

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中学物理教学


e-BOOK
内容资料 中英双语

内容提要

本书是海淀区五位教师共同总结多年的教学实践经验撰写而成。

全书通过八个专题论述并研究中学物理教学过程和教学规律，对教学中难以处理的问题提出了看法和论述。在总结经验的过程中，作者尽可能地把经验上升到理论，力求言之有物，言之成理。本书是中学物理教师改进物理教学的有益读物，也是青年教师进行教学实践的有益参考资料。

序

徐惟诚

教育事业的重要，已经日益被愈来愈多的人认识了。

中国要振兴，归根到底要靠我们中国人自己努力奋斗，要靠我们的全体劳动者创造出数十倍于今日的劳动生产率。这是一个全体国民素质提高的过程，人们自然要寄希望于教育。

要搞好教育，需要做许多事情，其中最根本的还是要靠人，靠教师，尤其是担负着国民基础教育任务的中小学教师。

教师的重担，关系着祖国未来的命运，也关系着每一个教育对象未来的命运。他们所教的学生在未来的社会条件下，究竟怎样做人，怎样立身处事，能不能用自己的双手为社会做出贡献，从而也创造自己的幸福生活，在相当大的程度上取决于在青少年时代所受到的教育。

我们知道，人，是世上已知物质发展的最高形态。关于人的意识、观念、智力的形成和发展的规律，我们离知道得很清楚还有很大的距离。社会主义的教育科学需要有一个大发展，这是毫无疑问的。

在教书育人第一线工作的广大中小学教师，对社会主义教育科学的发展应当有特殊的贡献。他们当中的许多人把一辈子的心血都用来为祖国培养后代，造就人才，积累了丰富的经验。这些经验理当成为整个教育战线的共同财富。可是由于种种原因，这件总结和传播经验的工作过去做得还很不够。为此，中共北京市委和北京市人民政府决定，拨出专款，指定专人组成编委会，编辑出版一套《北京教育丛书》。这个决定受到广大中小幼教师的欢迎和支持。在短短一年多时间内，已经报来几百部书稿。又有一批热心而有经验的同志担任编审工作，看来任务是完全可以完成的。

我们相信，《北京教育丛书》的编辑出版，对于鼓励广大教师钻研业务，积累经验，对于传播和交流这些经验，对于推动教育科学研究，对于提高普通教育的水平，都是有积极作用的。同时，这套丛书的出版，也将有助于人们认识教师所作的艰苦的、创造性的劳动。

改革和建设的大潮在祖国大地上汹涌澎湃，每天都有许多新问题提到我们面前来，也把许多新问题提到我们的教育工作者面前。这是一个需要有许多新创造的时代。教育战线上的同志们为祖国的振兴所建立的功绩，是不会被人们忘记

第一章

物理课堂教学

第一节物理课堂教学的原则

课堂教学原则，是从长期课堂教学实践中总结出来的，是根据对教学过程客观规律的认识而制定的。教学原则贯彻得好不好，将直接影响到课堂教学效果。

每门学科教学原则的确定，既要考虑到教学活动的普遍规律，又要结合学科的特点。我们通过自己的实践，认为最能体现物理教学特点的有以下六个教学原则，即：以实验为基础的原则，理论联系实际的原则，科学性原则，思想性原则，启发积极思维的原则和统一要求与因材施教的原则。

以实验为基础的原则和理论联系实际的原则是最充分显示物理教学特点的两大教学原则。正确贯彻这两个原则，可以极大地活跃课堂气氛，激发学生的学习兴趣。重视科学性原则与思想性原则对正确掌握物理知识和形成辩证唯物主义的世界观都有重要意义。启发积极思维的原则，既体现了教师的主导作用也体现了教学过程中学生的主体地位。学生是有主观能动性的人，而不是只能被动地接受知识的工具。统一要求与因材施教的原则就是要强调课堂教学一定要从学生的实际情况出发，既不拔苗助长操之过急，也不随意降低要求迁就落后，而是采用积极有效的教学方法，使教学大纲里规定的教学任务得以完成。

一、以实验为基础的原则

物理教学必须贯彻以实验为基础的原则，这是根据物理学的特点和学生的认识规律提出来的。

物理是一门实验科学。通过物理实验能够展现物理现象、探索物理规律、检验物理理论，因此，物理教学必须以实验为基础。

以实验为基础的教学原则，也是符合学生的认识规律的。人们，特别是青少年学生，认识事物总是从感性到理性，从具体到抽象。物理概念和规律一般都比较抽象，有些概念和规律的掌握，还必须在逐步纠正生活经验中形成的错误认识的过程中才能办到。例如学生总认为力是维持物体运动速度的条件，物体若不受力便只能静止，力越大速度才能越大。这一错误认识是掌握牛顿定律的拦路虎。为了纠正这一错误认识，除举例分析外，尚需配以演示实验，例如可让学生观察气垫导轨上的滑块在不受拉力的情况下仍可匀速直线运动，即保持恒定的速度，而拉力只能引起滑块速度的增加。一般说来，在讲述概念和规律的过程中，随时都可以插入必要的演示实验，以便于概念和规律的引出、阐述和印证。在现代物理教学中，不安排必要的演示实验而又要求学生顺利确切地掌握理论是不可能的。当然，不必要的演示实验，只能起到分散注意力的

作用，是不利于课堂教学的。学生分组实验，是中学物理教学的重要组成部分，主要目的是

通过对理论知识的验证、探索和应用，培养学生的实验能力。

二、理论联系实际的原则

物理知识来源于实践（生活、生产和实验），又可以指导实践。理论联系实际是马克思主义认识论的一条基本原则。物理教学必须重视理论联系实际。

为了在课堂教学中贯彻理论联系实际的原则，我们认为：第一，必须用理论和实际相统一的观点进行教学。应该根据学生实际和教材实际，通过演示、列举学生熟悉而容易理解的物理现象，进行分析，总结出概念或规律。并讲述物理知识在现代化生产、科学技术及日常生活中的应用。课堂教学绝不能从理论到理论，从概念到概念，自始至终跟实际不挂钩。

第二，应明确理论联系实际的目的之一是培养将物理知识应用于实际的能力。对理论要精通，精通的目的全在于应用。在学过某一理论之后，可介绍与此理论有密切关系的典型事例，通过讲解或讨论，着重弄清物理知识是怎样应用于实际的。例如初中学生学过焦耳定律 $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ 之后，可启发学生思考：在恒定电压（例如 220V）的线路中，怎样制成电功率大小不同的电热器？在这一情况下，焦耳定律可写成

$Q = \frac{U^2}{R} \cdot t$ ，其中 $\frac{U^2}{R}$ 为电热器的电功率。由于电功率跟阻 R 的大小成反比，所以，学生很容易理解到：只要适当减小电阻丝的阻值 R ，便可制成较大功率的电热器，反之，加大电阻丝的阻值，电热器的功率则变小。接着，可让学生观察不同电功率的电炉、电烙铁或白炽灯的电阻丝的长短和粗细。至于各种电热器中那些跟焦耳定律无直接关系的其它问题，可暂时不予以仔细追究。另外，在练习题和家庭作业中，也应重视那些理论联系实际的题目。例如学过光的折射定律之后，可让学生解释为什么插入水中的筷子或饭勺在水面处好像被折断似的。在高中，学过有固定转动轴物体的平衡条件之后，可让学生弄清市场上通用的杆秤的结构和原理，并让学生自制标出准确斤两刻度的杆秤。类似的理论联系实际、理论指导实践的题目是很多的。重视这些题目、帮助学生很好地解决这些问题，可激发学生极大的学习兴趣。另外，有些题目看起来似乎是纯理论性的，然而仔细探讨一下，一般也可以跟实际联系起来。例如有这样一个简单的题目：有一质量为 M 的舰船静止在海面上，当它以速度 v 射出质量为 m 的炮弹时，舰船自身的反冲

速度 v 多大？利用动量守恒定律求得 $V = -\frac{m}{M}v$ 。一位重视并习惯于理

论实际的教师面对这一结果必定进一步从实际方面进行研究，引导学生联想到：在炮弹质量和射出速度恒定条件下，舰船的质量 M 越大，其反

冲速度 V 便越小，舰船便越稳定，如果 M 较小，射出时船身便会发生严重倾斜。不难想到，能够发射大质量和大速度炮弹而又保持自身较大稳定性的，必定是大质量的舰船。这便是为什么军舰的吨位越大其发射的火力的威力也越强大的道理。无论物理学的哪一部分，都有许多很好的习题，既可以把它搞成跟实际没有联系的纯理论，也可以把它们跟实际有机地联系起来，这主要依靠教师对理论联系实际这一原则的重视程度而定。

应该指出：近几年来，中学物理教学有忽视理论联系实际的倾向，应该引起注意，长此下去，必将产生不良后果。

第三，为了更好地贯彻理论联系实际的原则，必须重视理论知识的教学。轻视理论就谈不到理论联系实际。过去曾搞过“三机一泵”式的所谓理论联系实际，由于它否定了理论的重要性，给中学物理教学带来了灾难性的严重后果。当然，这是由于当时的极左路线所决定的。我们今天所应记取的经验教训是：一定要真正重视理论知识的教学，否则就是忽视了物理教学的基本任务。

三、科学性原则

物理学科是一门理论性很强的自然科学。在教学中重视科学性原则极为重要。为此，教学中首先应该使学生了解与中学物理知识有关的事实、现象，在此基础上理解并掌握基本物理概念和物理规律，了解这些知识的实际应用，进而帮助学生掌握科学的治学方法。

在教学中通常说的科学性问题，一般指的是讲授的知识是否是正确无误的。初、高中由于知识基础不同，有的概念和规律，在初中阶段只能要求初步了解，到了高中阶段，与之相应的其它知识具备了，就能要求对这些知识有较深刻的理解。无论是初中阶段的初步了解还是高中阶段的较深刻的理解，其区别只是深广度不同而已，在知识的科学性要求上则是相同的，都应该做到正确无误。

有的初中教师，由于对教材钻研不够，讲了牛顿第一运动定律之后对学生说：“凡是保持匀速直线运动状态或静止状态的物体，必然没有受到外力的作用。”还举出静止悬吊着的电灯和在平直公路上匀速行驶的汽车等例子。这就违反了知识的科学性，把谬误的观点灌输给学生，遗患不小，我们在教学中应防止出现这类错误。

通过物理教学，要培养学生对科学的热爱、树立科学的学习态度、掌握科学的学习方法、受到观察、实验、思维等各方面的训练。物理学科有着自身特有的魅力，教师要善于展现它们，激发学生对物理学科的热爱。例如高一学生学习力的分解知识，对于向斜上方提拉一个物体，产生一个水平的分力和一个向上的分力，他们对水平分力比较容易理解，对于向上的分力则心存疑惑。如果设计这样的实验：把实验小车放在天平的左盘里，右盘里加砝码使天平平衡。然后给小车施加一个向斜

上方的拉力，天平立即失去平衡，右盘下降。这样的教学设计，除揭示了知识的本质，解决学生的疑惑之外，同时又使学生相信科学，从而热爱科学。

四、思想性原则

物理教学过程总是伴有思想教育的，纯物理知识的传授实际上是不存在的。这是因为自然界及其发展变化是有其自身的规律的，因此，也只有用唯物辩证的观点才能正确阐明自然界现象和自然规律。课堂教学的科学性原则，就是要求教师用辩证唯物的观点正确无误地传授科学知识。在传授物理知识的过程中，可以而且应该渗入以下几个辩证唯物主义的观点：

(1)物质总是处于永恒的运动（变化）中；

(2)在一定条件下物质可以从一种运动形态转化为另一种运动形态；

(3)通过实践，人类对物质世界的认识可逐步深入然而认识的深度是无止境的；

(4)物理规律总有一定的适用范围。

当然，辩证唯物主义观点要跟物理内容有机结合，不能离开物理知识大讲哲学原理。

物理教学中对学生进行思想教育，主要是结合教材进行辩证唯物主义教育。此外，也要重视爱国主义教育。要结合教材介绍我国古代对科学技术的卓越贡献，介绍我国社会主义建设的成就和远景，介绍我国新的科学技术成就，以增强学生的民族自豪感和自信心，培养学生为祖国的社会主义现代化建设而努力奋斗的志向。但在进行爱国主义教育时一定要实事求是，既不夸大也不自卑。实事求是才能起到思想教育的目的，夸大或贬低宣扬的错误做法只能起到相反的作用。

强调教学的思想性要注意克服两种错误倾向。一是根本不注意思想教育，不研究如何运用辩证唯物主义观点阐明教材，轻易放过进行爱国主义教育的机会，单纯地传授知识。二是远离教材内容，生硬地形式主义地进行空洞说教。既不能收到思想教育的良好效果，也不利于科学知识的传授。

五、启发积极思维的原则

十分明显的事实是：学生只有处于主动积极的状态，即大脑处于积极思维的状态，才能真正理解所学知识。因此，教师的主导作用应该主要表现在善于启发学生，使学生通过自己的思考主动地获取知识，那种不管学生情况如何，不注意启发诱导，只由教师一人一讲到底的教法，只能抑制学生的思维，挫伤学生的学习积极性，它使越来越多的学生产生反感，已被越来越多的教师所摒弃。

在课堂教学中，教师应该积极贯彻启发学生积极思维的原则，并且

通过知识的传授过程培养学生的思维能力。教学实践证明：凡是思维敏捷、缜密的学生，各方面的能力都比较强；反之，思维能力较差的学生，各方面的能力也都比较弱。

怎样贯彻启发积极思维的原则呢？

启发积极思维的原则在课堂教学中要贯彻始终。在课堂教学开始要通过启发引导学生进入新课。讲授新课后要通过概念的形成、规律的揭示、模型的建立、知识的应用等过程，启发学生通过自己的分析、综合、抽象、概括、推理、想象等思维过程去获得知识。

作为例子，我们回忆一下“产生感电流的条件”的推理过程。做过许多印象深刻的演示实验之后，可以得到几个表面上看来关于产生感生电流的条件不同说法。这些不同说法，从不同角度反映了电磁感应现象的同一个内在规律。通过教师引导使学生分析综合得出：能够产生感生电流的具体情况虽然有许多种，但有一个共同的现象，就是闭合电路所围成的面积里的磁场都在发生变化。至此可引出磁通量的概念，磁通量是定量地表示穿过一个给定面上磁场强弱的物理量。于是关于产生感生电流的条件的种种不同说法可统一为：不论用什么方法，只要穿过闭合电路的磁通量发生变化，闭合电路中就有电流产生。“磁通量”和“磁通量的变化”是抽象的概念，在许多实验的基础上，如果通过教师启发，学生能通过自己的分析、综合和科学想象而认识到了这条定律。显然，学生会较好的掌握这部分难度较大的知识。

同样，引导学生用旧知识去推出新知识也能有效地启发学生的积极思维。例如讲显微镜、望远镜和分光镜等光学仪器，只要提出几个简单问题启发学生，一般就能顺利地使他们用前面学过的关于透镜成象的知识自己推导出这些光学仪器的构造和原理。拿分光镜来说，要观察光谱，必须介绍它的构造和原理。因为已经学过了透镜成象的知识和棱镜的作用，所以可依次提出下列问题让学生思考：(1)为了知道光源发出的光里包含哪几种色光，应该采用什么办法？（学生自然想到让光通过棱镜）(2)为了更清楚地观察光谱，应该让光源发出的光平行地射到棱镜的一个侧面上，就像太阳光那样平行地射向棱镜，屏上便呈现较清晰的光谱。怎样使点光源或柱形光源的光平行地射到棱镜上呢？（学生也会想到由一个凸透镜为主要元件的平行光管，管的狭缝位于透镜的焦平面处）(3)将点光源放在平行光管狭缝附近，光通过平行光管平行地射向棱镜，通过棱镜后发生色散，各种色光沿着各自的光路传播，每种色光仍是平行的。这样的色散后的光直接射到屏幕上，能形成清晰的光谱吗？为什么？（学生会想到除偏折角最小的红光和偏折角最大的紫光最清晰外，其它色光由于互相重叠而不很清楚）(4)怎样使色散后的不同色光不发生重叠、形成清楚明亮的光谱呢？（这时可引出棱镜另一侧的望远镜）。教师可采用边提问、边讨论、边作图的办法，在十五分钟左右的时间内使

同学通过自己的思考，基本上掌握分光镜的构造和原理。这样，教学的过程同时也是一个引导学生进行积极思维的过程。如果只由教师来讲分光镜的构造和原理，不引导学生积极思维，那么不但他们的思维能力得不到培养，对分光镜的理解也不会深刻。

六、统一要求与因材施教的原则

国家发布的教学大纲是教学的依据，必须千方百计地完成教学大纲所规定的教学任务。但是由于我国幅员辽阔和其它多种原因，不仅不同地区的学生基础和学校情况有差异；就是同一地区的不同学校，同一学校的不同教学班也是有差异的。因此，在按照教学大纲进行教学时，必须结合实际情况，不能机械地或主观地强求一律。

对于少数基础好的教学班和个别拔尖的学生，可以用较高的标准要求他们，他们对某些问题的理解深度可以超过教学大纲的要求，对此，教师不必加以限制。在可能的条件下，应帮助他们多研讨些问题，多做些实验。

对于大多数基础一般的教学班和同学，应严格按照教学大纲规定的教学内容及其深广度进行教学，防止过难、过多、过快的教学安排。

对于基础较差的教学班和同学，首先应从思想上解除他们对学习物理的种种精神压力，使他们能够积极主动地学习。在教学中要强调从学生的原有基础出发，采取积极有效地教学方法，使教学大纲得以贯彻。

统一要求与因材施教的原则的实质是针对各种不同基础的学生，采取不同的教学方法，最终收到最好的教学效果。对于基础差的学生，绝不是降低要求一味迁就，而应是采取更加有效的教学方法使他们得到最大限度的提高。

以上所述六个教学原则是互相联系着的，不是彼此孤立的，在教学过程中应该将它们互相联系起来贯彻执行。是不是每一节课上在贯彻这些原则方面都平均使用力量呢？不是的，各节课教学内容不同，也不应该平均使用力量，而应该结合教学内容有重点的贯彻。还应该注意，任何教学原则的贯彻必须通过知识传授过程来进行，并且做到贯彻原则和传授知识的有机结合。

第二节物理课堂教学的方法

为了顺利实现教学目的和完成教学任务，必须采用有效的教学方法。

教学方法要体现教学原则。根据以学生为主体以教师为主导的思想，一种好的教学方法，必定是能够充分启发学生思维的方法，当然这也是好的物理教学方法。

根据我国中学物理教学的目的、任务、教学原则和实际情况，在物理课堂教学中目前实行的主要教学方法是讲授法（包括讲解法和讲述法）、边讲边实验法、讨论法和自学法（关于实验课的课堂教学在第四

章中论述)。

一、讲授法

1. 讲授法概述：讲授法是教师运用语言系统地向学生传授知识的方法。讲授法包括讲解法和讲述法。讲解法是教师向学生说明、解释或论证原理、概念、公式的方法；讲述法是教师向学生叙述事实材料，或描绘所讲对象的方法。在中学物理课堂教学中主要采用讲解法（特别在高中），但也常常采用讲述法（特别在初中）。一节课不能自始至终全是严格紧张的理论论证和公式推导，适当插入一些叙述和描绘材料，可以使课堂气氛得以调节、课堂教学更加生动活跃。例如用讲解法论证了人造地球卫星的原理之后，接着讲述卫星里失重的有趣现象，课堂气氛便由严肃转为轻松愉快。遇到某些复杂的实验装置，就必须向学生讲述清楚装置的结构及各部分的作用。跟教学内容有密切关系的历史事件和人物轶事，也可插入课堂进行讲述。

2. 讲授法的基本功。讲授要有系统性、启发性，条理清楚，重点突出。讲授时要注意由已知到未知，后次复习前次的概念；注意观点和材料的统一，做到逻辑严密，层次分明；注意抓住关键，攻克难点。讲授时，语言要清晰、简练、准确、生动。说话要通俗易懂，快慢适度并注意抑扬顿挫。所有这些，对每个教师来说都是重要的，都是必须掌握的讲授法基本功。

另外，还要根据讲授的需要恰当地运用板书。板书内容应包括章节名称、教学内容的简要提纲、概念的定义和定律的条文等。板书要工整、有计划、有条理、字迹清楚、正确。物理教师要能迅速正确地作出某些简图具备较强的作图能力是必要的。例如发电机和电动机的原理图，简单的无线电路图以及光学仪器的光路图等等。板图要作得简明、美观，有的还要有立体感。讲授过程中随讲随作图，比课前把图作好课上照图讲授，更有利于启发思维。

3. 讲授要少而精。鉴于目前中学物理课堂教学时间较紧的情况，讲课要少而精是非常必要的。教师的讲解和讲述都要突出重点，避免多而杂；把主要问题讲清楚就可以了，不必面面俱到。有些通过阅读能够理解的问题或一些次要问题教师只要点一下就行了，甚至可以不讲，留给学生自学。多而杂的课，常常是请入式的，甚至打了下课铃还讲不完。推迟下课不仅影响学生休息和下节课的正常进行，并且很不利于调动学生的积极性。

讲授法主要是教师讲授。教师必须“心中有学生”，充分调动学生的积极主动性，使课堂气氛既严肃又活跃。教师必须注意平时跟学生建立起和谐融洽的师生关系，使学生从感情上愿意和教师一起搞好课堂教学，这一点常起着决定性的作用。

二、边讲边实验法

在课堂教学中，教师一边讲解新课，一边指导学生自己动手做有关的实验，通过师生的双边活动来进行教学，这样的教学方法叫做边讲边实验法。这种方法的特点是在课堂教学中，不仅教师讲解、演示而且学生也能亲自动手作实验。这就比只看着老师在讲台上做演示观察得更清楚、感受更深刻、师生配合得更紧密，因而能更好地调动起学生的学习积极性，使他们能更深入更巩固地掌握所学知识。在教学改革实践中越来越多的老师尝试了这种教学方法。

采用边讲边实验法上课，教师的讲解和学生的实验活动要和谐同步，才能达到预期的教学效果，决不能让学生的实验活动与教师的讲解脱节。这就要求教师在课前作好充分准备，周密考虑如何把实验和讲解配合妥善。

采用边讲边实验的教学法上课，所需仪器的套数较多，与学生分组实验所需的仪器套数近似。从表示上面都是学生自己动手作实验，只不过前者在教室上课，后者在实验室上课。但边讲边实验课跟学生分组实验课在教学目的上是不相同的。前者虽然也培养了实验能力，但主要是在教师的逐步引导下通过实验和讲解获取新知识；而后者是在学生作好充分准备的条件下，通过对理论知识的验证、探索和应用，培养学生的独立实验能力。因此，在实验能力水平的要求上，不应把边讲边实验课跟学生分组实验课等同起来，在分组实验课里对实验能力应有更高的要求。

什么样的物理内容比较适合采用边讲边实验法进行教学呢？一般说来，凡实验装置比较简单、实验步骤不太复杂、实验技术不要求太高，即比较容易通过实验得出准确结果的内容，都可采用边讲边实验法上课。例如在初中讲滑动摩擦力跟正压力的正比关系、讲弹簧的伸长与外力成正比的关系和讲凸透镜成像规律等等，在高中讲玻意耳—马略特定律、讲产生感生电流的条件及感生电流的方向、讲晶体二极管的单向导电性等等，用边讲边实验法教学都会收到较好效果。随着学校实验设备的充实和改进，可采用边讲边实验法教学的内容逐步在扩大。例如讲收音机的结构和原理时，由于晶体管收音机的元件都标准化了，并且成套地配备给了学校实验室，学生只要把有关元件组装一下就可收到良好的接收电磁波的效果，因此就可以一边讲收音机的结构和原理，一边让学生组装试听，即边讲边实验。同样，有的教学内容，只要发动学生自己制备一些简单的器材设备，拿到课堂上就可以满足边讲边实验的要求。教师应尽量设法把原来用演示实验的方法进行教学的内容转变为用边讲边实验法进行。

三、讨论法

在教师引导下，按小组或全班的组织形式，学生发表意见，相互交流互相学习的一种方法。通过对问题的讨论，可以相互启发，集思广益，

取长补短，达到深入理解和消化已学知识，并能得到新知识的目的。进行讨论式教学，学生活动较多，因而可以更好地活跃课堂气氛，调动学生的学习积极性。

讨论法教学，要求学生对所讨论的问题有一定的知识准备。否则无法进行有效的讨论。学生在听课、阅读教科书、做习题和实验操作中产生的带有普遍性的重要问题，都可以提出来在课堂上讨论；另外，课本上有些内容也可采用讨论法进行教学。下面仅举两个例子：

1. 重心概念及其在解题中的正确应用。在解答杆秤问题时，许多学生认为应该分段考虑杆受到的重力：提纽的左段受到的重力可认为集中在左段的重心，提纽右段受到的重力可认为集中在右段的重心。他们对把整个杆秤受到的重力可认为集中在整体的重心上的看法想不通。这个问题反映了他们对重心概念还理解不够，阻碍了他们更好地应用重心概念分析解决力学问题。这个问题可提出进行课堂讨论，并配合演示实验印证经讨论得到的正确结论。

2. 像伏特表和安培表的改装这样的内容就可以用讨论法进行教学，因为学生已学过串联电阻的分压作用和并联的分流作用。教师只要提出几个简单的问题启发学生，就可以使同学领会到两种电表的改装原理及其结构。

在讨论过程中，教师要不断提出引导学生进行讨论。教师提出的问题要适合大多数学生的水平，使大多数同学经过思考能够得到正确的解答。在发言过程中要特别注意两种情况：一是对有特殊见解和精辟分析的发言，要及时肯定并加以赞许。二是对基础较差学生要热情关怀，要努力寻找他们发言中的正确因素并加以鼓励。教师要事先做充分准备，要估计到可能发生的种种情况。讨论结束前教师要做小结，小结中要尽量包括同学在讨论中所发表的正确见解，不能抛开讨论的实际情况单纯叙述书上的结论。

进行讨论法教学，要求全班学生都处于探索、研究并解决问题的积极状态，课堂气氛要“活而不乱”，这就要求教师一方面要作好充分准备；另一方面要善于结合学生的思想动态，适时启发诱导，灵活执行教学方案。

为了使讨论课便于进行，可将全班分成四、五个讨论小组，每小组内都要既有基础较好的学生也有基础较差的学生。教师提出问题后，可先在小组内进行讨论，数分钟后可进行全班发言，每小组选出代表发表意见。如果时间许可，最好还安排自由发言或指定某人发言。教师要及时地引导全班扭转错误的看法，使讨论沿着正确的思路发展。讨论中要避免经常向全班同学提“是非题”，因为这会引起学生的“齐声回答”，虽然形式上很热闹，却往往有不少学生并未认真思考就随声附和。

教师所提问题是否明确，是否有启发性，使学生沿着正确的思路进

行思考，理解，步步深入，不令节外生枝，是讨论法教学成败的关键。所以，教师的备课，应着重放在设计问题上：应该提什么问题，怎样提法恰当，所提问题的导向作用如何等等。即不可轻率地提出问题，以致使讨论还不到应有结果甚至无法收拾。

讨论法教学还可以培养学生语言表达能力。因此，教师的发言也要清楚准确，为学生作出示范，并且当学生词不达意的时候，及时给予指导或帮助。

四、自学法

学生的自学能力，主要是指学生自己通过阅读教科书或参考书独立获得知识的能力。培养自学能力的重要意义是显而易见的。当代科学技术发展迅速，科技资料浩如烟海，只有具备了较强的自学能力的人，才能随时随地获得新知识和新技术。对在校学生来说，有无读书习惯及阅读能力大不相同。常有这种情况：课本上交待得很清楚的事情，有的学生却一无所知，老师告诉他课本上写得很明白，这时他才说没有看书。为什么不看书呢？主要原因是没有养成读书习惯，缺乏阅读能力，读起书来不耐烦也读不懂，从老师方面来说，平时可能对培养学生的自学能力缺乏应有的重视。怎样培养学生的自学能力呢？主要方法还是在课堂教学中有计划有目的地培养，在教师指导下让学生读书，等他们通过自学获得了知识尝到甜头了，自学的习惯也就逐渐养成了，而自学的能力也随了提高了。

物理教材的内容大体上可分为：物理现象和实验的描述、物理概念的引出、物理量的量度和单位的规定、物理定律的导出和运用，以及相关的事实介绍等。所有这些内容从原则上讲，都可以让学生自己阅读。但是在开始阶段，应先让学生阅读一些简单易懂的叙述性的内容，然后再阅读一般的涉及概念和定律的课文，最后再阅读较难较抽象的章节段落。

对于课文中常用的一些分析问题的方法，应该让学生掌握，例如用比值法定义物理量，怎样用数学式表达物理规律，用图象分析问题的方法等等。掌握了这些，在以后的自学过程中就会起到触类旁通的作用。

应该告诉学生：物理教材中有的地方，文字和词句是很严紧的，一字一词都有重要的含义。特别是关于概念和定律的叙述，要逐字逐句地分析，例如关于楞次定律的表述，只有作仔细分析，对它的理解才能正确、深刻。定律原文是：感生电流具有这样的方向，就是感生电流的磁场总是要阻碍引起感生电流的磁通量的变化。（高级中学课本《物理》第三册甲种本 P₅₆）楞次定律的文字叙述是中学物理中第一个关于场的规律的叙述；在此之前的定律都是以实物粒子为对象（包括点电荷的库仑定律）。由于楞次定律的抽象性，学生一时难以深刻掌握。如果让学生自学定律的条文的话，教师应帮助学生对楞次定律的文字作如下分析：

(引起感生电流)

(感生电流的)

(总是)

(磁通量的)

磁场

⇒

阻碍

⇒

变化

指出：由于感生电流的磁场的这种特性，就确定了感生电流的方向。

下面谈一下用自学法进行课堂教学的步骤：

(1)教师规定自学内容或写出阅读提纲(阅读提纲可以问题的形式提出，这些问题只有认真阅读规定的课文后才能回答)；

(2)要求学生在阅读过程中能迅速发现自己不懂的地方(用铅笔标出来，看懂后再擦去)，并能掌握每段的要点及整节书的要点(将重点字句标出或用简明文字写在书旁)；

(3)回答阅读提纲中的问题。指定某人回答或自由举手回答皆可；

(4)教师总结。总结可分两个方面：一是对提纲中问题作补充说明，因为同学的回答一般不会很全面很深刻；二是指出阅读课文时的注意事项，这要结合阅读内容的特点及学生在自学中存在的问题来讲解。

以上分别阐述了四种物理课堂教学方法：讲授法、边讲边实验法、讨论法和自学法。就当前物理教学的实际情况来说，多数课还是用讲授法进行；但是不论采用哪种方法，以学生为主体教师为主导的思想始终应该是教学法的指导思想。另外还必须指出：在实际教学中，一节课可以采用一种教学法，也可以用两种甚至多种教学法结合进行。怎样选择教学方法要根据教材内容和学生情况，以及教师个人的教学优势而定，以能最好地完成教学任务为准则。

随着时代的前进，广大物理教师丰富的教学实践，也一定会总结出更加有效的教学方法。作为物理教师，应该经常注意吸取国内外的教学经验，同时也要发挥自己的教学特长，不为某种单一的教学模式所限，在课堂中力求教学方法的“综合优化”，取得最高的教学效率和最好的教学效果。第三节物理课堂教学要处理好几个关系

一、知识与能力的关系

课堂教学不仅是传授知识，更重要的是要通过传授知识来培养学生的能力。能力包括什么？对此有各种看法，应该说，最基本的能力是学生的思维能力，即善于提出问题分析问题和解决问题的能力。知识是能力的基础，无知肯定是无能的，然而，传授了知识绝不等于就发展了能力，发展能力必须有意识的进行，所以教师应该既是善于传授知识的教者，又是善于培养能力的导者，要培养能力，教师首先要在备课时，挖掘教材里的能力因素。每部分教材中都有培养学生能力的因素，尤其是有关练习，只要我们用心分析研究，通过传授知识与技能训练，培养学生能力的问题是不难解决的。

例如牛顿万有引力定律的发现过程，是培养学生思维能力的好教

材，它是根据开普勒定律和牛顿运动定律先推导出太阳和行星之间的引力定律，进而推论太阳和行星之间、地球和月球之间、地球与地面物体之间的引力具有共同的本质，最后得出万有引力定律。严格地说，万有引力定律直到卡文迪许用实验验证以后才最后完成。通过这个推论过程，使学生了解到从已知的知识出发经过严密的逻辑推理，可以获得新知，认识新的规律。从观察、分析到形成假说，从假说再到理论，这种认识客观规律的辩证思维方法对学生有很好的影响。又如根据物理规律总结解题思路不但能帮助学生加深对物理定律和概念的理解，而且也是培养学生分析总结和抽象概括的思维能力的好方法。例

如学习气态方程时，不少学生能够套用公式： $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ ，但

不能灵活运用它来解决具体问题。教师在钻研教材时不但要选择典型例题给以示范，更重的是研究如何通过例题的分析，总结出解题的思路。即：明确研究对象即研究的是哪一部分“气”，因为气态方程是反映一定质量的理想气体的状态变化规律，因此解决问题的第一步就必须抓住“一定质量的理想气体”这个研究对象；分析研究对象的初、末状态，因为方程的等式两边是气体的压强、体积和温度的初、末两状态之间关系；建立并求解方程；检验计算结果是否符合物理事实。前三步是利用气态方程解题的基本思路，最后一步是所有解题都应注意的问题，所以简单地说，运用气态方程解题的方面就叫“气”、“态”、“方程”。可见，解题思路是从物理定律中分析抽象或引申出来的，是规律本身的一种要求，而不是外加的。我们在钻研教材中注意研究这种物理规律和解题方法的关系，并在数学实践中经常用以训练学生，则学生在分析问题解决问题的能力提高方面，必将受益不浅。

二、知识传授与思想教育的关系

教师应该是既教书又育人。教育的根本目的是为建设社会主义祖国培养人才，而人才必须是全面发展的。在传授知识的过程中，任何一个教师的言行在客观上都会影响学生的思想和世界观，这一点是不以人们的意志为转移的。因此，每一个科任教师应该自觉地以正确的政治观点和高尚的品德去影响学生。因此，在教学过程中坚持以马列主义基本观点教育学生，坚持以四项基本原则教育学生，这是我们物理教师的政治责任。物理教材中也蕴含着丰富的教育因素，如爱国主义思想、唯物主义思想、辩证思维方法以及科学家们的勤奋、献身以及创造精神等等。教材中的这些教育因素，需要把它渗透到教学中去，这不但丰富了我们的教学内容，而且所带来的思想教育效果往往是意想不到的。例如，讲到力的概念时，我们可以举出我国古代哲学家、科学家墨翟提出的关于力的观点，在墨翟的著作《墨经》中有这样的记载：“力形之所以奋也。”“形”指物体，“奋”指由静而动或由慢而快。全句的意思正是体现了

力的作用在于改变物体的运动状态。远在两千四百多年前（战国初期），墨子就对力的概念做了如此科学的阐述，这个事实将对学生在振奋民族精神，克服民族自卑感方面起着积极的作用。

三、理论与实验的关系

物理学是实验科学，实验对物理教学的重要性是不言而喻的。物理教材中的演示实验和学生动手的实验在教材中占有很大的比重。因此钻研教材时，应在研究实验原理、实验装置以及实验技能技巧上投以很大精力，否则无法完成物理教学的任务。由于种种原因，我国中学目前对物理实验仍然缺乏应有的重视，课堂教学常常侧重于理论和概念上的分析，教学常常是从概念到概念，从理论到理论，一支粉笔，一张嘴成了主要的教学工具。我们的中学生物理思维能力较强，解题能力较高，而动手实验的能力很低，与这种教学状况是有极大关系的。这种状况应该及早改变。一方面，应该充分利用现有实验设备；另一方面，也应动手制做一些“土”的、简单的实验仪器，以满足教学要求。例如：为了使学生了解动量定理，就可以利用垂直着的钢笔帽下压一张纸条做一个简单的实验来说明。因为笔帽与纸条之间的摩擦力 f 是一定的，当以极快速度撤走纸条时， f 作用于笔帽上的时间 t 很小，于是笔帽下端的速度 V 也就很小，当 $V = 0$ 时，笔帽就不倒。若使 f 作用时间加长，例如在拉动的逆方向留有较长的纸条，则笔帽就会倾倒。当然，这个简单的小实验，还可以引导学生认识惯性、重心、力矩等物理概念。总之，备课时，要认真设计实验，尤其是初中物理教师应当用更多的精力来研究各种演示实验和学生实验。因此，学习新的实验技能和自行设计简易实验，应该是物理教师的一项重要任务。尤其是青年教师应该有一个集中的时间深入到实验室工作，这对青年物理教师的培养是十分重要的。

四、物理与数学的关系

实验是基础，数学是工具，实验与数学这是物理教学的两大支柱。高中物理涉及到的初等数学知识面是很广的，特别是方程求解，函数图象、三角函数以及平面几何知识，几乎在高中物理的每个分科中都有应用。同时物理概念和规律要用数学方法来表述，因此，学生要具备正确理解物理知识的数学表达式的能力、运用数学知识进行理论推导的能力、运用数学知识对物理问题进行定性分析和定量运算的能力、运用数学知识进行理论推导的能力，这些都是物理教学中的重要内容，也是物理教师在教学中要培养学生运用数学知识解决物理问题的能力的重要问题。如果物理教师不具备相当基础的数学知识，这个任务就很难完成。因此物理教师应该力求对中学数学比较熟悉。备课时，应注意研究相关的中学数学知识，而且还要注意熟悉一些高等数学，这对于深刻理解物理概念和规律，也是十分必要的，学生在学习物理时常常是理、数脱节，他们学了不少数学知识，但缺乏应用数学知识联系物理问题的实际的能

力，备课时就要注意到怎样促进学生使数学知识向物理问题的迁移。如图 1 所示的力的分解问题， OGF_2 是力矢量的三角形，这是一种物理现象的数学抽象， ABO 是支架三角形，这是物体的数学抽象。可以证明 $OGF_2 \sim ABO$ ，学生常常想不通，也不敢作这种“相似性”的论证，因为两个三角形的实质不同，他们忽视了这实质不同的两个三角形都是一种数学抽象，从数学来看，它们是“同一”的，可见如何使学生善于运用脱离具体事物的数学的抽象来解决具体问题，是物理教学应加以研究和解决的问题。因此，提倡物理教师读一点中学数学教材，并且认真研究物理教材中的数学问题是十分必要的。

五、难与易的关系

物理这门学科“难教难学”，可能是一个带有国际性的普遍问题，物理学的概念和理论具有较高的概括性和抽象性，学习物理除了要求学习者具有较好的思维能力外还要求有较好的数学基础和实验动手技能。因此，物理这门学科的教和学确有难的一面。物理知识与自然环境、生活实践以及生产实践有着密切的联系，这就存在着激发学生学习物理兴趣的极大潜在动力，这也是本应该忽视的。

物理教材中形成教学难点的原因，其情况是较为复杂的，从物理教材的某一章某一单元或某一部分来看，其“难”大体有两种情况：一种是客观上比较难，例如静摩擦力、电势、电动势等概念；另一种“难”是人为的，例如把连接体问题搞得很复杂，引入“惯性力”等超纲内容，这就人为地给学生学习造成困难。教师备课，就是要设法化“难”为“易”。我们应该经常总结化难为易的好经验，比如分散难点、多做实验、搭桥过河，进行类比等等都是行之有效的化难为易的办法。例如电磁感应现象中的楞次定律，是一个难点知识，尤其是定律的表述，学生很难领会。我们可在实验基础上，通过分析使学生认识到这个定律的核心是研究感生电流的磁场和原磁场之间的关系，由于原磁场的变化而产生感生电流，感生电流又形成自己的磁场，这个磁场又为原磁场产生阻碍或反抗作用。这个物理过程是比较复杂的，但可以看出原磁场的变化与感生电流的磁场之间存在一种互相作用的因果关系，原磁场的变化是“因”，感生电流的磁场是“果”，此“果”又对“因”产生阻碍或反抗作用。这个因果关系好比“父子”关系，不过在这里“儿子”总是反抗“老子”的。这样在实验基础上通过对过程的分析，抓住了过程中的因和果的辩证关系，并对这个因果关系作了一个人格化的比喻。这种分析和比喻使学生不但在思想上受到启迪，而且在心理上产生了趣味感，“难”就化为“易”了。一个物理教师应该学点哲学，还要注意从文学艺术中汲取营养，加强语言修养，广泛阅读科普资料，这对搞好物理教学也是很重要的。

六、局部与全局的关系

有人说，教学就好比下围棋，只有全局在胸才能下好每一个子，这的确是很恰当的一个比喻。这个局部与全局的关系问题，在备课中不可忽视。若以整个中学物理为一个全局，那么力、热、电、光、原子诸部分就是组成这个全局的各个局部。中学物理以经典物理基础知识为主，力、电是两个重点局部；若以力学为全局（主要是质点力学），则牛顿运动定律、动量定理和动能定理就是重点局部。教师只有胸中有全局，处理好各章各节教材内容之间的关系才能做到心中有数，才能知道把主要力量应下在何处。为此教师要通读全部教材，然后对全部教材的知识结构作出分析。对每一节教材的处理，要从全章这个全局出发，在对全章知识结构分析的基础上，确定全章重点、难点，并对全章作出一个整体安排。全章设计得好，重点就能突出。从课堂教学的总体来看，每一节课是一个局部，但对教师备课来说每一节课又要把它作为一个全局来考虑。从每一堂课的教学内容来看，要研究如何做到讲好基础知识、突出重点，培养能力，思路清楚，密度适当。从每一堂课的教学方法来看，要做到启发引导，有讲有议，动手动脑。总之，课堂教学的45分钟要精心设计，全面安排。局部会影响全局，尤其是那些关键性的局部更起着决定性作用。因此，上好每一节课不但是一个教师的责任心的表现，也是教学客观规律的要求。

七、新与旧的关系

物理学各部分知识之间有着紧密的内在联系。例如，中学物理的力学体系具整体性就较为突出内在联系很强。在教学中如何揭示这种内在联系，使学生根据已有知识通过推理来获得新知识，这是课堂教学中的重要问题。要深入研究这个新与旧或未知与已知的关系，力求处理好这个关系。从“旧”中如何引出“新”，如何利用“新”来巩固和深化“旧”。这个新、旧的辩证关系，是我们课堂教学中应注意掌握的一般原则。以上所述是从物理知识的内在联系的角度，分析在教学过程中产生的“新”与“旧”的关系。其实就学生本身头脑中的知识结构来看，对于学习物理来说，他们并不是白纸一张，他们从自己的生活实际中，从对周围自然环境的观察中，从课外阅读中，总之从社会的各种信息传播渠道中，他们已经具有不少与物理有关的知识，不过其中有相当一部分是表象的，有的是错误的。但对教学过程来讲，这些都应该成为引入新知识或正确理解新知识的参照条件，我备课时注意研究学生，其根据之一就在这里。

研究一章教材时，应该把这章知识里学生的已有知识排列出来，研究如何利用已有的知识，如何加深学生已有的知识。例如，动量这一章，冲量、动量、动量定理以及动量守恒等均为新知识，而牛顿运动定律、矢量的和差计算、机械能守恒定律等都是旧有知识。这些旧知识有利于本章新知识的学习，又在研究动量等新知识、新问题得到巩固和深化。

例如，利用牛顿第二定律和牛顿第三定律就可以直接导出动量守恒定律。但牛顿运动定律只适用于宏观低速情况，而动量守恒适应的范围更为普遍，不论是宏观物体还是微观粒子，低速运动还是高速运动，也不论相互作用是什么性质的，都遵守动量守恒定律。也就是说动量守恒是反映了比牛顿第三定律更为普遍而深刻的互相作用规律。可见通过牛顿定律得到了动量守恒定律，而动量守恒定律使我们对牛顿定律的认识更深化了。所以，在新旧知识的联系上多下功夫，是十分必要的一件事。

八、初、高中物理与普通物理的衔接关系

初中物理、高中物理、普通物理都是物理学的基础理论部分，初中物理的教材内容大部分属于感性认识，高中物理的概念性和理论性比较强，而普通物理就具有比较完整的理论体系了。对于高中物理来说，下有初中物理，上有普通物理，教师如何处理这个“上”“下”之间的衔接关系是值得研究的。高中物理教师应该钻研初中物理和普通物理，以便了解学生的基础和普通物理要求，很多物理概念和定律，在初中、高中、普物的不同阶段的要求和提法是有差别的，是根据学生接受能力逐步深化的。例如，质量的概念，在初中定义为物体所含物质的多少叫做质量。这是牛顿关系质量的最初定义，这个定义是牛顿的机械的原子论观点的产物，牛顿认为物质都是由完全相同的、不可再分的基元粒子——原子构成的。而所谓物体的质量就是整体物体所包含的这种绝对原子的多少。这个定义存在明显的缺陷。其一，完全相同的绝对原子根本就不存在；其二，无法通过测定物体所含原子的数目来测定物体的质量。那么，为什么至今在初中物理中仍然沿用这个定义呢？原因之一就是初中学生容易理解和接受，其次是人们凭经验知道了物体所受重力与其质量成正比，从而用比较物体所受重力的方法可以测定质量。牛顿正是根据自己对质量的理解和这种量度质量的方法，建立起了牛顿第二定律。牛顿定律的建立使人们对质量的认识深化了，产生了惯性质量、引力质量等新概念。高中物理把质量定义为物体（质点）的惯性大小的量度，这个定义和初中的定义并不矛盾，而是深化了。只有学习普物时才去深入研究引力质量问题以及质量的相对论效应问题。可见，钻研教材时要注意沿着物理学发展史，去研究一些概念的不断深化的过程，解决好不同教学阶段的不同要求之间的衔接关系。

应该强调，高中物理教师熟悉普通物理是一个起码要求，否则是容易出问题的。如图 2 所示，在一个不计质量的刚性杆件上，分别在杆的端点和中点处固定两个质量均为 m 的小球 A 和 B。杆的一端固定于 O 点，当杆从水平位置自由转下时求它们通过最低点时速度 V_1 和 V_2 。以最低点为零势能位置，根据质点机械能守恒和线速度与角速度的关系可得：

$$mg \cdot 2L + mg \cdot L = \frac{1}{2} mV_1^2 + \frac{1}{2} mV_2^2$$

$$V_2 = 2V_1$$

利用上述两式可以正确求解，有的学生想利用重心（应该是质心）概念，把 A、B 两个小球视为一个整体来求解，就常常得出错误的结果。对普通物理比较熟悉的教师就会知道，若把两个小球作为一个整体处理，这是一个刚性转动问题，必须应用性转动方面的规律才能正确地求解，类似的情况在我们教学中是经常碰到的。可见，高中物理教师研究一点普通物理，是十分重要的，它可以使我们处理问题时心有底，帮助我们确定高中物理教材的界限和深度。

九、讲与练的关系

讲与练的关系，一般提法是“精讲多练”，即用“精”和“多”解决这一对矛盾。其实“精讲多练”是我国广大教师在继承、借鉴的基础上，通过教学实践形成的一种新的教学思想，也是一种具有中国特色的教学方法，它符合学生的认识规律，也符合教学过程双边活动的特点。它克服了教学中单纯“先生讲学生听”的弊端，有利于调动学生的学习积极性。所谓精讲，即把精华的内容，不但讲得深刻，而且讲得精彩，研究精讲的教學艺术，不但使学生学到知识，而且在课堂教学中使学生在心理上得到一种美的满足和享受。物理教师要把学生必须掌握的，特别是不容易理解的基础知识、基本概念和基本定律，以精炼的语言，准确地讲授给学生。精讲不是少讲，而是好与少的结合。这是我们在备课中最为耗费心思和要着实下功夫的地方。所谓“多练”，是学生的练习要多一些，只有通过反复练习，学生才可能真正学到一点东西。多练的含意有三：一是指一定数量的练习；二是经常性练习，即“学而时习之”；三是多层次、多形式、多种方法的练习。“多练”实质上是使学生对所学的理论知识，在反复实践中巩固、深化。根据心理学的遗忘规律，新旧知识的前后干扰现象等，必须有目的有计划地安排练习，才能保证学生灵活而牢固地掌握知识。

“练”的目的是利用一些练习题来让学生正确理解概念，掌握规律以及训练学生分析和解决问题的能力及技巧。因此，如何精选或设计一些有利于学生掌握知识和培养能力的练习题，是备课中应认真研究的问题。有经验的教师都十分明白，精选，尤其是设计习题是一项既费精力又需要有业务水平的工作。每道题目从内容到形式，都要具有科学性，题目中所设置的物理情境，既要符合物理实践又要有新颖性和针对性，还要符合教育心理学要求，在修辞方面和使用标点符号上都要规范化。

总之，适量的有针对性的精选或设计一些习题让学生练习是很重要的。只有如此，才能检查学生对知识理解的正、误、漏、缺，进一步引导学生总结分析解题思路，并使学生把学到的知识扩展和活化，这种

“练”和那种盲目地、机械地、大量地、毫无选择地搞题海战术的“练”是有原则区别的。所以“精讲多练”的“多练”是相对于精讲而言的。

总起来说，教师在教学中要抓住教学过程中的主要矛盾，从教学目的、教学内容、教学方法三个方面处理好各种关系，这就有可能从多层次、多角度上理解和把握教学过程，为提高课堂教学质量建立基础。

第四节 物理课堂教学过程与教学艺术

教学过程是由教师的教和学生的学所组成的双边活动过程。事物的发展变化过程是事物内部矛盾斗争的过程。教学过程中始终存在着的矛盾是：教师传授文化科学知识培养能力和学生接受这些知识提高能力之间的矛盾。教师要认真分析教与学矛盾的性质和特点，才能促进事物的发展以达到预定的教学目的。

课堂教学（上课）是教学过程的中心环节，或者说是一个完整教学过程的核心部分。上课前师生双方都应作充分的准备（教师备课和学生预习），上课后教师要辅导和考查，学生则要复习和巩固。

一节课一般由三个阶段成组：准备阶段、知识的传授阶段和巩固阶段。

准备阶段：教师不能一上课马上就讲新课，必须先作必要的准备。准备包括心理准备和知识准备。心理准备的目的是让学生排除一切干扰，迅速进入上课状态，即通常所说的“组织教学”。知识准备指的是讲新课之前，使学生掌握好学习新课所需具备的旧知识。

知识的传授阶段：在这一阶段里，教师要把一定的新知识传授给学生并通过传授知识培养相应的能力，学生则应努力摄取、领会新知识，掌握新技能。这时教学的关键是教师要启发学生进行积极的思考。

知识的巩固阶段：新学到的知识需要巩固。对新知识的巩固，主要是在运用中加深理解，在理解的基础上记忆。

物理课堂教学过程在上述三个阶段中，还有一些特殊要求：

一、物理课堂教学过程的基本特点

1. 中学物理课堂教学应以观察和实验为基础。无论在课堂教学的哪个阶段，都可以进行必要的实验观察。通过演示实验引出新课题，可以使学生产生极大的学习兴趣；通过观察实验可以分析归纳出新概念和新规律并能检验规律；通过解释实验现象可以巩固新知识。以观察和实验为基础是物理课堂教学的优势之一，应该充分予以利用。

2. 形成概念和掌握规律是中学物理课堂教学的中心问题。物理课所学的新知识，主要是指新的概念和新的规律。在物理课堂教学中，应逐步训练学生从观察和实验的事实出发，进行分析、综合、归纳、演绎，形成正确的物理概念、掌握有关的物理规律，同时学会科学的思维方法提高思维能力。

3. 中学物理课堂教学中，必须注意定性分析和定量计算相配合。物

物理学中许多物理量，作为概念可以对它进行定性的分析和描述；作为物理量就必须有数学表达式和单位，并可进行定量计算。物理定律就是有关物理量之间在一定条件下的规律性反映，一般也有定性的叙述和定量的数学表达式。物理概念和定律的定性表述与定量的数学表达相结合，是物理学概念与规律的突出特点。因此，在物理课堂教学中，必须有计划地、逐步地训练学生掌握和运用初等数学工具解决物理问题的能力。

4. 中学物理课堂教学要培养学生运用物理知识解决实际问题的能力。物理学的基础知识的应用十分广泛，因而成为现代科学技术的重要基础。就中学物理教学来说，物理基础知识的应用主要是：应用所学的有关概念和规律解释自然界、日常生活和生产中的某些常见的物理现象，解决比较简单的有关实际问题。在课堂教学中，经常注意运用物理知识解决实际问题，既培养了解决实际问题的能力，又可激发学生的学习兴趣，活跃课堂气氛。

5. 要注意通过物理课堂教学使学生树立奋力攀登科学高峰为国争光的思想。物理学的丰富知识与显著成就，对富有敏感和进取精神的中学生来说，有极大的吸引力。因此，在课堂教学中，要十分注意培养学生学习物理的强烈兴趣和顽强地钻研精神。

在编写教案和组织课堂教学时，要在课堂教学的一般要求下，充分考虑物理教学的特殊要求，这是搞好物理课堂教学所必须注意的。

二、物理课堂教学的艺术

教学是一门科学，因为教学过程是有客观规律的；教学又是一种艺术，每位教师都可以根据自己的特点，在遵循教学规律的前提下发挥自己的创造性，在三尺讲坛上创造出一堂堂有声有色、生动和谐的具有很高的美学价值的优秀课来。

教学艺术的基础在哪里？在于充分发挥教师个人的教学特长。例如有的教师能够迅速有效地进行组织教学；有的教师则能配合讲解，迅速、准确地画出美观的板图；有的能规范、熟练地进行实验操作，使学生产生很大兴趣；有的善于处理课堂上的偶发事件……

课堂教学的艺术是丰富多彩的，归根到底是要创造条件使学生在思想活跃、和谐融洽的气氛中进行学习。关键点是教师对教育工作的热爱、对学生的热爱。在任何情况下对学生都只能是爱护、教育和培养，绝不能冷漠、挫伤和挖苦。一位感情贫乏、冷若冰霜的教师，是不可能把教育教学搞好的，当然也谈不上会有什么教学艺术。教师热爱教学，既有丰富的知识又能灵活运用教学方法，就容易在课堂教学中发挥出自己的艺术才能，把课上得有声有色。

例如在高中一年级的一节物理课上，老师让某同学到黑板演算一道题：如图 3 所示，将物体沿长为 L 高为 h 的光滑的斜面匀速拉上去，物重为 G ，求拉力 F 。因为刚刚学过了共点力的平衡条件，老师的原意是想

让该生用共点力平衡的知识解这道题。首先认定物体处于平衡状态，接着分析物体受力情况，最后应用平衡条件得出： $F = G \cdot \frac{h}{L}$ 。但没有想到该生却用了初中学过的功的原理，他直接写出关系式 $F \cdot L = G \cdot h$ $G \cdot \frac{h}{L}$ 。面对这种情况，老师应抱什么态度呢？一位比较成熟的教师首先只能是对他的解法热情赞扬：“解法完全正确，很好！功的原理是初中学的，时间相隔这么久，仍能熟练地用它解题，说明学的是不错的。”接着再指出：当我们学过共点力平衡条件后，解这个题目可以不用功的原理，用平衡条件来解也很简便，两种解法所得结果是一致的。两种解法结果的一致性，起到了两个理论（功的原理和共点力平衡条件）互相印证的作用。教师这样做，既鼓励了到黑板解题的学生，又使全班同学得益，课堂气氛就比较和谐融洽，思想也比较活跃。可以设想，如果教师看到该生的解题方法不符合自己的原意，便表现出冷淡态度，或简单地说不准用功的原理求解，在课堂上所起的效果就完全不同了。这位老师之所以能这样好的使课堂气氛和谐融洽，首先在于他具有肯定、鼓励、赞扬学生一切合理正确的东西的思想感情。

要使课堂气氛和谐融洽，还必须从各方面了解学生，特别对学生的原有知识要做到心中有数（不只是已学过的物理知识，其它如数学、化学等也在内）。教学总是要以原有知识为基础，教学过程实际上就是在原有知识的基础上使同学获得更深刻更高级的知识的过 程。教师对学生的原有知识摸得越清，教学就越符合学生的实际情况，学生就会感到越亲切，课堂气氛就越融洽。如果教师完全不了解学生的原有知识，不联系学生实际进行教学，学生就会有一种被老师忽视的感觉，课堂气氛就会受影响而不和谐。所以，有经验的教师都十分重视了解学生的原有知识，并善于利用原有知识进行教学。

要使课堂气氛好，还要正确对待基础较差的学生。有的学生学习物理有困难，原因可能很多，他们自己也很着急，老师应对他们加强辅导。如果限于时间和精力对他们帮助不够，至少在上课时要以正确态度对待他们。这不单是对他们本人的教育，对全班的影响也很大。首先，教学中要经常提问他们，让他们感到老师经常在关心着他们。对于他们的回答，只要有正确的成分或合理的因素就要首先予以肯定，然后再指出错误所在。就是对完全错误的回答，也不能讽刺挖苦。讽刺挖苦学生是教师最应忌讳的作法，如果发生了讽刺挖苦，课堂气氛就立刻变坏，并产生很不好的后果。

课堂上发生的偶然事件，教师要能正确处理，处理好了可以把坏事变好事，处理不好就可能严重破坏课堂教学的进行。例如上课时老师让学生做一道综合题，有一个女同学（她学习比较认真，学习成绩中等偏上，但脾气急躁）不会做，着了急，突然在位子上就嚷：“什么综合题！”

基本的还不会呢就做些这个！”说完就把笔摔在桌子上，刹那间课堂气氛变得紧张起来。在这种情况下，老师应该怎么办呢？决不能也大发雷霆把她赶出教室，也不能马上就批评她高声喧哗破坏纪律，而应该让其他同学继续做题，老师走到这位同学的位子处跟她进行个别对话，小声地帮她分析问题，启发思考。等到大家都做完题后，再来处理这位同学的问题。她高声嚷嚷破坏纪律当然应该批评，要指出这是错误的，但她提出的问题是否正确要仔细分析。有关的基本题目是否已经做过？刚才课上做的题目是否过难（综合的知识太多）？如果她说的符合实际，教师应公开予以肯定；如果她说的不对，也应耐心解释。老师一定要冷静地实事求是地处理上课时发生的偶然事件，使课堂教学顺利地进行下去，同时使大家通过处理偶发事件都受到教益。这是一种每位教师都应该掌握的教学艺术。但追根究底，教师之所以能够不从个人感情出发冷静客观地处理偶发事件，仍然是因为教师的思想深处对教育教学的热爱和对学生的热爱。

总之，教学艺术、教学风格的形成依赖于教师对自己所从事的事业的热爱和高度的责任心、依赖于教师宽厚的知识基础、丰富的实践经验以及个人性格情操的陶冶等等。这是需要不断探索的课题，决不可能一蹴而就。

顺便再谈一谈物理教学语言的艺术问题。讲物理首先要注意语言的科学性、逻辑性，教师的语言应当准确规范，意思清晰，讲究语法逻辑。有的老师以为教物理与语言、文采无缘，不注意掌握语言的基本功，讲课时言不及意，语法混乱，就会严重影响知识信息的传递和教育教学效果。

教师的语言，要饱含激情，切忌刻板教条，“官话”、“套话”连篇。教师只有让语言饱含着自己对学生的真诚的期望，体现自己对物理教学的热爱和深邃精辟的见解，才能激起学生相应的情感上的共鸣，激发他们的求知欲，使他们更好地感受和理解教材。

教学语言的紧慢疏密、轻重缓急，应当恰到好处。教学语言速度太快，学生反应不过来，听课就感到吃力，囫囵吞枣，教学效果不会好；速度太慢，学生的思维活动不易展开，会影响智力发展，而且往往使学生提不起精神，思想开小差。讲课声音太高，强烈的刺激使学生的注意力难以保持；声音太低，使学生的听觉器官过于紧张，容易产生疲劳感。因此，课堂教学中宜采用平和流利的语言，注意快慢适中，高低适宜。

我们讨论教学语言的艺术性，应当从教学实际需要出发，争取最佳的教学效果。因此，教师语言不能等同于艺术家的语言，对于物理教学来说，教学语言要“言之有物，言之有理，言之有情”，就可以达到提高教学效果的目的。

第二章

初中物理概念和规律的教学

第一节初中学生的学习特点

中学物理基础知识中最重要的内容是物理概念和物理规律。物理概念反映了物理事实中最本质的特征，物理规律表达了有关物理概念之间的相互联系。使学生形成概念、掌握规律，是中学物理教学的核心问题。如果学生对物理概念没有真正理解，他就不可能很好地掌握物理规律，更谈不上灵活运用、培养能力了。

学生在理解物理概念和掌握物理规律方面，主要存在以下几个问题：

(1)不知道为什么要引入一个新的物理概念，不明确它的物理意义和实质，往往是从抽象的定义出发，而没有真正理解。

(2)由于没有真正理解，学过的物理概念和规律，往往是死记硬背，记不住，记不牢，相似的概念容易发生混淆。(3)不会灵活运用，只会死套公式。往往是错了不知怎么错的，对了也不知怎么对的，分析和理解问题能力很差。

怎样使学生学好物理概念和物理规律呢？针对上述问题，我们在教学过程中，首先必须使学生对概念和规律要作到真正理解；其次，在理解的基础上要切实记住；还要在运用的过程中不断加深理解、记忆和运用，三者相辅相成，有着不可分割的辩证关系，其中理解是关键，是根本。

学生理解物理概念和掌握物理规律是一个十分复杂的认识过程，它是一个特殊的认识和一般的认识、感性认识与理性认识的反复结合、相互作用的辩证发展过程，这个过程往往表现为：从初步理解，经过具体与抽象的反复结合而达到加深理解。简单的概念和规律经过必要的数次反复即可掌握，而复杂的概念和规律则要经过几个阶段的学习，才能掌握。因此，要特别重视初中物理的概念与规律教学的研究，从学生的年龄特点、心理特点及物理学科特点出发，采取恰当的措施，使教学过程尽可能符合学生的认识规律，为物理课的入门教育打下良好的基础。

为此，本章先从初中物理概念和规律的教学谈起，然后再讨论中学物理概念和规律教学的一般问题。

初中学生的年龄一般在 12—15 岁左右，这个年龄阶段是从童年期向青年期过渡的阶段，这个阶段的主要特点是心理半幼稚与半成熟，依赖性和独立性、自觉性和幼稚性的错综结合。初中阶段是人的一生中精力奔放、智慧焕发的时期，所以这个阶段在学生在学习过程中占有重要的地位。

初中学生在物理学习上具有以下几个方面的特点：

一、学习兴趣和学习的动机

所谓对某一事物有兴趣，从心理角度分析，就是这一事物最易诱发大脑神经兴奋，这种兴奋是对这一事物认识、理解、记忆的最佳时机，常常能够从中迸发出创造的火花。初中学生对许多物理现象都感到新奇，易于激发他们的兴趣，而他们的学习活动又最容易从兴趣出发，也最容易被兴趣所左右。他们的注意力、观察力、思维能力、记忆能力都和兴趣紧密联系着。在兴趣盎然之中进行学习，思维最主动、最活跃，智力和能力都能得到充分的发展。所以学习兴趣是推动学生学习物理很重要的内在动力。

学生进入初中以后，知识面逐渐扩大，求知欲大大增加，学习的兴趣也就大大地扩展了。初中物理教材的内容是从学生的日常生活经验和简单的观察、实验入手来讲述物理学的简单现象和基本规律的，所以，他们不仅对物理课内知识感兴趣，对物理课外读物、科普读物、科技活动……等也感兴趣，这就为我们在物理教学中激发学生的学习兴趣 and 愿望创造了良好的条件。但是，随着学习进程的发展，初中学生的学习兴趣会不断分化。如果物理教师知识渊博，教学方法好，善于调动学生的学习积极性，学生就会通过学习取得较好的物理成绩，就会对学习物理保持浓厚的兴趣，产生学好物理的动机并逐步形成理想和志趣。在学习中表现出刻苦、认真、主动、积极。反之学生会兴趣下降，处于被动，甚至发展到厌学物理。所以有经验的教师必须把培养学生的兴趣、激发学生的学习愿望放在初中物理教学的首位。

二、观察和实验

物理是一门以实验为基础的学科。在初中物理教学中观察和实验占有重要的地位，学生通过观察和实验获得物理概念和规律的感性认识，再在感性认识的基础上通过分析、判断、推理、论证，获得物理知识。初中学生对观察和实验有极其浓厚的兴趣。一般学生能目不转睛地按教师要求去观察有关的物理现象，他们好奇、好动，对物理实验十分主动积极。如果在教学过程中教师能引导他们明确实验和观察的目的、端正态度；教给学生观察和实验的方法，培养技能；指导学生把观察和实验的感性认识和物理概念、规律联系起来，那么，学生通过观察和实验就不仅能感知物理现象的外部属性，还能抓住物理现象间的联系，进行分析和论证。如果物理教师在教学过程中，不及时提出对学生观察和实验的明确要求并耐心的指导，学生的观察和实验就会停留在猎奇和游戏的水平上，不能形成学生学习物理概念和规律的感性认识基础，观察和实验就没有达到预期的教学目的，即使有很好的仪器设备、也只能造成教学上的浪费。所以物理教师对物理教学中的观察和实验必须予以充分的重视。

三、思维能力的发展

初中学生思维能力的发展有两个主要特点，第一是他们的抽象思维能力正在形成和发展，但它必须要以直观表象思维为先决条件。他们在学习物理概念和规律的时候，最容易掌握的是那些有直观形象作基础的特征，例如在学习“液体内部压强”时，学生容易接受液体内部存在“下压强”，因为有“液体受到重力作用，层层下压”的直观形象作基础，而对液体内部存在“向上的压强”却不易接受。又如在学习“力的作用是相互的”这一问题时，学生容易理解人拉车前进时人对车的拉力，因为有“人拉车，车随人前进”的直观形象作基础，而对缺少直观形象的车拉人的反作用力却很难理解。所以在初中物理教学过程中，要广泛联系学生常见的生活实例，用形象化的语言、实物、实验、幻灯、电影等，使学生在获得感性认识的基础上发展抽象思维能力。

初中学生抽象思维能力的发展主要表现在概念的掌握、判断推理和理解力的发展上。例如根据固体、液体、气体受热膨胀的物理现象，得出物体热胀冷缩的结论；根据匀速直线运动中速度不变的特征，得出路程和时间成正比的路程公式；……。根据这个特点在教学过程中，教师应有意识地指导学生归纳和演绎培养学生对客观事物的抽象、概括和逻辑推理能力。

理解是指懂得事物的本质和内在联系，对客观事物具有抽象和概括的认识。初中学生对物理现象的理解往往停留在表面现象和具体过程上，例如：他们观察质量相同的两辆汽车，受到相同的制动力时，速度大的汽车停得慢，就错误地理解为速度越大的汽车惯性越大。又如：学过密度是物质的一种特性、利用测密度可以鉴别不同物质，学生就理解为“物质的密度是不变的”，对于温度升高时，物体的体积膨胀，其质量未变，故密度要变小，学生会说：那还能利用密度鉴别物质吗？初中学生对于因果关系的理解还存在一定困难。学习物理的关键在于理解、教师必须在教学过程中，引导学生在感性认识的基础上进行分析、判断、推理达到理解物理现象的内在联系，学会分析因果关系，培养学生透过现象去理解事物本质的思维习惯和方法。

初中学生思维发展的第二个特点是思维的独立性和批判性有明显的发展，他们常常不满足于教师的讲解和书本上对物理现象的解释，喜欢独立地去寻求物理现象的原因和规律。这就使初中学生的独立思考能力逐步得到发展，这是他们增长知识、发挥才干的极其可贵的心理品质，教师要特别珍惜这种品质，鼓励他们大胆发表自己的不同见解，绝不能因为他们爱提不同意见而认为是故意“挑刺”而去斥责或压制他们。初中学生思维的独立性和批判性还很不成熟，容易产生片面性和表面性，他们常用一些日常生活的观念去解释科学概念，因此常犯科学性的错误。例如学生认为当物质的密度大于液体的密度时，只要把这种物质做成空心的物体，它就能浮在液面上，显然这是一个片面和表面的认识，

要使这种物质组成的物体浮在液面上，不仅是做成空心的，还必须使它排开液体受到的重力等于物重，才是问题的实质。他们有时毫无根据地强调片面性的结论，甚至固执己见；他们认识问题容易绝对化，教师一方面要肯定他们独立思考的点滴成绩，鼓励他们敢于创新的精神；另一方面又要引导他们逐步克服思维片面性、表面性和绝对化的缺点，使他们逐渐学会全面地、从本质上去分析问题，促进其思维品质的发展。在教学过程中如果教师以自己的思维去代替学生的思维，包办代替过多，就会妨碍学生创造性独立思维能力的发展，如果教师放任自流，不去积极地引导和培养、学生的创造性思维能力，也不会自发地得到发展。

四、情感和意志

初中学生具有较强的易感性，容易动感情，感情也很容易波动，觉得这个老师好就对这个老师极端热情，觉得那个老师不好就极端冷淡，喜欢这门课程就积极主动学习，觉得那门课没有意思，就不好好学，这种情感外露是很明显的。所以在初中教学中，培养学生对学科的情感、培养师生的情感，都是非常重要的。

初中学生的意志品质（主动性、坚持性、自制力）还很幼稚，学习顺心时，成绩上升；学习上遇到比较难于理解的问题时，只满足于一知半解，结果成绩下降、学习信心动摇。有部分学生对不懂的问题，不愿意问老师或同学，作业不会就急于去抄同学的作业，在概念及公式还没弄清楚时，就急于去做作业，在学习上遇到困难或失败时，往往不能迎着困难上，而表现为学习情绪低落，甚至放弃学习。所以在初中教学中要注意培养学生的意志品质，引导学生正确估计自己的力量和锻炼自己的意志。

五、关于学习方法

学生从小学进入初中，学科的门类增多了，学习的内容渐渐趋向专门化，因此在学习的方法上也要求有相应的变化。初中物理教师对学生的指导又不可能像小学教师那样具体，学生往往习惯用小学的学习方法来学习初中物理，记忆多，思考少，不善于思维，反映在物理学习上常常表现为对问题的理解只停留在表面现象上。所以有经验的教师必须研究学生在初中物理学习上可能发生的困难和问题，有意识地在初二起始课前对学生进行学好初中物理的学习常规教育，具体指导学生初步掌握一些学习上的基本方法和技能，如：如何进行观察和实验？如何听讲？如何记笔记？如何阅读课本？如何复习和完成作业？如何独立思考，应用所学知识去解决实际问题等，使学生真正做到学得会，记得牢、用得上，只有这样才能适应初中物理学习的要求，为进一步学习打下良好的基础。

第二节 重视概念和规律的引入，激发学生的学习兴趣和愿望
物理概念和规律比较抽象，初中学生的注意力不易集中，学习往往

从兴趣出发，所学的知识互相隔裂，掌握不住知识的内在联系，因此概念和规律的引入就特别重要，通过“新课引入”把新旧知识联系起来，通过“引入”激发学生的兴趣和求知欲，通过“引入”使学生理解学习概念和规律的目的。为了达到这个目的，在引入新课题时必须注意以下几点：

一、精心设计“引入问题”

教师在复习旧知识的基础上，提出和旧知识密切相关的新课题、引起学生探求新知识的兴趣和愿望、造成对新课题“心求通、口欲言”的态势。

例如：在讲“比热”概念之前，先引导学生复习“热量”的概念，提问1克水温度升高1℃吸热多少？一杯水吸热多少和哪些因素有关？1克煤油温度升高1℃吸热多少？1克酒精、1克汽油呢……学生对除水以外的1克别的物质温度升高1℃所需要吸的热量是欲答不能的，但又急切地想知道问题的答案，教师就可以在学生的注意力高度集中，学习积极性很高的情况下引入新的概念——比热。这样既巩固了旧知识，又使新概念从旧知识中自然引申出来，使学生了解引入“比热”的目的，把教学目的通过几分钟的“新课引入”转化为学生的学习目的，使学生既不感到新概念来得突然，又掌握了新旧概念（热量和比热）间的内在联系，有利于对新概念（比热）的理解。

又如在学习“帕斯卡定律”时，先引导学生复习固体的压强及其传递规律、如图4所示，木棒A在压力 F_1 的作用下垂直压在墙上，在 S_1 端木棒所受的压强 $P_2=?$ 在 S_2 端木棒对墙的压强 $P_2=?$ 固体传递压强的规律是什么？如果把木棒换成液体、如图5所示，在容器内盛有液体，容器两端用面积分别为 S_1 、 S_2 的活塞把液体密闭起来，如果在 S_1 上受到外加的压力 F_1 ， S_1 加在液体上的压强 $P_1=?$ 液体施加给 S_2 的压强 $P_2=?$ S_2 所受的压力 $F_2=?$ 液体是否也能传递压强呢？传递的规律是什么？学生对这些新鲜的问题，从来接触过，感到新奇，他们会进行各种分析，有人说：由于液体有流动性所以不能传递压强；有人说：水已经密闭起来流动不了，一块水和一块木头相同，所以液体传递规律和固体的传递规律一样……他们探讨的热情很高，急切地想知道问题的答案，在这种最佳思维状态下引入新课，学习新的规律，既注意了新旧知识的联系，又焕发了兴趣和学习愿望，从而达到了使学生理解了“帕斯卡定律”的学习目的。

二、用简单而又新奇的实验引入新课

初中学生的认知活动是以直观形象为基础的，所以在学新概念之前，先演示与概念有关的实验，引导学生观察现象、思考问题，有利于激发学习兴趣、发展学生的思维能力。

例如：在讲惯性概念之前，可以做两个新奇而又简单的实验。

第一个实验由教师演示，如图 6 在悬挂的两个纸圈上，轻放一薄木条，用锤迅速攻打薄木条时，纸圈断还是木条断？为什么？

第二个实验由所有学生一起做，如图 7 在课桌边放一纸条，纸条上放一钢笔帽，慢拉纸条时，有何现象？快拉纸条时有何现象？让学生自己边实验、边思考。

又如：在讲物体的浮沉条件时，可以在水槽内放入三个小球，平衡时一个浮在水面，一个沉到水底，一个悬浮在水中，引导学生观察，并思考。也可以在水槽中撒入一把花生米，观察并思考为什么有的浮，有的沉，有的悬浮在水中呢？从而引入新的课题：“物体的浮沉条件”。

再如：在讲光的反射定律时，用平面镜向天花板上反射光斑，用凹面镜聚光于一点，这些简单的实验，学生虽然见过，但又不明白道理，教师可以引导学生边实验、边分析，总结出光的反射定律。

用实验引入概念和规律既生动又形象，可以使学生获得与概念、规律有联系的感性认识，而又不能解释其原因，学生必然会兴趣很高地去探索新知识。

三、讲故事引入新课

根据青少年喜欢听故事的心理特点，可用生动有趣的物理学史的小故事引入新课。

例如：在讲“阿基米德定律”时，可以讲阿基米德称皇冠的故事引入课题。

又如：在讲照明电路中的白炽灯时，可以讲爱迪生的故事引入课题。

其他如、牛顿、伽利略、托里拆利、富兰克林、欧姆、墨子等名人轶事，都和初中物理教材有联系，用他们的事迹引入课题，不但可以激发学生的学习热情，使他们对学习物理产生兴趣，而且有助于引导他们学习科学家不畏艰险、不怕牺牲、不慕名利、追求真理的高贵品质。以及学习科学的学习方法和研究方法。

引入概念和规律的方法和途径很多，可以针对不同的教材，不同程度的学生，不同环境下学生熟悉的不同的生活实例，采用不同的方法。不管采用什么方法，都必须使学生认识到引入概念和规律的必要性，激发学生的学习兴趣和探索知识的愿望，把学生的思维活动吸引到新课上来，这是教好初中物理概念和规律的有效途径。

第三节 做好演示实验，丰富感性认识

做好演示实验，使学生获得与物理概念、规律有直接联系的、具体直观的感性认识，是学生形成概念和掌握规律的基础。初中学生的知识和经验都较少，思维活动往往依靠直观材料、因此在物理概念和规律的教学，做好实验就格外重要。实验具有特别强烈的吸引力，能调动学生各个感官的作用，最能激发学习兴趣；实验富有启发性，使学生思维处于最积极，最活跃的状态；所以实验的成功，是事半功倍地建立，物

理概念和掌握物理规律的关键。

例如：课本上比热的演示实验，可改进如图 8 装置。煤油和水质量相同，用完全相同的酒精灯同时加热，而微小压强计中红墨水升高的高度不同，让全班同学都清楚地看到这一直观现象。通过实验使学生看到质量相同的煤油和水，吸收相同的热量，升高的温度不同的现象，用微小压强计代替温度计，大大加强了实验的可见度，学生清楚地看到，水的液面高度差没有煤油的显著，即升高的温度不同。煤油和水质量相同，吸热量相同，唯一不同的就是液体的种类不同，升高的温度就不同，这一感性认识为比热概念的建立，打下了基础。

由此可见，演示实验的成功对概念的建立有多么重要的意义！反之，如果演示实验使用一般的温度计，学生根本看不清楚，又无条件把演示实验改为学生实验，教师又忽视了把实验数据明显地写在黑板上，建立比热的概念就没有感性认识作基础，建立概念就会增加抽象的程度，不利于学生对概念的理解。

演示实验要想达到预期的效果，必须注意以下几点：

(1)每个演示实验都必须突出实验所要达到的目的，抓住主要因素引导学生观察，使学生留下深刻的印象，例如在比热实验中突出“加热条件相同而升温不同”，又如在课本中关于阿基米德定律实验，突出“物体所受浮力的大小和排开的液重的关系”，强化学生的感性认识。

(2)在实验过程中教师必须恰当地指导学生观察什么？思考什么？使学生通过观察实验，获得感性认识，打好理解概念的基础，同时又培养了学生的观察能力和思维能力。同一个实验，不同的指导，效果也不同。

(3)对于演示实验的“可见度”和“准确度”都必须有恰当的要求。演示实验应尽量创造条件，使全班同学都能看见，准确程度则根据不同的仪器和实验要求来确定，但实验切忌停留在只看热闹的肤浅趣味上，而是通过实验学习物理知识，培养能力，激发兴趣。

第四节 按照学习的迁移规律组织教学

事物之间本来就是互相联系的，孤立的事物是不存在的，学生对于某些物理知识的掌握情况会影响另一些物理知识的学习，在教育心理学中把“一种学习对另一种学习的影响”叫做学习的迁移。如果一种学习能促进另一种学习那就是正迁移，反之，如果一种学习对另一种学习起干扰或抑制作用，就叫负迁移。在教学过程中如能促进知识的正迁移，排除负迁移，就会事半功倍地提高教学质量，从初中学生心理因素看，可以知道，他们是有分析能力的，尤其是类似的教学内容，只要教师稍加指点，就能很自然地自行掌握。那么在概念和规律的教学中如何促进知识的正迁移，防止负迁移呢？

一、按照循序渐进的原则促进知识的正迁移

一个完整的物理概念或一条严密的物理规律的建立，有一个发展过程。例如密度的概念是在初中“质量”“密度”“密度的应用”“测量物质的密度”“物体的热膨胀”中逐步完善的。由于初中学生抽象思维的能力较弱，在进行物理概念和规律的教学时，应研究知识的系统性，根据新旧知识的内在联系，使前面的学习为后续学习准备好条件，促进知识的正迁移。又如：牛顿第一定律的学习，根据教材的系统，通过实验和推理总结出来牛顿第一定律。牛顿第一定律为进一步扩大力的概念、研究力和运动的关系打下了基础。因此在教学过程中引导学生学好这部分教材的中心——牛顿第一定律以后，从牛顿第一定律推理，如果物体受了外力作用物体的运动状态还能保持吗？从牛顿第一定律出发思考，既然物体受了外力的作用，物体的运动状态会发生改变，什么情况下物体做加速运动？什么情况下物体做减速运动？什么情况下物体保持静止或匀速直线运动？什么情况下物体做曲线运动呢？这样牛顿第一定律的知识促进了“力的概念”、“运动和力”的学习，后续知识就自然地引申出来，形成知识的正迁移。因此，教师总要站得高一些，统观教材的系统性和整体性，促进知识的迁移，提高教学质量。

二、探索教材的共同因素，促进正迁移

在初中物理教材中，有些不同的教学内容却包含着共同的因素，共同因素越多，迁移的效果就越好。

例如：功率和速度是两个不同的物理概念，但它们共同的因素都是表示快慢程度的。如果把速度的物理意义搞清楚，功率概念的建立就会获得知识的正迁移。

又如在力学中有速度、压强、密度、惯性、功、功率、机械效率等概念，看起来不一定有共同因素，但在如何学习这些概念的方法上，却存在着共同因素。一般都需要弄清下面几个问题：为什么要引入这个概念？它是用来说明或解决哪类物理问题的？如何定义这个概念？为什么这样定义它？这个概念是怎样建立起来的？它的公式是怎样写的？物理意义如何？用什么单位？和其他概念有何联系？……如果从一开始就按照这些共同因素进行教学，使学生对概念的全貌有所认识，又明确概念在知识体系中的地位、形成概念的“立体化”结构、对加深知识的理解、启发学生思维、培养学生能力等方面，为后续概念的学习形成正迁移。

三、对比分析，排除干扰防止负迁移

在物理教学中，有些概念看起来很相似，但其物理意义却不相同，这就要求弄清它们的区别和联系，防止前后学习互相干扰形成负迁移。

例如：初中学生往往误认为速度就是路程，速度大，路程一定长；认为压强就是压力，压强大，压力一定大；对于物理公式往往不注意其

物理意义，误认为压强和密度都随公式中分子所表示的物理量增大而增大，随分母所表示的物理量增大而减小，忽略了同一种物质，它的密度是一定的，不随质量增大而增大，不随体积增大而减小。还有把惯性和惯性定律混为一谈，等等，对比分析这些易混概念、规律和公式对今后的学习是很有帮助的。

日常生活中的直观错觉，对概念的形成往往起干扰作用，例如：学生总认为物体在匀速上升时，物体所采各力中，向上的力大于向下的力。否则，为什么上升呢？又如认为同一物体浸没在水中越深，所受浮力就越大；物体作变速运动时，没有惯性；等等。教师在教学过程中，必须引导学生暴露与概念相关的直观错觉，然后加以纠正，才能使学生印象深刻，防止对概念学习的干扰。

第五节 不断创设和解决认知“冲突”，精心设计教学过程

心理学告诉我们，学生对自己完全熟悉的东西很可能不感兴趣，也激发不起学习的愿望，对于知识由有兴趣进而产生追求探索的心理要求是克服一切困难的内驱力。初中学生处于形象思维向抽象思维过渡的阶段，抽象思维的能力还较弱，从感性认识到形成概念和规律是比较困难的一步。因此教师必须在学生已有感性认识的基础上，合乎逻辑地设计一个一个学生不易解决的实际问题，一个一个迫切需要寻求答案的悬念，激发起学生强烈的求知欲望。只有当学生感到所要解决的问题确有意义，但尚未找到答案，这就形成了心理学上认和知的“冲突”，此时教师的启发就获得了最有效的时机。

例如：比热概念的形成学生观察演示实验时，已经看到 100 克水和 100 克煤油吸收相同的热量，煤油的温度升高得比水快，学生获得了“相同质量的不同物质，吸收相同热量时，升高的温度不同”的感性认识。在此基础上可以给出实际测得的数据让同学们计算：

100 克水从 20 升高到 40 吸热多少？

100 克煤油从 20 上升到 60 吸热多少？

第一个问题可以通过“卡的定义”去计算，第二个问题，有的学生仍用“卡的定义”去计算，教师应追问，这样计算的根据是什么？纠正学生对“卡的定义”的认识。那么应该如何计算呢？这就出现了一个需要迫切解决的问题。为了解决这一问题引导学生重新观察演示实验，“火焰大小相同的两个酒精灯，加热的时间相同”，从而得到“煤油和水吸热相同”的结论；教师进而提出：1 克煤油温度升高 1 吸热多少呢？让同学们计算。

煤油吸热=水吸热=100 × 1 × 20 = 2000 卡，

$$\begin{aligned} 1\text{克煤油升高}1 \text{ 所吸的热量} &= \frac{2000\text{卡}}{100\text{克} \times 40} \\ &= 0.5 \frac{\text{卡}}{\text{克}} \end{aligned}$$

教师指出 0.5 卡 / 克 · 就叫做煤油的比热。这时学生还不十分清楚到底 0.5 是比热？还是卡 / 克 是比热？因此教师应提出什么叫比热？如何定义？引导学生根据计算，得到“比热”的定义，建立了比热的概念。再提出：比热的单位是什么？为什么要用这么复杂的单位？阅读比热表反复复习“比热”的物理意义，及比热的正确读法和写法。让学生反复领会“比热是物质的特性之一”同种物质的比热是一定的，与物质的质量和温度无关。最后提出，应用物质的比热计算：

100 克水升高 35 吸热多少？

100 克酒精升高 20 吸热多少？

这些计算为下节课的学习作好了正迁移的准备，又巩固了比热的概念。

又如牛顿第一定律的形成过程：首先引导学生完成图 9 的实验（学生分组实验）。相同的小车从相同的斜面的同一高度静止下滑，在不同表面的平面上，停止在不同位置。引导学生观察与思考下列问题：

(1) 三次实验中，小车达到斜面底端的速度 V_1, V_2, V_3 哪个大？为什么？

(2) 比较小车在平面上经过的路程哪个长？路程 S_1, S_2, S_3 长短不同说明了什么问题？

经过讨论得出，“平面对小车的阻力越小、小车经过的路程越长”的结论。在这一实验结论基础上，引导学生推理：

如果再有一个比木板更光滑的平面，小车将如何运动？

如果小车从斜面滑下后，紧接着在一个完全没有阻力的平面上运动，小车停在何处？

进而推导出了牛顿第一运动定律。

从以上教学过程来看，物理概念和规律的教学，必须在学生感性认识的基础上，进行不断地设疑，不断地质疑，不断地解疑。在设疑、质疑、解疑的过程中不断地创设认知“冲突”，激发学生持续的学习兴趣和求知欲望，抓住时机引导学生运用观察和思维相结合的方法，顺利地建立物理概念，掌握物理规律。

物理概念和规律的形成是初中概念和规律教学的中心环节，也是教学的难点。要收到良好地教学效果，必须注意以下问题：

(1) 在概念和规律的教学过程中，教师的启发引导是非常重要的。备课时要思路清楚，逻辑关系明确，设疑、质疑、解疑要符合学生的思维规律。跳跃太快，学生的思维跟不上，太慢，学生会不耐烦，激发不起学生的兴趣。教师切不可急躁地用自己的讲解代替学生的思考，把概念和规律硬塞给学生，这样不符合学生思维的特点，抑制学生独立思维能力的发展，形成学生形式主义的记忆概念和规律、而不是真正理解。

(2) 要训练学生用自己的语言来表达概念和规律的物理意义，逐字逐

句地研究概念的定义和规律的内容，力求达到真正掌握和理解。

(3)引导学生自己用数学公式来表示概念和规律，使学生能从质和量两个方面对物理概念或物理规律进行较全面的理解，进而讨论单位的规定。

此外，针对初中学生自制力较差的特点，教师讲课既要重视科学性，又要注意趣味性和艺术性，要通过教师富有感染力的语言，吸引学生的注意，讲课的节奏要符合学生的心理特点，使学生感到听课既增长知识，又是一种艺术享受，因而愿意专心致志地学，越学越爱学。

关于概念教学的阶段性，概念和规律的巩固和深化等问题，当然也是初中教学应注意的重要问题，为防止重复，我们留待下一章再讨论。

第三章

高中物理概念和规律的教学

第一节对物理概念和规律要真正理解

一、以实验为基础，使学生获得必要的感性认识

物理学是一门实验科学，为了使學生真正理解物理概念和规律，在物理教学中，任何一个概念和规律都不能生硬地端出来，更不能从抽象的定义出发，而要充分调动学生的学习积极性和主动性，尽可能从观察实验出发，以实验为基础。

演示实验是物理教学中极为重要的组成部分，演示实验做的好，可以使學生获得生动的感性认识，激发学生的学习兴趣和，为学习理论铺平道路。通过指导学生观察和分析物理现象以及老师的示范作用，可以使學生更好地理解 and 掌握物理概念和规律，还可以培养学生的观察能力、实验技能、综合能力和思维能力。总之，演示实验在物理教学中的地位是十分重要的。因为，我们不但要尽量利用实验室现有设备条件，还要自己动手创作适用的教具。

演示实验，必须经过充分的准备，要不惜化费时间。演示实验的装置应尽可能结构简单、操作方便，能用最短的时间完成演示内容。所有的演示实验，都应该直观醒目、重点突出。实验不直观醒目，没有足够的可见度，则达不到预期的效果；重点不突出，过多的兴奋，也会分散学生的注意力。

物理教学必须坚持唯物论的反映论。为了使學生形成正确的物理概念，一个概念的引入，必须通过提出问题，观察实验，联系实际，启发思维，使學生认识到引入每个新的物理概念的必要性。

物理概念中有许多是物理量，也有的不是物理量。以电场强度为例，我们在研究电场的物理性质时，为什么要引入电场强度的概念呢？由于學生缺乏感性认识，观察实验就更为重要了。

如图 10 所示，用一个固定的带电球 (Q) 作为场电荷，它的周围存在着电场。再用丝线拴一个带电小球 (q) 作为检验电荷。实验证明，带电小球放在电场中距场电荷较近的 A 点时，丝线偏角较大；放在距场电荷较远的 B 点时，丝线偏角较小。即同一带电小球在 A 点受的电场力较大，在 B 点时受的电场力较小。

由于同一检验电荷在电场中各点受电场力的大小一般是不相同的，可见电场本身有强弱的不同，这是客观的物理事实。如上述情况，则 A 点电场较强，B 点电场较弱。为了表明电场的强弱，所以需要引入一个新的物理概念电场强度，它是表明电场强弱的一个物理量。

物理规律反映了物理量之间的内在联系，一个物理规律的引入和得出，特别是重要的物理定律的引入和得出，都应该以实验为基础。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，这是很重要的教学过程。

例如，电场一章中的“静电平衡条件”，如果机械地按着课本上甲、乙、丙的顺序讲解，最后，学生可能也明白了所要得出的结论，但是，直到结论出来之前，学生只能听老师讲不能像在观察实验的教学过程中独立的发现问题，思考问题这样就使学生陷于被动听讲的地位，不利于调动学生的学习积极性和主动性。如果把顺序颠倒一下，先让学生观察一个静电屏蔽的实验。学生就会发现问题“为什么会发生这样的现象呢？”这样必然会引起学生的思维兴趣。然后通过学生的读书和讨论，老师的分析和讲解，最后会使学生获得深刻的印象，也有利于培养他们分析问题的能力。

再如，讲半导体的导电特性之前，可以先让学生观察导体和绝缘体的电阻随温度的变化而变化的情况。通过实验可以看出，金属物体在温度升高时电阻变大，而绝缘体在温度升高时电阻变小。实验可以这样做：

对于金属导体，是在两根互相平行的玻璃棒上密绕一根长金属丝。金属丝的选择很关键，一是电阻率要大，铜丝不行；二是温度系数要大，电阻丝也不行。可以选用电话背复线中的钢丝，把它串接在电池和小灯泡的电路中，制成一块示教板。闭合开关，小灯泡发光。当用酒精棉花火焰去烧金属丝时，发现小灯泡立即变暗，以至熄灭。移走火焰，小灯泡重新发光。可见金属导体当温度升高时，电阻变大。

对于绝缘体，是在玻璃上绕两个铜丝环，两环相距约半个厘米。把两铜丝环串接在 220 伏交流电源和白炽灯的电路中。因玻璃是绝缘体，白炽灯不亮。再用酒精灯火焰去烧两铜环间的玻璃棒时，过不多会儿，电灯逐渐变亮。可见绝缘体跟金属导体正相反，当温度升高时，电阻变小了。

那么，半导体当温度升高时电阻如何变化呢？再来做半导体热敏性的实验。由实验知，半导体跟绝缘体类似，当温度升高时电阻也是变小的。但是，不同的是绝缘体温度升得很高，电阻才有明显减小；而半导体温度不需升得太多，电阻就有明显减小，导电能力大大增加，所以才叫热敏性。

由这些感性认识出发，通过对比来研究半导体的导电特性，就比较自然。当然，在讲完半导体的导电原理之后，还应该反过来，讲明导体和绝缘导电情况的不同。金属导体的电阻主要来源于自由电子和原子的碰撞。温度升高时，碰撞机会增多，所以电阻增大。而绝缘体中自由电子极少，所以导电能力很差。当温度升得相当高时，部分束缚电子变为自由电子参与导电，所以电阻变小。

最后再从理论上进行对比，学生就好懂了。

二、通过科学的抽象，概括归纳出概念和规律

以实验为基础，通过观察实验，使学生获得生动的感性认识，这是十分必要的。但是，感性认识如果不经过理性加工，就不可能抽象出物理本质，感性认识是不可能自然而然地上升到理性认识的。

一个物理概念的引入，需要通过提出问题、观察实验、联系实际、启发思维，使学生认识到有什么必要性，为什么要引入一个新的物理概念。在认识了引入新概念的必要性之后，还需要通过分析、综合等思维活动，才能进一步认识概念的物理意义和实质，形成比较完整的概念。

还以电场强度为例，在学生认识到引入电场强度这一物理量的必要性，进一步讲电场强度的定义时，学生往往不明白为什么要讨论 F 与 q 的比值，而不讨论 q 与 F 的比值？为什么说 F 与 q 的比值是与 q 无关、与 F 无关的恒量？为使学生有个清晰的理解，必须进一步通过演示和分析，使学生认识到：在电场较强处（如本节图10中的A点）， $\frac{E}{q}$ 的比值

较大；在电场较弱处（如本节图10中的B点）， $\frac{F}{q}$ 的比值也较小。所以

可用 $\frac{F}{q}$ 来表示电场的强弱，从而得出定义和定义式 $E = \frac{F}{q}$ ，它适用于一

切带所形成的电场，式中 q 是检验电荷的电量。

既然电场强度 E 与 q 无关、与 F 无关，而是属于电场本身的一种物理性质，当然就不能说 E 与 F 成正比，与 q 成反比。那么电场强度 E 的大小决定于什么呢？应用库仑定律可以得出

$E = K \frac{Q}{r^2}$ ，这是场电荷为点电荷的电场强度的计算式（或叫决定式），

它只适用于场电荷是点电荷的情况，式中 Q 是形成电场的点电荷的电量

对于任何一个物理量，都必须使学生正确理解以下几个方面：

(1)有什么必要性，为什么要引入一个新的物理量？它是表示什么物理性质或特征的物理量？

(2)它的定义式是怎样的？为什么要这样定义？怎样叙述它的物理意义？

(3)决定这一物理量大小的条件是什么？这一条件如有计算式，计算式是什么？它与定义式有何区别和联系？

此外，还应该明确此物理量是矢量还是标量？如果是矢量，它的方向是怎样规定的？它的单位是什么？单位是怎样规定的等等。

一个物理定律，也是人脑对观察和实验所取得的感性材料进行思维加工的产物。对于物理现象和实验事实，为了分析研究的需要，往往要忽略其次要因素，用丰富的想象力对事物做出高度的抽象，建立起一种理想化的物理模型。例如，质点、单摆、点电荷、电力线、点光源等等。建立物理模型是非常重要的思维方法，但学生往往感到不好接受，或有误解。原因是他们的科学抽象能力、辩证唯物观点和空间想象能力都是

比较差的，这就必须在教学中有意识地逐步进行培养。

例如关于质点，质点是不计大小、形状只计质量的一种物理模型。学生对此难以想象，往往认为质点就是很小很小的物体，如果物体大了就不可以看作质点。例如，把一颗飞行的子弹看作质点，学生容易接受；把绕太阳运动的地球也能看作质点，学生就不好想象。这就要求培养学生分析、概括的能力。由于地球半径远远小于地球中心到太阳中心的距离，当我们讨论地球绕太阳公转的有关问题时，忽略了地球的大小，对它们的相互作用和运动情况，几乎没有什么影响。在这种情况下，把地球看作一个没有大小和形状，其质量集中于一点的质点，是可以的。

在观察和实验的基础上，建立起一种理想化物理模型，这是发现物理规律的一条重要的途径。例如，我们也可以通过作平动的物体的分析，来抽象出质点的概念。当物体平动时，物体上各点运动的情况完全一致，所以考虑物体运动情况时，只要考虑其中的一点就行了用不着考虑整个物体的大小和形状。所以研究物体平动时，也可以用一点来代替整个物体，这种用来代替物体的点也就是质点。

建立理想化模型，对研究一些问题极为方便，是一种科学的研究方法，而且在一定条件下具有现实意义。要培养学生科学的抽象和想象能力，使学生学会这种思维方法。

物理学中，大部分规律都是在实验的基础上通过科学的抽象，概括归纳出来的。例如牛顿第二定律，在学习力的概念之后，明确了力是物体运动状态发生变化的原因；学习了速度的概念后，明确了加速度是表示物体运动速度变化快慢的物理量，又明确了加速度的定义式

$$A = \frac{V}{T}$$
，但不能说A决定于 V，跟 V成正比；也不能说A决定于

T，跟 T成反比。那么加速度的大小究竟决定于什么呢？既然力是物体运动状态发生变化的原因，显然加速度的大小跟作用力的大小有密切的关系。究竟有何关系，这就需要通过实验进行研究。根据实验结果知道，在忽略了其它次要因素的情况下，当物体的质量一定时，所受外力越大，加速度越大，而且是正比关系；当物体所受作用力一定时，物体质量越大，加速度越小，而且是反比关系。引导学生分析实验取得的数据关系，从而总结出牛顿第二定律。

与此类似，欧姆定律是通过实验研究导体中的电流强度跟哪些因素有关，有何关系？从而总结出来这一重要定律的。其它如气体实验定律、楞次定律、光的反射定律等等，都是在实验的基础上得到的。我们在教学中，要使学生养成由物理实验取得的数据归纳总结出物理规律的思维习惯和能力。

三、通过分析对比使学生理解物理概念和规律的物理意义

为了深入理解物理概念和规律，除要求理解这一物理概念和规律的

物理意义和实质外，还应该找出这一概念和相近的另一概念的共同点和不同点，明确它们之间的区别和联系，不可混淆。

电场一章中，有不少相近的物理概念，学生容易发生混淆。例如电场强度和电场力，就是两个完全不同的物理量，两者既有区别又有联系，必须引导学生从以下几方面认真进行对比。

1. 从大小上进行对比。电场中某一点，检验电荷所受电场力 F 与检验电荷的电量 q 的比值（ $\frac{F}{q}$ ），反映了电场本身的一种物理

性质，电场强度 E 的大小与检验电荷（ q ）无关；而场力的大小，则不仅与电场强度 E 的大小有关，还与检验电荷的电量（ q ）有关。（ $F=Eq$ ）

2. 从方向上进行对比。电场强度的方向是人为规定的，与检验电荷的正负无关；而电场力的方向则不仅与电场强度的方向有关，还与检验电荷的正负有关。正检验电荷在电场中某点所受电场力的方向与该点的电场强度的方向相同。负检验电荷所受电场力的方向与该点的电场强度方向相反。

3. 从单位上进行对比。电场强度和电场力的单位也不相同。在国际单位制中，电场强度的单位是牛顿/库仑或伏特/米，而电场力的单位是牛顿。

还有电势和电势能，电场力的功和电势能的变化，电力线和等势面等等，都应该认真进行对比。只有真正明确了它们的区别和联系，才能进一步明确它的物理意义和实质。

物理量一般都有定义式和决定式，例如电场强度有 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = K \frac{Q}{r^2}$ ，两者物理意义不同，学生往往发生混淆，必须引导学生认真对比，明确它们区别和联系，并把其它学过的物理量一一列表整理，以提高认识。

如：

物理量	定义式	决定义
加速度	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a = \frac{F}{m}$
电流强度	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{U}{R}$ (或 $I = \frac{e}{R+r}$)
电阻	$R = \frac{U}{I}$	$R = \rho \frac{L}{S}$ (金属导体)
磁感应强度	$B = \frac{F}{IL}$	$B = K \frac{I}{r}$ (无限长通电直导线的磁场)
感抗	$X_L = \frac{U}{I}$	$X_L = 2\pi fL$

在学习物理规律时，往往会遇到许多相近的物理实例，它们可能非常相似，也可能在某些方面相似，而另一些方面却完全不同，学生往往从形式上而不是从实质上进行分析，结果主观地把不相似之处也看成相似的，造成混淆和错误。必须及时予以纠正。

例如，在圆周运动中，如图 11(1)、(2)、(3)三个实例中，(1)是小桶盛水在竖直面内运动到最低点时，求桶底所受的压力；(2)是汽车过凹形桥最低点时，求桥所受的压力；(3)是人坐在飞机中飞机在竖直面内作圆周运动过最低点时，求机座所受的压力。

分析结果，三种情况完全相似， $N - mg = m \frac{v^2}{r}$ ，

$$N = N = mg + m \frac{v^2}{r}。$$

如果把以上三个实例中的圆弧都翻转 180° ，即运动物体都在竖直圆的最高点上，图 12(1)、(2)、(3)所示，三种情况是否还完全相似呢？即(1)小桶盛水在竖直面内运动到最高点时，求桶底所受的压力；(2)汽车过凹形桥最高点时，求桥所受的压力；(3)人坐在飞机中飞机在竖直面内运动到最高点时，求机座所受的压力。

分析结果，(1)、(3)两种情况完全相似，即当 v 足够大时，

$$N + mg = m \frac{v^2}{r}， \quad N = N = m \frac{v^2}{r} - mg。$$
 而在(2)中，则是

$$mg - N = m \frac{v^2}{r}， \quad N = N = mg - m \frac{v^2}{r}，$$
 与(1)、(2)并不相同，

学生往往混为一。

再如，学生往往把圆锥摆和单摆的运动情况相混淆。可让学生从以下

几个方面进行对比，看两者有何不同（图 13）。

- (1)圆所在平面是否相同？
- (2)圆心位置是否相同？
- (3)受力情况是否相同？
- (4)运动情况是否相同？
- (5)周期是否相同？

通过对比，使学生认识到两种摆的不同点，同时也明确了在做单摆的实验时，为什么不许把单摆变成圆锥摆。

以上我们讲到，为了使学生理解物理概念和规律，第一要以实验为基础，使学生获得必要的感性认识；第二要通过科学的抽象，概括出概念和规律；第三要通过分析对比，使学生理解概念和规律的物理意义。这三点是最基本的要求。

四、应注意的几个问题

为了使学生对概念和规律的理解进一步深化，我们在概念和规律的教学中，还应该注意以下几个方面：

1. 形成概念要注意阶段性。人们对事物的认识，是一个从现象到本质，从浅到深的逐步深化的过程。当然，在可能条件下，教学中对物理本质是揭示得越深刻越好。但是，初中、高中学生知识基础和思维水平不一样，接受能力也不一样，我们决不能片面强调概念教学的严密性和科学性，而忽视了概念教学的阶段性。在中学阶段，一个完整的物理概念的形成，在许多情况下，并不是一次就能完成的，是不可能一蹴而就的。它必须要通过多次反复、循序渐进的过程。许多概念，在初中阶段要适可而止，高中阶段再逐步完善、深化。即使在高中阶段，某些概念也只能揭示到一定的深度。

例如力的概念，在初中阶段，只提出“力是物体对物体的作用”、“力的作用是相互的”和“力是改变物体运动状态的原因”等等，既没有具体阐明力的作用效果，也没有提出作用力和反作用力的问题。在高中阶段，则比初中深入了一层，要从力的作用效果去理解力的概念，提出牛顿第三定律，总结出牛顿第二定律，又从力的空间积累效应和时间积累效应亦即从能量变化和动量变化，来进一步研究力的作用效果，使学生对力的概念的理解一步一步的深入，对力的概念逐步有比较全面的理解。以后，在学过气体的压力、电场力、安培力、洛仑兹力和核力之后，力的概念将进一步扩大深度和广度，理解亦将逐步深入。

再如质量的概念，初中讲“物体所含物质的多少叫做质量”。其实这并不是质量概念的定义，但在初中，这样讲容易接受，比较直观。高中阶段结合着牛顿第一定律的学习，才对质量的概念下了初步比较严格的定义“质量是物体惯性大小的量度”，在学过万有引力定律之后，还应该知道质量有引力质量和惯性质量，引力质量和惯性质量是一种事物

的两个方面。虽然中学不提出引力质量的概念，但学生应该明确质量与引力之间有一定的关系。在学过原子核物理中的质能联系方程后，又明确质量之间的联系，从而对质量的概念有了进一步的理解。

总之，对于理解物理概念的深度和广度，不同阶段有不同的要求。要把握好教材的特点和学生的实际情况，贯彻循序渐进的原则，以达到逐步提高的目的。否则操之过急，其结果必然适得其反。

2. 及时澄清糊涂概念。学生在学习物理概念和物理规律时，往往由于没有真正理解它的物理意义和实质，只从抽象的定义出发，因而存在一些错误的认识、糊涂的概念。如不及时澄清，则必然会影响以后新的物理概念和规律的学习，造成恶性循环。

例如关于速度，学生在初中学过速度，高中又学速度。什么是速度？好多学生只知道记住速度的定义式 $v = \frac{s}{t}$ 。至于在研究物体的运动时，

为什么要引入速度这一物理量？它是表示什么物理性质和特征的物理量呢多数学生回答不出。原因是他们学习物理并没有从实际出发，没有从客观的物理事实出发，而往往只从抽象的定义出发，甚至有错误的理解。有的学生从位移去理解速度，认为位移越大速度越大；有的认为速度就是运动物体在单位时间内通过的位移，不管物体作的是哪种运动，总把 $v = 10 \text{ 米/秒}$ 简单地理解为每秒通过 10 米。试想对于速度概念没有真正理解，加速度怎么有可能真正理解呢？

由于速度概念没有真正理解，结果加速度和速度往往混淆不清。有的学生从速度去理解加速度，认为加速度就是速度再加上一点儿速度。如果问他加速度大速度是否一定也大？是否可能当加速度最大而速度为零，或加速度为零而速度最大？若加速度越来越小是否速度也一定越来越小？对于这些问题，不少学生答不出或答错。试想，如果加速度概念没有真正理解，那么牛顿定律又何从理解？简谐振动又何从理解呢？

再如法拉第电磁感应定律，有的学生由于对磁通量、磁通量变化和磁通量变化率三者没有区分清楚，因之对法拉第电磁感应定律有错误的理解。举一个例子：

例图 14 所示，矩形线圈 $abcd$ 在匀强磁场中绕着一个垂直于磁力线的轴 OO' 匀速转动。当线圈平面跟中性面重合的瞬间，穿过线圈的磁通量最大而感生电动势等于零；相反，当线圈平面跟中性面垂直的瞬间，磁通量等于零而感生电动势最大。这是否跟法拉第电磁感应定律矛盾呢？

有的学生认为是矛盾的，造成这种错误的原因主要是对磁通量和磁通量变化率的概念混淆不清。以为磁通量大则磁通量变化率也一定大，这是不对的，磁通量大而磁通量变化率不一定大。

在物理学中，某一个物理量大，而这个物理量的变化率却不一定大的情况是常见的。例如在简谐振动中，振动物体的速度最大时，它的速度变化率（即加速度）为零；而速度为零时，它的速度变化率却是最大。

如果在讲简谐振动时，能及时澄清糊涂概念，那么在这里解决这个问题也就会顺利些。

在法拉第电磁感应定律中，和感生电动势密切相关的物理量不是磁通而是磁通量变化率。应线圈平面跟中性面重合的瞬间，穿过线圈的磁通量最大而磁通量变化率等于零，所以感生电动势也等于零；当线圈平面跟中性面垂直的瞬间，穿过线圈的磁通量等于零而磁通量变化率却最大，所以感生电动势也最大。可见，上面举的例子并不跟法拉第电磁感应定律相矛盾。

那么，在线圈转动的过程中，究竟为什么磁通量最大时磁通量变化率却等于零；而磁通量等于零时磁通量变化率却是最大呢？这是学生不容易懂的地方，我们可从不同角度进行说明：

(1)从投影面积看磁通量变化率。如图 15 所示，当线圈平面跟中性面重合的瞬间，穿过线圈的磁通量最大。线圈从这个位置转过一个很小的角度以后，线圈在垂直于磁力线方向的投影面积由 S 变为 S' 。由于转角很小，所以 S' 与 S 相差不多，即磁通量变化不大，所以磁通量变化率不大。

如图 16 所示，当线圈平面跟中性面垂直的瞬间，穿过线圈的磁通量为零。线圈平面从这个位置转过一个同样的角度以后，线圈在垂直于磁力线方向的投影面积由 0 变为 S ，转角虽然也很小，但其投影面积变化却较大，同样时间，磁通量变化也较大，所以磁通量的变化率较大。

用幻灯发出的水平平行光照射一个旋转的矩形板，在墙上观察板的投影的变化，可以对这个问题有初步理解。

(2)从图象看磁通量的变化率。设匀强磁场的磁感应强度为 B ，矩形线圈的面积为 S ，匀速转动的角度为 ωt 。当线圈跟中性面重合的瞬间，穿过线圈的磁通量最大，为 $\phi_m = BS$ 。线圈从这个位置，经过七秒，转过角度 ωt 。这时，线圈在垂直于磁力线方向的投影面积由 S 变为 S' （参看图 15），

$$S' = S \cos \omega t, \text{ 这时磁通量为} \\ \phi = BS' = BS \cos \omega t = \phi_m \cos \omega t$$

画出 ϕ 随 t 变化的图象如图 17 所示。取

$0 \sim \frac{\pi}{2}$ 一段进行分析。方便起见，将它分为九等分，即每隔 10° （ $\frac{\pi}{18}$

弧度）为一个分段，如图 18 所示。由作图和列表可以看出，线圈平面从中面转过 90° 的过程中， ϕ 越来越小，但 $\frac{d\phi}{dt}$ 却越来越大。由于个分段的时间间隔相同，可见， $\frac{d\phi}{dt}$ 也是越来越大的。

(3)利用导数求磁通量变化率。高中数学学过极限和导数后，我们还可以利用导来分析这个问题。当矩形线圈

在匀强磁场中匀速转动时，我们已经知道穿过线圈平面的磁通量为

$$=BS\cos t(1)$$

磁通量变化率为 $\frac{d\phi}{dt}$ ，根据法拉第电磁感应定律，线圈所产生的感

生电动势为 (2)

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -BS\frac{d}{dt}\cos t = BS\sin t$$

当线圈平面中性面重合的瞬间， $t = 0^\circ$

由(1)式

$$=BS\cos 0^\circ = BS \text{ (最大)}$$

由(2)式，

$$= BS\sin 0^\circ = 0 \text{ (最小)}$$

当线圈平面跟中性面垂

直的瞬间， $t = 90^\circ$ 。

由(1)式，

$$=BS\cos 90^\circ = 0 \text{ (最小)}；$$

由(2)式，

$$= BS\sin 90^\circ$$

$$= BS \text{ (最大)}，$$

两者对应关系，参看图 19 中的图象。

3. 联系实际，突破难点。学生在学习物理概念和规律时，有时会碰到一些难点。对于难点要作具体分析，分析难点究竟难在什么地方？是教材本身过难，还是教和学不甚得法？这就需要认真钻研教材，深入了解学生，了解学生的理解程度，摸清学生的思路，才能从学生实际出发，针对学生实际存在的问题，有的放矢地进行讲解和指导，采用相应的教学方法去突破难点。

学生往往由于对有关的实际情况缺乏感性认识，因此在对物理现象做进一步分析认识时，发生一定的困难。这就要认真进行调查，找出学生发生困难的问题所在，针对问题想办法，设计一些演示实验来帮助学生克服学习中的障碍，这也是十分必要的。

例如，学生往往把重力和压力混为一谈，把相互作用力和平衡力混为一谈。这个问题，除从理论上分析外，也应该针对学生的问题所在，做个演示实验，来帮助学生克服学习中的障碍。一个自由放在斜面上的物体，它对斜面压力小于重力，而学生却往往认为物体所受重力多大它对斜面的压力就多大，甚至认为压力就是重力。针对这一问题，可做这样一个演示实验。把大砝码放在台秤上，然后把台秤倾斜一个角度（相当于把砝码放在斜面上），看到台秤的读数明显减小。事实使学生信服，澄清了他们的糊涂想法。

又如，即时速度的概念是比较抽象，比较难懂的。加上高一学生在数学上还没有学过极限知识，对于所取的时间趋近于零时的平均速度的

极限值 ($\frac{0}{0}$)，是很不好接受的。针对这个问题，可做这样一个演示实验，用大型电动秒表，测钢球从斜槽滚下时经过一段位移的平均速度，并使移逐渐减小，虽然位移不能取得很小，但从所得数据的分析，使即时速度这一抽象概念具体化。就比较好接受了。

再如，含有反电动势的电路，就欧姆定律应用的一个难点。学生不明确为什么要引入一个反电动势？为什么说电流反抗反电动势做功的过程，就是电能转化为内能以外的其它形式能的过程？讲述这节教材时，除了应复习有关的旧知识外，可先让学生观看两个演示实验：一台直流电动机，通电但不让它转起来，安培表中读数比较大。这时 $UIt = I^2Rt$ ，电能全部转化为内能。一旦让它转起来，安培表的读数立即减小了。这一事实说明什么问题呢？ UIt 减小了， I^2Rt 也减小了，但 I^2Rt 减小得更多。可见，后来的 UIt 不等于后来的 I^2Rt ，后来的 UIt 大于后来的 I^2Rt 。通过能量的分析，使学生认识到其中有一个物理量需要进一步探讨。与此类似，用两个电阻和 R 和 r 串联起来接在电路中，安培表的读数比较大。当把电阻 r 换成一个内阻等于 r 的蓄电池（反接），安培表的读数显著减小。这又是为什么呢？通过分析引入反电动势这一概念，学生就不觉得突然。懂得了蓄电池中的反电动势，再回过头来讲电动机中的反电动势也就好懂了。

4. 物理规律要明确它的适用范围。以实验为基础建立起来的物理规律，总是具有一定的近似性和局限性，而不是绝对准确的。每条物理规律都只是在一定条件下反映某一物理过程的变化规律，这个一定的条件就是该物理规律的适用范围，物理规律只能在一定范围内适用。

例如，气体定律是在实验的基础上建立起来的。严格地说，气体定律只适用于理想气体。对于实际气体，只有在温度不太低、压强不太大的情况下才运用。定律对于实际气体是有偏差的，如果温度很低、压强很大时，由于分子力起作用，而且分子本身的大小也不得不考虑，这个偏差将很大。当压强达到 1000 大气压时；偏差将达到 100%。

又如部分电路的欧姆定律 ($I = \frac{U}{R}$)，是在金属导体导电的情况下总结属导体导电的情况下总结出来的。定律对金属导体完全成立，但对气体导电、二极管导电等非线性电路就不适用了。对一段含电动势的电路也是不适用，如果不注意定律的适用范围，将定律盲目外推，就必定得出错误的结论，这点必须引起学生注意。

此外，我们还应该正确认识物理规律和公式的发展。由于科学的发展，知识的进步，必然有一些规律变得陈旧了，必然有一些新规律代替旧规律。我们对此应有正确的认识，新规律不一定是旧规律的全部否定，在某些特定条件下，旧的规律仍然可以适用。即使是新规律也是有待于发展的。

第三节 在理解的基础上要切实记住

物理概念和规律要真正理解，在真正理解的基础上还应该切实记住。怎样使学生记忆所学的物理概念和物理规律呢？

一、启发学生记忆的积极性

要让学生记忆的知识，必须说明这些知识有什么用，使学生明确它的重要性，以启发学生学习的兴趣，激发学生的求知欲，调动学生学习的积极性和主动性。爱学才能爱记。同时，老师的讲课也是一个重要因素。为了使学生记的牢，首先要使学生听得懂。老师讲课一定要有系统，有条理，重点突出，语言简练生动，对学生有巨大的吸引力和感染力，学过的东西一定要使学生真正搞懂，还要不断进行复习巩固。

二、在理解的基础上记忆

必须注意，记忆的基础是理解，一定要在理解的基础上去记忆。如果对物理概念和物理规律不理解，而靠多次重复的机械记忆，那是记不住的，即便一时记住，也是记不牢的。不理解就去记忆，那叫做死记硬背，死记硬背是毫无用处的。

例如，前面讲过的电场强度的公式 $E = \frac{F}{q}$ ，通过演示和分析，使学

生认识到，在电场中某一点，检验电荷所受电场力 F 与检验电荷的电量 q 的比 ($\frac{F}{q}$) 是一个不变的恒量。此恒量反映了电场本身的物理性这

样，我们用 $\frac{F}{q}$ 来表示电场的强弱，从而得出电场强度的定义式

$E = \frac{F}{q}$ 。有学生问：“为什么不用 $\frac{q}{F}$ 来表示电场强度呢？在电场中某一

$\frac{q}{F}$ 会不也是量吗？”这是因为如果用 $\frac{q}{F}$ 来表示的话，那么电场越强

处， $\frac{q}{F}$ 反而越小，这是不对的。理解了，自然也就记

住了。否则，靠机械的记忆，死记硬背，也许当时记住了 $E = \frac{F}{q}$ ，

不理解，过时间，完全有可能把 $E = \frac{F}{q}$ 记成 $B = \frac{F}{q}$ 了。

每学完一个概念或规律后，要求学生及时记忆。记什么？主要记其中的道理，道理住了，随时都可以回忆起来或推导出来。及时记的好处是及时巩固，避免跟后面将要学到的相近的概念或规律发生混淆。

三、在分析、对比的基础上记忆

为了深入理解物理概念和规律，除要求理解这一概念和规律的物理意义和实质外，还应该找出这一概念和相近的另一概念的共同点和不同点。因此，对于学过的物理概念和规律，必须引导学生认真进行分析和对比。

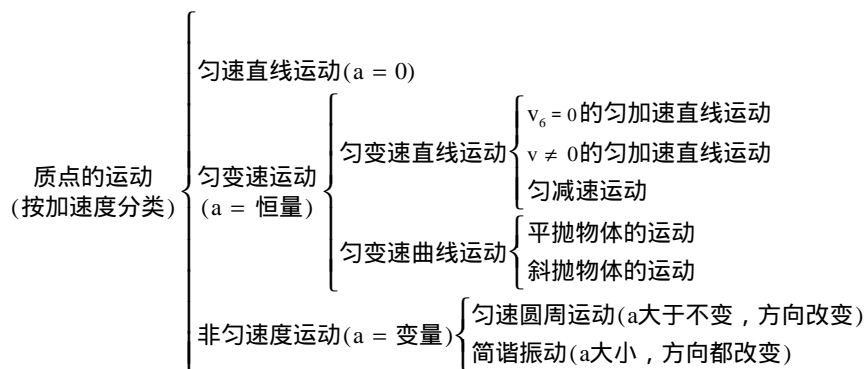
前面讲过电场强度和电场力的对比，圆周运动中几个实例的对比，以及圆锥摆和单摆的对比。再如电磁振荡和机械振动的对比，电磁波和机械波的对比等等。认真进行分析和对比，不仅可以使学生深入理解物理概念和规律，而且也便于学生记忆。分析、对比进行得好，可以使前一概念和规律的理解和记忆，对后一概念和规律的理解和记忆产生良好影响，否则还会起干扰或抑制作用。

每学完几个概念和规律后，要求学生分析、对比地记忆。在分析、对比的基础上去记忆，既可以记的牢，又可以加深理解。

四、在了解知识的内在联系的基础上记忆

科学知识是有系统性和连贯性的，知识本身有着内在联系。我们在教学过程中，应该注意知识之间的内在联系。这样可以在讲授前面知识时，有意识地为学习后面知识打下基础；讲授后面的知识时，要联系并且应用前面已经学过的知识。同时，还应该引导学生去发现知识之间的内在联系，使他们在了解知识之间的内在联系的基础上去记忆，这样，可以收到更好的记忆效果，增强记忆的能力。

例如，力学中的质点的运动，按轨迹分类，有直线运动和曲线运动；按速度分类，有匀速运动和变速运动。如果按加速度来分类，有加速度为零的匀速直线运动；有加速度大小和方向都不改变的匀变速运动。匀变速运动又可分为匀变速直线运动和匀变速曲线运动，其中匀变速直线运动，又分为匀加速直线运动和匀减速直线运动，匀加速直线运动还有初速度为零的和不为零的两种情况等等。如下表所示，引导学生把所有这些列出一个分类表，并找出它们之间的区别和联系，就可以大大提高记忆效果了。



每学完一章或一篇后，要求学生系统地记忆。通过复习，找出知识的系统性和前后联系，知识成了系统，有了线索，也就好记忆了。支离破碎的东西是谁也记不住的。

五、用辅助方法帮助记忆

例如，在含有电感或电容的交流电路中，电压和电流的相位关系，哪个超前？哪个落后？课本上只是通过实验得出结果，没讲任何道理。

没讲道理怎么让学生记呢？只能死记。即便勉强记下来，很快也会忘掉或混淆的。怎么办呢？可以想个辅助方法记忆！回忆课本上电磁感应一章中的通电自感现象，由于自感的作用，连接铁心线圈的那个小灯泡亮得晚些，可见在电感电路中，电流的相位落后于电压。当然辅导的记忆方法只是为了帮助记忆，不能与科学知识混为一谈，因为电磁感应一章中的通电自感现象的电路毕竟不是交流电路，但作为一个辅助的方法还是可取的，总比死记硬背好。

有些规律，例如双缝干涉的公式 $x = \frac{L}{d}\lambda$ ，课本上是讲了道理的，而且有推导过程，就应该从道理上来记，不应该死记。如果死记，则究竟是 $\frac{L}{d}$ 是 $\frac{d}{L}$ ？学生往往记错。但是，运用这个公式时，每次都从 $\delta = r_2 - r_1$ 开始推导一遍，也是不胜其繁。怎样才不致于把 $\frac{L}{d}$ 记颠倒呢？如我们把式中各个量的大小比较一下，首先 x 和 λ 相比较， λ 很小，小到眼睛看不到那么小，而 x 却不是很小，眼睛是可以看得出的，否则验就没法观察了。可见 $x \gg \lambda$ 。其次， L 和 d 相比较 $L \gg d$ 。这样， x 的等号后面，当然应该是 $\frac{L}{d}$ ，而不应该是 $\frac{d}{L}$ 了。

第三节 在运用的过程中进一步加深理解

概念清不清，主要看学过的概念和规律会不会灵活运用。为了更好地理解概念，掌握规律，“运用”也是一个很重要的学习过程。在物理教学中，在学生初步掌握物理概念和物理规律的基础上，如何进一步培养学生学会运用所学的物理知识去分析和解决有关问题的能力，显然是非常重要的。

当然，运用物理知识不单纯等于作题，应包括运用物理知识去分析解决多方面的物理问题。但是对学生来说，作题是运用物理知识的重要方面，也是学习物理不可缺少的一环。正常数量的练习题和搞题海不是一回事，从练习题的内容看前者有明确的目的性和针对性，是复习和巩固所学知识必不可少的步骤，而后者在指导思想由于追求数量而带有相当的盲目性，这样加重了学生的负担，而且效果也不好，其结果往往是复杂的题做出来了，简单的题倒不会，一百道题做对了，第一百零一题却不会做。

由于知识基础和能力基础的不同，运用物理知识还应该有个层次要求：

第一阶段，叫做“基本上会用”。会运用所学的概念和规律去解决一些简单的问题。

第二阶段，要求能熟练地运用所学的概念和规律。“熟练”体现在“准”和“快”，当然首先是准，在准的基础上求快，否则快就没有意

义了。

第三阶段，会综合运用所学的概念和规律去解决一些比较复杂的问题，达到活用、巧用的地步。

由第一阶段到第三阶段，是对概念和规律的理解和运用逐步深化和巩固的过程。为此，必须认真选择一定的物理问题让学生分析讨论进行练习。这类问题的选择和拟定，一定要有鲜明的目的性和针对性。还要注意指导，应指导学生在解决问题中如何抓住概念的要害、问题的关键，和运用有关规律去分析和解决问题的基本思想和方法。

解题方法问题，实际上是一个思维方法问题，培养学生正确的思维方法是能力培养的重要内容。怎样教会学生运用所学物理知识解答物理习题呢？主要应贯彻理论联系实际的原则。解题要有个步骤，要从实际出发，这些步骤实际上是解题的必然思维过程。正确的解题步骤应该有六步，为便于学生记忆，每个步骤概括为四个字，共二十四个字，即弄清题意，寻找规律，列出方程，演算求解，检查讨论，思考总结。六个步骤缺一不可，简单说明如下：

1. 弄清题意。弄清题意就是要弄清题目说的究竟是怎么一回事？例如，一个运动物体，初始状态如何？做的是什麼运动？经过哪些物理过程？这些过程之间有什么联系？所有这些都应该通过想象在脑海中出现一幅清晰的活动的图象，如同看活动电影一样。另外，在审题过程中，还要注意题目中的关键字句，善于发现一些隐含的近似条件。还有，应该作图，借助作图可以把题目形象化，有助于看懂题目。这些应成为一个习惯。

2. 寻找规律。这是关键的一步，也是比较难掌握的一步。怎样寻找适当的物理规律呢？有两种基本思维方法，一种是分析法，另一种是综合法，要教会学生掌握这两种方法。

分析法就是从整体到局部的思维方法。它是从待求的未知量出发，逐步分析、推演，直到待求的未知量完全可用已知量表达为止。

综合法就是从局部到整体的思维方法。它是从已知量开始，根据题意，把题目分解成若干个简单部分来考虑，把各已知量之间的关系全部找到，然后按照题意和有关概念、规律，将已找出的各个简单部分综合在一起，从而求出待求的未知量。

实际中，以上两种方法往往同时使用。

3. 列出方程。在弄清题意、寻找规律的基础上，根据已知量和未知量之间的关系，列出相应的方程式。列方程时，要注意公式的条件，条件不符合，公式不能用。还要注意未知量的个数和独立方程的个数应该是相同的。

4. 演算求解。方程列出后，要先进行文字运算求得文字解，然后再以同一单位制的数值代入，一次算出结果来。否则，演算次数越多，越

容易出差错。

5. 检查讨论。演算求解后，还要对演算结果进行检查讨论。这样，不仅可以检查出答案是否正确，还可以加深对问题的理解，培养举一反三的能力。

6. 思考总结。解题之后，还应该对解题思路进行总结。通过作这道题，从物理知识、思维方法、解题技巧、实践意义等几个方面进行再思考。总之，要提高认识，总结收获。

物理习题中，比较难的和比较复杂的是综合题。这种题目要求综合地运用所学过的物理概念和物理规律来解答。解答这种综合题，在进一步深刻理解物理概念和物理规律上，在锻炼学生综合运用所学物理知识去分析和解决有关问题的能力上，都能起到一定的作用。

解答物理综合题，也应该遵循以上六个步骤。

物理综合题一般是比较难的，难就难在综合二字。我们在解答物理综合题时，最重要的是必须弄清不同运动形式。不同物理过程之间的联系。联系搞清了，也就容易列出解题的方程。不同运动形式或不同物理过程之间互相联系的途径主要有两条：一是力，一是能。从而形成两条解题的思路或一是从力和运动状态改变的关系出发，一是从做功和能量变化的关系出发来考虑。

物理综合题一般也是比较复杂的，解题时，往往觉得无处下手。对于初学者来说，最好采用分析法求解。分析法，就是从整体到局部的思维方法，也就是从待求的未知量出发，找出包含有待求未知量的原始公式。然后看看此公式中包含有哪几个未知量，再列出表达这几个未知量的公式。如果在这几个公式里，还含有新的未知量，那就再列出相应的公式。这样一步一步地、按一定思维顺序逐步分析、推演下去，直到待求未知量完全可用已知量表达为止。下面举例说明：

例题：一电子以 $v_0 = 10^7$ 米 / 秒的速度，垂直于电场强度的方向射入如图 20 所示的两平行板间的匀强电场中，电场的方向竖直向下。除在两板之间外，其它地方的电场都为零。电子在两板边缘中点进入电场，假如电子从电场逸出时，刚好从上面板边通过，求两板间的电势差。

这是电场和力学的综合题。解题前，首先要认真弄清题意，题目看完了，眼前应该浮现出一幅清晰的活动的图画，就象真正看到电子的运动情况一样。其次，要分析题意，对全部物理过程要做认真分析。电子在电场中只受电场力的作用（重力不计、阻力不计），

所受电场力的大小为 $F = eE$ ，而 $E = \frac{U}{d}$ 。电子以初速度 v_0 射入电场后，一方面依惯性做匀速直线运动（ $L = v_0 t$ ），同时在电场力的作用向上

作初速度为零的匀加速直线运动（ $\frac{d}{2} = \frac{1}{2} a t^2$ ），所以电子在电场中的

运轨迹为一抛物线。最后电子从上板边缘逸出电场。

物理过程分析清楚了，如何把这些关系式联系起来，建立方程求解呢？我们可以采用分析法，从待求的未知量 U 出发，包含有待求未知量 U 的原始公式为 $E = \frac{U}{d}$ ，所以 $U = Ed$ ，其中 d 已知， E 为新的未知量。

用什么公式来表达 E 呢？根据公式 $E = \frac{F}{e}$ ，其中 e 已知， F 又为新的未知

量...这样，从待求的未知量 U 出发，逐步分析、推演，穷追到底，直到等号右全部都是已知量为止。然后一步一步地往回代入，即可求出待求未知量 U 。为清楚起见，把分析、推演过程，列表如下：

$$\begin{array}{l}
 U = Ed \\
 \quad \downarrow \\
 \quad E = \frac{F}{e} \\
 \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad F = ma \\
 \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad a = \frac{2 \times \frac{d}{2}}{t^2} \\
 \quad \quad \quad \quad \downarrow \\
 \quad \quad \quad \quad t = \frac{L}{V}
 \end{array}$$

从后往回一步一步代入得 $U = \frac{md^2 v_0^2}{eL^2}$

代入数值得

$$\begin{aligned}
 = U &= \frac{md^2 v_0^2}{eL^2} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (0.01)^2 \times (10^7)^2}{1.6 \times 10^{-19} \times (0.02)^2} \text{伏} \\
 &= 1.42 \times 10^2 \text{伏}。
 \end{aligned}$$

应该指出，解答物理习题的目的，在于加深对物理概念

和物理规律理解，在于提高分析和解决有关问题的能力。如果不注重基础知识，单纯追求解题方法，那是没有用处的。当然在比较深刻地理解了概念和规律的基础上，再进一步讲求一些解题方法，也还是必要的、有益的。所以，一定要让学生正确对待学习物理知识和掌握解题方法的关系。

理解、记忆和运用三者相辅相成，有着不可分割的辩证关系。我们在教学过程中，一定要予以重视。

第四章

实验教学

第一节 演示实验

一、选定演示实验要有明确的目的性

物理课上应该有目的、有计划地演示有关教学内容的实验，演示实验要做到少而精，宁缺勿滥，防止盲目性。例如讲《自由落体运动》时，为了使同学掌握自由落体运动是“初速度为零的匀变速直线运动”这一结论，课本是安排了五个演示实验。开始是通过观察小球下落时的轨迹，说明自由落体运动是直线运动。再用质量不等的金属球和纸片从离地面同一高度处同时下落，却在不同时刻到达地面，接着又把纸片捏成纸团重复实验，则可看到纸团和金属球几乎是同时落地的。这说明物体下落的快慢似乎不是由它们受到的重力决定的，而是由于空气阻力影响的结果。为了证明这个想法，再做钱毛管实验。钱毛管实验否定了物体越重下落得越快的看法，证实了“如果排除空气阻力的话，下落的快慢相同”的认识。最后，要求同学测量、分析教科书上自由落体运动的闪光照片，得出自由落体运动是匀加速运动的结论。以上五个演示实验都具有各自的作用，且演示顺序不可颠倒。如果有更好的演示当然可以替代上述实验中的一个或几个，但从实验所起的作用上看，没有必要再加添别的实验了。

在演示实验进行的过程中，应该提出具有启发性的问题，使学生能够想到从一个演示实验自然地过渡到另一个演示实验。例如可以提出：为什么纸片和金属球落地经过的时间不等？怎样才能减小纸片所受空气阻力使之跟金属球受的阻力近似相等？（从而提出将纸片捏成纸团的设想）怎样消除空气阻力对实验的影响？（从而引出在真空中实验的设想，过渡到钱毛管实验）提出这些问题启发学生思考，也就使同学更清楚地领会了演示的目的性，最终能够更好地完成教学任务。

二、演示实验必须具有直观性

对演示实验最基本的要求就是实验的直观性。首先，实验设备应该大型化和简单化。实验装置太小，显示的物理现象难以让全班同学都能看清楚（有的仪器不能做的太大，如验电器太大了不灵敏，但演示时也应设法用光学仪器放大）实验装置的结构如果太复杂，要观察的主要部位就不突出，容易分散学生的注意力，也会影响演示效果。装置的大型化和简单化，可以使全班同学坐在自己的位子上，都能看清楚实验装置的构造、演示过程和要观察的现象。

做电学实验时，因为要用到一些学生不熟悉的电子的仪器，如低压电源、电子示波器和信号发生器等，更要注意演示设备的简单化。能用电池当电源的地方不用低压电源（低压电源需要把220V的交流电降压再

整流、滤波)。如静电实验中的起电设备,能用摩擦起电时就不用结构复杂的感应起电机,也不用高压直流电源,例如用硬质尼龙扁带跟丝绸摩擦起电,可以得到很好效果。每使用一个新仪器,应先向学生交待它的名称和它在实验中的作用,一般情况暂不能讲内部结构和原理,以免学生总把注意力集中在新仪器上,却忽视了要观察的物理现象。有些教学仪器工厂制的无线电示教板,常常在一块不大的板面上制有复杂的电路和许多元件插孔,为的是一板多用。这样的示数板如使用不当,演示效果一般不会太好,因为结构太复杂,不符合直观性原则。有些工厂制的示教板面积较大,又是一板专用,上面的电路规范简明,使用起来比较方便,演示效果较好。师生自制的示教板,应注意做到大型化和简单化。演示装置的布局问题也应予以重视。讲稳恒电流时,演示实验中一般都有电路和电表等,它们的布局和安放位置都应适当,并且黑板上一定要画出电路图以与实验电路相对照。例如讲路端电压随外电路电阻的变化而变化时,所用演示装置的布局如图 21 所示。

除实验装置的直观性外,实验过程和实验结果也应讲求直观性。例如上述关于路端电压的演示实验中,一定要做到:当滑键 C 缓慢向左滑动使外电阻 R 逐渐减小时,伏特计的指数也逐渐向左偏转,表示端电压也随之减小。演示过程要干净利落,不能拖泥带水,演示结果不但要正确而且要明显。如果前排左右两侧的同学看不清电表指针的偏转情况,可将电表转向左右两侧,重作演示让他们都看清楚。或演示时让这几个同学向教室中央稍作靠拢,待看清实验以后再返回原位。演示时教师所站位置以不挡住任一学生的视线且操作规范、方便为原则。

三、演示实验必须真实

在课堂上,教师对待演示实验严肃认真、一丝不苟的态度,对学生的教育作用很大。

老师无疑都希望学生们以认真的态度学习物理,但是如果教师的演示实验马马虎虎,实验设备将就就(这里是指准备草率而言,不是指因陋就简用代用品作实验),这会给学生造成什么印象呢?学生们会自然地认为教师对实验不认真。身教重于严教。如果一套实验装置往讲台上一摆,每件的器、设备和布局都体现出教师的精心设计和周密安排,实验效果又很好,这就有力地教育了学生,他们也要学习老师这种一丝不苟的态度来对待实验、对待学习。

谈到对待实验的态度时,要特别提到演示实验的真实性问题。为了节省演示实验的时间或其它原因,有的教师在演示实验中做假,粗看实验效果似乎还可以,实际上其中有不真实之处。例如讲《有固定转动轴的物体的平衡》时,要用力矩盘演示。作用力必须通过细绳施加到力矩盘上。调节到使力矩盘平衡是比较困难的,因为力的方向稍有变动原来的平衡状态即被破坏。有的老师为了迅速使力矩盘达到平衡,且各力的

大小和方向都跟在课下准备的数据相一致，就使细绳紧贴盘面用增大摩擦的办法达到平衡。这就是在作假。学生是很敏感的，前几排的同学会明显地看到力矩盘表面跟线绳紧贴在一起，以致使线绳在与盘面离开的地方发生弯曲。坐在后面的同学也会觉得老师为什么如此之快就能使力矩盘平衡？这样来做这个演示实验就没有说服力了。如果让学生看出老师是在有意作假，那就会产生不良的教育后果。

任何时候，教师都应以实事求是的科学态度对待实验。就拿力矩盘的实验来说吧，虽然教师课前在实验准备室已做过多次实验，得出了较为满意的数据，但应估计到把实验装置移到教室讲台再做时，由于讲台的水平面一般不会跟准备室的完全一致，实验结果通常是会有变化的，因此，原来的数据只能作为参考。上课时仍要认真地把力矩盘调平衡，作到稍为改变一下力的大小和方向或轻扣桌面使力矩盘发生微小振动，平衡即遭破坏。实验要使学生真正相信力矩盘在这几个力矩作用下处于平衡状态。这样做很可能读出的数据跟预先准备的有很小出入，但这仍是一次成功的演示。就是多用了几分钟反复进行调平衡也是应该的，因为平衡条件的得出必须以这个实验为基础。物理课上的许多演示实验，教师必须在同学面前反复认真地进行调节，以达到满意的效果，这样做本身对同学就有教育作用，因为体现了严肃认真的科学态度。

教师都希望做任何演示实验都能一次成功，因此课前必须认真准备。但是，也要估计到由于主客观原因没有做成功怎么办？有些客观原因学生容易谅解，如正做着电磁波的发射实验突然停电了，这只要向同学说明有电时补做实验就是了。如果由于教师操作不慎，毁坏了仪器而使实验不能进行，例如有的教师做托里拆利实验将灌满水银的玻管倒转时，因为堵的不牢把水银撒了一地，以致实验完全失败，这时教师就应以诚恳的态度对自己的不慎向同学表示遗憾或作恰当的检讨，并说明以后补做实验。教师因主观上失误造成实验失败后的态度非常重要，既不能表现得若无其事，也不要把它看得过于严重。表现得若无其事与然是不对的，看得过于严重，认为自己实验失败了，现了丑，以后不好再严格要求学生了，这也没有必要。任何人，不论事前做了多少准备，在长期的教学实践中发生几次失误都是正常的，学生也是可以理解的。上面提到的托里拆利实验的失败，如果老师平时教学态度一贯严肃认真，所以当他不慎将水银全撒在地下时，同学们并没有任何不守纪律的表现，自动帮助老师收拾仪器并在老师指导下把地下的水银清扫干净。

四、教师的演示操作要具有示范性

教师演示操作的示范性主要表现在正规、熟练和灵巧三个方面。教师使用仪器、仪表必须正规化、规范化。使用电表要先检查或调整零点，应该平放在桌上，使用的电表不可竖放，电路的连接应该与电路图吻合，应该按规定程序使用天平……特别是对于学生实验时容易忽视的地方，

教师在演示时要以身作则，操作正规，以引起学生注意。

物理实验的规范化操作是对教师最重要最基本的要求。规范化操作必须达到熟练自然的程度，否则就显得呆板、或给学生以“没有必要那么繁琐”的感觉、认为老师太追求形式。例如教师演示天平的使用步骤，每做一步都能迅速熟练地操作并向学生讲清为什么这样做的道理，给学生的印象就会很深刻，就会感到使用天平就应该如此。如果虽然按规范要求一步步地进行操作，但不熟练，调底盘螺旋时转错了方向，天平横梁和托盘弄的哗啦乱响甚至掉在地下，操作时也讲不清每一步的道理，这就会给学生留下不好的印象，认为使用天平不必这么麻烦。所以教师的演示操作不但要求规范化，还要求达到熟练自然的程度。这就要求教师在课前对实验（特别是对某些重要仪器仪表的使用）要多多练习和钻研。

再进一步，就要求在实验操作过程中能够表现出某种灵巧性。灵巧性主要表现为能迅速发现并排除临时发生的故障。例如电路连接好了，按下电键时电流表的指针不动，即没有电流。这时教师就应能凭经验知道故障大约发生在何处，按紧电池卡子和电键、电表的接线柱使容易断路的地方接通。如果仍然没有电流，就应想到可能是某条导线的毛病，必要时可用欧姆表找出这条损坏了的导线，换上好导线使电路接通。不过，发生了什么故障以及如何排除故障要及时向同学说明，排除故障的过程也要让同学看清，不要教师一人在那里埋头排除实验故障而同学却不知老师在干什么。

怎样才能比较灵巧地进行实验操作呢？俗话说“熟能生巧”，只有在正规和熟练的基础上才能有灵巧的操作。善于积累经验的教师，每次在课堂上做过重要的演示实验以后，都把成功的经验和失败的原因记录下来，作为资料以备以后的演示实验时参考。

当物理教师的课堂演示实验达到了正规、熟练和灵巧的程度时，才能对学生起到好的示范作用。这时学生不仅通过老师的演示实验学到了物理知识，还学到了实事求是的科学态度和实验方法。课堂教学的艺术性，也应表现在熟练、灵巧的演示实验上。

除以上四个方面外，关于演示实验还有一些事项应予注意。例如演示的时机问题。什么时候亮出实验装置？什么时候把实验收起？这些细微之处也要引起注意，值日生或科代表往往一上课就帮老师把仪器放在讲台上。因为并不是一上课就开始实验，所以老师走到教室后还得再把仪器从讲台上搬下来，放到安全而隐蔽的地方。演示过后一般都是随手把实验收拾，不让仪器继续放在那里分散学生注意力。有位老师讲振荡电路，当他演示完了振荡电路的电磁振荡，开始解答学生的其它问题时，仍然让电路在那里振荡不止，不但大型电表的指针做着大振幅的摆动，而且发生有节奏的响声，以致使学生们光去注意电路的振荡，根本没有

听清老师对问题的分析。显然，这位老师应先将振荡电路的实验装置收拾好，再开始解答学生的问题。当然，对于几个较难调整、设备比较复杂的大型实验，需要在实验室上课，往往一连几个班的教学都做这些实验，对这些实验就不能演示完了就收起来，必须到几个班都用完后作最后调整，这是特殊情况。

再就是一定要使教室里前后左右的同学都能看清演示。实验装置是否直观、演示时教师的位置是否恰当、教室的光线是否适度（坐在左右两侧的同学常因强的反射光而看不清仪表的刻度盘）等，都直接影响到部分同学的对演示的观察效果。教师在演示过程中必须时刻照顾到所有的同学，不使任何一个同学为因教师的考虑不周而看不清实验。

五、根据学习难点和习题内容设计演示实验

教学大纲和教科书规定的演示实验，大多是结合概念的引出和规律的验证进行设计的。教学实践证明，依据以上两点设计演示实验虽完全必要和十分重要，但如果只限于根据上述两点设计课堂演示实验，有时仍不能充分发挥出演示实验在课堂教学中的应有作用。若能经常根据学习难点和习题内容来设计演示实验，对增强学生的学习兴趣、提高教学质量都有其独特作用。

1. 结合学习难点设计演示实验学生在学习物理的过程中，总会遇到一些一时难以正确理解的问题。为了帮助学生解决这些问题，针对学生普遍存在的疑难点设计演示实验，让学生在观察的基础上理解知识，纠正错误认识，这要比单靠讲解有效得多。例如许多学生错误地认为像图 22 (a) 那样用大小相等、方向相反的两个力 F 拉绳子的两端 A 和 B 时，绳所受的拉力为 $2F$ 或零。有的同学虽然正确地认为绳所受的拉力为 F ，但也存有怀疑。这时如能演示图 22 (b) 所示的实验，使同学亲眼看到弹簧测力计的示数既不是 $2F$ 也不是零而是 F ，对解决这一疑难便有了可靠的基础。再例如“力是改变速度而不是维持速度的原因”这一许多同学难以接受的问题，可利用气垫导轨进行演示已如前述。在物理教学中，当一个问题经过反复多次讲解仍不能被一些同学所接受时，教师就应针对学生的疑难点设计相应的演示实验让同学通过观察这些实验思考问题解决问题。

2. 结合某些习题设计演示实验。物理习题，从原则上讲都应该是能够为实践或实验所证实的物理过程或结论（虽然有的习题涉及的物理过程较抽象或技术性强暂时难以用实验显示或验证）。因此，某些习题如能配合演示实验进行研究，定能激发学生研讨物理习题的极大兴趣。例如有下面一个题目：条形磁铁静止在螺线管中部（图 23）。如将磁铁从螺线管的右端抽出时，感生电流的方向如何？从左端抽出时感生电流又是什么方向呢？学生根据楞次定律研究的结果是，不论将磁铁从螺线管的哪一端抽出时，产生的感生电流的方向是相同的。许多学生对这一结

果抱有怀疑态度，这时迫切需要演示实验的验证。做过这一实验，就在又一次验证了楞次定律的同时，也使同学认识到做物理习题并不是在搞脱离实际的纸上谈兵，而是跟客观实际紧密相连的，无疑定会提高学生的学习兴趣。

总之，物理是以实验为基础的科学，单凭口授和笔写是不能搞好物理教学的，必须充分发挥物理实验这一教学优势提高教学质量。作为物理老师，对物理实验在教学过程中的重大作用，应该给予足够的重视，并在自己的教学实践中认真落实。

第二节 学生分组实验

一、学生分组实验的类型和教学目的

学生分组实验的基本类型，大体上可分为以下五种：

1. 验证性实验：主要目的是通过实验验证某个定律、原理、法则是否正确。例如验证牛顿第二定律，验证玻意耳——马略特定律，验证机械能守恒定律等。

2. 研究探索性实验：主要目的是通过实验，研究某物理现象（或某物理过程）遵守什么规律。如研究弹性碰撞，研究电源输出功率，研究电磁感应现象等。

3. 测定性实验：主要目的是通过实验，依据某些理论，测定某一物理量或某个物理常量的数值。例如测定玻璃的折射率，测定热功当量，测定某单色光的波长等。

4. 组装调试性实验：主要目的是在某些理论知识的指导下，具体组装并调试某一仪器设备。例如安装变压器模型，晶体管收音机的安装调试等。

5. 练习操作使用性实验：主要目的是练习正确使用某种仪器设备。例如练习使用万用电表测电阻，示波器的使用，天平的使用，游标卡尺和螺旋测微器的使用等。

任何一个类型的分组实验，都可以通过对规律性知识的验证、探索和运用，达到提高实验技能的目的。所谓实验技能，是指对实验的设计技能、操作技能数据的记录和处理技能等。

不论何种类型的分组实验，总有一个指导思想。以测定性实验为例，测定某物理量的理论根据是什么？必须测出哪几个物理量？用什么仪器仪表测量？测量的困难何在？如何克服困难提高测量的准确程度？……这就是实验设计。实验设计有优劣之分，学生在分组实验中，可以提高设计实验的技能。

实验操作技能主要是指对仪器仪表的正确使用，对整个实验装置的合理布局（例如电路连接既正确又便于操作和读表）等。

实践证明，对实践数据的读取、记录和处理，必须通过分组实验反复练习才能掌握。

学生物理实验技能的提高，就为他们将来从事更复杂的科学实验打下初步基础。学生分组实验的教学目的，应该是通过对理论知识的验证、探索和运用提高学生的实验技能。

二学生分组实验的过程和注意事项

一个较理想的实验过程，必须由三个阶段组成。实验前充分准备，实验时有充裕的时间进行思考和操作，实验后有认真的分析总结。那种实验前缺乏（甚至没有）准备、实验时仓促促、实验后不再总结、思考的实验课，实际上不但达不到实验目的，反而起到挫伤学生学习积极性的作用，因为从这样的实验课是得不到收获。

下面以《单摆实验》为例，证明学生分组实验的全过程。

第一，实验的准备阶段：在理论方面，应使学生明确，要验证单摆振动周期公式 $T = 2\sqrt{\frac{l}{g}}$ 的正确性，方法之一是将公式变形为 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l$ ，（即 T^2 与 l 成正比，比例常量为 $\frac{4\pi^2}{g}$ ）。实验中可测出不同摆长 l 下周期 T ，看一下 T^2 与 l 成正比，比值 $\frac{T^2}{l}$ 是不是与 $\frac{4\pi^2}{g}$ 相等（ g 取当地的标准值）一般情况下，实验能较好的证明周期公式的正确性。在实验设备准备好后，教师应亲自检查各组实验器材的情况，并严格按照标准的步骤操作数次，摸清实验中容易发生的问题，最后确定实验课教案。教师可利用实验课前的某一节课，将一套实验装置移到教室讲台上，通过讲解或讨论，使学生明确实验时应测定的物理量及测量时的注意事项。例如怎样测摆长 l ，为什么用累积法测周期 T ，以及为什么应该当摆球通过平衡位置时开始计时等。

为了作好实验记录，要求学生拿着自己设计好的记录表格进实验室。表格的格式不要求一律，应以简明为原则。

第二，实验进行阶段（实验课阶段）：因为已经作了充分准备，学生进入实验室按组坐定后，便可立即开始实验操作。在单摆实验中，在45分钟的实验时间里，可集中精力至少测五个不同摆长及与各摆长相对应的振动周期。他们深知，耐心细微的测准每一次，都是实验成功的条件和要求。在学生进行实验操作的时候，教师应在各组之间巡视，发现问题及时指出，并记下操作良好、数据准确的学生姓名，也记下操作错误（如单摆上端的悬挂点不固定，摆球运动轨迹为椭圆，不会用表等）的具体情况。估计多数小组可在35~40分钟内全部测量完毕，然后收拾器材，准备下课。下课前教师应要求学生写实验报告，并限期将实验报告交给老师审查。实验报告以简明为原则，一般不要求写上繁琐的实验步骤，但一定要有完整的实验数据记录表格、数据的处理过程、实验结果和误差分析。

关于实验课，有两个问题应该注意：一是必须保证学生有较充裕的实验操作时间，二是不能对学生限制太多，尽量做到放手让学生操作。

像单摆实验是较简单的实验，用一节课进行实验就可以了。有些实验，如验证牛顿第二定律等，就应安排连续两节课进行操作，而且90分钟完全让学生用来实验，不要先由教师讲20分钟的原理或注意事项，最后再作15分钟的总结，真正动手的时间才55分钟，结果弄得学生还是仓促应付，草草结束实验。只有时间够用了，学生心情才较稳定，才能在实验中进行周密思考，进行必要的改进和纠正，记录下较准确的数据，得到较好的实验结果。另外，不要因为有可能损坏仪表的可能，就对学生限制过多，弄得学生谨小慎微不敢动手。教师应设法在保证学生人身安全（有的实验接触到220V或更高电压的交流电）和不损毁仪器仪表的前提下，放手让学生进行实验操作。只有对不遵守实验纪律、不认真做实验的个别学生，当他们损毁实验器材时才进行严肃批评并令其赔偿，对大多数认真做实验的学生，由于不慎而使实验设备遭到损坏时，一般不做严厉的批评也不一定要求赔偿。

第三，实验的总结阶段：学生把实验报告交上以后，教师必须认真审查。结合在实验课上的现场记录，将实验成绩优良的实验报告拿出来示范，指出优点表现在什么地方，对于成绩差的，也应具体指出问题的所在。一般说来，实验后的总结应针对以下三个问题进行：实验数据的正确读取、正确处理和误差的正确分析。

不少学生不能科学地读取测量数据，教师应该结合实验报告中的数据记录情况，反复阐明如何正确读取测量数据。用最小分度值为1厘米的米尺测摆长，应读取三位数字，例如读取65.7cm，而不能读成66厘米或65.75厘米。用最小分度值为1毫米的米尺测量时，应读取四位数字。用机械停表测时间，如果表盘的最小分度值为0.1秒，单摆振动30次所用的总时间可写成例如30.00秒或59.40秒等，相应的周期则可写成1.00秒或1.98秒等。

不少学生不能设计出简明的记录表格，记录了数据后，不会用科学方法进行处理。教师应结合每次分组实验对这方面进行分析和讲解。（关于记录表格的设计和数据处理方法下面专作介绍）

关于实验误差，总结时应引导学生作具体分析，不能笼统的什么仪器不准、操作不认真等。例如在单摆实验中，测摆长的米尺和测周期用的停表，一般都没有经过逐一校准，因此，在测得的数据里都存在一定的系统误差。由于某种主观的或生理的原因，实验者按动停表的起动手柄和停止手柄时，可能有失之过早或过晚，因而使测出的周期不准确，

这也是一种系统误差。从理论上说，公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 是在单摆的摆角

θ 的条件下成立的，摆角 θ 越大，公式越不准确。实验时 θ 虽然小

于5，但其中已存在了一定的理论近似性。由于这种本身的近似性带入的实验误差，也是一种系统误差，要消除或减小它，只有采用更加完

善的理论 $[T = 2\sqrt{\frac{g}{l}}(1 + \frac{1}{4}\sin^2\frac{\theta}{2})]$ 。至于偶然误差，可指出，由于实验室内人数较多较拥挤，人的行动和呼吸所造成的气流扰动，很可能在段时间内对单摆的振动产生作用，使它偏离简谐振动的规律较远，因而产生误差。

一般情况下，每次分组实验后应该专门用一节课的时间，采用讨论和讲解的方法，进行实验总结。反复认真地总结，可有效地提高学生的实验技能，增强学生的实验兴趣。

综上所述，由三个阶段所构成的学生分组实验的全过程，保证了学生实验的良好效果。它所给予学生的收获，不单在物理知识方面得到了巩固，更重要的是在实验技能方面得到了提高。愿广大物理教师，都能把更多的精力和时间用来钻研实验教学，把中学物理的实验教学提到更高的水平。

三、数据处理的基本方法——表格和图象

处理中学物理实验的实验数据，最基本的两种方法是：列表和作图。

学生进入实验室前，先要求他们根据实验要测量的物理量及它们之间的关系，设计一份表格，把实测中测得的数据填入表格。对表格的要求是：

1. 写明表的标题或加上必要的说明；
2. 简单明确，便于看出有关量之间的关系，便于处理数据；
3. 交待清楚表中各物理量的单位；
4. 表中数据要能反映测量结果。

举例如下：《单摆实验》

验证单摆振动周期公式的记录表

$$\frac{4\pi^2}{g} = \frac{4 \times 3.14^2}{9.80} = 4.02\text{s}^2/\text{m}$$

次数	摆长 l(m)	振动 30 次总时间 t(s)	周期 T(S)	T ² (S ²)	T ² /l(s ² /m)
1	0.500	42.58	1.42	2.01	4.02
2	0.600	46.70	1.56	2.43	4.05
3	0.700	50.40	1.68	2.82	4.03
4	0.800	53.90	1.80	3.24	4.05
5	0.900	57.20	1.91	3.65	4.06

由表中清楚的看到，单摆振动时 $\frac{T^2}{l}$ 为一常量，即T²与l成正比；

$$\text{且 } \frac{T^2}{l} = \frac{4\pi^2}{g}, \text{ 即 } T = 2\sqrt{\frac{l}{g}}.$$

也可以在直坐标纸上作 T^2-l 图象如图 24 所示, 如果是一条过原点的直线, 即可证明 T^2 与 l 成正比。直线作出后求其斜率 $\text{tg}\alpha = \frac{T^2}{l}$, 并核

$$\text{并核对斜率是否跟 } \frac{4\pi^2}{g} \text{ 的值相符。 } \text{tg}\alpha = \frac{3.50}{0.870} = 4.02$$

$$\frac{4\pi^2}{g} = \frac{4 \times 3.14^2}{9.80} = 4.02$$

用图象法处理实验数据可以研究物理量之间的变化关系, 找出规律。如果图线为一直线, 则说明物理量之间存在着线性关系; 如果直线过坐标原点, 则说明物理量之间存在着正比关系; 直线的斜率和截距, 常表达一定的物理内容。作图象的要求是:

(1) 作图象一定要用坐标纸 (中学主要用直角坐标纸);

(2) 要标明图象名称、轴名及单位, 在轴上每隔一定的间距按有效数字的位数标明数值。可对图象作必要的说明;

(3) 图上标的实验数据点, 用直尺找准后以尖笔画出, 一般可打一个“×”号;

(4) 在连成光滑曲线时 (包括直线), 要用直尺或曲线尺。所连之线不一定通过所有数据的点, 而要使数据点在线的两侧较合理的分布。

(5) 由图象求直线斜率时, 要选取直线上相距较远的两点, 算出其坐标。不一定要取原来测的数据点。

我们常常设法使图象线性化, 特别是在检验规律时更是如此。如在单摆振动时周期 T 与摆长 l 之间并非线性关系, 但如果作 T^2-l 图, 就成一直线了。又如验证牛顿第二定律时, 在力 F 恒定时加速度 a 与质量 m 成反比, 并非线性关系, 但作 $a - \frac{1}{m}$ 图, 就成一直线了。

四、基本仪器仪表的正确使用

在分组实验的教学过程中, 应该有计划地训练学生正确使用下列基本仪器: 米尺、游标卡尺、螺旋测微器、弹簧测力计、天平、机械停表、温度计、滑动变阻器、电池组、安培表、伏特表、灵敏电流计、电阻箱、定值电阻、万用电表和电子示波器等。

所谓正确使用, 是指使用前先对仪器仪表进行检查、选择、调整、校准, 使用中遵守操作规则。例如一块安培表在串联到电路以前, 应该先检查它表盘上的量程和最小分度值; 根据实验可能出现的最强电流值选择一个合适的量程; 然后检查表针是否指着零点刻度线, 如果没有指零点则进行调整, 如果不能调到零点, 则读出零点误差, 以便在实验读数中加上或减去零点误差以求出跟另一标准安培表串联入电阻加以校准 (分组实验时, 教师已把各组仪表配好, 一般不再需要学生自行校准)。

组成电路的其它器材和仪器，如电池组、伏特表、滑动变阻器、电阻箱和定值电阻等，都应先进行检查。选择调整和校准。对任何仪器仪表，决不能不作任何查看拿起来就用。对电学实验，电路连好正式实验前，要强调“试触”（将电键迅速按下随即切断电路），查看各只电表的指针摆动是否正常，只有当电路正常工作时，才能正式进行实验。游标卡尺和螺旋测微器的原理和使用方法，要让学生掌握。有些需要精密测量的仪器上附有这两种量具。例如水银气压计上就有游标卡尺，以便读出水银柱的准确高度；测定单色光波长的双缝干涉仪上就附有螺旋测微器，用以准确测出相邻两条明纹或暗纹之间的距离。

滑动变阻器是常用仪器之一，对它的正确使用学生常感困难，在实验中应有意增加对它的使用次数。在初中只要求将滑动变阻器用作限流器，在高中还应练习当分压器使用。

使用电阻器时（如电阻箱和定值电阻），要求学生不仅注意它的阻值，还要注意它上面标出的额定功率或额定电流值。

万用电表，主要要求会用它测电阻。

电子示波器，主要要求会进行一般调整，会观察输入信号的波形，以及在必要时会对输入信号进行简单测量。

五、开展课外小组实验活动

学生实验能力的培养，单靠有限的几节分组实验课是很不够的，必须还要重视开展课外实验活动。在初中应开展“小制作，小实验”活动；在高中应逐步开放实验室，建立课外实验制度。关于在初中开展“小制作，小实验”活动的重要意义和内容方法等，请参看本书第七章的有关叙述。关于在高中开放实验室建立课外实验制度，在国内外的一些学校里早已开始实行。把常用仪器和某些重要实验装置经常摆放在实验室。学生在教师的准许下，单独或以小组利用课外时间到实验室做实验。实验内容可以由学生自己拟定，也可以重做课本里规定的实验。这种课外实验，类似到图书馆借阅课外读物，原则上由学生自己提出实验要求，也可以由教师建议或指定某同学到实验室做某个实验。学生进行课外实验时，教师一般可以不亲临指导。参与实验的同学必须自觉严格遵守实验室规则，并将实验报告交老师审阅。

为了更好地培养学生的实验技能，提高物理教学质量，应该积极创造条件，把物理实验的时间从课内扩展到课外，把实验地点从实验室内拓宽到实验室外（家庭、教室等）。

第五章

物理学科的能力培养

第一节 培养物理观察能力

物理观察包括对实验的观察和对自然界的观察，观察是研究物理世界的入门向导，抓不住现象，就不可能深入了解物理规律。可见，观察的目的在于了解现象，取得资料，提出问题。能否达到观察的目的，关键在于提高学生观察能力的水平，具体说来，可包括以下几方面的要求。

一、观察要有目的性，并能细心持久地观察并养成观察习惯

中学生具有强烈的好奇心，表现为对物理实验的浓厚兴趣，我们应充分利用学生的这种心理，把他们的积极性引导到对实验的观察上来培养他们自觉地有目的、持久、细心地观察。并形成习惯。中学物理教材中安排的学生分组实验、课外小实验以及课堂的演示实验，观察内容是极为丰富的，应该充分利用起来。培养观察能力，一方面要保护学生的好奇心和对实验的兴趣，另一方面要使学生了解观察对学习物理的重要意义。观察能力的培养是培养观察习惯的基础，将课堂的实验观察与生活中物理现象的观察，有意识地经常地结合起来，必将收到良好的效果。

二、掌握科学的观察方法

观察方法主要有整体观察法——即抓住物理现象的全过程，能从整体上把握所观察的物理现象。第二是多维度观察法——即从不同角度，不同侧面、不同层次去观察物理现象的主要特征。第三是分析观察法——即结合物理现象分析其原因，并变化条件继续观察其结果。例如观察水的沸腾现象时，首先使学生观察沸腾的全过程及沸腾本身的温度变化的特点，其次观察液面压强的变化对沸腾的影响，进而深入观察和分析沸腾的全过程和沸腾过程中水汽泡形成、膨胀，消失以及破裂的全过程，这样才能取得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。

三、能用口语或文字准确地、有条理地描述所观察到的物理现象

观察到的结果，必须通过文字或口语来描述，描述的水平能反映观察能力的水平。因此，能用口语或文字描述所观察到的现象，应该属于观察能力的一部分。例如，观察布朗运动后，问学生看到了什么？说法不一，有的说看到分子在运动，有的说看到小虫子在活动等等，这说明学生看到了一些现象并作出了自己的解释，但很少有学生能描述看到的小颗粒和大颗粒运动激烈程度不同，也没有描述颗粒运动的路径的无规则性。从学生的描述中可以看出其观察能力的水平高低。

四、善于从观察中提出问题

正确地描述观察到的现象，进而从观察中发现问题和提出问题，这

是观察的目的任务所决定的。在观察中能发现问题，说明了观察者的观察得细微全面。观察中能发现问题是观察中视觉因素与思维因素结合的产物，因此应该在观察中不断地引导学生思考。一是看到什么，二是为什么出现这种现象。例如沸腾现象中为什么沸腾的前过程中的气泡始终不能达到液面？为什么只有在沸点时气泡才能达到液面而破裂？解决了气泡的形成，上升直至破裂，就为研究沸腾现象提供了实验依据。

总之，培养学生有目的和持久的观察习惯，掌握与使用科学的观察方法，正确地描述和善于提出问题，形成观察的兴趣，具有科学的观察态度和养成良好的观察习惯，是物理学科培养观察能力的基本内容。

第二节 培养实验操作能力

物理学是一门实验科学，物理学中一切概念和规律都必须通过实验才能形成和建立，物理学上的理论假说也必须通过实验来验证。因此，培养学生的实验操作能力是学习物理的基本功。物理实验的操作能力主要指掌握仪器操作，数据的记录和处理，设备的组装、故障的排除等学生实验操作能力，具体说来可包括以下几方面的要求：

一、熟练地操作中学物理实验所用的基本仪器

中学物理实验的基本仪器，主要是指中学物理中的一些基本物理量的测量仪器，例如力学中的长度、时间、质量的测量仪器、力的测量仪器，即游标卡尺，钟表和打点计时器、天平、弹簧测力器等；热学中的温度计、压强计；电学中的电流表、电压表和万用表等，都是学生必须准确、熟练掌握的基本仪器。中学物理中很多实验大体都是基本仪器的组合使用，因此，对基本仪器的性能，读数，操作方法等都要掌握。

二、根据实验目的和任务独立完成实验

能否独立地地完成实验，是考察学生是否具有实验操作能力的标准。中学生特别是中等或中等以下水平的学生在进行实验过程中依赖性很强，不敢也不愿自己动手，因此，要创造条件和严格要求，使学生亲自动手做实验，要求学生在明确实验目的和原理的基础上，自己设计实验步骤和数据记录表格，自己动手安装和组合仪器，自己根据仪器的精度读取数据，还要指导学生能初步排除简单的实验故障。

三、对实验误差进行初步的定性分析

对实验测量的结果不可能绝对精确，总会产生误差，产生误差的原因一种是系统误差，一种为偶然误差。对于测量结果，其可信度多大，需要知道测量误差，由于误差是测量值与真实值之差，而真实值是未知的，因此对于测量误差只能是估计，但是由于误差的估计，情况是十分复杂的，有些情况下，主要是系统误差，有些情况下，主要是偶然误差，要对测量结果的误差作出估计，不是一件容易的事，所以在中学，并不要求学生估计误差，但是培养学生根据实验原理和仪器的情况以及实验环境等客观情况，对实验可能出现的系统误差，作出物理的定性分析，

是可能的，也是必要的。这对提高学生物理分析能力是有益处的。

四、根据有效数字的运算法则，对数据作初步处理

中学关于误差和有效数字的教学要求不高并不要求估计测量误差，在处理实验数据和解题时，运算结果一般取两位或三位数就可以了。因此，在中学物理测量中，一般说来，可以要求学生估读到测量仪器最小分量的十分之几。在测量数据处理过程中，培养学生根据有效数字运算法则来进行运算。

五、鼓励学生试行设计验证性实验

提倡和鼓励中学生根据所学知识进行独创性的实验设计，是十分有益的，但不可能要求很高，可以在教师的提示下进行。例如如何用玩具手枪测定其子弹的出口速度。总之，要引导和鼓励学生开展一些创造性活动，我们应该相信学生中蕴藏着很大的创造潜力及表现自己的创造才华的热情和动力。

总之，培养学生掌握基本仪器的使用技能，在教师指导下排除实验中一些简单故障，独立地完成实验操作任务，学会能初步地处理和分析实验误差及实验数据，在教师指导下能初步提出验证物理定律的简单的实验设计，这些都是物理物理学科实验操作能力的培养的基本内容。

第三节 培养物理思维能力

所谓思维，通俗的说法，是指人们利用头脑中已有的知识经验思考问题的精神活动。思维过程是指运用概念进行判断与推理的过程。所以，我们把培养学生科学的抽象概括能力和科学的推理能力作为培养物理思维能力的主要内容。培养物理思维能力的途径，可从以下几个方面进行。

一、引导学生从物理事实出发，进行抽象概括

从物理事实出发，建立概念，这是一个抽象概括过程，物理学上所有概念都是这样形成的。例如力的概括就是在大量物体间互相作用的事实的分析基础上形成的，大量的实例如马拉车，车由静止开始运动；磁铁吸铁钉，铁钉由静止开始运动；手压弹簧，弹簧被压缩；大球碰小球，小球由静止开始运动……其中所谓“拉”“吸”“压”“碰”都是物体之间的作用方式，这些被作用的物体：车、铁钉、弹簧和小球，或者发生运动状态的改变，或者发生形变。可见，力是一个物体对另一个物体的作用，作用的结果使被作用的物体发生运动状态的改变（即产生加速度）或者发生形变。力的概念就是这样，从大量物理事实基础上，抽象概括而建立的。

物理模型也是通过抽象概括而建立的，例如质点是一个具有质量的几何点，因为很多力学问题中物体的大小和形状的影响可以不计，因此，突出物体的质量这个主要因素，忽略物体的大小和形状这些次要因素，经过物理抽象而建立质点模型。质点模型对力学的研究带来了极大的好处，在质点模型的基础上建立了牛顿力学的体系。由此可见，建立物理

模型应该遵循以下原则，即根据所研究的问题的需要和可能，突出研究对象的主要因素，忽略其次要因素，将研究对象理想化，是这建立模型的原则之一。例如理想气体模型的建立，就是突出了气体实验定律中各参量之间关系，而忽略了对这些参量关系的约束条件，认识这些参量之间关系在任何条件下都是适用的，这样就把实际气体抽象为理想气体。好比把物质抽象为质点一样。其次，在模型的基础上，能够建立该领域中的知识体系。如果一个模型不能提供一个知识体系，这个模型就没有生命力，就没有存在的价值。这是建立模型的原则之二。例如理想气体模型的建立，与之相应的建立了气体分子的质点模型，从而形成了气体分子运动论这个知识体系。

建立理想化物理模型，是一种物理的思维，或者说是一种物理的思维模式，也是一种物理研究的重要方法，物理学的各部分知识体系几乎都是建立在一些模型的基础之上的。因此，我们应该使中学生初步了解物理模型的意义以及其建立的过程，这是培养物理思维能力重要特征之一。

我们应该注意在日常教学中强化这种建立物理模型的思想，使学生在潜移默化中提高利用模型处理物理问题的能力。如图 25 (a) (b)，两个完全相同的物体，都处于平衡状态，在给出的已知条件下，求绳子的张力。首先必须明确所研究的对象属于哪一类物理模型，否则就很难解决。图 (a) 中球可视为质点模型，因此，用共点力平衡条件就可以处理；而在图 (b) 中应把球视为刚体模型。因此，必须用力矩平衡条件来求解。可见，同一个物体在不同条件下可以属于不同类型，这一点是不应忽视的。

二、从已知推向未知获取新知

由已知推导未知，由实验事实经过推理总结出规律，是培养物理思维能力的重要方面。在推导或总结过程中，要注意物理依据的可靠性，推理的严密性，才能使推导建立在科学的基础上。在中学物理教材中，这种由已知推导未知，由实验事实总结规律的教材是十分丰富的，我们应该充分利用这些内容。万有引力定律的推导，第一步就是利用学生已知的知识，即向心力公式 $F = mw^2r$ ，开普勒定律， $r^3 = kT^2$ 和牛顿第三定律 $F = F$ ，推导出太阳与行星之间的引力规律：即 $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。第二

步可以假设地球与月球之间引力及地球与地面上物体之间引力是本质一样的力，且符合平方反比规律。利用这个假设可算出月球的向心加速度。

$a = \frac{R^2}{r^2} g = 0.27 \text{ 厘米 / 秒}^2$ ，同时从运动学角度也能直接算出月球的向心

加速度 $a = rw^2 = 0.27 \text{ 厘米 / 秒}^2$ ，这就证明了太阳与行星之间，地球——月球之间，地球——物体之间的引力是遵从同一个规律的，最后将平方反比定律推论到所有物体之间都存在着这种引力。英国科学家卡文迪

许对 G 值的测定，证明了自然界所有物体之间都存在这种引力。上述推导过程不但加深了学生对知识的理解和提高综合运用知识的能力，而且使学生，懂得了推理的科学方法，即由一般到特殊是一种演绎推理，由特殊到一般是一种归纳推理，总之，处理好知识之间新与旧的关系，以“旧”到“新”，利用“新”来巩固和深化“旧”，不但有利于学生理解知识，而且有利于培养学生逻辑推理能力，因此，从已知推向未知从而获得新知是培养思维能力的重要方法和途径。

三、教给学生运用已知处理问题的思路和方法

常听学生反映，物理课一听就懂，一做题就错，出现这种现象是很多因素造成的。主要原因有两个：一是对知识本身的理解问题，一是思维方法问题，学生常常不是瞎碰，就是乱套公式。因此，引导学生总结正确的解题思路，是培养思维能力的一个方面。例如牛顿第二定律公式 $F = ma$ ，其中 m 是研究对象， F 是研究对象周围物体对它的作用力的合力， a 是研究对象的加速度。所以利用牛顿第二定律解题时，第一步必须明确研究对象，将研究对象从周围物体中隔离出来，形成隔离体。第二步是分析研究对象的受力情况，第三步分析研究对象的运动状况，第四步列出解题方程式。这个解题步骤和思路，是根据牛顿第二定律提出来的，可见，从已知知识引出解题思路引出方法，提高运用知识解决问题的能力，这是一种培养思维能力的途径，在教学中应予高度重视。

四、指导学生总结归纳知识并形成体系

在教师指导下，使学生学会把自己所学的知识由点到面组织成有体系的知识，这是一种总结概括能力，是培养思维能力的重要方面，同时也有利于学生从整体上来把握知识，这是学生综合运用知识的基础，也是学生记忆和理解知识的重要过程和环节。在平时的学习过程中，学生头脑中常常是一个一个孤立的观念和物理量，一个一个孤立的定律和定理，不能形成体系，不能从整体上把握知识，因而很难综合运用知识去解决实际问题。因此必须指导学生及时总结整理所学知识掌握知识的内在联系使自己头脑中的知识成为有体系的知识。例如稳定电流这一章，我们可以引导学生抓住欧姆定律这个中心，来整理这一章的基础知识，包括的基本概念有电流、电压、电阻和电动势，基础知识是如何用欧姆定律进行电路分析——电路中电压变化、电路结构，能量转化这样电路中的各个知识点便组织成了一个知识网络。

总之，物理现象的抽象概括；从已知到未知的科学推理；分析解决问题的思路和方法；以及及时总结归纳已学知识，都是培养物理思维能力的基本方法。

第四节 正确理解、掌握物理概念和规律的能力

正确理解和掌握物理概念及物理规律是学好物理的关键，也是学生应用物理知识分析问题和解决问题的基础。因此，提高学生学习物理的

能力，是能力目标的重要内容。具体地说有以下几方面的能力要求。

一、在分析物理过程或分析物理实验的基础上去理解物理概念和物理定律

任何一个物理概念的形成，总是建立在物理过程的分析的基础上的，任何一个物理定律总是有它的实验基础或推导的依据，这是理解和掌握物理知识的根本。尤其是一些比较抽象的概念，更需要使学生了解其形成的具体的物理过程，例如，电压概念的形成，它是在研究电场力做功特点、电势能的意义、电势概念等一系列知识的基础上才能形成。又如，电动势的概念的建立，必须分析电源内部能量转化过程中非静电力做功特点，以及内外电路电压之和为不变量的实验分析的基础上，才能较深刻地理解电动势概念的物理意义，然后进一步理解电动势在电路中引起电势变化方面的作用。又如电场强度概念，是建立在电场力与检验电荷的电量成正比的实验事实的基础上的，等等。总之，使学生懂得善于研究建立概念的物理过程和物理事实，是学会学习物理的重要能力。物理定律是在研究不同物理量之间的相互关系中建立的，每个物理定律都有其基础或推导依据，例如，牛顿第二定律是在研究加速度跟力和质量的关系的实验中总结出来的；牛顿第三定律是研究作用力与反作用力之间的关系，也是通过实验事实的概括而得出的；牛顿第一定律则是在物理实验的基础上经过科学推理而获得；万有引力定律是在所观察到的天文现象的基础上，运用科学的推论方法而发现的。总之，使学生懂得分析定律建立的实验事实或推导依据，也是学会学习物理的重要能力。

二、从物理量的定义式去理解物理概念的实质

物理概念的量化，形成物理量，而物理量有严格的定义，表述定义的数学公式叫做定义式。物理量的定义式反映了一个物理概念的质和量两个方面的内容，概念的质是指概念所反映的物理现象的本质属性，概念的量是指概念的数值意义。如果物理量是矢量，从定义式中还可以看出它的方向意义。例如电场强度这个物理量的质，是说明场强表述了电场中某点的力特性的物理量，是反映电场本身属性的物理量，用单位正电荷受到的电场力的大小和方向来表示电场中某点的力特性，所以，场强的定义式为 $E = \frac{F}{q}$ 。理解了场强的定义式，就从质与量两个方面把握了场强概念的全部物理意义。抓住了物理学各部分知识的物理量的定义式，就能很好地理解各部分知识的物理概念。

因此，引导学生从物理量的定义式去理解物理概念，是对学生学会物理的一种能力培养。

三、从物理量之间的相互关系去理解物理概念掌握物理规律，并通过区分易混淆的物理概念去加深理解

物理概念的量化形成了物理量，各个有关联的物理量之间的定量关系形成了物理定律、物理定理或原理。从定义式出发，可以正确理解物理概念，如果进一步从概念之间的关联上理解概念，就可以理解得更深刻。

例如，加速度的定义式 $a = \frac{u}{t}$ ，只能使我们从运动学角度了解

加速度的意义，而产生加速度的原因是什么？加速度与哪些因素有关？这些问题从定义式是无法得到解答的。只有牛顿第二定律能够回答这些问题。牛顿第二定律的公式 $a = \frac{F}{m}$ ，这是动力学的一条基本定律，它反映了加速度与力和质量之间的关系。从公式可知，力是产生加速度的原因，也就是说力和加速度之间存在着即时的直接的因果关系，同时也可以看出质量对加速度的影响，质量不但对加速度大小有影响，而且对加速度与力之间的因果关系也有影响。由此可知，牛顿第二定律不但使我们对加速度概念的理解深化了，而且对力和质量这两个概念的理解也深化了。同理，我们只有从能量与动量之间的关系中才能深刻理解冲量与动量概念，只有从功与能之间的关系中才能深刻理解功与能的概念。总之，把握住各物理量之间的关系的定律或定理，对于加深物理概念的理解是十分重要的。因此，引导学生从物理量之间的关系去理解物理概念和物理定律，是培养学生学会学习物理的能力的重要内容。

有些物理概念，由于种种原因容易使人们产生混淆，这也造成了学习物理的困难。然而，将这些混淆的问题区分清楚了，则对正确而又深刻理解物理概念会带来极大好处。如电压与电动势，电功率等等，这些混淆不清的问题，在物理学中到处可见。我们应通过区分这些易混淆的问题来加深对物理概念的理解，因此，引导学生学会在分析这些容易混淆不清的问题中来理解和掌握物理概念和物理定律，也是一种学会学好物理的一种能力要求。

四、从阅读课文和课外读物过程中提高理解物理概念和规律的能力

自学能力是学生终生有用的能力。自能力的内容是丰富的，它至少包括以下这些方面：学习目标的确定，完成学习内容的方法，学习效果的自我评估以及善于吸收别人的经验等等，而学会阅读课文和课外读物则是培养自学能力的起点，也就是说学会读书是培养自学能力的基础。物理教材是一种自然科学的论述文章，应该学会分析课文的逻辑结构，课文是怎样在叙述物理现象或物理实验，以及分析物理过程的基础上，得出相应的科学结论的，是怎样表达一个概念的定义的，又如何运用实例来论述这个定义的内涵的，还应该教会学生从物理意义上来分析定律条文。例如，本书第二章已经提到的楞次定律的内容中，“感生电流的磁场”表示了一种物理现象，“引起感生电流的磁通量的变化”表明了

另一种物理现象，这二者的关系，是前者阻碍后者，而不是“阻止”，而感生电流方向正是由这种关系来决定的。应该培养学生用自己的理解和语言或文字来表述物理上种种概念和定律的内容。这样，才能把课文真正读懂才能培养真正的学会读书的自学能力。

第五节运用数学工具知识解决物理问题的能力

物理学中有大量的概念和定律是用数学式来表达和定量的，所以要学好物理离不开数学知识的运用。因此，教学中必须有意识培养学生运用数学知识来分析和解决物理问题，具体作法大体包括以下几个方面。

一、正确理解物理中数学表达式的物理意义

物理公式大体可分为三类：一类是物理量的定义式，一类是物理量的决定式，这类公式一般是根据实验或推导得出的物理定律或定理，一类是物理量之间的关系式。不管哪一类物理公式，都应注意它是抽象的数学公式在应用中的具体化，也就是说物理公式都有其具体内容与物理意义。而数学公式大都是抽掉了具体内容的数量关系，因此，必须强调从物理意义上来理解和掌握物理公式。例如静电学中场强的定义式为 $E = \frac{F}{q}$ ，对于确定的电场中某一确定点， E 是一定的，同时不管该点有无电荷， E 总是存在的，因此， E 跟 F 和 q 之间不存在函数关系，不能说 E 与 F 成正比，与 q 成反比。如果将 $E = \frac{F}{q}$ 变形为 $F = Eq$ ，则此公式从物理意义上可理解为电场力的决定式，同一电荷在电场中不同点，由于 E 不同， F 就不同；在电场中同一点而电荷的电量 q 不同，则 F 也就不同。可见， $F = Eq$ 公式中 E 和 q 都可以作为自变量出现，而 F 就是因变量了。

因此， $F = Eq$ 可理解为 F 的决定式。如果将 $E = \frac{F}{q}$ 公式变形为 $q = \frac{F}{E}$ ，因为 q 的大小并不因 F 与 E 的变化而变化， q 的改变只能是通过外界条件才能实现，所以，公式 $q = \frac{F}{E}$ 只能是在已知 F 和 E 时用来计算 q 。学生中常常出现乱套公式的现象，究其原因就是对物理公式没有注意从物理意义上来把握公式。因此，指导学生正确理解公式的物理意义，来培养学生运用数学知识来分析和解决问题非常重要。

二、会用数学形式表述物理概念和物理规律

科学认识的一般过程，往往是在开始阶段只是对事物进行定性的描述和研究，然而只有进行精确的定量的研究才能更深入地认识事物的本质。任何一门学科只有在能引进数学方法时，才算达到完善的地步。物理概念从定性研究进入定量的描述，从而确定了物理量，各有关联的物理量之间从定性关系的分析，进入到定量的表述而形成了物理定律。而中学物理学定量化的基础，主要是用初等数学方法。教会学生运用数学知识解决物理问题，首先是教会学生用数学方法来表述概念和规律。在

中学物理学中，主要是用公式法和图象法来表述概念和规律的，例如物理的定义，总是根据实验的分析，建立定义公式。其中一些描述状态的物理量，不少量是用比值法来定义的。如场强的定义式 $E = \frac{F}{q}$ ，电势的定义式 $U = \frac{\epsilon}{q}$ ，磁感强度为 $B = \frac{F}{IL}$ ，速度为 $V = \frac{s}{t}$ ，加速度为 $a = \frac{V}{t}$ 等等。其中一些描述过程的物理量，常常是根据该量的有关因素来定义的，如功的定义式为 $W = FScos\alpha$ ，冲量的定义式为 $I = F \cdot t$ 。它们是根据力对时间或空间的累积效果的相关因素来定义的。反映物理量之间关系的物理定律，多数是通过实验的研究，确定该量的决定条件，然后用数学方法建立该量的决定式。例如库仑定律的公式，是通过库仑扭秤的实验结果，写成比例式为： $F = a \frac{q_1 q_2}{r^2}$ ，然后写成等式为 $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ 。又如电阻定律也是在实验基础上，写成比例式为 $R \propto \frac{L}{S}$ ，再写成等式为 $R = \rho \frac{L}{S}$ 。凡属于由比例式变为等式，都有一个比例系数问题的处理。一般地说，比例系数的值，必须通过实验进行测定，而且其值与所取的单位制有关。不过其中有的比例系数不具有物理意义，也就是它不反映某种物理特性，而有的比例系数是具有物理意义的，也就是说它能表明某种物理特性（如电阻定律中的 ρ ，它表明组成导体的材料的电阻特性）。

利用图象表达物理规律也是常用的数学方法。在物理教学中，应该做到一方面使学生会根据表述规律的方程作出函数图象，另一方面能利用函数图象了解物理意义，就是说既能作出函数图象又能从图象了解其物理意义。例如，根据气体的玻——马定律方程 $PV = \text{恒量}$ ，可画出一定质量的气体的 P —— V 图象为一双曲线（如图26），曲线上的任一点代表气体的一定状态，曲线表示气体的变化过程，如图26所示从A点到B点，表明气体的温度不变，压强减小，体积增大，但 $P_1 V_1$ 和 $P_2 V_2$ 总是相等，而且 $AV_1 V_2 B$ 这一面积的值可以证明恰好等于气体对外界做功的值。

总之，教会学生能利用公式法和图象法来表述物理概念和规律，是培养学生利用数学方法解决物理问题的内容之一。

三、引导学生用所学的数学知识对物理问题进行分析、运算和推导

对物理问题的分析，对物理结果的推导，都离不开数学运算问题。而数学运算能力，表现在运算的准确性、技巧性和运算速度上。因此，培养学生的数学运算能力，应该在准确、技巧和速度上下功夫。当然，物理问题的运算是不能脱离物理意义的分析，特别是对一些运算结果的结论，要着眼于物理意义上的分析。例如向心加速度的公式的推导，由

于矢量运算在中学不作要求，所以推导向心加速度公式就要采取一种避开矢量运算的方法，我们可以采取运动分解方法来处理，如图 27 所示，作匀速圆周运动的质点从 A 点沿 AB 圆弧运动到 B 点，可视为质点从 A 运动到 C 点作匀速直线运动，再从 C 点运动到 B 点作初速度为零的匀速直线运动的结果。因为向心力始终和 V 垂直，所以，在切线方向无加速度，而向心加速度始终沿半径指向圆心，因此，上述分解是可行的。由图可得：

$$\text{即：}\overline{OA^2} + \overline{AC^2} = \overline{OC^2} \quad r^2 + v^2 t^2 = r^2 + ra t^2 + \frac{1}{4} a^2 t^4$$

$$\text{则：}r^2 + v^2 t^2 = (r + \frac{1}{2} a t^2)^2 \quad v^2 t^2 = ra t^2 + \frac{1}{4} a^2 t^4$$

设 A、B 两点无限接近，则 $t \rightarrow 0$ ，所以 $\frac{1}{4} a^2 t^4$ 可以不计，则

$$v^2 t^2 = ra t^2$$

$$a = \frac{v^2}{r}$$

在上述推导运算过程中，我们采取了将矢量运算转化为代数运算，同时运用了几何知识和代数知识，在分析运算结果时考虑到所求的是 A 点向心加速度，利用了 A、B 两点无限接近的概念，将 t^4 舍去不计，就得到我们所需要的结果。

又如我们推导匀变速直线运动中在两个相邻的相等时间内位移之差 $S = aT^2$ 的结果时，不用代数运算方法，而利用 $v-t$ 图象来处理，这样作简单直观，如图 28 所示，两个相邻的相等时间内的位移之差 S 就是图象中画斜线部分的面积从图可以看出， $S = vT = aT^2$ 。

总之，培养学生运用数学知识来表述物理规律，正确地理解物理公式，以及物理问题的分析，推导的运算过程，是培养学生运用数学工具解决问题的基本内容。

为了有效的提高学生学习物理的能力，有一个前提是不可忽视的那就是要不断提高物理素质，并不断培养学生的科学世界观，为此首先要使学生学习一些物理学科的理论发展历史，在学习过程中逐步对立辩证唯物主义的观点。例如场的观点就是辩证唯物主义观点在物理学科中的充分体现。我们知道，实物和场是物质存在的两种基本形式，实物是由大量的原子，分子所构成的客观实体，它构成了五光十色的大千世界，但尽管如此，实物在整个宇宙中只占据很小一部分空间，场也是不依人们的意志而存在的，因此也是物质存在的一种形式。我们熟知的引力场、电场、磁场等等，它们充满了整个宇宙空间。一般地说，场是摸不着看不见的，人们眼睛所能觉察的只是电磁场中的极小部分——可见光。人类对场的认识也是经过了一个由实践到理论的反复过程，它为辩证唯物主义的认识论，提供了强有力的论证。还有如守恒的观点，统计观点以及量子观点都是物理学中体现辩证唯物主义观点的重要方面。

其次，要使学生了解物理学科发展历史中起重要作用的科学家为科学事业的献身精神、创造精神，使学生在知识学习过程中，也能学到科学家的探求精神和科学态度。这方面的材料是十分丰富的，一部物理学的发展史，就是一代又一代的科学家探索和创造史。总之，科学家的奋斗、创造、献身精神是物理学科的宝贵财富，是激励学生成才的驱动力，是促进学生能力发展的重要因素。

再次，要引导学生能用物理规律分析解释自己周围生活中的物理现象，理论联系实际，激发学生对物理学科的志趣和情感。

第六章

物理学习质量的评价

第一节 物理学习质量的评价原则

学生学习质量的评价是现代教育的一个重要问题，但是，什么是学习质量的评价，目前还无统一的定义。根据国内外的各种论述及我国目前的教学实践，我们认为：物理学习质量的评价是按照教学大纲所确定的物理教学目标，利用所有可行的评价技术，对学生物理学习的状况、成绩和发展水平、进行科学判断。

物理学习质量指的是学生通过学习后所达到教学目标的程度，其内容包括两个方面，一是学生所达到的在物理知识、技能等方面的水平，二是学生继续学习发展可能达到的水平。

当前物理科学在日新月异地发展，信息量急剧增加，我们培养的学生要符合时代发展的要求，对学生物理学习质量的评定，除了看他们的考试成绩外，更重要的还要看他们对物理学习的志趣，能否独立探索新认识、独立处理筛选信息，灵活运用物理知识去解决实际问题等。一个学生无论在校学习时间多长，也不能掌握他将来从事工作所需要的一切知识，因此我们必须教会学生怎样学习，使他具有学习的能力，能充分适应不断发展的新形势。所评定物理学习质量应包括以下要素：

1. 认知要素——包括对物理知识的认识和保持；理解和运用物理知识的水平。
2. 情感要素——包括学习态度、兴趣、习惯、意志等。
3. 技能要素——包括阅读、笔记、表达、计算、实验、积累资料等方面的技能。

为了使物理学习质量评价工作取得良好效果，必须确定评价的原则。关于学生学习质量的评价原则，目前有多种不同的提法，根据我们的实践经验并结合当前实际，以下四个原则是比较重要的。

一、客观性原则

客观性原则是指在对学生的物理学习质量进行评价时，教师必须采取客观的实事求是的态度，不能主观臆断或掺杂个人感情。青少年学生正处于发展时期，可塑性很强，对评价是否客观非常敏感，如果根据教学目标对他们的学习质量进行客观的评价，会使他们增强信心，从而奋发向上，如果评价含有偏见或个人情感色彩，就会挫伤他们的学习积极性，甚至使他们失去前进的信心而自暴自弃。

二、科学性原则

对学习质量的评价的依据是教学大纲规定的统一的教学目标，及据此制定的检查标准。评价的科学性原则是指运用科学的测量和统计工具，获取准确的信息与检查标准相比较，然后作出科学的

判断。目前我们对学生学习质量的评价还存在不少问题，例如比较重视记忆性考试、凭经验命题、主观评分、不注重考试质量指标（指效度、难度、信度、区分度等）的定量分析、评分误差较大等都不太符合科学性原则。

三、目的性原则

学生物理质量评价的根本目的在于提高物理和教学的质量，但在每一次评价时都应有具体的目的，评价的目的决定着采用什么评价标准，也决定着评价的具体方法，所以评价必须遵循目的性原则。例如：我们要评价学生理解物理概念和规律的水平，可以采取问卷法，根据概念和规律的教学目标，提出一系列的，有层次的问题，让学生运用物理概念和规律来回答，从学生的回答来判断其理解的程度。又如我们要综合评价学生对某一章物理知识的掌握水平，我们可以采用测验法，根据某一章的教学目标，拟订符合科学标准的试题（效度、信度、区分度），进行测验、评分、分析、作出判断。又如我们要评价学生的实验技能，可以采用观察法，观察学生在实验过程中，使用仪器的熟练程度，实验的设计、组装、误差的处理等，对其达标程度进行判断。

评价工作绝不能只有评价者的积极性，应该使评价者和被评价的学生在用同一个目标下结合起来，共同获取反馈信息，调整改进提高教和学的质量。

四、学习质量评价与指导相结合的原则

学习质量的评价是有计划、有目的、按照教学目标，对学生达标的程度进行判定，通过评价师生都得到教和学两方面的反馈，从中找出差距，总结教和学的经验教训调整教学工作。怎样才能通过调节达到教学目标，这就需要指导，所以说指导是评价的继续和发展。在学习质量的评价中，对什么问题进行评价，都要对评价中发现的不足加以指导，否则为评价而评价就失去了意义和价值。那种只顾评价，取得分数而忽视指导或不进行评价，随意进行指导都是教育意识不强的表现，只有把评价和指导结合起来，才能不断提高教和学的质量。

第二节教学目标的制订

为了改进现行物理学习质量评价的弊端，提高评价的科学水平，必须制订一个科学的、可行的、可测的教学目标，将学生学习的结果和教学目标对照，找出达标的程度和差距。因此教学目标的明确与否直接影响着评价的科学性，教学目标的制定，国内外学者有不同的学习水平目标分类法，实践证明美国教育学家 B·S·布卢姆的学习水平分类法，更接近我国中小学的实际，它为制定物理学科的评价目标提供了一种有效的方法（读者可参阅布卢姆著《教育评价》华东师范大学出版社出版）它具有以下优点：

(1)综合度大。在布卢姆的学习水平分类基础上进行的物理测验、既

考察学生的知识掌握程度，又考察学生运用知识解决问题的能力，而且在一定程度上包含着学生的意志、情感、兴趣等非智力因素。

(2)层次分明。布卢姆的分类方法提供了一种从学习结果考察学习水平的、从低级到高级的分类，他把教学目标分为识记、理解、应用、分析、综合及评价共六个层次，这些学习结果不仅反映了学生掌握知识的程度，也反映了学生运用知识的能力水平，可以量度学生的学习结果，评价出学生对某一部分物理知识的学习结果达到了那一级的水平，从而为指导学生学习提供了科学的依据。

布卢姆的教学目标分类方法介绍到我国后，引起较大反响，但在实践中又感到比较繁琐，而且“评价”目标对学生要求过高，因此国内不少人主张简化为“知识”、理解、掌握”三个层次（新的九年义务教育《物理教学大纲》就是按这种分类方法拟定的）。我们认为这对于初中物理教学比较适合，但对高中物理教学则感觉不够，因此我们提出“识记、理解、简单应用、综合应用、创见”五级分类法，见下表：

附表
物理学习水平分类表（认知领域）

	学习水平的分类说明	教学目标	测量方法
理解	“识记”是指记忆学过的知识。是最低的学习水平。	能记牢教学大纲中规定的概念、规律、公式、单位及基本计算、实验等方法。	1.正确叙述概念、规律、公式等(用填空、问答等方法) 2.解书上的某些例题。
识记			

类别	学习水平的分类说明	教学目标	测量方法
理解	“理解指初步掌握知识的由来及主要特征,并进行解释和判断	能掌握物理概念和规律的由来、公式的意义、变形、判断等及基本计算、作图实验的方法等。	1.根据主要特征判断变式的定义、概念、规律、公式、实验(用选择、判断等方法)。 2.对物理概念、规律、公式、实验进行解释或举例。
简单应用	“简单应用”指将学习过的知识用于条件或形式有所变换的情景中去解决一些简单问题。	能将大纲中的物理概念、规律、实验...等基础知识和基本方法应用到新的情景中去解答一些简单的物理问题。	将学过的概念、定义、规律、实验等应用于新的情景中去解决一般的计算题、证明题、作图题、应用题等

类别	学习水平的分类说明	教学目标	测量方法
综合应用	“综合应用”是指将学过的多种知识综合应用到新的情景中去解决一些较复杂的问题。需要对学过的知识内容和结构有较深入的理解。	能把学过的多种物理知识,综合应用到新的情景中去分析、综合、解释、计算一些比较复杂的物理问题。	应用学过的多种物理知识和方法去分析、推断、综合、论证、计算复杂的物理问题。
创见	是指灵活运用学过的知识,通过思考,提出的见解或解题方法;或对学习过的材料进行整理、分类、提出有新意的想法。这个层次的学习水平必须有创造性的行为。	能灵活应用所学过的物理概念、规律、公式、基本方法、实验技能等,去解决一些在新的情景中的综合性问题。能在较复杂的问题中有新的思路、新的方法、新的见解。	1、对综合性的物理问题提出多种思路、多种解法。 2、通过解决一个问题、扩展到解决一类问题,总结出灵活运用知识的规律。 3、灵活运用学过的知识去设计新的方案、提出新的方法去解决有关实际问题。

第三节 物理学习质量的评价方法

学生物理学习质量的评价方法很多，针对不同的评价目的，选用不同的评价方法，如认知要素的评价，一般选用测验法，观察法，笔记、作业的检查等。技能要素的评价，一般选用观察法、测验法、操作评定法等。情感要素的评价，一般采用问卷法、接谈法、调查、观察法等。就目前实际情况看，用得较经常而又普遍的是测验法和调查法，下面就这种方法进行初步的探讨：

一、测验法

测验法是为了取得每个学生的学习反馈和行为表现而进行的有目的、有计划、有组织的评价方法。通过测验能在同一条件下同时收集许多学生的学习反馈信息，这些信息价值很大，所以测验法被经常采用。测验法一般分为标准化测验和教师自编测验两种，一般在物理学习过程中进行的测验，常用教师自编测验。目前常用的测验类型有：

测定性测验——这种测验的目的是在新的单元开始学习前，检查学生是否具备学习新的单元的预备性知识和技能，以便制订切实可行的教学计划，将学生进行分类并安排补缺。

形成性测验——这种测验是在学习过程中进行的，其目的在及时明确学生学生达标的程度，并发现存在的问题，从而修正和调节学习活动，其作用不单纯是考查学生，而是为了教师及时获得教学反馈调节教学过程，使全体学生都能达到教学目标。

诊断性测验——在形成性评价之后，发现学生存在知识缺陷，这些缺陷是认知的？情感的？还是动作技能的表现？这种测验是为了鉴别学生缺陷的性质和探索其原因、以便进行有效的辅导和帮助而设计的。

终结性测验——这种测验是在单元复习结束，或学期结束时进行的测验，目的在了解班级达标程度及评价每个学生的达标水平，一般以认知表现为重点，随学科性质不同也可以用技能和情意领域的效果作为评价重点。通过测验给每个学生作出学习鉴定等级。

学生学习质量的评价，应该给学生自我评价的机会，使学生通过自我评价，调动积极性，自觉地改正错误，提高学习的效果。

测验的核心环节是命题。测验题的质量在很大程度上决定着测验的效果。长期的教学实践中，运用过多种形式的测验题，从评分的客观程度来分，一般分为客观性测验题和非客观性测验题两种，客观性题如选择题、填空题、判断题、排列题等；非客观性题如问答题、计算题、论述题等、不论测验题的形式如何，编制时都应遵循一定的原则、编题应依据哪些普遍的原则呢？

1. 编制测验题的要求。

(1)命题应有利于加强基础知识的教学，有利于培养和发展学生的能力，特别是独立思考的能力。所以命题的重点应放在基础知识和技能上，

一般基础知识占 60%，基础知识的运用占 30%，综合创见部分占 10%。

(2) 知识、技能的覆盖面要大一些，要全面检查教学目标所要求的知识和技能。

(3) 命题难易要适当，题目过易，分数偏高，对学生学习不能起到促进作用；命题过难，达不到检查目的，学生易丧失信心。

(4) 命题份量要恰当，要照顾大多数学生的程度，让中等学生能提前 10 分钟完成，留有 10 分钟检查时间。题量过多、过少都不利于调动学生思维的积极性。

(5) 测验题的形式必须服从测验的目的，要有利于测出教学目标要求测出的知识、技能和情感因素。题目的形式要多样化。

(6) 测验难易层次应分明，使不同层次的学生，显示出不同层次的质量。

(7) 题目要重点突出，各部分内容要比例恰当。

(8) 题目的内容要具有思想性和教育性，不给学生带来不良影响。

(9) 题意明确、叙述清晰，使学生易于理解题意，不致因误解题意而造成答案失误。

(10) 测验题要有不致引起争论的明确的答案。

(11) 题目内容不能隐含任一题的答案线索。

(12) 在考虑大多数学生水平的前提下，可出一个难度较大的灵活题，检查学生的智力水平和创新精神。

2. 拟定编题计划。在命题之前，根据命题要求和教学目标，测验目的、对象...等拟定编题计划，可以设计一张“双向细目表”，在表中说明测验题所要测的知识、能力及各点的比例。各部分知识测验题的层次等，举例如下：（甲种本）高一物理第七、八章复习形成性测验编题

计划

知识 \ 能力	识记	理解	简单应用	综合应用	创见	合计
功	2	3	3	2	0	10
功率	2	3	3	0	0	8
动能定理	2	5	5	4	2	19
重力势能	2	2	2	0	0	6
机械能守恒	2	4	4	2	3	15
动量与冲量	2	2	3	0	0	7
动量定理	2	5	6	5	2	21
动量守恒	2	2	2	2	0	8
反冲运动	2	2	2	0	0	6
合计	20	28	30	15	7	100

3. 编选试题。在拟订“双向细目表”的基础上确定题目的形式，考察物理概念和原理的识记层次，宜用填空和简答题，考察理解层次多用

选择、判断题等。编选题目的数量要比需要的数量多几倍，以备比较筛选。

测验题的形式多种多样，现以客观性测验题——选择题的编选为例说明如下：

选择题：如图所示，装满水的容器中，浮着一块冰，当冰熔解后则：
A．水将溢出；B．水正好不溢出；C．容器中的水将下降；D．无法判断。
冰 = 0.9×10^3 千克 / 米³) 此题的命题目的是：

检查学生是否理解“浮体的重量等于所排开液体的重量”。

识记 水 > 冰。

冰熔解后质量不变。

用 $m = \rho V$ 分析冰熔解后的体积等于排水体积。故水面不变。

其中选项 A 的目的是迷惑学生“冰熔解后体积不变”故水溢出。

选项 C 是迷惑学生“冰熔解后体积减小到小于排水体积”故水面下降。

选项 D 的目的是迷惑学生“冰熔解后的体积无从得知”故无法判断。
如果选 D 说明学生基础知识和分析能力都较差。

此题体现了如下特点：

题意明确、叙述清晰、简要。

题目有明确的检查目的和明确的答案。

题目层次分明，难度适当。

题目便于解答。

题目重点突出，检查了重要的基础知识分、析能力和学习态度。

题目不偏、不怪。

此题如果改动如下：

装满水的容器中，浮着一块冰，如果这块冰因为受热而慢慢熔解，
在熔解过程中 []

A．冰的体积逐渐缩小；

B．如果外界温度 0 ，则冰的体积不变；

C．冰熔解成水后，杯内的水将溢出；

D．杯内的水如果结冰，杯内的冰体积增加。

此题显然不能体现命题的一些要求，命题目的不集中，思路乱；文字不够精炼，选项和题的主干不连贯等。

因此，编拟选择题必须注意以下几点：

(1) 选择题由题干和选项构成，可以考察学生识记、理解、应用、综合应用、和创建等多种能力，题的主干必须叙述清楚、简练，选项宜简短。

(2) 每题最好围绕一个中心。

(3) 答案在选项中不可特别突出明显。

(4)答案必须确凿无疑。

(5)错误选项对学生应有迷惑性，每个错误选项都是有目的的，针对某一概念不清楚，就会导致这一选项的错误，不是随便凑的。

(6)各选项在形式上必须协调一致，文字长短也大体相当，以免对正确答案提供线索。

(7)选项之间不应相互重叠，相互包含。

(8)正确答案在每个选项位置上出现的次数应大致相等，以免形成固定的格式、引起学生猜测。(9)所有选项都应在语句上与题干相衔接，否则学生误认为不衔接就是错误的。

(10)题干应尽量创设新的情景，不要照教科书的语句叙述。

目前选择题的形式很多，如有选择唯一正确答案的“最佳选择题”；有“比较选择题”；“多解选择题”；“填空选择题”；“改错选择题”等，不管编拟哪种选择题，上述注意事项都是适用的。

4. 进行试题分析为了提高命题质量，在物理复习中的测验题、施测以后，对试题进行分析，然后将合格的，较优秀的题目存入题库积累命题资料。

试题分析采取定性与定量相结合的办法。从信度、效度、难度、区分度四项指标进行分析方法说明如下：

(1)难度：指题目的难易程度，在确定难易程度之前先计算实测的通过率P。

$$\text{通过率}P = \frac{\text{答对人数}}{\text{全班人数}}$$

值越大，难度越小。一般可表示如下：

P = 50%为中等难度。

P > 50%说明题目较容易

P < 50%说明题目较难。

(2)区分度：指题目对不同水平的学生区分的程度。

一般常用的简单方法是把一次测验后的全班学生成绩按分数

高低的顺序排列起来。分别从两头各取约1/4的学生分为高分组和低分组两大组，计算高分组对某题的通过率 P_1 ，计算低分组对同一题的通过率 P_2 ，二者的差异为P，则 $P = P_1 - P_2$ ，若 $P_1 > P_2$ 说明成绩高的学生通过率也高。P值越大、此题的区分度越高，学生的成绩（从此题上）能拉开档次。如果P值接近于0，说明此题区分度接近0，学生成绩档次未能拉开。如 $P_2 > P_1$ ， $P < 0$ ，说明成绩低的学生通过率反而更高，说明此题有问题。

(3)信度：指测试卷的可信程度，它反映对同一水平学生多次测验的成绩一致的程度。

信度的计算方法，较简便的办法可以在编测验题时，同时编两份等

值测验题，对同一组学生用两份等值题分别进行测验，两次测验分数一致程度越高、则测验的信度越高。

(4)效度：指试卷的有效程度即测验结果与测验目的的一致程度。信度高不一定效度高，例如两次测验同一水平的学生的成绩都在同一分数段、说明测验的信度较高，但因为题本身有误造成两次测验分数都偏低，未能真正测出学生的物理学习水平，这种测验效度很低。

5. 关于评分。分数的误差主要原因有四：一是题意模糊，要求不明确，评分标准难以确定；二是评分标准不细，评阅时主观因素较多；三是考生字迹不清、或不按规定格式答题，给评分造成困难；四是阅卷者各方面的条件对评分产生影响，其主要表现为：

(1)知识水平：阅卷者知识水平影响对问题的理解，从而影响对评分标准的掌握，尤其是考生对某个问题有独特见解，与标准答案不同，但又不是错误的，更需要阅卷者有较高的水平。

(2)工作态度：阅卷者对工作责任感的强弱，对评分会产生影响。(3)不同教师对评分掌握的宽严标准不同：有的教师在评分时，尽量从试卷中找积极因素，分数就偏高。有的教师扣分过严等。

(4)情绪心境，教师的心境不同、有时评分宽、严也不同。

(5)先、后评的考卷可能评分宽、严标准不同。

可能还有其他一些因素。

为了提高考试的信度和效度、应注意改进评分方法，评分时需注意以下几点：

(1)题目拟好后，请与考生水平相近的人试作一下，以审查题目的难度和区分度，并为制定评分标准作准备。

(2)制定详细的评分标准，给出每一题的参考答案、可能出现的错误及对每一种错误的统一的扣分标准。

(3)评分标准应以内容为重点，不要过多的从形式上考虑。

(4)抽取部分试卷试评，通过试评调整评分标准，并使评分者对评分标准的掌握趋向一致。

(5)采取集体评卷，个人负责的办法，每个教师固定评某一题，这样可以提高效率，又使评分标准一致。

(6)尽量集中时间评卷，不要拖时间，也不要赶任务避免匆忙评阅试卷，草率从事，忙中出错。

评分是评价的重要环节，如果评分出现误差就会影响评价的质量，尽管其他环节都进行得很好，也会前功尽弃，所以绝不可掉以轻心。

6. 成绩分析。对测验分数进行科学的分析和说明，可以使学生了解到个人物理学习的情况以便调正，改进。一般对测验分数分析的过程如下：

(1)教师对全班测验分数进行统计和分析，对全班作试卷分析，指出

学生在物理复习中取得的进步和存在的问题，并对学生提出解决的途径和方法，对学生进行鼓励和帮助，进一步调动学生的积极性。

(2)学生对自己的试卷进行自我分析，找出自己的知识缺陷，学习方法，习惯等方面的问题，在教师的指导下进行调整和改正。

(3)学生之间互相分析，取长补短，互相学习，共同提高。

二、问卷调查法

1. 什么是问卷调查法：

问卷调查法即教师根据所要研究的问题（如方法、兴趣、习惯等），设计问卷，让学生作书面回答，然后对答卷进行统计分析，得出结论的研究方法。问卷调查法在评价学生学习态度、方法、兴趣等方面效果较好。其优点是：简单易行，省时省力，可以同时调查许多人，所得结果比较有普遍意义。

2. 合格问卷的标准：一个好的问卷主要有以下几项标准：

问卷内容要和研究目标一致。

设计问卷要考虑信度和效度

问卷的设计要便于统计处理。

为了达到第一条标准，首先要确定研究的问题，然后根据研究的问题设计问卷。为了达到第二条标准，要使被试者尽量作出真实的回答，使问卷具有较高的信度。为此就必须：(1)设计问卷时要处理好和被试者的关系，不要使他们感到烦躁。

(2)问卷中的问题要能引起被试者的兴趣，问题宜简短、被测时间不要太长，一般在半小时左右为宜。

(3)要注意鉴别答案的真实否（可信程度），在编写问题时，可以故意安排一些互相矛盾的问题，如果被试者都予以肯定或否定，这张答卷就有不真实的成份。

要使问卷具有较高的效度，就必须：

(1)编写问卷要紧紧围绕所研究的问题。

(2)问卷中所提的问题要尽量具体化，不要太笼统。

例如：研究学生的学习动机，不能问“你的学习动机是什么？”而应该把学习动机分成许多具体行为，如：“你是因为学习有意思才来上学的吗？”“做一个普通工人，或农民一定要有文化吗？”等等。

(3)问题的提法要有一定的技巧，不能太直接，例如：“你认为物理学习得好吗？”这种问题效度不高。

(4)提问的方式不能使被试者得到某种暗示。

(5)语言通俗易懂。

(6)问卷编好后要进行预试、筛选。

要符合第三条标准，必须：

(1)在设计提问时，就要考虑问题的分类，便于统计整理。

(2)同一张问卷上的提问彼此之间要有联系不要太零散，提问太零散就统计不出有价值、有规律的结论来。

问卷调查法，对评价学生的情感因素是一种普遍使用的方法，往往会取得良好的效果。

第七章

物理课外活动

第一节 开展物理课外活动的意义

物理课外活动是在物理教学大纲和教学计划之外，利用课余时间，为学生开展的有目的、有计划、有组织的活动。

一、课外活动的基本特点

1. 学生参加物理课外活动具有自主性，给学生提供了个人兴趣和爱好的条件。

2. 物理课活动的内容不受大纲和教材的限制，内容广泛，方法形式灵活多样，能较充分地调动学生的积极性、主动性。

3. 物理课外活动具有开放性和实践性，有利于学生在课堂教学中学习知识的同时，辅以课外活动促进能力的培养和智力的开发。

4. 物理课外活动的绩效考核具有娱乐性和竞赛性，能充分调动学生的自觉性。

二、课外活动的作用

物理课外活动的开展，对于物理课堂教学是有益的和必要的补充，并可起到课堂教学难以起到的作用，具体地说，它有如下好处：

1. 激发学生学习物理的兴趣。学生学习物理的过程是在教师指导下，有目的、有计划地进行，在规定的时间内，使学生获得物理教学大纲所要求的物理知识。学生是学习的主体，从心理学的角度看学生的学习积极性是学生顺利完成学习任务的心理前提。而学习积极性又是伴随学习兴趣形成的，学习兴趣是学生的一种内驱力推动着主体去学习，有了兴趣就有探索的要求。许多才华出众的科学家，就是因为对科学奥秘的探索有着浓厚和持续的兴趣，从而对科学的发展作出了巨大的贡献。课外活动在培养学生学习兴趣方面是有独特的作用的。

青少年的兴趣往往是不稳定的，物理课外活动的目的不仅在于使学生爱学物理，还要使学生不断体验到学习的愉快和满足，使刚萌发的兴趣幼芽，逐步形成稳定的兴趣和志向。

开展物理课外活动，给学生创造一个自由的、生动活泼的学习环境，使学生在活动中其智慧得到充分的发挥从而体验到创造的欢乐。突破科学研究的神秘感，这对发挥学生的学习潜力，培养新型的科技人才，具有深远的意义。

2. 加深对物理课内知识的理解和巩固。学生在感知的基础上实现对教材的理解和知识的保持，是学生应用知识于实际的前提。物理课外活

动给学生创造了一个课内知识的重视和实践的机会，把课内学到的概念、原理、规律应用到实践中，在实践中思考、比较、研究去尝试解决一些实际问题、在应用知识的过程中，加深了对知识的理解和巩固。

在物理课外活动中，有条件让学有余力的学生做更多，要求更高的实验，解更难物理题，制作更复杂的小制作，进一步激发他们勇于探索、勇于创新的精神，使在物理方面有特长的学生的潜力得以发挥出来，有利于对特长的培养。

3. 培养能力、开发智力。在物理课外活动中开展“五小”活动（小发明、小制作、小论文、小改革、小建议），科技竞赛活动，参观、出墙报、搞展览、听讲座等活动，在这些活动中学生动脑又动手，自己查资料，做实验，搞制作，发现问题时自己探索、研究、和同学们讨论、作出判断、直到得到正确结论，取得研究成果。在运用课内物理知识的同时，不但获取了新知识，而且提高了运用知识解决实际问题的能力，手脑并用的实践思维能力和观察问题、分析问题、解决问题的能力。尤其是那些探索性、研究性创造性的物理活动，学生自己去观察去研究，提出新问题，然后去设计、去创作。如有的学生在物理课外活动中、自制了声控水泵、振动仪，研究了磁流体发电装置等进一步激发了学生不断追求新知识、解决新问题、创造新的成果的创新精神。所以物理课外活动是学生提高能力，开发智力、展露才华的一块任其自由驰骋的天地。

4. 介绍新知识，开阔学生视野。教科书的编写，不可能跟上科学发展的步调，但在物理课外活动中，却可以组织学生参加现代化生产及现代科研设备，参观展览听取各种新知识讲座，使学生开阔了视野了解到一些现代化的科技知识，无疑会激发出学习物理知识的极大热情，起到了课堂教学所不能取代的作用。

5. 有利于进行思想政治教育。当代学生的思想比较活跃、敏感，喜欢独立思考。在我国改革、开放的新形势下，他们的精神需求是多方面的，他们关心祖国的建设、关心国内外的科技新信息，喜爱活动、追求丰富多采的生活。物理课外活动的内容与形式丰富多彩，生动活泼，便于有针对性的对学生进行思想政治和道德品质教育。

第二节 物理课外活动的组织

一、组织的原则

在组织物理课外活动时，有的教师喜欢指定物理学习成绩好的学生参加，其实在当前的考试制度下物理考试成绩好的学生不一定都对物理有特殊的爱好、兴趣和才能。而平时好奇、爱动、考试成绩平平的学生，物理课外活动的内容对他们倒有很强的吸引力，他们中的有些人不仅有兴趣而且着了迷，有的人确实有着特殊的才能，如果由于他们考试分数低把他们排斥在物理课外小组之外是很可惜的。那么组织物理课外活动应根据那些原则呢？

1. 学生自愿参加的原则。由于学生自愿报名参加的，因此他们的主动性、积极性和创新精神都很强；非常有利发展他们的特长；正因此，教师也才能因势利导活动育人，因材施教，达到既培养特长生又转变了较散漫的学生的目的。

2. 学生自主活动的原则。自主原则就是课外活动的组织、内容、方法、活动计划的安排、组员的权利和义务等，都由学生自己讨论，自己拟定，把主动权交给学生，让学生自己去做，教师只起指导和辅导作用。

只有学生自主活动，才有利于发扬学生的主动精神；有利于培养学生的能力和开拓精神；有利于课外活动的顺利开展。

3. 教师主导的原则。在物理课外活动中，学生的兴趣很浓，教师包办会压抑学生的才能、阻碍智力的发展。但如果教师不加引导，任其自流，课外活动也不能顺利进行，达不到预定的目的。所以教师必须发挥主导作用，积极热情地进行指导和辅导。为此，教师必须做好以下几件事：

- (1)使学生明确组织课外活动的指导思想，指导学生拟定活动计划；
- (2)指导学生做好宣传组织工作；
- (3)传授知识和培养技能；
- (4)寓教育于活动之中；
- (5)指导活动方法；
- (6)提供物质条件；
- (7)帮助学生克服活动中的困难；
- (8)激发学生的兴趣、起好导向作用；
- (9)了解、发现学生的潜力和才华、因材施教；
- (10)帮助学生组织各种形式的考核。

4. 计划性和纪律性的原则。组织物理课外活动必须要有周密的计划，并努力创造条件去实现计划，切忌走一步看一步，心中无数。物理课外活动虽然是学生自愿选择参加的，大多数活动内容都有很强的实践性，要想使课外活动井井有条增强活动的有效性，必须有规章制度的保证，有严格的纪律，否则学生松松散散实验和制作都难以完成，这样的物理课外活动就失去了组织的意义，所以切实可行的计划和严格的组织纪律是搞好物理课外活动的重要原则。

5. 进行考核的原则。为了让学生看到自己的成果，体验胜利的喜悦，物理课外活动也必须进行必要的考核，这种考核，不但不会给学生增强压力，反而可以使学生情绪更加饱满，更加努力去奋进，把物理课外活动开展得更加有朝气、有活力。

二、组织的方法

要开展好物理课外活动首先要把小组组织好，如何着手组织物理课外活动小组呢？

1. 明确指导思想，制定活动计划。在一个年级的学生中总有一些学生对物理兴趣特别浓，他们除了完成课内作业外，自己在课外还阅读有关物理的读物，找些零件制作有关的物理仪器或有关物理的小制作。他们经常主动找老师和家长求教，经常向老师提出一些有关物理问题的独立见解，他们的考试分数在全班不一定是最高的，谈出的见解也不一定是正确的，但是他们却有着可贵的探索精神。当然，他们很需要教师的指导和帮助。这些学生常常是物理小组的中坚力量。教师发动他们，给他们以信任，让他们自己先讨论物理课外小组应以什么思想为指导，自己拟订活动计划，他们会去查阅资料，出去采访，然后充分讨论，然后教师总结，归纳并加以指导。

2. 宣传、报名、编组。开展物理课外小组活动的消息一传开，指导思想和活动计划一宣传，许多学生就会被吸引而报名参加。但若人数太多，小组很难顺利开展活动，所以必须组织报名的学生，讨论物理课外活动的指导思想，明确每一项活动的目标要求及考核办法等，帮助学生分析兴趣、爱好和特长，协助同学选择更适合的小组，以免分散精力。通过一系列的工作以后，才最后确定组员名单。

物理小组的活动一般以年级为单位。一个年级有几个班级同时报名参加一个物理课外活动小组，在物理课外活动中每个班级的小组成员组成一个班级小组，选组长一人，负责各班级小组成员活动任务的组织，收发活动笔记、实验仪器；组织班级小组的讨论；向教师反映小组活动情况，组员的合理化建议、要求；委派组员轮流记小组活动日记（包括活动日期、活动内容、出勤情况、辅导教师布置的下次活动任务）、和其他班级小组的联系等。

活动在教室里开展时，必须排好固定座位，每个班级小组占一竖行、便于开展各种竞赛。

3. 制定小组公约。为了保证物理课外小组活动的顺利开展，并能通过活动取得预期的成果，辅导教师必须和组员一起讨论制定小组公约，严格执行公约。公约的内容包括小组纪律；使用仪器、保管工具的制度；收发活动笔记，作品的制度等。公约是全体组员讨论通过的所有参加者都必须共同遵守、自觉执行，使课外活动在开展过程中既情绪热烈又秩序井然。实验仪器的发放、保管、爱护、作业练习的收、发等都有条不紊，一切都是由同学们自觉地去完成的。

4. 认真培养小组长。小组长是各班同学选举产生的，他们都是学习成绩较好，对物理学习有浓厚兴趣、有特长的学生。为何使他们能热心为集体服务，如何组织班级小组开展活动等教师需要进一步培养、辅导。辅导教师要经常关心和指导他们进行工作，组织各班组长交流经验，使他们成为活动开展的得力助手，为物理课外活动的开展发挥作用。

5. 作好准备工作。物理课外活动多为实践性的活动，需要场地、工

具、图书、资料、实验仪器等，辅导教师应在各小组长的协助下，本着自力更生，勤俭开展课外活动的精神，按时做好活动所需要的物质准备，尽量因地制宜，就地取材。

固定专人担任小组辅导人员，辅导人员可由物理教师担任，也可以请校外有专长，热心辅导活动的人担任。

固定时间，物理小组的活动时间应由学校统一安排固定下来，每周或隔周一次，活动 1.5—2 小时为宜，没有特殊原因、学校不得随意侵占物理小组的活动时间。

安排好固定的活动地点，学校应由统筹安排好地点，有条件的学校可以安排专用活动室。工具和仪器、器材等比较好保管，一般可以利用放学后的学生教室和校园内的场地，但都必须事先做好安排，切忌在活动之前才去东找西找活动地点。

6. 一般指导和特殊培养相结合。在物理课外活动开展的过程中，辅导教师和学生接触的机会较多，会发现一些对物理学科有极浓厚的兴趣，具有特殊才能的“小物理迷”。这些学生往往不满足于一般的活动的指导，他们具有优秀的学习物理的素质，善于学习，善于应用，技能提高较快。从他们创造性的活动中闪耀出智慧的火花，对这部分学生教师对他们要进行特殊的指导，这些物理迷将来很可能有所创造，有所发明，为我国科学技术的发展做出卓越的贡献。如何对他们进行指导呢？

(1) 善于发现和鼓励他们。有些学生在平时物理学习的各个环节中，都表露出来他们对物理的特殊爱好和才能，教师容易发现他们，有些学生认为课内知识简单，在物理课上表现散漫，完成作业比较草率，他们在课外看了一些有趣的物理书籍，自己做过一些有趣的实验和制作，考试成绩一般，教师不容易发现他们。在物理课外活动中，提供了各类学生表露才能的机会，如读书报告、开展竞赛、制作展览……他们的才华有充分的表露机会。在物理课外活动中教师要观察每个学生的兴趣、爱好和性格，有意识地去发现那些对物理活动着迷的学生，对他们的爱好和研究要给予热情的支持和鼓励。

(2) 进行个别指导。物理是基础科学，它的应用十分广泛，学生着迷的地方往往不限于知识本身，而是在知识的应用上，有的学生对物理实验特别入迷，对这些学生应开放实验室，为他们的学习提供条件。可以给他们介绍阅读资料，并在知识方面给予辅导。在适当的时候，可以推荐到区活动站，或请校外有关的技术人员进行专业指导。

(3) 促进学生全面发展。在物理小组的学生中，有些人对文科不感兴趣、不积极参加学校组织的一些教育活动，因此教师在物理小组开展活动的同时，要引导他们立志为祖国献身，全面发展，要有高尚的道德品质，坚毅顽强不怕困难的意志与性格，要进行审美教育，培养其劳动观点、劳动习惯，只有这样才能把他们培养成为新时代所需要的人才。

第三节 物理课外活动的内容和形式

一、选择内容和形式的原则

1. 知识性和趣味性相结合的原则。从学生学习心理来看，学生的学习动机是直接推动学生进行学习活动的内部动因。在科学技术迅速发展的今天，青少年对知识的追求是十分迫切的，物理课外活动的内容比较广泛、能较好的满足青少年的求知欲望，学生在多种形式的活动中，能获得课堂教学中所难以学到的物理知识。课外活动的内容，如只具有知识性，不具有趣味性，活动社会搞得枯燥、乏味、呆板、学生就不愿参加了。趣味性是建立在知识性的基础上的，离开了知识的趣味是毫无意义的。因此要认真研究每次活动的主题。首先使学生通过活动有知识上的收获，能力上的提高，满足学生学习的需要；其次在内容和形式上要力求多样化使学生感到新颖、有趣，使学生有新奇感。这样把知识性和趣味生有机地结合起来，课外活动就能蓬勃地开展。

2. 读书与实践相结合的原则。有人认为“课内读书，课外实践，课内动脑、课外动手”，这种认识是片面的，实践必须有理论的指导，在课外活动中所遇到的各种问题，并不是课内知识能完成解决的，因此必须理论联系实际，结合活动的内容和实践中遇到的问题，认真阅读有关书籍和报刊杂志，学习知识指导实践。只有这样、手脑结合、理论和实践相结合、才能达到学生通过课外活动，既学习了物理知识，又培养了多种能力的目的。

3. 课内与课外相结合的原则。物理课堂教学是学生获取物理知识的主要渠道，物理课外活动因尽可能围绕课内知识进行，使课内、课外学习相辅相成。例如，高一物理讲“三种宇宙速度”，教学大纲要求学生了解第一宇宙速度的推引过程，第二、三宇宙速度的物理含义，但这不能满足部分学生对“宇宙飞行奥秘”的追求，如果在课外活动中举办“宇宙飞行”讲座，从我国发射的第一颗人造地球卫星，讲到卫星的回收技术，通讯卫星及航天飞机等使课内知识得到延伸和补充，从而取得较好效果。

物理课外活动的内容，不要离开课内知识太远，只有坚持课内外相结合的原则去开展物理课外活动才能收到“相互补充、相得益彰”的效果。

4. 符合当代青少年特点的原则。根据青少年可塑性大、模仿性强的特点。开展“向物理学家学习”的活动，在活动中讲阿基米德的金皇冠鉴定、卡文提许为科研贡献一切，牛顿对物理研究如醉如痴、利赫曼为引雷电捐躯等物理学家的优秀品质和物理学史的生动史料，会大大激发学生的兴趣，仿佛把他们置身于绚丽多彩的物理学王国，逐步确立热爱科学、献身科学的强烈信念。

又如针对青少年好奇、好动的特点，开展内容丰富多彩、形式多种多样的生动活泼、不断更新的物理实践、实验活动，把他们旺盛的精力，

吸引到研究科学的轨道上来。

5. 因时、因地制宜的原则。物理课外活动的开展，受着学校环境，时间、物质等条件的限制，因此必须因地制宜、因时制宜、因校制宜。

例如：城市的学校可以利用学校周围的工厂、大专院校，研究所等开展参观，请专家作报告，实验等活动。农村的学校可以开展照明电路的安装，农业机械和家用电器的维修等活动。

开展静电实验，最好在干燥的天气进行，需要在室外进行的活动不要安排在冬天。物理活动的内容不同，活动的形式和时间就不同，如果能选择最佳的形式，最合适的时间、环境开展活动，就能使活动开展得更加丰富多采。

二、物理课外活动的类型和效果

1. “小实验、小制作”活动。

(1)开展“小实验、小制作”活动，可以激发学生学习物理的兴趣即使是差生也不例外，因此是转化差生的一条有效途径。

学生在教师指导下，动手动脑，设计制作对他们自己的作品感情深厚爱不释手。尤其是当他们用自己的作品，验证了某些物理原理和规律时，他们学习物理的兴趣就会油然而生，强化了他们要学好物理的决心。

学习成绩较差的同学对小实验也很感兴趣，他们在教师的帮助下，制出自己的作品，并进行实验，表演他们也享受到成功的快乐，从失败走向成功、从受批评转化为受表扬，他们有信心学好物理了。这种小小的成功，却往往是差生转化的起步点。

(2)开展“小实验、小制作”活动可以突出课内知识的重点，突破难点。例如：学生在学习“冲量”时总感到难以理解，要求学生在课外活动中作“高空落蛋比赛”的小实验，作法是让鸡蛋从二层楼房的窗外下落，要求鸡蛋着地时，鸡蛋不破，落点准确，下落时间短，装置轻巧。教师启发学生综合运用动量定理、抛体运动、物质的不同密度和强度、空气阻力方面的知识进行设计。参赛的同学积极查资料、选择包装材料、设计巧妙、新颖的包装形式，千姿百态，令人赞叹！同学们利用冲量和动量知识，圆满地分析了落蛋不破的道理，他们的讲解教师、同学都很满意。

其他如“液体内部压强”，“阿基米德定律”等学生较难掌握的知识，均可采取开展课外小实验的办法，达到突破难点，加深理解的目的。

(3)开展“小实验、小制作”活动，可以开发学生智力、培养能力和创新精神。

例如：学生学完帕斯卡定律以后，在课外活动中要求设计一个“你认为有实用价值的机械装置”并根据自己的设计做出模拟小实验。学生们热情很高、查阅了不少资料、找了课外辅导老师（包括家长、老师和高年级同学），搞了以下的小设计。

瘫痪病人喝水器：如图 30 所示，病人躺在床上，手捏橡皮球，水就能通过另一根管子流入病人口中而且流量大小可以由病人自己控制，这个喝水器的最大优点是病人不用起床，就能喝到水，而且不会漏到外面，使用很方便。

又如：学生学完楞次定律以后，制作“跳猴摘桃”的小制作，如图 31 所示，由于猴（跳环）压在压触开关上，开关被接通，插上电源就有交流电通过线圈。由于电磁感应，铝环和线圈相斥，铝（猴）跳起，当猴离开了压触开关，电路就断开。铝环落下，电路又被跳猴接通，再次跳起，只要外电路不断开，这种过程就会自动循环下去，跳猴就会跳跃不停，摘桃不止。

其他如：浇多盆花的浇花器，加酱油器，多量程杆秤，多用滑轮等的制作和设计，使学生的思维能力从模仿型向创造型发展。因为小设计、小制作活动经历了设计多种选择方案的发散思维过程和通过筛选，选出最佳方案的集中思维过程，而这个思维过程正是创造性思维的两个主要阶段。因此开展“小设计、小实验、小制作”活动使学生的创造性思维能力得到较好的发展。

要使“小实验、小制作”活动开展得有成效，必须注意以下几点：

第一，活动的内容必须和课内知识紧密结合，选材必须明确而有奇趣。

第二，应在教师指导下让学生独立制作。

第三、分散制作和集体制作相结合。对于一些较简单的制作，如水天平器、弹簧秤、量筒、杆秤等均可采取统一指导、分散制作、个别辅导的方法。对于一些较复杂的制作，如太阳灶、潜望镜等都必须在制作小组内讨论制作方案，确定最佳方案后进行制作。

第四、要进行交流、评比与奖励。学生对自己的作品是很珍爱的，也希望能有参加评比和竞赛的机会，展示自己的才能也学习别人的经验。优胜者要给以奖励，无论是奖励一本科普读物或一张印有校印的卡片，其经济价值并不高，但对他们却十分宝贵。

2. 物理课外讲座。实践证明，配合物理教学，在课外适时地组织物理讲座，使学生更深刻地理解知识，树立辩证唯物主义世界观，掌握科学的学习方法等方面，都会起到积极的作用。

例如：在“二十世纪的神灯——激光”的讲座中，学生通过幻灯看到神奇的反导弹光束——激光，看到医生手中射出了一束细如发丝的光束，在病人身上切割，切口整齐，滴血未出，这奇妙的光刀就是激光。激光是怎样产生的呢？它具有哪些特性？哪些应用？怎样发展起来呢？通过讲座使学生的思想随着讲述纵横驰骋，对激发青年学生求知欲望会产生极大的影响。

开展物理讲座的形式必须灵活多样，可以由物理教师讲、可以请有

关专家讲，也可以组织学生讲，例如学完圆周运动，万有引力以后，组织学生举办“星际旅游系列讲座”内容包括四个专题：(1)太阳的温度，质量和所含物质的测定(2)火箭的设计(3)宇宙旅行(4)登月探险。在物理小组内公布专题题目后，由小组成员自愿报各承担讲座专题，最后组成四个专题小组，在教师指导下进行准备。这样的讲座能调动学生的积极性，开阔视野，培养热爱科学、献身科学的精神。在积极准备过程中又培养了学生认真、严肃、踏实、严谨的学风以及团结协作等良好的思想作风。

结合课内知识可以开展许多讲座、如“眼睛和眼镜”、“温度和温度计”、“化纤和静电”等，都能在学生心中点燃奋进的火花，产生对知识的渴求，探索未知领域的强烈愿望。因此，适时地开展课外讲座是提高兴趣，培养创造型人才的有效途径之一。

3. 物理课外阅读。物理教科书是要求学生学习物理基础知识的依据，为了学好教科书上的基础知识，需要有广泛的背景知识，通过课外阅读可以把最新的物理知识介绍给学生，学生在学习课外知识的基础上，广泛阅读适当的物理课外读物，能加深、提高和扩展课内知识，扩大视野，发展智力。

学生的自学能力和思维能力，都必须通过实践才能形成。教师引导学生进行广泛地物理课外阅读，会扩展学生的知识面，不但能激发兴趣、发挥想象力，还能唤起联想、运用类比等形象思维方法和归纳演绎的逻辑思维方法去主动获取知识并养成读书、分析、思维的良好读书习惯，提高自学能力。

如何指导学生进行课外阅读呢？

(1)指导学生选择物理课外读物。为了配合课内教学，在物理课外活动中，教师可推荐1—2种课外读物能从不同角度加深对课内所学知识的理解、释疑、解疑，有利于增强能力的书籍给学生，以满足学生的求知欲望。中学生的爱好多处于萌芽阶段，为了进一步培养兴趣，可以介绍学生读科普课外读物和有关杂志，如《人造卫星》《摩擦力》《光学游戏》《科学画报》《科学大众》……对于一些对物理着迷的学生，教师应根据他们的特长，有计划地、循序渐进地指导他们接触一些专著。

(2)指导阅读方法。读书的方法是因人而异的，但对中学生来说、介绍一些行之有效的阅读物理书籍的方法，是十分必要的。阅读方法大致可分以下几步：

第一步，先看书上的引言、目录。对这本书的内容有一个初步的了解，再挑其中较感兴趣的章节浏览一遍，了解这本书的深度，内容是否适合阅读？再把全书浏览一遍，作好哪些章节应该精读、粗读、细读的选择工作。

第二步，对要精读的章节仔细读，对于书中提出的每一个观点、结

论，都应问一问为什么要提出这个观点？观点是否正确？结论是怎样推导出来的？在实际中有哪些应用？……边读、边思考、分析，既学习内容又学习书中的分析方法、思维方法和表达方法。遇到有疑难问题就查阅其他书刊，这样所了解的内容比书上多了，也就是平常所说的把书读厚了。再把全书的重点知识加以整理，使之系统化并理清思路，这样又是所谓的把书读薄了。精读的过程从某个角度看可以说也就是把书从薄读到厚，再从厚读到薄。

第三步，写简要的读书笔记。写读书笔记时，一方面要记下有疑问、有不同看法的内容、记下查阅资料或请教老师所得到的答案。另一方面应记下全书的框架，大小标题，内容摘要同时写下自己的体会。通过写读书笔记可以加深理解、帮助记忆、积累资料，更重要的是养成写读书笔记的良好习惯，培养动脑、动手独立获取知识的能力。

4、物理小论文。写小论文时，学生要经历搜集资料，运用已知知识对资料进行加工，设计实验，进行写作等几个步骤。在这个全过程中学生的各种能力都会得到锻炼。不过，要学生能写出具有质量较高的小论文，教师必须做好如下几项工作：

(1)指导学生选好题。选题时要注意实事求是，量力而行，内容单一，搜集资料不十分困难，并结合学生的生活、学习实际。

(2)指导学生搜集、整理资料。小论文的资料来源：一是阅读有关书刊、杂志，二是自己的实践积累，为小制作、小实验的记录和数据。三是调查、参观、访问。整理资料时，要去粗取精，去伪存真，把搜集的资料加以筛选、分析、比较、归纳，掌握最有代表性和典型意义的材料。

(3)指导学生写作。第一步拟论文提纲。根据整理的资料分析研究提出观点，然后把观点、论据、资料条理化，形成文章的结构框架和大小标题。

第二步指导学生根据观点、组织论据，进行论证，论证时切忌逻辑混乱。

注意写小论文时要写出自己的见解，实验、设计要把步骤写清楚便于他人验证。

(4)指导学生进行论文讲评。为了更好地交流学习，共同提高，需要进行“小论文讲评”，每个学期安排1—2次讲评活动，由作者向全组同学宣读自己的小论文，师生共同讨论评选，评定的论文成绩、计入学期表扬成绩内。

由于小论文活动的开展，大大激发了学生的求知欲望，培养了严谨的科学态度和执着的钻研精神，如初三的学生能写出“日光灯下的奇迹”、“惊险的表演”、“奇妙的低温世界”、“头重脚轻站不稳”、“作用力和反作用力”等题目的小论文。实践证明通过写小论文学生的知识和能力都得到了提高。

5. 物理竞赛。物理竞赛的内容包括知识竞赛和实验操作竞赛，就组织形式来看又可分为个人竞赛和集体竞赛，不管是哪种形式的竞赛都必须达到：培养兴趣、丰富知识，锻炼能力，培养顽强进取的拼搏精神的目的。

物理竞赛必须做好赛前准备，如介绍一些阅读资料、作辅导报告、对学生开放实验室等

竞赛能否达到预期的目的、关键在命题和讲评。命题竞赛题要注意以下几点：

(1) 试题的内容要广泛，具有启发性，能培养学生的识记能力、思维能力、操作能力和创新思想。能培养学生理论联系实际的学风。

(2) 试题的难易要适合教材和学生实际，过难不利强化学习信心；过易又会使学生觉得没有味。所以要有难有易，难易层次分明。

(3) 形式要为目的服务，必须灵活多样。

(4) 试题要有趣味性。

(5) 试题要叙述准确，语言清晰。

在竞赛公布名次和发奖之前，教师必须对竞赛结果作认真地讲评，讲评时注意以下几点：

(1) 教育学生分数、名次、讲评都要有正确的态度。

(2) 教师的讲评要客观、公正才能激发学生的上进心。

(3) 讲评要及时，及时的讲评能使及时调整自己的学习改进方法、弥补知识和技能的缺陷。

(4) 讲评时要注意学生的心理特点，把表扬和批评巧妙的结合起来，激发学生不断前进。

6. 物理问题抢答比赛。针对学生在课内学习时，对于说理性的问答题，往往对其物理过程分析不清，抓不住要点，文字叙述或口答时思维混乱。在物理课外活动中开展“抢答比赛”对培养思维能力、表达能力都能收到较好的效果。

赛前的准备是搞好比赛的重要环节、赛前教师要出好比赛题，出题要点和竞赛题相同。比赛时的组织安排是搞好比赛的保证，比赛开始时，让每小组派一名代表到讲台前抽签，各抽一基础题，一灵活题。依次向全班同学朗读题后，在3分钟内对全班作出解答。解答不充分时，本组同学可以举手补充，仍解答不充分时别组同学可以举手补充，补充者所在组可以得分。然后再面对全班在3分钟内回答灵活题，一个小组答完后，教师作出讲评和记分。

教师必须仔细倾听学生的解答和补充，在学生激烈争论面前要保持冷静，才能对学生的解答作出中肯的分析和准确的判断，特别是对一些似是而非的解答。讲评要做到准确有说服力，尤其是学生的答案和事先作好的参考答案不相同，又不一定是错误的，教师必须慎重处理。只有

这样才能调动学生的积极性。在抢答比赛这种精力集中、思维活跃的情况下，学习效率高、兴趣浓厚，学生在知识和能力上会得到双丰收。

7. 物理游戏。在物理课外活动中开展物理游戏能极大地激发兴趣，调动学习积极性。

例如：“安装望远镜”游戏。把同学分成几个小组，每组发给：两块凸透镜（ $f_1=10\text{cm}$ ， $f_2=5\text{cm}$ ），一块凹透镜（ $r_3=-7\text{cm}$ ），每组出4名代表利用三块镜片中的两块，组装望远镜，两次得到正立景物的放大图象，两次得到倒立景物的放大图象。不参加组装的同学画四个成像光路图。完成得准确，图画得好，时间短的得奖。

又如：“巧测广口瓶的厚度”、“巧测楼房高度”、“竞走亮相”、“巧接彩灯线路”、“绘走马灯线路电”、“均分电阻”、“如何接线使车行道上红灯亮时，人行道上绿灯亮”……游戏形式多种多样，内容丰富多彩，学生在游戏中情绪高涨，思维活跃，在轻松愉快的气氛中巩固了基础知识，又培养了多种技能和技巧，使物理课外活动成为有趣的物理俱乐部。

8. 参观。组织学生参观可以巩固课内知识、扩充视野，培养观察、分析、思维能力。组织学生参观必须明确参观的目的、内容，充分作好参观前的以下准备工作：

- (1)联系好参观的时间、地点，约请向导和讲解人员。
- (2)布置学生复习与参观有关的物理知识。
- (3)准备有关挂图和模型。
- (4)对学生进行有关的教育。
- (5)提出参观要求和必须完成的参观作业。

参观结束后。教师应给学生完成参观作业以必要的启发指导。

9. 趣题讨论。在五彩缤纷的物理世界里，有许多有趣的物理问题，在课外活动中组织学生进行讨论，不但能激发兴趣、应用课内知识，还能启迪思维、开发智力。

例如：给你一个滑动变阻器，两节干电池，两个手电筒用灯泡（2.2V、0.3A）和几根导线，试利用这些器材设计多种电路，使变阻器的阻值变化时，一个灯泡变亮，另一个灯泡变暗。

实践证明，这种讨论，实际上是学生的基础知识、学习潜力和智力的比赛，收到了非常可喜的效果。

10. 物理晚会。物理晚会一般是在一学期末，物理课外活动将近结束时，组织的一次游艺形式的汇报会，晚会进行的时间以1—2小时为宜，晚会是具有知识性和趣味性的活动，组织这种活动必须做好以下工作：

(1)准备工作。晚会的成败决定于准备工作是否充分，因此必须周密细致地作好以下准备工作。确定晚会的主题、目的、内容和形式；做好道具、服装、会场布置、奖品购置等组织工作；节目的准备，节目内容

的选择必须紧扣晚会的主题，富有教育性、趣味性、娱乐性、适应学生的年龄特点，节目宜短小精悍、形式多样。节目的准备过程是学生学习知识、运用知识、发挥创造才能和聪明才智的过程。自己编相声、快板、短剧、物理魔术、实验表演等，教师只在知识和技术上给予指导，晚会能开得有声有色，如果教师包办太多，反而会扼杀他们创造性的发挥。

(2)晚会的进行，应该以学生为主，晚会的各项工作，如总负责人、晚会主持人、会场布置、灯光、报幕...都由学生担任，每人各司其职、节目应按计划进行。

(3)总结。晚会结束后，要求同学进行总结，教师要引导学生充分肯定成绩，对优秀节目及好人好事进行表扬，充分总结通过晚会的收获和晚会的成果。物理课外活动的内容是多种多样的，教师可以根据教材内容、学生情况、学校环境和条件灵活选择和安排，不管选择哪些形式和内容，都必须有明确的目的，不搞花架子，不走过场，脚踏实地地为培养开拓型、创造型的人才服务。

下面摘选北京市海淀区某中学物理晚会和物理课外活动的部分方案供参考。

主题	物理课外活动汇报会	时间	_____
		地点	_____
目的	巩固物理基础知识、激发兴趣、培养能力		
形式	节目表演		
	节目	表演者	节目时间
	1.小合唱(温度与热量)	_____	5'
	2.科学小品(给小王挑错)	_____	10'
	3.相声(话说21世纪)	_____	10'
	4.快板(光)	_____	8'
	5.魔术(物理魔术二则)	_____	10'
	6.笑话(物理笑话二则)	_____	5'
	7.物理谜语(有奖)	_____	12'
	8.小短剧(从亚里斯多德—牛顿)	_____	10'
	9.小表演(我们都带电)	_____	10'
	10.朗诵(物理世界)	_____	10'
分工	晚会总负责人	课外活动班长	
	晚会主持人	课外活动组长	
	会场布置	课外活动积极分子	
晚会设计	物理课外活动指导教师及小组长、组员若干人		

初二物理课外活动计划安排举例

日期	内容	组织者	地点	时间
第一学期				
第 2 周	研究计论活动计划	指导教师	教室	4:00—5:30
4	有趣的物理现象(实验)	指导教师	教室	4:00—5:30
6	有趣的测量(测量活动)	第 1 小组	操场	4:00—5:30
8	自制刻度尺(小制作)	第 2 小组	家里	4:00—5:30
10	自制天平(小制作)	第 3 小组	教室	4:00—5:30
12	自制弹簧秤(小制作)	第 4 小组	教室	4:00—5:30
14	关于摩擦(讲座)	教师	教室	4:00—5:30
16	测牙膏皮的密度(实验)	第 5 小组	教室	4:00—5:30
第二学期				
2	密度计的制作(小制作)	第 6 小组	教室	4:00—5:30
4	巧用酒瓶做实验(小实验)	第 7 组	教室	4:00—5:30
6	问答题抢答竞赛(知能竞赛)	第 8 组	教室	4:00—5:30
8	读浮力(知识报告)	第 9 组	教室	4:00—5:30
10	杆秤制作(小制作)	第 10 组	教室	4:00—5:30
12	滑轮组安装(实验竞赛)	教师	教室	4:00—5:30
14	趣题讨论(阅读与钻研)	学生	教室	4:00—5:30
16	物理晚会	教师学生	教室	4:00—5:30

高三物理课外活动安排举例

日期	内容	组织者	地点	时间
第一学				
期第 2 周	讨论课外活动计划	教师	教室	4:00—5:30
3	巧测磁感应强度(小实验)	1 组	教室	4:00—5:30
4	巧看洛仑磁力(小实验)	2 组	教室	4:00—5:30
5	制作小变压器(小制作)	3 组	教室	4:00—5:30
6	参观输电线路(参观)	教师	室外	4:00—5:30
7	电子游戏(游戏)	4 组	教室	4:00—5:30
8	电磁学的发展(讲座)	校外人员	教室	4:00—5:30
9	自然界的四种基本作用力(讲座)	校外人员	教室	4:00—5:30
10	微观世界	教师	教室	4:00—5:30
11	思考题抢答竞赛	教师	教室	4:00—5:30
12	人造彩虹(小实验)	5 组	教室	4:00—5:30
13	关于爱因斯坦	6 组	教室	4:00—5:30
14	激光(讲座)	7 组	教室	4:00—5:30
15	贯穿中学物理班的主线(复习讲座)	教师	教室	4:00—5:30
16	怎样复习物理实验	教师	教室	4:00—5:30

第四节 物理课外活动的考核

一、做好成绩评定的思想工作

物理课外活动的成绩评定应和学生德、智、体、美、劳的培养目标联系起来，和学生的理想、品德教育联系起来。教师应在评定工作之前对学生进行思想教育，让学生对评定的意义有正确的认识，这样的评定才能调动学生的积极性，激发学生不断前进。

二、做好经常性的评定工作

物理课外活动的成绩评定是根据活动的目的，对学生在活动过程中取得的成果的评价。实践证明，在物理课外活动中，学生知识、技能的提高，学习兴趣和能力的发展，良好的学习习惯和学风的养成是一个长期培养训练的过程，需要教师在每一项活动的进行过程中，全面的了解活动情况，帮助和指导他们。因此物理课外活动的成绩考评，应该在每一项活动后都进行一次评定，学期和学年成绩，应以各项活动成绩为根据进行总评

物理课外活动的成绩评定要根据活动的目的订出评定的标准。例如：制作天平的评定标准是：

- (1)天平的结构；（30%）
- (2)工艺水平；（15%）
- (3)称量时的准确程度；（40%）
- (4)外形美观（15%）又如：小论文的评定标准是：

- (1)论点正确；（30%）
- (2)论据充分、有说服力；（30%）
- (3)论述要有逻辑性、层次分明；（25%）
- (4)文字通顺流畅（15%）

每项活动开始时，就把评定标准告诉学生，活动后举办作品展览，由学生参观后，师生共同评定，并公布评定结果，征求同学意见。评定的形式多样，可以采取表演、竞赛等形式，使评定具有竞赛性，娱乐性、游戏性，使学生在成功的喜悦中接受评定受到鼓舞。

三、做好学年总结

物理课外活动进行一年后，应及时向本年级师生及学生家长（小组成员的家长）作一次成果汇报、汇报内容如下：

- (1)请师生和家长参观作品展览；
- (2)听取课外活动班长作一年活动情况汇报；
- (3)听取教师作指导工作总结；
- (4)家长对活动提意见和建议；
- (5)观看学生物理晚会表演；
- (6)给表演突出的个人、集体发奖。

物理课外活动虽然在理论上和实践上还有些问题需要进一步探讨，目前尚未被人们普遍重视，但在教育改革中，它已经初露光芒，在拓宽

学生知识领域，培养学生多种能力和创新精神，开发学生智力等方面，已经显示了它的生命力。随着教学改革的深入发展，课内课外的有机结合，物理课外活动这支教改之花，将会越开越灿烂。

第八章

教师

第一节 师德

教师是办好教育事业的依靠力量，担负着为国家、为人民培养新一代的光荣使命。正确的教育思想、教学原则，体现现代教学原则的教材和方法，归根结底，都要靠教师去贯彻执行，因此，提高教学质量的关键性因素是教师，是教师的素质。

做一个合格的中学物理教师，和其他学科教师一样，首先要有高尚的师德。教师必须热爱祖国、热爱教育事业，才会有高度的责任心和历史使命感，才会去热爱学生、热爱自己的事业、热爱所教的学科、创造性地完成教育教学任务。

作为一名合格的教师，要时刻不忘肩负着国家和民族的重托，把自己的工作同祖国的繁荣昌盛和民族的盛衰、社会的进步联系在一起。因此，把真挚的爱洒给全体学生是高尚师德的重要体现，也是教师能出色地完成教育教学任务的重要前提。针对当前的实际情况，教师不但要热爱品学兼优的好学生，更应该对学习基础较差、品德或习惯有些毛病甚至是曾一度失足的学生给予他们爱护和帮助，决不能埋怨学生甚至厌弃学生。所谓“差生”，一般地说他们的智力因素并不一定差，而是由于在主客观上的多方面原因，造成他们的学习积极性不高，学习兴趣、意志品质、行为习惯等诸多差距。教师如果能树立“转变一个差生与培养一个优秀生同等重要”的思想，重视培养非智力因素，就可以使许多差生摆脱困境，健康成长。反之，如果教师对学生缺乏感情，甚至随意讽刺、挖苦，伤害学生的自尊心，造成师生间的对立情绪，那么，无论教师如何博学多才，教学效果也不会好。

有了高尚的师德，教师就会奋发进取，不断提高业务水平和教学艺术，就会自觉地寓思想教育于教学之中，重视教书育人，就会严以律己，处处做学生的表率；就会服从领导，尊重同事，团结协作，为学校的建设和教育事业的发展作出更大的贡献。

第二节 中学物理教师的能力要求

中学物理教师与其他各科教师一样要有高尚的师德，还要具备中学教师应有的基本教育教学能力如钻研教材、处理教材的能力，了解学生教育学生的能力、组织教育的能力、自学能力等等，根据物理学科教学的特点物理教师还需具备如下的特殊能力：

一、实验能力

物理学是一门以实验为基础的自然科学。物理研究离不开实验，物理教学也离不开实验。这些年来，由于种种原因，有的教师对物理实验教学重视不够，有的教师由于不同的原因没有完成大纲上所规定的实验

任务，有人甚至认为不做实验照样可以教好物理。对于学生分组实验虽然确有因器材不足未能完成，但从主观上不够重视未能因陋就简创造条件，结果致使极富魅力、极其生动的物理学科的内容，变成干巴巴的教条，使有的学生认为物理难学望而生畏。显然，这种忽视实验的倾向是违背物理教学大纲要求的，它直接影响着学生对物理基本概念和规律的理解和掌握，也妨碍了培养学生正确的学习物理的方法和初步的实验技能。因此，切实提高中学物理教师的实验素养，加强实验教学，对提高中学物理教学质量有着重大而深远的意义。

中学物理教师的实验能力要求，主要有以下几个方面：

1. 熟悉中学物理教材规定的演示实验和分组实验的实验原理，有较强的实验操作能力。只有精通有关实验的原理，才能准确地抓住关键环节，做好每一个演示实验，并在实验过程中适时地指导学生进行观察与分析，使实验发挥出应有的作用。在学生分组实验中，课前的研究设计，实验过程中的具体指导，实验结束后画龙点睛地分析总结，对于学生实验能力的培养是极重要的。这一切均有赖于教师对实验原理的精辟理解与研究。

教师纯熟的实验技能，又是成功地完成每个实验的关键。目前中学物理实验器材数量不足，许多仪器得不到必要的维修和及时的更新，在实验中往往会出现一些故障，如果教师对此表现得束手无策，势必影响课堂教学效果。因此，物理教师应该熟悉并熟练使用各种常用仪器，如游标卡尺、螺旋测微器、电子开关、打点计时器、物理天平、各种电表、信号源、示波器等，并能根据说明书，随时研究掌握各种新增仪器的结构原理、使用方法和保养维修措施，以满足实验教学的需要。

2. 善于因陋就简，自制仪器和教具。我国的现实情况是许多中学的仪器设备不可能很充足，而在教学改革实践中，往往又需要补充一些仪器和教具。这就要求教师从实际出发，因陋就简，自己动手解决困难。

物理教学界的老前辈、已故的苏州大学朱正元教授生前大力提倡加强物理实验，并提出了“坛坛罐罐能当仪器，拼拼凑凑可做实验”的著名口号。朱教授举例说，一个普通的塑料茶杯，可以用它来做力学、热学、声学、光学、电学的十来个实验。一九八七年夏，国家教委和中国物理学会在福州举办了全国中学物理实验教学经验交流会，会上展出了近五百件实验仪器的教具，其中有不少是用简单易行的办法解决了实验装置和仪器的不足，丰富了教学实验内容和学生课外实验。例如上海市西中学的周瑞杰老师用三枚棋子设计的学生实验“棋碰仪”，既验证了动量守恒定律，又帮助学生理解了有关的三道典型的综合习题。朱正元教授的教导和广大物理教师的实践，对我们开展自制仪器和教具的活动有很重要的启发作用。

因陋就简，自制仪器和教具，不但使我们能在设备条件较困难的情

况下完成大纲规定的全部实验要求，而且对指导实验开展家庭小实验，提高教师和学生的实验技能，都有积极作用。

3. 设计实验的能力。无论哪一本教材，所介绍的演示实验和实验分组实验，都不可能是个个都尽善尽美的。随着教学改革试验的深入开展，随着今后在全国将要出现的“一纲多本”的新局面，物理教师运用理论设计实验、改进实验这一研究课题，将更突出地提到教学工作的日程上来。

为了适应物理教学的需要，教师还要尽可能深入到工农业生产学位，了解物理知识在实际中的应用情况及相应设备的基本工作原理，还要注意掌握使用幻灯、投影器、录像、计算机等现代化教学手段，并尽可能学习一些金工、木工、玻璃工等方面的基本技术，以利于加强实验教学和指导学生的物理小组活动，最大限度地提高物理课的教学效果。

二、逻辑思维能力

我们说物理是一门以实验为基础的学科，决不是说物理学是由众多实验现象的组合。而是说实验是获取丰富的，真实可靠的资料、数据的方法。它是形成发展和检验物理学理论的实践基础。物理学是在实验的基础上，经过逻辑推理，数学抽象，从现象到本质，从感性到理性最后获得规律性的认识形成物理理论。因此，物理教师提高逻辑思维能力有着极为重要的意义。

在教学实践中，有的教师由于不重视提高自己思维能力，讲课时出现思维混乱，条理不清，不得要领，使学生的思维也随之混乱。

中学物理教学大纲明确指出：“在物理教学过程中，应该通过概念的形成，规律的得出，模型的建立，知识的应用……培养学生的分析、概括、抽象、推理、想象等思维能力。”思维能力是各种能力的核心，应成为我们研究学生的能力培养课题中的主攻方向，教师的逻辑思维能力也要在这个课题研究的实践中不断提高。

教师的逻辑思维能力的提高，不能单纯靠读懂几本有关逻辑理论的书，应该在钻研教材的过程中去认真体会。例如弄清楚物理概念是根据哪些事实，是怎样通过科学的抽象和概括建立起来的？又如物理研究中如何从复杂的具体的事物或现象中，突出主要因素，忽略次要因素，提炼成理想化模型或理想化过程，再加以研究。在备课过程中，大量遇到的对物理概念的表述和对物理规律的科学、严密、完整的叙述，只要认真钻研，都能提高物理教师的逻辑思维能力。问题在于教师本身有没有这种学习意识。

此外，逻辑思维能力与课堂教学的口语表达能力也有密切关系。物理学的逻辑性极强，教师在讲课时语言要有严密的逻辑性，推理要缜密，论据要充分，才能吞吐自如，严密而不拘泥，既能激发学生浓厚的学习兴趣，又有利于引导学生掌握科学的学习方法使学习质量逐步提高。

三、数理结合的能力

物理学作为一门科学是从伽俐略和牛顿在观察实验的基础上，运用数学方法进行推理、论证开始的。数学是物理的语言，它以简洁精确的特点描述物理概念和规律。数学是研究物理的重要工具，物理学的研究成果的应用又要借助于教学工具。因此。重视数理结合的教学研究，提高教师自身的数理结合能力，对提高教学质量具有现实和深远的意义。

作为物理学研究的教学工具应该包括初等数学和高等数学。物理现象通常可分为必然现象（服从因果率）和或然现象（服从机遇律）两大类。处理必然现象的教学工具一般有代数方程、微分方程、积分方程等。它可以从已知数据算出未知数据，从已知现象的性质推出未知现象的性质。处理或然现象的数学工具是概率论与数理统计，它可以看出各种情况出现的比例规律和大体趋势。

对中学物理教师来说，需要懂得一些高等数学的基础，更重要的是要全面了解中学数学课程内容，熟悉那些与中学物理联系紧密、应用广泛的数学知识，如公式变形、比例运算、三角函数、幂指数、方程、图象、对数、数列……从初二物理起始课开始，就要重视培养学生运用数学知识进行物理学习。

物理教师在培养学生运用数学工具解决物理问题时，要注意学生现有的数学基础，应防止出现喧宾夺主的局面。同时，还要注意物理条件和物理量之间相互制约的关系，对于物理概念、定理、定律的数学表达式，必须讲清其物理意义。数学式并不能表达出相应的物理知识的全部内涵，例如牛顿第二定律的公式 $F = ma$ ，就不能简单地与纯数学式 $Y = kx$ 等同起来；又如物理公式中表征某个具体物体或物质的某种属性（如电阻率、折射率 n 、倔强系数 k 等）或揭示物理规律中相关量之间的某种关系（如引力恒量 G ，静电力恒量 k 等）的比例系数，不应当作纯自然数来看待。此外，在由气体三条实验定律导出气体方程时，决不能简单地将三条定律公式相乘后开方，置三条定律的成立条件于不顾，等等。可见，数理结合不应理解为单纯掌握数学工具，而要重视数理的结合。

除了数学以外，与物理教学相关的学科还有小学常识、中学化学、地理、历史等，一位优秀的中学物理教师应该熟知物理学与这些学科之间的联系，并经常阅读科普技术杂志，成为既有深厚的专业基础知识又博学多才的“杂家”。

四、板画能力

物理教学要求教师在课堂教学中随教材内容在黑板上作出各种示意图，实物图、几何图形、函数图象……如受力分析图、电路图、光路图、电力线磁力线图、波、交流电等的函数图象。因此，物理教师重视板画研究，尽可能地提高板画能力，可以提高课堂教学的美学价值。引起学生兴趣，提高教学效果。

教师的板画，首要的条件是准确、规范，对学生应起示范作用。草率的板画，不仅影响教学效果，而且由于违反科学性原则，贻误学生。例如在初中升学考试卷面上有时可以发现考生画的电路图和滑轮组绕线图如图 32 所示。

这类错误当然是学生学习不认真造成的，但是恐怕与教师平时的板画随随便便，对学生的画图要求不规范、不严格，也有一定关系。

好的板画，以其生动的形象和特有的艺术魅力吸引学生的注意力，是一种无声的教学语言。板画在物理教学中能强化演示的直观效果、突出物理过程的特点、培养学生的形象思维和抽象思维能力等功用，给学生留下深刻的印象。例如有的老师认真观察客观事物通过精心琢磨，抓住特点，寥寥几笔就把实物的主要特征勾画出来，给人以简明生动的形象，图 33 所示的简笔画就注意掌握人体形态的基本线条及人的重心和四肢的协调位置，画出了人的几种运动形态，对激发学生兴趣有明显的作用。

教学板画的目的是为了配合教学，应该根据教材内容的要求进行设计，画面要简单、形象，重点突出。为了节约时间，也不容许在课堂上过多地使用直尺、圆规等绘图工具，经常要空手作图，线条的长短、走向、衔接都要尽可能地准确，这全凭教师在课下勤学苦练。有的老师对板画有深入研究，功底深厚，在课堂教学中得心应手，在几十秒内一挥而就，给学生留下难忘的印象。学生只要想起了黑板上的画面，马上就联想起老师的叙述和讲解，甚至毕业离校十几年之后，还能叙述出当年黑板上的板画及相关的知识内容。可见，生动的板画对学生的感染力有多么巨大！

综上所述，物理教师必须具备多方面的能力，才能适应教育教学的需要。有人说，教学是一项创造性活动，这是千真万确的。因为具体的教学条件、教育对象，千差万别，每一个教学过程都要靠教师去设计，教师也只能在长期的创造性实践中积累经验，提高能力。

第三节 物理教师的进修提高

一、进修提高的必要性

人们通常总是说，要给学生一杯水，教师自己要有一桶水，就是说教师要具备足够的文化专业知识和相应的专业技能。那么，物理系的本科毕业生，当中学物理教师还有没有必要再进修提高呢？教学实践证明，有了几年教学经验的教师都会有“教然后知不足”的感慨，有了合格学历的教师为了更好地适应教育教学工作的需要，仍然需要继续进修提高。

中学教师进修提高之所以必要，首先是由于大学本科的课程覆盖不了中学课程的全部内容，而且对于中学物理的重要的基本概念和定律，在大学课本中通常是用高等数学来表达和运算的，中学物理教学只能使

用相对应的数学知识来表达运算，这就需要研究如何深入浅出才能既符合科学性又符合学生的可接受性。同时，因为现代科技的迅猛发展、知识更新的速度之快，与物理学科有关的许多新概念和新成果，会不断地补充中学物理课本里来，这些内容都需要教师及时去学习、研究，例如五十年代的大学生没有学过半导体知识，六十年代的大学生没有可能学到激光知识等，可见，师范院校的毕业生走上教育岗位之后，还有必要继续加强专业知识的进修提高。

其次，实验技能的进修提高，对物理实验来说显得特别重要。因为根据我国的实际情况来看，许多教师在中学读书的时代，不大可能有理想的条件去钻研和提高实验技能技巧，上了大学以后，实验训练虽比中学有所加强，但是每个实验也只做一次而已，实验技能很难达到纯熟的地步，更谈不上对实验原理和实验方法的深入研究了。许多物理教师都是在走上工作岗位之后，结合教学需要，认真钻研大纲规定的实验要求，研究和学习老教师积累的经验，并通过自己的刻苦实践，才具备了熟练的教师技术和良好的实验素养。

教师进修提高的必要性还突出地表现在教育科学与教育实践的结合方面。师范院校尽管开设了教育学、心理学及有关教育理论课程，然而大学生由于缺乏教学实践经验，往往只能粗知一些原理和条文，并不真正理解其意义。因此，新参加工作的教师常会遇到这类情况：在课堂上面对学生中出现的问题束手无策，有的女教师甚至会被学生气得哭了起来。过了若干年之后，当他们回忆起尴尬局面时会哑然失笑。在大学里学到的教育理论为什么在教学实践中却不会应用呢？其实，不仅是新教师，对于从事教育工作多年的教师，也经常面临着教育教学实践中提出的许多新问题，要通过教育理论的学习去寻找答案。例如，当代中学生见多识广，智力并不差，学习成绩却上不去，怎么办？初中物理普遍受到学生欢迎，但是学生的物理学习成绩却分化严重，到了高中，不少学生把学习物理视为畏途、症结又在哪里？总之，为了提高教育教学水平，教师需要在工作中重新学习教育学、心理学、教学论等基本理论，不断学习研究国内外的先进教育理论观点，充实自己。

针对现代科学技术发展的特点及未来社会对人才的需要特点，近年来国内外学者对中学理科教师的能力进行了研究。例如1985年10月中央教育科学研究所中学理科教师能力研究小组接受联合国教科文组织及中国教科文全国委员会委托，在苏州举办了全国中学理科教师能力精讨会，对理科教师的“扩展能力”展开讨论（请参阅《教育研究》1986年第一期《中学理科教师能力研讨会综述》），在此基础上，许多老一辈的物理教师撰文发表了看法，提出未来的理科教师应该成为“全能型”、“完整型”的教师，要具备综合运用知识的能力、掌握和处理信息的能力、创造能力及决策能力等，从而为中学物理教师的进修提高提出了一

系列新课题。可以说，教育教学过程没有终结，教师进修活动就不可能停止。

二、物理教师进修的途径与方法

由于教师进修提高与提高教育教学质量有着密切的关系，世界上许多国家都非常重视此项工作，并作出各种规定，例如有的国家规定，教师每工作五年必须脱产轮训一年，有的国家为教师业余进修创造各种便利条件，或者对坚持业余进修的教师给予奖励。

近年来，我国教育部门对在在职教师的培训进修日益重视，各地教师进修院校做了大量的切切实实的工作，并在实践中积累了一定的经验。给物理教师的进修创造了良好的条件。

物理教师进修提高的途径主要有两条，一是参加教育领导机关有组织、有计划的培训，二是自学。但是进修的形成方法却是多种多样的，归纳起来有以下几个方面：

1、参加合格学历进修。根据国家规定，中学教师必须达到合格的学历要求。在现阶段，我国初中教师至少应具备大专毕业的学历。高中教师应具备大学本科毕业的学历。凡是尚未取得合格学历的现任中学教师，除特殊情况者（如北京市规定具有二十年以上本学科教龄或年龄在45岁以上者）外，都应通过进修学习达到合格学历要求，才能在中学继续任教。

在职教师的合格学历进修，除各级师范院校承担部分任务之外，主要是由各级教师进修院校来负责。学历进修分为脱产进修和业余进修（包括函授、函授、广播电视进修等）两种形成。

无论参加哪种形式的学历，都应说明明确获得合格学历决不是走形式、图虚名，而是胜任中学教育工作的需要。因为只有经过高等教育培养的人，才有可能居高临下，深刻理解中学教材中的有关知识，处理好“一杯水与一桶水”的关系，提高教育教学质量才有可靠的基础。

参加学历进修，难度最大的是业余进修，因为进修学员在学校里往往还有一定的教师任务，有时甚至还承担着相当繁重的任务，妥善处理系统进修与当前教学的矛盾，就显得非常重要。首先要认识到系统提高专业知识水平，对教学工作不但有深远影响而且有现实意义，参加进修的学员平时在教学中积累了不少急需解决的问题，进修学习针对性强，决不会是“远水不解近渴”，相对地，高层次的“远水”可能更有利于解教学中的“近渴”，一定要克服困难，坚持进修，其次要科学地安排时间，做到进修与教学两不误。有的同志在坚持业余进修期间，结合所学的内容，深入钻研教材，提高处理教材的水平，课堂教学更加突出重点，尽量做到课堂上解决问题，减轻学生负担，有致地提高数学质量。当他取得大学本科毕业时，教学水平也达到了一个新的高度。

2. 参加学历后的继续教育。为了适应教育发展的需要，不断提高师

资水平，我国参照国外教师进修工作的经验，并结合我国的实际情况，现在还逐步试行学历后的继续教育制度，对在职教师进行不同层次的培训进修。目前，北京，上海等地都已经开始中小学教师学历后继续教育的试点工作。

例如北京市对中学各级物理教师继续教育的时间内容都有具体规定，新任课教师的学习时数为 120 课时，初级教师的学习时数为 180 课时，中级教师的学习时数为 240 课时，高级教师则有更高要求。在学习内容上也提出不同层次的要求。如对新任课教师主要进行师德教育、教材教法培训和教学实践指导；对初级教师主要进行物理专业知识、实验研究能力和教材教法培训；对中级教师则进行物理教学理论的系统学习，深入分析中学物理教材中的重要概念和规律，提高教学研究能力；高级教师主要进行知识更新的学习和教育教学理论研究。

学历后的继续教育制度不但对所有的在职教师都提出了加强业务学习的要求，而且指明了努力方向，对于教师的专业理论知识能不断得到充实和更新，教育理论的水平 and 教学能力、科研能力能不断有所高提，都有着重大意义。

因此，尽管许多同志在学校里是重要的教育教学骨干，时间紧，任务重他们都积极参加继续教育班，以顽强的毅力坚持进修学习。

3. 教材教法进修。教材教法进修活动与前面两类进修活动的区别在于，它紧密地结合当前的教学实际，是所有教师日常教学活动的一个重要组成部分。

众所周知，教学过程是一个动态过程，教学工作在任何时候都不可能是千篇一律的，例如教材内容几乎每年都会有一会儿小变动，有时甚至有大的变动。而每一届学生的情况总是千差万别的，即使是同一个教学班的学生，在不同时期也会出现不同的新情况，需要不断地研究、探讨，使教学效果尽可能达到最佳程度。

教师的备课活动，钻研大纲和教材，翻阅教学参考书，研究教材的编写意图，分析教材中的重点和难点，结合实际，研究教学方法，设计教学方案，这些活动本身就是教师在教材教法方面的进修内容。许多教师正是通过日复一日、年复一年的艰苦的备课钻研中不断充实自己，提高水平。当然，教学工作的整体性决定了教师的各项活动都不能离开教师群体，各学科教研组正是学校内部开展学科教材教法研究的基本组织形式。每位教师都应该积极参加教研组活动，充分依靠集体的优势，集思广益，互相学习，从这个教师群体中汲取有益的养分，同时也在加强教研组的建设过程中提高自己的教育教学水平。

近些年来，各地教研部分还创造了教师教材教法进修的一种新形式，即按任教年级举办教材教法班，采取“能者为师”的办法，定期分析教材、探讨教法，为在职教师开辟了经常的进修提高的又一个途径。

可以说，只要存在着教学过程，教材教法的研究就不会停止，教师要自觉地投身到教材教法研究的活动中去，再学习再提高。

4. 开展专题研究，总结经验，著书立说。结合物理教学中的专门课题开展研究，这是较高层次的进修提高形式。承担专题研究的教师需要结合所研究的专题学习有关的教育理论，联系实际，进行系统的研究和实践，然后总结出研究成果。因此，开展专题研究是一种综合的进修提高的措施。

专题研究并非深奥莫测，通常学校里组织的各学科的研究课、观摩示范课，还有突出教学改革研究的“教改实践课”，都应该属于专题研究的范畴。以研究课为例，组织者总是结合着某个研究专题确定任务，不同类型的课各有其自身的规律，例如讲基础知识的新课、习题课、实验课、复习课等都各有各的特点，教师在承接研究课任务之后，总是结合课题内容和自己的特长、经验，进一步学习物理教学理论，并在其他教师（往往还有指导教师）的共同配合下，对本节课的教学目的，教学内容、教材处理、教学方法以及有关仪器、教具等进行反复研究讨论，试讲、修改，几易讲稿，依靠集体智慧确定最佳的课堂教学方案，课后还要通过评议获取多方面的反馈信息。千锤百炼，上好这样的一堂课，讲课教师定有许多收获，课后写出总结文章就是一份很有价值的专题研究论文。因此，许多老师都乐意承担研究课任务，再苦再累，也不愿意失去这样一个学习、提高的大好机会。

随着教育改革的深入开展，许多学校都在进行课堂教学改革，要求教师努力学习教育理论，自觉进行教育科学研究，每人都要确定教学研究专题，拟定实施方案，做好实验记录，定期写出教学总结和教学论文。此外，各级物理学会、中学物理教学研究会定期召开年会或不同规模的教学经验交流会，都要向会员、向物理教师征集教学论文，这一切，都为物理教师开展教学专题研究提供了良好的外在条件。

中学物理研究专题很多，大的课题如：物理课在中学教育中的地位和作用；中学物理教学过程与教学规律；非智力因素在物理教学中的作用；物理教学与学生能力发展；初中与高中物理教学的特点及其衔接；中学物理实验研究；物理课外活动；物理教学方法与教学手段；中学生学习物理的心理及学习规律；物理教学与学生思想教育……也可以研究较小的具体课题如某个概念或定律的教学；利用新的课引入激发学生的求知欲；电化教学手段在某个课题教学中的运用……总之，教学活动是一种创造性劳动，因而存在着无限广阔的研究领域，等待着我们去不断去开拓和探索。每位教师都能通过辛勤的耕耘增长才干，积累经验，提高水平。

总结教学经验，著书立说，是一件具有重大意义的工作。教师的教学经验是人类社会的宝贵财富，它凝聚着无数辛勤园丁的心血，蕴含着

教育教学的规律性，是教育科学理论的源泉。及时总结教师的教学经验，写成文章，有利于保存和推广，使更多的同行能从中获得启发。当然，总结教学经验并不是一件容易的事。许多骨干教师因为教学任务繁重，往往抽不出时间静下心来认真总结；有的物理老师讲课非常出色，实验技术精湛，却不善于文字表达，极其丰富生动的实践经验未能保留下来，不改变这种局面，对教育事业是很大的损失。而改变这种局面首先是提高教师对科研的认识，把写作看成是教师应具备的一种基本功。把总结经验、著书立说看成是自我学习提高的重要措施，自觉地坚持把教学实践创造的成果总结升华，使之系统化、理论化。世上无难事，只怕有心人，许多中学物理教学界的前辈已经给我们作出了榜样，他们在极其繁忙的教学活动中，随时注意总结点滴经验，不断研究、开拓、探索，把教育理论同教学实践巧妙结合起来，为教育思想理论填补了空白，为我国的普通教育事业作出了很大贡献。每一位物理教师，包括新参加工作的教师，都应该重视在先进教育思想指导下，认真总结教学实践经验，不断提高个人的业务水平、理论素养。在参加教学实践的同时勤于研究，勤于写作为形成具有我国特色的教育学理论贡献力量。编后记

为了总结推广北京市中小学、幼儿园优秀教师和干部的工作经验，鼓励他们著书立说，并在社会上确立他们的学术地位，大力推动教育科学研究，北京市委和市政府决定编辑出版《北京教育丛书》。我们根据市委和市政府的决定，遵循理论联系实际，继承与创新相结合的原则，进行了编辑工作。力求这套丛书的出版能够有利于推动教育改革，有利于推动教育科学研究，有利于提高基础教育的水平。大规模地组织广大教师著书立说是一件新的工作，由于我们的经验，水平有限，难免有不妥和疏漏之处，恳请读者不吝赐教。

在本书编写过程中得到王国林同志的帮助与支持，在此一并致谢。

《北京教育丛书》编委会

1991年6月

