

新實用物理學

第一章

緒論：權度

物理是一種科學——內容及分類——物理包括測量及說明——英制及米制之重要單位——時間之單位——密度。

1. 物理是一種科學。書中所研究之物理知識與吾人日常生活中所經歷者不同。物理不但能解答“為何”(why)及“如何”(how)等類問題，並能答覆吾人“幾何”之量的問題。測量(measure)時若自精確入手，則其所獲得之知識，可助吾人用於最大之用途上。如汽車行於山道上，乃因燃燒汽油而發動引擎，推輪前進。但物理學家更進而注意到下列諸問題，如所需之汽油量，在理想情形中需量若干？所虛廢之油，變為何物？制動機使汽車停於山上其力若何？制動機之面積若何？其桿所需之強度若何？若吾人能解答以上諸問題，或相似之問題，則吾人使用此機時更能生效並可進而改善之。

2. 物理之分類。 吾人研究物理，其目的在對日常之經驗知識加以正確之研究。但因其種類繁多，為便於研究計要分為五類，即力學，熱學，光學，聲學，電學。譬如吾人欲研究汽車則對力學中之曲柄，齒輪，槓桿，唧筒，輪制，等以及各零件之動作及其質

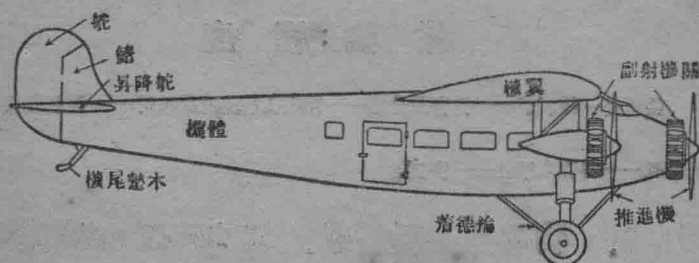


圖 1. 飛機之側面圖。

料之堅固須加注意。熱學中有引擎，輻射器，和合器 (Carburetor) 等之研究，電學中，有電花插頭，電花圈，發電機與電池等之研究。聲學中則有喇叭與減聲器等物之研究，光學中則有燈及其反射器與透鏡之研究。上列諸項吾人均應詳加探討。近代之機器如火車，汽船，飛機 (如圖 1)，潛水艇等，其構造皆依物理學之原理而完成者。

3. 物理學始於測量。 吾人嘗憶記伯拉圖 (Plato) 之言“任何技術若除去算術，度量及衡量則所餘不多”學者在實驗室中對各種實驗應有精確之計量，不僅得出結果而已，並能於日常生活中見一事物即能有正確計量之能力，遇有測定物量等問題時，即

可詳加討論或計量之。

吾人應知物理之測量不能絕對精確，應視其測量之目的以定其測量精確程度，如欲測一哩路程之長，則有一吋之差錯，可不置問，但欲量車軸之直徑時，雖百分之一吋之錯差亦不許可。

4. 測量之單位。 美國之買賣交易皆以元或分計算，

此種幣制爲十進制者。但其重量及長度之測量用時則不便利如磅，呎，夸，加侖及鎊 (luchel) 等，依然通用於英美。十九世紀歐西各國均採用十進單位之米制 (metric system)，在科學工作上極感便利，已普遍於全世界，故吾人對二者均應加以熟記，以備應用。

5. 米及碼。 米 (meter) 爲現存於

巴黎附近國際度量衡局中之金屬棒上所刻二線間之距離。^{*}金屬物質，每因溫度變更，而有脹縮，故棒

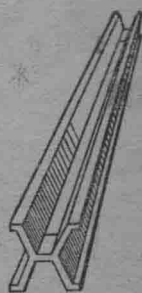


圖 2. 國際的標準尺。

^{*} 最初定米之長度爲自北極至赤道間距離之千萬分之一，但此種米實難製造，最後

始測得地球之象限爲 10,002,100 米尺。

之長度應以熔冰之溫度爲標準，美國標準局存有標準米棒，爲美國之合法公尺。

美國合法之碼定爲一米之 $\frac{3600}{3937}$ 。

6. 長度的重要單位。 在物理學所上常用之長單位

有下列幾種，應加熟記。

長 度 單 位

英制

1 呎 (foot) = 12 吋 (inch)

1 碼 (yard) = 3 呎。

1 哩 (mile) = 5280 呎。

米制

1 厘米 (Centimeter) = 10 毫米 (millimeter)

1 米 (meter) = 100 厘米

1 千米 (kilometer) = 1000 米

當量

1 吋 = 2.54 厘米 (見圖 3)。

1 米 = 39.37 吋。



圖 3. 英制與美制長度單位之比較。

7. 面積之單位。 普通單位面積係每邊之長爲一單位常度之正方形面

積。故測量房屋地基均以方呎計其面積，實驗室中則以方厘米計面積，一單位面積即

每邊一厘米長之正方形面積，一方吋約等於六方厘米，或一方吋等於 2.54×2.54 ，即

6.25 方厘米。

普通計量面積，須先知其各種長度，如長方形

或平行四邊形之面積等於底乘高 ($A=b \times h$)，三

角形之面積等於二分之一底乘高 ($A=\frac{1}{2}b \times h$)，

圓之面積等於 3.14 乘半徑之平方 ($A=\pi r^2$)。

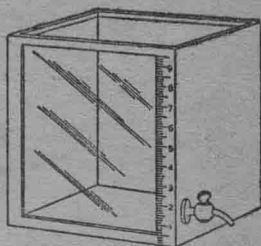


圖 4. 量容器每邊長 10 厘。

8. 體積或容積之單位。

普通單位體積係長寬高均為單位長度之體積。貨車之體積以立方呎計之。單位體積即每邊長一呎之立方體。試驗室中，燒瓶之容量以立方厘米計之，一升 (liter) 為一立方體 (見圖 4) 之體積，每邊長 10 厘米 (約 4 吋)，故一升等於 1000 立方厘米。

體 積 的 單 位

英制

1 立呎 (Cubic foot) = 1728 吋 (Cubic inch)

1 立碼 (Cubic yard) = 27 立呎。

當量

1 加侖 (gallon) = 4 夸 (quart) = 231 立吋

米制

1 升 (liter) = 1000 立厘米 (cu. cm.)

1 立米 (Cubic meter) = 1000 升

當量

1 升 = 1.06 夸。

凡規則固體之體積均自長度之測量而計得。長方立體之體積以長乘寬乘高而得。

圓柱體之體積爲底面積 ($3.14 \times \text{半徑之平方}$ 或 πr^2) 乘高。球之體積爲 $\frac{\pi D^3}{6}$ ，即 0.5

$24 D^3$ 。計量液體之體積時，以刻度之金屬或玻璃器測之，英制以加侖，夸等量之，歐羅

者以英兩（十六分之一派恩特 pint。）米制有量器，以升，及千

分之一升（milliliter）即立方厘米（c.c.）刻記之，一茶匙

之容量約爲 5 立方厘米，一立方厘米均爲 20 滴。



圖 5. 玻璃刻度
量筒。

習 題

（下列各數，應得三位 * 小數）

1. 4 毫米 62 厘米加 14 米，求其和，以厘米表之。
2. 8 厘米減 21 毫米與 2 厘米之和，餘數若干？
3. 1 呎合厘米若干？
4. 1 米等於呎若干？
5. 最近飛機之高度紀錄爲 38,500 呎，等於若干米？
6. 1 哩等於仟米若干？
7. 車輪直徑爲 30 吋，問 (a) 車行 1 哩輪轉多少次？(b) 車行一仟米輪轉若干次？
8. 貯水器長 60 厘米，寬 30 厘米，深 45 厘米，能容水若干升？
9. 5 加侖汽油合升若干？
10. 氣球直徑 20 厘米，容氣若干升？

9. 重量之單位^{*}。十仟克 (Kilogram) 爲鉑銻 (Platinum-iridium) 圓柱體之重量現與標準米同存於巴黎附近；美國

* 參看 Macmillan company 出版，Black 著之“實用物理實驗”

華盛頓標準局，亦藏有仿製之圓柱形，製造此二圓柱時，原欲其重與一升純水相等，但未得此良好之結果，雖然，其精確已夠吾人日常之應用矣。一克 (gram) 爲仟克之 $\frac{1}{1000}$ 等於一立方厘米水之重量。

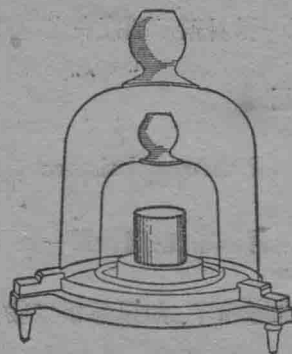


圖 6. 標準鈞。

美國 5 分銀幣約重 5 克，半圓銀幣約重 12.5 克，其法定磅約爲 $\frac{1}{2.204622}$ 仟克。

重量之單位

英制

1 磅 (Pound) = 16 英兩 (ounce).

1 噸 (ton) = 2000 磅。

米制。

1 克 (gram) = 1000 毫克 (milligram).

1 仟克 = 1000 克。

當量。

1 仟克 = 2.20 磅。

1 立呎之水重 62.4 磅。

1 立方厘米之水重 1 克。

10. 衡器. 彈簧秤 (Spring balance 見圖 7.) 爲稱



物之簡便器具，若以繩拉之亦可測力，其構造爲一螺圈彈簧，其力以一指針指示刻度表之。彈簧秤之用途極廣因爲便利而實用。

台秤 (Platform balance 見圖 8.) 其構造爲一

天平桿其兩臂相等，兩端各置一盤，此秤用以表示盤中二物體之重量應相等。如以等重二物分置二盤上，則秤平

圖 7. 彈簧

秤，刻度爲 衡。用此秤定物理之重量時可備一組砝碼 (a set of weights) 以此定物之重量。

ight) 以此定物之重量。

11. 時間

之單位。 秒，分，

時均時間之單位。一

小時等於一日的二十

四分之一；一分等於

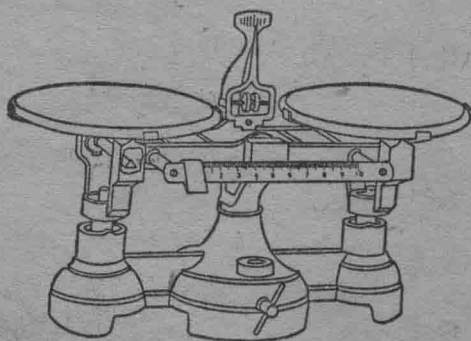


圖 8. 臺秤。

一小時之六十分之一，一秒爲一分之六十分之一，一小時分 3600

秒；一日等於 86,400 秒，秒定爲科學上之基本單位。

日常吾人以鐘錶計時刻，若定短時間則有停錶 (Stop watch)，

可計算五分之一秒。

習 題

1. 1 磅等於多少克？
2. 1 英兩等於多少克？
3. 糖每磅六分，今有糖 1 仟克價洋若干？
4. 美國鐵路限定旅客之行李每人不得超 150 磅，合仟克若干？

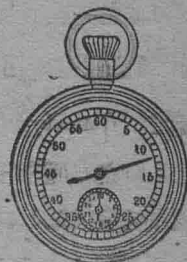


圖 9. 跑馬鐘可

量 1/5 秒。

5. 8 磅重之鉛球，擲 28 呎 6 吋遠，其重量及距離，試各以米制表之。
6. 吾人或疑一派恩特液體之容量皆等於一磅，但並非加此，問一派恩特之水合磅若干？(1 麥 = 2 派恩特)。
7. 汽油之重量約為水之四分之三，1 升汽油重若干克？
8. 空瓶重 720 克，盛滿水共重 1670 克，求瓶之容量為若干升？
9. 玻璃量筒容水 450 克，內徑 8 厘米，筒上之刻度，每度為 1 立厘米，求 (a) 量筒內水之體積等於若干立厘米？(b) 水柱深若干厘米？
10. 一水桶之平均直徑為 9 吋，高 9 吋，若滿盛入水，水重若干磅？

12. 密度。吾人知鉛較軟木塞重，但一磅之鉛，與二磅

軟木塞較之孰重？“重”字含兩種意義，兩磅木塞重於一磅鉛與兩磅煤重於一磅煤同。在此情形中“重”，即物體之全重量也。但在他方面

言一塊鉛與同一體積之軟木塞重。“密度”二字即表明鉛與木塞此時重量之比較；即鉛之密度大於木塞。

吾人若以數字表各物體之密度必以等體積之物體比較之，但因取物體之一立方厘米之體積不甚便利，故先衡物理之重量再計其體積，則其單位體積之重量可以求出；此單位體積之重量即該物體之密度 (density)。鉛之密度為每立方厘米重 11.4 克；軟木塞之密度為每立方厘米重 0.25 克；水之密度為每立方厘米重 1 克，或每立方呎重 62.4 磅，每加侖重 8.34 磅；銅之密度為每立方厘米重 8.93 克，或每立方呎 555 磅或每立方吋重 0.321 磅。科學上物質之密度皆以每立方厘米之克數表之（克/厘米³）。

密 度 表

（以克/厘米³表之）

鉛	21.5	硬木 (乾縮)	0.7—1.1
金	19.3	軟木 (乾縮)	0.4—0.7
銻	13.6	冰	0.911
鉛	11.4	人體	0.9—1.1
銀	10.5	栓木	0.25
銅	8.93	濃硫酸	0.84
黃銅	8.4	海水	1.03
鐵	7.1—7.9	牛乳	1.03
銻	7.1	潔水	1.00
玻璃	2.4—4.5	煤油	0.80
石墨,大理石等	2.5—3.0	汽油	0.75
鉛	2.65	空氣	約 0.0012

英制中水之密度爲每立方呎重 62.4 磅，米制爲每立厘米重 1 克。故將米制密度變爲英制須乘 62.4。

13. 密度之測量。 實驗上求密度之最簡法爲稱物之重量，測物之體積然後計其單位體積之重量。

例，設有松木板長 6 呎寬 1 呎厚 6 吋，其體積則爲 3 立方呎，設其重爲 90 磅，則其密度應爲每立方呎重 30 磅。

一桶重 1.25 磅，若滿盛煤油共重 36.25 磅，是知煤油應重 35 磅。設此桶容量爲 5 加侖，則煤油之密度爲每加侖重 7 磅。

設鐵一塊長 15 厘米，寬 6 厘米，厚 1.5 厘米，重 1050 克，則其密度爲 $\frac{1050}{135} = 7.8$ 克/厘米³。

設欲測一石塊之密度，而其體積極不規則須將石投入盛水之量筒內，測其上升水之體積即石之體積。

例如量筒內水爲 1000 厘米，沉入石塊後水昇至 160 立方厘米處，則知石之體積爲 60 立方厘米，設石重 150 克，則石之密度爲 $\frac{150}{60} = 2.5$ 克/厘米³。

由上列各例可知物體之密度可以體積除重量求之。

$$\text{密度} = \frac{\text{重量}}{\text{體積}}$$

因重量與體積之單位甚多，故各物體之密度以數目表之外，尚須注明其單位。如鉛之密度爲 21.5 克/厘米³。

某物質若已知其密度則可知其任何體積之重量。用此法工程師可知不可稱量之建築物及橋樑之重量，因

$$\text{重量} = \text{體積} \times \text{密度}。$$

例：玻璃板長 9 厘米，寬 5 厘米，厚 3 厘米，欲知其重則先測其體積爲 $9 \times 5 \times 3 = 135$ 立方厘米，因其密度爲 2.5 克/厘米³，則此玻璃之重應爲 $2.5 \times 135 = 337.5$ 克。

製造之綱骨水泥橋柱需料 2500 立呎，每立呎物料平均重 150 磅，橋柱重應爲 $2500 \times 150 = 375,000$ 磅（約 18 噸）。

測物體之體積

$$\text{體積} = \frac{\text{重量}}{\text{密度}}$$

例：重 100 克之黃銅法碼重 $\frac{100}{8.4} = 11.9$ 立厘米。

習題

（如用密度數值可參照前表）

1. 一升牛乳重多少克？
2. 一塊金屬，長 10 厘米，寬 8 厘米，厚 6 厘米，重 1237 克，(a) 密度若何？(b) 爲何種金屬？
3. 石塊長 4 呎，寬 2 呎，高 15 吋，重 1625 磅，每立呎重若干磅？
4. 一玻璃杯之容量爲 230 立厘米，(a) 容跡多少仟克？(b) 合若干磅？
5. 與 100 立厘米鉛等重之松木，合若干立厘米。
6. 鉛直徑 4 厘米，高 8 厘米，重若干克？
7. 每立呎重 170 磅之球形花崗石，設直徑爲 6 呎，重多少？
8. 一立呎之鉛，重若干磅？
9. 軟木所作之救命圈，重 27 磅，體積等於多少立呎？
10. 冰塊長 13 吋，寬 12 吋，厚 10 吋，重若干磅？
11. 長 30 厘米，闊 20 厘米之玻璃，密度爲 2.9 克/厘米，重 1218 克，問厚若干？

12. 以 500 克重之黃銅砝碼，沉入水杯中。(a) 水溢若干立方厘米 (b) 溢水若干克？
13. 磚 32 塊共 1 立方呎，設其為全製一有 100 磅之孩童可否舉起，試計算之。
14. 圓筒形之蓄水器，高 10 呎；內徑為 6 呎，可貯水若干噸？
15. 設木置身水中，可排水若干立方呎？
16. Bals 為一種硬木，飛機中用之；今有此木長 4 呎，寬 1 呎，厚 6 吋，重 146 磅。求其密度？試與松木比較之。
17. 以銀製之匙浸入有水之量筒內，水面則由 460 立厘米升至 468 立厘米處。匙重 76 克，銀是否純潔？
18. 屋長 8 米，寬 6.2 米，高 2.8 米，求屋內空氣之重量。(a) 以仟克計之。(b) 以磅計之。
19. 一銀球中空，外觀則實質，設球之直徑為 10 厘米，重 4.5 仟克，問中空之體積若干？
20. 滴油於水面，水面成一圓形之薄膜，設知一滴重及油薄膜之直徑，求薄膜之厚度？

第一章 綱 要

米制之標準長度為米 (39.37 吋) 標準斤 (2.2 磅) = 1000 克。一立方厘米之水重一克。一立升 = 1000 立方厘米 (約 1.06 夸)。

物質之密度為單位體積之重量。

$$\text{密度} = \frac{\text{重量}}{\text{體積}}$$

$$\text{重量} = \text{體積} \times \text{密度}$$

$$\text{體積} = \frac{\text{重量}}{\text{密度}}$$

問題

1. 如何測得鐵球之直徑？
2. 紙張之薄厚如何測得？
3. 玻璃管之內徑如何測得？
4. 0.00128 中有幾位有意數？
5. 航海中之時器 (Chronometer) 與日常所用之鬧鐘有何區別？
6. 栓木之密度小有用途二種，鉛之密度較大有用途三種。試分述之。
7. 用手力壓皮革 (a) 重量有否更變？(b) 密度若何？試述其理由。
8. 萬國由徑實採用米制，何故？
9. 米制中之 kilo, centi, milli 等字母何意？
10. 一升與一夸之牛乳，何者價昂？
11. 參閱百科全書中英制各種長度單位之沿革史。
12. 參閱百科全書中米制之來源。美國正式採用米制始於何時？
13. 試述米制較英制之優點。
14. 英制在商業上何以不用米制。

實用習題

1. 標準時，鐘錶商如何依標準時以對正其鐘錶。
2. 測量之差誤，如何試驗一夸之量器之準確程度，試測驗之。
3. 家用測量，讀者家庭中所用之測量標準單位為何？試列表以示其互相之關係。

第二章

簡單機械：槓桿與滑輪

各種槓桿——力矩之原理——支點之力——平行力——重心——槓桿之重量

——強度——機械利益——輪軸——滑輪系。

14. 何以吾人用機械。 日常通見之用器在工程上名

之爲“機械”者甚多，如以繩與滑輪，用人力可舉沉重之鋼琴，於二層樓上，用滑車幼童可滾重桶入貨車中，以女孩之力可用波釘錘鉸箱上之堅釘，若用手指則不能勝任，故許多工作均應借機械之幫助以完成之，因人力實有限也。換言之，無論拉或推機械可將人力加大而應用之，進而言之，機械之功用不僅能減省人力更能助吾人之工作迅速便利，例如，釣魚時用魚竿，則較只用釣絲便利多多矣，更重要者動物之力，風力，水力，蒸汽力等皆假機械而盡其用。

15. 槓桿與二等重量。 無疑義，槓桿 (lever) 爲最

簡單之機械，如壓板，台秤之桿臂，以及汽船上之推進桿等均槓桿之實用，天平之桿臂受等重 W_1 與 W_2 之影響，可自由上下搖動，但

A 距離應等於 B 距離。(如圖 10) 故等重物須置於距支點等距離之點始能平衡。支持槓桿之 F 點物理學上稱之為支點 (fulcrum)。

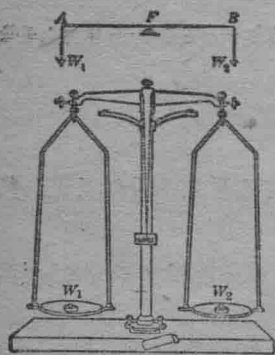


圖 10. 等臂等重之槓桿。

等, 如二不等重之兒童作壓板戲 以及普通唧筒之柄等均是。二重量在槓桿上距支點之距離相等時, 重之一端即向下斜傾。設重量相等而距離不等, 則距離較長之一端, 向下斜傾。此例極為明顯。故欲使二不等重物體在槓桿上平衡時, 須將較重物體, 置於距支點距離較遠之點。

在距支點下 40 厘米之 A 點上, 懸一 50 克之重量 W_1 , 再懸 100

克之重量 W_2 於他端。若以一米桿支持其中點使其平衡則 W_2 須懸於距支點 20 厘米之 B 點。較 60 克重距支點之距離恰短一半。

天平秤上之支點係一尖利之針, 稱為刀口 (knife edge)。此刀口支持桿臂兩端所懸之秤盤, 此種構造, 即用以減少其摩擦。

16. 槓桿與二不等重物

體。重量或力加於槓桿上常常不相

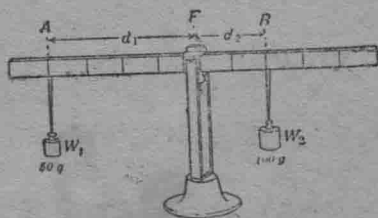


圖 11. 有二不等重量之槓桿。