

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学习方法指导丛书

物理学习的常规方法



学习方法指导丛书
物理学习的常规方法

物理课堂学习的程式与方法

物理常规学习

在常规的学习中怎样学习物理？

要想学好物理，首要的问题是要尽快掌握物理学科的自身特点。现在开设的课程种类繁多，学生如果不尽快熟悉物理学科自身的特点和学习方法，就会走马观花，“穷于应付”，学习起来没有主动性。

物理中的每一个知识点几乎都是由以下几个环节组成的：

实验、事例—总结→规律、概念—应用→题目

这是符合马克思主义的认识论的。是经典的课堂学习常规程式。运用这个程式要求学习时要特别注意以下三方面：

(1) 注意观察与思考。通过观察获得感性材料，然后经过深入地分析思考上升到理性。

(2) 注意准确理解概念和规律的深刻含义，以及使用条件等。

(3) 适当地进行解题训练，以培养自己思考（如分析、综合等）、论述、计算、应用等各个方面的能力。

物理课前预习的障碍与克服方法

利用课余时间预习，不仅培养了学生自学的能力，而且能有效地提高课堂教学质量，所以，养成课前预习的习惯是许多教师在长期教学中的期望。在目标教学实践中又特别注重课前预习；强调阅读学习目标，明确课堂学习任务；完成预习题，实现低层次目标自达。这从理论上似乎十分完善，但在长期的教学实践中，要使每个学生每门新课都能做到课前预习，确非易事，尽管各学科教师都做了不少努力，实际上很少人能养成这一习惯。究其原因：其一，难以保证每节新课都有足够的预习时间。学生每天除了在校必须保证的正常上课、自习、完成作业、温习功课、参加有关活动外，所剩时间已经很少，甚至没有时间。高中学生每天要上5~6节课，消化当天课程、完成作业还要用2~3小时，每天用去了八、九个小时。每门新课前的预习按20分钟计算，初三学生每天平均五门课，学习时间要增加1小时40分，初二学生每天平均四门课，要增加1小时20分，况且学生读书预习由于年龄与方法的原因，初中学生往往花费很长时间，还不得要领。这无疑使学生负担过重，既不利于学生身心健康发展，也导致学生无法养成各学科课前都预习的习惯，特别是初中物理学科周课时少，教师接触学生人数多，而次数少，更不易督促辅导学生养成预习习惯。其二，从物理学科来说预习并不都有利于学生学习。物理授课中实物的演示实验不仅能吸引学生的注意力，引发浓厚的兴趣，为课堂创造发现、求疑、探索、讨论的气氛，还给学生留下了深刻的第一影响，经久不忘。但是在预习中文字符号给学生留下的第一影响往往是淡漠的，暂时的。课堂中学生似乎什么都懂，注意力不易集中，好奇、探索讨论的求知心理与气氛不易形成，学生常常在朦朦胧胧中上课，迷迷糊糊中听课，似是而非中下课，造成知其然，不知其所以然，理解不深刻，遗忘速度快，以后即使再用几倍的精力学习也没有第一次产生深刻影响而带来的效果好。其三，从物理学科来说，预习并不一定都有利于课堂学习。有经验的教师每堂课都有自己独特的课堂设计，从引入新课到讲授新课，往往并不和课本完全一样。有些课题采用探索法、悬念法进行教学，预习反而减少了听课的兴味，缺乏应有的新鲜感，甚至降低了教师苦心设计的培养能力方案的效果。如在学习“电磁铁”一课中，教师设问：通电螺线管的磁性强弱与哪些因素有关呢？提问的目的不在于答案，而在于使课堂产生求疑的气氛，本来这节课可以通过实验引导学生探索、发现、分析研究，总结归纳出结论，但由于预习，学生已过早地知道了结论，一个探索性实验变成了验证性实验。课堂中设想的求疑气氛很难形成，授课中的好奇性、探索性、趣味性顿时锐减，一个本来能够富有神奇色彩的课堂变得索然无味。

由此可见：对知识容量小的课，如“热机效率”、“燃料的燃烧值”等可尽量不安排预习，宜用发现法、情境法、设疑求疑方法学习的内容，一般不宜预习。预习可在讲授课、学生实验课、复习课之前进行效果较好。

1. 问题阅读法

新课前根据教材内容的特点，提出一至二个恰当的问题（可在上课前或上课后），学生用3~5分钟时间，阅读课文后回答问题，由此引入新课。如“对流”一课的问题如下：

(1) 什么是对流？(2) 液体和气体为什么能流动起来？

回答正确与错误都不是主要问题，而在于脑海中能激起思维的涟漪，通

过观察演示实验，再次感知教材，使热膨胀、密度、浮力三方面知识形成正迁移，从而愉快而顺利地完成任务。

2. 程序作业法

对于实验课可课前布置程序性作业，进行复习，为课堂实验做好准备。如在“测金属块比热”实验中，课前布置如下预习题：

- ①测金属块比热的原理是_____。
- ②计算比热的公式是_____。
- ③实验中需要的主要器材有_____。
- ④比较合理的实验步骤是_____。

3. 结构提纲法

预习提纲有如下作用：

- (1) 使自学有了方向，做到合上书本能回忆起基本内容。
- (2) 使自学有头绪，有条不紊，能抓住重点、难点，对预习中感到困难的问题，听课时会更专心，效果更好。
- (3) 分析问题和解决问题的能力得到了提高。
- (4) 能避免满堂灌。

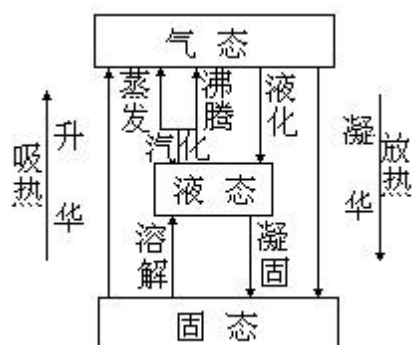
预习提纲客观上为教师精讲提供了基础，为学生多议多练争取了时间，又锻炼了学生的语言表达能力，还能调动学生的学习积极性。预习提纲的好坏，直接关系到学习预习课文的成败。预习提纲的内容应包括三点：

- ①能使学生全面把握教材。
- ②指明本章、节重点讨论哪些问题。
- ③启发学生思考问题，使学生既理顺教材，又留有悬念，以便讲新课时进一步启发学生考虑问题。

如讲“力”前，提出如下预习题目：

- ①人类最初是怎样认识到力的存在？
- ②联系生产、生活举例说明力对物体有推、拉、提、压等作用。
- ③简述你是怎样认识力的。
- ④两个物体不相互接触是否也有力的作用？
- ⑤施力物体和受力物体为什么总是成对出现的？

在单元、章节复习时或一些讲课中，只要求能在短时间内抓住重点知识，在头脑中形成清晰的知识结构简图，听课时有一个明朗的知识线索与教师授课发生共鸣。如复习“物态变化”一章时，归纳总结物态变化知识结构及其相互关系。预习中虽总结出各种各样的关系结构图，但在老师的复习授课中学生体会到老师总结的结构关系（如图）更巧妙，在惊讶与赞叹中产生浓厚的兴趣，强烈的求知欲望会驱使学生会自觉地进行预习。



教师根据教材内容，授课方法使学生灵活地选择最佳预习方法，配合教师授课，让预习成为培养自学能力和提高课堂教学效果的有效途径和方法。

物理课本的阅读及指导方法

在中学物理学习中，重视学生读书，培养学生读书的习惯和读书的能力，指导学生如何读书，是当前物理教学中不可忽视的重大问题；是改变“教师讲，学生听”这一局面的一个重要方法。

物理教材是学生获取物理知识的重要的、基本的工具。因为教材体现了物理科学最重要、最基本的知识及技能和研究方法，体现了教学大纲中的知识、能力、思想教育等方面的要求。在物理学习的全过程（即课前预习，课内听讲，课内外复习、练习、考试，试卷分析与评讲）中，学生都不能离开教科书；同时，学校学习，尤其是课堂学习，总是有很大的时间、空间、知识范围和深广度、智能培养与训练的局限，它只能是今后学生投身社会从事现代化建设所需要的知识、能力的基础。当今世界科技发展一日千里，科学知识急剧增加，今后将面临很多需要认识、探讨、分析和解决种种纷繁复杂、形形色色的问题，而这些则是无限的。这就使得学校教育中培养学生的读书能力显得更为重要和迫切。有了读书能力，学生今后可以从工作需要出发，独立地有效地从浩瀚的书本中去寻找和猎取大量必要的知识。只有这样，才算获得了打开知识宝库的钥匙，终身受用。就眼前来说，物理概念抽象，规律公式繁复，而高考对学生“双基”掌握和灵活运用、知识迁移能力要求很高，要求学生会读书，也是解决物理难教难学这一长期困扰广大师生的老问题的重要方法。

在物理学习中，常见学生在阅读时出现“四不”现象。

读不惯：学生开始学物理，由于不了解物理学的特点，常常认为学物理就是背公式，做习题，只要完成了作业就万事大吉，不习惯阅读课本内容。

读不细：阅读时，有的类似看小说、翻连环画，一晃而过，不加思索；有的用朗读语文、外语的方法来读物理，死记硬背，不重视将现象与概念、规律联系起来，阅读之后，收效甚微。

读不懂：一开始阅读物理，由于方法不当，常常现象与概念脱钩，便感到读不懂，产生倦怠情绪，以致觉得物理难学。

读不实：好动好奇是初二学生的特点之一，因此导致注意力不持久，兴趣易转移，使阅读流于形式，收不到实效。

针对这些现象，在教学中，认真分析教材和学生实际，因材施教，采取以下阅读课文的基本程序：

（1）首先理清课文的层次和条理。课文大致分几个部分？每一部分想要探讨什么问题？做到心中有数。

（2）抓住重点，反复琢磨。概念和规律作为第一节内容的重点，要真正理解它们的物理含义和使用条件，有时对一个概念或规律要逐字“咀嚼”。对于重要的地方，可采用眉批和标注的办法，以加强认识，帮助理解。

（3）看完后归纳、总结，形成体系。只有形成了知识体系，才能融会贯通，牢记于心，使知识得到升华。

这一基本程序要与通常用的“三读法”结合起来：

通读：新课前，要求学生预习，通读新课内容。大致了解知识结构和要点，不忙于解疑答题。阅读中，了解哪些是新内容，对概念和规律用着重号标出，疑难地方作记号或拟问题。

细读：要求具体地将现象和概念、规律等联系起来，细致地逐句阅读，

弄清其内涵、外延，明确逻辑联系，对抽象难理解处反复多读、多思，并同相关的旧知识联系对比，抓住实质识记，以了解知识的脉络。

精读：做到弄清重点字句，懂得术语涵义，能把来源于现象的概念、规律活化，达到见“物”能明其“理”，知“理”能联其“物”，能灵活地将物理知识运用于解决实际问题。要精读关键字句，以深化对物理概念和物理规律的理解。例如功的原理是机械的基本原理，它既与前面学过的简单机械有着密切的联系，又是后面学习机械效率的必要基础。要认真阅读课本中“利用任何机械时，人们所做的功都等于不用机械而直接用手所做的功”这段话，特别强调“任何”二字，明确使用任何机械都不能省功。又如“加在密封液体上的压强能够大小不变地被液体向各个方向传递”，这就是帕斯卡定律。要着重理解“大小不变”，“各个方向”这几个字，从而加深对液体传递压强基本规律的理解。

课文阅读指导有如下四种类型：

第一，答疑性阅读。即带着问题阅读课文，从中解答疑难。一边看书，一边圈画重点句子，一边做笔记。最后大家讨论，解决疑难问题，再整理成笔记。

第二，示范性阅读。对于比较难以看懂的课文，教师给予示范性阅读。如《光子说》一节，可逐段阅读，逐段解释：第一段，经典波动理论在解释光电效应实验规律上遇到的矛盾；第二段，光子说的提出及光子说的内容；第三段，光子说解释了第一、第三个实验规律；第四段，光子说解释第四个实验规律；第五段，光子说解释第二个实验规律，特别对于光电效应方程，如何从能量守恒出发，用自己的语言作出叙述，并将其变形。通过较详细的阅读解释，帮助学生提高阅读课文的能力。

第三，预习性阅读。对于重点课文要抓好预习性阅读，如对《表征交流电机的物理量》、《PN结的形成》、《光的干涉》、《光电效应》等课文，要求学生通过预习阅读，列出提纲。上课时，抽查同学们所列提纲，请几个学生向大家公布自己的提纲。然后，再让大家讨论取得较一致的意见，从而帮助学生在阅读时抓住课文的重点。

第四，复习性阅读。即抓紧系统复习性阅读。每章学完之后，全面整理阅读课文，然后编织知识网，做小结。

读物理课本的具体方法有：

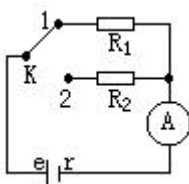
1. 认真阅读各章的前言

学生在学习物理的过程中，各章节内容之间都存在着某种程度的联系。高中物理（甲种本）各章安排前言的目的，主要是概括前后知识之间的联系，论述其承前启后的作用，以促成学生学习过程中的正迁移。由于各章的内容要求不同，其写法也就各异。有的主要阐述本章的基本内容及重点，简介本章在物理学中的地位 and 作用，如“力”一章。有的阐述的则是研究对象和研究方法及主要内容，如“分子运动理论基础”一章……它体现了编者对教材安排的意图和构思。认真学习各章前言，有助于把握编者的意图，掌握教材的知识结构体系、重点、难点、关键和研究处理问题的方法等。

2. 坚持课文、例题、习题、实验四位一体把握教材

例题是课本内容的应用范例，习题不仅是理论联系实际的重要方面，同时也常常是课本内容的延续和补充。例如，“闭合电路欧姆定律”之后，就安排了这样一个例题：在右图中， $R_1=14.0$ 欧姆， $R_2=9.0$ 欧姆，当单刀双掷

开关 K 扳到位置 1 时，测得电流强度 $I_1=0.20$ 安；当 K 扳到位置 2 时，测得电流强度 $I_2=0.30$ 安；求电源的电动势和内电阻。



通过这道题，介绍了一种测量电源电动势和内电阻的方法。还能不能用伏特表和两个阻值不同的定值电阻（或电阻箱）来测量电源电动势和内电阻呢？又能不能同时使用安培表、伏特表和滑动变阻器来测量电源的电动势和内电阻呢？这些正是后面练习题的内容。例题和这两道题再加上学生实验“用安培表和伏特表测定电池的电动势和内电阻”，这些内容联系紧密，前后呼应。只有把课文、例题、习题、实验结合起来，才能全面、系统、准确地把握教材内容，并提高基本技能。

3. 认真阅读课本中的图表

物理教材中的插图具有直观性，容易形成深刻的印象。阅读时，要重视对插图的理解，结合教材上的文字叙述认真分析插图中的每条线段，每一部分图示所表示的意思，说明了什么问题，它表示了什么物理现象和物理过程。学生在阅读时学会了看插图，对他们掌握物理知识和理解物理概念是很有帮助的，能将抽象的物理概念形象化，便于学生理解和记忆。

物理课本中有许多图示、数表。有的一条曲线总结了物质运动变化的一种规律。如力学中的 $s-t$ 、 $v-t$ 图线，就表证了物体做机械运动的状态和运动规律。又如平均结合能曲线，反映了原子核的平均结合能（原子核的稳定程度）与原子核质量的关系。课本中还有一些可贵的照片，如自由落体的闪光照片，体现了物理学研究的实验方法，教学中要充分利用，可让学生进行实际测量，从中总结规律。

总之，图表是物理规律既简明又生动形象的表示方法，要引导学生重视它，认识它，掌握它。学会看图说文，也是培养学生抽象思维能力的途径之一。

4. 读书时搞好标、增、批

为了提高学生读书的有效性，还应该指导学生直接在教材上标、增、批注。标：指明教材要点、难点、重要应用、主干，一般用符号即可。增：对于书上难以理解或书上知识前后跳跃、坡度较大或必须前后联系的地方予以极其简扼的文字、公式补充说明。批注：对于教材个别地方必须“前挪”、“后移”才能说明问题或必须参考另一本书的某章节才可以说清的则可批注在旁边以备忘，便于阅读时随时查阅。这种方法一般用在随教师讲解的读书活动中或以后的读书活动中。虽然多花点时间，但却是对书本作了一次初步加工，初步理解和识记，因而它是整个读书活动的一部分，是把书本知识化为自身知识的重要步骤。

5. 整理知识条块及联系

(1) 归纳积累法。教给学生自行整理知识的方法，既能使学生理顺教材，疏通知识线索；又能加强学生的理解能力；还能提高学生的归纳总结知识的能力。具体方法是：每学完一节，要将本节的概念、公式、重要内容摘记在笔记本上。学完一章时，根据教材及自己所做的笔记，将本章内容归纳总结，

而且要求找出本章知识和前面知识的联系，以将知识前后贯通，纵横联系，并从物理量间的因果关系和发展变化中加深对物理规律的认识。自我总结大致可分为如下几种类型：①章节重点摘录型（适用于基础一般及基础较差的同学）。②知识纵横联系分类型（适用于基础较好的同学）。③图表法知识分类综合型（适用于基础较好，又有开拓型思维的同学）。

（2）“点—线—面”法。教材内容有知识的层次和层次间的逻辑联系。每节内容，要弄清里面的知识点，有了这些知识“点”，读书识记、理解就有方向可循，储存于大脑就会方便得多。每个单元，要弄清教材对研究对象的纵向深入和连贯，即由现象到概念的建立，遵循的规律和具体应用，即“线”。每章每个单元由若干知识点纵向发展构成，把它们整理出简明线索，既能做到以简驭繁，又能做到顺序井然，眉目清楚，便于理解掌握。就教材的一章、一本书甚至是几本书而言，要弄清相类似的不同物理问题的横向联系，形成“面”的认识。同类问题中，既有各个物理问题的纵向研究，更有横向的相互联系、相似的研究方法和相似的性质。如物理场中的引力场、电场和磁场问题，运动的各种形态等。就整个物理知识来说，要弄清由知识“点”、“线”、“面”错综复杂、纵横交错构成的知识主“体”。这些特点可以通过不同层次的习题体现或得到具体落实。因此，平时在分章节读书时一定要分有合，即要理解某个章节内容，又不囿于此狭小范围，而要通观全局，避免形成“只见树木不见森林”的偏见。在已掌握相当知识的基础上，对一本书甚至几本书的物理知识达到整体的认识和理解，上下贯通，左右逢源，既理解得深，记忆得牢，又能灵活自如的应用。这样，在解答综合性高、灵活性强的题目时就不会感到心中无底、束手无策了。

以初中力学部分为例，其基本内容有测量、力、运动和力、密度、压强、浮力、简单机械、功和能八个单元，可以力为引线将力学部分的基本概念贯穿起来；将力的种类、单位和测量，力的三要素和物体受力的图示，压力和压强，浮力与“力是物体对物体的作用”有机地联系起来；将机械运动、牛顿第一定律、运动和力、简单机械、功和能与“力是改变物体运动状态的原因”有机地联系起来。这些知识的贯穿既不是偶然的巧合，也不是牵强附会，而是反映了物理知识的内在联系，因而不仅要注意各章各节知识的学习，而且要善于系统地整理知识。

6. 不同学习环节的读书指导

读书要注意层次，由粗到细，由表及里，由“点”到“面”，由现象到概念、规律。应从初读时对日常生活中的现象、经验或物理实验的大体轮廓的概略理解，对概念的朦胧认识和规律的肤浅理解，经过几次读书（当然也有教师的讲解、指导和学生练习，到复习阶段），达到对教材线索、基本内容的详细理解和掌握。对概念的清晰认识和规律的较深刻的理解。比如预习时的读书，一般要求全面浏览地读书，初步了解教材内容的骨架和线索，并找出重点和难点，为课堂学习做一定准备。进行新课时，教师应根据具体情况或提示要点、线索，或要求读后就某个问题作答，有时可先就一两个问题作启发性的简略讲述。这样，学生读书有明确的目的，能带着问题读，读得踏实，思考时有路子，自能事半功倍。对于某些难度大、理解较难的概念、术语、分析、结论部分，要求学生读书时勾出、思考，然后教师就这些问题逐一着重讲解，或教师先作针对性讲解，再指示学生反复阅读，并结合典型习题思考领会其实质。课堂复习阶段的读书是让学生初步巩固掌握刚学的知

识，以加深理解，理清脉络，巩固记忆。方法是在教师小结的基础上针对某一知识点读，或教师提问前有针对性地读，或教师指定重点内容读；最后布置作业后的读书，则主要是对作业题涉及的内容选读。学生带着问题读书费时既少，又始终处于有目标的积极思维中，大大提高了课堂教学的效率和质量。

7. 观测、分析、综合、抽象和概括

无数事实证明，经过学生自己总结出来的结论，理解深，记得牢，能活用。为了使学生在阅读课文后，迅速把握课文要求，把学生从死记硬背的苦海中解放出来，除了在阅读课文时，要求学生“咬文嚼字”（如楞次定律中的“阻碍”，就要细心推敲其意义。）外，更重要的是要教会学生综合概括课文的方法，以提高其阅读能力。

抽象、概括的基础是分析综合。而分析综合的基础是观察与思维。要教会学生抽象概括，首先应从教会学生观察（实验现象、图表）开始。

8. 寻找重点法

我们知道，一节课文的各段，是按一定的逻辑关系而相互联系着的，而其中必有一段跟其余各段都有逻辑关系，一般说来，这一段就是我们要掌握的重点内容。可按下面办法，找出这类关键段落。

①看完一节课文后，把课文各大段的主要意义列出来；

②认真考虑各大段在一节课文的地位和作用，然后找出与各段都有逻辑关系的关键段落。

9. 培养读书习惯

在课堂学习中，学生的学习是紧紧围绕书本来进行的。学生读书的过程，就是物理概念规律逐步形成、理解、记忆和掌握的过程，也是智力逐步开发的过程。教学时必须重视学生读书，培养读书习惯。

培养学生的阅读习惯有一个过程，需要教师做一定的工作。其一，教师要坚持有布置，有督促，有检查，把阅读理解教材落到实处。一般要求学生实行“三读”，即课前通读，课堂精读，课后细读。纠正学生不重视阅读理解教材，而没有掌握物理知识就把大量的时间和精力用在做习题上的偏见。其二，教师在检查学生阅读情况时，要事先设计一系列问题让学生回答。问题的设计要从易到难，由简单到复杂，难度适中，使大部分学生通过阅读理解后能正确回答，使他们有成功感，对阅读理解教材产生兴趣。阅读理解教材的习惯一旦形成，就可以把学生强烈的好奇心正确地引导到寻求获取物理知识的途径上来。

此外，还应自觉注意以下几点：

①广泛阅读科普书籍，为深入学习物理提供宽厚的知识背景。杨振宁博士认为，应当学会渗透性学习法。所谓渗透性的方法，“就是学习时，在你不懂的时候，在好像乱七八糟的无序状况中，你就学到了很多。”他说：“因为好多东西常在不知不觉中，经过长时间的接触，就自己也不知道什么时候已经懂了。这种方法很重要。我在读书、教学四十年中深有感触”。在无意识中积累科学知识，接受科学方法的熏陶，自然而然地培养了学习兴趣和科学态度；

②分清主次，突出要点，抓住关键。爱因斯坦说：“读书不是贮书，要善于在所阅读的书本中找到可以把自己引到深处的东西，把其他一切统统忘掉，就是抛掉使自己头脑负担过重和会把自己诱离要求的一切。”集中精力

于有效的知识，抓住中心问题和思路，轻松地愉快地学习；

③创造性地读书。训练发散思维和分析推理能力，促进知识迁移，把书由厚变薄，由薄变厚，使知识由“点”→“线”→“面”→“体”转化，立体掌握；

④学思结合，手脑并用，“学而不思则罔，思而不学则殆，”训练眼尖、耳灵、鼻利、手勤、头脑活，让多种感官共同参与活动；

⑤在练习中扩大效果。在重点知识的理解和应用时，深化练习以扎基（扎实基础）、拓展思维赋能（赋予能力）。

实践证明，学生的读书能力随着知识的增长而获得了长足的发展，学生的成绩也得到切实的提高。

怎样听好物理课

对于一个学生来说，听课是他学习的中心环节。学生获取各门知识，主要通过教师的课堂讲授这一形式。所以会不会听课，对于学生学习成绩的优劣，有着极其重要的作用。初中学生自上小学以来，虽然已听了八、九年老师的讲课，然而究竟如何听好老师的讲课，如何听好某一科、某个老师的讲课，却是一个很少有人问津的问题。至于初中物理课堂教学有哪些特点，某个物理教师的讲课又有什么特点，学生应如何抓住其特点适应他的教学，听好他的讲课，就更少有人研究了。通常我们强调学生在课堂上要专心听讲，遵守纪律。但我们却常常发现，有这样的一些学生，脑子正常，智力不错，遵守纪律，专心听讲，但就是学习成绩上不去，每每提问，则一问三不知。仔细推敲，究其原因，就是不会听课，抓不住老师讲课的要领。要抓住老师讲课的要领，就要注意：

(1) 物理学科的课堂授课有什么特点，与其他学科有些什么不同？

(2) 物理各种类型教材各有哪些特点？

(3) 教师讲物理课有哪些习惯，应如何做才能适应教师的教学、听好课。

(4) 跟着教师的思路，牢牢抓住基本概念。在物理课堂上，教师提出问题、进行实验、分析问题、解决问题等各个环节，都有各自的一套方法，教师的思路是按照教材的系统，依据人们认识的客观规律而展开的，所以要教会学生使自己的思维活动随着教师的思路的展开而展开，这样就会弄清知识的来龙去脉，在学习物理知识的同时，学习思维方法和提高处理问题的能力。

学习初中物理，掌握基本概念是关键。要教会学生从教师的讲解中抓住：

①弄清概念的内涵和外延及它是怎样提出来的。②了解概念的表达方式。③弄清怎样使用这一概念进行计算或解决实际问题。④搞懂概念应用的范围和条件。这样学习基本物理概念，就算抓住了要领。学习物理基本概念，还应从反面多问几个为什么，从不同角度去加深对它的理解。例如学习电学中，有一条基本规律：“串联电路各处的电流强度相等”，自己就可以反过来问问：“电流强度相等的两个电阻是否一定串联？”还可以问：“电阻中电流强度相等的一般条件是什么”。这样正、反结合，就会加深对基本概念的理解，牢牢掌握基本概念。

(5) 积极参加课堂讨论和课堂答问。组织全班性的大讨论，往往由于学生自尊意识增强而使发言不够热烈。要多采用“小讨论”的形式（就近几个人讨论）。课堂练习也多采用原坐位练习，少用“爬黑板”的形式。在小讨论的基础上再组织适当的全班讨论。在小讨论或课堂答问中，不同气质的学生要注意克服自己的弱点：如反应敏捷、热情好动的胆汁质、多血质气质的学生、要注意克服其急躁肤浅的毛病；而反应迟缓、性格内向的粘液质、抑郁质气质的学生，要在有把握的情况下在全班讨论时发言。这样既防止自尊心受到伤害，又能使不同类型的学生的思维方法和学习方法都得到训练。

物理实验学习的步骤和方法

中学物理实验是培养学生科学的观察、实验能力、科学的思维、分析和解决问题能力的主要课程之一。正像李政道先生所说的那样：“教物理重要的是让学生懂道理……”根据中学物理教学目的和教学大纲的基本要求，在中学物理实验的教学过程中应使学生在科学实验的基本方法上有一个实在的感受，从而培养他们的探索精神和创造性，并受到科学方法的教育。

1. 实验设计

为使实验达到预期的目的，必须明白为什么要做这个实验，做这个实验是要解决现实技术问题、知识问题，还是要探索一下教材中将要出现的物理现象等等。解决实际问题时，要明白是什么样的问题；探索书中的知识问题时，应当明白是哪一个问题及什么现象。目的明确，是实验成功的前提。

设计实验的基本方法归纳为下面几种：(1) 平衡法。用于设计测量仪器。用已知量去检验测量另一些物理量。例如天平、弹簧秤、温度计、比重计等。

(2) 转换法。借助于力、热、光电现象的相互转换实行间接测量。例如打点计时器的设计，电磁仪表、光电管的设计等。(3) 放大法。利用叠加、反射等原理将微小量放大为可测量。例如游标尺、螺旋测微器、库仑扭秤、油膜法测分子直径等。

2. 探索性实验选题

学生探索性实验，并不是去揭示尚未认识的物理规律，而是在经历该实验的全过程之后，对探索性实验有一个实在的感受，掌握探索未知物理规律的基本方法。

探索性实验的选题应与学生的知识水平和学习任务相适应。在选题方面应注意到以下几点：

(1) 根据中学生学到的数学知识和在实验时间上的限制，实验结果的经验公式以一次线性为宜，如：

① 线性关系： $y=a+bx$

② 反比关系： $y=a+b/x$

③ 幂关系： $y=ax^b$

改直： $\log y = \log a + b \log x$

*④ 指数关系： $y=a \exp(bx)$

改直： $\ln y = \ln a + bx$

以上各式中 x 为自变量， y 为因变量，同时又是被测量， a 、 b 为常数。

(2) 两个被测量之间的变化特征具有较强的可观察性。

(3) 经验公式的理论分析不宜过于复杂。

* $\exp(bx) = e^{bx}$ ，其中 $e=2.71828\cdots$ 是一个无理数。

3. 物理实验的操作方法

操作能力，主要是指基本仪器的使用和数据读出，仪器、设备的组装或连接，故障的排除等三个方面。

(1) 基本仪器的作用。中学物理实验涉及的基本测量仪器有：米尺、卡尺、螺旋测微器、天平、弹簧秤、温度计、气压计、安培计、伏特计、变阻箱、万用表、示波器等。

使用基本测量仪器的规范 requirements 是：

① 了解测量仪器的使用方法，明确测量范围所允许的极限和精密程度；

- ②对某些仪器和电表等，在使用前，必须调节零点，或记下零点误差；
- ③牢记使用规则和操作程序；
- ④正确读取数据。

例如，弹簧秤的正确使用要求是：明确弹簧秤的测量范围；测量前，记下零点误差；使用弹簧秤时，施力的方向应与弹簧秤的轴线在同一直线上，不能使弹簧秤受力过久，以免引起弹性疲劳，损坏仪器；正确地观察示数，记取数据时，不仅要记录最小刻度能指示出来的数，还应读出一位估计数字，数据后面要写明单位。

又如，安培计的正确使用要求是：明确量程；使用前，调节零点；正确连接应与待测电路串联，并注意正、负极性；正确读取数据，注明单位。

(2) 仪器、设备的组装或连接。要进行一个物理实验，总是需要把各个仪器、部件、设备组装起来，并要求装配和连接必须正确无误。具体要求是：布局要合理，要便于观察和操作；连接要正确简单；实验前要检查，必要时进行预备性调节。

例如，电路实验，操作要求是：

①按照实验原理电路图，安排好仪器、元件的布局，要便于连线，便于检查，便于操作，便于读取数据。

②正确地连接电路。

安培表、伏特表是否分别与待测电路串联、并联，正、负极是否正确；滑动变阻器的接线是否合理；连接线路是否符合先支路，再并列，后干路，最后接电源的程序；电键是否能控制电路；接线是否简捷、牢固。

③实验前应先检查电路，发现问题及时纠正，并进行预备性调节。

④严格按操作程序操作。例如改变电阻箱的阻值，是否由小到大，或由大到小，最后，正确读取数据。

(3) 故障的排除。实验中的故障排除，不单是一种操作能力，它涉及对实验原理的掌握程度，分析问题处理问题的方法，对各部件工作情况的了解等，是一种综合运用能力。

实验发生故障时，应根据各部件工作状态及各部件联接处的分析，可能产生故障的几种因素，逐个检查，以致最后排除故障。

总之，培养实验操作能力，是学习物理的必要基础，它有利于对知识的理解，有利于自己创造条件探索问题，有利于学生智力的发展。

在物理学习中，培养操作能力，应有计划地、分阶段地进行：

第一，操作的认知阶段。要求对操作技能有初步的认识，在头脑中形成操作的映象，要求按规定的程序，做一些目的单纯的定向训练；

第二，操作的协调阶段。要求反复练习操作，提高操作的准确性、协调性。

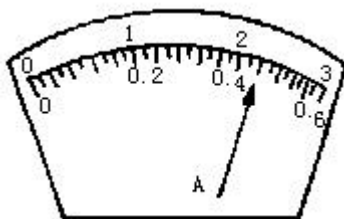
4. 物理实验中的观察内容

观察是对事物和现象的仔细察看、了解。它是思维的知觉，智力活动的门户和源泉。中学物理实验中的观察是一种有目的、有计划而比较持久的思维知觉，一般需要重点地观察实验的基本仪器、实验的设备和装置，观察实验中的各种物理现象和数据、图像、图表以及教师的规范化操作等等。

(1) 观察仪器的刻度。仪器刻度的观察，主要是弄清刻度值的单位及其最小分度值，由此可确定测量值应估读到哪一位。

例如右图所示安培表，当使用 $0\sim 0.6$ 安挡时，每小格是 0.02 安，图中

指针示数是 0.440 安，其中最后一位零是估读数字；当使用 0~3 安挡时，每小格是 0.1 安，图中指针示数是 2.20 安，其中最后一位零是估读数字。



(2) 观察仪器的构造。主要是通过观察，了解仪器的结构原理，每个部件的作用、测量范围等等。

例如，液体温度计是利用液体热胀冷缩的原理制成的，它们的底部都有一个玻璃泡，上部是一根顶端封闭、内径细而均匀的玻璃管，在管和泡里有适量的某种液体，管上标有刻度，在温度改变时，液体热胀冷缩，管内液面位置就随着改变，从液体达到的刻度就可读出温度值。温度计由于用途不一，测量范围也各不相同。例如体温计的测量范围是 $35\sim 42^{\circ}\text{C}$ ，一般实验室的水银温度计其测量范围是 $-20\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 观察仪器的铭牌。通过对仪器铭牌的观察可了解仪器的名称、规格、使用方法和使用条件等等。

例如，有的变阻器的铭牌上标有“滑动变阻器， $1.5\text{A}50\Omega$ ”，其中 1.5A 和 50Ω 的意思是变阻器允许通入的最大电流是 1.5 安，最大阻值是 50 欧姆。

(4) 观察图像、图表、示意图、实物图。对图像的观察，主要是观察它反映的是什么物理现象，物理量变化过程怎样，物理量的变化遵循什么规律。

对图表的观察，主要通过观察了解图表的意义、用途、应用条件以及所列物理量的单位。

例如，液体的沸点表反映了不同液体沸腾时的温度，用它可以查找液体的沸点，单位是 $^{\circ}\text{C}$ ，因液体的沸点跟压强等条件有关系，表中所列的通常是在 1 标准大气压下的沸点值。

对示意图、电路图、实物图等观察，主要观察它们分别反映的是什么物理模型、有何种用途、仪器和电路的结构是怎样布局的，各个部件（或元件）如何连接，各部分有什么关系等等。

(5) 观察实验装置的安装。通过对实验装置安装观察，可了解该装置的用途，使用了哪些仪器和元件以及仪器配置的顺序和方法等等。

(6) 观察实验的操作过程。通过对实验操作过程的观察，可了解操作前需做哪些准备工作，操作实验的顺序和过程怎样。

(7) 观察实验的现象。对实验现象的观察，主要是观察现象产生的条件和过程。

例如，两根相距很近的平行导线，当通入相同方向电流时，两者会相互吸引；当通入相反方向电流时，两者就会互相排斥。

(8) 观察实验的数据。实验数据的观察，要求观测的方法要正确，数字的读数要根据仪器最小刻度达到一定的准确度，记录测量的结果时必须明确数据的单位。

例如，测物体长度，观察刻度时要眼睛正视刻度线，不能斜视。观察装在玻璃量筒里或玻璃量杯里水面到达的刻度时，视线要跟水面凹形的底部相平。观察水银温度计时，视线要和水银面最高处相平。

(9) 观察教师的示范演示。对教师示范演示的观察，就是观察教师规范化的安装实验装置，合理地安排实验程序和正确的操作过程以及演示物理现象，数据的读取和记录，如何得到实验结果等等。

5. 物理实验中的观察方法

观察物理实验，通常采用的方法有：对比观察法和归纳观察法。

(1) 对比观察法。人们认识事物、现象，往往是通过两个事物、现象的对比，或把某一现象发生变化的前、后情况进行比较来实现的。

例如，观察物质溶化或凝固时的体积变化，就可以把石蜡放在烧杯里，先用酒精灯徐徐加热使其全部溶化。这时，观察到石蜡的液面是水平的，标出液面与烧杯接触的高度，撤去酒精灯，等石蜡冷却全部凝固后，经过观察发现：石蜡面与烧杯接触的高度虽然没有明显的变化，但表面凹下去了。

又如，在学习沸腾现象时，可以观察液体在沸腾前和沸腾时的情况，并进行比较。这时，要求学生做到细致、敏捷、全面、准确地观察。结果会发现：沸腾前液体内部形成气泡，气泡在上升过程中逐渐变小，以至未达到液面就消失了；沸腾时，气泡在上升过程中逐渐变大，达到液面后破裂。通过液体沸腾前、后的情况对比，可以得知：沸腾是液体内部和表面都进行剧烈的汽化的现象。

我们还可以人为地控制条件，使液体在常压、加压、减压下沸腾，比较不同情况下的沸腾现象可知：同一种液体，沸点随外界压强变化而改变；如果研究对象为不同液体，使它们在相同外界压强的条件下沸腾，通过对比实验观察可知，在相同的压强下，不同液体的沸点是不同的。

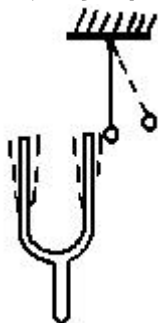
从以上两个例子可以看出：使用对比观察法，有利于掌握现象的特征以及与其它类似现象的区别。

(2) 归纳观察法。总结一些现象的一般规律，反映现象的实质时，或研究一些涉及变化因素较多的问题时，通常采用归纳观察法，即通过对个别现象分别进行观察，得到一些个别的结论，再分析、归纳，从而得出一般的规律。

例如，为了便于研究质点的加速度与力、质量的关系，就先确定质量这个因素不变的情况下，观察加速度与力之间的关系；然后在确定另一个因素——力不变的情况下，观察加速度与质量之间的关系；最后，通过归纳得出牛顿第二运动定律。

再如，探求声音是怎样发生的，可以通过对各种现象的观察、归纳得出结论。

观察 I：用橡皮槌敲击音叉的叉股，可以听到音叉发出的声音。把悬在细线上的小球跟发声的音叉接触，小球就被音叉弹开（右图）；用手指轻轻地接触发声的音叉的叉股，可以感觉到它在振动。



观察 II：拨动乐器的弦，可以听到声音。仔细观察发声的弦，可以看到它的轮廓变得模糊了，而且中间比较粗。弦的外形的改变，正是因为它在很快地振动的缘故。弦振动停止了，声音也就随之消失。

通过这些简单的观察，归纳得出结论：一切发声的物体都是在振动着，振动的物体是发声的源泉、即声源。

可见，使用归纳观察法，有利于掌握现象的实质，以及研究比较复杂现象的一般规律。

总之，培养观察能力，要明确观察的目的、任务，激发学生的观察兴趣，要使学生养成善于观察、勤于思考的习惯，要教给学生观察的方法，对学生进行观察训练，要求观察得准确、全面、细致、敏捷。

6. 实验结果的表示

实验结果的表示，首先取决于实验的物理模式。通过被测量之间的相互关系，考虑实验结果的表示方法。常见的实验结果的表示方法有图解法和方程表示法。在处理数据时可根据需要和方便选择任何一种方法表示实验的最后结果。

(1) 实验结果的图形表示法。把实验结果用函数图形表示出来，在实验工作中也有普遍的实用价值。它有明显的直观性，能清楚地反映出实验过程中变量之间的变化进程和连续变化的趋势。精确地描制图线，在具体数学关系式为未知的情况下还可进行图算，并可借助图形来选择经验公式的数学模型。因此用图形来表示实验结果是每个中学生必须掌握的。

图解法主要问题是拟合曲线，一般可分五步进行。

①整理数据，即取合理的有效数字表示测得值，剔除可疑数据，给出相应的测量误差。

②选择坐标纸，坐标纸的选择应为便于作图或更能方便地反映变量之间的相互关系为原则，可根据需要和方便选择不同的坐标纸，原来为曲线关系的两个变量经过坐标变换利用对数坐标就可能变成直线关系。常用的有直角坐标纸、单对数坐标纸和双对数坐标纸。

③坐标分度。在坐标纸选定后，就要合理地确定图纸上每一小格的距离所代表的数值，但起码应注意下面两个原则：

a. 格值的大小应当与测得值所表达的精确度相适应。

b. 为便于制图和利用图形查找数据，每个格值代表的有效数字尽量采用 1、2、4、5，避免使用 3、6、7、9 等数字。

④作散点图。根据确定的坐标分度值将数据作为点的坐标在坐标纸中标出，考虑到数据的分类及测量的数据组先后顺序等，应采用不同符合标出点的坐标。常用的符号有： $\times$ $\bigcirc$ $\cdot$ $\triangle$ $\odot$ 等，规定标记的中心为数据的坐标。

⑤拟合曲线。拟合曲线是用图形表示实验结果的主要目的，也是培养学生作图方法和技巧的关键一环。拟合曲线应注意以下几点：

a. 转折点尽量要少，更不能出现人为折曲。

b. 曲线走向应尽量靠近各坐标点，而不是通过所有点。

c. 除曲线通过的点外，处于曲线两侧的点数应当相近。

⑥注解说明，规范的作图法表示实验结果要对得到的图形做必要的说明，其内容包括图形所代表的物理定义，查阅和使用图形的方法，制图时间、地点、条件、制图数据的来源等。

(2) 实验结果的方程表示法。方程式是中学生应用较多的一种数学形

式，利用方程式表示实验结果，不仅在形式上紧凑，并且也便于作数学上的进一步处理。实验结果的方程式表示法一般可以分为以下四步进行。

①确立数学模型，对于只研究两个变量相互关系的实验，其数学模型可借助于图解法来确定，首先根据实验数据在直角坐标系中作出相应图线，看其图线是否是直线、反比关系曲线、幂函数曲线、指数曲线等，就可确定出经验方程的数学模型分别为：

$$y=a+bx, y=a+b/x, y=ax^b, y=a\exp(bx)$$

②改直，为方便地求出曲线关系方程的未定系数，在精度要求不太高的情况下，在确定的数学模型的基础上，通过对数学模型求对数方法，变成直线方程，并根据实验数据用单对数（或双对数）坐标系作出对应的直线图形。

③求出直线方程未定系数，根据改直后直线图形，通过学生已掌握的解析几何的原理，就可根据坐标系内的直线找出其斜率和截距，确定出直线方程的两个未定系数。

④求出经验方程，将确定的两个未定系数代入数学模型，即得到中学生比较习惯的直角坐标系的经验方程。

中学物理实验有它一套实验知识、方法、习惯和技能，要学好这套系统的实验知识、方法、习惯和技能，需要教师在教学过程中作科学的安排，由浅入深，由简到繁加以培养和锻炼。逐步掌握探索未知物理规律的基本方法。

7. 分组实验问题

对学生分组实验，目前存在的主要问题是：①有的学生不讲求实验目的是否达到，不按实验规则和实验步骤进行实验，只是在实验室里把仪器当作玩具摆弄几下就了事；②有的学生不遵守实验室的纪律，在实验室内串来串去，大声说话，干扰别人的实验操作；③在分组实验中的操作往往由一人包办到底，其余同学只是陪坐，不能参与实验活动；④有的同学不重视实验的科学性，不重视实验现象和实验数据的真实性，而是凑凑实验数据了事，将实验课变成了凑数据、拼结论的课。针对上述情况，在组织分组实验，特别是进实验室做第一个实验时，要加强实验前的教育，从开始就着手培养良好的实验习惯。如爱护仪器，遵守实验室的各种纪律，实验前弄清实验目的、实验原理、实验步骤，了解实验时的注意事项以及实验仪器的操作和放置。如实验仪器的放置应方便操作和易于观察；需要观察和读数的仪器、仪表应放在中间靠近操作者；需要调节的仪器、仪表应放在面前稍偏右，其它器件以不影响操作，不妨碍观察做有序的放置。应要求学生人人参加实验活动，认真观察实验现象和记录真实的实验数据。实验结束后，将实验仪器清理并归还原处。认真处理实验所测出的数据，分析归纳实验中观察到的现象，从而得出实验结论，分析实验误差，并写出简单的实验报告。

物理概念学习十五法

对于基本物理概念，必须要求学生掌握。

掌握基本概念的过程，包括感知、理解、运用这三个相互联系的阶段。

第一阶段：感知

感知是感觉和知觉的总称。感觉是人脑对于直接作用于感觉器官的客观事物的个别属性的反映；知觉是把头脑中各种感觉按事物的联系和关系，综合成为一个较完整的映象，是人脑对直接作用于感觉器官的事物整体的反映。

然而，感觉和知觉所反映的仅仅是事物的表面特征和外部联系，都属于感性认识阶段。

感知的方式有两种：直接感知和间接感知。

直接感知是通过观察、实验、参观、生产劳动等活动，让学生直接接触学习对象，对有关事物和现象有一个明晰的印象，形成观念。

间接感知是通过教师形象化的语言描绘，或利用各种形象化的直观教具，使学生对有关事物和现象有一个明晰的印象，形成观念。

在物理教学实验中，两种感知方式应当相互配合使用，互为补充，使学生获得大量的感性材料，形成表象观念。

第二阶段：理解

理解是对事物的本质属性和内在联系的认识过程。它是指在大量感知的基础上，通过分析、比较、综合、概括、想象等思维活动，对事物的认识不断深化，能够突出事物的重要的、本质的特征，能够区分相似的事物，能够比较确切地得出概括性的结论。这是属于抽象思维阶段。

第三阶段：运用

运用是由认识到行动的过程，是将抽象的知识具体化的一个重要手段，也是加深理解知识的有效途径。

运用一般分两个阶段：一是初步运用阶段，主要是培养学生运用概念的方法和准确性；二是熟练运用阶段，主要是培养学生运用概念的速率和效率，同时，也达到巩固、深化、活化概念的作用。

综合所述，学生掌握概念的过程，可概括为如下表所示：

认识阶段	知识掌握	能力发展
感知阶段	表象、观念	观察、实验能力
理解阶段	科学概念	思维能力
运用阶段	巩固、深化、活化概念	分析问题解决问题的能力

应用指出：以上三个阶段之间的联系是非常密切的，是相互依存、相互作用的。

学生掌握概念的标志，主要表现在如下三个方面：一是看学生是否明确概念是从哪些客观事物中抽象出来的；二是看学生是否明确概念反映了事物的什么本质属性和联系，物理含义是什么，适用的范围如何；三是看学生是否能运用概念说明、解释一些有关的物理现象，以致解决一些有关的简单物理问题。

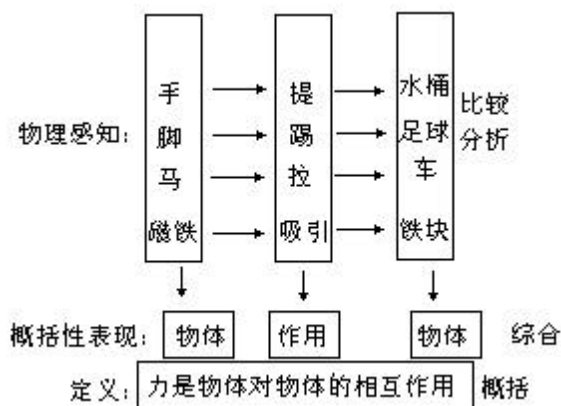
按学生思维发展规律，对新知识的巩固也会有一个反复过程。具体事例

与抽象结论反复结合，最后达到真正统一。一般过程为：

提出新概念→课后复习→章节复习→各章相连

（新课）（练习题等加深理解）（反复巩固）（找出相关概念联系巩固）

“以力的初步概念”的形成为例，如下图：



1. 阅读法

阅读概念要“四会”，即会叙述、会理解、会联系、会举例。要求在字里行间找学问，关键用语中找联系，典型现象中抓本质。对概念一定要把握它的本质和物理意义。任何概念的提出，都有一定的事实基础，绝不是某个人凭空想出来的，概念的定义，是客观事物本质属性的反映，对概念不能从字面上去理解，以熟记它的条文为满足。一定要真正掌握它的物理意义。有些物理概念，需要几经接触，才能深刻理解，这就需要在阅读课文的过程中，逐步总结。例如理想气体，既是一个重要的物理模型，也是一个很重要的概念。在“理想气体状态方程”一节中，告诉我们：能够在任何温度和压强下都遵守 $pV/T = \text{恒量}$ 的气体，叫理想气体。学了分子运动论知道，所谓理想气体是指分子间没有相互作用和分子可以看成没有大小的质点的气体。理想气体没有分子势能……，在温度不太低，压强不太大的情况下，一切实际气体都可当作理想气体来处理。阅读课本，就要把相关的内容联系起来，反复推敲。如，对力的概念，会叙述为“力是物体对物体的作用”；会理解为力是物体间推、拉、提、压、吸等作用，这种作用是相互的，离开物体就谈不上有力的作用等；同时，联系到任何力都必须具备力的三要素，会用图示或示意图表示力；还要能举出有关力的作用的例子，并会用力的概念解释力的作用现象。在阅读概念时，指导学生易懂的独立读，基本的着重读，难理解的反复读，易混的对比读。

2. 层次法

很多物理概念都具有多层次含义，概念的层次化就是将其复杂的内涵分解为多个层次，让学生一层层逐步认识，最后综合各个层次的内容，给概念下一个完整的定义。

概念层次化的优点在于：①每一层表达概念的一个含义；②使概念通俗化，易于理解；③便于综合各层含义给概念下定义。

概念分层实例：

“匀变速直线运动”

第一层：物体是做直线运动（体现“直”字）；

第二层：物体的速度是变化的（体现“变”字）；

第三层：物体运动的速度是均匀变化的（体现“匀”字）。

综合以上三个层次，给出定义：“物体在一直线上运动，如果在任何相等的时间间隔内速度的变化量均相等，这样的运动称匀变速直线运动。”

概念的分层好处很多，但不需所有的概念都一个个分层，对包络宽、内涵深的概念可采用此法。概念如何分层也无需统一模式，有些概念各层内容的关系是平行的；有些概念的各层次间是一种层层递进关系；还有分层关系属平行和递进混合的。不论概念分成哪种层次关系，只要将各层不同的含义分开，每层含义表达单一清楚即可。

概念的内容有轻有重，分层也就应有主有次。在学习中应注意抓住重点的反映本质属性的内容，并加以强调，区别那些非本质、易混淆的现象。例如：“力是改变物体状态的原因。”

第一层：力的作用能改变物体速度的大小（通过举例汽车的各种运动情况：静止→运动；运动→静止；速度小→速度大等等）。

第二层：力的作用能改变物体的运动方向（例举汽车左转弯、右转弯；骑自行车转弯等情况）。

第三层：力不是产生运动的原因，也不是维持运动的原因。

讲课时应重点强调第一，二层含义，因它容易被许多非本质现象所混淆。比如我们以上所举的例子，静止的汽车运动起来，运动的汽车停止下来都有力的作用，误认为力是产生运动的原因。运动的物体如果没有力继续推它就会逐渐停止，误认为力是维持物体运动的原因，在教学中强调一，二层，并与第三层作比较，突出本质摒弃非本质，能帮助学生形成清晰的新概念。

3. 阶段法

认识事物都有一个由初级到高级的过程。对物理概念的认识亦如此，从初级的本质到较为深刻的本质逐步深化。在教学中揭示概念和定律的本质应达到怎样的深度，要根据不同的程度、不同年龄的学生确定。所谓阶段性就是根据不同年龄阶段，不同基础程度的学生揭示概念的深度也不同。例如：

“ 电场 ”

第一层：静电场存在于静止电荷的周围，它分布于整个空间，越靠近电荷电场越强。

第二层：电场是一种真实存在的物质，尽管看不见摸不到也无法称量，但它是客观存在的实际。

第三层：静电场是一种“有势场”，这与重力场类似，因此关于静电场的许多性质（如电势、电势能、电场力做功等）都可以和重力场作比较。在新授课阶段，揭示前两层即可，在复习巩固时可加深到第三层，但这也要根据学生的基础及理解能力决定，对理解能力较差的学生，在复习阶段也不必引入第三层，因为这种较抽象的问题易使学生增加畏惧感。

4. 实验观察法

引入概念，不要千篇一律，一概采用“直接提出法”。引入概念的方式很多，可从演示实验、分析实例、形象地描绘予以提出；也可从原有的概念，利用实际计算，从类比、对比中得出。例如，对浮力概念，可通过如下举例和演示引出：

举例：我们在水里搬东西，总觉得比出水后轻，木块放在水里，一般都是浮在水面上，钢铁制成的轮船，能浮在水面上。

演示：在弹簧下挂一节废干电池，弹簧伸长到一定长度；用手托干电池，则见弹簧伸长的长度变小了。再将干电池分别浸入水和盐水中，可观察到弹

簧伸长的长度都变小了。

小结：浸在液体里的物体都会受到一个向上托它的力。这个力叫做浮力。

以上比较自然地引出了浮力的概念。

中学生在学习物理概念过程中，要经常地观察大量物理现象和实验，观察的目的性、理解性、条理性和敏锐性反映了观察能力的品质，同时也反映了观察的特点。好奇心和求知欲有利于观察能力的品质形成，但这种好奇心驱使他们希望看到生动、鲜明的不寻常的物理现象和实验，这种出于好奇的观察，往往是看热闹，不是有目的、有计划、自觉地去观察，而是停留在物理现象的个别特征上，不利于概念的形成，因此教师应把好奇心引导到善于观察物理事实方面来，不仅要发现物理现象的个别特征，而且要发现特征之间的联系。

5. 要点法

抓要点，就是要抓住反映某一概念本质属性的主要之点。如对于“熔解热”这个概念，要抓住三要点，即“单位质量”、“晶体”、“同温度的”。因此，把“单位质量的某种晶体，在熔点变成同温度的液体时吸收的热量叫做这种晶体的熔解热。”中的“晶体”写成了“固体”，就混淆了概念的使用范围，是不对的。抓住要点掌握概念，有利于理解、记忆概念，克服死记硬背的不良倾向。

6. 字词法

给概念下定义离不开同语。概念定义中的语句是最精炼的、最准确的，尤其是其中带有关键性的字词，更是不可调换或缺少的。如“惯性”定义是“物体保持匀速直线运动状态或静止状态的这种性质。”不少学生把其中的“或”换成了“和”，这可能是疏忽，也可能是认为两者通用。其实，“或”是两者中任取其一；而“和”则为两者兼而取之。它们涵义不同，不可通用。因为任何一个物体在任何时刻，只能处于一种运动状态，绝不可能同时处于两种运动状态。因此，抓住概念中的关键的字词，也是概念学习中值得注意的一个方面。

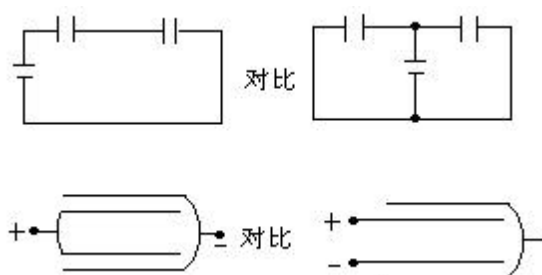
7. 对比辨析法

概念的辨析，是建立准确概念的关键。

学生学习概念，往往在类似的概念处出现混淆，以至张冠李戴，发生错误。针对这一情况，有意识地将相似概念对比，揭示其区别与联系，是进行概念教学的重要一环。

(1) 形状辨析：具有类似图形，但实际上从属于不同的概念，对这种概念的辨析可辨析形状。

例如在讲述电容器的串并联时，可作如下对比分析，以弄清串并联的真正含义。



(2) 条件辨析：任何物理概念，都必须具备一定的条件，条件不同，结

论必然有差别。

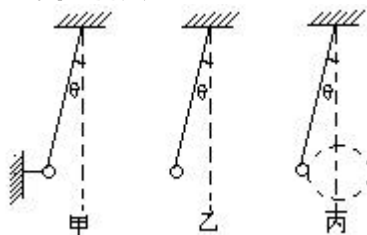
例：做匀变速运动的物体，任意相邻时间间隔内通过的位移之差是常数。这是一个普遍适用于一切匀变速运动的基本概念。这个概念在初速为零的匀加速运动中如何表达呢？例如，某一物体从静止开始运动，前4秒内，每秒通过的位移分别是1米、2米、3米、4米，死搬教条，必然得出该物体做匀加速运动的错误结论。事实上，静止开始的匀加速运动，其每秒位移间的关系，除应满足“差是常数”的条件外，位移的差值还应满足“1：3：5……”的条件。作这样的对比，有利于学生全面掌握概念。

(3) 意义辨析：即检查某一物理量的变化，将会引起哪些量伴随变化，从而起到概念的辨析作用，称为意义辨析。

例：在密闭容器内，使理想气体的绝对温度增大1倍，下列各物理量中，哪些量将相应地增大1倍？（分子的平均平动速率、分子的平均平动动能、分子的平均总动能、气体内能、分子对器壁的碰撞次数、每个分子对器壁的撞击力、气体压强、理想气体恒量 $\frac{pV}{T}$ ）

(4) 方法辨析：由于概念理解错误，导致求解方法错误。因此，从辨析方法入手也能起到对概念加深理解的作用。

例：如图甲、乙、丙，小球质量均为 m ，悬线长均为 l ，均位于与竖直方向成 θ 角的位置上。甲用水平线拉住，乙水平线烧断，丙在水平面做圆周运动。求出三种情况下，悬线中的张力。



甲、乙间的区别在于甲是平衡态，而乙不是平衡态，所以甲属静力学问题，而乙属于动力学问题。

乙、丙间的区别在于做圆周运动的形式不同，所以向心力的来源也不同，因此坐标选取与解题方法也不同。

8. 分类法

物理概念按其定义式不同可以分为三类：（1）概念的定义式是个比值，如密度、比热、燃烧值、电阻等等。这类概念一般来说是从某个侧面反映事物的特征。这些比值的大小是由事物本身的属性所决定的，而与比式中的各量无关，并且在一定条件下，这些比值必然是一个恒量。（2）概念的定义式是几个物理量的积，如功、热量等。对于这类概念应从它能够产生的物理效果去认识它的特性。（3）这类概念没有物理公式，如力、熔点、温度、焦点等。这些概念有的是描述事物特征的，如熔点；有的是从物理效果去认识它的，如力的概念。在教学中，教师要根据概念的类属，进行类比教学。

9. 结合法

概念教学中必须抓好文字语言、符号语言、图形及单位的结合。有些概念的教学有其共同的结合特点。初中物理关于速度、密度、压强、功率等概念教学步骤大致为：

(1) 统一标准。即考虑对某物理量取单位状况。如，单位时间内通过的

路程叫速度；单位时间内完成的功叫功率。

(2) 概括为物理量的文字表达式：速度=路程/时间；功率=功/时间。

(3) 翻译成物理量的数学表达式，并给出该量的国际单位制单位，

$v=s/t$ ，单位是：米/秒；

$p=W/t$ ，单位是：焦耳/秒，即瓦特。

10. 运用法

加强概念的综合运用，是巩固概念的必要手段。

灵活运用基本概念解决实际问题，是教学中要过的又一关。作法是：加强概念的综合运用，以提高学生在复杂情况下准确运用物理概念的能力。

加强概念的综合运用，关键是精选例题和习题。精选的方法有两种：

(1) 以某一原形题为基础，实行一题多变，一题多解，使学生在解题中熟练而灵活地掌握物理概念。力学中的原形题类型并不多，主要有自由质点，置于斜面上的质点，悬线下的质点（包括限制在圆轨上运动的质点），与弹簧连接的质点，以及连接体。众多的习题都是在上述原形题的基础上，加上不同的初始、边界条件变形而成的。让学生了解其变化情况是有益的。

(2) 围绕同一概念，选编例题和习题，以达到牢固地掌握某一概念的目的。

11. 归纳法

物理概念，是具有严密逻辑性的概念体系，但概念的学习，是分散在每节课中进行的，这样，难免出现彼此脱离、割裂的现象。为了解决这一矛盾，必须抓好概念的归纳，使之条理化、系统化。例如，物态变化一章中的物理概念可归纳为：



12. 抽象和概括法

中学生在物理概念的学习中，往往抓住的是不同物理现象的个别特征和非本质的属性，而不能把物理现象的共同属性抽象出来。把不同物理现象的本质属性联结起来加以概括。如在学习速度的概念时，列举大量生活中的物理现象：飞机在空中飞行，汽车在公路上行驶，人在地上行走……，让学生分析这些物理现象有什么共同属性，学生往往只注意其非本质属性——运动，而忽略了本质属性——飞机飞行比汽车行驶要快，汽车行驶又比人行走要快。抽象出它们运动的快慢不同，然后对本质属性加以联结概括，概括出速度概念的本质。所以说抽象和概括是在比较与归纳、分析与综合的基础上进行的。

13. 记忆法

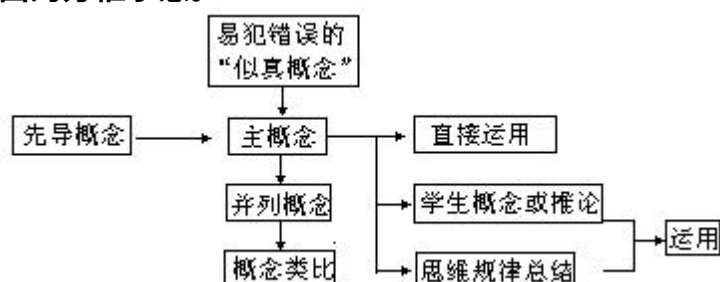
中学生在物理概念学习中的记忆特点是由学生的好奇心、强烈的求知欲等心理因素所决定的。表现为对于有兴趣的物理问题和概念愿意去记，对枯燥的物理问题和概念不愿去记，这种记忆只是侧重于机械记忆和形象记忆，而缺乏理解记忆和抽象记忆。如在记忆“力的概念”时，不仅要记住力的定义，而且要记住力的内涵、外延及产生条件，否则遇到问题就容易死套定义，得出错误结论。又如，一物体沿斜面滑下，问在滑下过程中受哪几个力作用？

如果对力的概念不清或死套定义就容易多出下滑力。原因是没有理解力的产生条件必须是两物体相互作用，受力者必须有施力者施力，而且要作用在该物体上，不能作用在其它物体上，所谓下滑力不过是重力沿斜面的分力而已。可见要顺利地掌握、运用物理概念与良好的记忆习惯有关。

14. 系统梳理法

概念的梳理，是搞好概念教学的第一关。

概念梳理的原则是：抓住主线，注意分叉，前后贯通，融合知识。其做法可以用下面的方框示意。



例如：《磁场对电流作用力》的概念梳理。

[先导概念]磁感应强度。磁感应强度的定义式和量度式： $B = \frac{F}{Il}$ 。该式要点：(1) B 的大小和方向由磁场本身决定，与该点的通电导线（电流元）无关；(2) 应用公式 $B = \frac{F}{LI}$ 所求出的 B ，必须有导线与磁场保持垂直作条件，否则，按公式求出的 B 值只是该点磁感应强度沿垂直导线方向上的分量。

[主概念]

- (1) 安培力 $F = BIl \sin \theta$ ；
- (2) 左手定则。

直接运用主概念解题时的注意点：

- ①在 $F = BIl \sin \theta$ 中， I 、 B 是产生 F 的条件， θ 是 I 、 B 间的夹角。
- ②不论 B 和 I 成何角度， F 的方向总是与 B 和 I 所决定的平面垂直。
- ③在非匀强磁场中，或通电导线不是直线时，应分段处理。

[并列概念]洛伦兹力 $F = Bqv$

洛伦兹力与安培力是两个并列概念。当 B 的定义式为 $B = \frac{F}{Il}$ 时，洛伦兹力

由安培力导出；当 B 的定义为 $B = \frac{F}{qv}$ 时，则安培力由洛伦兹力导出。这一点虽不必与学生讲明，但在讲述洛伦兹力时，教师必须将两力作对比分析，而且应该说明，从微观机制看，洛伦兹力是磁场力真正的本源。

[概念类比]电场力 $F = qE$

从力的本性看，电场力和安培力均属电磁力，是同一电磁场力的两个分量。这在电磁场理论中是很重要的概念。

[易犯的概念错误]

- (1) 颠倒 F 、 B 、 I 间的因果关系。
- (2) 忽略公式 $F = BIl$ 的使用条件是 I 与 B 垂直，因此错误地认为，在任何情况下 B 与 I 、 F 三者总是相互垂直的。
- (3) 将 F 分解，得到已给方向的两个分力，与先将 B 分解，根据 $F_1 = B_1 I l$

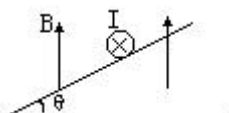
和 $F_2 = B_2 I l$ 得到已给方向的两个分力，是等价的。但在实际运用中，学生往往顾此失彼，原因是对上述分解原则在概念上没有掌握好。例如在分析下图置于斜面上通电导线的受力情况时，错误就比较多。

[主概念的直接推论] 公式： $F = B I l$ 有效。

该式的引进对许多实际问题的求解可大大简化。

推论的导出是运用有向线段的矢量合成。

[主概念的导出概念] 磁力矩 根据课本要求，应重点讨论两种情况：(1) 通电线圈在匀强磁场中（电动机情况）；(2) 通电线圈在辐向均匀磁场中（磁电式仪表中）。



教师在进行了上述概念的梳理后，根据内容的先后次序，精选例题，穿插适当的实验，即可形成教案。

15. 类比法

概念类比与概念辨析意义相反，是将不同的概念找出其共同的特点，发掘它们间的内在联系，从而使学生在更高一个层次上理解概念的本质。它与概念辨析相辅相成，同样起到巩固概念的作用。

这方面的例子很多，仅举数例说明之。

例 1：库仑场与引力场的类比，匀强电场与地表重力场的类比。

例 2：电容串并联与电阻串并联的类比。

例 3：机械振动与电磁振荡的类比。

以上是物理量、物理概念间的类比，还有方法的类比，实例也很多。

附：学生理解物理概念的四种方式

在中学物理教学中，使学生理解概念，掌握规律，并在此过程中发展认识能力是教学的核心问题。怎样才能使学生正确的理解物理概念呢？沈阳市教育研究室徐硕老师总结了四种方式。

1. 概念形成式

通过物理概念的形成理解概念，这主要是从实验现象或大量的具体例子中，归纳出一类事物的共同属性，从而获得概念的。如，在初中物理教学中对“力”的概念的形成，是从人对物体的“推”、“拉”、“提”、“压”的现象，引伸到物体对物体的“推”、“吊”、“吸”的时候有力的作用，扩展到一切物体对其它物体都能施加力的作用，从而使学生形成了“力”的概念。这样提出力的概念，虽然十分肤浅，但直观具体，符合初中学生的认识水平和认识规律。初中物理中大多数概念是以本源性知识为主，都是通过实验或根据实际经验归纳而得来的。所以，在初中物理教学中，要以实验为基础，密切联系实际，使学生尽量从实验观察中通过分析归纳获得知识，形成概念。

2. 概念同化式

通过物理概念的同化进一步理解概念，主要是指学生利用认知结构中已有的概念，以定义式的方式直接揭示概念关键性的特征，并用规定的语言符号掌握概念。如，在初中物理教学中，通过实验初步理解了电流、电压、电阻等概念，总结出三者的定量关系——部分电路欧姆定律，使学生形成一定的认知结构。而到了高中，则在此基础上，又从微观上阐述知识，并引入电源电动势的概念，总结出全电路欧姆定律，使之形成新的认知结构。把新的概念纳入学生原有的认知结构中，这就是概念的同化。在中学物理教学中，学生对概念的理解有很多情况都是以概念的同化方式进行的。实现概念的同化，必须具备两个条件。一是，学生头脑中的原有知识结构要有与新概念有关的内容，能够在学生接受新概念的学习时起作用。二是，新学习的概念本身具有逻辑意义。

3. 概念顺应式

顺应是对原有认知结构进行重新组合，形成一种与新概念相适应的新的结构，从而对新概念进行同化。如，关于电压的概念，在初中物理教学时，是通过与水压的比较，来浅显地让学生理解的。显然，这与高中讲的电压即电势差的概念是不符合的。于是，在高中物理教学时，则要采用顺应的方式进行教学，从电场及其性质出发，建立起新的认知结构，使主观顺应客观，建立新的电压的概念。在物理概念的学习中，以同化方式理解概念，能使原有认知结构得到充实，但在心理的发展上只能保持在较低的水平上。若以顺应的方式去理解概念，则能对原有的认知结构进行调整，形成新的认知结构，并促使学生心理不断向新的水平发展。

4. 概念异化式

异化是一种更高水平的理解概念的方式。它在理解概念时主动修正自己的认知结构或对概念的不全面进行辨析，从而提高认知水平。异化有两种情况。一种是将新概念与原有认知结构中正确观念相结合，而修正原有认知结构中不正确的观念，建立新的认知结构。如，学生在整个中学阶段，学习的重力、弹力、摩擦力、分子力、电磁力等都是根据力的性质来分类的，认为

它们都属于不同性质的力。而进入大学学习以后，认识到从宇宙天体到微小的原子，这中间只有两种基本的相互作用。原来按性质分类的各种力都可以归结到万有引力和电磁力。从而修正了原有对力的概念的认知结构。另一种是学生原有的认知结构中的有关概念对于新概念的正误加以识别，将其正确部分纳入认知结构，而抵制其错误部分，或由原有结构中的某些观念与新概念中正确部分相结合从而对概念的错误部分加以修正，有创见地掌握概念。如，初中没有学圆周运动，学生常常根据看到的现象认为“作圆周运动的物体，远离圆心，是因为受到离心力的作用。”在学生的认知结构中，力是物体间的相互作用，而“离心力”是找不到施力物体的。因此，在高中学生的头脑中，“离心力”这个概念被排斥。通过学习，学生将“离心运动”的概念纳入认知结构，使其认知结构更加完善。

教师在教学中通过以上几种方式进行物理概念教学，会使学生深入地理解概念，更好地掌握物理知识。

概念学习中常见的错误

概念都有内涵和外延，通常用“定义”和“划分”两种方法来揭示概念的内涵和外延，所谓概念性错误，无非是在定义和划分两个方面出了问题。

1. 定义过宽

“定义过宽”是定义概念的外延大于被定义概念的外延。纠正的方法是进行概念的限度。

例：原子核发生变化时吸收（或放出）的能量叫做原子核的结合能。

[辨析] 定义概念中“原子核发生变化”的外延过大，因为原子核的结合能只限于核子与原子核间的变化。

[更正] 核子结合成原子核（或原子核分解为核子）时放出（或吸收）的能量叫做原子核的结合能。

2. 定义过窄

“定义过窄”就是定义概念的外延小于被定义概念的外延。纠正的方法是进行概念的概括。

例：液体在细管里上升的现象叫做毛细现象。

[辨析] 毛细管现象应包括浸润液体在细管里上升和不浸润液体在细管里下降两种情况。故本例中定义过窄。

[更正] 浸润液体在细管里上升和不浸润液体在细管里下降的现象，叫做毛细现象。

3. 越级划分

“越级划分”就是由母项直接划分为它的子项所包含的子项的划分，纠正的方法是按属种包含层次逐级进行划分。

例：光谱分为发射光谱，明线光谱、连续光谱和吸收光谱。

[辨析] “发射光谱”是“光谱”的子项，而“连续光谱”和“明线光谱”又是“发射光谱”的子项。本例犯了“越级划分”的错误。

[更正]

光谱	{	吸收光谱	{	连续光谱
		发射光谱		明线光谱

物理规律学习的方法

学习物理规律一定要把握它的前提条件、形成过程、物理本质和适用范围。即“四明确”：明确分清条件和结论；明确分析思路和方法；明确关键术语的内涵，明确规律的应用。例如，通过阅读牛顿第一运动定律，要使学生明确，定律成立的条件是一切不受外力的物体，必有“总保持匀速直线运动或静止状态”的结论；其分析思想是从斜面等高处滑下的小车在各种粗糙程度不同的物体表面，运动的距离不等，通过抽象的理想化方法，推理得出定律；理解定律中关键术语的涵义：如“一切物体”是指定律成立的普遍性，“没有受到外力作用”是必保持原来运动状态的条件。

1. 物理规律的特点

(1) 物理规律与其它规律一样，只能发现、不能创生。从上节所述可知，无论通过哪种途径发现的规律，都是与观察、实验、抽象思维、教学推理等有着密切不可分割的联系。

牛顿第一定律的建立，虽然是以实验为基础，但它不能直接用实验加以验证，它是实验、思维、推理和想象相结合的产物。

牛顿第二定律，则是在实验事实的基础上，经过分析、综合、并利用数学方法总结出的客观规律。

(2) 物理规律是有关物理概念之间的必然联系。任何一个物理规律，都是由一些概念所组成。都可以用一些数字和测量联系起来，而且是用语言逻辑或数学逻辑来表达概念之间的一定关系。

例如，牛顿第二定律，就是由质点、力、质量、加速度等概念组成。研究对象是质点，力、质量、加速度是三个可测量的物理量。它表明了研究对象（质点）的加速度与研究对象（质点）的质量和所受的力的定量关系。

又如，欧姆定律是由导体、电流、电压、电阻等概念组成。

研究对象是导体，电流、电压、电阻是三个可测量的物理量。它表明了通过研究对象（导体）的电流与研究对象（导体）的电阻和加在研究对象（导体）两端的电压的定量关系。

(3) 物理规律具有近似性和局限性。由于物理学所研究的对象和过程，都不是实际的客体和实际的现象，而是采用科学抽象的方法，或多或少作了一定程度的简化之后，建立的模型和理想过程；又由于物理学是实验科学，在观察和实验中，限于仪器的精密程度、操作技术的准确程度，不可避免地出现测量误差，反映各物理量之间关系的物理规律，只能近似的反映客观世界。

物理规律不仅具有近似性，而且由于规律总是在一定范围内发现的，或在一定条件下推理得到，乃至在有限领域内检验的，所以规律还具有局限性。也就是说，物理规律总是有它的适用范围和适用条件。

2. 两种基本学习方法

(1) 实验归纳法。从对事物、现象多次观察、实验出发，在取得大量资料的基础上进行综合、归纳，发现在一定条件下有关物理量之间的必然联系，从而得出结论，或建立假说，再通过实验检验就成为规律。

采用这种方法发现的规律，一般叫做定律。如牛顿运动定律，动量守恒定律，机械能守恒定律，万有引力定律，热力学第一定律，库仑定律，欧姆定律，楞次定律，法拉第电磁感应定律，光的反射定律，光的折射定律，等

等。

(2) 理论演绎法。从已知的规律或物理理论出发,对某特定事物或现象,进行演绎、推理,从而得出在一定范围内有关物理量之间的函数关系或新的论断。最后通过实践检验就成为规律。

采用这种方法发现的规律,一般叫做定理,或原理。原理、定理这两个术语表明,它们不再仅仅是对经验事实的概括,而是成为科学理论系统本身的出发点,如动量定理,动能定理,动量矩定理,功的原理,波的叠加原理,光路可逆原理,等等。

物理规律学习,不单是掌握物理规律,而且要掌握科学的研究方法,提高观察、实验能力、思维能力和运用规律分析问题、解决问题的能力。

对于某一规律的学习,不一定完全按历史上最初的发现过程,究竟采用哪种途径来建立规律,可根据教学要求、学生原有基础、学校设备和条件等来确定。

例如,关于理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = c$ 的建立,可有如下几种方法:

方法 I 设有一定质量的理想气体,其所处的初始状态为 p_1 、 V_1 、 T_1 ,经过一个变化过程到达终了状态为 p_2 、 V_2 、 T_2 。

由于初态和终态是确定的,无论从初态 p_1 、 V_1 、 T_1 经历任何过程,只要达到终态,其参量仍为 p_2 、 V_2 、 T_2 ,因此,为了方便地研究两个状态的参量之间的关系,我们可以选取我们已经掌握了等温过程和等容过程来实现。即设想理想气体从状态 p_1 、 V_1 、 T_1 开始,先经过一个等温过程,温度 T_1 保持不变,体积从 V_1 变为 V_2 ,压强从 p_1 变为 p_3 ;再经过一个等容过程,体积 V_2 保持不变,温度从 T_1 变为 T_2 ,压强从 p_3 变为 p_2 ,达到状态 p_2 、 V_2 、 T_2 。

根据已知的规律,对于第一个等温过程来说,由玻意耳—马略特定律得知:

$$p_1 V_1 = p_3 V_2$$

对于第二个等容过程来说,由查理定律得知:

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

由以上两式可得

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

上式表明:一定质量的理想气体,处于任意平衡状态时,压强和体积的乘积与热力学温度的比值是恒定不变的,即

$$\frac{pV}{T} = c$$

方法 II 根据两个气体实验定律的实验事实,可以归纳得出气体的压强、体积和温度三者之间的关系。

对于一定质量的气体,在压强不太高、温度不太低的情况下进行实验。由实验得知:

当保持温度 T 一定,压强 p 与体积成反比,即

$$p \propto \frac{1}{V}$$

当保持体积 V 一定，压强 p 与温度 T 成正比，即

$$p \propto T$$

将以上两个关系综合起来，当气体的温度和体积都改变时，压强与温度成正比，与体积成反比，即

$$p \propto \frac{T}{V}$$

把比例式写成恒等式，应出现一个恒定的比例常数，设为 c ，则得

$$p = c \frac{T}{V}$$

即

$$\frac{pV}{T} = c$$

方法III 取一定质量的气体为研究对象。直接测定它的状态参量 p 、 V 、 T 。

处于某一平衡状态，测得压强为 p_1 ，体积为 V_1 ，温度为 T_1 ；

改变为另一平衡状态时，测得压强为 p_2 ，体积为 V_2 ，温度为 T_2 ；

再改变为另一平衡状态，测得压强为 p_3 ，体积为 V_3 ，温度为 T_3 。

从大量的实验数据，可直接总结，归纳出

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \Lambda \quad \Lambda = \frac{p V}{T} = c$$

以上三种方法各有特点。方法 I 属于理论演绎法，其理论依据有二：一是初态 p_1 、 V_1 、 T_1 和终态 p_2 、 V_2 、 T_2 是确定的，两个状态的参量之间的关系与所经历的过程无关；二是气体实验定律，即玻意耳—马略特定律、查理定律和盖·吕萨克定律这三个定律中的任意两个。

方法 II 与牛顿第二定律的建立类似。研究对象为气体，由于涉及压强、体积、温度三个变量，先设一个变量 T 不变，研究压强与体积的关系；再设另

一个变量 V 不变，研究压强与温度的关系，最后得出 $p \propto \frac{T}{V}$ ，再运用数学知识，得出结论。这种方法属于实验归纳法。

方法III是直接测定气体分别处于几个平衡状态时的压强、体积、温度，便可发现规律。也属于实验归纳法。

应当指出：

①有些物理规律，从发现它的历史来看，称为定律是恰当的，但由于人们的认识逐渐深入，按物理现象内在联系来划分，把它作为某些基本规律的推论，更为合适，从而也可以把它叫做定理、原理。

例如，阿基米德定律和帕斯卡定律，实际上，它可以作为静止流体内压强分布规律的两个推论，从而通常也叫做阿基米德原理和帕斯卡原理。

②有些物理规律，特别是带有普遍性的，可作为其它规律基础的一些规律，并没有给予定律或定理名称，而以方程、方程组来命名，如运动方程、状态方程、麦克斯韦方程组，等等。

物理公式学习的方法

教材中的物理公式是用数学关系来表述物理概念的。在阅读这方面的教材时，要强调弄清楚公式中的每一个物理量的意义和整个公式所表示的物理结论。如液体压强公式 $p = \rho gh$ ，要弄清楚它是用来计算液体的自身重力在液体内部某一深度产生的压强大小的计算公式，式中 p 、 ρ 、 g 、 h 分别表示液体内部某一深度的压强、该种液体密度、重力加速度（牛顿/千克）、从液面到研究的点或面的竖直深度，特别要强调应用时注意式中 ρ 、 h 的物理意义。对于教材上的公式既要弄清楚它本身的物理意义，还要知道它是怎样得出来的以及公式的适用范围和应用条件，并能灵活运用。

1. 掌握公式的基本要求

- (1) 记住公式中字母的正确书写和对应的物理量。
- (2) 记住公式中各物理量的单位（国际）及换算率。
- (3) 理解公式中各字母的物理含义及符号的意义。例如公式 $W = Fs$ 与 $p = F/S$ 的 F 虽都是力，但其含义是不一样的：前者表示作用在物体上的力，而后者却只是表示垂直于支承面的力。而“=”号，则表示等式两边不仅量值相等，而且单位也必须一致，但不一定表示等式两边是同一物理量。
- (4) 了解建立公式的物理过程和条件。众所周知，欧姆定律的运用条件是部分电路中的同一段金属导体。这是因为该定律的建立是在研究电流强度与电压的关系中，对部分电路中的不同金属导体分别进行了实验研究，并对其实验数据进行了科学分析、归纳，然后综合而成的实验规律，从而有利于克服乱套公式的盲目性。

(5) 能够进行公式的变形和计算。

(6) 能够进行有关公式的推导。

液体内部的压强，就是从压强的定义式推导而来的，具体推导如下：

$$p = F/S = \frac{\text{水平面}}{G/S} = mg/S = \rho gV/S = \frac{\text{柱形体}}{\rho ghs/S} = \rho gh$$

其中“水平面”是重力即压力的条件，而“柱形体”则是“物体体积”与“底面积乘高”等量代换的前提。此公式的推导，不仅要求熟练掌握公式，思路严谨，而且培养学生字母运算的解题能力，是大有裨益的。在电学教材中，有关串联电路中总电阻公式的推导，其目的也同于此。

2. 公式学习的意义

公式学习的意义在于：

(1) 有利于概念、规律的记忆。“看公式，忆概念”，易记又方便。看到了公式 $p = m/V$ ，就知道了密度等于质量除以体积，即单位体积的质量为该物质的密度。看到了公式 $p = W/t$ 就记住了功率定义为物体在一秒钟内做的功，要问功的两个要素，就看功的大小计算公式 $W = Fs$ 。

(2) 有利于对概念的深刻理解。在物理学中，用比值定义的物理量，不为鲜见。如 $\rho = m/V$ ， $v = s/t$ 与 $P = W/t$ 及 $R = U/I$ ，它们分别反映了物体（质）的某一个属性或特点，其大小与公式中的分量无关，而仅仅决定于比值。掌握这一点，则可触类旁通，达到会一点、记一串的效果。例如知道了物质的密度不随质量的增大而增大，不随体积的增大而减小的道理，也就会明白导体的电阻既不与电压成正比，也不与电流强度成反比的缘由了。

(3) 有利于解题基本方法的掌握。浮力问题，学生望而却步，其实许多

问题只要掌握了定律表达式 $F_{\text{浮}} = C_{\text{排}}$ 中的排液（气）量和浮力的实质表达式 $F_{\text{浮}} = F_{\text{下}} - F_{\text{上}} = F_{\text{托}}$ 的托力，问题是不难解决的。例如：当物体刚接触液面时，由于排液量为零，故不受浮力；当物体浸入液面开始下沉时，由于排液量逐渐增加，所以受到的浮力当然增大；当物体浸没于液体后，则浮力达到最大（实心体），当物体继续下沉时，由于排液量未变，得出“浮力的大小与浸入液体的深度无关”的结论也就顺理成章了；当物体浸没于液体且物体下表面与容器底部密合时（注意：是密合），则由于 $F_{\text{下}} = 0$ 而托力即浮力为零。在上述问题中，若再发挥一下，考虑到物体体积可变，例如气泡、塑料袋，在上浮下沉时，其分析过程可按下述步骤进行：由下沉→液体内部的压强增大→物体的体积变小→排液量减小→浮力减小，反之亦然。又如物体若为刚体，而液体的密度可变，例如铜球从 20℃ 的水面沉入 4℃ 的深水处时其浮力的变化亦可这样来分析：由下沉→液体密度增加→排液量增大（ $V_{\text{排}}$ 不变）→浮力增加。实践表明，培养学生掌握解题的基本方法，是“授之以渔”的良策。

（4）有利于准确掌握物理量的单位。例：填空①1 帕斯卡=1____。②1 焦耳=1____=1____=1____=1____。

分析：由压强的定义式 $p = F/S$ 可知， F 的主单位为牛顿， S 的主单位为平方米，压强的主单位是帕斯卡。故可得 1 帕斯卡=1 牛顿/米²。同理据分式 $W = Fs = UQ = UIt = Pt \cdots \cdots$ ，则很快推出 1 焦耳=1 牛·米=1 伏·库=1 伏·安·秒=1 瓦·秒。

（5）有利于提高解题技巧和速度。例：选择：某电热器中有两根电热丝，当其中一根通电时，电热器中的水经过 15 分钟沸腾；只给另一根通电时，经过 30 分钟沸腾。将两根电热丝并联，通电后到水沸腾所需的时间为：①45 分钟；②30 分钟；③15 分钟；④10 分钟。

分析 1：设两根电热丝的电阻为 R_1 、 R_2 ，水烧开的时间为 t_1 、 t_2 ，并联后的电阻为 R ，需时间 t 。由电热器为纯电阻，可根据 $Q = U^2 t / R$ ，和烧开同一壶水和接同一电源，故 Q 、 U 相等，可得 $t_1 / t_2 = R_1 / R_2 \Rightarrow R_2 = 2R_1$ 。而电热器并联时 $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) = \frac{2}{3} R_1$ ，所以 $t = \frac{2}{3} t_1 = 10$ （分），故选④。

分析 2：据公式 $Q = U^2 t / R$ ，在 Q 、 U 相等的条件下， t 与 R 成正比，而并联后的电阻比任何一个电阻都小，所以所需时间为最短，故选④。此题若问两电阻丝串联后所需的时间，则由于串联后的总阻比任何一个分阻都大而选①。由此可见，正确选择公式，弄清等量条件，明确正反比例，对于提高解题的速度和正确率，关系甚大。

（6）有利于相关规律的归类、综合，提高学生解综合题的能力

热量计算的题型多而复杂，学生束手无策，若将热量计算的有关公式列成下表，就能使计算的思路有条不紊。

$$\text{能量的转移} \begin{cases} \text{温度} Q_{\text{吸}} = cm(t - t_0) & Q_{\text{放}} = cm(t_0 - t) \\ \text{状态变} Q_{\text{吸}} = \lambda m & (\lambda \text{ --- 溶解热}) \\ Q_{\text{吸放}} = Lm & (L \text{ --- 汽化热}) \end{cases}$$

$$\text{能量的转化} \begin{cases} \text{化学能} \rightarrow \text{热能} & Q_{\text{放}} = mq \quad (q \text{ --- 燃烧值}) \\ \text{机械能} \rightarrow \text{热能} & W_{\text{机}} = Q_{\text{放}} \\ \text{电能} \rightarrow \text{热能} & I^2 R t = Q_{\text{放}} \end{cases}$$

能量守恒（热平衡方程）： $Q_{\text{吸}} = Q_{\text{放}}$ ($Q_{\text{损}} = 0$) 或者

$$Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}} + Q_{\text{损}} \quad Q_{\text{吸}} = \eta Q_{\text{放}}$$

解这类综合题，只要先对研究对象弄清放热和吸热的情况，然后以热平衡方程为等量关系，列方程即可。

例：计算：从 430 米高处落下来的水，如果落下时重力对它做的功有 80% 使水变热，则水的温度将升高多少摄氏度？

分析：放热物为 430 米高的水（设为 m 千克），能量的来源为机械能转化所致。即 $Q_{\text{放}} = W_{\text{机}} = Fs = mgh = 4214m$ （焦耳） $\approx 1000m$ 卡；吸热物为地面处的水，它吸收的热量为 $Q_{\text{吸}} = cm\Delta t = m\Delta t$ （千卡） $= 1000m\Delta t$ 卡；据热平衡方程 $Q_{\text{吸}} = \eta Q_{\text{放}}$ 可得 $1000m\Delta t = 80\% 1000m$ ， $\Delta t = 0.8^\circ\text{C}$ 。

物理过程的分析方法及能力培养

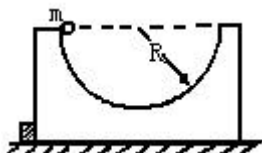
所谓分析物理过程，就是弄清物理过程的具体细节，分析其前因后果、制约条件及其本质特征。对物理过程的分析，是解决物理问题的重要环节。

如何分析物理过程？

1. 弄清过程细节，寻找联系“桥梁”

分析物理过程首先必须弄清物理过程的各个组成环节，以及它们的制约条件。大量的物理题（尤其是综合题）所描述的物理过程是复杂的，然而它们往往是由若干个彼此独立的子过程组合而成。这些子过程各有个性，各有其不同的物理特征，服从不同的物理规律，但是，这些子过程又不是孤立的，通常它们总存在着一定的因果关系或制约关系，总可以寻找到它们的联系“桥梁”，从而将各个子过程组合起来。

例 1：如图，半圆形槽内壁光滑，放在光滑水平地面上，槽左侧地上固定一木桩，另将一小球从槽内壁左上端无初速释放，已知槽质量为 M ，小球质量为 m ，槽半径为 R ，求：小球第一次到达槽右侧的最大高度（相对于槽内壁底部）。



[分析]：小球从槽内壁左上端开始运动至槽右侧最高点的过程可以分解成两个子过程。第一个子过程是从小球开始释放到槽的最低点；第二个子过程是小球从槽的最低点到右侧最高点。这两个子过程的物理特征不同，第一个子过程中，小球沿槽内壁运动而槽不动；第二个子过程中，小球沿槽内壁向右侧运动，由小球和槽的相互作用带动槽本身亦向右运动，两个子过程的联系“桥梁”是：小球到达槽最低点速度。

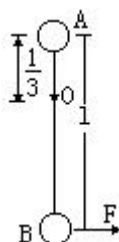
2. 抓住本质特征，剔除次要因素

这是分析物理过程的关键。在物理过程细节清楚的基础上，应仔细分析题述中的各种因素以及他们对物理过程的制约作用，剔除非本质的干扰因素，提取反映物理过程的本质特征。必须指出，提取本质特征时，应依赖于物理概念和物理规律，不能跟着感觉走，否则就会使对物理过程的判断发生失误。另外，抽象物理过程的本质特征必须从多方面去分析。

只有揭示了物理过程的本质特征，才能找到解决问题的突破口。

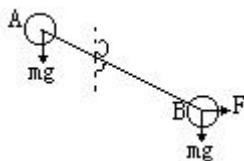
在例 1 中，第一个子过程的本质特征是：只有小球重力做功；第二个子过程的本质特征是：除小球重力做功外，小球和槽的相互作用内力也做功，但系统水平方向不受外力。显然，由这些本质特征可知，前者系统机械能守恒；后者，系统机械能、水平方向动量均守恒，具体解从略。

3. 捕捉关键语句，挖掘隐含条件在许多情况中，题述中的几句话甚至一句话、几个字就隐含了整个物理过程或某一子过程的关键条件，这些语句往往具有含而不露、隐而不显的特点。有时，能否捕捉到关键语句成为能否弄清物理过程的前提。那么，找到关键语句，物理过程是否就一定清楚呢？否！因为多数情况下，关键语句较抽象，并不具体反映物理过程的特点，因此，捕捉到关键语句后，还应将这些“密码”翻译成具体的物理内容。



例 2：A、B 两个质量均为 m 的小球被一轻杆固结，杆长 1 米，系统可绕过 O 点垂直纸面的轴无摩擦转动。初始时，系统处于图示的位置。今在 B 球上施水平力 F ， $F = (\sqrt{3}/2) mg$ ，求转动过程中 B 球所能获得的最大速度（ g 取 10 米/秒^2 ）。

[分析] 本题待求的“最大速度”就是关键词，这个最大的速度对应着什么状态呢？让我们分析系统的过程。系统在重力矩和外力 F 的力矩共同作用下绕 O 轴逆时针转动，在开始一段时间内，合力矩为逆时针方向，系统加速转动（A、B 球速度亦增大），当到达某一位置时合力矩为零，在此之后合力矩为顺时针方向，系统减速转动，故当合力矩为零时，B 球获得最大速度，设此时轻杆与竖直方向成 ϕ 角，如下图，在此过程中，只有重力及 F 对系统做功，故可由动能定理解 B 球的最大速度。



$$F \cdot \frac{3}{2} l \sin \phi - mg \cdot$$

$$\frac{2}{3} l (1 - \cos \phi) + mg \cdot \frac{1}{3} (1 - \cos \phi)$$

$$= \frac{1}{2} m \left(\omega \cdot \frac{2}{3} l \right)^2 + \frac{1}{2} m \left(\omega \cdot \frac{1}{3} l \right)^2 \quad (1)$$

由 $\Sigma M=0$ 得

$$F \cdot \frac{2}{3} l \cos \phi - mg \cdot \frac{2}{3} l \sin \phi + mg \cdot \frac{1}{3} \sin \phi = C \quad (2)$$

$$v_{BM} = \omega \frac{2}{3} l$$

联列解得

$$v_{BM} = \frac{4}{3} \sqrt{3}$$

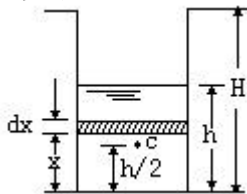
物理学习的基本思想方法

1. 收敛思维与整体分析

一个较复杂的物理问题，往往是几个问题的组合，如果把这些小问题孤立起来，逐个分析解决，必将花费较多的时间，由于它们之间必然存在着密切的联系，所以可以从问题的全局出发，进行整体分析，把握问题的全貌，揭示问题的本质，运用恰当的方法，选择最佳的解题途径。

运用收敛思维学习和解题的要点是：通过对该题基本解法的分析，找出各部分运动之间的共有规律，从整体上去考虑，从而达到简捷的目的。

例：如图所示，有一截面为矩形的地下水池，池水高度为 h 、底部距地面高度为 H ，底面面积为 S （图中没画出）。现用一抽水机将这池水全部抽到地面上来，问外力至少应做多少功？



本题的基本解法是依功的定义，取很薄的一层水，先计算外力为克服重力所做的无功，再积分求总功，即

$$A = \int_0^h \rho g S (H - x) dx = \frac{1}{2} \rho g h S (2H - h)$$

式中， ρ 为水的密度， g 为重力加速度。

但是，我们应用质心概念，可知，将整个池水一层层地移到地面与将位于质心的同质量的质点移到地面所做的功二者相等。从整体考虑，可求得总功为

$$A = mg \left[\frac{h}{2} + (H - h) \right] = \frac{1}{2} \rho g h S (2H - h)$$

进行整体分析尤其要重视从整体和局部的关系上进行分析。若研究对象是由几个相互联系的物体组成，则这些物体的全体就是整体。其中，某一个（或二个、三个）物体就是局部；若研究对象是一个物体参与的几个不同的运动变化过程，则这些过程的总过程就是整体。其中，某一个过程就是局部。在思维途径中，有时需从整体到局部，有时需从局部到整体，有时则需从局部到整体再回到局部。特别是利用整体的观点往往能给我们的解题带来很大方便。

例：一质量为 M 的列车在平直轨道上匀速前进，尾部忽有一质量为 m 的车箱脱钩。等到驾驶员发觉而关闭油门时，列车已行驶了距离 l 。设机车的牵引力不变，阻力等于车重的 k 倍，求列车和脱离车箱停止运动的距离 Δs 。

设列车从车箱脱钩到最后停止运动共走了距离 s ，车箱共走了距离 s' ，对它们的运动过程，根据动能定理可分别列式：

$$kMgl - k(M - m)gs = 0 - \frac{1}{2}(M - m)v_0^2$$

$$kmg s' = \frac{1}{2}mv_0^2$$

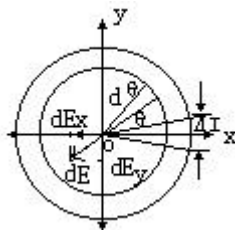
由此可得 $\Delta s = s - s' = \frac{M}{M-m} l$

下面再用整体观点分析：列车之所以比车箱多走一段距离，是由于牵引力对它做功，增加其动能的缘故。后来，这部分动能因多走了这段距离而消耗克服阻力做功。故从 $kMgl = k(M-m)g\Delta s$ ，即得

$$\Delta s = \frac{M}{M-m} l$$

2. 发散思维与组合变换

其要点是：分析该问题与“外界”的物理联系，通过变换的方法，把一个较复杂的问题化为几个相对简单问题的某种组合，从而达到简捷的目的。



例：如图所示，有一缺口带电细圆环，半径为 R ，电荷线密度为 λ ，缺口长为 Δl ，且 $\Delta l \ll R$ ，求圆心 O 处的场强。

本题的基本解法是依据点电荷场强公式积分求之。取 $dq = \lambda R d\theta$ ，则有

$$E_y = \int dE_y = \int (-\sin \theta) dE = 0$$

$$E_x = \int dE_x = \int (-\cos \theta) dE = \int_{\frac{\Delta l}{2R}}^{(2\pi - \frac{\Delta l}{2R})} \frac{-\cos \theta}{4\pi \epsilon_0 R} d\theta$$

$$= \frac{-\lambda}{4\pi \epsilon_0 R} \left[\sin(2\pi - \frac{\Delta l}{2R}) - \sin \frac{\Delta l}{2R} \right]$$

$\because \Delta l \ll R$ ，代入近似公式，最后可得

$$E = \frac{\lambda \Delta l}{4\pi \epsilon_0 R^2}$$

方向沿 x 轴正方向。

但是，如果我们把缺口圆环（记作 A）看作是完整的圆环（记作 B）和线元（记作 C）之差，则 O 点之场强可表示为

$$E_A = E_B - E_C$$

由对称性可知， $E_B = 0$ 。 Δl 很小，可视为点电荷，它在 O 点的场强大小为 $\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \Delta l}{R^2}$ ，方向沿 x 轴负方向，所以缺口带电圆环在 O 点产生的场强大小为

$$E = E_A = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \cdot \frac{\lambda \Delta l}{R^2}$$

方向沿 x 轴正方向。

最后应当指出，在寻求简捷解法做各种变换时，一定要注意等效性。否则将导致解题错误，失去了它应有的意义。

3. 因果关系与认识物理变化规律

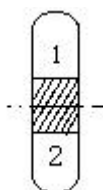
客观事物变化有所遵循的规律，有前因，有后果，尽管它们可以相互影响（例如变压器中原副线圈磁通量的变化），在研究不同过程或现象中有不同的因果关系（例如物体在碰撞过程中均受到对方的冲量而使自己的动量变化），但决不可颠倒，不然会产生荒诞的结果。

如图，粗细均匀的直玻璃试管内装有水银，上下封闭着两部分理想气体。已知气柱长 $l_1 > l_2$ 。若把此管竖直没入热水中，问水银柱上升，还是下降？

解 1：设体积不变， $\Delta V=0$ ，分别研究气体 1 和气体 2 得 $\Delta p \propto p$ ， $\because p_2 > p_1$ ， $\therefore$ 水银柱上升。

解 2：设压强不变， $\Delta p=0$ ，分别研究气体 1 和气体 2 得； $\Delta V \propto V$ ， $\because V_1 > V_2$ ， $\therefore$ 水银柱下降。

在上面两种解法中，由不同的假设前提和相应的气体定律得出了截然相反的结论，这是为什么？



首先，要弄清楚上述过程中什么是因？什么是果？在这里，两部分气体体积的变化依赖于各自压强的变化。因为气体体积从某一平衡态压强到另一平衡态压强，实际上也是无数次随时进行的、难以察觉的等压膨胀（或收缩）所造成体积变化的积累效应。在内外压强一次次平衡的破坏和恢复中，通过气体体积的变化达到新的压强平衡。可以设想，如果试管中间用阀门封住（图中虚线所示），在加热过程中气体只能做等容膨胀，所以这里压强变化是因，体积变化是果，因此解 1 是正确的。

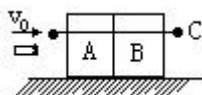
4. 抓住关键进行分析

题目中往往有几个等量关系。其中，对能否解出结果起决定作用的等量关系即关键所在。要抓住这个关键列出方程，并从这个方程出发，全面分析各量间的关系，进而使主要的等量关系具体化，使未知量和已知量出现在同一方程里，最后求解方程得出结果。

“关键”还有另一层意思。我们说某一道题比较难，其实并不是每一步都难，难就难在某一点上。这一点就是关键点。把关键点解决了，难题也就不难了。解决的方法是把关键问题从题目中抽取出来，由浅入深地分析研究，这是一种由特殊到一般的抽象思维方法。

例：如图，一水平飞行的子弹恰能穿过用轻质销钉 C 销往的置于光滑水平面的 A、B 两木块。

若拔去销钉，仍让这颗子弹水平穿入 A、B 两木块。问子弹能否穿过 B？B 获得的动能较前大还是小？



销钉拔去前，A、B 两木块连结在一起。子弹穿过木块 A，继续穿进木块 B 时，木块整体的质量等于两木块质量之和；销钉拔去后，A、B 两木块没有连接在一起，子弹穿过木块 A 后，在继续穿进木块 B 的过程中，木块的质量仅是 B 的质量，这就是子弹能否穿过 B 的关键点。

先研究比较简单的情况：质量为 m 、速度为 v_0 的水平子弹，恰能穿过置于光滑水平面上原来静止、质量为 M 、厚度为 d 的木块。若木块的质量变小了，问子弹能否穿过木块，木块获得的动能较前有何变化？（子弹进入木块所受阻力 f 不变）

根据动量守恒定律得：

$$mv_0 = (m+M) v \quad (1)$$

根据能量守恒定律得：

$$fd = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2 \quad (2)$$

解得

$$fd = \frac{1}{1 + \frac{m}{M}} \cdot \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (3)$$

由③式可知，当 M 变小时，子弹能穿进木块的深度也变小，因为木块的厚度不变，所以子弹不再能穿过木块。又因为穿进深度变小，由②式可以看出， $(m+M)v^2/2$ 变大了，因此木块得的动能较前大了。

如果木块原来是运动的，其速度为 v_2 ，子弹速度大小为 v_1 ，同理可以推得：

$$fd = \frac{1}{1 + \frac{m}{M}} \cdot \frac{1}{2}(v_1 - v_2)^2$$

所以得出结论：子弹不再能穿过 B，B 获得的动能较前大。

总之，学会狠抓关键，可提高分析问题的能力和解题效率。

5. 直觉思维与简缩解题过程

直觉思维是指人脑对于对象的本质、规律的直观感受、领悟和估判，是应用知识和经验对要解决的问题进行非严密的分析和推理，并迅速作出解决问题的方向、途径、方法或答案的判断的一种思维形式。凭借解题欲望的思维情境，诱发和通过直觉思维，使解题过程不落窠臼，出奇制胜。

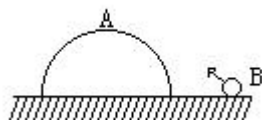
例：如图所示，一金属圆盘可以自由转动，紧靠蹄形磁铁的两极而不接触。现使磁铁旋转起来，问圆盘如何转动？

显然，这是属于电磁感应问题，但运用楞次定律或左右手定则判定，颇感困难。如能统观全局，把握事物的实质，认清事物的本质联系，就能凭借直觉迅速作出判断：圆盘必定跟着磁铁转动，并且它的转动速度 ω' 小于磁铁的转速 ω ，因为这样才是能量转化和守恒的必然结果。



6. 克服心理定势

解答问题时，往往受心理定势的影响，自觉或不自觉地沿用固有的思路、习惯的方法，墨守陈规，思路显得狭窄、闭塞。如能克服心理定势，必能找到解题的捷径。



例：如图所示，一光滑的半球形台，半径为 R ，固定在地面上。问在台
下平地

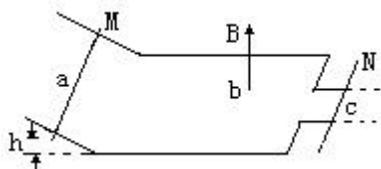
上何处、何速度抛出小球，才能使它恰好停在半球形台的最高点？

多数学生束手无策，如能克服正向思维的心理定势，以逆向思维、反过来分析，即小球由 A 点静止沿半球形台自由滑下，在某点离开球面，做斜下抛运动至 B 点，思路豁然开朗，问题迎刃而解。

7. 警惕题例情景干扰，注意相似命题差异

做过的例题或教师的讲解常常会对以后的解题发生影响，这就是一种思维定势。如果不加仔细对照，分析差异，采用“拿来主义”那是要吃亏的。

例：光滑平行异形金属轨 abc ，如图，导轨水平部分 bc 处于竖直向上、磁感应强度 $B=1$ 特斯拉的匀强磁场中，左部的宽度为右部宽度的 2 倍，将质量均为 $m=1$ 千克相同的金属棒 M 和 N 分别置于导轨上的 a 段和 c 段， M 棒位于距水平导轨高 $h=0.2$ 米的地方，静止释放 M 棒使其自由沿轨下滑，求 M 棒和 N 棒的最终速度？设导轨左右两部均足够长。（ g 取 10 米/秒²）



常见错解有：① $v' = v'' = 1$ 米/秒（ M 、 N 棒同速）；② $v' = \frac{2}{3}$ 米/秒（ M 棒速）， $v'' = \frac{4}{3}$ 米/秒（ N 棒速）。

此类题型随处可见，但往往是导轨等间距的。本题有所不同，因此必须区别对待。上述错解的原因在于一是认为金属棒最终有共同的速度（似成固定模式）；二是认为系统的动量守恒（看不出有外力）。其实金属棒的最终速度应使闭合回路的磁通量不再变化，无感生电流。因为这样能量也就不再发生转移，此时应有 $v'' = 2v'$ 。进一步研究，在前段运动中系统的动量并不守恒而受磁力作用。尽管两棒受磁力方向虽时时相反，但大小却时时不等。在终速前总有 $F_a = 2F_b$ 。由此可应用动量定理求得正确解是 $v' = 0.4$ 米/秒（ M 棒终速）， $v'' = 0.8$ 米/秒（ N 棒终速）。

物理解题思路变迁能力培养方法

1. 熟练掌握物理基础知识

我们常说：“知识是能力的基础，无知便无能”。当然没有物理知识做基础，也就谈不上有物理思路变迁能力，物理知识是由一系列物理概念和规律构成的。而规律又总是反映着一些概念间一定

的必然的联系。解物理题时，多是必须选用适当的规律、方程（公式），从而规定了思维目的和思路。总之，物理概念是思维能力的基础，正确概念是正确思路的基本单位，概念不清、规律不熟，则必无正确思路，更无思路变迁。以 1984 年一道高考试题“估算地球大气层空气的总重量”为例，不少考生在解此题时，虽花了不少力气，但并未做对，反而耽误了解其它题。其原因是，他们在思考该题时，对于重量（重力）、压力、压强、大气压、球的半径和表面积及 $P=E/S$ 、 $F=G$ 、 $S=4\pi R^2$ 等，这一系列概念和公式，不用说全然不知，就是有一个不清楚，要想肯定正确的而否定错误的思路，是根本不可能的。因此，要使学生有物理思路变迁能力，就必须狠抓物理基础知识教学，首先使学生有透彻熟练的基础知识。

2. 正确的思路

我们也常说“教学不能只单纯传授知识，要教方法，教能力”。在教法、教能力当中，就包括着要教给学生解题思路。如果在学生的头脑中不具有若干解题的方法和思路，在思考问题时，就会没有明确的目的和方向，以致常常是注意无关的东西而答非所问，或是东一榔头，西一棒子，不得要领。

事实上，由中学物理的学科特点和解题需要所决定，已经形成了一些行之有效的大大小的解题思路，让学生熟练掌握是至关重要的。比如，大量的物理题，一般要有如下的解题思路程序：

（1）审题：在读题过程中思考，初步明确题意，有哪些已知和未知，判断属于什么知识范围的问题和应用哪些知识——是力、热、

光、电、原子哪一部门，哪一部分的知识，还是若干部门、部分知识的综合。

（2）确定研究对象：是哪一物体，哪一部分，哪一种气体，哪一电荷式电场，哪段电路等。

（3）对问题进行分析与综合：弄清研究对象的物理状态和物理过程，进一步分析已知量和未知量的联系，以便明确所遵循的物理规律。如：对力学的研究对象——某一物体，搞清它的运动状态和运动过程（是静止平衡还是进行着哪种运动）；进行受力分析或做功和能量情况分析，对热学的研究对象——某一气体，搞清它的状态（参量 P 、 V 、 T ）和气态变化过程；对电场分清它是匀强还是非匀强电场，电场中某点的场强（ E ）或电势（ U ）情况如何；对电路分清是直流还是交流电路，电路的一些参量电流（ I ），电压（ V ），电阻（ R ），电功率（ P ）等情况如何，对问题的分析与综合是解题中最关键也是最困难的一步，这里存在着规律的具体选择与确立，从而也制约着具体思路的确定。

（4）建立有关方程：根据物理规律，用文字符号表达出已知和未知量的关系式。

（5）进行运算讨论：要先进行文字运算再代入数据，有时需进行必要的分析讨论。

当然，有些物理题尚有一些具体或特殊的思路。为让学生掌握这些思路，单靠死记硬背不成，要靠经常性的教和练。教，主要是要求老师在整个教学过程中，总是按着清晰的科学思路去讲解分析物理问题和习题。并在讲后还应提示学生，是否有更好的思路方法？教师良好的示范性，势必对学生有潜移默化的熏陶作用。练，主要是要求学生回答问题和解题时，总是按着科学的思路去思考和表达。

3. 一题多解练习

有许多物理题，可从不同角度，不同方向去思考，有着多种解题途径。我们应该要求学生能用多种思路解题，以便做到既能灵活地运用知识和思路，又能通过比较选出最合理、最简捷的思路。类似下面举出的 1983 年的一个高考题，就应多选些给学生练习。

“一定量的理想气体，处在某一初始状态。现在要使它的温度经过状态变化后回到初始状态的温度，用下面哪些过程可能实现？①先保持压强不变而使它的体积膨胀，接着保持体积不变而减小压强。②先保持压强不变而使它的体积减小，接着保持体积不变而减小压强。③先保持体积不变而膨胀。④先保持体积不变而减小压强，接着保持压强不变而使它的体积膨胀。

此题答案为①、④其思路有三：

思路一：气体从初始态变到另一状态，设为 $(P_1, V_1, T_1) \rightarrow (P_2, V_2, T_2)$ ， $T_1=T_2$ ，可能满足玻马定律 $P_1V_1=P_2V_2$ 的过程为①和④。

思路二：设一中间态，气态变化过程为

$$(P_1V_1T_1) \xrightarrow{\text{等压}} (P_1V_2T_1') \xrightarrow{\text{等容}} (P_2V_2T_2) \text{ 或 } (P_1V_1T_1) \xrightarrow{\text{等压}} (P_1V_2T_1) \xrightarrow{\text{等容}} (P_2V_2T_2)$$

据盖·吕萨克定律和查理定律比较各状态温度高低，可能出现 $T_1=T_2$ 的过程为①、④。

思路三：通过气态变化的 P - V 图线来分析判断，只有①④=过程的始末态=可能处在一条等温线上，即 $T_1=T_2$ 。

4. 讨论批判错误的思路

在教学当中，每逢提问或答疑时发现了学生的错误思路，不应急于马上否定而给出正确思路。应抓住这个时机，引导学生讨论，进行思路上的辨析。即便花时间较多，甚至影响了教学进度，也要在所不惜。因为辨析思路过程，正是学生有学习思考的强烈兴趣和很大积极主动性的时候。虽花了时间，但深化了物理知识的理解与掌握，并训练提高了思路变迁能力，并非得不偿失。

有时，为了辨析思路，我们还可给学生一些有貌似正确思路的题目进行训练。例如：“ h 高处质量为 M 的物体刚开始自由下落时，被一水平速度为 V ，质量为 m 的子弹击中且留于其中，求物体的落地点？”要解此题，必须否定应用机械能守恒与运动合成的思路，进而选定应用动量守恒定律和平地运动规律的思路。

5. “智力测验”式的“快、准、定时”的练习

经常编选一些练习题，限定一个不够充裕的时间让学生去完成，肯定有助于学生解题快速反应能力的提高，克服“快而不准”和“准而不快”的弊端。加强学生思维的灵活性、敏捷性、准确性，同时也提高了思路变迁能力。

最后要提出的是，学生物理思路变迁能力的提高，决非一日之功。但只要持之以恒，日积月累，努力培养训练学生，定会大见成效。

物理学习中常用思维六法

1. 从现象到本质

物理学习首先要注意结合教材实际，注重从常见的物理现象或学生所熟悉的生产、生活实例出发，通过观察、实验引入思维场景，进而分析、归纳，逐步从感性认识上升到理性认识，以形成正确的观念和物理认识。例如学习机械运动时，从乌龟在地上爬，人走路，汽车在公路上行驶，飞机在天空中飞，这些表面差异极大的现象中，比较出它们本质上的共同特征，领悟到它们的位置都随时间在跟另外一些物体的位置发生变化，从而建立起机械运动的概念。在学习速度概念时，仍可从上面的例子出发，通过分析、比较，发现它们虽同属机械运动，但毕竟有明显的区别，这区别就在于运动的快慢程度不同，从而引出速度这个物理量。实践证明，这种积极的思维活动，有助于对物理基础知识的理解和掌握。当然，激发思维兴趣，调动思维积极性还要善于突破思维定势，学生在生活中常常会形成一些错误观念，这些错误的认识往往在学生头脑中形成思维定势。在学习中，应结合教材，有的放矢地加以纠正。例如学过力的概念后，分析被投掷在空中的铅球受力的情况，很多学生常常会多出一个手对铅球的推力来，这时不要马上否定学生的回答，而是启发学生分析这个推力的由来，弄清施力物体是哪个，是通过怎样的形式施加的，让学生领会到在空中的铅球是找不到这个推力的，从而自己来否定推力的存在。这样诱导激励，便打破了思维定势，纠正了学生错误概念，加深了对正确概念的理解。

2. 从形象到抽象

从思维发展的阶段看，初中生正处在从形象思维向抽象思维逐步过度的阶段。在学习中，除了发展形象思维外，还应培养抽象思维的能力。

客观存在的事物、现象，往往是错综复杂的。由于它处于多种条件下而具有多方面的特性。然而，在一定的现象中，并不是所有的条件，所有的性质都起着同等重要的作用，因此，为了便于研究，采取暂时舍弃个别的、非本质的因素，突出主要因素的方法，这种科学的处理方法（理想化方法）叫做科学的抽象。

科学的理想化，是根据大量的物理现象和实验事实，经过分析、想象等思维活动，对现实进行的一种高度抽象和概括。

中学物理中所研究的物体和过程，多是利用科学抽象理想化的方法建立起来的理想化模型和理想化过程。

例如，质点、刚体、理想气体、点电荷、点光源、光滑表面、绝对黑体……，这些研究对象都是理想化的模型；

又如，匀速直线运动、匀变速直线运动、匀速圆周运动、抛体运动、简谐振动、等压变化、等温变化、绝热变化……，这些过程都是理想化的过程。

把复杂的、具体的物体或现象，用简单的模型来代替，可以简化问题，突出主要因素，便于研究它的性质，便于找出其中的规律。研究理想化模型，一方面具有现实意义，因为在一定范围内，或在要求误差允许的条件下，可以把许多实际物体或现象，几乎看作是某个理想化的模型来处理；另一方面，它是一种重要的科学研究方法，因为解决了主要矛盾之后再考虑次要因素，问题就容易得到解决。

因此，在物理学习中，掌握这种科学抽象的思维方法，首先，应明确物

理概念和各种模型是根据哪些事实，是怎样建立起来的？它的适用范围、适用条件又是怎样的？其次，应学会把实际的物体或现象，在某种条件下，看作是学过的模型中的哪个模型。这是运用所学知识解决实际问题的关键。

3. 科学的推理

推理是根据一个或一些判断，得出另一个新判断的思维形式。按照思维进程的不同，推理可分为归纳推理、演绎推理、类比推理。

(1) 归纳推理。归纳推理是由个别性的前提，推出一般性规律的方法。

归纳推理的过程是：根据观察、实验获得的材料，分别得知关于个别事物的知识，再经过分析、比较、综合、概括，得出一般性的规律。

根据逻辑学的分类，归纳推理又可分为简单枚举归纳推理、完全归纳推理和科学归纳推理。

例如，根据天文观测得知：地球是运动的；月球是运动的；金星是运动的。于是得出结论：太阳系的所有天体都是运动的。这种归纳推理叫做简单枚举归纳推理。由于它只是知其然，不知其所以然，而且所得结论未经实验检验，从而是未必完全正确的。因此，在物理教学中，采用这种归纳推理时，应向学生说明，所得结论，必须经过实验检验才能成立。

再如，通过实验发现：铁受热后膨胀，银、铜受热后也膨胀。经过分析知道：铁、银、铜等金属受热后，分子运动加剧，反映分子间相互作用束缚的本领增强了，从而分子间的距离增大，即体积膨胀。最后得出结论：所有纯金属受热后，其体积都要膨胀。由于它不仅仅是把大量实验事实归纳起来，而且探求了事物的本质，从而发现规律，因此，这种推理叫做科学归纳推理，这在物理教学中是经常采用的。

归纳推理中的错误

例：在正、负点电荷电场中，静止释放的自由检验电荷的运动轨迹才跟电力线重合；在匀强电场中，静止释放的自由检验电荷的运动轨迹必跟电力线重合。所以，在电场中，静止释放的自由检验电荷的运动轨迹必跟电力线重合。

辨析：本例是犯了“以偏概全”的错误。因为只有电力线为直线的电场中，由静止释放的自由检验电荷的运动轨迹才跟电力线重合。

更正：在电力线为直线的电场中，静止释放的自由检验电荷的运动轨迹必跟电力线重合。

(2) 演绎推理。演绎推理是从一般性的判断推出个别性的判断，即从一般性规律推出个别性规律的思维形式。

演绎推理的思维过程是：根据已知的一般性规律，通过分析、比较、或通过限制条件的、运用数学的推导，得出个别性的规律。

例如，已知质点的动力学规律——牛顿第二运动定律：

$$F = \frac{dmv}{dt}$$

可以推理得出质点的动量定理，因为冲量是描写力对时间的积累作用的物理量，所以

$$\int F \cdot dt = \int \frac{dmv}{dt} dt = \Delta mv$$

也可以推理得出质点的动能定理，因为功是描写力对空间积累作用的物理量，所以

$$\int F \cdot ds = \int \frac{dmv}{dt} \cdot ds$$

$$= \int mv dv = \Delta \frac{1}{2} mv^2$$

演绎推理中的错误

例：因为理想气体的内能增加了，所以要吸热。

解析：吸收热量是增加物体内能的方法之一，但不是唯一的方法，理想气体增加内能，有三种可能：（1）吸收了热量；（2）放出了热量；（3）既不吸收热量，也不放出热量。

更正：因为作等容变化的理想气体的内能增加了，所以要吸热。

（3）类比推理。类比推理是从个别的、特殊的判断，推出另一个别的、特殊的判断，即根据两个或两类对象有部分属性相同，从而推出它们的其它属性也可能相同的推理。简称为类比。

类比与比喻不同，比喻是用有某些类似点的事物来比拟想要说的某一事物，它是一种重要的修辞方法，目的是使人们对所要说的的事物获得生动、鲜明而深刻的印象。类比是一种重要的逻辑推理方法，是由已知的相同点推出未知的、可能的相同点。

类比推理的思维过程是从特殊过渡到特殊，目的是使人们从已知的事物去认识新的事物。

惠更斯把光现象与声现象进行类比，根据光也像声那样能够发生反射、折射，从而推出光也是一种波动，提出光的波动说；德布罗意根据光的波粒二象性而提出微观粒子也具有波动性，提出了物质波的概念……这些都是物理学史上应用类比方法提出假说的实例。

在物理教学中，把电场与重力场类比，把磁场与电场类比，把电流与水流类比，把转动与平动类比，等等，都是经常采用的类比方法。

应当指出，类比推理仅是根据简单比较而进行的推理，并不具体分析属性间联系的性质，因此，它不能准确地表明属性间的关系，从而推出的结论是或然的，其结论仍需要经过实践的检验。

提高类比推论结论的可靠程度的方法，通常是更多地比较两个或两类事物的属性，比较的属性越多，属性间相互制约的情况越容易被看出，因此，结论就更趋于正确；或者通过寻找有无与结论相排斥的属性，这样就可以防止不正确的结论出现。

在物理学习中，用类比推理掌握知识，既要注意相类比的事物间的相似处，也要注意事物之间的差异，因为差异可以限制类比的结论。

类比推理中的错误

例：电力线可以形象地表示电场中各点场强的大小和方向，电力线总是从正电荷出发到负电荷终止。磁力线也可以形象地表示磁场中各点磁感应强度的大小和方向，所以磁力线也总是从磁铁的北极出发到南极终止。

辨析：这是一个类比推理，但这个结论是错误的，这里仅根据电场和磁场表面的相似就进行类比，犯了“机械类比”的错误。

更正：磁力线可以形象地表示磁感应强度的大小和方向，磁力线总是闭合的。

4. 理想化模型

掌握理想化模型法。将复杂的物理过程、物理现象中最本质具有共性的

东西抽象出来，将其理想化，模型化，略去其次要因素和条件，研究其基本规律，这是研究物理问题的重要思想方法。在中学物理中应用的理想化模型归纳起来有以下几种：

①实体物理模型：质点、系统、理想气体、点电荷、匀强磁场、匀强电场。

②过程模型：等温、等容、等压过程；匀速、匀变速直线运动；抛体运动、简谐振动、稳恒电流等等。

③结构模型：分子电流、原子模式结构、磁力线、电力线。

掌握此方法时要特别注意指出理想化模型不是实际存在的事物，是有条件、有范围、有局限性的抽象，所以在运用时就要十分注意其规律的适用范围和运用条件。

5. 等效思想方法

掌握等效思想方法。等效方法是研究物理问题的又一重要方法。中学物理教材中体现出的等效思想方法有下面几种：

(1) 作用效果等效；力的合成与分解，速度、加速度的合成与分解；功与能量变化关系；电阻、电容的串并联计算。

(2) 过程等效：将变速直线运动通过平均速度等效为匀速直线运动；将变加速直线运动通过平均加速度等效为匀变速直线运动；交流电有效值的定义；抛体运动等效为两个直线运动的合成等等。

总之，在学生学习掌握物理概念和规律的时候，还要将研究问题的重要思想方法揭示出来，以帮助指导学生掌握这些正确的思考方法。

6. 数学方法

掌握数学方法的应用。研究物理问题离不开数学工具，数学方法在物理上的应用很多，如比例，一次、二次函数方程；三角函数，指数、对数及正、负号，数学归纳法、求极限等等。

值得突出提出的是函数图像在物理上的应用，用图像描述物理过程和物理规律，在力学中有： $s-t$ 图， $v-t$ 图，振动图像；热学中有： $p-V$ 图， $p-T$ 图；电学中有： $I-U$ 图。可以用图像处理实验数据，导出表示物理规律的函数式；可依据物理图像求解物理量，对物理问题进行判断论证。

中学物理归纳的格式

归纳方法是经典物理研究及其理论建构中的一种重要方法。它要解决的主要任务是：第一由因导果或执果索因，理解事物和现象间的因果联系，为认识物理规律作铺垫。第二透过现象抓本质，将一定的物理事实（现象、过程）归入某个范畴，并找到支配的规律性。完成这一归纳任务的方法是：在观察和实验的基础上，通过审慎地考察各种事例，并运用比较、分析、综合、抽象、概括以及探求因果关系等一系列逻辑方法，推出一般性猜想或假说，然后再运用演绎对其进行修正和补充，直到最后得到物理学的普遍性结论。对我们中学物理教学有意义的问题是：在运用归纳方法的过程中，包络思维内容的思维活动的形式及其产生的内部机制如何？它的方法性程序怎样？究竟有无可籍以指导中学物理教学的规律性可循？黄耀楚老师根据逻辑和心理的一些基本理论对此做一初步研究。

通过对归纳活动的剖析，我们可以将其有效的基本思维形式总结为如下格、式：（约定：凡格式中所包含的分析、综合、比较、抽象、概括等逻辑思维方法都统称为思维操作）。

1. 探求因果关系格（法）

（1）契合格：假设，在（a、x）或（b、x）或（c、x）等物理事件出现的那些场合出现某种物理现象，如除了因素x之外，没有任何一个别的共同点。那么因素x便是我们所研究的物理现象的充分条件。并可用公式表示：

$$(a, x) \rightarrow (a', y)$$

$$(b, x) \rightarrow (b', y)$$

$$(c, x) \rightarrow (c', y)$$

分析、比较、综合得： $x \rightarrow y$

例如我们可把理解现行高一物理教材甲种本第 P245 的那段文字叙述的思维过程写成格的形式即为：

$$(\text{火车出站, 引力做功}) \rightarrow (E_p \text{ 和 } E_k \text{ 都增加, } E \text{ 增加})$$

$$(\text{提升重物、拉力做功}) \rightarrow (F_p \text{ 和 } E_k \text{ 都增加, } E \text{ 增加})$$

$$(\text{开伞下降、阻力做功}) \rightarrow (E_p \text{ 减小 } E_k \text{ 不变, } E \text{ 减小})$$

$$(\text{子弹入墙、摩擦做功}) \rightarrow (E_p \text{ 不变 } E_k \text{ 减小, } E \text{ 减小})$$

对物体做功 $\rightarrow$ 物体的机械能发生变化

这样就为日后功能定理的学习打下了坚实的基础。

（2）差异格：假定说，某种现象在（a、b、x）之下出现，在（a、b）之下不出现。由此我们得出结论，因素x是这现象的原因。这里也可以用下列符号表示：

$$(a, b, x) \rightarrow (a', b', y)$$

$$(a, b) \rightarrow (a', b')$$

分析、比较可知： $x \rightarrow y$

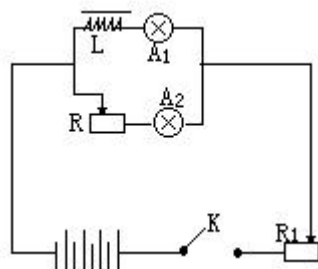
如甲种本第三册 P73 研究自感现象时采用的电路图，其设计思路为：

$$(R, A, L) \rightarrow (\text{发光、发热、迟滞})$$

$$(R, A) \rightarrow (\text{发光、发热})$$

线圈L $\rightarrow$ 产生迟滞现象

进一步的研究，把这种原因叫自感电动势，而且 $\varepsilon_{\text{感}} = L \cdot \Delta I / \Delta t$



(3) 契合差异格：如果物理现象 E 在情境 (a、x)，(b、x) 之下出现，而在 (a、b) 之下不出现，便可作出结论，因素 x 是这种物理现象的原因。这也可写成符号表达式：

(a、x) → E

(b、x) → E

- [(a、b) → E]

比较即得：x → E

如甲种本教材第三册 P48 的三个实验（图及文字叙述略）所展示的思维过程；

实验一：（闭合电路一部分在磁场中运动，切割磁力线即穿过的磁场发生变化）→ 感应电流。

实验二：（磁铁在线框中运动，磁力线条数即穿过的磁场发生变化）→ 感生电流。

[（运动不切割磁力线、线框中磁力线条数不变）→ 无感生电流]

实验三：穿过闭合电路的磁场发生变化 → 感生电流。

很显然，这实验三是验证上述推论正确性的。

(4) 剩余格：如果我们知道 a 是 b 的原因（一般常识）。又如果在某种物理情境下，我们碰到一个表面例外，不是出现结果 b 而是

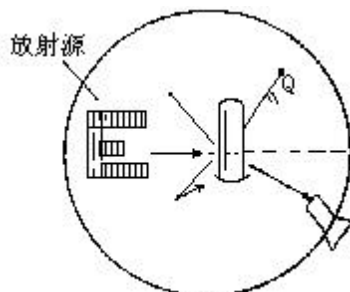
出现结果 (b、c)。同时我们还知道不只一个 a 而是有 (a、x)，那么 x 便是 c 的原因。其符号表达式如下：

a → b（一般常识）

(a、x) → (b、c)

分析、比较后 x → c

这里举 α 粒子散射实验来说明之（详见甲种本第三册 P292）。我们可把这一思维过程整理为：



（如没碰上质量相当的粒子）→（α 粒子照旧前进），（现大部分沿原方向前进，极小数发生大角偏转）→（原子中存在体积很小，但质量很大的东西）

这个体积小、质量大的东西（核）→ α 粒子的散射。

(5) 共变格。某物理现象具有属性 (a、b、x)，我们假定该现象是另

一现象的原因。同时发觉，另一现象如 x 一样的变化，而不像 a 、 b 一样的变化。我们由此可得出结论： x 是第二现象的原因。用符号表示如下：

$$(a, b, x) \rightarrow E$$

$$(a+\Delta a, b, x) \rightarrow E$$

$$(a, b+\Delta b, x) \rightarrow E$$

$$(a, b, x+\Delta x) \rightarrow E+\Delta E$$

分析、比较、综合： $x \rightarrow E$

现举物体系统的相互作用现象为例（甲种本第一册 P260 “动量守恒定律”内容）。

（作用方式、作用力性质、系统所受合外力） $\rightarrow$ 系统动量

（无论相互作用的物体是粘在一块还是列成碎片，作用前后是否在同一条直线上，发生接触与否、作用力性质、系统所受合外力为零） $\rightarrow$ 系统动量不变。

（作用方式，无论相互作用的是引力、弹力、摩擦力也好，还是电力、磁力也好，甚至现在对其本性还不是很清楚的原子核内的相互作用力也好，系统所受合外力为零） $\rightarrow$ 系统动量不变。

（作用方式、力的性质、系统所受合外力不为零）——系统动量变化。

系统所受合外力为零 $\rightarrow$ 系统动量守恒

由此可见，上述五格是探求和理解事物或现象间因果关系的标准化形式，也是中学物理归纳活动中常用的思维方法。在人们的实际思维过程中，它们常常呈现出极大的简约性。正像人们日常使用语言时并不需要去考虑那么多语法规则一样。尽管如此，我们还是只有像这样规范化地理解了物理现象所以如此而不是如彼的原因，物理公式中各因素间的因果性，才能真正掌握规律，灵活运用公式。

2. 归纳推理式（法）

（1）复合前提的归纳推理。是根据一类对象中的部分对象及其属性之间的因果联系或对其它必然联系的认识，从而对所有对象作出一般性结论的思维形式。用公式表示如下：

$$S_1 \rightarrow P_1$$

$$S_2 \rightarrow P_2$$

.....

$$S_n \rightarrow P_n$$

$S_1, S_2, \dots, S_n$ 是 S 中的部分对象，且 S 与 P 有必然联系

所以 $S \rightarrow P$

式中符号“ $\rightarrow$ ”表示蕴含关系或从中抽出的意思。

如用比值法定义物理量中的思维过程：

试验电荷 q 在 $+Q$ 的电场中所受到的电场力为 F

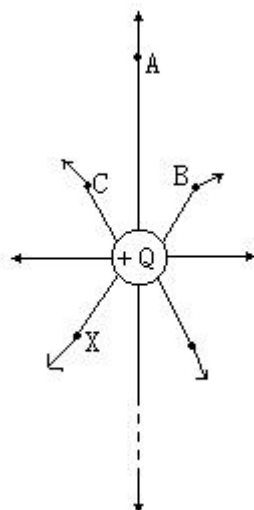
当试验电荷的电量增大 1、2、…… n 倍时：

$$q \rightarrow F \quad F/q = E \quad 2q \rightarrow F \quad 2F/q = E$$

.....

$$nq \rightarrow F \quad nF/q = E$$

当试验电荷处在 A 、 B 、…… X 等不同位置时：



A 点： $F_A/q=E_A$

B 点： $F_B/q=E_B$

.....

X 点： $F_X/q=E_X$

对电场中某定点，比值与 q 无关，电场中不同点比值不同。

因此，这个比值反映了电场中某点的性质。

仔细分析上述思维过程，我们发现：在分前提的得出时用到的思维操作是比较、分析、抽象；由分前提得到结论的过程中的操作主要是综合和概括。

(2) 单一前提的科学归纳推理。即通常解剖麻雀，认识事物间的必然联系，发现其中的规律的一种思维方法，用公式表示为：

$$S_1 \rightarrow P_1$$

通过理论分析这种关系是必然的

所以， $S \rightarrow P$

如初中阿基米德浮力定律的教学（详见教材），我们由金属块受到的浮力等于它排开的水重，然后推广到任何材料，任何形状的物体。也没有对各种液体进行浮力实验，就得出浮力定律 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} \cdot g \cdot V_{\text{排}}$ 。这是不是犯了轻率概括的错误呢？不。

因为前一节就有了浮力产生的原因的理论分析——物体受到向上和向下这两个压力之差。我们把整个的思维过程表述为如下形式：

物体浸入水中 $\rightarrow$ 所受 $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{水}} \cdot g \cdot V_{\text{排}}$

理论分析这种关系对一切液体是必然的

所以， $F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} \cdot g \cdot V_{\text{排}}$

在这种推理中，得到分前提时就已运用了各种操作成份以及探求因果关系的格了（ $F_{\text{浮}}$ 与排开的水的体积 $V_{\text{排}}$ 有共变关系，但与物体的形状和材料无关），然后概括外推得出结论。

以上格式的千变万化就构成了中学物理教学中形形色色的归纳活动。但学生常常只是在经验中自发的不自觉的产生和运用。为什么呢？这是由格式的内部机制所决定的。

3. 格式的内部机制

由前面的讨论，我们应该认识到归纳的格式即为归纳活动中思维操作的

组织方式或结构。实际上它是一种思维模式。那么它是怎样产生的呢？其功用又是什么呢？

根据皮亚杰的发生认识论，思维模式即为一种认识图式。它是通过活动的内化而逐步演变成的。伴随着主体对客体的作用即活动有一个内化和外化的建构过程。内化建构是指主体进行的实际动作或思维操作经协调组织到头脑中结晶、积淀，形成新图式的过程。我们把它简称为顺应。而不断运用已有图式去组织和转化客体本身的外化建构过程又称同化。同化过程中图式仅有局部的调节即发生数量的变化；顺应才是使图式发生质变的原因。

从信息论的观点看，图式既是外界信息的加工者，又是被加工着的认识结构。图式对外来信息的过滤、筛选、吸收作用即为同化，而图式在外来信息的作用下发生改组或重建的过程叫顺应。要想同化和顺应得以实现必须通过主体的自我调节的平衡作用。自我调节是主体追求平衡的一种内在倾向所使然的生理机能。可把它直接归结到神经网络的协调领域中去。有了自我调节的平衡作用就使得建构过程成了连续不断的开放过程。图式的丰富和发展是一个在外界作用下的不断同化或顺应、自我调节求得新平衡的过程。

皮亚杰的图式理论为我们深入研究中学物理归纳教学的微观机理开辟了一条全新的途径。纵观前面的讨论，我们看到物理教材的编排方式是用逻辑数学的框架在组织物理事实。而学生学习、掌握物理知识的过程则是利用已有的认识图式在同化物理经验、信息的过程。针对不同的问题，所用图式中操作因素的多少及排列的次序是不同的。因此，学习过程也是图式的丰富过程。如到了初中物理学习时，有的学生仍不具备归纳的图式。那么对他们来说，理解和掌握依靠归纳而得出的概念、规律，其困难是必然的。教学中首先应解决的是个顺应问题。只有发展了学生的归纳图式才能深入理解和融会贯通概念、规律，做到举一反三，触类旁通。与此同时，不尽相同的课题内容又使图式进一步得到丰富和发展。那么是不是只要有了归纳的图式，学习中就不会有障碍了呢？

事实上，事物总是发展、变化的，是活生生的。任何一个客体都包含有大量的信息。哪些信息能进入主体的映象，这不仅取决于客体，而且取决于主体已有的知识、认识图式。归纳的认识图式不是直接与具体事物相联系的，它还要通过表象系统的中介作用。

具体事物 $\xrightarrow{\text{表象系统}}$ 物理图景 $\xrightarrow{\text{概念系统}}$ 归纳图式

因此，我们只有充分协调两个系统一齐工作，才能有效地认识物理世界。

物理思维能力的培养五法

物理学是一门实验性很强的学科，因此，物理教学必须重视实验操作能力的培养；它又是有严密理论体系的学科，能促进学生思维能力的发展，因此，重视学生思维能力的培养也是中学物理教学的重要目标之一。而指导学生独立阅读、分析课文，就成为不应忽视的教学手段。徐州十八中赵秋林老师总结了以下一些方法：

1. 列提纲法

指导学生通过阅读课文，研究课文的思想体系，列出提纲，总结课文的内容及重点。

比如高一课本“牛顿第一定律”一节，有的同学列出的提纲是：

①伽利略的理想实验。②伽利略根据理想实验作出的推论。③笛卡儿补充和完善了伽利略的论点，第一次明确表达了惯性定律。④牛顿在总结前人研究的基础上，表述了牛顿第一定律惯性定律。

教师通过提问、讨论等方式，考查学生的阅读效果，这样做，有利于学生逻辑思维能力、口头表达能力的培养。

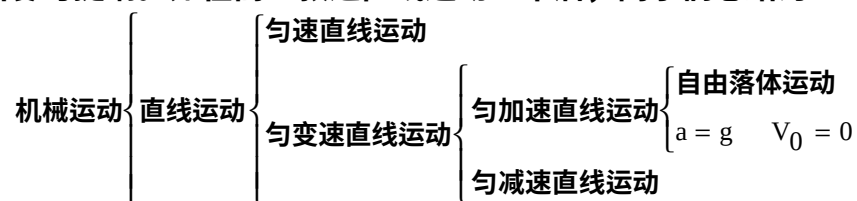
2. 思考问题法

教师在课前列出思考题，让学生带着问题阅读课文，探索解题的方法。

例如初中第二册光学实验研究凸透镜成像一节，提出以下思考题：（1）为什么要调整凸透镜，光屏的高度，使它们的中心和烛焰的中心大致在同一高度？（2）怎样才算在光屏上出现清晰的象？（3）什么是焦距、物距、像距？（4）像的性质包括哪些内容？（5）在实验过程中，物距的变化经历了哪几个阶段？上课时，让学生带着问题阅读，教师巡回辅导，然后提问、解答、总结。

3. 系统归纳法

复习课中让学生认真阅读课文，抓住课文的重点知识，按照知识结构，列出复习提纲。如在高一教过直线运动一章后，同学们总结为：



4. 科学探索法

以学生已掌握的知识和研究方法为基础，进行创造性的探索。

例如，有的学生考虑到正负电荷可以单独存在，那么单独的磁极是否可以存在呢？他自制小磁针，通过实验，较好地解释了观察到的现象，从而得出单独磁极不可能存在的结论（与课本一致）。

5. 提出问题法

在阅读过程中，鼓励学生发现问题，提出问题。

比如有的学生提出：我坐在行驶的汽车上，观察到路旁树木向后运动，为什么要坐在行驶的火车上向前看时，好象远处的小山随我一起向前运动？研究单摆时，为什么要分解出一个沿圆弧切线方向的分力？是根据效果还是根据建立的坐标系？这些问题的提出，表明学生阅读有一定的效果，他们动了脑筋。在同学们提出的问题中，找出学生思维障碍，及时在教学中开拓学

生思路，解决问题。

中学物理学习的思维障碍及其克服方法

所谓“思维障碍”是指思维活动过程中所遇到的障碍。由于物理学科自身的特点，决定了“思维障碍”较其它学科突出。阜康市一中穆尚礼老师对此进行了有益的探索。

物理学是一门有其自身发展规律的学科。中学物理是以观察和实验为基础，从而形成概念和规律为主要内容的学科。因此，物理学习的思维方法就应有其特点，由此而产生的思维障碍也就比其它学科为烈。

物理学习的思维障碍主要表现在：

1. 错误的“日常经验”先入为主，成为建立科学概念的思维障碍

由于物理学与日常生活和生产关系最为密切，在学习物理以前，学生已从那些肤浅、模糊以至错误的认识中获得了不少“日常经验”。这些“日常经验”先入为主，常常干扰科学概念的形成，成为建立科学概念的思维障碍。

从物体要运动必须施加力，没有力作用物体就会停止运动这一日常认识中，产生“力是产生运动的原因”的“日常经验”，从而对力的概念的建立形成思维障碍；

从池水浅，大鱼就无法浮起的日常认识中，产生“浮力大小与液体深浅有关”的“日常经验”从而对浮力概念的建立形成思维障碍；

从刹车后，地面阻力总是与车运动方向相反这一日常认识中，产生“阻力总做负功”的“日常经验”，从而对阻力做功问题产生思维障碍；

从自行车刹闸后停下来的现象，产生闸皮和瓦圈间的摩擦力是自行车停下来的原因的认识，而不认为是依靠车轮与地面间的滑动摩擦力使自行车停下来。从而对分析刹车的物理过程形成思维障碍：

从空中鸡毛比石块落得慢的日常认识中，产生“物体下落快慢与重量有关”的“日常经验”，从而对自由落体运动的学习形成思维障碍。

另外，从日常的习惯用语中也可形成思维障碍。如烧水时，把壶嘴喷出的“白气”叫水蒸气，为正确解释这一现象形成思维障碍；“安全生产，质量第一”中的“质量”一词，为物理中“质量”概念的建立形成思维障碍；“目光短浅”中的“目光”一词，为光学中“像”概念的建立形成思维障碍等。

克服“日常经验”形成的思维障碍的方法是：

在建立每个概念前，教师应对有关“思维障碍”进行调查，以便在教学中采取恰当“对策”。即：做实验以前产生强刺激，引导学生认真观察，进行本质的探究，经过分析、推理、综合，得出科学结论。

2. 物理公式数学化，造成思维障碍

用数学式子表达的物理概念或规律，学生往往只从数学的意义去理解，从而对正确理解物理公式的物理意义形成思维障碍。

从欧姆定律公式 $I=U/R$ 导出 $R=U/I$ ，学生则说“导体的电阻跟加在导体两端的电压成正比，跟通过它的电流强度成反比。”岂不知数学式 $y=x/z$ 中的 x 、 y 、 z 三者均可变为变量，而 $R=U/I$ 中的 R 却是由导体本身所决定的不变量， $R=U/I$ 只不过是特定条件下的量度式而已，绝不存在与 U 和 I 成正比、反比的关系。

从万有引力公式 $F=GM_1M_2/r^2$ 和库仑定律公式 $F=kQ_1Q_2/r^2$ ，学生认为当 $r \rightarrow 0$ 时，万有引力和库仑力将无穷大。岂不知前两公式成立的条件是 M_1 和 M_2

为质点， Q_1 和 Q_2 为点电荷。

克服物理公式数学化这一思维障碍的方法是：

在推导或总结出物理公式时，一定要强调公式成立的前提，即强调物理公式的物理意义。有的概念和规律可用物理公式表示，但绝对不能不看条件而将物理公式数学化。

3. 思维定势使知识发生负迁移，形成思维障碍

思维定势就是思维惯性。思维惯性会使旧有知识对新知识的掌握产生不利影响，这便是知识的负迁移现象。负迁移就是一种思维障碍。

物理学中有许多概念、现象和物理过程都比较相似，稍不注意，就会产生知识的负迁移，从而形成思维障碍。

如细杆的一端连接一小球，另一端有一转动轴，使其绕轴在竖直平面内转动。杆端小球运动到圆周最高点的速度可以为零。但若将此结论迁移到细绳拴小球在竖直面内做圆周运动时的情况，认为小球运动到圆周最高点的速度也可以为零那就错了；又如把小球沿竖直平面内的圆形轨道的内侧做圆周运动时结论迁移到小物体沿光滑球面的顶点滑下时的情况就不正确了。

克服由于思维定势所形成的思维障碍的最好方法是比较法。

如将速度与加速度比较，动量与动能比较，电阻与电阻率比较，软绳与硬杆比较，带电粒子在电场与磁场中受力情况的比较以及运动情况的比较等。

