

MCPHERSON AND HENDERSON

A Course in General Chemistry

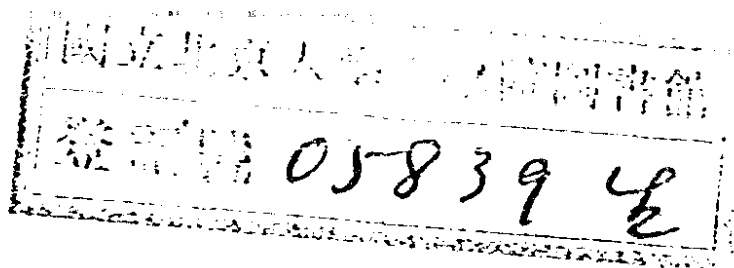
罕氏 化學通論解答

俞益之 張叔獻 合編

編者
張叔獻
於此年

中華民國二十四年二月印行

540
990-309



序 言

麥費孫,罕迭生二氏所著化學通論一書,內容豐富,理解清晰,久已膾炙人口,風行一時,允為極佳之教本。我國各校高中採用之為課本者,不知凡幾。此書每章後所附之問題及算題,概括全章要旨,能一一解答之,則不第對於該書有相當之領悟,即於基本化學知識,亦豁然貫通矣。惟諸題中,參閱原書足以解答者,固屬多數,其須略費思索,始能察出題意者,亦所在皆是。編者緣就所知,根據原書第三版,草成此編,意在供學子之一種參考,豈敢謂解答盡為正確耶?若讀者專賴此編,而不詳讀原書,則不獨失原書設習題之本旨,尤乖編者之初衷已。編者學識譚陋,此編謬誤,多所不免,尚望碩學先進不吝賜教,至深感荷,民國二十四年三月編者謹識。

目 錄

第 一 章	化學史引言 (原書不附問題及算題)	
第 二 章	質與能	1頁
第 三 章	氧	4頁
第 四 章	氫	9頁
第 五 章	氣體；氣體諸定律；分子運動說	13頁
第 六 章	水；過氧化氫	20頁
第 七 章	原子論；分子量；原子量	26頁
第 八 章	方程式及計算法；原子價	32頁
第 九 章	碳及其氧化物	39頁
第 十 章	氮及稀少原質；氮，氦，氫，氫，氫	45頁
第 十 一 章	大氣	50頁
第 十 二 章	原子之構造	54頁
第 十 三 章	物質之狀態	58頁
第 十 四 章	溶液	62頁
第 十 五 章	氯；氯化氫；氯氫酸(即鹽酸)；酸鹽	68頁
第 十 六 章	鈉；氫氧化鈉；鹽基	74頁
第 十 七 章	電離	79頁
第 十 八 章	電離學說之應用	84頁
第 十 九 章	氮之化合物	88頁
第 二 十 章	平衡	95頁
第 二 十 一 章	同位素；週期律	100頁
第 二 十 二 章	硫族	102頁
第 二 十 三 章	氯族	108頁
第 二 十 四 章	造鹽原質之含氧化合物	115頁
第 二 十 五 章	氮族	117頁

第二十六章	硅族及硼	123頁
第二十七章	膠質	127頁
第二十八章	碳之化合物	130頁
第二十九章	碳氫化合物；石油	133頁
第三十章	火焰；氣體燃料；爆炸	138頁
第三十一章	熱化學	143頁
第三十二章	碳水化物；醇類；煤焦油化合物	148頁
第三十三章	有機酸；脂肪及油；食物	156頁
第三十四章	金屬	160頁
第三十五章	鹼金屬	164頁
第三十六章	鹼土金屬	169頁
第三十七章	鎂族	173頁
第三十八章	鋁族	179頁
第三十九章	硅酸鹽工業	184頁
第四十章	天然水之淨製及軟化	188頁
第四十一章	鐵族	190頁
第四十二章	銅，銻，銀	195頁
第四十三章	錫與鉛；電池	200頁
第四十四章	錳及鉻	205頁
第四十五章	鈾族及鉅族；放射性	211頁
第四十六章	金與鉑族	213頁

MCPHERSON AND HENDERSON原著

A Course in General Chemistry.

化學通論解答

第二章

問題

- (1) 水力用途至廣，可以發熱，發光，運車，又可分解化合物，如前述水之分解，試一一討論此等用途內所包含之“能”之變遷。

答 發熱 係將水力變為電能，電能再變為熱能。
發光 係將水力變為電能，電能再變為光能。
運車 係將水力變為電能，電能再變為運動能。
分解化合物 係將水力變為電能，用電能分解化合物。

- (2) (a) 任何物體(如煤塊等)在赤道，北極，及地心三處稱之，其重量相同否？(b) 其在此種地方之質量相同否？

答 a. 赤道，北極，地心三處之地心引力各不相同，故物質在三處之重量因之亦異。

b. 質量之大小不關乎地心引力之大小，故應相同。

- (3) 試就水說明「性質」之意義。

答 「性質」之義即某物質之特別處，吾人藉以與其他物質區別者也。如水在 4°C 時密度為最大(等于1)，則在 4°C 時密度最大一語，為水之一種特別處，亦即水之一種性質也，又如水在1大氣壓力之下，其沸點為 100°C ，其他物質則均不然，是又水之另一種特別處，亦即水之另一種性質也。

(4) 應利用何種能，方能引起下列化學反應之發生。

(a) 燃火柴 (b) 放槍 (c) 照像 (d) 分解水

答 (a) 燃火柴 因磨擦而生之熱能。
 (b) 放槍 運動能。
 (c) 照像 因光而生之化能。
 (d) 分解水 電能。

(5) 汝應作何解釋 (a) 化能之熱當量！ (b) 熱之機械當量。

答 (a) 化能之熱當量，即從一定量之化能變為等量之熱能。
 (b) 熱能之機械當量，即從一定量之熱能，可變為等量之機械能。

(6) 兩鋼質之表發條，其形狀均同，惟一係盤繞者，其另一則否，(a) 此二發條所含之能，其量同否？(b) 硫酸可以溶解鐵而放熱量，今設此二發條溶解于同量之酸內是否放出同量之熱。

答 (a) 展面之發條無位置能力，而盤繞之發條隨時有欲展伸之傾向，故有位置能力。

(b) 硫酸與鐵起反應非因其位置能力，故二者所放之熱量應同。

(7) 二原質集聚一處後，何所據而確定其已變為化合物抑仍為混合物。

答 欲判別二原質接觸後，是否起有化學反應抑或僅混為一種混合物，須根據下列三點。

(i) 接觸時有無收放熱量及放光現象發生。

(ii) 接觸後其原來二原質之性質仍然存在否。

(iii) 接觸後令其分開是否須用化學方法。

(8) 下列各情形每種熱之來源如何；(a) 身體之熱 (b) 電燈放熱；(c) 燃煤所放之熱；(d) 鋸木時所發之熱。

- 答 (a) 由食物及吸入之氧在身體內，所起複雜化學反應而生熱量。
- (b) 由電能變為光能，因而發光。
- (c) 由煤中之炭與空氣中之氧所起化學反應而生熱量。
- (d) 由磨擦所生之熱量。

算 題

- (1) 5克重之煤，燃燒時所放之熱足使 2500 克之水昇高溫度自 17°C 至 30°C ，問燃此燃料 1000 克 (1Kg) 時，所放之熱等于若干尅米 (Kilogram meter) 之工作？

答 水由 17° 昇至 30° 所須之熱量為

$$2500 \times (30 - 17) = 2500 \times 13$$

$$= 32500 \text{ cal, 即 5 克煤所生之熱量。}$$

∴ 1000 克 (1Kg) 之煤燃燒後所生熱量為

$$32500 \times \frac{1000}{5} = 6500000 \text{ cal.}$$

$$1 \text{ cal.} = .4272 \text{ Kilogram meter}$$

$$\therefore 6500000 \text{ cal.} = .4272 \times 6500000 \text{ cal.}$$

- (2) 1 尅之上等瀝青煤，當燃燒時所放之熱量為 8700 cal.，今欲令 100 立升之水由 20°C 昇至 100°C ，問須此煤重若干？

答 1 Kg 之瀝青煤燃燒後放 8700 cal. 熱量，1 立升水昇高 1°C 需 1000 Cal 熱量。

100 升水昇高 1°C 需 100000 cal 熱量

$$\therefore 100 \text{ 升水昇高 } 80^{\circ}\text{C} (100^{\circ} - 20^{\circ}), \text{ 需 } 100000 \times 80 \\ = 8000000 \text{ Cal.}$$

$$\therefore \frac{8000000}{8700} = 919.5 \text{ Kg.}$$

(3) 如第二題(上題)所述之煤，其燃燒時所放之熱，能使
10 Kg 重之物升高若干 (meter) 米？

答 $1 \text{ cal.} = 0.4272 \text{ Kg-meter}$
 $8000000, = 0.4272 \times 8000000$
 $= 3417600 \text{ Kg-meter}$

∴ 10 Kg 之物可以升高 3417600 meter.

第 三 章

問 題

(1) (a) 試舉製氧之各種方法之利弊；(b) 普通對於任何原
質製造方法之選擇應如何考慮？

答 製取物質之方法之選擇，宜根據下列各端：—

(a) 採用原料須注意其中所含某物質之多寡。如製氧時
HgO 中所含之氧不及 KClO₃ 中所含者多，就此點論之，
HgO 不如 KClO₃ 合宜。

(b) 採用原料須注意各方法之放出某物質之難易，如製氧
KClO₃ 放氧不及 Na₂O₂ 之易，故就此點論 KClO₃ 不及 Na₂O₂

(c) 須注意採用原料之價值，如製氧用 HgO 比用 KClO₃ 價值
大。

(d) 須注意製出某物質是否純粹，如用空氣除氮法製成之
氧即不純粹，用液化空氣法製成之氧即純粹。

(2) 試批評下述之定義，『一物質永不能再分為更簡單之物質』

是爲原質。

答 凡以現在化學方法不能將一種物質分爲更簡單之物質，則將此種物質稱之曰原質。但化學方法之進步，一日千里，故今日認爲是原質，來日是否永爲原質，未敢必也。

(3) 用下列二法製氧，何種包含化學反應。

(a) 由氧化高汞； (b) 由液態空氣

答 (a) 由HgO製氧，係將HgO加熱分解使放出O，故爲化學反應。

(b) 由液態空氣製氧，係利用氮氧二氣體氣化之溫度不同，並不經過化學反應。

(4) 煤之價值何以有高低不同。

答 由煤之含炭量多寡不同，含炭多者供熱量多，少者反是，故價值有高低。

(5) 燃燒各種煤所生之熱，與所成之灰之重，其間有普通關係否？

答 煤燃燒所生之熱量，係因煤中含炭氧化爲CO₂時，所放之熱也，故煤中含C多者放熱量亦大，灰分爲煤中不能所含燃燒之礦物質，故灰分多則C質少，因之所生之熱亦較少矣。

(6) 若謂臭氧內含有氧氣，此語正確否？

答 臭氧爲氧氣之一種同素異性體 (allotropic form)，若論臭氧內含氧氣，似覺稍不正確。惟就 $2O_3 \rightleftharpoons 3O_2$ 言之，則亦可差強言之。

(7) 何以不將臭氧列入原素表內？

答 臭氧不過氧氣之一種同素異性體，故不能列入原素表內。

(8) 下列諸名詞試述其定義；(a) 氧化物；(b) 燃燒；(c) 燃

燒生成物；(d)吸熱反應；(e)放熱反應；(f)接觸作用；(g)接觸劑；(h)可逆反應。

答 (a)氧化物。物質與氧氣化合後，其生成物謂之氧化物。
(b)燃燒，物質相化合時，發生熱與光之現象謂之燃燒。
(c)燃燒生成物，物質在空氣中燃燒，均係因氧化作用而起。故生成物必為氧化物。否則不在空氣中燃燒生成物不必為氧化物矣。

(d)吸熱反應，凡化學反應舉行時，須吸收熱量者謂之吸熱反應。

(e)放熱反應，凡化學反應舉行時，有熱量放出者，謂之放熱反應。

(f)接觸作用及(g)接觸劑，凡一種物質能影響其他物質之化學反應之速度，而其己身不起任何變化者，謂之接觸劑，此種作用謂之接觸作用。

(h)可逆反應。凡化學反應在某種狀況之下，可以向一方向進行，同時又可以向另一方向進行，謂之可逆反應。

(9) 燃燒生成物常為氧化物乎？

答 氧之活潑性最大，幾乎各元質均能與氧化合，並有一大部分原質與氧化合時，發生燃燒現象，故在空氣中燃燒，所生必為氧化物。其他原質互相化合，如其愛力極大時，亦可發生燃燒現象，如 $\text{Cl} + \text{Sb}$ 生成 SbCl_3 ，同時有燃燒現象，故燃燒後之生成物非必為氧化物也。

(10) 物質燃燒有失去重量者，有增加重量者，試解釋之？

物質在空氣中燃燒後所生者必為氧化物，當然增加重量，但有時生成之氧化物為氣體，放散空中，若似失去重量而實非者亦所在不少。

(11) 於缺乏氧氣處所製之極細鐵粉，若洒于空氣中則舉火，試

解釋之？

答 其原因有二：(1) 缺乏空氣處所製之鐵粉驟遇空氣易起氧化。

(2) 鐵粉頗細則與氧氣之接觸機會多，故易燃。

(12) 氯酸鉀及細碳粉之混合物加熱時，則爆炸甚烈，試解釋之？

答 因 KClO_3 所放之氧使 C 粉氧化，而起劇烈之燃燒因之爆炸。

算 題

(1) 試計算能容氧 50 克之貯氣器 (Gas holder) 之體積？

答 1 蚘之氧重 1.429g (在標準狀況) 則 50g 之體積為

$$50 \div 1.429 = 34.9 \text{ 蚘}$$

(2) 今欲製氧裝滿上題所述之貯氣器，試計算下列各化合物之重量：(a) 水；(b) 氧化汞；(c) 氯酸鉀。

答 (a) 水中含氧 88.81% . $50 \div \frac{88.81}{100} = 56.3\text{g}$ (約)

(b) HgO 中含氧 7.4% . $50 \div \frac{7.4}{100} = 67.6\text{g}$ (約)

(c) KClO_3 中含氧 39.2% . $50 \div \frac{39.2}{100} = 12.7\text{g}$ (約)

(3) 設 KClO_3 每蚘之價為 \$0.6, \text{HgO} 每蚘之價為 \$3.5, 欲製氧 50 蚘，問所需各物之價若干？

答 50 蚘之氧重 $50 \times 1.429\text{g} = 71.45\text{g}$ 製 71.45g 氧需 KClO_3

$$\text{爲 } 71.45 \div \frac{39.2}{100} = 71.45 \times \frac{100}{39.2} = 182.2\text{g}$$

$$182.2\text{g KClO}_3 \text{ 價爲 } 182.2 \times \frac{0.6}{1000} = 0.10\$$$

$$\text{製 } 71.45\text{g 氧需 HgO 爲 } 71.45 \div \frac{7.4}{100} = 71.45 \times \frac{100}{7.4} = 96.6\text{g}$$

$$96.6\text{g HgO 價爲 } 96.6 \times \frac{3.5}{1000} = 0.338\$$$

- (4) 於純氧中燃鐵 100 克，(a) 此鐵完全燃燒須氧之重若干？
(b) 所得氧化鐵之重若干？(c) 製造所需之氧當用氯酸鉀若干？

答 (a) (b) 100 克鐵應與 38.2 克氧化合成 138.2 克氧化鐵

$$\text{(c) 所需之 KClO}_3 \text{ 應爲 } 38.2 \div \frac{39.2}{100} = 38.2 \times \frac{100}{39.2} \\ = 95.6\text{克。}$$

- (5) (a) 設所有之熱均爲有效，以炭燃于氧中，將 1 磅水由冰點熱至沸點需炭重若干？(b) 需硫重若干？

答 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 7900 \text{ cal.}$

$\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + 2222 \text{ cal.}$

1 liter 水升高 100°C ($0^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$) 需熱量爲

$$1000 \times 100 = 100000 \text{ cal}$$

$$\frac{100000}{7900} = \text{需炭 (C) gram 數}$$

$$\frac{100000}{2222} = \text{需硫 (S) gram 數}$$

- (6) (a) 設認所有之熱均爲有效則以硫燃于純氧內所生之熱足使 100 克 HgO 分解時，需硫若干？

答 1 克 S 燃燒後所生之熱爲 2222 Cal.

1 克 HgO 分解時所需之熱爲 141 Cal.

100 克 HgO 分解時所需之熱為 14100 Cal.

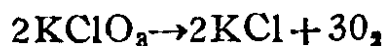
∴ 100 克 HgO 分解時所需燃燒之 S 為

$$14100 \div 2222 = 6.3 \text{ 克}$$

- (7) KClO_3 100 克與 MnO_2 50 克之混合物于燒瓶內熱之，至 KClO_3 中所有之氧全行放出為止 (a) 燒瓶內遺留何物，(b) 遺留各物重若干？

答 (a) 瓶中存者為 MnO_2 及 KCl

- (b) MnO_2 因其本身不起化學作用，故所存者仍應為 50g,



$$2 \times 122 = 244 \quad 2 \times 74 = 148$$

按上式推之，每 244 分之 KClO_3 應生出 48 分之 KCl ，故 100 g KClO_3 應生

$$\frac{148 \times 100}{244} = \text{所存之 KCl 之 gram 數}$$

第四章 氫

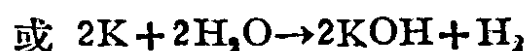
- (1) 試討論自下列各物製 H 之方法；(a) 水；(b) 酸類；(c) 鹽基。

答 (a) 由水製 H 分二法如下：——

- (i) 水電解後生 H 及 O.

此法需用電力，不適于小規模之製造。

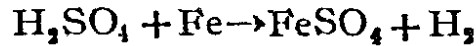
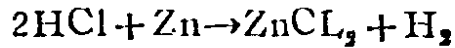
- (ii) 金屬加水，如 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$



此法放 H 極易，故甚便利。

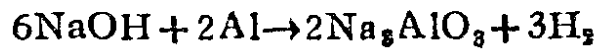
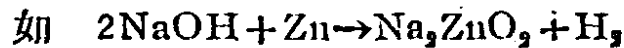
(b) 由酸製 H

以 HCl 或 H_2SO_4 加于 Zn, Fe 等金屬即可放 H 如



此法實驗室中常用之，亦甚便利。

(c) 由鹽基製 H



(2) (a) 試舉十種最豐富之原素：(b) 此表中之 H 自何源而來。

答 (a) 十種最豐富之原素如下：

氧，硅，鋁，鐵，鈣，鉀，鈉，鎂，氫，鎳，

(b) 此表中之氫 地殼中佔 0.14%。

海洋中佔 10.67%。

全球及大氣之平均數 0.88%。

(3) 以鈉與水之作用製氫時，何以須將鈉推入金屬管之一端？

答 鈉輕于水，故須裝入金屬管之一端以免浮起，致起反應後所放之氫不能收集。

(4) 以水蒸氣與鐵之作用製氫時為便利計用一鐵管，何以水蒸氣與管內鐵絲起作用而不與管本身起作用？

答 因鐵絲細小，與水蒸氣接觸面比較多故易起反應也。

(5) 試比較氫與氧之物理性質。

答	氫氣之性質	氧氣之性質
---	-------	-------

同點	均為無色無臭無味之氣體，均可液化，	
----	-------------------	--

異點	(1) 為元質之最輕者	(1) 較重
----	-------------	--------

	(2) 可以自燃	(2) 助燃
--	----------	--------

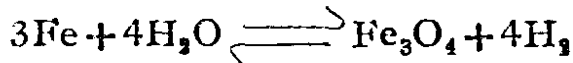
	(3) 性質不甚活潑	(3) 性質活潑，幾與各
--	------------	--------------

為重要還原劑

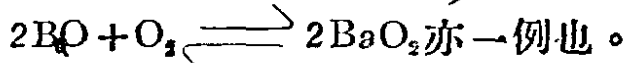
原質均起化合作用

- (4) 無毒對動植物無大關係 (4) 為動植物生活所必需
 (6) (a) 可逆反應 (Reversible reaction) 之名詞其意義何在?
 (b) 試舉二例以解釋之。

答 凡化學反應，不僅向一方面進行，同時又向相反方向進行，此正逆兩方向均能進行之反應，謂之可逆反應，例如：



Fe 加 H_2O 變成 Fe_3O_4 及 H 同時 Fe_3O_4 及 H 又有變為 Fe 及 H_2O 之作用故以 \rightleftharpoons 表示之又如



- (7) 氫氧吹管內若氧自外管入，而氫自內管壓入時有無差異。

答 氫自外入僅氫之外部與氧接觸，故氧之濃度較小，火力不能甚大。氧自內入，則氫之內外均為氧所包圍。燃燒時，氧之濃度頗大，故火力較大。

算 題

- (1) (a) 1 蚘水與鈉作用能放出氫若干體積？(b) 與鐵作用時能放若干？

答 (a) 1 蚘水，設完全分解則放出 1 蚘氫，但鈉與水作用，僅放水所含氫之半

$$\therefore \frac{11.19}{100} = 55.95\text{g.}$$

即 $55.95 \div .08987 = 622.5$ 蚘(氫)

(b) 鐵與水作用，放出水所含氫之全部

即 $622.5 \times 2 = 1245.0$ 蚘(氫)

- (2) 製氫之稀硫酸含硫酸氫 20%，今欲製 100 蚘之氫須此酸若干重？

答 $H_2SO_4 + \text{金屬} \longrightarrow H_2$

H_2SO_4 每百分中含 H 2.05

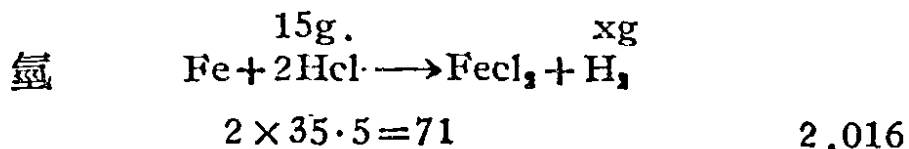
100 磅之氫重為 $100 \times 0.08987g$

$= 8.987g$ (在標準狀況)

$$8.987 \div \frac{2.05}{100} = 8.987 \times \frac{100}{2.05} = 438.4 \text{ 克}$$

(3) 設有含氫化氫 15% 之鹽酸 100 克加鐵使氫化氫中之氫完全放出，問可製氫若干體積？

答 含氫化氫 15% 之鹽酸 100g $= 100 \times \frac{15}{100} = 15g$ 純氫化



$$71 : 2.016 = 15g : xg. \quad x = 0.426g \text{ (H)}$$

1 磅 H 重 0.0897g

$$\therefore 0.426g \text{ H 佔有之體積爲 } \frac{0.426}{0.08987} = 4.7 \text{ 磅}$$

(4) 將氫通過熱氧化銅取其所生之水稱之為 20 克，(a) 問與氧化銅作用之氫重若干？ (b) 氧化銅失重若干？

答 (a) $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

$$2.016 : 18.016 = x : 20, \quad x = 2.23g.$$

$$(b) 18.016 : 80 - 64 = 20 : y, \quad y = 17.7g.$$

(5) 如以下列各金屬加于水 (或蒸氣) 中使起反應而放 H，應放出水中所含 H 之百分之幾

(a) 鈉： (b) 鐵： (c) 鎂。

答 (a) 就 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}$ 觀之水中之輕氣僅一半放出，一半仍合成 NaOH。

(b) 就 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}$ 觀之水中之輕氣全部放

出。

(c) 就 $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$ 觀之水中之輕氣亦全部放出。

(本書謂 $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$ 他書有謂為 $Mg + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + H_2$ 者，蓋 $Mg(OH)_2$ 經紅熱後分解而為 MgO 也，)

第 五 章

(1) 試舉本章所列舉之定律，並以常見之例解明之。

A. 波以耳定律，(Law of Boyle)。一定量之氣體，在一定之溫度下，其體積與所受之壓力成反比。如小皮球用力壓之則癟縮；如置真空器中，則球即膨脹以至破裂。

B. 查爾斯定律 (Charles' Law)。一定量之氣體在一定之壓力下，其體積與所受之絕對溫度成正比，如癟縮之小皮球，用火烤之，立即膨脹，汽車皮輪行久，因摩擦之熱使內部空氣膨脹以致爆裂。

C. 氣體瀾散定律。氣體瀾散作用之速率與各氣體密度之平方根成反比，如兒童所玩之輕氣球初時因空氣浮力大，故浮飄甚力，但為時既久，因內部氫氣漸漸向外瀾散，而空氣亦向內瀾散，遂至向外密度漸相同，故不復飄騰。

(2) 試舉以上各章所述著名科學家之名，及各人重要之發見。

答1. Aristotle (紀元前 384—322) 古代希臘哲學家，發明四原質學說。(火=熱+乾； 空氣=熱+濕；
水=冷+濕； 土=冷+乾，)

2. Georg Ernst Stahl (1660—1734) 德國人，發表燃素學說

- (Phlogiston Theory), 爲當時著名物理學家,
3. Paracelsus (1493—1541) 瑞士人, 係著名之製藥化學家爲打破點金術思想最有力量之人。
 4. Joseph Priestley (1733—1804) 英人, 哲學家兼科學家, 曾發明氧, 鹽酸, 礬精, 一氧化碳, 氧化氮, 二氧化硫, 硫化氫等重要物質。
 5. Karl Wilhelm Scheele (1742—1786) 瑞典人, 發見氧, 礬精, 鹽酸, 氯, 三氯化砷, 碲酸等並首先製成甘油, 乳糖, 乳酸, 五倍子酸, 檸檬酸, 草酸, 及酒石酸等有機物質。
 6. Antoine Laurent Lavoisier (1743—1794) 法人, 發明燃燒的原理, 而推翻燃素學說, 貢獻于化學上物質名稱, 及分類之系統, 證明酸與鹽基結合爲鹽等等。
 7. Van Marum 荷蘭化學家。1785 因電機轉動時, 覺有特殊並具刺激性之臭, 而發明臭氣。
 8. C. F. Schönbein (1839—1880)
根據 Van Marum 之發見於 1840 年, 名此新氣體爲臭氣。
 9. Andrews 1856 年證明臭氣在性質上屬於原質。
 10. Cavendish (1713—1810), 英人。首先製得純氫 (1766 年) 並知氫爲與其他可燃氣體不同之物質。
 11. Robert Hare (1781—1858), 美人。
發明多種靈巧之化學上用具。如氫氧吹管, 即該氏在 1801 年所發明者。
 12. Robert Boyle (1627—1691) 愛爾蘭人。發明甚多, 最重要者。即 Boyle's law。
 13. Joseph. Louis Gay—Lussac. (1778—1850), 法國化學家, 其重要發明爲與 Charles 及 Dalton 二氏同時証明氣體之體

積隨溫度而改變，曾確定氧與氫化合之體積比例及其他氣體與氣體化合比例，發見晴並改善化學上各分析法。

14. Charles. 英人，物理學家，與 Gay—Lussac 共同發明氣體體積對溫度變遷之影響。
15. Thomas Graham (1805—1869)，蘇格蘭人。重要發明為滲透作用定律，並辨別膠體與晶體之分別，而為研究膠體化學之鼻祖。
16. Amadeo Avogadro (1776—1856) 意大利物理學家，對化學上最重要貢獻即其原理 (Avogadro's Principle)。

(3) 科學上之定律與國家之法律有何區別？

答 凡科學上之定律僅對於實驗時所決定之事實作一概括陳述，並不加以解釋，且不受時間的與空間的限制，非若國家立法機關制定之法律，強迫人民服從，且常因時間，地域與民情而加以變更也。

(4) (a) 理論可變為事實否？(b) 事實可變為理論否？

答 藉實驗之結果僅可作成定律，然欲推測其所以然之故，往往憑吾人腦力之臆想，產生一種判斷，謂之理論，如此判斷毫無錯誤，必有證實之一日，即理論變為事實也，至于科學上已成之事實，當無再成理論者也。

(5) 當以手壓氣筒將氣打滿車輪內帶時，則手壓氣筒變熱，試說明其理。

答 其原因有二：——

(1) 因磨擦所生之熱。

(2) 氣體受壓力後，分子互相衝突，遂有熱放出。

(6) 通常氣球之飛行，往往晝間較夜間為高，試述其理。

答 晝間因溫度較夜間為高，氣球內之氣體比較所佔體積大，故密度小，因而在空氣中浮力大而飛行較高也。

- (7) 氫氧之氣體積燃燒時，爆炸頗劇，而此兩種氣體所結成之水，既較組成水之各氣體之體積僅佔極微小之量，則此爆炸之力，將以何說解釋之？

答 凡氣體狀態之物質變為液體時，其體積之縮小極大，輕氣遇氧氣變為水蒸氣，其體積之縮小，僅由 3 變 2，但水蒸氣如凝為水後，則其體積即縮至極小，故輕氣氧氣合成時有極猛烈之爆炸，一以二者愛力過大，一則以二者在化合時，其體積縮至極小，且為分子運動極速之氣體也。

- (8) (a) 試述汝不能解釋之事實，(b) 試創一理論以解釋之。此題範圍太大，暫置不答。

算 題

- (1) 一定重量之氫，在 0°C 及 760m.m. 壓力時，測得其體積為 100 呎 (a) 設壓力不變，溫度增至 20°C 時，所佔之體應為若干？

答 (a) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$V_1 = 100 \text{ 呎,}$$

$$V_2 ?$$

$$T_1 = 273 + 0$$

$$T_2 = 273 + 20$$

$$\text{代入上式 } \frac{100}{273} = \frac{V_2}{293}; \quad \therefore V_2 = 107.3 \text{ 呎}$$

(b) $P_1 V_1 = P_2 V_2$ $P_1 = 760$ $P_2 = 730$ $V_1 = 100$ 公升

求 V_2 之值

$$\text{代入上式 } 760 \times 100 = 730 \times V_2 \quad V_2 = 104.1 \text{ 公升}$$

(c) $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$$\text{代入 } \frac{760 \times 100}{273} = \frac{730 \times V_2}{293} \quad V_2 = 111.1 \text{ 公升}$$

- (2) 某氣體於標準狀況下測得體積為1500c.c.今溫度升至20°C，而令該氣體仍保留1500c.c.之體積，其壓力變動應為若干？

答
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$P_1 = 760 \text{ m.m.} \quad V_1 = 1500 \text{ c.c.}, T_1 = 273$$

$$P_2 = ? \quad V_2 = 1500 \text{ c.c.}, T_2 = 273 + 20$$

代入上式

$$\frac{760 \times 1500}{273} = \frac{V_2 \times 1500}{293}, \quad \text{即} \quad \frac{760}{273} = \frac{P_2}{293}$$

$$\therefore P_2 = \frac{760 \times 293}{273} = 813.2 \text{ m.m.}$$

- (3) 一定量之空氣于溫度15°C壓力750m.m.時測之，其體積為1000cc，(a)其在標準狀況下所佔之體積為何？(b)其重若干？(參閱附錄B各氣體每cc之重)

答. 3,
$$V_s = \frac{P \times V \times 273}{760 \times T} = \frac{750 \times 1000 \times 273}{760 \times (273 + 15)}$$

$$= 935.4 \text{ 公升}$$

1公升之空氣重1.293g

$$935.4 \text{ 公升重} = 935.4 \times 1.293 = 1209.7 \text{ 克.}$$

- (4) 某學生于實驗室以排水法製取 1500c.c. 之氫氣，其時室內溫度表所示之溫度為 20°C 壓力表為 750 m.m. (a)問在標準狀況下所佔之體積若干？(b)其重若干？(c)其製造時需硫酸氫若干？

答 (a)
$$V_s = \frac{P \times V \times 273}{760 \times T}$$

$$P = 750 \text{ m.m.} \quad V = 1500 \text{ c.c.}, T = 273 + 20$$

$$\text{代入上式 } V_s = \frac{750 \times 1500 \times 273}{760 \times 293} = 1378.5 \text{ c.c.}$$

(b) 1378.5 c.c. 之氫重為

$$1.3785 \times .08987 = 0.1239\text{g.}$$

(c) 硫酸氫中含 2.05% 之氫

故 0.1239g 之氫需由

$$0.1239 \div \frac{2.05}{100} = 0.1239 \times \frac{100}{2.05}$$

$$= 6.04\text{g (硫酸氫)}$$

(5) 今有容量 100 呎之鋼筒，于 20° 之溫度及 150 氣壓之壓力時滿充以氧，(a) 此氧于標準狀況下所佔之體積若干？

(b) 共重若干？(c) 製此重量之氧，所需氯酸鉀重量若干？

答 (a) 100 呎之氧在標準狀況時之體積應為

$$V_s = \frac{150 \times 760 \times 100 \times 273}{760 \times (273 + 20)} = 13976.1 \text{ 呎}$$

(b) 1 呎氧在標準狀況重 1.429g

$$\therefore 13976.1 \text{ 呎重} = 13976.1 \times 1.429 = 19971.8\text{g}$$

(c) $2\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$

$$2 \times 122.5 \qquad \qquad 3 \times 32$$

$$245 : 64 = X : 19971.8$$

$$X = 76453.3\text{g}(\text{KClO}_3)$$

(6) 某學生於實驗室中製取氫氣，室內之溫度為 20°c ，壓力為 740m.m. 用排水法所收之氣之體積為 500c.c. 今將該氣體放置次日晨間，溫度降至 13°c ，而壓力則增至

755mm. (a) 其時氫氣所佔之體積為若干？(b) 其在標標狀況下所佔之體積若干？(c) 共重若干？

答 (a) $V_2 = \frac{(P_1 - \alpha) \times V_1 \times T_2}{P_2 \times T_1}$

$$= \frac{(740 - 17.51) \times 500 \times 286}{755 \times 293} = 93.4 (\text{約}) \text{c.c.}$$

(b) $V_s = \frac{(P - \alpha) \times V \times 273}{760 \times T}$

$$= \frac{(740 - 17.51) \times 500 \times 273}{760 \times 293} = 44.29 \text{c.c. (約)}$$

(c) 氫氣之重 = $\frac{0.0897}{1000} \times 44.29 = 0.00398 \text{g.}$

(7) 下列各氣體，每種 1 蚡重若干(參閱附錄B之表)：氫，氮，氧，氮，氫，二氧化碳？試計算以氫為標準，每種氣體瀰散之比較速度。

答

H	1 蚡重	0.08987g	N	1 蚡重	1.2506g
Cl	1 蚡重	3.214g	A	1 蚡重	1.7824g
O	1 蚡重	1.429g	CO ₂	1 蚡重	1.9768g.

$$\text{瀰散速度 H : Cl} = \frac{1}{\sqrt{.08987}} : \frac{1}{\sqrt{3.214}}$$

$$= \frac{1}{0.269} : \frac{1}{1.79} = 3.3 : 0.56 = 6 : 1 (\text{約})$$

$$\text{瀰散速度 H : O} = \frac{1}{\sqrt{.08987}} : \frac{1}{\sqrt{1.429}}$$

$$= \frac{1}{0.269} : \frac{1}{1.19} = 3.3 : 0.84 = 4 : 1 (\text{約})$$

$$\begin{aligned} \text{滲散速度 H : N} &= \sqrt{\frac{1}{.08987}} : \sqrt{\frac{1}{1.2506}} \\ &= \frac{1}{0.299} = \frac{1}{1.117} = 3.3 : 0.89 = 3.7 : 1 \text{ (約)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{滲散速度 H : A} &= \sqrt{\frac{1}{.08987}} : \sqrt{\frac{1}{1.7824}} \\ &= \frac{1}{0.229} : \frac{1}{1.335} = 3.3 : 0.749 = 4.4 : 1 \text{ (約)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{滲散速度 H : CO}_2 &= \sqrt{\frac{1}{.08987}} : \sqrt{\frac{1}{1.9768}} \\ &= \frac{1}{0.229} : \frac{1}{1.405} = 3.3 : 0.71 = 4.6 : 1 \text{ (約)} \end{aligned}$$

第 六 章

問 題

- (1) 試述下列各種水之分析法之優點 (a) 衛生分析；(b) 礦物分析；(c) 細菌分析。

答 (a) 衛生分析。此種分析之目的，在決定水之是否適合飲料之用，故不僅測定水中所存之有機物質，抑且測定由有機物質腐敗後所生之分解生成物(Decomposition products)，並測定水中含有之細菌，以求飲用之而無害。

(b) 礦物分析。此種分析之目的在決定水之是否適於工業上之用，如以之裝蒸汽鍋，則水之為軟硬，頗屬重要。

(c) 細菌分析。此種分析之目的僅測定水中含有之細菌，

故水中含若干種細菌或各種細菌之多少均宜測出。

- (2) (a) 氫與氧瀾散之比較速率如何？設將等體積之氫與氧之混合物置于多孔器中，而其裝置務須便于收集從器壁瀾散而出之氣體以分析之。(b) 當其瀾散進行時，逐次收集此氣體之各試品，其組成相同否？

答 (a) 同體積之氧氣與氫氣其重量之比為 16 : 1 ; 故其瀾散

(Diffusion) 速度之比約為 $\frac{1}{\sqrt{16}} : \frac{1}{\sqrt{1}} = \frac{1}{4} : 1 = 1 : 4$

(b) 因氫氣與氧氣之瀾散速度不同，故多孔器中二種氣體之成分逐漸變化。

- (3) 水之組成能不用實驗而僅以窮理之法測定之乎？

答 凡化學方法定物質之成分，均須以實驗方法測定之，不能僅恃理論以測定。

- (4) 設有許多測定水之組成者，其結果均略有差異，將持何種理由以決定諸結果中何者為最可信？

答 欲決定何者為較可信，須就下列兩點觀察之：——

(a) 所用器具是否有精粗之分，精細器具結果當然較確。

(b) 觀察時是否有留意與率爾之別，留意結果當然準確。

- (5) 當氫與氧之混合物通過盛有細鉛粉之管，則爆炸，如何解釋之。

答 因鉛為接觸劑，氫氧愛力甚大再經接觸，則化合猛烈，因之管爆炸。

- (6) 設水之密度隨溫度之降低而增加，試舉其對於自然界之影響。

答 水之密度如隨溫度降低而增加，則有許多之影響，今略舉數則：——

(a) 4°C 時非為最大密度之水，1 gram 之標準亦因之改

變。

(b) 水之密度隨溫度之降下而增加，則冰將自水底向上而結，魚藻之類，行將滅絕。

(c) 因水為熱之非良導體，則冰將無全體融化之可能，舟艦之屬將失其效用矣。

(7) 述下列。名詞之定義，並各舉一例說明之：一

(a) 接觸劑 (b) 負接觸劑 (c) 正接觸劑，(d) 增進劑。

答 (a) Catalyst。凡一種物質，其自身不起變化而能影響於與其共有之他物質之分解或化合等化學變化之速度，此種物質謂之 Catalyst (接觸劑) 如製氧氣時加 MnO_2 於 $KClO_3$ 中， MnO_2 能使 $KClO_3$ 分解之速度加增。

(b) Negative Catalyst 凡接觸劑能阻止一種化學變化者，謂之 Negative Catalyst。如加醇或醚于 H_2O_2 中，可以防止 H_2O_2 之分解。

(c) Positive Catalyst 凡接觸劑，能促進一種化學變化者謂之 Positive Catalyst，如加 $MnCl_2$ 或鉑於 H_2O_2 中，可以促進 H_2O_2 之分解。

(d) Promoter, Promoter 之意義與 Catalyst 相似，如水即為各種化學變化之 Promoter，如三物質摻合之，不易起變化，但溶于水再摻合之其變化頗速，其所以然之故則尚難解釋 (參看電離理論)。

(8) 何由而知含水之化合物加熱時所放出之水，係與無水物，化合者，抑僅與之混合者？

答 凡化合物結晶時，有須吸幾分子之水分方能成結晶者，此種結晶時所須之水，因其結合時有一定數量，且含結晶水之物質往往與不含者性質不同，故不能謂之混合，如硫酸銅之無水者，每一分子能與 5 分子水化合成含水硫酸銅，

呈藍色結晶，不過此種結晶水，頗易與無水物分開，與普通之化合情形稍有不同。至於物質與水混合則數量不能一定，而混水之物，水除去後，亦無形性之變遷。

- (9) 當以已知量之氫與氧混于量氣管內，並使之爆炸，以定水之組成，設氫與氧之體積按 2:1 相混合，其結果如何？

答 設按 2:1 以氫與氧混合，則爆炸後，全部生成水蒸氣，無氫或氧存留量氣管中矣。

算 題

- (1) 以水一尅置於堅固足以抵抗壓力之燃燒球中 (bomb) 熱至 2227° ，(a) 球內所存何物？(b) 計算各物之重量。

答 (a) (b) 球內存者爲水 $1000 \times \frac{100 - 3.38}{100}$ 克；

$$\text{氫} \quad 1000 \times \frac{3.38}{100} \times \frac{11.19}{100} \text{克；}$$

$$\text{氧} \quad 1000 \times \frac{3.38}{100} \times \frac{88.81}{100} \text{克。}$$

- (2) 試由下列各條件決定水之組成。(各氣體之測定均在相同溫度及壓力之狀況下)：——

量氣管內氧之體積 20.08 c.c.

量氣管內氫與氧之體積 26.12 c.c.

化合後所遺留之氣體(氧)之體積 12.06 c.c.

答 $26.12 - 20.08 = 16.04 \text{ c.c.}$ 測氣管中放入之輕氣。

$20.08 - 12.06 = 8.02 \text{ c.c.}$ 與氫化成水之氧氣。

\therefore 水中氫氣與氧之比爲 $16.04 : 8.02$ 即 $2:1$ 。

- (3) 40 c.c. 之氧及 20 c.c. 之氫混合于量氣管中通以電火花

(a)將有何種氣體遺留？(b)試計算遺留氣體之體積。

答 水中H與O體積之比為2：1；故量氣管中遺留者為水蒸氣，而無氫或氧氣。

(4) Morley 氏以化合水之氫與氧之重量得知水之組成，其四次實驗結果如下：

	所用之氫	所用之氧
(I)	3.2645克	25.9176克
(II)	3.2559 ,,	25.8531 ,,
(III)	3.8193 ,,	30.3210 ,,
(IV)	3.8450 ,,	30.5294 ,,

試計算每次氫與氧化合成水之比例。

答 (I) $H : O = 3.2645 : 25.9176 = 1 : 7.94$
 (II) $H : O = 3.2559 : 25.8531 = 1 : 7.96$
 (III) $H : O = 3.8193 : 30.3210 = 1 : 7.93$
 (IV) $H : O = 3.8450 : 30.5294 = 1 : 7.94$

(5) Dumas 氏測定水之組成時，各次實驗所得之結果如下：一

	所用之氧	所得之水
(I)	13.179克	14.827克
(II)	76.364 ,,	85.960 ,,
(III)	60.031 ,,	67.586 ,,
(IV)	20.362 ,,	22.905 ,,

試按每次測定結果計算水之組成。

答 (I) $14.827 - 13.179 = 1.648$ 克
 $\therefore H : O = 1.648 : 13.179 = 1 : 7.99$
 (II) $85.960 - 76.364 = 9.596$ 克
 $\therefore H : O = 9.596 : 76.364 = 1 : 7.95$
 (III) $67.586 - 60.031 = 7.555$ 克

$$\therefore \text{H} : \text{O} = 7.555 : 60.031 = 1 : 7.94$$

$$(IV) \quad 22.905 - 20.362 = 2.543 \text{ 克}$$

$$\therefore \text{H} : \text{O} = 2.543 : 20.362 = 1 : 8.007$$

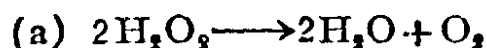
- (6) (a) 藥商所售之普通過氧化氫，每一瓶內含有氫之重量若干？(b) 氧之重量若干？

答 (a) 藥商所售之普通過氧化氫含 H_2O_2 為3%，故1000克中含

$$1000 \times \frac{3}{100} = 30 \text{ 克，}$$

$$(b) 30 \times \frac{15.88}{1+15.88} = 28.2 \text{ g. (氧), } 30 \times \frac{1}{1+15.88} = 1.8 \text{ g (氫)}$$

- (7) 將藥商所售之過氧化氫一瓶放置之，待其中之過氧化氫完全分解為水及氧，(a) 將放出若干重之氧？(b) 於標準狀況下，此氧所佔之體積若干？(c) 當其分解時所放出之熱量若干？



1kg 醫藥上所用之 H_2O_2 含 H_2O 為30g.

30g H_2O_2 中所含氧氣為28.2g, 就上式觀之 H_2O 分解後其中氧氣一半存水中，一半放出，故 1kg H_2O_2 所放之氧氣為 $28.2 \div 2 = 14.1 \text{ g}$

(b) 在標準狀況時氧氣每1000c.c. (1 Liter) 重 1.429g 故 14.1g 之氧氣所佔之體積為 9.9 liter.

(c) 每gram 之 H_2O_2 分解時有 679 cal. 之熱量放出，故 30g H_2O_2 當有 $30 \times 676 = 20280$ cal. 之熱量放出。

第 七 章

問 題

- (1) 可以說 (a)原質之原子量否？ (b)原質之分子量否？
(c)化合物之原子量否？ (d)化合物之分子量否？

答 原子量(Atomic Weight)之義意即各原子之比較重量也。分子量之意義即各分子之比較重量也。故可以說某原質之原子量，而不說某原質之分子量。(但如論及原質成分子狀態時可以說，如 H_2 為氫氣分子則謂其分子，量為2.016並無不合)，化合物最小單位為分子，故只可說某化合物之分子量，而不能說某化合物之原子量。

- (2) 試述本章所論各定律，並各舉一例以解之。

答 質量不變定律(The Law of Conservation of mass),經過各種化學變化，其所用物質之量，與所生之物質之量恒相等，如鋅加硫酸生成硫酸鋅及氫未化合前鋅，及硫酸之共重，與化合後硫酸鋅及氫之共重相等。

定數比例定律(The Law of definite Composition) 化合物之成分其重量恒為一定之比，如水之成分為氫重1與氧重8之比。

化合量定律(The Law of Combining Weights) 任何化合物中，各原質重量之比可以一定數(各原質之定數均不同)或此定數之簡單整數倍表之。

如 H 1g 與 O 7.94g 化合成 H_2O 8.94g

H 1g 與 S 15.90g 化合成 H_2S 16.90g

H 1g 與 Ca 19.88g 化合成 CaH_2 20.88g

S 15.90g 與 Ca 19.88g 化合成 CaS , 35.78g

S 15.90g 與 $\text{O } 7.94 \times 2\text{g}$ 化合成 SO_2 , 31.78g

觀上表知 H 1g 與 S 15.90g 化合成 H_2S .

H 1g 又與 Ca 19.88g 化合成 CaH_2 ,

而 S 與 Ca 化合亦係 15.90g : 19.88g

又觀上表知 H 1g 與 7.94g O 化合成 H_2O

H 1g 與 15.90g S 化合成 H_2S

而 S 與 O 化合係 15.90g : $2 \times 7.94\text{g}$

化合量定律之簡單定義：凡各原質與 O 8g 相化合之重，謂之該原質之化合量，如 Ag 與 O 8g 化合之量為 108g. (O 一原子作為 16g). 則 Ag 之化合量為 108. 但原質互相化合並非僅按一種方法化合，故化合量有時須乘以簡單倍數，(詳見下題)。

倍數比例定律 (The law of multiple Proportion), 甲相化乙二原質合，生成二種以上之化合物若甲原質之量為一定，則乙原質之重量在此數種化合物中，常成簡單整數之比，如 H 與 O 相化合成 H_2O 及 H_2O_2 二種化合物，二化合物中 H 之重為一定，O 之重在二化合物中之比為 1 : 2。

(3) 試各舉一例說明應用於原質時之意義

(a) 化合量；(b) 分子量；(c) 原子量。

答 (a) 化合量 (1) 原質與原質互相化合時，並不均為一原子與一原子之比，故化合量之值不能同其原子量。(2) 又因倍數比例定律，二種原質互相化合，並非僅一種原子數之比，故一種原質之化合量，有時非僅為一種值。就 (1) 言之，係原質之原子價不同之關係。

一價原質 原子量 = 化合量

二價原質 原子量 = 化合量 $\times 2$

三價原質 原子量 = 化合量 $\times 3$

如 Cl (一價時) 之化合量 = 35.46

Zn 之化合量 = $65.38 \div 2 = 32.69$

Al 之化合量 = $26.97 \div 3 = 8.99$

就 (2) 言之即一種原質之原子價，有時不僅為一種，如 Cu 與 O 化合有 CuO 及 Cu₂O 二種，前者 Cu 為二價，故其化合量 (與 8g O 化合之量) 為 $63.57 \div 2 = 31.785$ 而後者 Cu 為一價，故化合量為 63.57。

(b) 分子量，(c) 原子量。分子量含有公分分子量之意義 (Gram-Molecular Weight)；原子量含有公分原子量之意義 (Gram-atomic Weight)，舉凡在各種計算，均係如此，如由 22.4 liter 之值求出各氣體化合物之一公分分子量，均係應用此種意義也。

(4) 原子學說 (atomic theory) 之要點有幾試說明之，並各解釋其理由。

答 原子學說之要點有五

- (1) 凡原質均由極小質點組成，此小質點謂之原子。
- (2) 原子不可再分，經過化學反應時不生重量之變化。解釋物質不滅定律
- (3) 同一種原質中之所有原子均為相同質量，不同種原質之原子其質量不相同，原質與原質化合時，即原子與原子以簡單數目相化合 解釋定數比例定律
- (4) 兩種原質化合時可成一種以上化合物，即以二種以上之原子數目之比相化合也。解釋倍數比例定律
- (5) 原子均有一定重量，又以一定數目之比相化合，(有時成二種以上之原子數目之比)，故化合物中，每原質均有一定之重量表示其化合之值即化合量。解釋化合量

定律。

(5) 原子量之名詞可按字面解釋否？

答 原子既假定為極小之質點，則一原子之重量當然無法求出故原子量之意義為比較的原子量 (relative atomic weight) 非真為一原子重量也。

(5) 試舉出求精確原子量之逐步手續。

答 欲定原子之原子量其手續如下：

- (1) 以分析法確定其化合物
- (2) 取該原質之多數化合物，定其 22.4 公升之重，並以分析法定其分子量中該原質之量，所得最小之數，為其原子量之近似數。
- (3) 以整數乘化合物，使新得之數與前所得之近似原子量相近，即為精確之原子量。

算 題

(1) 二氧化碳為肺臟呼出氣體中之一，試從此氣 1 呎之重量計算其近似分子量(參閱附錄B)

答 CO_2 1 呎之重為 1.9768g.

$$\therefore \text{CO}_2 \text{ 之近似分子量為 } 1.9768 \times 22.4 = 44.28$$

(2) 沼氣為炭與氫之氣體化合物，並為天然煤氣之成分，其分子量為 16.032. (a) 試求其 1 呎之重量；(b) 試將結果與附錄 B 所載直接稱得各種氣體之重量表比較之。

答 (a) CH_4 之分子量為 16.032

$$\therefore \text{CH}_4 \text{ 1呎之重為 } 16.032 \div 22.4 = 0.7157\text{g.}$$

(b) 附錄B所載之表 CH_4 1呎之重為 0.7168g.

- (3) 由氯之原子量及氯 1 蚘之重量，計算氯一分子中含有之原子數目。

答 由附錄 B 知氯一蚘重 3.214g 氯之原子量為 35.46

$$\therefore \text{知氯之分子量為 } 3.214 \times 22.4 = 71.99$$

$$71.99 \div 35.46 = 2 \text{ (約)} \therefore \text{知氯一分子含二原子。}$$

- (4) 下表所列化合物均含有炭，並均為氣體 (a) 由下已知條件求各氣體之分子量與其分子量中所含炭量；(b) 從所得結果測定炭之原子量之近似值。由精確分析法測得炭之含量為 3 或 6；(c) 求炭之精確原子量。

化合物之名稱	每蚘之重量	化合物中炭之 % 率
一氧化炭	1.2504	42.85
二氧化碳	1.9768	27.27
甲烷(沼氣)	0.7168	75.00
乙炔(電石氣)	1.1621	92.30
乙稀	1.2500	85.71

答 一氧化炭 (CO) 之分子量 $1.2506 \times 22.4 = 28.009$

$$\text{一分子 CO 中含 C 之重為 } 28.009 \times \frac{42.85}{100} = 11.99 \text{ (約 12)}$$

$$\text{二氧化碳 (CO}_2\text{) 之分子量 } 1.9768 \times 22.4 = 44.28$$

$$\text{一分子 CO}_2\text{ 中含 C 之重為 } 44.28 \times \frac{27.27}{100} = 12.08 \text{ (約 12)}$$

$$\text{甲烷 (CH}_4\text{) 之分子量 } .7168 \times 22.4 = 16.06$$

$$\text{一分子 CH}_4\text{ 中含 C 之重為 } 16.06 \times \frac{75}{100} = 12.05 \text{ (約 12)}$$

$$\text{乙炔 (C}_2\text{H}_2\text{) 之分子量 } 1.1621 \times 22.4 = 26.03$$

$$\text{一分子 C}_2\text{H}_2\text{ 中含 C 之重為 } 26.03 \times \frac{92.3}{100} = 24.01$$

乙炔 (C_2H_2) 之分子量 $1.25 \times 22.4 = 28.00$

一分子 C_2H_2 中含 C 之重為 $28 \times \frac{85.71}{100} = 23.99$ (約 12)

在各種炭之化合物中，炭所佔之重約為 24 及 12 兩種。

\therefore 12 為炭之近似原子量。

炭之化合量為 3 或 6。凡原質之原子量必為其化合量之簡單倍數。故知炭之原子量為 12。

- (5) 一氧化碳與二氧化碳均為炭與氧之化合物，每種中炭所佔之百分率已見於上表，試由此證明炭與氧在此兩化合物中係按倍數比例定律而化合者。

答 一氧化碳中 C 含 42.85% \therefore O 含 57.15%

$$42.85 \div 12 = 3.55; \quad 57.15 \div 16 = 3.55$$

\therefore 一氧化碳中 C 及 O 原子數之比為 1:1.

二氧化碳中 C 含 27.27% \therefore O 含 72.73%

$$27.27 \div 12 = 2.27; \quad 72.73 \div 16 = 4.54$$

\therefore 二氧化碳中 C 及 O 原子數之比為 1:2.

\therefore CO, 及 CO₂ 為按倍數比例而化合者。

- (6) 試由下列各條計算酒精 (Alcohol) 之近似原子量；在小瓶中稱 0.1 克之酒精擲入管 A (圖 50) 並將管封之，如 Victor Meyer 氏測定分子量法所示，其壓入 E 管之空氣之體積在 20°C 與 750 mm. 時，在水上測之為 55c.c. alcohol 之重量 = 0.1g. 被迫氣體逸入 E 管之體積 = 55c.c. (水上收集) 其時溫度為 20°C 壓力為 750 mm.

答

$$\frac{273 \times (750 - 17.51) \times 55}{(273 + 20) \times 760} = 63.69 \text{c.c. (55 c.c. 之氣體$$

當標準狀況時應占之體積)

$$0.1\text{g} : 63.69 : = x : 22400$$

$$x = \frac{0.1 \times 22400}{63.69} = 35.3 \text{ 即 alcohol 之近似分子量}$$

- (7) 試由下列條件計算葡萄糖之近似原子量；1 克之糖溶于 14.62 克之水中，將水之冰點降低 0.725°C 。

答 1g 葡萄糖溶于 14.62g. 水，水之冰點降下 0.725°C 。

$$1 : 14.62 = x : 1000$$

$$x = 68.4 \quad 1000\text{g 水中應溶葡萄糖數}$$

$$68.4 : .725 = x : 1.87$$

$$x = 176.4 \text{ 即葡萄糖之近似分子量}$$

- (8) 鋅之比熱為 0.093，化合量為 32.69，求其精確原子量。

答 鋅之原子量 = $6.07 \div .093 = 65.27$ 為鋅之近似原子量

今知鋅之化合量為 32.69

故 $32.69 \times 2 = 65.38$ 為鋅之精確原子量

第 八 章

問 題

- (1) 試區別(a)原子量與克原子量(公分原子量)；(b)分子量與克分子量(公分分子量)；(c)符號量與式量；(d)克分子量與克分子體積。

答 原子量(atomic weight) 即各種原子之比較重量也

克原子量(gram atomic weight) 即各種原子之比較重量而以克表之謂也，如氧氣之原子量為16，克原子量則為16克。

分子量(molecular weights)即各種分子之比較重量也。

克分子量(gram molecular weights),即各種分子之比較重量而以克表之之謂也,如 H_2O 之分子量為 $16+2=18$, H_2O 之克分子量則18克,

符號重量(Symbol weights)即某一符號所表之重量也,如Na為鈉原子之符號則Na所表之重量即鈉一原子之重量。

式量(formular weights)即某分子式所表之重量也,如NaCl為氯化鈉之分子式,則NaCl為氯化鈉一分子之重量。

克分子量(gram molecular weights)分子量以克表之,謂之克分子重量如HCl之克分子量為36.5g

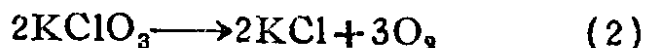
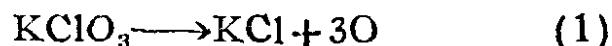
克分子體積(gram molecular Volume)即克分子重量所占之體積,如HCl之克分子重量為36.5g則36.5g之HCl所占之體積(22.4 liter)即謂之HCl之克分子體積。

- (2) (a)測定任何一種化合物之最簡分子式(Simplest formula),需要何種已知之條件?(b)測定化合物之精確分子式需要增加之條件為何?

答 如欲定某化合物之簡單分子式,僅知某化合物中所含各原質各占百分之幾即可求得,如欲知某化合物之真正分子式則必須知其分子量。

例如知葡萄糖中含C40%,含H6.66%;含O53.33%即可求出此糖之簡單分子式為 CH_2O ,如再知葡萄糖之分子量約為180,才能求出其精確分子量。

- (3) (a)解釋下列之方程式



(b)此兩方程式是否均屬正確,應採用那一個?

答 (1)式僅能表式二種意義(a)定性的,(b)定量的

(2)式除表示上列兩種意義外尚能表示分子的意義。

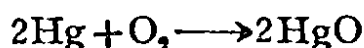
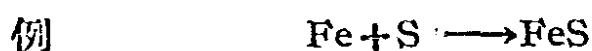
故(1)(2)兩式雖均屬正確，但(2)較為完全。

(4) 試述化學反應之種類並各舉一例以解釋之。

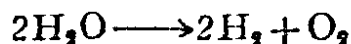
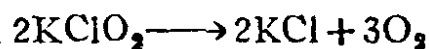
答 化學反應可分四種如下

(a) 化合 (direct union, 或 Synthesis)

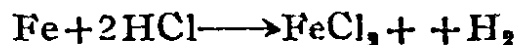
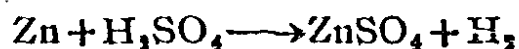
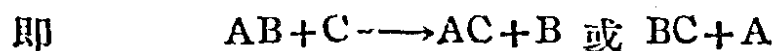
即 $A + B \longrightarrow AB$, 二種或多種物質互相結合而生一種新物質者



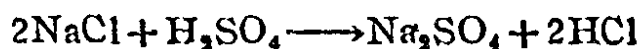
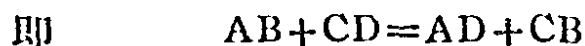
(b) 分解 (decomposition) 一種物質分解為二種或多種物質者。即 $AB \longrightarrow A + B$



(c) 替換 (Substitution 或 displacement) 一種原質與一化合物起化學反應而生另一原質與另一化合物者。



(d) 複分解 (Double decomposition) 二種化合物互相作用而生二種新物質者



或有分為五種者，即在上列四種而外另列一種氧化與還原

(Oxidation 及 Reduction), 如 $2\text{Hg} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{HgO}$, $\text{CuO} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_2 + \text{C} \longrightarrow 2\text{CO}$, 亦均可列在此種, 但亦均可分列在上四種中, 故化學反應僅有四種。

(5) 設氮爲一價, 氧爲二價, 試述下列化合物各金屬之原子價

答 MgO , Mg = 價, AgCl , Ag 一價

AlCl_3 , Al 三價; FeO , Fe 二價;

Fe_2O_3 , Fe 三價; SnO_2 , Sn 四價;

Cr_2O_3 , Cr 三價; NiCl_2 , Ni 二價;

AuCl_3 , Au 三價;

(6) 鎘爲二價與硫酸相遇時, 鎘替出酸中之氫, 試將此反應之方程式書出。

答 $\text{Cd} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CdSO}_4 + \text{H}_2$

(7) NaCl 與硫酸共熱之, 鈉與酸中之氫交換地位, (a) 書出其反應方程式; (b) 反應之生成物爲何?

答 (a) $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ (b) Na_2SO_4 爲 Sodium Sulphate 硫酸鈉, HCl 爲 Hydrogen Chloride 氯化氫。

(8) 砷 (As) 能成兩種化合物, 一種砷爲三價, 他種爲五價, (a) 書此二種氧化物之分子式 (b) 各命以適當之名。

答 (a) As_2O_3 , As_2O_5

(b) As_2O_3 Arsenic Trioxide 或 Arseneous Oxide 三氧化砷
 As_2O_5 Arsenic Pentoxide 或 Arsenic Oxide 五氧化砷。

(9) 銀之反應普通爲一價, 當 AgNO_3 及 H_2S 相遇時, 銀與氫換位 (a) 書出其反應方程式, (b) 此反應屬於何類?

答 (a) $2\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S} + 2\text{HNO}_3$ (b) 複分解。

算 題

- (1) 某化合物經分析後知有下列組成：H 2.06%；S 23.69%；O 65.25% 而分子量約為100。(a)計算此化合物之分子式，(b)若所求分子式為正確，求此化合物之真確分子式。

答 (a) $H \frac{2.06}{1.008} = 2.04$ ； $S \frac{23.69}{32.064} = 1.02$ ； $O \frac{65.25}{16} = 4.08$
 $\therefore H:S:O = 2.04:1.02:4.08 = 2:1:4$

故此化合物最簡分子式 (Simplest formula) 為 H_2SO_4 ，其分子量已知約為 100，故此化合物之真確分子式為 H_2SO_4 。(b) 真確分子量為 $(2+16+32) = 98$ 。

- (2) 純氧化硅發見于石英結晶體中，且為砂之主要成分，其組成為 Si 46.71%，O 53.28%，但不知其分子量試將其最簡分子式算出之。

答 $Si, \frac{46.71}{28.06} = 1.66$ ； $O \frac{53.28}{16} = 3.33$ ， $\therefore Si:O = 1:2$

故知砂之最簡分子式為 SiO_2 (註：砂之真確分子式亦為 SiO_2)

- (3) 由分析法測得葡萄糖之組成如下：C 40%；H 6.66%，O 53.33%，(a) 試計算其最簡分子式，葡萄糖之分子量用冰點降下法測得約為 179，(b) 試求其真確分子式。

答 $C \frac{40}{12} = 3.33$ ； $H \frac{6.66}{1.008} = 6.61$ ； $O \frac{53.33}{16} = 3.33$
 $\therefore C:H:O = 1:2:1$

(a) 葡萄糖之簡單分子式為 CH_2O

(b) 葡萄糖之分子量約為 179，6倍 CH_2O 之分子量與 179 相近， \therefore 葡萄糖之真確分子式為 $C_6H_{12}O_6$ 。

- (4) 三氯甲烷 (即迷蒙精 Chloroform) 具有下列之組成：
C 10.05%, H 0.84% Cl 89.11%, 其分子量用 Victor Meyer 氏法測出約為 106, 試計算其分子式。

答 $C. \frac{10.05}{12} = 0.837$; $H \frac{0.84}{1.008} = 0.822$; $Cl. \frac{89.11}{35.46} = 2.51$

$\therefore C : H : Cl = 1 : 1 : 3$

\therefore Chloroform 之最簡分子式為 $CHCl_3$; 分子量約為 106, $CHCl_3$ 之分子量與 106 相近, \therefore Chloroform 之真確分子量亦為 $CHCl_3$.

- (5) 普通硝石之分子式為 KNO_3 : 試從分子式計算其百分組成 (Percentage Composition)

答 $KNO_3 = 39. + 14. + 48 = 101$

$101 : 100 = 39 : x, \quad \therefore x = 38.6.$

$101 : 100 = 14 : y, \quad \therefore y = 13.8.$

$101 : 100 = 48 : z, \quad \therefore z = 47.5.$

即 KNO_3 中含 K 38.6%, N 13.8%, O 47.5%.

- (6) 設將 100 公分之氯酸鉀加熱, 至其所有之氧全部放出,
(a) 放出氧之體積若干? (b) 殘餘之物為何? (c) 試計算殘餘物之重量。



$2 \times (39 + 35 + 48) \quad 2 \times (39 + 35) \quad 3 \times 22.4$ 蚘

$244 : 3 \times 22.4 = 100 : x, \quad \therefore x = 110.01$ 蚘

(b) KCl (氯化鉀)。

(c) $244 : 148 = 100 : y, \quad y = 66.07$ g (KCl)

- (7) (a) 由硫酸氫之分子式 (H_2SO_4) 計算其百分組成; (a) 將所得結果與 P.50 核對之。

答 (a) $H_2SO_4 = 2.016 + 32.064 + 64 = 98.08$

$$98.08 : 2.016 = 100 : x, \quad x = 2.06\%$$

$$98.08 : 32.064 = 100 : y, \quad y = 32.69\%$$

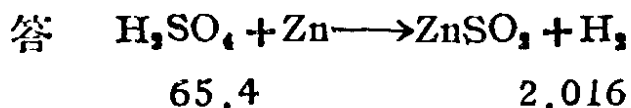
$$98.08 : 64 = 100 : z, \quad z = 65.25\%$$

\therefore H_2SO_4 中 H 占 2.06%, S 佔 32.69%, O 佔 65.25%

(a) 書上 50 頁所述之 H_2SO_4 百分組成係

H 佔 2.05%; S 佔 32.7%; O 佔 65.25%.

- (8) 設將適量之硫酸加入于 100 公分之鋅以溶解之，能生氫若干體積？



$$65.4 \qquad \qquad \qquad 2.016$$

$65.4 : 2.016 = 100 : x; \quad x = 3.08g \text{ (H), 1 蚘 H 重 } 0.8987g \text{ (在標準狀況)}$

$$\therefore 3.08g \text{ H 佔 } \frac{3.08}{0.8987} = 34.2 \text{ 蚘,}$$

- (9) 含有 200 公分硫酸氫之硫酸加入於 100 公分之鋅，能發生若干體積之氫？

答 照上題結果 100g 之 Zn 生 3.08g H, 但生 3.08g H 需 H_2SO_4 之量為

$98.08 : 2.016 = x : 3.08, \quad x = 149.8g$, 即用去 149.8g 之 H_2SO_4 , 同時即用去 100g Zn, 故雖有 200g H_2SO_4 , 但 Zn 不足用, 一部分之 H_2SO_4 未起反應也。

- (10) 設欲製醫藥上所用之過氧化氫 10Kg

(a) 須用何種化合物? (b) 計算每種之重。

答 (a) 須 H_2SO_4 及 BaO_2 (過氧化鋇)。



$$98 \qquad 137 + 32 \qquad 2 + 32$$

$$= 169 \qquad = 34$$

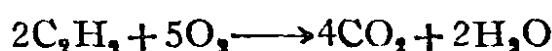
10000g (10Kg) 的醫藥上用之 H_2O_2 中含

$$\text{純 } H_2O_2 \text{ 爲 } 10000 \times \frac{3}{100} = 300g.$$

$$34 : 98 = 300 : x, \quad x = 864.8g (H_2SO_4)$$

$$34 : 169 = 300 : y, \quad y = 1491.2g. (BaO_2)$$

- (11) 乙炔(電石氣, Acetylene) 爲一種氣體化合物, 其分子式爲 C_2H_2 . 燃之發熱而亮之火焰如下式:



- (a) 燃100磅之 C_2H_2 須氧若干體積 (二者均在同一溫度及壓力之狀況所測者) (b) 生成 CO_2 之體積若干?

答 (a)
$$2C_2H_2 + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$

$$2 : 5 = 100 : x \quad x = 250 \text{ 磅 } (O)$$

$$2 : 4 = 100 : y \quad y = 200 \text{ 磅 } (CO_2)$$

第 九 章

問 題

- (1) 玻璃有絕似金剛石者, 試述辨別之法。

答 辨別之法如下; 一

(1) 硬度。 金剛石爲各物質中之最硬者, 用此可爲鑑別之一法。

(2) 金剛石在較高溫度即完全氧化爲 CO_2 , 因其中所含純爲炭故也, 化學藥劑中與金剛石起作用者絕少, 此又鑑別之一法。

(2) 各種之炭燃燒時所放之熱量不同，試解釋之

答 $C + O_2 \longrightarrow CO_2 + 94800 \text{ cal.}$

由上式觀之，每1公分原子量之炭燃燒為 CO_2 放出 94800 cal 之熱量故 各種炭燃燒放出熱量不同，即含炭之百分數不同故也。

(3) 木材經破壞蒸餾後，所得化合物大部為醋酸及甲醇(木精)，
(a)此二種化合物是否存木材中？(b)如不然，則從何而來

答 木材經過破壞蒸餾後，所生出之醋酸及木精並非木材中之含有物，蓋木材中所含主要化合物除水分外為木材質(纖維質 Cellulose)，木纖維(Lignin)及樹脂質(Resorcin)等有機物質，乾餾木材上述之各種成分分解因有木精，醋酸等物質生出，其間變化則甚繁雜。

(4) 二氧化碳對於水之溶解度在高壓之下則異常增大，試思其理。

答 凡氣體溶於液體其溶解度與壓力成正比(Henry's law)係就此氣體僅溶於水而不與水起化學反應而言，如 CO_2 之溶於水不僅溶於水並與水起化學反應一部分成為 H_2CO_3 ，故 CO_2 在水中溶解度在高壓之下則異常大而不洽合 Henry's law.

(5) 比較一氧化碳及二氧化碳之性質。

答	CO	CO_2
1.	略輕於空氣不易液化	重於空氣易液化
2.	難溶於水	溶於水而生 H_2CO_3
3.	對石灰水及苛性鉀等 不生反應	與石灰水及苛性鉀 等均起反應
4.	與血素化合使失其作用	無毒
5.	為還原劑氧化後變為 CO_2	不起氧化作用

6. 能燃燒發青色焰 能滅火

(6) 普通蘇達水 (Soda water) 之製造，不用空氣以替代二氧化碳以省費用，何故？

答 CO_2 溶於水中生成 H_2CO_3 ，飲之有爽口之酸味，夏令飲之頗屬相宜，故用 CO_2 以製蘇達水，如用空氣溶於水以代替 CO_2 一者空氣較難溶，二者無爽口之功效，故雖省費用亦不採用。

(7) 設欲測定煤樣中含炭數量，汝將如何着手？

答 稱準少量之煤置磁艇 (Porcelain boat) 中，然後將此磁艇納入粗徑玻璃管中 (此管中須放入一種氧化劑如 CuO)，再用溫火燒此玻璃管以除去其中所存之空氣，更加大火繼續熱之，則煤中之炭漸變為 CO_2 ，終至全變為 CO_2 而止，以一盛有 KOH 溶液之吸收球，(先稱準其重) 吸收所生成之 CO_2 ，使實驗後稱得此吸收球所增之重，即生成 CO_2 之重，再計算煤中所含炭之百分率，(詳見本章算題 7)

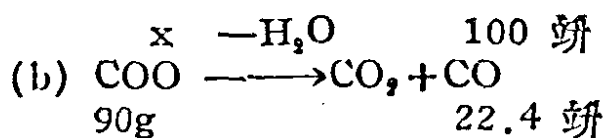
算 題

(1) 設欲製 100 蚘之一氧化碳 (a) 需用蟻酸若干重？(b) 製取同體積之此種氧化物需用草酸若干重？

答 (a)
$$\begin{array}{ccc} x \text{ g} & \text{—H}_2\text{O} & 100 \text{ 蚘} \\ \text{HCOOH} & \text{—} & \text{CO} \\ 46\text{g} & & 22.4 \text{ 蚘} \end{array}$$

$$46 : 22.4 = x : 100$$

$$x = 205.3 \text{ 蚘 CO (在標準狀況時)}$$

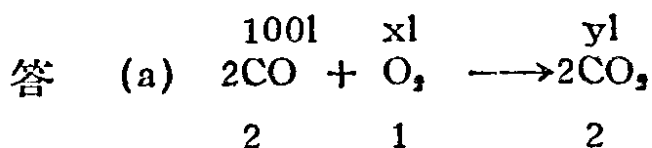


$$90 : 22.4 = x : 100$$

$$x = 401.8 \text{ 磅 CO (在標準狀況時)}$$

(2) (a) 燃燒 100 磅之一氧化碳需氧之體積若干？

(b) 能成若干體積之二氧化碳？



$$2 : 1 = 100 : x$$

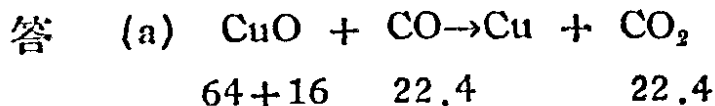
$$x = 50 \text{ 磅 (O}_2\text{)} \text{ (在標準狀況時)}$$

$$(b) 2 : 2 = 100 : x$$

$$x = 100 \text{ 磅 (CO}_2\text{)} \text{ (在標準狀況時)}$$

(3) (a) 使 10g 之氧化銅還原需用若干體積之一氧化碳？

(b) 能成若干體積之二氧化碳？

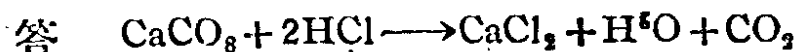


$$80\text{g} : 22.4 = 10\text{g} : x$$

$$x = 2.8 \text{ 磅 (CO)} \text{ (在標準狀況時)}$$

$$(b) 80\text{g} : 22.4 = 10\text{g} : x, x = 2.8 \text{ 磅 (CO}_2\text{)} \text{ (在標準狀況時)}$$

(4) 設欲用鹽酸與大理石之作用製 50 磅之二氧化碳，需用氯化氫及大理各若干重？

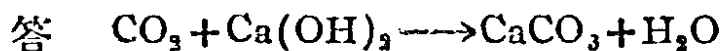


$$\begin{array}{ccc} 40 + 12 + 48 & 2 \times (35.5 + 1) & 22.4 \text{ 磅} \\ = 100 & = 73 & \end{array}$$

$$100 : 22.4 = x : 50, \quad x = 223.2\text{g}(\text{CaCO}_3)$$

$$73 : 22.4 = x : 50 \quad x = 162.9\text{g}(\text{HCl})$$

(5) 以一磅之二氧化碳通入氫氧化鈣溶液中，生成碳酸鈣重若干？



$$22.4 \text{ 磅} \qquad \qquad \qquad 100$$

$$22.4 : 100 = 1 : x, \quad x = 4.44 \text{g}(\text{CaCO}_3)$$

(6)

試由下列各已知條件計算某種燃料內與氧之百分率：照58圖所示方法燃燒 1.5236g 之燃料，E 管增加之重量為 0.4012g，同時 F 管增加之重為 3.9182g。

答 燃料之重..... = 1.5236g

E 管增加之重 (即生成水之重) = 0.4012g

F 管增加之重 (即生成 CO_2 之重) = 3.9182g

0.4012g H_2O 中含 H 之重為

$$0.4012 \times \frac{2.016}{18.016} = 0.0443 \text{g} \qquad \qquad \qquad (\text{H})$$

∴ 燃料中含 H 之百分率為

$$\frac{0.0443 \times 100}{1.5236} = 2.9 \text{ (即 } 2.9\% \text{)}$$

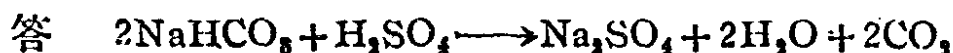
3.9182g CO_2 中含 C 之重為

$$3.9182 \times \frac{12}{44} = 1.0686 \text{g} \qquad \qquad \qquad (\text{C})$$

∴ 燃料中含 C 之百分率為

$$\frac{1.0686 \times 100}{1.5236} = 70.1 \text{ (即 } 70.1\% \text{)}$$

(7) 設一滅火器，含 2Kg 之重碳酸鈉 (a) A 瓶內 (圖 59) 須盛硫酸氫若干使能與全部重碳酸鈉起作用？(b) 所放出之二氧化碳在 20°C 及 750m.m. 壓力時量之，其體積若干？



$$2 \times (23 + 1 + 12 + 48) = 168 \quad 2 + 32 + 64 = 98 \quad 2 \times 22.4$$

$$(a) \quad 168:98 = 2000\text{g}(2\text{Kg}):x$$

$$x = 1166.6\text{g}(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

$$(b) \quad 168 : 44.8 = 2000\text{g} : y$$

$$y = 533.3 \text{ 升}(\text{CO}_2) \text{ (在標準狀況時)}$$

$$\text{代入 } V_s = \frac{P \times V \times 273}{760 \times T} \text{ 內,}$$

∴ 在 20°C 及 750m.m. 時之體積為,

$$533.3 = \frac{750 \times V \times 273}{760 \times 293}, \quad V = 379.8 \text{ 升}$$

(8) 某化合物有下列之組成，炭26.5%；氫2.2%；餘為氧此化合物之分子量約為90，問此化合物為何？

答 C $90 \times \frac{26.5}{100} = 23.95$

H $90 \times \frac{2.2}{100} = 1.980$

O $90 \times \frac{100 - (26.5 + 2.2)}{100} = 64.17$

$$23.95 \div 12 = 2(\text{約})$$

$$1.980 \div 1.008 = 2(\text{約})$$

$$64.17 \div 16 = 4(\text{約})$$

∴ C: H: O = 2: 2: 4 = $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ 即草酸 (Oxalic acid)

第 十 章

問 題

1) 試舉以上所述各著名化學家及其重要之發見。

- 答
1. Berzelius (1779—1848) ，瑞典化學家，重要發明，為各原子量之測定，及化合物精確組成測定等。
 2. Dumas (1800—1884) ，法國化學家，對有機化學深有研究，如有機化合物含氮之定量法等頗膾炙人口，並改良 Berzelius 定水之組成之法。
 3. Morley (1838—1923) 美國化學家，對於氧與氫之密度及此二氣體化合成水之比例之精確測定而著名。
 4. Thénard 法國化學家，因研究酸類對氧化物之作用而發現過氧化氫。
 5. Stas (1813—1891) 比國化學家，對於有機化學及法化學(Forensic Chemistry) 各有貢獻，原子量之測定亦其生平重要工作，並有「化學反應內之損失量或超過量均不應在十萬分之一至四」之論斷為物質不滅定律之根據。
 6. Landolt 德國人為 Bunsen 之學生，1906 曾公佈其在柏林所作精密考驗物質不滅定律之試驗結果。
 7. Berthollet (1748—1822) 法國人，利用氯氣漂白為在工業的最大貢獻。
 8. Joseph Louis Proust (1755—1826) 法國化學家，首先主張化合物之組成一定。
 9. Dalton (1766—1844) 英國化學家，對氣體之性質及組成

- 甚有研究最大貢獻厥為原子理論。
10. William Hyde Wallaston (1766—1828). 英國化學家，為發明倍數比例定律之人，(但彼知 Dalton 之倍數比例定律之論斷後，即不再繼續研究。)
 11. Jeremias Benjamin Richter(1762—1807). 德國化學家，重要發明為複分解後之中和酸鹼中和的當量，等等。
 12. Théodore William Richards (1868—) 以精確法測量多種原子量，及他種常數而著名。
 13. Dulong (1785—1838) 及 Petit (1791—1820) 二氏均法國化學家，重要發明即二氏之定律 (Law of Dulong & Petit)
 14. Victor Meyer (1848—1897) 德國化學家。有利用蒸氣測分子量之 Victor Meyer 法，並研究有機化學。
 15. Sir Humphry Davy (1778—1829) 英國化學家。重要發明，用電解法分離鹼金屬及鹼土金屬；並最先承認氮為原質。
 16. Henri Moissan (1852—1907) 發明製氟之法之最先成功者，並於 1893 年造成人造金剛石。
 17. Joseph Black (1728—1799) 蘇格蘭人，在化學上重要工作為其在 1755 年所發表之論文；對石灰碳酸鎂及其他鹽基性物質之實驗，並首先以科學方法研究各種氣體，因而發現二氧化碳。
 18. Rutherford (1871—)，英國人對鈷之發明，多有貢獻，又為首先製出氮氣之人。
 19. Chaptal. (1756—1882) 法國法學家為氮氣命名為 Nitrogen 者。
 20. Lord Rayleigh 英國物理學家，1868 年在印度觀日蝕發

現氮之橙光。

21. William Ramsay. (1852—1916) 英國人，與 Lord Rayleigh 于 1894 共同發見氫，又與 Travers 發見氦，氖，氬，且為証明氮為空氣成分之最先者。
22. Hillebrand. 美國化學家，曾熱某種含鈾礦物所放之氣體而發現氮及氫。(彼時誤認為氮)。
23. Lockyer (1836—), 英國天文學家，1868 年與 Janssen 因太陽周圍發現之橙色光帶，而發現氮。
24. Bunsen (1811—1899) 德國化學家，擅長氣體分析，及容量分析(定量分析之一種)，並為介紹光帶分析最早之一人。在 1860 年同 Kirchhoff 發明分光鏡。

(2) 製氮時從空氣中除去氧氣，何以用磷而不用燃着之燭？

答 磷氧化後成 P_2O_5 而溶于水，則空氣中之氧被其除去，若用燃着之燭，氧化後生成 H_2O ，及 CO_2 ， CO_2 不及 P_2O_5 之易溶于水而與空氣分離故不合用。

(3) (a) 下列各原質相化合應用何法；氧與氮；氧與氫；氮與氫，(b) 每種生成何種化合物？

答 $N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO$ (電弧法)，一氧化氮(nitric Oxide)。

$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ ，(通電或燃氫)，水。

$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$ (Haber 氏法)，氮 (Ammonia)。

(4) 或謂「足能裝滿一大飛艇之固體氮氣，因氮之凝固試驗之成功，已能將其裝入一小管中運出」試批評此語是否有理？

答 氣體液化後或固化後其體積縮小比之其為氣體狀況時相差遠甚，故能裝滿一飛艇之氮能壓縮在一小管中成為固體以理推之是可能的。

(5) 科學家所能達到最低溫度與絕對溫度相差幾何？

答 科學家現在能達到最低溫度爲 -272.2°C (即氦之融點), 較之絕對溫度 -273°C , 相差甚少。

(6) 設于試驗一種物質之光帶時, 發見輝線不屬於任何已知之原質者, 則能貢獻之合理的解釋如何?

答 凡各物質在分光鏡中觀察之均有其特殊之輝線, 故原質之辨別即可依其光帶之不同而爲一種鑑定, 儻光帶中有新見之線時, 即表示未知原質之存在也。

算 題

(1) (a) 有人欲取 100 磅之氮問須用若干體積之乾空氣經過熱銅方能取得? (b) 所用之空氣其體積內之氧須用銅重若干方能與之化合而生出? (c) 所成之 CuO 重若干?

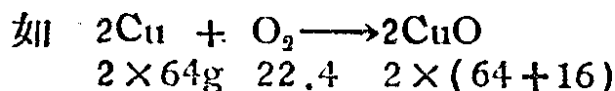
答 (a) 乾空氣中含氮爲 $\frac{78}{100}$

$$\therefore 100 \text{ 磅之氮須用空氣 } 100 \div \frac{78}{100} = 128.2 \text{ 磅}$$

(b) 乾空氣中含氧爲 $\frac{21}{100}$

128.2 磅之空氣中含氧之體積爲

$$128.2 \times \frac{21}{100} = 26.92 \text{ 磅}$$



$$128\text{g} : 22.4 = x\text{g} : 26.92 \quad x = 153.8\text{g}(\text{Cu})$$

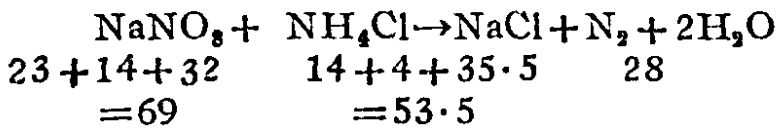
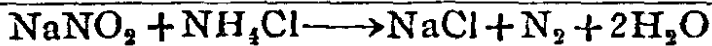
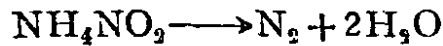
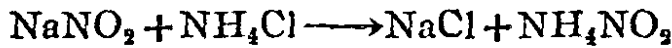
$$(c) 128 : 160 = 153.8 : y \quad y = 194.75\text{g}(\text{CuO})$$

- (2) 設欲用氮裝滿一貯氣器，此器之容量 200 呎，試計在 20°C 及 750 m.m. 時製造氮氣裝滿此器需用亞硝酸鈉及氯化銨之重量各若干？

答 在 20°C 及 750 m.m. 時 200 呎
任標準狀況時體積應為

$$V_s = \frac{P \times V \times 273}{760 \times T} = \frac{570 \times 200 \times 273}{760 \times 293} = 182.18 \text{ 呎}$$

182.18 呎之氮應重 $182.18 \times 1.2506\text{g} = 227.81\text{g}$



$$28 : 69 = 227.8 : x, \quad x = 561.4\text{g}(\text{NaNO}_2)$$

$$28 : 53.5 = 227.8 : y, \quad y = 435.3\text{g}(\text{NH}_4\text{Cl})$$

- (3) 設欲製一立方呎之氫，假定所有之氫均能取出，問須乾空氣若干體積？

答 1 立方呎 = $16.387 \times 1728 = 28316.7 \text{ c.c.}$

28316.7 c.c. 氫應需乾空氣之體積？

$$28316.7 \div \frac{0.94}{100} = 2012414.9 \text{ c.c.}$$

- (4) 有一物理上之原理，為固體浸入流體內，其所受之上壓力等于該物體所排出之流體重量，氣球裝滿氫或氮（或其他氣體）浸於空氣中時亦可適用此原理。若上壓力較氣球及所盛氣體之重量為大時，則氣球昇騰力等于其重量之差。

(a) 由此原理計算氫及氮之比較昇騰力，但氣球皮之重不計。(b) 將所得結果與本書所見者相比較。(P.158)

答 氫 1 蚘之重為 0.08987g
 空氣 1 蚘之重為 1.293 g
 \therefore 氫之昇騰力為 $1.293 - 0.08987 = 1.2031$
 氮 1 蚘之重為 0.1785g
 \therefore 氮之昇騰力為 $1.293 - 0.1785 = 1.1145$
 \therefore 氮之昇騰力：氫之昇騰力 = $1.1145 : 1.2031$
 即氮為氫之 0.92 倍 (即 92%)

第 十 一 章

問 題

(1) 下列各符號代表何物； O, 2O, O₂, O₃.

答 O 為氧之符號，亦即一符號重 (Symbol weight) 之氧
 2O 為二原子氧之符號，亦即二個符號重之氧
 O₂ 為一分子。之符號 (即氧之分子式) 代表一分子量 (32g) 之氧。
 O₃ 為一分子之臭氧。

(2) 舉出大氣中所有各原質之發明者及其發見之時期。

答	大氣中之原質	發明者	發明時期
	N	Rutherford	1772
	O	Priestley (Scheele)	1774

A	Rayleigh	1893
He	Lockyer	1868
Ne	Ramsay 及 Travers	1898
Kr		
Xe		

(3) 大氣中氫之氫較二氧化碳為多，而氫之發見則延至最近時期，何故？

答 因氫為極不活潑原質，尚未得氫之化合物，故延至最近始因液體空氣之製造將氫發見也。而二氧化碳於人生關係甚密，故易被發見也。

(4) (a)大氣中之氣體何者為最重？(b)此最重者何以不沉于地面上？

答 (a)大氣中最重氣體為氫，但並不完全存在于近地面之空間，蓋因氣體均有瀾散作用，輕重氣體可以混合成較勻狀況故也(實際因重氣體在下層較多，輕氣體在上層較多)

算 題

(1) 某室內空氣所含二氧化碳之百分率如下，將 100 蚌空氣力通過盛 KOH 溶液之已知重量之吸收球(圖 58)，其時溫度為 15°c 壓為 750 m. m. 吸收球下增加之重為重 0.08g，試計算室內空氣所含二氧化碳之百分率(體積)

答 盛有 KOH 溶液之吸收球 F 通入空氣後重量加增為 0.08g. 即 $0.08 \div 1.9768 = .0404$ 立升 = 40.4 c. c. (在標準狀況時)

在 15°c 及 750 m. m. 100 蚌之空氣在標準狀況時之體積應為

$$V_s = \frac{P \times V \times 273}{760 \times T} = \frac{750 \times 100 \times 273}{760 \times 288} = 91.8 \text{ 呎}$$

$$= 91800 \text{ c.c.}$$

91800 c.c. 空氣中含 CO_2 40.4 c.c.

$$\therefore \text{空氣中含 } \text{CO}_2 \text{ 之百分率爲 } \frac{40.4 \times 1}{918} = 0.044\%$$

- (2) 二氧化碳與氫氧化鋇相反應之方程式如下, $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (a) 二氧化碳與所生之碳酸鋇 BaCO_3 , 二者重量上關係若何? (b) 室內之狀況為 20°C , 760 m.m. 採集 3.5 呎空氣使通過氫氧化鋇溶液, 所生之碳酸鋇用過濾法分出乾後其重量為 0.3582g. 試計算室內空用每 10000 體積中所含二氧化碳之體積。

答 (a) $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

$$12 + 32 = 44 \quad 137 + 12 + 48 = 168$$

44 分之 CO_2 可以生成 168 分之 BaCO_3

- (b) 3.5 呎之空氣 (20°C , 750 mm.) 在標準狀況時其體

$$\text{積應爲 } \frac{750 \times 3.5 \times 273}{760 \times 293} = 3.22 \text{ 呎。}$$

$$44 : 168 = x : 0.3582, \quad x = 0.0796 \text{g (} 20_2 \text{)}$$

$$\text{即 } 0.0796 \div 1.98 = 0.0402 \text{ 呎}$$

$$3.22 : 0.0402 = 10000 : y, \quad y = 124.8 \text{ (即 } 1.248\%)$$

- (3) 試從下之已知條件(所有測量時之溫度及壓力均相同)計算氮氧體之混合物內, 所含氮與氧之百分率:

量氣管內混合物之體積.....30 立方糎

導入氫(足與所有之氧化合而有餘)氣後之體積...70 立方糎

電火花通過混合物後之體積.....25 立方糎

答 測氣管 (ludlometer) 中 N_2 與 O_2 之體積 = 30c.c.,
 通入 H_2 後之體積 = 70c.c.,
 通以電氣火花後 (H_2 與 O_2 化合後) 之體積 = 25c.c.,
 \therefore 因起化學反應而減少之體積 = $70 - 25 = 45c.c.$,
 \therefore 在 30c.c. 之 N_2 與 O_2 混合氣體中 O_2 之體積為
 $45c.c. \times \frac{1}{3} = 15c.c.$ 而 N_2 之體積亦為 15c.c. 即 N_2 佔
 50%, O_2 佔 50%。

(4) 某種金屬與氧之化合物內，含有 19.66% 之氧。

答 (a) 計算此金屬之化合物 (b) 該金屬之比熱為 0.093, 計算其正確之原子量, (c) 計算此化合物中該金屬之原子價。
 (d) 從原子量表中查出與 (c) 項所算出之原子量相同之金屬, 並將結果校對之。

$$(a) 19.66 : 80.34 (100 - 19.66) = 8 : x$$

$$x = 32.6 \text{ (某金屬之化合物)}$$

$$(b) \text{ 原子量} = 6.25 \div \text{比熱} = 6.26 \div 0.093 = 67.2 \text{ (約)}$$

$$(c) \text{ 原子價} = \text{原子量} \div \text{化合物} = \frac{67.2}{32.6} = 2$$

(d) 原子量表中二價金屬與 (b) 所得結果 67.2 相近者
 Zn (65.38)。

第十二章

問題

- (1) 原質之原子量爲常數，此事實能證明一原質之各原子均有相同之重量否？

答 自原質之異量體 (Isotopes) 發明後，和原質之原子量雖爲常數，但一種原質之原子非必均爲同一原子量者，如氯二原子量爲 35.46，係由 35 及 37 二種原子量之氯原子按一定比例相配合而成之平均數。故原子量雖爲常數，並不能確定其原子均爲同一之重。

- (2) 放射線 (Ray) 可否恰當形容陽電性質點或氣體離子？

答 原子可以破裂爲電子 (Electron) 及氣體離子 (Gas ion)，氣體離子或稱爲陽電放射線 (Positive Rays) 係陽電性質點，故以 Ray 一字表示陽電性質點或氣體離子，當然恰當，但不及以 Positive Ray 表示之爲明析也。

- (3) 何謂陰電荷？何謂陽電荷？物體如何可使之帶陰電？如何可使之帶陽電？

答 原子由陰電子 (電子) (Electron) 及陽電子 (質子) (Proton) 所組成，一原子中之電子及質子之數目恆相等，倘因各種原因，使原子失去電子，則原子中質子數目較多，即帶陽電，倘使原子由外部得來電子，則原子中電子較多，則帶陰電。

- (4) 吾人常說「一物體上之電荷」——例如一原子核上——其意爲何？

答 所謂原子核上荷電者，乃指原子核上所含質子及約束電子

(Binding Election) 之數目之差而言也，蓋一原子中之電子數及質子數相等，質子均存于原子核 (Nucleus) 中，電子則分爲二種陪從電子 (Satellite Election) 圍繞于核之外，約束電子則與質子同存於核內，故核中之質子多於約束電子之數，則原子核之陰電荷也。

(5) 原子核較原子本身稠密數千倍，試言其何以如此？

答 因極輕之電子在外圍繞轉動，而將比較重數千倍之質子集聚中心核中，故原子核之重比原子之重有大數千倍之可能，即稠密數千倍也。

(6) 硫之原子量約爲 32，原子序數 (Atomic number) 爲 16，
(a) 核內有質子若干？(b) 約束電子若干？(c) 陪從電子若干？

答 (a) 硫之原子量爲 32. 原子序數爲 16.

∴ 硫之原子核中有質子 32.

(b) 硫之原子核中有約束電子爲 $32 - 16 = 16$

(c) 硫之原子核外有陪從電子爲 16.

(7) 釩之原子量爲 51. 原子序數爲 23. (a) 核內有質子若干？(b) 約束電子若干？(c) 陪從電子若干？

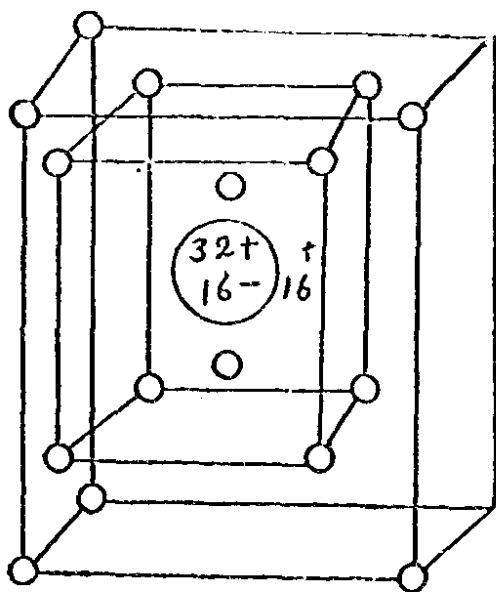
答 釩之原子量爲 51. 原子序數爲 23.

答 (a) 原子核中有質子 51

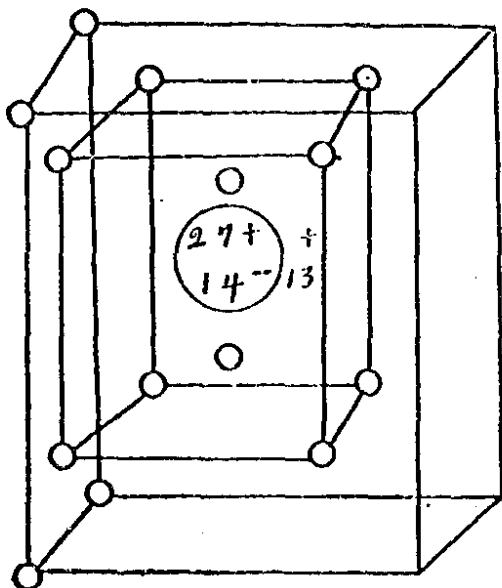
(b) 原子核中有約束電子 $51 - 23 = 28$

(c) 原子核外有陪從電子 23

(8) 試述鋁原子及硫原子之八角體圖 (Octet diagram)



質子 32,
 約束電子 $32 - 16 = 16$
 陪從電子 16.
 最外圈八角子上
 有 6 陪從電子。



質子 27,
 約束電子 $27 - 13 = 14$
 陪從電子 13.
 最外圈八角體上
 有 3 陪從電子。

(9) 若一原質之原子失去或取得一電子後，是否仍是此原質之原子？

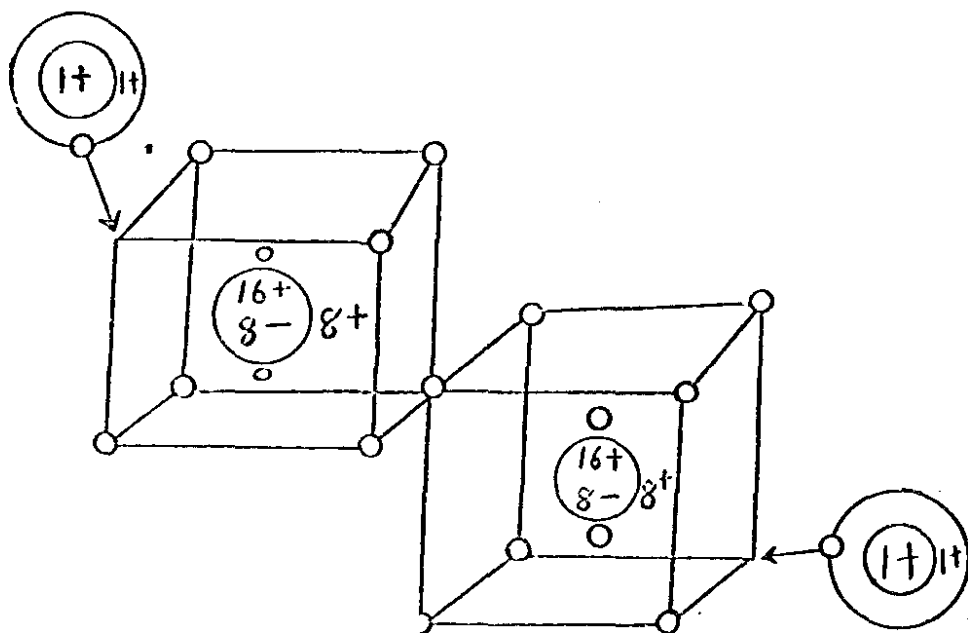
答 凡原子自其他原子奪來一電子或失去一電子，則此原子所含
 有之電子及質子之數不能相同，即變為荷陽電或荷陰電之
 原子，而可以名之為離子 (ion) 矣。

(10) 謂水中含有氫與氧，嚴格言之，有無錯誤？

答 水雖為 H 二原子及 O 一原子所化合而成，但就八角體圖（書上81圖）觀之，O 原子八角體上缺二電子，乃用三個 H 原子上之二個電子補充之因，之 O 變為荷陰電而以靜電引力 (Electro static attraction) 與二個 H 原子核相連結，則化合成水後 H 及 O 均非為原來之原子狀況矣。

(11) 試繪過氧化氫 (H_2O_2) 之八角體圖。

答



第十三章

問 題

(1) 試將物質 (a) 按其成分；(b) 按其物理狀態，而分類之。

答 物質就其成分分類如下：

(1) 化合物，(2) 混合物；(3) 原質。

就其物理狀態而分類之：

(1) 固態，(2) 液態，(3) 氣態。

(2) 溫度相同時，潮濕空氣似較乾燥空氣為暖，其故安在？

答 濕空氣中含水蒸氣較乾空氣為多，吾人在濕空氣中身體上水分不若在乾空氣中易于蒸發，故雖溫度相同，而似較為暖。

(3) (a) 電扇轉動是否可以降低室內溫度？(b) 若不能，則室內何以較為涼爽安適？

答 開風扇並無使室內溫度降低之能力，惟開風扇有助空氣動蕩之能力，空氣動蕩愈甚，身體上水分蒸發愈速，以是覺得涼爽安適耳。

(4) 下列各名詞，試述其定義：(a) 蒸氣張力；(b) 氣化熱；(c) 凝結熱；(d) 臨界溫度；(e) 臨界壓力；(f) 表面張力；(g) 黏性；(h) 融解熱；(i) 凝固熱；(j) 臨界點。

答 (a) 蒸氣壓力 (Vapor pressure). 某液體之蒸氣在某液體上當蒸氣變液體液體變為蒸氣達平衡狀況時所作用之壓力，謂之蒸氣壓力。

(b) 氣化熱 (heat of Vaporization). 1克之某液體變為同溫度1克氣體所需之熱量謂之某液體之氣化熱。

- (c) 凝結熱 (heat of condensation). 1克之某氣體凝固而為同溫度1克之液體所放出之熱謂之某氣體之凝固熱。
- (d) 臨界溫度 (Critical temperature). 達臨界點時之溫度謂之臨界溫度。
- (e) 臨界壓力 (Critical pressure). 達臨界點時之壓力，謂之臨界壓力。
- (f) 表面張力 (Surface tension). 液體之表面顯有一種緊張之作用，如有一層薄膜，謂之表面張力作用。
- (g) 黏性 (Viscosity). 因液體內部分子之阻力影響于液體流動之速度，此性質謂之黏性。
- (h) 融解熱 (heat of fusion). 1克之固體融解為同溫度1克之液體所需之熱量，謂之融解熱。
- (i) 凝固熱 (heat of Solidification). 1克液體凝固為同溫度1克之固體所放出之熱量，謂之凝固熱。
- (j) 臨界點 (Critical point) 氣體達一定溫度始能液化。(在未冷至此溫度時，雖加極大壓力亦不液化) 當其液化時溫度，其蒸氣所作用之壓力一定，凡達到此一定之溫度及壓力時，謂之臨界點。

(5) 何種狀況能確定任何原質或化合物之物理狀態？

答 凡一種原質或化合物之物理狀態(固體，液體，氣體)應以
下列各性質區別之

- | | |
|----------------|----|
| (1) 有一定形狀有一定體積 | 固體 |
| (2) 無一定形狀有一定體積 | 液體 |
| (3) 無一定形狀無一定體積 | 氣體 |

由一種狀態變為另一種狀態，須視溫度及壓力之改變而定，如水在 760 m.m. 壓力時 0°C 至 100°C 之間為液態， 0°C 以下為固態 100°C 以上為氣態。

- (6) (a) 在大氣壓力之下，只將溫度降低，能使氧，氫，及氮凝結為液體否？(b) 若於平常溫度增加壓力，能使之液化否？

答 凡氣體液化，最要之條件為使之達臨界溫度，故溫度已降至其臨界溫度，即能液化，否則雖加極大壓力，而溫度未達臨界溫度亦不能液化，如 CO_2 之臨界溫度為 31.35°C ，在 30°C 時加 71 氣壓可使之液化，若在 0°C 時僅加 38 氣壓即可使之液化矣。惟溫度不降至 31.35°C ，則無論加若干氣壓均不液化。

- (7) 有人置水多桶於地窖中以防止窖內所藏之鮮果之結冰，此法是否有效？

答 因水之凝結熱為 537 Cal，凝固熱 80 Cal。當氣溫漸降時，室中如有多量之水，則可因其凝結放出之熱量調節溫度之驟然變動，故此法有相當之效果也。

- (8) (a) 用于機械清涼法之任何種化合物 (P195) 能於平常溫度凝為液體否？(b) 設有液態之此等化合物各一公分，問于蒸發時，何者吸熱最多？

答 (a) 就 P 195 所舉各氣溫之臨界溫度均在常溫之上，故在常溫即易液化。

(b) 就氣化熱言之，以 NH_3 為最大。

- (9) 試討論下列之定義是否正確，「液體之凝固點為其變成固氣時之溫度，液體之沸騰點為其變成氣體時之溫度」。

答 如此為凝固點及沸騰下定義，語義並無錯誤，惟對沸騰點定義須附加語，即壓力須為一個大氣壓力時也。

算 題

- (1) 有貯氣器 (gas holder) 能容 10 呎之水及 80 呎之空氣

，溫度為 25°C ，壓力為 750 mm ，在此狀況之下，其水蒸氣所佔體積若干？

答 水蒸氣壓如在 25°C 時為 23.69 mm ，空氣之壓力與空氣中佔有水蒸氣壓之比為 $750 \text{ mm} : 23.69 \text{ mm}$ 。
空氣之體積為 80 蚘，即 80000 c.c.

$$\therefore \frac{23.69}{750} \times 80000 = 252.7 \text{ c.c.}$$

即在 25°C 750 mm 時， 80 蚘之空氣中有 252.7 c.c. 之水蒸氣。

(2) 設第一題溫度變為 70°C ，壓力仍為 750 mm ，(a) 其水蒸氣佔有體積若干？(b) 確實佔體積若干？

答 水蒸氣壓力在 70°C 時為 359 mm 。(此數值係由 50°C 時及 100°C 水蒸氣壓力推出) 空氣壓力與空氣中含水蒸氣壓力之比為 $750 : 359$

$$\therefore \frac{359}{750} \times 80000 = 37893.3 \text{ c.c.}$$

(即在 70°C 及 750 mm 時 80 蚘之空氣中有 37893.3 c.c. 之水蒸氣)

(3) (a) 0°C 之水 20 Kg ，融為 0°C 之水時，吸收若干卡路里之熱量？(b) 10°C 之液態 SO_2 ，從液體變為氣體吸收與 (a) 相同之熱量時須 SO_2 之量若干。

答 (a) 1 克化成 1 克水(均為 0°C) 應需 80 cal 之熱量，故， 20 尅(kg) 之冰化成水應需

$$80 \times 20000 = 1600000 \text{ cal.}$$

(b) 1 克二養化硫(液) (SO_2) 變為 1 克之二養化硫(氣) 應需吸收 887 cal 之熱量(10°C)

故 160000cal 之熱量 $\frac{160000}{88.7}$ 18035 克之 SO_2 由液狀變為同溫度之氣體放出。

- (4) Dewar氏瓶容水1000公分，其溫度為 25°O 。加入 0°C 之冰100公分，放置之，俟瓶內之溫定至一定時，應為若干度？

答 設 x = 冰與水混合後之平均溫度
 $1000(25 - x) = 100 \times 80 + 100 \times x$
 $25000 - 1000x = 80000 + 100x$
 $-1000x - 100x = 8000 - 25000$
 $1100x = 17000 \quad x = 15.4^\circ\text{c}$

- (5) 以融解 0°c 冰25 Kg.所需之熱使 100°c 之冰變為水蒸氣，問水重若干？

答 融化25000克之冰為水應放出
 $25000 \times 80 = 200,0000 \text{ cal}$ ，水之氣化熱為 539.1 cal 。
 $\frac{2000000}{539.1} = 3708 \text{ 克}$ 即可使3708克 100°c 之水化為蒸氣。

第十四章

問 題

- (1) 試述下列諸名詞之定義並各舉一例以解釋之；(a)溶液；(b)溶劑；(c)溶質；(d)飽和溶液；(e)過飽和溶液；(f)潮解。

答 (a) 凡物質之組織均勻，其成分在一定之範圍內，可以任意改變，謂之溶液，如水中混以糖，則生成之糖水，即一種溶液也。

(b) 在一種溶液中，溶解其他物質者，(普通係液體，但廣義之溶液則不限定)謂之溶媒，如水能溶解糖，水即溶媒。

(c) 在一種溶液中，被其他物質溶解者，謂之溶質，如糖水中之糖。

(d) 溶媒溶解溶質至最大濃度，在一定溫度，不能再多溶，此時所得溶液，謂之飽和溶液。如 NaCl 溶液，在 0°C 時 100, c, c 水中溶 NaCl 35.7 克即成飽和。

(e) 凡溶液在一定溫度，解溶質超過最大濃度，或不安定狀態者，謂之過飽和溶液，如在高溫度得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 之飽和溶液，冷後 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 之結晶，可以暫不析出，即過飽和也。

(f) 凡物質能吸收空氣中水蒸氣，使其自身溶化兼溶解此現象，謂之潮解，具此作用之固體謂之潮解物。

(2) 試說明部分蒸餾 (fractional distillation) 及破壞蒸餾 (destructive distillation)。

答 部分蒸餾 (fractional distillation) 數種液體相混可按其沸點之不同，先後蒸出，謂之部分蒸餾，如以脫 (ether) 與酒精 (alcohol) 沸點不同在 34°C 以脫先蒸出至 78°C 酒精後蒸出。破壞蒸餾 (Destructive distillation) 物質在不通空氣處燒之，使其內部組織分解，此法謂之潰壞蒸餾，如在不通空氣處燒煤，木塊等，得焦炭，木灰等物質，即一種破壞蒸餾也。

(3) 試述本章所論之諸定律並各舉一例以說明之。

答 (1) The law of Henry 氣體溶於液體之重與壓力成正比，如 CO_2 在 760 m.m. 時 1000 c.c. H_2O 溶解約為 1 克在 $5 \times$

760m.m. 時 1000c.c.H₂O 溶解約為 10 克。

(2) The law of Dalton, 數種氣體同在一種液體面上時各氣體之溶解度互無關係，而各按其自己之部分壓力而溶解。如在 760m.m. 壓力時，空氣壓在水面上壓力為 152m.

m. $\left(\frac{1}{5}\right)$ 係養氣之壓力，608m.m. $\left(\frac{4}{5}\right)$ 係淡氣及少數其他氣體之壓力，故以空氣溶於水其養氣之溶解度與單獨一種養氣，在 152 m.m. 壓力之下禁閉水上之溶解度相同。

(4) 影響於氣體之溶於溶解度及影響於固體溶於液體之溶解度之各要素，有何不同，試比較之。

答 影響於氣體溶於液體之溶解度之要素有三如下：一

(a) 溶質(氣體)與溶劑之特性

(b) 壓力 (Henry's Law)

(c) 溫度 凡溫度升高，溶解度減小，如達溶劑之沸點，氣體多數不溶解。

影響於固體溶於液體之溶解度各要素如下：

(a) 壓質(固體)與溶劑之特性。

(b) 溫度 凡溫度升高，溶解度增大(除幾個例外)。

(5) 氯酸鉀熱至高溫則發氣泡，與水熱至 100°C 時之情形相同，試說明發生氣泡之之原因。

答 在 100°C 時水之蒸氣壓力恰為 760m.m. 足以抵抗大氣壓力，故發氣泡而沸騰，氯酸鉀熱至高溫亦可發生氣泡則回 KClO₃ 熱至 340° 即融熔為液體的，至 350° 則發生氣泡，此時氣泡係 KClO₃ 分解為 O₂ 之氣泡非 KClO₃ 之氣泡也。

6) (a) 液體沸騰為物理變化抑化學變化？(b) 設定熱於液體至沸騰時，將何以斷定氣泡之發生確為液體之沸騰？

答 (a) 沸騰係由液體變為氣體，故為物理變化 (b) 一種液體加熱在未達沸騰點時，亦能發生氣泡，但繼續熱之，溫度仍可升高，如已達沸騰點時，則液體發生氣泡而沸騰，即令繼續加熱，而液體之溫度亦不再升高矣。如水加熱不及 100°C 時，即有氣泡發生，繼續加熱溫度升高，可知非水之沸騰，如加熱至 100°C ，在水未蒸完時，溫度永為 100°C 而不增高，是則水之沸騰也。

7) 固體溶於水，有放熱吸熱之別，試言其故？

答 物質溶於液體中，有放熱者亦有吸熱者，如氣體溶於水可以當作氣體變成液體，觀其溫度變遷與凝結熱相當，故多係放熱，又如固體溶於水，可以當作固體變為液體觀，其溫度變遷與融解熱相當，故固體溶於水大半吸熱。故大半固體溶於熱水均較溶於冷水之溶解度為大，至固體溶於水而放熱(在冷水中較在熱水中溶解度為大)，則為數頗少也。

8) 固體所成溶液之性質與氣體之性質有何相似之點？

答 相似之點如下

氣 體	固體溶於液體之溶液
(1) 氣體分佈其自身於一定之空間內。	(1) 固體分佈其自身於一定體積之溶劑內。
(2) 氣體因分子運動而生氣壓。	(2) 固體在溶劑中因分子動而生滲透壓力。
(3) 氣體所施工作因一定空間含有氣體之分子數目而定。	(3) 固體在溶劑中所施工作因一定體積溶劑中所含固體分子之數目而定。

(9) 100 g 氯化鈉 (NaCl) 或等重之酒精 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)，二者孰

能使一定體積之水之凝固點降落較低？(b) 自動車輻射器內所盛之水，不用NaCl以防其結冰何也？

答 (a) NaCl 降落水之冰點之能力較大，因其為電解質 (Electrolyte)

(b) 不用 NaCl 者，即因其為電解質在水中生 Na^+ 及 Cl^- 二種離子，恐有 NaOH 及 HCl 生成，對輻射器起反應也。

(10) 下列各化合物之水溶液為冬季用于自動車輻射器者；酒精 ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)；甘油 ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 或 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$)，及乙二醇 Ethylene glycol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$)。設在其他狀況均相同時，三者中最有效力者為何？

答 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 之分子量約為 46

$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 之分子量約為 92

$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$ 之分子量約為 62

故以三者相同重量而言， $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 為最有效。

算 題

1) (a) 試言 100 c.c. 之水于 0°C 及 760m.m. 之壓力時，能溶解下列各氣體每種之體積若干：純氧；純氮；20體積氧及80體積氮之混合物 (P.207.) (b) 加熱于曾暴露于空氣中之水，其驅出之氣體與空氣有相同之組成否？(c) 此等結果對於解明空氣為混合物抑為化合物之問題有無裨益？

答 (a) 在 0°C 及 760mm 時 100 c.c. 之水能溶純氧純氮及20體積氧及80體積之氮之混合物之體積如下：——

O	N	O $\frac{20}{100}$ 及 N $\frac{80}{100}$ 混合物
4.89c.c.	2.33c.c.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{O } 4.89 \times \frac{20}{100} = 0.978\text{c.c.} \\ \text{N } 2.33 \times \frac{80}{100} = 1.864\text{c.c.} \end{array} \right.$

(b) 加熱于曾暴露空氣中之水，其驅出之氧體之組成35 : 65(O:N)與空氣之組成不同 (c) 設空氣為化合物則曾暴露于空氣中之水，其驅出之氣體應與空氣組成相同，今不相同，即空氣為混合物之一証。

- (2) 若將 20 蛎水之冰點降低 10° 時，問須問題 10 所述之三種化合物 (均為非電解質) 每種若干？

答 1 蛎水冰點降下 1.87°C 需 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 46g

\therefore 1 蛎水冰點降下 10°C 需 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 為

$$\frac{10}{1.87} \times 46 = 245.9\text{g.}$$

\therefore 20 蛎水冰點降下 10°C 需 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 為

$$245.9 \times 20 = 4918\text{g.}$$

同理，20 蛎水冰點降下 10°C 需 $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$ 為

$$\frac{10}{1.87} \times 92 \times 20 = 9838\text{g.}$$

同理，20 蛎水冰點降下 10°C 需 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_3$ 為

$$\frac{10}{1.87} \times 62 \times 20 = 663.0\text{g.}$$

- (3) (a) 下列諸化合物各溶于 100°C 之水一蛎內成飽和溶液，試言每種應需重量若干；氯化鈣；氯化鈉；硝酸鉀；硫酸

鈣。(P213)。(b)若此等溶液中每種之溫度均降低至 0°C ，假設無水化物生成時，問每種能析出若干重之固體？

答

在 100°C 水一研中之溶解度	CaCl_2 1590g	NaCl 398g	KNO_3 2460g	CaSO_4 1.62g
在 0°C 水一研中之溶解度	595g	357g	133g	7.59g
由 100°C 冷至 0°C 析出之重量	995g	41g	2327g	不析出

第十五章

問題

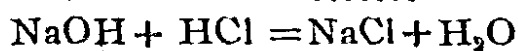
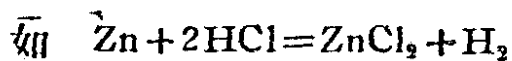
- (1) 試區別下列各類化合物，並將每類任舉一例，書出其分子式及名稱 (a) 酸；(b) 鹽；(c) 酸式鹽；(d) 正鹽；(e) 一鹽基度酸；(f) 三鹽基度酸；(g) 二元酸；(h) 三元酸。

答 (a) 凡酸皆俱有下列之性質：—

- (1) 稀薄水溶液皆有酸味。
- (2) 使藍色石蕊液變紅。
- (3) 含有氫根(遇水皆電離生 H^+)。
- (4) 與鹽基中和，生鹽及水。

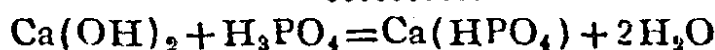
例如鹽酸 (HCl)，硫酸 (H_2SO_4)；硝酸 (HNO_3)。

(b) 凡酸中之可置換氫如為金屬根所置換，此種化合物，謂之鹽。



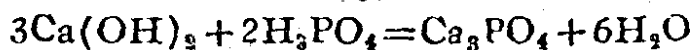
ZnCl_2 (氯化鋅) 及 NaCl (氯化鈉) 均為鹽。

(c) 酸中之氫根一部為金屬根所置換，此種化合物謂之酸性鹽。



NaHSO_4 (硫酸氫鈉) 及 $\text{Ca(HPO}_4)$ (磷酸氫鈣) 均為酸性鹽。

(d) 酸中之可置換氫，完全為金屬根所置換者，此種化合物謂之正鹽。

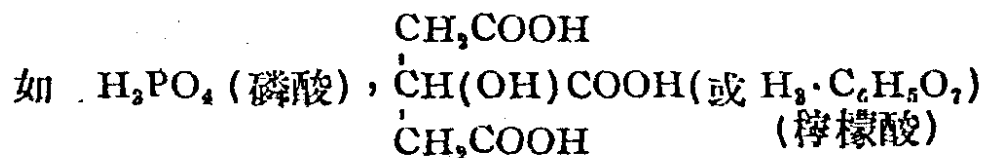


Na_2SO_4 (硫酸鈉) 及 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (磷酸鈣) 均為正鹽。

(e) 凡含一個可置換氫的酸，謂之一鹽基酸。

如 HCl (鹽酸)， HNO_3 (硝酸)， CH_3COOH (醋酸)。

(f) 凡含有三個可置換氫的酸，謂之三鹽基酸。



(g) 凡由二種元素所成之酸，謂之二元酸。

如 HCl (鹽酸) H_2S (硫氫酸)。

(h) 凡由三種元素所成之酸，謂之三元酸。

如 HNO_3 (硝酸)， H_2SO_4 (硫酸)， H_3PO_4 (磷酸)。

- (2) (a) 吾人已研究之氣體原質爲何？ (b) 設將已燃之木片插入盛此等氣體之瓶內，其結果如何？ (c) 此等氣體之混合物燃時發生爆炸者爲何？

答 (a) 氧(O)，氫(H)，氮(N)，氯(Cl)，氫(A)，氦(Ne)，氦(He)，氪(Kr)，氙(Xe)。

(b) 以燃着之木片入於氧氣中，則燃燒愈熾烈，入於氫中，木火滅而氫自燃；入於氯中先發濃烟俄即熄滅；入於其餘諸氣中，立即熄滅。

(c) 氫氧之混和氣，燃之爆炸。

- (3) 已研究之氣體(原質及化合物)，其製造時用排水法收集者爲何？ (b) 何以不皆用排水法收集之？

答 (a) 已習之元素或化合物之爲氣體者如氧，氮，氫，氯，一氧化碳，二氧化碳，氯化氫等；因 O_2, H_2, N_2, CO 等不易溶於水，故可用排水法收集之，氯及二氧化碳能溶於水，又較空氣重，故用排氣法收集之；氯化氫極易溶於水中，故絕對不能用排水法收集之(只能用排空氣法收集之)。

- (4) 下列各式所表之化合物，試指明其各屬於何類，並各舉其名稱： $ZnCl_2$ ； $KClO_3$ ； $K_2 \cdot C_4H_4O_6$ ； H_3PO_3 ； $Ca_3(PO_4)_2$ ； Na_2SO_3 ； $KHSO_3$ ； $Pb(NO_2)_2$ 。

答 正鹽： $ZnCl_2$ (氯化鋅, Zinc chloride).

$KClO_3$ (氯酸鉀, Potassium chlorate).

$K_2C_4H_4O_6$ (酒石酸鉀, Potassium tartarate)

$Ca_3(PO_4)_2$ (磷酸鈣 Calcium phosphate)

Na_2SO_3 (亞硫酸鈉, Sodium sulfite)

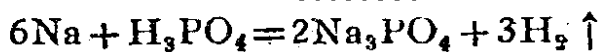
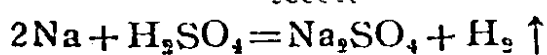
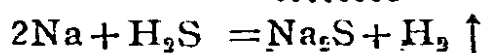
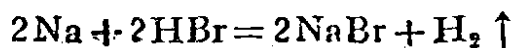
$Pb(NO_2)_2$ (亞硝酸鉛, Lead nitrite)

酸性鹽 $KHSO_3$ (次亞硫酸氫鉀, Potassium hyposulfite)

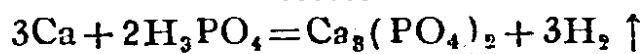
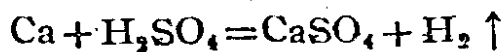
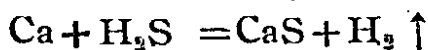
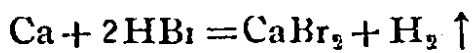
酸： H_2PO_3 (亞磷酸, Phosphorous acid)

- (5) 金屬鈉, 鈣, 及鉻, 之原子價為 1, 2, 及 3, (a) 試書出與下列各酸所成之正鹽之分子式: HBr , H_2S , H_2SO_4 , H_3PO_3 , (b) 並各舉其名稱。

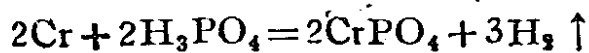
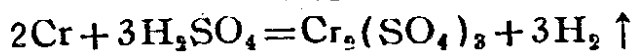
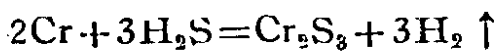
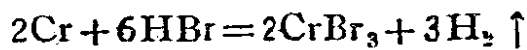
答 (a) 鈉與諸酸生成正鹽之方程式: —



鈣與諸酸成生正鹽之方程式: —



鉻與諸酸生成正鹽之方程式: —



(b) 鈉鹽: 溴化鈉 ($NaBr$), 硫化鈉 (Na_2S), 硫酸鈉 (Na_2SO_4), 磷酸鈉 (Na_3PO_4).

鈣鹽: 溴化鈣 ($CaBr_2$), 硫化鈣 (CaS), 硫酸鈣 ($CaSO_4$), 磷酸鈣 ($Ca_3(PO_4)_2$).

鉻鹽: 溴化鉻 ($CrBr_3$), 硫化鉻 (Cr_2S_3), 硫酸鉻 ($Cr_2(SO_4)_3$), 磷酸鉻 ($CrPO_4$).

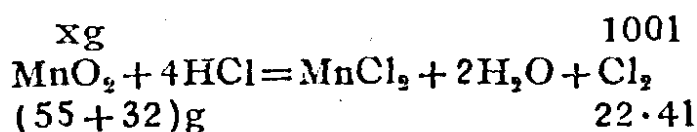
- (6) 鐵成二系鹽, 其一系鐵為二價, 他一系鐵為三價, 試書出鐵之兩種硫酸鹽之分子式。

答 二價鐵硫酸鹽分子式為 $\text{Fe}''\text{SO}_4''$ (硫酸低鐵)
 三價鐵硫酸鹽的分子式為 $\text{Fe}_2'''(\text{SO}_4)_3'''$ (硫酸高鐵)

算 題

(1) 設以鹽酸及二氧化錳之作用製 100 蚌氣。(a) 須二氧化錳重若干？(b) 所成之二氯化錳 (MnCl_2) 重若干？

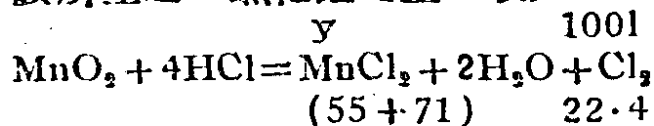
答 (a) 設所需二氧化錳之重 = x.



$$\frac{x}{87} = \frac{100}{22.4}$$

$$\therefore x = \frac{87 \times 100}{22.4} = 388.3\text{g.}$$

(b) 設所生之二氯化錳之重 = yg.

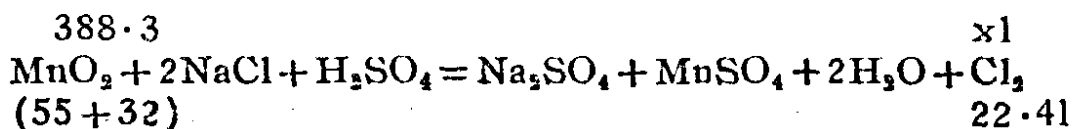


$$\frac{y}{126} = \frac{100}{22.4}$$

$$\therefore y = \frac{126 \times 100}{22.4} = 562.5\text{g}$$

(2) 設將第一題所算得之二氧化錳加硫酸及氯化鈉，問能放出若干體積之氯？

答 設所求氯之體積 = x l.

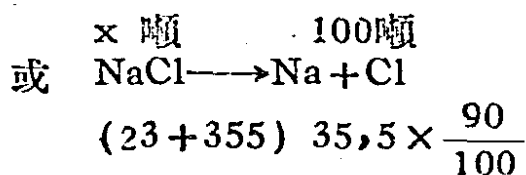


$$\frac{388.3}{87} = \frac{x}{22.4}$$

$$\therefore x = \frac{388.3 \times 22.4}{87} \approx 1001$$

- (3) 歐戰時政府建一氯氣廠，每日有產百噸之能力，而氯係用電解食鹽法製出，假定氯化鈉可放出 90% 之氯，試計算此廠能力充分時，每日所消耗之氯化鈉之重量。

答 $2\text{NaCl} \longrightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$



$\therefore x =$ 每日所需食鹽之重

$$\frac{x}{58.5} = \frac{100}{35.5 \times \frac{90}{100}}$$

$$\therefore x = \frac{5850}{31.95} = 183.1 \text{ 噸。}$$

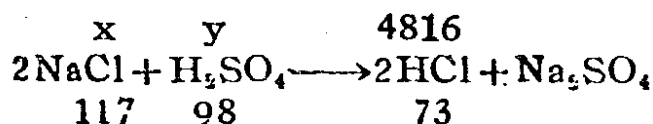
- (4) 若欲製含 HCl 40.09% 之鹽酸 10 噸，問須氯化鈉及硫酸各重若干？(參看本章鹽酸密度之表)。

答 \therefore 所求氯化鈉之重 = x g.

硫酸之重 = y g.

按 40.09% 之鹽酸比重 = 1.2013

$$\begin{aligned} \therefore 10 \text{ 此種鹽酸之重} &= 1000 \times 10 \times 1.2013 \times 40.09 \\ &= 4816 \text{g} \end{aligned}$$



$$\frac{x}{117} = \frac{4816}{73}$$

$$\therefore x = \frac{117 \times 4816}{73} = 7718.8 \text{g.}$$

$$\frac{y}{98} = \frac{4816}{73}$$

$$\therefore y = \frac{98 \times 4816}{73} = 6465.3 \text{g.}$$

第 十 六 章

問 題

(1) 書出電解氯化鈉溶液時所起各反應之方程式。

答 $2\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+\text{Na}^+ + \text{Cl}^-\text{Cl}^-$

$\text{Na}^+\text{Na}^+ + \ominus\ominus \longrightarrow 2\text{Na}$

$2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$

$\text{Cl}^-\text{Cl}^- - \ominus\ominus \longrightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$

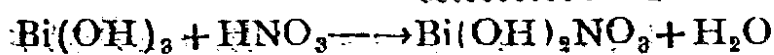
(2) 試區別二酸度鹽基 (Diacid base) 及二鹽基度酸 (Dibasic acid)。

答 凡鹽基中含有二個可置換之氫氧根 (OH) 者，謂之二酸度鹽基，如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等是。

凡酸中含有二個可置換之氫根 (H) 者，謂之二鹽基度酸，如 H_2SO_4 ， H_2CO_3 等是。

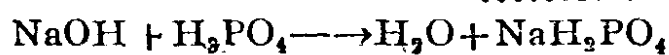
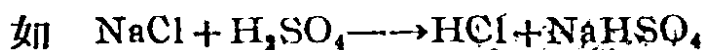
(3) 試區別鹽基式鹽 (Basic salts) 及酸式鹽 (Acid salts)，並各舉一例以說明之。

答 凡多價鹽基，其氫氧根之一部為酸根所置換者（或化合物同時具有鹽及鹽基性者）謂之鹽基性鹽。



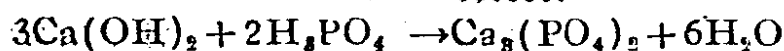
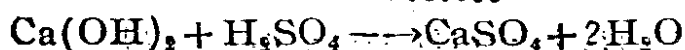
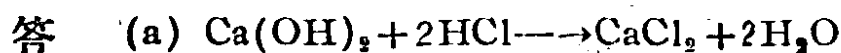
$\text{Pb}(\text{OH})\text{NO}_3$ 及 $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ 均是。

凡多價酸中氫根之一部為金屬根置換所生之鹽，謂之酸性鹽。



NaHSO_4 及 NaH_2PO_4 均是。

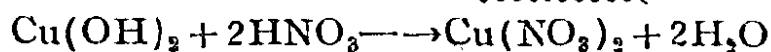
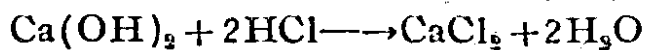
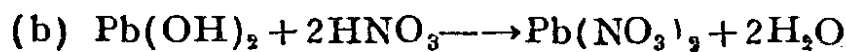
- (4) (a) 書出氫氧化鈣 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 為下列各酸所中和時之反應方程式： HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 . (b) 並述其所成鹽類之名稱。



(b) CaCl_2 (氯化鈣); CaSO_4 (硫酸鈣); $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (磷酸鈣)

- (5) (a) 試舉出下列各鹽之名稱； $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. (b) 書出各鹽由中和法製備時所起之反應方程式。

答 (a) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 硝酸鉛； CaCl_2 (氯化鈣)； $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (硫酸鋁)； $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 硝酸銅。



- (6) 試區別克分子溶液 (Molar solution), 標準溶液 (Standard solution), 及當量溶液 (Normal solution). (亦稱規範溶液)

答 凡克分子量 (亦稱公分分子量) 之化合物溶成 1 蚡之水溶液,

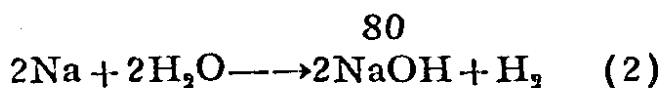
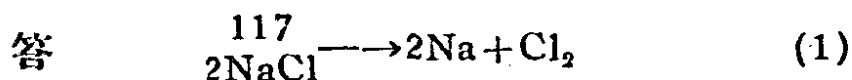
此溶液謂之一克分子量溶液，或稱 1 mole 溶液。

凡用已知濃度之溶液，以滴定其他未知濃度之溶液，此已知濃度溶液，謂之標準溶液。

凡 1000c.c. 酸或鹽基之水溶液中，如含有 1.008 克的可置換氫或 17.008 克的可置換氫氧者，此種謂之規範溶液，(即當量溶液)

算 題

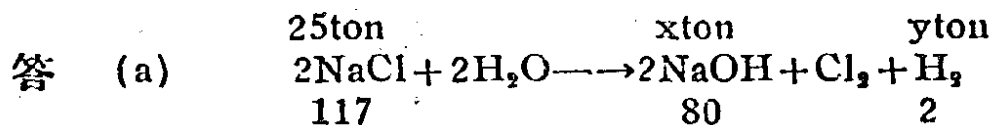
- (1) 電解氯化鈉時其被電解之氯化物及所成之氫氧化鈉二者間之重量關係若何？



即 $2\text{NaCl} \equiv 2\text{NaOH}$

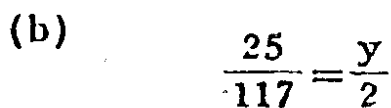
由 (1) (2) 兩式中可知 117 重的 NaCl 電解後可生成 80 重的 NaOH.

- (2) 某氯氣廠每日電解氯化鈉 25 噸，(a) 計算所成之氫氧化鈉之重量；(b) 放出氫之體積若干？



$$\frac{25}{117} = \frac{x}{80}$$

$$\therefore x = \frac{25 \times 80}{117} = 170.9 \text{ ton}$$



$$\therefore y = \frac{25 \times 2}{117} = 0.427 \text{噸}$$

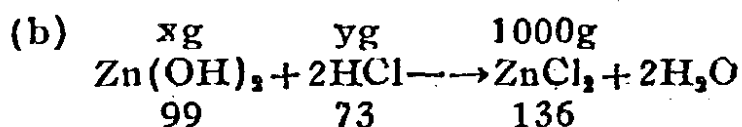
$$\begin{aligned} \text{按 } 1 \text{ ton} &= 2000 \text{ lb} \\ &= 2000 \times 373.24 \text{ g.} \end{aligned}$$

氫在標準情況下，1蚘之重 0.08987g.

$$\therefore \text{所得之氫應爲 } \frac{2000 \times 373.24}{0.08987} = 8306220 \text{ 蚘}$$

- (3) 設用中和法製氯化鋅 (ZnCl_2) 一尅， (a) 須用何種化合物？ (b) 計算所需之化合物每種之重量。

答 (a) 用鹽酸及氫氧化鋅。



$$\frac{x}{99} = \frac{1000}{136}$$

$$\therefore x = \frac{99 \times 1000}{136} = 727.9.4 \text{ g}$$

$$\frac{y}{73} = \frac{1000}{136}$$

$$\therefore y = \frac{73 \times 1000}{136} = 536.8 \text{ g.}$$

- (4) 計算作成下列溶液每種所需氯化氫之重量： (a) 克分子溶液， (b) 當量溶液。

答 (a) \therefore 氯化氫之分子式爲 HCl ，其克分子量爲 $1 + 35.5 = 36.5$ ，

\therefore 36.5g 溶成 1000c.c. 水溶液，即成克分子量溶液

(b) \therefore 氯化氫只含有一個可置換氫，

\therefore 36.5g 溶成 1000c.c. 水溶液，即成當量溶液。

(5) 下列諸化合物，各製成一升之當量溶液，每種需用重量若干； KOH , H_3PO_4 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$,

5. \therefore KOH 含一可置換氫氧根，故其 1l. 之當量溶液中含有 KOH 之克數為 $39 + 17 = 56$.

\therefore H_3PO_4 含三個可置換氫，

\therefore 1l. 之當量溶液應含 H_3PO_4 之克數為 $\frac{3 + 31 + 64}{3} = 32.7$.

\therefore $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含二個可置換 (OH) .

\therefore 1l. 之當量溶液應含 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之克數為 $\frac{40 + 34}{2} = 37\text{g}$.

(6) 1升之 $\frac{1}{10}$ 當量硫酸溶液含硫酸氫重量若干？

答 \therefore H_2SO_4 含有二個可置換 (H) ,

\therefore 1l 當量溶液中應含 H_2SO_4 之克數為 49.

\therefore 1l 的 $\frac{N}{10}$ 溶液中應含 H_2SO_4 之克數 $\frac{49}{10} = 4.9$.

(7) 每分子之醋酸 ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$) 含氫四原子，然金屬僅能替換其中之一原子，試計算一升醋酸當量溶液所含醋酸之克數。

答 \therefore 醋酸只含有一個可置換氫。

\therefore 1l. 當量溶液中應含 CH_3COOH 之克數為 $2 \times 12 + 4 \times 1 + 2 \times 16 = 60$.

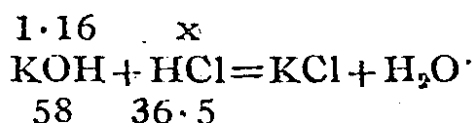
(8) 10立方糎之鹽酸試品，須20立方糎之氫氧化鉀當量溶液，方可中和其中之酸，試計算該酸之強度以每升之克數表之。

答 按 N· KOH 每 1l. 中含有 KOH 之克數為 $39 + 17 = 56$.

N· HCl 每 1l 中含有 HCl 之克數為 $1 + 35.5 = 36.5$.

\therefore 20c.c. 的 N· KOH 應含有 KOH 的克數為 $\frac{20}{1000} \times$

$$56 = 1.16,$$



∴ 58 克 KOH 可與 36.5g HCl 相中和。

∴ 1.16g KOH 可與 xg HCl 相中和

$$\frac{1.16}{58} = \frac{x}{36.5}, \therefore x = .73\text{g}.$$

即 10c.c. 鹽酸溶液中含有 HCl .73g.

$$\therefore 1\text{l} \text{ 中應含有 } 1000 \times \frac{.73}{10} = 73\text{g}.$$

又法：此種鹽酸之濃度 = $\frac{20\text{c.c.}}{10\text{c.c.}} = 2\text{N}$

∴ 此種鹽酸每 1 中應含 HCl 之克數為 $2 \times 36.5 = 73$.

第 十 七 章

問 題

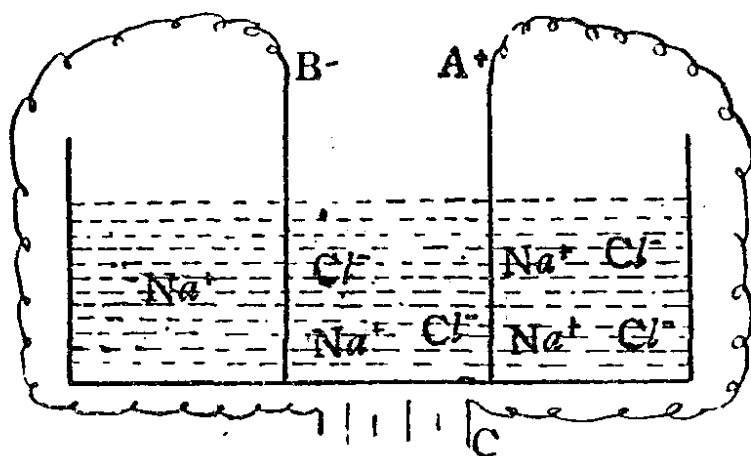
(1) 鹽類酸類鹽基類溶解於水時，則起解離現象試列舉可以贊助此種見解之證據。

答 酸類，鹽類及鹽基類均為電解質，其在溶液中解離之證據約有數端：

(a) 電解質溶液之冰點及沸點，常較非電解質為不規則，即每克分子量之非電解質使 1000c.c. 之清水沸點升高 .52°，冰點降低 1.87°c. 電解質則常較此數為大。

- (b) 電解質溶液之化學反應常較非電解質為速。
 (c) 電解質生電解之事實，非電解質則無此現象。
 (2) (a) 試用圖解以說明氯化鈉之電解，(b) 並引用該圖解以解明下列各名詞之意義：電解質，電離，電解，電極，陽極，陰極，離子，陽離子，陰離子。

答 (a)



(b) 電解質……食鹽。

電離……食鹽溶於水中，電離為離子如 Na⁺ 及 Cl⁻，

電解……食鹽溶液通電流後，即被分解為 Na 及 Cl。

電極……插入溶液中之板，如 A 及 B。

陰極……聯電池陰極之板如 B。

陽極……聯電池陽極之板如 A。

離子……帶電性之原子，如 Na⁺ 及 Cl⁻，

陽離子……帶陽電性之原子，如 Na⁺。

陰離子……帶陰電性之原子，如 Cl⁻。

- (3) 就電離學說觀察，則氯化鈉溶解於水所起之變化為物理變化耶；抑為化學變化耶？

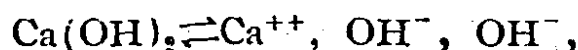
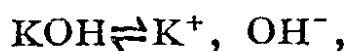
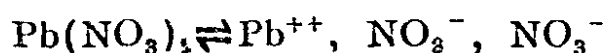
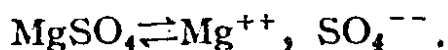
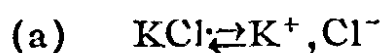
答 氯化鈉溶於水中，雖解離為 Na⁺ 及 Cl⁻ 其組織及性質並未少變，(如蒸涸之，仍為氯化鈉)，故此種變化可以謂之物理變化。但解離後，生成二種離子，亦可以當作分解

(Decomposition) 作用觀。

(4) 若氯化鈉溶解於水則解離，問鈉何以不能使水分解？

答 氯化鈉溶於水中，解離為 Na^+ 及 Cl^- ，此 Na^+ 為原子鈉之帶正電荷者，其性質與原子鈉不同，故不能使水分解。

(5) (a) 試書出下列各化合物之電離方程式： KCl ， MgSO_4 ， $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ， KOH ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。(b) 金屬離子之電荷與金屬之原子價如何比較之？

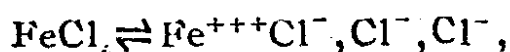
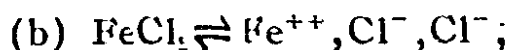


(b) 由上可知離子價數恰同其原子價。

(6) 鐵組成兩種氯化物，其中一種鐵為二價，而他一種為三價

(a) 試書出此二化合物之分子式，(b) 並書出每種溶解於水時所起之解離之方程式，(c) 同一金屬能成電荷不同之離子否？

答 (a) FeCl_2 ， FeCl_3 ，



(c) 由 (b) 可知同一種原子，可帶不同數目之電荷。

(7) 就 Bohr 氏原子觀察，則氫原子核，及氫離子二者間之關係若何？

答 Bohr 原子，謂氫原子由一個電子及一個質子組成，質子居中，謂之原子核 (Nucleus)，負電子遊繞其外，電解論謂氫電離後，失去一負電子，故帶陽電荷，不過氫只有一個質子，故其離子即其質子也。

(8) 試述下列各科學家對於化學界之重要貢獻：

Faraday 氏， Lavoisier 氏， Priestley 氏，
Arrhenius 氏， Dalton 氏， Boyle 氏，
Scheele 氏， Morley 氏。

答 (a) Faraday (法刺對)。

氏在電化學上曾發明法刺對定律：一克原子量之一價金屬（或氫）於其溶液中在陰極被游離時，即有 96540 庫侖 (Coulombs，或稱法刺對 Farad) 之電量帶入於溶液中。

(b) Lavoisier (拉服西哀，法人 1743—1794)

氏首先作三仙丹之可逆反應試驗
($2\text{HgO} \rightleftharpoons 2\text{Hg} + \text{O}_2$),

打破“燃素說”，定氧，氫之名；首先確定氮為元素並定其名為窒素 (Azote)，發見酸與鹽基中和生鹽。

(c) Priestley (普里斯列，英人，1733—1804).

發明氧，鹽酸，礳精，一氧化碳，氧化氮，亞氧化氮，二氧化硫，硫化氫等。

(d) Arrhenius (阿爾恩紐斯，瑞典人 1859—1927).

發明電離論。

(e) Dalton, (道頓)英人，1766—1844).

發明原子論。

(f) Boyle (波以耳，羅爾藍人，1627—1691).

發明氣體體積與壓力成反比定律。

(g) Scheele (許勒，瑞典人 1742—1786).

發明氧，鹽酸，礳精（三者與 Priestley 相同，但與普氏無關），氯；又許多有機化合物如

甘油，乳糖，乳酸，沒食子酸，檸檬酸，草酸，酒石酸等。

(h) Morley (摩黎，美人 1838—1923) 首先確定水之精密組成，並確定氫氧之比重。

算 題

(1) 下列各化合物之溶液皆通以相同之電流：硝酸銀(AgNO_3)，硝酸鉛($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$)，硫酸銅(CuSO_4)，氯化鋁(AlCl_3)，試計算各化合物所析出之金屬之比較重量。

答 按法刺對定律，使一價金屬由其溶液中析出一克原子量，須要 96540 Coulombs，今 Ag, Pb, Cu, Al 等化合價為 1, 2, 3。故用同一之電量可析各該金屬之比較重量為 Ag: Pb: Cu: Al = 1克原子: $\frac{1}{2}$ 克原子: $\frac{1}{2}$ 克原子: $\frac{1}{3}$ 克原子或 107.8 : 103.6 : 31.8 : 9。

(2) 假設算題 1 內每種溶液皆通以 1000 庫隆之電，試計算所析出之每種金屬之確重。

答 通 1000 Coulombs 之電於 Ag, Pb, Cu 及 Al 之溶液中，可析出各金屬之重如次。

$$96540 : 1000 = 107.8 : \text{Ag}$$

$$\therefore \text{Ag} = \frac{1000 \times 107.8}{96540} = 1.1\text{g}$$

$$96540 : 1000 = \frac{207}{2} : \text{Pb}$$

$$\therefore \text{Pb} = \frac{1000 \times 207}{96540 \times 2} = 10.7\text{g}$$

$$96540 : 1000 = \frac{63.57}{2} : \text{Cu}$$

$$\therefore \text{Cu} = \frac{1000 \times 63.57}{96540 \times 2} = .33 \text{g.}$$

$$96540 : 1000 = \frac{26.97}{3} : \text{Al}$$

$$\therefore \text{Al} = \frac{1000 \times 26.97}{96540 \times 3} = .093 \text{g.}$$

3. 若將含有一尅之 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 之溶液中之鉻析出，問須若干庫隆之電？

答 1000g 的 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 中含有 Cr 265.2g.

\therefore 鉻爲三價之原子。

\therefore 96540 Coulombs 之電可析出鉻 $\frac{52}{3}$ g.

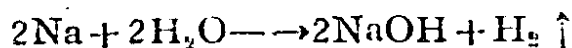
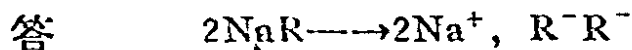
$$\text{列式 } 96540 : x = \frac{52}{3} : 265.3$$

$$\therefore x = \frac{96540 \times 3 \times 265.3}{52} = 1477234 \text{ Coul. (所需之電量)}$$

第十八章

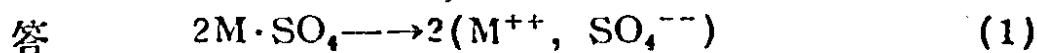
問題

(1) 凡鈉之化合物溶解於水而電解時，問於陰極生成何種化合物？



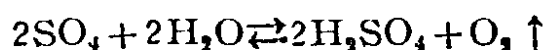
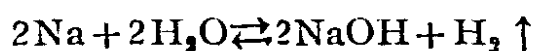
由上式可知，鈉之化合物於水中離解，鈉帶陽電荷，及通電流，鈉離子即趨附陰極，釋去電性，變爲普通之原子鈉，立即將水分解，成氫及氫氧化鈉，氫氧化鈉溶於水中，氫遂於陰極放出。

(2) 凡硫酸鹽之水溶液電解時，問於陽極生成何種化合物？

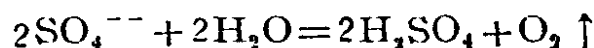


由上式可知凡硫酸化合物於水中離解後， SO_4 即趨附陽極，失去電性，隨去與水作用，奪取其氫（仍成硫酸，溶於水中），氧遂於陽極放出。

(3) 下列各化合物電解時，試舉每種所成之生產物：硫酸鈉 (Na_2SO_4)，硫酸銅 ($CuSO_4$)。



∴ 硫酸鈉溶液電解後，所生之物，於陽極方面為 H_2SO_4 及 O_2 ；於陰極方面為 $NaOH$ 為 H_2 。



∴ 硫酸銅溶液電解後，其生成物，於陽極方面為硫酸及氧；於陰極方面為銅。

(4) 下列各名詞試就電離學說之觀察點各與之下一定義：酸，鹽基，強酸，弱酸，強鹽基，酸式鹽。

答 由電離理論可得下列各名詞之定義：一

(a) 酸，凡化合物在水溶液中，離解 H^+ 者，

(b) 鹽基，凡化合物在水溶液中，離解 OH^- 者，

(c) 鹽，凡化合物在水溶液中，離解時，其金屬根帶正電荷，非金屬根或酸根帶負電荷者。

(d) 強酸；凡酸之水溶液，其離解度大者。

(e) 弱酸，凡酸之水溶液，其離解度小者。

(f) 強鹽基，凡鹽基之水溶液，其離解度大者。

(g) 酸性鹽，凡鹽之水溶液，同時能離解 H^+ 者。

- (5) 以電離理論解釋 (a) 金屬鐵與硫酸銅溶液之作用；
(b) 中和；(c) 硫酸與鐵之作用；(d) 氯化氫之烴溶液
與其水溶液之化學作用之比較。

答 (a) $Fe + Cu^{++}SO_4^{--} \longrightarrow Fe^{++}SO_4^{--} + Cu \downarrow$
因鐵之電化趨勢較銅為強，故鐵能於銅鹽之溶液中，
將銅置換之。

(b) $H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O + 13790 \text{ Cal.}$

酸與鹽基中和，主要作用係 H^+ 及 OH^- 相合成水之作
用。

(c) $Fe + H^+H^+SO_4^{--} \longrightarrow Fe^{++}SO_4 + H_2 \uparrow$

因鐵之電化趨勢較氫強，故能將氫置換之。

(d) 因氯化氫在 BenZene(C_6H_6) 中，不能離解，故不能
導電，亦不顯酸性，氯化氫在水中，則能生 H^+ 及 Cl^- ，
故能導電，並顯強酸性。

- (6) (a) 若置鋅片於硝酸鉛溶液內，問作何種作用？

(b) 若改置銀片，其作用與鋅相同否？

答 (a) $Zn + Pb^{++}NO_3^-NO_3^- \longrightarrow Zn^{++}, NO_3^-, NO_3^- + Pb$
因 Zn 之電化次序在 Pb 前，故能置換之。

(b) 因 Ag 之電化次序在 Pb 後，故不能置換之。

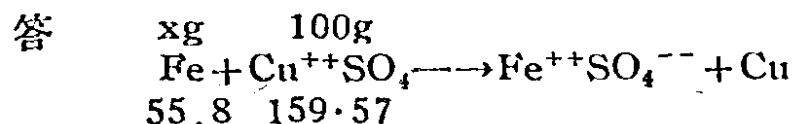
- (7) 鋅礦常含微量之鎘，鋅與鎘由此礦石中分離之第一步，須
將其溶解於適當之溶劑中，試擬一法將鎘從此溶液中分出，
但不可加入任何種物質以免鋅質不純。

答 先將此礦溶解於酸中 (如 HCl)，則鎘變為 $CdCl_2$ ，鋅變為
 $ZnCl_2$ ，然後於此溶液中加入鋅，則因電化次序關係 (鋅為
11，鎘為 13) 所有 $CdCl_2$ 均變為鎘 ($CdCl_2 + Zn \rightarrow ZnCl_2 + Cd$)

而溶液中僅餘 $ZnCl_2$ ，再用電解法分解之可得鋅。

算 題

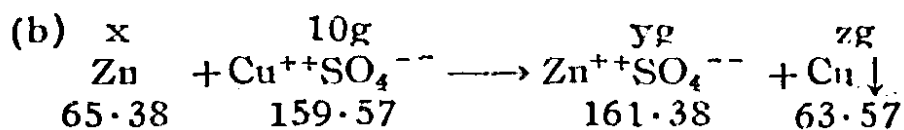
(1) 欲將硫酸銅 ($CuSO_4$) 100 克內之銅替出，問需鐵若干



$$\frac{2}{55.8} = \frac{100}{159.57} \quad \therefore x = 34.9g \text{ (鐵之重)}$$

(2) 設以 10 克鋅加入 10 克之硫酸銅之水溶液內，放置之作用停止為止。(a) 此時所存之物為何？(b) 計算每種之重量。

答 (a) 因鋅之電化次序在銅前，故鋅可將銅於其溶液中置換之，迨作用完畢，液中可遺銅，硫酸鋅，及多餘之鋅等。



$$\frac{x}{65.38} = \frac{10}{159.57}$$

$\therefore x = \text{置換 } 10g CuSO_4 \text{ 所需之鋅重} = 4.1g$

\therefore 作用後，溶液中所含各物之重為

$$Zn = 10 - 4.1 = 5.9g.$$

$$ZnSO_4 = yg$$

$$\frac{10}{159.57} = \frac{y}{161.38}, \quad y = 10.1g$$

$$Cu = Zg$$

$$\therefore \frac{10}{159.57} = \frac{8}{63.57}, \quad y = 3.98g.$$

第 十 九 章

問 題

- (1) (a) 礮精熱至一定之溫度以上即不能單用壓力使之液化，問此溫度爲若干度？ (b) 此溫度之名稱爲何？

答 (a) 溫度如超過 133°C ，則加任何大之壓力，不能使礮精液化。

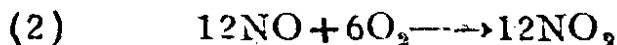
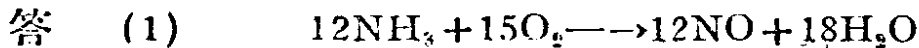
(b) 該溫度謂之臨界溫度。

- (2) 硫酸可用以吸收氯氣中之濕氣，問此酸可用作礮精之適當燥劑否？

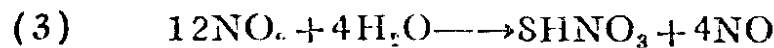
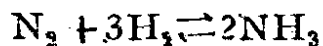
答 硫酸不能用爲礮精之乾燥劑，因礮精極易與之化合也。



- (3) 試將第 306 頁 (原文 284 頁) 上面之三方程式合併爲一簡單方程式。



(b) 如以 3:1 體積的氫氮混合氣，通過電花，則兩氣恰盡合成礮精；如生成之氣通於稀硫酸，即與之化合，生成硫酸銹，故最後管中所遺者爲硫酸銹溶液。

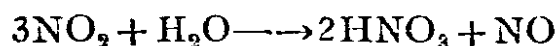


合併上列三式 $12\text{NH}_3 + 21\text{O}_2 \longrightarrow 8\text{HNO}_3 + 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{NO} \uparrow$

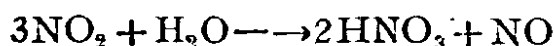
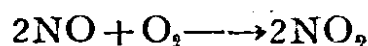
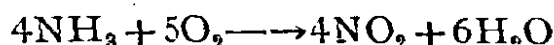
- (4) (a) 從空氣中之氮氣製造硝酸，其法有幾？ (b) 試舉出每一方法所包含之化學變化。

答 (a) 由空氣中之氮製成硝酸之法有二，一為 Birkeland-Ryde法，(又名電弧法)，使空氣通過強大之電弧，氧化氧化氮，更氧化為二氧化氮，溶於水，乃成硝酸，一為氧化礮精法，先用哈拔法 (Haber) 使氮及氫合成礮精，更藉觸媒之力，氧化之，亦生硝酸，(Astwald process)。

(b) 第一法之逐步反應如次：——

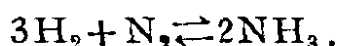


第二法之逐步反應為：——

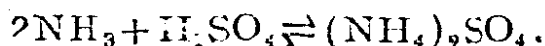
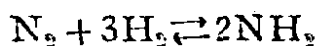


(5) 氫與氮化合成礮精時，二者體積之比為何？(b) 若按此比例所成之氮氫混合物將其導入一端封固之管中 (倒置於盛有稀硫酸之器中，使該管之開口一端伸入液體表面之下)，使受電火花之作用。預料其結果如何？

答 (a) 氫與氮以3:1之體積合成礮精



(b) 如以 3:1 體積的氫氮混合氣，通過電花，則兩氣恰盡合成礮精；如生成之氣通於稀硫酸，即與之化合，生成硫酸銨，故最後管中所遺者為硫酸銨溶液。



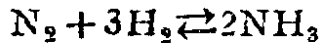
(6) 商業上欲製造硝酸須採用何法？

答 工業造製品以原料易得且富，製法簡易而產物效率大為原則，普通製硝酸法大約有三(1)由硝石與硫酸之作用，(2)

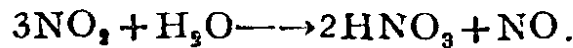
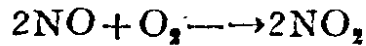
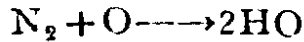
電弧法，及(3)氧化磷精法，如硝石產量巨大，自以用(1)法為最簡便；如電力便易，則以(2)及(3)為經濟。

- (7) 試言如何可利用大氣中之氮以製成下列各化合物：(a) 磷精；(b) 硝酸；(c) 一氧化二氮；(d) 一氧化氮；(e) 氫氧化磷 (Hydroxylamine).

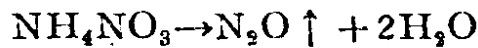
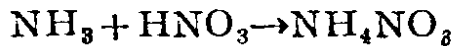
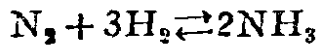
答 (a) 先使空氣液化，收集其氮，用哈拔法使與氫合成磷精



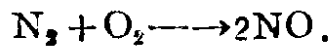
- (b) 使空氣通使強大之電磁弧，則氮氧化合成氧化氮，更氧化為二氧化氮，溶於水，即成硝酸。



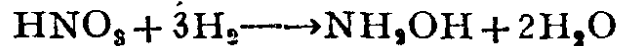
- (c) 使空氣中之氮與氫合成磷精；再使與硝酸作用，生成硝酸銹，加熱使之分解，即得笑氣



- (d) 使空氣通過強大之電磁弧，即生成氧化氮

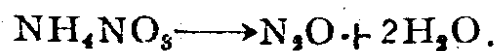
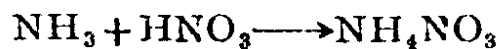


- (e) 使空氣中之氮先變成硝酸，更以新生機之氫將其還原，即得氫氧化磷基



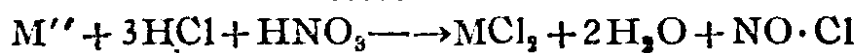
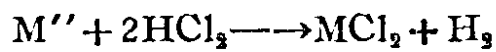
- (8) 如何可以由磷精製一氧化二氮？

答 先使磷精與硝酸作用，生成硝酸銹，再加熱使之分解，即得亞氧化氮。



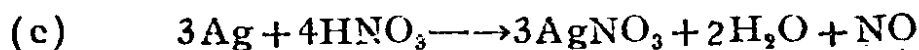
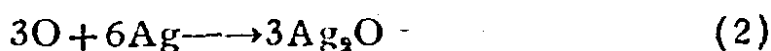
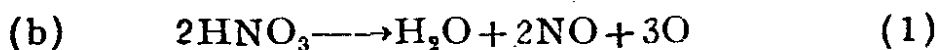
- (9) (a) 金屬溶於鹽酸及王水時，各成何種化合物？
 (b) 此二溶劑溶解功用孰大？

答 (a) 金屬溶於鹽酸及王水中，均生成氯化物。



- (b) 王水之溶解力較大於鹽酸，因王水發生新生態之氯，其化力特強。
- (10) 電化次序表中銀位於氫之下，然銀則易溶解於硝酸中，試言其理， (b) 銀溶解時所起之反應，試分步書出其方程式。 (c) 試將所得諸方程式合併之。

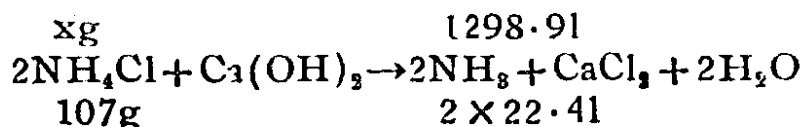
答 (a) 因硝酸為強氧化劑，銀遇之先被氧化成氧化銀，此氧化物更溶於硝酸中，結果遂成銀溶於硝酸之現象。



算 題

- (1) 一磅之水在標準狀況之下以礮精飽和之，問製此項礮精需用氯化鈣若干？

答 因在標準情況下，1磅水可溶礮精 1298.9磅。
 設所求礮砂之重 = xg.



$$\frac{x}{107} = \frac{1298.9}{2 \times 22.4}$$

$$\therefore x = \frac{107 \times 1298.9}{2 \times 22.4} = 3102.3 \text{ g.}$$

(2) 硝酸，氯酸鉀，二物質何者含氧之百分率較大？

答 硝酸中氧之% = $\frac{48}{63} \times 100 = 76.2$

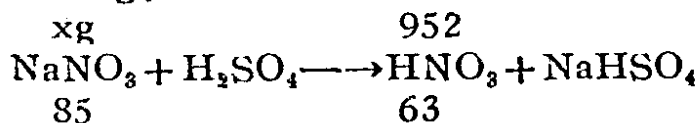
$$\text{氯酸鉀氧之\%} = \frac{48}{122.5} \times 100 = 39.1$$

\therefore 硝酸中所含氧之% > 氯酸鉀中所含氧之%。

(3) 商業上之硝酸，其密度為 1.4，含 HNO_3 68%。今欲製此酸一噸，試計算所用之硝酸鈉及硫酸各若干？

答 市售濃硝酸1噸，中所含硝酸氫之重 = $1000 \times 1.4 \times \frac{68}{100}$

$$= 952 \text{ g.}$$

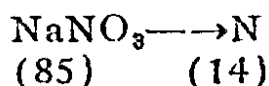


$$\frac{x}{85} = \frac{952}{63}$$

$$\therefore x = \text{所求硝酸鈉之重} = \frac{85 \times 952}{63} = 1284.4 \text{ g.}$$

(4) 前 (317 頁，原文書 295 頁) 曾叙及每英畝地內因降雨雪之故，每年增加之氮之化合物之量，為 2 磅至 9 磅，問如供給此量之氮，每畝應加硝酸鈉若干磅？

4. 每 85 磅之硝酸鈉中含有 14 磅之氮



若每畝年得 2 磅之氮於空氣中，如用硝酸鈉供給 2 磅之氮，需用 x 磅。

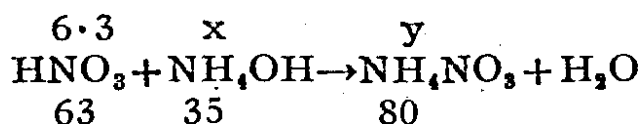
$$85 : x = 14 : 2 \quad \therefore x = \frac{85 \times 2}{14} = 12.14 \text{ 磅.}$$

- (5) 100 立方厘米之硝酸當量溶液加入 500 立方厘米之氫氧化銨 $\frac{1}{2}$ 當量溶液內，將所得之溶液蒸乾之。(a) 殘滓為何？
(b) 試計算其重量？

答 (a) $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. 硝酸加於氫氧化銨液中，蒸去其水分，所餘之白色物為硝酸銨。

- (b) 100c.c. NH_4NO_3 溶液，當含有 $\frac{63}{1000} \times 100$ 或 6.3 克

之 HNO_3 ，500c.c. $\frac{1}{2} \text{N} \cdot \text{NH}_4\text{OH}$ 溶液當含有 $\frac{1}{2} \times \frac{35}{1000} \times 500$ 或 8.75g 之 NH_4OH



6.3g 之硝酸銨須與 xg 之氫氧化銨中和，應生 yg 之 NH_4NO_3

$$\frac{6.3}{63} = \frac{x}{35} \therefore x = 3.5\text{g}.$$

$$\frac{6.3}{63} = \frac{y}{80} \therefore y = 8\text{g}.$$

\therefore 中和後應餘 8g 之 NH_4NO_3 及 8.75—3.5 或 5.25g 之 NH_4OH ，但蒸發時， NH_4OH 化成 NH_3 及水逸去。
 \therefore 最後只餘 8g 之 NH_4NO_3 於蒸發器中。

- (6) 一氧化二氮熱至高溫則分解為其組成之原質，試將結果所得氮及氧之體積與原來之一氧化二氮之體積比較之。

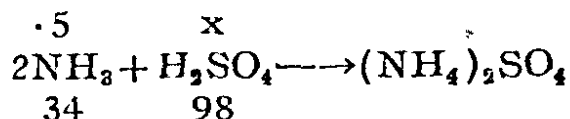


各氣體體積之比為： $\text{N}_2\text{O} : \text{N}_2 : \text{O}_2 = 2 : 2 : 1$.

- (7) 按照純粹食品及藥材之法令 (Pure Food and Drugs act)

所規定，市售之磷精水所含 NH_3 之重量必不能比 9.5% 爲小，亦不能比 10.5% 爲大。今欲中和含有 NH_3 10% 之磷精水 5 克，問需硫酸當量溶液若干體積？

答 5g 10% 磷精水含有磷精 $5 \times \frac{10}{100} = 5\text{g} \cdot (\text{NH}_3)$



$$\therefore x = \text{所需硫酸氫之 g 數} = \frac{.5 \times 98}{34} = 1.44\text{g}.$$

$$\therefore \text{N. H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液，每 c.c. 含有 H}_2\text{SO}_4 \text{ 之重} = .049\text{g}.$$

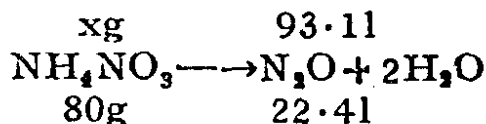
$$\therefore 1.44\text{g 之硫酸氫應爲 N 溶液 } \frac{1.44}{.049} \text{ 或 } 29.4 \text{ c.c.}$$

(8) 有一圓筒其體積爲 10 呎，今欲於 10 氣壓之壓力及 20° 溫度下盛滿以一氧化二氮，問製此量之一氧化二氮需硝酸銨若干重？

答 $V_1 = 10$ 呎， $T_1 = 20 + 273 = 293^\circ$ ， $P_1 = 10 \text{ atm.}$

$V_2 = ? \text{ l.}$ $T_2 = 273$ ， $P_2 = 1 \text{ atm.}$

$$\therefore V_2 = \frac{V_1 P_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{10 \times 10 \times 273}{1 \times 293} = 93.11.$$



$$\therefore x = \text{所求硝酸銨之重} = \frac{80 \times 93.1}{22.4} = 332.5\text{g}.$$

第 二 十 章

問 題

- (1) (a) 試書出 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ 之反應在平衡時之質量作用方程式， (b) 增加壓力對於此平衡常數之影響如何？

答 (a)

$$\frac{(NH_3)^2}{(N_2) \times (H_2)^3} = K$$

- (b) 如增加壓力，則平衡點將向右方(NH_3)傾移(增加壓力可使平衡向方程式中體積較小之一邊進行)
- (2) 在 $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ 反應內之解離壓力，因溫度升高而增加，此解離作用吸熱乎？放熱乎？

凡成平衡之兩反應中，其一為放熱反應，另一必為吸熱反應，自外部加熱，可以促進吸熱反應之進行，今 $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ 式中，解離壓力，因溫度升高而增加，即加熱對於 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ 之反應可以促進，故知此反應為吸熱。

- (3) 在氣體化合物沼氣 (CH_4) 與氧生成二氧化碳及水之反應 $CH_4 + 2O_2 \rightleftharpoons CO_2 + 2H_2O$ ，則壓力之減低對平衡影響若何？

答 (a) 生成之水為液態時， (b) 生成之水為氣態時



1vol. 2vol 1vol. 2vol.

CH_4 及 O_2 之體積 = 3

CO_2 及 H_2 之體積 = 3

- (a) 如所生之水為液狀，則水之體積甚小，可以略而不計，即平衡式左邊之體積大於右方，故如減小壓力，則

平衡點必將向右方傾移。

(b) 如所生之水為氣狀，則平衡式左右兩方體積相等，故減小壓力，平衡點不向任何方向傾移。

- (4) 從 Sechtelie 氏原理之觀察點說明下之考察結果： (a) 空氣受壓則溫度升高； (b) 溫度升高則減少氣體對於水及其他溶劑之溶解度； (c) 壓力加大則冰之融點降低； (d) 壓力加大則硫之融點升高； (e) 在高處則水之沸點降低； (f) 大凡固體溶于熱溶劑較冷溶劑為易者，則其溶于液體時吸收熱量，若固體溶于冷溶劑較熱溶劑為易者則放熱。

答 按 Le Chatelier 原理，謂加外力於平衡上，則其平衡點將逐漸變易，以期減小所受之外力，

故 (a) 氣體受壓力，則減小其體積，但氣體體積與溫度成正比，故須有熱量放出，

(b) 因氣體體積與溫度成正比，但其溶解度則隨溫度成反比，故溫度增高，則溶之解氣體體積膨漲，一部份氣體，遂逸出溶液外，遂成溶解度減小之象。

(c) 加大壓力，有一部份熱量放出，故使冰之融點降低。

(d) 因為固體的硫，其體積較為液狀時為小，加增其壓力，愈使其體積減小，故其溶點每隨壓力增高。

(e) 按沸點係液體全體化為氣體時之溫度，彼時蒸氣壓力等於大氣壓力，高山上空氣薄，大氣壓小於地面上之大氣壓，故蒸汽壓易與大氣壓力相等，故水不必達到 100°C ，即可全體化氣也。

(f) 普通固體體積小於液體或汽體。固體如在熱溶劑比在

熱溶劑易溶者，必吸收熱量，因固體遇熱先吸收其量，以示抵抗，迨抗抵無力，始改變其形態，使每單位上所受之外力減小，遂成易溶之象。

反之，固體如易溶於冷溶劑者必係放出熱量，因此種固體必須放出熱量，方可改變形，如在熱溶劑中，熱量不易放出，故在冷溶劑中易於放出熱量，遂成易溶之象。

- (5) 至少有四五種方法可使 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+, \text{OH}^-$ 之反應向左或右進行。試思此類方法為何？

答 使 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+, \text{OH}^-$ ，之平衡點向左右傾移之方法為：

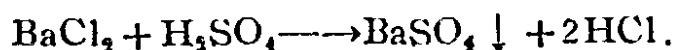
- (a) 加壓力則向右傾移。
- (b) 加溫度則向左傾移。
- (c) 增稀度則向右傾移。
- (d) 增濃度則向左傾移。
- (e) 除去 $(\text{OH})^-$ (如加酸等)，則向右傾移。

- (6) 溴化高銅之濃水溶液為棕色，然若使之甚稀時則色變藍，試言其故？

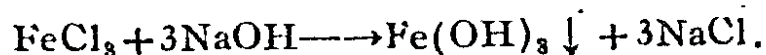
答 溴化銅濃溶液之色為棕紅，乃係溴化銅分子之色。及稀釋之，分子之色漸泯，遂只顯銅離子 (Cu^{++}) 之藍色矣。

- (7) 硫酸鋇 (BaSO_4) 及氫氧化高鐵 ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) 為不溶解之固體。試思其製備之法。

答 可溶之鋇鹽與硫酸或任何硫酸鹽作用，即得不溶性之硫酸鋇

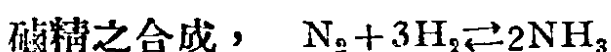
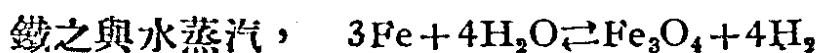
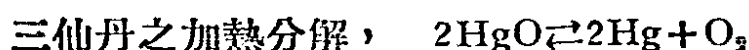
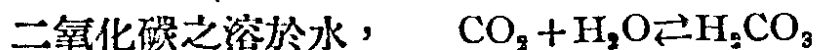


可溶性之高鐵鹽與強鹼基作用，即得不溶性之氫氧化高鐵



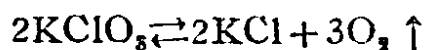
- (8) (a) 試列舉以前各章所見之可逆反應。(b) 再列舉其不可逆者。

答 (a) 已習之可逆反應式如：一

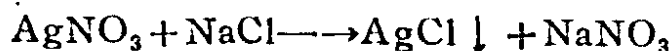


- (b) 已習之不可逆反應，(或雖為可逆而事實可以完全向一方進行者) 如。

氯酸鉀之分解，



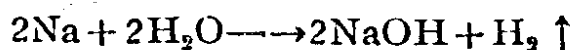
硝酸銀之與氯化物作用，



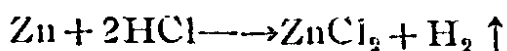
硫酸與鹽類之中和，



鈉與水之作用，



鋅與稀酸之作用，



算 題

- (1) 設某已知反應在 0°C 時，須三小時可以完成。若欲此反應

在 1 秒鐘內完成，則溫度應為若干度？

答 根據 Ostwald 之計算自 0°C 起每增 10°C 反應速度增加至 2 倍，今由三小時完成之反應在 1 秒鐘內完成是反應速度增加 10800 倍。

$$2^x = 10800, \quad x \log 2 = \log 10800, \quad x = 13.4$$

$$\text{即 } 10 \times 13.4 = 134^{\circ}\text{C}$$

- (2) 在溶液中，硫酸鋅 (ZnSO_4) 及硫酸鋇 (BaS) 起雙分解，
 (a) 試立濃度平衡方程式。 (b) BaSO_4 為不溶解之固體，何以能改變汝所立之方程式？ (c) ZnS 為不溶解之固體，能以能再改變汝所立之方程式？ (d) 試以最後之方程式判定終結之平衡狀態究應依何者而定？

答 (a) $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$

$$\text{濃度平衡方程式 } \frac{[\text{BaSO}_4] \times [\text{ZnS}]}{[\text{ZnSO}_4] \times [\text{BaS}]} = K$$

(b) BaSO_4 為不溶解之固體則濃度平衡方程式

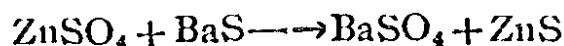
$$\text{應改爲 } \frac{K' \times [\text{ZnS}]}{[\text{ZnSO}_4] \times [\text{BaS}]} = K.$$

(c) (d) ZnS 為不溶解之固體，則濃度平衡方程式應改爲

$$\frac{K' \times K''}{[\text{ZnSO}_4] \times [\text{BaS}]} = K. \quad \text{即是}$$

$$[\text{ZnSO}_4] \times [\text{BaS}] = \frac{K' \times K''}{K} = K.$$

意即在濃度平衡方程式中，僅 ZnSO_4 及 BaS 之濃度與平衡反應有關，換言之即此反應可以只向一方向進行即



第二十一章

問題

- (1) (a) 試將原子量與整數相差 0.05 以內之各原素列一表。
 (b) 此表之原素對於已知九十種原素之百分率爲何？

答 (a) Be 9.02 N.....14.008
 Cr.....52.01 P..... 31.027
 H 1.008 He.....4.002

- (b) 此種元素佔已知 90 元素之%爲

$$\frac{6}{9} \times 100 = 6.66\%$$

- (2) (a) 於附錄 B 同位素之表中汝能尋得兩個 (不同之原素) 重量相同者否？ (b) 即有同樣之重量何以不爲同一原素之原子？

2. (a) 不同元素，而其同位素之重量相同者如

$$\left\{ \begin{array}{l} A \dots\dots\dots 40 \\ Ca \dots\dots\dots 40, \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} Cd \dots\dots\dots 116 \\ Sn \dots\dots\dots 116, \end{array} \right.$$

- (b) 因 A 之同位素有 2, 其一之重爲 40, 其一爲 36;
 Ca 之同位素有 2, 其一之重爲 40, 其一爲 44;
 Cd 之同位素有 6, 爲 110, 111, 112, 113, 114, 116;
 Sn 之同位素有 7, 爲 120, 118, 116, 124, 119, 117, 122;
 各原子量大約爲其諸同位素之平均值,

∴ A 之原子量爲 39.91,
 Ca 之原子量爲 40.07,
 Cd 之原子量爲 112.41,
 Sn 之原子量爲 118.7.

- (3) (a) 由氫起始，將所有同位素及成整數之原子按其重量排

成順序之表。(b) 所有之整數皆確能代表質量否？

答 (a) 參閱同位素表

(b) 所有整數不能代表各元素之原子量，因許多原素均有同位素，

(4) 同一原素之兩同位素有同一數目之價電子 (Valence electron) 否？

答 同一元素之同位素均有同一電子價，因電子價可以表明某元素之化學性，而同一元素不論其含有若干個同位素，其化學性永不變也。

(5) 銻之同位素之一，其重與金同，但價電子之數目則異。若將銻之額外價電子擊出能變為金否？

答 接近世原子之構造論，各種原子之陪從電子 (Satellite electron) 可為強力所剝，由組織複雜之原子構成簡單之原子，則由簡單之原子變為複雜之原子，亦非決不可能；故由水銀變為黃金亦或可能也。

(6) 原子序數為85及87之二原質尚未發見。吾人對於彼等之可有性質所生之觀念如何？

答 按85前之元質為Po，其原子量為210；後之元質為Rn，

其原子量為222； \therefore 其元子量或近於 $\frac{222+210}{2} = 216$ 。

又85在第七類中之下端， \therefore 其化學價或同氮族，其化學性必較碘為更弱；其體態為墨色之固體，熔點較碘為高。

按‘87’前為惰氣族之Rn，後為Ra， \therefore 其原子量或近於

$$\frac{222+225.97}{2} = 223.9 ;$$

又‘87’在第一類之最下端，在第九期內 \therefore 其原子價或與第一類之A族元素相近，其性質不甚活潑，其熔點較金

爲高；

(按 85 及 89 二原質現已發明惟其性質尙未全部測出，85 爲 Alabamine, 46, 原子量 = 221.87 爲 Virginium, VI. 原子量 = 224)

(7) 於自然界或機械中汝能指出之週期法則爲何？

答 自然現象及機械動轉之成週期者，如四季之循環，地球，月球之公私轉，血液之循環等。均是

第 二 十 二 章

問 題

(1) 硫黃華比之水之物理變化中，與何物相當？

(b) 又棒硫比之於該變化中何物相當？

答 (a) 硫黃華係由固體硫昇華而成，恰與水汽之結霜雪相似
(b) 棒硫與水之結冰相似。

(2) (a) 化合物 SO_2 稱爲氧化物耶，抑硫化物耶？何故？

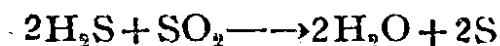
(b) 化合物 H_2S 稱爲硫化物耶，抑氫化物耶？

答 (a) SO_2 按硫爲氧所氧化，故可稱爲氧化物；然謂氧被硫化亦無不通，故亦可稱爲硫化物，但因習慣關係，稱爲氧化物較爲普通。

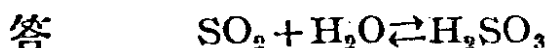
(b) H_2S 可稱爲硫化物，亦可稱爲氫化物，其理同 (a) 普通稱爲硫化物 (硫化氫)。

(3) 前述 SO_2 及 H_2S 皆存在於火山噴出之氣體中，於同一火山中能發現此兩種氣體否？

3. 硫化氫及二氧化硫不易同時在一火山區發見，因硫化氫還原性甚強，而二氧化硫亦有時有氧化性，故二者相遇，常相合為水，放出硫。



- (4) 試舉出兩種方法以增加 H_2SO_4 在水中之濃度。



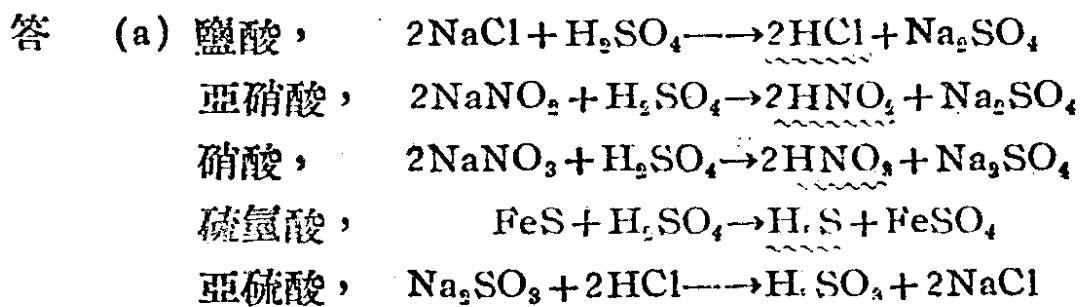
按增加氣體之溶解度，其必要條件為 (1) 增加壓力及 (2) 降低溫度。亞硫酸係二氧化硫溶解於水所成，故欲增加其濃度，即行使 (1) 及 (2) 二條件可也。

- (5) (a) 當固體或液體溶解於水時，按常例為吸熱抑放熱？
(b) 當 H_2SO_4 溶解於水所顯熱之變動，將何以解釋之？

5. (a) 固體或液體溶於水中，僅為溶解而不起化學反應者，其吸熱或放熱之現象；均不甚顯著，兼起化學反應者，則熱之變遷則往往極為顯着。

(b) 硫酸溶解於水所起熱之變動即兼生有化學反應也。

- (6) (a) 下列各酸從其鹽類製備時之方程式試書出之：鹽酸，亞硝酸，硝酸，硫氫酸，亞硫酸。(b) 此種製法所包含之普通原理為何？(c) 如欲以同法製硫酸所須之條件為何？



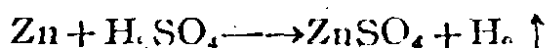
- (b) 因硫酸之沸點較其他各酸均高，故各酸之鹽類加硫酸

後即有各酸生成，為製造各種酸之法。

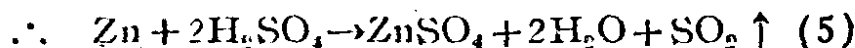
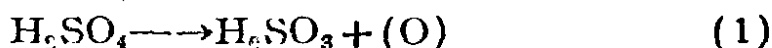
(c) 倘有較 H_2SO_4 沸點仍高之酸類亦可由此種酸加硫酸鹽類而將 H_2SO_4 製出。

(7) 稀硫酸與濃硫酸對於鋅之作用極不相同。試書出此兩方程式。

答 稀硫酸與鋅之作用。

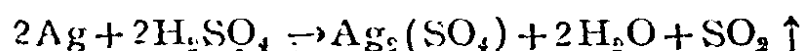


濃硫酸與鋅之作用。



(8) 銀 (Ag) 之原子價為一，銅 (Cu)，為二，除價不同外，此二金屬對於濃鹽酸之作用相同。試書出此兩方程式。

答



(9) 設欲建築一工廠以製鹽酸，選擇廠地時應注意何種要素？

答

按鹽酸之製法有二，一為鉛法，一為接觸法，前法所用之原為硫及硝石後者所用之主要原料為硫，（硫之來源取自硫黃，硫鐵礦，或硫黃礦），建築製硫酸廠，選擇廠地應注意之點有二：(1) 廠地距原料產地相距不遠，或為交通便利之區，(2) 廠地距城市宜較遠。

(10) 下列兩化合物之水溶液，每種對於石蕊之作用，預料之應為若何；(a) 硫酸鈉？(b) 硫化鈉？並述出其理由。

答

(a) 硫酸鈉對試紙應顯中性反應，或近於中性反應。

(b) 硫化鈉對試紙呈鹽基性反應。

因硫酸鈉係強鹼基 (NaOH) 及強酸 (H_2SO_4) 中和所成，故該鹽加水分解後，其 H^+ 及 OH^- 之數量無甚差異，故不呈酸性或鹼基性反應。

硫化鈉係強鹼基 (NaOH) 及弱酸 (H_2S) 中和所成，故該鹽溶於水中，其 OH^- 後於 H^+ 故呈鹼基性反應。

(11) 試將硫，碲，及碲相當之化合物列成一表。

硫之化合物 H_2S , SO_2 , SO_3 , H_2SO_3 , H_2SO_4 .

碲之化合物 H_2Te , TeO_2 , TeO_3 , H_2TeO_3 , H_2TeO_4 .

碲之化合物 H_2Se , SeO_2 , SeO_3 , H_2SeO_3 , H_2SeO_4 .

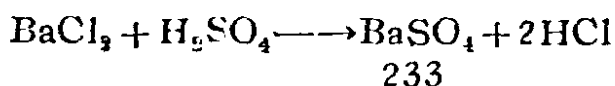
又硫，碲，，三原質之造鹽原質化合物亦均同如

SCl_4 , $SeCl_4$, $TeCl_4$, SF_6 , SeF_6 , TeF_6 等是

算 題

(1) 取一克含蛋白質之物質氧化之，至其所含之硫完全變為硫酸為止而此硫酸再變為硫酸鋇 ($BaSO_4$)，所得硫酸鋇重為 0.092 克。問此含蛋白質之物質中含硫之百分率若干？

答



硫與硫酸鋇重量之比為 32 : 233 或 $\frac{32}{233}$

今得硫酸鋇 0.092g.

$$\therefore \text{應含硫} = \frac{32}{233} \times 0.092 = 0.012g.$$

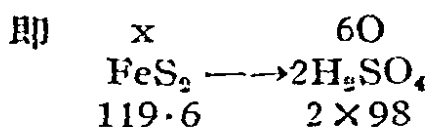
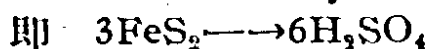
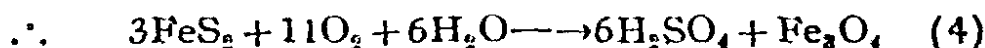
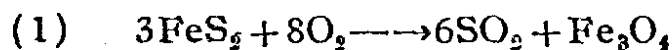
即 1g 蛋白質中含硫 0.012g

$$\therefore \text{硫之}\% = \frac{0.012}{1} \times 100 = 1.2\%$$

(2) 某硫酸廠以黃鐵礦 (FeS_2) 為硫之來源每日出產含 H_2SO_4

60%之硫酸 100 噸，設黃鐵礦中之硫損失 8%，問每日需用黃鐵礦若干？

答 按由黃鐵礦變成硫酸逐步之反應為：---



今所製含 H_2SO_4 60% 之硫酸 100 噸中，實在含硫酸 60 噸，如黃鐵礦中之硫，毫無損失，當需礦石之量為 Xton

$$\therefore \quad x = \frac{119.6 \times 60}{2 \times 98} = 36.6 \text{ ton.}$$

但黃鐵礦中之硫有 8% 損失，故所需之實量當為

$$36.6 \div \frac{8}{100} = 36.6 \times \frac{100}{8} = 45.75 \text{ 噸}$$

(3) 由分析知某化合物含硫 23.7%，氧 23.7%，及氯 52.6%。其分子量為 135.2。問此分子式為何？

答 S, $23.7\% \div 32 = .74$ (原子數) 或 1 (原子比數)

O, $23.7\% \div 16 = 1.48$ (原子數) 或 2 (原子比數)

Cl, $52.6\% \div 35.5 = 1.48$ (原子數) 或 2 (原子比數)

故 此物之最簡分子式為 SO_2Cl_2 ，此式之分子量恰與已知之數相似， \therefore 此式即為其真分子式

(此物為 Sulfuryl Chloride)

- (4) 分恰某化合物知其組成爲氧 66%，硫 33%，氫 1%，其分子量未測定，(a) 此化合物之最簡單分子式爲何？(b) 已知其爲二鹽基度酸，問其分子式爲何？

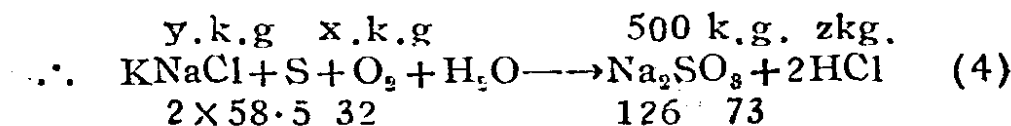
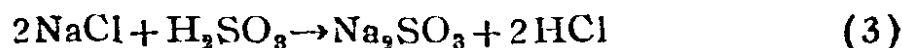
答	(a)	原子	%	原子量	原子數	原子比數
		O	66	÷ 16	4.12	4
		S	33	÷ 32	1.03	1
		H	1	÷ 1	1	1

∴ 最簡式爲 HSO_4

(b) 如爲二價酸，∴ 分子式應爲 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ (過硫酸)

- (5) 設計劃一廠以硫磺及氯化鈉爲原料，每日製備亞硫酸鈉 500 尅 (Kg)，(a) 問兩種原料各需若干？(b) 所得之副產品爲何？

答 (a) 由硫及食鹽爲原料製成亞硫酸鈉逐步反應爲



$$\therefore x = \text{所需硫之重} = \frac{32 \times 500}{126} = 126.9^+ \text{K g.}$$

$$\therefore y = \text{所需食鹽之重} = \frac{2 \times 58.5 \times 500}{126} = 464.2^+ \text{Krg.}$$

$$\therefore z = \text{副產物氯化氫之重} = \frac{73 \times 500}{126} = 289.7 \text{ Krg.}$$

第二十三章

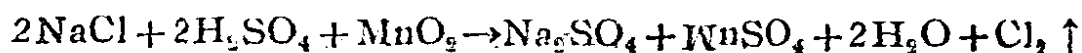
問題

- (1) 就下列各件討論鹵族之特點； (a) 存在， (b) 製法， (c) 顏色， (d) 融點， (e) 沸點， (f) 與氫所成之化合物， (g) 對於氧之活潑性， (h) 對於金屬之活潑性。

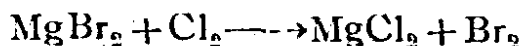
答 (a) 存在：鹵族原素均甚活潑，故在自然界，均成化合物：氟成螢石 (CaF_2) 及冰晶石 (Na_3AlF_6)，氯為氯化鈉 (NaCl) 氯化鎂 (MgCl_2) 等，溴以 NaBr 及 KBr 等存於海水及海藻中，碘亦以碘鉀 (KI) 及碘鈉 (NaI) 等於海水及海藻中，並以碘酸鈉 (NaIO_3) 存於支利硝石中。

(b) 製氟，以謨瓦散 (Moissan) 法在白金器中，用氟化鉀作電導劑，電解氟化氫，於陽極得氟。

製氯：電解食鹽水，於陽極得氯。或用氯化物與氧化劑作用，最普通硫酸，二氧化錳與氯化鈉作用。



製溴：工業用替換法，即溴化物遇氯，溴液替出。



實驗室則用溴化物與硫酸及二氧化錳作用



製碘：工業用亞硫酸鹽與支利硝石母液作用（硝石母液多含有 NaIO_3 ）。



實驗室則用溴化物與硫酸及二氧化錳作用，



(c) 色態：氟為淺黃色氣體。 氯為黃綠色氣體。

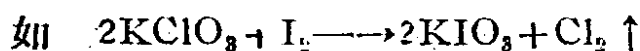
溴為棕紅色液體。 碘為紫黑色板狀晶體。

(d) 熔點，F = -233; Cl = -101.6°; Br = -72; I = 113.5°.

(e) 沸點，F = -187°; Br = 58.7°; I = 184.3°.

(f) 氫化物，均以一元子與一氫化合，遇水成酸，其公式可用 H·R 表之。

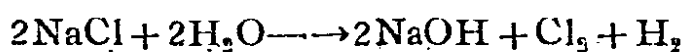
(h) 對氧之作用，原子量愈大者愈強，即原子量大者可將原子量小者由其含氧化物置換之。



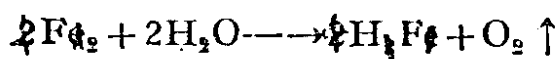
(h) 對於金屬之作用，原子量愈小者愈活潑。

(2) (a) 商業上如何製氯？ (b) 何以不用同一方法以製氟？

答 (a) 電解食鹽水為商業製氯法。



(b) 不能用電解氟化物溶液以製氟，因氟極易與水作用而放出氧也。



(3) 下述一語，試討論其確否？“氟氫酸係將氟化鈣以強酸，如硫酸之類處理之而製成”。

答 氟化鈣與硫酸作用，生成氟化氫(氣體)，溶於水始成氟氫酸(液體)，故氟化氫之與 氫酸，恰同氯化之與鹽酸，其體態化性均不同也(其分子式均為 HF)。



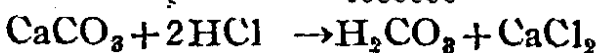
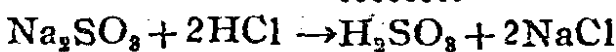
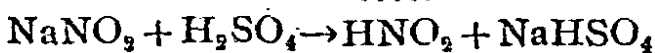
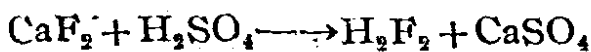
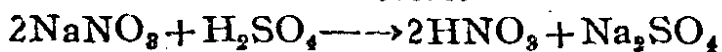
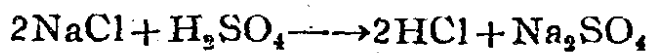
(4) 述出下列各名稱之來源，(a) 氟，(b) 氯，(c) 溴，(d) 碘，(e) 造鹽原素。

答 (a) 氟 (Flaorine) 係就含氟礦石之名而擬出。

(b) 氯 (Chlorine) 黃綠色之意。

- (c) 溴(Broine) 有刺激臭意。
- (d) 碘 (Iodine) 紫色之意。
- (e) 造鹽原素 (Halogen), 因食鹽中多含此等元素故名 (原意爲 Salts producer).
- (5) (a) 至本章止所習之酸爲何? (b) 述明每種之製法。
- (c) 各酸之製法有相同者否? (d) 此普通之製法對於何種酸則無效?

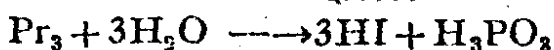
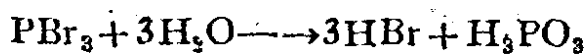
- 答 (a) 已習之酸如鹽酸 (HCl), 硫酸 (H₂SO₄), 亞硫酸 (H₂SO₃), 硝酸 (HNO₃), 亞硝酸 (HNO₂), 碳酸 (H₂CO₃), 硫氫酸 (H₂S), 氟氫酸 (H₃F₂), 溴氫酸 (HBr), 碘氫酸 (HI) 等。
- (b) 各該酸之製法有相似者; 如鹽酸, 硝酸, 氟酸 (用的器具不同), 亞硝酸, 亞硝酸硫等, 即用各該酸之相當鹽與相當沸點較高之酸作用即得



又如亞硫酸與碳酸之製法相似, 即將二氧化硫及二氧化碳通於水中, 即得

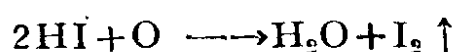
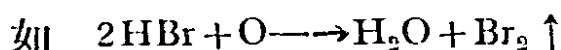


又如溴氫酸及碘氫酸, 則用該元素之磷化物與水作用, 始得純物



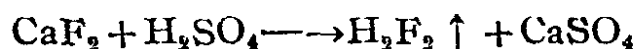
硫酸則用鉛室法或接觸法製之。

- (c) 各種酸所以不能用同一方法製之者，即各酸性質常有不同也，如 H_2CO_3 及 H_2SO_3 極易分解，故在低溫高壓下，可得較濃之酸， HBr 及 HI 有還原性故不能用其鹽與強酸作用，反之則溴及碘常隨氫化物一齊生出，或毫無氟化物生出也。

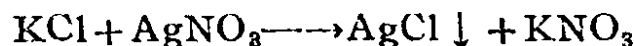


- (6) 氟化鉀，氯化鉀，溴化鉀，及碘化鉀皆為白色結晶鹽，外形互相近似，汝將何以區別之？

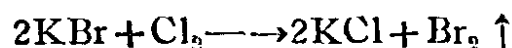
答 氟化鉀 (KF) 與硫酸作用，則發生氟化氫，能蝕刻玻璃



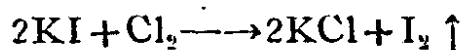
氯化鉀 (KCl) 與硝酸銀則生白色之氯化銀沉澱，遇光則變灰褐。



溴化鉀 (KBr) 遇氯水，則游離紅色溴氣



碘化鉀 (KI) 溶液加氯水則游離紫色之碘，能使澱粉變藍。



- (7) 試說明如何可完成下列之變化（步驟較多亦可）：

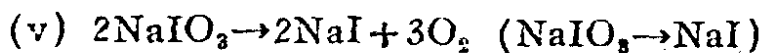
(a) $\text{NaI} \rightarrow \text{NaCl}$; (b) $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaI}$; (c) $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaBr}$?

答 (a) $2\text{NaI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{I}_2$ (碘化鈉溶液加氯水)

(b) (i) $2\text{NaCl} \rightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$ (電離, $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}$)

(ii) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ ($\text{Na} \rightarrow \text{NaOH}$)

(iii) $6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (通氯於熱 NaOH 溶液內, $\text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO}_3$).



(溫度須高，因較 K_2CO_3 為難分解也。)

(c) 方法同 (b) 即



(8) 碘化氫何以謂之吸熱化合物 (Endothermic Compound) ?

答 因氫與碘合成每分子之碘化氫吸進 6040 Cal 之熱，故稱吸熱化合物



(9) 下列名詞，試各予以定義： (a) 生硝； (b) 母液；

(c) 碘酒。

答 (a) 生硝 (Caliche) 即支利硝石(硝酸鈉)商業通稱之名。

(b) 母液 (Mother liquor)，於主產物遺剩之廢液中，常含有有用之物質，此種液體稱為母液，如支利硝石母液中含有碘酸鈉，氣氣乾餾母液中含有礬精等。

(c) 碘酒 (Tincture iodine)，以碘溶於碘化鉀而以酒精稀釋，或碘直接溶於酒精中所成之溶液。

(10) 從碘化鈉製碘酒之法如何？

答 以碘溶於碘化鈉中，更用酒精稀釋之，即得碘酒，或先將 NaI 變為 I，然後溶於酒精中。

(11) 試述下列諸酸每種之溶液蒸餾時濃淡不變之濃度； (a)

鹽酸； (b) 碘氫酸； (c) 溴氫酸； (d) 硝酸；

(e) 硫酸，吾人何以知此等酸之恒定沸點溶液非為確定之化合物？

答 各酸蒸餾不變濃度時，其%及沸點如下：

酸類	所含各酸之%	沸點。
(a) 鹽類	HCl, 20.24	110°C

(b) 碘氫酸	HI, 57	127°C
(c) 溴氫酸	HBr, 48	126°C
(d) 硝酸	HNO ₃ , 68	120.5°C
(e) 硫酸	H ₂ SO ₄ , 98.33	338°C

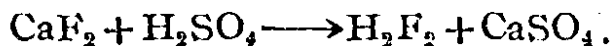
定沸點溶液可以認為一種化合物但其達定沸點時之成分則因壓力之不同而改變，如在 100 m.m. 壓力時，HCl 之定沸點溶液之成分不為 20.24% 而為 20.8% (沸點 62°C) 故不能認為是化合物。

算 題

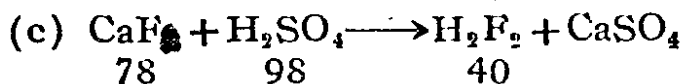
- (1) (a) 平常市上之氟氫酸所含氟化氫之百分率若干？ (b) 製此酸所用之化合物為何？ (c) 製此酸一尅所需每種之重，試計算之。

答 (a) 普通市售之氟氫酸約含 HF 50%。

(b) 螢石與硫酸共熱，即得氟化氫，溶於水，即成酸。



$$x \text{ kg} \qquad y \text{ kg} \cdot \frac{50}{100} \text{ kg}$$



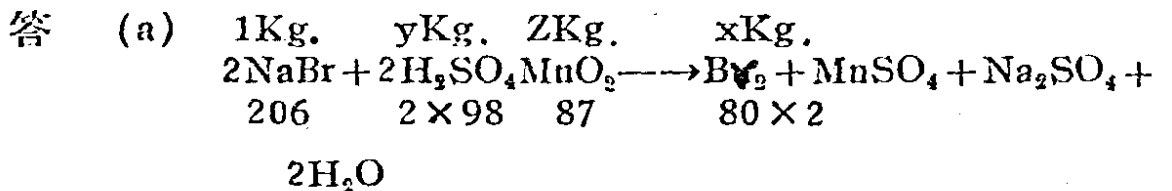
$$\frac{x}{78} = \frac{1 \times \frac{50}{100}}{40}$$

$$\therefore x = \text{所需螢石之重} = .975 \text{ Kg} = 975 \text{ g.}$$

$$\frac{y}{98} = \frac{.5}{40}$$

$$\therefore y = \text{所需硫酸之重} = 1.225 \text{ K.g.} = 1225 \text{ g.}$$

- (2) 溴化鈉一尅加以硫酸及二氧化錳 (a) 放出之溴重若干?
 (b) 放出此溴所需之硫酸及二氧化錳各種若干?



$$\frac{1}{206} = \frac{x}{160} \quad \therefore x = \text{所得溴重} = 7766\text{Kg} = 776.6^+g.$$

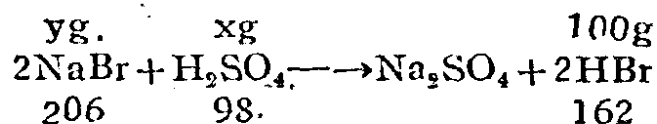
$$(b) \frac{y}{2 \times 98} = \frac{1}{206} \quad \therefore y = \text{所需硫酸之重} = 9514^+ \text{Kg} = 951.4^+g.$$

$$(c) \frac{z}{87} = \frac{1}{206} \quad \therefore z = \text{所需二氧化錳之重} = 4223\text{Kg} = 422.3g.$$

- (3) 設欲製含溴化氫之重為10%之溴氫酸1000克，試計算製此酸所需之各化合物之重量。

答 1000g 溴氫酸含有 HBr% 的溶液，應含有純溴化氫 $1000 \times 10\% = 100g$ 。

如 用溴化鈉與硫酸作用，其反應式如下。



$$\frac{x}{98} = \frac{100}{162} \quad \therefore x = \text{所用硫酸之重} = 60.5^+g.$$

$$\frac{y}{206} = \frac{100}{162} \quad \therefore y = \text{所用溴化鈉之重} = 127.16g$$

- (4) 試計算黃碘所含碘之百分率。

答 黃碘之分子式為 CHI_3

$$\text{分子量} = 12 + 1 + 3 \times 127 = 394$$

$$\therefore \text{碘之}\% = \frac{381}{394} \times 100 = 96.7$$

第二十四章

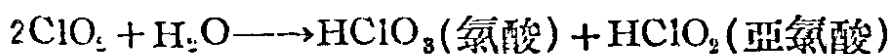
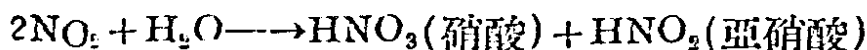
問 題

- (1) 至本章為止所習之各酸酐(即酐)之分子式及名稱，各酐與水所成酸類之分子式及名稱試列舉之。

答 CO_2 二氧化碳(無水碳酸), $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (碳酸)
 SO_2 二氧化硫(無水亞硫酸), $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ (亞硫酸)
 SO_3 三氧化硫(無水硫酸), $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ (硫酸)
 N_2O 亞氧化氮(次亞硝酸酐), $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}$ (次亞硝酸)
 N_2O_3 三氧化氮(亞硝酸酐), $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_2$ (亞硝酸)
 N_2O_5 五氧化氮(硝酸酐) $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3$ (硝酸)
 Cl_2O 一氧化氯(次亞氯酸酐), $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO}$ (次亞氯酸)
 Cl_2O_3 三氧化氯(亞氯酸酐), $\text{Cl}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO}_2$ (亞氯酸)
 Cl_2O_5 五氧化氯(氯酸酐), $\text{Cl}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO}_3$ (氯酸)
 Cl_2O_7 七氧化氯(過氯酸酐), $\text{Cl}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO}_4$ (過氯酸)

- (2) 由二氧化氮及二氧化氯對於水所顯之作用，指出二者之相似點。

答 二氧化氮(NO_2)為紅棕色氣體，二氧化氯為淺黃色氣體；二氣皆能溶於水中，成二種相對之混合酸。



(3) 氯酸鉀與硫磺之混合物於臼內搗研則爆炸甚烈，其爆炸之故當作何解釋？

答 因氯酸鉀(KClO_3) 爲強氧化劑，硫爲易氧化而燃之物，故二者共研，極易放生爆炸。

(4) 次亞氯酸一分子內僅含一原子氧然用爲氧化劑時，比之一分子內含四原子氧之過氯酸爲佳，試思其理。

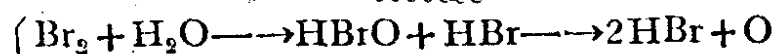
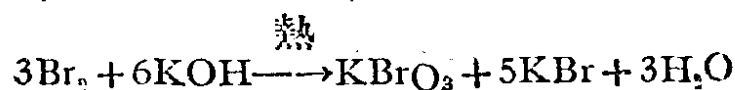
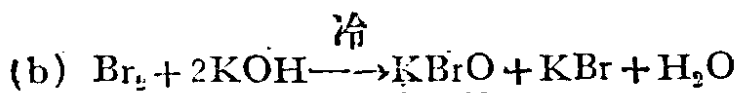
答 因次亞氯酸(HClO) 極不安定，過氯酸較爲安定，故前者雖含一原子氧，而其氧化能力反較含四個氧之過氯酸爲強

(5) (a) 試說明如何用溴以製備下列化合物：次亞溴酸鉀，溴化鉀？ (b) 寫出其中各反應方程式。

答 (a) 使溴通於冷苛性鉀溶液中，即得次亞溴酸鉀。

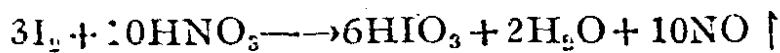
使溴通於熱苛 鉀溶液中，即得溴酸鉀。

使溴通於冷水中，先得溴氫酸(HBr) 再與苛性鉀中和，即得溴化鉀。



(6) 設欲由碘製碘酸，將如何進行？

答 溶碘於硝酸中，即得碘酸



算 題

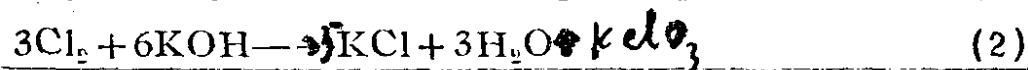
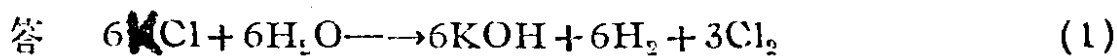
- (1) 分析某化合物知其含有氯，^鉀氯與氧所得結果如下：
 氯33.27%；鉀36.69%。(a) 試計算此化合物之最簡單
 分子式。(b) 欲辦明此化合物之真確分子式即為其最簡
 單之分子式抑為其倍數時，尚須更知何種條件。

答	(a) 原素	%		原子量		原子數		原子 比較
	Cl	33.27	÷	35.5	=	.938	=	1
	K	36.69	÷	39	=	.864	=	1
	O	30.04	÷	16	=	1.88	=	2

∴ 此化合物之最簡式為 KClO_2 (亞氯酸鉀)

- b. 必須測之其分子量，方可知此式或此式之整數倍足以
 代表真確化合物。

- (2) 設將氯化鉀 100 克電解之，而其器具之裝置可使陽極放出
 之氯與陰極所成之氫氧化鉀起反應問能成氯酸鉀重若干？



$$\therefore \begin{array}{ccc} 100\text{g} & & x \\ 6\text{K}^\circ\text{Cl} & \longrightarrow & \text{KClO}_3 \\ 6 \times 74.5 & & 122.5 \end{array}$$

$$\text{即 } 6 \times 74.5 : 122.5 = 100 : x, \quad x = \frac{100 \times 122.5}{6 \times 74.5}$$

$$= 27.4^+ \text{g.}$$

第二十五章

問題

- (1) 試討論氮族各原質之下列各性質：

- (a) 密度 (Density); (b) 熔融點 (Melting point).
 (c) 沸點 (Boiling point); (d) 原子價 (Valence).
 (e) 相當化合物之分子式 (Formulas of corresponding Compounds).

答

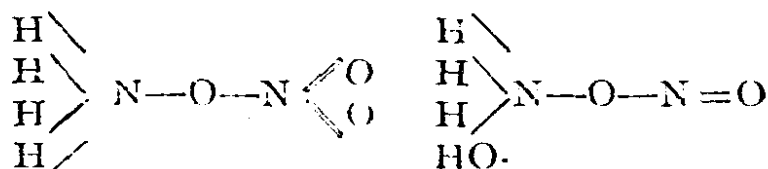
密度(固體)	N 1.026	P 1.82	As 5.7	Sb 6.68	Bi 9.80
熔 融 點	-209.8°	44.1°	昇華	630.5°	271°
沸 點	-195.8°	280°	——	1380°	1450 ?
原 子 價	3, 5,	3, 5,	3, 5.	3, 5,	3, 5,
相當化合物 之分子式	NH ₃	PH ₃	AsH ₃	SbH ₃	——
	NCl ₃	PCl ₃	AsCl ₃	SbCl ₃	BiCl ₃
	——	PCl ₅	AsCl ₅	SbCl ₅	BiCl ₅
	N ₂ O ₃	P ₂ O ₃	As ₂ O ₃	Sb ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃
	N ₂ O ₅	P ₂ O ₅	As ₂ O ₅	Sb ₂ O ₅	Bi ₂ O ₅

- (2) 試區別重疊化合物 (Polymeric compounds), 同質異性化合物 (Allotropic compounds), 及兩性化合物 (Amphoteric compounds), 並各舉一例說明之。

重疊化合物。 凡在較化合物之沸點略高之溫度，測化合物之蒸氣以定其分子量時，往往得該化合物之簡單分子量之 2 倍或 3 倍。此種化合物謂之重疊化合物。如 NO₂ 在 140°C 以上時，分子式為 NO₂，在 140°C 以下時為 NO，及 N₂O₄ 之混合物。

同質異性化合物： 凡分子式同而性質不同之化合物謂之同質異性化合物 (即有機化學上之異性體 (Isomers)), 如

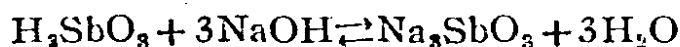
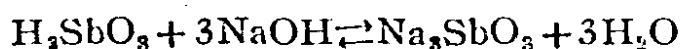
NH_4NO_3 (硝酸銹) 與亞硝酸氫氧化銹 (Hydroxylamine nitrite) 即為同質異性化合物，因分子式相同而其構造式不同，如：——



Ammonium nitrate Hydroxylamine nitrite

又如 NH_4CNS (硫脲化銹, Ammonium thiocyanide) 與 $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ (硫脲化尿素, Thiourea) 亦是同質異性化合物。

兩性化合物：凡化合物能顯酸之反應，又能顯鹽基之反應謂之兩性化合物。如 $\text{Sb}(\text{OH})_3$ 在水溶液中有下列兩反應



故亦寫作 H_3SbO_3 。

- (3) NaH_2PO_4 為製造三氯化磷時，產生之一種化合物之分子式 (P337)。 (a) 試寫出該化合物之名稱。 (b) 說明此化合物屬於何類？

答 (a) NaH_2PO_4 為 Sodium dihydrogen phosphate, 磷酸二氫化鈉。

(b) 此為酸性磷酸鹽之一種，磷酸含三個氫，故有二種酸性鹽 (Na_2HPO_4 , 及 NaH_2PO_4)。

- (4) 試述質量作用定律，並藉水與三氯化銻之反應解明之。

答 質量作用定律 (Law of mass action) 反應之速度與起反應之各物質之分子濃度成正比例，如 BiCl_3 加水後所起之反應。



$$\frac{[\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}] \times [\text{HCl}]^2}{[\text{BiCl}_3] \times [\text{H}_2\text{O}]^2} = K, \text{ 如增加水之分子濃}$$

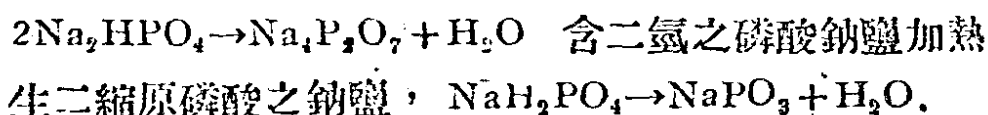
度，則 $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$ 及 2HCl 之分子濃度均應加大，即反應向→進行較速。因之 $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{Cl}$ 之沉澱變多。反之如增加 HCl 之濃度，則 BiCl_3 及 H_2O 之分子濃度必因之增加，即反應向←進行較速，則 BiCl_3 變多，沈澱消失，此蓋因達平衡時， K 之值不變（在一定溫度其值不變）故也。

- (5) (a) 磷酸變熱所成之化合物為何？ (b) 磷酸之鈉鹽受熱後成何化合物？

答 (a) 磷酸熱至 225°C ，則生成三縮二原磷酸 (Pyrophosphoric acid) 熱至 400°C 以上則成二縮原磷酸 (Metaphosphoric acid)。

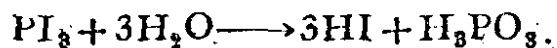


(b) 磷酸之鈉鹽，加熱後之變化如下：含一氫之磷酸鈉鹽加熱生三縮二原磷酸之鈉鹽，

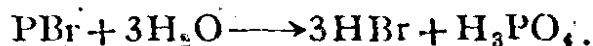


- (6) 三碘化磷及三溴化磷受水之作用所成之化合物為何？書出各反應之方程？

答 三碘化磷遇水生碘氫酸及亞磷酸。



三溴化磷遇水生溴氫酸及亞磷酸。



- (7) 在 Marsh 氏之試驗中，設所試之化合物含亞氧化砷，試書出其所包含諸反應之方程式。



- (2) $2\text{As}_2\text{H}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow \text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (AsH₃ 燃于充足空氣)
 (3) $4\text{AsH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{H}_2\text{O} + \text{As}_4$ (AsH₃ 燃於不充足空氣)
 (4) $\text{As}_4 + 10\text{NaClO} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 10\text{NaCl} + 4\text{H}_3\text{AsO}_4$ (砷鏡溶解於 NaClO 溶液中)。

- (8) 試述明下列諸化合物每種受熱後所生之結果：(a) 亞硝酸銨；(b) 硝酸銨；(c) 氯化銨；(d) 磷酸；(e) 硝酸鉛；(f) 氧化高錫；(g) 氫氧化銨；(h) 鹽酸之濃溶液。

- 答 (a) 分解為氮及水， $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{熱}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
 (b) 分解為亞氧化氮及水， $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\text{熱}} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
 (c) 分解為阿母尼亞及鹽酸氣， $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\text{熱}} \text{NH}_3 + \text{HCl}$ 。
 (d) 分解為三縮二原磷酸， $\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{225^\circ\text{C}} \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ ，
 或 $\text{H}_3\text{PO}_4 \xrightarrow{400^\circ\text{C}} \text{HPO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。
 (e) 分解為氧化鉛，二氧化氮及氧：
 $2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{\text{熱}} 2\text{PbO} + \text{HNO}_2 + \text{O}_2$ 。
 (f) 分解為錫及氧， $2\text{HgO} \longrightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$ 。
 (g) 分解為阿母尼亞及水 $\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (h) 鹽酸之濃溶液遇熱最先蒸出大部分之水，至其中所含之 HCl 為 20.24% 時，則水與鹽酸按其多少比例同時蒸出直至乾涸其成分仍不變。

- (9) 書出砷酸鈣之分子式。

答 $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ 砷酸鈣

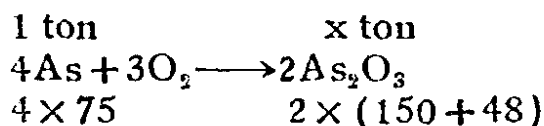
- (10) 試舉出至本章止所習之共融質之例。

答 在溶液中溶質與溶劑達一定成分時，二者冷至一定溫度共

同凝結。此混合物謂之共融質 (Eutectics)。大多數溶點低之合金皆為兩種或多種金屬之共融質，如鉛 80%，錫 20% 之合金即一種共融質 (融點為 228°C)，又如 NaCl 溶于水所成之溶液當其成分為 NaCl 23.6% 時，其融點為 23°C (-22.4°C) 亦為一種共融質。

算 題

- (1) 某銅礦含砷 1%，問此礦石 100 噸可成亞氧化砷若干？



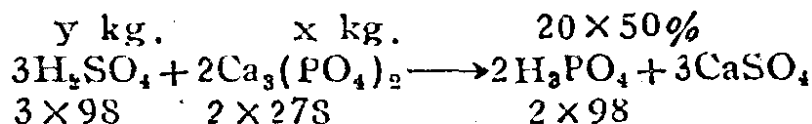
$$300 : 396 = 1 (100 \times 1\%) : x, \quad x = 1.32 \text{ 噸。}$$

- (2) (a) 磷土礦中磷之百分率為何？設以含磷土礦 92% 之礦石作為取磷之來源。(b) 今欲製磷 1000 尅，問需此礦石若干？

答 (a) 磷土礦 (Phosphorite) 為 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 。其分子量為 $(3 \times 40) + (31 + 48) \times 2 = 278$ 。∴ 其含磷之百分率為 $32 \div 278 \times 100 = 11.5\%$ ，今含磷土礦 92% 之礦石，其含磷之百分率應為 $11.5 \times 92\% = 10.59\%$ 。

(b) $1000 \text{ 尅} \div 10.59\% = 100000 \div 10.59 = 9442.87 \text{ 尅 (磷)}$

- (3) 設欲製含 H_3PO_4 50% 之磷酸 20 尅。問需要磷酸鈣及硫酸氫各若干？

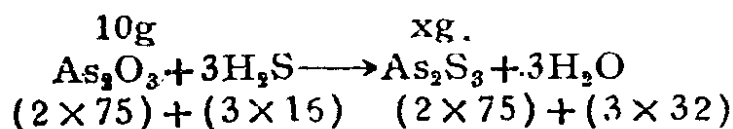


$$2 \times 278 : 2 \times 98 = 20 \times 50\% : x, \quad x = 28.3 \text{ Kg. } (\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$$

$$3 \times 98 : 2 \times 98 = 20 \times 50\% : y, \quad y = 15 \text{ Kg. } (\text{H}_2\text{SO}_4)$$

- (4) 將硫化氫通入亞氧化砷 10 克溶於稀鹽酸所成溶液中，至

砷全變為三硫化砷為止，試計算三硫化砷之重量。



$$(2 \times 75) + (3 \times 16) : (2 \times 75) + (3 \times 32) = 10 : x$$

$$x = 12.4\text{g}(\text{As}_2\text{S}_3)$$

- (5) (a) 三氧化二砷 (Arsenic trioxide) 之蒸氣 60 立方呎重 1 克，試計算三氧化二砷在氣態時之分子式。(b) 某化合物氣態時之分子式與其為固體時之分子式必需相同否？(c) 若不相同該兩分子式間之關係若何？

答 (a) 在 N.P.T. (標準狀況) 時各氣體 22.4 呎之重即其克分子量 (Gram molecular weight) $60 : 1 = 22.4 \times 1000 : x$, $x = 373.33\text{g}$.

即三氧化二砷在氣態時之真確分子量為 373.33g.

(b) 化合物在氣態時之分子式不一定與在固態時相同。

(c) 如不相同時，氣態時之分子式必為固態時之分子式之簡單倍數。

第二十六章

問題

- (1) (a) 試區別加水分解及電解兩名詞。(b) 並各舉一例以說明之。

答 凡鹽類溶解於水，因電離作用，水之二種離子(比較為少)與鹽類之二種離子分解後，生成鹽基與酸，此種變化謂之

加水分解。故可視為中和作用之還原，但中和作用起於一般之鹽而加水分解則為起於特別之鹽。

凡溶液中之溶質，因電流而起分解之現象，謂之電解。電解作用與加水分解作用變化雖屬不同，但推其致此變化之由，則均由於電離作用也。

例如 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HOH} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{CO}_3$ 之加水分解，其起因由於 $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ ，及 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ \text{Na}^+ + \text{CO}_3^{--}$ 之電離作用。又如 $\text{ZnCl}_2 \xrightarrow{\text{電解}} \text{Zn} + \text{Cl}_2$ 之電解作用亦因 $\text{ZnCl}_2 \xrightarrow{\text{電離}} \text{Zn}^{++} + \text{Cl}^- \text{Cl}^-$ 之電離作用而起。

(2) 硼砂之水溶液對於石蕊呈鹼性，試言其故？

答 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$

就上式觀之 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 起加水分解後一部分變為 NaOH 及 $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ， NaOH 為強鹼基， $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 為弱酸，因之水溶液中， OH^- 多於 H^+ ，遂呈鹼基性反應而使石蕊變藍。

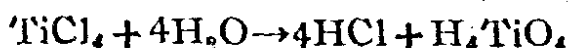
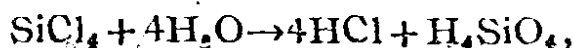
(3) 四氯化硅加水時，則起完全加水分解，用構造式書出此反應方程式

答

$$\begin{array}{c} \diagup \text{Cl} \\ \text{Si} - \text{Cl} \\ \diagdown \text{Cl} \end{array} + \begin{array}{c} \text{H} \cdot \text{OH} \\ \text{H} \cdot \text{OH} \\ \text{H} \cdot \text{OH} \\ \text{H} \cdot \text{OH} \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{H} \cdot \text{Cl} \\ \text{H} \cdot \text{Cl} \\ \text{H} \cdot \text{Cl} \\ \text{H} \cdot \text{Cl} \end{array} + \begin{array}{c} \diagup \text{O} - \text{H} \\ \text{Si} - \text{O} - \text{H} \\ \diagdown \text{O} - \text{H} \end{array}$$

(4) 四氯化硅及四氯化鎳曝於溫空氣中，則放濃密之白霧，試解釋之。

答 因四氯化硅及四氯化鎳，均極易起加水分解，放置空氣中與空氣中之水蒸氣作用而生鹽酸氣，乃呈白霧狀。



(5) 鈣硼石 (Colemanite) 為鹽，試書其酸之分子式。

答 組成鈣硼石之化合其分子式為 $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 則其酸之

分子式應為 $H_4B_6O_{11}$ 。

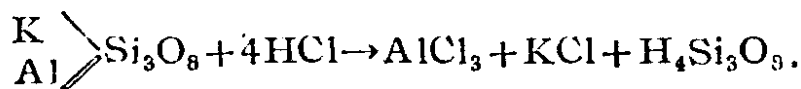
(6) 硅酸鈉 (Na_2SiO_3) 溶液加鹽酸時，則分出硅酸，此種作用是否因鹽酸強于硅酸？



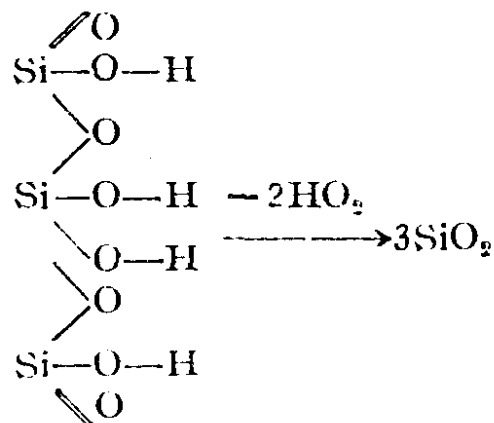
(b) 因鹽酸為強酸而硅酸之強度遠遜于鹽酸，故硅酸可由其鹽類加鹽酸而製之。

(7) 由正長石如何可以製出四氯化硅？

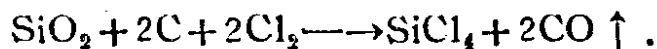
答 (1) 先使正長石與鹽作用而生 $H_4Si_3O_9$ (三硅硅酸)



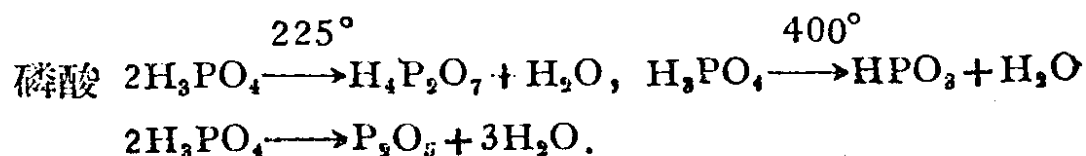
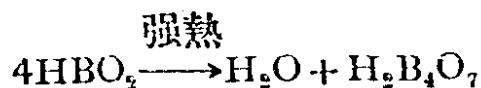
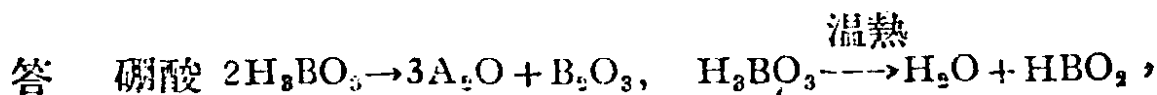
(2) 使 $H_4Si_3O_9$ 凝縮為 SiO_2



(3) 通氯於熱 SiO_2 及 C 之混合物中，即得 $SiCl_4$

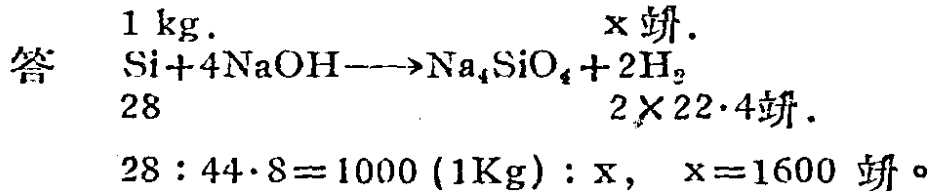


(8) 加熱於硼酸之作用與加熱于磷酸之作用，試比較之。

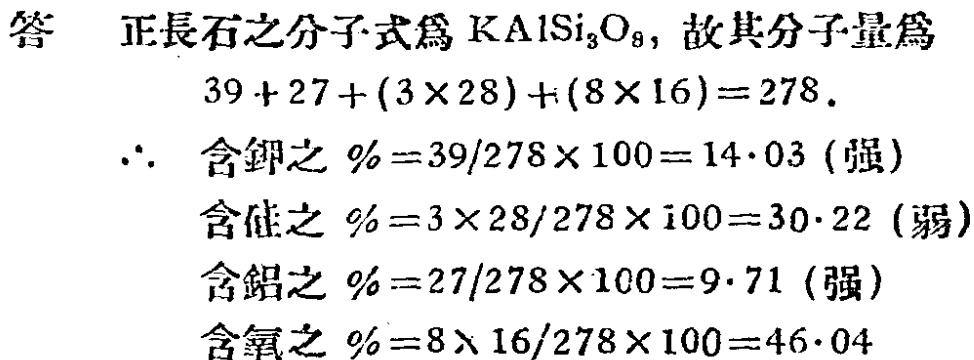


算 題

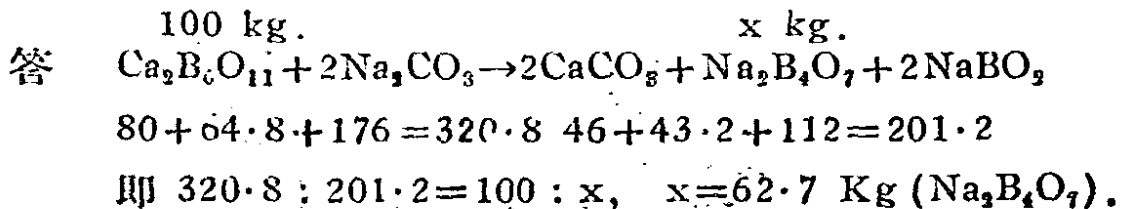
(1) 以 1 尅之硅與氫氧化鈉相作用，能製若干體積之氫？



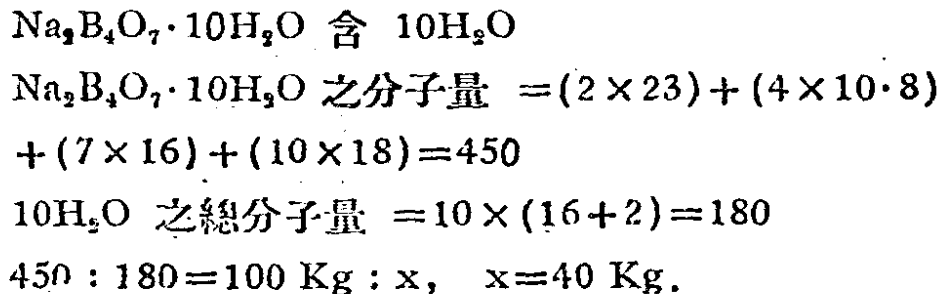
(2) 計算正長石之百分組成



(3) 從 100 尅之鈣硼酸礦 ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 能製若干重之硼砂。



(4) 100 尅之硼砂含結晶水若干重？



第二十七章

問題

(1) 決定真溶液或膠質分散體 (Colloidal dispersion), 當用何種試驗?

答 可用廷達爾 (Tyndall) 之現象試驗之, 凡真溶液在亮處視之與在暗處而自一方射入之光視之, 均為澄清之狀, 若為膠質分散體則在亮處視之雖為澄清, 但在暗處自一方射入之光視之則見其中有許多光輝之細粒, 而成混濁之狀, 此現象謂之廷達爾之現象, 或用限外之顯微鏡 (Ultramicroscope) 視之有 Brownian movement 者為膠體溶液。

(2) 膠質溶液 (Colloidal Solution) 之名詞常用之, 嚴格言之究為正確名詞否?

答 膠體物質在水溶液中不能成分子狀態存在, 則根本不能名之為溶液, 故膠體溶液之名詞, 非為絕對正確者。

(3) 硃發見于自然界者, 顏色之差異殊甚, 試解試之。

答 凡膠系物質之顏色, 不全因其性質而不同, 大部分因質點之大小不同而異。蓋質點大小不同, 因之吸收光之某種波長而反射其他波長, 均不同, 故顏色因質點之大小而不一, 質點性質關係較小。且用極少量之膠質可成極濃厚之色, 硃發現于自然界中, 多成各色之寶石, 皆因結晶時, 常有膠體物質存在其中而顯不同之色也。

(4) 關於表面吸着作用, 之各種情形, 試就已習過者, 試舉之。

答 分子或離子附着于液體或固體之表面, 謂之吸着作用。以

前習過之例，如：（1）炭粉吸收各種氣體。（2）膠質中，多數金屬氧化物帶陽電，硫化物帶陰電，亦由于表面吸着作用，使溶液中之簡單離子（如 H^+ , OH^- ）附着，因而膠狀質點得有電荷也。（3）金屬之接觸作用，（金屬對於反應物質中之一，有表面吸着作用，使此物質之活動質量增加）。

（5）膠質分散體為導電體否，試思之。

答 膠質分散體，在水中，不能生成二種不同電荷離子，就電離理論言之，可以說不是電解質。而非導電體，但膠質分散體，亦可導電，可以其中吸着有微量之電解質解釋之。

（6）普通橡皮係從橡樹割口滲出之乳狀汁液（Latex）取得。

（a）橡皮在此汁液中其狀態若何？當此乳狀汁液加醋酸時，橡皮即分出，（b）試言其理。

答 （a）橡皮在此乳狀液中為混液（Emulsion）蓋係橡皮細微質點分散于水中成混液，正如脂肪之分散于鮮牛乳情形相同也。（b）此種乳狀汁液含有少量之含氮物質。有保護膠質之作用。故可阻止橡皮質點之分出。如加醋酸，則保護膠質之功用消失，橡皮呈白色麵狀而分出。

（7）試述下列各名詞之定義：（a）膠系（Colloidal system）；（b）乳濁液（Emulsion）；（c）成膠作用（Peptization）；（d）表面吸着作用（Adsorption）；（e）吸收作用（Absorption）；（f）保護膠質（Protective colloid）。

答 （a）膠系（Colloidal system）凡膠質之微小質點攪拌于水或其他液體，所成混合物之性質，雖質點之性質及所懸于某種液體有關，故稱膠質為膠系，因此名稱可包括質點及液體二物也。

- (b) 混液 (乳狀液) (Emulsion), 凡兩種不相混合之液體, 注于一器用力搖蕩之, 得一種乳狀液體名曰混液。
- (c) 成膠作用 (Peptization), 凡成細粉狀 (沉澱更佳) 之固體, 用一種試藥處理, 此試藥雖不與此固體起化學反應, 但能使固體物質分爲膠質分散體 (Colloidal dispersion) 此作用名爲成膠作用。如稀釋之, 鹽基類溶液可使粘土之細質點成膠質分散體, 是一例也。
- (d) 表面吸着作用 (Adsorption), 凡分子或離子狀態之物質, 附着于某種固體液體之表面而不透入固體或液體之內部, 謂之表面吸着作用。如活性炭之吸着各種氣體。
- (e) 吸收作用 (Absorption), 凡分子或離子狀態之物質, 被某固體或液體物質所吸收透入固體或液體之內部, 謂之吸收作用。
- (e) 保護膠質 (Protective colloid), 凡不安定之膠系, 加以他種之膠質, 使之變爲比較安定, 此種後加入膠質, 謂之保護膠質。如膠狀金之紅色極易變爲紫色 (質點較紅色爲粗) 若于加入還原劑之前加以單寧酸少許則即得永久不變色之紅色膠狀金。

(8) 同一膠質, 對於同一物質能呈不同之色, 汝將何以說明之。

答 膠質之色, 因膠質質點之大小不同而異, 與質點之性質關係尙少, 如膠質金分散于水中 (同一膠質, 對於同一物質), 因質點之大小, 與均勻之程度, 及屈折率之關係, 而能成紅, 藍, 綠, 紫各色也。

(9) 牛乳呈藍色試解釋之。

答 牛乳爲乳油脂肪 (Butter fat) 在水中所成之混液, 而以乾

酪素 (Casein) 爲乳融劑，其所以略呈藍色之原因就所知者推之，不外牛乳中之微小膠質點能散播藍色光而透過紅光所致也。

第二十八章

問題

(1) 普通之糖(蔗糖)何以名爲有機化合物？

答 凡含炭之化合物，均稱爲有機化合物，蔗糖之分子式爲 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 故亦名爲有機化合物。

(2) 重碳酸鈉(焙用曹達)爲酸式鹽，然其水溶液能使紅石蕊變爲藍色，何故？

答 重碳酸鈉 ($NaHCO_3$) 在水溶液中起加水分解；

$NaHCO_3 + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2CO_3$, $NaOH$ 爲強鹽基因之溶液中 OH^- 多， H_2CO_3 爲弱酸，溶液中 H^+ 較少，故呈鹽基性。

(3) 從電離理論之觀察點書出二氧化碳通過氫氧化鈣(石灰水)時所起之反應方程式。

答 H_2CO_3 (CO_2 之水溶液) $\rightarrow H^+H^+ + CO_3^{--}$

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{++} + OH^-OH^-$

$H^+H^+ + OH^-OH^- \longrightarrow 2H_2O$, $Ca^{++} + CO_3^{--} \longrightarrow CaCO_3 \downarrow$

(4) 用碳，氧，氮，氫及氫等原質，表明其如何能製尿素。

答 (1) 以碳及氧製成 CO, $C + O_2 \rightarrow CO_2$, $CO_2 + C \rightarrow 2CO$,

(2) 以 CO 及氯之混合物，曝露于日光中，則生 $COCl_2$.



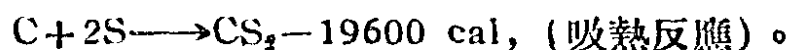
(3) 以氮及氫相混用 Haber 氏法製 NH_3 , $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$.

(4) 以 NH_3 與 $COCl_2$ 相作用即得尿素。



(5) 試比較一氧化碳及氯之反應與碳及硫之反應二者中熱量之變遷。(b) 各反應予以適當之名詞。

答 $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2 + 23000 \text{ Cal}$, (放熱反應)。



(6) 腈化鉀之水溶液對石蕊之反應是否呈中性？

答 $KCN + H_2O \longrightarrow KOH + HCN$, KON 為強鹽基故 KCN 起加水分解後，溶液中 H^+ 較多，同時 HCN 為弱酸，因之溶液中 H^+ 較多，故溶液應呈鹽基性。

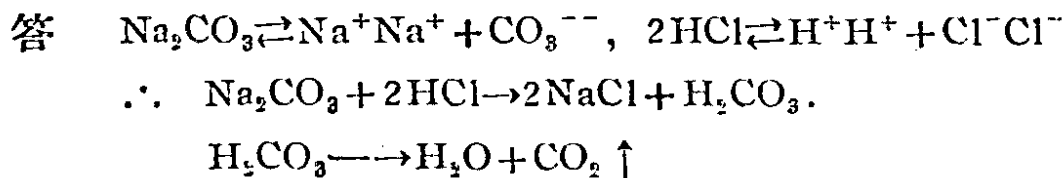
(7) 化合物之性質能從其所含各原質之性質推測之否？

答 化合物之性質往往與其所含各原質之性質相去遠甚，甚至有大相反者，決不可由其所含原質之性質推測之，如 NaCl 為 Na 及 Cl 二原質合成，但 NaCl 之性質與 Na 及 Cl 之性質毫無相似處，且相差懸庭。

(8) 腈酸銨及尿素分子式相同，而其性質則互異，試思其理。

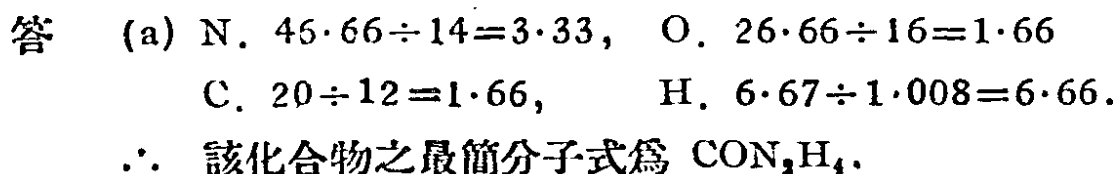
答 腈酸銨及尿素之分子式均為 CON_2H_4 但就其示性式 (Empirical formular) 言之，則一為 NH_4CNO ，一為 $CO(NH_2)_2$ 。即二者所含之各原質之原子數相同而其組成方法不同，(即構造式不同)。凡化合物之分子式同，構造式不同者，可以謂之同質異性化合物 (Allotropic compound), 參閱第 25 章，問題 (2)。

(9) 從電離理論之觀察點書出碳酸鈉加鹽酸時發生反應之方程式。



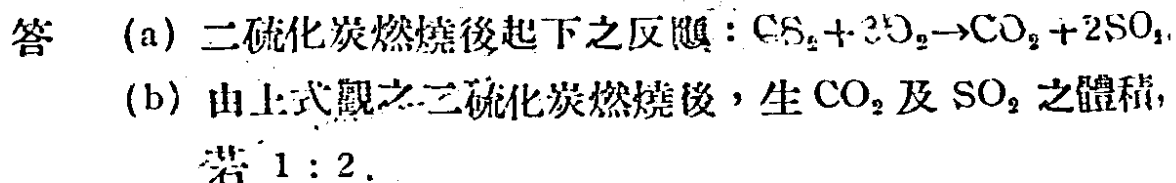
算 題

(1) 分某析化合物所得之結果如下：氮 46.66%，氧 26.66%，C 20%，氫 6.67%。(a) 試計算該化合物之最簡分子式，已知其分子量大概為 118，(b) 試計算其分子式。

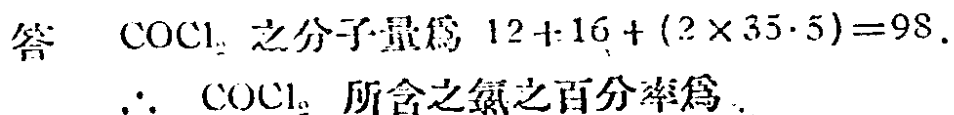


(b) 其分子量為 118. 而 CON_2H_4 之分子量為 $12 + 16 + (2 \times 14) + (4 \times 1.008) = 60.032$.
 \therefore 該化合物之分子式為 $(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)_2$.

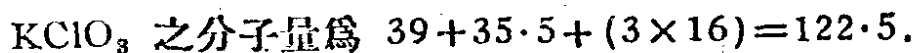
(2) (a) 二硫化炭之燃燒生成物為何？(b) 計算任何一定重量之二硫化炭經燃燒所得之此等化合物之比較體積。



(3) 光生氣 (Phosgene) 及氯酸鉀二者所含之氯之百分率，以何者為大？



$$(2 \times 35.5) \div 98 \times 100 = 71.4 \text{ (強)}$$



∴ KClO_3 所含之氯之百分率爲

$35.5 \div 122.5 \times 100 = 29$ (弱). 故知 COCl_2 含氯較多。

第二十九章

問題

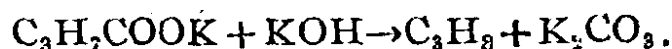
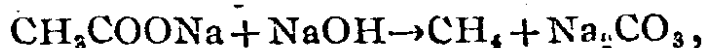
- 1) 試就碳氫化合物之烷族，指出此族中各個間。(a) 組成及 (b) 性質之關係。

答 (a) 烷族碳氫化合物之分子公式爲 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 每個相連續之化合物其公差均爲 CH_2 。

(b) (i) 由低級至高級沸點遂次升高，(如甲烷爲 -161.4° ，丁烷爲 0.6° ，辛烷爲 124.6° .) 狀態由氣體變爲液體，再爲固體，(1—4(甲—丁)爲氣體，5—16，爲液體，16 以上爲固體)。

(ii) 皆不溶于水，不易與其他化合物相作用，雖強酸及鹽基，對之均無甚反應，皆爲可燃，含炭愈少燃燒愈易，燃後生成物爲 CO_2 及水。

(iii) 製法均以脂肪酸 (Botty acid) 之鹽類加 KOH ，(或 NaOH)，鈉石灰以製之如。



- (2) (a) 烷屬中之一碳氫化合物，其每分子含碳 20 原子，問

此化合物之分子式為何？ (b) 其性質若何？

- 答 (a) 按公式 C_nH_{2n+2} ，含 20 原子碳之烷族碳氫化合物分子式應為 $C_{20}H_{42}$ 。
- (b) 性質，為固體，可燃，不溶于水，沸點甚高，不易與其他物質起化學反應。

(3) 試指明從石油所得各種產物性質之異點。

答

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| (1) 揮發油
$C_6H_{12} - C_9H_{20}$ | } | 石油醚氣 (Petroleum ether) |
| | | B.P. $40^\circ - 70^\circ$, $C_5H_{12} - C_6H_{14}$ |
| | | 氣油 (Gasoline), B.P. $70^\circ - 90^\circ$,
$C_6H_{14} - C_7H_{16}$. |
| | | 石油精 (Naphtha) B.P. $80^\circ - 120^\circ$,
$C_7H_{14} - C_8H_{18}$. |
| | | 本品 (Benzine), B.P. $120^\circ - 150^\circ$,
$C_9H_{18} - C_{10}H_{20}$. |

揮發油為無色易流動液體，易燃，與空氣混合易爆炸，為重要之溶媒，（主要用途，內燃機關用，洗濯用，溶媒，塗料之製造）。

(2) 燈用油 (Kerosene), B.P. $150^\circ - 300^\circ$, $C_{10}H_{22} - C_{16}H_{34}$ ，為微黃色液體，比重約為 0.8，主要用途為燈用。

- | | | |
|---|---|--|
| (3) 重油，B.P. 為 300° 以上， $C_{17}H_{36}$ 以上與水蒸氣共蒸餾而得， | } | 機器油 (Lubricating oil)，粘稠液體，減磨擦之用。 |
| | | 石油脂 (Vaseline)，白色蠟狀固體，金屬之防銹，藥膏之製造。 |
| | | 石蠟 (Paraffin)，白色固體，不導電，製蠟燭，蠟紙，電學器械，封儲物件。 |
| | | |

- (4) 瀝青 (Pitch) 爲蒸餾器最後之殘留物，黑色之固體。主要用途爲鋪馬路，鋪屋等。
- (5) 試根據下列各化合物爲甲烷之置換生成物之事實，書出 (a) 三氯甲烷， (b) 三碘甲烷，及 (c) 四氯化碳之構造式。

答 甲烷之構造式爲 $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$

(a) 三氯甲烷，爲甲烷之三個 H 被氯置換，故其構造式

爲 $\begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{Cl} & & \text{H} \end{array}$ (b) 三碘甲烷爲甲烷之三個 H 被碘

置換，故其構造式爲 $\begin{array}{c} \text{I} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{I} & & \text{H} \end{array}$ (c) 四氯化碳，爲

甲烷之四個 H 均被氯所置換，其構造式爲 $\begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{Cl} & & \text{Cl} \end{array}$

- (6) 甲烷成天然氣藏於地中者甚富，試擬理論以說明其生成之因。

答 甲烷之生成係因植物性物質在水中起腐敗或分解而成，地下埋藏植物性物質頗多，且常有水存在，故有多量之甲烷成天然氣藏埋地中也。

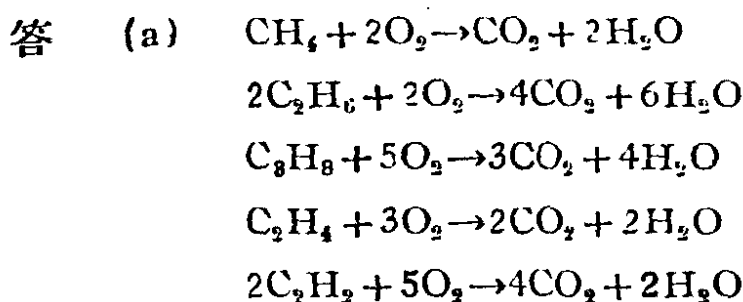
- (7) 丙烷及磯精之沸點相差僅數度，在機械清涼法 (Mechanical refrigeration)，能以丙烷代替磯精否，試討論之。

答 丙烷之沸點雖與磯精相差僅數度 (NH_3 , -33.35°C , C_3H_8 , -44.5°C)，在機械清涼法中，以烷代替 NH_3 固屬非不可能然其氣化熱 (Heat of vaporization) 較 NH_3 太小 (NH_3 在 10°C 時，爲 293.1 cal ，而 C_3H_8 在 20°C 時，僅爲 83.4 cal)。不甚合用也。

算 題

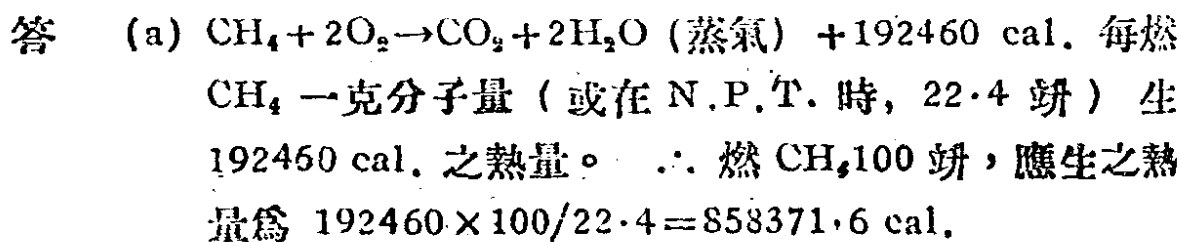
- (1) (a) 書出下列各碳氫化物在燃燒時，所起之反應方程式；
 甲烷，乙烷，丙烷，乙烷，乙烯及乙炔， (b) 參考此種
 方程式，說明燃燒此類化合物每種 10 蚘所需氧之蚘數。

(c) 並說明每種燃燒後所生之二氧化碳之蚘數。



- (b) 燃燒 10 蚘之 CH_4 需氧氣 $2 \times 10 = 20$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_6 需氧氣 $7 \times 10 \div 2 = 35$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_3H_8 需氧氣 $5 \times 10 = 50$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_4 需氧氣 $3 \times 10 = 30$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_2 需氧氣 $5 \times 10 \div 2 = 25$ 蚘。
 (c) 燃燒 10 蚘之 CH_4 生成 CO_2 10 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_6 生成 CO_2 $2 \times 10 = 20$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_3H_8 生成 CO_2 $3 \times 10 = 30$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_4 生成 CO_2 $2 \times 10 = 20$ 蚘。
 燃燒 10 蚘之 C_2H_2 生成 CO_2 $2 \times 10 = 20$ 蚘。

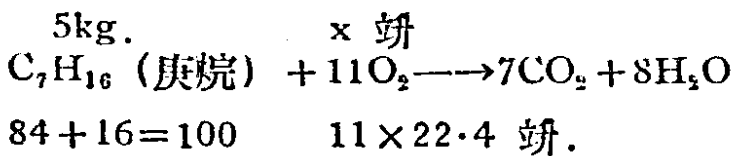
- (2) 燃燒 (a) 100 蚘之甲烷所放之熱若干？ (b) 100 蚘之
 乙炔放熱若干？ (c) 100 蚘之氫放熱若干？



(b) $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (蒸氣) + 2×302330 cal.
 每燃燒 C_2H_2 二克分子量 (或在 N.P.T. 時 22.4 蚘) 生 2×302330 cal. 之熱量。 \therefore 燃 C_2H_2 100 蚘應生之熱量為 $302330 \times 100 / 22.4 = 1348391.8$ cal.

(c) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (蒸氣) + 2×58700 cal.
 每燃燒 H_2 2 克分子量 (或在 N.P.T. 時 22.4 蚘) 生 2×58700 cal 之熱量。 \therefore 燃 H_2 100 蚘應生之熱量為 $58700 \times 100 / 22.4 = 261802$ cal.

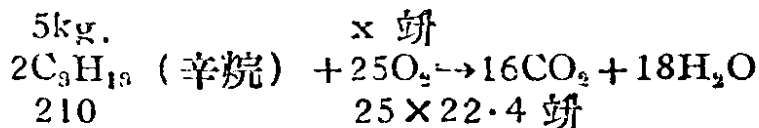
(3) 假定某種汽油含等重之庚烷及辛烷，以此種汽油 10 尅，供給充足之氧使完全燃燒，問在標準狀況時，所需空氣之體積若干？



$$100 : 246.4 = 5000\text{g} : x, x = 12340 \text{ 蚘.}$$

即燃燒此種汽油 5Kg. 需氧氣 12340 蚘。

$$\therefore \text{需空氣之體積應爲 } 12340 \div \frac{21}{100} = 58800 \text{ 蚘.}$$



$$210 : 560 = 5000\text{g} : x \text{ 蚘}, x = 12280 \text{ 蚘}$$

即燃燒此種汽油 5Kg. 需氧氣 12280 蚘。

$$\therefore \text{需空氣之體積爲 } 12280 \div \frac{21}{100} = 58400 \text{ 蚘.}$$

第 三 十 章

問 題

- (1) (a) 比較各種氣體燃料之組成。 (b) 氣體燃料最需要之成分為何？

答 (a) 各氣體燃料之組成，如下列表：

	Ohio 天然燃氣	煤氣	水煤氣	加料水煤氣	發生爐煤氣
H ₂	0.0	41.3	52.88	37.96	10.90
CH ₄	89.5	43.6	2.16	7.09	
C ₆ H ₆ (炔).....	9.3			2.01	
C ₂ H ₂ +C ₂ H ₄	0.3	3.9		9.40	0.60
CO	0.4	6.4	36.80	32.25	20.10
CO ₂	0.3	2.0	3.47	4.73	8.50
N ₂	0.2	1.2	4.69	3.96	59.90
O ₂	0.0	0.3		0.60	
其他碳氫化物.....	0.0	1.5		1.80	

(b) 氣體燃料中最需要之成分，可為燃之氣體燃燒時又為放熱反應，故可利用之為熱，光及功率 (Power) 之來源，此可燃之氣體，大平均為碳，氫或碳氫之化合物。

- (2) 在硬木 (Hard wood) 及瀝青煤之破壞蒸餾中，其所成之產物及所用之方法，試比較之。

答 硬木之破壞蒸餾其主要生成物為木炭，則製木炭之法即木材之破壞蒸餾也。如本書第九章所論製木炭之新法是。所

成之產物除木炭而外，尚有一種副產物，係液體，名焦木酸 (Pyroligneous acid)，此種副產物，經蒸餾後，可得甲醇 (Methane) 醋酸，及丙酮 (Acetone) 等重要產物。

瀝青煤之破壞蒸餾，其主要生成物為煤氣，則製煤氣之法，即瀝青煤之破壞蒸餾也，如本書本章所舉製煤氣之法是。所成之產物，除煤氣之外，尚有焦炭 (Coke)，煤焦油 (Cool tar)，鹵精液 (Ammonical liquor) 等重要副產物。

(3) 試討論可影響于火焰光度之各種原因。

答 火焰之光度大小，與下列各點有關。

(1) 火焰熱度之關係，燃燒之前，先使燃燒之物質(氣體)之溫度增高，則火焰光度較大。如以煤氣先熱之而後燃燒則所發之光亮增強，若以氣體或火焰本身冷却之，(以大塊之冷金屬或銅係繞成之疏鬆螺形圈置於有光之火焰上)，光度立即變弱。(2) 火焰濃度之關係，氣體之濃度增加則光度較強，故施壓力，即使光度增加之法。如受壓力之氫在受壓力之氧中燃之，能成有光之火焰。反之，以不助燃之氣體(如 CO_2 , N_2 等)稀釋之，則光度大減。(又燃燭于高山，較在平地燒時，光焰較弱，其理同)。(3) 火燄中固體質點之關係，凡火焰中如有固體質點，則光度增強，氫氧吹管焰射于石灰上，生極強白光，普通煤氣燈不及紗罩煤氣燈之光亮，均因有無固體質點之關係也。

(4) 試舉以上所述各種發生高溫度之方法。

答 本章所述各種發生高溫度方法有二，如下：

(a) 電爐 (Electric Furnace)。晚近，需要極高溫度，多利用電爐，即 3500°C 之溫度，不難求得普通爐式有二。(i) 電弧爐 (Arc Furnace), (Fig 185), 以二

電棒爲兩極所成之電弧，爲熱之來源，將欲加熱之物質，放入石墨坩鍋中，置電弧之下。(ii) 電阻爐 (Resistance Furnace)，其原理係因電流通爐中，因阻力關係而生之熱。(Fig 186)，此種電爐之溫度，可以任意調節，甚爲便利。

(b) 氫原子吹管。此管爲氫氧吹管之變態，係 Langmuir 氏所發明，氫從小銅管連續通過鎢質電極間所成之電弧，解離爲原子。當此氫原子從電弧發出時，燃成火焰，復爲分子，此火焰再爲燃于氧中之氫分子之外焰所包圍，結果火焰之溫度達 6000°C ，爲所知火焰之最熱者。

(c) 氫氧吹管 (Oxyhydrogen blowpipe) 及氧炔吹管 (Oxyacetylene blowpipe)，前者可得 2000°C 之溫度，後者可得 2700°C 之溫度。

(5) 瀝青煤及無煙煤，燃燒時所起之變化，試按常例分別討論之。

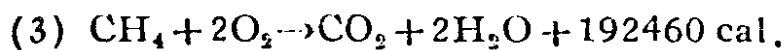
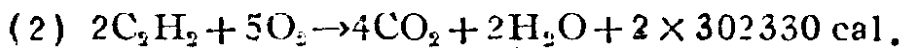
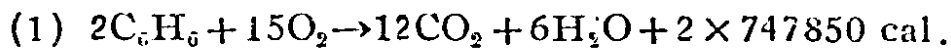
答 凡煤燃燒後，生成物大部分爲 CO_2 ，因煤中所含大部分爲碳也，但煤之種類之不同，含碳多寡亦不同，如瀝青煤含碳雖爲 78.03% ，但 $30-35\%$ 爲揮發物，故燃燒時，放出多量氣體，而便于製造煤氣，無煙煤，含碳爲 82.04% ，但揮發物僅佔 $5-8\%$ ，故燃燒時，不生多量氣體，不便于製煤但能供給高溫。至二種煤中，均含微量之氫，氧，氮，硫，及灰分，因之燃燒時有 $\text{SO}_2, \text{H}_2\text{O}$ 生出，燒後剩有不燃性物質即灰分也。

算 題

(1) 試以各種氣體燃料之主要成分之燃燒熱 (Heat of combu-

stion) (參看附錄之表) 爲準，而將此等氣體，按其燃燒值 (Fuel value) 之大概次序排列之。

答 各種氣體燃料之主要成分爲 C_6H_6 , C_2H_2 , CH_4 , CO , 及 H_2 , 茲按其燃燒熱之大小如下, (均按生成之 H_2O 爲氣態)。



∴ Ohio 自然煤氣 (約含 CH_4 9/10, C_6H_6 1/10) 之燃燒值爲 $192460 \times 9/10 + 749850 \times 1/10 = 248119 \text{ cal.}$

∴ 煤氣 (約含 H_2 4.5/10, CH_4 4.5/10, CO 1/10) 之燃燒值爲 $58700 \times 4.5/10 + 192460 \times 4.5/10 + 67700 \times 1/10 = 899255 \text{ cal.}$

水煤氣 (約含 H_2 5/10, CO 4/10,) 之燃燒值爲 $58700 \times 5/10 + 67700 \times 4/10 = 56430 \text{ cal.}$

富益水煤氣 (約含 H_2 4/10, CH_4 1/10, C_2H_2 , 1/10, CO , 4/10), 之燃燒值爲 $58700 \times 4/10 + 192460 \times 1/10 + 302330 \times 1/10 + 67700 \times 4/10 = 100039 \text{ cal.}$

發生爐煤 (約含 H_2 1/10, CO 2/10) 之燃燒值爲 $58700 \times 1/10 + 67700 \times 2/10 = 19410 \text{ cal.}$

就以上五種氣體燃料其發生值多少次序如下。

(1) 煤氣, (2) 天然煤氣, (3) 富益煤氣, (4) 水煤氣, (5) 發生爐煤氣。

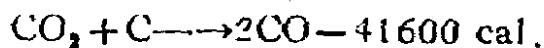
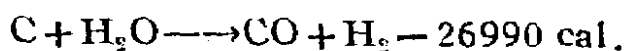
(2) 設每 1000 立方呎之煤氣及自然煤氣同價, 以用何者生熱較爲經濟?

答 因煤氣之燃燒值較大於自然煤氣, (煤氣之燃燒值爲

899255, 而自然煤氣之燃燒值為 248199, 見上題答案), 故以用煤氣較為經濟。

- (3) (a) 在水煤氣製造中, 汝認為應起之反應之方程式, 試書出之, (b) 所書之方程式, 是否足以說明該氣體之組成否 (P 451).

答 (a) 水煤氣之製造, 係以熱水蒸氣通過極熱之無烟煤或焦炭, 其反應如下。



(b) 故水煤氣之主要成分, 即為 CO 及 H₂, 原文書上 P 451 頁之表, 水煤氣之組成為, 氫 52.88%, 一氧化碳, 36.80% (此外 CH₄ 2.16%, CO₂ 3.47%, N₂ 4.69%) 可資證明, 所以含有少量之氮者, 蓋因工業上製造此氣時燃料置于爐中, 第一步先用強壓空氣燃燒之, 故水蒸氣通入時, 爐中存有氮也。

- (4) 今有 12 × 10 × 9 呎之室, 其中之火爐每小時燃燒天然燃氣 8 立方呎, 其火焰偶熄而未燃之氣體仍繼續逃入屋中, 設該氣體為純甲烷, 屋中並無通風處, 試計算在室中生成爆炸混合物之前, 該氣體繼續逃入所經過之時間。

答 屋之容積為 12 × 10 × 9 = 1080 立方呎。

CH₄ 與空氣相混, 成含有 CH₄ 5.5% 之混合物 (爆炸最低限制) 即可爆炸, 故容積為 1080 立方呎之室中, 如有 1080 × 5.5% = 59.40 立方呎, 即可爆炸, 但 CH₄ 逃入室中每小時為 8 立方呎, 故成爆炸混合物之前, CH₄ 繼續逃入所經之時間為 59.4 ÷ 8 = 7.425 小時。

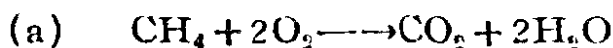
- (5) 某室以一輕便火爐燃之, 該爐每小時需費甲烷 5 立方呎, 室中無驅除燃燒生成物之法, (a) 問此種爐若繼續燃燒

5 小時，則逃入室中之 CO_2 重若干？ (b) 若在 20°C 及 740 m.m. 壓力時量之，其所佔之體積若干？ (英制及米達制，可參看附錄)。

答 室中火爐每小時消耗 5 立方呎之 CH_4 。

$$\text{即 } 5 \times 28320 = 141600 \text{ c.c.}$$

而繼續燃燒 5 小時，需消耗 $141600 \times 5 = 708000 \text{ c.c.} = 708$ 呎



$$22.4 \text{ 呎} \quad 44\text{g}$$

$$22.4 : 44\text{g} = 708 : x, \quad x = 1390.7\text{g.} (\text{CO}_2)$$

(b) 在標準狀況 1390.7g 之 CO_2 之體積應為

$$1390.7 \div 1.9768 = 703.5 \text{ 呎。}$$

703.5 呎之 CO_2 在 20°C ，及 740 m.m. 時所佔體積計算如下：

$$V_s = \frac{273 \times V \times P}{760 \times T}, \text{ 代入上式 } 703.5 = \frac{273 \times V \times 740}{760 \times (273 + 20)}$$

$$\therefore V = \frac{703.5 \times 760 \times 293}{73 \times 740} = 787.9 \text{ 呎 (約)}$$

第三十一章

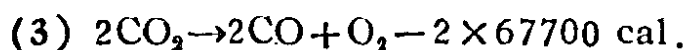
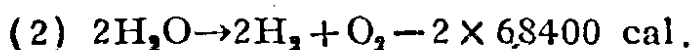
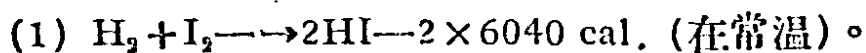
問題

(a) 試述吸熱與收熱化合物之區別。 (b) 並將以前所述之吸熱化合物舉例以明之。

答 (a) 凡反應舉行時，須由外部吸入熱量者謂之吸熱反應，由吸熱反應生成之化合物，謂之吸熱化合物，凡反應

舉行時，有熱量放出者，謂之放熱反應，由放熱反應生成之化合物謂之放熱化合物。

(b) 以前所述之吸熱化合物，擇舉數例如下：



就 (1) 言之，即每 1 分子 HI 生成須吸收 6040 cal. 之熱量，HI 即一種吸熱化合物，餘類推。

(2) 解釋下列各名詞之意義，並各舉一例說明之。

(a) 分解熱， (b) 生成熱， (c) 燃燒熱， (d) 熱值，
(e) 溶液熱。

- 答 (a) 分解熱 (Heat of Decomposition) 每克分子量之某化合物分解時，所需或所放之熱量，謂之某化合物之分解熱，如 $\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{C} + \text{H}_2 + 53880 \text{ cal.}$ 即一克分子之 C_2H_2 分解時放 53880 cal. 之熱量。
- (b) 合成熱 (Heat of Formation)，每克分子量之某化合物合成時，所需或所放之熱量，謂之某化合物之合成熱，如 $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 94800 \text{ cal.}$ 即每合成一克分子之 CO_2 ，放出 94800 cal 之熱量。
- (c) 燃燒熱 (Heat of combustion)，每克分子量之某化合物 (燃料) 燃燒後所放出之熱量謂之燃燒熱，如 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 192460 \text{ cal.}$ 即一克分子量之 CH_4 燃燒後生 192460 cal. 之熱量。
- (d) 熱值 (Calorific value)，每克之燃料燃燒後，所發生之熱量，謂之該燃料之熱值，如一克之乾木材其熱值約為 3800—4000 cal.
- (e) 溶液熱 (Heat of Solution)，凡一克固體溶解成稀溶

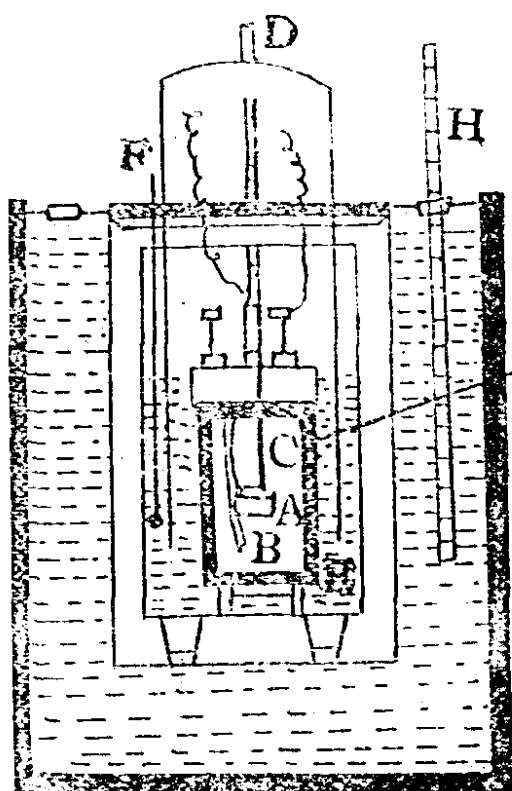
液時，所吸收或放出之熱量謂之溶解熱，如 NaCl 之溶液熱為 97700 cal. (見 Getman 之 Outlines of theoretical Chemistry).

(3) 乙炔 (Acetylene) 在常溫即能爆炸，但當碳氫直接合成乙炔時，需極高之溫度，但並不發生爆炸，試解釋之。

答 乙炔在空氣中之混合量為 2.53—73% 之間，於普通溫度即生爆炸，但當碳氫直接化合時， $2C + H_2 \rightarrow C_2H_2 - 53880$ cal. 乙炔為吸熱化合物，故當合成時，需吸收極大之熱量作為其合成熱而不爆炸矣。

(4) 試繪一簡明圖表明彈狀熱量計 (Bomb Calorimeter) 之各主要部分，並說明如何用以測定反應熱 (Heat of Reaction).

答



圖之說明，A 匙(內盛樣品) B.通氧氣管， C.易融之金屬絲， D.攪拌器， E.盛水器(吸收發生之熱量)， F.溫度計， G.盛水器，與內部隔以真空，以阻內外熱量的傳導， H.溫度計，(測各部溫度有無變遷)。

用法，(1)將某燃料之樣品置入 A,由 B 通入氧氣，然後通電流，則 C 熔融落于樣品上，而起燃燒。(2)燃燒所生之熱量由鋼殼傳至于 E 之水中，再以 D 攪拌使

水器內水之溫度平均升高，而以 F 溫度計測之，

(3) 由全部水(圍繞鍋殼之水)所升高之溫度數，及所取用某燃料之樣品之重量以計算 1 克某燃料所生之熱值。

(5) 舉出無烟煤烟之熱值(P462)。(b)無烟煤每噸 \$12.00, 烟煤每噸僅 \$7.00, 而吾人每喜用無烟煤，何故？

答 (a) 無烟煤之熱值約為 7300 cal. 而烟煤之熱值為 8300 或 8700 cal.

(b) 就熱值及價格論，煙煤均較為佳，但烟之揮發物質太多不適于家庭之應用也。

(6) (a) 某化合物之生成熱是否與起反應時之溫度有關係，

(b) 試以碘化氫及乙炔為例以說明之。

答 (a) 化合物之生成熱，往往因起反應時溫度之不同而異

(b) 就碘化氫論之，在常溫其生成熱如下式：

$H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI - 2 \times 6040 \text{ cal.}$ 在 500°C 時，其生成熱如下式； $H_2 + I_2 \longrightarrow 2HI + 2 \times 4400 \text{ cal.}$ 就乙炔論之，在常溫及高溫其生成熱亦不能相同。(如已知某化合物在某溫度之生成熱可以計算法算出其在另一溫度之生成熱，茲不贅述)

(7) 試述過氧化氫及臭氧在高溫度抑在低溫度較為安定？

答 過氧化氫及臭氧均為吸熱化合物，根據 Lechatetier 原理，吸熱化合物當溫度高時較溫度低時，易于分解，故在低溫度較為安定。

(8) 甲烷燃燒時，其反應式為：——



試說明其燃燒熱在二式中，何以不同？

答 觀上二式，水為蒸氣狀態時，熱量放出 192460 cal. 而水

爲液態時，熱量放出爲 213800 cal. 二者相差 21340cal. 是蓋因水蒸氣凝爲液體時，每一克分子量應放出 583cal. 今二分子凝成液體，應放出 $2 \times 18 \times 583 = 20988$ cal. (與 21340 近似)，故熱量放出有上二式之差。

算 題

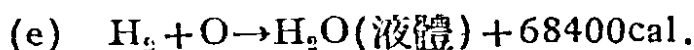
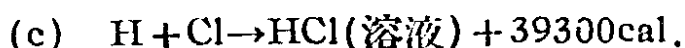
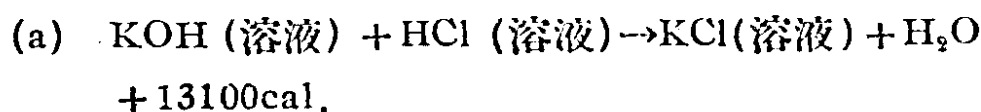
- (1) 某工廠欲購熱值爲 8000 cal. 之煤，今取某種煤 1.5g 在熱量計中，用純氧燃燒後，結果使 2600g 之水，升高 1.8°C 試求此種煤之熱值。

答 2600g 之水升高 1.8°C 應需之熱量爲

$$2600 \times 1.8 = 4680 \text{ cal}$$

$$\therefore \text{此種煤之熱值爲 } 4680 \div 1.5 = 3120 \text{ cal.}$$

- (2) 由下列各式計算氯化鉀之生成熱：——



提示，(1) (b), (c), (d), (e) 四式中之反應熱及溶液熱代入(a). (2)算出氯化鉀之合成熱及其溶液熱之和。(3)由所得總共之熱量將氯化鉀之溶液熱減去即得，

答 氯化鉀之合成熱 + 溶液熱 = $x - 4400$

$$= 116500 + 39300 - 68400 - 13700$$

$$\therefore x = 116500 + 39300 - 68400 - 13700 + 4400$$

$$= 78100 \text{ cal.}$$

第三十二章

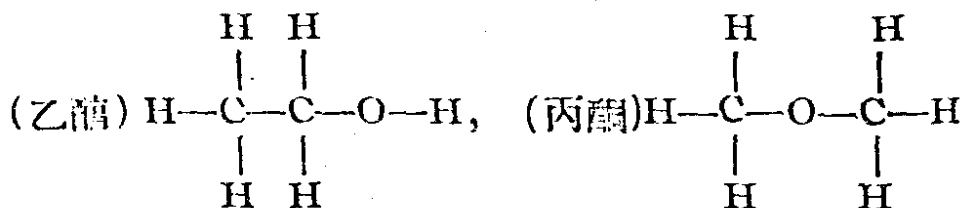
問 題

(1) (a) 試述碳水化合物與碳氫化合物之區別。(b) 醇類與醛類之區別，及(c) 同質異性化合物與重疊化合物。

答 (a) 有機化合物，由碳及氫所成之化合物謂之碳氫化合物。由碳，氫，氧三原質所成之化合物而其中氫氧二原質之比，為 2 : 1，(與水同)，謂之碳水化合物。

(b) 碳氫化合物之一個氫原子為一個氫氧根所替換，所成之化合物謂之醇 (alcohol)。其分子公式可書為 R.OH。如 CH_4 中之一個氫被一個氫氧根所替換，則生成 CH_3OH 。醇類氧化後，失去一部分氫，則成相當之醛類，其分子公式為 R.CHO。如 CH_3OH ，氧化失去一部分氫，則變為甲醛 (Formaldehyde) (CH_2O 或 HCHO)。

(c) 凡兩化合物之分子式相同，而性質互異者，謂之同質異性化合物 (Isomeric Compounds)。如乙醇 (Ethyl alcohol) 及丙酮 (acetone) 之分子式相同，均為 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。但性質決不相同，蓋其構造式不同也，(乙醇



凡一種化合物，在其沸點以上不遠之溫度時其分子式有時為其原來分子式之簡單倍數，謂之該化合物之重疊體

(Polymers) , 如 NO_2 與 N_2O_4 , HF , H_2F_2 , 及 H_3F_3 .

- (2) (a) 是否可以區別純蔗糖及純甜菜糖, (b) 及不純糖類之區別。

答 (a) 純蔗糖及純甜菜糖分子式均為 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, 化性完全相同, 故不能區別之。

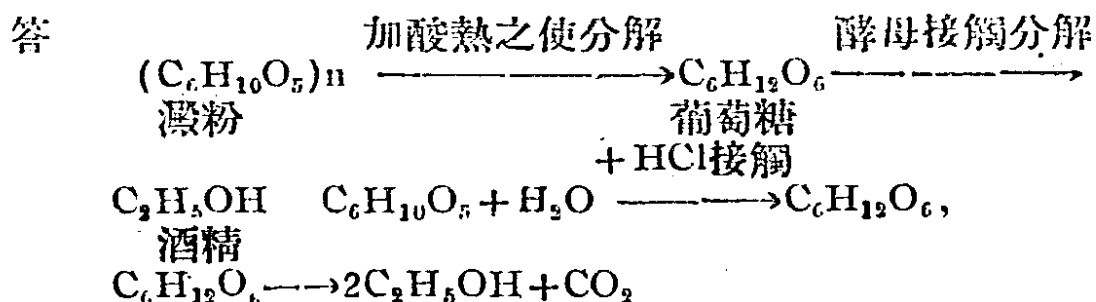
(b) 不純糖類, 以其色, 臭, 等, 可以區別之。

- (3) 試區別乳酸發酵及酒精發酵。

答 乳中含有乳糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) 約為 4%, 在適當之溫度因乳酸菌 (*Bacillus acidi Lactici*) 之作用, 遂使乳糖變為乳酸 ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$), 此作用謂之乳酸發酵, (Lactic fermentation)。
其反應式為 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

糖類在適當之溫度, 經酵母 (yeast) 之作用而發酵變為酒精及二氧化碳, 此種作用謂之酒精發酵, 其反應式為 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2$ (葡萄糖及麥芽糖最便于發酵)。

- (4) 寫出由澱粉 (Starch) 變為無水酒精之所有化學反應式。



- (5) 加入下列各物, 於適當之反應物中, 應各起何變化;

(a) 牛胃酵素 (rennin)? (b) 酵母素 (Zymase)? (c) 糖化酵素 (Diastase)?

答 (a) 牛胃酵素加于牛乳中, 則乾酪素 (Casein) 凝結而與牛乳分開, 故此變化可以利用製造乾酪 (Cheese)。

(b) 酵母菌于澱粉, 至適宜之溫度, 則生成 Zymase. 可

以使澱粉變為葡萄糖，更使變為酒精及二氧化碳。

(c) 以濕潤之麥粒保持于暖處，俟發芽後，乃加熱使其生機毀壞為止，當其發芽時，生成一物質，名曰糖化酵素，能使麥芽中之澱粉變為麥芽糖者即糖化酵素之作用也。

(6) 牛乳加適宜之防腐劑，極易保持其甜度，政府為何禁用此法？

答 凡食物加入防腐劑，雖食物不易腐敗，但有謂防腐劑，因防止有機物之生殖，必有害于消化。美國政府對於果凍，果醬等罐頭食物，允許加入安息酸鈉（煇甲酸鈉，Sodium benzoate）為防腐劑但須標明所用之量。牛乳為西人每日所必需之食物，若加入防腐劑以害消化，恐于衛生有碍。殆禁止之原因也。

(7) (a) 試區別下列各種糖；葡萄糖，蔗糖，楓糖及果糖。
(b) 其中最甜者為何種糖？

答 (a) 葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$ 右旋糖， 多含于葡萄漿中
 蔗 糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 多含于甘蔗及甜菜中
 楓 糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 不純之蔗糖，由楓樹得來
 菓 糖 $C_6H_{12}O_6$ 左旋糖， 多含于菓汁及蜂蜜中

葡萄糖。白色固體，融點 $148^{\circ}C$ ，可以溶于等量之水中。甜味頗弱，有還原性能（將 Fehling's solution 還原），發酵生酒精，有右旋性。

蔗 糖。無色結晶，融點 $186^{\circ}C$ ，溶于半量之水中，無還原性（不能將 Fehling's solution 還原）。不能直接發酵，水溶液加水及鹽酸熱至 $70^{\circ}C$ 則轉化為葡萄糖及菓糖。菓糖 為白色有潮解性之結晶，融點為 $95^{\circ}C$ 有還原性（能將 Fehling's Solution 還原），有左旋性。

楓糖 爲不純之蔗糖，以其特殊之香味以與其他糖類區別。

(b) 上列諸糖以菓糖爲最甜，蔗糖次之，葡萄糖最次。

- (8) 下列各物質均屬於何類化合物；(a) 乙炔 (Acetylene) ?
(b) 木精 (Methanol) ? (c) 纖維質 (Cellulose) ? (d)
駢烱 (Naphthalene) ?

答 (a) 乙炔屬於不飽和碳氫化合物，(C₂H₂)。

(b) 木精屬於醇類 (CH₃OH)。

(c) 纖維質屬於碳水化合物 (C₆H₁₀O₅)_n。

(d) 駢烱屬於芳香族之烱系化合物 (C₁₀H₈)。

- (9) 如何可以鑑別真絲，人造絲及棉？

答 真絲，有自然光澤，耐洗濯，易被鹼類侵蝕，係含氮之物質，燒之生惡臭。韌性強，顯微鏡下觀之爲管狀纖維。

人造絲，光澤勝于真絲，不耐洗濯，不爲鹼類侵蝕，係硝化纖維，燒時不生惡臭，韌性較弱。

棉，無光澤，耐洗濯，不畏鹼類侵蝕，易設酸類侵蝕，係碳水化合物。顯微鏡下觀之爲扁平狀纖維。

- (10) 寫出由木材製成無水酒精 (Absolute alcohol) 所包括之化學反應。

答 (1) 以木材(含纖維質 85%，其餘無機物質 15%)加酸除去其無機物質，得純纖維質。

(2) 纖維質溶于濃硫酸中，將所得之硫酸溶液加水稀釋而煮沸之，則成糊精 Dextrin (C₆H₁₀O₆)_n。

(3) 以糊精溶于水，加稀薄之酸共煮沸之，則變爲葡萄糖。

(5) 以酒精加氧化鈣，加熱，則酒精中之水大部分爲氧

化鈣所吸收 (成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$)，再將此混合物蒸餾之，至含水不及 1% 時即為無水酒精。

- (11) 試將已習過之化合物，商業上之製備時須利用接觸劑者，一一舉出之，

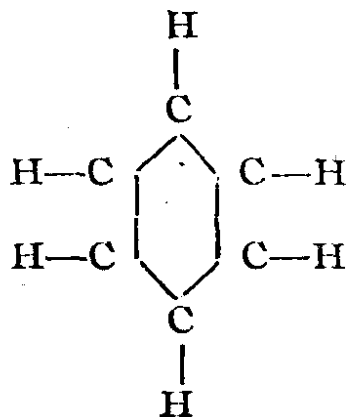
答 此種例子頗多，茲擇其率率大者舉出之：—

- (a) 接觸法製硫酸，用鉑粉為接觸劑。
- (b) Haber 法製氨精，用鐵粉，加鋁酸鉀為接觸劑。
- (c) 由氨精製硝酸，用鉑為接觸劑。
- (d) 合成法製甲醇 ($\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$)，以鋅及鉻之氧化物為接觸劑。
- (e) 由澱粉加稀鹽酸製葡萄糖，鹽酸係接觸劑。
- (f) Bosch 氏將 CO 及 H_2 之混合物加水蒸氣以製氫係以鐵之氧化物及少量鋁酸鉀為接觸劑。

- (12) 試比較烴質 (Benzene) 及本品 (Benzine) 之 (a) 性質，(b) 組織及 (c) 主要用途。

答 (a) 烴質為無色液體，沸點為 79.6°C ，僅為濃硝酸及苛性鹼所侵，有可燃性。(與硝酸反應後生硝基烴($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$)) 本品。為無色液體，易揮發，石油蒸餾時，沸點在 $120^\circ - 150^\circ\text{C}$ 之間所收集者。易燃燒有爆炸性。

(b) 烴質為輪狀化合物其分子式為 C_6H_6 ，其構造式為



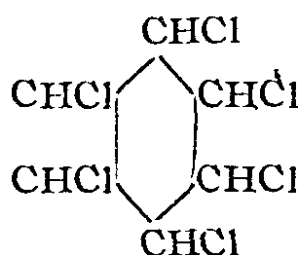
本品約為含飽和碳氫 $\text{C}_8\text{H}_{12} - \text{C}_9\text{H}_{18}$ 之混合物。

(c) 炲質。為良好有機物質溶劑，且為製炲磺染料之原料，本品。為油漆之溶劑，且為機械之燃料。

(13) 就炲質之構造式論，其與氯所成之加成化合物 (addition Compounds)，應有幾種？

答 就炲之構造式論，其與氯所成之加成化合物至多應達六個。

如圖

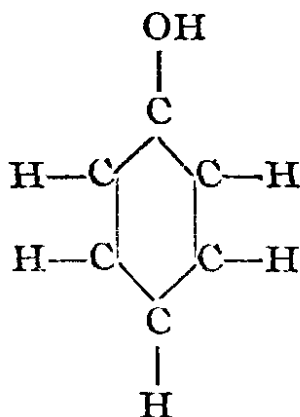


足以表明其分子中有三個雙帶 (double bond). 上式所表之化合物為六氯化炲 (Benzene hexach-

loride) 故炲與氯所成加成化合物，就理論言之，可達六種 (C_6H_5Cl , $C_6H_4Cl_2$, $C_6H_3Cl_3$, $C_6H_2Cl_4$, C_6HCl_5 及 $C_6H_6Cl_6$ 等) 但事實上僅 $C_6H_6Cl_6$, $C_6H_4Cl_4$, $C_6H_2Cl_2$ 為可能。

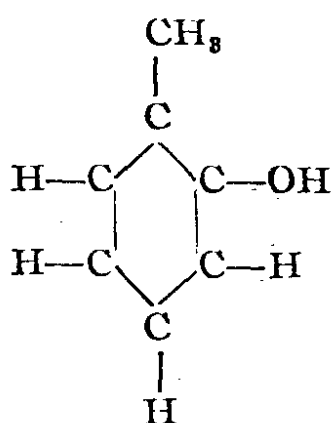
(14) 炲醇及甲炲醇均屬於何類化合物？

答 炲醇 (Phenol) 之分子式為 C_6H_5OH ，其構造式為：



係炲質中之一氫為一 OH 根所置換。其形式如非芳酸族之醇，故名炲。

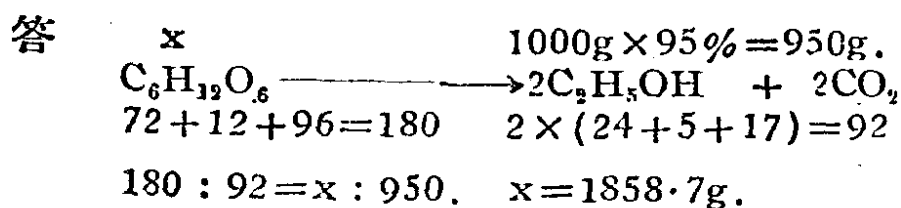
甲炲醇 (Cresol) 之分子式為 C_7H_7OH ，其構造式為



亦係烴質之一氫被 CH_3 根所置換，另一氫被 OH 根置換。其形式亦如非芳香族之醇，並係由甲烴中之一氫被 OH 根置換而得，故名甲烴醇。烴醇及甲烴醇均是烴質之誘導體。

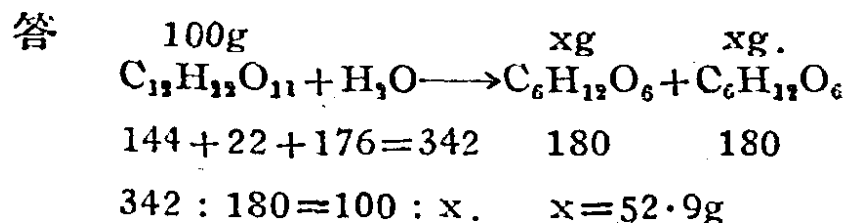
算 題

- (1) 設 95% 之葡萄糖轉化為酒精問如製含 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 95% 之酒精一尅，問需右旋糖 (Dextrose) 若干重？



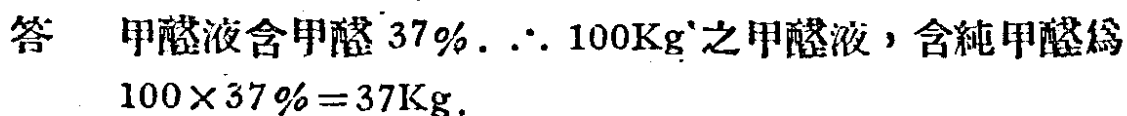
今所用之葡萄之純度為 95% ，則需此種葡萄糖之重為
 $1858.7 \div 95\% = 1958.6\text{g}$.

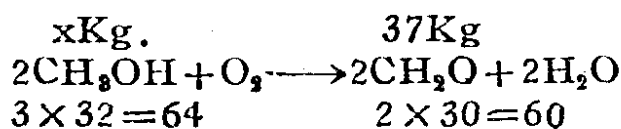
- (2) 100 克之蔗糖加水及鹽酸可以轉化為葡萄糖及菓糖各若干克？



所生之葡萄糖及菓糖均為 52.9g.

- (3) 欲製 100 尅之甲醛液 (Formalin) ，需純甲醇若干？



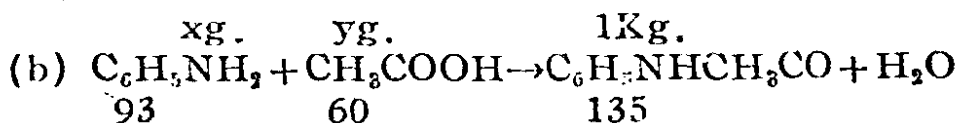


$$64 : 60 = x : 37, \quad x = 39\text{Kg. (CH}_3\text{OH)}$$

(4) 欲製 1 磅之乙醯亞氨基脞 (Acetanilide).

(a) 問需用何種原料？(b) 並計算每種原料之重量。

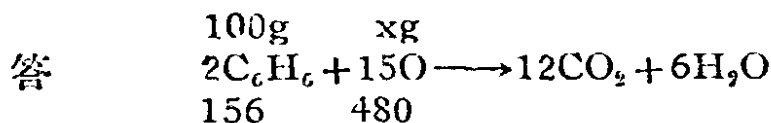
答 (a) 用醋酸 (Acetic acid) 及氨基脞 (Aniline).



$$93 : 135 = x : 1 \quad x = 0.6888\text{Kg} = 688.8\text{g.}$$

$$60 : 135 = y : 1, \quad y = 0.4444\text{Kg} = 444.4\text{g.}$$

(5) 烱質燃燒生 CO_2 及 H_2O , 問需若干重之空氣可使 100 克之烱質完全燃燒？



$$156 : 480 = 100 : x, \quad x = 308.9\text{g. (O}_2\text{)}$$

1 磅之空氣重 1.293g. 1 磅之氧氣重 1.429g.

$$\therefore 1 \text{ 磅之空氣中佔有之氧氣爲 } 1.429 \times \frac{21}{100} = 0.3\text{g.}$$

\therefore 燃燒 100g. 之 C_6H_6 應需空氣之重。

$$= \frac{308.9 \times 1.293}{0.3} = 1331.36\text{g. (空氣).}$$

第三十三章

問 題

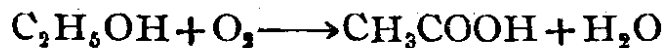
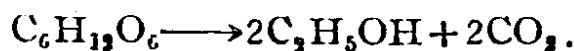
1. (a) 何謂有機酸 (b) 試以有機酸與礦酸如鹽酸及硫酸，比較之。

答 (a) 有機酸分含於有機物體中為游離狀或由有機物製成，故名。

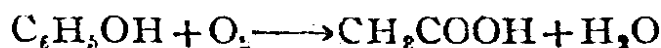
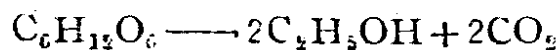
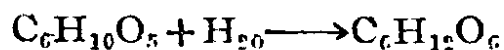
(b) 有機酸僅含C, H, O, 三元素每一系中其分子分均有一定之公差，其酸根為 COOH。礦酸，則所含之原素各不同，可分為含氧酸(如硫酸)及不含氧酸(如鹽酸)，但均以H為公共根，其酸性均比有機酸為強。

2. 寫出由下列各物製醋之化學反應：(a) 蘋果汁；(b) 澱粉；(c) 糖密；(d) 酒；(e) 酒精

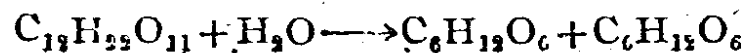
答 (a) 蘋果汁 (Cider) 中之糖 $\xrightarrow{\text{酸酵}}$ 強蘋果汁(含酒精4—8%)
 $\xrightarrow{\text{氧化}}$ 醋酸。

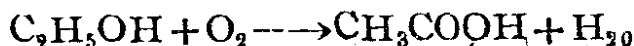


- (b) 澱粉 \longrightarrow 葡萄糖 \longrightarrow 酒精 \longrightarrow 醋。



- (c) 糖密 (molasses) \longrightarrow 葡萄糖 \longrightarrow 酒精 \longrightarrow 醋。





(d) 酒(含酒精) \longrightarrow 醋。 $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$

(e) 酒精 \longrightarrow 醋。 $C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow CH_3COOH + H_2O$

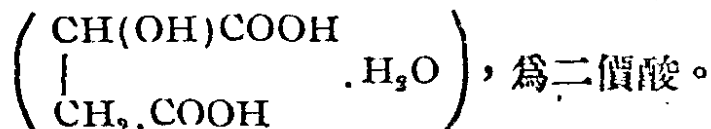
(3) 如何可以鑑別蘋果汁醋及蒸餾醋？

答 蒸餾醋無色，蒸餾之無殘渣。

蘋果汁醋，往往有色，蒸發後有殘渣。

(4) 舉出菓子中所含三種酸的名稱並指出其鹽基價數。

答 (a) 菓子中含有蘋果酸 $H_2.C_4H_4O_5.H_2O$,



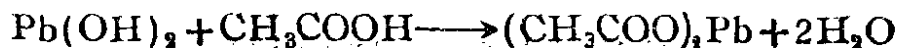
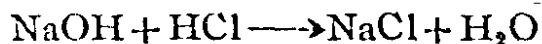
(b) 酒石酸, $H_2.C_4H_4O_6$. $\left(\begin{array}{c} CH(OH)COOH \\ | \\ CH(OH)COOH \end{array} \right)$ 爲二價酸。

(c) 檸檬酸, $H_3C_6H_5O_7$, $\left(\begin{array}{c} CH_2COOH \\ | \\ C(OH)COOH \\ | \\ CH_2COOH \end{array} \right)$, 爲三價酸。

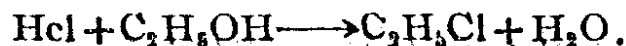
(5) (a) 區別鹽及醴, (b) 各舉一例, 並以方程式表示其製備法。

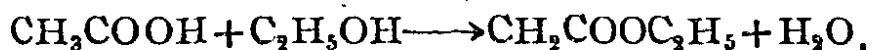
答 (a) 有機酸或礦酸之酸根爲金屬根置換所生之化合物謂之鹽, 醇類與有機酸或無機酸相中和, 生成之鹽, 謂醴。

(b) 鹽, 如氯化鈉, 醋酸鉛



醴, 如一氯乙烷(無機酸醴)及醋醫乙醴(有機酸醴)





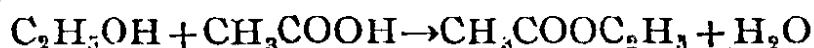
鹽與醴之性質大異，如下表

- (i) 鹽 成一定之結晶不易揮發。
醴 為無色液體或易熔之固體，易揮發於香味。
- (ii) 鹽 多溶于水，在溶液中電離。
醴 多不溶于水而為非電解質(有電離度弱者)。
- (iii) 鹽 少數起加水分解。
醴 悉起加水分解變為酸及醇。

(6) (a) 醇類是否有鹽基性？(b) 如有之，試歷舉其此種性質。

答 (a) 醇類之公式為 $\text{R}\cdot\text{OH}$ ，具有相當之鹽基性。(鹽基性不強)

(b) 如與酸類作用，則生醴及水，



(7) (a) 寫出乙硬脂酸醴 (Ethyl stearate) 及甘油酪酸醴 (Glyceryl butyrate) 之分子式。(b) 各屬於何類化合物。

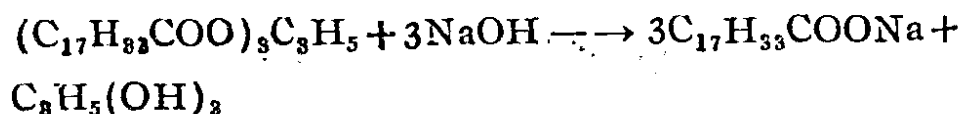
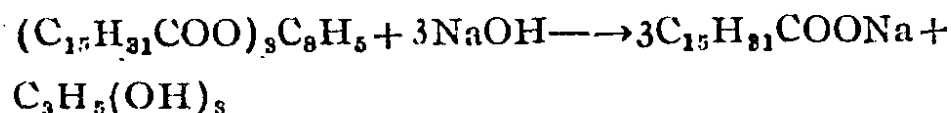
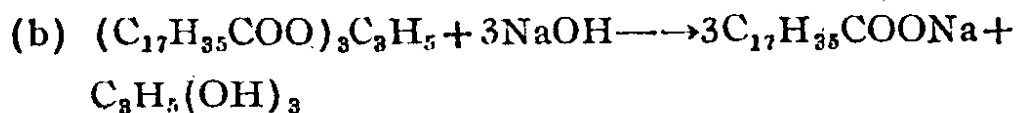
答 (a) 乙基硬脂酸醴。 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。

甘油酪酸醴。 $(\text{C}_3\text{H}_7\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5$ 。

(b) 均屬於有機醴類。

(8) (a) 何謂礆化？(b) 寫出製胰皂之反應式？

答 (a) 礆與脂油作用生成胰皂，謂之礆化 (Saponification)。



鈉胰皂為 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ ， $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa}$ ，及 $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COONa}$

之混合物。

- (9) (a) 硝酸甘油屬於何類化合物？(b) 設灑于地板上少許，如何可以阻止其爆炸？

答 (a) 硝酸甘油 $C_3H_5(NO_3)_3$ 為甘油（三價醇）與 HNO_3 中和後，所生成之無機酸類。

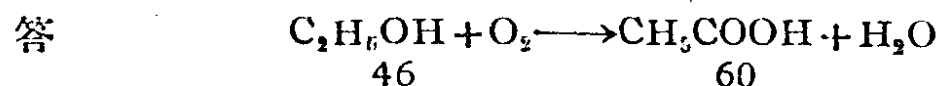
(b) 地板上灑以一種惰性物質如鋸末，澱粉硅藻土，則硝化甘油變為炸藥（Dynamite），則危險可以減少，而不至爆炸。

- (10) 食物之需要標準是否隨節季而變？試言其理。

答 吾人食物之需要標準可以說與節季之變遷有關，例如夏日身體中排泄之水分較多，故夏日飲水亦較多。寒日比較可以多食生熱量較多之食物。是其例也。

算 題

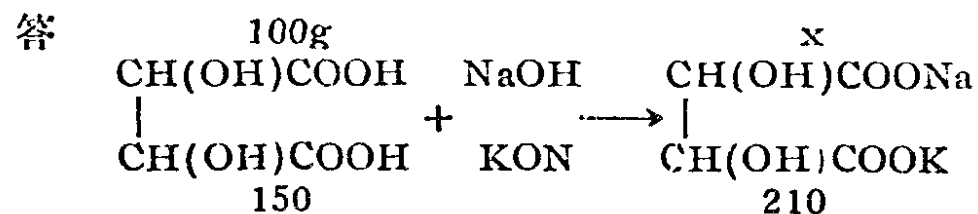
- (1) 設有90%之酒精溶液變為醋酸，試計算溶液中含酒精之重及變成醋酸之重之比。



$$46 : 60 = 90 : x, \quad x = 117.4$$

∴ 溶液中含酒精之重之比與變為醋酸後之重之比，應為 90 : 117.4.

- (2) 100g 酒石酸可製若瑟爾鹽 (Rochelle salt) 若干？



$$150 : 210 = 100 : x, \quad x = 175g \text{ (若瑟爾鹽)}$$

- (3) 設汝享靜室內之生活，而以肉，麵包，乳油，馬鈴薯及乳為食物，試將各物隨汝意配成適當之百分率，再按汝之生活狀況所需之熱量，計算每種應消耗若干？

答	百分數	重量	熱 量	
	肉	20%	356g	400000 Cal
	麵包	20%	152g	400000 Cal
	乳油	10%	28g	200000 Cal
	馬鈴薯	30%	720g	600000 Cal
	乳	20%	580g	400000 Cal
				合計二〇〇〇〇〇〇

第三十四章

問 題

- (1) 考查氮及氯之八角架圖，試推測此等原質在固態時為電之良導體否？

答 金屬之所以為電之良導體者，蓋因其八角架外圈上之價電子易于脫離也。(故金屬之原子價恒為正價)，氮氯二原質八角架外圈上有七電子而缺其一，普通常攝取其他原質上之一電子故為負一價，而脫離其七電子成正七價時極少，由此推測恐氮氯二原質為固體時亦非為電之良導體。

- (2) 設自然界之氧氣為量極少，則所產之金屬大何概當為狀？

答 設宇宙間之氧氣為量極少，則天產金屬為氧化物而存在

者絕少。

- (3) 以碳還原金屬氧化物時，因何而生 CO_2 ，因何而生 CO ？

答 以碳還原金屬氧化物時，生 CO_2 或 CO ，視其溫度之高低而定，在高溫時，則往往成 CO 。蓋在高溫時 (1000°C 以上) CO_2 可以被 C 還原為 CO 也。 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$ 。

- (4) 所有金屬應均能自其氧化物用碳使之還原，然有不能用此法者，(例如鋁)何故？

答 金屬氧化物均能用碳還原之，但金屬之能與碳化合成碳化物，則仍不能得純淨之金屬，故如鋁，錳等，均不能應用此法使其氧化物還原。

- (5) 當通電流於某金屬之鹽類之水溶液，有的金屬能成沉澱析出者，亦有不能者，試述其故。

答 凡被電解後，生出之金屬，如不與^水金屬起作用，則可利用電解法以製備之，如金，銀，及銅等均可用此法。生出之金屬與水起作用者(如鉀，鈉等)則不能用此法，而需將其鹽類熔化後再電解之。

- (6) 多種硫化物遇水則完全起加水分解，試舉出兩種方法以製此類之硫化物。

答 鹼族之金屬，其硫化物溶于水，而易起加水分解， Ca , Sr , Ba 及 Mg 之硫化物雖不溶于水，但在沸水中，起加水分解，生成酸式硫化物，即行溶解，故鹼族金屬及 Ca , Sr , Ba , Mg 之硫化物不能用沈澱法製備，其製備法如下。

(a) 中和法， $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(b) 還原法， $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{BaS} + 4\text{CO}$ 。

- (7) (a) 硫酸鹽與碳共同加熱應得何物？(b) 磷酸鹽與碳共同

加熱應得何物？(c) 此兩種鹽何者較易還原？試述其故。

- 答 (a) 硫酸鹽與碳共熱，應得硫化物，如 $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{BaS} + 4\text{CO}$ 。
- (b) 磷酸鹽與碳共熱，應得磷化物，如 $\text{FePO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{FeP} + 4\text{CO}$ 。
- (c) 兩種鹽類中，以硫酸鹽較易還原，因 BaS 較易合成（愛力大） FeP 中鐵與磷之愛力較小。又磷對氧愛力較硫對氧之愛力亦大，故硫酸鹽較易還原。

- (8) 試思製備下列各化合物，每種之方法：(a) 硫酸鋁 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)，(b) 硝酸銀 (AgNO_3)，(c) 硫化低鐵 (FeS)，(d) 硝酸鋅 ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$)，(e) 氯化高銅 (CuCl_2)。

- 答 (a) 溶三氫氧化鋁於稀硫酸中，（或溶鋁於稀硫酸）。
- $$2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- (b) 溶銀於硝酸中。 $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$
- (c) 鐵與硫黃共熱之。 $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ 。
- (d) 溶鋅於硝酸
- $$3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$$
- (e) 銅與氯直接化合。 $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$ 。
- 加鹽酸於銅之氧化物或碳酸鹽中。
- $$\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CuCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

- (9) (a) 氯化銀 (AgCl) 不溶於水及酸中，可以證明鹽酸之強度何如？(b) 如與硫酸共熱之，則氯化銀變為硫酸銀及鹽酸，此種反應表示何種意義？

- 答 (a) 氯化銀不溶於鹽酸，而溶於硝酸或熱硫酸，足以證明鹽酸強度較弱。
- (b) 如氯化銀與硫酸共熱則起下列反應，

$2\text{AgCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$. 即硫酸可以由鹽酸之鹽類中，製出鹽酸，因其沸點較鹽酸為高也。

- (10) 草酸鈣 (CaC_2O_4) 幾不溶於水。(a) 如以鈣鹽 CaCl_2 ，加以草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 時，生成沉澱極少。何故？(b) 若加氫氧化銻，則 CaC_2O_4 之沉澱自由而出，何故？

答 (a) 以 CaCl_2 加以 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，生成 CaC_2O_4 及 2HCl 。如 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{HCl}$ 。實際上草酸甚弱，生出 $\text{C}_2\text{O}_4^{--}$ 之離子太少。雖 Ca^{++} 甚多，而結果合成之 CaC_2O_4 絕少，蓋二者濃度之積永不能超過溶解度積數 K 之值也。

(b) 加入 NH_4OH 後可以中和上列反應所生之 HCl ，($\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$)，而使 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{HCl}$ 之反應多向 \rightarrow 方向進行。因之出生 CaC_2O_4 亦多，即發生沉澱矣。

算 題

- (1) 在 20°C 時氫氧化鈣之溶解度為每蚌溶 1.65 克。(a) 將此溶解度，用每蚌中之克分子數表之。(b) 假定其完全電離，試將每種離子之濃度以克離子濃度表之。

答 (a) 20°C 時， $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之溶解度為每蚌 1.65g。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之克分子量為 $40 + (17 \times 2) = 74\text{g}$ 則在 1000c.c. 中溶解 74g. 為 1 克分子。因在 1000c.c. 中溶解 1.65g 為 $\frac{1.65}{74}$ $= 0.022$ 克分子。

(b) 設 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全電離， $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{++} + \text{OH}^- + \text{OH}^-$ Ca^{++} 之克離子數為 0.022. OH^- 之克離子數為 $2 \times 0.022 = 0.044$.

- (2) 20°C 時硫酸鈣之溶解度為每坩溶 2.03 克，此飽和溶液之電離程度為 52.4%。(a) 求其每坩中之克分子濃度。(b) 計算每種離子及未電離之鹽之克分子濃度。(c) 計算溶解積數之值。(d) 計算平衡常數之值。

答 (a) 20°C 時， CaSO_4 之溶解度，為 2.03g/1000c.c. 此時，其濃度應為 $2.03 \div \text{CaSO}_4$ 之分子量 $= 2.03 \div 136 = 0.015$ 克分子。

(b) 此時電離度為 52.4%。∴ Ca^{++} 及 SO_4^{--} 之克離子濃度應為 $0.015 \times 52.4\% = 0.0079$ 克離子。∴ 未電離之鹽之克分子濃度 (Ca 及 SO_4) 應為 $0.015 \times (1 - \frac{52.4}{100}) = 0.0071$ 克分子。

(c) $K_s. p. = 0.015 \times 0.015 = 0.000225$.

(d) $\text{CaSO}_4 \rightleftharpoons \text{Ca}^{++} + \text{SO}_4^{--}$.

$$\text{即 } \frac{[\text{Ca}^{++}] \times [\text{SO}_4^{--}]}{[\text{CaSO}_4]} = K = \frac{[0.0079] \times [0.0079]}{[0.0071]}$$

$$= 0.0088.$$

第三十五章

問題

- (1) 由鋰之八角架圖，解釋鋰之密度為極小之故。

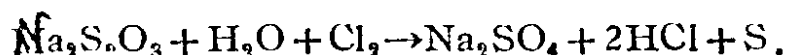
答 鋰之原子量 = 7，原子序數 = 3，因之鋰原子構造為含 7 質子(正電子)，4 約束電子，及 3 陪從電子。其原子量小，故密度亦極小。

- (2) 如何製備在潮濕氣候中不潮解之食鹽。

答 食鹽之純者，無潮解性，但含有 $MgCl_2$ ，則易潮解，倘將粗食鹽中之 $MgCl_2$ (熔點極低) 除去則可，除去之法，係用 Na_2CO_3 處理之。 $Na_2CO_3 + MgCl_2 \rightarrow MgCO_3 \downarrow + 2NaCl$ 。 $MgCO_3$ 不溶于水，可易與 $NaCl$ 分開。

(3) 次亞硫酸鈉(海波)，在漂白術中，用為除氯劑，試說明其吸氯之原因。

答 海波遇氯起反應如下式，故利用之為除氯劑。



(4) 從氯化鈉變為碳酸鈉至屬不易，因迫于需要，始得其法，試述其困難之點安在。

答 因 $NaCl$ 為強酸之鹽類，而碳酸則為弱酸。故以 $NaCl + H_2CO_3$ 不能製出 Na_2CO_3 。不若以 $NaCl + H_2SO_4$ 能製 Na_2SO_4 也，故以 $NaCl$ 製 Na_2CO_3 之工業上二種方法，均需經過幾步反應方可製得。

(5) 碳之價值較鉛為低，並為較好之還原劑，但從硝酸鈉製備亞硝酸鈉時，不用碳而用鉛，其故安在？

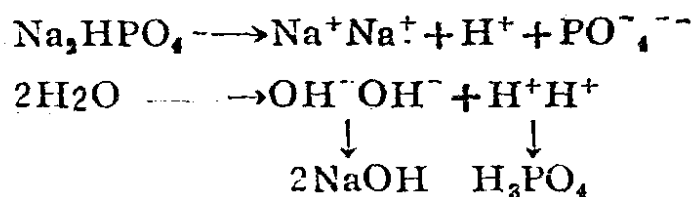
答 碳為強還原劑，硝酸鈉則為氧化劑，二者相遇恐起劇烈之反應，而生爆炸或燃燒之現象。故以較和緩之氧化劑(鉛)代替之。

(6) 何種鈉鹽對於石蕊呈鹽基性反應？(b) 何種呈中性反應？(c) 酸性鹽(酸式鹽)如 Na_2HPO_4 略呈鹽基性反應何故？

答 (a) 強鹽基與弱酸所成之鹽，其水溶液起加水分解後呈鹽基性反應。

(b) 強弱與弱鹽基所成之鹽，其水溶液起加水分解後，呈酸性反應。

(c) Na_2HPO_4 雖為酸性鹽，(按酸性鹽不一定顯酸性)但為弱酸與強鹽基所成，其水溶液起加水分解而呈鹽基性。



(7) 鉀鹽成較薄之層發見於厚鈉鹽之上者，何故？

答 因鈉鹽及鉀鹽恒同存於地面之下礦床鈉鹽較易溶解，鉀鹽溶解度較差，故多量鈉鹽含少量之鉀鹽時常成薄層存于鈉鹽之上。

(8) 鈉化合物之有潮解性者頗多，而鉀鹽有此性者則絕少，何故？

答 鈉鹽易于溶解，故鈉鹽有潮解性者多，鉀鹽較難溶于水，故其鹽類絕少有潮解性者。

(9) 原子序數為 85 之原素，試推測其性質若何？

答 參閱第 21 章問題第 (6) 之答案，按刻下此原質已經發明，為 Alabamine, Ab. 原子量為 221，原子價同氯(1, 3, 5, 7.)

(10) (a) 如何能由硫酸鉀製氯化鉀？(b) 如何能由氯化鉀製碘化鉀？

答 (a) 硫酸鉀溶液加氯化鉍溶液，即生硫酸鉍之沉澱及氯化鉀。 $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \longrightarrow \downarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$ 再用過濾法分析之。

(b) 同第 23 章，問題 7, (b) 之答案惟 NaCl 易以 KCl 即可。

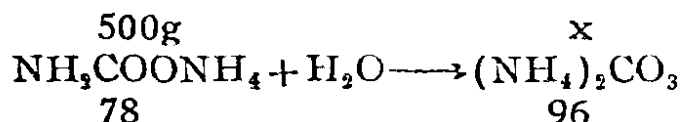
(11) 設氯酸鉀及氯酸鈉之每磅價值相等。且同易放出氧氣，二者孰為較經濟之化合物。

答 設氯酸鉀及氯酸鈉之價值相等，且同易放出氧氣，則用氯酸鈉較為經濟，因其克分子量較氯酸鉀為小也。

78。

Ammonium carbonate 之分子式爲 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，分子量爲96。

如購者購 500 克 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ，誤得氨基甲酸銨，如爲配 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液論，則購者實佔便宜。因下式

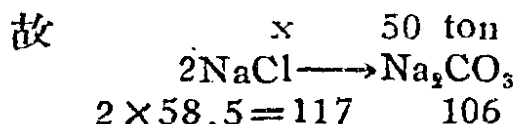


500g 之 $\text{NH}_2\text{COONH}_4$ 相當 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 之g數比 500g 爲多也。

$78 : 96 = 500 : x$, $x = 615.4 \text{ g}$. 即佔 $615.4 \div 500 = 123.08\%$ 之便宜也。

(5) 設所得成品之產額爲理論上之 90% 試計算每日產生蘇答灰 (Soda ash) 50 噸之工廠中，每日所消耗之氯化鈉。

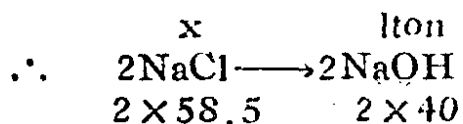
答 就 Solvay 及 Leblance 二氏之法均是每用二分子 NaCl 產生一分子之 Na_2CO_3 。



$106 : 117 = 50 : x$, $x = 55.2 \text{ ton}$ (NaCl) 但產額僅爲理論上之 90%。故需 NaCl 之量爲 $55.2 \div 90/100 = 61.3 \text{ ton}$

(6) 製氫氧化鈉 10 噸，需氯化鈉若干？

電解



$80 : 117 = 1 : x$, $x = 1.4625 \text{ ton}$ (NaOH)

第三十六章

- (1) 試舉簡單方法辨別下列每對之物質：(a) 碳酸鈉與碳酸鋇，(b) 石膏與土狀磷灰石；(c) 螢石與碳酸鋇礦；(d) 硝酸鋇與硝酸鉀，(e) 方解石與碳酸鋇礦。

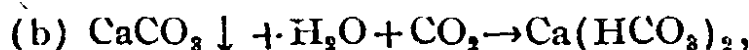
答 (a) 碳酸鈉易溶于水，碳酸鋇不溶，又用焰色試驗區別之，則碳酸鈉為黃色，而碳酸鋇為綠色
 (b) 石膏之水溶液加 BaCl_2 生 BaSO_4 之白色沉澱，土狀磷灰石，不溶于水而易溶于酸，(弱酸亦溶)，且可以鑑定磷酸根之法試之。(加鎂鹵合劑及 NH_4OH ，於磷酸化物即生 NH_4MgPO_4 之白色沈澱)
 (c) 螢石加濃硫酸生氟氫酸可刻玻璃，碳酸鋇之焰色為深紅。
 (d) 以焰色之不同區別之，硝酸鋇為綠色，硝酸鉀為紫色，方解石遇酸生 CO_2 ，碳酸鋇之焰色為綠色。

- (2) 書出金屬鈣與氮相作用之方程式。

答 $3\text{Ca} + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}_3\text{N}_2$.

- (3) (a) 如何能使碳酸鈣變為重碳酸鈣，及重碳酸鈣變為碳酸鈣，(b) 書出此兩種反應之方程式。

答 (a) CaCO_3 加於含 CO_2 之水中，則沉澱溶解，變為重碳酸鈣，若將重碳酸鈣之溶液加熱，則沉澱復生，即又變為碳酸鈣也。



- (4) (a) 二氧化碳既比空氣重何以從石灰窖頂逸出而不由底逸

出？ (b) 若由底逸出有何阻礙？

答 (a) 爐底通風，爐中有極大壓力之氣流，可以阻止 CO_2 之由爐底逸出。

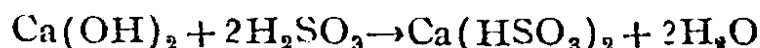
(b) 如 CO_2 從爐底逸出則在較低溫度反應 ($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$) 可以進行，否則溫度須增至 900°C ，反應方能前進。

(5) 以空氣消和之石灰處理酸性土壤有無效力？

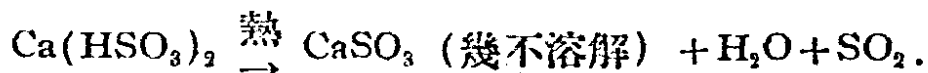
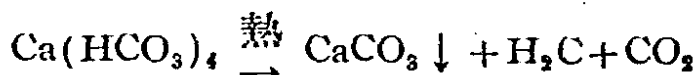
答 空氣中含 CO_2 ，故以空氣消和之石灰，則已變為不溶性之 CaCO_3 ，以之處理酸性土壤當無效力。

(6) (a) 書出製重碳酸鈣及重亞硫酸鈣之方程式。(b) 推測二者受熱時之分解作用相似否？何故？

答 (a) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,

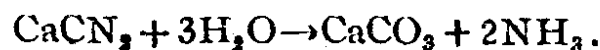
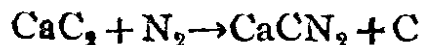


(b) 二者遇熱之分解作用，應為相似。

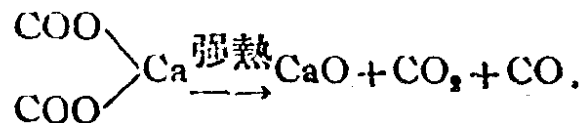
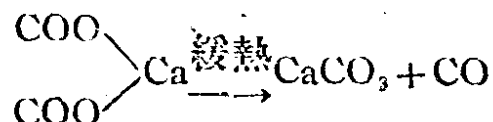


(7) 以碳精化質法製備碳精，其原料及副產品為何？

答 以碳精化質法製備碳精其原料為碳化鈣及氮氣，副產物為碳酸鈣。



(8) 草酸鈣和緩熱何物？強熱之得何物？



(9) 硫酸鋇於溶化之碳酸中溶解，而碳酸鋇則不溶。問溶化硫酸鋇及碳酸鋇之混合物時可得何種反應？

答 硫酸鋇溶于溶融之碳酸鈉中則起複分解作用而生碳酸鈉及硫酸鋇，如下式 $BaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 + Na_2SO_4$

(10) 硫酸可以硫酸加於。鹽之溶液而沉澱之，然同為不溶之草酸鋇 (BaC_2O_4) 不能藉草酸 ($H_2C_2O_4$) 之作用而沉澱之試述其故？

答 因硫酸為強酸，強酸與鹽類之複分解，在溶液中 H^+H^+ ， SO_4^{--} 及鋇鹽所成之兩種均多，而 $BaSO_4$ 之溶解度積數極小，故多量之 Ba^{++} 及 SO_4^{--} ，合成分子狀之 $BaSO_4$ 而沉澱，草酸為極弱之酸，草酸鹽之電離度雖大，而草酸所生之離子則極少，因而不能生成草酸鋇之沉澱，蓋 Ba^{++} 之濃度雖大而 $C_2O_4^{--}$ 之濃度則太小，永不能達到溶解度積數之值故不生沉澱也。

算 題

(1) (a) $15^\circ C$ 時 $CaCO_3$ (方解石) 之飽和溶液，其克分子濃度為若干？ (b) $15^\circ C$ 時，霰石 (Aragonite) 之飽和溶液，其克分子濃度為若干？ (c) 若收方解石及霰石二者之粉相混成之物潤濕而放置之，起何變化？ (d) 其變化迅速抑遲緩，何故？

答 (a) $CaCO_3$ 在 $15^\circ C$ 時之溶解度極小，1 蚡水中溶 13mg，故在 $15^\circ C$ 時 $CaCO_3$ 之飽和溶液之濃度僅為 $13mg \div 100g$ ($100000g$ $CaCO_3$ 之分子量) $= 0.00013$ 克分子。

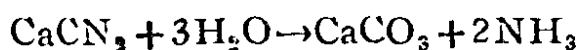
(b) 霰石在 $15^\circ C$ 時之溶解度則為 1 蚡水中溶 15mg，故此時霰石之飽和溶液之濃度為

$$15\text{mg} \div 100000\text{mg} = 0.00015 \text{ 克分子}$$

(c) 及 (d) 霰石為存于自然界之碳酸鈣，其晶體為斜方晶系，霰石加熱即成方解石。在常溫亦起變為方解石之變化，但作用極緩，故以方解石及霰石之粉末相混，濕潤而放置之，則霰石徐徐變為方解石。

- (2) (a) 從 1 克分子量之碳精化鈣可得碳精若干體積（在標準狀況下）？（算題時不用碳精一磅之重）(b) 從 100 克碳精化鈣可得若干體積？

答 (a) 80g, 100g. x 磅



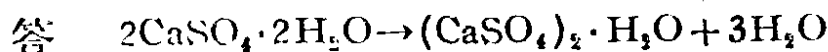
$$40 + 12 + 28 = 80 \qquad 2 \times 22.4 \text{ 磅}$$

$$80 : 2 \times 22.4 = 80 : x, \quad x = 14.8 \text{ 磅 (NH}_3\text{)}.$$

$$(b) 80 : 2 \times 22.4 = 100 : y, \quad y = 56.0 \text{ 磅 (NH}_3\text{)}.$$

- (3) 石膏一噸可製燒石膏若干磅？

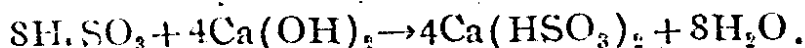
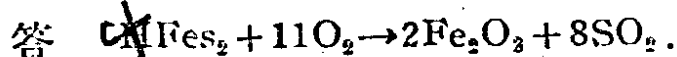
$$2000 \text{ lbs.} \qquad x \text{ lbs.}$$



$$2 \times 172 = 344 \quad 290.$$

$$344 : 290 = 2000 : x, \quad x = 1686 \text{ lb. (約)}$$

- (4) 某造紙廠利用黃鐵礦 (FeS_2) 充硫之來源以製酸性亞硫酸鈣。每日用酸性亞硫酸鈣 1000 磅，設黃鐵礦之純度為 99%，問每日需黃鐵礦若干？

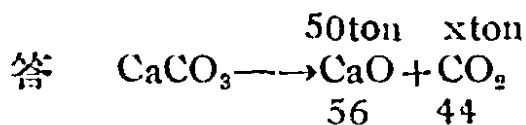


$$\begin{array}{ccc} x\text{Kg} & & 1000\text{Kg} \\ \therefore \text{FeS}_2 & \longrightarrow & \text{Ca(HSO}_3\text{)}_2 \\ 56 + 64 = 120 & & 40 + 162 = 202 \end{array}$$

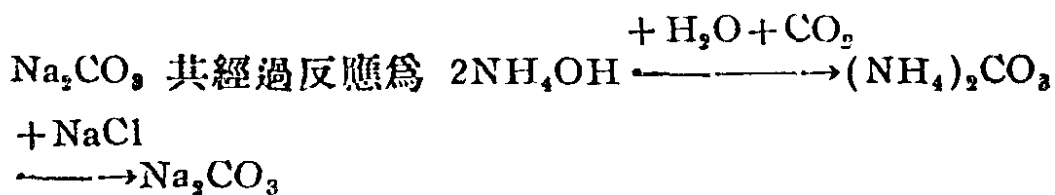
$$120 : 202 = x : 1000, \quad x = 594.1 \text{ Kg 約為需純粹 FeS}_2 \text{ 之量}$$

，如 FeS_2 之純度為 90%，則應需 $594.1 \div \frac{90}{100} = 660 \text{ Kg.}$ (90% 之 FeS_2)

- (5) 石灰窑日產石灰 50 噸，並將窑中之二氧化碳利用於 Solvay 氏法以製蘇打灰。問需氯化鈉若干噸？



$56 : 44 = 50 : x, \quad x = 39.3\text{ton}(\text{CO}_2)$ Solvay 氏法製



$\therefore 1 \text{ 分子 } \text{CO}_2 \text{ 相當 } 1 \text{ 分子 } \text{NaCl}$

$$\frac{44}{44} \quad \frac{58.5}{58.5}$$

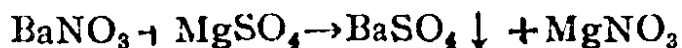
$44 : 58.5 = 39.3\text{ton} : x, \quad x = 52.25\text{ton}(\text{NaCl}).$

第三十七章

問題

- (1) 汝如何能由硫酸鎂製硝酸鎂？

答 以硫酸鎂溶液加硝酸鉍溶液生成硝酸鉍及硝酸鎂，硫酸鉍不溶于水極易與硝酸鎂分開如下式：



- (2) (a) 試述氧氯化物及鹽基式氯化物之區別？

(b) 書出鎂之此等化合物之分子式以解釋之。

答 (a) 鹽基式氯化物 (Basic chloride) 為鹽類起不完全之水解後之生成物，是鹽基式之鹽類。此種化合物，如蒸發其水溶液，使成濃液，則一部分 HCl 揮發，則成氧氯化物，(Oxy Chloride) 可視為氯化物及氧化物之混合體。
 (b) $Mg(OH)Cl$ (Magnesium basic chloride) $MgOCl$ (Magnesium oxychloride)，即其例也。

(3) 鎂之鹽基性碳酸鹽其最簡單者，分子式為何？

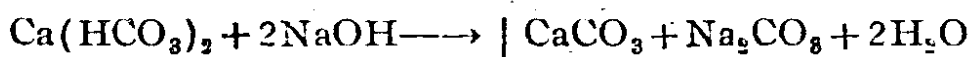
答 鎂之鹽基性碳酸鹽其最簡單者，分子式為 $Mg(CO_3)_2$ ， $Mg(OH)_2 \cdot 3H_2O$ 。名為水化碳酸鎂，(Magnesia alba)。

(4) 家庭中熱水供給係用銅製之蛇形管加熱。如何能得其鍋垢除去？

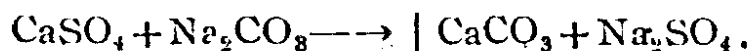
答 銅管中積存鍋垢，可用 Na_2CO_3 液沖洗之，或加熱煮之，則鍋垢可以漸漸除去而不至與銅起反應。

(5) 汝是否能試設計從普通水中除去成鍋垢之物質使之適用於汽鍋？

答 普通水中，假定其為永久硬性並為暫時硬性。則可加氫氧化鈉處理之，則兩種硬性均可除去。



此反應所生之 Na_2CO_3 。即可軟化永久硬水如



(6) 試將研究膠質時所用各名詞與以定義，將引用於橡皮之產生以說明之。

答 (a) 乳濁液 Emulsion, 由橡皮樹取出之橡皮汁即微小橡皮質點大部分分散於水所成之乳濁液。

(b) 保護膠質 (Protective Colloid), 橡皮之乳狀汁液含有少量之含氮物質，可以阻止橡皮質點之分出，即是一種保

護膠質。

(c) 膠質之凝結 (Coagulation)，如加醋酸於橡皮汁，則橡皮成白色麩狀而分出終至成爲沉澱，即起凝結作用也。

(d) 膠凍 (Jelly)。橡皮汁經過火烘，水分蒸發後，可得橡皮薄層，即膠凍之一例也。

(凡膠體物成薄膜，而不成微粒狀，此種薄膜可包裹液體於其內外部成固體狀態稱曰膠凍) (餘詳第二十七章問題答案)

(7) 此族之金屬中在其熔點及沸點相隔之間顯有規則否？

答 在族，Mg, Zn, Cd 各金屬其熔點及沸點如下表所列

	Mg.	Zn.	Cd.
熔點	651°	419.4°	320.9°
相差之度		231.6°	98.5°
沸點	1110°	907°	767°
相差之度		203°	140°

諸金屬之熔點及沸點相隔之間，無規則可尋。僅原子量大者，其熔點及沸點均較原子量小者爲低。

(8) 鋅既由蒸餾而得，何以其中仍含雜質甚多？

答 鋅之製法係以鋅礦變爲氧化物後再用碳置陶甌中還原之，所得之鋅因在甌中之溫度即能蒸發，故可利用蒸餾而收集之，如此製出之鋅含少量之氧化鋅 (尙未全行還原之故) 是不純之一個原因。

又鋅礦往往含微量之鎘砷等雜質變爲氧化物而還原後，其中之鎘砷等雜質並不能全除去，此其不純之又一個原因。故純鋅之製法，係用純鋅鹽電解並在低壓之下蒸餾之。

(9) 金屬如鋅在一種溫度易碎，而在較高溫度則有展性，能由結晶構造觀察之以尋其理否？

答 是概因鋅在較低溫度及較高溫度其分子組織不同之故，即

鋅之結晶構造因溫度之不同而異故當其從液狀凝固時，結晶完整，性脆硬，如熱之至 100° — 150° 之間，凝固之則成較粗糙狀之結晶，即性柔而顯展性，至 150° 以上凝固之，則又變脆矣。

- (10) 鎳之化合物及鋅之化合物就其結晶水而言，其相似至若何程度？

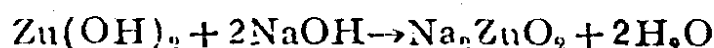
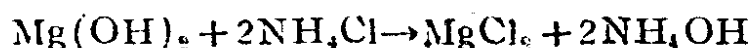
答 鋅之化合物； $ZnCl_2 \cdot 3H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$
 $Zn(NO_3)_2 \cdot (H_2O)$

鎳之化合物， $CdCl_2 \cdot 2H_2O$, $(CdSO_4)_3 \cdot 8H_2O$
 $Cd(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$

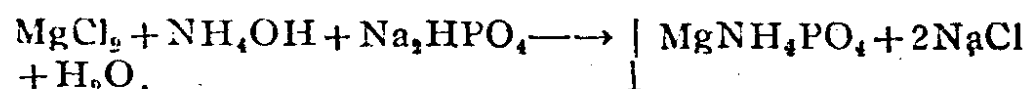
就鋅及鎳之氯化物，硫酸化物及硝酸化物，均含有結晶水，惟分子數不同。

- (11) (a) 如何區別氫氧化鎂及氫氧化鋅？ (b) Glanber 氏鹽及瀉鹽。

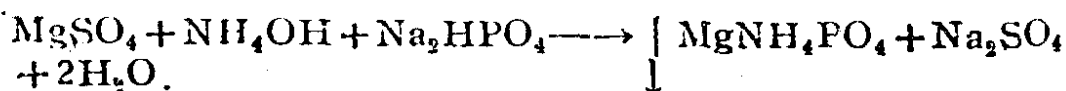
答 (a) 氫氧化鎂及氫氧化鋅均為白色，不溶於水。惟氫氧化鎂溶於鉍鹽(氯化鉍)，氫氧化鋅則否，但溶解於氫氧化鈉中



上式所得之氯化鎂加磷酸氫鈉 (Na_2HPO_4) 及氫氧化鉍，則生成磷酸鉍鎂 ($MgNH_4PO_4$) 之白色沉澱。



(Glanber 氏鹽為 Na_2SO_4 ，瀉鹽為 $MgSO_4 \cdot MgSO_4$ (溶液) 加 NH_4OH 及 Na_2HPO_4 生白色沉澱。而 Na_2SO_4 則否

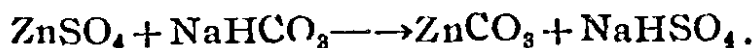
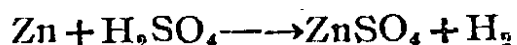


Na_2SO_4 之焰色反應為黃色， $MgSO_4$ 不顯顏色。

- (12) 試說明如何能從鋅作成下列各化合物；碳酸鹽，氫氧化物

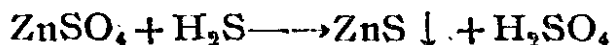
，硫化物，及硝酸鹽。

答 鋅之碳酸鹽。以鋅溶於 H_2SO_4 得 $ZnSO_4$ ， $ZnSO_4$ 溶液中加入 $NaHCO_3$ 溶液，即生 $ZnCO_3$

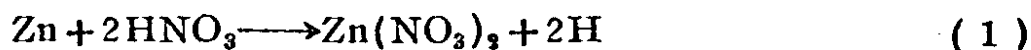


鋅之氧氫化物。將 Zn 變為 $ZnSO_4$ 後，於其溶液加入 KOH 或 $NaOH$ ，即得 $Zn(OH)_2$ $ZnSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$ ，

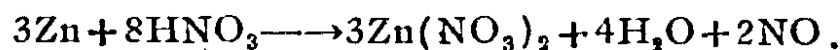
鋅之硫化物，將 $ZnSO_4$ 溶液通入 H_2S ，至不再生沉澱為止，此沉澱即 ZnS 。



鋅之硝酸鹽，以鋅與硝酸作用，即得 $ZnNO_3$ 。



將 (1) 乘以 3，而 (2) 乘以 2。合併之



算 題

(1) 白雲石中 $Mg CO_3$ 及 $CaCO_3$ 之百分率為何？

答 白雲石 (Dolomite) 之成分為 $Mg CO_3 \cdot CaCO_3$ ，其分子量為

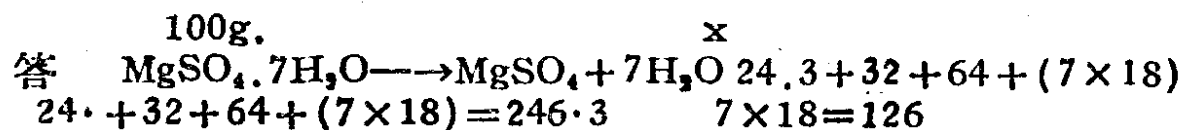
$$24.3 + 12 + (3 \times 16) + 40 + 12 + (3 \times 16) = 84.3 + 100$$

$$= 184.3$$

$$184.3 : 84.3 = 100 : x. \quad x = 45.7\% \text{ 約 } (Mg CO_3)$$

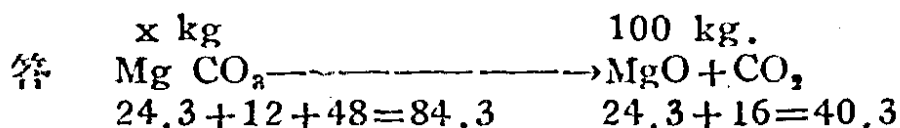
$$184.3 : 100 = 100 : y. \quad y = 52.3\% \text{ 約 } (Ca CO_3)$$

(2) 將瀉鹽 100 克加熱使全體結晶水放出，問生成物之重若干？



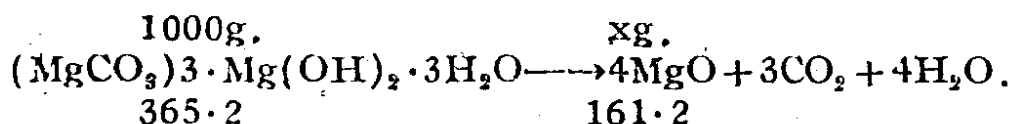
$$246.3 : 126 = 100 : x, \quad x = 51.15g$$

- (3) 製備純氧化鎂100尅，問需純度為92%之菱鎂礦Magnesite若干重？



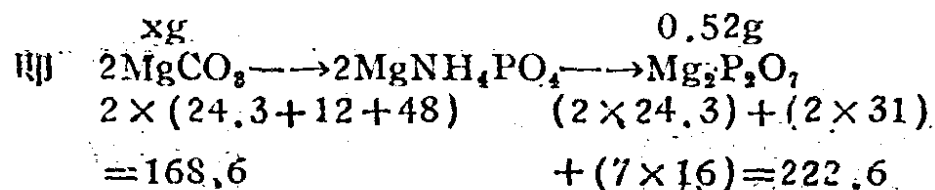
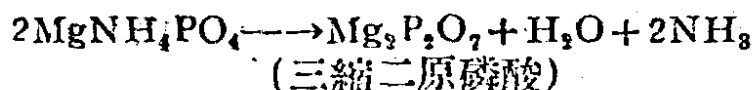
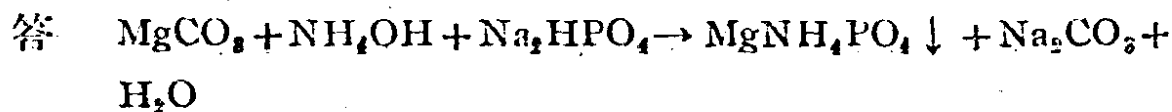
$84.3 : 40.3 = x : 100.$ $x = 209.2 \text{ kg}$ (約) 需純菱鎂礦為209.2kg, 則需92%之菱鎂礦應為 $209.2 \div 92/100 = 227.2 \text{ kg}$ (約),

- (4) 將1000克之水化碳酸鎂 (magnesia alba) 加熱，能製氧化鎂若干？



$$365.2 : 161.2 = 1000 : x, \quad x = 441.4g. (\text{MgO})$$

- (5) 稱含碳酸鎂之岩石試品1.2克溶解于酸中，經過適宜之處理法後，所有之鎂以二鈉磷酸鈉 (disodium phosphate) 於有氫氧化鈣存在時沉澱之，再將熱至紅熱，乃得0.52克之三縮二原磷酸鎂 (Magnesium pyrophosphate). 試計算岩石中碳酸鎂之百分率。



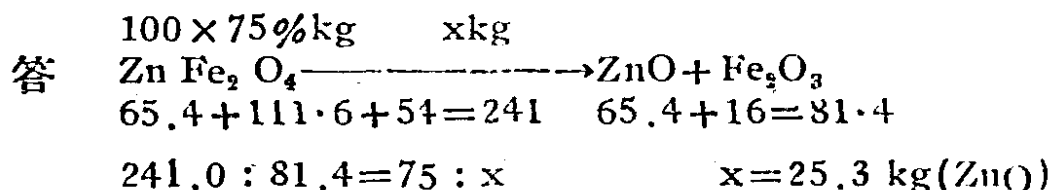
$$168.6 : 222.6 = x : 0.52, \quad x = 0.39g(\text{MgCO}_3)$$

即 MgCO_3 岩石試品 1.2g 中含 MgCO_3 0.39g.

$$1.2 : 0.39 = 100 : y, \quad y = 32.5\%$$

即此種碳酸鎂試品含 MgCO_3 32.5%.

- (6) 由 100 kg 之鋅鐵礦 (Franklinite), 製取氧化鋅, 可得若干重? 設此礦石之純度為 75%.



第三十八章

問 題

- (1) 鎂在電化次序表中居鋁之上, 問鎂能從鋁鹽使鋁沉澱否?

答 鎂在電化次序表中位鋁之上, 就理論言, 應可從鋁鹽置換出鋁來, 但鎂位第七, 鋁位第八, 活動性相差至微, 故實際頗難。

- (2) 水晶石 (Cryolite) 在鋁之製造中殊關重要, 究因何種性質而能適于此種用途?

答 水晶石之組成為 Na_3AlF_6 , 其熔液可以導電, 製鋁之法, 乃利用 Al_2O_3 電解。但 Al_2O_3 不易導電, 不易電解故必須加入水晶石者職是故耳。

- (3) 何以不用碳將鋁之氧化物還原以製鋁?

答 碳與多種金屬可成碳化物 (Carbide) 鋁之于碳, 亦有此作用, 故不能用碳還原氧化鋁以製鋁, (鋁與碳之化合物為

Al_4C_3)

- (4) 若氧化鋁為似二氧化碳之揮發物，如是可使鋁之還原力，增加抑減少？

答 如氧化鋁為似二氧化碳之揮發物，則鋁之還原力恐不增加。因鋁還原金屬之反應，可以說是不可逆，則生成之氧化鋁為氣體。亦不能使反應易向金屬還原之一方進行也。

- (5) 兩性氫氧化物，能成為強酸或強鹽基否？

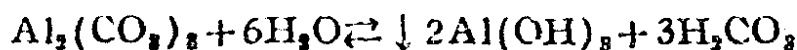
答 兩性氫氧化物，在水中生 OH^- 及 H^+ 兩種離子，故可呈酸類及鹽基類之性。但其所顯之性均不能強。因能成強酸，或強鹽基者，絕不成兩性也。（如 KOH 絕不生 H^+ ， H_2SO_4 絕不生 OH^- ）

- (6) 尖晶石類 (Spinel Minerals) 雖為極弱酸之鹽類，然受天然氣候作用極微而起加水分解，試思其故？

答 尖晶石類各為二種不同之金屬氧化物。亦可視為 AlO_2 ， CrO_2 或 FeO_2 之鹽類。如尖晶石之成分為 $MgO \cdot Al_2O_3$ 或 $Mg (AlO_2)_2$ ，為弱酸與弱鹽基所成之鹽，故應起加水分解。惟加水分解後，生成之 $HAIO_2$ 遇水即成 $Al(OH)_3$ 。故受天然氣候作用亦起極微水解 $Mg (AlOH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + 3HAIO_2$
 $2HAIO_2 + 2H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3$

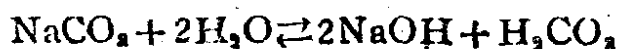
- (7) 碳酸鋁之起加水分解，何以不似碳酸鈉之起加水分解能得一定之平衡？

答 碳酸鋁之加水分解為



$Al(OH)_3$ 為沉澱故反應可以完成。

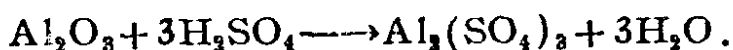
碳酸鈉之加水分解為



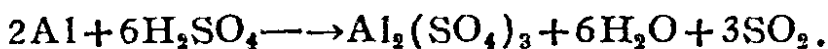
生成之 H_2CO_3 雖為弱酸且易分解，但總有極少數之 H^+ 及 CO_3^{--} 生出故能得一定平衡。

(8) 試將製硫酸鋁之，另一製法之方程式書出之。

答 書上所舉製鋁法為高陵土或鐵鋁氧石加 H_2SO_4 。其反應如下。

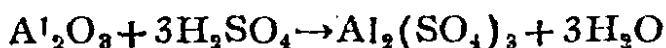


另一方法以鋁加濃 H_2SO_4 ，亦可製硫酸鋁。



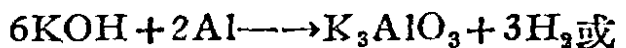
(9) 試書出鐵鋁氧石及硫酸鉀製鉀明礬之方程式。

答 鐵鋁氧石 (Bauxite) 之成分為 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 及 Al_2O_3 。以之製鉀明礬反應如下。



(10) 鋁與下列各化合物起何作用，(a) 氫氧化鉀？(b) 氯化鈣，(c) 硫酸，(d) 硫酸低鐵？

答 鋁加氫氧化鉀生成鉀酸鋁而放氫氣如下式



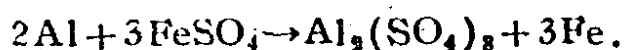
(b) 鋁加氯化鉀溶液中，照電化次序表，應不生變化，因鋁位置較低於鈣也。

(c) 鋁加硫酸生成硫酸鋁。

$2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$ 。(稀硫酸對鋁之作用較難)。

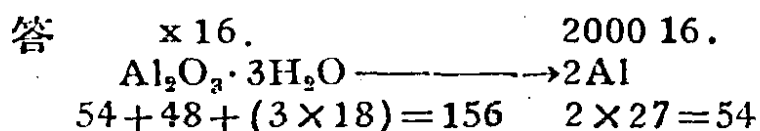
$2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (濃硫酸對鋁之作用)。

(d) 鋁加硫酸低鐵(溶液)生硫酸鋁而將鐵置換出。



問 題

- (1) 製鋁一噸需含鐵 10% 及 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 90% 之鐵鋁氧石若干？

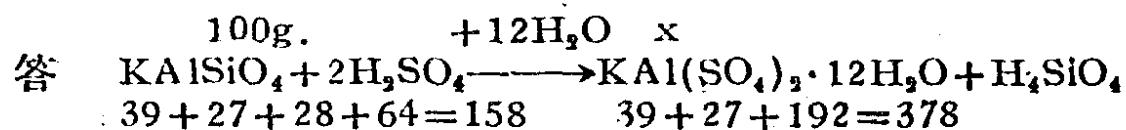


$$156 : 54 = x : 2000 \quad x = 5777.7 \text{ lb.}$$

∴ 如此鐵鋁氧石含 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100%，則製 1 噸之鋁需 5777.7 lb. 今只含 90%

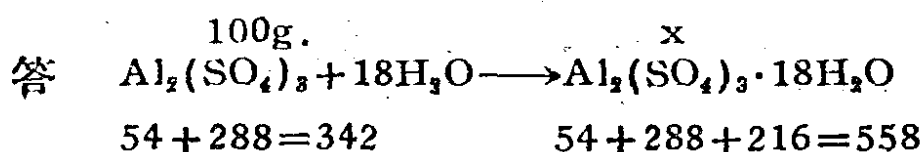
$$\therefore 5777.7 \div 90/100 = 6419.5 \text{ lb.}$$

- (2) 從 KAlSiO_4 鹽 100 克，能製鉀明礬若干？



$$158 : 378 = 100 : x, \quad x = 239.2 \text{ g.}$$

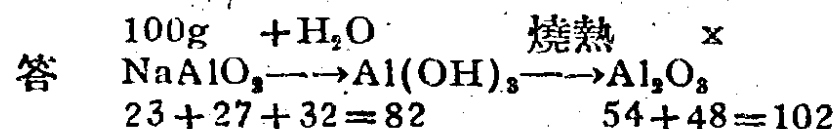
- (3) 今有無水硫酸鋁 100 克由水結晶，(a) 問生成物為何？
(b) 其重若干？



$$342 : 558 = 100 : x, \quad x = 163.1 \text{ g.}$$

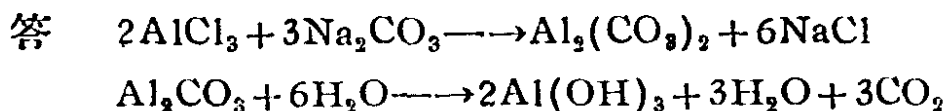
∴ 無水硫酸鋁 100g 在水中結晶後生成 163.8g 之含水硫酸鋁結晶體。

- (4) 鋁酸鈉 (NaAlO_2) 100 克，可製氧化鋁若干？

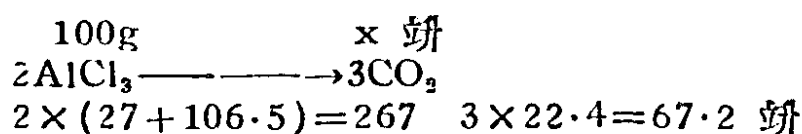


$$82 : 102 = 100 : x, \quad x = 124.4 \text{ g},$$

- (5) 含氯化鋁 100 克之溶液，加以碳酸鈉，問於標準狀況下能得二氧化碳若干體積？

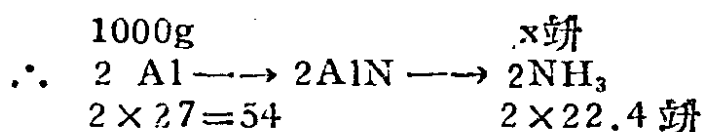
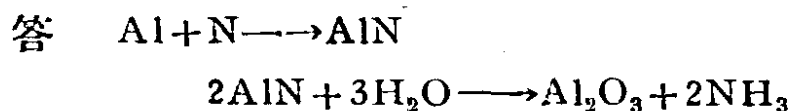


上列二式觀察之得知



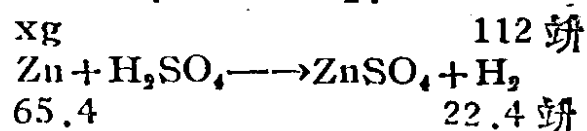
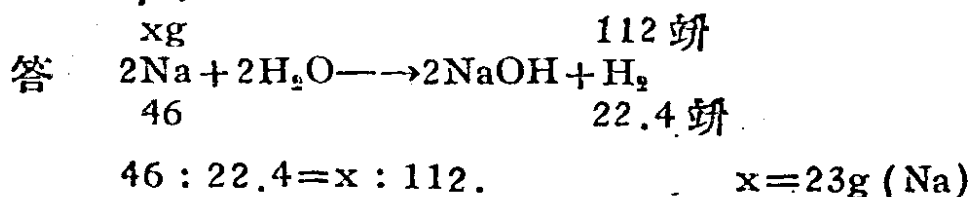
$$26.7 : 67.2 = 100 : x, \quad x = 25.1 \text{ 蚘 (CO}_2\text{)} \text{ (在標準狀況時)}$$

- (6) 鋁一克先製成氮化鋁 (AlN). 問在標準狀況下能製成礆精若干體積？

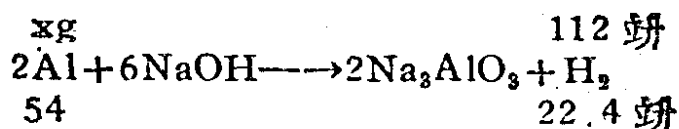


$$54 : 44.8 = 1000 : x, \quad x = 829.6 \text{ g (NH}_3\text{)}$$

- (7) 欲於標準狀況之下產生 112 蚘之氫需用鈉，鋅，及鋁各若干？



$$65.4 : 22.4 = y : 112, \quad y = 32.7 \text{ g (Zn)}$$



$$54 : 22.4 = z : 112.$$

$$z = 27g \text{ (Al)}$$

第三十九章

問 題

- (1) 用碳酸鈉及硫酸鈉作玻璃原料之比較利益，汝得判定者為何？

答 用碳酸鈉較為便利，因用硫酸鈉需先將其變為亞硫酸鹽（加碳使硫酸鹽還原）。設不經過此種變化，則硫酸鹽不易為二氧化硅所分解也。

- (2) 製玻璃何以不用磷酸鈉以代替硫酸鈉？

答 因磷酸鈉遇二氧化硅；雖有 $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ 之變化，但不及硫酸鈉變為亞硫酸之易被二氧化硅所分解也。

- (3) 單用純二氧化硅所製之玻璃其優劣之點何在？

答 用純二氧化硅製成之玻璃，就成分言即石英玻璃（水晶為純粹而結晶之石英），石英在低溫度不能融解，在 2000°C 之溫度則融解，故用純二氧化硅製玻璃，非用氫氧吹管或電爐之溫度不可，石英玻璃有下列之特長。

(a) 膨脹率小，不易破裂，

(b) 紫外線可以透過之。

- (4) 玻璃以膠質分散之金屬着色時，汝能從金屬之色預料玻璃之色否，顏色係依何種關係為轉移？

答 玻璃之色，係因其中含有色之硅酸化物之故，例如綠色——含硅酸低鐵

棕或黃色——含硅酸高鐵(少加 MnO_2 可變淡黃色)

紫色——含硅酸低鐵之玻璃而加以多量之 MnO_2 .

深藍色——含硅酸鈷。

寶石紅色——含銅及金，使成膠質分散體

紅色——含礪。

乳白色——加瑩石，水晶石，骨灰，及氧化錫等，使成乳濁液冷後即成不透明之玻璃。

玻璃之以膠質分散體着色者，即隨膠質金屬之質點之大小，及分散質與分散媒之屈折率，以及均勻之程度而顯各種不同之色。

(5) 能透過紫外線之玻璃必須透過普通之光線否？

答 普通玻璃不能使透過紫外線透過但石英玻璃 (quartz glass) 則能使紫外線透過。因普通玻璃不是結晶體而石英玻璃則為結晶體也。能透過紫外線之玻璃當然能透過普通光線。

(6) 除本章所述者外鐵器上之珐瑯更須有之性質為何？

答 鐵器上之珐瑯須具有之性質如下：

(i) 珐瑯與鐵，經過溫度之變遷，應有相同之膨脹率以免破裂。

(ii) 珐瑯須緊附着於鐵之表面。

以上二條，係本章所述者。

(iii) 珐瑯中不應含有鉛質，鉛質不多，在杯盤等物自屬不妨，惟如鍋釜等物，用以烹煮食物者，則絕不應含有鉛質。

(iv) 珐瑯中所含之成分，不應有侵蝕鐵質之物。

以上二條係本章所未述者。

(7) 普通窗玻璃無色乎？汝如何能證明之？

答 普通窗玻璃就其成分論 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$) 為無色，但

其不純淨者有時亦微顯顏色，如以不純淨之玻璃之斷口驗之，有呈綠色者，含有色之矽酸化物也。

(8) 何以不用全為硅酸鈉所製之玻璃？

答 僅用硅酸鈉一種物質以製玻璃，因硅酸鈉有下列各性質，故不適用。

- (1) 易溶于水。 (2) 易為酸類物質所侵蝕，加熱尤甚。
(3) 易於熔融。

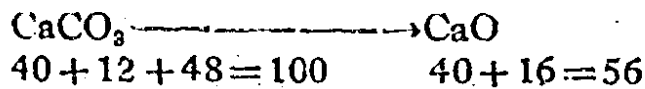
(9) 試述高陵土礦，高陵土，及粘土之區別？

答 高陵土礦 (Kaolinite, $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 為一種礦物。質頗純，如為流水所捲，而與岩石風化，所成之各物相混合，大概以 SiO_2 ，及 Fe, Mg, Ca 等之化合物為最多，如是所成之物，即為粘土 (Clay)，故粘土可以視為不純之高陵土礦，至于高陵土則亦係粘土之一種，不過所含雜質較少耳。

算 題

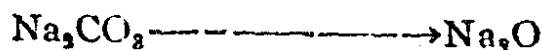
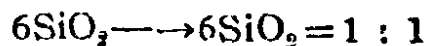
(1) 欲得一種玻璃其組成可以分子式 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ 表之者，設所用之石灰石為 95% 之碳酸鈣，則各種原料須按何種比例混合？

答 此種玻璃之組成為 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ ，則製造時所用之原料應為石灰石 (CaCO_3)，砂 (SiO_2) 及碳酸鈉 (Na_2CO_3)。



$$100 : 56 = x : 1 \quad x = 1.78$$

$$\text{即 } \text{CaCO}_3 : \text{CaO} = 1 : 1.78$$



$$46 + 12 + 48 = 106 \quad 46 + 16 = 62$$

$$106 : 62 = x : 1, \quad x = 1.71$$

$$\text{即 } \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{Na}_2\text{O} = 1 : 1.71$$

$\therefore \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ 中 Na_2O , CaO , 及 SiO_2 分子之比為 $1 : 1 : 6$. 重量之比為 $62 : 56 : 360$.

$$\text{則 } \text{CaCO}_3(95\%) : \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{SiO}_2 = 56 \times 1.78 \times \frac{100}{95} :$$

$$62 \times 1.71 : 360. = 105 : 106 : 360 = 3 : 3 : 10 \quad (\text{約})$$

(2) 問題(1)所述玻璃其中三種氧化物之百分率各為若干?

$$\text{答 } \text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2 = 40 + 16 + 46 + 16 + 6(28 + 32) = 478.$$

$\therefore \text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$ 中 CaO 之百分率為

$$56 \div 478 \times 1000 = 11.7\%$$

$\text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$ 中 Na_2O 之百分率為

$$62 \div 478 \times 100 = 12.9\%$$

$\text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2$ 中 SiO_2 之百分率為

$$360 \div 478 \times 100 = 75.3\%$$

(3) 照問題(1)所表示之玻璃成分，製成後加入 B_2O_3 一分子替出 1 分子之 SiO_2 ，則玻璃之組成，將使 SiO_2 之百分率改為何若?

$$\text{答 } \text{CaO} \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 = 488$$

$$300$$

$$300 \div 488 \times 100 = 61.5\%.$$

第四十章

問題

(1) 以不純潔之水拖以蒸餾手續，是否必定產生化學上純潔之水 (Chemically Pure water) ?

答 水經過蒸餾後，所成之水應為絕對純潔之水，但蒸餾出之水經過器具或存於器具內均不免稍有溶解。如器具為玻璃，陶器，金屬製成，均不能絕對不溶於水，故欲得絕對純潔之水，事實上極難。

(2) 水中存積之雜質經砂石過濾法 (Sand filter) 後，應變為何種物質？

答 水中存積之雜質經砂石過濾法處理後，其中雜質一部分被濾出，一部分為存集於過濾器表面之成似膠凍層之某種微生物所分解。

(3) 加硫酸鋁於不純潔之水中，則硫酸鋁變為氫氧化鋁，而使水變為純潔，是否硫酸鋁變為氫氧化鋁，完全因為水中有鹽基性物質之關係？

答 水中有鹽基性物質，當然可使水中之硫酸鋁變為氫氧化鋁，但硫酸鋁在永中起加水分解，亦可以一部分變為氫氧化鋁也。 $Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3H_2SO_4$

(4) 水中含有鈣之化合物，可將水中鈣之化合物增多，而利用之以除去鈣化合物，試說此法之理。

水中含有鈣化合物，其除去之法，係設法將鈣化合物變為 $CaCO_3$ 之沉澱即可濾過而除去之。如水中含鈣之化合物為 $Ca(HCO_3)_2$ ，加 $Ca(OH)_2$ 。其反應如下式

$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$ 即以鈣化合物除出水中之鈣化合物之例也。

算 題

(1) 設以 2.5 尅之氯，加于每百萬釐之水，試試算此水中所含氯每釐之克分子濃度。

答 1 克分子之氯為 $35.5 \times 2 = 71\text{g} = 1 \text{ mol}$.

$$\therefore 2.5\text{Kg} = 2500 \div 71 = 35.21\text{mol}.$$

在百萬器中含 35.21mol 之氯，則 1 器中含 mol. 之數為 $35.21 \div 1000000 = 0.0003521\text{mol}$.

- (2) 某城市每日需用 30000000 器之水，此水每 100 器中含 120 克之 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ，及 30 克之 CaSO_4 。需用若干重之 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及 Na_2CO_3 使每日所用之水軟化。

答 每 100gal. 之水含 120g $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

則 30000000 gal 之水含 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 之量為 $300000 \times 120 = 36000000\text{g} = 36000\text{Kg}$.

每 100 gal. 之水中含 30g 之 $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$.

則 30000000 gal 中含 $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$ 之量為 $300000 \times 30 = 9000000\text{g} = 9000\text{Kg}$.

36000Kg. xg.



$$40 + (1 + 12 + 48) \times 2 \quad 40 + 17 \times 2$$

$$= 162 \quad = 74$$

$$162 : 74 = 36000000 : x, \quad x = 16444.4\text{Kg}.$$

9000Kg. yg.



$$40 + 32 + 64 = 136 \quad (2 \times 23) + 12 + 48 = 106$$

$$136 : 106 = 9000000 : y, \quad y = 70147.06\text{Kg}.$$

第四十一章

問題

(1) 在電化次序表 (Electro—chemical Series) 上鐵之位置在氫之上，則何以在酸溶液中電解時能將鐵從其鹽類沉澱之？

答 鐵在電化次序表上之位置在氫以上，故鐵之鹽類在酸溶液中因置換作用而生氫。然實際上鐵之鹽類在酸溶液中電解，鐵可以沉澱出。是蓋由於當通電時酸之離子分集於兩極者較多，成分子狀態存於溶液中者較少，故鐵之鹽類可以電解，而鐵之沉澱析出。但電流停止後則析出之鐵與溶液中之酸起作用放氫。

(2) 鋼中之碳是否可視為雜質，抑為需要之成分？

答 鐵在工業上用途至廣，但恒不製煉純鐵，此點與其他金屬不同。蓋鐵中如含有少量之其他原質能顯種種性質。故製造含少量雜質之鐵反為極關重要。如鐵之含碳多寡不同，則性質亦異。即就鋼論之，含碳極小者，鋼性極軟，且不生銹，用途頗多。如含碳加增至1.1%，鋼性較硬而延性減小，但其韌性則增大。用途亦廣。故碳在鋼中之多少不同（由微量至2%）乃得不同性質之鋼，各適其用，豈可視碳為鋼中雜質。

(3) 熔劑即熔渣之區別為何？

答 熔劑 (Flux). 煉礦時，常加砂 (SiO_2)，或石灰石 (CaCO_3) 等物質，使礦石中所含之雜質，與之化合成玻璃狀液而藉以除去之，此種加入礦石中之物質謂之熔劑。熔渣，(Slag). 即熔劑與礦化合所成之玻璃狀液也。 $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{CO}_2$.

(4) 鼓風爐中之壁，係由與熔劑為同類物質，何以爐裏並不如熔劑之受毀壞？

答 鼓風爐之爐壁，亦非絕對不受損壞，不過因其不若熔劑之為碎小塊粒，不易起反應也。

(5) 設將鍛鐵完全熔化再注入模中。此時仍為鍛鐵否？

答 鍛鐵完全熔化再注入模中，此時應仍為鍛鐵，不過可以減少其中所含之碳量而已。

(6) 設以熱空氣在雜質受氧化後鼓入 Bessmer 迴轉爐，令其經過所裝之原料，將顯何種現象？

答 以空氣鼓入 Bessmer 迴轉爐中，係利用之以使鐵中之碳，錳，硅起氧化作用，而與鐵分開，如雜質已受氧化，則無庸通入，抑且通入有使鐵氧化之弊。

(7) 若關於鐵生銹之解釋為正確，則電化次序表中位於氫以上之金屬，例如鋁及鋅，何以不均生銹。

答 因鋁及鋅等原質，在空氣中不若鐵之生銹，僅在表面生成一種薄層，障蔽於其表面，以阻止濕空氣之作用。故僅表面失去光澤而不生銹也。（鋁之薄層為氧化鋁，鋅之薄層則為鹽基性碳酸鹽）。

(8) 鐵加硝酸則生硝酸高鐵，試書出其方程式？

答 $2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} + 3\text{O} \dots\dots\dots (1)$

$2\text{Fe} + 3\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \dots\dots\dots (2)$

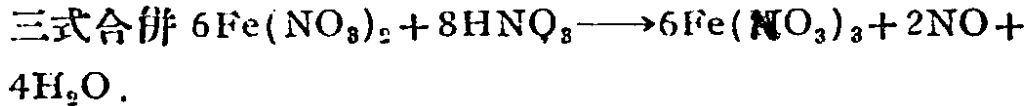
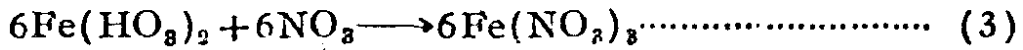
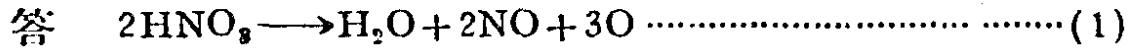
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots (3)$

三式合併 $2\text{Fe} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$.

(9) 試計劃不用硝酸以製硝酸低鐵之法。

答 $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaNO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaCl}$ 以 FeCl_2 之溶液加 NaNO_3 生硝酸低鐵而利用 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 與 NaCl 之溶解度不同而分離之。

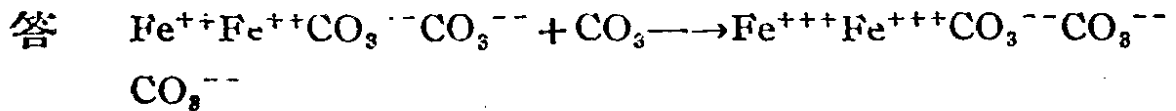
(10) 試書出硝酸低鐵受硝酸之作用之離子氧化方程式。



其離子氧化方程式爲

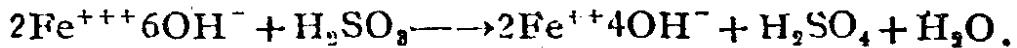
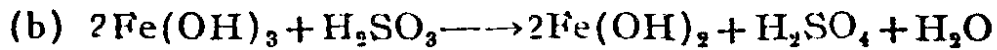
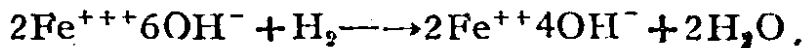
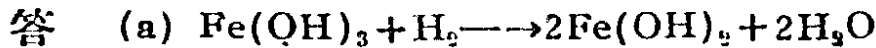


(11) 書出碳酸低鐵受水及氧之作用之離子氧化方程式。



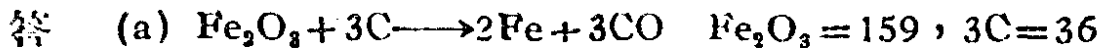
(12) 試書出 (a) 以氫使氫氧化高鐵還原之離子還原方程式；

(b) 以二氧化硫還原之方程式。



算 題

(1) 設鼓風爐中所用之煤，50% 充作燃料，而 50% 爲還原劑，以赤鐵礦爲礦石，問運煤至礦區爲合適抑運鐵礦至煤區爲合適？(b) 欲建鼓風爐於某地尙有其他應注意之要劑否？



觀上式知赤鐵礦與煉鐵所用之煤之比爲 159.6 : 36

= 1 : 0.22

即如 1 噸赤鐵礦需用 $0.22 \times 2 = 0.44$ (連同燃料用之煤

計算)

故以運煤至礦區爲合適。

(b) 欲建鼓風爐於某地方應注意之要點如下：

(1) 某地方距礦區極近，或即在礦區附近而距產煤區亦不應遠。

(2) 某地方附近有石灰石礦，(溶劑)

(3) 某地方應爲交通比較方便，且爲工業中心點之處。

(2) 設各種鐵礦均爲純化合物，試計算每種鐵礦所含之百分率。

答 赤鐵礦 (Hematite), Fe_2O_3 . Fe_2O_3 之分子量 = 159.6
 $159.6 : 111.6 = 100 : x$, $x = 69.9\%$.

菱鐵礦 (Siderite), FeCO_3 . FeCO_3 之分子量 = 115.8
 $115.8 : 55.8 = 100 : x$, $x = 48.2\%$.

褐鐵礦 (Limonite), $(\text{Fe}_2\text{O}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. $(\text{Fe}_2\text{O}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 之分子量 = 373.2

$373.2 : 223.2 = 100 : x$, $x = 59.8\%$

磁鐵礦 (magnetite), Fe_3O_4 . Fe_3O_4 之分子量 = 227.4
 $227.4 : 167.4 = 100 : x$, $x = 73.6\%$

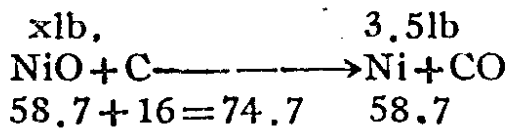
(3) 若坩鍋中於熔化之純鐵五噸，而欲製含碳 1.5% 之鋼，問需加木碳若干？

答 鋼中含碳爲 1.5% 則 5 噸 (10000 磅) 之純鐵，加木碳製成此種鋼之量爲 $10000 \times \left(1 + \frac{1.5}{100}\right) = 10000 \times \frac{101.5}{100}$
 $= 10150$ 磅，而 10150 磅，含 1.5% 碳之鋼，應需木碳之量爲 $10150 \times \frac{1.5}{100} = 152.25$ 磅。

(4) 設用碳使 NiO 及 Fe_2O_3 之混合物還原以製 3.5% 之鍊鋼

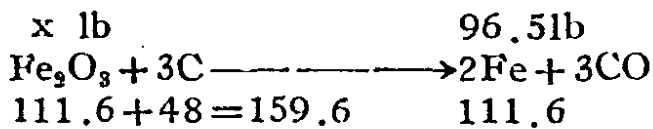
，今欲製此鋼 100 磅，問需用每種氧化物若干？

答 100 磅鍊鋼中含鎳為 $100 \times \frac{3.5}{100} = 3.5$ 磅



$$74.7 : 58.7 = x : 3.5, \quad x = 4.45 \text{ 磅. (NiO)}$$

100 磅鍊鋼中含鐵應為 $100 \times \frac{100 - 3.5}{100} = 96.5$ 磅。



$$159.6 : 111.6 = y : 96.5, \quad y = 138.0 \text{ 磅}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

(5) $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 二者所含 (CN) 根之百分率孰大？

答 $\text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 之分子量 = 383.8, $(\text{CN})_6 = 156$.

$\therefore \text{Na}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 中, 含 CN 根之百分率為

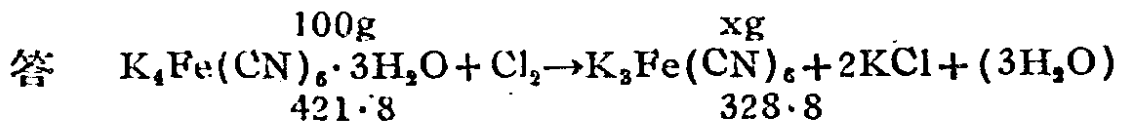
$$156 \div 383.8 \times 100 = 40.6\%$$

$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 之分子量 = 421.8, $(\text{CN})_6 = 156$.

$\therefore \text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中, 含 CN 根之百分率為

$$156 \div 421.8 \times 100 = 36.98\%$$

(6) 氧化 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 100 克問所需之氯在標準狀況時其體積為若干？



$$421.8 : 328.8 = 100 : x, \quad x = 77.95 \text{ g.}$$

第四十二章

問 題

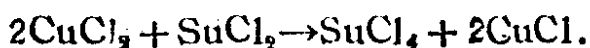
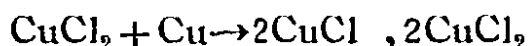
- (1) 吾人將氯化銅溶液電解，不似電解硫酸銅之能得金屬銅。問所得之產物為何？

答 因氯化銅電解後陽極生成之氯，對銅起作用，而硫酸銅電解後陽極生成之氧 ($\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \leftarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$) 不致與銅起作用也。

- (2) (a) 二氧化硫對於氯化低銅之製造，極為有效，究因何種性使然？ (b) 其他何種試藥，可作二氧化硫之替品？

答 (a) 二氧化硫對於氯化低銅之製造係因二氧化硫為還原劑將高銅鹽類還原也。

$2\text{CuSO}_4 + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{CuCl} + 3\text{H}_2\text{SO}_4$ (b) 如以其他還原劑代替二氧化硫亦可，如以二氯化銅加銅屑（加鹽酸共煮之亦生一氯化銅。或加以氯化低錫亦可。如下二式：—



- (3) 藍礬 (Blue Vitriol) 與白礬 (White Vitriol), 及綠礬 (Green Vitriol) 組成上之區別安在？

答 藍礬為 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

白礬為 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,

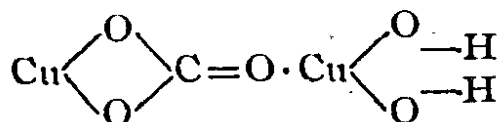
綠礬為 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

以上三種礬均為含水之硫酸化物。其不同點在金屬之不同也。

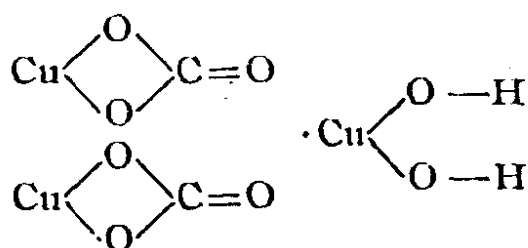
- (4) 寫出下列各化合物之或然構造式，

$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, 及 $(\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH})_2$

答 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 之構造式爲



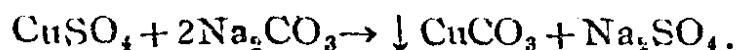
$\text{Cu}(\text{CO}_3)_2 \cdot \text{Cu}(\text{CH})_2$ 之構造式爲



(5) 加碳酸鈉於某溶液，如不生沉澱由此可以證明其中無銅離子存在否？

(b) 由此可證明其中無銅否？

答 加碳酸鈉於某溶液不生沉澱可以證明此溶液中無銅，因溶液中如有銅之鹽類必生碳酸銅之沉澱。如



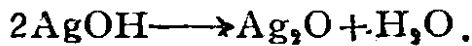
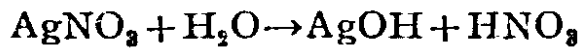
(普通證明液液中有無銅離子，以過量氫氧化銨加入，如呈深藍色液即爲有銅離子之徵)。

(6) 有兩像片其一已曝於日光，其一則否，二者均先用顯影藥，再用一硫硫酸鈉(海波)處理之，問每片之結果如何？

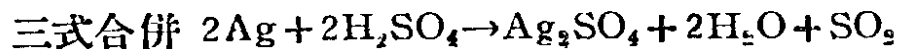
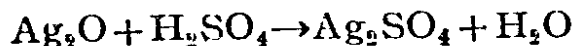
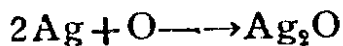
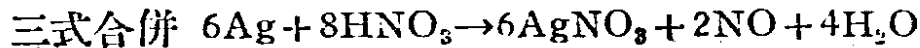
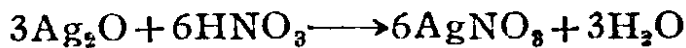
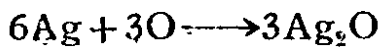
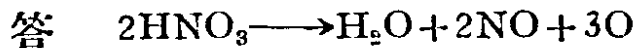
答 已曝於日光之像片，因受感光作用，銀之造鹽原質化物變黑，用顯影藥令受感光作用之銀化合物還原爲銀，再用定影液(海波)洗去未受變化之銀化合物而底片成功。其未曝于日光之像片，以顯影藥及定影藥處理之，則片上之銀化合物均被洗去，結果應一無所有。

(7) 硝酸銀對石蕊呈中性反應，如是將何以推度氫氧化銀之鹽基強度？

答 硝酸銀其水溶液呈中性，可以推度氫氧化銀為強鹽基，蓋氫氧化銀所成之氧化銀，充分溶于水時，能使紅試紙變藍，且為強鹽基性氧化物。

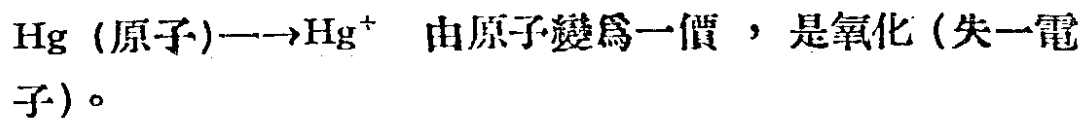
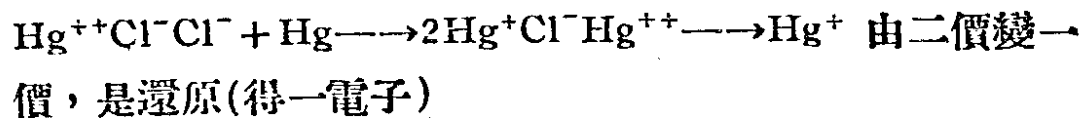


(8) 寫出銀對下列二酸之反應方程式，(a) 硝酸，(b) 硫酸。



(9) 在下列式中 $\text{HgCl}_2 + \text{Hg} \rightarrow 2\text{HgCl}$ 。其變化發生後， Hg^{++} 起何變遷？ Hg 原子起何變遷？何者作用為氧化劑？何者作用為還原劑？

答 此式離子變化式如下。



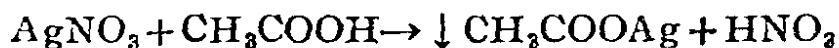
故 Hg^{++} 可視為氧化劑， Hg (原子) 可視為還原劑。

(10) 試述由銀製下列各化合物之法；醋酸銀，硫化銀，氯化銀，磷酸銀。

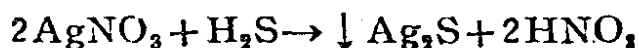
答 銀先溶于硝酸，成硝酸銀。



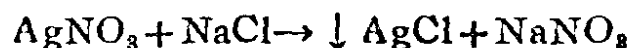
硝酸銀加醋酸成醋酸銀。



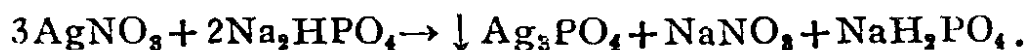
硝酸銀加硫化氫生硫化銀。



硝酸銀加氯化物生氯化銀。



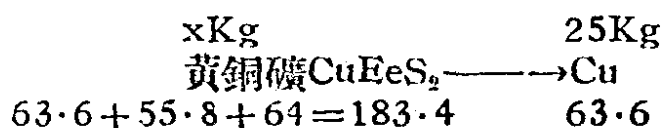
硝酸銀加磷酸鈉生磷酸銀。



算 題

- (1) 製造 5 分制鎊幣 100 尅，問其中之銅需若干黃銅礦(Chalcopyrite) 方足供給？

答 鎊幣中含銅為 25%，∴100 尅中含 25 尅之銅。

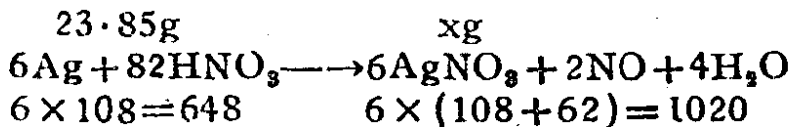


$$183.4 : 63.6 = x : 25, \quad x = 72.9\text{Kg} \cdot (\text{CuFeS}_2)$$

- (2) 由重 26.5 克之銀元，製備硝酸銀，應得硝酸銀若干？

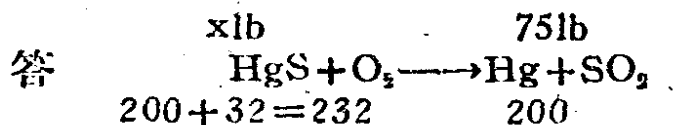
答 銀幣中含銀 90%。

$$26.5\text{g 之銀元含銀之量} = 26.5 \times \frac{90}{100} = 23.85\text{g}$$



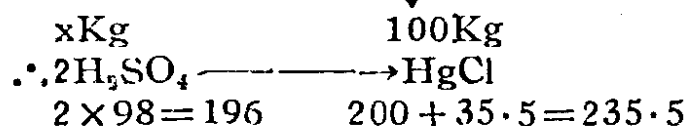
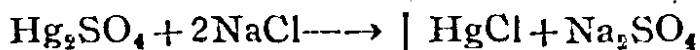
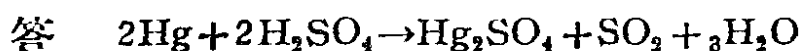
$$648 : 1020 = 23.85 : x \quad x = 37.5\text{g} (\text{AgNO}_3)$$

- (3) 問欲製錄一瓶 (75 磅) 需銀砂 (Cinnabar) 若干？



$$232 : 200 = x : 75, \quad x = 871b(\text{HgS})$$

(4) 製氯化低銻 100 尅，問需 98% 純度之硫酸若干？

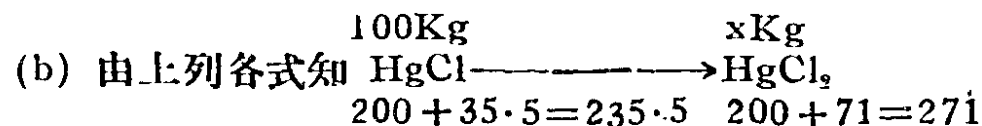
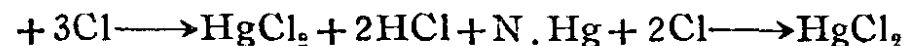


$$196 : 235.5 = x : 100, \quad x = 83.2\text{Kg} \cdot (100\% \text{之硫酸})。$$

\therefore 需 98% 之硫酸為 $83.2 \div 98\% = 84.9$ (98% 之硫酸)。

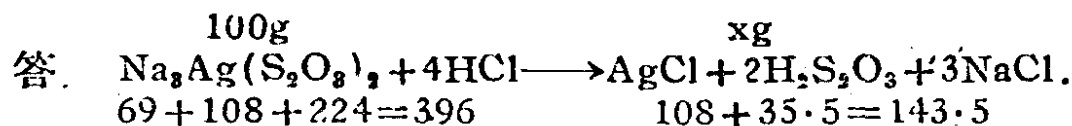
(5) 有人買氯化高銻 100 尅，然店夥誤以氯化低銻給之，此人原為化學家，乃將此低銻變成氯化高銻。(a) 問其如何使之改變。(b) 問此人所得之氯化高銻重若干？

答 (a) 以氯化低銻加氫氧化銻，則生成 NH_2HgCl 與 Hg 之混合物之黑色沉澱，然後加王水，則氧化為氯化高銻，



$$235.5 : 271 = 100 : x, \quad x = 115.1\text{kg}(\text{HgCl}_2)$$

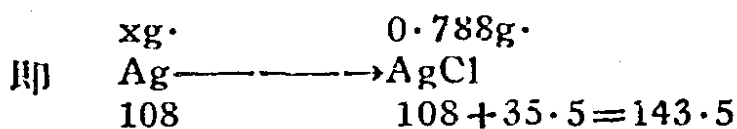
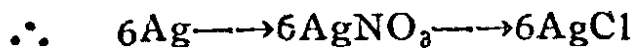
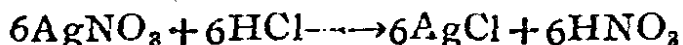
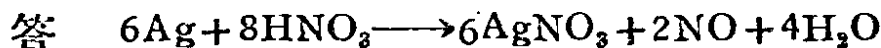
(6) 以鹽酸使 100 克 $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ 分解，所得之銀變為氯化銀稱之，其重若干？



$$396 : 143.5 = 100 : x, \quad x = 36.2\text{g}(\text{AgCl})$$

(7) 1 克之銀礦石，溶于硝酸，然後加鹽酸使所有之銀均變為氯化銀。設所得氯化銀之重為 0.788 克，試計算該銀礦

石中含銀之百分數。



$$108 : 143.5 = x : 0.788, \quad x = 0.593\text{g} \cdot (\text{Ag})$$

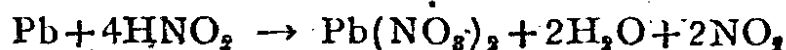
$$1 : 0.593 = 100 : y, \quad y = 59.3\%$$

第 四 十 三 章

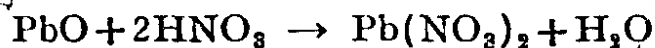
問 題

- (1) 試述出硝酸對下列各物質之反應；(a) Pb, (b) PbO, (c) Pb₂O₃, (d) PbO₂

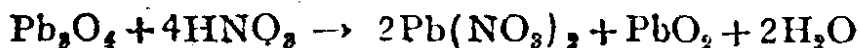
答 (a) Pb 遇 HNO₃ 之反應。(濃酸)



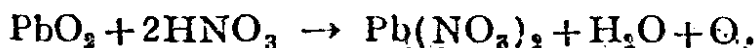
(b) PbO 遇 HNO₃ 之反應(濃酸)



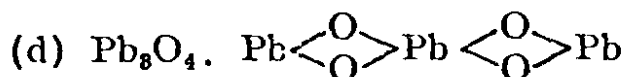
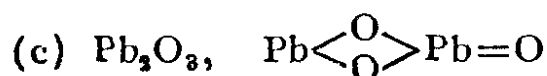
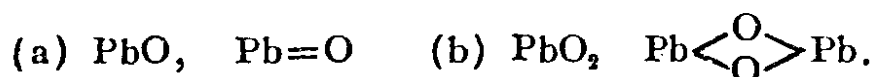
(c) Pb₂O₃ 遇 HNO₃ 之反應。



(d) PbO₂ 遇 HNO₃ 之反應。



- (2) 試書下列各氧化物之構造式；(a) PbO, (b) PbO₂, (c) Pb₂O₃, (d) Pb₃O₄



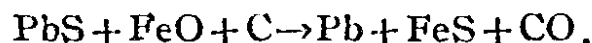
(3) 以 $(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$ 之溶液處氯化鋅，問應得何物？欲確定之需具何種知識？

答 $(\text{NH}_4)_2\text{SnCl}_6$ 為 H_2SnCl_6 之銨鹽，氯化鋅加入其溶液中，就理論言，應生 Zn_2SnCl_6 。惟需確知 H_2SnCl_6 之鋅鹽類確可成立方可斷定。

(4) 錫華 (Flowers of tin) 與硫華 (Flowers of Suesphur) 相似之點為何？

答 錫華與硫華其相似之點，即在二者之形狀均為無定形之粉末，實際錫華為氧化高錫，硫華則為硫原質也。

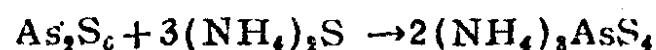
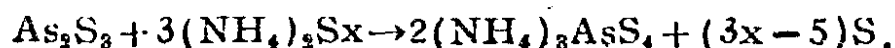
(5) 在下列方程式中，何種物質被氧化何種物質被還原？何者為氧化劑何者為還原劑？



答 此種變化中 Pb 為還原劑將 FeO 還原為 Fe. $\text{FeO} + \text{PbS} \rightarrow \text{PbO} + \text{FeS}$. C 亦為還原劑再將 PbO 還原為 Pb, 而 C 則氧化為 CO. $\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{CO} + \text{Pb}$.

(6) 砷之硫化物(原書P.395), 銻之硫化物(原書P398), 及錫之硫化物(原書P637), 皆溶解于多硫化銨中, 每種所成之化合物為何？

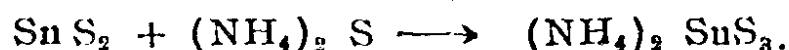
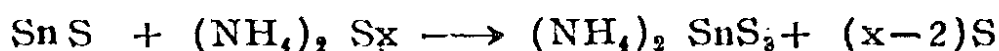
答 砷之硫化物為 As_2S_3 及 As_2S_5



銻之硫化物為 Sb_2S_3 及 Sb_2S_5 .



錫之硫化物為 SnS 及 SnS_2



$(\text{NH}_4)_2 \text{AsS}_4$ (Ammonium thioarsenate), 硫砷酸銹。

$(\text{NH}_4)_2 \text{SbS}_3$ (Ammonium thioannate), 硫錫酸銹。

(7) 以前所習，能成兩種或多種同質異性體存在之諸原質為何？

答 (1) 氧 成二種同質異性體 (多形體) 為氧及臭氧， O_2 及 O_3

(2) 碳 成三種同質異性體為金剛石，石墨及無定形碳。

(3) 硫 成三種同質異性體為斜方晶硫，單斜晶硫，及無定形硫。

(4) 磷，成二種同質異性體為黃磷及赤磷，(最近又知有黑磷一種)

(5) 砷 成二種同質異性體，為灰色砷及黑色砷。

(6) 銻成二種同質異性體，為灰色銻及黑色銻。

(7) 硅成二種同質異性體，為無定形硅，及結晶狀硅 (等軸晶系)。

(8) 若在丹尼爾 (Daniell) 電池中以硝酸銀代替硫酸銅，則影響于電流之電壓如何？

答 如以硝酸銀代替硫酸銅，因銀與鋅在電化次序表上之距離比銅與鋅之距離較遠，故應生較大之電壓。

(9) 今欲將化學實驗室之內部塗飾之，則鉛白，氧化鋅，及 Lithopone (硫化鋅及硫酸鋇相混之白顏料)。三種顏料中以何者為相宜？

答 以氧化鋅或 Lithopone 爲適宜，鉛白，則不可用，因鉛白遇硫化物變黑，除二顏料均無此弊，且 Lithopone 尤能不受空氣及烟類之作，爲顏料必需有之性質，故更適用。

算 題

(1) 方鉛礦 (Galena), 黃鐵礦 (Pyrite), 及 閃鋅礦 (Sphalerite), 三者，以何種含金屬之量爲最多？

答 方鉛礦其成分爲 PbS (分子量 = $207 + 32 = 239$) 含 Pb 之量爲 $207 \div 239 \times 100 = 86.6\%$

黃鐵礦其成分爲 FeS_2 (分子量 = $55.8 + 64 = 119.8$)

含 Fe 之量爲 $55.8 \div 119.8 \times 100 = 46.6\%$

閃鋅礦其成分爲 ZnS (分子量 = $65.4 + 32 = 97.4$)

含 Zn 之量爲 $65.4 \div 97.4 \times 100 = 67.1\%$

故三者之中以方鉛礦含鉛之量爲最多

(2) 鉛 100 克變爲醋酸鉛，再變爲硫酸鉛，設產量爲 97%，問所得之硫酸鉛之重爲若干？

答 $Pb + O \rightarrow PbO$

$PbO + 2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COO)_2Pb + H_2O$

$(CH_3COO)_2Pb + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + 2CH_3COOH$

$$\begin{array}{ccc} 100g & & xg, \\ \text{即 } Pb & \rightarrow & (CH_3COO)_2Pb \rightarrow PbSO_4 \\ 207 & & 207 + 32 + 64 = 303 \end{array}$$

$207 : 303 = 100 : x \quad x = 146.4g(PbSO_4)$

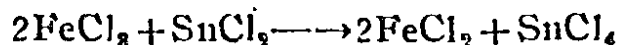
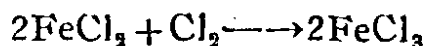
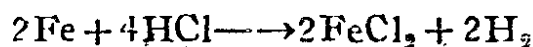
但產量僅爲理論之 97% . 故實際應得

$$146.4 \times \frac{97}{100} = 142g (PbSO_4).$$

(3) 稱鑄鐵試品 1 克，溶于鹽酸中，並氧化之使成氯化高鐵。

再以氯化低錫溶液將其還原成氯化低鐵，需用氯化低錫之量為 1.69 克。問鑄鐵中鐵之百分率為何？

答



即 2 分子鐵需用 1 分子 SnCl_2

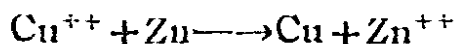
$$\begin{array}{r} \text{xg.} \qquad \qquad \qquad 1.69\text{g} \\ \therefore 2\text{Fe} \text{-----} \text{SnCl}_2 \\ 2 \times 55.8 = 111.6. \qquad 118.7 + 71 = 189.7 \end{array}$$

$$111.6 : 189.7 = x : 1.69 \qquad x = 0.994\text{g (Fe)}$$

1g 之鑄鐵中含 0.994g 之純鐵即鑄鐵中含鐵之百分率為 99.4%。

- (4) 設將鋅 100 克，溶解於丹尼爾氏電池中，可得電能若干？
(參閱“能”之單位表，原書 15 頁)

答 丹尼爾氏電池，其中化學反應，如下。



Cu 及 Zn 均為二價，則根據 Faraday 氏之定律，此種變化所包括之電量之變遷為 $2 \times 96540 = 193080$ 庫隆，(一克原子)。

電量 \times 電壓 = 電能，

即弗打 (Volts) \times 庫隆 (Coulombs) = 朱爾 (Joules)。

\therefore 以克原子量之 Zn 溶解于丹尼爾電池中可得

$$1.5 \times 193080 = 289620 \text{ 朱爾之電能。}$$

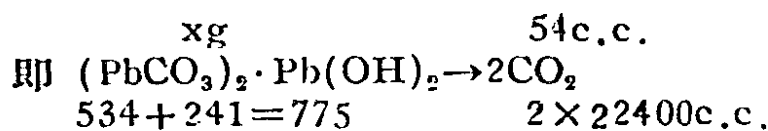
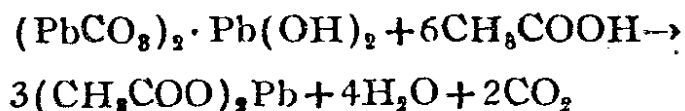
而以 1.52 克原子量 (即 100 克) 之 Zn 溶解于丹尼爾電池中可得。

$$1.5 \times 193080 \times 1.52 = 440222.4 \text{ 朱爾之電能，即等於} \\ 440222.4 \div 4.186 = 105165.4 \text{ Cal.}$$

- (5) 鉛白之試品 1 克溶於醋酸中，所得之二氧化碳為 54 立方

糧(標準狀況)。問此試品之百分純度爲何？

答



$$775 : 44800 = x : 54, \qquad x = .934\text{g.}$$

$$1\text{g} : 09.34 = 100 : x, \qquad x = 93.4\%$$

第四十四章 錳與鉻

問 題

(1) 已習之青銅有若干種？

答 已習之青銅爲：—

(a) 青銅 (Bronze) 主要成分爲銅，錫 3—8%，鋅 11 或
以上 %，及鉛少許，

(b) 鋁青銅 (Aluminium bronze) 含銅 85—90% 及鋁
(2—10%) 5—12%

(c) 錳青銅 (Manganese bronze) 含銅及錳。

(d) 鎂青銅 (Magnalium) 含鎂 5%，餘爲銅。

(e) 磷青銅 (Phosphorus bronze) 主要成份除銅，錫
外，含磷約 1—4%。

(2) 在此章以前所習之諸元素中，何者之原子價有在三種以上者。

答 (1) 氮之原子價有五種，如 N_2O (1 價)； NO ，(2 價)，

N_2O_3 (3 價), NO_2 (4 價), N_2O_5 (5 價).

- (2) 銻之原子價有三種，如 Sb_2O_3 (3 價), Sb_2O_4 (4 價), Sb_2O_5 (5 價).
- (3) 鉛之原子價有四種， Pb_2O (1 價), PbO (2 價) PbO_2 (4 價), Pb_3O_4 (8/3 價).
- (4) 硫之原子價有四種 S_2Cl_2 (1 價), H_2S (2 價) SO_2 (4 價), SO_3 (6 價).
- (5) 錳之原之價有五種，如 MnO (2 價), Mn_2O_3 (3 價), MnO_2 (4 價), MnO_3 (6 價), Mn_2O_7 (7 價).

- (3) 鉛，錫，硫，與碳等之何種化合物與二氧化錳相當？

答 二氧化鉛 PbO_2 ，二氧化錫 SnO_2 ，二氧化硫 SO_2 ，及二氧化碳 CO_2 ，與二氧化錳 MnO_2 相當

- (4) 重鉻酸鹽，焦性硫酸鹽及焦性磷酸鹽，有何關係？

答 重鉻酸 (H_2CrO_7) 係二分子鉻酸失去一分子水所縮成，其鹽稱為重鉻酸鹽；焦性硫 (即發烟硫酸) ($H_2S_2O_7$) 雖係溶 SO_3 於 H_2SO_4 中所成，其分子式亦若似二分子硫酸失去一分子水縮成者，故其鹽亦稱為焦性硫酸鹽，焦性磷酸。

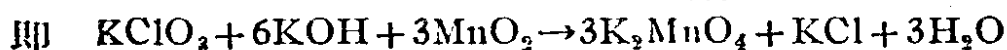
($H_4P_2O_7$) 亦係二分子磷酸失去一分子水縮成，故其鹽稱為焦性碳酸鹽，故三者均係為一縮二原酸之鹽也。

- (5) 已習之元素，其氫氧化物成兩性者，均為何？

答 銻，鋅，鋁，鉛，錫，鐵，之氫氧化物，均能成兩性，如 H_3SbO_3 , $Sb(OH)_3$; H_2ZnO_3 , $Zn(OH)_2$, H_3AlO_3 , $Al(OH)_3$; H_2PbO_3 , $Pb(OH)_2$; H_2SnO_3 , $Su(OH)_2$; H_2FeO_3 , $Fe(OH)_3$;

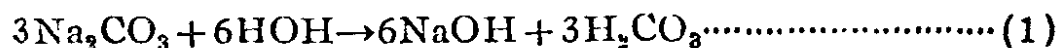
- (6) 試寫出加熱於氯酸鉀，苛性鉀及二氧化錳之混合應起之反應式。

答 二氧化錳在鹼液中，如遇強氧化劑，則錳離子即行氧化，價為錳酸鹽，故加熱於 KClO_3 , KOH 及 MnO_2 之混合物其反應式為

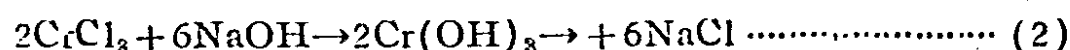


(7) 完成方程式 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \circ$

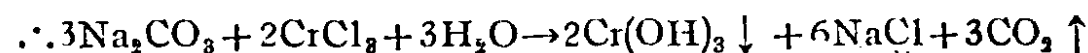
答 Na_2CO_3 先起加水分解，



CrCl_3 再與 NaOH 作用，生成不溶性之弱鹽基 $\text{Cr}(\text{OH})_3$



(1) + (2) + (3),



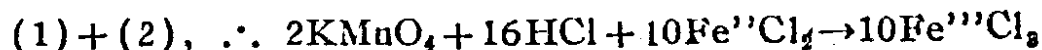
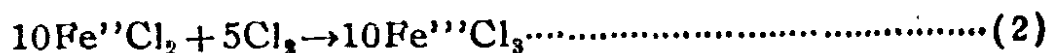
(8) 寫出 (a) 硫酸低鐵於鹽酸液中被過錳酸鉀氧化之方程式

(b) 二氧化硫於硫酸液中被氧化之方程式。

答 (a) 鹽酸與過錳酸鉀生成氯。



氯使硫酸低鐵氧化為高鐵



(b) 過錳酸鉀與硫酸作用，生成氧



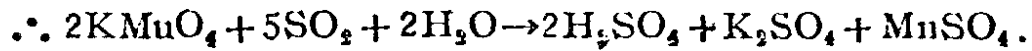
氧使二氧化硫氧化為三氧化硫



三氧化硫溶於水成硫酸

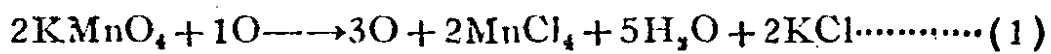


三式相加，



(9) 寫出過錳酸鉀與鹽酸作用以製氯之反應式。

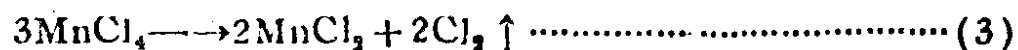
答 過錳酸鉀與鹽酸作用先生氧及四氯化錳等，



氧使鹽酸氧化放出氯



四氯化錳不安定，亦放出一部之氯還原為二氯化錳，

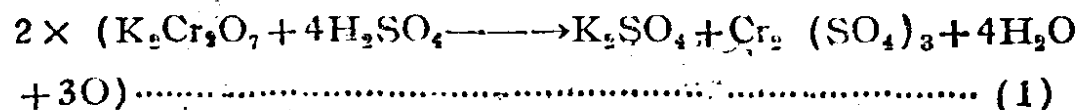


三式相加，

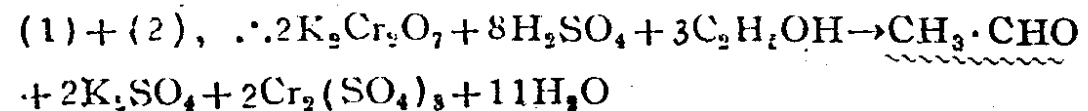


(10) 在適宜情況下，酒精於酸液中可被重鉻酸鉀氧化為乙醛，寫出其反應式。

答 重鉻酸鉀先與酸（如硫酸）作用，發生氧



酒精遂被氧化為乙醛。

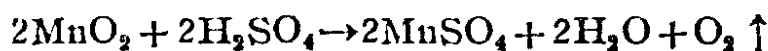


(11) 試由軟錳礦（二氧化錳， MnO_2 ）如何製成下列之化合物：
：— (a) 二氯化錳 (b) 硫酸亞錳 (c) 硫化亞錳
(d) 錳酸鉀， (e) 過錳酸鉀。

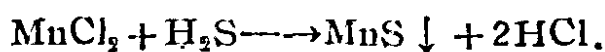
答 (a) 二氧化錳與鹽酸作用，即得。



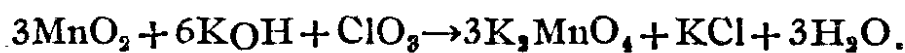
(b) 二氧化錳與硫酸作用即得。



(c) 二氧化錳先與鹽酸生成氯化錳，而後通硫化氫於其溶液中，即得白色之硫化錳沉澱。



(d) 二氧化錳與苛性鉀及氯酸鉀(氧化劑)混合加熱，即得。(參閱題 6)。

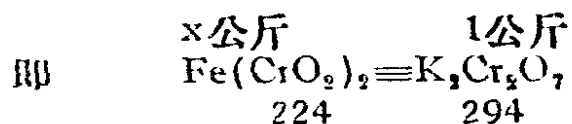
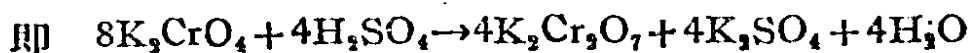
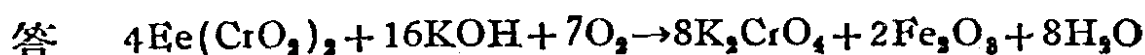


(e) 二氧化錳先製成錳酸鉀，溶於水中，即自行氧化為過錳酸鉀。



計 算 題

(1) 欲製 1 公斤重鉻酸鉀需鉻鐵礦 (Chrome iron ore) 之重若干?

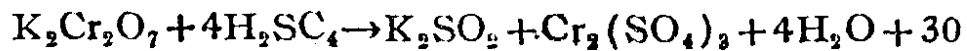


$$\therefore x = \frac{224 \times 1}{294} = 0.762 \text{ 公斤} = 762 \text{ 克 (約)}$$

= 所需鉻鐵礦之重。

- (2) 重鉻酸鉀於硫酸液中可放出所含全氧百分之幾，以氧化他物？

答 重鉻酸鉀於硫酸液中所起之反應式為



可知 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 可放出所含全氧之 $\frac{3}{7}$ ，即 42.9% (約)

- (3) 欲製含鉻 3% 之鋼 2000 磅，需含鉻 50% 之鉻鐵若干？

答 2000 磅之鋼中應含鉻 $2000 \times 3\% = 60$ 磅故需含鉻 50% 之鉻鐵，其重為 $60 \div 50\% = 120$ 磅

- (4) 欲製 150 磅之錳鐵含錳 80%，鐵 15%，碳 5%，需若干重之赤鐵礦 (Fe_2O_3) 及軟錳礦 (MnO_2) 為碳所還原？

答 150 磅之錳鐵中含純錳之重為 $150 \times 80\%$ 或 120 磅，含純鐵之重為 $150 \times 15\%$ 或 22.5 磅



$\therefore 20\text{e}, \text{e}$ ，之過錳酸鉀液中含 KMnO_4 之重為

$$\frac{3.16}{1000} \times 20 = 0.0632\text{g.}$$

即 $x\text{g}$ 之鐵 $\equiv 0.0632\text{g}$ 之 KMnO_4 $\dots\dots\dots(1)$

由 (1) 及 (2)，故得 $x = \frac{280 \times 0.0632}{316} = 0.056\text{g}$

即 0.2g 之礦石中含有純鐵 0.056g.

\therefore 此礦石含鐵之 $\% = 56$.

第 四 十 五 章

(1) 存於天然界之成酸變價金屬原質為氧化狀歟？抑為還原狀歟？試判定礦物生成時其佔優勢之狀況為何？

答 天然產生之成酸變價金屬原質，往往成高原子價(成酸)而存在。可以說是氧化狀，故礦物生成以氧化狀佔優勢。

(2) 以前所習鐵之何種合金可以製鋼？

答 鐵鈳齊 (Ferrovanadium) 可供製造鈳鋼之用，鐵錳齊為製含錳鋼之用，鐵鉻齊為製造不銹鋼 (Rustless steel) 之用，鐵鉬齊為製鋼合金之用。

(3) $(\text{NH}_4)_2\text{MO}_7\text{O}_{24}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 鹽與硅酸鹽之相似之點為何？

答 鉬酸鹽普通係由縮水酸所成，此點與硅酸鹽相似。

(4) 從瀝青鈾礦之分子式推想此化合物中鈾之原子價為何如？

答 瀝青鈾礦 (Uraninite) 其成分為 U_3O_8 ，由此推之，鈾為四價，及六價。(U_3O_8 ，可視為 $\text{UO}_2\cdot 2\text{UO}_3$)

(5) 鈳鋼普通僅含微量之鈳，何以名之曰鈳鋼？鈳變為何物？

答 鈳鋼中含鈳僅為 0.1%，為量極微，然鈳鋼韌性極大，較普通之鋼大異，故特名之曰鈳鋼，鈳鋼中之鈳係與鐵成一種合金。

(6) 前所習之鹽其名稱及構造，略與鈾基鹽相同者為何？

答 茲以氯化物為例。臚舉如下。

SO_2Cl_2 Sulphuryl chloride,

COCl_2 Carbonyl chloride,

NOCl Nitrosyl chloride,

SbOCl Antimonyl Chloride

BiOCl Bismuthyl chloride

(7) 鈾之本身既為有放射性者，何以想及瀝青油礦中有未發見

之原質(後經証明其爲鐳)。

(答) 因瀝青鈾礦之放射性較純鈾之放射性爲大，故引起化學家疑問，猜想其中必有未發現有較大放射性之原質，厥後遂發明瀝青鈾礦含有鐳，鐳之放射性爲鈾之一百萬倍，疑團始釋。

(8) 鐳分解所生之『能』僅由於鐳之本身抑由於鐳所生之原質之分解？

答 鐳之蛻變 (disintegration) 時放出多量之『能』，同時鐳本身亦蛻變爲別種新原質如鐳逐次蛻變則起下列變化
 鐳 \rightarrow 釷 \rightarrow 鐳 A \rightarrow 鐳 B. \rightarrow 鐳 C \rightarrow 鐳 D \rightarrow 鐳 E
 \rightarrow 鐳 F \rightarrow 鐳 G (不再蛻變爲鉛之同位素)由鐳逐次蛻變，均有『能』放出，蓋每次放出一電子或一氦原子而成一新原質，故『能』放出，可以說是由鐳所生原質之分解。

算 題

(1) 鉬普通成硫化物 MoS_2 發見而售作 MoO_3 ，欲決定從一定量之硫化物可得之氧化鉬之重量，須以何因數乘之？

答 $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$

$\therefore \text{MoS}_2 \rightarrow \text{MoO}_3$

$96 + 64 = 160 \quad 96 + 48 = 144$

$\therefore \text{MoS}_2 : \text{MoO}_3 = 160 : 144$

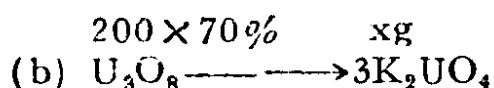
即每有重 160 MoS_2 生 144 MoO_3 $144 \div 160 = 0.9$ 。故由一定量之硫化鉬礦乘以 0.9，即得所變成之氧化鉬之重。

(2) (a) 欲使 U_3O_8 變爲 K_2UO_4 ，應施以氧化法抑施以還原法？(b) 由純度爲 70% 之瀝青鈾礦 200 克，能得 K_2UO_4 若干？

答 U_3O_8 可作 $\text{UO}_2 \cdot 2\text{UO}_3$ 看。



此法如就原子價言，可以說是氧化因其由低價氧化物（成鹽基）變為高價（成酸）。因鈾亦為成酸變價金屬原質（metallo—acid elements）也。



$$(3 \times 238) + 128 = 842 \quad 3 \times (78 + 238 + 64) = 1140$$

$$842 : 1140 = 140 : x, \quad x = 189.5 \text{g} (\text{K}_2\text{UO}_4)$$

(3) 每噸純鈾鈳礦中含有鈳之重量若干？

答 鈳鈳礦中含鈳之量，每噸僅為 9—10 mg. 故為量極少。

第 四 十 六 章

問 題

(1) 能生有色離子之最多數之金屬在週期表上何處？

答 能生有色離子之金屬為。

Co^{++} 桃紅色, mn.^{++} 肉紅色, Cr^{+++} 紫色,

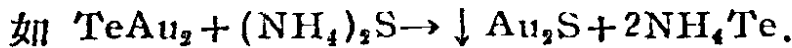
Cu^{++} 藍色, Au^{+++} 黃色, Ni^{++} 綠色。

以上各金屬，除銅及金之外，其離子顯顏色者，在週期表上第三週期，第六，七，八類中。

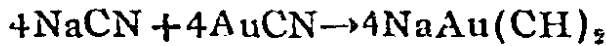
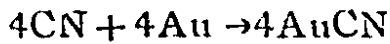
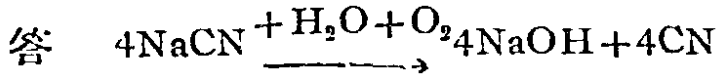
(2) 磷化金寧溶于金屬硫化物而不溶于金屬氧化物，此事實應如何解釋之？

答 磷化金之所以溶於金屬硫化物因金與硫可以生成金之硫化

物也。



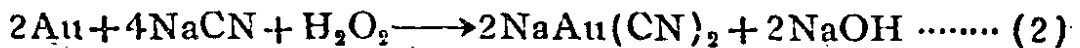
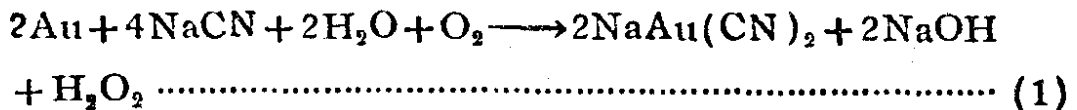
- (3) 方程式 $4\text{Al} + 8\text{NaCN} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{NaOH} + 4\text{NaAu}(\text{CN})_2$ 中變氧化之物質為何？被還原之物質為何？何者為氧化劑？何者為還原劑？



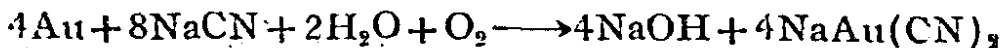
NaCN 被還原，NaCN \rightarrow NaOH 受氧化。

Au \rightarrow AuCN 受氧化。O₂ 及 H₂O 為氧化劑。

上式亦可作下列二部變化觀之。



二式合併為



此種氧化作用，謂之 autoxidation.

- (4) 前所述之酸類其分子式與氯鉍酸相似者為何？

答 酸類之分子式與氯鉍酸相似者甚多，如 H₂SnCl₆，H₂PbCl₆ 均是 (Hydro Chlorstannic acid，及 Hydrochloroplumbic acid).

- (5) 鉍作何種用途，則為永久之損失？

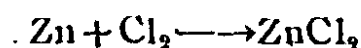
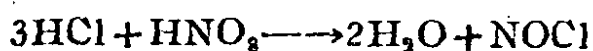
答 鉍產量極少，惟因其幾種特性有些用途非鉍不可，近雖百端求其代替品。但仍不能完全不用。若以鉍作裝飾品，可以謂為永久之損失。蓋用極有用而產量即少之鉍，為無關緊要之飾品(如首飾)，殊屬不當。

(6) 實驗室用鉑坩鍋時注意何點？

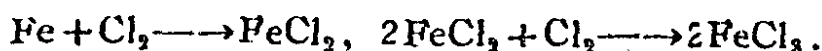
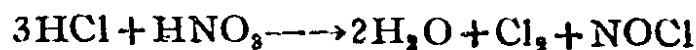
答 實驗室中使用鉑坩鍋須注意下列各點。

- (1) 凡易還金屬之鹽類(如鉛，錫，鐵，鎳等)在低溫度即能熔化切不可在鉑鍋內燃燒；磷化合物間有局部還原為磷酸者，易使鉑變脆。(須注意)
- (2) 使用鉑鍋時，不應使之變形。
- (3) 在未使用前須經過極謹慎之洗滌用：畢後所剩之沉澱可用稀鹽酸溶解之，再以水洗淨，烘乾，燃燒，然後置乾燥器中放冷以備下次再用。
- (4) 氧化高鐵有時可以黏着鉑鍋上，須用冷鹽酸浸十二小時然後稍溫，而除淨之，設此種黏着物仍不能溶解，則可用 KHSO_4 或 Na_2CO_3 加熱熔化後，以水溶解，再以鹽酸除淨之。
- (5) 鉑鍋黝暗失光時，須用極細海沙(非粗沙)以手指蘸濕黏擦之。
- (7) 王水與鋅，與鐵，與鉛，與金，與鉑，相作用各成何種化合物？

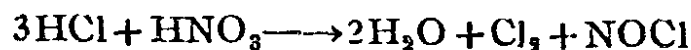
答 王水與鉑之作用生成氯化鉑



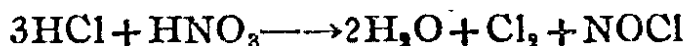
王水與鐵之作用，生成氯化鐵



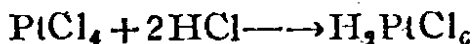
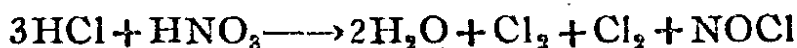
王水與鉛之作用，生成氯化鉛



王水與金之作用，生氯金酸

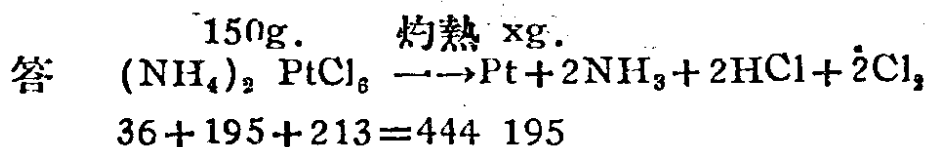


王水與鉑之作用，生成氯鉑氫酸。



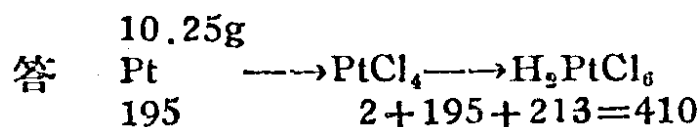
算 題

- (1) 由氯鉑酸銨 150 克，可得粉狀之鉑若干？



$$444 : 195 = 150 : x \quad x = 65.8\text{g}(\text{Pt})$$

- (2) 將重 10.250 克之壞鉑坩溶解於王水中，再將此溶液蒸發使乾，試計算其殘渣之重。



$$195 : 410 = 10.25 : x \quad x = 21.5\text{g.}$$

- (3) 某珠寶商有重 10 克之鉑鏈一條，彼更得恰好相同之鈀鏈一條，問此鈀鏈之重若干？

答 鈀與鉑為同重時，鈀之體積為鉑之二倍，故鈀鏈之形式恰與鉑鏈相同時，其重應為

$$10 \div 2 = 5\text{g.}$$

(完)

化學
綱要

分類解註

張叔獻編

定價 每冊定價壹元貳角

內容共分八類，解釋簡明，不啻一部化學小字典，高中學生，均應各手一編。



Mcpherson and Henderson

A Course in General Chemistry.

化學通論解答 (全一冊)

中華民國廿四年三月初版

每冊定價大洋壹元貳角

編輯者

俞益之

兼發行者

張叔獻

印刷者

北平景山大石作
大學出版社

電話東局二五四五

代銷處

大學出版社，人人書店

北平西單商場內

各大書店。

3

802283