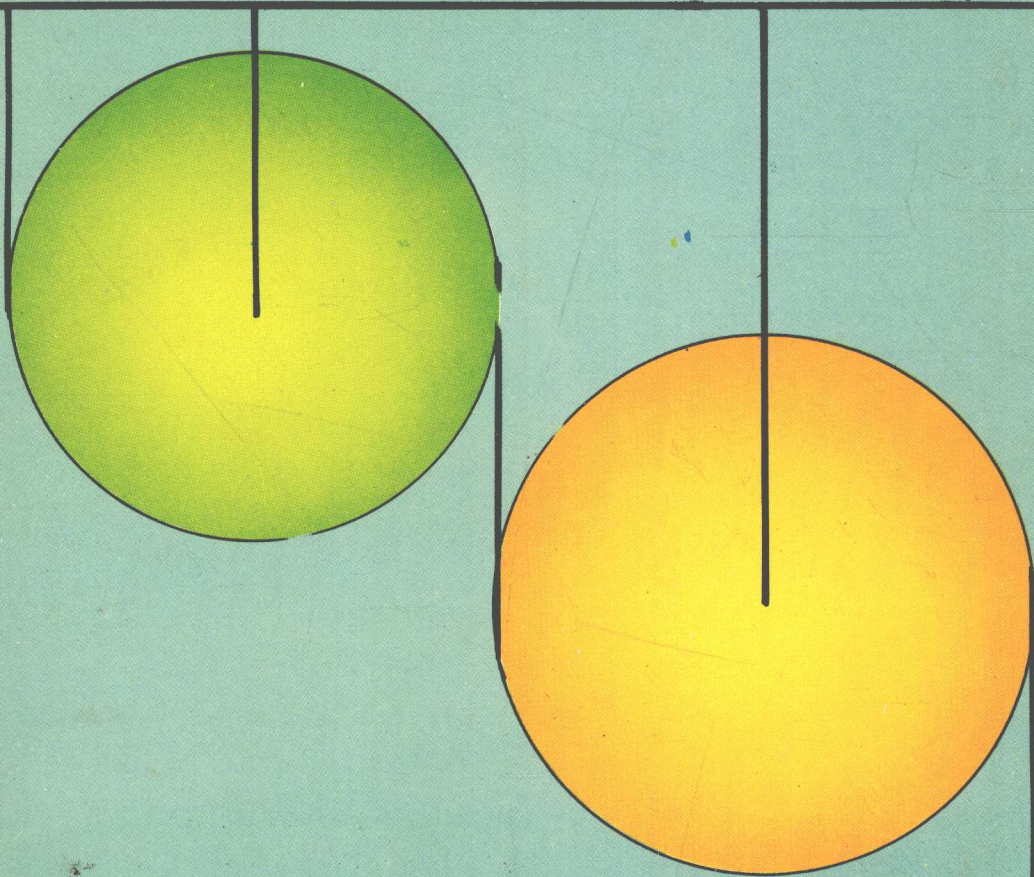


高工 最新群集教育課程標準

機 械 力 學 (上)

吳思達編著



國科出版社 印 行
標高圖書公司 總經銷

高工 最新群集教育課程標準

機械力學 (上)

吳思達編著

學院圖書館
書章

國科出版社 印 行
標高圖書公司 總經銷

機械力學 (上)

中華民國七十六年五月初版

版 所 翻 必
權 有 印 究

行政院新聞局登記證局版臺業字第二二七號

編 著 者：吳 思 達

發 行 人：葉 輔 燕

發 行 所：國科出版社

地 址：台南市莊敬路 205 巷 22 之 1 號

郵撥帳戶：0308614 - 8 國科出版社

總 經 銷：標高圖書儀器有限公司

地 址：台南市東平路 242 巷 43 弄 21 號

電 話：(06) 2387551 · 2375031

郵撥帳戶：0300703 - 2

印 刷 所：南興美術印刷社

定 價：基價

編輯大意

- 一、本書係遵照中華民國七十五年二月教育部公佈之工業職業學校機械群機械力學課程標準編輯而成。
- 二、本書計分上、下兩冊，供機械群甲類各科第三學年上下學期，每週授課三小時之用。
- 三、本書動力學部份，係物理學中力學部份之闡揚，教師可視學生程度選擇教授內容，供機械群乙類各科第三學年上下學期，每週授課二小時之用。
- 四、本書所用名詞，皆依教育部公佈之機械工程、土木工程名詞為準，並附英文原名，可供參考對照。
- 五、本書內容，對於理論之闡述，公式之導引及圖解等，力求簡明，除注重力學之基本概念與系統外，並強調問題處理之步驟與學理應用之方法。使學生具有應用力學於日常生活上的知識與能力。並可作為日後自學或進修之基礎。
- 六、本書各章節之前均有學習目標，各章之後皆有摘要整理，以使學生有提綱挈領的學習效果。
- 七、本書各章之末，均附有自我測驗及習題，俾供學生習作，使與理論融貫通，以收溫故知新之效。
- 八、本書雖經悉心校訂，仍難免有疏忽之處，敬祈諸先進不吝指正是幸。

編者 謹識

目 錄

第一篇靜力學

第一章 緒 論

1 - 1	力學種類及研究範圍	1 - 1
1 - 2	力之觀念	1 - 3
1 - 3	向量與純量	1 - 5
1 - 4	力之單位	1 - 8
1 - 5	力系	1 - 9
1 - 6	質點與剛體	1 - 12
1 - 7	力之可傳性	1 - 12

第二章 同平面共點力系

2 - 1	力之合成與分解	2 - 1
2 - 2	自由體圖	2 - 12
2 - 3	同平面共點力系之平衡	2 - 16

第三章 同平面平行力系

3 - 1	力矩與力矩原理	3 - 1
3 - 2	力偶	3 - 7
3 - 3	同平面平行力系之合成	3 - 13
3 - 4	同平面平行力系之平衡	3 - 21

第四章 同平面不共點力系

4 - 1	同平面不共點力系之合成	4 - 1
4 - 2	同平面不共點力系之平衡	4 - 4
4 - 3	桁架及其分析	4 - 9

第五章 重 心

5 - 1	重心、形心及質量中心	5 - 1
5 - 2	線的中心求法	5 - 5
5 - 3	面的中心求法	5 - 10
5 - 4	體積的重心求法	5 - 14

第六章 摩 擦

6 - 1	摩擦的種類	6 - 1
6 - 2	摩擦定律	6 - 4
6 - 3	摩擦係數	6 - 4
6 - 4	摩擦角、摩擦圓錐與靜止角	6 - 6
6 - 5	摩擦問題解析	6 - 8
6 - 6	物體在斜面上的滑動摩擦	6 - 11
6 - 7	摩擦在機械上的應用	6 - 18

第二篇運動學

第七章 直線運動

7 - 1	運動之種類	7 - 1
7 - 2	速度與加速度	7 - 3

7 - 3 自由落體

7 - 7

7 - 4 相對運動

7 - 11

第八章 曲線運動

8 - 1 角位移與角速度

8 - 1

8 - 2 角加速度

8 - 3

8 - 3 切線加速度與法線加速度

8 - 5

8 - 4 拋射體運動

8 - 7

第三篇運動力學

第九章 動力學基本定律及應用

9 - 1 牛頓運動定律

9 - 2

9 - 2 滑輪運動

9 - 5

9 - 3 向心力與離心力

9 - 12

9 - 4 外軌超高

9 - 17

第十章 簡諧運動

10 - 1 簡諧運動之定義

10 - 1

10 - 2 週期與頻率

10 - 3

10 - 3 彈簧振動

10 - 4

10 - 4 單擺的擺動

10 - 7

第十一章 功與能

11 - 1 功及其單位

11 - 1

11 - 2 功率及其單位

11 - 5

11 - 3	動能與位能	11-8
11 - 4	能量不滅定律	11-12
11 - 5	能的損失與機械效率	11-14

第十二章 動量與衝量

12 - 1	動量與衝量	12-1
12 - 2	衝擊	12-1

第一章

結論

初學工程力學的人，應該瞭解力學的基本觀念和基本原理，尤其是一些名詞解釋如剛體、質點、力、力學的基本量、向量、純量、力的可傳性及力的效應等。熟悉定義對進一步的學習工程力學，有絕對的幫助。

1-1 力學種類及研究範圍

【學習目標】

- ① 能說出機械力學與工程力學的關係。
- ② 能說出力學的分類及其研究內容。
- ③ 能瞭解機械力學的研究範圍。
- ④ 能說明應用力學與材料力學之研究範圍。
- ⑤ 能說出力學的四個基本量。

1-1-1 力學及機械力學

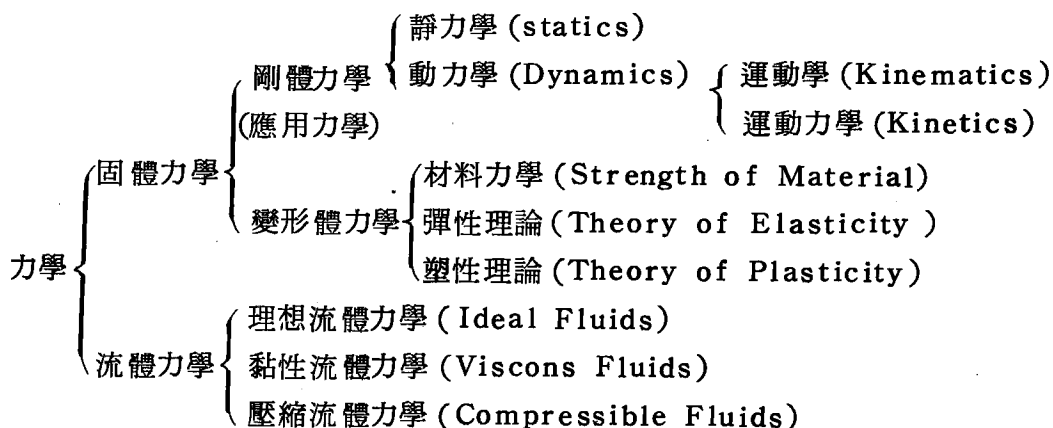
力學 (Mechanics) 乃物理學的一部份，為研究物體之運動變形與力

1-2 機械力學(上)

作用關係的科學。爲研習各類工程的學生所必須修習之基礎學科，尤以研習機械工程、土木工程、水力工程、航空工程等者，均將力學列爲必修之學科。凡以解析工程問題爲其研究目的之力學均稱爲工程力學，但因本書所述之內容除爲一切工程力學的基礎之外較偏重於與機械工程有關之問題的解析，適用於研習機械工程之學生，故稱爲機械力學。

1-1-2 力學の種類

在工程上，爲便於研究起見，一般將力學分成三個主要部份，即剛體力學、變形體力學及流體力學，較細的分法如下表：



1-1-3 力學的研究範圍

本書所研究的機械力學，包含應用力學與材料力學，分爲上下二冊。上冊爲應用力學，此處我們所討論之應用力學亦即剛體力學，是在尋求支配質點或剛體運動之定律（包括平衡狀態），並推求此項定律在工程上之應用。主要分爲靜力學與動力學。其研究範圍爲：

- (1) 靜力學：討論物體受力作用而在平衡狀態者。
- (2) 動力學：討論物體之運動及其運動之原因。
 - (a) 運動學：研究物體之運動，即空間與時間之關係，而不涉及影響或

產生此運動之原因。

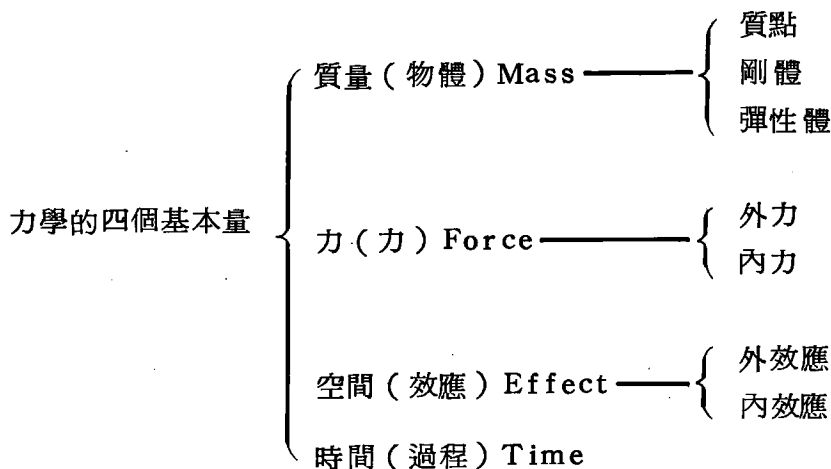
- (b) 運動力學：研究作用於物體之力及其所產生運動之關係，也就是力、時間、空間三者之關係。

下冊為材料力學，其研究範圍為：

- (3) 材料力學：研究彈性固體在受外力作用時所生之內力及變形效應的關係。材料力學為機械設計的基礎。

1-1-4 力學的四個基本量

力學的四個基本量為質量、力、時間和空間。



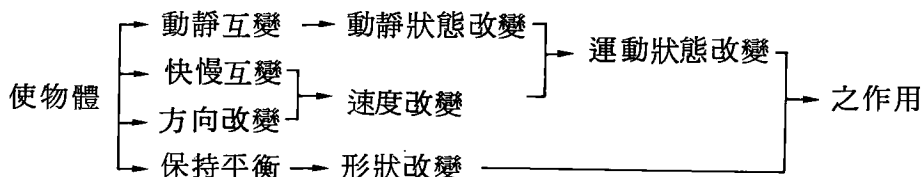
1-2 力之觀念

【學習目標】

- ① 能說明力的定義。
- ② 能瞭解力的特性。
- ③ 能說明力的三要素。
- ④ 能說明內力與外力的不同。
- ⑤ 能舉例說明物體的內效應與外效應。

1-2-1 力之定義

凡能改變物體之運動狀態，或有改變物體運動狀態之趨勢的作用均稱為力，所以力之定義可引申為下列之敘述



1-2-2 力之特性

因為物體具有慣性，對施於其上之力恒起反作用，所以力的觀念是包含兩物體之相互作用，因此力不能單獨存在，必是成對發生。

力是一個向量，表達一力時，必須同時表示其(1)大小 (Magnitude) (2) 方向 (Direction) (作用線位置及指向) (3) 作用點之位置 (Point of application)。此三種性質又稱為力的三要素。

1-2-3 力之種類

力依其與物體接觸的情形可分為以下數種：

(1) 依物體受力之部位分：

- (a) 外力：一物體對另一物體所作用之力，即施力點與受力點不為同一物體時所產生的力稱為外力，為應用力學所研究之力，如人在車外推車之力。
- (b) 內力：為同一物體內，由一部份對另一部份所施的力，即施力體與受力體為同一物體時所產生的力稱為內力，為材料力學所研究之力，如人在車內推車之力。

(2) 依物體受力之距離分：

- (a) 接觸力：力之作用必須兩物體互相接觸後才發生者稱為接觸力，此

種力的作用點在接觸面上。如拉力、推力、氣缸中的蒸汽力等。

(b) 超距力：力之作用不必相互接觸即可發生者稱為超距力，如電力、磁力、地心引力等。

(3) 依物體受力之面積分：

(a) 集中力：當力所作用之面積與受力體比較，可視為一點時，此力稱為集中力，該點即為力的作用點。

(b) 分佈力：當力所作用之面為某一長度或某一面積者，此力稱為分佈力。

1-2-4 力之效應

力對於物體之效應，主要可分為外效應 (External effects) 及內效應 (Internal effects)

(1) 外效應—當一力作用於一物體時，可使該物體之運動狀態發生變化者，謂之力的外效應，又稱為運動效應。如加速度、反作用力等。

(2) 內效應—當物體受力後，其形狀大小發生改變者，謂之力的內效應，又稱為變形效應，如內力變形等。

力作用於剛體，只發生外效應，作用於彈性體，則將同時產生內效應，即物體之變形與體內之應力。力所發生的內效應，是材料力學所討論之問題，將於下冊中討論。

1-3 向量與純量

【學習目標】

- ① 能舉例說明向量與純量之不同。
- ② 能說明向量的種類。
- ③ 能繪出力的向量表示法。
- ④ 能做向量的加法及減法運算。

1-3-1 向量與純量

應用於力學中之數量，可分為向量（Vector）與純量（Scalar）二種。

只有大小而無方向之量，如距離、時間、壓力、溫度等，稱為純量。既有大小，又有方向之量，如位移、速度、力、力矩等，稱為向量。

向量又可分為三類：

- (1) 自由向量：凡一向量，其原點可以自由決定，不受任何拘束者，稱為自由向量。如角速度、力偶矩等。
- (2) 滑動向量：凡一向量，其原點可在其向量直線上自由移動者，稱為滑動向量。如產生運動效應之力。
- (3) 拘束向量：凡一向量，其原點固定的，稱為拘束向量。如產生變形效應之力。

向量可由一有箭頭之直線段代表之。此種線段稱為矢，線段之長度代表向量之大小，箭頭的方向代表向量之指向。如圖 1-1。純量的計算一如代數之演算。而向量的計算則必須依據向量的計算法則。

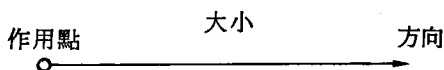


圖 1 - 1

1-3-2 力的向量表示法

力為一向量，以一箭頭表之，如圖 1-2。100 kg 力 F 作用於某物體，圖中(1)箭頭之長度係以一定的比例表示其大小，圖中係以 1 cm 代表 20 kg，該力 100 kg，則以 5 cm 之長度表示之，(2)箭頭之指向及其與水平線所成之角度 θ 表示力的方向，(3)力與物體的接觸點 O ，表示其作用點。

如通過力的作用點繪一與該力相同的傾斜度的直線，則該直線稱為該力的作用線。

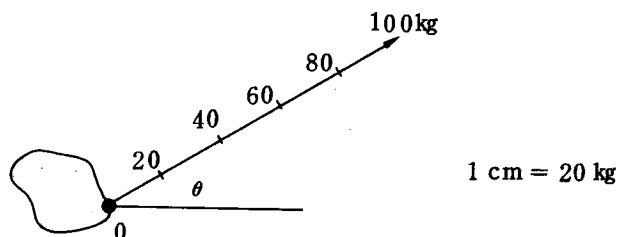


圖 1 - 2

1-3-3 向量之加減法

- (1) 向量之加法：凡求兩向量之和，可將第二向量之始端置於第一向量之終端，再連接第一向量之始端及第二向量之終端即可。三向量以上亦可類推。如圖 1 - 3 所示 $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB}$ 。

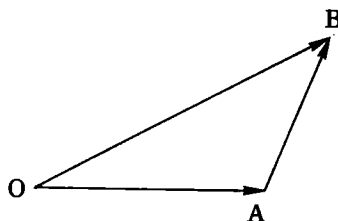


圖 1 - 3

- (2) 向量之減法：改變向量之方向後，依向量之加法求之。

如圖 1 - 4 所示

$$\begin{aligned}
 \overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OB} &= \overrightarrow{OA} + (-\overrightarrow{OB}) \\
 &= \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{BO} \\
 &= \overrightarrow{BO} + \overrightarrow{OA} \\
 &= \overrightarrow{BA}
 \end{aligned}$$

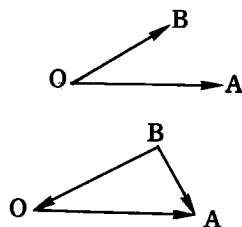


圖 1 - 4

1-4 力之單位

【學習目標】

- ① 能瞭解制定絕對單位的基本量。
- ② 能瞭解制定重力單位的基本量。
- ③ 能說明力的絕對單位及重力單位。

力之單位依基本量所制定的單位不同可分為絕對單位及重力單位兩種

(1) 絕對單位 (Absolute unit) :

以空間、時間、質量為基本量所制定之單位稱之為絕對單位，又稱物理單位。如牛頓、磅達、達因等。

(2) 重力單位 (Gravitational unit) :

以空間、時間、力為基本量所制定之單位稱之為重力單位，又稱為工程單位。如公斤、磅等。

制別 \ 區分	絕對單位	重力單位
C. G. S	dyne (達因)	g (公克)
M. K. S	Newton (牛頓)	kg (公斤)
F. P. S	Poundal (磅達)	lb (磅)

1 達因—使質量 1 克之物體，產生 1 cm/sec^2 之加速度所需之力。

1 牛頓—使質量 1 公斤之物體，產生 1 m/sec^2 之加速度所需之力。

1 磅達—使質量 1 磅之物體，產生 1 ft/sec^2 之加速度所需之力。

1 克力—使質量 1 克之物體產生 980 cm/sec^2 之加速度所需之力。

1 公斤力—使質量 1 公斤之物體產生 9.8 m/sec^2 之加速度所需之力。

1 磅力—使質量 1 磅之物體產生 32.2 ft/sec^2 之加速度所需之力。

∴

1 克力 = 980 達因

1 公斤力 = 9.8 牛頓

1 磅力 = 32.2 磅達

1-5 力系

【學習目標】

- ① 能瞭解力系的定義。
- ② 能瞭解相當力系、平衡力系及不平衡力系。
- ③ 能充分瞭解平面及空間之各種力系。

1-5-1 力系之定義

當一物體受到很多力時，我們可在其中，任選出幾個力，成爲一組，加以討論分析，此一組若干力即稱爲一個力系 (Force system)。如圖1-5所示一輛貨車行駛時所受之力共有：重力、空氣阻力、滾動阻力、路面對各輪垂直反力、前輪滾動阻力、後輪帶動力而形成一力系。

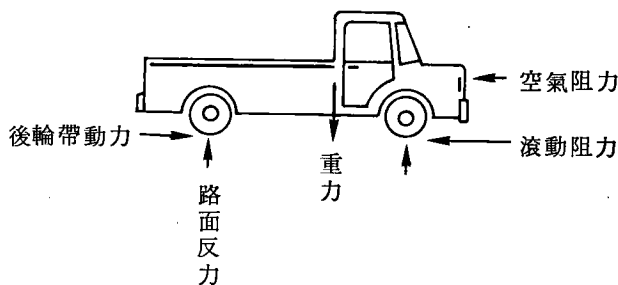


圖 1 - 5

1-5-2 力系的分類

- (1) 相當力系：兩力系分別作用於同一物體，而產生完全相同的運動效應時，則此兩力系互稱爲相當力系，或稱爲等值力系。
- (2) 依平衡狀態分：