

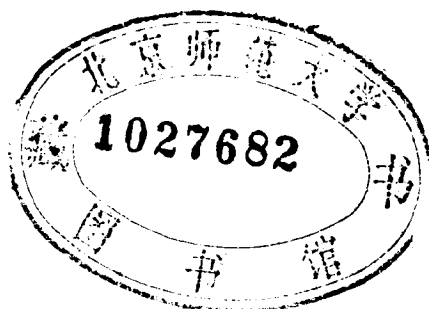
物理学原理

上册


[美] F. 卡 歇 编著

汤毓骏 译 程守洙 校

理科阅览室



上海教育出版社



$$\lambda = \frac{M}{2\pi R}$$

$$V = R^2 \sin^2 \theta$$

$$dV = R^2 \sin \theta d\theta$$

$$dm = \lambda \cdot V d\theta$$

$$= \lambda R^2 \sin \theta d\theta$$

$$dI = R^2 \sin^2 \theta R^2 \sin \theta d\theta$$

$$= \lambda R^3 \sin^3 \theta d\theta$$

$$I = \lambda R^3 \int \sin^3 \theta d\theta$$

$$\int dI = I = \frac{4}{5} \lambda R^5 \rho$$

$$= \frac{4}{5} \lambda \cdot R^5 \cdot \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$= \frac{3}{5} \lambda R^2 m$$

$$= \frac{3}{5} m R^2$$

$$\sigma = 30 = 35 \sin \theta - 45 \cos^3 \theta$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 \quad 45 = 30 = \frac{25 \cos \theta}{5 = 30}$$

$$= \frac{1}{4} (35 \cos \theta - 25 \sin \theta)$$

$$\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

Principles of Physics

Third Edition

F. Bueche

McGraw-Hill Book Company

物理学原理

上册

[美] F. 卜 歇 编著

汤锦波 译 程守洙 校

上海教育出版社出版

(上海永福路123号)

总发行所上海发行所发行 江苏启东印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 15.125 插页 2 字数 331,000

1982年7月第1版 1982年7月第1次印刷

印数 1—13,000 本

统一书号: 7150·2663 定价: 1.30 元

目 录

序	1
1. 矢量和平衡力	3
1.1 矢量	3
1.2 位移以外的矢量	6
1.3 矢量的直角分量	7
1.4 三角法	9
1.5 力的加法	12
1.6 静止的物体	14
1.7 绳索拴着的物体	16
1.8 平衡的第一个条件	18
1.9 静力学问题的解答	19
提要	22
最低学习要求	23
重要的名词和词组	23
问题和估测	24
习题	25
2. 匀加速运动	30
2.1 速度和速率	30
2.2 瞬时速度和瞬时速率	32
2.3 单位换算	36
2.4 加速度	38
2.5 匀加速运动	39

2.6 匀加速运动的两个导出方程	41
2.7 关于方程的注意事项	44
2.8 伽利略的发现	45
2.9 自由降落和重力加速度	47
提要	51
最低学习要求	52
重要的名词和词组	53
问题和估测	54
习题	55
3. 力和直线运动	59
3.1 物理定律的发现	59
3.2 牛顿第一运动定律	61
3.3 牛顿第三运动定律	62
3.4 牛顿第二运动定律	64
3.5 量度的标准单位	68
3.6 导出单位	70
3.7 牛顿第二定律的应用	73
3.8 摩擦力	79
3.9 终极速度	82
提要	84
最低学习要求	85
重要的名词和词组	86
问题和估测	86
习题	88
4. 重力作用下的运动	93
4.1 牛顿的万有引力定律	93
4.2 斜面上的运动	98
4.3 抛体运动	103

X 射线的发现	107
提要	108
最低学习要求	109
重要的名词和词组	109
问题和估测	110
习题	112
5. 功和能	116
5.1 功的定义	116
5.2 功率	121
5.3 动能	122
5.4 势能	126
5.5 重力是个保守力	127
5.6 KE 和 PE 的互换	129
5.7 能量的守恒	135
5.8 地球的能量供给	137
5.9 机械	139
5.10 黑箱机械	140
5.11 简单滑轮	142
5.12 其他滑轮组	143
5.13 轮轴	144
提要	145
最低学习要求	146
重要的名词和词组	147
问题和估测	147
习题	149
6. 动量和气体压力	154
6.1 动量的概念	154
6.2 牛顿第二定律的重述	155

6.3 动量守恒	157
6.4 弹性和非弹性碰撞	160
相对论	165
6.5 火箭和喷气推进	167
6.6 理想气体的压力	168
提要	172
最低学习要求	173
重要的名词和词组	174
问题和估测	175
习题	177
7. 角运动和向心力	181
7.1 角距离	181
7.2 角速度	183
7.3 角加速度 α	184
7.4 角运动方程	185
7.5 切向的量	186
7.6 径向的量和向心力	189
7.7 离心力	195
7.8 一个普通的错误概念	195
7.9 失重现象	196
提要	200
最低学习要求	201
重要的名词和词组	202
问题和估测	202
习题	204
8. 刚体转动	208
8.1 重心和质心	208
8.2 力矩和平衡的第二个条件	210

8.3 平衡中的刚体	214
8.4 轴的位置是任意的	215
8.5 稳定平衡、随遇平衡和不稳定平衡	221
8.6 线运动和角运动的更多类比	223
8.7 力矩和角加速度之间的关系	224
8.8 各种物体的转动惯量	228
8.9 转动动能	232
8.10 角动量的守恒	234
提要	237
最低学习要求	238
重要的名词和词组	239
问题和估测	240
习题	242
9. 物质的力学性质	248
9.1 物质的三态	248
9.2 晶形和玻璃状固体	249
9.3 密度和比重	251
9.4 胡克定律	253
9.5 胁强和胁变	254
9.6 模量的概念	256
9.7 流体中的压力	258
9.8 流体中压力的性质	261
9.9 阿基米德原理	263
9.10 密度的测定	266
9.11 气压计	268
9.12 运动的流体	271
9.13 粘滞度	272

9.14	泊肃叶定律	274
9.15	运动液体的伯努利方程	276
9.16	托里拆利原理	278
9.17	伯努利方程的其他应用	279
9.18	血压的测量	280
	提要	281
	最低学习要求	283
	重要的名词和词组	284
	问题和估测	285
	习题	286
10.	温度、运动和气体定律	291
10.1	关于热的早期思想	291
10.2	温度计	292
10.3	气体定律	295
10.4	摩尔和阿伏伽德罗数	297
10.5	气体定律常数	299
10.6	气体定律的分子基础	300
10.7	气体定律的应用	302
10.8	气体中分子速率的变化	306
10.9	布朗运动	307
10.10	渗透压	309
	提要	313
	最低学习要求	314
	重要的名词和词组	315
	问题和估测	316
	习题	317
11.	物质的热性质	321
11.1	热能、热量和内能	321

11.2	热能的单位	324
11.3	比热	324
11.4	气体的 c_V 和 c_P	327
11.5	液体的汽化热和沸腾	328
	理想气体的 c_P, c_V 值	332
11.6	熔解热和熔解	334
11.7	量热计	335
11.8	热膨胀	338
11.9	热的传递: 传导	341
11.10	热的传递: 对流	343
11.11	热的传递: 辐射	345
11.12	冷却定律	345
11.13	湿度	346
	提要	348
	最低学习要求	350
	重要的名词和词组	351
	问题和估测	352
	习题	353
12.	热力学	359
12.1	状态变量	359
12.2	热力学第一定律	361
12.3	体积改变中做的功	362
12.4	气体内的典型过程	365
12.5	循环过程和能量转换	370
12.6	热机的效率	372
12.7	热泵、致冷机	376
12.8	热力学第二定律	378

12.9 有规则和无规则	379
12.10 嫡	384
12.11 宇宙的热寂	386
提要	388
最低学习要求	390
重要的名词和词组	391
问题和估测	391
习题	393
13. 振动	397
13.1 振动系统	397
13.2 振动的弹簧	398
13.3 简谐运动	400
13.4 振动的周期	403
13.5 正弦振动: 简谐运动	406
13.6 单摆	407
13.7 受迫振动	408
提要	410
最低学习要求	411
重要的名词和词组	412
问题和估测	412
习题	414
14. 波动	418
14.1 波动的重要性	418
14.2 弦上的波: 横波	419
14.3 波的反射	422
14.4 共振	425
14.5 弦的共振运动: 驻波	426
14.6 其他横波	429

14.7 纵波	431
14.8 弹簧上的压缩驻波	432
14.9 杆上的压缩波	434
提要	436
最低学习要求	437
重要的名词和词组	437
问题和估测	438
习题	439
15. 声学	442
15.1 声的起因	442
15.2 空气中的声波	443
15.3 声速	444
15.4 声的强度和响度	445
15.5 耳朵的频率响应	447
15.6 声的音调 and 音质	448
15.7 声波的干涉	451
15.8 拍	455
15.9 风琴管和振动的空气柱	456
15.10 音阶和谐音组合	459
15.11 多普勒效应	461
15.12 激波和声震	463
提要	465
最低学习要求	466
重要的名词和词组	466
问题和估测	467
习题	468

序

上一版《物理学原理》获得了广泛好评，许多读者提供了有价值的批评意见。第三版曾征求过教师和学生两方面的意见，作了许多修改，但保留了上一版的基本特点。主要的变动如下。

重新审查了所有习题。对以前的习题作了必要的修正，并加了许多新习题。在新习题中许多涉及到生物科学中学生感兴趣的题目。习题分成三类——普通难度的，中等难度的，和高难度的。为了促使学生熟悉米制，英制单位只在本书前几节使用，一旦学生习惯于在物理中应用时，就不再强调。

为了明白易懂和更能吸引学生，许多章节重新写过。尽管变动较多，不可能在此一一指出，但应该指出其中三点：(1)一些教师提出要在课程前面讨论静力学。另一些提出把刚体的叙述搁到后面去，这两种做法，本书都采用了。刚体静力学放在第8章*的第一部分讨论，但这个题目和有关的一些章末内容都加以注明，所以，如果愿意的话，可把它们提前作为第一章的最后部分。(2)热力学题材已被扩充为新的一章。(3)虽然相对论已在书中较早地简单讨论过，但论述的主要部分已经重写，并移放在第26章。当你比较第二版和第三版时，将看到许多别的有益的变动。

本书从几方面加强了教学效果。每一章都提出本章的最低学习要求，内容提要，以及重要的物理名词和词组的考查

* 原书误作第9章，已改正。——译者注

表。保留了受欢迎的“问题和估测”。一个新的特点是在整本书中采用指明重要句子和词组的做法。事实上，在重要句子下面划线，已如此成功地为许多较好学生所运用。对那些还不善于在重要概念下面划线的学生，现在提供这个有益于学习的帮助。

许多教师和学生对新版提出了宝贵意见，我很感谢他们。杰拉德 P·列兹，马洛 R·马丁，和乔其 W·派克三位教授作了大量细致的审阅工作，我十分感激他们的帮助。欢迎对本书的进一步改善提出建议。最后，我还要感谢我的妻子，菲丽丝，在我准备手稿中所给予的帮助。

F.卡歇

1 矢量和平衡力

物理学的大部分是描述和解释物理现象。为了找出有关物理世界的实验观测的关系,理解和应用这些实验观测,我们必须研究力、运动和位移这样一些概念。这些概念和即将遇到的另一些概念一样,属于一类用箭头描述最为方便的数量。这些量叫做**矢量**。在本章中将学习矢量的性质和它们的应用。可以看到,力矢量的概念对于描述所有的力都相平衡的情形是个方便的工具。

1.1 矢量

当你告诉某人,你驾驶着你的汽车向东 30 英里,你讲的是矢量的语言。你的汽车的位移既有大小又有方向。它的大小是 30 英里,而它的方向是东方。兼有大小和方向的量叫做**矢量**。正如我们不久即将看到的,典型的矢量是位移、力和速度。许多量和方向无关,它们叫做**标量**。例如,匣子里蛋的数目是个标量,因为它和方向没有关系。

矢量最重要的特性之一是可以用来表示它们。例如,设汽车东行 30 英里,这可画成如图 1.1 所示。汽车的 30 英里向东的位移,用一个箭头表示。我们称这箭头为一个**矢量**。箭头(或**矢量**)的方向表示位移是向东的。

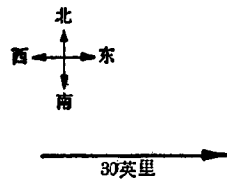


图 1.1 表示 30 英里向东的位移的矢量。

使箭头的长度和位移的大小(现在是 30 英里)成比例。例如,

用1毫米*距离表示1英里的距离。于是,表示30英里位移的箭头就取为(30)(1)毫米,或30毫米长。现在我们考虑别的例子。

〔例题 1.1〕假设你要用图表示这句话:我向东行30千米**,然后向北行10千米。

〔解〕显然,这里有两个矢量(表示运动的箭头)。把它们画在图 1.2 中。你显然是从 A 点开始,先走到 B 点,并终止在 C 点的。两个矢量的图是画出连续运动的便利方法。

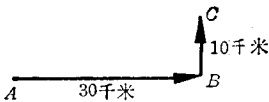
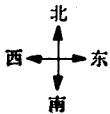


图 1.2 运动的矢量图,运动者先东行 30 千米,然后向北 10 千米。

此外,图 1.2 清楚地表明,运动的终点 C 离起点不是 40 千米。A 和 C 的真实距离是图 1.3 所示箭头 R 的长度。这个从起点 A 到终点 C 的直线距离叫做位移。当然,它是

个矢量,并在图 1.3 中用注有 R 的箭头表示它。

由直角三角形的勾股弦定理,可算得距离为

$$R = \sqrt{(10)^2 + (30)^2} \text{ 千米} \\ = \sqrt{1000} \text{ 千米} = 10\sqrt{10} \text{ 千米。} \quad (1.1)$$

这里从起点到终点的直线距离 R 叫做合位移。

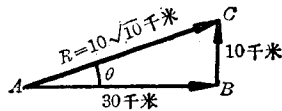


图 1.3 30 千米向东和 10 千米向北的位移相当于图示方向上 $10\sqrt{10}$ 千米的合位移。

用图 1.3 的箭头 R 不仅给出了运动中对起点的合位移,而且给出了方向。方向的描述可这样说:“合矢量是在东偏北一个角度 θ ”。如果图示尺寸画得精确,小心地使两个矢量位移间的角度正确地 90° , 则合位移的长度可在图上直接

* 1 毫米约为 $\frac{1}{32}$ 英寸。正确地说,1 英寸 = 25.4 毫米和 10 毫米 = 1 厘米。

** 1 千米 = 1000 米 = 0.62 英里。

量出。这样求得的数值应在直尺的读数误差之内和由式(1.1)算得的结果相同。用量角器求出 θ 的值。

用尺和量角器求合位移(大小和方向),这是解题的图解法。它是普遍有效的,能方便地用在许多情形中。它可概括如下:

在把几个矢量用图解法相加时,它们应一个接一个地把第二个的尾部放在第一个的端点上。第三个的尾部放在第二个的端点上,依此类推。合矢量是尾部在第一个矢量尾部上而端点在最后一个矢量端点上的箭头。在下面的例题中将用到这个方法。

〔例题 1.2〕 如果一辆车子东行 10.0 千米,南行 16.0 千米,东行 14.0 千米,北行 6.0 千米,再西行 4.0 千米,则它从起点处的合位移是什么?

〔解〕 合适的矢量图如图 1.4 所示。仍用箭头 R 表示合位移。从它的长度测得合位移是 22.4 千米。用量角器测出角度 θ 是东偏南 26.5° 。

在使用图解法时,所有的矢量不一定都成直角。假定要在 10 千米的东北向位移上加南向位移 5 千米。这已在图 1.5 中办到了,显然,并不比位移矢量成直角的情形难些。推广到几个矢量的情形完全和图 1.4 所示相同。

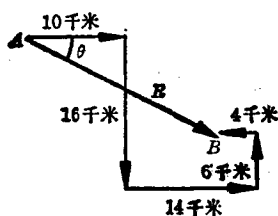


图 1.4 例题 1.2 中车子的运动路程。它起于 A 点而终于 B 点。

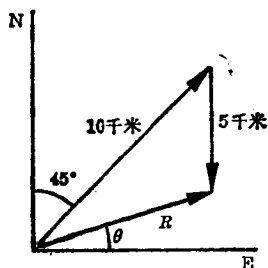


图 1.5 一运动的矢量图,东北向 10 千米接着是南向 5 千米。

1.2 位移以外的矢量

矢量可用来表示任何既有大小又有方向的量。为了实用的原因，我们也需要一些量，它们和位移服从着同样的数学法则。一切有方向的普通量满足这个要求。例如，力是重要的矢量。表明力的矢量性的典型情形如图 1.6 所示。

在图 1.6(a)中，我们看到一根绳子拉一拴在柱上的环。绳子拉拴在绳上的物体的力叫做绳中的张力。如图所示，我们用 F 表示绳中的张力。绳作用在环上的力既有大小 F 又有方向(向右)。所以，它能用一矢量(或箭头)表示如图。我们把箭头的长度画得和力 F 的大小成正比。因为环上的力拉向右方，表示它的箭头也画成向右。

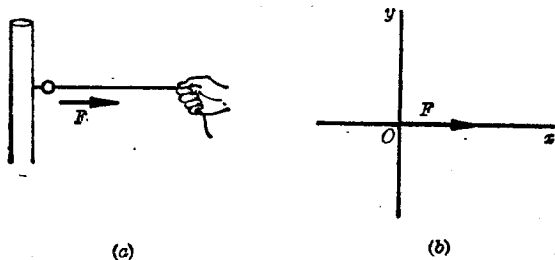


图 1.6 环上绳子的拉力(绳中张力)可表示为力矢量 F 。

图 1.6 (a) 情形中所用到的方便图解在图 1.6 (b) 画出。这里，(a) 部分的基本特点，作用在圆环上的力，立即一目了然而没有无关的细节。我们将经常采用这一类图解。它们叫做隔离体图。

通常用符号 F 表示力矢量，这里用黑体*使读者注意它是矢量的事实：它所代表的量兼有方向和大小。当不考虑力

* 当在纸或黑板上手写矢量符号时，常用两种不同的方法区别矢量。在符号 F 下面放一波浪号， \underline{F} ，或在它上面放个矢号， \vec{F} 。