

青 軍 團

物 理 學

太原綏靖公署青軍團編印

民國三十六年 月 日

00

030

物理學概述

緒論

1. 物理學物理學為研究物質與能力之自然，科學，其內容大別之有；力學，物學，熱學，音學，光學，電磁學等。
2. 單位研究自然現象，要想發見他們中間的精密之關係，非將各種現象有關聯的各種量，——用數量表出不可，測定的方法是由同一種類的量裡面，選出一定的量，作為標準，拿去和其餘的比較這個標準，稱為單位。

物理學中常用的單位如下：

測長的單位稱米尺，亦稱公尺；或其百分之一即厘米，亦稱公分，或其千毫之一即毫米，亦稱公釐等。

測時的單位用平均太陽日；或其二十四分之一即時，或時的六十分之一，即分或分的六十六之一，即秒等。

測質量的單位用克，亦稱公分；或其千倍，即鈞亦稱公斤；或克的千分之一，即鈎亦稱公釐等。

以上三種單位，稱為基本單位，由此三種單位誘出其他各種單位，稱為誘出單位如面積為二長相乘之積，體積為三長相乘之積，取每邊一〇厘米之立方體之體積，等於一〇〇〇立方厘米，其一〇〇〇立方厘米等於一升故面積體積之單位均為誘導單位。

如長的單位用厘米，質量的單位用克，時間的單位用秒，以厘米，克，秒為基本單位之系統稱為G.G.S.制 (CGS)。

在動電學上，甚為重要。

在我國日常生活上，長度的單位用市尺，恰合 $\frac{1}{3}$ 米—市尺以上用丈用里，一市尺以下用寸用分，質量的單位用市斤恰合 $\frac{1}{2}$ 公斤，以下用兩用錢用分等，時間的單位和CGS制同，

密 度 比 重

物體單位之體積中所含之質量曰密度，其關係式為。

$$D = \frac{m}{V}$$

D——密度 m——質量 V——體積

物質之密度與攝氏四度時水之密度之比曰比重物質之密度既由單位體積內之質量之多少以測之，故其結果，須并用體積及質量之二單位以表之，其值由二單位之不同而異，比重則不然，因其為同體積內之重量之比，其質不名數，故不因體積及質量之單位不同而異。

在C, G, s, 制中，水之密度為一立方厘米中之克數，通常為1，故名物質密度之數值與其物質比重之數質，完全一致。

【例題】

1. 有質量2850克之鉛塊，其體積為若干？

(鉛塊之密度一立方厘米為11.4克)

$$\text{【解】 體積} = \frac{\text{質量}}{\text{密度}} = \frac{2850}{11.4} = 250 \text{ 立方厘米}$$

2. 有直徑2毫米，長50厘米之曰金線其質量若干？(曰金線之密度為21.5分)

$$\text{【解】 } 2 \text{ 毫米} = 0.2 \text{ 厘米} - \text{半徑} = \frac{0.2}{2} = 0.1 \text{ 厘米}$$

$$\text{質量} = \text{體積} \times \text{密度} = (0.1)^2 \times 3.1416 \times 51 \times 215 = 33.77 \text{ 克}$$

3. 有正方形之木塊已知其長為6寸寬為2寸厚為4寸其質量為1

125 克求其比重 (一厘米 0.33 寸)

【解】本塊之體積 = $\frac{6 \times 2 \times 4}{(0.33)^3}$ 立方厘米

用 C, G, S, 制 (長 = 厘米 = C, 質量 = 克 = G 時間 = 秒 = S) 時其密度與比重之數量相同

$$\therefore \text{其比重} = 1125 \div \frac{6 \times 2 \times 4}{(0.33)^3} = 0.84$$

【習題】

1. 物理學之量度基本單位在 C, G, S, 制上有三種 (一) 長度用 (?) 二質量用 (?) 三時間用 (?)
2. 試述密度與比重之區別。
3. 何謂平均太陽日?
4. 在我國通常生活上長度的單位用 (?) 恰合, 多少米) 質量的單位用 (?) 恰合 (多少公斤?) 並時間的單位和 (?) 相同
5. 何謂比重?
6. 何謂質量試詳述之?

第一篇 物性

第一章 分子現象及固體性質

1

1. 物體與物質

占有一定之空間, 得由吾人感覺, 而認識其存在者曰物體, 構成物體之實質, 總稱為物質, 說一杯水, 一壺水, 一桶水, 則為物體, 又物質在同一時間不能與其他物質占有同一之空間,

2. 物質三態: 固體 液體 氣體

金屬, 土, 石且有一定的形狀和一定的體積的物體稱為固體水

與油隨器成形，雖有一定的體積，然無一定的形狀，此種物體稱為液體，又空氣水蒸氣等，既無一定的形狀，又無一定的體積，不拘容器的尺寸，皆能瀰漫其內，不留餘地；此種物體稱為氣體。水本為液體，遇冷則凝結成冰，遇熱又蒸發成水蒸氣，即同一物質，因情況不同，遂有固體，液體與氣體三種的狀態，此三種稱為物質三態。

3. 凝聚及附着力

1. 同類物質分子與分子間之引力曰凝聚

2. 異類物質分子與分子間之引力曰附着力

例如插玻璃棒於水中而抽出之，則棒上附有水滴者，蓋因玻璃與水之附着力大於水之凝聚力之故，若插玻璃棒於水銀中而抽出之則棒上並無水銀附着者，蓋因水銀之凝聚力，較之玻璃與水銀之附着為大之故。

4. 表面張力。

液體表面有收縮之力，是曰表面張力，例如雨滴之為球形，小針之浮於水面，皆表面張力之作用也，一切液體物質，都具有這種性質，只不過有弱有強罷了，最強的為水銀，其次為水，如油等表面張力很小。

5. 微管現象

以細玻璃管插入水中，則管中之水比管外高，管中水而且成凹形；又以之插入水銀中，則管中之水銀比管外低，管內水銀而且成凸形，如此現象，名曰微管現象，例如燈心之吸油，毛筆之吸墨，吸水紙之吸收墨水，皆微之作用也。

微管現象三定律如下

1. 液能沾濡微管者上升，否則下降，
2. 升降之度均與管徑成反比

3. 凡上升之液，液面必下凹，下降者液面必上凸。

6. 彈性

橡皮，彈簧等物質，受力後容易伸張去力後立即回復其原來之形狀與體積，此種回復原來之性，名曰彈性。加於一物體之最小之力，而使物體不能回復其原狀者，謂之該物體之彈性極限。

7. 虎克定律

彈性限度內物體所生之變形，與其作用之外力成正比例，謂之虎克定律，即

$$\frac{\text{外力}}{\text{變形}} = \text{常數} = E \quad (\text{彈性率})$$

【例題】

1. 掉上的漆，紙上的墨跡，何以能固着於上？

【解】因有凝聚力

2. 既有油入水即不會濕，試言其故，

【解】因為油的表面張小附着力次

3. 設有直徑1.8毫米之毛細管中水之上升高度1.5毫米，求水能升高至4.5毫米時，其管之直徑為幾毫米？

【解】因毛細管之升降度與管徑成反比，故

$$1.5 : 4.5 = X : 1.8$$

$$X = \frac{1.5 \times 1.8}{4.5} = 0.6 \text{ 毫米}$$

【習題】

4. 何謂彈性限度？

2. 物質三態：(一) (?) (二) (?) (三) (?)
3. 試簡明表出物質三態變化之關係？
4. 洗臉後，將手巾搭在臉盆邊上，若手巾有一部份浸在水中，便常有水滴在地面，這是什麼理由？
5. 水能濕玻璃而水銀不能，其理安在？
6. 拆斷之玻璃管，雖緊壓之，亦不能密着如赤熱其兩端而融合之，即行密着，何故？
7. 水壺須有二孔者何故？塞其一孔，則水不能流出者何故？
8. 簧秤上，懸以 10 斤之物體，其延長為 4 厘米今欲延長 12 厘米，問當懸以物體若干？

第二章 液體之性質

1. 壓力

液體受重力之用，而生流向下之傾向，故盛液體入器內而防止其流出時，則液作用於容器之內壁而生壓力，其單位為每平方厘米克，其大小與液體之深度及密度成正比例與盛水器之式樣無關因液體之各部份極易流動之結果，關於液體之壓力，得下述之事實：

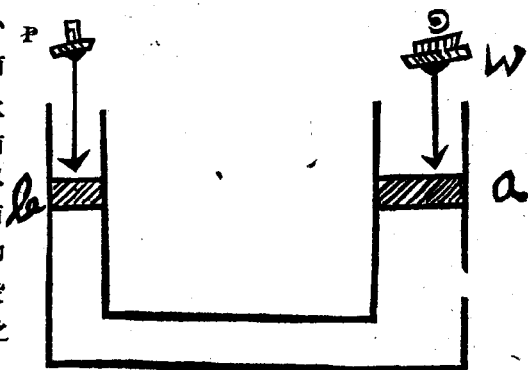
靜止之液體，關於容器之內壁，其作用沈於液體內部物體表面之壓力，其方向與器壁或物面成鉛直，又容器內水之各部在水面上愈深，所受的壓力愈大，即是壓力和深恰成正比。

2. 巴斯加原理

加壓力於容器內所盛液體之一部份時，則液體即行將此壓力，不變其大小傳之於其他各部份，其方向與液體之表面均成直角是謂之巴斯加原理，換句話說，也就是一部份的液體所受的壓力，可以傳達至於其他各部分上而無增減這個關係，謂之巴斯加原理

由上述之原理，可以小力生成大力如下圖：

三管連結大小
不同之二圓筒
之下底而盛水
入內，於小筒
之活塞上施以
力P使與大筒
之活塞上重物
W相平衡，設
大小二活塞之



連 通 管

面積各為 A, B, 則由巴斯加原理，其兩活塞上壓力之態度相等，即

$$\frac{W}{A} = \frac{P}{B} \therefore W = \frac{W}{B} = \times P$$

設面積 A 較 B 為大，則能以小力 P 生成與 W 相等之大力，水压机即利用此原理而成，

3. 連通管

水易流動，表面設有高低，必流成平面而後止，故靜止之水面，常與動向成直角；此種表面，稱為水平面，自來水即利用連通管之理而成，

4. 阿基米得原理

物體在液中時，作用於其前後左右四面之壓力，因其深度相等，故大小亦相等，惟方向則相反，故成平衡狀態，其作用於上下二面之壓力則不然，作用於上面之壓力，常較作用於下面之壓力為小，其差恰等於與該物體體積相等之液重；因此庄

力使該物體向上方浮起，故該物體之重量恰似減輕，此種庄使向上方浮起之力，謂之浮力，

凡沉於液中之任何物體，皆須減輕與其體積所排除之液重，此原理謂之阿基米得原理，換句話說，亦即是一切物體在液體內，所減去的重量等於物體所排開的液體的重量，這個關係與上阿基米得原理同浮沉由阿基米得原理，可知物體在空氣中之重量。

- (1) 如較同容積之液體重量為大，則入液內時當沈下，
- (2) 如較同容積之液體重量為小，則當浮至液體表面以，
- (3) 如與同容積之液體重量相等，則在液內任何處均可停止，不沉不浮，如無重量然，

【例題】1. 人在海水中較在淡水中易於浮起，何故？

【解】由阿基米得原理：一切物體在液體中所減去之重量等於該物體所排除之液重，因海水含溶化鹽較淡水所含者為多，故同體積之海水之重較同體積之淡水之重為大，即人在海水其中浮力較在淡水中為大，故易於浮起，

2. 液體庄力之大小，與液體密度成（？）

【解】液體庄力之大小，與液體密度成正比。

因密度愈大則質量愈大故其庄力亦愈大為正比

3. 設有一高 45 厘米之圓筒，其面積為 314.16 平方厘米，滿盛煤油（比重為 0.92）圓筒度所受全庄力若干克？

【解】全庄 = 高 × 度面 × 密度，

$$\therefore \text{全庄} = 45 \times 314.16 \times 0.92 = 13037.6 \text{ 克}$$

【習題】1. 試說明魚鱗之理，

2. 將杯橫置水中則下沈，正置水中則上浮者何故？

3. 試就物體之密度，與液之密度，以說明浮沈之理。
4. 問 50 立方呎之冰，融解成水之體積若干？
5. 冰塊浮於水面時，其水面上與水面下之體積之比例如何？
6. 浮力爲（？）
7. 物體在液中所失之重等於（？）之重
8. 試述（A）巴斯加原理，（B）阿基米得原理？
9. 井中出水之力若何？
10. 兩端開通之玻璃筒，下端托以薄板，沈入水中，而板不落，若將水徐徐注入筒內，使其內外之高低約略相同時，板即下落，其理安在？

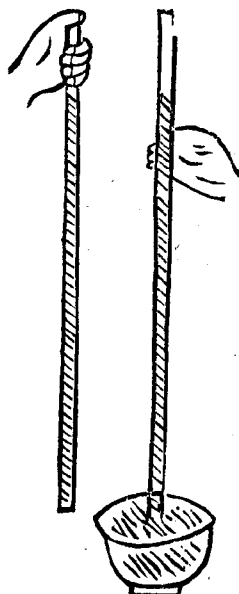
第三章 氣體之性質

1. 大氣庄力

地球周圍之空氣曰大氣，離地面數十里之高亦有大氣，惟因其易於壓縮，故較地面上者爲稀薄，空氣雖輕，但每升亦有 1.2 克之重，故積到百里以上作用於地面之庄力，自當極大，此庄力曰大氣庄力，吾人身體之各部，受此種大氣庄力，大小相等，能成平衡，且吾人身體內部，亦有氣體浸入，隨之內外之庄相平均，故尋常無從覺之也。

2. 實驗試用玻璃細管一個，密封其一端，長約 1 米尺，由管口盛入水銀，至滿爲止，用手指將管口封住，如圖使管底向上，管口埋入盛有水銀的容器裏水銀面下，然後始將封住管口的手指放開，管內水銀表面即自行降下，上部成爲真空，直至管內外之水銀的相差約 76 厘米的地方始行停止，不復更降，

管內的水銀表面上，既屬真空，所以并無絲毫的壓力作用，和管外水銀面在同一水平面上的單位面積上所受的壓力，當然等於在他上面的水銀柱的重量，即是長76厘米的水銀柱的重量，管外的水銀面上只有大氣存在，由實驗測得包圍着地球的大氣的範圍很廣，由精密的實驗得知離地面一百三十里以上的地方，尚確有空氣存在，空氣的密度雖然很小，但是既然有這高的大氣柱，也就無怪乎生出這般大的壓力，大氣的壓力，通常稱為氣壓，並知在管內水銀柱之重量而生之壓力，必與大氣壓力相等，定為氣壓單位，名曰一氣壓



3. 波義耳定律：

一定量的氣體在一定溫度之下體積與壓力為反比例此關係通稱曰波義耳定律，設氣體任意之壓力為 P 相當於此壓力之體積為 V 則由上述定律，其關係式如下：

$$P = \frac{1}{V} \therefore PV = K (K \text{ 為常數})$$

又設氣體之密度為 D ，其全質量 M

$$P \times \frac{M}{D} = K \therefore D = \left(\frac{M}{K}\right) P,$$

上式中之 $\frac{M}{K}$ 為一常數，故波義耳定律，又可改述之如下

：一定量之氣體於一定溫度之下其密度與力成正比例。

1. 大氣的浮力

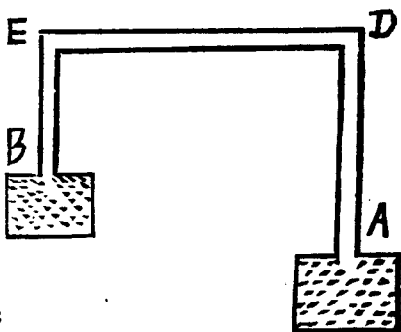
把面上的空氣，當在攝氏 0° 和 1 氣壓的時候，比重僅 0.001293。離地面愈高，空氣愈行稀薄，到了離地面 100 里以上的高處差不多已難將空氣的存在辨別出來，

地球的物體，既然在這種大氣裏面存在，當然也和液體裏面的物體一樣由阿基米德的原理，應當受浮力的作用，即是在空氣內用天秤測得的物體的重量，應當比在真空氣裡測得的要輕些；譬如左密閉的器內，將物體和砝碼各裝在天秤的一端，使其平衡然，後將器內的空氣抽去，物體的一端即行降下。

如物體自身的重量，比同體積的空氣的重量小，物體在空氣裏面即可浮起，輕氣球就由這個原理造成的。

4. 虹吸

虹吸為兩端開放之彎管，一臂較長，一臂較短，將短臂插入水中，而於長臂之端吸之使管中水滿，水即自長臂之端自由流出不絕，其理因管中最高點 E、D 所受自右向左之壓力等於在氣壓內減去 DA 水柱之壓力，而其所受自左向右之壓力，等於在氣壓內減去 EB



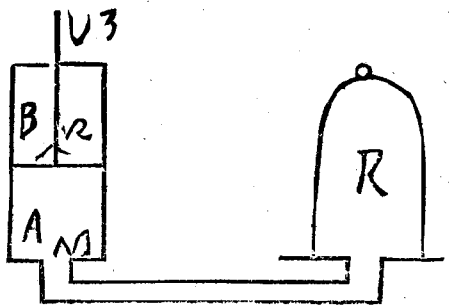
水柱之壓力，EB 小於 DA，故在 ED 所受至右向左之壓力，較自左向右之壓力為弱，故水能自左向右流出。

5. 打氣機，抽氣機與抽水機

A 抽氣機與打氣機

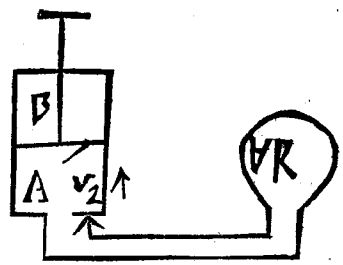
當活塞提上 抽氣機之要部如下圖時，筒內氣壓減下，

鐘罩R內氣庄較大，N被庄開，罩內空氣進入筒底，同時原在筒內之空氣，則被壓迫於B內，因此v2閉而v3開經由v3出於筒外，當活塞降下時，筒底空氣被壓，故v1



閉v2開，同時筒外氣壓大於筒內氣壓，故v3亦被壓閉，如是活塞往返不已可將器內空氣漸次排除，即逐漸與真空接近。

擊將上述抽氣機中之活瓣v3路去，同時將其餘兩瓣之方向，裝向反對的一方如右圖即成打氣機。

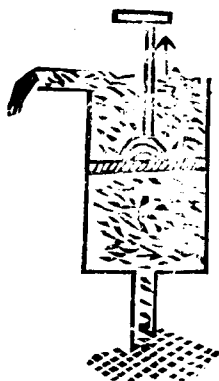


其作用當活塞壓入筒內時v2閉v1開塞下之空氣被迫進入R容器內，當活塞抽出時v1閉而v2開，筒內又盛滿在大氣壓力作用下之空氣，以備第二次壓入容器內之使用如是活塞往返不已，可使R內之空氣逐漸加多，皮球足球以及車類之輪胎常利用之。

B 抽水機

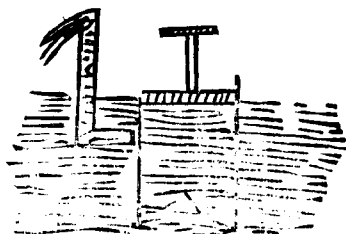
抽水機為利用空氣之壓力，將底處之水送至高處之器械，共有兩種，一種由高處將底處之水提上稱為提上唧筒，又稱吸水機，一種是由底處將水壓到高處，稱為壓唧筒，又稱壓水機
 提上唧筒之構造(如下圖)

提上唧筒的筒底和活塞上，各有一個向上開的活瓣，當活塞提上時，筒內空氣稀薄，水即由導管沖開筒底活瓣升入筒內，當活塞降下時，筒底活瓣被水壓閉，筒內的水，即沖開活塞上之活瓣，水乃出於活塞之上，俟活塞再行上時，即從口流出。



(註：活瓣亦有名活門者)

壓上唧筒(如右圖)其內活塞上無活瓣，但在送水至高處的導管底部裝一活瓣其作用處與前相同。



【例題】活

1. 設吾人身體之表面積為1.2平方米，問所受全氣壓為若干？

【解】一平方釐米所受之氣壓為10333克故1.2平方米(即12000平方釐米)所受之氣當為10333克×12000
=12399.6克

2. 以管吸水，問其吸上高度之極限若何？

【解】水所以上升管內者，因管內之空氣被吸出而為真空，外之氣壓及壓水使其上升管內也，但氣壓為10333克故其上升之高度，以達至10333釐米為極限。

3. 以口用力吸皮膚時，其部分充血者何故？

【解】即將循環於體內之血液集中於所吸之部分是也。

4. 用厚紙蓋於盛水之杯上而倒置之，放手而水不流出試言其理。

【解】此亦由於大氣壓力之故，因大氣壓於紙面之力，較水壓於紙面之力為大故也。

5. 入某液體於下端較細之管內，若閉其較粗之上端，液即不能下流；若開時即液流出，何故？

【解】閉管之上端，而液不下落者，以下面受大氣壓之故也，若開其上端，則上端亦受氣壓之作用，上下壓力相平均，液即流出，但管之下端若甚粗，雖閉其上端；而下口一部進氣一部出液，故液得流出。

6. 設氣壓由761毫米，降至740毫米時，閉室內空氣減少量為其全體積若干？

【解】空氣之體積即由740膨脹至761。故空氣之減少量為其全體積之。

$$\frac{761-740}{740} 0.027$$

7. 在空氣中之金屬球與玻璃球為等重，問在真空中如何？

【解】金屬球之密度較玻璃球為大，故其體積較玻璃球小，即其在空氣中所受浮力較玻璃球為小，故在真空中，較玻璃球為輕。

8. 充輕氣於橡皮球，而放之空中，初則上升終乃下降，其理若何？

【解】與球同體積之空氣重量（即空氣之浮力），較球之全重量為大，故上升。繼因高處之空氣稀薄，浮力減少，至與球之重量相等時，則停止上升，終則因球內之輕氣與球外之空氣由滲透作用，使輕之量減少，隨有少量之空氣進入球內，球即縮小而漸重，至其重量較空氣之浮力

大時，即行落下。

9. 壓力73釐米時，空氣之體積爲10升，問壓力73釐米時，其體積爲若干？

【解】設所求之體積爲 U 升，則由波義爾定律，得式下：

$$73 - 73 = U : 10$$

$$\therefore U = 9.6 \text{ 升}$$

【習題】

1. 虹吸是利用（？）以移動液體的方法。
2. 一定量氣體如溫度不變，增加壓力，則氣之體積（？）
3. 抽水機又名唧筒，共有兩種：一種是（？）唧筒另一種是（？）唧筒。
4. 大氣壓力每平方釐米上有（？）克。
5. 試述波義爾定律。
6. 何謂大氣，壓力，試詳言之。
7. 唧筒吸水之高有限度否？

第二編 力學

第一章 力和重心

1. **力** 凡能使物體變更其運動狀況的作用，皆稱爲力，其作用的效果，須視其大小及着力點而能定，由此看來大小方向及着力點三項是決定力很要緊條件。

地球上對於地面上一切物體之引力，稱爲重力，物體所受重力之大小，稱爲重量，表示物質多寡之量，稱爲質量，質量是物體固有之量，重量是隨重力而變之量，彈簧秤所表示者爲重量，天秤所表示者爲質量。

通常用單位質量所受的重力，作爲測力的單位，稱爲力的重力單位，例如一克之力，即是質量等於一克之物體所受的重

力。

2. 力之平衡

凡一物體同時受有數力之作用，而此數力，適能互相抵銷，則此物體不因受此數力而生運動，此種作用，謂之力之平衡。

3. 力之成分解

由分力求合力的方法，稱為力的合成。

由合力以求分力的方法，稱為力的分解。

二力之合力，為平行四邊形對角線，此平行四邊形之邊，由所設之二力作成者；一個單力可分為任何方向之二個分力，法以作一平行四邊形，平行四邊形之對角線表示合力，平行四邊形之邊，表示分力。

4. 平行力

平行力為互相平行而作用於物體的一點的力。兩平行力的合力，大小和此兩力的和相等，方向和兩平行力的方向相同，其作用點則在於兩平行力之間，其與兩平行力作用點間的距離，和兩平行的大小成反比例。

5. 重心

物體各部份所受之重力為無數之平行力，其合力即全體之重量，合力之着力點曰重心。

求物體之重心，如其形狀簡單，又是同一種的物質，那麼，物體中心就他的重心，例如立方，圓柱球等，均屬此類，如其形狀毫無規律，又不是同一種類的質，那麼可在物體上任取兩點，分懸在直線上得兩直線，此兩直線的支點就是所求的重心。

求重心如圖(1)

G F 合力的着力點，即 G 點，即此物體的重心。

