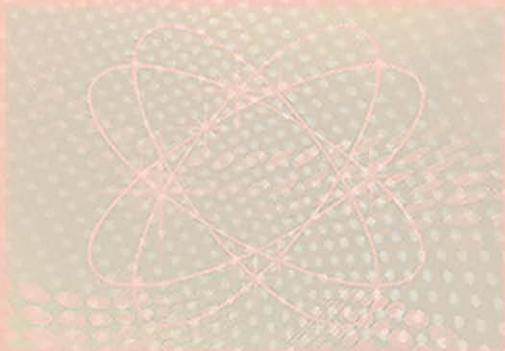


科学实验动手做·物理 实验方法的设计与创造



目 录

1 物理实验教学的改进与改革

物理实验教学的改进与改革(三)	(1)
物理实验教学的改进与改革(四)	(8)
物理实验教学的改进与改革(五)	(12)
物理实验教学的改进与改革(六)	(18)
物理实验教学的改进与改革(七)	(24)
物理实验教学的改进与改革(八)	(29)

2 加强物理实验教学的措施

加强初中物理实验教学的措施(一)	(37)
加强初中物理实验教学的措施(二)	(40)

3 中学物理实验的复习与考核

中学物理实验复习八法	(43)
以“设计思想”作横向联系进行物理实验总复习	(48)
中学物理实验操作的考试	(54)
物理实验考核方法及其改革(一)	(60)

物理实验考核方法及其改革(二)	(63)
物理实验考核方法及其改革(三)	(69)
中学物理实验考核模式	(77)

4 设计与创造物理实验的方法

物理实验的构思五法	(84)
中学物理实验的设计十五法	(86)
物理实验创造的缺点列举法	(92)
物理实验创造的逆向思维法	(99)
物理实验创造的强化技法	(108)
物理实验创造的模拟技法	(118)
物理实验创造的组合技法	(127)
物理实验创造的潜力挖掘技法	(139)
物理实验创造技法的运用	(147)

1

物理实验教学的改进与改革



❀ 物理实验教学的改进与改革(三)

物理实验教学的改革,是物理教学改革的重要内容。为了更好地培养学生学习物理的兴趣,加强学生实验能力的训练,大连辽宁师范大学物理系,张景泉老师潜心教学改革总结介绍的做法是:

① 变演示实验为学生实验

变演示实验为学生实验的目的有两条,一是为了提高演示效果,二是为了增加学生做实验的次数,培养学习兴趣,提高实验能力。

演示实验通常是教师做,学生看,但有很多实验学生根本看不清,特别是后边的学生,因此,常出现走过场的现象。变演示实验为学生实验,提高了学生的“参与”意识,做到手脑并用,不仅可以让学生充分地了解实验的内容,还可以多次重复,以增加“刺激量”,从而加深印象,巩固记忆。

变演示实验为学生实验的最大困难是教学仪器不足,如把大部分演示实验改为学生实验,所需的仪器量将是惊人的,各学校采取的方法不同,有的学校是自制一批教具,随堂发给学生,两人一组,有的是发动学生自己准备。例如在学习左手定则时,让学生自己准备两根自行车条,废喇叭上的磁环,再用香烟中的锡箔纸卷成一个圆筒,实验室再准备一些备用的马蹄形磁铁和导线,学生自备电池两节,还要一长条木板或硬纸壳和几个小钉。上课时,让学生按老师的演示教具组成实验装置(最好在课前组装好),并在老师指导下进行实验。根据多次实验的结果,总结出左手定则,然后,再用此规律去判断不同情况下电流的受力、磁场的方向或电流的方向等,并用手边的仪器进行验证。这种方法,总结规律时用的是实验探索法,应用规律时,用的是实验验证法。在实验过程中充分调动了学生的学习积极性,发挥了他们的主动钻研精神,对实验过程印象深,对实验结果记得牢,能够灵活运用已学知识解决问题,从而较好地培养了学生研究、分析、解决问题的能力。

② 扩展学生实验的内容

教学标准上规定的学生实验,都有一定的教学目的。从

知识点上看,分布在一些重点知识上,从技能培养上看,是训练仪器的使用和研究问题的方法。为了更好地达到巩固知识和培养能力的目的,一些有经验的老师巧妙地在实验内容上进行了扩展,充分调动了学生的积极性和探索精神。

例如“测量凸透镜的焦距”的实验中,除完成标准规定内容外,又增做了下述实验:

①在实验中得到完整烛焰实像后,用一个不透明的纸壳分别遮住透镜的上半部、下半部、左半部、右半部、中心部分和直径两侧一定宽度,观察各次成像有何变化?

②将物体支架换成一个“T”形支架,并将一个小灯泡置于“T”形支架的一端,然后缓慢地转动支架时,观察当物体偏离透镜的主轴分别向左右运动时,像是如何运动和偏离主轴的?当“T”形支架在竖直面内做偏离主轴的上下运动时,像又是如何运动?

③保持物和光屏位置不变,使透镜在竖直面内上下、左右振动,像的运动情况如何?保持透镜和屏的位置不动,让物体在竖直面内做上下、左右振动,问它的像如何振动?

④在上题若透镜不动,让一点光源沿主光轴方向做振幅不大的等幅振动,观察像点是否也做等幅振动?

⑤将物放在凸透镜前M点,则成像在N点,若保持透镜位置不动,而互换物和屏的位置,屏上是否还能成清晰的像?两次成像放大率有什么关系?

⑥圆柱体AB长4cm,如图1所示,沿主轴方向放在焦距为10cm的透镜二倍焦距上,问像的长度是否也为4cm?是否仍为圆柱体?

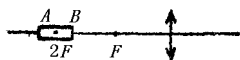


图 1

⑦如图 2 所示,将长为 4cm 的物体 AB 置于焦距为 1m 的凸透镜的二倍焦距处。若物体以 0.15m/s 的速度移近凸透镜,观察像点 $A'B'$ 的移动方向,并计算在 3s 内的平均速度。

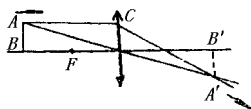


图 2

⑧讨论题 如何在一张底片上拍摄同一人的两个像?

通过上面补充的这些实验内容,培养了学生的实验兴趣,获得了很多生动活泼的知识和科学研究方法的锻炼。

③ 增加新的演示实验

为了调动学生的学习积极性,或是为了克服教学中的难点,很多教师设计了各种演示实验。

在讲牛顿第三定律时,用教材中的磁极间相互作用来作实验,这在学生来说,早已司空见惯,引不起学生兴趣。于是,我们有的老师巧妙地设计了这样一个实验。拿一架天平,左盘放盛水的杯子,右盘放砝码,并调平衡。老师首先提出这样一个问题:“我把手指插入装水的杯子,但不接触杯底,天平还会平衡吗?”同学们多数回答:“仍平衡”。老师将手指插入水中后,但并未碰杯,发现天平突然向水杯一侧倾斜,这

个出乎同学意外的事件,当即引起学生们的惊讶!这样的独出心裁的实验,一下子点破了本课的主题,生动、直观、耐人寻味,集中了学生的注意力,调动了学习积极性。

分子运动论中的分子受到斥力又受到引力的概念是比较抽象的,为使能够生动直观地理解这个知识,我们做了这样一件教具,如图3所示。两乒乓球间压缩了一个弹簧,使之产生斥力,同时用橡皮筋把两球拉紧,使之产生引力,当在平衡位置时,引力与斥力平衡。当两球距离小于 r_0 时,斥力大于引力,则表现为斥力;当两球间距离大于 r_0 时,引力大于斥力,则表现为引力。这样一个模型就把抽象的分子力概念,形象地摆在学生面前,克服了抽象性,增加了直观性,收到较好效果。

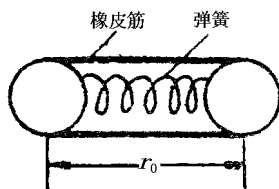


图 3

4 小实验和课后实验

为了提高学生的学习兴趣,提高学生的操作能力,有些学校开展了“五分钟小实验”和课后家庭实验,效果很好,值得推广。

“五分钟小实验”是指上课后头五分钟由学生完成的小实验,学生轮流进行表演并解释,实验内容在课前进行准备,可

以从参考书上选取,也可由教师提供,要尽量结合本节课内容,也可以与本节课无关。例如,纸覆水杯的实验、打棋子、抽纸条、蜡烛跷跷板……,都可由学生做,他们在课堂做完后,还可以回家给父母去表演。

课后小实验通常是结合教材进行的。目的是加深对教材内容的理解和培养学生利用已学知识去解决一些实际问题的能力,器材可由学校借或自己准备。

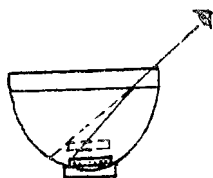


图 4

例如讲光的折射时,观察水杯中的硬币,如图 4 所示,同时让学生写出观察报告或小论文,以下这些题目是金州海滨中学八年级学生写的小论文的题目:

- ① 水的神奇作用
- ② 碗底变浅了
- ③ 水的奥妙
- ④ 魔术式的小实验
- ⑤ 有趣的实验
- ⑥ 分币为什么又看见了

⑤ 小制作与小发明

小制作是一种创造性活动,即使是仿制也包含着创造性因素。学生利用自己的材料和设计,通过自己动手制作,得到一件教具,也许是改变他的学习状态的契机。有些“笨”学生就是通过做出一件好教具后,对物理产生了兴趣。

例如,八年级学生制作的各种各样的弹簧秤,橡皮筋、弹簧、木底板、装牙膏的纸筒和塑料筒等,均成为有用的材料。八仙过海,各显神通,同学们通过自己的努力,进行认真的思考、设计和制作,不仅加深了对知识的理解,也显示了自己的才能。

较简单的制作可让全班学生都参加,一些较难的制作就可吸收那些对实验特别有兴趣的同学参加。例如,在讲完“电动机”一节之后,给同学提出一个制作电动窗帘的任务,怎样使电动机能够往返拉动窗帘呢?同学们进行了认真的讨论,有的同学提出安一个单刀双掷开关使电机反转,一些同学认为此法可行,但不美观,同学们又回去找资料,拆电动玩具,最后做出一个按钮式换向开关,完成了电动窗帘的制作。

小制作是小发明的阶梯,小制作不仅活化了知识,而且学到了技能,发展了特长,这对准备升学的学生重要,而对准备就业的同学更重要。

⑥ 趣味物理天地与实验汇展

为了提高学生学习物理兴趣,培养学生的动手能力,并为物理课的学习做准备,教师可选择适当的时间,开展以趣味物

理为内容的班级活动。实验题目由教师提出,每个实验都教会1~2名学生学会操作并能了解基本原理。例如,八年级学生可以选择这样一些题目;打棋子的惯性实验,鸡蛋落入水杯的惯性实验,小试管升入大试管的试验,瓶子吞熟鸡蛋的实验,偏心圆盘爬坡的实验,纸锅烧水的实验,和尚挑水走钢丝的实验,滚动不倒翁,扎不漏的气球,水火箭,用漏斗吹乒乓球等等。这些实验并不要求个个搞懂,开了眼界也就可以了。我们在中学实习时,几个班级都搞了趣味物理班会,效果很好,老师和同学们都认为,这是一次最有意义和最受欢迎的班会,提高了学生们学习物理的兴趣。

期末实验汇展,是将一个学期的实验和演示实验集中在实验室展出,同学可去观察和操作,目的是配合期末考试,进行复习,以提高学习成绩。

以上只是概述了物理实验教学改革的几个主要方面,这些成功经验的推广,必将把物理教学改革推向更高的水平。

✿ 物理实验教学的改进与改革(四)

实验,是物理教学的重要一环。天津市第二十中学李尚文老师总结介绍的做法是:

① 演示实验的改革与更新

物理教学中的重、难点演示实验,应遵循“微观现象宏观

化”“定态演示连续化”“定性规律数量化”“瞬时作用延迟化”及“课题引入兴趣化”等原则去改革。比如,用激光照射奶粉水溶液,然后投影到屏幕上,能明显地显示出水分子热运动所引起的奶粉微粒的蠕动现象,大大提高了原“布朗运动”演示实验的可见度。在“交流电的产生”教学中,我们制作的活动幻灯教具,演示了电枢在磁场中的位置与交流电相位以及图像上坐标点的一一对应关系,当电枢连续转动时,便展示出交流电的图像。再如,透镜成像规律的“实验”与“作图”的连续对应教具,也是把实验中的“定态”变化为“连续的动态”,效果良好。

此外,我们还特别注意研究实验手段的更新,使传统实验手段向现代化方向迈步。如力学实验气垫化,电子计时的超大屏幕显示,光学实验激光化,尤其是利用微电脑、录像辅助教学。我们先后在“微观现象的模拟”“动态变化定量追踪描述”和“瞬时作用延迟扩展”等方面编制了一些软件,如“小球弹性碰撞瞬间动势能变化的延迟显示”的程序设计,上机演示,效果很理想。在这方面,要特别注意发挥这些实验手段的特长,凡用传统实验方法能达到很好演示效果的,就没有必要动用气垫、激光和计算机,不要赶时髦,凑热闹,要注意实效。而对那些采用传统的实验方法,效果很不理想的实验,就应当多下功夫,认真研究更换实验手段。

② 创造条件,让学生有更多的动手机会

我们认为学生“动手”要贯穿于学习的全过程。即在讲授、复习、巩固、检查等各个教学环节中,都想方设法创造条

件,给学生自己动手实验的机会。

首先是有些演示实验,让学生参与操作。这不仅提高了学生的实验能力,而且增强了实验本身的说服力。其次是把教师的演示实验,改为学生并进式实验,即教师边讲,学生边动手实验。为此,我们设计了“振动的图像”“乐音的三要素”“显微镜与望远镜”“向心力的供需关系”“表面张力”“浸润、毛细”等简单易行的学生分组并进实验。实践证明,这样做不仅调动了学生的学习积极性,提高了实验技能,而且有利于促进学生对新问题的探索,达到以趣激学的目的。如讲授“路端电压变化规律”一节,我们不仅自制了大型演示教具,让两名学生上讲台实验和观察,还按两人一组配备实验器材,台上台下实验并进。学生通过自己动手操作,不仅加深了对新知识的理解,而且大大拓展了思路。有的学生还编制了“ $U_{\text{路}}$ 与 R ”“ $U_{\text{路}}$ 与 r ”的函数图像的软件。

此外,我们还注意安排实验练习课。对那些较难或易混、易引起争议的练习题,组织学生用实验去探求证实。如单摆与圆锥摆悬线上张力的异同,分运动和合运动的等时性(打猴实验),较复杂电路中各个电表示数随电路变化而变化的规律等,都是通过实验来证实理论分析,使学生心悦诚服,突破了教学难点。再如,我让学生通过实验证实,带电粒子以任意角射入磁场后,运动轨迹为螺旋线,从而,为练习课充实了生动的内容。

在复习课上,我们设计了多种综合实验装置,如“电磁综合实验器”“光学综合复习实验装置”“力学综合实验器”(利用“弹射器”定量地演示直线运动、曲线运动、动能定理、动量定理和守恒定律。此装

置曾在全国实验研究会展出)等。并用它们帮助学生系统地总结已学过的知识。

为学生充分提供动手的机会,不仅限于课上,还应拓展到课下。如在教师指导下制作教具,设计家庭实验性作业,搞物理科技活动或实验竞赛等。我们组织并指导十几名八年级学生主办“仿生遥控”实验表演会,穿插相声、小记者采访等生动的文艺形式,边讲述边演示电鳗放电、声控喷泉、远红外防盗、人体带电、遥控汽车的实验和原理,激发了低年级学生学习物理的兴趣。对高中学生,我们组织了“物理爱好者之家”,进行探索性研究活动。如对“撑杆锥摆动态受力分析”的研究课题,学生不仅制成了演示教具,还编了软件。培养了学生的探究能力。

③ 恰当引导,放手让学生在设计实验、动手操作上 “为所欲为”

在改革实验教学的过程中,我们注意到当前存在的两种倾向:一是教师不敢放手,学生按教师事先规定的步骤进行(不少实验手册的规定束缚了学生的手脚);二是教师大撒把,学生从个人兴趣出发,盲目地动手实验,课上热热闹闹,课后收获不大。这不仅无助于教学,而且不利于培养学生能力。我们的做法是,恰当地发挥教师的主导作用,不订限制学生手脚与思路的“框框”,但要把握实验的方向和方法的指导。对低年级学生,对于较难的实验或精密仪器、易损量具,教师要手把手去教。对不同年级学生的观察能力、实验技能,提出不

同的具体要求。实验中,随时掌握学生能力的信息反馈,对实验操作及时予以调整,逐步使学生从“依赖教师”向“相对独立”方面转化。我们将此概括为“了解、调整、适应、转化”八个字。对于有一定能力的学生,只要给学生必要的“把手”,向学生讲清目的要求,就可以大胆放手让学生自己动手,去探索新的规律。实践证明,他们完全可以独立地完成实验,得出正确的实验结果。如“浸润与毛细”这课实验教学,我们从三个方面进行:一是给知识结构,使学生明确在研究(固、液、气)三态和液、气接触层基础上,知识发展的去向,是研究液、固接触层。再把“三态两层”综合为“毛细”现象。二是研究方法上给思路,通过表面层的研究过程,总结出“微宏观”对应的思考方法,即从表面层液体分子微观角度(分子所处位置、受力情况和疏密程度)去研究宏观实验现象(表面层收缩趋势)。三是在学生并进实验上提要求。这样,通过两人一组的并进实验,从观察结果、对比异同、分析思路、小组议论,在不看课本的情况下,用一节课的时间完成了两节课的教学任务。

✿ 物理实验教学的改进与改革(五)

如何使实验教学更好地发挥其提高教学质量、培养创造性人材的作用,是当前物理教学改革的重要课题之一。大连市第一〇八中学鲁雨田老师介绍了在物理教学实践中,不断更新观念,加强创造意识,对实验教学进行的一些探索和改

进。

① 分组实验三戒忌

学生的分组实验不但是使学生牢固地掌握物理知识的重要方式,而且是他们获得基本的物理实验技能的主要手段。同时又是培养实事求是、严肃认真的科学态度的一种途径。因此,分组实验必须做到以下三戒。

一戒课前不预习

由于实验课内容多而时间少,有的实验原理复杂,学生对实验仪器又很陌生。所以,如果课前对实验不做好充分的预习,实验时必将会难题百出,障碍重重。学生们或者束手无策,或者忙乱一团,或者只能呆板地按教师列好的程序机械地操作。其结果,只能使学生知其然而不知其所以然,很难达到实验课的教学目的。基于此,我们改进了传统的实验教学模式,在进行每个分组实验前,都让学生充分认真地做好预习,甚至到实验室对照仪器进行预习,尽量使学生对实验应该达到的结果,所用仪器的构造、性能及使用方法等做到心中有数。从而收到理想的实验效果。

二戒课内不动手

实验课的突出特点是个人活动。如果学生对实验无兴趣,或是因人多仪器少而无机动手,或是教师对实验施加过多的干预,剥夺学生个人操作的机会,造成学生假参与等等,都将影响实验课的效果,丧失实验的意义。因此,必须设法避

免和防止不动手和假参与现象的发生。

实验时,一方面采用轮换方式,使每个学生都有动手机会;另一方面,我们又把每个实验均让学生自己完成。在达到实验目的前提下,我们鼓励学生“越轨”思维,鼓励学生创造活动。允许他们自己选择必要的仪器,允许他们适当调整和增减实验步骤和次序,允许他们作可行性的试验。在整个实验过程中,把主动权交给学生,教师只起指导和解难的作用。这样以来,学生们实验兴趣大增,人人动手,人人参与,人人都有收获。

三戒课后不总结

学生实验课应是由感性的实验开始,到理性的归纳结束。整个过程包括仪器组装、实验操作、数据记录、现象分析、结论总结等环节,是一个地道的认识升华过程。实际上学生往往只注重实验的操作而忽视实验的总结,甚至不作总结,结果使实验有始无终,不了了之,很难达到实验的目的,必须加以戒忌。

做好实验总结,其主要方式是认真如实地写好实验报告。因为实验报告就是实验工作的总结,是对实验的分析、解释、推理和归结。在帮助学生提高对实验报告的认识,改进抄书、凑数、应付检查等错误做法的同时,还改进了实验报告参照教材“照方抓药”的传统写法。按照每次实验的目的要求、内容特点设计报告的格式,不搞千篇一律。不仅突出数据处理、现象分析、结论归纳、误差讨论等重要内容,而且还体现以下几