

甯津銀瑞軒先生著

補助初學及備考大學用

理化計算問答四百種

甯河王小航題籤

詞祝刊初

緒閣三壇茲攷生焚  
萬鳳十講成恭學旣  
旨君壇立累貧難悟  
奧銀夙躬月教下大  
化端學暑積篇題之  
理千斯寒日鴻命閱

胡內  
至級  
督

云海  
冬傷  
監題

益行  
刊亥  
隸堂  
拜

兩風  
初癸  
直學  
緒

學傳  
見旨  
前範  
鎮

教不  
祝日  
師張

## 凡 例

- (一)本書所輯之問答。係愚教授中學。對於學生實際上之問答。而非理想之問答也。每授一課。按所學程度。由淺及深。設數問答。所謂淺者。初學理化。即能運算。所謂深者。致試大學。適合程度。由是經十餘年。輯錄而成。今謄真付版。供諸當世。本書目的。即在補助初學。及備考試大學之用。
- (一)本書之次序。在物理。附王君季烈所編之物理學。故亦按該書分之。在化學。附拙著新體化學教科書。分爲質量。當量。等八類。以便學者。循序研究。
- (一)本書所用之名詞符號。未歸劃一。因各大學入學試驗時。關於名詞符號。紛紜採用。而考試者。往往因此眩惑耳目。以致不能解答。殊爲可惜。本書因擇最普通者。參伍用之。平素練習。方有備無患。
- (一)本書期易領悟。行文務求淺明。文字拙劣。閱者自諒。而刊印時。雖詳加校勘。仍恐難免漏訛。且演算之方法。未必盡行妥愜。倘蒙高明通函賜教。寄至北京琉璃廠中和豐。俾合集思廣益之初志。至爲感幸。
- (一)原稿於計算問答外。尙有關於事實上之理解問答數百種。如暴兩忽晴。何以覺吸氣不足。烈風以前。何以生不快之感。又如人之呼吸。人之飲水。含何種理化之理。擬不久擇要續出。但鱗生窺管。所見無幾。務祈同仁。對於理化。有如何發明。及如何經驗。嘉惠賜稿。共同刊印。藉促該科進步。並開茅塞。則尤教學兩方之幸矣。



鄙人自畢業保定高師後，即任理化教授，今近二十年矣，當教授伊始，講解不厭其詳，實驗務求其博，自謂學者或收良效，乃切實考核，多知其當然，而不知其所以然，殆由學者不深加研究，或欲鑽研，又苦不得其門徑，用是翻然變計，務求學者豁然貫通，故每授一課，按所學程度，由淺及深，編纂數題，反覆問答，或備課餘之自習，以爲盡心研究之臂助焉，自是及門諸子，咸感其便，不但明解所學，且多因解答問題，而悟新理，始知徒恃講解實驗，不如附以解答問題之易於收功也，近者諸生，遠道函索原稿，不及一一答覆，特將計算各稿倉卒付梓，以減筆餘之勞，行將關於事實上之理解問答，擇要續刊，以便初學，或不無小補云，  
民國十三年一月編者謹識於京兆第一中學校

目 錄 表

學 名	何名詞之計算	幾種	由第幾問至第幾問	頁數
物理總論	速度	5	1.....5	1
	萬有引力	7	6.....12	2
固體力學	合力	9	13.....21	3
	槓桿輪軸滑車	11	22.....32	5
	斜面螺旋楔	8	33.....40	8
液體力學	液體壓力	4	41.....44	10
	亞氏原理	4	45.....48	11
	比重密度水壓機	13	49.....61	12
氣體力學	氣體壓力	6	62.....67	15
	體積與壓力	10	68.....77	16
熱 學	寒暑表及熱容量	12	78.....89	19
	固體體漲係數	5	90.....94	22
	線漲係數	4	95.....98	23
	氣體體積變化	18	99.....116	24
	融解氣化濕度	12	117.....128	29
音 學	音之速度	6	129.....134	32
	振動	6	135.....140	33
	風琴管	4	141.....144	34
光 學	影及照度	7	145.....151	35
	光之反射	12	152.....163	37
	光之屈折	19	164.....182	41
磁 學	定律及磁氣量	5	183.....187	46
靜電學	電氣量電位電容量	8	188.....195	47
動電學	電流電動力抵抗	12	196.....207	50
	聯結法	13	208.....220	53

目 錄 表

學 名	何名詞之計算	幾種	由第幾問至第幾問	頁數
運動論	等速度	5	221.....225	57
	加速度	7	226.....232	59
	自然落下	5	233.....237	60
	拋下	6	238.....243	62
	拋上	6	244.....249	63
	力及運動量	5	250.....254	65
	力之絕對單位	4	255.....258	66
	斜拋及圓運動	5	259.....263	68
	振動及波動	12	264.....275	69
	功(工作量)	6	276.....281	72
	馬力	4	282.....285	73
	能(能力)	10	286.....295	74
	能常住	5	296.....300	79
化 學	基礎	6	1..... 6	85
	分子量	13	7.....19	87
	質量	4	20.....23	94
	原子量	4	24.....27	95
	體積	5	28.....32	96
	當量	13	33.....45	98
	濃度	8	46.....53	102
	方程式	7	54.....60	104
	雜問	40	61..... 100	107

物理總論。關於速度之問答

(1) 有火車於 5 點鐘內。行 600 里。問其速度若干。

答 其速度 =  $\frac{600}{5} = \underline{\underline{120}}$  點里

(2) 有人於 5 小時行 8000 米。問其速度以 CGS 單位表之。則何如。

答 8000 米 = 800000 厘米。5 小時 = 18000 秒

∴ 其速度 =  $\frac{800000}{18000} = \underline{\underline{44.4}}$  秒厘米。

(3) 有甲乙二地。相距 95 里。令張王二人同時相向而行。但張之速度。每小時 10 里。王之速度為 9 點里。問經幾小時二人相遇。並各行若干里。

答  $\frac{95}{10+9} = \frac{95}{19} = \underline{\underline{5}}$  小時。為相遇之時間。

$10 \times 5 = \underline{\underline{50}}$  里為張行之里數。 $9 \times 5 = \underline{\underline{45}}$  里為王行之里數。

(4) 有人上山之速度。每小時 8 里。下山之速度。每小時 12 里。今往而復返。共用 10 小時。問山路若干里。

答 以  $x$  代山路之里數。

則  $\frac{x}{8} + \frac{x}{12} = 10$ 。  $\frac{3x+2x}{24} = 10$ 。

$5x = 240$ 。 ∴  $x = \frac{240}{5} = \underline{\underline{48}}$  里

(5) 某船進行於靜止之水面時。其速度為 7 點里。而

(2)

水流進行之速度爲 8 點里。今船順流而行。問6小時內共行若干里。

答  $(7+8) \times 6 = 15 \times 6 = \underline{90}$ 里。爲所行之里數。

### 關於萬有引力之問答

其公式  $F = K \frac{m \times m'}{r^2}$ 。K 代常數 =  $6.5 \times 10^{-8}$  達

因。即二物體質量各 1 克。相距 1 厘米時之引力也。

(6) 設有二物體。其質量爲 3 克及 5 克。相距爲 5 厘米。其引力若干。

答 依公式  $F = K \frac{m \times m'}{r^2} = 6.5 \times 10^{-8} \times \frac{3 \times 5}{5^2}$   
 $= \underline{3.9 \times 10^{-8}}$  達因

(7) 質量 3 公分及 5 公分之二物體。皆與 m 質量物體相引。距離相等。問其引力之比何如。

答 K 爲常數。一定不變。今距離既等。m 質量又一定。所以其引力之比。惟按二物體之質量而變。所以其引力之比爲 3 : 5

(8) 有兩個 3 斤之物體。相距爲 3 尺。兩個 5 斤之物體。相距爲 4 尺。問二者引力之比何如。

答 K 代常數。與比無關。所以不用。今以 F 及 F' 代二引力。  $F : F' = \frac{3 \times 3}{3^2} : \frac{5 \times 5}{4^2} = 1 : \frac{25}{16} = \underline{16 : 25}$

(9) 二物體相距爲 20 厘米時。其引力爲 F 達因。若相距爲 1 米時。其引力若干。

答 因二物體之質量一定。惟按引力與距離自乘為反比例。求之可也。以  $x$  代所求之引力。

1 米 = 100 釐。

則  $F : x = 100^2 : 20^2 \quad \therefore x = F \frac{20^2}{100^2} = \underline{\underline{F \frac{1}{25}}}$   
達因。

(10) 有二物體。其質量各為 1000 釐。相距 1 米。問其引力若干達因。

答 1 米 = 100 釐。 1000 釐 = 1000000 克。

$$\begin{aligned} \therefore F &= K \frac{m \times m'}{r^2} = 6.5 \times 10^{-8} \times \frac{1000000^2}{100^2} \\ &= 6.5 \times 10^{-8} \times 10^{12} \times 10^{-4} = 6.5 \times 10^0 = \underline{\underline{6.5}} \end{aligned}$$

達因。

(11) 設有一物體。在地面上。用簧秤稱之為 1 釐。携至高山上衡之。為 995 克。問此山之高若干里。

答 因按理論上之計算。自地面升高 6 里。約減重量千分之一。今  $1000 - 995 = 5$ 。  $\therefore 6 \times 5 = \underline{\underline{30}}$ 里

(12) 設以鋼絲。製成長尺許之螺旋形。加二兩之砝碼。延長 1 寸。問加 6 兩之砝碼延長若干。

答 因  $2 : 6 = 1 : x$ 。  $\therefore x = \frac{6}{2} = \underline{\underline{3}}$ 寸 即為所求

### 固體力學關於合力之問答

(13) 設有 A, B 二力。A 為 3。B 為 4。同施於一剛體上。其方向相同。著力點在一直線上。問其合力



(4)

固體力學計算問答 合力

若干。及方向何如。

答 合力 =  $3+4=7$  方向不變。

(14) 前題。若方向相反則何如。

答 合力 =  $4-3=1$  方向向 B 方。

(15) 前題。若方向爲直角。著力點爲一點。其合力若干。

答 合力 =  $\sqrt{3^2+4^2} = \sqrt{25} = 5$

(16) 前題。若二力之方向成 60 度之角時。其合力若干。

答 合力 =  $\sqrt{3^2+4^2+2 \times 3 \times 4 \cos 60^\circ}$   
 $= \sqrt{9+16+2 \times 3 \times 4 \times \frac{1}{2}}$   
 $= \sqrt{37} = 6.08$  (約數)

(17) 前題。若二力之方向成 120 度之角時。其合力若干。

答 合力 =  $\sqrt{3^2+4^2-2 \times 3 \times 4 \cos(180^\circ-120^\circ)}$   
 $= \sqrt{25-2 \times 12 \times \frac{1}{2}} = \sqrt{13} = 3.6$  約數

(18) 有 A, B 平行二力。A 爲 8。B 爲 6。按同方向施於一剛體上。其二著力點之連結線爲 7 寸。求合力之著力點距 A 及 B 各若干寸。

答 以 x 代合力著力點與 A 之距。

則與 B 之距爲 7-x。

因二力與二距爲反比例。  $\therefore 8 : 6 = (7-x) : x$

$8x = 42 - 6x$        $14x = 42$        $\therefore x = 3$        $7-3 = 4$

(19) 有 A, B 平行二力。A 爲 4。B 爲 12。按相反方向

施於一剛體上。其二著力點之連結線爲 1 尺。求合力著力點距 B 若干。並合力若干。

答 合力 =  $12 - 4 = 8$

其合力之著力點。必在 B 之引長線內。因 B 大於 A 也。以 x 代之。惟因引長線與連結線之比。若弱力比合力。

$$\therefore x : 10 = 4 : 8 \quad x = \frac{10 \times 4}{8} = 5 \text{ 寸}$$

- (20) 有 P, Q 平行二力。方向相同。著力點之連結綫爲 1 尺。其合力之著力點距 P 爲 6 寸。P 力爲 8。求 Q 力若干。

答 因合力之著力點距 P 爲 6 寸。

則距 Q 爲  $10 - 6 = 4$  寸。

因二力與二距爲反比例。  $\therefore 8 : Q = 4 : 6$

$$\therefore Q = \frac{8 \times 6}{4} = 12$$

- (21) 有 P, Q 平行二力。方向相反。其著力點之連結綫爲 1 尺。其合力之著力點距 Q 力爲 2 尺。知 Q 力爲 12。問 P 力若干。

答 因合力著力點距 Q 爲 2 尺。知  $Q > P$ 。

$\therefore 12 - P$  爲合力。

$$2 : 1 = P : (12 - P) \quad P = 24 - 2P$$

$$3P = 24 \quad \therefore P = 8$$

### 關於槓桿輪軸滑車之問答

- (22) 設有槓桿長一尺。其支重距爲 8 寸。重爲 20 斤。問

(6)

用力若干成水平。

答 因重  $\times$  支重距 = 力  $\times$  支力距。以  $x$  代力。

其支力距 =  $10 - 8 = 2$  寸。

$$\therefore x \times 2 = 20 \times 8 \quad \therefore x = \frac{20 \times 8}{2} = \underline{\underline{80}} \text{ 斤}$$

- (23) 有千斤之重。欲用 2 丈長之槓桿舉起。其支重距為 5 寸。問須用力若干以上方可。

答 以  $P$  代所用之力。支力距 =  $200 - 5 = 195$  寸。

$$1000 \times 5 = P \times 195 \quad \therefore P = \frac{5000}{195} = \underline{\underline{25\frac{25}{39}}} \text{ 斤。}$$

- (24) 有 6 尺長之桿。一端懸重 40 斤。他端懸 80 斤。以肩擔之。問著肩於何點。

答 著肩點距懸 40 斤之端之長以  $x$  代之。

則他端之距為  $6 - x$ 。  $40 \times x = 80 \times (6 - x)$ 。

$$40x = 480 - 80x \quad 120x = 480。$$

$$\therefore x = \frac{480}{120} = \underline{\underline{4}} \text{ 尺} \quad \text{他端之距} = 6 - 4 = \underline{\underline{2}} \text{ 尺}$$

- (25) 一人有百斤之力。欲起千斤之石。用一丈長之槓桿。於一端支之。一端用力。問將石繫於槓桿何處。

答 1 丈 = 10 尺為支力距。  $x$  代支重距。

$$\text{則 } x = \frac{100 \times 10}{1000} = \underline{\underline{1}} \text{ 尺} \quad \text{人抬之端為 } \underline{\underline{9}} \text{ 尺}$$

- (26) 有一桿秤。失迷其錘。但知其錘重為 1 斤。今用 1 斤四兩之錘。稱得一物為 50 斤。問實際是若干斤。

答 在一物體以重錘稱之則必少。以輕錘稱之則必多。是重量之多少與錘之輕重為反比例。

1 斤 4 兩 = 1.25 斤。以  $x$  代所求之斤數。

$$1 : 1.25 = 50 : x \quad \therefore x = 50 \times 1.25 = \underline{\underline{62.5 \text{ 斤}}}$$

- (27) 有一桿秤。失迷其錘。不知其錘重。但知以 2 斤之錘。稱 1 斤之物。適為 4 兩。問原錘若干重。

答 4 兩 = .25 斤。 2 斤 :  $x$  斤 = 1 : 0.25

$$\therefore x = 2 \times .25 = 0.5 \text{ 斤} = \underline{\underline{\text{半斤}}}$$

- (28) 有一輓轆。其軸半徑為 4 寸。輪半徑為 1 尺。欲引 100 斤抵抗力之物體。問用力須若干以上。

答 以  $x$  代力。則  $4 \times 100 = x \times 10$ 。

$$\therefore x = \frac{4 \times 100}{10} = \underline{\underline{40 \text{ 斤}}}$$

- (29) 有抵抗力一萬斤之物。今用四齒捲輓轆引之。其軸半徑為 3 寸。各齒之長為 1 丈。問每人用力若干以上。

答 以  $x$  代每人所用之力。 1 丈 = 100 寸。

$$10000 \times 3 = 4 \times 100 \times x$$

$$\therefore x = \frac{10000 \times 3}{4 \times 100} = \underline{\underline{75 \text{ 斤}}}$$

- (30) 有人用動靜滑車各 5 個。下懸千斤之重。問用力若干成平衡。

答 因滑車之聯絡法不同。算法亦異。題云用動靜

滑車各 5 個。則用力 =  $\frac{\text{重}}{2 \times \text{動滑數}}$  之公式。

$$\therefore \text{力} = \frac{1000}{2 \times 5} = \frac{1000}{10} = \underline{\underline{100 \text{ 斤}}}$$

(31) 有人用動滑車 3 個。靜滑車 1 個聯絡之。於動滑車下懸千斤之重。問用若干成平衡。

答 因用動滑 3 個靜滑車 1 個。

則用力 =  $\frac{\text{重}}{2^n}$  之公式。

$$\therefore \text{力} = \frac{1000}{2^3} = \frac{1000}{8} = \underline{\underline{125}} \text{斤。}$$

(32) 有 6400 斤重。欲用滑車引之。不知動滑車若干。但知用最省力之聯絡法。尚需 100 斤之力成平衡。問用動滑車幾個。

答 因最省力。必合  $F = \frac{\text{重}}{2^n}$  之公式。

$$\therefore 100 = \frac{6400}{2^n} \quad 2^n = \frac{6400}{100} = 64 = 2^6。$$

$\therefore$  用 6 個動滑車。

### 關於斜面螺旋及楔之問答

(33) 設有 150 斤。置於傾斜角 30 度之斜面上。問用與斜面平行之力若干成平衡。

$$\begin{aligned} \text{答 力} &= \text{重} \times \sin A = 150 \times \sin 30^\circ = 150 \times \frac{1}{2} \\ &= \underline{\underline{75}} \text{斤} \end{aligned}$$

(34) 前題。若用與斜面之底平行之力該若干。

$$\begin{aligned} \text{答 力} &= \text{重} \times \tan A = 150 \times \tan 30^\circ = 150 \times 0.707107 \\ &= \underline{\underline{106.06605}} \text{斤} \end{aligned}$$

(35) 設有斜面其高底長之比為 3, 4, 5。有 100 斤之

物置於其上。問用與斜面平行之力若干成平衡。

$$\text{答 力} = \text{重} \times \frac{\text{斜面高}}{\text{斜面長}} = 100 \times \frac{3}{5} = \underline{\underline{60}} \text{斤}$$

(36) 前題。若用與斜面底平行之力支持之。則何如。

$$\text{答 力} = \text{重} \times \frac{\text{斜面高}}{\text{斜面底}} = 100 \times \frac{3}{4} = \underline{\underline{75}} \text{斤}$$

(37) 有螺旋。其螺周爲 3 寸。螺距爲 2 分。若施 10 斤之力。問螺旋生壓力若干。

$$\text{答 } 3 \text{ 寸} = 30 \text{ 分}, \quad 10 : \text{壓力} = 2 : 30.$$

$$\therefore \text{壓力} = \frac{10 \times 30}{2} = \underline{\underline{150}} \text{ 斤}$$

(38) 有螺旋壓榨器。迴轉螺旋之柄長爲 2 尺。螺距爲 2 分。今用 100 斤之力。問此器上生壓力若干。

$$\text{答 } \because \text{周} = 2\pi R = 2 \times 3.1416 \times 200 \text{ 分}.$$

$$\therefore \text{壓力} = \frac{100 \times 2 \times 3.1416 \times 200}{2} = \underline{\underline{62832}} \text{ 斤}$$

(39) 有楔。其厚與高之比。爲 12 : 16。嵌於木之裂口。加 20 斤力於其背。問生破力若干。

$$\text{答 } \because \text{楔斜長} = \sqrt{\left(\frac{12}{2}\right)^2 + 16^2} = \sqrt{292} = 17.1 \text{ 約數}$$

$$20 : \text{破力} = 12 : 17.1 \quad \therefore \text{破力} = \frac{20 \times 17.1}{12} \\ = \underline{\underline{28.5}} \text{ 斤}$$

(40) 設有螺旋。其螺周爲 2 寸。螺距爲 3 分。螺柄長 5 寸。於螺柄加 10 斤之力。問生壓力若干。

答 因螺柄即輪半徑。螺旋之半徑。即軸半徑。故先按輪軸之理。求螺旋上所得之力。再按螺旋之



理。求其壓力。因螺旋之半徑 =  $\frac{2}{2\pi} = \frac{1}{\pi}$ 。以  $x$  代

螺旋上所得之力。則  $10 \times 5 = \frac{1}{\pi} \times x$ 。

$$\therefore x = 50\pi \text{ 斤。}$$

$$\therefore \text{其螺上之壓力} = \frac{20 \times 50\pi}{3} = \underline{\underline{1047.2 \text{ 斤}}}$$

### 液體力學。關於液體壓力之問答

(41) 有底爲矩形之器。其底之內容長 8 粉。寬 6 粉。高爲一米。若滿盛以水。問底所受之壓力若干克。

答  $\because 1 \text{ 粉} = 10 \text{ 糎}。 \quad \text{糎}^3 \text{ 之水} = 1 \text{ 克。}$

$$\therefore 80 \times 60 \times 100 \times 1 \text{ 克} = \underline{\underline{480000 \text{ 克}}}。 \text{爲底所受之壓力。}$$

(42) 有圓底瓶。其半徑爲 3 糎。高爲 5 粉。若滿盛以水。問底受壓力若干。

答  $\because \text{圓之面積} = \pi \times \text{半徑}^2 = 3.1416 \times 3^2$

$$\therefore \text{底所受之壓力} = 3.1416 \times 3^2 \times 50 \times 1 \\ = \underline{\underline{1413.72 \text{ 克}}}。$$

(43) 有上細下粗之截錐體瓶。其上口之半徑爲 2 糎。底之半徑及高皆與前題同。問底所受之壓力若干。

答 因高與底仍與前題同。則底所受之壓力亦與前同。因壓力與器內液量之多寡無關也。

(44) 知水銀一糎<sup>3</sup>之重爲 13.6 克。若深爲 76 糎。一平方糎之底上。受壓力若干克。

答 底所受之壓力 = 底面積 × 深 × 密度  
 $= 1 \times 76 \times 13.6 = \underline{\underline{1033.6}} \text{克。}$

### 關於亞氏原理之問答

(45) 有高爲 5 呎。底面積爲 40 呎<sup>2</sup> 之立方體。將全體入於水中。問所受之浮力若干克。

答 浮力 = 底面積 × 高 × 密度 =  $40 \times 5 \times 1$   
 $= \underline{\underline{200}} \text{克。}$

(46) 設有球體。其半徑爲 3 呎。將全體置於水中。應減重若干克。

答 據亞氏原理。所減之重 = 球之體積 × 水之密度  
 $= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times 3^3 \times 1 = \underline{\underline{113.0976}} \text{克。}$

(47) 各邊 10 米之大箱。若充滿以水時。問底及各側面所受之全壓力若干尅。

答 ∵ 水之體積 = 粉<sup>3</sup>。 10 米 = 100 粉。  
 $\therefore$  底上所受之壓力 =  $100^3 \times 1 = 1000000$  尅。

$$\begin{aligned} \text{四側面所受之壓力} &= 4 \times 100^2 \times \frac{100}{2} \times 1 \\ &= 2000000 \text{ 尅。} \end{aligned}$$

$$\text{底及各側面所受之總壓力} = \underline{\underline{3000000}} \text{ 尅。}$$

(48) 一平方呎之板。鉛直沈於水中。上邊距水面爲 10 呎。問一側面所受之壓力若干磅。(水一立方呎之重爲 62.5 磅)。

答 ∵  $10 \text{ 呎} + \frac{1 \text{ 呎}}{2} = 10.5 \text{ 呎}$

一側面所受之壓力 =  $1^2 \times 10.5 \times 62.5 = \underline{\underline{656.25}}$  磅。

### 關於比重密度水壓機之問答

(49) 設有銅一塊。在空氣中稱之。爲44斤。在水中稱之。爲39斤。問其比重若干。

答 以 D 代比重。則  $D = \frac{44}{44 - 39} = \frac{44}{5} = \underline{\underline{8.8}}$ 。

(50) 有某物體。在空氣中衡之爲40斤。在水中衡之爲35斤。在石油中衡之爲35.7斤。問石油之比重何如。

答 據公式  $D = \frac{W - W''}{W - W'} = \frac{40 - 35.7}{40 - 35} = \frac{4.3}{5} = \underline{\underline{0.86}}$ 。

(51) 有立方金一塊。每邊爲1粉。問其重若干克。

答 ∵ 金之密度爲  $\frac{19.2 \text{ 克}}{\text{厘}^3}$ 。

∴ 其重 =  $10^3 \times 19.2 = \underline{\underline{19200}}$  克

(52) 有一圓柱瓶。其內容之半徑爲2厘。高爲2粉。問能盛石油若干克。

答 ∵ 石油之密度爲  $\frac{0.86 \text{ 克}}{\text{厘}^3}$ 。

∴ 能盛石油之克數 =  $3.1416 \times 2 \times 2 \times 20 \times 0.86$   
=  $\underline{\underline{216.14208}}$  克。

(53) 有比重瓶。其重爲10兩。滿盛以水。則爲110兩。若滿盛以酒精。爲89兩。問酒精之比重若干。

答 比重 =  $\frac{89 - 10}{110 - 10} = \frac{79}{100} = \underline{\underline{0.79}}$

(54) 有比重瓶。滿盛以水稱之。爲50克。若加78克之鐵

將溢出之水拭乾復稱之。爲 118 克。問鐵之比重何如。

答  $(50 + 78) - 118 = 10$  爲所溢出之水重。即與鐵同體積之水重。

$$\therefore \text{其比重} = \frac{78}{10} = \underline{7.8}$$

(55) 有質量 100 克之物體。在水中衡之得 64 克。在鹽水中衡之得 60 克。問鹽水之比重何如。

答  $100 - 64 = 36$  爲水重。  $100 - 60 = 40$  爲鹽水重。

$$\therefore \text{其比重} = \frac{40}{36} = \underline{1.1}$$

(56) 有一固體 25 克。若附金屬錘使其皆沈於水中稱之。得 36 克。若僅金屬錘沈水中稱之。得 45 克。求此固體之比重何如。

答  $36 - 45$  爲物體在水中之重。

$25 - (36 - 45) = 34$  爲與物體同體積之水重。

$$\therefore \text{其比重} = \frac{25}{34} = \underline{0.735} \quad (\text{約數})$$

$36 - 45 = -9$ 。以此爲物在水中之重。似乎不妥。不知其比重小。應得負數也。假使其比重大。算法不應如斯乎。不必究其正負。按理算之可也。

(57) 於容積 1000 厘<sup>3</sup> 之瓶內。滿盛食鹽 864 克。更於瓶內加 600 厘<sup>3</sup> 之石油。仍不溢出。問食鹽之密度何如。(但食鹽不容於石油中)。

答 因容積 1000 厘<sup>3</sup> 之瓶內。能盛食鹽 864 克外。

尚能容受 600 糎<sup>3</sup> 之石油。則知食鹽之真體積爲 1000 = 600 = 400 糎<sup>3</sup>。

$$\therefore \text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{體積}} = \frac{864}{400} = \underline{\underline{2.16}} \frac{\text{克}}{\text{糎}^3}$$

(58) 有冰山浮游於北海。其露出於水面部分之體積。爲 15 立方糎。冰之比重爲 0.97。海水之比重爲 1.02。求此冰山之全體積。若干立方糎。

答 以  $x$  代其全體積。則在水中之部分爲  $x - 15$ 。更以  $a$  克代水 1 糎<sup>3</sup> 之重量。則冰 1 糎<sup>3</sup> 之重量爲  $a \times 0.97$  克。冰山全體積之重 =  $x \times a \times 0.97$  克... (A)

又海水 1 糎<sup>3</sup> 之重爲  $a \times 1.02$  克。與冰山在水中部分同體積之重。爲  $(x - 15) \times a \times 1.02$  克。..... (B)

據亞幾默德之原理。  $A = B$ 。

$$\therefore x \times a \times 0.97 \text{ 克} = (x - 15) \times a \times 1.02 \text{ 克}.$$

$$0.97x = 1.02x - 15.3$$

$$0.05x = 15.3 \quad 5x = 1530.$$

$$\therefore x = \frac{1530}{5} = \underline{\underline{306}} \text{ 立方糎}.$$

(59) 有水壓機。其小活塞之半徑爲 2。大活塞之半徑爲 100。於小活塞上加六斤之力。問大活塞上受壓力若干。

答 以  $x$  代大活塞上所受之壓力。據巴司開氏原理。

$$6 : x = \pi \times 2^2 : \pi \times 100^2 = 4 : 10000$$

$$\therefore x = \frac{60000}{4} = \underline{15000} \text{ 斤。}$$

(60) 前題若於槓桿一端加力 6 斤。知支力距爲 50。支重距爲 2。大活塞上所受之壓力何如。

答  $\therefore$  小活塞上所生之壓力  $= \frac{50 \times 6}{2} = 150 \text{ 斤。}$

$$\therefore \text{大活塞上所受之壓力} = \frac{150 \times 10000}{4} = \underline{375000} \text{ 斤。}$$

(61) 有 U 形之連通管。A 端之面積爲 4 糎<sup>2</sup>。B 端之面積爲 8 糎<sup>2</sup>。於 A 端活塞上加 16 克之重。則他端之水必上昇。問當平衡時。兩端水面高低之差若干。

答 以 x 代 B 端上昇之水重。據巴氏原理。

$$4 : 8 = 16 : x$$

$$\therefore x = \frac{8 \times 16}{4} = 32 \text{ 克。則上昇之體積爲 } 32 \text{ 糎}^3 \text{。}$$

$$\therefore \text{兩端水面之差} = \frac{32}{8} = \underline{4} \text{ 糎。}$$

### 氣體力學關於大氣壓力之問答

(62) 問 2 平方糎之面上。受大氣壓力若干。

答  $2 \times 76 \times 13.6 = \underline{2067.2} \text{ 克。}$

(63) 一米<sup>2</sup>之板上。受大氣壓力若干。

答  $(100)^2 \times 76 \times 13.6 = \underline{10336000} \text{ 克。}$

(64) 一平方尺之面積上。受大氣壓力若干。



答  $\because 1 \text{ 尺} = 32 \text{ 糲}$ .

$$\therefore 32 \times 32 \times 76 \times 13.6 = \underline{\underline{1058406.4 \text{ gm}}}$$

- (65) 若以水代水銀。測大氣壓力。所需之管長。必須若干糲以上。

答 1 糲<sup>2</sup>上所受大氣壓力 =  $76 \times 13.6 = 1033.6$  克  
水 1 糲<sup>3</sup> 爲一克。所以以水代水銀時。其管長必在 1033.6 以上方可。

- (66) 有玻璃管。一端開口。一端閉口。長 33.6 糲。其內容之橫斷面積爲 4 糲<sup>2</sup>。若滿注以水。倒立於水槽中。問管中之水下降與否。並問管頂上受大氣之上壓力若干。

答 因大氣壓力等於 1033.6 之水柱。今管長僅 33.6 糲。尙能壓水上昇 1000 糲。又因管之橫斷面積爲 4 糲<sup>2</sup>。

$$\therefore \text{管頂上所受之上壓力} = 1000 \times 4 \times 1 = \underline{\underline{4000 \text{ 克}}}$$

既有上壓力。則水必不下降。

- (67) 有山不知其高。但知山麓之氣壓爲 75 糲。山頂之氣壓爲 74 糲。問山高若干米。

答 每高 12 米。氣壓降 1 糲。今降 1 糲。即 10 糲。

$$\therefore 10 \times 12 = \underline{\underline{120 \text{ 米}}}$$
。爲山高。

### 關於氣體體積與壓力之問答

- (68) 有氣體。在一氣壓之下。其體積爲 5000 糲<sup>3</sup>。問在氣壓 73 糲時。其體積何如。

答 以  $V$  代所求之體積。  $V : 5000 = 76 : 73$

$$\therefore V = \frac{76 \times 5000}{73} = \underline{\underline{5205 \frac{35}{73} \text{ 厘}^3}}$$

(69) 有氣體。其體積為 50 厘<sup>3</sup> 時。氣壓為 70 cm。其體積若變為 60 厘<sup>3</sup>。則氣壓何如。(溫度不變)

答 以  $x$  代所求之氣壓。  $x : 70 = 50 : 60$ 。

$$\therefore x = \frac{70}{60} \times 50 = \frac{350}{6} = \underline{\underline{58.3 \text{ cm}}}$$

(70) 當溫度零度氣壓為二氣壓時。問一公升(立特)二氧化碳之質量若干。

答 因溫度零度氣壓為一氣壓時。二氧化碳之密度為 1.977 克。(物理學上有氣體密度表)。

$$\therefore 1.977 \times 2 = 3.954 \text{ 克即為所求。}$$

(71) 問當氣壓 70 cm 時。氧之密度若干。

$$\text{答 } \frac{70 \times 1.43}{76} = 1.317 \text{ 克。}$$

(72) 當標準溫度標準氣壓時。有質量 0.628 克之氮。問其體積若干 C.C。(厘<sup>3</sup>)

$$\text{答 } \frac{0.628}{1.256} = \frac{1}{2} \text{ 公升} = \underline{\underline{500 \text{ C.C}}}$$

(73) 用一端開口一端閉口之玻璃管。內注水銀。尚餘 10 厘高之空氣柱。倒置於水銀槽中。則水銀柱高為 50 厘。空氣柱高為 30 厘。問大氣壓力若干。

答 以  $x$  代大氣壓力。則  $x - 50$  為管內氣體所受之壓力。惟因壓力與體積為反比例。

$$\therefore x-50 : x = 10 : 30 \quad 30x-1500 = 10x$$

$$20x = 1500 \quad \therefore x = \underline{75 \text{ 糵}} \text{ 爲答數。}$$

(74) 前題設知大氣壓力爲 75 糵。而不知氣柱與水銀柱之高。但知二柱之和爲 80 糵。求二柱各若干。

答 以  $x$  代水銀柱之高。則氣柱爲  $80-x$ 。  
管內氣之張力(亦即所受之壓力)爲  $75-x$ 。

$$75-x : 75 = 10 : 80-x$$

$$(75-x)(80-x) = 750$$

$$x^2 - 155x + 5250 = 0$$

$$\therefore x = \frac{155 \pm \sqrt{155^2 - 4 \times 5250}}{2} = \frac{155 \pm 55}{2}$$

$$\therefore x = \underline{50 \text{ 糵}} \quad 80 - 50 = \underline{30 \text{ 糵}} \text{ 爲氣柱之高。}$$

又  $x = 105$  不合理棄去。

(75) 以水銀測大氣壓力爲 76 糵。今以某液測大氣壓力爲 180 糵。問該液之密度若干。

答 因水銀之密度爲 13.6 克。以  $D$  代所求。

$$D : 13.6 = 76 : 180$$

$$\therefore D = \frac{76 \times 13.6}{180} = \underline{5.74 \frac{2}{90} \frac{\text{克}}{\text{糵}^3}}$$

(76) 吸上唧筒下端之管。最長以若干米爲限。

答  $76 \times 13.6 = 1033.6 \text{ 糵} = \underline{10.336 \text{ 米}} \text{ 爲限。}$

(77) 假定空氣之密度。不論高低皆與海面同一。則其

高當若干。(空氣對於水之比重爲  $\frac{1}{770}$ )。

答 水之比重爲水銀之 $\frac{1}{13.6}$ 。今以水銀測大氣壓力爲 76 糵。若以水代水銀則爲  $76 \times 13.6$  糵。以  $x$  代空氣之高。 $1 : \frac{1}{770} = x : 76 \times 13.6$

$$\therefore x = \frac{76 \times 13.6}{\frac{1}{770}} = 76 \times 13.6 \times 770 = \underline{\underline{795872}} \text{ 糵。}$$

### 熱學關於寒暑表及熱容量之問答

(78) 問攝氏 15 度。當華氏若干度。

$$\begin{aligned} \text{答 } F &= \frac{9}{5} \times C + 32 = \frac{9}{5} \times 15 + 32 = 27 + 32 \\ &= \underline{\underline{59}} \end{aligned}$$

(79) 問 C 零下 5 度。當 F 若干度。

$$\text{答 } F = \frac{9}{5} \times (-5) + 32 = -9 + 32 = \underline{\underline{23}}$$

(80) 問華氏 50 度。當攝氏若干度。

$$\begin{aligned} C &= \frac{5}{9} \times (F - 32) = \frac{5}{9} \times (50 - 32) = \frac{5}{9} \times 18 \\ &= \underline{\underline{10}} \end{aligned}$$

(81) 問 F 14 度。當 C 若干度。

$$\begin{aligned} \text{答 } C &= \frac{5}{9} \times (F - 32) = \frac{5}{9} \times (14 - 32) \\ &= \frac{5}{9} \times (-18) = \underline{\underline{-10}} \end{aligned}$$

(82) 於不易傳熱之器中。盛水 200 克。以寒暑表測定其溫度爲 20 度。乃取其半加熱之。至其溫度爲 60°。仍注入原器中混和之。其溫度何如。

答 20 度之水 200 克分爲兩部。其每部 100 克。所含之熱量 =  $100 \times 20 = 2000$  加路里。

至溫度爲 60 度時。此 100 克之水所含之熱量爲  $100 \times 60 = 6000$  加路里。

混和後所含之總熱量爲  $2000 + 6000 = 8000$  加路

里此時之溫度爲  $\frac{8000}{200} = \underline{\underline{40^\circ\text{C}}}$

(83) 於不傳熱之器內。盛 20 度之水銀 100 克。而將 60 度之水 100 克混和之。則水與水銀之溫度若干。

答 20 度之水銀 100 克。

所含之熱量 =  $100 \times 20 \times 0.033 = 66$  加。

60 度之水 100 克所含之熱量 =  $100 \times 60 \times 1$   
= 6000 加。

水及水銀之總熱量 = 6066 加。

水 1 克加水銀 1 克使其上昇 1 度。需熱  $1 + 0.033 = 1.033$ 。以  $x$  代所求之溫度。

$$\left. \begin{array}{l} 1.033 : 6066 \\ 200 : 2 \end{array} \right\} = 1 : x$$

$$\therefore x = \frac{2}{200} \times \frac{6066}{1.033} = \frac{60660}{1033} = \underline{\underline{58\frac{716}{1033}^\circ\text{C}}}$$

(84) 於不傳之器中。盛 20 度之水 100 克。將 60 度之水銀 100 克投入混和之。則水與水銀之溫度若干。

答 20 度之水 100 克。所含之熱量 =  $100 \times 20$   
= 2000 加。

60 度之水銀 100 克。所含之熱量 =  $100 \times 60 \times 0.033$   
= 198 加。

二者混和之總熱量 =  $2000 + 198 = 2198$  加。

惟水與水銀各 1 克溫度上昇 1 度需熱 1.033。

以  $x$  代所求之溫度。

$$x : 1 = \begin{cases} 2198 : 1.033 \\ 2 : 200 \end{cases}$$

$$\therefore x = \frac{2198}{1.033} \times \frac{2}{200} = \frac{21980}{1033} = \underline{\underline{21\frac{287}{1033}} \text{度。}}$$

(85) 300 度之鐵 500 克。若冷至  $50^\circ$ 。所放之熱若干。

答  $(300 - 50) \times 500 \times 0.114 = \underline{\underline{14250}}$  加。

(86) 75 度之銅 10 克。投入 6 度之水銀 80 克中。問其溫度若干。

答 75 度之銅 10 克之熱容量 =  $75 \times 10 \times 0.093$   
= 69.75 加。

6 度之水銀 80 克之熱容量 =  $6 \times 80 \times 0.033$   
= 15.84 加。

二者共含之熱量 = 85.59 加。

二者混和後每上昇 1 度所要之熱

爲  $10 \times 0.093 + 80 \times 0.033 = 3.57$  加。

$$\therefore \text{混和後之度數} = \frac{85.59}{3.57} = \underline{\underline{24}} \text{度。 (約數)}$$



(87) 40 克之酒。與 30 克之石油混和之。要使溫度由 10 度昇至 20 度。所要之熱若干。

$$\begin{aligned} \text{答 40 克酒每昇 1 度所要之熱} &= 40 \times 0.547 \\ &= 21.88 \text{ 加} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{30 克石油每昇 1 度所要之熱} &= 30 \times 0.432 \\ &= 12.96 \text{ 加} \end{aligned}$$

$$\text{二者混和每昇 1 度所要之熱} = 34.84 \text{ 加}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{由 10 度昇至 20 度所要之熱} &= (20-10) \times 34.84 \\ &= \underline{348.4 \text{ 加}} \end{aligned}$$

(88) 氧 20 克。若體積一定。使其上昇 10 度。需熱若干。

答 因其定積比熱為 0.155

$$\therefore 20 \times 10 \times 0.155 = 31 \text{ 加爲所求。}$$

(89) 氧 20 克。若壓力一定。使其上昇 10 度。用熱若干。

答 因其定壓比熱為 0.217

$$\therefore 20 \times 10 \times 0.217 = \underline{43.4 \text{ 加爲所求}}$$

### 關於固體體漲係數之問答

$V$  代零度時之體積。 $V'$  代  $t$  度時之體積。 $a$  代體漲

$$\text{係數 } a = \frac{V' - V}{V t} \dots\dots (1) \quad V' = atV + V \dots\dots (2)$$

$$V = \frac{V'}{at + 1} \dots\dots (3) \quad t = \frac{V' - V}{aV} \dots\dots (4)$$

(90) 有金 10 立方釐。由零度昇至 5 度。問其體積若干。

$$\text{答 } V' = atV + V = 0.0000441 \times 5 \times 10 + 10$$

$$= \underline{\underline{10.002205 \text{ 糶}^3}}$$

(91) 前題。問其所增之體積若干。

答 所增之體積 =  $V' - V = \underline{\underline{0.002205 \text{ 糶}^3}}$ 。

(92) 有銀。當溫度 10 度時。其體積為 100.0583 立方寸。  
問零度時其體積若干。

答  $V = \frac{V'}{at + 1} = \frac{100.0583}{0.000583 + 1} = \underline{\underline{100 \text{ 立方寸}}}$ 。

(93) 有銀。在未加熱以前。其體積為 100 立方糶。既加熱以後。其體積為 100.0583 立方糶。問上昇之溫度若干。

答  $t = \frac{V' - V}{aV} = \frac{100.0583 - 100}{0.00583} = \underline{\underline{10 \text{ 度}}}$ 。

(94) 有銅。當溫度零度時。其體積為 10 尺<sup>3</sup>。溫度 10 度時。其體積為 10.005 尺<sup>3</sup>。問銅之體漲係數若干。

答  $a = \frac{V' - V}{Vt} = \frac{0.005}{10} = \underline{\underline{0.00005}}$ 。

### 關於線漲係數之問答

$l$  為  $t$  度之線長。 $l'$  為  $t'$  度之線長。 $b$  為線漲係數。

$$b = \frac{l' - l}{l(t' - t)} \dots (1) \quad l' = b(t' - t)l + l \dots (2)$$

$$l = l' - bl(t' - t) \dots (3) \quad t' - t = \frac{bl}{l' - l} \dots (4)$$

(95) 有銀線其長為 2 尺 5 寸。使其由零度昇至 60 度。其增長若干。

答  $bl(t' - t)$  爲增長之數。今由零度昇至60度其增長之數。爲  $blt$ 。因  $t$  爲零度也。

但銀之  $b = 0.0000194$ 。

$\therefore 0.0000194 \times 25 \times 60 = \underline{0.0291}$  寸。爲所增之長。

(96) 在20度時。銀線之長爲25寸。問在80度時。其長若干。

答  $l' = bl(t' - t) + l$

$$= 0.0000194 \times 25 \times 60 + 25 = \underline{25.0291} \text{ 寸。}$$

(97) 當溫度10度時。鋅及鐵之線各長1米。問在20度時。二線之差若干釐。

答  $t' - t = 10$  度。米 = 100 釐。  $\therefore$  在20度時。

鋅線長 =  $0.0000297 \times 100 \times 10 + 100 = 100.297$  釐。

鐵線長 =  $0.0000123 \times 100 \times 10 + 100 = 100.123$  釐。

$\therefore$  二線之差 = 174 釐。

(98) 有白金線。在零度時。爲1米。若熱至10度時。其長爲1.000089米。問此線漲係數若干。

答  $l' - l = 1.000089 - 1 = 0.000089$  米。

$$l(t' - t) = 10 \text{ 米。}$$

$$\therefore b = \frac{0.000089}{10} = \underline{0.0000089}。$$

### 關於氣體體積變化之問答

關於氣體體積變化。用途甚大。至化學測分子量時。必求氣體比重。欲求氣體比重。必用氣體體積

之變化。設不明此變化。至述化學上分子量時。必不能明瞭。故對於此變化。不可不注意也。然關於此變化之公式甚多。且甚複雜。記憶誠非易事。即能記憶。用時亦頗困難。茲揭其要則如下。

在一定質量之氣體其體積。按絕對溫度爲正比例。按壓力爲反比例。

(99) 在定壓之下。當溫度零度時。有 5 立方尺之氣體。若溫度上昇 10 度。問所增之體積若干。

答 因每昇 1 度。增其零度時體積之  $\frac{1}{273}$ 。

$$1 : 10 = \frac{5}{273} : \text{所增之體積。}$$

$$\therefore \text{所增之體積} = \frac{10 \times 5}{273} = 0.18315 \text{尺}^3。$$

(100) 前題。若按公式求之則何如。

$$\text{答 所增之體積} = \frac{V \times t}{273} = \frac{5 \times 10}{273} = \underline{0.18315 \text{尺}^3}。$$

(101) 有氣體在溫度零度時。其體積爲 5 立方尺。問當溫度 10 度。其體積若干。

答 因  $273 : 273 + 10 = 5 : V$

$$\therefore V = \frac{283 \times 5}{273} = \underline{5.183 \text{尺}^3}。(\text{約數})$$

(102) 前題。若按公式求之則何如。

$$\text{答 } V' = V \left(1 + \frac{t}{273}\right) = 5 \times \left(1 + \frac{10}{273}\right) = \underline{5.183 \text{尺}^3}。$$

(103) 有氣體。在零度時。其體積爲 10 糎<sup>3</sup>。若壓力不變。熱至 20 度時。其體積若干。(要小數三位)。

答  $273 : 273 + 20 = 10 : V$

$$\therefore V = \frac{293 \times 10}{273} = \underline{\underline{10.733}} \text{ 糎}^3。$$

(104) 前題。若按公式求之則何如。

答  $V' = V \left( 1 + \frac{t}{273} \right) = 10 \times \left( 1 + \frac{20}{273} \right) = \underline{\underline{10.733}} \text{ 糎}^3。$

(105) 當 78 度時。有某氣體之體積爲 9 尺<sup>3</sup>。若壓力不變。問在零度時之體積若干。

答  $273 + 78 : 273 = 9 : V$

$$\therefore V = \frac{273 \times 9}{351} = \underline{\underline{7}} \text{ 尺}^3。$$

(106) 前題。若按公式求之則何如。

答  $V = \frac{V'}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{9 \times 273}{273 + 78} = \underline{\underline{7}} \text{ 尺}^3。$

(107) 於 20 度時。有 100 立方米之氣體。壓力不變。若熱至 50 度。其體積若干。

答  $273 + 20 : 273 + 50 = 100 : V$

$$\therefore V = \frac{323 \times 100}{293} = \underline{\underline{110 \frac{70}{293}}} \text{ 立方米。}$$

(108) 前題。若按公式求之則何如。

答 若用  $V' = V \left( 1 + \frac{t}{273} \right)$  之公式時。必先求其零度時之體積。再代入此式內可也。如下。

$$\text{零度時之 } V = \frac{V'}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{100 \times 273}{273 + 20} = \frac{100 \times 273}{293}。$$

$$\begin{aligned} \therefore 50^\circ \text{ 之 } V' &= \left(1 + \frac{t}{273}\right) = \frac{27300}{293} \times \left(1 + \frac{50}{273}\right) \\ &= \frac{27300}{293} \times \frac{323}{273} = \frac{32300}{293} = \underline{\underline{110\frac{70}{293} \text{ 立方米}}} \end{aligned}$$

(109) 前題。若用公式。何必求其零度時之體積。

答 不先求零度時之體積則不可。因公式原本於溫度上昇 1 度。增其零度時之體積  $\frac{1}{273}$ 。若不求其零度時之體積。直由  $50^\circ - 20^\circ$ 。按溫度上昇  $30^\circ$  求之。是溫度上昇 1 度。增其 20 度時之體積  $\frac{1}{273}$  也。其求得之數必大於實數。茲證之如下。

$$\begin{aligned} V' &= V \left(1 + \frac{t}{273}\right) = 100 \left(1 + \frac{50-20}{273}\right) = 100 \times \frac{303}{273} \\ &= 110\frac{270}{273} \text{ 立方米} \end{aligned}$$

由此可知大於實數。故不可直用其公式。

(110) 有氣體。在溫度零度。氣壓為 1 氣壓時。其體積為 300 尺<sup>3</sup>。問在溫度 90 度。氣壓為 2 氣壓時。其體積若干。

$$\text{答 } \left. \begin{array}{l} 273 : 273 + 90 \\ 2 : 1 \end{array} \right\} = 300 : V$$

$$\therefore V = \frac{363}{273} \times \frac{1}{2} \times 300 = \underline{\underline{199.45 \text{ 尺}^3}}。$$

(111) 前題。若按公式求之則何如。

$$\text{答 } V = \frac{V}{P} \left(1 + \frac{t}{273}\right) = \frac{300}{2} \times \frac{363}{273} = \underline{199.45 \text{ 尺}^3}。$$

有氣體。在溫度 78 度。壓力為 2 氣壓時。其體積為 9 立方粉。問在標準溫。及標準氣壓時。其體積若干。

$$\text{答 } \left. \begin{array}{l} 273 + 78 : 273 \\ 1 : 2 \end{array} \right\} = 9 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{351} \times \frac{2}{1} \times 9 = \frac{39 \times 7 \times 9 \times 2}{9 \times 39} = \underline{14 \text{ 立方粉}}$$

(112) 前題。若用公式求之則何如。

$$\text{答 } V = \frac{PV'}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{2 \times 9}{1 + \frac{78}{273}} = \frac{2 \times 9 \times 273}{273 + 78} = \underline{14 \text{ 公升}}$$

(113) 有氣體。在溫度 7 度。氣壓為 75 cm 時。其體積為 28 公升。問在溫度 23 度。氣壓為 74 cm 時。其體積若干公升。

$$\text{答 } \left. \begin{array}{l} 273 + 7 : 273 + 23 \\ 74 : 75 \end{array} \right\} = 28 : V$$

$$\therefore V = \frac{296}{280} \times \frac{75}{74} \times 28 = \underline{30 \text{ 公升}}$$

(114) 前題。若用公式求之則何如。

$$\text{答 求所問之公式。爲 } V' = V \times \frac{P}{P'} \times \left(1 + \frac{t}{273}\right)。$$

然不能直用此公式。必先求得零度時之體積。以代 V 方可。而求零度之體積時。可以不問壓力。



$$\text{零度時之 } V = \frac{28}{1 + \frac{7}{273}} = \frac{28 \times 273}{280}$$

$$\begin{aligned} \therefore V' &= \frac{28 \times 273}{280} \times \frac{75}{74} \times \left(1 + \frac{23}{273}\right) \\ &= \frac{28 \times 273}{280} \times \frac{75}{74} \times \frac{296}{273} = \underline{30 \text{ 公升}} \end{aligned}$$

(115) 有氣體。在溫度 23 度氣壓 74 厘時。其體積為 30 公升。問標準溫度。標準氣壓時。之體積若干。

$$\text{答 } \left. \begin{array}{l} 273 + 23 : 273 \\ 76 : 74 \end{array} \right\} = 30 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{296} \times \frac{74}{76} \times 30 = \underline{26.941 \text{ 公升 (約數)}}$$

(116) 前題。若以公式求之則何如。

$$\begin{aligned} \text{答 } V &= \frac{P}{P'} \times \frac{V'}{1 + \frac{t}{273}} = \frac{74}{76} \times \frac{30}{1 + \frac{23}{273}} \\ &= \frac{74}{76} \times \frac{30 \times 273}{296} = \underline{26.941 \text{ 公升}} \end{aligned}$$

總觀以上。用公式。不如用比例為簡便也。

### 關於融解氣化濕度之問答

(117) 有鉛 100 克。溫度為 325 度。欲使其變為液體。用熱若干。

答 因其融解熱為 5.4。融解點為 325 度。

$$\therefore \text{所用之熱} = 100 \times 5.4 = \underline{540 \text{ 加路里}}$$

(118) 前題。若溫度爲零度。欲使變爲液體。則何如。

答 由零度昇至 325 度。所用之熱。

爲  $100 \times 325 \times 0.031 = 1007.5$  加路里。

由 325 度變爲液體所用之熱 =  $100 \times 5.4 = 540$  加。

$\therefore$  所用之熱 =  $1007.5 + 540 = \underline{1547.5}$  加路里。

(119) 有 40 度之水 1000 克。置零度之冰 100 克。其融解後之溫度若干。

答  $1000 \times 40 = 40000$  爲水原含之熱。

$100 \times 80 = 8000$  爲融冰所用之熱。

$40000 - 8000 = 32000$  爲現存之熱。

$$\frac{32000}{1000 + 100} = \frac{320}{11} = 29 \frac{1}{11} \text{ 爲所求。}$$

(120) 有 40 度之水 100 克。置零度之冰 150 克。使其盡力融解後。仍存冰若干。

答  $100 \times 40 = 4000$  爲水所含之熱。

$$\frac{4000}{80} = 50 \text{ 克。爲所融之冰量。}$$

$150 - 50 = \underline{100}$  克爲所存之冰量。

(121) 地面上之雪。平均密度爲 0.2。今雪 10 糞深。以太陽之熱融解之。問每平方米之面。要熱量若干始盡融解。

答  $100^2 \times 10 \times 0.2 \times 80 = \underline{1600000}$  加路里。

(122) 100 度之水 100 克。使化爲 100 度之水蒸氣。用熱若干。

答 查表知水之蒸發熱爲 536。

$$\therefore 100 \times 536 = \underline{53600} \text{ 加路里即爲所求}$$

(123) 40 度之水 100 gm。使其化爲 100 度之水蒸氣。用熱若干。

答  $(100-40) \times 100 + 100 \times 536 = \underline{59600}$  加路里

(124) 零度之水 100 公分。使其化爲 100°C 之水蒸氣。用熱若干。

答  $100 \times 100 + 100 \times 536 = \underline{63600}$  加路里。

(125) 零度之冰 100 公分。使化爲 100° 之水蒸氣。用熱若干。

答  $100 \times 80 + 63600 = \underline{71600}$  加路里。

(126) 零下 10° 之冰 100 gm。使化爲 100° 之水蒸氣。用熱若干。

答  $10 \times 100 \times 0.508 + 71600 = \underline{72108}$  加路里。

(127) 大氣之溫度爲 50 度。此時之露點爲 35 度。問該日濕度若干。

答 查表知 50 度及 35 度之最大壓力。爲  
9.20. 及 4.18。

普通所謂濕度。爲二最大壓力之比之一百倍。

$$\therefore \text{濕度} = \frac{4.18}{9.2} \times 100 = \underline{45.435}。$$

(128) 知大氣之溫度爲 35 度。觀濕度表上。兩寒暑表之差爲 15 度。問該日之濕度若干。

答 因  $35 - 15 = 20$  度爲露點。

查表知 35 度及 20 度之最大壓力。爲 4.18 及 1.74。

$$\therefore \text{該日之濕度} = \frac{1.74}{4.18} \times 100 = \underline{\underline{41.626}}$$

### 音學。關於音之速度之問答

(129) 有甲乙二人。甲距發音體 3 尺。乙距發音體 9 尺。  
問甲乙二人所聞之音。強弱之比何如。

答 因音之強弱。按距離自乘爲反比例。

$$\therefore \text{甲所聞之音} : \text{乙所聞之音} = 9^2 : 3^2 = \underline{\underline{9 : 1}}$$

(130) 有甲乙二處。相距 1685 米。當溫度 10 度時。甲處發音。乙處經幾秒始聞之。

答 因在零度時。其速率爲 331 米。每升 1 度增 0.6 米

$$\therefore \frac{1685}{331 + 10 \times 0.6} = \frac{1685}{337} = \underline{\underline{5 \text{ 秒}}}$$

(131) 在水中發音。經 4 秒後。能傳若干遠。

答 因水每秒能傳音 1453 米。所以 4 秒後。能傳  $1453 \times 4 = \underline{\underline{5812 \text{ 米}}}$

(132) 當溫 25° 時。見某處放火光後。經 3 秒始聞礮聲。問距某處若干米。

$$\text{答 } (331 + 25 \times 0.6) \times 3 = \underline{\underline{1038 \text{ 米}}}$$

(133) 當溫度零度時。有人向障礙物發音。經 8 秒始聞回音。問距障礙物若干遠。

$$\text{答 } \frac{8}{2} \times 331 = \underline{\underline{1324 \text{ 米}}}$$

(134) 有一深谷。不知其深。但知當溫度  $15^{\circ}$  時。向谷口發音。經 12 秒方聞回音。問谷深若干。

答  $\frac{12(331 + 15 \times 0.6)}{2} = \underline{\underline{2040}}$  米。

### 關於振動數之問答

(135) 有多孔輪器。(賽林)其孔數為 30。每秒旋轉 12 周。問其振動數若干。

答  $30 \times 12 = \underline{\underline{360}}$  次

(136) 前題。若 3 秒旋轉 36 次。問其振動數若干。

答  $\frac{30 \times 36}{3} = \underline{\underline{360}}$  次。

(137) 有賽林器。其孔數為 30。欲使其所發之音。與自然長音階中之 D 音高低相同。則每秒當旋轉若干次。

答 因 D 音之振動數為 288。

$$\therefore \frac{288}{30} = \underline{\underline{9.6}}$$
 次。

(138) 有一絃。其長為 2 尺。其振動數為 200。若為 5 尺時。其振動數若干。

答 因振動數與絃長為反比例。以  $n$  代振動數。

$$2 : 5 = n : 200. \quad \therefore n = \frac{2 \times 200}{5} = \underline{\underline{80}}$$
 次。

(139) 有銅絲 A, B 二段。其長及張力皆相等。惟其質量 A 為 7.8。B 為 8.5。知 A 之振動數為 256。問 B 之振動數若干。

答  $\therefore$  B 之振動數  $: 256 = \sqrt{7.8} : \sqrt{8.5}$

$$\therefore \text{B 之振動數} = \frac{\sqrt{7.8}}{\sqrt{8.5}} \times 256 = \underline{\underline{245}} \text{ (有餘)}$$

(140) 設有絃長 4 cm。其速度爲 4967 秒米。問其原振動數若干。

答 因絃長爲 4 cm。其波長爲  $2 \times 4 = 8$  cm。

$$\therefore \text{原振動數} = \frac{4967}{8} = \underline{\underline{620.875}} \text{ 次。}$$

### 關於風琴管之問答

(141) 有甲乙二風琴管。其他部構造皆同。惟甲長爲 8 呎。乙長爲 4 呎。知甲之振動數爲 120。問乙之振動數若干。

答 因振動數與長。爲反比例。

$$\therefore \text{乙之振動數} = \frac{8 \times 120}{4} = \underline{\underline{240}}$$

(142) 設甲爲開管。乙爲閉管。其長短及他部之構造皆同。若甲之振動數爲 240。問乙之振動數若干。

答 在開管之波長。爲管長之  $\frac{1}{2}$ 。閉管之波長。爲管長之  $\frac{1}{4}$ 。今二管之長相同。則閉管之波長有開管之波長 2 倍。但振動數與波長爲反比例。

$$\therefore \text{閉管之振動數} = \frac{240}{2} = \underline{\underline{120}}$$

(143) 設甲爲開管。其長爲 6 糶。乙爲閉管。其長爲 4 糶。  
問甲乙二原音高低之比何如。

答 甲之波長 =  $2 \times 6 = 12$ 。乙之波長 =  $4 \times 4 = 16$ 。  
高低由於振動數之多少。而振動數與波長爲反比例。  
所以高低亦與波長爲反比例。

$$\therefore \text{甲音} : \text{乙音} = 16 : 12 = 4 : 3$$

(144) 欲製一開管。所發之音。爲閉管長 6 糶之音之 3 倍。問該長若干。

答 在閉管之波長 =  $4 \times 6 = 24$ 。而開管之波長爲管長之 2 倍。今又欲 3 倍其音。

$$\therefore \text{開管之長} = \frac{24}{2 \times 3} = 4 \text{ 糶。}$$

### 光學。關於影及照度之問答

(145) 於壁前置光源一點。中間映以 2 平方寸之不透光體。其不透光體與壁平行。距壁爲一尺。距光點爲 1 寸。問壁上之影若干平方寸。

答 光點距不透光體爲 1 寸。則光點距壁爲 11 寸。  
 $1^2 : 11^2 = 2 : \text{影} \quad \therefore \text{影} = 11^2 \times 2 = \underline{\underline{242 \text{ 寸}^2}}$

(146) 設在空中有一球形發光體。其直徑爲 4 尺。距光體 3 尺之處。有直徑 2 尺之不透明體。問在不透明體背後。所生圓錐形之本影若干尺高。

答 以  $x$  代圓錐形本影之高。則  $x + 3$  爲發光體至錐形頂之高。  
 $4^2 : 2^2 = (x + 3)^2 : x^2$



$$16x^2 = 4(x^2 + 6x + 9) = 4x^2 + 24x + 36$$

$$12x^2 - 24x - 36 = 0 \quad x^2 - 2x - 3 = 0$$

$$(x+1)(x-3) = 0 \quad \therefore x = \underline{3} \text{ 尺 } x = -1 \text{ 不合理棄去。}$$

- (147) 有一光源距被照物爲 3 尺 時。其照度爲 1。問其光度若干。

答 光度者單位距離上之照度也。而照度按距離之平方爲反比例。以  $x$  代光度。

$$3^2 : 1^2 = x : 1 \quad \therefore x = 3 \times 3 = \underline{9} \text{ 爲其光度。}$$

- (148) 有一光源。距被照 2 尺時。其照度爲 1。問距 6 尺時。其照度何如。

答 以  $x$  代所求之照度。  $1 : x = 6^2 : 2^2$

$$\therefore x = \frac{2 \times 2}{6 \times 6} = \underline{\underline{\frac{1}{9}}}$$

- (149) 有甲乙二紙片。甲距發光體 2 尺。乙距發光體 5 尺。求甲乙二紙片上照度之比何如。(二紙片面。皆平行光體。)

答 甲照度 : 乙照度 =  $5^2 : 2^2 = \underline{\underline{25 : 4}}$

- (150) 有四燭光之洋油燈。與 36 燭光之電燈。各置於本生光度表一端。該表之長爲 32 尺。問紙屏置於何處。兩面之照度相等。

答 以  $x$  代四燭光之距。則  $32-x$  爲電燈之距。

$$4 : 36 = x^2 : (32-x)^2.$$

$$\text{即 } 1 : 9 = x^2 : (1024 - 64x + x^2)$$

$$\therefore 9x^2 = 1024 - 64x + x^2,$$

$$8x^2 + 64x - 1024 = 0$$

$$x^2 + 8x - 128 = 0$$

$$\therefore (x - 8)(x + 16) = 0 \quad x = -16 \text{ 不合理.}$$

$$\therefore x = \underline{8 \text{ 粉}} \quad 32 - x = \underline{24 \text{ 粉}}$$

(151) 置 5 燭光之蠟燭。於 2 尺 5 寸之處。若代以 20 燭之煤氣燈。要與前受同強之光。須置於何處。

答 以  $x$  代所置處之距離。  $5 : 20 = 25^2 : x^2$ 。

$$\therefore x = \sqrt{\frac{20 \times 25 \times 25}{5}} = \sqrt{4 \times 25 \times 25} = 50 \text{ 寸} = \underline{5 \text{ 尺}}$$

### 關於光之反射之問答

(152) 有二平面鏡。成  $90^\circ$  之角。問一物能生幾像。

$$\text{答 } \frac{360}{90} - 1 = 4 - 1 = \underline{3 \text{ 個像。}}$$

(153) 有二平面鏡成  $60^\circ$  之角。問一物能生幾像。

$$\text{答 } \frac{360}{60} - 1 = 6 - 1 = \underline{5 \text{ 個像。}}$$

(154) 有球面凹鏡。其曲率半徑為 3 尺。光體與鏡之距離為 6 尺。問像與鏡之距離若干。並問所生之像虛實倒正大小何如。

$$\text{答 } \therefore \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \quad \therefore \frac{1}{b} = \frac{2}{r} - \frac{1}{a}$$

$$\therefore \frac{1}{b} = \frac{2}{3} - \frac{1}{6} = \frac{3}{6} \quad \therefore b = \frac{6}{3} = \underline{2 \text{ 尺}}$$

其像為倒立實像。小於實物。因光體在球心以外也。

- (155) 有球面凹鏡。其曲率半徑爲 3 尺。光體與鏡之距爲 2 尺。問像與鏡之距若干。且虛實倒正大小何如。

答  $\therefore \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \quad \therefore \frac{1}{b} = \frac{2}{3} - \frac{1}{2}$

$$= \frac{4-3}{6} = \frac{1}{6}.$$

$\therefore b = \frac{6}{1} = \underline{6}$  尺 生倒立實像大於實物。因光體在球心與焦點間也。

式中  $a$  爲物與鏡之距。 $b$  爲像與鏡之距。 $r$  爲曲率半徑。

- (156) 前題。若光體在距鏡 1 尺之處。則像與鏡之距若干。并所生之像虛實倒正大小何如。

答 因光體在焦點以內。所以用  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{2}{r}$  之公式。

則  $\frac{1}{b} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3} \quad \therefore b = \underline{3}$  尺

所生之像。爲正立虛像大於實物。

物與像之長短。及距離之關係如下。

物長：像長 = 球心與物之距：球心與像之距。

又物長：像長 =  $a$ ： $b$ 。  $a$  爲物與鏡之距。 $b$  爲像與鏡之距。

- (157) 在球面凹鏡前 5 尺之處。置一物體。其所生之像長。爲實物之四分之一。問此鏡之曲率半徑何如。

答 因像爲實物四分之一。則像爲 1。實物爲 4。

$$4 : 1 = 5 : b. \quad \therefore b = \frac{5}{4} \text{尺。代入}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \text{ 之公式內。即 } \frac{1}{5} + \frac{4}{5} = \frac{2}{r}$$

$$\text{即 } 1 = \frac{2}{r} \quad \therefore r = \underline{\underline{2 \text{尺}}}$$

(158) 有曲率半徑。爲 2 尺之球面凹鏡。於該鏡前 5 尺之處。置 4 寸長之物體。問所生之像。與鏡之距離若干。並像長若干。

$$\text{答 由 } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} \text{ 公式。得 } \frac{1}{b} = \frac{2}{2} - \frac{1}{5} \\ = \frac{4}{5}。$$

$$\therefore b = \underline{\underline{\frac{5}{4} \text{尺}}}。 \text{ 又物長 : 像長} = a : b。$$

$$\therefore 4 : \text{像長} = 5 : \frac{5}{4}。 \quad \therefore \text{像長} = \frac{5}{4} \times \frac{4}{5} \\ = \underline{\underline{1 \text{寸}}}。$$

(159) 在凹面鏡前。鏡心與焦點之正中間。置一物體。問所生之像爲虛爲實。且像長有物長之若干。

$$\text{答 以 } F \text{ 代焦點距離。依題云則 } a = \frac{F}{2}。$$

$$\text{由 } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \text{ 公式。則 } \frac{2}{F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}。$$

$$\therefore \frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{2}{F} = -\frac{1}{F} \quad \therefore b = \underline{\underline{-F}}$$

由此知所生之像爲虛像。

又物長：像長 =  $a : b = \frac{F}{2} : -F = F : -2F = \underline{\underline{1:-2}}$

由此知像長有物長之 2 倍。

(160) 在球面凹鏡前 1 米之處。置一物體。其所生實像之長。等於物長之 3 倍。問該鏡之焦點距離何如。

答 按題設物長為 1。則像長為 3。  $1 : 3 = a : b$ 。

$\therefore b = 3a$ 。題設  $a = 1$  米。  $\therefore b = 3$  米。代入

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \text{ 內。得 } 1 + \frac{1}{3} = \frac{1}{F} \quad \therefore \frac{1}{F} = \frac{4}{3}$$

$$\therefore F = \frac{3}{4} \text{ 米}$$

(161) 在球面凹鏡球心以外。距球心 4 cm 之處。置 3 寸長之物體。其所生之像長為 1.5 寸。問像距球心若干 cm。

答  $\therefore 3 : 1.5 = 4 : x \quad \therefore x = \frac{1.5 \times 4}{3} = \underline{\underline{2 \text{ cm}}}$

(162) 有凸面鏡。其曲率半徑為 6 尺。在鏡前 4 尺之處。置一物體。問其像距鏡若干尺。

答 由  $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r}$  公式。

$$\therefore \frac{1}{b} = \frac{2}{6} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12} \quad \therefore b = \underline{\underline{\frac{12}{7} \text{ 尺}}}$$

(163) 有球面凸鏡。在鏡前 3 尺之處置一物體。其所生之虛像距鏡為一尺。求該鏡之曲率半徑何如。

答 由  $\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r} \quad \therefore \frac{2}{r} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$

$$\therefore r = \frac{3}{2} \times 2 = \underline{\underline{3 \text{ 尺}}}$$

## 關於光之屈折之問答

(I64) 設知入射角爲  $45^\circ$ 。屈折角爲  $30^\circ$ 。求其屈折率若干。

$$\text{答 } \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{2}{1} = 0.707107 \times 2 = \underline{\underline{1.414214}}$$

(I65) 在凸透鏡前 3 尺之處。置一物體。其實像距鏡爲 6 尺。求其焦點距離若干。

$$\text{答 由 } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \text{ 公式。}$$

$$\therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2} \quad \therefore F = \underline{\underline{2 \text{ 尺}}}$$

(I66) 有物長爲 2 尺。置於凸透鏡前 3 尺之處 其所生之實像距鏡爲 6 尺。求像長若干。

$$\text{答 以 } x \text{ 代像長。 } 2 : x = 3 : 6$$

$$\therefore x = \frac{2 \times 6}{3} = \underline{\underline{4 \text{ 尺}}}$$

(I67) 有凸透鏡。其焦點距離爲 2 寸。若將光體置於 6 寸之處。問所生之像距鏡若干。並問倒正虛實大小何如。

$$\text{答因 } \frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \therefore \frac{1}{b} = \frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore b = \underline{\underline{3 \text{ 寸}}} \text{ 其像爲倒立實像小於實物。因物在 } 2F$$

以外也。

(I68) 前題。若將物體置於鏡前 4 寸之處。則何如。

$$\text{答 } \because \frac{I}{b} = \frac{I}{2} - \frac{I}{4} = \frac{I}{4} \quad \therefore b = \underline{4\text{寸}}$$

所生之像。爲倒立實像。等於實物。因在 $2F$ 處也。

(I69) 前題。若將物體置於鏡前 3 寸之處。則何如。

$$\text{答 } \frac{I}{b} = \frac{I}{2} - \frac{I}{3} = \frac{I}{6} \quad \therefore b = \underline{6\text{寸}}$$

所生之像。爲倒立實像。大於實物。因物在 $2F$ 以內也

(I70) 前題。若將物體置於鏡前 1.5 寸之處。則何如。

$$\text{解 因 } F=2, a=1.5 \quad \therefore \text{用 } \frac{I}{a} - \frac{I}{b} = \frac{I}{F} \text{ 公式。}$$

$$\therefore \frac{I}{b} = \frac{I}{1.5} - \frac{I}{2} = \frac{2 - 1.5}{3} = \frac{.5}{3}$$

$$\therefore b = \frac{3}{0.5} = \underline{6\text{寸}}$$

所生之像。爲正立虛像。大於實物。因物在 $F$ 以內也。

(I71) 知像長有物長之二倍。實物距凸透鏡爲 3 尺。求其焦點距離若干。

$$\text{答 因物長 : 像長} = a : b \quad \therefore I : 2 = a : b.$$

$$\therefore b = 2a = 6\text{尺 代入 } \frac{I}{a} + \frac{I}{b} = \frac{I}{F} \text{ 式內。}$$

$$\text{得 } \frac{I}{F} = \frac{I}{3} + \frac{I}{6} = \frac{3}{6} = \frac{I}{2} \quad \therefore F = \underline{2\text{尺}}$$

(I72) 在凸透鏡前 1 糎之處。置 2 糎長之物體。所生虛像之長爲 6 糎。求  $b$  爲若干。並  $F$  若干。

$$\text{答 } \because 2 : 6 = 1 : b \quad \therefore b = \frac{6}{2} = \underline{3\text{糎}} \text{ 既得 } b \text{ 再代}$$



$$\text{入} \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \text{ 內。得 } \frac{1}{F} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

$$\therefore F = \frac{3}{2} = \underline{\underline{1.5 \text{ 呎}}}$$

- (173) 有屈折率 1.5 之兩凸透鏡。其一面之曲率半徑為 20 呎。焦點距離為 30 呎。求他一面之曲率半徑若干。

$$\text{答 因公式 } (n-1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) = \frac{1}{F}$$

$$\therefore (1.5-1)\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{r'}\right) = \frac{1}{30} \quad 0.5 \times \left(\frac{r'+20}{20r'}\right)$$

$$= \frac{1}{30} \quad \frac{0.5r'+10}{20r'} = \frac{1}{30} \quad 15r'+300 = 20r'$$

$$5r' = 300 \quad \therefore r' = \frac{300}{5} = \underline{\underline{60 \text{ 呎}}} \text{ 即爲所求。}$$

- (174) 有物長 5 呎。置於凹透鏡前 4 呎處。所生之虛像長爲 2 呎。問像距凹透鏡若干。

$$\text{答 } \because \text{物長} : \text{像長} = a : b \quad \text{即 } 5 : 2 = 4 : b$$

$$\therefore b = \frac{2 \times 4}{5} = \underline{\underline{1.6 \text{ 呎}}}$$

- (175) 前題。問焦點距離若干。

答 由前題之法求得  $b = 1.6$  呎代入公式。

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \text{ 內。得 } \frac{1}{1.6} - \frac{1}{4} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{6}{16} = \frac{1}{F} \quad \therefore F = \frac{16}{6} = \underline{\underline{2.6 \text{ 呎}}}$$

- (176) 焦點距離 6 呎之凹透鏡。與焦點距離 4 呎之凸透

鏡相接組合時。問組合透鏡之焦點距離若干。

答 由  $\frac{1}{f} + \frac{1}{f'} = \frac{1}{F}$  之公式。凹透鏡之焦點離為負。

$$\therefore \frac{1}{4} - \frac{1}{6} = \frac{1}{F} \quad \frac{3-2}{12} = \frac{1}{F} \quad \therefore F = \underline{\underline{12}} \text{ 吋}$$

(I77) 有明距離 4 寸之近視眼。若用眼鏡得明視 12 寸遠之物。問該眼鏡之焦點距離。

答  $\because$  明視距離為 4 寸。則距 12 寸遠之物體所生之虛像。距鏡必為 4 寸。即  $b$  為 4 寸。 $a$  為 12 寸。代入公式。則得

$$\frac{1}{4} - \frac{1}{12} = \frac{1}{F} \quad \frac{2}{12} = \frac{1}{F} \quad \therefore F = \frac{12}{2} = 6 \text{ 寸}$$

(I78) 有明視距離 5 吋之近視眼。若用眼鏡得明視 20 吋處之物。問其眼鏡之焦點距離。

答 依題理知 20 吋處之物體所生之虛像距鏡為 5 吋。即  $a$  為 20 吋。 $b$  為 5 吋。代入公式。得

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{5} - \frac{1}{20} = \frac{4-1}{20} = \frac{3}{20} \quad \therefore F = \frac{20}{3} = \underline{\underline{6.6}} \text{ 吋}$$

(I79) 前題若問眼鏡之度數何如。

答 近視眼鏡之度數。為其焦點距離。以米表之之逆數也。

依前題之法。已求得其焦點距離為  $\frac{20}{3}$  吋。

若改為米時。則得  $\frac{20}{3} \times 0.01 = \frac{0.2}{3}$  米。

$$\therefore \text{眼鏡之度數} = \frac{1}{\frac{0.2}{3}} = \frac{3}{0.2} = \frac{30}{2} = \underline{\underline{15度}}$$

(180) 有明視 48 糎之遠視眼。若用焦點距離 32 糎之凸透鏡。其所明視之物距鏡若干。

答 因其明視距離為 48 糎。則虛像必生在 48 糎之處。即  $b = 48$  糎。  $F = 32$  糎。代入公式

$$\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \text{ 內。} \therefore \frac{1}{a} = \frac{1}{32} + \frac{1}{48} = \frac{3+2}{96} = \frac{5}{96}$$

$$\therefore a = \frac{96}{5} = \underline{\underline{19.2 \text{ 糎}}}$$

(181) 用單顯微鏡（即一個凸透鏡）窺物。知物大為 2 平方寸。物距鏡為 1 寸。像距鏡為 5 寸。求所窺之像為若干平方寸。

答 以  $x$  代所求。  $x : 2 = 5^2 : 1^2$ 。

$$\therefore x = 2 \times 5 \times 5 = \underline{\underline{50 \text{ 平方寸}}}$$

(182) 用單顯微鏡窺物。知物長 1 寸。寬 5 分。其所見之像為 450 平方分。像距物為 4 寸。所問之條件如下。

(1) 問像之長寬各若干。(2) 問物距鏡若干。

(3) 問鏡之焦點距離若干。

答 (1) 因物之寬比長為 1 : 2。則像之寬比長亦必為 1 : 2。令  $x$  代像寬。則像長為  $2x$ 。

$$x \times 2x = 450. \quad \therefore x^2 = \frac{450}{2} = 225 \text{ 平方分。}$$

$$\therefore x = \sqrt{225} = 15 \text{ 分} \quad \text{像長} = 2 \times 15 = \underline{30 \text{ 分}}$$

答 (2) 因物之面積爲  $10 \times 5 = 50$  平方分。以  $x$  代物與鏡之距。則像與鏡之距爲  $x+4$ 。

$$50 : 450 = x^2 : (x+4)^2.$$

$$450x^2 = 50(x+4)^2 = 50x^2 + 400x + 800$$

$$400x^2 - 400x - 800 = 0 \quad x^2 - x - 2 = 0$$

$$\therefore (x-2)(x+1) = 0 \quad \therefore x = \underline{2 \text{ 寸}}$$

答 (3) 因已求得物距鏡爲 2 寸。則像距鏡爲 4+2。

即  $a = 2$  寸。  $b = 6$  寸。代入  $\frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$  公式內。

$$\text{則得} \quad \frac{1}{2} - \frac{1}{6} = \frac{1}{F} \quad \therefore \frac{1}{F} = \frac{3-1}{6} = \frac{1}{3}.$$

$$\therefore F = \underline{3 \text{ 寸}}$$

### 磁學關於庫倫定律及磁氣量之問答

(183) 有二磁石。其磁氣量爲 4 單位及 3 單位。距離爲 2 糎。問其引力或斥力若干。

$$\text{答} \quad F = \frac{m \times m'}{r^2} = \frac{3 \times 4}{2^2} = \underline{3 \text{ 達因}}.$$

(184) 有二磁石。其磁氣量爲 6 單位及 3 單位。引力或斥力爲 2 達因。問相距若干。

$$\text{答} \quad \text{二磁石之距} = \sqrt{\frac{m \times m'}{F}} = \sqrt{\frac{6 \times 3}{2}} = \underline{3 \text{ 糎}}$$

(185) 有甲乙二磁石。相距爲 3 糎。其引力或斥力。爲  $2\frac{2}{9}$  達因。知甲之磁氣量爲 4。問乙之磁氣量若干。

$$\begin{aligned} \text{答 乙之磁氣量} &= 2 \frac{2}{9} \times \frac{3^2}{4} = \frac{20}{9} \times \frac{9}{4} \\ &= \underline{5 \text{單位}} \end{aligned}$$

(I86) 有甲乙二磁石。相距爲 2 糎時。其引力爲 3 達因。若相距爲 3 糎時。其引力若干。

答 因  $3 : F = 3^2 : 2^2$ 。

$$\therefore F = \frac{3 \times 2 \times 2}{9} = \underline{1 \frac{1}{3} \text{達因}}$$

(I87) 有甲乙丙三磁石。知甲乙之引力爲 2。甲丙之引力爲 5。其距離相等。問乙丙磁氣量之比何如。

答 因甲之磁氣量爲一定。甲乙及甲丙之距又相等。

$$\therefore \text{乙之磁氣量} : \text{丙之磁氣量} = \underline{2 : 5}$$

### 靜電學關於電氣量電位電容量之問答

萬有引力之定律。及磁學上庫倫之定律。與電學上庫倫之定律。三者之公式。皆爲  $F = K \frac{m \times m'}{r}$ 。用此公式時。在萬有引力必用  $K$ 。因  $K$  代常數  $6.5 \times 10^{-3}$  也。而在磁學及電學可以省去  $K$ 。因  $K$  代常數 1 也。茲將靜電學上。關於問答所用之單位。列舉如下。

(1) 庫倫爲電氣量之實用之單位。以  $Q$  代之。

當理論單位  $3 \times 10^9$  倍。

(2) 弗打爲電位之實用單位。以  $E$  代之。

當理論單位  $\frac{1}{300}$  倍。

(3) 法拉特爲電容量之實用單位。以V代之。

當理論單位  $3 \times 10^9 \times 300$  倍。

三種單位之關係  $Q = E \times V$

(I88) 有帶電二小球。兩球心之距爲4 呎。其斥力爲16 達因。問距離爲原距之8 倍時。其斥力若干。

答 因斥力按距離自乘爲反比例。以x代所求。

$$\therefore (4 \times 8)^2 : 4^2 = 16 : x。$$

$$\therefore x = \frac{4^2 \times 16}{(4 \times 8)^2} = \frac{4 \times 4 \times 8 \times 2}{4 \times 4 \times 8 \times 8} = \frac{1}{4} = \underline{0.25 \text{ 達因}}。$$

(I89) 有甲乙二小體。甲之電氣量爲2 單位。乙之電氣量爲4 單位。相距爲1 呎。其斥力若干。

$$\text{答 } F = \frac{2 \times 4}{1^2} = \underline{8 \text{ 達因}}。$$

(I90) 有甲乙二球。不知其所帶之電氣量。但知帶同種電氣時。其值爲3 與4。相距爲6。其斥力爲10達因。若帶異種電氣時。其值爲6 與20。距離12。其引力若干。

$$\text{答 因 } F = \frac{6 \times 20}{12^2} = \frac{5}{6}。 \quad \text{又 } 10 = \frac{3 \times 4}{6^2} = \frac{1}{3}。$$

$$\therefore F : 10 = \frac{5}{6} : \frac{1}{3}。 \quad \therefore F = 10 \times \frac{5}{6} \times \frac{3}{1} \\ = \underline{25 \text{ 達因}}$$

(I91) 用未帶電之球。與同形同大之帶電球相接觸之後。

置于相距 8 糎之處。其斥力爲 16 達因。問原帶電體所帶之電氣量若干。

答 因接觸後所帶之電氣量相等。

$$\therefore 16 = \frac{m^2}{8^2} \quad \therefore m = \sqrt{16 \times 8^2} = 32$$

又因二帶電上之電氣量。原在一球上。

$\therefore$  原帶電體所具之電氣量。爲  $32 \times 2 = \underline{64}$  單位

(I92) 有二帶電體。其所帶之電氣量。爲 1 庫倫及 2 庫倫相距爲 3 糎。問其引力或斥力若干達因。

答 因 1 庫倫 = 理論單位  $3 \times 10^9$ 。

$$\therefore F = \frac{3 \times 10^9 \times 2 \times 3 \times 10^9}{3 \times 3} = \underline{2 \times 10^{18}}$$

(I93) 有某帶電體。知其電容量爲 2 法拉特。當單位爲 3 弗打時。其所帶之電氣量爲若干庫倫。并問有若干理論單位。

答 電氣量 =  $E \times V = 2 \times 3 = \underline{6}$  庫倫。

又  $= 2 \times 3 \times 3 \times 10^9 = \underline{18 \times 10^9}$  理論單位

(I94) 有某體其電容量爲 2 法拉特。若加 6 庫倫之電氣量。其電位爲若干弗打。并問在理論單位爲若干。

答 電位 =  $\frac{Q}{V} = \frac{6}{2} = \underline{3}$  弗打

又 電位 =  $\frac{6}{2} \times \frac{1}{300} = \underline{\frac{1}{100}}$  理論單位。

(I95) 有某體。若加 3 庫倫之電氣。其電位爲 2 弗打。問



其電容量若干法拉特。并問在理論單位爲若干。

答 其電容量 =  $\frac{Q}{E} = \frac{3}{2} = \underline{1.5}$  法拉特。

又 電容量 =  $\frac{3}{2} \times 3 \times 10^9 \times 300 = \underline{135 \times 10^{10}}$  理論單位。

### 動電學關於電流抵抗電動力之問答

關於動電學上計算問答。所用之單位及公式如下。

安培爲電流之單位。以 C 代之。

歐姆爲抵抗之單位。以 R 代之。

電動力即單位之差。仍以 E 代之。Q 代電氣量。t 代時間。

$$C = \frac{Q}{t} \quad C = \frac{E}{R}$$

(196) 有電流於 2 秒內。流過電氣之總量爲 4 庫倫。問此電流之強爲若干。

答 依公式  $C = \frac{Q}{t} = \frac{4}{2} = \underline{2}$  安培

(197) 有電流爲 3 安培。一晝夜間。流過之陽電若干庫倫。並問當理論單位若干。

答 因一晝夜 =  $24 \times 60 \times 60 = 86400$  秒。

流過之陽電氣 =  $\frac{I}{2} \times 3 \times 86400 = \underline{129600}$  庫倫

流過之陽電量。在理論單位。

$129600 \times 3 \times 10^9 = \underline{3388 \times 10^{11}}$

據實驗。抵抗與輪道之長爲正比例。與其橫剖面積爲反比例。又教科書上有各物質之抵抗表。茲列數題於下。

- (198) 有銅絲長爲 2 米。其橫剖面積爲 1 耗<sup>2</sup>。求其抵抗若干歐姆。

$$\text{答 } R = \frac{2 \times 0.016}{1} = \underline{0.032} \text{ 歐姆。}$$

- (199) 有銅絲長 2 米。其橫剖直徑爲 1 耗。其抵抗若干。

$$\text{答 } R = \frac{2 \times 0.016}{\frac{\pi \times 1^2}{4}} = \frac{8 \times 0.016}{3.1416} = \underline{0.04074} \text{ 歐姆}$$

- (200) 有直徑 2 耗。長 1 哩之電信鐵線。其抵抗爲 13 歐姆。茲易以同質之鐵線。其直徑爲 0.8 耗。長 440 碼。其抵抗若干。(但 1 哩 = 1760 碼)。

$$\text{答 以 } R \text{ 代其歐姆數。 } \left. \begin{array}{l} 1760 : 440 \\ 0.8^2 : 2^2 \end{array} \right\} = 13 : R$$

$$\therefore R = \frac{440}{1760} \times \frac{2^2}{0.8^2} \times 13 = \underline{20.3125} \text{ 歐姆}$$

- (201) 有同質同長之某導線。一抵抗爲 4 歐姆。一抵抗爲 9 歐姆。其抵抗爲 4 者。切口之半徑爲 1 耗。問他之半徑若干。

$$\text{答 以 } x \text{ 代所求。 } 4 : 9 = x^2 : 1^2$$

$$\therefore x = \sqrt{\frac{4}{9}} = \underline{\frac{2}{3}} \text{ 耗}$$

- (202) 設有一個電池。以導線連其兩極。其全抵抗爲 4 歐姆。兩極電位之差爲 6 弗打。問其電流之強若干。

答 依公式  $C = \frac{E}{R} = \frac{6}{4} = \underline{1.5}$  安培

- (203) 設用本生電池一個。以橫剖面積 1 平方耗。長 2 米之銅絲連結其兩極。其電流之強若干。(溫度零度。且不計其內抵抗)。

答 查物理。知其電動力為 1.9 弗打。查抵抗表。知銅絲之抵抗為 0.016。則長二米之抵抗。為

$$2 \times 0.016 = 0.032 \text{ 歐姆。}$$

$$\therefore C = \frac{1.9}{0.032} = \underline{59.375} \text{ 安培。爲其電流之強。}$$

- (204) 有重鉻酸鉀電池一個。其電動力為 2.7 弗打。以長 50 米。橫剖面之半徑。爲 1 耗之鐵絲聯結之。問其電流之強若干。

答 查抵抗表。知鐵絲之抵抗為 0.097。而半徑 1

$$\text{耗長 50 米之抵抗。爲 } \frac{50 \times 0.097}{\pi \times 1^2} = \frac{4.85}{3.1416} \text{ 歐姆。}$$

$$\therefore C = 2.7 \div \frac{4.85}{3.1416} = 2.7 \times \frac{3.1416}{4.85}$$

$$= \underline{1.749} \text{ 安培。 (約數) 爲其電流之強。}$$

- (205) 知電流之強為 10 安培。全抵抗為 12.3 歐姆。問其電動力若干。

$$\text{答 } E = R \times C = 12.3 \times 10 = \underline{123} \text{ 弗打}$$

- (206) 知電動力為 3 弗打。電流之強為 5 安培。問其全抵抗若干。

答  $R = \frac{E}{C} = \frac{3}{5} = \underline{0.6}$  歐姆

(207) 設有電動力 3 弗打之電池。其內抵抗為 0.008 歐姆。以橫剖面積 1 耗<sup>2</sup>長 2 米之銅絲聯結其兩極。其電流之強若干。

答 外抵抗以 R 代之。內抵抗以 r 代之。

$\therefore C = \frac{E}{R+r} = \frac{3}{2 \times 0.016 + 0.008} = \underline{75}$  安培

關於聯結法之問答

聯結法  $\left\{ \begin{array}{l} \text{縱聯法 (行聯法)} \dots C = \frac{NE}{R+Nr} \\ \text{橫聯法 (列聯法)} \dots C = \frac{NE}{NR+r} \\ \text{縱橫聯法 (混合聯法)} \dots C = \frac{NE}{QR+Pr} \end{array} \right.$

(208) 有氯化鋇電池 5 個。用長 2 米。橫剖面積 1 耗<sup>2</sup>之銅絲。按縱聯法聯結之。其每個之內抵抗假定為 0.0016。問其電流之強若干。

答  $C = \frac{NE}{R+Nr} = \frac{5 \times 1.5}{2 \times 0.016 + 5 \times 0.0016}$   
 $= \frac{7.5}{0.04} = \underline{187.5}$  安培

(209) 前題。若用橫聯法則何如。

答  $C = \frac{NE}{NR+r} = \frac{5 \times 1.5}{5 \times 2 \times 0.016 + 0.0016}$   
 $= \frac{7.5}{0.176} = \underline{42.614}$  安培

(210) 設有相同之電池 5 個。其每個之電動力為 2 弗打。內抵抗為 0.6 歐姆。外抵抗為 1 歐姆。在縱聯法與橫聯法中。宜用何法。並問電流之強若干。

答 因內抵抗小。故宜用縱聯法。

$$C = \frac{5 \times 2}{1 + 5 \times 0.6} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ 安培。}$$

(211) 前題。若外抵抗為 0.3 歐姆。內抵抗為 1 歐姆。在縱橫二聯法中宜用何法。并問電流之強若干。

答 因題云外抵抗小。故宜用橫聯法。

$$C = \frac{5 \times 2}{5 \times 0.3 + 1} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ 安培。}$$

(212) 有相同之電池 6 個。其每個之電動力為 2 弗打。內抵抗為 0.5 歐姆。外抵抗為 1 歐姆。要用縱橫聯法得最強之電流為若干。

答 因  $\frac{P}{Q} = \frac{R}{r}$  最強。而  $\frac{R}{r} = \frac{1}{.5}$

$$\text{即 } \frac{P}{Q} = \frac{1}{1.5} \dots (1) \quad P \times Q = 6 \dots (2).$$

$$(1) \times (2) \text{ 得 } P^2 = 2 \times 6, \quad \therefore P = \sqrt{12} = 3 \text{ (約數)}.$$

取其整數 3。則  $Q = 2$ 。代入公式。則得

$$C = \frac{6 \times 2}{2 \times 1 + 3 \times .5} = \frac{12}{3.5} = 3.428 \text{ 安培 (約數)}$$

又法因  $QR = Pr$  最強。但因  $6 = 2 \times 3$ 。

若  $Q = 2$ 。或  $Q = 3$ 。

則  $P = 3$ 。則  $P = 2$ 。

惟因  $\begin{cases} 2 \times 1 = 2 \\ 3 \times .5 = 1.5. \end{cases}$  或  $\begin{cases} 3 \times 1 = 3 \\ 2 \times .5 = 1. \end{cases}$

視以上二組。惟2與1.5相較。雖不相等。相差尙少。所以  $Q=2$ 。  $P=3$ 。 代入公式即得。

(213) 前題。問宜用縱聯法。是宜用橫聯法。是宜用縱橫聯法。並問最強之電流若干。

答 題設外抵抗大。故不宜用橫聯法。再比較縱聯法及縱橫聯法孰優可也。

$$\text{在縱聯法 } C = \frac{6 \times 2}{1 + 6 \times .5} = \frac{12}{4} = 3 \text{ 安培。}$$

前已求得在縱橫聯法得  $3.428$  安培。所以宜用縱橫聯法。其最強電流爲  $3.428$  安培。

(214) 有相同之電池 12 個。電動力爲 1.05 弗打。外抵抗爲 0.6。內抵抗爲 0.7。問宜用何種聯結法。得最強之電流若干。

答 因外抵抗小。故不宜用縱聯法。再比較橫聯法與縱橫聯法。孰優可也。

$$\text{在橫聯法 } C = \frac{12 \times 1.05}{12 \times .6 + .7} = \frac{12.6}{7.9}。$$

$$\text{在縱橫聯法 } P = \sqrt{12 \times \frac{.6}{.7}} = 3 \text{ 約數。則 } Q = 4。$$

$$\therefore C = \frac{12 \times 1.05}{4 \times .6 + 3 \times .7} = \frac{12.6}{4.5} = 2.8 \text{ 安培。}$$

故宜用縱橫聯法。其電流爲  $2.8$  安培。

(215) 有相同之電池 8 個。其每個之內抵抗爲 1。外抵抗爲 2。要混合聯法。問宜聯幾個爲一行。共排幾列。

答  $\because P \times Q = 8 \dots\dots (1) \quad \frac{P}{Q} = \frac{2}{1} = 2 \dots\dots (2)$

$(1) \times (2)$  得  $P^2 = 8 \times 2 = 16. \quad \therefore P = \sqrt{16} = \underline{\underline{4}}$

宜每行四個

則  $Q = \frac{8}{4} = \underline{\underline{2}}$  共排二列

- (216) 有相同之電池 12 個。其內抵抗為 0.4 歐姆。外抵抗為 1.2 歐姆。電動力為 10 弗打。問宜用何種聯結法。得最強之電流若干。

答 多數電池相聯結。用縱橫聯法。得強電流。求之如下。

$P = \sqrt{12 \times \frac{1.2}{.4}} = \sqrt{36} = 6. \quad \text{則 } Q = 2.$

$\therefore C = \frac{12 \times 10}{2 \times 1.2 + 6 \times 0.4} = \frac{120}{4.8} = \underline{\underline{25}}$  安培。

- (217) 有相同之電池 48 個。電動力為 15 弗打。內抵抗為 6 歐姆。外抵抗為 18 歐姆。問宜用何種聯結法。得最強之電流若干。

答 宜用縱橫聯法。求之如下。

$\therefore \frac{P}{Q} = \frac{R}{r} = \frac{18}{6} = 3 \dots (1). \quad P \times Q = 48 \dots (2)$

$(1) \times (2)$  得  $P^2 = 48 \times 3 = 144.$

$\therefore P = \sqrt{144} = 12. \quad Q = 4. \quad \text{代入公式。得}$

$C = \frac{48 \times 15}{4 \times 18 + 12 \times 6} = \frac{48 \times 15}{144} = \underline{\underline{5}}$  安培。

- (218) 有一電池。於 3 秒內在抵抗 1.8 歐姆之輪道上。



流過電氣總量爲 4 庫倫。問該電池兩極電位之差若干。

答  $\because \frac{E}{1.8} = \frac{4}{3} \quad \therefore E = \frac{4}{3} \times 1.8 = \underline{2.4}$  弗打。

(219) 設有二種電流。通過正切電流表。所生之偏角爲 5 度及 7 度。問二電流強弱之比何如。

答 查八線知  $\tan 5^\circ = 87489, \tan 7^\circ = 122785.$

$\therefore$  二電流強弱之比。爲 87489 : 122785

(220) 設有二種電流。通過正切電流表。所生之偏角爲 3 度 15 分及 2 度 36 分。問其強弱之比何如。

答 查八線得  $\tan 3^\circ 15' = 56784, \tan 2^\circ 36' = 45410.$

$\therefore$  其強弱之比爲 56784 : 45410

### 運動論關於等速度之問答

V 代等速度。t 代時間。s 代距離。其公式爲  $V = \frac{S}{t}.$

(221) 有物體。按等速度運動。其速度爲 56 秒尺。問經 7 秒共行若干尺。

答  $S = V \times t = 56 \times 7 = \underline{392}$  尺。

(222) 有等速度爲 67 秒米。問 5 秒後共行若干糎。

答  $S = 67 \times 5 = 335$  米 = 33500 糎

(223) 有等速度 67 秒米。若行 33500 糎。問用若干秒。

答  $t = \frac{S}{V} = \frac{33500 \text{ 糎}}{67 \frac{\text{米}}{\text{秒}}} = \frac{33500 \text{ 糎}}{6700 \frac{\text{糎}}{\text{秒}}} = \underline{5}$  秒。

(224) 有等速度運動。經 3 秒共行 645 米。問其速度若干秒糎。

$$\text{答 } V = \frac{S}{t} = \frac{645}{3} = 215 \text{ 秒米} = \underline{\underline{21500 \text{ 秒糎}}}。$$

(225) 有水手划船。往返各 2 里。需時 40 分。若將其速度減半。則需 1 點 40 分。試求水手划船及水流之速度。

答 令  $V$  代水手划船之速度。 $V'$  代水流之速度。  
則  $\frac{2}{V+V'}$  爲順流而行之時間。 $\frac{2}{V-V'}$  爲逆流而行之時間。

$$\frac{2}{V+V'} + \frac{2}{V-V'} = 40 \text{ 分。即 } \frac{V}{V^2-V'^2} = 10 \text{ 分。} \dots (A)$$

$$\text{又 } \frac{2}{\frac{V}{2}+V'} + \frac{2}{\frac{V}{2}-V'} = 1 \text{ 點 } 40 \text{ 分} = 100 \text{ 分。}$$

$$\text{即 } \frac{8V}{V^2-4V'^2} = 100 \text{ 分。 } \frac{V}{V^2-4V'^2} = 12.5 \text{ 分。} \dots (B)$$

$$(A \div B) \quad \frac{V}{V^2-V'^2} \times \frac{V^2-4V'^2}{V} = \frac{10}{12.5}。$$

$$\text{即 } \frac{V^2-4V'^2}{V^2-V'^2} = \frac{4}{5}。$$

$$\therefore 5V^2 - 20V'^2 = 4V^2 - 4V'^2. \quad V^2 = 16V'^2$$

$$V = 4V'. \quad V' = \frac{V}{4}. \quad \text{代入 A 式。則得}$$

$$\frac{V}{V^2 - \frac{V^2}{16}} = 10. \quad \frac{16V}{15V^2} = 10. \quad 150V = 16.$$

$$\therefore V = \frac{16}{150} = \frac{8}{75} \text{ 分里。 } V' = \frac{8}{75 \times 4} = \frac{2}{75} \text{ 分里。}$$

### 關於加速度之問答

以  $a$  代加速度。  $V$  代初速度。

$V'$  代末速度。  $S$  代距離。  $t$  代時間。

其公式  $a = \frac{V' - V}{t} \dots (1)$ 。  $S = \frac{V' + V}{2} \times t \dots (2)$ 。

或  $S = Vt + \frac{1}{2} at^2 \dots (3)$ 。  $V' = V + at \dots (4)$ 。

$$V'^2 - V^2 = 2aS \dots (5)$$

- (226) 有加速度運動。其初速度爲 4 秒尺。經 5 秒後。其速度變爲 5 秒尺。問其加速度若干。

答  $a = \frac{V' - V}{t} = \frac{5 - 4}{5} = \frac{1}{5} = \underline{0.2} \text{ 秒}^2 \text{ 尺。}$

- (227) 有加速度運動。其初速度爲 5 秒尺。經 4 秒後。其速度變爲 20 秒尺。問 4 秒內共行之距若干。

答  $S = \frac{V' + V}{2} \times t = \frac{20 + 5}{2} \times 4 = 25 \times 2 = \underline{50} \text{ 尺}$

- (228) 有加速度運動。其初速度爲 4 秒尺。加速度爲  $0.2$  秒<sup>2</sup>尺。問 5 秒末之速度若干。

答  $V' = V + at = 4 + 5 \times 0.2 = \underline{5} \text{ 秒尺}$

- (229) 前題。問 5 秒內所行之距離若干。

答  $S = Vt + \frac{1}{2} at^2 = 4 \times 5 + \frac{1}{2} \times 0.2 \times 5^2 = \underline{22.5} \text{ 尺}$

- (230) 設知初速度爲 4 秒尺。末速度爲 5 秒尺。加速度爲

0.2 秒<sup>2</sup>尺。問所行之距離若干尺。

$$\text{答 } S = \frac{V'^2 - V^2}{2a} = \frac{25 - 16}{0.4} = \frac{9}{0.4} = \frac{90}{4} = 22.5 \text{ 尺.}$$

(231) 有運動體。其原速度爲 5 秒米。加速度爲 3 秒<sup>2</sup>米。問經若干秒後。每秒能行 44 米。

$$\text{答 } \because V' = Vt + \frac{1}{2}at^2 \quad \therefore \frac{3}{2}t^2 + 5t - 44 = 0$$

$$3t^2 + 10t - 88 = 0 \quad (t-4)(3t+22) = 0$$

$$\therefore t = \underline{4 \text{ 秒}} \quad \text{或} = -\frac{22}{3} \text{ 秒 不合理棄去。}$$

(232) 有物體。由靜止而運動。其加速度每秒 7 秒尺。今行 1400 尺。問應歷若干秒。

$$\text{答 } t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{1400 \times 2}{7}} = \sqrt{400} = \underline{20 \text{ 秒}}$$

### 關於墜落及拋下拋上之公式

關於墜落。及拋下。拋上。甚屬重要。先將其公式。彙集於下。以便記憶。

墜落(自然落下)	拋下	拋上
$V' = gt$	$V' = V + gt$	$V' = V - gt$
$S = \frac{1}{2}gt^2$	$S = Vt + \frac{1}{2}gt^2$	$S = Vt - \frac{1}{2}gt^2$
$V'^2 = 2gs$	$V'^2 - V^2 = 2gs$	$V^2 - V'^2 = 2gs$

於以上公式外。在物理學上云。用 1, 3, 5, 7 等奇數。乘第一秒內之距。爲 1, 2, 3, 4 各秒內之距。此法惟在墜落用之。而在拋下及拋上皆不可。不如改

云。在墜落。用 1, 3, 5, 7 等奇數乘 490。爲各秒內距離之糶數。在拋下。初速度。加 1, 3, 5, 7 等奇數乘 490。爲各秒內距離之糶數。在拋上。初速度。減 1, 3, 5, 7 等奇數乘 490。爲各秒內距離之糶數。貫通也。

### 關於墜落之問答

- (233) 有一樓不知其高。但知由樓上自然落下一物。經 6 秒達地面。問樓高若干糶。

$$\text{答 } S = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 980 \times 36 = \underline{17640} \text{ 糶。}$$

- (234) 前題。問其將達地面時之速度若干。

$$\text{答 } V' = gt = 980 \times 6 = \underline{5880} \text{ 秒糶。}$$

- (235) 有 17640 糶之高塔。自上自然落下一物。問將達地面時之速度若干。

$$\text{答 } V' = \sqrt{2gs} = \sqrt{2 \times 980 \times 17640} = \underline{5880} \text{ 秒糶。}$$

- (236) 有橋距水面 7840 糶。若自橋上墜下一物。問經幾秒可達水面。

$$\text{答 } t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 7840}{980}} = \sqrt{16} = \underline{4} \text{ 秒。}$$

- (237) 試求墜體 1, 2, 3, 4, 各秒內所行之距。並求其和爲若干。

$$\text{答 第一秒內之距} = 490 \times 1 = \underline{490} \text{ 糶。}$$

$$\text{第二秒內之距} = 490 \times 3 = \underline{1470} \text{ 糶。}$$

$$\text{第三秒內之距} = 490 \times 5 = \underline{2450} \text{ 糶。}$$

$$\begin{aligned} \text{第四秒內之距} &= 490 \times 7 = \underline{3430} \text{ 糎。} \\ 490 + 1470 + 2450 + 3430 &= \underline{7840} \text{ 糎。} \end{aligned}$$

### 關於拋下之問答

(238) 用力垂直向下拋物。其初速度爲 30 秒糎。經 5 秒後。其速度何如。

答  $V' = V + gt = 30 + 980 \times 5 = \underline{4930}$  秒糎。

(239) 前題。問共經之距若干 cm。

答  $S = Vt + \frac{1}{2}gt^2 = 30 \times 5 + \frac{1}{2}980 \times 25$   
 $= \underline{12400} \text{ cm}$

(240) 以 30 秒糎之速度拋下一物。經 12400 糎後。其速度何如。

答  $V' = \sqrt{2gs + V^2} = \sqrt{2 \times 980 \times 12400 + 900}$   
 $= \underline{4930} \frac{\text{糎}}{\text{秒}}$

(241) 於 12400 糎之高樓上。以 30 秒糎之速度拋下一物。問經幾秒可達地面。

答  $\because S = Vt + \frac{1}{2}gt^2 \quad \therefore 490t^2 + 30t - 12400 = 0$

即  $49t^2 + 3t - 1240 = 0$

$\therefore t = \frac{-3 \pm \sqrt{9 + 4 \times 49 \times 1240}}{2 \times 49} = \frac{-3 \pm 493}{2 \times 49} = \underline{5} \text{ 秒。}$

負數不合理。故棄去。

- (242) 由飛艇上。用能生 40 秒煙之力。垂直拋下一炸丸。經一分時達地面。問飛艇之高若干米。

$$\begin{aligned} \text{答 } S &= Vt + \frac{1}{2}gt^2 = 40 \times 60 + 490 \times 60^2 \text{ 呎} \\ &= \underline{17664} \text{ 米。爲艇高。} \end{aligned}$$

- (243) 前題。問 1, 2, 3 各秒內。炸丸所經過之距離若干呎。

$$\begin{aligned} \text{答 第一秒內所經之距} &= 40 \times 1 + \frac{1}{2}980 \times 1^2 \\ &= \underline{530} \text{ 呎。} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第二秒內所經之距} &= 40 \times 2 + \frac{1}{2}980 \times 2^2 - 530 \\ &= 2040 - 530 = \underline{1510} \text{ 呎} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{第三秒內所經之距} &= 40 \times 3 + \frac{1}{2}980 \times 3^2 - \\ & (1510 + 530) = 4530 - 2040 = \underline{2490} \text{ 呎} \end{aligned}$$

又法用 1, 3, 5 奇數。乘 490 求之如下。

$$\text{答 第一秒內所經之距} = 40 + 490 \times 1 = \underline{530} \text{ 呎}$$

$$\text{第二秒內所經之距} = 40 + 490 \times 3 = \underline{1510} \text{ 呎}$$

$$\text{第三秒內所經之距} = 40 + 490 \times 5 = \underline{2490} \text{ 呎}$$

### 關於拋上之問答

以 3920 秒煙之速度。向上直拋。求以下所問。

- (244) 問第一秒終之速度。及距離。



答  $V' = V - gt = 3920 - 980 = \underline{2940}$  秒糎。

$$S = Vt - \frac{1}{2}gt^2 = 3920 - 490 = \underline{3430}$$
 糎。

(245) 問第四秒終之速度。及距離。

答  $V' = 3920 - 980 \times 4 = \underline{0}$  秒糎。

$$S = 3920 \times 4 - 490 \times 16 = \underline{7840}$$
 糎。

(246) 問第八秒終之速度及距離。

答  $V' = 3920 - 980 \times 8 = -\underline{3920}$  秒糎。

$$S = 3920 \times 8 - 490 \times 8 \times 8 = \underline{0}$$
 糎。

(247) 有一彈丸。以每秒 49 米之速度。向上直擊。求其所達之高。若干米。

答  $\because$  達最高之時。其末速度爲零。 $\therefore S = \frac{V^2}{2g}$ 。

$$\therefore S = \frac{(4900)^2}{2 \times 980} \text{ 糎} = \frac{49 \times 4900}{2 \times 980} \text{ 米} = \underline{122.5}$$
 米。

(248) 前題問 1, 2, 3, 各秒內物體所經過之距離若干糎。

答 第一秒內所經之距 =  $4900 \times 1 - \frac{1}{2}980 \times 1^2$   
 $= \underline{4410}$  糎

第二秒內所經之距 =  $4900 \times 2 - 490 \times 2^2 - 4410$   
 $= 9800 - 6370 = \underline{3430}$  糎

第三秒內所經之距 =  $4900 \times 3 - 490 \times 3^2 -$   
 $(4410 + 3430) = 14700 - 12250 = \underline{2450}$  糎

又法用 1, 3, 5, 諸奇數。乘 490 求之如下。

$$\text{第一秒內所經之距} = 4900 - 490 \times 1 = \underline{4410} \text{ 糎}$$

$$\text{第二秒內所經之距} = 4900 - 490 \times 3 = \underline{3430} \text{ 糎}$$

$$\text{第三秒內所經之距} = 4900 - 490 \times 5 = \underline{2450} \text{ 糎}$$

- (249) 由 88.2 米高之塔頂落石。同時亦以石由下方拋上。二石於塔之中央相會。問拋石之初速度。及與落下之石相會之速度。各若干秒米。

答 因在塔之中央相會。則知所拋之石。至塔之中央。其速度必為零。蓋因拋石所經之距。等於落石所經之距也。

又拋石之初速度。必等於落石經  $\frac{88.2}{2}$  時之速度。

所以按落石行 44.1 米。求其末速度可也。

$$\therefore V'^2 = 2gs = 2 \times 980 \times 44.1$$

$$\therefore V' = \sqrt{8643600} = 2940 \text{ 秒糎} = \underline{29.4} \text{ 秒米}$$

### 關於力及運動量之問答

$$\underline{F = am} \quad \underline{\text{運動量} = mV} \quad \text{又 } F = \frac{mV' - mV}{t}$$

- (250) 有物體。其質量為 5 克。其速度為 8 秒糎。問其運動量若干克秒糎。

答 運動量 =  $m \times V = 5 \times 8 = \underline{40} \text{ 克秒糎}$

- (251) 有質量為 5 克之物體。其初速度為 3 秒尺。經 3 秒

後。其速度變6秒尺 問每秒內所增之運動量若干。

$$\begin{aligned} \text{答 每秒所增之運動量} &= \frac{5(6-3)}{3} = \frac{5 \times 3}{3} \\ &= \underline{\underline{5\text{克秒}^2\text{尺}}} \end{aligned}$$

(252) 前題。問其加速度若干。

$$\begin{aligned} \text{答 } \therefore \frac{mv' - mv}{t} &= ma \\ \therefore a &= \frac{m(v' - v)}{tm} = \frac{5(6-3)}{3 \times 5} = \frac{3}{3} = \underline{\underline{1\text{秒}^2\text{尺}}} \end{aligned}$$

(253) 前題。問其使生加速度之力若干。

$$\text{答 } F = \frac{mv' - mv}{t} = \frac{5 \times 3}{3} = \underline{\underline{5\text{克秒}^2\text{尺}}}$$

觀(251)及(253)所問不同。而答數同。蓋生運動量之變化。由於生加速度之力。故名雖不同。而其數一也。

(254) 湖中有大小二舟。其質量之比爲8:5。有人立於小舟上。以長竿推大舟。若大舟前進1丈。問小舟後退若干。

答 運動之原因由於力。若所加之力等。則所生之運動量亦等。今一人之力。平分於二舟上。則二舟所得之力等。以x代所求。

$$8 \times 10 = 5 \times x. \quad \therefore x = \frac{8 \times 10}{5} = \underline{\underline{16\text{尺}}}$$

### 關於力之絕對單位之問答

公式爲  $F = mg$  達因

(255) 問 1 克之力等於若干達因。

答  $F = mg = 1 \times 980 = \underline{\underline{980}}$  達因

(256) 問一達因有 1 克之若干。

答  $\because 1 \text{ 克} = 980 \text{ 達因} \therefore 1 \text{ 達因} = \underline{\underline{\frac{1 \text{ 克}}{980}}}$ 。

(257) 一斤重之物。受若干達因之引力。

答  $\because 1 \text{ 兩} = 37.301 \text{ 克}$ 。

$\therefore 1 \text{ 斤} = 16 \times 37.301 \times 980 = \underline{\underline{584879.68}}$  達因

(258) 有云無論密度大小。質量多少。若在真空中落下。其加速度相等。此說實令人可疑。能證明其確實與否。

答 曰。其加速度相等。今證之如下。

以  $m, m', m''$  代各種物體之質量。以  $M$  代地球之質量。以  $R$  代地球中心與各物之距離。據萬有引力之定律。其各所受之引力。(即重量)如下。

$$F = K \frac{Mm}{R^2}, \quad F' = K \frac{Mm'}{R^2}, \quad F'' = K \frac{Mm''}{R^2},$$

又據力之絕對單位。

$$F = mg, \quad F' = m'g, \quad F'' = m''g,$$

$$\therefore g = \frac{F}{m} = K \frac{Mm}{R^2} \div m = K \frac{M}{R^2}。$$

$$g = \frac{F'}{m'} = K \frac{Mm'}{R^2} \div m' = K \frac{M}{R^2}。$$

$$g = \frac{F''}{m''} = K \frac{Mm''}{R^2} \div m'' = K \frac{M}{R^2}。$$

∴ 無論密度大小。質量多少。其  $g$  爲一定。即每秒生 980 秒糶之加速度也。而實際上不然者。因有空氣之關係也。

### 關於斜拋及圓運動之問答

(259) 以 80 秒米之速度。由 490 米之高處向水平方向發射。問達於水平方向之距若干。又落下之時間若干。

答 據奈端之定則。此力與他力無關。故可各算之

$$\therefore S = \frac{1}{2}gt^2 \quad \therefore t^2 = \frac{2S}{g}$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2 \times 49000}{980}} = \sqrt{100} = \underline{10 \text{ 秒}} \text{ 爲落下之時間。}$$

向水平方向之距離 =  $80 \times 10 = \underline{800 \text{ 米}}$

(260) 於 256 尺之高處。以 80 秒尺之速度。向水平拋射物體。問該物體。當於水平距離幾何之處落於地面。又其將達地面時之合速度若干。(32 尺 =  $g$ )

$$\text{答 } \therefore t^2 = \frac{2S}{g} \quad \therefore t = \sqrt{\frac{2 \times 256}{32}} = \sqrt{16} = 4 \text{ 秒}$$

$$\therefore \text{水平距離} = 4 \times 80 = \underline{320 \text{ 秒尺}}$$

又其將達地。垂直向下之速度 =  $gt = 32 \times 4 = 128$  秒尺。

其合速度可按勾方十股方等弦方求之。

$$\therefore \text{合速度} = \sqrt{128^2 + 80^2} = 150.94 \text{ 秒尺。}$$

(261) 有物體。每秒 3 米之速度。運動於直徑 4 米之圓周

上。其向心之加速度若干。

答 圓運動之公式  $a = \frac{V^2}{r}$

今直徑 4 米。則半徑為 2 米。

$$\therefore a = \frac{3 \times 3}{2} = \frac{9}{2} = \underline{\underline{4.5 \text{ 秒秒米}}}$$

- (262) 長 1 米之線端。繫質量 100 克之石。使此石以每秒 5 米之速度為圓運動。問石引線之力若干達因。

答  $F = m \frac{V^2}{r} = 100 \times \frac{(500)^2}{100} = \underline{\underline{250000 \text{ 達因}}}$

- (263) 半徑 3 尺。每秒旋轉 2 周。求其圓運動之加速度。

答  $\therefore$  半徑 = 3。則徑 = 6。周 =  $\pi \times 6$ 。

2 周 =  $\pi \times 6 \times 2$ 。即其速度。

$$\therefore a = \frac{(\pi \times 6 \times 2)^2}{3} = \pi^2 \times 6 \times 2 \times 4 = \underline{\underline{473.8 \text{ 秒}^2 \text{ 尺}}}$$

### 關於振動及波動之問答

振動之公式。以  $l$  代擺長。T 代周期。

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

波動之公式。以  $l$  代波長。V 代波形前進之速度。

$t$  代周期。n 代振動數。則

$$V = \frac{l}{t} \dots (1) \quad l = Vt \dots (2) \quad n = \frac{l}{t} \dots (3)$$

$$l = \frac{V}{n} \dots (4)$$

(264) 問一週期之時間。與一振動之時間。相等否。又單位時間內所生之波動數。與振動數相等否。

答 因一振動之時間即一週期。故一週期之時間即一振動之時間。二者一也。焉得不等。

又因一振動生一波動。振動數者。是單位時間內振動之次數也。故單位時間內之波動數。必等振動數。

(265) 有擺長 20 糎。問一振動所需之時間若干。

$$\text{答 } T = 2\pi \sqrt{\frac{20}{980}} = \frac{2 \times 3.1416}{7} = \underline{0.8976 \text{ 秒}}$$

(266) 設擺長為 1 米。周期為 2 秒。求  $g$  若干。

$$\text{答 } g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = 4 \times (3.1416)^2 \times \frac{100}{4} = \underline{986.97 \text{ 秒}^2 \text{ 糎}}$$

(267) 波之進行速度為 340 秒糎。其振動數為 1700。問其波長若干。

$$\text{答 } l = \frac{V}{n} = \frac{340}{1700} = \frac{2}{10} = \underline{0.2 \text{ 糎}}。$$

(268) 有波。其進行速度為 360 秒糎。波長為 1.5 糎。求振動數若干。

$$\text{答 } n = \frac{V}{l} = \frac{360}{1.5} = \underline{240 \text{ 次}}。$$

(269) 知其周期為 0.02 秒。求其振動數若干。

$$\text{答 } n = \frac{1}{t} = \frac{1}{0.02} = \frac{100}{2} = \underline{50 \text{ 次}}。$$

(270) 知波長為 1.3 糎。振動數為 120。求其進行之速度若干。

$$\text{答 } V = nl = 120 \times 1.3 = \underline{156 \text{ 秒糎}}。$$

(271) 知振動數為 80。求周期何如。



答  $t = \frac{1}{n} = \frac{1}{80} = \underline{0.0125}$  秒。

- (272) 用實驗音之干涉之器。(即以橡皮管聯結二個U形之玻璃管，以聽振動數為 400 回之音。若二管之差為 80 糵，或 120 糵時。則聞原音。問其波長及速度各若干。

答 因半波長為二管之差偶數倍時。方聞原音。則半波必為  $\frac{80}{2}$  及  $\frac{120}{2}$  之偶數倍。即為 40 及 60 之最大公約數。而 40 及 60 之最大公約為 20。  
 $\therefore$  其半波長為 20 糵。其波長為 40 糵。

其速度 =  $400 \times 40 = 16000$  秒糵 = 160 秒米。

- (273) 有二發音體。其振動數一為 200，一為 203。同時發音。問每秒生昇沈幾次。

答 因振動數每差一，則生一昇沈。今差數為 3。所以每秒生昇沈 三次。

- (274) 甲之振動數為 380，乙之振動數為 385 另有丙發音體。若與甲同時發音。則每秒生昇沈 3 次。若與乙同時發音。則每秒生昇沈 2 次。問丙之振動數若干。

答 因丙之振動數與 380 相較差 3，與 385 相較差 2，惟 383 相符合。所以丙之振動數為 383 也。

- (275) 天文家測得光之速度。每秒 299853 浬。知景中 A 之波長。為 0.00076 浬。問其振動數若干次。

$$\begin{aligned} \text{答 } n &= \frac{299853 \times 10^6}{0.00076} - \frac{299853 \times 10^{11}}{76} \\ &= \underline{\underline{3813 \times 10^{11} \text{ 次}}} \end{aligned}$$

### 關於功(工作量)之問答

功 = 力 × 距。惟因力之單位有二。所以功之單位亦有二。即重力單位及絕對單位。

在重力單位。功 = (斤或克) × (尺或米) 名曰尺斤。  
或米克。

在絕對單位。功 =  $mg \times \text{呎}$ ……名曰歐格。

(276) 問 1 米尅爲若干歐格。

答 1 米 = 100 呎。1 尅 = 1000 × 980 = 980000 達因。

∴ 1 米尅 = 980000 × 100 = 98000000 歐格。

(277) 20 克之物體。自高處落下 5 米。其功在二種單位各若干。

答 在重力單位 功 = 20 × 5 = 100 米克。

在絕對單位 功 = 20 × 980 × 500  
= 9800000 歐格

(278) 有煤井深 5 米。起出 20 尅之煤。問抗重力之功若干歐格。

答 20 × 980 × 1000 × 500 = 98 × 10<sup>8</sup> 歐格。

(279) 重 3 尅之人。向傾斜 10 度之坂路進行 50 米。問抗重力之工作量若干米尅。

答 因  $\sin 10^\circ = 0.1736$ 。

$$\therefore \text{工作量} = 3 \times 50 \times 0.1736 = \underline{26.04} \text{米尅。}$$

(280) 有  $m$  質量之物體。抗重力舉上  $h$  之高。問抗重力之功。及重力之功各如何。

答 抗重力之功 =  $\underline{mgh}$ 。 重力之功 =  $-\underline{mgh}$ 。

(281) 將 100 磅之物。依水平方向運動 5 呎。問抗重力。及重力並對勞力者之功各何如。

答 對重力作用。其距離爲零。故抗重力及重力之功皆爲零。

對勞力者之功 =  $100 \times 5 = \underline{500}$  呎磅。

### 關於馬力之問答

馬力分法制。及英制。在法制之 1 馬力。爲於一秒能成 75 米尅之功。在英制之 1 馬力。爲於一秒內能成 550 呎磅之功。

(282) 問法制一馬力。當英制若干馬力。

答  $\therefore 1 \text{米} = 3.2809 \text{呎}$ 。  $1 \text{尅} = \frac{1000 \times 0.03527}{16} \text{磅}$ 。

$$\begin{aligned} \therefore 75 \text{米尅} &= 75 \times 3.2809 \times \frac{1000 \times 0.03527}{16} \times \frac{1}{550} \\ &= \underline{0.9862} \text{英馬力。} \end{aligned}$$

(283) 由深 60 呎之坑中。一晝夜吸出 5000 噸之水。問用幾馬力之機器。

答  $\therefore 1 \text{噸} = 2240 \text{磅}$ 。一晝夜 = 86400 秒。

5000 噸 =  $5000 \times 2240 = 11200000$  磅。

$$\text{每秒吸出之水量} = \frac{11200000}{86400} = 129.63 \text{ 磅。}$$

$$\text{每秒之功} = 129.63 \times 60 = 7777.8 \text{ 呎磅。}$$

$$\therefore \text{所要之馬力} = \frac{7777.8}{550} = \underline{\underline{14.14}} \text{ 馬力。 (英制)}$$

(284) 有人重 84 斤。負 16 斤之物。於 2 分時內登 10 米高之梯。其功率當法制幾馬力。

$$\text{答 } \therefore 1 \text{ 斤} = \frac{37.301 \times 16}{1000} = 0.596816 \text{ 尅。}$$

$$(84 + 16) \text{ 斤} = 100 \times 0.596816 = 59.6816 \text{ 尅。}$$

$$\text{其功率} = \frac{59.6816 \times 10}{2 \times 60} \text{ 米尅。即每秒所作之功。}$$

$$\therefore \frac{59.6816 \times 10}{2 \times 60 \times 75} = \underline{\underline{0.066}} \text{ 馬力 (約數) (法制)}$$

(285) 有瀑布其高為 37.5 米。於一時內流出 86400 立方米水。問用此瀑布所得之馬力若干。

$$\text{答 } 1 \text{ 立方厘米水} = 1 \text{ 克。則一立方米水} = 1000 \text{ 尅。}$$

$$86400 \text{ 立方米水} = 86400 \times 1000 = 86400000 \text{ 尅。}$$

$$\text{其功率} = \frac{37.5 \times 86400000}{60 \times 60} = 37.5 \times 24000 \text{ 米尅。}$$

$$\therefore \frac{37.5 \times 24000}{75} = \underline{\underline{12000}} \text{ 馬力。 (法制)}$$

### 關於能(能力)之問答

能分為位能及動能。皆有重力單位。及絕對單位。

在位能 { 重力單位。位能 = 力 × 距。 曰米尅等。  
           { 絕對單位。位能 = mgh 曰歐格。

在動能 { 重力單位。動能 = 力 × 距 曰米尅等。  
絕對單位。動能 =  $mgh$ 。或  $\frac{1}{2} mV^2$ ，曰歐格。

注意。能 =  $\frac{1}{2} mV^2$  之公式。爲求動能若干歐格用

之。若求米尅等答數。則不宜用。因該公式中。原含  $g$  之性質也。若答數爲重力單位用此式時。則將求得之數。再以相當之  $g$  除之即可。觀 287 之問答即知。

(286) 重 1 噸之石。在 10 米之高處。其位能若干。(噸略爲 1000 尅)

答 位能 =  $1000 \times 10 = 10000$  米尅。

或 位能 =  $1 \times 10 = 10$  米噸。

(287) 有礮彈。其質量爲 1 尅。速度 98 秒米。問其動能若干米尅。

答 視題所設爲質量及速度。似宜直用  $\frac{1}{2} mV^2$

之式即可。不知其所問者爲米尅。若按此公式求得之數。雖非歐格。亦含絕對單位之性質。即含  $g$  之性質也。故當再以相當之  $g$  除之。茲演算如下。

$$\frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 98 \times 98 = 4802.$$

此 4802。不得名曰米尅。亦不得名曰歐格。若必詢其名。則強曰  $g$  米尅。故上數再以  $g$  除之。而不可用 980。則用 9.8。因 4802 中所含之  $g$ 。以米爲單位也。

$$\therefore \frac{4802}{9.8} = \underline{490 \text{ 米}} \text{ 爲答數}$$

(288) 前題。猶有他法可馭之否。

答曰有。由所設之速度求距離。此所求得之距離。想其由靜止落下。行何距離而得 98 秒米之速度之距離也。是知宜用落下公式求之。

$$\text{由 } V'^2 = 2gS, \text{ 則 } S = \frac{V'^2}{2g}, \text{ 因 } V' = 98 \text{ 秒米},$$

$$\text{則 } g = 9.8 \text{ 秒米}^2 \quad \therefore S = \frac{98 \times 98}{2 \times 9.8} = 49 \times 10 = 490 \text{ 米。}$$

$$\therefore \text{動能} = \text{力} \times \text{距} = I \times 490 = \underline{490 \text{ 米}} \text{ 耗}$$

(又法)

由題所設之速度求時間。此所求出之  $t$ 。想其由靜止落下行何時間。而行 98 秒米之速度之  $t$ 。或想其由 98 秒米之速度拋上。行何時間而止之  $t$ 。再由時間求距離。則可答所問。依此理亦必用墜體公式求之如下。

$$\therefore V' = gt, \quad \therefore t = \frac{V'}{g}, \quad 98 \text{ 秒米} = 9800 \text{ 秒糎},$$

$$\therefore t = \frac{9800}{980} = 10 \text{ 秒。}$$

$$S = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 980 \times 10^2 = 49000 \text{ 糎} = 490 \text{ 米。}$$

$$\therefore \text{動能} = I \times 490 = \underline{490 \text{ 米}} \text{ 耗}$$

凡有一問。皆有數法可以解答。蓋所問之事項。似

一地點。演算之方法。似所行之路。譬如欲達上海。由火車固可。航海亦可。或騎馬或乘飛艇亦無不可。故凡有一問。擇其簡便之法馭之可也。

(289) 前題。問動能有若干歐格。則何如。

答 則可直用動能  $= \frac{1}{2} mV^2$  求之。

因  $I$  尅  $= 1000$  克。98秒米  $= 9800$  秒糲。代入式中。

則得動能  $= \frac{1}{2} \times 1000 \times (9800)^2 = \underline{4802 \times 10^7}$  歐格。

又法  $\because S = \frac{V^2}{2g} = \frac{(9800)^2}{2 \times 980} = 49000$  糲。

$\therefore$  動能  $= mgh = 1000 \times 980 \times 49000$   
 $= \underline{4802 \times 10^7}$  歐格。

(290) 重量100克之彈丸。其射出之初速度為200秒米。及中的後。全失其速度。即落下。問彈丸所失之動能若干。

答 此問未言用何種單位。則用  $\frac{1}{2} mV^2$  之公式。

求其歐格數。甚屬便利。因 200秒米  $= 20000$  秒糲。

$\therefore$  所失之動能  $= \frac{1}{2} \times 100 \times (20000)^2$   
 $= \underline{2 \times 10^{10}}$  歐格。

(291) 前題問所失之動能為若干米克。

答 因  $S = \frac{V^2}{2g} = \frac{(200)^2}{2 \times 9.8} = \frac{100 \times 200}{9.8} = \frac{10000}{4.9}$  米。



$$\therefore \text{所失之動能} = 100 \times \frac{10000}{4.9} = \underline{\underline{204081}} \text{米克}$$

(約數)

(292) 於 400 米之高處。有 25 克之石。問其位能有若干米克。及若干歐格。

答 位能 =  $25 \times 400 = \underline{\underline{10000}}$  米克

又 位能 =  $25 \times 980 \times 40000 = \underline{\underline{980000000}}$  歐格

(293) 前題。所設之石落下 5 秒後。其動, 位, 二能。各若干歐格。

答 動能 =  $\frac{1}{2} \times 25 \times (980 \times 5)^2 = \underline{\underline{300125000}}$  歐格

又  $S = \frac{1}{2} \times 980 \times 5^2 = 12250$  糎。

$400 \text{ 米} - 12250 \text{ 糎} = 27750 \text{ 糎}。$

$\therefore \text{位能} = 25 \times 980 \times 27750 = \underline{\underline{679875000}}$  歐格

(294) 前題。該石將達地面時。其動, 位, 二能。各若干歐格。

答 因  $V^2 = 2gS$

則 動能 =  $\frac{1}{2} \times 25 \times 2 \times 980 \times 40000$

$= \underline{\underline{98 \times 10^7}}$  歐格

又 因其與地面之距爲零。所以其位能爲 0 歐格

(295) 重量 3 磅之石。以 96 秒呎之速度鉛直拋上。經 2 秒後。石所具之動能。及位能。各若干呎磅。(980 糎

約 = 32 呎)。

答 由題設之速度及時間。求該石上昇之距離。

$$S = V t - \frac{1}{2} g t^2 = 96 \times 2 - \frac{1}{2} \times 32 \times 2^2 = 128 \text{ 呎}$$

$$\therefore \text{位能} = 3 \times 128 = \underline{\underline{384 \text{ 呎磅}}}$$

再求動能。由題設之速度。及時間。求2秒後之速度。

$$V' = V - g t = 96 - 32 \times 2 = 32 \text{ 呎秒}$$

若用動能 =  $\frac{1}{2} m V^2$  之式。當以g之32除之如下。

$$\text{動能} = \frac{1}{2} \times \frac{3 \times (32)^2}{32} = \underline{\underline{48 \text{ 呎磅}}}$$

(若僅用  $\frac{1}{2} m V^2$  之式求之。其得數即曰呎磅則不可)。

又法。已求出2秒後之速度為32呎秒。再由此速度。求尙能昇若干高而止之距離。

$$S = \frac{V^2}{2g} = \frac{32 \times 32}{2 \times 32} = 16 \text{ 呎}$$

$$\therefore \text{動能} = 3 \times 16 = \underline{\underline{48 \text{ 呎磅}}}$$

### 關於能常住之問答

(296) 有100 尅重之物體。墜下10 米。其功若全變為熱。可使1 尅水溫度上昇幾度。

熱之功當量。其說不一。今從 427 米尅之數。

答 因功 =  $100 \times 10 = 1000$  米尅。

熱之功當量爲 427 米尅。以  $x$  代所求之度數。

則  $427 : 1000 = 1 : x$ 。

$$\therefore x = \frac{1000}{427} = \underline{\underline{2.343^{\circ}\text{C}}}$$

(297) 500 克之石。鉛直(垂直之意)拋上。於第一秒終。石上昇之速度。爲 19.6 秒米。此石達於最高之點時。其位能與落下將達地面時之動能相等。試證明之。

答 因題未言用何種單位。今以絕對單位證明之。

$$\therefore V' = V - gt; \therefore V = V' + gt \quad 19.6 \text{ 秒米} = 1960 \text{ 秒糎}.$$

第一秒初之速度 =  $1960 + 980 \times 1 = 2940$  秒糎。

$$\text{此石達最高點之 } S = \frac{V^2}{2g} = \frac{(2940)^2}{2 \times 980}.$$

$$\therefore \text{石達最高點之位能} = 500 \times 980 \times \frac{(2940)^2}{2 \times 980}.$$

$$= 250 \times 2940 \times 2940 = \underline{\underline{2160900000}} \text{ 歐格}.$$

再求石落下將達地面時之動能。當先求其將達面時之速度。此速度。即第一秒初之初速度。 = 2940 秒糎。

$$\therefore \text{所得之動能} = \frac{1}{2} mV^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times (2940)^2.$$

$$= \underline{\underline{2160900000}} \text{ 歐格}$$

$\therefore$  石達最高點之位能 = 石將達地面時之動能

(298) 由飛艇上。用能生 60 秒糎速度之力。垂直拋下 100 克之物。經 3 秒後。試證所得之動能歐格數。等於所失之位能歐格數。

答  $\therefore$  3秒後之速度  $= V + gt = 60 + 980 \times 3$   
 $= 3000$  秒糶。

$\therefore$  所得之動能  $= \frac{1}{2} mV^2 = 50 \times (3000)^2$   
 $= 45 \times 10^7$  歐格

再求所失之位能。因位能  $= mgh$ 。所以必求  $h$  之值。  
 而  $h =$  由飛艇拋下 3 秒之距  $+$  用 60 秒糶速度拋上之距。

由飛艇拋下 3 秒之距。則用  $S = Vt + \frac{1}{2}gt^2$  式求之。

$\therefore S = 60 \times 3 + 490 \times 3^2 = 180 + 4410 = 4590$  糶。

用 60 秒糶速度拋上之距。則用  $S = \frac{V^2}{2g}$  式求之。

$\therefore S = \frac{60 \times 60}{2 \times 980} = \frac{90}{49}$  糶。

$\therefore h = 4590 + \frac{90}{49} = \frac{224910 + 90}{49} = \frac{225000}{49}$  糶。

$\therefore$  所失之位能  $= mgh = 100 \times 980 \times \frac{225000}{49}$   
 $= 100 \times 20 \times 225000 = 45 \times 10^7$  歐格

$\therefore$  所得之動能歐格 = 所失之位能歐格

(299) 前題。若垂直拋下 98 克之物。試證明所得動能之米克。等於所失位能之米克。

答 依前題演算。已得 3 秒後之速度。為 3000 秒糶。  
 $= 30$  秒米。  $g = 980$  秒<sup>2</sup>糶  $= 9.8$  秒<sup>2</sup>米。

$$\begin{aligned}\therefore \text{所得之動能} &= \frac{\frac{1}{2}mV^2}{g} = \frac{49 \times 30 \times 30}{9.8} \\ &= \underline{4500 \text{ 米克}}.\end{aligned}$$

再求其所失之位能。依前題演算。已得

$$h = \frac{225000}{49} \text{ 糎} = \frac{2250}{49} \text{ 米}.$$

$$\therefore \text{所失之位能} = mh = 98 \times \frac{2250}{49} = \underline{4500 \text{ 米克}}.$$

$$\therefore \underline{\underline{\text{所得之動能米克} = \text{所失之位能米克}}}$$

(300) 100 克之石。自高處自然落下。但知經3秒達地面。試証第一秒終。第二秒終。第三秒終。各所失之位能。等於各所得之動能。

$$\text{答 第一秒終 } S = \frac{1}{2}gt^2 = 490 \text{ 糎}。V' = gt = 980。$$

$$\text{第二秒終 } S = \frac{980 \times 4}{2} = 1960。V' = 980 \times 2 = 1960。$$

$$\text{第三秒終 } S = \frac{980 \times 9}{2} = 4410。V' = 980 \times 3 = 2940。$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{第一秒終所失之位能} &= 100 \times 980 \times 490 \\ &= \underline{48020000 \text{ 歐格}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{第一秒終所得之動能} &= \frac{100 \times (980)^2}{2} = 50 \times (980)^2 \\ &= \underline{48020000 \text{ 歐格}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{第二秒終所失之位能} &= 100 \times 980 \times 1960 \\ &= \underline{192080000 \text{ 歐格}}\end{aligned}$$

$$\text{第二秒終所得之動能} = \frac{100 \times (1960)^2}{2}$$

$$= \underline{192080000} \text{歐格}$$

$$\text{第三秒終所失之位能} = 100 \times 980 \times 4410$$

$$= \underline{432180000} \text{歐格}$$

$$\text{第三秒終所得之動能} = \frac{100 \times (2940)^2}{2}$$

$$= \underline{432180000} \text{歐格}$$

∴ 各秒終所失之位能 = 各秒終所得之動能。





## 化學計算問答之分類

化學計算。關係甚屬複雜。分類誠難判然。近年日本。各高等入學試驗。關於化學計算。約分爲質量。體積。分子量。濃度四類。觀近年中國各高等入學試驗。所出之題目。於以上四類外。又有當量。及方程式之計算。故愚參照中日。近時之趨向。分化學計算爲八類。：一

I 基礎      II 分子量      III 質量      IV 原子量  
V 體積      VI 當量      VII 濃度      VIII 方程式

### 1 關於基礎之問答

化學計算之基礎。即氣體體積之變化。蓋分子量。原爲氣體之比重數。欲知氣體比重。當先知氣體體積之變化。故化學計算。以此爲基礎。在初學多以化學計算爲困難者。誠以物理學上。關於運算氣體體積之變化。惟用數個公式。（物理學上皆載之。）但此數個公式。記憶不易。用時尤難。以致對於化學計算。望而生畏。不知有一要則。既便於記憶。且便於應用。無論如何複雜氣體體積之問題。皆不難迎刃而解。其要則者何。已述於 25 頁之上。可參照之。今重述於下。

在一定質量之氣體。其體積。按絕對溫度爲正比例。按壓力爲反比例。

絕對溫度者。即攝氏零度。當絕對寒暑表 273 度。

攝氏 100 度。當絕對寒暑表 373 度也。茲設數問

答於下。惟依此要則求之。而不用公式。

- (1) 有某氣體。在標準氣壓之下。其體積為100C.C.(立方糝)若氣壓增加4cm(糝)時。其體積若干。

答 因題設未言溫度。則是溫度不變。惟按與壓力為反比例求之可也。標準氣壓。即一氣壓。為76糝。

以V代所求之體積。則  $76+4 : 76 = 100 : V$

$$\therefore V = \frac{76}{76+4} \times 100 = \frac{76}{80} \times 100 = \underline{95\text{C.C.}}$$

- (2) 有某氣體。在標準溫度時。其體積為100C.C.問在溫度27°C時。其體積若干。

答 因題設未言壓力。則是壓力一定。惟按與絕對溫度為正比例求之可也。標準溫度。即零度C。

以V代所求。則  $273 : 273+27 = 100 : V$ 。

$$\therefore V = \frac{300}{273} \times 100 = \underline{109.89\text{C.C.}}(\text{約數})$$

- (3) 有某氣體。當標準溫度。標準氣壓時。其體積為100公升。問當溫度10度。氣壓756糝時。其體積若干。

答 因溫度壓力皆變。則按複比例求之。以V代所求。

$$\left. \begin{array}{l} 273 : 273+10 \\ 756 : 760 \end{array} \right\} = 100 : V.$$

$$\therefore V = \frac{283}{273} \times \frac{760}{756} \times 100 \text{公升}$$

- (4) 有氣體。在溫度20度。氣壓74Cm時。其體積為100立方尺。問在標準溫度。標準氣壓時。其體積

若干。

答 仍按上法求之。以V代所求。

$$\begin{array}{l|l} 273+20 : 273 & \\ 76 : 74 & \end{array} = 100 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{293} \times \frac{74}{76} \times 100 \text{ 立方尺}$$

- (5) 有氣體。在溫度 10 度。氣壓 75 糵時。其體積為 100 立方呎。問在溫 17 度氣壓 74 糵時。其體積若干。

答 法與前同。以V代所求。

$$\begin{array}{l|l} 273+10 : 273+17 & \\ 74 : 75 & \end{array} = 100 : V$$

$$\therefore V = \frac{290}{283} \times \frac{75}{74} \times 100 \text{ 立方呎。}$$

- (6) 有氣體。在溫度 120 度。及 1 氣壓時。其體積為 2 立特。問在溫度零下 73 度。及 2 氣壓時。其體積若干。

答 仍按複比例求之。以V代所求。

$$\begin{array}{l|l} 273+120 : 273-73 & \\ 2 : 1 & \end{array} = 2 : V$$

$$\therefore V = \frac{200}{393} \times \frac{1}{2} \times 2 \text{ 立特}$$

## II 關於分子量之問答

- 求分子量之普通法。約分為四
- (1) 用根本法求之。
  - (2) 用假想之氣求之。
  - (3) 用公分分子求之。
  - (4) 用沸點及冰點求之。

I, 根本法者即於 1899 年。德國化學家。哇斯脫爾特氏。及其他化學家。唱議組織萬國原子量委員會。蒐集種種之研究報告。於其翌年商議應行採用之原子量。稱之為萬國原子量。然其所用為標準者。或主用氫。令  $H = 1$ 。為舊法。或主用氧令  $O = 16$  為新法。議論不一。未易決定。乃將新舊二法。合併發表。以徵世人之去取。繼而贊成  $O = 16$  之說者。逐漸增加。至 1906 年以後。始定氧之原子量為 16。以此為標準。則氧之分子量為 32。而氧 1 公升之質量為 1.429 公分。由是以測他分子量之法也。

2. 用假想之氣求之者。即假想有一氣體。其分子量為 1。當標準溫度。標準壓力時。其 1 公升之質量為 0.04466 克。由是以測他分子量之法也。

以上二法。形式雖異。其實一也。茲設數問答。依此二法求之如下。

(7) 知二氧化碳。當標準溫度。標準壓力時。其 1 公升之質量。為 1.964875 克。問其分子量若干。

$$\text{答 其分子量} = \frac{32}{1.429} \times 1.964875 = \underline{44} (\text{約數})$$

$$\text{或 其分子量} = \frac{1.964875}{0.04466} = \underline{44} (\text{約數})$$

(8) 知水蒸氣。當標準溫度。標準壓力時。其 1 公升之質量為 0.803872 克。問其分子量若干。

答 其分子量 =  $\frac{32}{1.429} \times 0.803872 = \underline{18}$  (約數)

或 分子量 =  $\frac{0.803872}{0.04466} = \underline{18}$  (約數)

(9) 有水蒸氣 1 公分。在溫度 150 度。氣壓為 1 氣壓時。其體積為 1.93 公升。問其分子量何如。

答 因所設為 1 氣壓。故可不計。惟先按絕對溫度求其體積。

$$273 + 150 : 273 = 1.93 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{423} \times 1.93 \text{ 公升。爲標準時之體積。}$$

再求其當此時 1 公升之質量。以 x 代之。

$$\frac{273}{423} \times 1.93 : 1 = 1 \text{ 公分} : x \text{ 公分}$$

$$\therefore x = \frac{1}{\frac{273}{423} \times 1.93} = \frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93} \text{ 公分。}$$

再與氧相比。即得其分子量。

$$1.429 \text{ 公分} : \frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93} = 32 : \text{水蒸氣之分子量。}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{水蒸氣之分子量} &= \frac{32}{1.429} \times \frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93} \\ &= \underline{18} \text{ (約數)} \end{aligned}$$

如用假想之氣求之如下。

前已求得水蒸氣。當標準溫度標準氣壓時。一公升

之質量為  $\frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93}$  公分。又知比重為 1 之假想氣。

其 1 公升之質量為 0.04466 公分。由是求之如下。

$$0.04466 : \frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93} = 1 : \text{水蒸氣之分子量。}$$

$$\therefore \text{水蒸氣之分子量} = \frac{1}{0.04466} \times \frac{423}{273} \times \frac{1}{1.93} \\ = 18(\text{約數})$$

(10) 有二氧化碳 1.35 克。當溫度 13 度。氣壓 75 厘時。其體積為 0.7296 公升。其分子量若干。

$$\text{答 } \left. \begin{array}{l} 273+13 : 273 \\ 76 : 75 \end{array} \right\} = 0.7296 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{286} \times \frac{75}{76} \times 0.7296 \text{ 公升。爲標準時之體積}$$

$$\frac{286}{273} \times \frac{76}{75} \times \frac{1.35}{0.7296} \text{ 公分。爲一公升之質量。}$$

$$\therefore \frac{32}{1.429} \times \frac{286}{273} \times \frac{76}{75} \times \frac{1.35}{0.7296} = 44 \text{ 爲其分子量。}$$

$$\text{或 } \frac{1}{0.04466} \times \frac{286}{273} \times \frac{76}{75} \times \frac{1.35}{0.7296} = 44 \text{ 爲分子量。}$$

若以  $m$  代質量。 $P$  代壓力。 $t$  代溫度。 $V$  代體積。得二公式如下。

$$\sqrt{\text{分子量}} = \frac{32}{1.429} \times \frac{273+t}{273} \times \frac{76}{P} \times \frac{m}{V} \dots \text{公式1}$$

$$\sqrt{\text{或分子量}} = \frac{1}{0.04466} \times \frac{273+t}{273} \times \frac{76}{P} \times \frac{m}{V} \dots \text{公式2}$$

(11) 有氫。當溫度 273 度。氣壓 128 厘時。其 19 公升之質量為 1.429 克。問其分子量何如。

答 依公式 1。得其分子量。爲

$$\frac{32}{1.429} \times \frac{2 \times 273}{273} \times \frac{76}{128} \times \frac{1.429}{19} = 2$$



若在同溫度同壓力之下。用比重瓶求之。則甚簡便。如下。

- (12) 有一比重瓶。使成真空衡之。爲 0.55 克。於同溫度同壓力之下。滿盛氮衡之。爲 36 克。若滿盛氧則爲 16.55 克。問氮之分子量何如。

答  $36 - 0.55 = 35.45$  克。爲與氧同體積之氮量。

$16.55 - 0.55 = 16$  克 爲氧之量。

∴ 氧之分子量爲 32。

∴  $16 : 35.45 = 32 : \text{氮之分子量}$ 。

∴ 氮之分子量  $= \frac{32 \times 35.45}{16} = \underline{\underline{70.9}}$

若溫度及壓力不同。用比重瓶求之亦不易。設問如下。以明求法。

- (13) 當溫度 17 度。氣壓 70 厘。滿盛某氣於比重瓶中。稱之爲 15 克。使瓶成真空。在該溫度及壓力之下稱之。爲 2 克。於溫度 20 度。氣壓 75 厘。滿盛氧稱之。爲 18 克。使瓶成真空。在該溫度及壓力之下稱之。爲 1.9 克。問某氣體之分子量何如。

答  $15 - 2 = 13$  克。爲某氣在 17° 及壓 70 厘時之重。

$18 - 1.9 = 16.1$  克。爲氧在 20° 及壓 75 厘時之重。

先求某氣。與氧同溫度。同壓力。同體積。之質量。

或求氧。與某氣同溫度。同壓力。同體積。之質量。

今求某氣體之質量。以  $x$  代之。

因質量。與絕對溫度爲反比例。與壓力爲正比例。

(與體積相反也)



$$\therefore \frac{273+20}{70} : \frac{273+17}{75} \left( = 13 : x \right)$$

$$\therefore x = \frac{290}{293} \times \frac{75}{70} \times 13 \text{ 爲某氣體與氧同溫度同壓力同體積之重。}$$

$$16.1 : \frac{290}{293} \times \frac{75}{70} \times 13 = 32 : \text{某氣體之分子量。}$$

$$\therefore \text{某氣體之分子量} = \frac{32}{16.1} \times \frac{290}{293} \times \frac{75}{70} \times 13$$

3, 用公分分子求分子量者。因無論何種氣體。在標準溫度。標準氣壓時。其一公分分子之體積。均約爲22.4公升。由是以求各分子量之法也。一公分分子之氣體。爲22.4公升。不但求分子量用之。其他用途甚多。當切記之。

(14) 有二氧化碳 11.4 公升。質量爲 20 公分。此之溫度爲 27°。氣壓爲 74 糵。問其分子量若干。

$$\text{答} \quad \frac{273+27}{76} : \frac{273}{74} \left( = 11.4 : V. \right)$$

$$\therefore V = \frac{273}{273+27} \times \frac{74}{76} \times 11.4 \text{ 公升}$$

$$\text{又} \quad \frac{273}{273+27} \times \frac{74}{76} \times 11.4 : 22.4 = 20 : \text{公分分子}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{其公分分子} &= \frac{273+27}{273} \times \frac{76}{74} \times \frac{22.4}{11.4} \times 20 \\ &= 44 \text{ 公分} \end{aligned}$$

去其公分之名。則得其分子量爲 44

由以上演算。若以  $m$  代質量。 $P$  代壓力。 $t$  代溫度。 $V$  代體積。則得一公式如下。

$$\text{分子量} = \frac{273+t}{273} \times \frac{76}{P} \times \frac{22.4}{V} \times m \dots \text{公式 3}$$

- (15) 有氫。當溫度 273 度。氣壓 128 厘米時。其體積為 19 公升。質量為 1.429 公分。問其分子量何如。

答 依公式 3 得其分子量。為

$$\frac{273 \times 2}{273} \times \frac{76}{128} \times \frac{22.4}{19} \times 1.429 = \underline{\underline{2}}$$

- (16) 有硫化氫 415.3 gm。在 15°C。氣壓 72cm 時。其體積為 304000 C.C. 問其分子量何如。

答 304000 C.C. = 304 公升。

依公式 3。得其分子量。為

$$\frac{273+15}{273} \times \frac{76}{72} \times \frac{22.4}{304} \times 415.3 = \underline{\underline{34.07}} \text{ (約數)}$$

4. 用沸點上昇 或冰點下降。求分子量者。 因一定量之同溶媒中。無論溶解何種溶質。如公分分子之數同。其溶液沸點上昇。或冰點下降之差。常一定不變。由是以求各分子量之法也。

- (17) 碘 2.0579 公分。溶解於醇精 30.14 公分中。其溶液沸點上昇之度。為 0.566。問碘之分子量若干。

答 查表知醇精 100 分為溶媒。其沸點上昇之恆數為 21.1。以  $M$  代碘之分子量。

因沸點上昇之度數。按溶質之量為正比例。按溶媒之量為反比例。

$$\therefore \begin{array}{l} M : 2.0579 \\ 30.14 : 100 \end{array} \left\{ = 21.1 : 0.566 \right.$$

$$\therefore M = \frac{2.0579 \times 100 \times 21.1}{30.14 \times 0.566} = \underline{\underline{254.5}} \text{(爲其近似值)}$$

(18) 將砂糖 6 公分。溶解水 120 公分中。其溶液冰點下降之度爲 0.28。求砂糖之分子量。

答 查表知水 100 公分爲溶媒時。其冰點下降之恒數爲 18.9。以 M 代砂糖之分子量。

$$\begin{array}{l} M : 6 \\ 120 : 100 \end{array} \left\{ = 18.9 : 0.28 \right.$$

$$\therefore M = \frac{6 \times 100 \times 18.9}{120 \times 0.28} = \underline{\underline{337.5}} \text{(爲近似值)}$$

(19) 有磷 0.5 公分。溶解於 50 公分之硫化碳中。其沸點上昇爲 0.189 度。求磷之分子量。

答 查表知硫化碳 100 公分爲溶媒時。其沸點上昇之恒數爲 23.5。以 M 代磷之分子量。

$$\begin{array}{l} M : 0.5 \\ 50 : 100 \end{array} \left\{ = 23.5 : 0.189 \right.$$

$$\therefore M = \frac{0.5 \times 100 \times 23.5}{50 \times 0.189} = \underline{\underline{124}} \text{有餘.}$$

### III 關於質量之問答

本類是利用分子量。求各原質之質量。其他如由濃度求質量。由方程式求質量。或由體積求質量。其法甚多。未歸此類內。不可以此爲盡也。

(20) 問二氧化碳 100 公分中。含碳氧各若干。

答 因分子量  $\text{CO}_2 = 12 + 16 \times 2 = 44$ 。

$$\therefore 44 : 100 = 12 : \text{碳量。}$$

$$\therefore \text{所含之碳量} = \frac{100}{44} \times 12 = \underline{\underline{27.27}} \text{公分}$$

$$\text{仿此可知所含之氧量} = \frac{100}{44} \times 32 = \underline{\underline{72.72}} \text{公分}$$

(21) 問水 100 gm 中。含氫氧各若干。

答  $\because$  水之分子式  $\text{H}_2\text{O} = 2 + 16 = 18$ 。

$$\therefore \text{氫} = \frac{100 \times 2}{18} \text{ gm} \quad \text{氧} = \frac{100 \times 16}{18} \text{ gm}$$

(22) 問食鹽 100 克中。含氯鈉各若干。

答  $\because$  食鹽之分子式  $\text{NaCl} = 23 + 35.45 = 58.45$ 。

$$\therefore \text{鈉} = \frac{100 \times 23}{58.45} \text{ 克} \quad \text{氯} = \frac{100 \times 35.45}{58.45} \text{ 克}$$

(23) 問純硝酸 50 斤中。含氮氫氧各若干。

答  $\because$  硝酸之分子量為  $\text{HNO}_3 = 1 + 14 + 48 = 63$

$$\therefore \text{氮} = \frac{50 \times 14}{63} \text{ 斤} \quad \text{氫} = \frac{50}{63} \text{ 斤} \quad \text{氧} = \frac{50 \times 48}{63} \text{ 斤}。$$

#### IV 關於原子量之問答

本類是利用分子量。求原子量也。其他求原子量之法甚多。未歸此類內。

(24) 用氫 10 公分與氧化合。得  $\text{H}_2\text{O}$  90 公分。知氫之原子量為 1。問氧之原子量若干。

答  $90 - 10 = 80$  公分為所用之氧之量。

$$\text{H}_2 = 1 + 1 = 2, \quad 10 : 80 = 2 : 8$$

$$\therefore O = \frac{80 \times 2}{10} = \underline{16} \text{ 爲氧之原子量。}$$

- (25) 有銅 126 公分。燃燒於氧中。使其變爲 CuO。得 158 公分。知氧之原子量爲 16。問 Cu 爲若干。  
答  $158 - 126 = 32$  爲氧量  $32 : 126 = 16 : Cu$

$$\therefore Cu = \frac{126 \times 16}{32} = \underline{63} \text{ 爲銅之原子量。}$$

- (26) 有碳 36 克。使其變爲  $CO_2$  得 132 克。知氧之原子量爲 16。問碳之原子量若干

$$\text{答 } 132 - 36 = 96 \qquad O_2 = 16 \times 2 = 32$$

$$96 : 36 = 32 : C \quad \therefore C = \frac{36 \times 32}{96} = \underline{12}$$

- (27) 將黃磷 124 公分。燃燒於氧中。得  $P_2O_5$  五氧化磷 284 公分。問磷之原子量若干。

$$\text{答 } 284 - 124 = 160. \quad O_5 = 80.$$

$$160 : 124 = 80 : P_2 \quad \therefore P_2 = \frac{124 \times 80}{160} = 62$$

$$\therefore P = \frac{62}{2} = \underline{31} \text{ 爲磷之原子量。}$$

### V 關於體積之問答

本類是 利用一公分分子之體積。爲 22.4 公升。以求體積也。此 22.4 公升。爲求氣體體積之根本。當切記之。

- (28) 有 10 公分之  $O_2$  當溫  $17^\circ C$ 。氣壓 74Cm 時。

其體積若干。

答  $\therefore O_2 = 32 \quad 32 : 10 = 22.4 : V$  公升

$\therefore V' = \frac{10 \times 22.4}{32}$  公升為標準時之體積。再改算之。

$$\left. \begin{array}{l} 273 : 273 + 17 \\ 74 : 76 \end{array} \right\} = \frac{10 \times 22.4}{32} : V'$$

$\therefore V' = \frac{290}{273} \times \frac{76}{74} \times \frac{10 \times 22.4}{32}$  公升。即為所求。

若以 P 代壓力。t 代溫度。m 代質量。M 代克分子量。

則得體積 =  $\frac{273+t}{273} \times \frac{76}{P} \times \frac{m}{M} \times 22.4$ .....公式4

(29) 當溫度 100 度。氣壓 74Cm 時。有水蒸氣 10公分。問其體積若干。

答  $\therefore H_2O = 2.016$ 。依公式 4。則得

$$\text{體積} = \frac{373}{273} \times \frac{76}{74} \times \frac{10 \times 22.4}{2.016} \text{公升。}$$

(30) 有  $Cl_2$  15 克。當溫度 50 度。氣壓 72 Cm 時。其體積何如。

答  $\therefore Cl_2 = 70.9$  依公式 4。則得其體

$$\text{積} = \frac{323}{273} \times \frac{76}{72} \times \frac{15}{70.9} \times 22.4 \text{公升。}$$

(31) 問水 90 公分中。含標準溫度。準標氣壓時。之氫氣各若干公升。

答  $\therefore H_2O = 2 + 16 = 18$ 。

則知水 90 公分中含氫 10 公分。含氧 80 公分。  
又  $\because$   $H_2$  之一公分分子為 2 公分。其體積為 22.4  
公升。 $O_2$  之一公分分子為 32 公分。其體積亦為  
22.4 公升。

$$\therefore \text{氫之體積} = \frac{10 \times 22.4}{2} \text{公升。}$$

$$\text{氧之體積} = \frac{80 \times 22.4}{32} \text{公升。}$$

(32) 問水 90 克中。含溫度 15 度。氣壓 70 厘時之  
氫氧各若干體積。

答 依上題。已知當標準溫度。標準氣壓時。其氫  
之體積為  $\frac{10 \times 22.4}{2}$ 。氧之體積為  $\frac{80 \times 22.4}{32}$ 。再

改算之。則得

$$\text{氫之體積} = \frac{288}{273} \times \frac{76}{70} \times \frac{10 \times 22.4}{2} \text{公升。}$$

$$\text{氧之體積} = \frac{288}{273} \times \frac{76}{70} \times \frac{80 \times 22.4}{32} \text{公升。}$$

## VI 關於當量之問答

本類是有關於當量之問答。而非盡求當量也。現今大學入學試驗時。多出關於當量之題目。且非簡易。茲由簡及繁。設數問答如下。

(33) 設知氧之原子量為 16。其原子價為 2。求其當量若干。



$$\text{答 氧之當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}} = \frac{16}{2} = \underline{8}$$

(34) 知氧之原子量為 16。又知氧與氫化合為水之分子式為  $\text{H}_2\text{O}$ 。求氧之當量若干。

答 因氧一原子與氫二原子化合。則氧之原子價為 2。

$$\therefore \text{氧之當量} = \frac{\text{原子量}}{\text{原子價}} = \frac{16}{2} = \underline{8}$$

(35) 設知水之分子式為  $\text{H}_2\text{O}$  其量為 18。又知氫之原子量為 1。求氧之當量若干。

答  $\because \text{H} = 1. \therefore \text{H}_2 = 2。$

$18 - 2 = 16$  為氧之原子量。

更由  $\text{H}_2\text{O}$  之式中。知氧之原子價為 2。

$$\therefore \text{氧之當量} = \frac{16}{2} = \underline{8}$$

(36) 知氮之原子量為 14。而其當量有 7。及  $3.5$  與  $4\frac{2}{3}$  之別。其原子價何如。

$$\text{答 其原子價} = \frac{14}{7} = \underline{2} \quad \text{或} = \frac{14}{3.5} = \underline{4}$$

$$\text{或} = \frac{14}{4\frac{2}{3}} = 14 \times \frac{3}{14} = \underline{3}$$

(37) 有碳 60 公分。若盡變為二氧化碳。用氧 160 公分。知氧之當量為 8。求碳之當量若干。

答 因當量與所用之量為正比例。

以  $x$  代碳之當量  $160 : 60 = 8 : x$

$$\therefore x = \frac{60 \times 8}{160} = \underline{\underline{3}} \text{ 爲碳之當量。}$$

- (38) 有碳 60 克。若盡變爲二氧化碳。則爲 220 克。知氧之當量爲 8。問碳之當量何如。

答  $220 - 60 = 160$  克。爲所用之氧量。依前題則

$$\text{得碳之當量} = \frac{60 \times 8}{160} = \underline{\underline{3}}$$

- (39) 用碳 60 公分。若變爲標準溫度。標準氣壓之二氧化碳則爲 112 公升。知二氧化碳之分子量爲 44。及氧之當量爲 8。問碳之當量若干。

答 先由體積求其質量如下。以  $x$  代二氧化碳之質量。  $22.4 : 112 = 44 : x$

$$\therefore x = \frac{112 \times 44}{22.4} = 220 \text{ 公分。爲二氧化碳之質量。}$$

$220 - 60 = 160$  公分。爲所用之氧量。

$$\therefore \text{碳之當量} = \frac{60 \times 8}{160} = \underline{\underline{3}}$$

- (40) 有二氧化碳 220 克。假使其還原。得碳 60 克。知氧之當量爲 8。求碳之當量若干。

答  $\therefore 220 - 60 = 160$  克爲氧之量。

$$\therefore \text{碳之當量} = \frac{60 \times 8}{160} = \underline{\underline{3}}$$

- (41) 有赤色氧化銻 1080 克。若熱之使其分解。得氧 80 克。知氧之當量爲 8。求銻之當量何如。

答  $1080 - 80 = 1000$  克爲錒之量。

∵ 當量與化合量爲正比例。以  $x$  代錒之當量。

$$80 : 1000 = 8 : x, \therefore x = \frac{1000 \times 8}{80} = \underline{\underline{100}}$$

(42) 有錒石(氧化錒)604兩。用碳還原。得錒 476 兩。知氧之當量爲 8。問錒之當量何如。

答  $604 - 476 = 128$  爲氧之量。

$$\therefore \frac{476 \times 8}{128} = \underline{\underline{29.75}} \text{ 爲錒之當量。}$$

(43) 有當量爲 3 之碳 27 兩。欲與當量爲 8 之氧化合。問需氧若干兩。

$$\text{答 } 3 : 8 = 27 : x \quad \therefore x = \frac{8 \times 27}{3} = \underline{\underline{72}} \text{ 兩}$$

(44) 有當量爲 6 之碳 54 兩。使其與當量爲 8 之氧化合。問用氧若干兩。

$$\text{答 } 6 : 8 = 54 : x \quad \therefore x = \frac{8 \times 54}{6} = \underline{\underline{72}} \text{ 兩}$$

(45) 有當量爲 3 之碳 48 克。欲使其與當量爲 8。溫度爲 20 度。氣壓爲 70cm 之氧化合。問用氧若干公升。

$$\text{答 } \frac{8 \times 48}{3} = 128 \text{ 克。爲所用氧之質量。}$$

再由質量求體積  $1.429 : 128 = 1 \text{ 公升} : V \text{ 公升}$

$$\therefore V = \frac{128}{1.429} \text{ 公升。爲標準時之體積。}$$

再求溫度 20 度。氣壓 70cm 時之體積。

$$\left. \begin{array}{l} 273 : 273 + 20 \\ 70 : 76 \end{array} \right\} = \frac{128}{1.429} : V$$

$$\therefore V = \frac{76}{70} \times \frac{293}{273} \times \frac{128}{1.429} \text{ 公升。爲所求之體積。}$$

### VII 關於濃度之問答

一公升溶液中。含溶質一公分分子。爲濃度一。曰一漠爾。現今大學入學試驗。往往出此等題目。茲由淺入深。設數問答如下。

- (46) 四公升之食鹽水溶液中。知含食鹽 100 克。問該溶液之濃度若干。

答 因一公升溶媒。溶解一公分分子。爲一漠爾。今四公升溶媒。而  $\text{NaCl} = 58.5$  公分。

$$\therefore \text{其濃度} = \frac{100}{4 \times 58.5} = \underline{\underline{0.427}}$$

- (47) 濃度爲一漠爾之食鹽水溶液 5 公升。含食鹽若干。

答 所含之食鹽  $= 1 \times 5 \times 58.5 = \underline{\underline{292.5}}$  公分

- (48) 欲製濃度爲 1 漠爾之硝酸鉀之溶液 100 C.C.。問用硝酸鉀若干克。

答 因  $\text{KNO}_3 = 101.19$ 。1 公升 = 1000 C.C.  
 $1000 : 100 = 101.19 : \text{硝酸鉀量}$

$$\therefore \text{硝酸鉀量} = \frac{100}{1000} \times 101.19 = \underline{\underline{10.119}} \text{ 克}$$

- (49) 濃度爲  $\frac{2}{3}$  漠爾。之氫氧化鈉溶液。100 C.C.。問含氫氧化鈉若干。

答 因  $\text{NaOH} = 40.058$ 。1 公升 = 1000 C.C.

$$\begin{aligned} \therefore \text{所含之氫氧化鉀量} &= \frac{\frac{2}{3} \times 100}{1000} \times 40.058 \\ &= \underline{\underline{2.6706 \text{ 克}}} \end{aligned}$$

(50) 一容水能溶 800 容之亞莫尼亞。問亞莫尼亞在水 100 公分中之溶解度若干。

答 水 100 公分之體積為 100 C.C.

$$100 \times 800 = 80000 \text{ C.C.}$$

80000 C.C. = 80 公升。NH<sub>3</sub> = 14 + 3 = 17 為公分分子

$$22.4 : 80 = 17 : \text{溶解度。}$$

$$\therefore \text{溶解度} = \frac{80 \times 17}{22.4} = \underline{\underline{60.5 \text{ 克。}}}$$

(51) 前題。問其濃度若干。

答 因 100 公分水之體積 = 100 C.C. =  $\frac{1}{10}$  公升。

前已求得其公分分子為 17。其溶質量為 60.8 公分。

$$\therefore \text{濃度} = \frac{60.8}{17} \times \frac{10}{1} = \frac{608}{17} = \underline{\underline{35 \frac{13}{17} \text{ 漠爾。}}}$$

(52) 有濃度為 0.5 之硝酸銀溶液。25 立方糵。問含銀若干克。

答 因 AgNO<sub>3</sub> = 108 + 14 + 16 × 3 = 170。

題云為 0.5 漠爾。則 1 公升中含硝酸銀  $\frac{170}{2} = 85$  克。

∴ 溶液 25 立方糵中。所含銀之量。為

$$85 \times \frac{25}{1000} \times \frac{108}{170} = \underline{\underline{1.35 \text{ 克。}}}$$

又法 因  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} = 108$ 。  $0.5 = \frac{1}{2}$ 。

則 硝酸銀0.5莫爾之溶液一立方糎中。所含之銀

$$= \frac{108}{1000 \times 2}。$$

$$\therefore 25 \text{立方糎中所含之銀} = 25 \times \frac{108}{1000 \times 2} = \underline{1.35 \text{克}}$$

(53) 二氯化錄。百分之一莫爾水溶液。50立方糎。含氣若干。

答 因  $\text{HgCl}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 = 70.9$

其溶液一立方糎中所含之錄  $= \frac{70.9}{1000} \times \frac{1}{100}。$

$$\begin{aligned} \therefore 50 \text{立方糎中所含之錄} &= \frac{70.9}{100000} \times 50 \\ &= \underline{\underline{0.03545 \text{克}}}。 \end{aligned}$$

### VIII 關於方程式之問答

本類是知其方程式。方能求質量。或體積。故曰方程之問答。關於此類之問答甚多。茲設數問如下。以明梗概。

(54) 將鋅10克。投於足用之稀硫酸中。得氫若干克。

答 因其方程式為  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$

$\text{Zn} = 65.4$ 。  $\text{H}_2 = 2.016$ 。 以x代所求。

則  $65.4 : 10 = 2.016 : x$

$$\therefore x = \frac{10 \times 2.016}{65.4} \text{克。爲氫之量。}$$

(55) 前題。問得標準溫度。標準氣壓時之氫若干公升。

答 因一公分分子之體積為22.4公升。以V代所求。

$$\therefore 65.4 : 10 = 22.4 : V$$

$$\therefore V = \frac{10 \times 22.4}{65.4} \text{公升爲氫之體積。}$$

(56) 前題。問得溫度20度氣壓70em時之氫若干立方粉。

答 由上問已得標準溫度。及氣壓時之體積爲

$$\frac{10 \times 22.4}{65.4} \text{。以V代所求。}$$

$$\therefore \left. \begin{array}{l} 273 : 273 + 20 \\ 70 : 76 \end{array} \right\} = \frac{10 \times 22.4}{65.4} : V$$

$$\therefore V = \frac{293}{273} \times \frac{76}{70} \times \frac{10 \times 22.4}{65.4} \text{立方粉。}$$

(57) 用鋅及稀硫酸以製氫。茲用鋅 100克。問用硫酸若干克。並問用硫酸若干C.C。(硫酸之比重爲1.84)

答 因  $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

$Zn = 65.4, H_2SO_4 = 98.076$ 。以x代所用硫酸之克數。

$$\text{則 } 65.4 : 100 = 98.076 : x$$

$$\therefore x = \frac{100 \times 98.076}{65.4} \text{克。爲所用硫酸之質量。}$$

$$\text{再求其C.C數 } 1.84 : \frac{100 \times 98.076}{65.4} = 1 : V$$

$$\therefore V = \frac{100 \times 98.076}{1.84 \times 65.4} \text{C.C爲硫酸之體積}$$



- (58) 欲製標準溫度標準氣壓時之氫 100C.C. 問用鋅及硫酸各若干克。

答  $\because 100\text{C.C.} = \frac{100}{1000} = \frac{1}{10}$  公升

$\therefore 22.4 : \frac{1}{10} = 65.4 : \text{鋅之量。}$

$\therefore \text{鋅之量} = \frac{65.4}{10 \times 22.4}$  克。

又  $\because 22.4 : \frac{1}{10} = 96.076 : \text{硫酸之量}$

$\therefore \text{硫酸之量} = \frac{96.076}{22.4 \times 10}$  克。

- (59) 欲製硫酸鋅 100 克。問用鋅若干克。硫酸若干 C.C. (硫酸之比重為 1.84)

答 因  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ .  $\text{ZnSO}_4 = 161.46$

$\therefore 161.46 : 100 = 65.4 : \text{所用之鋅量。}$

$\therefore \text{所用之鋅} = \frac{100 \times 65.4}{161.46}$  克。

又欲求硫酸之 C.C 數。當先求硫酸之質量。

因  $161.46 : 100 = 98.076 : \text{硫酸之質量。}$

$\therefore \text{硫酸之質量} = \frac{100 \times 98.076}{161.46}$  克。

又  $\because 1.84 : \frac{98.076}{161.46} = 1 : \text{硫酸之 C.C 數}$

$\therefore \text{硫酸之 C.C 數} = \frac{98.076}{161.46 \times 1.84}$  C.C

(60) 用鋅10克。投於稀硫酸中。得標準溫度標準氣壓時之氫3426C.C。知氫之原子量爲1。問鋅之原子量若干。

答 因  $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

由方程式。知用鋅一原子。能得氫一分子。而氫之分子量爲2。因題設氫之原子量爲1也。

先求所得之氫之質量  $3426C.C = 3.426$ 公升

$22.4 : 3.426 = 2 : \text{氫之量}$

$$\therefore \text{氫之量} = \frac{3.426}{22.4} \times 2 = 0.306 \text{克}$$

再求鋅之原子量  $\therefore 0.306 : 10 = 2 : \text{鋅之原子量}$

$$\therefore \text{鋅之原子量} = \frac{10 \times 2}{0.306} = \frac{20000}{306} = \underline{\underline{65.4}}$$

### 化學計算雜問

化學計算。關係複雜。實不能以八類括之。茲再設40種問答於下。有屬以上八類者。有不屬以上八類者。故以雜問名之。雖係雜問。亦是由淺及深。且次序符合化學教科。先無機。次有機。以便按照所學。循序研究。：一

(61) 問氫100C.C之質量若干gm。

答 因氫之一公分分子爲2.016gm。

22.4公升 = 22400C.C。以x代所求。

則  $22400 : 100 = 2.016 : x$

$$x = \frac{100 \times 2.016}{22400} = \underline{\underline{0.009 \text{ gm}}}$$

(62) 溫度為90度之氫100C·C. 其質量若干gm。

答 先求其當標準溫度時之體積。再求其質量。

$$(273+90) : 273 = 100 : V$$

$$\therefore V = \frac{273}{363} \times 100 = \frac{27300}{363} \text{ C.C. 爲標準溫時之體積}$$

又 22·4公升 = 22400C·C。  $H_2 = 2·016$ 。

$$\therefore 22400 : \frac{27300}{363} = 2·016 : x$$

$$\therefore x = \frac{27300 \times 2·016}{22400 \times 363} = 0·007 \text{ gm (弱) 爲其質量。}$$

(63) 問50度之水蒸氣160C·C中。含氧若干gm。

答 因  $(273+50) : 273 = 100 : V$

$$\therefore V = \frac{273 \times 100}{323} \text{ C.C} = \frac{27·3}{323} \text{ 公升。 爲標準時之}$$

體積。

$$\text{又 } 22·4 : \frac{27·3}{323} = 16 : x$$

$$\therefore x = \frac{27·3 \times 16}{22·4 \times 323} = 0·06 \text{ gm (約) 爲所求。}$$

(64) 試就亞莫尼亞之成分。說明定比例之定律。

答 亞莫尼亞爲  $NH_3$ ,  $N = 14$ ,  $H_3 = 3$ ,

$14+3=17$ 。所以亞莫尼亞17分中。含氮14氫3爲一定也。

(65) 試就三氧化氮。及無水硝酸之成分。說明倍比例之定律。

答 三氧化氮爲  $N_2O_3$ 。無水硝酸爲  $N_2O_5$ 。

$N_2 = 28$  爲定量。  $O_3 = 48$ 。  $O_5 = 80$ 。

$48 : 80 = 12 : 20$  而 12與20 之大公約爲 4。所以所含之重量均爲 4 之整數倍也。

又視  $N_2O_3$  及  $N_2O_5$  二分子式。所含之 O 爲 3 及 5。所以二物質中。所含氧之量相比。爲 3 比 5。故倍比例之定律。又云成簡單之比例。

(凡氧之諸量。與他原質之定量化合。其量之諸量爲 16 或 8, 4, 2, 之整數倍。因氧之原子量 =  $16 = 8 \times 2 = 4 \times 4$  也。)

- (66) 設知礮精爲氮氫之化合物。其分子量爲  $17 \cdot 064$ 。知氫之原子量爲  $1 \cdot 008$ 。氮之原子量爲  $14 \cdot 04$ 。問其分子式當何如。

答  $\therefore 14 \cdot 04 \times 1 + 1 \cdot 008 \times 3 = 17 \cdot 064$ 。所以其分子式。爲  $NH_3$ 。

- (67) 欲製碘 100 克。問用碘化鉀。及二氧化錳。硫酸。各若干克。

答 其行變化時之反應方程式。爲



$$I_2 = 126 \cdot 85 \times 2 = 253 \cdot 7$$

$$2KI = 2 \times (39 \cdot 15 + 126 \cdot 85) = 332$$

$$MnO_2 = 55 + 32 = 87$$

$$2H_2SO_4 = 2(2 \cdot 016 + 32 \cdot 06 + 64) = 196 \cdot 156$$

求所用之 KI  $\therefore 253 \cdot 7 : 100 = 332 : KI$  數

$$\therefore \text{所用KI數} = \frac{100 \times 332}{253.7} \text{克}$$

求所用之 $\text{MnO}_2$   $\therefore 253.7 : 100 = 87 : \text{MnO}_2$ 數

$$\therefore \text{所用之MnO} = \frac{100 \times 87}{253.7} \text{克}$$

$$\text{仿此可知所用之H}_2\text{SO}_4 = \frac{100 \times 196.156}{253.7} \text{克}$$

(68) 於碘化鉀之溶液中。通氯212.7克。則得碘 716.1克。知氯之當量為35.45。問碘之當量若干。

答 因  $212.7 : 716.1 = 35.45 : \text{碘之當量}$

$$\therefore \text{碘之當量} = \frac{716.1 \times 35.45}{212.7} = \underline{\underline{126.85}}$$

(69) 用氯氧鉀100公分。能製得氧若干公分。

答 因  $\text{KClO}_3 + \text{MnO}_2 = \text{KCl} + \text{MnO}_2 + 3\text{O}$ 。

$\text{KClO}_3 = 122.6$ 。  $3\text{O} = 48$ 。以x代所求。

$$\therefore 122.6 : 100 = 48 : x$$

$$\therefore x = \frac{100 \times 48}{122.6} = \underline{\underline{39.15}} \text{公分(約)}$$

(70) 前題。當標準溫度標準氣壓時。所製得之氧。其體積若干公升。

答 由前題。已求得氧之質量為 39.15公分。

$$\therefore 32 : 39.15 = 22.4 : V$$

$$\therefore V = \frac{39.15}{32} \times 22.4 = \underline{\underline{27.405}} \text{公分}$$

(71) 用氟化鈣。及硫酸。製氟化氫。問氟化鈣。及硫酸。之

配生忒(即百分之比)何如。

答 其方程式  $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{HF}$ 。

$\text{CaF}_2 = 78 \cdot 1$ 。  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \cdot 076$ 。

$78 \cdot 1 + 98 \cdot 076 = 176 \cdot 176$ 。

$176 \cdot 176 : 100 = 78 \cdot 1 : \text{CaF}_2$ 之配生忒。

$\therefore \text{CaF}_2$ 之配生忒 =  $\frac{100 \times 78 \cdot 1}{176 \cdot 176} = \underline{44\%}$  强

仿此可知硫酸之配生忒 =  $\frac{100 \times 98 \cdot 076}{176 \cdot 176} = \underline{56\%}$  弱

(72) 設有氧 100C.C. 通過無聲放電後。得 99C.C. 若除去阿戎。得 97C.C. 問阿戎之分子式何如。

答 因  $100 - 97 = 3\text{C.C}$  爲所用之氧之體積。

$100 - 99 = 1\text{C.C}$  爲由氧變爲阿戎所減之體積。

$3 - 1 = 2\text{C.C}$  爲阿戎之體積。

是 3 容氧製成 2 容阿戎。其方程式爲  $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ 。

$\therefore$  其分子式爲  $\text{O}_3$

(73) 問各種氣體。其一公分分子中。所含之分子數相等否。又無論固液。其一公分分子中。所含之分子數相等否。

答 · 據愛服蓋特之假說。無論何種氣體。同溫度。同壓力。同體積中。同數分子。又經實驗。無論何種氣體。其一公分分子之體積皆爲 22.4 公升。所以各種氣體其一公分分子中。所含之分子數皆相等。又無論固液。其一公分分子化爲氣時。亦必爲 22.4 公升。所以無論固液。其一公分分子中。所含之分子

數亦必相等。

- (74) 將847公分之氧化鋇。投於足用之稀硫酸中。則得過氧氫及硫酸鋇各若干公分。

答 其方程  $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{BaSO}_4$ 。

$\text{BaO}_2 = 169.4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2 = 34.016$ ,  $\text{BaSO}_4 = 233.46$ ,

$169.4 : 847 = 34.016 : \text{所得過氧氫之量}$ 。

$$\therefore \text{過氧氫} = \frac{847}{169.4} \times 34.016 = \underline{\underline{170.08}} \text{公分。}$$

$$\text{硫酸鋇} = \frac{847}{169.4} \times 233.46 = \underline{\underline{1167.3}} \text{公分。}$$

- (75) 過氧氫及氯皆能漂白。其所以漂白之故。亦有異否。又何者對被漂物有害。何者無害。并問用氯70.9克。所生之效果。與用過氧氫若干。所生之效果相等。

答 二者漂白之故。皆因其放氧。以氧化有色物。以致褪色。但其所以放氧之故不同。如下。

在過氧氫之放氧  $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

在氯之放氧  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}_2$

由以上二方程式觀之。知氯之放氧時。同時生鹽酸。而鹽酸有害於有機物。在過氧氫不然。

又  $\text{Cl}_2 = 2 \times 35.45 = 70.9$ 。

$2\text{H}_2\text{O}_2 = 2 \times 2.016 + 2 \times 32 = 68.032$ 。

$\therefore$  用氯70.9克。與用過氧氫68.032克所生之效果相同。

- (76) 有硫銅礦477.78克。若除去硫。淨得銅381.6克。知



硫之當量爲16.03.問銅之當量若干。若云硫之當量爲8.015時.銅之當量若干。

答  $477.78 - 381.6 = 96.18$ 克爲所含硫之量。

在硫之當量爲16.03時.其銅之當量。爲

$$\frac{381.6}{96.18} \times 16.03 = 63.6$$

在硫之當量爲8.015時.其銅之當量。爲

$$\frac{381.6}{96.18} \times 8.015 = 31.8$$

(77) 用黃鐵礦360.06斤。能製得鐵.及硫.各若干斤。

答  $\text{FeS}_2 = 120.02, \text{Fe} = 55.9 \quad 2\text{S} = 64.12,$

$120.02 : 360.06 = 55.9 : \text{鐵之量}.$

$$\therefore \text{鐵之量} = \frac{360.06}{120.02} \times 55.9 = 167.7 \text{斤}$$

仿此知硫之量  $= \frac{360.06}{120.02} \times 64.12 = 192.36 \text{斤}$

(78) 過氧氫一公分分子.及水一公分分子.所含之氧各若干公分.及各若干C·C,并比較二者所含之氧量。簡單示及吾人之結果。

答 在過氧氫一公分分子中.所含之氧。爲

$$16 \times 2 = 32 \text{公分}.$$

在水一公分分子中所含之氧。爲16.公分

在過氧氫所含之氧之體積 = 22400C·C

$$\text{在水所含之氧之體積} = \frac{22400}{2} = \underline{\underline{11200}} \text{C·C}$$

又  $32 : 16 = 2 : 1$ 。二者所含氧之量之比為簡單之比。由此知倍比例之定律。確信無疑。

- (79) 在過氧氫所含之氧。其當量若干。在水所含之氧。其當量若干。又將二當量比較之。簡單示及吾人之應用。

答 在  $H_2O_2$  其氧之當量  $= \frac{2 \times 16}{2} = 16$ 。

在  $H_2O$  其氧之當量  $= \frac{16}{2} = 8$ 。

又  $16 : 8 = 2 : 1$  由此知一種原質含於二種物質中。其當量成簡單之比例。

- (80) 攝氏四度時之蒸溜水  $90.08C \cdot C$ 。用電氣分解之。得氧  $56000C \cdot C$ 。知氫之當量為  $1.008$ 。問氧之當量若干。

答  $22400C \cdot C : 56000C \cdot C = 32 : \text{氧之質量}$ 。

$$\therefore \text{氧之質量} = \frac{56000 \times 32}{22400} = 80 \text{公分。}$$

$90.08 - 80 = 10.08$ 公分。為氫之質量。

$10.08 : 80 = 1.008 : \text{氧之當量}$ 。

$$\therefore \text{氧之當量} = \frac{1.008}{10.08} \times 80 = \underline{\underline{8}}。$$

- (81) 以純氧  $112000$ 立方糵。燃燒硫時。得二氧化硫  $320.3$ 克。知氧之當量為  $8$ 。問硫之當量若干。

答 氧  $112000$ 立方糵  $= 112$ 公升。

$22.4 : 112 = 32 : \text{氧之質量}$ 。

$$\therefore \text{氧之質量} = \frac{112}{22.4} \times 32 = 160 \text{克.}$$

$$320.3 - 160 = 160.3 \text{ 爲硫之質量.}$$

$$160 : 160.3 = 8 : \text{硫之當量.}$$

$$\therefore \text{硫之當量} = \frac{160.3}{160} \times 8 = \underline{\underline{8.015}}$$

(82) 用硫酸及銅製二氧化硫。其所用之材料。及其所生之物質。各若干配生忒。總觀所用之配生忒數。及所生之配生忒數。應有如何結論。

答 其方程式  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

$$\text{Cu} = 63.6 \quad 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 196.152$$

$$\text{其所用之材料} = 63.6 + 196.152 = 259.752$$

$$\text{銅之配生忒} = \frac{63.6 \times 100}{259.752} = \underline{\underline{25}} \text{不足.}$$

$$\text{硫酸之配生忒} = \frac{196.152}{259.752} \times 100 = \underline{\underline{75}} \text{有餘}$$

$$\begin{aligned} \text{其所生之物質} &= \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \\ &= 159.66 + 36.032 + 64.06 = 259.752 \end{aligned}$$

$$\text{硫酸銅之配生忒} = \frac{159.66}{259.752} \times 100 = \underline{\underline{61}} \text{有餘}$$

$$\text{水之配生忒} = \frac{36.032}{259.752} \times 100 = \underline{\underline{14}} \text{不足}$$

$$\text{二氧化硫之配生忒} = \frac{64.06}{259.752} \times 100 = \underline{\underline{25}} \text{不足}$$

$$\text{總觀之 } 25 + 75 = 61 + 14 + 25$$

應有質量不變。及原質不滅。之各定律。

(83) 20°C. 氣壓 75.6cm 時。欲製得 2 公升之氮化氮。問

用銅及硝酸.各若干公分。

答 先求得標準溫度標準壓力時.氧化氮之體積。

$$\left. \begin{array}{l} 273+20 : 273 \\ 76 : 75.6 \end{array} \right\} = 2 : V \text{ 公升}$$

$$\therefore V = \frac{273}{293} \times \frac{75.6}{76} \times 2 \text{ 爲標準時之體積。}$$

因  $\text{NO} = 14 + 16 = 30$

$$22.4 : \frac{273 \times 75.6 \times 2}{293 \times 76} = 30 : \text{氧化氮之質量。}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{氧化氮之質量} &= \frac{273 \times 75.6 \times 2 \times 30}{22.4 \times 293 \times 76} \\ &= 2.482 \text{ 克。} \end{aligned}$$

其方程式  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$

$$2\text{NO} = 60 \quad 3\text{Cu} = 190.8 \quad 8\text{HNO}_3 = 504$$

$$\therefore \text{所用之銅} = \frac{190.8 \times 2.482}{60} = \underline{7.833} \text{ 克(約數)}$$

$$\text{所用之硝酸} = \frac{2.482 \times 504}{60} = \underline{20.849} \text{ 克(約數)}$$

(84) 設有錫 1.071 克。溶解於鹽酸中。得  $200^\circ\text{C}$  之氫。又 1.661 克氧化錫還原以後。得錫 1.309 克。試從以上二實驗之結果。求錫之當量。并比較所得之二當量。簡單示及吾人應有之結論。(一公升氫之質量爲 0.09 克 氧之當量爲 8。氫之當量爲 1)

答 因一公升之氫其質量爲 0.09 克。即  $1000^\circ\text{C}$  之氫爲 0.09 克。所以氫  $200^\circ\text{C}$  之質量。爲

$$\frac{200 \times 0.09}{1000} = 0.018 \text{ 克。又云氫之當量爲 1。}$$

$$\therefore 0.018 : 1.071 = 1 : \text{錫之當量}$$

$$\therefore \text{錫之當量} = \frac{1.071}{0.018} = \frac{119}{2} = \underline{\underline{59.5}}$$

又  $1.661 - 1.309 = 0.352$  爲氧之質量。而其當量爲 8。

$$\therefore 0.352; 1.309 = 8 : \text{錫之當量}$$

$$\therefore \text{錫之當量} = \frac{1.309 \times 8}{0.352} = \underline{\underline{29.75}}$$

$59.5 : 29.75 = 2 : 1$ 。觀其比例。則知凡一種原質。其當量雖不同。而其當量之比必極簡單。

(85) 燃燒 5 公分木炭。需幾公升氧。並所生之二氧化碳之質量。及體積各若干。

答 其方程式  $C + O_2 = CO_2$ ,  $C = 12$ ,  $O_2 = 32$ ,

$12 : 5 = 22.4 : \text{氧之公升數}$

$$\therefore \text{所需之氧} = \frac{5 \times 22.4}{12} = \underline{\underline{9.3}} \text{公升}$$

又  $\therefore 12 + 32 = 44$   $12 : 5 = 44 : \text{二氧化碳之質量}$

$$\therefore \text{二氧化碳之質量} = \frac{5 \times 44}{12} = \underline{\underline{18.3}} \text{公分}$$

又  $44 : 18.3 = 22.4 : \text{二氧化碳之體積}$

$$\therefore \text{二氧化碳之體積} = \frac{18.3 \times 22.4}{44} = \underline{\underline{9.3}} \text{公升}$$

更由方程式。知氧之體積。與二氧化碳之體積相等。既已求得氧之體積。而二氧化碳之體積。可不求即知。

(86) 欲製硝酸 100 糰<sup>3</sup>。問用硝酸鉀若干公分。硫酸若干糰<sup>3</sup>。(硝酸之比重爲 1.53。硫酸之比重爲 1.84。)

答 其方程  $2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$ .

$$\therefore 2\text{HNO}_3 = 126.096, \quad 2\text{KNO}_3 = 202.38.$$

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{SO}_4 &= 98.076. \quad \text{硝酸} 100 \text{ 厘}^3 \\ &= 100 \times 1.53 = 153 \text{ 克}. \end{aligned}$$

$$\therefore \text{硝酸鉀之質量} = \frac{202.38 \times 153}{126.096} \text{ 克}$$

$$\text{硫酸之體積} = \frac{98.076 \times 153}{126.096 \times 1.84} \text{ 厘}^3$$

(87) 5 公升空氣。能燃磷若干公分。(就體積言之。氧占空氣五分之一)

答 因氧占五分之一。則5公升空氣中含一公升氧

1公升氧之質量 = 1.429公分。其方程式。



$$160 : 1.429 = 124 : \text{磷之質量}$$

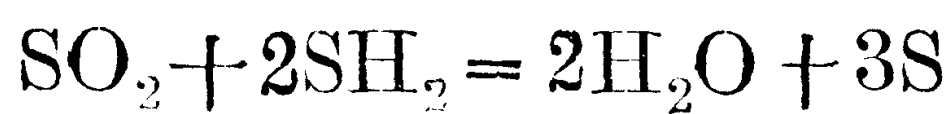
$$\therefore \text{磷之質量} = \frac{1.429 \times 124}{160} = \underline{1.1075} \text{ 公分}$$

(88)  $x\text{SO}_2 + y\text{SH}_2 = m\text{H}_2\text{O} + n\text{S}$  試解之。

$$\text{由S知 } x + y = n. \quad \text{由H知 } y = m. \quad \text{由O知 } x = \frac{1}{2}m.$$

$$\therefore n = \frac{1}{2}m + m = \frac{3}{2}m. \quad \text{命 } m = 2 \text{ 則 } n = 3.$$

$y = 2. \quad x = 1.$  代入式中。則得

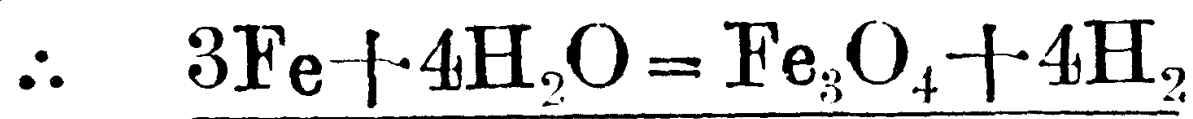


(89)  $x\text{Fe} + y\text{H}_2\text{O} = m\text{Fe}_3\text{O}_4 + n\text{H}_2$  試解之。

解 由Fe知  $x = 3m.$  由H知  $y = n.$

由O知  $y = 4m$ .  $\therefore n = 4m$ . 若  $m = 1$ .

則  $n = 4$ .  $y = 4$ .  $x = 3$ .

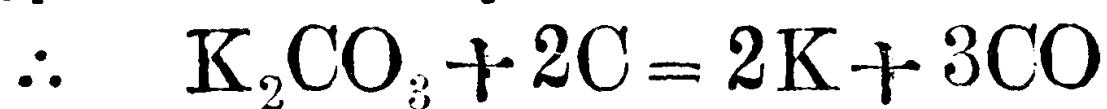


(90)  $x\text{K}_2\text{CO}_3 + y\text{C} = m\text{K} + n\text{CO}$  試解之。

解 由K知  $x = \frac{1}{2}m$ . 由C知  $x + y = n$

由O知  $x = \frac{1}{3}n$ .  $\therefore y = n - \frac{1}{3}n = \frac{2}{3}n$ .

命  $n = 3$ . 則  $y = 2$ .  $x = 1$ .  $m = 2$ .



(91)  $x\text{K}_2\text{CO}_3 + y\text{Ca}(\text{OH})_2 = m\text{CaCO}_3 + n\text{KOH}$  試解之。

解 由K知  $2x = n$ . 由C知  $x = m$ .

由O知  $3x + 2y = 3m + n$ . 但  $x = m$ .  $\therefore 2y = n$ .

$\therefore 2x = n$ .  $2y = n$ .  $\therefore x = y = m$ .

若令  $x = 1$ . 則  $y = 1$ .  $m = 1$ .  $n = 2$ .



(92) 智利硝石 1000 克。若使其變為硝石。用氯化鉀若干

答 其方程式  $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} = \text{NaCl} + \text{KNO}_3$ .

$\text{NaNO}_3 = 85.09$ .  $\text{KCl} = 74.6$ .

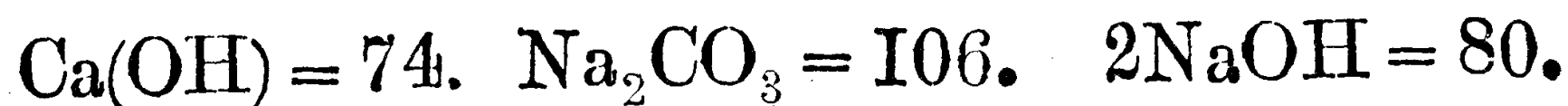
$85.09 : 1000 = 74.6 : \text{所用之氯化鉀量}$ .

$\therefore \text{所用之氯化鉀} = \frac{1000 \times 74.6}{85.09} \text{克}$

(93) 欲製氫氧化鈉 180 斤。問用消石灰及碳酸鈉各若干斤。

答 其方程式  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaOH}$





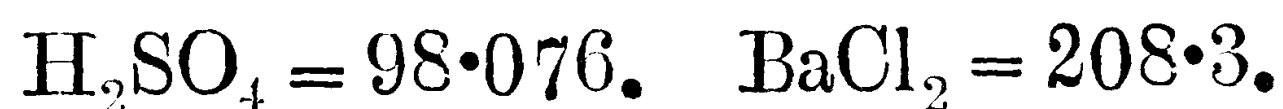
80 : 74 = 180 : 消石灰量。

$$\therefore \text{所用之消石灰} = \frac{74 \times 180}{80} = \underline{\underline{166.5 \text{ 斤}}}$$

$$\text{仿此可知所用之碳酸鈉} = \frac{106 \times 180}{80} = \underline{\underline{238.5 \text{ 斤}}}$$

(94) 濃硫酸 100 公分。問加氯化鋇若干。則硫酸基盡除去。

答 其反應方程式  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$ 。



$$\therefore \text{所用之氯化鋇} = \frac{208.3 \times 100}{98.076} = \underline{\underline{212.386 \text{ 公分}}}$$

(95) 欲製硫酸鋇 100 公分。問用硫酸及氯化鋇各若干。

答 其方程式  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$

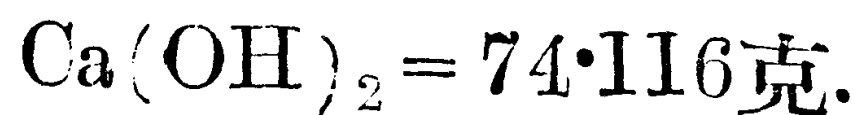


$$\therefore \text{所用之硫酸} = \frac{100 \times 98.076}{233.46} = \underline{\underline{42.014 \text{ 公分}}}$$

$$\text{所用之氯化鋇} = \frac{100 \times 208.3}{233.46} = \underline{\underline{89.223 \text{ 公分}}}$$

(96) 有一時硬水 10 尅。知其中含碳酸氫化鈣千分之一。問加氫氧化鈣若干。則盡變為軟水。

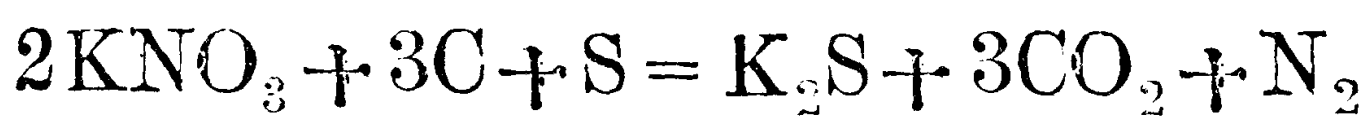
答 其反應方程式  $\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Ca(OH)}_2 = 2\text{CaCO}_3$



題云含千分之一。則 10 尅中含 10 克。

$$\therefore \text{所用之氫氧化鈣} = \frac{10 \times 74 \cdot 116}{162 \cdot 116} = \underline{\underline{4 \cdot 57 \text{克弱}}}$$

(97) 有爆發火藥 100 尅。所生之二氧化碳及氮。體積之和。於溫度 200 度。氣壓 50cm 時。有若干公升。但其方程式如下。

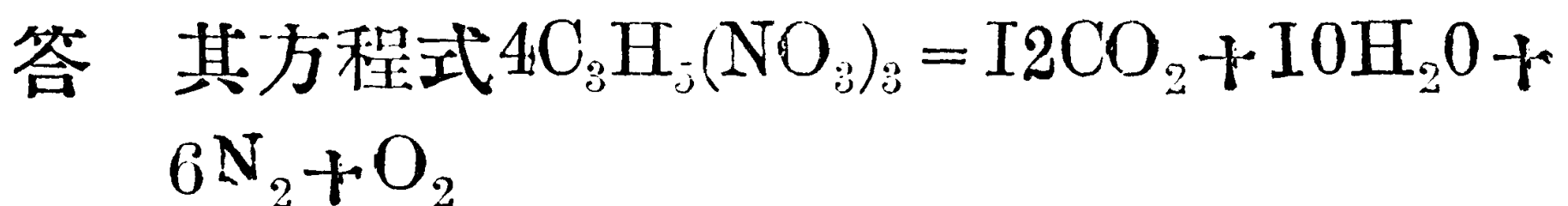


答  $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S} = 270 \text{克}$ 。

$$3\text{CO}_2 + \text{N}_2 = 4 \times 22 \cdot 4 = 89 \cdot 6 \text{公升}$$

$$\therefore \text{其體積} = \frac{100000 \times 89 \cdot 6}{270} \times \frac{473}{273} \times \frac{76}{80} \text{公升}。$$

(98) 有猛炸藥  $\text{IC} \cdot \text{C}$ 。若驟擊之。使其變為氣體。當溫度 2457° 時。得若干  $\text{C} \cdot \text{C}$ 。(其比重為 1.6)。



$$4\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 = 4(36 + 5 + 42 + 144) = 908 \text{gm}.$$

$$12\text{CO}_2 + 10\text{H}_2\text{O} + 6\text{N}_2 + \text{O}_2 = 29 \times 22400 \text{C} \cdot \text{C}.$$

猛炸藥  $\text{IC} \cdot \text{C} = 16 \text{克}$ 。所以其體積。為

$$\frac{29 \times 22400 \times 1 \cdot 6 \times (2457 + 273)}{908 \times 273} = \underline{\underline{11446 \text{C} \cdot \text{C}}}$$

9) 有蟻酸 23 公分。用硫酸為媒介分解之。於溫度 15 度。氣壓 70 厘時。生一氧化碳若干立方厘。



$\text{HCO}_2\text{H} = 46$ ,  $\text{CO} = 28$ , 以  $x$  代所生一氧化碳之量。

則  $x = \frac{23 \times 28}{46} = 14 \text{公分}$  再按複比例求之。

$$\left. \begin{array}{l} 28 : 14 \\ 273 : 273 + 15 \\ 70 : 76 \end{array} \right\} = 22400 : V$$

$$\therefore V = \frac{14}{28} \times \frac{288}{273} \times \frac{76}{70} \times 22400 \text{ 立方寸。}$$

亦可直用蟻酸之公分分子求之。因蟻酸之一分子。生一氧化碳一公分分子也。

(100) 有草酸30公分。於溫度 $16^{\circ}$ 。氣壓75cm時。用硫酸解之。問所生之二氧化碳。及一氧化碳之體積。若干C.C。

答 其分解方程式爲  $C_2H_2O_4 = CO_2 + CO + H_2O$  觀方程式。則知所生之 $CO_2$ 及 $CO$ 與草酸皆各爲一分子。而一公分分子之氣體體積。皆爲22400C.C。今假想草酸亦爲氣體。其30公分。當溫度 $16^{\circ}$  氣壓75cm時。其體若干C.C。求得草酸假想之體積。即 $CO_2$ 之體積。亦即 $CO$ 之體積。故求法如下。

$$\left. \begin{array}{l} C_2H_2O_4 = 90 \quad \therefore 90 : 30 \\ 273 : 273 + 16 \\ 75 : 76 \end{array} \right\} = 22400 : V$$

$$\therefore V = \frac{30}{90} \times \frac{289}{273} \times \frac{76}{75} \times 22400 = 8009.664C.C$$

由是知二氧化碳。及一氧化碳之體積。各爲  
8009.664C.C

