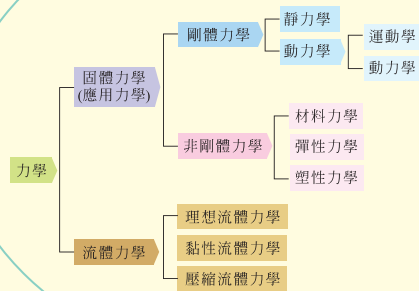


Chapter

1



緒論

本章綱要

- 1-1 力學の種類
- 1-2 力的觀念
- 1-3 向量與純量
- 1-4 力的單位
- 1-5 力系
- 1-6 質點與剛體
- 1-7 力的可傳性

學習重點

1. 力學之分類及研究力學之四個基本要素。
2. 向量與純量之區別。
3. 力的單位及其換算。
4. 質點與剛體之定義及區別用途。
5. 力的可傳性原理。

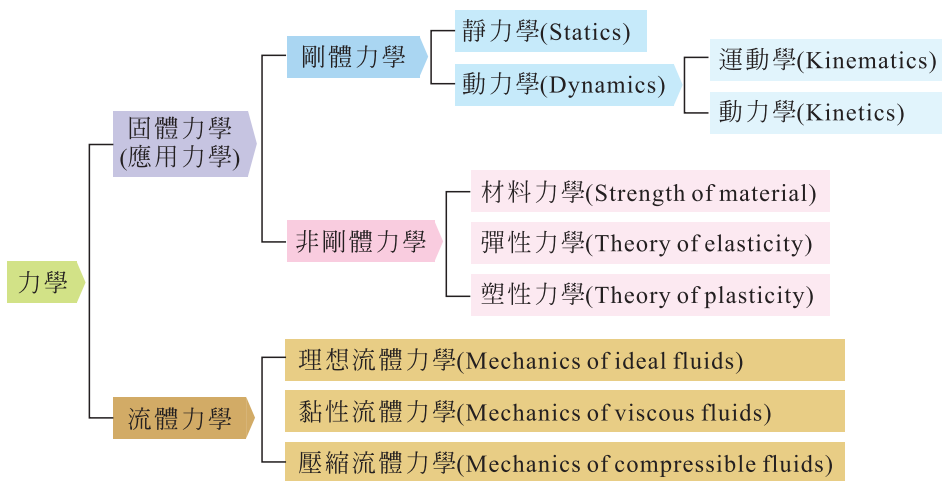


1-1

力學の種類

力學乃物理學中的一部門，係研究物體之受力、運動及力作用於物體後所產生效應之科學；亦為研習機械、土木、水利、汽車、航空、造船工程等人員必備之基礎科學。

一般對力學之研究，通常可分為固體力學及流體力學兩大部分，其詳細分類如圖 1-1 所示。



▲ 圖 1-1 力學的分類

應用力學泛指力學的應用，其中包含靜力學、動力學、材料力學等等，本書所討論的範圍以剛體力學為主，將其分述如下：

一、靜力學

係研究物體靜止時，受力作用後之平衡條件，著重於力的分析。物體處於平衡狀態時，常為靜止或作等速直線運動。

二、運動學

係研究物體運動狀態的改變 (如位移與速度)，亦即探討時間與空間位置相互之關係，其不考慮影響物體運動之因素 (如外力與質量)。

三、動力學

係研究物體運動狀態及其改變因素；即探討力、時間、空間與質量之關係，亦為研究力學必須考慮之四個基本要素。



隨堂練習 ▶▶

- () 1. 一般對力學之研究，通常可分為三部份：即剛體力學、非剛體力學及 (A) 運動學 (B) 動力學 (C) 靜力學 (D) 流體力學。
- () 2. 研究物體運動狀態的改變及其改變的原因稱為 (A) 運動學 (B) 動力學 (C) 靜力學 (D) 材料力學。
- () 3. 研究靜止物體受力後之平衡狀態者為 (A) 運動學 (B) 動力學 (C) 靜力學 (D) 材料學。
- () 4. 研究物體受力作用與作用後所產生內效應及變形間關係之科學稱為 (A) 運動學 (B) 動力學 (C) 靜力學 (D) 材料力學。

1

1-2 力的觀念

一、力之意義

凡能使物體改變其靜止或運動狀態或有此傾向之作用者稱為力 (Force)。力具有方向性，不是能量亦非物質，依牛頓第三運動定律：「作用力與反作用力原則」，力不能單獨存在，必是成對產生。

二、力之種類

(一) 依物體受力部位而分

1. 外力：物體所受之力來自外界者稱為外力。
2. 內力：物體受外力作用時，其內部所誘生之抵抗力稱為內力。

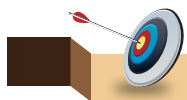
(二) 依力作用方式而分

1. 接觸力：物體間必須有相互接觸才有力之作用者稱之。如推力、拉力、摩擦力等。
2. 超距力：物體間不須接觸即有力之作用者稱之。如磁力、電力、地心引力等。

三、力之效應

(一) 外效應 (External effects)

物體受外力作用而改變其運動狀態，或引起其他物體產生反作用力，此稱為力之外效應，如移動、轉動、支撐反力、反力矩等。



(二) 內效應 (Internal effects)

物體受外力作用後產生變形及物體內部產生的應力作用，此稱為力之**內效應**，如**內應力**、**由內部反作用力產生之彎矩**、**扭曲之變形**等。

四、力之三要素

欲完整表達一個力時，需同時具備下列**三要素**：

1. 力之**大小**
2. 力之**方向**
3. 力之**作用點**

隨堂練習 ▶▶

- () 1. 要完整表達一個力時，必須具備那三個要素？ (A) 大小、方向、時間
(B) 大小、空間、時間 (C) 大小、方向、作用點 (D) 大小、方向、空間。
- () 2. 下列何者屬於內效應？ (A) 受力而產生反作用力 (B) 物體受力而產生運動
(C) 物體受力而發生變形 (D) 以上皆是。

1-3 向量與純量

力學中之物理量，可分為**向量 (Vector quantity)** 與**純量 (Scalar quantity)** 二種。向量係指一物理量除具有大小外，兼具方向者，如**位移**、**速度**、**加速度**、**力**、**力矩**、**彎矩**、**重量**、**動量**、**衝量**等。而純量係指一物理量僅具大小而無方向者，如**長度**、**距離**、**面積**、**慣性矩**、**速率**、**時間**、**溫度**、**質量**、**密度**、**體積**、**功**、**功率**、**能量**等。

向量依其作用情形可分為三類：

一、自由向量 (Free vectors)

凡一向量之原點可自由移動，不受任何拘束者，稱之為**自由向量**，如**力偶矩**、**角速度**。



二、滑動向量 (Sliding vectors)

凡一向量之原點可在其作用線上任意移動者，稱之為滑動向量，如作用在剛體之力 (可沿其作用線移動而不改變其外效應)。

1

三、拘束向量 (Fixed vectors)

凡一向量原點須固定不能任意移動者，稱之為拘束向量，如產生變形效應之力、壓力、拉力等，其原點若不固定將改變其效應。

由於向量與純量之運算不同 (如加法、減法)，在運算式中為區別向量與純量，通常表示向量運算時，在該向量之字母上方加一箭頭區別之，如 \vec{s} 位移、 \vec{v} 速度、 \vec{a} 加速度。

隨堂練習 ▶▶

- () 1. 下列何者為向量？ (A) 長度 (B) 慣性矩 (C) 質量 (D) 位移。
- () 2. 研究力對物體所產生的內效應時，必須把力當做何種向量處理？
(A) 對稱向量 (B) 拘束向量 (C) 自由向量 (D) 滑動向量。
- () 3. 下列何者為純量？ (A) 力 (B) 能量 (C) 動量 (D) 加速度。

1-4 力的單位

力的單位可分為絕對單位與重力單位兩種，如表 1-1 所示。

▼ 表 1-1 力的單位分類與換算

	絕對單位	重力單位	換算
C.G.S 制	達因 (dyne)	克重 (gw)	1 公克重 (克力) = 980 達因
M.K.S 制	牛頓 (newton)	公斤重 (kgw)	1 公斤重 (公斤力) = 9.8 牛頓
F.P.S 制	磅達 (poundal)	磅重 (lbw)	1 磅重 (磅力) = 32.2 磅達



一、絕對單位

以長度、質量、時間為基本量，由牛頓第二運動定律 $F = ma$ 推導出，所制定之單位。其為物理學上習用，例如：達因、牛頓、磅達。

(一) C.G.S 制：1 達因 (Dyne)

使質量 1 公克的物體產生 $1\text{cm}/\text{sec}^2$ 之加速度，所需力之大小稱為 1 達因。

(二) M.K.S 制：1 牛頓 (Newton)

使質量 1 公斤的物體產生 $1\text{m}/\text{sec}^2$ 之加速度，所需力之大小稱為 1 牛頓。

(三) F.P.S 制：1 磅達 (Poundal)

使質量 1 磅的物體產生 $1\text{ft}/\text{sec}^2$ 之加速度，所需力之大小稱為 1 磅達。

二、重力單位

以長度、重量、時間為基本量，所制定之單位。為工程上習用之單位，例如：克重、公斤重、磅重。

(一) C.G.S 制：1 克重 (gw)

質量 1 公克的物體在緯度 45° 海平面上，所受地心引力大小稱為 1 克重。

(二) M.K.S 制：1 公斤重 (kgw)

質量 1 公斤的物體在緯度 45° 海平面上，所受地心引力大小稱為 1 公斤重。

(三) F.P.S 制：1 磅重 (lbw)

質量 1 磅的物體在緯度 45° 海平面上，所受地心引力大小稱為 1 磅重。

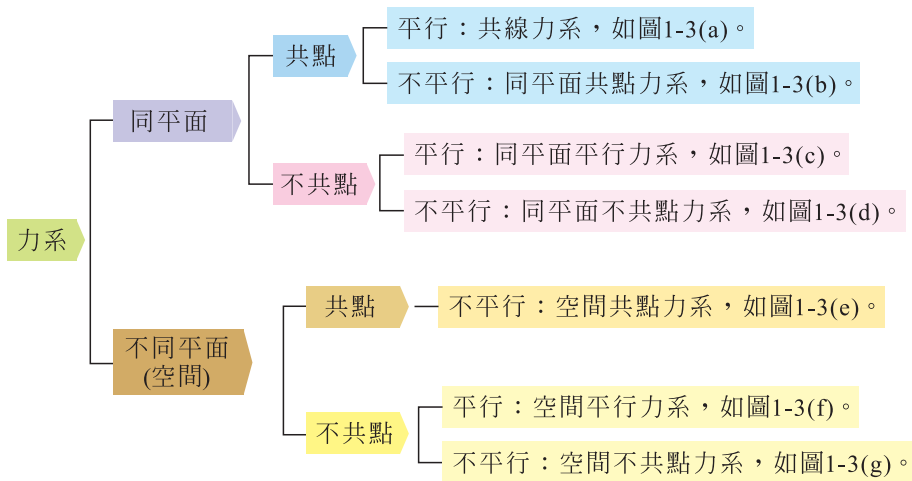
隨堂練習 ▶▶

- () 1. 使質量 1 仟克的物體，產生 1 米 / 秒² 之加速度時，所需的力量稱為
(A) 1 達因 (B) 1 仟克重 (C) 1 克重 (D) 1 牛頓。
- () 2. M.K.S 制中，力的絕對單位為 (A) 公斤 (B) 達因 (C) 公克 (D) 牛頓。
- () 3. 在絕對單位中，若質量的單位為公斤 (kg)、長度的單位為公尺 (m) 以及時間單位為秒 (sec)，試問力的單位為何？
(A) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}^2$ (B) $\text{kg}\cdot\text{m}$ (C) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}$ (D) kg 。
- () 4. 1kgw 重之力等於 (A) 980N (B) 9.8N (C) $\frac{1}{9.8}$ N (D) $\frac{1}{980}$ N。

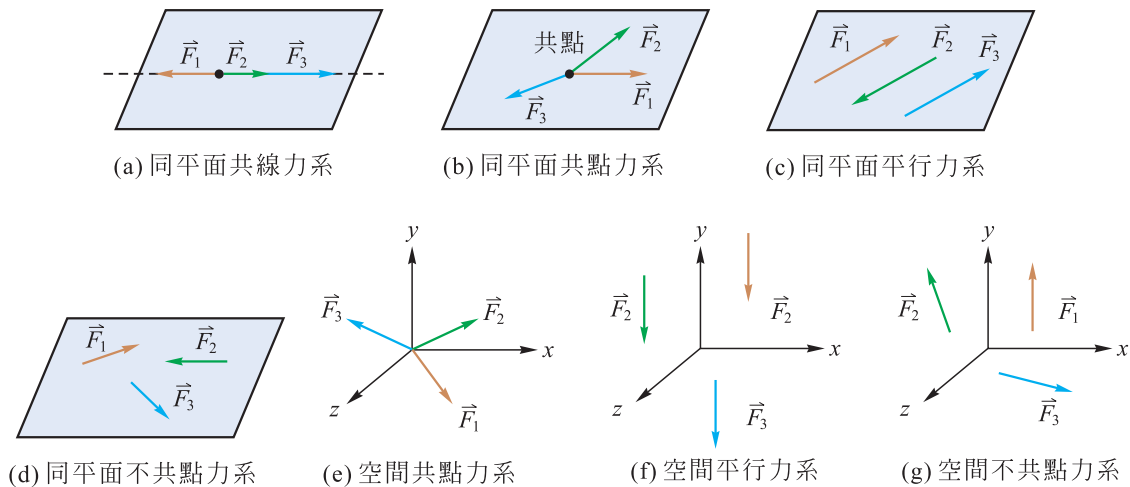


1-5 力系

當兩個或兩個以上之力同時作用於一物體上，這些力即形成力系，其分類如下：



▲ 圖 1-2 力系的分類



▲ 圖 1-3 力系



1-6

質點與剛體

一、質點 (Particle)

探討力學問題時，當重點不在於物體的形狀、大小，只考慮位置與質量，則該物體可被視為一質點來處理。

二、剛體 (Rigid body)

當物體受外力作用後，其形狀及大小均不改變者；亦即物體內部各質點間之距離均保持不變者，稱之為剛體。宇宙間無絕對的剛體存在，然若物體受力後所生之變形甚微，可忽略不計，則該物體可視為一剛體。

物體運動時，若其內各質點有相同速度，則該物體可被視為一質點；相反的，物體內各質點有不同速度時，則需將該物體視為一剛體。

隨堂練習 >>

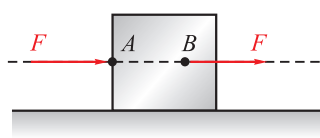
- () 1. 對於剛體之敘述，下列何者正確？ (A) 一個不因外力作用而改變其體內任意兩點間之距離之物體 (B) 一個不因外力作用而產生塑性變形之物體 (C) 一個不因外力作用而產生移動之物體 (D) 一個不因外力作用而產生旋轉之物體。
- () 2. 何者稱為質點？ (A) 具有大小而不具有質量之點 (B) 無大小且不具有質量之點 (C) 無大小而具有質量之點 (D) 具有大小且有質量之點。
- () 3. 下列敘述中何者為錯誤？ (A) 重量為向量 (B) 質量為純量 (C) 質點運動內部具有不同速度 (D) 剛體受外力作用時，體內各質點間之距離不會改變。



1-7 力的可傳性

作用於剛體之力，若其大小、方向、作用線均不變，將此力的作用點，沿力作用線任意移動，不致改變該力對剛體所生之外效應，此稱為力的可傳性。如圖 1-4 所示，當一力 F 作用於 A 點，若其大小與方向不改變，沿作用線移至 B 點，其外效應不變。力的可傳性原理，僅適用於剛體的外效應並不適用於剛體內效應或非剛體。

1



▲ 圖 1-4 力的可傳性

隨堂練習 ▶▶

- () 1. 作用於物體之力，可沿其作用線上任意移動而不會改變力所產生的外效應即稱為力之 (A) 可傳性原理 (B) 慣性原理 (C) 反作用力原理 (D) 牛頓運動定理。
- () 2. 力之可傳性何者錯誤？ (A) 可移至平行直線 (B) 沿作用線移動著力點 (C) 適用於剛體 (D) 大小、方向不變。



重點整理

1-1

1. 物體處於平衡狀態時，常為靜止或作等速直線運動。
2. 運動學係研究物體運動狀態的改變如(位移與速度)，其不考慮影響物體運動之因素(如外力與質量)。
3. 動力學係研究物體運動狀態及其改變因素；即探討時間、空間、質量、力之關係，亦為研究力學必須考慮之四個基本要素。

1-2

4. 力具有方向性，不是能量亦非物質，依牛頓第三運動定律：「作用力與反作用力原則」，力不能單獨存在，必是成對產生。
5. 外效應：物體受外力作用而改變其運動狀態，或引起其他物體產生反作用力，此稱為力之外效應，如移動、轉動、支撐反力、反力矩等。
6. 內效應：物體受外力作用後產生變形及物體內部產生的應力作用，此稱為力之內效應，如內應力、彎矩、扭曲等。
7. 力的三要素：大小、方向、作用點。

1-3

8. 向量係指一物理量除具有大小外，兼具方向者，如位移、速度、加速度、力、力矩、彎矩、重量、動量、衝量等。
9. 純量係指一物理量僅具大小而無方向者，如長度、距離、面積、慣性矩、速率、時間、溫度、質量、密度、體積、功、功率等。
10. 自由向量，如力偶矩、角速度。
11. 滑動向量，如作用在剛體之力，可沿其作用線移動而不改變其效應、力矩。
12. 拘束向量，如產生變形效應之力、壓力、拉力等，其原點若不固定將改變其效應。



1-4

13. 力的單位分類與換算

	絕對單位	重力單位	換算
C.G.S 制	達因 (dyne)	克重 (gw)	1 公克重 (克力) = 980 達因
M.K.S 制	牛頓 (newton)	公斤重 (kgw)	1 公斤重 (公斤力) = 9.8 牛頓
F.P.S 制	磅達 (poundal)	磅重 (lbw)	1 磅重 (磅力) = 32.2 磅達

1

1-6

14. 質點：

- (1) 探討力學問題，重點不在於物體的形狀、大小，只考慮位置與質量。
- (2) 物體運動時，若其內各質點有相同速度，則該物體可被視為一質點。

15. 剛體：當物體受外力作用後，其形狀及大小均不改變者；亦即物體內部各質點間之距離均保持不變者，稱之為剛體。

1-7

16. 力的可傳性：作用於剛體之力，若其大小、方向、作用線均不變，將此力的作用點，沿力作用線任意移動，不致改變該力對剛體所生之外效應，其僅適用於剛體。



學後評量

一、選擇題

- 1-1 () 1. 力學為下列何項工程科學必須應用之基礎科學？ (A) 機械工程 (B) 土木工程 (C) 水利工程 (D) 以上皆是。
- () 2. 研究物體運動時，時間與空間之關係，並不討論影響運動因素者，稱為 (A) 運動學 (B) 材料力學 (C) 動力學 (D) 靜力學。
- () 3. 下列那一門學科不能將物體視為剛體？ (A) 運動學 (B) 靜力學 (C) 動力學 (D) 材料力學。
- () 4. 在靜力學研討範圍內，為研究方便均將受力的物體或結構件假設為 (A) 剛體 (B) 彈性體 (C) 可變形體 (D) 塑性體。
- () 5. 考慮物體受力所生之內力與變形問題，乃屬於何種力學？ (A) 運動學 (B) 靜力學 (C) 動力學 (D) 材料力學。
- () 6. 力學的基本物理量有四個，即 (A) 長度、時間、速度、重力 (B) 長度、時間、質量、力 (C) 時間、質量、面積、速度 (D) 溫度、速度、時間、力。
- 1-2 () 7. 使物體之狀態發生改變或使其變形之因素為 (A) 重量 (B) 質量 (C) 速度 (D) 力。
- () 8. 欲完整的表達一個力，需同時具備三個要素，即 (A) 大小、空間、時間 (B) 大小、方向、時間 (C) 大小、方向、作用點 (D) 大小、方向、空間。
- () 9. 下列何者為不經接觸傳遞之力？ (A) 繩之拉力 (B) 活塞與連桿之推力 (C) 球拍對羽球之打擊力 (D) 地心引力。
- () 10. 能使物體之運動狀態發生變更或變更之趨勢之作用者稱之為 (A) 力 (B) 能量 (C) 慣性 (D) 力之可傳性。
- 1-3 () 11. 下列有關向量與純量之敘述，何者正確？ (A) 產生變形效應之力為固定向量 (B) 力偶矩為純量 (C) 功率為向量 (D) 具有大小、單位及方向之物理量，稱為純量。



- ()12. 關於向量、純量的敘述，下列何者為錯誤？ (A) 加速度為向量 (B) 動量為向量 (C) 時間為純量 (D) 慣性矩為向量。
- ()13. 作用於剛體上，產生直線運動效應之力，可視為 (A) 固定向量 (B) 純量 (C) 自由向量 (D) 滑動向量。
- ()14. 剛體所受之力可視為 (A) 自由向量 (B) 純量 (C) 滑動向量 (D) 固定向量。
- 1-4** ()15. 在 C.G.S 制中，力的絕對單位是 (A)kg-m (B)g-cm/sec (C)kg-m/sec (D)g-cm/sec²
- ()16. 星球其重力加速度 $g = 4.9\text{m/s}^2$ ，若物體測得重量為 980N，則其質量為 (A)100kg (B)49kg (C)98kg (D)200kg。
- ()17. 在緯度 45° 海平面的重量為 1 牛頓，那麼此物體之質量為 (A)0.402 公斤 (B)0.302 公斤 (C)0.202 公斤 (D)0.102 公斤。
- ()18. 49N(牛頓) 等於多少 kgw ? (A)7 (B)5 (C)3.5 (D)2.5。
- 1-6** ()19. 所謂剛體的定義為 (A) 鋼質之物體 (B) 應力與應變成比例之物體 (C) 受外力而其內部兩點間距離不會改變之物體 (D) 受外力可變形但不致破壞之物體。
- ()20. 剛體是 (A) 鋼質的材料 (B) 符合虎克定律的物體 (C) 受力會產生變形，但不破裂之材料 (D) 宇宙間無此物體存在。



二、問答題

1. 以圖示說明力學之分類。
2. 何謂純量與向量，各舉例 5 個物理量。
3. 表列力的單位分類與換算。
4. 何謂質點與剛體。
5. 何謂力的可傳性。

