

JICHUZHISHITIYAO

湖南教育出版社

高中物理 基础知识提要

高中物理基础知识提要

陈积华 王沛清 编

湖南教育出版社

出版说明

我们不断收到各方面读者来信，要求以现行高中教材为依据，出版一套基础知识复习用书，以便自己有计划、有系统地进行复习，为高考和职工文化考核打下坚实的基础，这套高中“基础知识提要”就是应广大读者的要求编辑出版的。计有语文、政治、英语、历史、地理、数学、物理、化学、生物等九个分册，欢迎大家选用。

这套高中“基础知识提要”，在取材上全部立足于各学科总复习的需要，在编法上以加强基础知识、基本技能为目的，与一般复习资料不同。它由三大部分组成：第一部分是内容提要，将有关学科的基础知识，经过归纳整理，使之条理化、系统化，并列出重点、难点，对需要着重领会的问题，进行了必要的分析和说明；第二部分是疑难解析，对学习中可能遇到的疑难问题，做了必要的解惑答疑；第三部分是练习与思考，对学习中容易出现的差错，容易混淆的概念，作了必要的提示，提出了相应的学习方法，并精选了若干练习题，以加深理解和消化有关知识。

这套高中“基础知识提要”，完全适合在校的高中毕业班学生使用。过去本社出版的《初中毕业生之友》丛书（后改名为初中“基础知识提要”），曾受到读者热烈欢迎，重印多次。这套复习参考用书就是在总结编写初中“基础知识提要”的经验的基础上，广泛征求有关方面意见，几经斟酌方才定稿的，从而使其内容更为精粹，更加实用。我们相信，这套高中“基础知识提要”，对帮助大家进行总复习定会起到应有的作用。

前 言

为了帮助高中学生、工人、干部、知识青年系统学习高中物理知识，我们编写了这本书。

全书以教育部制订的全日制十年制学校物理教学大纲和全日制十年制学校高中课本《物理》上、下册(人民教育出版社1979年、1980年版)为依据，分为力学、热学和分子物理学、电磁学、光学、原子物理等五篇共十八单元，并以力学、电磁学两篇作为重点。

每单元的内容都是从“内容概述”、“疑难解析”和“复习建议”三方面进行阐述的。在内容概述部分，系统地介绍了物理学的基本概念、规律和方法，其中穿插了许多灵活多样的思考题；在疑难解析部分，提出了许多有代表性的例题，从解题思路、一题多变、一题多解等角度系统地阐述了各类问题的特点，使读者能达到解好一个题，掌握一类题的目的；在复习建议部分，提出了复习全单元内容的基本方法，避免读者在学习走弯路。每篇内容之后，附有一定数量的各种类型的练习题，大多数属于基本训练题，也有少量难度大的综合题，读者可根据学习要求，选作其中部分练习题。

目前学制和教材均在变动中，高中物理将出现几套要求各不相同的课本。自1979年以来，人民教育出版社出版的全日制

十年制学校高中课本《物理》上、下册内容广泛，要求偏高。但是截至目前为止，它是我国出齐的唯一的一套新教材，加之其中的基础知识又与即将出版的新教材大同小异，所以我们仍以它作为编写本书的依据。打算待按新学制编写的教材出齐后，再修订本书。读者可针对具体情况，选用书中的若干内容。

我们水平有限，编写时间又很仓促，书中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正，以期进一步修改，使其逐步完善。

编 者

一九八三年八月

目 录

第一篇 力 学 (1)

第一单元 力 物体的平衡..... (3)

第二单元 牛顿运动定律..... (22)

第三单元 几种常见运动的特点..... (42)

第四单元 机械能..... (78)

第五单元 动量..... (103)

第六单元 机械波..... (118)

练习题一..... (129)

第二篇 热学和分子物理学 (155)

第一单元 分子运动论 气态方程..... (157)

第二单元 热量 物态变化..... (173)

第三单元 热力学第一定律..... (182)

练习题二..... (192)

第三篇 电磁学 (200)

第一单元 电场..... (202)

第二单元 直流电路..... (224)

第三单元	磁场·····	(247)
第四单元	电磁感应·····	(264)
第五单元	交流电 电磁振荡 电子技术·····	(283)
练习题三	·····	(304)

第四篇 光 学 ····· (326)

第一单元	光的反射和折射·····	(327)
第二单元	光的本性·····	(344)
练习题四	·····	(355)

第五篇 原子物理 ····· (360)

第一单元	原子结构·····	(362)
第二单元	原子核·····	(370)
练习题五	·····	(377)

第一篇 力 学

力学是物理学的一个部门，研究物体机械运动规律及其应用的学科。古代通过在机械、建筑、军事等方面的生产实践，和天文物理现象的观察，已经对力学有了研究。十七世纪以后，以牛顿运动定律为基础总结成了牛顿力学体系。现在单独使用“力学”一词时，一般指牛顿力学。位移、速度、加速度是描述物体机械运动的三个最重要的物理量。复习中，首先要深入地领会这三个量的物理意义。

在中学阶段学习的机械运动，有匀速直线运动、匀变速直线运动（包括自由落体运动和竖直上抛运动）、抛体运动（包括平抛运动和斜抛运动）、匀速圆周运动、简谐振动等几种形式。我们应当掌握这几种运动的特点和规律。

物体机械运动状态的变化，总是和外界物体的作用联系在一起的，由此而引出了力的概念。力是物理学中一个极为重要的概念。正确地分析物体的受力情况并作出物体的受力图，是解答力学问题的基础。牛顿运动定律全面地总结了力和运动的关系，所以它是力学的核心。从力的空间累积效应出发，引入了功和能的概念；从力的时间累积效应出发，引入了冲量和动量的概念。能量守恒定律和动量守恒定律是自然界的普遍规律，是解决力学问题的重要武器。

我们可以把力学的重点内容概括为八大基本概念(位移、速度、加速度、力、功、能、冲量、动量),三条基本定律(牛顿运动定律、能量守恒定律和动量守恒定律),五种运动状态(匀速直线运动、匀变速直线运动、抛体运动、匀速圆周运动和简谐振动)。整个力学内容之间的联系由图1—1反映出来。

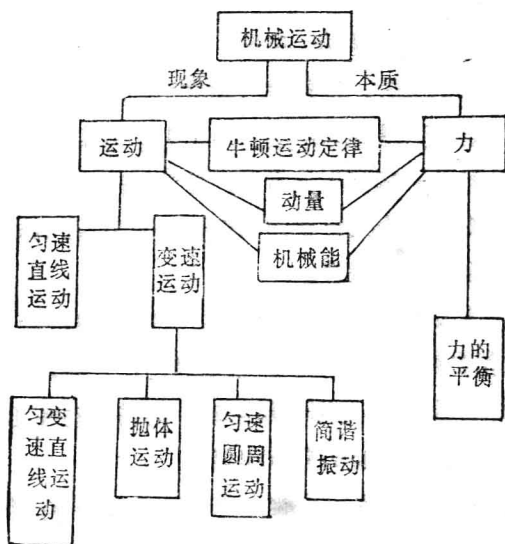


图1—1

第一单元 力 物体的平衡

一、内容概述

本单元内容是以力的概念为核心，讲述有关力学的基础知识和学习力学所需要的预备知识。

力的概念是力学乃至整个物理学的重要概念之一，要求从力的定义、力的作用效果、力的矢量性、力的种类，以及物体间作用是相互的(牛顿第三定律)等方面对力的概念作更全面、更深入的认识。

在明确力的概念的基础上，应进一步掌握有关力的分析与运算的方法，这就是：物体受力的分析方法；共点力的合成与分解法则；力的正交分解法。其中力的平行四边形法则和力的正交分解法也是各类矢量运算所普遍遵循的法则。

受力物体处于平衡状态是一种常见的物理现象。要求从两种典型的平衡物体(共点力作用下平衡的物体和有固定转动轴的平衡物体)入手，认识物体平衡时所应满足的条件。

本单元的重点是：力的概念；牛顿第三定律；物体受力分析方法；力的平行四边形法则；力的正交分解法和物体的平衡条件。

本单元的难点是：物体受力分析方法；判断静摩擦力的方

向；用物体的平衡条件解决物体平衡问题。

1. 力的概念

力是物体对物体的作用(所谓作用,是指推、拉、挤压、碰撞、摩擦、吸引、排斥等)。力是不能脱离物体而存在的,凡是提到某个力,必有施力者和受力者两个方面存在。有人认为:在空中飞行的子弹仍然受到火药燃烧产生气体的“推力”,加速前进的物体受到“加速力”,这都是没有认清力的本质而产生的错误。

力的作用效果是使物体的形状、体积发生改变(称静力学效应),使物体的运动状态发生改变(称动力学效应)。

物体间力的作用总是相互的,牛顿第三定律指出了这种相互作用所遵循的规律:两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等、方向相反的。用公式表示,可以写成 $\vec{F} = -\vec{F}'$ 。

对于牛顿第三定律应该认识到“三个相同”和“两个不相同”。“三个相同”是指:作用力与反作用力的大小相同;力的性质相同;存在与消失的时间相同。“两个不相同”是指:作用力与反作用力的方向不相同;力的作用对象不相同(所以作用力与反作用力不是一对平衡力)。

力是矢量,大小、方向和作用点是力的三要素,可以借助一条有向线段图示力的三要素。

2. 力的种类

由于物体间相互作用的方式不同,力可分为:万有引力(包括重力)、弹力、摩擦力、电场力、磁场力、核力等。现将中学物理课中讨论的几种力的特点列表如下:

种 类		力 的 产 生	决定力大小的定律	力 的 方 向
场	万有引力	两个物体间的相互吸引力	$F = G \frac{Mm}{R^2}$ $G = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米 ² /千克 ²	在两质点的连线上
		由于地球对物体的吸引而使物体受到重力作用	$F = mg$	竖直向下
	电场力	电荷与电荷的相互作用产生的力(同种电荷相斥, 异种电荷相吸)	$F = k \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}$ $k = 9 \times 10^9$ 牛顿·米 ² /库仑 ²	在两电荷的连线上
	或洛伦兹力	洛伦兹力是磁场对运动电荷的作用力	$F = qVB \sin \alpha$	左手定则
		磁场力是磁场对电流的作用力	$F = IlB \sin \alpha$	
物体直接接触而产生的力	弹力	物体形变而产生的力	在弹性限度内, 拉伸(压缩)形变产生的力 $F = -kx$ (k 是弹簧的倔强系数)	与使物体产生形变的外力的方向相反
	摩擦力	互相接触的物体由于相对运动或有相对运动的趋势, 而在接触面间产生的阻碍作用	滑动摩擦力 $f = \mu N$ 最大静摩擦力 $f_m = \mu_0 N$	阻碍物体间的相对运动或相对运动的趋势
	浮力	由于流体(液体或气体)对浸在其中的物体的作用而产生的力(浮力从本质上来说也是一种弹力)	$F_{\text{浮}} = \rho g V$	竖直向上

对表中列举的弹力和摩擦力，应注意以下几点：

①物体形变稳定以后，弹力的大小和使物体发生形变的外力的大小相等。但是，弹力是作用在使物体发生形变的另一个物体上的，也就是说弹力是发生形变物体对另一物体的作用力。因此，弹力和使物体发生形变的外力并不是一对互相平衡的力。

弹力的方向始终跟使物体发生形变的外力方向相反。如拉紧绳子或用手压棒的两端，绳和棒产生的弹力的方向分别跟手的拉力或压力的方向相反。例如用力 F 把一根棒斜向下抵压在地面上，我们可以把斜向下的力 F 沿竖直向下和水平向前的方向分解而得两个分力。 F 的竖直向下的分力使地面微微凹下，产生了作用在棒尖的竖直向上的弹力。

②静摩擦力在达到最大值 f_m 之前，总是跟外加拉力（或推力）的大小相等、方向相反的。根据公式 $f = \mu_0 N$ ，只能计算静摩擦力的最大值，并不能得到物体所受静摩擦力的实际数值。

一个物体受到的摩擦力，并不总是阻碍该物体的运动。例如，汽车加速前进时所受的牵引力就是一种与运动方向相同的静摩擦力。

③牵引力是从作用效果出发来命名的力，它是作用在物体上的、与运动方向相同的一种外力，既可以是弹力，也可以是摩擦力。为了简化，在习题中常常统称为牵引力。

3. 物体受力情况分析

弄清所研究的物体的受力情况，是解决力学问题的基础。在分析某个物体的受力情况时，通常把这个物体从周围物体中隔离开来，单独考虑它受到的别的物体的作用力。所研究物体

的受力情况，画在一张简图上，这种图叫做物体的受力图。分析物体的受力情况，可以按以下步骤进行：

①首先在物体上用竖直向下的有向线段标出重力，并在有向线段的旁边记上表示重力的文字 G 或 mg 。

②环绕物体一周，弄清物体和周围哪些物体接触。

③依次分析物体是否挤压或拉紧与其接触的周围某个物体，从而确定物体是否受到与其接触的周围某个物体的支持力、拉力等形式的弹力作用。支承面的支持力一定沿着与面垂直的方向（法向），柔软绳索的拉力一定沿着绳子的方向。例如，一个桶里放两个球（图1—2），球与桶壁之间有弹力，它们接触点的切面就是器壁，所以弹力的方向垂直于器壁。两球之间也有弹力，其方向在两球的连心线上。

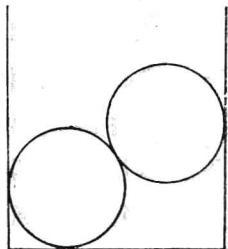


图1—2

④依次分析物体和与其接触的周围某个物体之间是否存在相对运动或相对运动的趋势，从而确定物体是否受到周围某个物体的滑动摩擦力或静摩擦力。摩擦力一定沿着与接触面平行的方向（切向）。

⑤根据题意，考虑物体是否受到牵引力的作用。

复习与思考：

①某同学说：“地球跟物体相互吸引时，由于地球的质量比物体的质量大，所以地球对物体的吸引力较物体对地球的吸引力大”，“马能够拉车前

进, 是因为马对车作用力大于车对马的反作用力”这些说法对吗?为什么?

②在不考虑空气阻力的情况下, 被掷出的铅球在空中受到几个力的作用? 射出枪口的子弹受到几个力的作用? 自由下落、竖直上抛、平抛和斜抛的物体分别受到几个力的作用?

③一个放在地面上的物体受到哪些力的作用? 地面受到哪些力作用? 如果用绳拉物体向上, 绳的拉力 F 小于物体的重力 G , 这时物体的受力情况发生哪些变化? 如果外力 F 与竖直方向成 α 角斜向上拉绳, 物体仍然静止在地面上, 物体的受力情况如何?

④把一根倔强系数是 k 的弹簧截成相同的两段, 每一段的倔强系数有多大? 再把这两段并合在一起, 倔强系数又是多大?

4. 力的合成与分解

一般情况下, 物体常常同时受到几个力的作用, 这时物体的运动状态是由这些力的共同作用所决定。如果有一个力作用在这个物体上, 所产生的作用效果跟原来几个力的共同作用效果一样, 这个力就叫做这几个力的合力。求几个已知力的合力叫做力的合成。

如果一个力作用于一个物体, 对物体运动产生的效果相当于另外几个力同时作用于此物体时产生的效果, 则这几个力就是原作用力的分力。在实用上, 常把一个力分为某几个指定方向上的分力, 从而研究这个力在各指定方向上产生的效果。把一个力按照实际需要分为几个分力, 叫做力的分解。

在力的合成与分解的问题中, 不能把合力和分力看成是同时并存的对物体的作用力, 不能同时考虑合力和分力对物体的作用。例如, 将物体从斜面底拉到斜面顶端(图1—3), 考虑了重力 mg 对物体所做的功 $mg\cos(90^\circ + \theta) = -mg\sin\theta$, 就不能同时考虑重力的分力 $mg\sin\theta$ 对物体所做的功。

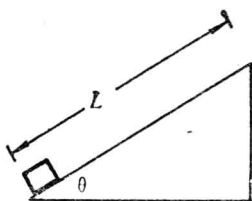


图1—3

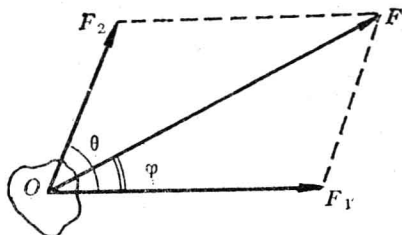


图1—4

力的合成与分解，通常用到以下几种方法：

①平行四边形法则——求两个互成角度的共点力的合力，可以用表示这两个力的有向线段为邻边，作出平行四边形，它的对角线就表示合力的大小和方向，如图1—4所示。

由图可知：

合力 F 的大小

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$$

合力 F 与分力 F_1 夹角 φ 的正切

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$$

当力 F_1 、 F_2 的大小一定时，合力 F 的大小与两分力夹角 θ 的大小有关：当 $\theta = 0^\circ$ 时， $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 0^\circ} = F_1 + F_2$ ；随着 θ 的增大， F 不断地减少；当 $\theta = 180^\circ$ 时， $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos 180^\circ} = |F_1 - F_2|$ ，其值最小。

力的分解是力的合成的逆运算，同样遵循平行四边形法则。把一个已知力作平行四边形的对角线，那么与已知力共点的平行四边形的两邻边，就是这个已知力的两个分力。将一个已知

力分解，要得到唯一的一对确定的分力，必须附加条件，否则解答就不是唯一的。这些附加条件取决于问题的性质和具体的情况。一般常见的有下列几种：①已知合力和两个分力的方向，求两个分力的量值。②已知合力，一个分力的量值和方向，求另一个分力的量值和方向；③已知合力和两个等值的分力的量值，求两个分力的方向。

在平行四边形作图中，代表分力和合力的线段长度所取的比值应该一致，表示力的方向的箭头只能标在平行四边形邻边或对角线的终端，不能画在线段的中间或画在线段的延长线上。

②力的三角形法——从力的合成的平行四边形法则出发，我们可以引伸得出力的合成的三角形法则。

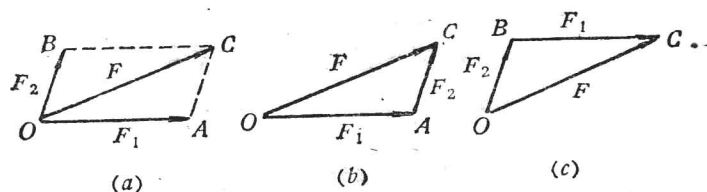


图1-5

如图1-5所示：图(a)中 F 是共点力 F_1 和 F_2 的合力。从 O 点出发，把代表 F_1 和 F_2 的有向线段 OA (或 BC)、 AC (或 OB)首尾相接地画出来，连接 O 和 C ，从 O 指向 C 的有向线段就表示合力 F 的大小和方向〔图(b)、(c)〕。上述求合力的方法就叫做力的三角形法。力的三角形法适宜于求多个力的合力问题。

③力的正交分解法——在处理各类力学问题时，力的正交