

大學物理問題詳解

(1985年修訂版)

上册

F·W·西爾斯 M·W·澤曼斯基 等原著



曉園出版社
世界圖書出版公司

1179

内 容 简 介

本书是 F.W.西尔斯 M.W.泽曼斯基等著
“University physics”(第 5 版)
一书的习题详解 上册

大学物理问题详解 上 册

F.W.西尔斯 M.W.泽曼斯基等著
黄曦平 译著

晓 园 出 版 社 出 版
世界图书出版公司北京分公司重印
(北京朝阳门内大街 137 号)

北 京 中 西 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1992 年 5 月 重印 开本 850×1168 1/32
1992 年 5 月第一次印刷 印张 12,625

印数: 0,001—2,400

ISBN: 7-5062-1166 · 1/O · 24

定价: 9.90 元

世界图书出版公司通过中华版权代理公司

购得重印权 限国内发行

期 限

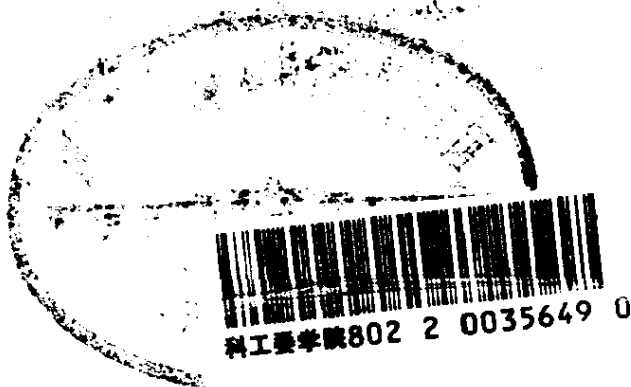
下列日期前將

前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉着習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，曉園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思惟的角度而異。曉園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉着這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問歷程上有更上層樓的成就。



目 錄

第 一 章	向量的合成與分解	1
第 二 章	一個質點的平衡	11
第 三 章	平衡、力矩	30
第 四 章	直線運動	48
第 五 章	牛頓第二定律引力	74
第 六 章	平面運動	98
第 七 章	功與能	122
第 八 章	衝量與動量	145
第 九 章	轉 動	168
第 十 章	彈性學	201
第 十 一 章	簡諧運動	213
第 十 二 章	流體靜力學	234
第 十 三 章	流體動力學與黏性	252
第 十 四 章	相對論力學	268
第 十 五 章	溫度—膨脹	277
第 十 六 章	熱與熱之量度	291
第 十 七 章	熱之傳播	305
第 十 八 章	固體、液體及氣體之熱效應	319
第 十 九 章	熱力學定律	333
第 二 十 章	物質分子的性質	355
第 二 十 一 章	進行波	363
第 二 十 二 章	振動體	377
第 二 十 三 章	聽感的現象	396

第一章 向量的合成與分解

摘 要

1. 長度與時間是力學中兩個不能下定義的量，本書選用質量做為第三個不能下定義的量。
2. 長度的標準：一個充氬氣的放電管中，個別氬—86 原子所發射出的橘紅光波長，1 公尺 = 1,650,763.73 波長。
3. 質量的標準：一個保存於國際度量衡局裏的鉑—鈱合金圓柱體的質量，訂作一公斤。
4. 時間的單位：鉍—133 基本狀態的兩個超精細能階間過渡輻射的週期時間。
1 秒 = 9,192,631,770 鉍週期。
5. 向量具有方向與大小。
6. 力為一向量，除了具方向與大小外，還要考慮作用線與作用點。
7. 作用於一個剛體的力，可以當作是沿作用線，作用於線上任意一點。
8. 任何力都可以用它的兩個直角分力代替。

中 英 對 照

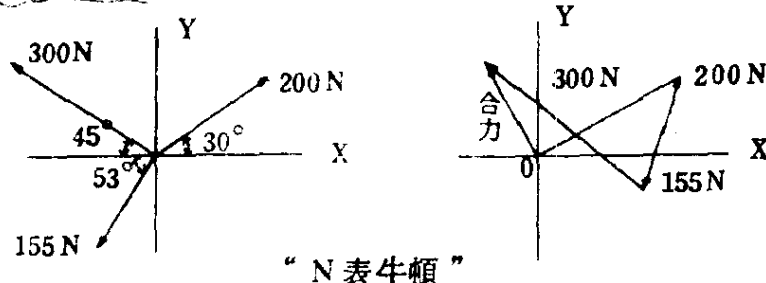
1. 力學中不能下定義的：Indefinables of mechanics
2. 單位：unit
3. 力：Force
4. 有效數字：Significant figures
5. 向量：Vector
6. 向量和：Vector sum
7. 向量加法：Vector addition
8. 向量差：Vector difference
9. 向量的大小：Magnitude of vector
10. 角量：angular quantities
11. 合力：Resultant
12. 定義：Definition
13. 長度，標準：Length, standard
14. 振動中心：Center of oscillation
15. 時間，標準：Time, standard
16. 質量，標準：Mass, standard

17. 純量，無向量：Scalar quantity
18. 標準：Standards
19. 彈簧秤：Spring balance
20. 干涉：Interference

習題解答

1—1 用多邊形圖解法求圖 1-16 中三力之合力的大小與方向

【解】



將 155 N 向量之尾端置於 200 N 向量之端點，保持方向不變，再將 300 N 向量之尾端置於 155 N 向量之端點，保持方向不變，連接 200 N 向量之尾端與 300 N 向量之端點即得三力之合力

設 1 cm = 100 N，作右上圖，可量得

合力之大小為 2.3 cm = 230 N

方向與 O X 軸成 125°

1—2 有兩成人與一小孩，欲推一車，使其如圖 1-17 中標明 “ X ” 方向進行，兩成人之推力為 F_1 和 F_2 ，其大小與方向，如圖所註者，問該孩童所應施之最小力的大小與方向？

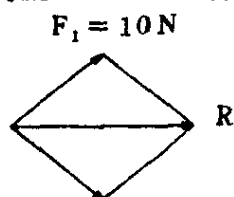
【解】即小孩所施之力 F_3 與兩成人所施之力在 Y 軸方向分力之代數和為零即可

$$\begin{aligned} F_y &= F_1 \sin 60^\circ - F_2 \sin 30^\circ + F_3 \\ &= 100 \sin 60^\circ - 80 \sin 30^\circ + F_3 \\ &= 87 - 40 + F_3 = 0 \end{aligned}$$

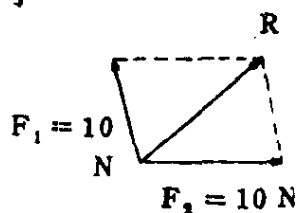
$$\therefore F_3 = -47 \text{ N (在負軸方向)}$$

1—3 今有兩 10 N 之力作用於一點，以圖解法求其合力，(a)設兩力之夾角為 80° 及(b)兩力之夾角為 130°，可用任何便利尺寸。

【解】



(a) $F_1 = 10 \text{ N}$
 $F_2 = 10 \text{ N}$



(b)

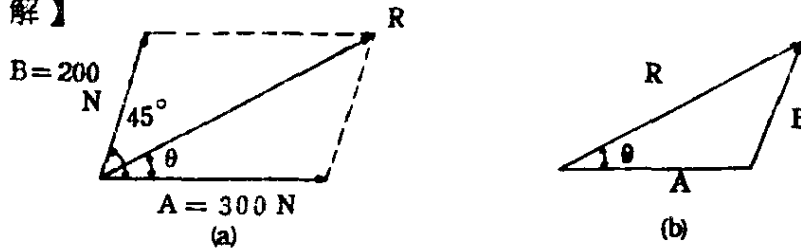
(a)以 1 吋 = 10 N，則由圖(a)量得 $R = 1.93$ 吋，故 $R = 1.93 \times 10 = 19.3 \text{ N}$ 。

(b)以 1 吋 = 10 N，則由圖(b)量得 $R = 0.85$ 吋，故 $R = 0.85 \times 10 = 8.5 \text{ N}$ 。

1—4 一柱上繫有二繩，由 A、B 兩人各執其一端，以水平力拉之，兩繩之夾角為 45°，如 A 施力為 300 N，B 施力為 200 N，求此合力之大小並與 A 之拉力方向成若干之角度？(a)用平行四邊形法，(b)用三角形法，(c)用直角分解法

◦ 解(a)(b)時設 1 吋 = 100 N

【解】



(a)在圖(a)中，取 1 吋 = 100 N，則 $A = 3$ 吋， $B = 2$ 吋，量得 $R = 4.65$ 吋。
故合力 $R = 4.65 \times 100 = 465 \text{ N}$ ， $\theta = 17.6^\circ$ 。

(b)在圖(b)中，仍以 1 吋 = 100 N，量得 $R = 4.65$ 吋，故 $R = 465 \text{ N}$ ，
 $\theta = 17.6^\circ$ 。

(c)水平分力 $\Sigma F_x = 300 + 200 \cos 45^\circ = 300 + 141 = 441 \text{ N}$

垂直分力 $\Sigma F_y = 200 \sin 45^\circ = 141 \text{ N}$

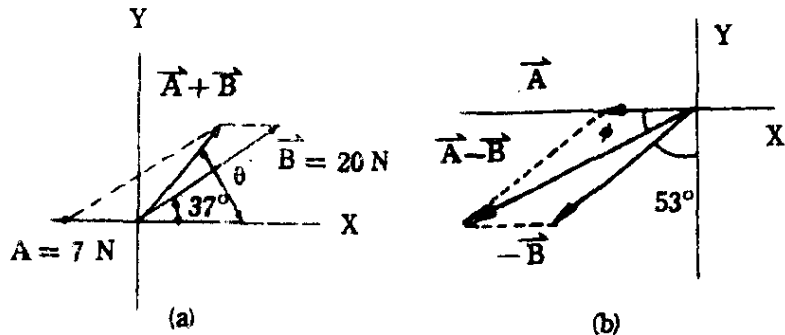
故合力 $= \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} = \sqrt{(441)^2 + (141)^2} = 463 \text{ N}$

$\tan \theta = \Sigma F_y / \Sigma F_x = 141 / 441 = 0.32$

$\therefore \theta = 17.6^\circ$

1-5 用圖解法求圖 1-18 中 $\vec{A} + \vec{B}$ 之向量和及 $\vec{A} - \vec{B}$ 之向量差

【解】用 1 吋 = 10 N 之比例尺，則 $A = 7 / 10 = 0.7$ 吋， $B = 20 / 10 = 2$ 吋

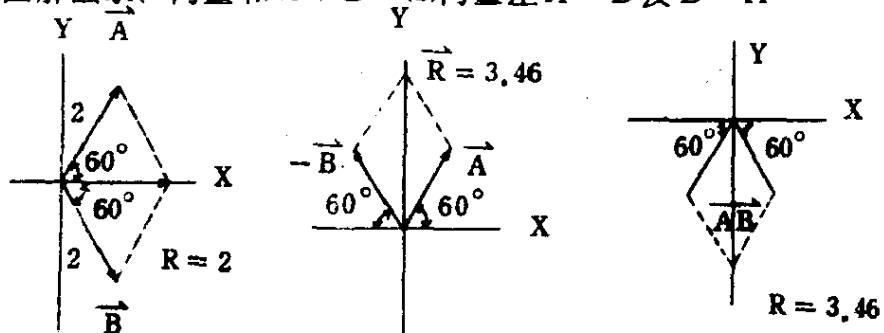


用平行四邊形法量得 $\vec{A} + \vec{B}$ 之長 = 1.5 吋，故 $\vec{A} + \vec{B} = 1.5 \times 10 = 15 \text{ N}$ ， $\theta = 53^\circ$

同理 $\vec{A} - \vec{B}$ 即 $\vec{A} + (-\vec{B})$ ，由圖(b)量得 $\vec{A} - \vec{B}$ 之長為 2.6 吋，故 $\vec{A} - \vec{B} = 2.6 \times 10 = 26 \text{ N}$ ， $\theta = 27.5^\circ$

1-6 有向量 \vec{A} 長 2 吋，在 X 軸上 60° ，在第一象限，向量 \vec{B} ，長 2 吋，在 X 軸下 60° 用圖解法求(a)向量和 $\vec{A} + \vec{B}$ ，(b)向量差 $\vec{A} - \vec{B}$ 及 $\vec{B} - \vec{A}$

【解】



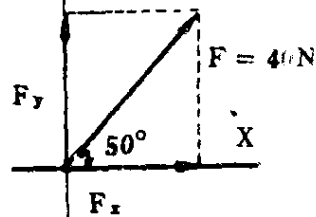
1-7 (a)用圖解法求一40 N力之水平分力及垂直分力，此力在水平面上50°向
右。令1 N = 1 / 16 英吋，(b)計算各分力並核對上述結果Y

【解】(a)用1 N = 1 / 16 吋之比例尺

由右圖得

$$\vec{F}_x = 1.61 \text{ 吋} = 25.7 \text{ N}$$

$$\vec{F}_y = 1.91 \text{ 吋} = 30.6 \text{ N}$$



(b)由計算得

$$\vec{F}_x = F \cos \theta = 40 \cos 50^\circ = 40 \times 0.643 = 25.7 \text{ N}$$

$$\vec{F}_y = F \sin \theta = 40 \sin 50^\circ = 40 \times 0.766 = 30.6 \text{ N}$$

1-8 如圖1-2所示一40 N之力，與水平面成30°者，拖曳一箱，使之沿地板滑動。用1吋 = 10N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】將圖1-2繪成方圖，並以1吋 = 10N

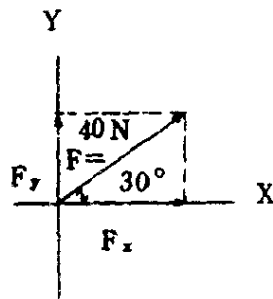
之比例尺即得右圖。由圖中量得 F_x 為3.46吋， F_y 為2吋，故得 $F_x = 3.46 \times 10 = 34.6 \text{ N}$ ， $F_y = 2 \times 10 = 20 \text{ N}$ 。

以計算法求之：

$$F_x = 40 \cos 30^\circ = 34.6 \text{ N}$$

$$F_y = 40 \sin 30^\circ = 20 \text{ N}$$

故由圖解法所得之結果與計算法同。



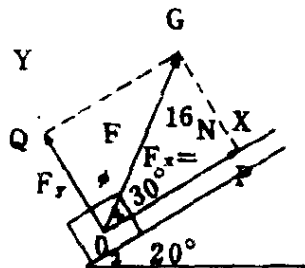
1-9 一物體被一力F拉上斜度為20°之斜面，此力與斜面成30°之角(a)問需多大之力F可使平行於斜面之分力 F_x 為16 N？(b)此時分力 F_y 為若干？以圖解之，令1吋 = 8 N

【解】(a)如右圖取 $F_x = 2$ 吋以代表16 N之力，引OX之垂線，使與和斜面成30°之直線相交於G點，過G點引與OY垂直之直線與Y軸交於Q點，量得OG = 2.32吋

$$\text{故 } F = 2.32 \times 8 = 1.85 \text{ N}$$

(b)量OQ得OQ = 1.15吋

$$\text{故 } \vec{F}_y = 1.15 \times 8 = 9.2 \text{ N}$$



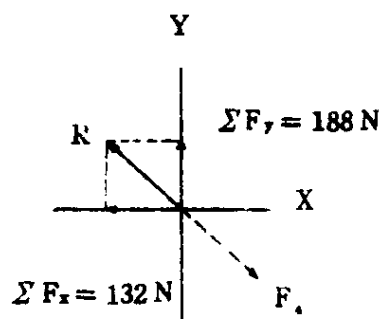
1-10 有三力作用於一物體，此物體位於坐標軸之原點，如圖1-16所示，(a)求此三力各力之X-與Y-分力。(b)用直角分解法求此三力之合力。(c)求第四力之大小與方向，如今第四力加上後，則此四力之合力必須為零，並用圖示出此第四力。

【解】(a)令 F_1 為200 N之力， F_2 為300 N之力， F_3 為155 N之力，則各力在X-Y-軸之分力為

$$F_{1x} = 200 \times \cos 30^\circ = 173 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 F_{1y} &= 200 \times \sin 30^\circ = 100 \text{ N} \\
 F_{2x} &= 300 \times \cos (180^\circ - 45^\circ) = -212 \text{ N} \\
 F_{2y} &= 300 \times \sin (180^\circ - 45^\circ) = 212 \text{ N} \\
 F_{3x} &= 155 \times \cos (180^\circ + 53^\circ) = -93 \text{ N} \\
 F_{3y} &= 155 \times \sin (180^\circ + 53^\circ) = -124 \text{ N} \\
 \text{(b) } \Sigma F_x &= 173 - 212 - 93 = -132 \text{ N} \\
 \Sigma F_y &= 100 + 212 - 124 = 188 \text{ N} \\
 \therefore \text{合力 } R &= \sqrt{(-132)^2 + 188^2} = 230 \text{ N} \\
 \tan \theta &= \Sigma F_y / \Sigma F_x = 188 / (-132) = -1.42 \\
 \therefore \theta &= 125^\circ
 \end{aligned}$$

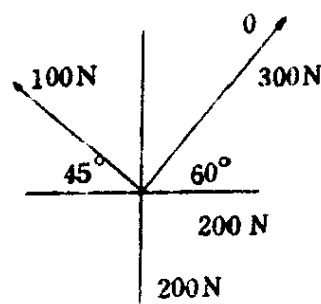
(c) 用 1 吋 = 100 N 之比例尺，則得右圖，第四力 F_4 與合力 R 大小相等方向相反，故加入第四力後，此四力之合力為零。



1—11 設有四力，200 N 沿 X 軸向右；300 N 在 X 軸上 60° 向右；100 N 在 X 軸上 45° 向左；200 N 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。

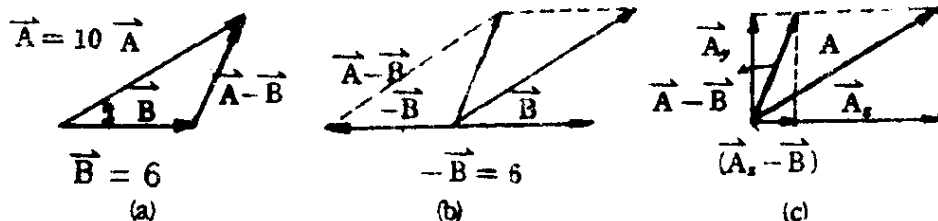
【解】

$$\begin{aligned}
 \Sigma \vec{F}_x &= 200 + 300 \cos 60^\circ - 100 \cos 45^\circ \\
 &= 200 + 150 - 70.7 \\
 &= 279.3 \text{ N} \\
 \Sigma \vec{F}_y &= 300 \sin 60^\circ + 100 \sin 45^\circ - 200 \\
 &= 130.7 \text{ N} \\
 \text{故合力 } R &= \sqrt{(279.3)^2 + (130.7)^2} \\
 &= 310 \text{ N} \\
 \tan \theta &= \Sigma F_y / \Sigma F_x = 130.7 / 279.3 \\
 &= 0.468 \\
 \therefore \theta &= 25^\circ
 \end{aligned}$$



1—12 有長 10 單位之向量 \vec{A} 和長 6 單位之向量 \vec{B} 相交成 30° ，用 (a) 平行四邊形法，(b) 三角形法，(c) 直角分解法，求向量差 $\vec{A} - \vec{B}$ 及其與向量 \vec{A} 之交角。

【解】



(a) 由圖 (b) 量之，知 $\vec{A} - \vec{B}$ 之大小 = 5.66 單位

(b) 由圖 (c) 量之，知 $\vec{A} - \vec{B}$ 之大小亦為 5.66 單位

(c)由圖(b), $\Sigma F_x = -6 + 10 \cos 30^\circ = -6 + 8.66 = 2.66$

$\Sigma F_y = 10 \sin 30^\circ = 5$

合力 $R = \sqrt{(2.66)^2 + 5^2} = 5.66$

$\tan \theta = 5 / 2.66 = 1.88, \therefore \theta = 62^\circ$

即 \vec{R} 與 \vec{A} 所成之角度 $= 62^\circ - 30^\circ = 32^\circ$

1-13 有二力 \vec{F}_1 及 \vec{F}_2 作用於一點 O , \vec{F}_1 為 8 N , 其方向在 X 軸上 60° , 並在第一象限, \vec{F}_2 為 5 N , 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 $\vec{F}_1 - \vec{F}_2$ 之大小如何?

【解】(a)水平分力

$\Sigma F_x = 8 \cos 60^\circ + 5 \cos 53^\circ = 4 + 3 = 7\text{ N}$ (向右)

垂直分力

$\Sigma F_y = 8 \sin 60^\circ - 5 \sin 53^\circ = 6.9 - 4 = 2.9\text{ N}$ (向上)

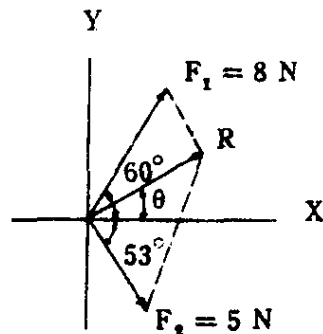
(b)合力 $R = \sqrt{7^2 + 2.9^2} = 7.6\text{ N}$

(c)向量差 $\vec{F}_1 - \vec{F}_2$ 為

$\Sigma F_x = F_{1x} - F_{2x}$
 $= 8 \cos 60^\circ - 5 \cos 53^\circ$
 $= 4 - 3 = 1\text{ N}$ (向右)

$\Sigma F_y = F_{1y} - F_{2y}$
 $= 8 \sin 60^\circ + 5 \sin 53^\circ$
 $= 6.9 + 4 = 10.9\text{ N}$ (向上)

故向量差 $|\vec{F}_1 - \vec{F}_2| = \sqrt{1^2 + 10.9^2} = 11\text{ N}$



1-14 有二力 \vec{F}_1 及 \vec{F}_2 作用於一物體, 其合力 \vec{R} 之大小等於 \vec{F}_1 , 其方向與 \vec{F}_1 成 90° 角, 今如 $F_1 = R = 10\text{ N}$, 試求第二力 \vec{F}_2 相對於 \vec{F}_1 之方向與大小?

【解】 \vec{F}_1, \vec{F}_2, R 繪如右圖, 因合力在 Y

軸上, 則合力在 X 軸方向之分力必為零。

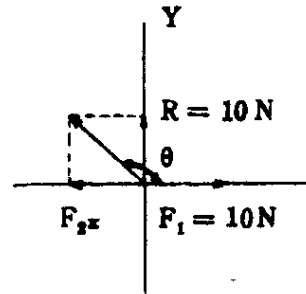
即 $\Sigma F_x = F_1 + F_{2x} = 0$

$\therefore F_{2x} = -F_1 = -10\text{ N}$

$\therefore |\vec{F}_2| = \sqrt{(-10)^2 + 10^2} = 14.2\text{ N}$

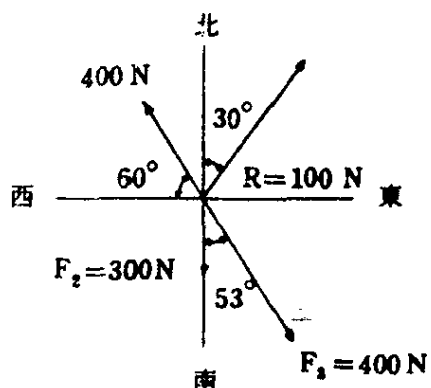
$\tan \theta = F_{2y} / F_{2x} = 10 / (-10)$
 $= -1$

$\therefore \theta = 135^\circ$



1-15 四力之合力為 1000 N , 方向為北西 30° , 四力中之三力為 400 N , 東北 60° ; 300 N , 向南; 和 400 N , 南西 53° 。求第四力之直角分量。

【解】設東西為 X 軸 (向東為正)



，南北為Y軸（向北為正），則因

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{R}$$

$$\therefore \vec{F}_4 = \vec{R} - \vec{F}_1 - \vec{F}_2 - \vec{F}_3$$

$$\therefore \vec{F}_{4x} = R_x - F_{1x} - F_{2x} - F_{3x}$$

$$= 1000 \cos 60^\circ - 400 \cos (180^\circ - 60^\circ) - 300 \cos 270^\circ - 400 \cos (270^\circ + 53^\circ)$$

$$= 500 + 200 - 320$$

$$= 380 \text{ N (向東)}$$

$$\vec{F}_y = 100 \sin 60^\circ - 400 \sin (180^\circ - 60^\circ) - 300 \sin 270^\circ - 400 \sin (270^\circ + 53^\circ)$$

$$= 866 - 346 + 300 + 240$$

$$= 1060 \text{ N (向北)}$$

1-16 向量 \vec{A} 的分量 $\vec{A}_x = 2$ 公分， $\vec{A}_y = 3$ 公分，向量 \vec{B} 的分量 $\vec{B}_x = 4$ 公分， $\vec{B}_y = -2$ 公分。求(a)向量和 $\vec{A} + \vec{B}$ 的分量；(b) $\vec{A} + \vec{B}$ 的大小與方向(c)向量差 $\vec{A} - \vec{B}$ 的分量；(d) $\vec{A} - \vec{B}$ 的大小與方向。

【解】(a)x分量 = $(\vec{A} + \vec{B})_x = A_x + B_x = 6 \text{ cm}$

y分量 = $(\vec{A} + \vec{B})_y = A_y + B_y = 1 \text{ cm}$

(b)大小 = $\sqrt{(\vec{A} + \vec{B})_x^2 + (\vec{A} + \vec{B})_y^2} = \sqrt{6^2 + 1^2} = \sqrt{37} \text{ cm}$

方向：與x軸之夾角 $\theta = \tan^{-1} \frac{(\vec{A} + \vec{B})_y}{(\vec{A} + \vec{B})_x} = \tan^{-1} \frac{1}{6} = 9.5^\circ$

(c) $(\vec{A} - \vec{B})_x = A_x - B_x = -2 \text{ cm}$

$(\vec{A} - \vec{B})_y = A_y - B_y = 5 \text{ cm}$

(d) $|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{(-2)^2 + 5^2} = \sqrt{29} \text{ cm}$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{5}{-2} = 111.8^\circ$$

1-17 一汽車向東行5哩，然後南行4哩，再西行2哩。求合位移的大小與方向。

【解】以北方，東方為y，x方向，則三段位移分別是

$$A_x = 5, A_y = 0; B_x = 0, B_y = -4; C_x = -2, C_y = 0$$

所以合位移之x分量 $R_x = 5 + 0 - 2 = 3 \text{ mi}$,

y分量 $R_y = 0 - 4 - 0 = -4 \text{ mi}$ ，合位移的大小

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

與正東所成之角度 $\theta = \tan^{-1} \frac{R_y}{R_x} = \tan^{-1} \frac{-4}{3} = -53^\circ$

即東偏南 53°

1-18 一帆船向東航2公里，然後向東南航4公里，再循一未明方向航另一段距離。它的最後位置在起點的正東方5公里。求這航行第三段的大小與方向。

【解】仿上題，則 $R = 5$ ， $R_x = 5$ ， $R_y = 0$ ； $A_x = 2$ ， $A_y = 0$ ；

$$B_x = 4 \times \frac{1}{\sqrt{2}}, B_y = -4 \times \frac{1}{\sqrt{2}}; C_x = R_x - A_x - B_x = 0.2 \text{ km}$$

$$C_y = R_y - A_y - B_y = +2.8 \text{ km}, \text{ 所以 } C \text{ 的大小 } C = \sqrt{2.8^2 + 0.2^2}$$

$$\approx 2.8 \text{ km}, \text{ 與正東方所成角度 } \theta = \tan^{-1} \frac{C_y}{C_x} = \tan^{-1} \frac{2.8}{0.2} = 86^\circ$$

，即東偏北 86°

1—19 向量 M ，大小是 5 公分，在 $+x$ 軸反時針轉 36.9° 的方向。將它加到向量 N ，所得合向量的大小是 5 公分在 $+x$ 軸反時針轉 53.1° 的方向。求 (a) N 的分量。 (b) N 的大小與方向。

【解】令 $\vec{R} = \vec{M} + \vec{N}$ ，則 $R_x = 5 \cos 53.1^\circ = 3 \text{ cm}$ ， $R_y = 5 \sin 53.1^\circ = 4 \text{ cm}$ ； $M_x = 5 \cos 36.9^\circ = 4 \text{ cm}$ ， $M_y = 5 \sin 36.9^\circ = 3 \text{ cm}$

$$(a) N_x = R_x - M_x = -1 \text{ cm}, N_y = R_y - M_y = 1 \text{ cm}$$

$$(b) N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} = \sqrt{2} \text{ cm}, \text{ 與正 } x \text{ 方向之夾角 } \theta = \tan^{-1} \frac{N_y}{N_x}$$

$$\tan^{-1} \frac{1}{-1} = 135^\circ$$

1—20 飛機對地之速度 \vec{V}_{PE} 等於它對空氣之速度 \vec{V}_{PA} ，和空氣對地之速度 \vec{V}_{AE} 的向量和，即

$$\vec{V}_{PE} = \vec{V}_{PA} + \vec{V}_{AE}$$

(a) 設速度 \vec{V}_{PA} 為 100 mihr^{-1} 向北，風速 \vec{V}_{AE} 為 40 mihr^{-1} 從東向西，以圖解法求速度 \vec{V}_{PE} 之大小與方向。令 $1 \text{ cm} = 20 \text{ mihr}^{-1}$ 。(b) 如果 \vec{V}_{PA} 之大小為 100 mihr^{-1} ， \vec{V}_{PE} 為向北， \vec{V}_{AE} 為 40 mihr^{-1} 由東向西，求 \vec{V}_{PA} 之方向， \vec{V}_{PE} 之大小為若干？

【解】(a) 如右圖 \vec{V}_{PE} 之長度為 5.8 cm

$$\text{故 } |\vec{V}_{PE}| = 5.8 \times 20 = 116$$

mi/hr 方向為西北 69°

(b) 設 \vec{V}_{PA} 與向西方向之夾角為 θ 則因 \vec{V}_{PE} 之方向為正北故其東西方向之分速度為零。

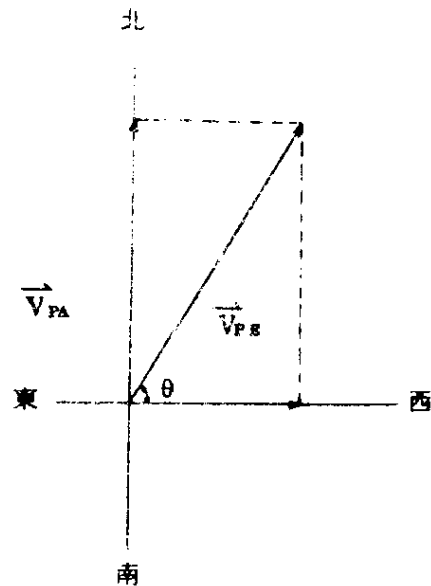
$$\therefore 0 = 100 \cos \theta + 40$$

$$\therefore \cos \theta = -40 / 100 = -0.4$$

$$\therefore \theta = 114^\circ$$

\therefore 其方向為東北 66°

$$(\ 180^\circ - 114^\circ = 66^\circ)$$



$$\begin{aligned}\text{而 } |\vec{V}_{PE}| &= \vec{V}_{PA} \sin \theta \\ &= 100 \times \sin 114^\circ \\ &= 91 \text{ mi / hr}\end{aligned}$$

第二章 一個質點的平衡

摘要

- 1 平衡狀態意義是(1)整個物體式維持駐立不動或作等速直線運動，(2)此物體或不轉動，或以一定速率轉動。
- 2 運動通常有平移跟轉動
- 3 平衡的第一條件(平移平衡)： $R = 0$ 或 $\Sigma F_x = 0$ 及 $\Sigma F_y = 0$
- 4 平衡的第二條件(轉動平衡)：
 - (a)如僅有兩作用力作用在一剛體上成平衡狀態，這兩個力必有相同的作用線。
 - (b)如果是三個力作用在一剛體上成平衡狀態，這三個力必是共點力
 - (c)除類推
- 5 牛頓第一運動定律：

“每一物體均繼續在它的靜止狀態，或在直線等速運動狀態，除非有力作用在這物體上迫使它變更原狀態。”
- 6 參考系的意思是連繫在某特定物體或許多物體上的一組坐標軸。
- 7 牛頓第二運動定律：

“一個質點的速度變率，或是它的加速度，是等於作用於此質點的淨力除以其質量，方向與淨作用力同(參考第五章)。”
- 8 牛頓第三運動定律：

“對於每一作用力，恒有一大小相等，方向相反的反作用力”或“兩物體相互作用的相互作用力恒為相等，並各指向對方”
- 9 一個物體的旋轉可以不用考慮的，就稱為一質點。
- 10 一運動之物體，其摩擦力與運動方向相反。
- 11 設物體靜止不動時，表面作用於物體的力是 P ，則 P 平行於表面上的分力稱為靜摩擦力。
- 12 設靜摩擦力為 f_s ，其最大值與 P 在法線方向的分力 N 成正比，則此比例常數 μ_s 即稱為靜摩擦係數
- 13 摩擦力有靜摩擦力與動摩擦力。
- 14 物體一滑動，摩擦力減少，大小亦與 N 成正比，此比例因子 μ_k ，即稱為動摩擦係數。
- 15 通常 μ_s 大於 μ_k 。

中英對照

- 1 力偶：Couple
- 2 共點的：Concurrent
- 3 慣性參考系：inertia reference system

- 4 參考系：Reference system
- 5 恒星：Fixed stars
- 6 靜摩擦係數：Coefficient of static friction
- 7 (摩擦力：Friction)
- 7 動摩擦係數：Coefficient of kinetic friction
- 8 浮遊機：Hover-craft
- 9 牛頓第一定律：Newton's first law
- 10 牛頓第二定律：Newton's second law
- 11 牛頓第三定律：Newton's third law
- 12 空氣軌道：Air track

習題解答

2--1 假想你用你的手掌靜止的拿著一本4 N的書，試完成下列的句子。

(a) A downward force of magnitude 4 N is exerted on the book by Earth.

(b) An upward force of magnitude 4 N is exerted on book by the hand.

(c) Is the upward force (b) the reaction to the downward force (a)?

解：Yes

(d) The reaction to force (a) is a force of magnitude 4 N exerted on book by hand. Its direction is upward.

(e) The reaction to force (b) is a force of magnitude 4 N exerted on book by Earth. Its direction is downward.

(f) That the forces (a) and (b) are equal and opposite is an example of Newton's first law

(g) That force (b) and (e) are equal and opposite is an example of Newton's third law

假如現在你作用5 N向上之力於此本書

(h) 這本書是否還保持平衡

解：沒有

(i) 由手作用於書本之力是否和地球作用於書本之力大小相等方向相反？

解：沒有

(j) 地球作用於書本之力是否和書本作用於地球之力大小相等方向相反？

解：是的

(k) 手作用於書本之力是否和書本作用於手之力大小相等方向相反

解：是的

最後，你把你的手移開，此時這本書往上移動。

(l) 有多少力作用於此本書？

解：地球對這本書之吸引力，空氣阻力

(m) 這本書是否平衡？

解：沒有

(n) 如何平衡地球作用於此本書之向下的力

解：這本書以等加速度向下移動

2--2 置於桌面上之某物體，推之滑離桌邊後。問(a)此被推之某物體當其離桌邊向地面落下之時，有何力或數力作用於其上？(b)各力之反作用力為何，即反作用力由何物所施並施於何物？可不計空氣阻力。