

機械力學題型研究

升工專日・夜
四技・工教必讀

施宇豐
江奇偉

編著



松根出版社

印行

R 松根出版社

出版者 松根出版社
地址：台北市薩江路76巷20-7號4F
電話：5074115(總機)

機械力學題型研究

施宇豐 編著
江奇偉

發行人 郭 森 河
印刷者 嘉雨印刷廠有限公司

定價 新臺幣 188 元
初版 / 81年3月

圖書編號 R041 帳號 / 1151637-1
帳 戶 / 松根出版社

行政院新聞局核准登記局版台業字第三九八三號

版權所有 翻印必究

R041800101

序

- 一、本書乃依最新課程標準而編，內容由淺而深，循序漸進，對讀者將能收事半功倍之效。
- 二、本書分三章，靜力篇、動力篇及材力篇，各篇獨立一氣呵成，或也可連貫成廿一章。
- 三、本書特色乃重點摘要使讀者掌握重點，精選範例依各章各單元之重點觀念，設計而定。
- 四、模擬測驗由觀念而深入，各類題型有詳盡之解析。
- 五、歷屆試題解析，使讀者知彼知己，考試類型以爲準備方向。
- 六、四技、二專、夜二專、師大之聯招，力學已變爲100分，佔分比例，如同國英數，然有限時間掌握重點必能拿高分，在時間點的運動，力學將使您拿高分，更在考試上達最高之榮譽。

「題型分析」與「活性教學」是近年來各種考試的發展趨勢，同時也是我們的編輯理念與方針，其目的在使同學們能予反覆變化的類題中輕易的解題，而達靈活運用、融會貫通的效果。

本書是作者集多年來任教之經驗及分析歷屆試題趨向所彙編而成，其中並加入歷屆試題與重點解析，全書係以題型分析方式進行解答，引發同學對相關之類題，亦能具有舉一反三的解題技巧，而不再是讀死書，強記重點。

松根出版叢書係以「升學系列」為主要引導，為提供更深入寬廣的解題理念，書中列有相關之叢書細目，若同學們有任何疑難問題，歡迎來函聯繫，松根編輯委員會將在最短時間內為您解析。

目 錄

靜 力 篇

1

緒 論

1-1

1-1 力學の種類及研究範圍

1-2

1-2 力の觀念

1-2

1-3 純量與向量

1-4

1-4 力 系

1-5

1-5 牛頓三大定律

1-6

1-6 質點與剛體

1-6

模擬測驗題

1-7

歷屆試題解析

1-9

2

同平面共點力系

2-1

2-1 力之合成與分解

2-2

2-2 自由體圖

2-5

2-3 同平面共點力系之平衡

2-7

模擬測驗題

2-12

歷屆試題解析

2-16

3 同平面平行力系 _____ 3-1

3-1 力矩、力矩原理及力偶 3-2

3-2 同平面平行力系之合成及平衡 3-4

模擬測驗題 3-7

歷屆試題解析 3-9

4 同平面不共點力系 _____ 4-1

4-1 同平面不共點力系之合成及平衡 4-2

4-2 桁架 (Truss) 4-5

模擬測驗題 4-7

歷屆試題解析 4-9

5 重 心 _____ 5-1

5-1 重心定義與線重心之求法 5-2

5-2 平面及立體重心之求法 5-4

模擬測驗題 5-8

歷屆試題解析 5-12

6 摩 擦 _____ 6-1

6-1 摩 擦 6-2

6-2 摩擦在機械上之應用 6-8

模擬測驗題 6-12

歷屆試題解析 6-14

——動 力 篇——

7 直線運動 7-1

7-1 運動及等加速度運動 7-2

7-2 落體運動與相對運動 7-5

模擬測驗題 7-10

歷屆試題解析 7-14

8 曲線運動 8-1

8-1 等加速度圓周運動 8-2

8-2 拋體運動 8-6

模擬測驗題 8-10

歷屆試題解析 8-12

9 動力學基本定律及應用 9-1

9-1 牛頓運動定律及滑輪運動 9-2

9-2 向心力（離心力）及外軌超高 9-7

模擬測驗題 9-10

歷屆試題解析 9-13

10 簡諧運動 10-1

模擬測驗題 10-8

歷屆試題解析 10-11

11 功與能 _____ 11-1

11-1 功與功率 11-2

11-2 能與機械效率 11-6

模擬測驗題 11-11

歷屆試題解析 11-14

12 動量與衝量 _____ 12-1

模擬測驗題 12-8

歷屆試題解析 12-10

材 力 篇

13 拉力及壓力 _____ 13-1

13-1 張應力、張應變、壓應力、壓應變及彈性係數 13-2

13-2 蒲松氏比、體積應變、體積彈性係數與應變之相互影響 13-10

13-3 容許應力、安全因數、熱應力及薄壁圓筒應力分析 13-15

模擬測驗題 13-22

歷屆試題解析 13-26

14 剪 力 _____ 14-1

14-1 剪應力、剪應變及剪彈性係數 14-2

14-2 軸向應力分析 14-5

模擬測驗題 14-11

歷屆試題解析 14-15

15 鉚接及熔接 15-1

15-1 鉚接之破壞及效率與應力分析 15-2

模擬測驗題 15-10

歷屆試題解析 15-14

16 平面之性質 16-1

16-1 慣性矩與極慣性矩 16-2

16-2 平行軸定理與迴轉半徑 16-4

16-3 簡單形面積及組合面積之慣性矩 16-6

模擬測驗題 16-10

歷屆試題解析 16-14

17 樑之剪力及彎曲力矩 17-1

17-1 樑之剪力及彎曲力矩之計算及圖解 17-2

17-2 樑之危險截面 17-12

模擬測驗題 17-14

歷屆試題解析 17-16

18 樑之應力 18-1

18-1 樑之彎曲應力與剪應力及其分佈 18-2

18-2 曲率、曲率半徑及截面之選擇 18-9

模擬測驗題 18-13

歷屆試題解析 18-17

19 梁之撓曲 19-1

19-1 撓度(δ)及斜度(θ)求法 19-2

模擬測驗題 19-12

歷屆試題解析 19-15

20 軸之強度及應力 20-1

20-1 扭轉角之計算及動力與扭轉之關係 20-2

20-2 輪軸大小之計算及實心圓軸與空心圓軸之比較 20-8

模擬測驗題 20-11

歷屆試題解析 20-16

21 合應力 21-1

21-1 拉伸與彎曲、壓縮與彎曲及扭轉與彎曲之合成 21-2

21-2 柱及應變能 21-8

模擬測驗題 21-11

歷屆試題解析 21-13

綜合模擬測驗題(一) 模 1-1

綜合模擬測驗題(二) 模 2-1

1

緒 論

本章摘要

- 一、力之三要素：大小、方向、施力點。
- 二、力學四要素：時間、空間、質量、力量。
- 三、應用力學包括靜力及動力：乃針對剛體受力而產生外效應之討論
；材料力學乃針對變形體受力而產生內效應之討論。

1-1 力學的種類及研究範圍

一、力學的意義

力學乃為物理之一支，在於研究力對於物體之效應的科學。凡研習機械工程、土木工程或航空工程者，力學更為其必修之學科。

二、力學種類

1. 應用力學

- (1) 靜力學：研究合力及物體受力後之平衡。
- (2) 運動學：研究物體之運動，即時間與空間之關係。
- (3) 動力學：研究力作用於物體與其運動之關係。

2. 材料力學：研究變形固體（非剛體）受外力時所生之內力和變形效應。

3. 流體力學：研究流體之可壓縮及不可壓縮之性質。

1-2 力的觀念

一、力的定義

力為一物體對另一物體的一種作用，使受力之物體改變運動狀態，或使物體產生變形之傾向。力的觀念為包含兩物體間之相互作用，因此力不能單獨存在，必為成對而生。

二、力的三要素

表明一力時需同時具備三要素：(1)大小(2)方向（含傾斜度）(3)施力點。

三、力的種類

1. 依物體受力情形區分：

- (1)外力：物體所受之力，來自該物體外界者，稱為該物體之外力。

- (2) 內力：物體受外力作用，其內部相應所生之抵抗力稱為內力。物體所生之內力經常是成對的，且相互平衡。

2. 依力作用距離區分：

- (1) 接觸力：物體間必須接觸才有力之作用。如推力、拉力。
(2) 超距力：物體間不必接觸即有力之作用。如重力、電磁力。

3. 依力分布情形區分：

- (1) 集中力
(2) 分佈力

4. 依力作用區分：

- (1) 作用力
(2) 反作用力

四、力的效應

1. 力的外效應：力作用於一物體上使物體改變運動狀態或產生反作用力者謂之，為應用力學所研究的問題。
2. 力的內效應：力作用於物體上，使物體變形，並使材料內部產生內應力以抵抗外力，此種現象稱為力的內效應，為材料力學所研究的問題。

五、力的單位

1. 絕對單位：以長度、質量、時間為基本量所制定之單位。
2. 重力單位：以長度、力、時間為基本量所制定之單位。

單位 制度	絕 對 單 位	重力單位
C.G.S.	達因 (dyne)	克 (g)
M.K.S.	牛頓 (Newton)	公斤 (kg)
F.P.S.	磅達 (Poundal)	磅 (lb)

3. 常用單位換算：

1 公噸 = 1000 公斤 = 2204 磅 (在工程計算上多用重力單位。)

1 磅 = 0.4536 公斤 (在理論探討上多用絕對單位。)

1 哩 = 5280 呎 = 1.609 公里 1 呎 = 12 吋 = 30.48 cm.

1 吋 = 2.54 cm 1 kip (仟磅) = 1000 lb (磅)

4. 力單位之換算

(1) 基本單位：長度為公尺 (m)，時間為秒 (s) (sec) 而質量而質量為公斤 (kg)。

(2) 力量絕對單位為牛頓 (N)：

牛頓：使一公斤質量之物體產生 1 m/s^2 加速度之力。

$$1 \text{ N} = (1 \text{ kg})(1 \text{ m/sec}^2) = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/sec}^2$$

(3) 力量重力單位：1 kg 質量的物體在 9.8 m/sec^2 之重力加速度下之重量為 1 公斤重。

※公斤既為質量單位亦為力量單位。

(4) 重量亦為力量

$$W = mg = (1 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2) = 9.8 \text{ N}$$

1-3 純量與向量

1. 無向量 (純量)：凡僅具大小，不具方向之量稱為純量。如溫度、面積、速率、質量、長度、體積、功、能……等，其加減可以一般數學式處理之。

2. 向量：凡具有大小及方向之量者稱為向量，如力、速度、加速度、位移、重量、力矩、動量、衝量……等，一般表示之方法為在其量上畫一箭頭。

3. 向量的種類：

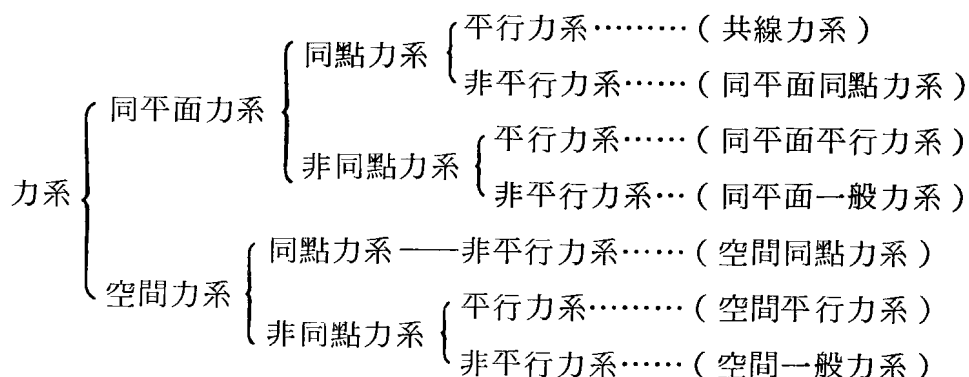
- (1) 自由向量：凡一向量，原點可自由決定，不受任何拘束者謂之。如力偶。
- (2) 滑動向量：凡一向量，原點可在其向量直線上自由移動者謂之。如力矩、力。
- (3) 拘束向量：凡一向量，原點固定而不能任意移動者謂之。如內應力。

1-4 力 系

1. 力系：將若干力同時討論時，此多力即為力系。一般分為：

- (1) 同平面力系（共面力系）（二度空間）
- (2) 非共面力系（空間力系）（三度空間）

2. 力系的分類：



1-5 牛頓三大定律

1. 第一定律：物體不受外力（或合力為零）作用時，靜者恒靜，動者恒作等速直線運動。此定律所指之物體為平衡狀態（靜止、等速直線運動），物體保持其原來運動狀態之特性謂之慣性，而靜止與等速直線運動均屬於慣性，故第一定律又稱慣性定律。
2. 第二定律：物體受力作用，在力之方向必產生加速度。其大小與作用力成正比，但與其質量成反比。第二定律可適用於直線或曲線運動。若運動物體之速度接近於光速（ $3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ ）則此定律不能適用。
3. 第三定律：一物體受力作用，必產生反作用力，作用力與反作用力大小相等，方向相反且在同一直線上，故又稱為反作用定律。

1-6 質點與剛體

1. 質點：研究物體之運動，常視物體為一質點，（不計大小，只計質量）。
2. 剛體：許多質點聚集即為剛體，剛體在受力前後，其形狀及大小不發生任何變化。

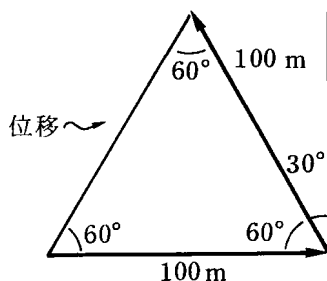
應用力學研究的對象為剛體，材料力學研究的對象為變形體（非剛體）。

精選範例

範例 1 某人向東前進 100 m 後轉向北偏西 30° 繼續前進 100 m，其位移為何？

解：因位移為向量，可圖示表之。

由圖示知位移 = 100 m



範例 2 若甲車時速 40 km 向南行駛，乙車時速 30 km 向西前進，則甲車對乙車之相對速度為若干？

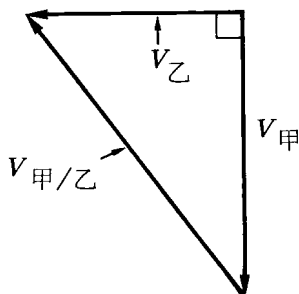
解：速度為向量：圖示可知

$$V_{甲/乙} = V_{甲} - V_{乙}$$

由圖示可知

$$V_{甲/乙} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ km}$$

即 $V_{甲/乙} = 50 \text{ km}$



模擬測驗題

- () 1. 受外力作用以後，形狀、大小均不發生變化之物體稱為 (A)剛體 (B)彈性體 (C)塑性體 (D)液體。
- () 2. 力學之研究必須考慮之四個要素為 (A)時間、空間、重量與力 (B)時間、速度、重量與力 (C)時間、空間、質量與力 (D)時間、速度、質量與力 (E)大小、方向、指向、作用點。
- () 3. 在 M.K.S 制中力的絕對單位是 (A)瓦特 (B)耳格 (C)牛頓 (D)