[美]F·W.SEARS 等著

大学物理学

第一册

习题解答

人民教育出版社

[美] F. W. Sears 等著

大学物理学

第一册

习题解答

徐　德　刘聚成　袁贞丰
钟鸣乾　　　　　赵鲁卿　编
郭泰运　　校

人民教育出版社

本书将 F. W. Sears 等著《大学物理学》（第五版）中译本中的习题(除思考题外)全部作了解答. 全书共分四册, 第一册为力学习题解答, 第二册为热学习题解答, 第三册为电磁学习题解答, 第四册为光学和原子物理学习题解答.

本书主要供电视大学及有关高等学校教师与辅导人员内部参考.

[美] F. W. Sears 等著

大学物理学

第 一 册

习 题 解 答

徐 德 刘聚成 袁贞丰
钟鸣乾 赵鲁卿 编

郭泰运 校

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷一厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 15.25 字数 367,000

1979 年 9 月第 1 版 1980 年 1 月第 1 次印刷

印数 000,001—180,000

书号 13012·0389 定价 1.10 元

(教师用书)

编 者 的 话

本书将 F. W. Sears 等著《大学物理学》(第五版)中译本中第一章至第十四章习题(思考题除外)全部作了解答. 为了更好地配合原书的使用,在解答过程中,我们注意了以下几点:

1. 习题的解法力求逻辑严密、步骤简练,但为了结合习题所在章节的教学内容,对有多种解法的题目,我们只用了该章教学内容所要求的解法,因此不一定是最佳解法.

2. 所用公式、符号及解题格式,力求与原书一致.

3. 单位换算均采用原书所附“换算因子”表中所列的数据.答案一般取三位有效数字.

由于解答工作是在很短时间内仓促完成的,难免有很多不妥或错误的地方,敬希读者指正.

编 者

1979 年 9 月

目　　录

第一章　矢量的合成与分解

1-1　用多边形法，作图求解图 1-16 中三个力的合力的方向和大小.

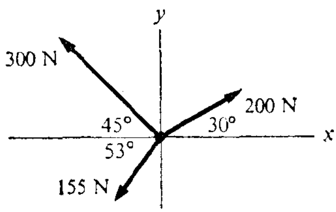
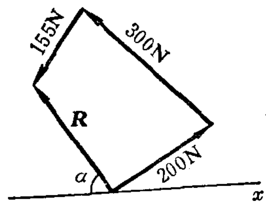


图　1-16



题 1-1 图

解　取图的比例为 1cm＝100N. 将三个力矢量 200N，300N，155N 首尾相接画出，如题 1-1 图. 由第一个力矢量的头到第三个力矢量的尾所画的矢量，即为三力的合力 $\boldsymbol{R}$. 由图量得 R＝230N，α＝55°，即与 x 轴负方向成 55° 仰角.

1-2　两个大人和一个男孩，想要沿图 1-17 所示的 x 方向推一个板箱. 两个大人的推力 F_1 和 F_2 的大小和方向如图中所示. 试求男孩需对板箱施加最小推力的方向和大小.

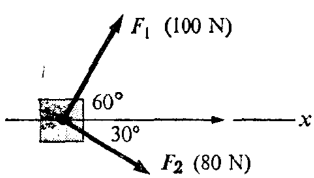
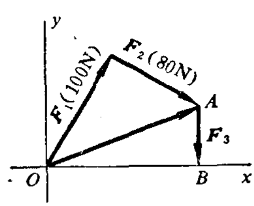


图　1-17



题 1-2 图

解　要使车沿 x 方向运动，则三人所施的合力，必须沿 x 方向. 应用三角形法则，如题 1-2 图，先求出 $\boldsymbol{F}_1$ 和 $\boldsymbol{F}_2$ 的合力，用 $\overrightarrow{OA}$

表示；然后由 $\overrightarrow{OA}$ 的终点向 x 轴作垂线，与 x 轴交于 B 点．则 $\overrightarrow{AB}$ 即为小孩应该施的最小推力 $\boldsymbol{F}_3$，以抵消合力 $\overrightarrow{OA}$ 在 y 向的分量 OA_y，故

$$F_3 = -OA_y = -(F_1 \sin 60° - F_2 \sin 30°) = -46.6\text{N}$$

沿 y 轴的负方向.

1-3 用图解法，求作用在同一点的两个 10N 力的合力：

a）两力之间夹角为 30°；

b）两力之间夹角为 130°．可任意选用合适的比例作图.

解 *a*）按平行四边形法则作图（如题 1-3 图（*a*）所示，图中比

（*a*） （*b*）

题 1-3 图

例取 1cm＝5N），以该两力为两相邻边作平行四边形，从顶点 O 画对角线，则此对角线即为合力 $\boldsymbol{R}$．由图量得 $R = 19.3\text{N}, \alpha = 15°$，即与 10N 力的夹角为 15°.

b）同理，由图（*b*）量得合力 $R = 8.45\text{N}, \alpha = 65°$.

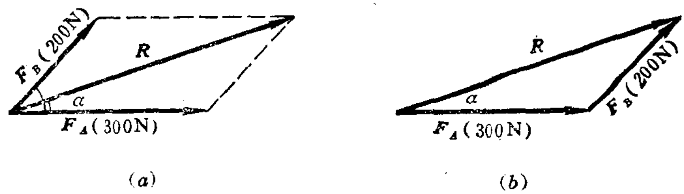
1-4 一绳系在柱上，A、B 两人用水平力拉绳的两端，绳索之间夹角为 45°．如某 A 的作用力为 300N，某 B 的作用力为 200N．求合力的大小，以及合力与某 A 的拉力之间的夹角.

a）根据平行四边形法，用图解法求解.

b）根据三角形法，用图解法求解．在（*a*）、（*b*）两种图解中，均选用 1 in＝100N 的比例.

解 *a*）由题 1-4 图（*a*）量得合力 $R = 464\text{N}$，$\alpha = 17.75°$，即与拉力 $\boldsymbol{F}_A$ 之间的夹角为 17.75°.

b）将两力矢量 $\boldsymbol{F}_A$，$\boldsymbol{F}_B$ 按首尾相接画出，则由 $\boldsymbol{F}_A$ 的头到 $\boldsymbol{F}_B$



题 1-4 图

的尾所画的矢量，即为合力 $\boldsymbol{R}$. 由题 1-4 图(b)量得$R=464$N, $\alpha=17.75°$，即与拉力 F_A 的夹角为 17.75°.

1-5 用作图法求图1-18中矢量和 ($\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}$) 及矢量差($\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$).

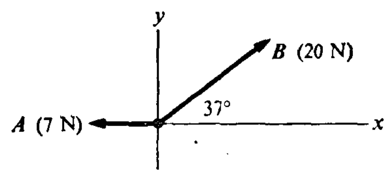
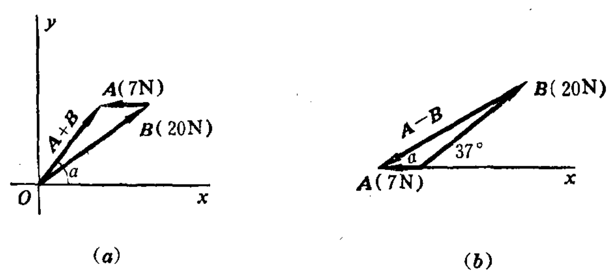


图 1-18

解 a) 按三角形法则作图. 由题 1-5 图(a)量得矢量和 $\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}$ 的大小为 15N, $\alpha=53.3°$，即与 x 轴正方向成 53.3°仰角.

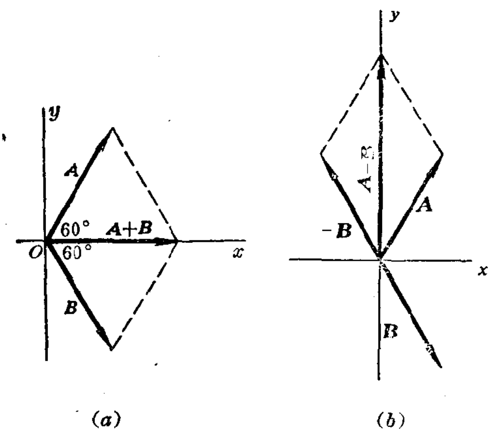


题 1-5 图

b) 按三角形法则作图. 由矢量 $\boldsymbol{B}$ 的尾到矢量 $\boldsymbol{A}$ 的尾所画的矢量，即为矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$. 由题 1-5 图($b$)量得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 的大小为 26N, $\alpha=28°$，即与 x 轴负方向成 28° 俯角.

1-6 已知矢量 $\boldsymbol{A}$ 长 2 in，在第一象限内与 x 轴成 60° 仰角，矢量 $\boldsymbol{B}$ 长 2 in，在第四象限内与 x 轴成 60° 俯角. 试用图解法：a）求矢量和$(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B})$、$b$）求矢量差$(\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B})$和$(\boldsymbol{B}-\boldsymbol{A})$.

解 a）按平行四边形法则作图. 由题 1-6 图(a)量得矢量和 $\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B}$ 的大小为 2 in, 其方向沿 x 轴的正方向.



题 1-6 图

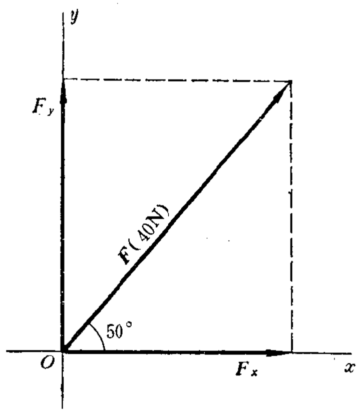
b）过 O 点作矢量 $-\boldsymbol{B}$, 以 $\boldsymbol{A}$, $-\boldsymbol{B}$ 为相邻两边作平行四边形，得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$, 由题 1-6 图($b$)量得矢量差的大小为 3.46 in, 方向沿 y 轴正方向.

过 O 点作矢量 $-\boldsymbol{A}$, 按平行四边形法作图，由题 1-6 图(c)量得矢量差 $\boldsymbol{B}-\boldsymbol{A}$ 的大小为 3. 46 in, 方向沿 y 轴负方向.

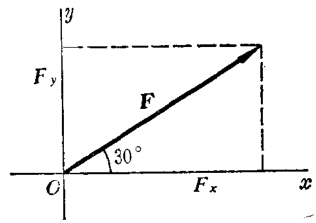
1-7 a）有一力, 其方向与水平向右的方向成 50° 仰角, 其大小为 40N. 试用作图法求该力的竖直分量和水平分量. 设$\frac{1}{16}$in＝1N. b）用计算得出的分量值进行核对.

解 a)由题 1-7 图量得 $F_x=25.7$N, $F_y=30.6$N.

b）由计算得



题 1-7 图



题 1-8 图

$$F_x = (40\text{N})(\cos 50°) = 25.7\text{N}$$

$$F_y = (40\text{N})(\sin 50°) = 30.6\text{N}$$

1-8 沿地板推一只木箱，推力的大小为 40N 与水平面成30°角，如图 1-2 所示. 如选用 1 in＝10N 的比例，试用作图法求该推力竖直和水平分量，并用计算得出的分量值核对.

解 由题 1-8 图量得 $F_x=34.6\text{N}$, $F_y=20\text{N}$.

计算得出：

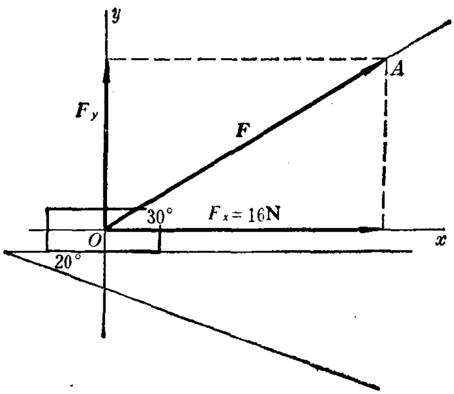
$$F_x = F\cos 30° = (40\text{N})(\cos 30°) = 34.6\text{N}$$

$$F_y = F\sin 30° = (40\text{N})(\sin 30°) = 20\text{N}$$

1-9 一物体置于坡度为 20° 的斜面上，用力 $\boldsymbol{F}$ 向上拖曳物体，力与斜面成 30°. a) 问力 $\boldsymbol{F}$ 多大才能使与斜面平行的分量 $\boldsymbol{F}_x$ 为 16N？b) 分量 F_y 又为多大？试用图解法求解. 选用 1 in＝8N 的比例.

解 a) 过质心 O 点，取 x 轴平行于斜面，y 轴垂直于斜面. 过 O 点作力 $\boldsymbol{F}$ 的作用线；过分量 F_x 的终点作 Ox 轴的垂线与作用线交于 A 点，则 $\overrightarrow{OA}$ 即表示力 $\boldsymbol{F}$. 由题 1-9 图量得 $\boldsymbol{F}$ 的大小为18.5N.

b) 由题 1-9 图量得 F_y ＝9.3 N.



题 1-9 图

1-10 图 1-16 表示，有三个力作用在位于坐标原点的物体上. *a*）试求每一个力的 x 分量和 y 分量. *b*）用正交分解法，求出合力的方向、大小及其分量. *c*）要使合力为零所需加入的第四个力的大小和方向如何？并用图表示.

解 *a*）已知 $F_1=200\text{N}$，$F_2=300\text{N}$，$F_3=155\text{N}$，将各力分解成 x 分量和 y 分量如题 1-10 图(*a*)所示，则有

$$F_{1x}=F_1\cos 30°=(200\text{N})\cos 30°=173\text{N}$$

$$F_{1y}=F_1\sin 30°=(200\text{N})\sin 30°=100\text{N}$$

$$F_{2x}=F_2\cos(180°-45°)=-(300\text{N})\cos 45°=-212\text{N}$$

$$F_{2y}=F_2\sin(180°-45°)=(300\text{N})\sin 45°=212\text{N}$$

$$F_{3x}=F_3\cos(180°+53°)=-(155\text{N})\cos 53°=-93.3\text{N}$$

$$F_{3y}=F_3\sin(180°+53°)=-(155\text{N})\sin 53°=-124\text{N}$$

b）设 $\boldsymbol{R}$ 代表 $\boldsymbol{F}_1, \boldsymbol{F}_2, \boldsymbol{F}_3$ 的合力，则

$$R_x=\Sigma F_x=-132\text{N}$$

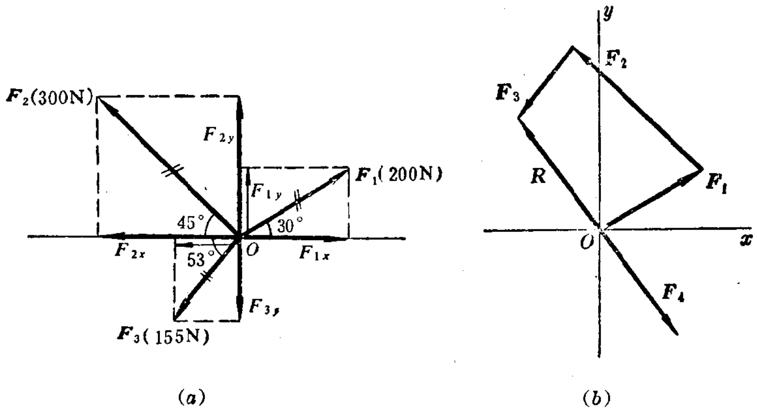
$$R_y=\Sigma F_y=188\text{N}$$

$$R=\sqrt{R_x^2+R_y^2}=230\text{N}$$

$\alpha=\mathrm{tg}^{-1}\dfrac{R_y}{R_x}=\mathrm{tg}^{-1}\dfrac{188\mathrm{N}}{-132\mathrm{N}}=125.1°$，即在第二象限与 x 轴成 54.9° 仰角.

c）先用多边形法，求出前三个力 $\boldsymbol{F}_1$，$\boldsymbol{F}_2$，F_3 的合力 $\boldsymbol{R}$, 再作第四个力 $\boldsymbol{F}_4$, 使 $\boldsymbol{F}_4=-\boldsymbol{R}$, (见题 1-10 图($b$)), 这样, $\boldsymbol{F}_1+\boldsymbol{F}_2+\boldsymbol{F}_3+\boldsymbol{F}_4=\boldsymbol{R}+(-\boldsymbol{R})=0$, 所以

$F_4=-R=-230\mathrm{N}$, 在第四象限与 x 轴成 54.9° 俯角.



题 1-10 图

1-11 用正交分解法求出下面一组力的合力及其与水平轴之间的夹角. 一组力如下：200N, 沿 x 轴向右; 300N, 与 x 轴成 60° 仰角向右; 100N, 与 x 轴成 45° 仰角向左; 200N, 垂直向下.

解 各力分量如题 1-11 图所示.

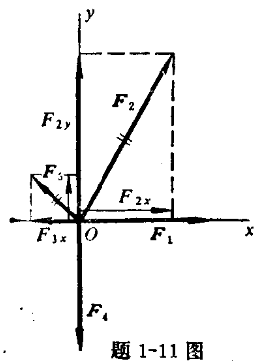
$F_{1x}=200\mathrm{N}$, $\qquad F_{1y}=0$

$F_{2x}=(300\mathrm{N})(\cos 60°)=150\mathrm{N}$

$F_{2y}=(300\mathrm{N})(\sin 60°)=260\mathrm{N}$

$F_{3x}=-(100\mathrm{N})(\cos 45°)$

$\quad=-70.7\mathrm{N}$



题 1-11 图

$F_{3y}=(100\text{N})(\sin 45^\circ)=70.7\text{N}$

$F_{4x}=0,\qquad F_{4y}=-200\text{N}$

则合力 $\boldsymbol{R}$ 的分量:

$$R_x=\Sigma F_x=279\text{N}$$

$$R_y=\Sigma F_y=131\text{N}$$

得 $\quad R=\sqrt{R_x^2+R_y^2}=308\text{N}$

$\alpha=\text{tg}^{-1}\dfrac{R_y}{R_x}=\text{tg}^{-1}\dfrac{131\text{N}}{279\text{N}}=25.2^\circ$ 即与 x 轴成 25.2° 仰角向右.

1-12 长度为10单位的矢量 $\boldsymbol{A}$, 与长度为6单位的矢量 $\boldsymbol{B}$ 成 30° 角. 试分别用下面三种方法求矢量差 $(\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B})$ 的大小, 及其与矢量 $\boldsymbol{A}$ 之间的夹角. *a*) 根据平行四边形方法, (*b*) 根据三角形方法, *c*) 根据正交分解方法.

解 *a*) 用平行四边形法则得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 如题1-12图(*a*)所示. 由余弦定理求得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 的大小为

$$D=\sqrt{A^2+B^2-2AB\cos 30^\circ}$$

$$=\sqrt{10^2+6^2-2(10)(6)\cos 30^\circ}$$

$$=5.66\text{ 单位}$$

由正弦定理求得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 与 $\boldsymbol{A}$ 的夹角 α 为

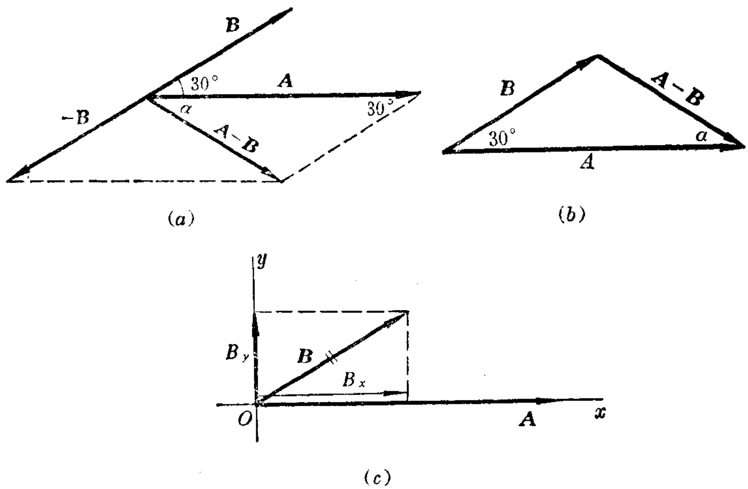
$$\frac{\sin 30^\circ}{D}=\frac{\sin\alpha}{B}$$

$$\sin\alpha=\frac{B}{D}\sin 30^\circ=0.530$$

$\alpha=32^\circ$ 即与 $\boldsymbol{A}$ 成 32° 俯角.

b) 用三角形法则求得矢量差 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 如题1-12图(*b*)所示. 同 *a*), 由余弦定理求得 $\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B}$ 的大小为5.66单位. 由正弦定理求得与 $\boldsymbol{A}$ 的夹角为 32° 俯角.

c) 作 x、y 轴, 并使矢量 $\boldsymbol{A}$ 与 x 轴重合, 如题1-12图(*c*)所示. 则



题 1-12 图

$$A_x = A = 10, \qquad A_y = 0$$

$$B_x = B\cos 30^\circ = 6\cos 30^\circ = 5.20 \text{ 单位}$$

$$B_y = B\sin 30^\circ = 6\sin 30^\circ = 3 \text{单位}$$

$$D_x = A_x - B_x = 4.80 \text{ 单位}, \quad D_y = A_y - B_y = -3 \text{ 单位}$$

$$D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = 5.66 \text{ 单位}$$

$\alpha = \operatorname{arc\,tg}\dfrac{D_y}{D_x} = \operatorname{arc\,tg}\dfrac{-3}{4.8} = -31.7^\circ$，即与 x 轴成 32° 俯角，向右．亦即与 $\boldsymbol{A}$ 成 32° 俯角．

1-13 力 $\boldsymbol{F}_1$ 和 $\boldsymbol{F}_2$ 作用在一点上．$\boldsymbol{F}_1$ 的大小为 8N，方向与 x 轴成 60° 仰角，并在第一象限内．$\boldsymbol{F}_2$ 为 5N，其方向与 x 轴成 53° 俯角，并在第四象限内．*a*）求合力的竖直分量和水平分量的大小．*b*）求合力的大小．*c*）求矢量差 $(\boldsymbol{F}_1 - \boldsymbol{F}_2)$ 的大小．

解 *a*）$R_x = \Sigma F_x = (8\text{N})(\cos 60^\circ) + (5\text{N})(\cos 53^\circ) = 7.01\text{N}$

$R_y = \Sigma F_y = (8\text{N})(\sin 60^\circ) - (5\text{N})(\sin 53^\circ) = 2.94\text{N}$

b）$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(7.01\text{N})^2 + (2.94\text{N})^2} = 7.60\text{N}$

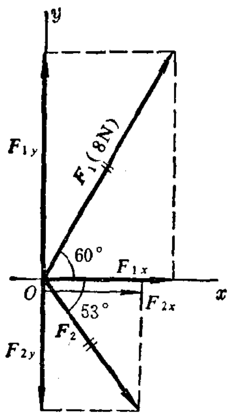
c) $D_x = F_{1x} - F_{2x} = (8\text{N})(\cos 60°) - (5\text{N})(\cos 53°)$

$= 0.99\text{N}$

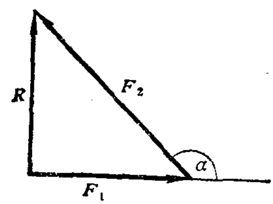
$D_y = F_{1y} - F_{2y} = (8\text{N})(\sin 60°) + (5\text{N})(\sin 53°)$

$= 10.9\text{N}$

$D = \sqrt{D_x^2 + D_y^2} = 10.9\text{N}$



题 1-13 图



题 1-14 图

1-14 两力 $\boldsymbol{F}_1$ 和 $\boldsymbol{F}_2$ 作用在一个物体上. 两力的合力 $\boldsymbol{R}$, 其大小与 F_1 相同并与 F_1 成 90°角. 设 $F_1 = R = 10\text{N}$. 试求第二力 $\boldsymbol{F}_2$ 的大小和它相对于 F_1 的方向.

解 根据三角形法则, 按题意先画出 $\boldsymbol{F}_1$ 和合力 $\boldsymbol{R}$, 由 $\boldsymbol{F}_1$ 的终点到合力 $\boldsymbol{R}$ 终点所画的矢量, 即为所求的力矢量 $\boldsymbol{F}_2$, 其大小为

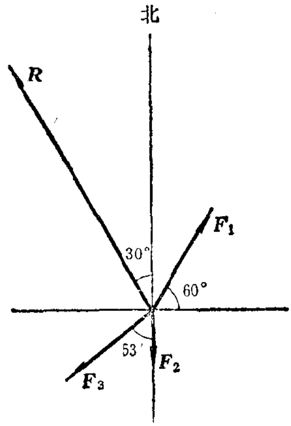
$$F_2 = \sqrt{R^2 + F_1^2} = \sqrt{(10\text{N})^2 + (10\text{N})^2} = 14.1\text{N}$$

与 F_1 的夹角 α 为

$$\alpha = \text{arc tg}\frac{R}{-F_1} = \text{arc tg}\frac{10\text{N}}{-10\text{N}} = 135°$$

1-15 有四个力, 其合力的大小为 1000N, 方向北偏西 30°. 而其中三个力的大小和方向分别为: 400N, 东偏北 60°; 200N, 正南; 400N, 南偏西 53°. 试求第四个力的正交分量.

解 按题意画力示图，(见题 1-15 图)．取向东为 x 轴正方向，向北为 y 轴正方向，设所求的第四个力为 $\boldsymbol{F}_4$，则



题 1-15 图

$$F_{4x}=-R\cos 60^\circ-F_1\cos 60^\circ+F_3\cos 37^\circ$$
$$=-(1000\text{N})(\cos 60^\circ)-(400\text{N})(\cos 60^\circ)+(400\text{N})(\cos 37^\circ)$$
$$=-381\text{N}$$

$$F_{4y}=R\sin 60^\circ-F_1\sin 60^\circ+F_2+F_3\sin 37^\circ$$
$$=(1000\text{N})(\sin 60^\circ)-(400\text{N})(\sin 60^\circ)+200\text{N}+(400N)(\sin 37^\circ)$$
$$=961\text{N}$$

1-16 已知矢量 $\boldsymbol{A}$ 的分量 $A_x=2\text{cm}$, $A_y=3\text{cm}$, 矢量 $\boldsymbol{B}$ 的分量 $B_x=4\text{cm}$, $B_y=-2\text{cm}$. 试求: a)矢量和$(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B})$的分量, b)矢量和$(\boldsymbol{A}+\boldsymbol{B})$的方向和大小, c)矢量差$(\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B})$的分量. d)矢量$(\boldsymbol{A}-\boldsymbol{B})$的方向和大小.

解 a) $R_x=A_x+B_x=2\text{cm}+4\text{cm}=6\text{cm}$

$R_y=A_y+B_y=3\text{cm}+(-2\text{cm})=1\text{cm}$

b) $R=\sqrt{R_x^2+R_y^2}=\sqrt{(6\text{cm})^2+(1\text{cm})^2}=6.1\text{cm}$

$\alpha=\operatorname{arctg}\dfrac{R_y}{R_x}=\operatorname{arctg}\dfrac{1}{6}=9.5^\circ$，即与 x 轴成 9.5° 仰角，向右.

c) $D_x=A_x-B_x=2\text{cm}-4\text{cm}=-2\text{cm}$

$D_y=A_y-B_y=3\text{cm}-(-2\text{cm})=5\text{cm}$

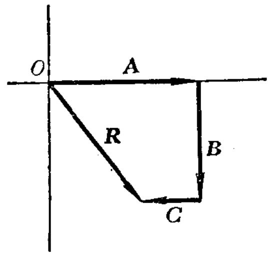
d) $D=\sqrt{D_x^2+D_y^2}=\sqrt{(-2\text{cm})^2+(5\text{cm})^2}=5.4\text{cm}$

$$\alpha=\operatorname{arctg}\frac{D_y}{D_x}=\operatorname{arctg}\frac{5\text{cm}}{-2\text{cm}}=111.8^\circ$$

即与 x 轴成 111.8° 角，向左.

1-17 汽车向东行驶5mi，又向南行驶4mi，再向西行驶2mi. 求汽车合位移的方向和大小.

解 按题意作图如题 1-17 图所示. 取向东为 x 轴的正方向，向北为 y 轴的正方向，则对第一位移矢量 $\boldsymbol{A}$ 有



题 1-17 图

$$A_x = 5\text{mi},\ A_y = 0$$

第二位移矢量 $\boldsymbol{B}$ 有：

$$B_x = 0,\qquad B_y = -4\ \text{mi}$$

第三位移矢量 $\boldsymbol{C}$ 有：

$$C_x = -2\text{mi},\ \ C_y = 0$$

则
$$R_x = A_x + B_x + C_x = 5\text{mi} - 0 - 2\text{mi} = 3\text{mi}$$
$$R_y = A_y + B_y + C_y = 0 - 4\text{mi} - 0 = -4\text{mi}$$

合位移的大小为

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(3\text{mi})^2 + (-4\text{mi})^2} = 5\text{mi}$$

与 x 轴的夹角为

$$\alpha = \text{arc tg}\frac{R_y}{R_x} = \text{arc tg}\frac{-4\text{mi}}{3\text{mi}} = -53.1°,$$ 即与 x 轴成 53.1° 俯角，向右.

1-18 帆船向东航行 2km，接着向东南方向航行 4km，之后向未知方向又航行一段距离. 帆船的最终位置是在出发点的正东方 5km. 试求帆船的第三次航程的方向和距离.

解 按题意作图如题 1-18 图所示.

已知帆船的第一次航程 $\overrightarrow{OA}$ 的大小为 2km，方向正东.

第二次航程 $\overrightarrow{AB}$ 的大小为 4km，东南方向即正东偏南 45°.

最终航程 $\overrightarrow{OC}$ 的大小为 5km，方向正东.