原著第三版

大學物理學問題詳解

上　冊

西　爾
柴曼斯基　著

學術出版社印行

原 著 第 三 版

大學物理學問題詳解

KEY TO
COLLEGE PHYSICS

By
F. W. Sears and M. W. Zemansky

上　　冊

王仁甫編著

學 術 出 版 社 印 行

KEY TO
COLLEGE PHYSICS

Third Edition

By

F. M. Sears and M. W. Zemansky

*

大學物理學問題詳解

上　　冊

王仁甫編著

*

印　　行

香 港 學 術 出 版 社

香港興順街一四五號

港九及南洋各大書局均售

*

定 價 港 幣 七 元

序　　言

編著本書之目的：

Sears 及 Zemansky之大學物理學一書，現為各大專學校普遍採用之教本，唯原著中甚多原理及觀念，非一般讀者易於澈底了解，故編本書，俾使大專理工科同學將原著中之原理有一清晰之概念，以奠定一良好之物理學基礎。（本書取材自原著1960年第三版）

本書內容簡介：

1.　提要——

自原著中取其精要處分章以明晰之文字譯出，以便使讀者能獲得原著之重要概念，而加以融會貫通。

2.　問題解答——

對原著中各問題均詳解之，並輔之以文字敘述與圖解，意在使讀者領悟解題之要訣，認清解題之步驟，及如何靈活運用諸公式，以貫通原理；遇有原題題意不易了解者，均於解前先加以詳細之分析，

3.　原著在原子物理學及核子物理學兩章中並未列入習題，然當今核子時代，讀者對此兩章之基本概念，尤應詳加了解，故本編者特自各近代物理叢書中，精選若干有關該兩章之問題，詳加解明，附於本書下冊中，以補原書之不足並惠讀者。

於本最新版中，全書共分上下兩冊出版。茲因編印倉促容或有遺漏之處，尚希不吝賜教，俾於再版時更正之。

編　者　謹　識

目　　錄

上　　册

（力　　學）

（熱　　學）

（聲　　學）

第一章　向量之合成與分解

1　力　力學爲物理學及工程學之一部，乃研究力、物質、與運動間之相互關係。力之意義，用於力學者，係指一推一拉之謂。例如吾人對一物体，可用肌肉施力；压縮空氣對其容器器壁施力；火車頭對其所施列車施力，在此諸例中，施力之物体均需接觸被施力之物体，凡屬此類之力，稱爲接觸力。另有力之作用爲超越空間，但並不接觸者，稱爲超距作用力如地球對於一物体所發生之引力卽是，至電力與磁力亦爲超距作用力。

作用於某物体之力，如因其它物体所作用者，稱爲外力，如由物体自身一部份所作用者，稱爲内力。

2　單位與標準　本書所用單位制度，大分三種，第一爲英國重力制；第二爲米－仟克－秒制；第三爲厘米－克－秒制。第二種又稱 mks 制，第三種又稱 cgs 制。

3　磅　力之單位，現卽將採用者，爲英國重力單位，磅。其它單位於第五章討論之。因地球對一物体之引力係隨地面上不同之位置而變，故規定此一單位力等於標準磅置於海平面上緯度45°處之重量。此標準磅係由鉑銥合金之圓柱体構成。

測量力之儀器爲彈簧秤，彈簧秤内有一彈簧，一端固定之，另一端置一指針，可移動於一指示尺上。當有某力作用於彈簧秤時，彈簧之長度卽增加，故不同之力，卽可由相當之長度量出，惟用此彈簧秤，不得超過其彈性程度。

4　力之图示法　向量　設置一箱於地上，以繩拉之，或以桿推之，如圖 1-1所示，設此推或拉之力爲10磅，顯而易見，若於图上僅寫“10磅”則不能完全表明此力，因其未能示力之作用方向，吾人可寫“10磅，向右水平面上 30°”或“10磅，向右水平面下 45°”，但如採用一向量爲符號以代表力，當能更明顯表出，向量之長度，可取某一尺寸，代表力之大小，箭頭方向表示力之方向，如圖 1-2卽爲圖 1-1 之力之图示方法。(在圖 1-2 中，取 $1/_{20}$ 吋＝1磅)

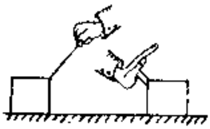


圖1-1　繩拉箱及桿推箱

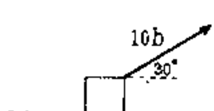


圖 1-2

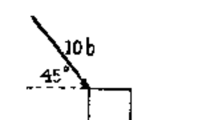


圖 1-1 之力圖

凡大小與方向兼有之量，稱爲向量，如力與速度。僅有大小者，如温度，則稱爲無向量。

5 分向量 在圖1-2 拉力圖中，此拉力作用於該箱時，即見發生兩种效應：一爲使物体向前移動，一爲使物体有離開地板之傾向，此一狀況，似若該箱同時受有一水平力及一垂直力之作用；設若吾人用一適當之水平力及一垂直力之作用，同時用於該物体，以代替此一拉力，則見與拉力有相同之效果。此水平力及垂直力，即稱爲該拉力在水平方向及垂直方向之分力。所應注意者，分力並非屬原力方向上之有效力。

設有一力F與X-軸夾成 θ 角（圖1-3），則其沿X軸之分力 F_x 爲

$$\because \cos\theta = F_x/F, \quad \therefore F_x = F\cos\theta \qquad (1\text{-}1)$$

如F與X-軸相交成直角，則沿X-軸之分力當爲零（$\because \cos 90^\circ = 0$）。如此力沿X-軸，則其分力即等於原力。（$\because \cos 0^\circ = 1$）

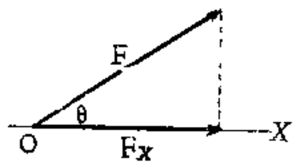


圖1-3 $F_x = F\cos\theta$ 爲F之X分力

一斜力之垂直分力可由圖1-4求之，OY係稱Y-軸，係自O點作與OX之垂直線，由向量F之箭頭向Y軸作一垂線，得

$$F_y = F\cos\phi \qquad (1\text{-}2)$$

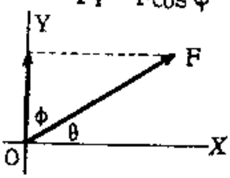


圖1-4 $F_y = F\cos\phi = F\sin\theta$ 爲F之Y-分力

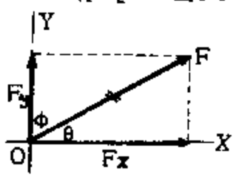


圖1-5 F可以其直角分力 F_x 與 F_y 代表之

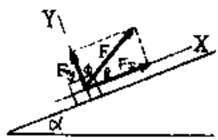


圖1-6 F_x 及 F_y 爲F之分力，平行及垂直於斜面者。

(1-2)式中，ϕ 爲F與Y-軸間之夾角；

又從圖1-4，知

$$F_y = F\sin\theta$$

設 $F = 10$ 磅，$\theta = 30^\circ$，則 $\phi = 60^\circ$，$\cos\phi = \sin\theta = 0.50$

$$\therefore F_y = 5 \text{ 磅}$$

因OX與OY互相垂直，F_x 與 F_y 乃稱爲F之直角分力。任何一力均可以其兩直角分力代替之。如圖1-5所示，力F可用其直角分力代替之，則力向量上劃兩短線，表示可消去。

有時常需求一力之分力非水平與垂直者，如圖1-6所示，以一力F沿一斜面向上拖曳一物体，此時所求之分力，爲平行垂直於斜面者，在此場合，取X-軸與Y-軸，令平行與垂直於此斜面，再依前述方法求之。

6 力之合成 當有多力同時作用於一点時，其所發生之效應常可用

一單力能発生有相同之效應，此一單力，稱爲合力。如已知上述諸力時，即可據此求合力。此种方法，称爲力之合成。力之合成法顯見爲分解一力成數分力之逆向問題。現以常見數种情形討論之。

(1) 兩力交成直角　如图1-7，取適當長度，令PS 或OQ之長表示 5磅，OP 之長表示10磅，故合力之大小可由直角三角形OPS 中求之，即

$$OS=\sqrt{\overline{OP}^2+\overline{PS}^2}$$
$$=\sqrt{(10磅)^2+(5磅)^2}$$
$$=11.2磅$$

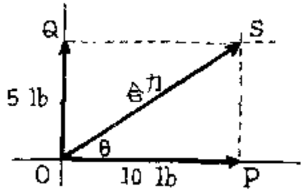


图 1-7

角θ可由其正弦，餘弦，或正切中求之，即

$$\sin\theta=PS/OS=5/11.2=0.447$$
$$\cos\theta=OP/OS=10/11.2=0.893$$
$$\tan\theta=PS/OP=5/10=0.500$$

用上述任一函值，可由三角函數表中求得，$\theta=26.5°$

必須注意者，此合力並非五磅力與10磅力之代數和，但所生之效應與水平力及垂直力之合效應相同。

(2) 二力不交成直角者　(a)平行四邊形法：如图1-8，求$\overline{OP}$與$\overline{OQ}$之合力。

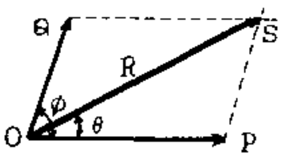


圖1-8　平行四邊形法求兩向量之合向量

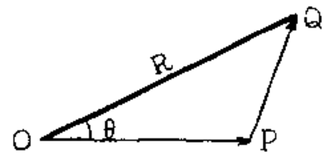


图1-9　三角形法求兩向量之合向量

自P作一線，平行於OQ，自Q作一線，平行於OP，則兩線相交於S，則向量OS即爲所求之合力R。

R值可由餘弦定律求之，即

$$R=\sqrt{\overline{OP}^2+\overline{OQ}^2+2OP\cdot OQ\cdot\cos\phi}$$

求得R後即可用正弦定律求θ之值。(b)三角形法：如图1-9，任取一力向量，作三角形之一邊，再將第二向量之尾接置於第一向量之端，作成三角形之第二邊，然後完成三角形，則此三角形之第三邊$\overline{OQ}$即爲所求之合力R。

(3) 特殊情形　當兩力平行或同在一直線上時，可用普通之代數和(

或差）求其合力。

(4) 多於兩力者，如图1-10，設有A,B,C,D四力時，同時作用於O点 則可用多邊形求之。可分兩法敍述之：

(a)用三角形法，先求A與B之合力E，再求E與C之合力F，最後求

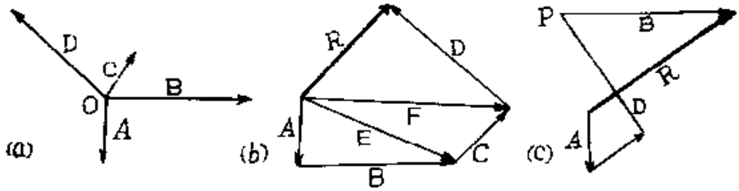


图1-10 多邊形法求數向量之合向量

F與D之合力R，此合力R即爲四力之合力。

(b)任取一力向量作多邊形之一邊，次將他向量逐一尾結前一向量之端，最後自第一向量之尾，至最後向量之端，連一直線R以完成多邊形，此向量R即爲四力之合力。

7 直角分解法之力之合成 用多邊形求合力爲一完善之图解法，但不便於計算。故計算數力之合力，以用直角分解法爲便。此法可分四步求之，設有四力F_1, F_2, F_3, F_4；求其合力，可用下法：

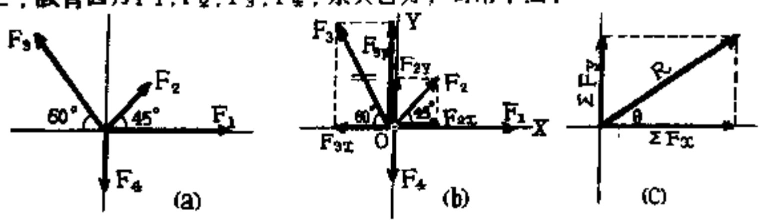


图 1-11

(a)如图1-11(a)所示，先將各力繪於一直角坐標系上。

(b)次將各力分解爲直角分力，如图1-11(b)所示。

(c)再求所有X-分力與Y-分力之代數和，

$$\Sigma F_x = F_1 + F_2 \cos 45° - F_3 \cos 60°$$

$$\Sigma F_y = F_2 \sin 45° + F_3 \sin 60° - F_4$$

此處Σ符號，表集所有關項之和之意。

(d)最後將此二代數和合成之，如图1-11(c)中之R即爲合力，其大小爲

$$R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

其方向爲

$$\theta = \tan^{-1}(\Sigma F_y / \Sigma F_x)$$

8　**向量差**　二向量之合成向量，稱爲向量之和，求合成向量之法，稱向量加法。在許多場合下，諸如加速度或相對速度之計算，必須由一向量減去他一向量，此即求向量差。求法程序爲如图1-12(a)所示，設A與B爲兩向量，向量差$A-B$，可寫爲$A+(-B)$，即向量A與$(-B)$之向量和。必須注意者，一向量之負量，長度雖與原向量相等，但方向恰爲相反。

欲使A與$(-B)$之和，如图1-12(b)所示，可用平行四邊形法，也可用三角形法，如图1-12(C)所示

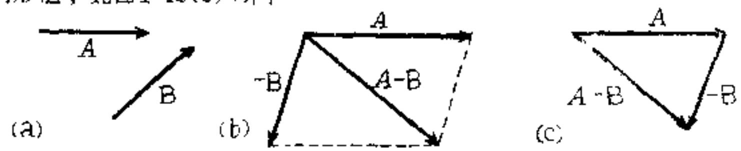


图 1-12

向量差亦可由直角分解法求得之，即將每一向量分成X-與Y-分量，則二X-分量之差，即所求向量差之X-分量，二Y-分量之差，亦即向量差之Y-分量。

第一章　問　題　解　答

1-1　(a)用圖解法求一40磅力之水平分力及垂直分力，此力在水平面上50°向右。令1磅＝$\frac{1}{16}$吋。

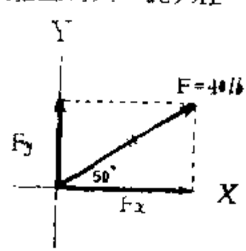
(b)　計算各分力核對上述結果。

〔解〕(a)　用　1磅＝$\frac{1}{16}$吋之比例尺，

由右圖　得

水平分力　F_x＝1.61吋＝25.7磅

垂直分力　F_y＝1.91吋＝30.6磅



(b)　由計算得之

$F_x = F\cos\theta = 40\cos 50° = 40\times 0.643 = 25.7$ 磅

$F_y = F\sin\theta = 40\sin 50° = 40\times 0.766 = 30.6$ 磅

1-2　如图1-2所示，有一40磅之力，與水平面成30°者，拖曳一箱，使之沿地板滑動。用1吋＝10磅之比例尺，用圖解法求此力之水平分力與垂直分力。並計算此二分力，以核對之。

〔解〕將图1-1繪成力图，即如右图

所示，設OG之長爲4吋以代表40磅之力，由圖解法量度OP之長爲3.46吋，OQ之長爲2吋，故相當之水平分力 $F_x = 3.46\times10 = 34.6$ 磅，垂直分力 $F_y = 2\times10 = 20$ 磅 (答)

以計算法求之：

$$F_x = 40\cos 30^\circ = 34.6\text{ 磅}$$
$$F_y = 40\sin 30^\circ = 20\text{ 磅}$$

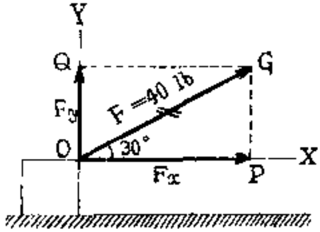


图 1-2

故知由圖解法所得結果與計算法同。

1-3　如圖 1-6所示，一物体被一力F拉上斜度爲20°之斜面，此力與斜面成30°之角。(a) 問需多大之力F可使平行於斜面之分力 F_x 等於16磅？(b)此時分力 F_y 爲若干？以圖解之，令1吋=8磅。

解　(a)取OX軸平行於斜面，OY軸垂直於斜面，在OX上取 F_x 之長=2吋，以代表16磅之力。

引OX之垂線，量得OG=2.32吋。

故所需之力爲

$$F = 2.32\times8 = 1.85\text{ 磅}\qquad\text{(答)}$$

(b)由G引OQ之垂線，得 $F_y = 1.15$ 吋

故　$F_y = 1.15\times8 = 9.2$ 磅　(答)

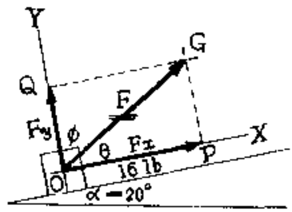


图 1-6

1-4　有三力作用於一物体，此物体位置於標軸之原點，如圖1-14所示，(a) 求此三力各力之X-與Y-分力。(b)用三角分解法求此三力之合力。(c)求第4力之大小與方向，如令第4力加上後，則此四力之合力必須爲零，並用圖示出此第四力。

解

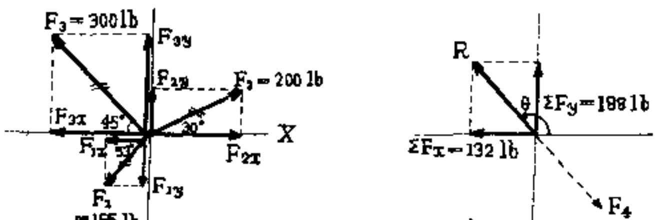


圖 1-14

(a)　用1吋=100磅之比例尺，令 $F_1 = 1.55$ 吋，$F_2 = 2$ 吋，$F_3 = 3$ 吋

則　$F_{1x} = 0.93$ 吋 $= 0.93\times100 = 93$ 磅

$F_{1y}=1.24$ 吋 $=1.24\times 100=124$ 磅

$F_{2x}=1.73$ 吋 $=1.73\times 100=173$ 磅

$F_{2y}=1$ 吋 $=100$ 磅

$F_{3x}=2.12$ 吋 $=2.12\times 100=212$ 磅

$F_{3y}=2.12$ 吋 $=2.12\times 100=212$ 磅

(b) 合力計算：

$\Sigma F_x=200\cos 30^\circ-300\cos 45^\circ-155\cos 53^\circ=-132$ 磅（向左）

$\Sigma F_y=200\sin 30^\circ+300\sin 45^\circ+155\sin 53^\circ=188$ 磅（向上）

故　$R=\sqrt{(\Sigma F_x)^2+(\Sigma F_y)^2}=\sqrt{(-132)^2+188^2}=230$ 磅

$\tan\theta=\Sigma F_y/\Sigma F_x=-188/132=-1.42$

$\therefore\quad \theta=125^\circ$　(答)

(c) ∴如圖(b)所示，第4力 F_4 與 R 相等相反，故加 F_4 後，此四力之合力爲零。

1-5　以圖解法求在圖1-14中三力之合力之大小與方向。用多邊形法。

(解)

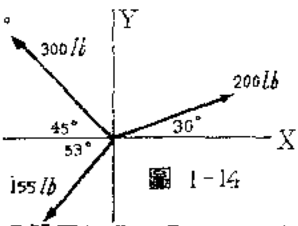
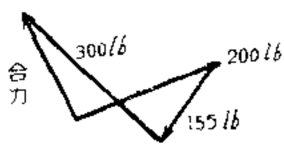


圖 1-14



將第二向量之尾點置於第一向量之端點，保持方向不變，再將第三向量之尾點置於第二向量之端點，連接第一向量之尾點與第三向量之端點即得三力之合力，此即多邊形法。

以　1 cm $=100\ lb$，作右上圖，可量得

合力之大小爲 2.3 cm $=230\ lb$，其方向與 Ox 軸成 125°。

1-6　有兩成人與一小孩，欲推一箱，使其向如圖1-15中標明"X"方向進行，兩成人之推力爲 F_1 及 F_2，其大小與方向，如圖所註者，問該孩童所應施之最小力，其大小與方向如何？

(解)　即小孩所施之力令在Y軸方向分力之代數和爲零即可，此時僅餘在X軸方向分力，故箱可向X進行。

$F_y=F_1\sin 60^\circ-F_2\sin 30^\circ$

$=100\sin 60^\circ-80\sin 30^\circ$

$=87-40=47$ lb（向上）

即小孩之力 $=-47$ lb（在負軸方向）(答)

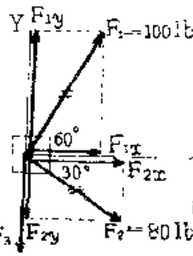
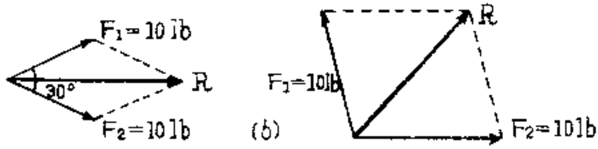


圖 1-15

1-7 今有兩10磅之力作用於一點，以圖解法求其合力，(a)設兩力之夾角爲30°，及(b)兩力之夾角爲130°，可用任何便利尺寸。

〔解〕



(a) 以1吋=10磅，則由圖(a)量得，R=1.93吋，

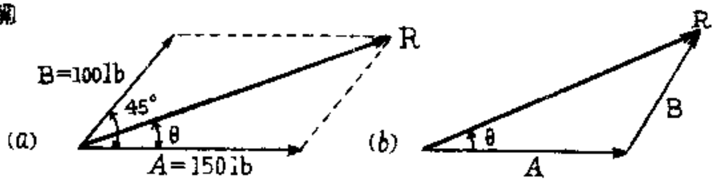
故 R=1.93×10=19.3磅 (答)

(b) 以1吋=10磅，則由圖(b)量得，R=0.85吋，

故 R=0.85×10=8.5磅 (答)

1-8 一樺上繫有一塊一繩，由A、B兩人各執其一端，以水平力拉之，繩之交角爲45°，如A施力150磅，B施力100磅，求此合力之大小，並與A之拉力方向交成若何之角度？ (a)用平行四邊形圖解法，(b)用三角形圖解法，(c)用直角分解法。(a)，(b)時，設1吋=50磅。

〔解〕



(a) 在圖(b)中，取1吋=50磅，則A=3吋，B=2吋，量得R=4.65吋，故合力R之大小=4.65×50=232磅，θ=17.6° (答)

(b) 在圖(b)三角形圖解法中，仍以1吋=50磅，量得R仍爲4.65吋，

故 R=4.65×50=232磅， θ=17.6° (答)

(c) 在直角分解法中，

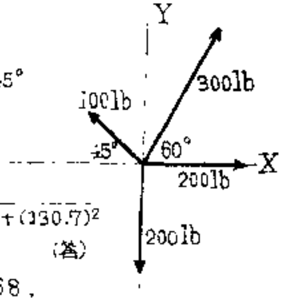
水平分力 $\Sigma F_x = 150 + 100\cos 45° = 150 + 70.7 = 220.7$ 磅

垂直分力 $\Sigma F_y = 100\sin 45° = 70.7$ 磅

故合力 $R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} = \sqrt{(220.7)^2 + (70.7)^2} = 232$ 磅

$\tan\theta = \Sigma F_y / \Sigma F_x = 70.7/220.7 = 0.32$，$\therefore \theta = 17.6°$ (答)

1-9 設有四力，200磅沿X-軸向右；300磅，在X-軸上60°向右；100磅在X-軸上45°向左；200磅垂直向下，用直角分解法，求下列各力之合力，並求其與水平線之交角。



〔解〕四力之力圖如右圖所示，

水平合力 $\Sigma F_x = 200 + 300\cos 60° - 100\cos 45°$

$= 200 + 150 - 70.7 = 279.3$ 磅

垂直合力 $\Sigma F_y = 300\sin 60° + 100\sin 45° - 200 = 260 + 70.7 - 200 = 130.7$ 磅

故合力 $R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} = \sqrt{(279.3)^2 + (130.7)^2}$

$= 310$ 磅　(答)

$\tan\theta = \Sigma F_y / \Sigma F_x = 130.7/279.3 = 0.468$，

$\therefore\ \theta = 25°$　(答)

1-10 (a)用圖解法求圖1-16中 $A+B$ 之向量和及 $A-B$ 之向量差。(b)用直角分解法求向量和之大小與方向，向量差之大小與方向。

〔解〕(a)用1吋＝10磅之比例尺，則 $A = 7/10 = 0.7$ 吋，$B = 20/10 = 2$ 吋

由圖(a)用平行四邊形法量得 $(A+B)$ 之長＝1.5吋，故

$A+B$ 之向量和 $= 1.5 \times 10 = 15$ 磅　$\theta = 53°$　(答)

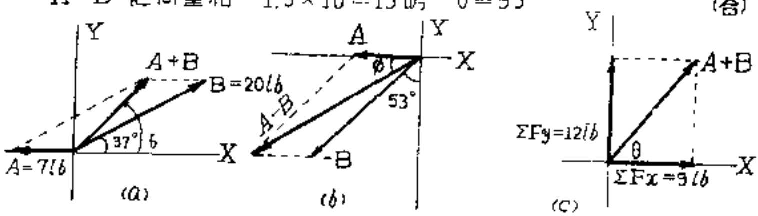
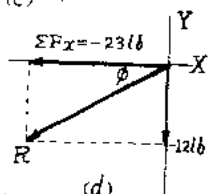


圖1-16



同理，$A-B$ 即 $A+(-B)$，如圖(b)可量得為2.6吋，故 $A-B$ 之向量差 $= 2.6 \times 10 = 26$ 磅　(答)

(b) X-分向量之代數和 $\Sigma F_x = 20\cos 37° - 7$

$= 16 - 7 = 9$ 磅（向右）

Y-分向量之代數和 $\Sigma F_y = 20\sin 37° = 12$ 磅（向上）

則 $A+B$ 之和向量，如圖(c)所示。

R值 $= \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{9^2 + 12^2} = 15$ 磅

$\tan\theta = \Sigma F_y / \Sigma F_x = 12/9 = 1.33$　$\therefore\ \theta = 53°$　(答)

至 $A-B$，由圖(b)，$\Sigma F_x = -7 - 20\cos 37° = -7 - 16 = -23$ 磅（向左）

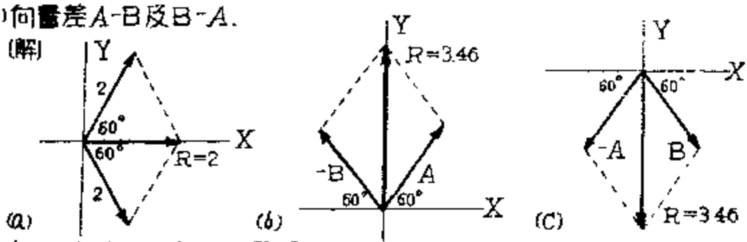
$\Sigma F_y = -20\sin 37° = -12$ 磅（向右），$A-B$ 之合向量，如圖(d)所示。

R值 $= \sqrt{(-23)^2 + (-12)^2} = 26$ 磅

$\tan\phi = \Sigma F_y / \Sigma F_x = -12/-23 = 0.52$　$\therefore\ \phi = 27.5°$　(答)

1-11　有向量 A，長 2 吋，在 X 軸上 60°，在第一象限，向量 B，長 2 吋，在 X 軸下 60°，在第四象限，用图解法求(a)向量和 A+B，(b)向量差 A-B 及 B-A.

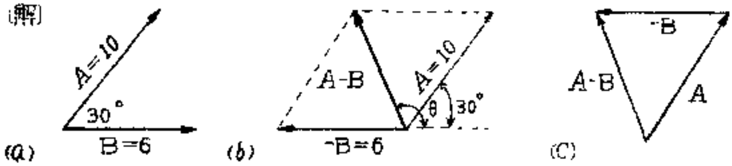
〔解〕



各解如图(a)，(b)，(c)所示。

1-12　有長 10 單位之向量 A，長 6 單位之向量 B，兩者相交成 30°，用(a)平行四辺形法，(b)三角形法，(c)直角分解法，求向量差 A-B，及其與向量 A 之交角。

〔解〕



(a)　由图(b)量之，知向量 (A-B)之大小 = 5.66 單位　　(答)

(b)　由图(c)量之，知向量 (A-B)之大小亦爲 5.66 單位　　(答)

(c)　由图(b)，$\Sigma F_x = -6 + 10\cos 30° = -6 + 8.66 = 2.66$

$$\Sigma F_y = 10\sin 30° = 5$$

故合力 $R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} = \sqrt{(2.66)^2 + 5^2} = 5.66$

$$\tan\theta = 5/2.66 = 1.88\,,\qquad \therefore\ \theta = 62°$$

即 R 與 A 所成之角度 = 62° − 30° = 32°　　(答)

1-13　有二力 F_1 及 F_2 作用於一点 O，F_1 爲 8 磅，其方向在 X 軸上 60°，並在第一象限，F_2 爲 5 磅，其方向在 X 軸下 53°，並在第四象限，(a)合力之水平與垂直分力如何？(b)合力之大小如何？(c)向量差 $F_1 - F_2$ 之大小如何？

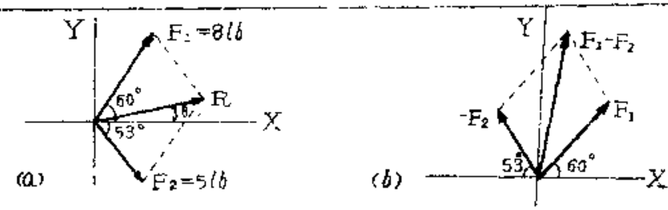
〔解〕(a)　合力之水平分力爲

$\Sigma F_x = 8\cos 60° + 5\cos 53° = 4 + 3 = 7$ 磅（向右）

合力之垂直分力爲

$\Sigma F_y = 8\sin 60° - 5\sin 53° = 6.9 - 4 = 2.9$ 磅（向上）

(b)　合力 $R = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y} = \sqrt{7^2 + 2.9^2} = 7.6$ 磅

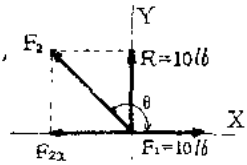


(c)　如圖(b) $\Sigma F_x = 8\cos 60° - 5\cos 53° = 4-3 = 1\ lb$（向左）

$\Sigma F_y = 8\sin 60° + 5\sin 53° = 6.9 + 4 = 10.9\ lb$（向上）

故向量差 $F_1 - F_2 = \sqrt{\Sigma X^2 + \Sigma Y^2} = \sqrt{1^2 + 10.9^2} = 11\ lb$　　(答)

1-14 有二力 F_1 及 F_2 作用於一物体，其合力 R 之大小等於 F_1，其方向與 F_1 成 90° 角。今如 $F_1 = R = 10$ 磅，試求第二力 F_2 相对於 F_1 之方向與其大小。



〔解〕 F_1, F_2, R 繪如右图，因合力在 Y 軸上，則合力在 X 軸方向之分力必爲零。

即 $\Sigma F_x = F_1 + F_{2x} = 0$

$\therefore\ F_{2x} = -F_1 = -10$ 磅

另 $\Sigma F_y = F_{2y} + 0 = R$，$\therefore F_{2y} = R = 10$ 磅

故 $F_2 = \sqrt{(F_{2x})^2 + (F_{2y})^2} = \sqrt{(-10)^2 + 10^2} = 14.2$ 磅　　(答)

$\tan\theta = F_{2y}/F_{2x} = 10/-10 = -1$，$\therefore\ \theta = 135°$　　(答)

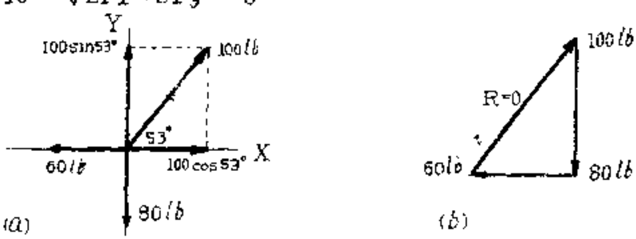
1-15　用直角分解法，求下列一組力之合力，80磅，垂直向下；100磅，向右水平面上 53°；60磅，向左水平。並以多邊形法效驗之。

〔解〕 諸力力图如图(a)所示，

由直角分解法　$\Sigma F_x = 100\cos 53° - 60 = 60 - 60 = 0$

$\Sigma F_y = 100\sin 53° - 80 = 80 - 80 = 0$

故　$R = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = 0$



以諸力作多邊形如图(b)所示，則得一封閉之三角形，故知合力 R＝0，因知與計算結果相同。

第二章　　平　衡

1 緒言　力學之建立是以三自然定律爲基礎，此三自然定律，首先是由牛頓所識别的。

在本章中，僅應用第一及第三兩條定律，至牛頓第二定律則於第五章中討論之

2 牛頓第一定律　牛頓第一定律言：一物体處靜止，或在等速度直線運動狀況時，作用於此物体之合力爲零。

如作用於一物体上之合力爲零時，則稱此物体處於平衡狀態，故靜止或作等速直線運動之物体，均處平衡狀態。

物体如處平衡狀態時，必須滿足兩條件

$$\Sigma F_x = 0 \ , \quad \Sigma F_y = 0 \tag{2-1}$$

現舉一例，以應用上式：討論一垂線下吊一 50 磅重物体之狀況。

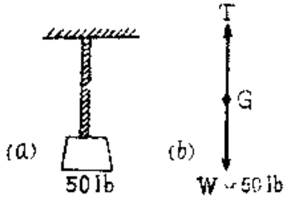


图 2－1

图(a)之力图，可繪如图(b)，G点表示(a)图中之物体，此時G点受有兩力，一爲繩作用於物体之力T，一爲地心引力W，即

$$\Sigma F_y = T - W$$

但此物体處平衡狀況，故 $\Sigma F_y = 0$

即　$T - W = 0$，　$\therefore T = W = 50$ 磅

即T力可用 $\Sigma F_y = 0$ 之關係求得。

3 牛頓第三定律　牛頓第三定律言：當一物体加於另一物体時，此第二物体同時常以所加力之大小，但方向相反之力施返第一物体，所加力稱"作用力"，反回力稱"反作用力"，故第三定律亦可述爲"作用力與反作用力，大小相等，方向相反"。

此定律可由图2-1說明之，繩以向上T力作用於物体，則物体即以向下T力作用於繩。

張力之意義爲任一物体之兩端受有拉力時，即稱此物体受張力。

4 簡單結構　現以兩例說明平衡力之應用：

例(1)如图 2-2(a)所示，一天花板下，兩繩懸一100 磅物体，二繩與水平一成 60°，一成 30°，求兩繩之張力。

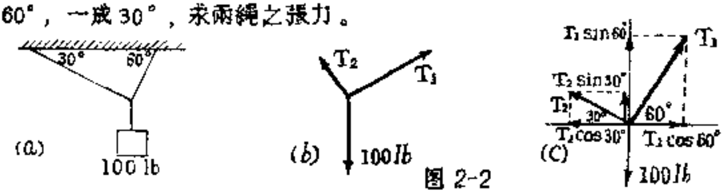


图 2-2