



中学物理 能力培养手册

zhongxuewuli

辛培之 主编

中学物理能力培养手册

主 编 辛 培 之
副主编 李景春 张树榛
 毅 赫 岳振堂 李树人

辽 宁 教 育 出 版 社

1989年·沈阳

中学物理能力培养手册

辛培之 等编

辽宁教育出版社出版 辽宁省新华书店发行
(沈阳市南京街6段1里2号) 沈阳市第二印刷厂印刷

字数: 375,000 开本: $850 \times 1168^{1/32}$ 印张: $15^{1/4}$ 插页: 2

印数: 1—1,000

1989年8月第1版

1989年8月第1次印刷

责任编辑: 王越男 黄晓梅 责任校对: 杨力 王玲
封面设计: 宋丹心

ISBN 7-5382-0761-9/Z·27

定 价: 4.95元

前 言

培养学生的能力问题已在中学物理教学大纲中明确提出，广大中学物理教师正为完成这一使命而努力工作。为促进这一课题的深入研究，满足中学物理教师当前工作的需要，我们编写了这本手册。

本书共六编，每编的前一章为能力概述，具有手册性质。每编的中间一章为培养能力的途径和方法，是论述与经验总结的结合体，教师应针对自己的教学情况灵活地予以应用。各编的最后一章是能力评估，这是个新课题，正处于研究阶段，我们编写时各编采用了不同的格调，以利读者综合对比，切磋研究。

本书编写过程中，曾蒙一些同志惠予支持和帮助；杨喜润同志改写了本书第二编，马全英同志提供部分资料并参与统稿工作。谨此致谢。

有序启动式教学法教改实验注重能力培养，这项教改实验已有几十个试验点，它们分布在廿三个省、自治区、直辖市，本书是此项教改实验的参考书之一。

目前我国对中学物理能力培养问题的研究尚未成熟，本书的编写是一种尝试，意在抛砖引玉。书中错误或不当之处，敬请读者批评指正。

编 者

1988年10月

目 录

第一编 观察能力

第一章 观察能力概述	1
一、什么是观察能力.....	1
二、观察能力在智力结构中的地位.....	2
三、观察能力与人成才的关系.....	4
四、观察能力与创造性的学习.....	5
五、观察的方式.....	9
六、初中学生观察的心理特点.....	10
七、高中学生观察的心理特点.....	10
八、观察的类型.....	11
第二章 培养观察能力的途径和方法	12
一、激发学生观察的兴趣.....	12
二、养成良好的观察习惯.....	14
三、创造和善于应用观察的环境, 进行观察训练.....	17
四、培养良好的观察类型.....	28
第三章 观察能力的评估	30
一、观察能力评估概述.....	30
二、物理观察能力评估的方法.....	32
三、观察能力品质的评估.....	34
四、在评估观察能力的各种测试中, 应遵循感知的	

客观规律	37
------	----

第二编 实验能力

第一章 实验能力概述	39
一、物理实验	39
二、实验能力	50
第二章 培养实验能力的途径和方法	51
一、引导学生探讨实验原理	51
二、选择和使用仪器	59
三、实验结果的分析与处理	97
四、养成良好的实验习惯	117
第三章 实验能力的评估	119
一、目标	119
二、评估	121

第三编 自学能力

第一章 自学能力概述	148
一、概述	148
二、阅读物理书的一般方法	151
三、记忆的一般方法及记忆规律	164
四、学习的迁移	175
第二章 培养自学能力的途径和方法	184
一、物理实验的自学	185
二、物理概念的自学	192
三、物理规律的自学	197
四、物理例题与习题的自学	206
五、培养学生自学能力需要教师具体指导	218

第三章 自学能力的评估	219
一、自学的目标.....	219
二、自学物理能力的评估.....	221

第四编 思维能力

第一章 思维能力概述	224
一、思维概述.....	224
二、思维能力.....	246
第二章 培养思维能力的途径和方法	251
一、培养思维能力的意义.....	251
二、培养思维能力的原则.....	253
三、培养思维能力的一般方法.....	256
四、感知能力的培养.....	260
五、比较能力的培养.....	262
六、分析与综合能力的培养.....	265
七、抽象与概括能力的培养.....	269
八、判断与推理能力的培养.....	273
九、联想能力的培养.....	276
第三章 思维能力的评估	279
一、思维能力评估的作用和意义.....	279
二、思维能力评估的基本原则.....	282
三、思维能力评估的方法.....	285
四、评估中应注意的问题.....	292

第五编 分析和解决实际问题的能力

第一章 分析和实际问题能力概述	295
一、审题能力.....	297

二、选择能力	305
三、转换能力	311
四、计算能力	315
五、评价能力	321
第二章 培养分析和解决实际问题能力的途径和方法	327
一、在建立和掌握物理概念的过程中培养分析和解决问题的能力	328
二、在学习和运用物理规律的过程中, 培养分析和解决问题的能力	346
第三章 分析和解决实际问题能力的评价	379
一、审题能力的评价	380
二、选择能力的评价	380
三、转换能力的评价	382
四、计算能力的评价	382
五、评价能力的评价	383

第六编 创造能力

第一章 创造能力概述	384
一、创造力	384
二、创造性活动	388
三、创造性思维	389
四、创造力与智力的关系	391
第二章 物理教学中的创造教育	398
一、创造教育与物理教学	398
二、创造性思维基本特征在物理教学中的培养和训练	430

三、创造技法的培养.....	447
第三章 创造能力的评估	465
一、创造能力评估的研究现状.....	465
二、创造心理评估.....	467
三、创造能力的自我评估（一）.....	472
四、创造能力的自我评估（二）.....	473
五、学习物理过程中创造的思维力评估.....	475
六、学习物理过程中创造的应用力评估.....	476
七、学习物理过程中创造的态度评估.....	478

第一编 观察能力

第一章 观察能力概述

一、什么是观察能力

1. 感知

对于客观世界的认识是从感觉和知觉开始的。心理学告诉我们，感觉是直接作用于感觉器官的事物的个别属性在人脑中的反映。感觉反映的是外在事物的个别特点，如颜色、声音、气味、硬度等。知觉则是直接作用于感觉器官的事物的整体在人脑中的反映。知觉反映的是外在事物的整体和事物之间的关系，如形状、大小、远近等。在实际生活中感觉和知觉是很难分开的。感觉反映事物的个别属性，知觉则反映事物的整体。感觉是知觉的必备条件，知觉是在感觉的基础上形成的。但是知觉又不是感觉的简单综合，而是各种感觉的有机结合。二者既相互区别，又有密切的联系。如颜色总是某种物体的颜色，声音总是由某种物体发出的。所以心理学上把感觉和知觉统一起来，合称为感知。感知是认识的开始，属于认识的初级阶段，没有感知就没有认识。

2. 观察与观察能力

观察是感知的一种特殊形式，它是指根据一定的目的、任务，有计划、有针对性地知觉过程，是具有探索性质的知觉，常同积极的思维相结合。

观察是一种带有目的性的心理活动，而观察能力则是这种心理活动的有效程度，是一种认识能力。即综合观察的结果，全面、深入、正确地认识事物特点的能力。

3. 观察能力与感知的关系

观察能力是在感知过程中并以感知为基础形成的，脱离感知就无所谓观察能力。在国外有很多心理实验证明了这一点。如：让成年受试者呆在特殊结构的实验室内，把他的各种感知全部遮断，起初受试者产生幻觉，而且出现有闭锁恐怖症的极度警戒状态，不久受试者的注意转向自身，对环境的兴趣完全消失，忐忑不安，甚至有产生身心异常症状者（泷泽武久：“认识的发展与学习”，《外国教育》1979年第一期）。由此可见，观察能力是不能离开感知活动而独立存在的。

观察能力是在感知活动中形成。但是我們也不能把观察能力就归结为感知，因为不是任何感知都可以称为观察从而形成观察能力。例如，一次在戈廷根的心理学会议上，突然从门外冲进一个人，接着后面追着的人也冲了进来。两人在会场中央混战并打响了一枪，这两个人又冲了出去。事情发生的时间只有20秒钟。这件事是事先安排的，并全部照了像。会议主席当即请与会的心理学家写出自己目睹的经过。结果在上交的四十篇报告中，仅有一篇在主要事实上的错误少于20%，其中十四篇有20%至40%的错误。另外二十五篇有40%以上的错误。有二十篇以上的人报告中有10%以上的细节是纯属臆造的。这种情况之所以会发生，就是由于他们所进行的是一般的感知活动，而不是观察。

二、观察能力在智力结构中的地位

智力由观察力、记忆力、注意力、思维力、想象力五个基本因素组成。其结构模式如图1—1。

在这个结构模式中，五种智力因素相互交织，相互制约。

一个组成因素的水平，不仅会影响到整个智力的水平，而且还会影响到其它四个组成因素的水平。以观察为例，如果它的水平低，则注意力、记忆力、思维力、想象力的水平都要受到影响，整个智力水平自然要降低。而且观察力还是智力结构的重要组成部分。如果我们把观察比作蜜蜂采花粉，那么思维等心

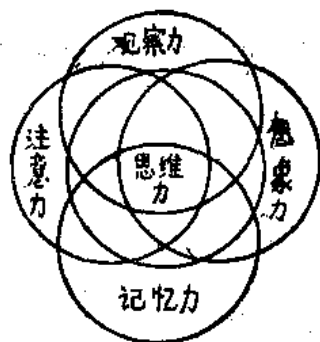


图 1-1

理活动就好似将花粉酿成蜜，没有花粉是不会酿出蜂蜜的，没有良好的观察，思维也就会因缺乏材料而得不到良好的发展。再从观察二字上理解也可看出观察力的重要性。“观”是看的意思，“察”则包含想的意思。显然观察不仅仅是看。人们要认识一个事物，总是从观察开始，有了观察，才开始了注意、记忆、思维、想象等，所以说观察是智力活动的门户和源泉。

现代科学已经证明：人的大脑所获得的信息百分之八、九十是通过视觉、听觉输入的。所以，一个人想发展自己的智力，首先就必须把观察的大门敞开，让外界的信息源源不断地进入自己的大脑。如果堵塞观察的大门，那么，智力的提高就会受到严重影响。我国古代的许多著名学者早就认识了这一点。例如，先秦时期的宋尹学派曾明确指出：“洁其官，闕其门，官者，谓心也；心也者，智之舍也。……门者，谓耳目也。耳目者，所以闻见也。”观察力主要是以耳闻、目见为基础，是智力活动的门户。

任何知识的来源，在于人体感官对客观外界的感觉，只有多种器官参加活动，多看，多听，多摸……，使视觉分析器，听觉分析器，运动分析器等协同活动，提高大脑皮层的分析综合功能，才能发展智力。所以，观察是智力活动的开端和源泉。

善于观察是科学研究和学习物理的必备条件。著名的生理

学家巴甫洛夫很重视观察，在他的实验室墙上，就写着六个发人深省的大字：观察，观察，观察！居里夫人的女儿把观察誉为“学者的第一美德”。物理学是以实验为基础的科学，而实验必须通过观察和测量才能获得结果。所以观察能力的培养对物理学的学习和研究具有深远的意义，它既是学习和研究物理问题的首要步骤，又是发展学生基本能力的首要任务。没有一定的观察能力和手脑并用的实验技能，就学不好物理知识，智力的发展也要受到影响。

三、观察能力与人成才的关系

观察能力在人的一切活动领域中都是必需的。观察力的强弱是人成才的重要智力因素之一。观察力强的人观察速度快，观察准确，并且在单位时间内观察客观对象的数目多，能够迅速、准确、全面地获得事物的信息。许多科学家，艺术家，教育家，技术革新能手，都是以敏锐的观察力而著称的。他们的成就与他们高度发展的观察力密切相关。

法国科学家巴斯德（1822—1895）在巴斯德学院对青年学生讲演时说：“你们要给自己的热心找到一个不可分离的伴侣，这个伴侣就是严格的观察。”意思是说，如果你一辈子热爱科学，你就必须观察一辈子。著名科学家达尔文有一个自我评价，他说“我既没有突出的迅速理解能力，也没有过人的机智。……另一方面，我觉得有一个对我有利的情况，这就是在发觉那些在时间上极易消逝的事物并对它们进行仔细观察的能力上，我是超过中等水平的人物的。”可见，达尔文的高超的观察能力，导致了他成为一个在科学史上具有显赫地位的伟大生物学家。

我国明朝末年有个地理学家徐弘祖（1586—1641），他把毕生精力用来游历名山大川，坚持爬山涉水三十余年，研究祖国地理。他以日记体写下的《徐霞客游记》一书对广西桂林、

阳朔、柳州一带地貌记载极为详实逼真，活龙活现。主要是他善于观察：“先审视山脉如何去来，水脉如何分合，既得大势后，一丘一壑，支收节讨。”这就是说他先观察概况大势，再深入支节考察一丘一壑。正因为他有这种观察能力，才能写出一部既有科学价值，又有文学价值，世界上最早的考察石灰岩地形地貌的著作。

千百万人都见过苹果落到地上，唯有牛顿悟出万有引力定律；许多人都分离过空气，唯有瑞利发现惰性气体；具有发现X射线的条件的人不少，但是只有伦琴发现了它；几乎家家都有水壶，唯有瓦特发明了蒸汽机。这些科学家之所以能在前人司空见惯的现象里发现新的东西，就是因为他们善于细致的观察和大胆的设想。可见人只有具备良好的观察习惯才能成才。

四、观察能力与创造性的学习

科学家都认为，细致的观察能使人产生设想，引人去创新。如果学生具有敏锐的观察力，他们就会从直观材料中获得较多的知识，发现更多的问题，就会从平凡的现象中悟出非同一般的规律来。相反，如果学生的观察力很差，就会“视而不见”，“听而不闻”，一无所得，甚至还会产生知识上、认识上的差错。学习文化科学知识，特别是创造性的学习，必须具有较强的观察能力，它包含如下一些素质：

1. 积极的观察态度

世界上的万千事物首先进入人大脑的是它们的具体形象，要想认识世界，就要从观察入手，就要有积极的观察态度。

2. 观察要有明确的目的性

一个人在进行感知活动时，如果没有明确的目的，那只能算是一般的感知，不能称为观察。只有当那种感知活动具有明确的目的时，才能算做是观察。因此可以说，目的性是区分一般感知和观察的标志之一。

观察的目的一般有两种：（1）学生迄今未知或未加阐明的事实，让学生从观察中得到知识和发现问题；（2）判断某一理论是否符合大量可观察到的事实，让学生证实理论，去验证知识。世界上的事物浩如烟海，人们不可能对所有的事物都做细致的观察，只有择其主要的来观察。观察时，要注意搜寻自己所要探求的现象，特别是要寻找事物和现象的特点，寻找事物与事物之间的联系。

为了达到观察的目的，要制定周密的计划，要做好充分的准备。凡是长期的、系统的观察，就应当制定详细的书面计划。就是短期的、零星的观察，也要在头脑中有个粗略的计划。学生的观察往往不能按目的进行，常常受兴趣的干扰。在观察同一现象时，由于每个学生的兴趣和爱好不同，他们注意到的事物就会有所不同。这就要求老师讲清观察的目的，激发学生的好奇心，把学生的注意力集中到所要观察的事物上去，提高观察质量。

为了达到观察的目的，还要做好记录。这种记录要准确、具体、字体清楚。凭记忆留下的记载，难以保证准确。观察的内容越是复杂，数字和细节越多，记忆就越不可靠，并且时间稍长，印象就模糊。为了迅速、准确、有条理地记录所需要的材料，为了提高记录的效果，可事先制定出表格。贝费里奇告诉我们：“做详尽的笔记和绘图都是促进准确观察的宝贵方法。……在记录科学的观察时，我们永远应该精益求精。”实践证明，观察时的精确记录，对于捕捉特点和新鲜事物，提出有价值的意见是非常有用的。

3. 观察要有程序性

观察不能随随便便，观察必须全面、系统、有条不紊地进行。长期观察需要如此，短期观察也同样需要如此。

任何事物不仅它本身具有一定的内在联系，而且各种事物之间也存在一定的联系。我们观察时就一定要抓住客观事物的

这一性质，有次序、有条理地去进行观察，这样才能保证输入的信息是系统的、有程序的，便于对它加工编码，从而提高观察的效果。如果一个人的观察杂乱无章，那么他所获得的信息必然无序，观察效果低下，甚至还会影响智力活动的正确性。

4. 观察要细致

达尔文的儿子在谈达尔文时写道：“当一种例外情况非常引人注目并屡次出现时，人人都会注意到它”但是他父亲却具有一种捕捉例外情况的特殊天性。很多人在遇到表面上微不足道又与当前的研究没有关系的事情时，“几乎不自觉地以一种未经认真考虑的解释将它忽略过去。”而达尔文对这些细小的事情总是抓住不放的，并以此作为研究的起点。有经验的科学家都特别强调培养学生细心观察的习惯。

细致的观察，要求注意力十分集中。但是中学生观察时喜欢东张西望，注意力很不集中，而且受兴趣支配，自己爱好的，感兴趣的会百看不厌，会坚持观察很长时间，而对不感兴趣的则漫不经心，走马观花。因此教师要对学生的年龄特点，培养学生的观察兴趣。充分利用挂图、幻灯、模拟实验的投影器、电视、电影等教学手段来激发学生的兴趣。

细致的观察有时需重复地进行。多次观察能保证观察所得材料的可靠性，分辨出偶然或必然的现象。观察短暂的现象更要注意适当重复，以免造成观察错误。但多次观察并不是机械重复，每一次重复观察都有新的意图，或为弥补上次观察之不足，或为寻求新的发现，或为验证前次观察的可靠性，这样才能把学生观察的积极性充分调动起来。

细致的观察，还要求学生善疑多思，善于搜寻值得追踪的线索，寻找特殊现象的必然原因。因此，在观察时教师要引导学生多动脑筋，提出疑点，提出问题。

5. 观察要有敏锐性

观察的敏锐性，就是在观察过程中，善于发现一般人所不易发现的那些现象。科学家、发明家的可贵之处就在于此。苹果坠地，水蒸汽冲动壶盖，澡盆的水溢出盆外，这些司空见惯的现象没有引起任何人的注意，但牛顿、瓦特、阿基米德却敏锐地观察到这种现象，从而发现了万有引力、发明了蒸汽机、发现了浮力定律。

观察的敏锐性与一个人的兴趣和志向是有密切联系的。不同的人观察同一现象时，各人会根据自己的兴趣所在而注意不同的事物。如动物学家和植物学家一同到野外去，动物学家会注意不同的动物，植物学家则会把注意力放在野生植物上。所以兴趣和志向可以提高人们观察的敏锐程度。

6. 观察要有毅力

法国著名科学家巴斯德在讲他的成功奥秘时说：“我唯一的力量就是我的坚持精神。”科学家道尔顿就是持续了五十七年，作了二万余次的观察，才从气体的压力、体积、扩散、溶解和物质的化学组成引出原子学说。焦耳用了近20年的时间进行观察实验，精确地测定了热功当量，为热力学第一定律奠定了坚实的实验基础。德国的细菌学家埃尔立希经过六百零六次的试验，才发现“六〇六”（砷凡纳明）。法拉第用了十年时间进行实验观察，发现了电磁感应定律。我国明代的地理学家和地质学家徐弘祖，坚持爬山涉水三十年，足迹遍及十六个省，才写出了世界上最早的考察石灰岩地形地貌的科学著作。我国卓越科学家竺可桢数十年如一日，长期系统地对气候迁移、物候变化进行观察，直到逝世的前一天仍在测量气温、气压、风向、温度等气象数据。科学成就是毅力的结晶，学习成就也是毅力的结晶。因此要想把学生培养成科学人才，就要培养学生顽强的观察毅力。