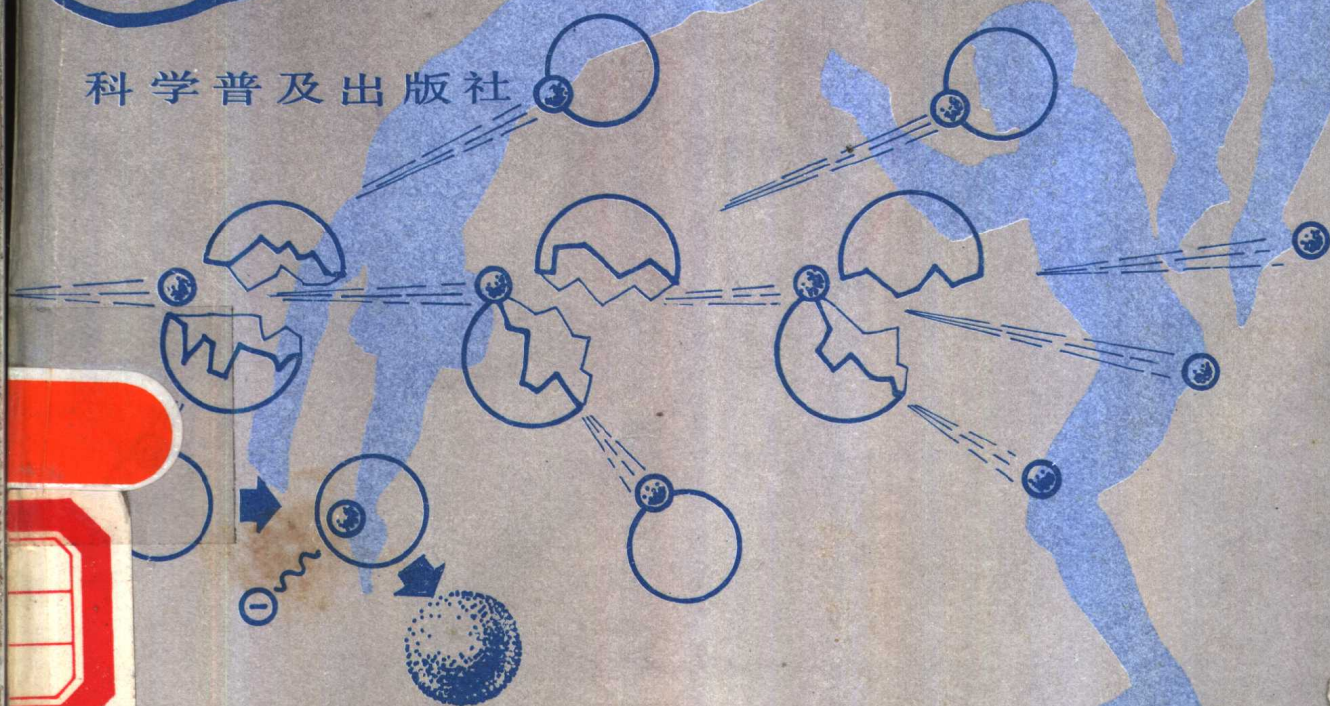


# 物理学辅导

[美] F. J. 布策 著

## WULIXUE FUDAO

科学普及出版社



# 物理学辅导

[美]F.J.布策 著

陈崇光 许殿彦 孔青 陈育林

孔谊 郝际发 等译

朱启明 戴林锷 校

科学普及出版社

## 内 容 提 要

本书译自在国际上享有盛誉的美国沙姆简要科技丛书中的物理学第七版，其特点是讲述扼要，概念清楚，深入浅出。全书包括力、热、声、电、光、核物理等共四十七章，每章都有大量例题及补充题。

本书适合作中等专科学校及农、医、哲等非物理专业物理课程的参考书，中学物理教师，夜大、职工大学的教师及自学者都可从书中得到很好的辅助教学材料。

## THEORY AND PROBLEMS OF COLLEGE PHYSICS

7/ed

Frederick J. Bueche

\*

## 物 理 学 辅 导

[美] F. J. 布策 著

陈崇光 许殿彦 孔 青 陈育林

孔 谊 郝际发 等译

朱启明 戴林锷 校

责任编辑：纪思

\*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

保定市科技印刷厂印刷

\*

开本：787×1092毫米1/16 印张：23 字数：343千字

1987年5月第1版 1987年5月第1次印刷

印数：1—7,150册 定价：3.95元

统一书号：13051·1470 本社书号：1055

## 第七版序

开尔文勋爵说过：“我常常说，当你能够用数字定量地表达你所说的事情时，你就理解了。”有经验的教师们深知此话的真谛，他们坚信对物理学的理解能力是与解题的能力紧密联系的。本书仔细精选了大量的习题，通过解这些习题为学习普通物理学的学生提供了澄清、理解物理学原理的机会。

在每章的开头均确切地陈述了本章的定义、原理和定律。接着循序渐进地提出一些例题和补充习题，这样安排使每一主题都能顺理成章地发展，并包括理论物理和应用物理的广泛内容。例题既说明了原理又充实了理论。对基本原理的不断复习是有效教学的关键。例题把重点放在学生经常感到含混不清的要点上。为了全面复习每章的内容，还给出了补充习题。本书不仅是普通教材的浓缩本，也是通过习题学习物理学的入门书。

本书前几版曾受到美国许多专科学院和技术学校的欢迎和采用。考虑到新近出现的概念、方法和术语，在这第七版中作了大量的修改。为便于熟悉英制和厘米·克·秒制的人们使用，书中仍保留这些单位制。不过，本书是以国际单位制为基本单位制的。为了概念清楚和教学上的需求，本书收集了许多新问题，也改编了许多习题。为更好地适应当前学生的需要，对每章的理论部分均作了相应的修改和重新审查。

本书是在原教科书的基础上编写的，谨对原书作者D.沙姆表示感谢。感谢J.凯普斯教授，他复查了本书的例题。特别感谢沙姆丛书的总编辑D.伯克威茨，他的指导和编辑经验对我帮助很大。

F.J.布策

## 译 者 的 话

沙姆 (Schaum) 简要科技丛书全套共三十余册, 包括数学、物理、工程等领域的内容。在国际上享有盛誉。该丛书的特点是讲述扼要, 概念清楚, 深入浅出, 提纲挈领, 还搜集了大量典型例题和补充题。读者如能对这些题认真习作, 定会提高自己解题的能力。这本翻译书是沙姆丛书的物理学第七版本。

本书可作为非物理专业普通物理课程的参考书, 很适合于工、农、师范、医、经济、哲学等专业学生和自学普通物理的读者参考, 也可作为中学物理教师, 电大、夜大、职工大学的物理课程的辅导材料。

本书在出版过程中, 曾蒙戴中器、高林生、张云镔三同志认真、仔细的审阅, 并提出了不少宝贵的建议和意见, 翻译中得到刘英、孔谊同志的协助, 在此一并深表谢意。

# 目 录

第1章 矢量初步	(1)
标量 矢量 合矢量 矢量的图示加法(平面多边形法) 平行四边形法 矢量减法 三角函数	
矢量的分量 矢量相加的分量方法	
第2章 共点力作用下的平衡	(10)
共点力 平衡 平衡的第一个条件 解题方法(共点力) 物体的重量 绳子的张力 摩擦力	
法向力 动摩擦系数 静摩擦系数	
第3章 共面力作用下刚体的平衡	(18)
转矩(或力矩) 平衡条件 重心 轴的位置的任意性	
第4章 匀加速运动	(28)
速率 速度 加速度 匀加速直线运动 瞬时速度 图形解释 重力加速度 抛体问题	
第5章 牛顿定律	(39)
力 质量 标准千克 牛顿 牛顿第一定律 牛顿第二定律 牛顿第三定律	
万有引力定律 重量 质量和重量间的关系 单位的统一 量纲公式	
带有单位的数学运算	
第6章 功, 能, 功率	(53)
功 功的单位 能量 质心、动能、引力势能 能量守恒	
功-能转换 功率 千瓦小时	
第7章 简单机械	(63)
机械 功的原理 机械利益 效率	
第8章 冲量和动量	(69)
线动量 冲量 冲量引起并等于动量的改变 动量守恒	
碰撞和爆炸 完全弹性碰撞 恢复系数	
第9章 角运动	(78)
角位移 角速度 角加速度 匀角加速运动方程	
角量与切线量之间的关系 向心加速度 向心力	
第10章 刚体转动	(87)
转动 惯量 转矩和角加速度 转动动能 转动和平动的组合 功 功率	
角动量 角冲量 平行轴定理 切线量和角量的类比 对称物体的转动惯量	
第11章 简谐运动和弹簧	(99)
周期 频率 振动的图形 位移 恢复力 虎克定律 简谐运动 虎克弹簧	
势能 能量转换 简谐运动的速度 简谐运动的加速度 参考圆 简谐运动的周期 单摆 角简谐运动 扭曲常数 扭摆	
第12章 密度, 弹性	(109)
质量密度 重量密度 比重 弹性 应力 应变 虎克定律 弹性限度	
杨氏模量 体积模量 剪切模量	

第13章 静止流体 .....	(116)
平均压力 标准大气压 流体静压力 帕斯卡原理 阿基米德原理	
第14章 运动流体 .....	(126)
流体的流量 连续性方程 粘滞性 泊萧定律 功 伯努利方程 托里拆利定理	
第15章 热膨胀 .....	(133)
温度 固体的线膨胀 体膨胀	
第16章 理想气体 .....	(138)
理想气体定律 一摩尔物质 普适气体常数 标准条件 ( <i>S.T.P.</i> ) 玻意耳定律 查理定律 盖-吕萨克定律 道耳顿分压定律 气体定律问题	
第17章 分子运动论 .....	(145)
平均平动动能 均方根速率 阿伏伽德罗数 分子的质量 理想气体的压力 绝对温度 平均自由程	
第18章 量热学, 熔解, 汽化 .....	(150)
热 比热 热容 热增益 (或损失) 熔解热 汽化热 升华热 量热学问题 绝对湿度 相对湿度 露点	
第19章 热能的传递 .....	(157)
传导 对流 辐射	
第20章 热力学第一定律 .....	(160)
热量 内能 系统所作的功 热力学第一定律 等压过程 等容过程 等温过程 绝热过程 气体的比热 比热比率 功与 $P$ - $V$ 图中的面积有关 热机的效率	
第21章 熵和第二定律 .....	(170)
热力学第二定律 熵 熵是无序的一种量度 系统的最可几状态	
第22章 波动 .....	(174)
波传送能量 波的术语 同相振动 横波的速率 纵波的速率 驻波 共振条件 弦的共振 空气在管子内的共振	
第23章 声 .....	(183)
声波 空气中的声速 强度 响度 声平 拍 多普勒效应 干涉效应	
第24章 库仑定律和电场 .....	(189)
库仑定律 试验电荷的概念 电场 电场强度 点电荷的电场强度 叠加原理	
第25章 电势, 电容 .....	(198)
电势差 绝对电势 电势能 $V$ 与 $E$ 的关系 电子伏特 电容 平行板电容器 并联电容器和串联电容器 电容器中的储能	
第26章 电流, 电阻和欧姆定律 .....	(208)
电流 电池 电阻 欧姆定律 电阻的测量 端电压 电阻率 电阻随温度的变化 电势变化	
第27章 电功率 .....	(115)
电功 电功率 电阻内的功率损失 产生的热量 方便的换算	
第28章 等效电阻, 简单电路 .....	(219)
串联电阻 并联电阻	
第29章 基尔霍夫定律 .....	(232)

基尔霍夫结点法则 基尔霍夫回路法则	
第30章 电解	(237)
法拉第电解定律 电化学当量	
第31章 磁场	(240)
磁场 磁力的方向 磁力的大小 在一点的磁场 磁场中的电流所受的力	
作用在平面线圈上的力矩 磁场的源 载流导线的磁场方向 电流元的磁场	
第32章 感应电动势, 磁通量	(251)
物质的磁效应 磁力线 磁通量 感应电动势	
法拉第感应电动势定律 楞次定律 动生电动势	
第33章 发电机和电动机	(258)
发电机 电动机	
第34章 电感, $R-C$ 和 $R-L$ 时间常数	(263)
自感 互感 电感器的储能 $R-C$ 时间常数 $R-L$ 时间常数	
第35章 交流	(269)
转动线圈所产生的电动势 仪表读数 热和功率损失 欧姆定律的形式	
位相 阻抗 矢量表示 共振 功率 变压器	
第36章 照度与光度学	(277)
发光强度 光通量 总通量 照度 各向同性点源的照度 光度学原理	
第37章 光的反射	(282)
反射定律 平面镜 球面镜 镜方程 像的大小	
第38章 光的折射	(288)
光速 折射率 斯涅耳定律 全内反射的临界角 棱镜的折射	
第39章 薄透镜	(293)
透镜的类型 物与像的关系 透镜制造者的方程 透镜放大率 接触透镜	
第40章 光学仪器	(298)
薄透镜的组合	
第41章 光的色散	(303)
色散 色差	
第42章 光的干涉与衍射	(307)
相干波 干涉 衍射 单狭缝衍射 分辨率极限	
衍射光栅方程 $x$ 射线衍射 光程	
第43章 相对论	(313)
狭义相对论 质量的变化 极限速度 质-能转换 时间变慢	
同时性 长度收缩 速度相加公式	
第44章 量子物理学和波动力学	(318)
辐射量子 光电效应 康普顿效应 德布罗意波	
第45章 原子物理学	(323)
能量量子化 能级图 氢原子的玻尔模型 光的发射 光的吸收	
第46章 原子核与放射性	(327)
原子核 核电荷与原子序数 原子质量单位 质量数	
同位素 结合能 放射性 原子核方程	



第47章 应用原子核物理学 .....	(335)
核结合能 裂变反应 聚变反应 辐射剂量 辐射损伤 高能加速器	
附录A 有效数字 .....	(340)
附录B 大学物理所需要的三角学 .....	(342)
附录C 指数 .....	(345)
附录D 对数 .....	(347)
附录E 国际单位倍数的词头；希腊字母 .....	(351)
附录F 换算成国际单位的因子 .....	(352)
附录G 物理常数 .....	(352)
附录H 元素表 .....	(353)
附录I 四位对数表；反对数表；三角函数真数表 .....	(355)

# 第 1 章

## 矢量初步

**标量**是只有大小的量。典型的标量诸如一个班级的学生数，罐子里的糖果量，房屋的价格等等。

标量是一些单纯的数字，可以像任何数字一样进行加减，如一个盒子里的两块冰糖加上另一个盒子里的七块冰糖，总共是九块冰糖。**矢量**是既有大小又有方向的量。例如：沿  $x$  方向从一点到离该点 2 厘米的位置的变化是一个位移矢量，另一个例子是用一根绳子向北用力拉一根柱子，产生作用在柱子上的向北 20 磅的力矢量。同样，以 40 公里/小时的速度向南行驶的一辆汽车具有一个向南 40 公里/小时的速度矢量。

一个矢量可以用有标度的箭头表示，使箭的长度正比于矢量的大小。（如上例的 2 厘米，20 磅，40 公里/小时），箭头的方向表示矢量的方向。

在印刷资料中，矢量常常用粗体字母表示，例如  $\mathbf{F}$ ，当手写时常用  $\vec{F}$  或  $\tilde{F}$  来表示。

**合矢量**：几个同类矢量，例如几个力矢量的合矢量，是这样一个矢量，它所起的效果和这几个矢量合起来所起的效果一样。

**矢量的图示加法（平面多边形法）**：这是一种找出若干矢量的合矢量的方法，从任何便利的一点开始，依次把每一个矢量箭的大小按比例画出来，只需每个箭的尾端和前一箭的顶端相连。

合矢量是以起始点为尾端而以最后一个相加矢量的顶端为顶端的箭来表示。

**平行四边形法**：任意两个矢量的合矢量可用平行四边形的对角线来表示。两个矢量组成平行四边形的两个边，而合矢量就是它的对角线。如图 1.1 所示。合矢量的方向是从两矢量的原点引出的。

**矢量减法** 从矢量  $A$  减去矢量  $B$ ，只需把矢量  $B$  倒转方向按矢量加法加到矢量  $A$  上即可，即

$$A - B = A + (-B)$$

**三角函数**是由直角三角形的关系来定义的，如图 1-2 的直角三角形，定义

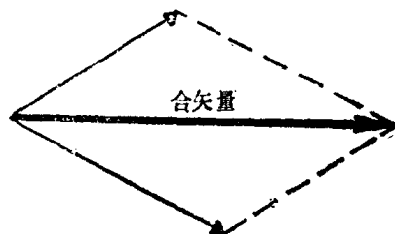


图 1-1

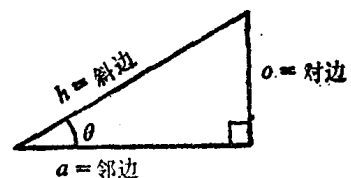


图 1-2

$$\sin\theta = \frac{o}{h}$$

$$\cos\theta = \frac{a}{h}$$

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{o}{a}$$

我们通常采用这种形式

$$o = h\sin\theta \quad a = h\cos\theta \quad o = a\operatorname{tg}\theta$$

**矢量的分量**是在已知方向上它的有效值。例如，一个位移的 $x$ 分量，是已知位移在平行于 $x$ 轴方向上的分位移。一个矢量可以认为是它沿着某些特定方向的分矢量的合矢量。习惯上，有用的是把矢量分解成沿着互相垂直的方向的分量（垂直分量）。

**矢量相加的分量方法：**把每一矢量分解成 $x$ 、 $y$ 和 $z$ 分量，负指向的分量取负值，合矢量的 $x$ 分量 $R_x$ 就是所有 $x$ 分量的代数和。 $y$ 、 $z$ 分量按类似的方法来求。知道了分量，合矢量的大小就由下式给出。

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$$

在两维平面中，合矢量与 $x$ 轴构成的角度可由关系式

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{R_y}{R_x}$$

求出。

## 例 题

1.1 利用图示法，求出下列两个位移的合矢量：相对于 $+x$ 轴算起，在 $40^\circ$ 角方向上2米，和 $127^\circ$ 方向上4米。

**解** 选取图1-3的 $x$ - $y$ 轴，把位移按比例从原点首尾相接地画出来，（注意本章的例题中的所有角度都是由 $+x$ 轴量起的）合矢量 $R$ 从原点出发指向如图所示的终点。在图上量得它的长度求出其大小为4.6米，用量角器量得其角度为 $101^\circ$ 。所以合位移是 $101^\circ$ 方向上4.6米。

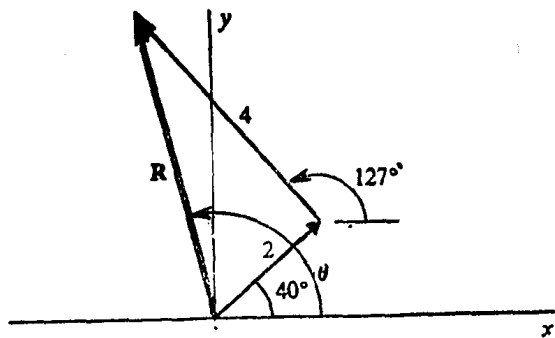


图 1-3

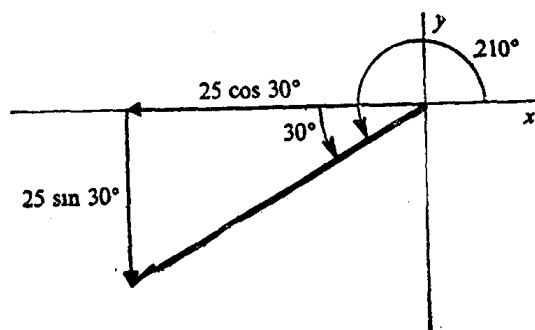


图 1-4

1.2 求在 $210^\circ$ 方向上25米位移的 $x$ 、 $y$ 分量。

**解** 矢量的位移和它的分量表示在图1-4中，分量为

$$x\text{分量} = -25\cos 30^\circ = -21.7\text{米}$$

$$y \text{分量} = -25 \sin 30^\circ = -12.5 \text{米}$$

特别要注意的是每个分量指向负的坐标方向，所以要取负值。

在以上的计算中分量应写成

$$-(25 \text{米}) \cos 30^\circ \quad -(25 \text{米}) \sin 30^\circ$$

为了节省篇章，在这类场合，我们常省去单位。

### 1.3 用垂直分量法求解例题1.1.

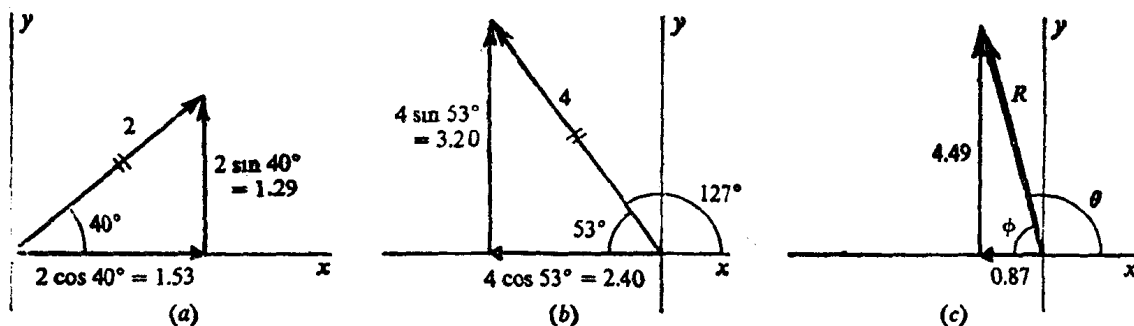


图 1-5

**解** 把每一矢量分解成垂直分量，如图1-5(a)，(b)所示（我们用记号在原矢量上作了标记，表明它已由其垂直分量来代替）。合矢量有分量为：

$$R_x = 1.53 - 2.40 = -0.87 \text{米} \quad R_y = 1.29 + 3.20 = 4.49 \text{米}$$

注意指向负方向的分量必须取负值。

合矢量表示在图1-5(c)中；我们看到

$$R = \sqrt{(0.87)^2 + (4.49)^2} = 4.57 \text{米} \quad \tan \phi = \frac{4.49}{0.89}$$

因此， $\phi = 79^\circ$ ，由此求得  $\theta = 180^\circ - \phi = 101^\circ$ 。

1.4 用平行四边形方法求下列两力矢量的合矢量：在 $30^\circ$ 方向上的30磅力， $140^\circ$ 方向上的20磅力。（一磅力是这样来规定的，在地球上一千克的物体重2.21磅，一磅力等于4.45牛顿）

**解** 在图1-6(a)中标出力矢量，以这些矢量为边构成一个平行四边形，如图1-6(b)所示。合力矢量R如对角线所示。通过测量，得到R是在 $72^\circ$ 方向上的30磅力。

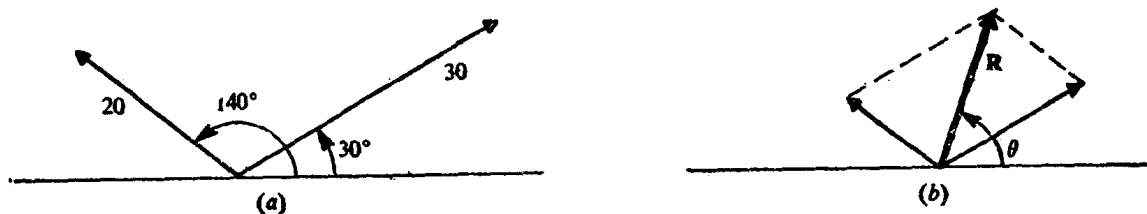


图 1-6

1.5 四个共面力作用在一个物体的O点上，如图1-7(a)所示。用图解法求其合矢量。（图1-7中，力的单位为牛顿。地球上一千克物体重9.8牛顿。一牛顿力等于0.225磅力）

**解** 从O点开始依次画出四个矢量，如图1-7 (b) 所示，把一个矢量的尾端与前一个矢量的顶端相接，那么合矢量就是从O点联到最末一个矢量的顶端构成的矢量。

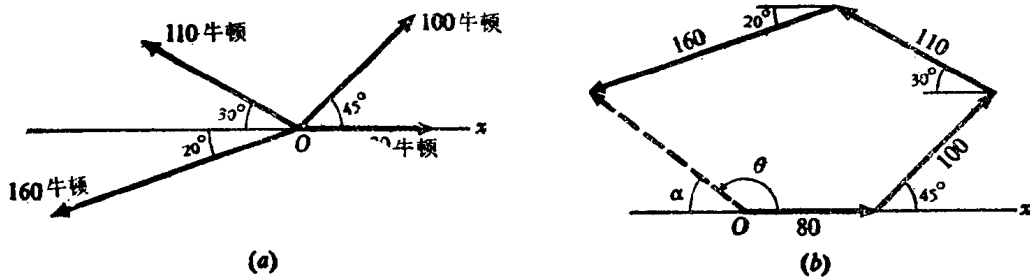


图 1-7

由图1-7 (b) 的比例量得R是118牛顿。用量角器量得 $\alpha$ 是 $37^\circ$ ，因此合矢量与x轴的正方向构成的角度为 $\theta = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ$ ，故合矢量在 $143^\circ$ 方向上，大小为118牛顿。

1.6 用垂直分量法求解例题1.5.

**解** 矢量和它们的分量为：

矢 量	x 分 量	y 分 量
80	80	0
100	$100\cos 45^\circ = 71$	$100\sin 45^\circ = 71$
110	$-110\cos 30^\circ = -95$	$110\sin 30^\circ = 55$
160	$-160\cos 20^\circ = -150$	$-160\sin 20^\circ = -55$

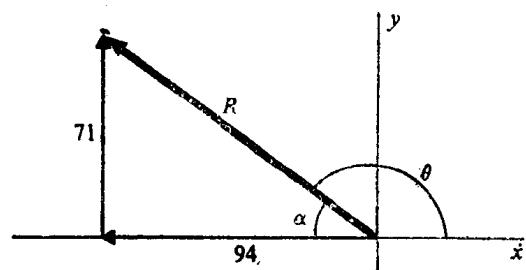


图 1-8

注意每一分量的符号。为了求得合矢量，我们有

$$R_x = 80 + 71 - 95 - 150 = -94 \text{ 牛顿}$$

$$R_y = 0 + 71 + 55 - 55 = 71 \text{ 牛顿}$$

合矢量如图1-8所示，可看出

$$R = \sqrt{(94)^2 + (71)^2} = 118 \text{ 牛顿}$$

而且， $\text{tg}\alpha = 71/94$

由此得  $\alpha = 37^\circ$ ，所以

合矢量的方向为

$$180 - 37 = 143^\circ, \text{ 大小为118牛顿}$$

1.7 用图解法完成下列矢量加法和减法。矢量A, B和C如图1.9所示。(a)  $A + B$ ; (b)  $A + B + C$ ; (c)  $A - B$ ; (d)  $A + B - C$ 。

**解** 见图1.9(a)—1.9(d)，在图(c)中 $A - B = A + (-B)$ ；即从A减去B，把B的方向倒转，再按矢量加法加到A上，同样，在图(d)中， $A + B - C = A + B + (-C)$ ，其中 $-C$ 的大小和C相等，但方向与之相反。

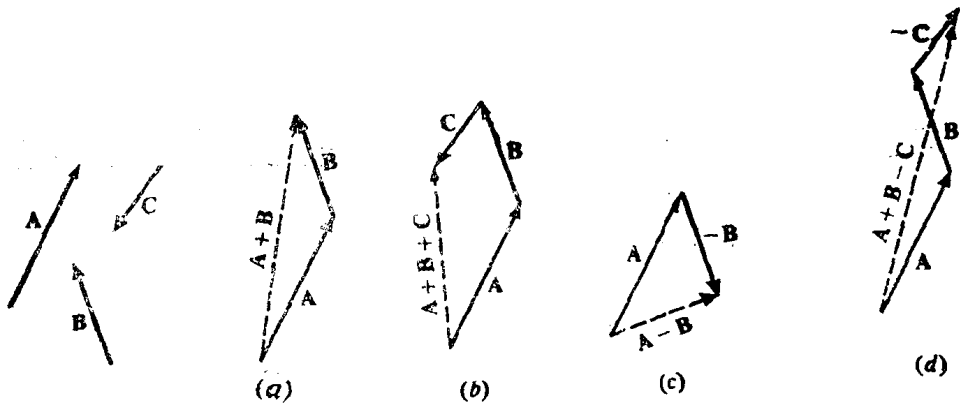


图 1-9

1.8 100牛顿的力与 $x$ 轴形成 $\theta$ 角, 并且其 $y$ 分量为30牛顿, 求它的 $x$ 分量和角 $\theta$ 。

解 这些数据粗略地画在图1-10中, 求解 $F_x$ 和 $\theta$ , 我们知道

$$\sin\theta = \frac{o}{h} = \frac{30}{100} = 0.30$$

从这个值可得到 $\theta = 17.5^\circ$

因此, 由于 $a = h\cos\theta$ 所以

$$F_x = 100\cos 17.5^\circ = 95.40 \text{ 牛顿}$$

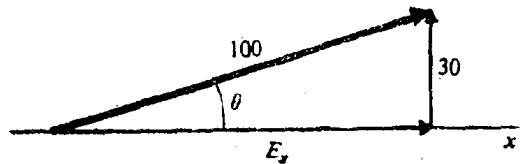


图 1-10

1.9 在急流中, 小船可以相对于水以 8 公里/小时的速度行驶。如果水流速率为 3 公里/小时, 问小船在下列两种情况下能以多快的速率离开岸上的小树。(a)逆流? (b)顺流?

解 (a) 如果水是静止的, 小船能以 8 公里/小时的速率离开小树, 但是水流以 3 公里/小时速率把船带向相反的方向, 故小船相对于小树的速率是  $8 - 3 = 5$  公里/小时。

(b) 在这种情形下, 水流把小船带回向小船欲运动的方向, 两个方向是一致的, 故小船相对于小树是以  $8 + 3 = 11$  公里/小时速率离去。

1.10 一架飞机正以 500 公里/小时的航速向东飞行。但风却以 90 公里/小时的速率向南吹。问飞机相对于地面的飞行方向和速率?

解 飞机的合速度是向东的 500 公里/小时速度与向南的 90 公里/小时速度之和。这些分速度如图 1-11 所示, 飞机的合速度, 可由公式

$$R = \sqrt{(500)^2 + (90)^2} = 508 \text{ 公里/小时}$$

求得, 角度 $\alpha$ 由下式给出

$$\tan\alpha = \frac{90}{500} = 0.180$$

由此得 $\alpha = 10.2^\circ$ 。所以飞机的速度相对于地面是向东偏南 $10.2^\circ$ , 大小为 508 公里/小时。

1.11 与例题 1.10 的飞机航速相同, 为了使飞机相对于地面的方向为正东。机头应朝何方?

解: 飞机通过空气的速度和风的速度的和将构成飞机相对于地面的合速度, 这表示在图 1-12 的矢量图中。注意, 按要求最后的合速度是向东方向的, 可以看出  $\sin\theta = \frac{90}{500}$ , 由

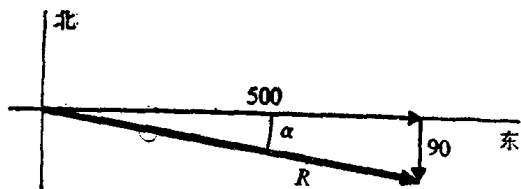


图 1-11

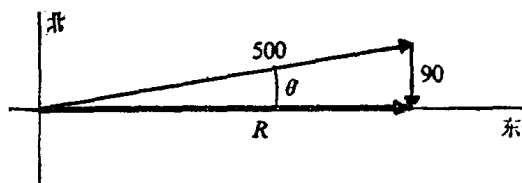


图 1-12

此可求出 $\theta = 10.4^\circ$ 。因此，如果飞机要相对于地面朝正东方向飞行，机头应该要向东偏北 $10.4^\circ$ 。

如果我们愿意知道飞机向东的速率，那么由图中也可以得出 $R = 500 \cos \theta = 492$ 公里/小时。

1.12 一个小孩用一条绳系在雪撬上，用60牛顿的力拉它。绳与地面成 $40^\circ$ 角。(a)试计算引起雪撬在地面上滑动的力的有效值。(b)计算引起雪撬垂直举起的力。

解 如图1-13所示，60牛顿的力分量是39牛顿和46牛顿。(a)沿着地面的拉力是水平分量46牛顿。(b)举起的力是垂直分量39牛顿。

1.13 有一辆重量为 $W$ 的小轿车放在与水平方向成 $\theta$ 角的斜面上。如果斜面在小轿车重量作用下不致破碎，试问这个斜面必须承担多大的垂直力？

解 如图1-14所示，小轿车的重量是作用在小轿车上方向垂直向下的力 $W$ 。取力 $W$ 沿着斜面和垂直斜面的分量。如果小轿车压不碎斜面，则斜面必须承担力的分量 $W \cos \theta$ 。

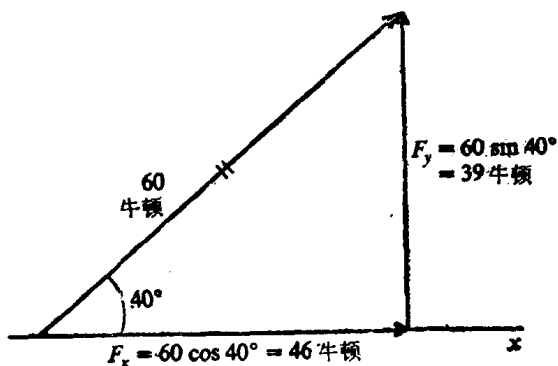


图 1-13

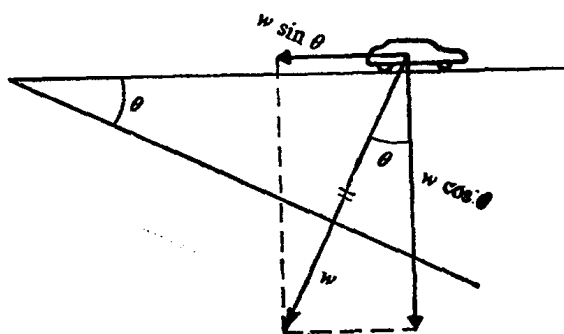


图 1-14

1.14 如图1-15所示，有五个共面力作用在一个物体上，求这些力的合力

解 (1) 求出每一力的 $x$ 和 $y$ 分量。这些分量如下：

力	$x$ 分量	$y$ 分量
19 牛顿	19.0	0
15 牛顿	$15 \cos 66^\circ = 7.5$	$15 \sin 66^\circ = 13.0$
16 牛顿	$-16 \cos 45^\circ = -11.3$	$16 \sin 45^\circ = 11.3$
11 牛顿	$-11 \cos 30^\circ = -9.5$	$-11 \sin 30^\circ = -5.5$
22 牛顿	0	-22.0

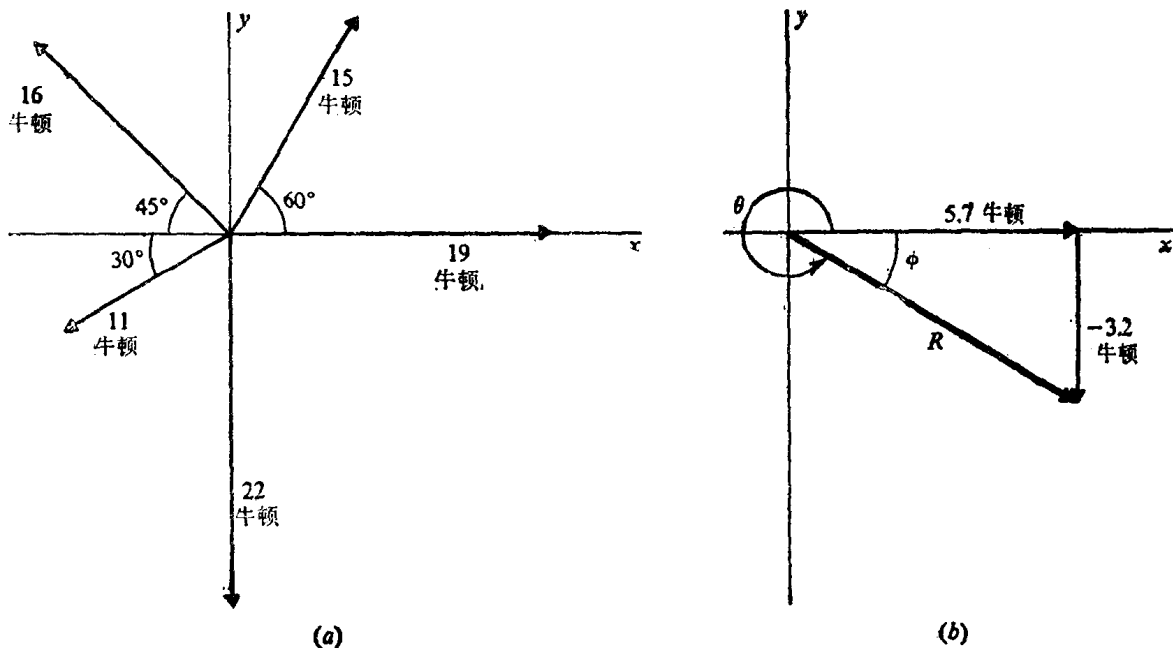


图 1-15

注意符号表示 + 和 - 方向

(2) 合力  $R$  有分量  $R_x = \Sigma F_x$  和  $R_y = \Sigma F_y$ , 其中  $\Sigma F_x$  读作“所有  $x$  分量的和”. 于是有

$$R_x = 19.0 + 7.5 - 11.3 - 9.5 + 0 = 5.7 \text{ 牛顿}$$

$$R_y = 0 + 13.0 + 11.3 - 5.5 - 22.0 = -3.2 \text{ 牛顿}$$

(3) 从  $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 6.5 \text{ 牛顿}$ , 得出合力的大小.

(4) 画出如图1-15(b)所示的合力草图并且求它的角度. 我们看到

$$\tan \phi = \frac{3.2}{5.7} = 0.56$$

得出  $\phi = 29^\circ$ . 因此我们得到

$\theta = 360^\circ - 29^\circ = 331^\circ$ . 故合力在  $331^\circ$  (或  $-29^\circ$ ) 方向上, 大小为 6.5 牛顿.

### 补 充 题

1.15 一辆小轿车向东行了 5.0 公里, 向南行了 3.0 公里, 向西行了 2.0 公里, 向北走了 1.0 公里. (a) 求小轿车向北和向东移动了多远? (b) 试以图解法和代数法求位移矢量.

答 (a) 向东 3 公里, 向北 - 2 公里;

(b) 向东偏南  $34^\circ$ , 3.6 公里.

1.16 求与  $x$  轴成  $125^\circ$  角的 400 牛顿力的  $x$  和  $y$  分量.

答 - 229 牛顿, 328 牛顿.

1.17 求在一地图上 4 个位移后的矢量和: 向北 60 毫米; 向西 30 毫米; 向北偏西  $60^\circ$ , 40 毫米; 向南偏西  $30^\circ$ , 50 毫米. 用图解法和代数法求解.

答 向北偏西  $67.7^\circ$ , 97 毫米.



1.18 80牛顿和100牛顿的两个力彼此呈 $60^\circ$ 角，拉一个物体。(a)用一个怎样的力可替代这两个力？(b)用一个怎样的力(称为平衡力)可以与这两力相平衡？用代数法求解。

答 (a)  $R$ ；156牛顿，与80牛顿的力成 $34^\circ$ 角；  
(b)  $-R$ ；156牛顿，与80牛顿的力成 $214^\circ$ 角。

1.19 两个力作用在一点上：在 $170^\circ$ 方向上100牛顿和在 $50^\circ$ 方向上100牛顿。求它们的合力。

答 在 $110^\circ$ 方向上100牛顿。

1.20 用图解法求如图1-16所示的三个共面力系统的合力。

答 (a) 在 $34^\circ$ 方向上35磅力；  
(b) 在 $236^\circ$ 方向上59磅力；  
(c) 在 $315^\circ$ 方向上172磅力。

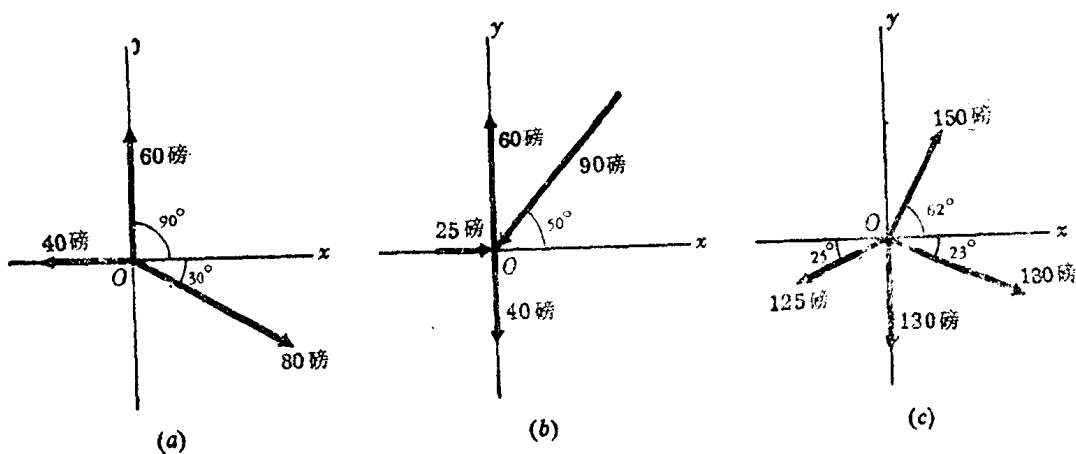


图 1-16

1.21 用代数法求下列共面力的(a)合力和(b)平衡力(见1.18题)：在 $0^\circ$ 方向上300牛顿，在 $30^\circ$ 方向上400牛顿，和在 $150^\circ$ 方向上400牛顿。

答 (a) 在 $53^\circ$ 方向上500牛顿；  
(b) 在 $233^\circ$ 方向上500牛顿。

1.22 用代数法计算下列共面力的(a)合力和(b)平衡力：在 $30^\circ$ 方向上100磅力，在 $45^\circ$ 方向上141.4磅力，和在 $240^\circ$ 方向上100磅力。用图解法检验结果。

答 (a) 在 $25^\circ$ 方向上151磅力；  
(b) 在 $205^\circ$ 方向上151磅力。

1.23 用代数法计算下列位移的合位移：在 $30^\circ$ 方向上20米， $120^\circ$ 方向上40米， $180^\circ$ 方向上25米， $270^\circ$ 方向上42米，和 $315^\circ$ 方向上12米。用图解法检验答案。

答 在 $197^\circ$ 方向上20米。

1.24 参照图1-17，用向量 $A$ 和 $B$ 表示向量(a) $P$ ；(b) $R$ ；(c) $S$ ；(d) $Q$ 。

答 (a)  $A + B$ ；(b)  $B$ ；(c)  $-A$ ；(d)  $A - B$ 。

1.25 参照图1-18。用向量 $A$ 和 $B$ 表示向量(a) $E$ ；(b) $D - C$ ；(c) $E + D - C$

答 (a)  $-A - B$ 或 $-(A + B)$ ；  
(b)  $A$ ；(c)  $-B$ 。