

中学素质教育丛书

新 编 中学物理手册

潘 欣 等



海科学技术文献出版社

中学素质教育丛书

新编中学物理手册

上海中学 潘 欣等

上海科学技术文献出版社

责任编辑：高学贤

封面设计：徐 利

中学素质教育丛书

新编中学物理手册

上海中学 潘 欣等

*

上海科学技术文献出版社出版发行

(上海市武康路2号 邮政编码 200031)

全国新华书店经销

上海科技文献出版社昆山联营厂印刷

*

开本 787×960 1/32 印张 7 字数 139 000

1998年11月第1版 1998年11月第1次印刷

印 数：1—8 000

ISBN 7-5439-1251-1/O·117

定 价：8.50 元

前 言

随着科学技术的蓬勃发展,中学的数、理、化教学要求也不断地深化、上升。中学的数、理、化教学要求学生学习相关的思想方法和培养解决问题的能力。为了实现从“应试教育”向“素质教育”转变,上海科学技术文献出版社组织了上海中学、南洋模范中学和大同中学的部分骨干教师,编写了这套手册。本套手册按照国家颁布的《全日制中学教学大纲》和现行的中学数、理、化教材,对相关知识体系进行整理分析,重点突出基本概念与重要定理、公式与法则,由浅入深,由此及彼,从知识点的理解、掌握到规律性的综合、应用,指导学生形成完整的以内在联系为纽带的知识网络,以帮助中学生更好地掌握数、理、化基础知识。

这套丛书可作为中学生学习数、理、化的工具书。《新编中学数学手册》在编写时参照国家及各地课程标准要求,内容涵盖了代数、三角、平面几何、立体几何、平面解析几何、概率、统计、向量及微积分初步等知识,同时考虑到解决实际问题的需要而适当加以拓宽。《新编中学数学手册》由上海大同中学张浩良等编写。

《新编中学物理手册》配置了大量的有较高质量的实例,在剖析、提炼的基础上作出规范化的解答,逐步指导学生完成实践—认识—再实践—再认识的飞跃;

最后又通过对物理学发展史上重大事件的整理,主要物理公式的系统归纳,有关物理量单位的分析与联系,把物理学知识体系清晰地融合一体,形成网络,相信它将成为学生的良师益友。《新编中学物理手册》由上海中学潘欣、贾维孝、曾建民、陈茂发、陈文国、杨新毅、沈中、朱臻编写。

《新编中学化学手册》着重对学生常见的错误、易混淆的疑难问题进行扼要的分析,介绍典型例题的解题方法,以让学生能开拓思路,举一反三,触类旁通,提高解题效率。《新编中学化学手册》由上海南洋模范中学朱曾淦编写。

我们希望这套手册对中学生学好数、理、化有所帮助。

目 录

第一章 力学	1
第一节 力 物体的平衡	1
1. 基本概念与规律	1
2. 解题技巧与方法	5
3. 易误问题剖析	10
第二节 直线运动	14
1. 基本概念与物理量	14
2. 直线运动分类和规律	15
3. 易误问题剖析	21
第三节 牛顿运动定律	30
1. 运动与力	30
2. 牛顿运动定律	31
3. 易误问题剖析	37
第四节 曲线运动 万有引力	41
1. 基本概念和规律	41
2. 易误问题剖析	43
3. 解题技巧	46
第五节 功与能	48
1. 基本概念与规律	48
2. 易误问题剖析	50
3. 解题技巧	52

第六节 机械振动 机械波	56
1. 基本概念与规律	56
2. 易误问题剖析	58
3. 解题技巧	60
第二章 热学	64
第一节 分子运动论 内能	64
1. 分子运动论基本概念	64
2. 热和功	68
3. 易误问题剖析	69
第二节 固体与液体的性质	71
1. 基本概念	71
2. 典型错误剖析	72
第三节 气体实验三定律及理想气体状态 方程	73
1. 基本概念及基本定律	73
2. 易误问题剖析	78
第三章 电磁学	84
第一节 静电学	84
1. 基本概念与规律	84
2. 易误问题剖析	90
第二节 稳恒电流	100
1. 基本概念与规律	100
2. 易误问题剖析	104
3. 解题技巧	106
第三节 磁场	111
1. 基本概念与规律	111

2. 易误问题剖析	113
3. 解题技巧	115
第四节 电磁感应	117
1. 基本概念与规律	117
2. 易误问题剖析	119
3. 解题技巧	122
第五节 交流电	125
1. 交流电的产生及远距离输电	125
2. 交流电的表示方法	126
3. 易误问题剖析	130
第六节 电磁振荡 电磁波	136
1. 电磁振荡的产生及电磁波	136
2. 电磁振荡规律及麦克斯韦理论	139
3. 典型问题剖析	140
第四章 光学	143
第一节 光的反射和折射	143
1. 光的直线传播 光速	143
2. 光的反射及其应用	144
3. 光的折射及其应用	146
4. 实验操作	153
5. 疑难与错误分析	155
第二节 光的本性	173
1. 光的本性学说的历史发展	173
2. 光的波动说及其发展	175
3. 光的波粒二象性	180
4. 疑难与错误剖析	183

第五章 原子物理	187
1. 原子结构	187
2. 原子核	191
3. 疑难与错误剖析	197
附录 I 高中物理公式及有关单位总表	205
附录 II 常用的物理恒量	209
附录 III 物理学大事年表	210

第一章 力 学

第一节 力 物体的平衡

1. 基本概念与规律

1.1 力的概念

(1) 力是物体对物体的作用,力的作用是不能脱离物体而独立存在的。力通常用 F 来表示。国际单位制中力的单位是牛顿(简称牛),单位符号为 N。

(2) 物体间力的作用是相互的。甲物体对乙物体施加力的作用时,乙物体对甲物体必然也有力的作用。所以,物体间力的作用是成对出现、同时发生、同时消失的。这对相互作用的力称为作用力和反作用力。

(3) 力的作用能使物体的运动状态发生变化,也可能使物体的形状发生改变(即形变)。人们正是通过分析物体受力后所产生的这两个效果来分析物体的受力情况的。

1.2 力的三要素

力的作用效果不仅与力的大小有关,还跟力的方向和力的作用点有关。力的大小、力的方向和力的作用点叫做力的三要素。

力可以用一根带箭头的线段来表示:线段的长度表示力的大小,箭头的指向表示力的方向,箭尾表示力的作用点。这种表示力的方法叫做力的图示。

1.3 力的分类

按力的性质分类,力可以分为:重力、弹力、摩擦力、分子间相互作用力、电磁力(电场力和磁场力)、核力等等。

按力的效果分类,力可以分为:拉力、张力、压力、支持力、下滑力、向心力、回复力、策动力等等。

1.3.1 重力(G)

由于地球的吸引而使物体受到的竖直向下的力叫做重力。所以重力的方向总是竖直向下的。物体受到的重力跟物体的质量成正比,即

$$G=mg$$

在不同的地点,重力加速度 g 的值是不同的。所以同一物体在地球上不同的地域质量虽然不变,而所受的重力并不相同。但由于各地的 g 值相差很小,在一般情况下,常取 $g=9.8$ 米/秒²,在粗略计算时可取 $g=10$ 米/秒²。

重力的作用点叫做重心。物体的各个部分都受到重力作用,但是,可以把各部分受到的重力作用集中于一点即重心上,使一些较复杂的问题变得容易解决。

质量分布均匀且形状规则的物体,其重心在它的几何中心上。一般物体的重心可采用悬挂法通过二次平衡时力的作用线的交点来确定。

1.3.2 弹力

发生弹性形变的物体因要恢复原状而对使它形变的物体施加的力叫做弹力。弹力的方向总是跟物体形变的方向相反,且与接触面垂直。

通常,把物体的形状或体积的改变叫做形变。物体在外力作用下发生形变,而当外力撤去后能恢复原状的形变叫弹性形变;当外力撤去后不能恢复原状的形变叫做范性形变。物体发生弹性形变的范围称为弹性限度。在弹性限度以内,物体发生弹性形变,表现为弹性;在弹性限度以外,物体发生范性形变,表现为范性。

弹力产生在直接接触而发生弹性形变的物体之间。

弹簧的弹力(F)跟它的形变量(X)成正比。这一规律叫做胡克定律,用公式表示为:

$$F = -KX$$

式中比例常数 K 叫做物体的劲度(系数),也称作倔强系数。劲度的大小决定于弹簧丝的粗细、长度、圈数和材料。式中的“ $-$ ”号,表示弹力 F 的方向与弹簧形变方向相反。

除了弹簧力外,物体对支持面的压力、物体受到的支持力以及绳子上的张力都属于弹力的性质。

1.3.3 摩擦力(f)

1.3.3.1 滑动摩擦力

当一个物体在另一个物体表面上发生相对滑动时,在接触面上所产生的阻碍物体相对滑动的力,叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向总是与物体间的相对运动的方向相反。在接触面性质确定的情况下,滑动摩

擦力的大小与接触面间的正压力成正比。用公式表示为：

$$f = \mu N$$

式中的 N 为正压力。 μ 叫做滑动摩擦系数，其大小决定于两接触面的性质，包括接触面的材料和粗糙程度等。一般情况，滑动摩擦系数可用 $\mu = \frac{f}{N}$ 进行计算，但并非由此决定。

1.3.3.2 静摩擦力

发生在两个相对静止物体间的摩擦力叫做静摩擦力。静摩擦力的方向跟物体间相对运动趋势的方向相反。静摩擦力的大小随拉力的增大而增大，但静摩擦力有一个最大值，叫做最大静摩擦力(f_m)。一旦拉力大于最大静摩擦力，物体就开始滑动。摩擦力的性质也就变为滑动摩擦力。

最大静摩擦力 f_m 可用公式表示为：

$$f_m = \mu_0 N$$

式中的 N 为正压力， μ_0 叫做最大静摩擦系数，其大小同样决定于两接触面的性质。在相同条件下，最大静摩擦力总是略大于滑动摩擦力，即 $\mu_0 > \mu$ 。粗略的计算中，可近似地认为两者相等。

1.3.3.3 摩擦力的产生条件

两个相互接触且挤压的物体，发生相对运动或具有相对运动的趋势，是产生摩擦力的必要且充分的条件。

摩擦力总是阻碍物体间的相对运动，但并不总是

阻碍物体相对地面的运动,即摩擦力有可能是物体相对地面运动的动力。这是必须重视并注意正确把握其性质与方向的关键问题。

2. 解题技巧与方法

2.1 等效替代法

等效替代法是物理学最常用的有效方法,更是力学中主要技巧。

物体在几个力的作用下做加速运动(或发生形变)时,要确定几个力的共同作用的效果,只要找到一个力的作用效果跟几个力共同作用的效果相同,就可以用这个力来等效替代几个力求得物体所受的合力。求合力的方法叫做力的合成。但有时却要用两力等效替代某一个力,叫力的分解。

2.1.1 力的合成

2.1.1.1 一直线上的二力合成

如果一直线上的两个力的方向相同,则合力的大小等于这两个力的和,方向跟这两个力的方向相同;如果一直线上两个力的方向相反,那么合力的大小等于这两个力的差,方向跟较大的那个力的方向相同。

2.1.1.2 一直线上的多力合成

物体受多个在一直线上的力作用(F_1 、 F_2 、 F_3 、 $\cdots$),则可以将 F_1 的方向规定为正方向,与 F_1 方向相同的力取为正值,与 F_1 方向相反的力取为负值,则合力等于这些力的代数和,即:

$$F_{\text{合}} = F_1 + F_2 + F_3 + \cdots$$

如果计算得到的 $F_{\text{合}} > 0$, 说明合力方向与 F_1 方向相同; 反之, $F_{\text{合}} < 0$, 说明合力方向与 F_1 方向相反。

2.1.1.3 互成角度的共点力的合成

几个力作用于物体的同一点或者它们的作用线相交于一点, 这几个力就叫做共点力。

求两个互成角度的共点力的合力, 可以用表示这两个力的线段为邻边作平行四边形, 那么过共点的对角线就表示这两个力的合力。求出平行四边形对角线的长度和合力与已知力之间的夹角就可以求得合力的大小和方向。这个法则叫做平行四边形法则。这是一个关于矢量合成的普遍法则, 对于力、位移、速度、加速度、动量和冲量等矢量的合成都能适用。

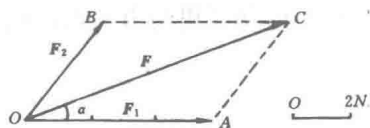


图 1-1

请读者根据平行四边形法则, 用图 1-1 所示作图法求合力。按所用的标度用刻度尺量出线段的长度即为合力的大小; 用量角器测出合力与已知力之间的夹角, 从而确定合力的方向。

当两个力之间的夹角为 90° 或合力与某已知力之间的夹角为 90° 时, 可以用勾股定理或三角函数的关系式计算出合力的大小和方向。

如果物体受多个共点力的作用 ($F_1, F_2, F_3, \dots$), 可以分步运用平行四边形法则来求得合力。首先根据平行四边形法则求出 F_1 与 F_2 的合力 F' , 然后求出 F_3 与 F' 的合力 F'' , 依此类推, 即可求得多个共点力的合

力 $F_{\text{合}}$ 。

2.1.2 力的分解

如果两个力的共同作用效果可以等效替代一个力的作用,这两个力就叫做那个力的分力。求一个已知力的分力叫做力的分解。

力的分解和力的合成一样也遵循平行四边形法则。把表示已知力的线段作为平行四边形的对角线,那么这个平行四边形的两条邻边就表示已知力的两个分力。

从数学知识可知,对角线一定的平行四边形可以有无限多个。也就是说,如果没有附加条件,一个已知力可以用无数组互成角度的力来替代。力的分解不是唯一的。

在物理学中,常常根据已知力的几个作用效果来进行力的分解;或者根据客观实际的条件和需要来进行分解,这样才能获得有实际物理意义的结果。

在多数情况下,往往需要将一个力分解成两个互相垂直的分力。这种分解方法叫做力的正交分解法。

用力的正交分解法求合力往往使力学问题得以简化。

物体受几个互成角度的共点力的作用,用正交分解法求这些力的合力可按如下步骤进行:

(1) 首先依据具体情况和解题方便,建立合适的直角坐标系 xOy 。尽可能使较多的力与 x 轴或 y 轴重合。

(2) 把已知各力沿 x 轴和 y 轴进行正交分解。设

力 F_i 与 x 轴的夹角为 $\theta_i (i=1, 2, \dots, n)$, F_i 沿 x 轴和 y 轴的分力为 F_{ix} 、 F_{iy} (也称为 F_i 在 x 、 y 轴上的投影), 则由数学知识可知:

$$\begin{cases} F_{ix} = F_i \cos \theta_i \\ F_{iy} = F_i \sin \theta_i \end{cases}$$

如果 F_{ix} 、 $F_{iy} > 0$, 说明分力方向与取定的 x 、 y 轴正方向相同; 反之, 则表明分力方向与正方向相反。

(3) 根据同一直线上的多力合成, 求得 F_x 和 F_y 。
即:

$$\begin{cases} F_x = \sum_{i=1}^n F_{ix} \\ F_y = \sum_{i=1}^n F_{iy} \end{cases}$$

(4) 求得 n 个共点力的合力 F :

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{F_y}{F_x}$$

2.2 演绎推理法

演绎推理法是判断物体平衡与否等问题的有力手段, 也是物理学中常用的逻辑思维方法。

2.2.1 通过分析物体的运动状态特征来推断物体的受力是否平衡

物体处于静止状态、匀速直线运动状态和匀速转动状态叫做物体处于平衡状态。

在共点力作用下的物体, 一般在作受力分析时可以忽略它的形状和大小而看作为质点。