学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中学物理教育文萃（下）

BOOK

内部资料 非卖品

六、中学物理概念教学研究

物理概念的教学过程

概念教学的一般过程可分为以下几个阶段：

1．观察与实验：这是形成概念的起点，教师可选择一些学生生活经验中与形成概念有密切关系的物理现象加以描述，可设计一些简单而又能说明问题的实验和一些典型的实验进行演示，也可以让学生动手做一些实验，还可以运用板画、图片、幻灯、电影、电视、微机等手段去展示一些相关的物理现象和实验。这一阶段所要达到的目的，是为形成概念积累一些必要的感性认识。

2．抽象思维：这是由感性认识进入理性认识的阶段。教师引导学生将获得的感性认识，进行分析、综合、抽象，摒弃现象和过程中那些表面的、偶然的、次要的等非本质的东西，突出反映现象和过程的本质的属性。为定义概念作好准备。

3．概念的定义：这是将已经获得的关于反映现象和过程的本质属性用简明而准确的语言形式和数学公式表述的阶段。看起来这已经是“水到渠成”的事情了，可是，要使学生能够选用较好的表述形式，清晰地给出概念的定义，仍然存在一个教学过程，而不应该设想为教师在此作出一个简单的“小结”就完了。在定义中，相近物理概念的比较，概念体系的种属关系，也是定义过程中要注意的问题，要避免出现定义上的逻辑错误等。

4．阐明概念的意义：阐明物理概念的意义，实质上就是指出概念的内涵和外延。给出了定义，并不等于学生已经明确概念的意义。这是因为在教学过程中为了形成概念而设计的观察和实验有相当的局限性，如不引导学生扩展对概念的认识的深广度就有可能造成对概念理解的片面性，对掌握概念和运用概念是很不利的。

5．在应用中巩固概念：巩固概念不单是指记忆概念的定义，单纯的记忆是没有意义的，应当引导学生将概念用于分析物理现象和解决物理问题的过程中。让学生认识到，在不同的问题中，概念的内涵会从不同方面得到反映，概念的外延也会从不同角度得到确定。在这个过程中将会构成一幅清晰的概念图象，并长期地保留在脑海中。以上叙述的是概念教学的一段过程，但并不要求每一个概念的教学过程都要遵循上述模式，按五个步骤一步一步地进行下去。实际上，有的概念，在中学物理中是不加定义而被直接引用的；有的概念在分析物理现象和解决物理问题的过程中很少被用到；有的概念并无直接的实验基础；有的概念，特别是有些物理量的定义牵涉到另外一些物理量的测量上的困难，因而概念教学过程的设计有相当的灵活性。（乔惠文）

初中物理概念教学例证选择

一、例证的选择

所谓例证是指物理概念教学中所列举的物理事实，包括日常生活生产实际、自然界中物理现象、教师演示实验和学生亲自动手所做的实验等。初中学生形象思维占主导地位，例证是他们学习和掌握概念的基础，然而，一个物理概念的建立往往是分阶段进行的，不同阶段教学任务各异，例证的选择也应有所区别。

1．引入概念的例证选择

概念的引入是概念教学中的一个重要环节。在这个环节应使学生领会学习新概念的客观性和必要性，要最大限度地激发学生的学习兴趣，把他们的思维活动引向形成概念的正轨，这就要求所选择的例证新奇、生动、有趣、有疑。例如，为了引入“参照物”概念，教学中可举这样一个例证：一天，周师傅去火车站接一位物理爱好者。一见面，这位物理爱好者就说，“我很高兴，北京终于来到了我面前！”而周师傅却不以为然地说：“应该是你终于来到了北京。”于是老朋友之间便争辩开了，究竟谁说得对？让学生去充分讨论、评断。选择这样的例证导入“参照物”概念，引入自然，顺理成章，学生对为什么物理学中要有“参照物”概念感受深刻，并且，学生思维的火花也由此“引燃”。这就为下一步形成“参照物”的概念奠定了良好的心理基础。2．形成概念的例证选择

概念产生于感性认识，但又高于感性认识。概念的形成过程就是认识从感性到理性的“升华”过程。概念引入后，教师应根据学生的认识规律选择一些程序性较强的例证，引导学生通过分析、比较、抽象、概括、摒弃事物特殊的、次要的、非本质的因素，抓住事物的共同特征和本质属性。例如，在形成“密度”概念的教学中，我们可演示如下一组实验：

实验一称出相同体积的铝块和铁块的质量，并比较它们的质量大小。

实验二分别称出不同的体积（V、2V 等）的铝块质量，研究它的质量跟体积之间的关系，算出并比较每次实验中质量与体积的比值 m/V，找出其规律性的东西。实验三分别称出不同的体积（V、2V 等）的铁块的质量，研究它的质量跟体积的关系，算出并比较每次实验中质量与对应的体积之比值 m/V，并跟实验二中 m/V 的比值进行对比，找出其规律性的东西。

通过上述三个例证的展现，学生很容易悟出，相同体积的不同物质的质量不同；同一物质的比值 m/V 相同；不同物质的比值 m/V 不同，进而引导学生总结概括出“密度”概念，这时已是水到渠成了。

3．运用概念的例证选择

在概念形成的初期，学生对概念的理解往往不全面、不深刻，甚至还存在某些错误的认识，对运用概念分析，解决有关问题的思路和方法也不熟悉。因此在概念初步建立起来后要及时引导学生联系实际运用概念。一方面要精心设计一些切合学生实际且又能完成教学任务的变式练习，另一方面要针对学生易出现的错误，有目的地选择一些典型例证，通过分析讨论提高学生对概念认识的准确率。例如，在“密度”概念的

应用中,学生往往容易用纯数学观点去看待公式ρ＝m/V中各量之间的关系，误认为ρ与m成正比，与V成反比。针对这种错误认识，我们可用学生熟悉的生活知识与密度概念进行类比。例如到商店去购买某种铅笔，很显然，购买的支数越多付款就越多，但无论买多少支，所付的款数与支数之比（即单价）却保持不变，单价与购买的支数和所付的总款数均无关，这就是铅笔价值的反映。与铅笔单价相类比，很容易使学生知道密度是物质的一种特性，它虽然可由物质的质量和体积来求得，但它与质量和体积均无关系。

4．深化概念的例证选择

新课教学中，由于受学生认识水平、教学计划及课程编排等诸方面因素的限制，许多物理概念不可能一下讲深讲透，而是逐层加深，不断扩展的。因此，在复习课上教师应选择一些对比性好且具有贯通作用的例证，把一些具有内在联系的知识串起来，使学生对所学概念有较全面的认识，从而形成知识体系。

如“浮力”一章的复习课中，我们可选择这样的实验：首先将一长方体石蜡块用力按入盛水的容器中，放手后让学生观察现象（设问：石蜡块为何会上浮？）。然后将石蜡块放在一平底玻璃器皿的底部，使之紧密接触，用玻璃捧压着蜡块，缓缓地注水于器皿中，使蜡块全部浸没在水中，拿开玻璃棒，让学生观察蜡块是否上浮（设问：在这种情况下，石蜡块为何在水中不上浮呢？）。再用玻璃棒轻轻拨动蜡块让水浸入蜡块底部，令学生观察蜡块是否上浮。通过对实验现象的观察讨论，学生就会知道：①浮力是力，是液体（或气体）对物体的作用。②浮力方向是竖直向上的。③压力差是产生浮力的原因。④阿基米德定律仅反映了物体所受浮力的大小和方向，并未揭示出浮力的实质等等。

二、选择例证的原则

每一个物理概念都包含着大量的物理事实，在教学中强调重视感性认识，但选择例证并非“韩信点兵，多多益善”。应从教学的需要和学生的学习水平与生活环境实际出发，作出恰当选择。若不注意选择，例证即使再多，也只可能是堆零碎不全、甚至是错误的材料，很难使学生形成正确概念。因此，选择例证切忌随心所欲，信手拈来，应遵循某些原则。我们在教学中体会到，主要应遵循如下几条基本原则：1．科学性原则即所选择的例证必须真实可靠，正确无误，并且是形成科学概念所必需的。

2．典型性原则即所选择的例证具有代表性，能够顾全到不同角度、方面和方式，完整、准确地阐释事物的本质属性，同时也要具备趣味性和启发性。

3．直觉性原则即所选择的例证应是初中生凭自己的感官亲身感知或凭他们的感觉经验所能认同的，因为初中学生主要处在具体形象思维阶段，抽象思维与想象能力水平比较低。实践证明：“看得见，摸得着”的例证才便于他们接受、理解。

4．悖常原则即所选择的例证与学生日常生活经验形成的非科学观念相冲突，从而修正他们原有的认知结构，完成顺应过程。初中学生在接受物理教育前，一直生活在物理世界，并在自发地进行学习，但他们受感知范围及认识水平的限制，使之往往不能抓住事物的本质特征，而错

误地将非本质的东西作为本质的东西，形成一些与科学知识不一致的日常观念。教师选择例证就不能无视“学前概念”影响，只有所选择的例证具有悖常性，使学生克服一些不正确的观念，才能真正达到同化科学知识的目的。

5．层进原则即在同时选择几个例证时，根据初中学生知识水平与接受能力，例证选择与安排应由易到难，由简到繁，由浅入深，层层相扣，逐渐逼近概念的本质，以致使学生对概念形成完整深刻的认识。

（刘发科欧忠祥文）

概念教学中例证选择之我见

概念教学中应如何选取例证呢？笔者在多年的教学实践中体会到应遵循以下原则。

一、科学性

例证必须是真实的、正确的。科学性是在教学中应遵循的基本原则，选择例证也不例外，否则若粗心大意，往往会产生谬误。例如，在帮助学生建立扩散概念时，通常要演示扩散现象，即在盛清水的容器中滴数滴墨水，有位教师在演示时觉得扩散太慢了，使用酒精灯在墨水扩散的同时给容器底部加热，这样做效率确实提高了。但它违反了科学性。因为扩散是不同物质内分子的热运动的结果，而对容器底部加热清水和墨水的混合速度加快的主要原因是对流作用所致。

二、典型性

例证应具有代表性，能够完整、准确地阐释事物的本质属性，若选择的例证片面，偏颇。往往会起到相反的结果。例如，在“惯性”教学中，有位教师列举了如下几个例证：火车、汽车突然启动，乘客后倾；突然刹车，乘客前倾；锤头松了，将木柄猛磕几下，就可以套牢。并在此基础上将惯性的定义和“一切物体都有惯性”的结论搬给学生。可结果如何呢？不少学生对“水和空气有没有惯性”这类问题显得无所适从，那么原因何在呢？很明显例证的选择不具备典型性和概括性，他只举了固态物体的惯性的例证而忽视了液态和气态；只举了物体运动状态改变后表现出来的惯性却漏掉了运动状态不变时也具有惯性的例证。三、易识性

中学生的思维基本上处于形象思维阶段，抽象思维和逻辑判断水平较低。教师选择例证时，应多用些“看得见，摸得着”发生在学生周围的事实或过程为例证，帮助他们清晰、牢固地理解，掌握概念，否则往往“事倍而功半”。例如在初二“力”的教学中，为了帮助学生理解“物体间的作用是相互的”，有位老师列举了下列例证：一是地球吸引月球，月球也吸引地球；二是磁铁吸引铁屑，铁屑也吸引磁铁。前者让学生无所适从，难以想象；后者学生提出异议，因为他们只看到铁屑向磁铁运动，并“粘”在磁铁上，而磁铁未动，所以不相信“铁屑也吸引磁铁”。

根据易识性原则，笔者认为可以列举下面的例证：两根弹簧对拉，二者均被拉长；两只皮球挤压，两者均被挤瘪；在光滑的水平面上放两辆小车，车上各放一条形磁铁，使之演示相互吸引和相互排斥等等。

（李强文）

试谈趣味性实验
在初中物理概念教学中的运用

一、运用趣味性实验引入新概念

在引入有些新概念时，如能用趣味性实验开头，则能激起学生的兴趣，唤起他们强烈的求知欲。如：大气压强概念的引入，笔者先演示了这样两个实验：

(1)演示马德堡半球实验。

(2)演示试管自动上升实验。如右图所示，将粗试管装满水后，再将较细的空试管插入粗试管里一半深处，当试管倒置后，学生看到细试管在粗试管中缓缓上升，甚感兴趣。在演示过程中，全体学生疑窦顿生，兴致很高，都想知道是什么给半球这么大的力，是什么使试管自动上升。学生处在一种欲知而不能的状态，教师可自然地引入新概念——大气压强。

二、运用趣味性实验深化概念

有些物理概念在学生头脑中虽已初步建立，但由于种种原因，学生对概念的理解不是很深刻，甚至出现片面理解的现象，这时可设计趣味性实验来诱导启迪学生加深对概念的理解。

例如：讲完液体内部压强公式之后，根据学生对这个公式出现的偏见，设计了趣味性实验来帮助学生纠偏扶正。由于课本在《液体的压强》引入的时候有“液体因为受到重力作用，所以对容器底要产生压强”这句话，学生对此有片面理解，认为液体的压强必跟液体的总重量有关。为此，我们设计了如右图的一个实验。在塑料袋内灌满水后，小心地抓住袋口提起来，塑料袋不破。然后把袋内水倒出一半至空水槽，把乳胶管一端紧紧地接在塑料袋里，把水槽内的水灌满乳胶管，水槽仍有余水，把漏斗位置升高到一定程度，可看到塑料袋被水压破。从而生动地说明了液体的压强只跟液体的密度和深度有关，与总重和体积无关。**三、运用趣味性实验巩固概念**

“温故而知新”。学生在头脑中形成概念，需要几次反复的过程，螺旋上升，学到的知识才会巩固。但是复习时，学生往往觉得已经“知道了”，兴趣不大，复习效果不好。如果能用趣味性实验来组织复习，则会给学生留下鲜明的印象，更好地巩固知识。例如：在复习“沸腾”时，演示“用纸盒烧开水”，在复习“摩擦”时，演示“筷子提米”，在复习“光的折射”时，演示“分币升高了”……这些有趣的、魔术般的小实验，将学生带进一个变幻的知识的天地，使学过的知识在这些实验的帮助下得到巩固和提高。做习题也是检查巩固学生所学知识的一种手段。但学生对做习题有时也感到枯燥乏味。若在有些习题中，运用趣味性实验来开动思维的机器，学生能生动活泼地进行学习。例如：初中第一册 P.126 第一小题，教师可照习题准备二瓶汽水，由二位同学上来操作，再请他们说说体会。还有些习题实验，学生能够自己做的就鼓励他们课外去完成。这种由朴实的实验来组织习题教学，可由使知识感性向理性升华，能更好地巩固概念。

四、运用趣味性实验来比较概念

物理概念的定义是高度概括并逐步加深的结果，不同的物理概念有不同的内涵。如果单从字面上来区分概念，就会使学生养成死读书的坏习惯。如能结合趣味性实验来区分概念，倒也不失为一良策。

例如：在讲“传导”这节内容时，要说明热的良导体，不良导体这两个概念，我采用了这样二例实验。

1．烧不断的棉线。让一段棉线紧密地绕在一根细铜棒上，放在酒精灯上加热一会儿，取下棉线后，学生看见棉线安然无恙，依然未断，惊讶万分。

2．摸户外的木块和石块，感到冷热情况不一样。演示好后，抓住学生当时的心理提问，引起学生进一步思考，然后分析原因，学生听得津津有味，点头赞同。

五、运用概念，让学生设计趣味性实验

初中学生活泼好动，富有幻想，也有一定的独立思考能力，甚至有的喜欢标新立异，他们很想通过学到的知识去解决一些实验问题。当学生具有一定的物理知识后，多指导他们自己设计实验，在设计过程中，检查已学过的知识，这样既巩固了知识，又锻炼了能力，同时也为学生开辟了展示他们才能的小天地。

（谢定生　文）

关于惯性教学中应注意的几个问题

惯性是一个很重要的物理概念，它是指物体保持匀速直线运动状态或静止状态的性质，为了让学生正确理解并掌握惯性知识，在教学中要注意以下几个问题：

首先，要正确区分惯性与惯性定律。我们知道，惯性是物体本身固有的一种属性，与物体是否受力，物体的运动状态，物体所处的位置等因素都无关。惯性的大小是由物体质量的大小所决定的，只要物体的质量不变，它的大小就不变。而惯性定律是描述一切物体在没有受到外力作用时，由于惯性而表现出的一种运动状态规律。即“一切物体在没有受到外力作用时，总保持匀速直线运动状态或静止状态”。也就是说，物体在没有受到外力作用时，若物体原来是静止的就继续保持静止；若原来是运动的，就以没有受力作用的那一时刻的速度的大小和方向作匀速直线运动。由此，惯性是一切物体都具有的一种属性，而惯性定律则是描述物体在不受外力作用下的运动规律。因此，在理解和分析物理现象时，切勿将二者混为一谈。

其次，要正确区分惯性与力。惯性与力完全是两个不同的物理概念。我们知道，惯性是物体本身的一种性质，它与外界条件无关，是由它本身质量的大小来决定的，即质量是物体惯性大小的量度。而力是物体对物体的作用，它是由物体间相互作用的大小来决定的。惯性是要维持物体原来的运动状态不变，而力则是改变物体运动状态的原因。惯性没有方向和作用点，而力是由大小、方向和作用点三个要素构成。因此，在解释惯性现象的有关问题时，千万不要在惯性前面加上“产生”、“受到”等词，也不能说“惯力”和“在惯性作用下”等。

最后就是要正确区分惯性与运动状态的关系。惯性与运动状态是完全不同的两回事。由于有些同学受日常经验干扰，往往将两者混同起来，误认为，物体静止时没有惯性，运动时才有惯性，物体运动的速度越大，惯性越大等。因此，在教学中，只有把握住惯性的实质，就不会把学生引入误区，一定会达到预期目的。

（赵封群　文）

“密度”教学初探

一、教材分析

密度是物质的一种特征，它在工农业生产和科学技术上有着广泛的应用。同时它也是物理课中学习液体内部的压强、浮力等知识的基础。因此“密度”一节是初中物理教学中的一个重点。

密度的概念比较抽象，又是学生在物理课中第一次学到表征物质特性的物理量，学习时往往感到难以理解。因此“密度”一节也是初中物理教学中的一个难点。

教材中“密度”一节包括四个知识点：密度的定义；密度的计算公式；密度的单位；密度表。其中，密度是物理课中第一个用来表征物质特性的物理量；密度的公式是第一个用比值来表示物质特性的公式；密度表是学生学到的第一个物理常数表。因此，教好这些知识对以后的物理教学也有很大的影响。

该节的四个知识点并不是孤立的。它们之间存在着密切的联系。其中起决定作用的是密度的定义。只要搞清了密度的概念，那么密度的计算公式、单位等等就迎刃而解了。因此，如何引入密度的概念，怎样讲清密度的概念就成为该节教学成败的关键。

二、教学方法

在教材中，安排了两个演示实验：体积相等的铁块和铝块质量不相等；体积相等的水和酒精质量不相等。然后就直接引出了密度的概念。这里由于缺少一些必要的准备，给基础较差的学生造成了学习上的障碍。

考虑到初中学生的特点是好动、好奇，对形象的直观的东西接受能力较强，而抽象思维能力较弱。因此应该尽可能创造条件让学生自己动手来观察现象、研究问题，而教师则通过启发引导，让学生主动地去探求物理规律。

基于以上认识，我觉得如果将演示实验改为学生实验，让学生边实验，边讨论，而教师再有意识地设置一些台阶，就能使学生比较容易地建立起密度的概念，收到较好的效果。

三、教学过程

1．密度概念的引入

(1)引入新课。自然界中各种物质都有各自的特性，我们就是根据物质的特性来辨认它们的。

请学生拿起桌上形状、体积都相同的铁块和铝块，讨论可以用哪些方法来辨认它们？当学生讲到它们的质量不同（或轻重不同）时，就因势利导，请学生自己把它们放到天平上加以比较，看到体积相等的铁块和铝块质量是不相等的，铁块质量大，铝块质量小。

再请学生思考可用哪些方法区别水和酒精？引导学生比较相同体积的水和酒精的质量，看到它们的质量也不相等，水的质量大，酒精质量小。

(2)请学生用天平测量预先准备好的 20 毫升水、40 毫升水；20 毫升酒精、40 毫升酒精；10 厘米^{3}的铁块、20 厘米^{3}的铁块、10 厘米^{3}的铝块、20 厘米^{3}的铝块的质量（为节约时间，每一组学生只测量一组物质

的质量）。将测量结果分别填入表一、表二中。

（表一）

物质	体积（10^{-6}米^3）	质量（10^{-3}千克）
水	20	20
酒精	20	16
铁	20	156
铝	20	54

（表二）

物质	体积（10^{-6}米^3）	质量（10^{-3}千克）	单位体积的质量（10^3千克/米^3）
水	20	20	1
	40	40	1
酒精	20	16	0.8
	40	32	0.8
铁	10	78	7.8
	20	156	7.8
铝	10	27	2.7
	20	54	2.7

(3)引导学生讨论表一，看到相同体积的不同物质，其质量不同。进一步强化从第 1 步得到的结论。

(4)提出问题。有人说：水的质量比酒精大，这种说法对吗？引导学生分析表二，看到不同体积的不同物质，其质量的大小不仅跟物质种类有关，还跟体积大小有关。因此，上述说法是错误的。在表二中，虽然相同体积的水比酒精质量大，但 20 厘米^{3}水的质量就比 40 厘米^{3}酒精的质量小。由此可知，我们不能光用质量来表征物质的特性。

(5)再引导学生分析同一种物质质量跟体积的关系，计算单位体积这种物质的质量（见表二）。从所得结果可知，对同一种物质、体积不同时质量也不同，但质量跟体积是成正比的，即单位体积某种物质的质量总是一个常数，而单位体积不同物质的质量是不同的。

(6)总结讨论结果，引出密度的定义。指出在体积相等的情况下，不同物质的质量不同，这是物质的一种特性。物理学中可以用单位体积的某种物质的质量来表示物质的这种特性，这就叫物质的密度。

2．密度的计算公式和单位

(1)从密度的定义，引出密度的计算公式：

$$密度=\frac{质量}{体积} \quad 或 \quad \rho=\frac{m}{V}$$

提出问题：根据密度公式，能不能说物质的密度跟质量成正比、跟体积成反比？一支粉笔的密度大，还是半支粉笔的密度大？铁钉的密度大，还是一块木板的密度大？通过讨论，进一步强调：密度是物质的一

种特性，而不是物体的特性。它跟物体的形状、大小无关，只取决于做成物体的物质。

(2)根据密度的计算公式，导出密度的单位：千克/米^3。介绍它的读法，说明它的意义。

引导学生回忆：到目前为止物理中还学过哪些复合单位？（牛顿/千克、米/秒）怎么读？表示什么意思？

(3)举一些简单的例子请学生计算，进一步熟悉密度的计算公式和单位。

3．密度表

(1)介绍密度表的用法。利用密度表，可以查出一些物质的密度。也可以根据物质的密度确定它是什么物质。举例请学生练习查密度表。

(2)请学生比较固体、液体和气体的密度可看出：固体、液体的密度相差不多，其数量级大致相同。气体的密度大约是固体、液体密度的千分之一。

4．小结、布置作业

（陈问燮文）

摩擦力教学体会谈

摩擦力概念，既是进行物体受力分析的重点，又是力学计算的难点和关键，许多学生在学习中由于弄不清静摩擦力与动摩擦力之间的联系与区别，不能从力学系统的整体角度去认识，常认为二种摩擦力总是阻碍物体运动的，有摩擦力做功的系统机械能一定减小……等等。为此，我在教学中精心设置问题，故布疑阵，通过对比分析，辨析错误是非，收到了比较好的效果。

一、比条件，认识共性

【例 1】两个相互接触的物体之间是否存在摩擦力，以下叙述正确的是：　　[　　]。

A．两物体间没有相对运动，也可能有摩擦力

B．只要两物体间有相对运动，就一定有摩擦力

C．两物体相互挤压且发生相对运动，一定有摩擦力

D．两物体间接触面粗糙，有相对运动，不一定有摩擦力

经学生积极思索，热烈地讨论之后找出正确答案为[AD]。接着引导归纳出摩擦力产生的条件为：

(1)接触面粗糙，即 $u\neq0$。

(2)接触面上发生形变，即有正压力 $N\neq0$。

(3)有相对运动（或趋势）发生。

并进一步概括出以下几点结论，使学生深刻认识：(1)静摩擦力和滑动摩擦力产生的条件相似，三者缺一不可。只有同时具备以上三条件才有摩擦力产生。

(2)静摩擦力和动摩擦力均是发生在接触面上的接触力，性质相同，其效果总是阻碍物体间发生相对运动（或相对运动趋势），因而其方向均跟接触面相切，与相对运动方向相反。

(3)相互作用的两物体间摩擦力必成对出现，遵从牛顿第三定律，大小相等，方向相反，分别作用在两个相互作用的物体上，而且同时产生，同时消失。因此不论是静摩擦力还是动摩擦力，对摩擦力的冲量必等大反向，对于系统来讲其总冲量为零。有摩擦内力存在的系统，总动量并不因摩擦力的存在而改变。这些都是学生学习中模糊的地方，应予以提炼概括，使之清醒地认识。

二、比大小，弄清区别

两种摩擦力的大小均跟正压力成正比吗？下面先看一道例题。

【例 2】如右图所示，一长木板，左端用铰链固定，右端放一质量为 m 的物体，物体与木板间的摩擦系数为 μ。当把木板右端持续缓慢抬起的过程中，物体 m 受到的摩擦力如何变化：　　[　　]

A．增大；B．减小；C．先增大后减小；D．先减小后增大。

析：平木板刚抬起的过程中，物体并不能在木板上滑动，此过程中物体受静摩擦力，与下滑力相平衡：$f=mg\sin\theta$。

随 $\theta\uparrow\rightarrow f\uparrow$，但此过程中正压力 $N=mg\cos\theta$。

随 $\theta\uparrow N\downarrow$，N 与 f 不成正比例。

当 θ 大到一定角度时，静摩擦力达最大值，以后增大 θ 角便使物体在木板上相对滑动，受到滑动摩擦力：

$f=\mu N=\mu mg\cos\theta$。

$\theta\uparrow\rightarrow f\downarrow$，始终 $f\infty N$．答［C］

由此从摩擦力大小的比较中可归纳出以下结论：

正压力是摩擦力产生不可缺少的条件之一，但静摩擦力的大小与正压力大小无关。而滑动摩擦力的大小与正压力成正比，两种摩擦力大小的计算方法有显著差异，应予区分。

三、比效果，辩误正名

有人认为：摩擦力总是阻力，阻碍物体的运动，摩擦力永远做负功，对吗？

例如：下图中，物体 m 在水平地面上运动，摩擦系数为μ，地面对物体的摩擦力是阻力，而且做负功。但物体对地面的摩擦力并不做功。又如：质量为 m 的物体以 v_0 初速水平地落至停止在光滑水平面上的平板车上左端，平板车质量为 M。与物体间的摩擦系数为μ。两者相互作用的过程中，一对滑动摩擦力分别对 m 物体是阻力，对 M 则是动力；对 m 物体作负功，而对 M 车作正功。

因此通过以上对比使学生深刻认识到：

(1)摩擦可以是动力，也可以是阻力；

(2)摩擦力可以做正功，可以做负功，也可以不做功。

四、比做功，同中求异

由上面二例可知，摩擦力不仅可以做正功，而且也可以不做功。那么，有摩擦力作用的系统机械能一定损失吗？

【例 3】质量为 m 的物体以初速 v_0 从静止在光滑水平面的质量为 M 的平板车左端相对车运动了 L 距离以后便共同运动，由动量守恒定律知共同速度为：

$v=mv_0/(M+m)$．

相互作用过程中摩擦力对 m 做功为：

$$W_{fm}=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2=-f\cdot s_1.$$

对M做功为：$W_{fm}=\frac{1}{2}Mv^2=f\cdot s_2$．

而 $s_1-s_2=L$，故 $W_{fm}+W_{fm}=-fL=\triangle E_{机}<0$．

由此看来，相互作用的物体系统内，一对滑动摩擦力，一个做正功，另一个做负功；由于有相对位移，其系统内一对滑动摩擦力的总功一定不为零，且为负值。故系统机械能一定减小，且 $W_{f总}=\triangle E_{机}$。

而一对静摩擦力的总功恒为零，若系统内只存在静摩擦力，机械能不损失。

（靳建设　文）

“浮力”教案（九年义务人教版）

一、教学要求

1．教学目标：(1)知道浮力的概念。(2)理解物体浮沉条件(3)①掌握浮力的实质、方向。②能正确运用浮力的实质、物体浮沉条件求浮力。

2．教材的重点与难点：

(1)重点：①浮力的概念及其实质。

②物体的浮沉条件。

(2)难点：正确运用“压力差”和物体的浮沉条件求浮力。

3．教学模式：实验、设问、讲解、练习。

4．教学时间：1 教时。

5．实物及实验器材：

(1)投影仪一台，透明胶片数张。要求把板书、练习题课前写在胶片上，以减小课堂上书写时间。

(2)演示弹簧秤一把。

(3)500 毫升烧杯三个，分别装 400 毫升的清水、饱和食盐水、煤油。

(4)乒乓球 2 个，其中一个装细砂，用作悬浮演示。

(5)边长为 5 厘米的立方体红砖一块。

二、教学过程

1．提出问题，引入新课

师：为什么船、木块能浮在水面上？

生：船、木块受到水向上托的力。

师：沉在水底的石块有没有受到水向上托的力？

生：部分回答有，部分回答没有。

教师演示课本 P141 图 12-2 实验，回答浸入液体中的物体受到液体向上托的力。这个“向上托的力”就是本节课所讲的浮力。

2．讲授新课

(1)什么叫浮力？（板书）

①先演示石块放在清水中，让学生知道石块受到水向上托的力。

②然后把石块放在饱和的食盐水溶液里，说明石块也受到盐水向上托的力。

③(3)最后把石块放在煤油里，让学生进一步知道，石块放在煤油中时，同样也受到煤油向上托的力。

师：从上述的实验，请同学们说出什么是浮力？

生：浸入液体中的物体受到向上托的力，这个力叫做浮力。

师：物体在空气里有没有受到向上托的力？氢气球脱手后为何会上升？

生：物体在空气里同样受到向上托的力，所以氢气球脱手会上升。

浸入液体（或气体）中的物体受到向上托的力，这个力叫做浮力。（板书）

(2)物体的浮沉条件（板书）

师：浸入液体里的物体，均受到液体对它竖直向上的浮力。那么，浸入液体里的物体同时受到重力和浮力的作用，如果浮力大于物重、浮力等于物重、浮力小于物重，物体将怎样运动？演示课本 P141 图 12-3

实验。

生：$F_{浮}<G$，下沉；$F_{浮}>G$，上浮；$F_{浮}=G$，悬浮；$F_{浮}=G$，漂浮。（板书）

①容易混淆的几个物理概念（板书）　　[　　]

A．“浸没”是指物体全部浸入（在）液体里，被液体全部包围。

B．“浸入（在）”是指物体部分或全部浸在液体里部分或全部被液体包围。

C．“漂浮”是物体浮在液面上，只有部分或大部分浸入液体里，$V_{物}>V_{排}$。

D．“悬浮”是指物体全部浸入液体里，并且可以停留在液体中的任何深度，$V_{物}=V_{排}$。

E．“上浮”和“下沉”是物体在重力和浮力共同作用下，物体向上和向下运动的结果，即 $F_{浮}>G$，物体上浮，$F_{浮}<G$，物体下沉。（板书）

②练习题

有一小球挂在弹簧秤上，在空气中称小球时读数是 40 牛，把它浸没在水中称时，弹簧秤的读数是 20 牛，小球受到的浮力是多大？

解析　小球挂在弹簧秤上放入水中，此时小球受到竖直向下的重力 G、竖直向上的浮力 $F_{浮}$和弹簧秤的拉力（$F_{拉}$），所以小球受到的浮力

$F_{浮}=G-F_{拉}=40$ 牛-25 牛$=15$ 牛。

(3)浮力产生的原因及其方向（板书）

师：设想一个立方体浸没在水里（用课本 P142 图 12—4 说明），它的六个表面都受到水的压力，而它的前、后、左、右的侧面受到的压力大小相等、方向相反、作用在同一直线上，互相平衡，为何还受会到浮力？（启发学生思考）

师自答：这是因为它的上下两个面所处的深度不同，下表面受到的向上的压力 $F_{上}$，大于上表面受到向下的压力 $F_{下}$，向上和向下两个压力差就是水对浸入其中的物体所产生的浮力，即 $F_{浮}=F_{上}-F_{下}$。

师问：如果把上述的正方体浸入其他液体，如盐水、煤油，甚至放在空气中，有无上述这种压力差的存在？生：均有压力差存在。

师：浸入液体（或气体）中的物体产生浮力的原因是什么？（让学生讨论）。

师总结：浮力是由于周围液体（或气体）对物体向上和向下的压力差产生的，这个压力差就是液体对浸入物体的浮力

$F_{浮}=F_{上}-F_{下}$（板书）

师：浮力的方向是怎样的？

生：浸入液体（或气体）里的物体的下表面受到竖直向上的压力，上表面受到竖直向下的压力，向上的压力大于向下的压力。所以浮力的方向是竖直向上的。（板书）

练习 1 如图 1 所示的容器内盛有水，其中浸入了边长为 1 米的正方体 A，A 的底面和容器底面紧密接触（A 的底下无水），A 的上表面到液面的距离为 1 米，求 A 受到多大的浮力？

解析　物体 A 没有受到浮力。原因是 A 物体的下表面没有受到水向上的压力，只有上表面受到竖直向下的压力，物体没有受到压力差，故没有受到浮力。

练习 2 如图 2 所示，物体 A、B、C、D 均浸入到容器里，且各物体均与容器的底面紧密接触，哪个物体受到浮力？

解析由“压力差”可知，除 A 物体没有受到浮力外，其余物体均受到浮力。受到浮力的部分是侧壁。

三、小结

师总结：(1)什么叫做浮力？浮力产生的实质是什么？(2)物体的浮沉条件是什么？(3)求浮力的方法有几种？

四、布置作业

P.149②①；P.142③④⑤。

（梁沛均　文）

关于初中物理“电压”的教学

电压是初中电学中的重要概念之一，是学习和理解其他电学概念和规律的基础。但是，电压的概念比较抽象，学生难以理解，这是因为：“电压”无法用直观方法加以演示；电压概念本身的内涵较深，在不具备电场和电场力做功等知识时，要理解电压、把握其本质是不可能的，因而，电压教学是初中电学教学的难点之一。

一、电压概念的教学要明确要求，讲究方法，在电压作用的具体化和电压单位的感性化上下功夫

电压教学的关键是要明确电压概念的教学要求。《九年义务教育初中物理教学大纲》规定：“知道电压及其单位”，“知道干电池、家庭电路的电压值”。这就是说初中电压教学的重点并非电压概念的本质含义，而应是电压的作用。因此，在教学过程中，应在电压作用的具体化和电压单位的感性化上下功夫，教学过程可分三个层次。

第一结构层次：通过将电压和水压作适当类比，同时应采取水路模型和电路模型或图示对比的方法，加强直观教学。例：“水路”和“电路”的比较

	水路	电路
组成	水泵（保持一定水压） 水管（传输水流） 水轮机（利用水能的设备） 阀门（控制水流的开关）	电源（保持一定电压） 导线（传输电流） 灯泡（用电器） 开关（控制电流的阀门）
要点	水泵 $\xrightarrow{\text{保持}}$ 水压 $\xrightarrow{\text{形成}}$ 水流	电源 $\xrightarrow{\text{保持}}$ 电压 $\xrightarrow{\text{形成}}$ 电流
说明	“电压”和“水压”之间有本质区别，“电压”并非“电的压力”。	

从而使学生明确：只有存在水压作用，当阀门打开时才有水流通过；同样，当有电压作用时，接通电键，就有电流通过。水压是水流形成的原因，电压则是电流形成的原因。

第二结构层次：直接给出电压的单位及有关单位换算关系后，可出示一些电源（实物），如干电池、蓄电池、钮扣电池、层积电池等以及有关用电器，介绍上面标注的电压值，再介绍家庭电路电压值、高压输电电压值以及人体的安全电压值等。其目的在于：一是使电压单位感性化；二是引导学生区分电源的电压和用电器上电压的不同含义，即前者是对整个电路起作用的电压，后者只是对用电器起作用的电压。

第三结构层次：通过电压表的使用以及测出电灯两端电压值的操作，进一步加深学生对电压及其单位的感性认识。

二、用类比（或比喻）法讲授“电压”的优点和不足

现行初中教材中，通常用水流类比电流，用水压类比电压，这样借助大家熟悉的有关水压的认识来说明电压这样一个抽象的概念，是利用了知识的正迁移作用，因而形象、直观、较易于理解和接触。这样类比的根据是水流和电流有许多相似的特性，如它们都是物质的迁移过程，

水量和电量在迁移过程都各自守恒、且都要受到阻力等等。

用类比法讲电压，只能从一个侧面说明概念的某些特性，并不完善深刻，其不足之处在于：

(1)概念的建立不够严谨，仅用类比法很难揭示电压的本质属性。但对初中教学，有初步了解，能知道就行。

(2)类比法得出的结构有或然性。水流和电流类比，仅有某些类似的特征，并非所有的特征都能一一对应。例如，水压是指水的压力或压强，本质属力的范畴；电压则是在两点间移动单位正电荷时电场力所做的功，本质属功或能的范畴。用水压类比电压只是作用效果上相似，并非本质上相似。

在教学中为使概念形象化，便于学生想象、理解，用类比（或比喻）来讲解新概念是完全可以的。但是，在引进新概念时，应在适当时机揭示概念的本质，并把新概念跟用来作类比（比喻）的例子进行必要的对比。对于电压概念本质的进一步揭示，在日后的教学中可结合“电源正、负极上电荷的积累、形成电压”以及学过电功等概念后，反过来解释“电压单位——1 伏的物理意义”等来加以深化。

三、关于“怎样测量电压”的教学

由于双量程电流表的读数和使用已经学过，对于双量程电压表的读数和使用，可引导学生自学教材（上海科技出版社出版）有关内容后，仿照“怎样测量电流”的模式进行自学和操作练习。

对比和归纳是学习本章知识的一种重要方法。在本节教学结束前，可引导学生将电流表和电压表的使用方法加以对比，找出共同点和不同点，以便更好地掌握有关知识和技能，使学生逐步学会自己整理知识。

（贾克钧　文）

七、中学物理规律教学研究

怎样教好初中物理定律

一、要善于启迪辨证思维，深刻揭示内在联系

定律教学难度大、要求高，因此，教者深刻领会教材实质，明确地位作用，并以教学原则为指导正确分析处理教材，选择合适教法，善于启迪，充分调动学生的积极性是保证教学成功，提高质量的关键。又因为定律教学需要将原来分散阐述的概念进行有机的串联以寻求规律。因此，精心设计教学层次，积极引导学生用联系的观点进行辩证思维，才能思路清晰，深刻揭示各概念间的内在有机联系，达到真正理解牢固掌握的目的。例如讲阿基米德定律中，计算物体所受的浮力，势必要联系到重力、压强、压力、物质密度等许多重要概念。只有在实验的基础上透彻分析它们之间的相互关系，才能真正理解为什么浸在液体或气体中的物体所受的浮力正好等于被其所排开的液体或气体的重量。以及为什么上、下压强差是产生浮力的原因。否则学生总是无法说明实验与计算结论一致的原因，而且计算过程中往往将ρgV与ρgh混淆不清，用ρgV计算浮力时会张冠李戴搞错研究对象。

二、要做好探索性实验，尽量让学生自己总结规律

定律教学切忌死记硬背，只有理解深刻才能达到开发智力培养能力的目的。而真正的理解又莫过于自己去摸索总结，只有通过自己实践并经大脑积极加工，才可将各重要“部件”有机组装成运转自如的“机器”。诚然，写在教材里的内容都是前人直接的经验，中学生没有必要亦无可能事事都去模仿前人再去直接经验，但对规律性的东西应尽可能地变间接经验为直接经验。如前面讲过的欧姆定律，在教者提出问题设置“悬念”并指出思路的基础上，如条件允许应尽可能让学生在课堂上边讨论、边实验、边分析、边总结，这不仅可加深理解，而且可以体会前人在探索时是如何思考问题的，籍以培养其发现能力，甚至可逐步激发起他希望自己今后也成为科学家的壮志雄心。

三、要精透分析范例，力求融会贯通举一反三

活用规律，对研究对象进行具体分析，以达到能在理性认识的基础上指导高阶段的实践解决问题，是定律教学的最终目的。然而，生搬硬套，忽视对物理过程本质的分析，往往是中学生（尤其初中生）在运用定律时的一大弊病。学了“功的原理”、“机械效率”之后，具体运算时是乘还是除？学生为什么老是搞不清？没有精细分析作功过程可能是很重要的原因。一本初中辅导书中有这样一道练习题：

如图1（P170）所示，设力F_1的作用能使滑轮组(1)匀速提起重物G_1，力F_2的作用能使滑轮组(2)匀速提起重物G_2，用$F_1:F_2=3:4$，$G_1:G_2=2:3$，滑轮组(1)的效率为80%，求滑轮组(2)的机械效率。

此题对初二学生难度是否适宜暂不议论，但这决不是偏题怪题。我们找了几个学校的不同类型的学生作为探测对象，结果多数无从下手，且没有一个能真正讲清思路与道理。其实，抓住最基本的概念，透彻分析物理过程，此题应该是完全可以解决的。无非用到对滑轮组的受力、

作功分析，有用功、总功、机械效率等基本概念，经简单运算即可得：

$$\eta = \frac{2}{3} \cdot \frac{F_1 / F_2}{G_1 / G_2} \cdot \eta_1$$

因此，我们认为在学生初步掌握定律之后，及时选择典型例题，运用基础知识进行深刻剖析，是加深理解，拓宽知识、增强能力、融会贯通、举一反三的关键。最后，在讲授物理定律时，还应特别强调定律的适用范围。除此之外，教师平时必须注意加强教学基本功的训练，培养“应变”能力。

定律教学涉及的知识面广，教者必须引导学生在各有关概念错综复杂的联系中理清思路，抓住主流去总结规律。然而学生在考虑与回答问题时，难免要出现一些教者意想不到、事先无法准备的问题，这就要求教者具有运用教学理论指导临场应变的能力。一位老师给初二学生讲“功的原理”，教者原先希望通过手摇轮轴对重物作功及配合其他演示，启发共同讨论，总结出一般规律。可是一开始学生回答时就出了问题，学生认为“人对轮轴没有做功”，因手摇时 F 与 S 方向不是一致的。在这样棘手的问题面前，教者从容自如，立即将用手摇改成用绳绕于轮缘再竖直向上牵行。这不仅巧妙地回避了力、位移方向在不断改变时如何计算功这个初中学生无法讲清的问题，而且使演示生动、直观说明问题。如果教者平时不注意锻练，没有临场应变的能力，这时肯定乱了手脚，甚至因此而打乱了整个教学秩序。

（施汉泉　计学贞　文）

谈谈初中物理公式的教学

一、注意揭示公式的物理意义

物理公式是具有物理意义的数学表示式。用它们来定义物理概念：反映物理规律，确定物理量的量度方法等等。初中学生遇到的第一个物理公式——匀速直线运动的速度公式：$v=\frac{s}{t}$。它的物理意义是，匀速直线运动的速度不随物体运动的时间和通过的路程的改变而改变,速度 v 不是路程 s 和时间 t 的函数。这个公式对于初二学生来说并不陌生，他们在初一和小学的数学课中曾经用它来解题。但是，对于这个公式的物理意义，他们几乎是无知的。作为物理公式的教学，就要着力于揭示公式的物理意义，还要努力培养学生学习物理公式的方法。也只有这样，才能充分调动学习积极性。反之，如果像数学课那样，仅仅把它当作计算速度的公式，那么，物理教学的任务没有完成，还会挫伤学生的学习积极性。他们认为，这个公式在小学里就学过了，没有什么新花样。

关于阿基米德定律公式的教学，遇到的是另一种情况。实验总结出阿基米德定律后，教材没有紧接着提出这个定律的公式，而是在运用阿基米德定律分析一道例题时，结合密度公式提出：$F_{浮}=G_{排}=\rho_{液}gV_{排}$。初中教材中有不少公式都是用这种方式提出来的。教材这样安排，与在叙述定律内容后立即用公式来表示相比较，可以使学生在解决实际问题的过程中，领会公式的物理意义、应用及其重要性，而不是贬低公式的重要意义。为了深入掌握公式，为了使学到的知识更完整，为了跟貌似公式区别开来，在公式教学过程的适当时候，还应该跟已学的某些公式进行联系，或者加以类比、对比。上述阿基米德定律公式教学，就可以联系浮力的产生原因，即物体在液体中受到的浮力就是液体对物体向上和向下的压力差。以浸在液内的正方体为例，有

$F_{浮}=F_{向上}-F_{向下}=(p_{向上}-p_{向下})S=(\rho_{液}gh_{下}-\rho_{液}gh_{上})S=\rho_{液}g(h_{下}-h_{上})S=\rho_{液}gV_{排液}$，可以从中看出它们的一致性，使有关公式融会贯通。再把公式 $F_{浮}=\rho_{液}gV_{排液}$ 跟 $G_{物}=\rho_{物}gV_{物}$ 和 $p=\rho gh$ 加以对比，则能澄清混淆，兼收温故知新之效。

在一定阶段，从公式物理意义出发把已学公式加以归类，如 $\rho=\frac{m}{V}$、$C=\frac{Q_{吸}}{m(t_2-t_1)}$、$R=\frac{U}{I}$ 这类公式表征了物质、物体的某些确定的物理性质；$p=\frac{F}{S}$、$P=\frac{W}{t}$、$I=\frac{Q}{t}$ 这类公式是物理量的定义式，而公式 $F_{浮}=G_{液}$，$I=\frac{U}{R}$ 反映一定的物理规律。这样做有助于从总体上学习公式的物理意义，又能在众多的物理公式中理清头绪，帮助记忆。

二、讲清推导公式、变形公式和基本公式的联系和区别

初中物理课本中除了有较多的基本公式外，还有一定数量从基本公式通过推导得到的公式。这类公式的教学，首先要展示清晰的推导过程，接着要点明推导的根据和理由，最后阐明所得推导公式的物理意义。并

联电路的总电阻跟各支路电阻之间的关系式$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$，是从欧姆定律公式$I=\frac{U}{R}$，和并联电路总电流跟各支路上电流的关系式$I=I_1+I_2$，以及并联电路的总电压跟各支路两端的电压之间的关系式$U=U_1=U_2$中推导得出的。为什么要以此为依据进行推导呢？因为我们研究的是并联电路的电阻，而每一支路电阻的大小影响着电路中的电流和电路两端的电压，也就是说，所研究的问题涉及到电流、电阻、电压三者之间的关系。点明这一点，学生就容易想到和记忆推导这个公式的依据。少了这一步，就会产生“教师牵着学生鼻子走”的现象，因为那种做法虽然也能够推导出公式，但从培养学生思维能力、训练思维方法方面来看，是不可取的。

公式变形是数学工具在物理教学中的运用。教学中既要注意运用学过的数学知识，又要立足于物理知识。使学生清楚地认识到从分析实际问题得到的公式跟利用公式变形得到的公式是一致的。例如，在匀速直线运动中速度的大小是恒定不变的，通过的路程就随时间的增加而增大，并且跟运动时间成正比。写成公式就是 $s=vt$。这个公式也可以从基本公式 $v=s/t$，利用公式变形直接得出。在公式变形的教学中要注意数学变换赋予的物理内容。

三、强调公式成立的条件和适用的范围

物理公式都是在一定条件下成立，只适用于一定的范围。让学生注意这个问题，对于学好公式，运用公式解决实际问题至关重要，也是物理教学中对学生进行辩证唯物主义教育的内容。

液体压强公式 $p=\rho gh$，只适用于由液体重量产生的压强，而且液体的密度是均匀的。通常液体内某一深度处的压强，除了由液重产生的压强以外，还有由液体传递来的外加压强，所以实际的压强并不是由上式计算所得的数值。焦耳定律公式 $Q=I^2Rt$ 表明，当 I、t 不变时，Q跟R成正比。如果条件改变为U、t不变，则由$Q=\frac{U^2}{R}t$知，Q 跟 R 成反比。条件变了，物理量之间的关系也发生了改变。当然，两个公式的适用范围也不相同。后式只适用于电能全部转化为热能的纯电阻电路，前式无论对于电动机、导电溶液都适用。

热学中有一个公式 $Q_{吸}=Q_{放}$，反映了热传递中能量守恒。公式成立的条件是系统不跟外界发生热传递，系统跟外界之间也不相互做功（理想的情况）。公式适用于整个热传递过程中的任何时间间隔，而不仅仅在热传递终止时才成立。

四、培养学生使用物理量符号的习惯

物理公式中的物理量常用规定的符号表示，初学物理的一般学生对于用符号表示物理量感到新鲜和新奇，往往表现出很高的积极性，这个阶段要防止他们只记符号不记符号所表示的物理量名称。时间长了，出现的符号多了，他们又往往“望符号而生畏”，教师要注意保护学习积极性，不能操之过急。学生有时不用符号而用物理量名称书写公式，也要肯定，要允许，让学生有一个适应过程。作为教师，则要时时作出示

范，有意识地让物理量和它的符号同步，恰当地、严格地运用符号、角标，通过潜移默化过程，培养他们用符号和角标的兴趣和习惯。学生习惯用 x 表示未知量，在用公式解题时，他们也往往用 x 表示未知物理量，应该讲清道理，使他们体会到用规定符号而不用 x 的好处。加强公式教学不是孤立进行的，必须跟端正教学思想，加强物理概念教学，加强物理实验，发展学生的智力有机地结合起来。

（何愫圆　文）

阿基米德定律（课堂实录）

一、教学目的

(1)了解阿基米德原理实验的方法和过程，初步掌握阿基米德定律。

(2)能够根据阿基米德定律计算有关浮力的实际问题。

二、教学过程

1．复习提问，引入课题

上节课我们已经学习了浮力，讲了浮力的概念、浮力产生的原因和浮力的方向。在进行新课之前，我们先对前面所学的知识进行一次诊测。

前提诊断：

(1)浸在液体里的物体，受到液体_____的力，叫做浮力。

(2)铝块浸在水中时受到的浮力是_____对_____的作用，浮力方向是_____。

(3)浮力产生的原因是：液体对浸入里边的物体_____。

(4)一金属块在空气中称量时，弹簧秤示数为 198 牛顿，浸入水中称量时，弹簧秤示数为 100 牛顿，金属球受到的浮力的为_____牛顿。

（把事先写有上述思考题的小黑板挂在前面，找学生在小黑板上做，其余学生在下面做，然后集体订正。）通过上节课的学习，我们已经知道：要测量一个物体如金属块在液体中受到的浮力，可以用一个弹簧秤拉着它来测，比如金属块浸入液体之前读出弹簧秤的示数，浸入液体后再读出弹簧秤的示数，前后两次示数之差就是金属块受到的浮力的大小。但是如果我们要测量质量较大的物体（如轮船、巨石等）在液体中所受到的浮力，弹簧秤就无能为力了。可能有的同学会说：我们用测定浸在液体里的物体上下表面压力差的方法来计算浮力呢？那适用于测定形状规则的物体在液体中所受的浮力，如物体的形状不规则就不容易测出。我们能不能找到一个不受任何条件限制，普遍适用而又简单易行的测定和计算方法呢？两千多年前，希腊学者阿基米德研究了这个问题，得出了著名的阿基米德定律，今天我们就来研究这个问题。（板书课题）

2．新课教学

进行新课之前，我先给大家讲一个小故事。（用幻灯映出：阿基米德奔出浴池的画面。故事略。把事先写在幻灯片上的教学目标，用投影仪映出。）

三、教学目标：

(1)知道：阿基米德定理的内容和适用范围。浮力的计算式和式中各字母的物理意义。

(2)掌握：应用阿基米德定理计算浮力的一般方法。（先找一学生读教学目标，然后让全班学生按照目标阅读课文，老师到学生中巡视、指导，提醒学生注意：阿基米德原理是本章的重点，也是一个难点，突破难点关键是要做好阿基米德实验）

1．阿基米德实验

待学生阅读后，请一学生回答：实验是如何做的，得出了什么结论？学生回答后，老师用投影仪映出实验图（P177），并对着实物复述实验。溢水杯中盛水，使水面跟溢水管口相平。弹簧秤甲吊着铁块，弹簧秤乙

吊着

一个小容器，并使溢水杯中溢出的水能流入小容器中。老师提出问题：

(1)将铁块部分浸入水中，弹簧秤甲的示数减小，甲示数的变化表示什么？（启发答出：铁块受到了浮力。）

与此同时，从溢水杯中溢出的水流入小容器中，使弹簧秤乙的示数增大，乙示数的变化表示什么？（启发答出：铁块排开的水受到的重力。）

由此得出什么结论？（引导答出：铁块部分浸入水中时，铁块受到的浮力大小等于铁块排开的水受到的重力）

(2)将铁块全部浸没在水中，通过甲、乙两弹簧秤示数的变化，可以发现铁块受到的浮力和铁块排开水的重力有什么关系？（启发答出：二者大小仍然相等。）

（找二个学生到讲台上做实验，验证上述结论，其余学生注意观察。）

问：如果把水换成煤油、酒精或盐水等其他液体来做上述实验呢？（答：结论都一样。）

（再找二个学生用煤油重做上述实验，启发学生总结得出阿基米德原理。）

2．阿基米德原理

浸在液体里的物体受到向上的浮力，浮力的大小等于物体排开的液体受到的重力。

用公式表示：$F_{浮}=G_{排液}=m_{排液}g=\rho_{液}V_{排液}g$。$F_{浮}$——浮力，$\rho_{液}$——液体的密度。$V_{排液}$——排开液体的体积。

注意：(1)施力物体——静止的液体，受力物体——浸在液体中的物体。

(2)浮力的大小只与液体的密度和物体排开液体的体积有关。而与物体的密度及物体所在的深度无关。

(3)浸在$\begin{cases}全部浸入（浸没）：V_{排液}=V_{物体}\\ 部分浸入：V_{排液}=V_{物浸}<V_{物体}\end{cases}$

(4)此定律不仅适用于静止的液体，也适用于静止的气体。

$F_{浮}=G_{排气}=\rho_{气}V_{排气}g$

例：体积是 0.1 米^{3}的铁块浸没在水中，水对它的浮力是多大？（找一学生分析求出，老师总结）

3.巩固新课

(1)讨论：（用投影仪出示思考题）①把一木块浸没在煤油中，排开煤油的重力为 8 牛顿，它受到的浮力是_____牛顿。如果此木块只有一半浸入煤油中，受到的浮力是_____牛顿。

②将一铁块浸没在水面下不同深度的地方，铁块受到的浮力是否相等？为什么？

（2 分钟后，找学生回答）

(2)小结本节内容，引导学生回忆，整理本节所学的知识。

问：大家还有什么问题？如没有就开始进行形成性测试。请打开《目

标评则》完成“效果测试”。

（5 分钟后，用投影仪映出答案，学生交叉评改，然后举手示意，让老师全面了解达标情况，为课后的补缺，矫正提供信息。）

4.布置作业

(1)阅读本课文，预习：第三节物体的浮沉条件及其应用。(2)做第 183 页练习二 1—5 题。

（李莉　文）

牛顿第一运动定律课堂教学的新设计

一、实验装置的设计

目前，初中没有条件做气垫导轨实验，一般做斜面小车实验，效果不甚理想。主要原因有：(1)斜面与平面相接处不平滑，出现跳坎、造成大幅度减速、停顿或倾斜。(2)平面上辅不同的材料与底板接触不紧密，材料表面有皱褶，阻力不均，造成倾斜。

改进方法：(1)如右图：两板截面做成两个对接的平三角。(2)在平面和斜面相接处装活动钢夹。(3)在平板边装平夹，将毛巾或棉布展开后嵌在夹里，且夹略高于滑道。

二、教法的设计

在教法上改用：自学为主、点拨为辅、实验贯穿，为帮助学生自学，要拟出高质量的提纲，提纲的优劣决定本课的成败。

我拟的提纲是：(1)牛顿第一运动定律，揭示了谁与谁的关系？什么关系？(2)亚里士多德观点的错误根源是什么？你从中得到什么启示？(3)三次实验的相同点和不同点是什么？小车三次从同一高度下滑，意味着什么？(4)利用观察的事实及推理，设计表格，归纳出结论？(5)牛顿第一运动定律是只凭经验得出的吗？他采用了什么方法？这种方法有什么优点？

学生根据提纲要求，通过阅读即可初步达到教学目的。再将事先录好的实验录像带播放，加以深化。这样做的好处是：(1)确保实验成功。(2)可在必要的地方停顿。(3)增加实验可见度。(4)充分调动学生的积极性、参与性。并可根据录像逐题讲解提纲中的问题。

三、德育的自然渗透

批判亚里士多德的观点是这节课的重要内容之一。应向学生强调，看待事物不能只凭片面经验，并向学生渗透认识来源于实践的观点。当学生通过观察、实验、推理、推想，设计并填写了以下表格时，就已经成功地采用了“理想化模型”的方法。

运动表面	毛巾	棉布	木板	玻璃	理想平面
光滑程度	不光滑	较光滑	光滑	很光滑	特别光滑
阻力大小	很大	较大	小	很小	等于 0
运动距离	近	较远	远	很远	无穷远
速度变化	快	较快	慢	很慢	不变（V 恒定）

牛顿第一运动定律的总结，使学生学会了抓住主要矛盾忽略次要矛盾，从而使问题得到了圆满的解决。

（董丽萍　文）

动量和动量定理教学的改进

一、传统教学存在的困难

按照教材和传统教学的安排，在动量和动量定理的教学中，总是先用一节课讲授冲量和动量这两个基本概念；再用一节课讲授动量定理。一般地说，这种先概念后规律教学顺序是合理的。但对冲量和动量的教学却发生了困难，因为要讲清这两个概念离不开动量定理，而动量定理的教学却在两个概念之后。例如，课本引入冲量时，从牛顿定律导出，原来静止的物体受到力作用时间 t 后有如下关系：

$$F \cdot t = mv$$

由此得出，使原来静止的物体获得某一速度 v，可以有不同的方法，即 F 和 t 可以有许许多多不同的取值，但乘积 F·t 却必须相同，因而定义 F·t 为冲量。在这里，教师一方面要用 F·t=mv，引入冲量；另一方面又担心学生形成错误的概念；冲量等于动量，给以后的教学留下隐患。因此，教师只好在教学中反复强调 F·t=mv 是对原来静止的物体适用。即使如此，学生还是常常只看公式而忽视公式成立的条件，许多中等和中下的学生也因此产生了错觉。

应用公式引入动量时也遇到了类似的困难。在这节课里，教师遇到的困难是：有话说不清，说清听不懂。那么，怎么走出困境呢？

二、通过类比先推导出 $F_{合} \cdot t = mv_t - mv_0$。再用它引入冲量和动量，并且得出动量定理

为了走出困境，一上课就让学生推导动能定理。然后告诉学生自然界中的许多事物具有相似性，启发学生思考，既然力通过一段位移，F·s 的效果是改变物体的动能，那么力作用一段时间后效果是什么呢？在教师引导下学生很快便能推导出：$F_{合} \cdot t = mv_t - mv_0$。

两个推导对比如下：

$$s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} \qquad t = \frac{v_t - v_0}{a}$$

$$F_{合} \cdot s = \frac{F_{合}}{2a} \cdot (v_t^2 - v_0^2) \qquad F_{合} \cdot t = \frac{F_{合}}{a}(v_t - v_0)$$

$$F_{合} \cdot s = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 \qquad F_{合} \cdot t = mv_1 - mv_0$$

再应用 $F_{合} \cdot t = mv_1 - mv_0$。引入冲量和动量：一个物体的速度从 v_0 变为 v_t，可以有不同的方法，即 F 和 t 可以有许许多多不同的值，但乘积 F·t 却必须相同，因此定义 F·t 为冲量，同样的方法可以引入动量。

在搞清两个基本概念后，学生很容易看到冲量和动量没有直接关系，而是和动量的改变量相等，避免了可能由 F·t=mv 留下的隐患，并且得出动量定理。

三、改进教法的好处

1．教师可以放心地、准确地引入冲量和动量，不必担心由于“先入为主”可能给教学留下隐患。

2．从动能定理到动量定理的推导，培养了学生用类比的方法研究自然现象和规律的能力。在类比中学生还进一步理解到，W=F·s 和

$I = F \cdot t$都是与过程相关的量，而$E_k = \frac{1}{2}mv^2$和$p = mv$都是与运动状态相关的量。

3．还有一个意外的收获是：为什么功$W = F \cdot s$，而不等于$\frac{1}{2}F \cdot s$、$F^2 \cdot s$、$F \cdot s^2$等。这是学生从初中到高中长期没有解决的问题，通过与引入冲量做类似的对比也获得解决：由$F \cdot s = \frac{1}{2}mv_t^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

可见，同一个物体的动能由$\frac{1}{2}mv_0^2$变为$\frac{1}{2}mv_t^2$

，可以有不同的方法，即可以用较大的力移动较少的位移，也可以用较小的力移动较大的位移，即 F 和 s 可以有许许多多不同的取值，但只要 F 与 s 的乘积相同，这个物体的动能改变就相同。因此

定义$F \cdot s$为功。同样，也可以再次说明为什么定义动能$E_k = \frac{1}{2}mv^2$。

（郭杰森文）

“匀变速直线运动”教学体会

一、把握教材，因材施教

与甲种本相比，必修本减少了教学内容并降低了难度，本单元主要表现在：删去了两个阅读材料（“速度与加速度的区别”和“伽利略对匀变速直线运动的研究”）；v-t 图象不讲斜率的物理意义（即不要求根据图象求加速度）；位移公式$s = v \cdot t + \frac{1}{2}at^2$不从$v - t$图象推导而改由$s = \bar{v} \cdot t$、$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$、$v_t = v_0 + at$三式推导出来，另外加速度等概念的引入以及 v-t 图的画法也降低了难度。这些变化都是为了适应大多数学生的实际水平，使他们能把最基础的物理知识学到手而设计的。

针对以上变化，在引入新概念时，我尽量避免直接给出定义，而是通过具体实例的分析、比较，逐步引出定义式，同时注意强调公式的适用范围和物理意义。比如在引入加速度概念时，通过对一辆火车和一辆汽车在不同时刻即时速度的记录，列表研究速度的变化和所用时间的比值，引导学生讨论比值的特点和作用，从而自然地引入加速度概念。又如在讲述匀变速直线运动的 v—t 图时，甲种本是由速度公式 $v_t=v_0+at$ 再分别给出 v_0、a 的数据，然后根据 v_t 与 t 的函数关系作图，这样讲数学味很浓，但学生不易理解其物理意义。而必修本则是通过一辆汽车在做匀变速直线运动中的一系列时刻（课本 P.58 图 2-10 表中误为“时间”）及与之对应的即时速度值列表作图。我在教学中采取和学生一起画图的方式，学生的积极性很高，很快掌握了作 v—t 图的方法并对图象的物理意义表现出很大的兴趣，同时在程度稍好的一个班我还补充了几个不同的 v—t 图象让学生讨论其物理意义，收到了较好的效果。

二、及时总结，突出重点

该单元共三小节，另外还有两个分组实验。《教学参考书》安排了七课时。考虑到该部分知识的重要性，结合我校学生的实际情况，我安排了九课时，具体如下：第六、七、八节各两课时，小结一课时，分组实验两课时。其中第八节的二课时着重讨论了 P62 练习七第五题，证明了匀变速直线运动的另外一个重要的推论$\triangle s=at^2$（此推论在实验三、第九节都将发挥重要作用），并强调时间、位移的表达，如第一秒、末两秒等。在小结课中，先总结一个关于匀变速直线运动的两个基本公式，三个有用推论（$v_t^2 - v_0^2 = 2as$，$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$，$\triangle s = at^2$），然后强调了解运动学题要注意的几个问题，我把它归纳为“一不三要”，即：不要机械套用现成公式；要认真分析物理过程，弄清已知条件（尤其是隐含条件）；要正确选用合适的公式以使运算更加简便；要对计算结果进行必要的检验和讨论。实践证明，在这里多花点时间还是值得的。

三、强化训练适当提高

物理教学的根本目的，就是使学生掌握大纲规定的物理基础知识和基本技能（包括分析问题能力和实验操作能力）。要达到上述目的，适当多做些练习是一种行之有效的手段，而课本各章节后设置的练习题大

都比较容易，且题量也比较小，对于那些对物理感兴趣而又学有余力的同学来说难免有吃不饱的感觉。因此我便适当补充了一些课外习题，在程度稍好的一个班，讲课时稍增加了一点深度，如讨论 P.62 第五题时，增加了讨论初速度不为 0 时，头一秒、头两秒、头三秒……位移之比是否还等于 1∶4∶9∶……；第一秒、第二秒、第三秒……位移之比是否还等于 1∶3∶5∶…，连续相等的一秒内位移之差是否仍是恒量。在布置练习时，给他们增加了课本之后的“课外习题”中的练习题，既符合大部分学生的实际接受能力，又满足了少数程度较好同学的要求。

（汪洋　文）

“机械能守恒定律”教改初探

1．通过单摆的演示实验使学生直观地看到动能和势能的相互转化，同时让学生分析习题 1—4，学生会发现习题 1、3、4 中物体在运动过程中重力势能在逐渐减少，而动能在逐渐增加；习题 2 中物体在运动过程中重力势能在逐渐增加，而动能却在逐渐减少。进一步的分析还发现，在上述四例中，物体的动能增加多少，它的重力势能就减少多少；反之，物体的动能减少多少，它的重力势能就增加多少。总之，物体在运动过程中动能和重力势能可以相互转化，发生相互转化的原因是重力做功。

2．以提问的形式引导学生对习题 1—4 进行分析：物体在从 A 点经 B 点到 C 点的运动过程中，物体的动能和重力势能发生了相互转化，但在 A、B、C 三个位置时机械能的总量有无变化？这个问题任何一个学生都可以从计算结果中发现：机械能的总量始终保持不变。在此基础上进一步提出：物体是否在任何一个位置时机械能总量都保持不变？这时以自由落体为例，按课本要求进行推导，最后由学生自己得出结论：“物体在发生动能和重力势能的相互转化中，机械能的总量保持不变”。

3．物体是否在任何情况下，机械能的总量都保持不变呢？这时可进一步引导学生对习题 5—7 进行分析。很明显，这三例中机械能的总量都在逐渐减少。习题 5—7 与习题 1—3 是相互对应的，习题 5 与习题 1 类似，习题 6 与习题 2 类似，习题 7 与习题 3 类似。学生通过这两组习题的对比，很容易发现这两组习题的区别：习题 1—4 物体在运动过程中机械能总量保持不变，而且都没有阻力作用。习题 5—7 物体在运动过程中机械能的总量在不断减少，而且都受到阻力作用，因此学生就自然而然得出机械能守恒的条件：“物体不受阻力作用”。

在此基础上进一步对习题 8 进行分析。习题 8 也与习题 3 类似，也没有阻力作用，但多了一个沿斜面向下的推力作用。习题 3 物体在运动过程中机械能总量保持不变，而习题 8 物体的机械能总量却增加了。因此学生会发现上面所得出的机械能守恒条件是欠妥的。这时我们可以对这 8 道习题进行受力分析，并分析每一个力的做功情况，从做功的角度出发找出前 4 题的共同点：“只有重力做功”，后 4 题的共同点：“除重力外还有其他的力做功”。这样，学生便可从上述实例中找出规律，即机械能守恒的条件是：“只有重力做功”。

如前所述，由于物体在发生动能和弹性势能的相互转化中的机械能守恒不是本课教学重点，因此在实际教学中只需补充说明即可，这样就可以得出机械能守恒的条件：“只有重力（或弹力）做功”。这里应向学生说明一点：这里的“弹力”不同于我们前面所说弹力的概念，它仅指物体发生明显弹性形变时的弹力，如弹簧被拉伸或压缩时产生的弹力，而不包括推力、压力、支持力、绳子的张力这一类弹力。

4．通过前面的学习讨论，学生自己已得出了“物体在发生动能和势能的相互转化时机械能的总量保持不变”和机械能守恒条件是“只有重力（或弹力）做功”的重要结论。这时便可以引导学生从上述两个结论中概括出机械能守恒定律：“在只有重力（或弹力）做功的情形下，物体在发生动能和势能相互转化时，机械能的总量保持不变”。由于学生直接参予了教学，连基础差的学生也能发表意见，因此学生的学习积极

性很高，课堂气氛活跃，而机械能守恒定律的内容是由学生自己通过对所学过的知识和所做过的习题进行分析概括而“发现”的，因而激发了学生学习物理的兴趣和学好物理的信心。在教学过程中师生共同参与，学生积极思维、发表意见，真正体现了以学生为主体，以教师为主导的教学原则。

（撒应顺　文）

对新教材“平面镜”的教学体会

我在平面镜的教学中，无论是突出重点和突破难点都用了王绍符老师提出来的“纸条法”。

在讲到“平面镜对光线的作用”时，我准备了三个白纸条。长方形纸条代表平行光束（图 1）；三角形纸条（图 2）会聚光束；另一个三角形纸条（图 3）代表发散光束。每张纸条上都画有带符号的线表示光束的传播方向，纸条中部的折线处代表反射面。将纸条折叠表示平面镜对光束的反射，如图 4、图 5、图 6 所示。这很直观，入射光是平行光，反射光仍然是平行光如图 4；入射光是会聚光，反射光仍然是会聚光；入射光是发散光反射光仍然是发散光。即平面镜只改变光束的传播方向，不会使光束会聚或发散。用这种纸条法进行教学学生看得明白、听得懂、印象深。

在讲“平面镜成像规律”时我也用了纸条法并结合实验、画图进行讲解。用一个代表发散光束的纸条（图 7），端点 A 代表物点，线条表示两条入射光的方向，在黑板上画一条直线表示平面镜 MM′，让发散的入射光射到平面镜上，在镜面处发生反射，即把纸条折叠放在平面镜的镜面一侧。把纸条 AMM′都分展开到 A′MM 位置，相当于把反射光线反向延长、延长线相交于一点 A′。A′就是物点 A 点的像（图 8）。把 A 点，A′点用虚线连接起来连线与镜面垂直，垂足为 O，用刻度尺量得 A 和 A′到镜面的距离相等。虚像的位置和物体的位置之间的连线与镜面垂直。虚像的位置与物体的位置到镜面的距相等。纸条的折叠 AMM′与 A′MM′很直观地显示了对称关系。再用蜡烛和平板玻璃实验验证。结果学生对平面镜成像的规律印象很深刻。

虚像是教学中的难点，用纸条法可以清楚地显示并没有光透过镜面射到镜面背后。像点 A′处并没有从物点 A 射来的光。看到 A 好像在 A′点是习惯于光的直线传播的视觉现象，所以 A′点是 A 点的虚像点。

在这一节中，无论是讲规律，还是讲概念，不论是突出重点，还是实验难点，都用了折叠纸条的方法。这一方法直观、方便、实用，效果不错，大家可以试一试。

（李玉英　文）

八、中学物理实验教学研究

物理实验的方法论思想初探

一、物理实验常用的设计方法

物理实验设计的关键，是如何通过设计达到良好的观察效果。为此，目前初中物理实验常用以下几种方法。

1．转换法

物理实验中常常遇到一些实验效果不易观察或者观察不明显的情况。为此常借助于力、热、电、光、机械等方法之间的相互转换，实现可观察、容易观察或观察效果明显的目的。转换的过程主要是依据等效的思想，也就是从效果相当的角度进行实验。

例如，①弹簧秤、握力计、牵引测力计等是把力的大小转换为弹簧的伸长量或者指针的偏转角度。②速度计是把需要测定多个量（路程、时间）方能确定的速度，转换成为直接读数即可得的量。③微小压强计是把压强的变化转换为连通器中两边液面差的变化。④水受热后的对流不易观察，但是借助于高锰酸钾溶液的流动可以清楚地表示热传递的情况。⑤电流表测电流、电压表测电压以及固体的受热膨胀等都是转换为指针的偏转来进行观察。

2．对比法

人们认识事物，区别事物主要是掌握它们的特点，而它们的特点主要是通过对比来研究。通过对比达到辨异求同或者同中寻异，从而打开思路，获得解决问题的方法。比较的方法广泛地应用在物理实验中。

例如，①研究物体的浮沉条件时，用重量相同的铅盒与铅团作比较。②斜面省力实验中，是把不同倾角的斜面对比，斜面与竖直面对比。③两种不同的金属片铆在一起做成双金属片进行受热对比。④用黑白颜色截然不同的两种物体表面来对比研究物体吸热本领的不同。⑤通电导体周围磁针偏转与磁铁周围磁针的偏转作对比。⑥导体、绝缘体导电特性的对比。⑦同性与异性磁极间磁力线的对比。⑧研究密度、比热、电阻等表征物质特性的量的实验，采取对比更是有效的方法。⑨还有时要进行两种实验方法的对比，例如，测温度时的估测法与用温度计的实际测量法的对比；用伏安法测电阻时的接法与外接误差大小的对比等等。

3．平衡法

平衡实质就是矛盾双方的平衡。是对立倾向的平衡。分析平衡就是分析矛盾的双方在一个平衡系统中总存在偏离平衡的因素，平衡就是这种偏离平衡的因素的抵消效应。当矛盾双方平衡时，从物理学角度讲总对应一个平衡方程式，最简单的情况是方程的一侧为已知量，另一侧为未知量。据此，可用于指导实验的设计。

例如，①应用等臂天平测质量，实质就是欲测质量的物体与砝码这两个使天平失去平衡的因素相互抵消，重新使天平达到力矩平衡的过程，从而可知物体的质量等于砝码的质量。②用托里拆利实验测大气压强，是根据管中一定高度的液柱所产生的压强等于大气压强。③用弹簧秤测力时是根据二力平衡的原理，外力的大小与弹簧的弹力相等。④测

电流、电压以及研究液体的压强与深度的关系，连通器的演示，物体的浮沉实验、阿基米德定律实验、比重计、杠杆的平衡条件、定滑轮、伽利略温度计、测比热等实验也都渗透着平衡的思想。

4．放大法

利用扩音机、幻灯机等设备把微小的声音或图象信息进行放大，这是大家都熟悉的方法。

初中物理实验中对微小量的测量也常常采用间接的、广义上讲的“放大法”来解决。例如，①游标卡尺就是在这种思想支配下的产物*。②借助于细管中液体的移动或者连通器细管中液面的高度差，实现“小中见大”，例如微小压强计测压强的实验、气体与液体受热膨胀的实验、伽利略气体温度计实验、物体吸热本领不同的实验、焦耳定律实验等都应用了这种“放大法”。

二、物理实验中的数学方法

初中物理实验中主要应用了以下几种数学方法。

1．几何图形法（或图示法）

例如，①测锥体的高及圆的直径。②运用几何作图法说明光的反射定律、平面镜成像、潜望镜、光的折射现象、水中筷子的弯折、凸透镜或凹透镜对光线的会聚或发散作用。③在研究熔解（或凝固）过程时，运用描点法画出熔解过程中，温度随时间改变的曲线，从中总结规律。④运用假想的磁力线形象地描绘磁场，这更是法拉第富有革命性的创见。

2．叠加平均法

初中物理实验中主要运用了算术平均数的方法，即把测定的若干数相加求和，然后除以给定的个数。例如，①测纸厚，②测细金属丝直径，③测短棉线质量，④伏安法测电阻。

3．比例法（或简单函数关系法）例如，①弹簧伸长与外力的关系，②温度计的刻度，③欧姆定律。

4．表格法

例如，①研究摩擦力与哪些因素有关，②滑轮组的机械效率，③电流强度与电压的关系等实验。

三、物理实验中的思维方法

初中实验中主要运用了以下几种思维方法。

1．分析法

人们思维的过程就是分析的过程，实验的过程是离不开分析的。

例如，①运用悬挂测重心，为什么两次悬挂所得竖直线的变点就是重心。②惯性球实验中，为什么小球留在原处就说明物体有惯性。③测定滑动摩擦力的实验中，为什么弹簧秤的读数是木块与桌面之间的摩擦力数值。④应该如何解释空气有重量的实验原理。⑤分子引力实验中，为什么两铅柱紧密接触后不易拉开，就联想到是由于分子引力的结果。⑥欧姆定律实验中，如何从实验结果归纳实验公式等等，都必须借助于分析。

2．理想实验法

它是人们在真实的科学实验的基础上，以科学实验为依据，运用逻辑推理对实际的物理过程进行深入的分析，忽略次要矛盾，抓住主要矛

盾进而在思想中塑造的理想过程和分析方法。初中物理研究牛顿第一定律的斜面实验就运用了这种理想实验的思维方法。

3．物理模型法

它是在实验基础上对物理事实的一种近似、形象的描写，物理模型的建立，往往会导致理论上的飞跃。初中实验中运用物理模型的典型有四处。①根据实验建立液体压强公式时，运用理想液柱的模型。②分析连通器原理时运用理想液片模型。③研究光学现象时运用了“光线”模型。④研究磁场时运用了磁力线模型。

4．反向探求法

当沿着某一方向思考不得求解时，不妨变换下方向，倒过来思考，可能会得到启发并导致新的发现。法拉第就是在这种思想指导下研究电磁感应现象的。

由于事物是复杂的，因此实际进行的实验，往往是综合运用各种方法。例如焦耳定律实验，研究 Q 与 R、I、t 的关系运用了单因子实验方法，总结规律运用了对比方法，观察实验效果则运用了放大法。另外，不同分支的实验运用的方法也有所侧重，力学应用平衡法较多，光学应用色、光对比及“光线”模型与几何作图法较多。还有些特殊的方法，例如，热学实验中常应用混合法（测比热、测温度），电学实验中运用短路法、断路法等等。

（张宪魁　文）

关于义务教育实验教学的浅见

1994 年秋，全国将使用《九年义务教育全日制初级中学物理数学大纲（试用）》和依此编写的“一纲多本”的新教材，拙文从实验教学的角度，浅谈一孔之见。

大纲，是编写教材、教师施教、学生学习和评价教与学等主要依据。新大纲在实验教学方面跟现行大纲相比较，主要有如下突出特点。

一、两个重要改进

1．体现了实验教学的基础地位(1)强调了“加强演示和学生实验”现行大纲在“教学中应注意的几点”里，是把“加强演示和学生实验培养学生的实验能力”，放在“加强物理基础知识的教学”之后；而新大纲在“教学中应该注意的问题”里，却把“加强演示和学生实验”提在“重视物理概念和规律的教学”之前。并强调“观察现象，进行演示和学生实验，能够使学生对物理事实获得具体的明确的认识，这种认识是理解概念和规律的必要的基础。”

(2)重视了“开展物理课外活动”

现行大纲关于“教学中应注意的几点”共有七条规定，其中第（六）条是“组织和指导学生开展物理课外活动”；而新大纲的“教学中应该注意的问题”有八条，把“开展物理课外活动”列为第（五）条，同时还深刻地阐述了其重要作用是：“对于加深和扩大学生的知识面，发展他们的爱好和特长，使他们学得更好更活，提高他们的活动能力和思想品德，都是十分有益的。”

(3)突出了“观察、实验的初步训练”

现行大纲在“说明”中写到：“学生在物理课程中学到的关于物质最普遍的形式和物质基本结构的知识，受到的观察、实验、思维、科学态度和科学方法的训练，以及受到的思想教育，是他们继续学习科学技术和投身祖国建设事业的必要基础”；而新大纲在“说明”中却把这段话重点突出地改写为：“学生在物理课中学习初步的物理知识，受到的观察、实验的初步训练以及思想品德教育。这对完成义务教育的任务具有重要的意义。”

(4)明确了“观察和实验”的重要作用现行大纲在说明“演示和学生实验”的作用时指出：“能使学生理解物理概念和规律的建立与实验的关系，培养学生一定的实验能力”，“对于培养学生学习兴趣也是十分重要的”；新大纲在全面论述“初中物理教学要以观察、实验为基础。观察现象、进行演示和学生实验，能够使学生对物理事实获得具体的明确的认识，这种认识是理解物理概念和规律的必要的基础”之后，更加明确地指出：“观察和实验，对培养学生的观察和实验能力，实事求是的科学态度，引起学习兴趣都有不可替代的重要作用”（重点号为笔者所加）。

新大纲的上述重要改进，体现了实验在物理教学中的基础地位，说明了实验在初中物理教学中的关键作用，我们要认真学习、深刻领会并在实际教学中予以贯彻落实。

2．增加了实验教学的基本要求

跟现行大纲相比较，新大纲对实验教学增加了三条要求：(1)培养“实

事求是的科学态度”新大纲把培养学生的“实事求是的科学态度”（比现行大纲多了“实事求是”的基本要求）纳入初中物理教学目的之一，并作为“教学中应该注意的问题”之（七），全面地阐明了它的重要意义（即“相信科学、热爱科学、对客观事物的科学态度，无论学生将来从事什么工作，都是十分重要的”）、内涵（即“主要是尊重事实、严肃认真、按科学规律办事的态度”）和培养它的主要途径（即“要培养科学态度，教师必须以身作则，如以自己认真做好演示的行动来教育学生做好实验，按规则操作，如实记录，要教育学生严肃地对待各科学学习活动”）。

(2)应对“实验能力进行考核”

新大纲写道：“为了加强实验教学，应对学生的实验能力进行考核”。新大纲增加的这一条新规定，既是对实验教学提出的更高要求，又有益于实现“培养学生初步的观察、实验能力”的教学目的。对于实验考核分数是否计入学生物理总成绩（1988 年颁发的“初审稿”里明文规定“要计入”），新大纲没做统一规定，要因地因人而宜。

(3)培养“善于观察”、“动手实验的习惯”新大纲把“要培养学生善于观察、勤于思考的习惯”，列在要培养学生良好的学习物理的“四个习惯”之首。阎金铎教授在《九年义务教育初级中学物理教学大纲审查说明》中，关于“培养学生良好的学习物理习惯”时又明确地把“主要是善于观察、勤于思考、动手实验的习惯”，放在要培养学生良好的学习物理的“四个习惯”之首（另三个习惯顺次为“力求理解而不是死记硬背的习惯，在复习课文的基础上完成作业的习惯，以及运用所学知识或自己动手解决简单问题的习惯”）。

二、实验要求明确、具体

1．能力培养要求具体

(1)观察能力

现行大纲对培养观察能力没作具体说明；而新大纲则规定：“要培养的观察能力主要是：能有目的地观察，辨明观察对象的主要特征及其变化条件。”这种观察是学生获得物理知识感性材料的源泉。

(2)实验能力

新大纲对培养学生实验能力是用一个“了解”和四个“会”来要求的：“了解实验目的，会正确使用仪器，会作必要的记录，会根据实验结果得出结论，会写简单的实验报告。”

2．学生实验要求具体

现行大纲只列出学生实验题目，对每个实验有何具体要求均无说明，新大纲以表格的形式，列出了学生实验的题目和“教学要求”。比如：新大纲规定的第一个学生实验是“用毫米刻度尺测长度”，在其“教学要求”栏目里写到：“会用刻度尺测长度；知道测量结果由数值和单位组成；常识性了解测量有误差，误差和错误有区别；常识性了解长度测量的有效数字”。可谓详而不难、具体又便于教学。虽然两种版本教学大纲都规定必做的学生实验均为 19 个，但有必要说明两点：

①初略分析统计：这 19 个必做的学生实验，属于基本练习性（又称“操作性”）的各有 5 个；测定性的均有 5 个；验证性的由 4 个降为 1 个（“装配直流电动机模型”可以视为验证“左手定则”）；而探索性

则由 5 个增到 8 个。可见新大纲比现行大纲更加重视探索性学生实验。

②对实验技能的要求，新大纲均用“会”来表示。值得注意的是，在新大纲规定的 19 个学生实验中，有 8 个学生实验（它们顺次为：“观察水的沸腾”、“观察凸透镜所成的像”、“研究液体内部压强跟深度的关系”、“研究杠杆的平衡条件”、“测滑轮组的机械效率”、“制作电磁铁并研究它的作用”、“测小灯泡的电功率”和“装配直流电动机模型”），在“教学要求”栏目里没提“实验技能”要求，但是，它们同提了实验技能要求的学生实验一道，共同担负着培养观察能力和实验能力的任务，都要在培养实事求是的科学态度和提高学习兴趣等方面发挥作用。所以，在教学中不仅应跟提了实验技能要求的学生实验同样重视，而且，还应该根据它们的各自特点，去发挥它们的独特作用（此外，关于新大纲对“实验要求具体”，也包括对“观察能力”和“实验能力”要求具体等，前面已有说明，这里不再赘述）。

三、实验比例增大

初略统计，现将两种版本教学大纲里的有关内容列表如下：

项目	现行大纲	新大纲
总课时数	164	164
实验授课课时数	127	105
机动课时数	18	40
学生实验课时数	19	19
必做演示实验个数	117	119
选做演示实验个数	2	9

从上表分析可知：新大纲比现行大纲规定实验的相对比例明显增大。(1)演示实验：由 117 个、占实验授课课时数的 92.1%，上升到 119 个、占实际授课课时数的 113.3%，增加了 21.2 个百分点；

(2)学生实验：由占实际授课课时数的 15%，上升到占实际授课课时数的 19.1%，增加了 4.1 个百分点。

综上所述，新大纲贯彻了义务教育的培养目标，体现了物理实验的基础地位，对实验教学的作用、要求等阐述得更全面、更深刻、更明确、更具体。

（苏福河　廖岩 文）

运用物理实验进行思维训练的尝试

“思维训练型实验”的教育重点环节在于运用基础的物理知识、基本的实验原理和技能去解决新的问题，训练科学化的思维，培养初步的科研方法。教学特点是以实践为主体。

一、积极创造激发思维的情境

“思维训练性实验”要训练学生的思维，首先应考虑创造激发思维的情境，所提出的实验课题或展现的实验现象，应该对学生产生无形的吸引力。我们曾设计了一种力学黑箱，如图 1，黑箱正面写着“魔索”两个字，就很容易引起学生的注意。当从右侧拉线时，学生们惊奇地发现，玩具小车的前进距离（左侧）远比手拉过的距离（右侧）长得多。我们无需发问，他们的思维活动自动积极地展开，箱里究竟是什么？杠杆！定滑轮！动滑轮！轮轴……引起了一连串的大胆猜测和想象。

“实验”的课题离不开具体的物理知识，每个课题都应围绕适当的物理原理，才能使“实验”产生既训练思维，又强化物理概念及规律的双重功能。通过一定的教学尝试，我们发现：问题的提出，创造情境的设置，应贯彻因材施教的原则。只有反映学生知识结构差异，按年级、甚至按个体的特点，展开适当的创造性情境，才可以使学生感到愉快而不紧张，积极思维而不松懈。如果片面追求高水平，所设计的问题即使引起学生的兴趣，也是暂时的。当他们遇到知识结构的困难时，原有的兴趣、情绪都会受到压抑，思维的积极性就会明显降低。

二、帮助学生变换思维方式

习惯沿用的教学模式，不注重学生思维的主动性，学生往往是顺着教师的思路开展思维活动，因而带有定向、求同的特点，思路比较狭窄，不善于变换思维方式。而在“思维训练性实验”教学中，我们可以发挥学生的思维主动性，打开思路，培养广阔、灵活、多变的思维活动素质。

我们出过一个叠砖的题目。用五块砖，如何叠放，才能使最上面一块砖的垂直投影不落在最下面一块砖面上？要求学生不通过计算来找出正确的叠放方法。实验结果是：只有 13%的学生能够找到正确的思路，叠放成功。为了比较，我们后来又让学生们进行计算，竟有 85%的学生能顺利完成计算任务。这说明，大部分的同学都能理解题目，拥有解决问题的知识，但由于思维方式的阻碍，在实践中很难获得成功。他们都是从下面开始叠起，把第二块砖置于临界状态，但第三块砖就不能再往外延伸（见图 2）只好再把第二块砖往回缩，待第三块砖安好，再放第四块砖，又会碰到同样的问题。实际上，只要改变习惯的定势，改自下而上为自上而下，就轻而易举地找到了正确的方法。这里，就要求学生产生思维方式的变换。在“思维训练性实验”中，有时依靠学生自己的摸索来达到思维方式的变换，如上述叠砖实验，学生们在一次次的失败中，最终也能找到正确的方法。但有些时候，还需要引导，尤其是在学生陷于严重的思维定势时。在“魔索”实验中，我们进行了统计，有 70%的学生判断黑箱里面是动滑轮或滑轮组，但究竟是什么组合形式，他们就很难回答，在画出的结构简图中，有不少是如图 3 所示的结构，而想不

到简单的轮轴结构，这是因为他们所熟悉的动滑轮所造成的思维定势。我们还故意提供了直尺、弹簧秤和砝码，许多学生的思维又围着这些器材而转，竟有 40%的学生用砝码和弹簧秤拉上拉下，始终脱不出已有的思维圈子。在他们的思维陷于迷惘时，我们打开黑箱，引导他们开拓新的思路，学生们都感到很有收益。无论是让学生自己摸索，还是通过引导，都应该让他们自觉意识到思维方式的转移，这样才能使他们的思维逐渐地变得广阔和多变，这就是我们进行训练的目的和结果。

三、注重知识的迁移

善于应用知识的迁移是创造性活动的基础，因此，在“思维训练性实验”中，我们应该促进学生进行知识的迁移。我们觉得：利用原型启发是促进知识迁移的良好途径。所谓原型启发，就是利用与新事物具有某种类型或功能相似性东西，来启发人们解决问题的途径。实践中，能够充当原型的事物，包括学生做过的实验，见过的演示和他人设计的、能被学生所掌握的实验。学生们已掌握了用天平和水杯测固体密度，我们就变换一下条件，要求用一把直尺、线、重物和水杯设计一个测固体密度的实验。学生能用量杯测石蜡块的密度，我们又要求他们用一张牛皮纸和一个量杯去测小石块的密度。学生们做过斜面法测木块与桌面间的静摩擦系数的实验，我们再提供漏斗、直尺、竹针，要他们测出砂子间的静摩擦系数。这些实验，都是在一定的原型基础上设计的，因而都能取得有效的知识迁移效果。

帆船为什么会逆风前进？这是一个学生很感兴趣但又很难想象的现象。在教学中，我们选用了两组实验，帮助学生认识这一问题。一是如图 4 所示的简单实验，用铅笔尖斜向轻推三角板的斜边，分析三角板逆作用力方向前进的原因；二是用一个帆船模型和一个大水槽，在电风扇的风力下做逆向行驶的模型实验。结果表明：实验一作为原型，能十分有效地帮助学生揭图 4 开问题的奥秘，这就是知识迁移的作用。

四、激励创新意识

思维训练的最终目的，是培养创造性的精神，使学生富有创新的意识，在教学中，关键是要激励学生创新，还要承认学生创新。

我们还有一个电学“黑箱”，两侧各有四个接线柱代表一束含四根导线的电缆线，“黑箱”的意思是这束电缆线头尾难分。让学生自己想办法找出 4 根线的头尾，除了提供一个万用表外，我们还强调说明，在实验中可以用更多的器材，想更多的办法。结果，同学们兴致大增，想出了各种各样的方案，有的学生提出一个，又不满意，进行新的改进。开始要用电表在黑箱两边停留四次，即往返共三次。后来又想法减少了一个单程，还有的同学用了三个不同阻值的电阻，在一侧连接成星形结构，再到另一测分别测量，只花了一个来回就完成了任务。整个实验既富有情趣，又富于创新的气氛。

（刘炳升　成军军　文）

物理实验教学中的几种处理方法

在实验教学中，必须把握好以下六种处理方法。

一、简化处理

通过实验，展现在学生面前的应该是一幅简单而清晰的物理图象，以便及时帮助学生建立正确的物理概念和揭示物理规律，在设计或选择实验时，有必要进行简化处理。

例如：选用一两端开口的透明的塑料瓶，两端蒙上很薄的橡皮膜，瓶侧装有一根通气弯管。当把此瓶没入水中时，会看到如图 1 所示的直观形象，把浮力的本质是压力差这一抽象的概念具体为上下二块橡皮膜形弯不同的物理情境。这是对教材图示分析的一个简化处理。

再如在水是热的不良导体的实验中，在试管里放一条小活鱼，看到被加热的试管上方水已在沸腾而下方的小鱼仍在游动。这一生动的物理情景有利于加深学生对热的不良导体这一概念的认识，是对书本实验的又一简化处理。

二、纯化处理

物理概念和规律的建立，一般都是建立在理想模型的基础上。而实验又却存在于客观的环境中，不可能达到理想的境界，这就要求教师通过实验，再借助抽象，揭示理想的本质，就必须进行纯化处理。

例如：在伽利略实验中，从同一斜面顶端滑下的小车分别通过毛巾、木板、玻璃板的水平表面时发现小车移动的距离不同，说明小车所受阻力越小，运动距离就越大，由此进行纯化处理，如果小车没有受到力的作用，它将永远运动下去，从而加深了对惯性定律的深刻认识。

再如：教师在有关实验中所强调的轻绳、摩擦忽略不计、电源电压不变，实质上都是进行了纯化处理。

三、强化处理

一些新奇、生动、有趣、神奇的实验容易引起学生的直觉兴趣，从而逐步过渡到操作兴趣和认知兴趣，这就要求教师对实验原型进行了强化处理。

例如在惯性实验中，可选择为图 2 所示装置，①为广口瓶，②为水，③为塑料板，④鸡蛋，⑤钢锯条，⑥桌子。当用力扳动钢锯条并迅速使其释放时，随着塑料板的快速弹出，鸡蛋会安然地掉在广口瓶中的水里，学生会为鸡蛋的命运而紧张，增强了实验效果。显然这一实验是对书本上的钢球实验进行强化处理。

再如在教简单电现象时，教师手执一块包装用的泡沫塑料，一进教室，就把塑料块往学生头上放。当塑料块还未放下时，只见学生头发突然向上飞蓬，全堂哗然。原来塑料块事先带了电，奇妙的电现象激起了学生学好电学的兴趣。这是对书本的电现象进行了强化处理。

四、重组处理

物理规律一般都反映三个或三个以上物理量之间的关系，为了深刻揭示这些量之间的本质联系，实验时必须注意重组处理，以增加其严密性的可信度。例如在验证欧姆定律时，先对同一导体两端施加不同电压，

得出电流强度跟电压的关系后还必须选择另一个或几个其他材料的导体重复上面的实验后得出同样的结论，再选几组保持电压不变的实验，得出电流强度与电阻的关系，从而揭示电流强度、电压、电阻三者间的关系即欧姆定律。重组处理是揭示自然界中普遍规律的常用方法，这对提高学生的思维能力是大有教益的。

五、再现处理

对实验中有关瞬间现象有时必须使其多次重复出现，以加深认识形成影象并引起遐想。例如在书本上的双金属片应用的自动控制小实验中，多次重复地燃烧双金属片，随着其火的燃与熄，对应着出现了灯的亮与灭，由灯的一亮一灭再可适当点拨到节日灯的原理，可使学生引起无限的遐想。再如电磁感应实验，当闭合电路的一部分导体在磁场中作切割磁力线运动时，电流表指针会发生偏转。而这个偏转又是瞬时的，多次重复，使学生意识到要使电流表指针一直偏转，就必须维持其继续运动，从而把原理引导到应用上，加深了对发电机原理的认识。

六、模拟处理

对于十分抽象的物理概念和理论，有时还必须借助于一些模型进行模拟处理，使其抽象理论具体化，抽象概念直观化。例如分子间存在着引力和斥力，而总的作用效果又随分子间的距离不同而不同。这对初中生的认知结构来说确是一个难点，为了帮助学生攻破难关，可建立如下一个模型进行模拟处理。

用两个废乒乓球代表两个分子，用一根橡皮筋穿透两个乒乓球，并在两球间穿上一只弹簧，使其在两球间产生压缩形变，橡皮筋两端加于固定，模型组装后，就可以进行模拟实验。把压缩弹簧的弹力表示分子间斥力，伸长橡皮筋产生的拉力表示分子间的引力。当弹力（斥力）与拉力（引力）相等时，两球（分子）处于平衡状态，此时两球的距离就是分子平衡位置距离。当两球间的距离小于平衡位置距离时，弹簧再度被压，压力（分子斥力）增强，橡皮筋缩短，拉力（分子引力）减小，此时对外表现为斥力，反之则表现为引力。这一模拟处理可有效地帮助学生克服思维上的难点，有助于学生认识能力的提高。

（方松飞　文）

谈物理实验中微小变化的放大方法

一、杠杆放大法

杠杆放大法是利用有固定转轴的指针，微小变化作用于指针杠杆的短臂，而观察点则在长臂的顶端，观察的显著程度取决于长臂与短臂的比值。

图 1 所示是笔者设计的指针式通电螺线管磁性强弱演示仪,1 是刻度指示盘，2 是底端接有大头铁钉的指针，其长短臂之比为 3∶1，3 为倾斜放置的螺线管，0 为指针的转轴。通电螺线管对大头铁钉一微小吸引，指针顶端在刻度盘上会有一较大的刻度指示，效果非常显著。在课堂演示中，连最后排学生都能清楚明白地观察到：当螺线管电流增加或线圈匝数增多或插入铁心时，指针尖端相应地明显向右偏转的动态过程。教学实践中多次使用，深受师生欢迎。该实验仪主要优点就是采用了杠杆放大法，同时考虑到了螺线管磁场的特点。

二、液面升降放大法

液面升降放大法是通过细玻璃管（或其他材料制成的透明细管）中的有色液面的上升或下降来反映某种物理量（如体积、温度、热量、压强等）的微小变化，其显著程度取决于细管直径的大小。例如用椭圆墨水瓶演示固体的微小形变，双手用劲紧捏瓶时，难以观察到它的形变。但是若在瓶中插入一根毛细管，当用手沿短轴方向紧捏时，毛细管中的红色液面会明显上升；当沿长轴方向紧捏时，毛细管中的液面会明显下降。

三、光点反射放大法

光点反射放大法是使光的反射角的微小变化，通过反射线投射到远处光屏上的光点的移位来显示，其变化的显著程度取决于反射镜至光点投射之间的距离。这种放大法通常也叫“光杠杆放大法”。

图 2 所示是卡文迪许设计的测量万有引力的著名扭秤装置，该实验的关键是要测量出由于 m 受到 m'的吸引石英丝被扭转的角度。但是 m 和 m'之间的引力非常微弱，因而石英丝扭转的角度也极为微小，不进行放大无法测量。卡文迪许正是巧妙地运用了光点反射放大法，借助从小平面镜 M 的反射光在刻度尺上移动的距离来求出扭转角，再根据扭转角就可以算出 m 与 m'的引力 F。

四、点光源投影放大法

点光源投影放大法是通过点光源将物体的影子放大投射到屏幕上，放大的显著程度与点光源、物体、屏幕三者之间的距离有关。

如一些通过灵敏电流计来反映弱小电流的演示实验，为使全体学生都能观察到指针的偏转情况，可把灵敏电流计的刻度板拿去，用一只小电珠在电流计指针的反面照亮，让指针的影子投在前面的光屏上，从而达到放大的目的。

五、投影器放大法投影器放大法是将实验装置直接放置在投影器上，将实验现像投影放大到屏幕上。通常实验装置的底板都用透明的有机玻璃制作。

比如电力线谱的演示，通常将装有石膏晶体的玻璃盘放在投影器上，用韦氏起电机作电源，一面摇动起电机，一面轻敲玻璃盘，形成的电力线族通过放大，能供全体学生观察。

六、弱电流放大法

在物理实验中常常遇到微弱电流的演示问题，像单根导线切割磁力线时产生的感生电流，光电效应现象的光电流，水果电池产生的电流等，它们都极其微弱，为使现象明显常常利用弱电流放大器。弱电流放大器有的用分立元件（主要是晶体三极管），组成的多级差分放大电路，有的直接用集成块放大电路。

（章剑和文）

如何指导初中学生规范化做物理实验

一、实验仪器放置的规范

做实验要进行操作和观察，对每件实验仪器放置的位置都应当恰当，主要是方便操作和易于观察，这一点是我们老师往往容易忽略而又不可忽略的。

二、实验操作的规范

实验操作是实验的中心环节，必须指导学生按正确的步骤、安全地进行操作。如测定小灯泡功率的实验，第一步要画出正确的电路图（见图）。第二步按图接线。由于有 6 件器材，先接什么，后接什么，可以有多种接法。我以为合理的接法应该是：电源正极→电键（未合上）→滑动变阻器（电阻用最大值）→小灯泡→电流表正极、负极→电源负极。然后将电压表并联到小灯泡两端（注意正负极性）。全部接好以后再需检查：①电源电压选择是否恰当（要根据所测小灯泡额定电压来选择，如我们用的小灯泡额定电压是 6.2 伏，电源电压可选 8.0—10.0 伏）。②电源开关和电键是否断开。③滑动变阻器在电路中是否用最大电阻值。④电压表、电流表的量程和极性是否符合。全部检查无误后，方可插上电源插头。第三步打开电源开关，进行操作测量。如用电池作电源，则电池应最后接入电路。观察、记录数据时，应注意观察视线要平正，要弄清电表每一分格的数值和单位。第四步是拆放仪器。一般是先关闭电源开关，后拉下电源插头，再拆其他器件。实验操作的规范应该是：①安全、正确；②按程序进行；③观察要平正；④核对量程和单位，做好记录；⑤拆卸仪器的次序一般是后装的先拆。

三、处理数据得出结论的规范

要培养初中学生的观察实验能力，除了指导学生正确使用仪器、进行观察、测量和读数外，还要指导学生学习初步分析处理数据，并得出正确的结论，这一步对初中学生是有一定困难的。因为这一步要把感性知识转化为理性知识，要进行分析归纳、抽象思维。如研究弹簧秤刻度的实验，由于各种原因，弹簧秤在不同加重时伸长的刻度分别为 2.00 厘米、 3.90 厘米、6.05 厘米和 8.10 厘米。把这些数据填入下表：

钩码重（牛顿）	0.49	0.98	1.47	1.96
弹簧伸长（厘米）	2.00	3.90	6.05	8.10

从这个表的数据是否能得出结论：弹簧秤的刻度是均匀的；弹簧的伸长跟受到的拉力成正比。这里有两点值得注意：一是记录数据的有效数字要一致，不能把弹簧伸长 2.00 厘米记为 2 厘米；二是实验结果的相对误差与有效数字之间的关系。一般来说，三位有效数字的相对误差为百分之几至千分之几之间。误差在允许的范围内，所以上述结论是正确的。为了减少实验误差，常需进行多次测量取平均值。如用伏特表、安培表测电阻实验中，将一组原始数据列表如下：

测量次数	伏特表读数 (V)	安培表读数 (A)	电阻（Ω）	平均值（Ω）
1	1.42	0.090	15.4	15.47
2	2.00	0.130	15.4	
3	2.50	0.160	15.6	

将表中数据进行横向比较，可知电阻两端的电压不同时，通过电路中的电流也不同；进行纵向比较，虽然电阻两端电压增加，电流也增加，但电路中的 U/I 的数值保持不变。从而可得出结论：电路中的电阻不随电压和电流的变化而变化，而是由导体本身的性质所决定。它的大小可以用电阻两端的电压跟通过的电流之比来求出。或者说，电路中电阻的大小与电阻两端的电压大小和通过电流的大小均无关，其值等于其端电压跟通过电流的比值。当然，实验结果误差的分析是比较复杂的，对初中学生不宜过多要求。要从分析处理实验数据，得出正确结论，必须：①要按正确的数据列出或画出图线；②进行横向、纵向比较，找出物理量之间的关系；③从物理量之间的关系，抽象出物理规律，验证其正确性。分析处理实验数据，对初中学生来说确有较大困难，但是只要我们善于通过一些实例给予具体的指导，还是可做好的。

（黄俊朝文）

怎样做好探索性物理实验

中学物理教学大纲把探索性实验提到比较重要的地位，本文主要根据实践体会，谈谈怎样做好探索性物理实验。

一、重视实验改革，掌握探索性实验的特点和设计要求

传统的学生分组实验，都是在新课学习之后安排时间进行，多数属验证性的，且都强调对实验技能的培养。从现代的教育思想来看，在对学生实验技能培养的同时，尤需重视对学生实验探索能力的培养，致力改善学生的智能结构，激发学生的创造精神。

探索性物理实验教学有两大特点：一是以探究物理规律并培养实验能力为目标；二是充分体现课堂教学以“学生为主体、教师为主导”的原则。另外，还有一个重要特点是，培训学生对物理的思想和方法。探索性实验程序可列表如下：

探索性实验的基本要求是，在教师的提示指导下，学习有关课文，明确实验目标、设计实验方案（包括写出实验目的、要求或原理，器材，步骤，表格，报告等。）正确进行实验和对实验结果进行分析、推理，得出结论。其较高要求是，在教师提示启发下，学生自己研究课文，确定实验课题，进行猜想，选择实验途径和器材，设计实验和进行实验探讨。为此，教师事前要做好安排，如把新课之后的某些验证性实验，调到新课之前或与新课同步进行探索性实验。

二、抓好“提”、“学”、“练”三个环节，做好探索性物理实验

中学物理应培养学生的实验能力，具体表现以下几个方面：

(1)实验的基本技能①明确要求，准确选用仪器进行实验的能力；②从实验中观察物理现象的能力；③测量和分析、处理数据的能力；④从实验中抽象出物理规律和验证理论的能力。

(2)实验的初步设计、探索能力①发现问题、进行科学猜想、检验的初步能力；②根据需要，进行实验设计的能力。

为了使学生能更好地从实验、观察形成概念，认识规律和培养能力，我们经多年的教学实践，体会到必须抓好“提”、“学”、“练”几个环节，有目的、有计划、有步骤地做好探索性物理实验。

所谓“提”，就是根据目标，提问能激发学生兴趣和思维的疑点；提出实验目的、要求；提供可选择的仪器；提示实验手段、思路。

所谓“学”，就是在教师指导下，学生预习、阅读课文，进行思考。明确实验课题、原理，了解仪器性能、使用，进行猜想或假设，设计实验方案。这环节还包括教师的讲解、集体或分组讨论。

所谓“练”，即学生动手实验，这是实验课的中心环节。这环节要求正确安装、安全操作，并逐渐了解和掌握“控制条件、变量”，以找到各种因素之间的必然联系的思想方法和实验手段；正确观察、量度和整理、分析数据，从复杂多变的过程中剖析现象之间的因果关系，从而认识现象的本质特征，并抽象出物理规律。

三、探索性实验课实例——电流强度跟电压的关系、电阻（原为初中演示实验，现改为学生分组实验）

1．“提”的环节教师出示大号与小号干电池各一两节、有灯座小灯泡（阻值同）两个、电键和导线。说现在做个小实验，让学生先想一想，是用一节大号干电池供给小灯泡的电流强度大（表现为灯较亮），还是用两节小号干电池（串联）供电给小灯泡的电流强度大？（激发学生思考，可能有不同的回答。实验表明后者电流大，为什么？）再用一节大号干电池与另用一节小号干电池供电比较，又怎样？（学生的猜测更活跃，有不少人说，大号干电池供应的电流大得多。但实验结果表明，两者无甚差异。为什么？）

接着让学生分组做探索电流强度与电压关系的实验。

提出实验目的要求。

教师提供实验所需的器材和提示实验手段、思路。

2．“学”的环节

(1)学生阅读、思考下段短文（把课文改写而来的）：

我们知道，导体中的电流是由电压产生的，那么电流强度跟电压的大小又有什么关系呢？人们会自然地想到，在同一电路上，电压越大，电流强度就越大。但是，电流强度是否一定跟电压成正比？可有什么根据？请你设计一个实验方案来。

(2)复习安培表、伏特表的使用法和画出实验电路图，并要求设计实验记录表格，教师把择优的电路图和表格画到黑板上供大家参考。

导线	AB 导线			CD 导线			EF 导线		
电压（伏）									
电流强度（安）									
电压与电流强度的比值 U/I									

(3)请一位学生叙述实验步骤及仪器使用注意事项，大家补充。

3．“练”的环节

(1)为了节省时间，可分派每实验小组只对两种导线进行实验。要求正确接线、观察和读数。把数据填入表格。

(2)对每种导线挑选一组的学生到黑板填写实验数据。让学生对此结果进行归纳、分析、推理，看谁能最先找到和说明其规律：①从表格中竖的方向来看，AB 导线两端的电压增大到几倍，其中的电流强度也增大到几倍；而且比值 U/I 都是一个恒量。同样，对于导线 CD、EF 来说，比值 U/I 也是一个恒量。由此可推知：导体中的电流强度跟这段导体两端的电压成正比。②从表格中横的方向来看，对于不同的导线，U/I 的值是不同的，由此可推知，U/I 可能反映了导体的某些特性。

(3)教师引导学生思索：U/I 可能表示什么物理意义？不同的导体的 U/I 值不同，又说明了什么问题？经讨论和教师补充，得出“电阻”的概念和表达式 R=U/I，简介电阻的单位“欧姆”。

(4)指出U/I的物理意义是它可表示该导体的电阻——测出相对应的 U 和 I 的值，就可以算出导体的电阻。这就是能测定导体电阻的一种重要方法。不同的导体会有不同的阻值，这也就是导体的一种特性。

(5)完成实验报告和回答问题：

①你所测定导线的电阻值是多少？

②解释开头所做小实验：为什么用一节大号干电池与换用一节小号干电池供电给小灯泡时，光亮没有什么差异？

（谢元徽　文）

和新教师谈谈如何做好演示实验

怎样才能做好演示实验呢？笔者通过多年的教学工作。积累了一些粗浅的认识和经验，供同行和新教师在工作中参考。

一、科学性

任何演示实验都必须使实验原理有充分的科学根据，实验的现象都能反映客观规律，实验装置、步骤和操作方法，都不违反科学要求。

二、目的性

演示实验要求达到什么目的，有哪些具体要求，无论教师和学生都应明确。

我们做演示实验与小孩玩玩具有本质的区别。比如：小孩玩玩具汽车只感到汽车新奇、好玩。他们很少考虑汽车为什么会走，走的原理是什么？通过玩能达到一个什么目的？说明一个什么问题？而我们做任何一个演示实验都有其一定的目的。实验的装置过程都是为达到这个目的而设置的。例如，验证铁块放在液体中能否受到浮力。目的是证明，铁块放在液体中会受到浮力。我们所用的弹簧秤、铁块、细线、水和玻璃杯就是为了达到这个目的而设置的，整个实验过程也是围绕这个目的而进行的。

三、可靠性

教师要在演示前精心准备，反复试验保证在课堂上演示成功。

任何一个实验，哪怕是再简单的实验都要在课前精心准备，反复预试以保证在课堂上演示成功。因为演示不成功，学生不仅怀疑实验本身的可信度，更重要的是物理规律的正确性。演示失败比不做实验效果更差。在这方面我是具有深刻的体会。记得我刚参加工作时，教初三的物理“摩擦起电”这一节，那天刚好下雨，由于课前没有精心准备，在课上演示时，无论怎样用丝绸摩擦玻璃棒，或用毛皮摩擦硬橡胶棒都不能使它们吸引轻小物体。同样也无法验证同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。我望着同学们怀疑的目光，急得满头大汗。这堂课无疑失败了。

课后，我请教了其他老师，懂得了下雨天由于空气潮湿，丝绸、毛皮、空气的绝缘性能变差，通过摩擦很难产生正负电荷，就是有少量的正、负电荷产生也很快被空气中的负、正电荷中和了，所以实验不易成功。为了避免出现这种现象，一定要使用烘箱。从此以后，对每一个实验课前我都作精心准备，反复预试，考虑可能出现的各种情况以保证演示成功。

四、简明性

实验装置要尽量简单，操作要简便。对于学生，特别是初中学生，实验装置一定要简单明了，使学生一目了然，实验原理和过程一定要便于学生理解和掌握，使学生感到物理实验实在、可信，自己也能操作。一定要避免演示装置复杂，操作繁琐的实验，那样会使学生感到像魔术师做魔术一样，弄得神秘莫测，糊里糊涂。

五、示范性

教师是学生学习的榜样，在演示实验中教师的一举一动都要做到一丝不苟和规范正确，这样才能有效地培养学生严谨的科学态度和正确的实验技能。例如，在使用天平时，调节天平的底板水平、横梁平衡、一

定要做到一丝不苟，力求准确。加减砝码，一定要用镊子；用玻璃杯称量液体时，一定要把玻璃杯底部擦干；称量其他有腐蚀性物品时，一定要把它与托盘隔开；往盘里加减砝码要轻拿轻放，称好后要及时用镊子把砝码放回原处等等。这些教师一定要一边操作一边讲解，使学生牢固掌握天平的使用方法和操作的注意点。只有这样才能有效地培养学生严谨的科学态度和正确的实验技能。

六、直观性

教师在做演示实验时，要保证全体学生都能看清实验操作过程和实验时发生的现象，为此，可以采用大些的器材，提高演示实验位置，仪器的关键部位涂上鲜明的颜色，在实验装置后面配上适当颜色的衬板，在无色液体中加色等措施来提高可见度。

例如，我们研究光的全反射现象时，为了使全体学生都能看清全反射的现象（看清入射光线、反射光线、折射光线及它们的变化情况和临界角的意义），我总是在仪器后面加一个白色的衬板。从而大大增强了实验效果。在做液体扩散实验时，我在不同温度的水中滴入一些红墨水，这样不仅能明显地看出红墨水分子是如何做扩散运动的，还能清楚地看到水的温度越高，它的扩散就越快等等。

七、安全性

演示实验要确保安全。对于要发出较大声音或强光、火花、燃烧的实验，教师要事先告诉学生，使其有充分的思想准备。免得这些现象突然发生时，学生受到惊吓而影响学习情绪。

（于建华　文）

怎样提高物理课堂演示实验的效果

一、关于演示器材的选取

1．可见度要大

只有注意提高被观察现象和读取实验数据的可见度才能提高学生的兴趣，保证教学效果好。提高可见度的办法一般有：

(1)选用可见度大的器材演示。如用发光二极管演示电容器的充放电；用气体温度计演示焦耳定律；两块平板玻璃迭制成楔形，演示毛细现象等，都能有效地提高演示现象的可见度。

(2)选用示教板，自制软件，把平放在桌面上的演示器材移置到劳教板或磁性黑板上演示。

(3)衬托背景，增大被观察现象的能见度。

(4)采用新技术，增大可见度。加用投影仪将电力线谱、磁力线谱、偏振光投影放大于屏幕上，全班学生都能看清。又如利用激光器演示光的干涉和衍射、先将激光束通过凹透镜发散扩大，再通过单缝或双缝投影在纸屏上，干涉条纹清晰可见。

2．要弃繁从简

这样能使课堂演示简明轻快，突出演示的主题内容，消除无关因素耗散学生的注意力。如演示不同重量的物体自由落体的等时性：取块砖头，揉一纸团，让二者从等高处同时自由下落。显见二者同时落地（桌面）。取材简单，现象明显，省时易事。

又如“超重”现象的演示：折根鲜树条（桑果或柳条较好），手握其一端，另一端挂一钩码。向上加速举起树条，则见树条弯曲度加大。“超重”现象显见。

二、关于演示现象

1．直观性要强变抽象为直观显现，学生便容易认识正确结论和规律。例如离心泵的抽水原理，可用图 1 装置演示：皮管内装满水后，手握长皮管上段，让自由端在竖直平面内作圆周运动，几分钟之内就把槽内之水抽尽。离心抽水，生动直观。又如日光灯的启动原理：双金属片断开瞬间产生脉冲高压，将灯管点燃。由于抽象难懂，学生半信半疑。若按图 2 演示：K 闭合后电压表示数甚小；K 断开瞬间电压表指针突然满偏。这就直观显示了日光灯的启动原理。

2．要有趣味性，引人入胜如合力可以小于分力的演示：沿水平方向拉笨重物体 G 不动，如图 3。今将绳的左端固定绷紧，再用力向上一提，重物即被拉动。学生深信：合力确实可以小于分力。

沸点跟大气压强的关系，可做“复腾”实验：取一烧瓶，装热水至半。加热煮沸后移走酒精灯，再用橡皮塞塞紧瓶口。将瓶倒置，用冷水浇瓶，瓶内之水复腾。学生兴趣盎然。

三、创造条件多做实验

1．让尽量多的学生亲自动手实验学生勤于动手，善于动脑，有利于探索发现物理规律和结论。如探索电阻率跟温度的关系：让每桌学生自备废灯丝一段，火柴一盒，发给 1.5V 干电池一节，1.2V 小灯泡一个。学

生用导线将电池、小灯泡、废灯丝连成串联电路后，划燃火柴，加热废灯丝时灯泡变暗，移去火柴后灯泡变亮。学生自能发现：金属导体的电阻率随温度升高而增大，随温度降低而减小的客观规律。

显示物体的微小形变：可叫每桌学生自备墨汁瓶（最好用横截面为椭圆形的。酒瓶代用也行）一个，发给每桌中穿毛细管的橡皮塞一个。向瓶内装满色水、再用橡皮塞塞紧瓶口，使管中水柱上端面位于瓶塞上方。两指挤压玻瓶，水柱或升或降。学生发现：一切物体，受任意大小之力作用，都会发生形变。

2．增做必要的演示实验或模拟实验

课本或习题中有些问题是非不清，有些结论规律艰深难懂，可创造条件增做实验，澄清是非，得出正确结论，突破教学难点。如图 4，当软铁棒 C 插入线圈的过程中，电阻 R 中的电流方向怎样？学生有两种不同看法：有的认为 R 中电流方向从左向右；有的认为从右向左。各抒已见（理由均略），争执不下。我们按图演示，R 中电流方向从右向左。一经实验，是非澄清。进一步引导学生找出前种看法的错误原因，学生口服心服，印象深刻。

根据动量定理，两物瞬间相碰，能产生较大的冲力。课本都是通过分析推理或解答习题得此结论的。增做图 5 实验、直观验证，跟逻辑推理相辅相成，学生心悦诚服。实验方法是：在两个纸圈上水平搭放一根麻楷杆。用一硬棒击杆中部：杆断，纸圈完好无损。既显示了冲力生产的效果，又表明了力的传递需要一定时间。

再如分子间的作用力跟距离的关系。照本宣讲，十分抽象难懂。用自制教具进行模拟演示（“一个说明分子间作用力的模拟教具”《物理教学》1985 年第 8 期 29—31 页），分子力跟距离的关系生动而准确地展现在学生面前，从而有效地突破了这一教学难点。

（陈占田　白勤玉　文）

为加强直观教学
设计丰富多彩的演示教具

演示实验在物理教学中占据重要的地位。设计新颖巧妙丰采多姿的演示教具，创设爽心悦目富有情趣的情调意境，提供强刺激，对触发学生积极思维的活跃状态、调动学习积极性起着非凡的作用。现从教具演示形象上的独特美妙及色调上的五彩缤纷的美感角度，提出我们在教学实践中自行设计使用的几个教具供参考。

例如：验证圆周运动 $F=mw^2r$ 的关系式。我们采用投影演示，用红、兰、黄、绿、紫五色圆弧状透明有机玻璃片按图 1(a)所示平整排列在转盘上，形成四个半径不同的色圈。转盘由直径 160㎜，厚度 2㎜ 的有机玻璃制成，盘中央紧固有绕拉线的轴，恰如陀螺，将一条长约 60㎝ 的拉线的中部镶入转轴缝隙中，拨动转盘使拉线同向并绕在轴上。演示时，手持拉线两端徐徐拉动，转盘转速渐次增大的过程中，四个色圈依次从外到内的顺序逐层飞出。直观显示了使物体产生向心加速度的向心力的大小跟角速度及半径的关系。留心观察，最外圈是由红、兰两色组成。转动时在屏幕上组合成紫色圆圈，当转速逐渐增大后，色圈由紫色转为兰色，说明质量大的红色片先飞出，仍以对比方式验证了向心力与质量的关系。演示形象引人入胜，耐人寻味。

又如：离心沉淀器的投影演示，为使离心沉淀过程的现象直观，可按图 2(a)用有机玻璃制作等分成四格的密闭容器，内装有染成淡红的水、黄色轻油及泡沫塑料碎粒，铁砂、玻璃小珠（作为沉淀物质微粒）。容器中央有供绕拉线的轴，恰似上述演示的转盘。当徐徐拉动同并绕在轴上的拉线两端时，容器转速渐次增大，即可在屏幕上观察到固体微粒的离心迁移及容器内液体由混浊状态逐渐转为按密度大小分层显色，形成界限分明、鲜艳悦目的色圈，直观洞察了加速物质的离心沉淀过程的现象。

承前启后，在容器下方放置刻有试管外形的硬纸片如图 2(c)，重作一次投影演示，则学生顿有柳暗花明的强烈感知。由于演示形象生动逼真，离心效应一览无余。作用原理不言而喻，使学生在轻松愉快中接受知识。

如转轴未接拉线，只用手转（陀螺）亦可演示，十分简捷易行。

再如：初中课文中介绍帕斯卡球的演示图像是在球面的孔上扎橡皮膜的方法作演示，为提高演示效果和便于制作，可改为将橡皮膜装在球内的装置。

如图 3 所示，用打孔器将塑料球或中号小玻球的球面上，均匀地打十来个孔径相同的圆孔，将小气球（或避孕套）装入球内，胶合橡皮塞。演示时球内及注射器里先灌满染红的水。当用注射器压筒里的水，球内橡皮膜均从各个小圆孔向外凸出大小相近似的圆形红色水泡。形象生动有趣，显示了液体确把所受到的压强传到不同的方向及它们所受的压强大小基本上是相等的。

最后，介绍演示大气压强的存在及其大小的自制教具。图 4 是用木

车床加工两块大小、形状相同，直径为 12㎝ 的木质半球，拉手金属环用粗螺丝紧锁在半球轴上，半球底面装入两只金属小圆柱形成两底面上凹凸子母槽，以防止两半球密合后及演示中发生偏移或扭转，为使两半球的高度紧密吻合，底平面需磨光或粘贴有机玻璃。为便于表示及计算其底面积，再将底面上绘成方格状，每方格面积 1㎝^{2}。在一个半球上钻一个抽气孔并埋入一段金属空心管及接上一段小橡皮管（自行车气门芯）。

选用橡皮膜作两半球间的密封套圈，取用医用橡皮手套或避孕套，剪下其开口处 2—3㎝ 宽的一段。也可用剪成长条的塑料薄膜（市上的小食品袋）浸湿后紧贴在两半球间，密封效果相似，操作更为简便。

演示时，由于球内空气极少（或腔内再加充水排气），对拉时两半球在大气压作用下，紧紧压在一起，利用教室门框悬挂紧合的两半球后吊挂一位身高体胖的同学，十分安全可靠，如打开抽气孔活栓，让空气进入腔内，则下方半球靠本身重量自行脱落。神奇地显示了大气压强的存在及深刻感受了大气压强的大小。

本演示器不仅可替代传统的马得堡半球且为演示提供了极大的方便，并是约略测定大气压强的值的最简便有效的办法。

如何减少实验误差

误差是测量值与真实值间的差异，是不可避免的，但可减少。实验是离不开测量，实验同样存在误差问题。如何减少实验误差，提高实验结果的精度呢？

一、采用精密的仪器，减少误差

例如长度测量中，用千分尺或螺旋测微器测细铜丝的直径要比厘米刻度尺更为精确。

二、选用合理的测法，减少误差

例如测电阻，被测电阻比伏特表内阻小得多，则选甲图（P228）测法，被测电阻比安培表内阻大得多，则选乙图测法。这样尽可能地减少电表本身连入电路造成的误差。

三、选用合适的量程，减少误差

估计电路中的电流约为 0.3A 左右，选用 0—0.6A 量程要比用 0—3A 的量程读数误差小。

四、设计合理的步骤，减少误差

用天平、量筒，烧杯测某种液体的密度先用天平测出量筒的质量 m_1，而后用烧杯把液体倒入量筒中测总质量 m_2，同时读出体积 V，最后算出其密度 $\rho = \frac{m_2 - m_1}{\varsigma}$；要比先用量筒测液体的体积，而后倒入烧杯中用天平测液体的质量，误差要小。因为烧杯中液体的体积会因有少量液体留在量筒壁上而变少。

五、掌握读数的时机，减少误差

例如用温度计测液体的温度，待温度计中液体面稳定后再进行读数；又如在测物质比热的实验中，用温度计测混合后的温度，待温度计中的液面上升到最高点进行读数，否则误差偏大。

六、减少测量、读数的次数，减少误差例如测洗衣机消耗的电能。若用安培表测其电流 I，伏特表测其电压 U，再用秒表测其时间 t，最后运用 W=UIt，算出消耗的电能。这样既有读数误差，又有运算数值误差。而用电度表一次测量既方便又精确。

七、取多次平均值，减少误差

对于一些属性特征量如电阻、密度、比热等，要尽可能地多测算几组，求其平均值来减少误差。

八、运用图象法，减少误差

例如用伏安法测电阻，实验时，多测几组数据，然后再以横轴为 U、纵轴为 I 的坐标上描出数点，作一直线，要求此直线尽可能过多点且分布直线两侧的点大致差不多。舍去偏离直线过远的点，则直线的斜率的倒数即为电阻阻值。总之，在一个实验中，不可能把以上几点都运用到，但我们要尽可能地注意且做到上述八点中几点，力求减少实验误差，提高实验结果精确程度。（陈林桥文）

九、中学物理习题教学研究

谈初中物理习题课的教学艺术

初中物理习题课教学在常规教学法《即讲授法、提问法、练习法等》的基础上，从接近性、激励性、竞争性、操作性等方面入手讲求习题课的课堂教学艺术，对提高学生的学习积极性尤为重要，本文以一节习题课为例略述己见。

一、接近性

根据学生的知识结构，在选择习题上要和学生的程度接近，使学生感到前一段的学习是有收获的，以增强对学习的信心。根据学生在初中阶段“自我意识”不断增强和学生与学生相互间比老师与学生相互距离更近的特点，多让学生进行讨论，在讨论中相互启发、补充、完善。这节课一开始，我首先让一位学生谈一下他对电路问题的理解。然后，针对一道综合性题目让他具体讲了解决方法，针对他的解法又让学生讨论，是否还有更简便的方法。经讨论，有一些问题提出了更简便的方法。利用接近性学生容易接近，而且还能引导学生逐步深入，共同探讨使学生在不知不觉中涉入深水区。

二、激励性

爱因斯坦说过：“单纯的专业知识灌输只能产生机器而不能造就一个和谐发展的人才。”教学不能是单纯的知识传授，重要的是在于唤醒激励。这节课在出练习题前，我首先将学生分成两个队，命名为“成功队”和“必胜队”，并给成功队提出了“我要成功”和给必胜队提出“我是必胜”的口号，这里用“我”而不用“我们”是为了唤醒学生自我参与意识。不断地把激励性渗透在物理教学中，以生动、愉悦的形式对学生起到潜移默化的作用。

三、竞争性

初中学生“好胜心”强，把竞争意识运用在教学过程中，对启迪学生的智慧，激发他们的学习积极性是很有益的。这节课上，当总结了解决电路问题的公式、方法后，接着采用了竞争法。我拿出课前准备好的题目贴在黑板上，内容是这样的：

“我要成功”

给你一个伏特表、电池组、电键、导线、一个定值电阻 R_2，让你测一个电阻值看不清楚的 R，说明你的方法和理由，并具体动手测出——成功队做。

“我是必胜”

给你一个安培表、电池组、电键、导线、一个定值电阻 R_2，让你测一个电阻值看不清楚的 R_1，说明你的方法和理由，并具体动手测出——必胜队做。

这时学生们已非常激动，我又根据题目给的条件把准备好的仪器分别摆开，宣布“开始”。课堂气氛一下子活跃起来，马上有几个同学举手上场，课堂成了战场，上台的同学有的在黑板上写方法，有的动手连接电路进行测量，下面的同学出谋献策，急得摩拳擦掌，最后有几个同

学来不及举手也跑上去帮忙。学生能积极主动投入学习活动中，这不仅使学生得到锻炼和提高，也使我领略到了教学艺术的魅力。

四、操作性

物理习题课教学是一种对学过的知识进行再认识的过程。在这一高级阶段的学习中，引入操作性不仅能提高学习兴趣，稳定学生的注意力，而且也能帮助他们对问题的理解，加深他们的记忆，使所学知识升华。所以，本节课除了要求对这两道题进行理论推导，而且引入实验操作，用不同的仪器，分别用不同的方法去解决同一个问题，使学生的兴趣更浓，积极性更高。在实验操作中学生对电路的连接方法和要求，对伏特表和安培表的使用有了进一步的认识。

（王林娜　文）

谈物理解题规范

解题规范包括审题规范、语言叙述和方程式规范、演算过程规范、答案规范、解题后反思等五个方面。

一、审题规范

审题是正确解题的关键，是解题者对题目进行分析、综合，寻找解题思路和方法的过程。审题过程可分为分析物理状态和过程、明确条件和目标、确定解题思路和方法等三步。

1．分析物理状态和过程每个物理题都是由若干物理状态和过程组合而成的，搞清这些状态及过程是审题的关键步骤。解题者应认真阅读题目、分析题意、搞清题述物理状态及过程，并用简图将这些状态及过程表示出来，再借助简图分析这些状态及过程的特点，找出它们所遵循的物理规律。有些物理问题尤其是综合题，其研究对象所经历的过程比较复杂，整个物理过程可以分解成多个子过程，这时审题不但要注意分析各子过程的特点，找出它们所遵循的规律，还要注意分析各子过程间的关系。

2．明确条件和目标条件，是指“题目告诉了什么”；目标，是指“题目要求什么”。这是解题者必须明确的两个问题。

条件的分析，主要是明确题目的已知条件。它包括三个方面，一是找出题目中明确告诉的条件；二是发现题目中隐含条件，并加以揭示和转化；三是发现多余条件，予以舍弃。

目标的分析，主要是把模糊的目标转化为清晰的目标，把抽象的目标转化为具体的目标，把难于接近的目标转化为便于接近的目标等。

【例】司机开着汽车在一宽阔的马路上匀速行驶，突然发现前方有一堵墙，他是刹车好还是转弯好？（设转弯时汽车做匀速圆周运动，最大静摩擦力与滑动摩擦力相等。）

本题的目标是“确定是刹车好还是转弯好”，这一目标比较模糊，应通过分析使其更清晰。

目标分析：汽车刹车后，轮子停止转动，它由于惯性沿路面滑行，设速度变为 0 时向前滑行的距离为 s，而汽车转弯作匀速圆周运动时，地面的静摩擦力 f 提供匀速圆周运动的向心力，当静摩擦力 f 最大时，圆周运动的半径 R 最小。比较采取哪种措施好，实际上就是比较最小半径 R 与 s 的大小；当 s＞R 时，转弯好；当 s＜R 时，刹车好；当 s＝R 时，刹车与转弯效果相同。

通过上述分析，本题的求解就有了明确的方向。

3．确定解题思路和方法

一个题目的条件和目标之间存在着一系列的关系，这些关系是由条件通向目标的“桥梁”，用哪些关系解题，需要根据这些关系和题述过程所遵循的物理规律确定。解题实质上就是分析这些关系与题述过程所遵循的哪个物理规律相匹配。有些题目，这种匹配关系十分隐蔽，必须通过认真分析才能加以揭示；有的题目这种匹配关系有多种，就会出现多个解法。

二、语言叙述和方程式规范

物理重在讲理。在审清题意，找到了解题思路和方法后，列方程解

题时，要先用简洁准确的语言指明列方程的物理根据，再根据基本公式列出方程。这样，解答有根有据，逻辑性强，既准确地反映出解题者的思路和方法，也反映了物理的特点。

三、演算过程规范

根据物理规律列出方程后，由方程导出最后结果的过程就是演算过程。写出重要的演算步骤既是物理学科的特点，也是中、高考评分标准的要求。规范的演算过程主要有三步：

(1)根据方程导出由已知量表达的待求量；

(2)将统一单位后的已知量的数据代入；

(3)最后的计算结果。

这样的演算过程有以下优点：

(1)步骤简捷、准确，减少了数字运算可能出现的差错，节省运算时间，又便于复核、检验；

(2)计算结果具有普遍性，可以解决讨论、问答题等。

(3)有些初看起来缺少条件，不满足解题要求的题，通过文字运算，可以消去那些原来认为应该给出而未给出的物理量，从而保证演算的正常进行。

四、答案规范

答案是解题过程的重要组成部分，规范的答案能清晰地反映出解题的最后结果。答案规范是指答案准确、简洁、全面。既要注意计算结果的验证、取舍，还要注意答案的完整，如牛顿第三定律的应用，矢量的大小、方向等。

要做到答案规范，必须审清题目的目标，按目标作答。

五、解题后反思

解题后的反思是指解后对审题过程、解题思路和方法及解题所用知识的回顾和思考，只有这样，才能有效地深化对知识的理解，提高思维能力。

1．反思审题过程审题时，有时能很快抓住问题的本质，找到解题的思路、方法，有时多次受阻，尔后“灵感”突来。不论哪种情况，思维都有很强的直觉性，若在解题后及时复现一下这个思维过程，尽量追溯“灵感”是怎样产生的，多次受阻的原因何在，对发现审题过程的错误，总结审题过程的思维技巧，提高分析、综合能力都有重要作用。

2．反思解题思路和方法解题的灵活程度和学生解题方法的多少以及运用这些方法的熟练程度有着密切的关系。学生在解题时总是用最先想到的方法进行求解，最先想到的方法往往是他们最熟悉的方法。因此，解题后反思一下有无其他解法，可使学生掌握和熟练新的方法，开拓思路，增强解题的灵活性。

3．反思解题所用的知识和技巧解题后反思一下解题过程中应用的基础知识和基本技能，想一下解题受阻时应用的是哪些知识和技巧，应用这些知识和技巧为什么出现错误，应用另一些知识技巧为什么会使问题顺利解决。这样可以加深对“双基”的理解，掌握它们的适用范围，增强应用知识解决问题的能力。

（孙殿宝文）

物理习题的归类研究

一、显性同类题

这类题的特点是物理模型相似，待求量相同，一看便知道遵循同一物理规律，有共同的解题方法。如下面三道题：

【例 1】如图 1 所示，长为 l 的导体棒原来不带电，现将一带电量为 q 的点电荷放在距棒左端 R 处，当到达静电平衡后，棒上的感应电荷在棒的中点O处的场强大小等于。_____ $\left(kq/R+\frac{l}{2}\right)^2$

【例 2】一个带电量为 q 的点电荷与一个不带电的半径为 r 的实心球形导体相互位置如图 2 所示，在静电平衡时，球上的感应电荷在 C 点产生的场强大小是_____。$\left(kq/P+\frac{3}{4}r\right)^2$

【例 3】两点电荷 A 和 B。带电量分别为 q 和－q，相距为 R，若在两电荷连线中点处放一半径为 r 的不带电的金属球壳，如图 3 所示，则球壳上感应电荷在该中点处的电场强度大小为_____．（$8kq/R^2$）

这三道题都是求感应电荷在导体内某点场强大小的，可属同一类。但这类题若从感应电荷着手去解对中学生是比较困难的，如能从“静电平衡”寻找突破口，找出解题的关键所在——导体棒或金属球内部场强为零，因而感应电荷在某点的场强与 q（或 q 和－q）在该点的场强等大而反向，则很容易求出结果。对这种同类题，我们可以通过解其中一道题而总结出解这一类题的方法和规律，从而达到解一题会一类，以少胜多的目的。

二、隐性同类题

这类题的物理情境各异，物理内容不尽相同，各物理模型中本质的共同的规律比较隐蔽，不易直接识别。如下面三道题：

【例 1】如图 4 所示，在光滑的桌面上放一质量为 M 的小车，在小车的平台上有一质量可忽略的弹簧，一端固定在平台上，另一端用质量为 m 的小球将弹簧压缩一定的距离后用细线捆住，用手将小车固定在桌面上，然后烧断捆小球的细线，小球就被弹出，落在车上A点，$\overline{OA}=s$，如果小车不固定而烧断细线，球将落在何处？设小车足够长，球不致落在车外。$\left[\sqrt{OA'}=\sqrt{\frac{M+m}{M}s}\right]$

【例 2】质量为 m 的子弹沿水平方向以速度$_0$与放在光滑水平面上的质量为 M，厚度为 d 的木块发生正碰，当木块固定不动时，子弹能射入$\frac{d}{2}$深度处停下，如果木块能自由滑动，则子弹进入木块的深度是多少？$\left(d'=\frac{M}{M+\mu}\cdot\frac{d}{2}\right)$

【例 3】一个质量为 m 的人在地面上立定跳远，最多可跳 L 米，假设

他立在质量为 M 的船头上，跳到河岸上（岸与船等高），则船头距河岸的距离最大不能超过多少米？$\left(L' \le \frac{2M}{2M+m}L\right)$

这三道题表达方式不同，情况不同，从表面上看，似乎没有任何联系。但只要认真审题，仔细推敲，就不难洞察到它们本质上的共同点：①都属“固定与不固定”问题；②系统在前后两种情况下的总能量均相同；③后一种情况都遵循动量守恒定律，抓住了这个本质，便能快速地同时解决三个问题。把这样的几道题目放在一起讨论，既有助于培养学生归纳总结的能力，又有利于提高学生解题的敏捷性。

三、辩异识同巧解同类题

解答同类题的关键一是辩异识同，二是知识迁移。在解题时要善于由表及里，去伪存真，透过表面现象抓住本质因素。要将题中的物理现象与熟悉的同类物理模型相比较，分析异同，寻找出内在联系和相同之处，然后把熟悉的题目的解法或结论借鉴过来，这样往往可将问题化繁为简、化难为易。如下面两题。

【例 1】如图 5 所示，在光滑的水平面上放置 A、B 两个物体，它们的质量分别为 m_1 和 m_2，其中 B 物体上固定着一只质量不计的弹簧并静止在水平面上，A 物体以速度 r_0 逼近 B 物体，当 B 物体的速度 v_0 ＝_____时，两物体间的距离最近？$\left(\frac{m_1}{m_1+m_2}v_0\right)$

【例 2】如图 6 所示，质量分别为 m_1 和 m_2 的 A、B 两物体用一根轻弹簧相连，放在光滑水平面上，现用力向左推 A 物体，压缩弹簧，已知外力做功 W，若突然撤去外力，则从 B 物体开始运动以后的过程中，弹簧的弹性势能最大值为_____。$\left(\frac{m_2}{m_1+m_2}W\right)$

从物理模型的相似性，容易看出这两题是同类的。虽然物理过程有异，但待求量的实质是相同的，因为当两物体间的距离最小（或最大）时，弹簧的压缩（或伸长）量最大，因而弹性势能亦最大。尽管如此，学生对这样一个物理模型还是比较陌生的，且由于 A、B 两物体的运动情况较复杂，学生分析起来有一定的困难，特别是，究竟 A、B 处于怎样的运动状态弹簧的弹性势能才达最大？学生更感棘手。若能联想到两物体作完全非弹性碰撞这一熟悉模型，并借鉴其结论：碰撞过程动能损的最大，碰后两物体以共同速度一起运动，则能引发灵感，启示解题思路：弹簧的弹性势能最大，意味着 A 物体（也即 A、B 系统）的动能损失最大，此时刻 A、B 物体应具有相同的速度。据此，这两道题便很容易得到解决。可见，这样巧思妙解，不必对 A、B 两物体的运动过程和作详细的分析。大大提高了解题的效率。

值得注意的是，这里所说的借鉴，并非是生搬硬套，不分析题目的异同而作机械的套用。问题同熟知的另一同类问题联系起来，从比较生疏的物理现象联想到熟悉的物理情境，从而将熟悉的物理问题的分析方法、解题思路和技巧迁移到新的物理问题中，这样做有助于问题的解决

和提高解题的速度。

（郑荣彪文）

挖掘典型习题的教学价值

一、认真钻研典型习题对学习的作用

1．深入学习物理基础知识学生深化对物理知识的认识有两条途径：一是从实验现象和自然现象中深化，二是从课本和课外习题中设置的问题情境中获得进一步认识，特别是在学习中遇到了典型习题，学习通过做这些习题，丰富了知识的认知表象。2．简缩思维，发展直觉能力许多典型习题经过严密、细致的推理、分析、求解之后，可以将过程结论、物理情境浓缩，使其成为以后可直接使用的思维模式。在以后的解题过程中，一方面易于形成解题技巧，另一方面可以培养学生敏锐和深邃的洞察能力。我们知道，数学中的许多定理，其实就是一个典型数学问题，之所以作为定理使用，是因为它们具有较广泛的用途，可缩短学生分析题的思维历程，增强分析问题的能力，易于形成数学知识结构。同样，许多物理典型问题也有此功能。我们曾布置学生做下面一个习题：

【例 1】如图 1 所示，在一水平金属框架的两条平行导轨上，垂直放置一根长为 0.3 米的金属棒 ab，整个装置处于匀强磁场 B 中，已知电源电动势 E＝6 伏，电阻 R＝5 欧，其他电阻不计，设 ab 在导轨上滑动时不脱轨，其间摩擦力为 0．1 牛，求①ab 运动的最大速率是多少？②磁感应强度为多大时，才能使 ab 的速度最大？

许多成绩差的学生感到无从下手，而有些成绩好的学生却很快找到了解法。解法之一是这样的：①由 $E^2／4R＝fv_m$ 得 $v_m＝18$ 米／秒。②因为 $u_{ab}＝E／2$，所以 $Blv_m＝E／2$，故 B＝0.56 特。问其解题思路，他们说：我们做过图 2 中(a)所示的问题，由此题的结论可知：ab 棒作匀速运动时它的速度最大，且此时电源供给 ab 部分消耗的能量全部由摩擦力做功转化为热量，即 $P_{ab}＝fv_m$。又由图中(b)所示的问题可知，一个电源无论电流如何变化，它的最大输出功率 P 都应为 $\varepsilon^2／4r$。如果把题中的电阻P当成电池的内阻，那么只有 $\frac{\varepsilon^2}{4R}=f\varpi_\mu$ 时，v_m 才有最大值。从学生的思维过程看，成绩好的学生之所以认为此题简单，是因为他们分析问题时以两个简单的典型物理问题作为思考问题的基础，因而站得高，看得远。由此可以看出：学生解题能力的提高，已熟悉的典型问题所起的作用很重要。3．启迪、示范作用典型习题中的知识组合形式，其本身就是一个具有一定功能的知识结构，因此其组合知识的方式对学生组织自己的知识结构有启迪和借鉴作用。4．培养学生应变能力典型习题中的问题情境，往往具有较强的辐射力，涉及面广，易于进行广泛联系、拓展、引伸，从而开阔学生视野增强应变能力。

二、开发典型习题潜在的教学价值

下面以高中物理第二册（必修）第七章习题四第 4 小题为例来说明之。

原题：有一点光源距离水面是 1.0 米，它发出的光能从水面上哪些区域射出来？这个区域是什么形状？面积有多大？这个题的解法很简单，其结论是：发光区为一个圆，半径 R＝htgc，其中 h 是光源的深度，

c 是临界角。以此题为典型，在教学作如下开发。

1．改变物理情景，激发学生学习兴趣教师可从下面几个角度来进行。

(1)怎样才能使点光源的光线射不出水面？只要在点光源的正上方水面上用不透明物质遮住半径 R＝htgc 的发光区即可，并且，这时就是处于 S 正上方的点光源发出的光线也不能射出水面。

(2)如果点光源匀速下降，图 3 将如何变化？

有部分学生起初认为图 4 像一朵不断开放的花儿一样，后来有学生反驳道：如果图 3 像花儿开放一样，那么就意味着折射光线不断向两边散开，即同一折射光线向两边偏折得越来越厉害，这显然不符合物理现象，而应该是把图 3 均匀地不断放大。

(3)在水下面的人如果竖直下降，他看到水面将怎样？他看到岸山的景物都集中在 97°角的圆锥内，当他下降时，圆锥不断变大，同时还看到水面处一个不断变大的亮圆。

(4)在水面上的人能在水面上看到一个圆形亮斑吗？经讨论，大家明白了，能不能看到圆形亮斑，主要决定于水面上发光区域内各处射出的光是否都能到达眼睛，而从图 3 可看出，绝对不能，只能看到点光源的虚象。

2．在发展探索能力上的启导价值首先让学生分析这样一个问题：长为 L 的线光源，水平地放置在水深 h 处，则水面上发光区域的形状如何？

学生分析后得出：发光区域如图 4 所示，即把一个半径 R＝htgc 的圆的圆心在线光源正上方水面上沿线光源移 L 远，圆面通过的地方所形成的图形便是。

经过上面问题的启发，学生兴奋起来了，他们发现在水面下不同形状的光源，在水面上形成的发光区形状不同，且很美，现举几例如下：

(1)如果把线光源如图 5(a)所示放置，则水面发光区如图 5(b)所示。

(2)如果把光源设计成斜向下放置的正方形线圈，且让一组对边平行水面，则水面上发光区将由图 4 和图 5(b)组成。如图 6(a)所示。

(3)如果把线光源设计成起伏状，如图 6(b)所示，则水面发光区如图 6(C)的示。

3．培养逆向思维能力

【例 1】在水下面的鱼看来，水面上直立的电杆，其情形可能是图 7 中的哪一个？

解：由光线可逆性可知，鱼眼处的点光源发出的光线所能照亮的地方便是鱼眼可看到的地方，如图 8 所示，电杆必须在顶角是 97°的倒立圆锥里，下端必与圆锥母线相交，且整个电杆必在母线与半径所组成的平面内，故应选 C。

4．在解题技巧上灵活运用

【例 1】如图 9 所示，一截面为正方形的槽内，盛满透明液体，某人沿对角线 FC 方向向槽内看去，正好看到槽底 CE 的中点 D，若槽壁不透光，槽口也有一半（图中 AB 部分）用不透明材料盖住。设人眼位置在图示平面内可以任意移动，问人眼可看到槽内壁的哪些部分？

解析：由题意可求出$n=\sqrt{10}/2$，临界角c的正切值$tgc=2/\sqrt{6}$。

设被 AB 遮掉而看不见的器壁高度为 h，则 AB＝htgc，故 h＝AB／tgc 因此，人眼可看到 CE 壁、EF 壁的全部及 BC 壁下部的 BC—h 部分。

（明善文　文）

课本典型习题的使用

在高中物理总复习阶段，掌握不好很容易陷入题海之中。近几年高考题目，出自课本的或由课本变形而来的题目占到 50%左右。如何用好课本，提高复习效率是教与学中需要认真解决的问题。现着重阐述用好课本的典型习题做到精讲精练，提高学生归纳总结能力的做法。

一、引入、讨论

高中物理《选修本》第 129 页第 5 题。

在光滑的水平面上有一辆平板车，一个人站在这辆平板车上，用一个大锤敲打车的左端（图 1）。在锤的连续敲打下，这辆车能持续地向右驶去吗？说明你回答的理由。

分析：人和车是两个相互作用的物理，他们所受的外力之和为零，总动量守恒。由于人和车的初动量为零，如果车在锤的连续敲打下能持续地向右驶去，那么人和车的总动量就不为零。这违背了动量守恒定律，因此是不可能的，所以这辆平板车不能持续地向右驶去。

需要说明的细节问题。在人举锤过程中车向右行驶，当锤停在空中时，车也停止运动；当锤摆下过程中，车向左运动；当锤敲车之后，锤和车均停止运动。即上述整个过程中车只能晃动，而不能持续向右运动，因为时刻动量守恒。

二、变化、归类

问题 1：若人手中无锤，人在车上行走结果又如何？答：仍不能使车持续运动。当人走时车会向反方向运动，当人停止运动时车也停止运动。

问题 2：在问题 1 中，人的运动速度与车的运动速度有什么关系？答：由于动量定恒，系统初动量为零，速度与它们的质量成反比。

问题 3：若人以一定的速度冲上小车，并停在车上，结果又怎样？

答：人和车相互作用，动量守恒。当人停在车上后，人将与车以一定的速度匀速运动，速度方向与人上车之前速度同向。（如 1993 年高考试卷第 24 题）

问题 4：在问题 3 中，若冲上小车的是一质量为 m 有木块，它的速度为 v_1。车与木块的摩擦系数为 μ，木块从小车的一端冲向另一端，刚好停在另一端点。车长为 l，小车质量为 M（图 2）。则在这个过程中小车的位移为多大（不计木块的大小）？

解：设小车的位移为 s，木块停在小车上之后，它们的共同速度为 v_2。

对车由动能定理得 $fs = Mv_2^2/2 - 0$ ①

$f = \mu mgq$ ②

木块与车组成的系统动量守恒 $mv_1 = (M+m)v_2$ ③

联立①②③得 $s = Mmv_1^2/2\mu g(M+m)^2$

问题 5：在问题 4 中，木块和小车的动能守恒吗？

答：动能不守恒。因为它们之间的一对滑动摩擦力做功之和为负值，即 $-f(l+s)+fs=-fl$。此负功的数量即为系统动能转化为内能的数量（如 1992 年高考试卷第 31 题）。

问题 6：若原题中欲使小车持续运动应采取什么办法？

答：可将人手中的锤向左边扔出，此即为反冲运动的代表。常见题

型有打炮，从船中向外扔货物等（如 1987 年高考试题第五题）。

（马占林　文）

如何进行物理习题的“拓展”教学

一、变更物理模型，转换思维方位

解题的过程可以说是还原物理模型的过程。因此根据题意抽象出物理模型是解题的关键。一般情况下，一道题所提供的物理模型是有限的，这样必然限制了学生的模型视野。怎样扩大模型视野呢？一种方法是无限制地进行大运动量的训练，另一种方法就是有目的地进行习题的“拓展”，前者显然并不可取。而通过对习题的“拓展”，可以做到一题多模型，特别是可以进行相似模型的辨析和多方位的思维训练，扩大学生的思维视角，避免产生片面的思维定势及其对学生产生的负迁移作用。

【例1】如图1所示。$\overline{AB}$、$\overline{CD}$为两个完全相同的导体棒，其质量、电阻、长度分别为m、R、l。导轨光滑且不计电阻，它的水平部分置于竖直向上的匀强磁场中，磁感应强度为B。今使导体棒$\overline{CD}$从h高处无初速滑下，求$\overline{CD}$棒刚进入磁场的瞬间，导体棒$\overline{CD}$的加速度。分析：在导体棒$\overline{CD}$从斜轨上滑下的过程中，只有重力对其做功，机械能守恒。$\overline{CD}$进入磁场后由于切割磁力线而产生感生电动势，在XΔAB回路中产生感生电流，导体棒$\overline{CD}$受到磁场的安培力作用，从而产生平动加速度。

解：$mgh=mv^2/2$ ①　　$\xi=Blv$ ②

$I=\xi/2R$ ③　　$F=BIl$ ④

$a=F/m$ ⑤

解得$a=\dfrac{B^2l^2}{2mR}\sqrt{2gh}$。

拓展1：设导轨水平部分无限长，$\overline{CD}$在运动过程中未与$\overline{CD}$相碰。求整个过程中系统损失的机械能。

分析：从$\overline{CD}$进入磁场开始，$\overline{CD}$、$\overline{AB}$均作变速运动，故不能再由动力学方法求△E，而应将思维角度转向能量方面。取$\overline{CD}$、$\overline{AB}$为一系统，在整个过程中，$\overline{CD}$、$\overline{AB}$所受安培力大小相等，方向相反，故系统动量守恒。只有当两棒无相对速度时，两棒的运动状态才不再发生变化，即最终必然是两者具有共同速度，这一过程可等效成完全非弹性碰撞的过程模型。

解：

$$mgh=\frac{1}{2}mv^2 \quad ①$$

$$mv=2mv' \quad ②$$

$$\triangle E=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}(2m)v'^2 \quad ③$$

解得 $\triangle E=\dfrac{1}{2}mgh$。

拓展2：若让导体棒$\overline{AB}$固定在水平导轨上，问当$\overline{AB}$与$\overline{OO'}$距离X至少多长，$\overline{CD}$滑下后才不会与$\overline{AB}$相撞。

分析：$\overline{CD}$与$\overline{AB}$不相碰的临界条件是：$\overline{CD}$运动到$\overline{AB}$处时，速度减为零。导体棒$\overline{CD}$从$\overline{OO'}$开始作减速运动，不断克服安培力作功（转变为

系统的内能）。这样看似乎仍应从能量角度考虑。但这里是变力做功，故无
法直接求解，因此应另辟思路。仔细分析题意可知：距离ξ与$\overline{CD}$导体棒在此过程中产生的平均电动势$\overline{\xi}$有关，又$\overline{\xi}$与此过程的时间△τ成反反比，因此应运用动量定理。

解： $mgh = mv^2/2$ ① $B\bar{I}L\Delta t = mv$ ②

$\bar{I} = \overline{\xi}/2R$ ③ $\overline{\xi} = B\dfrac{lx}{\Delta t}$ ④

解得 $x = \dfrac{2Rm}{B^2l^2}\sqrt{2gh}$。

二、深化物理过程，挖掘思维深度

弄清物理过程是解题的基础。由于综合题物理过程比较复杂，如果物理过程不清晰就无从下手，因此提高学生分析物理过程的能力是习题教学的一项重要任务。而通过对习题的拓展可以使呈现在学生面前的物理过程从简单到复杂、从单一到组合，逐渐深化。从思维能力角度看，有利于提高学生的思维层次和素质，引导学生走向思维的深度。

【例 1】在半径为 R 的水平圆板中心轴正上方 h 处水平抛出一小球，圆板作匀速转动，当圆板上的$\overline{OB}$转到与v_0平行时抛出小球，则圆板转动一周时，小球恰好落到板上的 B 点。求小球的初速 v_0及圆板的转动角速度 v_0。

分析：小球作平抛运动。其水平位移为 R 时，竖直位移为 h。在此过程中，圆板恰好转过一周，即圆板的转动周期与小球平抛运动时间相等。

解： $h = gt^2/2$ ①

$R = v_0t$ ② $t = 2\pi/\omega$ ③

解得 $v_0 = R\dfrac{g}{2h}$， $\omega = 2\pi\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$。

拓展 1：当圆板转动角速度为哪些值时，小球下落后在板上的落点均为 B？

分析：因为圆极转动，故 OB 出现在同一位置具有周期性，ω应有一组解满足题设要求。只要小球的运动时间为板转动周期的整数倍即可。

解： $h = gt^2/2$ ① $R = v_0t$ ②

$t = n\cdot 2\pi/\omega$ ③

解得 $\omega = n\cdot 2\pi\sqrt{\dfrac{g}{2h}}$，$n = 1、2、3、\cdots$

拓展2：若在h高处有若干个相同的小球，不断地$v_0 = R\sqrt{g/2h}$的速度抛出，而且每秒钟抛出 N 个。今发现小球在板边缘共有 6 个均匀分布的落点。求板的转动角速度。

分析：这样拓展后，在思维能力的层次上要求更高了。既要考虑到圆板转动的周期性，又要考虑到小球在板上有 6 个落点这种分布所必须满足的条件。当连续两个小球下落的时间差恰好为圆板转动周期的 k＋(1

／6)倍或 k＋(5／6)倍时满足题意。

解： $\frac{1}{N} = 2\pi\left(k + \frac{1}{6}\right) / \omega$，

或 $\frac{1}{N} = 2\pi\left(k + \frac{5}{6}\right) / \omega$。

解得 $\omega = \frac{(6k+1)}{3}\pi N$

或 $\omega = \frac{(6k+5)}{3}\pi N$

$k = 0$、1、2、3…

（周久璘　文）

编写物理习题需要注意的问题

一、编写的习题必须符合科学性

科学性是教师编写习题时首先需要注意的问题。科学性要求习题中叙述的物理现象和物理过程必须以事实为依据，习题中涉及的物理量的量值要符合生活实际，不能随意捏造。对于这一点，有些教师编写习题时注意不够，因此出现了科学性的错误。例如，为学生学习动量守恒，有的教师编写了这样一题。

如上图，两个物体在光滑的水平面上沿同一方向运动，经过一段时间，两物体发生碰撞，已知 m_1＝4 千克，m_2＝2 千克，碰前 v_{10}＝3 米／秒，v_{20}＝1 米／秒，碰后 v_1＝1 米／秒，求另一物体的速度 v_2＝？

根据动量守恒：$m_1v_{10}+m_2v_{20}=m_1v_1+m_2v_2$

解得：v_2＝5 米／秒

从表面上看，此题的内容和解法都没有问题，但是深入分析就会发现题目本身就存在着科学性的错误。

分别计算一下碰撞前后两物体的总能量

碰前：$\frac{1}{2}m_1v_{10}^2+\frac{1}{2}m_2v_{10}^2=19$焦耳

碰后：$\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2=27$焦耳

题目中没有说明两物体的碰撞是否是完全弹性碰撞，但是即使按完全弹性碰撞考虑，碰撞后的总能量只能等于碰撞前的总能量，而不可能增加。但是根据此题所给的数据计算，碰撞后的总能量增加了，这显然不符合物理规律。

出现这类隐蔽性的错误是由于教师编写习题时考虑问题不全面造成的。这里教师只考虑了怎样让学生练习动量守恒，而没有考虑动量和能量的相关性。

有些教师编写习题时，往往只注意题中直接给出物理量的量值是否合理，而没有考虑由此推导和计算所能得出的其他物理量的量值的合理性，从而得到像通草球带电 n 库伦，通过白炽灯的电流 900 安培等脱离生活实际的结论。

因此教师编写习题时，要有效地避免科学性的错误，应该对题目中涉及的物理过程和相关物理量的量值进行全面的分析，不能掉以轻心。

二、编写的习题应该具有针对性

学生开始学习某个物理概念或物理规律时，教师可先从课本或教学参考资料上选取一些基本练习题供学生练习用。当学生对概念和规律的主要特点有了初步的认识，在此基础上，教师再根据学生的具体情况，有针对性地编写一些习题供学生练习，可以帮助学生完善和深化对知识的认识。

因此，教师编写习题前，先要分析学生在知识的理解和运用过程中存在的问题，在具体编写时，还要充分考虑学生已有的知识水平和能力水平，使编写的习题具有启发性。

有针对性地编写习题，可以使学生的练习少而精。有意识地培养学

生学习时抓住要点，举一反三的学习能力。

三、编写的习题力求体现灵活性

一题多变指对题目的已知条件或待求量作些变化，然后进一步求解。通过一题多变的训练，可以帮助学生认清物理概念和规律的特点，在思考问题的方法上对学生有所启迪。

例如这样一题，水平地面上有一质量为 2 千克的物体，如果用 9.8 牛顿的力沿图示方向拉此物体，求摩擦阻力（设静摩擦系数与滑动摩擦系数均为 0.4）。

有的学生这样求解：

$f=\mu\times(mg-f\sin30°)$

$=0.4\times(2千克\times9.8米/秒^2-9.8牛顿\times\frac{1}{2})$

$=5.9牛顿$

如果告诉学生答案正确，但考虑问题的方法不对，学生往往会不以为然。但是如果其他条件不变，把题中的拉力改为推力，仍然求摩擦阻力，按上面的思路。

$f=\mu\times(mg+F\sin30°)$

$=0.4\times(2千克\times9.8米/秒^2+9.8牛顿\times\frac{1}{2})$

$=9.8牛顿$

这时答案便错了，由于水平推力$F'=F\times\cos30°=9.8牛顿\times\sqrt{3}/2=8.5牛顿$，水平推力小于最大静摩擦力，物体没有运动，摩擦阻力应该等于水平推力，为 8.5 牛顿。

这里通过已知条件的变化，能够使学生认识到，解此类问题，比较拉力或推力的水平分量与最大静摩擦力的大小，确定物体是否运动是必不可少的。另外还可以提示学生，解物理习题最后答案正确，并不能说明解题方法就一定正确，从而引起学生对解题方法的重视。

多给已知条件指题目所给的已知条件有些可以不用即可以得到所求的答案。通过多给已知条件的解题训练，可以使学生认识到，在解决生产和生活中的实际问题时，需要从现实存在的诸多条件中自己选取所需要的条件，而不可能根据已知的全部条件去选公式，凑答案。让学生经常体验用所学的知识解决实际问题的情景，有助于增强学生学习的主动性和自觉性。

似乎少给已知条件指从题目所给的已知条件出发，似乎题目无法求解，但是通过深入分析，去除无关因素，最终还是能找到解题的途径。

例如，如图所示，在一个平行板的匀强电场中，有一个带负电的小球处于静止状态，小球距下极板 0.8 厘米。开始两极板间的电势差为 300 伏，现在如果把电势差减小到 60 伏，问小球下落到下极板处需要多长时间？（g 取 10 米／秒 ^{2}）

拿到此题，学生根据牛顿第二定律和自由落体的运动规律可列出三个方程。

静止时　$mg-(uq/d)=0$　　(1)

下落时　$mg-(u'q/d)=ma$　(2)

$h=at^2/2$　(3)

方程中 m 和 q 分别表示小球的质量和带电量，d 表示两极板的间距，u 和 u'分别表示变化前后两极板间的电势差，a 和 t 分别表示小球下落时的加速度和下落到下极板处所用的时间。

对照已知条件可知，m、q、d、a 和 t 都是未知量。三个方程五个未知量，又列不出其他方程，学生往往会感到困惑，认为根据题目所给条件无法求解。

但是深入分析就会发现，只要从(1)式和(2)式中求出加速度 a，代入(3)式便可以求得时间 t。

把(1)式和(2)变形得：$mg=uq/d$　(4)

$m(g-a)=u'g/d$　(5)

(4)式和(5)式两边相除,可求得 $a=4q/5$,代入(3)式求得 $t=0.045$ 秒。

似乎少给已知条件的解题训练，常常可以强迫学生思考，提高学生运用数学解决物理问题的能力，有助于培养学生知难而进，积极进取的心理素质。

（刘建华文）

谈习题教学中的几种破题方法

一、从物理概念出发破题

这类题主要考查学生对物理概念的掌握情况，要求学生对物理概念的内涵和外延的认识要清楚，理解要透彻。

【例 1】如图 1 所示，一长直导线右侧放一矩形线框 abcd，直导线中通有稳恒电流 I，现钭线框由位置 1 移到位置 2，第一次是平移，第二次是以 bc 边为轴旋转 180°，且经历时间相同，两次线框中产生的感生电量分别为 Q 和 Q′，则

(A) Q＞Q′　　(B) Q＝Q′

(C) Q＜Q′　　(D) 不能确定

分析：破解此题的关键在于对磁通量概念的全面正确理解，若对概念中“某一面积”没有正面、反面的区别认识，不免错选(B)。

根据公式 $Q=I\triangle t$，$I=\frac{\xi}{R}$，$\xi=\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$，得$Q=\frac{\Delta\phi}{R}$，设线框在位置 1 时磁通量为$\phi_1$，当平移到位置 2 时，磁通量为$\phi_2$，磁通量变化为$\triangle\phi=\phi_2-\phi_1$；当旋转到位置 2 时，则变为框的背面向外，磁通量应为$-\phi_2$，磁通量变化为$\triangle\phi'=-\phi_2-\phi_1$，显然，Q＞Q′，故选（A）。

二、从物理规律出发破题

物理规律是物理学的支柱，也是命题者命题的根本依据，掌握物理规律是解决这类问题的根本。所谓规律的掌握是指对规律所研究的对象、表达形式、适用范围等全面的掌握和理解。

【例 2】半径为 r 的硬橡胶圆环，其上带有均匀分布的正电荷，单位长度上的电量为θ，其圆心O处的合场强为零，现截去环顶部小段$\overset{\frown}{AB}$，如图2所示，$\overset{\frown}{AB}=\lambda$（$l<<\rho$），对于剩余部分在圆心处产生的场强，下列说法正确的有：

(A) O 处场强方向竖直向上。

(B) O 处场强方向竖直向下。

(C) O处场强大小为$\frac{kql}{r^2}$。

(D) O处场强大小为$\frac{kq(2\pi r-l)}{r^2}$。

分析：破解此题的关键在于对库仑定律的全面理解。如果只是掌握定律的表达形式，而对定律的适用条件不清楚，势必要错选(D)。

由于$\overset{\frown}{AB}=l$，且$l<<r$，故可将劣弧AB看作一点电荷，至 于优弧就不能当作点电荷，根据库仑定律与点电荷的场强度公

式可得劣弧$\overset{\frown}{AB}$在O处产生的场强$E=\frac{klq}{r^2}$，方向竖直向下，又圆环完整时，其圆心O处的合场强为零，故截去顶部小段$\overset{\frown}{AB}$时，剩余部分在圆心O处产生的场强大小为$\frac{klq}{r^2}$，方向竖直向上，故选（A、C）。

三、从物理过程的分析出发破题

明确物理过程是破题的关键，各种物理现象在各个过程都有它特殊的运动形式，各个过程之间既互相联系又互相排斥。只有过程明，才能把握住物理现象的本质。

【例 3】如图 3 所示，用细绳将小球悬挂在匀加速运动的车厢里，细线与竖直方向的夹角为θ，当车厢突然停止时，若不计空气阻力，则下列叙述正确的是：　　[　　]

A．小球立即以悬点 O 为圆心作圆周运动。

B．小球先作平抛运动，然后再以悬点 O 为圆心作圆周运动。

C．小球对竖直方向最大偏角一定大于θ。

D．小球一定能摆到右侧与初始位置 A 等高的 B 点。

分析：小车突然停止，小球因惯性向右做平抛运动（如图 4 所示）当小球运动到 C 点时，在细线绷紧的瞬间，悬线给小球一个冲量使 v_c 的法向分量ϖ_1减为零。此瞬间悬线的拉力对小球做功，且等于$\frac{1}{2}mv_1^2$。然后小球以 v_c 的切向分量 v_2 绕悬点 O 作圆周运动。由于题中没有涉及到悬线拉力对小球所做功的大小情况。因此，如果悬线的拉力对小球做的功大于小球在初始位置 A 点的动能，则小球将到达不了 B 点。故只有(B)选项正确。

四、从研究对象的选取出发破题

通常被分析的问题有几个相互作用的物体。如果研究对象选取得不当或错误，那将增加分析问题的难度或使我们陷入困境。这时，研究对象的正确选取成为分析、解决问题的关键。例如，力学中常用的整体法、隔离法。今再举一例说明研究对象的选取对解决问题的重要。

【例 4】由内径均匀的玻璃管制成的 U 形容器，如图 5 所示，容器的水平部分长为L，竖直部分的高度均为h，装入水静止时水面高为$\frac{2}{3}$h，若容器沿水平方向向右做匀加速运动，要使水不溢出，容器加速度应满足：　　[　　]

A．$a\geq\frac{gh}{3L}$；B．$a\leq\frac{gh}{3L}$；C．$a\geq\frac{2gh}{3L}$；D．$a\leq\frac{2gh}{3L}$

分析：破解此题的关键是先取水平部分长为 L 的水为研究对象。否则，将无从入手。

当水恰好要溢出时，左边水柱高为h，右边水柱高为$\frac{h}{3}$，如图6所示。对容器水平部分长为 L 的水来说，它在水平方向上的加速度 a 是由

左右两侧水柱的压力差产生的，故有 $\rho ghS-\rho g\frac{h}{3}S=\rho LSa$，

即得 $a=\frac{2gh}{3L}$.

由此可知，要使水不溢出，容器加速度应满足 $a\leq\frac{2gh}{3L}$。故选（D）。

五、从挖掘题设中的隐含条件出发破题

隐含条件常常隐含在明显条件背后、关键字或词句之中，题目所求之中，题目附图之中。因此，挖掘时既要准确理解，又要仔细观察，还要借助联想和理论分析。

【例 5】带电导体表面上有 A、B 两点，其场强关系是 $E_A=2E_B$。一个无初速度的检验电荷自无限远处在电场力作用下运动，一次到达 A 点，另一次到达 B 点。当它们刚要到达 A、B 点时的速度和加速度分别为 v_A、v_B 和 a_A、a_B，则下列判断正确的是：

(A) $v_A:v_B=1:1$　　$a_A:a_B=2:1$.

(B) $v_A:v_B=2:1$　　$a_A:a_B=2:1$.

(C) $V:v_B=2:1$　　$a_A:a_B=1:1$.

(D) 要看具体运动路径而定。

分析：对本题，不少学生读题之后，很容易得到 $a_A:a_b=2:1$。但是，至于 $v_A:v_B=$？却不知如何求出。究其原因是没有弄清楚本题的隐含条件。“带电导体表面上有 A、B 两点”隐含着 A、B 两点在同一带电导体上，就应有电势相等的关系。因此，从无限远处分别运动到 A、B 两点时，电势差相等。只要找出了这一隐含条件，再根据 $qU=\frac{1}{2}mv^2$，不难得出正确的选项是(A)。

（方根保　文）

浅谈物理题中的隐含条件

物理习题中除明显的已知条件外往往还有一些不易查觉的隐含条件，学生如果不找出这些隐含条件或不会利用，常常将导致解题的错误甚至无法求解。

1．物理题中一些明显的隐含条件只要认真审题便不难发现，然而学生不注意物理条件的限制，直接将数据代入公式计算，得出错误的结果。

【例 1】一辆以 10 米/秒速度匀速行驶的汽车突然刹车，以 a＝2 米/秒^{2}的加速度作匀减速运动，求 6 秒后汽车经过的路程。

解：把数字代入匀变速运动公式有

$$s=v_0t-\frac{1}{2}at^2=24\text{米}$$

结果错误在于没有考虑到汽车从刹车到完全停止所需的最长时间 $t_m=v_0/a=5$秒的限制，只有当$t\le t_m$时，才能直接代公式$s=v_0t-\frac{1}{2}at^2$求解。$t\ge t_m$时汽车行驶的距离均为$s_m=\frac{v_0^2}{2a}=25$米。

2．某些不明显的隐含条件，不仅学生不易发现，而且教师有时也会忽视，甚至某些教学参书上举例时也犯了不考虑隐含条件的错误。

【例 2】质量为 0.1 克的带电小球，带电量 $q=-10^{-7}$库仑，用绝缘细丝线悬挂在匀强电场的两极之间，两板间电压 U＝1000 伏，两板间距离 d＝10 厘米，开始时把小球拉到 B 点，并用细丝线 BC 连接，BC 水平。

求(1)BC 线上的拉力。(2)割断 BC，小球摆到悬点最下方 O 点时，悬线 AB 上的拉力。（g 取 10 米/秒^2）

解：(1)略。

(2)割断 BC 后，小球在重力、悬线 AB 拉力和电场力作用下运动，其中拉力是变力，在小$\varepsilon_B+E_{PB}=\varepsilon_0+E_{PO}+\frac{1}{2}m_0^2$球摆动过程中拉力不做功，只有电场力和重力移动小球做功，因此小球在运动过程中重力势能，动能和电势能总量不变，故有设 O 点重力势能为零，B 点，O 点电势分别为 U_B，U_0，则有，

$$\frac{1}{2}mv_0^2=mgl\ (1-\cos60°)+q\ (U_B-U_O)$$

$$=mgl\ (1-\cos60°)+qEl\sin60°$$

整理得：$mv_0^2/l=mg+\sqrt{3}qE$

$$T=mg+mv_0^2/l=2mg+\sqrt{3}qE$$

$$=2mg+\frac{\sqrt{3}qU}{d}=3.73\times10^{-3}\text{牛}$$

解题过程中的受力分析和能量分析无懈可击。只是没有考虑到小球由 B 到 O 的运动过程必须是圆周运动才能应用能量守恒定律。而小球作圆周运动的隐含条件是，其所受合力方向与悬线间交角大于或等于 90°，即摆动过程中悬线是拉直的。以悬线刚好拉直，拉力为零作简单计算，合力ΣF 与悬线夹角须满足 $\theta+\beta\ge90°$，由图 3 还可看出 $\alpha+\beta=$

90°，再由力三角形得出 $mg/F_e = tg\theta$，即 $\alpha \le \theta$，悬线开始时张角要不大于合力与水平方向夹角才能保证尔后小球作圆周运动。或者说临界角 $\alpha_0 = tg^{-1}mg/F_e$。只有题中给出初始条件 $\alpha \le \alpha_0$ 时上述解法才是正确的，将已知条件代入 $\alpha_0 = tg^{-1}mg/F_e = tg^{-1}1 =$
45°，而 $\alpha = 60°$ 不满足临界角条件，解法是错误的。

小球由 B 运动至 O 过程中不能直接应用能量守恒定律。这是因为小球由 B 开始作直线运动到 C 点（悬线与竖直方向夹角为 45° 小球位置）的瞬间，悬线突然拉紧，拉力做负功，致使小球动量改变速度减小，动能损失。

（赵朗　文）

十、中学物理中考会考和高考的复习研究

谈初中物理概念的复习教学

一、强调概念复习、运用的重要性

物理学科的特点是：本质简明，概念难懂。初中学生学习物理概念往往不求甚解，认为背会了物理概念就行了。譬如：在复习力的概念时，学生们认为力的概念大家都懂了，没啥再复习的了。笔者适时给学生们出一个练习题：一个木块沿斜面滑下，求下滑过程中木块受几个力的作用？经举手表决全班 50 人仅有 2 个答出：重力、弹力、摩擦力。44 人认为受重力、弹力、摩擦力、下滑力。4 个人认为受重力、弹力、摩擦力、下滑力、对斜面压力。通过讲解学生们都觉得概念的复习、掌握和运用非下硬工夫不可。

二、复习中要讲清概念的内涵和外延

物理概念具有丰富的内涵和广泛的外延。物理概念复习教学中不仅要讲清概念的本质，还要注意讲清概念的内涵和外延及产生条件。再如上面的练习题：为什么大多数学生认为木块沿斜面下滑时有一个下滑力呢？笔者认为：这是学生死记概念的结果，没有理解力产生的条件必须是两个物体相互作用，既要有受力者也要有施力者。一小部分学生认为还有木块对斜面的压力，这就更差了。他们不清楚不论研究哪个物体，施力者、受力者要作用在那个物体上，不能作用在其他物体上。可见：只死记力的概念，不知道每个力产生的条件、大小及方向等问题是不行的。当然，在物理概念的复习教学中，要求学生记忆物理概念是应该的，但这种记忆必须在理解基础上的记忆，这样才能有助于物理概念的深化。

三、复习中要注意“相似”概念的区别和联系

物理概念的正确形成对学好物理有重要作用，而物理中又有许多概念名称相似，如：压力和压强、电压和电流……。这些相似概念学生容易混淆，这就要求我们教师在概念复习教学中不能单纯重述原概念，还应归纳这些相似概念，指出它们的区别与联系。譬如：对于压力和压强要强调这是两个不同概念，压力是垂直作用在物体表面的力，而压强则是描述压力产生的效果；压力与受力面积大小无关，而压强则是由压力大小和受力面积共同决定。但二者也有一定的联系，这就是在受力面积一定情况下，压强与压力成正比。所以，只有揭示了这些区别和联系才能使学生更准确、更深刻地理解压力和压强。

四、复习中安排足够的学生实验，巩固加深已学概念

在物理概念的复习教学中，安排一定的学生实验是相当必要的，这不是已做实验的简单重复。配合物理概念的复习，一些学生设计出不少新实验，起到了巩固和深化概念的作用。譬如：在安排学生测斜面机械效率的实验中，对于同一个斜面，条件相同 $\eta = Gh/F \cdot L$ 应取何值呢？总功是为达目的而不得不做的功。你测出的 $F \cdot L$ 是不是把物体拉上去必须做的功呢？少用一点力行不行呢？通过实验学生对总功的概念有了更深一步理解，巩固和深化了已学的概念。

（刘兆奎　文）

谈典型试题复习法

所谓典型试题复习法：一是针对每堂课所复习的重点和难点编几道代表性很强，即突出典型二字的复习题。二是以题作为一个知识的“鱼网”，学生在老师的提示下将这个知识的“鱼网”撒开。三是引导学生将解题的结果、涉及到的概念、应用范围和有关条件进行归纳小结即收网。如复习浮力时，出了以下三道复习题。

【复习题 1】体积为 5 分米^{3}的圆柱体，重为 196 牛顿，浸没在水中称得其重力为 147 牛顿，它在水中时，上表面受到水的压力为 235 牛顿，下表面受到水的压力为 284 牛顿，试用三种方法分别求出这个圆柱体浸没在水中受到的浮力。

【复习题 2】如图，已知比重计本身重 0.5 牛顿，在甲、乙丙三种液体中受到的浮力是多少牛顿？哪种液体的密度大？

【复习题 3】左图中，当 $F_{浮}$的大小，大于、小于、等于 $G_{物}$的大小时，小球将出现哪些现象？

上面三道复习题，学生在教师的提示下，逐道进行分析解答，然后把解答的结果进行归纳小结。由习题〈1〉和〈2〉的第一问的解答结果可归纳为

求浮力大小的方法		计算公式	应用范围
1	用弹簧秤	$F_{浮}=G_{空气中}-G_{水中}$	质量很小的物体
2	用上下表面压力差	$F_{浮}=F_{向上}-F_{向下}$	形状规则的物体
3	用阿基米德定律	$F_{浮}=\rho_{液}gV_{球}$	普遍适用
4	用二力平衡	$F_{浮}=G_{物}$	适用于漂浮或悬浮

由习题〈2〉的第二问和习题〈3〉的解答结果可归纳为

	$F_{浮}$与 $G_{物}$的关系	$\rho_{液}$与 $\rho_{物}$的关系	现象
浸没	$F_{浮}>G_{物}$	$\rho_{液}>\rho_{物}$	上浮
	$F_{浮}<G_{物}$	$\rho_{液}<\rho_{物}$	下沉
漂浮	$F_{浮}=G_{物}$	$\rho_{液}=\rho_{物}$	悬浮
	$F_{浮}=G_{物}$	$F_{浮}$的大小随 $G_{物}$的大小变化而变化	

采用典型试题复习法，具有以下几个特点：一是能提高 45 分钟的复习效率；二是学生感到既充实又轻松，可激发学习的兴趣，充分调动学生积极思维，并避免了学生掉入“题海”之苦；三是知识点联系紧密，一环扣一环，具有很强的系统性和直观性，便于记；四是能达到进一步巩固和加深理解所学知识的目的。

（王木林　文）

谈物理复习中的习题教学

一、遵循知识规律，循序渐进，逐步深化

学生解题中出现错解的原因不外乎两个方面：一是对基本概念及规律认识模糊。二是对物理过程不明，思路不清，因而不能正确应用物理规律解题。所以，习题教学的第一步，应从理解、掌握物理概念及规律的基本要求出发选题。

二、要加强启发性

习题教学的启发性包含二个方面：一是所选例题要能启发思维，要有拓展的可能。二是习题课的教学要采用启发式。

复习中习题课的例题一般常取系列题。习题课的设计要有中心，例题则依此中心选一常见题为基础，进行“脸谱”的变化，启发学生思维探索，寻求解决此类问题的思路及方法。

为提高学生解题的灵活性，在习题教学中，除要用“一题多变”、“一题多问”启发学生的思维外，还应启发学生“一题多解”。一题要有“多解”，一是要“放”——不定调子，放手让学生思维。二是要“引”——在学生思维产生定势时，要对他们的思维方位、方法进行引导，启发异向思维。解题之后，还需指导学生对几种解题的方法、思路加以分析比较，以选取最简的方法。“一题多解”有助于学生开拓思路、发展智力，而题后的分析比较则对培养学生的优选法思维、高效率学习将大有益处。

三、要注重知识的前后联系、综合应用

复习的目的在于把学过的知识纵横串联，进行系统的整理，使每一知识链能巧妙地汇成知识网，习题教学是编织这知识网的十分重要的一环。所以，习题教学的总设计要有系统性，要注意承前启后。随着复习的深入，习题的综合程度也应逐步扩展加深。在对综合题的研究讨论中，要重点分析各知识点间的相互联系，通过对比、归类、整理，使学生对物理过程中所涉及的物理量有一个全面、清晰、系统的认识。在选题中，既要解一些典型的集知识及解题技巧于一体的综合计算题，还应选一些讨论型问题，侧重研究其物理过程及过程中所遵循的规律，这些规律间的有机联系等等。

为了加强知识的纵向联系，还可进行习题的“专题讲座”，“专题”既可按内容分，也可按解题方法分，如“物体受力综述”，“守恒定律在物理解题中的应用”，“物理图象及图解法”，“极值、临界值在解题中的应用”等等。

四、要重视解题后的归纳、总结和讨论

解题之后，如果能对解题的思路、技巧进行归纳总结，对问题拓宽变换再讨论，对所得结果进行再探讨，这无疑是画龙点睛之举。

解题后，首先要对学生在思维过程中反映出的物理概念、规律上的模糊认识加以纠正，对在分析物理过程中出现的疏忽、遗漏加以强调，对题中的隐含或多余的条件加以挖掘或否定，这样的总结性纠错往往能给学生留下深刻印象。其次，对于所得结论必须进行检验。对结论的检验往往能从不合理的答案中发现错解或遗漏的解，从而使解答更臻完整、严密、正确。对于典型例题或综合题，解题后更应根据题意，寻找

解题的主线索，理清思路，并对结论进行再探索。如对某些物理量作特殊的假设，将问题由一般推向特殊，由顺向思维转向逆向思维。这样，可进一步活跃学生思维，提高应变能

五、必须重视示范性

中学生在学习过程中，模仿学习往往占很大比重，习题课应充分发挥教师的示范作用。

教师在习题课上如何仔细审题，分析题意，寻求各物理量与规律之间的关联，找出突破口；如何巧妙地利用物理、数学方法变换，简化解题过程等等，都会对学生的思维发展产生潜移默化的影响。

（陶惠英　文）

利用方框图示法复习物理知识的教学尝试

本文阐述的图示法是把学生所学知识的内在联系，用直观、简明、逻辑的方框图形表示出来。在教学中恰当地运用这种图示教学，有利于指导学生总结、巩固知识，降低知识的学习难度，激发学生学习的兴趣。近年来，笔者在这方面作了一些尝试，收到较好的教学效果。

1．方框图示教学能将几个知识点形成某部分内容的知识链，从而弥补学生在理解物理知识中的某种欠缺。例如，在复习“运动和力”这一章时，由于运动和力的关系是力学中最重要的内容之一。它涉及“牛顿第一运动定律”、“力是改变物体运动状态的原因”，以及“物体在平衡力作用下的运动”等内容。学生学习时总觉得内容复杂，不好理解，于是我就设计了下面图示（图 1）通过两根主线，把分散的知识点处于清晰的网络之中。这对学生理解这部分知识点很有帮助的。

2．方框图示教学能将相关物理知识的内在联系和本质区别明朗化，有利于学生在理解基础上记忆知识。

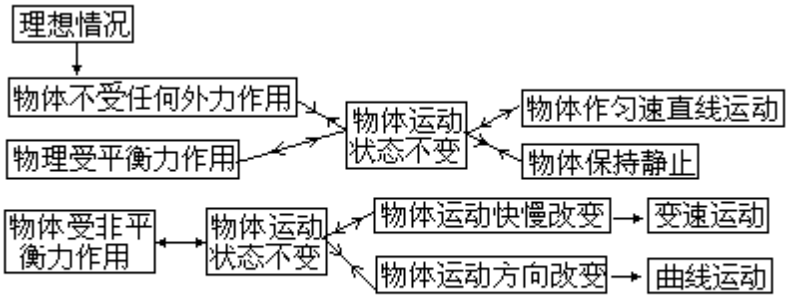

图 1

例如，学生在学习光学时，关于球面镜和薄透镜对光线的作用及其原理很容易混淆。在复习课上，我设计了图示（图 2）。

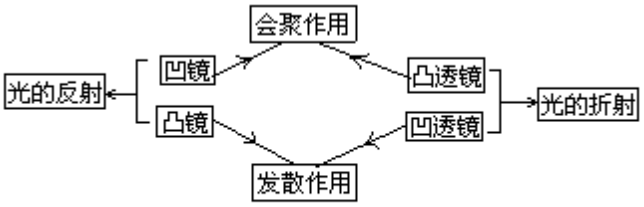

图 2

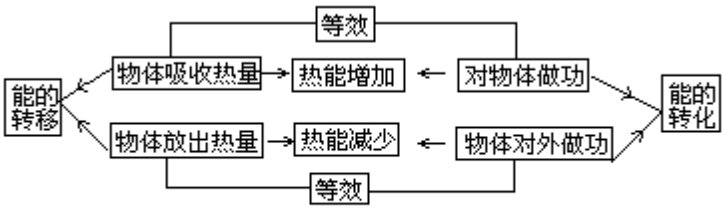

图 3

讲授“改变物体的热能的方法”之后，我设计了图示（图 3）。它们在帮助学生学习和掌握这两个方面的知识时起到了较好的作用。学生反映观看、分析了这些图示后，对这部分知识记得牢，分得清。

3．在物理复习课中，利用方框图示分析典型例题，能形象直观地表

示求解问题的思路，增强解题过程的条理性，有利于提高学生的逻辑思维能力。

例如，在讲解滑动变阻器和串联电路特点后，常用下面例题复习这部分知识。

【例题】在如图 4 所示的电路中，电源电压不变，当滑动变阻器的滑片 P 向右滑动时，安培表、伏特表的读数将如何变化？我用下面这个方框分析这个问题，就较方便地引导学生得出答案：安培表读数变小，伏特表读数变大（图 5）。

（吴磊文）

搞好物理总复习的几点想法

一、总复习应有明确的目的

总复习主要是对平时学习的内容进一步巩固和加深，使之再上一个台阶。由于总复习跟中考、高考有密切联系，因而也要重视培养有关的能力和指导学法。具体来说是否可包括以下几方面：

1．进一步加深物理概念和规律的理解。例如加速度概念，原来分散在力学的很多章节中，开始只初步地讲了它的定义、公式和单位，后来讲了它的矢量性、决定因素，进而在曲线运动和振动中加深了对它的分析。总复习时就需要把这些前前后后的内容串起来，以形成完整的明确的概念。

2．提高能力和方法。平时教学对能力的培养和方法的指导散落在各节课之中，而且也趋于单一性。通过总复习就能够形成能力和方法的系统结构。例如根据物理学的特点，其能力方面就有形成物理图景、运用数学工具（公式和图象）、观察和实验等。其方法就有建立物理模型、等效法、近似计算法、隔离法等等。总复习时可以采取专题形式，把力热电光中的同类问题综合起来加以突出，这样容易收到较好的效果。

3．形成良好的知识结构。把过去分散的内容通过归类，挖掘出它们之间的横向和纵向联系，这就形成了一个结构。由于知识和能力是密不可分的，这个结构也可以说是智能结构。一旦形成了结构，在大脑中的储存就有了条理性，不仅可以减少知识记忆的消退现象，也便于在使用这些知识时能快速地提取。

要想使知识之间突出横向、纵向的内在联系，实现读书“从厚到薄”的过程，只有通过总复习才能便于实现。

二、要根据本地区、本校的实际，制定好总复习计划

教师应根据高考要求和本校实际，制定切实可行的总复习计划。力求不再反复，防止贻误时机。

三、总复习分阶段进行

由于总复习时间长，如果自始至终采取一个形式，效果往往不太好，所以一般都分为两个阶段。第一阶段是全面复习，第二阶段是重点复习。在全面复习期间要站得高，便于统观全局；在重点复习期间要站得近，便于突出重点、抓住关键。在每一个阶段都要讲练结合，尤其第二个阶段更要注重精讲多练。

四、要在基本理论和基本能力上投入主要精力

基本概念和规律是物理学科的核心内容。中考和高考试题中的基本概念和规律所占比例是很大的。每年在分析试卷时，普遍认为丢分的主要原因在于基本概念学得不透。总复习应使学生对每个概念的内涵和外延都有深刻的理解，了解容易混淆的概念之间的区别和联系（如速度和加速度，磁通量变化和磁通量变化率）。物理课要特别强调物理现象的本质，最忌把物理课讲成数学课，这就需要突出物理的概念性，对每个教学表达式都应着重分析其物理意义。

有关对能力的要求，在教学大纲和考试说明中都有论述，在总复习过程中我觉得可着重以下几方面：

(1)审题能力；(2)储存知识和提取知识的能力；(3)扩展已知信息的

能力；(4)判断和鉴别的能力；(5)推导和论证的能力；(6)形成物理图景，进行分析找出关键性条件的能力；(7)观察实验能力；(8)运用数学工具解决物理问题的能力等等。上述能力中有一般层次的，也有较高层次的，高层次的能力不能只靠演算难题来培养，应先从低层次的训练着手。

五、要重视培养学生正确的实验观察（略）

六、要注意正确指导解题

为了巩固和加深物理概念，必须通过做题这个环节。例如要区分动量和动能，只靠讲授不够，还需做些灵活、深刻的题目，才能达到透彻的理解。但是在总复习中如果以做题为主，把研讨概念和规律放到从属地位，就是本末倒置了。因为每次分析中、高考试卷，都会发现主要的问题是概念不清，而不是平日见识的题少。因此在处理基本理论和解题关系时，首先是讲清基本理论，然后通过做题进一步充实、加深对基本理论的理解。

七、教师要认真钻研教学大纲和考试说明

中、高考命题是以教学大纲作为考纲，国家教委颁布的高考说明和各地区颁布的中考说明都是以教学大纲为依据，并更为具体。上述纲要都往往有对知识的“限定性说明”，这些都是值得认真学习研究的。

八、复习课的教学方法要能充分调动学生的积极性

复习课的内容大多数是学过的，可以根据过去学习易犯的错误等情况，有针对性地提问，多增加学生活动量，编选一些富于启发性的问题，能够引起争论。例如联系生活、生产实际，讨论一些静摩擦力方向问题，往往能促使全班活跃起来。看一节复习课的教法好坏，关键是看学生的积极性是否被充分调动起来。若一节课是以教师的讲授为主，更要看他的语言是否生动活泼、富有启发性。

复习课最好使用投影仪辅助教学，一方面用它可以增加教学密度，图表、例题等都可以不用板书。另一方面也可以反馈学生的学习信息，把学生写在胶片上的解答及时地展现在屏幕上，供大家鉴别讨论。

（王维翰文）

改革高三物理总复习几议

国家教委考试中心编写的物理科《考试说明》明确指出：“高考把对能力的考核放在首要位置，要通过考核知识及其运用来鉴别考生能力的高低”。因此，在组织高三物理复习的过程中，要围绕“能力”二字下功夫做文章。如何培养能力，发展能力，提高能力，自然成了我们复习工作的出发点和落脚步。根据近几年的复习实践谈谈作法与体会。

通过复习要使学生在能力上有所突破，必须要以改革的精神改革复习。打破传统的满堂灌，由教师包办代替的旧模式，建立以启动学生内部活力，调动学生的积极主动学习的“自学+讨论+辅助”的新型复习模式。具体可概括为“八改”。

一、改“牵着走”为“放开走”

如果说在高一高二授新课是牵着学生走路，那么，进入高三复习应该放手让学生走路。有的教师热衷于满堂灌（几乎成了职业病），从高一灌到高三。他们对高三和高一高二的学生不加以区别，不相信高三学生已经基本具备“自食其力”的能力，还是手把手地教。学生始终在以教师为圆心的小范围内打圈子（这时的学生非常反感这样做）。学生的个性、智慧、想象力和创造力一直处于封闭压抑状态。实际上，进入高三的学生，他们通过毕业会考已经顺利完成基础知识的学习。知识丰富了，见识广了，随着年龄增大，抽象思维能力提高了，学习的自觉性增强了，学习的方法也多了。我们应该相信学生已经具备了自己学会读书和独立获取知识的初步能力。放开手，让他们自己走路，在知识的天地里经风雨见世面，他们的聪明才智才能得到充分发挥和发展，能力才会得到提高。

二、改“一人写”为“大家写”

复习的一个重要环节是对各大块（力、热、电、光、原）、各大章的知识经过重温进行归纳总结，建立起各章各块的知识网络，理顺各部分知识之间的内在联系，使学生的认识升华到一个新的高度。即对各章各块有一个整体认识，做到“脉络分明，穴位清楚”。所谓“一人写”，是指这道程序以前是由教师一个人进行，学生照抄不误。改革后的这道程序只由教师提出模式和要求，学生通过自学后，独立完成这步“由厚变薄”的工作，并作为必做、必交、必阅的作业。事后教师稍加小结，分出优劣，找出差距。长期坚持下去，学生的自学能力，概括归纳能力势必得到提高。

三、改“一言堂”为“群言堂”

直言、争辩、不服输是青年人的特点，高三学生对于“炒冷饭”、“看老片子”式的“一言堂”复习逆反心理严重。经过会考后的高三复习开展讨论式的“群言堂”模式，已经有了一定的知识基础和条件。说起讨论问题，个个剑拔弩张，踊跃发言，各抒己见，课堂异常活跃，呈出现一幅“百花齐放，百家争鸣”的动人场面。他们从不同角度或用不同方法进行解答，有时教师也不曾想到。所有学生展开想象的翅膀，绞尽脑汁，争论得面红耳赤。这样的课生动活泼，学生印象深刻、理解深刻，比起“一言堂”的枯燥说教效果要好得多。激烈的争论之后，学生会以急切的心情等待老师的“裁决”。这时，老师进行简单的小结，“画

龙点睛”式的肯定和否定，寥寥数语恰到好处。

四、改“扫描式”的复习为“专题讲座”

复习中，重温基础知识固然必要，但一味采取“扫描式”的一遍又一遍的复习，一是重点不突出，二是时间不够，三是学生反感。采取一些专题讲座的形式，学生会有一种新鲜感，必然“另眼相看”。专题的内容可以是知识性的也可以是解题方法与技巧方面的，如“力学中的一对孪生姐妹——动能定理和动量定理”、“怎样分析摩擦力和弹力”、“整体法与隔离法在解题中的应用”等等。这些专题涉及了高中物理中的重点、难点、疑点、方法与技巧，问题集中，剖析深透，使学生对观念、公式、定律的内涵外延理解得更准确、更透彻、更全面，对解题的方法与技巧掌握得更娴熟、更自如，使学生在认知过程中产生“第二次飞跃”，进入一种新的意境。

五、改“伤其十指”为“断其一指”

所谓“伤其十指”，是指有的老师在复习时一节课讲五六个，甚至更多的题目，由于时间关系，必然是“蜻蜓点水”，泛泛而谈。这样的例题无法讲深讲透，失去了例题的功能，一场紧张的听力训练之后，学生所获无几。所谓“断其一指”是指教师要精选精讲例题，一节课不要讲多，一至二个就够了，要讲深讲透。即要讲清物理过程的发生、发展和结果，展示物理情景，挖掘隐含条件，找到未知量与已知量之间的联系，根据不同的物理过程选择不同的规律、公式，指出题中的“陷阱”和可能出现的错误，并用多种方法求解，或改变条件，另立新意。这样讲解例题，学生听后耳目一新，受益匪浅。通过对例题的借鉴和模仿、引导和启迪，学生的审题能力、分析能力、理解能力，解题能力等便会潜滋暗长，逐渐提高。

六、改“以讲为主”为“以练为主”

应该指出，目前仍有不少教师走不出“唯我”的怪圈。“唯我”的表现是只相信自己，不相信学生。无论什么东西都由老师讲，讲了心理才舒服，讲了心里才踏实，追求自我心里平衡。殊不知，教学是双边活动，老师心里平衡了不等于学生心里平衡了。我曾请教过一位老师，他介绍说：我的经验就是老师少讲，学生多练。老师讲得再精彩，只能说明老师有才华而不能说明学生有才能。每当高考结束，老师总要抒发一些感慨，其中少不了这样的话：这些题目平常我都讲过，学生做不来是他们太笨了。他们怎么也没有想到自己也有笨的一面。你总是把嚼过的馍馍送给学生吃，他们怎么知道馍馍的滋味？由于学生练得少，动手动脑的机会少，教师讲的东西并没有转化为学生的能力。因此，学生做不来这本是情理之中的事，并不奇怪。细细推敲这些教师胜似负责，实则并不负责的作法无非是为自己留一条退路：“因为我都讲过”。

七、改“封闭实验”为“开放实验”

《考试说明》列出了必考的 17 个实验。要求学生能在理解的基础上独立完成，会用在这些实验中学过的实验方法，会正确使用这些实验中用过的仪器，会分析数据得出结论。由于一般中学条件受限，平常做实验都是 3—4 人一组，很难做到人人动手操作。为了解决仪器少，学生多，时间紧的矛盾，学校在五六两个月专门为高三学生开放实验室，使平常动手少，操作能力差的学生在课余时间里能够得到补偿。让他们有充足

的时间操作、观察、分析，“温水泡茶慢慢浓”。还可以把一些典型的、重要的、有启迪作用的演示实验，让学生亲自做一些，这也是大有益处的。实践证明，有的同学仅在课堂的有限时间里做实验无法达到考试说明的要求。

八、改“主攻高档题”为“主攻中低档题”考试说明中明确规定“试卷中易、中、难试题的占分比例控制在 3：5：2 左右”、“即中低档题占整个试题的 80%左右。值得指出的是：不少老师和学生至今还“执迷不悟”，一味攻克高档题。选难题，做难题，讲难题，而忽视了中低档题。错误地认为：高档题做得来，中低档题也不成问题。实际情况恰恰相反，难题攻不下，基础忽视了，结果是“扁担无爪，两头滑”。从高考录取情况看，学生只要拿到这 80%中的 90%就可以录取到本科院校；从知识的依赖关系上看，只有中低档题过关了，做高档题才有基础和条件；从兴趣与学习的关系上看，只有让学生从做中低档题的多次成功的愉悦中提高兴趣，增强信心，才能积累经验，发展能力。综上所述，在复习中我们应该把中低档题作为主攻目标。

高三复习时间紧、内容多、要求高。如何提高复习效率，使学生的能力有所突破，是我们探讨的课题。

（向天信　文）

从近三年高考题谈高中物理总复习

一、不回避陈题，但又陈题出新

在近几年高考题中，都先后出现过曾经考过，或者是常见的优秀陈题，但在这些题的基础上又作了改编，使常规题出新意。例如 1994 年高考第 1 题（如图 1 所示）就是一道关于竖直上抛运动的速率随时间变化的图线的选择题。此题曾在 1980 年、1988 年考过，考查问题完全相同，但 4 个选项中有 2 个被改变了。1994 年的 4 个选项见图 1。

1988 年的 4 个选项见图 2。

1980 年考查的是竖直上抛运动物体速度随时间 t 的变化关系，其 4 个选项见图 3。

又如 1994 年第 26 题是一道关于游标卡尺读数的问题。然而，这个问题在 1981 年、 1986 年、 1993 年考过，但 1981 年、1986 年考查的是游标尺上有 10 个小刻度的读数，1993 年、1994 年考查的是游标尺上有 20 小刻度的读数。

启示：在高中物理总复习中，要注重常规习题，特别是那些优秀陈题的教学与训练，并善于陈题变新，加强一题多变教学，强化审题能力培养，防止死记硬背，克服机械模仿，减少偶然失误。

二、重视基础知识的深层次理解

在近三年高考题中，出现了一些利用物理概念的定义来解答的题目。旨在表明高考十分重视学生理解能力的考核，要加强学生对基础知识的深层次理解和灵活运用。

例如 1993 年高考第 17 题就是一道关于照明电路中白炽灯通电后，电压随电流变化的关系图线题。只要学生对电阻定义式 R=U/I 理解透彻，并结合“金属的电阻率随温度的升高而增大”便可作出正确判断。然而，不少考生不能从图象中曲线斜率上去发现问题，导致判断困难，甚至判断错误。究其根本原因，就是对 R=U/I 的理解不深刻。

又如 1995 年高考第 11 题，是一个关于交流电有效值的考题。如果考生能真正理解交流电有效值是根据电流的热效应来规定的，那么，他就能紧紧抓住电流发热计算公式 Q=FRt 来求解。但是，不少考生即使认识到本题中的交流电不是正弦交流电，也错误地导用正弦交流电有效值与最大值之间的关系，这明显地说明他们根本没有明确交流电有效值的定义。

启示：在高中物理总复习中，要加强基础知识的复习，以求对基础知识深化理解和灵活运用。事实上，理解能力是其他能力的基础，是高考考核的能力中最重要的能力之一。只有把物理知识和问题理解了，才谈得上运用知识和解决问题。例如物理语言的转化、物理习题的审题、隐含条件的寻找等，都离不开“理解”能力。因此，我们要有意识地选编一些类似的问题对学生进行训练，并要渗透在高中物理教学内容的各部分之中。

三、一题多解，年年出现

近几年高考题中都出现了多种解法的考试题，如 1993 年高考第 31 题， 1994 年第 30 题， 1995 年第 29 题，还有 1989 年第 34 题，1990

年第 33 题，1991 年第 34 题，1992 年第 31 题等，都是少则可列出两种解法，多则可列出十多种解法的试题。这些优秀试题的出现，为考生提供了更多的成功地解答试题的机会和可能，真正地体现了“高考把对能力的考核放在首位”的命题原则。

启示：在高中物理总复习中，这就要求我们站在科学方法论的高度上研究题型，分类归纳，精选例题、习题，重在思维方法的培养，加强一题多解训练，力求以一当十，真正地开阔学生思路，活跃学生思维。

四、选择题减少，非选择题增加

1993 年、1994 年的选择题数目都由过去的 21 个减少为 19 个，而 1995 年又减少为 18 个，但计算题却由过去的 3 个增加为 4 个。选择题分值比重由过去的 50%减少到去年的 45.3%，非选择题的分值比重由过去的 50%增加到去年的 54.7%。

启示：在物理复习教学中，既要强化选择题教学，又要重视非选择题训练，还要强化解题过程书写的规范化训练。要求学生解题时做到：“认真分析，判断有据，推理严密，书写规范，语言顺畅，表达准确”。逐步提高学生的逻辑推理能力、准确的表达能力和细致的计算能力。

五、难、中、易试题的比例稳定

近几年高考题真正地体现了易、中、难比例，始终控制在 3：5：2 的比例上不变，完全符合考试说明中关于试题难度的控制标准。

启示：在高中物理总复习中，为了大面积地提高质量，让更多的人进入高考的最低控制线以内，就应着眼于高考题中 80%，即 120 分的中低档题。我们的做法是宁肯丢掉 30 分，也绝不放过 120 分。试想如果考生能得到 120 分的 90%，就有 108 分，上大专线也就不成多大问题了。例如 1994 年的有效分是 105 分， 1995 年的有效分是 98 分，它们都没超过 108 分。

六、实验题量增加，题型多变

近几年高考实验题至少在 5 个以上，题型已不拘泥于过去的一两个大题，而是将实验内容渗透到选择与填空中去，既有单选题、多选题，又有填空题、作图题、连线题。另一方面，考查的内容也不只是局限于过去的学生实验，还要考查演示实验，如 1994 年的第 13 题、1995 年的第 6 题，既考一个完整的实验，又考某一个实验的部分内容或某个操作步骤，还考常用仪器的使用。总之，高考物理实验试题的物理情境、设问方式越来越新颖。

启示：在高中物理总复习教学中，应加强学生动手能力的培养，重视实验有力的迁移，增强应变能力。在教学中要像重视知识教学和解题训练那样去重视实验（包括学生实验和演示实验）的教学与复习。我们的做法是在新课教学中，在已完成好每个演示实验和学生实验的基础上，在复习教学中指出相应实验学习中应注意的方面，在单元练习中又编入足够数量的实验试题，在高考前搞一次开放实验，让每个学生都亲自再参与，亲自再动手，直到会做为止。

七、压轴题新颖灵活

具有指挥棒作用的高考题，不仅考虑到有利于中学教学的一面，而且已顾及到为高校选拔优秀人才的一面，因此每年的高考物理试题，特别是近几年高考试题的最后一题，都是综合性强，考查知识容量大，题

目新颖、灵活，能力要求较高的引人注目的高难度的压轴题。其主要特点是研究对象多，物理过程复杂，知识容量大，隐含条件深刻，解题方法多样，数学联系紧密，题型新。不仅如此，就是在客观题中也有一些构思新颖别致，设问灵活多变的小压轴题。如 1993 年的第 10 题、12 题、13 题、21 题，1994 年的第 11 题、13 题、16 题、27 题，1995 年的第 11 题、25 题等，都使不少考生煞费苦心也难以正确作答。倘若学生平时基础好、善于分析思考、能力强、技巧活，面对此类压轴题，也能遇题不惊，思路清晰，从容解答，取得好成绩的。

启示：在物理总复习中，完全没有必要去练习大量的难题、新题，更不必去猜题、押题，而应着手教给学生对问题转化的策略，培养学生分析问题的思维技巧，如类比法、等效法、整体法与隔离法、逆向思维法等。引导学生总结审题的科学方法，使学生养成善于审题，善于分析类比，善于从关键字词句中寻找解题突破口，善于一题多解、多联的良好习惯，也只有这样，才能实现能力的提高。

（夏贻勤　文）