

應用力學

編著者 楊德階

正中書局印行

翻印必究

中華民國二十六年十月初版

應 用 力 學

全一冊 實價國幣六角

(外埠酌加運費匯費)

編 著 者 楊 德 隅

發 行 人 吳 秉 常

南京河北路本局

印 刷 所 正 中 書 局

南京河北路童家巷口

發 行 所 正 中 書 局

上海福州路
南京太平路

(878)

序

應用力學，爲從事於各種工程者所必需之基本智識。我國考工之學，雖自古有之，而對於此種基礎智識之著作，尚不多觀。編者不敏，鑒於近年來國內建設事業之猛晉，及從事於研習工程學者之日衆，乃本數年來教學之經驗，輯成是書，以供從事於工程者之參考，並可作高級工科職業學校教學之用。本編所引用之數學，力求淺易，而於圖解方法，更多致意。至於所用單位，爲適合國內工程界目下所習用起見，故採取英制之重力單位。

編者學識淺陋，此書之作，深虞掛漏，尚祈海內明達，有以正之。

楊德隅

目 次

第一編 靜力學

第一章 緒論(第1—4頁)	1
1. 定義	1
2. 單位	1
3. 無向量與向量	2
4. 向量之和	2
5. 向量之差	2
6. 力之要素	3
7. 力學問題之解法	3
第二章 力之分解及合成(第5—13頁)	5
8. 合力	5
9. 力之平行四邊形定律	5
10. 力之三角形定律	6
11. 分力	7
12. 同點力之合力	8
13. 合力之代數解法	10

第三章 平行力及力矩 (第 14—29 頁)	14
14. 方位圖及力之多角形	14
15. 平行力之合力圖解法	17
16. 力矩	21
17. 力矩之原理	22
18. 平行力之力矩	24
19. 平行力之合力代數解法	27
20. 力偶	28
21. 力偶之平衡	28
第四章 同平面上三力之平衡 (第 30—34 頁)	30
22. 定理	30
23. 圖解法	30
24. 代數解法	31
第五章 作用於同平面上之力之平衡	35
(第 35—47 頁)	35
25. 定理一	35
26. 定理二	35
27. 定理三	35
28. 平行力之平衡圖解法	36
29. 平行力之平衡代數解法	38

30. 平行力之不準式	39
-------------------	----

31. 任意力之平衡圖解法	42
---------------------	----

32. 任意力之平衡代數解法	44
----------------------	----

第六章 結構體之應力圖式(第48—54頁)	48
-----------------------------	----

33. 概說	48
--------------	----

34. 應力	48
--------------	----

35. 分段法	49
---------------	----

36. 代數解法	50
----------------	----

37. 應力圖式	51
----------------	----

第七章 重心(第55—77頁)	55
-----------------------	----

38. 平行力之中心	55
------------------	----

39. 重心	56
--------------	----

40. 對稱平面及對稱軸	56
--------------------	----

41. 對稱圖形之重心	56
-------------------	----

42. 非對稱圖形之重心	57
--------------------	----

43. 重心對於定直線之距離	57
----------------------	----

44. 弧之重心	61
----------------	----

45. 扇形之重心	68
-----------------	----

46. 球體帶面之重心	64
-------------------	----

47. 半球體之重心	65
------------------	----

48. 重心之圖解法	65
49. 重心之性質	67
50. 分佈擔負之重心	68
51. 置於水平面上物體之重心	72
52. 平衡原理	73
第八章 摩擦(第78—94頁)	78
53. 摩擦力	78
54. 摩擦係數	79
55. 摩擦角	81
56. 置於斜面上物體之平衡	82
57. 螺旋之摩擦力	90
58. 劈之摩擦力	91
59. 滾動摩擦	92

第二編 動力學

第九章 直線運動(第95—117頁)	95
60. 運動	95
61. 等速運動	95
62. 加速度	96
63. 等加速運動	96

64. 自由落體	100
65. 鉛直拋射體	101
66. 運動之合成及分解	104
67. 水平拋射體	107
68. 斜向拋射體	109
69. 相對運動	112
70. 相對速度之計算法	113
第十章 運動定律 (第118—123頁)	118
71. 動力學之基礎	118
72. 運動第一定律	118
73. 質量	119
74. 動量	119
75. 運動第二定律	119
76. 第二定律之推論	120
77. 重量與質量之關係	121
78. 運動第三定律	121
79. 第三定律之推論	121
第十一章 運動定律之應用 (第124—135頁)	124
80. 滑車上兩物體之運動	124
81. 水平面上兩物體之運動	125

82. 斜面上兩物體之運動	126
83. 粗糙斜面上物體之運動	127
84. 動體承受器之反應力	128
85. 衝量與動量	130
86. 兩運動物體之碰撞	131
87. 彈性體之碰撞	131
88. 直碰撞與斜碰撞	133
第十二章 轉動 (第 136—145 頁)	136
89. 角移	136
90. 角速度	136
91. 角加速度	137
92. 正交加速度	139
93. 向心力及離心力	140
94. 圓形坡路上之運動	140
95. 鐵路彎曲	141
96. 錐動擺	142
97. 轉動體之平穩	143
第十三章 轉動慣量 (第 146—163 頁)	146
98. 定義	146
99. 迴轉半徑	146

100.	長方形以其一邊爲軸之轉動慣量.....	147
101.	三角形以其底邊爲軸之轉動慣量.....	148
102.	圓以垂直經過其中心之直線爲軸之轉動 慣量.....	150
103.	複合面積之轉動慣量	151
104.	對於同平面上兩平行線爲軸時轉動慣量 之關係	153
105.	以直角座標軸爲軸時之轉動慣量之關係	155
106.	轉動慣量之性質及其應用	155
107.	常用之轉動慣量公式表.....	156
108.	力與轉動	158
109.	輪之滾動	159
第十四章	簡諧運動 (第164—191頁)	164
110.	簡諧運動	164
111.	簡諧運動之圖表	166
112.	簡諧運動之合成	167
113.	發生簡諧運動之力	167
114.	單擺.....	169
115.	彈簧擺	170
116.	複擺.....	171

117. 扭擺	172
第十五章 功及能 (第 175—191 頁)	175
118. 功	175
119. 物體升高時所作之功	176
120. 功之圖表法	177
121. 功率	179
122. 能	181
123. 位能	182
124. 動能	182
125. 移動體之動能	182
126. 能量不滅律	183
127. 轉動體之動能	184
128. 滾動體之動能	184
129. 功之原理	187
130. 耗功	187
131. 能與功	187
132. 機械要點	188
習題答案	193—201

第一編 靜力學

第一章

緒論

1. 定義 力學 (Mechanics) 爲物理學之一部,其所研討者,爲運動與力之諸定律,及其相互之關係. 工程力學之所論及者,爲施力於剛體 (Rigid body) 後之平衡,以及運動各定律之應用於工程上各問題者,前者謂之靜力學 (Statics),後者謂之動力學 (Kinetics).

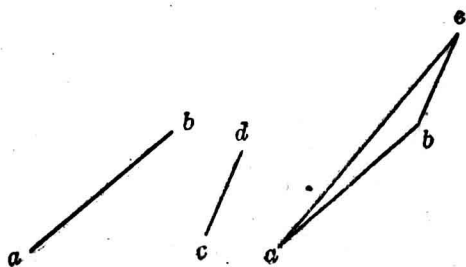
2. 單位 (Unit), 時間 (Time), 空間 (Space), 力 (Force), 質量 (Mass) 四者,爲力學上所用之基本數量. 此四種基本數量,均可比較於一定量而量得之,所用之定量,即單位是也.

普通所用之單位有兩種,一爲 C. G. S. 單位,即厘米克秒制 (Centimeter-gram-second system), 爲理論科學所用之單位,一爲 F. P. S. 單位,即呎磅秒制 (Foot-pound-second system), 爲工程上所用最廣之單位,故本書亦暫沿用之.

3. 無向量與向量 (Scalar and vector quantities) 名數之單位,若祇有量之大小,謂之無向量,若重量,溫度,體積等是也.若名數之單位,除量之大小外,且有方向關係,則謂之向量,如力,速度等是也.

向量恆以一直線代之,線之長短,代其量之大小,而線之方向,則代其方向.

4. 向量之和 求二向量之和.



第 1 圖

ab 與 cd 爲二向量.作 ab , 自 b 作 be 平行且等於向量 cd , 連接 ae , 則 ae 爲 ab 與 cd 二向量之和, 即

$$ab + cd = ae.$$

⊗

5. 向量之差 求二向量之差.

ab 與 cd 爲二向量.作 ab , 自 b 作 be 平行且等於



第 2 圖

向量 dc , 連接 ae , 則 ae 爲 ab 與 cd 二向量之差, 即

$$ab - cd = ae.$$

6. 力之要素 改變物體位置之要素, 謂之力 (Force), 而力之必要條件有三; 一爲量 (Magnitude), 二爲方向 (Direction), 三爲施力點 (Point of application).

由施力點沿力之作用方向, 作一直線, 其長短依一適宜之比例, 使之等於其量, 且加一箭頭於其上, 以表其向背, 則此直線, 即可將力完全表出, 故力爲向量。

7. 力學問題之解法 解力學問題時, 與解他種問題, 其原則相同, 即未知數與已知數間之關係, 須首先明瞭。通常力學問題之解法有二, 即圖解法及數學解法是也。因力爲向量, 故全題各數, 均可以直線表之, 其結果所得之直線, 即爲未知數之量, 如第四及第五兩節所述者即是。用數學解法時, 亦須如圖解法作圖, 惟所作爲一草圖, 由圖之各部, 以得已知數與未知數之關係, 然後用數學方式解之。若所作之草圖, 較爲複雜時, 可將此圖切爲若干部, 則作用於一部上之力, 自較簡易, 然後逐部解之, 自可不致錯誤。所切各部, 謂之隔離體 (Isolated body)。隔離體之所表示者, 僅爲物體各部所受之力, 而非物體之圖形, 學者須注意及之。

將各力之圖形解成數部切之, 每部與向力隔離體。

上述二法,初無軒輊,由圖解法所得之結果,雖不如由數學解法所得者之精確,然在工程上言之,因材料等關係,均爲近似值 (Approximate value), 故學者對此二種解法,須加以同等之注意與熟練.

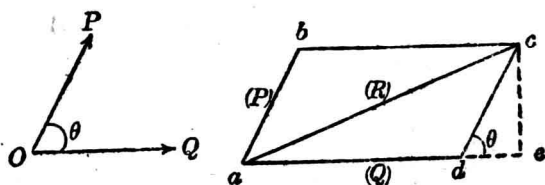
第二章

力之分解及合成

8. 合力 (Resultant of forces) 物體同時受數個力之作用時,其所生之效果,與受一個力時相同.此力謂之合力.因力爲向量,故其合成 (Composition) 及分解 (Resolution),均依向量之規定.

9 力之平行四邊形定律 (Law of parallelogram of forces) 若有二力,設其作用線共同經過一點,則此二力,以其向量表之爲一平行四邊形之兩邊時,所成平行四邊形之對角線,即爲此二力之合力.

設有 P, Q 兩力,同時作用於 O 點,此兩力作用線間之夾角爲 θ .如圖作 P 力之向量 ab , Q 力之向量 ad ,作



第 3 圖

平行四邊形 $abcd$, 則對角線 ac 即為 P, Q 二力合力之向量, 可由下法求得其數學的關係.

由幾何, 得

$$\begin{aligned}(ac)^2 &= (ae)^2 + (ce)^2 = (ad + de)^2 + (cd)^2 - (de)^2 \\ &= (ad)^2 + (cd)^2 + 2ad \cdot cl \cdot \cos \theta,\end{aligned}$$

故
$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2P \cdot Q \cdot \cos \theta.$$

10. 力之三角形定律 (Law of triangle of forces) 上圖中若以 bc 為 Q 力之向量, 即順次以此二力之向量為三角形之兩邊, 則此三角形之第三邊, 即為此二力合力之向量.

若此二力作用線之夾角為 $0^\circ, 90^\circ$, 或 180° , 則上述各式, 更可簡單.

當 $\theta = 0^\circ$, 則 $R = P + Q$;

$\theta = 90^\circ$, 則 $R^2 = P^2 + Q^2$;

$\theta = 180^\circ$, 則 $R = P - Q$.

合力 R 與 P 力所夾之角, 即合力對於 P 力之方向, 亦可簡單求得之. 設此角為 θ' , 則

$$\tan \theta' = \frac{ce}{ae} = \frac{P \sin \theta}{Q + P \cos \theta}.$$

當 $\theta = 0^\circ$, 則 $\theta' = 0^\circ$;