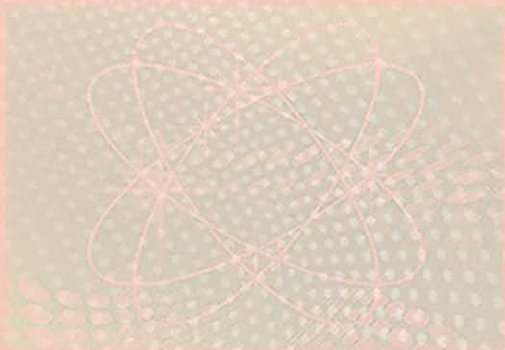


科学实验动手做·物理 实验教学改革指导



目 录

1 概说中学物理实验教学

中学物理实验的分类·····	(1)
实验教学的基本方式·····	(6)
实验在物理教学中的作用 ·····	(11)
物理实验教学的途径 ·····	(15)

2 明确物理实验教学的目标

教学目标的四个层次 ·····	(19)
教学目标的制定、实施与测评·····	(27)
实验教学目标的分类 ·····	(34)

3 物理实验与教学的关系

物理教学以实验为基础 ·····	(39)
物理实验既是教学手段又是知识内容 ·····	(45)
物理实验设计与物理教学质量 ·····	(51)

4 物理实验教学的方法及模式

加强物理实验课的几点做法	(55)
物理实验的逻辑教学法	(57)
加强物理分组实验教学	(61)
相同实验的不同教法	(64)
物理边学边实验教学法	(67)
高一学生物理实验教学	(71)
物理实验课的“三·六”教学程序	(83)
实验原理教学模式	(88)
两种分组实验教学模式	(94)
初中物理启发式实验教学模式	(100)
师生协调活动的探索性实验教学	(107)
物理教学中的“反证”实验	(112)
物理教学中的“实验研讨法”	(118)
物理教学中的比较实验及其应用	(123)

5 物理实验教学的改进与改革

改进物理实验教学的途径	(130)
物理实验教学的改进与改革(一)	(136)
物理实验教学的改进与改革(二)	(151)

1

概说中学物理实验教学

* 中学物理实验的分类

在科学研究中,分类学对于准确理解和掌握科学研究的方向及避免研究中走向片面乃至错误,起着非常重要的作用。在中学物理教学中,我们可以借助分类学的原理,将整个中学物理按照不同的知识体系进行分类(如将物理学分为力学、热学、光学、电学、原子物理学等),进而研究物理教学中存在的具体问题。广东省乐昌市教研室唐健老师对中学物理中的实验进行了分类,并对不同类型的实验教学,进行了分析:

① 分类体系的选择

纵观整个中学物理教材,被编入的实验已达 500 多个(其

中初中人教版新教材含 300 多个)。按照传统的观点,实验的分类一般按照实验占用的课时或实验的形式进行分类。比如,可将实验分为:课内实验和课外实验;教师实验、学生实验、师生偕同实验;演示实验、学生(实习或分组)实验。笔者认为,按照这样的分类体系将实验分类,虽然在教学中很容易明确实验的组织形式和课时安排,但对实验教学的目标很难落实。如实验在教学中的地位是什么?教材中为什么要设置这样的实验?教材中设计的实验是否合理?教学中怎样改进实验或补充实验?实质上,实验既是研究物理学的主要手段,也是物理教学的主要途径,实验的设置和设计都是为物理教学服务的。因此,要准确、有效地落实实验的目标,师生必须理解实验设计的原理,并按照实验设计的原理将实验进行科学的分类。在这样的分类体系建立以后,教师仍可以按照传统的分类方式进行教学(实验的形式和课时不变),但师生在教学中对实验含义的理解却加深了,实验教学的目标也落实了。

② 物理实验的分类

按照上述的分类体系,我们可以将中学物理中的实验分成以下几种类型:

(1) 启发性实验

这类实验一般是为了引出物理的概念、理论的形成或假说的提出等,从而提供实验事实。这类实验一般在教学中完成,即以演示实验或师生偕同实验方式出现。教学中,这类实验能够活跃课堂气氛,促进双边活动,并能为学生接受新知识

建立深刻的感性认识。做这类实验时,操作应尽可能简单些,现象应力求明显,在选用仪器和挂图时也要注意启发学生。这类实验的目的并不是单纯为了操作,而是作为物理教学中的手段而出现。如在讲初中物理沸点随气压改变时,教材安排一个用大号医用注射器演示的实验。当把注射器的活塞外拉时(减少瓶内压强),烧瓶里已停止沸腾的热水又重新沸腾起来;当内推活塞时,水又停止了沸腾。这就为学生认识沸点随气压变化而改变的规律提供了感性材料。

(2) 验证性实验

这类实验与启发性的实验不同,一般安排在某一结论或总结形成以后,用以验证结论或总结的正确性。做这类实验时一定要保证实验成功,如教材上设计的实验说服力不强,教师要想方设法加以改进或补充一些现象明显的实验。教材中这类实验比较多,虽然实验设计得比较合理,但教师准备一定要认真,实验过程中千万马虎不得。如有位教师在验证牛顿第二定律时,自认为胸有成竹(该实验他已教过很多次),但在公开课上还是失败了,很值得我们借鉴。

(3) 探索性实验

这类实验与启发性实验有相似之处,但更侧重物理学研究方法的培养,通过实验进一步渗透科学思想。中学阶段能做的探索性实验,涉及的参数一般不会太多,实验时通常采用依次改变其中之一的量来考查对其它量的影响,最后探究出各参数之间的变化规律。从实验设计的原理上看,这类实验对仪器的性能要求较高,否则探索不出实验的规律。如关于“电功”的教学,九年级教材中设计了“用电动机提升重物做功”的实验。

由于在提升重物的过程中要克服阻力消耗电能,而且玩具电动机的功率不大,因此这个实验很难探究出电流做功与电流强度、电压以及通电时间之间的关系,教学中应引起注意(该实验只能定性探究 $W=IUt$ 的关系)。

(4) 测量性实验

这类实验主要用来测物理量。因此,在设计这样的实验时,必须注意测量工具(仪器)的选择和正确使用,尽可能减小由于实验操作粗糙或仪器本身不完善而引起的误差。测量性实验还可分为直接测量性实验(如测物体质量、温度、长度等)和间接测量性实验(如测物重密度、电阻、电功率、机械效率等)。

(5) 观察性实验

凡是实验都要观察,但观察性实验则是强调以观察物质现象为主的实验(如观察水的沸腾、物体的惯性等等)。这类实验在对实验条件和现象的观察上都要求较高的可见度,在仪器的选择和操作上也要尽可能让学生连续观察、分步观察、综合观察和对比观察,力求让他们透过物理现象弄清物理原理。

(6) 理想性实验

这类实验是人们在思想中塑造的理想过程,但在实验中是做不到的。而理想性实验却是以真实实验为基础的,并抓住实验的主要结果,省略次要矛盾,根据逻辑法则,对实验过程综合分析后,推理得出结论。如伽利略的惯性定律实验,有关理想气体方程的实验等都属于这类实验。设计这些实验时尽可能使实验条件接近理想条件,尽可能突出主要现象、缩小或忽略次要现象,让学

生通过实验学习到科学抽象和科学推理的物理方法。

(7) 训练性实验

这类实验是以熟悉基本仪器的性能、掌握物理仪器的实验方法、训练学生的实验技能为目的的。如初中组成串联电路或并联电路,安装电动机模型;高中把电流表改装为伏特表等。教学中,这类实验一定不要忽略,人人都要动手。当然,也可以采取多种组织形式做实验(如组织竞赛等)。

(8) 活动性实验

随着国家教委新课程计划的实施,活动类课也被列入正式的课程之中。物理科主要还是依靠实验或小制作展开活动。实质上,这类实验我们不妨列为活动性实验。如教材后面的“小实验”,习题中的“实验”,老师布置的课下“动手做”等等。这类实验是学科教学中的延伸和补充,能够强化学生的动手、动脑能力,并能对学习物理激起浓厚的兴趣。对于活动性实验,教师要放手给学生做,并及时向学生统一正确的认识,使学生做有所得。当然,近年来随着电教事业的发展,电脑也被引进到课堂中,一些实验可以通过电脑模拟出来(如斜上抛物体和平抛物体运动的状况),这类“实验”可作为活动性实验组织教学。

总之,按照实验设计的原理将物理实验进行分类,会使实验的目的更加明确,也会使实验在教学中的作用显得更加重要,对学生的科学态度和治学态度都是一种很好的教育途径。当然,以上的分类也不一定全面,关键是我们组织教学时,能针对不同类型的实验,分类设计出有效的教学程序来,也就达到我们对实验分类的目的了。

✿ 实验教学的基本方式

四川省剑阁中学李子林老师把中学教学标准要求的实验按照教与学的方式分为教师演示实验、师生偕同实验、学生分组实验、学生课外实验和思维实验五类。

① 教师演示实验

教师演示实验是由教师在课堂上结合教学内容进行的实验,其目的在于使学生对物理现象有清晰的了解,除了实验的演示外,还包括挂图和模型的演示、微机的演示、观看幻灯、教学电影录像等。演示实验可以使教学过程生动活泼,注意力集中,对物理现象获得深刻的印象。好的演示可使学生久久不忘,从而引起学生对物理学习的浓厚兴趣。演示中要引导学生有目的地观察现象,启发他们的思维活动。教师的演示还对学生的实验操作起着示范作用。

例如演示弹性碰撞实验,先用演示仪中一个小球起碰,结果中间的小球均未动,只有最后一个小球被弹起;再改用两个小球起碰,结果是最后两个小球被弹起……如果总共有七个小球,先让①②③④四个小球去碰⑤⑥⑦三个小球,结果被弹起的却是④⑤⑥⑦四个小球,实验是真真实实的,学生看得清清楚楚的,学生急于知道为什么,这便为老师讲解“在弹性碰撞中,除了动量守恒之外,动能也守恒”烘托了气氛,起到了水

到渠成的作用。在以后提到弹性碰撞时,几乎没有学生不想到两个守恒。

② 师生偕同实验

在课堂教学中,教师一边讲解新课,一边演示实验,一边指导学生实验,这样通过师生教与学的双边活动来建立物理概念或总结物理规律的方法,叫做师生偕同实验。师生偕同实验与教师演示实验的不同之处在于,教学过程中学生能亲自动手进行实验,因而更多地调动了学生的学习积极性,直接培养实验能力,使学生有可能更深入和牢固地掌握知识,在中学物理教学过程中,应创造条件,尽可能将教师演示实验改为师生偕同实验。

师生偕同实验,要求教师在课前必须作好充分的准备。第一,备课时既要考虑实验内容、方法与步骤,又要考虑如何把实验同讨论、讲解相配合,以及如何开展讨论以达到预期效果。第二,由于在学生讲桌上都有仪器,而且学生活动多,所以要事先充分估计到课堂教学中可能发生的各种情况,以便能灵活而顺利地进行教学。第三,师生偕同实验所需要的仪器套数多,教师应事先准备好足够套数的仪器。对于一些简单的仪器,可以发动学生利用课外活动时间进行制作。

采用师生偕同实验时,要充分掌握学生的学习思想动态,及时指导学生的实验活动,把学生的实验活动和讲解、讨论组成课堂教学的有机整体。

③ 学生分组实验

学生分组实验课是学生在教师指导下的实验室里利用整节课的时间进行分小组实验的教学形式。中学物理课程标准要求的学生分小组实验的教学形式。我们根据实验本身研究的目的不同将其分为观察型实验、练习型实验、测量型实验、验证型实验和探索型实验五种。

(1) 观察型实验

这是以观察物理现象为目的的实验。如观察光的衍射现象等。在进行这一类的实验课时,要充分发挥观察和实验的基础作用,要指导学生特别注意物理现象的特征和发生条件,要求他们克服主观因素的影响,要有意观察、连续观察、综合观察、对比观察。做到观察与思考并重,透过物理现象,弄清物理本质。

(2) 训练型实验

这是以熟悉基本仪器的性能,掌握其使用方法,训练实验技能为目的的实验课。如练习使用打点计时器,描述等势线、把电流表改装为伏特表等。

高中要求学会使用的物理仪器有:天平、米尺、游标卡尺、螺旋测微器(千分尺)、秒表、打点计时器、弹簧秤或测力计、温度计、气压计、电流表或验电计、安培表、毫安表、伏特表、万用表等。在熟悉和正确使用这些仪器时,要注意他们的量程大小。

(3) 测量型实验

这是以测量物理量为目的的实验课。如测定匀变速直线

运动的加速度,测定重力加速度,测定金属的电阻率,测定电池的电动势和内电阻,用万用表测电阻。测定玻璃的折射率,测定凸透镜的焦距。

测量可分为直接测量和间接测量两种。无论哪种测量,测得的结果都不是被测量的真实值,而是近似值,即会出现误差。因此在测量过程中要尽可能地减小由于测量仪器本身不完善,或者由于理论不严密,或者由于实验方法的粗糙引起的系统误差——需要好的实验设计。如伏安法测电阻时,安培表内外接的选定。要尽可能地减小由于人为因素或者实验环境的偶然变化引起的偶然误差。

(4)验证型实验

这是以通过实验验证物理规律为目的的实验课。如共点二力的合成(验证平行四边形法则)、验证牛顿第二定律、验证动量守恒定律、验证机械能守恒定律、验证玻—马定律。

(5)探索型实验

这是通过实验探索物理量之间的联系,为建立物理规律奠定基础或直接建立规律的实验课。如研究有固定转轴物体的平衡条件、研究电磁感应现象、研究平抛物体的运动。

验证型实验和探索型实验,可以根据学生实际情况互相转换。这两类学生实验,应着重于培养学生实验操作能力、数据分析能力、归纳总结能力。

数据处理是对原始实验记录的科学加工,如列表法、平均值法、图像法等。通过数据处理,往往可以从一堆表面上难以觉察的,似乎毫无联系的数据中找出内在规律、得到简洁的数学表达式,这便是根据实验总结出来的物理规律。

由于我们进行的实验是有目的地控制或模拟自然现象,借助仪器进行的研究活动,对研究的对象和过程都作了一定程度的简化,加之实验总是在一定范围内进行的,实验总会出现误差,所以得到的规律只能近似地反映客观世界。因此我们在总结或验证物理规律时,要同学特别注意规律的适用范围和适用条件。

④ 课外实验

学生在课外按照教师布置的任务、要求和方法,用一些简单的器材或自制仪器独立地进行实验和观察,是物理教学的一种很有效的补充形式。运用物理知识对经常发生而又不能被人们注意的一些自然现象或技术问题进行分析,可以扩大学生的知识领域,培养学生对物理和技术的兴趣,密切理论与实际的联系。特别是有些实验需要进行较长时间的观察(如观察蒸发现象),而不适于演示和分组实验;又有些实验如观察天空现象等,只能在室外进行,正可作为课外实验的内容。课外实验更有利于培养学生自觉的、创造性的劳动和独立工作能力与实验能力。布置的课外实验一般内容有意义,仪器很普遍,方法较简单,操作过程要安全。

⑤ 思维实验

思维实验又叫“理想实验”。它是以真实实验为依据,进行科学思维得结论的一种物理方法。它是真实实验的延伸,是人类本质地认识客观世界的有效途径之一。伽利略的惯性定律、理想气体状态方程都是通过思维实验提出来的。加强

思维实验的教学,有益于学生进一步认识物理实验的目的,学习科学抽象、科学推理的物理方法。

中学物理实验教学还应包括实验习题和习题实验的教学。实验习题的教学可以进一步使学生加深对实验的目的、原理、步骤、操作的理解和掌握,提高他们的应试能力。习题实验有助于学生对深难物理问题的理解。例如,为了学生理解“一个物体运动的加速度逐渐减小而速度却在增加”,可以设计如下的习题实验:将验证牛顿第二定律的实验装置中的沙桶改为沙漏斗,这样小车的运动就是加速度 a 减小的运动 $a = F/m_{\text{车}} = m_{\text{沙}} g/m_{\text{车}}$,再分析纸带的点,不难发现点的距离是增加的,说明小车的速度在增加,如此就把学生难于理解的问题用实验解决了。

总之,物理学是实验的科学,只有不断地加强中学物理实验的教学和研究,才能进一步提高中学物理教学质量。

❀ 实验在物理教学中的作用

物理学是一门以实验为基础的学科,物理实验是搞好物理教学以及教改的基础。因此,努力发挥物理实验在物理教学中的积极作用对于搞好物理教学具有重要意义。呼和浩特市第十九中学王晓军老师总结有:

① 实验可激发学生学习的兴趣和热爱科学的情感

学生的学习好不好与其有无学习兴趣有直接关系,浓厚

的学习兴趣可以产生巨大的学习动力。有了巨大的学习动力,才能取得优良的学习成绩。物理实验直接或间接地与实际相联系,可使学生直接认识和联想到自然界许多物理现象,充分利用实验不断丰富学生的知识,从而激发他们的学习兴趣热爱科学的情感,使学生把学习物理知识变成精神上的享受和需要,是搞好物理教学的一个重要因素。

例如在电学知识中,电路的串、并联接;导体材料的选择,绝缘体在实际中的应用;电磁铁的制作;电动机、发电机的工作原理;电流热效应、磁效应的应用等等,都可以通过有目的的观察实验,使学生掌握原理,激发学习兴趣,使他们自觉地去学习并将知识应用于实际。

在教学中,还可通过介绍一些科学家搞发明创造的生动事迹和某些实验过程激发学生的学习兴趣,并使学生懂得科学不是高不可攀的,要想获得成就,关键是在学习和实践中要勤奋,多观察、勤思考、苦钻研。这方面的实例很多很多。

英国物理学家法拉第,利用在书店当装订工的条件,阅读了大量科学书籍,省吃俭用,自己买材料做实验,发现了电解现象。又在奥斯特的电流的磁效应的启发下,确信电能生磁,磁也应能生电。利用 10 年多时间做了大量实验,经历了成功、失败的艰苦过程,终于发现了电磁感应现象,把电与磁两种现象紧密地联系起来。为电磁场理论的建立打下了基础。

这些,既可激发学生的学习兴趣,使学生们充分认识实验在学习中的重要作用,同时,认识到学习时只有处于积极主动状态,积极参加实验,认真观察,细心思考,勇于探索,才能使自己学习时有所收获,才能为科学事业的发展贡献力量。

② 实验是使学生学好物理知识的重要手段

学生在学习物理知识的过程中,重要的是通过观察现象、实验操作等感知过程,经过自己头脑的思考,对物理事实获得具体明确的认识。

例如许多学生总是对 $R = \frac{U}{I}$ 式的物理意义模糊不清,认为此式是由 $I = \frac{U}{R}$ 式导出的。而在公式 $I = \frac{U}{R}$ 中,在一定条件下则有: I 与 U 成正比, I 与 R 成反比的结论,从而得出“ R 的大小与 U 成正比,与 I 成反比”的错误结论。教师可通过具体实验,指导学生有目的的观察、分析,使学生认识该公式的物理意义。实验中,如何改变导体两端电压,从而改变通过导体的电流强度? 学生们提出可利用改变电池的节数或用滑动变阻器调节电压两种方法。教学中,我给他们准备好实验仪器,由学生通过实验,观察比较两种方法的优缺点,得出:同一导体的电阻 R 保持不变,与所加电压,通过的电流无关,大小可由 $\frac{U}{I}$ 的比值测出;并对不同导体的电阻作了比较,得到导体不同,电阻不同,即电阻是导体本身的性质,它的大小由导体的材料,长度、横截面积和温度决定。学生们通过自己动手实验及对现象的观察、分析、归纳,得到了正确结论。

③ 实验对学生智力发展和能力培养具有重要作用

物理教学的另一重要任务是发展学生的智力和培养他们的能力。

电学中,欧姆定律是个很重要的知识,它的引入教师是通过演示实验来完成的。欧姆定律在应用时它的条件是很重要

的,定律的叙述中反复强调“这段导体”几个字,表明 I 、 U 、 R 三个物理量都是对于同一段导体而言的,所以在解答串、并联电路习题时,对于多个导体联成电路应用欧姆定律时,必须注意它的对应关系,不可乱用。这里灵活性较大,在反复练习的过程中,还要通过学生实验,动手、动脑,进一步验证各处的电流、电压大小、从而得到串、并联电路的总电阻与各导体电阻之间的关系。

又如,测定小灯泡功率的实验,学生分组连接好电路后,对电路要做全面检查才能合上电键,此时学习好的同学表现出对知识应用有较强的能力,学习差的同学则急于接通电源,观察现象、忽视检查。所以实验前,应重点对差生进行考查,布置由细心的学生帮助他们完成这些任务。在试触及量程的选择上,一些学生很快就知道是否合适,而另一些学生实验则做得不够准确,反映了学生不同的观察能力、动手能力及知识的应用能力。事实证明,敏锐的观察能力是获得成功的重要因素。教师有意识地培养学生的观察力是发展学生智力的一个重要方面。

另外,学生在观察过程中还必须进行积极的思维活动。学生通过仔细观察不同电压下灯泡的发光情况,算出灯的功率,推出实际生活中用电器在不同电压下工作时消耗功率大小、使用寿命如何以及烧坏的原因,这样便将难于理解的额定电压,额定功率,实际电压,实际功率加在了其中,有效地突破了难度较大的教学内容,锻炼了学生的思维能力,促进了学生智力的发展。