

物理學講義

體新

物理學講義

總論

1 物理學之範圍 宇宙萬物。始於何時。終於何日。何以生。何以滅。皆出於自然。故謂宇宙爲自然界。吾人以萬物之存在。知有宇宙。卽宇宙以物質充盈而成。故又謂物質界。自然界物質界云者。對精神界而言也。如晝夜之更迭。草木之消長。皆出於自然。而爲物質上之作用。若動物之思想情慾。則出於意識。而爲精神上之作用。故研究自然界現象者。謂之自然科學。或曰物質科學。研究精神界現象者。謂之精神科學。

自然界之現象。極爲複雜。故自然科學之範圍至廣。雖殫畢生之力以研究之。猶恐不及。於是將其現象之相類似者。分爲數科。研究生物發育病痿之理者。爲生理學。研究物質內部構造上之性質變化者。卽化學的現象。爲化學。研究物質之性質變化不及於內部構造者。卽物理的現象。爲物理學。三者總稱曰窮理學。

物質又可因其形質之相類似者。分爲三門。動物植物礦物是也。研究動物者爲動物

學。研究植物者爲植物學。研究礦物者爲礦物學。三者總稱曰博物學。

窮理學就現象而研究物質。博物學就物質而研究其現象。總稱曰理科。

物理學又因其所研究之現象中相類似者。分爲數門。力學、物性學、熱學、音響學、光學、磁氣學、電氣學、是也。

2 單位 欲精密研究自然之現象。不可不測其種種之量。測量必須單位。時與長及物質之量（即質量）之單位。謂之基本單位。

時之單位。太陽南中後、至再南中之時間、爲一日。是爲太陽日。一年之中。日有長短。故以一年中各日之平均爲一日。名之曰平均太陽日。一日二十四分之一、爲一時。一時六十分之一、爲一分。一分六十分之一、爲一秒。

長之單位 普通用法國制。以米（米突即公尺 Metre）原器（原器爲白金九鉞素一合製之棒）爲標準。一米約合地球子午線四千萬分之一。千米爲杆。（啓羅米突即公里 Kilometre）百米爲柵。（黑克托米突即公引 Hectometre）十米爲料。（得卡米突即公丈 Decametre）又一米十分之一爲粉。（得夕米突即公寸 Decimetre）

一米百分之一爲厘。(生的米突即公分 Centimetre) 一米千分之一爲耗。(密理米突即公釐 Millimetre) 米突與我國營造尺之比較如下。

一米 = 3.125 尺

一尺 = 32 厘

質量之單位 亦用法國制。以尅 (啓羅克蘭姆即公斤 Kilogram) 原器爲標準。其千分之一爲克。(克蘭姆即公分 Gram) 作副單位。亦如米突。克蘭姆與我國庫平兩之比較如下。

一克 = 2.6809 分

一兩 = 37.301 克

通常以厘爲長之單位。克爲質量之單位。秒爲時之單位。是謂之 C. G. S. 系單位。

第一編 力學

第一章 運動

1 運動及靜止 如山嶽川澗房屋草木等。對於地球不變其位置者。謂之靜止。流水遊雲行船駛馬等。對於地球變其位置者。謂之運動。然地球亦常爲自轉公轉。故所謂靜止者。固非絕對靜止。對於太陽。則與地球同處於運動之狀態也。是以運動及靜

止云者。特表示一物體對於他物體變其位置與否而已。如靜坐舟中之人。對於舟固爲靜止。而於舟行時。則對於岸亦爲運動也。

2 速度 凡運動必有遲速。亦必有方向。物體之行動。事物之經過。其遲速之差。有無數之階級焉。其遲緩達於極點者。卽爲靜止。此遲速之度名曰速。以單位時間中所通過之距離測之。合速及方向而言者。名曰速度。例如汽車於六分間通過九杆時。其速度之大。爲每分一·五杆。卽每秒二五〇〇。略記之爲一·五分杆。或爲二五〇〇秒。要之表示速度。必需長及時間之單位。

物體通過之距離及所費之時間。與其速度之關係。可用方程式表示之。卽以物體所通過之距離爲 s 。所費之時間爲 t 。其速度爲 v 。則得

$$v = \frac{s}{t}$$

茲舉每秒米之各種速度如下。

種類

每秒米之速度

人之步行

一

汽船

九

汽車

二五

燕

六七

大砲彈丸

九〇〇

地球公轉

二九五〇〇

3 運動之種類 物體之速一定不變者。謂之等速運動。其速常有變化者。謂之變

速運動。又物體運動之方向一定不變者。謂之直線運動。其運動之方向常有變化者。謂之曲線運動。物體之速不一定時。其速度於各瞬間常有變化。故不能以一秒間所通過之距離測之。而於一定瞬間之速度。可以此瞬間之運動繼續一秒間時。所通過之距離測之。

第二章 力及重

1 力及質量 使物體變化其位置之原因。謂之力。用同一之力。施於甲乙二物體。

生同一之變化時。甲乙二物體之質量相等。若施於甲之力。較施於乙之力爲 N 倍。而後生同一之變化時。則甲之質量 N 倍於乙之質量。

2 重力及重 物體放於空中則墜落。以掌支之。則有重壓之感。故知地球有吸引物體之力。是謂之重力。重力之方向爲鉛直線。靜止之水面。與鉛直線爲直角。謂之水平面。物體之重。卽作用於物體之重力之大也。物體之質量。常與其重爲比例。

3 密度及比重 物體之體積雖相等。而其質量常異。某物體單位體積內之質量。名曰某物體之密度。

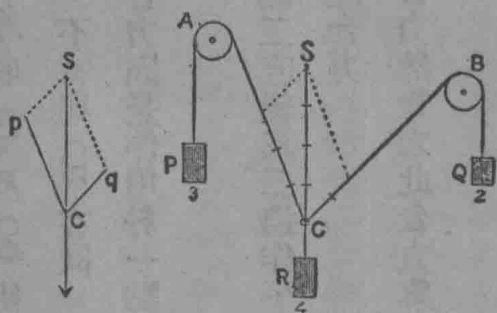
用 C. G. S. 制。某物體之密度。卽其物體一立方厘內質量之數也。故體積 V 質量 M 時。其密度爲 $\frac{M}{V}$ 。水一立方厘之質量爲一克。故其密度爲一。密度之單位。以體積之單位與質量之單位定之。

某物體之重量。與其同體積攝氏四度時水之重量之比。名曰某物體之比重。比重之值。與單位無關係。密度則因單位而異其值。用 C. G. S. 制。則二者之值一常致。

1 力之平衡 力有大小方向及着力點之三要素。直線可表示此三者。故表示力常用直線。同理如運動速度等。有大小及方向之量者。亦用直線表示之。

二力同時於反對方向。作用於一物體時。若二力之大相等。則物體不動。猶如無力之作用者然。凡一物體。同時有二個或二個以上之力作用。而其結果。與力之無作用同一者。謂此等力互相平衡云。

2 力之合成 二力同時於反對方向。作用於一物體時。苟一方之力。較大於他方。其結果。與以等於二力之差之一力。作用於此物體同。又於同一直線上。作用於物體之二力。在同方向時。則其結果。與以等於二力之和之一力。作用於此物體同。凡與數力同時作用於一物體所生之結果。生同一結果之一力。名曰此等力之合力。發現合力之方法。名曰力之合成法。二滑車纏之以綫。懸錘 P、Q 於綫之兩端。復懸錘 R 於中間。如圖爲平衡之狀態。則作用於 AC 及 BC 方向之 P 及 Q。與 R



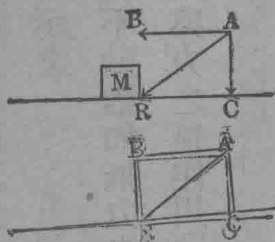
平衡。故得以與R等大，而方向反對之力。設想爲P及Q之合力。今取OP及OQ，使其長比例於P及Q。以此爲二邊。作平行四邊形。則對角線OM。不特與OR在同一直線上。其長亦與OR爲比例。故於對角線上。可表示二力之合力。因是作用於一點之二力之合成法。吾人得概括之如次。

由一點。引二直線於二力之方向。使其長比例於二力之大。以此二直線爲二邊。作平行四邊形。(名曰力之平行四邊形)則其對角線。可表示二力之合力。

求作用於一點之數力之合力。先從上之法則。求任意二力之合力。然後求此合力與第三力之合力。順序合成之。即得全體之合力。

3 力之分解 如圖。用AB方向之力。作用於机上物體M時。物體沿机面移動於AB之方向。同時机面受AC方向之壓力。今以作用於物體之力爲AB。以此爲對角線。以平行於机面之AB與垂直於机面之AC爲二邊。作平行四邊形。則與合成時同理。AB

一力。與AB及AC二力。生同一之結果。逆言之。即AB及AC可



視爲 AB 作用於此等方向之結果也。此時 AB 及 AO 二力。謂之 AB 對於其方向之分力。凡分解一力爲一定方向之分力。其順序與合成法恰相反。

第二編 物性學

第一章 物質之通性

1 物質 占一定之空間。可以吾人感覺。知其存在者。謂之物質。椅桌紙筆魚鳥等。皆物質也。然物之色。人之聲。則非物質。乃物質之現象也。

2 物質之三態 凡物質具有一定體積、一定形狀。如金、玉、木、石等者。謂之固體。具有一定體積。而無一定形狀。從器之方圓而變其形。如水、油等者。謂之液體。無一定體積。又無一定形狀。瀰漫空間。如空氣、水蒸氣等者。謂之氣體。液體、氣體。皆變形而能流動。故總稱之曰流體。

物質常因其外部狀況而變形態者。如水固液體也。冷之則冰結。熱之則蒸發。鐵固體也。強熱之則成液體。再熱之則成蒸氣。金、銀、銅、錫等諸金屬亦然。炭酸氣固氣體也。加以酷冷與強壓。則成液體。甚至變成固體。觀以上數例。可知物質本無固有之態也。

居液體固體二態之間。如飴糖等者。謂之粘體。

3 填充性 物質常充空間之一部分。故物質必有一定之大小。是即填充性。

4 不可入性 二物質不能同時充同一空間。書置書案上。則他物不能再入此書所占有之空間。故欲置他物於此。非移書於彼不可。是即不可入性。

5 孔性 物質常有空隙。是爲孔性。固體質鬆者空隙多。質密者空隙少。氣體空隙最多。液體空隙少。

取空杯倒置水面。則照上節所說不可入性。杯中有空氣。水不能侵入。其實不然。空氣中空隙甚多。故水能排擠之。使空氣縮小容積。而侵入其一部於杯中也。打釘入木時。似與不可入性相矛盾。是亦孔性使然也。

6 可分性 物質皆可分爲微細部分。是爲可分性。用破壞、溶解、蒸發、諸法。可以分物質至極小。雖用顯微鏡。亦不能識別。

7 惰性 物質無原因不能變化。故靜止者常欲靜止。運動者常欲運動。是爲惰性。例如舟車卒止時。人之上半身。尙有欲動之勢。故人向前跌。卒動時與此相反。人向後

跌馬上投球。(向上投)仍落手中者。球有惰性。雖上行。猶以馬馳之速度而前進故也。砲彈通過玻璃窗時。玻璃不破。只穿一孔。大如彈。此亦惰性使然也。

8 不滅性 宇宙間物質之總量恆不變。水之蒸發。蠟之燃燒。一見如消滅。然皆物質狀態之變化。非質量之有所增減。故一克之水。化爲蒸氣。其蒸氣之重。猶是一克。一克之蠟。燃燒而化爲他物。其成分之重。存於變化物中者。亦猶是一克。此皆不滅性使然也。

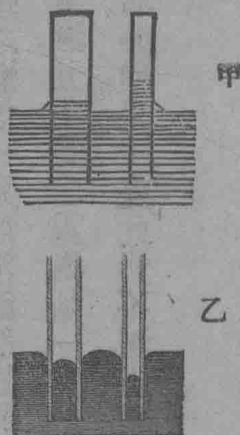
9 物質之組織 物質由物理之作用。分至不可再分時。其各粒謂之分子。分子不能更分。物理學上所論者。惟及於物質之分子間作用而已。

物質由無數之分子集合而成。分子間相互之引力。名曰分子力。同分子間相互之引力。名曰凝集力。異分子間相互之引力。名曰附著力。水能附著於木塊。而水銀則不然。水之凝集力。小於水與木之附著力。而水銀之凝集力。大於水銀與木之附著力。故也。

10 表面張力 凡物體分子之間。皆有分子力。其表面分子力。較諸內部分子之凝

集力更強。故名曰表面張力。何則。內部分子。其隣接者。皆同一分子。表面分子則否。一部隣接他分子。一部接觸空氣。其力較諸他部。綽有餘裕。故於抵抗其分子之分離外。更呈一種凝集力也。液體間。此現象最著。液面如以薄膜遮被之者。卽此力之存在也。液面有此薄膜。故水蟲因之能匍匐水上。細小重物如針。不易沈入水中。雨滴常爲球狀。亦此之故。表面張力。依物質之種類。有強弱之差。最強者爲水銀。水與酒精之適當混合液次之。水又次之。他液更弱。

11 毛細管現象 取細管插水中。則水於管內上昇。爲凹形。如甲圖。又插水銀中。則水銀於管內下降。爲凸形。如乙圖。管愈細卽此現象愈著。名曰毛細管現象。毛細管現象。亦本夫表面張力之理。筆及吸墨紙之吸墨。燈心之吸油。草木根毛之吸水。皆此現象也。



第二章 固體之性質

1 彈性 物體皆可因外力而變化其形狀及體積。如彈條橡皮等。得引伸之或壓

縮之。吾人日常所經驗者也。然物體常有一種內力。以抵抗生此變化之外力。苟所加外力未超過一定限度時。外力一去。尙得復於舊態。謂此性質曰彈性。物體有此性質者。謂之彈性體。如錶之撥條。車之彈條。則利用鋼之彈性者。皮球及自動車之橡皮環。則利用橡皮與空氣之彈性者也。彈性體之變形。得復舊態之制限。謂之彈性之限度。彈性體所受之外力。超過此限度時。外力雖去。卽不能復其本來之狀態矣。金屬最富有此彈性。故便於展薄或延長。是謂之展性及延性。

2 弗克之法則 固定鋼製彈條之一端。懸錘於他端。驗其彈條之伸長。則知其伸長之度。與所加之重爲比例。英人弗克 Hooke 積多次實驗之結果。發見次之法則曰。彈性體。在彈性限度內之變形。與外力爲比例。

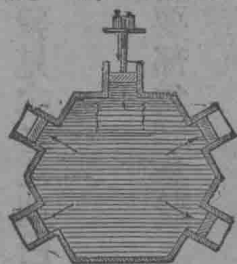
3 彈條秤 彈條秤。卽應用弗克之法則。以秤重及力者。如圖。其要部爲螺旋狀之彈條。今使物體之重。得引伸或壓縮此彈條。則其伸縮之長。與物體之重。爲正比例。更以彈條之運動。傳達指針。明其伸縮之



量。可表示物體之重。

第三章 液體之性質

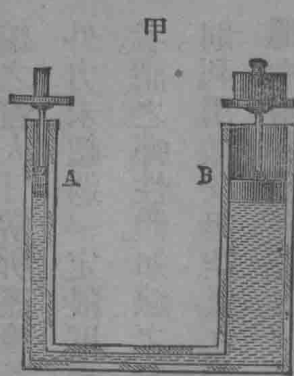
1 巴斯考之原理 液體易於變形。而難壓縮。故如圖。充液體於器中。壓其活栓之一時。假定液體無重。則其他之同面積數個活栓。不論方向之互異。所受壓力皆相等。換言之。即加於器內液體一部之壓力。常以同一壓力之強。（單位面積所受之壓力）傳播於液體之各部。是之謂巴斯考 Pascal 原理。



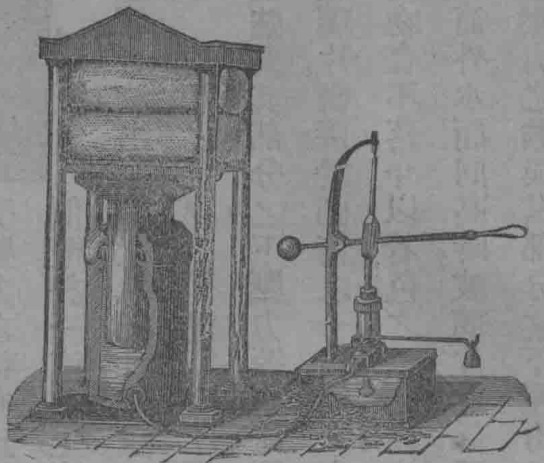
2 水壓機 依巴斯考原理。液體常以同一壓力之強。傳達於各部。如甲圖之貯水

器。有 A B 二活栓。B 之面積。爲 A 之 M 倍時。加一壓力於 A。則 B 於下方受 M 倍之壓力。又如乙圖之水壓機。即本此理而作。有大小二活栓。加力於其小者。使其大者。爲壓縮他物之用。

3 靜止液體之表面 靜止液體之表面。一平面也。今試



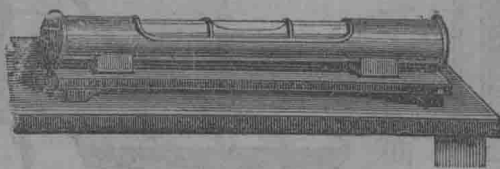
乙



與否。必用水準器。器之裝置如圖。於稍彎曲之玻璃管內。貯酒精或依的兒。留一小氣泡。封其兩端。附以金屬或木製之臺。水平面與臺面一致時。氣泡在管之中央部。否則傾於一端。

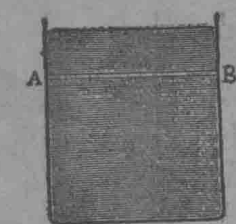
於器中之水面。垂以附錘之綫。則綫與其水中之像。在一直線內。可知此綫與水面。必爲垂直。他液體亦然。故知靜止液體之表面。常與重力之方向爲直角。如斯與重力方向爲直角之平面。謂之水平面。液面若不與重力之方向爲直角。則有重力之分力。與液面相平行。而使液體流動。至於其面與重力之方向爲直角。然後靜止。

4 水準器 欲驗一平面之水平



5 液體之底壓及側壓 盛液體於側壁垂直之容器時。其底面所受之壓力。等於

液體之重。故與液體之深為比例。今於液體中任意之高處。設想一薄層為 ΔB 。則此層所受之壓力。等於液體在 ΔB 上之重。依巴斯



考原理。液體傳達其壓力於各方。故即以所受壓力之強。壓於器之側壁。而此容器側壁之一小部分。所受壓力之強。亦比例於其部分之液體之深。若容器側壁於一直線上。穿數小孔。而以水注入器內。則孔

愈低者。流出之勢愈急。即此理也。

6 液體之上壓 從巴斯考原理。液體無論何部分。皆有作用於上方之上壓力。而

其強與其部分之下壓力等。亦比例於液體之深。如圖。以

玻璃片。密接於圓筒之一端。插入水中。則玻璃片。仍與圓

筒吻合不落。今以着色之水。徐徐注入筒內。至筒內之水

與筒外水面同高時。玻璃片遂落下。故知圓筒下端所受

上壓力之強。與其部分之下壓力之強相等。而比例於液體之深。可無疑也。

