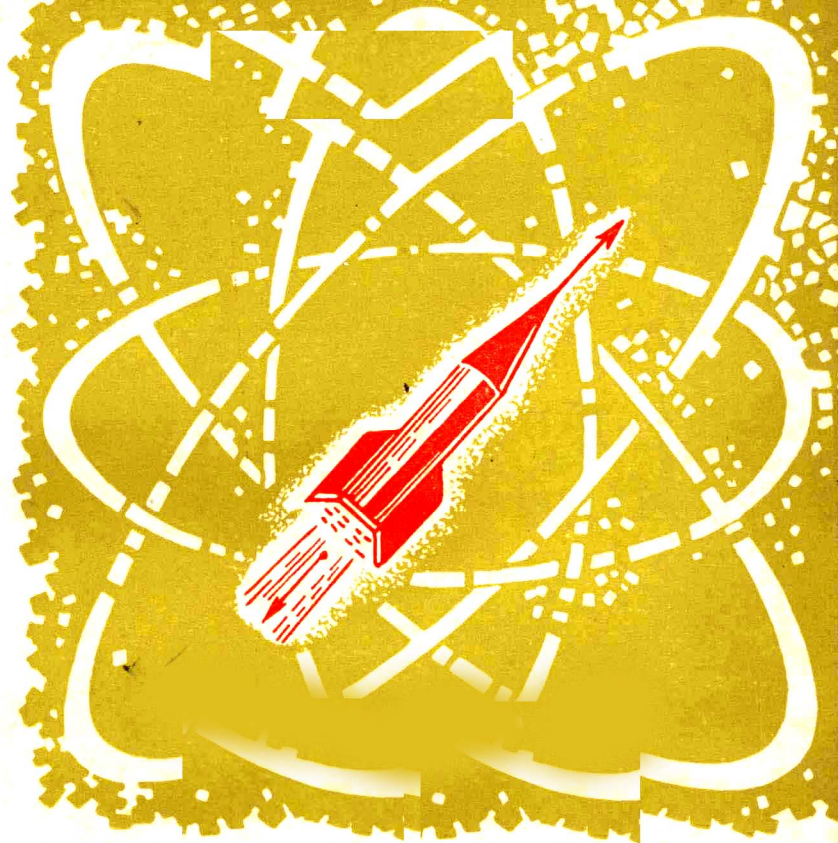


工人科技教育丛书



赵公前 王秀琴 编著



工厂应用物理

工厂应用物理

赵公前 王秀琴 编著

里 天 审校

云南人民出版社

责任编辑：单沛尧

封面设计：蒋敏学

工厂应用物理

赵公前 王秀琴编著

里天 审校

*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

*

开本：787×1092 1/32 印张：15.875 字数：360,000

1981年9月第一版 1981年9月第一次印刷

印数：1—99,800

统一书号：15116·133 定价：1.30 元

出版说明

为了适应新形势下加强职工科学技术教育的需要，在中华全国总工会教育部的大力倡导和支持下，北京市技术交流站等有关单位编写了《工人科技教育丛书》由我社出版。

该丛书包括《工厂基础数学》、《工厂应用数学》、《工厂基础电工》、《工厂实用电工》、《工厂基础物理》、《工厂应用物理》、《工厂基础化学》、《工厂应用化学》、《工厂电子技术》（上、下册）、《工人机械识图读本》、《工厂应用力学》、《工厂考工定级题解》、《电脑基础》共十四本，可作为工矿职工教育的教材，也可供广大工人自学参考。

在丛书组稿、编写、出版过程中，中华全国总工会教育部黄志同志、李德玉同志，北京仪器厂宋东生同志，原子能出版社李天无同志，中国科学院心理研究所封根泉同志，工人出版社王东发同志作了大量工作，在此，一并致谢。

云南人民出版社

《工人科技教育丛书》出版前言

中华全国总工会教育部

职工教育是我国教育事业的组成部份，是提高职工科学文化技术水平，培养技术、管理人才的重要途径，我们的国家要在本世纪内实现农业、工业、国防和科学技术现代化，不仅需要一支强大的熟练技术工人队伍，而且需要大量科技人才和管理人才。但是由于林彪、“四人帮”的干扰和破坏，目前我国职工队伍存在着文化程度低、技术等级低、管理水平低和技术人员少的状况。这种状况已成为实现四个现代化的严重障碍。因此，大力开展职工教育，迅速提高广大职工的科学文化技术水平，已成为广大职工的迫切愿望和刻不容缓的战略任务。

党和国家十分重视职工教育。邓小平同志在中国工会第九次全国代表大会上，代表党中央、国务院号召我国工人阶级“要努力提高自己的政治、经济、管理、技术、文化水平”，“要用最大的努力来掌握现代化的技术知识和现代化的管理知识，为实现四个现代化作出优异的贡献”。这些重要指示，大大调动了各方面举办职工教育的积极性。广大职工学习文化科学技术的热情空前高涨，职工教育出现了欣欣向荣的可喜局面。

为了适应新形势下加强职工教育的要求，帮助工矿企业解决职工教育急需的部分教材，向青年工人提供一些工业科学技术读物，北京市技术交流站等有关单位，组织编写了《工人科

技教育丛书》。这套丛书以具有相当于初中文化程度的工人为主要对象，参加编写工作的同志，大多是从从事职工工业余教育多年的工程技术人员和教师。他们据以编写这套丛书的教材，也多是在长期教学实践中，经过广泛征求意见，反复修改补充，并经有关科研单位和高等院校协助审订，才逐渐形成的。有的还曾在中央电视台举办的电视教育讲座中播讲，受到全国广大职工的欢迎。正因为来自实践，这套丛书在内容上具有深入浅出，通俗易懂，密切结合生产实际，适合工人自学等特点。它可以作为职工的自学读物，也可以作为职工教师的参考书，对口的工厂也可以选作职工教材。

北京市技术交流站等有关单位和云南人民出版社，热心于职工教育事业，编写和出版了这套适应职工教育特点的丛书，做了一件有益于四化建设的大好事，确实值得祝贺。我们希望今后有更多的从事职工教育工作和关心职工教育的同志，为广大职工编写、出版更多更好的学习材料，逐步改变当前教材严重缺乏的状况，满足广大职工学习的需要，这对快出人才、多出人才，早日实现四个现代化，无疑是一个重大的贡献。

目 录

第一章 力学基础知识(一)	1
§ 1-1 直线运动	1
§ 1-2 力	4
§ 1-3 力的合成和分解	8
§ 1-4 牛顿运动定律	12
§ 1-5 圆周运动	14
§ 1-6 本章例题	19
习题 1	27
第二章 力学基础知识(二)	32
§ 2-1 功和功率	32
§ 2-2 机械能和机械能守恒定律	34
§ 2-3 动量和冲量 动量守恒定律	40
§ 2-4 刚体的定轴转动	46
§ 2-5 刚体的平衡和重心	51
习题 2	58
第三章 物体的热膨胀	62
§ 3-1 固体的线膨胀	62
§ 3-2 固体、液体、气体的体膨胀	64
§ 3-3 温度的测量	67
§ 3-4 热膨胀在技术上的应用	71
习题 3	73
第四章 物质三态	74

§ 4-1	物质的结构 扩散现象	74
§ 4-2	布朗运动	75
§ 4-3	分子力	77
§ 4-4	固体、液体和气体分子的热运动	79
§ 4-5	固体的弹性和范性	81
§ 4-6	胡克定律	85
§ 4-7	硬度	91
§ 4-8	液体的表面张力	94
§ 4-9	浸润及毛细现象	97
§ 4-10	液体的粘度	102
§ 4-11	气体的压强	104
§ 4-12	气体状态的三个定律	107
§ 4-13	气体状态方程	112
习题 4		116
第五章 热和功		119
§ 5-1	内能	119
§ 5-2	比热 热交换定律	120
§ 5-3	改变物体内能的方式 热功当量	124
§ 5-4	热力学第一定律	129
习题 5		133
第六章 热的传递		135
§ 6-1	传导	135
§ 6-2	对流	138
§ 6-3	辐射	141
§ 6-4	绝热和散热	148
习题 6		152

第七章 物态变化	155
§ 7-1 熔解和凝固 熔解热	155
§ 7-2 压强对熔解过程的影响 熔解曲线	159
§ 7-3 金属的铸造	161
§ 7-4 蒸发和升华 饱和汽压	164
§ 7-5 沸腾 汽化热	169
§ 7-6 三相图	175
§ 7-7 气体的液化 临界温度	179
§ 7-8 湿度	183
§ 7-9 水的过冷和过热现象	186
§ 7-10 应用	188
习题 7	191
第八章 热机和能源	195
§ 8-1 气体膨胀做功	195
§ 8-2 蒸汽机和蒸汽轮机	200
§ 8-3 内燃机	205
§ 8-4 热机的效率	210
§ 8-5 热力学第二定律	213
§ 8-6 能源	215
习题 8	224
第九章 晶体	227
§ 9-1 晶体结构	227
§ 9-2 结晶和单晶的生长	231
§ 9-3 同素异晶现象	235
习题 9	238
第十章 流体动力学	239
§ 10-1 流体的流量和连续性方程	239

§ 10-2	伯努利方程	243
§ 10-3	运动流体压强与流速的测量	248
§ 10-4	空吸作用 附壁效应	250
§ 10-5	层流、湍流和管道内流体的能量损失	254
习题10		256
第十一章 电场		258
§ 11-1	静电现象 电子论	258
§ 11-2	库仑定律	260
§ 11-3	电场强度 电力线	261
§ 11-4	电势 电势差	266
§ 11-5	电场中的导体	272
§ 11-6	电容	276
习题11		284
第十二章 稳恒电流		288
§ 12-1	电源、电动势和电路	288
§ 12-2	电流密度	292
§ 12-3	导体的电阻 电阻器	293
§ 12-4	全电路欧姆定律	298
§ 12-5	电池的串联和并联	306
习题12		308
第十三章 磁场		311
§ 13-1	电流的磁场 磁力线	311
§ 13-2	磁感应强度 磁通量	313
§ 13-3	通电导线所受的磁场力 洛伦兹力	317
§ 13-4	电磁铁 电磁继电器	322
§ 13-5	磁电式仪表 检流计	326
§ 13-6	电流计	328

§ 13-7	电压计	332
§ 13-8	电阻的测量	335
习题13		341
第十四章	电磁感应 交流电	348
§ 14-1	电磁感应	348
§ 14-2	感生电动势	352
§ 14-3	自感现象	359
§ 14-4	交流电	363
§ 14-5	发电机	369
§ 14-6	三相交流电的联接方法	373
§ 14-7	变压器 电能的输送	379
§ 14-8	电动机	386
习题14		392
第十五章	电子电路基础知识	395
§ 15-1	电阻、电容、电感在电路中的作用	395
§ 15-2	半导体及其导电特性	398
§ 15-3	晶体二极管	401
§ 15-4	晶体二极管的整流	404
§ 15-5	晶体三极管	409
习题15		414
第十六章	振动和波	416
§ 16-1	机械振动	416
§ 16-2	简谐振动	417
§ 16-3	简谐振动的振动图线和振动方程	423
§ 16-4	固有频率	425
§ 16-5	受迫振动和共振	428
§ 16-6	共振的危害和振动的应用	431

§ 16-7	机械波	432
§ 16-8	超声波	435
§ 16-9	电磁振荡	437
§ 16-10	振荡电路的固有周期和固有频率	441
§ 16-11	电磁波	442
§ 16-12	无线电的广播和接收大意	445
习题16		447
第十七章 物理光学的基础知识		450
§ 17-1	光的干涉	450
§ 17-2	光的色散 光的电磁本性	453
§ 17-3	物质的光谱	455
§ 17-4	不可见光线 电磁波谱	458
§ 17-5	光电效应 光的微粒性	462
§ 17-6	原子的能级	465
§ 17-7	激光	469
习题17		472
第十八章 原子能及其应用		474
§ 18-1	原子结构	474
§ 18-2	原子核的组成	475
§ 18-3	原子核的衰变	478
§ 18-4	原子核反应	480
§ 18-5	质量亏损和平均结合能	481
§ 18-6	原子核的裂变	483
§ 18-7	原子核反应堆	486
§ 18-8	原子核的聚变	488
§ 18-9	放射性同位素的应用	489
习题18		492

第一章 力学基础知识(一)

力学是物理学的基本组成部分，也是现代工程技术的重要基础。因此，本书的前两章将对力学进行一下扼要的复习。

§ 1-1 直线运动

质点 我们把质点看成只具有质量和位置、而没有大小和形状的抽象的点。在研究物体运动的时候，有两种情况可以用一个质点来代替物体：

1. 物体的大小和它的运动轨迹相比可忽略不计；
2. 物体作平动，这时它上面的所有点的运动轨迹都相同。

质点概念的引出，对物体运动的研究大大简化了。所以掌握好质点的运动规律是非常重要的。在以下的内容中，如不特殊提出物体，则研究的对象都是指质点。

位移 表示质点位置变化的物理量，是矢量。其大小等于运动开始点到终止点的距离；方向是从开始点指向终止点。用 s 来表示位移。

速度 表示质点运动的快慢程度和方向的物理量，是矢量。质点运动的位移(s)和这段位移所用的时间(t)的比叫做**平均速度**。当时间 t 极短（趋近于零）时，其平均速度就是运动质点在某一位置或某一时刻的**即时速度**。平均速度和即

时速度分别用 $\bar{v}$ 和 v 来表示。

$$\bar{v} = \frac{s}{t} \quad (1-1)$$

速度的量值也叫**速率**，速率只有大小，没有方向，所以是标量。

加速度 表示质点运动改变的快慢程度和方向的物理量，是矢量。速度的改变量与其所用时间的比叫平均加速度。当时间 t 趋近于零时，平均加速度就是运动质点在某一位置或某一时刻的即时加速度。加速度用 a 来表示。

匀速直线运动 是速度保持不变的直线运动，也可以说是加速度 a 等于零的直线运动。

匀变速直线运动 在变速直线运动中，在任何相等的时间里，质点速度的变化都相同，也就是说加速度 a 等于常数，这种运动叫做**匀变速直线运动**，简称为**匀变速运动**。

在匀变速运动中，设质点在某一位置时的速度是 v_0 ，经过 t 秒钟速度变成 v_t ，则质点的加速度可表示为

$$a = \frac{v_t - v_0}{t} \quad (1-2)$$

v_0 与 v_t 分别叫做初速度和末速度。

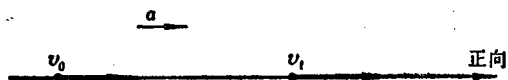
在运动学中，一般以初速度 v_0 的方向为正。当 $v_t > v_0$ 时，则 a 为正，加速度 a 的方向与 v_0 相同，质点的运动速度逐渐增加，称为匀加速运动；当 $v_t < v_0$ 时， a 为负值，加速度 a 的方向与 v_0 相反，质点的速度逐渐减小，称为匀减速运动（见图1-1）。

匀变速运动的公式 在匀变速直线运动中，时间 t 、位移 s 、初速度 v_0 、末速度 v_t 和加速度 a 满足下面三个关系式：

$$v_t = v_0 + at \quad (1-3)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2; \quad (1-4)$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2as. \quad (1-5)$$



(a) 匀加速运动, a 为正值



(b) 匀减速运动, a 为负值

图1-1 加速度的方向

当质点作匀速运动时, $a=0$, 从上面的关系中可看出, $v_t = v_0$, $s = vt$ 。所以匀速运动的规律, 可作为一种特殊情况从匀变速运动的公式中导出来。

在匀变速运动中, 某一位移上的平均速度 $\bar{v}$ 还满足:

$$\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}. \quad (1-6)$$

自由落体运动 从静止开始自由下落的物体, 假设运动中不受空气阻力的作用, 这种运动叫做**自由落体运动**。自由落体运动的加速度方向竖直向下, 其大小是一个定值; 这个加速度称为**重力加速度**, 用 g 表示。在地球上不同的地方 g 的大小略有不同, 如北京为 9.801 米/秒^2 , 广州为 9.788 米/秒^2 。在一般计算中, 取 $g = 9.8 \text{ 米/秒}^2$ 。

自由落体运动是初速度等于零、加速度为 g 的匀加速运动。用 h 表示 t 秒钟落下的位移, 将上述条件代入匀变速运动的公式, 得到:

$$v_t = gt;$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2;$$

$$v_t^2 = 2gh.$$

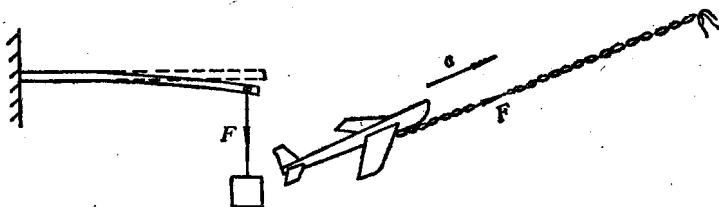
应用运动学公式解题时， s 、 h 的单位用米， $\bar{v}$ 、 v_0 、 v_t 的单位用米/秒， a 、 g 的单位用米/秒²， t 的单位用秒。

§ 1-2 力

力的概念 力是一个物体对另外一个物体的作用。力不能离开物体而单独存在，并且两个物体间的这种力的作用总是相互的。如放在桌面上的重物对桌面有压力，同时重物也受到桌面的支撑力。

力可以产生两种明显的效果：

1. 使物体发生形变；
2. 使物体产生加速度。



(a) 力使物体发生形变 (b) 力使物体产生加速度

图1-2 力的效果

力不但有大小，而且有方向，所以力是矢量。力的效果

不仅与力的大小、方向有关系，还与力的作用点有关系。力的大小、方向和作用点叫做**力的三要素**。为了形象地表示力的三要素，常采用力的图示法。在图上，力用一有向线段表示，线段的长度表示力的大小，箭头的指向表示力的方向，有向线的起点表示力的作用点（如图1-3所示）。用有向线段表示力的三要素叫做**力的图示**。

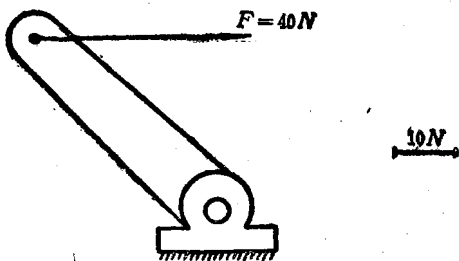


图1-3 力的图示

力的单位是牛顿，也可简称“牛”，用符号N表示。在工程技术中，也常用千克力作为力的单位，千克力又常简称千克。1千克力=9.8牛顿。

重力 我们知道任意两个物体之间都存在着引力，称为**万有引力***。物体的重力就是地球引力产生的。在地面附近，物体所受的地球引力可看作重力，即物体的重量。物体所受的重力用G表示，重力的大小与物体的质量m成正比，它们之间满足关系式：

$$G = mg. \quad (1-7)$$

* 质量分别为 m_1 、 m_2 千克的两个物体，它们之间相距为r米，这两个物体之间的万有引力为 $F = G_0 \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。其中 G_0 叫引力恒量， $G_0 = 6.67 \times 10^{-11}$ 牛顿·米²/千克²。