

中学物理 教学理论汇编 (八)

创洁 编著



目 录

物理教学手段的运用	1
使用教学电影与电视录像进行教学	1
利用微机辅助物理教学	8
物理知识的教学	18
物理现象教学	18
物理概念的讲解	32
物理规律教学	44
怎样上好物理实验课	54
如何讲解物理习题	67
指导学生进行复习	76
思想教育与非智力因素的开发	86
在中学物理教学中进行德育教育	86
在物理教学中进行美育	91
在物理教学中进行科学态度教育	105
培养学生良好的学习习惯	112
激发、提高学生的学习兴趣	124
如何启发学生的积极思维	134
如何运用情感教学	141

物理教学手段的运用

使用教学电影与电视录像进行教学

从信息论的观点来看,教学过程是一个信息的输入、存储、加工处理以及输出和反馈的过程。在教学中,学生作为知识信息的输入对象,根据现代心理学的研究结果,学生在摄取大量信息的过程中,主要感官对信息的吸收比率为:视觉占 83%,听觉占 11%。作为现代化教学的声像媒体(如教学电影、电视录像等)所能提供的吸收比率约为 94%。由此可见,在实际教学中,把教学电影和电视录像等现代化教学手段有效地引入讲堂,往往就成为一个重要的教学环节。

一、声像媒体在物理教学中的作用

声像媒体在物理教学中的作用,概括起来有三个方面:

(一) 激发学生的学习兴趣,活跃学生的积极思维

由于教学电影和电视录像具有声、形、色并茂的特点,并能提供有关物理现象和过程的生动直观形象,展现物理现象的发生和发展的具体过程。因此,恰当地利用电影和电视录像进行教学,不仅有利于激发学生的学习兴趣,集中学生的注意力,而且还能培养他们的观察力、记忆力、想象力和思维力。

(二) 促进物理知识的巩固与深化

利用声像媒体的特殊技术,可调节事物、现象和过

程所包含的空间与时间要素，如大小变化、快慢变化、动静变化、特写镜头等。在物理教学中，合理地安排教学电影与电视录像能拓展物理实验的范围，这不仅有利于促进学生对重点知识的巩固与深化，而且还有助于促使教学过程中难点知识的分化与突破。

（三）增加学生的实际知识，提高教学质量

适当地运用教学电影和电视录像，可使物理知识与大量实际问题的广泛结合，一方面拓宽了学生的视野，另一方面促进学生运用物理知识分析、解决实际问题能力的提高。另外，把教学电影和电视录像引入讲堂，又可弥补文字教材、实验教学和教师的实际知识三个重要方面的不足，从而有利于提高教学质量。

二、怎样使用教学电影与电视录像

在物理教学中，为了充分发挥教学电影和电视录像的重要作用，根据教与学的需要，确定电影和电视录像的内容和时间，选择教学方法是一个重要的教学环节。

（一）怎样选材

（1）突出重点

在物理教学中，有许多的物理现象和过程乃是教师根本无法在课堂上讲清楚的，这些往往正是教学的重点知识，利用电影和电视录像教学，却是一种十分重要的教学补偿手段，在适当时机利用电影和电视录像教学可以起到事半功倍的效果。

例如，发电机是把机械能转化为电能的机器，是当今社会中最重要电源之一。在中学阶段作为重点内容来讲授，无疑具有一定的重要意义。不过在这一阶段，真正讲清楚其构造、工作原理以及实际应用并不容易。一般可通过实地参观或针对模型来讲述。实际上，借助

教学电影与教师讲解的有机结合，往往会收到更好的教学效果。特别是其发电原理正是电磁感应现象的一个重要应用，可通过教学电影，并结合右手定则讲解其具体过程。

又如，带电粒子在匀强磁场中的运动也是一个重点内容。在分析运动电荷在匀强磁场中的情况时，一般是通过洛伦兹力演示仪展现电荷的旋转径迹，然后引导学生根据左手定则判断电荷的受力方向。特别是在传统教学手段的运用上，只是在黑板上画出几个特殊位置的电荷受力图，从而定性地描绘出电荷运动的大致轮廓。从效果上看，它仅仅是反映了若干个静态的简单组合，在学生的脑海中很难建立电荷做匀速圆周运动的物理图景。可见，这正体现了传统教学手段的局限性。

为此，在教学中插播电视录像片来展现运动电荷在匀强磁场中受到洛伦兹力的具体动态过程。由于作了技术上的处理，使屏幕上显示出电荷在磁场中缓慢的运动过程，形成一个匀速圆周运动的轨迹。

（2）突破难点

在物理教学中，还常常出现这样的问题，有些物理现象和过程，往往发生在物体的内部，这就使教师很难讲述清楚，同时使学生形成各种各样的知识障碍和心理障碍。

例如，内燃机的基本特点就是燃料在气缸内燃烧，并生成高温高压的燃气，利用燃气作为工作物质来推动活塞做功。由于这些现象和过程均在气缸内进行，课上虽经教师讲述，学生也只能听说而已，并不能建立起一个鲜明的物理图景。因此，内燃机的构造和工作过程的细节往往就成为教学上的难点知识。这时，教学电影便

是一个有效的教学补偿手段。

又如，学生已有自由电子是金属导电的微观机制的初步知识。但是，这种抽象化的认识往往还不能给学生建立起具体的自由电子动态变化的物理图景，在适当时机插播电视录像片，学生将对金属导电的微观机制的认识会更加具体，更加深刻。

(3) 直观性与抽象性相结合

发挥电教媒体直观性特点，以形象思维来协同，互补完成思维过程，特别是利用电视录像教学，来突出概念性知识的关键特征。例如，做好光电效应的演示实验是认识光子说的基础，但是由于实验中干扰因素太多。当在实验过程中播放几个录像的特写镜头，这样就可突出了实验的核心部分，排除了一些干扰因素，使学生的注意力相对集中，有利于学生掌握光电效应的本质属性。

(4) 联系实际与扩大知识面

实际的内容，一方面是自然的，或生产、生活中的实际内容：例如，怎样观察水的沸腾现象，如何认识发电机的发电原理和实际应用等。另一方面是科学技术的实际内容，例如，超导体、激光技术。气垫船、红外应用，宇航员飞行中的失重现象、阿波罗号登月飞行的情况等，利用电影或电视录像教学往往会收到更好的效果。

(二) 如何配合

如何发挥教学电影和电视录像的作用，应根据教学的需要和下列原则进行操作，以使教学内容、方法和手段协调有序。

(1) 目的性

怎样确定电影和电视录像的内容和播放时间，如何选择教学方法，应根据教学的目的、要求以及教材和学

生等实际情况而定。例如，应使学生了解哪些？知道什么？掌握什么？在教学中，应培养哪些方法和能力？为达到这些目的该选择哪些教学方法？

例如，平抛运动既是一个重点知识，又是一个难点知识。实验时，尽管教师提请学生注意两球是否同时落地，实际上，由于小球运动变化很快，学生很难立刻判断出是与否。为此，在实验和分析闪光照片后，插播一段相应的录像片，利用图像速度的可控性，教师可根据教学的需要进行调控。将两个小球的运动过程定格或慢速，以使瞬时快速发生的物理现象转化为静态或缓慢变化的物理过程。再配以教师恰当地临场解说，从而有效地培养了学生的观察能力、想象能力和思维能力。

为了巩固所学知识，还可进一步提出这样的问题，从水平匀速飞行的飞机上，每隔相等的时间投出一颗炸弹，不计空气阻力。试分析比较地面人员和机上人员观察炸弹的运动情况。学生往往不能做出正确回答，常常认为炸弹或超前于飞机，或落后于飞机，或排列在同一条抛物线上。究其错误原因，往往是尚未真正掌握平抛运动的规律。

这时，我们还可再播放一段录像，如图21所示，其结果也就显而易见了。



图21

(2) 针对性

在实际教学中，针对哪些教学重点或难点知识，特别是针对学生的哪些薄弱环节，应选择哪些电影和电视

录像的内容？采取哪些有效的措施？

例如，中学物理中，布朗运动是作为分子热运动的实例证明而出现的。学生主要通过观察样品微粒在介质中不停地做无规则的运动，来推论各种物质分子的热运动。一般来说，仅仅靠临时制备的样品很难得到纯正的布朗运动。在许多情况下，学生在显微镜中观察到的样品微粒的运动主要是定向漂移，这就往往会在学生的认识中造成一种误解。为此，我们可借助电教媒体进行课堂优化设计。首先，在课堂上让学生利用显微镜观察，使学生建立一个初步的关于布朗运动的感性知识；随后播放录像片，片中从布朗运动的发现，实验的方法，典型问题的研究以及理论的阐述，逐级展开，循序渐进地启发学生物理思维活动；最后通过教师归纳、总结，使学生对布朗运动有一个深刻的认识，同时也有利于分子运动知识的进一步巩固与深化。

(3) 启发性

从培养学生的能力出发，在电影和电视录像的内容和方法的选取上，应注重考虑学生在内容和方法上都有所启发，才能真正达到培养能力的目的。

随着知识的深度和广度的增加，学生所能接触到形象的具体的东西逐渐减少，而抽象的内容却又不断增多，在现象与本质、规律与方法之间联系的隐蔽因素将越来越多。这就往往给学生在概念的形成和规律的建立的过程中带来种种困难。这时，选择适当时机，利用电视录像片教学，使学生的思维活动按照教师所提供的思维程序进行，对学生掌握物理知识是十分有益的。例如，在教师的指导下，利用电视录像片，采用分析性观察法（观察水的沸腾现象），这种方法的优点是可使观察者获得关

于事物与现象比较完全的认识。注意在观察方法上应按照一定的逻辑程序。首先是使学生观察沸腾的全过程及其本身的温度变化的特点，其次是观察液面压强的变化对沸腾有何影响；借助录像片中的特写放大，由远及近，由近及远以及化动为静和化静为动等特技，深入观察和分析沸腾过程中水气泡的形成、膨胀、消失和破裂的全过程。只有这样，才能获取沸腾现象的全部数据和资料，以供分析沸腾的本质特征及其形成的原因。按照这样的教学程序进行教学，学生才有可能掌握沸腾的规律。

三、使用教学电影、电视录像应正确处理几个关系

(1)应处理好主讲教师与电教媒体的关系,充分发挥教师的主导作用。在教学中，教师应根据教学的需要，认真研究怎样确定教学内容和时间，使教学的每一步骤都具有明确的目的性和有效性；如何选择教学方法和手段，使教学的每一环节都具有一定的针对性；怎样协调各种教学方法之间、各种教学手段之间的关系，特别是现代化电教媒体与传统教学手段之间的关系，以使整体教学过程具有更加广泛的启发性。

(2)应认真探讨课堂的教学结构和学生的认知、学习规律及其相互关系。把声像媒体引入课堂的时机应以集中突出教学的重点和分化教学的难点为主要目标。这将对学学生知能发展的每个环节都产生有益的影响。

(3)教学过程中的主体（学生）、客体（自然界和社会中物理事物和现象、物理科学思维等）和媒体（教师、教材、仪器设备等）存在着一定的、内在的联系，它们之间的相互联系和相互作用就构成了一个完整的教学系统。只有正确地认识它们在整个教学过程中的地位和作用，处理好它们之间的相互关系，才能使各教学要素之

间形成有机的组合，发挥出教学系统的最佳整体功能。

利用微机辅助物理教学

人类在漫长的生产斗争实践中，创造了各种各样的劳动工具，而使用工具延伸了人类的五官和肢体。如果说 19 世纪蒸汽机的出现把人们从笨重的体力劳动中解放出来的话，那么 20 世纪计算机的诞生，则把人们从大量的脑力劳动中解放出来。一些由于人类的时间和精力所限制而无法进行的脑力工作，可由计算机来完成，工作效率比人工高千、百万倍。在一定范围内计算机代替了人类的脑力劳动，它扩展了人的思维，提高了人的脑力劳动效率，称得上是人脑的延伸。对计算机的不断研究和使用正在改变着人类的劳动方式，必然也要对学校教育过程的实施产生一定的影响。随着我国经济的发展，教育投入的增加，使计算机进入学校和家庭并用以辅助教学成为可能。

一、计算机在中学物理教学中的作用

物理是一门以实验为基础的自然科学。学习物理不仅需要抽象的思维能力和逻辑推理能力，还需要有观察能力和对实际过程的分析、概括能力。中学生学习物理的障碍之一，就是只记忆物理公式和规律，不会结合实际分析物理过程。因此，在物理教学中，教师在引导学生建立物理概念，认识物理规律以及分析解决一些问题时，都要做大量的物理实验，其目的是帮助学生在头脑中建立清晰的物理图景。从心理学角度看，感知与操作是认识的基础，学生形成物理概念及认识物理规律时，离不开表象。对物理学习来说，直观的表象是客观物理

世界在头脑中再现，是抽象的物理概念规律的图解。在某种程度上，直观物理图景的形象记忆，往往比语言符号的逻辑记忆更为重要。因为物理概念更多的是以表象形式，而不是词语形式储存在人的头脑中。因此在中学物理教学中，以实验为基础是达到满意教学效果的前提，这也是我们应该坚持的方向。但是，有些物理实验受到物体本身以及时间、空间等条件的限制。有的实验不能做，例如，理想化的物理过程，微观物理现象等；有的实验不易做或做出效果不易观察，例如，波的叠加、干涉及一些近代物理实验等。这就需要教师采用有效的教学手段辅助教学过程的实施。在目前常见的各种辅助教学手段中，计算机在教学中的辅助作用尤为突出。计算机除了具备模型、录音、幻灯、电影、录像等一般教学手段的优势之外，还有它独特的优势。利用计算机可以通过动态模拟、定格、反复等手段，把物理现象，尤其是复杂的物理过程清晰、逼真、科学地模拟出来。这种动、静结合，随时可以反复地展示过程的模拟，对于那些暂时还缺乏丰富的想象力和综合能力的学生来说，可有效地帮助他们克服在形成表象过程中所遇到的困难，丰富他们的思维素材。利用计算机软件也可以科学地模拟一些无法做或不易做的物理实验从而为学生学习物理知识，分析物理问题，提供必要的感性材料，这是其它教学手段所无法比拟的。计算机可进行“智能型”的人机对话，为教师的“因材施教”提供了易操作的具体手段。教师可针对不同的学生选用不同类型的软件，通过人机对话的方式做到信息双向传输及时反馈和矫正，对学习有困难的学生计算机还可提供有针对性的具体帮助。

总之，利用计算机辅助教学既可以为学生提供生动逼真的物理情景；典型灵活的物理问题；及时、准确的评价信息，又能激发学生学习物理的兴趣。由于计算机能科学、生动、直观地展示教师用语言、图象很难表达清楚的物理问题的情景或动态过程。因此，可大大提高教学信息传输的信噪比，增大教学的信息密度，从而达到减轻教师在课堂教学过程中的劳动强度，提高教学效率的目的。

二、如何用计算机辅助教学

从辅助教学的角度看，利用计算机可有助于解决好如下几方面的问题。

（一）利用动态演示，帮助学生理解抽象的物理概念和规律

中学物理中有许多抽象的物理概念和规律，如电场、布朗运动、交流电及其变化等。在进行这些知识教学时，由于学生头脑中缺乏感性的素材，教师通常利用模型加之生动的比喻进行反复讲解、强调。但是如果采用计算机辅助教学可将抽象的知识分层次地形象化地展示在学生面前，如对布朗运动的教学，可先用计算机模拟出悬浮微粒的运动情况，再通过局部放大的方法展示微粒在大量分子无规则运动的撞击下运动的成因，使学生清楚地看到，我们直接观察到的是悬浮微粒的运动，并不是分子的运动，而分子的运动是靠悬浮微粒的运动反映出来的。

再如，图象法一般是为了帮助学生形象化理解物理规律的一种方法及手段。但在图象的形成之初，学生往往不能正确地建立起物理过程与坐标轴之间的联系，从而使“形象化描述的目的”难以实现。例如：高一学生

初学运动图象时，因为物体运动是动态过程，而图象是静态，学生往往不能将静态的图象与实际运动过程有机地联系起来。甚至有的学生将运动图象与实际物体运动的轨迹混为一谈。为此应抓好高一物理中的第一个图象的教学，利用计算机的动态演示，使学生生动地看到动态与静态的关系。可先模拟一个物体做匀速直线运动，并用多次定格引起学生注意：在不同的时刻物体所在的不同位置。提出设问，怎样用图象的方法来描述物体的运动？让学生回忆数学中做图象的方法。首先建立坐标说明用纵坐标来描述物体的位置。这时让计算机重复出现模拟的匀速运动，并在同一画面上出现坐标轴，同时，在纵坐标轴上用动态的方式同步反映对应匀速直线运动的质点的位置坐标。通过多次定格帮助学生理解纵坐标轴上表现出的质点和位移与实际物体运动的位置和位移是一回事。再介绍用横坐标表示时间。这时让计算机将动态模拟的匀速直线运动与质点在 $S-t$ 图上的轨迹同时出现。并采用多次定格的方法，将图象与模拟的匀速直线运动做同步比较，提出问题：图象上的一点是否表示物体的位置？图象上的一点表示什么？针对有的学生认为图象上的线段长是物体运动的位移的大小的错误想法。计算又在图象上出现 A、B 两点。如图 22 所示，提出问题：A、B 两点的距离是否表示物体从 A 到 B 的位移的大小？物体从 A 到 B 的位移大小应用哪条线段表示？这样学生对位移图象中的一个点、一段线段的物理意义都搞得比较清楚后，接着让计算机再给出两个匀速直线运动的动态的图象进行对比，看到不同速度的匀速直线运动的图象都是直线，质点位置变化快的（即速度大的）图象较陡。引出匀速直线运动的位移图象中，用斜率描

述速度的大小。这样对匀速直线运动图象讨论较全面了，同时也为其它物理过程和图象描述方法扫清了认识上的障碍。

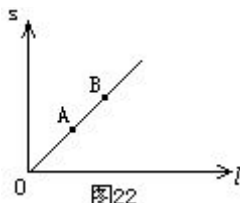


图22

（二）用科学的动态模拟，帮助学生加深对复杂物理过程的理解

对于物理教学中常见的复杂的动态过程，特别是对学生缺乏感性认识的动态过程，如果在教学过程中不能为学生提供必要的感性材料背景，就会使学生对知识的理解或问题的分析感到过于抽象而无法接受。这就需要教师利用有效的教学手段帮助学生通过对各种具体特殊的过程进行观察、分析、比较。在丰富学生感性认识的同时，通过比较、分析，抽象概括出一般性的过程特点，从而抓住问题的本质特征。

如对于在一条直线上沿相反方向传播的两列波相遇后叠加、干涉的情况。学生在生活中没见过，而这个实验又很不容易做成功。即使做成功了，又由于过程转瞬消失，使学生头脑得不到清晰的印象。过去基本上靠教师画图讲解。若要讲清全过程需要画多个图，而学生看不到动态过程，教学中只是让学生死记结论。



图23



图24

用计算机模拟波的叠加，如图 23 所示，左右各有一个单脉冲向相反方向传播，当两个脉冲相遇时，用定格

的方法让学生注意将有什么变化？再采用多次动重复、定格的方式，使两个脉冲在相遇这一情景处的叠加情况充分展现，如图 24 所示，并提醒学生注意观察波的叠加的位移与两个单脉冲的位移的关系。用动态的方式重做一遍，并提醒学生注意观察两个脉冲在叠加的过程中，是否互相影响？叠加后两个单脉冲是否有所改变？当波的叠加的这些概念弄清楚后，再利用计算机模拟两列正弦波的叠加情景。通过改变两列正弦波的频率、振幅，使它们在不同条件下，多次进行叠加，使学生亲自目睹频率、振幅在叠加效果中所起的作用。这样既可以为学生正确认识什么是干涉现象，提供了观察、分析、比较的对象，同时，也为学生理解波的干涉的条件丰富了感性认识。

通过这样的教学过程的设计，采用计算机辅助的手段，可使学生对波的叠加的全过程及叠加后的最终结果有一个形象、生动的感性认识，在此基础上，我们再引导学生由形象的认识过渡到抽象的思维，学生也就不会再有“难以想象”的感觉了。总之利用计算机辅助教学可突破难点，具有生动、形象、课堂密度大、教学效率高，易于激发学生兴趣等优点。

（三）模拟实验室无法完成的实验

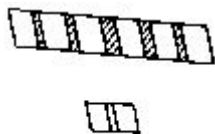


图25

利用计算机的动态模拟功能，可将抽象的物理知识，加以科学的形象化。这不仅能帮助学生建立物理图景，也有利于学生对知识内容的理解和记忆，同时还能有效

地激发学生学习物理的兴趣,这是传统教学无法比拟的。近代物理知识部分在中学物理中占的比例较少,也不是教学的重点,且受实验条件的限制,学生因不能进行直接的观察缺乏感性认识,同时经典物理学的分析、思维方法,在学生头脑中已根深蒂固,因此,使这部分内容构成了教学中的难点。采用计算机辅助教学,可科学地模拟实验过程,有效地突破教学难点。如在讲解光的波粒二象性时,可利用计算机模拟光的单缝衍射实验,用一个小亮点表示光子,让一束光通过单窄缝,通过计算机的动态模拟,可看到条纹图样由模糊变得越来越清晰。如图 25 所示,条纹是这大量光子逐渐积累起来的结果。实验全部完成后,再对光屏上的结果进行剖析。如图 26 所示,先多次让四个光子通过单窄缝打到光屏上,不做记录(即光亮点在画面上稍示即失),可看到四个光子在光屏上的位置是任意的,无规律的,再多次定格。将每一次四个光子的位置在光屏上做记录(在屏幕上保留其影象即亮点)。看到少量光子在光屏上的出现是随机的,无规则的。但随着光子数量的增多,屏幕上

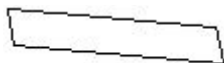


图25

的亮点逐渐地规律起来,从而使学生看到随着大量光子的积累过程在光屏上出现越来越清晰的衍射条纹。由此使学生认识到:单个光子的行为是无规则的,表现为粒子性,而大量光子行为的积累效果,则显现出一定的规律性,表现为波动性。



图27

这样的教学设计比传统的教学方法即只靠教师照着课本或挂图讲解，大大丰富了学生头脑中的形象信息。变传统教学中的静态观察为动态观察，增加了学习内容对学生的形象化的感性刺激，从而有效地帮助学生顺利地完成了从感性到理性的飞跃。总之，利用计算机在模拟实验室无法完成的实验方面显示出了独特的优势，教师不使用过多的语言，即可说明实验是怎么回事，使学生也可看到整个实验的全部过程，从而为学生理解抽象的知识内容奠定了感性认识的基础。

（四）在习题的编制及练习中的作用

计算机在教学过程中的出现，也在不断改变着人们对习题命题和组织学生做练习的方式。由于计算机的动态模拟功能，使得它在命题的形式上有与传统的文字命题形式所无法比拟的优势。例如：用计算机展示一个质点正在沿着一条正弦形状的轨迹运动的情景，同时屏幕上出现：“这是波吗？”的字样。这道题若用语言叙述，则带有很强的暗示性，而模拟这样一个质点沿着形似波的轨迹运动，则迷惑性很强，做为检查学生对波的概念理解程度来说是很好的题目。对不能回答正确的学生，计算机还可以给出必要的提示或讲解。如在这个问题中，针对学生对“波只是振动这种运动形式的传播，而介质各质点本身并不是随波动而发生位置的迁移”的理解问题，可给出如图 27 所示的画面，以加深学生对波动本质的理解。

利用计算机可安排学生做习题练习。由计算机从软件中随机给出题目，并伴有动态模拟帮助学生审题。学生把做出的答案输入计算机，并可与计算机进行人机对话。学生做这种练习时，情绪很高涨，不断地从计算机中调题出来，由于是人机对话，所以学生心里很放松，大胆地输入自己的答案。学生之间还可以相互比赛，看谁做得多。由于题目的已知条件是随机的，改变了有的学生抄别人答案的不良习惯，培养了学生独立思考问题的习惯和能力。同时，这种形式的习题课，还可使程度不同的学生各有所得，基础好、能力强的学生，可以多做题，做难度大的题目。这样不但巩固了所学的知识，还可训练解题的技巧，开阔了思维。中等程度的学生，可以利用计算机给出的动态模拟了解题目的物理过程，提高分析能力。做错的题目，可以接受计算机的辅导。教师在巡视中，稍加指导即可独立完成。基础差的学生，在概念性强的习题上，可边做边看计算机给出的辅导，如果对计算机给出的辅导还不能完全理解，教师可有针对性地对他们进行辅导。这样的习题课较全班统一上习题课的效率要高得多，同时也真正做到了“因材施教”。

三、利用计算机辅助教学应注意的问题

1. 利用计算机辅助教学，可使教学的全过程得到进一步完善。但我们必需认识到各种信息手段的优势和局限性，利用计算机模拟终究代替不了做物理实验。在教学过程中可将计算机模拟与物理实验结合起来运用。例如，讲“自由落体运动”这一节时，由于物体下落得很快，学生很难看到中间过程。这样，自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动的结论的得出就显得很苍白无力。往往是采用看教材上照片的方法解决这一问题。

这节课可采取实验与计算机模拟相结合的方法进行。先做几个物体下落及毛线管即牛顿管实验，使学生对自由落体运动有一正确认识。在研究自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动的问题时，采用计算机模拟等时间间隔闪光照像的方法。将物体自由下落的全过程展示给学生，并且计算机用动态的尺子量出相邻相等时间间隔的位移，学生运用已有的运动学知识，很容易得出自由落体运动是初速度为零的匀加速直线运动的结论。

2.教师在运用成品软件时，一定要保持清醒的头脑，应根据讲课的需要及自己的风格，大胆地进行取舍。软件中那些不必要的内容或不必要出现的情景，在教学中很快让画面过去。千万不要被软件的内容所牵制，即软件怎么说，就按照软件的思路发挥。这样可能会使教学过程失去了对所教学生的针对性。

3.上好一节用计算机辅助教学的课，教师在备课时，(1)要备软件内容。可将软件上的内容逐字记录，并将画面情况写清，使得在进一步备课时头脑中有动感。(2)根据课堂需要进行取舍。(3)要设计好软件内容与课堂教学衔接。特别注意相互衔接的顺序及计算机画面插入的时机。避免教学内容与软件内容脱节。(4)课前用计算机实际模拟，熟悉衔接顺序。(5)临上课前一定要实际操作，检查机器及软件内容。

物理知识的教学

物理现象教学

现代认知心理学的研究表明，只有现象在人脑中形成一定的表象，人们才能摆脱具体的事物，通过概括、抽象，过渡到思维，从而实现从感性到理性的飞跃。但是，在实际教学工作中，由于各种客观原因，往往使得物理教学只重视概念、规律本身的教学，学生对物理学习的好坏也只靠能做多少物理难题来衡量，而忽视了对物理现象的本质的认识，忽视了对物理概念的形成、物理规律的得出过程的分析与讨论。从而造成了学生只能死记结论和公式，在题海中盲目地乱套公式，结果是负担很重、收获甚微，题做了不少，懂得的物理道理却不多。这样的教学对学生来说，等于在本来就比较难学的物理课上雪上加霜。因此要摆脱这种被动局面，就必须突出物理现象的教学，使学生在知识学习、分析问题的过程中能较顺利地实现形象到抽象的过渡，找到思维的支撑点，从而真正学好物理学的知识与方法。

一、物理现象在物理学习中的作用

从心理学看，物理现象教学在学生知识学习物理的过程中，不论是从智力活动方面，还是从非智力活动方面都起着十分重要的作用。

（一）物理现象教学是形成物理概念、得出物理规律的依托

学生头脑中形成物理概念的过程可分为三个阶段：

①感知操作；②内化表象；③抽象概括。即学生学习物理概念是从感知操作开始的，没有必要的感知基础就不能使学生在头脑中形成必要的表象，而没有内化了的表象素材学生的思维也就无从谈起，因此这样的学习只能是机械的记忆。

即便是最简单的物理概念，学生的学习也是从感知操作开始的，如对力的概念的教学，我们需要让学生首先感知人用手拿起书本中的“手对书本”有力的作用、用绳拉小车时“绳对小车”有力的作用……等等，这些直接接触的具体物体间的相互作用。再用磁铁吸引大头针，使学生感知到这个不直接接触的“磁铁与大头针”之间也有这种力作用。在类似这样的大量事实基础上，学生才可能在头脑中建立起“两个各种各样的具体物体、可以直接接触或不接触，它们之间都有这样的相互作用”的具体表象。在此基础之上，教师再加以引导，则在学生的头脑中“力是物体对物体的作用”这样抽象的物理概念也就水到渠成的形成了，如此建立的概念学生也就不必死记硬背了。

当然，在实际教学中也有这样的情况，如速度、温度等概念，我们并没有像上述那样注重概念的形成过程，学生理解起来也并不困难。这是因为学生在学习物理之前在头脑中已有了一些糊模的前概念，十几年的生活经验已为他们积累了一定的物理现象的表象，学生正是利用这些表象来实现对新知识的内化过程的。值得注意的是，学生在日常生活中形成的表象有些是科学的，有些则是不科学的、甚至是错误的。如凭人的感觉来判断物体温度的高低、抛出的物体在空中受到向前的推力等。这些都需要我们教学中借助实验或有关理论来加以纠

正，使学生在头脑中形成正确、科学的表象。

总之，丰富的物理现象是学生在头脑中形成表象的基础材料，而表象又是提供概括、抽象的必要素材。因此物理现象是学生学习物理过程中思维的起点，是学生进行思考问题的依托。

（二）物理现象教学是形成物理情景、分析物理问题的前提

物理现象教学不但在概念、规律教学中起重要的作用，在概念规律的应用过程中也是有不可缺少的。常听一些学生说：看老师做题一看就懂，自己一做就不知从何下手。可见学生并不是规律、公式记不住，而是面对具体问题不知如何应用所学的规律、公式。产生这种现象的原因很多，其中最重要的是学生在具体问题面前不能在头脑中建立起相应的物理情景。这就需要在平时的教学中加强现象教学，有意识地培养、训练学生这方面的能力。如学习力的合成和分解后，学生对在斜面上的物体所受的重力为什么要垂直斜面向下和沿斜面向下两个方向分解，总感到知其然不知其所以然。这是由于学生对此时重力的作用效果的认识缺少必要的感性基础，我们可以用一个较软的钢板尺作斜面，将一个密度较大的重物压在此“斜面”上，学生一眼就可以看出重物所受重力的作用效果了，从而对该重力的分力方向的确定也就易于接受了。又如对于简单电路的连接与测量的问题，常看到学生的作业出现明显的错误，如电流表短接在电源两极、滑动变阻器的阻值不能改变等，但他们却不能自己找出错在哪里。这是由于学生对这些陌生的新仪器、新规则缺乏充分的感知，正有待于我们在教学中通过各种有关的物理现象的展示，加深他们对仪器

的使用规则的理解和记忆。

可见，没有必要的现象的再现，面对新的具体问题就很难想象出相应的物理情景，而在头脑中没有与问题相关的物理情景，解决问题就无从谈起。

（三）物理现象教学是激发学生学习兴趣的重要途径

众所周知，非智力因素在学习中有十分重要的作用，而在众多非智力因素中，兴趣又是最为活跃的因素，如何激发学生的学习兴趣，引导学生学好物理越来越被广大教师所注意。而鲜明、新奇的现象在激发学生的学习兴趣中有其特殊的作用。如用纸叠成的“锅”能将水烧开而纸却不被烧着；一个物体通过一个平面镜只能成一个虚像，将一个物体放在两面相对放置、彼此平行的平面镜中间时，能看到多少个物体的虚像；用压缩空气引火仪压燃棉丝的惊险实验；三原色光的合成实验等，这些新奇的物理现象无不强烈地吸引着学生的注意力，而这正是激发学习兴趣的良好契机。另外，通过对一些学生日常生活中常见物理现象的分析，又可以从知识应用的角度更深层次地激发学生的兴趣。如用较细的线绳提重物时，缓慢地拉能将重物提起，但当猛提时线绳被拉断，而重物却不动；同一个人分别抛出一片树叶、一块小石头、一个大铅球，它们那一个被抛得远一些，为什么？等等。这些问题的提出，就在学生面前展示出了各式各样的具体物理现象，这些现象对学生来说并不陌生，也不需实验，他们觉得似曾相识，但又不知该怎样解释。面对这些欲言不能的物理现象，无疑可以激发学生运用所学知识分析、解决物理问题的兴趣。

二、怎样进行物理现象教学

进行物理现象教学决不能留于形式，要从观念上正确的认识，并从思想上给予足够的重视。我们应在教学中认真分析教学的具体内容、学生在学习前的前物理概念的情况等多种因素，从学生的认知规律和心理学角度进行研究，针对实际情况有的放矢地实施现象教学，才能发挥物理现象在学生物理学习中的作用。

（二）进行物理现象教学的原则

物理现象教学的目的是为了帮助学生更好地理解所学的物理内容，使得学生在学习物理过程中，既能学好物理知识，又能领悟物理学的思维方法，因此中学物理教学中的现象教学一般应遵循以下几个原则。

（1）直观性原则

所展示的物理现象一定要直观、鲜明。这里的直观有两层含意：一是指物理现象本身要便于观察，可见度大；二是指所展示的物理现象与所要说明的物理问题应具体明确。

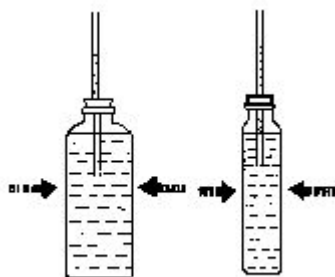


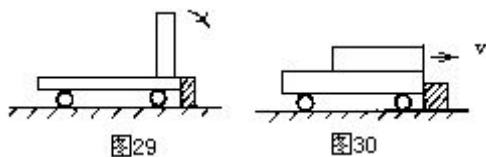
图28

对于物理现象的可见度问题，应采取适当的办法使现象清晰可见。如学习弹力后，学生总是对任何物体在任何小的外力作用下都要发生形

变这一结论深表怀疑。的确，许多脆硬的材料不易发生形变，这就要求我们利用各种可能的手段将现象加以放大。为此可用如图 28 所示的装置来演示玻璃瓶在手

的压力作用下的形变,以及细玻璃管中水柱的高度变化,显示出玻璃瓶体的形变。这个实验利用好了是非常能够吸引学生的,可在施加压力前先问学生:用手挤压瓶子,玻璃管中的水柱会动吗?沿 AB 和 CD 方向挤压时,玻璃管中的水柱高度变化情况一样吗?通过这样实验现象的展示,即可以使学生对任何物体在任何小外力作用下都要发生形变这一结论深信不移,又可使学生在自己的判断与实验事实发生矛盾时而兴趣盎然,同时也让学生学到了一种微小量的放大方法。

另外,所展示的物理现象与内容之间要有极为显型的联系,不能只顾现象的生动、奇特,而使学生会看后不知要干什么。如在讲惯性时,有的教师为了获得“精彩”的教学效果,进行了下述实验:如图 29 所示,在平面小车上立起一木块,拉动小车后木块随小车一起运动,当小车遇到障碍物突然停止运动时,木块翻倒。这个实验中的“木块翻倒”并不能说明物体将保持原来的运动状态,翻倒本身就是运动状态的改变。因此不如像图 30 那样将木块平放在小车上,当小车突然停止时,木块从车上“冲出”,这种现象与教学内容也就一致起来了。



总之,教学中所展示的物理现象要有明确的目的性、直观性,突出主要矛盾,便于学生在头脑中建立学习新知识所必需的物理表象。

(2) 科学性原则

为了让学生在头脑中建立正确的表象,就要求我们

在教学中展示的物理现象与所要说明的问题具有因果关系。由于许多物理现象的发生、发展是由多种复杂因素共同决定的,我们在进行分析时虽可以只强调主要矛盾,避开次要因素,但决不能将主次倒置,否则也就失去了现象的科学性,这对学生的进一步学习是极为不利的。如在讲摩擦生热时,引用打气筒连续打气后筒壁发热的现象就是不科学的。这个现象中的筒壁发热诚然有摩擦生热的成分存在,但更主要的是压缩活塞时对筒内的气体做功所造成的。试想若主要因素是摩擦生热,则气筒壁的上、下应该几乎一样发热,但实际情况是气筒的底部比上部热得多。

另外,由于物理现象的复杂性,教学中要注意不要将话说得太绝对,应留有一定的余地。这既不影响学生的进一步学习,也有利于培养学生辩证唯物主义世界观的形成。

(3) 针对性原则

物理教学中重视现象教学,也并不是多多宜善,而应认真分析教学内容、分析学生的实际,切准学生认知过程之脉搏,有针对性地进行现象教学。现象教学的目的是为了帮助学生在头脑中建立起学习新知识所必需的表象,形成思维的支柱。因此应针对学生可能出现的认知障碍上下功夫,切实通过现象的展现使学生在头脑中建立起正确的物理表象、澄清模糊认识、奠定科学的认知基础。



图31

进行现象教学时，切忌针对性不强，使学生看了现象之后不知所措，感到一片茫然。如在讲物体的浮沉条件时，可在同一种液体中放入不同密度的物体，观察其浮沉情况；也可将同一物体放入不同密度的液体中，观察其浮沉情况。使学生通过大量的感性认识，结合阿基米德原理从理论上分析出物体的浮沉条件。有的教师为了吸引学生，采用了这样一个实验：在一只装有水的“可乐”瓶中，倒置一个小玻璃瓶，将玻璃瓶底调至浮于水面附近，然后将“可乐”瓶密封，如图 31 所示。用手捏一下瓶，则小瓶下沉；手松开后小瓶又自动浮起。这个实验看似很精彩，但对学生的学习物体浮沉条件时所需要的基本感性认识方面却没有贡献，相反这个实验现象的产生条件甚为复杂，学完这些知识后也并不是所有的学生都能说清其中的道理。因此，这样的现象在教学中就属于针对性不强，也就不利于后续知识的教学。

总之，物理现象的教学既要切准学生的认知困难，又要直观、生动，同时还要注意清晰地揭露问题的本质。只有这样才能真正起到物理现象在学生学习物理知识、掌握物理学思维方法等方面的作用，才能使我们的教学工作收到事半功倍的效果。

（二）进行物理现象教学的途径和方法

（1）充分重视物理实验

物理教学离不开物理实验，这一方面是由于物理学本身是一门以实验为基础的科学，另一方面是由于学生物理知识的学习过程要借助生动、形象的实验现象，这是被长期物理教学实践所证实的。因此我们在教学中绝不能只为了应付各种考试而挤掉实验，要将物理实验的演示和操作提高到和知识教学同等重要的地位上来，要

从学生学习知识、掌握方法的高度来认识物理实验。课上的演示实验一方面向学生展示了在日常生活中不易观察到的物理现象，为学生的学习创设必要的物理情景；另一方面也是将复杂的物理现象进行的科学的简化，提高了观察信息的信噪比，从而便于学生在观察中抓住问题的本质。如光电效应的实验结论，是在学生头脑中一片空白的情况下进行学习的，如若不进行演示实验，为学生提供基本的感性认识素材，那么学生也就只能死记硬背结论，时间一长出现记忆差错也就不足为怪了。

再如初中学生在连接电路实物图时之所以总出错，其中很重要的原因之一就是实际的电路元件与图形符号间的联系在头脑中尚未建立起稳固的连接通道，这正是需要通过不断的感知操作在头脑中建立起抽象与具体之间的密切联系。又如透镜的成像规律虽然课上讲了，演示实验也做了，但学生总还是记不住或记混。这是由于如此抽象的规律只靠简单的讲和演示，是很难在学生头脑中形成较全面、稳定的表象图景的。只有通过实际的动手操作，感知各种成像情况的具体条件，并结合它们在实际中的应用，方能在学生头脑中留下较深的印痕。

可见，物理实验在现象教学中有着十分突出的地位，因此我们一定要重视每一个演示实验和学生实验，同时还应结合具体教学内容和学生的实际设计一些补充实验或课外小实验，以丰富学生对物理现象的感知内容。

（2）充分发挥观察想象的作用

对物理现象的教学不能只狭隘地理解为对真实实验现象的教学，很多在中学阶段不能做实验的教学内容，学生在学习时同样需要具体表象的支撑。这就需要我们打开思路，挖掘各种有利于学生形成表象的“间接”物

理现象。

①模拟物理现象：对于有些物理现象的观察，由于受到时空的限制，使得真实的物理现象观察起来很不方便。如对于波的形成过程，学生在生活中虽然看到过水波的情景，但由于它处于动态，即使是再实际进行演示也很难细致观察波的形成过程。这时我们可以用“波动演示箱”进行模拟，通过人为的控制模拟介质中各个质点依次的振动情况及振动这种运动形式向前传播的过程。由于延长了观察时间、缩小了观察限度，从而使学生对波的传播“现象”观察得更为细致、深入，清晰的传播过程也就随之印入了学生的脑海。又如滑动变阻器的正确使用一直是教学难点，学生总分不清应将滑动变阻器的哪两个接线柱接入电路。针对这个问题，我们可以设计如图 32 所示的可动投影片，当滑动头动时，接入电路中的电阻丝的颜色也随之改变，从而帮助学生认识电阻变化的原因，了解接入电路中的电阻情况。

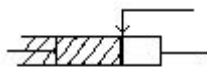


图32

类似这样的模拟虽不是真实的物理事实，但确起到了展示物理现象的作用，这样模拟的物理情景对于帮助学生认识相应的物理过程无疑是很有益处的。

②充分发挥挂图和插图的作用：教材中插图的作用是多方面的，其中一类是情景图或原理图，其作用是帮助学生通过看图在头脑中建立必要的物理情景，以弥补实验的不足及学生原有认知结构的欠缺。因此我们在教学中要认真钻研教材，分析学生的认知水平及已有的知识经验基础，充分发挥挂图和教材中插图的作用。如对于回旋粒子加速器的教学，由于学生原认知结构中缺少

必要的感性认识，加之中学阶段又不能让学生看到真的加速器（即使真的看到了也无法结合实物讲解其原理），因此可用挂图或利用教材中的插图，使其工作原理通过静态的讲解而产生动感，从而使学生对粒子通过回旋粒子加速器的加速过程形成动态的感性认识。

又如，北京版九年义务教材中在讲影响蒸发快慢的因素时，配了如图 33 所示的插图，这些情景都是学生日常生活中见过的，教材中这样的处理只是将实际中的自然现象加以物理的提炼，浓缩出了关键的物理本质。情景既生动又使学生感到亲切，利于学生理解和记忆。

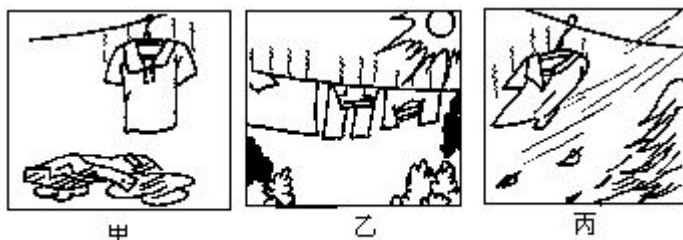


图33 怎样蒸发快

③充分发挥体态语言的功能：教师是教学过程的主导，学生的学习过程是在教师传递的各种信息引导、控制下完成的，因此教师的每一个动作都将对学生的学习产生相应的影响。而且，从认知心理学角度讲，对学习者来说配合语言的视觉的刺激往往要比单纯的听觉或视觉刺激要强得多，这就为我们在教学中使用体态语言提供了理论依据。如在分析人行走时所受的摩擦力的方向时，学生总对相对运动方向搞不清楚；在分析拔河时某一方是怎样才能取得胜利的，学生的分析总不得要领。

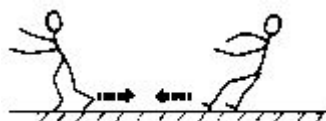


图34

其主要原因是抓不住这些现象中的物理本质，这时教师可在讲台上作出如图 34 所示的姿态，并将脚作出夸张的“后蹬”和“前端”的动作，以在学生头脑中建立起脚相对地面运动趋势方向的具体情景。只有学生清晰地认识到了这一情景，分析、思考问题才有了最原始的素材。

教师的体态语言具有简便易行、不受时空限制等优点，因此在教学中可以广泛使用。现象教学也并不一定都在讲授知识过程中进行，只要是学生的认知过程遇到障碍时，我们就应及时地提供必要的现象情景。如有这样一道题：如图 35 所示，A、B 两个单摆，A 的摆长为 l ，B 的摆长为 $l/4$ ，摆球质量相等。当两个单摆自然下垂时，两个摆球刚好接触，球心位于同一水平线上。现将 B 拉起一个很小的角度，然后由静止释放，B 摆到平衡位置与 A 发生弹性正碰，若从 B 与 A 发生第一次碰撞后开始计时，至 t 秒末 A、B 刚好完成最后一次碰撞，则 t 秒内 A、B 两球发生多少次碰撞？对这个问题，一些学生由于抓不住“质量相等、弹性正碰”这样的关键条件而不知如何下手，即使是看到了这样的条件也不能在头脑中呈现出相应的动态物理过程，因而造成问题无法解决。此时若教师在分析“质量相等、弹性正碰”的条件后，用双手作出两个摆球“一摆一停”的动作，将问题所述的物理过程生动的展现在学生面前，学生也就容易找到分析、解决问题的突破口了。



图35

（3）充分利用学生的生活经验

物理现象在实际生活中是经常可以看到的，只是实际中的物理现象要比实验室中的物理现象复杂一些，只要我们能够从中“精选”、简化，通过学生的回忆，学生头脑中便可以再现出丰富的物理现象。如在讲液化时，当然可以做适当的演示实验，同样也可以帮助学生回忆冬天的早晨嘴中呼出的“白气”；闷热的夏天自来水管上的水滴等现象。又如讲光的直线传播时，如果实验室条件较差（特别是暗室），可让学生回忆夜间汽车车灯或手电筒所射出的“光柱”的景象；讲互成角度的两个力的合成问题时，引导学生再现两人共提一桶水时应如何用力的情景等等。这些在学生头脑中已有较深印象的物理现象，可以作为教学中直接应用的加工素材，既可使学生感到物理学的亲切，同时也有利于学生自觉地将头脑中的感性知识加以条理化，进而形成应用知识分析、解决问题的能力。

总之，进行物理现象教学的途径很多，教师在教学上要不断探索和总结经验，结合教学内容和学生的实际认知水平，充分调动学生的多种感官参与认知过程，使他们在学习中遇到的每一个问题都能找到一个形象的、科学的物理现象作为支撑点。只有这样，学生的物理思维水平才能不断地提高，才能在学到具体知识的同时真正掌握物理学分析、研究问题的方法，这才是我们进行中学物理教育的真正目的所在。

三、物理现象教学中应注意的问题

（一）因陋就简、创造条件

进行物理现象教学的内容和形式不必追求统一，只要能达到帮助学生形成概念、找出规律、掌握方法的目的

的才是我们要追求的目标。因此要从这个高度来认识现象教学，而不能总强调条件不具备等客观原因。著名物理教育家朱正元先生提倡“坛坛罐罐当仪器、拼拼凑凑做实验”。的确，简陋的实验仪器不但可消除学生对物理原理的神秘感，而且更便于突出问题的物理本质。如用两块板“绞接”成的光的反射规律演示装置，如图 36 所示。其取材方便、制作简单，且由于反射光所在平面可以转动，因此对于“三线共面”现象的演示并不亚于激光器的效果。关于这方面的材料，在许多物理教学杂志中都有介绍，此处不再赘述。



图36

（二）挖掘素材、积累材料、精选典型

正如前面所述，演示实验、学生实验、插图、众所周知的典型事例、简便易行的小实验等都是进行现象教学的素材。因此在教学中我们要充分挖掘各种有用的素材，结合教学内容和学生的实际加以精选，并不断总结经验、积累资料，从而使今后的教学内容更为充实、更为科学高效。

（三）明确目的、摆正关系

进行物理现象教学的目的，是为了突出物理过程的分析与研究，是为了更好地落实知识的传授与能力的培养。所以在进行现象教学时要摆正关系，不能只强调进行现象教学而削弱了对物理现象的分析、概括能力的培养，否则学生会感到看了一堆奇异的现象而不知最终要落实在何处。这样也就失去了物理现象教学应有的价值了。

物理概念的讲解

在中学物理教学中，使学生形成概念、掌握规律，并在此过程中发展认识能力是教学的核心问题，其中物理概念的教学又是整个物理教学的基础。因此，物理概念的教学是物理教师最重要的基本功之一。主要阐述物理概念教学中的特点和过程。

一、物理概念教学的重要性

物理概念是某类物理现象和物理过程的共同性质和本质特征在人们头脑中的反映，是对物理现象和物理过程的抽象化和概括化的思维形式。一方面，物理概念反映着人类对物理世界漫长而艰难的智力活动历程，是人类智慧的结晶；另一方面；它又使人们在纷繁复杂的物理世界中，把握了事物的本质特征，成为物理思维的基本单位和有力工具。借助于这种简约、概括的思维形式，人们找到了支配复杂的物理世界的简单规律，建立了物理学理论和方法体系。因而从某种意义上说，物理学基本概念是物理学理论的根基和精髓，是物理学大厦的砖石。没有精确、严密的物理概念，也就没有定量的物理学。因此，在物理教学中，物理概念的教学是首要的任务，是进一步进行物理规律、物理理论教学的基础。如果学生没有建立起一系列清晰、准确的物理概念，不能理解特定的词语所代表的物理概念的含义，就失去了进一步学习的基础。可见，建立科学的物理概念是物理教学成功的关键。

二、物理概念教学的复杂性

物理概念教学是重要的。但要使学生建立起正确、

扎实的物理概念往往是困难的。原因在于教学系统所固有的各种矛盾在概念教学中表现格外突出，造成了概念教学过程的复杂化。以下从教学系统各方面分析造成物理概念教学困难的原因。

（一）从教材方面分析

从教材方面看，物理概念本身的抽象性与它反映的物理世界的丰富多样性之间的矛盾是造成学生掌握概念困难的原因之一。掌握物理概念要求把握物理现象和物理过程的内在的、本质的特征，而学生所看到的物理现象和过程，其特征很多，有本质特征，也有非本质特征，而且本质特征往往并不是最明显的，常常被大量非本质特征所掩盖，造成认识本质特征的困难。

（二）从学生的学习活动方面分析

由学习理论可知，学习可分为意义学习和机械学习。当一些词语、符号出现时，学生头脑中唤起了其代表的认知内容，这些符号对学生而言获得了心理意义。反之若未能理解符号代表的意义，而只是强记内容的学习是机械学习。

人类积累的经验和学到的各种知识，在头脑中并不是孤立的、分离的存在着，而是相互联系的，并形成一定的结构，这种组织起来的的知识、经验反映着事物之间的联系和结构，称之为认知结构。意义学习的过程就是主体通过其认知结构与外界的相互作用来理解意义、吸收知识，发展认知结构的过程。认知结构与外界相互作用的基本方式有两种：同化和顺应。学生用自己头脑中的认知结构与新知识发生联系，建构新知识的心理意义，如果建构成功，则学生就理解了知识，然后将其纳入认知结构中的适当部位，这种过程称为认知结构的‘同

化”；如果原认知结构与新知识差别太大或发生矛盾，则主体必须先对原认知结构进行修改或重建新的结构，依靠修改（或重建）后的认知结构去组织新知识，这种过程称为认知结构的“顺应”。通过不断的“同化”与“顺应”过程，主体不断吸收新知识，改造、组织旧经验，发展认知结构。

作为新知识学习的起点和学习过程的组织者，认知结构对新知识学习的质量和效率无疑起着决定作用。所谓“教师心中要有学生”，其中就有要求教师要了解学生认知结构特点，即了解学生的认知发展水平、思维特点、现有知识状况等。下面是中学生物理认知结构中的一些常见的缺陷，它们构成了学习物理概念的障碍。

（1）中学生的思维特点

中学生，特别是刚刚开始学习物理的初中学生，思维水平虽已基本达到形式运算阶段，具备了一定的逻辑思维能力和思维品质还比较差。具体地说：

①思维的组织性、条理性差

中学生不善于有目的、有计划、有条理的进行思维，遇到问题时，往往靠直觉经验判断，“想当然”的推理。

例如，学生认为“摩擦力就是阻碍物体运动的力”；“物体浸入液体越深，所受浮力越大”；“功率越大的灯泡，其电阻越大，灯丝越细”等。

②思维具有片面性、肤浅性

中学生常常会像儿童期那样以自我为中心看待事物，因而他们往往只考虑那些能直接从日常生活经验中所建构的事物的意义，而不能全面分析问题，抓住事物

的本质和解决问题的关键。往往被个别事物的表面现象所迷惑，形成一些片面、肤浅的概念。例如“重的物体下落快”；“真空具有吸力”；“力是物体运动的原因”等观念的形成就是这种思维特点的反映。

③思维缺乏灵活性、变通性

中学生往往具有思维惰性，习惯于生搬硬套公式，而不是努力弄懂意义，根据具体问题灵活选择方法。这在运用物理知识解决问题时尤为突出。

思维缺乏逻辑性、严密性

中学生往往对某些特定事物的解释感兴趣，而不关心对各种现象的解释是否一致，这与其认知结构中概念模糊、关系含混、内在一致性差的特点有关。

(2)学习新概念的知识准备情况

①缺乏必要的知识

有些物理概念十分抽象，而且日常生活中很少接触过，在学生认知结构中找不到适当的观念予以同化。例如某些表达物质属性的概念——密度、比热、电阻、电势等。在这种情况下，必须做一些演示实验，使学生获得足够的鲜明而真实的印象，在此基础上形成了正确的表象，才能最后形成概念。否则，在缺乏感性知识的情况下进行概念教学，学生将因无法理解其意义而导致机械学习。

②存在前概念

学生生活在丰富多彩的物理世界中，在正式学习物理以前，就已形成了一些概念，但由于其知识经验、思维水平的局限，这些概念往往是片面的，甚至是错误的。在这些前概念中，有的已根深蒂固，并形成一定的“理论体系”，（例如像亚里士多德式力学理论），学生已习惯

于用这些概念来解释所遇到的现象，而很难接受与之相抵触的科学概念。

③新旧概念界限不清

新概念与学生认知结构中已有的类似概念界限不清时，两者会相互干扰，导致概念混淆。此即心理学中所说的“前摄抑制”和“倒摄抑制现象”。

(3)从教学活动方面分析

由于受传统教学观念影响以及升学压力等原因，在物理教学中存在一些不符合教学规律的做法，削弱了概念教学，影响物理教学效果。例如：

①不重视实验或对实验作用挖掘不够，学生未能形成正确的表象，无法准确理解概念，只是机械地记定义。

②受传统教育观念的影响，常将学生视为“真理”的被动接受者，而不是主动的建构者。向学生灌输知识，结果导致机械学习，使原来的前概念未能转化为科学概念。

③将概念教学与做习题隔离甚至对立起来，不是从深化、活化概念入手形成技能，而是搞大习题量，搞习题分类，结果学生占用了大量时间去重复做习题、背题型。削弱了概念教学，也没有很好地形成应用概念的技能。

不注意概念形成的阶段性，不是采取循序渐进，逐步完善的方法，而是毕其功于一役，面对太多的信息量，学生一下无法全部消化吸收，不利于形成扎实的物理概念。

(三)从物理概念的教学目标分析

由于物理概念教学的重要性，物理概念教学要求较高。物理概念教学担负着以下两个任务：

(1)使学生掌握物理概念

怎样才算掌握了一个物理概念呢？可以借助于这样一种“概念图式”模型来说明。

掌握了一个物理概念，就意味着在认知结构中形成了一个“概念图式”，该图式包含这样一些内容：用来解释概念含义的有关物理现象、过程的表象；明确表达概念内涵、外延的命题性知识；运用概念解决问题的技能；以及伴随概念学习过程中形成的更高层次的认知知识和技能等。这些不同层次的知识和技能围绕概念名称建立起实质性的联系，形成以命题知识为中心的联系紧密的功能单位。另外，作为认知结构的构成单元，该“概念图式”还向外延伸，与认知结构中其它概念、规律图式建立起更广泛的多层次的实质性联系，并为整体认知结构不断组合、分化，形成复杂的心理结构。从这一模型看，真正建立起物理概念是很复杂的，要领会不同层次的知识，并建立起实质性联系，这就必须通过分析、比较、抽象、概括等心智动作才能实现；而智力技能则是在领会知识基础上通过练习并内化形成的；最后，概念的发展是无止境的，它随整体认知结构的完善而不断完善。

(2)培养物理思维能力和良好的思维习惯

前面已谈到，中学生的物理思维能力、思维品质还比较差，亟待提高。而概念是人类智慧的结晶，凝结着很高的智力价值，是培养能力、提高智力的良好素材。因而，培养认识能力是物理概念教学的又一重要任务。在概念教学中要注意结合实际，教给学生正确的思维方法，纠正不良思维习惯，从而使学生在正确领会概念的同时，掌握物理学思想方法，培养认知能力。

综上所述，物理概念抽象、深刻，教学要求较高，而学生的认识能力、知识基础较差，这一矛盾造成了概念教学的复杂性和艰巨性。但只要教师树立正确的教学指导思想，清楚学生认知结构特点，按教学规律和学生心理特点进行教学，是能够完成形成概念、培养能力的教学任务的。

三、物理概念教学的一般过程

物理概念一般可分为两类，一类是只有质的规定性的概念，如运动、静止、电场、光等；另一类不仅具有质的规定性，还有量的规定性，这种概念又叫物理量。例如速度、加速度、功、动能、动量、场强等。物理量的定义应包括描述性定义和测量性定义两部分。由于物理学是一门定量科学，物理量在物理学科中占有重要地位。

从前面对物理概念教学的讨论可以看出，物理概念教学过程是在教师指导下，调动学生认知结构中的已有感性经验和知识，去感知理解材料，经过思维加工产生认识飞跃（包括概念转变），最后组织成完整的概念图式的过程。为了使學生掌握概念、发展认识能力，必须扎扎实实地处理好每一个环节。以下将概念教学过程分“引入”、“形成”和“巩固与深化”三个阶段来具体阐述。

（一）概念的引入

概念的引入是物理概念教学的必经环节，通过这一过程使学生明确：“为什么引入这一概念”以及“将如何建立这一概念”，从而使學生明确活动目的，激发学习兴趣，提取有关知识，为建立概念的复杂智力活动做好心理准备。

概念的引入可根据学生认知结构中相应知识状况和

新概念特点采取灵活多样的方法。一般可采取下述方法：

(1)从生活实际中引入

例如力的概念可从推土机推土、人提水、马拉车、汽车压路面等现象引入。这实质上是帮助学生提取储存在头脑中的感性知识,以便对其进行思维加工形成概念。

这种方式简便易行,学生感到亲切自然。而且从生活实际中引入概念,使学生感觉到生活中处处有物理,有助于培养兴趣和注意观察勤于思考的习惯。

(2)从实验现象引入

如果学生缺乏建立概念所需的感性知识,则应通过一些典型实验使学生获得鲜明的感性知识,在此基础上形成概念。经常运用实验,不仅能提供必要的感性知识,还可激发兴趣,培养观察力、注意力,并有助于学生树立物理是一门实验科学的观念。

(3)在复习旧知识的基础上引入

有些情况下,特别是到了高年级,学生已建立了许多物理概念,物理感性知识也更丰富。这时可在复习有关旧知识的基础上引入概念。例如高中讲电势能、电势概念时,可先引导学生回忆重力做功与路径无关、重力势能等知识,通过类比,建立新概念。这是认知结构同化作用的体现。适合这种情况的新旧知识关系可以是多样的,如可以是类比的(如重力势能与电势能、电流与水流);对比的(如功率与速度);类属的〔下位关系〕(如由能到分子能、核能等);或归纳推广的〔上位关系〕(如由机械能、电能、内能概念概括出能)等等。

这种依靠旧知识同化新知识的方法,有利于巩固知识,强化知识的内在联系,对形成结构清晰、联系紧密的物理认知结构具有重要意义。

(4)从理论需要引入

这种方法强调知识的内在逻辑性和知识体系的整体性，有利于形成良好的认知结构。对于能、热量、理想气体三个状态参量、场强、电流强度等概念，都可用此法引入。

在引入概念时，无论采取什么方法都要注意：①选择的感性材料要典型、全面，要突出与概念有关的本质特征和属性，尽量减少非本质特征的干扰。②选择的旧知识一定要与新知识有实质性联系，并讲清区别。否则容易形成模糊的或错误的概念，或在认知结构中形成不正确的联系。

(二) 概念的形成

(1)揭露本质特征实现观念上的突破

在该环节的教学中，主要有以下两种情况：

一种是学生已有感性知识或通过实验提供了足够鲜明生动的感性材料。在这种情况下建立概念一般不会有太大阻力，通过分析、比较、抽象、概括等思维步骤可以摒弃非本质的东西，抽出本质特征或属性，从而实现认识上的飞跃。

另一种情况是，学生存在与新概念相抵触的前概念。在这种情况下，直接讲授新概念往往不能奏效。因为学生对其前概念深信不疑，并已习惯于用原有的概念去理解事物，建构意义。当他从前概念出发来听老师的讲授时，往往只接纳了那些与其原知识结构相容的内容，而与其原知识结构相矛盾的内容，要么未引起注意，要么无法理解，即使勉强记住了一些结论，也无法融会贯通而只能将新记住的结论与原来的概念分别搁置，遇到实际问题时，仍按原来的概念进行思维。

实现观念的转变,关键是设法给学生一个巨大的“震撼”,以动摇其顽固信念的基础。综观物理学发展的历史,历次重大变革到来之前,都要经历一系列“危机”与“灾难”,在一些无法回避的矛盾冲击下,人们才不得不走出他们建造的象牙之塔,以批判的态度重新审定他们曾深信完美无缺的塔的根基。只有在这时,才有可能发现问题,从而导致观念的革命性转变。但无论如何,要使学生放弃他曾坚信不移的观念,接受一种全新的观念,都将是一个极其艰难的过程,有时甚至出现反复。为此,我们建议运用下述三个步骤,来实现观念的彻底转化。

第一步:诱导学生暴露其原有概念,包括结论、例证、推论等。并在适当的时候提出矛盾,给予其原有错误理论沉重一击。使学生暴露观点的方法很多,例如,可以通过师生谈话法;预测——实验——解释法;也可通过设计好的诊断性题目,事先了解学生的前概念。要运用延迟评价的原则,即待所有学生的观点都充分暴露后,再提出矛盾,以免问题暴露不完全,解决不彻底。

第二步:组织讨论,乃至争论,揭露前概念的不合理性,从而使学生自愿放弃旧的观点。这种变化决非轻而易举,只有在主体意识到以下几种情况时,才能放弃原概念。

①遇到新问题,原概念无法解释或解决。

②过去认为很重要的知识,现在看来在解释某些现象时,已不是必要的了。或者说,原来的概念并非是某些现象的最终解释,可能还有更根本的概念来取代它。

③发现原来的概念在某些方面违背了常理或已被公认的原理。

从原概念推出的结论是荒谬的,无法接受。

第三步:引导学生接受(或尝试建立)新的概念。

新概念必须具备以下优越性，学生才能接受。

①能解释旧概念无法解释的现象而不带来新的矛盾。

②新概念比旧概念更根本，包含更多本质内容。

③新概念及其推论是合理的，可以接受的。

新概念与认知结构中其它知识没有冲突。

(2)明确概念的定义

揭露出事物的本质属性，概念的定义也就是水到渠成的事了。可启发学生将已抽取出的本质特征加以连结，用恰当、简洁的文字表达出来。

在给物理量下定义时，除了文字表述之外，还需给出定义式，并明确式中符号所代表的含义及各物理量的单位。

(3)讨论概念的物理意义

得出了概念的定义，并不是认识概念的结束。还要从定义出发，讨论概念的内涵与外延、概念的物理含义以及用途等，从不同角度丰富对概念的认识。

例如，得出电阻定义 $R=U/I$ 之后，要对其物理含义进行讨论，使学生明确以下几点：

①物理意义： $R=U/I$ 是电阻的定义式。它表明，对特定的导体，加在其两端的电压越大，产生的电流强度越大，但 U/I 是一常量，这一常量由组成导体的材料及导体的尺寸决定（决定式 $R=\rho l/S$ ），与加在导体两端的电压无关，即 $R \propto U$ 是错误的。

②作用： R 用来描述导体对电流的阻碍作用，任何导体都具有这种性质。

③ $R=U/I$ 提供了一种测量导体电阻的方法（伏安法）；同时，以上三个量知道了两个可求其三。

这一环节实际上是对前面概念学习过程的一个小结，其心理学含义是通过这一过程强化概念图式。只有建立起完整准确的概念图式，才能准确地掌握概念，也才能正确地运用概念。

（三）巩固深化概念，训练运用概念的技能

要使学生牢固、清晰地掌握概念，必须经过概念的巩固、深化阶段。通过这一阶段可达到以下两个目的：

（1）对易混淆的概念进行辨析，进一步理解其区别与联系有比较才有鉴别。将易混淆的概念加以对比、辨析，明确它们的区别与联系，是帮助学生纠正错误概念，理解、巩固和深化概念的有力措施，也是形成清晰概念、层次清楚的认知结构的必然要求。

（2）通过练习形成运用概念的技能

学习概念，是为了能运用概念进行思维，运用概念解决问题。依据认识论的观点，一个完整的教学过程必须经过“由感性的具体上升到抽象的规定”和“再由抽象的规定发展到思维中的具体”这样两个科学抽象的阶段。因而概念的运用阶段也是物理概念教学不可缺少的环节。但要注意，练习的目的在于巩固深化概念，形成技能，培养分析问题解决问题的能力。因此，选题要典型、灵活多样，对题目的挖掘、探讨要力求深入。将做习题与概念教学分离，甚至相对立，搞题海战术的做法，不仅浪费时间、浪费精力，还容易使学生形成呆板、机械，生搬硬套的思维习惯，不利于深化、活化概念，也不利于分析能力的提高。

物理规律教学

物理规律是物理过程在一定条件下发生、发展和变化的必然趋势的反映。物理规律可分为定性和定量的两类。只揭示物理过程中各物理概念间的联系及物理过程发展趋势的规律属于定性规律，如惯性定律、楞次定律、能的转化和守恒定律等。能够揭示各相关物理量之间的数量制约关系的规律属于定量规律，如牛顿第二定律、动量定理、欧姆定律等。物理规律包括定律、定理、法则和公式等。

物理规律是建立在物理概念基础上的更深一层次的物理知识，它反映了物理概念间的相互联系。物理规律是物理知识的核心。物理规律的教学是物理现象教学和物理概念教学的归宿，是物理教学的重要内容。

学习物理规律是一个复杂的认识过程，它是感性认识与理性认识、特殊认识与一般认识反复结合、相互作用的发展过程。简单的规律要经过数次反复来掌握，复杂的规律则要经过几个阶段的学习才能掌握。物理规律的教学过程就是帮助学生完成上述复杂认识的过程。在进行物理规律教学时应注意以下几个方面的问题。

一、加强概念教学是完成好规律教学的前提

如果把中学物理知识看成是一座大厦，物理规律就是这座大厦的建筑物，而物理概念则是构成这座大厦的建筑材料，没有建筑材料是不可能按一定结构盖起大厦的。物理规律与物理概念的关系，正如建筑物与建筑材料的关系。

物理学中的定律、定理等，都是用有关的物理概念

总结出来的。例如惯性定律（一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动状态或静止状态）就包含有“外力”、“匀速直线运动”、“静止”等概念，如果没有这些概念，就不可能得出这个定律。如果学生对这些概念没有正确地理解，就不可能真正掌握惯性定律。又例如关于“杠杆平衡”的规律，学生对于“动力 $\times$ 动力臂=阻力 $\times$ 阻力臂”这个条件并不难掌握。但是如果学生对“力臂”概念缺乏正确理解，把支点到力的作用点的距离当作力臂，则在运用这个规律时就要发生错误。尽管学生能很熟练地背出杠杆平衡条件的内容，却没有真正掌握这个规律。由此可见，学生对物理规律掌握不好的原因之一是对规律所涉及的有关物理概念缺乏正确的理解。首先使学生建立正确的物理概念，是使学生掌握物理规律的前提，没有这个前提则物理规律的教学就无从谈起。

二、重视实验，使学生获得必要的感性认识是进行规律教学的关键

人的认识是对客观事物的能动的反映，没有客观事物作为基础，就难以实现对事物的正确认识。要使学生掌握物理规律，必须使学生对所学的问题获得生动具体的感性认识，然后再通过对感性认识的加工（分析、概括、抽象）上升到理性认识。

物理学是一门实验科学，为了使學生真正理解物理规律，要尽可能从观察实验出发，以实验为基础。通过观察演示实验或进行分组实验，启发学生思考，从而总结出有关的物理规律。

例如，在进行半导体的导电性教学时，如果不做实验，只是按照课本从半导体的内部结构进行分析，学生

因为没有感性认识，就不会对半导体的热敏性有深刻印象，也不能引起兴趣。如果向学生演示半导体的电阻因温度的变化而变化的实验，就会引起学生的兴趣。在实验事实面前，学生就会提出“为什么会发生这样的现象呢？”然后再通过理解分析，效果就会好得多。为了使教学获得更好的效果，在演示上述实验前可安排对比性演示实验，即金属的温度升高时电阻变大和绝缘体温度升高时电阻变小的实验。

然后提出“半导体温度升高时电阻如何变化”的问题，再来做半导体热敏性的实验。由实验知道，半导体跟绝缘体类似，当温度升高时电阻也是变小。但不同的是，绝缘体温度升得很高时电阻才有明显减小，而半导体的温度稍有升高电阻就明显减小。正因为半导体的导电性对温度很敏感，所以才叫热敏性。

在完成上述对比实验后，学生有了较丰富的感性认识，再从理论上分析半导体、金属导体、绝缘体在导电性上存在差异的原因，学生就会感兴趣，就能收到好的教学效果。

三、指导学生进行思维加工是完成规律教学的中心环节

以实验为基础，使学生获得丰富的感性认识是十分必要的。但是，感性认识不经过理性加工，就不可能抽象出物理本质，感性认识不可能自然而然上升到理性认识。而如果学生只是记住了规律的结论，缺乏对得出规律的理性加工过程的参与和思考，那么就不能掌握规律，学生的认识水平和思维能力也难以提高。因此，使学生完成从感性认识到理性认识的过程，是规律教学的中心环节。

学生从感性认识到理性认识是一个“飞跃”，是认识过程中最困难的阶段，要实现这一“飞跃”，就需要带领学生对感性认识进行分析、归纳、概括和抽象。学生的参与和积极思考是十分重要的，如果教学中不注意这一点，而是在介绍有关感性材料后，由教师包办代替，甚至简单给出结论，要学生记住，那么学生的认识往往还停留在感性阶段，或者感性的东西和理性的东西在他们的头脑中处于分离状态，则学生就没有完成认识上的质变，对规律的理解就是表面的。

学生能否积极参与到得出规律的全过程，取决于教师的教学设计。有关的实验何时做，在什么环节提出怎样的问题，在何时进行引导，在何时让学生思考，怎样帮助学生区分本质和非本质的东西，这些都要安排好。要做到水到渠成，由学生自己得出结论。

例如，在进行“法拉第电磁感应定律”教学时，可安排以下几个主要环节：

第一，由于本节的教学内容属于重点知识，且有难度，因此安排学生课前预习教材有关内容，使学生对所学的内容有大致的了解。这样在授课时学生就能很快“入境”，即很快进入实质性问题，从而提高教学效率。在此基础上，针对重点和难点内容提出思考问题：“对于图37(1)所示的情况，哪一部分导体产生感生电动势？假如断开外电路，还存在感生电动势吗？”问题的提出可以集中学生的注意力，促使学生参与。学生将自己的想法和理解与教师的启发和讲授做对比，找出异同点。这种做法有助于培养学生获取信息的能力。

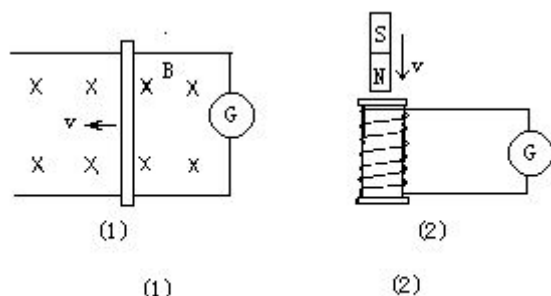


图37

第二，通过演示实验进行启发引导，可对重点和难点内容的理解起重要作用。在讲到定律内容时，要突出“磁通量的变化率”这个关键，提出“为什么不能用磁通量的变化量来描述感生电动势的大小，而要用磁通量的变化率来描述呢？”对这个问题可通过下述演示实验来帮助学生理解。用条形磁铁演示插入和拔出螺线管(图37(2)所示)，让学生观察磁极在相同高度处快插入、快拔出和慢插入、慢拔出过程中，电流表指针的偏转情况，并提出两个问题：(1)磁通量变化是否相同？磁通量变化的快慢是否相同？(2)电流表指针

偏转角度的大小说明了什么？学生通过观察和分析便能得出 $\varepsilon \propto \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,

而不是 $\varepsilon \propto \Delta \Phi$ ，也不是 $\varepsilon \propto \Phi$ ，从而能够深刻理解定律的内容。

第三，通过对比，发现共性，突破难点。例如一些学生由于对 Φ 、

$\Delta \Phi$ 、 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 的区别模糊不清，因此影响了对定律的理解。为了突破这个

难点，可引导学生进行对比，提示学生在已学过的物理量中，有一个物理量曾研究过它的变化量和变化率问题。学生能较容易想到 v 、 Δv 、

$\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 。在学生理解 v 、 Δv 、 $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ 的区别的基础上,来联想 ϕ 、 $\Delta\phi$ 、 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

的不同,通过对比,便很快理解了,对于“磁通量大,磁通量的变化率

不一定大”等一些难点就迎刃而解了。又如,对于 $\varepsilon = n \frac{\Delta}{\Delta t}$ 和 $\varepsilon = Blv \sin\theta$

这两个公式的区别和联系,一些学生感到不清楚。可向学生提出“要增大感生电动势,可采取哪些措施?”引导学生将两个公式进行对比,从不同侧面找出两个公式的区别和联系,从而加深对这个公式的理解。

第四,引导学生根据法拉第电磁感应定律,亲自推导出导体做切割磁力线运动时感生电动势大小的公式。学生在推导过程中会遇到题设条件的问题,即设在 Δt 时间内导体棒匀速运动一段距离。据此推理得出线框面积的变化量 $\Delta s = tv \Delta t$ 这一关键,从而使学生对所得公式的适用条件等问题有切身体会。

通过上述教学,学生被教师带进建立规律的整个过程中,学生不仅完成了认识上的“飞跃”,对规律本身有深刻的理解,而且在这个过程中,学生的分析、理解等能力很自然地得到提高。有的教师只注重在运用规律时提高学生的能力,而忽视了在建立规律过程中对学生能力的培养,没有抓住规律教学的中心环节。

四、物理规律教学应注意的问题

(一) 处理好教学严谨与突出重点的关系

在规律教学中不能出现科学性的错误,教学应力求严谨,但教学严谨有个把握分寸的问题。中学物理教学与大学物理教学以及物理学研究有不同的特点和规律。中学物理的规律教学主要是使学生理解规律的物理意义

和核心内容，而对一些支节问题不必过份追求严谨，不应超越中学阶段的教学要求，否则会因“严谨”而冲淡了重点，效果不好。

例如进行初中欧姆定律的教学时，需要用实验得出，在电阻一定时电压增大几倍电流也增大几倍的关系。在做实验时一定会出现误差，使得电流与电压并非严格的正比关系。如果从科学和严谨的角度出发，应向学生揭示误差，并进行分析。这样做确是严谨了，但对初中学生学习欧姆定律反而是无益的。

初中的欧姆定律教学，主要目的是使学生掌握电流、电压、电阻三者之间的关系，知道欧姆定律的得出过程。教学中必须突出这个主要内容。因此在初学时，忽略误差，采用整齐有序的数据（即符合正、反比关系的数据），便于学生理解电流与电压成正比、与电阻成反比的规律。如果同时进行误差分析，就会喧宾夺主，分散了学生的注意力。表面上

的严谨，很可能使学生更糊涂了。又例如从 $I \propto U$ 和 $I \propto \frac{1}{R}$ 两式如何得出 $I = \frac{U}{R}$ 的问题。如果追求严谨，就应分析从比例式变到等式的过程，

比例系数怎样成为1的。由于初中学生的数学基础有限，就会使他们难于理解，严谨的结果只能是增加困难冲淡重点，倒不

如根据正、反比关系直接给出 $I = \frac{U}{R}$ ，这样虽然有失严谨，但突出了重点，

有利于学生对欧姆定律的理解。

（二）明确规律的适用范围

物理规律通常是以实验为基础建立起来的，因而都有近似性和局限性。每个规律都是反映在一定条件下物

理过程的变化规律，这个条件就是该规律的适用范围。例如部分电路的欧姆定律，是在金属导体导电的情况下得出来的，对于金属导电情况是完全适用的，但对气体导电、半导体导电等非线性电路就不适用了，对含有电动势的一段电路也不适用。又例如气体定律，只适用于理想气体，对于实际气体总是有偏差的。当气体的温度不太低、压强不太大时，应用气体定律得出的结果偏差不大，因而是可以适用的，否则就不能用了。气体定律说明了规律的近似性。

教学中，当一个物理规律得出后，要向学生明确这个规律的适用范围，这不仅是使学生能够正确运用这个规律，同时也使学生懂得，每个物理规律既是反映某一物理过程变化情况的科学真理，但又不是对任何情况都适用的，物理规律都有局限性，都是相对真理。因此在运用规律时必须首先考虑所要解决的问题是属于什么范围内的问题，所应用的规律必须与之相适合，否则就会出错，教学中注意强调这方面的问题，有利于提高学生的素质。

（三）指导学生运用规律，加深对规律的理解

在学生初步掌握规律的基础上，指导学生学会运用规律解决有关问题，是学生进一步理解和掌握规律的过程。通过运用，还能培养学生分析和解决问题的能力。因此，指导学生运用规律是规律教学中的重要环节。

运用规律不等于单纯解题，但对学生来说，解题是运用规律的重要方面，解一定数量的练习题是必要的，但不能搞“题海”。指导学生做必要的练习题应有明确的目的性和针对性，明确每道题对复习、巩固、加深理解规律所起的作用和要达到的目标。而搞“题海”，由

于追求数量而往往带有盲目性，加重了学生的负担，而且效果不佳，只能是事倍功半。

指导学生运用规律解题应有阶段性。第一阶段只达到基本上会用，即解决一些简单的问题。第二阶段要求达到熟练运用。“熟练”是指快和准，“准”就是正确性，要在准的基础上达到快。第三阶段要求能综合与该规律有关的其它概念、规律，解决较复杂的问题，达到灵活运用。

上述三个阶段是对规律的理解和运用由浅入深的过程，应根据学生的实际情况分阶段选择适当的习题，不应超越学生的认识水平过早出现难题。拔苗助长只能适得其反。

解题的过程就是思维的过程，解题方法也就是思维方法。指导学生在解题时如何抓住问题的关键，分析解题的基本思路和方法，培养学生正确的思维方法，是对学生能力的培养，是规律教学面临的任务之一。

（四）讲清规律的来龙去脉，培养学生的科学素质

在规律教学中，如果学生不清楚为什么要学习这个规律，不了解前人为得出这个规律所经历的曲折道路和付出的艰苦劳动，不知道这个规律在物理学中的地位和作用，不知道这个规律对进一步学习物理的必要性，那么学生在学习这个规律时就必然带有盲目性，学习就是被动的，往往只是为了考试而学，学习效果就受到影响。因此，在规律教学中，使学生了解建立这个规律的简要的历史过程，知道这个规律所起的重要作用，使学生清楚这个规律的来龙去脉，是规律教学中不应缺少的环节。在关于上述内容的教学中所涉及的物理学研究的曲折历程和物理学家的不畏困难的进取精神、科学态度，会对

学生产生积极的影响，对提高学生的科学素质起到潜移默化的作用。

我们传授给学生的书本知识，都是前人经过多次实践，整理、加工而形成的理论知识，这些知识是很精练的。有的教师在授课时，只是习惯按照书本从少数几个基本假设或规律出发，经过推证得出新的规律，只是就事论事。这就掩盖了科学认识是由感性到理性，由现象到本质，由个别到一般的认识发展过程，就会使得学生对这个规律的来源，或感到深奥莫测，或认为规律的得出是一蹴而就的。学生的这种认识是十分有害的。事实上，任何一个规律的得出，都是后人在前人大量研究的基础上再实践再创造的结果。一些规律的得出往往经过几代人的不断探索才成功的。

例如万有引力定律，有的教师把牛顿得出这个定律简单介绍为是他从看到苹果落地的现象中受到启发，从而创造出万有引力定律。这就会使学生认为，定律的得出是靠天才的灵感一下子得出的，是偶然性的。而事实上，从十六世纪哥白尼经过对天体的大量观测提出日心说，在此基础上经历了几代科学家近二百年的研究探索才由牛顿总结出来的。其间，丹麦天文学家第谷对天文观测的精确资料，德国天文学家开普勒经过大量复杂计算得出的关于行星运动的三个定律，法国天文学家布里阿德奥通过研究提出的“行星受到的力和离太阳距离的平方成反比”的假设，伽利略的单摆周期公式，惠更斯得出的圆周运动的向心加速度公式等，都为牛顿的研究提供了不可缺少的基础理论。牛顿在前人研究的基础上，通过不断的深入研究，证明了椭圆轨道运动的引力平方反比定律，并定义了质量的概念，进一步又研究了

引力与质量的关系，从而发现了万有引力定律。万有引力定律的建立，对物理学的发展、天文研究、宇航事业以及人类对物质世界的认识都具有十分重要的作用。

介绍得出一个规律的简要经历，在教学中用时不多，也不要求学生掌握，但这部分内容能明确地告诉学生，科学研究是长期艰苦的工作，要成功就需有坚韧不拔的毅力和严肃的科学态度，使学生受到科学的熏陶，受益终生。

怎样上好物理实验课

物理实验是物理教学的重要组成部分，本文从三个方面谈谈上好学生实验的有关问题。

（一）重视物理学生实验在中学物理教学中的作用

按现行初、高中教学大纲，初中规定 19 个学生实验，高中规定 20 个学生实验，均占初、高中规定课时的 10 % 左右。上好学生物理实验课，不仅是教学大纲的要求，而且在以下几个方面具有不可替代的重要作用。

1. 是素质教育的重要组成部分

我国社会主义现代化的飞速发展，对基础教育提出了更高的要求，通过学科教育使学生掌握基本的科学方法和技能，培养科学态度，逐步形成科学的世界观是学科进行素质教育的重要任务。现代教育理论认为创设条件，让学生在实践过程中，动手动脑，不仅有利于智力的开发，也有利于学生品德、意志的形成与发展。学生实验是物理学科中体现这一现代教育思想的重要方面。

2. 是物理学科特点与学科教学的要求

物理实验是研究物理现象的基本方法，是物理学发

展的重要基础。许多物理规律是从物理实验中发现的，通过理论方法得到的结论也需要经过物理实验的验证。在中学阶段安排学生物理实验，是学习性的，通过学生动手做物理实验，不仅可以使他们获得生动具体的物理图景，加深对学到知识的认识和理解，提高运用知识解决实际问题的能力，也使他们掌握必要的社会生活所需的操作技能（例如测量工具的使用技能，电路的联接技能，按照说明操作仪器技能等等），更重要的是使他们受到科学实验方法的基本训练，培养科学兴趣和实事求是、认真严谨、团结协作的科学态度和学风，对他们形成相信科学、反对迷信、追求真理的人生观有重要的作用。

3.是深化物理教学改革，因材施教、教学相长的重要方面重视学生物理实验，改进学生实验课的教学方法，创设条件，增加学生动手动脑的机会，提高学生实验课的教学质量是物理教学改革的重要组成部分。学生实验课由于是个体或小组的活动，有利于学生发挥个性特长，有利于教师因材施教。这对教师提出了更高的要求，上好学生实验课往往比上好概念规律课更为困难，教师本身的实验意识和实验素养水平将决定学生实验课的教学质量，因此提高教师本身的实验意识和实验素养是教师自身教学能力提高的一个重要方面。

（二）学生实验课的教学特点与教学要求

从教学组织形式看，学生实验课是以分组个体活动为特点的，从教学过程看，学生实验课是在教师指导下，以操作技能为基础的认知过程；从学习论角度看，是学生手脑并用、操作技能和理论知识结合的能力形成过程，因此学生实验课的基本教学要求应当是：创设条件提供学生尽可能多的实践机会，培养基本实验操作技能与理

论联系实际的能力，对学生进行科学方法与科学态度的训练。对每一学生实验课的教学要求可从以下四个方面分析：

1. 目的性要求

无论是教学大纲要求的学生实验，还是教师积极创造条件安排的学生实验，或者是随堂进行的学生实验，以及安排的课外小实验，均应特别强调目的性，以提高教学效益。学生实验包括基本练习性、测量性、验证性、探索性等类型。教师在考虑每一实验课目的性时应注意，一方面要从整体考虑，把初中或高中阶段总体的实验能力要求，分解到初中或高中阶段的每一实验中，应明确完成的实验技能培养目标是什么，以使各学生实验既有独立性，也有系统性。另一方面从该实验与教材有关知识联系上，考虑通过实验学生应获得哪些生动物理图景，或者运用巩固哪些相关知识，以使实验成为学生深化、活化知识，培养解决问题能力的有效手段。

2. 科学性要求

对学生实验课的科学性要求包括两个方面的含义：首先是实验内容的科学性，包括实验原理、仪器选择与搭配、数据处理方法、操作步骤及结论的科学性。在这一方面应当强调的是教师本身的实验素养和对教材的钻研和理解。其次是教学内容和过程的科学性。根据学生认知特点和教学目的合理有效选择教学方法，安排教学内容和教学过程，给学生充分的自主的手脑并用的机会，激发兴趣，培养技能，把动手操作技能和思维能力培养结合起来，防止出现学生只是机械地重复教师规定的步骤进行实验的情况。

3. 操作性要求

学生实验课是在学生动手操作基础上的学习过程，既包含技能的练习，也包含知识的学习与运用。任何一种操作技能训练，都需要从模仿到熟练的过程，才能使手脑协调进行操作，因此实验的有关技能训练必须保证时间，并有多次练习的机会。同时，由于个体活动的差异，学生掌握技能的情况也会不同，这就对因材施教提出了要求。在学生实验课上，必须考虑这一特点，设计好必要的问题，放手让每一个学生在动脑的基础上去动手；创设必要条件，让每一个学生有多次重复练习的机会，包括在不同实验课中，重复同一技能训练，针对学生差异提出不同实验问题和实验要求，使一般学生能完成基本技能训练，较好的学生能得到进一步发展。

4. 安全性要求

学生实验课的安全性要求包括两个方面，第一方面是学生人身安全性，例如防止玻璃器皿的破碎、防止重物的滑落、市电的安全保护，以及有毒或腐蚀性药品的使用安全等。如为保证学生健康，现在已明令禁用水银做学生实验。第二方面是实验器材的安全性。这两方面要求都需要教师对学生进行安全教育，特别是实验室规则和实验操作常规知识教育，要使学生懂得道理的基础上自觉遵守规则和操作常规。同时也需要在仪器选择、实验室布置等方面予以足够的考虑。但是，必须指出，由于是操作技能训练，当学生初次接触与不熟练时，要允许学生有失误。不要因为学生在学习过程中由于失误造成的损失惩罚学生，或者怕失误损失恐吓学生，使学生失去学习兴趣与积极性。这一点需要教师、实验室负责人和学校领导理解与正确对待。

（三）学生基本实验能力的培养

在现行义务教育大纲中明确提出，在初中阶段“应该培养的实验能力主要是：了解实验的目的，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”。在修订后的高中教育大纲中，指出：“学生应初步具备的实验能力，主要是学会正确使用仪器进行观察、测量和读数，会分析实验数据并得出正确结论，了解误差概念，会写简要实验报告”。由于当前大纲和教材对学生实验中实验技能与能力培养缺乏具体的教学内容要求，教材中学生实验的教学内容缺乏总体要求与安排，使教师在教学中不易掌握实验具体教学要求的尺度。根据当前教学的实际情况，可以在以下四个方面进行具体的实验能力培养，以利于教师在总体上把握学生实验能力的系统和具体培养目标。

1. 测量仪器的使用和读数、误差初步知识

测量是定量研究物理现象的基础，测量的实质通常是被测量与选定的标准量（国际单位制法定单位的标准量）比较的过程。能提供标准量及提供标准量进行比较的装置称测量工具，如果能指示出比较结果（示数）则称为测量仪器。在中学阶段并不严格区分。根据大纲要求，初中阶段应掌握的测量工具及仪器有：刻度尺、量筒（或量杯）、天平、温度计、弹簧测力计、电流表、电压表等；在高中阶段应掌握的测量工具及仪器除上述外，还应掌握：游标卡尺、螺旋测微器（千分尺）、秒表、大气压强计、万用表欧姆档等。无论初中与高中，在教学中均应培养学生如下三方面的实验能力。

（1）掌握测量仪器的使用常规

无论是初中还是高中，都应使学生知道，不同的测量工具和仪器，由于测量对象不同，仪器构造原理不同，

相应使用方法和保护措施也不同，但是必须掌握对任何测量工具或仪器的使用常规，以提高独立使用和掌握新仪器的能力，这些常规是：

①使用测量仪器之前，应首先弄清测量对象、测量范围、最小分度值与相应单位。

②了解使用方法及保护措施。

③使用前应检查零点，包括复零情况。

使用前应先弄清读数方法。

从初中学生初次接触刻度尺、天平等测量工具开始，教师就应引导学生按常规去掌握测量工具的使用，逐步达到学生能在教师指导下或按说明，自己去学习操作测量工具的水平。防止孤立地、就事论事地对每一测量工具进行讲解，提出许多具体要求，使学生不得要领。

(2)掌握测量仪器的读数方法

测量仪器的最小分度是由仪器制造能达到的准确程度决定的，我们通常所说的读数方法，即读到最小分度加一位估计值，实际上是读到最小分度时，其测量数值是准确的，进入最小分度内读一位估计值，通常就进入到仪器自身的误差范围了。因此在估读时，要根据仪器自身情况，决定估读方法。在中学阶段实验中，有关测量仪器读数可分为三种情况：

①根据规定不作估读，例如游标卡尺、秒表。

②较精密的可作 $1/10$ 或 $1/5$ 估读，即把最小分度分为 $1/10$ 或 $1/5$ 等分进行估读，例如毫米刻度尺、螺旋测微器。

③对于中学其它测量仪器，由于仪器自身误差较大，例如测力计、温度计、电压表、电流表等，一般可作 $1/2$ 估读。在初中阶段，为使学生初步了解误差与估读常识，

只要求对刻度尺进行估读，其它测量工具或仪器均不要求估读，即指针靠近哪条刻度线，就读该刻度值。在高中阶段，要求学生用有效数字记录数据，则可按上述三种情况进行读数。

（3）了解误差的初步知识

从初中学习刻度尺开始，就应使学生逐步领会“测量误差是不可避免的”，“测量所能达到的准确程度与测量工具的准确程度相关”，“要根据实际需要选择测量工具和测量方法”。这些是科学测量与误差理论的核心思想，需要通过几年学习以及教师有意识地在相关实验中反复渗透才能领悟。事实上，只有懂得误差知识，才能深刻懂得什么是科学事实，什么是实事求是的科学态度。因此，物理教师必须具备一定的误差理论知识的修养，才可能深入理解和掌握有关学生实验的设计、仪器搭配和选择、数据区域的选择、数据处理的方法和结论的误差范围。在此基础上，才能指导好学生的实验活动。

在初中阶段，只要求学生懂得测量误差是不可避免的；测量准确程度与测量工具准确程度有关；根据需要选择测量工具；实验时可以用多次测量求平均值来减小误差。而在高中阶段则应使学生知道系统误差与随机误差，并能对实验中引起误差的主要原因进行初步的定性分析，个别实验还应会初步定量计算误差（如伏安法测电阻），还要求学生理解用有效数字表示的测量数据，误差在最后一位，有效数字越多，表明误差越小，条件较好的学校应使学生掌握简单的有效数字运算，并表示测量结果，学会相对误差的简单计算。

2. 根据实验原理和仪器使用要求设计实验步骤在中学阶段，除基本练习性实验是以学会某种器材使用方法

的纯技能训练为主要目的外，测量性、验证性与探索性实验的教学，都应逐步培养学生根据实验原理和仪器使用要求设计实验步骤的能力。

（1）测量性实验

测量分为直接测量与间接测量两种类型，应使学生逐步理解并初步掌握间接测量的知识。间接测量需要根据物理公式导出测量式，将被测量转化为若干直接测量量，分别测量后通过数据处理（计算或作图）间

接求出结果。例如测密度，如选用密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ ，则转化为质量 m

的测量与体积 V 的测量，对具体的物体 m 与 V 的测量方法就可能不同，若是规则形状的固体，可以用天平测质量，用测长度的方法间接求体积，也可用排水法测体积（不与水反应），若是液体，则需要使用量杯测体积，并使用容器（烧杯）协助用天平测质量，这样就可以深入地理解测不同物质时具体实验步骤的不同设计方法。

应使学生、特别是高中学生，逐步理解到：

①测同一物理量，如果选择测量式（选择的物理公式）不同，则实验装置与物理现象一般也不同，即原理不同，但选择的原则是应用最简捷的手段获取尽量好的测量结果。例如初中测密度除用密度公式外，还可用浮力有关公式，高中测凸透镜焦距可用公式法或其轭法等等，应作些比较，使学生实验能力得到提高。②选定测量式后，必须注意相关量的测量方法与配合，以达到省时省力且最佳结果的目的，例如单摆测重力加速度，因摆长可达 1 米左右，用毫米刻度尺就可得到 3 位准确数字，而时间测量，则需用累积法减少计时误差，使一个周期时间测量也达到 3 位有效数字。这样在长度测量时，

只要读到毫米即可，实验中通常只要从悬点测到目测摆球球心位置，且测一次即可的道理就在这里。

只有学生理解并掌握了实验原理与相应仪器要求，就能主动地设计出合理的实验步骤，也就提高了学生的实验能力。

（2）验证性实验与探索性实验

验证的基本思想是把理论推测的规律与实验得出的结果加以比较，如果在误差允许范围内一致，表明理论推测的规律是成立的。例如验证玻-马定律，我们推测一定质量的气体，温度保持不变时，其压强与体积成反比，或者说二者乘积是一定值，那么通过创设条件，实际测出不同体积值时的不同压强值，分析其乘积是否在误差允许范围内是一定值。如可认为定值，则规律成立。需要指出的是，不管验证千百次，一个规律只能说在已有实验基础上得到验证，如果有一个可信实验得出否定结论，那么这个规律就有可能被推翻或被修正。

在中学阶段，探索性实验实质上也属于验证范围，只是得出结论方法不同。应使学生理解，探索性实验是有目的研究物理现象中某些相关量的关系，既可以定性，也可以定量。例如研究电磁感应现象是定性的分析原磁通量变化与感生电流方向的规律。在定量探索性实验教学中，应当注意：一是多个物理量相关时，要保证条件，只使两个量之间出现相关变化，如将上述玻马定律改为探索性实验，应使温度保持不变；二是结论得出与验证性实验不同，探索性实验是一种归纳法，即找共性的方法得出结论的。在中学阶段，验证性实验所说的误差允许范围，一般地是指误差不超过 5%。个别实验由于器材方面原因也不应超过 10%（如碰撞中的动量守恒）。

3.学会数据处理的一些方法和实验报告的写法对学生数据处理方法的要求，初中与高中有较大区别。在初中阶段，应要求学生列表记录数据（不要求有效数字）、会多次测量求平均值。在高中阶段，除增加要求用有效数字记录数据外，还分别要求用算法与图线法处理数据。算法包括求平均值、解方程组，个别实验还出现逐差法。

图线法在高中实验教学中要求较高。应使学生一开始学习用图线法处理数据时就明确，用图线法处理数据求测量值，可以起到简化复杂计算并起到取平均值减小随机误差的作用，利用图线同样可以验证规律，或者探索寻求物理量间未知关系。

作图线的规则可归纳为以下几点：

①必须用坐标纸，并保证测量时数据的准确数字在图中也对应准确分度。例如电流测量值是 0.24A ，那么图中 0.2A 对立准确分度 0.2A （长度），而 0.04A 是估计的，在图中允许也是估计的（长度），当然也可以是准确的。这样作图时，必须充分考虑单位长度所表示的物理量值。

②图上要标明坐标轴所代表的物理量及其单位，各准确分度值要用有效数字标明。

③尽量使图线充满图纸，如是直线，尽可能选取合理分度使图线与横轴成 $30^\circ - 60^\circ$ 角，以减少作图误差，如果数据只分布于某一区域，例如电压测量范围只在 2V 至 3V 间，那么坐标就可从 2V 开始到 3V ，以充分利用图纸。

各数据点均用细线标出标记，如在图中用“ $\times$ ”、“ $\odot$ ”等标明。

⑤连线作图时,要使数据点均匀分布在图线两侧,以起到取平均值的作用。一般在实测数据点间用实线相连,实测数据点外延长线应用虚线延伸,以表示未测区域。在已知规律情况下,如果某数据点明显偏离图线,可以视为错测而舍去。

通过高中学生实验课的教学,应使学生逐步掌握用图线进行间接测量和验证规律的方法。①如果物理量间关系为一次函数,形如 $y=kx+b$, 其中 k 与 b 是待测的,那么实测 x 、 y 数据,作出直线,从图线上求得 k 与 b 。例如电源电动势、内电阻的测定,依据全电路规律 $U = \varepsilon - Ir$, 待测的是 ε 与 r , U 与 I 间一次函数关系,写成 $U = -rI + \varepsilon$, 则实测若干组 U 、 I 值,作出直线,其斜率 $k = -r$, 截距 $b = \varepsilon$, 由此求出 r 与 ε 。

如果物理量关系不是一次函数,往往可以变为一

次函数解决,例如用单摆周期公式测重力加速度,周期公式为 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$,

若用计算法,测出多组 l 、 T 值后代入 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 加以计算,然后再取

平均值。若将公式改写成:

$$l = \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2$$

视 l 为 T^2 的一次函数,并作实测数据 l 、 T^2 的一次函数图线,其斜

率 $k = \frac{g}{4\pi^2}$, 间接求出 $g = 4\pi^2 k$, 这种方法称曲线改直法,是实验中常

用方法。

②用图线验证规律

由于一次函数图线是直线,如果物理量间对立关系

为一次函数，那么实测各数据点应在一条直线上，这在图上较好判断，因此常用这种方法来验证或探求物理量间的关系。

以上关于图线法的要求，需要教师在高中阶段有计划地逐步使学生掌握并能独立运用。

在中学阶段所写实验报告都是学习性的，在教学中，应使学生了解，写实验报告的目的是要使别人相信你做的实验是科学的、可以重复的，是可信的。通常要求将实验课题、实验目的、实验器材、实验原理、实验步骤、数据记录与处理、实验结论与误差列入实验报告内。需要在教学中注意的是，对不同的学生实验课，实验报告要求应有重点，不必千篇一律。有的实验强调仪器装置甚至可要求只画装置图；有的实验强调实验原理，要求画原理图与写清原理；有的实验强调列表记录数据，可只要求画记录表与记录数据；有的实验强调用图线法处理数据，只要求数据记录表以及图线，结论写在图上即可。每一学期，针对不同实验，有计划地将实验报告各项要求分解到不同实验课中去，既突出重点又加强了训练力度，也减轻学生不必要的负担，完整实验报告一个学期有一两个也就足够了。

4. 操作技能的训练

学生实验课必须以学生操作为主，在学生自主操作过程中，实验能力才能得到培养与发展，操作技能主要是指仪器器材熟练使用能力，包括组装、调节、故障排除、读数技巧等方面。在学生实验课中，教师应当有计划、有目的让学生自己动手组装仪器器材，调整器材，排除一些简单的故障。例如在初中阶段，在观察水的沸腾实验时，应让学生自己组装铁架台、装置石棉网、倒

水、悬挂温度计、放置并点燃酒精灯，当然教师要给予适当指导，在每个实验中，尽量让学生独立组装、调整是培养动手操作能力的重要方面，要防止实验室中由教师或实验员全部组装调试好，学生只是简单模仿几个实验动作的现象出现。

为了培养操作技能，教师可以根据不同实验内容与器材特点，设计一些问题，让学生思考、动手解决。例如电路连接串并联的多种接法，变阻器的多种接法，北京已故著名老特级教师张子鐸先生在电路实验中，设计电路，限定导线最少数目，要求学生设法连接，就是很好的技能培养方法，既激发了兴趣，又培养了能力。

由于实验是学生活动，教师往往难以照顾每一学生，可以采取成立课外实验兴趣小组方法，培养学生骨干，既有利于因材施教，又能培养一些实验课上教师的助手，兴趣小组的内容应当广一些、深一些，使这些学生实验与理论水平得到提高。

为了加强操作技能的训练，还可以建立学生操作技能的考核制度，计入学生学期成绩，这种做法已在很多学校实行，取得很好的效果。现在高中会考中，也已建立实验考核制度，这对学生实验课的教学与学生个体实验能力的培养都是有利的。限于篇幅，这里不再讨论实验考核的有关问题了。

本文最后要指出的一点是，教师在物理教学的全部过程中，自身对实验的重视程度、平时教学中的演示实验水平、演示实验和学生实验的示范操作水平，都将体现教师自身的实验素养，潜移默化地影响每一个学生。这也是能否上好学生实验课的重要因素之一。

如何讲解物理习题

现代教学的理论和实践表明：习题教学具有特定的作用，并且贯穿于整个物理教学过程。本文试图从中学物理教学的实际出发，对物理习题在教学中的作用和物理教学的基本规律与方法作一些深入的探究，并且提出在物理习题教学实施中应该注意的问题。

一、习题在物理教学中的作用

由系统论的观点可知，物理习题是一个包含众多要素的系统，在教学中可以发挥出多方面的作用。概括地讲，主要包括以下三种：

1. 深化与活化作用

通过习题教学及练习，学生可以进一步深化、活化基本知识与基本技能，并能达到牢固地掌握概念，深刻地理解规律的目的。

2. 反馈与补偿作用

首先，通过习题教学和练习，教师可以随时得到有关习题学习情况的反馈信息，借以调整教学内容、方法和进程。

其次，已经理解的基础知识并不一定达到能灵活运用程度。因此，就需要借助习题课或做练习来达到补偿。

3. 巩固与提高作用

为了牢固地掌握基础知识，就需要通过例题和习题的教学来巩固。与此同时，在已经巩固的基础上，再通过习题教学，达到提高运用知识、分析问题和解决问题能力的目的。

二、物理习题教学的基本规律与方法

在物理教学过程中，习题能否充分发挥出深化与活化、反馈与补偿和巩固与提高的整体功能，恰当地选择习题并教给学生思路是至关重要的。因此，掌握习题教学的基本规律与方法乃是物理教学的一项基本功。

（一）怎样选择习题

为了发挥出物理习题在教学中的作用，怎样选择恰当的习题是首要的上作。在具体选择习题时应依据：教学的需要，教学原则和练习的目的。而且，所选择的习题应具有以下几个特性。

（1）典型性

从发展学生智能的需要出发，典型的问题应在内容和方法上都具有代表性，应能反映重点概念和规律的本质及其特征。在保证基础知识覆盖面和重点知识重复率的前提下，遵循“少而精”的原则要对各种类型的题目进行严格筛选；适当控制题目的数量和难度。例如，在光滑的斜面上，有一块竖直挡板挡住一个质量为 m 的球。试分析并计算所受的各种力。通过分析和研究问题的典型含义，就可掌握这一类问题的分析方法和研究方法。

（2）针对性

从知识的角度出发，习题的选择要针对教学大纲、教材和学生的实际情况。尤其是学生学习的薄弱环节。内容和方法要与学生的基础知识相联系。例如，针对力和运动的关系，回答物体的运动是否有力的作用？并通过实例分析并加以说明。

（3）实际性

习题的选择要注意把理想化模型同实际客体密切联系，理想化过程与实际物理过程有机结合。这样，物理

问题才更有实际意义。例如，估算水分子的直径，通过实例分析，使学生明确理想化与实际问题间的区别与联系。

(4) 启发性

从培养学生的思维能力出发，要注意在培养定势思维的同时，更要注重变式思维的作用，为培养创造性思维奠定基础，使学生能够从内容和方法上都有所启发。只有这样，学生在各方面的能力才会有整体性提高。例如，分析正电荷沿电场反方向进入足够大的电场中的运动情况，可以受到竖直上抛运动规律的启发。而竖直上抛运动又可通过运动学和动力学等多种途径进行分析和研究。这正体现了变式思维的作用，从而有效地培养了学生思维能力。

(二) 怎样讲好课堂例题

重点概念和规律，在教材中都编有相应的例题。教师在处理例题时，切不可简单化。而要从教学的需要出发，以课本例题为主，并在其基础上，使之适度延伸，拓宽或配置辅助性的问题。只有这样，才能深入挖掘出例题和习题的潜在功能。

(1) 以正确的理解概念、规律的实质为基点，在分析和研究问题的过程中总结解题的思路和方法

教学实践表明，在对学生解题的基本思路和方法训练过程中，应引导学生明确：任何一个概念，一条规律在运用时其基本思路是首先要确定问题的研究对象和抓住物理过程的基本特点。一般地讲，当所求问题与研究对象有直接联系时，确定它比较容易。然而，当所求的问题与研究对象无直接联系时就需要通过转换研究对象来求解。若一时找不到合适的替换方案，就会造成

思维过程中的障碍。因此，在教学中，要注意培养学生善于寻找替换方案，及时扫除思维障碍。其中一个重要措施就是教给学生等效的思想和方法，并且能在各个教学环节中体现出来。如图 38，电灯悬挂在天花板和墙之间，更换绳 OB，使连接点 B 上移，保持 O 点位置不变。当 B 点上移时，绳 OB 的拉力如何变化？本题涉及的是一种动态的平衡过程。学生一般习惯于从平衡态分析问题。一旦有些因素发生变化，应该先抓住什么，从何处开始分析感到不知所措。究其原因：就是问题中的隐蔽因素起了干扰作用，形成了思维障碍，从而不能建立起鲜明的物理图景。当教师点拨之后，从动态变化过程中找出一种平衡关系。这样就可借助不变量来定性地分析变量的变化情况。问题也就有了答案。

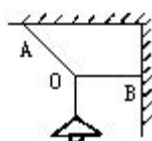


图38

因此，在教学中教师要善于引导学生对物理问题中的研究对象和物理过程进行全面、细致地分析，从而建立起正确的物理图景。

(2)有目的地进行规范化训练

从教学实践中我们发现，有些学生在解答问题时，往往只急于寻找答案，缺少必要的物理理论依据的思考，忽视了解题思路与要求的规范，从而出现各式各样的错误。究其原因：主要是不习惯于分析问题的物理图景或缺少有序地规范化训练。例如，在光滑的水平面上，有一木块靠墙放置，今有一质量为 m 的子弹沿水平方向以速度 v 射入木块 S 而停止，求子弹在木块里减速过程中

木块对墙的压力。在解答问题之后，教师应引导学生仔细总结运用牛顿定律解题的思路和方法，并应该有这样的规范要求；a.要明确指出研究对象是谁；b.受力分析时要注意分析的次序；c.运动分析时要标出 v 、 a 的方向；d.列方程时要画出正方向，有必要的文字说明；e.求解时注意牛顿第三定律的应用。通过分析、归纳，帮助学生建立一整套规范化的解题程序。并重视培养分析物理图景的好习惯，有利于形成良好的科学素养。

（三）怎样上好习题课

现代教育理论指出：能力的培养应当从知识、方法和实践三个方面入手，并强调个体参与实践的重要性。而习题课就是在教学过程中，由学生参与实践的一个重要环节。教师的责任在于通过各个教学环节，对学生的弱点有针对性地训练和培养。为此，就要把习题课作为一种重要的教学补偿手段，精选一些与教材内容相联系的习题，集中地展开分析和讨论。进一步深化、活化概念和规律，提高运用所学知识分析和解决较为复杂的具有灵活性和综合性的问题的能力。在习题课的教学中，要通过从纵向延伸、横向发展和变式训练等几方面来充分发挥习题课的补偿与提高作用。

（1）纵向延伸

在习题课上，常常可以结合基本概念和规律，讨论一些典型问题或易犯的错误。以便对概念、规律的内容，物理含义，成立条件和适用范围有确切的理解。在教师的指导下，按不同阶段，纵向延伸，进一步发挥出习题的潜在功能。

例如，把支在绝缘座上不带电的导体 A 移近带电体 B，用手指接触一下 A，然后移开手指，握住绝缘座移开

导体 A，导体 A 就带电了，若 B 原带正电，则 A 带什么电？采取分阶段处理，步步加深，使学生对问题的探讨不断深入。

首先，学完静电感应和电荷守恒定律后，按照静电感应理论，判明结果应带负电。

其次，学完电势和电势差后，又作进一步的讨论。当带电体 A 放在正电荷 B 形成的电场中，选取大地电势为零，根据等势体，电势差等概念证明仍有上述结果。

再次，学完全章进行复习时，再运用反证法和电力线的两个重要特性进行深入的探讨，其结果仍不变。

显然，经过这三个层次的循环，使知识不断纵向延伸，基本能突破静电学这一教学难点。也有助于对若干个概念、规律加深理解，使学生又初步掌握了一套分析问题的思路和方法。

(2) 横向发展

在习题课教学过程中，要培养学生不但会从纵向分析问题，而且还要会从横向分析和研究问题，只有这样，才能对所研究的问题有更加深刻的认识。在分析和研究问题时，可以把问题逐步横向发展形成一个习题群。通过分析和训练，也有助于拓宽学生思维的深度和广度。

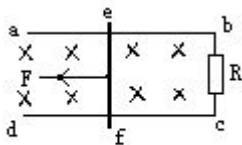


图39

例如，在图 39 中，abcd 是一个固定的 U 型金属框架，ab 及 cd 边足够长，ad 边长为 L ，框架电阻不计，ef 是放置在框架上与 bc 平行的质量为 m 的金属杆，可在框架上自由滑动，不计其摩擦和电阻，匀强磁场垂直

纸面向里且磁感应强度为 B ，当用恒力 F 向左拉杆运动时，求杆达到匀速时的速度。

在分析时，可取 ef 为研究对象，运动后在水平方向受拉力及安培力作用，当二力平衡时可得速度为最大，经分析可得 $v_m = FR/B^2L^2$ 。如果把原图改为竖直放置，可使 F 向上，这时在竖直方向杆受重力及拉力，运动后还有安培力作用，当拉力与重力及安培力平衡时，仍可达到另一最大速度。类似也可改为拉力 F 向下，或把框改为水平放置，或把框改为与水平方向成夹角，或在原框架中接入一个恒定电动势 E ，内阻为 r 的电源等进行各类形式的分析和讨论。

(3) 变式训练

运用思维变式解决问题，主要表现为探索多种方案或寻求多种途径。其显著特点就是求异性和多样性。

① 多角度地处理问题能促进思维变式的发展

运用多种规律处理同一问题是培养思维变式的有效手段。例如，一个滑雪人从静止开始沿山坡滑下，山坡倾角是 30° ，滑雪板与雪地的滑动摩擦系数是 0.04 。求 5.0 秒内滑下的路程。该题可以采用多层次处理。而且，不同层次处理应遵循相应的思维程序。

第一个层次，讲新课后，运用牛顿第二定律求解。

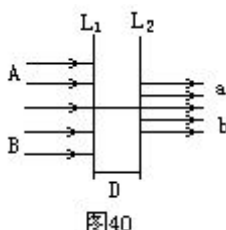
第二个层次，学完功能定理后，再用动能定理解答。

第三个层次，学了动量定理，再应用动量定理重解此题。第四个层次是复习时的综合性应用。

通过三种规律分为四个不同层次的运用，沟通了前后知识，发现了其间的内在关联。这样，既可使学生掌握的知识信息大量增值，又可扩展思路，有助于培养学生全方位、多角度的思维习惯。

② 逆向思考问题有利于思维变式的深化

例如，图 40 中 L_1 和 L_2 是两个互相平行，且相距为 D 的透镜，一束单色光平行于主轴由左方射来，通过两透镜后变成截面积较小的一束平行光线，则两透镜焦距可能的关系是什么呢？



作为选择题，黑箱的内容和结构有几种可能情况。这就需要运用不同手段进行操作，通过比较不同方法的共性与特性。有利于培养学生逆向思维的能力，从而使思维变式进一步深化。

③ 类比方法的运用加速思维变式的升华

借助物体在重力场中的运动，类比带电粒子在静电场中的运动。发现两者可归结为同一物理模型。因而，就使学生对这两种场中的运动本质特征的认识达到了新的高度。通过类比，比出运动特征和规律，比出分析和研究问题的思路与方法。总之，通过分析比较各类情况来训练学生的思维，总结不同情况下的解题规律，使学生对一个习题群有一个全貌的了解，对其中的问题会有更加深刻的认识。

三、在教学实施中应注意的问题

在具体的例题或习题教学过程中，应注意处理好物理思维与数学方法的关系，物理模型与实际客体的关系；培养学生分析和解决问题的思路与方法。

（一）物理思维与数学方法的关系

传统物理教学的一个弊端就是使学生在分析和解决问题时，习惯以模式化和记忆题型代替物理思维，致使他们思维的独立性和发散性不能发挥，从而削弱了思维的能动性作用。因此，在解题的策略上，不能急于运用数学方法或引用公式，而应理解题意，再对问题作定性分析，确定适用规律，再决定解题方法和步骤。在数学方法的运用上，中学生的弱点之一就是运用数学方法代替物理概念，从而冲淡了对物理概念本质的理解。这就要求我们在教学中，结合实例认真区分物理意义和数学方法的关系；真正明确物理定解对数学通解的限制。

（二）物理模型与实际客体的关系

分析和解决物理问题经历由客观实体转化为理想模型，然后再还原到实际客体的转化过程。学生学习物理的目的之一是运用所学知识解决有关实际问题。因此，在教学中，要强调物理学在现实具体问题中的应用。

首先，要密切联系生产和生活实际，并讨论一些物理学对生活与社会经济等方面的影响，借以说明物理学的社会价值，提高兴趣和促进学习。例如，题目中常出现的“物体”、“斜面”等，在具体问题中是火车、汽车、马车还是其它？是铁路，公路还是什么？它们间有何不同？通过具体问题，给出具体数据体现其运动规律，这种训练有利于促进物理学与生产、生活的联系与转化。

其次，运用模型推算出的结果再还原到实际问题中，自然就有一定的近似性。因此，培养学生对实际问题进行近似处理的能力是十分必要的。如估算大气的质量，粗测水分子直径等。在教学中，在这方面多加以训练和指导，有利于培养学生思维的敏捷性分析、解决实际问题的能力。

（三）教给学生分析和解决物理问题的思路与方法

在教学过程的各个环节中，教给学生分析和解决问题的思路与方法是培养各种能力的关键。因此，在分析和解决问题时，应着眼于物理情景的分析。(1)应当明确分析什么？(2)应该怎样分析？如是要素的分析，是关系的分析，还是原理的分析。(3)分析的依据是什么？(4)遇到具体问题，要教给学生善于对物理过程作全面、细致的分析，帮助他们学会建立起鲜明的物理图象，逐渐形成一整套分析和解决问题的思路与方法。

指导学生进行复习

复习是物理教学的重要组成部分，它是贯穿在整个“教与学”过程中重构和深化知识的认识活动，也是提高教学质量的重要措施。复习是由教材、学生、教师三个子系统构成的一个复杂的系统，同时还和外界的诸多教学条件相关联。因此，要取得良好的复习效果，必须明确复习在物理教学中的作用，必须充分发挥教师与学生双方的积极性和主动性，必须高度重视对学生进行科学态度和科学方法教育。

一、复习在物理教学中的作用

在认识和熟记知识的时候，遗忘也就同时开始了，这是客观规律。和遗忘作斗争的最好办法就是复习。所以教师应有计划地引导学生及时进行复习，以巩固知识，强化记忆，长久地记住本学科最有价值的基本内容，在需要时得以重新构建和再现。复习不只是简单地知识再现或“查漏补缺”，也不仅是为了防止遗忘。常言道：“温故而知新”，可见复习也是一种知新的过程。在复习中可

以更深入一步揭示出学生先前未注意到的事物或概念之间的内在联系，从而加深学生对物理现象、概念和规律更透彻更全面的理解，从而获得更加简明扼要、更加系统完整、更加巩固可靠的结论，达到横向拓宽知识，纵向深化知识的目的。众所周知，掌握知识的最终目的在于应用。运用知识的过程能形成技能和技巧，使之更加熟练和完善，把知识转化为能力。在复习过程中，经过教师的指导和启发，通过书面的、口头的、操作的各种练习，可培养学生概括和整理知识的能力，发展记忆能力，提高分析解决问题的能力以及培养学生学习物理的自觉性和主动精神。

复习在物理教学中的作用，可概括为三句话：理顺知识，强化记忆；温故知新，拓宽加深；发展能力，综合提高。

二、物理复习的类型

物理复习的类型可分为平时复习、阶段复习两种。

（一）平时复习

平时复习包括引入新课的复习、巩固新课的复习、边教边复习等。

德国心理学家艾宾浩斯经过实验总结出一条最基本的遗忘规律，即遗忘的历程是先快后慢，遗忘最严重的时刻是在识记之后的头一天，甚至发生在最初的几小时、几分钟，以后遗忘的速度会逐渐缓慢下来。

根据遗忘规律，进行新课教学前应先要复习一下旧知识，即后次复习前次概念，为新知识的生长和伸展奠定基础。例如，进行功率教学之前，先复习一下功的概念。在讲动能定理之前，复习 $W=FS$ ， $F=ma$ ， $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ ，在此基础上提出：外力推动物体做加速运动，动能增加，

那么外力对物体做功与物体动能增加有什么关系呢？教师引导学生利用物理知识的内在联系，实现知识的迁移，就会自然通畅地开拓、引伸出新知识，推导出动能定理 $W=E_{K2}-E_{K1}$ 。

物理教学要抓好课上当堂复习巩固工作。当堂复习不能单调重复，也不是迫使学生反复咀嚼已知的材料，而是在教师引导和启发下，由学生简明扼要地综合概括当堂教学内容，把新课内容跟过去学过的有关知识进行比较，找出它们的异同，发现它们之间的联系，并把新学的知识内容纳入知识的总体结构中去，并通过讨论、练习等措施把当堂课中建立起来的新的知识联系巩固下来。例如，讲完电功率和额定功率后，可指导学生对电功和电功率这两个物理量列表进行比较，以搞清两者的区别和联系。讲“匀变速直线运动的位移”后，为巩

固和正确使用匀变速运动的位移公式 $s=v_0t+\frac{1}{2}at^2$ ，让学生做题：汽

车以 10 米/秒的速度行驶，刹车后得到的加速度大小为 2 米/秒²，问从刹车起 6 秒钟后汽车的位移是多少？

（多数学生套用公式得出错误答案 $s=24$ 米，其实汽车刹车 5 秒后就停止运动了。）然后，再让学生求刹车 1 分钟后汽车的位移是多少？经过正误比较，矛盾被揭示出来了，使学生恍然大悟。通过当堂复习不仅巩固了知识，还产生了知识升华，提高了解题能力，并为下节课讲“一个有用的推论（ $v_t^2-v_0^2=2as$ ）”作好了伏笔。

当堂教学随时注意新旧知识的联系，进行必要的边教边复习固然重要，但指导学生课后及时复习也不能忽视。很多学生课后只忙于做题，似乎课后的任务就是做题。教师应指导学生课后要仔细阅读课本，同时要引导

学生多读一些有关的课外书，多参加课外活动，在小实验、小制作等实践活动中学会手脑并用，在解决实际问题过程中巩固和扩展学过的知识。

（二）阶段复习

阶段复习包括每一章或单元复习、期末复习和升学考试前的总复习等。这类复习涉及的范围广、内容多。上复习课，是阶段复习的主要形式，复习课教学内容的系统可以重新组合，不必受教材体系的约束。但复习内容的广度和深度必须以教纲和考纲为准绳，在防止“漏洞”的同时，还要防止“累赘”的出现。在引导学生进行“深度挖掘”时，应该总是植根于教材，对物理概念与规律的内涵与外延予以一定深度的拓展和提炼；对典型习题包容的知识点与分析技巧予以充分的揭示和展露，做到举一反三。阶段复习的要求是多种多样的，有以唤醒或加强记忆、理解知识的内在联系和逻辑关系，使知识系统化为主的复习；有以抓

重点、难点和关键性问题的深入分析为主的复习；有以灵活运用知识进行综合练习、提高分析解决问题能力为主的复习，等等。为完成上述目的要求，教师要制订切实可行的复习计划，分阶段有序地进行复习。“凡是予则立，不予则废。”物理总复习教师要把自己的计划交给学生，指导学生也订出相应的复习计划，以保证在时间和精力上做合理的安排，保持师生同步、协调一致，选择捷径，避免弯路。

三、物理复习的思路和方法

阶段复习的关键是上好复习课。如何上好复习课既无现成课本可依，也无现成规律可循。但广大教师在教学实践中总结出物理复习的基本思路是：在学为主体，

教为主导的原则指导下，重视阅读课本，重视形成知识结构，重视综合练习，注意选择合适的复习方法。

善于根据复习目的、任务和复习内容以及学生的具体情况选择恰当的复习方法，教学生学会复习，就会取得良好的复习效果。

现将几种常用的复习方法简述如下。

（一）阅读分析法

物理复习不能脱离课本，因为物理课本是物理知识的载体，是教学大纲的体现。学生的学习离不开对课本的阅读和钻研，这是学生学习活动的突出特点。当然，强调阅读课本，并不是要死记硬背课本上的结论，机械模仿课本上的例题、习题，而是要加深对基础知识的理解，搞清知识的发生、发展过程，体会基本概念的本质特征，体会概念之间的区别和联系，体会典型例题、习题蕴含的一般方法和规律。阅读过程要认真分析，要善于从纷繁的知识中抓住重点，“削尽冗繁留清瘦”，把书读薄读精。如《电场》一章，概念多，抽象性强，通过复习阅读可把教材精炼为一个定律——库仑定律；三个概念——电场强度、电势、电容；三个关系——场强方向与电荷受力方向的关系，电场线与场强方向的关系，电场线与电势降落方向的关系。经过这样提炼后，学生对于静电学知识主次分明了。阅读课本时，还要注意发现知识的缺陷在什么地方，分析知识缺陷产生的原因，及时拾遗补漏，不能留下后患。

复习阅读要注重深化知识，要从不同角度不同方位挖掘教材内容，使学生最大限度地窥视出并掌握住知识的内涵。例如，对力学基本公式 $P=Fv$ 以机车为例深入辨析，就会概括出两个重要关系和两个重要特性：①在恒

定功率情况下，牵引力和速度成反比关系和物体做变加速运动特性；②在牵引力、阻力恒定情况下，实际功率与速度成正比关系和物体做匀速运动特性。教师指导学生把知识进行发散、综合，有利于学生更准确、更深入、更全面挖掘知识的逻辑联系，有利于培养学生发散思维的变通性。这样使学生感受到复习阅读并不单调、乏味，反而觉得课本内有奥妙可寻，有仔细咀嚼一细细品味的必要，享受到知识无穷的乐趣。

（二）反馈深化法

在复习过程的各阶段，要及时了解学生复习的状况和结果，并根据作业批改、问题讨论、师生交谈、单元测试等多种形式学生所反馈的大量信息来调控复习活动。即要从学生实际出发及时调整复习内容、方法、进度，以保证复习有的放矢地进行，确保收到实效。

教师要教会学生自我检查复习结果，根据检查结果及时弥补学习上的缺陷，并不断改进复习方法。所以教师调控复习过程，本身也包含有教会学生自我调控复习活动的任务，也就是既要学生得到“鱼”，同时又要掌握“渔”。只有这样才称得上充分体现了“学为主体，教为主导”。

例如，在中学物理中，有很多知识容易混淆不清，而对概念、规律、公式、图象等认识不清，理解不准确，就谈不上应用，更谈不上发展能力。学生在运用振动图象、波的图象分析问题反馈的信息表明，发生“思维障碍”的主要原因就是对两种图象混淆不清。教师指导学生用列表比较的方法对两种图象加以鉴别和认识（见表9）。通过形象思维和抽象思维的结合，通过比较、分析、联想一系列思维活动，可使学生把握住两种图象的本质

区别及相互联系，达到深刻理解和牢固掌握的目的。

表9 振动图象和波的图象的比较表

		振动图象	波的图象
图象			
物理意义		一个质点运动位移随时间变化的规律	某一时刻介质中各个质点的位移
两相邻最大值		周期	波 长
直观量		振幅、周期（频率）	振幅、波长
坐标	横	时 间	平衡位置
	纵	位 移	位 移

（三）形成知识结构法

中学物理是一个完整的知识系统，任何知识体系都有其内部联系，既有横向的联系，又有纵向的沟通。平时教学，要把完整的知识体系分解为若干部分，采取一口一口“吃掉”的分段教学，结果这些知识在学生头脑中储存的方式是不一样的。在有的学生头脑中，知识是按一定的结构（即一定联系）有条理地储存起来的；在有的学生头脑中，知识却是零散地、杂乱堆积着的。

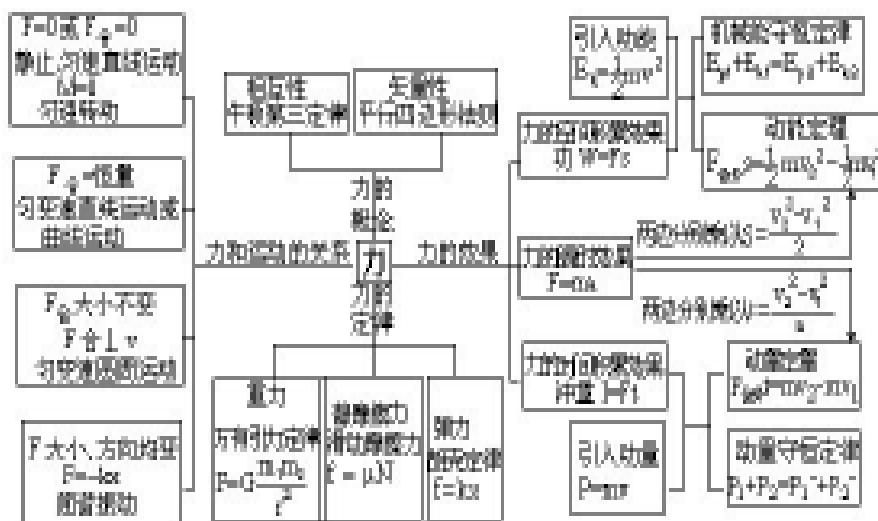
认知结构是指教材的知识系统在学生头脑中存在的方式。所以学生掌握教材的知识结构，有助于他们形成良好的认知结构。为此，物理复习，特别是在总复习阶段，教师应指导学生把所学的知识进行归纳总结，按其内在联系进行有序组合，这样做不仅可以揭示出学生先前未注意到的事物或概念之间的新的联系，还能帮助学生把知识条理化、系统化，形成层次分明、脉络清楚、分布有序的知识结构。建立了知识结构，学生就能从整体上把握知识，搞清概念、定律、定理、公式等在知识体系中的地位和作用，这是记忆和理解知识的重要手段，也是形成综合运用知识分析解决问题的能力的基础。

由于知识的本质联系方式是多种多样的，所以可以从不同角度，多层次地把知识系统化。然而不管知识如何联系，总是由一个基本理论支点为中心生长和辐射出来的。如中学物理中的力学知识可以说是以“力”为中心展开的。因此，可以以“力”为中心，对力的本质、力学中常见的几种力及其规律、力与物体运动状态变化的关系、力的作用效果等一系列问题进行分析讨论，将力学知识组织起来，理出脉络，形成“力学知识结构（网络图）”如下：

（四）系统实验法

实验复习是物理复习的重要组成部分。平时教学是以实验为基础，每个概念、规律、结论的引出，多数是实验的总结和归纳，就实验本身也包含着大量的物理学内容。由于时过境迁的原因，学生会对很多演示实验和分组实验的原理、操作步骤等知识淡化、模糊或遗忘。这不仅给复习物理理论知识造成障碍，还对实验能力的提高造成障碍。所以督促学生自己动手独立完成课本上规定的学生实验和一些演示实验是十分必要的。

实验复习可采用穿插复习和集中复习的方法。穿插复习是指在第一阶段单元复习时，将有关实验穿插在基础知识的复习中进



行。这样，可以加强实验知识和理论知识之间的联系，起到互相促进的作用。集中复习是指在第一阶段复习后，对物理实验进行系统复习，即将分散在各章节中的实验归类，形成一个系统。如将利用打点计时器的实验归为一类。并按实验理论（包括实验原理、实验步骤、数据处理和误差分析等）、实验技能（包括器材选择、仪器的使用、安装调试、读数等）提出明确要求和思考问题。强调在实验中要善于动手，勤于思考，鼓励遇到问题展开讨论。要强化对实验仪器、仪表、量具使用的训练，做到人人过关。还要注意引导学生做一些设计性实验和与习题相配合的验证性实验。为了达到上述要求，除安排课堂实验外，还应开放实验室，为学生提供动手的机会和时间保证。

实验复习教师要加强指导，发现问题及时纠正，对系统实验要做好总结，切实提高复习效果。

（五）解题指导法

物理复习离不开解题。物理习题众多，千变万化，形色各异，故有“题海”之称。复习阶段练习解题学生

有两种倾向值得注意，应通过指导加以解决：一是有些学生依赖心理很强，等待教师传授一些解题的“秘诀”和“法宝”；二是有些学生整天忙于做题，实际上是把精力放在了识别题型，盲目套用现成解题“模式”上。结果是题目做的越多，思路反而显得越乱。究其原因，主要是只顾埋头做题，而缺少深入思考和总结。

其实解题关键不在数量多，而在精。复习课中的练习题与上新课的例题应有所不同，新课例题由于受当时学生所掌握知识的限制，只能用某一知识，从某一角度解决问题。复习课的练习题可要求学生用所学全部知识和解题方法，从多角度考虑解决问题。教师要精心设计、选择一些突出基础知识应用，解题方法灵活的典型题目，组织学生练习。通过一题多问、一题多变、一题多解和多题归一等不同形式的习题，研究物理解题思路，探索总结解题方法。解物理题要注重思考，思考可分作两步走：一步是解题前，要认真审题，思考题中所阐述的物理过程是什么？物理图景如何？按题意寻找解题的理论依据是什么？如何进行求解？等等；另一步是解题后，还要仔细想一想，也就是解题后要反思一下，这道题的知识属于哪一类？解题的思路、方法、过程如何？还有什么解法？同其它有关题目相比较，它们之间有哪些相同点和不同点？这道题本身具有什么特点？等等。随着学生解题增多，这种解题后思考就越显得重要，这对形成解题技巧和提高解题能力是十分重要的。

解题练习要教会学生多方位的思考方法，培养学生思维的发散性和灵活性。一题多解是增强变换思维角度练习的一种有效形式，也是提高学生举一反三，解决一类力求旁通一类的能力的有效途径。

四、物理复习应注意的几个问题

1. 要重视“抓纲务本”，忌超纲超本或以复习资料代替课本。
2. 要注重“温故知新”，忌简单重复或知识罗列。
3. 要加强解题指导与练习，忌把学生拖入“题海”或生搬硬套的重复练习。
4. 要组织、引导学生主动复习，因材施教，忌教师自己唱独角戏或脱离学生实际。
5. 要全面复习，突出重点，把知识结构化，忌孤立地复习一些重点知识，造成知识支离破碎。
6. 要讲究复习方法，注重能力的培养，忌方法单一，只图进度，不求实效。

思想教育与非智力因素的开发

在中学物理教学中进行德育教育

教育是培养人的活动，中学阶段正是人的世界观逐步形成的教育阶段。将德育放在首要位置是学校教育的基本出发点。学校中的德育是由学校的各种活动和各学科的德育组成的整体，各学科都担负着由学科自身特点所形成的德育任务。物理学科担负着由它自身特点所决定的独特任务。

一、物理学科教学中德育的任务

1. 物理科学的形成发展是一首悲壮而雄伟的历史史诗。具有五千年灿烂文化的中华民族为此做出过巨大贡

献，取得了辉煌的成就。由此激发学生的民族自豪感坚定民族自信心并进一步升华为热爱社会主义祖国的强烈的情感。在物理科学发展过程中我国曾因封建社会的长期禁锢而一度落后，教学中应充分利用这些史实激发学生的民族自尊心，激发学生为振兴中华无私奉献的精神。

2. 物理科学是以实验为基础的自然科学，是建立辩证唯物主义思想的重要基础之一。中学物理教材中处处都蕴藏着丰富的辩证唯物主义的思想内容，因此挖掘教材中的这些内容进行教育，对学生的科学人生观和世界观的形成是极其重要的。

3. 物理科学的研究和学习必须具有实事求是的科学作风和严谨治学的科学态度。这种态度和作风就需要有诚实、谦逊、开拓开放、不畏艰辛的品格和意志。在教学中坚持培养学生的这些品格是我们物理教师的职责和义务。

4. 物理科学知识离不开科学方法，二者相辅相承。科学方法是唯物辩证法的具体体现，因此进行科学方法教育也是帮助学生树立科学世界观的有效方法。

爱国主义精神——辩证唯物主义思想——实事求是的科学作风和高尚的思想品格——科学的研究方法，以上四个方面组成了一个系统的、辩证的德育的体系，这就是物理学科所应承担的德育任务。

二、物理学科德育教育的原则

（一）目标性原则

德育是物理教学的目标之一，这是在大纲中明确说明的、德育目标分层次的如初中德育目标、高中德育目标。在分层次分阶段的基础上，制定中学阶段整体目标。

（二）实效性原则

在教学中注重德育的实效，不做表面文章。做到渗透与必要讲解相结合、潜移默化与即时受益相结合。充分发挥德育的激励功能和塑造功能。

（三）自然贴切的原则

物理学科的智育与德育内容是互为渗透相互补充和促进的。在教学中不能采用游离于教材之外的说教进行德育。而是要在教材的讲授中自然而然地让学生感知和理解德育内容，领略物理科学的先辈们的聪明睿智和为科学事业的献身精神。

（四）系统性原则

德育的内容在物理教材中有两个特点，一个是内容分散，不成系统。二是几乎所有德育的内容在物理教材中都有体现，也就是内容的广泛性。我们知道不成系统的教育往往都是低效的或者说事倍功半。因此教师必须把德育内容整体上的系统性和讲授时的分散性紧密结合在一起，使德育在整体上成系统化和网络化。

（五）适应性原则

这一原则主要包括五方面内容，一是德育要和学生的年龄、心理特点相适应。二是要与学生认知水平相适应。三是要和其它学科的教育内容相适应。四是与时代特征相适应。五是与物理学科自身特点相适应。

（六）持久性原则

德育不是一时的权宜之计，只有长期不懈的分阶段分目标的进行教育才能使学生成为德、智、体、美、劳五育并举全面发展的人。

三、中学物理德育实施的途径和方法

1. 以身示范，教书育人。身教重于言教，教师在教学中以自己模范的行为去影响教育学生即是德育的重要

途径，又是进行学科德育的基础。教师如果言行不一而他却在课堂上对学生进行思想教育，那么他讲的再多其教育意义也不大。所以提高教师自身的政治思想素质，加强自身马克思主义理论修养是进行好物理学科德育的前提。

2. 深入挖掘教材中的德育内容是进行课堂德育的保证。教材中的德育内容可从我们上面分析的物理德育主要四项任务方面进行挖掘。

第一方面是挖掘我国古代、近代，尤其是现代改革开放以来在物理科技方面取得的成就。这在力学、电学、磁学、声学、光学、原子物理学中都有大量的史实。利用这些史实对学生进行爱国主义教育。第二方面抓住物理学与哲学结合的主线即：世界是物质的，物质是运动的，运动是有规律的，运动规律是可以被人们认识的。这样一条主线对学生进行辩证唯物主义教育。第三方面是通过对观察、体验、实验等内容的挖掘对学生进行实事求是的科学作风教育。第四方面挖掘物理科学的研究方法，如归纳法、演绎法、科学实验法、理想化模型法等对学生进行科学方法教育。3. 课堂教学是物理学科德育的主渠道。精心的设计每一节课的德育目标及具体的实施方法是搞好德育的关键。将德育的内容与知识内容、能力培养三者有机的结合起来，其方法是多种多样的，主要有：

(1) 渗透法在进行辩证唯物主义教育时不是空洞的讲解哲学原理，而是将哲学原理寓知识的讲授之中，如讲电场、磁场时不是去大讲世界的物质性，而是要讲清场的物质性就可以了。讲“力”的概念时不要求讲施力物体与受力物体的对立统一，而是要讲清：①力是离不

开物体的，②施力物体和受力物体是同时存在同时消失的，③在研究对象变化时施力物体和受力物体可以相互转化。这三点学生真正理解了，就自然渗透了辩证唯物主义教育。(2)恰当运用讲授法对于科学方法要结合知识内容给以讲授，对于我国古代、现代物理与科技成就以及物理学家追求真理无私奉献的精神则都要通过适当的讲授。

(3)在讲授诸如噪声的防止、能源开发和利用、光的本质等德育内容含量较高的课程时，可以让学生进行适当的讨论，使其在讨论中受到教育。

(4)重视运用实验法教师的演示实验和学生动手实验是对学生进行真理的客观性教育的最有力的手段，所以教师要认真规范的抓好实验教学。

(5)课堂德育的手段应该是多种多样的，如挂图、录音录像带、计算机软件辅助教学等例如用我国第一颗原子弹、氢弹爆炸成功的挂图、录像带等。

4.物理学科德育力争与其它学科同步，互相渗透。例如高二政治课讲辩证唯物主义常识，高二的物理课就可以与政治课互相渗透。再如历史课讲 1840 年中国正是遭受帝国主义侵略时期，而焦耳正是在这一年发现了焦耳定律科学促进了资本主义的高度发展，而清政府的封建腐败经济落后，由此说明落后就要挨打的道理。

5.讲清三句话对学生进行实事求是的科学作风教育，这三句话是：谁的就是谁的。什么样就是什么样。多少就是多少。这三句话反映了物理研究对象、物理现象和物理量值的客观性，中学五年中时时处处注意讲清这三句话，并在学习中严格遵循。一定会收到理想的效果。

6.组织科技讲座，介绍我国及世界的科技成就，使学生认清科学技术是第一生产力。中学生应学好物理学科基础知识，为振兴中华而奋斗。

7.指导学生阅读科技读物，拓宽知识面，使学生感知和吸收大量的德育营养。使学生感受科技成果对身心的熏陶。

8.指导学生进行小实验、小制做，尤其是科技小制做，培养学生诚恳、求实的作风和劳动观点。

9.组织学生参观科技馆、工农业生产中的现代化设备，使学生亲身体验科技兴国的伟大战略，促进学生健康成长。

四、物理教学中德育应注意的几个问题

1.防止学生的逆反心理，在对学生进行德育时，学生往往要联系到家庭、学校、社会中的现象，其中有些现象和德育内容相矛盾。教师如果不进行疏导、诱导，就可能使学生产生不服的逆反心理。这时教师万万不可采取不管或随同的做法而要引导学生看主流，看不良现象的思想根源等方法解决，课堂无时间可以课后个别交谈。

2.不可用错误的观点教育学生，如讲某些国外物理学家或国外科技成就时，一定要激发学生民族自信心、自尊心，万万不可给学生造成外国月亮比中国的圆的错误印象。在讲辩证唯物主义教育时要注意不要对学生进行机械唯物论、形而上学的教育。

在物理教学中进行美育

美育，是审美教育或美感教育的简称，指培养学生

正确的审美情感和审美能力的教育。

美感，是人具有的多种情感中的一种，是由于审美活动而产生的情感。在审美活动中，人是审美主体，审美对象是审美客体。由于并非所有事物都能成为审美对象，也并非所有审美对象都能引起审美主体的美感。因此，需要研究物理学如何成为审美对象，怎样才能使它引发学生的美感。这就需要教师在理解物理美之形成的基础上，抓住并注重展现物理美的特有形式，及积极在物理教学活动中进行审美再创造。

一、物理美的本质与形成

一个事物自身必须含有美的本质，才有可能形成为审美对象。按照马克思主义的美学观点，美的本质乃是合规律性与合目的性的统一。这里的目的，乃指人“想在客观世界中通过自己给自己提供客观性和实现(完成)自己的趋向”^①。显然，这种“实现自己的趋向”，只有在符合客观规律时才能成为现实，必须借助一定的具体形式才能实现。

当物理学家运用观察、实验、逻辑的手段研究物质世界时，正是他们在客观世界中通过自己的努力来给自己提供一种客观性，探求物质运动合于他们自己内在尺度的形式。所以，所有成功的物理实验都含有充足的美学理论所要求的那种“合规律性与合目的性的统一”，即物理科学含有足够的美的本质。

然而，这种美的本质是内在的，它要靠某种人化形式来表现出美。不同的物理学家，不同的研究方法，可能对同一物理内容产生不同的人化形式。法拉第的力线和麦克斯韦的方程组；磁荷观点的磁介质理论与分子电流观点的磁介质理论；薛定谔的波函数和海森伯的矩阵

理论……都是同一物理对象的不同人化形式。从美学角度说，这反映了物理学家的审美个性。

但是，尽管不同的物理学家的审美个性有很大差异，他们都认为有序比无序美，都直觉地倾向于演绎的、归纳的、数学的、被验证的、和谐的、对称的、简洁的物理结论才是美的。这些共同的审美观念构成了物理学家群体的审美意识。

需要强调，物理学家的审美意识和审美个性在他们的研究全过程中都具有相当的能动作用。哥白尼认为，托勒密 88 个圆的地心说既不简洁，又不优美，从而萌发了日心说的意念；牛顿为了消除望远镜中像的不美（像差和色差），着手研究光学；库仑用对称的思想解决了等量带电的困难；斯涅尔为从无序的杂乱数据中寻求直观、有序、简洁的表达形式，用角的正弦比替代角本身的比来表述折射率……。这些例子都说明了审美意识与审美个性的能动作用。从这一角度来说，物理学的结论又是物理学家的一种审美创造，其创造过程的特点是以美启真，求美至真。还应指出，在多数情况下，物理学家的审美意识对自身工作的能动作用常不像文学家、艺术家那样直接、明确和迫切。这是因为物理学家并不创造供人们直接欣赏的形象，而是在发现自然界的真谛。如果说文学艺术的形象美是真与善的统一，那么物理科学揭示的“真”，由于其高度的抽象性，而不直接使人们的心理感受到“善”。它还需要通过具体的技术手段在显现自身的社会功利性之后（如给人民生活带来方便），才使人们感受到善。

二、物理学的形式美

一个事物内在的美的本质，只有借助具体的形式，

才能最终成为审美对象。迄今为止的物理学发展史表明，在追求有序的研究中，物理学家们都采用简洁、对称、和谐的形式来表达所得到的“序”。于是，它们亦就成为物理美的共同形式。

（一）关于简单美

简单，给人以明快、利落、精炼的美感。

1. 内容简单美

具体物理学知识展现的物理学简单美，即内容简单美。物理学的研究对象，大到百亿光年的宇宙，小到寿命仅为 10^{-23} 秒的共振粒子，但物理学只用有限的规律就简洁地概括了它们千变万化与繁多杂乱的运动。试想，当茫茫宇宙的无数繁星，竟和地上机械运动的万物一起被纳入一

个小小的式子 $\vec{F} = d(m\vec{v}/dt)$ 时，谁不为牛顿力学的简单美折服呢？

物理学内容的简单美有着广泛的表现：在准确的基础上力求简明地表述概念规律，在误差许可的范围内力求精简装置与操作；处理实验数据力求一目了然，等等。精辟的物理语言，凝炼的数学描述，使内容的简单美更加突出。例如：让众多物理学家争执了 100 多年的热，却仅以十个字做了结论：“大量分子的无规则运动”。仅仅十个字，科学、准确、简洁已尽在其中。又如质能方程 $E=mc^2$ ，仅用初等数学的常规运算，就沟通了微观与宏观的界域。需要强调，物理学内容的简单美丝毫不意味着物理学内容的单薄、难易的程度或内涵的粗略。恰恰相反，20 世纪初，物理学家就已经揭示了原子光谱的精细结构，20 世纪中期又进入了超精细结构。现代物理正在捕捉真正瞬间即逝的粒子。正是在这宏大博深与细小精微的托衬之下，物理学内容的简单美显得格外动人。

2. 结构简单美

结构简单美是指物理学在体系与结构上所展现的物理学简单美。

物理学各分支的内容虽然十分丰富，但各分支的脉络却十分简明。例如牛顿定律、动量定理和动能定理组成了质点动力学结构，由电路和电磁场组成的电磁学结构。然而结构简单美的表现不止于此。

就物理学的整个体系看，诸多表象不同的运动方式全部被纳入力学的框架。理论力学、热力学、电动力学、量子力学，在 20 世纪初就已支撑起物理大厦。相对论力学、量子电动力学、量子统计力学、量子色动力学等现代物理学的发展，仍未改变物理学整体的这种简单的系统结构。而且，自温伯格�萨拉姆成功地统一了电磁作用与弱作用以来，统一场论的研究已再度兴起。物理学内容和结构上的简单，虽直接出自物理学家或物理教育工作者的笔，但其实质乃是科学的必然。自然科学要揭示自然之真，而自然之真是和简单联系在一起的。没有任何一种逻辑能让人接受 物质在运动时去浪费时间、空间和能量。非思维性的物质，在自然的条件下，会选择最简捷的方式：不受外力的物体保持静止或匀速直线运动；自由下落的水滴要保持表面积最小的球状竖直向下；光要走直线传播……既使在非自然的情况下，物质也要选择其所能及的、经济的、简捷的方式运动。例如：向心力大小不变，物体划出最简单的封闭曲线；热量传输要终止于温差为零的最简单状态；相干光在量值和方向上都保持相等与相同的最简状况……“宇宙有一种最终的简单性和美”②这导致了反映物质运动最基本、最普遍规律的物理学，在用精炼概念揭示了各种运动的复

杂关联之后，又找到了自身最简单的结构。对于这一点，爱因斯坦深刻指出：“自然规律的简单性也是一种事实，而且正确的概念体系必须使这种简单性的主观方面和客观方面保持平衡”。^③爱因斯坦的话实际反映了物理学家群体的一种信念，这一信念已被用两句拉丁格言铭刻在量子力学发源地之一的德国哥廷根大学物理报告厅内：简单是真的印记，美是真理的光辉。

3. 方法简单美

方法简单美是指物理学研究方法和思想方法所展现的物理学简单美。

做为一门实验科学，物理学研究不拘于严密的完全归纳，大胆地根据有限个实验，归纳出许多规律。事实证明，根据有限个实验做出的这种不完全归纳，在经受了有限个实验（践）检验之后，已有效地形成了科学的内容和体系。随着物理学的发展和物理思维的成熟，物理学又采取了更为大胆的逻辑，从一个或少数几个实验现象提出假说，再据该假说做出可能只是极其有限的分析性预言。如果这些预言被证实了，假说就变成了物理学的规律。甚之，对于无法验证的纯假说，如果从未观测到与其相违背的现象，物理学也确认其为自己的科学规律，例如惯性定律。物理学的这些逻辑方法不拘于纯数学的极端严密，不带有考证的必要繁琐，给人以简捷、明快、富有实效的感觉。

做为一门理论科学，物理学广泛地、卓有成效地引入了数学。数学成为物理语言中最简练、最凝聚的语言。例如最普遍、极简单的一条 $v-t$ 曲线（图 41），可表达物体运动的状态与全过程。它不但涉及十几个运动学概念，还可进行动力学分析。当物理学家大量应用数学进

行

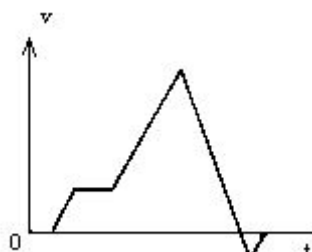


图41

抽象推导和处理事先并不完全清晰的物理过程时，未知的、复杂的物理过程被简明的数学符号和明确的运算法则代替。数学最终推导出的简单结果，不但概括了实验物理学的结论，还往往揭示出更多的深刻的物理内容。数学方法的广泛运用，导致了理论物理的诞生和发展。

数学的技巧和困难有时易使人误解，从而难于体会到数学方法给物理带来的简单美。数学推导虽看来似很繁难，但当未知的茫茫宇宙与微微粒子的物理世界化为有限的几个数学公式时，简单美不正跃然纸上吗？

物理学研究中使用的许多具体处理方法也不乏简单美。例如理想化处理的方法；单变量的实验方法；一定置信度下的有限次实验方法等等。

（二）关于对称美

对称，给人以一种圆满、匀称、均衡的美感。归根结底，它内含或表现出某种有序、重复的成份。

从伽利略和牛顿开始，整个物理学就建立在真空镜对称的基础上，如运动和静止、落体与抛体、匀速与变速、地球与天体、引力与斥力、变力与恒力、反射和折射等等。当 19 世纪数学的对称性理论^{①②}群论创立以后，对称性思想始被物理学家自觉用于物理学研究中，

并把追求理论的对称之美，作为一种物理研究的途径。对量子力学做出巨大贡献的英国著名物理学家狄拉克甚至把追求对称之美誉为理论物理学新方法的精华。

1. 直观对称美

直观对称美是指以直观的形象展现物理学的对称美。摆动，平面镜成像，反射角等于入射角等物理现象；匀速运动速率在过程中任一点都相等，光路可逆，相干光在干涉空间任一处都保持条纹宽度相等物理过程；都表现了空间的直观对称美。空间对称在物理中体现为不变或相等。单摆的周期性，地球的公转与自转规律，则表现了时间的对称。不随界域内时空变化的匀强电场的场强，稳恒电场的电流，随时空做周期性变化的交流电和简谐振动波形，则对时间和空间都表现出对称。不难看出，物理运动中的时空对称，其含义已远超出学生从几何中学到的对称概念，它对运动时空中的某一点和某一时刻，表现出某种重复或特定的序，例如量值的恒定、周期性的复现、过程的可逆、互斥的存在等等。体会运动在时空上表现出的对称美，会有助于直觉地、正确地感受一些物理问题：一运动小球与静止的等质量小球完全弹性碰撞时，动量会完全交换；电荷在球形导体表面呈均匀分布，当其与等大中性球接触后，两球带的电量将相等……

物理学知识，如概念、规律、公式等，在表达上也表现出明显的直观对称美：凸镜与凹镜、会聚与发散、动能与势能、直流与交流、热胀与冷缩，等等。在质点力学中，如果说动量定理表现了力对时间的积累，动能定理则表现了力对空间的积累效应。对直观对称美的追求可导致物理学发展：如库仑定律的发现，就是追求与

万有引力的平方反比的对称；麦克斯韦在没有实验数据的情况下，出自对对称的考虑，毅然引入了位移电流矢量，使电磁学的概念、规律、体系完全自治，并表现出异常的和谐。然而，只凭对称做出的判断也有失误的时候，与电荷、电场规律机械对称的磁荷观点就是一例。

2. 抽象对称美

抽象对称美是指以抽象方式展现的物理学对称美。例如分子热运动在三维空间各个自由度上发生的几率都相等；气体对容器壁的压强处处都相等；当实验次数趋于无限时，正负误差出现的次数一样多……这种抽象对称美是全方位的均衡，它更多地带有思想方法的色彩。抽象对称美是现代物理学发展的重要出发点。爱因斯坦创立狭义相对论与广义相对论，都有明确追求对称的动机。对对称性规定相互作用的研究，已发展成为现代物理学的主流。直观对称和抽象对称是相互联系的。如微观世界中能量的量子化分布与宏观世界中能量的连续分布，就表现出抽象与直观对称的统一。

3. 数学对称美

数学对称美是通过运用数学展现物理学的对称美。数学，本身就充满着抽象对称美。当它被引入物理以后，数学的形象（图与式）又具有了物理的直观对称美，物理则具有了数学的抽象对称美。例如波动、振动及交流电的波形借助正弦曲线表述时，我们可以从数学图形中感受这些物理量在时空的对称，以及它们的值在图形中的对称。

对一个数学形式进行对称地处理，例如在恒等变形中同时加减相同的代数式，或在等式的两边、分数线的上下进行类似的对称处理，虽然仅是一种数学运算技巧，

不一定含有明显的物理直观对称美。但当最后的结果具备了某种物理意义时，直观对称美却跃然纸上。

（三）关于和谐美

和谐的一般概念是指由于相互间恰到好处而使整体显现出协调。和谐给人以浑然一体、恰如其份、轻松自如的美感。1. 自治和谐美

自治和谐美是指由于物理学理论内部相互间的自治而展现的物理学和谐美。

自治，其基本含义是一致，即自身内无不可统一的矛盾。所以，自治和谐美首先表现于物理学各分支理论内部，以及各分支理论之间在现象、概念、规律及逻辑都是不相矛盾的。又如，当经典电磁理论与光电效应现象发生尖锐矛盾，当经典电动力学的辐射理论不能解释绕核高速旋转的电子不向外辐射能量时，量子理论的产生顺利地解决了这些矛盾，物理学再次达到了自治的和谐。

自治和谐美还着重表现于某种矛盾的统一：即看来似不相关，甚至是相互排斥的两种现象却被证明是相关的、一致的，同时都是正确的。例如，离开地面的重物和被拉开的弹簧，天空的闪电和摩擦出的电荷，白光和色光，光线和电磁波，弱作用和电磁作用等看来不相关的事物，却都具有某一相同的物理本质。至于相互难以相容，却又被实践证明均为正确理论的典型例子，是光的粒子说与波动说。相互对立的事物被物理学有机、完美地统一起来的一个简单例子，如镜面反射与漫反射，平均速度与即时速度，热量与做功，电场与磁场，等等。

数学形式的统一，也是物理学自治和谐美的重要表现。例如在运动学中，自由落体、竖直上抛等各种匀变

速直线运动的十几个公式都可统一于 $a = (v_t - v_0) / t$ 与 $S = v_0 t + at^2 / 2$ 两个公式与运动的合成。

2. 对应和谐美

对应和谐美是由物理学不同理论间的对应关系展现的物理学和谐美。

对应的美学概念，起源于公元五世纪古希腊雕塑，后被文艺复兴时代的意大利美术家引入美学，着重指人体的各种动作与相应表现出的肌肉、神情、线条的反应。1920 年，N·玻尔正式用对应原理表明了他曾一再阐述的对应思想：量子体系的行为，在大量子数极限的情况下渐近地趋于与经典力学体系相同。这样，本来与经典力学具有完全不同的对象、方法、结论的量子体系，竟在某一条件下演绎出了经典力学的结论。这种转化，显示出物理学理论在整体上的和谐。即在某一领域已被确定为正确的理论，在新的、更加普遍的理论出现时，并不做为错误的东西被抛弃，而是做为新理论的极限形式或局部情况，在新领域中保持自己的意义。于是，物理理论中高级理论对低级理论的包容，或说低级理论与高级理论在某一特定条件下的结论相对应，就成为对应和谐美的最主要表现。类似的例子，当物体运动速度显著小于光速时，相对论力学对运动的描述就还原成牛顿力学的描述。

如果适当扩展对应思想——在表面不相干的某些物理现象、概念与规律之间，却存在着一些物理的或数学的实质对应。例如，任何一种保守力场都对应着一种势能；一定的质量总对应着一定的能量；一种对称则对应着一种守恒等等。那么，我们就将在更广泛的范围内体会到了物理学的对应和谐美。

3. 互补和谐美

互补和谐美是由物理学各部分之间的互补关系展现出的物理学和谐美。

互补的一般含义指彼此间的相互弥补、满足、相辅相成。宇宙的互补，也是人们自古以来就有的一种观念。我国早在春秋以前已产生的太极图（图 42）就反映了互补思想。

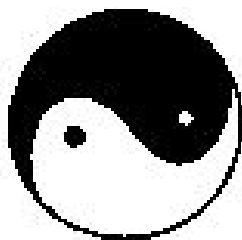


图42

图中黑白两条鱼互相环抱，形成对称、和谐的圆。黑白二色，表示两种不同的属性。它们之间的相互斗争，渗透、协调和弥补，决定着宇宙间的一切，并最终达到和谐。

物理学中的互补和谐美主要表现在不同的，甚至是相互排斥的理论，不但对描述物理研究对象来说是不可缺少的，而且在正确描述的层次上，它们又恰是互补的。矛盾着的两个事物，却能功能性互补，分外给人以和谐的满足。

互补和谐的例子是很多的。因为几乎任何一物理现象、过程、概念、规律都必须从不同的侧面加以阐述，非如此不能全面揭示其科学性。例如，大量分子的运动与一个分子的无规则运动，二者单独都不能构成为热运动。描述热运动必须同时从分子的个数与运动方式两个方面阐述才能科学揭示其内涵。对热运动来说，这二者

是互补的。做为物理学中两种对应而又互补的观念，像物质运动的连续性和量子性，波动性与粒子性，误差存在的必然性与实验结论的精确性，等等，都充分表现着互补和谐美。为了正确描述物质的运动，就绝不能废除它们之中的任何一方。一个特殊又必须提及的互补和谐美的例子，是物理学和数学的互补。纵观科学史，物理学的发展研究促进了数学的发展。如牛顿在运动和动力学的研究中提出并首次成功地使用了微积分。而数学不但最终使理论物理得以诞生，并以其深刻的思想影响着现代物理学的发展。

三、在物理教学中进行审美再创造

物理教师的审美再创造，是指教师为完成物理教学中的美育目的而进行的再现物理美的创造活动。其客观基础是已被教材编者以某种物理形式美表现出的物理知识，主观基础除教师的审美观与审美能力外，还有教师个人的理性积淀。

物理教学中美育的基本任务，主要是通过学生对物理美的感受，和理解美在物理科学中所表现出的以美启真、求美至真的作用规律，培养学生对科学的审美感受力，同时丰富学生的理性积淀。

（一）有计划地、持之以恒地展现物理知识的形式美

对物理形式美的形成来说，美育恰是一个逆过程：需要教师根据教材中物理知识的既定形式，正确、贴切、形象、通俗地再现存在于它们之中的简单、对称与和谐；并通过适当的方法在再现中让学生有明晰的感受。为此，必须善于把物理学的美引入到物理知识的教学之中，并给予恰当的表现。

物理教学中的美育是在时间、内容、方式上都寓于知识教学之中进行的，不能单独占据很多时间，其基本方法是熏陶。因此，教师应善于及时地并持之以恒地抓住展现物理形式美的知识点，对学史上以美启真，求美至真的实例可适当加以讲解。欲完成上述这些工作，教师首先要深刻理解我们上面讨论的两个问题，然后将它们较细致地落实到中学物理知识之中。由于熏陶主要是无形的，因此加强其效果的有效手段是加强计划性，即在可能的情况下，在一段时间里集中表现某一种物理形式美，便于学生在较频繁的感受中产生顿悟。

（二）注意让学生在产生“需要”，引发“体验”的基础上获取美感

由于美育是一种情感教育，因此美育的方法可从情感的一般概念获得启发。

情感的一般概念，是指人由于客观事物符合自己的需要而引发的主观体验，通常表现为喜爱、厌恶、愉快、愤怒、兴奋、悲哀等等。对自己不需要的事物，或虽需要然而未能引发出体验的事物，人都不会产生情感。例如，人人都需要空气，但通常谁都不会对空气产生情感；只有当人从污浊的气体进入清新的空气，或在接近窒息的状态中接触到空气，才会产生不同层次的情感。这是因为在上述不同的条件下，空气引发了不同层次的体验。所以，教学中教师需要采取一定措施，创设一定环境，确保学生产生需要感，并进而引发出一定程度的体验。例如，在探索性实验中，要使学生感受到物理简单美的教育，就不宜引导学生按教师划定的窄而唯的方式走捷径地发现规律，而是让学生从寻找相关因素开始，经老师帮助设计并完成实验方案，最后面对众多杂乱的观察

记录思考其中的规律。这样，让学生亲手将大量的、无关的、无序的或错序的概念与量值，通过物理实验标定为少量的、相关的、有正确序的物理概念规律。在亲身感受这种杂乱之后，学生对物理学最后找到的简洁的秩序一定会产生美的感受。

（三）鼓励学生追求和创造物理美，在独立的思维和感受之中加深理解美与真的统一

例如当学生发现他的实验数据不符合书本或教师所讲的物理理论要求时，当学生发现他观察到的现象和思考的问题不能用他学过的理论解释时，他们常常因为这种不谐和与不自洽而感到困惑与苦恼。这种困惑若得不到及时和正确的引导，他们会盲目修改实验数据去适应物理理论的要求，会逐渐漠视他发现的现象，废弃已开始的思考。然而，如果他们能完全独立地或在教师正确引导下独立地找到和谐并自洽于物理的体系，他们会感受较强烈的真与美的统一。所以，教师应注意引导学生把自己的发现或结论谐和于物理的科学概念与规律，自洽于科学的物理理论体系。

在物理教学中进行科学态度教育

物理教学大纲把培养学生实事求是的科学态度列为中学物理教学的目的之一。因此，在物理教学中对学生进行科学态度教育，使学生逐步树立起正确的世界观，是教书育人的重要内容。中学生正处于世界观形成的阶段，他们中的大多数人将来从事的工作可能与物理没有直接的关系，但是他们从物理学习中受到的科学方法、科学精神和科学态度等方面的训练，有助于他们形成科

学的世界观，使他们能够正确地认识和处理学习和工作中遇到的各种问题，不断取得成功。

一、在课堂教学中怎样进行科学态度教育

课堂教学是物理教学的基本方式，也是进行科学态度教育的主要渠道。

1. 结合知识教学学习优秀科学家的生平事迹，进行相信科学、热爱科学的教育，既可以丰富讲课内容，又可对学生进行科学态度教育。比如，在讲授“用电常识”内容时，可以介绍罗蒙诺索夫和李赫曼为探索雷电之谜不怕牺牲、前仆后继的事迹和爱迪生对科学刻苦钻研、锲而不舍的精神，使学生形成相信科学、热爱科学的信念；结合讲授“原子和原子核”一节，向学生介绍汤姆逊、卢瑟福和玻尔三代师生对科学真理的共同追求，培养学生解放思想、献身科学的精神。

2. 介绍物理学的发展进行实事求是的科学态度教育。例如，在讲光电效应时，介绍实验物理学家密立根，因对爱因斯坦的光电效应方程持怀疑态度，花了十年时间做实验，想得到否定光电效应方程的结果，但他所做的实验却验证了光电方程的正确性。面对实验事实，密立根坦言承认了爱因斯坦方程的正确性。这类典型事例在物理学发展中不胜枚举，充分说明了在物理学发展中科学家们独立思考、尊重事实、勇于实践、服从真理的科学态度。这些事例无疑会促使学生用科学态度对待学习。

3. 结合教学内容进行物理学理论联系实际的学习观点的教育。在课堂教学中，教师通常利用实验使学生对教学内容有一定的感性认识，再深入讲解使学生对所学的物理概念或规律达到理性认识，还要用一些实例说明

物理知识的实际应用。无论是做演示实验，还是讲授物理规律的实际应用都应注意联系学生的具体情况和社会、生活的实际。

例如在声现象一章的教学中，应从学生日常生活是经常遇到的声现象入手自然地引入演示实验和讲授物理规律。在讲解各类声现象产生的原因时，还要注意学生生活环境的差异，如生活在山区的学生对山谷间产生的回声较为熟悉，生活在城市中的学生通过书本或电视等途径对雷达或声纳测距比较了解。只有联系学生的实际情况进行教学，才能使学生不仅了解有关声音的知识、受到理论来源于实际又为实际服务观念的熏陶，逐步形成理论联系实际的基本学习观点。物理教学中蕴含着丰富地科学态度教育的素材，如重力的产生，阿基米德定律的发现过程，日食、月食现象的科学解释等都可作为对学生进行物理学理论联系实际学习观点教育的实例。

4. 在课堂教学中，通过物理定律的推导和计算向学生进行严谨、精确科学作风的教育，使学生明确物理定律、定理的数学表述是物理科学严密性的表现。物理学中每一个物理量都有严格的定量定义，各个物理规律之间的联系，形成了物理学严谨的理论体系。例如，能量转化和守恒定律反映了物理学各个分支（如电学、热学、光学、力学等）之间的相互联系，各种不同运动形式所产生的能量之间的相互转化并且守恒，为我们展示了物理学理论体系的严密性。物理科学精密的思维方式和精确的定量表示是它科学性的反映，要求学生在物理学习中精益求精、一丝不苟，重视对物理问题的定量研究，强调计算和实验的准确性，可以帮助学生养成良好的科学态度。

二、在学生实验中如何培养学生的科学态度

学生实验是学生直接参与实践的机会，通过学生实验可以加深对物理规律来自实践，又可以用来指导实践的体会；对学生实验要提出认真观察、详细记录，对实验结果做出合理解释等具体要求，使学生在实验中受到严肃认真、一丝不苟的科学态度教育；要求学生遵守操作规程进行实验，使他们通过实际操作既加强自己的动手能力，又学习到科学实验的各种方法，有利于他们逐步形成严谨的学习态度和科学的学习方法。

通过学生实验可从几个方面对学生进行生动的科学态度教育：

1.使学生明确物理规律来源于实际生活并可应用于实际生活。实验是物理学研究客观规律时必不可少的。例如在“观察水的沸腾的实验”中可以重复或模拟生活中“水沸腾”现象，学生用科学方法对实验现象进行分析，并从中得出物理规律：沸腾时温度保持不变；液体有固定的沸点；沸腾是一个吸热过程。学生可把这一规律应用于实际生活。这类实际应用有助于学生深刻理解物理规律的内容，有助于他们形成理论联系实际的科学态度。

2.在实验中，学生通过对实验数据的记录和分析，培养他们精确求实的工作态度。例如在测定物质比热实验中通过记录下来的数据计算出了铜的比热，与课本所给的数据相比较，并分析误差产生的原因，这实际上是引导学生对实验数据的偏差进行研究，使他们体会到精确严谨的工作态度在学习和工作中的重要。

3.加强对学生在实验课中必须遵守操作规程、爱护仪器设备、认真记录数据的教育，这对于他们养成严密

有序、尊重事实、一丝不苟的科学态度可以起到潜移默化的作用。

三、在课外活动中怎样进行科学态度教育

课外活动是对学生进行科学态度教育的重要渠道，它可以弥补课堂教学和学生实验时间有限的不足，使学生从多方面受到科学态度教育。

1. 向学生介绍一些关于物理科学研究发展、著名科学家生平事迹的书籍，让学生通过课外阅读加深科学态度对物理学发展所起作用的认识，学习科学家们严谨的科学态度。焦耳、牛顿、开尔文、居里夫人、爱因斯坦、李政道、杨振宁等物理学家的生平故事，大气压发现的历史，相对论建立的过程、玻尔理论的形成等物理研究发展的历程，减少噪音、开发海洋等物理规律的实际应用，海市蜃楼、回声、失重等自然现象的科学解释，都是学生课外阅读的极好内容。

2. 组织学生开展天文、气象观测等课外活动，使学生通过更多地观察自然现象体会到物理学是来源于实际的科学。如学生观察到日食或月食现象，可以明白光学、天文学等科学是为研究这些实际存在的现象而形成的，还可以运用学过的天体运动规律、光的直线传播来解释这些现象产生的原因，从而使学生更加相信科学。在观察时让学生自己制作一些实用的观察设备、自己设计一些观察方法，可提高学生的动手能力、发展学生的创造性思维。组织学生讨论观察到的自然现象和实验现象，如冬天室外结了冰的湿衣服为什么会晾干？如果没有摩擦力将会发生什么情况？用多种方式启发学生自己发现问题得出结论，使学生经过独立思考、深入钻研，开阔自己的眼界。

3.组织学生参观科技馆、博物馆、工厂、科研院所，使学生在参观中更实际地感受物理知识与生产、生活实际的密切联系。比如，科技馆中高压放电等实验现象的演示，可以让学生实地观察到“电”现象及其对生产、生活的影响；学生可以自己操作的项目则让他们在“玩”的同时锻炼动手能力，来激发他们对物理知识的学习兴趣和创造热情。

此外，结合物理教学举办专题讲座、科技报告，组织学生参加小发明、小制作和撰写科学小论文等课外活动，也可使学生受到科学态度教育。

四、进行科学态度教育应注意的问题

（一）教师的身教要重于言教

对学生的科学态度教育主要是通过教师进行的，教师应重视自身对学生潜移默化的影响。教师与学生相处的时间较多，得到他们的尊敬与信赖，教师的言行、举止、仪态、作风、为人处事等等都对学生起着示范作用。教师的身教重于言教。教师本身应以身作则、严格要求自己。发现讲课中的科学性错误，要及时纠正，并向学生道歉；在解答学生问题时，应有明确的回答，对自己不能回答的问题，不要不懂装懂，要对学生负责。教师以自己实事求是的科学态度、平易近人的教学作风，一丝不苟的敬业精神触动感化学生，为学生树立一个看得见、学得着的榜样。

（二）启发学生的创造精神

培养学生思维能力既是教学的要求，又是科学态度教育的要求。科学家的优秀品质和科学成果可以成为激发学生学习的直接动力，也有助于他们形成正确的学习目的。参加丰富的课外活动可以充实学生的头脑，培养

他们思维的广阔性；提倡讨论、辩论，引导学生不一味盲从，这有利于培养他们思维的独立性；向学生讲授物理规律的内在联系，对问题做出合乎逻辑的分析，能培养学生思维的深刻性；而用一题多解、一题多变的教学方法，可培养学生思维的灵活性和敏捷性。

（三）在不断积累和熟练中培养科学态度

科学态度的形成要靠反复的学习和实践，有一个积累、巩固、熟练和应用的过程。因此要在不断熟练和积累中培养科学态度。首先应让学生感知和了解什么是科学态度，逐步对它形成清晰的认识，再应用到实验、观察、思维、创造的具体实践中去。比如，在学生实验中反复要求他们爱护仪器、认真记录、有始有终，养成良好的实验习惯；要求学生做作业有一定的格式，写清楚题目的已知、求、解、答；这些基本训练都有助于他们科学态度的培养。

（四）适应学生心理发展状况

进行科学态度教育要适应学生心理发展的状况。刚刚接触物理学习的初二学生处于思维发展的关键时期，他们的思维发展特点是抽象思维逐渐占主导地位，但在很大程度上还属于经验型，他们的逻辑思维需要感性经验的直接支持。因此，对他们要多进行直观的讲解，多给他们一些参加实验、观察自然现象的机会，多向他们介绍发现物理规律的生动故事，如阿基米德发现浮力的故事、焦耳研究热和功关系的事迹等，充分利用他们的心理发展特点，促进他们形成实事求是的科学态度。高中生的思维具有比初中生更高的抽象概括性，理论思维开始形成。他们可以从一般的理论、原则出发进行推理判断，一般不愿意轻信盲从，对他们要强调物理科学严

密的理论体系，多介绍各物理分支之间的相互关联、物理规律的数学表达及推导，多开展同学、师生之间的讨论，促进学生理论思维的发展。

培养学生良好的学习习惯

“习惯是一种比较固定地、机械地完成自动化动作的倾向。”“习惯也是思维方式的重要因素，它是知识观念参与下反复按一定方式从事思维活动的惯性。”

人们的习惯可分为操作上的习惯和思维上的习惯两种。生活中人们所说的习惯往往是指行为习惯，其实行为习惯是思维习惯的外在表现，思维习惯决定着（支配着）行为习惯。

习惯是在一定的外界环境条件的刺激下，人们在无意识中简单重复同一操作动作或思维活动中形成的，是在大脑皮层的运动中枢的神经细胞之间形成的更牢固的联系系统。习惯更多地表现为自发、盲目的特征，也就是人们常说的不自觉地就那样做了，不自觉地就那样想了。

一、在中学物理教学中学生学习习惯的作用

习惯对人的活动影响很大，因为它能使人的意识解放。当某种习惯养成之后，只要有合适的条件，这种习惯的活动（包括思维活动）就会自然而然地出现，“习惯成自然”。好的行为习惯养成之后，可以使人的更多的精力集中在完成任务的整体目标以及各系统之间的联系上；而不良的行为习惯则成为生活学习的累赘。思维习惯同样也具有两重性，思维习惯一旦形成，它一方面能使思维活动简捷，另一方面也会使思维僵化。

物理学是一门以实验为基础的科学，它从大量的物理现象和物理实验中总结归纳出物质世界的运动规律。物理学科的特点对学生的技能、能力要求都较高。良好的习惯是学生技能的培养、促进学生能力的发展的基础。物理学习要求学生有下列习惯：观察现象弄清事实的习惯、阅读课本的习惯、先理解后记忆的习惯、画图理解题意的习惯、准确清楚的运算表达的习惯、自觉改错的习惯，善于运用所学知识解决现象、分析问题的习惯。

物理学科是从初中二年级才开始学习的，学生不但具备了一定的自然知识，掌握了一定的技能而且也养成了一套学习习惯。学生已经形成的学习习惯当然也是物理教学过程中的不可低估的操作变量。

“东方学生长期受儒家哲学的熏陶，比较重视知识的系统学习，习惯使用演绎法，喜欢根据已有的原理进行推演，不太敢想前人没有想过的东西，总的特点是重继承；而西方学生不知道孔夫子，他们不太重视知识的系统学习，习惯使用归纳法，敢于独立思考，标新立异，总的特点是重创新。两者相比，各有所长各有所短。”（杨振宁 1995、8、6 第一届华人物理学大会）仔细分析我国学生学习物理的表现，的确如杨振宁所说，习惯于念死书，善于照猫画虎接受知识；不善于动手实践，也不太会从大量的现象中，经过比较、归纳找出共性的东西来。而这是诸多学习习惯中最重要的两种习惯。在物理教学中，抓住东方学生学习的特点，扬长补短，将思维习惯的培训外显为许多可操作的、可检查的行为习惯训练，长期坚持下去，定能在素质教育方面取得成绩。习惯的形成除了大环境的潜移默化之外，教学过程中教师的高瞻远瞩地规划和脚踏实地地严格训练，也是十分重要的。

心理学基础知识告诉我们：“个性心理通过心理过程在实践中形成和发展，心理过程受个性心理的制约和影响。”按照心理学的分类，习惯属于心理过程，能力属于个性心理特征。所以我们既不能把习惯培养好了之后再去培养能力，也不可能脱离开习惯的培养去讲培养能力。是不是可以这样认为：在物理教学中，通过各种手段使学生养成行为、想象、思维等方面的好习惯，进而培养学生学习物理的能力；与此同时，学生学习物理的能力的提高反过来又促成了学生学习物理好习惯的形成。只有在这种循环往复的过程中，才能最终完成物理教学既传授知识，又培养学生的观察能力、思维能力、实验操作能力，同时还培养了学生的创造思维能力、自学能力等。

二、怎样培养学生良好的学习物理的习惯

（一）原则：创设环境、自我教育

创设环境，皮亚杰认为：“人的发展，智慧的发展是靠他自己与周围环境（人、事物）发生交互作用而慢慢地建立起来的。”正如荀子所言“近朱者赤，近墨者黑”一个人在成长的过程中社会环境起着重要的作用。

自我教育，学生是教学过程中的主体，他们是活生生的人，所以教学过程中培养习惯应该和日常生活中形成习惯有所不同，他们完全可以通过自我观察、自我评价、自我控制、自我激励的方法培养行为习惯和思维习惯。

（二）培养中学生良好的物理学习习惯的方法(1)

初中物理学习习惯的培养

①加强演示实验和学生实验培养学生用观察实验来弄清物理事实的习惯

物理学是一门以实验为基础的学科，观察和实验既

是研究物理的基本方法又是学好物理的重要途径。在初中学生学习物理之前，学习了七年语文和数学，养成了一套学习语文和数学的习惯，而这些习惯与学习物理应具备的习惯相差甚远，因此作为起始课的初二年级应以大量的课堂演示实验和学生实验入手培养学生动手做实验和观察实验的习惯，逐步使学生掌握学习物理的方法。在进行演示实验时，要教会学生观察物理实验的一般方法，有目的、有计划地进行观察，逐步学会观察现象的主要特征，观察对象发生变化的条件是什么。例如在初二热学中做晶体熔化演示实验之前，对学生的要求是：观察谁？晶体。在什么条件下观察？加热。观察的仪器是什么？温度计。观察的内容是什么？加热后温度计示数如何变化？并且对学生的观察进行分工，有的同学专门观察物态变化，有的同学专门观察温度计的变化，有的同学专门负责记录。实验后，再组织同学们对观察前提出的要求逐个讨论，得出结论。防止学生把思维只停留在好奇、新鲜、图热闹上。如果每次演示实验之前都要求学生按下列提纲去观察：谁（对象）；哪儿（在什么条件下）；怎么了（物理过程）。久而久之不用提示学生就能自动地按上述要求观察演示实验了。要引导、鼓励学生注意观察日常生活和生产实际中的各种现象，逐步学会用物理语言叙述物理事实的能力以及从物理学角度去探索现象中运动和变化的规律的本领，为学习物理知识积累丰富的感性材料。在学生分组实验中，首先应要求学生预习实验内容，明确实验的目的、原理等，按操作过程中严格规则进行。例如，观察离不开测量，测量离不开测量工具（仪器）。在使用测量工具时，首先应该了解测量工具的测量内容、单位、范围以及最小刻度。

教师应不厌其烦地在每次使用工具时，让学生识别测量工具。例如每使用一次刻度尺，就要求学生说一遍他的测量内容、单位、测量范围、最小刻度。在测量过程中，正确地、规范地使用测量工具，也是教师重点训练的内容，也应使之自动化。实验中如实地记录原始数据，完成实验后写出具体的实事求是的实验报告，表扬老实的学生，批评弄虚作假的学生，并注意引导学生分析实验的结果，解释实验过程中的一些偶然现象，提高学生手脑并用的能力。养成自觉动手实验并观察实验的习惯。

②启发学生积极思维，培养学生力求理解而不死记硬背的习惯

物理学是研究各种物理现象，物理规律的科学，学习物理的过程就是一个理解过程。因而理解是学好物理的关键。教学过程中，每到一个关键的时候，都要及时提醒学生如何做到重在理解。学习新概念时，首先要帮助学生了解它的来龙去脉，即了解为什么要引入这个概念，然后再学习这个概念的定义及其它有关内容。引导学生把主要精力放在概念的归纳过程上。在讲力的概念时，可先带领学生举出生活中施力的实例：马拉车、起重机提重物、磁铁吸引铁钉、鸡蛋磕碗……然后总结：“拉、提、吸引、磕……”是“作用”；起重机、磁铁、鸡蛋、重物、铁钉、碗……都是“物体”；进而归纳出初中物理的“力的定义”。如果先给出力的定义，再举出实例就失去了训练学生归纳思维习惯的作用了。

学习物理规律时，既要使学生弄清规律的内容，适用条件，还要使学生参与这个规律得来的分析概括过程。如学习电磁感应时，适当改进实验方法，引导学生观察“不闭合”、“不切割”和分析“全部导体”等三种情况，

分别有无感生电流产生，使学生加深对电磁感应现象的了解和三点必要条件的理解，记忆起来也容易多了。谁？闭合电路的一部分导体；怎么了？切割磁力线；必然后果？产生电流。

在引导学生用物理知识解决实际问题时，切忌死搬硬套公式，要在启发学生认真分析题意和条件的基础上，理解所要用到的物理概念、规律及公式的含义和适用范围，逐步掌握解决物理问题的正确思路 and 技巧。总之，要千方百计创造条件，让学生在思考中学习，通过积极的思维去理解和掌握物理基础知识，养成力求理解的习惯。

③重视理论联系实际，培养学生应用所学知识来解释周围物理现象和解决简单问题的习惯。

物理学理论起源于生活和生产实际，是人们在劳动中对自然现象进行长期的研究，逐步形成的一门系统的自然科学。因而日常生活和生产实际中包含着丰富的物理现象和物理原理。在物理教学中，要重视理论和实际的联系，引导学生经常注意观察身边发生的物理现象，养成深究各种现象中运动变化的道理。多产生疑问的习惯，培养学生应用所学知识解释身边常见的物理现象。如学习了惯性知识以后，要求学生尽量多地举出惯性实例，并分析说明其原因，不仅有助于学生加深对惯性知识的理解，而且有助于学生逐步养成能自觉应用物理知识解释周围物理现象的习惯；

在学生掌握了一定的物理知识的基础上，要有目的地引导学生用物理知识去解决简单的实际问题。如布置学生运用所学的安全用电常识回家检查一下家庭照明电路中的保险丝是否符合要求，并分析说明如果不符合要

求会带来怎样的后果。通过经常性的训练，使学生逐步养成学习了某些知识以后，就会自动地寻找它的实际应用的习惯。

指导学生阅读教材和课外读物，养成学生良好的读书、自学的习惯

教材是教师设计教学表演、组织教学活动的“原著”。不少教师忽视教材的作用，在教学过程中自觉不自觉地让学生把教材搁置一边，使学生逐步养成了“信老师说、跟老师练”的被动学习的习惯，抑制了思维的发展和自学能力的提高。因此教师要重视指导学生对教材的阅读。

学生怎样阅读才能收到好的效果？基本方法是：

通读：新课前，要求学生预习，通读新课的内容，大致了解知识的结构和要点。与学过的知识对比，找出新内容、新概念、新规律。疑难之处作出记号。

细读：要求具体地将现象和概念、规律等联系起来，细致地逐句阅读，弄清其内涵和外延，明确逻辑联系，对抽象难理解处反复多读、多思，并同相关的旧知识联系对比，抓住实质识记，以了解知识的脉络。

精读：做到弄清重点字句，懂得术语涵义，能把来源于现象的概念、规律活化，达到见“物”能明其“理”，知“理”能联系“物”，能灵活地将物理知识运用于解决实际问题。

通读一般在课前进行；细读一般是在老师提出了一些具有“思考味”的习题或问题，激起学生的困惑心态，引发自觉阅读教材的兴趣，并在阅读过程中进行思维碰撞，消除部分困惑，为课堂教学任务的顺利完成奠定基础；精读则是在讲授完一部分知识后，都应该让学生回头阅读教材，巩固新知识，并找出相关知识点之间的联

系和区别，使学生通过自学逐步提高分析概括能力。物理课本上配合文字叙述绘制了大量的插图，每幅插图都有其自身的物理意义。初中学生往往把它们当作卡通画来欣赏，而忽略了图所包含的物理意义。在指导阅读过程中，应训练学生看图，让他们说明图中的具体的物理含义。

为了丰富学生的知识，拓宽学生的知识视野，应鼓励学生多阅读有益的课外书籍，特别是一些集趣味性、通俗性、知识性于一体的科学技术普及读物，使学生在好奇心的驱使下，在轻松愉快的心理氛围中，接受到新的知识，并经过长期的训练，养成良好的阅读习惯，提高通过阅读发现问题解决问题的能力。

（2）高中物理学习习惯的培养

①高中学生学习物理习惯的现状

在高中物理教学过程中，除了原有知识能力基础之外，还以学生的原有的学习习惯作为教学的基础，发展学生的能力为条件。由于高中教材要求与初中相比有所提高，对学生的学习习惯的要求也相应提高，了解学生学习习惯的现状对今后高中物理教学中有的放矢的培养习惯不无补益。

高一学生学习习惯的大致现状是：第一：有上课认真的“接受”知识的习惯，这里多数是女生，这种学生上课听的专心，想的不够，尤其是当教师提问某一位同学时，相当一部分人就等着老师给正确答案，而不是积极地去想这个问题的正确结论是什么。第二，由于初中物理内容数量较少，要求不高，因此解答物理问题时只需对号入座即可解决，分析问题往往不按照一定的程序去想，形成死记结论，死套公式的解题习惯。第三，自

觉读书的学习习惯仍需要培养。读书时，很少仔细阅读书中插图。由于年龄特征初中生的实验兴趣还是集中在好玩、热闹、实验报告也只是填个表之类的现成的框框。学生总的感觉是物理是一门好玩的课，没有想到高中物理会要求如此的高，原有的学习习惯已经不能适应高中的物理学习。

高中、初中物理学习习惯要求上最大的区别在积极思维习惯上。积极思维的习惯养成了，其它的习惯就好培养了，如抽象思维的能力培养，首先需要的是学生肯于动脑筋，按照教师指引的思路想下去，才能够按科学的认识规律来学习物理知识。

高中物理学习习惯的培养首先还应强调思想教育的作用，从明确学习物理的动机入手，激发学生学习物理的兴趣，使学生产生学习物理的需要。在教学过程中，锻炼学生的意志，使学生从不自觉地形成学习习惯转变为自觉地、有意地、主动地培养自己良好的学习物理的习惯，培养自我完善自我提高的意识。

其次，教师应发挥主导作用，不断改进教学方法，例如采用启发综合教学，加强实验，体现以学生为主体的原则，增加学生在课堂上独立活动量。

具体做法：

①积极思维习惯的培养

鼓励和号召学生“超前”思维，即每当老师在课上提出问题时，要求学生马上想，争取在老师讲解之前提出自己的想法，再和老师的讲解对比。对了，对在什么地方；错了，是怎么错的。学习的过程首先是模仿别人的过程，高中物理的学习已经从简单的动作模仿上升为思维方法的模仿。由于学生还比较幼稚所以在他们还不

熟悉用内部语言进行思考问题的初期，教给具体的解题步骤，并要求他们执行，而且不断督促检查，使学生服从，逐渐被同化。

学生的做题规范化要求，也是养成良好的思维习惯的具体步骤，用这些外显的操作步骤可以帮助学生内部思维的条理化。例如，高一力学中，对学生的作业要求必须写项目有：研究对象、受力分析、受力图、运动情况分析、画草图。找出物体所对应的运动规律，然后才能列式解题。

形成积极思维的习惯，关键在课堂教学上想方设法让学生多活动，使学生一上课就紧张起来，问题一个接一个，引导学生思考、讨论、解答。每当一个问题讲完之后要给学生一两分钟回味、思考的时间，充分发挥课上 45 分钟的作用。

②良好的解题习惯的培养

审题的过程就是将一个具体的物理现象抽象成一个或几个物理模型的过程，为下一步解题作准备。高中的习题比初中复杂得多，光靠读题就列式计算往往会出错。良好的审题习惯可以帮助学生少犯错误。所以要求学生读题时，一要划出关键词来，二要画草图，凡是可以画的必须画，草图上要标明题中已知的物理量。复杂的题，有几个过程就要画几幅草图。教师在课上讲例题时画在黑板的草图应是学生笔记的重要内容。批改家庭作业时草图是重要的检查内容，无草图的作业应该补上。从高一开始坚持要求一学期，90%的学生可以自觉地画草图了。

题海战术不可取，题不在多在精，在真正地让学生“吃透”知识和运用知识的方法。中学生正处在青春发

育的时期，有较强的独立自主意识。但他们毕竟还年轻，意识不到改错的重要性，他们以为下不为例就行了。殊不知，没有改错的过程，就不可能从根本上消除再次出错的可能。教师抓住培养学生改错的好习惯，可使学生终生受益。每次批改作业凡有错误者，一律扣分，改完错题后再加回所扣的分，平时成绩计入总成绩。大的测验过后，一般要做查漏补缺的工作，教给学生改错的具体程序，找出错误原因。

在教给学生学会改错的过程中，凡是期中或平时大测验改错之后，要求学生拿着卷子到教师面前自我陈述一番，经过师生对话找到问题的症结及补救措施，这对于一些“死用功”的学生比较有效。

③良好的实验操作习惯的培养

一些高中生平时的实验中或不认真，或不能按操作步骤操作，到了关键时刻就经不起考验。以1993年在高考第四题（实验题）为例，这道题的正确操作习惯是在根据原理图画出草图之后，先辨清各器材的特征（电压表、电流表的正负接线柱、电池的正负极、滑动变阻器的各接线柱的位置）再接电路图，从电源的正极出发依次连接电路。阅卷中发现确有许多人连电池的正负极都弄不清就连接电路，将电源的正负极接反，甚至有人把导线接在了滑动变阻器的支架的脚上。所以，高中物理的学生分组实验时要给学生讲清按步就班操作的重要性，同学自律，教师督促。

三、培养学生学习习惯时应注意的问题

（一）教师的榜样作用

在培养学生良好的学习习惯的过程中，应当特别强调教师的榜样作用。榜样作用的心理基础是模仿。所谓

模仿就是人们自觉不自觉地仿照一定的榜样产生带有情绪色彩的相应的动作和行为的过程。“榜样是无声的命令”。榜样是分层次的，初中阶段应多在行为操作方面作出表率，高中阶段应多在思维上下工夫。举例而言，为了帮助学生建立正确的解题的思维习惯，要求学生画草图、图象等手段建立物理过程模型，并找出各个过程之间的衔接点，教师就要在课上、课下、批改作业时都应带头按规范的操作步骤要求自己，只有这样长期耳濡目染，在潜移默化中使学生形成良好的学习习惯。

（二）习惯应尽早培养

习惯的培养说到底是大脑皮层条件反射的建立和巩固的过程，在这个过程中受到了各种各样因素的干扰。学生在学习物理的初期，由于他们的学习的内容还较简单，其它学科的学习难度也不太大，此时在教师的积极引导下，采用一些强化的手段，在学生的头脑中形成一些正确的学习物理的习惯，使他们从踏进物理学大门之初就有一个比较好的开端。否则学生将会不自觉地把学习其它学科的一些习惯迁移到物理学习中来，一旦形成的固定的思维习惯和表达方式，往往会对后来的物理学习，特别是高中的物理学习带来许多很难克服的障碍。所以在物理教学的起始年级教师应下大力气培养学生掌握正确的学习方法和思维习惯。

（三）各种习惯的培养应综合实施

学生在学习物理过程中的困难，总是表现在某一个方面的问题，但深入分析其成因往往是由于多种学习习惯不良的综合反映。如学生不会求解某一道物理习题，则可能是由于学生没有养成将所述内容想象成相应的物理过程的习惯，也可能是由于学生没有养成良好的思考

习惯、按部就班地分析及表达的习惯等。因此对于学生学习习惯的培养，要通盘考虑，综合培养，实施全面发展的战略。

学习习惯只是学习过程中一个因素，学生学习物理的习惯，也只是物理教学任务中的一个方面，它是为全面提高学生素质的一个环节。在具体的教育活动中应该统筹考虑把它放在适当的位置，即不夸大习惯的作用，也要重视它的作用。

激发、提高学生的兴趣

兴趣是人们积极探究某种事物或从事某种活动的意志倾向，是人们认识事物所需要的情绪表现，是动机中最积极最活跃的成分。

学习兴趣是和情感相联系的，它是学生学习活动中最现实、最积极的心理成分，是学习动机的重要组成部分，是推动学生努力学习的强大动力。学习兴趣直接影响学生的认识过程和意志过程，有学习兴趣的学生常常具有刻苦学习的精神，能积极主动、心情愉快地学习，不知疲倦，甚至废寝忘食，乐于吃苦，以苦为乐；有学习兴趣的学生具有探求知识的热情。因此，教师在整个教学过程中，要不断激发学生乐于获得知识、技能和不断探索、发现客观规律的宝贵的心理因素。

一、学生学习物理兴趣的发展水平及其在学习中的作用

（一）学生学习物理兴趣的发展水平

（1）直接兴趣，亦即直觉兴趣。是学生对丰富多彩的物理现象的自发兴趣。这种兴趣源于好奇心，是学生对

新鲜、生动、不平常的自然现象的一种自发的兴趣，由于这种兴趣易于得到满足，因而它是不稳定和不持久的。初二年级的学生易于产生这类兴趣。

(2)操作兴趣，是学生通过亲自动手操作获得物理现象，观察物理过程的兴趣。有这种兴趣的学生不满足于观察物理现象，较前一层次有所提高。他们不仅要通过自己动手对实验施加影响，而且开始注意到物理现象和条件的变化，这种兴趣开始成为学生学习物理的动因。但并未达到探究实质和规律的层次，仍属于对事物外部的感性兴趣，因此稳定性仍然较差。

(3)因果兴趣，是学生对探究物理现象的发生和变化的原因与结果的兴趣。这种兴趣是在前一层次水平基础上的发展，有这种兴趣的学生不仅要了解如何引起和改变某种物理现象，而且要探究其中的原因。这时，学生的注意力已经转向物理现象的规律方面。他们开始认识物理学的知识和学习方法的特点，开始具备并逐步提高学习物理的能力。这种兴趣已上升到对事物内部的理性兴趣阶段，它不仅成为学生学习物理学的动力，而且也成为促进学生智能发展的重要因素。

(4)理论兴趣，是把具体的因果认识上升为理论结构，并运用该理论结构中的概念和规律解决物理问题的兴趣。对有这种兴趣的学生思维活跃，热衷于讨论、归纳、分析和争辩等思维活动，甚至会亲自进行一些创造性实验和观察活动。他们具有丰富的想象力和创造精神，达到了较高的智能水平，所学的知识系统化、概括化，能灵活运用物理知识解决实际问题。他们有浓厚的稳定的物理学习兴趣。

前两个层次的兴趣基本属于对事物外部感性兴趣阶

段，后两个层次的兴趣是对事物内部理性兴趣阶段。

初中阶段是学生思维发展的转折期，即开始由经验型思维向理论型思维发展（由形象思维向抽象思维发展），正处于逻辑思维的起点上。一般而言，初中生初学物理时教师要重视感性兴趣的培养。这不仅仅因为感性兴趣更适合初中生的生理和认知心理的特征，易于激发，而且因为感性兴趣是理性兴趣的发展基础。感性兴趣不仅能大大地增加信息量，丰富学生的感性知识，而且有利于培养学生的观察能力、动手实验能力。缺乏感性兴趣而直接产生的理性兴趣，因缺乏具体形象的支持而成为不稳定的兴趣，很容易在遇到困难时对学习物理丧失兴趣。

（二）学习兴趣在学习中的作用

（1）对未来活动的准备作用。学生时代的兴趣，往往对其将来的事业有重大价值。如达尔文由于从小就对花草及动物等有浓厚的兴趣，终于发展成为生物学家。爱因斯坦儿童时代面对父亲给他买的指南针，兴奋得坐立不安，感到站在一个令人着迷的世界面前。许多著名科学家在回忆中、小学生活时，都谈到了他们的启蒙老师如何引起了他们对某门学科的兴趣，把他们带到科学的未来世界，从而对一生的事业起着决定性的作用。

（2）对正在进行的活动的推动作用。一个学生对他所学的东西感兴趣，学起来就会精神愉快，不知疲倦，越学越爱学。如果没兴趣就会感到是一种负担，甚至产生厌烦情绪。

（3）对活动的创造性态度的促进作用。对任何活动的创造性态度都和兴趣分不开。学生对某一课程有兴趣，他的学习成绩就能稳步提高，甚至突飞猛进，超过老师

的预料。所以，爱因斯坦说：“我认为对一切来说，只有热爱才是最好的老师，他远远超过责任感。”美籍华裔物理学家杨振宁说：“成功的真正秘诀是兴趣。”日本教育家木村久一说：“天才就是强烈的兴趣和顽强的入迷。”

二、怎样激发学生学习物理的兴趣

（一）充分发挥教师的主导作用

（1）学生是学习的主体，调动了学生的主动性、积极性，物理学习才可能顺利地进行下去。

教师在激发学生的学习兴趣的过程中，必须以正确的教育、思想做指导，认识到学生是有极大主观能动性的人，而不是被动接受知识的容器。激发学生的学习兴趣要同开发他们的智力，培养他们的自学能力、科学思维能力和其它各方面的非智力因素联系在一起。

（2）根据学生兴趣发展的水平和心理发展的特点以及物理教学内容的需要选择合适的兴趣激发点。

只有恰当地把握激发点，才能取得激发兴趣的事半功倍的效果。

（二）重视起始课的作用

近几年来，教师们都十分重视序言课的教学，学生对新课程的开始都会产生新鲜、好奇，这正是诱发学生兴趣的积极因素，教师要紧紧地抓住这个时机，点燃兴趣的火花。教学中教师用生动的语言、形象的描述、精彩的演示，把学生带入物理王国的大门，把学生的思维引到一个新的境地，使学生对学习物理产生一种跃跃欲试的冲动，打下一个良好的心理基础。

初二序言课上，可选用精彩、新奇、不寻常的演示实验引发学习物理的兴趣。例如安排打蛋入水、筷子提米、复沸、鱼游沸水、小喷泉、复杯、马德堡半球、三

棱镜分解白光、验电羽、通电导线在磁场中受力等趣味性实验。这些生动有趣的实验，能够吸引学生，在惊奇中唤起学生的疑问，进而激发学生的求知欲，使他们产生急于要学习的愿望，也使学生一开始就感受到物理现象生动有趣，物理世界绚丽多姿，从而引发了学习兴趣。在向学生介绍各种物理现象时，可向学生提出一些问题，如：月亮在天空为什么不会掉下来？舞台上喷出的白烟是什么？打开收音机、电视机为什么能听到声音、看到图象？声音和图象是怎么传过来的？雨后天空为什么能出现彩虹……所提出的问题一般都是接近学生生活，基本道理都能说清，但学生却不一定都能答出来。通过后发诱导，使之得到解答，使学生感到物理有趣味，易懂、好学。学生得到满足，增强了学习信心，感到物理内容丰富多彩，需要不断探索、获取。最后让学生参观物理仪器设备，让学生了解物理学是一门实践性很强的学科。有条件还可以看神奇的物理世界等教学录像片，或者在课后组织学生参观中国科技馆等活动。引发学习兴趣。

在高一的序言课上，除对学生进行学习高中物理的基本思维方法教育外，教师要引导学生从感性兴趣向理性兴趣过渡。一般是通过对问题的分析、交流、争论引发学生强烈的表现欲望。提出的问题常是与之原有概念发生矛盾的，或是学生一时想不到的。例如高一的序言课，可让学生对图 43 所示的情景讨论拉力 F 大小等于物重的一半吗？拉力等于物重的一半的条件是什么呢？这样的问题与学生初中所学的“动滑轮可省一半力”发生尖锐的冲突，强烈地激发着学生进一步探求未知的欲望。

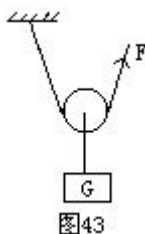


图43

（三）加强实验，提高兴趣

（1）分解实验，突出观察重点教会学生观察，提高观察兴趣。如在演示阿基米德定律实验时，把物体排开的水分三次倒入“阿基米德水筒”内。先倒入一半水，让学生观察弹簧秤指针位置；再倒入一些水（只留一点儿未倒入），观察弹簧秤指针位置，此时学生观察到指针只差一点指到原来位置时，急切地等待倒入最后一点水；当老师倒完排开的水时，指针回到了原来位置，学生在浓厚的兴趣中注意力十分集中地学会了对这一现象的观察，培养了学生观察实验的兴趣。

（2）做好演示实验，改进和增加演示实验。物理学是一门以实验为基础的自然科学。而学生对实验特别喜欢，实验特有的吸引力能使学生全神贯注，利用实验把抽象复杂的物理概念生动地展现在学生面前。实验是激发学生兴趣的重要手段。

对课本上要求的演示实验，一定要认真做好，一定防止用黑板上讲“实验”的做法代替演示实验。此外，教师根据教材的要求和特点，自制教具，增加一些演示实验，更能激发学生的兴趣。如：在讲到固体热膨胀时，设计图 44 所示的装置：在一根铁棒两端各穿一小泥人，用细线悬吊中间位置，使棒平衡，给半段铁棒加热，过一会儿这端的泥人下沉了，实验现象明显，学生感兴趣，争着用热膨胀和杠杆的知识解释现象。学生在愉快的情

绪下学到了知识。又如：在讲到潜水艇时，用针筒和大试管模拟潜水艇的浮沉；在讲到液压机原理时，用大、小针筒做一台液压机，演示效果直观；在讲到电动机时，同铁皮和漆色线做一台小电动机模型演示，学生兴趣特别高；在复习电功率时，制作串联、并联的白炽灯示教板，接在照明电路中，观察亮度，进一步加深了学生的感性认识，激发了学生的因果兴趣。

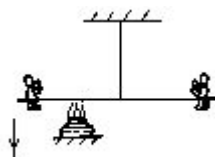


图44

(3)增加学生分组实验，提高学生操作兴趣。努力克服器材不足的困难，把演示实验改为学生分组实验，提高学生的实验能力和动手操作兴趣。在讲牛顿第一运动定律时，动员学生自备玩具小汽车，采用并进式教学方式，在教师指导下人人动手、动眼、动口、动脑，以生动活泼的教学方式代替视听式教学，学生学习兴趣高涨、强烈、持久。在“特殊测量”的教学中也可采用这种方式。

(4)增加课堂即席实验。即利用身边唾手可得的实验“器材”做简单易行的实验，增加学生的感知，提高兴趣。讲到惯性时，让学生抽去压在铅笔盒下的纸条；讲到压强时，让学生用拇指、食指捏短铅笔的两端；讲到做功使物体内能增加时，让学生搓搓双手；讲到摩擦起电时，让学生用塑料笔杆摩擦头发……能收到演示实验达不到的效果。通过学生的参与，提高了兴趣。

(四) 创设问题情境，深化学习兴趣

当学生已有的知识和要讲授的新知识之间有一定差

距时，教师在教学中精心设计一定的环境，使学生面临一个迫切需要解决的问题，引起学生新旧概念的冲突，从而感到原有知识的不足，造成认知的不协调，激发起学生的疑惑、惊奇、诧异的情感，进而产生一种积极探究的愿望，深化学习兴趣，促进积极思维。例如：牛顿第一运动定律是较抽象的物理规律。教师边演示边提出两个相互矛盾的观点：把小车轮子朝上放在桌面上用手推小车使其运动，停止用力时，小车就静止。按照人们的生活经验得出“力是使物体运动的原因；”把小车翻过来，轮子朝下，向前一推，手离开了小车，小车还能继续向前运动。又得出“物体运动不需要力维持”，“力不是使物体运动的原因”。至此，引起了学生认知的矛盾冲突，创设了问题的情境，唤起学生强烈的求知欲，以高度集中的注意力去探究下面提出的问题。又如，用弹簧秤和量筒测物体受到的浮力实验。把铝块悬吊在弹簧秤下读出弹簧秤读数；将铝块浸没在水中，读出弹簧秤读数，铝块受到浮力是两次读数之差。同样，将铝块的一部分浸入水中，也可测出铝块受到的浮力。如果改用木块做实验，学生会发现，木块浮在水面上，弹簧秤读数为零。能不能想办法也能测出木块所受的浮力呢？

（五）点拨思维，发展兴趣

学生的兴趣，在遇到挫折而得不到解决时，会引起学习兴趣的波动。在解题过程中，学生往往因为对概念理解不深，或因“想不到”，或因“想错了”，而遇到挫折。也有时因思维习惯不好而造成失败。教师对学生思维的点拨可以帮助学生解决困难进而发展学习兴趣，培养良好的习惯。如将物体放在凸透镜一倍焦距以内，当透镜向物体移动时，所成像的大小怎样变化？不少学生

因不得要领而答错了。教师适时地点拨：“画画光路图。”“唔！解光学题要有做光路图的习惯。”通过做图得出了正确判断。在力学中一道判断题：如图 45 所示一个半圆槽固定在水平面上，一物体从高 h 处自由落下，恰从槽的边缘 B 切入圆槽，如图。物体从槽的另一端飞出时，可竖直上升到 $h/2$ 处。当物体再次落回圆槽后判断：A. 恰好到达 B 点 B. 不能达到 B 点 C. 从 B 点向上飞出。那种情况正确。当学生不知该怎么判断时。教师问：小球机械能减少是什么力做功？（摩擦力）摩擦力大小与什么因素有关？槽对球的压力和谁有关？向心力和球做圆周运动的速率什么关系？教师的点拨会使他的理性兴趣得到发展。

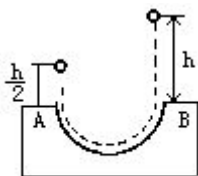


图45

（六）循循善诱，保护兴趣

学生的兴趣被激发以后，也容易消失或转移。学生的兴趣与他们的学习成绩有紧密的联系，学生对学习成绩十分敏感，对学习兴趣的影响很明显。教师对于学生问题的回答、作业的完成，考试的成绩，都应公正的给与评价，多鼓励、表扬，少批评、指责。教师要深入了解他们学习中的问题和困难，给以必要的辅导、答疑，力求有问必答、随问随导，帮助他们克服困难，增强信心，让他们多体会“会学”的乐趣，从而保护和强化学习兴趣。

（七）学用结合，兴趣升华，发展动机

一些重要的物理规律都是从生活中的物理现象出

发，以观察实验的基础得出的；反过来这些规律在生产、生活中又有着广泛的应用。教师要引导学生联系实际，学用结合，用物理知识解释物理现象，解决实际问题，使学生感到学有所得，学有所用。如学习了“惯性应用”后，引导学生分析为什么车子没停稳之前不要往下跳；学习了“密度的应用”后，引导学生用测密度的方法鉴别金戒指的真伪；学习“连通器”以后，引导学生分析卫生间排水管弯曲部分防止臭气倒流的道理；学习了“电功率、电功”以后，启发学生应用白炽灯已知的电功率和耗电时间粗略测定电度表“走”得是否准……。教师在相关的物理教学内容中介绍物理知识在生产实践、现实生活和科学研究中的应用，介绍在现代科学技术尖端领域中，我国的科技成果。如我国是原子弹和氢弹试爆成功和用自己的火箭发射卫星成功的国家；我国已经掌握了卫星回收技术、“一箭多星”技术；秦山核电站并网发电、大亚湾核电站一号机组并网发电，开创了我国应用核能的新纪元；“澳星”Ⅰ、“澳星”Ⅱ的成功发射标志着我国航天技术已步入国际市场……。教师在相应的教学内容中实事求是地介绍科技成就、重要资料、国外的评论等，以增强学生的民族自豪感和爱科学、学科学、用科学的自信心，从而达到兴趣升华，发展成学习动机，激发他们为祖国四化建设而刻苦学习的志趣。

三、激发学习兴趣应注意的问题

1. 物理教师对物理知识和物理教学的兴趣对学生有强烈的感染作用。学生在听课中感受到教师对科学的浓厚兴趣，就会激发起他们对科学的求知欲。正如赞可夫所说：“如果教师本身就燃烧着对知识的渴望，学生就会迷恋于获取知识。”也如陶行知先生所言：“要想学生学

好，必须先生学好，惟有学而不厌的先生才能教出学而不厌的学生。”课堂上教师全身心地投入，用生动、简练的语言、严密的逻辑推理，将自己对物理学科热爱的激情融于每一节课，以自己的良好的精神状态和生动趣味的教学内容，潜移默化地感染学生。兴趣总是具有一定倾向性的，学生会由于对他们的物理教师的钦佩而对物理学产生兴趣。因此教师在激发学生兴趣时不可忽视“身教”的重要作用。

2. 激发学生兴趣要杜绝华而不实、哗众取宠和喧宾夺主的作法。不要为迎合学生的心理为兴趣而“激发”兴趣，激发学习兴趣的过程虽然有生动、活泼，甚至是热烈的气氛，但也是认真、严肃、科学的教学活动。不恰当的做法有时会失去科学性，有时反而会分散学生的注意力，防止为强化了某一方面兴趣而淡化了对主要知识的兴趣。

3. 除在课堂教学上激发学生学习兴趣外，教师要充分把握和利用课外的活动和机会激发学习兴趣。如适时地开展物理知识竞赛，组织课外活动小组，开展小制作、小实验、小发明活动，开主题班会、观看科技电影、录像片，组织科普讲座和参观科技展览等活动。

如何启发学生的积极思维

从我国中学教学的实际出发，认真总结建国以来行之有效的教学经验，使之进一步充实和发展，这对于当前教学方法的改革是很有意义的。对启发式教学的研究就是其中的一个重要课题，也是中学物理教师应该具备的一项教学基本功。

一、对启发式教学的理解

什么是启发式教学？有人认为启发就要有师生的共同活动，而学生在课堂教学中的活动就是回答教师的问题。这样一来启发式就变为问答式了，似乎有问答就是启发，没有问答就没有启发。在一些评议课上，常有人以课堂上学生回答问题的人数和次数的多少来判断启发的好坏，这就很容易使启发式教学流于形式。启发式教学的根本目的在于要启发学生的积极思维，不仅要他们“在思维”，还要他们“会思维”。学生回答问题，有时是积极思维的表现，有时也不一定是积极思维的表现，因此启发式教学并不是一种教学形式而是一种教学原则和教学思想。凡是能调动学生积极思维来完成认识上两个飞跃的各种教学活动和措施都是启发式教学。它没有一个固定不变的模式，很多具体做法有待于我们在教学实践中去创造和总结。

在贯彻启发式教学中，遇到的一个最大障碍是学生“启而不发”。这里面的原因很多，但是直接原因还是教师的要求和讲授的内容脱离了学生的实际。因此搞好启发式教学的关键是一定要从学生的实际出发，坚持“让学生跳一跳够得到”的原则。学生只有估计自己能够得到时才会努力的去跳，标准太高时他根本不会跳。标准太低当然也不可能使学生进入积极思维状态。一所重点学校的一位很有经验的老教师，在讲完单摆以后，提出了这样一个问题让学生思考：当单摆摆角不大时，什么力构成使单摆做简谐振动的恢复力呢？（图#0;46）有的学生说是重力 mg 与绳子的张力 T 的合力，也有的学生说是重力 mg 的分力，各持己见。于是又有学生说：两种意见只是说法上的不同，前者是从合成角度说的，后者

是从分解角度说的，而合成与分解只不过是方法问题，实质是一样的。教师又问：“既然二者实质一样，那么合成的合力与分解的分力都应该具有简谐力的特征，是吗？”这样的启发使课堂上的形势发生了变化，很多学生通过分析转而支持“是重力分力”的正确观点。课堂气氛很活跃，充分调动了学生的积极思维。而有一位来自普通学校的青年教师在听课以后，第二天上课时也按老教师的教法同样提出了这个问题，结果全班没有一个人做出回答，不少学生都说不知道老师问的什么意思，最后只好由教师讲解，而大部分学生还说听不明白，于是这位青年教师更加认为启发式能否很好贯彻的关键还是在学生。其实，这节课之所以启发的不好，根本原因既不是因为问题没有启发性，也不能说学生毫无积极性，而是这节课没有从学生的实际出发，所提问题脱离了学生的兴趣和知识水平的实际。

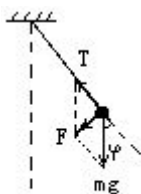
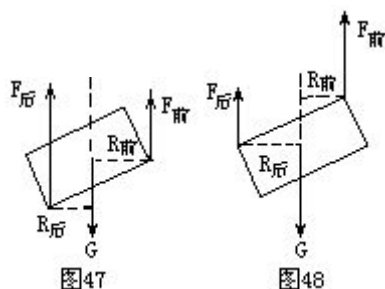


图46

在另一所学生水平也不高的普通中学，一位有经验的教师在“物体平衡”的复习课上，复习了一般物体的平衡条件以后，提出了这样一个问题让学生思考：两个人搬一筐重物上楼，是前面的人省力还是后面人省力？由于问题是从实际中提出来的，学生又有生活感受，就引起了他们的兴趣。多数人都说前面的人省力，可没有人能答出理由。教师又启发学生：两人抬筐的合力最少要等于多力？筐必须要保持什么状态？于是有的学生回

答出来了。教师接着画了一个图（图 47），再让大家考虑为什么 $F_{\text{后}}$ 一定大于 $F_{\text{前}}$ 呢？这时几乎全班同学都进入了积极思维状态，经过几番周折最后终于有人分析出后面的力一定大于前面的力。教师接着又问有没有后面的人比前面人省力的情况呢？多数人都说不能，但由于学生有了思考的线索，就有人想到了若提筐的上边，则后面人的力臂变大，他将比前面的人省力（图 48）。这堂课上得很活跃，达到了启发的目的，它使同学们感到即使不上大学，物理学在生活中也是很有用处的。由此可见，从实际出发进行启发式教学实在太重要了。



二、启发什么

启发什么？对于中学物理来说，我觉得要着重在以下几方面启发学生。

（一）启发学生热爱物理、努力学习物理的积极性

这对于初中物理教学尤为重要。比如讲大气压之前就可以给学生做这样一个实验，把一把小学生用的木尺放在桌边并伸出一部分，用重物压住桌上尺子的一端，用力打尺子的另一端，可把尺子打断。如果不用重物而用一张纸压住桌子上的尺子，用手反复把它压平，猛力打尺子另一端，仍可把尺子打断。这个结果是学生万万没有想到的，必然能引起他们的兴趣和思考，讲过大气压强，他们会感到豁然开朗。讲完阿基米德定律以后，

可以让学生思考这样一个问题：在一个不大的湖里，浮着一只载人和石头的船，当把船上的石头全部投入湖底以后，湖中水面的高度会有怎样的变化？不少学生会认为水面将升高。但恰恰相反，结论是水面将降低。这样一些问题就会启发学生去不断的探索物理规律。

（二）启发学生去发现问题

思维的活动是从问题开始的，启发式教学的开始阶段往往是教师向学生提出问题引起思考，而后应逐步培养、引导学生善于自己向自己提出问题，多问些为什么，这样就有可能从对大自然和社会生活的观察中不断发现问题养成善于思维的好习惯。有了这样的基础，课堂教学中的积极思维活动就很容易调动和组织了。例如可以引导他们想：“呵气与吹气都是空气的流动，为什么呵气时感到热而吹气时却感到冷？”“坐在行进的汽车上看，为什么感到近处的电线杆向后跑，而远处的树却向前走呢？”

（三）启发学生运用物理概念与规律去分析问题

发现问题只是引起思考，目的还在于能正确的解决问题，因此还要启发学生学会思考。对于物理问题学生往往只凭生活经验和想当然做出判断，这是很不好的思维习惯，要逐步培养学生从物理概念与规律出发来分析物理现象得出正确结论。如讲过沸腾以后可问学生：一锅烧开的水里，放一杯冷水，不让开水进入，杯也不触及锅底，问经过一段时间的烧煮杯中的水能不能开？不少学生认为是可以烧开的。这种判断没有从沸腾的两个基本条件出发来加以分析，必然发生错误。

三、积极思维的标志

启发式教学的根本目的是要引起和培养学生的积极

思维，那么学生是否处于积极思维状态的标示是什么呢？一是看学生的注意力，学生是否聚精会神。二是看情绪，看学生是否对教师提出的问题积极争论勇于表态。三是看意志，看学生碰到各种困难和阻力时的表现，如果学生对较难的选作题都在认真地做，尽管错误很多，也说明学生已经处于较高度的积极思维状态了。

四、怎样启发

怎样启发思维，很难提出一个具体模式，但很多有经验的教师在实践中的一些做法可以做为我们的借鉴。

（一）用物理实验进行启发

物理学是以实验为基础的科学，进行物理实验既是学科本身的需要，也是进行物理教学的需要。通过实验可以把物理现象和过程充分展现在学生面前，很容易引起学生的兴趣，给他们提供思考的基础和依据，这在初中教学中更为重要。如讲热的传递时，可以给学生做个试管煮小鱼的实验，只见试管中的水已沸腾，但鱼还在游动，学生会对此感到奇怪，甚至怀疑，课下还要亲自做一做。但做的结果，鱼总是被煮死。一种情况是学生没有仔细观察教师的演示，直接用火烧试管底端，鱼当然被煮死；再一种情况是学生观察的比较仔细，看到了鱼是在管中的下部，他也学着教师去烧水的上半部，这样做果然成功了，于是就长时间的烧，让很多人看，结果鱼又死了。这样就不能不引起他们更深入的思考，从而对热的传递、热的良导体和不良导体等知识领会得更深刻。还可以给学生演示紧紧的缠在钢板尺上的纸烧不着的实验，都会很好地调动学生的积极思维。

（二）利用某些观念与概念的矛盾进行启发

所谓概念即是事物的本质特征、内在联系，是科学

可靠的。而在生活实践中，人们也会形成一些观念。所谓观念即是事物的表象特征、外部联系，是不一定可靠的。当用错误观念进行判断与运用概念进行判断发生矛盾的时候必然会引起深入的思考。如回答：桌上放一个上面小、下面大的棱台形薄玻璃容器（重量可忽略），当没放水时容器底部所受压力为零（不考虑大气压），当放入 5 千克水时容器底部受的压力又是多大呢？容器对桌面的压力又是多大呢？学生往往会从生活观念出发认为容器底部之所以受到压力是由于水造成的，那么水有多重压力就多大，因此受到的压力是 49 牛顿，自然桌面受的压力也是 49 牛顿。如果指出杯底受的压力大于 49 牛顿，而桌面受的压力等于 49 牛顿时，必须会使他进入积极的思维状态。

（三）由浅入深分步要求的进行启发

思维活跃是要有一个发展过程的，因此要一步步有计划的启发才能逐步达到积极思维的程度。如为了启发学生深入理解牛顿定律可提出这样一个问题：图 49 中物重 1000 牛顿，人的体重 700 牛顿，问当人的臂力为 400 牛顿时能否把重物拉起？一种意见认为不能，因为臂力小于物体的重量。而另一种意见认为可以，因为当人跳起来时可以借助体重使物体受的拉力大于 1000 牛顿。这时可以先问学生：此时人作用在绳上的力还是 700 牛顿吗？学生根据牛顿第三定律可以得出结论：不管怎样，绳上受的力是不会超过人的体重的。再引导学生考虑当人的臂力 F 足够大时能不能把物体拉起来？结论还是不能，否则人就要离开地面。那么能不能想办法让物体升起而人还不离开地面呢？学生就可能想到人向后退使绳与地面成一个角度，满足一定条件是可以实现的。

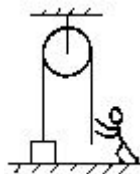


图49

（四）运用注意规律进行启发

根据心理学的研究注意有两种情况。一种是有意注意，一种是无意注意，而无意注意又可分为有益的无意注意和有害的无意注意。思维是建立在有意注意的基础上的。因此我们在启发思维时应该尽可能的将无意注意特别是有害的无意注意转化为有意注意。有位教师在讲振幅概念时做了这样一个演示，将一个大铅球用钢丝悬挂起来，把球拉开一个角度放在鼻尖前然后放开，让学生观察球的摆动，当球向教师头部摆回来时学生高喊“躲开”，但教师纹丝不动却安然无恙，球又摆回去了。这样就使学生对振幅有了很深的印象。

物理教学中启发学生思维的方法决不只是这些，以上举出的几种做法只是想说明在贯彻启发式教学过程中有广阔的天地，需要我们去认识，去开拓。

如何运用情感教学

联系中学物理的教学实际，讨论情感教学的内容和意义，情感教学的方法，以及情感教学中应注意的问题。

一、情感教学的内容和意义

（一）情感是中学物理教学中客观存在的要素

在中学物理教学过程中，物理教师对自己的工作是乐意还是厌倦，对学生是热情还是冷漠，这体现了物理教师对教学工作的情感；学生对物理课是感兴趣还是不

感兴趣，对物理教师是喜欢还是不喜欢，这体现了学生在学习过程中的情感。二者相互作用的结果，构成了物理教学过程（主要是课堂教学过程）的情感气氛。积极的情感气氛，指引和维持着师生的教学行为，排除教学过程中遇到的障碍，是高质量完成教学任务的必要保证。消极的情感气氛，干扰教学活动的进程，可以说，“情感”就像物理科学中的“场”一样存在每一节课的始终，影响着教学认识活动的进行，它是教学过程中客观存在的要素，也是我们不能不重视并研究的一个课题。

（二）情感教学的内容

人的情感是多种多样的，人的社会性情感主要有道德感、理智感和美感。

（1）道德感

物理教学中的道德感主要体现在对自己祖国的自豪感和尊严感，对学习、劳动的责任感、义务感，对同学的友谊感，对老师的尊敬感等。

（2）理智感

学生的理智感主要表现为对所学课程的兴趣、爱好和好奇心，并能体验到一种获得知识的乐趣。对物理学科的兴趣发展的高级阶段，便是学生具有自觉探求物理科学的真理，献身于人类的文明进步事业的志趣。

（3）美感

美感是对事物的美的体验。美的范畴，包括自然美、社会美、艺术美和科学美等。物理教学中的美感，主要是艺术美和科学美。艺术美体现在物理教师的语言、体态、操作技巧和板书、板画的运用以及教科书的设计等方面；物理知识美是科学美，它是一种内在的美，和谐（统一、相似、对称）、奇异、简洁是物理科学美的特征。

优秀的教学不仅是知识的传授、能力的培养，而且是情感的交流、艺术的享受。

着重讨论中学物理教学中的理智感和科学美感问题。它包含如何在中学物理教学中实施情感教育，以及如何利用情感因素搞好物理教学。这是一个问题的两个侧面，二者相互关联，在下文中不再分别独立论述。

(三) 情感教学的意义

(1)情感教育是中学物理教学的重要任务之一 1986年国家教委制定的《全日制中学物理教学大纲》明确规定了中学物理的教学目的，其中有这样一段话：“在教学中要注意培养学生学习物理的兴趣，要重视科学态度和科学方法的教育；要鼓励独立思考和创造精神；要结合物理教学进行辩证唯物主义和爱国主义教育。”

1988年国家教委颁布的《九年制义务教育全日制中学物理教学大纲》再次明确指出初中物理的教育目的共四条，其中后两条是：“(3)培养学生学习物理的兴趣，激发学生的求知欲望。”

“(4)结合物理教学对学生进行爱国主义和辩证唯物主义教育，培养实事求是的科学态度。”

由上可见，情感教育本身是中学物理教学的重要任务之一。(2)情感是学生学好物理知识的重要因素有的同志调查了参加第一至第四届全国中学生物理竞赛决赛的学生对九门学科的学习兴趣情况，其中居于前4位的是物理、数学、化学、外语，见表10所示。

表 10 决赛学生感兴趣的 4 门学科

届	取样人数	外语	数学	物理	化学
一	73	6	32	52	13
二	101	9	29	54	13
三	62	1	13	45	2
四	48	13	22	11	

参加全国物理决赛的学生中对物理感兴趣的人数最多,这一结果反映出兴趣(情感!)在学习中的重要作用。还有的同志对学生的物理学习兴趣进行了较广泛的调查与分析,统计结果表明,学生的物理成绩与兴趣呈高度正相关。兴趣是学习动机中最活跃的部分,它使人积极主动、心情愉快、全神贯注地学习,不以学习为负担,而以学习为享受,而人们在浓厚兴趣下所学得的一切常会掌握得迅速而又牢固。爱因斯坦把兴趣称为“最好的老师”,布鲁纳认为“按照理想,学习的最好刺激乃是对所学材料的兴趣……”其理由概源于此。

(3)情感是教师成功的关键因素

毫无疑问,教学过程要解决的主要矛盾是学生(认识主体)与教学内容(认识客体)之间的矛盾,即在教学过程中要把教材的知识结构转化为学生头脑中的认知结构,这需要教师的精心策划和学生的主动参与。学生的大脑既不是一个简单的容器,也不是一架单纯的信号接收机,学生和教师都是有感情的人。学生和教师之间讨论各个概念和各种问题,这种师生之间的关系需要相互信任,而信任就是一个感情问题。德国物理教育专家拿帝伽尔教授认为,“物理教师成功的关键,除了对专业内容的深刻领会,应用心理学的能力,还必须考虑情感作用是否在教学过程中被接受,以便形成良好的教学气

氛，适宜敞开思想，借助物理学来进行智力和道德的交流。”

在物理教学过程中，教师的理解、兴趣和喜爱，要导致学生的理解、兴趣和喜爱，即发生情感的共鸣与转移，这既是教学成功的关键，也是优质教学的重要标准。

二、情感教学的方法

（一）创设学习物理的情景，激发学生学习物理的情感

所谓情景是指由人的主观心理因素（认识、情感等）和客观环境因素（时间、空间、设备等）所构成的情与境的总和。每一个教育和教学过程都是在一定的情景中发生和发展的，一堂课的成败首先取决于学生听讲的情绪。为此，教学过程就必须创造出良好的情景，以激发学生的情感，这就要求教师把情景作为自觉设计的产物，而不仅仅是教学过程的自然伴随品。创造情景常用以下几种方法。

（1）用生动的小故事创设学习物理的情景

例如初中讲机械运动，可以先介绍第一次世界大战期间，一名法国飞行员在 2000 米高空抓到一颗德国子弹的故事，顺便提出启发性问题，“这名法国飞行员怎么会有这么大的本领呢？什么情况下我们也能抓住一颗飞行的子弹呢？”一方面激发学生的好奇心，同时也为讲述机械运动和参照物设下伏笔。

（2）用精彩的插图创设学习物理的情景

初二物理的序言课是中学物理的第一课。人民教育出版社出版的初中物理教科书第一册第 1 页上就有 4 幅插图，“什么力使苹果下落”，“为什么加热水才沸腾”，“平静的水面为什么产生倒影”，“难道真是雷公电母发

怒吗”。这4幅精彩的插图分别代表自然界中关于力的、热的、光的、电的现象，既表述了物理学的研究对象，同时又把学生的思维从狭小的课堂引向广阔的、光怪陆离的物理世界，学生由此在教师的引导下，踏上学习探索物理科学的道路。

（3）通过实验或问题创设学习物理的情景

物理学以观察实验为基础，精心设计的观察实验活动乃是课堂上创设学习物理情景的最有效的手段。如高中力学讲共点力的合成，学生对“ $1+1 \neq 2$ ”很难理解。不妨让二个学生拉一条中间挂有一块砖头的绳子，当二人用尽全力绳子也拉不直时，全班同学都笑了。就在这愉悦的笑声同学们明白了“ $1+1 \neq 2$ ”的道理，教师（或全班同学）再通过用弹簧秤做的定量实验，得出共点力合成的平行四边形法则。

（4）通过组织参观、讲座、科技制作、兴趣小组等课外活动创设学习物理的情景

课外活动可以不受教学大纲和教科书的限制，它有利于因材施教，发展特长，有利于开阔视野、发展智力，特别是发展学生的创造力。

（二）根据学生的心理特点，发展学生学习物理的情感

苏联教育家赞可夫指出，教学法一旦触及情绪和意志领域，触及学生的精神需要，这种教学法就能发挥高度有效的作用。掌握青少年心理发展的规律，针对不同学生的心理特点，采用不同的对策，就能取得情感教学的主动权。

初中学生的思维处于形象思维向抽象思维发展的转折期，他们的兴趣较广泛，也容易转移，他们的兴趣往

往限于直接兴趣的水平，具体到物理学科，即较多地具有直觉兴趣（新奇、好看）和操作兴趣；高中学生一般处于个性心理特征的基本定型期，高中学生比初中学生的兴趣更集中，直接兴趣与间接兴趣同时在起作用，其最大特点是，兴趣与目标开始有了联系，他们对物理学的兴趣因素中，关于因果关系的兴趣和概括认识的兴趣占有很大的比例。这是中学生的一般心理特点，但不同年级，不同性别，不同学业成绩的学生还具有不同的心理个性特点，教学中要有不同的措施。

(1)抓住新生心理特点组织教学

这里所说的新生指初中、高中阶段刚跨入新学年的学生。古人云“善始即功半”，教师要认真搞好新学年的起始教学，使之有个良好的开端。

刚升入初二的学生，他们对物理有一种自然的新鲜感。虽然他们知道汽车、飞机、电灯、电视等都与物理有关，但他们并不明确知道，物理学的研究内容和方法等基本问题。序言课的教学是教师引导学生系统地学习物理知识的第一步，因此，一开始就要引起学生极大的注意和浓厚的兴趣。初中物理教科书在序言课首先提出了三个问题：物理有趣吗？物理有用吗？学习物理要注意什么？

序言课教学正是围绕这三个问题进行的。

物理有趣吗？——很有趣，通过实验激发学生的直接兴趣；

物理有用吗？——大有用，介绍物理知识在日常生活、工农业生产和尖端科技中的应用，激发学生的间接兴趣；

学习物理要特别注意什么？——注意观察和实验，

要有实事求是的科学态度，并通过实际操作教给方法，激发学生的学习兴趣。

根据以往的经验，经过初二一年的学习，学生中会出现优、差两极分化的现象，一部分学生学习跟不上。因此，对刚升入初三的学生，要鼓起他们学习物理的信心。可以告诉他们，初三物理的学习内容和初二物理的学习内容相对独立，这有二方面的意义。其一，对初二物理成绩好的学生，意味着初二好初三不一定也好，要继续努力；对初二物理成绩差的学生，意味着胜负未卜，可以先争取把初三的内容学好，初二的以后再弥补。

高一新生往往是中考的优胜者，特别是在广大乡村，由初中升入高中的比例还不到三分之一。许多学生由乡、镇初中升入区、县级高中，情绪激动，精神振奋。但也有这样的思想情绪，认为初三升学考拼搏了一阵，高一离高三毕业还早，可以放松一下，再看看高中物理教科书，开始几节力、重力、弹力、摩擦力都是初中接触过、学习过的内容，因此容易产生松劲麻痹思想。而实际上，高、初中物理存在着较大的台阶，高中物理对抽象思维能力、数理结合能力、分析、解决物理问题的能力都有较高的要求，学生很容易滑坡。因此，教师可以将高、初中物理的台阶问题明确告诉学生，使他们在心理上有所准备，同时在教学中注意降低台阶，采用与初中较接近的教学方法，使学生有一个适应转化的过程，以保持良好的学习情绪。

年级越高，学生思维的批判性和独立性愈得到发展。由于长期的文化沉淀，学生愈有“成人感”，就愈约束自己“稳重点”，上课不爱举手发言，讨论问题不热烈，甚至点名回答也不愿张口。高年级学生对知识的系统性也

有更高的要求。因此，高中物理教学要注意揭示知识的内在联系，揭示中学物理中的哲理性和方法论，这将有助于激发学生的兴趣和思维训练。高年级上课可少用提问式启发，多用暗示式启发。高年级上课也可以形成热烈的讨论场面，但这对师生间的情感，教师的技巧提出了新的要求。

(2) 针对优生、差生的心理特点，调动他们学习物理的情感高一下学期，物理成绩会有明显的分化，一般说来，优等生和差生都是少数。优等生学习兴趣浓厚，求知欲旺盛，求异思维能力强，敢想、敢问、敢于探索，不满足课堂教学，但也容易骄傲。针对这种情况，要介绍他们看一些课外参考书，利用“难题征解”，“物理园地”等形式，让他们发挥“余热”。

成绩差的学生常常有自暴自弃的思想。但年轻人的要强心理、自尊心又使他们不甘人下。有的嘴上说：“天生我材必有用”，表面上若无其事，其实内心痛苦；有的从其它方面顽强地表现自己，释放潜能，如看录像、学武功，或油头粉面，或在教室里大叫大嚷，引吭高歌，甚至有意和老师“对着干”。教师要调查，分析这些学生物理成绩差的原因，采取适当的措施。如给他们补课辅导，对他们的错误要当场纠正，及时反馈，还可以在课堂上举一些体育、竞技方面的例子，激发他们的学习兴趣，对他们提一些难易适当的问题，不至于使他们成为被遗忘的对象。对成绩差的学生要注意感情交流，满腔热情地关心他们的学习、健康，乃至家庭生活，还可以通过课外活动等形式，发挥各人的爱好特长。

教师还要注意协调优秀生和差生之间的关系，提倡优秀生帮助差生，鼓励差生向优秀生学习、请教，形成

学生之间和睦友爱、团结互助的情感气氛，为大面积提高教学质量创造条件。

一般说来，女生对动手做实验的兴趣较小，不爱争论，也较少提问，考试成绩不及格还会偷偷哭鼻子，她们性格较内向，情绪较易波动，对人际关系较敏感。教师一般不宜在公开场合点名批评某人，也不宜在一个女同学面前说另一个人的是非，应多作正面引导，多介绍学习方法，少指桑说槐。

（三）研究教材，改革教法，深化学习物理的情感

在物理教学中注意对学生的情感教育，以及利用情感因素完成物理知识的教学任务，并非要求教师像耍猴子把戏一样博得学生一笑，师生要情感相融，气氛要生动活泼，但课堂毕竟是传授物理知识的场所。教师要研究教材，挖掘教材内在的情感因素，设计课堂教学的情感“景观”。

例如“平抛物体的运动”一节可以设计这样几个情感点：（1）演示“平抛运动的竖直分运动是自由落体运动”，学生睁大眼睛看，竖起耳朵听，判断二球是否同时落地，激发学生的惊奇感和求知欲望；

（2）介绍伽利略三百多年前对平抛运动的研究，学生感受到一种历史的思维的美感，同时作为后来者，继往开来，又感受到学好物理知识的责任感；

（3）总结平抛运动的规律，并将它运用于解决实际问题，通过书中例题飞机投弹、练习题枪击松鼠的解答训练，使学生感到物理知识既有趣又有用的一种快感、成功感。

教师对情感教学的精心设计，就像导演对舞台艺术的精心设计一样，使一堂好课犹如一出好剧，群情振奋、

高潮迭起。教师的每一段讲述，每一个实验，每一个启发性问题，甚至每一个体态动作，都对学生学习作正功，形成最佳的教学状态，将收获最佳的教学效果。课堂内光波、声波传递着思维的信息，讲台上下水乳交融，这对于教师和学生都是莫大的享受，然而，这又需要教师付出巨大艰辛的劳动！

（四）利用美育因素，进行美感教育

美育对于学生形成完美的心理结构，养成高尚的品德和情操，实现全面、和谐的发展，具有重要作用。没有美育的教育是不完善的教育。马克思说过，“社会的进步就是人类对美的追求的结晶。”居里夫人说，“科学的探讨研究就含着至美，其本身给人的愉快就是报酬，所以我在我的工作中得到了快乐。”对美的追求，是人类改造自然、征服自然改造主观世界、改造人类社会的巨大力量。物理学察物究理，研究客观世界的秩序，它是真的、善的、美的。物理科学美主要是一种内在的美，它具有和谐、奇异、简洁等特点。

统一是和谐的一种表现形式。物理规律美就充分体现了多样性的统一。牛顿运动定律，把力和运动（经典）统一起来了；万有引力定律，使天上人间成为一统天下；动量守恒、能量守恒定律，纵横于宏观世界与微观世界。白光通过三棱镜后，呈现美丽的七色光带，这七色光带再通过三棱镜，又统一为白光，真是集和谐、奇异、简洁为一体。

对称也是和谐的一种表现形式。中学物理中的对称比比皆是。力学中有运动对称（如简谐振动）和力的对称（作用与反作用）；电学中有对称电路、对称定则（左手定则、右手定则）；热学中，熔解与凝固、升华与凝华；

原子物理中，裂变与聚变，粒子与反粒子等等。运用对称性原理，还可以使一些较棘手的问题迎刃而解。

物理学家们勤奋工作、实事求是，视苦为乐、顽强不屈，坚持真理、献身真理的美德，更是使青少年受到美的感染、培养美的情操的好教材。爱因斯坦高度赞扬居里夫人崇高的美德，并认为美德对才智成就具有决定性的意义，他说：“第一流人物对于时代和历史进程的意义，在其道德品质方面，也许比单纯的才智成就还要大。即使是后者，它们取决于品格的程度，也远远超过通常所认为的那样。”爱因斯坦总结自己的人生道路时说，“照亮我的道路，并且不断地给我勇气去愉快地正视生活的理想，是善、美和真。”

三、情感教学中应注意的问题

如上所述，在中学物理教学中进行情感教育有着丰富的内容，并有重大的意义，但是，如果运用不当，也会产生适得其反的效果。下面是情感教学应注意的两个问题。

（一）学生逆反心理的产生和消除

所谓“逆反心理”，是人们在一定条件作用下表现出来的一种反常的心理状态。在教学过程中，学生逆反心理的典型表现就是“你越要我学，我越不学”的心理状态，这种情况在成绩差的学生中尤为突出。

学生这种反常心理是怎样产生的呢？究其原因，主要有以下两个方面。

其一是教学要求过高，由此产生了失望心理。由于受片面追求升学率的影响，教师“望生成龙”心情迫切，一味提高教学要求，把许多大学物理的问题放到中学物理中来讲，学生听不懂，即使暂时勉强记住了也很快就

会忘记，致使一些学生产生“反正学不会，干脆不学了”的思想。

其二是由于教育不得法，使学生产生自弃心理。学校领导和教师，平时对学生的关心、指导不够，不少教师只在学生没有完成作业，或作业错误较多，没有考好，或有其它什么问题时才去找他们，并对学生严加训斥，或讽刺挖苦。学生在担惊受怕中过日子，为了避免被挑剔，只得弄虚作假，自习课时，哪一学科的教师来了就装着看哪学科的书。教师对优等生满脸笑容，晴空万里，对差生却不理不睬，阴云密布。

还有的教师总喜欢刺激学生，也不相信学生。优等生偶而没考好，他说是“骄军必败”，差生有进步，成绩提高了，他说是“弄虚作假”。师生之间关系紧张，学生由对老师的不满发展为对学科的失望，成绩下降，甚至破罐子破摔。

防止逆反心理的产生，可以有针对性地采取以下措施：

其一，钻研教学大纲，制定切实可行的教学目标。依据教学大纲和学生实际制定教学目标，要切实可行，注意循序渐进，区分新授课的目标、阶段复习的目标和毕业总复习的目标，对严重超纲的问题，对大多数学生不能接受的问题要“忍痛割爱”。

其二，端正教育思想，改进教学作风。初中教育是为了提高全民族的素质，高中教育具有双重任务，但无论初中还是高中，教师的课堂教学都要面向全体学生，教师要关心爱护每一个学生，鼓励每个学生的发展。教师是人类灵魂的工程师，教师影响学生的除了知识、技能、道德品质外，还有教师对学生关心爱护的深情。教

师要宽广博大，全面公正，它既是教育者高尚道德的自我表现，又是一种教育手段，在教育过程中能产生巨大的力量。美国心理学家罗森塔尔，曾将一些智商一般的学生向他们的教师暗示为智商过人的学生，过一段时间后，被暗示的学生学业成绩普遍有了长足的进步。

（二）同时追求认识领域、情感领域和动作技能领域的目标的完成

美国教育心理学家布鲁姆(B.S.Bloom)等人,将教育目标分为认知、情感和动作技能三个主要领域。就物理教学而言，一般认为对物理概念、规律的理解、掌握是认知领域的问题，物理实验操作的技能技巧是动作技能领域的问题，学习物理的兴趣、动机、意志，对学生进行爱国主义、辩证唯物主义的教育是情感领域的问题。但这一划分是人为的，实际中的物理教学活动，总是多个领域的同时作用。如学生完成物理实验，对实验原理的理解、实验结果的分析等是认知问题，对实验操作的正确、熟练与否是动作技能问题，对实验的态度主动、认真与否是情感问题。各个领域交叠错合，不能截然分开。布鲁姆还引用威廉·詹姆士（心理学家）的话说，“从认知的角度看，所有心理事实都是智慧的。从主观角度来看，全部心理事实都是感情的。”

毫无疑问，中学物理教学过程中，应该用最大量的时间来完成物理知识、技能的教学任务，但是任何教学活动都离不开人的情感参与，所以我们要调动积极的情感因素来完成物理知识、技能的教学任务。同样，对学生进行情感教育，也不能脱离认知活动而独立存在，即使是培养爱国主义情感，如果没有丰富的历史知识，没有对现状的深刻了解，也是不可能的。事实上，许多有

经验的教师正注意让学生在解决一个又一个物理问题，尝试一个又一个成功的喜悦的过程中，激发并发展学生的学习情感。所以，通过情感教育，可以作为达到认知目标的手段，通过认知活动，也可以作为达到情感目标的手段，究竟谁先谁后，几乎是一个先有鸡还是先有蛋的命题。要全面完成中学物理的教学目的，就要同时追求认知领域，情感领域和动作技能领域的目标。

最后，需要强调指出的是，教育者先受教育，教师要发展学生对物理科学的情感，要对学生进行情感教育，首先教师要热爱物理科学，热爱物理教学，热爱学生，教师积极的、强烈的情感才能感染、震撼学生的心灵，这就是以情感人、以情育人的道理。方法教育与能力培养。