

#3  
175044

戴勃

二氏新實用物理解答

編演者尹敬執

陳達題



漢 譯

勃戴二氏新實用物理學解答

尹敬執編演

原 書

**NEW PRACTICAL PHYSICS**

BLACK AND DAVIS

北平華盛書局發行

## 序

年來教育方針，趨於理科，故科學書籍，自當盛行，關於高中物理一書，坊間出版者，雖如過江之鯽，然完善者，實不可多覩，現在一般高級中學多採用勃戴二氏新實用物理學 (New practical physics By Black and Davis) 較之其他課本固不可以同日而語也。該書本係英文本，近來雖有譯本然於題解一書，曾未或見。尹君敬執，余之好友也，有鑒於斯，曾欲著勃戴二氏新實用物理題解，意在供學物理者之參考也。尹君素云多才，而多才者事亦恒多，故對於此書終未暇整理付梓，近來尹君諸友好聞有是作也，多慫慂從速整理付梓，尹君乃撥冗整理之，以備是書早日出版，藉副學者之望，並供事實之需，是不但於會考升學均有所助，即于參考查閱亦大為便利焉，余不才倉卒為是序聊作此書之紀念云耳。

甲戌二月

趙繼鵬識於北平。

## 引 言

1. 勃戴二氏新實用物理，爲現在高中最適宜之課本，特將其  
中算題詳爲解答，以供讀者之參考。
2. 本書後有附錄，內包括重要單位。
3. 原書後有補充題數則，因時間關係不克作答，俟第二版再  
補，書以誌歉。
4. 本書悉用中文以便讀者查閱。
5. 本書倉卒出版，不免錯謬滋多，仍希讀者不時加以指正，  
幸甚！
- 6 蒙清華大學陳達教授賜書封面，特此感謝，劉清萍先生，  
王君徵壽多所糾正，友好陳君旭人曾與以鼓勵及輔助，均  
致謝意。

民國二十四年春

編者識

# 目次

序

引言

章 數	頁 數
一.	衡量與度量 ..... 1
二.	槓桿與滑輪 ..... 9
三.	工,工率及摩擦 ..... 31
四.	液體之壓力..... 45
五.	空氣之壓力..... 60
六.	運動之液體及氣體 ..... 73
七.	彈性及材料強度學 ..... 77
八.	作用於一點之諸力 ..... 81
九.	加速運動 ..... 97
十.	運動三定律 ..... 110
十一.	位能與動能 ..... 114
十二.	熱及膨脹 ..... 121
十三.	熱之傳播 ..... 137
十四.	冰,水,及蒸氣 ..... 140
十五.	蒸氣機及煤氣機..... 155

---

十八.	電流 .....	162
十九.	電路 .....	167
二十.	電流之磁效應與化學效應 .....	176
二十一.	電熱,電工率,及電熵 .....	180
二十二.	發電機及電動機 .....	189
二十三.	感應圈及變壓器 .....	195
二十四.	交流電 .....	198
二十五.	聲波 .....	200
二十六.	音樂 .....	206
二十七.	亮度:燈與反射體 .....	212
二十八.	透光鏡及光學器械 .....	226

附錄

## 第一章：衡量與度量

### 習題

1. 以 4 耗 62 糶加於 14 糶,其和以糶計之爲若干?

$$14 \times 100 + 62 + .4$$

$$= 1400 + 62.4 = 1462.4 \text{ 糶}$$

2. 由 8 糶中減去 21 耗與 2 糶之和,其餘數爲若干?

$$8 - (2 + 2.1) = 8 - 4.1 = 3.9 \text{ 糶}$$

3. 一呎等於若干糶?

$$1 \text{ 呎} = 12 \times 2.54 = 30.48 \text{ 糶}$$

4. 一耗等於若干呎?

$$1 \text{ 耗} = \frac{39.37}{12} = 3.28 \text{ 呎}$$



最新記錄爲 38,500 呎,合糶爲若干?

11737.8 糶

若干糶?

$$1 \text{ 哩} = 1 \times 5280 \div 3280 = 1.6 \text{ 秆} (\text{一秆} = 3.28 \text{ 呎})$$

7. 車輪之直徑爲 30 吋, 問 (a) 車行一哩, 輪轉若干次? (b) 如行一秆, 輪轉若干次?

$$(a) \frac{1 \times 5280 \times 12}{30 \times \pi} = \frac{63360}{94.248} = 670.226 \text{ 次}$$

$$(b) \frac{1 \times 3.28 \times 1000 \times 12}{30 \times \pi} = \frac{39360}{94.248} = 417.512 \text{ 次}$$

8. 貯水器長爲 60 吋, 闊 30 吋, 深 45 吋, 該器能容水若干磅?

$$\frac{60 \times 30 \times 45}{1000} = \frac{1800 \times 45}{1000} = 81 \text{ 磅}$$

9. 5 加侖之汽油箱能容油若干磅?

$$\frac{5 \times 4}{1.06} = \frac{20}{1.06} = 18.8 \text{ 磅}$$

10. 直徑 20 吋之氣球能容氣若干磅?

$$\frac{.524 \times 20^3}{1000} = \frac{.524 \times 8000}{1000} = 4.192 \text{ 磅}$$

## 習 題

1. 一磅等於若干克?

$$1 \text{ 磅} = \frac{1000}{2.2} = 454.5 \text{ 克}$$

2. 一噸等於若干克?



$$1 \text{ 兩} = \frac{454.5}{16} = 29.5 \text{ 克}$$

3. 糖每磅值洋 6 分，今有糖一尪，問價值若干？

$$454.5:1000 = .06:x$$

$$x = \frac{1000 \times .06}{454.5} = \frac{60}{454.4} = 0.12 \text{ 元}$$

4. 美國鐵路規定每一旅客之行李，不得過 150 磅問合尪爲若干？

$$150 \text{ 磅} = \frac{150 \times 454.5}{1000} = \frac{68175}{1000} = 68.18 \text{ 尪}$$

5. 8 磅重之鉛球，擲遠 28 呎 6 吋，問其重與距離合米制各若干？

$$8 \text{ 磅} = 8 \times 454.5 \text{ 克} = 3636 \text{ 克} = 3.636 \text{ 尪}$$

$$\frac{28 \times 12 + 6}{39.37} = \frac{342}{39.37} = 8 \text{ 呎}$$

6. 吾人有時以爲各種液體一品脫之容量，皆等於一磅，實則不然。問水一品脫，當重若干磅（一夸 = 2 品脫）

$$1 \text{ 品脫} = .5 \text{ 夸}$$

$$\frac{.5 \times 58}{1728} = .016 \text{ 立呎}$$

$$.016 \times 62.4 = .9984 \text{ 磅}$$

7. 汽油之重，約爲水之四分之三。問 1 呎之汽油重爲若干克？

$$1000 \times \frac{3}{4} = 750 \text{ 克}$$

8. 空瓶重 720 克，盛滿以水，共重 1670 克。問瓶之容量為若干磅？

$$\frac{1670 - 720}{1000} = \frac{850}{1000} = .85 \text{ 磅}$$

9. 容水 450 克之玻璃量筒，其內徑為 8 釐。量筒上之刻度，每格等於 1 立釐。問 (a) 量筒內水之體積為若干立釐？ (b) 水柱之深度為若干釐？

(a) 450 立釐

$$(b) 450 = .785 \times 8^2 \times h \quad h = \frac{450}{8^2 \times .785} = 8.956 \text{ 釐}$$

10. 水桶高 9 吋，其平均直徑為 9 吋，如盛滿以水，水重若干磅？

$$\frac{.785 \times 9^2 \times 9}{1728} = .331 \text{ 立方呎}$$

$$.331 \times 62.4 = 20.654 \text{ 磅}$$

## 習 題

1. 一磅之牛乳，重若干克？

$$1000 \times 1.03 = 1030.00 \text{ 克}$$

2. 金屬一塊，長 10 釐，闊 8 釐，厚 6 釐，重 1267 克。問 (a) 密

度若干?(b)爲何種金屬?

$$(a) 1267 \div (10 \times 8 \times 6) = \frac{1267}{480} = 2.64 \text{ 克 / 吋}^3$$

(b) 此種金屬爲鉛

3. 石一塊,長 4 呎,闊 2 呎,高 15 吋,重 1625 磅問每立呎重若干磅?

$$1625 \div (4 \times 2 \times \frac{15}{12}) = 1625 \div 10 = 162.5 \text{ 磅 / 呎}^3$$

4. 玻璃杯之容量爲 280 立漚,(a)能容銀若干尅?(b)合若干磅?

$$280 = \frac{w}{13.6} \quad w = 13.6 \times 280 = 1.808 \text{ 尅}$$

$$1.808 \times 2.2 = 3.9798 \text{ 磅}$$

5. 問若干立漚之栓木,其重等於 100 立漚之鉛?

$$x \times .25 = 100 \times 11.4$$

$$x = \frac{100 \times 11.4}{.25} = \frac{1140}{.25} = 4560 \text{ 立漚}$$

6. 鉛柱高 8 漚,直徑爲 4 漚,重爲若干克?

$$8 \times 4^2 \times .785 \times 2.65 = 8 \times 16 \times .785 \times 2.65 = 976.272 \text{ 克}$$

7. 每立呎重 170 磅之球形花岡石,如直徑爲 6 呎重若干磅?

$$6^3 \times .524 \times 170 = 216 \times .524 \times 170$$

$$= 216 \times 5.24 \times 17 = 19241.28 \text{ 磅}$$

8. 一立呎之鋁，重若干磅？

$$2.65 \times 62.4 = 165.36 \text{ 磅}$$

9. 栓木所製之救命圈，重 20 磅，其體積為若干立呎？

$$\frac{20}{.25 \times 62.4} = \frac{20}{15.6} = 1.2 \text{ 立呎}$$

10. 18 吋長，12 吋闊，10 吋厚之水，重若干磅？

$$\frac{18}{12} \times \frac{10}{12} \times 1 \times .911 \times 62.4 = 1.13 \times 62.4 = 70.512 \text{ 磅}$$

11. 玻璃一塊，長 30 吋，闊 20 吋，重 1218 克，密度為 2.9 克

/ 吋<sup>3</sup>，問厚若干吋？

$$\frac{1218}{30 \times 40 \times t} = 2.9 \quad t = \frac{1218}{30 \times 40 \times 2.9} = \frac{1218}{8480} \\ = .143 \text{ 吋}$$

12. 取 500 克重之黃銅砝碼，緩緩沉於滿水之杯內，問(a)水溢去若干立吋？(b)溢去之水為若干克？

$$(a) \frac{500}{8.4} = 60 \text{ 立吋} \quad (b) 60 \times 1 = 60 \text{ 克}$$

13. 金磚 32 塊，其體積為一立呎。如童子之力，祇有 100 磅，能舉起其一塊否？試列算式。

$$\frac{1}{32} \times 62.4 \times 19.3 = 37.63 \text{ 磅}$$

$$100 \text{ 磅} > 37.63 \text{ 磅}$$

童子能舉起一塊

14. 圓筒形之蓄水器,其內徑爲6呎,高10呎,問能蓄水若干噸?

$$\frac{\pi 3^2 \times 10 \times 62.4}{2000} = \frac{3.14 \times 9 \times 10 \times 62.4}{2000} = \frac{2763.4}{2000}$$

$$= .8817 \text{ 噸}$$

15. 若將汝之身體,潛於游泳池中,能排水若干立呎?

假設身體之重爲 W 磅,人之比重爲 S

$$\text{則 } V = \frac{W}{S \times 62.4}$$

16. 鮑而塞 (balsa) 爲一種輕木,製造飛機時常用之。今有鮑而塞一塊,長4呎,闊1呎,厚6吋,僅重14.6磅,問密度爲若干?試與栓木比較之。

$$\frac{14.6}{1 \times 4 \times .5} = \frac{14.6}{2} = 7.3 \text{ 磅/呎}^3$$

15.6 磅 > 7.3 磅 比栓木還輕。

17. 湯匙一枚,外表似爲銀製。浸入有水之量筒內,水面由460立糲昇至468立糲。如該匙重76克,是否爲純銀?

$$\frac{76}{468 - 460} = \frac{76}{8} = 9.5 \text{ 克/糲}^3 \text{ (純銀} = 10.5 \text{ 克)}$$

不是純銀

18. 室長8呎,闊6.2呎,高2.8呎 試求室內空氣之重(a)以尅計之。(b)以磅計之

$$\frac{800 \times 620 \times 280 \times .0012}{1000} = 166.65 \text{ 尅}$$

$$166.65 \times 2.2 = 366.63 \text{ 磅}$$

19. 銀球一枚，外似實質，實則中空。如該球之直徑為 10 釐，而重為 4.5 尪，問中空若干立釐？

$$A \text{ 體積} = \frac{4500}{10.5} = 428 \text{ 立釐}$$

$$B. \text{體積} = 10^3 \times .524 = 1000 \times .524 \\ = 524 \text{ 立釐}$$

$$\text{中空體積} = 524 - 428 = 96 \text{ 立釐.}$$

20. 用滴管滴油一點於水面上，水面上成一圓形之薄膜。如知一滴之油之重，而薄膜之直徑又可測量者，如何計算薄膜之厚度

$$T = \text{薄膜之厚度}$$

$$D = \text{直徑}$$

$$S.g. = \text{油之比重}$$

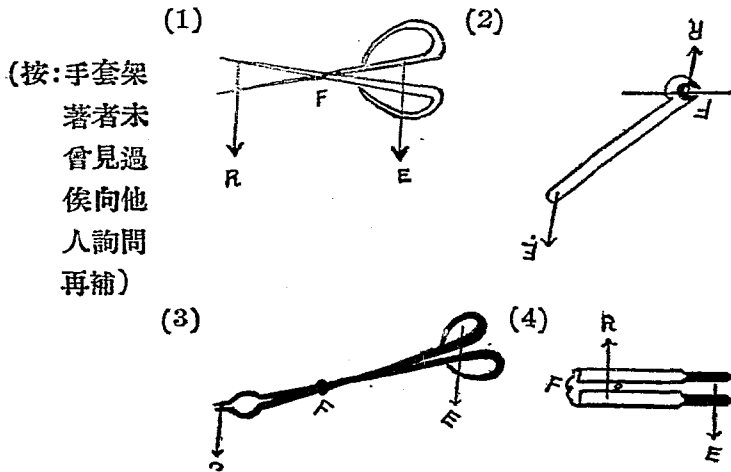
$$W = \text{油滴之重}$$

$$T = \frac{W}{S.g. \times D^2 \times .785}$$

## 第二章：槓桿與滑輪

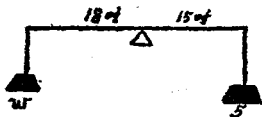
### 習題

1. 下列各物,表示槓桿之原理者,如軋剪,手套架,開罐器,裂果棒,試繪圖注明支點,及作用力與抵抗力之方向。



2. 距槓桿之支點 18 吋之處,懸鉄釘一袋,而在另一端距支

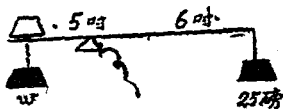
點 15 吋之處，懸 5 磅重之砝碼，二者如能平衡，問釘重若干？



$$W \times 18 = 15 \times 5$$

$$W = \frac{15 \times 5}{18} = 4.1 \text{ 磅}$$

3. 置鉄絲一根於距軋剪之銷釘 0.5 吋之處，如距銷釘 6 吋之剪柄上用力 25 磅而能將鉄絲軋斷者，問施於鉄絲上之力爲若干？



$$W \times .5 = 6 \times 25$$

$$W = \frac{6 \times 25}{.5} = 300 \text{ 磅}$$

4. 切紙用之剪刀，口長而柄短，切金類之軋剪口短而柄長，其故安在？

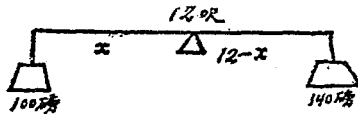
紙是很薄，沒有大抵抗力，不需要大力量來剪紙，只需要剪的距離長，所以柄短口長，鉄是很堅硬的金屬，必須用大力方能剪斷，所以必需柄長口短，因爲在柄上稍用一點力便能生出大抵抗力來，

5. 體重 100 磅與 140 磅之二童，在 12 呎長之板上作躡板遊戲，問體重較輕之一童，當離支點若干呎？

令  $x$  = 年齡較幼之一童離



支點之距離,  $12-x$  = 年齡較大之一童離支點之距離板重不計。



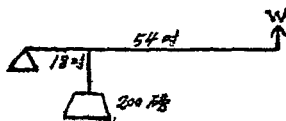
$$100x = (12-x)140$$

$$100x = 1680 - 140x$$

$$240x = 1680; x = \frac{1680}{240} = 7 \text{ 呎}$$

$$12-x = 12-7 = 5 \text{ 呎}$$

6. 獨輪車之柄, 長 4 呎 6 吋, 設有重 200 磅之物, 置於距車軸 18 吋之處, 如能舉起車柄, 問需力幾何?



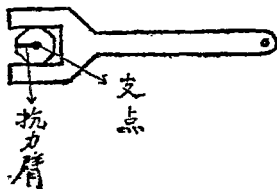
$$W \times 54 = 200 \times 18$$

$$W = \frac{200 \times 18}{54} = 66 \text{ 磅}$$

7. 在獨輪車上之物, 何以愈近輪者, 舉起較易?

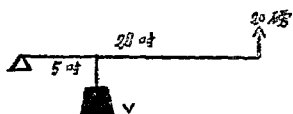
當貨物離輪愈近則其抵抗力距愈小, 抵抗力距等於力距, 力距小則抵抗力亦必小, 車柄至輪之距離是固定的所以用力一定較小。

8. 旋動鐵鏽之螺釘帽, 用長柄螺鉗較短柄者為便, 其故安在? 何者為抵力臂?



柄愈長, 力臂愈長, 則用力愈小, 螺釘帽之半徑為抵力臂。

9. 壓上唧筒之柄，其兩臂之長，一為 5 吋，一為 28 吋。如下  
壓之力為 20 磅，問施於活塞上之力為若干？



$$W \times 5 = 20 \times 28$$

$$W = \frac{20 \times 28}{5} = 112 \text{ 磅}$$

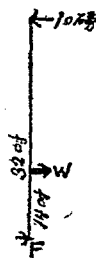
10. 用棒負物，何以物之距離，愈近肩者，愈覺省力？

物之距離，愈近肩，則抵抗力距愈小，而力臂則加長，故用力愈小。

11. 長 32 吋之桿，支持於下端，用以引舟前進，又繫舟之繩，縛於距支點 14 吋之處。如施於桿之上端之推力為 10 磅，問繩上之拖力為若干？

$$W \times 14 = 10 \times 32$$

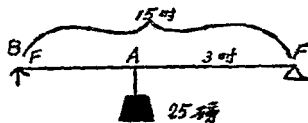
$$W = \frac{10 \times 32}{14} = 22 \text{ 磅}$$



12. 如在圖 14 中之 R 為 25 磅，AF 之距離為 3 吋，BF 為 15 吋，問 E 為若干？

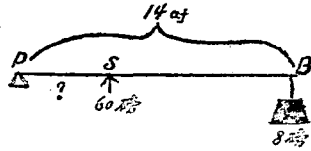
$$E \times 15 = 25 \times 3$$

$$E = \frac{25 \times 3}{15} = 5 \text{ 磅}$$



13. 某種蒸汽鍋之安全活瓣，其桿之一端，有一鉄球（圖 18）

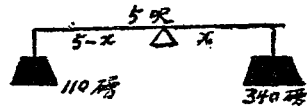
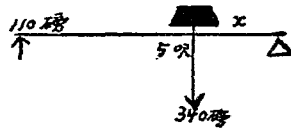
已知用 60 磅之蒸汽力，適能  
舉起 8 磅重之鐵球。如 P B  
之距離為 14 吋，問 P S 為若  
干？



$$PS \times 60 = 14 \times 8$$

$$PS = \frac{14 \times 8}{60} = 1.8 \text{ 吋}$$

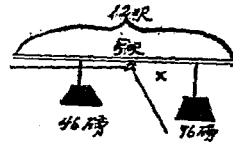
14. 今有體重 110 磅之童子，能舉起 110 磅之重量。如該童取 5 呎長之棒，用以舉起 340 磅之石，試述其兩種方法，並計算石距支點之距離各長若干？



$$\begin{array}{l|l} (5-x)110 = 340x & 110 \times 5 = 340x \\ 550 - 110x = 340x & 340x = 550 \\ 450x = 550 & x = \frac{55}{34} = 1.6 \text{ 呎} \\ x = \frac{55}{45} = 1.2 \text{ 呎} & \end{array}$$

15. 長 12 呎之板，其 6 呎突出於洋台地板外。離室內一端 0.5

呎之處，置一重 46 磅之石。今令一體重 72 磅之童子，向板之外端行走，問使板不致蹶動其最遠



距離當爲若干？

$$46 \times 5 = 72x$$

$$x = \frac{46 \times 5}{72} = 3.1 \text{ 呎}$$

### 習題

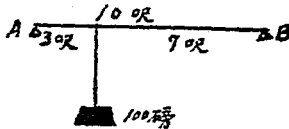
1. 甲乙兩童，用桿抬 100 磅之物。如兩童執桿之處相距 10 呎，而物距甲童爲 3 呎，問各需力若干？

$$10x = 3 \times 100$$

$$x = \frac{3 \times 100}{10} = 30 \text{ 磅}$$

$$10y = 7 \times 100$$

$$y = \frac{7 \times 100}{10} = 70 \text{ 磅}$$



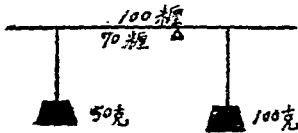
2. 在枳桿 10 呎之處，繫 50 克之砝碼，又在枳之 70 呎處，繫 100 克之砝碼。如欲使桿達水平平衡，問支點當在何處？（桿重不計）

$$50(60 - x) = 100x$$

$$3000 - 50x = 100x$$

$$150x = 3000$$

$$x = \frac{3000}{15} = 20 \text{ 呎}$$



當在 50 吋處

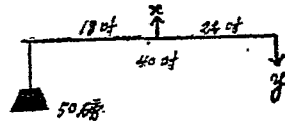
3. 取鉄鏟盛煤，左手執鏟柄之端，右手握柄之處，距柄端爲

22 吋，煤與鏟距左手爲 40

吋。如煤與鏟共重 50 磅，問

(a) 左手下壓之力爲若干？

(b) 右手上提之力爲若干？



$$(a) \quad 22y = 18 \times 50,$$

$$y = \frac{18 \times 50}{22} = 40.9 \text{ 磅}$$

$$(b) \quad 50 \times 40 = 22x$$

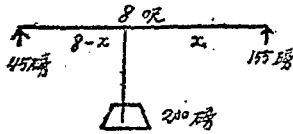
$$x = \frac{50 \times 40}{22} = 90.9 \text{ 磅}$$

4. 如上題中之右手，離鏟愈近，則(a)右手所用之力，增加抑減少？(b)左手若何？

(a) 右手所用之力減少。

(b) 左手所用之力增加。

5. 一人與一童用 8 呎長之桿，扛 200 磅之物。如童子之力祇爲 45 磅，問物須置於桿之何處？

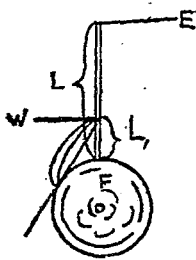


$$200x = 45 \times 8$$

$$x = \frac{45 \times 8}{200} = \frac{360}{200} = 1.8 \text{ 呎}$$

物置於離入之 1.8 呎處。

6. 用鈎桿(cant book)滾動木段,如何計量此器之機械利率?  
機械利率之大小,是否視木之粗細而定?



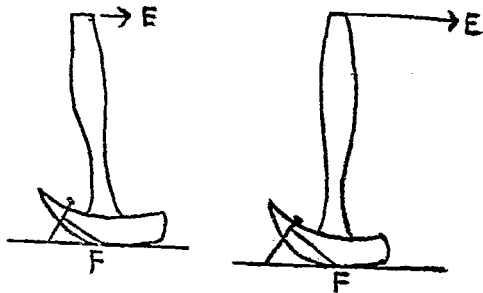
$$(a) W \times L = E \times L_1$$

機械便利

$$= \frac{W}{E} = \frac{L}{L_1}$$

- (b) 木粗則W之力變大而E亦必變大  
所以與木之粗細有關

7. 某種拔釘鎚, 祇用 500 磅之力, 能拔起 100 磅力之釘。如鎚柄長 12 吋問  
(a) 釘距支點之距離若干? (b) 釘拔起後, 上述之距離有何改變? (c) 此種距離之改變, 對於所用之力有何影響? 試繪圖解答之。



離之改變, 對於所用之力有何影響? 試繪圖解答之。

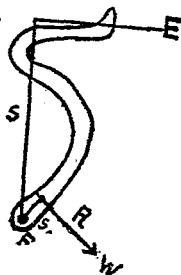
(a)  $50 \times 12 = 1100 \times S$

$$S = \frac{50 \times 12}{1100} = \frac{600}{1100} = 5.5 \text{ 吋}$$

(b) 抵抗力臂加長

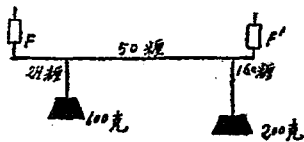
(c) 所用之力則漸加大。

8. 如圖表示汽車上所用之腳踏制動器，踏板 P 能轉動於支點 F。如施力少許踏板上，則桿 R 即能發生極大之力，繪圖並說明如何計算作用力之力矩與抵抗力之力矩。此種槓桿之機械利率為何？



$$\text{機械便利} = \frac{W}{E} = \frac{\text{力矩}}{\text{抵抗力之力矩}} = \frac{S}{S_1}$$

9. 桿一根(桿重不計)懸於相距 50 吋之兩只簧秤上，如取二物，懸於兩簧秤之間，距左端簧秤 24 吋處，重為 100 克，距右端簧秤 16 吋處，重為 200 克，問簧秤上之數值各若干？



$$F \times 50 = 100 \times 26 + 200 \times 16$$

$$50F = 2600 + 3200$$

$$50F = 5800$$

$$F = \frac{5800}{50} = 116 \text{ 克}$$

$$F' \times 50 = 200 \times 34 + 100 \times 24$$

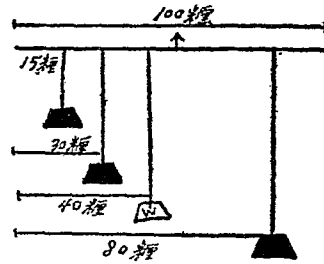
$$50F' = 6800 + 2400$$

$$50F' = 9200$$

$$F' = \frac{9200}{50} = 184 \text{ 克}$$

$$184 + 116 = 300 \text{ 克}$$

10. 取棍一根，支持其中央，將重 10 克之物置於 15 糲處，重 25 克在 30 糲處，重 40 克在 80 糲處。如欲使棍平衡，問 (a) 在棍之 40 糲處，當懸重若干克？ (b) 支點上之力共若干？

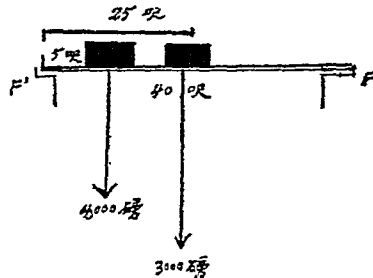


$$(a) 10 \times 35 + 25 \times 20 + 10W = 40 \times 30$$

$$W = \frac{350}{10} = 35 \text{ 克}$$

$$(b) E = 10 + 25 + 40 + 350 = 110 \text{ 克}$$

11. 長 40 呎之橋，上有貨車兩輛，一重四噸，一重 3000 磅。如前者距橋端 15 呎，後者為 25 呎，問支持橋之兩端之力各為若干？(橋重不計)





$$\begin{aligned} F \times 40 &= 8000 \times 15 + 3000 \times 25 \\ &= 120000 + 75000 \\ &= 195000 \end{aligned}$$

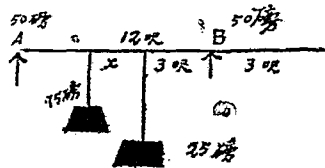
$$F = \frac{195000}{40} = 4875 \text{磅}$$

$$\begin{aligned} F' \times 40 &= 3000 \times 15 + 8000 \times 25 \\ &= 45000 + 200000 \\ &= 245000 \end{aligned}$$

$$F' = \frac{245000}{40} = 6125 \text{磅}$$

$$F + F' = 4875 + 6125 = 11000 \text{磅}$$

12. 桿長 12 呎, 其兩端為 A, B, 桿之中央, 懸重 25 磅此桿之一端支持於 A 點, 另一端支持於距 B 點 3 呎之處。如取重 75 磅之物再加於桿上, 而使兩支點上所受之力為相等, 則該物須懸於桿之何處?



$$50 \times 9 = (x+3)75 + 25 \times 3$$

$$450 = 75x + 225 + 75$$

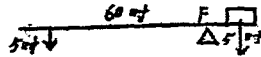
$$75x = 150$$

$$x=2\text{呎}$$

$$6-x=4\text{呎}$$

置於離 A 端 4 呎處。

13. 長 5 呎之棒，用以擡物。離着地之一端 5 吋處，下墊一石作為支點。如作用力之點，距棒之上端為 5 吋，問機械之利率為若干？



$$\text{機械便利} = \frac{50}{5} = 10$$

14. 長 10 呎之桿，下端支持於 A 點，其上端被水平方向之繩 BC 繫牢之。如有重 40 磅之物，懸於距 A 點 8 呎之處，問繩上之張力為若干？(桿重不計)

$$10:8=6:x$$

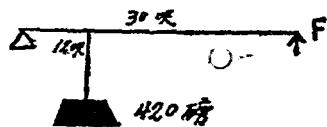
$$x = \frac{8 \times 6}{10} = 4.8 \text{ 呎}$$

$$B \times 8 = 40 \times 4.8$$

$$B = \frac{4 \times 48}{8} = \frac{192}{2} = 24 \text{ 磅}$$

### 習 題

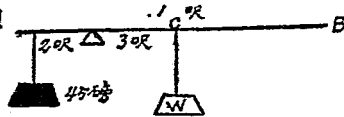
1. 長 30 呎之電桿木，重為 420 磅，其重心距較重之一端為 12 呎，如欲舉起較輕之一端，當需力若干？



$$F \times 30 = 12 \times 420$$

$$F = \frac{12 \times 420}{30} = 168 \text{ 磅}$$

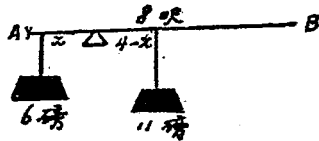
2. 有各部份同質同粗之棒，長為 10 呎，其一端懸有重 45 磅之物，如達平衡時之支點距懸物之一端為 2 呎，問棒重若干？(棒之重心在中央)



$$2 \times 45 = 3 \times W$$

$$W = \frac{2 \times 45}{3} = 30 \text{ 磅}$$

3. 有各部份同質同粗之棒，長為 8 呎，重為 11 磅，其一端懸有 6 磅重之物，問平衡時之支點當在何處？



$$6x = 11(4 - x)$$

$$6x = 44 - 11x$$

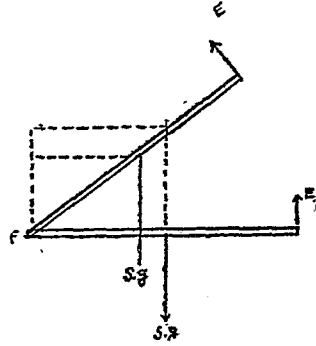
$$17x = 44; \quad x = 2 \frac{11}{17} \text{ 呎}$$

應在  $2 \frac{11}{17}$  呎處。

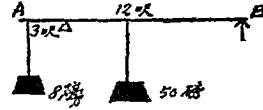
4. 向上下開閉之門(trapdoor)其鉸鏈裝置於 A, B 如手執門

邊 CP, 向上開動何以門愈  
近垂直地位, 則用力愈少?  
(注意門之重心地位)

愈近垂直地位, 則重心離支  
點愈近, 所以用力愈少,



5. 各部份同質同粗之桿 AB, 長為 12 呎, 重為 50 磅, 擱置於距 A 端 3 呎之支點上, 又 A 端上懸有 8 磅之物, 如執 B 端, 舉桿達水平方向時, 則需力幾何?

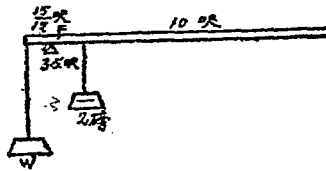


$$B \times 9 + 8 \times 3 = 50 \times 3$$

$$9B + 24 = 150$$

$$9B = 126; B = 14 \text{ 磅}$$

6. 童子之釣魚桿, 長 10 呎, 重 2 磅, 其重心距較粗之一端為 3.5 呎。欲知魚之重量, 法將釣得之魚, 懸於較粗之一端, 將釣桿擱於籠筐上, 求其平衡時之支點。如平衡時之支點, 距較粗之一端為 15 吋, 問魚重若干?



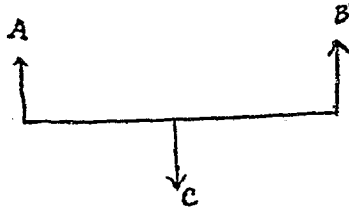
$$\frac{15}{12}W = 2 \times \frac{27}{12}$$

$$W = \frac{2 \times 27}{15}$$

$$= \frac{54}{15}$$

$$= 3.6 \text{ 磅}$$

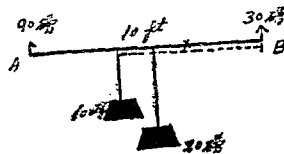
7. 設煤車之載重，已知其過量，非磅秤所能勝。今欲衡之，可先將車之前輪，置於磅秤上，計其重量，然後再衡後輪之重，此兩數之和是否即車之重量？（試解答其理由）



數力平行時，向上方力之總和等於向下力之總和，故

$$A + B = C$$

8. 一人與一童，用一等均之桿，扛重 100 磅之物。桿長為 10 呎，桿重為 20 磅設成人之力三倍於童子，問物當置於桿之何處？



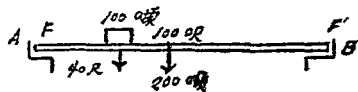
$$90 \times 10 = 20 \times 5 + 100x$$

$$900 = 100 + 100x$$

$$100x = 800$$

$$x = 8 \text{ 呎}$$

9. 長 100 呎，重 200 噸之橋，其重心在橋之中央，設橋上有一重 100 噸之蒸汽機關，距橋之一端為 40 呎，問橋之兩端石柱，各支重若干噸？



$$F \times 100 = 200 \times 50 + 100 \times 60$$

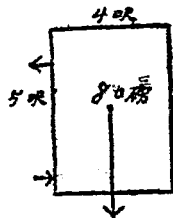
$$F = \frac{10000 + 6000}{100} = \frac{16000}{100} = 160 \text{ 噸}$$

$$F' \times 100 = 200 \times 50 + 100 \times 40$$

$$F' = \frac{200 \times 50 + 100 \times 40}{100} = \frac{10000 + 4000}{100}$$

$$= \frac{14000}{100} = 140 \text{ 噸}$$

10. 闊四呎，重 80 磅之門，其上下兩鉸鏈相距為 5 呎。設想此門為直角形槓桿，下端之鉸鏈作為支點。問上端之鉸鏈所受水平方向之拖力為若干？

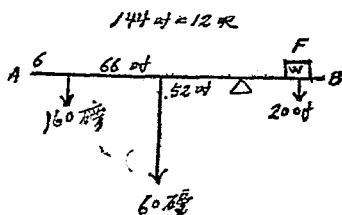


$$F \times 5 = 80 \times 2$$

$$F = \frac{80 \times 2}{5} = 16 \times 2 = 32 \text{ 磅}$$

11. 設取一等質等粗之棒,用以舉起重物。棒長為 12 呎,重為 60 磅。將棒置於重物之下,

物與棒接觸之點,距棒端為 6 吋,距墊木為 20 吋。如距棒之另一端 6 吋之處,加力 160 磅,問物重若干?



$$14 \times W = 52 \times 60 + 160 \times 66$$

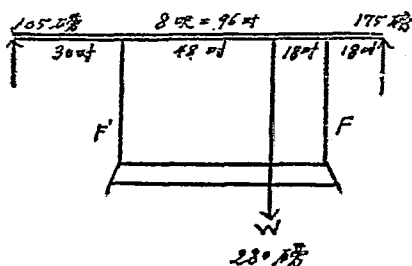
$$W = \frac{52 \times 60 + 160 \times 66}{14} = \frac{13680}{14} = 977.1 \text{ 磅}$$

12. 設有二獵夫用桿扛一獵得之野鹿。二人相距為 8 呎。前者用力 105 磅,後者用力 175 磅。如縛鹿之兩繩,繫於桿上之兩點,距前者為 30 吋,距後者為 18 吋,問 (a) 鹿重若干? (b) 桿上何點適在鹿重心之上? (c) 繫繩之兩點上,各懸重若干?

(a)  $105 + 175 = 280 \text{ 磅}$

(b)  $105 \times 96 = 280 \times G$

$$G = \frac{105 \times 96}{280} = \frac{1008}{28} = 36 \text{ 吋 (距 175 磅處)}$$



$$F \times 48 = 280 \times 30$$

$$F = \frac{280 \times 30}{48} = \frac{8400}{48} = 175 \text{ 磅}$$

$$F' \times 48 = 280 \times 18$$

$$F' = \frac{280 \times 18}{48} = \frac{5040}{48} = 105 \text{ 磅}$$

## 習 題

1. 如用 150 磅之力。能舉起一噸重之物，問輪軸直徑之比爲若干？又機械利率爲若干？

$$r \times 2000 = R \times 150$$

$$\frac{r}{R} = \frac{150}{2000} = \frac{3}{40} \quad \frac{2r}{2R} = \frac{d}{D} = \frac{3}{40}$$

$$\text{機械利率} = \frac{R}{r} = \frac{2000}{150} = 13.3$$

2. 磨盤石之直徑爲 30 吋，其邊上之柄長 9 吋，如施力 50 磅於柄上，問磨盤之邊上能發生力若干？

$$50 \times 24 = 15 \times W$$

$$W = \frac{50 \times 24}{15} = \frac{1200}{15} = 80 \text{ 磅}$$

3. 汲水用之起重機，其軸之直徑爲 6 吋。如用力 16 磅能吊起重 60 磅之水桶，則拐臂長若干？

$$16 \times R = 3 \times 60$$

$$R = \frac{3 \times 60}{16} = \frac{180}{16} = 11.2 \text{ 吋}$$

4. 駛行山路用之特種制動機軸，其構造根據輪軸原理。問軸之直徑較普通所用者若何？試述理由

較普通者爲長因可以出大力

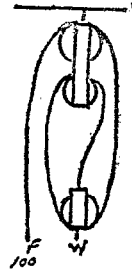


5. 設欲舉起麥粉一桶，用單定滑輪兩個其裝置如圖。如桶重 200 磅 問馬之拖力為若干？

馬之拖力為 200 磅

6. 設有一帆船，其桅之頂端，裝一雙輪定滑輪，而繩之一端，繫於帆之斜桁上之單動滑輪上。如用力 100 磅，能舉重若干？

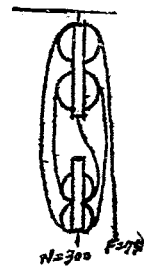
$$\begin{aligned} W &= h \times 100 \text{ 磅} \\ &= 3 \times 100 \\ &= 300 \text{ 磅} \end{aligned}$$



7. 如用力 75 磅而能舉起 300 磅之物，問滑輪之結構若何？試繪圖表示之。又滑輪之懸點上，共受向下之力若干？

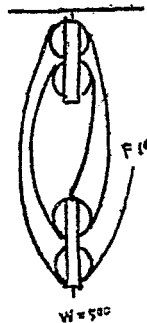
$$\text{機械便利} = \frac{300}{75} = 4$$

$$\text{向下之力} = 300 + 75 = 375 \text{ 磅 (無滑車重)}$$



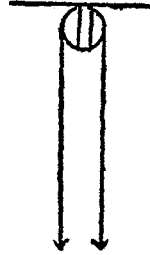
8. 用力 100 磅而能舉起 500 磅 問至少需用若干滑輪？

$$\text{機械便利} = \frac{500}{100} = 5$$



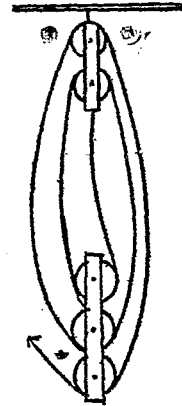
9. 一童用一單定滑輪，用力拉之，該童能離地上昇。如體重為 86 磅，則施於繩上之拉力為幾何？試述理由

$$\frac{86}{2} = 43 \text{ 磅}$$



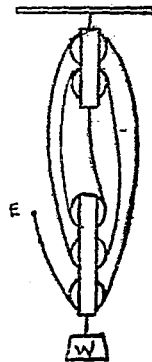
10. 滑輪二個，一為雙輪，一為三輪，如所用之力為 60 磅則至多能舉重若干磅？

$$\begin{aligned} W &= n \times 60 \\ &= 6 \times 60 \\ &= 360 \text{ 磅} \end{aligned}$$

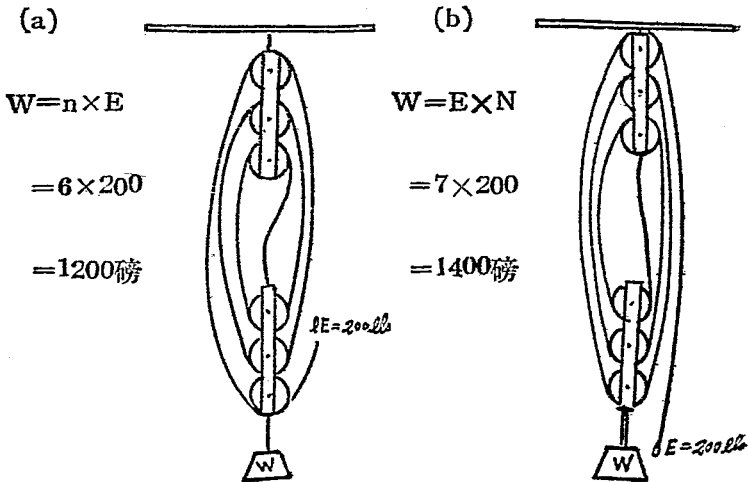


11. 用 120 磅之力，拖動一汽油船，使之向岸。如船之抵抗力為 720 磅，則滑輪之結構當若何？試繪圖表示之。

$$\text{機械便利} = \frac{720}{120} = 6$$



12. 今有馬一匹，繩一條，與三輪滑輪二個，用以舉起陷入於泥中之汽車。法以滑輪之一，繫於附近之樹幹，另一個，繫於車上，而用繩速結之。如馬之拖力為 200 磅，則車之抵抗力為若干？此題須有二答案：(a) 繩繫於定滑輪則抵抗力為若干？(b) 如繫於動滑輪則抵抗力為若干？



13. 如圖 38 所示之滑輪，其機械之利率為若干？

機械利率 = 3

14. 如圖所示之捲上機，其軸之直徑為 8 吋大齒輪之齒數為 60 個，小齒輪之數為 10 個，拐臂長 18 吋，問此種裝置之機械利率為若干？

$$\pi \times 8 \times W = 18 \times \pi \times 6 \times E$$

$$\text{機械利率} = \frac{W}{E} = \frac{18 \times 6}{8} = \frac{108}{8} = 13 \frac{1}{2}$$

### 第三章：工，工率及摩擦

#### 習題

1. 舉 196 磅之物離地 3.5 呎，問所作之工爲若干？

$$\text{所作之工} = 196 \times 3.5 = 686 \text{ 呎磅}$$

2. 搬一噸之煤上 20 級扶梯，每級高 7 呎，問作工若干？

$$\text{作工} = \frac{20 \times 7}{12} \times 2000 = \frac{280000}{12} = 2333.5 \text{ 呎磅}$$

3. 在米制中，工之大小以尅呎計之，50 呎之水，昇高 40 呎，工爲若干？

$$\text{功} = \frac{50000}{100} \times 40 = 50 \times 4 = 200 \text{ 尅呎}$$

4. 體重 125 磅，登 220 呎高之山，問作工若干？

$$\text{功} = 125 \times 220 = 27500 \text{ 呎磅}$$

5. 推動重 100 磅之鐵箱需力 40 磅(a)將此箱推動 4 呎，工爲若干？(b)舉高 4 呎，工爲若干？

$$(a) \text{ 功} = 40 \times 4 = 160 \text{ 呎磅}$$

$$(b) \text{ 功} = 100 \times 4 = 400 \text{ 呎磅}$$

6. 重 120 磅之馬，拖一噸重之車，在 4 小時中行路 10 哩。如馬之平均拖力為 130 磅，問此馬所作之工為若干？

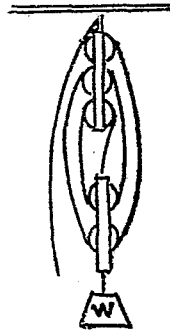
$$\text{此馬所作之工} = 5280 \times 130 = 686400 \text{ 呎磅。}$$

7. 體重 150 磅之水手，握桅桿之繩上升 100 呎，工為若干？

$$\text{工} = \frac{150}{2} \times 100 = 7500 \text{ 呎磅。}$$

8. 今有三輪定滑輪與雙輪動滑輪各一枚，藉此種複滑輪，用 120 磅之力能使一石舉高 8 呎，如磨擦不計，試計算所作之工。

$$\begin{aligned} \text{功} &= 5 \times 8 \times 120 \\ &= 40 \times 120 = 4800 \text{ 呎磅。} \end{aligned}$$



9. 由深 40 呎之礦，用輪軸舉起 650 磅之物。如輪上之拐臂須轉 100 次，拐臂一周之距離為 8 呎，問施於拐臂上之力須若干？(磨擦不計)

$$40 \times 650 = 100 \times 8 \times E$$

$$E = \frac{40 \times 650}{100 \times 8} = \frac{65}{2} = 32.5 \text{ 磅}$$

10. 在高一呎長 25 呎之斜面上, 使 200 磅之物緩緩向上移動  
須力若干?(磨擦不計)

$$\frac{25}{1} = \frac{200}{E}; 25E = 200$$

$$E = 8 \text{ 磅}$$

11. 橋之斜度為每距 10 呎, 昇高一呎. 如馬之力為 150 磅,  
能拖物若干磅?(磨擦不計)

$$\frac{10}{1} = \frac{W}{150}$$

$$W = 1500 \text{ 磅}$$

12. 用斜面將 400 磅之桶滾入於貨車. 如貨車距地面為 3 呎,  
而工人之力為 125 磅則搭板之長至少為若干呎? 該工人  
作工若干?

$$\frac{l}{3} = \frac{400}{125} \quad 125l = 1200$$

$$l = \frac{1200}{125} = 9.6 \text{ 呎}$$

$$\text{工人作工} = 125 \times 9.6 = 1200 \text{ 呎磅.}$$

13. 斜面長 10 呎, 高 6 呎, 底長 8 呎, 如 5 磅之物在斜面上上  
行 7 呎間工為若干?(磨擦不計)

$$\frac{5}{E} = \frac{15}{6} \quad 15E = 30 \quad E = 2 \text{磅}$$

$$W = 2 \times 7 = 14 \text{呎磅。}$$

14. 重 2400 磅之汽車，駛行於斜度每距 40 呎，昇高 1 呎之山路。車行半哩，引擎所作之工爲若干？(磨擦不計)

$$E = \frac{2400}{40} = \frac{40}{1}$$

$$E = \frac{2400}{40} = 60 \text{磅}$$

$$W = \frac{5280}{2} \times 60 = 158400 \text{呎磅}$$

### 習 題

1. 汽車起重機之臂長爲 1 呎，螺距爲 0.3 吋。如施於臂端之力爲 40 磅，能舉重若干？

$$\text{物重} \times \text{螺距} = \text{作用力} \times \text{圓周}$$

$$W \times .3 = 40 \times 2 \times 3.1416 \times 12$$

$$W = \frac{40 \times 2 \times 3.1416 \times 12}{.3} = 10053.1 \text{ 磅}$$

2. 螺旋起重機上之槓桿，由圓心量起長爲 2 呎。如用力 100 磅，能舉 25 噸，則 1 吋之螺旋上，應有螺紋若干條？

$$\text{物重} \times \text{螺距} = \text{作用力} \times \text{圓周}$$



$$25 \times 2000 \times P = 100 \times 2 \times 3.1416 \times 2$$

$$P = \frac{100 \times 2 \times 3.1416 \times 2}{25 \times 2000} = \frac{4 \times 3.1416}{500}$$

$$= \frac{12.5664}{500} = .025133 \text{ 呎}$$

$$N = \text{每寸間之節數} = \frac{1}{.025133 \times 12} = \frac{1}{.301596} = 3$$

$$N+1 = \text{每寸間之螺紋} = 3+1=4$$

3. 上題之機械利率爲若干?

$$\text{機械利率} = \frac{W}{E} = \frac{25 \times 2000}{100} = 500$$

4. 桌上螺旋鉗(圖 47)之螺距爲 0.2 吋,而柄長爲 7 吋。如施於柄端之力爲 25 磅,則夾器之咬口能發生力若干?

$$W \times P = E \times 2\pi R$$

$$W \times .2 = 25 \times 2 \times 3.1416 \times 7$$

$$W = \frac{25 \times 2 \times 3.1416 \times 7}{.2} = 6097.8 \text{ 磅}$$

5. 自由車之拐臂長 6 吋,齒輪之直徑爲 8 吋。如施於踏板上之力爲 100 磅,問鏈之能力(即拖力)爲若干?

$$100 \times 2\pi \times 6 = W \times 2\pi \times 4$$

$$100 \times 6 = 4W$$

$$W = \frac{100 \times 6}{4} = 25 \times 6 = 150 \text{ 磅}$$

6. 上題中之齒輪之直徑為 2.5 吋，自由車後輪之直徑為 28 吋，問 (a) 踏板旋轉一周，車行若干距離？(b) 如施於踏板之力為 100 磅，後輪對於路面之推力為若干？

$$(a) \frac{2\pi \times 4}{2\pi \times 1.25} \times 2\pi \times 14 = 3.2 \times 14 = 44.8 \text{ 吋} = 3.44 \text{ 呎}$$

$$(b) \quad 100 \times 2\pi \times 6 = W \times 2\pi \times 14$$

$$600 = 14W$$

$$W = \frac{600}{14} = 42.85 \text{ 磅}$$

7. 用差異滑輪舉起 840 磅之引擎，離地 4 呎。如向下共拉 32 次，每次鏈移動 18 吋，問每次須用力若干？

$$840 \times 4 = E \times 32 \times \frac{18}{12}$$

$$E = \frac{12 \times 4 \times 840}{32 \times 18} = 70 \text{ 磅}$$

8. 由軸之中心至其邊緣，最大距離為  $1\frac{1}{2}$  吋，最小距離為 1 吋。如軸上齒輪之直徑為 4 吋，而施於齒輪邊上之力為 10 磅，問軸上之平均力為若干？(此題可應用工作原理)

$$2\pi \times \frac{1+1.5}{2} \times W = 10 \times 2\pi \times 2$$

$$3.1416 \times 2.5 \times W = 10 \times 4 \times 3.1416$$

$$2.5 \times W = 10 \times 4$$

$$W = \frac{40}{2.5} = 16 \text{磅}$$

## 習 題

1. 用力 22 磅以拖 200 磅之雪橇, 如拖行 50 呎, 工爲若干?

$$\text{工作} = 22 \times 50 = 1100 \text{呎磅}$$

2. 上題中之雪橇, 如每小時行 4 哩, 需馬力若干?

$$\frac{22 \times \frac{4 \times 5280}{60}}{33000} = \frac{22 \times 88 \times 4}{33000} = .284 \text{馬力}$$

3. 挖掘地窖, 用鋤與鏟, 或用機器, (a) 何者工作較多? (b) 何者工率較大?

(a) 鋤與鏟工作較多.

(b) 機械工率較大.

4. 載重 1500 磅, 在 10 秒中昇高 100 呎之昇降機, 其馬力爲若干?

$$\frac{1500 \times 100}{10} \div 550 = \frac{15000}{550} = 27.2 \text{馬力}$$

5. 人之工率約爲 117 馬力。如將重 50 磅之水一桶, 由深 33 呎之井中取出, 問須時若干秒?

$$\frac{\frac{50 \times 33}{t}}{550} = \frac{1}{7}$$

$$7 \times 50 \times 33 = 570t \quad t = \frac{350 \times 33}{550} = \frac{2255}{55} = 41 \text{秒}$$

6. 每時 60 哩，合每秒若干呎？（此數須記牢，蓋此為計算速度之主要單位，時常需用。）

$$\frac{60 \times 5280}{60 \times 60} = 88 \text{ 呎/秒}$$

7. 每時行 30 哩之火車，如機車之馬力為 1600 匹，問拖力若干？（機車自身用去之工率，暫不計算）

$$\frac{W \times \frac{30 \times 5280}{60}}{33000} = 1600$$

$$W \times 2640 = 1600 \times 33000$$

$$W = \frac{1600 \times 3300}{264} = \frac{5280000}{264} = 20000 \text{磅} = 10 \text{噸}$$

8. 設一救火機，每分鐘能將 300 立呎之水射高 80 呎。該機之工率為若干馬力？

$$\frac{300 \times 62.4 \times 80}{33000} = \frac{1497.6}{33} = 45.38 \text{ 馬力}$$

9. 1928 年，由羅馬至巴西之長途飛行所用之飛機，其機上之馬達為 550 匹馬力。如每小時飛行 90 哩，問推進機之力為若干磅？

$$\frac{W \times 90 \times 5280}{60 \times 60} = 550 \times 550$$

$$W = \frac{550 \times 550 \times 36}{9 \times 528} = \frac{302500}{132} = 2291.6 \text{磅}$$

10. 某機上滑輪之直徑為 50 吋，用 1200 r.p.m 之馬達拖之。如欲使其每分鐘轉動 240 次 (r.p.m)，問馬達上滑輪之直徑須長若干吋？

$$2\pi \times 25 : 2\pi R = 1200 : 240$$

$$25 \times 240 = 1200R \quad R = \frac{6000}{1200} = 5 \text{ 吋}$$

$$D = 2R = 10 \text{ 吋}$$

11. 接連於電車馬達上轉動軸之齒輪，其齒數為 20 個；接連於車軸之齒輪，其齒數為 36 個。如車輪之直徑為 33 吋，問車行 100 呎，馬達轉動若干次？

$$= \frac{100}{\pi \frac{33}{12}} \times \frac{36}{20} = \frac{10}{3.1416 \times \frac{33}{12}} \times 18 = \frac{10 \times 18}{3.1416 \times 33}$$

$$= \frac{10 \times 18 \times 12}{3.1416 \times 33} = \frac{2160}{103.6728} = 19 \text{ 次}$$

12. 汽車後輪之直徑為 30 吋每小時能行 20 哩。兩齒輪齒數之比(圖 54 中 B:P)為 3.63，問引擎每分鐘轉動若干次？

$$= \frac{20 \times 5280}{360} \times 3.63 = \frac{5280}{3} \times 3.63$$

$$= \frac{5280 \times 3.63}{3 \times 5 \times 3.1416} = \frac{5280 \times 3.63}{15 \times 3.1416} = \frac{19166.4}{47.1246} = 406 \text{ 次}$$

13. 上題之引擎，經過一螺旋齒輪，而接連於車輪。若齒輪之齒數為 30 個，問車之速度，每小時若干哩？

$$\begin{aligned} 60 \times 406 \times \frac{1}{30} \times 2\pi \times \frac{15}{12} \\ &= 2 \times 406 \times 3.1416 \times \frac{15}{6} \\ &= 2 \times 406 \times 3.1416 \times \frac{5}{2} \\ &= 406 \times 3.1416 \times 5 \\ &= 3377.448 \text{ 呎} = .682 \text{ 哩(每小時)} \end{aligned}$$

### 習 題

1. 重 110 磅之雪車，如水平之拖力僅為 13 磅，問摩擦係數為若干？

$$\text{摩擦係數} = \frac{13}{110} = .12$$

2. 某器壓於轉動磨石之力為 25 磅，如摩擦係數為 0.3，問摩擦力為若干？

$$\text{摩擦力} = .3 \times 25 = 7.5 \text{ 磅}$$

3. 鋼與鋼間之摩擦係數為 0.18。今有重 450 噸之機車，如欲使其開動，需力若干？

$$\text{摩擦力} = 450 \times .18 = 81 \text{ 噸}$$

4. 重 200 磅之物，置於長 10 呎，高 6 呎之斜面上。如向上之拖力為 160 磅，問摩擦力為若干磅？

$$E \times 10 = 6 \times 200$$

$$E = \frac{6 \times 200}{10} = 120 \text{ 磅}$$

$$\text{摩擦力} = 160 - 120 = 40 \text{ 磅}$$

5. 冰撬與冰之摩擦係數為 0.02。今用馬二匹拖之，每小時能行 3 哩，問撬重若干磅？(1 馬之工率 = 1 H.P.)

$$F = .02 \times W$$

$$2 \times 33000 \times 60 = 3 \times 5280 \times .02 \times W$$

$$W = \frac{2 \times 33000 \times 60}{3 \times 5280 \times .02} = \frac{6600000}{528} = 12500 \text{ 磅}$$

6. 用 6 馬力之引擎，於每小時中，將重 200 噸之物，舉高 15 呎。問用於摩擦之工為若干？

$$\begin{aligned} 6 \times 33000 \times 60 - 15 \times 200 \times 2000 &= 11880000 - 6000000 \\ &= 5880000 \text{ 呎磅} \end{aligned}$$

7. 1 馬力之馬，在摩擦係數 0.3 之路上，能否拖 700 磅之物，每分鐘進行 160 呎？試列算式。

$$F = 700 \times 160 \times .3 = 33600$$

1 馬力 < 33600

一馬力之馬不能作此功

### 習 題

1. 馬達之效率為 90%，如出工為 5 馬力，入工為若干？

$$\text{入工} = 5 \times \frac{100}{90} = \frac{10 \times 5}{9} = \frac{50}{9} = 5.55 \text{ 馬力}$$

2. 用滑輪將 1500 磅之保險箱，舉高 12 呎。如所用之力為 400 磅，而繩移動 60 呎，問滑輪之效率若干？

$$\text{效率} = \frac{\text{出工}}{\text{入工}} = \frac{1500 \times 12}{60 \times 400} = \frac{30}{40} \times 100 = 75\%$$

3. 5 匹馬力之馬達，拖效率 60% 之昇降機。如鑛深 50 呎，問每小時能運煤若干噸？

$$5 \times 33000 \times .6 \times 60 = 50W$$

$$W = \frac{5 \times 33000 \times .6 \times 60}{50} = 3300 \times 36$$

$$= 118800 \text{ 磅} = 59 \text{ 噸}$$

4. 運煤之輕便鐵道，其斜度為每長 15 呎升高 1 呎。在鐵軌上有一煤車重為 3000 磅。問 (a) 如無摩擦作用，需力若干，可使煤車不致滑下。(b) 如此車上行之拖力需 280 磅。摩擦力為若干？

$$(a) 3000 \times 1 = 15 \times F$$



$$F = \frac{3000}{15} = 200 \text{磅}$$

$$(b) \text{ 摩擦力} = 230 - 200 = 80 \text{磅}$$

5. 效率 75% 之壓水機，連接於 4 馬力之馬達。問此機於每小時中，能將若干加侖之水昇高 45 呎？（水 1 加侖等於 8.4 磅。）

$$4 \times 33000 \times 60 \times \frac{75}{100} = 45 \times W$$

$$4 \times 330 \times 60 \times 75 = 45 \times W$$

$$W = \frac{4 \times 330 \times 60 \times 75}{45} = 132000 \text{磅}$$

$$= \frac{132000}{8.4} = 15714.3 \text{加侖}$$

6. 設有一機器能將石子 1000 磅，於 4 秒中昇高 12 呎。如此機需馬力 30 匹之引擎拖動之，問因摩擦而耗損之工率為若干？用百分率表示之。

$$\frac{30 \times 550 - 3 \times 1000}{30 \times 550} \times 100 = \frac{16500 - 3000}{16500} \times 100$$

$$= \frac{13500}{16500} \times 100 = 82 \%$$

7. 用螺旋起重機（圖 46），以舉 10 噸之物。此機上之螺旋，每吋有螺紋 5 條，又力臂之半徑為 2 呎。如螺旋之效率為

40%，問需力若干？

$$\text{入工} = 2\pi \times 2 \times E$$

$$\text{出工} = 2\pi \times 2 \times E \times .4$$

$$\text{出工} = 2000 \times 10 \times \frac{1}{\frac{12}{4}}$$

$$2 \times 3.1416 \times .4 \times E = 2000 \times 10 \times \frac{1}{48}$$

$$\begin{aligned} E &= \frac{2000 \times 20 \times \frac{1}{48}}{2 \times 3.1416 \times .4} = \frac{2000 \times 10}{2 \times 3.1416 \times .4 \times 48} \\ &= \frac{40000}{120.63744} = 1655 \text{ 磅} \end{aligned}$$

3. 某甲用滑輪，將 200 磅之物，在 96 秒內，昇高 12 呎。如滑輪之效率為 50%，問某甲有若干馬力？

$$\frac{\frac{200 \times 12}{96}}{550} \times \frac{100}{50} = \frac{200 \times 12}{96 \times 550} \times 2 = \frac{480}{5280} = .09 \text{ 馬力}$$

## 第四章：液體之壓力

### 習題

1. 管中水之高度為 10 呎，則管底之壓力(克/吋<sup>2</sup>)為若干?

$$\text{壓力} = 10 \times 100 \times 1 = 1000 \text{ 克/吋}^2$$

2. 管中水之高度為 40 呎，則管底之壓力(磅/吋<sup>2</sup>)為若干?

$$\begin{aligned} \text{壓力} &= 40 \times 12 \times \frac{62.4}{128} \\ &= 40 \times \frac{62.4}{144} = \frac{40 \times 5.2}{12} = \frac{208}{12} = 17.3 \text{ 磅/吋}^2 \end{aligned}$$

3. 在海面下 30 呎之潛艇，其所受之水壓力(剎/吋<sup>2</sup>)為若干?  
(海水之密度為 1.03 克/吋<sup>3</sup>)

$$\text{壓力} = 30 \times 100 \times \frac{1.03}{1000} = 3 \times 1.03 = 3.09 \text{ 剎/吋}^2$$

4. 每方吋上一剎之壓力，能支持若干高之水柱?

$$1000 \text{ 克} = h \times 1$$

$$h = 1000 = 1 \text{ 呎}$$

5. 欲使每方吋上有 1 磅之壓力，水頭(head of Water)須高若干？

$$1 = h \times \frac{62.4}{123} = h \times \frac{62.4}{144 \times 12}$$

$$h = \frac{144 \times 12}{62.4} = \frac{1728}{62.4} = 27.6 \text{ 吋}$$

6. 用上題之答案，如以救火機接連於每方吋有水壓 50 磅之自來水管上，試算出該機能射高若干？(空氣之阻力不計)

$$50 = h \times \frac{62.4}{123}$$

$$h = \frac{1728 \times 50}{62.4} = 1384.6 \text{ 吋} = 115.4 \text{ 呎}$$

7. 水銀之密度為 13.6 克/糎<sup>3</sup>。高 76 糎之水銀柱，其底上之壓力為若干？

$$\text{壓力} = h \times b = 13.6 \times 76 = 1033.6 \text{ 克/糎}^2$$

8. 吊水桶之度，其直徑為 16 糎，而口之直徑為 24 糎。如桶內水深 25 糎，(a) 底上之壓力為若干？(b) 底上之總力為若干？

$$(a) \text{ 壓力} = h \times d = 25 \times 1 = 25 \text{ 克/糎}^2$$

$$(b) \text{ 總壓力} = 25 \times \pi \times 8^2 = 25 \times 3.1416 \times 64 \\ = 4817.56 \text{ 克}$$

9. 將重 2 克之金屬圓片，置於橫截面 4 方吋之管底。將此管插入於汽油中，使管底距液面為 10 吋。如管內灌以松節油（密度為 0.87 克/吋<sup>3</sup>），各管底之圓片適能脫離，問松節油之高度為若干？

$$\text{壓力} = 10 \times .75 = 7.5$$

$$7.5 = h \times .87 + \frac{2}{4}$$

$$30.0 = 2 + .87 \times h \times 4$$

$$4 \times .87h = 28$$

$$h = \frac{28}{.87 \times 4} = \frac{28}{3.48} = 8.3 \text{ 吋}$$

10. 1 立吋之水銀重為 0.49 磅。(a) 如杯內水銀高 4 吋，杯底之壓力若干？(b) 如底之直徑為 2 吋，其總力為若干？

$$(a) \text{ 壓力} = h \times d = 4 \times .49 = 1.96 \text{ 磅/吋}^2$$

$$(b) \text{ 總壓力} = 1.96 \times 3.1416 \times 1^2$$

$$= 6.157536 \text{ 磅}$$

11. 圖 63 所示之水塔，其圓筒形之水箱，高為 14 呎，直徑為 22 呎，又箱底距地面為 85 呎。(a) 此箱滿盛以水時，問與地面相平之處，水管中之壓力若干？(b) 此箱能容水若干加侖（底部凸出之橢圓形可不算入）

$$\text{壓力} = (14 + 85) \times 62.4 = 99 \times 62.4 = 561.6 \text{ 磅/呎}^2$$

$$\begin{aligned} \text{容水量} &= \frac{14 \times 11^2 \times 3.1416 \times 62.4}{8.4} = \frac{332021.88076}{8.4} \\ &= 39550.2289 \text{ 加侖} \end{aligned}$$

## 習 題

1. 注水於長 8 呎，闊 5 呎之箱。如水之高度為 120 釐，問歷於四周側面上之總力為若干？

$$\begin{aligned} \text{總力} &= \frac{120 \times 1}{2} \times 800 \times 120 \times 2 \\ &\quad + \frac{120 \times 1}{2} \times 500 \times 120 \times 2 \\ &= 60 \times 500 \times 120 \times 2 \\ &\quad + 60 \times 500 \times 120 \times 2 \\ &= 11520000 + 7200000 \\ &= 18720000 \text{ 克} \end{aligned}$$

2. 高 6 呎，長 50 呎之堤，如水面與堤岸相平，該堤所受之力為若干？

$$\begin{aligned} \text{堤受水之力} &= \frac{6 \times 62.4}{2} \times 50 \times 6 = 3 \times 62.4 \times 300 \\ &= 56160 \text{ 磅} \end{aligned}$$

3. 設有一每邊長 6 呎之封閉立方箱，沉於深 24 呎之河底。問該箱每方之側面上所受之力為若干？

$$\frac{(24 \times 18)62 \cdot 4}{2} \times 62 = 42 \times 31 \cdot 2 \times 36$$

$$= 47174 \cdot 4 \text{ 磅}$$

4. 游泳池中水之深度，其一端為 4 呎，他端為 10 呎。如池之傾斜之底，長 60 呎，闊 30 呎，問底面所受之力為若干？

$$\frac{(4+10) \times 62 \cdot 4}{2} \times 60 \times 30 = 14 \times 31 \cdot 2 \times 1800$$

$$= 14 \times 312 \times 180 = 786240 \text{ 磅}$$

5. 每邊長 10 吋之立方箱，離箱底 2 吋之側面上，插入一彎形之玻璃管。如管中水柱之高度為 40 吋，問(a)箱頂所受之力為若干？(b)每側面所受之力為若干？

$$(a) \text{ 箱頂所受之力} = (40-8) \times 1 \times 10^2 = 32 \times 10^2$$

$$= 3200 \text{ 克}$$

$$(b) \text{ 側面所受之力} = \frac{(40+2) \times 1}{2} \times 10^2 = 21 \times 10^2$$

$$= 2100 \text{ 克}$$

6. 上題管中水柱之高為 40 吋，管之橫截面為 1 方吋。試將箱內與管內之水之重量與箱底上所受之總力比較之。

$$\text{總重} = 10^3 + 40 = 1030 + 40 = 1400 \text{ 克}$$

$$\text{箱底所受之力} = 42 \times 10^2 = 4200 \text{ 克}$$

## 習 題

1. 水壓機兩活塞之直徑，一為 1 吋，一為 10 吋。問面積各為若干？

$$A \text{ 面積} = \pi \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 3.1416 \times \frac{1}{4} = .7854 \text{ 方吋}$$

$$B \text{ 面積} = 5^2 \pi = 3.1416 \times 25 = 78.5400 \text{ 方吋}$$

2. 上題小活塞每方吋之壓力為 10 磅，則大活塞之壓力為若干？(摩擦不計)

$$\text{大活塞之壓力為 } 10 \text{ 磅/吋}^2$$

3. 在第一題中小活塞上之總力為 10 磅，問 (a) 大活塞上之總力為若干？(b) 機械利率為若干？

$$(a) \frac{10}{\pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{x}{\pi \times 5^2}, \quad \frac{10}{\frac{1}{4}} = \frac{x}{25}, \quad \frac{x}{4} = 250$$

$$x = 1000 \text{ 磅}$$

$$(b) \text{ 機械便利} = \frac{1000}{10} = 100$$

4. 水壓機兩活塞之直徑，一為 20 吋，一為 1 吋。如欲使大活塞上有 5 噸之力，則施於小活塞上，須力若干？

$$\frac{5 \times 2000}{\pi \times 10^2} = \frac{x}{\pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2}, \quad \frac{5 \times 2000}{100} = \frac{x}{\frac{1}{4}}$$

$$x = \frac{1}{4} \times 5 \times 20 = 25 \text{ 磅}$$

5. 上題之小活塞，如移動一呎，問大活塞移動若干呎？



$$25 \times 1 = 10000x$$

$$x = \frac{25}{10000} = .0025 \text{ 呎}$$

5. 昇降機活塞之直徑為 10 吋。如用每方吋 50 磅之水壓作用於此機，問 (a) 如不計摩擦，此機能舉重若干？ (b) 如耗費於摩擦之工為 25% 能舉重若干？

$$\begin{aligned} \text{(a) 總力} &= 50 \times 3.1416 \times 5^2 = 25 \times 50 \times 3.1416 \\ &= 3927 \text{ 磅} \end{aligned}$$

$$\text{(b) } 3927 \times .75 = 2945.25 \text{ 磅}$$

7. 如圖 71 所示之水壓機，其大活塞之直徑為一時，小活塞之直徑為 0.25 吋。小活塞接連於槓桿之點，距支點為 2 吋。如距支點 10 吋之處，用 20 磅之下壓力，問大活塞上之力為若干？

$$20 \times 10 = 2x, \quad 2x = 200$$

$$x = 100 \text{ 磅}$$

$$\frac{x}{\pi \times \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{100}{\pi \times \left(\frac{.25}{2}\right)^2} \quad \frac{x}{\frac{1}{4}} = \frac{100}{.015625}$$

$$x = \frac{25}{.015625} = 1600 \text{ 磅}$$

8. 某甲體重 150 磅，立於水櫃之頂 C；注水於管，即身體能漸

漸上昇。如 C 之面積爲 1 方呎，問管中之水面高於櫃中之水面若干？

$$\text{壓力} = 150 = h \times d$$

$$h = \frac{150}{d} = \frac{150}{62.4} = 2.4 \text{ 呎}$$

### 習 題

1. 設一金屬立方塊，每邊長 10 糎，如置於水中，其頂離水面 20 糎。

- (a) 求壓於頂面之力  
 (b) 求壓於底面之力  
 (c) 求立方塊之失重  
 (d) 求立方塊所排開之水重

$$(a) \text{ 力壓} = h \times d = 20 \times 1$$

$$\text{總力} = \text{面積} \times \text{壓力} = 10^2 \times 20 = 2000 \text{ 克}$$

$$(b) \text{ 總力} = (20 + 10) \times 1 \times 10^2 = 30 \times 10^2 \\ = 3000 \text{ 克}$$

$$(c) 10^3 \times 1 = 1000 \text{ 克}$$

$$(d) 10^3 \times 1 = 1000 \text{ 克}$$

2. 每邊 6 糎之金屬立方塊，在空氣中重爲 700 克求該物在水中之重量。

$$700 - 6^{\circ} = 700 - 216 = 484 \text{ 克}$$

3. 長方形之木塊，長 22 糎，闊 6 糎，高 4 糎。如置於水中浮出水面 1 糎，問木重若干？

$$22 \times 6 \times (4 - 1) = 22 \times 6 \times 3 = 18 \times 22 = 396 \text{ 克}$$

4. 體重 125 磅之童子，除鼻以外，全身浮於水中。問該童之體積若干？

$$\frac{125}{1.1 \times 62.4} = \frac{125}{68.64} = 1.8 \text{ 立呎}$$

5. 體積 76 立糎之玻璃球，在水中衡之，重為 190 克。該球在空氣中之重量為若干？

$$190 + 76 = 266 \text{ 克}$$

6. 將體積 150 立糎之木塊，置於滿水之器中。如溢出之水 95 立糎，問木之密度若干？

$$\frac{95}{150} = .63 \text{ 水 / 糎}^3$$

7. 設一水缸，半盛以水，共重 35 磅。如將重 1 磅之活魚一條，置於缸中，問共重若干？述解答之理由。

$$35 + 1 = 36 \text{ 磅}$$

(雖魚在水中要失去一部分重量，此重量為水之浮力但水之浮力作用於桶底，所以重量還是 36 磅)

8. 長方形之木舟，長為20呎，闊為10呎。如該舟上載重4000磅之汽車，問下沈若干呎？

$$62.4 \times 20 \times 10 \times H = 4000$$

$$62.4 \times 200 \times H = 4000$$

$$H = \frac{4000}{62.4 \times 200} = .32 \text{ 呎}$$

9. 將1 尅之砝碼，置於長20 吋，闊10 吋之木箱中。如該箱浮於水中，底離水面為7 吋，問箱重若干？

$$7 \times 20 \times 10 = 1400 \text{ 克}$$

$$\text{箱重} = 1400 - 1000 = 400 \text{ 克}$$

10. 每邊長10 吋之銅塊，在汽油中重為若干（銅之密度為每立吋8.4 克，汽油之密度為每立吋0.75 克。）

$$10^3 \times 8.4 - 10^3 \times 0.75 = 100 \times 8.4 - 100 \times 0.75$$

$$= 840 - 75 = 765 \text{ 克}$$

11. 長60 呎，闊20 呎之舟，浮出水面5 呎。如該舟載煤後，浮出水面1 呎，問煤重若干英噸？（英噸等於2240 磅）

$$\frac{4 \times 60 \times 20 \times 62.4}{2240} = \frac{1200 \times 4 \times 62.4}{2240}$$

$$= \frac{299520}{2240} = 133.7 \text{ 英噸}$$

## 習 題

1. 物體之比重爲 3.5 (a) 按米制其密度爲若干? (b) 按英制其密度爲若干?

(a) 3.5 克/厘米<sup>3</sup>

(b)  $3.5 \times 62.4 = 218.4$  磅/呎<sup>3</sup>

2. 鐵之比重爲 7.8, 如製砵砝碼一個, 需鐵若干立厘米?

$$\frac{1000}{7.8} = 128.1 \text{ 立厘米}$$

3. 礦石一塊在空氣中重 42 克, 水中重 25 克, 求比重若干?

$$\frac{42}{42-25} = \frac{42}{17} = 2.5$$

4. 重 15 磅之石, 在水中爲 6 磅

(a) 求石之比重

(b) 求石之密度(米制)

(c) 求石之密度(英制)

(a)  $\frac{15}{15.9} = \frac{15}{6} = 2.5$

(b) 2.5 (米制) 密度

(c)  $2.5 \times 62.4 = 156$  (英製) 密度

5. 4 立呎之石, 在水中重若干?(石之比重爲 2.5)

$$4 \times 2.5 \times 62.4 - 4 \times 62.4 = 374.4 \text{ 磅}$$

6. 長 15 糎,闊 10 糎,高 8 糎之木,浮出水面 2 糎。

(a) 求木之重量

(b) 求木之比重

$$(a) 6 \times 10 \times 15 = 900 \text{ 克}$$

$$(b) \frac{6 \times 10 \times 15}{8 \times 10 \times 15} = \frac{6}{8} = .75$$

7. 將每邊 10 糎之鐵塊,置於水銀中,問浮出水銀面之體積爲若干立糎?(鐵之比重爲 7.5,水銀之比重 13.6)

$$10^3 \times 7.5 = 10^3 \times h \cdot 13.6$$

$$h = \frac{10^3 \times 7.5}{10^3 \times 13.6} = \frac{75}{13.6} = 5.5 \text{ 糎}$$

浮出水面之體積 =  $(10 - 5.5) \times 10^3 = 4.5 \times 100 = 450$  立糎。

8. 設一童子,左手攜水一桶,重 40 磅,右手攜魚一尾,重二磅。魚之比重爲一。如將此魚投入水桶,而水未溢出 (a) 魚之失重爲若干?(b) 攜桶之力須若干?

$$(a) \frac{2}{62.4} \times 62.4 = 2 \text{ 磅, 失去 2 磅}$$

$$(b) 40 + 2 = 42 \text{ 磅}$$

9. 設有一器 滿盛水銀。取鐵一塊,投入其中,則溢出之水銀,爲 78 克,如該鐵在水中重 68 克 問鐵之比重爲若干?

$$\text{鐵之比重} = \frac{78}{78 - 68} = \frac{78}{10} = 7.8$$

10. 厚 8 釐之木板，浮出水面 3 釐。問木之比重為若干？

$$\frac{5 \times \text{面積}}{8 \times \text{面積}} = \frac{5}{8} = .62$$

11. 重 3360 克之鉛錘，在海水重 3051 克。問在淡水中重若干？(海水之比重為 1.03)

$$3360 - 3051 = 319$$

$$319 \times 1.03 = 328.57$$

$$3360 - 328.57 = 3041.43 \text{ 克}$$

12. 100 克之黃銅砝碼，在煤油中重 90 克，問煤油之比重為若干？(黃銅之比重為 8.00)

$$\frac{100 - 90}{\frac{100}{8}} = \frac{10}{\frac{100}{8}} = \frac{10 \times 8}{100} = .8$$

13. 木重 150 克，下繫一錘，木在空中，錘在水中，共重 350 克，木與錘同在水中時，共重 100 克 (a) 求木之體積 (b) 求木之比重

$$(a) \quad 350 - 100 = 250 \text{ c.c.}$$

$$(b) \quad \frac{150}{250} = \frac{3}{5} = .6$$

14. 400 立釐之冰塊，排開 360 克之水。該冰在汽油中重 36 克  
(a) 求冰之比重 (b) 求汽油之比重

$$(a) \frac{360}{400} = .9$$

$$(b) \frac{360-36}{400} = \frac{324}{400} = .81$$

15. 將 300 克之柱木，及 250 立釐之木塊，一同投入於滿水之杯中。如溢出之水為 450 立釐，求木塊之比重若干？

$$\frac{450-300}{250} = \frac{250}{250} = 1$$

16. 瓶重 90 克，滿盛以水，共重 310 克。滿盛硫酸，共重 486 克。問酸之比重為若干？

$$\frac{486-90}{310-90} = \frac{360}{220} = 1.8$$

17. 瓶重 50 克，滿盛以水，共重 200 克。去水盛以沙，共重 320 克。然後將此充沙之瓶注水令滿，則衡得共重 370 克。

(a) 求瓶之容積

(b) 求沙之體積

(c) 求沙之比重

$$(a) 200-50 = 150\text{c.c.}$$

$$(b) 370-320 = 50\text{c.c.}$$

$$150-50 = 100\text{c.c.}$$

$$(c) \frac{320-50}{100} = \frac{270}{100} = 2.7$$



18. 50 克之金屬一塊, 在水中重 44.12 克, 在酒精中重 45.2 克。問(a)金屬之比重若干?(b)酒精之比重若干?

$$(a) \frac{50}{50-44.12} = \frac{50}{5.88} = \frac{5000}{.588} = 9.3$$

$$(b) \frac{50-45.29}{50-44.12} = \frac{4.71}{5.88} = .8$$

19. 玻璃棒一段, 在空氣中重 61.1 克, 在水中重 37.6 克, 在鹽水中重 36.4 克(a)求玻璃之比重(b)求鹽水之比重。

$$(a) \frac{61.1}{61.1-37.6} = \frac{61.1}{23.5} = 2.6$$

$$(b) \frac{61.1-36.4}{61.1-37.6} = \frac{24.7}{23.5} = 1.05$$

20. 木重 50 克, 下繫一錘。木在空中, 錘在水中時, 共重 190 克。木與錘同在水中時, 共重 120 克。問(a)木塊所受水之浮力若干?(b)木之體積若干?(c)木之比重若干?

$$(a) 190 - 120 = 70 \text{ 克}$$

$$(b) 70 \text{ c.c.}$$

$$(c) \frac{50}{70} = .71$$

## 第五章：空氣之壓力

### 習題

1. 設有一長 10 呎，闊 8 呎，高 3 呎之室。如空氣每呎重為 1.2 克，問室內空氣共重若干？

$$\begin{aligned} 300 \times 100 \times 800 \times \frac{1.2}{1000} &= 24000000 \times \frac{1.2}{1000} \\ &= 24000 \times 1.2 = 28800 \text{ 克} \end{aligned}$$

2. 量教室之長闊高，用呎數計之，然後計算室內空氣之重量，用磅數表示之。(假定 1 立呎之空氣為 0.076 磅)

$$h \times L \times W \times 0.076 = \text{室內空氣之重量}$$

3. 衡開口之容器時，衡得之重量，是否為器之重量，抑為器與器內空氣之總重量，述理由。

開口之容器時，衡得之重量為器之重量，因天秤兩盤皆有空氣，兩邊相消，如無空氣一樣。

4. 作高壓力之實驗，須將空氣壓縮，使其密度為尋常空氣之

100 倍，試以此種空氣之密度，與水之密度比較之。

$$1.2 \times 100 = 120 \text{ 克/呎} = 12 \text{ 噸}$$

$$\text{水之密度} = 1 \text{ 克/呎}$$

5. 中貯輕氣之氣球，容量為 2,000,000，立呎。如氫氣之密度，每立呎為 0.0053 磅，問球內之氫氣為若干噸？

$$2000,000 \times .0053 = 200 \times 53 = 10600 \text{ 磅}$$

$$\text{球內氫氣} = \frac{10600}{2000} = \frac{106}{20} = 5.3 \text{ 噸}$$

6. 將重 842.6 克之瓶，抽去其空氣之一部，衡之得 839.8 克。然後將瓶倒置於水缸，則抽去之空氣，必為水所填充。重衡之為 2244 克。用以上所得之記錄，求空氣每立呎之重量？

$$\frac{842.6 - 839.8}{2244} = \frac{2.8}{2244} = .0012 \text{ 克/呎}^3$$

7. 用容積 500 立呎之抽氣唧筒，以排除罇瓶(liter blask)內之空氣。抽動 3 次後，瓶內空氣之密度為若干？（每次抽動後，瓶內剩餘之空氣為原來幾分之幾？）

$$P_3 = \left( \frac{500}{1000 + 500} \right)^3 \times P$$

$$\frac{P^3}{P} = \frac{125000000}{562500000} = \frac{125}{5625} = \frac{D^3}{D}$$

$$\frac{125}{5625} = \frac{D_3}{1.2}$$

$$D_3 = \frac{125 \times 1.2}{5625} = \frac{150}{5625} = .026 \text{ 克 / 磅}$$

### 習 題

1. 橡皮管內之空氣被抽去後，何以管必壓扁？

因為管外的壓力大於管內的壓力，橡皮管又是很輕，不能抵抗此壓力，所以壓扁。

2. 屋內與屋外之氣壓是否相等？試述理由。

屋內與屋外之氣壓不相等，因為人多呼二氧化碳，所以屋內空氣密度增加，壓力也隨之而變，但變動非常之小。

3. 氣壓計水銀柱之高度何以與管之粗細無關？

水銀柱高在單位面積上之力，與大氣在單位面積上之力相等時，則水銀柱不升不降，如不同或升或降，水銀柱之高與總面積無關，所以與管之粗細無關。

4. 如將氣壓計傾斜則氣壓計所示之度數有改變否？

所示之度數有改變。

5. 葛利克之氣壓計，不用水銀而用水，浮於水面之木偶，高出於屋頂之上，何以水製之氣壓計不合實用？

水之冰點甚低，在冬天容易結冰，且水柱太高，攜帶不便所以不實用。

6. 氣壓計之水銀柱為 74.5 糎，問合英吋若干？

$$\frac{74.5}{2.54} = 29.3 \text{ 吋}$$

7. 氣壓計高 75 糎時，問每方糎上大氣壓力為若干克？

$$75 \times 13.6 = 1020 \text{ 克} / \text{糎}^2$$

8. 在水面下 51 呎之處所受之壓力為若干氣壓？

$$\begin{aligned} & \left( \frac{51 \times 62.4}{(12)^2} \div 14.7 \right) + 1 \\ &= \left( \frac{51 \times 62.4}{144} \div 14.7 \right) + 1 = \frac{51 \times 62.4}{14.7 \times 144} + 1 = 1.5 + 1 \\ &= 2.5 \text{ 大氣壓。} \end{aligned}$$

9. 一人體重 150 磅面積約為 17.3 方呎，問空氣壓於體上之總力約為若干？

$$\begin{aligned} & 17.3 \times (12)^2 \times 14.7 \\ &= 17.3 \times 144 \times 14.7 = 36620.64 \text{ 磅} \end{aligned}$$

10. 飛機達極高之處，何以駕駛者肺部吸入之空氣，常苦不足？

因為空氣在最高處，密度很小，故吸入之空氣常苦不足。

11. 花房玻璃屋頂，每面長 30 呎，闊 10 呎，問大氣壓於屋頂上之力共若干？

$$\begin{aligned} 2 \times 30 \times 10 \times (12)^2 \times 14.7 &= 600 \times 144 \times 14.7 \\ &= 1270080 \text{ 磅} \end{aligned}$$

12. 氣壓計度數如有 1 吋之改變問每方吋上所受壓力之改變為若干磅？

$$\begin{aligned} P &= h \times d \\ &= 1 \times \frac{13.6 \times 62.4}{1728} = \frac{848.64}{1728} = .48 \text{ 磅/吋}^2 \end{aligned}$$

13. 如兩地氣壓計之高度，相差為 1 吋，問該兩地每方哩上所受之壓力相差為若干？

(1 方哩約等於 4000,000,000 方吋) 此題之答案，是否說明風每由高壓地方吹向低壓地方之理由？

$$.48 \times 4000,000,000 = 1,920,000,000 \text{ 磅}$$

兩地氣壓不同時，則空氣一定向壓力低處流行，風向當然向壓力低處吹。

14. 將玻璃管二根，垂直裝置如圖，其下端分插於盛煤油及盛水之杯內，上端用 T 形玻璃管接連之，吸去管中空氣之一部，則水與煤油均皆上昇測得水柱之高度為 56 糎，油柱之高度為 33 糎，求煤油之比重（此為測量液體比重之普

通法)。

$$D \times h = D_1 \times h_1$$

$$\frac{D}{D_1} = \frac{h_1}{h}$$

$$\frac{1}{D_1} = \frac{33}{26}$$

$$D_1 = \frac{26}{33} = .79$$

15. 高德堡半球之原器，現存於德國博物館內該半球之直徑為 22 吋。半球內空氣抽出後，如欲使其分離兩半球各需用馬八匹。假定大氣壓力每方吋上 15 磅，求馬每匹之力為若干？

$$\begin{aligned} \frac{.785 \times 22^2 \times 15}{8} &= \frac{484 \times 15 \times .785}{8} \\ &= \frac{5699.10}{8} = 712.4 \text{ 磅} \end{aligned}$$

### 習 題

1. 石油井內之油面與海面相平。如用吸上唧筒將井中之油汲出，問油可昇高若干呎？（石油之比重為 0.89）

$$76 \times 13.6 = .89x$$

$$x = \frac{76 \times 13.6}{.89} = 1139 \text{ 呎} = \frac{1139}{12 \times 2.54} = 37.3 \text{ 呎}$$

2. 某處氣壓計水銀柱之高度爲 25 吋。如用吸上唧筒汲水，問水可昇高若干呎？

$$\frac{25 \times 13.6}{12} = \frac{340}{12} = 28.3 \text{ 呎}$$

3. 設一壓上唧筒，能將水桶內之水射高 20 呎。當活塞下壓時，桶內之水壓力爲若干？

$$20 \times 62.4 = 1248 \text{ 磅 / 呎}^2$$

4. 設一唧筒於每分鐘能將 100 加侖之水，昇高 20 呎。問唧筒之馬力爲若干？(假定唧筒不漏氣)

$$\frac{20 \times 100 \times 8.4}{33000} = \frac{16.8}{33} = .5 \text{ 馬力}$$

5. 深 120 吋之箱，中貯水銀，其深度爲 94 吋。設用一虹吸，問若干吋之水銀能越過箱之側面之頂而流出？在箱內之管臂，至少須長若干吋？

$$120 - 94 = 26$$

$$76 - 26 = 50 \text{ 吋}$$

在箱內之管臂至少須長 76 吋。

### 習 題

1. 5 噸之冰，置於飛船之囊內，則該船下沉。如爲 5 噸之氫氣，則該船上昇。試解釋之。



5 噸之冰所佔體積很小。所以囊所排開之空氣的重量小於 5 噸，冰之重量故降。

5 噸氫氣所佔體積很大。所以囊所排開之空氣的重量大於 5 噸，氫之重量所以上升。

2. 氣球上昇達高處時，(a)空氣壓力有何變化？(b)空氣之密度有何變化？(c)氣球上昇之力有何變化？

(a) 空氣壓力變小

(b) 空氣密度變小

(c) 氣球上升之力也小

3. 設一氣球，容氫氣 20,000 立呎。皮囊，懸籃，乘客等，共重 900 磅(氫氣之重量未列入)。該球上昇達某點而止。問該處空氣之密度若干？(假定球之體積不變)

$$\begin{aligned} 20000 \times D &= 900 + 20000 \times .0053 \\ &= 900 + 106 = 1006 \end{aligned}$$

$$D = \frac{1000}{20000} = .0503 \text{ 磅/呎}^3$$

4. 某飛船之容氣量為 210,000 立呎。問該船貯氫氣時之上昇力，較之貯氮氣時大若干磅？

$$\begin{aligned} & (210000 \times (.076 - .0053)) - 210000(.076 - .0105) \\ & = 210000(.0707 - .0655) \end{aligned}$$

$$=10920 \text{ 磅}$$

5. 氣球之容量為 37,000 立呎。中貯氫氣 95% (餘為空氣) 皮囊, 繩索, 懸籃共重 1000 磅; 又有體重 150 磅之乘客二人。如欲使該球下降, 問須加力若干?

$$\begin{aligned} F &= 37000 \times .076 - \left( \frac{95}{100} \times 37000 \times .0053 + \frac{5}{100} \right. \\ &\quad \left. \times 37000 \times .016 + 1000 + 2 \times 150 \right) \\ &= 37 \times 76 - (35150 \times .0053 + 1850 \times .016 + 13 \cdot 0) \\ &= 2812 - 1515.865 \\ &= 1296.105 \text{ 磅} \end{aligned}$$

### 習 題

1. 如以  $P_1V_1 = P_2V_2$  表示波義耳定律, 何以為不完全?  
因為沒有說出當溫度相同時。
2. 在圖 108 內, 如絕對壓力為每方吋 20 磅, 則管內封閉之空氣柱之長為 18 吋。如管內空氣減至 13 吋時, 問壓力為若干?

$$18 \times 20 = 13 \times P$$

$$P = \frac{360}{13} = 27.6 \text{ 磅}$$

3. 在壓力每方吋 15 磅時, 空氣之體積為 100 立呎。如將該

空氣壓至 36 立呎，問壓力為若干？

$$100 \times 15 = 36P.$$

$$P = \frac{1500}{36} = 40.9 \text{ 磅。}$$

4. 在壓力每方吋 15 磅之下，空氣之體積為 100 立呎。如壓力為每方吋 300 磅，問該空氣之體積為若干

$$100 \times 15 = 300V$$

$$V = \frac{100 \times 15}{300} = 5 \text{ 立呎。}$$

5. 2 立呎之箱，中貯壓縮之空氣，其壓力為每方吋 3000 磅。問箱內之空氣，在壓力每方吋 15 磅時，其體積為若干立呎？

$$2 \times 3000 = 15V$$

$$V = \frac{2 \times 3000}{15} = 400 \text{ 立呎。}$$

3. 將 350 立呎之空氣壓入於某器內，如壓力計所示之壓力為每方吋 90 磅。問該氣之體積為若干？

$$350 \times 15 = 90V$$

$$V = \frac{350 \times 15}{90} = \frac{525}{9} = 58.3 \text{ 立呎。}$$

7. 圓柱形之貯氣桶，高 4 呎，橫截面積為 0.2 方呎。如桶內之乙炔 (acetylene)，用壓力計量之，其壓力為每方吋 1785

磅。問桶內之氣，在尋常氣壓（每方吋 15 磅）時量之，其體積當為若干？

$$.8 \times 1785 = 15V$$

$$V = \frac{.8 \times 1785}{15} = 119 \text{ 立呎。}$$

8. 氣輪內之空氣為 1.1 立呎時，用壓力計量之，其壓力為每方吋 50 磅。如該空氣因輪爆裂而膨脹，其體積當為若干？

$$1.1 \times 50 = 15 \times V$$

$$V = \frac{1.1 \times 50}{15} = 4.4 \text{ 立呎。}$$

9. 設有沉櫃，在水面下 68 呎之處，問櫃內空氣之體積為原有體積之幾分之幾？

$$68 \times 62.4 + 15 \times (12)^2 = 4243.2 \text{ 磅} + 2160$$

$$= 6400.2 \text{ 磅/呎}^2$$

$$\frac{V'}{V} = \frac{15 \times 144}{6400.2} = .32$$

10. 在一氣壓時，某箱容空氣 200 立呎。如再將 350 立呎之空氣壓入之。問此時箱內之壓力為若干（一氣壓等於水銀柱高 76 呎）

$$200 \times 1034 = 350P$$

$$P = \frac{200 \times 1034}{350} = 59.8 \text{ 克/呎}^2$$

11. 打氣所用之唧筒，筒高 18 吋。當活塞在筒內頂部時，接於唧筒之壓力計之度數為零。如將活塞下壓距筒底為 3 吋，問壓力計上所示之數為每方吋若干磅？（假定既不漏氣又在生熱）

$$18 \times 15 = 15 \times P$$

$$P = 18 \text{ 磅/吋}^2$$

12. 取粗細均勻之玻璃管，垂直插入於水銀中，使管露出水銀面 20 吋。以指密塞管口，漸漸將管上提，使管內之空氣柱之長度，達 38 吋而止。問(a)管內空氣之壓力，等於水銀柱若干吋？(設當時之空壓為水銀柱 76 吋)(b)管內外水銀面相差若干？

$$(a) 20 \times 76 = 38x$$

$$x = \frac{20 \times 76}{38} = 40 \text{ 吋}$$

$$(b) 76 - 40 = 36 \text{ 吋}$$

$$\text{相差} = 38 - 36 = 2 \text{ 吋}$$

13. 空氣制動機之活塞，其直徑為 10 吋。如壓力計所示之壓力每方吋 80 磅，問施於活塞上之力為若干？（活塞之兩旁，一為所施之力，一為大氣之壓力）

$$(80 - 15) \times 3.1416 \times 5^2$$

$$= 65 \times 3.1416 \times 25$$

$$= 5103.1 \text{ 磅}$$

## 第六章：運動之液體及氣體

### 習 題

1. 家庭中自來水管之漏水，可用水量計查出，試述其法。  
先將水量計安置於通入之總管處，然後將水門開開，盛水於桶內查水量計之度數與實際放出之水相敷否，如不同，則水管一定漏水。
2. 水量計準確與否，如何查驗？  
先將水量計的度數計下，然後將水管開開，用桶將所放之水盛滿，然後再將水量計度數計下，然後將水量計所示用水的量與實際水桶內之水量比較，如相同則水量計準確。
3. 充滿一浴缸之水，如何計算其水費？  
其計算法如上題。
4. 如每星期用水 1750 立呎，每 1000 加侖費 25 分，問每星

期水費若干?

$$\frac{1750 \times 62.4}{8.4} : 1000 = x : .25$$

$$x = \frac{.25 \times \frac{1750 \times 62.4}{8.4}}{1000} = \frac{.25 \times 1750 \times 62.4}{8.4 \times 1000}$$

$$\frac{2.5 \times 1750 \times 62.4}{1000 \times 84} = 3.25 \text{元}$$

5. 瀑布產生之工率,其大小,視何二者而定?

1. 視瀑布之高低而定.
2. 視水流之速度而定.

6. 瀑布之水頭為 55 呎,其流量為每秒 200 立呎。如臥輪之效率為 80%。問該臥輪所產生之馬力為若干?

$$\frac{55 \times 200 \times 62.4}{550} \times \frac{80}{100} = \frac{110 \times 62.4 \times 8}{55}$$

$$\frac{880 \times 62.4}{55} = \frac{54912}{55} = 99.84 \text{馬力}$$

7. 圖 123 所示,係接連於自來水龍頭之水力馬達 (Water Motor)。如水壓為每方吋 50 磅,流量每分鐘 4 立呎,馬達之效率為 75%。問該馬達之馬力為若干?

$$P = h \times d$$

$$h = \frac{P}{d} = \frac{50}{62.4} = \frac{50 \times 144 \times 12}{62.4} \text{吋} = \frac{50 \times 144}{62.4} \text{呎}$$

(12)<sup>3</sup>



$$\frac{4 \times 62.4 \times \frac{50 \times 144}{62.4}}{\times 33000} \times \frac{75}{100} = \frac{4 \times 50 \times 144}{33000}$$

$$= \frac{200 \times 144}{33000} = \frac{288}{330} = .87 \text{ 馬力}$$

8. 某村之旁，有一小湖，村中所有之自來水，取自湖內，法以某種壓水唧筒，將湖中之水，打入於高 140 呎之蓄水箱。

(a) 村中之水壓為若干？(b) 如唧筒每小時能打水 100,000 加侖，問合馬力為若干？(水每加侖重 8 磅)

$$(a) \quad P = 140 \times 62.4$$

$$= 14 \times 624 = 8736 \text{ 磅/呎}^2$$

$$(b) \quad \frac{8 \times 100000 \times 140}{60 \times 33000} = \frac{8 \times 100000 \times 140}{60 \times 33000} = \frac{11200}{198}$$

$$= 56.5 \text{ 馬力。}$$

9. 第 104 節所述之臥輪，如效率為 80%，試計算其產生之馬力？

$$\text{所產生之馬力} = \frac{1900 \times 350 \times .785 \times .5^3}{550} \times \frac{80}{100}$$

$$= \frac{1900 \times 350 \times .785 \times .25 \times .8}{550}$$

$$= 189.8 \text{ 馬力。}$$

10. 瑞士國之動力廠 (power plant), 利用高 1650 呎之瀑布, 其拍爾吞水車, 能產生 3000 馬力。如效率為 80%, 問每秒鐘管口流出之水為若干克? (1 馬力等於每秒 76 尪呎)

$$3000 \times \frac{100}{80} = \frac{1650 \times W}{76}$$

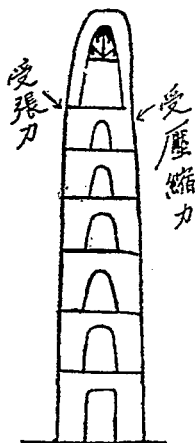
$$\frac{30000}{8} = \frac{1650 \times W}{76}$$

$$W = \frac{30000 \times 76}{8 \times 1650} = \frac{45600}{424} = 107.5 \text{ 尪}$$

## 第七章：彈性及材料強度學

### 習 題

1. 高而狹長之大廈，受狂風後向旁傾彎二呎。試繪簡圖，並註明該屋受風力後，何處為張力，何處為壓縮？



2. 懸1磅之重量，使彈簧伸長2吋。如欲使其伸長 $\frac{1}{2}$ 吋。問懸重若干？如懸重 $\frac{3}{4}$ 磅，問伸長若干？

$$1:x=2:.5; \quad 2x=.5$$

$$x=.25 \text{ 磅}$$

$$1:\frac{2}{3}=2:x; \quad x=\frac{4}{3} \text{ 磅}$$

3. 直棒一根,支持其兩端,棒之中央懸重 80 磅,下彎 0.7 吋。  
如使該棒下彎 1 吋,問須懸重若干?

$$80:x=.7:1 \quad .7x=80$$

$$x = \frac{80}{.7} = 114.2 \text{ 磅}$$

4. 2 磅之力,加於直徑 9 吋之輪緣,使棒之一端扭轉 3 度(見圖 133)。如輪之直徑為 12 吋,使該棒扭轉 5 度,問需力若干?

$$2:x = \frac{9\pi \times 3}{360} : \frac{12\pi \times 5}{360}$$

$$2:x=27:60$$

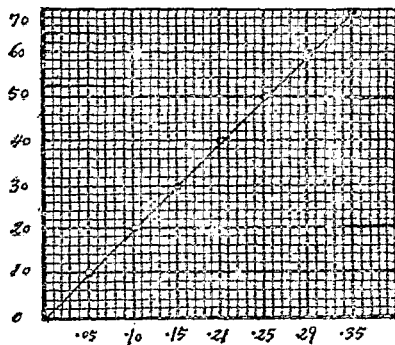
$$27x=120$$

$$x = \frac{120}{27} = 4.4 \text{ 磅}$$

5. 棒之彎度與其載重之實驗結果如下表:

載重量之磅數	10	20	30	40	50	60	70
彎曲度之吋數	.05	.10	.15	.21	.25	.29	.35

將表內各數，繪一曲線，以縱表重量，橫線表彎度。問本題表明何種定律？

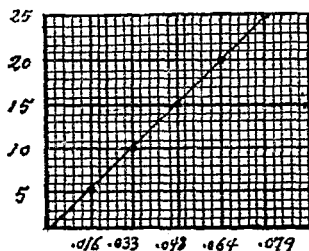


本題表明虎克氏定律

3. 長 90 吋，直徑 0.035 吋之鋼絲，其伸長與載重如下表：

載重量之磅數	5	10	15	20	25
伸長之吋數	.016	.033	.048	.064	.079

繪一曲線，表示伸長與載重之關係，以縱線表重量，橫線表伸長。



7. 直棒一根，支持於兩端，棒之中央，懸掛重量，兩支點相距 6 呎，棒折斷時之懸重為 840 磅。兩支點相距 8 呎，棒折斷時之懸重為 630 磅。如兩支點相距 11 呎，問折斷時之懸重為若干？試自造一定律，以應用於此種測驗。

$$6:11=x:630$$

$$11x=6 \cdot 630=3780$$

$$x=343.6 \text{ 磅}$$

8. 直徑 0.1 吋之鋼條，以 1030 磅之力拉斷之；直徑 0.2 吋時，需力 4120 磅，如直徑為 0.4 吋。問拉斷之力為若干磅？

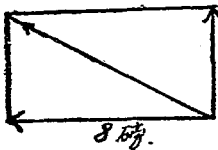
$$(.1)^2:(.4)^2=1030:x$$

$$x=16 \times 1030=16480 \text{ 磅}$$

## 第八章：作用於一點之諸力

### 習 題

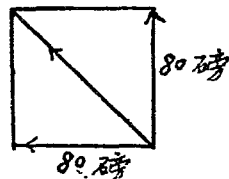
1. 求向東 8 磅之力，與向北 4 磅之力之合力。



$$\begin{aligned} R &= \sqrt{8^2 + 4^2} \\ &= \sqrt{64 + 16} = \sqrt{80} \\ &= 4\sqrt{5} \text{ 磅} \end{aligned}$$

2. 互成直角之二力，各為 80 磅，求合力之值。

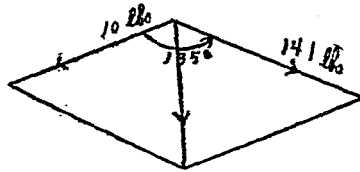
$$\begin{aligned} R &= \sqrt{6400 + 6400} \\ &= \sqrt{6400 \times 2} \\ &= \sqrt{8 \times 8 \times 25 \times 4 \times 2} \\ &= 8 \times 5 \times 2\sqrt{2} \\ &= 80\sqrt{2} \text{ 磅} \end{aligned}$$



3. 求向東 10 磅之力與向西南 14.1 磅之力之合力。

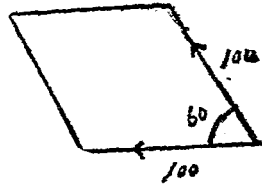
$$r^2 = 10^2 + (14.1)^2 + 2 \times 10 \times 14.1 \cos 135^\circ$$

$$\begin{aligned}
 &= 100 + 198.81 + 20 \times 14 \cdot 1 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \\
 &= 298.81 - \frac{282}{\sqrt{2}} \\
 &= 298.81 - 141\sqrt{2} \text{ 磅} \\
 r &= \sqrt{298.81 - 141\sqrt{2}} \text{ 磅}
 \end{aligned}$$



4. 成一角度 60 度之二力, 各為 100 磅。求合力之值。

$$\begin{aligned}
 r^2 &= 100^2 + 100^2 + 2 \times 100 \times 100 \cos 60^\circ \\
 &= 10000 + 10000 + 20000 \times \frac{1}{2} \\
 &= 10000 + 10000 + 10000 \\
 &= 30000 \\
 r &= 100\sqrt{3} \text{ 磅}
 \end{aligned}$$



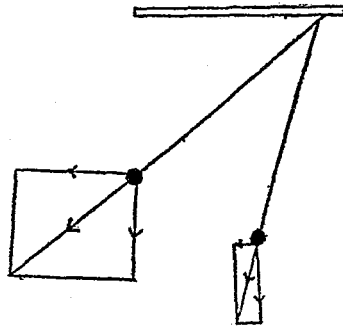
5. 坐於鞦韆上之童子 (圖 147), 如水平方向之力繼續拉之。

- (a) 繩之張力, 逐漸增加抑逐漸減少  
 (b) 水平方向之力, 逐漸增加抑逐漸減少  
 試繪圖以證明之。



(a) 繩之張力逐漸增加

(b) 水平方向之力亦逐漸增加



6. 成 120 度之二力，各為 80 磅，今以第三力使之成平衡，問第三力須為若干？

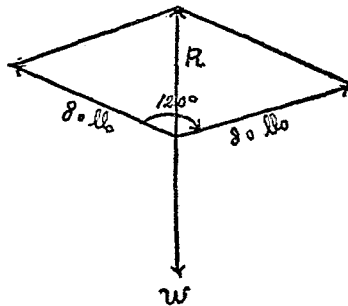
$$r^2 = 80^2 + 80^2 + 2 \times 80 \times 80 \times \cos 120^\circ$$

$$= 6400 + 6400 + 2 \times 6400 \times \frac{-\sqrt{3}}{2}$$

$$= 6400 \times 2 - 6400\sqrt{3}$$

$$r = \sqrt{6400(2 - \sqrt{3})}$$

$$= 80\sqrt{2 - \sqrt{3}} \text{ 磅}$$



7. 設有磅秤 A, B, C, 作用於滑輪如圖 148 所示。如 A 為 400 克，問 B, C, 應各為若干？(a) A 與 B 平行，(b) A 與 B 成直角。

$$(a) A=400$$

$$B=400 \text{ 磅}$$

$$C=2 \times 400$$

$$=800 \text{ 磅}$$

$$(b) x^2=400^2+400^2$$

$$x^2=2 \times 160000$$

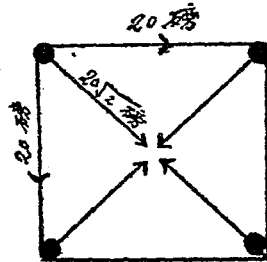
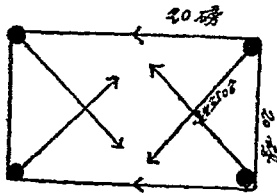
$$x=400\sqrt{2}$$

$$A=400 \text{ 磅}$$

$$B=400 \text{ 磅}$$

$$C=400\sqrt{2} \text{ 磅}$$

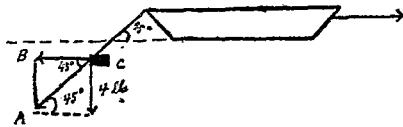
8. 方形之花圃，四角各插一木樁，以繩環繞之（圖 149）。如繩之張力每點皆為 20 磅，求每木樁受力若干磅及其方向。如花圃為長方形時，其答案是否相同？試解釋之。



9. 重 4 磅之鉛錘，以繩繫於鉛尾，如船駛行時，繫錘之繩與水面成 45 度之角，問 (a) 水對於鉛錘之阻力為若干？(b) 繩之張力為若干？

$$\begin{aligned} \text{(a) } AC &= \frac{4}{\sin 45^\circ} \\ &= \frac{4}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 4\sqrt{2} \text{ 磅} \end{aligned}$$

$$\text{(b) } BC = \frac{4}{\tan 45^\circ} = 4 \text{ 磅}$$



### 習 題

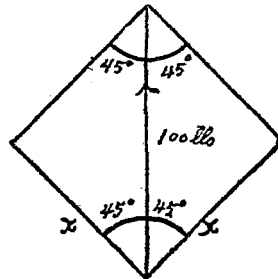
1. 設有一向北 100 磅之力，如欲分解為二個分力，一向東北，一向西北，問如何分解之？

$$(100)^2 = x^2 + x^2$$

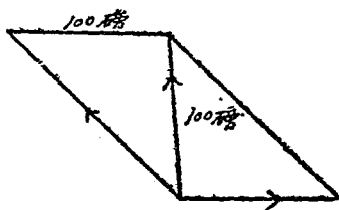
$$2x^2 = (100)^2$$

$$x^2 = \frac{(100)^2}{2}$$

$$x = \frac{100}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{2} = 50\sqrt{2} \text{ 磅}$$



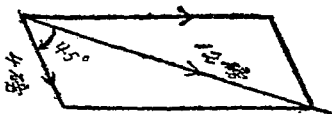
2. 設有一向北 100 磅之力，如分解為二個分力，一向西北，一向正東，問如何分解之？



$$x^2 = 100^2 + 100^2 = 2 \times (100)^2$$

$$x = 100\sqrt{2} \text{ 磅}$$

3. 試將向東 12 磅之力，分解為二。如分力之一，為 4 磅之力向東南，問另一分力之大小及方向若何？



$$x^2 = 12^2 + 4^2 - 2 \times 12 \times 4 \times \cos 45^\circ$$

$$= 144 + 16 - 8 \times 12 \times 0.7071$$

$$= 92.118$$

$$x = \sqrt{92.118} = 9.597 \text{ 磅}$$

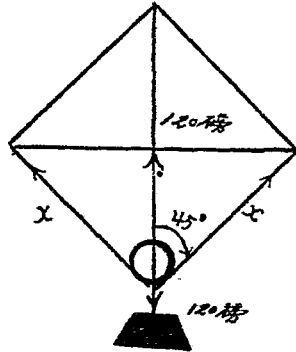
4. 設有重 120 磅之物，繫於一動滑輪上，如圖 154 所示。如支持滑輪之繩，成一直角，問繩之兩部分上之張力有何影

響?

$$x^2 + x^2 = (120)^2$$

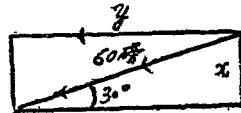
$$2x^2 = 120^2; x^2 = \frac{120^2}{2}$$

$$x = \frac{120}{\sqrt{2}} = \frac{120\sqrt{2}}{2} = 60\sqrt{2} \text{ 磅}$$



5. 一人以 60 磅之力，推一刈草機(如圖)。(a) 如刈草機之柄與地面成  $30^\circ$  角，問有用之分力為何？(b) 如角為  $45^\circ$ ，問有用之分力為何？

$$(a) \frac{y}{60} = \cos 30^\circ$$



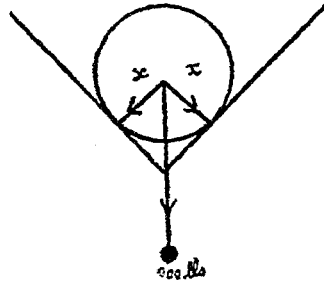
$$y = \cos 30^\circ \times 60 = \frac{1}{2} \times 60 = 30 \text{ 磅}$$

$$(b) (60)^2 = x^2 + x^2 \quad 2x^2 = 60^2$$

$$x^2 = \frac{60^2}{2}$$

$$x = \frac{60}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{2} = 30\sqrt{2} \text{ 磅}$$

6. 一 V 形之器，其二邊所成之角度為 90 度。設此器內有一重 20 磅之球，問該球施於此器二邊上之垂直壓力為若干？



$$x^2 + x^2 = (20)^2$$

$$2x^2 = 20^2$$

$$x^2 = \frac{20^2}{2}$$

$$x = \frac{20}{\sqrt{2}} = \frac{20\sqrt{2}}{2} = 10\sqrt{2} \text{ 磅}$$

7. 設有一向北 100 磅之力，分解為互成直角之二個分力。如二分力之大小比，為 1 比 2，問如何分解之？

$$(2x)^2 + x^2 = 100^2$$

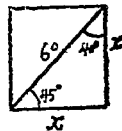
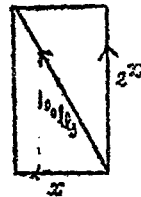
$$4x^2 + x^2 = 100^2$$

$$5x^2 = 100^2$$

$$x^2 = \frac{100^2}{5}$$

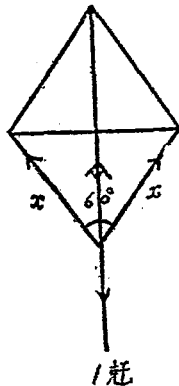
$$x = \frac{100}{\sqrt{5}} = \frac{100\sqrt{5}}{5} = 20\sqrt{5} \text{ 磅}$$

$$2x = 40\sqrt{5} \text{ 磅}$$

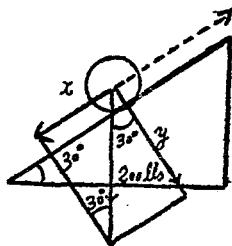


8. 重 1 斤之砝碼，懸於 2 尺長之繩之中央，此繩之兩端，結牢於室頂上之鉤。如二鉤相距為 1 尺，問施於鉤上之拉力，各為若干？

$$\begin{aligned}
 1^2 &= x^2 + x^2 + 2x^2 \cos 60^\circ \\
 &= x^2 + x^2 + 2x^2 \times \frac{1}{2} \\
 &= 3x^2 \\
 3x^2 &= 1 \\
 x^2 &= \frac{1}{3} \\
 x &= \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3} \sqrt{3} \text{ 斤}
 \end{aligned}$$



9. 設將重 200 磅之麥粉一桶置於斜面板上 (圖 156)。如此板與地面成 30 度之角。問 (a) 所施之力與斜面平行者，當為若干？ (b) 此板所受之垂直壓力為若干？



$$\begin{aligned}
 \text{(a)} \quad \frac{x}{200} &= \sin 30^\circ \\
 x &= 200 \sin 30^\circ \\
 &= 200 \times \frac{1}{2} = 100 \text{ 磅} \\
 \text{(b)} \quad \frac{y}{200} &= \cos 30^\circ
 \end{aligned}$$

$$y = \cos 30^\circ \times 20$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \times 200 = 100\sqrt{3} \text{ 磅}$$

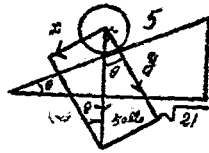
10. 重 50 磅之球，置於長 5 呎，高 2 呎之斜面上。(a) 如此球因重力而滾下，問有效分力為若干？(b) 施於斜面之垂直壓力為若干？

$$(a) \frac{x}{50} = \sin \theta = \frac{2}{5}$$

$$x = 50 \times \frac{2}{5} = 20 \text{ 磅}$$

$$(b) \frac{y}{50} = \cos \theta = \frac{\sqrt{21}}{5}$$

$$y = 50 \times \frac{\sqrt{21}}{5} = 10\sqrt{21} \text{ 磅}$$



### 習 題

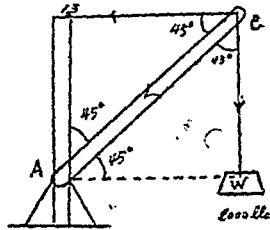
1. 圖 164 表示一簡單起重機。設重物  $W$  為 2000 磅，角  $BAC$  為  $45^\circ$ 。求繩  $BC$  之張力，及支持  $AC$  之推力。(支柱之重量不計)

$$BC = 2000 \text{ 磅}$$

$$x^2 = (2000)^2 + (2000)^2$$

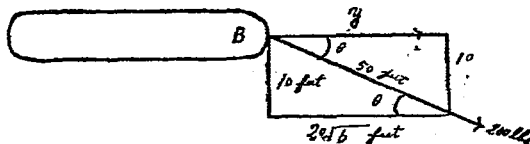
$$= 2 \times 2000^2$$

$$x = 2000\sqrt{2} \text{ 磅} = AC \text{ 之推力}$$





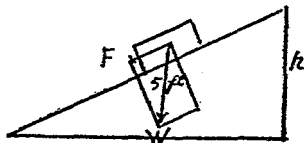
2. 在圖 152 中之 B 點離岸 10 呎，牽舟之繩長 50 呎。如牽力為 200 磅，問有用之分力為若干？



$$\frac{y}{200} = \cos \theta = \frac{20\sqrt{6}}{50}$$

$$y = 200 \times \frac{20\sqrt{6}}{50} = 80\sqrt{6} \text{ 磅}$$

3. 設有一光滑鐵塊，置於 5 呎長之鐵板上，摩擦係數為 0.18。如使鐵塊適能在鐵板上滑下，問板之一端須舉高若干呎？如鐵塊重 8 磅，問在斜面上之摩擦力為若干？



$$(a) \frac{h}{5} = \frac{E}{w} = .18$$

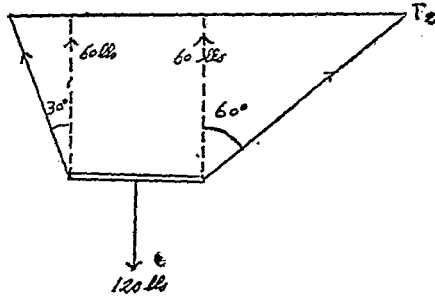
$$h = 5 \times .18 = .9 \text{ 呎}$$

$$(b) \frac{F}{8} = .18$$

$$\text{摩擦力} = 8 \times .18 = 1.44 \text{ 磅}$$

4. 坐於吊牀上之童子，體重為 120 磅。如吊牀兩端之繩與下

垂線所成之角度， $T_1$   
一為 30 度，一為  
60 度，問兩繩上  
之張力各為若干？



$$\frac{60}{T_1} = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$T_1 = \frac{120}{\sqrt{3}} = 40\sqrt{3} \text{ 磅}$$

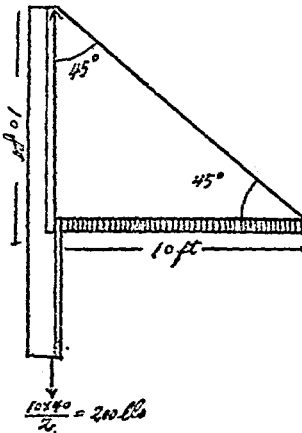
$$\frac{60}{T_2} = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$T_2 = 120 \text{ 磅}$$

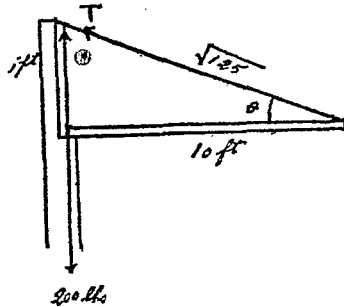
5. 長 10 呎之鋼軌，一端擱於牆壁凸出之處，另一端為鐵鏈所牽住，如圖 165 所示。如該軌每呎重 40 磅，每端支持之重為全重量之一半，問鏈上之能力為若干？

$$\frac{200}{T} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$T = \sqrt{2} \times 200 \text{ 磅}$$



6. 如上題之鐵鏈，附着於牆壁之一端，離軌僅為 5 呎，問鏈之張力為若干？何以此時之張力，較上題中所求得者為大？



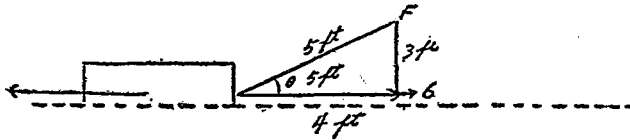
$$\frac{200}{T} = \frac{5}{\sqrt{125}}$$

$$5T = 200\sqrt{1.5}$$

$$T = \frac{200\sqrt{125}}{5} = 40\sqrt{125}$$

$$= 200\sqrt{5} \text{ 磅}$$

7. 以水平方向曳一雪車，需力 6 磅。如繩長 5 呎，持繩之一端，離車之垂直高度為 3 呎，問需曳力若干？



$$\frac{6}{F} = \frac{4}{5}$$

$$4F = 30$$

$$F = \frac{30}{4} = 7.5 \text{ 磅}$$

8. 重 160 磅之石塊，懸於室頂之樑上。如繫石之繩長 20 呎，

用水平方向之力推動，使石堆下垂線之距離為 12 呎。(a) 求推石之力 (b) 求繩之張力。

$$(a) \frac{F}{w} = \frac{12}{16}$$

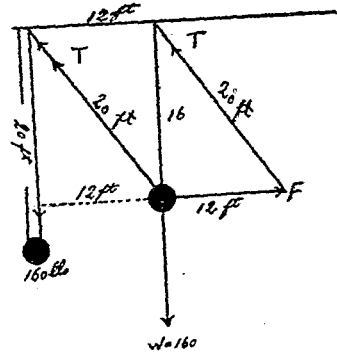
$$\frac{F}{160} = \frac{12}{16}$$

$$F = \frac{12 \times 160}{16} = 120 \text{ 磅}$$

$$(b) \frac{w}{T} = \frac{16}{20}$$

$$\frac{160}{T} = \frac{16}{20}$$

$$T = \frac{160 \times 20}{16} = 200 \text{ 磅}$$



9. 懸重物之二繩，互成爲直角。繩上之張力，一爲 42 磅，一爲 56 磅。(a) 求懸物之重量。(b) 求兩繩與下垂線所成之角度。

$$(a) w^2 = 42^2 + (56)^2$$

$$= 4900$$

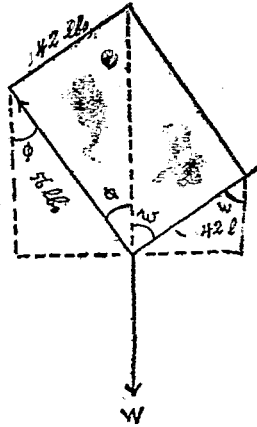
$$w = 70 \text{ 磅}$$

$$(b) \frac{42}{70} = \sin\theta$$

$$\sin\theta = \frac{3}{5}$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{3}{5} = 36^\circ 52'$$

$$w = 90^\circ - \theta = 53^\circ 8'$$



10. 設有向上開之窗一扇，用桿斜撐之，桿與下垂線成 30 度之角。如桿之撐力為 12 磅，問 (a) 垂直向上之推力為若干？(b) 水平方向之推力為若干？

$$(a) \frac{y}{12} = \cos 30^\circ$$

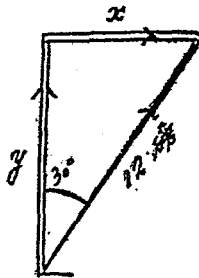
$$y = 12 \times \cos 30^\circ$$

$$= 12 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3} \text{ 磅}$$

$$(b) \frac{x}{12} = \sin 30^\circ$$

$$x = 12 \times \sin 30^\circ$$

$$= 12 \times \frac{1}{2} = 6 \text{ 磅}$$



11. 用力施一滾輪，在斜面板上向上滾動。如滾輪重 224 磅。

斜面之仰角為  $30^\circ$  度，問 (a) 與斜面平行之拖力為若干?  
 (b) 作用斜面之垂直壓力為若干?(摩擦不計)

$$\frac{F}{220} = \sin 30^\circ$$

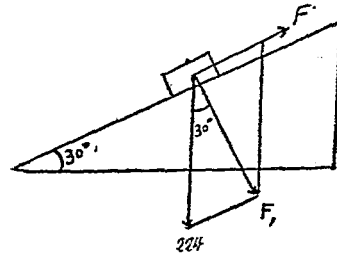
$$= \frac{1}{2}$$

$$F = \frac{224}{2} = 112 \text{ 磅}$$

$$\frac{F_1}{224} = \cos 30^\circ$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$F_1 = \frac{224 \sqrt{3}}{2} = 112 \sqrt{3} \text{ 磅}$$



## 第九章：加速運動

### 習題

1. 每時 60 哩等於每秒若干呎？(此題之答數須記牢)

$$\frac{60 \times 5280}{60 \times 60} = \frac{5280}{60} = 88 \text{ 呎/秒}$$

2. 在某緯度之處，地球轉動之速度為每時 775 哩，問合每秒若干呎？

$$\frac{775 \times 5280}{60 \times 60} = \frac{775 \times 88}{60} = \frac{775 \times 88}{60}$$

$$= 1136.6 \text{ 呎/秒}$$

3. 初次橫渡大西洋之飛行，航行 1890 哩，需時 15 時 57 分。  
問飛行之平均速度每時若干哩？

$$\frac{1890}{15 \frac{57}{60}} = \frac{1890}{\frac{957}{60}} = \frac{60 \times 1890}{957} = \frac{113400}{957}$$

$$= 118.4 \text{ 哩/時}$$

4. 1928年，世界運動會萬呎之記錄為30分18.8秒。問合秒若干呎？每秒若干呎？（1呎=3.28呎）

$$(a) \frac{10000}{1800 + 18.8} = \frac{10000}{1818.8} = 5.4 \text{ 呎/秒}$$

$$(b) 5.4 \times 3.28 = 17.712 \text{ 呎/秒}$$

5. 靶子離射擊者半哩。如用來福槍，問射擊者隔若干秒後方聞擊靶之聲？

$$\frac{5280}{2} + \frac{5280}{2} = \frac{2640}{2000} + \frac{2640}{1100}$$

$$= 1.32 + 2.4 = 3.72 \text{ 秒}$$

## 習 題

1. 等速運動與等加速運動，有何區別並各舉一例。

等速運動者乃單位時間內所經過之距離相等。火車是等速運動

等加速動者乃單位時間內所改變之速度相等。落體乃等加速運動。

2. 設一火車，由站出發。其加速度為每秒0.5哩/時，問經若干分鐘後，速度達每時45哩？

$$V = V^1 - at$$



$$V' = \frac{45}{60^2} \text{哩/秒}$$

$$V = 0$$

$$a = \frac{.5}{60^2} \text{哩/秒}^2$$

$$V = \frac{V_1}{a} = \frac{\frac{45}{60^2}}{\frac{.5}{60^2}} = \frac{45}{.5} = 90 \text{秒}$$

$$= \frac{90}{60} = 1.5 \text{分}$$

3. 汽車每小時行 30 哩，加制動機後、10 秒間車能停止，問減速度爲若干？(a) 以哩/時/秒表之 (b) 以呎/秒<sup>2</sup>表之

$$(a) V' - V = at$$

$$V' = 0$$

$$t = 10 \text{秒}$$

$$V = 30 \text{哩/時}$$

$$-V = at$$

$$a = -\frac{V}{t} = -\frac{30}{10} = -3 \text{哩/呎/秒}$$

$$(b) a = -\frac{V}{t} = -\frac{44}{10} = -4.4 \text{呎/秒}^2$$

4. 如物體由靜止出發，在 6 秒內行 99 呎，問加速度爲若干？

$$S = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = 0$$

$$t = 6 \text{秒}$$

$$s = 99$$

$$99 = \frac{1}{2}a \times 36$$

$$a = \frac{99}{18} = 5.5 \text{ 呎/秒}^2$$

5. 使飛機在半分鐘內，達速度每時 60 哩。問需加速度（呎/秒<sup>2</sup>）若干？

$$v' - v = at$$

$$v' = \frac{60 \times 5280}{(60)^2} = \frac{5280}{60} = 88 \text{ 呎/秒}$$

$$t = 30 \text{ 秒}$$

$$v = 0$$

$$v' = at$$

$$a = \frac{v'}{t} = \frac{88}{30} = 2.95 \text{ 呎/秒}^2$$

6. (a) 物體由靜止出發，在第一秒內行 12 呎，問該物之加速度為若干？(b) 問該物在第一秒終之速度為若干？

$$(a) s = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = 0$$

$$s = 12 \text{ 呎}$$

$$t = 1$$

$$12 = \frac{1}{2}a \times 1$$

$$a = 24 \text{ 呎/秒}^2$$

$$(b) v' - v = at$$

$$v = 0$$

$$a = 24 \text{ 呎/秒}^2$$

$$t = 1$$

$$v' = 24 \text{ 呎/秒}$$

7. 以一定不變之力，加於靜止之物體。如該物在第一秒內行 4 呎，問第三秒內行若干呎？

$$s = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = 0$$

$$s = 4$$

$$t = 1$$

$$4 = \frac{1}{2}a \times 1^2$$

$$a = 8 \text{ 呎/秒}^2$$

$$\text{兩秒內行之距離} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 2^2 = 16 \text{ 呎}$$

$$\text{三秒內行之距離} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 3^2 = 36 \text{ 呎}$$

$$\text{第三秒內行之距離} = 36 - 16 = 20 \text{ 呎}$$

8. 在冰面上之球，其出發之速度為每秒 50 呎。如冰之阻力使生減速度 4 呎/秒<sup>2</sup>，問該球能行若干呎？

$$v'^2 - v^2 = 2as$$

$$v' = 0$$

$$v = 50 \text{ 呎/秒}$$

$$a = -4 \text{ 呎/秒}^2$$

$$-v'^2 = 2as$$

$$-(50)^2 = -2 \times 4s$$

$$s = \frac{2500}{8} = 312.5 \text{ 呎}$$

9. 設有一車以等加速度在斜面路上向下駛行，如該車在 6 秒內行路 45 呎，問(a)加速度若干？(b) 6 秒終之速度若干？(c) 6 秒內之平均速度若干？

$$(a) s = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$v = 0$$

$$s = 54 \text{ 呎}$$

$$t = 6$$

$$54 = \frac{1}{2}a \times 36$$

$$a = \frac{54}{18} = 3 \text{ 呎/秒}^2$$

$$(b) v' - v = at$$

$$v = 0$$

$$a = 3 \text{ 呎/秒}^2$$

$$t = 6$$

$$v' = 3 \times 6 = 18 \text{ 呎/秒}$$

$$(c) \frac{v+v'}{2} = \frac{0+18}{2} = 9 \text{ 呎/秒}$$

10. 汽車之制動機，能生減速度 8 呎/秒<sup>2</sup>。如該車之速度為每時 30 哩，問加制動機後，車行若干呎而停止？

$$v'^2 - v^2 = 2as$$

$$v' = 0$$

$$a = -8 \text{ 呎/秒}^2$$

$$v = \frac{30 \times 5280}{(60)^2} = \frac{5280}{120} = 44 \text{ 呎/秒}$$

$$-(44)^2 = -2 \times 8 \times s$$

$$s = \frac{1936}{16} = 121 \text{ 呎}$$

11. 設一汽船由靜止出發，其等加速度為 0.4 呎/秒<sup>2</sup>，如該船之速度達每時 15 哩，問離出發點之距離為若干？

$$v'^2 - v^2 = 2as$$

$$v = 0$$

$$v = \frac{15 \times 5280}{(60)^2} = 22 \text{ 呎/秒}$$

$$a = 0.4 \text{ 呎/秒}^2$$

$$s = \frac{v'^2}{2a} = \frac{484}{8} = \frac{484}{8} = 60.5 \text{ 呎}$$

12. 某種制動機，其廣告上所述如下：(a) 如車之速度為每時 15 哩，能令車在 20.8 呎內停止。(b) 如車之速度為每時 30 哩，能使車在 83.3 呎內停止。計算加速度 (呎/秒<sup>2</sup>) 各若干？

$$(a) v'^2 - v^2 = 2as$$

$$v'^2 = 0$$

$$v = \frac{15 \times 5280}{(60)^2} = 12 \text{ 呎/秒}$$

$$s = 20.8 \text{ 呎}$$

$$-v^2 = 2as$$

$$a = -\frac{v^2}{2s} = -\frac{484}{41.6} = -11.63 \text{ 呎/秒}^2$$

$$(b) v'^2 - v^2 = 2as$$

$$v' = 0$$

$$v = 44 \text{ 呎/秒}$$

$$s = 83.3$$

$$a = -\frac{v^2}{2s} = -\frac{1936}{166.6} = -11.62 \text{ 呎/秒}^2$$

13. 礮身長 20 呎，彈由礮口出發之速度為每秒 2500 呎。(a) 加速度若干？(b) 彈經過礮身之時間為若干？

$$(a) v'^2 - v^2 = as$$

$$v=0,$$

$$s=20,$$

$$v=2500 \text{ 呎/秒}$$

$$v'^2=2as$$

$$a = \frac{v'^2}{2s} = \frac{6250000}{2 \times 20} = 156250 \text{ 呎/秒}^2$$

$$(b) v = at$$

$$t = \frac{v}{a} = \frac{2500}{156250} = .016 \text{ 秒}$$

14. 汽車以等速度每時行 30 哩 (每秒 44 呎)。當該車經過一停止之機器腳踏車時,後者即以加速度 8 呎/秒<sup>2</sup>追之。(a) 如能追及需時若干秒? (b) 該時機器腳踏車之速度為若干?

$$(a) s = vt; \quad s = \frac{1}{2}at^2$$

$$vt = \frac{1}{2}at^2$$

$$v = \frac{1}{2}at$$

$$t = \frac{2v}{a} = \frac{2 \times 44}{8} = 11$$

$$(b) v = at$$

$$= 8 \times 11 = 88 \text{ 呎/秒}$$

## 習 題

## 1. 填下表內之空白

落下時間 秒	每秒終之 速度 (呎/秒)	平均速度 (呎/秒)	落下之總 距離 (呎)	每秒內之 落下距離 (呎)
1	32	16	16	16
2	64	32	64	48
3	96	48	144	80
4	128	64	256	112
5	160	80	400	144

## 2. 物體於最初半秒間，落下之距離為若干呎？

$$s = \frac{1}{2}gt = \frac{1}{2} \times 980 \times (.5)^2$$

$$= 490 \times .25 = 122.5 \text{ 呎}$$

## 3. 一球自高 792 呎之屋頂落下，問該球達地時之速度若干？

$$v^2 = 2gs$$

$$v^2 = 2 \times 32 \times 792$$

$$= 64 \times 792 = 50688$$

$$v = \sqrt{50688} = 225.14 \text{ 呎/秒}$$

## 4. (a) 物體自由落下，經若干秒後，可得每秒 112 呎之速度？

(b) 該物體落下之距離若干？

(a)  $v = gt$



$$t = \frac{v}{g} = \frac{112}{32} = 3.5 \text{ 秒}$$

$$(b) s = \frac{0+112}{2} \times 3.5 = 56 \times 3.5 = 196 \text{ 呎}$$

5. 向上擲出之球，復落下達地共需時6秒(a)問擲球之速度若干?(b)球上昇之高度若干?

$$(a) v' - v = -gt$$

$$v' = 0$$

$$-v = -gt$$

$$v = gt$$

$$v = 32 \times 3 = 96 \text{ 呎/秒}$$

$$(b) s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$s = \frac{1}{2} \times 32 \times 3^2 = 144 \text{ 呎}$$

6. 槍彈以每秒2000呎之速度向上射出(a)10秒終之速度若干?(b)10秒之終，彈離地面之高度若干?

$$(a) v' - v = -gt$$

$$v' = v - gt = 2000 - 32 \times 10$$

$$= 2000 - 320 = 1680 \text{ 呎/秒}$$

$$(b) s = \frac{2000+1680}{2} \times 10$$

$$= \frac{3680}{2} \times 10$$

$$= 18400 \text{ 呎}$$

7. 物體以每秒 50 呎之速度垂直上拋，問該物經過離地 100 呎之某點時，其速度為若干？(先求該物上昇之高度)

$$v'^2 - v^2 = -2gs$$

$$\begin{aligned} v'^2 &= v^2 - 2gs = (50)^2 - 2 \times \frac{980}{100} \times 100 \\ &= 2500 - 2 \times 980 = 2500 - 1960 = 540 \end{aligned}$$

$$v' = 23.2 \text{ 呎/秒}$$

### 習 題

1. 在山頂上向水平方向投擲一石，石在空中之時間為 4 秒，達地之處離山底為 140 呎。問山高若干呎？石離手時之速度若干？

$$s = vt$$

$$140 = 4v$$

$$v = \frac{140}{4} = 35 \text{ 呎/秒}$$

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 32 \times 16$$

$$= 256 \text{ 呎高}$$

2. 炸彈一枚，自飛機落下後。飛機離地 1600 呎，飛行之速度為每時 90 哩。(a) 如炸彈能命中目標，問飛機經過目標時，

應預先若干秒使彈落下？(b)問彈在空中落下時，飛機行路若干呎？

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$1600 = \frac{1}{2} \times 32t^2$$

$$1000 = t^2$$

$$t = 10 \text{ 秒}$$

$$s = vt$$

$$= \frac{90 \times 5280}{(60)^2} \times 10$$

$$= \frac{90 \times 5280}{3600} \times 10$$

$$= \frac{9 \times 528}{36} \times 10$$

$$= 132 \times 10 = 1320 \text{ 呎}$$

3. 在高 555 之塔頂上，以每秒 60 呎之速度，向水平方向投擲一物。問該物達地之處離塔底若干呎？

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$555 = \frac{1}{2} \times 32 \times t^2$$

$$t^2 = \frac{555}{16} = \frac{23.5}{4} = 5.9 \text{ 秒}$$

$$s = vt = 5.9 \times 60$$

$$= 354 \text{ 呎}$$

## 第十章 運動三定律

### 習 題

1. 以 40 磅之力，作用於重 200 磅之物體上，問加速度爲若干？

$$\frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$\frac{40}{200} = \frac{a}{32}$$

$$5a = 32$$

$$a = 6.4 \text{ 呎/秒}^2$$

2. 以 1 克之力，作用於重 490 克之物體上，問該物之加速度若干？

$$\frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$\frac{1}{490} = \frac{a}{980}$$

$$490a = 980$$

$$a = \frac{980}{490} = 2 \text{ 糲/秒}^2$$

3. 以 90 克之力，作用於一物上，得加速度為 480 糲/秒<sup>2</sup>。如欲使該物得加速度 1000 糲/秒<sup>2</sup>，問需力若干克？

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\frac{90}{F} = \frac{480}{1000}$$

$$F = \frac{9000}{48} = 187.5 \text{ 克}$$

4. 如欲使 1 磅之質量，得加速度為 32 呎/秒<sup>2</sup>者，問需力若干磅？

$$\frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$\frac{F}{1} = \frac{32}{32}$$

$$F = 1 \text{ 磅}$$

5. 以 1 達因之力，作用於重 1 克之物體上，問能發生加速度若干？(注：此題之答案為達因之定義。)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\frac{1}{1 \times 980} = \frac{x}{980}$$

$$x = 1 \text{ 糲/秒}^2$$

6. 由上題之答案，試述達因之定義。

凡使一克質量之物體生糲/秒<sup>2</sup>加速度所用之力曰一達因

7. 設施力於重 10 磅之物，該物原係靜止者，經 5 秒鐘後，該物所得之速度為 20 呎/秒，問所施之力為若干？

$$v' - v = at$$

$$v = 0$$

$$v' = 20 \text{ 呎/秒}$$

$$t = 5$$

$$v = a't$$

$$a = \frac{v'}{t} = \frac{20}{5} = 4 \text{ 呎/秒}^2$$

$$\frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$\frac{F}{10} = \frac{4}{32}$$

$$F = \frac{40}{32} = 1.25 \text{ 磅}$$

8. 以 1 尅之力，作用於一物體上，使該物體得加速度 9.8 呎/秒<sup>2</sup>。問物重若干尅？

$$\frac{1000}{W} = \frac{980}{980}$$

$$W = 1 \text{ kg}$$

9. (a) 以 2 磅之力，作用於 8 磅之質量上，3 秒後，其速度為若干？(b) 以 3 磅之力，作用於 16 磅之質量上，4 秒後，其速度為若干？

$$(a) \frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$(a) \frac{21}{84} = \frac{9}{32}$$

$$a = \frac{32}{4} = 8 \text{ 呎/秒}^2$$

$$v' - v = at \quad v = 0$$

$$v' = at = 8 \times 3 = 24 \text{ 呎/秒}$$

$$(b) \frac{3}{16} = \frac{a_1}{32}$$

$$a_1 = \frac{3 \times 32}{16} = 6 \text{ 呎/秒}^2$$

$$v' = at = 6 \times 4 = 24 \text{ 呎/秒}$$

10. 在水平路面上之汽車，當其引擎關閉時，其速度為每時 30 哩。此車仍駛行 22 秒而停止。如該車重 2000 磅，問使車停止之摩擦力為若干？

$$v' - v = at$$

$$v' = at$$

$$a = \frac{v'}{t} = \frac{44}{22} = -2 \text{ 呎/秒}^2$$

$$\frac{F}{W} = \frac{a}{g}$$

$$\frac{F}{2000} = \frac{-2}{32}$$

$$F = -125 \text{ 磅}$$

## 第十一章 位能與動能

### 習 題

1. 高 240 呎之欄板上，有一氈砵碼，問其位能為若干？

$$P.E = W h = 1000 \times 245 = 245000 \text{ 克呎}$$

2. 重 15 磅之球，其位能為 45 呎磅，問該球之高度若干？

$$P.E = W h$$

$$h = \frac{P.E}{W} = \frac{45}{3} = 15 \text{ 呎}$$

3. 重 200 磅之鹽一桶，已用 80 磅與斜面平行之力，拖至斜面上端，如斜面長 10 呎，問該桶之位能若干？

$$\frac{200}{80} = \frac{10}{h}$$

$$h = \frac{80 \times 10}{200} = 4 \text{ 呎}$$

$$P.E = 4 \times 200 = 800 \text{ 呎磅}$$

4. 水箱內貯水 7200 加侖，箱底離地面 27 呎。如箱內之水深



6 呎間水之位能若干?(1 加侖之水重 8 磅)

$$P.E = 7200 \times 8 \times 30 = 1728000 \text{ 呎磅}$$

5. 懸有重 28 磅擺錘之鋼絲，繞於直徑 6 吋之鼓形圓盤上，如共繞 24 圈，問擺錘之位能若干?

$$W = 28$$

$$h = 24 \times .5 \times 3.1416 = \frac{264}{7} \text{ 呎}$$

$$P.E = 28 \times \frac{264}{7} = 1056 \text{ 呎磅}$$

### 習 題

1. 重 16 磅之鉛球，其離手時之速度為每秒 32 呎。問動能若干?

$$K.E = \frac{W v^2}{2g} = \frac{16 \times (32)^2}{2 \times 32} = \frac{8 \times 32}{1} = 256 \text{ 呎磅}$$

2. 重 10 磅之球，速度為每秒 4 呎。如重量加倍，速度減半，試比較二者之動能。重量與速度，何者影響於動能較大?

$$K.E = \frac{W v^2}{2g} = \frac{10 \times 4^2}{2 \times 32} = \frac{10 \times 16}{2 \times 32} = 2.5 \text{ 呎磅}$$

$$K.E = \frac{W v^2}{2g} = \frac{20 \cdot (2)^2}{2 \times 32} = \frac{40}{32} = 1.25 \text{ 呎磅}$$

3. 設有一投擲之棍球，用計量器測得其速度為每秒 120 呎。

如該球重  $\frac{1}{2}$  磅，問動能爲若干？

$$K.E. = \frac{Wv^2}{2g} = \frac{\frac{1}{2} \times (120)^2}{2 \times 32} = \frac{\frac{1}{2} \times 14400}{2 \times 32} = \frac{2400}{32} = 75 \text{ 呎磅}$$

4. 設有一飛機，重 10,000 磅。如該機飛行之速度，爲每時 90 哩，問其動能爲若干噸？

$$K.E. = \frac{Wv^2}{2g} = \frac{5 \times \left( \frac{90 \times 5280}{(60)^2} \right)^2}{2 \times 32} = \frac{5 \times (132)^2}{64} \\ = 1361.2 \text{ 呎噸}$$

5. 重 20 克之石，擲出之速度每秒 800 呎，問動能爲若干厄？

$$K.E. = \frac{Wv^2}{2g} = \frac{20 \times 980 \times (800)^2}{2 \times 980} = 10 \times 640000 \\ = 6400000 \text{ 厄}$$

6. 重 10 磅之物體，由靜止落下，經 5 秒後，其動能爲若干？

$$v = gt = 32 \times 5 = 160 \text{ 呎/秒}$$

$$K.E. = \frac{Wv^2}{2g} = \frac{10(160)^2}{2 \times 32} = \frac{5 \times 25600}{32} \\ = 5 \times 800 \times 4000 \text{ 呎磅}$$

7. 重 1400 磅礮彈，在礮口時之動能爲 65,600 呎噸，問該彈離礮口時之速度爲若干？

$$65600 = \frac{24}{20} \frac{v^2}{.7}$$

$$v^2 = \frac{2 \times 32 \times 65600 \times 20}{.7}$$

$$v = \sqrt{\frac{65600 \times 2 \times 32}{.7}} = 2449 \text{ 呎/秒}$$

8. 設有一物體,其動能為 90,000 呎。如欲使該物體在 3 呎內停止,問需抵抗力若干?

$$F S = 90000$$

$$F = \frac{90000}{300} = 300 \text{ 達因}$$

9. 重 100 之冰,在光滑地板上之速度為每秒 12 呎。如冰與地板之摩擦係數為 0.15, 求(a)冰之最大動能(b)冰在地板上滑動之距離。

$$\begin{aligned} \text{(a) } K, E &= \frac{W v^2}{2g} = \frac{100(12)^2}{2 \times 32} \\ &= \frac{50 \times 144}{32} = 4.5 \times 50 = 225 \text{ 呎磅} \end{aligned}$$

$$F \cdot S = K, E$$

$$F = 100 \times .15 = 15 \text{ 磅}$$

$$F S \times S = 225$$

$$S = 15 \text{ 呎}$$

10. (a)重 98 克之球,經 2 秒後,得速度每秒 100 呎,問施於此球之力為若干克?(阻力不計)。(b)此球達(a)題內之速度時,其動能為若干?(c)施於此球之力,能使球行若干距離?

$$\text{(a) } v = at$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{100}{2} = 50 \text{ 呎/秒}^2$$

$$\frac{F}{98} = \frac{50}{980}$$

$$F = 5 \text{ 克}$$

$$(b) \text{ K. E.} = \frac{W v^2}{2g} = \frac{98 \times (100)^2}{2 \times 980} = \frac{98 \times 10000}{2 \times 980} = 500 \text{ 克}$$

$$(c) F S = KE$$

$$5 \times S = 500$$

$$S = 100 \text{ 呎}$$

### 習 題

1. 設有一汽車，重為 3200 磅，如該車之速度為每時 30 哩，問其動量為若干？

$$\begin{aligned} m v &= 3200 \times \frac{30 \times 5280}{(60)^2} \\ &= 3200 \times \frac{30 \times 5280}{3600} = \frac{32 \times 30 \times 5280}{36} \\ &= \frac{5068800}{36} = 140800 \text{ 呎磅/秒} \end{aligned}$$

2. 以 40 磅之力，作用於 200 之質量，如使其得速度每秒 24 呎問需時若干秒？

$$m v = F t$$

$$200 \times 24 = 40 \times 32 \times t$$

$$t = \frac{200 \times 24}{40 \times 32} = \frac{4800}{1280} = 3.7 \text{ 秒}$$

3. 在大舟上之人，用繩拖動一划艇。試比較作用二舟之力及其動量，經二秒鐘後，何以划艇之速度較大？

(a) 作用二舟之力相同。

(b) 其動量亦相同。

(c) 小舟之速度乃是大舟之速度，加上人拖動之速度故較大舟為大。

4. 射彈之槍重 8 磅，而彈重  $\frac{1}{2}$  兩。如彈離槍口時之速度為 2000 呎/秒，問該槍後退之速度若干？

$$mv^2 = mv'$$

$$8 \times v = \frac{1}{2} \times \frac{1}{16} \times 2000$$

$$v = \frac{1000}{16 \times 8} = \frac{1000}{128} = 7.7 \text{ 呎/秒}$$

5. 重 100 磅之球，由高 90 呎之塔頂落下，問該球經過離地 15 呎之某點時，其動能與位能各若干？

$$v^2 = 2gs = 2 \times 32 \times 75 = 4800 \text{ 呎}$$

$$K.E = \frac{mv^2}{2} = \frac{100 \times 4800}{2} = 50 \times 4800$$

$$= 240000$$

$$\therefore 240000 \text{ 磅} = \frac{240000}{32} = 7500 \text{ 磅呎}$$

$$P.E = P.S = 100 \times 15 = 1500 \text{ 呎磅}$$

6. 藉槓桿, 滑輪, 輪軸, 等機械, 用 10 磅之力, 能勝過 100 磅之抵抗力。如能之不減定律為真實可靠者, 上述之事實當如何解釋之。

用 10 磅之力能勝過 100 磅之抵抗力時, 則 10 磅之力要行 40 呎時, 而 100 磅處只行 4 呎, 雖然省力而多了距離, 所以出力等於入工, 與能之不減定律不矛盾。

7. 重 100 噸之火車, 其速度為每時 45 哩。加制動機後, 車即停止不動 (a) 問消耗於停車之能為若干呎噸? (b) 此種消耗之能逃散於何處?

$$(a) \text{ K.E} = \frac{Wv^2}{2g} = \frac{100 \times (66)^2}{2 \times 32} = 6806.25 \text{ 呎噸.}$$

(b) 所耗之能力變為熱能

## 第十二章 熱及膨脹

### 習 題

1. 突然停車，何以車輪上有火星飛出？

因為突然停車，車輪便與不平的地起很劇烈的磨擦，磨擦生熱熱極便生光。

2. 華氏 70 度，150 度，0 度，及 -10 度，合百度計若干度？

$$c = (F - 32) \frac{5}{9}$$

$$(1) \quad 70^{\circ}\text{F} = (70 - 32) \frac{5}{9} = 38 \times \frac{5}{9} = \frac{190}{9} = 21.1^{\circ}\text{c}$$

$$(2) \quad 150^{\circ}\text{F} = (150 - 32) \frac{5}{9} = 118 \times \frac{5}{9} = \frac{590}{9} = 65.5^{\circ}\text{c}$$

$$(3) \quad 0^{\circ}\text{c} = -32 \times \frac{5}{9} = \frac{-160}{9} = -17.7^{\circ}\text{c}$$

$$(4) \quad -10^{\circ}\text{c} = (-10 - 32) \frac{5}{9} = -42 \times \frac{5}{9} = -\frac{210}{9} \\ = -23.3^{\circ}\text{c}$$

3. 某日空氣之溫度，在正午爲  $90^{\circ}\text{F}$ ，夜半爲  $45^{\circ}\text{F}$ ，問按百度計算降低幾度？

$$\begin{aligned} 90^{\circ}\text{F} &= (90-32)\frac{5}{9} & 45^{\circ}\text{F} &= (45-32)\frac{5}{9} \\ &= 58 \times \frac{5}{9} & &= 13 \times \frac{5}{9} \\ &= \frac{290}{9} = 32.2^{\circ}\text{c} & &= \frac{65}{9} = 7.2^{\circ}\text{c} \end{aligned}$$

$$32.2^{\circ}\text{c} - 7.2^{\circ}\text{c} = 25^{\circ}\text{c}$$

接百度計算降低  $25^{\circ}\text{c}$

4. 如圖所示爲伽利略初製溫度計，其主要部份爲一內貯空氣之球，接連一中有一部分水之細長玻璃管。(a) 管內之水如何昇入？(b) 空氣之壓力，對於此計之度數有何影響？(c) 溫度降底何以影響於此計上之度數？

(a) 當球內空氣溫度降低時，則空氣收縮，而原來之球體積不變，所以壓力比外邊水自然上昇。

(b) 空氣壓力愈大，則上昇之度數愈高。

(c) 溫度降底，則壓力亦降低則水上昇。

5. 試填下表內之空格

	華氏計	百度計
鉛之溶解點	$620.6^{\circ}$	$327^{\circ}$



硫之溶解點	239°	115°
水銀之凝固點	-39°	-39.4°
汽油之沸點	176°	80°
氮氣之液化點	-452°	-269°

6. 地球面上最低溫度為  $-90^{\circ}\text{F}$ , 最高溫度為  $136^{\circ}\text{F}$ , 二者相差之溫度若干?(a)用華氏計表之。(b)用百度計表之。

$$(a) \quad 136 + 90 = 226^{\circ}\text{F}$$

$$(b) \quad -90^{\circ}\text{F} = (-90 - 32) \frac{5}{9} = -122 \times \frac{5}{9}$$

$$= \frac{-610}{9} = -67.7^{\circ}\text{c}$$

$$(c) \quad 136^{\circ}\text{F} = (136 - 32) \frac{5}{9} = 57.7^{\circ}\text{c}.$$

$$57.7 + 67.7 = 125.4^{\circ}\text{c}$$

7. 如欲使溫度計上之每格之闊度甚大, 以便易於讀出者(a)管徑之粗細須若何?(b)水銀球大小須若何?
- (a) 管必須要細。  
(b) 水銀球要大。
8. (a)體溫計用過後, 何以須將管內水銀用力搖之下降? (b)何以體溫計須於冷水中洗之, 而切不可用熱水?
- (a) 體溫計玻璃球之上部管之內半徑驟細使, 水銀不

易通過，當水銀膨脹時水銀被壓上，而溫度降低時，水銀不能由狹處落下，必須用力搖之始下降。

(b) 如用熱水則容易破裂。

9. 華氏計所示之度數，恰為百度計之二倍時，問此溫度為何？

$$C = (F - 32) \frac{5}{9}$$

$$x = (2x - 32) \frac{5}{9}$$

$$9x = 10x - 160$$

$$x = 160^\circ \text{攝氏度數}$$

$$2x = 320^\circ \text{華氏度數}$$

10. (a) 華氏計與百度計所示之度數相等時，問此溫度為何？

(b) 取任何華氏度數加 40 度，乘以  $\frac{5}{9}$ ，再減去 40 度其結果必為百度計之度數問此法何以合理？

$$(a) \quad x = (x - 32) \frac{5}{9}$$

$$9x = 5x - 160$$

$$4x = -160^\circ$$

$$x = -40^\circ$$

$$c = (F + 40^\circ) \frac{5}{9} - 40^\circ$$

$$9c = 5F + 200 - 360$$

$$9c = 5F - 160$$

$$9c = (F - 32)5$$

$$c = (F - 32) \frac{5}{9}$$

### 習 題

1. 注熱水於厚玻璃之牛乳瓶，必較薄玻璃之燒瓶更易破裂，試解釋之。

因為在厚玻璃注熱水時，熱不易傳於瓶之各處，致使瓶之膨脹體積不同而破裂。

2. 華盛頓紀念塔在正午時，必彎曲少許。其彎曲之方向若何？試解釋之。

一定向日光方向彎曲，因為在正午時直接受日光的地方，體積膨脹的大，而間接受日光的地方，體積膨脹的小。

3. 黃銅製之枳桿在  $15^{\circ}\text{C}$  時恰為一枳。問在  $20^{\circ}\text{C}$  時相差若干？

$$\text{膨脹之變化} = \alpha LT$$

$$= 0.00017 \times 1 \times (20 - 15) =$$

$$= 0.00017 \times 5 = 0.00087 \text{ 枳}$$

4. 通蒸汽之鐵管在  $20^{\circ}\text{C}$  時為 180 呎，問當  $100^{\circ}\text{C}$  之蒸汽通

過時該管增長若干吋？

$$\begin{aligned} \text{長脹} &= .000011 \times 180 \times (100 - 20) \\ &= .000011 \times 180 \times 80 \\ &= .0011 \times 18 \times 8 \\ &= .1584 \text{ 呎} = 1.9008 \text{ 吋} \end{aligned}$$

5. 建築鋼骨之屋架，頃將燒紅之鐵釘，插入於鋼柱之孔，立即用錘擊平其頭，此法何以使鋼架堅實？

當燒紅之鐵釘錘擊於鋼柱之孔時，鋼柱受熱而膨脹，當鋼柱漸涼，體積收縮，便可使鋼柱無空隙處，固而堅實。

6. 長 33 呎之鋼軌，由  $-17^{\circ}\text{F}$  至  $100^{\circ}\text{F}$  增長 0.275 吋問該鋼之膨脹係數為何？(a) 用華氏計表之，(b) 用百度計表之。

$$.275 = 33 \times 12 \times \alpha \times 117$$

$$\alpha = \frac{.275}{33 \times 12 \times 117} = \frac{.275}{46132} = .0000059$$

$$.275 = 33 \times 12 \times \alpha \times 64.9$$

$$\alpha = \frac{.275}{33 \times 12 \times 64.9} = \frac{.275}{257004} = .00001$$

7. 鋼骨三合土為鋼條與三合土所構成，二者之膨脹係數相

等，今有長 450 呎，用鋼骨三合土造成之橋如夏季之溫度爲  $100^{\circ}\text{F}$  冬季之溫度爲  $-10^{\circ}\text{F}$ ，問橋之長度冬夏相差若干？

$$\begin{aligned} \text{長脹} &= 540 \times .00001 \times \frac{5}{9} \times 110 \\ &= 54 \times .001 \times \frac{5}{9} \times 11 \\ &= 6 \times .001 \times 5 \times 11 = .33 \text{ 呎} \end{aligned}$$

8. 今有鋼絲一根在  $15^{\circ}\text{C}$  時長爲 150 呎，如通電後該絲長增爲 151.3 呎問此時該絲之溫度若干？

$$\begin{aligned} 1.3 &= 150 \times .00001 \times L \\ T &= \frac{151.3}{150 \times .00001} = \frac{1.3}{.0015} = 866.6^{\circ} \\ \text{溫度} &= 866.6^{\circ} + 15^{\circ} = 881.6^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

9. 直徑 100 吋之玻璃圓片，如溫度由  $20^{\circ}\text{C}$  熱至  $520^{\circ}\text{C}$  時，問該片圓周之改變增若干吋？

$$\begin{aligned} \text{直徑脹} &= 100 \times .000009 \times 500 \\ &= 5 \times .09 = .45 \text{ 吋} \\ \text{圓周脹} &= \pi \times .45 = 1.4137 \text{ 吋} \end{aligned}$$

10. 在  $0^{\circ}\text{C}$  時，鉛絲長 251 呎，鋅絲長 250 呎，問在何溫度時，二者之長度相等？

$$.251 + 251 \times .000009 \times T =$$

$$250 + 250 \times .000029 \times T$$

$$251 + .002259T = 250 + .00725T$$

$$1 = .004991T.$$

$$T = \frac{1}{.004991} = 200.3^{\circ}\text{C}$$

### 習 題

1.  $0^{\circ}\text{C}$ . 時 400 立呎之空氣，如熱至  $100^{\circ}\text{C}$ . 時其體積為若干？

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{400}{V_2} = \frac{273}{373}$$

$$V_2 = \frac{400 \times 373}{273} = 546.5 \text{ 立呎}$$

2. (a) 某物之溫度在  $34^{\circ}\text{C}$  時，是否較在  $17^{\circ}\text{C}$  時高一倍？(b) 某物之溫度在  $127^{\circ}\text{C}$  時是否較在  $-73^{\circ}\text{C}$  時高一倍？試述解答之理由。

$$(a) 273 + 34 = 307^{\circ}\text{K}$$

$$273 + 17 = 290^{\circ}\text{K}$$

不高一倍

$$(b) \quad 273 + 127 = 400^{\circ}\text{k}$$

$$273 - 73 = 200^{\circ}\text{k}$$

是高一倍

3. 在試驗室內製養氣 200 立糵，當時之溫度為  $17^{\circ}\text{c}$  問此氣在  $0^{\circ}\text{c}$  時之體積為若干？

$$\frac{200}{v_2} = \frac{270}{273}$$

$$V_2 = \frac{200 \times 273}{270} = \frac{5460}{27} = 188.2 \text{ 立糵}$$

4. 在  $0^{\circ}\text{c}$  時 22.4 磅之養氣，重 32 克，問此氣在  $25^{\circ}\text{c}$  時之體積為若干？

$$\frac{22.4}{v_2} = \frac{273}{298}$$

$$v_2 = \frac{22.4 \times 298}{273}$$

$$\frac{6675.2}{273} = 24.4 \text{ 磅}$$

5. 在  $10^{\circ}\text{c}$  時氣球內輕氣之體積為 45 立吋，如欲使此球之體積達 50 立吋須熱至若干溫度(百度計)? 假定施於此球上之壓力不變。

$$\frac{45}{50} = \frac{283}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{50 \times 283}{45} = \frac{2830}{9} = 314.4^\circ\text{K}$$

$$314.4^\circ\text{K} - 273^\circ = 41.4^\circ\text{C}$$

6. 在上午溫度為  $17^\circ\text{C}$  時，貯氣箱內，煤氣之積體為 50,000 立呎，如下午二時溫度達  $23^\circ\text{C}$  時，問該氣之體積為若干？（假定壓力不變）

$$\frac{50000}{v_2} = \frac{17 + 273}{23 + 273} = \frac{50000}{v_2} = \frac{290}{296}$$

$$v_2 = \frac{50000 \times 296}{290} = \frac{1480000}{29} = 51034.4 \text{ 立呎}$$

7. 取一端封閉之玻璃管，管中置水銀一滴，使管內空氣受一定壓力，如空氣柱之長度在  $0^\circ\text{C}$  時為 34 釐， $100^\circ\text{C}$  時為 47 釐問空氣之體脹係數為若干？將求得之答數與課本上所示者比較之。

$$\text{體積膨脹係數} = \frac{470 - 340}{100} = \frac{130}{100}$$

$$= \frac{130}{100}$$

$$= \frac{130}{100 \times 340} = \frac{13}{2400} = \frac{1}{261}$$

8. 在大氣壓力下，溫度  $0^\circ\text{C}$  時 1 釐之空氣重 1.293 克。問於大氣壓力下，溫度  $100^\circ\text{C}$  時，空氣之密度若干？



$$\frac{1}{V_2} = \frac{273}{373}$$

$$V_2 = \frac{373}{273} = 1.36 \text{ 呎}$$

$$\text{空氣之密度} = \frac{1.293}{1.36} = .95 \text{ 克/呎}$$

9. (a) 如圖內之曲線，試尋出一立呎之水，在何種溫度時，其重量與  $0^\circ\text{C}$ . 時一立呎之水相等 (b) 問在何種溫度時一立呎水之重量為  $4^\circ\text{C}$ . 時之 0.998.

(a)  $8^\circ\text{C}$  時與  $0^\circ\text{C}$  時重量相等

$$(b) \frac{1}{x} = .998$$

$$x = 1.0020$$

$$T = 21^\circ\text{C}$$

10. 水銀之體脹係數為 0.000182, 今有水銀 300 立呎, 其溫度為  $-10^\circ\text{C}$ . 如將水銀熱至  $115^\circ\text{C}$ . 時, 問體積為若干立呎?

$$\text{體脹} = BVT$$

$$= .000182 \times 300 \times 125$$

$$= .0182 \times 3 \times 125$$

$$= 6.825 \text{ 立呎}$$

$$\text{體積} = 300 + 6.825$$

$$= 306.825 \text{ 立呎}$$

11. 汽油之體脹係數，用華氏計計，算者約為 0.0006 今有汽油 100,000 加侖，其溫度為 60°F，如將該油之溫度降底至 0°F，求體積當縮小若干加侖？

$$\begin{aligned} \text{體縮} &= 0.0006 \times 100000 \times 60 \\ &= 6 \times 10 \times 60 \\ &= 3600 \text{加侖} \end{aligned}$$

### 習 題

1. (a) 某定量之空氣，在 27°C，壓力 75 厘時，其體積為 400 立厘。問該空氣在 327°C，壓力 150 厘時，其體積為若干立厘？(b) 某定量之空氣，在 27°C，壓力 75 厘時，其體積為 400 立厘，問該空氣在 327°C，壓力 150 厘時，其體積為若干立厘？

$$(a) \frac{PV}{T^1} = \frac{P_1V_1}{T_1} =$$

$$\frac{75 \times 400}{273 + 27} = \frac{150 \times V^1}{327 + 273}$$

$$= \frac{75 \times 400}{300} = \frac{150v}{600}$$

$$V = \frac{600 \times 75 \times 400}{300 \times 150} = 10 \times 40 = 400 \text{立厘}$$

$$(b) \frac{75 \times 400}{27 + 273} = \frac{150 \times V_1}{327 + 273}$$

$$V_1 = 10 \times 40 = 400 \text{ 立吋}$$

2. 滿充空氣之鋼筒，在  $15^\circ\text{C}$ ，大氣一氣壓時密封之。如將此筒投入於溫度  $1000^\circ\text{C}$  之火爐中，問筒內空氣之壓力為若干氣壓？鋼之受熱膨脹不計。

$$\frac{P}{T} = \frac{P'}{T'}$$

$$\frac{1}{273 + 15} = \frac{P'}{1000 + 273}$$

$$\frac{1}{281} = \frac{P'}{1273}$$

$$P' = \frac{1273}{281} = 4.4 \text{ 氣壓}$$

3. 1 磅之空氣，在溫度  $0^\circ\text{C}$ ，壓力一氣壓時，其體積為 12 立呎，如壓力改為 10 氣壓，溫度升高至  $187^\circ\text{C}$ ，問該空氣之體積為若干？

$$\frac{1 \times 12}{273} = \frac{10 \times v'}{187 + 273}$$

$$\frac{12}{273} = \frac{10v'}{460}$$

$$v' = \frac{12 \times 460}{273 \times 10} = \frac{552}{273} = 2.02 \text{ 立呎}$$

4. 某生在化學實驗室內製造氫氣 50 升，當時溫度為  $10^{\circ}\text{C}$ ，壓力為 700 托，求此氣在標準狀況時之體積；即在  $0^{\circ}\text{C}$ ，及壓力 760 托

$$\frac{v' \times 760}{273} = \frac{50 \times 700}{283}$$

$$v = \frac{50 \times 700 \times 273}{760 \times 283} = \frac{955500}{21508} = 44.4 \text{ 升}$$

5. 在鋼筒內 5 立呎之氫氣，其溫度為  $27^{\circ}\text{C}$  欲使此氣之壓力增加一倍，問須將其溫度升高若干？

$$\frac{P}{273+27} = \frac{2P}{T}$$

$$\frac{P}{273+27} = \frac{P}{\frac{T}{2}}$$

$$\frac{T}{2} = 273+27$$

$$T = 2 \times 300 = 600$$

$$600^{\circ}\text{C} - 273^{\circ}\text{C} = 327^{\circ}\text{C}$$

$$327^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C} = 300^{\circ}\text{C}.$$

須升高  $300^{\circ}\text{C}$ 。

6. 將  $10^{\circ}\text{C}$ ，時 1 立呎之空氣熱之，使其體積與壓力均增一倍，問此時之溫度若干？

$$\frac{1 \times P}{10+273} = \frac{2 \times 2P}{T}$$

$$\frac{P}{283} = \frac{4P}{T}$$

$$\frac{T}{4} = 283$$

$$T = 1132^\circ\text{K}$$

$$1132^\circ - 273^\circ = 859^\circ\text{C}$$

7. 氣體爆炸之前，引擎汽缸內之壓力為5氣壓，爆炸之後，其壓力為12氣壓。氣體之爆炸，因受熱而發生。如爆炸前之溫度為 $200^\circ\text{C}$ ，問爆炸後之溫度若干？

$$\frac{5}{200+273} = \frac{12}{T}$$

$$\frac{5}{473} = \frac{12}{T}$$

$$T = \frac{12 \times 473}{5} = \frac{5676}{5} = 1135.2^\circ\text{K}$$

$$1135.2^\circ\text{C} - 273^\circ\text{C} = 862.2^\circ\text{C}$$

8. 氣溫 $17^\circ\text{C}$ ，時在海平面上氣壓計，水銀柱之高度為76釐，此計在山頂上，氣溫 $-13^\circ\text{C}$ 時，其水銀柱之高度，為40釐，試比較兩處每立方呎空氣之重量。

$$\frac{P}{P_1} = \frac{D}{D_1} = \frac{40}{76}$$

$$\frac{\text{山上每立方呎空氣之重量}}{\text{海面每立方呎空氣之重量}} = \frac{V \times D}{V \times D_1}$$

$$= \frac{D}{D_1}$$

$$= \frac{40}{76}$$

9. 氣輪內空氣之壓力，由壓力計所示者為每方吋 45 磅，溫度為  $17^{\circ}\text{C}$ 。如溫度升高至  $30^{\circ}\text{C}$ 。問壓力計上所示之數當為若何？假定氣輪之體積未增。

$$\frac{\frac{45}{15}}{17+273} = \frac{P'}{30+273}$$

$$\frac{3}{290} = \frac{P'}{303}$$

$$P' = \frac{3 \times 303}{290} = \frac{909}{290} = 3.13 \text{ 大氣壓}$$

$$3.13 \times 15 = 46.95 \text{ 磅/吋}^2$$

10. 在溫度  $0^{\circ}\text{C}$ ，壓力 76 釐時，容積 1 升之燒瓶能容空氣 1.293 克。問在溫度  $50^{\circ}\text{C}$ ，壓力 50 釐時，該瓶能容空氣若干克？

$$\frac{1 \times 76}{273} = \frac{V \times 50}{323}$$

$$V = \frac{323 \times 76}{273 \times 50} = \frac{24548}{13650} = 1.77 \text{ 升}$$

$$1.77:1 = 1.293:x$$

$$x = \frac{1.293}{1.77} = 0.73 \text{ 克}$$

## 第十三章 熱之傳播

### 習 題

1. 烟囪內之烟，其上昇之作用爲“吸出”抑爲“壓出”？試解釋之。

烟囪內之烟是被壓出，因烟囪內之空氣比外面的爲熱，故壓力比外面空氣爲小。

2. 日間風由海面吹向陸地，夜間風由陸地吹向海面，試言其故。

白晝陸地溫度較高於海洋，故空氣在陸地者上昇，則海洋之空氣流向陸地故風自海洋吹來。

夜間陸地溫度較底於海洋，故空氣在海面者上昇，則陸地之空氣流向海洋故風向陸地吹來。

3. 冬日某屋有熱氣管之設備，此屋有兩窗，一在樓上，一在樓下，皆爲半開，問空氣流動之方向若何？試解釋之？

熱空氣由樓上之窗出去，冷空氣由樓下之窗流回來。

4. 用熱水暖室，何以須備一膨脹櫃 (expansion tank)?

水當熱時有膨脹之性，有膨脹櫃，熱水可以上昇而發生對流作用。

5. 設有一高 30 呎之烟囱，其橫截面為 1 方呎，烟囱內空氣之溫度為  $260^{\circ}\text{C}$ ，如 1 立呎之空氣在  $0^{\circ}\text{C}$ ，時重 0.081 磅，問烟囱內空氣之重量共若干磅？

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{30 \times 273}{533} = 15.365 \text{ 呎}$$

$$\text{重量} = 15.365 \times 0.081 = 1.2445 \text{ 磅}$$

6. 火爐之烟囱管高 30 呎，其橫截面為 9 方呎，如管內熱空氣之平均溫度為  $260^{\circ}\text{C}$ ，管外空氣之溫度為  $0^{\circ}\text{C}$ ，問與烟囱管體積相等之冷空氣柱，較管內空氣柱重若干倍？

$$\text{體積} = 30 \times \frac{9}{1.44} = 1.875 \text{ 立方呎}$$

$$\text{重量} = 1.875 \times 0.081 = 0.151875 \text{ 磅}$$

$$V_2 = \frac{1.875 \times 273}{533} = 0.96 \text{ 立方呎}$$

$$\text{重量} = 0.96 \times 0.081 = 0.077 \text{ 磅}$$



$$\frac{.151875}{.077} = 1.97 \text{ 倍}$$

7. 飛機低飛於有森林豐草之區，機翼常有忽向一面傾側之處，或以爲氣層凸凹所致，有何更合理之解釋。

森林與平地兩方面溫度不同，空氣必起對流作用，飛機經過此處時則一翼受空氣向下壓力，一翼受向上壓力故向一方傾側。

## 第十四章 冰、水、及蒸氣

### 習 題

1. 將 20 克之水, 昇高  $6^{\circ}\text{C}$ , 問需熱若干卡.

$$20 \times 6 \times 1 = 120 \text{ 卡}$$

2. 將 15 克之鐵, 昇高  $20^{\circ}\text{C}$ , 問需熱若干卡.

$$15 \times 20 \times 0.11 = 33 \text{ 卡}$$

3. 1 尅之銅, 其溫度由  $110^{\circ}\text{C}$  降至  $15^{\circ}$ , 問該銅放出之熱爲若干卡.

$$1000(110^{\circ} - 15) \times 0.03 = 8835 \text{ 卡}$$

4. 將 150 克之鐵, 昇高溫度  $1^{\circ}\text{C}$ , 其所需之熱量能使若干克之水昇高  $1^{\circ}\text{C}$ ? 此題之答案稱曰該鐵之水當量 (writn efnivaut)

$$150 \times 1 \times 0.11 = 16.5 \text{ 卡}$$

$$16.5 = 1 \times 1 \times x$$

$$x = 16.5 \text{ 克}$$

5. 將 6 磅之鐵，由  $70^{\circ}\text{F}$  熱至  $260^{\circ}$ ，問需熱若干 B.t.u.

$$6 \times (260 - 70) \times .11 = 138.6 \text{ B.t.u.}$$

6. 由二種熱單位之定義，試計算 1 B.t.u. 等於若干卡？

$$1 \text{ B.t.u.} = 454.545 \times \frac{5}{9} = 252.5 \text{ 卡}$$

$$\left( \text{因 } 1 \text{ 磅} = 454.545 \text{ 克}, 1^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9}^{\circ}\text{C} \right)$$

7. 設煤每噸之價為 10 元，煤氣每 1,000 立呎之價為 1.2 元。問煤與煤氣，大洋每分可購若干 B.t.u.？

$$\frac{2000}{1000} = 2 \text{ 磅(每分錢)}$$

$$2 \times 14000 = 28000 \text{ B.t.u.}$$

$$\frac{1000}{120} \times 600 = 5000 \text{ B.t.u.}$$

8. 今用熱效率 75% 之煤氣爐煮水，如將 30 加侖之水，由  $50^{\circ}\text{F}$  熱至  $200^{\circ}\text{F}$ ，問所用之煤氣，價值若干分？

$$39 \times 8.4 \times (200 - 50) \times 1 + \frac{75}{100} = 28,350 \text{ B.t.u.}$$

$$\frac{28350}{5000} = 5.67 \text{ 分.}$$

9. 將  $100^{\circ}\text{C}$  之熱水 400 克，傾入  $20^{\circ}\text{C}$  之溫水中其混合之溫度為  $84^{\circ}\text{C}$ ，問溫水重若干克？

$$400 \times (100 - 84) \times 1 = x(84 - 20) \times 1$$

$$x=100\text{克}$$

10. 如欲取  $212^{\circ}\text{F}$  之沸水, 及  $45^{\circ}\text{F}$  之冷水, 使混合成  $100^{\circ}\text{F}$ , 20 加倫之溫水, 以備洗浴之用, 問當各取幾何?

$$(168-x)(212-100) \times 1 = x(100-45) \times 1$$

$$x=112.671\text{磅}$$

$$168-112.671=55.329\text{磅}$$

11.  $88^{\circ}\text{c}$  之鉛 50 克, 投入於  $14^{\circ}\text{c}$ , 40 克之酒精中其混合溫度為  $36^{\circ}\text{c}$ , 求酒精之比熱.

$$50(88-36) \times .22 = 40(36-14)$$

$$x=.65$$

12. 重 100 克之鉛球, 經火爐燒成自熱後, 投入於  $0^{\circ}\text{c}$ , 400 克之水中, 如水之溫度昇至  $10^{\circ}\text{c}$  問爐之溫度若干? (鉛之比熱 = .04)

$$100(x-10) \times .04 = 400(10-0) \times 1$$

$$x=1010^{\circ}\text{c}$$

13. 將  $18^{\circ}\text{c}$  之鐵質砵碼一枚, 投入  $96^{\circ}\text{c}$ , 200 克之水中, 盛水之容器重 90 克, 問混合溫度為若干? (容器之比熱 = .1)

$$200(96-x) \times 1 + 90(96-x) \times .1$$

$$= 1000 \times (T-18) \times .11$$

$$T=69.1^{\circ}\text{c}$$

14. 重 1200 克之銅壺，盛  $10^{\circ}\text{C}$  之水，2400 克，煤氣每分鐘能供給 15,000 卡，問水達沸點，需時若干分鐘？

$$15000x = 1200(100 - 10) \times 0.033 + 2400(100 - 10) \times 1$$

$$x = 15.069 \text{ 分}$$

15. 熱氣爐上之氣門，每分鐘每門能放出熱空氣 15 磅，今有效率 60% 上之熱氣爐，上有氣門八扇，如進入之冷空氣為  $20^{\circ}\text{F}$ ，放出之熱空氣為  $80^{\circ}\text{F}$ ，問該爐每星期需煤若干磅？

$$7 \times 24 \times 60 \times 15 \times 8 \times (80 - 20) \times .24 \times \frac{100}{60}$$

$$= 2903040 \text{ B.t.u.}$$

$$\frac{2903040}{14000} = 270.3 \text{ 磅}$$

## 習 題

1. 融解  $0^{\circ}\text{C}$  之冰 20 克，問需熱若干卡？

$$80 \times 20 = 1600 \text{ 卡}$$

2.  $20^{\circ}\text{C}$  之水 12 克變為  $0^{\circ}\text{C}$  之冰問放熱若干卡？

$$12(20 - 0) = 1200 \text{ 卡}$$

3. 如將  $0^{\circ}\text{C}$  之雪 300 克融解成  $21^{\circ}\text{C}$  之水，問須  $100^{\circ}\text{C}$  之熱水若干克？

$$300 \times 80 + 300(20 - 0) = x(100 - 20)$$

$$24000 + 6000 = 80x$$

$$30000 = 80x$$

$$x = \frac{30000}{80} = 375 \text{ 克.}$$

4. 取冰 83 克投入  $40^{\circ}\text{C}$ . 300 克之水中, 問混合後之溫度爲何?

$$300(40 - T) \times 1 = 83 \times 80 + 83 \times T \times 1$$

$$12000 - 300T = 6640 + 83T$$

$$5360 = 383T$$

$$T = \frac{5360}{383} = 14^{\circ}\text{C}$$

5. 將  $72^{\circ}\text{C}$ . 之水 100 克, 傾於冰塊上, 並將傾下之水用一空桶接受之, 問水之重量爲若干?

$$100 \times 72 = 80x$$

$$x = 90 \text{ 克}$$

$$w = 100 + 90 = 190 \text{ 克.}$$

6. 如將零下  $8^{\circ}\text{C}$ . 之冰 40 克, 融爲  $60^{\circ}\text{C}$ . 之水, 問須熱若干卡?(冰之比熱 = 0.5)

$$8 \times 40 \times 0.5 + 40 \times 80 + 60 \times 40 \times 1$$

$$= 160 + 3200 + 2400$$

$$= 5760 \text{ 卡.}$$

7. 將  $300^{\circ}\text{c}$ . 之銅球 900 克，投入 150 克之水與 50 克之水之混合物內。問相合後之溫度為何？

$$900 \times (300 - T) \times .093 = 150 \times T + 50 \times 80 + 50T$$

$$T = 74.4^{\circ}\text{c}.$$

8. 融解某量之冰，及升高同量之水  $1^{\circ}\text{c}$ .，問所需熱量之比若何？與升高同量之水  $1^{\circ}\text{F}$ . 所需熱量之比為何？融解 1 磅之冰，問需熱量若干 B.t.u.？

$$\frac{\text{水之比熱} \times xg}{\text{水之融解熱} \times xg} = \frac{1 \times xg}{80 \times xg} = \frac{1}{80}$$

$$1^{\circ}\text{F} = \frac{5^{\circ}}{9}\text{c}$$

$$800 \times \frac{5}{9} \times 114$$

$$1 \times 144 = 144 \text{ B.t.u.}$$

9. 燃燒一克之酒精，能放出熱量 6000 卡。今欲使溫度  $0^{\circ}\text{c}$  某量之冰，用酒精爐熱之達  $20^{\circ}\text{c}$ . 如用去酒精為 10 克，爐之效率為 60%，問融解之冰為若干克？

$$10 \times 6000 \times \frac{60}{100} = 80x + x(20 - 0) \times 1$$

$$10 \times 60 \times 60 = 80x + 20x$$

$$100x = 10 \times 60 \times 60$$

$$x = \frac{60 \times 60 \times 10}{100} = 360 \text{ 克.}$$

10. 將 $0^{\circ}\text{C}$ .之冰800克,投入於 $40^{\circ}\text{C}$ .,1100克之熱茶內,盛茶之玻璃壺重700克,問壺內未融之冰爲若干克?(假定茶之比熱爲一,玻璃之比熱爲0.19)

$$80x = 1100 \times 40 \times 1 + 700 \times 40 \times .19$$

$$x = 616.5 \text{ 克}$$

$$\text{未融解之冰} = 800 - 616.5$$

$$= 183.5 \text{ 克}$$

11. 將 $226^{\circ}\text{C}$ .液體鉛100克,傾入於 $20^{\circ}\text{C}$ .,重1000克之水內,問相合後之溫度爲何?鉛之融解點爲 $326^{\circ}\text{C}$ .,其融解熱爲5.6。

$$100(326 - T) \times .031 + 100 \times 5.6.$$

$$= 1000(x - 20) \times 1$$

$$T = 21.5^{\circ}\text{C}.$$

12. 今有兩冰箱經查驗後之結果如下:

冰 箱	室 溫	冰箱內之溫度	每小時融冰之重量
第一號	$92.1^{\circ}\text{F}$ ,	$52.7^{\circ}\text{F}$ .	1.50磅
第二號	$91.8^{\circ}\text{F}$ ,	$57.2^{\circ}\text{F}$ ,	1.78磅

問何者爲優?並述其理由,



第一號冰箱爲優，因冰箱內之溫度較室內溫度小的多。  
故溶解水量很少，此證明外熱不易傳入箱內。

### 習 題

1. 如水在  $99^{\circ}\text{C}$ . 時沸騰，問大氣壓力爲水銀柱若干耗？

$$100:99=760:x$$

$$x = \frac{99 \times 760}{100} = \frac{99 \times 78}{10} = 754.2 \text{ 耗}$$

2. 如氣壓計之水銀高度爲 77.2 釐，問水之沸點爲百度計若干度？

$$\begin{aligned} (77.2-76) \times .37 + 100 &= 100 + .444 \\ &= 100.444^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

3. 設某城建築於山頂上，該處水之沸點爲  $88.5^{\circ}\text{C}$ . (a) 氣壓計之高度約爲若干釐？(b) 如地面高度每昇高 900 呎，氣壓計下降約 1 吋 (2.5 釐). 問該城高於海平面若干呎？

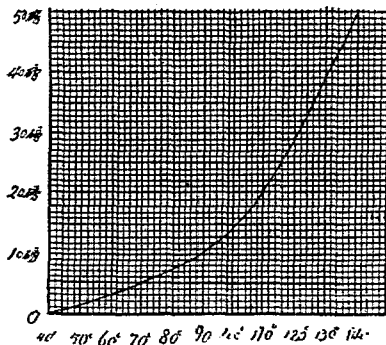
$$(a) \quad 11.5 \times 27 = 31.05 \text{ 釐}$$

$$\text{水銀柱之高度} = 76 - 31.05 = 44.95 \text{ 釐}$$

$$(b) \quad \frac{31.05}{2.5} \times 900 = 11178 \text{ 呎}$$

4. 試將書末附錄中，所載實驗結果，(水之沸點與壓力之關係). 繪成一曲線，以縱軸表壓力，以橫軸表溫度。(用方格

紙上 5 小格表  $10^{\circ}\text{F}$ ., 或 10 小格表  $10^{\circ}\text{c}$ ., 用 20 小格表每方吋上 10 磅之壓力。)



5. 飛機上昇達 40000 呎之處，其大氣壓力，約為水銀柱 6.8 吋。問該處水之沸點約為若干度？(華氏計及百度計)

$$6.8 \text{ 吋} = 17 \text{ 釐}$$

$$76 - 17 = 59 \text{ 釐}$$

$$1 : 59 = .37^{\circ}\text{c} : x$$

$$x = 59 \times .37^{\circ}\text{c} = 21.13$$

$$\text{水之沸點} = 100 - 21.13$$

$$= 78.17^{\circ}\text{c} = 78.17 \times \frac{9}{5} + 32 = 172.7^{\circ}\text{F}$$

6. 設密煮器內蒸汽之壓力，高於大氣壓力 20 磅問器內水之溫度為若干？

$$14.7:20=76:x$$

$$x = \frac{20}{14.7} \times 76 = 103.401 \text{ 瓩}$$

密煮器中水之溫度

$$= 100 + 103.401 \times 0.37 = 138.25^\circ\text{C}$$

7. 如將鹽或糖融解於水中，對於水之沸點有影響否？試於實驗室內試之。

鹽或糖融解於水中，可以使水之沸點增高。

8. 如水中加以酒精少許，問對於沸點，有何影響？試實驗之。

冬日汽車上輻射器內，何以常用酒精？

可以使其沸點增高，冬日汽車上輻射器內用酒精可以使水之冰點降低不易結冰。

9. 用溫度計可以測量地面高度，試述其法，並解釋其理由。

各種液體，皆隨壓力而變其沸點，沸點變而知壓力寡，壓力變而能推測地面之高低。

## 習 題

1.  $100^\circ\text{C}$  之水 40 克，欲使其化為蒸汽，問需熱若干卡？

$$40 \times 540 = 21600 \text{ 卡}$$

2.  $15^\circ\text{C}$  之水 2 瓩，欲使其化為蒸汽，問需熱若干卡？

$$\begin{aligned} & (100-15) \times 200 \times 1 + 2000 \times 540 \\ & = 170000 + 1080000 = 1250000 \text{ 卡} \end{aligned}$$

3. 62°F. 之水 10 磅, 欲使其化為蒸氣, 問需熱若干 B.t.u?

$$\begin{aligned} & (212-62)10 \times 1 + 10 \times 972 \\ & = 1500 + 9720 = 11220 \text{ B.t.u.} \end{aligned}$$

4. (a) 將 100°C. 之蒸氣 20 克, 冷至 40°C., 問該汽放熱若干?

- (b) 放出之熱量, 能使若干克之水由 10°C., 昇至 40°C.?

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad & 20 \times 540 + (100-40) \times 20 \times 1 \\ & = 10800 + 1200 = 12000 \text{ 卡} \end{aligned}$$

$$\text{(b)} \quad 12000 = x(40-10) \times 1$$

$$12000 = 30x$$

$$x = \frac{12000}{30} = 400 \text{ 克}$$

5. 使 0°C. 之冰 1 尪, 化為 100°C. 之蒸氣, 問需熱若干?

$$\begin{aligned} & 1000 \times 100 \times 1 + 1000 \times 540 + 1000 \times 80 \\ & = 100000 + 540000 + 80000 \\ & = 720000 \text{ 卡} \end{aligned}$$

6. 將 10°C. 之水 500 克, 通入 100°C. 之水蒸氣。如水之溫度上昇至 40°C. 問通入之蒸氣為若干克?

$$500(40-10) \times 1 = 540x + (100-40)x - 1$$

$$500 \times 30 = 540x + 60x$$

$$15000 = 600x$$

$$x = 25 \text{ 克}$$

7. 設有一輻射器，每小時能凝結 1.5 尅之水蒸汽，由  $110^{\circ}\text{C}$  降至  $90^{\circ}\text{C}$  之水，問該器每小時放出之熱爲若干卡？（蒸汽之比熱 = 0.5）

$$\begin{aligned} 1500 \times (110^{\circ} - 100^{\circ}) \times 0.5 + 1500 \times 540 + 1500 \\ (100 - 90) &= 7500 + 810000 + 15000 \\ &= 832500 \text{ 卡} \end{aligned}$$

6. 將  $400^{\circ}\text{C}$  之鐵球 900 克，投入於溫度  $20^{\circ}\text{C}$  之重 150 克之水中，問發生蒸汽若干克？

$$\begin{aligned} 150 \times (100 - 20) + 540x &= 900(400 - 100) \times 0.11 \\ x &= 32.77 \text{ 克} \end{aligned}$$

9. 設有一游泳池，長 60 呎，闊 30 呎，平均深度爲 5 呎。如通以蒸汽，使水之溫度由  $63^{\circ}\text{F}$ ，上昇至  $68^{\circ}\text{F}$ ，問需  $212^{\circ}\text{F}$  之蒸汽若干磅？

$$\begin{aligned} 60 \times 30 \times 5 \times 62.4(68 - 63) \times 1 &= 970x + \\ x(212 - 68) \times 1 \\ x &= 2516.129 \text{ 磅} \end{aligned}$$

10. 今用效率 65% 之汽鍋，使  $50^{\circ}\text{F}$  之水 100 磅，化爲

212°F. 之蒸汽，問需煤若干磅？假定煤每磅能產生熱量 14500 B.t.u.

$$\begin{aligned} & (100(212-50) \times 1 + 100 \times 970) \frac{100}{65} \\ &= (100 \times 162 + 97000) \frac{100}{95} \\ &= (16200 + 97000) \frac{100}{95} \\ &= 113200 \times \frac{100}{95} = \frac{11320000}{95} \text{ B.t.u.} \\ x &= \frac{11320000}{95 \times 14500} = 121 \text{ 磅} \end{aligned}$$

### 習 題

1. 由海面上吹來潮濕之風，如向高山上吹，則結果若何？試解釋之。

高山四週溫度較低，故潮濕之風常凝結成霧。

2. 室內之濕度如加高，雖水氣未有逸出室外，何以能降低其相對濕度？

$$\text{相對濕度} = \frac{\text{空氣中實有之水汽}}{\text{同溫度飽和時應含之水氣}}$$

溫度增高時，則飽和量亦增大而空氣中實有之水汽不變故相對濕度變低。

3. 北風何以能吹乾濕衣甚速?

北風速度甚快可以促濕衣之蒸發。

4. 何種氣候最易結成濃霜?何故?

白天溫度很高,故飽和量一定很大,水蒸汽很多,到夜間要驟一冷,則水立刻凝結而成霧。

5. 作劇烈運動後,如對冷風而坐,何以常致傷風?

當劇烈運動時,皮膚蒸發很快,若對冷風,則放熱更快,致使體溫降低易致傷寒。

6. 試指出下列成語之謬

(a) 露在晚間由空中“下降”

(b) 冷杯能出“汗”

(c) 煖室內之冰能放出“熱氣”

(a) 露乃是由晚間,變冷白天水蒸汽凝結而成,不是從天降下。

(b) 冷杯不能出汗,因為冷杯很涼,致使附近的水汽凝結而成小水珠。

(c) 煖室內之冰不能放出“熱氣”

因為冰受熱而蒸發不受附近冰之冷而凝結小水球。

7. 室長 10 呎,闊 6 呎,高 3 呎,如溫度為  $20^{\circ}\text{C}$ ,問室內空氣

達飽和時，需水若干尪，

$$10 \times 6 \times 3 = 180 \text{ 立方呎}$$

但  $20^\circ$  時之飽和水氣 = 17 克/呎<sup>3</sup>

$$\therefore 10 \times 6 \times 3 \times 17 = 3060 \text{ 克} = 3.06 \text{ 尪}$$

8. 如上題中室內之相對濕度為 60%，問該室內含有水汽若干磅？

$$\frac{60}{100} = \frac{x}{3.06}$$

$$x = \frac{60 \times 3.06}{100} = 1.836 \text{ 尪}$$

$$= 4.09 \text{ 磅}$$



## 第十五章：蒸氣機及煤氣機

### 習 題

1. 汽鍋用水管者(見圖),何以較圓筒式效率更高?  
    用水管時與火之接觸面大。  
    用圓筒時與火之接觸面小。  
    接觸面大故耗費之熱量小。  
    接觸面小故耗費之熱量大。  
    所以用水管之效率大。
2. 新式機車上蒸汽壓力計 (steam-gauge) 所示之磅數,大概為每方吋 200 磅以上。若火夫被汽所衝擊,則灼傷甚劇,有時竟能致命,試解釋之。  
    蒸汽壓力每方吋 200 磅是很大而溫度一定很高,所以火夫有致命之險
3. 汽船上某種汽鍋,名曰蘇格蘭汽鍋 (Scotch boilers),其火

箱外罩一鐵殼，除加煤及出灰二口外，其餘四周均充以水。此種構造，有何優點。

優點即利用火箱四周之熱以熱水。

4. 設有一汽鍋，每小時能將  $54^{\circ}\text{F}$ . 之水，化成 50000 磅之蒸汽。如該汽鍋每小時需用煤 3 噸，煤每磅之熱量為 14000 B. t. u. 問其效率為若干？

$$\begin{aligned} \text{效率} &= \frac{\text{出工}}{\text{入工}} = \frac{50000(10-54) + 50000 \times 972}{3 \times 2000 \times 14000} \\ &= \frac{56500000}{84000000} = 67.2\% \end{aligned}$$

5. 設蒸汽機活塞之面積為 120 方吋，其衝程為 2 呎，如蒸汽之平均有效壓力為每方吋 50 磅，問施於活塞上之力為若干？

$$120 \times 50 = 60000 \text{ 磅}$$

6. 上題如肱軸轉動一次（即二衝程），問該機能作工若干呎磅？

$$\begin{aligned} \text{工作} &= 2PLAN \\ &= 2 \times 50 \times 2 \times 120 \times 1 \\ &= 24000 \text{ 磅} \end{aligned}$$

7. 在第五題中，如肱軸每分鐘轉動 150 次，問該機之注明馬

力匹數(indicated horse power)爲若干?

$$2 \times \frac{PLAN}{33000}$$

$$\text{工率} = \frac{2 \times 50 \times 2 \times 120 \times 150}{33000} = 109.09 \text{馬力}$$

8. 一極著名之公式如下:

$$2 \frac{PLAN}{33000}$$

$P$  爲汽筒每方吋上平均有效壓力之磅數,  $L$  爲衝程距離之呎數,  $A$  爲活塞面積之方吋,  $N$  爲每分鐘轉動之次數.

(a) 此式所示之單位爲何? 試證明汝之答案.

(b) 何以呎單位及吋單位可以混合計算? 試解釋之.

(a)  $P \times A =$  總力(以磅表之)

$N \times L =$  每分鐘所走之距離

$P \times A \times N \times L =$  工作

以 33000 除之便爲馬力

(b) 面積用呎或吋表之與  $P$  有關而與總力無關, 故可以混合計算.

9. 設有一機車其活塞之直徑爲 27 吋, 衝程爲 2.5 呎, 活塞桿接連於直徑 5 呎之車輪上。如汽筒內蒸汽之平均有效壓力爲每方吋 60 磅, 機車每小時能行 50 哩, 問該機上註

明之馬力爲若干匹？

$$L = \frac{PLAN}{33000}$$

$$P = 60 \text{ 磅/吋}^2 \quad L = 2.5 \text{ 呎}$$

$$A = \pi \times \left(\frac{27}{2}\right)^2 = 572.785 \text{ 吋}^2$$

$$N = \frac{50 \times 5280}{60 \times \pi} = 280$$

$$2 \times \frac{60 \times 2.5 \times 572.785 \times 280}{33000} = 1457.998 \text{ 馬力}$$

10. 蒸汽機上,尤其在機車上,近來皆用活塞瓣(Piston Valve 見圖)試述其作用。

活塞瓣左右移動,可使蒸汽兩邊入氣筒內,以推動輪軸。

### 習 題

1. (a) 試將蒸汽臥輪優於往復蒸汽機之種種優點,列成一表。
- (b) 往復蒸氣機較蒸汽臥輪,有何優良之處?
  - (a) (1) 佔地面積小
  - (2) 效率大
  - (3) 速度大
  - (4) 無甚震動

(5) 蒸汽可以幾次

(b) (1) 溫度低時可以用

(2) 內部簡單

(3) 所費不大

(4) 容易管理

2. 蒸汽臥輪何以需用高真空凝汽器?

此可以使之效率大, 可以使完全膨脹

3. 蒸汽臥輪用於大洋汽船上, 何以較之用於機車上更為普通?

大洋汽船要高速度所以用蒸汽臥輪機

4. 蒸汽臥輪以低速度轉動時, 何以其效率之往復蒸汽機用同量之蒸汽時為低?

臥輪如果速度低, 則蒸汽一大部分必耗費無用, 所以效率為低。

5. 設有一蒸汽機, 其活塞之面積為 500 方吋, 平均壓力為每方吋 60 磅, 衝程之距離為 30 吋, 如此機以效率 15% 使發生動力 80 馬力, 問其每分鐘轉動之次數若干?

$$H.P. = 2 \frac{PLAN}{33000}$$

$$80 = 2 \times \frac{60 \times 2.5 \times 500 \times N}{33000} \times \frac{15}{100}$$

$$N = 117.34 \text{ 次}$$

## 習 題

1. 試舉三例表示熱能變成機械能  
 a. 蒸汽機    b. 臥輪機    c. 煤汽機
2. 試舉三例表示工變為熱  
 a. 水珠下降溫度升高  
 b. 兩手相擦而生熱  
 c. 鐵軌相磨而生熱
3. 燃煤 1 磅能使 1 磅之物舉高若干呎?(假定毫無損失)  
 $1 \times h = 14000 \times 778$   

$$\frac{14000 \times 778}{1} = 10892000 \text{ 呎}$$
4. 如圖所示之儀器,用馬力 $\frac{1}{4}$ 之電動機拖之如將 4.1 磅之水,在 1 分鐘內升高 2.6°F 問熱之工當量為若干?  
 $\frac{1}{4} \times 33000 \div 4.1 \times 2.6 = 773.92 \text{ 呎磅}$
5. 若煤 1 磅,能產生熱量 14000 B.t.u. 問用煤 1 磅能發生 1 “馬力時”之引擎,其效率為若干?(“1 馬力時”為馬力一匹之引擎,在一小時所作之工)  

$$\text{效率} = \frac{33000 \times 60}{14000 \times 778} = \frac{1980000}{10892000} = \frac{18}{100}$$
6. 設有一本生燈(Bunsen burner),每小時用煤氣 25 立呎。如煤氣每立呎之發熱量為 500 B.t.u 問該燈有若干馬力?(假定熱能毫無損失)

$$\frac{25 \times 500 \times 778}{33000 \times 60} = \frac{9725000}{1980000} = 4.91 \text{ 馬力}$$

7. 設一加侖之汽油,能發生熱量 110000 B.t.u. 若引擎之效率為 20% 問汽油每加侖能發生若干馬力時?

$$\frac{110000 \times 778}{33000 \times 60} \times \frac{20}{100} = \frac{85580000}{1980000} \times \frac{20}{100}$$

$$= 8.64 \text{ 馬力時}$$

8. 設有一汽車,其引擎平均為 10 馬力,如該車以每時 24 哩之率度,駛行 20 哩,用去汽油 1 加侖,問該車之總效率為若干?

$$\text{效率} = \frac{10 \times 33000 \times \frac{20}{24} \times 60}{110000 \times 778} = \frac{150}{778} = \frac{19}{100} = 19\%$$

9. 10 磅之鉛球,由高 1500 呎之氣球墜下。此球與地面相擊後增溫度  $5^{\circ}\text{F}$  問用以熱鉛球之熱量,為總熱量百分之幾?  
(鉛之比熱 = 0.032)

$$\frac{10 \times 1500}{778} = 19.28 \text{ B.t.u}$$

$$10 \times 5 \times 0.032 = 1.6 \text{ B.t.u}$$

$$\frac{1.6}{19.28} = 8.298\%$$

10. 重 3000 磅之汽車,在每時行 30 哩時,立即令其停止,問制動機所發生之熱量為若干, B.t.u?

$$\text{K.E.} = \frac{wv^2}{2g} = \frac{3000 \times \left(\frac{30 \times 5280}{3600}\right)^2}{2 \times 32} = \frac{3000 \times 44^2}{64}$$

$$= \frac{3000 \times 484}{64} = 22687.5 \text{ 呎磅/秒}$$

$$\text{熱量} = \frac{22687.5}{778} = 29.2 \text{ B.t.u.}$$

## 第十八章：電流

### 習 題

1. 以 12 弗之電動力，作用於電阻 0.25 歐之導線上，問發生電流若干？

$$I = \frac{12}{.25} = 48 \text{ 安}$$

2. 設有一電池，其電動力為 6 弗，導線之電阻為 20 歐，問該電池能發生電流若干安？

$$I = \frac{6}{20} = .3 \text{ 安}$$

3. 設有二導線一為 2 歐，一為 50 歐。如欲使每線上通過之電流，均為 2.5 安，問須電動力各若干？

$$(a) E = 2.5 \times 2 = 5 \text{ 弗}$$

$$(b) E = 2.5 \times 50 = 125 \text{ 弗}$$

4. 115 弗之電燈，需電流 0.4 安，問該燈熾熱時之電阻為若



干?

$$R = \frac{115}{0.4} = 287.5 \text{ 歐}$$

5. 烤麵包之器 (Electric toaster) 熱時有電阻 22 歐, 如欲使該器上通過 5 安之電流, 問需電動力若干?

$$E = 22 \times 5 = 110 \text{ 弗}$$

6. 設有一電磁石 (Electro magnet) 在 115 弗之電路上, 能通過電流 5 安, 問該磁石在 230 弗之電路上, 能通過電流若干?

$$5 : x = 115 : 230$$

$$x = \frac{230 \times 5}{115} = 10 \text{ 安}$$

7. 有電阻 15 歐之電磁石, 如通以 6 安之電流, 則該磁石上之導線不致燒毀, 問宜用若干弗之電壓?

$$E = 15 \times 6 = 90 \text{ 弗}$$

8. 設有一電烙鐵 (soldering iron) 接連於 115 弗之電路上, 需電流 1.2 安, 問該器之電阻為若干歐?

$$R = \frac{115}{1.2} = 95.8 \text{ 歐}$$

9. 某電路之電阻, 如增加其原有之一倍, 而使電流強度如舊, 問電動力當如何改變?

電動力當增加一倍。

10. 電話之聽筒，其電阻為 80 歐，需電流 0.007 安，問加於此器兩端之電壓為若干弗？

$$E = 80 \times 0.007 = .65 \text{ 弗}$$

### 習 題

1. 直徑 0.25 吋之銅綫，其截面積為若干呎？

$$(.25 \times 1000)^2 = \overline{250}^2 = 62500 \text{ 圓呎}$$

2. 長 600 呎某號之鐵絲，其電阻為 32 歐，如該絲有電阻 40 歐，問應長若干呎？

$$600 : x = 32 : 48$$

$$x = \frac{600 \times 48}{32} = 900 \text{ 呎}$$

3. 長一哩，直徑 0.25 吋之銅絲其電阻為若干？

$$R = \frac{kl}{d^2} = \frac{10.4 \times 5280}{(250)^2} = \frac{54912}{62500} = .878 \text{ 歐}$$

4. 用於送電之銅綫，其直徑為 0.204 吋問 (a) 此綫為第幾號？(b) 此綫每長一哩有電阻若干？

(a) 為 4 號綫

$$(b) R = \frac{KL}{d^2} = \frac{10.4 \times 5280}{(204)^2} = \frac{54912}{41616} = 1.31 \text{ 歐}$$

5. 長 100 呎，截面 320 圓呎之銅絲，其電阻為若干？

$$R = \frac{10.4 \times 100}{320} = \frac{104}{32} = 3.25 \text{ 歐}$$

6. 第 14 號銅綫之線圈，其電阻為 5 歐，問該綫圈長若干呎？

$$L = \frac{d^2 R}{K} = \frac{4106.8 \times 5}{10.4} = \frac{205340}{104} = 1974 \text{ 呎}$$

7. 長 200 呎之銅綫，其電阻約 0.4 歐，問此綫為第幾號？

$$d^2 = \frac{KL}{R} = \frac{10.4 \times 200}{.4} = \frac{20800}{4} = 5200 \text{ 圓呎}$$

為 13 號綫

8. 接於電爐兩端之弗計，讀得為 10 弗，與此爐串聯之安計，讀得為 5 安，問電爐之電阻為若干歐？

$$R = \frac{E}{I} = \frac{100}{5} = 20 \text{ 歐}$$

9. 如欲使 4 安之電流，通過長 2000 呎第 16 號銅綫，問需電動力若干？

$$R = \frac{KL}{d^2} = \frac{10.4 \times 2000}{2582.9} = \frac{208000}{25829} = 8.05 \text{ 歐}$$

$$E = 8.05 \times 4 = 32.2 \text{ 弗}$$

10. 用惠斯登橋，以測驗無綫電話聽筒之電阻，當 1000 歐之電阻圈接入於該橋之左端時，測得左端積綫之距離為 34 寸，問聽筒之電阻為若干歐？

$$34:66 = 1000:R$$

$$R = \frac{6600^2}{34} = 1941.1 \text{ 歐}$$

11. 先將惠斯登橋平衡之(即電流計之指針在零度)如圖(294)如將片滑 D (slider) 移近 A 端, 問通過電流計之電流, 是否由 C 點流至 D 點, 抑由 D 點流至 C 點? 試說明之。
- 一方面可以說由 C 點至 D 點。
- 一方面可以說由 D 點至 C 點
- 當 D 移近 A 時, 則 AD 兩點間之電位小於 AC 兩點, 故電流由 C 至 D, 在那一方面, 則 BD 間之電位大於 BC 間之電位, 故電流由 D 至 C

## 第十九章：電路

### 習 題

1. 設有電阻三個，一為 40 歐，餘各 200 歐，串聯於 220 弗之電路上，問(a)總電阻為若干?(b)電流為若干?

$$R = 200 + 200 + 40 = 440 \text{ 歐}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{440} = .5 \text{ 安}$$

2. 今有電阻 45 歐之電燈與一電阻圈，串聯於 110 弗之電路上。如電路上能通過 2 安之電流，問該圈之電阻為若干歐?

$$2 = \frac{110}{x + 25}$$

$$2x + 50 = 110$$

$$2x = 60$$

$$x = 30 \text{ 歐}$$

3. 使 3 安之電流，通過串聯之車燈四盞，如每燈之電壓為 6

弗，問四燈之總電阻共若干？

$$R = \frac{E}{I} = \frac{4 \times 6}{3} = \frac{24}{3} = 8 \text{ 歐}$$

4. 今有串連之電阻三個，一為 55 歐之電燈，一為 30 歐之電燈，一為 15 歐之綫圈。介乎 30 歐兩端之電壓為 120 弗。

- (a) 求該電路上之電流。  
 (b) 求 55 歐電燈兩端之電壓。  
 (c) 求三者之總電壓。

$$(a) I = \frac{E}{R} = \frac{120}{30} = 4 \text{ 安}$$

$$(b) E = IR = 55 \times 4 = 220 \text{ 弗}$$

$$(c) E = IR = 15 \times 4 = 60 \text{ 弗}$$

$$E = IR = 4 \times 30 = 120 \text{ 弗}$$

$$\text{總電壓} = 60 + 220 + 120 = 400 \text{ 弗}$$

5. 今有串連之三電阻，一為 30 歐，一為 40 歐，一為未知者。今用安計測得電流為 2.5 安。該路之總電壓為 225 弗。

- (a) 求未知之電阻  
 (b) 求電阻 30 歐兩端之電位差  
 (c) 求電阻 40 歐兩端之電位差

$$(a) 225 = 2.5(30 + 40 + x)$$

$$= 2.5(70 + x)$$

$$225 = 175 + 2.5x$$

$$2.5x = 50 \quad x = \frac{500}{25} = 20 \text{ 歐}$$

$$(b) E = IR = 2.5 \times 30 = 75 \text{ 弗}$$

$$(c) E = IR = 2.5 \times 40 = 100 \text{ 弗}$$

6. 設有並聯之電燈 5 盞，各 250 歐，問該燈之聯合電阻爲若干？

$$R = \frac{250}{5} = 50 \text{ 歐}$$

7. 設有並聯電阻二個，一爲 40 歐，一爲 60 歐，問聯合電阻爲若干？

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{40} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{10}{240}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{24}$$

$$R = 24 \text{ 歐}$$

8. 設有並聯導綫二根，其聯合電阻爲 3 歐，如一綫之電阻爲 4 歐，問另一綫之電阻爲若干？

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{3} - \frac{1}{4} = \frac{1}{12}$$

$$x = 12 \text{ 歐}$$

9. 設有電阻相等之電燈 10 盞，並聯之，其聯合電阻為 25 歐，問該燈每盞之電阻各若干？

$$\frac{1}{25} = \frac{10}{x}$$

$$x = 250 \text{ 歐}$$

10. 設有並聯之電阻二個，一為 4 歐，一為 12 歐如欲使 9 安之電流通過其會合之電路問需若干弗？

$$E = IR$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{4} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{4}{12}$$

$$R = 3 \text{ 歐}$$

$$E = 9 \times 3 = 27 \text{ 弗}$$

11. 設有並聯之電燈 3 盞，連接於 112 弗之電路上如每燈需電流 0.5 安，問三燈之聯合電阻為若干？

$$R = \frac{E}{I} = \frac{112}{3 \times 0.5} = \frac{112}{1.5} = 74.6 \text{ 歐}$$

12. 並聯之電器三個，接連於 112 弗之電路上，3 器所用之總



電流為 20.8 安。如第一器之電阻為 10 歐，第二器為 20 歐。問第三器之電阻為若干？

$$I = \frac{E}{R}$$

$$20.8 = \frac{112}{R}$$

$$R = \frac{112}{20.8} = 5.3 \text{ 歐}$$

$$\frac{1}{5.3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{3.5} = \frac{3}{20} + \frac{1}{x}$$

$$\frac{4.1}{106} = \frac{1}{x}$$

$$x = \frac{106}{4.1} = 25.8 \text{ 歐}$$

### 習 題

1. 設有蓄電池 12 個，每電池之電動力為 2 弗，每電池之內阻為 0.006 歐。如將其聯結成一電池組問 (a) 最大之電動力為若干？(b) 最小之電阻為若干？

(a)  $12 \times 2 = 24$  弗

(b)  $\frac{0.006}{12} = \frac{0.001}{6} = 0.00017$  歐

2. 設有電池 6 個，每電池之電動力為 1.5 弗每電池內阻為 0.12 歐。外阻為 10 歐。按上述四種聯結法，問各電得流若干？

$$(a) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯法)}$$

$$I = \frac{6 \times 1.5}{10 + 6 \times 0.12} = \frac{9.0}{10.72} = 0.839 \text{ 安}$$

$$(b) I = \frac{E}{R} \text{ (並聯法)}$$

$$I = \frac{1.5}{10 + \frac{0.12}{6}} = \frac{1.5}{10.02} = \frac{150}{1002} = 0.149 \text{ 安}$$

$$(c) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯兩個, 並聯三個)}$$

$$= \frac{2 \times 1.5}{10 + \frac{2 \times 0.12}{3}} = \frac{3}{10.08} = \frac{300}{1008} = 0.297 \text{ 安}$$

$$(d) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯三個, 並聯兩個)}$$

$$= \frac{3 \times 1.5}{10 + \frac{3 \times 0.12}{2}} = \frac{4.5}{10.18} = \frac{450}{1018} = 0.442 \text{ 安}$$

3. 如上題之外阻為 0.1 歐，問各得電流若干？

$$(a) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯法)}$$

$$= \frac{9}{.1 + .72} = \frac{9}{.82} = \frac{900}{82} = 10.9 \text{ 安}$$

$$(b) I = \frac{E}{R} \text{ (並聯法)}$$

$$= \frac{1.5}{.1 + .02} = \frac{1.5}{.12} = \frac{150}{2} = 12.5 \text{ 安}$$

$$(c) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯兩個, 並聯三個)}$$

$$= \frac{3}{.1 + .08} = \frac{3}{.18} = \frac{300}{18} = 16.6 \text{ 安}$$

$$(d) I = \frac{E}{R} \text{ (串聯三個, 並聯兩個)}$$

$$= \frac{4.5}{.1 + .18} = \frac{45}{.28} = \frac{450}{28} = 16.07 \text{ 安}$$

### 習 題

1. 設有一乾電池, 以弗計測之, 其電動力為 1.5 弗, 以安計測之, 其電流為 7.5 安問該電池之內阻為若干? (安計自身之電阻不計)

$$R = \frac{E}{I} = \frac{1.5}{7.5} = .2 \text{ 歐}$$

2. 設以 150 安之電流, 通過電車之電綫時, 電壓降低 12.5 弗。問該綫之電阻若干?

$$R = \frac{E}{I} = \frac{12.5}{150} = .08 \text{ 歐}$$

3. 設有乾電池六個，每池之電動力為 1.5 弗，如以 3 歐之電阻圈，串聯於電池上，得電流 2.7 安，問每電池之內阻若干？

$$I = \frac{E}{R} = \frac{PE}{R + Pr}$$

$$2.7 = \frac{6 \times 1.5}{3 + 6r} = \frac{9}{3 + 6r}$$

$$8.1 + 16.2r = 9$$

$$16.2r = 9 - 8.1$$

$$16.2r = .9 \quad r = \frac{.9}{16.2} = .055 \text{ 歐}$$

4. 如圖所示之電路，包括電鑰，線圈，弗計，安計各一個，及電池一組。當電鑰關閉時，讀得弗計上為 17 弗，安計上為 2 安。當電鑰開放時，弗計上為 18 弗。問電池及綫圈之電路為若干？

$$18 = 17 + 2r$$

$$2r = 1$$

$$r = \frac{1}{2} = .5 \text{ 歐}$$

$$17 = 2 \times R$$

$$R = \frac{17}{2} = 8.5 \text{ 歐}$$

5. 以 100 安之電流，通過長 4 哩，直徑 0.325 吋之銅線，問線端之電壓，降低若干弗？

$$E = IR$$

$$R = \frac{KL}{d^2} = \frac{10.4 \times 4 \times 5280}{(325)^2}$$

$$E = 100 \times \frac{10.4 \times 4 \times 5280}{(325)^2} = 100 \times \frac{219648}{103625}$$

$$= 100 \times 2.12 = 212 \text{ 弗}$$

6. 設有 25 安及 1.5 弗之新電池，用過數次後該電池祇有 10 安及 1.2 弗。問何以其電流較電動力減少較甚？

當電流用過數次後，則內阻增加，用弗打計量時，其電壓等於  $IR + Ir$ ， $R$  為弗計之電阻， $r$  為電池之內阻。 $IR$  是很大， $Ir$  雖加大一點，亦不甚顯，用安計量時，其電阻很小，其內阻稍大，則電流便減少許多。

7. 尋常 1 安之電流，足以使致吾人於死。今有一乾電池，以安計量之，其電流為 25 安。如以兩手觸該電池之兩極，問有無危險？試說明之。

因為電池的電壓很小，不能使電流通過太多，所以無危險。

## 第二十章：電流之磁效應與化學效應

### 習 題

1. 以 5 安之電流通過硝酸銀溶液，問 8 小時內能沈積銀若干克？

$$5 \times 4.025 \times 8 = 40 \times 4.025 = 161 \text{ 克}$$

2. 用電鍍法將某器鍍銀，如所用之電流為 2 安，問 3 小時後該器增加重量若干克？

$$2 \times .001118 \times 3 \times 60^2 = 24.1488 \text{ 克}$$

3. 以 10 安之電流使水分解，問 4 小時內能發生氫氣若干蚘？  
(在標準溫壓下，氫氣每蚘重 0.09 克)

$$\frac{10 \times 4 \times .0376}{.09} = \frac{150.4}{9} = 16.7 \text{ 蚘}$$

4. (a) 如用 50 安之電流，沈積 1 尅之銅，問須時幾何？ (b) 如電流加倍，則須時若干？

$$(a) H \times 50 \times 1.186 = 1000$$

$$H = \frac{1000}{50 \times 1.186} = 16.8 \text{ 小時}$$

$$H \times 100 \times 1.186 = 1000$$

$$(b) H = \frac{10}{1.186} = 8.4 \text{ 小時}$$

5. 在 24 小時內沈積鎳 2.5 磅，問須電流若干？

$$24 \times 1 \times 1.034 = 2.5 \times 454$$

$$I = \frac{2.5 \times 454}{24 \times 1.034} = \frac{1135}{26.256} = \frac{1135000}{26256}$$

$$= 43.2 \text{ 安}$$

6. 以 200 安之電流，煉銅一噸；問須時幾何？

$$H \times 200 \times 1.186 = 2000 \times 454$$

$$H = \frac{4540}{1.186} = 3828 \text{ 小時}$$

7. 作安計之刻度，須用電解法。如於 2 小時 15 分鐘內沈積銀 39.5 克，問安計上指示電流之度數為若干安？

$$2 \frac{15}{62} \times 1 \times 4.025 = 39.5$$

$$1 = \frac{39.5}{4.025 \times 2 \frac{15}{62}} = \frac{39.5}{4.025 \times \frac{139}{31}} = \frac{4 \times 39.5}{9 \times 4.025} = 4.3 \text{ 安}$$

8. 今有串聯之電鍍池二個，一用以鍍金，一用以鍍銀。如鍍銀一克時，問鍍金若干克？

$$1:x=4.025:3.677$$

$$x=\frac{3.677}{4.025}=.91\text{克}$$

9. 設有一鉛蓄電池，其電動力為 2 弗，內阻為 0.004 歐。如該電池能放電 25 安，問其端壓 (terminal voltage) 為若干弗？

$$\text{端壓} = e. m. f. - IR$$

$$= 2 - .004 \times 25$$

$$= 2 - .1$$

$$= 1.8\text{弗}$$

10. 6 弗之蓄電池，其內阻為 0.03 歐。如蓄電時所用之電流為 20 安，問需電動力若干？

$$E. m. f. = 6 + 0.03 \times 20$$

$$= 6 + .6$$

$$= 6.6\text{弗}$$

11. 設有一蓄電池在開路時其電動力為 2.3 弗該電池產生 10 安之電流時，其端壓為 2 弗，問該電池之內阻為若干？

$$2.3 = 2 + 10r$$

$$2.3 - 2 = 10r$$

$$.3 = 10r$$



$$r = .3 \text{ 歐}$$

12. 今以發電機接連於串聯 24 個蓄電池使之蓄電，每電池之電動力為 2.1 弗，每電池之內阻為 0.005 歐。如蓄電時之電流為 15 安，問發電機之端壓須為若干弗？

$$\begin{aligned} \text{端壓} &= 24 \times 2.1 + 15 \times .005 \times 24 \\ &= 50.4 + .18 \\ &= 50.58 \text{ 弗} \end{aligned}$$

## 第二十一章 電熱、電工率、及電炤

### 習 題

1. 室內有電燈 5 盞，每盞需電流 0.4 安。如電路上之電壓爲 110 弗，問該燈共需電工率若干瓦？

$$\begin{aligned} \text{瓦} &= 5 \times .4 \times 110 \\ &= 2 \times 110 = 220 \text{瓦} \end{aligned}$$

2. 設有一電燈泡，泡上注明 50 瓦及 110 弗，問該燈需電流若干？該燈發光時，其電阻爲若干？

$$\begin{aligned} 50 &= 110 \times I \\ I &= \frac{50}{110} = .45 \\ I &= \frac{E}{R} \\ R &= \frac{E}{I} = \frac{110}{.45} = 244 \text{歐} \end{aligned}$$

3. 電車廠內之發電機，能使電車線上發生 1500 安之電流及

550 弗之電壓。問該機能供給工率若干瓩？

$$\text{工率} = \frac{1500 \times 550}{1000} = 825 \text{瓩}$$

4. 40 瓦之電灶，如接連於 115 弗之電路上，適能合用，問該灶之電阻爲若干？

$$40 = 115 \times I$$

$$I = \frac{40}{115}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{115}{\frac{40}{115}} = \frac{115 \times 115}{40} = \frac{13225}{40} = 330.6 \text{歐}$$

5. 將 30 歐之電熱器，接連於 110 弗及 115 弗之電路上。問該器所耗之電工率各若干瓦？

$$\text{瓦} = E \times I$$

$$I = \frac{110}{30} = 3.6$$

$$\text{電工率} = 110 \times 3.6 = 396 \text{瓦}$$

$$I = \frac{115}{30} = 3.8$$

$$\text{電工率} = 115 \times 3.8 = 437 \text{瓦}$$

6. 設有熨斗 5 只，並聯於 110 弗之電路上。如每只爲 20 歐，問共需工率若干？

$$I = \frac{E}{R} = \frac{110}{4} = 27.5$$

$$\text{工率} = 27.5 \times 110 = 3025 \text{瓦}$$

7. 110 弗之電燈，每盞須電流 0.5 安。今有 10 瓩之發電機可點燈若干盞？

$$10000 = n \times 110 \times .5$$

$$n = \frac{10000}{110 \times .5} = \frac{1000}{5.5} = 181 \text{盞}$$

8. 設有 400 瓦之電風扇一座，及 50 瓦之電燈 10 盞均並聯於 115 弗之電路上，問 10 安之保險線是否足夠？試列算式。

$$I = \frac{400 + 10 \times 50}{115}$$

$$= \frac{900}{115}$$

$$= 7.8 \text{安}$$

$10 > 7.8$  此種保險線足夠

9. 設電車上有電動機兩座，每座需電流 20 安。如電路上之電壓為 550 弗，問該車需用若干馬力？

$$\text{工率} = 25 \times 550$$

$$\text{馬力} = \frac{13750}{.46} = 18.4$$

10. 設有 50 瓦之電燈 12 盞，點用 3 小時。如每盞時值洋 8 分，問須付電費若干？

$$\begin{aligned} \frac{12 \times 50 \times 3}{1000} \times .08 &= \frac{1.0 \times 12 \times .08}{1000} \\ &= \frac{18 \times 8}{1000} = .144 \text{元} \end{aligned}$$

11. 40 瓦之電燈，點用 10 分鐘，問該燈所耗之電能為若干朱爾？

$$\begin{aligned} W &= IET \\ &= 40 \times 600 = 24000 \text{朱爾} \end{aligned}$$

12. 以 4 安之電流，通過 30 歐之熨斗，問每小時能熱若干卡？

$$\begin{aligned} H &= .24I^2Rt \\ &= .24 \times 16 \times 30 \times 3600 \\ &= 414720 \text{卡} \end{aligned}$$

13. 如每盞時之電費，計洋 7 分，問上題中之熨斗使用 4 小時，當付電費若干？

$$\begin{aligned} E &= IR = 30 \times 4 = 120 \\ \frac{120 \times 4}{1000} \times .07 &= \frac{480 \times .07}{1000} \\ &= \frac{48 \times .7}{1000} = \frac{33.6}{1000} = .0336 \text{元} \end{aligned}$$

14. 400 瓦之電熱器，如其效率為 80%，問該器每秒鐘能供給熱量若干卡？

$$1 \times 400 \times .24 \times 80\% = \frac{400 \times .24 \times 80}{100} = 76.8 \text{ 卡}$$

15. 在 110 弗電路上之煎水電爐，其所需之電流為 3 安。如此器之效率為 70%，問使 600 克之水，由 20°C.，熱至 60°C.，當需時間若干？

$$.24 \times 110 \times 3 \times 70\% \times t = 600(60 - 20)$$

$$\frac{.24 \times 110 \times 3 \times 70}{100} t = 600 \times 40$$

$$t = 432.8 \text{ 秒}$$

16. 以 10 歐之電阻圈浸於水中，通以電流，在 10 分鐘內，使 1000 克之水，由 15°C. 熱至 75°C.，問須用電流若干？

$$.24 \times I \times R^2 \times 600 = 1000(75 - 15)$$

$$.24 \times I \times 100 \times 600 = 1000 \times 60$$

$$I = \frac{1000 \times 60}{.24 \times 100 \times 600} = \frac{6}{.24 \times 6} = \frac{1}{.24} = .041 \text{ 安}$$

### 習 題

1. 1929 年世界上最大之白熾燈，其直徑為 12 吋，耗費 50 瓩。如每瓩時值洋 5.5 分，問該燈點用 20 分鐘，當付電費若干？

$$50 \times \frac{1}{3} \times \frac{11}{2} = \frac{550}{6} = 91.7 \text{ 分}$$

2. 設有一弧光燈，需用電流 8 安，電壓 90 弗問該燈之電阻若干？該燈為若干瓦？

$$R = \frac{E}{I} = \frac{90}{8} = 11.25 \text{ 歐}$$

$$E \times I = 8 \times 90 = 720 \text{ 瓦}$$

3. 如每燭光耗電 1.2 瓦，問 50 瓦之鎢絲燈能發生若干燭光？

$$\frac{50}{1.2} = 41.6 \text{ 燭光}$$

4. 112 弗之電燈 4 盞，每盞需電流 0.5 安。如該 4 燈並聯於電路上，問共須電流若干？其總電阻為若干？

$$4 \times 0.5 = 2 \text{ 安}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{112}{2} = 56 \text{ 歐}$$

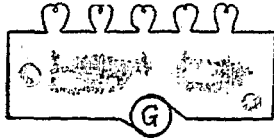
5. 40 瓦之電燈，並聯於 110 弗之電路上，問 10 安之保險線，至多能維持若干盞？

$$10 = \frac{4}{11} \times N$$

$$N = \frac{10}{\frac{4}{11}} = \frac{110}{4} = 27.5 \text{ 盞}$$

6. 電車線上之電壓，通常為 550 弗。如車上用 110 弗之電燈，

問當如何裝置?試繪圖表明之。



7. 設有並聯電燈 480 盞,每盞之電阻爲 240 歐,問 110 弗之電燈發電機其工率爲若干瓩?

$$R = \frac{240}{480} = .5 \text{ 歐}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{110}{.5} = 250 \text{ 安}$$

$$\text{工率} = \frac{250 \times 110}{1000} = 27.5 \text{ 瓩}$$

8. 60 弗之探海燈,需用電流 100 安,如以此燈接連於 110 弗之電路上問電路中須接入與燈串聯之電阻若干歐?

$$R = \frac{E}{I} = \frac{110 - 60}{100} = \frac{50}{100} = .5 \text{ 歐}$$

9. 如上題之探海燈能發生 128000000 燭光問每瓦電力,能發生燭光若干?

$$60 \times 100 : 1 = 128000000 : x$$

$$x = \frac{128 \cdot 00000}{60 \times 100} = \frac{128000}{6} = 21322.2 \text{ 燭光}$$

10. 某屋內有並聯燈 100 盞每盞爲 25 瓦及 110 弗此屋距發



電廠 200 呎。如總饋線 (main feeder) 上降低之電壓，不大於 2 弗，問須用第幾號電線？

$$\text{瓦} = I \times E.$$

$$I = \frac{\text{瓦}}{E} = \frac{100 \times 25}{110} = \frac{10 \times 25}{11} = \frac{250}{11}$$

$$R = \frac{E}{I} = \frac{2}{\frac{250}{11}} = \frac{22}{250}$$

$$R = \frac{KL}{D^2} = \frac{10.4 \times 400}{D^2}$$

$$\frac{22}{250} = \frac{10.4 \times 400}{D^2}; \quad \frac{22}{250} = \frac{104 \times 40}{D^2};$$

$$D^2 = \frac{250 \times 104 \times 40}{22} = \frac{1040000}{22} = 47272 \text{ 圓呎}$$

可用第四號線。

11. 70 燭光之煤氣燈每小時耗氣 3.5 立呎，40 瓦之電燈，每燭光耗費 1.1 瓦，煤氣 1000 立呎價洋 1.10 元，電每瓩時價洋 8 分，如二者供給相等之光量 (amount of light) 問電費與煤氣費之比例若干？

$$(a) \quad .5:1000 = x:1.10$$

$$x = \frac{1.10 \times 3.5}{1000} = \frac{3.85}{1000}$$

$$= .00385 \text{ 元}$$

$$(b) \frac{1.1 \times 70}{1000} \times .08 = \frac{6.16}{1000} = .000616 \text{元}$$

12. 電燈較煤氣燈有何兩種優點?

1. 比煤氣光度大.

2. 無危險

13. 設有電燈兩盞，每盞受熱時之電阻為 240 歐如導綫兩端之電位差為 120 弗問 (a) 該燈并聯時需電若干瓦? (b) 串聯時須用若干瓦?

$$(a) I = \frac{E}{R} = \frac{120}{\frac{240}{2}} = \frac{120}{120} = 1 \text{安}$$

$$W = E \times I = 1 \times 120 = 120 \text{瓦}$$

$$(b) I = \frac{E}{R} = \frac{120}{2 \times 240} = \frac{1}{4}$$

$$W = E \times I = \frac{1}{4} \times 120 = 30 \text{瓦}$$

## 第二十二章：發電機及電動機

### 習 題

1. 設有一垂直導綫，此綫之兩端接連一電流計，並取一磁棒，作下述三種實驗，問何者能發生感應電流？(a) 將磁棒之N極，依水平方向，在導綫鄰近移動；(b) 將S極亦依水平方向移動；(c) 將N極向下移動。

(c)法可生感應電流。

2. 某甲面向一電磁石，磁石之N極在左邊，將垂直導綫，向兩極間急速移動，問導線上電流之方向若何？



3. 發電機之電動力，視何三者而定？其影響電動力各若何？試一一解釋之。

(1)速度：速度愈大則電動力愈大

(2)磁場:磁場強度愈大則電動力愈大

(3)匝數:磁場內之線圈匝數愈多則電動力愈大

4. 如欲使兩極發電機,每秒鐘發生60周波,問單線圈(Single coil)之電樞,每分鐘當旋轉若干次?

$$\frac{60}{2} = 30 \text{次(每分鐘)}$$

5. 如欲使八極發電機,能發生周波交流電,問每分鐘須旋轉若干次?

$$\frac{60}{8} = 7.5 \text{次(每分鐘)}$$

6. 設有一並捲發電機,如增加其外路之電阻,而令其轉動之速度不變,問該機之電動力有何改變?試解釋之。

感應電動力  $\propto$  速度  $\times$  磁流  $\times$  匝數如加外路之電阻則線圈上之電流變大於是磁流變大,如速度不變,匝數為固定,所以感應電動力一定變大。

7. 試舉三種用途,祇能用直流電而不能交流電,試解釋之。

(a) 電鍍 (b) 電解 (c) x光

(1) 用交流則兩極改變而不能鍍或分解。

(2) 用交流則放射之電子方向不同。

8. 設有一發電機,當其電動力在500弗時,能輸出40安之電

流。此機與某工場接連，其導線之電阻爲 3 歐。問 (a) 該機之工率爲若干瓩？(b) 工場入口處之電壓爲若干弗？(c) 工場所得之工率爲若干瓩？

$$(a) \quad 500 \times 40 = \frac{20000}{1000} = 20 \text{ 瓩}$$

$$(b) \quad 500 - 40 \times 3 = 380 \text{ 弗}$$

$$(c) \quad \text{工率} = 380 \times 40 = \frac{15200}{1000} = 15.2 \text{ 瓩}$$

9. 設有電燈 60 盞，每盞需電流 0.4 安，均平聯於 110 弗之電路上。如發電機之效率爲 80%，問使發電機轉動之汽油機，其馬力爲若干匹？

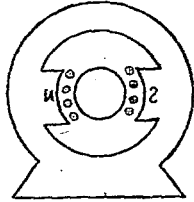
$$\text{出工} = \frac{6 \times 0.4 \times 110}{746} = \frac{24 \times 11}{746} = 0.35 \text{ 馬力}$$

$$\frac{0.35}{\text{入工}} = \frac{80}{100}$$

$$\text{入工} = \frac{0.35}{0.8} = \frac{3.5}{8} = 0.43 \text{ 馬力}$$

## 習 題

1. 如圖表兩極電動機之簡圖，其電樞依反鐘向轉動，試於圖中之○內，加點(·)或加(+)符號，以表電流方向。



表電流入                      +表電流出

2. 設有一安計與電動機串聯，當電動機轉動時，安計上所示之數為 6 安。問該機在初動時，安計上所示之數，應較 6 安為大，抑較 6 安為小試說明之。

當比 6 安為小，因電動機之速度愈大則反電動力亦愈大，則電流漸小。

3. 設有一電動機，其樞電之電阻為 0.75 歐。如加入之電動力為 115 弗，該機之反電動力為 112 弗，問通過電樞內之電流為若干？

$$I = \frac{E}{R} = \frac{115 - 112}{.75} = \frac{3}{.75} = 4 \text{ 安}$$

4. 設有一電動發電機 (motor-generator) 在 110 弗之電路上取用 40 安之電流時，能產生 70 安之電流及 45 弗之電動力，問該機之效率為若干？

$$\text{效率} = \frac{70 \times 45}{110 \times 40} \times 100 = 71.5\%$$

5. 4 馬力之電動機，滿載時需 32 安之電流及 115 弗之電動力，問該機之效率為若干？

$$\text{效率} = \frac{4}{\frac{32 \times 115}{746}} \times 100 = \frac{4}{4.9} \times 100 = 82\%$$

6. 效率 90% 之電動機，接連於 110 弗之電路上。如該機能發生 5 馬力之工率，問需電流若干？

$$5 \times \frac{100}{90} = \frac{110 \times I}{746}; \quad \frac{500}{90} = \frac{110 \times I}{746}$$

$$I = \frac{746 \times 500}{110 \times 90} = \frac{5 \times 746}{11 \times 9} = \frac{3730}{99} = 37.6 \text{ 安}$$

7. 汽車自動發動機 (self-starter)，由 6 弗之電池上，取用 80 安之電流。如該機之效率為 80%，問其工率為若干馬力？

$$\text{工率} = \frac{6 \times 80}{746} \times \frac{80}{100} = \frac{64 \times 6}{746} = \frac{384}{746} = .51 \text{ 馬力}$$

8. 設用制動測驗法，以測某電動機之效率。如該機其在 113 弗之電壓時，需電流 67 安，當時其出工為 8.5 馬力。試計算其效率？

$$\text{效率} = \frac{8.5}{\frac{67 \times 113}{746}} \times 100 = \frac{8.5}{10.1} \times 100 = \frac{8500}{101} = 84.1\%$$

9. 某塔內之電力升降機，每分鐘將 7000 磅之重物升高 400

呎。如該機之效率為 75%，每庭時之電費值洋 4 分，問該機昇高一次，須洋若干？

$$\begin{aligned} \text{電費} &= \frac{7000 \times 400}{.738} \times \frac{100}{75} \times \frac{.04}{1000 \times 60 \times 60} \\ &= \frac{28}{.738} \times \frac{100}{75} \times \frac{.04}{36} = \frac{4 \times 28}{75 \times 36 \times .036} \\ &= \frac{4 \times 28}{28 \times 73.8} = \frac{4}{73.8} = .054 \text{元} \end{aligned}$$

10. 何謂電動機之發電作用？用電駛行之火車在山道上下行時，如何能利用此種作用？

當電動機之電樞轉動時，導綫割磁力線，而發生感應電動力，此電動力與外界之電動力適當其反，此為電動機之發電作用。

火車在山道下行時，車輪之速度常較發動機之速度為大，故生出反電動力，利用此反電動力而使火車停止。

11. 美國戰艦“新墨西哥號”，用柴油引擎與電力推進機，試述其能之種種變更（自油至推進機）用電力駛舟，有何優點？

由熱能變為機械能，又變為電能最後變成動能。用電力駛舟之速度較速，並在未駛之前可以蓄電，以備不時之需。



## 第二十三章：感應圈及變壓器

### 習 題

1. 變壓器何以不能用於直流電路？

變壓器是利用磁力線的改變而生電流，直流電流不能使磁力用於變故不可用。

2. 變壓器(見圖)原流線圈內之電流，在某一瞬間，其方向自 A 至 B，如增加電流之強度，問(a)次流線圈內之電流，增加抑減少？(b)該時其電流之方向若何？

(a) 次流線圈之電流增加

(b) 該時其電流之方向與原來之電流相反。

3. 欲使 1100 弗之電壓，降至 220 弗，問變壓器上兩線圈匝數之比為若干。

$$\frac{N_1}{N} = \frac{E_1}{E} = \frac{220}{1100} = \frac{22}{110}$$

4. 今有一變壓器，其原流線圈為 1000 匝，次流線圈為 50

匝。如原流線圈上之電流爲 50 安，問次流線圈上之電流約爲若干安？

$$\frac{I}{I_1} = \frac{N_1}{N}$$

$$\frac{50}{1000} = \frac{20}{x}$$

$$x = \frac{20 \times 1000}{50} = \frac{2 \times 1000}{5} = 400 \text{ 安}$$

5. 在圖中之實驗，問煨鐵釘之熱能，由何發生？銅線 s，何以不致融解？

熱能乃由電能而生，電能乃由電流經過煨鐵釘而生。

s 線很粗，無有大阻力不能生大熱故不融解。

6. 設有一變壓器，其原流線圈爲 10,000 匝，次流線圈爲 500 匝，如原電流爲 10 安原電壓爲 2000 弗，問次線圈上之電流與電壓各若干？(假定變壓器自身未耗電能)

$$\frac{500}{10000} = \frac{x}{2000}$$

$$x = \frac{5 \times 2000}{100} = 100 \text{ 弗}$$

$$\frac{500}{10000} = \frac{10}{y}$$

$$y = \frac{100000}{500} = 200 \text{ 安}$$

7. 今有一輸送電綫,其電阻為5歐,如該綫送電5000瓩,問  
(a)電壓5000弗時,路綫耗損若干? (b)電壓50000弗時,  
路綫損耗若干?

$$\text{(注:路綫耗損} = I^2 R)$$

$$\text{(a) } 5000000 = I \times 5000$$

$$I = \frac{5000000}{5000} = 1000 \text{ 安}$$

$$\begin{aligned} \text{綫損} &= (1000)^2 \times 5 = 1000000 \times 5 \\ &= 5000,000 \text{ 瓦} \end{aligned}$$

$$\text{(b) } 5000000 = I \times 50000$$

$$I = 100$$

$$\text{綫損} = I^2 R = 10000 \times 5 = 50000 \text{ 瓦}$$

8. 今日大電力廠多採用交流發電機 (在美國電力之產生於交流發電機者,佔電力全額之95%),其故安在?

有兩種原故.

1. 可以改變電壓
2. 可以輸送電流於遠距離.

## 第二十四章：交流電

### 習 題

1. 設有一變壓器其原流綫圈之開阻爲 260 歐。如此器接連與 115 弗之直流電路上，問通過原流綫圈之電流爲若干安？

$$I = \frac{E}{R} = \frac{115}{260} = .44 \text{ 安}$$

2. 設上題之變壓器，接連於 115 弗之交流電路上如通過原流綫圈之電流爲 0.0575 安，問該綫圈之阻抗爲若干？

$$\text{阻抗} = \frac{115}{.0575} = 2000 \text{ 歐}$$

3. 設上題之變壓器與瓦計接連，如瓦計所示之數爲 4.5 瓦，問該電流之工率因數爲若干？

$$\text{工率因數} = \frac{4.5}{115 \times .0575} = \frac{4.5}{6.6125} \times 100 = \frac{450}{6.6} = 68\%$$

4. 設有一變壓器接連於 110 弗之交流電路上, 其工率為 7.5 瓦。如工率因數為 60% 問電流為若干?

$$7.5 = 110 \times I = .6$$

$$I = \frac{7.5}{110 \times .6} = \frac{7.5}{66} = .11 \text{ 安}$$

5. 設有一綫圈, 接連於 230 弗之交流電路上, 如工率因數為 75% 綫圈之阻抗為 45 歐, 問該圈須耗工率若干?

$$\text{工率} = 230 \times \frac{230}{45} \times .75 = \frac{.75 \times 230 \times 230}{45}$$

$$= \frac{396751}{45} = 881.6 \text{ 瓦}$$

## 第二十五章：聲波

### 習 題

1. 在氣溫  $25^{\circ}\text{C}$ . 時, 聲在空氣中之速度為每秒若干呎? 在氣溫  $77^{\circ}\text{F}$ . 時為若干呎?

$$\begin{aligned}1087 + 2 \times 25 &= 1087 + 50 \\ &= 1157 \text{呎}\end{aligned}$$

$$1087 + 1.1 \times 45 = 1136.5 \text{呎}$$

2. 某甲距某教堂約半哩, 每半分鐘聞得鐘聲一次, 問鐘錘每兩擊間其相隔之時為若干?

$$\frac{2640}{1087} = 2.4 \text{秒}$$

$$30 - 2.4 = 27.6 \text{秒}$$

3. 遠望汽笛放汽 2.6 秒後, 如聞汽笛之聲, 設當時氣溫為  $15^{\circ}\text{C}$ . 問汽笛距觀測者之距離為若干?

$$\text{距離} = 2.6 \times (1087 + 2 \times 15)$$

$$=2.6 \times (1087+30)$$

$$=2.6 \times 1117 = 2904.2 \text{ 呎}$$

4. 閃電 6 秒後，始聞雷聲，設當時溫度為  $30^{\circ}\text{C}$ 。問發光之處，距見光者之距離為若干？

$$\text{距離} = 6(1090 + 30 \times 2)$$

$$= 6(1090 + 60)$$

$$= 6 \times 1150$$

$$= 6900 \text{ 呎}$$

5. 鐘表之時間，以正午號礮為標準，如距鳴礮之處為 2 哩，當時溫度為  $72^{\circ}\text{F}$ 。問該鐘錯誤若干秒？

$$\text{該鐘錯誤} = \frac{2 \times 5280}{1134}$$

$$= \frac{10560}{1134} = 9.3 \text{ 秒}$$

$$\text{距離} = 1090 + \left( \frac{1130 - 1090}{36} \right) \times 40$$

$$= 1090 + \frac{40}{36} \times 40$$

$$= 1090 + 44 = 1134 \text{ 呎}$$

6. 在溫度  $14^{\circ}\text{C}$  時，由實驗測得聲在水中之速度，為每秒 4814 呎。問在該溫度時，聲在水中之速度，較在空氣中快若干倍？

$$\begin{aligned} 1087 + 14 \times 2 &= 1087 + 28 \\ &= 1115 \end{aligned}$$

$$\frac{4814}{1115} = 4.3 \text{ 倍}$$

7. 在某艇上放砲，6 秒鐘後，始聞峭壁上之回聲，設當時溫度為  $62^{\circ}\text{F}$ 。問該艇距峭壁若干呎？

$$\begin{aligned} \text{距離} &= 1090 + 1.1 \times (62 - 32) \\ &= 1090 + 1.1 \times 30 \\ &= 1090 + 33 = 1123 \text{ 呎} \end{aligned}$$

8. 以鎚擊火車之軌道，0.2 秒後，聞得由鋼軌上傳來之聲，再隔 2.8 秒後，始聞空中傳來之聲。設當時溫度為  $20^{\circ}\text{C}$ 。問發聲之處，與聽聲之人，相距若干？聲在鋼中之速度為若干？

$$\begin{aligned} \text{距離} &= (2.8 + .2)(1087 + 20 \times 2) \\ &= 3 \times 1127 = 3381 \text{ 呎} \end{aligned}$$

$$\text{速度} = \frac{3381}{.2} = 16905 \text{ 呎 / 秒}$$

9. 在高 750 呎之屋頂上，墜下一石，設當時溫度為  $68^{\circ}\text{F}$ 。問若干秒後，始聞該石擊地之聲？（此題之時間，為石之下墜與聲之反射，二者所需時間之和）



$$S = \frac{1}{2}gt^2$$

$$750 = \frac{1}{2} \times 32 \times t^2$$

$$t^2 = \frac{1500}{32} = 4.6$$

$$t = 2.1 \text{ 秒}$$

$$t' = \frac{750}{1087 + 1.1 \times 30} = \frac{750}{1126.6} = .6 \text{ 秒}$$

$$t + t' = 2.1 + .6 = 2.7 \text{ 秒}$$

10. 距水面等高度之兩氣球，相距 4000 呎，在甲球上放砲，6 秒鐘後，在乙球上始聞回聲，問該球之高度為若干？

$$6 \times 1090 = 6540 \text{ 呎}$$

$$\text{高度}^2 = 6540^2 - 2000^2$$

$$= 42771600 - 4000000$$

$$= 38771600$$

$$\text{高度} = 6226 \text{ 呎}$$

### 習 題

1. 如琴絃每秒鐘振動 545 次，問聲波之長度為若干？

$$\text{波長} = \frac{1087}{545} = 1.9 \text{ 呎}$$

2. 鋼琴最低之音，其波長為 40.7 呎，問該音之頻率為若干？

$$\text{頻率} = \frac{1087}{40.7} = 26.7 \text{次/秒}$$

3. 每秒振動 1024 次之音, 其波長為若干?

$$\text{波長} = \frac{1087}{1024} = 1.06 \text{呎}$$

4. 由音叉發出之音, 經過某點, 需時 0.0025 秒 (a) 問該叉在每秒鐘發生若干波? (b) 問波長為若干?

$$\text{波數} = \frac{1}{.0025} = 400$$

$$\text{波長} = \frac{1087}{1} = \frac{1087}{400} = 2.7 \text{呎}$$

5. 在溫度 15°C 時, 琴絃發出之聲波, 其波長為一呎, 問該絃每秒振動之次數為若干?

$$\text{頻率} = \frac{331 + 15 \times .6}{1}$$

$$= 331 + 9$$

$$= 340 \text{次/秒}$$

6. 在溫度 30°C 時, 汽笛之波長為 8 呎, 問該汽笛每秒鐘發生聲波若干個?

$$\text{頻率} = \frac{1087 + 30 \times 2}{8} = \frac{1087 + 60}{8} = \frac{1147}{8}$$

$$= 143 \text{次/秒}$$

7. 在溫度  $20^{\circ}$  時，某琴管發出之音，每管振動 521 次。如在溫度  $10^{\circ}\text{C}$ . 時，問該管發出之音，其頻率為若干？

$$\text{波長} = \frac{1087 + 20 \times 2}{521} = \frac{1087 + 40}{521}$$

$$= \frac{1127}{521} = 2.1 \text{ 呎}$$

$$\text{頻率} = \frac{1087 + 10 \times 2}{\frac{1087 + 20 \times 2}{521}} = \frac{1087 + 20}{2.1}$$

$$= \frac{1107}{2.1} = 52.7 \text{ 次/秒}$$

8. 某音叉每秒振動 1024 次，其聲波之長度為 32 呎，問 (a) 聲之速度為若干？(b) 當時空氣之溫度，為百度計若干度？

$$\text{速度} = 1024 \times 32 = 32768 \text{ 呎/秒}$$

$$33100 + 60T = 32768$$

$$60T = 32768 - 33100$$

$$= -332$$

$$T = -\frac{322}{60}$$

$$= -3.3^{\circ}\text{C}$$

## 第二十六章：音樂

### 習 題

1. 設某音叉之共鳴空氣柱，長 6.5 吋，問音叉之波長爲若干？

$$\frac{1}{2}\lambda = 6.5$$

$$\lambda = 26.0 \text{ 吋}$$

2. 警笛之共鳴空氣柱，長爲 1.5 吋，問笛聲之頻率，爲每秒若干次？

$$\frac{1}{4}\lambda = 1.5$$

$$\lambda = 6 \text{ 吋} = .5 \text{ 呎}$$

$$V = n \times \lambda$$

$$n = \frac{V}{\lambda} = \frac{1090}{.5} = 218 \text{ 次}$$

3. 設某音之波長爲 2.6 呎，問最短之共鳴氣柱須長若干？

$$\text{共鳴氣柱長} = \frac{1}{4}\lambda = \frac{1}{4} \times 2.6 = .65 \text{ 呎}$$

4. 在氣溫  $20^{\circ}\text{C}$ . 時, 設音叉之頻率為 512 次 問該音叉發生最強共鳴時, 氣柱之長度為若干?

$$V = N\lambda$$

$$1130 = 512\lambda$$

$$\lambda = \frac{1130}{512} = 2.2$$

$$\frac{1}{4}x = \frac{2.2}{4} = .55 \text{ 吋空氣柱}$$

5. 在溫度  $15^{\circ}\text{C}$ . 時, 長 50 吋之空氣柱, 能使音叉共鳴, 問該叉之頻率為若干?

$$\frac{1}{2}\lambda = 50$$

$$\lambda = 200 \text{ 吋}$$

$$n = \frac{331 + 15 \times .60}{2} = \frac{331 + 9}{2} = \frac{340}{2} = 170 \text{ 次/秒}$$

6. 長 10 吋之空氣柱, 能使某音叉發生共鳴, 氣柱長 30 吋時, 該叉復生一共鳴。如聲波之速度為每秒 345 呎, 問該叉之頻率為若干?

$$4(30 - 10) \times n = 34500$$

$$n = \frac{34500}{80} = 431 \text{ 次/秒}$$

7. 如以長 7.8 吋之氣柱, 使頻率 435 次之音叉發生共鳴, 問聲之速度為若干?

$$V = nL$$

$$V = 7.8 \times 4 \times 435 = 31.2 \times 435$$

$$= 13562 \text{ 呎} = \frac{13562}{12} = 1130.1 \text{ 呎/秒}$$

8. 設上題之音叉, 以玻璃筒充以二氧化碳氣作為共鳴管, 問共鳴氣柱之長度為若干? (聲在二氧化碳氣中之速度為每秒 846 呎)

$$846 = 435 \times \lambda$$

$$\lambda = \frac{846}{435} = 1.9 \text{ 呎}$$

$$\text{共鳴氣柱長度} = \frac{1}{4} \lambda = \frac{1.9}{4} = .47 \text{ 呎}$$

### 習 題

(下列諸題如未注明溫度, 假定氣溫為  $0^{\circ}\text{C}$ )

1. 長 3 呎之風琴管, 問 (a) 管端開啟時, 其音波之長度為若干? (b) 管端閉塞時, 波長為若干?

$$\frac{1}{2} \lambda = 3$$

$$\lambda = 6 \text{ 呎管端開啟時}$$

$$\frac{1}{4} \lambda = 3$$

$$\lambda = 12 \text{ 呎管端閉塞時}$$

2. 設有一閉管，長為 60 吋。另一開管所發之音，較此閉管所發者適高一音組，問開管之長度為若干？

$$\frac{1}{2} \lambda = 60$$

$$\lambda = 240 \text{ 吋}$$

$$\text{頻率} = \frac{33100}{240} = 137 \text{ 次/秒}$$

$$\lambda = \frac{33100}{274} = 120 \text{ 吋}$$

$$\text{氣柱長} = \frac{1}{2} \times 120 = 60 \text{ 吋}$$

3. 設一測音盤 (siren)，有孔 50 個。如此器所發之音，其頻率為 435 次，問該盤每分鐘須旋轉若干次？

$$\text{旋轉次數} = \frac{435}{50} = 8.7 \text{ 次/分}$$

4. 在溫度 15°C. 時長 18 吋之開管，於每秒中能發生振動若干次？

$$\frac{1}{2} \lambda = 18 \text{ 吋}$$

$$\lambda = 96 \text{ 吋} = 3 \text{ 呎}$$

$$\frac{1090 + 15 \times 2}{3} = \frac{1120}{3} = 373 \text{ 次/秒}$$

5. 發生“中部 c 音” (middle c) 之簫笛，其閉管之長度須為若干吋？(c 音之頻率為每秒 258.6 次)

$$\lambda = \frac{33100}{258.6} = 128 \text{ 厘米}$$

$$\text{管長} = \frac{1}{2} \times 128 = 64 \text{ 厘米}$$

6. 某音高於中部c音爲二音組，問該音之頻率與波長各若干？

$$\text{頻率} = 258.6 \times 2 \times 2 = 1034.4 \text{ 次/秒}$$

$$\lambda = \frac{33100}{1034.4} = 32 \text{ 厘米}$$

7. 設基音之頻率爲 256，問其第四倍音之頻率爲若干？

$$\text{頻率} = 4 \times 256 = 1024 \text{ 次/秒}$$

8. 長 18 吋之絃綫，每秒振動 256 次，如張力不變，問每秒振動 384 次之絃，須長度若干吋？

$$18 : x = 384 : 256$$

$$x = \frac{256 \times 18}{384} = 12 \text{ 吋}$$

9. 在 413 節中之空氣柱，加強音叉之音時，該空氣柱之長度，何以不一定第於波長之四分之一？

音叉之加強是因爲音叉振動之方向與反射之波進行

方向相同，均不一空  $\frac{1}{4} \lambda$  吋起共鳴現狀， $\frac{3}{4} \lambda, \frac{5}{4} \lambda, \frac{7}{4} \lambda$

等等吋也可以起共鳴現狀

10. 在溫度 20°C. 時表 20 吋及 21 吋之兩開管同時發音，問



該管每秒發生拍音若干個？

$$\frac{1}{2} \lambda = 20$$

$$\lambda = 40 \text{吋}$$

$$\frac{1}{2} \lambda = 21$$

$$\lambda = 42$$

音之速度 = 頻率 × 波長

$$\text{頻率} = \frac{\text{音之速度}}{\text{波長}}$$

$$\text{頻率} = \frac{1130 \times 12}{40} = \frac{113 \times 12}{4} = 113 \times 3 = 339$$

$$\text{頻率} = \frac{1130 \times 12}{41} = \frac{15360}{41} = 374$$

$$374 - 339 = 35 \text{拍音.}$$

## 第二十七章：亮度：燈與反射體

### 習 題

1. 在針眼照像機背後 6 吋之處，有面積 4 方吋之毛玻璃。如牆壁距針眼為 10 呎，問在毛玻璃上所觀得牆壁之面積為若干方呎？

$$\frac{6^2}{10^2} = \frac{4}{x}$$

$$\frac{36}{100} = \frac{4}{x}$$

$$x = \frac{4 \times 100}{36} = \frac{400}{36} = 11.1 \text{ 方呎}$$

2. 設有 4 燭光之燈，距屏 120 吋，如用 16 燭光之燈，使屏上感受等強亮度，問該燈須距屏若干吋？

$$\frac{4}{16} = \frac{(120)^2}{x^2}$$

$$4x^2 = (120)^2 \times 4^2$$

$$x^2 = \frac{120^2 \times 4^2}{4}$$

$$x = \frac{120 \times 2}{4} = 60 \text{ 燭}$$

3. 在 6 呎處之電燈，與 8 呎處 32 燭光之燈，照於物面上之亮度相等時，問電燈之光度為若干？

$$\frac{x}{32} = \frac{6^2}{8^2}$$

$$\frac{x}{32} = \frac{36}{64}$$

$$x = \frac{32 \times 36}{64} = \frac{1152}{32} = 36 \text{ 燭}$$

4. 測驗光度時設赫夫涅標準燈（0.90 燭光）距本生光度計為 50 呎，欲測驗之燈距光度計為 150 呎。問該燈有若干燭光？

$$\frac{0.9}{x} = \frac{(50)^2}{(150)^2}$$

$$\frac{0.9}{x} = \frac{2500}{22500}$$

$$x = \frac{225 \times 0.9}{25} = 8.1 \text{ 燭光}$$

5. 以 80 燭光之燈，射於 5 呎遠之物面上，問亮度為若干呎燭？

$$\text{亮度} = \frac{80}{(5)^2} = \frac{80}{25} = 3.2 \text{ 呎燭}$$

6. 閱書時最適宜之亮度,約爲 3 呎燭,若用 60 燭光之燈,問該燈當離書面若干呎?

$$3 = \frac{60}{x^2}$$

$$3x^2 = 60$$

$$x^2 = 20$$

$$x = 4.4 \text{ 呎}$$

7. 試比較距燈塔 1 哩, 2 哩, 及 3 哩時之亮度?

$$\frac{\text{燭光}}{1} : \frac{\text{燭光}}{4} : \frac{\text{燭光}}{9}$$

$$= 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{9}$$

$$= 36 : 9 : 4$$

8. 距 1000 燭光之弧燈 50 碼之處,問其亮度爲若干呎燭? 此燈照於人行道上之亮度,是否足夠? (人行道上至少亮度爲 0.04 呎燭)

$$\text{亮度} = \frac{1000}{(50 \times 3)^2} = \frac{1000}{22500} = 0.044 \text{ 呎燭}$$

對於行人之亮度足夠

9. 設有兩燈,相距 16 呎,一爲 25 燭光,一爲 100 燭光。問在兩燈間亮度相等之處,距 25 燭光之燈若干呎?

$$\frac{25}{100} = \frac{x^2}{(16-x)^2}$$

$$\frac{5}{10} = \frac{x}{16-x}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x}{16-x}$$

$$16-x=2x$$

$$3x=16$$

$$x=5.3\text{呎}$$

10. 在燈光下曬照像片，如用 50 燭光，相距 2 呎，則需時 15 秒，問用 100 燭光相距 3 呎，當須時若干？

$$\frac{50}{4} : \frac{100}{9} = x : 15$$

$$\frac{100x}{9} = \frac{50 \times 15}{4}$$

$$400x = 450 \times 15$$

$$x = \frac{450 \times 15}{400} = \frac{45 \times 1.5}{4} = 16.7\text{秒}$$

11. 第 436 節中有燈罩之電燈，如用以讀書問該燈須懸於距桌面若干呎？

$$1 = \frac{50}{x^2}$$

$$x^2 = 50$$

$$x = 5\sqrt{2}\text{呎}$$

12. 設有 25 瓦之電燈，每燭光須 1.1 瓦。問距該燈 3 呎之處，亮度為若干呎燭？

$$\begin{aligned} \text{亮度} &= \frac{\frac{25}{1.1}}{(3)^2} = \frac{\frac{25}{1.1}}{9} \\ &= \frac{25}{1.1 \times 9} = \frac{25}{9.9} = 2.5 \text{ 呎燭} \end{aligned}$$

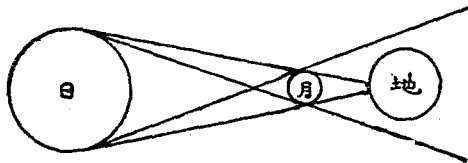
13. 今有 50 瓦之電燈，能發生 70 燭光，每時耗氣 3 立呎之煤氣燈，能發生 100 燭光，如電費每瓩值洋 10 分，煤氣每 1000 立呎值洋 1 元，問此兩燈在 1 小時內，每燭光各需洋若干？

$$\text{煤氣燈之價} = \frac{3 \times \frac{1}{1000}}{100} = \frac{3}{100000} = .00003 \text{ 元}$$

$$\text{電燈之價} = \frac{50 \times \frac{.1}{1000}}{70} = \frac{5}{70000} = .00006 \text{ 元}$$

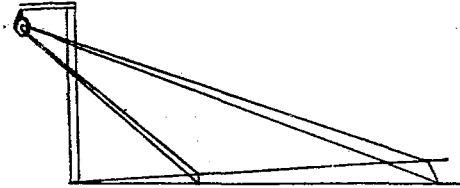
### 習 題

1. 試驗日蝕時之日球月球及地球之位置。



2. 設有一電燈，懸於電桿橫梁 (horizontal arm) 之端 (橫梁長四呎) 如電桿柱各部分之直徑相等，問在地面上該柱

之影，何處較爲闊大？試解釋之。



距燈較近之處，則影較闊，因光所照之面積與距離的方程式正比，燈距柱愈近，則距

地面愈遠，所以所照面積必愈大。

3. 設有一大小如門之光滑平面鏡，裝置壁間，每易使人誤認爲走入他室之門，其故安在？

人若站在與鏡成斜度時，每不能見自己的影，所見者，爲屋中之傢具，而此傢具之影實在鏡後。猶若內爲一室，故有時誤爲走入他室之門。

4. 如射於平面鏡上之光綫，使光綫與鏡面成 25 度之角。問入射光綫與反射光線間之角度爲若干？

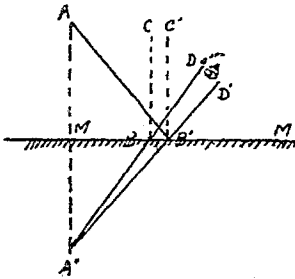
$$180^\circ - 2 \times 25^\circ = 180^\circ - 50^\circ = 130^\circ$$

5. 設上題之鏡旋轉一度，使入射光綫與鏡面成 26 度。問反射光綫轉動若干度。



$$27^\circ - 25^\circ = 2^\circ$$

6. 假定入射角與反射角相等，試用幾何法證明像與平面鏡反射面之距離，等於物距鏡面之距離。



$$\angle ABM = \angle DBM' = \angle MBA'$$

$$\therefore \angle ABB' = \angle A'BB'$$

$$\angle AB'B = \angle A'B'B$$

BB' 是公底

$$\therefore \triangle A'B'B \cong \triangle A'B'B$$

$$\therefore AB = A'B$$

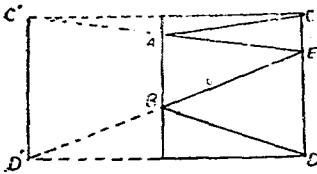
$$\text{但 } \angle ABM = \angle A'BM$$

BM 是公邊

$$\therefore \triangle ABM \cong \triangle A'BM$$

$$\therefore AM = A'M$$

7. 身長 5 呎 6 吋，立在直立鏡前 4 呎之處，能照見全身，問鏡之長度至少為若干呎？試繪圖證明之



AB 是  $\triangle EC'D$  兩邊中點連線，

$$\therefore AB = \frac{1}{2}C'D'$$

但  $C'D' = CD$

$$\therefore AB = \frac{1}{2}CD$$

$$CD = 5.5 \text{ 呎}$$

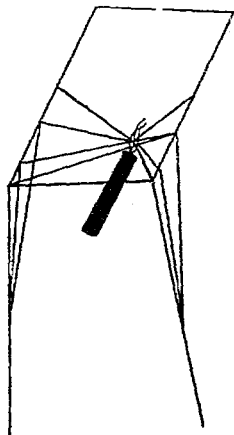
$$AB = \frac{1}{2} \times 5.5 = 2.75 \text{ 呎}$$

鏡之長度至少為 2.75 呎





11. 設有長方形平面鏡，直立於棹面，該鏡與桌面接觸之邊長為 5 吋。在鏡前 3 吋之處，置一燭焰，直對鏡面上一點，此點離鏡之一端為 2 吋，試用作圖法，計量反射光綫照亮桌面之面積。



### 習 題

1. 設物距凹鏡 15 吋，此鏡之曲度半徑為 12 吋，問像距鏡面若干吋？此為真像抑為假像，直立抑倒立？

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{15} + \frac{1}{D_i} = \frac{2}{12}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{6} - \frac{1}{15} = \frac{5-2}{30} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10}$$

$$D_i = 10 \text{ 吋}$$

此為真像，並倒立。

2. 設上題實物高 3 吋，問像高若干吋？

$$\frac{D_o}{D_i} = \frac{o}{i}$$

$$\frac{15}{10} = \frac{3}{i}$$

$$i = \frac{30}{15} = 2 \text{ 吋}$$

3. 設將燈焰置於凹鏡前 10 吋之處，其映於屏上之像，距鏡面為 30 吋，問該鏡之曲度半徑為若干吋？

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{3+1}{30} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{2}{30} = \frac{2}{r}$$

$$r = 30 \text{ 吋}$$

4. 用焦點距離 10 吋之凹鏡，欲使在鏡前 18 吋之處得一真

像,問實物當置於何處?

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{18} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{1}{10} - \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{18-10}{180} = \frac{8}{180}$$

$$D_o = \frac{180}{8} = 22.5 \text{ 吋}$$

5. 手持鉛筆,置於凹鏡前 10 吋之處,此鏡之曲度半徑為 12 吋,問筆之長度與其像之長度之比為若干?

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{10-6}{60} = \frac{4}{60}$$

$$D_i = \frac{60}{4} = 15 \text{ 吋}$$

$$\frac{\text{像之長度}}{\text{物之長度}} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$$

6. 物長一吋,離凹面鏡 4 吋,此鏡曲度半徑為 12 吋。試求像之位置,長度及狀態。

(狀態指像之真假)

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1-3}{12}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{-2}{12}$$

$$D_i = -6 \text{ 吋}$$

$$\frac{1}{i} = \frac{4}{6}, i = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ 吋}$$

(1) 位置: 鏡後 6 吋處

(2) 長度: 1.5 吋

(3) 假像

(4) 直立

7. 設有一燈, 離凹面鏡 12 吋, 其所成之真像離鏡 8 吋, 如將該燈再移遠 4 吋, 問像距鏡面若干吋?

$$\frac{1}{12} + \frac{1}{8} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3+3}{24}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{24}$$

$$f = \frac{24}{5}$$

$$\frac{1}{16} + \frac{1}{Di} = \frac{5}{24}$$

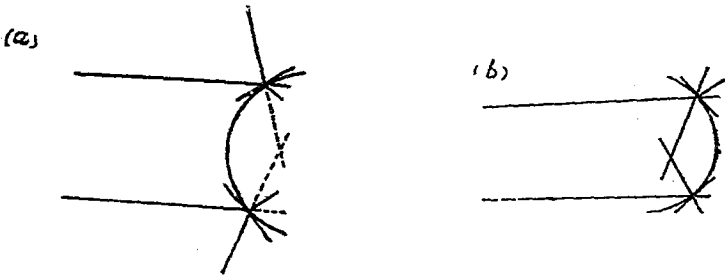
$$\frac{1}{Di} = \frac{5}{24} - \frac{1}{16}$$

$$= \frac{10-3}{48}$$

$$= \frac{7}{48}$$

$$Di = \frac{48}{7} = 5.3 \text{ 吋}$$

8. 試繪兩圖，顯示平行光綫射於球面鏡後之反射情形。(a) 凸面鏡，(b) 凹面鏡。



9. 設有一凹面鏡，其曲度半徑為 12 吋，如將電燈光射於鏡上，使身反射光綫近乎平行，問該燈應置於何處？

$$\frac{12}{2} = 6 \text{ 吋}$$

應置於 6 吋處。

10. 某甲立在凹面鏡前，而欲照見自己面孔之直立假像，須較面孔大一倍。如該鏡之曲度半徑為 2 吋，問某甲須離鏡面若干遠？

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{2x} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{2-1}{2x} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2x} = \frac{1}{2}$$

$$2x = 2$$

$$x = 1 \text{ 吋}$$

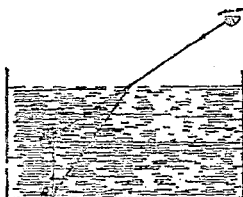
11. 如用凹面鏡造像試填下表：

物之位置	像之位置	真像或假像	擴大或縮小	真像或倒像
F* 以內	$>f$	假 像	擴 大	真 像
在 F 上	$\infty$			
F與C*之間	在c與 $\infty$ 之間	真 像	擴 大	倒 像
在 C 上	$2f$	真 像	與發光體同	倒 像
C 以外	$<c >f$	真 像	縮 小	倒 像

## 第二十八章：透光鏡及光學器械

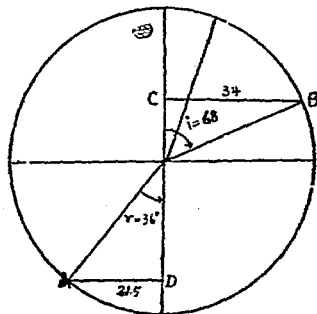
### 習 題

1. 俯察池底，何以水之深度，似覺較實際為淺，試繪圖表示之。



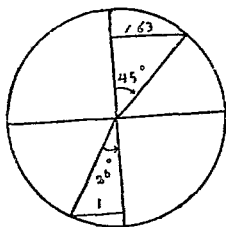
2. 光由空氣射入玻璃，如入射角為 68 度，折射角為 36 度，試用作圖法求折射指數。

$$\begin{aligned} \text{折射指數} &= \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{CB}{AD} \\ &= \frac{34}{21.5} = 1.58 \end{aligned}$$



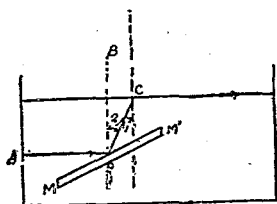


3. 光綫射入某液體時，其折射指數為 1.63。如入射角為 45 度，試用作圖法求光在該液體內之折射角。



折射角為  $26^\circ$

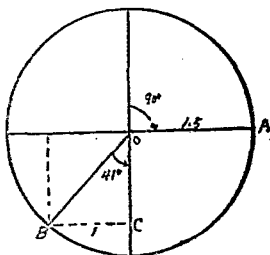
4. 以水平方向之光綫，射於水中之平面鏡時，(此鏡可隨意轉動)，問如何能測定水之臨界角?



鏡自由轉動，當見光在水面看見時，立即把入射光線  $AO$  與鏡  $MM'$  之角計下，然後畫圖如  $MM'$  與  $AO$  反射

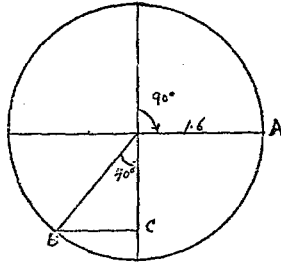
線  $OC$ ，自  $O$  點作一垂線垂直  $AO$ ，則  $\angle 2$  即臨界角。

5. 設冕玻璃之折射指數為 1.5，試用作圖法求其臨界角。



$\angle BOC = 41^\circ$

6. 設石英(Quartz)之臨界角爲40度, 試用作圖法求折射指數.



$$\begin{aligned} \text{折射指數} &= \frac{AO}{BC} \\ &= \frac{1.6}{1} \\ &= 1.6 \end{aligned}$$

7. 設水之折射指數爲1.33, 問光在水中之速度爲若干?

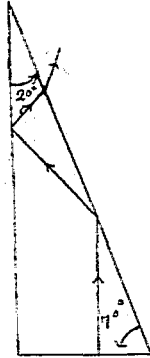
$$1.33 = \frac{186000}{x}$$

$$x = \frac{186000}{1.33} = 139749 \text{ 哩/秒}$$

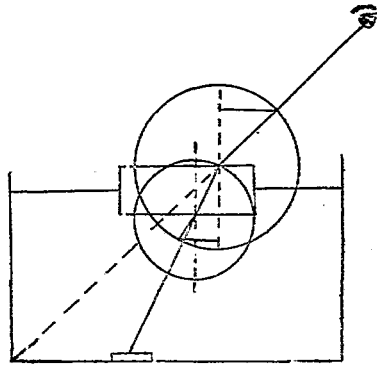
8. 據實驗結果, 光自空氣射入水中時, 其折射較諸以同一入射角自空氣射入二硫化炭 (Carbon disulfide) 之折射爲小。問光在二硫化炭中之速度, 較水中爲大歟, 抑較水中爲小?

光在二硫化炭中之速度較水中爲大。

9. 設有一三稜鏡, 其各角爲20度, 70度, 90度, 鏡之臨界角爲42度。如光線正射於角90度與70度間之面, 試證明光線在三稜鏡內須作兩次反射。



10. 設水中有一銅元，水面上有一與水面平行之厚玻璃。如自玻璃中觀水底之銅元，試繪圖顯示透過水，玻璃及空氣之光線。水之折射指數為 1.3，玻璃之折射指數為 1.5。



1. 問物在何種位置時，雙凸透鏡能發生(a)真像(b)假像(c)倒像？
- (a) 當物在焦點以外時，而生實像。
  - (b) 當物在焦點以內時，而生假像。

(c) 當物在焦點以外時,而生倒立之像。

2. 設有一凸透鏡,其焦點距離為 16 吋。如物體與該鏡之距離為 10 呎, 50 吋, 及 10 吋時,問像之位置及狀態若何?

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{1000} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{16} - \frac{1}{1000} = \frac{10000 - 16}{160000} = \frac{9984}{160000} = .0624$$

$$D_i = \frac{1}{.0624} = 16 \text{ 吋}$$

是一實像,在距鏡 16 吋處,倒立,縮小。

$$\frac{1}{50} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{16} - \frac{1}{50} = \frac{50 - 16}{800} = \frac{34}{800}$$

$$D_i = \frac{800}{34} = 23.5 \text{ 吋}$$

乃是實像在距鏡 23.5 吋處倒立,縮小。

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{10} - \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{10-16}{1600} = -\frac{6}{1600}$$

$$D_i = -\frac{1600}{6} = -266.6 \text{ 吋}$$

乃是假像在與物同旁，距鏡 266.6 吋處直立放大

3. 設有一燈，在透鏡前 60 吋之處，所成之像在鏡後 20 吋之處，試求該透鏡之焦點距離。

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{60} + \frac{1}{20} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1+3}{60} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{4}{60} = \frac{1}{f}$$

$$4f = 60$$

$$f = \frac{60}{4}$$

$$f = 15 \text{ 吋}$$

4. 用以閱書之雙凸透鏡，其焦點距離為 15 吋。如手持此鏡，離書面為 10 吋，問像與鏡之距離為若干？

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{10} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{15} - \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{10-15}{150} = -\frac{5}{150}$$

$$D_i = \frac{150}{5} = -30 \text{ 吋}$$

此為假像，位置與物同旁，在 30 吋處並且放大。

5. 上題像之長度與物之長度之比為若干？

$$\text{比率} = \frac{30}{10} = 3$$

6. 如雙凸透鏡所成之像，其大小與實物相等，試用透鏡公式，證明像之距離等於焦點距離二倍。

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_o} = \frac{1}{f}$$

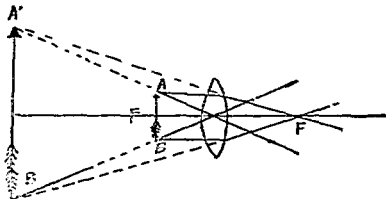
$$\frac{2}{D_o} = \frac{1}{f}$$

$$2f = D_o$$

$$D_o = D_i$$

$$\therefore D_i = 2f$$

7. 試用作圖法，解釋雙凸透鏡所成之假像，恒較實物為大。



8. 設有一雙凸透鏡，其焦點距離為 8 糎。物與透鏡之距離為 6 糎，問 (a) 像與透鏡之距為若干？(b) 像與物之大小之比為若干？(c) 直立抑倒立？(d) 真像與假像？

$$(a) \frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{8}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{8} - \frac{1}{6} = \frac{6-8}{48} = -\frac{2}{48}$$

$$D_i = -\frac{48}{2} = -24 \text{ 糎 (與物同旁)}$$

$$(b) \frac{24}{6} = 8 \text{ 倍}$$

(c) 直立

(d) 假像

9. 設物與透鏡之距離為 30 糎，像與透鏡之距離為 3 糎，二者在該鏡之同旁。問此鏡為凸透鏡，抑為凹透鏡？其焦點距離為若干？

$$\frac{1}{30} - \frac{1}{3} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{3-10}{30} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{7}{30}$$

$$f = -\frac{30}{7} = -4.2 \text{ 糎}$$

此爲凹透鏡

10. 用焦點距離 10 糎之雙凸透鏡，若 (a) 所成真像之大小，等於電珠二倍。試求電珠之倍置。若 (b) 所成假像之大小，等於電珠二倍，試求電珠之倍置。

$$(a) \frac{1}{D_o} + \frac{1}{2D_o} = \frac{1}{10} \quad (b) \frac{1}{D_o} - \frac{1}{2D_o} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{2+1}{2D_o} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{2-1}{2D_o} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{3}{2D_o} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{2D_o} = \frac{1}{10}$$

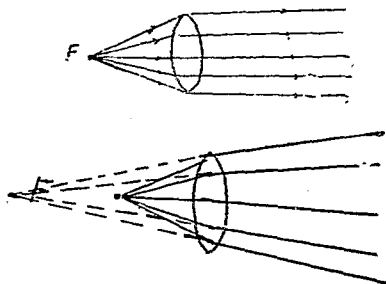
$$2D_o = 3 \times 10$$

$$2D_o = 10$$

$$D_o = \frac{30}{2} = 15 \text{ 糎}$$

$$D_o = 5 \text{ 糎}$$

11. 用作圖法，顯示光束 (beam) 通過雙凸透鏡後之狀形。(a) 如光源在主焦點上，(b) 光源在主焦點與透鏡之間。





12. 設電燈距屏為 4 呎。如將透鏡置於距燈 1 呎之處，使屏上映出該燈之像，問該透鏡在何種位置時，又能使屏發生一清晰之像？試比較兩像之長度。

$$\frac{1}{1} + \frac{1}{4} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{5}{4}$$

$$f = \frac{4}{5} \text{ 呎}$$

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{D_i} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{5}{4} - \frac{1}{4}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{4}{4}$$

$$D_i = 1 \text{ 呎}$$

$$\frac{\text{第一像長}}{\text{第二像長}} = \frac{4}{1} = 4 \text{ 倍}$$

13. 設有一燈，離牆壁為 90 吋。將凸透鏡置於鏡與牆壁之間，使壁上所映之像，其闊度等於該燈三倍。問透鏡之焦點距離為若干？

$$\frac{1}{22.2} + \frac{1}{66.6} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{66.6}$$

$$f = \frac{66.6}{4} = 16.6 \text{ 吋}$$

### 習 題

1. 當汽車距照相機之鏡頭 100 碼時，距鏡頭 8 吋遠之對光

片上，顯一清晰之像，當汽車距鏡頭為 10 呎時，如欲仍使該片上顯一清晰之像，問鏡頭與對光片間之距離須改變若干？二者間之距離應加長抑縮短？

$$\frac{1}{100 \times 3 \times 12} + \frac{1}{8} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{3600} + \frac{1}{8} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1+450}{3600} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{451}{3600} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{10 \times 12} + \frac{1}{D_i} = \frac{451}{3600}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{451}{3600} - \frac{1}{120}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{451}{3600} - \frac{30}{3600} = \frac{421}{3600}$$

$$D_i = \frac{3600}{421} = 8.5 \text{ 吋}$$

距離必須加長

2. 某甲身長 6 呎，立於照像機前 10 呎之處。倘攝影師用 12 吋之鏡頭（即焦點距離 = 12 吋），攝其全身之像，問底片與鏡頭之距離為若干？

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{10 \times 12} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{12} - \frac{1}{120}$$

$$D_i = \frac{10-1}{120} = \frac{9}{120}$$

$$D_i = \frac{120}{9} = 13.3 \text{ 吋}$$

3. 上題用之底片,至少須長若干吋?

$$\frac{13.3}{120} = \frac{x}{6 \times 12}$$

$$\frac{13.3}{10} = \frac{x}{6}$$

$$x = \frac{13.3 \times 6}{10} = 13.3 \times .6 = 7.98 \text{ 吋}$$

4. 設電影放映機之物鏡,其焦點距離為 6 吋,幕離鏡頭為 60 呎,問影片與物鏡之距離為若干?

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{60} = \frac{1}{.5}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{1}{.5} - \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{10}{5} - \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{120-1}{60}$$

$$\frac{1}{D_o} = \frac{119}{60}$$

$$D_o = \frac{60}{119} = .504 \text{呎}$$

5. (a) 當電影放映機上之光門，遮斷光線一瞬時，問幕上是否黑暗？(b) 何謂視覺之遺像？

(a) 幕上並不顯黑因為開閉速度很快，目力不易感覺。

(b) 吾人腦中對於景物所留印像之時間，常可達  $\frac{1}{16}$

秒以上，此種現象稱感覺遺像。

6. 設有一雙凸透鏡，其焦點距離為 2 吋，如手持此鏡驗布，問距離布  $1\frac{2}{3}$  吋時，(a) 該鏡所成之像屬於何類？(b) 像在何處？(c) 放大若干倍？

$$\frac{1}{\frac{5}{3}} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{3}{5} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{D_i} = \frac{1}{2} - \frac{3}{5} = \frac{5-6}{10} = -\frac{1}{10}$$

$$D_i = -10 \text{吋}$$

(a) 假像

(b) -10吋

$$(c) \frac{10}{\frac{5}{3}} = \frac{30}{5} = 6 \text{倍}$$

7. 如將 6 吋焦點距離之觀書鏡，持近書面，使其放大 4 倍，問鏡離書面若干吋？

$$\frac{1}{D_o} + \frac{1}{4D_o} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{4+1}{4D_o} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{5}{4D_o} = \frac{1}{6}$$

$$4D_o = 30$$

$$D_o = \frac{30}{4} = 7.5 \text{ 吋}$$

8. 設有一複顯微鏡，其物鏡 L (見圖) 之焦點距離為 1 吋，實物 AB 距該鏡為 1.1 吋。問像 CD 離鏡若干吋？放大若干倍？如目鏡之倍率為 20，問該顯微鏡之總倍率為若干？

$$\frac{1}{1.1} + \frac{1}{D_i} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{1}{D_i} = 1 - \frac{1}{1.1} = 1 - \frac{10}{11} = \frac{1}{11}$$

$$D_i = \frac{11}{1} = 11 \text{ 吋}$$

此像加大 10 倍

總倍數 =  $10 \times 20 = 200$  倍

9. 設影片闊一吋，幕上所映景物之像其闊度為 10 呎，問影

片與幕上之亮度之比爲若干?

$$\frac{\text{幕上之亮度}}{\text{片上之亮度}} = \frac{1}{100}$$

10. 望遠鏡之目鏡，若其焦點距離甚長則所生之倍率較焦點距離較小之目鏡爲小，試用成假像之公式證明之。

$$\text{公式：} \frac{1}{D_o} - \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\text{證明：} \frac{1}{D_o} - \frac{1}{D_i} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{D_o'} - \frac{1}{D_i'} = \frac{1}{2f}$$

$$D_o = D_o'$$

$$\frac{1}{D_i'} > \frac{1}{D_i}$$

$$D_i' < D_i$$

11. 設將電影放映機，置於高處洋台上，該機之鏡頭遠在幕之中心之上(a)試比較幕上所映畫片上邊與下邊之闊度。試解釋之，(b)在此種狀況時，何以幕上難以映出清晰之像?

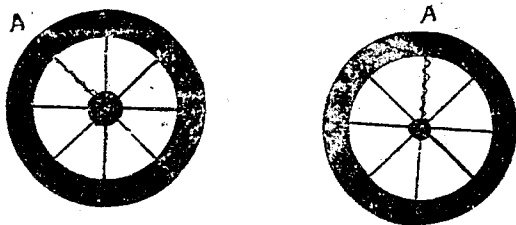
(a) 在頂上之影狹

在頂下之影闊

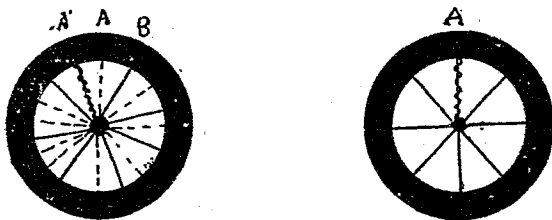
因爲光源距上端近，距下端遠。

(b) 焦點距離不一致，所以不能清晰

12. 在電影內常見駛行之汽車，有時似若向後退行，有時似若靜立不動，試解釋之。



當 A 轉至 A' 處時，我們看不出有地位的改變，因為輪的條是一樣的，此時我們看出車輪不動。



當 A 轉至 A' 處時，有時我們重視在 B 處之條，他比較原來 A 處之條好似相後，此時我們看出車輪向後轉。

# 附 錄

## 重 要 單 位

### 長度單位：

1呎(fart) = 12吋(inch)

1碼(youd) = 3呎

1哩(mile) = 5280呎

1糎(centimeter) = 10耗(millimeter)

1呎(meter) = 100糎

1杆(kilometer) = 1000呎

### 體積單位：

1立呎(cubic foot) = 1728立吋(cubic inch)

1立碼(cubic yard) = 27立呎

1加倫(gallon) = 4夸(quart) = 231立時

1立升(liter) = 1000立糎(cubic centimeter)

1立呎(cubic meter) = 1000立升

### 重量單位：

1磅(pound) = 16兩(ounce)

1噸(ton) = 2000磅



1克(gram) = 1000 釐(milligram)

1 尙(kilogram) = 1000 克

**當量：**

1 吋 = 2.54 釐。

1 呎 = 39.37 吋。

1 畝 = 1.06 夸。

1 尙 = 2.20 磅。

1 立呎之水 = 62.4 磅。

1 立釐之水 = 1 克。

1 長噸(long ton) = 2240 磅。

1 磅 = 453.6 克。

1 碼 = .96 in.

1 方吋 = 645 方釐。

**量壓力之單位：**

1 吋之水銀 = 0.491 磅/吋<sup>2</sup>

1 釐之水銀 = .1934 磅/吋<sup>2</sup>

1 釐之水 = .0133 噐

1 呎之水 = .433 磅/吋<sup>2</sup>

1 吋之水 = .0361 磅/吋<sup>2</sup>

$$1 \text{ 種之水} = 0.0142 \text{ 磅/吋}^2$$

$$1 \text{ 種之水} = 980 \text{ 巴 (Bary)}$$

$$1 \text{ 磅/吋}^2 = 0.690 \text{ 噶}$$

$$1 \text{ 噶} = 14.5 \text{ 磅/吋}^2$$

$$1 \text{ 氣壓} = 1.0132 \text{ 噶}$$

$$1 \text{ 氣壓} = 14.7 \text{ 磅/吋}^2$$

$$1 \text{ 氣壓} = 1.058 / \text{呎}^2$$

### 功之單位：

$$1 \text{ 朱爾 (joule)} = 10^7 \text{ 厄 (erg)}$$

$$1 \text{ 朱爾} = 0.738 \text{ 呎磅}$$

$$1 \text{ 朱爾} = 0.00000278 \text{ 呎吋}$$

$$1 \text{ 呎磅} = 1.35 \text{ 朱爾}$$

$$1 \text{ 呎磅} = 1.35 \times 10^7 \text{ 厄}$$

$$1 \text{ 卡} = 4.18 \text{ 朱爾}$$

$$1 \text{ 卡} = 3.086 \text{ 呎磅}$$

$$1 \text{ 尅卡} = 1000 \text{ 卡}$$

$$1 \text{ 尅時} = 3.6 \times 10^6 \text{ 朱爾}$$

$$1 \text{ 尅時} = 2.655 \times 10^6 \text{ 呎磅}$$

$$1 \text{ 馬力時} = 1.98 \times 10^6 \text{ 呎磅}$$

$$1 \text{ 馬力時} = 2.68 \times 10^6 \text{ 朱爾}$$

$$1 \text{ 馬力時} = .746 \text{ 瓩時}$$

$$1 \text{ 瓩時} = 1.341 \text{ 馬力時}$$

**熱工力當量：**

$$1 \text{ 卡} = 4.18 \times 10^7 \text{ 厄}$$

$$1 \text{ 卡} = 4.18 \text{ 朱爾}$$

$$1 \text{ 卡} = 3.09 \text{ 呎磅}$$

$$1 \text{ B. t. u.} = 778 \text{ 呎磅}$$

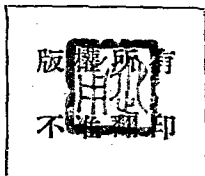
$$1 \text{ 朱爾} = .239 \text{ 卡}$$

$$1 \text{ 呎磅} = .324 \text{ 卡}$$

$$1 \text{ 呎磅} = 1.286 \times 10^{-3} \text{ B. t. u.}$$

$$1 \text{ B. t. u.} = .252 \text{ 瓩卡}$$





# 勃戴二氏新實用物理學解答

定價大洋壹圓貳角

編 演 者

尹 敬 執

發 行 者

北平東安市場  
華 盛 書 局  
電話東局四一七一

北平東安市場  
華 鑫 書 社  
借電東局三九三三

印 刷 者

北平前外西河沿  
京 津 印 書 局  
電話南局三六九

呈  
總

民國二十四年五月初版

# 本局最近出版各種新書

- |             |            |                            |
|-------------|------------|----------------------------|
| 漢譯范氏大代數學    | 田長和譯       | (印刷中)                      |
| 斯改二氏解幾何題解   | 駱風和<br>楊學會 | 合演 平裝二冊定價二元                |
| 麥罕二氏化學通論題解  | 袁永清<br>關良棟 | 合編                         |
| 溫氏高中代數題解    | 吳秉之演       | 平裝二冊定價三元                   |
| 漢譯郝克代數題解    | 田長和編演      | 平裝 上册定價一元二角<br>下册(印刷中)     |
| 范氏大代數習題詳解   | 田長和<br>梁春恩 | 合演 平裝一冊定價<br>一元五角          |
| 教科<br>適用    | 立體幾何掛應     | 師大競進數<br>學社繪 全三十五幅<br>定價六元 |
| 新課程<br>標準   | 高中平面三角法    | 王紹顏<br>駱風和                 |
| 漢譯達夫物理問題詳解  | 東木編演       | 李菱鏡合編 一冊定價<br>一元           |
| 新標準<br>教材   | 高中化學實驗     | 閻玉振編 活頁本 定價一元              |
| 德文基礎易解      | 德國梅理慈著     | 精裝一冊定價三元五角                 |
| 新著<br>中國文學史 | 林之棠著       | 平裝三冊定價二元                   |
| 國學概論        | 林之棠著       | 平裝一冊定價一元                   |
| 學術文         | 林之棠著       | 平裝一冊定價六角                   |
| 算術一千難題解     | 駱風和編       | 二冊定價一元六角                   |
| 算術四則分類彙覽    | 駱風和編       | 二冊定價一元二角                   |
| 算術圖解法       | 駱風和編       | 一冊定價六角                     |

中華民國廿五年十一月廿四日啟