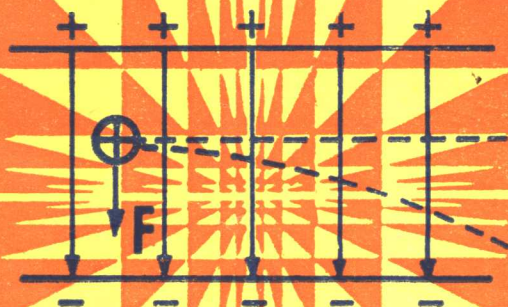




高中物理

定理定律解析与解题方法

潘思嶂 周良襄 编
戴重阳 韩毓恂



山西教育出版社



高中物理

定理定律解析与解题方法

潘思嶂 周良襄 编
戴重阳 韩毓桐

山西教育出版社

高中物理定理定律解析与解题方法

潘思璋 周良襄 戴重阳 韩毓楠

*

山西教育出版社出版 (太原并州北路11号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 12 字数: 255千字

1990年3月第1版 1990年6月山西第1次印刷

印数: 1—13,800册

*

ISBN 7-80578-154-0

G·154

定价: 4.00元

前 言

目前供中学生阅读的物理参考书种类繁多，归纳起来主要有两种类型。一种是以讲解解题思路和方法为主配有较多的例题和练习题；另一种是以系统全面地讲解物理知识为主，配有少量练习题。不少同学感到前一种书由于例题和习题较多而不能以更多的篇幅深入讨论有关的概念和规律；后一种书由于讲解内容全面而对一些重点和难点知识却显得不深不透。

本书作者都是长期奋斗在教学第一线的物理教师，有着丰富的教学经验。他们针对广大高中学生的需要，以专题讲解的方式，抓住高中物理的主干知识，把概念、定理、定律讲解和解题方法的总结紧密结合在一起，通过对典型例题的分析，使读者对高中物理的主要概念、定律和原理有较深的理解；对学习高中物理最基本最重要的思维方法和解题方法有较深的领会；对一些难点知识和物理规律的理解和分析方法能有所突破。从而能使读者较快地提高物理学习的成绩。

在使用本书时，不要只把它当成一本解题指南。要在听好课、读好课本的基础上去读它，努力从各专题中去体会它对物理学习的指导意义，即用书中介绍的思考方法和解题方法去指导学习。特别是在学完一个单元或一章之后，再来反复阅读本书中的专题，将会有更深的感受。相信本书会成

为读者学习高中物理的得力助手。

本书作者根据多年的实践经验，针对中学生在解题中易犯的错误，精心编选了有典型意义的例题150道，练习题300道，并配有答案和提示。通过对这些习题的练习，可使读者深刻领会物理概念和规律，培养灵活运用物理知识解题的能力。

参加本书编写的还有王蔷薇、姚云、从跃等同志。

本书所有专题内容均由运城中学物理特级教师潘思璋最后审定；所有练习题均经临汾一中物理特级教师周良襄最后审定。临汾三中校长邵元龙在本书编写过程中提了许多宝贵意见并予以大力支持。在此一并致谢。

编 者

1990.4.

目 录

怎样解物理题	(1)
谈物体受力分析	(6)
共点力作用下物体的平衡	(15)
有固定转动轴物体的平衡	(24)
用变化的观点分析物体的平衡问题	(29)
练习一	(37)
谈谈用物体运动图象解题	(45)
牛顿第二定律及其应用	(53)
牛顿第三定律	(68)
练习二	(76)
动量定理的应用	(84)
怎样用动量守恒定律解题	(89)
练习三	(99)
圆周运动问题的分析方法	(106)
练习四	(117)
关于功和功率的几个问题	(126)
动能定理及其应用	(136)
机械能守恒定律	(146)
谈碰撞	(153)
练习五	(161)

怎样判断物体的运动是不是简谐振动	(167)
振动图象和波的图象	(173)
练习六	(182)
气体的压强	(188)
气态方程的应用	(192)
气体状态变化的图象	(209)
练习七	(218)
有关电场的几个问题	(228)
带电粒子在电场中	(246)
练习八	(257)
怎样迅速准确地画等效电路	(267)
电路变化与故障分析方法	(276)
练习九	(281)
磁场对通电导体的作用	(288)
带电粒子在磁场中的运动	(294)
练习十	(304)
应用楞次定律的方法	(311)
电磁感应定律	(320)
练习十一	(333)
光路与成像	(342)
谈谈物理量的正负号	(354)
练习十二	(357)
答案和提示	(364)

怎样解物理题

初中阶段，大多数同学并不感到物理难学，然而一到高中，反映物理难学的人越来越多，甚至有一部分同学望难止步改考文科。

为什么会出现这样的问题呢？首先是高中物理与初中物理的要求不同，分析研究问题的着眼点不同。初中强调从物理现象本身去掌握概念和规律，而高中则强调从产生现象的原因去掌握。在难易程度上有一个较大的跳跃。其次，解物理题，研究物理现象及其原因要有一定的方法，而我们绝大多数的初中同学在这方面没有得到应有的训练。他们解答问题时不知如何应用物理知识；解计算题依然遵循数学中列方程解应用题的方法，没有突出物理的特点，以致许多人的物理作业就象数学作业一样。由于初中物理的内容简单，用这种“纯数学”的思维方式尚可解决。但一到高中，内容和要求的难度都提高了，“纯数学”的思维方式已不能适应解物理题的需要。只有极少数同学开始用“物理思维”的方式解决物理问题，而大多数同学难于“观念更新”，也就是我们平常说的入不了门。于是高中物理难学便是许多同学所共有的体会。

其实，只要我们突出物理学的特点，按照科学方法，即“物理思维”来思考、分析物理问题，遵循一定的步骤来解题，养成良好的解题习惯。那么，不仅原来感到无从下手的

题能够解了，而且还可以避免许多错误的发生。这时你就会感到物理学是那么严谨、深刻，有趣，而不是“难学”。下面我们就来谈谈解物理题的一般方法步骤。

一、搞清物理过程

一道物理题往往叙述一个或几个物理现象，这中间包括了一个或几个物理过程。我们必须把题目叙述的物理过程全部分析清楚，在自己头脑中显现出题目所描述的物理图景。对较复杂的题目，则往往要通过画出草图、发挥空间想象能力来分析。只有把这些搞清楚了，我们才能做出正确的判断，确定该用什么物理原理。

二、确定研究对象

物理过程搞清楚后，首先要确定在该题中我们的研究对象是什么？比如一道力学题研究对象是甲物体，还是乙物体，或者是把甲、乙两物体看作一个整体一块作为研究对象。只有研究对象明确，我们才能从物理学的角度出发分析它的受力、运动等情况，这也就迈开了解决问题的第一步。在热学中研究对象往往是某一个系统；在应用气态方程的题目中研究对象是哪一部分气体一定要明确；而电路计算中，则必须清楚研究对象是哪一个用电器，或某几个用电器组成的一段电路。总之，解任何一个物理题，无论问答题还是计算题，在弄清题意之后都必须确定一个研究对象。有的综合题还需根据题目要求及解题方便，在解题过程中灵活变换研究对象，直至最后解决问题。

解题如果没有明确的研究对象，就象盲人骑瞎马，没有目标乱撞一气，找不到解决问题之门。

三、选定要用的定理、定律

完成了上述两个思维过程，可以说对题目有了基本的认识。那么，如何应用物理知识来解决问题就是我们这一步要做的。首先，我们要搞清该题的问题属于物理学的哪一个范畴。我们常说：这是一道力学题，这是一道电学题，甚至更细一点说这是一道运动学的题，这是有关牛顿第二定律的问题等，就是这个意思。其次我们要分析每一个物理过程的特点，也就是题目中所给的条件和要求的是什么，研究已知量和未知量之间的关系，再对照我们学过的定理、定律的适用范围、应用条件，确定我们所需用的定理、定律。

比如有这样一道题：质量为60千克的建筑工人，在20米高的脚手架上不慎掉了下来，下落5米后安全带被拉直将工人吊在空中。已知安全带被拉直后经0.1秒工人速度变为零。设安全带不会伸长，不计空气阻力，求安全带被拉直时受到的平均拉力。（取 $g = 10 \text{米/秒}^2$ ）

首先想清物理过程，把复杂的过程概括为一个理想的物理模型的运动。该题中建筑工人可以概括为一个质点。这道题的物理图景是：建筑工人不慎由20米高空落下，下落5米安全带拉直把他吊在空中。整个过程可分为两段：工人从离开脚手架到下落5米为一段；下落5米后工人已具有一定的速度，此时安全带已被拉直，经0.1秒工人速度减为零为第二段。

取建筑工人为研究对象。虽然要求的是安全带受到的拉力，但由题目所给条件选安全带为研究对象将无法求解，而我们可求出工人受到安全带的拉力而后由牛顿第三定律就可求出安全带受的拉力。故只能选工人为研究对象。一般来说，确定研究对象并不难。

上面我们分析的第一阶段由于不计空气阻力，工人做自由落体运动，可用自由落体运动的规律计算其末速度。第二阶段由于作用时间极短且是变力，求平均作用力可用动量定理。

有些题目所包含的物理过程比较复杂，我们把这样的题目叫综合题。越是复杂的问题，越要把物理过程分析清楚，还要找出过程与过程间的内在联系，这是解综合题很重要的一步。

四、正确运用定理、定律

这包含两个意思：其一，分析题目中所给条件是否符合定理、定律的适用条件，不能盲目乱套。如机械能守恒定律的条件是——只有重力做功。如不符合这个条件，套用机械能守恒定律必然得出错误的结论。其二，在运用定理、定律时要按一定的步骤进行，养成良好的解题习惯。物理过程分析清了，该用什么定理或定律也选得正确，但最后题解错了。这样的问题也时有发生。这是由于对定理、定律理解的不深不透，看起来会用但没抓住实质，有时则纯粹由于解题步骤混乱、无条理所造成。如应用牛顿第二定律时多了或少了一个力必然导致全盘皆错；应用动量守恒定律时某一动量的方向搞错也必然得出错误的结论。要防止这种错误的发生。养成良好的解题习惯——即对每一个定理、定律都根据其特点总结出科学的解题步骤——实在是非常必要的。比如分析物体受力时不能胡子眉毛一把抓，而是按场力、弹力、摩擦力的顺序，依据每种力产生的条件把一种力分析完了，再分析下一种力。这样就既不会多出力，也不会丢掉力。

对物理学中的所有定理、定律，只要我们肯动脑筋都可以总结出应用时的最佳步骤，这也就是科学的学习方法，科学的解题步骤。我们称之为良好的解题习惯。

解物理题的错误虽然多种多样，但可以归纳为三个方面：一是对物理过程分析不清，无从下手，不知该用什么物理原理，或者发生判断失误用错了定理、定律。这叫真不会，错了也不冤枉。二是分析正确，定理、定律也选对了，但由于没按一定的步骤进行而解错了题，或者说由于坏的解题习惯而导致解错。三是粗心，代错了数据，用错了单位或计算失误等得出错误结论。这最后一个问题可以说不属于物理问题，但也不能因此而原谅自己。良好的解题习惯不仅可以帮助我们有条不紊地分析问题，还可以使我们在应用定理、定律时不犯错误。

关于如何解物理题我们先谈这么四点。但问题并没有最后解决，第四点才正式开始应用物理概念、原理、定理或定律。但由于每一个定理、定律都有各自的特点、适用范围、适用条件，所以必须区别对待。在本书中将比较详细地向大家介绍中学物理中主要定理、定律的使用步骤及注意事项。相信对中学生养成良好的解题习惯，学好物理会有很大的帮助。

任何事物都有其普遍性和特殊性。我们所介绍的应用各种物理规律的解题步骤也有它一定的局限性，它既不是唯一的也不是万能的。一道题可以用几种不同的解法，更何况一个定理、一个定律呢？但本书所总结的是最基本、应用最多的一些方法，掌握了这些方法可以说学物理入了门。掌握了这些方法，才可总结出更好、更灵活、更深刻的东西

来。尤其是对感到物理难学的大多数同学，本书可以说是给你提供了一把打开解物理题大门的钥匙。

以上所说可能同学们还没有体会到，但等学习了一段物理课后再回过头来看看就会有新的体会。

谈物体受力分析

如果说学会走，是人们跑、跳及从事各项工作必须进行的第一步的话，那么学会分析物体受力，就是解有关力学问题必须掌握的第一个环节。物体的运动状态是由物体所受的力决定的。研究物体运动规律的牛顿第二定律、动量定理、动能定理、机械能守恒定律等都是在分析物体受力的基础上展开的。经验证明，在运用这些定理、定律解题发生的错误中，相当一部分是由于不能正确地分析物体受力造成的。一句话，物体受力情况分析是学习力学的关键，也是学好物理学的一项基本功。我们必须熟练掌握。

一、分析物体受力的方法步骤

解决力学问题首先要确定研究对象，一般应从题目所给的条件中把我们要研究的那个物体“隔离”出来对它进行受力分析。对某个物体进行受力分析就是只分析别的物体对这个物体作用的力，亦即这个物体所受的力，不分析它对别的物体的作用力。

分析物体受力最常见的错误是多出力或丢掉力，要防止这种错误发生，一方面要严格按照各种力产生的条件判断力

的有无，另一方面，按一定的方法步骤进行分析也很重要。具体地说就是要依重力（场力）、弹力、摩擦力的顺序，分析完一种力再分析下一种力，有条不紊。反对那种胡子眉毛一把抓，想起什么力就画上什么力的分析方法。

我们把分析物体受力的步骤归纳为：

①确定研究对象。

②依重力（场力）、弹力、摩擦力的顺序分析完一种力再分析下一种力，边分析边画出受力分析图。

③复查检验分析的每一个力。

二、分析物体受力应注意的几个问题

一般来说场力（重力、电场力、磁场力）是比较容易判断的。错误多出在弹力和摩擦力上，下面我们具体谈谈这两种力。

（一）判断弹力

弹力产生的条件是：两物体直接接触，且相互作用发生形变。我们分析一个物体受的弹力首先看它和哪些物体直接接触，再进一步分析它们之间有无作用（挤压、拉伸）发生形变。把和研究对象直接接触的物体都分析一遍，就既不会漏掉也不会多出弹力来。有时物体直接接触了，但判断不出是否互相作用发生形变，也就定不下有无该弹力。这时可从以下两方面考虑①用撤去物体的方法判断有无此力，即假设将另一物体撤去分析研究对象还能否保持原来的状态。②如果物体处于平衡状态可借助平衡条件来判定；如果物体处于加速运动状态可借助牛顿第二定律来判定。

例如：在光滑水平地面上靠墙放一球体，球保持静止，问球受哪几个力？

解：取球为研究对象，它受重力 G 、地面的支持力 N （图 1）。球与墙接触，有无弹力呢？因为球保持静止我们可借助平衡条件来判定。假如球受到墙的弹力 F ，则受力如图 2。在竖直方向上 N 与 G 平衡，而水平方向上由于 F 的存在球应向右加速运动，这显然与题说保持静止相矛盾，所以力 F 是不存在的。我们还可以设想把墙“拿走”，球仍会保持原来的静止状态，说明球与墙间无相互作用也就是没有弹力。

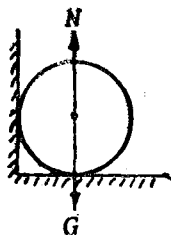


图 1

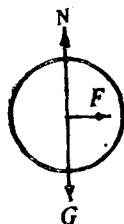


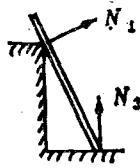
图 2

（二）弹力的方向

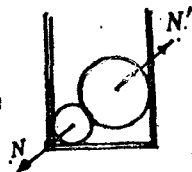
如果相互作用的两个物体是面和面接触，则弹力垂直于接触面〔图 3 (1)〕；如果是点和面接触弹力也垂直于面〔图 3 (2)〕；如果是点和点接触则弹力垂直于切面〔图 3 (3)〕；绳子对物体的弹力的方向一定沿着绳而指向绳收缩的方向〔图 3 (4)〕。



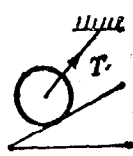
(1)



(2)



(3)



(4)

图 3

不掌握上述规律，有时会把弹力的方向搞错。例如：人骑自行车转弯时，把人和自行车视为一个整体，分析它的受力。有的同学分析自行车受到重力 G 和地面的支持力 N （图4）。这是错误的，因为地面的支持力是弹力，它的方向应垂直地面竖直向上。正确的分析是：自行车和人受重力 G 、地面的支持力 N 、地面的静摩擦力 f （图5）。

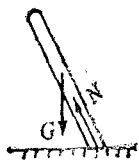


图 4



图 5

（三）摩擦力产生的条件及方向

1. 滑动摩擦力

两物体之间有滑动摩擦力的条件是：必须直接接触，相互挤压，且两物体间有相对运动发生。所谓相对运动就是甲以乙为参照物，乙以甲为参照物的运动。滑动摩擦力的方向与相对运动的方向相反。注意不是与物体运动（以地为参照物）的方向相反。例如：水平桌面上放一长木板，木板上有一物块，当用力将木板从物块下抽出的过程中，物块随木板向前运动了一段位移。在此过程中虽然物块的运动方向 V （相对于地）与木板的运动方向（图6中力 F 的方向）相同，但物块相对于木板是向后运动的（图6中 v 的方向）。这时物块受到木板给它的滑动摩擦力的方向（图6中 f 的方向）与物块的运动方向（相对于地）（图6中 V 的方向）相同。

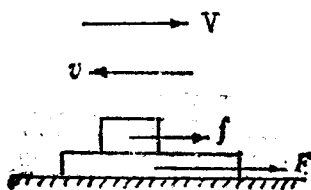


图 6

但与物块相对于木板的运动方向相反如图 6。

2. 静摩擦力

两个物体直接接触、相互挤压，虽无相对运动但有相对运动的趋势，那么它们之间有静摩擦力。什么叫有

相对运动的趋势呢？就是把一个物体做为研究对象，另一个物体做为参照物，研究对象“想”运动。我们可以假设接触面绝对光滑无摩擦时分析物体怎样动，即可看出物体“想”怎样动。如放在斜面上静止不动的物体“想”向下滑，受到斜面给它的静摩擦力（图 7）；靠在墙上静止不动的木棍“想”顺墙向下滑倒，故地面和墙都有阻碍其运动趋势的静摩擦力。



图 7

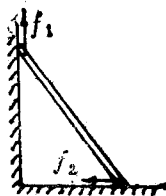


图 8

静摩擦力的方向与相对运动趋势的方向相反。注意不是与运动方向（以地面为参照物）相反。例如用传送带来运送物体，物体与传送带无打滑现象，它们有相同的加速度。这时使物体产生加速度的力就是传送带给它的静摩擦力（图 9）。这时物体“想”相对于传送带向后滑，有相对运动的趋势，