

中学物理 教学理论汇编 (二)

创洁 编著



目 录

中学物理实验教学	1
演示实验教学	1
学生分组实验教学	13
物理概念教学	28
物理概念教学的重要性	28
物理概念的特点	30
重点物理概念的教学要求	34
中学生学习物理概念中常见的问题	39
物理概念教学	42
物理规律教学	62
物理规律教学的重要性	62
物理规律的特点	63
重点物理规律的教学要求	66
学生学习物理规律中的常见问题	75
中学物理规律的教学	78
物理练习教学	104
物理练习的作用和作业的形式	104
解答计算题的正确思路和基本程序	111
常用处理问题的方法	118
物理习题课教学	125
物理复习教学	147
物理复习的意义	147

中学物理实验教学

演示实验教学

演示实验在中学物理教学实验中占有很大的比重，而且是一种深受学生欢迎的实验形式。它是教师施展教学艺术的独特手段，它能够化枯燥为生动，化抽象为具体。演示实验的内容和方法有很大的灵活性。同一课题，教师可以用现成的仪器设备，也可以用自制教具进行演示。同一个演示仪器，教师可用于引入课题，也可用以巩固新课。为更好地发挥其功能，必须深入研究演示实验教学的基本要求。

一、演示实验教学的基本要求

1. 要有明确的目的

演示实验运用于课堂教学的不同环节，有不同的目的，因此有不同的要求。有无必要演示，选择什么样的演示，怎样进行演示，都必须首先从具体的目的出发。

例如，我们在学习平抛和斜抛的内容时，可供选择的演示实验很多，抛出粉笔头就是一个最简单的演示，还有如图 7-5 所示的“三球相碰”的演示，水流喷射的演示，以及利用闪光照相等。

显然，在运用演示引入课题或巩固所学知识时，教师总要力图增加实验的趣味性，以更好地调动思维积极性。抛粉笔头的演示虽然简单，但在引导学生通过观察定性地描述平抛运动的特征这一点上却很好，好就好在

它稍纵即逝，活跃课堂气氛，并可较好地训练学生的观察能力．如果需要让学生认识“平抛运动可以看成是水平匀速运动和自由落体运动的合成”，可用如图 7-5 所示的“三球演示器”，并配合使用闪光照相图片(或投影)，效果就很好．原因就在于它们能够清楚地显示抛体运动的本质特征．

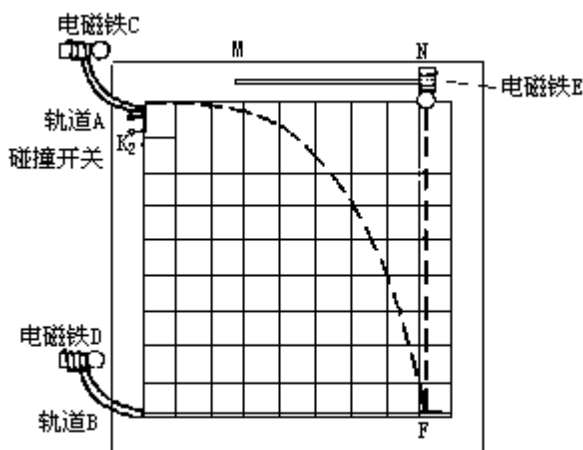


图 7-5

由上可知，我们不能离开演示的具体功能来评价演示的好坏，演示实验只有和一定的教学过程结合起来，才能发挥它的作用．

2. 要明显和直观

可以说，演示实验的一切功能都离不开观察，观察者只能在演示者所给观象的基础上进行观察，因此演示实验的直观是最起码的要求．

(1) 演示的现象要明显

一人演示，众人观察，所以现象必须明显．能否使每个学生都看到要演示的现象，是教师心目中有无学生的表现．为使现象明显，仪器的尺寸要足够大，测量仪表的刻度线要适当粗些，声、光及观察物体与背景的对比度要强，过程中的变化要显著．必要时，可以借助投

影、机械放大、光杠杆、放大电路等手段增强现象的明显性。其次要注意放置仪器的位置，有足够的高度，不平摊在桌面上，运动体所在的平面应与黑板面平行。必要时，可借助演示小桌、演示垫凳、演示板、演示支架和磁性黑板等。

(2) 仪器简单，过程明瞭

我们力求演示仪器简单，过程明瞭，其目的在于突出要观察的物理现象和过程，降低无关因素的干扰，特别是在一些为建立、巩固物理概念的定性演示中，没有必要选择精密复杂的实验装置。例如，用前面介绍的椭圆墨水瓶演示微小形变的现象，效果就比用复杂的光杠杆系统装置好。又如，用如图 7-6 所示的铁丝轨道对比小球静止和运动时对凸桥、凹桥桥面的压力时，把小球放在凸桥顶端，小球恰巧能从两桥臂之间掉下去，但让小球从斜面上滚下，再经过凸桥顶端时，小球便不再从两臂之间落下，而是沿桥面惊过。把凹桥下方的搭钩脱开，让小球静止地放在凹桥的中心，显示小球的压力不足以将两铁丝桥臂挤开而下落，然后让小球从斜轨上滚下，当小球经过凹桥底端时，小球即从两轨道之间掉了下去。由上可见，这种凸桥、凹桥的装置，可以说是简单的出奇，然而演示说明的却是学生平时将信将疑的一个难题。我们提倡用简单的方法做演示，不仅有利于突出物理原理，而且易于引起学生学习物理的兴趣，激发学生的创造意识。

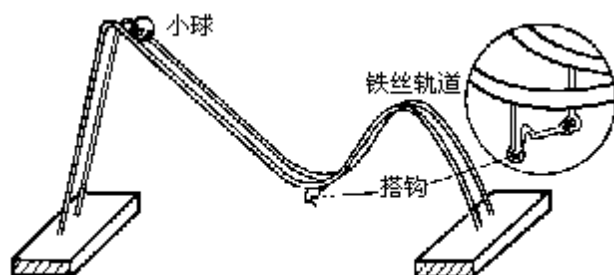


图 7-6

(3) 视听感官并用

有关资料表明：“在接受知识方面，单靠听觉一般只能记住 15% 左右；单靠视觉，从图象获得知识，只能记住 25% 左右；如果两者结合起来可记住 65%”。因此，调动学生各部分感官的协同作用，比用单一渠道要好。还应考虑学生对各种感觉信息的分辨本领，以强化有用刺激。例如，用下面的方法帮助学生理解加速度的概念：

在一辆沿斜面滚下的小车后面，拖一条长约 2 米的磁带，磁带上录有一段不变的乐音（如风琴的 c 调），把录音机的放音磁头用导线接出来，装在斜面的一定位置上，用贴有细毡的薄弹性金属片将磁带轻轻压在磁头上。当小车沿斜面向下运动时，小车拖着磁带运动，使录音机发声。这样就可以使学生用视觉观察到的速度变化为听觉感受到的音高变化，用音高来理解速度，用音高变化的快慢来理解速度变化的快慢，即加速度的大小。由于人耳对音高的感受灵敏，而且对“变”的感受，比视觉更直接，因而对变化率的概念比较容易建立。

3. 要安全、可靠

课堂上的教学时间是极其宝贵的。如果教师在演示中出现失误和差错，不仅会贻误时间，而且会引起学生对所得结论的怀疑，因此，教师在课堂上的演示实验必须确保成功。

(1) 做好充分的准备工作

这是确保演示成功的关键。教师在课前要选择好所需的仪器和材料，仔细地进行检查，并按照课堂上的实际程序预做一遍(甚至数遍)，熟悉仪器的使用性能，了解实验的准确程度，估计实验的时间，观察教室里即将演示的环境等等。并在教案中写明演示所需的每一件物品，以免课堂上演示失败或失去良机。

(2) 课堂演示时必须确保安全

演示时，教师必须按照安全操作规程去做，认真仔细，确保人身安全和仪器设备的保全。可能存在不安全因素的实验，一定不要让学生上台来操作。例如需要用到 220V 或 380V 市电的实验，或者用高压感应圈、水银的实验，应当由教师自己操作，并做到万无一失。

(3) 正确对待课堂演示中的失误，切忌弄虚作假

备课中做好充分准备，可以提高演示的成功率，但不能保证课堂上一定不出问题。出了问题怎么办？一是要镇静，切忌手忙脚乱，应认真思考和分析，尽可能及时找出原因，迅速排除故障；二是要实事求是。万一不能及时排除故障，也不可用“仪器不行”来搪塞过去，更不可编造数据，弄虚作假。应当向如实说明实验失败的原因，并声明在下节课重做。这样的负责精神和科学态度，必将对学生产生良好的影响。

4. 要有启发性

演示实验能够提供丰富的感性材料，变抽象为形象，但它的最终目的是要通过观察启发思维，使学生更好地认识客观规律，发展能力，培养兴趣。因此，在设计和编制演示程序时，必须在启发性上下功夫。

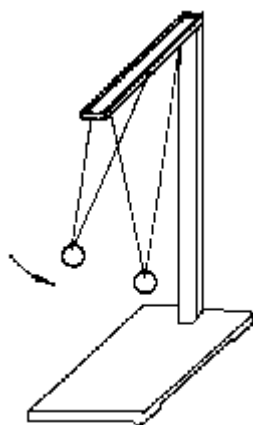


图 7-7

演示中的启发性，首先在于以趣激疑。当生动的演示现象出乎学生意外之时，认知的矛盾将转化为思维的动力。例如，在“弹性碰撞”教学开始时，让学生观察用两个等质量的玻璃小球做成的两个双线摆：如图 7-7，先将左边的摆球拉开，右边的球静止于平衡位置，再释放左边的小球，两球相碰后，左球静止，而右球弹起；当右边的球返回碰撞后，右球又静止，而左球弹起。如此两球反复碰撞，图 7-7 在碰撞声中，动静交替。面对这一有趣的情景，问题油然而生。

运用演示引发问题，只是启发思维的起点，虽然它是学生开展积极思维的突破口，但要推进思维活动的展开，仍须有教师不断的引导。这样，演示才能成为推进思维的向导。因此演示教学的启发性应体现在演示程序的精心设计之中。

例如，在高中学生学过气体定律之后，教师用如图 7-8 所示的浮沉子演示来训练学生的思维。

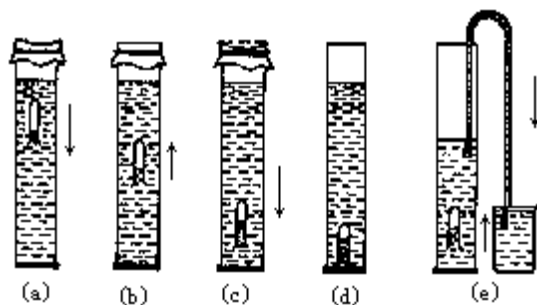


图 7-8

(1)用手压容器上方的薄膜,原来浮在液面上的浮沉子开始下沉,当下沉到某一深度时松开压膜的手指,浮沉子上升[图

7-8(a)(b)],试解释这一现象.

这是许多初中学生曾经见到过的实验,当时对这个现象的解释是很粗略的,只需要说明,压膜时水进入浮沉子内,重力增大,浮力小于重力,于是浮沉子就下沉,松膜时,水从浮沉子内排出,重力减小,浮沉子就上浮.

(2)继续压膜使浮沉子下沉到更深的位置放手,见到浮沉子仍可上升.似乎上面的解释还是完善的.

(3)继续压膜,使浮沉子达到比上一步更深的某一位置松开,出现了浮沉子不再上升的现象,并且一直沉到容器的底部[图7-8(c)(d)],这突然出现的现象,使学生感到意外,于是不得不重新审查以往解释的不足之处.看来浮沉子中气体的体积,不仅与容器上方气体的压强有关(这是由帕斯卡定律所决定的),而且还与浮沉子所处的深度有关.

(4)打开容器上方的橡皮膜,使液体上方的气压不变,用一根棒把浮沉子逐渐下压至不同的深度,观察浮沉子中气体体积的变化,说明浮沉子所以在一定的深度不再上浮,是由于在下降过程中液体内部压强这个因素

造成的。

(5)在浮沉子沉至容器底部以后,打开容器下的出水阀门,或用虹吸管使水缓缓流出。可以看到,当液面下降到一定深度时,浮沉子就从底部浮了起来[图 7-8(e)]。

从上述的程序设计可以反映出教师对学生思维的引导作用,它既调动了学生的积极性,又使观察和思维紧密结合起来,从而使学生的认识由表及里逐步深化。

二、演示实验教学中的观察指导

在演示方案确定以后,要想达到演示的目的,关键在对学生的观察进行指导。同时,对演示观察的指导又是培养学生观察能力的一个重要途径。因此,在演示教学中应十分重视观察指导。这里所说的观察指导,有两层含义:一是演示本身应能吸引学生的观察注意;二是教师在演示过程中及时指导,教给观察方法。所谓指导,绝对不是说教师指到哪里,学生就看到哪里。

1. 明确观察目的,做好观察的思想准备

草率从事是新教师在演示教学中常犯的毛病。当学生还没有思想准备时,演示已经结束,因而达不到演示目的。在演示之前,一定要让学生明确为什么要做这个实验,以及打算怎样进行;出示的仪器应当有所交待,例如,在演示液体内部压强规律时,应当使学生带着两个问题进行观察:一是液体内部压强与深度的关系;二是液体内部在各方向是否都有压强(特别是向上的压强)及它们的关系;同时还应使学生在认识 U 形管压强计的构造及功能的基础上进行观察。因为此时学生还不理解 U 形管压强计的原理,所以应当用直觉的方法,如在橡皮膜上用手或重物压,使学生了解 U 形管两侧液面高差

越大，表示压强差越大。

又如，在自感现象的教学中，观察接通电路的自感现象，首先必须带着“如果线圈自身的电流发生变化，那么线圈自身是否也会产生感生电动势？”的问题，并认清演示电路的特点，才能把观察的注意力集中到接通电路瞬间所发生的现象上。我们曾经对 20 名高二的学生和高二的学生分别进行演示。由于高二的学生还没有学过法拉第电磁感应定律，正确记录观察现象只有 75%，而高二学生刚学过电磁感应定律，正确记录观察现象的达到了 95%，可见，观察的目的性对于观察效果起了很重要的作用。

2. 突出观察重点，排除无关因素的干扰

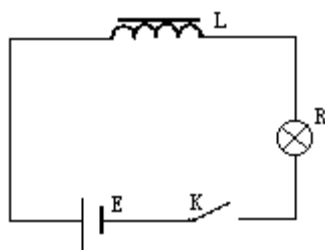


图 7-9

例如，通常教材中介绍断路时自感现象的电路装置，都选用一只灯泡与电感线圈并联的电路。设想按这一装置进行演示时，学生会看到开关断开后灯泡并不立即熄灭。但由于时间常数 L/R 太小，这种延时现象无法看到。而灯泡突然一闪的现象却十分明显，它给学生建立自感的概念带来困难。如果在开始演示时只给出一个简单的电感线圈、灯泡、开关与电源的串联电路(图 7-9)，提出“在断开开关的瞬间线圈中是否有感生电动势产生”的问题，然后与学生共同设计实验电路来验证感生电动势的存在。一种简单的方案就是观察开关拉断时闸刀与

闸刀座之间的火花放电现象证明感生电动势的存在；另一种方案就是将示波器或者是高内阻的电压表并联在电感线圈两端，观察其电压的变化；还有第三种方案就是将一只氖泡并联在线圈两端，开关接通时氖泡不导通，其电阻为无穷大，可视为它对电路没有影响，切断开关时，线圈中的电流迅速减小，原串联的灯泡熄灭，而并联在线圈两端的氖泡起辉了，它的起辉电压比电池电压要高许多，由此说明感生电动势的存在。这个实验还可以在后面的教学中说明日光灯的起辉原理。

3. 从整体到局部，再从局部到整体，培养观察思路

观察的全面性是客观反映事物属性的前提，应当利用演示实验培养学生正确的观察思路。例如，教师常用“圆锥上滚”的实验来训练学生的观察力。首先把倾斜轨道展示在学生跟前，倾斜轨道的表面特征给学生造成假象。把双锥旋转体放在轨道的中部，学生几乎毫不例外地预感到旋转体将沿斜面滚下，然而见到的却是意料之外的现象（如图 7-10 所示）。在学生渴望得到解答之际，让他们从各个方面对仪器观察，并注意圆锥体与轨道之间的联系，最终发现圆锥体在轨道低端的重心位置最高。于是学生在恍然大悟中获得了观察方法的启示。

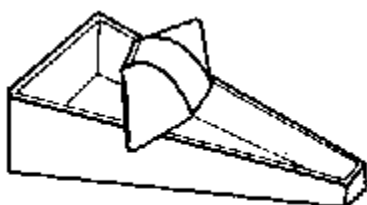


图 7-10

4. 纵、横对比，把握事物特征

观察的深刻性在于透过表面现象抓住事物的本质，利用对比观察是使思维向纵深发展的很好的方法。在演

示实验中，要引导学生善于察觉条件的差异及产生结果差异的联系．通常可以采用纵向对比、横向对比、正反向对比的方法．

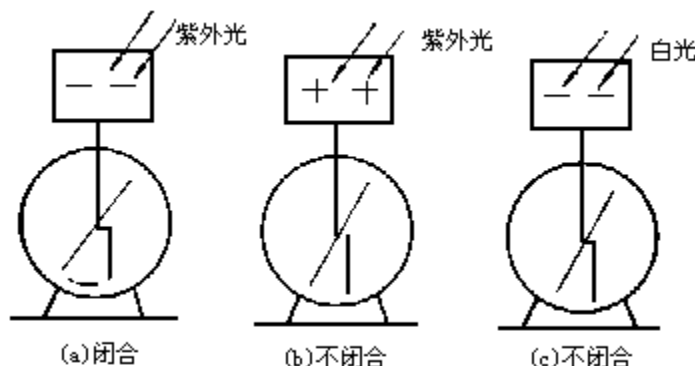


图 7-11

例如，用验电器和锌板（或铝板）等演示光电效应的现象，实验过程如图 7 - 11 所示．把用砂纸打磨光的锌板（或铝板）插在验电器的导杆上，给锌板带上负电荷，可以看见验电器指针张开；用紫外光（功率较小的医用紫外线灯）照射锌板，验电器指针即迅速闭合；再给锌板带正电，同样用紫外光照射锌板，验电器指针不再闭合；再用白炽灯作光源，照射带电的锌板，不见指针张角有何变化．从上述过程可以看出，它是一个逻辑性很强的纵向对比过程．由（a）（b）阶段的对比可以看出，验电器指针闭合不是由于紫外光使空气电离的原因（虽然有一点影响，但不是主要原因），而是光照射使电子跃出的原因．由（a）（c）阶段的对比说明光电子能否跃出与照射光的频率有关．

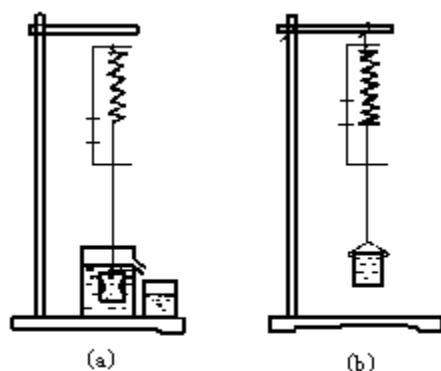


图 7-12

纵向对比的演示方法是按照现象变化的顺序逐步展开的。它能够使学生较好地把握过程发展的阶段特征，但需要不断回忆已经消逝了的现象。在比较复杂的过程中，可以变部分纵向对比为横向对比，纵横向对比相结合。例如，图 7 - 12 (a) 显示了物体浸入液体前后弹簧秤读数的变化，由此可知浮力的大小，在继续演示的过程中，保留图 7 - 12 (a) 的状态，同时用另一个同样规格的弹簧秤显示排开液体的重量，如图 7 - 12 (b) 所示，两者横向对比，学生就能清晰地察觉两者之间的关系。

又如在上述接通电路的自感现象的演示中，也采用了电感支路和电阻支路同时横向对比的方法，从而使难于察觉的暂态差异显现出来。

为了便于学生认识事物的本质，常需要用正向和反向对比的方法。例如，为了说明振动产生的条件之一是物体必须受到回复力的作用，可以用弹簧振子演示，分析回复力使物体围绕平衡位置往复运动；还可以用保险丝绕一个弹簧，下挂小球，在事先不告诉学生弹簧材料的情况下，把小球拉伸后释放。学生惊异地看到小球不发生往复运动，这时告诉学生弹簧的材料，于是学生们从反面现象加深了振动产生条件的认识。

总之，教师在演示教学中，一定要注意使学生的观察和思维活动紧密结合起来，用观察促进思维活动的展开，又用思维指导观察活动的进行，使学生逐步认识物理概念、规律，逐步发展观察和思维能力。

学生分组实验教学

一、学生分组实验技能训练的教学目的

学生分组实验是学生在教师指导下独立操作的课堂教学过程，教师应当根据大纲的要求，有计划地、系统地训练学生的实验技能和良好习惯，这些技能的教学目的可大体分述如下：

1. 逐步学会自学实验讲义（教材）

通过自学与辅导，逐渐学会自学实验讲义或相关教材，理解其内容、包括目的和原理，知道怎样做实验，会组织实验步骤。

2. 逐步养成正确认识基本量具、仪表的习惯

要求学生养成正确习惯：拿到量具，仪表能说出它的名称，通过对外部形态、铭牌、一般构造的观察，教师的辅导及阅读说明书等材料，了解它的主要功能、使用条件、量度范围，精密（准确）度及使用规范。

3. 逐步养成良好的操作规范，进行正确的实验操作。

实验操作必须按一定的操作规范程序进行，逐步养成良好习惯，例如：

（1）装配仪器：一台仪器的装配，多台仪器和器材的组合，都应当做到能按合理的规范程序操作。例如在装配天平时，应先将横梁放于止动架上，才能安放挂钩、挂架和挂盘，不仅要使各类部件的位置正确，而且要做

到“对号入座”。

(2) 仪器的预备性调整

器件装配好以后，一般都要进行预备性调整，如仪器底座位置的调整，滑线变阻器滑动臂初始位置的调节，仪表上的档位选择及各种旋钮初始状态的调节，热电子仪器的预热，光具共轴的调节和各种测量仪表零点的调节等。

预备性调节的最后一步是检查，检查的项目，一是看仪器或电路的装配是否正确，二是看各种器件是否处于规定的初始状态。

(3) 启动工作和观察记录：按规程及实验步骤启动仪器工作，并仔细观察，记录所示数据。

(4) 实验结束后的收尾工作

实验结束，应按照一定的顺序拆除和整理仪器；检查仪器材料是否有坏损丢失，然后清理桌面，板凳的归位，一切设备复原。

4. 逐步掌握实验操作的规范动作

实验操作不仅要注意程序，而且要注意动作的规范要求，切忌随意性的动作。例如：

(1) 调整天平时，一般用左手握住止动旋钮，不论调节底座、横梁，放卸待测物和砝码，还是拨动游码，都必须在止动期内进行。需要观察天平是否平衡时，再轻轻地顺时针旋转止动旋钮。当横梁处于升起状态时，左手不可脱离止动旋钮。这样做，一方面是为了防止横梁自动落下，一方面提醒使用者在观察天平平衡之后立即把横梁放下。用右手拿砝码镊，镊口的凹边应当朝上，如图 7-13 所示。待测物和砝码都应放在砝码盘的中央。

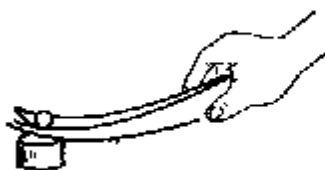


图 7-13

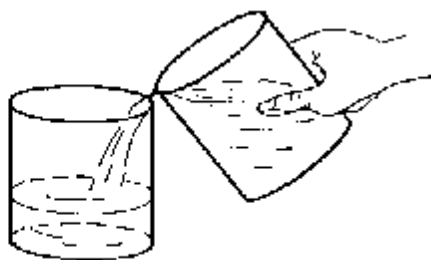


图 7-14

(2) 用手拿烧杯倾倒液体时, 应如图 7 - 14 所示 .

(3) 使用螺旋测微器, 一般应用左手拿被测物, 右手无名指与小指握弓形架, 拇指与食指操作旋轮. 若被测物已被固定, 则可用左手握住弓形架身, 右手旋转螺杆套筒. 当螺杆开始接触被测物时, 应改旋棘轮, 使螺杆前行, 压住被测物, 待听到“咔咔”声时再行读数, 如图 7 - 15 所示 .

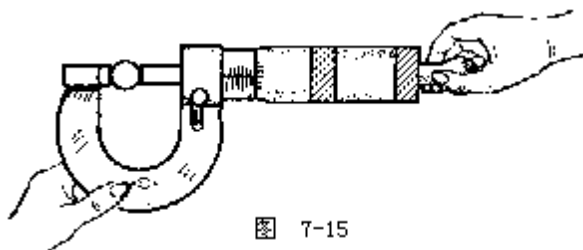


图 7-15

(4) 用手调节滑线变阻器滑臂时, 应以另一手扶住瓷支架上方, 如图 7 - 16 所示 .

(5) 用手拿透镜时, 应如图 7 - 17 所示, 切不可触及透镜表面 .

5. 学会正确测量读数与处理数据

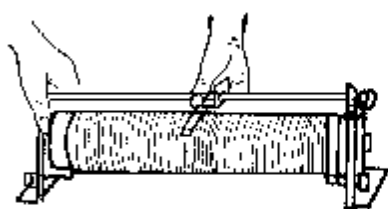


图 7-16



图 7-17

(1) 检查零点是否正确,在零点不符的情况下,应调整好零点或选择相对零点:

(2) 应使观察视线与表面垂直.

(3) 读数时,一般应保证准确的数位不致省略,可以估读到最小分度的下一位,但不必估读至最小分度的下两位.例如,用毫米刻度尺测量的正确读数是 15.3mm .不应表达为 15mm ,也不应表达为 15.25mm .当量具的最小分度为 0.2 或 0.5 个单位时,在观察能力许可的条件下,应估读到最小分度的 $1/2$ 或 $1/5$.例如,最小分度为 0.02A 的安培表,应估读到 0.01A :

不管使用何种量具,养成良好的读数习惯是非常重要的.一般来说,应当先观量程,再看最小分度,然后看零点,再读数和记录.

处理数据应体现科学的态度和方法.常用处理方法有计算法和图示法两种.

在中学物理教学中,使用计算法多利用平均法来减小实验误差.

图示法的优点主要有两条:一是简明、直观、便于比较,特别对探索物理规律很有用;二是利用实验中的有限数据作出图线后,从中找到那些无法通过实验来得到的数据,还可以求出相关的第三个物理量.用图示法表述物理量之间的关系时,应注意以下的要求:

(1)在中学物理教学中,主要介绍直角坐标系.直角坐标一般以横轴代表自变量,纵轴代表因变量.在轴的末端近旁注明所代表的物理量及其单位.

(2)坐标的原点,不一定取为变量的零点.坐标轴上的标度值应能恰当地反应出测量值的有效数字.坐标标度应划分得当,以不用计算就能直接读出图线上每一点的坐标为宜,如通常用1、2、5而不用3、7、9来标度,使坐标纸的一小格可用来表示测量值最后一位的1,2,5个单位.

(3)应尽量使图线占据图纸的大部分,不致偏于一角或一边.横轴和纵轴的标度可以不同,但大小要注意配合.如果数据特别大或特别小,可提出乘积因子,例如提出 $\times 10^3$ 、 $\times 10^{-2}$ 放在坐标轴最大值的右侧.

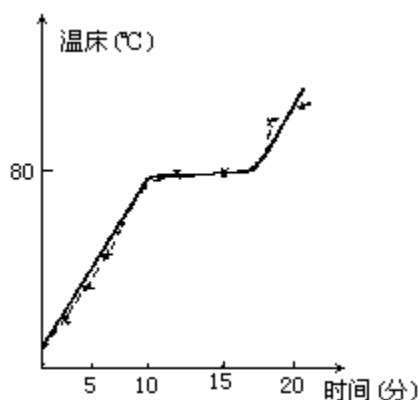


图 7-18

(4)描点和联线.依据实验数据用削尖的铅笔在图上描点.为清楚、准确起见,常以该点为中心,用 $\times$ 、

等符号中的一种标明.同一图线上的观测点要用同一种符号,如果图上有两条图线,则应用两种不同符号以示区别.描绘出的直线或曲线应为光滑曲线.曲线不通过全部测定点是正常现象.一般情况下,联线时应尽量使曲线通过或靠近大多数观测点,并使测点比较均匀地

分布在曲线的两侧，如图 7 - 18 所示。

6. 学会写实验报告

实验报告一般应包括实验目的、装置与器材、实验原理与步骤、数据记录与计算、结论与讨论等部分，逐步地要求学生自行设计实验报告。在设计报告时，应让学生学习用比较简洁的文字，直观的图表来表达报告的内容。数据表格的设计应做到：说明实验条件；要有原始记录；栏目中应注明物理量的符号和单位；力求简明，便于总结物理规律。

下面介绍一份学生分组实验的报告：

验证机械能守恒定律

实验者姓名 $\times \times$ ，同组人姓名 $\times \times \times$

实验时间 $\times$ 月 $\times$ 日下午第二节

[实验目的]

1. 验证物体在光滑斜面上自由下滑时的机械能守恒；

2. 进一步巩固打点计时器的使用和数据处理方法。

[实验器材]

平面小车，电磁打点计时器，学生用电源，支架，直尺。

[实验原理与步骤]

如图 7 - 19，如果小车在重力作用下沿光滑斜面下滑，从静止点 A 到 B 小车的重力势能减少

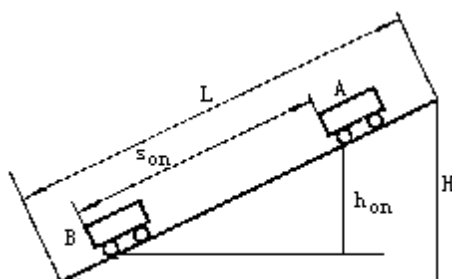


图 7-19

$$E_p = Mgh_{on}$$

而动能增加

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} Mv_n^2$$

如果 $E_k = E_p$ 即

$$Mgh_{on} = \frac{1}{2} Mv_n^2$$

或 $E_k / E_p = 1$

则证明机械能守恒

1. 调节斜面倾角, 使 H/L 尽可能大一些, 以减小摩擦力的影响;

2. 装配和调整电磁打点计时器;

3. 将小车置于斜面上方 A 点处, 连接装配好打点纸带;

4. 开启电源, 释放纸带末端, 使小车下滑, 下滑结束即关闭电源;

5. 取下纸带, 测量读数并进行数据处理。

[记录与计算]

小车质量 $M=0.200\text{Kg}$ $H/L=0.5$ $T=0.08\text{s}$

测 量 点 编 号 n	S _{0n} (m)	s _n (m)	$h_{0n} = \frac{H}{L} s_{0n}$ (m)	v _n =S _n /T (m/s)	$\frac{\Delta E_k}{\Delta E_p} = \frac{v_n^2}{2gh_{0n}}$
1	8.10 × 10 ⁻²	6.85 × 10 ⁻²	4.05 × 10 ⁻²	0.856	0.92
2	16.3 × 10 ⁻²	9.80 × 10 ⁻²	8.15 × 10 ⁻²	1.23	0.94
3	27.6 × 10 ⁻²	13.0 × 10 ⁻²	13.8 × 10 ⁻²	1.63	0.98
4	41.0 × 10 ⁻²	15.6 × 10 ⁻²	20.5 × 10 ⁻²	1.95	0.95

[讨论]

为什么在本实验中 $E_k / E_p < 1$?

因为在本实验中小车在斜面上运动所受的阻力不能忽略不计, 其势能减少量中的一部分消耗在克服阻力所做的功上, 因此 $E_k < E_p$. 本实验的误差约在 8% 以下. 因此可以说, 如果不计阻力的影响, 小车维持机械能守恒.

由上述数据可以大致估计小车所受阻力的大小. 现以第 4 组数据为例.

$$fs_{0n} \approx mgh_{0n} \times 5\%,$$

$$f \approx \frac{mgh_{0n}}{s_{0n}} \times 5\% = 0.2 \times 10 \times 0.5 \times 0.05 \\ = 0.05 \text{ (牛顿)}$$

二、学生分组实验的一般过程和教学要求

学生分组实验的过程，一般分为三个阶段：准备、操作和总结阶段。

1. 准备阶段及其要求

本阶段的主要任务是使学生明确实验目的，理解实验原理、方法，认识实验仪器，做好操作与记录的准备工作，其核心是理解实验方案。这是调动学生实验主动性的前提。如果对目的、原理不了解，依葫芦画瓢地做一阵子实验，稀里糊涂地记了一批数据，这就很难说有什么好的收效。对科学的实验研究来说，构思阶段非常重要。教师正是在实验的准备阶段中，让学生学一点科学构思的方法。因此，教师要充分重视准备阶段的引导工作，如引导学生认真阅读实验教材，提出一些问题帮助学生思考和理解例如，在做“把电流表改装成伏特表”的实验以前，可布置如下几个问题：

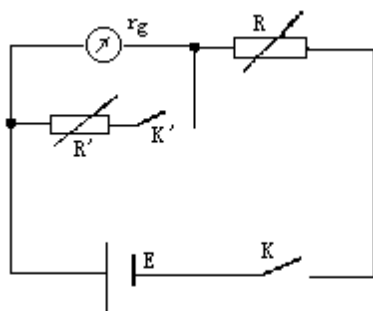


图 7-20

(1) 怎样才能把电流表改装成伏特表？在计算电表的附加电阻时，应当知道电流表的哪些参数？

(2) 在按图 7-20 的电路测电流表内阻时，为什么要满足 R 远大于 R' (例如 $R \geq 100R'$) 的条件？怎样才能满足 $R \gg R'$ 的条件 (怎样选择电路中的两个可变电阻和电源输出电压)？

(3) 在校正伏特表时，应按怎样的电路测试？改变

电压应选择滑线变阻器的分压器电路，还是限流器电路？

此外也可以通过教师引导下的学生讨论，共同设计和理解实验方案，特别是对探索性的实验，更应注重这方面的引导。

学生理解了方案，还不能认为已完成了必要的准备工作，还必须考虑学生是否具备进行实验的技能。只有事先为学生进行实验基本铺平了道路，才能使他们在有限的课堂时间内，把精力集中在解决主要矛盾方面。

例如，高一力学中有一组关于利用电磁打点器的实验。对学生来说，这是一种新的实验方法，它涉及到打点计时器的原理和使用，有关的实验原理和操作要求，纸带数据的处理方法等，因此是比较困难的。教材中分成几个不同内容的实验，分散了教学的难点。教师应当根据各次实验的侧重点引导学生做好预习工作。

还须说明一点，预习决不只是看书。对于一些学生尚未见过的仪器，光靠看书往往是难于弄懂的。教师应当抽出一定时间，让学生边看实物，边看教材，或者一边听教师讲解一边看示范操作。

2. 操作阶段及其要求

它是把实验方案变为实践的阶段。在这个阶段中，学生的主要任务是：安装和调整仪器，操作控制实验条件的变化，观察测量，取得必要的实验数据；排除可能出现的故障，这是培养学生实验技能和良好习惯的关键阶段。

总的说来，在学生分组实验的教学过程中，应始终注意发挥学生的主动性，使他们带着明确的目的，认真地观察，积极地动手操作和动脑思考。实验中遇到一些问题，教师应善于启发，不要包办代替。这样尽管

学生可能遇到一些麻烦，但收获是大的。还需要辩证地处理好发挥学生主动性与严格要求的关系。实验中有一定的程序规范和动作规范，应当使学生了解这些要求是以科学理论为依据，并经过实践总结出来的，以提高学生执行规范的自觉性。其次，执行规范也不是要求学生机械的操作。相反，应要求学生手脑并用。例如，调节天平底座的时候，就必须根据重垂线的垂尖位置思考底脚螺丝的调节旋向。当然熟练以后就会成为一种技能。实验步骤是根据实验程序的总要求来制订的，但也不是千篇一律。可适当鼓励学生在不违反操作规程基础上有所创新。再次，应当看到严格要求对于培养学生良好习惯和作风的意义，从一开始就要严格要求，许多学生在连接电路以前，从不考虑各器件放置的位置，乱七八糟，有的仪器表面背对着自己，他们认为，只要电路正确就行了。还有的学生准备不认真，不按操作规程操作，使仪器损坏，实验结束，桌面场地零乱，仪器不复位。造成仪器零件及材料丢失。如果老师放松要求，久而久之不仅养成学生毛毛糙糙的作风，而且极不利于对学生品德特别是科学态度的培养，对于学生今后的工作学习也很不利。在实验指导的过程中，教师应抓住好坏典型，不失时机地提出对全体学生有教育意义的问题。

3. 总结阶段及其要求

本阶段的一般任务是：处理数据，分析结果及完成实验报告。这是从现象上升到理性认识的重要阶段。在这个阶段中，教师应引导学生发挥思维的能动作用，学习数据处理的某些方法，了解影响实验结果的因素，培养实事求是的态度和科学作风。

值得一提的是如何对待“不满意”的结果。应当使

学生认识到，改一改数据，凑成“好的结果”是十分错误的；简单地归结为仪器粗糙，对自己也无益处；应当仔细分析实验经过和实验条件，找出产生问题的原因，必要时重做实验。有时看上去实验是失败了，但对一个认真的实验者来说，收获不一定就小，获取实验数据是一件严肃的工作，任何时候都不允许草率从事，更不用说弄虚作假，在教学实验中就要强调这种科学精神。此外，还应当向学生指出：教学中的实验只是给大家提供学习和训练的机会，科学上的发现绝不是这样轻而易举地得到的；不是通过一、二节课的时间就能使理论得到验证或发展的。

学生分组实验教学教案一则

用电流表和电压表测定电池的电动势和内电阻

[教学目的]

1.使学生掌握用伏安法测定电池的电动势和内电阻的方法。

2.培养学生分析、处理实验数据的能力，并在取得实验数据后，能用公式法和图线法求出电池的电动势和内电阻。

3.通过对几个问题的讨论，使学生对测定电池内电阻和电动势有较为全面的认识。

[实验器材]

电源（串联的两节旧干电池）、电流表、电压表、滑线变阻器、电键、导线等。

[课时分配]

两课时。第一课时检查实验预习情况、做实验并取得实验数据。第二课时处理实验数据，求出电池的电动势和内电阻，在此基础上开展讨论。

[教学过程]

(第一课时)

一、检查实验预习情况

课前要求学生阅读教材 72—74 页和 339—340 页，思考“预习思考题”以及写好预习实验报告。本次课一开始，教师通过下列方式检查预习情况：

1. 提问：本实验的目的和要求是什么？

实验目的：测定电池的电动势和内电阻。实验要求：采用伏安法测量。改变外电路的电阻 R ，测得对应的几组 V 、 I 数据后，分别用公式法和图线法求出电池的 ε 和 r 值。

2. 抽学生在黑板上画出该实验的电路图，如图 7-21a 图所示。估计一般能正确画出，若有错误，让学生检查和纠正。对主动在黑板上作图或纠正错误者，教师应即时表扬。

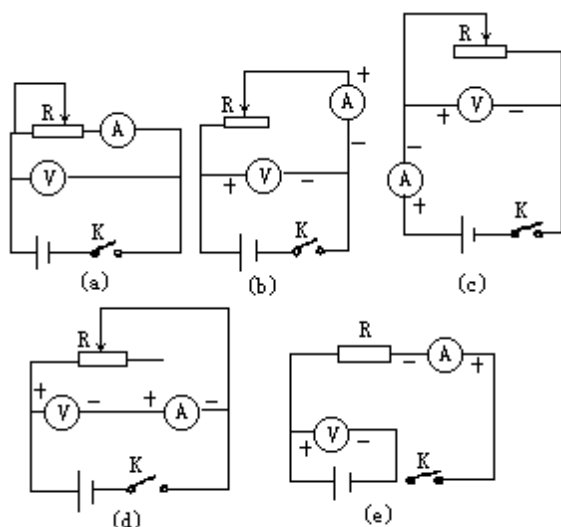


图 7-21

3. 用小黑板展示预先画好的下列电路图，让学生判断哪些正确，哪些错误？

图 b、c 正确．图 d 有错：Ⓐ测不出干路电流．图 e 有错：Ⓐ的接线反接；K 不能控制电压表；滑线变阻器未起作用．

教师归纳：连接正确，Ⓥ量端电压，Ⓐ量干路电流，K 能控制整个电路，Ⓥ、Ⓐ与电源的连线为正接，R 应能连续改变．

4. 讨论：怎样用图线法求电池的 ε 和 r ？学生讨论回答，教师小结．

以 I 为横坐标， U 为纵坐标，通过改变 R 的大小，得到对应的各组 I 、 U 值．由欧姆定律， I 、 U 的关系为 $U = \varepsilon - Ir$ ，即 U 是 I 的一次函数，故它们的关系是一条直线．通过描点画线，将直线延长，使它跟纵轴和横轴相交．与纵轴相交的纵坐标表示外电路断路时的路端电压． $U = \varepsilon - Ir$ ，断路时 $I = 0$ ， $\varepsilon = U$ ，故交点的纵坐标值表示 ε 的大小．与横轴的交点的

横坐标表示短路电流． $\because U = \varepsilon - Ir$ ，短路时 $U = 0$ ， $\therefore Ir = \varepsilon$ ，则 $r = \frac{\varepsilon}{I}$ ，

可见直线的斜率的绝对值就是电源的内电阻．

5. 提问：描点连线的原则是什么？有人将所有点连接，结果成了一条折线，对吗？

实验总有误差，所有的点不可能在同一条直线上，把所有的点连接起来成了折线的做法是不对的．原则是尽量使更多的点在一直线上，不在直线上的各点尽可能对称地分布在直线的两旁，这样做就减小了误差，提高了实验精确度．

6. 交待实验时应注意的问题：

(1) 注意仪器的调整和使用．

使用 Ⓥ、Ⓐ前，应先将它们的指针调零．

各种用电器连线时，应注意前面所述的问题。

注意量程的选择。①应略大于 ε ，②应先选最大量程，若发现当 R 调至最小，电流值还未超过 0.6 安培时，再改用 0.6 安培的量程。

通电前， R 的滑动触头应滑到使电路的电阻为最大处。

(2) 接好电路，经老师或其他同学帮助检查无误后，方能闭合电键。

(3) 由于电池内阻很小，因此改变 R 时 $U_{\text{外}}$ 的改变不大，读取③值时要特别细心。变阻器 R 值取小一点好，但又要警惕 R 过小引起电流过大而损坏电流表。

(4) 强调实验应具有的良好习惯和素养，并提出具体要求。如：

爱护实验器材，严格遵守操作规程，克服实验的盲目性。

保持安静，有问题举手示意。

保持环境清洁。做完实验后，整理器材，物归原处。

二、进行分组实验

教师此时的任务是注意巡视并了解各个实验小组在实验过程中遇到的问题，及时启发他们思考并协助找到解决问题的办法。

教师也可以深入到个别小组，检查和指导学生正确进行实验，观察每一个实验环节，以培养学生严格的科学态度和正确的实验方法。当发现典型错误时，应及时提醒全体同学注意，不致重犯。

教学进度：第一课时各组应完成取得 6 组以上 U 、 I 实验数据。

物理概念教学

物理概念是客观事物的物理共同属性和本质特征在人们头脑中的反映，是物理事物的抽象。如何使学生形成、理解和掌握物理概念，进而掌握规律，并使他们的认识能力在这个过程中得到发展，是中学物理教学中的核心问题。究竟应该怎样认识和进行物理概念教学呢？这里讲一讲它的一般规律性问题。

物理概念教学的重要性

物理概念教学的重要性，大致可以从以下三方面来加以认识。

一、物理概念是物理学最重要的基石

任何一门学科，如果没有一些概念作为分析、综合、判断、推理等逻辑思维的出发点，就不可能揭示这门学科的内容，形成学科的体系与结构，也就失去了这门学科存在的价值。

纵观物理学内容，大体可分为物理现象、事实、概念、规律和理论。其中物理概念是物理规律和理论的基础。因为物理规律（包括定律、原理、公式和定则等）揭示了物理概念之间的相互联系和制约关系。例如，如果学生对力、质量和加速度这几个概念搞不清，那就无法理解和掌握牛顿第二定律，更谈不到正确应用了。可以这样说，如果没有一系列物理概念作为基础，就无法形成物理学的体系。例如，若没有电路、电流、电压、

电阻磁感应强度、电磁感应等一系列概念,就不能形成电磁学;同样,若没有光源、光线、实象、虚象等一系列概念,也就无法形成几何光学.所以,在中学物理教学中,要使学生比较系统地掌握进一步学习现代科学技术所需要的物理基础知识,首要的就是让学生掌握物理概念.

二、让学生掌握好物理概念是物理教学的关键

教学实践表明:物理概念是物理基础知识中既不易教也不易学的内容.目前中学生普遍感到物理难学,其症结之一就在于物理概念教学没有搞好.在教师方面,往往是由于不同程度地存在着只注意让学生多做练习,而不注重让学生形成正确的物理概念;在学生方面,往往只注意背定义,记公式、做练习题,而忽视了对物理概念的理解.其结果必然是丰富的物理含义被形形色色的数学符号所淹没,概念不清就会越学越困难,怎么还谈得上知识的灵活运用呢?事实上,能否使学生逐步领会某些重要的基本概念,如力、功、能等等,达到教学要求,不仅直接影响学生对某一章节的学习,而且会影响对整个物理学的学习.所以,让学生掌握好物理概念是物理教学成败的关键.

三、物理概念教学是培养能力,开发智力的重要途径

学生形成理解和掌握物理概念,是一个十分复杂的过程.在这一过程中,要在物理环境中通过观察、实验获取必要的感性知识,或者用实验对结论进行检验;要运用物理学方法,通过复杂的思维过程(分析与综合、比较、抽象与概括)把新事物与自己认知结构中原有的概念联系起来,通过同化或顺应来认识和理解新事物;

还往往要运用数学知识和数学方法来表达概念，形成初步概念以后，还要从与其它概念的比较、分析中，从新旧概念之间的联系中，从学习有关的物理规律中，从反复应用概念去解释现象或解答问题中，不断加深对概念的认识和理解。所以，引导学生形成物理概念和发展对概念的理解，是学习物理学方法、培养学生多种能力（特别是思维能力）、开发学生智力的重要过程和途径。

物理概念的特点

物理概念具有以下两个特点。

一、物理概念是观察、实验和科学思维相结合的产物

例如，我们观察到下列一些现象：天体在运动，车辆在前进，机器在运转，人在行走等等。尽管这些现象的具体形象不同，但是撇开它的具体形象，经过分析、比较，就会发现其共同特征，即一个物体相对于另一个物体的位置随时间在改变。于是，我们把这一系列具体现象共同的特征抽象概括出来，叫做机械运动。再比如，平动概念的形成，也要在观察一系列事实或实验的基础上，分析平动的共同特点，把它跟非平动的区别搞清楚，平动的概念就初步建立起来了。进而还要判断，在共同特征中，哪些因素和我们研究的问题有关，哪些因素无关，抓住的特征是不是共同的本质特征……。对于所做出的判断，还要通过实践（实验）跟其它概念联系起来加以检验。一些复杂的概念的形成过程，还往往要经过一个推理过程。例如，熵的概念的建立（目前，我国普通中学不涉及这方面的内容，中师物理课本涉及到这方

面的常识)。众所周知,一切热力学过程,都满足包括热现象在内的能量转换和守恒定律。然而,满足能量转换和守恒定律的过程,是不是一定能实现呢?大量的观察结果表明:在热传导方面,热自动地从低温物体传向高温物体的过程,是不可能实现的;在扩散现象中,气体分子自动地从密度小的地方迁移到密度大的地方也是不可能实现的;在液体流动现象中,液体自动从低水位流向高水位,是不可能的;在电荷运动现象中,原来静止的正电荷自动地从电势低的地方向电势高的地方运动,也是不可能的。以上现象虽然也满足能量转换和守恒定律,但它们是是不可能实现的。这就是说,自然界中的自发过程是有方向性的,也是有一定限度的。判断不同自发过程的方向和限度的标准,也是不同的:判断热传导、扩散、水流、电荷运动自发过程方向和限度的标准分别是温度、密度、压强和电势。于是人们自然会想到:能不能找到一个判断一切自发过程方向和限度的共同标准呢?问题就是这样从众多的物理实际通过推想提出来的。进而,根据大量的观察、实验事实,通过分析、抽象、概括以及数学推理等科学思维,建立了熵的概念。

总之,物理概念是观察、实验与科学思维相结合的产物。

二、大量的物理概念具有定量的性质

许多物理概念所反映的客观事物的本质属性具有明显定量的性质,也就是说,概念可以用一个可测量的量来表示,如速度、加速度、电场强度、电阻、电压等,这类概念称为物理量。以速度为例,它是反映物体某时刻运动的快慢和方向这一属性的,然而物体运动的快慢程度只有用一个量才能准确地反映出来。例如某人某时

步行的速度是 5 米 / 秒向东，这就能准确地反映出这个人走的快慢和方向。由于物理量有确定的量的性质，因此总是可以跟数学和测量联系起来。

物理量按照它反映客观事物属性的性质来分，可分为：

(1) 状态量和过程量。状态量是描写状态的物理量。研究对象的状态一定，它就有确定的量值。如速度和位置坐标是从运动学角度描写物体状态的物理量；动量、能量（动能和势能）是从动力学角度描写物体状态的物理量；压强、体积和温度是描写气体状态的参量，也是状态量。状态量往往可以用态函数来表示。

过程量是描写过程的物理量。力学中的位移、功、冲量，热学中的热量等等，都是过程量。一般说来，不同的过程，具有不同的量值。

(2) 性质量和作用量。性质量是描写物质或物体的某种性质的量，如密度、倔强系数、比热、电阻、电场强度、介电常数、磁感应强度，电容等等。作用量是描写物体间相互作用的量，如力、力矩、功、冲量等。

(3) 微观量和宏观量。微观量是描写单个微观粒子的量，如电子的质量、电量、速度、单个分子的动能、势能等等。宏观量是描写宏观物体或系统性质或状态的量，其中有些宏观量是描写大量分子、原子，或大量基本粒子运动所表现出来的宏观性质，如气体的压强、温度、体积，都是大量微观量的统计平均值，具有统计平均的含义，这些量对于单个分子、原子是没有意义的。

(4) 矢量和标量。有些物理量它们既有大小，又有方向，是矢量，如力、速度、加速度、动量、电场强度，……。矢量的叠加应遵循几何学法则，即平行四边

形法则．只有大小、没有方向的量，是标量，如时间、质量、功、能、电势、电流，……．标量的运算遵循代数学法则．

(5)相对量和绝对量．凡与选择参照物或坐标系有关的物理量，都是相对量，如位移、速度、动量、动能、势能、功、电场强度、磁感应强度等等．凡与参照系的选择无关的物理量，都是绝对量．如各种普适恒量，再如在两个惯性参照系符合伽利略变换的条件下，力、加速度、质量等等．

(6)物理量按国际单位制又可以划分为基本物理量和导出物理量：

基本物理量是人们根据需要而选定的．基本量不是用其它物理量来定义的．基本量的数目，应该是能融洽一致地和明确地描述物理学中所有各量所必需的最小数目．目前，国际单位制中采用的基本物理量有七个，即长度、质量、时间、电流、热力学温度、发光强度和物质的量．它们的计量单位分别是米、千克、秒、安培、开尔文、坎德拉和摩尔．

导出物理量是以基本物理量为基础、按照某种定义或根据有关公式推导出来的物理量，因此一切导出物理量都可以用基本物理量的组合方式来表达．在力学中，所有的物理量都可以由长度、质量和时间这三个基本量导出；在电学中，除了上述三个基本量，再加上电流这一基本量，就可以导出所有的电学物理量．

还有些物理概念，虽然没有直接的定量性质，但在表述和研究它们时，往往离不开定量的描述．例如，“机械运动”这个概念，实际上表示物体在空间的位置随时间的变动，这里归根到底仍然涉及位置与时间的函数关

系。

正是由于组成物理学的基石——物理概念大多具有定量的性质，因而研究物理学，就必然离不开数学和实验测量。

重点物理概念的教学要求

在众多的物理概念中，有为数不多的概念是基本概念。所谓基本概念，是指物理学中最基础、最核心的概念。它们在物理学发展过程中贡献最大，它们反复出现在许多定律中，并经常运用，而且最有生命力。

由于教学层次的不同，在初中、高中、及至大学物理教学中，总是选取与教学内容相应的一些基本概念作为教学的重点，这就是重点物理概念。对重点物理概念，要求学生达到“掌握”和“牢固掌握”的程度。而对其它概念，有的只需要“了解”，有的要求“理解”。对重点物理概念的具体教学要求是：

一、明确建立概念的事实依据和研究方法

要使学生形成正确的概念，首先应从具体的事例出发，即通过联系学生在生活实践中观察到的物理现象，列举各种事例及进行必要的实验等等，使学生明确建立概念的事实依据，使之对有关的物理现象和过程有必要的感性认识，以建立起对研究对象的正确清晰的表象，这是形成概念的基础。其次，概念的形成，并不是感性材料的堆积，而是对物理现象和过程等感性材料进行科学抽象的产物。因此，在学生已有足够数量的感性认识的基础上，就要引导他们进行科学的抽象，即引导他们运用比较、分析、综合、想象、归纳、概括等方法，去

逐步抓住事物的本质特征，以达到认识从感性到理性的飞跃。所以在概念教学中，既不能只提供形成概念的事实依据而不同时引导学生进行科学的思维活动，也不能只是从概念到概念，从理论到理论的简单“演绎”。

不同的概念，它们的引入和建立的方法可能各不相同。在中学阶段，建立物理概念主要有以下几种方法。

1. 物理概念是科学抽象的成果。在中学物理教学中，常用的抽象方法有以下三种：

(1) 分析概括一类事物的共同本质特征(本质属性)

象前面谈过的机械运动、平动概念，就是通过分析、比较、综合、概括，抽象出事物共同的本质特征。小孩形成“人”、“房子”等概念时，就运用了这类抽象的方法。所不同的是，形成日常生活中的那些概念时，事物的共同特征比较直观，容易理解，而物理学中抽象出来的共同特征不那么容易琢磨，需要有足够的、典型的感性材料做基础，更加注意通过分析、比较，认识所列举的同一类事物的共同特征，以及容易混淆的两类事物之间的根本差别，才能形成比较清晰的概念。

(2) 把物质、运动的某种属性隔离出来，得到表征物质或运动的某种性质的物理量，如密度、速度、比速度、比热、电阻、电场强度、磁感应强度等等。这种类型的抽象，特别是用两个(或几个)物理量的比值来定义的物理量，在中学物理教学中用得很多，而学生常感到困惑。我们应当通过一些重要物理概念的教学，教会学生这类抽象方法。

(3) 用理想化方法进行科学抽象。

质点、刚体、理想气体、检验电荷、纯电阻等等，是把研究对象本身理想化；无摩擦的表面、绝热容器等

等,是把物体所处的条件理想化;匀速直线运动、简谐振动、光的直线传播等等,是把物理过程理想化。理想化方法就是对所研究的事物突出起主要作用的性质或条件,完全忽略其它性质或条件而进行的一种科学抽象,它反映所研究事物的本质特性,呈现所包含的主要矛盾。理想化方法是物理学研究中最基本、最重要的思想和方法之一。

2.物理学中的概念组成一个体系。各个概念间有着紧密的逻辑联系,一个物理概念,往往既是前面概念的发展,又是后面的概念的基础。因此,抓住新旧概念的逻辑联系展开,也是建立物理概念的方法之一。具体的方法有:

(1)推导法。就是依据概念之间的联系,从一个或几个已知概念推导出另一个概念。例如,由速度、速度增量、加速度等概念推导出向心加速度等等。

(2)类比法。借助类比来引入和建立概念的例子很多,如类比水压引入电压,类比光波讲物质波,类比重力势能研究电势能等等。

此外,在许多物理规律的表达式中都有比例系数,这些比例系数可分为两类:一类是普适恒量,对不同物质是同一量值,如库仑定律中的 k ,万有引力定律中的 G 等等;另一类则因物质的不同而异,它反映了物质的某种属性,因而是一个物理量,如 $F = \mu N$ 中的摩擦系数 μ ,电阻定律

$R = \rho \frac{l}{S}$ 中的电阻率 ρ ,以及自感系数等等。所以,有时要通过对物理

定律表达式中比例系数的讨论,引入和建立新的物理概念。对于这类物理量,要引导学生认清它所反映的

物理本质，而不要仅仅当作一个比例系数来看待。

二、理解物理概念的内涵

物理概念的内涵就是指概念所反映的物理现象、物理过程所特有的本质属性。在概念教学中，必须使学生理解概念的内涵。例如“密度”这个概念，一定要懂得不同的物质，其质量和体积的比值是不同的；而同一物质，其质量和体积的比值却是一定的。只有从这两方面来分析，才能使学生明白：对一定的物质来说，不管其质量和体积的大小如何，它们的比值是不变的。这种比值不变性，就是物质的某一种本质属性的

反映，叫做密度。理解了这一点，学生就不会把 $\rho = \frac{m}{V}$ 看成是某种

物质的质量越大，密度越大，体积越大，密度越小了。

物理量的内涵，除了用语言文字把它所反映的本质属性定性地给予表达以外，还要由定性分析进入定量分析，获得它的定义式。用数学公式定义物理量最严密、最精确、最概括。定义式从质和量的两个方面反

映了物理量的内涵。例如，加速度的定义式（量度公式） $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ 就

可以把速度变化快慢定量地反映出来，同时给出了它的量度方法。所以，对于物理量，应使学生把它的文字表述和数学表达结合起来，从质和量的两个方面来理解它的内涵。

应当指出：一般用物理量的比值表达的定义式，是物理量的量度公

式,不是它的决定条件式.例如, $R = \frac{U}{I}$ 是电阻的量度公式,导体电阻的大小是由 $R = \rho \frac{l}{S}$ 决定的;又如, $a = \frac{v_2 - v_1}{t}$ 是加速度的量度公式,而加速度的大小和方向决定于 $a = \frac{\sum F}{m}$,再如,

$$C = \frac{Q}{U}, E = \frac{F}{q},$$

分别是C和E的量度公式,不是决定条件式等等.在教学中,要引导学生分清物理量的量度公式和它的决定条件.

三、了解物理概念的外延

概念的外延就是指具有概念所反映的本质属性的对象.通常说的概念的适用范围就是指概念的外延,它说明概念反映的是哪些对象.例如,重力、弹力、摩擦力、磁场对电流的作用力,属于力这一概念的外延.在概念教学中,对一些重要的基本概念,要逐步使学生了解它的外延,使学生通过对物理概念外延的学习,逐步深化和扩展对概念的理解.

四、了解概念与有关概念的联系与区别

联系的观点是认识事物、研究事物的一个基本观点.在教学中,揭示不同概念之间的联系,有助于学生理解知识间的内在联系,从而加深和扩展对所学概念的认识和理解,也有助于逐步掌握学科的基本结构.通过比较,了解概念之间的区别,就能使学生分清不同概念所反映的不同本质属性,避免概念之间的混淆不清,这对于学生正确地理解概念,也是十分必要的.例如,在电学中,电势、电势能、电动势是三个既有联系又有本质区别的概念,学生只有认清了它们之间的联系与区别,

才能准确地理解这三个概念。

五、学会运用概念

“学以致用”是我们的教学目的，也是概念教学中的一个基本要求。因为只有通过运用，学生才能真正掌握概念；同时，在运用过程中，学生对概念在理解上的缺陷才能暴露出来，以便于进一步有针对性地加以纠正，完善和深化学生对概念的理解。如学过“密度”这一概念后，可以向学生提问：质量是 1kg 的钢球，切去 500g，其密度是否变化？或许有学生回答：质量减少一半，密度也是原来的一半了。这时就应引导学生分析，物质的密度是否与其质量的大小有关？通过分析，让他们悟出密度没有变化的道理，从而加深了密度是物质的固有属性的理解，也进行了分析方法的初步训练。再如，学生只有运用合力与分力的概念解答一定量的练习题以后，才有可能真正掌握合力与分力的等效代替的实质及其定量含义。

中学生学习物理概念中常见的问题

1. 经验中形成的不正确、不科学的观念的干扰

学生在学习物理之前，从日常生活中积累了不少与物理有关的感性经验，其中有些经验中形成的观念是错误的或片面的。从而干扰了正确概念的形成。例如认为摩擦总是阻碍物体运动的，只有浮在液面上的物体才受到浮力，物体受力才运动等等。即使在学了阿基米德定律以后，你若问体积相同的一个木球和一个铁球，浸没在水中受到的浮力哪个大？仍可能有学生回答：木球。理由是木球浮在水面上，而铁球则下沉了。诸如此类，说

明在经验中形成的错误观念，在学生头脑中是多么顽固。因此，要想使学生形成正确的概念，必须设法排除错误观念的干扰，最有效的方法就是做实验。

2. 感性认识不足或已有概念不清

在学生形成概念的过程中，如果提供的感性认识不足，则往往无法形成正确的概念。例如，如果没有足够的实验让学生观察到电磁感应现象，就很难使学生形成电磁感应这一概念。有的概念的形成，要以已有概念为基础，若已有概念不清，也很难形成正确的新的概念。例如，若功的概念不清，就很难形成功率、机械效率的概念。

3. 抽象思维能力不足，有些概念难以理解

在物理学中，某些概念的建立过程，涉及到比较抽象而复杂的思维过程，学生要理解它们，需要有较高的抽象思维能力。例如，电场强度的建立过程：首先，用“理想实验”的方法，把理想化的“检验电荷”引入学生感到很抽象的电场中来研究，先考察电场中的某一点，得到在

该点 $\frac{F}{q}$ 是一个恒量（与检验电荷 q 和 F 的大小无关）；从个别到一

般，考察电场中的各个点，得到在电场中任一点都有一个恒量 $\frac{F}{q}$ ，

对不同的点， $\frac{F}{q}$ 不同。由此得出， $\frac{F}{q}$ 反映了电场中各点具有的性质。

于是概括为：放入电场中某一点的电荷受到的电场力跟它的电量的比值，

叫做这一点的电场强度（ E ）。 $E = \frac{F}{q}$ ，是一个矢量。虽然，在这一

概念的建立过程中，研究对象电场本身很抽象，又

涉及到“理想实验”、“理想模型”，“由个别到一般的归纳推理”、“把物质的某种性质隔离出来，用两个物理量的比值来定义新的物理量”等多种研究方法。学生初学这一概念，其中有一步“想不通”思维受阻，对这一概念就会不理解了。

对于这类概念的教学，教师必须仔细分析在其建立过程中运用了哪些思维形式和方法，学生对其中的哪些方法不熟悉、不习惯，在哪些地方思维容易受阻。在此基础上，引导学生经过“自我调节”一步步地想通。这样，既教知识，又教方法，学生不仅对概念获得理解，而且有利于发展学生的思维能力，做到“突破一点”，触类旁通。

4. 忽视了量度公式的物理意义

物理量的定义式(量度公式)，应从质和量两个方面来理解。然而，学生对定义式的理解上，往往偏重于其量值方面，特别是学了物理量的定义式以后，接着就要进行大量的计算。这就很容易自觉不自觉地把学生引导到脱离物理概念的数学运算上去，只记住了物理量的量度公式，把它与数学公式同等看待，忽视了它所反映的物理意义。例如，有的学

生由速度的定义式 $v = \frac{s}{t}$ ，把速度理解为单位时间内物体运动的位移，

而淹没了速度表示运动快慢和方向这一物理意义。又如，由电场强的定

义式 $E = \frac{F}{q}$ ，误认为电场强度就是“电场力与电荷电量之比”，从而得

出“电场强度决定于电荷所受的电场力和检验电荷的电量”等错误结论

来.更有甚者,由电阻的定义式 $R = \frac{U}{I}$,得出“电阻与电压成正比,与电流成反比”的错误.

5. 概念间的混淆

学生在学习概念的过程中,对于一些本质不同、但表面相似的概念很容易混淆.例如,对于温度、热量、内能这三个概念,有些学生误认为:热的物体比冷的物体热量多;热平衡时,高温物体降低的温度等于低温物体升高的温度;相同温度的水,质量越大,热量就越多等等.因此,在概念教学中,对于容易混淆的概念,要运用对比的方法,让学生认清它们在本质上的区别.

6. 不会正确运用概念来分析、解决问题

中学生学了概念以后,尽管能顺利地背诵它的定义,但到运用的时候,往往会感到束手无策或发生许多错误.例如,不会正确地运用物理概念分析、判断和解决简单的问题,不会正确地运用物理概念科学地表述问题等等.因此,学生学了概念以后,要让学生有机会运用概念去分析、判断简单的物理现象,分析、解决一些简单问题,并运用概念正确地表达问题.

物理概念教学

在中学物理概念教学中,一般要抓好以下几个环节:

一、创设学习物理概念的环境

在物理概念的教学中,必须首先给学生创造一个适应教学要求、借以引导启发学生发掘问题、思考问题、探索事物的本质属性的物理环境.常用的办法有:

1. 运用实验

运用实验来展示有关的物理现象和过程，不但较之学生在生活中所感受的要深刻和典型，而且创设的情境愈新颖生动，就愈能引起学生的兴趣和积极主动地思考。例如要学习“大气压”的概念，有经验的老师曾创设过这样一个情境：先将一个剥去外壳的熟鸡蛋，置于较蛋稍小的玻璃瓶口上，鸡蛋停在瓶口上不动，接着拿去鸡蛋，将酒精棉花点燃后投入瓶内。燃烧片刻，使瓶中空气稀薄，再将那只蛋置于瓶口上，他们惊疑地看到鸡蛋慢慢被瓶子“吞入”最后落在瓶中。面对这种意想不到的现象，他们不但立即引起了浓厚的兴趣，而且激发起主动探索其中奥秘的积极性，如图 8 - 1。再如，进行“自感”教学时，按照课本的图示，演示通电自感和断电自感现象，在教师的引导下，学生通过观察演示，就会对这个问题产生强烈的兴趣，并且很自然地想到：

(1) 在通电的瞬间，为什么并联的两个灯泡一个先亮，另一个后亮？这两个支路有什么不同之处？(2) 断电的瞬间，为什么与线圈并联着的灯泡突然一亮（比原来还亮）？由此可见，演示的装置和现象，以及由此引起的疑问，为进一步进行思维加工提供了很好的基础。这里要注意的是，运用实验来创设学习概念的环境，既要有利于激发学生的兴趣和求知欲望，更要引导学生把注意力集中到被研究的对象和现象上来，注意观察它的变化及其产生条件，以便从中发现它的本质属性。



图 8-1

2. 利用学生积累的生活经验

学生在日常生活中，观察和接触过许许多多物理现象和应用物理知识的事例。善于恰当地利用学生已有的生活经验，也能创设良好的物理环境。例如，在进行压强、摩擦、惯性等概念的教学时，都可以利用许多典型、生动且为学生熟知的事例来创设物理环境。这种通过“第二信号系统”，运用生活事例来创设的物理环境，会使学生有身临其境的感觉。但要注意，事例要恰当和典型，语言要简练生动，所举的事例必须是学生确已熟知的事例，否则会使学生感到不可捉摸。

3. 抓新旧知识的逻辑展开

新概念往往与已学过的概念、规律之间存在着有机的联系。抓住新旧知识间的联系，从已有知识出发，通过逻辑展开，把新概念自然地引伸出来，也可以创设学习新概念的良好物理环境。例如，以一定的实例分析为依据，由速度→速度变化（速度增量）→速度变化的快慢（速度的变化率）→加速度。象这样步步深入地引出加速度，可以使学生认识到引入新概念的客观性和必要性，使知识系统连贯，便于学生理解、掌握和不断深化，也有利于发展学生的逻辑思维能力。

此外,通过介绍生动有趣的物理学史实或故事,通过有启发性的提问,运用图表、幻灯、电影、电视、录像、参观等方式,也可以创设良好的物理环境。

二、进行思维加工

物理概念是对物理现象、过程等感性材料进行科学抽象的产物。在概念教学中,若只向学生提供形成概念的感性材料,而不同时让学生参与思维加工活动,尽管教师在作出概念的文字或数学表达时讲得很清楚,但对学生来说,表面联系和内在联系、感性认识和理性认识、生活经验和科学概念仍处在分离的状态。因此,要使学生形成正确的概念,就必须在他们获得足够的感性材料的基础上,按照物理学中建立概念的方法,引导学生运用比较、分析、综合等思维方法,对感性材料进行思维加工,进而抽象概括出事物的本质属性,从而使他们形成概念。在此基础上,引导学生用精炼的语句将这个概念的内涵表达出来。对于物理量,还应引导学生从实验数据或实例分析出发,紧扣它的物理意义,运用一定的数学知识,得出它的定义式。进一步通过比较、分析,使学生理解该定义式怎样从质和量两个方面反映它的物理意义;它的适用范围是什么。

例如,电阻这个概念的教学,学生从实验中直接取得的是几组数据,如何对这些数据进行分析、比较、抽象、概括,使学生形成电阻这一概念呢?首先研究一组数据,从对这一组数据的分析、整理中可以得出:对同一导体,加在它两端的电压 U 与通过它的电流 I 之比,是一个与 U 和 I 都无关的恒量 R ;然后再考查另一组(或几组)数据,也可以得到同样的结论,于是可以初步概括出如下结论:每个金属导体本身都存在着一个恒量 R ,

不同的导体具有不同的 R 值。这时，可以启发学生运用类比联想，如同种物质它的质量和体积的比是一个恒量，不同物质这个恒量的值不同，这个恒量表征物质的一种特性——密度。再让学生悟出这个不同的恒量 R ，也一定表征着导体的某种固有特性。接着引导学生对几组数据进行比较、分析和推理，可以得到如下结论：在相同的电压下，恒量 R 值大的电流小，恒量 R 值小的电流大，因此， R 的大小反映了导体对电流阻碍作用的大小，于是引出电阻这一概念。最后，让学生试用文字及数学式 $R=U/I$ 作出正确的表达。

对比是常用来认识几种事物的质或量之间的区别和联系的一种有效方法。在概念教学中，要引导学生运用对比的方法，来分清有关概念之间的区别和联系，以加深对概念的理解。例如，对比蒸发与沸腾、串联与并联、交流电与直流电、电动势与电压、干涉与衍射、热量与比热等等。

三、运用

当学生初步形成概念后，必须及时给他们提供运用概念的机会，让他们将抽象的概念“返回”到具体的物理现实中去，使他们在运用概念联系实际或解决具体问题的过程中，巩固、深化和活化概念，看到自己在学习中的收获，会更激起进一步学习的兴趣和主动性。同时，特别要注意逐步教给学生正确运用概念去分析、处理和解决物理问题的思路和方法。引导他们在运用已有的概念去面对新的物理现象时，勇于提出问题，勤于思考，扩大认识范围，逐步提高他们分析、解决物理问题的实际能力。所以，运用是使学生把学到的知识转化为能力的关键。

例如,学了“惯性”和“摩擦”以后,向学生提问:如果锤头从木把上脱落,用什么办法把锤头装牢?道理如何?让学生运用学过的“惯性”、“摩擦”等知识解决这一简单的实际问题,并分析、说明它的道理.又如,在学了电阻的概念以后,可以让学生讨论:通过某导体的电流为 1A 时,测得它的电阻为 2Ω ,现在若让它通过 2A 的电流,则其电阻为多大?有的学生认为电阻与电流成反比,是 1Ω .在学了电功率的概念以后,还可提问:当通过一个导体的电流增大到原来的 3 倍时,电流的功率为原来的几倍?有的学生会回答“3 倍”,如此等等,问题都出在对电阻概念没有正确的理解,有的是不会正确地分析运用.因此,对前者可启发学生:导体的电阻是否随着通过的电流的改变而改变?让学生回到讨论电阻这个概念的定义去解决.对后者,可以启发学生思考,当通过某一导体的电流增大时,两端的电压变不变?怎么变?为什么?这样通过讨论和分析,让学生总结教训,有利于对概念的深入的理解和掌握,同时也使学生受到运用概念去解决物理问题的训练.练习不宜过多,关键在于问题的典型性、启发性、灵活性是否突出,是否对学生有针对性.

最后,应当指出,人对任何事物的认识包括物理概念在内,都有一个过程,都是有阶段性的.因此,物理概念教学也要注意它的阶段性,不能一开始就企图讲深讲透,那样效果反而会适得其反.真正重要的是应该做到既使每个阶段具有十分明确的适度的要求,又使各个阶段相互联系,逐步加深扩展,切不要使之僵化.

物理概念教学教案三则

一、力(初中物理)

[教学目的]

初步了解力的概念，认识力的作用的相互性，明确施力物体与受力物体，初步了解抽象出物理概念的基本方法。

[教具]

弹簧、钩码、铁球、条形磁铁、水槽、浮体、有机玻璃、塑料纤维（或丝绸）、塑料泡沫颗粒。

[教学方法]

1. 谈话：充分利用学生已有的常识与经验（即前学科概念），通过教师有序的发问指导与采用“变式比较”的原则，让学生从常识与经验中得到升华，形成正确的力的初步概念。

2. 演示：选择恰当的物体相互作用现象的演示，让学生认真观察力的行为，培养他们的观察能力和概括能力。让他们学会从“事件”或行为的发生、发展、结果三个方面来确立力的初步概念，认识力的一些重要性质。

[教学过程]

（一）谈话启发：

1. 引向生活：举例：从人力——手推车、拉锯、提水桶、脚踢球、踢毽子等人体肌肉紧张的感觉中获得力的初步认识。再从物力——推土机推土、拖拉机拉犁、起重机起吊货物等事例，激发学生想象，达到扩展力的概念的目的。

2. 渗透方法：指导学生从上述事例的比较中，寻找共同的特征，尽管发生的事例各不相同，但均发生在两个物体之间，表现为推、拉、提、撞击、挤压等现象，这里包含了初步概括、抽象物理概念的基本方法。

3. 引出力的初步概念：

“我们把发生在两个物体之间，并表现为推、拉、提、撞击、挤压等现象叫做力的作用”。

(二) 演示引深：

1. 演示(1)手提钩码：人从肌肉紧张中感觉到“力”。

演示(2)弹簧吊钩码：人从弹簧形变中“观察”到“力”。

2. 演示(1)手推静止的铁球，铁球由静止转为运动：从肌肉紧张中感觉到“力”。

演示(2)条形磁铁靠近静止的小铁球，铁球由静止转为运动：从铁球由静到动中“观察”到“力”。

演示(3)用塑料纤维或丝绸擦过的有机玻璃棒靠近塑料泡沫颗粒，颗粒被吸引到棒上：从颗粒由静到动中，“观察”到“力”。

3. 指导概括、抽象：

从上述两组实验，通过观察比较，从直接感觉到间接“看到”，其中有一个比较和抽象的过程，将上述力的概念概括为“力是物体对物体的作用”，并将推、拉、提、撞击、挤压等现象概括为力的两个作用效果（即形变或动、静变化，这里暂不提运动状态改变）。

(三) 演示引深：水槽中两个浮体上放两块条形磁铁，演示相互吸引和排斥现象，让学生从观察中获得结论：“物体间力的作用是相互的”进而说明力的相互性质：即一个物体受到另一个物体对它的力的作用时，同时它也对另一个物体施加力的作用。教师要让学生分清施力物体与受力物体并且说明它们同时存在，指出施力物体与受力物体是相对的。

(四) 课堂反馈：(提问)

(1) × 同学说：× × × 的力气很大，他所说的力气

与我们今天所讲的力的概念有什么不同？

(2) 课本上举出坐在船上的人用桨撑岸时，船离岸而去的现象，说明了力的什么性质？若选人和船为一整体作为研究对象，那么施力物体和受力物体分别是哪个？

(五) 小结与说明：

(1) 小结：脱开了物体或只有单个物体均无所谓力，力是发生在两个物体相互作用之间，这不仅说明了力是一个物体对另一个物体的作用，而且还说明了物体间力的作用是相互的。

(2) 说明：我们所说的一个物体对另一个物体的“作用”一词在这里的含义与同学们平时讲的“作用”如“××同学在五讲四美活动中发挥了积极作用”是不同的。力的作用，总是与引起物体形变或者动、静变化联系在一起，没有这两个效果就谈不上“物体相互作用”这个概念。

(六) 布置作业（课外观察与思考）

观察物体在空中自由下落现象，想一想物体在下落的过程中是否受力的作用？为什么？

（作者：马鞍山第二中学汪延茂）

二、动量（高中必修课）

[教学目的]

在学生已初步掌握了冲量这一物理概念的基础上帮助他们建立物体的动量这一物理概念，并使将物体的动量及动量的变化区别开来。引导学生注意物体所受到的冲量跟物体的动量的变化之间的密切联系。

[重点与难点]

这里课的教学重点无疑是动量这一物理概念的内

涵．难点是使学生理解到物体的动量是一个瞬时的状态量，而动量的变化是一个过程量，也就是说谈到物体的动量时，必须了解是哪一时刻的动量，谈到物体的动量变化时，必须了解是哪一段时间内的动量变化．这两者应严格地区分清楚．冲量和物体的动量变化相联系，而不要笼统地认为冲量和物体的动量相联系，让学生明确这一点也是不易的．

[教具]

小黑板（为了节约板书时间，可事先将计算问题抄上）

[教学过程]

教师提问：一个人用同样的力，相同的作用时间，分别推一辆原来静止的轻车和一辆原来静止的重车．这两辆车子所受到的冲量相同吗？它们得到的速度相同吗？（问题提出后，让学生思考一会）

学生经过思考回答后，教师总结：我们的研究对象分别是这两辆车子，因为它们所受到的作用力和力的作用时间都是相同的，因此它们所受到的冲量也是相同的．在相同的力的作用下，质量小的物体所获得的加速度大．质量大的物体所获得的加速度小，经过相同的运动时间，必然是轻车得到的速度大，重车得到的速度小，这是符合日常生活经验的．

教师讲述：受到相同冲量的两个物体．质量大的物体得到的速度小．质量小的物体得到的速度大．大家应格外注意，物体原来是处于静止的状态，受到一个冲量作用后，获得了速度，这表明冲量是跟物体的运动状态的变化相联系的．下面我们进一步来定量地讨论这类问题．

板书：原来静止的小车，受到 0.6 牛顿的力作用 3 秒钟，计算它所获得的速度（不计阻力）。

情况一：小车的质量 0.3 千克；

情况二：小车的质量 0.2 千克。

两个同学板演，其余同学在笔记本上演算一种情况。

板演：情况一：

已知：小车质量 $m=0.3$ 千克

初速度 $v_0=0$

作用力 $F=0.6$ 牛顿

力的作用时间 $t=3$ 秒

求：小车的末速度 v 。

解根据题意小车的动力学分析图如图 8-2：

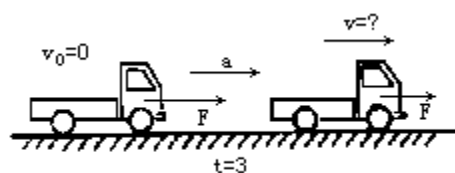


图 8-2

根据牛顿第二定律可知：

$$F=ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{0.6}{0.3} \text{ 米/秒}^2 = 2 \text{ 米/秒}^2$$

根据运动学速度公式：

$$v=v_0+at=2 \times 3 \text{ 米/秒}=6 \text{ 米/秒}$$

答：原来静止的质量为 0.3 千克的小车在冲量 18 牛顿·秒作用下所得到的速度为 6 米/秒。

情况二：

已知：小车质量 $m=0.2$ 千克

初速度 $v_0=0$

作用力 $F=0.6$ 牛顿

力的作用时间 $t=3$ 秒 .

求 : 小车的末速度 v .

解根据题意 , 小车的动力学分析图如图 8-3 所示 .

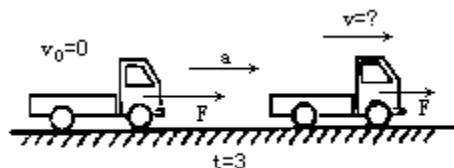


图 8-3

根据牛顿第二定律可知 :

$$F=ma$$

小车的加速度

$$a = \frac{F}{m} = \frac{0.6}{0.2} \text{ 米/秒}^2 = 3 \text{ 米/秒}^2$$

根据运动学的速度公式 , $v=v_0+at=3 \times 3 \text{ 米/秒}=9 \text{ 米/秒}$

答 : 原来静止的质量为 0.2 千克的小车 , 在冲量 1.8 牛顿 · 秒作用下所得到的速度为 9 米/秒 .

教师讲述 : 从以上计算结果可以看出 , 在同样冲量作用下 (上面问题中的冲量为 1.8 牛顿 · 秒) , 质量越大的物体得到的速度越小 , 质量越小的物体得到的速度越大 . 情况一中 , m 与 v 之积为 $mv=0.3 \times 6=1.8 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}$. 情况二中 , m 与 v 之积 $mv=0.2 \times 9=1.8 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}$, 这表明质量和所得到速度的乘积是一个恒量 , 且数值与物体所受到的冲量相等 .

教师提问 : 两个质量不等的原来静止的物体 , 一个受到 0.2 牛顿的力和 10 秒的作用时间 , 另一个受到 5 牛顿的力和 0.4 秒的作用时间 , 它们所获得的速度相等吗 ? 它们的质量 m 与得到的速度 v 的乘积相等吗 ? 分别是多大 ? 请同学们心算后口答 .

学生回答：这两个物体所受到的冲量大小相等，皆为 2 牛顿·秒，在相同的冲量作用下由静止开始运动，所得到的速度大小不等，质量大的物体得到的速度小，质量小的物体得到的速度大，但是 m 与 v 的乘积相等，都是 2 千克·米/秒。

教师讲述：在这里同学们应用了物体的质量跟它得到的速度的乘积在数值上等于它受到的冲量的结论。也就是书上所说的“在同样冲量作用下，质量不同的物体得到的速度虽然互不相同，但质量和速度的乘积都是一样的。”这一判断的前提是初速度为零，失去了这个前提这一判断就不对了。

板书：动量：在物理学中，物体的质量和速度的乘积叫动量。它的专用符号 P 。

$$P=mv$$

教师讲述：谈到一个物体的动量时，必须理解到它的即时性。因为做变速运动的物体的速度是变化的，动量也是变化的。

板书：动量是矢量。某一时刻物体动量的方向就是这一时刻物体的速度的方向。

动量的单位：在国际单位制里动量的单位是千克·米/秒。

教师提问：在国际单位制中，冲量的单位和动量的单位是等同的。请加以证明。（叫一个同学板演）

在国际单位制中冲量的单位是牛顿·秒，动量的单位是千克·米/秒，同时 $1 \text{ 牛顿} = 1 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}^2$ 。

$$1 \text{ 牛顿} \cdot \text{秒} = (1 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}^2) \cdot \text{秒} = 1 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}。$$

这就证明冲量和动量的单位是等同的。

教师提问：两个物体的动量大小相同，是否可以

出这样的判断：这两个物体的速度必然相等。

学生回答：物体的动量由它的质量和速度决定，如果动量相等而质量不等的两个物体相比较，它们速度大小不会相等，质量小者速度大。因而上面的判断是错误的。

教师讲述：可见动量和速度，虽然彼此相关，但含义不同。速度表示物体运动的快慢和方向，动量虽然可以表示出运动方向，但不能表示运动的快慢，有些同学以为动量大的物体运动的必然快，这是片面的。

一个物体的动量表明了使该物体从静止状态获得一定速度或者使以某一速度运动的物体停止下来需要多少冲量，冲量是跟物体的动量变化相联系的，如图 8-4 所示：

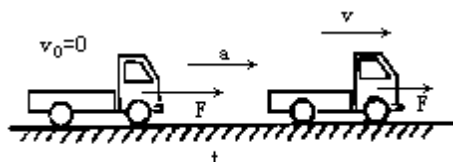


图 8-4

物体的初动量是零，在力 F 的作用下，时间 t 之末物体的动量是 mv ，因此 mv 也可以认为是 t 时间内动量的增量，由前面的分析可知：

$$mv = Ft$$

所以冲量是和动量的变化相联系。

布置作业：(补充习题)

1. 质量为 3 吨的汽车，以 3.6 千米/小时的速度前进。一颗质量为 10 千克的飞行着的炮弹，如果它的动量跟汽车的动量大小相等，求：炮弹的飞行速度？

2. 做匀速圆周运动的物体在 A、B 两点的动量相同吗？(图 8-5)

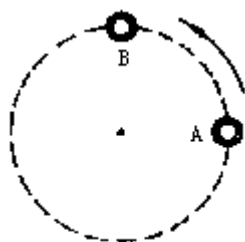


图 8-5

3. 质量为 5 千克和 20 千克的两个物体，分别受到 0.5 牛顿的力，力的作用时间为 4 秒，由静止开始运动，得到的速度分别是多大？动量分别是多大？

4. 质量是 3 吨，以 18 千米/小时的速度前进的汽车，要使它停止下来，需要多大的冲量？

5. (1) 质量不等，动量相等的两个运动物体，受到相等的阻力作用，停止下来所需要的时间是否相等？

(2) 质量不等，速度相同的两个运动物体，受到相等的阻力作用，停止下来所需要的时间是否相等？

教学小结：

1. 这里教案紧扣教材，动量概念的引入，建立，脉络是清楚的。学生关于物体动量的定义、计算、方向性和即时性都是能够掌握的。

2. 速度、动量、动量变化跟冲量之联系，尚深入讨论的不够，效果也不理想，下节课应在此基础上逐渐使学生加深对上述概念的理解。

(北京市丰盛中学焦树霖)

三、电容器电容

[教学目的]

掌握电容这一概念；理解平行板电容器电容的定义公式。

[重点和难点]

重点是电容的定义及定义公式，难点是学生没有接触过有关电容的问题，而读了这一段以后又要过好久才再见到它，所以接受起来，容易觉得生硬。因此，要尽可能结合实际讲，并要把道理尽可能讲明白，避免学生死背公式。

[教具]

静电计、平行板电容器、枕形导体、有机玻璃板、有机玻璃棒、丝绸、几种常见的电容器。

[教学过程]

(一) 介绍电容器

(1) 演示：将平行板电容器的一板 A 放在静电计上，将静电计外壳接地。用丝绸摩擦过的玻璃棒使 A 带正电，静电计张开一个角度，然后用不带电的枕形导体 B 接近 A，看到静电计张角减小，用手摸 B，张角更小，问为什么？学生不知从何想起，或者随便说出一些不正确的理由，也可能有人会从电荷移动上解释。

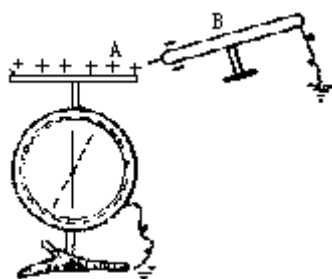


图 8-6

剖析答案中的错误，指明思考问题要有根据，要解释张角的变化，首先要弄清张角大小由什么决定。告诉学生这个仪器叫静电计，与初中见过的验电器类似，它的张角的大小由指针和外壳之间的电势差决定。这点现在不便论证，大概说，这个电势差越大，则静电计内场强越大，活动指针受力越大，张角越大。现在外壳接地，

电势为 0, A 与指针相连, 所以指针与外壳间的电势差即 A 的电势. 再让学生解释刚才的实验现象, 学生就可能有正确的思路了.

最后总结: A 带正电后, 电势为正的某一值, 对应一个张角. B 接近 A, 产生静电感应, 近端带负电, 远端带等量正电, 他们分别都在 A 处产生负、正电势. 负电近, 影响大, 所以 A 电势下降, 张角减小(可举数字例子说明). 摸 B, 即 B 接地, 正电荷到地球上, A 电势更低, 张角更小.

(2) 由此实验看到: A、B 二导体接近, 在 A 带电不变的情况下, 可使 A 与地(即 A 与 B)间电势差减小. 若使 A、B 间恢复原来的电势差, 则 A 需带更多的电量. 所以二导体接近时在一定电势差下, 可以“容纳”较多的电量. 从这个含义出发, 人们把互相靠近而又彼此绝缘的两个导体叫做电容器.

介绍常见的电容器是两个正对的、互相平行的、距离很近, 彼此绝缘的金属板. 给学生看实际的纸介电容器及可变电容器, 告诉学生这些电容器在收音机、电视机及其他仪器中用的很多, 收音机调台时旋的旋钮就联结这个可变电容器.

(3) 电容器的充、放电:

把电容器一板接地, 使另一板带电, 则接地板会感应出等量异号电荷(等量, 暂不解释但要让学生记住), 或把电容器两板接电池两端, 两板也带等量异号电荷. 这都叫充电. 把充了电的电容器两板用导线连接一下, 则正、负电中和, 叫放电.

(二) 电容器的电容

(1) 演示: 用图 8-6 实验, 去掉枕形导体, 手拿平

行板电容器的另一板 B (相当 B 接地), 放于正对 A 的一个位置, 在 A 带正电后, 静电计有一张角. 手拿 B 使之更接近 A, 张角减小.

问: 为什么?

根据前一演示, 学生中会有人能解释.

总结: B 上负电量与 A 上正电量相等. B 更靠近 A 时, 负电荷在 A 处产生的负电势的绝对值更大, A 的电势更低, 所以张角减小.

(2) 此实验说明: A、B 距离更近, 在板上带电量不变的情况下, A、B 电势差更小, 即在相同的电势差下, A、B 越近时, 电容器可“容纳”更多的电量. 为了把电容器可“容纳”电量多少的能力描述出来, 我们引入一个物理量叫电容. (“容纳”不是科学术语, 暂这样用, 下面再说明.)

问: 我们应该怎样去比较电容器所带电量呢? 如电容器 A 每板带电 2 库仑时, 板间电压为 2000 伏, 电容器 B 每板带电 3 库仑时, 板间电压为 4000 伏, 能否说 B 可“容纳”电荷的能力大呢?

答: 否, 它们的电压不同, 应在相同电压下比较.

肯定其答案. 上例电容器 A 每板带 2 库仑时, 电压为 2000 伏, 折成

1 伏时带电量应为 $\frac{2}{2000} = 1 \times 10^{-3}$ 库仑, 我们把这个 1×10^{-3} 叫做

A 的电容 (C). 它的单位由刚才计算得知是库仑/伏特. 叫做法拉 (F). 1 法拉 = 1 库仑/伏特.

电容的物理意义是电容器两板电压为 1 个单位时, 每一个板的带电量. 电容大意味着电压相同时, 带电量多, 或带电量相同时, 板间电压小.

电容的正式定义也是用比值定的；即一个板的带电量与两板间电压

$$\text{的比值. } C = \frac{Q}{U}.$$

(3) 着重声明：电容器“容纳”电荷的能力相当于直筒形容器“容纳”水。电容相当于直筒形容器的底面积。底面积越大，水位（水势）升高 1 个单位，“容纳”的水越多，电容越大，则二板电势差升高 1 个单位，板间“容纳”的电荷越多。“容纳”只能这样理解，而不是指电容器板两板可带的最大电量。直筒形容器能装的最大水量除底面积外还要取决于它的高度，即它可达到的最高水位。电容器可带的最大电量除电容外要取决于它可达到的最高电势差。（当两板间电势差大到某一值时，板间电介质会被击穿而放电，此电势差叫击穿电压。）所以电容器可带的最大电量 $Q = CU_{\text{击穿}}$ ，即电容与击穿电压的乘积。

(4) 介绍微法与皮法（微微法）：微（ μ ）= 10^{-6} ；皮（p）= 10^{-12} ，所以 $1\mu F = 10^{-6}F$ ， $1pF = 10^{-12}F$ 。

(三) 平行板电容器的电容由哪些因素确定

$C = \frac{Q}{U}$ 为电容 C 的定义式，C 由哪些因素决定呢？我们通过讨论平行板电容器的电容进行分析。

从前一演示已看到：当板间距离减少时，在 Q 不变的情况下，U 减

小，从 $C = \frac{Q}{U}$ 可知 C 增大，说明电容随板间距离的减小而增大，精确实验证明电容 C 反比于板间距离 d。

再用上述装置作实验，保持板间距离不变，将 B 左

移，使两板正对

面积减小，可见张角增大，即 U 增大，由 $C = \frac{Q}{U}$ ， C 减小。说明电容随两板的正对面积的减小而减小。精确实验同样证明电容 C 与正对面积 S 成正比。

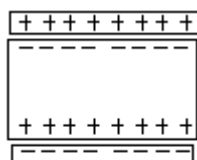


图 8-7

再用此装置实验，使板间距离及正对面积不变，而在板间插入有机玻璃板，可见张角减小，即电势 U 减小，但电量没有改变，说明 C 增大了。精确实验证明：电容 C 和充满板间的电介质的介电常数成正比。

解释：如图 8-7，介质极化，介质上靠近正板的负电荷使正板电势降低，而靠近负板的正电荷使负板电势升高，所以二极电压减小。

综合以上三方面可得结论：平行板电容器电容和充满板间的电介质的介电常数成正比，和两板的正对面积成正比，和板间距离成反比。理论证明 $C = \epsilon S / 4\pi kd$ 。在国际单位制中，

$$k = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}.$$

(四) 布置作业

1. 课后复习：电容器定义、电容定义、单位、平行板电容器的电容及公式。

2. 作业：中学教材 p. 49 练习六(1)(3)(4)。

物理规律教学

物理规律教学的重要性

物理规律(包括物理定律、定理、原理、法则、公式等)反映了物理现象、物理过程在一定条件下必然发生、发展和变化的规律、它反映了物质运动变化的各个因素之间的本质联系,揭露了事物本质属性之间的内在联系.在一定意义上说,物理规律揭示了在一定条件下某些物理量间内在的、必然的联系.

学生形成物理概念和掌握物理规律之间存在着不可分割的、辩证的联系.一方面,形成物理概念是掌握物理规律的基础,概念不清就谈不到掌握规律;另一方面,掌握物理规律可以使我们从运动变化中,从物理对象与物理现象的联系中去进一步更深入地理解物理概念.另外,有些概念本身就是建立在物理规律的基础之上,如电阻就是建立在对同一导体电压与电流之比是一常数这个实验规律之上的.所以,二者是相辅相成、相互促进的.

整个中学物理是以为数不多的基本概念和基本规律为主干而构成的一个完整的体系,是由基本概念、基本规律和基本方法及其相互联系构成了学科的基本结构.其中,基本概念是基石,基本规律是中心,基本方法是纽带.要使学生掌握学科的基本结构,就必须使学生学好基本规律.所谓物理知识的应用,主要是指运用物理概念,特别是运用物理规律解释现象、解决物理问

题. 在中学物理教学中, 学生的智力和能力, 也主要是在观察、实验、探索和分析物理现象, 理解、掌握和运用物理概念和物理规律的过程中, 不断发展起来的. 所以, 我们应当在抓好物理概念教学的基础上, 认真抓好物理基本规律的教学.

物理规律的特点

物理规律具有以下几个特点.

一、物理规律是观察、实验、思维、想象和数学推理相结合的产物

任何客观规律都只能被发现, 而不能被“创生”. 但不同学科的规律被认识与发现的途径又是不尽相同的. 物理学规律揭示的是物质的结构和物质运动所遵循的规律, 因此必然与人们认识物理世界的途径有关, 即都是与观察、实验, 抽象思维、数学推理等有着密不可分的联系. 例如, 牛顿第一定律的建立, 虽然是以实验为基础, 但这一定律不能直接用实验加以验证, 它是实验、推理和想象相结合的产物. 牛顿第二定律, 则是在取得大量实验数据的基础上, 经过分析与综合, 并利用数学方法总结出来又被实验和生产实践证明无误的客观规律.

二、物理规律反映有关物理概念之间的必然联系

任何一个物理规律, 都是由一些概念组成的, 这些概念常常表现为物理量, 可以用一些数字和测量联系起来. 物理规律把概念之间的一定关系用语言逻辑或数学逻辑表达出来.

例如, 牛顿第二定律, 就是由质、点、力、质量、加速度等概念组成的. 研究对象是质点, 力、质量、加速

度是三个可测量的物理量.它表明了研究对象(质点)的加速度与研究对象(质点)的质量(反映研究对象本身性质的量)和它所受的力之间的定量的因果关系.

又如,欧姆定律,是由导体、电流、电压、电阻等概念组成的.研究对象是导体,电流、电压、电阻是三个可测量的物理量.它表明:通过研究对象(导体)的电流与研究对象(导体)的电阻(反映研究对象本身性质的量)和加在研究对象(导体)两端的电压之间的定量关系.

再如,动能定理把功(过程量)与动能(状态量)联系起来;动量定理把冲量(过程量)与动量(状态量)联系起来;热力学第一定律把热量(过程量)、功(过程量)与内能(状态量)联系起来.而克拉伯龙方程则反映了理想气体同一状态中的三个状态量 p 、 V 、 T 间的关系.

三、物理规律具有近似性和局限性

由于物理学所研究的对象和过程,往往不是处于自然状态的实际客体和实际现象,而是采用科学抽象方法适当简化之后建立的理想模型和理想过程;又由于物理学是实验科学,在观察和实验中,限于当时仪器的精密程度、操作技术的准确程度,从而不可避免地出现测量误差.因此,反映各物理量之间关系的物理规律,只能在一定精度范围内足够真实但又是近似地反映客观世界.

物理规律不仅具有近似性,而且由于规律总是在一定范围内发现的,或在一定条件下推理得到的,并在有限领域内检验的,所以规律还具有局限性.也就是说,物理规律总有它的适用范围和适用条件.

例如,牛顿第一定律,它没有涉及物体的转动,也没有涉及物体各部分之间的相对运动,因此它只适用于

质点.由于做平动的物体可以视为质点,所以它只适用做平动的物体.同时,运动的描写还是相对的,必须选定参照系.牛顿第一定律中谈到的静止或匀速直线运动,是不是对任何参照系都适用呢?

让我们分析一下大家熟知的现象:

如图 9-1,地面上放有一物体 M ,站在地面上静止不动的观察者 a (以地球为参照系),看到物体是静止不动的;站在水平向右匀速运动的车上的观察者 b (以水平向右作匀速直线运动的车为参照系),看到物体 M 是以大小相同的速率、水平向左做匀速直线运动;站在水平向右加速直线运动的车上的观察者 c (以水平向右加速直线运动的车为参照系),看到物体 M 是做水平向左的加速直线运动.

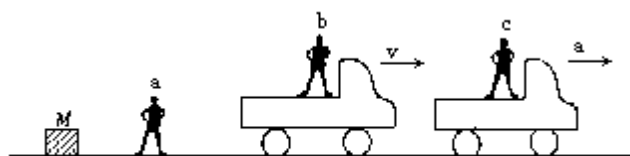


图9-1

可见,同一事物以不同的参照系观察,所得的结果是不同的.然而,以地球为参照系(不考虑转动效应),或以匀速直线运动的车为参照系,所观察到的现象,都能满足牛顿第一定律,即物体在水平方向上没有受到其它物体对它的作用时,物体静止不动或做匀速直线运动.而以加速的车为参照系,则所观察到的现象不符合牛顿第一定律.

总之,牛顿第一定律仅适用于质点,且受到参照系的限制,只适用于惯性系.

又如,动量守恒定律,这是自然界中普遍适用的定

律,无论宏观物体,微观粒子,高速运动或低速运动情况都适用.然而动量守恒也是有条件的,这个条件就是研究对象(系统)所受的合外力必须等于零.当然,在运用中,当合外力远小于内力时,可以把合外力忽略不计,实际上相当于合外力等于零,这是一种近似处理.可见,动量守恒定律,也是有条件的.

重点物理规律的教学要求

在中学物理知识结构中,有一些占主干地位的基本规律,这些重点规律教学的成败,对于学生能否学好物理知识,能否运用物理知识解决实际问题,具有关键性作用,必须下大力气抓好.为此,必须明确对重点规律的教学要求.这些要求对初高中都是大体适用的.

重点物理规律的教学要求主要有以下几点:

一、使学生把握新旧知识的联系和建立物理规律的事实依据,懂得研究物理规律的方法

物理规律本身反映了物理现象中的相互联系、因果关系和有关物理量间的严格数量关系.因此,在物理规律的教学过程中,必须将那些原先分散学习的有关物理概念综合起来,把研究它们的关系作为主题.只有用联系的观点来引导学生研究新课题,提出新问题,才能激发起学生新的求知欲与新的钻研志趣.另一方面,物理规律本身,总是以一定的物理事实为依据的,因此,学生学习物理规律,也必须在认识、分析和研究有关的物理事实的基础上来进行.对于中学生来说,他们的抽象思维能力不强,理解和掌握物理规律更需要有充分的感性材料作为支柱.

人类在对物理规律的探索与研研过程中,逐步形成了物理学研究的基本方法.学生认识和掌握物理规律的过程,也相当于一个简化了的探索和研究过程.物理规律的获得主要有两种途径:一种是直接从实验结果中分析、归纳、概括而总结出来,即实验归纳法;另一种途径是利用已有的概念和规律,通过逻辑推理或数学推导,得出新的规律,即理论分析法.理论分析法可以是利用已有的概念和规律,推导出更普遍的规律,这属于理论归纳;也可以是利用较一般的规律,推导出特殊的规律,这属于理论演绎.

对于某一规律的教学,不一定按历史上的发现过程来叙述,教师可根据教学要求、学生原有基础、学校设备条件等来确定.实际上,教学中采用不同的方法来探讨规律,各有其优点,在促进学生掌握研究方法和发展能力方面可以起到不同的作用.

例如,理想气体状态方程 $\frac{PV}{T} = C$ 的教学,可以用理论分析法.其理

论依据有二:一是一定质量的理想气体初态 p_1 、 V_1 、 T_1 和终态 p_2 、 V_2 、 T_2 是确定的,两个状态之间的关系与所经历的过程无关;二是气体实验定律.据此,我们可以适当选取某一中间状态,使气体从初态经历一个等值变化到中间状态,再经历另一个等值变化到终态.即:初态 (p_1 , V_1 ,

T_1) $\xrightarrow{\text{等值变化}}$ 中间状态 $\xrightarrow{\text{等值变化}}$ 终态 (p_2 , V_2 , T_2), 其中的两

个等值变化可以从气体实验定律中的两条曲线上选取任意两个(与所经历的过程无关,参看图 9-2). 气态方程的教学,也可以用实验归纳法.取一定质量的理想气

体为研究对象,直接测得多个平衡态时的 p 、 V 、 T ,从大量的实验数据,可以直接总结、概括出

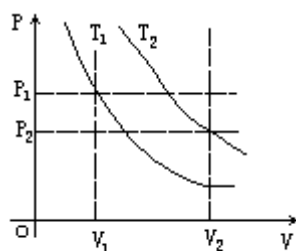


图9-2

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \dots = \frac{pV}{T} = C$$

又如,楞次定律的教学,可以通过对一系列实验结果的分析,概括出判定感生电流方向的规律(实验归纳法),然后再运用能量转化与守恒定律加以理论说明;也可以先运用能量转化和守恒定律,推断出判定感生电流方向的规律(理论演绎法),然后用实验加以验证。

在实际教学中,究竟采用哪种方法,要视具体情况而定.可以以某一种方法为主,再介绍另一种方法.但是,无论采取哪种方法,都必须使学生明确建立规律的过程、依据,以及采用的方法.在运用实验归纳法时,要做好实验,突出相关的物理量,引导学生从实验现象和数据出发,抓住主要矛盾,运用一定的逻辑方法和数学方法,归纳出结论来.在运用理论分析法时,要抓好演绎推理的依据、推导的关键、推导的逻辑方法和数学方法,带领学生推导出规律的表达式,而后讨论它的物理意义,并用实验加以验证。

二、要使学生理解物理规律的物理意义

中学阶段所研究的物理规律,一般都要用文字语言加以表达,即用一段话把某一规律的物理意义表述出来。

对于物理规律的文字表述,要认真加以分析,使学生真正理解它的含义,而不能让学生去死记结论.对规律的文字表述的引出,必须在学生对有关问题进行分析、研究、并对它的本质有相当认识的基础上进行,切不可在学生毫无认识或认识不足的情况下“搬出来”,“灌”给学生,然后再逐字逐句解释和说明.这种做法,离开了认识的基础,颠倒了认识的顺序,学生不知道规律是怎么得来的,也不可能理解它的真正含义.例如,牛顿第一运动定律的教学,可仿照伽利略当年运用“理想实验”的思路,在观察实验的基础上,进行推理想象,由有摩擦时的运动情况推想到无摩擦时的运动情况,最后把这一规律的内容作如下表述:“一切物体在没有受到外力作用的时候,总保持匀速直线运动状态或静止状态.”在理解时,要注意弄清定律的条件是“物体没有受到外力作用”.还要正确理解“或”这个字的含义,“或”不是指物体有时保持匀速直线运动状态,有时保持静止状态,而是指如果物体原来是运动的,它就保持匀速直线运动状态;如果原来是静止的,它就保持静止状态.又如,动量定理可表述为:“物体所受的合外力的冲量等于它的动量的变化”.弄清“等于”两字的含义对理解这个定理有很大帮助.第一,“等于”所包含的是一种因果关系,即冲量引起动量的变化;第二,“等于”包括大小和方向上的关系.冲量是力对时间的积累的量,属于过程量,动量则是物体状态的量,过程量冲量引起状态量动量的改变,动量的改变量和引起改变的冲量是相等的.可见“等于”揭示了两者之间的内在联系,不要把“等于”单纯理解为“就是”.

大多数物理规律的内容都可以用数学公式表达出

来,即定律的公式.公式的形式要能表达出定律的内容,能反映出研究对象间的内在联系,还能由之计算出有关的物理量的量值(有的还要能标示矢量的方向),参与各种推理和运算,并尽量选择最简洁的形式.对于物理定律公式,一要研究它是怎样建立起来的.在实验归纳法中,是怎样把实验数据通过思维加工和数学加工,转化为定律的表达式的;在理论分析法中,定律的表达式是怎样通过严密地推理而得出的.二要研究公式所表示的物理意义.要使学生从物理意义上理解公式中所表示的物理量之间的数量关系,而不能从纯数学的角度加以理解.例如,牛顿第二定律公式 $F=ma$,它揭示了一定质量的物体所受的合外力与由此而产生的加速度之间的关系,如果只从数学形式考虑,就可能得出物体的质量与所受的外力成正

比,或物体的质量与它的加速度成反比($m=\frac{F}{a}$),这显然是错误的.

再如,对于欧姆定律的表达公式: $I=\frac{U}{R}$,应当使学生理解,这一公式表达了电流的强弱决定于加在导体两端电压的大小和导体本身电阻的大小.即某段电路中电流的大小,与这段电路两端的电压成正比,与这段电路中的电阻成反比,公式中的 I 、 U 、 R 三个物理量是对同一段电路而言.把公式加以数学变换,得到电阻的定义式 $R=U/I$.如果不理解公式的物理意义,就可能得出“电阻与电压成正比”这一类错误的结论来.

许多物理规律也可以用函数图线来表达,函数图象有简明、清晰、直观的优点.在中学物理中,利用图象表达物理规律有以下几个作用:

1. 利用函数图象归纳实验定律, 讨论实验定律. 这是科学研究中常用的一种方法. 例如, 研究在等压条件下, 一定质量的理想气体的体积随温度变化的规律, 就可以利用描点法画出由实验数据得出的等压线 (如图 9-3), 然后推得盖·吕萨克定律的数学表达式:

$$V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$$

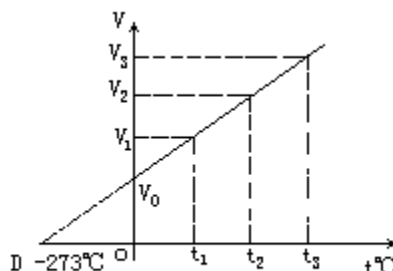


图9-3

进一步研究图象, 由于等压线未通过原点, 表明在 0 时的体积为 V_0 , 延长等压线交 t 轴于 D 点, 得到 $t = -273$, 而从“外推”到“零体积”, 引入理想气体温标, 初步明确绝对零度的物理意义, 为引入理想气体状态方程奠定基础.

2. 用图象形象地描述物理规律. 数学公式能精确地描述物理规律, 配合函数图象, 表达就更形象、明显, 就能够加深学生对规律的理解. 例如, 光电效应中的爱因斯坦光电效应方程:

$$E_k = \frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W,$$

用数学式表达了光电子最大初动能与入射光频率之间的关系. 图 9-4 就形象地反映了光电子的最大初动能与入射光强度无关, 只随入射光频率增大而增大的线性关系, 直观地看出光电效应的产生有一个最低频率 (极

限频率 ν_0) .

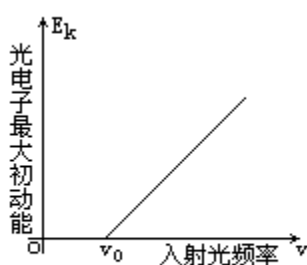


图9-4

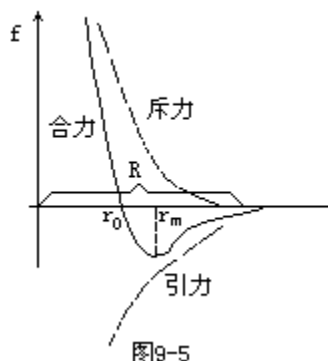


图9-5

3. 在学生数学知识不足的情况下, 利用函数图象来表明物理规律; 利用函数图象导出有关公式. 例如, 分子与分子间的相互作用力是怎样随分子间的距离而变化呢? 在中学阶段, 无法建立力与距离的函数关系, 如能画出如图 9-5 所示的函数图象, 从作用力曲线可以清楚地看出: 当两个分子很靠近时, 斥力大于引力, 合力为斥力; 在 $r=r_0$ 处, 引力和斥力相抵消, r_0 就是分子间平均距离; 当 $r=r_m$ 时, 有效引力最大; 当 $r>R$ 时, 合力已非常微小, 可以看作等于零, R 称为分子作用半径. 这样, 学生就能形象地初步了解分子间相互作用的规律, 也便于用它来解释许多物理现象.

有些物理规律的公式, 需要运用高等数学来推导, 如匀变速直线运

动的运动学方程 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, 在中学物理教学中, 限于学生的数学水平,

我们可以利用速度-时间图象来推出这一公式, 如图 9-6 等等.

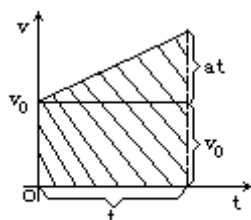


图9-6

综合上述，利用图象表达物理规律，既有与用公式表达相辅相成的一面，又有它自己的独特作用。无论是用公式表达，还是用图线表达，都要突出它的物理意义，使学生真正做到理解。

三、使学生明确物理规律的适用条件和范围

每一个物理规律都是在一定条件下反映某个物理现象或物理过程的变化规律的，规律的成立是有条件的。因此，每一规律的适用条件和范围也是一定的。学生只有明确规律的适用条件和范围，才能正确地运用规律来研究和解决问题，才能避免乱用规律、乱套公式的现象。例如，欧姆定

律 $I = \frac{U}{R}$ ，适用于金属导体，不适用于高电压的液体导电，不适用于气

体导电，不适用于含源电路或含有非线性元件的电路。而且 I 、 U 、 R 必须是同一段电路上的三个物理量。再如，胡克定律的适用条件是在弹性限度以内；单摆振动的公式的成立条件是摆角小于 5° ；牛顿定律的适用范围是可视为质点的宏观物体、常速和惯性系，……。

四、使学生认清所研究的物理规律与有关的物理概念和物理规律之间的关系

物理规律总是与许多物理概念紧密联系在一起，与某些物理规律也互相关联，应当使学生把物理规律与

和它相关的物理概念和物理规律之间的关系搞清楚.例如,牛顿第一定律与物体的惯性虽有联系,但二者有本质上的区别,不能混为一谈.常发现中学生把惯性与运动状态等同起来,把用力改变物体的运动状态说成是“打破物体的惯性”,把物体不受外力作用保持原来的运动状态说成是“保持物体的惯性”,有的教师也讲外力“克服惯性,而使物体运动起来”.我们知道,惯性是物体的固有属性,物体无论是静止还是运动,无论是从静到动还是从动到静,任何时候都具有惯性,在经典力学范围内,物体的质量视为不变,惯性的大小也视为不变,物体作平动时,惯性大小的量度就是质量,因此不能说“打破”惯性.牛顿第一定律是一个反映这些客观事实的物理规律,与反映物体属性的惯性,两者不能混为一谈.又比如,动量定理与动量和冲量这两个物理量有联系.大家知道,在日常生活和生产实践中,经常需要研究打击、碰撞和反碰撞之类的问题.这类问题的特点是,具有相对运动的物体相互作用时,虽然相互作用时间很短,但毕竟不是瞬间的接触;同时,在这很短的时间 t 内,相互作用力的大小是不断变化的.每个物体运动状态的改变,既不是单纯地由受力 F 决定,也不是单纯地由受力时间 t 决定,而是由于在相互作用时间 t 内,力不断积累作用的结果.动量定理就是反映了这种力对时间积累作用过程的物理规律,即:冲量(描述力对时间积累作用的物理量, $F \cdot t$, 它是个过程量)等于动量(描述物体机械运动状态的物理量, mv , 它是个状态量)的变化量.冲量、动量、动量的变化量都是矢量.因此,动量定理是一个矢量关系.冲量的大小等于动量变化的大小(矢量差),冲量的方向与动量变化的方向一致.再比如,就欧

姆定律来

说,教师应当把定律的表达式 $I = \frac{U}{R}$ 与电阻的量度公式 $R = \frac{U}{I}$ 、电阻定律的表达式 $R = \rho \frac{l}{S}$ 和导出公式 $U = I \cdot R$,通过分析、比较,把它们的含义剖析清楚并区别开来。

五、使学生学会运用物理规律说明、解释现象,分析和实际问题

对于重点物理规律,不仅要求学生理解,而且要求会灵活运用,因为掌握物理规律的目的就在于能够运用物理规律去解决问题.运用的过程,是将抽象的物理规律具体化的过程,从而完成认识上的第二个“飞跃”.在这一过程中,一方面可以巩固、深化和活化对规律的理解;另一方面,可以使学生学到分析、处理实际问题的方法,发展学生分析、解决问题的能力,运用数学解决物理问题的能力,逻辑地说理和表达能力,手脑并用、独立解决简单实际问题的能力,以及创造能力等。

学生学习物理规律中的常见问题

为了有效地引导学生学好物理规律,我们还必须研究和认清学生学习物理规律中的常见问题和心理障碍.在中学阶段,主要存在以下几个方面的问题。

一、感性知识不足

中学物理规律的教学,许多是从事实出发经过分析归纳总结出来的.中学生抽象思维能力不强,他们理解物理规律特别需要有充分的感性材料作基础.如果没有足够的、能够把有关的现象与现象之间的联系鲜明地展示

出来的实验或学生日常生活中所熟悉的、曾亲身感受过的事例作基础,势必造成学生学习上的困难.例如,研究电磁感应和自感的有关规律,如果没有足够的、能够逐步揭示现象间本质联系的实验作基础,学生对这些规律就很难理解.

二、相关的准备知识不足

物理知识本身有着严密的逻辑体系,前面学习的知识要为后面的学习打基础,后面的学习要充分利用前面的准备知识,这样才能取得良好的教学效果.特别是物理规律的教学,它必然要联系到以前学过的物理现象和物理概念,如果前面的知识准备不好,或者不善于引导学生利用学过的知识来研究新问题,就会给物理规律的学习带来困难.在建立、讨论和运用物理规律时,常常用到一些数学知识和数学方法,如果这些数学知识和方法准备不好,也会给物理规律的学习带来困难.例如,研究和运用质点运动学的一些规律时,涉及到时间、时刻、位置、位移、速度、加速度等概念,也涉及到坐标系、函数图象、代数运算、矢量等数学知识,如果学生在某一环节上准备不足,就会使这些规律的学习和运用遇到困难.

三、学生日常生活中形成的错误观念的干扰

学生在日常生活中积累了一定的生活经验,对一些问题形成了某些观念.在这些观念中,有的虽比较正确,但往往有一定的表面性和片面性;另外,学生在生活中还形成了某些错误观念.这些“先入为主”的错误观念,对学生正确地理解物理规律往往起着严重的干扰作用.例如,学生在运动和力的关系上往往有“物体受力才能运动,不受外力物体根本不会运动”这类错误观念,这

就给学生正确地理解运动和力的关系带来很大困难.

四、思维定势带来的负迁移

迁移原理是教学中的一条重要原理.正向迁移有利于学生在原有知识的基础上掌握新知识,但思维定势所引起的负迁移却干扰着学生对物理规律的理解和掌握,给物理规律的教学带来困难.负迁移是指已有知识对新知识的学习产生的消极影响.例如,有的学生总认为功率大的白炽灯泡(或电炉)的电阻大,理由是根据焦耳定律,导体通过电阻放热,放出的热量与电阻成正比.再如,有些学生由于在数学知识的学习中形成的思维定势,对于反映物理规律的公式及其变换,往往从纯数学的角度加以理解,忽视了它的物理意义,导致一些错误的结论.

五、抽象思维能力不强

在物理规律的研究和运用中,有时要进行严格的逻辑推理和科学的想象等抽象思维活动(包括形式逻辑思维和辩证逻辑思维);在运用物理规律解决某些问题时,要想取得正确而全面的解答,学生要具有较高的水平的思维品质.然而,中学生在心理发展上正处在思维发展转折期,由经验型的具体形象思维向理论型的抽象逻辑思维发展.对于不同年级的学生和不同的学生个体,这个发展在迟早快慢上有差异.对于不同的学生个体,各种思维品质在发展程度和水平上,也有不少差异.有些学生由于没有形成逻辑思维的习惯,抽象思维能力不强,思维品质发展迟缓,这就使他们在学习和运用物理规律时,遇到了较大的困难.学生在学习物理之前,已经接触到大量生活中的物理现象,这很容易养成一种从经验出发、想当然地看问题的习惯.他们往往用事物的现象代替本质,用外部联系代替内在联系,在解释物理现象时,往往“就

事论事”，不习惯于运用物理概念和规律进行逻辑分析、说理和表述。

六、不会运用物理规律说明、解释现象，分析解决实际问题

中学阶段，学生在理解物理规律上，经过努力并不会感到很困难，但是运用起来常常束手无策。也就是说，学生在完成认识上的第二个“飞跃”上困难较大。形成的原因，除了知识上的欠缺、抽象思维能力不强和学生思维习惯、思维定势的干扰等因素以外，最主要的是学生还不了解和掌握物理学中运用知识去分析、处理、解决问题的思路和方法。

中学物理规律的教学

重点物理规律的教学过程，一般来说应当经历一个在教师的引导下学生与物理世界的相互作用中发现问题、探索规律、讨论规律和运用规律的过程。所以，物理规律的教学过程一般包括以下四个有序的步骤：

一、创设便于发现问题、探索规律的物理环境

教师要带领学生学习物理规律，首先需要引导学生物理世界中发现问题。因此，在教学的开始阶段，要创设好便于发现问题的物理环境。在中学阶段，一是通过观察、实验发现问题，也可以从分析学生生活中熟知的典型事例中发现问题；二是从对学生已有知识的分析引伸和逻辑展开中发现问题。另一方面，创设的物理环境要有利于引导学生探索规律。例如，使学生获得探索物理规律必要的感性知识和数据；提供进一步思考问题的线索和依据；为研究问题提供必要的知识准备等等。创设

的物理环境还应有助于激发学生的学习兴趣和求知欲望.

二、带领学生在物理环境中按照物理学的方法来探索物理规律

在这一过程中,教师应怀着对科学的热爱,对探索的兴趣,对学生的信任,情绪饱满地引导学生去发现问题,思考问题,探索规律.在中学阶段,主要是运用实验归纳法和理论分析法,或者把两者结合起来进行.具体的方法大致有以下几种:

1. 运用实验总结物理规律.具体的做法有:

(1)由对日常经验或实验现象的分析归纳得出结论.如研究蒸发快慢的条件、电磁现象中的左、右手定则、力的平行四边形法则、楞次定律等等.

(2)由大量实验数据,经归纳和必要的数学处理,得到结论.如力矩的平衡条件、胡克定律、光的反射定律、气体实验定律等等.

(3)先从实验现象或对实例的分析中得出定性的结论,再进一步通过实验寻求严格的定量关系,得出定量结论.如研究液体内部的压强、牛顿第三定律、光的折射定律等等.

(4)在通过实验研究几个物理量的关系时,先分别固定某些物理量,研究其中两个物理量间的关系,然后加以综合,得出几个量的关系.如欧姆定律、牛顿第二定律、焦耳定律的研究等等.

(5)限于实验条件,先介绍前人通过实验得出的结果,再通过对实验结果的分析,得出结论.如对光电效应公式,以及近代物理中的一些规律的研究.

2. 运用已有知识,通过理论推导,得出新的物理规

律.具体做法大致有:

(1)先用实验或实例做定性研究,再运用理论推导出结论.如对电磁感应定律、动量守恒定律的研究等.

(2)在观察实验和日常经验的基础上,研究理想实验,通过推理、想象,得出结论.如对牛顿第一定律的研究.

(3)运用已有知识和数学,进行演绎或归纳推理,得出结论.如动量定理、动能定理、气态方程、万有引力定律等等.

(4)运用物理量的定义式或函数图象,导出表达物理规律的公式.

如由加速度 a 的定义式 $a = \frac{v_t - v_0}{t}$ 导出 $v_t = v_0 + at$,运用 $v-t$ 图象导出

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2, \text{等等.}$$

3.提出假说,检验和修正假说,得出结论.

对有些物理规律的研究,可以先引导学生在观察实验或分析推理的基础上进行猜想,提出假说,然后再运用实验或理论加以检验,修正假说,得出科学的结论.如阿基米德定律、楞次定律等教学可以采用这种方法.

无论是采用哪种方法,最后都要在探索的基础上,得到物理规律的文字表述和数学表达(初中阶段有些规律只要求用文字表述).

三、引导学生对规律进行讨论

一般往往要从以下三个方面进行讨论:

(1)讨论规律(包括公式和图象)的物理意义,包括对文字表述含义的推敲,对公式和图象含义的明确;

(2)讨论和明确规律的适用条件和范围;

(3) 讨论这一规律与有关概念、规律、公式间的关系。

在讨论的过程中，应当注意针对学生在理解和运用中容易出现的问题，以便使学生对这一物理规律获得比较正确的理解。

四、引导和组织学生运用物理规律

在这一过程中，一方面要用典型的问题通过教师的示范和师生共同讨论，使学生结合对实际问题的讨论，深化、活化对物理规律的理解，逐渐领会分析、处理和解决问题的思路和方法；另一方面，更主要的是组织学生进行运用规律的练习。要引导和训练学生善于联系日常生活中的实际问题学习物理规律，经常用学过的规律科学地说明和解释有关的现象，通过训练，使学生逐步学会逻辑地说理和表达。对于运用物理规律分析和解决实际问题，要逐步训练学生运用分析、解决问题的思路和方法，使学生学会正确地运用数学解决物理问题。还应当鼓励学生运用学过的规律独立地进行观察和实验，自己动手、动脑进行小设计和小制作，创造性地解决一些简单的实际问题。要帮助和引导学生在练的基础上，逐步总结出在解决问题中一些带有规律性的思路和方法；逐步提高各种思维品质的水平。

最后应当指出：物理规律的教学要有阶段性，有一个逐步深化、提高的过程。对同一个物理规律，初中、高中、大学有不同的层次，不同的要求。例如，对于力和运动的规律，初中只要求有个定性的了解，高中要求用初等数学进行定量研究，大学则有更高的要求。对于高中的必修与选修阶段，大纲上也规定了不同的要求。另一方面，学生对某一规律的掌握，也需要由浅入深，一步步

地通过一系列教学活动,最后达到教学大纲的要求.那种企图通过一、二节课的教学,就要使学生对某些规律完全掌握的做法,往往既加重了学生的负担,又不能取得良好的教学效果.

物理规律教学教案三则

一、二力的平衡

[教学目的]

- 1.通过实验培养学生的观察能力和思维能力.
- 2.掌握二力平衡的条件.

[重点与难点]

二力平衡的条件;对物体进行简单的受力分析.

[教具]

小车,钩码 3 个,滑轮 2 个,彩色硬纸板 1 块,法码 1 盒,每个桌子上塑料板 1 块,弹簧秤 2 个.

[教学过程]

(一) 引入新课

上一节课学习了力的图示,我们可以用一根带箭头的线段来表示力,把力的三要素都表示出来.现在请同学们拿出尺、铅笔和纸,用力的图示法画出:用 2 牛顿的力提小车(教师示范).画好后问:小车受到手的拉力外,还受什么力?方向怎样?由学生回答:小车还受到重力作用.教师在黑板上画出重力方向.问:我们看到小车处于什么状态?要求同学用一句话来概括小车的受力情况和所处的运动状态?指定同学回答后教师板书:小车在二力作用下,处于静止状态,这二个力就叫平衡力.今天我们这节课所要学习的内容就是二力平衡.写出课题:二力的平衡.

一个物体在二力作用下象小车一样处于静止状态的

例子是很多的.例如:电线吊着电灯,手上托着一本书,停在马路上的汽车都是受到二个力作用而静止不动.大家想一想.吊在电线下的电灯在哪二个力作用下静止不动呢(学生回答后教师重复)?一个是重力,另一个是电线的拉力.托在手上的书又受到什么力的作用而静止呢?学生回答:一个是重力,另一个是手对书向上的托力.第三个例子,停在路上的汽车受到二个力作用,请同学把这二个力的名称写在刚才的纸上.接着请学生阅读课本第44页第一段中的黑体字.

(二) 二力平衡的条件

一个物体在二个力作用下是否一定处于静止状态呢?吊在电线下的电灯,受到重力和拉力的作用而静止.如果把电灯从它的平衡位置拨动一下,电灯不保持静止状态而是围绕着平衡位置来回摆动.这说明二力的平衡是有条件的.下面我们用实验的方法来讨论二力平衡的条件.

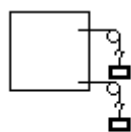


图9-7

演示一:一块正方形的彩色硬纸板,按图9-7示意的方法把它竖直悬挂起来.我先用手按住纸板,然后放手.(1)请同学们分析我们看到纸板受到几个力的作用.(2)通过观察我们看到纸板是否处于静止状态.由学生回答:纸板受到二个力作用,纸板不静止.教师小结,物体在同方向的二个力作用下,不能静止.大家再仔细观察下面的实验.

演示二:如图9-8,在纸板两边各挂一个钩码,用

手按住,当我把手放开后,我们又看到什么现象?分析我们看到纸板受几个力作用?这几个力的方向怎样?学生观察后回答:纸板受到二个力作用,二力方向相反,看到纸板还是不静止,发生了转动.又问:纸板转动的原因是什么?引导学生回答:二力不在同一直线上.小结:物体受到不在一条直线上、方向相反的二个力作用,也不能处于静止状态.那么怎样做才能使纸板静止呢?

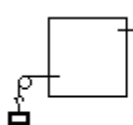


图9-8

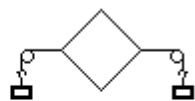


图9-9

演示三:现把纸板改装如图9-9二力在同一条直线上,左边挂一个钩码,右边挂二个钩码,也是先用手按住板纸,然后放手.问:(1)这一次纸板受到的二个力方向怎样?大小如何?(2)纸板能否平衡?由学生回答后,教师总结三个演示实验:(1)物体在同方向的二个力作用下,不能处于静止状态.(2)物体受到不在同一条直线上,方向相反的二个力作用,也不能处于静止状态.(3)物体受到的二力在同一条直线上,方向相反,但大小不相等也不能静止.说明这三个演示实验中物体受到的二个力是不平衡的,那么究竟怎样做才能使纸板静止呢?怎么样的二力才能平衡呢?

现在请同学们一起动手做一个实验.每个同学桌子上有一块任意形状的塑料板,板上已装好几个钩子,怎样使用二个弹簧秤,可以使塑料板静止不动(注意:二弹簧秤要在一直线上).要求学生实验后用上一节课学过的力的图示,画出这二个拉力的方向和大小.归纳一下物体静止的条件是什么?把结论写在纸上.由学生得出的

结论：二力大小要相等，方向相反，并且在同一条直线上。

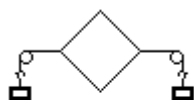


图9-10

演示四：教师验证，按图 9-10 所示方法悬挂纸板，我们都看到了纸板静止不动。

请同学把书翻到第 45 页阅读第一段黑体字，并要求熟记。板书：作用在一个物体上的二个力，如果在同一条直线上，大小相等，方向相反，这两个力就平衡。

学生验证实验：(介绍实验装置)

讲台上长木板两端各有一个滑轮，在小车两端栓上细绳，绳子跨过滑轮，下端各吊一个小盘，两小盘重量相等。实验要求：在两小盘中各放多少砝码可以使小车静止不动。大家可以先讨论，然后请一位同学上来做，并要说明这样做的道理。同学在两盘中各放一个质量相同的砝码。理由是：小车受到向左和向右二边的拉力，二力方向相反且在同一条直线上，所以，只要使二力的大小相等，就能使小车静止不动。

通过我的演示和同学们自己动手做实验，我们得出了二力平衡的条件。同学们看了第 45 页上第一段黑体字，这一段话告诉我们在讨论物体受二力作用下的平衡问题时，还必须注意什么问题？指导学生再看这一段，注意只有作用在同一个物体上的两力才谈得上平衡。同学们在解决实际问题时，往往容易忽视这一点。

(三) 巩固练习

1. 小黑板上的三个图(图 9-11)中，哪个物体上的

二力是平衡的？

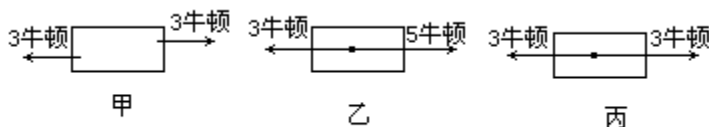


图9-11

2. 如图 9-12：物体在二力作用下处于静止状态，拉力 F 是 2 牛顿，请一个同学把另一个力的大小和方向画出来。



图9-12

3. 放在窗台上的花盆，重力为 20 牛顿，花盆受到哪些力的作用？用力的图示法画出各力的大小、方向，说明二力是否平衡？

4. 课本练习四第 (1)、(2) 题边看边思考，指定学生回答。

教师小结：今天我们学习了物体平衡的最简单的情况，即在两个力作用下，物体处于静止状态。这节课中我们用观察实验和分析讨论的方法研究了二力平衡的条件。在讨论物体平衡问题时，我们要特别注意二力一定要作用在同一个物体上，否则就谈不上平衡问题。

(四) 布置作业

1. 课本第 46 页练习四 (3)、(4)、(5) 题。

2. 阅读 46 页上小实验，并动手做一做。

3. 思考题：一个物体在平衡力作用下处于静止状态，如果失去了一个力，物体处于什么状态？

[教学体会]

1. 这节课着重做好演示实验, 在观察现象中, 使学生获得一定的分析问题的能力. 并能自己得出二力平衡的条件. 课本中图 2-18 的演示实验, 学生不易观察清楚, 为了增加此实验的可见度, 我们改用硬纸板悬挂法提高可见度, 用很轻的彩色硬纸板代替小车作为受力物体.

2. 这节课重点要学生掌握好二力平衡的条件, 为学生容易掌握重点, 在举例和练习中只讲把物体挂、放等简单情况, 为帮助学生解决难点, 反复引导学生分析物体的受力情况.

二、动量定理 (高中选修课)

教学目的:

在学生已掌握的牛顿定律的基础上, 通过一个典型情况推导出动量定理. 使学生掌握物体所受到的合力 F 与作用时间 t 之积——冲量跟在时间 t 内物体动量的增量之间的密切关系, 即要求学生初步掌握动量定理.

重点和难点:

这里课的教学重点是动量定理. 在教学中必须突破下述难点.

1. 在应用动量定理时, 应明确研究对象是一个物体, 因此在解决问题时首先要将研究对象找准确.

2. 在应用动量定理时, 考虑的不是某一瞬时而是一段时间 t , 虽然在碰撞, 打击现象中 t 很短暂, 但动量定理确实是物体在一个力的作用过程中所遵循的规律.

3. 物体所受到的冲量中的 F , 指的是物体所受到的合力.

4. 在力的作用时间 t 内物体动量的增量 p 是矢

量.而求 p 时要应用到矢量减法.矢量减法学生不熟悉,我们可以设法改为用加法去突破这一难点.

上述几点根据多年教学实践证明,学生是容易忽视的,一旦遇到较复杂的问题,就会出现概念上的错误.只有突破了上述难点,在动量定理的教学过程中才能够使学生懂、会、熟、巧.

教学过程:

教师提问:两个质量不等的物体,在一定的冲量作用下,由静止状态出发,所得到的速度相等吗?

学生板演:

$$F \cdot t = m_1 v_1$$

$$F \cdot t = m_2 v_2$$

$m_1 v_1$ 是第一个物体 t 末这一时刻的动量,也是时间 t 内动量的增量. $m_2 v_2$ 是第二个物体 t 末这一时刻的动量,也是时间 t 内动量的增量,且:

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

由于 $m_1 \neq m_2$, 所以 $v_1 \neq v_2$

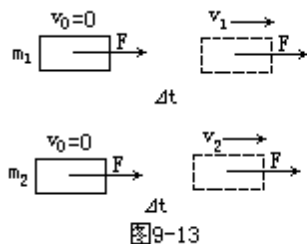


图9-13

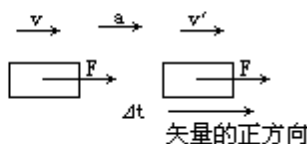


图9-14

结论:一定的冲量作用在不同质量的物体上,引起的动量的增量相等,但速度不等,质量大的所得到的速度小,质量小的所得到的速度大.

教师讲述:通过上述问题可以清楚地看出,物体所受到的冲量跟物体动量的增量之间有着密切关系,现在来进一步研究冲量和动量的关系.

如图 9-14 所示, 质量为 m 的物体, 初速度为 v , 在力 F 的作用下, 经过时间 t , 速度变为 v' .

教师启发提问: 质量为 m 的物体是我们的研究对象. 我们规定初速度 v 的方向为矢量的正方向, 那么物体的运动性质是怎样的? 为什么?

学生回答: 因为我们的研究对象所受到的恒力 F 的作用方向跟物体的初速度 v 的方向是一致的, 因此物体是做匀加速直线运动.

教师追问: 物体运动的加速度 a 如何计算?

学生回答: 根据牛顿第二定律可知:

$$a = F/m$$

加速度 a 的方向与力 F 的方向相同. 因为力 F 是恒定的, 所以加速度 a 也是恒定的.

教师提醒: 从加速度的定义这一角度来看呢?

学生回答: 由加速度定义可知:

$$a = \frac{v' - v}{\Delta t}$$

教师讲述: 由以上两个关系可知:

$$\frac{F}{m} = \frac{v' - v}{\Delta t}$$

整理:

$$F \cdot t = m(v' - v) = mv' - mv \quad (1)$$

mv' 是 t 之末物体的动量 $p' = mv'$, mv 是 t 之初物体的动量 $p = mv$. 因此式 (1) 可以改写成:

$$F \cdot t = p' - p = \Delta p$$

$\Delta p = p' - p$ 物体动量的增量是矢量, 实际计算时可以改写为 $\Delta p = p' + (-p)$. 这样同学们就会用矢量加法来处理矢量减法问题了. (后面有例题具体说明)

板书：一物体所受到的冲量 $F \cdot t$ 等于在 t 内物体动量的增量.这就是动量定理，其数学表达式：

$$F \cdot t = \Delta p$$

板演例题：(在解题过程中，注意启发学生思考，回答各步的做法)。

例 1. 质量为 1 吨的汽车，在恒定的牵引力作用下，经过 2 秒钟的时间速度由 5 米/秒提高到 8 米/秒，如果汽车所受到的阻力为车重的 0.01，求汽车的牵引力？

已知：汽车的质量 $m=1000$ 千克；

初速度 $v=5$ 米/秒；

末速度 $v'=8$ 米/秒；

力的作用时间 $t=2$ 秒；

阻力系数 $K=0.01$ 。

求：汽车所受到的恒定的牵引力 F 。

解：根据题意可先画出研究对象——汽车的动力学分析图.如图 9-15 所示。

(1) 物体动量的增量

$$\Delta p = p' - p = 10^3 \times 8 - 10^3 \times 5 = 3 \times 10^3 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}$$

(2) 根据动量定理可知：

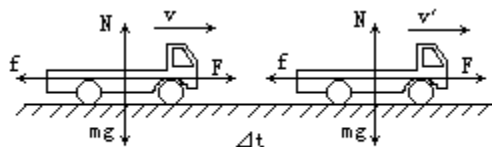


图9-15

$$F_{\text{合}} \cdot t = \Delta p$$

$$\therefore F_{\text{合}} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{3 \times 10^3}{2} = 1.5 \times 10^3 \text{ 牛顿}$$

(3) 根据力的合成可知：

$$F_{\text{合}} = F - f$$

$$\begin{aligned}\text{牵引力 } F &= F_{\text{合}} + f = F_{\text{合}} + Kmg \\ &= 1.5 \cdot 10^3 + 0.01 \cdot 10^3 \cdot 9.8 = 1598 \text{ (牛顿)}\end{aligned}$$

答：汽车所受到的牵引力为 1598 牛顿。

教师讲述：本题也可以应用牛顿第二定律，但在已知力的作用时间的情况下，应用动量定理比较简便。

例 2. 一个质量 5 千克的物体以 4 米/秒的速度向右运动，在一恒力作用下，经过 0.2 秒其速度变为 8 米/秒向左运动。求物体所受到的作用力。

已知：物体的质量 $m=5$ 千克；

物体的初速度 $v=4$ 米/秒（以初速度的方向规定为矢量的正方向）。

物体的末速度 $v'=-8$ 米/秒（因为末速度的方向与初速度的方向相反，故为负值。）

力的作用时间 $t=0.2$ 秒

求：物体所受到的作用力。

解：根据题意可以画出物体的动力学分析图，如图 9-16 所示。

物体动量的增量 p 。

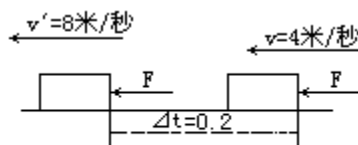


图9-16

$$p = p' - p = mv' - mv = [5 \cdot (-8) - 5 \cdot 4] \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}$$

$$=-60 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}$$

动量增量的方向朝左，自然，冲量的方向也朝左。

根据动量定理可知：

$$F \cdot \Delta t = \Delta p \quad \therefore F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-60}{0.2} \text{ 牛顿} = -300 \text{ 牛顿}.$$

负号表示作用力的方向朝左.

答: 物体所受到的作用力为 300 牛顿, 方向朝左.

例 3. 一个质量为 200 克的皮球, 以 10 米/秒的速度垂直地碰撞到竖直墙壁上, 又以 10 米/秒的速度反弹回来. 假定皮球与墙壁的接触时间为 0.01/秒. 求皮球对墙壁的平均作用力.

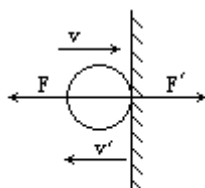


图9-17

已知: 皮球的质量 $m=200$ 克 $=0.2$ 千克;

初速度 $v=10$ 米/秒 (我们以初速度 v 的方向规定为矢量的正方向) .

末速度 $v' = -10$ 米/秒 (因为反弹回来, 其速度方向与矢量正方向相反, 故为负值.)

力的作用时间 $t=0.01$ 秒

求: 墙壁所受到的平均作用力 F' .

解: 题目要求我们求墙壁所受到的作用力 F' . 但是我们只能首先选取皮球为研究对象, 先求墙壁对皮球的作用力 F .

根据题意可以画出力的分析图, 如图 9-17 所示.

皮球的动量的增量 p .

$$p = p' - p = mv' - mv = 0.2 \cdot (-10) - 0.2 \cdot 10 \\ = -4 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}.$$

根据动量定理可知:

$$F \cdot \Delta t = \Delta p \therefore F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-4}{0.01} \text{ 牛顿} = -400 \text{ 牛顿}$$

根据牛顿第三定律, 墙壁给与皮球的作用力 F 和皮球给与墙壁的作用力 F' 是一对作用力和反作用力, 因此 $F' = -F = -(-400) = 400$ 牛顿.

答: 皮球对墙壁的作用力大小为 400 牛顿, 方向跟皮球的碰撞速度方向相同.

教师讲述: 我们通过动量定理可知, 一个物体所受到的冲量等于动量的增量. 因此有的题目要求冲量, 而实际上先求动量的增量 p , 因为 $F \cdot t = p$, 这样有时省去很大麻烦. 而在有的题目中要求动量的增量, 而实际上可先求冲量, 因为 $p = F \cdot t$, 有时很省事. 总之同学们要注意: 受到一个冲量的物体必然产生动量的增量, 一个物体动量发生改变必然是冲量作用的结果.

例 4. 一质量为 200 克的足球, 以 30 米/秒的速度水平飞来, 受到运动员施与的大小为 10 牛顿·秒方向跟初速度成 135° 的冲量之作用, 求足球飞出的速度的大小和方向.

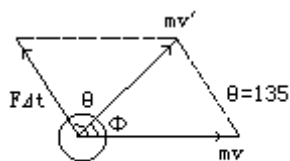


图9-18

已知: 足球的初动量

$$p = mv = 0.2 \cdot 30 = 6 \text{ 千克} \cdot \text{米/秒}.$$

(方向是水平朝右)

足球所受到的冲量 $F \cdot t = 10$ 牛顿·秒 (方向跟 v 成 135°).

求：足球飞出的速度 v' 的大小和方向。

解：根据题意得出如图 9-18 所示的示意图。

根据动量定理可知： $F \Delta t = mv' - mv$ 。

$$mv' = F \Delta t + mv.$$

也就是说足球的末动量 mv' 是冲量跟初动量的矢量和。且：

$$\begin{aligned} mv' &= \sqrt{(F\Delta t)^2 + (mv)^2 + 2 \cdot F\Delta t \cdot mv \cdot \cos\theta} \\ &= \sqrt{10^2 + 6^2 + 2 \cdot 10 \cdot 6 \cdot \cos 135^\circ} \\ &= \sqrt{136 - 60 \cdot 1.414} \\ &= \sqrt{51.16} = 7.16 (\text{千克} \cdot \text{米/秒}), \end{aligned}$$

$$v' = \frac{7.16}{m} = 35.8 (\text{米/秒})$$

$$\begin{aligned} \Phi = \arctg &= \frac{F\Delta t \cdot \sin\theta}{mv + F\Delta t \cos\theta} = \frac{10 \cdot \sin 135^\circ}{6 + 10 \cdot \cos 135^\circ} \\ &= \frac{10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{6 - 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = -6.6 = 98^\circ 40' \end{aligned}$$

答：足球飞出的速度 v' 大小为 35.8 米/秒，方向是和足球初速度的方向成 $98^\circ 40'$ 。

布置作业：

高中物理上册 216 页。(2) 此题是巩固动能增量这一概念的。(3) 训练学生由动量的增量求冲量的能力。(4) 此题是使学生在较复杂的情况下学会应用动量定理。

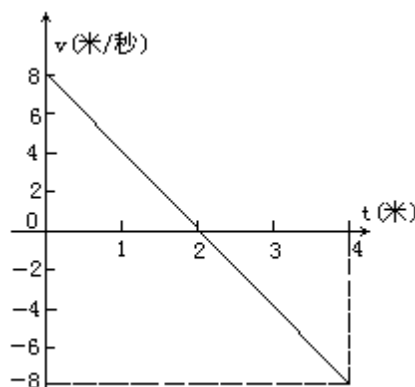


图9-19

补充题：1. 质量为 500 克的物体沿 x 轴运动，它的速度-时间图象如图 9-19 所示。求：

(1) 由 1 秒到 4 秒这段时间内物体所受到的冲量。

(2) 由 1 秒到 4 秒这段时间内作用力对物体所做的功。

教学小结：

1. 这里紧扣住教材层次分明的推导出了动量定理，使学生深刻地认识到：物体所受到的冲量和它的动量的增量之间有着密切联系，这一点教学是成功的。

2. 通过精选的四个例题分析，使学生初步掌握了动量定理的应用。但初动量、末动量和冲量这三个矢量的方向不在一条直线上的情况下的动量定理的应用学生尚未完全掌握，有待于下节课的探讨。

三、研究电磁感应现象（高中必修课）

〔教学目的〕

1. 探索感生电流产生的条件以及感生电流方向的确定。

2. 培养学生根据实验结果，探索、总结出物理规律的能力。

〔实验器材〕电流计、条形磁铁、马蹄形磁铁、各

种线圈、电磁铁、直流电源、变阻器等。

[教学课时] 二课时

[教学过程]

(一)研究电流计指针偏转与电流方向之间的关系。

1.首先指出,在做有关演示实验之前,要判明所用的电流计指针的偏转和电流方向之间的关系,要求学生注意观察。

本次实验课的内容都是定性实验,目的是让学生动手做实验,观察实验现象,在多次实验事实的基础上,概括出实验定律。组织好这种类型的课堂教学,对于调动学生学习的积极性,培养实验能力,特别是探索物理规律的能力,很有好处。

2.要学生按图 9-20 所示电路图接好连接导线,分组做实验,并把实验结果记入表格一内。

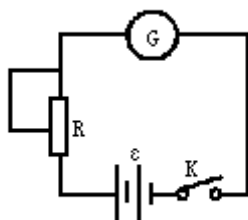


图9-20

表一

电流通入方向	指针偏转方向
自左接线柱流入	
自右接线柱流入	

(二)闭合导线的一部分做切割磁力线的运动,观

察感生电流的产生并总结出用右手定则判定电流的方向.

整个实验共分三个层次:第一个层次是直导线切割磁力线产生感生电流,这部分内容虽是初中学习过的,带有复习性质,但还是很有必要的,在总结复习安培右手定则之后,着重讲洛伦兹力对实验结果的解释.

1.按照图 9-21 所示,使直导线 AB 在马蹄形磁铁两极间做切割磁力线的运动,观察感生电流的方向,把观察结果记入表格二内.引导学生总结出电流方向、磁场方向和导线运动方向三者之间的关系,概括为右手定则.

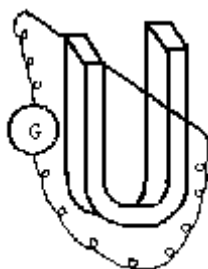


图9-21

表二

磁场方向	导线运动方向	AB 导线中电流方向	结论
左	上		伸出右手,大拇指张开,让磁力线穿过手掌心,则大拇指代表运动方向,其余四指并拢代表电流方向.
左	上		
右	下		

右	下		
---	---	--	--

2. 导线切割磁力线的运动是指导线相对磁场的运动, 若导线不动而让磁场运动, 使用右手定则时, 仍以导线相对于磁场的运动方向作为导线的运动方向.

3. 用洛伦兹力解释感生电流的产生, 如图 9-22. 着重说明以下四点:

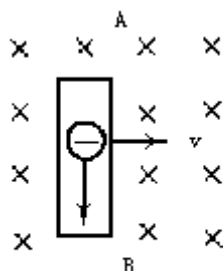


图9-22

(1) 金属导体内有自由电子, 而自由电子的定向运动形成导体中的电流;

(2) 当导体以速度 v 向右运动时, 导体中的自由电子随之向右运动, 等效于正电荷向左运动;

(3) 自由电子所受洛伦兹力的方向是从 A 指向 B;

(4) 在洛伦兹力作用下自由电子的定向运动形成电流, 其方向是由 B 指向 A, 这和用右手定则判断的一致.

(三) 闭合线圈中产生感生电流的条件 (课前已要求学生预习课本上“电磁感应现象”一节).

1. 组织学生做演示实验: 观察条形磁铁和闭合线圈有相对运动时产生感生电流的情况 (见课本 130—131 页所示的有关实验的图):

(1) 线圈不动, 磁铁运动;

(2) 磁铁不动, 线圈运动;

(3) 线圈与磁铁以同一速度运动.

观察结果是, 只有当磁铁和线圈间发生相对运动时

才可能产生感生电流.

2. 闭合线圈所在区域的磁场发生变化时产生感生电流.

(1) 让学生动手做实验, 使线圈平面平行于磁力线运动, 结果, 线圈中没有感生电流.

(2) 继续实验, 让线圈不动, 用变阻器改变通入电磁铁的电流的大小而改变磁场的强弱, 观察到线圈中有感生电流.

3. 通过闭合线圈的磁通量发生变化是产生感生电流的根本条件.

(1) 让学生分组做实验, 当线圈平面与电磁铁的磁场的磁力线平行, 即使改变电磁铁线圈中的电流从而改变磁场的强弱, 闭合线圈中也不产生感生电流. 只有当磁力线穿过闭合线圈而且当磁场的强弱发生变化时, 才产生感生电流.

(2) 综合 1、2 两点, 启发学生加以分析概括, 找出共性, 最后由教师提出磁通量的概念, 并根据定义写出

$$\Phi = BS$$

或 $\Phi = BS \cos \theta$, 明确指出磁通量的物理意义及其单位: 韦伯.

第二个层次是: 通过闭合线圈的磁通量发生变化是产生感生电流的必要而充分的条件. 这一部分最重要. 先由实验总结出磁通量变化引起感生电流, 然后再深入分析, 总结、概括出楞次定律.

(3) 产生感生电流的条件 (让学生总结):

“只要穿过闭合电路的磁通量发生变化, 闭合电路中就有感生电流产生.” 概括起来有以下几种情况:

- a. 闭合线圈的一部分切割磁力线；
- b. 线圈与磁场有相对运动；
- c. 线圈在磁场中转动；
- d. 线圈不动，通过线圈的磁通量发生变化；
- e. 整个线圈在不均匀磁场中运动，使线圈中的磁通量发生变化。

思考题：1.135 页 1.

2. 线圈套在条形磁铁上来回运动，线圈中有无电流，为什么？

3. 闭合线圈在条形磁铁一端上下运动。线圈中有无感生电流？

4. 用条形磁铁分别插入闭合线圈和不闭合线圈，会有什么现象出现？

(四) 做实验观察感生电流的方向

1. 研究原副线圈的统向；

2. 按课本 136 页图 4-11 连接好线路。

3. 接通电源后，把原线圈插入副线圈中，观察感生电流方向；抽出，再观察感生电流方向。反复观察几次，并把实验结果及分析填入下表内（电流方向用顺时针或反时针表示）。

与学生一道分析：

(1) 引起原磁场的电流与感生电流同向或反向（与插入、抽出有关）；

(2) 引起感生电流的磁场与感生电流的磁场同向或反向（与插入、抽出有关）；

(3) 上述的同向或反向都与插入或抽出有关，就是与线圈中磁通量的增减有关；

这是第三个层次，通过实验现象的观察，分析，总

结出楞次定律,这是本次课的难点.因为楞次定律的叙述本身就不易理解,要把该定律揭示的物理本质讲清楚,并真正理解,要深入浅出地慢慢阐明.

表三

实验顺序	原线圈电流	原线圈中电流方向	通电线圈运动	原线圈中的磁场方向	磁场变化(磁通的增减)	感生电流的方向	感生电流的磁场方向	两个磁场的相互关系	结论
1	正接	顺时针	插入	向下	增加	反时针	向上	反向	阻碍变化
2	正接	顺时针	抽出	向下	减少	顺时针	向下	同向	阻碍变化
3	反接	反时针	插入	向上	增加	顺时针	向下	反向	阻碍变化
4	反接	反时	抽出	向上	减少	反时	向上	同向	阻碍

		针				针			变化
--	--	---	--	--	--	---	--	--	----

(4)当磁通增加时,两磁场方向相反;减少时相同.这一实验事实,就是感生电流的磁场,有阻碍引起感生电流的磁场变化的作用.

总结出楞次定律:感生电流的方向,总是要使感生电流的磁场阻碍引起感生电流的磁通量的变化.

说明:磁通量的变化包括 1.增加.2.减少.3.由无到有(增).4.由有到无(减).学生分组实验:让原线圈接通电源放入副线圈中不动.

(1)开关由断开到闭合,或闭合后滑线变阻器的电阻由大到小,观察电流方向;

(2)电阻由小到大或开关由闭合到断开,观察电流方向.

说明:感生电流的磁场阻碍引起感生电流的磁通量的变化,就是“原增感反,原减感同.”

4.感生电流方向的判断:

(1)要确定感生电流的方向,就要根据安培右手法则先确定感生电流的磁场的方向.

(2)要确定感生电流的磁场的方向,就要知道原磁场的变化,即判断磁通量的增减.

(3)要确定磁通量的增减,就要先知道原磁场的方向.

总结、概括出楞次定律的过程,就是培养学生探索物理规律,提高分析能力和抽象思维能力的过程.实验较多,要抓住要害.这里特别要使学生明白,感生电流的磁场总是阻碍引起感生电流的磁通量的变化.要知道,既然是阻碍磁通量的变化,说明磁通量并未真的被阻碍住,

还在发生变化；正因为它在变化，才引起了感生电流的产生；也正因为感生电流的产生，是在阻碍过程中出现的，才真正体现了对立面的统一。更进一步说，也只有这样，才符合能的转化和守恒定律。

关于确定感生电流的方向这一思路的安排很好，要抓住事物的因果关系，顺藤摸瓜，表面看来比较困难的问题就迎刃而解了。

故用楞次定律判断感生电流的方向时，首先确定研究对象——线圈。然后，

第一步，确定线圈中原磁场的方向；

第二步，确定原磁场的变化情况；

第三步，根据楞次定律确定感生电流的磁场方向。

最后根据安培右手法则确定感生电流的方向。

5. 利用楞次定律判断感生电流方向的实验验证。用条形磁铁的 N 极或 S 极插入、抽出闭合线圈，先判断电流的方向，再和实验对比，看是否一致。

作业布置：课本 139 页练习

[综合简评]

研究电磁感应现象的定性实验，是一个很好的实验题目。通过有目的地一个个实验的观察、分析，不仅能使学生获得必要的感性知识，印象深刻，为总结出物理规律奠定了基础；更重要的是引导学生通过实验现象的观察，自己动脑，概括出物理规律。这对于培养学生的能力大有好处。

这次实验课，除了确定电流的方向和电表指针偏转的关系的实验是预备性实验外，整个实验内容分三个层次或三个阶段进行，一步步深入和展开，结构严谨、清晰，内容丰富，善于启发学生积极思维。可以预计，按照

这份教案组织教学, 定能取得较好的教学效果.

物理练习教学

物理练习的作用和作业的形式

物理练习, 是指学生在理解物理教学内容的基础上, 以口头解答、书面解答, 或实际设计、操作等形式, 反复地针对某一课题完成一定的作业. 练习是知识运用的一种主要方式, 是中学物理教学中的一个重要组成部分. 练习在教学中所能起到的作用是多方面的, 练习作业的形式也是多种多样的.

一、物理练习在教学中的作用

1. 物理练习能帮助学生巩固、熟练、活化基础知识, 熟练实验技能.

物理学的许多基本概念和重要规律, 尽管教师讲得很清楚, 学生也能理解, 但如不让学生做一定量的有关练习, 他们的理解往往很不透彻, 更不容易做到巩固掌握和灵活运用. 教育心理学研究表明, 学生学习概念、规律以后, 解答体现这些概念与规律的实际课题, 比解答同一概念、规律的抽象问题或公式的练习更难. 这是由于学习概念、规律时, 是从各种现象中理解其共同点; 而解决实际问题, 则是从一个具体问题中理解其所隐含着的抽象概念与规律. 因此, 可以说, 解决实际问题理解水平的一个新层次. 所以, 学生要真正掌握知识, 就一定要经过物理练习这一环. 恰当地选择习题或问题, 让学生

通过自己的艰苦努力和独立钻研求得解答,在这一过程中,学生的基础知识就能得到巩固、熟练和活化.学生在练习过程中,最容易暴露知识上的缺陷和理解上的谬误与不足,通过练习发现问题,才能弥补这些缺陷,纠正误解.有些练习题还可以起到承前启后的作用,通过练习可以把前后知识有机地联系起来.

至于实验技能,只有通过实际操作练习,学生才能真正掌握和熟练.

2. 物理练习能帮助学生加深和扩展物理知识.

由于教材内容要受到系统性和课时的限制,有些与基础知识有关的、学生应该知道的知识,不可能全部编入教材,通过练习题可以加深和扩展必要的知识.例如,在高一物理教材中,研究了竖直上抛的位移公式 h

$$=v_0t - \frac{1}{2}gt^2, \text{ 但没有说明位移为负值的情况, 如果让学生做有关内容的}$$

练习,就可以使学生对这个公式有更全面、深刻的理解.再如,牛顿第三定律是很重要的物理定律之一,如果学生单纯从书本上概括性的叙述去理解这个定律,这种理解往往是肤浅而狭隘的,只有让学生多进行物体受力分析的练习,才能对这个定律有全面、深刻的理解.又如,通过练习题,可以向学生渗透太阳能电池、磁流体发电机原理、录音机的录放原理等科学常识.

值得指出的是,课堂教学只能按照教学大纲的基本要求,照顾多数学生的程度,很难解决不同程度学生的“吃不饱”和“吃不消”的问题.通过物理练习,可以因材施教,因人施教,使全体学生都能在不同的层次上有所提高.

3. 物理练习能帮助学生建立解决问题的思路, 获得

解决问题的正确方法,促进由知识向能力的转化。

物理练习是学生运用理论知识解决实际问题的起点。在解答物理问题的过程中,学生的思维活动处于十分集中和积极的状态,这时,他们凭借自己的力量去克服困难,聚精会神地寻找解决问题的途径,综合运用所学的知识和方法,对问题进行科学的想象、分析与综合、判断与推理,并运用数学知识和方法求得解答。所以,物理练习过程是学生创造性劳动的过程,是锻铸坚强意志的过程。通过有计划的、必要的、严格要求的练习,学生的观察、想象能力、分析判断能力、逻辑推理能力、论证表达能力、运用数学能力等等,都可以得到发展,学生的智力品质和意志品质会逐步得到提高。通过教师的积极引导和学生的独立钻研与总结,就可以逐步学到分析、处理、解决物理问题的思路和方法,为进一步探索新知识、解决新问题开辟了更广阔的道路。

4. 物理练习能帮助学生将理论应用到实际,理解科学与技术相互关系。

学生在做物理练习时,要将学过的物理原理、概念、规律应用到个别具体情况中去,这样,就很自然地建立了理论与实际的联系。如果练习题的题材取自周围生产、生活、交通和军事技术中,那么这种联系就更加明显(许多物理习题实际上是科学、技术中某一具体问题的物理模拟或简化)。有目的地选择习题的题材,揭示习题内容在实际中的意义,能使学生了解物理科学在技术中的应用,了解物理学在现代技术和我国社会主义建设中的作用。

5. 物理练习是考查学生知识、技能、能力,检查教学成效的重要手段。

学生的学习情况,教师除了通过课上的观察、提问等方式来了解以外,最主要的是通过学生完成习题的情况来了解.通过一些基本概念题,便可以考查学生对有关基本概念的理解是否确切;让学生解综合题,便能了解学生掌握和灵活运用基本知识的能力;让学生做实验练习,便能了解他们实验技能的掌握情况.总之,物理练习具有考查学生知识、技能、能力及检查教学成效的重要手段.

二、物理练习作业的形式

根据教学内容的要求,学生对不同层次知识的掌握情况,以及学生的智力和能力发展水平,可以编制具有不同特点、不同层次要求的练习题.具体形式有:

1. 判断、选择练习

判断是根据概念和逻辑关系,对事物做出肯定或否定的结论.有所肯定或有所否定,是判断的特点.

这类练习的特点是概念性很强,逻辑思维也很强.通过练习,可以澄清一些似是而非、似非而是的认识,有助于正确地理解概念、掌握规律,提高思维判断能力.

判断、选择练习,有难、易各种层次,有的属于记忆、了解的,有的属于思维理解的,有的属于简单运用的.分别举例如下:

例如,“任何电磁波在真空中都相同的是:(a)频率;(b)波长;(c)波速;(d)能量.”[答案:(c)]

又如,“在电磁感应现象中,下列说法中正确的是:(a)只要穿过闭合电路的磁通量变化就一定有感生电流;(b)感生电流的磁场跟原磁场方向相反;(c)感生电动势的大小跟穿过闭合电路的磁通量的变化量成正比;(d)一段导体做切割磁力线运动一定会产生感生电

动势。”[答案:(a)(d)]

再如,一质量为 m 的物体沿光滑斜面由静止开始下滑,斜面与地面夹角为 θ ,当它在竖直方向上的高度下降 h 时,重力做功的即时功率

是 (a) $mg\sqrt{2gh}$; (b) $mg\sqrt{2gh\sin\theta}$; (c) $mg\sqrt{2gh\cos\theta}$; (d) $mg\sqrt{2gh\sin\theta}$; (e) $mg\sqrt{2gh\cos\theta}$. [答案: (b)]

判断、选择形式的练习,也可以是实验方面内容的.在题目的具体形式上有单解选择题、组合选择题、多解选择题、填空选择题等等.

2. 思考问题练习

引导学生深入思考,或发现问题,或预测结果,或剖析现象解释原因等方面的练习,叫做思考问题练习.

例如,“你坐在向前飞驰的火车车厢里,通过车窗向外看,看到近处的树木、房屋都向后退,而看到远处的树木却向前,好象做圆运动似的,这是为什么?”

又如,“在简易工作台上转动着的电动砂轮机,在它停下来之前,总要在一段短时间内发生强烈的振动,这是什么道理,”再如,“参阅图 10-1 所示电路.两只灯泡 L_1 和 L_2 规格相同,线圈的直流电阻值与电阻 R 的阻值相同.请思考一下:合上 K 时,两只灯泡谁先亮,为什么?如果把图 10-1 所示电路中的电阻 R 去掉,换上一个电容器 C ,结果又怎样?”

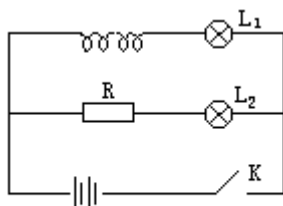


图10-1

解答这类问题,要善于通过分析、思考,运用已掌

握的物理知识去寻求现象的物理本质.在解答时,要做到论据充分,论点明确,逻辑性强,说理有力.

3. 实验设计练习

运用已掌握的基础知识和实验技能,独立地进行实验方案的设计,完成给定任务的练习,叫做实验设计练习.这对培养学生的观察、实验能力和创造能力是极为有益的,在物理教学中应当提倡和加强.

例如,“请设计一个简易实验方案,估算一下:在阳光直射大地的情况下,地表面每平方厘米、每分钟最多能接收多少太阳能.”

又如,“设计一个简易的实验方案,测定玩具气枪子弹飞离枪口时的速度.”

再如,“为了研究电源路端电压跟外电阻的关系,找出规律.请设计一个实验方案.”

4. 推理论证练习

根据已知理论和给定的条件,通过逻辑推理(含数学推理),导出所要求的结论的练习,或对可能产生的各种情况全面地进行分析、比较和讨论论证的练习,或证明给定结论正确性的练习,叫做推理论证练习.

例如,“一个电子经电势差为 U 的匀强电场加速后,沿径向垂直射入圆柱形的有界匀强磁场,已知圆柱半径为 R ,磁感应强度为 B ,电子射出磁场时偏转角为 α (图 10-2),那么,当 U 、 B 或 R 数值增大时, α 将如何变化?要使 $\alpha < 90^\circ$, 必须满足什么条件.”

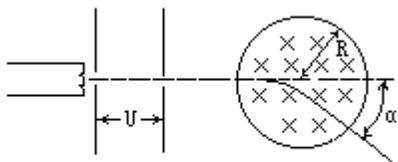


图10-2

[答案: U 增大, α 减小, B 或 R 增大, α 也增大; $\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um_e}{e}} > R$]

推理论证练习, 不仅能巩固、深化、活化物理知识, 而且能有效地培养学生演绎推理(含运用数学推理)的逻辑思维能力。

5. 计算问题练习

以定量计算为主的解答有关物理问题的练习, 叫做计算问题练习。一般可分为简单计算练习和综合计算练习两种。

简单计算练习, 并不是计算上极为简单, 而是指研究对象的物理模型和物理过程比较单一, 所运用到的物理概念、规律也比较少。这类练习对巩固知识的作用较大, 也有利于训练解答计算题的基本功, 因此, 对这类题目应给予足够的重视。

综合计算练习, 一般指研究对象比较复杂, 或研究对象所涉及的现象是多方面的, 或研究对象所进行的过程比较复杂(可能是由几个物理过程组成的), 需要灵活运用较多的概念、规律和方法。这类练习, 一般难度较大, 有助于把各部分知识有机地联系起来加深理解, 在发展学生思维能力、分析和解决问题的能力, 以及提高学生思维品质方面, 作用较大。综合计算练习要适时、适量, 切不可过深、过难和偏怪。

解答计算题的正确思路和基本程序

解答任何一个计算题,绝不能想当然地找几个数字代到公式里去,而是要沿着一定的思路,运用正确的方法进行分析和探讨,并按照一定的基本程序进行解答.

在解答一道物理计算练习题时,首先,要形成正确清晰的物理图景.也就是说,要以物理概念为基石,认真分析题中所涉及的物理对象、现象和所进行的物理过程,分析它们所处的状态和条件,在头脑中形成清晰的物理图景,这是能否得到正确解答的基础;要正确地选取研究对象,并把它视为某种物理模型,同时把所进行的物理过程视为某种模型,找出它们所遵循的物理规律和有关公式,列出有关方程(有时需要画出有关图象),把物理问题转化为恰当的数学问题,这是得出解答的关键;最后,运用数学进行推演、讨论和计算,求得解答,并对答案进行检验和讨论.

解答计算练习题,一般是按照下面的基本程序进行的.

1. 审题.通过审题要做到:

(1) 看懂题意,判定是属于什么范围、什么性质的问题;

(2) 找出已知量和待求量.有些已知量隐含在题目的文字叙述中或物理现象、物理过程中,要注意发掘;

(3) 明确研究对象,确定视为何种理想模型.

2. 析题.在审题的基础,对题目进行认真地分析.

(1) 为了便于分析,一般要画出草图.草图有示意图、矢量图、波形图、状态变化图、电路图、光路图等

等.草图具有形象化的特点,有助于形成清晰的物理图景;

(2)借助草图分析研究对象所处的物理状态及其条件;

(3)借助草图分析研究对象所进行的物理过程;

(4)在此基础上确定解题的思路和方法.

3.建立有关方程.

(1)根据研究对象和物理过程的特点及其条件,考虑解答计算上的方便,选用它所遵循的规律及公式;

(2)列出方程.(有些题需要建立坐标系、规定方向,或画出有关图象)

4.求解.

(1)先进行必要的代数运算;

(2)统一单位后,代入数据进行计算,求得解答;

(3)必要时对结果进行检验和讨论.

[例一]一质量 $M=240$ 克的木块,放在高 $h=0.8$ 米的光滑桌面上.被一水平方向飞来的子弹打落在地面上(子弹留在木块中),落地点与桌边的水平距离 $s=1.6$ 米,子弹的质量 $m=10$ 克,求子弹击中木块时的速度(g 取 10 米/秒²).

[分析]

画出示意图 10-3.这个全过程,实际上是由三个相联的分过程组成的.子弹与木块相互作用,把子弹与木块看成是一个系统,遵守动量守恒;子弹停在木块中,在光滑桌面上平移,把子弹与木块合在一起视为质点,遵守牛顿第一定律;子弹与木块一起离开桌面,视为质点的平抛运动.

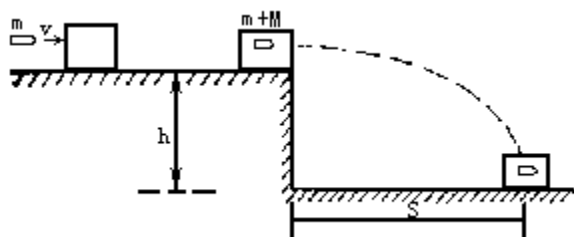


图10-3

[解法 1] 从待求量子弹的速度 v 入手, 以子弹和木块为研究系统, 设子弹射入木块后与木块的共同速度为 v' , 依动量守恒定律 (取子弹速度方向为正), 得

$$mv = (m+M)v'$$

欲求 v , 须先求 v' , v' 等于子弹与木块一起做平抛运动的初速度. 以平抛物为研究对象, 由平抛运动规律, 得

$$v' = s/t$$

欲求 v' , 须先求 t , 再由

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (3)$$

由式, 得

$$t = \sqrt{2h/g} \quad (4)$$

代入, 得

$$v' = s/\sqrt{2h/g} \quad (5)$$

代入, 得

$$v = \frac{M+m}{m}v' = \frac{M+m}{m} \cdot \frac{s}{\sqrt{2h/g}} \quad (6)$$

把各已知量统一为国际单位后代入, 得

$$v = 100 \text{ (米/秒)}$$

[解法 2] 分析整个物理过程后, 从已知量出发, 找到有关公式, 由平抛运动规律, 得

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad s = v' t$$

由动量守恒定律, 得

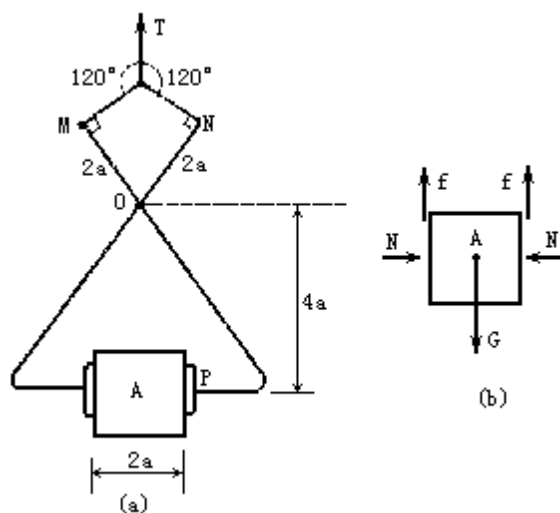
$$mv = (M+m)v'$$

整理公式, 得

$$v = \frac{M+m}{m} \cdot \frac{s}{\sqrt{2h/g}}$$

代入数据, 即可得解.

[例二] 如图 10-4(a), 用铁夹提起重物 A. 绳和铁夹的重量不计. 问: 当重物 A 与铁夹的摩擦片间的最大静摩擦系数 μ_0 至少多大时, 可提起重物.



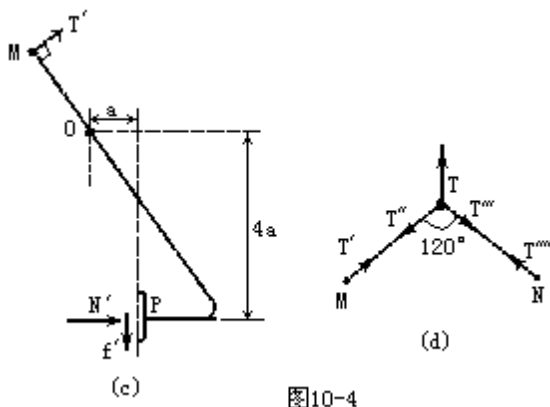


图10-4

[解] 从待求量 μ_0 出发, 以重物 A 为研究对象. A 的受力情况如图 10-4 (b) 所示. 由受力平衡, 得

$$G=2f=2\mu_0 N$$

欲求 μ_0 , 需求 N, 由牛顿第三定律, N 与铁夹所受的力 N' 等值反向. 所以欲求 N, 可先求 N' , 以铁夹 POM 为研究对象, 受力情况如图 10-4 (c) 所示, 其中 f' 与 f 为一对作用与反作用力 (注意: f' 容易遗漏). 以 O 为转轴, 由力矩平衡, 得:

$$T' \cdot 2a + f' \cdot a = N' \cdot 4a$$

又出现了新的未知量 T' . 以 B 点为研究对象, B 点受力如图 10-4 (d) 所示. 由力的平衡, 得,

$$T=T''=T'$$

欲求 T, 再以 B 点以下的全部物体为研究对象. 则仅受 T 和 G 二力平衡, 则: $T=G$ 代入式

$$G \cdot 2a + \mu_0 N \cdot a = N \cdot 4a$$

把代入式

$$2\mu_0 N \cdot 2a + \mu_0 N \cdot a = N \cdot 4a$$

$$5\mu_0=4, \mu_0=0.8$$

[答案] $\mu_0 \geq 0.8$ 时可提起重物.

此题在审题时, 仿佛觉得条件不足, 例如重物的 G

未知,但通过从待求量出发逐步推演,最后发现由已知条件可得解答.由这一例可以看出,解题时切忌“想当然”,应沿着正确的逻辑思路分析、推演,在解此题时,要善于不断转换研究对象,这正是解此题的困难所在.

[例三] 容积分别为 V_1 和 V_2 的两个玻璃泡,用一根体积可以忽略不计的、不导热的细管连通,如图 10-5 (a) 所示.泡中充满空气,通过装在大玻璃泡上的气压计的指示得知空气压强为 p , 温度为室温 T . 今将小玻璃泡浸在待测温度的低温箱中,大玻璃泡仍在室温的空气中,这时,装在大玻璃泡上的气压计指示压强为 p' . 试求待测温度的低温箱内的温度 T' 等于多少?

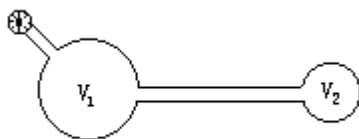


图10-5 (a)

[分析] (1) 开始时容器内的空气处于平衡状态. 而当小泡浸于低温箱内后, 虽然两个玻璃泡内的压强相等, 但两泡内的温度不相等, 所以整个容器内的空气并非为平衡状态, 只能认为大小两泡内的空气分别处于不同的平衡状态.

(2) 原来在大泡内的空气, 当小泡浸入低温箱以后, 将有一部分空气移到小泡内, 从而其质量要减少; 而小泡内空气的质量要增加.

基于以上分析, 为解答此题, 应怎样确定研究对象呢?

要知道, 利用理想气体状态方程

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

列方程求解,应要求研究对象的状态变化时,既要保证各个状态为平衡态,又要保证其质量不变.为此,在解此题时必须巧妙地选取研究对象.

[解]

(1)先想象大泡内的空气分为两部分,画出示意图如图 10-5(b)所示.取大泡内划斜线部分的空气为研究对象,视为理想气体.开始时它的体积为 $V_1 - V$,使之当小泡浸入低温箱时,该气体的体积恰好膨胀到 V_1 .这样,在小泡浸入低温箱之前之后,该研究对象所处的状态分别都是平衡态,且质量是一定的.小泡浸入低温箱前,研究对象的状态参量是:压强为 p , 体积为 $V_1 - V$, 温度为 T ;

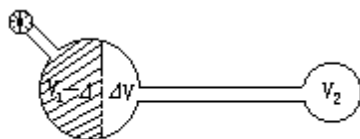


图10-5(b)

小泡浸入低温箱后,研究对象的状态参量是:压强为 p' , 体积为 V_1 , 温度仍为 T .

根据理想气体状态方程得

$$\frac{p(V_1 - \Delta V)}{T} = \frac{p'V_1}{T} \quad (1)$$

(2)再取图 10-5(b)中大泡内未划斜线部分的空气与小泡内的空气为研究对象,视为理想气体.开始时它的体积为 $V_2 + V$,使之当小泡浸入低温箱内时,该研究对象的体积恰好收缩为 V_2 .可见,在状态变化过程中,它的质量是不变的.

开始时的平衡状态:压强为 p , 体积为 $V_2 + V$, 温度为 T .

后来的平衡状态：压强为 p' ，体积为 V_2 ，温度为 T' 。

根据理想气体状态方程得

$$\frac{p(V_2 + \Delta V)}{T} = \frac{p'V_2}{T'} \quad (2)$$

由于共有两个未知量： V 和 T' 。所以，由(1)和(2)式可解得 T' 。

实际上，这个问题是一种温度计的测量原理。

常用处理问题的方法

在物理学的发展过程中，在运用物理知识解决实际问题的过程中，人们逐步积累和形成了物理学中处理问题的方法。学生不掌握这些处理问题的方法，就无法顺利地解答物理问题。因此，在物理教学中，我们一定要使学生逐步领会和掌握这些方法。在中学物理范围内，常用的处理问题的方法有：

1. 把研究对象、过程视为理想模型

在中学物理教学以至大学物理教学中，所研究的可以说都是理想模型。从研究对象看，如力学中的质点，刚体；流体中的理想气体；带电体中的点电荷；光学中的点光源等等。从研究的状态改变和过程看，如力学中的匀速直线运动，匀变速直线运动，简谐振动；热学中的等压变化、等温变化、等容变化、绝热过程等等。所以，在解答物理问题时，最关键的一是要明确研究对象是什么以及研究对象所处的状态，并把研究对象视为适当的模型，二是要研究状态如何变化，即所谓过程，并把它视为适当的模型，然后找出这些模型所遵循的规律。为什么

有些学生对规律、公式背得很熟，而一做练习，不是下不了手，就是做错呢？一个重要原因就是他们不知道如何从一个实际问题抽象一个正确模型。这个本领如果没有学会，就只能是老师教一个，他就会一个，老师不教，他就不会。所以，在物理教学中，应该下大功夫教给学生这种处理问题的思想和方法。

[例四] 一个半圆形光滑轨道（如图 10-6），半径是 R ，圆心是 O 。如果拿两个物体分别放在 O 点和 B 点（ B 点高 A 点很近），都从静止同时释放，问这两个物体谁先到达 A 点？

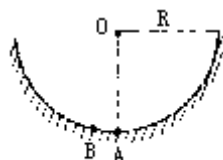


图10-6

对于这个问题，也许有人很快就答出放在 B 点的物体先到达，理由是 B 点离 A 很近吗！这是凭经验想当然地看问题。正确的解法是：第一步，先考虑你的研究对象应该看成一个什么模型？由于轨道是光滑的，在它上面运动的物体不管形状如何，其运动必然是平动，可以把它们看作质点；第二步，这两个物体的运动可以看成什么模型？对于放在 O 点的物体，看作是自由落体运动。于是可以求出从 O 到 A 的时

间 t_1 。由 $R = \frac{1}{2}gt_1^2$ ，得 $t_1 = 1.41\sqrt{\frac{R}{g}}$ 。对于放在 B 点的物体，从运动情况来看，

从 B 点释放后，它会沿光滑圆弧滑动经 A ，还会继续运动，直至速度减为零，然后返回来，这种以 A 为平衡位置做往复运动；从受力情况来看，这个运动物体与单摆摆球受力很相似，差别仅在于单摆受到指向圆心的

绳的拉力,在这个问题中被轨道给物体的支持力所代替.又由于 B 离 A 很近,相当于摆角很小,于是可以把它运动看作简谐振动,从 B 到 A 经

历 $1/4$ 周期, 设为 t_2 , 由 $T = \sqrt{\frac{R}{g}}$ 得 $t_2 = 1.57 \sqrt{\frac{R}{g}}$, 所以, 放在 O 点的物体先到达 A 点.

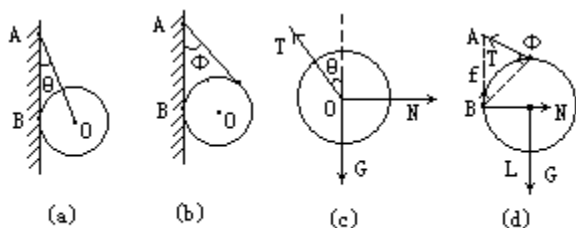


图10-7

[例五] 两个同样的球体(半径为 R), 用细绳拴住, 并靠在墙上, 都处于平衡状态. 求这两种情况下绳对球的拉力?

[分析] 在这两种情况下, 首先必须明确, 把球看作是一个什么模型来处理. 在图 10-7(a) 所示的情况下, 由于球受三个力(重力、墙的支持力、绳的拉力)都通过球心(重心), 可以把该物体视为质点. 在图 10-7(b) 的情况下, 球所受的四个力(重力、绳的拉力、墙的支持力和摩擦力)并不都是通过球心的, 且又不能保证球的运动是平动, 所以应当把它看作是一个刚体. 可见, 同一种物体, 在不同情况, 应当用不同的模型来处理.

[解](1) 图 10-7(a) 所示的情况.

取球体为研究对象, 视为质点, 共受三个力: 重力 G 、墙给它的水平支持力 N , 绳的拉力 T , 如图 10-7(c) 所示.

取球心 O 点为坐标原点，水平向右为 x 轴正向，竖直向上为 y 轴正向，根据质点的平衡条件：

$$\sum F = 0,$$

即

$$\sum F_x = N - T \cdot \sin \theta = 0 \quad ①$$

$$\sum F_y = T \cdot \sin \theta - G = 0 \quad ②$$

$$T = G / \cos \theta.$$

由式得： $T = G / \cos \theta$.

(2) 图 10-7 (b) 所示的情况.

取球体为研究对象，视为刚体，共受四个力：重力 G ，墙给球体的水平支持力 N 和竖直向上的静摩擦力 f ，绳的拉力 T ，如图 10-7 (d) 所示.

根据刚体的平衡条件，以 B 为转轴；则 $\sum M_B = 0$ 得，

$$T \cdot \overline{AB} \sin \phi - G \cdot R = 0.$$

$$\therefore T = \frac{G \cdot R}{AB \cdot \sin \phi}$$

2. 等效代替法

在物理学中，有不少概念的建立，运用了等效代替法. 例如，平均速度就是用匀速直线运动代替变速直线运动，对运动粗略描写，效果相当；合力是用一个力代替几个力，效果相当；总电阻是用一个电阻代替一组电阻，效果相当；还有分力、等效电容、交流电的有效值等等. 在解决物理问题时，等效代替法也是一种常用的处理问题的方法.

[例六] 在一个磁感应强度为 B 的匀强磁场中，有 A、B 两点，这两点间的距离为 L ，连一条金属线 ACB，如图 10-8 所示. 当金属线 ACB 以速度 v 匀速向右运动时，这条金属线上的感生电动势等于多少？



图10-8

这个题乍一看好象超纲,中学生无法解.但是,如果我们用等效法,就可以解.可以想象用一根长 L 的直导线连接 A、B 两点,形成一个闭合回路.这样不管金属线 ACB 是什么形状,只要在匀强磁场中匀速运动,闭

合回路中的磁通量都不改变,根据法拉第电磁感应定律, $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}=0$, 所

以,没有感生电动势.但是你可以把整个闭合回路看成两段,一段是 ACB,一段是 AB. AB 是一根直导线垂直切割磁力线,正好 B 、 L 、 v 三者相互垂直,AB 上的感生电动势等于 $B \cdot L \cdot v$.而整体上感生电动势为零,说明 AB 上产生的感生电动势跟 ACB 上产生的感生电动势大小相等、方向相反.于是,这个问题就得解了.

在中学物理练习中,经常需要运用等效法处理问题.例如,在力学中,用等效法进行必要的力的合成或力的分解;在电路计算中,用等效法化简电路,等等.因此,我们应当有意识地训练学生,使他们掌握这种处理问题的方法.

3. 微元处理法



图10-8

微元处理法指的是我们把研究对象或过程分隔成小块(微元)来加以研究.例如,研究匀变速直线运动时,描写运动的快慢,粗略地描写,用等效法,精确地描写,用微元处理法.又如,研究光在凸凹不平的镜面上发生漫反射时,也用了微元处理法.把整个镜面一小块一小块地隔离开来,选取其中任一小块,可以近似地把它看成平面,按照光的反射定律画出反射线;再取另一小块,再画出它的反射线,…….可以看出,尽管入射光线是平行的,但反射光线的方向:各异.这样,每一小块都遵循理想化规律,而从整体来看,哪个方向都有反射光,这就是所谓的漫反射.

微元处理法实际上是一种微分思想.这一思想和方法在中学教学阶段,虽不要求定量计算,但在研究和解决问题时,还是常用这种方法处理问题的.

4. 近似处理法

在中学物理研究问题时,我们实际上常常用到近似处理这种方法.例如,测一个物体的重力,用弹簧秤把它挂起来,我们就认为弹簧秤的读数等于物重,其实严格地讲,重物放在空气中,还要受到空气给予的向上的浮力作用,所以弹簧的拉力不等于物重.但是,我们一般都不去考虑这个浮力了,这是因为浮力与重力相比小很多,可以忽略不计.这里,实际上做了近似处理.如果把重物放在水中,我们就不会再认为弹簧的拉力等于重力了,因为这时浮力已经不能被忽略了.在进行物理实验时,我们也常常忽略一些次要因素,或忽略掉相对很小的量,这也是近似处理.再比如,对打击碰撞问题,常常有学生问:重力到底考虑不考虑?这也要看具体情况而定.

[例七]一质量 m 为 5 公斤的物体,自地面 20 米高处从静止开始自由下落,物体落地时与地面相互作用时间为 0.01 秒,即停止在地面上,试求物体对地面的平均作用力多大(g 取 10 米/秒²)?若相互作用时间为 1 秒,平均作用力多大?

[解](1)物体对地面的平均作用力的受力者是地面,本应选地面为研究对象.然而由于对地面的其它情况全然不知,以致无法求解.而物体的受力情况和运动情况清楚,且物对地的作用与地对物的作用是一对作用与反作用.所以,可选取物体为研究对象.

由于物体做平动(不涉及转动),可视为质点,

(2)物体自由下落时,遵循自由落体运动规律.所以物体与地面作用前的速度 v 为

$$\because v^2 = 2gh \quad \therefore v = \sqrt{2gh} = 20 \text{ 米/秒}$$

方向竖直向下.

物体与地面相互作用过程中,受到竖直向下的重力 mg 和地面给物体

竖直向上的平均作用力 $\bar{F}$ 的作用.

物体与地面相互作用后速度等于零.

(3)根据动量定理 $\Sigma F \cdot t = mv - mv_0$, 取竖直向上为正向,得:

$$(\bar{F} - mg)t = 0 - (-mv)$$

$t=0.01$ 秒,解得:

$$\begin{aligned} \bar{F} &= mg + \frac{mv}{t} = 5 \times 10 + \frac{5 \times 20}{0.01} \\ &= 50 + 10000 = 10050 \text{ (牛顿)} \end{aligned}$$

在这种情况下,重力远小于其它力,在实际问题中可以忽略不计(近似处理).

若 $t=1$ 秒,则解得:

$$\bar{F} = 50 + 100 = 150 \text{ (牛顿)}$$

在这种情况下，无论从理论上和实际中，重力都不可被忽略不计。

从上例中可以看出，一个量是否可以被忽略不计，不是看它的绝对数值（上例中两种情况下重力都是 50 牛顿），而要看它和其它量相比是否小到可以被忽略不计。这里从数量级上加以比较，是很有效的。

估算实际上也是一种近似处理。

[例八] 估算地球大气层空气的总质量（最后结果取 1 位有效数字）。

[分析] 于大气压强是由大气层空气的重力引起的，我们可用地球表面处的大气压强和地球的表面积，先估算出大气层空气的总重力，进而估算出它的总质量。

[解]

设地球半径为 R ，地球表面处的大气压强为 p ，则大气的总重力

$$G = 4\pi R^2 p$$

因 $R = 6.4 \times 10^6$ 米， $p = 1.0 \times 10^5$ 帕，代入得

$$G = 5 \times 10^{19} \text{ 牛顿}$$

又由 $G = mg$ ， $g \approx 10 \text{ 米/秒}^2$ ，得

$$m = 5 \times 10^{18} \text{ 千克}$$

除了上述几种方法外，象分析 - 综合法（单一 - 复合法）、临界分析法、反证法（归谬法）等等，也是在中学物理中常用的处理问题的方法。

物理习题课教学

以指导学生进行物理练习为主的课叫做习题课。下

面简单的讲讲习题课教学的一般性问题。

一、习题课教学的基本程序

习题课教学一般按下列几个有序的基本程度进行。

1. 复习旧知识

通过复习提问,或由教师简单概述,复习与练习有关的知识和方法。复习要做到简明而有实效。

2. 教师示范举例或组织学生讨论

示范举例时应考虑以下几点:

(1) 举例要有明确的目的性。

除了巩固、深化和运用学过的知识以外,还应当有计划地达到下列目的:

a. 教给学生正确的解题思路和基本程序;

b. 教给学生分析、处理问题的基本方法和解决某些问题的一些特殊方法;

c. 培养学生能力和提高学生智力品质;

d. 排难纠误和知识的综合运用。

(2) 例题要具有典型性。所谓典型性包括以下几点:

a. 题目的内容应能充分反映物理概念、规律的本质和关键,练习的深广度和难易水平要准确地反映教学大纲的要求;

b. 题目能反映分析和处理物理问题的一般方法;

c. 题目本身不宜过多、过繁,可用一题多变的办法,不断改变条件,逐步引伸。要避免过于繁杂的数字计算。

(3) 举例要有针对性。

a. 题目的深浅程度,要针对学生的知识和能力水平;

b. 题目能针对学生在解答时容易产生的错误和问题

(详见附录一)。

3. 学生练习

在教师的指导下，学生进行独立的练习时，教师应注意：

(1)题目的选择应当配套，由易到难，以训练基本功和基本思路和方法为主，基本练习与综合练习相结合。

(2)按照不同的目的，对学生解题过程分别提出不同的要求。如有时要求学生某一题按照严格的书写规格解答；有的题只要求学生能正确地列出方程；有的题要求学生搞清研究对象、物理过程和应选用的物理规律；有时则要求学生尽可能迅速地得出正确答案等等。

(3)贯彻因材施教，对于程度不同的学生在要求上和指导上要注意区别对待，特别要注意指导在解题上困难较大的学生。

(4)在学生练习过程中，要注意发现不同的解法和典型性的错误和问题，为练后分析及今后的教学提供依据。

4. 小结

对学生的练习情况进行简要的评讲，包括分析学生解题中出现的各式各样的问题及其原因；指出正确的方法和答案；比较各种不同的解法（注意发现学生解答中的好方法并予以肯定和推广）。

二、习题课教学中应注意的几个问题

1. 根据不同教学层次，区别对待练习教学

初中物理教学、高中必修物理教学和高中选修物理教学，是三个不同的教学层次。在这三个层次中，无论是在教学目的与任务和教学的内容与要求上，还是在学生的年龄特征和学习能力上，都有明显的差别。因此，不同教学层次上的物理练习教学，应在内容、要求和方式上，有所区别。在初中阶段，一般只要求学生练习观

察、实验思考问题,判断、解释简单的现象,分析解决一些简单的实际问题等,以简单问题的基本练习为主,在运用数学定量计算方面,只作初步要求;在高中必修阶段,除了在初中练习的基础上适当提高要求外,仍应以基本练习为主,着重于使学生理解基本概念和规律,内容上更应侧重于联系社会生活、联系实际方面的练习,在运用数学定量计算和综合性的练习方面,不应有过高的要求;在高中选修阶段,则要求学生练习运用物理学的知识和方法,解决一些较灵活或综合性的问题,在运用数学定量计算和逻辑推理方面,可有较高的要求。

习题课教学应根据不同教学层次的不同要求,在课时的安排、练习的方式、练习的侧重点和要求等方面,都应区别对待,要循序渐进,防止不分层次不适当地提高练习要求。例如,在高中必修阶段,不应在定量、灵活和综合练习方面提出过高的要求,特别是不应以高考应试为标准,搞“一次到位”的“大运动量”训练。这样做,既背离教学的目的、要求,脱离学生的学习能力,达不到预期的愿望;又加重了学生的负担,妨碍学生的全面发展。

2. 习题课教学的计划性、目的性和连贯性

一个学期、一个学年,以至整体高中阶段的习题课教学,要有个计划,教师要心中有数。比如,这一学期总共安排多少个习题课,通过这些课的教学,除了巩固、运用知识以外,还要有计划、有目的地使学生逐步掌握哪些方法、训练哪些思路,培养哪些能力,在发展学生解题能力方面达到什么水平,这些习题课怎样连贯起来,并和其他教学活动配合好。

3. 精选练习题

举例和练习的题目一定要精选，否则，随便找几个题让学生做，很难全面完成习题课的任务。要选好题，就必须对题目进行认真的分析，一般应分析以下几点：

(1) 解这个题要用到哪些物理概念、规律，涉及哪些知识点；

(2) 题中涉及的研究对象和物理过程的复杂程度，以及涉及的条件如何（如是否有隐含条件、多余条件）；

(3) 解题时所涉及的方法和技巧；以及在这方面训练的熟练程度；

(4) 解题中的困难、关键处和易错处；

(5) 解这个题在了解物理知识与社会、技术、生活的联系方面有哪些价值；

(6) 解这个题在发展学生能力，提高智力和非智力品质方面的价值。

4. 要求适当

对学生的解题训练，既要严格要求，做到一丝不苟，又不能急于求成，更不能搞“题海战术”。在不同的发展时期，要提出不同的要求，逐步提高水平，使学生在这方面的能力逐步地、扎扎实实地不断提高，并落实到每个学生。使学生逐步做到，在解题时思路正、方法好、解答快、答案对。

5. 把训练学生正确的思路和方法，发展学生的能力放在首位。同时，要注意激发学生解决问题的兴趣，锻炼学生克服困难的意志。

中学生解答物理问题中常见错误分析

学生在解答物理练习题时，常暴露出各式各样的错误，其中有些错误是常见的，不论教者是谁，也不论学者是谁，总会出现类似的错误。下面从知识、方法和心

理三个方面,对学生解题中的常见错误做一分析.

一、知识方面

物理知识是解答物理问题的理论依据,如果解题的依据稍有差错,在解题过程中就必然会暴露出来.

1. 基本概念不清引起的错误.

例如,“关于速度和加速度的关系,下列说法中哪种正确?(a)速度大时,加速度一定大;速度小时,加速度一定小。(b)速度的方向就是加速度的方向。(c)速度恒定时,加速度为零。(d)加速度为零时,速度必为零。(e)加速度就是增加的速度。(f)只要速度的大小不变,加速度就为零。”[答案:(c)]又如,“下面几种说法哪种对?(a)物体的温度越高,则它所含有的热量也多;(b)物体的内能愈大,热量愈多;(c)热传递就是能量的传递;(d)热量总是由内能较多的物体传给内能较少的物体;(e)热量总是从温度较高的物体传给温度较低的物体。”[答案:(c)、(e)]

如果加速度和热量这两个概念的内涵不清,对上述两题就会做出一些错误的判断.

有些物理量不仅有大小,而且带有正负号.这些正负号的物理含意大致可以分为三类:第一类,表示矢量在一维空间里的两个相反的方向,如力、速度、加速度;第二类,表示标量相对零值的大小,如温度、势能、电势;第三类,表示两种相反性质的物理量,如功、电量等等.学生碰到带有正负号的物理量时,有的往往不具体分析它的物理含意,而导致错误的结论.如认为+5 牛顿的力大于-10 牛顿的力,5 焦耳的功大于-5 焦耳的功等等.

2. 物理规律(公式)理解和使用不当引起的错误

例如,“质量为 100 公斤的船停在静水中,一个 50 公斤的人静止在船头,当人从船头走到船尾时,船后退几米?(设船长为 3 米,水的阻力不计)”

有的学生这样解,取人和船为研究系统.因水的阻力不计,系统在水平方向上动量守恒.以 x 代表船后退的距离,取人行方向为正方向,则有

$$100 \cdot \frac{x}{t} + 50 \cdot \left(\frac{-3}{t} \right) = 0$$

解得 $x=1.5$ (米).

上述解法是错误的.因为在动量守恒方程中要求各物体的速度必须相对于同一参照物,而在上述解法中,船的位移是以地为参照物,人的位移是以船为参照物,这显然是错误的.正确的解法是:

$$100 \cdot \frac{x}{t} + 50 \left(\frac{-3+x}{t} \right) = 0$$

解得 $x=1$ (米)

又如:有一个带 q 库仑电量的微粒,在重力作用下,从 M 点自由下落,下落时受到磁感应强度恒为 B 的磁场的作用,最后到达 N 点, MN 的水平距离为 x , 竖直距离 y , 求微粒到达 N 时速度的大小.如图 10-10 所示.”

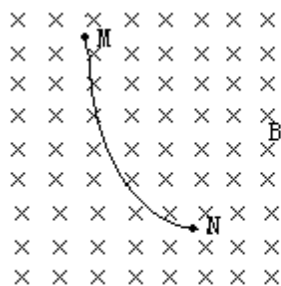


图 10-10

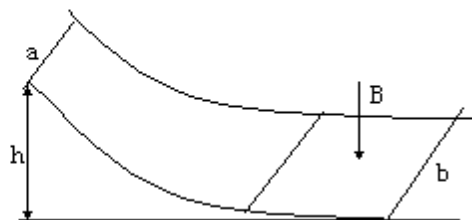


图10-11

由于微粒运动的轨迹既不是直线,也不是抛物线或圆,于是有些学生感到没法下手求解.其实如果从能量

的角度来分析，微粒只受重力和洛伦兹力，而其中洛伦兹力始终不做功，只有重力做功，所以，由机械

能守恒定律，很容易求出 $v = \sqrt{2gy}$ 。

再如，“如图 10-11，质量为 m 金属杆 a ，从高为 h 处自静止沿光滑的两个平行的金属导轨下滑，导轨的水平部分足够长，并且处在竖直向下的匀强磁场中，水平导轨上也放一质量为 m 的金属杆 b ，若 a 和 b 始终没有相碰，它们最终的速度是多少？”

[分析] 杆 a 从平行导轨上滑到水平部分前， a 的机械能守恒。进入水平部分，将要切割磁力线产生感生电流，这个电流通过 a 、 b 和导轨组成的闭合电路。因此 a 、 b 杆都要受到磁场力的作用。在磁场力作用下， a 杆减速， b 杆加速，当两杆速度相同时，感生电流为零，磁场力也为零，它们将做匀速直线运动。

[解] 解这个题，应先以 a 为研究对象，求出 a 刚进入水平轨道时的

速度 v ，由 $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ ，得 $v = \sqrt{2gh}$ 。

但是，如果始终分别以 a 、 b 为研究对象，按电磁学问题处理，这个问题相当复杂，甚至难以求得解答。如果能深刻理解相互作用的各种形式，把 a 、 b 杆视为一个系统，作为研究对象，它们在水平方向上合外力为零，因此，动量守恒。于是依动量守恒定律，设最终速度为 v' ，则

$$m\sqrt{2gh} + 0 = 2mv'$$

得

$$v' = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}.$$

二、方法方面

1. 不善于正确地选取研究对象.

从前面[例二]和[例三]的解答过程中,可以看出,解答物理问题,必须善于选取研究对象.否则,不是难以求解,就是错解.再举一例.

如图 10-12, $m_1=430$ 克, 体积为 20 厘米³, 浸到水中并沉到杯底, $m_2=200$ 克, 杯子和其中的水质量为 500 克, 求台秤的读数?

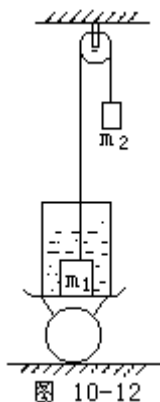


图 10-12

解这个题, 如果以台秤为研究对象, 直接求台秤的读数, 则无法求解. 如果以杯子和水为研究对象, 虽然可以解, 但比较麻烦, 还容易漏掉水对 m_1 的浮力. 如果把 m_1 、杯子和水一起作为研究对象, 则很容易得解.

$$[\text{解}] F = (430 + 500 - 200) \times 10^{-3} \times 9.8 = 7.15 \text{ (牛顿)}$$

2. 不分析具体的物理过程, 死套公式.

例如, “质量为 500 吨的火车, 以 375 千瓦的恒定功率从静止开始在平直的轨道上行驶, 经过 5 分钟, 行驶了 2.25 公里, 这时火车的速度刚好最大, 若火车受的阻力不变, 求火车的最大速度”.

有的学生不加分析地运用匀变速直线运动的位移公式 $s = \frac{1}{2}at^2$,

求出加速度 a , 再代入匀变速运动的速度公式

$vt=at$ ，求得火车的最大速度。

其实，火车在功率恒定时，根据 $p=F \cdot v$ ，当速度增加时，牵引力要变小，因此火车不会做匀加速运动。所以不能用匀变速运动的公式求

解。正确的解法应当是根据 $pt - fs = \frac{1}{2}mv_t^2$ 和 $p = f \cdot v_t$ 联立求解。

又如，“一辆速度为 15 米/秒的汽车，从某时刻开始刹车，在阻力作用下，以 2.0 米/秒^2 的加速度做匀减速直线运动，问经过 10 秒钟后，汽车离开始刹车点多远？”

[分析] 果按已知 v_0 、 a (为负值) t ，代入位移公式求得：

$$\begin{aligned} s &= v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ &= 15 \text{米/秒} \times 10 \text{秒} + \frac{1}{2}(2.0 \text{米/秒}^2)(10 \text{秒})^2 \\ &= 50 \text{米}。 \end{aligned}$$

但是，这种解法是错误的，错误在于没有分析汽车运动过程的实际情况。

按实际情况，汽车从刹车起做匀减速直线运动到停下来，所经历的时间未必大于或等于 10 秒，因此必须先计算所用时间的长短，才能决定求多长时间内的位移。

[解法 I] 由 $v=v_0+at$ ，可得

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 15 \text{米/秒}}{-2.0 \text{米/秒}^2} = 7.5 \text{秒}$$

$$\therefore s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 15 \times 7.5 + \frac{1}{2}(-2.0) \times (7.5)^2 = 56 \text{米}$$

若求出 $t \geq 10$ 秒时，求位移时，时间 $t=10$ 秒。

[解法 II] 按题意和已知条件作 $v-t$ 图线，根据实际情况，汽车停下来 ($v=0$) 以后，没有反向运动，因此

直线 AB 的终点是 B，不能随意延长，如图 10-13 所示。

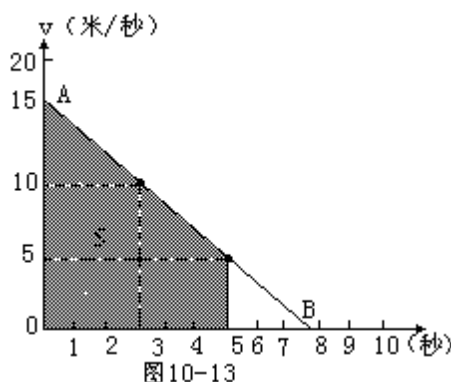


图10-13

从图中看出，从刹车开始经 7.5 秒停下，位移用 $v-t$ 图线与 t 轴间的面积 s 表示。

$$s = \frac{OA \times OB}{2} = \frac{15 \times 7.5}{2} = 56(\text{米})$$

注意，用图线求解时，要严格作图（如取 $(10, 2.5)$ 、 $(5, 5)$ 两点作 AB 直线）。

3. 物理过程分析不全

例如，“如图 10-14 所示，图中 ABC 为光滑轨道，质量为 m_1 的小球从 A 点滚下，在 C 点和质量为 m_2 的小球发生弹性正碰， m_1 和 m_2 的落地点 D、E 到 O 点的距离 S_1 、 $S_2=1:4$ ， $m_1:m_2=$ 。”

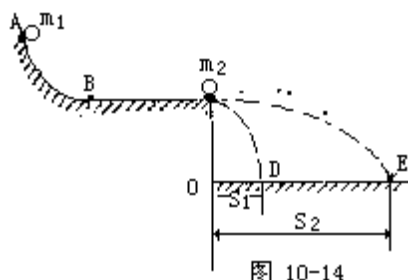


图 10-14

[解] 设碰前 m_1 的速度为 v_0 ，碰后 m_1 的速度为 v_1 、 m_2 的速度为 v_2 。根据平抛规律可得。

$$v_1^2 : v_2^2 = S_1 : S_2 = 1 : 4$$

再根据弹性正碰可得 .

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0 \\ v_2 &= \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_1 - m_2}{2m_1} = \frac{1}{4} \quad \therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{1}$$

上述解答好象已经完成了, 其实这只是本题的答案之一, 是当 $m_1 > m_2$ 时, m_1 与 m_2 相碰后, 一起向下抛出的情况. 本题的物理过程还有另一种情况, 即当 $m_1 < m_2$ 时, m_1 碰后以 v_1 的速度沿 v_0 的反方向运动, m_1 重返轨道直至上升到速度为零, 然后再加速向下运动, 到 C 点时仍以速度 v_1 做平抛运动. 在这种情况下, $m_1 < m_2$. 则:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2 - m_1}{2m_1} = \frac{1}{4} \quad \therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{3}$$

这是本题的另一个答案. 可见, 如果物理过程分析不全, 也要影响解答的结果.

4. 在运用数学时忽略了物理意义

例如, “质量为 m 的小球 A 以水平速度 v_0 与静止在光滑水平面上的质量为 $3m$ 的小球 B 发生正碰, 碰后小球 A 的动能损失了原来动能的 $3/4$, 求碰后两个小球的速度.”

运用数学求解可得两组答案:

$$\begin{aligned} \text{① 当 } v_A &= \frac{v_0}{2} \text{ 时, } v_B = \frac{v_0}{6}; \\ \text{② 当 } v'_A &= -\frac{v_0}{2} \text{ 时, } v'_B = \frac{v_0}{2}. \end{aligned}$$

其中答案是不会实现的, 因为碰后, 两个球运动方向相同, 且后面的球比前面的球速度大, 这是不可能的.

可见, 在运用数学解答物理问题时, 有时有些运用

数学求得的解在物理上不合理，应当通过讨论，予以舍弃。

5. 受隐含条件或多余条件的干扰

例如，“质量为 m 的汽车，在平直公路上行驶，当汽车的功率恒定为额定功率 p 时，它的速度恒为 v_1 ，当汽车的速度减小到 v_2 而维持功率 p 不变时，它的加速度为多少？”

本题虽没有明显地指出有摩擦力（阻力），但根据汽车的功率恒定而速度不变这一点，可以断定这时的牵引力等于摩擦力。因此，正确的解答是：

依据牛顿第二定律，有

$$a = \frac{F - f}{m} = \frac{1}{m} \left(\frac{p}{v_2} - \frac{p}{v_1} \right) = \frac{p(v_1 - v_2)}{m \cdot v_1 \cdot v_2}$$

如果忽略了摩擦力这个隐含条件的存在，就会错解。

又如，“图 10-15 所示的电路中， $\textcircled{V}_1$ 、 $\textcircled{V}_2$ 、 $\textcircled{V}_3$ 是三个规格完全相同的电压表，电源的电动势 $\mathcal{E} = 5$ 伏，内阻不计， $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ 。接通电路后，测得 $\textcircled{V}_1$ 的读数是 2 伏， $\textcircled{V}_2$ 的读数是 3 伏，求 $\textcircled{V}_3$ 的读数？”

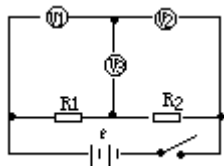


图 10-15

有些学生被多余条件所迷惑，走入歧途。其实这个题很好解。设电压表电阻为 R_V ，则

$$\text{由 } V_1 = 2 \text{ 伏, 可知通过 } \textcircled{V}_1 \text{ 的电流为 } I_1 = I_1 = \frac{2}{R_V}$$

$$\text{由 } V_2 = 3 \text{ 伏, 可知通过 } \textcircled{V}_2 \text{ 的电流为 } I_2 = I_2 = \frac{3}{R_V}, \quad I_1 < I_2$$

因此, 通过 $\textcircled{V}_3$ 的电流 $I_3 = I_2 - I_1 = \frac{3}{R_V} - \frac{2}{R_V} = \frac{1}{R}$.

由此得, $\textcircled{V}_3$ 的读数 $V_3 = I_3 \cdot R_V = \frac{1}{R} \cdot R_V = 1$ (伏)

三、心理方面

1. 凭感觉, 想当然地看问题

例如, “路灯的正下方站一人, 若人以水平速度 v 匀速直线前进, 那么人头顶的影子 M 点做何种运动?”

有的学生会很快答出: M 点做变速运动, 因为人往前走时, 影子越来越长. 实际上这是错误的, 错在没有根据物理概念、规律去思考, 而是凭感觉想当然地作出判断.

[解] 如图 10—16. 设人高为 h , 灯高为 H , 人速为 v , 以 B 点为坐标原点 O , 取水平向右为 x 轴正方向, $t=0$ 时, 头顶的影子在 O 点, 经时间 t 后, 头顶的影子在 M 点, 经过 t 时间的位移为:

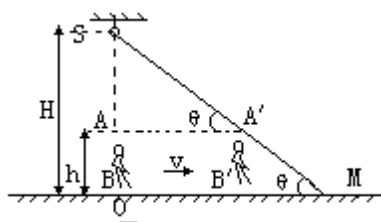


图10-16

$$x = OM$$

由图 10-16 中可见,

$$x = OB' + B'M \quad (1)$$

其中,

$$OB' = v \cdot t \quad (2)$$

$$B'M = h \cdot \cot \theta \quad (3)$$

做辅助线 AA' , 在直角三角形 SAA' 中, $SA'A =$

θ , 所以 ,

$$\operatorname{ctg} \theta = \frac{AA'}{SA} = \frac{vt}{H-h} \quad (4)$$

(4) 代入 (3), 再把 (3) \ (2) 代入 (1), 则得

$$x = vt + \frac{hvt}{H-h}$$

$$\text{即} \quad \frac{x}{t} = v + \frac{hv}{H-h} = \frac{Hv}{H-h}$$

由于 v 、 h 、 H 皆为给定恒量, 所以 $\frac{x}{t}$ = 恒量, 从而说明了 M 点做
匀速直线运动, 其速度的大小为 $\frac{Hv}{H-h}$ 。

2. 思维定势造成的负迁移

在解题中, 学生已有的知识、经验, 所获得的解题方法、技巧, 一般会产生积极的影响, 这是“正迁移”。然而, 如果我们在教学中, 不注重教给学生解题的思路和方法, 而一味地强调让学生记住某些“类型”。那么, 一遇到与这一“类型”表面相似的问题, 学生就可能照搬已有的经验和方法, 对正确地解答问题产生消极的影响, 这就是在解题上的“负迁移”。

例如, “如图 10-17(a) 所示, 小车上固定着一个刚性弯折形硬杆 ABC, $\angle ABC = 60^\circ$, C 点固定着质量为 m 的小球, 当小车以加速度 a 向右做匀加速直线运动时, 杆对小球的作用力多大? 方向如何? (杆的质量不计)”

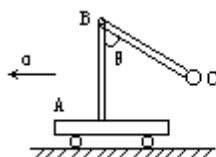


图10-17 (a)

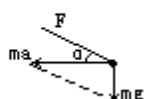


图10-17 (b)

有的学生套用做过的练习, 把 BC 部分看成细绳, 并把绳对小球的作用力进行正交分解, 在竖直方向上有

$F \cdot \cos \theta 60^\circ = mg$, 所以 $F=2mg$, F 的方向沿着 CB . 这个套用来的方法, 得出的解答是错误的. 其实杆对球的作用力为: 由图 10-17 (b) 可得:

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (ma)^2} = m\sqrt{g^2 + a^2}$$

F 与水平方向的夹角 $\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{g}{a}$ (一般不沿着 CB 的方向).

3. 思想僵化, 死记结论, 硬套公式

例如, “一个理想变压器, 初级匝数为 $n_0=2200$ 匝, 输入电压 $V_0=220$ 伏, 电流 $I_0=0.22$ 安. 次级有两个线圈, 第一个匝数为 $n_1=3500$ 匝, 通过的电流 $I_1=0.1$ 安. 第二个线圈 $n_2=63$ 匝, 求通过第二个线圈的电流 I_2 . 如图 10-18.

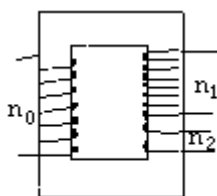


图 10-18

有些学生根据死记下的理想变压器公式

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

和

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{得出 } I_2 = \frac{n_0}{n_2} \times I_0 = \frac{2200}{63} \times 0.22 = 7.68 \text{ (安)}$$

更有甚者, 直接把次级两个线圈的匝数和电流连字母都不变的代入

公式,求得 $I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1 = \frac{3500}{63} \times 0.1 = 5.65$ (安). 他们不理解变压器的

工作原理,不知道在推导公式时,运用了变压器的输出功率等于输入功率和初、次级线圈都只有一个线圈的条件. 如果次级线圈有两个时,次级线圈的输出功率之和等于初级线圈的输入功率. 即应有

$$I_0 V_0 = I_1 \left(\frac{n_1}{n_0} V_0 \right) + I_2 \left(\frac{n_2}{n_0} V_0 \right)$$

由此求出的 $I_2 = 2.1$ (安) 才是正确的答案.

又如,“一直流电路,外电路为一定值电阻 R , 电源的电动势为 ε

内电阻为 r ($r < R$). 维持电源电动势不变,当内电阻 r 不断增大时,外电路的输出功率怎样变化?”

有的学生不问条件,死记住了“当 r 内 $= R$ 外时外电路的输出功率最大”这一结论,于是得出“功率由小到大再到小”的错误结论. 其实,这个问题在日常生活中常遇到,例如干电池用久了,就会出现内阻不断增大而输出功率逐渐变小的现象(如手电筒发光变暗).

论注如下:

$$N_{\text{出}} = I \cdot v_{\text{端}} \quad ①$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad ②$$

$$v_{\text{端}} = I \cdot R \quad ③$$

在 R 和 ε 不变的条件下,当 r 变大时,由式可知, I 将变小;再

由式可知, v 端也将变小. 由式可知,在 R 和 ε 不变的条件下,当 r 变大时, N 出必定变小,且随着 r 的不断增大, N 出必不断减小.

除了上述几种情况外,日常生活中形成的错误观念

的干扰错觉，以及粗心大意等等，也是造成解题时出现错误的常见原因。

物理练习教学教案一则

“ 电场 ” 习题课

[课题]

习题课（对应课本第一章第六节带电粒子在电场中的运动，为避免学生把这里课文中一些推导的结果当做公式记，我们把它当做习题课来讲，要求学生掌握解题的思维方法，而不是结论。

[教学目的]

学会分析，解决静电力学综合题。

[重点和难点]

重点是根据力学中动力学方法解题，但在分析物体受力时要注意到电场力 qE 。难点是培养学生独立分析问题，敢于解未见过习题的能力。

[教学过程]

（一）例题分析

例 1. 两个平行金属板接在电压为 U 的电池组两端，如果在正极板附近有一个质量为 m ，带电量为 q 的带电粒子，此粒子在电场力作用下向负极移动，问：它移至负极板时的速度等于多少？

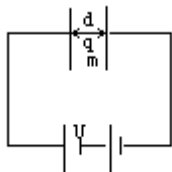


图10-19

先让学生自己做，然后分析他们想法的正、误。再小结，要求学生掌握：

(1) 带电粒子受力运动是动力学问题，应按动力学

解题方法解决，要求学生回忆解决动力学问题有几种方法．有三种方法：用牛顿第二定律；用动量关系；用功能关系．

(2)无论用哪种方法解，都要分析所研究的物体受力情况，在学了电学之后，除了注意重力、弹力、摩擦力之外，还要注意电场力．

(3)本例研究的对象是带电粒子，应分析它受力的情况．一般说，带电粒子所受重力远小于它受的电场力，计算中常略去重力不计．那么这个粒子就只受一个电场力

$$F = qE = q \frac{U}{d}.$$

如用第二定律解： $F = ma$

$$q \frac{U}{d} = ma$$

$$a = \frac{qU}{md}.$$

粒子在匀强电场中受力恒定，它的运动为匀加速运动，可用匀加速运动公式：

$$v^2 = 2as$$

$$\therefore v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \frac{qU}{md} \cdot d} = \sqrt{\frac{2qU}{m}}.$$

如用动量定理：

$$Ft = mv$$

又在匀加速运动中

$$s = \frac{0+v}{2}t, \quad t = \frac{2s}{v}$$

代入动量定理公式:

$$q \frac{U}{d} \cdot \frac{2d}{v} = mv$$

也得:

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}.$$

如用功能原理:

以粒子为研究对象: 电场力应看作外力, 在粒子由正板移至负板的过程中, 外力的功 $W=qU$, 根据动能定理:

$$W = \Delta E_{\text{动}}$$

$$qU = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}.$$

把电场和粒子做为整体当做研究对象: 则电场力为内力, 外力的功为零, 它们的总能量应该不变. 而电势能为研究体系的能量, 在移动

过程中, 电势能减少了 qU , 动能增加了 $\frac{1}{2}mv^2$, 所以

$$qU = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}.$$

强调指出: 题目可以千变万化, 而分析方法是不变的, 无非这么几个思路, 可以选择简便的一个使用. 用功能原理的好处是, 不要求物体做匀加速运动, 所以在非匀强电场中也可以使用, 本例如果两极间不是匀强场, 则用第二定律运动学公式不好解, 而用功能原理结果不变.

(4) 本例在实际中是有用的, 是一个加速带电粒子的方法, 如果在两板上各开一小孔, 且令二孔对正, 如某板孔外有一些带与该板同性电的粒子能以很小的速度进入电场, 则可在电场中被加速而从另一板孔中穿出, 以后不再受力, 做匀速直线运动. 又如负极表面镀上易产生热电子发射的金属, 阴极加热后, 电子会从阴极发射出来, 被电场加速, 从正极孔中穿出.

例 2. 长为 L , 距离为 d 的两个平行金属板, 接在电压为 U 的电池组两极上, 如果有质量为 m , 电量为 q 的带电粒子以与场强垂直的速度 v_0 进入电场, 求它出离电场时速度 v_t 的大小和方向.

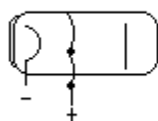


图10-20

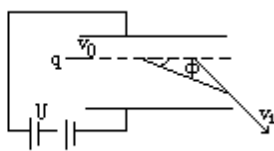


图10-21

由学生先做再讨论, 要明确:

(1) 在求 v_t 的方向时, 需知 v_t 的水平与竖直两个分量, 所以用功能原理不方便, 用第二定律解较好.

(2) 对于带电粒子, 仍可不计重力, 所以粒子在竖直方向受电场力

$$F = Qe = q \frac{U}{d}.$$

做匀加速运动, 在水平方向上不受力做匀速运动.

所以出场时, v_t 的水平分量 v_{t1} 仍为 v_0 , v_t 的竖直分量 v_{t2} 应为 $0+at$.

式中 a 应为

$$\frac{F}{m} = \frac{q \frac{U}{d}}{m} = \frac{qU}{md},$$

t 可从水平方向求出 $L = v_0 t$

$$t = \frac{L}{v_0}.$$

代入可得

$$v_{t2} = \frac{qUL}{mdv_0}$$

∴

$$v_t = \sqrt{v_0^2 + \frac{q^2 U^2 L^2}{m^2 d^2 v_0^2}}.$$

再求方向, 设 v_t 与原 v_0 方向夹角为 ϕ , 则:

$$\tan \phi = \frac{v_{t2}}{v_{t1}} = \frac{qUL}{mdv_0} / v_0 = \frac{qUL}{mdv_0^2}.$$

(3) 这个例子的实际应用是使被加速后的粒子偏转(拐弯). 用课本 27 页图 1-21 的装置, 可使从阴极发射出的电子先被加速, 从阳极孔中穿出后, 以一定的速度进入平行板间的匀强电场, 改变二平行板间的电压可以使电子偏转不同的角度 ϕ 出离电场, 出场以后则做匀速直线运动.

课本告诉我们, 出场的电子不论其 ϕ 角大小, 都好像从平行板的中

间沿直线射出来似的, 就是说 v_t 的反向延长线与 v_0 线的交点在 $\frac{L}{2}$ 处, 这

点愿意证明的同学可以自己证, 不愿证的同学可以看课本 27 页的证明.

(二) 布置作业

1. 看 27 页的例题

2. 做 32 页练习四的 (1)(2)(4)

说明：

本练习的其他习题可以在下一节讲完示波管后做一部分(讲示波管用不了一节课),也可以再安排一节习题课给学生做练习用。

物理复习教学

物理复习的意义

一般说来,学生掌握知识需要经过领会、巩固和应用这三个相互联系、又有区别的环节。其中巩固这个环节特别重要。所谓巩固,是通过反复强化,把领会了的知识牢固地保持在记忆之中。知识是否巩固的标志在于是否能够正确而迅速地再认和重现,以至灵活地应用知识来解决问题。所以,巩固地掌握知识是继续学习和灵活地运用知识的前提。我国古代教育家孔子说:“学而时习之,不亦悦乎”,就是指“学”需要时时温习和复习的意思。

遗忘和保持是相互对立的两个方面。心理学研究表明,遗忘就是大脑皮层上暂时神经联系的抑制。遗忘有两种,即暂时性遗忘和永久性遗忘。暂时性遗忘是由于某种外界强烈刺激的干扰,引起外抑制,或是由于长时间的强化记忆,大脑皮层上的神经细胞因过度疲劳而引起保护性抑制,从而导致暂时性遗忘,一旦外抑制或保护性抑制消退,记忆便可以恢复。防止暂时性遗忘的基本方法是消除紧张状态和排除干扰。例如,教育学生要

有充足的睡眠，适当休息，保持充沛的精力；回忆知识时不要过分紧张，识记知识时避免类似知识的互相干扰，等等。另一种是在学习知识以后，由于没有复习，致使大脑皮层上的暂时神经联系得不到强化，而产生消退性抑制，这就是所谓永久性遗忘，从教学的角度讲，防止产生永久性遗忘的基本方法是加强复习。

心理学研究告诉我们，在认识新事物的时候，遗忘也同时开始。

十九世纪末德国心理学家艾宾浩斯(H. Ebbinghaus, 1850 - 1909)对记忆与遗忘现象最早进行了研究，用无意义音节作为学习识记的材料，用再次学习所节省的时间或次数为指标，测量了遗忘的进程。根据实验结果绘制了一条曲线被称为艾宾浩斯遗忘曲线，如图 11 - 1。艾宾浩斯遗忘曲线是一条指数型衰减曲线，它表明了遗忘的一般进度规律，表明遗忘的进程是不均衡的，遗忘的发展是“先快后慢”，随后便平稳了。也就是说，在识记的最初时间遗忘得快，后来逐渐缓慢，相当时间以后，几乎不再更多地遗忘了。根据这一规律，就要求我们在教学中不仅要加强复习，而且应及时复习。

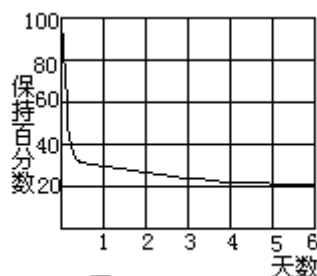


图11-1 遗忘曲线

复习的意义，不仅仅是为了巩固知识，还有积极的前进作用。“温故而知新”，反映了复习的积极意义。因此，复习不应当是简单的重复，它实际上也是一个知新

的过程.学生平时在每节课中所学的知识往往是片面的,初学某一概念或规律时,不可能理解得很深刻,很全面,对于知识间的内在联系,不可能通过一两节课的教学就掌握好;同时,学生在理解新知识的过程中,还往往会出现某些错误或缺陷.通过复习,可以使学生把零散的、片断的知识条理化、系统化,并可以适当地拓宽和加深,还可以纠正和弥补学生认识上的错误与缺陷,使学生对知识的理解更准确、更深刻、更全面、更系统.例如,学生初学“热量”这一概念时,往往有人理解为“物体所含的热”.通过把热量、温度改变时热量计算的公式、物态变化中的吸热与放热、热和功等联系起来复习,就有可能使学生摒弃“含热”的错误观念,明确热量是“被传递的热量”,是个过程量.再如,学生分别学习了牛顿定律、动量定理与动量守恒定律、动能定理与机械能守恒定律,通过复习,可以使学生明确认识到:这三条规律是动力学的核心,它给我们提供了解决动力学问题的三条途径.通过分析、对比,弄清它们之间的区别与联系,这对于学生掌握整个力学体系,具有重要的作用.当然,复习时的提高与拓宽,不能离开教学大纲的要求和学生的实际.

复习还有促进学生发展的作用和教育作用.通过概括而系统的复习,可以区分知识的主干和分支,进一步掌握研究和处理问题的方法,有助于学生形成良好的认知结构,有助于逻辑记忆.通过教师的示范、指导和启发,使学生逐步学会自己进行有效复习的方法,从而锻炼和培养学生的分析概括能力、记忆力,有利于进一步激发学生学习物理的兴趣和主动精神.而且,由于揭示了物理知识的内在联系,将促进学生认识到物质运动的

多样性与统一性,现象与现象间的联系和制约关系等等,有利于学生形成辩证唯物主义世界观.

总之,复习对于学生掌握知识、培养能力和发展非智力因素等方面,都能起重要的作用.