

SCHAUM'S
ouTlines

全美经典 学习指导系列

物理学基础

[美] F. J. 比克 E. 赫克特 著

轩植华 译

获取最好成绩的桥梁

覆盖各种基础教材

教授有效解题方法

984道完全解答之习题

适于自学者



科学出版社

麦格劳-希尔教育出版集团

内 容 简 介

本书是专科学学生用的物理辅导书,没有微积分数学知识。可与我国文科教材相配。

原(英文)书曾被超过 50 万学生购买使用过。其畅销的缘故是,它讲解清楚,并不断对知识加以巩固,从而使学生可以很快掌握这门较难的知识。全书共 46 章从矢量到热力学,以及应用核物理诸物理分支均有叙述,给读者提供了解决问题的有效方法。大量有价值的附录可以帮助读者很方便地找到常用的有关信息。

Frederick J. Bueche, Eugene Hecht; Schaum's Outlines of Theory and Problems of College Physics, Ninth Edition

ISBN: 0-07-008941-8

Copyright © 1998 by the McGraw-Hill Companies, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill, Inc.

All rights reserved.

本书中文简体字版由科学出版社和美国麦格劳-希尔国际公司合作出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

图字:图字 01 - 2001 - 1761 号

图书在版编目(CIP)数据

物理学基础〔美〕F. J. 比克(Bueche),〔美〕E. 赫克特(Hecht)著;轩植华译. -北京:科学出版社,2002

(全美经典学习指导系列)

ISBN 7 - 03 - 009542 - 1

I. 物… II. ①比…②赫…③轩… III. 物理学-高等学校-教学参考资料 IV. O4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039779 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002 年 1 月 第 一 版 开本:A4(890×1240)

2002 年 1 月 第一次印刷 印张:21 3/4

印数:1—5 000 字数:613 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

译者序

Schaum's Outlines 丛书是涉及几十个学科的“理论与习题”式的系列教学资料,至今已售出 3000 万册。这本“College Physics”是其中的一本。作者之一, F. J. 比克, 早年在美国康奈尔大学获物理学博士学位, 现任美国 Dayton 大学高级教授。他在聚合物物理方面发表了一百多篇研究论文, 出版过研究生用的高分子物理方面的教科书。然而, 他最重要的贡献却在于物理教学方面。他的著作“物理学原理”于 1965 年出版, 至今已出第五版, 仍是世界各国广为使用的普通物理教材之一。他还写过许多物理学的入门书籍和学习资料。本书的另外一名作者, E. 赫克特, 是美国 Adelphi 大学物理系最受学生欢迎的教授。在他的 8 本著作中, “光学”一书自 1976 年问世以来, 至今仍被各国的物理学教授广泛称道, 我国于 1979 年就出版了该书的中译本。赫克特教授也曾经为 Schaum's Outlines 丛书写过一本“光学”, 中译本的书名为“光学——理论与习题”。赫克特对于物理和数学、物理和艺术之间的关系也造诣极深, 著作颇丰, 曾获得过 1989 年度的美国艺术图书奖。

本书的主要特点是广泛涉及物理学的各个领域, 但又不需要微积分知识, 比我国高中物理、甚至大学非物理专业的物理课涵盖面要宽, 而深度又不及我国大学的普通物理内容。本书的另一特点是按知识点划分章节, 在简要列出相关概念和原理后, 辅之以大量例题(984 道)和习题(499 道)。学生可以通过解题加深对基本原理的认识, 做到“既懂原理, 又会解题”。这本书在美国已售出 50 多万册, 可见其受欢迎的程度。本书也可帮助老师提纲挈领总结知识, 选择复习题和考试题, 成为案头必备的参考书。总之, 本书既可作为大学、也可作为中学的老师和同学的良师益友。

译者在译文中更正了原书中的一些错误, 并以译注的形式加以说明。由于译者水平有限, 而且只有四个月的时限, 虽然尽了最大努力, 错误和疏漏之处在所难免, 恳请得到读者的指正。本书翻译工作受到中国科技大学教务处和物理教材编审委员会的支持。在翻译过程中, 译者得到中国科技大学程福臻教授和戚伯云教授的鼓励和支持, 戚伯云教授还拨冗审校了部分译稿, 译者一并表示衷心的感谢。

轩植华

2001 年 3 月

作者序

物理学的入门课,也称作“General Physics”或“College Physics”,通常上两个学期。它涵盖经典物理,也选择了一些近代物理的内容。“College Physics”实际上是导论性质的物理学的一种称谓,并不涉及微积分。作为薛奥姆大纲丛书之一的物理学入门书,这本“College Physics”正是为满足这种要求而写,其独特之处在于既可为中学、也可为大学所用。它所涉及到的数学知识仅限于初等代数、三角和一点矢量分析。本书的读者应有很好的代数基础。三角学的基本知识见附录 B。必要时,书中会详细给出三角函数的运算以及初等矢量分析的内容。

在某种意义上,学习物理不同于学习其他课程。物理学有它自己的特殊语言词汇,这种语言以符号的形式,按照数学的逻辑,精确地进行分析和演绎。诸如能量、动量、电流、通量、干涉、电容等词汇,都有专门的科学含义。因为物理学的知识系统是按层次建立起来的,必须先掌握这些词汇的含义,才能进一步学习相关的内容。譬如,不确切理解速度,就不懂加速度和动量,而不懂加速度和动量,就不可能理解力。本书每一章都先简要汇总相关的重要概念、定义、关系式、定律、定理和方程,搭建起这一章的理论框架。我们不当简单地背诵这些原理,而要花大气力着重掌握其物理实质。

每一位物理老师在讲授这门神奇的课程时,都会听到学生普遍的哀叹:我什么都懂,就是不会做题。多数同学从学习中体验到,做题才是判断是否真正理解物理原理的最高标准和最终证明,也只有随着解题的过程才能逐步深化对原理的理解。习题是现实世界的反映,因此掌握解题技巧具有重要的实际意义。解题不是简单容易的事,要认真分析、一丝不苟,彻底掌握每一道题,绝不能满足于一知半解地“知道怎么做”,即便是对不难的题也来不得半点马虎。学习和演奏乐器一样,必须先从基础学起,不断实践,持之以恒。奏鸣曲中若有一个音符出错,可能无伤大雅;但解题过程中的一个小错就可能导致完全荒谬的结果。本书的宗旨就是教你学会正确地做物理题。

本书出版已经多年,为了使其内容符合物理学的现代面貌,改善教学效果,第九版进行了修订。修订版增加了一些习题,简化了符号体系,一个物理量在全书中只用同一符号表示。譬如, F 只表示力,而 F_c 表示向心力, F_w 表示重力, F_T 表示张力, F_N 表示法向力, F_f 表示摩擦力,等等。这样功(W)将不再与重力(F_w)混淆,周期(T)也不会与张力(F_T)搞错。附录 A 给出有效数字的法则,所有的数字运算都要符合这一法则。原书中几乎所有的定义都重新加以修订,更加准确地符合现代规范。新版重画了所有的插图,使其更加精确美观、合乎实际。

作者诚挚欢迎您的宝贵意见和建议,或提供好的习题。来信请寄 E. Hecht, Adelphi University, Physics Department, Garden City, NY 11530。

E. 赫克特 (Hecht)

目 录

第一章 矢量导论	(1)
标量.....	(1)
矢量.....	(1)
合矢量.....	(1)
矢量相加的多边形作图法.....	(1)
矢量相加的平行四边形法.....	(1)
矢量的减法.....	(1)
三角函数.....	(2)
矢量的分量.....	(2)
矢量相加的分量法.....	(2)
单位矢量.....	(2)
位移.....	(2)
第二章 匀加速运动	(9)
速率.....	(9)
速度.....	(9)
加速度.....	(9)
匀加速直线运动.....	(9)
方向.....	(9)
瞬时速度.....	(10)
作图法.....	(10)
重力加速度(g).....	(10)
速度分量.....	(10)
抛体运动.....	(10)
第三章 牛顿定律	(20)
质量.....	(20)
标准千克.....	(20)
力.....	(20)
牛顿.....	(20)
牛顿第一定律.....	(20)
牛顿第二定律.....	(20)
牛顿第三定律.....	(20)
万有引力定律.....	(21)
重量(或重力).....	(21)
质量和重量之间的关系.....	(21)
张力(F_T).....	(21)
摩擦力(F_f).....	(21)
法向力(F_N).....	(21)
滑动摩擦因数(μ_k).....	(21)
静摩擦因数(μ_s).....	(21)
量纲分析.....	(21)

数学运算中的单位	(22)
第四章 在共点力作用下物体的平衡	(35)
共点力	(35)
物体的平衡	(35)
平衡的第一条件	(35)
解题方法(共点力情况)	(35)
物体的重量(F_w)	(35)
张力(F_T)	(35)
摩擦力(F_f)	(35)
法向力(F_N)	(35)
第五章 共面力作用下的刚体平衡	(42)
转矩(力矩)	(42)
共面力作用下刚体平衡的两个条件	(42)
重心	(42)
转轴位置的任意性	(42)
第六章 功、能量和功率	(51)
功	(51)
功的单位	(51)
能量	(51)
动能(KE)	(51)
重力势能(PE_G)	(51)
功能原理	(51)
能量守恒	(52)
功率	(52)
千瓦小时(kW · h)	(52)
第七章 简单机械	(60)
机械	(60)
功的原理	(60)
机械效益	(60)
机械效率(Eff)	(60)
第八章 冲量和动量	(65)
线动量(P)	(65)
冲量	(65)
动量定理	(65)
线动量守恒	(65)
碰撞和爆炸	(65)
完全弹性碰撞	(65)
恢复系数	(65)
质心	(66)
第九章 平面内的角运动	(74)
角位移(θ)	(74)
角速率(ω)	(74)
角加速度(α)	(74)
匀加速运动的方程	(74)
角度量和切向量之间的关系	(75)

向心加速度(a_c)	(75)
向心力(F_c)	(75)
第十章 刚体转动	(82)
转矩(力矩)	(82)
转动惯量(I)	(82)
转矩和角加速度	(82)
转动动能(KE_r)	(82)
转动加平动	(82)
功(W)	(82)
功率(P)	(82)
角动量	(83)
角冲量	(83)
平行轴定理	(83)
线运动量和角运动量的类比	(83)
第十一章 简谐振动和弹簧	(92)
周期(T)	(92)
频率(f)	(92)
振动的图示法	(92)
位移(x 或 y)	(92)
恢复力	(92)
简谐振动(SHM)	(92)
胡克体系	(92)
弹性势能	(93)
能量转换	(93)
简谐振动的速率	(93)
简谐振动的加速度	(93)
参考圆	(93)
简谐振动的周期	(94)
加速度与周期的关系	(94)
单摆	(94)
简谐振动的解析表达式	(94)
第十二章 密度和弹性	(100)
密度	(100)
比重(spgr)	(100)
弹性	(100)
应力(σ)	(100)
应变(ϵ)	(100)
弹性限度	(100)
杨氏模量(Y)	(100)
体积模量(B)	(101)
压强的 SI 制单位为(Pa)	(101)
剪切模量(S)	(101)
第十三章 静止流体	(106)
平均压强	(106)
标准大气压	(106)

液体静压强	(106)
帕斯卡定律	(106)
阿基米德定律	(106)
第十四章 运动流体	(114)
流量(J)	(114)
连续性方程	(114)
切变率	(114)
黏度(即黏性系数)(η)	(114)
泊肃叶定律	(114)
活塞作的功	(114)
压强 P 作的功	(114)
伯努利方程	(114)
托里拆利定理	(115)
雷诺数(N_R)	(115)
第十五章 热膨胀	(121)
温度	(121)
固体线膨胀	(121)
面膨胀	(121)
体膨胀	(121)
第十六章 理想气体	(125)
理想气体	(125)
摩尔(mol)	(125)
理想气体定律	(125)
几种特殊过程	(125)
绝对零度	(125)
标准状态(S. T. P.)	(125)
道尔顿分压定律	(126)
第十七章 分子运动论	(132)
阿伏伽德罗常数(N_A)	(132)
单个分子(或原子)的质量	(132)
平均平动动能	(132)
方均根速率	(132)
绝对温度	(132)
压强	(132)
平均自由程(m. f. p.)	(133)
第十八章 热量	(137)
热能	(137)
热量	(137)
比热(或比热容 c)	(137)
熔解热(L_f)	(137)
汽化热(L_v)	(137)
升华热	(137)
量热学问题	(137)
绝对湿度	(137)
相对湿度(R. H.)	(137)

露点	(138)
第十九章 热能迁移	(143)
热能迁移	(143)
热传导	(143)
热阻(R 值)	(143)
热对流	(143)
热辐射	(143)
第二十章 热力学第一定律	(147)
热量	(147)
内能(u)	(147)
系统作功(ΔW)	(147)
热力学第一定律	(147)
等压过程	(147)
等容过程	(147)
等温过程	(147)
绝热过程	(148)
气体的比热容	(148)
比热容($\gamma=c_p/c_v$)	(148)
P - V 图	(148)
热机效率	(148)
第二十一章 熵与热力学第二定律	(155)
热力学第二定律	(155)
熵(S)	(155)
熵是无序程度的度量	(155)
最概然状态	(155)
第二十二章 波动	(158)
行波	(158)
波动的术语	(158)
相位相同和相位相反	(158)
横波的波速	(159)
驻波	(159)
共振的条件	(159)
纵波(压缩波)	(159)
第二十三章 声音	(166)
声波	(166)
声速	(166)
声强(I)	(166)
响度	(166)
声强级(β)	(166)
拍	(167)
多普勒效应	(167)
干涉效应	(167)
第二十四章 库仑定律和电场	(173)
库仑定律	(173)
电荷量子化	(173)

电荷守恒	(173)
检验电荷	(173)
电场	(173)
电场强度(E)	(174)
点电荷的场强	(174)
叠加原理	(174)
第二十五章 电势和电容	(181)
电势差	(181)
绝对电势	(181)
电势能(PE_E)	(181)
电势与电场的关系	(181)
电子伏特	(182)
电容器	(182)
平行板电容器	(182)
电容器的并联和串联	(182)
电容器贮能	(182)
第二十六章 电流、电阻和欧姆定律	(191)
电流(I)	(191)
电池	(191)
电阻(R)	(191)
欧姆定律	(191)
电阻的测量	(191)
端电压(端电势差)	(191)
电阻率	(192)
电阻与温度的关系	(192)
电势的改变	(192)
第二十七章 电功率	(197)
电场力作功	(197)
电功率	(197)
电阻的功率损耗	(197)
电阻产生热能	(197)
单位换算	(197)
第二十八章 等效电阻 简单电路	(201)
电阻的串联	(201)
电阻的并联	(201)
第二十九章 基尔霍夫定律	(212)
基尔霍夫第一定律(节点定律)	(212)
基尔霍夫第二定律(回路定律)	(212)
第三十章 磁场力	(218)
磁场(B)	(218)
磁感应线	(218)
磁铁	(218)
磁极	(218)
磁场对运动电荷的作用	(218)
磁场力的大小	(219)

磁感应强度(B)	(219)
磁场对电流的作用力	(219)
作用于平面线圈的转矩	(219)
第三十一章 磁场的产生	(226)
磁场的产生	(226)
磁场的方向	(226)
铁磁物质	(226)
磁矩	(227)
电流元产生的磁场	(227)
第三十二章 感应电动势和磁通量	(230)
物质的磁效应	(230)
磁感应线	(230)
磁通量(Φ_M)	(230)
感应电动势	(230)
法拉第定律	(230)
楞次定律	(230)
动生电动势	(231)
第三十三章 发电机和电动机	(237)
发电机	(237)
感应电动势	(237)
电动机	(237)
第三十四章 电感, RC 和 RL 时间常数	(243)
自感	(243)
互感	(243)
电感贮存能量	(243)
RC 时间常数	(243)
RL 时间常数	(244)
指数函数	(244)
第三十五章 交流电	(250)
交流电压和交流电流	(250)
电表	(250)
交流电路中的欧姆定律	(250)
相位	(251)
阻抗(Z)	(251)
相幅矢量	(251)
共振	(252)
功率损耗	(252)
变压器	(252)
第三十六章 光的反射	(257)
光的本性	(257)
反射定律	(257)
平面镜	(257)
球面镜	(257)
反射镜方程	(257)
第三十七章 光的折射	(263)

光速	(263)
折射率	(263)
折射	(263)
斯涅耳定律	(263)
全反射	(263)
棱镜	(264)
第三十八章 薄透镜	(268)
透镜的分类	(268)
物像关系	(268)
透镜制造者方程	(268)
光焦度(D)	(269)
第三十九章 光学仪器	(273)
薄透镜组合	(273)
眼睛	(273)
放大镜	(273)
显微镜	(273)
望远镜	(273)
第四十章 光的干涉和衍射	(279)
相干波	(279)
干涉效应	(279)
衍射	(279)
单缝衍射	(279)
分辨率极限	(279)
衍射光栅方程	(279)
X射线的衍射	(279)
光程	(280)
第四十一章 相对论	(286)
参考系	(286)
狭义相对论	(286)
相对论线动量	(286)
速率极限	(286)
相对论能量	(286)
时间膨胀	(287)
同时性	(287)
长度缩短	(287)
速度叠加公式	(287)
第四十二章 量子物理和波动力学	(292)
辐射的量子性	(292)
光电效应	(292)
光子的动量	(292)
康普顿效应	(292)
德布罗意波	(293)
德布罗意波的共振	(293)
能量量子化	(293)
第四十三章 氢原子	(298)

氢原子.....	(298)
电子轨道.....	(298)
能级图.....	(298)
光辐射.....	(299)
谱线.....	(299)
谱线系的产生.....	(299)
光吸收.....	(300)
第四十四章 多电子原子.....	(303)
中性原子.....	(303)
量子数.....	(303)
泡利不相容原理.....	(303)
第四十五章 原子核与放射性.....	(306)
原子核.....	(306)
核电荷与原子序数.....	(306)
原子质量单位(u).....	(306)
质量数(A).....	(306)
同位素.....	(306)
结合能.....	(307)
放射性.....	(307)
核反应方程式.....	(307)
第四十六章 应用核物理.....	(314)
核结合能.....	(314)
裂变反应.....	(314)
聚变反应.....	(314)
辐射剂量.....	(314)
辐射损伤势.....	(314)
有效辐射剂量.....	(314)
高能加速器.....	(315)
粒子的动量.....	(315)
附录 A 有效数字.....	(320)
附录 B 平面三角.....	(322)
附录 C 指数.....	(325)
附录 D 对数.....	(327)
附录 E 国际单位制中倍率的表达 希腊字母表.....	(329)
附录 F 国际单位制中的换算因子.....	(330)
附录 G 物理常数表.....	(331)
附录 H 元素表.....	(332)

第一章 矢量导论

标量

标量与空间方向无关。许多物理量,诸如长度、时间、温度、质量、密度、电荷和体积等都属于标量,只有多少、大小之分,与方向无关。班级里学生人数,罐子里糖的多少、房屋的价值等都是我们熟悉的标量。

标量用普通数字来标明,其加减法符合通常的规则。盒子里有两块糖,再加七块糖,一共有九块糖。

矢量

要完全描述一个矢量,既要说明其多少或大小,又要说明其方向。位移、速度、加速度、力和动量等许多物理量都是矢量。譬如,某位移矢量指从初始某点沿 x 方向移动 2cm 到了第二个点的位置变化。又譬如,朝北拉系在柱子上的绳子,对柱子产生 20N 朝北的力。1 牛顿(N) = 0.225 磅力(lbf)。同样,以 40km/h 速度朝南行驶的汽车具有 40km/h 并朝南的速度矢量。

矢量用一个标明大小的箭头来表示。箭的长度正比于矢量的大小(如上述例中的 2cm、20N、40km/h 等)。箭头的方向表示矢量的方向。

印刷体矢量通常用粗体字母表示,如 F ,手写体矢量通常是在字母上方画箭头或在下方画波浪线表示,如 \vec{F} 或 \underline{F} 。为了全面描述矢量,先必须建立某些规则。

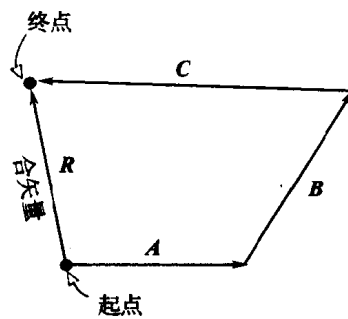


图 1-1

合矢量

几个同种矢量(比如力)相加得到一个合矢量,这个合矢量应具有与原来几个矢量相同的效果。

矢量相加的多边形作图法

确定几个矢量(A、B 和 C)的合矢量 R 的做法是,先从任何一个方便的点开始,依次画出各个矢量,每个矢量的箭尾接前一个矢量的箭尖。从起始点(即第一矢量的箭尾)画到最后一个矢量的箭尖,就得到了合矢量 R。 $R = |\mathbf{R}|$ 表示这个合矢量的大小。

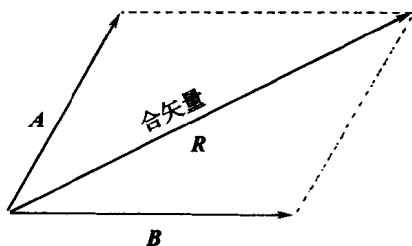


图 1-2

合矢量与画这些矢量的顺序无关: $\mathbf{A} + \mathbf{B} + \mathbf{C} = \mathbf{C} + \mathbf{A} + \mathbf{B} = \mathbf{R}$ 。见图 1-1。

矢量相加的平行四边形法

两个成任意角度的矢量的合矢量可以表示成一个平行四边形的对角线:把两个相加矢量作为一个平行四边形的两个边,平行四边形的对角线就是这两个矢量的合矢量。合矢量的起点是原来那两个矢量的起点(箭尾),如图 1-2。

矢量的减法

矢量 A 减矢量 B,先把矢量 B 的方向倒转,再与矢量 A 相加,即 $\mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{A} + (-\mathbf{B})$ 。

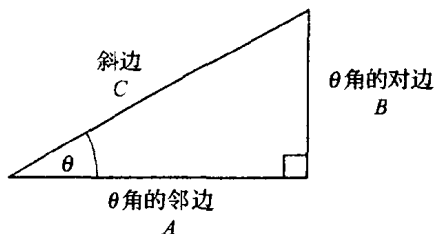


图 1-3

三角函数

三角函数的定义与直角有关。对于图 1-3 所示的直角三角形,定义

$$\sin\theta = \frac{\text{对边}}{\text{斜边}} = \frac{B}{C}, \quad \cos\theta = \frac{\text{邻边}}{\text{斜边}} = \frac{A}{C},$$

$$\tan\theta = \frac{\text{对边}}{\text{邻边}} = \frac{B}{A}$$

或写成

$$B = C\sin\theta, \quad A = C\cos\theta, \quad B = A\tan\theta$$

矢量的分量

矢量的分量是该矢量沿某给定方向的有效值。如,某位移矢量平行于 x 方向的位移就叫该矢量的 x 分量。一个矢量可以看成是它沿任意相互垂直的三维方向的分量相加的合矢量。同样,在二维空间里,一个矢量可以沿任意两个相互垂直方向分解为两个分矢量。图 1-4 表明矢量 R 及其 x 分量和 y 分量 R_x 和 R_y 。它们的大小为

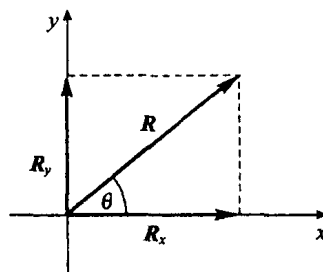


图 1-4

$$|R_x| = |R| \cos\theta \quad \text{和} \quad |R_y| = |R| \sin\theta$$

或等价写成

$$R_x = R\cos\theta \quad \text{和} \quad R_y = R\sin\theta$$

矢量相加的分量法

将每个矢量都沿 x, y, z 坐标分解为分量,若与坐标方向相反,则该分量为负值。合矢量 R 的 x 分量 R_x 的标量值等于所有矢量的 x 分量标量值之和。用同样的方法求出合矢量的 y 分量和 z 分量的标量值。而合矢量由下式给出:

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

对于二维情况,合矢量与 x 轴的夹角 θ 可由下式求得:

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x}$$

单位矢量

长度大小为一个单位的矢量叫单位矢量,用黑体字母上方加“ $\hat{}$ ”表示。对于 x, y 和 z 轴上的单位矢量,分别用 \hat{i}, \hat{j} 和 \hat{k} 表示。矢量 $3\hat{i}$ 表示在 $+x$ 方向 3 个单位矢量,而 $-5\hat{k}$ 表示在 $-z$ 方向上 5 个单位矢量。如果矢量在 x, y, z 方向的分量分别为 R_x, R_y 和 R_z ,则 R 可写成 $R = R_x\hat{i} + R_y\hat{j} + R_z\hat{k}$ 。

位移

一个物体从空间某点运动到另外一点,则从初始位置指向最后位置的矢量叫做位移。位移与物体实际运动路径无关。

例 题

1.1 用作题法确定下列两个位移的合位移: 2.0m 偏 40° 和 4.0m 偏 127° , 按惯例,这些角度都是相对于 $+x$ 轴的。答案要求两位有效数字(见附录 A:有效数字)。

解 如图 1-5, 选择 x 轴和 y 轴。从坐标原点开始, 按比例依次(箭尖接箭尾)画出位移。注意, 所有偏角都是从 $+x$ 方向开始度量的。合矢量 R 从起点指向终点, 如图示。按作图的比例测量其长度即得到合矢量的标量值, 4.6m 。用量角器测得其偏角为 101° 。合位移为 4.6m 偏 101° 。

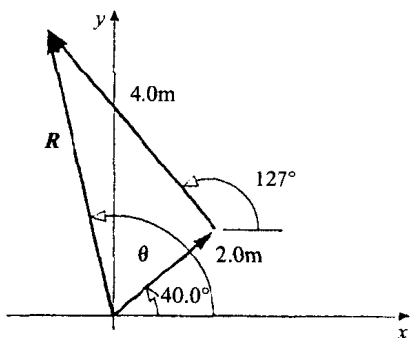


图 1-5

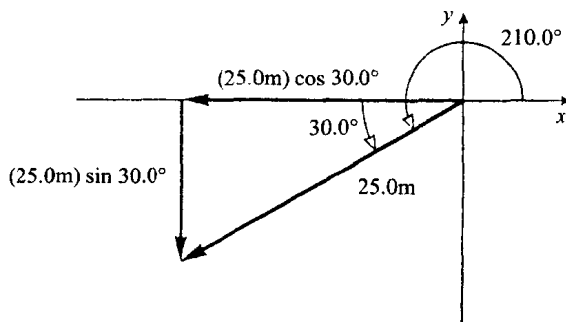


图 1-6

1.2 求出长度为 25.0m 、偏角为 210.0° 的位移矢量的 x 、 y 分量。

解 位移矢量及其分量如图 1-6 所示。其分量的标量值分别为

$$x \text{ 分量} = -(25.0\text{m})\cos 30.0^\circ = -21.7\text{m}$$

$$y \text{ 分量} = -(25.0\text{m})\sin 30.0^\circ = -12.5\text{m}$$

特别要注意, 每个分量都指向坐标轴的负方向, 所以要加负号。

1.3 利用矢量分量相加法求解 1.1 题。

解 将每个矢量都分解成正交分量, 如图 1-7(a)和(b)所示。(我们在原来的矢量上画出两条细线, 以说明它们已被分量所替代。)其合矢量的分量为

$$R_x = 1.53\text{m} - 2.41\text{m} = -0.88\text{m}, \quad R_y = 1.29\text{m} + 3.19\text{m} = 4.48\text{m}$$

注意, 指向坐标轴反方向的分量要取负值。

合矢量见图 1-7(c), 我们得到

$$R = \sqrt{(0.88\text{m})^2 + (4.48\text{m})^2} = 4.6\text{m}, \quad \tan \phi = \frac{4.48\text{m}}{0.88\text{m}}$$

而 $\phi = 79^\circ$, 有 $\theta = 180^\circ - \phi = 101^\circ$ 。所以合矢量为

$$R = 4.6\text{m} \text{ 偏 } 101^\circ \text{ (与 } x \text{ 轴夹角)}。$$

记住, 矢量必须标明其角度。

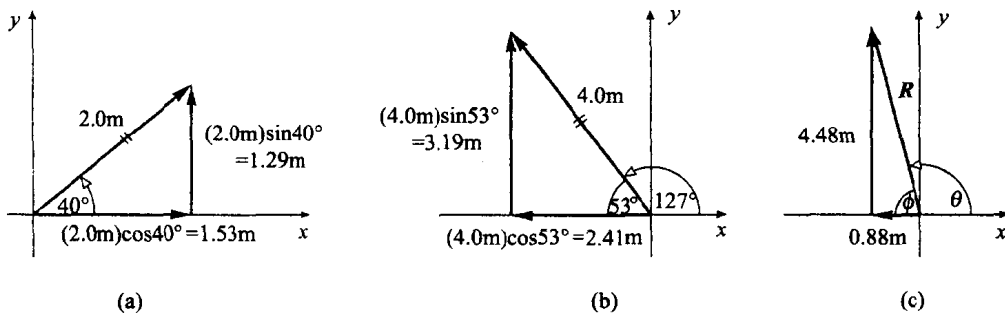


图 1-7

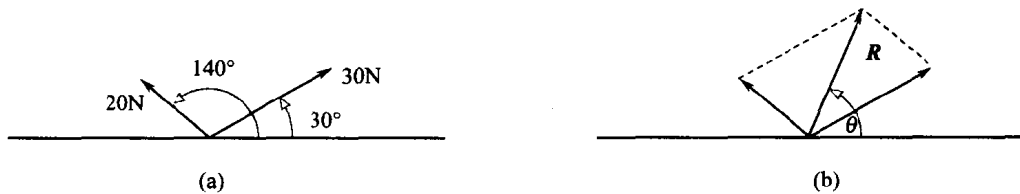


图 1-8

1.4 用平行四边形法求出下面两个力矢量的合矢量: 30N 偏 30° , 20N 偏 140° 。注意题中力

的大小用两位有效数字表示。

解 这两个力矢量标在图 1-8(a)中。以它们为边,画出平行四边形如图 1-8(b)。其对角线即代表合力 R 。测量得 $R=30\text{N}$ 偏 72° 。

1.5 同一平面上的四个力作用于 O 点的物体,如图 1-9(a)示。试用作图法确定其合力。

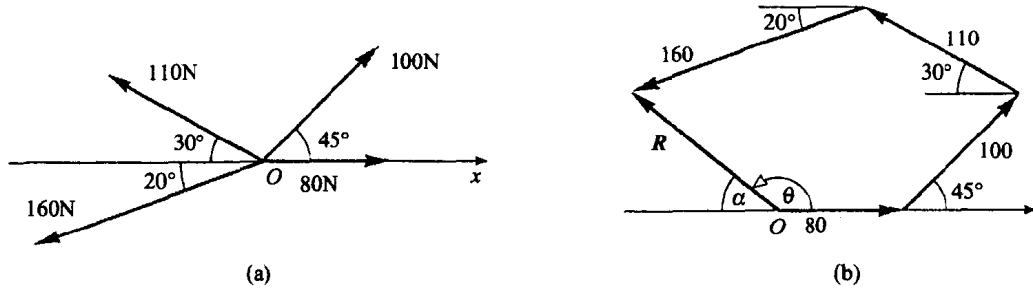


图 1-9

解 从 O 点开始,依次首尾相接地画出这 4 个力矢量,从 O 点连接到最后一个矢量的箭尖所形成的矢量即合力,如图 1-9(b)所示。

按画图的比例测量得 R 值为 119N ;用量角器测得 α 角为 37° 。因此合力与 x 轴的正方向夹角为 $\theta = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ$ 。合力为 119N 偏 143° 。

1.6 图 1-10(a)表示 5 个共面力作用于同一物体。求出它们的合力。

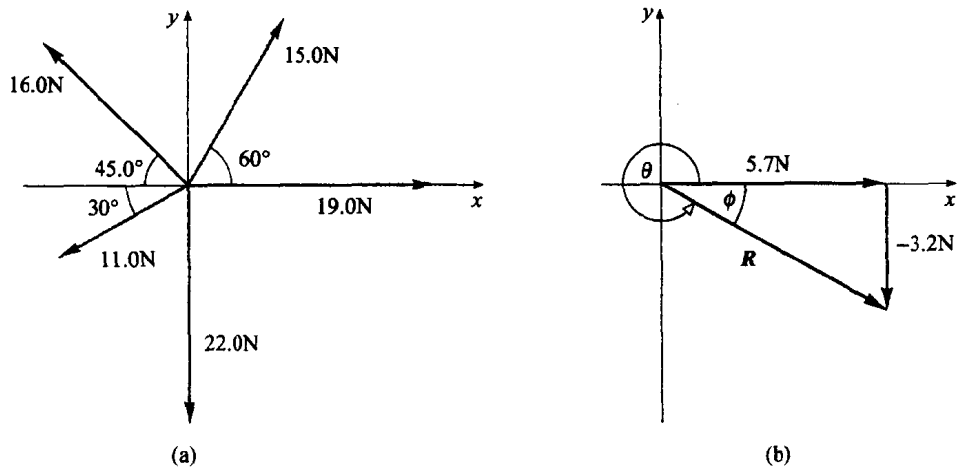


图 1-10

解 (1)先求出每个力的 x 分量和 y 分量,如下表:

力	x 分量	y 分量
19.0 N	19.0 N	0 N
15.0 N	$(15.0\text{ N})\cos 60.0^\circ = 7.50\text{ N}$	$(15.0\text{ N})\sin 60.0^\circ = 13.0\text{ N}$
16.0 N	$-(16.0\text{ N})\cos 45.0^\circ = -11.3\text{ N}$	$(16.0\text{ N})\sin 45.0^\circ = 11.3\text{ N}$
11.0 N	$-(11.0\text{ N})\cos 30.0^\circ = -9.53\text{ N}$	$-(11.0\text{ N})\sin 30.0^\circ = -5.50\text{ N}$
22.0 N	0 N	-22.0 N

注意,正负号表示方向。

(2)合力 R 的分量为 $R_x = \sum F_x$ 和 $R_y = \sum F_y$,式中 $\sum F_x$ 表示所有力的 x 分量之和。

$$R_x = 19.0\text{ N} + 7.50\text{ N} - 11.3\text{ N} - 9.53\text{ N} + 0\text{ N} = +5.7\text{ N}$$

$$R_y = 0\text{ N} + 13.0\text{ N} + 11.3\text{ N} - 5.50\text{ N} - 22.0\text{ N} = -3.2\text{ N}$$

(3)合力大小为

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = 6.5\text{ N}$$

(4)最后画出合力,如图 1-10(b)所示,可得到