

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

物理复习与课堂学习指导



学习方法指导丛书

物理复习与记忆

“读破一卷”课本复习法

“读破一卷”的第一步，是对着课本目录回忆每节的知识点，作出简扼笔记，再根据错记漏记知识进行针对性阅读，搞清基本概念、基本规律和重点重做的习题。

第二步，弄清课文（包括例题、习题和示意图）的内涵和外延，通过引申、变通和扩充，达到深刻理解、融汇贯通的目的。

在这个过程中，首先要解决“看不进去”、“深不下去”的问题。可以着重理解概念的物理意义和定义方法，掌握规律的来龙去脉和适用条件，可示范点出关键字词。如磁感应强度定义中的“垂直于”、“所在处”；也可示范剖析含义，如由 $v=f\lambda$ 能体会到“三个决定”—— f 由振源决定， v 由媒质决定， λ 由波速与频率决定，“一个无关”—— f 与媒质无关；还可反过来借助例题加深理解，例如通过评析“一定质量的理想气体在体积不变的条件下，由 -120 升高到 -110 和由 250 升高到 260 哪个压强增加大？就会对查理定律中的“每”、“等于”的字眼有更深刻的理解。

其次要拓宽课本例题和习题。例如，题“一个摆长是 l 的单摆，最大夹角是 θ ，求摆球在最低点时的速度”，可多方设疑进行分析：（1）摆球通过最低点时是否处于平衡状态？（2）摆球通过最低点时对悬线的拉力多大？（3）摆到多大角度时摆球的动能和势能相等？

第三，要围绕课本重点内容进行必要的补充、深化。例如，用伏安法测电阻，课本未论及待测阻值介乎伏特表内阻与安培表内阻之间如何选择电路，

总复习中应通过对系统误差的定量分析，得出 $R_x > \sqrt{r_V r_A}$ 时用“内接法”、 $R_x < \sqrt{r_V r_A}$ 时用“外接法”的结论。

坚持“读破一卷”，踏实认真钻研课本，透彻理解、牢固掌握了基本知识，就能触类旁通、举一反三。

提纲复习法

复习不是平时上课的机械重复，平时上课是逐章逐节进行的，即将整块知识分而食之，各个击破。这种化整为零的方法学生虽易于接受，但是知识较为分散杂乱，能力也不易形成一个“拳头”。而复习时整体战略思想应是化零为整，复习时应有一个总体设计，先把书本知识进行归纳总结，大致理出知识的结构框架，搞清其来龙去脉，然后再以章为单位分层充垫，整理出基本概念、规律和技能，阐明研究方法和内在联系，点拨解题思路。通过系统整理和分层充垫便可形成知识的实体。

例如，力学的复习可分为两大框架结构，一是运动和力，二是力的作用效果。对于第一框架可分运动类型、运动现象、运动规律、运动本质四大部分，贯穿前后的是牛顿运动定律。对于第二框架可分力的瞬时效果、力作用一段时间的效果、力作用一段位移的效果三大部分，其中物体的受力分析是基础，动能定理和动量定理是主线。

又如复习“运动和力”、“分子热运动、热能”等章节时，采用“提纲”复习法：先布置复习提纲，如：“为什么说运动和静止是相对的？你自己是怎样理解的？”……你是怎样来认识物质分子在永不停息地做无规则的运动？能举出实例来说明分子间有相互作用的引力和斥力吗？……让学生在课前准备，然后在课内按提纲组织学生进行讨论，并联系实际让学生自己来解决一些简单问题。

整理复习法

根据对教材的理解和掌握程度，整理知识结构，然后在课内进行交流、补充和归纳，再应用这些概念和规律来解决一定数量的简单问题。虽然由于学生的水平不一，整理的内容详简有别，形式各异，但学生对这种复习方法表现出一定的主动性，讨论也比较积极，有较好的效果。

在物理学中，有许多知识属于一个系列的或是属于同一物质有多种物理性质的，这样的知识通过综合、穿线，使知识成为“系列整体”便于记忆。譬如，初中学生必须掌握的测量有：（1）长度的测量；（2）质量的测量；（3）体积的测量；（4）力的测量；（5）温度的测量；（6）电流强度的测量；（7）电压的测量。较复杂的测量有：（1）密度的测量；（2）物体在流体中受浮力大小的测量；（3）滑轮组机械效率的测量；（4）比热的测量（混合法）；（5）电阻的测量（伏安法）；（6）小灯泡电功率的测量。这些测量都是属于测量系列知识，每个学生都必须掌握。

其它的概念像力、质量、电流强度等可做类似的穿线、综合，以形成系统知识，通过这样的综合、穿线，就抓起了初中物理知识的“纲”，形成纲举目张之势，使学生对知识的掌握真正条理化，登上新台阶。

“实验”复习法

实验是中学物理学的基础，因此，应该重视实验内容的复习。

这里需要防止两种偏向：一种单纯以讲述实验，解实验题来安排实验的复习；一种是机械重复每个实验，这样做，缺乏理论上的提高和方法上的指导。应该从整体上对实验复习重新安排，可以以力学、热学、电学、光学为单元复习，也可以按基本仪器的使用、基本物理量的测量、基本现象的分析观察、基本规律的探索和验证等几个专题进行复习。不论何种安排，都要对每个实验的原理、仪器选择、步骤编排、数据的测量和处理、现象的观察与分析、结论的总结归纳及其应用、误差的定性分析、故障的排除等有较为全面的理解，并且培养学生具有设计一些新实验的能力。在这个基础上，再分析和解决实际问题 and 各种类型的实验思考题。

一般复习的前阶段要以有针对性实验操作为主。辅之以简单的实验思考题练习；复习的后阶段以解决实验题为主，对各种疑难和常见差错配之以实验操作，同时将各种实验装置陈列出来让学生根据需要择要操作。

操作复习和实验题复习同样要把发挥学生的主观能动性放在第一位，重视培养学生的科学素养，养成尊重实验数据进行客观分析的习惯和实事求是的态度。

如复习“电流的定律”和“电力、电功率”等章时，采用“实验”复习法，先让学生上讲台用最少的元件搭出一个电路来，在此基础上不断提出问题，让学生上来添加安培表、伏特表等以组成串联电路、并联电路等。同时再次观察现象，分析产生这些现象的条件和现象的变化规律，从而对过去做过的实验、学过的概念和规律再进一步加深理解。

典型分析复习法

整体结构揭示后，进行分层充垫，原则上以章为单位进行，这就需要处理内容提要 and 例题分析的关系。内容提要是用叙述方式给出基础知识和基本技能的要点。例题分析是通过剖析例题使知识和能力具体化。两者需要优化组合。

在复习的第一轮宜用内容提要带例题分析，先列出各章的知识点，并分别按其需达到的能力水平配以简单例题，使知识点定位。几个知识点之间再配以小综合例题，使线连成一个小单元。几个小单元结束后再配以较大范围的综合题，使线形成面。几个大单元之间再配以大范围的综合题，使面形成体，达到知识立体化的境界。

在复习的后阶段应以典型例题分析带知识系统化。例题既要典型又要有系统性，渗透基本概念和规律，并且结合常见错例（平时素材），还可分若干专题进行复习。通过例题分析，暴露框架结构上的隐患。

例题分析以双基先行，综合殿后并逐步增加比重，最终相互穿插交融。练习的安排亦应如此，以掌握基础知识，熟练基本技能，训练基本功为主。有了这个基础，再按知识发展顺序逐步适量增加综合题，提高综合知识的能力和逻辑思维能力，从而在灵活运用知识方面达到新的境界。为了跟遗忘作斗争，基础训练和综合训练必须有机渗透。

如：复习“浮力”和“热膨胀、热传递”等章时，采用“典型分析习法”；如以“船”为典型事例进行分析，以此带动对全章内容的复习；以常用“温度计”为典型事例，对它的制作、使用方法等进行具体分析，进而讨论伽利略温度计和金属温度计，达到复习热膨胀和热传递等物理概念和规律的目的。“典型分析”能密切联系生活、生产实际。在比较熟悉的事例中包含着丰富的物理知识。

“ 看图—设问—讨论—归纳 ” 复习指导法

本法又简称“ 看图法 ”。即将有关的知识点前后贯穿在一起作为主线，选择典型图例，提出问题，积极启发和引导学生展开讨论，进行定性分析或简单的定量计算，并作必要的有系统的归纳和整理，从而使学生既理清了概念和规律，又结合实际解决了一些问题。如“ 光的初步知识 ”以光路图为主线来展开复习；“ 直流电 ”部分则以电路图为主线来组织和展开复习，颇能使学生既理清了有关光学、电学的概念和规律，又充分认识了各知识点的内在联系和相互的制约，从局部到整体有较清楚的认识。

（1）在运用“ 看图 ”法进行复习课的设计时，先要明确组织学生讨论后要达到的目标是什么？然后根据要达到的目标来选择“ 适当的图例 ”，并围绕图例提出带有一定“ 启发性的问题 ”。

如“ 压强 ”的复习顺序是：固体的压强→液体的压强→大气压强，整个复习过程为两课时，共分为七个环节，现以第一环节为例说明（见下表）：

（2）在运用“ 看图 ”法复习时，层次安排应由浅入深逐步展开，同时由练习→概念，再由概念→练习，反复交叉，有利于学生灵活地解决问题。

（3）图例用白卡纸制作，各色蜡光纸配色，使图形规范、直观，色彩鲜明，赋予一定美感。

（4）“ 看图—设问—讨论—归纳 ”复习法使课堂上师生信息交流频繁，气氛活跃，特别是学生要动眼看、动耳听、动脑想、动口讨论、回答问题，还要动手在图例标出所受的力，从而可充分体现以学生为主体，以教师为主导的精神。

“立体剖析—程序训练”课堂总复习法

这是陕西宝鸡二建学校郑世俊老师实验并总结的。

1. 立体剖析

所谓立体剖析，是指复习时打破章节的界线，对每一个物理概念、定理和定律的自身进行多维剖析、认识其全貌，然后依次置于章节小知识系统和教材大知识系统中去认识它们与其它知识元素的有机关联，明确它们在大小知识系统中的地位和作用。因为，每一个概念、定理和定律的引入都是为了定性或定量地描述一种物理现象的，具体引入（定义）都是在一定的条件下进行的，其物理内容均由一定的成分按特定的结构方式组成的。而各个成分所起的作用又不相同，有主次之分，它们又都不是孤立存在的。既与所在章节知识结构其它知识元素都有着直接或间接的内在联系，又与教材知识网络（其它章节）中其它知识元素发生着显性的或隐性的相互作用。因此，要想深刻理解、正确掌握和灵活应用每一概念、定理、定律，就必须全方位去学习，即要弄清它们为什么要引入？引入是描写什么物理现象的？成立条件与适用范围是什么？与本章其它知识之间有什么关系？与其它章节中哪些知识又有什么关联？并指导学生把它们逐个有机地串成线，结成网，建立宏观的立体结构图，使学生既能清楚地看到每个概念、定理和定律的自身立体网线，又能清晰地观察出它们在知识系统中的位置与功能，具体做法是：

（1）绘制“立体图”。就是每开始复习一章之前，利用第一课时和课外时间，看书复习，找出这一章的知识点，采用串接或网络的形式描绘出每一个知识点的“立体”图形。要求首先要认真精读教材，尽可能找全大小知识点，然后逐个解剖其来龙去脉、自身结构以及在大小知识体系中“主体”关系。换言之，从知识点的“出生”处入手，循着它们自身发展与变化的逻辑网络线路去探索去认识。在开始几章的复习中，根据学生的实际，教师可以出示简要提纲和具体要求，引导学生“上轨”。

（2）讨论完善“立体”图。分为若干组（4人一组为宜），认真地交流、讨论和修正完善自己的“立体”图。在讨论中，教师不断地调节与控制讨论程序，使学生的思路逐步条理化、有序化，“立体”图渐趋线路清晰、结构合理。一般来说，经过30分钟的认真讨论，学生们各种意见就能得到充分的发表，讨论即可小结终上。在后15分钟内，从每一个讨论小组推选出一名归纳总结得出比较规范完整的学生代表，登上讲台向全班同学讲述自己所设计的“立体”图的内容及其方法。这一举措的目的在于，使学生在全班范围内再进行一次交流学习，进一步完善“立体”图。最后，教师简要小结讨论情况，并要求学生在课后继续修补完成，按时交送老师批阅。教师认真批阅后及时发给学生，以便学生在老师讲解前再进行一次“微修”。

（3）教师讲解示范“立体图”。在讲授时，首先出示“立体”示范图（绘制在较大的白纸上），然后对照图进行既全面系统又重点突出的讲解。讲解的重点：一个是知识点自身结构的微观立体模型（旨在开采自身功能）；一个是系统结构的宏观立体模型（旨在挖掘关联功能）；再一个是学生在学习活动中暴露出的问题。

2. 程序训练

在掌握了知识系统以后，要想使系统知识向综合能力转化取得最理想的整体功能，那就需要进一步创设一个对应配套的“系统实际”。为此，要把零散无序的习题，按照知识体系结构的顺序和认知的逻辑次序有机地编织成“立体”程序题，进行认真地训练。立体程序题分为两类，一类是对照一章的知识范围编织的，称为小程序题；一类是从本章知识出发，网络其它章节知识编织的，称为大程序题。

(1) 小程序训练。小程序题的编织是以每一章教材后的练习题为“蓝本”的。即在本章的练习中选几道有代表性的典型的“母题”，进行有序的扩编。

第一步：教师选定：“母题”，一般选三道，其中一道是平面上的，一道是斜面上的，一道是竖直面上的（个别章例外）。

第二步：学生编织程序题。在第一节课上，教师先宣布“母题”，然后提出编题的具体方法和要求：一是每一题都要依据已绘好的小知识结构“立体”图，从概念、定理、定律等知识点的简要回答和运用入手，依从知识的内在联系逻辑顺序，不断地变换已知条件设问引路，逐步纵向深入，横向拓宽，发展问题的内涵和外延，覆盖全章所有的知识点；二是从“平面”题开始，逐渐向“斜面”题和“竖直面”题过渡；三是力求题型灵活多样，除把常见题型引入外，还要争取创设新颖题型；四是力争把本章的实验知识有机地穿插进去；五是一边编题，一边作出解答。

第三步：师生共同编织程序题。即在第二节课上，教师将课前编织好的程序题，一步一步地抄写在黑板上，并进行正确的解答（一般需要两课时完成）。

(2) 大程序训练。这是在每一章的小程序训练结束后进行的。编题主要由教师进行。每章也是只编平面上的、斜面上的、竖直面上的三道题，编题原则有：每道题仍是从本章知识点起步，渐进引申到其它章节；变换条件设问，要注意问题的连续性、逻辑性、典型性和科学性；要注意问题的目的性和针对性，即大程序题要重点瞄准每章的重点与难点知识。要根据学生的实际基础及能力，注意程序的跨度、题目的难易程度。训练的过程是：先让学生在课外完成，然后教师收来认真批改，并分析归纳问题，诊断学生解答题的病症，精心地设计好“药方”，在课堂上进行讲评。教师要重点讲评知识点之间的内在联系、知识的应用、审题和分析题的方法、解答的方法和验证结果的方法。同时也要发动学生与教师同步思维，积极参与，使“双边”活动有机结合，配合默契。

实践证明，这种复习方法基本符合学生的认知规律，使学生的思维逻辑与知识结构逻辑较好地同步吻合。既能使学生对所学知识进一步强化、立体化和系统化，又能有效地提高学生的分析、综合应用和灵活应变能力，更能成功地调动和发挥学生的主观能动性，较好地体现了以学生为主体教师为主导的教学原则。

高中物理知识立体化复习法

这是由江苏建湖上冈中学崔尧山老师实验并总结的。

物理复习中要实现“知识立体化”主要有两个方面。一是以大纲要求，突破教材原有的章节顺序，根据知识成分、结构以及它们的内在联系，巧妙地把知识进行重新梳理和组织，从全貌到单个、从外延到内涵、从理解到掌握，以便灵活运用，形成多层次的知识立体感；二是精心设计具有单项针对性和综合运用性的立体习题，适时检查对知识的理解和掌握的程度，训练灵活运用知识的能力，强化知识立体模型，使学生对知识的理解和运用达到尽善尽美的程度。

1. 第一方面：形成知识立体模型

复习中使学生形成立体模型，主要是采用分析比较、归纳演绎、渗透联想等思维方法，在尊重知识发展规律和相互依存的关系的基础上进行以下三个程序：

(1) 分析知识的内在联系，抽出知识主线组成主骨架。分析现行高中物理教材，它构成的知识体系的主骨架是三条主线：一是力和运动；二是冲量和动量；三是功和能。如果有目的地按这三条主线去安排复习教材，组织讨论，寻找各部分知识之间的联系和发展，就容易把握住知识的主要方面。

例如功和能，可以根据：教材中哪些部分含有功和能的概念？哪些规律是功和能的运用和发展？从同一信息来源出发沿力学、热学、电磁学、光学、原子物理学等不同方向去分析探索，明白功和能在各部分知识中的主导作用，使其自然地把握住功和能这条主线。

一旦理解掌握了教材中的知识主线，就会有有的放矢地去认识现象，掌握规律，巩固旧知识，启迪新知识。这实际上是掌握了探求问题的真谛的金钥匙。

(2) 围绕知识主线，归纳演绎主要知识，形成知识经络。知识主骨架形成后，就应因势打开思路，根据知识主线去演绎各知识单元的主要知识形成经络。如力学知识单元，它主要是由于作用的瞬时效应（牛顿第二定律）、时间积累效应（动量定律）、空间积累效应（动能定理）和两个守恒定律（动量守恒、机械能守恒）组成经络，这可用力和运动作基础，如以下层层归纳演绎：

力是物体运动状态改变的原因，即产生加速度的原因。物体只要受到力的作用就立即产生加速度，它们之间的关系是瞬时比例关系，用牛顿第二定律来表达，即： $\sum F=ma$

如将牛顿第二定律和运动学公式相结合，就得牛顿第二定律的另一种表示形式：

$$\sum F=\Delta P/\Delta t$$

从而得到动量定理的表达式

$$\sum F \cdot \Delta t=\Delta P$$

即：物体受合外力的冲量等于物体动量的增量，它表示了力对作用时间的积累效应。

如仅仅是物体1与物体2之间发生相互作用，根据牛顿第三定律知：

$$F_{1,2} = -F_{2,1}$$

若物体相互作用时间为 t ，对每个物体则有：

$$F_{1,2} = \Delta p_2 / t \quad F_{2,1} = \Delta p_1 / t$$

对两个物体组成的物体系有：

$$\Delta p_2 = -\Delta p_1$$

$$\text{得：} P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$

即：相互作用的物体组成的系统，若不受外力或所受外力的合力为零，系统的总动量保持不变，这就是动量守恒定律。

如果用牛顿第二定律与运动学公式相结合还可演绎出另一种表达式：

$$\sum F \cdot s = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

又得到动能定理表达式： $W = \Delta E_k$

即：所有力（包括重力、弹力）对物体所做的功的代数和等于物体动能的增量，表示了力作用的空间积累效应。

若物体组成的系统只有重力或弹力做功，其它力不做功（或它们做功的代数和为零），按动能定理又得机械能守恒定律等等。

从上可以看出，通过知识主线演绎形成的知识经络，实现了对知识的理解由部分向整体，由粗向细逐步过渡的过程。花的时间少而收效大。

（3）把主要知识纵横渗透到各个部分完成知识立体模形。知识的“主骨架”和“经络”形成后，继续分析知识的发展规律和相互依存关系。通过“搭桥”、“攀越”、“解惑”等手法把主要知识渗透到各个部分，从多角度运用知识，完成知识立体雏形。

如力学知识经络中的力作用瞬时效应（牛顿第二定律），它是解决动力学问题的桥梁。对它的渗透可作如下引导：

$\sum F$ 决定物体运动的加速度 a 和运动性质：

$\sum F=0$ 时， $a=0$ ，物体处于平衡状态，要么静止，要么做匀速直线运动。

当 $\sum F=\text{恒矢量}$ 时， $a=\sum F/m$ 为恒矢量，物体做匀变速运动。如 $\sum F$ 的方向与初速 v_0 的方向呈现夹角为 θ 时，可出现以下几种不同形式的匀变速运动：

$v_0=0$ ，匀加速直线运动，如自由落体；

$v_0=0$ ， $\theta=0$ ，匀加速直线运动，如竖直下抛运动；

$v_0 \neq 0$ ，且 $\theta=180^\circ$ ，匀减速直线运动，如竖直上抛运动；

$v_0 \neq 0$ ，且 $\theta=90^\circ$ ，匀加速曲线运动，如平抛运动；

$v_0 \neq 0$ ，且 $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ，匀加速曲线运动，如斜下抛运动；

$v_0 \neq 0$ ，且 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ，匀减速曲线运动，如斜上抛运动。

当 $\sum p$ 为变矢量时， a 也为变矢量，但仍满足 $a=\sum F/m$ （即时值）。

a. $\sum F$ 的大小不变，方向始终与 v 的方向垂直，质点做匀速圆周运动。

b. $\sum F$ 的大小与对平衡位置的位移成正比，方向与位移方向相反，即： $\sum F=-kx$ ，则质点做简谐振动。

由此看出：通过上述的渗透，不但能使学生对知识的理解和掌握有了新的飞跃，形成了较为完整的知识整体，而且又激发了研究问题的兴趣，培养了思维能力。

2. 第二方面：强化知识立体模型

要在头脑中建立扎实的知识立体整体并不是容易的，这不但要能对知识理解透彻，掌握坚实，而且还要能顺利地灵活运用知识，提高各种技能，因此，在建立知识立体模型中，必须科学地进行多层次的训练，强化知识立体模型，以达到预期的效果。这方面需要做好以下两项工作：

(1) “立体性”作业训练。1) 依据知识元素本身的“立体化”，进行单项题组练习，以使对知识的内部成分结构，对知识全貌进行认识和应用。

例如“功”这个概念可进行如下题组练习：

功所表示的物理实质是什么？1 焦耳所表示的意义是什么？

用相同的力推动物体沿着力方向移动同样的距离 s ，在下列几种情况下：A 光滑的水平面上；B、在粗糙的水平面上；C、在粗糙的斜面上。这个力做的功是：

a) 在 A 种情况下多；b) 在 B 种情况下多；c) 在 C 种情况下多；d) 同样多。

(检查目的：强调决定功的因素，一个力做功的值只由这个力的本身大小、受力者的位移的大小以及力和位移的夹角决定，与其它因素无关。)

固定在水平地面上的斜面长 5 米、高 3 米，在斜面上放一个质量为 2 千克的物体，物体与斜面间的摩擦系数为 0.2，用 30 牛顿的水平力 F 把物体沿斜面推上 4 米，求在这过程中推力、重力、斜面对物体的弹力以及物体对斜面的摩擦力所做的功。

(目的：a、进一步强化决定功的因素和由力和位移夹角决定正负功。b、明确研究对象；即：力对物体做了功，必须是受力物在力的方向上要有位移。)

一个物体做圆周运动，在它受的诸力中有一个大小、方向都恒定的力 F ，在物体转一圈的过程中，力 F 做的功是多少？如果它所受的力中有一个大小不变、方向总在圆的切线上的力 F' ，在它转一圈的过程中 F 做的功是多少？如果物体做匀速圆周运动，它受诸力的合力做功是多少？(圆周运动的半径为 R)

(目的：强调用 $F \cdot s \cos \theta$ 求功的条件：只有 F 恒定不变的情况下才能用 $F \cdot s \cos \theta$ ，求 F 的功，否则只能用分段求积或利用能量变化来求功。)

通过上述立体题组的训练，可对功的内涵、外延都加深理解，完成宏观立体中知识元素本身的微观立体化。

2) 围绕知识元素在宏观模型中的作用和与其它知识的联系进行综合练习，实现知识迁移，强化知识的宏观立体。如下题：

有一回路竖直放在匀强磁场中，磁场方向垂直回路所在的平面由里往外，AC 导体可沿轨道自由滑动不分离，如图所示。回路电阻除 R 外均可忽略。当 AC 从静止释放后：

下列说法哪些正确？

- A、AC 加速下落，最后趋向一最大恒定速度；
- B、电流增大最后趋向一最大恒定值；
- C、AC 匀加速下落；
- D、AC 匀速下落。

欲使 AC 下落的最大速度减小为原来的一半，可以采取下述哪种方法？

- A、把 AC 的质量减小为原来的一半；
- B、增加 AC 的长度为原来的 2 倍；

- C、增加磁感应强度为原来的 2 倍；
- D、减小电阻为原来的一半。

欲使电流达到稳定后，在 R 上产生的热功率增加为原来的 2 倍，可用下述哪些方法？

- A、将 AC 的质量增至原来的 2 倍；
- B、将磁感应强度减为原来的一半；
- C、将 AC 的长度减为原来的一半；
- D、将电阻增至原来的 2 倍。

此题综合了电磁感应现象、闭合电路的欧姆定律、功和能、力和运动等方面的知识，达到了强化的目的。

（2）集中问题进行有针对性的评价。学生练习训练过程，既是知识运用强化过程，也是教师巡回辅导接受信息反馈过程。教师应记下学生知识理解上的缺陷和思维上的漏洞，分析原因后进行有针对性的评讲，将学生在知识立体中存在的问题恰如其分地揭示出来，引导学生从知识立体模型上补缺纠偏，组织学生讨论更深层次的问题，促进多方面技能的发展。

高中物理“知识立体化”复习法在教学中已收到良好的效果，采用它不仅较好地达到复习目的，还能较好地训练学生的思维方法，通过分析、归纳、演绎、渗透、想象、迁移等把握事物的内部联系，培养学生的各种能力。

物理知识整体复习法

整体原理告诉我们：人类的学习，并不只是对个别刺激作个别的反应，更重要的是在整个学习情境中，根据情境给定的“认知地图”，去作有组织的反应过程。在这里，整体虽然由部分构成，但部分的重新组合，会引起整体性质的变化。整体比部分之和的意义更大。因此，在物理学习中，特别是在总复习中，不仅应理解和掌握各部分物理知识，更重要的是理解和掌握各部分知识相互联系形成的整体结构。

将整体原理应用到复习中，首先要从整体结构出发，统览全局，把握住所复习内容的脉络，认清重点和难点，然后去研究部分，搞清各知识点的内涵和外延，研究其前因后果，搞清部分与部分、部分与整体的关系；最后再将它们综合为一体，抽出单元中实质性的问题，达到提纲挈领，纲举目张。

其基本操作是先把教材内容按知识体系和逻辑结构关系，划分为一些单元，然后根据单元的知识量、难易度和教学大纲的要求，合理安排时间，依序进行复习。

几点说明：

（1）复习目标的设定。总复习的总体目的，不是把知识按章节再重复一遍，而是要求按知识的内在联系，从整体上把握知识结构，并以此结构出发，深化知识，培养能力。

所制定的目标，应包括认知目标和行为目标。认知目标，即学习者对知识的掌握水平。认知目标的设定，既要求储备典型的事实性知识，又要求储备充分的有结构的基础理论性知识。行为目标，即在掌握知识的同时，对学习方法的掌握、物理思维方式的运用、知识的转化、能力的迁移等行为方式，提出达标的水平。

（2）前馈的应用。制定复习方案时，教师根据学习和作业中出现的薄弱倾向，把常犯的典型错误、知识缺陷，编成程序问题，在复习时及时提醒学生，并指出补救措施和矫正方法，使学生增强复习的针对性，避免盲目性，是很有必要的。

（3）知识结构的制作。复习开始回顾：本单元学了哪几个重要的物理规律和知识要点？它们之间，它们与其它单元知识间有何联系？然后，把知识间的复杂关系明了化，使零碎的材料系统化，削枝强干，引线织网，从而令知识增殖，拓广思路。

（4）知识要点的深入认识。在掌握知识结构的基础上，对杂乱、模糊或模棱两可的概念、规律等要点，要做到细划深研。要“咬文嚼字”，如“一般物体都是在温度升高时膨胀，在温度降低时收缩。在相同条件下，气体的膨胀最大，液体膨胀较大，固体膨胀最小。”一段话，为什么要指“一般物体”？“在相同条件下”，指的是什么条件？等；按形式、地位等把物理量、公式、单位划区分类；对易混淆的概念、规律，抓住实质点对照比较，相得益彰。如凸透镜成像与小孔成像、热传递的三种方式、电量和电流、热量与温度等要点，往往是靠死记硬背学习的，并没有从知识点的本质上去理解，以致“一学就会，一用就错”，因此在复习中就要抓住它们的“要害”对比剖析。

（5）评价与调整。在复习中，评价的方式依然有两大类：形成性评价与终结性评价。形成性评价是针对复习中短期性的局部技能掌握与能力巩固提

高的评定，一般每周进行一次（即每单元一次）。教师主要记述学生在复习中的缺陷和达标程度，不公布学生分数，以此促进学生自身内部的自我诊断和调节；终结性评价是长期的综合目标的评定，可依大单元分别进行，此时公布学生成绩，并按成绩排出全班或全年级学生的名次，通过终结性评价，一方面决定是否需要对每个学生的学习缺陷进行补救性的矫正辅导，另一方面使学生认清自己在集体中的学习地位，更进一步、更加准确地实施自我学习调整。

物理实验复习十一法

实验是物理教学的重要一环，重视实验复习不仅有助于牢固掌握物理知识和提高实验技能，而且根据记忆的活动规律可以把复习内容变为智力活动的直接对象，会提高学生对物理概念和规律的记忆效果。所以对实验复习方法的探讨显得很有必要了。下面介绍几种复习实验的方法。

1. 现场操作复习法

把实验仪器放在实验桌上，让学生根据实验原理、目的、要求，分组进行现场操作，并对教师提出的问题进行思考和答辨。

如复习“用伏安法测电阻”时，电键、安培表、伏特表各两只，滑动变阻器、学生电源、小灯泡、小型电动机、待测电阻各一只，导线若干，由学生选择实验所需的器材按要求连接好实物，分组单独操作。比连接正确，比实验步骤规范，比实验误差要小。并向学生提出：除书本介绍的方法以外，是否利用这些器材还可以采用其它方法。比答辨正确及其实验思维的灵活性。

这种复习方法要特别注意，注意基本仪器的使用。物理实验从某种意义上讲，就是使用基本仪器来观察物理现象，测量物理量。因此正确使用物理仪器是进行物理实验的前提，也是应熟练掌握的基本技能之一。如：在力学中，必须会测量长度、质量，因此要求学生能够正确使用刻度尺、天平。在电学中会测量电流强度、电压、电阻，因此学生必须会正确使用安培表和伏特表。对于基本仪器，主要使学生了解仪器的构造、原理，掌握使用方法以及注意事项。复习这部分内容可分三步进行。

(1) 把仪器分发给学生，结合实物弄清仪器的构造、原理（有些仪器不需要讲解）；

(2) 归纳使用方法以及使用的注意事项，找出某些仪器的相同点和不同点，如伏特表和安培表的使用，可从以下几点进行对比：A、接线柱接法；B、连接方法；C、量程；D、读数等。

(3) 让学生用基本仪器进行简单的测量，如用温度计测温水的温度；用伏特表测某段电路两端的电压等。

这种复习方法，既能了解学生对仪器的用途、使用方法的掌握程度，又能考查学生对某一实验目的要求的掌握程度，同时也能培养学生的动手能力，避免了差生袖手旁观看实验的情况，增强了学生竞争意识，激发他们求知的自学性。

2. 相似对比复习法

即用相似实验（或装置）抓本质。

有四根长短、粗细都相同的金属棒， I_1 和 I_3 是铁， I_2 和 I_4 是铜。将 I_1 和 I_2 的一端连在一起，将 I_3 和 I_4 并联起来接在电路上，在每根金属棒下都用等量的凡士林粘上几根火柴。当闭合电键K的同时，也立即开始对 I_1 和 I_2 的连结处用酒精灯加热。请讨论所出现的异同现象及原因。

通过对这个问题的讨论，通过实验对比，不但能认识不同金属传导热的本领不同，还将更深刻认识到：金属传导热是从热源开始，沿着导体由近至远，逐渐传递。在传递热能的过程中，尽管是同一导体，不同位置温度却不同，越靠近热源，导体温度越高（火柴杆先后依次掉下就是最好的证明）。

而通电的金属导体是同时受热，依 $Q=U^2t/R$ 式可知，在相同时间里，铜棒产生的热量多（故铜棒上的火柴杆先同时掉下）。第一个实验是热能传递；第二个实验是电流的热效应，两导体 I_3 和 I_4 的热能是由电能转换而来。

相似实验，通过演示、分析比较，抓住本质，可大大加强对相似实验本质的理解。

3. 信息反馈复习法

由学生在实验过程中发生、发现的问题师生共同讨论，及时纠错，达到复习巩固物理概念的目的。

如在复习“测量物质密度”时，有的学生使用量筒或量杯时，读数不准或记录错误。在测正方体木块的体积时有的学生不用刻度尺直接测量而盲目地用排水法测，造成误差很大；在测定盐水密度时，有的学生对“适量的盐水”不理解，致使盐水倒入玻璃杯时溢到杯外，也有的学生在使用天平时，对游码数值读不准等等。教师在巡视中把这些信息及时反馈上来分析研究，指出纠正的方法。

利用此法复习，能及时解决学生“不起眼”的疏漏之处，取到“短平快”的效果。

4. 是非辨析复习法

实验复习中，有意在仪器的连接或安装、实验的步骤、读数记数等方面设置错误，让学生分辨是非，明确该怎样做好某个实验。

如复习“测定小灯泡的额定功率”时，教师故意将器材错误连成如右图情况，让学生指出错误，提出改进意见，并动手实验一下正确的连接方法，说明理由。

此复习方法能很好地提高是非判断能力，也能考核实验基础知识和基本技能等方面的掌握程度，理解为什么这样做的道理。此法易接受，能有效地解决实验复习“满堂灌”。

5. 列表复习法

把实验目的、原理、步骤、注意点或者把实验中观察到的现象、数据记录下来，通过列表的形式组织复习。

如复习“研究凸透镜成像”实验时，列表如下：

物距 (u)	像距(v)	像的性质			应用
		倒立或正立	放大或缩小	实像或虚像	
$u > 2f$					
$2f > u > f$					
$u < f$					

先填写，在相互交流的基础上请周围同学补充完整。最后教师作总结性发言。

此法简单、明了，条理清楚，实验的重点、难点、注意点突出，学生易懂易记易掌握，颇受学生欢迎。

6. 连锁复习法

就是在复习某一实验时，把与之相关的其它实验联系起来复习。

如复习“测定物质的比热”时，在使用实验器材中，除了量热器外还有天平、量筒、温度计等，所以在实验室中除了复习物质比热测定的操作过程

等，还对天平、量筒（杯）、温度计的使用也分别进行复习。

这种复习方法能取到复习一点带动一片的效果。

7. 分类复习法

注意掌握每类实验的目的、要求。基本实验可分二类：

（1）物理量的测量。如测量物质的密度、比热、电阻等。测量物理量的大小是这类实验的目的。可要求学生掌握测量物理量的方法、理论根据和实验的步骤。

（2）物理规律的验证。如物体的浮沉条件、凸透镜成像规律等。这类实验，要求学生理解物理规律的内容，掌握这个实验是什么条件下做出的，实验的关键是什么，这部分实验也可分三步复习：

首先弄清每个实验的理论根据，根据内容设计简单的实验报告。

将力、热、电、光几类实验仪器摆在实验室中分组进行测量，从每类实验中选一个进行认真的测量，并写出实验报告。

对每组实验进行分析，找出每个实验的特点。对于类似实验，要抓住它们的异同点进行比较，这样可加深对每个实验的理解。如测小灯泡功率和伏安法测电阻是电学中两个重点实验。这两个实验所需要的仪器相同，所测数据都是电压和电流强度，但二者实验原理不同。伏安法测电阻所用的原理为欧姆定律，由于电阻是导体本身的属性，与测量时所用电压大小无关，因此，电压可多选几个值，测出相应的电流强度，再计算出电阻，最后取电阻的平均值。测小灯泡功率是根据 $P=UI$ ，如果测量小灯泡额定功率，只能是测出在额定电压下的功率，电压只能取额定值。

8. 口诀复习法

将实验操作过程编成口诀或顺口溜，让学生复习增加记忆。

如天平的使用是初中物理实验中重要的实验之一，要求学生人人掌握。为此，把书本上的操作过程和注意点编成如下顺口溜，帮助学生记忆。

小小天平准确精，脏物超重不能称。

使用之前先调整，水平放置后平衡。

左盘中央放称物，砝码放在右盘中。

取放砝码用镊子，切记不可用手碰。

指针示数为天平，称后砝码放盒中。

利用这种复习方法，学生感到轻松愉快好掌握。

9. 提问复习法

针对某一实验，总结为几个问题，达到复习巩固有关物理概念的目的。

如复习“温度计的使用”时，总结为这样几个问题：

煤油温度计、酒精温度计、水银温度计有什么不同？实验室里常用的温度计是什么温度计？它与医用温度计相比有什么不同？它们的制造原理是什么？温度计的细管中为什么不灌入水？使用时应注意哪些？伽里略温度计是怎样判断气温高低的？它有什么不足之处？

这种复习方法，能将实验知识挖得深，讲得透，有时和其他方法混合使用，复习效果更佳。

10. 习题复习法

加强实验习题的训练，是提高复习效率的一种手段，有目的地布置一些实验习题，可有更多的动手动脑机会，把知识学活学透。实验习题，按要求可分三类：

(1) 补充型习题。因为复习时做的实验要力求突破疑点，通过实验习题可补充实验中的不足之处。如“混合法测比热”实验中，可提出下列问题：

在实验过程中，为什么将被测物放在沸水中加热 10 分钟以上？量热器中水太多或太少有什么不好？为什么？

(2) 反馈型习题。这部分习题是帮助学生通过实验观察，较全面、正确地认识事物的特点，指导学生对物理现象要善于寻根问底，抓住本质。如“萘的熔化与凝固”实验中，首先叫学生观察实验装置，然后回答：本实验的步骤是什么？需测哪些数据？怎样画出萘的熔化与凝固图像？

(3) 综合性实验。综合性实验题可以进一步培养学生的研究、探索能力。如“测密度”和“物体的浮沉条件”是力学中的重点内容，在总复习时可将二者综合为下面的问题：怎样用量筒、细铁丝、水去测量一木块的密度？

11. 问卷复习法

通过试卷练习的形式对课本中的实验知识系统复习。它不同于试卷考核，主要通过试卷的形式发现问题对症下药。让学生各自明白了自己的弱点，以便取得花时少收效快的目的。

这种复习方法，面广量大，最能反映学生的总体水平。

复习实验方法是多种多样的，有时采用“单一”的，有时采用“综合”的，要视复习内容、仪器设备、施教对象而采用不同的方法。但有一点是统一的，即实验复习的重点应放到教材的重点和难点上，千方百计使知识系统化，在新的水平上加以掌握记忆，融汇贯通。

物理概念复习两法

1. 区别复习相似概念（或意义）

概念名称相似，主要指物理概念名称中有相同字眼的概念。如：惯性与惯性定律、压力与压强，实像与虚像、电阻与电阻率、熔解热和汽化热……，所有这些有相同字眼的概念，极易混淆。澄清的唯一途径是明确弄清它们的重要区别而不是分别复习每个概念，这样才能更正确、更深刻掌握这些相似概念。譬如，对于熔解热和汽化热，学生都知道它们都是吸热过程，但是许多学生从理解熔解热：“单位质量的某种晶体，在熔点时变成同温度的液体时吸收的热量”去联想汽化热：“单位质量的某种液体，在沸点时变成同温度的汽时吸收的热量”，这就错了。这里必须指出它们的重要区别是：熔解热定义中强调在熔点，只有在熔点时晶体吸热才能熔解。而在汽化热中则强调不说在沸点，因为汽化热包括蒸发和沸腾两种形式，蒸发是在任何温度下都能进行的。显然，只有揭示了这样的区别才能更准确、更深刻的理解熔解热和汽化热。

2. 归纳复习相同概念（或特性）

各种不同物质一般都有各自一定大小的密度、比热；不同的晶体有不同的熔点；不同物质沸点不同；不同的燃料有不同的燃烧值；不同的导体有不同的电阻率等。譬如，在复习、查看物质密度表时，应通过对比，归纳出如下规律性知识：通常固体密度最大，液体次之（水银除外），气体最小。

一般金属的密度大于非金属的密度；金属中铝的密度最小。液体中水银的密度最大，它比常见的金属铜和铁的密度还大。海水的密度大于淡水的密度，纯水密度为 1 克/厘米^3 ，通常就可以认为是普通水的密度；冰的密度为 0.9 克/厘米^3 。每种物质都有一定大小的密度。但是，其中铝和大理石、冰和蜡、煤油和酒精的密度值相等。对于这些物质，如果只知道密度值，是不能立即判断它们所表示的是哪种物质。氢的密度值最小，仅是水密度的十万分之九，是空气密度的百分之七。所以节日的彩色气球都充以氢气，使其能在空气的浮力作用下升空。如果物质密度用 克/厘米^3 做单位，就要比用 千克/米^3 做单位的密度值小 1000 倍。如空气的密度为 1.29 千克/米^3 ，要用“ 克/厘米^3 ”为单位，就可写成 $1.29 \times 10^{-3} \text{ 克/厘米}^3$ ，经过这样的归纳、总结，加强对密度概念和物质密度的认识与理解，提高运用与计算的能力。

物质的比热、熔点、沸点等特性都可以进行类似的归纳、总结。

物理公式复习八法

物理公式一般有反映物质（体）某个属性的定义式或量度式，也有反映物理量之间客观规律的决定式，还有直接反映某个实验定律的表达式等。实践证明：在复习中充分发挥其公式的作用，并将有关概念、规律有机地联系起来，不仅使复习有了新意，让学生有个知新的过程，而且亦可提高记忆功效、减少运用物理知识的复杂性，大大提高复习效果。

1. 意义理解法

相似公式（或形式）看意义

课本中所涉及的物理公式大多由三个或四个物理量所组成。

每一个物理公式都表示一个物理概念或物理规律，不是单纯的数学关系。对待物理公式首先要掌握具有相同表达形式的物理公式是定义式还是决定式。譬如 $I=Q/t$ 是定义式，而 $I=U/R$ 是决定式，也是量度式； $\rho=m/V$ 是定义式，却不是决定式；决定物质密度大小的是物质本身性质决定的，而不是由具有数学表达形式的物理公式来决定。其次，要清楚了解表达物理量的不同物理公式在意义上的共性和特殊性。要清楚了解表达不同物理量的相同物理公式的不同意义，譬如表示功率的公式 $P=W/t$ 、 $P=Fv$ 、 $P=IU$ 、 $P=I^2/R$ 和 $P=U^2/R$ ，第一式是定义式，其它各式都包含在这一式之中。或者说第一式是共性式，其它各式是用在不同场合、不同条件下的特殊式。 $W=I^2Rt$ 和 $Q=I^2Rt$ 是用相同物理量表达不同物理量，就必须提出它们的不同意义。最后，就是具有类似形式的、完全不同的物理公式 $F_{浮}=\rho_{液}gV_{液}$ 和 $P=\rho_{液}gh_{浮}$ ，要在理解意义的基础上，不要弄混，牢牢记忆。

2. 归类法

把各种公式归纳成条，同类联系起来，提高记忆功效。如如：

热量的计算	温度变化 $Q = cm\Delta t$	
	状态变化	液态 = 气态 $Q = Lm$
		固体 = 液态 $Q = Lm$
能的转化	能的转化	化学能 → 热能 $Q = qm$
		机械能 → 热能 $Q = W/J$
		电能 → 热能 $Q = I^2Rt$

3. 列表法

通过列表，繁杂的公式内容即简单化、特征化和条理化，一目了然，便于查阅，易于记忆。例如，串、并联电路特点：

串联电路特点	并联电路特点
$I=I_1=I_2=\dots=I_n$	$I=I_1+I_2+\dots+I_n$
$U=U_1+U_2+\dots+U_n$	$U=U_1=U_2=\dots=U_n$
$R=R_1+R_2+\dots+R_n$	$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\dots+\frac{1}{R_n}$

4. 概念法

有些公式从理解概念和掌握原理出发加以记忆，印象深刻。例如，关于液压机有关压力和压强的计算公式，可以这样理解记忆：因为液压机是利用帕斯卡定律工作的，外加压强由密闭液体直接传递，所以 $P_1=P_2$ 而 $P=F/S$ ，故 $F_1/S_1=F_2/S_2$ 。这样此公式的比例关系就不易弄错。

5. 推导法

由熟悉的公式经过推导步骤就可以推出其它的公式。例如，电功率的公式： $P=W/t$ ，因 $W=IUt$ ，故 $P=IU$ ；又因为 $I=U/R$ ，故 $P=U^2/R$ ；还因 $U=IR$ ，故有 $P=I^2R$ 。这样就在纯电阻电路中，得电功率 P 与电流强度 I 、电压 U 和电阻 R 之间的各种关系。

6. 变换法

由基本公式出发，通过数学变换得出一个公式。例如，从机械效率公式： $\eta=W_{\text{有}}/W_{\text{总}}$ 可以得到： $W_{\text{有}}=\eta W_{\text{总}}$ 。以及 $W_{\text{总}}=W_{\text{有}}/\eta$ 两个公式。

7. 单位法

一个公式的成立，公式两边各式单位一般相同，否则，公式是错误的。从某一物理量的单位可导出公式。例如，密度 ρ 的单位是千克/米³，千克是质量 m 的单位，米³ 是体积 V 的单位，故 $\rho=m/V$ 。

8. 比较法

将类似的公式中相同部分和不同部分分别找出，然后对不同的部分重点记忆，相同的部分联合记忆。例如，计算物体受到的重力公式 $G=\rho gV$ ，计算物体受到的浮力 $F_{\text{浮}}=\rho_{\text{液}} gV_{\text{排}}$ ，两个公式物理量相同，但其含义不同，前者 ρg 和 V 分别表示物体的密度和体积，而后者， $\rho_{\text{液}} g$ 和 $V_{\text{排}}$ 分别表示液体的密度和排开液体的体积。

物理习题“形”“质”归类复习法

这一方法是由安徽芜湖一中周青松实验并总结的。它把所学知识进行横向和纵向的串联，揭示内在规律并通过对各种习题的比较分析，挖掘问题的内涵，寻求异同，以归类或总结，从而在解题过程中不为复杂纷繁的习题混乱思绪，而能清醒、正确地解题。

1. 形异质同

例 1：轻质小车 A 和 B 的质量均为 M ，B 车上挂有质量为 $M/4$ 的金属球 C，如图所示。C 球相对于 B 车静止，其悬线长 0.4 米，两车以相同的速度 $v=1.8$ 米/秒在光滑水平面上相向而行，相碰后连在一起运动（碰撞时间很短， g 取 10 米/秒²），求 C 球摆到最高点的速度。

分析与解：碰撞时，以 A、B 两车为对象，因 C 球悬线柔软，C 对 B 作用力远小于碰撞时两车间相互作用力，两车的动量守恒。

$$Mv + M(-v) = (M+M)v'$$

$$v' = 0$$

当 C 球摆到最高点时，它相对于 A、B 的速度为 0，即此时两车及球，三者的速度相同，由动量守恒定律得：

$$mv = (2M + m)U''$$

其中 v'' 是 C 球摆到最高点时两车及球的速度，解得 $v'' = 0.2$ 米/秒

例 2：在光滑水平面上，有一质量 $m_1=20$ 千克的小车，通过一根不可伸长的绳与另一个质量为 $m_2=25$ 千克的小车相连接，一质量 $m_3=15$ 千克的物体放在小车的平板上，物体与平板间的滑动摩擦系数为 $\mu=0.20$ ，开始时，拖车静止，绳处于松弛状态，如图所示，小车以 $v_0=3$ 米/秒的速度向前运动，求当 m_1 、 m_2 、 m_3 以同一速度前进时，速度的大小。

解：在绳拉紧的极短瞬间， m_1 和 m_2 的相互作用可看作是非碰撞过程， m_3 作用于 m_2 的摩擦力的冲量可忽略不计，由动量守恒定律得：

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v_2$$

v_2 是绳拉紧时刻 m_1 和 m_2 的共同运动的速度，由上式解得 $v_2=4/3$ 米/秒在绳张紧达到 m_1 、 m_2 和 m_3 以同一速度运动的过程中， m_1 、 m_2 、 m_3 三物体在水平方向可认为不受外力作用，由动量守恒定律得：

$$(m_1 + m_2) v_2 = (m_1 + m_2 + m_3) v$$

代入数值，解得 $v=1$ 米/秒

从表面上看，例 1、例 2 两题似乎没有任何关联，但仔细研究可知，两题的题型虽异，而解题过程、思路、解题依据的定律类同，属形异质同。把这样的题目放在一起讨论，对于提高解题能力，启发和调动学习兴趣是大有裨益的。

2. 形同质异

对于形同质异类型的题目，常会犯“套用”的错误，这里的“套用”指分析方法和公式定理的套用。请看下面两例：

例 3：长度为 l 的绳子一端固定在 O 点，另一端拴住一个质量为 m 的小球，如图把球绳从水平位置静止释放，求球运动到最低点时的速度。

例 4：在一轻杆上固定着质量都等于 m 的 A、B 两球，如图，已知 $OB=l$ ， $OA=l/2$ ，O 为悬点，先使 OB 水平，然后自由释放，当轻杆运动到竖直位置 O

时，求两球的速度（轻杆的质量、空气的阻力及转轴处的摩擦均可忽略）。

分析与解：由机械能守恒定律，不难解得例 3 中小球到最低点、速度为 $\sqrt{2gl}$ 。对于例 4，很多学生也套用例 3 的方法，导致下述错解：

以 B 球为研究对象，由机械能守恒定律 $mgl = \frac{1}{2}mv_B^2$ 解得 $v_B = \sqrt{2gl}$ 。

又因 A、B 两球的角度相等，所以 A 球通过平衡位置的速度为：

$$v_A = \omega \cdot \frac{1}{2} = \frac{v_A}{1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2}v_B = \sqrt{2gl} / 2$$

这种解法的错误，在于把小球 B 受力情况与例 3 相混淆，实际上小球 B 不仅受到杆的法向力作用，此一分量不做功，而且还受到杆的切向力作用，这一分量对 B 球做功，所以 B 球的机械能并不守恒。

物理知识记忆十五法

人的一切学习都包含有记忆。培养学生的任何能力，都离不开记忆力。记忆是智慧的仓库，是智力活动的基础和源泉。在一定程度上，记忆力标志着一个人的智力水平。一个人记忆得如何，跟是否掌握正确的记忆方法有密切的关系。因此，引导学生掌握正确的记忆方法，培养和训练他们的记忆力，是教学中的一个重要的、影响深远的环节。

1. 联想法

联想，是一种创造性的活动。联想的特点是思路开阔、富有延展性、灵活性，联想能使脑神经细胞兴奋，在大脑皮层留下清晰的印迹，因而，记忆十分牢固。坚持使用这种记忆方法，有助于发展想象力，培养创造精神。

如在高中教材：“弹性碰撞”一节里，讲述了“一个运动钢球（ m_1 ）对心碰撞另一个静止钢球（ m_2 ）”的规律，推导出了两钢球碰撞后的速度表达式：

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 \quad v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

在实际处理问题时，只要记住、两式就能解决这一类碰撞问题，而不必要每次解题都要重新推导、两式的来龙去脉。学习中学生应用这两式来讨论有关问题时，常常将式中分子项的脚标搞混乱。为澄清这种混乱，可把碰撞现象与公式联系起来看，“由于是 m_1 去碰 m_2 ，我们就可把式中的分子项‘ $m_1 - m_2$ ’视为‘ $m_1 \rightarrow m_2$ ’，即把减号‘-’形象地看成为动作指向的箭头‘ $\rightarrow$ ’，把‘ $m_1 - m_2$ ’形象地读作‘运动球 $m_1 \rightarrow$ （去碰）静止球 m_2 ’（或称：主动球 $m_1 \rightarrow$ （去碰）被动球 m_2 ）”，作了如此联想后，即使以后遇到题目叙述为“运动的 B 球去碰静止的 A 球”，也能迅速正确地写出表达式来。对于式中的分子项，则只要记住它是“主动球动量的 2 倍（ $2m_1 v_1$ ）”即可。除此之外，、两式的分母均相同，无所谓记忆的困难。

2. 比较法

“比较”是认识事物的重要方法，也是进行记忆的有效方法。它可以帮助我们准确地辨别记忆对象，抓住它们的不同特征进行记忆；也可以帮助我们从事物之间的联系上来掌握记忆对象；还可以帮助我们理解记忆对象。

如：在学习了机械谐振和电谐振的知识后，可将三个周期公式列出来加以比较；

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad T = 2\pi \sqrt{LC}$$

通过对比，归纳出：三个公式的共同之处，均含有“ $2\pi\sqrt{\quad}$ ”，不同之处是根号内的物理量 L/g ， m/k ， LC ，这不同之处正是反映了谐振系统不同的固有性质。学习中在使用机械谐振的周期公式，特别是弹簧振子的周期公式时，经常将 k 号内的 m 与 k 填写颠倒，为此可作这样的对比联想：把“ L/g ”跟单摆的形状联系起来：摆线 L 悬挂在上方（对应把“ L ”写在分数线上方），摆球 mg 悬挂在下方（对应把“ g ”写在分数线下方）；把“ m/k ”形象地联想为：犹如“质量为 m 的人坐在倔强系数为 k 的弹簧沙发上”。

这种比较记忆法，在物理教学中会经常用到，如：比较电阻（和电容）

的串、并联特点；比较电场与重力场；比较重量与质量；比较左手定则与右手定则；比较 α 、 β 、 γ 衰变；比较几个守恒定律等等。

一个学生，仅在中学阶段就要学习许许多多的书本知识和课外知识，要记忆很多的概念、规律、公式和数据。仅以高中物理课本为例，学生应该掌握和记忆的物理公式，逐页数起来就达二百个左右（含导出的公式和推导的结论式），何况学生还要在各个学科上“齐头并进”！分散的、片断的杂乱的知识总是记得不多，也不能长期保持，如果抓住了它们内在的规律，把知识条理化、系统化了，就会记得又快又牢。而这种条理化、系统化的办法，就是给知识的“珠子”穿上线索。这样，原先想要记住的“一大堆”公式，便只剩下若干个主要的公式了，就好像一大捧珠子，用一根线穿起来，一下子就全部提起来了。

如：学习了“气态方程”之后，只要记住克拉珀龙方程，就可导出各种条件下的气态方程和气体的三个实验定律。

使用“规律记忆法”，能培养学生的思维能力，养成把事物联系起来思考，透过现象抓住本质，开动脑筋揭示事物内在规律的良好习惯，这对于提高学生的思维水平是极有好处的。

4. 谐音法

谐音记忆法是一种巧妙的、用途广泛的记忆方法。它可以化“难”为“易”、变“死”为“活”，把晦涩分散、枯燥无味的材料，变得诙谐幽默、流畅易记、轻松有趣。恰到好处的谐音记忆，能够激发人的学习兴趣，产生意味深长的记忆效果，并能激发人的创造精神。谐音记忆的核心，是根据记忆对象的声音编成另一句声音相似的话，来帮助记忆。

如：在几何光学知识里，有时容易把透镜成像公式 $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ 中的物距 u 与像距 v 的字母搞混淆，为此，只要记得：物距的“物”读音与拼音字母的“ u ”读音相同，凡提到物距时，就谐音地联想到拼音字母“ u ”，这样就把 u 与 v 的物理概念区分清楚了。

再如：三个宇宙速度的数值记法。可按读音编成谐音的三个短句来帮助记忆：

$v_1=7.9$ 千米/秒（谐音：吃点酒）

$v_2=11.2$ 千米/秒（谐音：要一点儿）

$v_3=16.7$ 千米/秒（谐音：要留点吃）

记忆这组谐音时，把三个谐音短句作为一个故事情节来理解，意思是：一个无钱的酒鬼去讨酒吃，向店家喊道：“吃点酒”，店家不允，酒鬼乞讨说：“要一点儿（嘛）”，店家当时余酒不多，答道：“要留点（来自己）吃”。作了这样的奇特联想后，就很容易记住这三个宇宙速度。

5. 歌诀法

“歌诀记忆法”的核心，是把一些材料编成顺口溜，赋予它们一定的音韵和节律，使材料合辄押韵，朗朗上口，易记易背。有些内容枯燥、零散的材料，难于记忆，这时就适宜借助歌诀来帮助记忆。比如在学习“原子核物理”知识时，常常需要填写核反应方程和判断核反应生成的元素，这就要求学生一般应能记得元素周期表上的前 20 号元素（化学方面的要求亦是如此），而这些元素名称是单调、枯燥的，可先把它们按序数排列：

1 氢、2 氦、3 锂、4 铍、5 硼、6 碳，
7 氮、8 氧、9 氟、10 氖；
11 钠、12 镁、13 铝、14 硅、15 磷、16 硫，
17 氯、18 氩、19 钾、20 钙。

然后编成谐音的歌诀形式（按谐音意思分类）：

一青、二黑、三黎（明），（颜色类）

四琵琶、五朋、六弹（琴）（娱乐类）

七蛋、八羊、九幅（画）（物名类）

拾奶瓶（生活类）

一男、二妹、三女（勤）（人称类）

四龟、五羚、六牛（群）（动物类）

七鹿、八鸭、九甲（虫）（动物类）

失街（亭）（典故类）

试验结果表明：这种离奇、可笑的谐音联想，给学生的印象是相当深刻、牢固的。

6. 观察法

进行观察记忆时，必须开动脑筋，分析比较，抓住特征。必须仔细观察、一丝不苟，做到准确无误，而不能“大概是”、“差不多”地马虎从事。学生的观察记忆力一般不强，漫不经心的观察不能帮助他们准确记住应记的对象。这方面经常表现在对一些物理常数的记忆上较为明显。比如记忆万有引力恒量 $G=6.67 \times 10^{-11}$ （牛顿·米²/千克²）和普朗克恒量 $h=6.63 \times 10^{-34}$ （焦耳·秒），学生时常对这两个恒量值发生混淆、模糊，只记得“大约是六点六几……”（不能准确回答）。若仔细观察可以发现，万有引力恒量中“6.67”的“7”字，犹如“力”字少了一撇，可把“力”与“7”发生联想（或用谐音来联想“力”与“7”）；普朗克恒量中“6.63”的“3”，犹如光子能量符号“ ε ”（即 $\varepsilon = h\nu$ ）反过来写。而普朗克恒量值在中学课本里，只在光量子知识中方用到，所以，可把光子能量符号“ ε ”与“3”发生形象的联想。至于记忆幂指数“ 10^{-11} ”与“ 10^{-34} ”，前者为两个“1”组成，后者为两个相邻数字“3”与“4”组成。这样，对它们的记忆就清晰多了。

7. 图示法

图示的特点是直观、容易引起联想，从中得到暗示和启发。因此，用图示方法来帮助记忆，也是一种行之有效的办法。比如：在学习热力学第一定律时，记不清三个物理量 ΔE 、 Q 、 W 的“正、负”符号之规定，可画如下的一个方框示意图。

把方框当作研究系统：凡是从外界吸收能量（ Q 与 w ）进入系统时为“正”（方框上箭头从外向内示意“吸收”），凡是从系统内部向外界放出能量（ Q 与 W ）时为“负”（方框上箭头从内向外出示意“放出”）；凡是内能增加（方框中箭头向上）时 ΔE 为“正”，内能减少（方框中箭头向下）时 ΔE 为“负”。

8. 联系实验法

间接回忆是在中介性联系参加之下实现的再现。利用演示实验和学生实验的装置形象、实验的原理图或实验的情节，来跟易混、易忘的知识挂上钩，能加深对知识的理解和记忆。比如：在“光的干涉”知识里，导出了公式。

由于这一部分“干涉”知识在学习和应用中重复的机会少；闭书作业时

常常将公式写错（分子分母混乱、颠倒），为此，联系实验在干涉实验中（如右图所示的原理图），几何尺寸最长的是暗箱长度 L ，最短的是光波波长 λ ，余下的就是双缝间距 d 和条纹间距 Δx ——取名“中等量”，它们之间的大小顺序为： $L \gg \Delta x$ 与 $d \gg \lambda$ ，我们只需将原公式变形记作 $\Delta x \cdot d = L \cdot \lambda$ 的乘积形式，再把它与实验（原理图）中的几何尺寸联系起来，就不难看出这种乘积形式的关系是：

“中等量 $\times$ 中等量 = 最长量 $\times$ 最短量”

9. 目标法

在明确识记目的、任务的基础上促进自觉识记的方法。识记的效果与有无识记的要求以及要求的具体程度和要求的长期性大有关系。为此，可从以下三方面抓起：

- （1）每章导言，交待全章学习的重点、难点及全编中的地位；
- （2）制订每节课的教学双向目标；
- （3）适时进行思想教育，讲清所学知识的重要性及作用。

使学生记有目标、学有重点，充分调动学习的主动性和积极性，促进记忆。

10. 因果法

在明确概念、规律的前因后果的基础上达到理解记忆的方法。例如，只有了解了欧姆定律的来龙去脉，知道它只适用于导体，即纯电阻，才能明确在应用焦耳定律时，应首先考虑发热体是否为纯电阻，不能乱套公式 $Q=UIt$ 及 $Q=U^2t/R$ 。因为此两式是实验定律 $Q=I^2Rt$ 与欧姆定律推导而来的，必须符合欧姆定律的条件，相应地这就从根本上记住了定律及应用条件。

11. 表象法

利用某事例在头脑中映象的形象性和概括性而引起记忆的方法。一般有以下几种：

（1）利用熟知的生活事例激发记忆。对“质量一定时、体积大的物质密度小”以及“体积一定时，质量大的物质密度大”的道理想不通、记不住，可借用生活经验：“一斤棉花一斤铁”（质量一样），棉花体积大、密度小以及“大小、形状相同（体积一定）的铜勺和铝勺”，铜勺的质量多是因为它的密度大，将抽象转化为具体，使记忆有依托。

（2）利用演示实验中的明显结论，激发理解记忆。如在进行比热概念教学时，可先让学生理解并牢牢记住“质量相等的水和煤油，吸收相同的热量时（时间相同），煤油升温快”这个实验结论。以此为基础，再让学生记忆“比热大的吸热多”及“比热小的升温快（其它条件相同）”等规律。

（3）对较难理解的抽象规律，用实验予以具体形象说明，激发深刻记忆。如电学教学中，学生对额定功率、实际功率、短接、短路的概念及串并联电路分电流、分电压、分功率的规律往往理解不深，记忆较困难。为此教师可设计如下总结性实验：

a. 将“220V、100W”，“220V、60W”，“220V、15W”三灯泡串联在照明电路中；

b. 将三灯泡并联在照明电路中；

c. 将其中任一个灯用导线并联（短接）；

d. 将整个电路（串有保险丝）短路、明显的实验结论，给学生留下深刻的印象。

12. 公式法

利用公式的物理含义进行逻辑记忆的方法。“看公式、记概念（规律），易记又方便。”如从电流强度的定义式 $I=Q/t$ 出发，理解并记忆“所谓电流强度，就是单位时间内通过导体横截面积的电量。”

13. 类比法

比较两个或两类物理量的某些相同或相似的属性，从而达到同化记忆的目的。如学生对一些具有比值定义特点的物理量，往往从纯数学观点去理解，忽略其物理含义。以至于刚弄清密度的含义，碰到比热，又重蹈覆辙。在复习时，通过类比，可将具有此类特点的物理量，如密度、比热、电阻、速度、燃烧值、机械效率等概念的共同点一并讲解，以举一反三，触类旁通。

14. 归纳法

将具有相同属性的一类物理知识，依据相互联系，综合归纳成一有机的知识整体，从而达到整体记忆的方法。如学习了力的初步。念后，相继出现了许多不同名称的力，可及时地按力的定义及力的三要素进行归类列表（表略）。通过列表比较，使学生对力的内涵和外延加深理解，便于记忆和学习。

15. 复现法

就是为强化知识在大脑中的印迹而采取多次复习巩固记忆的方法。记忆的大敌是遗忘，与遗忘作斗争的良策便是复习，即所谓“一回生、二回熟”。“复现”一般应注意：

（1）及时性。遗忘有先快后慢的特点，因而在学习新概念之后，应及时配备目标测试题，当堂的内容当堂复习强化，作业最好当堂完成；

（2）反复性。有人经过研究认为，复习的次数，可遵循先密后疏的规律，当复习到十次以上，记忆的对象就很难忘却了。为此，首先必须充分利用复习的机会。例如课前、课后复习、单元全章复习、期中期末复习、毕业升学复习，抓住学生积极迎考的心理，反复（不等于简单重复）进行强化。其次也应注意利用平时的复习机会，例如讲授新旧知识交替部分时，及时“挂上钩”、“接上头”，这样既自然得体，又省时收效快。

（3）应用性。理科知识比文科知识容易记的原因，不仅在于理科知识间联系的紧密性，还在于理科知识理解记忆多，应用练习多。在反复的练习中，多种感觉及分析器官协同活动，使大脑皮层增加了重现的可能性，这就是所谓的“百闻不如一见，百见不如一练”。

物理课堂学习指导的节奏模式

课堂教学讲究节奏，有张有弛。从信息论观点看，如果在及时反馈的信息之前，马上加上新的信息，那么吸收新的信息率是要大大降低的。因为只有反馈而且是及时反馈，才能控制系统，否则很容易出现偏离。

在课堂教学中，节奏的表现之一，是要有设问、实验、思考、归纳。同样也要有各种穿插，要使学生有喘息。其次，学生这时交头接耳的讨论，是很有效的。一般时间不宜过长（1~2分钟），一节课依照中学生特点，最好能10~15分钟就有一次小停顿，看看效果如何？反馈的信息是否理想，是否要调整讲课程序、深广度，学生是否大部分有兴趣等等。然后再讲第二个知识的高潮点。

节奏表现之二是条理清楚。一节好的课，学生不应感到模模糊糊，而是应该感到条理是清晰的，思路是明确的，结构是严密的，可信的，是可以掌握了的。

笛卡尔对问题的解决的程序用框图表示为：

前提 分解为细小部分，由简到繁，逐步解决→举例各种情况普遍加以审视

牛顿提出的框图表是：

观察实验→找出因果关系→得出普遍法则和一般的定律→发现结构和作用
不论何种模式，有一个共同点，就是感知到认知，这是一个飞跃。条理清楚，即引导学生从解决简单问题（是感知）依靠的是刺激=反应（ $S=R$ 过程），过渡到解决复杂问题（是认知）依靠的是科学概念（ $C=A$ ，即条件=动作）。它们的信息量单位、前者是“比特”，后者是“组块”（人的短时记忆的最小单位），这就要依靠把知识分解，要依靠条理清晰可辨。学生掌握这个分解，最后再是小结归纳，才会有一个飞跃的提高。

把各种框式综合起来，即是：

问题提出 = 假设法则原理方案=事实与实例=应用结果=问题解决=反馈
这中间的双向箭头，表示不断地检验、对照，理顺程序。

不同班级的学生对条理清楚的理解并不完全相同，解决的方法也不尽相同，我们曾对不同基础的学生讲授楞次定律时，一是先给结论，然后再以实验来审视（即笛卡尔的框式）；一种是完全由学生实验来得出，再归纳（即牛顿的框式），效果可以是相同的。不同的学生应有不同的程序，但结构的每一步骤目的应用是相同的，由这一步走下一步是可信的，是学生可以接受的。

节奏结构的第三点是最后的课堂“小结”。匆匆结束，小结不明确，马马虎虎提几句，就了结本节课的内容，这是一种“心理冷却”。一堂课有一节课的收获，解决一个或几个知识点。从信息论上说是有了多个“组块”，这是不可忽视的。这个小结应该是简洁的、明确的、有意义的。每一个知识点，它的最终表达是和谐的“外在证实”与“内在完整”的统一。这是科学美、教育美的重要方面。

讲课的节奏结构，来源于教师的备课，来源于教师对教材的钻研与再创造。

中学物理方法教育的模式

在中学物理教学中，进行方法教育的意义已逐渐被大家所认识。为了使方法教育在中学物理教学过程中得以实施，除了继续认识方法教育的价值外，还要建立适合中学教学实际的、有效的教学模式。作为合理的方法教育的教学模式，应满足以下几个方面的要求：

（1）中学方法教育的目的是使学生初步认识科学探究的过程，促进科学素质的形成，并为建立正确的世界观打下良好的基础；使学生学会一些科学的方法，进而提高能力。方法教育的教学模式要体现素质教育和能力教育的教学过程特征，以保证方法教育目的的实现。

（2）（自然科学的）科学方法是自然研究活动领域中行为方式，这是研究科学活动过程的途径、手段和方式。所以，科学方法的知识有过程性和操作性的特征，而我们的教学是要让学生认识这些途径、学会使用手段，因此教学模式应有利于揭示科学方法的过程，并含有运用手段的操作过程。

（3）科学方法论是关于认识世界和改造世界的方法理论。作为一种科学理论，自然有由概念、规律、原理等组成的知识体系，并具有自身的系统性。我们并不开设独立的课程（选修课除外），进行科学方法教育，只是依附物理知识教学的过程，而物理知识也有它的系统性。鉴于这样的教学背景，方法教育的教学模式必须很好解决这两个系统的矛盾，使两个教学过程有机地结合起来，相互促进，而不是相互干扰。结合的方式可以是在知识的系统中发掘方法教育的因素，用方法论的知识结构加以组织，形成一条依附知识教学系统主线的副线。

根据以上认识，杭州二中徐承捕老师对方法教育的教学的实践进行总结，提出隐性和显性两种教学模式。

1. 隐性模式

所谓隐性模式就是用反映科学认识基本过程的科学方法的一般程式去组织对科学知识的概念、规律、原理的教学过程，使学生的认识过程模拟科学探究过程。但教学过程中并不明确地去揭示所采用的科学方法一般程式的原理、各阶段具体方法的名称和有关知识。

这种模式是建立在科学的认识过程和教学的认识过程有相似之处的基础上。它们的认识过程有共同的认识对象并得到共同的结果，一般也服从共同的规律。如果教学的认识过程更接近科学认识过程，就能使学生感受科学探究过程，得到科学研究的启蒙，达到科学方法教学的目的。但由于科学方法的哲学原理是深奥的，科学认识基本过程各阶段所采用的方法是多样的，在很短的教学过程中阐明有关方法论的知识，使学生理解科学认识过程的原理是有困难的，所以采用了隐蔽的方式进行。

科学方法的一般程序可以简单地图示如下：

根据以上程式及教学的实际情况，把教学的基本过程设计如下：

方法教育的设计自然不能脱离教材而另搞一套，而是对教科书的内容加以补充、组织。另外，我们还要解决时间和效果的矛盾。因为教学过程越接近科学探索过程，学生参加探讨的活动就越多，学生对科学过程的“感受量”就越大，科学方法教育的效果就越好，但这需要很多的时间，所以要掌握适度原则，在教学时间许可的条件下，争取更好的效果。

2. 显性模式

所谓显性模式是反映进行科学方法教育时，明确指出这种科学方法的名称，传授有关该方法的知识，揭示该方法的形式，操作过程，说明原理。也就是说教师公开宣称进行科学方法的教育，学生处于有意识地接受科学方法知识的状态，教学过程的方法教育的形式是外显的，所以称为显性模式。

运用这种模式进行教学所选用的方法可以是科学认识过程中各阶段采用的方法，如观察法、实验法、理想化方法、模型方法等。也可以是解决问题过程中技巧性的方法，如隔离法、等效代替法、虚设法、特殊值法等。就每一个方法来说，涉及该方法的知识不多，形式是确定的，原理也容易接受，学生也有可能模仿进行操作练习，教师可设计目标，让学生达成。而且这些方法的掌握是形成能力的基础，从培养能力的角度来看是必要的。

这种教学实质是知识和技能相结合的教育。教学过程要阐明方法的定义，方法操作的基本形式、作用、原理依据和适用范围。而且还要有操作练习。

下面以理想化的方法为例，说明这种教学过程。

(1) 通过特殊到一般的过程，概括理想化方法的定义。第一步在学习质点、单摆、理想气体、自由落体、匀速圆周运动、简谐振动等概念以后，对它们作对比分析，它们虽然有的是理想的“实物”，有的是理想的过程，但它们的共同点是对客观存在的纯化反映，是抽象的绝对理想形态，所以我们把这些称之为理想模型。在介绍伽利略的一些理想实验后，又指出这类的实验是纯化条件，塑造理想过程，进行逻辑推理而得到一定的结论。

第二步把理想模型和理想实验作比较。指出它们不同点：理想模型是作为一种形态的形式存在，而理想实验作为一种推理过程的形式存在。它们的共同点是以可靠的事实为基础，经过抽象思维，抓住主要因素，忽略了次因素。从而更深刻地反映客观，这样的方法就是理想化方法。

(2) 通过理想化方法的展示，明确理想化方法的形式和操作方式。理想化过程是抽象过程，这个抽象的内容是提取主要因素，所以展示过程就要对对象所含的因素进行分析，根据研究问题的需要和具体情况确定主要因素和次要因素。保留主要因素略去次要因素，再根据主要因素的特征，建立模型。作这样的抽象可以是理性分析，如一个物体有大小、形态、刚性等外表形态和质量等内性质。为了研究物体的整体运动状态，在物体处于平动和物体大小比运动的空间小得多的两种情况下，大小、形状、刚性等均为次要因素，而质量为主要因素（这一点学生在学完牛顿第二定律才能体会到），于是建立只有质量而无大小的质点模型。有时也可用实验的方法来说明理想化过程和它的合理性。

(3) 运用模型的过程中体会理想化方法的作用。在理想模型基础上建立的定律有简洁性特征，而且实验可说明结果又与实际符合得很好，我们可以用事实说明以上两点，如在单摆模型基础得出的周期公式很简单，但用它来测定重力加速度时，获得的结果也很准确。学生在接受这些事实的情况后，能体会到理想化方法的作用。

(4) 在逐步理解理想方法的基础上，参与“理想化过程”，对几个典型的模型进行理想化过程的分析，以作为练习。也可以在习题中进行把实际对象转变为理想模型的练习。

显性模式的教学过程要处理好系统性问题，学生接受一个方法的知识需要过程，如果不安排好次序，会影响教学效果。组织这个系统可以从两方面

着手，一是挖掘教材中的方法教育因素，二是分析方法过程特征。另外还要处理好各方法之间的关系，在有限的教学时间内只能选用几个主要的方法进行教学。教学中也可以把各方法作比较，如学生会把理想化方法和模型方法混淆，我们可以指出前者是设计模型过程中的手段，而后者则包含模型的建立、检验、修改，从模型中推导出假说等多个过程的理论思维发展的方式，从而把两者加以区别。科学方法还具有层次性，前面提到的这些自然科学方法中含有推理、分析和综合、抽象等逻辑方法，这些方法是自然科学方法的元方法，教学中不必对元方法展开深入讨论。自然科学方法中还含有哲学原理，根据学生可接近性原则，也只能“点到为止”。

两种模式不是完全对立的，隐性教学过程中可以有显性的表现，为了教学的方便，提出方法名称，很简单地指明方法的手段，也是必要的。显性模式中也有隐蔽阶段，显示科学方法是教学的需要，一个方法在中学物理知识系统中多次用到，不可能也无必要让它全部地显示出来。

观察学习指导方法

“观察法”教学法，就是通过认真观察、演示实验或自己操作的实验，经过思考、讨论，得出正确结论的方法。这个教学法的模式，可归纳为如下五个环节：（1）创设物理情景，提出问题；（2）给出观察内容；（3）学生认真观察，记录观察现象；（4）分析观察结果，得出正确结论；（5）将结论加以延伸和应用。其中（2）、（3）、（4）三个环节可以分层次循环进行。在应用此法之前，必须教给学生正确的观察方法，对于由现象鲜明的实验总结出的规律、概念或基本仪器的教学均叮适用。

下面试以“浮力”的教学为例加以说明。

创设情景，提出问题。分别把木块和铝块淹没在水中，放手后木块上浮，铝块下沉。提出问题：木块上浮显然受到浮力的作用，那么，铝块下沉有没有受到浮力的作用呢？

给出观察内容：观察 1，把挂在弹簧秤下端的铝块逐渐浸入水中，观察弹簧秤的示数。观察 2，分组实验，每组有如下器材：装有适量液体的量筒（不同小组可用不同液体）、弹簧秤、铝块、线。把铝块挂在弹簧秤下方，并按照实验步骤和要求，认真观测并记录数据。

实验步骤：（1）铝块在空气中；（2）让铝块的一半的体积浸入液体；（3）让铝块的四分之三的体积浸入液体；（4）铝块浸没在液体中；（5）铝块浸没后继续下沉（不碰底）。

记录数据：（1）弹簧秤在各个步骤中的示数如何变化？并记下读数；（2）在各个步骤中量筒中的液体所到达的刻度如何变化？并记下读数。

观察和记录：从观察 1，必须看到弹簧秤的示数在减少；从观察 2，要求能正确读数，填好表格。

分析观察结果，得出结论：（1）在液体中下沉的物体也受到浮力的作用；（2）浮力的大小通过弹簧秤读数差得出；（3）浸在液体中的物体受到的浮力大小与物体排开液体的体积有关，与浸没的深度无关，浮力与排开液体的体积都可以从所记录的读数中算出；（4）物体受到浮力与物体排开液体这两个现象是同时发生的。

分析上述（4）的结论：这两个现象既然同时发生，它们之间就可能存在某种关系。浮力是力，排开液体的重力也是力，并根据观测到的数据，寻找两者之间的定量关系，从而得出“阿基米德定律”。

实验探索学习指导法

“实验探索学习指导法”就是应用已学过的知识与技能，自己设计实验来探索物理概念或规律，从而获得知识的方法。这个教学法的模式，可以归纳为以下五个环节；（1）创设物理情景，提出难度适当的问题；（2）根据已学过的知识和实践经验，由提出的问题开展思维活动，进行合理的猜想；（3）设计各种实验方案来验证猜想，共同寻找并确定最佳实验方案；（4）进行分组实验，取得实验数据，对实验数据进行分析、判断，从而得出正确的结论，获得知识；（5）把探索得到的知识加以应用，即组织知识的正迁移。应用此法时，教师应先精心设计出比较简便的实验，以保证大多数学生通过实验能得出正确结论。凡属规律性的物理知识或者有关物质属性的物理概念的教学都可应用。

下面试以“玻意耳—马略特定律”的教学为例加以说明。

创设情景，提出问题；18世纪中期，瓦特改进了蒸汽机后，掀起了第二次工业革命的浪潮。由于蒸汽机的主要工作物质是气体，于是不少科学家都致力气体性质的研究。前面已学过，描述气体状态的参量有：压强 P ，体积 V 和温度 T 。那么要正确确定这三个量之间的关系，研究的思路应如何呢？应该是：先保持其中一个量不变，确定另外两个量的关系，再研究三个量同时变化时所遵循的规律。因此现在要研究的是：一定质量的气体，当温度不变时，它的压强与体积有什么关系？

进行猜想：有的认为，气体的体积增大，压强也随着增大，它们之间可能成正比；有的持相反意见，认为气体的体积增大时，压强应减小，压强与体积可能成反比，等等。

设计实验：要求各组独立设计实验，并画出记录数据表格。并注意如下问题：（1）如何获得一定质量的气体；（2）如何保持其温度不变；（3）如何多次改变气体的体积和压强，并能测出每次体积与压强的数值。

从各种各样的方案中，讨论选用本节课最简便的方案做实验后，全面叙述实验步骤及应注意事项。

分组实验，得出结论，根据实验数据，寻找规律：由于气体的体积（ V ）增大时，压强（ P ）就减少，所以首先想到了他们之间可能成反比，随即提出了两种验证方法；（1）看 P 、 V 乘积是否为一恒量；（2）画出

$P - \frac{1}{V}$ 的图像，看看是否为一过原点的直线，从而得出玻—马定律的正确结论。

加以应用：讨论玻—马定律在实践中的应用。

探索发现学习方法

发现法的倡导者是美国的布鲁纳，是以发展探索性思维为目标，以学科的基本结构为内容，以再发现为步骤的学习方法。

学习物理课程，不仅要掌握知识本身的内容、特点，而且要掌握获得知识的过程。

运用发现法的一般步骤是：

(1) 提出带有探索性的问题，带着问题进行观察一些具体事实，或进行实验；

(2) 根据观察、实验的结果，或根据已知理论进行推理，提出有关现象的原因、概念之间和数量之间的联系等推测，再进一步思考，或再进一步实验……；

(3) 把已有的知识与研究的问题结合起来，进行对照分析，抽象概括，通过学生的探讨，得出概念或结论。

例如，学习“电磁感应”课题，教师首先在学生原有知识的基础上，提出新的思考方向：电流可以产生磁场，磁场能否产生电流呢？

学生在实验环境中，进行探索：

首先，做两个实验，将一个连有检流计的多匝闭合线圈，从一个固定磁场的两极间拉出，如图甲所示，观察到检流计指针发生偏转。

仍利用上述装置，让闭合线圈固定不动，而移磁铁，同样观察到检流计指针发生偏转。

通过上述实验，自然会得出结论：只要闭合线圈和磁场有相对运动，在线圈中必然产生感生电流。

接着，思考上述结论是否正确？还需要由实验事实来回答。为此，再做一些实验，进行探索。例如，在一个作用区域较大的恒定磁场内，使一个连有检流计的多匝小闭合线圈在其中水平运动，但不出恒定磁场范围，如图乙所示。观测到无论线圈动得多快，检流计都没有指示。还可以反过来，小线圈不动，让磁铁移动，检流计仍然没有指示。

这就是说，闭合线圈与磁场有相对运动，不一定会产生感应电流。可见上述的结论是不确切的。

然而，探索工作已见到成效，即回答了磁场也可以产生电流。这时，可进一步探讨：闭合线圈中产生感应电流的决定因素是什么？

通过学生实验、思考，最后总结出，决定因素是穿过闭合线圈的磁通量发生改变。

这种根据问题和任务，积极、主动地探索，发现问题再探讨，最后得到解答或结论的方法，属于学生半独立地学习方式。

上述的程序，如果不是由学生亲自探索，而是由教师结合实验讲解，当然也留有余地引导学生得出结论，则也可叫做探索发现式的讲授法。可见，叫什么名称是次要的，要知道，探索发现法作为学习法之一，关键是组织好学生的学习活动。对教师的要求也要提高：教师应向学生提出要解决或探索的问题，使学生明确“发现”的目标；创设研究问题的情景，指导学生探索、思考，以及推测各种可能答案，寻求问题的正确结论。

探索发现法对发展学生的认识能力，探索能力和创造精神是有益的。

类比学习三法

类比方法也称类比推理方法或类推方法。它是根据两个（或两类）不同对象的部分属性（包括成分、性质、结构、功能，等等）相似，而推出这两个（或两类）对象的其他属性也可能相似的一种逻辑推理方法。它的基本模式是：

A 对象中有：a b c d

B 对象中有：a' b' c'

所以，B 对象中可能有 d'。

类比的推理方法是从特殊到特殊，它与从特殊到一般的归纳法及从一般到特殊的演绎法关系如图所示。由图可见，类比法是一途径短捷的推理方法，它把归纳法和演绎法简并为一个过程。

与演绎法和归纳法相比，类比法的或然性最大，但它却是最富有创造性的一种推理方法。演绎推理是一种必然性推理，可由正确的前提推出可靠的结论。但推出的结论并没有超出前提的范围。所以，运用演绎推理无法推出新的一般原理。科学上大量使用的不完全归纳推理也具有或然性，它虽能从具体特殊推出新的一般原理，但却需要较多的事实贮备。而类比推理却可以挣脱现成原理的约束，以最少的事实基础，最短的推理路径而推出结论。在广泛的范围内把看上去差别很大，甚至风马牛不相及的两个事物联系起来，从而发现新的原理。

中学物理学习中常用的几种类比方法：

作为一种重要的具有创造性的方法，类比方法在中学物理教学中是十分常见和常用的。主要的有：

1. 等效类比

所谓等效类比就是：根据 A 对象和 B 对象某方面的等效性，推出两对象在其他方面也具有等效性。例如右图中，吊车内有一摆长为 l 的单摆。当吊车以加速度 a 向上运动时，单摆的振动周期多大？（摆角小于 5° ）。

本问题若直接下手求解比较繁难。但我们知道，若单摆竖直挂在吊车中，当吊车加速向上运动时，悬线拉力 $T=m(g+a)$ （m 为摆球质量），这与吊车不动而重力加速度增为 $g'=g+a$ 的情形等效。将此结论外推到上图情形，可将单摆的周期与升降机静止不动、而重力加速度增为 $g'=g+a$ 的情况等效。即

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g+a}}$$

2. 因果类比

因果类比是以一对象中各因素之间的因果关系为桥梁而进行的类比推理。具体地说，因果类比是借助 A 对象的因果关系来概括科学事实，探索与之相似的 B 对象的原因（或结果）。

例如，借助重力场中的因果关系的类比，我们可以推出静电场的一些性质，即重力做功也与路径无关，所以，在重力场中可以引出重力势能概念；重力做正功，物体的重力势能减小；重力做负功，物体的重力势能增大……静电场力做功也与路径无关，所以，在静电场中可以引出电势能概念，电场力做正功，电荷的电势能减小，电场力做负功，电荷的电势能增大……这种因果类比目的在于探索结果。

又如，光的波动性也是通过声的类比而得到的。即声有空间传播、反射、折射、干涉和衍射等现象，其原因在于它的波动性。光也有空间传播、反射、折射、干涉和衍射等现象。所以，光也可能具有波动性。这种因果类比目的在于探索原因。

3. 对称类比

对称是自然界中一种普遍现象。抽象地说，甲和乙对称即指甲和乙的关系与乙和甲的关系完全相同。所谓对称类比就是：根据 A、B 两对象在总体上对称，推出 B 对象可能存在与 A 对象相似的某些属性。

程序题学习指导法

此法就是根据教材结构，把教材的重点、难点和学生的疑难所在编成一系列问题，在课堂中提出，组织学生讨论，再由师生共同总结，从而使使学生获得新知识的方法。这个教学法的一般模式大致是：提出问题；讨论问题（包括议论和争辩）；解决问题（得出结论，获取新知识）。但是在具体问题讨论中又包含着三个层次，即学习（提出问题和讨论问题），掌握（解决问题）和创新（学生提出新见解或灵活运用所学知识）。应用此法的核心是设计好难度适当、概念性强、思想性强的讨论题，要让讨论的重点落在对物体意义的理解、对物理过程的分析、对物理现象的解释上面；讨论题要有梯度，能吸引所有学生参加讨论，让不同程度的学生均有话可说，题目难度应是使中等水平的学生“跳一跳，摘得到”，还要注意创造融洽、和谐的讨论气氛。一般课题都能运用此法，对于新课内容是由旧知识推理而得，知识综合应用的课尤为适用。

下面以“带电粒子在磁场中的运动”的教学为例加以说明。

问题一：如图，一个带正电微粒 q ，垂直进入匀磁场中，其初速度为 v_0 ，设磁感应强度 B 足够大，粒子重力不计，问粒子将做什么运动？为什么？

由于粒子在 A 点时所受洛伦兹力 f 与初速 v_0 垂直，不少学生误认为粒子将做平抛或类似平抛运动。经过争论，逐渐认识到由于 f 与 v_0 时刻垂直，所以粒子做圆周运动。

教师追问：“粒子是做匀速圆周运动还是做变速圆周运动？”经进一步讨论后，学生认识到：由于 $f=qBv$ ， q 、 B 、 v 都为定值， f 的大小就不会改变，且方向时刻与 v 垂直，故粒子做匀速圆周运动。

问题二：若粒子的质量为 m 、磁感应强度为 B ，请推导出粒子做匀速圆周运动的半径 R 和周期 T 的表达式。

学生利用洛伦兹力的公式，结合圆周运动的规律，在教师不作任何提示的情况下，大多数都能自行推出正确的结论：

$$R=mv/qB; T=2\pi m/qB。$$

问题三：试分析粒子轨道半径 R 、周期 T 与哪些因素有关？有什么关系？

问题四：若带电粒子以相同的速度 v ，分别垂直进入匀强电场 E 和匀强磁场 B 中，试比较它们的不同。（a）应从哪些方面来比较？（b）结论如何？

让学生充分讨论后，教师用表格和图示从力和运动（力、加速度和运动状态）及功和能两方面进行比较，作为本节课的结束。

通过上面叙述可知，当学生推出 R 和 T 的表达式及分析它们与哪些因素有关后，就完成了第一层次——学习；这时，教师可设计有关的课堂练习，当学生能独立的完成这些作业后，就完成了第二层次——掌握；当学生弄清楚带电粒子分别进入匀强电场和匀强磁场的区别后，就完成了第三层次——创新。

问题讨论学习法

问题讨论法是指教师根据学习内容和学习目的，事先提出问题，学生通过各种途径，除阅读课本外，一般还应阅读其它参考资料或其它版本的教材，进行各种观察、实验，搜集资料，作好充分准备，然后进行讨论，获得知识，发展能力。

例如：学习“楞次定律”课题，学生们事前准备，进行实验所用的器材可以是不同的。有的学生按照课本中的叙述，用一个磁棒，一个线圈和一只电流表，两条导线，做一些实验（图甲），进行观察，取得资料。有的学生参阅其他书籍，用另外一些设备，做了如图乙所示的实验。

还有的学生从其它版本的教材中发现，建立楞次定律的途径不是唯一的，他没有采用实验归纳法来建立楞次定律，而是采用了演绎推理法，从能量守恒定律出发，分析感生电流的方向，最后再用实验验证。

在上述准备前提下，学生已经通过自己的学习取得了初步认识，再通过相互交流的讨论，是很有意义的。

实际上，在学生独立地或半独立地分别学习各种参考书，相互交流时，可以发现在一些内容上的表述是不完全相同的，例如关于楞次定律的表述有如下若干种：

“感生电流的磁场总是要阻碍引起感生电流的磁通量的变化。”

“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。”

“感生电流的方向，总是使得它所产生的磁场来阻碍引起此感生电流的磁通量的变化（增多或减少）。”

“感生电流的方向总是要阻碍穿过线圈的磁通量的变化。”

“闭合回路中的感生电流具有这样的方向，它产生的磁通量，总是力图补偿引起感生电流的磁通量的改变。”

“感生电动势有产生电流的趋势，所产生的电流有阻碍产生感生电动势的作用。”

采用问题讨论的学习方法，学生们在阅读资料过程中，就会自发相互开发，相互讨论，找出它们的共性，加深对问题的理解。

这样学得的知识能保持较深的记忆，讨论中还能增长新知识，活跃思想，增强兴趣。

运用问题讨论学习法时，要注意：

（1）应明确讨论的具体要求，对讨论可能提出的问题要有充分的估计；
（2）要事先分别阅读各种参考书，掌握阅读方法，认真思考，积极准备，做一些实验，或进行对现象的观察，写好发言提纲，要有观点、有材料、有分析、有结论。防止讨论脱离主题，流于形式；

（3）讨论过程中，要善于独立思考，充分发表自己的见解，并能对不同的意见展开讨论。最后，教师要对讨论的问题作出明确的结论。

自学讨论学习法

“自学讨论学习法”就是由教师指示阅读要点，公布自学提纲，学生阅读课文，然后进行质疑、讨论，最后由教师讲评、总结，从而使学生获得知识的方法。这种教学法的一般模式是：公布提纲，自学议论，全班讨论，学生质疑，答疑总结和检查效果。应用此法时应注意循序渐进地培养学生理解和归纳知识的能力，重视教材中研究问题的方法。

讲演学习法

“学生讲演学习法”，就是在教师的指导下，发动学生认真备课（以大组为单位），然后派代表上台讲演并解答教师和其他学生质疑的方法。这个教学法的一般模式是：（1）课前（或课内）分配讲演内容；（2）师生共同备课（包括准备实验、教具等）；（3）学生讲演、答疑；（4）教师小结。应用此法要注意选好教材，演讲对象必须由全班同学轮流担任，并做好充分的准备工作，凡属知识应用性的教材或属知识归纳型的复习课都可应用这种方法，后者可作专题演讲。

物理知识的系统化学习法

对于初步具有了逻辑思维能力的中学生来说，学习中应注意遵循系统性原则，善于掌握物理知识的网络系统，提高学习技能，养成科学的学习方法。

物理知识的意义体现在它产生、发展的整个过程。这个过程一般包括：问题的提出、实验、提出假说、逻辑推理、再次实验并得到结论。这个过程既反映了物理科学发展的真实面目，也反映了人的思维发展的规律性，当然也符合人们认识事物的规律。

物理知识之间存在着错综复杂的关系，对物理知识的掌握与理解，在很大程度上取决于对知识间关系与联系的把握程度。如果学得的知识支离破碎，各不相联，破坏了它的整体性，那么对知识就无法记忆、理解和巩固，当然也谈不上知识在实践过程中的运用。在一定意义上讲，学习的过程就是建立与探索知识之间的关系与联系的过程。

1. 知识的纵向关系与联系

物理知识的纵向关系与联系，就是从物理知识的产生、发展和得到结论的过程中，建立知识的顺序性联系。这种联系不应是表面现象的外部联系，而应是内在的本质的联系。不能只是记住物理概念、定律的词句，而应掌握其深刻的含义。物理原理、定理和定律，一般都可写成公式的形式，而探索物理公式的来龙去脉，并由此扩展来寻求物理知识内容的关系与联系，是掌握其系统性的好方法。

物理公式可分为四种基本形式：定义式，由定义直接得出，如：压强公式、速度公式；实验式，根据实验数据的规律性得到的结论，如欧姆定律、电阻定律；理论推导式，运用物理定义、概念和实验数据，并由数学的和逻辑的推理过程得到的公式，如动能定理，机械能守恒定律；假想式，它是在不充分的实验条件下得到的结论与推理想象的共产物，如原子物理学中的一些公式。对于不同的物理公式，要掌握其内涵和外延，需要了解与把握的内容也不一样，而应有所侧重：定义式的意义；实验式的实验过程；理论推导式的依据和推导过程；假想式的前提条件和依据等。

2. 知识的横向联系

知识的横向联系，就是反映知识间具有类比关系与平行关系的联系。比较是思维的一种基本形式，通过比较可以找出知识间的共同点与差异点，从而使物理概念的内容更清晰、物理规律的内容更全面。例如研究电场、磁场以及重力场的性质，可以把它们进行比较，从而找出场的共同性质和各自特点；再如：交流电与直流电、功与能、串联电路与并联电路，都具有横向的密切联系都可以通过比较来研究这些概念。

物理学的内容包括力学、热学、声学、光学、电学、原子和原子核运动变化的规律，能量守恒定律是联系这些知识的纽带。在物理教学中，可以在一章或一个阶段学习之后，通过编写系统提纲或画出知识系统图等形式，将物理知识归纳分类，形成严密的体系，以便提纲挈领、举一反三。

四步启发式物理学习指导法

疑，即疑问；疑惑，亦曰疑义、疑难。众云：获知始于生疑。充分地调动学生善于质疑、设疑，启发他们排疑、解疑，帮助他们消除学习心理上的障碍，逐步掌握科学的学习方法，促进他们顺利地运用旧知识来同化新知识，跨越知识间的难度障碍，是物理教师的又一重大教学任务。从指导学生感知、认知，获知的原则出发，湖北省道城一中余拱焰老师设计并运用了“四步启发式”课堂学习指导法，即“自学质疑——精讲释疑——讨论排疑——练习解疑”。现就其构思分述于下。

1. 自学质疑

指导自学无疑应是物理教学的基本方法之一。这里所要求的自学，不是一般浏览教材，而是阅读——钻研——思考。通常要先给出阅读思考题（并非普通的陈述教材内容的阅读提纲，而是具有一定思考性、能加深理解教材内容的思考题），并在课堂上留出一定时间（以减轻学生的课外负担）自学阅读。教师通过巡视和观察，了解不同问题，予以个别指导，及时发现各类学生自学时出现的不同情况，引导他们逐步养成正确的阅读方法，即要能抓住教材的脉络（知识间的联系及基本思路）和要点（重点、难点），能大胆的质疑。

阅读——钻研——思考到阅读——质疑——理解的过程是完成自学任务的基本过程。经历了这样的过程，就能逐步地由“不读书”到“读书”；由“不会读书”到“会读书”，并能逐步地学会从课本中发现物理教材叙述的特点和研究问题的方法，掌握物理思维的技巧，不断地提高自学的自觉性和独立性，逐步地适应物理学习的要求。

2. 精讲释疑

学生在自学过程中遇到了一些不懂的问题，引起了疑惑，产生了疑问。

精讲是在学生通览教材并经一般性思索的基础上所进行的讲解。因此，要用精炼而概括的语言把重点或难点讲透。要做到这一点，教师必须善于在学生所掌握的全部知识储备中把解决面临疑难所需要的那些知识抽取出来，通过精讲来启发他们进行灵活的应用。

精讲一定要抓住学生难于接受的内容、易于混淆的内容和带共性的内容，要注重物理过程的分析，介绍物理问题的研究方法。只有这样，学生才能集中注意力，才能按照自己思考的路子抽取其需要的知识，用以填补思路中的“空白”，连接思路中的“断点”。

3. 讨论排疑

物理知识不仅是物理科学的结论，而且包括物理思维的过程。凡是学生能解决的问题，尽量交给他们自己去解决；经过教师引导、点拨后能解决的问题，也尽量交给他们去解决。有了这样一个机会，能促使学生在自学过程中潜心思考，提高使用参考书和工具书的积极性；也能逼使他们在教师精讲过程中独立分析，提高为取得讨论发言权而积极寻找理论根据的自觉性。

讨论的过程，也是培养学生思维能力的过程。因此，教师要善于“激疑”，善于提出适量的表面矛盾，让他们深思，让他们亲自体验一下“跳起来摘桃子”的心情，从而激发出深入求知的兴趣。

通过议论，可以培养学生运用物理语言的表达能力，消除学习的畏惧感，

具有相同见解的学生产生学习的快感，具有不同见解的学生欲罢不能，仍有困惑的学生在教师的引导下能顺着问题的线索去寻求解决的思路。这样，讨论的过程就变成了排疑的过程。通常情况下，疑难经过争议、讨论之后，基本上能得到较为完善的答案。

4. 练习解疑

练习的过程是运用已学过的旧知识解答新疑难的过程。通过解题练习并从相互联系和相互依存的关系中对抽象出来的概念与规律进行反思，使前后知识相互挂钩衔接，促进智力的发展和知识的迁移。

解题就是练习，就是解疑。为此，课堂学习时，必须对学生进行解题方法的指导。要掌握解题思路，即能正确理解题意，能抓住问题的关键，灵活地选择有关概念和规律分析、推导，达到问题的解决；还要善于以物论理，能简要地运用语言文字。对于格式、步骤、单位选用、取值方法等都应规范化，以利于培养严谨、认真和求实的科学态度。

还有必要加强“题后小结”和“编题活动”，进行单元小结、章节小结或体会最深刻的某一内容的小结。这样，不仅有利于熟练地运用物理知识，还有利于进一步排除疑难，有利于理清知识间的脉络和联系，提高综合、归纳和探索的能力。

五程序循环课堂学习指导法

这是根据陕西省文峰中学杨新民老师实验并总结的“五程序循环教学法”而设计的。运用这种学习指导法，可以激发学生的学习兴趣，培养和增强学生的观察能力、自学能力、分析问题和解决问题的能力，大面积提高学生的知识水平。程序图示如下：

1. 课前预习

课堂讨论(约 10 分钟) 教师精讲布置作业(约 5 分钟) 解疑补漏(约 10 分钟)

1. 课前预习

课前预习是学生理解和掌握教材内容的关键环节。以前大部分学生没有预习的习惯，学习没有目的，没有信心，始终处于消极状态。学习后很少得到成功的愉快。鉴于上述现象，指导预习时，对每节授课教材拟出预习提纲，这些提纲既针对教材重点、难点，又与学生自己的生活环境相结合，使学生主动地在生活中观察物理现象，分析物理现象，带着问题去预习，带着知识去实践。例如在讲授“光的直线传播”这节教材时，试拟了如下预习提纲：

(1) 什么叫光源？在你的生活中找出几种光源，并说明光有哪些效应。

(2) 光是有能量的，说出你所列举光源的能量转化关系。

(3) 你的生活中哪些现象能够说明光是直线传播的？哪些方面又是利用了光的直线传播性？

(4) 什么是物体的影，什么情况下出现本影与半影？半影区的大小与光源发光面的大小有什么关系？你能设法消除本影吗？

这样，做到有的放矢，学生自然地把物理知识与生活现象联系在一起，既培养了他们的观察能力和自学能力，又使课堂听讲变得轻松愉快，兴趣浓厚。在预习中要求学生人人做到三读：一是通读，做到大概了解；二是结合问题或提纲要求精读；三是研究重点和难点，并适当做笔记，以便在讨论、听讲时重点注意。

2. 课堂讨论

每节课中先安排 10 分钟讨论时间，让学生带着课前的预习知识和预习问题相互讨论，取长补短。为使课堂气氛更加活跃，要求学生讨论时要做到“两答一议”。两答：回答预习提纲上的问题，让对方试听后进行补充；回答周围同学提出的新问题。一议：与周围同学议论，研讨疑难，这样，可以消除由于自尊性和自卑性对学习造成的不良影响，消除学习上的两极分化，使学生的成绩得到大面积提高，口头表达能力也得到锻炼。同时，教师巡回检查学生的预习情况以及讨论情况，督促后进生的预习、讨论，解答部分学生的疑问。

3. 教师精讲

课堂安排 20 分钟的教师讲授时间，并要求：语言精炼，抓住关键，讲清重点，突破难点。听讲时既要注意听那些自己基本弄懂的却与自己的见解不完全相同的内容，又要专心听比较疑难的问题及研究问题的方法。接受能力弱而注意力又不集中的学生要主动地多回答问题。同时要注意教材的重要知识、重点知识以及教材难点，有明确的认识目标。对课堂演示实验应要明确观察什么、分析什么。有些演示实验不仅要观察实验的静态现象，还要观察到现象的变化和发展过程。例如：演示光的全反射现象时，不要一开始就同

时观察入射角不同的几条光线，而是用一束光线，逐渐改变它的入射角，就可以看到折射光的方向逐渐在相应地发生变化，同时也能观察到折射光和反射光的变化，当入射角等于临界角时，折射光完全消失，反射光线最强。

4. 解疑补漏

经过课前预习、课堂讨论、教师讲解三程序后，绝大部分学生已经达到了认知目标，但此时，还会出现智力较迟钝的学生仍有不解之疑，智力发达的学生也会提出与教材知识有关的新问题，为此，课堂安排 10 分钟，让学生进一步相互讨论，提出疑问，教师慎重而准确地进行解答。解答问题方法要灵活，可以是教师讲解，师生对话，学生讨论等；也可以采用“不教之教”法，有意回避问题，让学生独立钻研问题。问题解决之后，针对教材的基本概念、规律及重点、难点，可在教材的练习或习题以及参考资料上选一些题，让学生讨论或独立解答，这样既深化了所学知识，也减轻了学生的课外负担。

5. 布置作业

(1) 安排下节教材的预习提纲。预习提纲将是学习下节教材的“指南针”，直接影响着新知识的接受效果，因此，要精心编写预习提纲。同时，要对预习提纲做简单的提示，给学生造成“悬念”，有利于激发起学生的兴趣。(2) 布置书面作业、课外小实验、小制作等。布置书面作业时，要引导学生纠正上节课作业中的问题，以防后患。小实验要写出实验报告，小制作要写出“说明文”。

问题探索指导十法

中学物理教师应如何指导学生在研究、探索问题呢？龙岩一中赖安章老师总结了下列十种基本方法：

1. 提问法

法国著名文学家巴尔扎克认为：“打开一切科学的钥匙都毫无异议的是问号，我们大部分的伟大发现都应该归功于‘如何’，而生活的智慧大概就在于遇事都问个为什么。”这说明学生在学习中要善于提问，提问大概有两个途径：

（1）目标法。教师根据教学大纲和教材的要求，向学生提出学习目标，然后由学生自己去研究、探索。例如，在学习《机械效率》这一课题时，可以提出下列一连串的问题：为什么要研究机械的效率？如何定义机械效率？怎样计算机械效率？机械效率的数值范围是多少？如何提高机械的效率？此外教师还可以利用课外作业的形式引导学生研究和探索问题、如在学完《大气压强》后，要求学生解答：“如已知大气的压强和密度，能否粗略地算出地球表面大气层的厚度？”

（2）质疑法。要鼓励学生在观察、实验和阅读中提出各种疑问。我国宋代学者陆九渊说：“小疑则小进，大疑则大进。”说明质疑在学习中有巨大作用。质疑从何着手呢？在学习课文、实验、练习时，有不明白、不理解的地方提出问题。对观察到的物理现象有疑惑不解之处可提出疑问。课文的论述与日常生活中的说法有不尽相同时可提出问题。如物理的功的概念和一平常所说的“劳苦功高”、“徒劳无功”的功的含意是否相同？又如离心干燥器把水甩干时是否离心力的作用等。对课文论述或教师讲解有不同看法时，也要鼓励学生能大胆地提出问题，勇于阐明自己的观点。

2. 观察法

俄国生理学家巴甫洛夫说：“应当先学会观察、观察。不学会观察，你就永远当不了科学家。”学生首先要认真观察教师演示的图表、模型和实验。其次是通过参观，学会对自然现象和科技发展情况的观察。在研究、探索中应如何进行观察呢？

（1）要加强目的性。亦即扣紧问题和目标进行观察。比如，教师演示一个内燃机模型，究竟要观察什么呢？目的就是弄清内燃机怎样使汽油在汽缸里燃烧使热能转化为机械能，而且能使这个过程持续不断地进行下去。只有扣紧这个问题，才能理解其工作原理，掌握一循环，四冲程，飞轮转两周的要领。

（2）要抓住特征。现象常常是纷繁复杂、变化万端的，在观察时必须抓住特征。比如观察沸腾现象，其主要特征就是液体表面和液体内部同时汽化。

（3）要弄清本质。瓦特观察煮开水时，蒸汽把锅盖冲开，说明热能可以转变为机械能，从而发明了蒸汽机。牛顿观察苹果落地，发现物体间有互相吸引的力，总结出万有引力定律。阿基米德浸在浴盆里洗澡觉察到浮力与排水量的关系，从而总结出阿基米德定律。因此，学生在学习中观察各种现象时，要研究其本质，探索其规律。

（4）要善于运用现代科技手段。有些现象过于微小或过于遥远，有些变化过于快捷，或瞬息即逝，光靠人的五官难于观察清楚、准确，因此，必须借助显微镜、望远镜、幻灯、电影、电视和计算机等等。日本出版了一套物

理实验的录像，图像清晰，实验准确、生动、讲解明白，富于启发，还留有思考问题让观众研究、探索，可以收到很好效果。

3. 实验法

某些自然科学是以实验为基础的，研究、探索的基本手段是实验。伟大的发明家爱迪生说：“我平生从来没有做过一次偶然的发明。我的一切发明都是经过深思熟虑，严格试验的结果。”爱迪生一生的发明，在专利局登记过的就有 1328 种。就拿其中一种电灯泡来说。巴，为了解决灯泡里的灯丝材料，他就做了近 2 千次试验。法拉第研究电磁感应现象，主要也是通过实验，经过 10 多年的顽强奋战，终于在 1931 年发现了电磁感应规律，为人类进入电的世界开辟了一条康庄大道。

要掌握实验法，一要有熟练的实验技能，二要理论与实践相结合。实验一般可分为下列三种：

(1) 验证性实验。实践是检验真理的标准，用实验可以检验原理、定律和公式的正确性。如果实验结果与原理推算的理想数据相差甚远时，一种可能是实验有问题，要分析误差，改进实验；另一种可能是原理有问题，可根据实验的结果对原理进行修正，甚至推翻这个“原理”。

(2) 探索性实验。有些实验结论虽然是前人已经发现的，但对学生来说，从头开始进行探索性的实验就是再发现。

(3) 应用性实验。就是用理论指导实践，把所学原理应用于解决实际问题，为了提高学生的创造能力，还可以不受课本方法的约束，自己设计实验。

4. 推理法

在研究、探索中，常常需要从一个或几个判断推出一个新判断，这就叫推理。常用的推理方法有下列几种：

(1) 归纳法。由一些个别的特殊事例推出同类事物的一般性结论。比如做探索波一马定律实验，取定量气体做五次实验，发现当温度不变时 $P_1V_1=P_2V_2=P_3V_3=P_4V_4=P_5V_5$ ，从这些实验可以推出一般性结论：在温度不变时，一定质量的气体的压强跟它的体积成反比。

(2) 演绎法。从普遍性前提推出特殊结论。比如说要解释：为什么坐在船上的人用桨推岸时，船就会离岸而去？用演绎法推理，大前提（一般性原理）：两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反的（牛顿第三定律）。小前提（特殊事例）：坐在船上的人用桨推岸时，桨对岸施加一个作用力。那么岸也会同时给桨一个等值反向的反作用力，这个反作用力通过桨和人的传递，就使船离岸而去。

(3) 类比推理。抓住事物之间的相同点和相似点进行推理，如人们可以设想从两个质点之间的相互作用力所遵循的牛顿了有引力定律：

$F = G \frac{m_1 m_2}{r_2^2}$ ，能推出两个点电荷之间的相互作用力所遵循的库伦定律：

$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r_2^2}$ 。当然这种类比推理是否正确，有待于用实验验证。

5. 数学法

数学是研究物理问题的重要工具，许多物理问题可以转化为数学问题来研究。主要方式如下：用数学语言来表达物理规律。用数学方法推导，如从波一马定律和查理定律，可以推导出气态方程。用函数观点研究物理

过程和规律。 用数学方程求解物理问题。 用图线描述物理的变化规律。

6. 理想化法

在理论研究中，因为现实世界的事物错综复杂，常常需要把研究的对象理想化。如力学中的质点，在研究物体的位置及变化时，在某些情况下，可以不考虑物体的大小和形状，而用一个具有确定质量的数学点来代替整个物体，这个点叫做质点。又如理想气体，也是把现实气体理想化了。

7. 模糊法

模糊法的理论根据是美国扎德的不相容原理：欲求精确，必求严格；欲求严格，必愈复杂，而当复杂性增大到一定程度时，复杂性与精确性就会相互排斥。因此，在实际研究中，为了避免过于复杂，只能用模糊法，求得相对精确。模糊法的具体应用于下：

(1) 忽略不计。如提到光滑平面时，表示摩擦力可以忽略不计；在研究抛体运动时，一般都把空气阻力忽略不计。

(2) 取近似值。如圆周率 π 是一个无理数，通常取它的近似值 3.14；重力加速度在不同地区、不同高度有所不同，一般在地面计算时取 9.8 米/秒^2 等。

(3) 取平均值。当一个物体的某一物理量时刻在变化无法精确计算时，常常取这一过程中变量的平均值。如当物体运动时所受摩擦阻力不是恒力时，通常从机械能的减少量，用功能关系计算其所受平均阻力；又如研究气体分子运动时，我们不可能对每一分子的运动状态进行研究，因为构成物质的分子是永不停息地无规则地运动着的，我们只能用统计规律计算气体分子的平均速率；对理想气体的微观解释，一定质量的气体，温度保持不变，也就意味着分子的总数和分子的平均速度不变，当温度升高或降低时，也就表示分子的平均速度相应地增大或减少。

8. 逆反法

一切事物都充满着矛盾，有顺必有逆，有正必有反。在研究、探索一事物的发展变化时，不防倒过来想一想，往相反的方向想一想：有作用必有反作用，有正电荷就有负电荷，磁铁有 N 极就必有 S 极。

1820 年奥斯特发现了电流的磁效应后，法拉第认为，既然利用电流可以产生磁场，那么倒过来，利用磁场也必然可以产生电流，经过十多年的研究，终于在 1931 年发现了电磁感应规律：变化的磁力线能使导体中产生感生电流。在进一步研究感生电流的方向时，还发现了另一种逆反现象，这就是楞次定律。

9. 比较法

比较是指把有关的事物放在一起，找出它们之间的相同点、相似点和不同点弄清它们之间的关系，并通过分析综合，概括出其中规律。

(1) 概念比较。如功率和效率是两个完全不同的概念。功率的定义式是 $P=W/t$ ；效率的定义式为 $\eta = W_{\text{有用}}/W_{\text{总}}$ 。但它们之间有关系，效率也可以由功率来计算， $\eta = P_{\text{有用}}/W_{\text{总}}$ 。

(2) 性质比较。如不同的电介质有不同的介电常数 ϵ ，当其他因素都相同时，不同的电介质将影响：(1) 点电荷之间的作用力是与介电常数 ϵ 成反比。(2) 平行板电容器的电容与介电常数 ϵ 成正比。

(3) 原理比较。 相似关系：如静电感应与磁感应；电场与磁场；万有引力定律与库仑定律；弹簧振子的周期、单摆周期与电磁振荡的周期等等，

各自都有相类似的地方，通过比较，有助于类比推理，有助于记忆。 逆反关系：如机械能可以转变为电能，反过来，电能也可以转变为机械能；在电子技术中，既然有办法“通直流，阻交流”（利用低频扼流圈），反过来，也必然有办法“阻直流，通交流”（利用隔直电容器）。

10. 假设法

假设是发挥想象力的极好办法，而想象力是研究、探索中必不可少的素质。爱因斯坦说：“想象力概括着世界上的一切，推动着进步，并且是知识的源泉。严格地说，想象力是科学研究中的实在因素。”假设有下列几种：

（1）反常假设。比如说现实世界是有摩擦力的，如果没有摩擦力，世界上的事物将变成什么样子呢？又比如说，人是有重量的，如果人失去重量或者重量突然加大几倍将会怎样呢？粗看起来这种假设没有什么现实意义，其实不然，人们在电梯的加速或减速运动过程中就会遇到这个问题，宇航员在宇航中会碰到失重和超重问题就更明显了。

（2）条件假设。假如能够创设某种条件，在实现某种计划时，将发生什么现象，这是一种条件假设。比如，设在低空飞机上水平发射一导弹，问导弹的速度最少要多大才能绕地球飞行而不至于掉落地面？又比如，已知月球表面的重力加速度大约是地球表面重力加速度的 $1/6$ ，在地球表面能跳 2 米高的运动员，如果到月球表面能跳多少高？像这类问题，并非无法创设这些条件，人造卫星、登月探险已经成为现实。

（3）幻想假设。有一种想象是无法实现的，叫幻想。幻想在研究中也有一定的启发作用。科学的幻想也有可能以某种形式实现。阿基米德曾经说过，给他一根足够长的杠杆和立足点，他可以把地球撬动。神话小说中的千里眼、顺风耳，在现实生活中已由电视技术实现了，很难说，将来有一天人类是否能改变地球的运动。

（4）理论假设。人们对客观事物的本质和规律的认识往往要有一个过程。在理论建设方面也是这样，如果一时还没有足够的事实根据或理论推证时，不妨大胆假设。从对光的本性的认识发展史来看，到 17 世纪形成两种学说，一种是牛顿主张的微粒说，另一种是惠更斯提出的波动说。到 19 世纪 60 年代，麦克斯韦义提出光的电磁说。到本世纪初爱因斯坦又提出了光子说。这些学说在当时都是一种假设，在提高认识中都起过一定的作用。经过曲折的发展，现在人们认识到，光既有波动性，又具有粒子性，也就是说，光具有波粒二象性。

物理程序设疑学习指导法

学习物理的过程，是知识循序渐进、逐步积累的过程。针对这一特点，教师在教学过程中，可采取程序设疑教学法——针对某一节内容，一个题目或一组物理数据按一定程序不断地设置疑问，逐步引深内容的内涵和外延，从而揭示物理规律的方法。

江西九江炼油厂中学雷良琦、连山明实验并总结了这种按程序设问的教学方法。

1. 理论依据

自 70 年代以来，国外开始试验一种称之为“程序之匣”的教学方法。它有点像玩具，里面设置机关，当学生准确解决了一个问题之后就可输入结果。这时，匣子里的机关自动打开并“跳”出又一道问题来，它比前一个问题略难。

每一个匣子就是一组或多组程序习题，具有一个教学单元或一小节的完整的知识结构。问题由易到难，由浅到深，形成一个前题启发后题的相关性知识结构。同一组题中，题型较多，有选择、填空、叙述、计算等。这就是“程序之匣”。

匣子上有计时装置，学生在规定的时间内解不出题来，匣子会自动“跳”出一行提示来，学生也可自己按下要求给予提示的键位。据说，这匣子很适合于小学和中学学生使用。但实际上高中学生用它的较少。“程序之匣”的程序编制以及机关的微电子控制电路都颇费工本，非我们现在一般学校的财力所能为之。在我们的条件下用程序式的习题组来进行（显然，不是任何时候都可以这样做的。比如概念性很强，理论层次结构复杂的章节仅用程序题组也许就“说”不清楚。）则是可行的。

把编排好的程序题组印发给学生，让学生按题目的顺序做，也允许他们讨论，老师只作巡回个别辅导。

在程序题的编制过程中，注意以下几点：

题组要能包含所要完成的教学内容，重点地方可用不同题型适当重复。

程序题组应具有不陡的知识结构梯度，相邻题之间尽可能做到有提示式的相关性。

题目容量要配备得当，数字要尽可能好算，最好是用心算就能得出结果，不使学生在繁琐的计算上耗费精力。

适当照顾与前置章节的有用概念的关联。

2. 设疑十法

物理课堂教学同其他课程一样，是在不断地设疑、释疑过程中进行的。在教学过程中，教师要把握时机适时设疑，巧妙解疑，对于学好物理知识，培养能力，调动学生的学习积极性很有好处。

（1）导学设疑。一般用于指导学生预习，如疑问式导学提纲就属于这一类。每节课印发导学提纲，根据教学内容，由浅入深提出一系列的问题或物理情境，引导学生看书，使预习有序并能抓住重点。如讲“杠杆”一节，导学提纲三点设疑。什么是杠杆？有关杠杆的五个名词的意义是什么（支点、动力、阻力、动力臂、阻力臂）？给出几组杠杆模型图，要求学生标出支点和力臂。学生按此设疑顺序自学，不但抓住了重点难点，而且调动了学生的

逻辑思维。

(2) 导入设疑。一般用在每节授课的开始，目的是通过设疑、释疑激发学生兴趣，自然导入新课。方法可以用教师提问法、学生练习法、实验法等。设疑的内容可以是基本概念的复习，定理定律的应用，运用公式解题等。设疑的要求是抓住重点，步骤简捷，力求吸引学生使引入新课自然。

如讲“物体的浮沉条件”一节，一上课教师先做三个演示实验，一是将一木块浸没水中木块漂浮；二是将一铁块浸没水中铁块沉底；三是将一块石蜡浸没水和酒精混合液（事先配好 $\rho_{\text{浮}} = 0.9 \times 10^3 \text{ 千克/米}^3$ ）中石蜡悬浮。此时设疑“物体的浮沉条件是什么？”一下子把三种物理情境活生生摆在了学生面前，激发了学生的学习兴趣，自然导入新课。

(3) 递进设疑。一般用在每节课的授课过程中，目的是通过由浅入深、由简到繁、由表及里的逐步设疑使学生掌握物理概念的本质，领悟研究物理问题的方法。设疑要注意层次清楚，要照顾释疑推理的逻辑性和由易到难的递度。

如初中物理“浮力”一节。一上课首先设疑：浮力的大小等于什么？通过实验得到答案后，进而设疑：浮力产生的原因是什么？引导学生做了正立方体浸没在水中时上、下表面所受压力的有关计算得出结论后，第三次设疑：任意形状的物体浸没在水中受到的浮力的大小又等于什么？如此设疑，释疑不但讲清了浮力的两种计算方法，而且为下一节讲阿基米德定律埋下了伏笔。

(4) 诱导设疑。一般用在学生思考问题或演练习题遇到困难时，为学生解决问题搭梯子。

如简单机械中的公式包括杠杆、滑轮、轮轴、斜面的机械公式都是在理想状态下（额外阻力为 0）导出的，而讲机械效率的有关概念时则要考虑额外阻力。为了清除学生的思维障碍，可以理想状态下推出的机械公式为基础设疑：如果额外阻力不为 0，那么作用在机械上的动力的大小将如何？作用在机械上的动力功和机械克服阻力的阻力功又将如何？从而为讲清机械效率搭了桥，铺了路。

诱导设疑有时也用在布置作业之后，在较难习题的关键处设疑，以排除学生在解题中的钉子，但又不包办代替，而是让学生在释疑中（通过设疑所搭之桥）求得解答。如讲完滑轮组布置这样一道题：一滑轮组承担动滑轮和货物的总重力的绳子共四股，若每个动滑轮的重力为 10 牛顿，绳子自由端的拉力是 80 牛顿，则货物的重力应是多少？解决此题的关键是先画图确定所需动滑轮的最少个数。可在此处设疑：此装置动滑轮的最少个数是几个？为解题搭了梯子。

(5) 导谬设疑。学生在理解物理概念、运用公式时出现偏差，有时从正面讲解难于奏效，采用反诘设疑的方法可以使学生恍然大悟，收到事半功倍的效果。

如密度 ρ 是物质的固有特性之一，所以对于同一物质 ρ 的数值不随物体的体积或质量的变化而变化，它的计算公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 。有的学生认为 ρ

cm^3 ， $\rho = \frac{1}{V}$ ，学生的理解是错误的。可采用如下设疑方法：将放在水平地面上质量为 m 体积为 V 的一块砖，劈成体积相等的两半，那么对于其中的

半块砖质量是多少？体积是多少？密度又是多少？生动形象地使问题迎刃而解。

（6）随机设疑。在教学中，为了扩展学生的思路，获取举一反三、触类旁通的效果，要围绕教学目标随机设疑。

如在讲压强时，课本有一道习题：一个质量为 60 千克的人，他每只脚接触地面的面积是 170 厘米²，这个人站立时对于地面的压强是多少？讲完此题后教师可随机设疑：这个人走路时对地面的压强是多少？又如在手对图钉帽的压强和图钉尖对墙的压强之后随机设疑，图钉尖对墙的压强是手对图钉帽的压强的，多少倍？从而强化了固体不能传递压强的特性。随机设疑应设在所讲问题的近区并适可而止。此种设疑只要掌握得当虽是举手之劳，却能收到满意的效果。

（7）求异设疑。许多物理问题，从某一角度去看学生理解了，但换个角度却又糊涂了，所以在教学中应根据教学大纲的要求对同一问题从不同的角度设疑，不仅能有效巩固所学物理知识，还可以培养学生全面分析问题的思想方法。

如讲连通器时，按照教材讲了在连通器内只有一种流体，静止时各容器中的液面总保持相平。此时设疑：如果装的不是一种液体液面还相平吗？学生拭目以待，由教师作了演示实验，师生共同分析得出了结论。

又如漂浮物体的重力等于浮力。如果问漂浮物体所受重力和浮力的关系是什么了学生回答自如。但如果问轮船从河里开到海上是浮起来一些还是沉下去一些？为什么？就不那么容易回答了，可见求异设疑的必要。

（8）悬念设疑。一般是用在一节课的结束时，对于需要进一步引伸的问题，教师不直接作答，而是指出疑问让学生课后充分思考求得解决，有利于培养学生的发散思维能力。

如讲密度一节作如下设疑：课本上给出了一些密度值，其中铝和大理石、冰和蜡、煤油和酒精的数值分别相同，这是否与密度是物质的特性相矛盾？学生带着悬念看书、研究、思索获取答案。

有时两课之间存在紧密的内在联系，为了给下一节授新课设下伏笔而设疑，造成悬念，既能起到承上启下的作用，又可以激发学生进一步探索知识的兴趣。如讲“物体的浮沉条件”后提出如下问题让学生回去思考：轮船是钢铁做的为什么能够浮在水面？潜水艇为什么能够潜水和上浮？氢气球为什么能够升入空中，为讲“物体浮沉条件的应用”设下伏笔。

（9）类比设疑。一般用在复习课中，对于物理概念、定律、公式、测量工具、测量方法等相似易混之处归类设疑，不但可以加深对物理概念的理解，而且从共性中了解个性，增加了区分度。

如在复习时提出如下问题：

长度的测量、力的测量、不规则物体的体积的测量的共同点是什么？不同点是什么？上述三种测量和用天平测量质量在手段上的区别是什么？

又如两个同种材料制成的实心球，它们的体积之比为 3 : 1，那么它们的密度之比是什么？质量之比是什么？重力之比是什么？

再如液体固体传递压强的特点各是什么？

质量和重力的联系和区别是什么？

均属此类设疑。

10. 巩固设疑

每节课的巩固环节除了回顾当堂所讲的知识链外，还可以从不同的角度设疑，通过释疑可以取得巩固知识的良好效果。

巧妙的课堂设疑是在教学中学习知识、培养能力的一种有效方法，教师应引导学生产生疑难，为学生布设解决疑难的阶梯，就会疑则有进，提高教学质量。

初中物理“实验学导法”

实验学导法的课堂教学结构为四个部分，即实验设疑、自学探求、讨论质疑和练习总结。

1. 实验设疑

这是课堂教学的基础环节，是激发兴趣、设置悬念的重要手段。选择学生实验应力求简单易行，演示实验要直观性强，效果明显。

如讲“浮力”一节，可让学生各带一个水杯，课上用自制的弹簧秤下挂一金属块，将金属块浸入水中，观察弹簧秤读数的变化。这样，学生便很容易地建立了浮力的概念。进而通过金属块浸入水中体积的不同，深度的不同，观察浮力大小的变化，更引起了学生对浮力产生原因和决定浮力大小条件探求的欲望。

只有使学生为了某种实践任务而进行科学探索时，才能更有效地培养其认识兴趣。在讲“温度计”一节时，开始用冷、热、温三盆水，让几名学生把手分别放入冷、热、水中，两分钟后再同时放入温水中，结果，他们对同一盆温水的冷热感觉却不同！这就使学生很快明确了单凭感觉是不能准确测量温度的、在此基础上发给每个学生一只温度计，自学教材。

有些实验还可以预习作业（或复习作业）的形式让学生在家庭做。在这种情况下，有的课“实验设疑”的环节移到了课外，做到了课内外相结合。

2. 自学探求

这是课堂教学的中心环节，教师能否控制学生进行有效的活动是教学成败的关键。可采取以下措施进行：

（1）布置课前预习提纲，以指导学生通读课本有关内容。预习提纲也叫粗读提纲，题目要简单明了，使学生在读书时能抓住重点，节省阅读时间。如“二力平衡”一节的预习题是：

什么叫平衡？什么叫二力平衡？二力平衡的条件是什么？

预习中要求学生写出预习笔记，以便加强预习效果，也便于课上检查。

（2）课上用自学思考题（也叫精读提纲）指导学生自学探求。课上自学是在教师指导下对课前预习的深化。自学思考题要有利于启迪学生思维，有深度，要注意知识在纵横两个方面的联系。仍以“二力平衡”一节为例，课上的自学思考题是：

两个平衡力是作用于同一物体上还是作用于两个不同的物体上？

二力平衡条件中如果有一个条件不具备，物体还能平衡吗？

处于平衡状态的物体是否一定只受两个力？

这些问题不是简单地看看书就能解决的。这是感性知识上升为理性知识的过程，是知识转化为能力的过程。在这个过程中教师要加强课堂巡视和重点指导，既要面向全体学生控制进度，避免自学走过场，又要对能力差的学生进行重点辅导。

（3）边实验边自学。有些演示实验可以改为学生实验。如“物体浮沉条件”、“密度的应用”、“功的原理”、“平面镜成像”、“电路”等。让学生在动脑的同时还要动手，动脑，动口，让尽可能多的感官都纳入到学习活动中。

3. 讨论质疑

简单的问题，三言两语可以说清的，就当场解决。

通过实验、看书可以自行解决的，则给予引导、点拨，由学生自行解决，教师进行检查。

对学生中普遍存在的问题，结合教材的重点难点，归纳整理进行课堂讨论。仍以“二力平衡”一节为例，可抓住二力平衡条件这一重点，通过演示实验（用两个弹簧秤分别向不同方向同时拉小车），提出几个问题让学生讨论：

（1）一个墨水瓶重 0.49 牛顿，静止于水平桌面上，它对桌面的压力多大？桌面对它的支持力多大？这两个力是平衡力吗？

（2）二力平衡的几个条件中哪个最重要？

（3）木块 A 和 B 迭放在水平桌面上，下面的木块 B 受几个力？为什么受三个力也能平衡？

讨论的方法有三种。

第一种，先由各小组讨论，然后各组代表发言，教师总结。

第二种，先由全班议论，然后个人自由发言，教师总结。

第三种，意见不同的问题，组织辩论，教师在学生辩论中不当仲裁人，而是引导他们读书思考，由他们自己得出正确的结论。

4. 练习总结

课堂练习是巩固知识、培养能力的重要环节，也是检查自学成果的手段。课堂练习选题要小、精、简，且练习形式要多样，如问答、改错、填空、选择、判断、组合、速算、抢答等，也可让学生归纳总结课堂学习的主要内容。

初中物理“自学、实验、讨论、总结”学习指导法

是由东丰县教师进修校李英林老师设计并主持，由东丰县一中、中育中学等学校实验并总结的。

第一步：自学

在物理教学中，教师应加强对自学的指导，激发学生的求知欲望，使自学成为自觉行动。在教改实验中，采用的自学方法是：

（1）下发阅读提纲。教师根据大纲要求和教学内容，在课前或上课时下发阅读提纲。课堂上，用简洁、生动、形象的语言将学生思维引向对已知的、有趣的物理现象的分析。

（2）自拟内容提纲。学生养成了阅读课本的习惯后，可让学生通过阅读教材，列出内容提纲，不完善的地方，学生互相补充，并在教师指导下取得一致的意见。这里，教师应耐心指导学生阅读课本的方法，并使提纲难易适度，既注重基础知识，抓重点、难点，又能激发学生的学习兴趣，是非常重要的。

确定了重点、难点、关键，学生可以有针对性地学习，教师的指导也有所侧重。

第二步：实验

在自学基础上，教师创造实验环境，给学生自己动手实验的机会。为了使“动手”贯穿于初中物理教学全过程，具体做法是：

（1）大纲规定的演示实验，有些让学生亲手操作，既提高了学生实验能力，也有利于一些问题的讨论。

（2）让学生自制简单的教具、学具，并把实验小组尽量分得小些，使每个学生都有观察操作的机会。

（3）把教师的演示实验改为师生并进式实验，做到教师边讲学生边实验、边研究、边讨论，解决出现的问题，澄清模糊认识。

实验活动本身包含着复杂的认识活动，通过观察现象，学生参加安装设备，使用仪器等各种实际操作，调动了学生学习物理的积极性，利于形成正确的物理概念，加深理解物理规律，培养学生掌握知识、技能和进行观察研究、探讨的能力。如在进行密度的应用教学时，实验教师让学生在课堂上用实验方法解决一系列物理问题：用天平和量筒测一段已知长度的铁线横截面积；只用量筒和水测一石块的质量等。实验随堂进行，能和所学的理论结合起来，学生动脑、动手、动脑研究问题，计算与实验相结合，提高了分析问题和解决问题的能力。

第三步：讨论

讨论是教改课的中心环节，这个过程主要是学生活动，它为充分发挥学生的积极性、主动性和创造性提供了锻炼的舞台。讨论中，学生提出的问题有许多需要解决，在引导学生讨论过程中，实验教师主要注意以下几个问题：

一是教者的教学目的要明确，解决问题要有针对性，对大纲中规定的基础知识要求，教材中的重点、难点，易混淆的物理概念，设计讨论题时都要充分估计到。

二是把住“航向”，讨论中适当加入一些启发、引导性发言，掌握进程，不走弯路。启发时要启而不发，含而不露，给学生讨论留有余地。

三是要激发学生的求知欲望。讨论题的设计要激发学生学习兴趣，激起

思维矛盾和思维活动，尽量避免重复定义、概念、定律和公式，否则会使学生思想处于抑制状态，影响教学效果。

四是要奖励学生提出问题和解答问题，避免“一言堂”，要保护学生的积极性，特别注意中下等生的心理活动，打消他们发言怕讲错的顾虑，动员他们积极发表自己的看法，把中下等生的积极性调动起来，才能使课堂讨论获得成功，大面积提高教学质量。

课堂讨论时，学生互相启发，学得的知识能保持较深的记忆，活跃思想，增强兴趣；课堂讨论时，学生围绕教材内容，结合实际，有很多问题要争论，要探讨，学生独立思考，教师适时表态，使学生的求知欲望得到满足。

第四步：总结

对教学内容进行总结，是信息评价归类过程，使所学的知识系统化。总结体现了教师的主导作用，除了对基础知识进行回顾外，教师通过信息反馈，指出学习物理定理规律中的易混问题，分析实验误差产生的原因，确定学生问题讨论中的最佳答案，解决学生在课堂上遇到的共性问题。

总结，要鼓励学生讨论的积极性，保护学生的学习热情。可让学生做概括性的小结，整理笔记，加深对知识的记忆。或写出专题小论文，使其对某个问题的认识进一步深化。

