

技 工 教 科 書

理 化 大 意

上 冊

技 工 訓 練 處 發 行

意 天 化 理

上冊 物理學

技工教

科叢書

理化大意

(上册物理學)

編者 王世模

發行者 技工訓練處

發行人 呂持平

印刷所 兵工署第十一技工學校

地址 四川江北縣五里店

中華民國三十三年十二月初版

4000(a) 169

編輯大意

我國之於技工教育，實始民國三十年；蓋工業技工之養成，非破除往日師徒傳授之惡習，決不能達到吾人所企望之生產效率。然此一年之中，一切設施之有待於吾人之努力者，將不勝枚舉。但僅自教育之立場言之，則除實習課程而外，尤以灌輸以一般之科學常識為重要，使藝徒於操作之餘，能收知行合一之效也。故亟編訂是書，以供教學之用。

本書凡二冊，上冊物理學，計三十四章，下冊化學，計二十九章，適合於普通技工及特別技工訓練班之教學時數。對於教材之取捨，編者曾加以審慎之考慮，務期藝徒於修畢學程之後，能窺見理化學之要義。惟以急急成書，錯誤之處，在所不免，幸採用是書以訓練藝徒之諸先生，賜指教焉。

三十一年五月，編者。

目 錄

一	物質與分子 度量衡	1
二	直線運動	6
三	牛頓運動定律 力	12
四	萬有引力 單擺	20
五	運動阻力	24
六	功 能 功効	29
七	簡單機械	33
八	彈性	45
九	液體力學	49
十	比重測定	55
十一	氣體力學	61
十二	水壓機 唧筒 虹吸 壓力計	66
十三	溫度計	76
十四	膨脹 氣體定律	81
十五	熱量與比熱	88
十六	狀態變化	93
十七	蒸汽與氣體	100
十八	熱功當量	104
十九	熱力機械	108

二十	熱之傳播.....	117
二十一	磁性.....	120
二十二	靜電.....	124
二十三	電流與電瓶.....	130
二十四	歐姆定律.....	134
二十五	電流之效應.....	140
二十六	感應電流.....	147
二十七	電機.....	155
二十八	電信.....	160
二十九	光度與照度.....	165
三十	反射與反射鏡.....	169
三十一	折射與透鏡.....	175
三十二	眼 光學儀器.....	185
三十三	光之分散與光譜.....	189
三十四	音學概論.....	193

一、物質與分子 度量衡

充滿空間者皆爲物質，物質有可分性；竭人力而分割某物質至最微小之粒子，仍不得爲物質之最小單位；理想中物質之最小單位，謂之分子，今日最精良之顯微鏡，尚未能窺見任何種分子之本體。

分子與分子之間，有吸引力，謂之分子引力。同種類分子間之引力，名曰凝聚力；異種類分子間之引力，名曰附着力。若干分子以其凝聚力集合而成爲一體，乃構成物體。

分子雖凝聚而構成物體，然分子之間，仍有空隙在，是爲物質之孔性；糖能溶於水中，糖分子雖處於水分子之孔隙，故糖溶液之體積，無顯著之增加，即爲物體有孔隙之明證。

因分子並不連續，故能於其孔隙之中，作自由運動。分子間之孔隙大者，自由運動之範圍亦大，氣體物質之分子孔隙最大，故分子能自由飛散，液態物質次之；固態物質之分子孔隙最小。分子自由運動之結果，遂成擴散現象；以金片壓置鉛片之上，歷長久時間之後，鉛片中可檢出金之微粒，金片中亦可檢出鉛之微粒，此即足證明金鉛兩種固體分子各自運動而發生之擴散現象，其他若液體或氣體間之擴散，實例更多。

除擴散現象而外，物質與分子所發生之現象衆多，觀察自然界物質與分子所起之現象而研究之，最後歸納之於種種自然律例，是爲物理學。

觀察自然現象之方法，不外有二種：曰定性，曰定量。定性者，由現象之觀察而研究其所以然是也，理論物理學屬之。定量者，由自然現象產生之因果而尋求數量上之關係是也，實驗物理學屬之。尋求數量上之關係常重於理論上之探討，故量法尚焉。茲將物理學上之基本量法列舉之如次：

長度：長度以公尺爲基本單位，其輔助單位如次：

$$1 \text{ 公里 (km 杆) } = 1000 \text{ 公尺 (m 呎) },$$

$$1 \text{ 公尺 (m 呎) } = 100 \text{ 公分 (cm 粉) },$$

$$1 \text{ 公分 (cm 粉) } = 10 \text{ 公厘 (mm 釐) }。$$

面積：長一公尺，寬一公尺之平面面積謂之一平方公尺；其輔助單位如次：

$$1 \text{ 平方公里 (km}^2, \text{杆}^2) = 1,000,000 \text{ 平方公尺 (m}^2, \text{呎}^2) ,$$

$$1 \text{ 平方公尺 (m}^2, \text{呎}^2) = 10,000 \text{ 平方公分 (cm}^2, \text{粉}^2) ,$$

$$1 \text{ 平方公分 (cm}^2, \text{粉}^2) = 100 \text{ 平方公厘 (mm}^2, \text{釐}^2) 。$$

體積：長一公尺，寬一公尺，高一公尺之立體體積謂之一立方公尺；其輔助單位如次：

$$1 \text{ 立方公尺 (m}^3, \text{呎}^3) = 1,000,000 \text{ 立方公分 (cm}^3, \text{粉}^3) ,$$

$$1 \text{ 立方公分 (cm}^3, \text{粉}^3) = 1,000 \text{ 立方公厘 (mm}^3, \text{釐}^3) 。$$

容積：容積之單位同體積單位。惟於立方公尺與立方公分之間。增公升單位以適合實用：

$$1 \text{ 立方公尺 (m}^3, \text{ 呎}^3) = 1000 \text{ 公升 (l, 升)};$$

$$1 \text{ 公升 (l, 升)} = 1000 \text{ 立方公分 (cm}^3, \text{ 粉}^3);$$

$$1 \text{ 立方公分 (cm}^3, \text{ 粉}^3) = 1000 \text{ 立方公厘 (mm}^3, \text{ 厘}^3)。$$

立方公分之符號，有時亦用C.C表示之。

質量：公斤為質量之基本單位；純淨之水一公升，於攝氏溫度4°C時之質量謂之一公斤，其輔助單位如次：

$$1 \text{ 公斤 (kg, 鎰)} = 1000 \text{ 公分 (g, 克)};$$

$$1 \text{ 公分 (g, 克)} = 1000 \text{ 公絲 (mg, 釐)}。$$

時間：自第一日日球當天頂之時起，至第二日日球復當天頂之時止，此時間謂之一太陽日。地球於近日點之太陽日長於遠日點之太陽日；故時間之量法，乃取一年中之太陽日而平均之，得一平均太陽日。等分一平均太陽日為二十四份，謂之時。每小時分為六十分，每分分為六十秒。

$$1 \text{ 時 (st, 時)} = 60 \text{ 分 (min, 分)};$$

$$1 \text{ 分 (min, 分)} = 60 \text{ 秒 (sec, 秒)}。$$

物理學採取長度單位之公分 (Cm)，質量單位之公分 (g)；及時間單位之秒 (sec) 為物理學量法之基礎。前述之單位制亦稱十進制，或簡稱C.G.S制量法。C.G.S量法已公認為國際間量法之標準制度，惟英美二國有時仍沿用其往日

之呌磅制度。茲列示兩制之變換式如下：

1公尺(m,呌)=39.37 英寸(in,吋)，

1公斤(kg,尅)= 2.204磅 (lb,磅)。

由此基本單位，可得簡單之導出單位有三：

(1)密度：單位體積之質量，謂之密度。例如，鐵30立方公分(Cm^3)之質量為234公分(g)，每立方公分之質量為7.8公分，故其密度為 $7.8\text{g}/\text{Cm}^3$ 。

(2)比重：物體之重量與同體積 4°C 之水重之比，謂之比重。例如，酒精每立方公分之重為0.8公分， 4°C 之水每立方公分重1公分，故酒精之比重為0.8。

(3)比容：單位質量之體積，謂之比容。例如氧22.4公升之質量為32公分，即每公分質量之體積為700立方公分，故氧之比容為 $700\text{Cm}^3/\text{g}$ 。

初學者對於質量與重量之區別，多感困難。質量代表物質之多寡，重量代表地球對於質量之吸引力。物體質量一公分者，於海平面上之重量亦為一公分。

習 題

(1)氧22.4公升之質量為32公分，問其密度為何？

(2)空氣之密度為 $0.001293\text{g}/\text{Cm}^3$ ，今有一室，長10公尺，寬8公尺，高6公尺，問室中共有空氣幾公分？

(3) 地球自轉一週之時間，並非一太陽日，何故？

(4) 何謂(a)物質之孔性？(b)凝聚力？(c)附着力？

(5) 試舉一例，示固體分子於液體中之擴散現象。

二 直線運動

位移：直觀察者於任意點●，而觀察質點A之運動。OX及OY為平面上之二正交直線，亦稱軸線，假設經過時間若干秒以後，質

點自A點移動至B點。AB線即稱為質點A之位移。

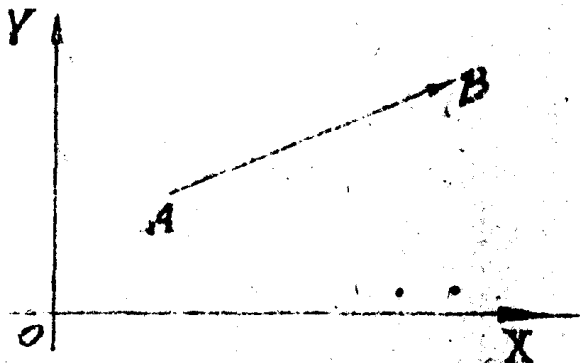


圖 1

平均速度
：單位時間之
位移，謂之平

均速度：例如，質點於第三秒之位置為A點，於第八秒之位置為B點，已知AB之長度為10公分，故質點於AB兩點間運動之平均速度為 2Cm/Sec 。

瞬時速度：物理學中常速及之速度均為瞬時速度而非平均速度。瞬時者，時間之最小極限也。空間之最小極限即為空間之一點；時間之最小極限亦應為時間上之一點。故瞬時速度者，由瞬時之位移而求得之速度也。

試以瞬時等於0.1秒為例；質點自A點運動，經過0.1秒後，得位移0.25公分。由此瞬時而求得之速度為 2.5Cm/Sec 。然0.25公分非空間之一點，0.1秒亦非時間之一點，故

2.5Cm/Sec不得謂爲A點之瞬時速度。

試以瞬時等於0.01秒爲例；質點自A點運動，經0.01秒後，得位移0.023公分，由此瞬時而求得之速度爲2.3Cm/Sec，然0.023公分非空間之一點，0.01秒亦非時間之一點，故2.3Cm/Sec亦不得謂爲A點之瞬時速度。

循此而往，我人未嘗不可假設0.001秒或0.0001秒爲時間上之瞬時，而依前法求得速度；然其結果可更近似於瞬時速度，而皆非真正之瞬時速度。真正之瞬時速度即爲當時間等於0秒時上述若干近似速度之極限值。

換言之，質點在某點上之瞬時速度，乃等於該質點之速度不變時，質點將在一秒鐘內，沿切於運動軌跡之直線方向，所能行之路程。

平均加速度：質點常於其運動之過程中，改變其速度；其改變之方式，或爲增加速度，或爲減少速度，或爲改變運動之方向。每秒鐘內速度之改變量謂之變速度，習慣上則稱之爲加速度。物理學中常述及之加速度均爲平均加速度，而非瞬時加速度。

試以前述之運動爲例：假設質點於A點之速度爲2.5Cm/Sec，經過時間五秒鐘後，質點運動達B點，此時之速度爲10Cm/Sec。五秒鐘內速度之增加量爲，7.5Cm/Sec，每秒之速度增加量爲2.5Cm/Sec，故質點於A B兩點間之平均

加速度為 2.56 m/Sec^2 。

直線等速運動：物體沿一直線方向而運動者，謂之直線運動。如物體以不變速度沿直線方向而運動，是為直線等速運動。命 S 代表物體之位移， v 代表其速度， t 代表運動所經歷之時間，則直線等速運動之運動公式如次：

$$S = vt \quad (1)$$

直線等加速運動：物體作直線運動時，常改變其速度，是為直線變速運動。如其速度作均勻之增加者，謂之直線等加速運動。假設物體自靜止起開始運動，命 S 代表其位移， v 代表其速度， a 代表其等加速度， t 代表運動所經歷之時間，直線等加速運動之運動公式如次：

$$v = at, \quad (2)$$

$$s = \frac{1}{2} at^2, \quad (3)$$

$$v^2 = 2aS. \quad (4)$$

假設物體不自靜止而以初速度 v_0 開始作等加速運動如前，則其運動公式為：

$$v = v_0 + at, \quad (5)$$

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2, \quad (6)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2aS. \quad (7)$$

$2aS = v^2 - v_0^2$

減等

直線等減速運動：如物體作直線運動時其速度有均勻之減少者，謂之直線等減速運動。命 s 代表物體運動之位移， v_0 代表其初速度， v 代表其速度， a 代表其減速度， t 代表運動所經歷之時間，直線等減速運動之運動公式如次：

$$v = v_0 - at, \quad (8)$$

$$s = v_0 t - \frac{1}{2} at^2, \quad (9)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2as. \quad (10)$$

自由落體：自由落體亦係沿一直線之運動，實驗自由落體之結果，已知其亦為一直線等加速運動，且其加速度為一常數，係實驗之結果，自由落體之加速度約為 $980 \text{ (cm/Sec}^2\text{)}$ 此數字習慣上每以 g 代表之。因物體之下墜，皆由於重力之作用，故名亦稱為重力加速度。以 g 代入 (2)，(3)，(4) 三式，得自由落體之運動公式：

$$v = gt, \quad (11)$$

$$s = \frac{1}{2} gt^2, \quad (12)$$

$$v^2 = 2gs. \quad (13)$$

拋體：自由落體既為一直線等加速運動，則垂直向上之拋體當為一直線等減速運動，其等減速度亦為 $g = 980 \text{ cm/Sec}^2$ 。故其運動公式如次：

$$v = v_0 - gt \quad (14)$$

$$s = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (15)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2gS \quad (16)$$

v_0 即為上拋時之初速度。拋體逐漸上昇時，速度亦逐漸減少。拋體到達最高點之速度已減少為0，此後因重力加速度繼續作用之結果，拋體遂循原軌跡下降。

關於上述諸公式之應用，學者可於習題中練習之。

習 題

(1) 置觀察者於 O 點，而觀察質點 A 之運動。該經過 8 秒鐘後 A 點沿直線方向而作位移 60 公分。問其平均速度為何？

(2) 質點於 A 點之速度為 8Cm/Sec，經過時間 10 秒以後，質點移動至 B 點，此時之速度改變為 4Cm/Sec。問其加速度為何？

(3) 列車以每小時三十公里之速度沿鐵軌前進，問 10 分鐘所行路程為何？

(4) 一球垂直向上拋射，若球在空中之時間共為 6 秒，問其拋射之速度為何？又問所達到之最高度為何？

(5) 初速度 30m/Sec 垂直上拋一球，問幾秒後球復落地？

(6) 質點沿直線作等加速運動，已知其初速度(a)為0，
(b)為30Cm/Sec，問5秒鐘之位移為何？

(7) 自塔頂落下之球，於5秒後觸地，試計算塔高，及
球抵地面時之速度。