学生自然会产生疑问：既然"相对运动"的观点能够解释感生电流的产生原因，那么为什么有时发生了相对运动却没有感生电流？而有时没有相对运动却仍然有感生电流？为什么要用"磁通量"的观点而不用"相对运动"的观点来表述感生电流的

产生条件？到底这两种观点有什么逻辑关系？这就会导致学生对基础知识产生怀疑，影响概念的清晰理解。如果在完成了前三个实验以后，不急于提出新的问题，而是引导学生用洛仑兹力理论对整个线框在匀强磁场中平动时不产生电流的原因进行探讨，将对电磁感应现象的本质获得更深刻的认识，抽象思维的能力也将再次得到提高。因此，在完成前三个实验后布置前述的思考题，让学生进行研究和讨论，不仅对培养能力是有意义的，也为第二节课作了知识准备，符合逻辑思维的规律。

对于后面图 4-6 的实验，线圈在“磁场之外”，没有发生相对运动也会产生感生电流，学生一定也会产生“为什么”的问题。教材在这里不提感应电场，学生的疑问得不到解答，也对思维发展起了抑制作用。因此在第二单元中应该介绍感应电场的概念，既使知识得到深化，也使抽象思维能力进一步得到提高。况且在后面第六章《电磁波》里，还要用到这些知识。教学实践表明，学到电磁波时才介绍麦克斯韦电磁理论，常常感到突然和生硬。好象这理论是麦克斯韦头脑里想出来的，又好象电磁理论的意义只是论证电磁波的存在。因此在教《电磁感应》时介绍感应电场也为后面学习作了必要的准备，对培养科学的思维方法、树立辩证唯物主义观点也是有意义的。

第二，突出本质，有利于培养分析问题的能力。所谓“分析”，是指通过对事物各部分的研究探求其本质的一种思维方法。电磁感应虽然是指产生感生电流的现象，但感生电流的获得，首先是因为有感生电动势产生，从感生电动势上去分析电磁感应现象才是抓住了本质。例如整个线框在匀强磁场中平动时，虽然没有感生电流，但仍有感生电动势，从本质上看，

不能说没有电磁感应现象发生。课本中对这一关键性的实验既没给以正面解释，也没给以必要的启发引导，而恰恰是用这个实验来否定前面提出的问题，把这个实验作为引出新的结论的转折。这就使这个实验起了掩盖本质的作用，不利于培养分析能力。另外在电磁感应现象中，电路里各点电势高低的判断，也是教学中的一个难点，应该把感生电动势的分析放在重要位置上，使难点得以突破。因此，在教材处理上应该突出感生电动势的地位，以培养学生从本质上分析问题的能力。在第一节课讲了感生电流之后，第二节课就讲感生电动势。建立了感生电动势的概念之后，接着就分析上一节留下的思考题，并强调感生电动势是比感生电流更本质的物理量，再辅之以适当的练习。这对提高分析电路问题的能力是很必要的。

第三，分散难点，集中解决主要矛盾。《电磁感应》是电磁学的重要内容，也是难度较大的一章，因此在教材处理上，难点不宜过分集中。教材中第一节《电磁感应现象》主要是分析电磁感应现象的产生条件，需要通过六个实验逐步深入地层层分析，才能得出结论。而在分析过程中又插入一个新概念"磁通量"，这就给教学带来较大的困难。当然从科学性上来说，这样建立的磁通量概念能较好地反映它的物理本质。但教学实践表明，这样做并不能使学生一下子就理解它的物理意义。由于难点过于集中，思维能力赶不上去，反而使磁通量的概念模糊而淡薄，甚至觉得很难理解，使这一节本来难度就较大的教材变得更难了。因而冲淡了对电磁感应发生条件这个主题的注意力，培养能力的目的也不易达到。因此，我们除了把这一节分为两个单元，增加消化的时间以外，还把磁通量的概念放到上一章里去讲（也可以在上一章先从磁力线角度

作初步介绍，这里再补充讲解 $\phi=BS$)。同时在第二单元中增加了矩形线圈在不均匀磁场中平动的思考题，以进一步认识磁通量的物理意义和用磁通量观点表述感生电流条件的普遍意义，加深对电磁感应现象的本质的理解。这样处理在传授知识上有利于集中解决电磁感应发生条件这个主题，在培养能力上有利于贯彻培养分析概括能力这个主要意图。由于分散了难点，可以较好地解决主要矛盾。

第四，条理清楚，有利于提高解决问题的能力。我们知道，电磁感应的规律可以用感应电动势的一般公式表示如下：

$$\varepsilon=-\frac{d\phi}{dt}=-\int_S\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t}d\boldsymbol{S}+\oint_L \boldsymbol{v}\times\boldsymbol{B}\cdot d\boldsymbol{l}。$$

此式表示感应电动势的大小和方向决定于磁通量变化的情况$\left(\frac{d\phi}{dt}\right)$，而磁通量变化又包括两种特殊情况：一种是 $\boldsymbol{B}$ 只随 t 而变$\left(\frac{\partial B}{\partial t}\neq 0,\ v=0\right)$，另一种是 $\boldsymbol{B}$ 不随 t 而变$\left(\frac{\partial B}{\partial t}=0, v\neq 0\right)$，这两种情况下产生的电动势即所谓感生电动势与动生电动势*。当然更普遍的现象是这两种情况同时发生。但我们采取先分别研究两种特殊情况，然后再概括起来得出普遍结论的方法，条理分明，层次清楚，更符合学生的思维规律，因而形成的概念也比较清晰。教材着意要培养的分析概括能力和通过实验研究问题的科学方法的意图不会受到削弱，相反的，由于思路清晰，难点分散，概念明确，思维的发展更有节奏，在培养能力方面当会收到更好的效果。另外，感生电动势与动生电动势在概念上具有相对独立的意义，在某些情况下可以通过坐标变换消除二者的界限，但在普遍情况下，不能通

* 感生电动势和动生电动势在中学课本中一律称感生电动势。

过坐标变换消除二者的界限。因此我们把切割磁力线这种现象的规律(如判断电流方向的右手定则,计算动生电动势的公式 $\varepsilon = Blv\sin\theta$)从普遍的磁通量观点中明确地分列出来，在一定程度上反映了感生电动势与动生电动势之间这种相对独立的关系。在应用电磁感应规律解决具体问题时，首先明确是运用"相对运动"的观点还是运用"磁通量变化"的观点，根据具体问题采取相应的解决办法。这样做对提高解决具体问题的能力有明显的效果。如果只强调把电磁感应的规律统一到磁通量变化这个普遍结论上来，学生并不一定能深刻领会它的理论上的意义,反而会使电磁感应的规律变得难于掌握,在解决具体问题时思路不清,方法不力。

本文在准备过程中曾得到山西师院罗世彬、张维勋同志的热情帮助,特表感谢!

及物和说理的训练与学生能力的培养

福建省教育学院　康锦堂

及物和说理是知识与能力相互转化的主要途径

使学生掌握知识和培养学生能力，是中学物理教学的主要目的。掌握知识,主要是了解基本物理现象的形成,理解基本物理概念的意义,理解基本物理规律的建立,懂得物理理论的论证,并且了解它们的应用。培养能力,核心是发展思维能

力，同时发展观察能力和动手能力，并且发挥这些能力在进行物理实验、运用数学工具解决物理问题和自学等方面的作用。

虽然物理基础知识的教学和能力培养的要求不同，但它们在教学过程中总是相辅相成的。寓能力培养于知识教学之中，学生能力的发展才有必要的基础和媒介；溶知识的教学于能力的培养之间，理解知识的深刻性和运用知识的灵活性才能不断得以提高。因此，知识的教学和能力的培养必须同时抓好。

知识和能力可以通过一定的途径实现相互的转化。我认为，学生的学习实践是知识和能力相互转化的主要途径。

学生的学习实践主要有：听课、读书、解题和及物等。及物，即通过观察和操作，广泛而深入地触及客观物理世界。

但是，由于受片面追求升学率的影响，当前物理教学中，学生的及物训练往往被忽视，课堂和课外的解题练习也偏重于计算题，忽视了运用语言文字记叙、说明、议论物理问题的练习，即说理的训练。这种倾向如不加以扭转，中学物理可能成为既乏"物"又缺"理"的畸形学科。

及物是认识的源泉，说理是理解和运用知识的重要手段，它们都是学生学习实践的常见形式。在教师的指导下，学生通过及物和说理等实践，使智力和知识相结合，并转化为能够顺利学习和工作的心理特征，即能力。另一方面，发展了的能力又通过及物和说理等实践，使对知识的理解和运用发展到新的广度、深度和高度。例如，在"动量定理"的教学中，除了由加速度的概念和牛顿第二定律导出 $F\cdot\Delta t=\Delta P$，即"冲量等于动量的增量"的结论外，还应当让学生了解定理的证明方

法。同时，如果在引入新课时，引导学生回顾在日常生活中观察到的玻璃杯落到硬地和软地出现的不同结果；在新课后，引导学生动手做如图的实验，让学生得出如下结论："如果突然用力拉 b 线，则 b 线断而 a 线（与 b 线同粗细）不断；如果用平稳而逐渐加大的力拉 b 线，则 a 线断而 b 线不断。"然后要求学生解释这些现象。这样，通过及物和说理的训练，学生的观察、动手和思维能力提高了，同时对动量定理的理解和运用也进一步深刻和灵活了。



因此，物理教师必须从兴趣的启发、习惯的培养、技能的训练、方法的引导等方面，教导学生勤于并善于及物和说理，恢复物理学既有"物"又有"理"的原貌，使学生的物理基础打得扎实一些。

及物训练与学生观察能力的培养

学生对物理世界的观察能力，表现于感觉器官对客观事物作出反映的广度、深度和灵敏度，而这些表现取决于学生观察的广泛性、客观性和辩证性等素质。教学实践说明，物理教学很有利于改善学生的这些观察素质。物理教师应当千方百计改善学生的观察素质。

一、引导学生多看，多动手，改善学生观察的广泛性。

首先，必须尽最大努力做好演示实验，让学生多动手做实验；其次，要创造条件，让学生多观察自然现象、生产实际、生活实例、仪表、模型、图表、幻灯片、电影，使学生对各类物质的物理属性、各种物理现象的特征及变化过程都有较宽广的视

野和较丰富的感性认识，同时使学生的视、听、触等器官都得到必要的训练。

二、引导学生认真细致地观察，改善观察的客观性。

物理世界虽然是客观存在着的，但是要使它在学生的脑子里得到真实、精细的反映，必须在教师指导下，有目的地进行训练，并且逐步达到下列要求：

1．准确地判定物体间的相对位置，正确观察并读出各种仪表的示数。

2．明察秋毫，善于看出小物、微量和弱变化。例如，通过对游标尺、螺旋测微计、无液气压计、水银温度计、示波器等仪表和卡文迪许实验、用灵敏电流计测光电流、用缠绕法测细金属丝的直径等实验的观察，掌握运用"放大"方法观察微弱变化的本领。

3．善于捕捉稍纵即逝的现象。例如，能够同时听到由同一高度、同时开始分别作平抛和自由落体运动两球的落地声；能够在威尔逊云室迅速膨胀的瞬间看到α或β射线的径迹。

4．善于洞察较隐蔽的现象。例如利用缝观察衍射时，能够找出缝必须足够狭这一隐蔽条件。

5．从各个侧面或局部观察某一事物的全面或全局，或在延续的各个阶段上观察一种现象的全过程。

三、引导学生手脑并用，改善学生观察的辩证性。

实际现象往往是错综复杂的，即使是简单的现象也在发展变化之中。因此，必须引导学生运用全面的、发展的、相互联系的观点和方法进行观察，并逐步达到下列要求：

1．透过现象看本质。例如，在学习离心水泵的工作原理时，通过观察和分析起动前向泵里灌水的实验，理解其本质是

大气压的作用，而不是什么"吸力"将水抽上去。

2．分析现象变化的条件，搞清与某一时刻相对应的一组表征现象状态的物理量。

3．分清相关现象的区别与联系。例如，在观察直线电流的磁力线和环形电流的磁力线之后，能够想象环形电流的磁场是直线电流磁场的变形。

4．合理地分解复杂的现象。例如，把平抛物体运动分解为水平匀速和自由落体运动；把实际的简谐振动想象是匀速圆周运动的投影。

5．抓住复杂现象的主要特征或确定主要的研究对象。

6．从较高的起点看待过去观察的现象。例如，在高中学习楞次定律，是以能的转化和守恒定律为前提，通过演绎推理，然后由实验验证得出的。它比初中学习电磁感应现象，由实验归纳得出右手定则，有了更高的起点。

要提高学生的观察素质，必须先提高教师的观察素质。首先，教师必须善于深入生产和生活实际，深入学生。我在中学任教期间，注意利用节假日和寒暑假，参加工厂的技术革新，参加农村小水电和机械化建设，向市民讲演科普知识，自制仪器勘探当地矿藏，搜集学生的生活经验。其次，必须注意把观察所得的资料加以积累和整理。例如，关于有固定转轴的物体的平衡条件，我搜集了古今中外数十种应用实例，诸如从罗贯中《三国演义》中记载的官渡之战使用的发石车，从中国历史博物馆描来的张衡地动仪的剖面图，到现场拍摄的闻名中外的福建东山风动石和安徽黄山"飞来石"的教学照片，以及从《达尔文主义基础》摘抄的撒尔维亚（Salvia）花雄蕊的杠杆作用及其图片，从科技报刊摘录的利用杠杆装置的捕鼠器

等。这些资料，对激发学生观察的兴趣和充实学生观察的内容，都能起较好的作用。

说理训练与学生思维能力的培养

学生思维能力的培养，主要是通过教师和课本的引导，潜移默化地使学生思考问题能遵循形式逻辑和辩证逻辑的规律，正确运用各种思维方法，准确、迅速、灵活地分析和解决问题。

教师在学生说理训练中的主导作用，主要表现在下列几方面。

一、指导学生使用课本。

1．充分发掘课本有利于说理训练的内容。

课本本身就是说理的范例（当然也难免有缺点和错误）。应当根据说理的要求，引导学生读出课本的"味"和"道"来（即感到课本写得好，又理解为什么要这样写）。例如，仅高中«电场»一章中，运用类比法来建立或阐述概念的就有：万有引力定律与库仑定律(p.3)，重力势能与电势能(p.14)，地理等高线与电场等势面(p.17)，平抛运动与带电粒子在电场中的运动(p.26)，电容器带电与直筒器装水(p.42)等多处。运用反证法的有电场中等势面一定跟场强垂直(p.17)，导体处于平衡状态时表面的场强方向一定跟它的表面垂直(p.35)等多处。

2．要求学生认真答好课本中的说理练习题。

课本中有许多说理题，例如新编«初中物理»第一册的184道练习中，定性说理问题有92道，占50%。1970年版高中上册中的324道练习题中，说理题有81道，占25%。说理题占这样大的比例是必要的。必须让学生认真完成一定量的

说理练习。

二、教师必须作出说理的示范。

教师的讲话、板书、作业批语等，必须力求科学准确，合乎逻辑，言简意赅。仅以"举例说明物理概念"为例，教师必须注意在下列情况下采用举例说明：说明物理概念的范围，形象说明物理概念的意义，运用类比简述概念的意义，阐明某些似同而异的概念的区别，说明物理属性的实际应用，反驳似是而非的判断，等等。同时必须做到：例子的类别划分准确，数量足够，具有典型性和通俗性。

三、针对学生在说理中反映出来的错误，善于进行典型解剖。

例如，学生在论证问题时，常出现下列错误：论题不清，不作结论，结论模棱两可，偷换论题，虚假论据，预期理由，循环论证，论据不足，未论证到底，等等。教师必须通过讲评，指出其错误所在，给出正确的解答。

我在过去的教学中，比较重视对想象能力较差的学生进行比较长期的个别辅导，抓住一些较有利于培养物理图景想象力的课题，例如振动和波、气态方程、电磁感应等，让这些学生多看、多画、多说、多写，然后进行"手把手"式的讲评。实践说明，只要经过一、两年的努力，他们的想象能力就可以有较显著的提高。

如何通过双基教学培养学生能力

天津市第一中学　郭恒诠

发展学生智力、培养学生能力，是为适应当今科学技术的迅猛发展、为实现我国四化任务加紧培养人材，向学校教育提出来的要求。现行中学物理教学大纲和教材都十分重视能力的培养。大纲规定：中学物理教学要培养学生实验技能、思维能力、运用数学解决物理问题的能力和自学能力。如何按照大纲的要求，通过双基教学来培养学生的能力？下面就这个问题谈谈我们的做法和体会。

一、抓教育理论学习，促教育思想转变

通过教学培养学生能力是一件新事物。我们从开始接受这一新事物到以它作为教学改革的重点的实践过程中，曾遇到各种思想障碍和错误认识。如提倡启发式教学，有人怕你启他不发，怕学生提出各种各样问题不好解答，怕打乱授课计划完不成教学进度；要求打好基础培养能力，有人认为自己教学水平低，抓双基教学还抓不过来，哪谈得上培养能力等等。在这样的思想基础上改革教学，固然也会改变一些教法，但很难摆脱旧的教学体系。比如有人认为课堂上多提问就是启发式教学，于是课上频频发问，一些简单而不费思考的问题也都提出来叫学生一一回答，结果又变成充满提问的注入式教学。我们对组内存在的各种思想进行分析，认识到：为什么至

今注入式的教学方法在我们身上如此顽固？除长期以来形成的习惯势力在起作用外，主要是对学生在教学中的地位没有当作主要问题提出来从思想上加以解决。从此我们把转变旧的教育思想作为教学改革的关键，联系教学实际，开展了学习教育理论的活动。经过学习，大家认识到：在教学中，学生自己在感知、思考、记忆，进行脑力劳动，学生的这一认识过程尽管有教师给予指导，但最终只能通过自己的主观努力来完成，其它任何人都不能代替。所以学生既是教育的对象，又是认识的主体。教师必须正确认识学生在教学中的地位，要以学生为主体，改变过去学生在学习中的被动地位，从学生的实际出发，把学习的主动权交给学生，让学生通过各种途径自己去猎取知识。

二、激发学生的学习热情，使学生真正成为学习的主体

学生的能力主要是在掌握知识中发展的，而掌握知识是学生自己的认识过程。因此学生能否自觉地、主动地进入认识过程，是能力发展的内部原因，是培养能力的重要前提。近年来我们开始重视这个问题并作了一些工作，主要有：

1．抓起始年级学生的学习动机。初二刚学物理，就组织这个年级学生参观物理实验室，给他们表演有趣的小实验。并且一定要讲好头一堂绪论课，使他们感到物理这门课程很有趣、很重要，从而产生一定要学好的愿望。

2．经常而恰当地介绍物理学在我国四化中的地位和作用，把物理知识跟学生的生活体验和生产实际联系起来，结合教材讲一点物理学史或科学家的小故事，多做些既有启发

性又颇有趣味的实验，引导学生运用已有知识说明或解决他们感兴趣的问题等等，以激发学生的学习热情，使学生由“要我学”变为“我要学”。

3．帮助学生树立学习信心。我们注意到学生的学习热情和主动精神，最容易因学习碰到困难和挫折而慢慢消失。对待部分学习暂时落后的学生，教师首先要通过各种渠道及时了解情况，又要以父兄的心情爱护他们，以严师的态度要求他们，从思想、学习方法和具体知识等方面有针对性地给予帮助，肯定他们在克服困难中所取得的点滴成绩，鼓励他们树立起必定学好的信心。

三、按照学生的认识规律组织好教学

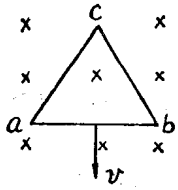
教师在教学中的主导作用，主要体现在按照学生的认识规律组织好教学，使学生的能力在不断获取知识和运用知识的过程中得到发展。

1．增加学生活动，让学生在更多的活动中发展能力。学生的能力都是通过他们的活动发展起来的，并且只有观察他们的活动才能看出他们的能力。因此，我们把增加学生活动作为组织教学的一个重要原则，课上尽量增加学生的活动量，让学生参加多种活动，使学习更加主动。从而在大量活动和多种活动中，能力得到全面发展。经常采用的方法有增加演示、并进实验、启发思考、鼓励发问、组织辩论、边讲边练和让学生复述等。例如讲“用伏安法测电阻”，开始教师提问：用安培表和伏特表测量电阻的原理是什么？随后让全班学生根据原理设计实验电路图。教师找设计不同的两位学生到黑板前，分别把两种不同的电路图（安培表内接和外接）画在黑板上，

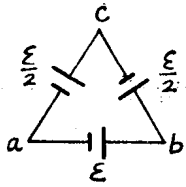
让全班学生观察两图的不同，引起积极思考。然后提出：两种不同电路设计哪个合理？这时开始做实验（取 1kΩ 的待测电阻），让学生读出并记录实验数据，计算出测得的阻值（安培表内接 $R_{内}\approx1.02\,k\Omega$，外接 $R_{外}\approx0.9\,k\Omega$）。最后引导学生应用理论来分析采用两种不同电路测得阻值不同的原因，进而总结出在什么条件下采用哪种电路比较合理。一堂课教师讲的不多，主要是指导学生设计、观察、比较、计算、分析，使学生通过这些活动，探索知识，发展多方面的能力。

2．启发学生思考，做好学生思路的向导。在学生有准备（如经过预习）的基础上，把教学过程变成一连串地提出问题、分析问题、解决问题的过程，是使知识和能力发生有机联系的有效方法。提出问题就是给学生设疑或引导学生自己发现疑惑，这是启发思考的开端，同时也是启发思考的关键。我们根据物理学科的特点，经常从演示实验、观察现象发现矛盾提出问题，激发学生由疑到思，产生解决问题的强烈要求，达到提出问题的目的。分析问题，既要启发学生独立思考获得知识，又要教给学生分析物理问题的一般方法，提高分析问题的能力。解决问题就是通过分析对所提出的问题得出正确的认识，从而建立起新的概念或掌握新的规律。

3．倡导学生间的辩论，教师把关当仲裁。随着学习的深入，学生思维的速度、层次和难度应该通过相应的锻炼而逐步提高。所以我们在课堂上往往抓住适当时机，提出有一定深度和难度的问题，引导学生发表不同见解，展开争辩。例如讲完感生电动势，提出在匀强磁场中有一个正三角形金属框 abc，沿着如图一所示的方向匀速平动，ab 两点哪一点的电势较高？有的学生说，“框内磁通量无变化，框上无感生电流，



图一



图二

所以 ab 两点电势相同"。有的学生说,"根据右手定则,感生电流由 a 流向 b, 所以 a 点的电势高于 b 点"。当双方各执己见不能统一时,教师暂不表态,而是引导学生用公式 $\varepsilon = BLv$ 计算金属框各边感生电动势的大小,并画出等效电路(图二),使双方的意见统一到正确的认识上来。这样的争辩对于启发学生积极思考、加深对基础知识的理解和锻炼学生的思维能力,都起到了良好的效果。

四、从培养学生的自学能力着眼,指导学习方法

我们把一些学习主动的学生的学习方法概括为一句话:"两先、两后、一总结",即先预习、后听课,先复习、后做作业,学习完了要总结。实践证明这是一种符合学生的认识规律、有利于养成自学习惯、提高自学能力、行之有效的学习方法。我们在教学中十分重视学生学习方法的指导和培养,力求做到教法与学法的统一。

以上是我们通过双基教学,培养学生能力的主要做法。除此之外,加强实验课教学和有计划地提高学生的解题能力等,对于发展学生能力也都具有重要意义,在此不多赘述。

帮助学生增强记忆物理知识的能力

河南省开封第一高中特级教师　高云昭

学生在学习中，数学公式、英文单词、化学分子式和历史年月日，好多东西都须学会记住。尤其对物理课的学习，不仅应记住定律公式，还须记住公式的使用条件；不仅应记住公式中各物理量的意义，还须记住它们的单位。因此，帮助学生增强记忆能力是不容忽视的。培养能力应与传授知识密切结合，而课堂又是传授知识的主要阵地，现将在课堂教学中培养学生记忆物理知识的能力的作法，简介如下。

一、帮助学生掌握记忆方法，提高记忆效率。

1．启发记忆的积极性，提高有意识记的能力。让学生记忆知识，须说明这些知识有什么用，明确其重要性，以培养学生的兴趣，激发他们的求知欲。如讲光学望远镜时，先从俗语"站得高，望得远"和唐诗"白日依山尽，黄河入海流，欲穷千里目，更上一层楼"说起，借助光学仪器，不登高也能望远，不再上一层楼，也可将千里之外的景物尽收眼底。以此来启发学生注意学习光学望远镜的构造和成象原理等知识。

2．在理解的基础上去记忆。对物理知识不理解而靠多次重复的机械记忆，往往是事虽倍而功未必能半。

(1) 让学生运用意义识记的方法，借助对知识的理解来帮助记忆。如让学生记 $W=UIt$ 这一公式时，应使学生理解为导体两端加上电压(U)后产生电流(I)，经过一段时间(t)，

电流做功 $W=UIt$。又如对电场强度的公式 $E=\frac{F}{q}$ 的记忆，应让学生理解到是以单位电量的电荷在电场中某点所受电场力的大小来确定电场的强弱，q 单位电量的电荷受的电场力为 F，电场强度的公式就应该用电荷所受电场力跟电荷的电量的比值 F/q 来表示了。至于电场强度的单位 1 牛顿/库仑，只要记住了公式并且式中各量都采用国际单位制，也就记住了。

(2) 让学生了解知识的内在联系来记忆知识。例如让学生知道通电导线在磁场中所受的安培力跟带电微粒在磁场中运动时所受的洛仑兹力是有联系的，这样，对公式 $F=ILB$ 和 $F=qvB$ 就容易记准了。

(3) 让学生用比较、分析和归类等思维方法去记忆知识。如中学教材中的周期公式几乎都有 $2\pi\sqrt{\quad}$，这说明单摆、圆锥摆、弹簧振子和 LC 振荡电路等有相同的共性，而根号内的内容决定于各运动的本身条件，即各有其独特的个性，以致它们的周期公式各不相同。又如竖直上抛、平抛和斜抛物体运动，虽然它们的运动轨迹不一样，但它们都是加速度为 g 的匀加速运动。因此，在处理具体问题时都可使用匀加速运动的公式，只是须注意用矢量来运算就行了。

当学生记忆知识的积极性被调动起来以后，要注意珍惜这种积极性，要注意减轻学生的记忆负担，对可记可不记的内容就不要记。如气体方程中有个气体的密度随温度和压强变化的关系式 $\frac{P_1}{D_1T_1}=\frac{P_2}{D_2T_2}$，它不是基本公式，不必让学生去记。因为只要掌握住克拉珀龙方程 $PV=\frac{M}{\mu}RT$，略加变化

就可得出 $\frac{P}{T}\cdot\frac{V}{M}=\frac{R}{\mu}$，即 $\frac{P}{TD}=\frac{R}{\mu}$，从而可知某种气体 P/DT 是一恒量，也就说明了 P、D、T 三者的关系，而无需再多记公式。

二、帮助学生与遗忘作斗争。

知识痕迹的储存和巩固是记忆的保持过程。由于痕迹的作用，可对知识以再认和回忆，不能再认和回忆叫做遗忘。分析遗忘的原因对症下药，可使记忆的知识得到保持和巩固。遗忘的原因主要是记忆的痕迹不明显不深刻，或得不到继续强化而逐渐减退，以致最后消失而形成遗忘。为此应该：

1．加深痕迹。加深痕迹的方法很多，仅举以下数例。

(1) 联系实际。在讲皮带传动的转速跟轮的半径成反比时以农村纺棉车为例，分析其构造，明确锭子的绕弦部分为什么要那样细而车筐箩(相当于大轮)为什么要那样大，使学生看出极其落后的民间工具竟有相当的科学道理，从而加深他们对传动的印象。

(2) 联系其它学科的知识。“不破不立，不塞不流”这个成语，学生对其前半部分好懂，而对不塞不流却不易理解。在讨论通过检波器的单向脉动电流时，为使其中的音频成分顺利流过耳机，须使旁路电容器的电容适当小些，以增大它对音频电流的容抗，也就是使它对音频电流起到阻塞作用。不阻塞音频电流在电容器中的通路，就不能使之很好地流过耳机。这样既讲了不塞不流，也弄清了各元件的性能。

(3) 讲课宜形象化。对电容等于电量跟电压之比这一公式，有不少学生记不清楚是 Q/U 还是 U/Q。有人采用这样讲法：U 象一个烧杯，分数线象放在烧杯上的木板，Q 象放在木

板上的鸡蛋，一抽木板，鸡蛋落入杯内，容住了。若记错了，写为 $\frac{U}{Q}$，把木板抽去，上边的烧杯能落入下边的鸡蛋中吗？若在杯内装些水，鸡蛋落入杯中不易摔破，杯子容鸡蛋的本领相对增大了，好象电容器充入电介质能增大电容一样。

2．继续强化痕迹。例如匀速直线运动的位移和时间的关系图线为一斜直线，直线的斜率表示质点运动的速度。以后讲到匀变速直线运动的速度和时间的关系图线的斜率，以及穿过线圈面的磁通量跟时间的关系图线的斜率分别表示加速度和平均电动势，不断讨论图线的斜率的意义，能起到温故知新、举一反三和加深知识痕迹的作用。

3．利用联想对知识进行回忆，把遗忘的知识想起来。如弹簧振子的周期公式中根号内是 m/k 还是 k/m？可以联想振动周期长的不灵活，好象体重过大的篮球运动员，因其质量较大动作缓慢，在场内往返一次需时较长，从而回想起周期应是跟振子的质量的平方根成正比。

教学中教师注意让学生把知识记牢固，学生能够模仿老师的作法来增强自己的记忆能力，这样通过课堂上的知识传授，就能逐渐地把学生的记忆能力培养起来。

上好初中物理的第一课

——讲序言的一些体会

河南省开封市二十四中学　张立公

学生刚从初中一年级升入二年级，课程上多了一门“物理课”。虽然他们还不了解“物理”是怎么一回事，心里却急切地想知道个究竟。因此，通过第一课——序言的教学，使学生对物理课发生兴趣，愿意自觉地学习它，将是十分重要的。

学生在上这个“第一课”的时候，课堂秩序一般不会发生问题，不需特别担心。问题在于教师怎样教好它，引导学生对物理这门功课发生强烈的兴趣，对它建立深厚的感情，有个良好的开端，为以后的教学打下初步的基础。

课本中，《序言》这节教材内容丰富，列举的许多事例生动有趣，行文流畅，除了个别名词术语需要教师稍作解释以外，学生是能够看懂的。但我却主张先不让学生“阅读课文”（可以放在这堂课的临近结束阶段），因为这是第一堂课，学生很想听听老师说些什么。我是这样做的：在一开始就向学生指出“我们今天开始学的这门功课叫做‘物理学’，简称‘物理’。它是一门不但很有趣、而且很有用的课程，我来帮助大家，跟大家一起来研究它。今天先讲《序言》，序言就是开头的话。”然后就直接了当地指出：“在序言里，主要解决三个问题。一、什么是物理学？二、为什么要学习物理学？三、怎样学好物理学？”这时就把这三个“重点”写在黑板上。板书切忌过多，讲述尤

需简明扼要，并尽量运用“谈话法”，关键地方用“启发式”。还要注意留出足够的时间让学生观察实验。

过去我也曾考虑过讲序言要不要课堂演示的问题。实践证明：讲序言同样需要让学生观察一些演示实验。因为物理是一门以实验为基础的学科，在讲序言的时候让学生观察一些有趣的实验是十分必要的。它不但能引起学生学习物理的积极性，而且能使学生初步了解在初中物理里研究的一些主要内容如：力学、热学、声学、光学和电磁学等。但实验不可过多，要做到目的明确，简便易行，效果明显，生动有趣。实验时一定要让全班同学都能看得见。教师可以根据学校仪器设备条件，设计一些自己认为合适的实验，也可以自制一些用起来顺手的教具来代替现成的仪器。这一课的演示实验，不一定要当堂解释它的道理，有的实验也不一定是在初中阶段要讲到的，只须在学生观察过这些实验之后告诉他们：“这类现象我们将在力学（或热学、声学、……）里研究它。”以使学生对物理学的分门有个大致的了解。

下面介绍我在讲序言时曾做过的一些实验。

1．碰击球实验。先用二球的，再用三球的，为了加深印象，每种实验还可以让学生重复看一、二次。

2．气体的热膨胀实验。用1000毫升的长颈圆底烧瓶，瓶塞中插一根带尖咀的玻璃管（尖咀向瓶里，高度与瓶颈的基部相平），管的外端套一段软橡皮管并先把一个弹簧夹子夹在玻璃管上。演示时把玻璃管下端插在红色水里，用酒精灯给烧瓶加热，瓶里的水由于热膨胀而排出空气，在水里冒出大量气泡。这个实验有声有色，学生很感兴趣。等瓶里空气排出一阵之后，即撤去灯焰，同时用弹簧夹住橡皮管，留待做实验

(6)。

3．音叉发声和共振的实验。先用橡皮槌敲击音叉使它振动、发声，但声音很小。再把振动着的音叉放在"共鸣箱"上，发音明显增大。用手一捏正在发声的音叉，声音马上停止。再拿一套跟它频率相同的音叉放在另一个桌子上，演示两个音叉的共振。

4．凹面镜和凸面镜成象的实验。先把烛焰放在凹面镜的焦距以内，让学生观察所生的虚象。再把烛焰放在凸面镜前适当位置，让学生看所生虚象，并比较两者所生象的不同。

5．电磁铁的实验。一个蹄形电磁铁未通电时连一只鞋钉都吸不起，接通电源后却能吸起一满盒鞋钉，甚至能吸起一块相当重的铁块。学生对于电磁铁能产生如此巨大的吸力非常惊讶。

6．把实验(2)中那个已经充分冷却的烧瓶的橡皮管下端插在红色水里，再松开弹簧夹子，则见大气压会使红水沿管上升。

教师一定要在让学生观察过一些实验之后告诉学生："我们观察了这些有趣的实验，更重要的是还要研究其中的科学道理，总结出各个物理现象的规律，并能用学到的知识解释有关的物理现象和应用到日常生活或生产技术中去。"以防止学生单纯追求趣味，不管科学道理的偏向。有的学生往往错误地认为"上物理课就是为了看实验"。如果这样，他们肯定是不会学好物理的。

考虑到这一课内容多、时间紧，教师一定要在课前充分作好准备，每个实验要多做几遍，做到实验准确，手法熟练。课文要精讲，演示要及早，余下的时间让学生阅读课文，并可要

求学生找出课文的重点(画波纹线或写简单的笔记,但不要过多,要简明扼要),引导学生养成认真读书的好习惯。

试谈"打好基础"和"培养能力"

安徽师范大学附中特级教师　成善祥

"打好基础"和"培养能力"是中学物理教学的主要任务。怎样"打好基础"?如何"培养能力"?本文试谈一些看法。

一、"打好基础"的首要问题是讲清基本概念。

"打好基础"是要使学生掌握构成物理学基础的某些最重要的基本概念和基本规律。概念是人们通过观察与思维对客观事物的本质特征的认识。规律是存在于运动变化着的客观事物之间(即客观现象)的内在联系。每个规律总要牵涉到几个概念,概念清楚了,才有可能通过细致的观察与严密的思维,发现和认识客观存在的规律,应用这些规律。因此,"打好基础"的首要问题是讲清基本概念。

讲清基本概念不是叫学生死记硬背教材对概念所下的定义,而是要求学生真正理解概念的内涵和外延。首先要给学生足够的能正确形成概念的感性材料,列举事例或进行演示,引导学生通过观察与思维,从感知材料中抽象出客观事物的本质特征,这就形成了概念。举例来说,什么是力?学生很容易根据自己的生活经验,把力和动物的肌肉紧张相联系。我们有必要把由主观感觉引起的力的观念,推广到没有生命的

一般物体之间。我问学生："用手托住物体，手感到有压力，把这物体放在桌上，桌面代替了手，是否也受到压力？"又问："用力可把弹簧拉长，在弹簧下挂物体，也可把弹簧拉长，为什么呢？"学生思考后就较容易理解"力是物体对物体的作用"这个科学的力的概念。

讲清基本规律是要揭示运动变化着的客观事物之间的内在联系。在学生已明确与客观事物相应的若干概念之后，指引学生观察所研究的自然现象或实验提供的现象，在关键处加以启发，使他们通过先后比较与纵横推敲，明确什么是因、什么是果，何者是主要因素、何者是次要因素，这就认识了客观存在的规律。当然，任何规律都有它的前提条件和适用范围，要向学生讲清这些道理，仍得从概念出发。

二、"培养能力"应贯穿在"打好基础"的各个教学环节之中。

"培养能力"与"打好基础"是相辅相成的。培养能力能帮助学生更好、更快地掌握基础知识，而掌握基础知识又为培养能力提供一定的依据。不引导学生认真积累知识，只谈培养能力，必将成为空中楼阁，徒劳无益。单纯传授知识，如果学生食而不化，也必反应迟钝，不能举一反三。此两者互为条件，相互促进，应通过课堂教学、实验、习题、辅导等教学环节来进行，即两者应紧密联系，贯穿在教学的全部过程中。把两者割裂开来，既浪费时间，又难以奏效。将两者视若等同，又不合事实，其中有一个重视不重视培养能力的问题。习惯的教法只重视传授知识，注入式，不让学生思考，学生生吞活剥地获得一些知识，不善于运用，更谈不上独立思考来钻研新问题，吸取新知识。常听学生说："老师讲的课我听得懂，但自己解题

仍感到困难。”这是未重视培养能力所致。

培养能力不仅是教学本身的需要，而且是适应科技知识迅猛增长的需要。培养哪些能力？仁者见仁、智者见智，中学物理教学大纲概括为培养三种能力，即实验技能、思维能力和运用数学解决物理问题的能力。这三种能力体现在我们认识客观事物的“实践、认识、再实践”这三个阶段中。我认为大纲的概括是确切的。

三、培养实验技能，最重要的是要求学生手、眼、脑并用。

培养实验技能，在中学里不是要求学生过多地追求实验精确，而诚如大纲所言，“主要的是学会正确使用仪器，进行观察和读数；会分析实验数据而得出正确的结论；了解误差的概念；会写简单的实验报告”。即要求手、眼、脑并用，培养做好每一个实验所共同需要的实验修养和技能。我们应在实验教学中，包括演示实验、学生分组实验、师生都不动手的叙述性实验（如库仑的静电定律实验、卡文迪许的万有引力实验、卢瑟福的α粒子散射实验等）中，有计划地提出问题，使学生处于视力和脑力并用的状态，明确每个实验的原理、步骤和目的，会粗略分析产生误差的原因。并使学生了解物理学是一门以实验为基础的科学，知道物理学的研究方法，养成实事求是的科学态度，为他们进一步学习现代科学技术，奠定重要的基础。

四、以一定的事实为依据，启发学生思考，培养思维能力。

大纲概括出的三种能力中，思维能力是核心。因为实验也好，运用数学解决物理问题也好，都离不开思维。什么是思维能力？一般就思维方式把它区分为：分析综合能力，判断

推理能力，科学想象能力。

培养分析综合能力，应该配合直观教学来进行。利用实物、实验、模型、挂图、板画、手势或学生熟知的事例等，指引学生，一个部分一个部分地观察，一个过程一个过程地研究，使学生养成分析事物的习惯，并善于从中比较，经过综合整理，作出最能反映事物本质或内在联系的结论。对于容易混淆的概念，如动能和动量，电势和电势能等，则要结合实例，细致启发，让学生自己找出它们的区别和联系。对于容易混淆的现象，如互感和自感，光的干涉和衍射等，也要仔细比较，以培养学生的分析综合能力。

利用已知的概念或规律，通过逻辑思维，作出判断，推论出新的概念或规律，这是人们认识客观事物的又一种方法。如地球上根本找不到真正不受力的物体，人们怎么知道物体有惯性，且发现惯性定律呢？这得感谢伽利略和牛顿运用了他们超人的判断：推理能力。又如万有引力定律和电磁场理论等，都是先由逻辑推理得出的。教材评述了这类史实，我们要不失时机地予以介绍，使学生明确推理在科研中的重大作用。当然，任何推理都必须有一定的事实作依据，且须接受实践的检验，这也得向学生说明。教材中有些文字题，要用已学的知识来说明学生还较陌生的问题，既培养分析综合能力，又培养判断推理能力，我们要予以足够的重视。

培养科学想象力也很重要，可从三方面着手：1．以已知的事实为依据，培养学生的联想能力。人们从一般物体联想出质点，从传导电流联想出位移电流等，都是成功地运用了联想力的实例。我们要一一讲述这些实例的意义，使学生知道联想的重要性和如何联想。2．在振动和波、交流电、电磁波等

章节的教学中，利用挂图、幻灯等手段，使瞬息变化的客观事物在学生脑海中形成具体的活动图景，培养学生变抽象为具体的想象能力。3．通过光的本性的两种模型，原子的核式结构等章节的教学，使学生知道，对一时难以认清的客观事物，先建立想象的物理模型，再通过实验来研究，是物理学研究中惯用的手法，它促进了物理学的发展。希望学生敢于科学地想象，养成想象的习惯，当然也不能盲目地空想。

五、逐步引导，培养学生运用数学解决物理问题的能力。

数学是学习物理、解决物理问题时不可缺少的工具。培养学生熟练运用数学工具的能力，关键在于引导。1．引导学生记录并整理实验数据，从中找出规律，用数学工具（公式或图象）把它表达清楚。讲解每一个例题，都要引导学生先认清其物理事实及过程，想出适用的规律或公式，再进行运算。对运算的结果，还要分析它的物理意义，培养学生把物理问题转化为数学问题的能力。2．有些物理规律可用已学过的物理知识及数学工具来推导，如开普勒第三定律可用向心力概念及数学推导来求得等等。我们应有意识地引导学生懂得怎样推理和论证，再在作业或考试中，布置适量的论证题，培养学生运用数学工具推理或论证物理规律的能力。3．引导学生，由解基本题进而解综合题，逐步养成运用数学工具解决物理问题的技巧。能熟练解题而不发生差错，才算有了解题的技巧。这个要求是比较高的，但也是必要的。以教师的"勤加讲评和辅导"的积极性，去调动学生的"熟能生巧"的积极性，这个要求是可以达到的。

*　　*　　*

"人之生也有涯，而学也无涯"。在科技知识迅猛增长的

今天，使学生在被动地记忆、重复、模仿中接受知识，已远远不能适应形势发展的需要。必须让学生在能动地积累基础知识的同时，还获得能力的培养。这就要求我们在教学的各个环节中，有计划、有目的地提出富有启发性的问题，引导学生充分运用自己的感官和大脑，来观察和思考问题。“业精于勤，行成于思”，“手越用越巧，脑越用越灵”。我相信，“打好基础”和“培养能力”是可以也是能够实现的。

加深对物理概念的理解，促进思维能力的发展

天津市第十六中学　阎治身

物理概念是物理公式、法则、规律等基本知识的基础。物理概念的教学，不论是对发展学生的思维能力，还是提高学生的知识水平，都是至关重要的。

一、在引入概念上，注意从形象思维发展到抽象思维。

学生学习知识、认识事物总有一个“来龙去脉”的过程。在概念教学上，这个“来龙”就是让学生清楚地了解每一个物理概念是怎样从生产、生活等自然现象中抽象概括出来的，为什么在物理学中引入这个概念，这个概念的物理意义是什么，这是使学生深入理解物理概念的第一步。

从学生熟悉的生活现象引入概念，就容易为学生理解。例如，划船时，船上的人常用船桨（或篙）推岸，使船由静止达到某一速度。用的力小，就要经过较长的时间才能使船达到一定的速度；用的力大，作用的时间就可以短些。可见，要使物

体的速度大小发生改变，跟力和力的作用时间都有关系。作用在物体上的力可大可小，力作用的时间可长可短，但只要力和力的作用时间乘积相同，物体速度大小的改变就相同。因此在物理学中，把力和力的作用时间的乘积叫做力的冲量。用冲量来描述物体所受的作用及其机械运动状态的改变，常常是十分方便的。

从鲜明的实验现象引入概念，学生接受起来比较快。例如，把平行板电容器的两板分别与静电计的金属球和金属外壳连接，再用丝绸摩擦过的玻璃棒给电容器带电，带电量少时，静电计指针张角小，说明电容器两板电势差小；带电量多时，静电计指针张角大，两板电势差大。由实验现象使学生认识到：电容器两板的电势差U随带电量Q的增大而增大。再指出：进一步严格的定量实验证明，对于给定的电容器，Q与U之间存在着正比关系。因此，在电学中就把电容器的电量Q跟它的两板电势差U的比叫电容器的电容。这个Q与U的比值对于一定的电容器是一定的，反映了电容器本身固有的性质。

对于象“电荷周围存在着一种物质叫电场”这样的概念，学生在初学时感到很抽象，很难理解。如果能借助实验和旧知识，用下述四个步骤来启发学生，效果就截然不同。

1．演示：两个磁极间的相互作用。

问学生：两个磁极没有接触就能相互作用，这跟“力不能离开物质而存在”的结论是否矛盾？

2．演示：两个带电体没有接触就发生相互作用。

问学生：对比上述两个实验现象，你能得到什么启示？

教师引导的思路是：从磁极间的相互作用使学生回忆起

磁极周围存在着磁场的旧知识，再运用类比的方法启发学生认识电荷周围存在着电场。电场有力作用在场内的电荷上，正反映出电场的物质性。

3．演示：把金属小球放入悬浮着碎纸屑的蓖麻油中，小球带电时碎纸屑按曲线排列，小球未带电时就无此现象，又一次证明电场的客观存在。

4．对照实验：把事先准备好的电力线幻灯片映在屏幕上，使学生进一步看到电场在空间的分布是有规律的。

这样由旧到新、由形象思维到抽象思维的引入过程，使学生对电荷周围存在电场这个重要事实，不仅不再怀疑，而且通过电场中力线的分布状况，懂得要从电场表现出来的特点出发，来认识电场的性质，激发起进一步钻研的愿望。

二、在讲解概念时，引导学生深刻认识事物的本质。

学生对物理概念的理解往往停留在表面的认识上，深入不下去。教师的重要任务就在于从正面、反面、侧面启发学生的思维活动，使他们能在不断揭露矛盾和解决矛盾的过程中，深入理解概念的本质。例如，学生都知道电场强度 $E=\frac{F}{q}$，F 是电场力，q 是电荷电量，知道 F 和 q 就能算出电场强度 E 来。显然，这种认识是很不够的。应该有层次地提出几个问题，启发学生深入思考。

1．电场中某点的电场强度为什么是电场本身固有的力的性质？

着重理解两点：第一，对于电场中给定的点，不论在这点放置什么样的电荷，电荷所受电场力 F 与其电量 q 的比值总是一定的，是由电场的位置决定的，因此 $\frac{F}{q}$ 反映的是电场的

性质。第二，$\frac{F}{q}$ 的比值在数值上等于单位电量的电荷在该点所受的电场力，所以这个比值反映出电场的力的性质。

2．在电场中的 P 点放一个 2×10^{-6} 库仑的点电荷，它受到的电场力是 4×10^{-8} 牛顿，P 点的场强多大？如果在 P 点改放一个 8×10^{-6} 库仑的点电荷，P 点的场强多大？

3．假使在电场中 P 点不放电荷，P 点还有没有电场强度？为什么？

通过这三个问题，很容易把学生对电场强度的模糊认识暴露出来。有些同学硬套 $E=\frac{F}{q}$ 公式，他们不理解 E 是不随检验电荷 q 的改变而改变的，也搞不清电场强度和电场力的区别和联系，以为电场中某点放的电荷一变，电场力变了，场强就变了；不放电荷，电场力不存在了，场强也就不存在了。这时，教师不要急于下结论，而是抓住学生的错误认识，组织全班同学讨论，究竟错在什么地方？为什么错了？既要搞清概念，又要使学生在思维方法上开点"窍"。如果学生真能对电场强度有比较深入的理解，那么，他们再学习电势、电容、电源电动势等概念时，就容易做到举一反三，触类旁通。

三、多次反复，深化学生对概念的理解。

学生对一个物理概念的认识和理解不可能一次就很深刻、很全面。教师要有目的、有计划地在后继的教学中，不断去扩展学生的认识，加深学生的理解。还以电场强度做例子，学生在电学学习过程中要多次接触这个概念，处理得好，每接触一次，他们的认识就深刻一步。

如研究电场强度跟电势差的关系时，教师就要使学生理解电场的力的性质和能的性质必然存在着内在的联系；在研

究通电导线的电场时，要使学生了解导体的所有横截面的电场强度的大小是相等的，在整个导体上，电力线是平行于导体表面的；研究磁感应强度 B 时，通过跟电场强度 E 的类比，使学生看到两者在研究方法上有相似之处，但电场与磁场是两种性质完全不同的场，B 和 E 是两个不同的物理量；研究电磁场和电磁波时，就要把学生对静电场的认识扩展到变化的电场，并且由振荡电场和振荡磁场的交替产生，使学生认识变化的电场与变化的磁场是互相联系、不可分割的统一体。

象这样前后贯穿、分层次分梯度的教学，必然能不断地深化和巩固学生对物理概念的理解和掌握。而且潜移默化的结果，能使学生在认识论上形成一个重要的观念，那就是自然界的事物和过程不是彼此无关的、本质上不发生变化的，对任何事物的认识，既要作分析，又要通过综合去研究事物之间的内在联系。经常有意识、有计划地按照这样的指导思想去组织教学过程，不仅能够较快地培养起学生分析问题和解决问题的能力，而且对学生的科学世界观的形成和确立也会起到有力的促进作用。

四、在运用概念的过程中，纠正学生的错误认识。

运用物理概念分析、解决实际问题，既是深化认识的过程，也是检验学生认识是否正确的主要标志。学生对概念的模糊认识，更多的是在应用中反映出来的。我的做法是：明明估计到学生会发生问题，也不打“预防针”，有意识地让学生在实践中去碰碰钉子，碰了钉子再启发他们总结经验教训。学生普遍反映这种做法好，他们的印象深刻，思维能力也得到了明显的提高。

例如功的概念，学生们认为 $W=F\cdot S\cdot\cos\theta$ 谁都明白。于

是在复习功和能时，我给学生出了这样一个题：质量为m的子弹从水平方向击穿一块深度为d、质量为M、放在水平光滑面上的木块，设木块对子弹的阻力f为恒量，那么，在这个过程中有多少机械能转化为内能？

对这个题目，很多学生是这样回答的：木块对子弹的阻力为f，子弹对木块的作用力为f'，设子弹击穿木块前后的速度为V和V_1，子弹穿出木块后木块的速度为V_2，根据动能定理：

对子弹：$$fS=\frac{1}{2}mV^2-\frac{1}{2}mV_1^2,$$

对木块：$$f'S=\frac{1}{2}MV_2^2,$$

$\because$ 子弹与木块的相互作用力$f=f'$（绝对值），

$$\therefore \quad \frac{1}{2}mV^2-\frac{1}{2}mV_1^2=\frac{1}{2}MV_2^2,$$

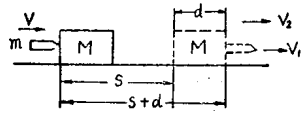
$$\frac{1}{2}mV^2=\frac{1}{2}mV_1^2+\frac{1}{2}MV_2^2。$$

即子弹在击穿木块前后系统的总机械能不变。

显然，这个结论是错误的。学生自己也觉得不对，但就是找不出错在什么地方。其实，毛病就出在对功的概念理解得不正确。木块与子弹相互作用力f与f'是一对作用力与反作用力，但子弹与木块在水平方向上的位移不一样，木块受力f'，位移是S；子弹受力f，位移是$S+d$。功总是力所做的功，力所做的功应等于力跟力的作用点在空间位移的乘积。因此，根据动能定理，

对子弹：$$f(S+d)=\frac{1}{2}mV^2-\frac{1}{2}mV_1^2,$$





对木块：$f'S=\frac{1}{2}MV_2^2$。

两式相减得

$$\frac{1}{2}mV^2-\left(\frac{1}{2}mV_1^2+\frac{1}{2}MV_2^2\right)=fd。$$

所以，正确的结论应是系统的机械能减少 fd，此即为转化为内能的机械能。

通过讨论，正误对比，学生们在认识上豁然开朗，对功的概念的理解深入了一步。同时也给他们一个重要的启示，那就是对物理概念的理解决不能停留在表面上，要在运用概念解决实际问题中不断地深入思考，深入进去就会发现新问题，就能有更多的收获。

物理知识结构和学生思维发展

云南省大理一中特级教师　孟　莓

物理知识基本结构的教学在学生智力发展和能力培养方面有着极端的重要性。在教学中不仅应该引导学生了解物理的概念、定律和原理，还应注意这门科学的研究方法和认识方法，然而后者常容易被教师所忽视。我个人认为，中学物理知识结构具有下面几方面的内容。

一、观察与实验：　物理是研究自然界物质最普遍运动形式规律的科学。观察与实验构成物理知识结构中最重要的环节。物理的基本定律常是实验的总结。由于当前学校设备和

教学时间的局限，学生实验和教学演示经常是象征性的。一个定性的演示局限于使学生专注地观察预定范围内的现象，一个定量的实验常从单一的设备中测量出少数几个数据便尽快地概括了。人类从无以计数的经验中总结的物理规律，在教学中只用抽样的方法来完成认识，一般地说是并不科学的，似乎物理规律的发现是轻而易举的事。学生不但会对实验的基本技能和训练掉以轻心，也容易产生认识上的片面性。

二、假说和模型： 对物理概念和规律的认识并没有一劳永逸的解决办法。从人的认识上看，是在实验的基础上，由粗糙的联想，捕捉概念，形成假说，逐渐模拟出不断改进的简化理想模型，用以突出其认识内容的主要矛盾，建立起一定条件下的物理定律和原理。在一条曲折的道路上一步步扩大认识的范围，一步步逼近物理的真实。由于研究的对象和范围的不同，其主、次要矛盾在不同条件下是可变的，其性质也是各异的。这就需要经常从旧有的观念中解放出来，才能深入到物理的更深层次。自然界在近似地被描述着。实验——假说——模型——实验的研究方法是物理知识结构的另一重要组成部分。这种方法是符合辩证唯物主义认识论的。由于物质运动形式的多样性，相应的认识方法在变化着。这在学生心理上必有所反映。不注意近似描述的前提条件和方法，学习容易变成诡辩。如有的学生认为一个物体在地球中心时重力变成了无穷大。在突出物质的波动性认识时，学生会讥笑牛顿的"愚蠢"；在突出物质的粒子性认识时，学生又会否定了波动性。如果不注意引导学生了解物理的基本研究方法，学生的思维也就理不清头绪，这样，必然会影响到学生思维的正常发展。

三、辩证唯物主义：物理的研究方法和认识方法应该以辩证唯物主义的认识论为指导，前面已经有所论及。通常一个运动过程，在中学物理教学中只要有可能，常常需要由局部联接点上的认识逐步转化为连续变化全过程的认识。既要了解静止画面中各物理因素之间的关系，又要认识各因素的矛盾冲突、运动中质的转化的发展。正如看一个故事情节的几张照片和看故事录象片一样，其效果是迥然不同的。孤立的、静止的、没有质的转化的观点是形而上学的特色。机械的记忆不能融会贯通物理认识。在教学中不注意引导学生向辩证思维方向发展，学生会重复物理学史上的错误和困惑。如亚里斯多德关于力和速度的错误、mv 和 mv^2 的争论、一切物理现象都去追求力学的解释、物质波粒二象性的困惑等。由以上情况可以看出，辩证唯物主义的认识方法也是物理知识结构中的重要组成部分。逐步培养学生形成辩证唯物主义的世界观，并不是物理教学中的一个附加任务。否则由于学生思维发展的局限，是不能把握好物理基础知识的。

四、教学工具：对物理过程的认识不能停留在定性认识的阶段上，还要通过数量分析才能深化对其本质的认识。年级愈高，应用数学方法就愈广泛。以数学方法而论，学生长期的习惯也是有所偏爱的。他们往往不认为对实验数据的分析、图线和几何作图也是数学方法；并习惯于单变量函数关系的解释，遇到多变量的物理问题就难于适应。学生分辨不清楚数学并不是物理，盲目追求数学运算中逻辑上的满足，不去分析数学运算过程和解的物理意义，不注意物理条件的严格限制，运算就成为一片混乱的数学符号的堆砌，物理却不见了。中学数学是以少数公理为基础的逻辑扩展，物理学则是

研究自然界事物本身运动变化规律的科学。两者并没有质的相似性。引导学生理解物理中的数学语言是艰苦的工作。象牛顿定律的数学表达式，学生总要用相当长的学习时间才能正确翻译出它的物理含义。一个简单的数学运算，有时也会有着全新的物理内容。由此可见，虽然数学方法是物理知识结构中的重要组成部分，但在应用数学方法时，还应该时刻赋予充实的物理内容，学生的思维发展才能有坚实的基础。

利用计程气垫导轨改进、增设几个力学分组实验

四川省绵阳南山中学特级教师　李学远

为了加强实验教学，认真把学生实验抓起来，我们考虑从两个方面着手：1．抓好学生分组实验的各个环节，如实验前的预习，明确实验目的，掌握实验原理，熟悉仪器操作，训练写实验报告，培养分析处理实验结果的能力，等等，逐步提出明确、严格的要求。2．认真研究教学大纲规定的分组实验，提高质量，同时尽可能增开一些新的分组实验，增加实践机会。下面简单介绍一下我们对第二方面进行的一些工作。

我们对部分力学分组实验进行了总结，普遍感到由于摩擦的影响和打点计时器的一些问题，有的实验效果总是不够理想。如验证牛顿第二定律，因为有摩擦，砂桶和砂的质量跟小车的相比不能忽略不计，加上打点计时器经常出现打点不显、不均匀等毛病，实验效果不太理想。针对这些问题，我与同志们一起，用自己制作的仪器来解决，效果还比较满意。

为了减小摩擦，我们自制了小型气垫导轨，长 60 cm，导轨和滑块用有机玻璃粘成。气源采用 40 瓦家用鼓风机，稍加改装，以防止回风现象，保证有足够的风量和风压。在导轨旁附加了一套简单的计程装置：与导轨平行安装一个滚筒，长 60 cm，直径约 2 cm，用玩具电动机带动旋转，通过玩具惯性小车上的变速齿轮减速，转速约 5 转/秒。在滑块上装置一支毛笔，笔尖恰与滚筒接触，当滑块运动时，在滚筒上画出螺旋线，根据螺距即可计算滑块的速度、加速度，判断运动性质，方法跟使用打点计时器一样。再把这套装置安置在可以改变倾角的斜面上，斜面上固定一个水准泡，即可用来进行多个实验，我们把它叫做计程气垫导轨。

使用这套装置，(1) 可以记录滑块来回的运动情况和两个滑块碰撞前后的运动情况；(2) 没有运动与计时不同步的问题；(3) 使用方便，揩去滚筒上的墨迹即可做下一次实验；(4) 有利于学生自己动手测量、计算，不象使用电子计时器那样一读了事；(5) 可用来画运动图象：在滚筒上卷上纸，纸的另一端挂一重物，随着滚筒的转动，纸被放出作匀速平移，纸上画出滑块运动的 s-t 图，可作为滑块运动性质分析的依据。通过试验，实验效果稳定，误差约在 3% 以内；同时，制作容易，成本较低，包括气源在内共约 50 元左右，有利于开设学生分组实验。

下面简单介绍一下对几个分组实验的设想。

1. 研究匀变速运动的规律。

用计程气垫导轨做这个实验，仍可按教材叙述的方法进行。若改变斜面倾角来获得不同的加速度，则更为简便。当成倍地改变斜面的高度时，就能得到成倍改变的加速度。实

验时，选好斜面倾角后，先接通滚筒电源使滚筒旋转，毛笔尖在筒上画出圆圈；再开动气泵，滑块自动开始运行，在筒上画出螺旋线。测量时，必须沿着通过运动开始那一点(即圆圈与螺旋线的交点)的滚筒母线进行。

2. 验证牛顿第二定律。

使用计程气垫导轨按教材上的方法做这个实验，不用砂桶而用更轻的物体来使滑块做加速运动，前述的问题就基本解决了。也可以采用改变斜面倾角来获得对滑块的不同作用力的办法：验证质量一定，$a \propto F$ 时，使用一个滑块，改变斜面的高度来进行；验证作用力一定，$a \propto \frac{1}{m}$ 时，第一次用一个滑块在某一倾角时下滑，测出加速度 a_1，第二次在原滑块上加一个相同的滑块，同时把斜面高度减半，测出加速度 a_2，这时作用力是 $2mg\cdot\frac{\sin\theta}{2}$，仍为 $mg\sin\theta$，而质量是 $2m$。

3. 研究自由落体运动。

把计程气垫导轨调成水平，滑块用细线跨过轻滑轮与重物相连，可以观察重物作自由落体运动的规律。由于滑块很轻，约 20 克，重物可取 500 克以上，所以滑块对重物运动的影响不大。

4. 验证动能定理。

把计程气垫导轨调成水平。取一根测定了倔强系数的轻弹簧，一端固定在导轨末端。使一滑块以某一速度 v_0 撞击在弹簧的自由端，当速度减小到零时，弹簧的最大形变 x_m 可以从滚筒上读出，由此可计算平均弹力 $\overline{F}$，从而验证

$$-\overline{F}\cdot x_m=\frac{1}{2}mv_t^2-\frac{1}{2}mv_0^2,\quad 即\quad \overline{F}\cdot x_m=\frac{1}{2}mv_0^2。$$

上式也就是 $\frac{1}{2}Kx_m^2=\frac{1}{2}mv_0^2$，也表示了在弹力作用下的机械能守恒。这个实验忽略了滑块与弹簧碰撞时的机械能损失，实际上在这里影响不大。

5. 验证动量定理。

装置与方法都和 4 相同。滑块在停止运动前跟弹簧相互作用的时间 Δt 也可由滚筒上的记录估计出来，从而验证

$$-\bar{F}\cdot\Delta t=mv_t-mv_0,\quad 即\quad \bar{F}\cdot\Delta t=mv_0。$$

6. 研究对心碰撞。

教学大纲安排了研究斜碰的分组实验，考虑到在同一直线上的对心碰撞问题在中学阶段所占的地位更为重要和更常遇到，应增加这方面的分组实验。利用计程气垫导轨记录下两个滑块在碰撞前后的速度大小和方向，从而验证在弹性碰撞、非弹性碰撞和完全非弹性碰撞时的动量守恒，同时研究在这三种情况下总动能的变化情况。

7. 观察弹簧振子的振动，画振动图象。

以上是根据我们的设想和初步实践的总结，还很不完善，也可能还有不恰当的地方，需要通过进一步的实践探索来加以改进。

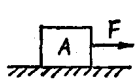
从静摩擦力的概念谈概念教学

山东省栖霞县一中特级教师　任守乐

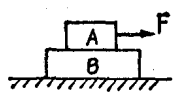
搞好概念教学，对学生获得系统的理性知识和增强其逻辑思维能力都有着决定性的意义。本文仅以静摩擦力的概念

为例，谈一下讲解物理概念的粗浅体会。

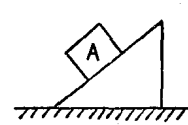
1．由物理现象抽象出物理概念。为使学生获得正确的概念，应让学生对所学内容有一定的感性认识，一般可通过如下两个途径达到这个目的：一是为学生提供必要的实物、仪器，让学生自己观察、实验；二是教师通过语言描述，唤起学生的回忆，使学生在日常生活中获得的与所讲内容有关的表象在头脑中再现。如在讲解静摩擦力这个概念时，在课堂上就可举出产生静摩擦力的一些简单的例子。如在图一中，物体 A 置于粗糙的桌面上，施以水平向右的拉力后，物体 A 仍相对于桌面静止。由物体的平衡条件可知，物体 A 必受一水平向左的摩擦力 f 的作用。这个摩擦力就是静摩擦力，且 $f=F$，当外力 F 增大时，静摩擦力 f 也随着增大。但静摩擦力的增大是有限度的，在两个物体接触面间的正压力一定的情况下，静摩擦力有一可能达到的最大值 f_m，它与正压力 N 成正比，即 $f_m=\mu_0 N$，μ_0 称为静摩擦系数。当 $F>f_m$ 时，物体 A 就要发生相对滑动了，此时物体 A 与桌面间的摩擦力就是滑动摩擦力了。为了使学生对静摩擦力产生的条件获得较全面的认识，还可对图二、三、四中 A 的受力情况进行分析。在讲解这些例子时，应有意识地引导学生注意产生静摩擦力的这些现象的本质的、共同的属性，并通过分析、比较、综合的方法进



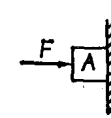
图一



图二



图三



图四

行对这些现象的抽象和概括，进而得出静摩擦力的如下定义："两个相互接触的物体，在外力作用下，有相对运动的趋势而又保持相对静止时，接触面之间产生的摩擦力叫做静摩擦力。"

2. 讲清概念的内涵和外延。上述定义给出了产生静摩擦力的条件。在由现象抽象出概念之后，应进一步引导学生全面地认识静摩擦力产生的条件，这些条件是：

①"两个相接触的物体"。由以上例子可见，静摩擦力产生在相接触的二物体间的接触面处，其方向与面（平面）平行。它是二物体间的相互作用力，相接触的二物体各自受到一个静摩擦力的作用，二者大小相等方向相反。二物体相接触的面可以是在空间沿任意方向的平面或者是曲面。

②"在外力作用下"。这里的"外力"，是指除了相接触的二物体间的静摩擦力外，二物体各自受到的一切力。应从两个方面去分析外力：在垂直于接触面的方向，每个物体必受到大小相等方向相反的正压力的作用；除此以外，每个物体还受其它外力的作用，如图二中，A 物体受外力作用，B 物体不受外力。如果在二物体接触面的方向，二物体均不受外力作用，则二物体在接触面的方向就不可能有相对运动趋势，因而也就不可能出现静摩擦力；当二物体在沿接触面方向皆受外力作用时，在二物体接触面处也可能出现静摩擦力。

③"有相对运动趋势"。什么是"相对运动趋势"呢？由以上的例子可见，正是由于静摩擦力的存在，相接触的二物体才没有发生相对运动。如果假设二物体间的静摩擦力不存在，则二物体间必出现相对加速度。如图二中，若假设静摩擦力不存在，则 B 物体相对于光滑水平面的加速度为零（设光滑水

平面是静止的)，A 物体相对于光滑水平面却有水平向右的加速度。所以 A 物体相对于 B 物体具有水平向右的加速度，B 物体相对于 A 物体具有水平向左的加速度。我们把解除二物体间的静摩擦力时，一个物体相对于另一个物体具有相对加速度这一状况，称为物体具有"相对运动趋势"，把相对加速度的方向称为相对运动趋势的方向。由以上例子可见，一个物体受的静摩擦力的方向总是与该物体的相对运动趋势的方向相反，根据静摩擦力的这一特点，可以准确地判断出静摩擦力的方向。

④ "而又保持相对静止"。从二物体的运动状态看，二物体可一起加速运动(图二)，但二物体必须保持相对静止。这里应强调"相对"二字，如果忽视了"相对"二字，就会错误地认为，静摩擦力总是在物体静止的条件下产生的。

在明确了静摩擦力产生的条件的基础上，应进一步引导学生认识静摩擦力总是阻碍物体发生相对运动这一本质属性。这里也应强调"相对"二字，如果忽视了"相对"二字，就会错误地认为静摩擦力总是阻碍物体发生运动的。在图二中，物体 B 正是在静摩擦力的作用下，才获得了相对于固定水平面的加速度，所以静摩擦力可以是一个物体运动的动力，可以对物体做正功。由以上分析可见，所谓讲清基本概念，就是要讲清概念所反映对象的本质属性及概念的适用范围，也就是讲清概念的内涵和外延。

3. 理论联系实际，使抽象的概念在学生的思维中具体化。在学生的思维中建立起了正确的概念之后，还应通过讲解适当的例题，引导学生正确地运用概念去分析和解决问题，使学生获得的理性认识，能在实践中具体化。例如，在图二中，

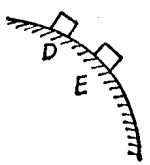
若 A、B 二物体的质量分别为 m_A、m_B，二者之间的静摩擦系数为 μ_0，试问，当外力 F 为多大时，A、B 二物体间将发生相对滑动？往往多数同学的回答是：当 $F>f_m$ 时，A、B 间将发生相对滑动。这个回答是错误的。所以会出现这个错误，是学生没理解 A、B 间发生相对滑动时的力学特征。事实上，当 A、B 二物体间发生相对滑动时，A、B 间的摩擦力必达到最大静摩擦力（近似地认为等于滑动摩擦力），即 $f=\mu_0 m_A g$，此时 B 物体的加速度为 $a_B=\dfrac{\mu_0 m_A g}{m_B}$，$A$ 物体的加速度为 $a_A=\dfrac{F-\mu_0 m_A g}{m_A}$，且 $a_A>a_B$，由以上三式可得：

$$F>\left(1+\frac{m_A}{m_B}\right)\mu_0 m_A g。$$

通过讲解例题，应总结出求静摩擦力的方法和步骤：①根据物体的相对运动趋势，判断出物体所受静摩擦力的方向；②根据物体受力情况和运动状态由牛顿定律求出静摩擦力。

在讲解例题的过程中，应有意识地纠正学生常犯的下述错误认识：①在任何情况下，静摩擦力皆可由公式 $f_m=\mu_0 N$ 求得；②静摩擦力总是阻碍物体发生运动的；③静摩擦力总是在物体静止的条件下产生的；④当解除物体间的静摩擦力时，物体间相对运动（或相对速度）的方向就是相对运动趋势的方向。这些认识之所以不正确，是因为静摩擦力是在物体间保持相对静止的条件（位置和运动状态）下产生的，离开了这个条件（如离开了原来的位置）去考察物体在相对静止时所受静摩擦力的方向，往往会导致错误的结论。如图五所示，由于静摩擦力的存在，物体才静止于曲面上的 D 位置，解除静摩擦力后，物体将沿曲面向下滑动，物体在曲面上每一点（近

似地认为物体在曲面上占据一点)的速度方向皆沿曲面上该点的切线方向(严格讲是切面上的一条直线)。如果按照上述对相对运动趋势的错误理解,将得出物体在 D 点受的静摩擦力的方向为 E 点切线方向的错误结论。在解除物体间的静摩擦力的时刻,虽然物体获得了相对加速度,但在该时刻物体的相对位置及相对速度均未发生变化,即保持了原来产生静摩擦力的条件,因而根据在解除静摩擦力的时刻物体具有相对加速度(相对运动趋势)这一特点去判断物体在相对静止时所受静摩擦力的方向才是合理的。



图五

由上述可见,要讲清物理概念,必须遵循辩证唯物主义认识论的规律,从物理现象抽象出物理概念,讲清概念的内涵和外延,使学生获得理性知识,然后引导学生用理论去指导实践,使抽象概念在实践中具体化。

练 题 初 探

云南省腾冲县益群中学特级教师 段志诚

"精做"与"略做"相结合

如何指导学生学习,是教师们关心的一个问题,值得研究。譬如说:学生怎样练题更有利于知识的消化和能力的提高呢?对此我做过一些初探。在指导思想上,我把练题的质量放在第一位,数量放在第二位;在方法上采取"精做"和"略做"相结

合，并且以“精做”为主。

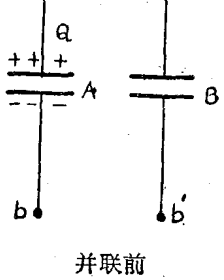
我根据教学目的和学生现状，机动地把题目划分为两个部份。一部份是少量的具有典型性的题目，要求学生“精做”；另一部份是大量的一般性题目，只要求学生“略做”。所谓“精做”，就是在解题之前要求学生抓住题目的本质和关键，书写“思路分析”，解题之后要求学生打开思路，提出问题，做“进一步分析研究”。所谓“略做”，只要求学生通过认真思考掌握物理原理，明确解题思路。

“精 做”一 例

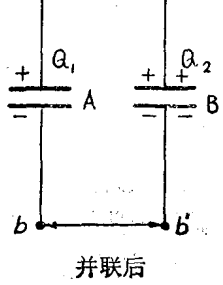
怎样“精做”？现在通过一个具体例子，谈谈“精做”中的质量要求。

例：电容器 $A(C_1=1$ 微法$)$带有电量 $Q(1.2\times10^{-5}$ 库仑$)$，与不带电的电容器 $B(C_2=2$ 微法$)$并联之后，它们各带电量多少？

思路分析：如图所示，当电容器并联之后，A 放电、B 充电，在放电充电过程中系统遵从电量守恒。电容器并联前所带电量之和等于并联后所带电量之和$(Q=Q_1+Q_2)$。



并联前



并联后

又当 a、a' 和 b、b' 点分别有相同的电势时，电荷停止定向移动，这时放电充电完毕。由于电容器 A、B 两端电压相等，并根据电容的定义公式 $C=Q/U$ 即可求解。

解答如下：

$$\frac{Q-Q_2}{C_1}=\frac{Q_2}{C_2}$$

$$Q_2=\frac{C_2Q}{(C_1+C_2)}=\frac{2}{1+2}\times1.2\times10^{-5}$$

$$=0.8\times10^{-5}\text{(库仑)}\cdots\cdots\text{电容器}B\text{所带的电量。}$$

$$Q_1=Q-Q_2=0.4\times10^{-5}\text{(库仑)}$$

……电容器 A 所带电量。

进一步分析研究(自问自答)：

1．金属导电是自由电子导电，那么 a 板的正电荷是怎样进入 a' 板的？（联想）

答："a板的正电荷进入 a' 板"，实际上是 a' 板的自由电子进入 a 板，因而 a' 板出现了正电荷，a 板减少了相应的正电荷。

2．小结。从答案里可看出：1微法的电容器带有 0.4×10^{-5} 库仑的电量；2微法的电容器带有 0.8×10^{-5} 库仑的电量，明显的成正比关系，即并联电容器各自所带的电量跟它们的电容量成正比。（对比、归纳）

3．在上题小结中所归纳的结论，是不是一般规律呢？（推理）

现在试做一讨论。设电容器 A、B 的电容为 C_1、C_2，并联前各带电量 Q_1、Q_2，并联(同性电极相接)后各带电量为 Q'_1、Q'_2。

讨论如下：

因为 $\frac{Q_1+\Delta Q}{C_1}=\frac{Q_2-\Delta Q}{C_2}$，$Q_1+\Delta Q=Q'_1$，

$Q_2-\Delta Q=Q'_2$。

所以 $Q'_1/C_1=Q'_2/C_2$，由此可以看出小结中归纳的结论是一般规律。

思路分析

所谓写思路分析，就是要求学生在解题之前简单而明了地写一段二百字左右的短文。短文内容要求以解题思路为线索，说明题目的物理过程和变化规律，以及在这些过程中如何运用物理概念和遵从哪些物理规律。这样的短文常常要配合示意图加以说明。有时也可以不写短文而运用表解的形式反映学生自己的思路。思路分析的内容是鉴别学生真懂、假懂的重要标志。

为什么练题要要求学生写思路分析呢？目的在于通过练题让学生扎扎实实地掌握好物理知识，从小就养成严谨的治学态度，克服那种读书不求甚解的劣习（似是而非，模棱两可，乱套公式，死记硬背，……）。

读书不求甚解的学风，也是一部份学生学习吃力的原因。要提高学习质量，就得抓好学生的学风。

学生通过写“思路分析”，可以观察到哪些变化呢？从现象上可以看到：把主要精力集中在理解物理概念、讨论物理规律、研究物理过程和变化规律的学生逐渐增多，而那些乱套公式、死记结论、到处询问答案、经常猜测试题的学生则逐渐减少，他们渐渐地养成了良好的学习风气。

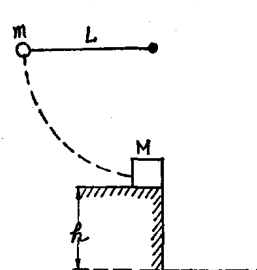
进一步分析研究

要做进一步分析研究，对学生而言，毕竟是一种富有创造性的自学活动。他们常常感到困难较大，无法下手。开始教师可以提出一些问题，诱导一下学生的思路，供其选择参考。譬如：研究各物理量间的相依关系和它们的函数图线；讨论有何变化规律、通性、条件、推论、联想、比较、解法等等；也可以演变一下题目的条件，提出一些新的问题，进行分析研究。

只要教师在教学过程中逐步起好示范作用，组织学生交流，鼓励学生的点滴"成就"，并且要求学生持之以恒，那么，对知识的消化和能力的提高是会有所成效的。

"略做"一例

为了使学生所掌握的知识有一定的深度和广度，并且尽可能地避免过重负担，所以大量的题目只要求学生"略做"。"略做"不是马马虎虎地做，而是要通过认真思考，抓住题目的本质和关键，掌握思路分析。"略做"抛弃了那些次要的内容和解题的某些步骤，不抄题目、不做繁琐运算、不要求得出具体答案，并且除个别题目以外一律不要求写思路分析的短文。



现在就一个具体例子谈谈对"略做"的要求。如图所示的装置，经碰撞后，问钢块 M 落于何处？

通过"略做"要求学生明确：钢球 m 释放后它的动能逐渐增加、重力势能逐渐减小，根据机械能守恒定律可以求出钢球在碰撞前的

速度。钢球跟钢块发生完全弹性碰撞，遵从动量守恒和动能守恒定理，可以求出两者碰撞后的速度。钢块碰撞后在水平方向上做匀速直线运动，在竖直方向上做自由落体运动，两者迭加组成平抛运动。分别按照匀速和匀加速直线运动的规律求出钢块的水平位移。

在物理教学中培养能力的几点体会和做法

江西省宜春中学特级教师　肖卫黄

在物理教学中怎样进行能力的培养？如何做到既打好基础又培养能力，建立起知识与能力的和谐统一？这是当前教育界共同探讨的问题。下面谈谈我们的几点粗浅看法和做法。

一、教学要重视激发学生的学习兴趣

教师要心中有“书”，眼中有“人”，要热爱和了解每个学生，做到因材施教。对重点和关键内容，必须想方设法帮助学生学懂。在课堂上采用有效的教学方法，做到讲、读、问、议、练相结合，针对学生难于理解或者易于混淆之处提出思考性问题，启发学生去思考、争议、对比。教师教学得法，循序渐进，使学生能学懂基础知识，做得出练习，看得懂课文，并认识到所学知识的实际用处，学生就必然对这门学科产生兴趣和爱好。把学生引上了路，才能调动起学生的学习积极性和主动性，这是对学生打好基础、培养能力起决定作用的动因。如果

学生感到上课听不懂，或者“食而不化”，越学越困难，没有学习兴趣，甚至产生厌恶情绪，说要打好基础，培养能力，就是一句空话。

二、加强实验教学

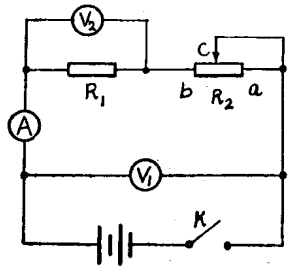
努力创造条件做好演示和学生实验，是提高教学效果、打好基础、培养能力的重要手段。举述二例如下：

1．讲述机械振动的振幅、频率和周期三个概念时，我们利用钢锯条自制弹性振子，使两个频率不同的振子同时振动，要学生对比观察它们的运动情况，并回答下面问题：应怎样判断和表示振动的快慢呢？学生答：可以让两个振子同时开始振动，在相同的时间内振动次数多的就表示振动快，或者用在一秒钟内振动次数的多少来表示，还可以用进行一次全振动所需时间的长短来表示。在学生观察解答之后，教师指出：在物理学中是引用“频率”和“周期”两个物理量来表示振动的快慢的。什么叫做频率和周期？它们的单位是什么？两者间的关系怎样？请同学们阅读课文。教师接着改变一个振子的质量，使两者振动频率相同而振幅不同，让学生观察后说明两者振动的异同点，再提出振幅的概念。

采用这个教具进行演示，比教材中采用音叉和纸片振动的演示更为直观形象，能帮助学生较易理解这三个基本概念的意义，调动学生积极思维，培养学生观察、对比、分析、概括等能力。学生知道了三个概念后，再做音叉和纸片的振动发声的实验，可以扩展学生的知识范围。

2．利用演示实验来启发学生分析解答综合性例题。讲完闭合电路的欧姆定律和路端电压概念后，课前按照图一所示

电路装好示教板，在课堂上要求学生观察示教板上电路的组成，并用规定的符号画出这个电路图。问：电键K闭合后，将滑动变阻器R_2的滑动片C从a端推到b端时，电路中每个电表上的示数是否发生变化？各怎样变化？为什么？待学生经过一番思考分析和议论，得出了不同的答案后，教师进行演示，判定学生答案是否正确。这时，得出错误答案的和不知道如何解答的学生都怀着焦急的心情希望学懂。教师先请解答正确的学生说明分析判断的方法，最后教师总结如下：首先要知道每个电表上的示数各表示什么物理量；其次要分析电动势、电压、电流和内、外电阻诸量中，哪些是变量？哪些是不变量？然后依据欧姆定律公式进行推导，找出各个变量间的因果关系，便能得到正确答案。



图一

这是一道有代表性的例题，采用这种教法，从实物装置→画出符号电路图→进行推论分析得出答案→用实验验证答案，贯彻了理论联系实际的原则，可以使学生对欧姆定律、路端电压的概念理解得更清楚，并培养了学生分析、解答问题的能力。对这个题，学生真正学懂了，能够起到举一反三的作用。

三、布置学生课外实验和实践性练习题

根据教学内容，我们布置了一些课外实验活动，要求学生按时认真做好。这对打好基础、培养能力具有重要意义。例

如：初二学生在学习第一章时，为了使学生建立起单位长度、单位面积、单位体积等概念，布置学生各做一个1厘米^{3}和1分米^{3}的体积(或容积)模型。学生在制作过程中，通过设计思考，切削量度，在头脑中建立起这几个基本概念的物理模型，为后面学习压强、比重等概念打好基础。初二学生在学习压力和压强之前，布置每两位同学用纸盒做一个石灰盒，用小方木板在四个角处各钉上一个铁钉做成一个小方桌(图二)，上课时，在教师的指导下让学生进行实验，研究压强跟压力和受力面积的关系。通过学生自己实验和教师启发讲解，全班学生动手又动脑，对受力面积、压力、压强三个概念和公式$P=\frac{F}{S}$的物理意义都能理解、掌握。在高中讲超重与失重两个概念之前，布置学生在课外做下面的实验：在手掌上托放一块砖，当手掌由静止向上或向下作加速运动时，手掌受到的压力有什么感觉？学生做了这个实验，获得了感性认识，讲课时就较易接受和理解了。学习阿基米德定律后，利用塑料药瓶和橡皮管做成图三的实验装置，让学生在课外研究潜水艇的浮沉原理，加深对阿基米德定律的理解。先在A瓶中装入适量

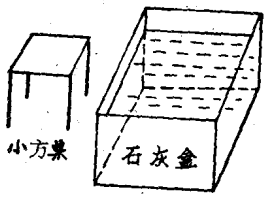


图 二

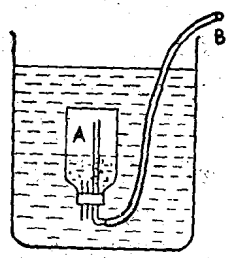
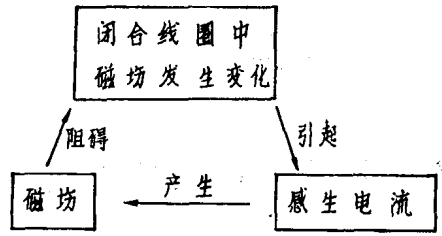


图 三

的水，使它能沉入水里，然后用嘴在橡皮管 B 端吹气和吸气，A 就会上浮和下沉。要求学生在观察实验后解答下列问题：A 会上浮和下沉的原因？A 在上浮或下沉的过程中，它受到的浮力大小是否改变？为什么？物体在液体中浮、沉的条件怎样？

四、重视培养学生的自学能力

学生自学能力差，不懂读书方法，这也是阻碍打好基础、培养能力的一道关卡。因此教师在教学中要教给学生学习方法，有计划地逐步培养学生的自学能力。我们对高一学生采取下面一些做法：1．对重要而难懂的课文采用讲读法教学。由教师带领全班学生共同阅读，逐句逐段进行分析说明，使学生学会阅读课文的方法，能够抓住中心内容，了解整个课文的前后关系、重点和难点。2．对较抽象的课文，教师先扼要讲解，或做演示实验后要学生阅读有关课文的叙述，如波的干涉和衍射。3．对比较浅易的内容，让学生阅读后教师提出几个思考问题，要学生解答。4．选取一些有代表性的概念、定律的讲解作为范例，以起举一反三的作用。例如讲述楞次定律，就先在实验的基础上逐步提出下列问题，诱导学生依据实验现象进行分析、概括，得出结论：①在什么条件下才能产生感生电流？②感生电流是否会产生磁场？③当线圈中有感生电流时，在线圈周围存在几个磁场？④感生电流磁场对原来磁场的变化起什么作用？最后总结出一个相互因果的制约关系(图四)。要学生先用自己的语言叙述这个定律，再阅读课文的叙述，并指出这个定律中的关键字眼是总是阻碍变化，应理解其物理意义。高一物理第四节摩擦力，这节教材是重点



图四

又是难点。对这一节课教学我们采取下面方式进行：先让学生阅读这节教材的第一段课文，并请学生分析这段课文说明了哪几个问题？学生答：说明了摩擦力产生的条件、方向和作用效果。什么叫做相对运动？什么叫做有相对运动的趋势？怎样用实验来研究摩擦力呢？教师提出这些问题来激发学生的思维活动，然后边演示，边讲解，使学生理解相对运动和有相对运动趋势二个概念的意义，理解滑动摩擦力和静摩擦力的区别，理解静摩擦力和最大静摩擦力的意义，通过演示总结出滑动摩擦力和最大静摩擦力大小计算公式。最后要求学生仔细阅读课文，按照下表对比写出两种摩擦力的特点。

	滑动摩擦力	静摩擦力
产生条件		
方　向		
产生效果		
计算公式		

在整个教学过程中要重视指导学生阅读课本，传授读书方式方法，培养学生自学能力。学生具备了自学能力，即是掌

握了打开知识宝库的金钥匙，才能在学校里和离开学校后不断获取更多、更新和更深的知识。

在物理教学中培养学生的学习兴趣

浙江省杭州市第十四中学 颜威明

兴趣是指一个人在认识、研究事物时所表现出来的意识倾向或积极态度。学习兴趣是学生对学习活动或学习对象的一种力求认识或趋近的倾向，它也称为“求知欲”。

教学的目的就是要使学生“要学——学会——会学”，其中“要学”是前提。理论与实践都已证明：在烦脑与反感、紧张与压力下进行不愉快的学习，其思维必然是抑制的；相反地，在愉快心情下进行主动的学习，就容易形成兴奋中心，注意力集中，思维敏捷，学习效率大大提高。因此，学习兴趣对于学习效果、智力发展、能力培养和未来成就都有着重大的影响。人们把学习兴趣看作是人材成长的“起点”。正如著名的物理学家杨振宁教授所说：“成功的真正秘诀是兴趣。”

一、循循诱导，激发兴趣

理想是勤奋学习的强大动力。伟大的近代物理学家爱因斯坦有一句名言：“只有热爱，才是最好的老师。”发掘物理课本中的思想教育因素，“寓教育于教学过程之中”，是激发学生学习物理兴趣的有效方法。

物理是一门基础科学，又是一门带头学科，现代科学技术

的发展往往是与物理学的成就分不开的。通过教材中人造卫星、火箭、回旋加速器、光导纤维、激光、无线电电子技术、可控热核反应……等内容的教学，可以使学生了解现代科学技术发展的脉络，认识到学好物理学对于建设四化的重要作用。同时，还应向学生指出：现代物理学在许多领域，如基本粒子等，至今仍是一个谜，尚在探索之中。新一代的有志青年，要树雄心，立壮志，勇攀现代物理学和科学技术的高峰。

在进行物理定律、定理等知识教学时，有意识地介绍科学家发现这些规律的思路和热爱科学、献身科学的动人事迹，是培养学生学习兴趣、进行辩证唯物主义教育的重要内容。在讲"大气压强"时，介绍要用十六匹马才能拉开的"马德堡半球"科学故事；在讲浮力时，介绍两千多年前，阿基米德在洗澡时发现测定王冠比重方法的传说；在讲力的概念时，介绍伽利略的成就就在于用实验为牛顿运动定律开辟了道路，第一次指明了力是产生加速度的原因，而不是维持速度的原因；在讲"行星运动"时，介绍哥白尼日心说和托勒玫地心说的激烈斗争，指出在科学与宗教迷信、真理与谬误的斗争中，不仅需要丰富的科学知识，还要树立为真理、为科学而献身的精神；通过牛顿力学适用范围和相对论力学、量子力学的浅介，通过光的干涉、衍射和光电效应对于光的"两重性"的论证，说明人们对于真理的认识是无止境的；在教学中，介绍麦克斯韦关于电磁波是存在的、电磁波是横波、光是电磁波等预言得到证实，揭示理论对于实践的依赖，与理论对于实践的指导作用，激发学生立志为发展物理学理论及其应用而作出贡献。

教师的渊博知识，循循善诱的启发，对于激发学生学习物理的兴趣，树立高尚的理想与志向，有着深远的影响。

二、形象直观，提高兴趣

物理学是一门以实验为基础的科学。中学物理教学中，基本概念的建立，物理规律的论证，难点的突破和重点知识的巩固，往往都是通过演示实验或学生分组实验来完成的。运用实验演示可以变静为动、变抽象为具体、变枯躁乏味为形象生动，极大地调动学生的学习积极性。因此，充分发挥实验的直观教学作用，是物理课提高学生学习兴趣的特色所在。

在高中进行"向心力应用实例"教学时，教师演示了"离心轨道"实验，小球从斜轨道的上方自由滑下，在竖直圆周上滑行三圈后又滑上另一斜坡。学生完全被实验所吸引住，迫切要求老师"再做一次！"教师因势利导地提出问题："为什么小球达到圆周最高点不会掉下来？""在该点小球的重量起什么作用？""在任何情况下，小球都不会掉下来吗？"……奥秘引起了兴趣，兴趣带动了钻劲，学生就这样带着强烈的求知欲望投入新的学习。

在初中进行"物体浮沉条件"教学时，教师先问学生："为什么木块能浮在水面上，而铅块在水里却下沉？"学生可以不加思索地争着回答："因为铅重。"教师拿出一块废牙膏壳，问学生："若将它捏成一团放入水中，会发生什么现象？"学生立即回答："沉到水里去"。接着教师又演示，将牙膏壳捏成一个小方盒，发现它竟浮在水面上，问学生："这是为什么？"学生纷纷议论起来，觉得现象虽平凡，但难讲清道理，前后两次实验牙膏壳的重量不变，不能再简单用谁重谁轻来解释，学习兴趣骤然浓厚起来了。

教学既是一门科学，也是一种艺术。物理教师除了要做

好实验外，还要用生动、清晰、流畅的语言，层层深入、有条不紊地分析，恰到好处地比喻，激起学生丰富的想像力和学习情趣。若学生对学习入了迷，他就不再认为学习是一种负担，而是一种乐趣，听课也不再是如坐针毡，而是"一种享受"，"一堂课时间好象过得特别快"。

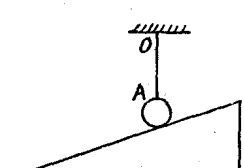
三、设疑解惑，深化兴趣

"疑"是深入学习的起点。提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决一个问题也许是一个数学上或实验操作技能而已，而提出新问题，新的可能性，从新的角度去看旧的问题，却需要有创造性的努力，而且标志着科学的真正进步。李政道教授曾对中国科技大学的学生说："最重要的是要提出问题，否则将来做不了第一流的工作。"

要培养学生勤学好问、善于思考的好习惯，首先要打破学生脑海中的平静，变无疑为有疑，造成一种期待获取知识的心理，使兴趣的兴奋点由表面向内部深处逐渐转化。

在进行力学教学时，针对学生暴露的知识上的缺陷，教师向学生提出以下三个问题：

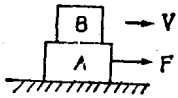
(1) 如图一，光滑斜面上的 A 球处于静止状态，绳 AO 为竖直方向。试判断："两物体相互接触，是否必有弹力产生？"



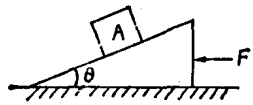
图一

(2) 如图二，力 F 拉 A、B 物体共同作匀速直线运动。试判断："物体运动，是否在运动方向必有力作用？"

(3) 如图三，力 F 推劈在水平面上作匀加速或匀速运



图二



图三

动，物体A与劈接触面光滑，且保持相对静止。试判断："斜面上物体所受的弹力大小是否就是$mg\cos\theta$？"

通过讨论和教师小结，学生对弹力产生的条件、力的意义与受力分析等获得了较深的印象。

在教学中，教师要坚持不懈地鼓励学生善于发现问题、敢于提出问题，对于学生提出的问题要逐一给予答复。教师的身体力行、言传身教是启发学生思维，深化学生学习兴趣的关键所在。

四、内外结合，发展兴趣

中学生正处于长知识、长身体的时期，他们活泼好动，精力旺盛。开展多种多样的物理课外活动，有利于发展学生广泛的兴趣，培养学生个人特长，是课堂教学必不可少的延续和扩大，被称为"第二课堂"。

学生在参加航空模型、航海模型、车辆模型、电工、无线电工程、无线电测向、摄影等物理课外兴趣小组活动中，汲取科学知识，受到了科学的启蒙教育，逐渐养成爱科学、学科学、用科学的习惯，这对人材的早期发现与成长具有十分重要的作用。

开展物理课外活动要面向多数学生，形式多样，如组织教学参观、举办科学讲座、放映物理教学或科技电影、开放实验室、"科技之窗"展览、举行"趣味物理实验竞赛"、"身边物理

学”实验表演、电子游戏、智力测验、物理基础知识竞赛……等，都是受到学生普遍欢迎的。

结合物理课内教学内容，开展学生家庭小实验作业或小作品制作，是一种课内外结合、发展学习兴趣的好形式。如初二年级可以布置简易测力计、悬挂法求重心、杆秤、“一纸托杯水”、鸡蛋浮沉、浮沉子等。初三年级可以布置干电池小台灯、电动小车、潜望镜、简易望远镜和显微镜等家庭实验或制作。高年级学生还可以结合教学开展一些带有创造性倾向的制作活动，如有的学生用一只玩具电动机就分别制作了电动小车、自动倒顺小车、电动离心分离器、电动七色板、电动喷雾器、电动转铃、模型电风扇等。这些家庭实验作业或小制作，人人动手、就地取材，既巩固了课本知识，又有利于发展学生的思维能力和实践、创作能力。

在开展物理课外活动中，令人可喜的是有一些平时对学习物理畏难情绪较大的学生，也表现出很高的兴趣，只要我们注意把他们对于活动的兴趣迁移到学习上来，逐渐产生对学习物理学的兴趣和需要，那是一定能够学好物理的。

电功和电功率的教学

山东省实验中学特级教师　郑爱光

一、教材分析

电功、电功率是电学中的基本知识。初中教材电功、电功率一章中的重点，又是高中进一步学习电磁现象和电能输送

所必备的基础，高中教材不再重述，因此在初中要把它讲清讲透。

电功的概念比较抽象，学生较难领会。讲授时，须充分利用学生已有的知识——机械功、电压、能的转化和守恒定律等。教材正是这样编写的。先让电流通过起重机的电动机，使电动机旋转，提高重物做功。并指出在这个电流做功过程中，电能转化成重物的势能。再讲电流通过电灯，电灯发热、发光，电流做了功，电能转化成热能和光能。通过这些学过的内容，学生还是比较容易接受电功这个概念的。这里须反复强调，电流通过用电器做多少功，就消耗多少电能，转化成其他形式的能。

讲授时，配合必要的实验，效果会更好。不过有关电功的实验，多数得不到正确的数量关系，因此可先根据学生的电压认识，"导体两端的电压越大，通过的电量越多，电流做的功就越多"，引导学生认识到：电流通过导体所做的功跟导体两端电压和通过的电量有关。从电压单位1伏特=1焦耳/1库仑的意义，电流所做的功 A，可用下面公式计算：

$$A=qU,$$

式中 $q=It$，计算电功的公式，可以改写成：

$$A=UIt。$$

从上式和精确的实验都表明：电流在一段电路上所做的功，跟这段电路两端的电压、电路中的电流强度和通电时间成正比。

然后再看课本83页图3-1，定性地观察电功跟电压、电流强度和通电时间的关系。

由于上述实验不易得到准确的数量关系，先理论推导，后

定性观察，有利于培养学生的推理能力。

电功率一节，由于学生已有了力学中功率的知识，对电功率的概念、公式、单位是容易接受的，不过电功率单位较多，记起来困难，也容易混淆，须反复运用，才能熟练。

关于电功、电功率问题，要告诉学生，不要机械地记忆某量与某量成正比或成反比等结果，而要注意所给的条件。因为学生考虑问题时，常常忽略了条件，认为："电流的功率和电流强度成正比"，"电流的功率和电压成正比"。如果提问："当通过一个导体的电流强度增大到原来的二倍时，电流的功率增为原来的几倍？"学生可能回答"二倍！"这就是忽略了电压同时也发生了变化，实际上，当通过这个导体的电流增大到原来的二倍时，由于这个导体的电阻为一恒量，这个导体两端的电压必须增大到原来的二倍，所以答案不是"二倍"而是"四倍"。因此在这段教学中，必须强调注意电路中的各项条件。

在问题中常遇到的条件是"电阻一定"（当电阻随温度的变化忽略不计时），而不是"电压一定"或"电流强度一定"。在这种条件下，由 $P=UI$ 和 $U=IR$ 的关系，可导出 $P=I^2R$，即当导体的电阻一定时，电功率和通过这导体的电流强度的平方成正比，又可以由 $P=UI$ 和 $I=U/R$ 得出 $P=U^2/R$ 的关系式。

讲述电功率，要讲清用电器的额定功率的意义。说明用电器所标明的功率名为额定功率，是指在正常工作下，即在额定电压下的电功率。如果用电器所加电压不是额定电压，则用电器的实际功率就不是额定功率。所以不谈用电器所加电压只谈它的电功率是无意义的。一个用电器的额定功率数和额定电压数只能说明用电器电阻的大小，不能说明实际功率的

大小。

课本中安排的测定小灯泡的功率，对额定功率的理解以及它和实际功率的区别，对学生弄清概念很有帮助，要求学生做好、分析好这个实验。

为了巩固电功、电功率和欧姆定律、焦耳定律等知识，也为了初步培养学生综合运用知识的能力，可布置些简单的综合性习题。通过习题课例题的分析，指导学生如何分析问题，弄清题目描述的物理现象，确定解决问题的物理规律，找出物理量间的关系，然后计算，防止学生乱套公式。

二、电功、电功率的具体教学过程

讲授任何一个课题，都要注意激发学生的学习积极性和主动性，这样才能既培养了他们的能力，也发展了他们的智力。下面是讲授额定功率一节课的教学过程。

先写出课题：电功率——额定功率。

提问有关电功率的问题后，做一演示实验，启发学生们的学习积极性。

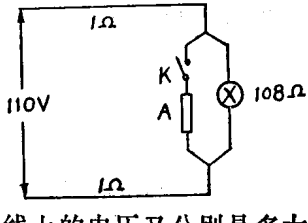
演示实验：用一示教板，做两个不同的电灯泡在并联时和串联时通电后发光的比较。

先提问学生：现有“220 V、60 W”、“220 V、40 W”两个灯泡，连起来接上电源，哪个发光亮些？学生异口同声地说：“60 W 的灯泡亮”。

接着把它们并联在 220 伏特照明电路里，当然如学生所答。然后把它们串联起来，接到 220 伏特照明电路上，学生见到两个灯泡都暗了，而 60 瓦特的比 40 瓦特的更暗，这时都想知道这是为什么？

结合上面实验，再让学生做下面一道题。

题目：线路电压是110伏特，有一个电阻是108欧姆的电灯连在这线路上，把电流引到电灯的来回两条导线的电阻是2欧姆，如右图。电灯上和导线上的电压分别是多大？如果再把另一个电阻是27欧姆的用电器A跟这个电灯并联起来，那么电灯上和导线上的电压又分别是多大？



计算结果：电路只有电灯时 $U_{灯}=108\,V$，$U_{线}=2\,V$；电路里再连上A后 $U_{灯}=100.6\,V$，$U_{线}=9.4\,V$。

学生计算完毕，再提问下面一个问题。

傍晚时候，有时电灯灯光较暗，到了深夜，灯光就亮些，这是什么原因呢？

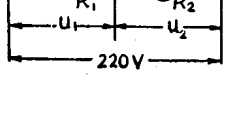
让学生结合演示实验、计算题、问答题议论：

1．用电器接到某一电压的线路里，一般情况下，用电器上的电压能否和线路电压一样？为什么？

2．把用电器接到它所标的电压的线路里，一般说来，用电器能获得它所标的电压吗？为什么？

3．讨论前面问题，为何傍晚时候灯光较暗。

学生通过议论得知：一个用电器在电路中的实际电压是随着电路的改变而变化的。接着引导学生根据$P=U^2/R$，推知用电器电阻一定，实际电压有改变，工作功率将随着改变。



这时教师板示左图，给出已知量，让学生运算：

已知：L_1 220 V、40 W，L_2 220 V、

60 W, R_1, R_2, 线路电压为 220 V。

求：L_1 的实际电压 U_1 和实际功率 P_1；L_2 的实际电压 U_2 和实际功率 P_2。

算得结果：$U_1 \approx 133$V，$U_2 = 87$ V，

$P_1 \approx 14.6$ W；$P_2 = 9.6$ W。

由此说明了上述两个灯泡串联起来，接在 220 V 的线路里，通电后发光的情况。

最后教师可小结：

1．用电器获得的实际电压随电路的改系而变化，实际功率又随着它的两端电压而改变。

2．额定功率、额定电压的意义。

3．用电器的额定功率数和额定电压数只能说明用电器电阻的大小，不能说明实际功率的大小。

变速运动物体的稳定问题

新疆维吾尔自治区哈密四中特级教师　夏士义

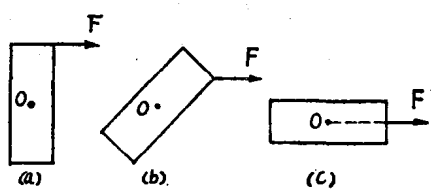
人站在卡车上，当卡车加速行驶时，人有向后倾倒的趋势，如脚前后分开，则感到前脚承受压力减小而后脚承受压力增加。汽车转弯时，内外两侧轮胎承受压力不同，速率过大时，甚至会出现翻车事故。自行车转弯，本身要向圆心方向倾斜（课本中有计算），但倾角是否有一定的限度？安全速率怎样计算？用力推木箱在水平面上滑行，用力过大或作用点过高都有可能将木箱推翻，诸如此类的问题，在中学物理没有引入惯

性力的概念时如何解决，这就是本文所讨论的内容。

一、合力不等于零时，物体不发生转动的条件：

如图一，当合力作用线不通过物体的质心 O 点时，则物体除有平动加速度外，还有转动，直至合力 F 的作用线通过 O 点，才只作平动。

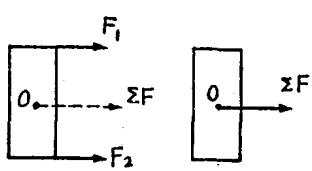
如图二，物体受到两个力 F_1、F_2 的作用，而合力 ΣF 的作用线通过质心，则物体只作平动，不发生转动。因此物体只作平动不发生转动的条件是：合力的作用线必须通过质心。



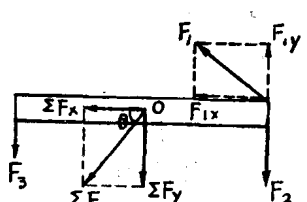
图一

二、同一平面内的几个力的合力：

如图三，物体受到 F_1、F_2、F_3 三个力的作用，其合力计算方法如下：



图二



图三

(1) 合力的大小：

$$\vec{F}_{合}=\vec{F}_1+\vec{F}_2+\vec{F}_3。$$

用正交分解法：

$$\Sigma F_x=F_{1x}+F_{2x}+F_{3x},\quad \Sigma F_y=F_{1y}+F_{2y}+F_{3y},$$

$$\Sigma F=\sqrt{(\Sigma F_x)^2+(\Sigma F_y)^2}。$$

(2) 合力的方向：$\operatorname{tg}\theta=\dfrac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x}$。

(3) 合力的作用点：以合力的作用点为转动轴，则合力矩为零(即以合力作用点为转轴：$\Sigma M_{顺}=\Sigma M_{逆}$)。

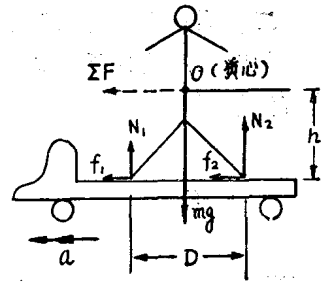
根据以上讨论，可以得出下述结论：当物体所受合力不等于零(即作变速运动)时，物体不发生转动(或翻倒)的条件是，合力的作用线必须通过质心，即以质心为转动轴，合力矩为零。

三、变速直线运动物体稳定(不翻倒)的条件：

1. $\Sigma F=ma,\begin{cases}\Sigma F_x=ma_x\\ \Sigma F_y=ma_y。\end{cases}$

2. 以质心为转动轴：$\Sigma M=0$(即 $\Sigma M_{顺}=\Sigma M_{逆}$)。

例 1：如图四，汽车加速度 $a=2$ 米/秒^2，人的重量 $G=600$ 牛顿，两脚前后分开，$D=1.2$ 米，人的重心高 $h=1$ 米，重力作用线在 D 的中央，问：(1)前后脚承受压力 N_1、N_2 分别多大？(2) 当汽车加速度多大时，人将向后倾倒？



图四

解：(1) $\Sigma F_x=ma_x$：$f=f_1+f_2=ma$ (1)

$(a_x=a)$，

$\Sigma F_y=ma_y$：$N_1+N_2-mg=0$ (2)

$(a_y=0)$。

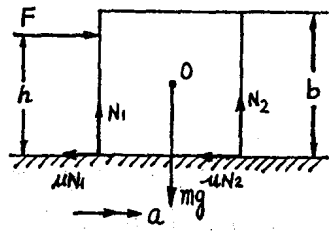
以 O 为转轴：$\Sigma M=0$，$N_1\cdot\frac{1}{2}D+fh-N_2\cdot\frac{1}{2}D=0$。(3)

解方程得：
$$N_1=\frac{1}{2}mg-\frac{h}{D}ma=200\text{（牛顿）},$$
$$N_2=\frac{1}{2}mg+\frac{h}{D}ma=400\text{（牛顿）}。$$

(2) 当 a 增大时前脚承受弹力 N_1 减小，后脚承受弹力 N_2 增大。当 $N_1\geqslant 0$ 时，人尚处于稳定（不翻倒）状态，当 $N_1<0$ 时，则人向后翻倒。故 $\frac{1}{2}mg-\frac{h}{D}ma<0$，即 $a>\frac{Dg}{2h}=6$ 米/秒^2 时，人将向后倾倒。

讨论：安全加速度 $a_0\leqslant\frac{Dg}{2h}$，当 $\frac{D}{h}$ 越大时，a_0 越大。因此，物体的支承面越大（D 越大），重心越低（h 越小）时，物体的稳度越大。

例 2：有一正方形木箱，各边长均为 b（图五），质量为 m，重心在中央，地面与木箱间摩擦系数为 μ。现用水平力 F 推木箱前进，为了保证木箱不被推翻，推力 F 的作用点应在何处？($F>\mu mg$)



图五

解：$F-\mu(N_1+N_2)=ma$ (1)

$N_1+N_2=mg$。 (2)

以 O 为转轴：

$$F\left(h-\frac{1}{2}b\right)+N_1\cdot\frac{b}{2}+\mu(N_1+N_2)\frac{b}{2}-N_2\cdot\frac{b}{2}=0。\quad(3)$$

由 (2)、(3) 解得：

$$N_1=\frac{(1-\mu)mg}{2}-\frac{F(2h-b)}{2b},$$

$$N_2=\frac{(1+\mu)mg}{2}+\frac{F(2h-b)}{2b}。$$

为使木箱不向前倾倒，必须满足 $N_1\geqslant 0$，即得：

$$h\leqslant\frac{b}{2}+\frac{bmg(1-\mu)}{2F},$$

为使木箱不向后倾倒，必须满足 $N_2\geqslant 0$，即得：

$$h\geqslant\frac{b}{2}-\frac{bmg(1+\mu)}{2F},$$

$$\therefore\quad \frac{b}{2}+\frac{bmg(1-\mu)}{2F}\geqslant h\geqslant\frac{b}{2}-\frac{bmg(1+\mu)}{2F}。$$

讨论：(1) 为使木箱向前翻倒，必须：

$$h>\frac{b}{2}+\frac{bmg(1-\mu)}{2F},$$

而 $h\leqslant b$，$\therefore\quad b>\frac{b}{2}+\frac{bmg(1-\mu)}{2F}$，解得：$F>(1-\mu)mg$。要将木箱向前推翻，推力必须大于 $(1-\mu)mg$。

(2) 为使木箱向后翻倒，必须 $h<\frac{b}{2}-\frac{bmg(1+\mu)}{2h}$ 且 $h\geqslant 0$，$\therefore\ \frac{b}{2}-\frac{bmg(1+\mu)}{2F}>0$，解得 $F>(1+\mu)mg$，故要使木箱向后翻，推力必须大于 $(1+\mu)mg$。

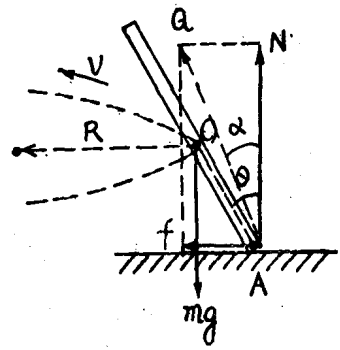
四、物体在水平面上作圆周运动的稳定问题：

自行车、汽车在水平面上作圆周运动时，如不翻倒，则它们必须在竖直面内只作平动而无转动，因此在与线速度垂直的平面内必须满足下述关系：

1. $\Sigma F=ma$，$\begin{cases}\Sigma F_x=ma_x\\ \Sigma F_y=ma_y。\end{cases}$

2．以质心为转轴，$\Sigma M=0(\Sigma M_{顺}=\Sigma M_{逆})$。

例3：自行车在水平面上转弯，地面和车轮间摩擦系数为μ（图六），转弯半径为R。求：(1) 自行车的安全速率。(2)用这个速率行驶时，车身与竖直方向的夹角。



图六

解：$f=m\frac{v^2}{R}$ (1)

$N=mg$。 (2)

以O为轴：

$f\cdot OA\cos\theta=N\cdot OA\sin\theta$ (3)

式中的θ为车身与竖直方向的夹角。若不滑动：$f\leqslant\mu N$ 即 $m\frac{v^2}{R}\leqslant\mu N=\mu mg$，$\therefore\ v\leqslant\sqrt{\mu Rg}$。将 (1)、(2) 代入 (3) 得：$m\frac{v^2}{R}\cos\theta=mg\sin\theta$，$\therefore\ \operatorname{tg}\theta=\frac{v^2}{Rg}$。

讨论：(1) 地面对车轮的作用力Q为摩擦力f和弹力N的合力，$\operatorname{tg}\alpha=\frac{f}{N}$，由 (3) 式得 $\operatorname{tg}\theta=\frac{f}{N}$，$\therefore\alpha=\theta$，即地面对车轮的作用力$Q$沿着车身方向（教科书中没有说明原因）。

(2) 骑自行车时车身与竖直方向的最大夹角为：

$\operatorname{tg}\theta\leqslant\frac{(\sqrt{\mu Rg})^2}{Rg}=\mu$，即$\theta\leqslant\operatorname{arc\,tg}\mu$才能安全行驶。

例4：如图七，已知汽车质量为m，重心高为h，两侧轮子相距D，转弯半径为R，当汽车以速率v运动时，汽车内外侧轮子分别承受多大压力？为使汽车安全转弯，汽车速率不得超过多少？

解：$f=m\frac{v^2}{R}$ (1)

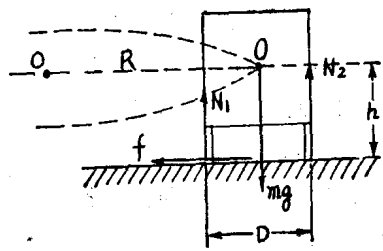
$N_1+N_2=mg$ (2)

以 O 为轴：

$N_1\cdot\frac{D}{2}+fh=N_2\cdot\frac{D}{2}$ (3)

解得：

$N_1=\frac{1}{2}mg-\frac{mh}{RD}v^2$,



图七

$N_2=\frac{1}{2}mg+\frac{mh}{RD}v^2$，可见 $N_2>N_1$。

讨论：(1) 当 v 增大时：N_1 减小、N_2 增大，为了不翻倒，要求：$N_1\geqslant 0$，则 $\frac{1}{2}mg\geqslant\frac{mh}{RD}v^2$，$\therefore\ v\leqslant\sqrt{\frac{DRg}{2h}}$（不翻倒的条件）。

(2) 为了不向外侧滑动，必须 $f\leqslant\mu mg$，即

$$m\frac{v^2}{R}\leqslant\mu mg,$$

$\therefore\ v\leqslant\sqrt{\mu Rg}$（不向外滑的条件）。

比较 $\sqrt{\frac{DRg}{2h}}$ 和 $\sqrt{\mu Rg}$，其中小者为安全速率。

注意：在静力学中，处于平衡状态的物体因所受合力为零，因此以任意一点为转动轴合力矩都为零。而在变速运动中，物体所受合力不等于零，因此选择不同的点作为转动轴，其合力矩是不同的。只有当合力作用线通过质心，即以质心为转动轴合力矩为零时，作变速运动的物体才能保持稳定（不翻倒）。

在物理教学中发展学生思维的几个问题

黑龙江省宾县一中特级教师　龙涛靖

培养学生思维能力，是中学物理教学大纲中规定的重要任务之一。在教学中传授知识和发展思维是相辅相成的。掌握知识是发展思维的必要条件，思维发展，又是进一步掌握知识的前提。学生思维的发展过程，具有一定的阶段性和连续性。随着年龄的增长和心理状态的变化，各阶段都有其典型思维特征，而其特征又非截然分开的。每阶段之初孕育大量前阶段的思维特点，每阶段之末，也产生下一阶段的思维特点。总之，中学阶段，学生思维发展的特征，是从具体形象思维逐步向抽象思维过渡的。在教学中，只有遵循这种思维发展规律，安排教学内容和方法，才能调动学生的学习积极性，提高教学质量。

(一)

观察、实验是发展学生思维的基础。许多物理概念的建立，定理、定律的发现，都是从科学实验中，将观察获得的现象或事实，经过科学思维而形成的。

1．在观察、实验中，要有目的、有选择地观察各阶段的演变特点，及其变化的全过程。由于在实验中，各种现象的变化是错综复杂的，经常受到环境和条件的影响，有时难以观察全

面。如果只凭一段时间的观察，即得出结论，就容易产生错误。故在指导实验时，一定要有目的、有选择地观察开始状态、终止状态和从开始到终止状态现象演变的特点，才能找出科学规律，防止结论错误。

2．在观察、实验中，要将感觉器官的感知同科学思维活动有机结合。例如，讲物质导热性能时，可以先让学生用手摸木头，不感觉凉；再用手摸铁，就感觉凉。然后问：为何用同一只手摸不同物体，会有两种感觉呢？难道在相同外界条件下，会有不同的温度吗？从而指出，手的触觉所表现的矛盾，并非感觉错误，而正是反映出各种物质热传递速度的差异性，即物质具有不同导热性能。由此而知，思维对物理现象的反映，并非简单、直接的反映。在这二者之间，存在感觉、感知和表象的过程，只有使其二者有机结合，才能形成正确概念，掌握科学规律。

3．在观察、实验中，要注意外界因素的影响。例如，讲光的折射时，若将一木棒插入盛水容器中，便见似折；取出观之，并未弯折。为何产生这种视觉与客观事物间的矛盾呢？因在木棒与眼睛之间，存在一种中介物——光线，有了它，才能产生视觉，所观察到的矛盾现象，正反映了光的折射。若在实验时不注意它的影响，其矛盾的症结，就难以找到。

4．在观察、实验中，要注意分析各种现象变化的因果关系和制约条件。首先，原因和结果是互相联系的。在实验中，各种现象的变化，都是由于某种原因作用而产生的，没有无原因的现象和变化。其实，一现象的存在，另一现象必将出现。同一现象，可能既是原因又是结果。只有在实验时，力求揭示这种因果关系，才能使感性认识上升到理性认识。

其次，一切运动和变化，都受一定条件的制约和影响。这种制约和影响的条件有二：一是阻止原因起作用的条件；一是促使产生结果的条件。例如，原子弹和原子反应堆，都是利用裂变物质制成的。由于维持和控制链式反应的条件不同，以致原理各异。若学生弄清此点，其理自解。

总之，学生知识的获得，始源于感知，而观察、实验是获得感知、发展思维的重要途径。只有在平时养成良好的观察习惯，培养观察力，不断感知，才能为发展思维建立良好基础。

（二）

思维包括内容和形式两方面。学习物理知识的过程，是一个复杂的思维过程。无论知识的内容如何，所运用的思维形式总是相同的，即形成概念，进行判断、推理。

1．形成概念

形成概念，是学生学好知识、进行思维的基本形式。

那么，怎样形成概念呢？

首先，必须提供必要的感性材料，作为揭露物理现象或事实本质特征的基础。教学中，学生获得感性材料的来源，主要有：一是感知，主要通过课堂教学的教具模型，演示实验，幻灯电影等手段获得；二是利用已有知识、生活经验，启发学生回忆与新概念有关现象或事实，通过形象语言和板图等，引起想象和再造想象。例如教材阐述冲量概念时，首先从学生生活实际出发，通过骑自行车实例，提出欲使质量一定的物体，获得一定的速度，跟用力大小和经历时间有关。究竟有何关系呢？接着通过一辆汽车运行的具体数字的计算，使学生了解

到，当 $F \cdot \Delta t$ 相同时，则引起改变速度的效果一样。从此导出冲量概念。

其次，要充分揭露概念的本质属性。一个概念有其内涵和外延。例如速度概念的内涵，是指质点的位移和产生这个位移所需用时间的比。外延是根据运动形式、性质、特点及其选择的参照系不同，而将速度分为即时速度和平均速度、线速度和角速度、相对速度和绝对速度等，无论怎样划分，其本质含义都相同。阐述时要"讲透内涵，讲清外延"；要求学生"掌握内涵，了解外延"。

再次，要讲清概念的基本结构。概念的基本结构，就是指构成的基本要素。例如力的基本结构是力的大小、方向、作用点三要素；速度的基本结构是位移和时间；力矩的基本结构是力和力臂。由于概念的结构不同，学生学习时遇到的难点也不同。在讲授时，要抓住难点，集中突破。例如，讲摩擦力时，应侧重讲清方向的确定；讲力矩时，应侧重讲清力臂等。

另外，要帮助学生形成概念体系。概念体系，可分多样，有相邻概念，相反概念，并列概念，从属概念等。在教学中，要善于讲清其间的区别和联系。例如讲牛顿第三定律时，要将作用力、反作用力与物体受的一对平衡力讲清；讲物体置于斜面上受力情况时，要将垂直于斜面的分力与物体对斜面的压力讲清，等等。只有学生弄清了这些易混概念之间的区别和联系，才能掌握概念体系，正确理解概念，防止错用概念，提高运用概念的能力。

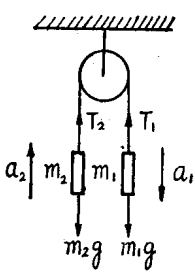
2．进行判断、推理

判断、推理过程，要符合学生的正确认识规律，也是所学

知识进一步深化的过程。

(1) 判断：根据问题性质、特点不同，常将判断分为单一性判断，直接性判断，多元性判断和推论性判断等多种。

例如，通过定滑轮，用绳分别挂质量为 m_1、m_2 两物体，而 $m_1>m_2$，若绳不可伸长，绳与滑轮的质量均不计，求绳子受的张力和加速度。



此题属于一个多元性判断问题，其判断步骤为：首先判断 m_1、m_2 的运动状态，这属直接性判断。因 $m_1>m_2$，所以 m_1 下降，m_2 上升。其次判断 m_1、m_2 的运动特点和受力，这属单一性判断。即 m_1 受 m_1g 和 T_1 两力，将以 a_1 下降；同样判断 m_2。第三，看 m_1、m_2 间的制约关系，即 $a_1=a_2$，$T_1=T_2$，最后建立方程。

从上述判断过程看，一个多元性判断，实际上是多个直接性判断和单一性判断的综合和提高，而单一性判断、直接性判断又是多元性判断的基础。

由此可见，培养学生的判断能力，应先从直接性、单一性判断开始，逐步发展到多元性和推论性判断。

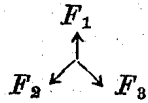
(2) 推理：常用的推理形式有二。一种是归纳推理，即利用个别物理现象，或某一特定实验，引导学生观察、分析、综合，最后得出一般概念、定理等内容。一种是演绎推理，要求学生根据已学概念、定理等，去计算、解决某些具体问题。在教学中，要善于教给学生推理的方法，每当出现错误时，要问问他们是怎样想的？而后，从前提和推理过程两方面去检查错误产生的原因，并帮助纠正。

(三)

练习是发展学生思维的一种重要方法，是教学中的一种经常性实践活动。课本上的练习有问答题、实验题、计算题等多样。总的归纳为：一类是巩固和理解基本概念的习题；二类是运用和熟练基本规律的习题；三类是联系和解决一些简单实际问题的习题。三类习题，互相交错，互为补充，出现在教材中。在教学中，如何指导好这三类习题呢？

1．要总结解题要领，指点解题思路，着眼于思维能力的培养。所谓思路，就是思考问题的方法和程序。在教学中，不仅要善于提出问题，而且要善于指点思考问题的方法。要告诉学生，分析问题应从何着手，计算习题可用哪些基本方法，运用这些方法的理论根据是什么，还有些什么问题，需要进一步探讨和解决等等。

2．要总结"基本模式"，着眼于举一反三。

在练习中，应根据基本概念和基本规律，在充分揭示各知识间内在联系的基础上，总结出"基本模式"，这是促进学生思维最灵活的单质。例如，在物体平衡一章中，共点平衡力的最"基本模式"的形式是 

，对这一"基本模式"，要求三会：一会判断；二会计算；三会变式。总之，在各章中，都能抽象出一些"基本模式"，如果掌握了它的特点和计算规律，就能引起思维飞跃，并能利用它去组合新知识，达到举一反三的目的。

总之，形式是内容的表达方式，是为内容服务的。在练习

中，运用什么方法收效最优，应根据教学大纲和教材，因人、因情制宜，不能千篇一律。

试论单元教学法

浙江省杭州市第一中学　施肇增

单元教学法就是把一章教材，按照它的内在知识结构，划分为若干单元，根据单元的整体要求进行教学的一种方法。

单元教学的教法设计，一般可划分为三个阶段，一是自学阶段，二是讨论阶段，三是练习阶段。这三个阶段互相联系成一个统一的整体，既不是彼此割裂，也不是刻板地按阶段划分课时，要着眼于讲究效率，提高质量。

1．自学阶段。这一阶段是在教师指导下，通过学生自学探究，阅读教材中的基本概念，实践教材中的基本规律，论证教材中的基础理论。教材中有不少内容要看懂并不难，难在抓不住重点和关键。针对学生缺乏分析、概括、综合等能力，在自学探究前布置适量的自习提纲，指导学生带了问题去阅读、实验、论证。编写的自习提纲要有针对性，针对教材的重点和关键，针对学生常犯的错误。要富有启发性和趣味性，能引起学生的积极思维。如第一单元冲量、动量和动量定理的自习提纲，笔者采用了如下的思考题。

(1) 物体从高处下落到地面，再向上弹跳。在下降和上升的过程中，试分析物体受到的冲量。

(2) 有一物体静止在斜面上，是否受到冲量的作用？当物

体沿斜面下滑时又怎样？

(3) 根据上面讨论的内容，请你总结一下，冲量存在与否取决于什么因素？冲量的大小和方向又取决于什么因素？

(4) 请你应用运动学和动力学知识分析一下物体所受的冲量跟动量的变化量存在何种关系？

笔者认为，编写的自习提纲所提出的问题不要能轻易地从书本上找到现成的解答，而应该经过钻研课文、动一番脑筋才能得出结论。

在自学阶段根据教材的内容布置一些小实验，让学生边阅读边实验，更能调动学生学习的积极性。

2. 讨论阶段。这一阶段是在教师的启发下，边讨论边总结。讨论的问题和总结的内容要紧扣教材的重点和关键；要针对学生自学中产生的疑点和教材中的难点；要揭露知识的内在联系和规律性，使学得的知识不仅系统化，还得结构化。例如"动量"这章教材的重点是什么？所谓重点，是整体中最重要、最基本部分的知识。由于动量守恒定律是力学中三条守恒定律中的一条，是全章教材的中心内容。但要树立动量守恒的观念，就必须掌握好动量定理。而动量定理的建立，则必须掌握冲量和动量两个基本概念。然后应用动量守恒定律解决弹性碰撞等实际问题。所以冲量、动量、动量定理、动量守恒定律和弹性碰撞是本章的重点知识。在这些重点内容中动量定理是教材的关键。它既反映了冲量和动量之间的关系，又是动量守恒定律的基础，因为动量守恒定律是动量定理的一种特殊情况，即合外力等于零时的情况。为此，单元教学中应紧紧扣住这些重点和关键，进行分析讨论，归纳总结。如第一单元教学中，着重分析清楚冲量、动量等基本概念和两者的

关系——动量定理，通过讨论建立冲量、动量等概念。讨论的中心议题是：

(1) 力和冲量之间的关系

力是产生冲量的原因。要求明确冲量是对力而言的，是力产生的冲量，只要有力的作用，不论有无位移，就会有该力的冲量。重力要产生冲量，弹力和摩擦力也都会产生冲量，力和冲量是不能分割的。

冲量的大小取决于力和力作用的时间。因而力大不一定冲量大，力小也不一定冲量小。

冲量的方向取决于力的方向。力是决定冲量存在与否的必要条件。冲量的方向跟力的作用方向一致。

(2) 冲量和功之间的区别

由于有力的作用就有冲量，但是有力的作用不一定有功。所以，有功一定有冲量，有冲量不一定有功。

(3) 速度和动量之间的关系

动量不能脱离物体。物质是运动着的，所以有物质存在就有运动的速度，有速度便有动量。动量是对物体而言的。由于速度具有瞬时性和相对性，所以动量也具有瞬时性和相对性。

物体的质量和运动的速度是决定动量大小的两个必要因素。速度大不一定物体的动量大，速度小也不一定物体的动量小。

动量的方向取决于速度的方向。

(4) 速度、动能和动量三者之间的关系

对特定的物体来说，物体的运动速度越大，动能越大，动量也越大。三者都是跟物体运动状态相关连的物理量。

速度是从运动学观点反映物体运动的快慢程度，而动量是从动力学观点反映冲击作用的能力。动能和动量虽然都是用来反映物体运动状态的，而两者描绘的角度不同。动量是通过机械运动的相互转化量度机械运动的；动能是通过不同形式的运动之间的相互转化量度机械运动的。因此动量相等的两个物体，动能不一定相等；而动能相等的物体，动量也不一定相等。

(5) 揭露动量定理所反映的客观规律性

阐明力的作用产生冲量，冲量的作用引起物体动量的变化。动量增量的方向取决于冲量的方向，而冲量的方向又取决于力的方向。冲量的大小等于动量增量的大小，其中的冲量是合外力产生的冲量。

动量定理和动能定理都是从牛顿定律中推论出来的，在研究运动状态的方法上具有相同的特点。但是在应用动能定理时，要考虑外力做的功，还包括内力做的功。而当应用动量定理时，只考虑外力的冲量，不包括内力的冲量，因而当系统的动量守恒时，动能不一定守恒。

讨论阶段就是通过提出相关问题开展讨论，在分析的基础上澄清一些基本问题，再由教师综合归纳，重点讲授。

讨论中提出的问题要紧扣重点，抓住关键，突破难点，联系疑点。要根据教材的实际要求和学生的实际水平，做到有的放矢。

讨论过程中教师要循循善诱，启发学生积极思维，只有让所学的知识通过自己头脑的思维活动，才会有深刻的印象。也只有亲自去探索知识的奥秘，才能牢固地掌握好所学的知识。通过讨论，对学生能力的培养，将会产生积极的作用。

3. 练习阶段。练习是巩固、发展、加深和扩大基础知识的重要手段。是培养思维、运算、分析和运用能力的重要途径之一。练习的内容不在于题目的难度，而在于价值的高低。选题时要突出主题，要有针对性，有一定的灵活性和典型性。练习的目的是为了培养学生分析问题和解决问题的能力。本阶段应以基础练习为主，综合练习为辅。在"动量"的第一单元教学中选择下面几道基本题进行练习。

(1) 有一弹性小球的质量为 1 千克，以速度为 10 米/秒沿光滑的水平台面冲击竖直墙面。碰撞后以相同的速率反跳，试求碰撞过程中小球受到的冲量。碰撞前后小球的动量有什么变化？如果换成用粘土制成的小球，仍以原速冲击墙面，冲击后粘在墙上，求粘土小球受到的冲量。碰撞前后小球的动量有什么变化？

(2) 质量为 1 千克的弹性小球，以 10 米/秒的水平速度向右冲击墙面，墙面对小球的平均弹力为 70 牛顿，作用经过的时间为 0.5 秒，求碰撞后小球的速度。

(3) 一个进行高空作业的工人，体重为 60 公斤，不慎从高空跌下，被一条 5 米长的弹性安全带拉住，经 1 秒后停止。求安全带对人体的平均拉力。

(4) 从水面上 H 米高处自由落下一物体，已知物体的比重 D 小于水的比重 d。试分别应用运动学、动力学知识，动能定理和动量定理求解物体落到水中后，所能达到的最大深度 h。

经过几年的教学实践，我认为单元教学法符合学生的心理特征和认识规律。这种教法的优点体现在提高了课堂教学效率；还体现在教学的针对性强，从实际出发进行教学，在教

学中随时了解学生；再体现在学生获得的是完整的知识体系，不是知识的片断，从而保证了知识结构的完整性。此外，并能调动学生学习的主动性和积极性，促进学生智力的发展和能力的提高。因此，单元教学法比较适合于知识系统性较强、层次分明的章节。

自制“简易游标卡尺”

山西省晋城一中特级教师　胡荣绵

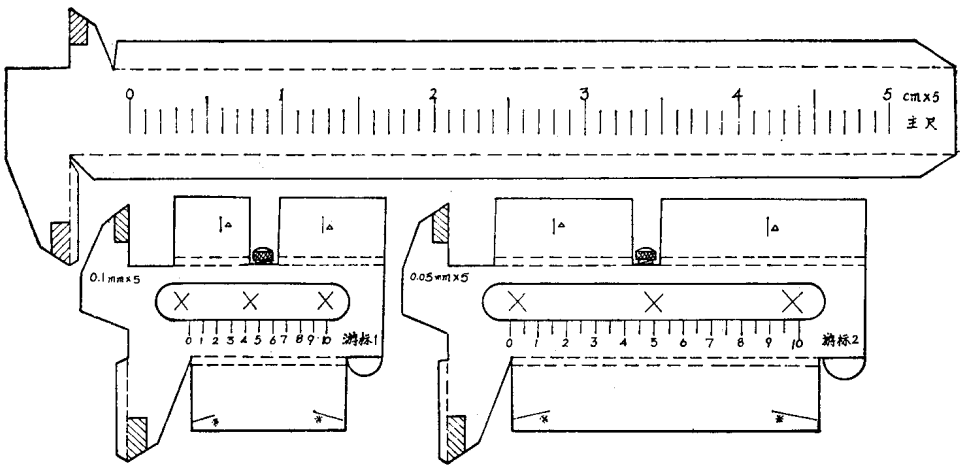
“简易游标卡尺”是为配合高一物理中的学生实验《游标卡尺的使用》而设计的。让学生通过制作和使用，了解游标卡尺的构造、原理，掌握游标卡尺的读数方法及零误差的确定。

一、制作方法

1．刻印：将图一（制作实体图）放大描刻在蜡纸上。选用田字格蜡纸分度较方便。主尺的最小分度是5毫米；游标尺的最小分度，10个等分刻度的为4.5毫米，20个等分刻度的为4.75毫米。然后油印在纸板上。纸板用类似做牙膏盒的纸板最好，用厚一点的绘图纸亦可。

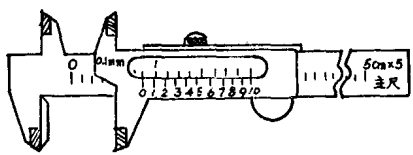
2．剪挖：照印好在纸板上的实体图的外缘实线剪下主尺和两个游标尺，将游标尺中央画×的部分挖去，而成长条形窗孔。再剪开游标尺上的插缝（图中标△处）和插销（图中标※处）。

3．折制：照剪好的主尺和游标尺上的虚线向背面折迭。


0
1
2
3
4
5 cm×5
主尺
0.1mm×5
游标1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0.05mm×5
游标2
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

图一

主尺杆两侧折成约 30° 角(为增大尺杆硬度和与游标尺接触的弹性)，其余虚线都折成直角。折好后，将游标尺后的插销插入相应的插缝中。然后将游标尺套在主尺杆上，游标卡尺就做成了。成品样式如图二所示。



图二

二、使用与思考

1．一个主尺配有两个等分刻度数不同的游标尺，可以换用，练习读数。注意观察，游标尺和主尺的刻度有何关系？想一想，用哪个游标尺测量的结果更精确？为什么？

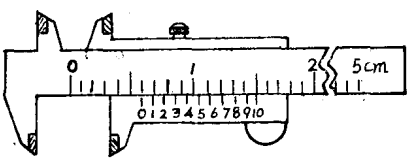
2．此游标卡尺的刻度放大了五倍。要想得知被测物的实际长度，只要将测得的读数乘5。想一想，若要从自制游标卡尺上直接测读被测物的实际长度，应如何标刻度数？想好后，用红笔在相应的刻度线上标出，并在实测中加以检验。

3．试确定你做的游标卡尺的零误差的正负和大小。想一想，如何在实测的读数中消除零误差？再看看其他同学做的游标卡尺的零误差与你做的有何不同？

三、制作幻灯片

为配合课堂教学，绘制复合幻灯片。主尺画在一张透明片上，游标尺画在另一张透明片上，然后将两片迭合加工，制成一张游标尺可在主尺上移动的复合幻灯片。为使投影真实、

清晰，此复合片应尽可能避免交错线条。绘制好的游标卡尺复合幻灯片的投影应如图三所示。



图三

四、效　果

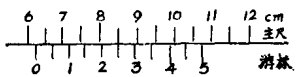
1．简单易做，经济实用，利于发展学生的智力和激发学生学习物理的兴趣。

2．结合教材紧，利于教学。在帮助学生获得游标卡尺的原理、读数方法和零误差等感性知识上，具有实际游标卡尺不可比拟的优点。

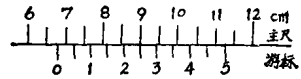
3．学生在思考与回答"若要从自制游标卡尺上直接读出被测物的实际长度，应如何标刻度数才行？"的问题中，还能对学生掌握螺旋测微器的读数方法有所裨益。

欲直接测读实际长度，主尺应每两个最小分度为1厘米，标上刻度数（即原刻度数的5倍）。游标尺应按原刻度数的0.5标出（即将2、4、6、8、10改为1、2、3、4、5）。读数时还应注意游标尺零刻度线的位置，若处在主尺半厘米刻度线的左侧，则厘米数的小数部分可直接从游标上读得；若处在主尺半厘米刻度线的右侧，则厘米数的小数部分应为0.5加游标的读数。下面以游标为10个等分刻度的游标卡尺为例：若游标处在图四位置，测得读数为6.25厘米；若游标处在图五位置，则测得的读数应为6.75厘米，而不是6.25厘米。这种读

法跟螺旋测微器是很相似的!



图四



图五

怎样讲授物理概念

甘肃省兰州第一中学特级教师　朱映文

在中学物理教学中，要提高教学质量，必须注意物理概念的教学。尤其在课堂教学中，如何把概念正确地教给学生，使他们掌握，是教好这门课程的关键。概念是物理现象的本质属性的概括，是进行物理思维的基础。有些学生在学习物理中，乱套公式，死记硬背，往往也与概念不清有关。有些学生即使考入高校深造，如果没有准确掌握基本的、重要的概念，在学习中也将发生困难。在中学物理教学中，如速度、加速度、力、功、热量、电场、电势、电磁感应等等，都是基本的重要的概念。那么如何讲好物理概念呢？总的要求就是要讲清概念的物理意义及与其相关的概念的联系。教师首先必须深钻教材，掌握住教材的重点、难点以及突破难点的关键，然后才能在课堂教学中做到主动，有的放矢，发挥主导作用。我们的做法和体会有以下几点。

第一、要始终坚持实践的观点。

所有的物理概念都是从实践中产生的，离开实践就不能

有正确的概念。所以客观的真理是从实践中来，在实践中得到检验的。因此对每一物理概念的教学，必须让学生在实践的基础上，理解物理现象的本质、特征和产生现象的条件，准确掌握概念。日常生活中所见到的物理现象，课堂上的演示实验和分组实验等，都是事物的客观存在。通过存在，首先有了感性认识，在此基础上讲授概念，使学生能正确地理解它们的意义，才能收到良好的效果。

第二、讲清楚概念的意义是讲清概念的关键。

这个问题，举两例来说明。第一是讲电场强度时，首先就要让学生认识带电体周围存在着电场。它有两个重要属性，一是力属性，二是能属性。任何一个电荷在电场中一定要受到力的作用。至于所受的力是如何知道的，可以引出"检验电荷"来认识电场有力的作用。在电场中相同的位置，检验电荷所受的场力 F 与它们的电量 q 之比是一个恒量，不同位置的比值不同。这个比值就表征着电场中某一点的力不同于另一点上的力这一性质，我们就把它叫做电场强度。这是描述电场中某一点力的性质的物理量，其大小应为放在那点的检验电荷所受的电场力跟它的电量之比。其方向规定为正检验电荷在那一点所受力的方向。同时应指明，电场强度与在电场中有无检验电荷，与它所带的电量及所受的电场力无关，不要让学生产生没有检验电荷，电场强度就为零，或者认为电场强度由检验电荷的受力来决定，或者是由所带的电量来决定等错误认识。一句话，电场强度只能由形成电场的电荷来决定。用这种办法还可让学生去理解电场中能的属性——电势这一概念。并要求从这里区分电场强度和电场力的区别和联系。第二是如何讲清电源的电动势这一概念。在研究电源的物理性

质时，实验证明，结构一定的电源内部，当电流通过时，其它形式的能转变成电能的量正比于所搬运的电荷的电量。不同结构的电源内部，一定量的电荷从其中通过时，其它形式的能转变为电能的多少则不同。这就表明，同一电源内部，非静电力移送单位电量所做的功是一个定值，其大小是因电源本身的结构不同而不同。为了表明电源的这一特性，比较不同电源非静电力做功能力的大小，便引入电源的电动势这一物理量，使学生明确理解它。接着便可提出："电源的电动势，就是非静电力把正电荷从负极移送到正极时所做的功跟被移送的电量之比。"这样学生既能了解电动势的概念，又能了解电动势与电势差的区别，以及它们的量度单位都用"伏特"表示的道理。

第三、根据不同的概念，采用不同的方法。

(1) 学生学习掌握抽象的物理概念时，应当首先将有关的客观事物表现的物理过程储存在他们的脑海中。如"能"是物体具有的做功本领，这一句话学生不一定真正理解，或者不能深刻理解。如果从飞行的子弹能穿透木板，高举的夯能把土打紧等自然现象入手，倒比较容易理解。所以真正"能"的概念，就是由许多客观现象积累起来而形成的。应当用形象的演示以及图表、模型等实例，借助于学生的语言去建立正确的抽象概念。

(2) 学生日常生活中建立起来的概念和物理上的认识不一致时，就不易接受。例如"工作"和"功"的区别，着重强调功的物理意义及做功的两个要素，这样学生就可理解功的正确概念。

(3) 要解决好易混的概念。在物理教学中有些概念学生

容易混淆，教师在教学中应当经常注意用对比的办法指出容易混淆的物理概念，真正做到理解每一物理概念。如功和力矩，从公式中看出都是力和距离的乘积，学生可能容易混淆，得出错误的认识。避免错误的办法是从物理意义上进行对比，区别二者的不同。再如振动图象和波形图象也容易混淆，在教学中要重视。还有电势、电势差、电动势、路端电压、电势降落这五个物理量，学生全面理解有一定困难，除讲清每一概念的物理意义外，还须用对比的方法，说明它们的区别和联系，以帮助学生加深理解。在讲完带电粒子在电场中运动和带电粒子在磁场中运动后，应进一步用上法说明二现象的异同，以便准确地理解二者的区别和联系。然后再进一步理解带电粒子同时进入或先后进入电场和磁场后发生的现象，就能迎刃而解。

第四、引导学生从已掌握的旧概念去理解新概念。

任何物理概念都不是孤立的，其间都有一定的内在联系。如讲"电容"这一概念时，首先要搞清电量和电压的概念；讲波必须先学好振动；讲电流强度，必须联系到电压、电量、时间、电阻等这些物理量。象这些问题应在有关旧概念的基础上教好新概念，去理解它们之间的相互联系、相互制约的关系。否则，学生所学到的只能是一堆乱杂无章、支离破碎的知识，绝不能巩固，也不能被灵活应用去分析问题和解决问题。

另外，在讲物理概念时，要经常抓住教学中的关键问题，突出重点、突破难点，交待清楚物理现象中的基本规律。这同样是讲清概念、使学生比较有系统地牢固地获得物理知识不可缺少的一环。应该指出，不论用什么方法讲物理概念，必须调动学生学习的积极性，否则就不可能达到预期的效果。

指导学生读书，培养学生阅读能力

湖南省益阳市一中特级教师　罗镜明

在各种能力的培养中，指导学生阅读教材，培养学生的阅读能力是最重要的。因为教材是学生获得知识的重要途径。学生在校期间所要掌握的主要是教材中的知识。而这些知识的获得，不能单靠教师的讲授，还必须通过阅读教材。同时，要扩大学生的知识领域，进一步加深和巩固课本知识，还要指导学生阅读一定的课外读物。特别是学生毕业后，走向社会或升入高一级学校，更需要他们独立地阅读和钻研各种读物，从而获得新的知识。所以教师必须加强对学生阅读的指导，很好地培养他们的阅读能力。

在课堂上利用课本培养学生的阅读能力有许多好处。一是通过读书使学生具有物理学上的科学语言。二是学生通过反复读书所学知识比较全面、准确、系统。三是通过读书在学习上能变被动为主动，充分发挥学生的积极性。因此，学生读不读书，会不会读书，是提高教学质量的一个因素，是发展学生智力的重要条件。在教学中采用什么教学方法来培养阅读能力较为适宜呢？具体方法可以多种多样，但是，我们认为在教学中应注意到下列三个方面。

（一）根据教材的难易，采用不同方法指导学生读书。

过去由于我脱离学生实际，在指导学生读书时，走过一些弯路。如布置学生预习，学生既没有时间，又不会读书，结果

预习流于形式。有时在上课前，我写出读书提纲，提出具体要求，布置思考题，给些时间让学生带着任务阅读教材。结果是成绩好的学生读了有个印象，成绩差的学生则看了不知所云，抓不住课文中心，不会归纳课文的要点，白白浪费了时间。这一事实说明，培养阅读能力比传授知识的任务更困难、更艰巨。通过不断总结，在培养学生读书时，应注意以下几点：

(1) 易懂概念，独立读。

对过去已学过的内容，或生活中熟悉的知识，估计学生容易看懂的教材，我常采用先读后议的办法。如力学中的重力、弹力，热学中的热力学温标，电学中的串联电路、并联电路等。这些内容让学生自己学习，掌握其中主要内容。有些概念，虽然初中没有学过，但跟学过的知识有较紧密的联系，或者是我们生活中非常熟悉的内容，均属易懂概念。这些概念有力学中的能的转化和守恒定律，振动的振幅、周期、频率，电学中的电池组、磁力线等，都可事先写出读书提纲，向学生提出具体要求，布置思考题，让学生自己带着问题独立读。又如牛顿第三定律，也可结合观察演示实验来阅读，学生是能顺利地看懂教材的。

(2) 基本概念，着重读。

指导学生读书时，还要引导学生重视基础，狠抓关键。应该告诉学生重点读哪些？如何读才是正确的。对于基本概念、基本定律要着重读，对其中的重点字句要深入体会，准确理解。因为这些重点字句，揭露了事物的本质，或指出了事物变化的范围和条件，或反映了这一事物和那一事物的区别与联系。重点字句是教材中带关键性的字句，只有把这些字句弄清楚，搞准确，才不会把概念搞混。如欧姆定律，学生只记公

式 $I=\frac{V}{R}$，忽视导体中的电流强度跟它两端的电压成正比中的“它”字。常常错误地把这段导体的电压跟那段导体的电阻来比，因而得出了错误的结果。又如“一段电路上的电功率，跟这段电路两端的电压和电路中的电流强度成正比”这个概念中，如果不把“这段”二字弄清楚，稳恒电流这一章中的很多概念都会由此混淆不清。在物理学中，“这段”、“该点”、“某时”、“任意”等关键性的字眼是很多的。我们不仅要注意它们在语言中的作用，更要注意它们的特定的物理意义，培养学生的理解能力。

有些新的课题，应由教师领着边读边演示，再让学生自己阅读。如弹性碰撞一课，前一部分碰撞过程，采用教师领着学生边读、边演示的办法。并讲解只有在碰撞后物体不发生永久形变、不裂成碎块、不发热以及不发生其他内部变化的情况下，动能才是守恒的。我们把这种动量和动能同时守恒的碰撞叫做弹性碰撞。这样学生把书上每句话的意思都弄清楚了，就能理解弹性碰撞的概念，再读书时就会一目了然。对于有关弹性碰撞公式的推导，因难度大，涉及的理论多，则由教师先讲，把公式推证完毕，使学生有一个完整概念后，再独自看书，并要求学生把推证的条件、依据、推导过程、结论等，一一弄清楚，教师先讲，学生后看，这样不仅不会有过深、过难的感觉，还会起到复习巩固的作用。

(3) 难概念，反复读。

教材中的重点内容，要让学生反复去读它，直到理解为止。如动量守恒定律：“系统不受外力或所受外力的合力为零，这个系统的动量就保持不变。”这个定律难于理解，学生往往

不理解系统的含义是什么，物体受的哪些力是外力。这可通过例题和作业，要求学生对照教材，反复分析，加深理解。

教材中的难点内容和关键字句，要作必要的语法分析，采用边读边讲的办法，直到真正理解为止。例如，楞次定律："感生电流的方向，总是要使感生电流的磁场阻碍引起感生电流的磁通量的变化。"句子结构复杂，讲了许多问题。如果从语法角度，搞清句子结构的层次关系，就有助于准确理解它的意义，然后进一步按层次总结：第一，"感生电流的方向"是提出的问题，是我们运用定律的目的，要求后面说明如何确定感生电流的方向。第二，感生电流也要产生磁场。第三，引起感生电流的磁通量是变化的。第四，感生电流的磁场要阻碍引起感生电流的磁通量的变化。至于"阻碍"的含义，要强调不能理解成"就是方向相反"。因此，要深入理解楞次定律，一定要扣住其中的"阻碍"、"变化"等关键性字眼。再举些例子把产生电磁感应现象的原因和结果联系起来，这样，学生就比较深刻地理解了楞次定律的含义。

(4) 易混概念，对比读。

部编教材中的形式多样化了，出现了证明题，说明题和实验题。平时的考试还有选择题和填充题，这些题目最易暴露出学生所学知识中的弱点，就是学生不会讲物理的道理，对容易混淆的概念不能正确地区别开来。有的学生常提出这样的问题："举重运动员为什么不能把自己举起？"这都是由于对"内力"与"外力"的概念没有弄清所形成的。物理学中容易混淆的概念较多，如"路程与位移"，"振动与波动"，"电势与电势能"等。这些容易混淆的概念往往不在同一地方出现。为了让学生正确区别这些容易混淆的概念，一定要指导学生对照课

本对比读，在讲“重力”与“重量”时，要说明“重力”和“重量”是两个不同的概念，对同一物体而言，重力是由于地球对这个物体的吸引而产生的力，它作用在这个物体上，而重量是这个物体对支承物的作用力，它作用在支承物上。所以，重力是物体所受的力，重量是物体对支承物所施的力。有些概念既有区别又有联系，为了便于学生读书，象电势与电势能这样的概念，可列表如下：

		电　势　(U)	电　势　能　(W)
区	1	是反映电场的能的性质的物理量。	指电荷在电场中某点所具有的势能。
	2	其大小决定于电场本身，与检验电荷的电量、种类和存在与否无关。	其大小由电势和置于电场中的电荷共同决定。
别	3	电场中某点电势的高低，与置于该点的正电荷所具有的势能的大小是一致的。	正电荷在电势高处的电势能大，在电势低处的电势能小。 负电荷在电势高处的电势能小，在电势低处的电势能大。
联系		$W=q\cdot U$	

（二）教会学生读图，训练学生用图。

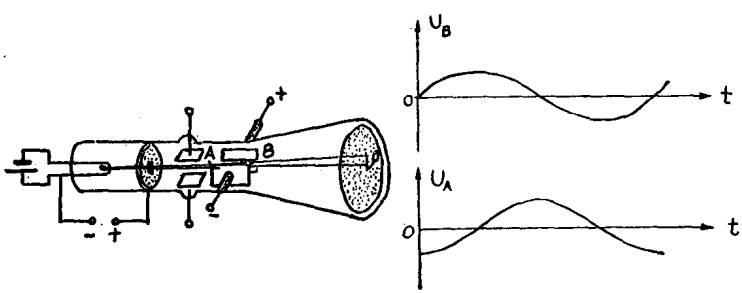
物理学上的图表是用来描述量与量之间关系或变化规律的，是最简单的物理语言。在教学中，一定要训练好学生会读图和会用图。如交流电的图线，它不仅清楚地表明电路中的电流是随时间按正弦规律变化这一特征，而且还能从图上看出它的周期、最大值、位相、初相等一系列物理量。又如“波的图象”和“振动图象”是学生最易混淆的两个图象，在指导学生读图时，一定要强调波的图象表示的是某一时刻各个质点的位移，振动图象表示的是某一质点在各个时刻的位移。为了培养学生读图和用图的能力，可画出一个简谐振动的图象，要

求学生根据图象写出它的振幅、周期，然后列出它的方程。

（三）训练学生读题，提高解题能力。

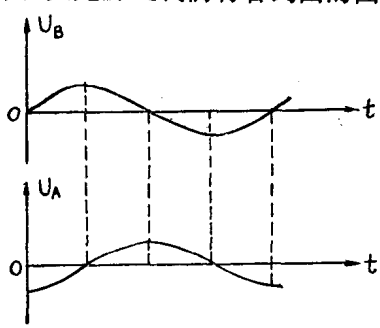
学生经常反映“物理课听得懂，就是题解不出”。其原因之一就是不会读题，没有把题看懂，当然就不能按正确的思路解题。结果，做作业的时间花得多，收效却很少。因此，在讲解例题、做作业题之前，一定要求学生反复读题。在读题中，第一，弄清题意，分析清楚本题涉及的范围、条件、物理现象、物理过程，并结合题意看图或画图。其中特别要注意“关键”字眼，如“即时值”，“平均值”，斥力还是引力，有阻力还是无阻力，有变化还是无变化，等等。因为这些字眼是题中的条件或者是立算式的依据，读题时一定要把它弄清楚。第二，通过读题要弄清题的类型（计算题、证明题或实验题等）。分析清楚已知条件和所求结果，并确定运用哪些基础知识和解题的途径。例如，在下图所示的示波管中，加在电极 B 上使电子流扫描的电压如图一的右上图所示，加在电极 A 上的电压如图一的右下图所示，在荧光屏上我们将看到什么样的曲线？

这是一个思维较强的作图题，如果没有较好的空间想象

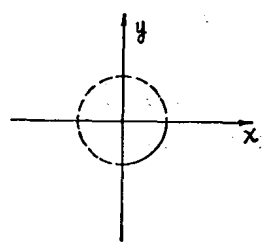


图一

能力，学生是不容易作出图来的。在指导学生解此题时，一定要求学生读懂题目，看清图象，弄清题意；并要求学生理解加在电极 B 上的电压使荧光屏上电子产生的亮点往哪个方向偏移？加在电极 A 上的电压使荧光屏上电子产生的亮点往哪个方向偏移？两个电极同时加上电压后，荧光屏上电子产生的亮点又如何偏移？这里要强调“同时”这个关键性字眼，并在原图上加上四条虚线（如图二所示），把一个周期分为四个等分。在第一个四分之一周期里，B 极上的电压使荧光屏上的亮点向右偏移，A 极上的电压使荧光屏上的亮点向上偏移，电子流在 A、B 两个电极的电压作用下，荧光屏上亮点移动的径迹如图三所示。同理可得出以后各个四分之一周期亮点移动的轨迹，在荧光屏上我们将看到圆的图象。



图二



图三

在指导学生读书时，要继续狠抓基础知识的教学，让学生熟练掌握基本概念和基本规律，培养学生的论证说理能力。为达到以上目的，还必须注意以下几点。

(1) 注意课文叙述结论的条件及其局限性。如高中物理上册课文说：“斜面上的物体，对斜面的压力并不等于它的重

量 G，而等于 $G\cos\theta$。”这一结论是在斜面没有加速度的条件下说的，不能做为普遍规律来应用。如果斜面在某个方向有了加速度，则物体对斜面的压力就不等于 $G\cos\theta$ 了。

(2) 善于联系科学实验和生活实践来理解课文内容。例如“波的干涉”和“波的衍射”，物体的超、失重现象，电学中的光电效应等，我们只要设计出恰当的实验装置进行实验，加上幻灯配合，学生就会获得鲜明印象，通过观察实验便一目了然，否则就很难理解。

(3) 注意学会从不同的角度来描述同一物理概念或规律。例如在匀强磁场中，一个线框沿垂直于磁力线的方向平动，按磁通量不变的角度来看，线框中不会产生感生电流。但是有的学生可能从切割磁力线的角度去分析，从而得出错误的结论。这时可引导学生注意：为什么书上讲的是“闭合导体的一部分”，这是为了不使感生电动势抵消。只要不抵消，就是闭合导体全部切割，照样会产生感生电流。当然，最后应指出，这个问题用法拉第电磁感应定律来判断更简便些，前面分析的目的是为了说明产生感生电流的两种说法是不矛盾的。

(4) 不要放过疑难问题。要看懂书，要对问题理解比较深刻，就要花功夫，钻进去，多问几个为什么？特别是不要轻易地放过一些似懂非懂的问题。如“重力对物体做的功等于物体重力势能的增量的负值”，什么是增量？为什么是负值？重力做正功与重力做负功的结论是否一样？类似的问题很多，如果我们对这些概念规律理解不深刻，就不可能做到灵活运用。

在中学物理教学中如何培养学生能力

贵州省教育厅教研室　陈大允

一、学生能力培养的重要性

为什么要强调学生的能力培养呢？最主要的原因就在于现代科学技术发展太快。本世纪六十年代至七十年代十几年中各种新发现和新发明比过去两千年的总和还要多；人类知识的积累量增加很快，大约每隔七至十年就要增加一倍。我们国家实现四化的关键是科学技术现代化，各种新的科学技术必将在生产、生活的各方面大量涌现。中学生在学校里学习的是基础知识，中学毕业后大多数青年学生就要走上工作岗位，他们在参加祖国四化建设中仅仅依靠在学校里学习的知识是很不够用的，需要再学习新的知识，新的技术，并且主要是通过自学去学习。所以，没有一定的学习、掌握、运用知识的能力是不行的。因此，在学校教育中，教师在传授基础知识的同时，注意学生能力的培养就显得特别重要了。

二、在中学物理教学中如何培养学生能力

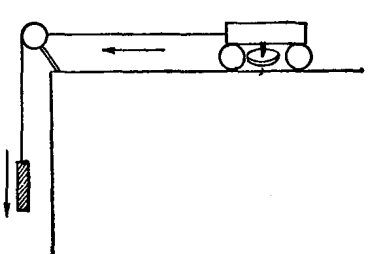
这个问题对我们中学物理教师来讲是一个新问题，怎样把它解决得好是一个值得认真研究的问题。下面是我的一些看法和在教学中的一些做法。

(1) 在中学物理教学中做好实验，目前特别是做好演示实验，是培养学生实验技能、思维能力、运用数学解决物理问

题的能力的首要方法。

物理学是一门实验科学。中学物理的大多数基本概念、原理都可以用各种实验加以说明和验证，加之中学生的年龄特征决定了他们的思维特点更需要由具体到抽象的思维过程。因此，切实地把中学物理教学建立在实验基础之上，是由物理学本身的特点，由中学生的认识规律的特点决定了的，更何况通过实验（当然同时配合启发诱导式的讲解）可以培养学生的各种能力。

中学物理实验，包括演示实验和学生实验，按大纲规定大约有270个。它们两者之间的比大约是4:1。但由于仪器条件的限制，很多学生实验暂时无法做，只好用演示实验代替，这样它们之间的比例就更大。因此，在创造条件、争取多开学生实验的同时，目前主要应先把演示实验抓好。演示实验对传授物理基础知识，培养学生的科学态度，教给学生获得物理知识的方法及培养学生能力，都有重要的作用。做好演示实验可以大大增强学生学习物理的兴趣；可以促进学生大脑的四种功能（感受、贮存、判断、想象）的充分发挥；可以使学生对物理学概念、规律的学习，由感性认识上升到理性认识，从而印象深刻、记忆牢固、理解容易。



例如，我讲牛顿第二运动定律时，首先作演示实验证明物体在恒力作用下作匀加速直线运动。

用一铁制小车，置于摩擦可忽略的铁丝上滚动。小车下装置一每秒滴3—5滴红水的

小盒，使小车在一固定砝码（代表恒力）带动下运动，用白纸接红水，然后由尺量出相邻两滴红水之间的距离，由相邻连续红水点间距离之差相等可判断小车做匀加速直线运动（此实验用红水效果较鲜明，当然也可用打点计时器实验证明）。

然后验证牛顿第二定律。先向学生说明实验原理：

① 当m一定时，我们的目的是证明$F\propto a$，只要物体运动过程中受恒力作用，F不变a就应该不变，是匀加速直线运动，就可以用运动学公式$S=\frac{1}{2}at^2$（设初速$v_0=0$）。因此，证明$F\propto a$，转化为证明$F\propto\frac{2S}{t^2}$，取S一定，则$F\propto\frac{1}{t^2}$。用不同的F做实验，则

$$F_1:F_2=t_2^2:t_1^2。$$

我用两台晶体管数字记时器，一台安装在小车开始运动的地方，另一台固定在某一定位置（量出两台记时器间的距离即为S），用不同砝码（质量较小）带动小车即可进行实验。由于记时器数字闪现比较清楚，全班同学皆可见，验证在一定误差范围内是成功的。

② 接着证明F一定时，$m\propto\frac{1}{a}$，即$m\propto\frac{t^2}{2S}$。选S一定，$m\propto t^2$，对不同的m，则$m_1:m_2=t_1^2:t_2^2$，实验仍是成功的。然后分析误差原因，总结归纳实验结果得出牛顿第二运动定律：

$$F=ma。$$

三个实验及讲解只用了一节课的时间，通过这一演示实验，不但使学生复习了匀加速运动的性质，使学生理解牛顿第二定律的正确性，而且在运用数学（比例知识）解题上也是一次好的训练。如果不做实验，这样的效果是不可能取得的。

(2) 结合物理概念、规律、习题的讲解培养学生的思维能力和运用数学解决物理问题的能力。

有的物理概念、规律的讲解没有相应的演示实验配合，这就要通过理论的讲解使学生掌握。这种讲解不应该是注入式的讲解，应该是启发式的讲解，逐步地引导学生从已学过的知识出发依靠自己的积极思维去掌握新知识，这里启发诱导的过程就是培养学生逻辑思维的过程。

例如，高中物理下册第十章"原子核"的第六节"重核的裂变"中讲解裂变的概念，教科书上是这样写的："重核的核子平均结合能比中等质量的核的核子平均结合能小。因此，重核分裂成中等质量的核时，会有一部份结合能释放出来，这是释放原子核能——原子能的一种重要方法。这种核反应叫裂变。"为使学生理解这段话，我逐步提出问题以启发学生思考并回答。

问：什么叫原子核的结合能？

答：核子结合成原子核时放出的能量或者原子核分解为核子时吸收的能量，叫做原子核的结合能。

问：把一个铀核 $^{238}_{92}U$ 分解为自由状态的92个质子和146个中子需要吸收多少能量(引导学生看"平均结合能曲线")？

答：由平均结合能曲线知道 $^{238}_{92}U$ 的核子的平均结合能是7.5Mev/核子，因此所问需要吸收的能量为 $7.5\times238=1785$(Mev)。

问：再把上面呈自由状态的238个核子结合成中等质量数的原子核可以放出多少能量？

答：由平均结合能曲线知道中等质量数的原子核的平均

结合能是 8.6 Mev/核子，因此能放出的能量为

$$8.6\times 238 \doteq 2047\,(\text{Mev})。$$

问：把一个铀核 $^{238}_{92}U$ 分裂成两个中等质量数的核可放出多少能量？平均每一个核子可放出多少能量？

答：2047 Mev－1785 Mev＝262 Mev；平均每一核子可放出的能量是 $262/238\approx 1\,(\text{Mev})$。

通过上述启发讲解，学生对裂变概念就可以比较透彻地理解和掌握了。

(3) 在不增加或少增加课时的前提下，应该尽力提高课堂教学质量，加快"双基"教学建设，腾出课时，适当增加问题和习题的讲解，由浅入深地、循序渐进地、多次反复地对知识的难点重点进行讲解，并由此加速提高学生的思维能力和运用数学解决物理问题的能力。这里，增加问题和习题，有别于搞"题海战术。"

例如，我在教高中物理下册第二章稳恒电流时作如下安排。按大纲规定本章需 19 课时，我考虑教科书第一节至第五节中的大部份基本知识，学生在初中已学过，因此在学生复习初中知识基础上，只安排四课时进行教学。为了及时巩固学生所学的知识，提高解题能力，我接着安排了三节习题课，分别讲解关于求电阻串并联的阻值，关于电功率、电热的计算，关于电表计算的问题。每节课启发诱导精讲 2 至 3 道物理题（难度比教科书高），再布置同样难度的两道习题让学生作为家庭作业。接着第六节至第十节，我安排七课时讲完后同样安排了三节习题课讲解闭合电路的欧姆定律的问题，然后学生实验 3 课时，单元复习 1 课时，共计 21 课时，只比大纲规定的多两课时，但使学生在课堂教学时间内扩大了知识面，训练了

思维能力，提高了解题能力。后来的学期考试证明，这样安排本章教学(即体现高速度，高难度)，学生是可以接受的。

综上所述，在中学物理教学中要培养学生能力，必须做好实验，启发讲解，适当提高速度和难度，精讲多练。

遵循心理学规律，打好能力的发展基础

河北省邢台市一中特级教师　陈甫林

中学物理教学的主要目的之一是培养与发展学生能力。实践证明，能力只有在知识基础上才能获得。所以，教好基础知识是培养好能力的前提条件，对发展能力是至关重要的一环。下面是从心理学规律考虑的几点浅见。

一、努力培养学习兴趣。兴趣是一个人倾向于认识、研究和获得某种事物的心理特证。它具有两种无形而巨大的作用：一可使人自身迸发出探索知识的力量，成为他逾越障碍攻克难关的动力；二能引起人们对感兴趣对象的注意，使他大脑信息输入通道处于导通状态，从而使大脑可能接收到足够强度的信息，并留下深刻的痕迹，为取得良好的感知程度创造有利条件。所以，浓厚的学习兴趣是学生学好知识与技能必不可少的要素。激发他们求知欲与对未知物理知识的追求，应当是教学的首要任务。怎样才能培养出兴趣来呢？经验证明，青少年一般都具有好奇与好胜的心理特点，并且越是稀奇越有兴趣。在学习上他们所感兴趣的往往是：自己多少已有些熟悉而又有能力加以充实与探明的知识内容；自己尚未见识

过的新鲜现象；自己还不了解而又迫切想知道的知识；了解所学知识的实际应用及其发展前景，特别是在自己运用所学知识得到成功时，就将更加感兴趣，甚至会着了迷，成为地道的物理爱好者。因此，在教学中有意而持续地针对学生的心理特点，沿着学生兴趣形成与发展规律的途径，不断地顺水推舟，就一定能培养出浓厚的学习兴趣来，从而产生出主动学习的动力。例如：

1．在学生初学物理时，学习热情的培养对今后的学习是具有深远意义的。我们可以有意地针对他们乐闻故事的心理特点，精心选择一些具有感染力的生动事例。如原子能的应用、电子技术在宇航和导弹上的应用，以及它们在征服自然和战争中的巨大威力等，通过"绪论"和章节引言的教学，去说明物理科学的广泛应用与神奇威力。再结合介绍一些科学家在物理科学中的重要贡献及其在探索知识征途中的历史，借以激发学生的学习热情。实践证明，这样做将提高学生对学好物理的重要意义的认识，从而迸发出学习热情，产生强烈的求知欲望，其效果远大于教师一般的重复强调。

2．在进行新课时，学生的兴趣程度将直接关系到授课效果。我们可以根据兴趣的形成是由于生理上的某种需求而引起的及其发展是来自需求的提高而导致的规律，充分利用物理实验所具有的固有魅力，精心设计安排有趣的实验和活动，采取由表及里和由简至繁的程序进行教学，借以促使学生沉没于深深的兴趣之中。如"大气压"教学，先可表演内装水且套有小试管的试管倒置实验，让学生观看在水流出时小试管却自动上升的奇怪现象，被实验魅力所吸引，从而产生兴趣，为聚精会神听课创造必要条件。在建立大气压强概念与数值之

后，我们还可紧接着安排学生计算大气压能托住多高水柱和自己身体表面上所承受大气压力之类的活动，出乎意料的计算结果必将引起学生惊讶与兴趣，推动其兴趣的发展。这时，若再点明用水银做的气压计和人体不被压扁的道理，学生必觉这一知识"食物"可口有味。然后，我们再向学生介绍拉马德堡半球，体验大气压力的存在，把兴趣进一步推向高潮。最后，还可留些寻找生产上和生活上应用大气压的实例的课外作业。实践证明，按兴趣的形成与发展规律去精心设计与安排活动，兴趣的火焰必将越烧越旺。

3．在教学过程中，调动学生积极性是至关重要的。我们充分利用青少年的好胜心理特点，注意观察学生的学习表现，及时发现与肯定他们的哪怕是点滴的优点。这样做的结果，必将使学生享受到攻关胜利与取得进步的特有乐趣，从而在心理上建立信心与决心，产生巨大的学习动力。实践证明，教学注重鼓励，就象往燃烧的柴火堆里加油，兴趣必将越学越浓，从而使学生自然成为学习主人，其效果远比训斥为好。

4．在学习过程中，使学生保持稳定的兴趣是提高教学效果的必不可少的重要因素。我们采取各种灵活的教学手段，借以激发产生稳定的兴趣。如教态上力求给学生以亲善感和行为美感，在语言上力求给学生以严密、条理、简炼、通俗和趣味感，学生将百听不厌，越听越爱听。因为形象而有趣的动作和语言本身就具有直观性与感染力，能使学生间接形成具体深刻的印象，可说是学生知识发育的高效刺激素。此外，在兴趣培养中注意因材施教是很必要的，让优秀生适当看些参考书和搞些课外活动，可避免自满和削弱兴趣的长势；让差的学

生着重打基础，可逐渐培养出信心和兴趣，从而实现学习上的飞跃。总之，兴趣的培养关系到教学胜败，应当贯穿于教学的全过程，但掌握学生心理特点是关键，只有讲究方法，才能是高效的。

二、尽量强化首次感知的强度与准确度。学习知识离不开记忆。而记忆乃是人脑对过去经验的事物的反映，其复现程度除与人的先天素质有关外，决定因素应是首感强度，并且重现的可靠程度与首感准确度有着密切关系。因此，知识教学力争一次打深、打准烙印而不做"夹生饭"是极重要的。至于如何实现，实践证明，如下办法是比较有效的。

1．尽量用完善而鲜明的演示和学生实验去替代抽象的讲述。如应用全电路欧姆定律和电功率概念解释电灯在支路数变化时亮度的变化问题，尽管教师多次口头说明，但过后仍有学生会说"支路增多时，外阻变小，电流变大，故灯将变亮"等。但若配合演示并结合学生生活经验进行讲解，这种问题就将被消灭，具体生动的信号强度远大于听觉信号，前者在大脑上所引起的痕迹比后者深。因此，若把教师比喻为制导系统的操纵者，那末实验就应是帮助学生命中知识目标的高精度导弹了，它应是一种有待我们高度重视的最有力的教学武器。

2．尽量把观察分析与归纳概括物理现象的主动权交给学生。如对电磁感应公式 $\varepsilon = BLv\sin\alpha$ 的教学，可先分别演示感生电动势 ε 与磁感应强度 B、导线有效长度 L、导线与磁场相对运动速度 v 及其夹角 α 的定性关系，让学生根据观察到的现象口述其定性关系，养成立足于实验的学习习惯。然后提出导线 L 受的磁场力 $F_{磁}$ 的方向和大小、导线匀速运动条

件、动力 $F_{动}$ 移动导线的功、电流做的功、能量转换与守恒定律在发电过程中如何体现和导线运动速度 v 与磁场方向夹角 α 的关系等问题，有的放矢并循序渐进地让学生动脑，用已有知识去求解未知问题，自己推导出 $\varepsilon = BLv\sin\alpha$ 公式来，并用语言描述一下整式、$v\sin\alpha$、$Lv\sin\alpha$ 等的物理意义。最后由教师来做点明与修补等善后工作。这样，学生成为台前演员，教师退为台后导演，学生的眼、耳、手、口和脑等得到充分利用，各渠道各得其应有的信号输入。结果，多种"联系渠道"所获取对象的同一意义的信息，必如同振动的同步迭加，成为大强度的信息，并在大脑上留下深刻痕迹，为牢靠掌握知识创造有利的条件，奠定必要的基础。

3．尽量重视对首次感知的细嚼工作。学生在学习新知识时往往好犯及表而不及里的毛病，这是造成知识不牢与能力差的根本原因。因此，引导学生对已感知事物进行深入精细的分化工作，力求对知识认得准、知得确切是很重要的。这样，可促使学生在"物"的基础上掌握"理"，达到扎实知识基础的目的，从而为能力的形成与发展创造必要条件。如闭合电路欧姆定律教学，在学生从观察演示的感知和亲自推理得出 $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ 规律之后，若再引导学生运用已有的数学知识来讨论一下 I、R、ε 和 r 四个物理量的特点（是恒量还是变量）和 I、IR（端压）、Ir（内压）与 R 的函数关系（包括 R 为零和无穷大），然后再用实验去加以定性验证，实践证明，这样必使学生对本定律的认识获得强化，使学生由表及里，深入到定律的细节中去，从而提高首次感知的精确度，获得确切而牢靠的认识。

三、尽量加强对诸如易被忽视和易被混淆的弱知识成份的刺激程度。 如左手定则与右手定则、$F=BLI$ 公式与 $\varepsilon=BLv$ 公式，学生常常张冠李戴。析其因乃在于对这两个外貌相似但实质不同的物理规律的"因果"缺乏足够认识。可见，这两种电磁现象中的"因"和"果"是知识的弱成份，要想使学生运用准确无误，就得加强对它的刺激程度，使它由弱变强，以狠狠加深它在大脑上所留下的痕迹。怎么加强刺激呢？实践证明，教师的有意强调远不如让学生亲自做类比总结工作的效果好。因此，我们可以对两种现象提出如下问题让学生进行比较：(1) 产生该现象的"因"有何区别？(2) 该现象的"果"有何区别？(3) 在能量转化上有何区别？然后再来练习分析电动中的电磁感应问题和电磁感应中的磁场对感生电流的作用力问题，一一练习使用左、右手定则，并进行计算。这样，通过学生的亲自类比与体验，这个"因果"弱成份就自然地被学生所突出接受，从而使混淆的几率大大降低。因此，要想使学生在繁多的知识面前做到头脑清醒，解决问题准确无误，加强对弱知识成份的刺激程度是个良方，给弱成份加上引人注目的鲜明标志（或相当标志）是提高刺激程度的有效途径。

总之，培养能力的工作是一门科学，而知识则是能力形成与发展的必要基础，心理学可为我们提供科学依据。实践证明，只有遵循心理学规律来组织我们的能力培养工作，才能缩短探索过程，使能力的培养获得高效率。

从初中抓起，培养能力逐步计划化、经常化

广东省江门市第一中学特级教师　何金海

一

在打好基础的过程中重视培养学生的各种能力，对这一问题，在认识上，已为愈来愈多的教师所接受；在实践上，许多教师正积极地进行探索，积累了可贵的经验。现在，有必要探讨如何把这项工作纳入正常教学中去，做到计划化、经常化，以利于普遍地、持续地开展。

教学大纲中提出了培养三种能力的要求。这三种能力各有其本身的任务和作用，但这三种能力又是互相渗透、互相促进的。在教学过程中，应把这三种能力的培养有机地结合起来，以发挥其互相促进的作用。这就需要通盘考虑，使三种能力的培养有计划地进行。

随着学生年龄的增长和知识的积累，每种能力本身也有一个由低级到高级的发展过程。这就要求把能力培养的工作经常化，持续不断地促进各种能力的发展。

初中是学习物理的起点班级，初中学生的可塑性很大，抓好能力培养，对学好物理乃至对他们今后一生，将起着深远的影响。当前，在初中学生中，习惯于由老师"抱着走"的现象还比较普遍。因此，从初中起加强能力的培养，有着更为现实的意义。

二

怎样把培养能力逐步做到计划化、经常化呢？

第一，从当前实际出发，对中学阶段培养的能力要有一个总的目标。目前，初中、高中毕业生都只有一部分升学，相当一部分就业，能力培养也应适应升学和就业后再学习的需要。因此，培养能力的总目标是：培养学生学习物理的兴趣，提高把物理知识运用于实际的自觉性；对大纲中三种能力应区别初中和高中，有不同程度的要求，又能有相对的完整性；初中应培养学生一定的自学能力，高中应培养学生独立地获得物理知识的能力。

第二，通过实践逐步制订各年级培养能力的重点，把培养能力的要求具体化。在研究教材和分析学生实际的基础上，对初中阶段各种能力培养的重点和要求，有如下的初步意见：

1. 关于实验能力的培养

初二级——(1) 培养观察能力。除了使学生认识观察的意义、学会观察的方法、明确观察的一般要求外，着重要求观察时动手动脑，学会在改变实验条件下观察现象的变化，寻求现象变化的因果关系。(2) 掌握基本测量仪器的使用(重点是天平、温度计)和测量技能，了解初步的误差知识，学会记录测量数据。(3) 了解实验报告的内容和各个项目的作用，从填现成的实验报告逐步到设计实验数据记录表格。(4) 培养实中注意、耐心细致、尊重事实、手脑并用的品质和良好的实纪律。

初三级——(1) 继续掌握基本仪器的使用(重点是安表、伏特表、滑动变阻器)和看电路图连接电路的技能。(2) 在

阅读课本上关于实验的叙述后，能自行设计实验报告。(3) 初步培养独立设计简单实验的能力。(4) 初步培养对实验进行比较、分析、讨论、评价的能力。

2. 关于思维能力的培养

初二级——(1) 培养理解能力，扭转死记硬背的现象。引导学生通过比较、分析、综合、归纳等思维活动，懂得为什么需要建立某一个新的概念或规律？它是怎样建立起来的？它的涵义，特点、条件和适用范围如何？并能初步运用它来说明一些具体问题。(2) 在知识的运用中培养分析问题、解决问题的能力。要求在分析问题时做到有理有据(根据研究对象的性质特点，找到相应的物理原理、规律)和具体分析(剖析物理过程，根据各个过程的具体条件，逐个解决问题)。

初三级——(1) 培养推理、讨论的能力。初三课本中，运用推理导出新知识的教材占有较大的比重(如串、并联电路中电压、电流的分配，由热功当量关系式导出焦耳定律等)，还要求运用物理规律进行初步讨论(如运用凸透镜成象公式讨论几种成象情况等)，应结合教材注意培养这方面的能力。(2) 初步培养想象能力。教材中的分子运动论、电子论、电路图、三条特殊光路等内容，对发展想象能力和使学生认识物理的研究方法，都有很大作用，但初中阶段，只作初步的要求。

3. 关于运用数学解决问题能力的培养

初二级——(1) 逐步培养学生能把概念、规律的语言、文字，用数学的形式表达出来；又能把数学表达式、表格、图象"翻译"成语言或文字。(2) 解题能力方面，能熟练运用不等式比较量值的大小和布列方程解题。

初三级——(1) 培养在推导、讨论过程中运用数学的能

力。(2) 熟练运用比例方法和应用平面几何、三角函数的有关知识解决物理问题。

4. 关于自学能力的培养

初二级——对描述性的课文内容，能领会其中心大意；对结论部分的文字，能理解其涵义，并能指出关键词语。

初三级——能初步整理课本知识，进行知识归类；结合教学选读课外参考读物，并与课本或其它读物进行比较。

第三，做好单元备课，落实培养能力的措施。在确定各年级培养能力重点和具体要求的基础上，以单元备课形式（初中基本上每章为一个单元），全面安排基础知识教学和各种能力培养的基本要求，并落实到正常教学中去。在大多数情况下，各种能力的培养，在教学过程中是有机地结合进行的。例如"折射定律"一课，既进行实验、观察、记录入射角和折射角的若干组对应值，又通过列表，作出函数图象，对实验数据进行整理、分析，最后归纳出结论：对于既定的两种媒质来说，$\sin i/\sin r=$常数。学生在学知识的同时，各种能力都得到培养和训练。某些教材，如"萘的熔解和凝固"，对于培养观察和数据处理等实验能力十分有利，而"惯性定律"则对于培养想象、推理能力十分有利。所以，对每一课的教学方法和课堂教学结构，应视教学目的而定，不可能也没有必要千篇一律。但从整个单元来说，则应把各种能力的培养作全盘考虑，做到兼顾，使各种能力在正常教学中均衡地发展，从而做到计划化、经常化。

浅谈辩证唯物主义观点的培养

河南省开封市二十五中特级教师　李秀珉

提高学生的认识水平和分析能力，要以培养辩证唯物主义观点为基础，与此有关的内容很多，现谨就以下三点说些个人的看法。

一、注意物质的客观属性。时间、空间和物质的客观属性，是决定物质运动的三个因素。物质的客观属性起着推动运动的内因作用，它决定了运动的发展方向。根据它来研究事物的运动，才是"有本之学"，分析才会切实可靠。例如惯性是物体的客观属性，电场强度是电场的客观属性，折射率是媒质的客观属性，……等等。

中学生的接触面还小，认识水平也还低，对物质世界还没有广泛深入地理解，还没有把一些共有属性归纳起来的能力，对于"更深刻、更明确、更完全的反映着自然的科学的抽象"还难以掌握，所以需要利用学生已有的知识把一些比较抽象的问题形象化，尽可能讲得更具体些。

以研究"平直公路上匀速行驶的汽车受哪些力"为例：首先要讲清"力是物体对物体的作用"、"力是不能离开物体而独立存在的"这些唯物主义观点，并指出物质的存在有"场"和"实物"两种形式。"场力"有"只对占有共同空间的物体才能有作用"的客观属性，而物体间的弹力和摩擦力，根据其客观属性，它们的产生都不能离开"接触"的条件。现在我们环绕

汽车认真观察，首先发现它在地球引力范围内，受地球引力。又发现它与路面相接触，受有垂直路面方向的弹力和平行路面方向的牵引力。牵引力可以这样解释："本身带有动力的物体(如舰只、火箭、人体等)前进时的牵引力，都是它对别的物体施力，从而得到的别的物体的反作用力。"这样，牵引力就不再是抽象的、不易捉摸的描述概念的名词，而是实实在在的客观存在，"是物体对物体的作用"。另外，汽车还与空气接触，受有空气的"浮力"(各方面弹力的总和)和"阻力"(前面和后面是空气体积形变的弹力，上下左右侧面则是空气的摩擦力)。

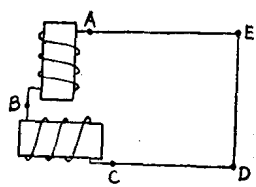
以上对"行驶汽车"的受力分析，可以认为是"必要而充分"的步骤，可以推广于对任何机械运动的分析，即：首先审查对象在什么场中，受有何种场力。再环绕对象一周，逐一审查它与什么物体接触，垂直接触面方向上有无弹力(压力、张力)，平行接触面方向上有无摩擦力(在高中力学范围内，除重力、弹力、摩擦力外，没有第四种性质的力)。实践证明，这样对物体受力分析的步骤分明，能一遍完成，而且决不会遗漏或重复。

可见，首先承认物质的客观存在和属性，对事物的认识就会具体深入、扎实可靠。长期这样做，能培养学生严肃认真的学习态度和追根求源的习惯。

二、注意研究对象的确定。一切运动都是物质间矛盾的相互依存和斗争的反映，都是物质在某种特定条件下所体现出来的有规律的发展和变化。我们在对任何实质性问题进行研究时，都要首先明确研究对象，才能有成效地进行工作。这一点，要使中学生有很深的体会，并非易事，还要进行艰苦的努力。例如学生不能很妥善地回答"马拉车前进时，既然马拉车

的力与车拉马的力等大，为什么马能拉车前进而车却不能拉马后退”这一问题，就是研究对象不明确的原故。要使学生明确力学中研究的是哪个或是哪几个特定的物体。又如，磁场对其中运动的电荷有作用，电荷在导体中通过，导体是载流体。虽然电荷受力由表面现象看常常体现为导线的运动，但如径直说是导线受了力，那就是不明确研究对象。

这里再举个例子来说明慎重确定研究对象的重要性：“右图电路所在的空间中的磁场有如下变化：① 突然加入了向上的磁场，② 向左的磁场突然减弱，③ 离读者去的磁场突然失去，问三种情况下 DE 段感生电流的方向。”



“感生电流的方向总是要使感生电流的磁场阻碍引起感生电流的磁通量变化”，解答本题的关键在于确定“哪个范围内”有了磁通量的变化，这个特定范围内的磁场才是研究的对象。例如本题内 ① 是 AB 间线圈内的磁场，③ 是 $ABCDEA$ 平面内的磁场(这样并可与麦克斯韦理论相联系)。

三、分析问题要有辩证的观点。与客观条件的相互联系和制约，是研究现象发生和发展规律的精髓。学习若只习惯于背诵和记忆，静止和孤立地看待物体，不注意事物总在发展、运动和变化着的规律，就不会获得真正的认识。只有思想方法不陷于机械和教条，才能获得理性认识的飞跃。

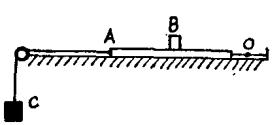
随着时间、空间的推移，客观条件有了变化，运动的发展方向也会改变。可以说任何具体问题的研究，都是在特定条件下进行的，即具有瞬时性的。现象暂未发生变化，只是因为随着时间的推移，客观条件还没有明显的改变，所以现象得以

有条件地暂时稳定。一定要使学生深入地体会这一点，自觉地随时注意条件的变化。

对牛顿第二定律，要认识到：某物体在某时刻的加速度与该时刻、该物体所受的作用力成正比，与该时刻、该物体的质量成反比。对欧姆定律也应该有同样的认识。

在圆周运动中，是 v 与 r 决定了向心加速度 a 的大小呢，还是 v 与 a 决定了 r 的大小呢？

学生常指着 $a=\frac{v^2}{r}$ 和 $a=\omega^2 r$ 两式，问向心加速度究竟与 r 成正比还是成反比，但对完全相似的 $s=\frac{at^2}{2}$ 和 $s=\frac{v^2}{2a}$ 两式，却很少学生问。这说明学生在学习向心加速度时思想水平已有所提高，克服了形式主义的背诵。这是值得鼓励的，但还要进一步学会辩证地分析问题的方法。



下例可以检查学生是否初步注意到辩证观点："图中 A 板重 4 千克，长 1 米，B 块重 1 千克，放在 A 板中央，AB 间无摩擦，A 与桌面间摩擦系数为 0.1，剪断绳 O 后 1 秒 B 由 A 上落下，求剪断 O 后 2 秒，C 块下落的距离。"这问题如果学生在学习了牛顿第二定律后能及时正确解答，说明学生能自觉地注意到辩证地分析问题。若在经过多次"复习""举例"后才能回答，只能说明学生还未跳出"机械模仿"的圈子，没有达到认识上的飞跃。

能正确规定出研究对象，就有了明确的目的；注意到物质的客观存在和属性，分析问题就有了可靠的物质基础；时刻不忘辩证观点，就能灵活地运用物理概念、定律和规律。

浅谈运用数学解决物理问题的能力

江苏省常州市教师进修学院特级教师　任　仁

培养学生的能力是中学各门学科的共同任务。根据物理学科的特点，中学物理教学大纲强调要培养学生的实验技能、思维能力和运用数学解决物理问题的能力。在教学过程中，这三个方面能力的培养，应当是紧密联系、彼此促进、相辅相成的。本文仅就运用数学解决物理问题的能力这一个方面，浅淡一些看法。

数学是研究客观世界中空间形式和数量关系的科学，它具有高度的抽象性和严密的逻辑体系。严密的数学思想和精确的数学方法，历来对物理科学的发展起着巨大的作用。数学是研究物理学不可缺少的有力的工具。

中学物理课的主要内容虽然是物理学的基础知识，但同样也要广泛地应用数学。不论是物理实验的测量和计算，物理概念和规律的表达，还是习题求解等，都离不开数学的运用。

但是，数学在解决物理问题中只是一个工具。作为工具用的数学必须与物理现象的内容相统一，而且还受到具体的物理条件的制约。所以运用数学解决物理问题能力的培养必须充分考虑到物理学科的特点。我认为下面几个方面，应当给予重视。

一、在实验的基础上建立物理概念和公式

数学建立在公理体系和逻辑推理的基础上，一般说来并不依赖于实验。物理则是一门以实验为基础的科学。物理的概念和规律是物理现象的抽象，虽然要借助于逻辑推理和运用数学成果，但检验物理理论和规律是否正确，在于是否与实验结果相符合。不符合实验结果的理论和规律，即使数学推导没有问题，也必须加以修正或被推翻。众所周知，牛顿的光的微粒说虽然直观，逻辑推理严密，但与某些实验结果不符，不得不抛弃而为光的波动说所取代。爱因斯坦相对论虽然晦涩难懂，但其理论与实验结果符合，因而很快地为人们所接受并得到广泛的应用。"没有实验就没有物理学"，这是物理学区别于数学的主要特征。

认识一个物理量，在物理学中一般是从定性到定量。完成这一过程，常常要通过一系列的实验。中学物理教学更应强调这一认识过程。初中物理介绍大气压强，安排了三个实验，其中水杯实验说明大气压力的存在，马德堡半球实验指出大气压力很大，最后用托里拆利实验定量地确定出大气压强的量值。通过这三个实验，使学生对大气压强的认识从定性到定量，逐步深入，就是培养学生在实验基础上认识物理量的一例。

物理公式的导出，往往是先在实验的基础上得到经验公式，然后再给以理论论证的。中学物理课本中许多规律和公式的导出，一般要通过一系列的实验与归纳推理。例如，高中物理中电磁感应定律和公式的导出，首先是通过一系列的实

验，归结出“穿过闭合电路的磁通量发生变化时，电路中就有感生电流”；接着又通过一系列实验，着重弄清感生电流的磁场阻碍原来磁场的变化，归结出确定感生电流方向的楞次定律。在上述实验基础上，运用推理，指出感生电流并不是电磁感应现象的本质。因为在其他条件相同时，感生电流的强弱还与导线的电阻有关。但任何电流的形成都可认为是由于电动势的存在。可以推知，在电磁感应现象中，即使不是闭合电路，观察不到感生电流，也必有感生电动势。最后强调法拉第通过大量的实验，总结出磁通量 ϕ 的变化率 $\frac{d\phi}{dt}$ 与感生电动势 ε 之间的关系式为

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt},$$

式中负号表示感生电动势的方向，可由楞次定律来说明。这种以实验为基础，通过分析归纳和推理，认识事物内在联系的思维方法，就是物理学中常用的科学归纳法。培养学生逐步形成这种思维方法，不仅有利于提高物理教学的质量，而且也对他们将来从事科学研究或在生产上进行技术革新有很大的帮助。

当前，中学学生学习物理存在着一个倾向性的问题，就是把大量的时间和精力用在钻研各种类型的计算性难题上，而不重视演示实验和学生实验。在中学毕业生中，不会使用基本度量工具，没有掌握做实验的基本技能，不会用表格记录实验数据和绘制图线，不知如何分析实验结果等，已非个别现象了。这是一个值得注意的问题，如不大力克服这种错误倾向，则通过中学物理教学培养学生的独立性和创造性，只能是纸上谈兵。

二、分析物理过程是运用数学知识解题的基础

运用数学解物理问题是物理概念和规律的具体应用。物理学中的数学公式，有它自己的具体物理意义，并受一定的条件制约。因此，在物理教学中应当把主要力量放在使学生理解公式的物理意义和弄清物理过程上，只有这样才能逐步消除学生中乱套公式和依样画葫芦的现象。

与数学的高度抽象不同，物理学中的数学分析是用来阐明物理现象的，它必须与物理的具体内容相统一。许多在数学上确属可行的运算，在物理上则可能是无意义的或是概念糊涂的。例如，100℃－500℃＝－400℃就是无意义的，因为－400℃在物理学中是不存在的。把公式 $C=\frac{Q}{U}$ 看成一个导体的电容跟它所带的电荷成正比，跟它的电势成反比，则是错误的，因为对于一个导体来说，C 是常数。

在中学物理中也常运用数学方法来推导公式，但物理公式的推导应建立在理解物理意义和分析物理过程的基础上。关于高中物理中动能公式的推导，有的教师采用下面的教法是值得参考的。他首先复习物体所具有的能量是用物体能够作的功来量度的，同时指出物体所作的功与物体所能作的功是有区别的。接着通过实例引入动能概念，提出"有一质量和速度均为已知的枪弹，水平射入墙壁，枪弹在遇到墙壁阻力后，克服阻力作功(该阻力不变)，枪弹速度逐渐减小，最后停留在墙壁内。"要学生思考怎样计算枪弹进入墙壁的动能。在学生了解算法的思路后，再提出"设墙壁阻力为 $F_{阻}$，枪弹在墙壁中通过的路程为 S"，让学生算出枪弹克服阻力所作的功的

量值 $A=F_{阻}\cdot S$。然后再问"枪弹克服阻力所作的功是否等于枪弹所能作的功？为什么？"在学生确切理解到"枪弹最后是停留在墙壁中的，因此，它克服阻力所作的功等于它所能作的功，这个功的量值也就是枪弹的动能"后，再追问"怎样才能用已知的枪弹质量m和速度v来表示枪弹的动能？"这时，启发学生运用学过的公式 $F=ma$ 及 $v^2=v_0^2+2aS$，将未知的 $F_{阻}$ 与 S 消去，让学生自己推导出枪弹的动能

$$E_k=A=(-ma)\left(-\frac{v^2}{2a}\right)=\frac{1}{2}mv^2。$$

这样，不但使学生明确了 E_k 与 m、v 的数量关系，而且对公式的物理意义和物理过程理解得也比较深刻，这对学生灵活运用物理公式是有帮助的。

一般说来，数学命题中的已知与未知比较明显，但物理问题中的已知与未知则常常稳含在物理过程中。因此，提高学生分析物理过程的能力是运用数学解物理问题的基础。如何培养学生重视和学会分析问题中的物理过程呢？我认为经常注意下面的三个方面是有益的：(1) 讲课时充分注意使学生在弄清物理概念和分析物理过程中，建立物理规律和公式。(2)经常通过典型例题分析，使学生理解到不弄清问题中物理过程，往往会导致原则性错误。1981 年《天津教育》第二期，阎金铎在《要教给学生分析物理问题的方法》一文中，举了不少有趣的例题，是值得参考的。(3)使学生理解到认真分析物理过程，有利于提高解题能力，逐步达到举一反三。许多物理问题从形式来说，可以是多种多样的。弄清物理过程，常常能在解决一个典型问题，掌握了思想方法后，就能理解一串问题。经常引导学生这样做，培养他们以少取多的能力，有利于学生

从题海中解放出来，成为掌握知识的主人。

关于运用数学解物理问题的能力，还应注意培养学生的形象思维能力。在中学物理教学中，使学生逐步学会对某些物理现象加以理想化和简化，集中所要研究的主要矛盾，形成一个近似的形象的物理模型。如力学中的质点，分子物理学中的理想气体，电学中的电力线等，对运用数学解决理论性问题，是十分重要的。实际上，物理学中的许多问题，都是需在简化假设下形成物理模型，再运用数学来解决的。

物理教学中培养能力、开发智力的初步探讨

新疆维吾尔自治区石河子教育局教研室特级教师　任书元

现在大家都在研究并集中讨论“加强基础，培养能力，开发智力”这个问题。这个问题抓住了教学改革的要害，这是突破传统的程式教学方法，探索新的教学途径，提高教学质量的有效方法。必须认真研究，不断实践，探索规律，以期将教学改革工作搞上去。

（一）培养能力、发展智力的重要性

当今是科学技术迅猛发展的时代，新的科学知识层出不穷。面对新的形势，提高教学质量的重要途径，就是开发学生的智力，培养学生自己获得知识的能力。有了能力，就能根据本领域知识发展的状况，不断更新自己头脑中的知识体系，就可以举一反三，触类旁通，解决许多新的问题。

从国内外教育史，我们可以看到有几位杰出的教育家、物

理学家对此有十分精辟的见解。例如德国的第斯多惠说过，“一个坏的教师奉送真理，一个好的教师则教人发现真理。”著名物理学家丁肇中说，“不要教死的知识，要授之以方法，打开学生的思路，培养他们的自学能力，独立思考去掌握各门学科的规律。”所以，培养能力、开发智力比单纯记忆知识要好得多。

关于培养学生能力，中学物理教学大纲中有明文规定，物理教学的主要任务，应该是打好基础、培养能力的过程，现在就如何培养学生能力的问题谈几点粗浅的看法。

（二）培养学生的观察能力

“观察”是认识事物的基础，观察力是思维的“触角”，敏锐的观察力对学生智力的发展有着重要的意义。所以培养观察能力能够促进智力的发展。

通过课堂演示实验进行观察，可以培养学生的求知欲，激发学生的兴趣，积极引起思维，丰富学生的知识，开阔视野，促使智力发展。例如讲到超声波时，作一个超声波振荡实验。将比重不同的水和汽油，经过高频振荡后，振荡成乳白色的混合溶液，学生看到实验现象，就会积极引起深思，激发学生通过现象逐步探索事物的本质，促进智力的发展。

通过课外参观进行观察。讲X光除在实验室观看外，组织学生到医院看X光透视，学生就可以更真实地了解X光的各个组成部分。这样，开阔了视野，在复杂的环境中发展了观察能力，调动了学生的积极性，扩大了知识领域。

（三）培养学生的逻辑思维能力

思维的基本过程是分析和综合。通过思维的过程，就可以形成各种概念。用各种概念组成判断，用各种判断就可以进行推理。概念，判断，推理则是思维的基本形式。

(1) 培养分析综合能力

分析和综合是思维的基础。通过综合练习是培养学生分析问题的好方法。例如一个U形框架(与地面成θ角)上，放一根直导线，在匀强磁场中，垂直磁场方向无摩擦地滑下。这是研究电磁力与机械力的综合题，应先引导学生剖析整个物理过程，分析直导线开始时只受一个重力。运动后磁场对电流产生电磁力，电磁力随速度的变化而变化。导线所受到的合力逐渐减小，加速度逐渐变小，当加速度达到最小的极限值时，速度达到最大值。对这种相互联系而又相互制约的问题应当引导学生分成若干过程进行分析，然后再综合起来考虑，这样有利于培养学生逻辑推理、综合分析的能力。

(2) 培养学生的判断推理能力

在物理学中需要学生判断的东西很多。例如对混联电路图判断导体是串联还是并联，从线路结构特点分析导体的首首相联、尾尾相联，从电位观点，导体两端电位相等，根据这些特征就可以判断导体是并联。同理，从线路结构分析导体的首尾相联，从电流观点，通过导体的电流相等，这样就可以判断这几个导体是串联。

对混联电路判断的唯一依据，就是根据电路结构特点、电流、电位的特征，准确地得出结论。所以判断和推理能力也是中学物理要培养的基本思维能力之一。

(3) 培养学生的表达能力

要培养学生的表达能力，首先培养学生的理解能力，判断推理能力，概括能力。在这个基础上才能够表达得全面准确、严密。例如一个比重计放在不同的液体中，在哪种液体中露出水面的部分较多。首先引导学生分析同是一个比重计，在

地球的同一纬度处，重量不变，横截面积不变，平衡时重量等于它的浮力。由于液体比重不同，当然浸入的深度不一样。比重越大，浸入的越少，露出液面部分就越多。培养学生表达能力应有明确的要求，有论点、有分析，表达时一定要层次清楚，语言确切，论点明确，这样才能逐步正确地培养表达能力。

从学生思维实际出发培养学生解题能力

四川省仁寿师范特级教师　李志远

通过解题可以巩固所学知识，培养学生分析问题解决问题的能力，也可发现学生掌握知识的程度。但近年来，教学中常把习题分成类型，提出一大堆所谓规律，对启发学生思维、发展学生智力不够重视，造成学生只会死记硬背，不会使用基本概念和定律来解题。必须根据学生实际进行教学。有些问题教师在课堂上交待清楚了，为什么学生仍要出差错？其原因是多方面的。本文只就根据学生在作业或考试中反映出来的思路实际来培养、提高学生解题能力作点滴介绍。

我在平时教学过程中经常记录学生在作业中反映出来的问题。每讲完一个单元，就作一次分析，抓住共同点进行评讲。下面举出从学生作业中收集起来，作过评讲的例题。

例题：有一根能承受最大拉力1吨的钢绳，能否把沉在河底的体积为1米^{3}重量是1.7吨的物体提起来？如果能提起来的话，那么提到物体露出水面多大体积的时候绳子就会断？（已知水的比重1吨/米^3，也易算出物体比重是1.7吨/米^3。）

从作业中发现学生对此题有如下四种作法。

第一种解法：学生的思路是抓住题中“能否把物体提起来”这句话着手，经过计算知道能提起来，而且还未达到绳子能承受的最大拉力，再经过计算得到物体可以露出水面的体积。

解：物体受到的浮力　$Q=V\gamma=1$ 吨，

物体的重量　$P=1.7$ 吨，

所以，物体在水中重　$W=P-Q=0.7$ 吨。

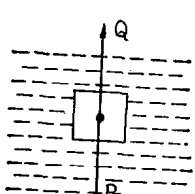
既然物体在水中只重 0.7 吨，绳子能承受 1 吨的拉力，故能提起物体，绳子还可再多受 0.3 吨的拉力，也就是可露出水面 0.3 米^3 的体积，如再多露出水面绳子就要断。

第二种解法：抓住题中“绳子能承受的拉力 1 吨”这句话着手，对物体进行受力分析逐步计算出结果。

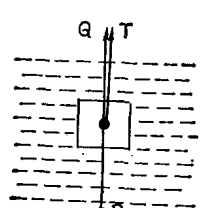
解：假若绳子已先用 1 吨的力提着物体，此时物体受到三个力的作用：

重力 $P=1.7$ 吨，浮力 $Q=1$ 吨，绳的拉力 $T=1$ 吨，

合力 $F=(Q+T)-P=0.3$ 吨。



图一



图二

既然合力 F 不等于零，物体将沿合力方向加速向上运动，当物体露出水面一部分时浮力开始减小，要露出多少呢？

一直到物体受到的合力为零才停止(振动后静止)。

即　　$Q+T-P=0$,

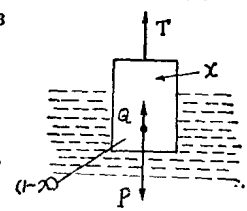
浮力　　$Q=P-T=1.7-1=0.7$(吨),

因　　$Q=\gamma V$,

故 $V=0.7$ 吨/1 吨/米$^3=0.7$ 米^3。既然此时浸入水中的体积是 0.7 米^3, 那么露出水面的体积就是 0.3 米^3 了。

第三种解法：抓住题中"物体露出水面多大体积的时候绳子就会断"这句话着手,逐步分析得出结果的(如图三)。

解：假设露出水面的体积是 x 米^3 时绳子恰不断。



图三

则　　$Q+T=P$,

所以　　$Q=P-T=1.7-1=0.7$(吨)。

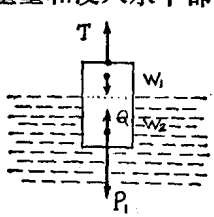
浸入水中部份 $(1-x)$ 米^3,

故浮力　$Q=(1-x)\times 1$,

所以　$(1-x)=0.7$,　$x=1-0.7=0.3$(米^3)。

即露出水面部份为 0.3 米^3。

第四种解法：根据"物体受力作用的平衡条件"，即物体受到多力作用后的平衡条件来解，求出物体露出水面部份的重量和浸入水中部份的重量,两者之和恰是 1 吨,就是绳要断不断的分界线。



图四

解：设露出水面部份为 x 米^3，则它的重 $W_1=1.7x$ 吨。浸入水中部份为 $(1-x)$ 米^3，它的重量是受到的重力和浮力的合力，即 $W_2=P_1-Q$ (如图四),

$W_2=(1-x)\times 1.7-(1-x)\times 1=0.7-0.7x$。

又　　$W=W_1+W_2=1.7x+(0.7-0.7x)=x+0.7$。

两部份重量之和应为1吨，故 $x+0.7=1$，所以 $x=0.3$，也得到露出水面部分的体积是0.3米^3。

我的体会是根据学生实际，摸准他们思想的来龙去脉，在评讲中做到有的放矢，这样针对性强、效果好。

谈谈传授知识和培养能力的关系

湖北省黄冈中学　田明庚

物理教学不仅传授学生以科学知识，还必须同时培养学生能力。

知识的掌握与能力的培养是相互联系、相互促进的。知识是能力的基础，一定的知识掌握为一定的能力增长提供了可能，而且一定水平的能力表现，也必然是在一定知识的掌握运用过程之中。而知识的获得，又往往从属于能力，具有一定能力，是获得一定知识的条件，能力愈发展，掌握知识愈容易、愈顺利。但能力和知识不能等同，知识掌握的多少不能反映能力的大小，无数的事实都表明了这一点。例如在课外活动中或实验操作中，常见书面知识考查成绩较优的学生，在解决实际问题或实验操作方面的能力却不如书面知识考查成绩较差的学生，他们往往不能巧妙、灵活地运用知识解决实际问题，而只能模仿。也常有不少学生表现记忆力很强，记忆的知识不少，但当遇到稍涉曲折的问题时，就不能灵活运用知识来解决。知识是大脑中的经验系统，能力却不是知识材料本身，而

是加工、处理、运用这些材料的本领，故知识和能力之间虽有紧密联系，但毕竟不是一回事。我们的教学任务就是要把知识和能力统一起来，使知识的掌握促进能力的发展。

在物理教学中要使学生既掌握知识，又培养能力，必须从下列三个方面做好工作。

第一，教材。

1．教材应注意基础知识，基本概念，因为它们都是反映客观物质运动变化的一般特性与本质特征的。基本概念和基本原理、定律适应性最广泛，所谓万变不离其宗。学生对具体问题之所以不能解决，往往不是由于缺乏计算技能或未弄清题意，而是由于对基本概念、原理、定律掌握得不准确、不清楚。例如解放前的物理教材对各物理量的概念和物理原理、定律及公式等，只作简单的定义性的陈述，而不是根据物理现象用逻辑推理的方式，逐步分析、诱导以启发思维，特别对物理量引入的必要性及在实际问题中的重大意义不作必要说明。例如讲冲量，只指出是力和力作用时间二者之积，它等于动量的增量。至于为什么要这样，它反映的是一种什么物理过程则不加探索，似乎所有定律、原理都是理所当然，不容置疑的真理，学习的任务就是要记住它，并把已知的物理量代入并未明了真实意义的公式里进行计算就行了。象这样对物理的科学概念、原理、定律怎能达到理解掌握的目的呢？没有对科学概念、基本原理、定律的理解掌握这一前提，要进行分析、推理、判断等思维活动是困难的，当然也就根本谈不上能力的培养。

2．教材的编写，必须贯彻理论联系实际的原则，这是解放以来我们的优良传统。十年动乱期间曾遭到破坏，物理变

为工基，工基成了“三机一泵”。这样丢掉了系统理论知识是谈不上能力的培养的，因为理论知识对能力形成起着主导作用。但是脱离实际的纯理论知识也很难将其转化为能力，只有理论联系实际才能使学生易于接受，乐于接受，并易于将知识运用于各种复杂的实践活动。理论和实际，丢掉一方，片面强调另一方都违背培养能力的客观规律。

3．物理教材的编写，应大力发掘有关培养如下四种（主要的）能力的因素，即观察能力、思维能力、自学能力和动手能力，对有利于培养这四种能力的教材要充分加以利用。例如卢瑟福的 α 粒子散射实验的现象观察分析，得出原子的核式结构。这部分教材对发展学生的智力，培养学生观察、分析、逻辑思维、推理、判断等方面的能力，具有较大的价值。

在现行统编教材中，在实验方面不仅数量增加了，同时摆脱了过去那种旧模式而代之以具有启发性的叙述，有机地将过去所列各项寓于其中，这对活跃思维是有利的。

在教材知识系统的编排上，要既有利于教师讲授，更有利于学生自学；既有利于知识掌握，还有利于能力培养。现行教材在这方面显得不足，学生反映看不懂，造成学生对教师的依赖，不利于培养学生自学能力。

目前正着手编辑一套学生课外读物，这是一件大好事。可以肯定，这套物理课外读物，对提高学生学习兴趣，扩大学生知识领域，发展学生智力，培养学生能力方面将会起促进作用。

第二，教法。

教学在能力培养上具有双重性，它可以使学生变得聪明，也可能使学生变得愚蠢。恩格斯曾批评当时的爱北斐特中学

的教学时说：这所学校“经费非常充足，因此可以招聘最好的教员，开设比较完整的班次。但这个学校流行着一种非常可怕的背书制度，这种制度半年的时间就会使一个学生变成傻瓜。”(«马克思恩格斯全集»第一卷，510 页，人民出版社，1956年第一版。)可见，教学中传授的知识能否转化为能力与教学方法有很大关系，注入式、死记、硬背、满堂灌、不给学生留活动余地的教学，不仅不能发展学生智力、培养学生能力，甚至会压抑学生的智力发展和能力培养。

与注入式教学相反的是启发式教学，善于提出问题，是教学启发性的集中表现，而检查启发是否有效的尺子是看学生是否能提出问题。学生提问题，是积极思维的反映，矛盾是积极思维的“启发剂”。故教师提出的问题，不仅要揭露客观事物存在的矛盾，更要和学生原有的知识或经验产生矛盾。换言之，就是教师提的问题能触发学生思想中潜在的欲言而不能、欲求而未得的问题。例如在研究一个闭合矩形线框的平面沿与匀强磁场相垂直的方向运动时，问学生，线框中有无感生电流？学生会很快回答没有，因为磁通量变化率为零。如果问，这时线框中有无感生电动势？则回答就不一样了，有的说，“因为没有电流，故也无电动势。”有的说，“有切割磁力运动，但两边电动势方向相反，被抵消了。”有的说，“没有抵消，还存在，相当于两个相等的电动势并联。”最后，通过他们自己的讨论、分析和比较，得出正确结论。教师不要急于求成，要把自己置于学生之中，共同讨论，可减少学生对教师的依赖，各抒己见。

教学要按学生思维发展的顺序循序渐进。人在思考问题时，总是利用已知的知识(概念)来进行比较、分析、综合、抽

象、概括、推理和判断，离开了知识的掌握，发展就没有基础。而对于客观事物的认识过程，即知识积累过程，总是按照由简到繁，由低到高，由具体到抽象，由特殊到一般和由现象到本质这样的顺序。如果教学杂乱无章，不符合思维发展的顺序，则不利于能力的培养。

教学是教会学生学习，故教学还要教学生以正确的学习方法，学会知识归类，寻求规律，掌握重点，判断推理，例如作阅读笔记，一题多解，判断答案，编制习题等。

第三，志趣。

要有正确的学习目的和动机，要树立为四化建设而学习的崇高目标，防止学生陷入为分数而学的近景性的学习动机。

学习动机中最现实、最活跃的因素是学习兴趣。教学应注意培养学生的学习兴趣。兴趣有直接兴趣和间接兴趣之分。新颖的内容加上系统而生动的讲解会引人入胜，能激起学生学习的直接兴趣。对学生进行革命理想教育，让学生意识到必需为四化建设而学习才有意义，从而建立起学习的间接兴趣。兴趣的力量是十分巨大的，它可以变苦为乐，变难为易。直接兴趣和间接兴趣都是不可缺少的，有了直接兴趣就不会感到学习枯燥乏味；有了间接兴趣，就有学习毅力和信心，从而产生旺盛的精力。

事实证明，缺乏学习兴趣，没有强烈求知欲望的学生，要想通过学习使他的能力得到提高，那是奢望。

从“动”的观点入手培养学生严密的逻辑思维

湖北省沙市三中特级教师　胡良栋

一、引导学生建立“动”的观点

在整个自然界里，运动是绝对的，静止是相对的，所有的物理现象、概念和规律，都是在运动的过程中和相互作用的条件下反映出来的。由于一切物理现象只有在运动的过程中才能充分显示出事物的矛盾，认识事物的本质，掌握事物的规律，使问题得到正确的解决，因此我们要认识这些物理现象、概念和规律，就必须用“动”的观点去考虑问题。

一个物理现象、概念、规律的认识也不是一下子就能解决的，往往是从不正确的认识到初步正确的认识，从片面的认识到全面的认识，从表面的认识到深入的认识。因此在物理教学过程中，要用变化的发展的观点，即用“动”的观点进行教学，使概念、规律的认识在不同的教学阶段不断得到深化。如功的概念定义为：$A=FS$，这是通过力与位移的不断变化的效果而确定的。功的概念虽然由力与位移的乘积决定，但它不是力，也不是位移，而是在物理学上有特殊重要作用的另一个概念。物理学上的功，虽然来源于劳动和生产实践，但与日常生活中的劳动、工作又有明显的区别，所以学生接受功的概念有一定的困难，尤其是有作用力而无位移不叫做功这一点，是学生比较不容易接受的。

功在不同的条件下表现为不同形式。当 F 与 S 成一定

角度时，$A=FS\cos\theta$；气体等压膨胀或压缩作功时，$A=P\Delta V$；在电场力作用下作功时 $A=qU$；在电流的作用下作功时 $A=IUt$ 或 $I\varepsilon t$ 等。功在量度公式的形式发生变化的同时，其物理意义也在不断发展变化，最后使学生认识到功是能量变化或传递的量度，一切能量的转化(不同运动状态间的转化)和传递都要通过作功。

虽然我们生活在运动的自然界，但往往不自觉地用静止的观点看待问题，使问题绝对化，不能因条件的变化而变化。所以我们要用"动"的观点，即不断改变条件去讨论问题，以此来改变学生的绝对化的错误倾向。

二、引导学生从条件的变化去分析物理现象

我们所认识的物理现象、概念、规律等都是有一定条件限制的。在复杂的物理变化过程中，各种不同的物理量总是相互联系、相互制约的。但是在一些变化的物理量中，必定有一个或几个物理量起主导的、决定性的作用，这就是物理条件。在动力学中，力是起主导作用的物理量，物体的运动状态以及速度、加速度、动能、动量的改变都取决于物体的受力情况。理想气体的压强、温度、体积的变化，不再是机械运动，它们的改变是取决于做功和热传递，即能量的得失(它们彼此之间也互相制约)。在直流电路中，起主导作用的是电动势和电阻，一旦这两个物理量有所改变时势必要引起电流、电压、电功及电功率的变化。所以我们在研究较为复杂的物理变化过程时，只要抓住起主导作用的条件，就能比较顺利地解决问题。

当然条件也不是一成不变的，在一定条件下，某一物理量起主导作用；而在另一种条件下，另外一些物理量则站在主导地位，各种物理量的地位都因条件的改变而改变。

在复杂的物理现象中，一个条件的改变会引起一系列的物理量的变化，这就需要找出起主导作用的物理量与其它物理量之间的因果关系。例如两金属棒平行放置在另一平行的水平金属导轨上，某一金属杆以恒速度或受恒力而运动时，则另一金属杆中的电动势、电流、磁场力、加速度、速度以及即时功率等都因所给的这一物理量而变化。若把这主动运动的金属杆换成跨接在导轨间的电源，则此物理现象又受电池电动势的制约。

三、引导学生准确地抓住转折点

变化着的事物，在一般情况下，都会有一个转折点。所谓转折点，就是一些特殊点。在物理变化过程中，转折点一般是运动状态、受力情况、物态变化以及物理现象的分界点，有意识地抓住这些转折点，并认真分析这些转折点，找出它们的条件、性质与特征，对合理解决问题起着十分重要的作用。

要研究转折点，首先是找出转折点，找转折点一般是用图线与函数关系。如果用图象来表示物理量之间的关系，则较易发现一些特殊的点，如熔解或汽化时温度——时间图线中的冰点与沸点，速度图线中的运动状态的改变点（一般来说都是线段或曲线之间的交接点）；如果用函数关系找转折点，一般是建立函数关系，然后根据条件找出转折点。

倡 议 书

全国中学物理教师同志们：

我们参加了中国物理学会召开的全国中学物理特级教师（部分）会议，回顾教育战线的大好形势，看到我国中学物理教学正在改革中前进，并取得可喜的成绩，大家都深受鼓舞。这些成绩和进步是在党的正确领导下、全国广大中学物理教师的辛勤劳动取得的。在此，我们谨向战斗在教学第一线的中学物理教师、特别是在条件艰苦的边远山区工作的同志们表示崇高的敬意！

为了全面贯彻党的教育方针，进一步提高中学物理教学质量，培养更多更好的“四化”建设人材，我们特向全国中学物理教师倡议：

一、认真贯彻教育方针，面向全体学生

物理教学一定要以教学大纲为依据，按照教学计划进行教学，关心学生德智体的全面发展，不加课时，不赶进度，不搞“题海”，使学生扎扎实实地学好物理基础知识、掌握基本技能。物理教学要面向全体学生，对基础知识和智力水平不同的学生，要从实际出发，进行因材施教，注意调动学生的积极性，努力把物理知识教好。

二、加强双基教学，重视能力培养

要认真研究和处理好知识传授和能力培养的关系，立足

于知识的传授，着眼于能力的培养，寓能力培养于知识传授之中。要深入发掘教材中培养能力的因素，不断改进教学方法。打好基础、培养能力要从初中抓起，力求做到既激发学生学习物理的兴趣又培养学生学习物理的良好习惯。

三、坚持理论联系实际，注意知识的灵活运用

理论联系实际是我国中学物理教学的好传统，一定要坚持和发扬下去，要在教学的各个环节中注意理论联系实际，引导学生把理论和实际结合起来，灵活运用所学的知识去分析和解决问题。

四、改进和充实实验设备，提高实验教学质量

物理学是一门以实验为基础的科学，实验不仅是形成概念和掌握规律的基础，而且是发展学生能力的重要手段。要认真研究物理的实验教学法，不断改进和充实实验设备，在当前实验仪器较缺的情况下，要大力提倡自制教具，充分挖掘设备的潜力，千方百计地让学生动手做实验，进一步提高实验教学的质量。

五、开展教学研究，促进教学质量的提高

提倡教师结合教学实践，开展教学研究和教改试验，不断总结经验教训；提倡大家都来学习教育学、心理学和教学法，深入了解学生，认真研究教学规律；提倡教师加强专业进修，不断提高自己的业务水平。通过这些方面，不断提高物理教学质量。

同志们，我们的事业是伟大而光荣的，我们虽然已取得了一定的成绩，但还面临着许多困难，任重而道远，我们要忠诚党的教育事业，同心同德，团结互助，信心百倍地工作，为提高

整个中华民族的科学文化水平，为把我们祖国建成四个现代化的伟大的社会主义强国而努力奋斗！

出席“全国中学物理特级教师(部分)会议”的全体同志

一九八二年七月二十五日于上海

会 议 记 要

(一九八二年七月二十五日)

由中国物理学会召开，华东师范大学和《物理教学》杂志编辑部负责筹备的“全国中学物理特级教师(部分)会议”，于一九八二年七月二十一日至七月二十五日在上海华东师范大学举行。二十七个省(市)、自治区的中学物理特级教师和优秀教师，省(市)、自治区教育厅(局)教研室的同志，以及《物理教学》杂志部分编委等共125人参加了会议。

出席这次会议的各方面领导同志有：中国物理学会副理事长、复旦大学副校长谢希德，中国物理学会教学研究委员会主任、北京大学副校长沈克琦，上海市物理学会副理事长、华东师范大学副校长袁运开，上海市电子学会理事长、华东师范大学物理系主任陈涵奎，上海市教育局副局长吕型伟，中国物理学会理事、《物理教学》杂志主编许国保，中国教育学会物理教学研究会理事长许国梁。中国物理学会副理事长、中国科学院副院长钱三强同志来信向大会表示祝贺。

会议由沈克琦同志致开幕词。

会议的大部分时间，就这次会议的中心议题——如何在中学物理教学中加强对学生能力的培养——进行了分组交流和讨论。会议共收到各地代表提交的论文60余篇，这些论文的论题绝大多数是有关培养学生能力的问题，大多数论文在分组会议上作了报告并进行了认真的讨论。

会议期间，人民教育出版社副总编辑雷树人同志作了题为"访美见闻和当前中学物理教材教法问题"的报告。他的报告引起了全体与会代表的极大兴趣和广泛的好评。

在大会上发言的还有：钱玄、林桐绰、陈延沛等同志。这是中学物理教育界一次难得的盛会。

大家认为，这次会议的中心议题提得是好的，在中学物理教学中加强学生能力培养的问题，是提高中学物理教学质量的一个关键问题。通过这次会议，大家进一步明确了在中学物理教学中加强基础和能力培养两者是相辅相成的，学生能力的培养，主要应该在物理学的基本概念，基本规律和基础实验的教学过程中进行；而能力的提高，又将促进学生比较顺利地接受新知识。

会议认为，我们的教学必须贯彻执行全面发展的教育方针，面向大多数学生，而不能只着眼于少数。当前中学物理教学中的一个重要任务，是要贯彻因材施教的原则，使我们的学生的物理知识在原有基础上都能得到应有的提高，以适应我国四化建设对青年一代的要求。为此，我们必须忠诚党的教育事业，刻苦钻研，不断提高自己的业务水平和教学能力。

会议期间，与会同志向全国中学物理教学工作者提出了倡议书，热情地希望全国中学物理教师团结起来，为进一步提高我国中学物理教学质量作出更大的贡献。

会议期间还组织参观了上海宝山钢铁总厂，使大家深受启发和鼓舞。

同志们一致认为这次会议开得很好，对全国中学物理教学的发展将会起到很好的促进作用。大家希望，中国物理学会在今后能继续组织这方面的会议，不断交流经验，推动中学物理教学的发展。

会议由华东师范大学副校长袁运开同志致闭幕词。

会议决定，由《物理教学》编辑部将提交大会的论文（或摘要）汇编成册，交华东师范大学出版社出版。

华东师范大学和《物理教学》编辑部，为本次会议的召开，作了大量的筹备工作和会务工作，与会同志一致深为感谢。