

高中基础知识丛书

物理

四川人民出版社

高中基础知识丛书

物 理

四川人民出版社

一九八三年·成都

高中基础知识丛书 物 理

四川人民出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 自贡新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张 14.25 字数 330千
1984年1月第一版 1984年1月第一次印刷
印数: 1—323,000册

书号: 7118·793

定价: 1.12元

出版者的话

中学教育是基础教育。为了配合普通中学向高一级学校输送合格的新生和为四化建设提供劳动后备力量，我们出版了一套“高中基础知识丛书”，以帮助应届高中毕业生系统复习和掌握各科基础知识和基本技能；同时供报考电大、职工业余大学，以及招收高中毕业生的其它升学考试和文化考试复习之用；也可供教师指导学生复习时参考。

这套丛书是根据中学各科教学大纲和中学现行教材的基本内容，结合教师的教学实践和在校学生以及广大青年自学的需要编成的。丛书包括《政治》、《语文》、《历史》、《地理》、《数学》、《物理》、《化学》、《生物》、《英语》等，共九种。为使这套丛书适应上述读者对象，我们把丛书起点定在初中毕业程度；选材力求精炼，叙述简明扼要，并努力做到概念准确、条理清楚、详略得当、题型多样、重难点突出。对于各学科有关综合运用和灵活掌握知识的问题，我们在配备例题、选题上作了合理安排，以利广大读者复习、巩固和提高。

这本《物理》的编写，着重于对基本概念、基本规律和基本运算等基础知识的掌握和运用，各篇均有内容要点和重、难点介绍；各章所选例题典型，并附说明和注意事项；各章节练习以基本训练为主，并单列一章讲述综合运用问题；物理实验也集中于一章讲述。书末附有各章练习答案。书中

有“•”的内容和习题,难度较大,对一般学生可不作要求。

参加本书编写的同志有蔡绍政、郭鸣中、穆蓉生、张乃文,由穆蓉生主编。对于书中不当之处,敬请读者提出意见,以便再版时改正。

一九八三年九月

目 录

第一篇 力学	1
第一章 静力学 运动学.....	3
第二章 运动定律.....	31
第三章 圆周运动 万有引力.....	56
第四章 机械能.....	74
第五章 动量.....	99
第六章 机械振动和机械波.....	128
第二篇 热学	149
第七章 气态方程 气体分子运动论.....	151
第八章 内能 能的转化和守恒定律.....	180
第三篇 电磁学	195
第九章 电场.....	197
第十章 稳恒电流.....	229
第十一章 磁场.....	261
第十二章 电磁感应.....	281
第十三章 交流电.....	304
第十四章 电磁波和电子技术.....	321
第四篇 光学和原子物理学	335
第十五章 光学.....	337
第十六章 原子物理.....	366

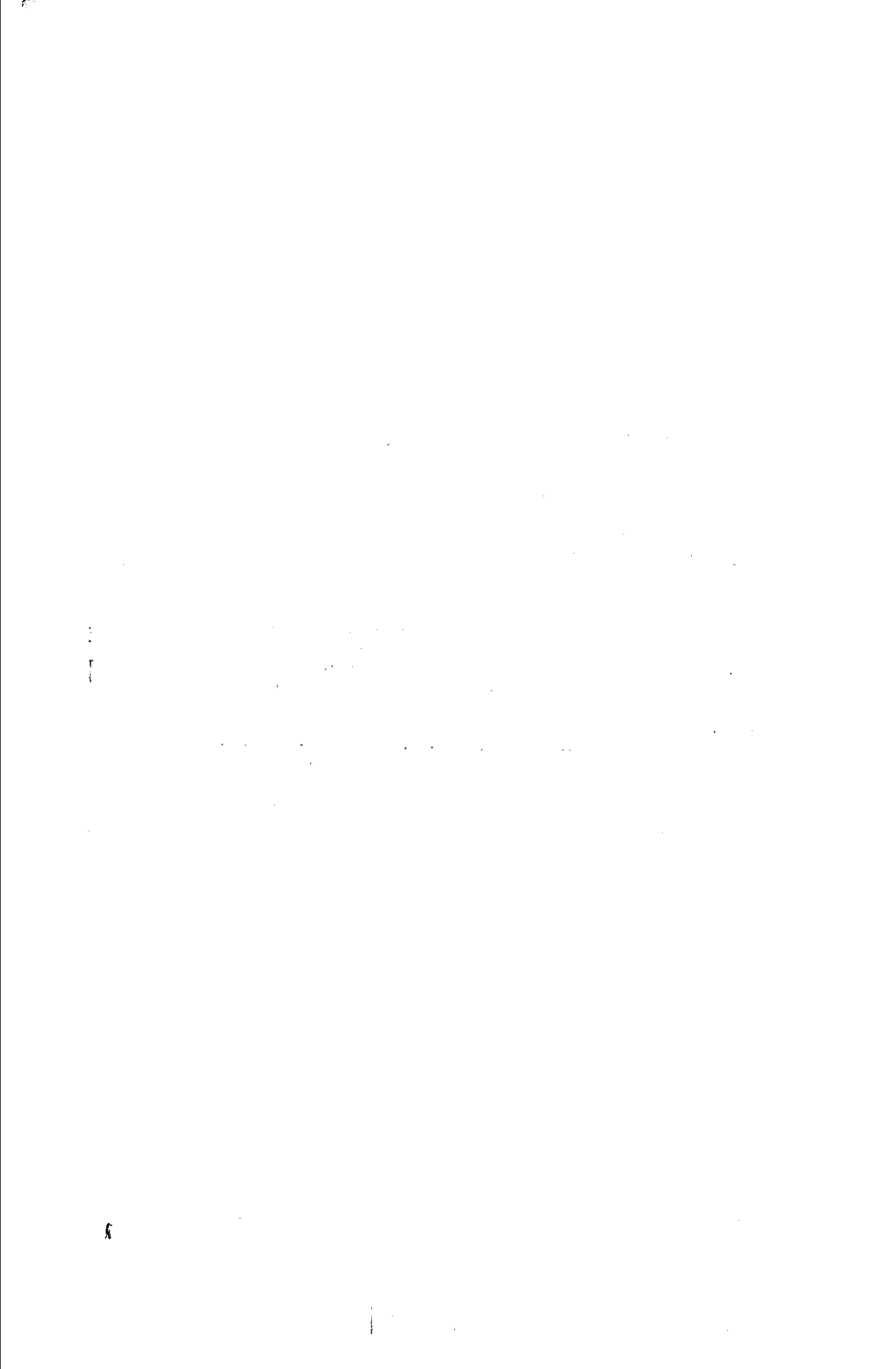
第五篇 物理知识的综合运用和物理实验	381
第十七章 物理知识的综合运用	383
第十八章 物理实验	408
附录 部分练习题答案	439

第一篇 力 学

本篇介绍物体做机械运动的基本规律。静力学和运动学一章是预备知识；牛顿定律、机械能和动量三章分别从力、能和动量三个角度研究了机械运动的一般规律，是本篇的重点；圆周运动、振动和波两章是力学基本概念和一般规律的应用，研究物体在变力作用下运动的特殊规律。

学习本篇各章时，要注意理解和掌握概念与规律的矢量特性，研究问题的思路和方法，以及各规律的适用对象范围或条件。

机械运动是物质运动最简单、最基础的运动形式，任何复杂的运动形式都包含着机械运动。本篇介绍的概念和规律，研究问题的思路和方法，在物理学的其它部分有广泛的应用，所以本篇也是学习以后各篇的基础。



第一章 静力学 运动学

一、力 物体的平衡

(一) 力的概念

力是物体对物体的作用，其作用效果是使受力物体发生形变或使受力物体运动状态发生变化。

注意：

(1) 力是矢量。只有给定了一个力的大小、方向和作用点后，该力才是确定的。

(2) 对每一个力，必须明确它作用于何物，由何物所施，这个力的反作用力作用于什么物体。没有施力物的作用，力是不存在的。

(3) 力的作用点可沿力的作用线移动，而力的作用效果不变。

(4) 力的作用是相互的。作用力与反作用力在一条直线上，大小相等，方向相反。

(二) 几种常见的力

力类	重力	弹力	摩擦力
产生的条件	物体处于地球的引力场中。	两个物体必须相互接触；物体在接触处因拉、压、搓、扭而产生弹性形变。	两物体必须相互接触。接触面必须是不光滑的；两物体间有相对运动或相对运动趋势。

大小	$G = mg$	1. 利用胡克定律 $f = kx$; 2. 运用静力学或运动定律求解。	1. $f_{\text{滑}} = \mu N$ • 2. $0 \leq f_{\text{静}} \leq \mu_0 N$
方向	竖直向下	总是与作用在物体上, 使物体形变的外力方向相反。	沿接触面的切线方向, 跟物体的相对运动或相对运动趋势的方向相反。

注意:

(1) 重力的作用点在物体的重心处, 其大小随物体在地球上的位置不同而略有差异, 也随距地面的高度不同而有所变化。

(2) 对固体物, 弹力垂直于接触面; 绳子的拉力(弹力)沿绳收缩的方向。

(3) 静摩擦力只有达到最大值时才能使用公式 $f_m = \mu_0 N$ 来计算其大小。静摩擦力未达最大值时, 可根据平衡条件或摩擦力与加速度的关系求它的大小。

【例1】 一根杆置于光滑的半圆形碗内, 当杆静止时, 其受力情况怎样?

【解】 杆受力如图 1-1 所示。

重力 mg 作用于杆的重心, 方向竖直向下; 弹力 N_1 指向球心 O , N_2 垂直于杆。

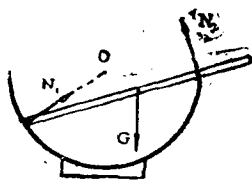


图1-1

* 【例2】 物体A先静止于水平地板上。当外力 F 由零逐渐增大时, 物体由静止开始水平滑动; F 继续增大, 如图1-2所示。试绘出 $F-f$ 图线 (f 是摩擦力)。



图1-2

【解】 $F-f$ 图线如图1-3。

图中 OA 段表示物体静止, 此时 $f = F$ 。A点表示物体达

到临界情形，静摩擦力在该点最大。由于运动后滑动摩擦力 $f = \mu N$ 与 F 无关，在图上表现为 BC 段与横轴平行。又因 $\mu_0 > \mu$ ，故图线在 AB 处有一跃变。

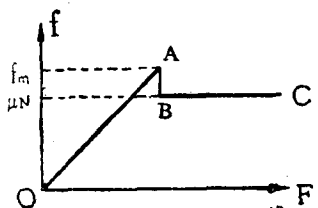


图1—3

(三) 物体受力情况分析

物体受力分析是学好物理知识的基本功，也是解决力学问题的关键。

分析物体受力的原则是：明确研究对象与哪些施力物有关，从而确定受力的种类、方向和作用点。为避免虚构的一些似是而非的并不存在的力，首先要弄清物体间是否存在有相互作用，并对每个力的反作用力作用于什么物体进行分析，然后把研究对象隔离出来，把关联物体的作用以力表示出来，作出正确的示力图。

在对物体进行受力分析时，为避免遗漏或重复，可按以下顺序来分析判断：

(1) 重力：地面上的物体均受重力。

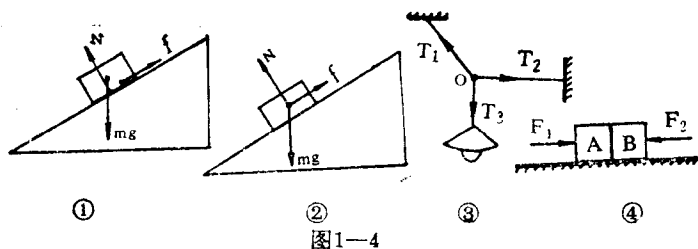
(2) 弹力：找出研究对象与其它物体的每一个接触处，如果接触处有形变，就有弹力存在。

(3) 摩擦力：分析上述的接触处是否有相对运动或相对运动趋势，从而确定物体是否受到摩擦力。

(4) 其它：物体装有动力机械时，要考虑是否有牵引力；物体在液体或气体中要考虑浮力；若还有空气的阻力、电磁力等，也要一一分析。

注意：

(1) 研究对象可以是物体，可以是质点，也可以是节点或物体系。



【例】

图1—4中，①图是以物体为研究对象的受力图示。斜面上的物体所受各力，系按力的实际作用情况来画的，并考虑到物体的大小不能忽略，结果 N 、 mg 、 f 不是共点力。②图把物体视为质点，所画三个力共点，这样受力图是常用的。③是节点的受力情况， O 是三根绳的节点。④是把 A 、 B 当作一个整体，在光滑水平支持面上，二物体所受水平外力作用的图示。

(2) 物体接触处无挤压、推拉等引起的形变，则不分析弹力。

【例】图1-5中，

①图内 A 、 D 球均放置在光滑水平面上，它们相互接触，处于静止状态。②图中的 A 球

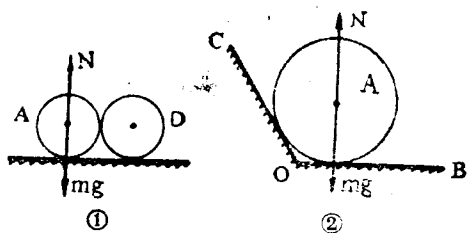


图1—5

放在光滑水平面上，处于静止状态， A 球与挡板 OC 接触。试分析上述二图中 A 球的受力情况。

【解】 A 球受力情况如图1-5所示。①图中 A 、 D 球虽接触，但无挤压，所以它们之间没有弹力。②图中， A 球与挡板 OC 间也是接触而无挤压，接触处没有形变，故 A 球与挡板 OC 间也无弹力作用。

(3) 凡题目明确指出接触面光滑, 就可以忽略摩擦力。虽然接触面有相对运动或相对运动趋势, 若无正压力时, 也不能计摩擦力。

【例】 图1-6中, 物体沿竖直墙面滑落, ①中没有水平压力; ②中有水平压力。哪种情况墙对物体没有摩擦力?

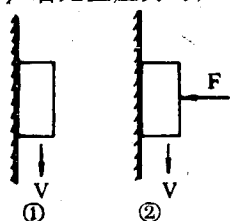


图1-6

【解】 图1-6—①中物体没有受到摩擦力。因为没有正压力作用于接触面, 即 $f = \mu N$ 式中 $N = 0$, 所以物体与墙面虽然有相对运动, 然而没有摩擦力。

(4) 摩擦力仅阻碍物体间的相对运动 (或相对运动趋势), 但不一定阻碍物体本身的运动。

【例】 汽车上的货箱A随车一起运动, 如图1-7所示。试分析汽车从静止起经历加速、匀速和减速三种运动状态时, 货箱A是否受到摩擦力及摩擦力的作用效果。

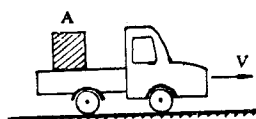


图1-7

【解】 汽车起动加速时, A有相对于车向后运动的趋势, 将受到与车行方向相同的摩擦力, 此摩擦力是推动A加速向前的动力。当A随汽车匀速前进时, A与车之间没有相对运动趋势, A不受摩擦力的作用。汽车减速时, A有相对于车向前运动的趋势, A受到的摩擦力与车行方向相反, 此时摩擦力是阻力, 它迫使A随车减速。

(5) 研究对象运动状态的改变, 要影响物体的受力情况 (上面的例子即可说明研究对象运动状态的改变, 影响了物体所受的摩擦力的情况)。

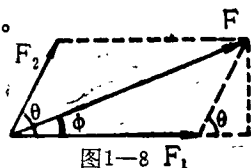
(四) 力的运算法则

力是矢量,它遵从平行四边形法则。

1. 平行四边形法则

(1) 求互成角度的力的合力。

如图1—8所示, $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$



合力的大小 $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\theta}$

合力的方向 $\tan\phi = \frac{F_2\sin\theta}{F_1 + F_2\cos\theta}$

(2) 把已知力分解成具有不同效果的分力。

力的分解是力的合成的逆运算,也遵守平行四边形法则。在对一个力分解时应根据实际情况进行。

*2. 力的正交解法

对多个力求合力时,使用平行四边形法则不大方便。若使用正交分解法,把各分力均先分解在一个选定的直角坐标的两轴上,定好正方向,各分力的正交分量求和时仅用代数法即可,最后仅用一次平行四边形法则,即可达到化矢量运算为代数运算的目的。

$$F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx}$$

$$F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny}$$

$$\text{合力大小 } F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\text{合力与X轴夹角 } \tan\phi = \frac{F_y}{F_x}$$

(五) 物体的平衡

1. 共点力作用下物体的平衡

(1) 平衡状态: 静止或匀速直线运动。

(2) 平衡条件: $\Sigma \vec{F} = 0$ 或 $\Sigma F_x = 0$ 和 $\Sigma F_y = 0$

2. 有固定转轴物体的平衡条件

(1) 平衡状态: 静止或匀角速转动。

(2) 平衡条件: $\Sigma M = 0$, 其中 $M = F \cdot L$ 。L 系力臂, 它是转动轴到力的作用线的垂直距离。一般规定逆时针力矩为正, 顺时针力矩为负。

【例】 一质点受到 n 个力的作用, 质点处于平衡状态, 其中一个力的大小为 30 牛顿, 方向指向东北方。问去掉该力后, 质点所受合力的大小和方向怎样? (设其余各力始终保持原来的大小和方向)

【解】 质点受 n 个力作用平衡, 当满足共点力的平衡条件, 即 $\Sigma \vec{F} = 0$ 。若把东北方向已知力写为 $\vec{F}$, 其余 $(n-1)$ 个力的合力必然为 $-\vec{F}$ 。当去掉 $\vec{F}$ 后, 物体只受其余 $(n-1)$ 个力的合力, 故质点此时受力大小为 30 牛顿, 方向为指向西南方。

【思考题】

1. 如图 1-9, 先由两人通过绳各用力 $F = 20$ 牛吨拉弹簧秤的两

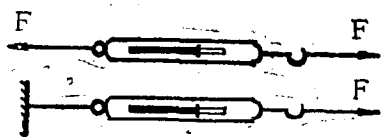


图 1-9

端, 然后把该秤一端用绳拴在墙上, 一个人也用力 $F = 20$ 牛吨拉秤的另一端。试问: 在上述两种情况中, 弹簧秤的读数各是多少?

2. 如图 1-10, 一水平力 $F = 50$ 牛吨先后作用于 A 和

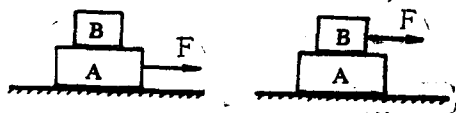


图 1-10

B 物体, 在两种情况下 A 所受的摩擦力各为多少? B 所受的摩擦力又各为多少? 设 A 和 B 均相对地面静止。

3. 如图 1-11, 一电灯悬挂在天花板上, 电灯处于静止状态。你能找到几对平衡力? 几对作用力与反作用力?



图 1-11

4. 物体A无初速地放在匀速运动中的水平传送带上。试分析A从放上传送带到随带匀速运动的过程中所受摩擦力的变化情况。

5. 把一个已知力分解成两个分力，试问：

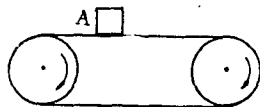


图1-12

(1) 什么情况下有无穷多个解？

(2) 什么情况下有唯一解？

(3) 什么情况下有确定解？（有解，但不是唯一的）

【例题1.1】 100牛顿

重的物体放在水平面上，一拉力F与水平夹角 $\theta = 37^\circ$ ，使物体沿水平方向作匀速直线运动，若物体与水平面间的摩擦系数 $\mu = 0.4$ ，试求拉力F是多少？

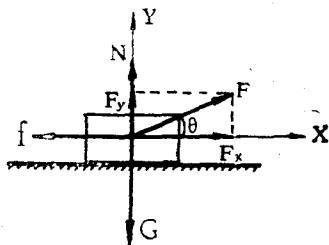


图1-13

【解】 物体共受四个力的作用，如图1-13所示。由于物体作匀速运动，则有 $\sum \vec{F} = 0$ 。运用正交分解法可得：

$$\sum F_x = F \cos \theta - f = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = N + F \sin \theta - G = 0 \quad (2)$$

$$\text{又 } f = \mu N \quad (3)$$

由①、②、③式联立得

$$F = \frac{\mu G}{\cos \theta + \mu \sin \theta} = \frac{0.4 \times 100}{0.8 + 0.4 \times 0.6} \text{ 牛顿} = 38.5 \text{ 牛顿}$$

*** 【例题1.2】** 图1-14中斜面的倾角 $\theta = 37^\circ$ ，斜面上的物体A重10牛顿，物体A和斜面的静摩擦系数 $\mu_0 = 0.5$ ，为了使物体A静止在斜面上，定滑轮下吊的物体B的重量应