

考 試 秘 本
各 科 問 題 詳 解

上海中原書局印行

1000000

039.51

5282

4

9164

540

0005901

化學問題詳解

第一章 緒論

(1) 以下之改變屬何類？

[解](甲) 冰融——係體變；因冰仍有水性，初不過因冷而變為固體。刻融之，仍變為水耳；與未結冰之水無異；可知其物質組成並未變也。

(乙) 牛乳酸——係化變；因牛乳變酸，與原來牛乳之質性不同，其組成亦更改，故屬化變。

(丙) 蠟燭燃燒——係化變；因蠟燭燒後，變為汽，與原來之形態，性質均不同，故屬化變。

(丁) 金類失銹——係化變；因銹與金類不同，且如用金類少許，秤準其為若干重，置之濕處，使之全變為銹後，再秤之，則其重量增加；可知其物質之組成已變矣。

(戊) 火藥炸裂——係化變；因火藥經炸後，則為變烟而所剩者，不過些許殘餘之

物而已，不復為火藥矣：可知其組成已改變。

(己) 鹽溶於水——係體變：因溶後，仍有鹽之質性。且將水蒸乾後，則食鹽仍復發見，察之，與未溶前之食鹽無異；可知其物質組成並未變也。

(庚) 糖變為焦——係化變：因糖燃後，所成之黑質，既不甜，又不溶解於水，此種改變，與上顯然不同，故謂化變。

[2] 化變體變試各書二種。

[解] 化變；如煤燃後變灰，酒變酸等是。體變；如銅溶後所變之銅，甘蔗變糖等是。

[3] 化變時，同時亦必有體變乎？

[解] 凡物體經化變後，其性態亦變；如鐵生鏽，則鐵與鏽組成既不同，性質又不同，故物體化變時，同時亦有體變。

[4] 體變時，同時亦必有化變乎？

[解] 體變時，僅變其形態，而於組成性質毫無關係；如冰融為水，其組成質性始終相同，故體變時，同時必無化變。

[5] 化變之特性試書二，三種。

〔解〕 化變之特性有三：

1. 組成改變。
2. 性質改變，
3. 形態改變。

〔6〕(甲)設有一定分量之水，結冰時，放熱乎？吸熱乎？ (乙)冰融解時與結冰時，熱量更改，同乎？異乎？

〔解〕(甲)水所以結冰者，因遇冷故耳；若為吸熱，則不能結冰，故為放熱。

(乙)水遇冷而結冰，冰遇熱而融解，一放熱，一吸熱。是以不同。

〔7〕(甲)外力混合物，(乙)化力化合物，(丙)原質，各書三種以證明之。

〔解〕(甲)外力混合物。——例如： 1.鐵屑與食鹽混合， 2.酒與水混合， 3.食鹽與水混合。此三種混合物，並未變成新物體，皆可用外力分之。

(乙)化力化合物——例如： 1鐵與硫黃化合， 2.銅與氟化合， 3.氯與銀化合，此三種化合物，已失去原有之質性；且此各物質，非以化變之力，不能再由

新物體分開者。

(丙)原質——例如：1.鐵，2.鈉，3.鉀，等是。此三種原質，再不能分解成更簡單之物質。

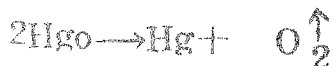
[8]試書出下列各物質之符號。

[解] 鋁(Al), 銻(Sb), 氫(A), 砷(As), 鋇(Ba), 鉍(Bi), 溴(Br), 鎘(Cd), 鈣(Ca), 炭(C), 氯(Cl), 鉻(Cr), 鈷(Co), 銅(Cu), 氟(F), 金(Au), 氫(H), 碘(I), 鐵(Fe), 鉛(Pb), 鎂(Mn), 汞(Hg), 鎳(Ne), 氮(N), 氧(O), 磷(P), 鉑(Pt), 鉀(K), 矽(Li), 銀(Ag), 鈉(Na), 硫(S), 錫(Ln), 鋅(Zn), 銻(Sr)。

[9]化變以熱助成者，以光助成者，以電助成者，試各書數種以證之。

[解](甲)以熱助成者：

1. 將氯化汞灼熱，分解成汞與氯。汞凝結於管邊，即銀色，如鏡形；氯係氣體，由管內逃散。



2. 將亞硝酸鉀加熱，則成水及氮氣。



(乙)以光助成者：

1. 氫與氯相混合，置諸暗處，雖無化變，然一觸日光，即忽發爆鳴而化合，所成之質係鹽酸。
2. 以氯氣水接觸日光，則起分解作用，氯氣分解水中之氫成氯化氫，而游離其氧氣。



3. 銀之氯族化合物，曝於日光，即速分解，均變為紫黑色。
4. 氯化第一汞露於日光之下，則漸漸變成氯化第二汞及汞。



(丙)以電助成者：

1. 以電流通過水內，則分解為氫及氧。
2. 通電流於鹽水，生鈉於陰極成氫氫化鈉，氧氣由陽極發生。



3. 預備氯酸鉀法，亦以電助成。通電流於氯化鉀之水溶液，則鉀生於陰極，與水相作用成氫氫化鉀而發生氫氣；氯生於陽極，與氫氫化鉀之液相作用生氯酸鉀，其反應如

下：——



第二章 氯 O_2

[10] 預備氯氣有幾種方法試述以何法爲最便何者爲最省。

[解] 預備氯氣之法有下列數種：——

- 1, 燒氯化汞 HgO
- 2, 燒氯酸鉀, 加少許二氧化錳, 使其作用較速,
- 3, 以電流通過水中 (水內須加少許硫酸)
- 4, 二氯化鈉加水 ($2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2$)。
- 5, 先使空氣變爲液體, 而蒸發之, 則氮先變體而出, 然後氯氣亦得, 蓋氮之化氣點低於氯氣故也。

以上五種, 以第二法爲最便且速, 若第五法之原料無需購買製造亦簡單, 故稱最省。

[11] 燃燒及緩氯化有何區別?

[解] 凡與氯化合之作用謂之氯化。其作用速者則發光發熱, 是即燃燒。其作用緩慢, 所發之熱甚微而不發光者, 謂之緩氯化。

[12] 物質自燃，須具何二條件？

〔解〕1. 物體須能養化。

2. 須使所發生之熱不致外散。

[13] 試舉例說明燃燒度。

〔解〕各物質之燃燒，必有一定之熱度，不達其一定之熱度，不能燃燒，此謂之熱度；例如，錫與磷，在平常之熱度時，不起燃燒；必點之以火，始起燃燒。然硫以火柴點之，良久始燃；而磷則否：可知各物質皆有一定熱度也。

[14] 燃燒亦有不放光者乎？

〔解〕依燃燒之定義，凡化變放熱，放光者，始謂燃燒。由此可知燃燒未有不放光者。

[15] 放光均由燃燒所致乎？

〔解〕放光不盡由燃燒所致；如電燈發光，然非燃燒。

[16] 有時物質經燃燒而增重者何故？

〔解〕如以燭試驗之。因燭為炭，氮二氮所成，炭與氮皆不能與氮化合；經燃燒後，即與空氣中之氮化合；則燭之炭氣加氮，氮氣加氮。由此觀之，則燭經燃燒後比原來燭而增重明矣。

[17] 在空氣內燃燒何以較在氮氣內燃燒為慢？

〔解〕 空氣內燃燒之所以慢者，因空氣內氧氣只占 $\frac{1}{5}$ ，其餘 $\frac{4}{5}$ 均係不靈動之氣體；且因燃燒所放之熱，亦被四周不靈動之氣體分去，以助其增高溫度之用，故燃燒之溫度，因之減少也。

〔18〕氯與臭氯有何不同？

〔解〕 臭氯變氯時，則放熱。電氣火花通過氯氣後，則氯氣之能力容量改變，於是另生新質性。故氯氣與臭氯，物質之組成均同，其性質之所以不同者，因能力容量之不同也。

〔19〕碘澱粉糊如何可證臭氯氣之發生？

〔解〕 用澱粉少許，及碘化鉀少許，稍加水熱之，使成溶液。若用紙一片，浸入液內，取出而置有磷之杯中，則該紙不久變為藍色：此即臭氯氣之發生。

〔20〕(甲)每百克水有氯若干？ (乙)此氯之體積若干？

〔解〕(甲) $H_2O = 18, \quad O = 16,$
 $18:16 = 100:X, \therefore X = \frac{1600}{18} = 88.9$ 克

(乙) 氯氣每餅(Liter)重1.4285克。

今氯氣重88.9克，則其比例如下：——

$$1.4285:88.9=1:X,$$

$$\therefore X = 62.233 \text{ 蚌}。$$

[21](甲) 氯化第二汞500克,有氮若干? (乙) 此氮之體積若干?

[解](甲) $HgO = 216, O = 16,$

今 $HgO = 500,$ 則 O 爲 $216:16::500:X$

$$\therefore X = 37 \text{ 蚌}。$$

(乙) $1.4285:37::1:X,$

$$\therefore X = 25.9 \text{ 克}。$$

[22] 設欲以水,或氯化第二汞,或氯酸鉀預備氮氣50蚌,問各須若干?

[解](甲) 以水預備——

氮氣每蚌之重量依標準溫度及壓力之爲1.

4285克, 則 50蚌應重 $1.4285 \times 50 = 71.425$

克。水之分子量爲18, O 爲16, 則

50蚌氮, 須用 $16:18::71.425:X$

$$X = 84.1 \text{ 克水}。$$

(乙) 氯化汞之分子量爲216, 欲預備50蚌之

氮須用氯化汞 $16:216::71.425:X,$

$$X = 964.2 \text{ 克}。$$

(丙) 氯酸鉀 $KClO_3$ 122.6公分加熱分解, 應

得氫氣48公分。若欲預備氫氣50呎 (71.425克), 所需氫酸鉀應為。

$$48:122.6::71.425:X,$$

$$\therefore X = 161.5 \text{ 克。}$$

[23] 設壓力不改, 將以下氣之體積, 依0度改之, (甲)150立方糎, 其溫度為10。(乙)840立方糎, 其溫度為273。

[解] (甲) 依查爾氏(Charles) 之定律 $\frac{V}{T} = \frac{V_1}{T_1}$,
 T 及 T_1 為絕對溫度, 即以攝氏表所量之溫度加273。則得 $\frac{150}{283} = \frac{V_1}{273} \therefore V_1 = 144.7$ 立方糎

(乙) 此處 $V = 840$, $T = 273 + 273$ 代入, 則得

$$V_1 = \frac{840}{546} \times 273 = 6120 \text{ 立方糎。}$$

[24] 設有一氣, 其體積係在溫度20時量定者, 問欲將該體積增一倍, 則當在若干溫度?

[解] $V_1 = 1, V_2 = 2, T_1 = 273 + 20 = 293$ 絕對溫度
 因 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \therefore T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{2 \times 293}{1} = 586$
 絕對溫度 $\therefore T_2 = 586 - 273 = 313^\circ\text{C}$ 。

[25] 設溫度不改, 將以下之體積, 依標準之壓力改之。(甲)200立方糎, 其壓力為740托。(乙)500呎, 其壓力為380托。

[解](甲)依波以氏之定律： $PV = pv$ 。

此處 $V = 200, P = 740, p = 760,$

代入式內，則得 $200 \times 740 = 760 \times v,$

故 $v = 194.7$ 立方糶。

(乙)此處 $V = 500, P = 380, p = 760,$

代入式內，則得 $500 \times 380 = 760 \times v,$

故 $v = 250$ 坩。

[26] 在壓力 750 耗，及溫度 0° 時，問氮一坩重若干？

[解] 氮氣每坩之重量以標準溫度及壓力量定，重 1.4285 克。

$$760:750::1.4285:X$$

$$\therefore X = \frac{750 \times 1.4285}{760} = 1.41 \text{ 克。}$$

[27](甲)340 立方糶，其溫度為 12° ，壓力為 753 耗，問體準若干？(乙)500 立方糶，其溫度為 15° ，壓力為 740 耗，問體準若干？

[解](甲) $\frac{PV}{T} = \frac{P_1V_1}{T_1} P_1 = 760, T = 285, T_1 = 2$

73, $P = 753, V = 340.$

$$\therefore V_1 = \frac{PVT_1}{P_1T} = \frac{753 \times 340 \times 273}{753 \times 285} = 297 \text{ 立方糶}$$

(乙)此處 $v = 500, p = 740, t = 288,$

$$\text{則 } V = \frac{740 \times 500 \times 273}{760 \times 288} = 342.5 \text{ 立方呎}$$

[28] 設欲在溫度20及壓力750耗時，預備氯250呎，問須用氯酸鉀若干？

[解] 先將氯250呎，改算為標準溫度及壓力時之容積，然後再求重量。

$$V_s = \frac{250 \times 750}{760(1 + 0.00366 \times 20)} = \frac{187500}{815.632} = 226 \text{ 呎。}$$

氯氣32公分在標準溫度壓力時有22.4公升之容積，故得比例如次：——

$$22.4 : 226 :: 32 : X,$$

$$\therefore X = 322.85 \text{ 公分。}$$

今48公分之氯氣，用氯酸鉀122.5公分分解而得，故欲得322.85公分之氯氣，應用氯酸鉀若干得比例：

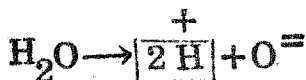
$$48 : 322.85 :: 122.5 : X$$

$$\therefore X = 3954.9 \text{ 公分。}$$

第三章 氯

[29] 說明三種製造氯氣之法，並列舉其化學反應。

[解] (1) 藉電流之力——若以電流通過水內，則分為氯氣氫氣。(須加硫酸數滴，電流始得分解之)。



(2) 藉一種金類之作用——水若與一種金類相遇，水內之氫放出，而金類占氫之位置。試以鈉擲入水內，則顯以下之方程：



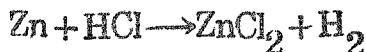
又如使沸蒸氣經過熱鐵，則鐵與氫相化合；如以下之方程：



(3) 以酸預備氫氣——凡酸均含氫，如與有種金類相遇，則金類立即與酸化合，放出酸內之氫；試以鋅與稀硫酸加水，可以下之方程式顯之：



若用針與鹽酸，則其化變如下：



[30] 定量之鐵能使無量之水蒸氣分解乎？

〔解〕 凡物質化合有定量。定量之鐵，只可與定量之氫相化合，若水蒸氣無定量，則氫亦無定量，則鐵不能盡數化合，故不能使之分解。

[31] 氫氣何以須由氫氫吹管之內管通過，而不由

外管通過耶？

〔解〕 氫氣所以由內管通過者，蓋避其氫氧相混合而發生爆烈之險故也。

[32] 試分辨氫化還原，燃燒，熱度。

〔解〕1. 凡一物體或該物體內之原質，與氫氣相化合，此種化變，謂之氫化。

2. 化合物失去氫氣，謂之還原。

3. 如氫化速，則所放之熱，集於頃刻之間，致使物體燃燒成燄者，謂之燃燒。

4. 凡物皆有一定燃燒之熱度。此種一定之熱度，謂之燃度。

[33] 有氫化則必有還原乎？

〔解〕 常常一物體氫化，則一物體還原。例如，銅在空氣內，灼熱，則極易氫化，變成黑色之氫化銅(CuO)，若以氫通過氫化銅，灼熱，則吸取氫化銅內之氫，而銅還原。

[34] 石灰光其熱之原爲何？其石灰究有何用？

〔解〕 石灰光之熱，由氫氧燄接於石灰而得。石灰係氫鈣，用以使氫氧燄與氫化合，放熱極大，使石灰放光極亮。

[35] 在標準之溫度及壓力時，一磅氫之重，須受若

干氣壓，始與一蚡氫氣之重相等？

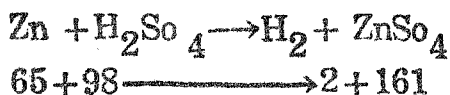
[解] 依波以氏(Boyle)之定律：設溫度不改，而壓力改，則凡氣體之體積，必與所受之壓力成反比例。

在標準溫度及壓力時，一蚡氫氣之重較一蚡氫氣之重為16倍。數依 Boyle 定律，算出氫氣所受之壓力如下：

$$1:16::760:X, \therefore X = 12160 \text{ 托。}$$

[36](甲)150克硫酸，能製氫若干，(乙)所製之氫氣，受準則之溫度及氣壓時，其體積若干？(丙)硫酸之密度為1.84，問150克硫酸，其體積若干？

[解](甲)以硫酸預備氫，如下之方程：——



$$93:2 = 150:X,$$

$$\therefore X = \frac{300}{98} = 3 \text{ 克} \dots \dots \text{所製氫之量。}$$

(乙)氫氣每蚡之重量以標準溫度及壓力量之，則為0.08984克。今有氫氣3克，則其體積應為X

$$0.08984:1 = 3:X, \therefore X = 33.4 \text{ 蚡。}$$

(丙)每一克水其容積為1立方糶，150克硫

酸適當水之體積， $150 \div 1.84 = 81.5$
立方糶。

(37) 硫酸50立方糶，密度 1.84，問能製氫氣若干
罇？

〔解〕 50立方糶硫酸之重量為 $50 \times 1.84 = 92$
。02克。以98公分之硫酸，能製氫氣2公分。今
有92.02克硫酸，應製得氫氣

$$98:2::92.02:X,$$

$$X = 1.878 \text{ 克。}$$

氫氣每罇依準則量之為重0.08984，
則1.878克氫氣，其體積為

$$1.878 \div 0.08984 = 20.9 \text{ 罇。}$$

第四章 氫氣之化合物

(38) 化學家何以常用蒸餾水，不常用瀘水水以製
備溶液？

〔解〕 蒸餾法能將礦物類或生物全行除去。而
過瀘法只能除生物，不能除去礦物，故化學家
常用蒸餾水以製溶液，取其純也。

(39) 水內溶化之固體宜若何定之，試詳言之。

〔解〕 水內溶化之固體有二種：

1. 礦物類——如石灰石，食鹽是。

2. 生物類——如動植物之雜質是。

其定之之法，須用淨水法，共有四種：

1. 蒸餾——蒸水為汽，使遇冷復凝結成水，則鑛質存於器底，一此法極有成效。
2. 過濾——瀘水於有孔物，則雜質不能通過。惟不能除溶解的礦物質。
3. 煮沸——煮水使沸，則有機物死滅。普通常用之。
4. 置礬——利用其加水分解所成之膠狀氫氯化鋁能與有機物結合而沈於下。

[40] 風化與潮解之區別。

[解] 1. 如有種含結晶水之物質，一置空氣中，即將其中之結晶水放出，不待加熱而後然也。此種作用，謂之風化。試取光毫結晶體之硫酸鈉少許，經一少時後，變為細粉，因結晶水逃散故也。

2. 又有種化合物，具反面之質性，露於空氣中，能吸水汽；取氯化鈣少許，置濕空氣內，數小時後，所吸之水，足以使之溶化。此種作用，謂之潮解。

[14] 水係蒸餾水乎？有何法證之？

〔解〕 蒸餾水乃係純淨之水，只含氫與氧；普通水內含濁質，非蒸餾水。試以蒸餾法證之：若是普通水，則有濁質存於下；若係蒸餾水則不然。

〔42〕食物如麵包洋薯等，有何法可以查出其水份若干？

〔解〕 取一玻璃瓶A，內貯麵包或洋薯，連以CD二玻璃管，滿盛善能吸收水氣之氯化鈣，A，C二管及內所貯之物，均一一衡準。於是將A管加熱，使麵包或洋薯蒸乾，所失去之水份，為C管之氯化鈣所吸收。D管氯化鈣阻止空氣中之水氣，進入C管。事畢，則將器具折去，將A，C管再衡準，A管所失之重量，即麵包或洋薯所失去水份之量；C管所增之重量，即由麵包或洋薯所吸收水份之重量。於是以百分計之，則知其水份為若干。

〔43〕濁水結冰，即無微生物乎？

〔解〕 濁水內有微生物；但微生物任冷至負252度，仍未死，況結冰時在0°C乎。故濁水結冰，必有微生物。

〔44〕設水極高之密度，不在四度，而在零度，問與

結冰有何關係?

〔解〕 水之極高密度，若在0度，則江河之中皆自底結冰而及於面則無水可取。

〔45〕物體能否同時有結晶水，又有外力關鎖水?

〔解〕 物體不能兼有此二種水。蓋結晶水與該結晶物體相化合；外力關鎖水，不能與結晶體相化合，所以同時不能兼有。

〔46〕以7呎之氮與 20呎氫混合而以火花通過之則 (甲)得水氣若干呎? (乙)剩餘何種氣體，其體積若干?



由此式可知一體積之氮與二體積之氫化成二體積之水。則欲使7呎之氮化成水則得水氣14呎，需氫氣14呎，現氫氣有20呎故所剩餘者為 $20 - 14 = 6$ 呎之氫。

〔47〕(甲)用氫100呎，依準則而量者，燃燒後所成之水重若干? (乙)所須氮氣之體積若干? (丙)預備以上之氮，須氮酸鉀若干?

〔解〕(甲)氫每呎依準則量之為過0.08984克。

氮100呎共重 $0.08984 \times 100 = 8.984$ 克。

氮與氮化合成水之比例為1:7.98，

則8.984克之氫，應須氯氣之重最爲X

$$1:7.98::8.984:X$$

$$\therefore X = 71.692 \text{ 克。}$$

故所成水之重量爲80.676克，

(乙)今所須氯氣之重量爲71.692克，但氯每磅依準則量之重 1.4285克。故所須氯氣之體積爲

$$71.692 \div 1.4285 = 50 \text{ 克}$$

(丙)44公分氯氣，須用氯酸鉀122.5公分分解而得。故欲得71.692克之氯，應用氯酸鉀

$$48:71.692::122.5:X$$

$$\therefore X = 183 \text{ 克。}$$

[48](甲)每斤二氯化氫有氯若干？(乙)以上之二氯化氫分解，成水及氯。問氯之體積，依準則量之，有若干？

[解](甲)34公分之二氯化氫有氯32公分，

每1000克二氯化氫，有氯

$$34:32::1000:X, \therefore X = 941 \text{ 克，}$$

(乙)二氯化氫分解氯及水，則1000克二氯化氫應分解生氯

$$34:16::1000:X,$$

$$\therefore X = 470 \text{ 克.}$$

每磅氫氣依準則量之,有1.4285克。

470克氫之容積應為

$$470 \div 1.4285 = 329 \text{ 呎}$$

第五章 原子理論

[49] 何謂定數比例定律?試舉例以說明之。

[解] 每種化合物之組成,永有一定而無殊異,此謂定數比例之定律。例如,溶解純冰所得之水,與凝結沸蒸氣所得之水,與燃氫於氫所得之水,此三種之組成均同,氫氫之比皆為1:7.9。又如,汞之紅色氯化物,無論如何製備,均含汞92.6%, 氫氣7.4%。故各化合物之組成,均有一定。

[50] 何謂倍數比例定律?試舉例以說明之。

[解] 甲乙二原質彼此化合多種化合物,其中甲之分量均相同,則乙之分量成一極簡單整數之比例,是謂倍數比例之定律。

1. 例如,水係氫1, 氫7.94相化合而成, 二氯化氫係氫1, 氫15.88相化合而成。 以上二化合物中氫之分量相同; 而氫之

比例，

乃7.94:15.88,簡之,即1:2是也。

2. 又如:氮與鐵化合成二種化合物:一為氮化第一鐵, (Feo) 係黑色, 一為氮化第二鐵 (Fe₂O₃) 係紅色。Feo 係 Fe 1, 與 O0.286 相化合而成, Fe₂O₃ 係 Fe1, 與 O0.429 相化合而成, 以上二化合物中 Fe 之分量相同, 而 O 則 2:3。

[51] 設二化合物其組成如下:

(甲) 氮 69.53, 氮 30.47; (乙) 氮 53.27, 氮 46.73
;證明(甲)(乙)各與倍數, 比例之定律相符合。

[解] 茲計算與氮 16 化合之氮氣之量如次:

(甲) 69.53:16::30.47:X, ∴X=7。

(乙) 53.27:16::46.73:X, ∴X=14。

以上(甲)(乙)之組成, 與氮氣定量化合之氮氣量為 7:14, 恰成倍數之比例, 足證與倍數比例之定律相符合。

[52] 設二化合物, 其組成如下:

(甲) 氮 43.64, 磷 56.36; (乙) 氮 56.35, 磷 43.65
;證明(甲)(乙)各與倍數比例之定律相符合。

〔解〕 茲計算與氫 16 化合之氮氣之量如次：—

(甲) $43.64:16::56.36:X, \therefore X=2.$

(乙) $56.35:16::43.65:X, \therefore X=1.$

由此足證(甲)(乙)之組成恰與倍數比例相符合。

[53] 德頓氏何以擅設每原質之原子量均同?

〔解〕 原子量不同，其原質亦不同；如此則化合物之組成不定，故每原質之原子量須均同，則化合物之組成，均有一定之定律。

[54] 分子及原子之別。

〔解〕.1. { 原子乃凡一原質內所能有之至小顆粒，
(不能獨立)
 { 分子乃凡一物所能有之至小自立顆粒；
 { 原子只見於原質，
 2. { 分子則既見於化合物，亦見於原質。

[55] 氫何以選為標準原質？氫之原子量，何以定為 16?

〔解〕 氫氣較氫氣，易與他原質化合，故以氫為標準原質，以定原質之原子量。

氫既作為標準，若不致使他原質與氫比較之原子量少過於一，因此以 16 作為氫之原子量，

則比較之下，氫之原子量等於 1.008，不致少過於一。

第六章 化學方程

[56] 何謂化學程式及化學方程？試舉例說明之。

[解] 1. 程式：數原質之名相併合，代表一種物體之分子，謂之該物體之程式；例如，

1. HgO 代表氯化汞，2. H_2O 代表水，

3. H_2SO_4 代表硫酸，4. FeS 代表硫化鐵。

2. 方程：物體化變，可以原質之記號及物體之程式，書出一種方程顯之；例如，

1. 氯化汞加熱，則分解為
$$2\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + \text{O}_2$$

2. 水以電流通過，則分為
$$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$$

3. 鐵與硫相化合，成
$$\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}.$$

故化學方程及程式者，代表物體變之組成，及物體所經之變化。既表其內容，並表其重量。

[57] 以下各物均按百分算其組成若干。

(甲) 氯化汞，(乙) 氫酸鉀，(丙) 鹽酸，(丁) 硫酸。

[解] (甲) 氯原子量為 35.5，汞原子量為 200，故氯化汞分子之重量，必為二數之和，即 235.5 是也。

茲將各原質以百分計之如下：

1. 氯等於氯化汞分子量之 $\frac{16}{216} = 7.40\%$ 。

2. 汞等於氯化汞分子量之 $\frac{200}{216} = 92.60\%$ 。

(乙) 氯酸鉀，氯之原子量係35.45，

鉀之原子量係39.15，

氧之原子量係16。

故氯酸鉀 KClO_3 分子之重量 = 122.6。

則知氯酸鉀內有

$$\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{鉀} \frac{39.15}{122.6} = 31.9\% \\ 2. \text{氯} \frac{35.45}{122.6} = 28.9\% \\ 3. \text{氧} \frac{48}{122.6} = 39.2\% \end{array} \right.$$

(丙) 氫之原子量係1.008，

氯之原子量係35.45。

則鹽酸分子之重量為36.46。

以百分計算其組成如下：——

1. 氫 $\frac{1.008}{36.46} = 2.77\%$ 。

2. 氯 $\frac{35.45}{36.46} = 97.23\%$ 。

(丁) 硫酸 H_2SO_4 內含氫二原子為2.016，

硫一原子為32.06。

氮四原子爲64。

故硫酸分子之重量爲98.076。

以百分算其組成如下：——

$$1. \text{ 氫 } \frac{2.016}{98.076} = 2.05\%。$$

$$2. \text{ 硫 } \frac{32.06}{98.076} = 37.70\%。$$

$$3. \text{ 氮 } \frac{64}{98.076} = 65.25\%。$$

[58] 晶體硫酸銅，其組成之銅，硫，氮，水按百分算之各若干？硫酸銅150克有水若干？

[解](1) 晶體硫酸銅之程式爲 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，
其分子量爲 $63.6 + 32.06 + 64 + (18.016)_5 = 249.74$ 。

以百分計算其組成如下：

$$\text{銅} \frac{63.6}{249.74} = 25.50\%。$$

$$\text{硫} \frac{32.06}{249.74} = 12.83\%。$$

$$\text{氮} \frac{64}{249.74} = 25.63\%。$$

$$\text{水} \frac{90.08}{249.74} = 36.04\%。$$

(2) 硫酸銅每一分與水五分子之比，係159。

66: 90.08, 故用 150克, 則如下之比例:——

$$159.66:90.08::150:X,$$

$$\therefore X = \frac{90.08 \times 150}{159.66} = 84.64 \dots \text{水之重.}$$

[59] 硫酸十克能化鋅若干?所成之硫酸鋅若干?

[解] 硫酸分子與鋅原子之比為 98.076:65.4,

今以硫酸10克,能化鋅

$$98.076:65.4::10:X$$

$$\therefore X = 6.668 \text{克.}$$

硫酸分子與硫酸鋅分子之比為 98.076: 161

.46, 今以硫酸10克能成硫酸鋅

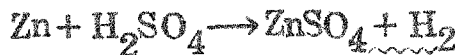
$$98.076:161.46::10:X$$

$$\therefore X = 16.46 \text{克.}$$

[60] 鋅十克,用以預備氫氣。若欲以鐵預備等積之氫氣,問須鐵若干?

[解](原子量)Zn=65.4, H=1.008,

Fe=55.9.



$$65.4:2.016::10:X,$$

$$\therefore X = .308 \text{克(即十克鋅所預備氫之重量.)}$$

以沸蒸汽經過熱鐵，預備氫氣，其方程如下：

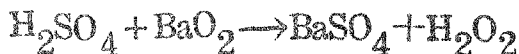


$$3 \times 55.9 : 2.016 \times 4 :: X : 3083$$

$$\therefore X = 6.4 \text{ 克 } \cdots \text{ 所須之鐵。}$$

(61) 設欲預備二氯化氫一尅，問須二氯化鋇若干克？所成之硫酸鋇若干？

[解] 1. 以硫酸之溶液，加於二氯化鋇，則成二氯化氫與硫酸鋇。其反應之方程如下：——



$$\text{O} = 16, \text{H} = 1.008, \quad \text{Ba} = 137.4, \text{S} = 32.06.$$

$$\text{BaO}_2 = 169.4, \quad \text{H}_2\text{O}_2 = 34.016.$$

$$169.4 : 34.016 :: X : 1000$$

$$\therefore X = 4980 \text{ 克 } \cdots \cdots \text{ 所須 } \text{BaO}_2 \text{ 之量。}$$

$$\text{BaSO}_4 = 233.46.$$

$$169.4 : 233.46 :: 4980 : X,$$

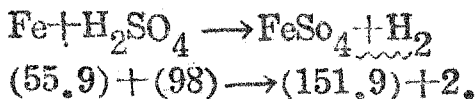
$$\therefore X = 5747 \text{ 克 } \cdots \cdots \text{ 所成 } \text{BaSO}_4 \text{ 之量。}$$

(62) 鐵八克，硫酸十克相化合，能製氫氣若干磅？

氫氣須依標準溫度氣壓量之。又所成之硫酸鐵
(FeSO₄) 若干？

[解] 茲將以鐵與硫酸預備氫氣之方程書之如

下:—



$$98:2::10:X,$$

$\therefore X = 0.204$ 克……所得氫之重量。

氫每斤依標準溫度及壓力量之，其重為 0.08984。
 $0.204 \div 0.08984 = 2.26$ 斤……所得氫之體積。

$$98:151.9::10:X.$$

$\therefore X = 15.5$ 克……所得硫酸鐵之重量。

(63) 設欲預備二氯化氫一尅，問須二氯化鋇若干克？所成之硫酸鋇若干？

〔解〕 以二氯化鋇加硫酸預備二氯化氫，其反應方程如下：—



$$(98) + (169) \leftarrow (233.4) + (34)$$

$$169:34::X:1000,$$

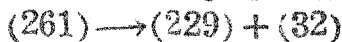
$\therefore X = 4970.6$ 克……所須二氯化鋇之量。

$$169:233.4::4970.6:X$$

$\therefore X = 6864.7$ 克……所成硫酸鋇之量。

[64](甲) 二氯化錳25克，灼熱，成(Mn₃O₄)若干?

[解] 二氯化錳灼熱，其反應如次：——



$$261:229::25:X,$$

$$\therefore X = 21.9 \text{ 克 (Mn}_3\text{O}_4)$$

(乙) 同時所放出氧之體積，依標準溫度壓力量之若干?

[解] 氧每呎之重量依準則量定，則為 1.4285 克。

今所放出氧之重量為

$$261:32::25:X \quad \therefore X = 3.065 \text{ 克。}$$

則其體積為 $3.065 \div 1.4285 = 2.145$ 呎，

[65] 有瓶四隻，每隻之容量 200 立方呎；欲以氯酸鉀預備氧氣，使四隻均盛滿，問須氯酸鉀若干?

[解] 四瓶氧氣之容積共 $200 \times 4 = 800$ 立方呎，

800 立方呎氧氣之重量為

$$22.4:0.8::32:X,$$

$$\therefore X = 1.143 \text{ 公分。}$$

48 公分氧氣，須用氯酸鉀 122.5 公分分解而得。

故欲得1.143公分之氯氣，應用氯酸鉀

$$48:1.143::122.5 X,$$

$$\therefore X = 2.917 \text{ 公分}$$

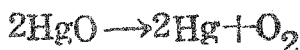
[66] 化學反應約分幾類？並舉例以證明之。

[解] 化學雖有許多不同之反應，然可約分四類：

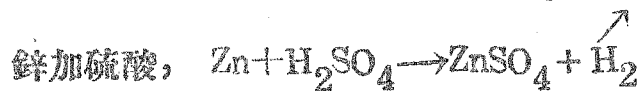
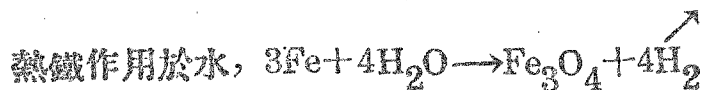
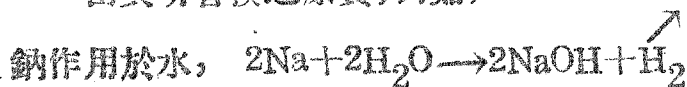
1. 相加——數物體化合成一種新物質；例如，



2. 分解——物質因反應而分解，復成其所含之各質；例如，



3. 替換——占化合物一原質之位置，而放出其所替換之原質；例如，



4. 雙分解——二物體化合成二種化合物，
且二物體內之原質彼此易地；例如，



第七章 氮

- [67] 氮，氫，氮，試分辨之。

[解] 以燃燒燭插於硬鐵絲上，取瓶三個，滿盛
氮、氫、氮三氣。將燭送入氮氣瓶內，其焰增大
，光亦增亮。若將燭送入氫氣瓶內，則氫氣因
燭之火焰於瓶口，有氮氣處燃燒；而燭送入純
氫時，燭之火燄反熄。若縮回少許則復燃。若
將燭送入氮氣瓶內，既不能燃又不助火；如是
試驗，則三氣氮可顯然而分別矣。

- [68] 氮、氫比較之重量若干？氮、氫比較之重量若干？

[解] 氮氣每升重1.02501克，

氫氣每升重 1.4285 克，

則氮較氫重 $1.4285 \div 1.02501 = 1.39$ 倍強；

氮每升重1.02501克，

氫每升重0.08984克。

則氮較氫重 $1.02501 \div 0.08984 = 11.4$ 倍弱。

- [69] 由空氣預備氮，用氫氣何以能令氮氣除去？

[解] 因氫與氮之愛力極大。氫若與氮混合，即

爆烈，則氮可於此除去，而氮可得預備矣。

[70] 氮之製法有幾？以何法為最純淨？

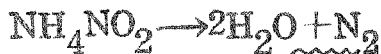
[解](1) 由空氣預備法：

1. 藉磷之作用——試以磷置盤內漂於水面。將磷燃着，以玻璃蓋蓋之，於是磷與鐘內空氣中之氮相化合成五氯化磷，所餘者即氮氣。
2. 藉銅之作用——以管盛銅，灼熱，通以空氣，則銅與空氣中之氮相化合，成一固體之氯化銅。而氮仍前行，經過管後，可於水上取之。

以上二法預備氮氣，為不純淨，因空氣中含氮及氧外，尚有多種他氣質故也。

(2) 由氮之化合物預備法；

取亞硝酸熱之。則得化變如下之方程：——



此法所得之氮為最純淨。

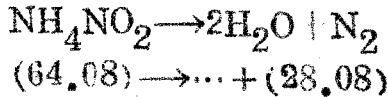
[71] 空氣10呎依化學室標準溫度氣壓而量者，能預備氮氣若干？

[解] 以體積而論，空氣中每百分有 78分係氮氣。則10呎空氣可預備氮氣。

$$\frac{78}{100} \times 10 = \underline{\underline{7.8}} \text{呎, } \underline{\underline{重9.75}} \text{克。}$$

〔72〕欲預備氮氣20呎，於水上依化學室標準溫度氣壓量之，問須亞硝酸銻若干克？

〔解〕 以亞硝酸銻熱之，其反應如下。——



氮氣20呎依標準溫度氣壓量之，共重

$$1.2501 \times 20 = 25 \text{ 克。}$$

氮氣28.08公分須用亞硝酸銻4.08加熱分解而得；故欲得氮氣25克，當用亞硝酸銻X克

$$\text{故 } 28.08 : 64.08 :: 25 : X,$$

$$\therefore X = 57 \text{ 克。}$$

〔73〕10呎空氣，依標準溫度氣壓量定者，令通過100克熱銅，問銅重增加若干？

〔解〕 空氣每100體積，含有氧氣21體積。

$$\text{則 } 10 \text{ 呎空氣內，有氧 } 10 \times \frac{21}{100} = 2.1 \text{ 呎。}$$

$$2.1 \text{ 呎空氣依準則量之，共重 } 1.4285 \times 2.1 = 3 \text{ 克。}$$

令10呎空氣通過100克熱銅，空氣中之氧與銅化合，成氧化銅(CuO)，則此3克氧。乃銅所增之重量。

[74] 令氮與氧相混合，此氮與氧相混之比例如空氣中二原質相混之比例，混合時未吸熱，亦未放熱，此事能解說何理？

[解] 氮與氧相混合，其熱度並不增高，非若彼化合物須增高其熱度也。此事足證空氣之為混合物，而非化合物也。

[75] 何以證明空氣為混合物而非化合物？

[解] 空氣係混合物，而非化合物，可證明者二：

1. 空氣溶解水內，氮與氧之比例，各依其溶度為比。若係化合物，必不因溶解水內，而即改變。
2. 若化合物為液體，則沸度均係一定，而液體沸度，則無一定，若煮沸，則氮與氧先後逃散，若係化合物，則必按百分例一同逃散。
3. 氮與氧之成分不能表以化學方程。

[76] 空氣係何成份？其分析之法如何？

[解] 空氣之成份，係氧，氮，二氧化碳，水氣及為生命所不須者之稀少原質；若氫，氦，氖，氬，又有氫，阿摩尼亞（或譯錒），二氯化氫等所混合而成。其分析之法如下：——

(1) 定氧——將管內之空氣量定，然後以磷移

去氮氣。空氣所減少之體積，即被磷所吸去之體積。試驗結果，氮占空氣體積21%。

(2) 定氮——先將空氣內氮除去，所餘之氣，令通過蒸熱之鎂，則氮與鎂化合。氮約占78%。

(3) 定二氧化碳——令空氣經過氫氧化鈣 則氫氧化合物所增之重量，乃所吸收二氧化碳之重量，約占.04%。

(4) 定水氣——令空氣通過氯化鈣，則氯化鈣所增之重量，即水氣之重量。多寡無定。

[77] 有製造廠之城鎮，較之鄉村空氣之何種成份較多？

[解] 製造廠多以煤燃燒，煤類含炭之百分數極大；燃時則炭與空氣中之氮相化合，而成二氧化碳(CO₂) 故近該廠之城鎮，較之鄉村，其空氣以二氧化碳較多。

[78] 苜蓿生於田內何以能令泥土變佳？

[解] 苜蓿能直接從空氣中吸取氮氣，故泥土變佳。

[79] 德瓦士球內層，何以有時以銀鍍之？

[解] 因銀與白色，能將熱全行反射。只以不傳

熱，故液體空氣難變成氣體也。

[80] 液體空氣，何以有藍色？久置色增乎？

〔解〕 液體空氣因固體二氯化炭濾出，故呈藍色。久置則吸取二氯化炭，生混濁色。

[81] 設有一器皿盛液體空氣，若以冰置於器皿內，則液體空氣立刻沸騰，而且甚烈，其故安在？

〔解〕 液體空氣在負190°時即沸騰，水之熱度僅在0.4°，則液體空氣溫度較低於水。故液體空氣觸冰，則立刻沸騰甚烈。

[82] 空氣每百體積，有氮 21，氮78體積，問氮之重量各若干？

〔解〕 $\frac{21}{100}$ 氮其重量為 $\frac{21}{100} \times 1.1 = 23\%$ 。

$\frac{78}{100}$ 氮其重量為 $\frac{78}{100} \times .98 = 75.5\%$ 。

* 第九章 溶液

[83] 以下之語，彙試分辨之：電解，電解物，伊洪，溶質，溶劑，溶液，過飽和溶液。

〔解〕 A. 電解。——電流通過電解物，必起化變，是謂電解。

B. 電解物——如食鹽之類溶解於水內，所成之溶液，即能傳電。此種溶液，謂之電

解物，

C. 伊洪——化合物溶解於水內起變化，其分子之一部分彼此分離為二三份，每份帶有電氣，故名伊洪，

D. 溶質——被溶解之物質，謂之溶質。

E. 溶劑——能溶解物質之液體，謂之溶劑，

F. 過飽和溶液——溶液飽和後，使之變冷，有時並無固體結晶，此種溶液，謂之過飽和溶液。

[84] 自然泉何以放氣泡？

〔解〕 自然泉未噴出時，其壓力大，則多量氣體能溶解於泉水內。若將壓力除，則氣體逃散，使水放氣泡。

[85] 荷蘭水何以放氣泡？

〔解〕 當製荷蘭水時，以壓力使二氯化炭溶解於其內。若將軟木塞拔去，即將其壓力除去，則氣體逃散，使荷蘭水放氣泡。

[86] 菜蔬以鹽水煮之，何以較以清水煮之易於熟爛？

〔解〕 因食鹽水之沸點較清水高，故菜蔬易熟爛。清水無是種作用，較之不易熟爛。

[87](甲)洋海之水，何以不結冰？(乙)鹽與冰結合，其溫度何以較冰之溫度仍低？

[解](甲)蓋溶液之凝結度減低之多寡，與溶物質多寡成比例。海水溶解物質多，故凝結度愈減低，所以不能結冰，

(乙)因鹽與冰合，冰即溶解，吸收熱量，故溫度更低，

[88]搖攪何以能令固體溶化於液質內之速率增加？

[解] 固體溶解於液體內，若加之以搖攪，則固體分子震動散布於液體內，使液體各部分，濃淡相同，則液量大，固體溶解於液體內較速。

[89]設有一種溶液於此，如何識別其已飽和，未飽和，及過飽和？

[解] 法再以溶液內所溶之物，加於此液內，若此所加之量能再溶去則為飽和；若所加者，不能溶去，則為飽和；若加入後，而該液中已溶之物，皆呈結晶狀者則為過飽和。

[90]試述溶液之特性！

[解] 溶液之特性有三：——

a, 若水中溶有物質，則其水汽壓力減低，

所減之數，與所溶分子之濃淡成比例。

b, 溶液之沸點比水之沸點高。每一分子量之物質溶於1000立方糲之水內，則沸點升高 0.52° 。

c, 溶液之冰點比純水之冰點低。每一分子量重之物質溶於1000立方糲之水內則冰點降低 -1.86°

[91] 設80公分之食鹽溶於 500立方糲之水內則其沸點應升高若干? 冰點應降低若干?

〔解〕 食鹽即氯化鈉 NaCl 其分子量為 57.46。按以57.46公分之食鹽溶於1000立方糲水中，其沸點應升高 0.52° 。今依此同量之食鹽，在500立方糲內，其沸點應升高 $2 \div 0.52^{\circ} = 1.04^{\circ}$ 。

$$\therefore 57.46:1.04=80:X$$

$$\therefore X = \frac{1.04 \times 80}{57.46} = 1.45^{\circ} \text{ 即其沸點升 } 1.45^{\circ}$$

依同理，57.46公分之食鹽在 500立方糲之水中應降低其冰點。—— $1.86^{\circ} \times 2 = \text{——} 3.72^{\circ}$

$$\therefore 57.46:3.72=80:X$$

$$\therefore X = \frac{80 \times 3.72}{57.46} = 5.18 \text{ 即冰降}$$

5.18°或書——5.18。

[92]設有一物不知其分子量，祇知224公分在500立方糲水內使其沸點升高4.2°(甲)問其分子量若干?(乙)問其冰點應在何度?

〔解〕 凡一分子量重之質，皆使 1000立方糲之水升高沸點0.52°即使500立方糲水升高1.04度。若X為分子量

$$\begin{aligned} \text{(甲) 則 } 1.04:4.2 &= X:224 \\ \therefore X &= \frac{1.04 \times 226}{4.2} = 56 \text{ 公分強} \end{aligned}$$

(乙) 沸點升高4.2°與冰點之降低應成正比例，設以Y為冰點降低之數

$$\begin{aligned} \text{則 } 4.2:Y &= 0.52:1.86 \\ Y &= \frac{4.2 \times 1.86}{0.52} = 15.02^\circ \end{aligned}$$

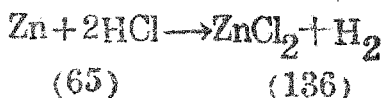
∴其冰點應為——15.02°C

[93](甲)食鹽十克，溶解於水，將溶液蒸乾，所餘固體之重量若干?(乙)鋅十克溶化於鹽酸內，將溶液蒸乾，所餘固體之重量若干?

〔解〕(甲)食鹽於水，無化學作用故雖溫度任何更改，而所溶之量仍不改。故食鹽十克，溶解於水，所餘之重量仍為十克。

(乙)鋅溶化於鹽酸內，則成氯化鋅。將溶液

蒸發，則氯化鋅結晶，故欲知所餘固體之重量，求氯化鋅之重量即得。

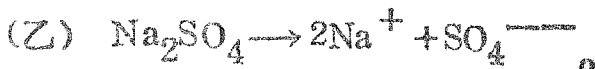
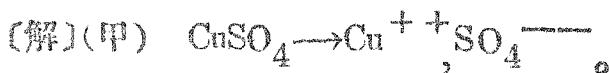


(65) (136)

$$65:136::10:X,$$

$$\therefore X = \frac{136 \times 10}{65} = 20.9 \text{克}$$

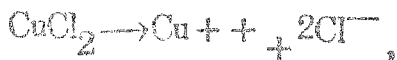
[94] (甲) 硫酸銅之稀溶液係藍色。由溶液電離之學說觀之，試書其簡單之方程。 (乙) 硫酸鈉之方程亦書出。此溶液無色。 (丙) 硫酸銅之溶液，何以有藍色？



(丙) 硫酸銅之溶液中有銅伊洪，故現藍色。

[95] (甲) 如前題試書氯化銅 CuCl_2 稀溶液之方程，此溶液係藍色。 (乙) 試書氯化鈉之方程，此溶液無色。氯化銅之溶液，何以現藍色？

[解] (甲) 氯化銅之溶液電離如下：——



氯化銅之溶液，因有銅伊洪在內，故現藍色。

(乙)氯化鈉之溶液電離如下：——



[96] 同一硫酸，濃者及淡者所顯之化學變化各有不同試述其故。

[解] 濃硫酸內水分甚微，無電離作用。稀硫酸，為硫酸極稀之溶液，起電離作用。此溶液中含有 H^+ 氫伊洪及 $\text{SO}_4^{=}$ 伊洪；其所起各種化變皆因 H^+ 或 $\text{SO}_4^{=}$ 而發生者，故為濃硫酸所無。

第十章 酸，鹽基，鹽，中和，

[97] 試舉酸，鹽基，中和，及鹽之定義及其特性。

[解](1) { 酸之定義：凡一種物質，若溶解於水，或他種能起電離之液體內，能生氫伊洪(游子)，名曰酸。
酸之特性：(1)酸均含氫；(2)酸溶解於水內；其分子電離成二種伊洪：一種必係氫為陽伊洪，一種為陰伊洪；(3)溶液有酸味；(4)能使指示藥變色

(能令藍石蕊變紅，黃迷脫橙變紅。)

(2) 鹽基之定義： 凡一種物質，若溶解於水，或他種能起電離之液體內，而能生氫氧伊洪者，名曰鹽基。

鹽基之特性： (1)均含氫氧；(2)溶解於水，其分子電離成二種伊洪：一種必係氫氧組成之陰伊洪。他一種為陽伊洪；(3)鹽基之溶液，有滑性及澆味；(4)能使指示藥變色（能變紅澆為藍，紅迷脫橙成黃。)

(3) 中和之定義： 乃酸之氫伊洪與鹽基之氫氧伊洪相化合而成水及鹽之謂也。

中和之特性： (1)無氫伊洪及氫氧伊洪；(2)成水及鹽類；(3)溶液無酸味及澆味；(4)不能令指示藥變色。

(4) 鹽之定義： 鹽乃由酸之陰伊洪，與鹽基之陽伊洪相化合而成。

鹽之特性： (1)鹽中並無一原質或數原質可令鹽有特別之性；(2)鹽無一種公共之特別嘗味；(3)鹽中尚未雜

有他種物質，不能使指示藥變色；

(4) 鹽溶解於水內，成二種伊洪。

[98] 以氫氯化鈉合硝酸中和，蒸乾後，剩有硝酸鈉百克。問曾用溶液各若干？

[解] 定量硝酸鈉，須用定量硝酸及定量之氫氯化鈉，始可中和。



(63) (40) (85)

$$85:63::100:X,$$

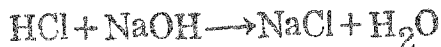
$\therefore X = 74.1$ 克……所須硝酸在溶液中之重量

$$85:40::100:X,$$

$\therefore X = 47$ 克……所須氫氯化鈉在溶液中之重量。

[99] 設有一種溶液，每百立方糲含鹽酸 18 克。曾查出須用此溶液 25 立方糲，始可使氫氯化鈉溶液 30 立方糲中和。問氫氯化鈉每百分溶液中有若干？

[解] 100 立方糲之鹽酸溶液中含有鹽酸 18 克，則 25 立方糲中應含有 $25 \times \frac{18}{100} = 4.5$ 克。



依據中和之比例，36.45 公分之鹽酸，須用

40 公分之氫氧化鈉，始可中和。然則4.5克鹽酸，應用若干克氫氧化鈉成比例。

$$36.45:40::4.5:X,$$

$\therefore X = 4.9$ 克……即30立方糶中所含氫氧化鈉之量。以百分計之，則含有

$$4.9 \div 30 = 16\%, \dots\dots \text{即} 16\%$$

[100] 極乾之硫酸，加於極乾之氫氧化鈉內，則無化變，其故安在？

[解] 極乾之氫氧化鈉內，均不能電離，故無氫伊洪(H^+)及氫氧伊洪(OH)是以無化變。

[101] 冷濃硫酸加於鋅，則無化變；然加稀硫酸，則有化變，其不同之故安在？

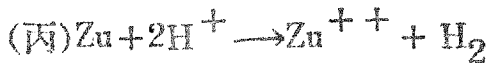
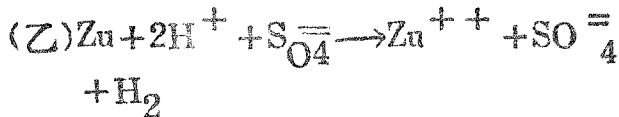
[解] 硫酸濃則每百分中電離之分子甚少，故不能與鋅有所化變；硫酸稀，其溶液內電離之分子極多，故能與鋅有化變。

[102] 鹽酸加於徧蘇恩 C_6H_6 ，所成之溶液不能傳導電流。若此溶液加於鋅，則有氫放出否？詳言之。

[解] 鹽酸之所以有酸之特性者，因溶於水中，起電離作用，而生 H^+ 氫伊洪也，若加於 C_6H_6 內，即不起電離作用，故無氫伊洪之發生，則

酸性不顯矣。是以加於鋅，則與鋅無作用亦無氫放出。

[103] (甲) 以鉀及硫酸預備氫氣，試書其方程。(乙) 又照溶液電離之學說觀之，試將此方程再書之。(丙) 由方程之二端減去SO₄伊洪。(丁) 由(丙) 所得之方程，照溶液電離論之，試解明預備氫氣係何種作用？



(丁) 由丙可知氫伊洪所帶之兩個正電皆為Zn奪去成Zn⁺⁺鋅伊洪。而氫伊洪失電後，變為原子。由兩原子結合而成一分子，再團結若干分子成氣泡放出，即代替作用也。

[104] 如前題解明水及鈉化合則生氫，究係何種作用？

[解] 如前題，水為H⁺及OH合併而成。則Na

驅出其氫即奪其 H^+ 所帶之正電也。



第十一章 原子價

[105] 何謂原子價？試舉例說明之。

[解] 原質之原子價，係一種定性：即此原質之一原子，能與他原質之若干原子相化合之數也。

例如鹽酸(HCl)，係氯之一原子，與氫之一原子化合而成，又如水(H₂O)，係氧之一原子，與氫之二原子化合，又阿摩尼亞NH₃，係氮之一原子，與氫之三原子化合而成。又沼氣(CH₄)，則知炭之一原子，與氫之四原子化合。此種化合比例之數，實係每原質之原子價。以氫為標準。

[106] 鈉之原子價一，鈣之原子價二，鋁之原子價三，設其所成之鹽，均係正式，則試書出此三原質所成以下化合物之程式。氯化物，硫酸化合物，磷酸化合物。

[解](1) 氯之化合物：由氯之原子價為1故：——

1. 氯化鈉 NaCl 。 2. 氯化鈣 CaCl_2 。
 3. 氯化鋁 AlCl_3 。

(2) 硫酸化合物：因 SO_4 之原子價為 2，故：——

1. 硫酸鈉 Na_2SO_4 ， 2. 硫酸鈣 CaSO_4 。
 3. 硫酸鋁 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

(3) 磷酸化合物：因 PO_4 與三個氫原子化合，故其原子價為三。

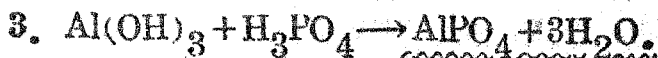
1. 磷酸鈉 Na_3PO_4 ， 2. 磷酸鈣 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 。
 3. 磷酸鋁 AlPO_4 。

[107] 鐵成二種鹽：在第一種鹽中鐵之原子價係二；在第二種鹽中鐵之原子價係三。設其所成鹽均係正式，試書出鐵之二種氯化物及鐵之二種硫酸化合物。

- [解] 1. 氯化第一鐵 FeCl_2 ， 2. 氯化第二鐵 FeCl_3 。
 3. 硫酸第一鐵 FeSO_4 ， 4. 硫酸第二鐵 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

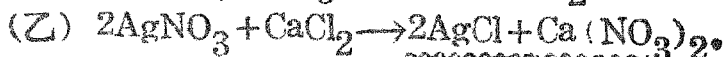
[108] 以下酸與鹽基中和時，所成之反應，試書出其方程。

- [解] 1. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。
 2. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。



〔109〕如銀所成之硝酸化合物中，銀之原子價一；鈣所成之氯化物中，鈣之原子價係二。(甲)試書出硝酸銀及氯化鈣之程式。(乙)以上二鹽之溶液，若混合，則銀鈣彼此對換。此反應，試書出一方程以證之。

〔解〕(甲)硝酸銀 AgNO_3 ，氯化鈣 CaCl_2 。



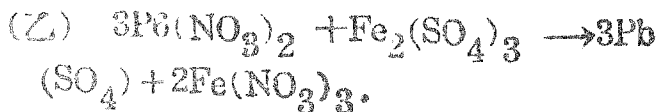
〔110〕錫成氯化物時，鈣之原子價係三。(甲)氯化錫之程式若何？(乙)以黑酸 H_2S 通過氯化錫之溶液，則氫錫對換，試書一方程，以顯此反應。

〔解〕(甲)氯化錫之程式—— SbCl_3 。



〔111〕硝酸鉛中，鉛之原子價係二，硫酸第二鐵中，鐵之原子價係三。(甲)試書硝酸鉛及硫酸第二鐵之程式。(乙)二溶液若混合，則金類彼此對換，試書此反應之方程。

〔解〕(甲)硝酸鉛 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ，硫酸第二鐵 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。



第十二章 氮之化合物

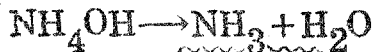
[112] 阿摩尼亞如何製備？試詳言之。

〔解〕 阿摩尼亞之製法有三：

1. 化學室製法——以氯化銶 (NH_4Cl) 加氫
氯化鈉一同蒸熱，其反應如下：——

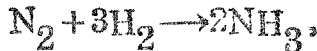


所成之氫氯化銶 NH_4OH ，其性甚不固，
故即分開成水及阿摩尼亞：——



2. 市上製法——加石灰於煤氣液內蒸熱，
則石灰與他種物質化合；阿摩尼亞即由
混合物中蒸出。

3. 新法——以電氣火花，通過氫氮之混合
物即得。其反應如以下之方程：



[113] 試述銶(即阿摩尼亞)之質性及效用。

〔解〕 1. 體性——係一無色，有臭味之氣體，較空
氣輕一半，極易溶解於水，易化為液體。

2. 化性——有鹼性，不助燃，亦不可燃，不
過在純氧內燃燒。極乾之阿摩尼亞化性
不甚活潑；濕時則能與多數物質化合。而

尤易與酸化合。

3. 効用——1. 藥用：用潦蛾蚣傷及毒蛇傷等。

2. 洗濯，

3. 製冰，因鈉液體蒸發時吸收多熱也。

[114] 極乾之鈣，不能令試紙變色，試言其故。

[解] 極乾之阿摩尼亞無氫氫伊洪，故不能令試紙變色。

[115] 製造人力冰時，何以須用鹹水？

[解] 製造人力冰時，兩旁間以鹹水，中居淨水，蓋鹹水結冰較清水結冰為難，能吸收熱，致清水之溫度更降底，故製冰須用鹹水。

[116] 用人力製造冰時，所有能力之改變，試詳論之。

[解] 製造人力冰時，以壓力令鈣氣體變成液體，所生之熱為冷水所吸收。當鈣通過鹹池內時，即將壓力除去，則液體蒸發而吸收熱力，致令鹹水之溫度降至 0 。以下，則管內所盛之水，因此結冰：其能力之改變略如此。

[117] 設以氯化鈣預備，欲令一呎水飽和。此水之

溫度係零度，氣壓係760耗，問須用氯化銻若干？

【解】每蚌水在氣壓760耗，及溫度零度時，能與1148蚌阿摩尼亞飽和。若預備如此大體積之氣體，所須氯化銻如次：——

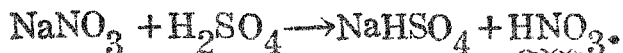
預備17公分阿摩尼亞，須用氯化銻53.52公分。然則1148蚌阿摩尼亞（共重874.4316克），應用氯化銻若干成比例：

$$17:53.52::874.432.X$$

$$\therefore X = 2752.912 \text{ 克。}$$

[114] 略述硝酸之製法，性質及用途。

【解】1. 製法——以硝酸鈉加硫酸加熱，則硝酸變成氣體逃散。若將此氣體通一管內，外浸以冷水，則氣體凝結成液體硝酸。其反應之方程如下：——



2. 性質——硝酸為無色之液體，有臭味。此其體性。其化性分四種：

1. 酸性：——在稀溶液內能令藍石蕊變紅。顯各種酸性。

2. 蒸熱則分解：—— $4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{NO}_2$ (棕色)

3. 氯化作用：——能使已燃炭發紅色。

4. 對金類作用：——能溶解金屬，除黃金白金外。

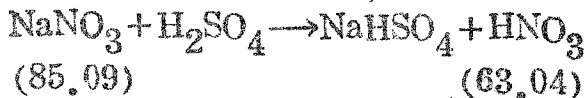
3. 效用——用於氯化劑。製火藥或原料。

[119] 預備市上硝酸百立方糰，問須硝酸鈉若干？

[解] 100立方糰硝酸中，只有酸

$$100 \times \frac{68}{100} \times 1.56 = 106 \text{ 克。}$$

預備硝酸之方程如下：



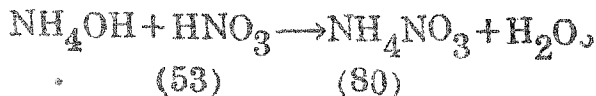
以85.09公分之硝酸鈉，能得63.04公分之硝酸；若欲得106克硝酸，須用若干硝酸鈉成比例。

$$85.09 : 63.04 :: X : 106,$$

$$\therefore X = 143 \text{ 克} \dots \dots \text{所須NaNO}_3\text{之量。}$$

[120] 問欲取100份硝酸銶，須用若干份硝酸？

[解] 氫氯化銶與硝酸化合，則成硝酸銶，其方程如下：——



故要取100份硝酸銶，須用硝酸之分量，其比

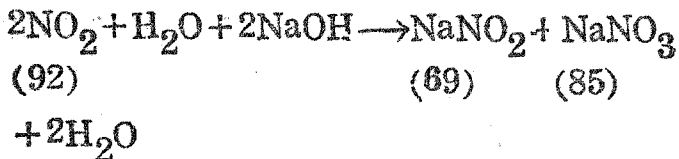
例如次：——

$$80:53::100:X,$$

$$\therefore X = 66.25.$$

[121] 過氟化氮100蚘 溶解於水內，加氫氟化鈉令中和。問所成者係何物質？並問各成若干？

[解] 過氟化氮溶於水，加氫氟化鈉令之中和，其反應如以下方程：——



所成者係亞硝酸鈉及硝酸鈉二種化合物。

按過氟化氮一蚘，重2.05克。則百蚘共重205克。以92公分之過氟化氮溶於水，加氫氟化鈉，能生亞硝酸鈉89公分，又硝酸鈉 85公分；若以205克過氟化氮溶於水，加氫氟化鈉，能成亞硝酸鈉及硝酸鈉之重量如下：——

$$92:69::205:X,$$

$$\therefore X = 153.76 \text{克} \dots \dots \text{所成 NaNO}_2 \text{之重量.}$$

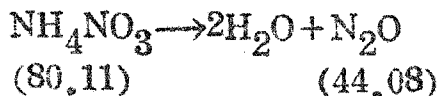
$$92:85::205:X,$$

$$\therefore X = 189.4 \text{克} \dots \dots \text{所成 NaNO}_3 \text{之重量.}$$

[122] 硝酸鈣十克，能預備亞氟化氮若干蚘？此體

積係依標準量定者。

[解] 硝酸銻加熱分解如下：——



以十克硝酸銻，能預備亞氮化氮

$$80.11:44.08::10:X,$$

$$\therefore X = 5.5 \text{ 克。}$$

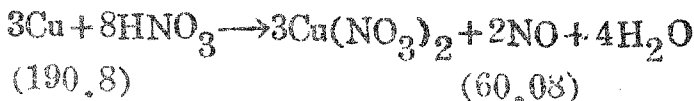
亞氮化氮每呷依標準量之，則為1.9677克。然

則5.5克亞氮化氮，其體積當為

$$5.5 \div 1.9677 = 2.84 \text{ 呷。}$$

[123] 欲預備氮化氮五〇呷，依標準量者，問須銅若干？

[解] 以硝酸加於銅，即得氮化氮，其反應如下：——



預備氮化氮60.08公分，須銅190.8公分，若欲

預備氮化氮 $1.3410 \times 50 = 67.05$ 克，所須銅

若干如下：——

$$60.08:190.8::67.05:X,$$

$$\therefore X = 212.935 \text{ 克。}$$

[124] (甲)各種氮之氮化物，按百分計算，其中氮
 氮各若干？(乙)此種化合物證明何種定律？

[解](甲)1. 亞氮化氮 N_2O (44.08)。含36.9%，

N. 63.1%。

2. 氮化氮 NO (30.04)。含53%，

N. 47%。

3. 過氮化氮 NO_2 (46.04) 含70%，

N. 30%。

4. 三氮化氮 N_2O_3 (76.08)。含63%，

N. 37%。

5. 五氮化氮 N_2O_5 (108.04)。含74%，

N. 26%。

(乙)1. $36.9:16::63.1:X$, $X=27.4$.

2. $53:16::47:X$, $X=14$.

3. $70:16::30:X$, $X=7$.

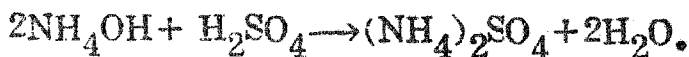
4. $63:16::37:X$, $X=9.4$

5. $74:16::26:X$, $X=5.6$

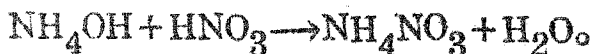
以上各化合物，可證定比例及倍比例
 之定律。

[125] 照溶液電離理論，試書出氮氮化鉀與硫酸之
 反應；並與硝酸之反應之方程。

〔解〕 加硫酸於氫氟化銶(安摩尼尼水),使之中和,生硫酸銶,其反應之方程如下:



加硝酸於氫氟化銶,則得潮解性之硝酸銶,其反應之方程如下:



(126) 以下之鹽基加硝酸,反應之方程; 試一一書出。 (1) NaOH , (2) NH_4OH , (3) KOH , (4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

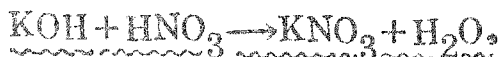
〔解〕 (1) 加硝酸於 NaOH 令之中和,生硝酸鈉與水。其反應之方程如下:



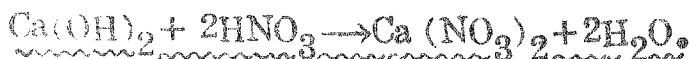
(2) 加硝酸於 NH_4OH , 則生硝酸銶,其反應之方程如下:



(3) 加硝酸於 KOH , 則生硝酸鉀,其反應之方程如下:



(4) 加硝酸於 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 則生硝酸鈣,其反應之方程如下:—



第十三章 可逆反應及化學平衡

[127] 何謂可逆反應？試舉例說明之。

[解] 有二種物質化合而成一化合物，而此化合物可反應而復成二種物質，謂之可逆反應。

例如：水蒸氣通過熱鐵，所放之氫，若通過熱氧化鐵，則有可逆反應而復得水及鐵。



又如：氮與氫化合，成亞摩尼亞；有時亞摩尼亞分解，復成氫及氮：



[128] 試言化的平衡之意義，並詳述其對於下列各種變遷所受之影響如何？

- (A) 溫度變更，(B) 壓變更，(C) 加入接觸物，
(D) 化合原料之增減。

[解] 可逆反應之物質行化變時，其兩邊進行速率適居相抵，則兩邊物質之比重，不再改變，貌似反應終止之情形，實即平衡矣。

- (A) 當平衡之際，兩邊相逆之作用，則其一為收熱化變，其他必為發熱化變，且熱量之出入必等，若外加熱，則可助進收熱之化變，即不能平衡矣。

(E) 壓力增加，恆致平衡點移向體積減縮變化；壓力減少，恆致平衡點移向體積張大變化。

(C) 化學速率往往因接觸媒變更；如氯酸鉀之分解，混少許二氧化錳，速率增加。增加之原因，即受有外力也，平衡際，加入外力，即失平衡。

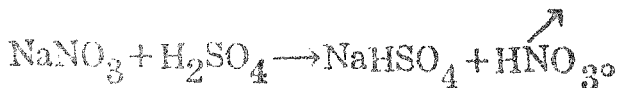
(D) 化變時原料增減，影響於化變速率尤大。當平衡之際，原料更動，濃度即不能平均，平衡亦因之而失。

[129] 溶液內可逆反應如何則可使完全？試詳言之。

[解] 物體於溶液內平衡後，可用以下三法中之一法擾動其平衡，而令其反應完全。

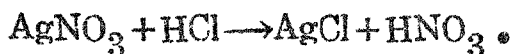
1. 使成一種氣體由溶液內逃散。

例如：——硝酸鈉及硫酸加熱，所成之硝酸，即行蒸出，只剩有酸性硫酸鈉，故此反應完全。如以下之方程：——



2. 使成一種不溶解之定質。

例如：——鹽酸及硝酸銀，所成之氯化銀不克溶解於水內，則此反應完全。表之如下：——



3. 使成不電離之水。

例如：——氫氟化鈉以鹽酸令之中和。所成之水，不能電離，則此反應完全。表之如下：——



[130] $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$ 此方程係可逆反應乎？若然，則說明如何則左端可向右端；如何則可反是。

[解] $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}$ 此方程係可逆反應。

因阿壇尼亞 NH_3 與水 H_2O 化合成氫氟化銻；而熱氫氟化銻則發生阿摩尼亞氣體，

[131] $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 此反應可逆乎？若可，亦說明如何則左端可向右端；如何則反是。

[解] 此係可逆反應；表之如下：——

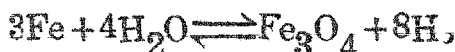


以定量之氫氟二氣先後通於管內。乃通以電，

則氫氧二氣即化合，成水。若以電流通過水，水即分爲以上二種原質；故此反應係可逆。

[132] 試舉可逆反應之例，並說明其理由。

[解](1) 水蒸氣通過熱鐵，則成氧化鐵而放氫。若將所放之氫，通過熱氧化鐵，則有可逆反應而復得水及鐵。如以下之方程：——



(2) 氮與氫化合，成阿摩尼亞。有時阿摩尼亞分解，復成氮及氫，如以下之方程：——



(3) 氯化銶以高溫度熱之，分爲氯化氫及阿摩尼亞；然冷卻後，復結合爲氯化銶。如以下之方程：——



(4) 以二氯化硫溶於水，成亞硫酸。此酸不堅固，分解成水及二氯化硫，表之如下：——



[133] 預備鹽酸，試設一法。

[解] 以食鹽(氯化鈉)加硫酸，灼熱，則鹽酸放出，通於水內溶解，如以下之方程：



[134] 試舉硫黃之性質，種類及用途。

1. 性質： 色黑，質脆，有臭味，不溶於水，惟溶於二硫化炭 CS_2 中，化性甚慢，熱至 $115^\circ C$ 時為淡黃流動液體；至 $235^\circ C$ 時則為黑色不流動；再熱漸流動，至 $448^\circ C$ 則為氣體。硫若於氮及空氣內加熱燃燒，現淡藍色之火燄，多數金類，易與硫化合，與氮同。

2. 種類：——

(A) 結晶硫 { 1. 斜方硫—由 CS_2 中結晶而出。
2. 長針硫—熱硫為液體而自冷，結晶得之，

(B) 不結晶硫 { 1. 白硫—不溶于 CS_2 中
2. 橡皮型硫—傾溶硫于冷水，則凝為柔軟之硫。

3. 效用： 用於葡萄園以殺蟲，名曰殺蟲劑。又可用以製火藥，及自來火。

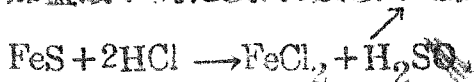
[135] 硫有多形。設每種之硫，各取一克燃燒，其所生之熱多寡同乎？

[解] 各種之硫燃時，所生之熱多寡不同，

[136] 預備黑酸之方程可逆乎？如平常所預備者其

反應可完全乎?

〔解〕 加鹽酸于硫化鐵內，成以下之反應：——

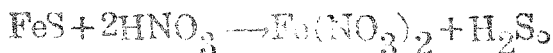


所成之黑酸係氣體，即由管中逃出，故此反應為不可逆。平常預備黑酸，能令之逃散，故反應可得完全。

〔134〕設黑酸(硫化氫 H_2S)係液體，其預備法須更改乎?

〔解〕 設黑酸係液體，如通常預備法，則此氣體不能變成液體；須用他物質加熱即得。

加硝酸于硫化鐵內，置于曲頸瓶內蒸熱，則黑酸即變成氣體逃出。此氣體通以一管，浸以冷水，則凝結成液體黑酸，其反應之方程，表之如下：——



〔138〕黑酸之性質如何？試略述之。

〔解〕(A)體性： 黑酸係無色而臭之氣體，較空氣微重，密度係一。一八。溶於水，不能溶于沸水。

(B)化性： 其緊要之化性如下：——

1. 酸性——溶解于水所成之溶液，能令藍石蕊變紅；又能令鹽基中和，成鹽。
2. 對氯作用——易在氯中，或空氣中燃燒。



3. 還原作用——係一種有力之還原劑，能由含氯之物內吸取氯氣。
4. 對金類作用——若通過管內燒紅之鐵，則其反應，如以下之方程：——



[139] 硫酸可用以令黑酸變乾乎？試言其故。

〔解〕 硫酸可以令黑酸變乾。因濃硫酸吸水之力極大；黑酸通過濃硫酸，則黑酸內之水氣，為硫酸所吸盡，因此可以變乾。

[140] 黑酸設欲預備 100 蚘，問須硫化鐵若干克？

其時實驗室溫度係 17°C ，氣壓係 74。耗，

〔解〕 100 蚘黑酸若依準則量之，則其體積應為

$$V = \frac{740 \times 100 \times 273}{290 \times 760} = 91.7 \text{ 蚘}$$

91.7 蚘黑酸，其重量共為

$$1.5211 \times 91.7 = 139.5 \text{ 克}$$

(此即 100 蚘黑酸在 17°C 及壓力 740 耗時之重)

量。)黑酸之製法:係加鹽酸于硫化鐵即得。



(87.96) (34.07)

87.96:34.07::X:139.5,

$\therefore X = 360$ 克……(所須硫化鐵之量)

[141] 黑酸乾者令試紙有改變乎?試言其故。

[解] 黑酸乾者,不能令試紙變色,蓋黑酸溶液所以能令試紙變色者,只以黑酸溶解於水,發生輕伊洪,故能令試紙變色。而乾者無酸之特性,故不能令試紙變色。

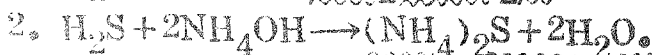
[142] 設黑酸一蛭中之氫氣均放出,問此種之體積若干?此氣體係標準溫度而量定者。

[解] 黑酸中之氫氣占5.9(5.9%)則黑酸一蛭中含有氫

$$1.5211(\text{黑酸一蛭之重量}) \times \frac{5.9}{100} = 0.0898 \text{克}.$$

依準則量之,其體積亦為一蛭。

[143] 黑酸與氫氧化鈉及與氫氧化銦之各反應,試各書方程以顯之。



[144] 由亞硫酸鹽預備二氯化硫,與預備黑酸之大

旨相同，試指明之。

〔解〕 加鹽酸于亞硫酸鈉，則亞硫酸放出，其反應如下：——



但亞硫酸非固性，又分解成水及二氧化硫，其反應之方程如下：——



[145] (甲) 二氧化硫乾者，令試紙有改變否？

〔解〕 二氧化硫 SO_2 乾者，不能令試紙變色。蓋二氧化硫若不溶于水，不成亞硫酸，故無酸之特性，不能令試紙變色。

(乙) 二氧化硫溶解於水內，質性與酸相似，有何法可以證之？

〔解〕 以試紙置於二氧化硫溶液內，因其中有亞硫酸，則試紙變色。此足證明其為酸性。

[146] (甲) 無水亞硫酸及無水硫酸，其成份之百分數各若干？

〔解〕 無水亞硫酸 SO_2 ，又名二氧化硫

其中成份，以百分計之，

{	氧50%，
{	硫50%。

無水硫酸又名三氯化硫。

其中成份，以百分計之， $\left\{ \begin{array}{l} \text{氯}60\% \\ \text{硫}40\% \end{array} \right.$

(乙)此二種物質，與倍數定比例，並無反對，試證明之。

[解] 原子量S=32

$$50:32::50:X, \quad \therefore X=32=2.$$

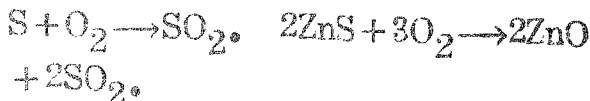
$$40:32::60:X, \quad \therefore X=48=3.$$

即二氯化硫及三氯化硫之組成，其中硫之分量均相同，而氯之分量成一極簡單整數之比例，即2:3，恰與倍數比例相符。

[147] 二氯化硫及三氯化硫之製法及性質。

[解](A) 二氯化硫(無水亞硫酸)之製法有三:

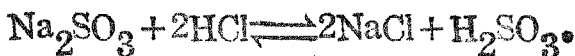
1. 燃硫——燃硫于氯中或空氣中，則加二氯化硫，及燃硫化物每得。



2. 硫酸還原——濃硫酸與銅加熱，一部份成硫酸銅，一部份成亞硫酸，亞硫酸分解，成二氯化硫及水。其反應之方程如下:——



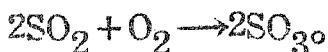
3. 酸與亞硫酸鹽作用——亞硫酸鹽加酸，則亞硫酸放出，因非固性，故又分解成水及二氯化硫。其反應之方程如下：——



(B)性質：無色氣體，在常度時，較空氣重2.2倍。有異臭，易溶于水。化性極活潑，能與氯直接化合；且能吸取他物質之氯，為一還原劑，又能與水化合成亞硫酸 H_2SO_3 。

(A,)三氯化硫(無水硫酸)之製法：

以二氯化硫與氯氣同熱，以鉑屑為觸媒，則成三氯化硫。其反應之方程如下：——



(B,)性質：無色液體。在 15°C 時變為固體，沸于 46°C 。其晶體與空氣遇，則放煙霧；若擲于水內，即變為硫酸。

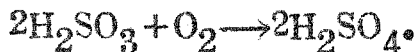


[148] 亞硫酸之特性。

〔解〕 亞硫酸有四種質性：

1. 酸性——有酸之特性。若以鹽基令之中和，則成亞硫酸鹽。

2. 還原性——能吸收空氣內或物質之富有氧者，經此反應，即變成硫酸。



3. 漂白性——能令多數有顏色之物質，變成無色，故常用漂紙及革製成之貨。

4. 止腐性——可用以止發酵，而為保護劑。故發糰時，若有亞硫酸之氣發出，則糰終不成。

[149] 今有氯化硫一種，以重量計硫 32.06 占 50.0 5%，氯 16 占 49.95%，試用算式表示此氯化硫之成份，並表示防疫消毒用硫時之化合程式。

$$[\text{解}] \quad \frac{49.95}{16} = 3.12, \quad \frac{50.05}{32.06} = 1.56.$$

3.12 與 1.56 之既約數為 2:1。

∴ 其成份為 SO₂。

[150] 何謂接觸作用? 何謂觸媒? 其防疫消毒之化合程式為 $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$ 。試舉例以證明之。

〔解〕 凡能令慢反應變速，速反應變慢之作用，謂之接觸作用。

凡能令慢反應變速，速反應變慢，惟不變其所成之合質，此種物質，謂之觸媒。如鉑屑，水及二氯化錳等是。

〔例一〕 氫氣在平常溫度時，若有鉑粉，亦能化合；否則，則化合者極少，除非另加極高之溫度而後可。

〔例二〕 氯酸鉀加二氯化錳，一同加熱，則在較低之溫度時，亦能放氯；否則，須用極高之溫度而後可。

〔例三〕 二氯化錳粉若篩于二氯化氫之濃溶液內，則二氯化氫立刻分解。

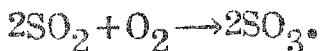
〔例四〕 欲使 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 之反應變慢，須加磷酸。

〔例五〕 如氯中全無水氣，則磷不能燃燒于氯內。

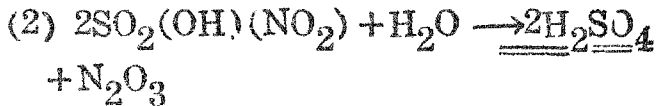
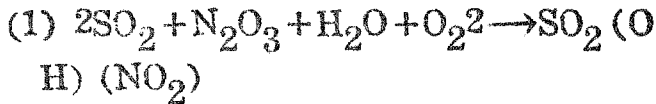
[151] 略述硫酸之製法及性質。

〔解〕 製法有二：

1. 接觸法——以接觸劑使 SO_2 成 SO_3 而溶于水即得，其反應如以下之方程：——



2. 鉛室法——以二氯化硫，水蒸氣空氣及二氯化氮導入鉛室製之，其反應如以下之方程：



其性質分二層，述之如下：——

1. 體性：——無色液體。較水重二倍。密度為 1.84，沸度為 338°

2. 化性：——

(一) 酸性——鹽。在稀溶液中可與氯化物或氫氯化物相化合成鹽。

(二) 氯化劑性——濃酸若與硫炭等物一同加熱，則起氯化。而硫酸即分解。

(三) 對金作用——以稀硫酸加于金類，則成硫酸鹽而放氫。若用濃硫酸，則所放之氫，即與酸另外一部分相氯化，而放 SO_2 。

(四) 對鹽作用——硫酸沸度高，可須備他種酸。

(五) 對水作用——濃酸能吸水，係一種有效力之脫水劑。

[152] 設欲預備含百分之九八之硫酸一百磅，問須硫黃若干磅？

【解】 按硫酸之原子量爲 $(H_2)2.016 + (S) 32.06 + (O_4)64 = 98.76$ 。

$$98.76 : 32.06 :: 98 : X,$$

$\therefore X = 32$ 磅餘。…… 所須硫黃之量。

[153] 設欲預備亞硫酸鈉 耗，問須二氯化硫若干？

【解】 按亞硫酸鈉 Na_2SO_3 之分子量爲 126.16。二氯化硫 SO_2 之分子量爲 64.06。

$$126.16 : 64.06 :: 1000 : X,$$

$\therefore X = 50.8$ 克。…… 所須 SO_2 之量。

[154] 市上預備硫化炭，所用之電流，有何用？

【解】 用以生熱，使硫成液與炭化合而成硫化炭氣外散。

[155] 硫酸廠若不用革路殺克氏塔 (Gay Lussac Tower)，問此與硫酸之價值，有何關係？

【解】 其價值較貴。蓋不用革路殺克氏塔製備，則氯化氮多逃散，故其製造緩而費氯化氮多是以成本鉅？

[156] 硫與氮之比較。

〔解〕 若將氯與硫之化合物，及其程式化性，一一比較之，則知其相似之處極多；例如黑酸及水，相似之處頗多。又金類之硫化物及氯化物程式均同，反應亦相似。二氯化炭及硫化炭，預備法均相似，而反應亦均同。因此可知二者，均有切近之似點，較與他種原質之似點更切近。

〔157〕硒碲之氯化物，及氯酸之化合物，試書其名目及程式。

〔解〕(A) 硒之氯化物有二：

1. 二氯化硒。 (SeO_2) 。
2. 三氯化硒。 (SeO_3) 。

(B) 碲之氯化物有二：

1. 二氯化碲。 (TeO_2) 。
2. 三氯化碲。 (TeO_3) 。

(A) 硒之氯酸化合物有二：

1. 硒酸。 (H_2SeO_4) 。
2. 亞硒酸。 (H_2SeO_3) 。

(B) 碲之氯酸化合物有二：

1. 碲酸。 (H_2TeO_4) 。
2. 亞碲酸。 (H_2TeO_3) 。

第十五章 週期律

[158] 何謂週期律？何人最初排成完備之週期表？此表有何應用？

[解] 1869年俄之化學家門德非氏 Mendeleeff，按各原質之原子量，將原則列成一表。凡原質之質性，因其原子量之週期而定，謂之週期律。

化學之發達，週期律與有功焉。其重要之效用有三：

1. 令化學變為簡單之科學。
2. 能預逃新原質。
3. 能改正錯誤。

[159] 設有一原質發明，正占第〇屬中週期五之位置，其質性當若何？

[解] 其質性：無臭，無味，無色之氣體，無化合之愛力。在空氣中含百分極少，較氮氣為重。

[160] 設有一原質發明，正占第六屬中乙族週期九之位置，問其質性若何？

[解] 此原質正與碲，及硒原質同族。其質性必與碲，硒相同；其原子量約在銻以上；且多形，能成氯化物及氯酸。

〔151〕硫與氟均列入第六屬，惟其族不同；然二者有何相似處？

〔解〕 硫與氟之質性，皆能與金屬相化合極易者；金類之氟化物及硫化物程式均同，反應亦相似。

第十六章 氯族(或鹵)

〔152〕試舉氯族各原質之名稱；並述其定名之由。

〔解〕 氯族原質有四：

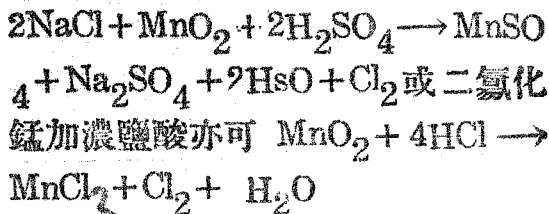
1. 氟 (F)——此名係譯音。
2. 氯 (Cl)——因其帶黃綠色之氣體，有不快之臭氣故名氯。
3. 溴 (Br.)——因其中烟霧，有不可當之惡臭也，故名溴。
4. 碘 (I)——碘為紫色之氣體，蓋，本希臘字碘Jodine之意，即紫色是也，故名。

〔162〕試分述氯族各原質之製法；並分別詳述其重要化合物性質之同異。

〔解〕 1. 氟之製法：將全乾之氟酸(H_2F_2)使凝結成液體，置于管內，該管上端有電極，旁有導出管。加以氟化鉀，則成電解物，氟於陰極放出，氫於陽極放出，

2. 氯之製法有二：

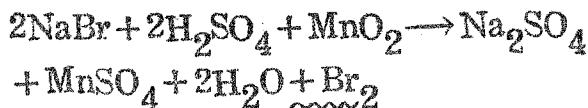
A. 實驗室法——以食鹽(NaCl) 加二
 氯化錳及硫酸即得



B. 電解法——氯化鈉之溶液，若以電
 通過，則氯於陽極放出，鈉於陰極放
 出。

3. 溴之製法有二：

A. 實驗室法——以硫酸二氯化錳與一種
 溴化物置於管內加熱即得。其方程如
 下：——

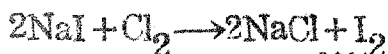


B. 市上法——以電流通過富於溴化物之
 鹽水中，則溴放出，若以氯同時加之更
 佳因氯能令溴化物分解故也。其方程
 如下：——

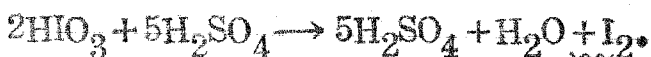


4. 碘之製法有二：——

A. 實驗室法——以氯氣通於碘化物之溶液內，即得。其方程如下：——



B. 市上法——以亞硫酸與碘氯酸化合，即放碘。



同族原質之性質，大致按原子量次序變遷；試比較造鹽族（氯族）各原質之性質：溶點沸點均按其原子量同增；顏色與體態，亦有等序；如氟與氯為氣體，而氯較易於凝縮，色亦較深；溴為橘紅色液體，碘為紫黑色固體。至其化性之程序，亦與體性之程序相同。境遇相同時，對輕或金屬之愛力次序與其原子量相反：氟最大，碘最小。氯與本族各原質化合成以下之重要化合物：氟化氫 H_2F_2 （氟酸），無色液體，氯化氫（鹽酸） HCl ，溴化氫（溴酸） HBr ，碘化氫（碘酸） HI 均為無色氣體，特其沸點不同，故氟與氯或金屬之化合物為最安定，碘化物最易分解。

〔164〕液體氟酸非電解物，其故安在？

〔解〕 液體氟酸無自由行動之電離伊洪，不能傳電，故非電解物。

〔165〕氟酸之鹽，若加硫酸，則何以有氟酸放出？

〔解〕 因氟與氫之愛力極大，能由他種物質中吸取氫氣，故硫酸內氫氣為氟酸之鹽（氟化鈣）中之氟氣所吸取，故所以有氟酸放出。

〔166〕預備氯氣若以二氯化錳加以氯化鈉與硫酸之混合物，則較加鹽酸為便益，其故安在？

〔解〕 因氯化鈉與硫酸可化合成鹽酸，能與二氯化錳相化合，則原用之氯化鈉內，所有之氯，均全行放出；如此則較加鹽酸始而成氯化錳，後經氯化錳分開，放出一半氯氣為便利。

〔167〕氯水何以須置於暗處？

〔解〕 因日光能使氯與水化合成鹽酸而發生氫氣，故須置於暗處，以保成氯氣。

〔168〕發生機字義何解？

〔解〕 凡原質之最高活潑力，在其化合物放出之時，原質正放出時，謂之發生機；
例如，氯通於水，與氫化合，令氯放出；此時氯與平常之氯不同，能令有顏之色布變為無色。

[169] 已讀過之漂白劑共有幾種？漂白之作用，因何而致？

〔解〕 已讀過之漂白劑，共有三種：

1. 氯氣，
2. 亞酸硫，
3. 亞酸硫鈉。

漂白乃發生機氯化所致。

[170] 已讀過除疫劑，共有幾種？

〔解〕 1. 氯氣。 2. 二氯化硫，均能殺蟲除疫。

[171] 鹽酸乃酸中最強者之一，此句何解？

〔解〕 因鹽酸之水溶液有多量氫電質電離者，故為強酸。

[172] 王水何意？

〔解〕 以此水能溶解金屬之王(黃金)，故名。

[173] Cl₂O係何酸之無水酸？

〔解〕 Cl₂O係氯酸之無水酸。

[174] 碘酸之溶液，置之則變棕色，其故安在？

〔解〕 碘酸極不堅固，久置於空氣中，即與空氣中之氧相化合，而成碘，故為棕色。其反應之方程如下：



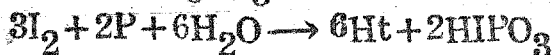
[175] 溴蒸氣與過氯化氮，其分辨之法，試詳論之。

〔解〕 以一澄於澱粉及碘化鉀之混合溶液中

紙片試之即得。碘能使此紙(本無色)變藍。過
 氮化氮則否。

[176] 碘酸以碘, 磷, 及水製備, 其反應之方程試書
之。

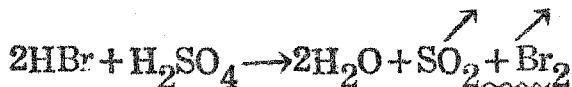
[解] 第一步. $3I_2 + 2P \rightarrow 2PI_3$ 第二步 $2PI_3 +$
 $3H_2O \rightarrow 6HI + 2H_3PO_3$



[177] 溴酸碘酸以其對於硫酸之作用而論, 應屬何
劑?

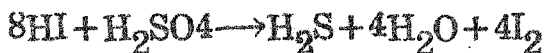
[解] 溴酸碘酸易於氮化, 加以硫酸能令溴酸,
 碘酸之一部分氮化而放溴或碘 故為還原劑。

(1) 溴酸對於硫酸之作用如下: —



(2) 硫酸對於碘酸之作用如下: —

碘酸使硫酸變化硫化氫氣



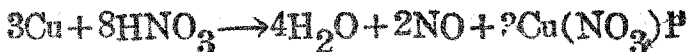
由以上二法可以識別碘化物及溴化物。加
 硫酸後, 其放出 SO_2 氣 (即俗所謂硫黃氣—
 嗅即知者) 即溴化物也。其放出有臭味之 H
 $_2S$ 氣 (雞蛋腐敗後所生之味) 即碘化物也。

(178) 金類溶化於以下之酸，所成者何質？

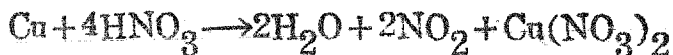
(1) 硝酸，(2) 稀硫酸，(3) 濃硫酸，(4) 鹽酸，(5)

王水。

【解】(1) 以銅加於稀硝酸內時：



加於濃硝酸時：



(2) 以稀硫酸加於金類(鋅)，則成硫酸鹽而放氫。其反應之方程如下：——



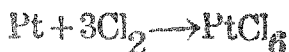
(3) 加濃硫酸於金類(銅)，則所放之氫，即與酸另外一部分相氯化，而放二氯化硫。其反應之方程如下：——



(4) 加鹽酸於金類(鋅)，則成氯化物而放氫。其反應之方程如下：——



(5) 以王水於金類白金之作用，即變金類為氯化物，其反應之方程如下：——



(179) 以氯化鈉預備鹽酸，所得之鹽酸者，須足以

使一呷水，於標準之溫度及壓力時飽和，問須用氯化鈉若干？

[解] 按鹽酸溶液飽和之限度，係一體積水於標準溫度及壓力時能使500體積鹽酸飽和；然則一呷水於標準溫度及壓力時飽和，其所須鹽酸之體積為500呷，其重量共為

$$1.6275 \times 500 = 813.75 \text{ 克。}$$

欲製74.88公分鹽酸，須用117公分氯化鈉；若欲製813.75克鹽酸，須用若干氯化鈉成比例：

$$74.88 : 117 :: 813.75 : X$$

$$\therefore X = 1271.5 \text{ 克。}$$

[18] 鹽酸百呷，若分解，則放氫及氯有若干呷？此二氣均於標準溫度及壓力量定者，所算得之結局與書上所得之實驗，其理相符合否？

[解] 鹽酸100呷依準則量之為重162.175克

$$\text{內含有} \begin{cases} \text{氫} \frac{1}{36.45} \times 162.75 = 4.465 \text{ 克。} \\ \text{氯} \frac{35.45}{36.45} \times 162.75 = 57.285 \text{ 克。} \end{cases}$$

則氫之體積為 $4.465 \div .008984 = 50$ 呷

氯之體積為 $157.285 \div 3.1650 = 50$ 呷。

氯與氫比較之重量，則氯為氫

$$157.285 \div 4.465 = 35.2 \text{ 倍。}$$

結果所算得二氣化合體積及重量比例，適與書上所得之實驗相符合。

第十七章 炭及其簡單化合物

[181] 炭之種類，性質及用途。

〔解〕

(1) 結晶炭： 1. 金剛石， 2. 石。
(A) 種類 } 墨。

(2) 無定形炭： 1. 純炭， 2. 煤及焦煤， 3. 木炭， 4. 骨炭， 5. 油煙。

(B) 性質——係一無臭無味之固體。不溶於水。

(C) 用途——無定形炭可用為柴薪。多量之純石炭，焦炭，及木炭，常用為還原，以製造各種金類。油煙可用以製造墨及墨漆。骨炭及木炭可除去水內之惡氣。

[182] 各種之炭，其組成均同，有何法以證之？

〔解〕 試將各種炭燃燒，同生二氯化炭 CO_2 ，足證其組成均同。

[183] 炭之各形，其比較之純淨，有何法知之？

〔解〕 用乾蒸餾法：將各形之炭各置于曲頸甌內，蒸熱之，則炭燃燒成二氧化碳（ CO_2 ）而逃散，所餘之渣滓多少，而比較其炭之純淨，

[184] 炭除其顏色外而論，何以製造墨漆時有用？

〔解〕 因不受試藥變化之故。

[185] 安全燈之鐵絲，可否以石棉絲替代之？

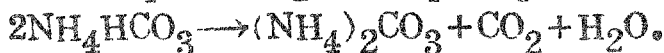
〔解〕 不可替代。因石棉非傳熱之物。

[186] 氣壓加倍，則二氧化碳於水之溶液，有何關係？

〔解〕 壓力加倍，則二氧化碳溶解於水之重量亦加倍。

[187] 以二氧化碳通於氫氯化銣之溶液內，成何化合物？方程試書之。

〔解〕 以二氧化碳通於氫氯化銣溶液內，成酸性碳酸銣。該化合物不堅固，熱之即分解成碳酸銣及水。其反應之方程，表之如下：——

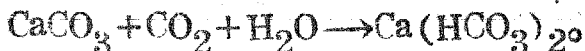


[188] 通二氧化碳於石灰水中則起何反應？若繼續通過不止，則生何現象？試各書其方程式以表明之。

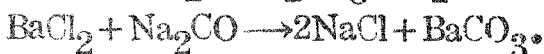
〔解〕 通二氯化炭於石灰水內，則所成之碳酸鈣，始時下沈。



若再將二氯化炭通於水內，則沉澱復行溶化。因碳酸多則成酸性碳酸鈣，而可以溶解也。



〔189〕預備 K_2CO_3 ， BaCO_3 及 MgCO_3 。試各書其方程。



〔190〕碳酸與硫酸有何相似之處？

〔解〕 均含二原質氫，同有酸性。

〔191〕酸性碳酸鈣之溶液 蒸熱後，何以反應即完全？試舉三種原因以解之。

〔解〕 酸性碳酸鈣，蒸熱後，其反應之方程如下：——



1. 反應時所成無水碳酸逃出，(CO_2)

2. 反應時成一種不溶解而沈澱之碳酸鈣。Ca



3. 反應時成二種不同之伊洪成；不電離之分子。

有以上三種原因，故反應可得完全。

[192] 碳酸鹽與硫酸鹽其分辨之法如何？

[解] 加鹽酸於碳酸鹽，則生二氯化炭之氣泡；而硫酸鹽則否。

[193] 氫 氫 淡，次氯化氮，及二氯化氮，其分辨之法如何？

[解] 點火於諸氣體中，則其情形可知：

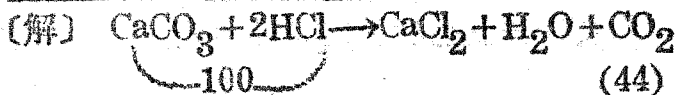
1. 氫能助燃。
2. 氫能自燃，不能助燃。
3. 氮不能自燃及助燃。
4. 次氯化氮能助燃，惟放出未化合之氮氣。
5. 二氯化氮係紅黃色之氣體。

[194] 試驗二氯化炭時，可否以氫氯化鈉之溶液，替代氫氯化鈣之溶液？

[解] 二氯化炭通過氫氯化鈣溶液內，即成碳酸鈣下沈。若通過於氫氯化鈉溶液內則成碳酸鈉能溶於水不生沈澱；故不可替代。

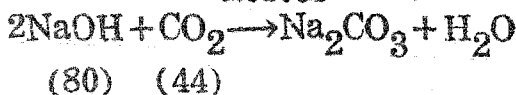
[195] 碳酸鈣100克 加鹽酸，所成之碳酸 須用若

于氫氯化鈉，始能令之中和？



$$\therefore 100:44::100:X,$$

$$\therefore X = 44 \text{ 克}$$



$$44:80::44:X,$$

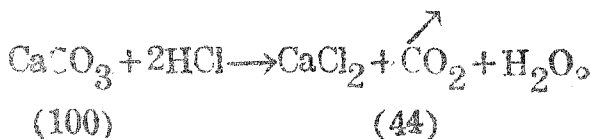
$$\therefore X = 80 \text{ 克} \dots \dots \text{所需NaOH之重量。}$$

[196] 設欲以碳酸鈣預備二氯化炭，問須用若干碳酸鈣，則可使所成之二氯化炭合十呎水飽和？此水係在十五度而受平常之氣壓。

[解] 二氯化炭之溶解度，於15° C及平常之氣壓時，須用等體積之水使之飽和。今有水十呎使二氯化炭飽和，則所須二氯化炭為10呎，按之重量為

$$1.9641 \times 10 = 19.941 \text{ 克。}$$

以碳酸鈣預備二氯化炭之方程如下：——



以100公分碳酸鈣，須44公分之二氯化炭。今欲預備19.641克二氯化炭，所須碳酸鈣之重量，如以下之比例：——

$$44:100::19.641.X$$

$$\therefore X = 44.64 \text{ 克}$$

[197] 設炭化鈣每斤價值一角二分，以之預備阿西台林(C₂H₂) 100斤，於溫度20，氣壓740耗量定者，問須炭化鈣若干？並問價值若干？

[解] 阿西台林100斤，依標準溫度及壓力量之，其體積為

$$V = \frac{PVT_1}{TP_1} = \frac{100 \times 740 \times 273}{293 \times 760} = 90.39 \text{ 斤}$$

按其重量為 $1.1614 \times 90.39 = 105$ 克。

以64.1公分炭化鈣加水分解，能生阿西台林氣體26公分；今欲預備105克阿西台林，須用若干炭化鈣成比例，計算之如下：——

$$64.1:26::X:105,$$

$$\therefore X = 258.1 \text{ 克。}$$

其價值為 $2581 \times 1.2 = 3 \text{ 分 } 1 \text{ 厘。}$

[198] 定量之一氯化炭燃燒後，所成之二氯化炭，其容積與氯化炭之容積有何比較？設量時之溫

度及壓力均同。

[解] 一氯化炭之分子量為28，每蚡依準則量之為1.249，則其體積為 $28 \div 1.249 = 22.4$ 。

二氯化炭之分子量為44，每蚡依準則量之為1.9641，則其體積為 $44 \div 1.9641 = 22.4$ 。

由以上觀之，一氯化炭與二氯化炭其積在同溫度及同壓力量之則同。

第十八章 火燄，燃料。

[199] 木炭燃燒時，何以常無火燄？

[解] 木炭燃燒時，仍為固體，只放光而無火燄。

如有時生火燄，其故安在？

[解] 因內含有揮發氣體，致令生火燄。

[200] 燭燃燒，何以有火燄？

[解] 蓋燭之成份，係炭與氫氣，故其與氫氣化合時，有火燄放出。

[201] (甲) 韋白士燈罩 (Welsbach burner) 與鈣光所用之石灰有何相同之處？

[解] 韋白士燈罩能增加熱力使火燄發光；鈣光所用之石灰，亦能增大熱力，使石灰放光；此其相同處。

(乙) 罩若以炭置者, 其用亦同否?

[解] 若以炭置之, 始則放光, 不久與氫化合成氣體而消滅矣。

[202] 白煤宜用以製造煤氣乎?

[解] 白煤不可以製造煤氣。蓋白煤為純炭; 煤氣有炭亦有氫, 故不可製。

[203] 自然氣之成法, 大約若何?

[解] 大約係植物質腐敗分解而生。

[204] 燃燒所成之合質中, 有何法可證其有二氯化炭及水?

[解] 取透明石灰水 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 置一玻璃杯中, 露於燃燒所成之合質中; 久之, 變為白濁之石灰水, 其反應之方程如下:—



由此足證燃燒所成之合質中定有二氯化炭。

又取乾燥之氯化鈣, 暴露於合質中, 則變為潮濕之物; 由此可證合質中有水份也。

[205] 煤常含鐵之硫化物。(甲) 以此種煤製造煤氣, 則成何二種硫之化合物?(乙) 有何法可以將這些種化合物除去?

[解] (甲) 成硫化氫及二氯化硫二種硫之化合

物

(乙)除去此二種硫之化合物，其法不外將煤置於封閉極密之曲頸甌內，蒸熱之，則此二種硫化合物逃入水壓道，而溶解於其內。

[206]鐵匠之爐用風箱，何以能令熱大？

[解] 因空氣中能之氧氣助燃燒，當風箱能招收極多之空氣時，其足以助燃之氣多，故生熱極大。

[207]沼氣百蚘燃燒時，須氧氣若干體積？又所成之二氯化炭，其體積若干？各氣均於標準之溫度及壓力量定者。

[解] 沼氣在空氣中燃燒時，即生水及二氯化炭，其反應之方程，表之如下：——



$$22.4 \quad 44.8 \quad 22.4$$

$$22.4 : 44.8 :: 100 : X,$$

$$\therefore X = \frac{44.8 \times 100}{22.4} = 200 \text{ 蚘. (所須氧氣之體積).}$$

$$22.4 : 22.4 :: 100 : X,$$

$$\therefore X = \frac{22.4 \times 100}{22.4} = 100 \text{ 磅。 (所成二氯化炭之體積)。$$

第十九章 原子量, 分子量, 程式

[208] 何謂當量? 並舉例以說之。

[解] 凡以原子價除其原質之原子量。所得之商, 謂其原質之當量。蓋指應與十六克氧相化合之他原質之數量也; 例如, 氮 16 克與化鋅 65.4 克相化合, 若氮一原子與鋅一原子相化合, 則以上之比例, 必係二原子重量之比例。若氮之一原子, 與鋅二原子相化合, 則二原子重量之比例, 必係 16:32.7。故鋅之當量為 32.7。

[209] 何謂阿伏加路氏 Avogadro 之定律? 藉氣質之密度而測定其分子量之方法, 係由此定律推演而出; 試詳說其理由何在? 並舉例說明之。

[解] 阿伏加路氏之定律; 等體積氣體, 若受同樣之溫度氣壓, 則所含分子之數均等。藉氣質之密度而測定其分子量之法, 因等體積之二種氣體, 所含分子之數既相同, 則二體積之比較重量, 即係其所含之每分子之比較重量, 所得即該氣體之密度。若欲求其與氮

相比之重量，則須將空氣與氮氣重量之比例數0.9046，以乘其所查出之密度。若更欲與氫相比，則須再以32乘之，因一氫原子等於氮分子重量32分之一也。祇書其程式如下：

$$\text{分} = \text{密} \times 0.9046 \times 32 = \text{密} \times 28.9.$$

例如氮氣之密度0.9671，係由等體積氮與空氣相比之重量。再以0.9046乘之，再以32乘之即得氮之分子量如下：——

$$M = 0.9671 \times 28.9 = 27.95.$$

[210] 原質之原子量，如何定法？

[解] 欲定原質之原子量，有以下三層：

1. 以分析定其確洽當量。
2. 取該原質之多數化合物，定其分子量；再以分析定某原質於該化合物一分子量中所占之份，所得最小之數，乃該原子量之約數。
3. 以小整數如 1, 2, 3 之類乘當量，使所得之數，與前所得之約數相近，則即為真原子量。

[211] 氮氣之程式為O₂而非O，何故？

[解] 蓋氮之分子曾以查出每分子含二原子，

故應用 O_2 之程式。

〔212〕化合物之程式，何以測定？試舉例說明之。

〔解〕 欲定化合之程式，先查出該化合物之百分數，及其分子量；乃以每原質之百分數，乘其分子量，即得該原質於其化合物內有若干份也；然後以每原質之原子量，除以上所得之數，其得數即係該化合物中有若干原子之數。

〔例〕 設有一物體，含氫2.04%，硫32.6%，氮65.3%，其分子量為98。此98份物體中，有氫2份。 $(98 \times 2.04\%)$ ，有硫32份。 $(98 \times 32.6\%)$ 有氮64份， $(98 \times 65.3\%)$ 亦即各原質之重量。若以三原質之各原子量，除以上之數，則得 $(2 \div 1 = 2)$ 二氫， $(32 \div 32 = 1)$ 一硫，及 $(64 \div 16 = 4)$ 四氮，因此其程式為係 (H_2SO_4)

〔213〕由以下各化合物之組成，求其程式。

(1) 硫39.07%，氮58.49% 氫2.44%，分子量81。

〔解〕 此81份物體中，有

}	硫	$81 \times 39.7\% = 31.65$
	氮	$81 \times 58.49\% = 47.38$
	氫	$81 \times 02.44\% = 1.97$

硫之原子數為 $31.65 \div 32 = 2$ 。

氯之原子數為 $47.38 \div 16 = 3$ 。

氫之原子數為 $1.97 \div 2 = 2$ 。

∴ 其程式係 H_2SO_3 。

(2) 鈣29.40%，硫23.56%，氯47.04%，分子量136.2。

[解]

此136.2份物體中，有

}	鈣 $136.2 \times 29.40\% = 40.54$,
	硫 $136.2 \times 23.56\% = 32.08$,
	氯 $136.2 \times 47.04\% = 48.6$ 。

各原質之原子數

}	鈣 $40.54 \div 40.1 = 1$,
	硫 $32.08 \div 32.06 = 1$,
	氯 $48.6 \div 16 = 3$ 。

∴ 其程式係 CaSO_3 。

(3) 鉀38.67%，氮13.88%，氯47.45%，分子量101.2。

[解]

此101.2份物體中，有

}	鉀 $101.2 \times 38.67\% = 39.13$,
	氮 $101.2 \times 13.88\% = 14.04$,
	氯 $101.2 \times 47.45\% = 48$ ，

$$\text{各原質之原子數} \begin{cases} \text{鉀} 39.13 \div 39.15 = 1, \\ \text{氮} 14.04 \div 14.04 = 1, \\ \text{氧} 48 \div 16 = 3, \end{cases}$$

∴其程式係 KNO_3 .

[214] 阿摩尼亞之分子量，係17.062。氯化硫，係64.06，氮70.9。以此各分子量算出每蚬各重若干？

[解] 氣體在標準溫度及壓力時，每蚬之重量，以22.4除其克分子量即得。

阿摩尼亞每蚬重 $17.062 \div 22.4 = \underline{.7617}$ 克。

氮 每 蚬 重 $70.9 \div 22.4 = \underline{3.1650}$ 克。

氯化硫每蚬計重 $64.66 \div 22.4 = \underline{2.8596}$ 克。

[215] 由以上之分子量，算出密度各若干？以空氣為標準。

[解] 欲求氣體之密度，須求該氣體與等體積空氣相比較而定之重量。

按阿摩尼亞與空氣重量之比例，係

$$0.7617 \div 1.2923 = \underline{0.6894}.$$

氯化硫與空氣重量之比例，係

$$2.8596 \div 1.2923 = \underline{2.213}.$$

氮與空氣重量之比例，係

$$3.1650 \div 1.2923 = 2.449.$$

第二十章 磷族

[216] 前論原質有多形者，試一一名之。

〔解〕 炭有多形；例如金剛石，石墨，(均係結晶炭)純炭，質，焦炭，木炭，骨炭及油煙(均係無定形炭)各種。

硫黃亦有多形；例如斜方硫，長針硫，(結晶硫)白硫，型硫，(不結晶之硫)等種。

磷有黃磷，紅磷二種。

鉀亦多形。

[217] 試舉磷之來源 種類，性質及効用。

〔解〕 磷與他種原質化合而存在，其成磷灰石，磷灰土，磷酸鈣等；含於岩石土壤中者甚多。植物由土壤中吸收磷質；動物復由植物而得磷分；故動物骨骼含有多量之磷酸鈣。於是可由動物骨骼以製磷。

磷有黃磷·紅磷二種。

黃磷係淡黃色半透明之固體。性甚軟。不溶於水，易溶於二硫化炭。過空氣與氫化合，放出磷光。因與氫極有愛力，常存於水內。極毒。置久，漸漸變成赤磷。其性與黃磷異。

赤磷可製火柴及爆烈藥之原料。黃磷可用爲毒鼠及蟲之藥。

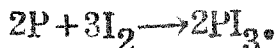
赤磷不毒不溶於二硫化炭，暗處不發光，不易氯化爲紅色之細粉。

[218] 磷與溴碘化合，成何化合物？將其作用之方
程書出。

[解] 磷與溴化合成溴化磷。其反應之方程如下：——



磷與碘化合成碘化磷。其反應之方程如下：—



[219] 預備磷化氫時，煤氣何以預通過瓶內？此外
仍有何氣可以代之？

[解] 先通以煤氣，蓋使瓶內空氣全行擠出，以免加熱後所成之磷化氫與空氣自行燃燒之虞。

若不用煤氣，亦可用以脫或氫氣代之，能使驅逐空氣之故。

[220] 磷化氫與碘酸所成之鹽，程式若何？此化合物
係何名？

[解] 磷化氫與碘酸之化變，其程式爲



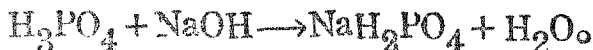
所成之化合物。名曰碘化磷。

[221] 預備平常酸時 磷酸可以替代硫酸乎?

〔解〕 預備平常酸時，磷酸不可以替代硫酸。因磷酸化性太緩，且易化氣故不若硫酸。

[222] 若欲預備正磷酸之鈉鹽三種，試書其程式。

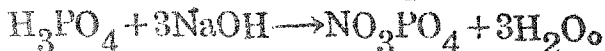
〔解〕 預備第一磷酸鈉鹽 NaH_2PO_4 ，其程式如下：——



預備第二磷酸鈉鹽 Na_2PO_4 其程式如下：



預備第三磷酸鈉鹽 Na_3PO_4 其程式如下：



[223] 磷酸氫二鈉之溶液，何以有鹼性之反應?

〔解〕 磷酸氫二鈉溶解於水，即有鹼性之反應如下：——



因氫養化鈉有強鹼基性。即該物能令紅試驗紙變藍；鹼性反應亦然。

[224] 設骨灰係純磷酸鈣，若欲預備磷一尅，問須用骨灰若干?

〔解〕 磷酸鈣之分子量 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 爲310。

$$62:1000::310:X$$

$$\therefore X = 5000 \text{ 克。}$$

〔225〕何質使獸骨及木灰於肥料上有效?

〔解〕 獸骨有磷，木灰有鉀，能使於肥料上有效。

〔226〕砷礦置於空氣蒸發，問成何種合質?

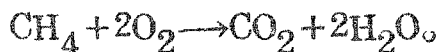
〔解〕 砷礦置於空氣內，能與空氣中氯氣相化合合成氯化物：



所成合質：1. 三氯化砷(As_2O_3)， 2. 三氯化鐵(Fe_2O_3)， 3. 二氧化硫(SO_2)。

〔227〕(甲)設黑酸，迷脫痕，砷化氫，全行燃燒，各書其方程，以表其反應。

〔解〕 迷脫痕燃燒時，其反應之方程如下：——



黑酸燃燒時，其反應之方程如下：——



砷化氫燃燒時，其反應之方程如下：——



(乙)此三種反應，有何相同之處?

[解] 此三種反應，結果皆成水，故相同。

[228] 銻之酸，試書其名目與程式。

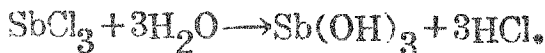
[解] 1. $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{SbH}_3\text{O}_4 \cdots$ 正銻酸。

2. $\text{Sb}_2\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7 \cdots$ 過銻酸。

3. $\text{Sb}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HSbO}_3 \cdots$ 間銻酸。

[229] 氯化銻加水分解，試書其方程。又硝酸銻加水分解之方程，亦試書之。

[解] 氯化銻加水分解之程式如下：——



硝酸銻加水分解之程式如下：——



[230] 氮與磷族之各原質有何相似之處？

[解] 磷族各原質與氮氣同屬，故大概與氮相似，其體性及化性均逐漸升減。磷之原子價為三與五，與氮相似，其他氮化物，氮化物組成亦同。

第二十一章 矽、鎢、硼，

[231] 硼砂於水之溶液，係鹼性，其故安在？

[解] 硼砂本無鹼性。於水之溶液發生輕養伊洪，能令紅指示藥變藍，故係鹼性。其程式如下：——

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$,
 因NaOH使強鹽基, $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 係弱酸, 故酸性
 不敵鹽基性之顯。

[232] 硼砂一尅內之結晶水共重若干?

[解] 硼砂程式 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。

硼砂之分子量爲382, 水爲180。

$$1000 : 382 :: X : 80,$$

$$\therefore X = \frac{1000 \times 180}{382} = 471.3 \text{克}。$$

[233] 硼砂溶液之濃者, 若加於硝酸銀, 則成銀之
 硼酸鹽; 惟若用硼砂溶液之稀者, 則成銀之氫
 氟化合物, 其不同之故安在?

[解] 用硼砂溶液之濃者, 加於硝酸銀, 其反應
 如下:——



用硼砂溶液之稀者, 加於硝酸銀, 其反應如
 下:——



其不同之故, 因稀溶液內含氫氟伊洪, 與銀成
 氫氟化合物。

第二十二章 金類

[234] Cu(NO₃)₂有四法預備，試書四方程以顯之。

- [解] 1. $\text{Cu} + 2\text{BiNO}_3 \rightarrow 2\text{Bi} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 2. $\text{Cu} + 2\text{HgNO}_3 \rightarrow 2\text{Hg} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 3. $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
 4. $\text{Cu} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

[235] 預備 (ZnSO₄) 白礬有六法，試書其方程。

- [解] 1. $\text{Zn} + \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe} + \text{ZnSO}_4$
 2. $\text{Zn} + \text{SnSO}_4 \rightarrow \text{Sn} + \text{ZnSO}_4$
 3. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2 + \text{ZnSO}_4$
 4. $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$
 5. $\text{Zn} + \text{BiSO}_4 \rightarrow \text{Bi} + \text{ZnSO}_4$
 6. $\text{ZnS} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{ZnSO}_4$

[236] 每種反應有三法可以使之完全，試書三反應之方程以證之。

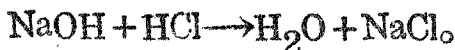
[解] 1. 成一種氣體，由溶液內逃散，可使之完全；例如



2. 成一種不溶解之固體下沉；例如



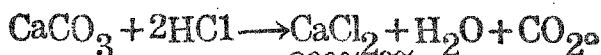
3. 成不電離之分子使之完全；例如



(237) 以下之化合物預備法，試書之；其預備之理由略論之。

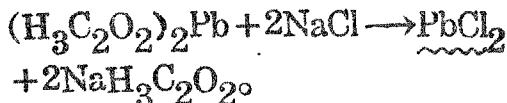
[解](1) 預備CaCl₂法：

置碳酸鈣於杯中，然後漸加以鹽酸，蒸熱之，則得白色之固體，即氯化鈣 (CaCl₂) 是也。其反應之方程如下：——



(2) 預備PbCl₂法：

1. 於鉛鹽之濃厚溶液，加於氯化物之水溶液，則生白色沈澱，即氯化鉛 (PbCl₂) 是也。其反應之方程如下：——



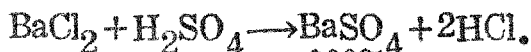
2. 若置硝酸鉛之稀溶液少許，加鹽酸少許，則得白色沈澱，即氯化鉛 (PbCl₂) 是也。其反應之方程如下：——



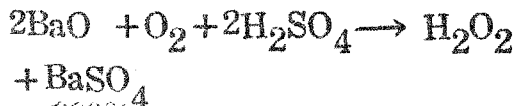
(3) 預備BaSO₄法：

1. 加硫酸或硫酸鹽溶液於鋇鹽溶液，生白色粉末，即硫酸鋇 (BaSO₄) 也。其方

程如下：——

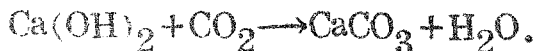


2. 或先使空氣或氯氣經過燒紅之氯化銀上，則成過氯化銀；再加硫酸，即成硫酸銀 其方程如下：——



(4) 預備CaCO₃法：

1. 將二氯化炭通於石灰水內，則所成碳酸鈣下沈。



2. 亦可用氯化鈣及碳酸鈉之溶液製備之。



(5) 預備(NH₄)₂S法：

取安摩尼亞氣二容，硫化氫一容，相混合 冷至零下18°，即得無色結晶體之硫化銻。



(6) 預備Ag₂S法：

以黑酸通過硝酸銀之溶液，則得硫化銀：

係黑色之固體。



(7) 預備PbO法：

燃鉛於空氣中，即生氧化鉛，係一種淡黃色固體。



(8) 預備Cu(OH)₂法：

將硫酸銅溶液加於氫氧化鈉，生淡藍色之沈澱物，即氫氧化銅是。



第二三章 鹼族之金類(鋰, 鈉, 鉀, 銣, 銿,)

[238] 何謂鹼? 金類自己能為鹼乎?

[解] 此族中之各原質，均能成強性質之鹽基類，故此族名為鹼族者，因鈉及鉀之鹽基類，西名曰鹼故也。

金類不能自己為鹼，其所以在空氣內變色，令水分解者，因其與氫極有愛力，成氫化物後方為鹼也。

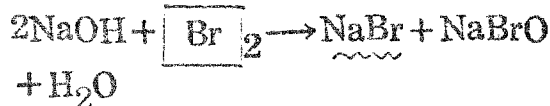
[239] 如何可得以下之反應? 試書其方程以顯其化變。每種化變之理由，試一并舉之。



加硫酸於食鹽熱之，則發生氯化氫而得硫酸鈉



亞硫酸鈉易為鹽酸所分解。



以電分解鹽之溶液，所得氫氧化鈉與溴製之，即得溴化鈉NaBr。

[240] 何種碳酸鹽能溶解？

[解] 碳酸鈉，碳酸鉀，碳酸銣，酸性碳酸鉀，酸性碳酸銣加水，均能溶解。

[241] 以下之方程，其反應若何情形，始可逆回？



所成碳酸氫鈉，若加熱，則反應即可逆回。

[242] 碳酸鈉與碳酸鉀，均係鹼性，試書其故。

[解] 此兩種碳酸化合物在水中起加水分解作用，一種為氫氧化物，一為碳酸。因鉀鈉之氫氧化物皆為強鹽基，在溶液中放出氫氧伊洪，而碳酸為一弱，酸電離甚微；溶液中之氫伊洪

極少。兩相比較氫氟伊洪較多於氫伊洪，故鹽基性顯著，酸性不顯。



[243] 卜智利硝石礦，得何種非金類原質？

[解] 可得碘之原質。

[244] 無水碳酸鈉一尅。問晶體之碳酸鈉重若干？

[解] 無水碳酸鈉之分子量為106.1，

晶體碳酸鈉之分子量為286.2。

$$106.1 : 286.2 :: 1000 : X,$$

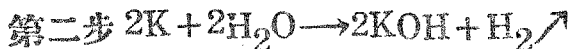
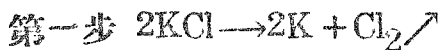
$$\therefore X = \frac{286.2 \times 1000}{106.1} = 2698 \text{ 克。}$$

[245] 氫氯化鉀，試書三種不同預備法之方程。

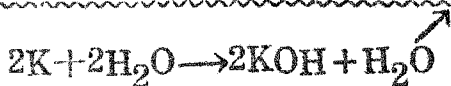
[解](1) 加消石灰於碳酸鉀之熱水溶液，即得。



(2) 將氯化鉀之溶液，通以電氣，則氯至陽極，放電後變為氯氣，鉀至陰極放電後，與水起分解作用，成氫氟鉀及氫氣。



(3) 以鉀分解水，令氫氣放出，而得KOH。



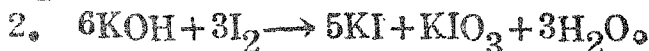
[246] 氫氫化鉀若有少許，露於空氣內，有何反應？

〔解〕 氫氫化鉀露於空氣內，能吸收水分反二
 氯化炭而潮解，變為碳酸鉀。其方程如下：—



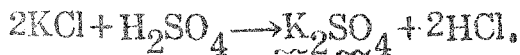
[247] 氫氫化鈉與溴之反應；氫氫化鉀與碘之反應；試各書其方程。

〔解〕1. $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}.$



[248] 預備硫酸鉀及預備酸性碳酸鉀，試各書其方程。

〔解〕1. 預備硫酸鉀法，係用硫酸及氯化鉀之
 作用而得。其方程如下：—

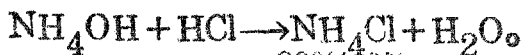


2. 預備酸性碳酸鉀，係用碳酸鉀之水溶液，通二氯化炭即得。若加熱則易逆回。其方程如下：—

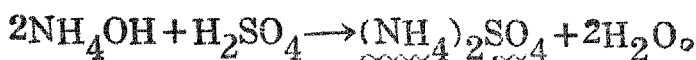


[249] 氯化鉀，硫酸鉀，硝酸鉀，碳酸鉀，能由氫氫化鉀內預備，試書其方程以顯之。

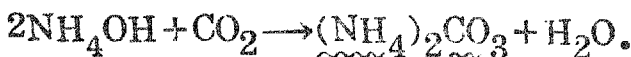
[解]1. 預備氯化銨 NH_4Cl , 係用鹽酸合氫氧
化銨中和。



2. 加硫酸於氫氧氯化銨, 使之中和, 則生硫
酸銨。



3. 將氫氧氯化銨與二氯化炭接觸, 則成炭
酸銨。

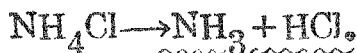


4. 加氫氧氯化銨於硝酸, 即得硝酸銨 NH_4
 NO_3 。

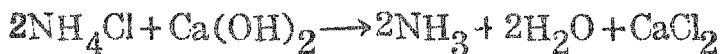


[250] 由氯化銨預備阿摩尼亞, 其反應試書方程以
顯之。

[解] 將氯化銨加熱, 分解成阿摩尼亞及鹽酸,



或加氫氧氯化鈣於氯化銨, 一同蒸熱, 則放阿摩
尼亞。

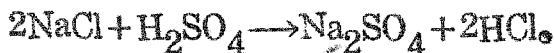


[251] 前所讀之物體, 有何種係由氯化銨, 硝酸銨,
硝酸鈉, 氯化鈉預備者?

〔解〕(1) 阿摩尼亞係由氯化銶預備。其方程如下：——



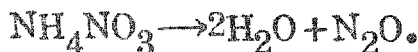
(2) 硫酸鈉係由氯化鈉預備，其方程如下：



(3) 硝酸及硝酸鉀係由硝酸鈉預備。其方程如下：——



(4) 亞氮化氮(笑氣)係硝酸銶加熱分解而得。其方程如下：——



[252] 食鹽晶體內之水，非結晶之水，有何法可以證之？

〔解〕 試將食鹽之晶體加熱後，發一種鳴響，因晶體內之水分逃散故也。可見其所含水分非結晶體。

[253] 氯化鉀與碘化鉀，有何法可以分辨之？又氯化鈉與氯化銶，又硝酸鈉與硝酸鉀 各有何法以分辨之？

〔解〕(1) 加氯氣於氯化鉀及碘化鉀，熱之，則氯

氣能將碘化鉀內之碘驅出，惟氯化鉀內無如此化變。

(2) 將氯化鈉，與氯化銦，同時灼熱，則氯化鈉中水分逃散，發生爆烈；惟綠化銦則發生臭氣。

(3) 將硝酸鈉及硝酸鉀各置空氣中，則硝酸鉀如故；而硝酸鈉則潮解。

[254] 製大蘇打之法有幾？試略述之！

[解] 製大蘇打(Na_2CO_3)之法有二：——

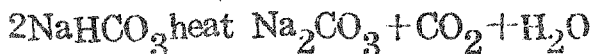
a, 蘇原飛氏法——通二氯化炭及銦（即阿摩尼亞）



加食鹽於其中即成



所得之 NaHCO_3 為小蘇打，熱之則分解為大蘇打



剩餘之 NH_4OH 分解成 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 故所用之 CO_2 及 NH_3 未嘗損失 此法最經濟，

b, 電伯蘭克氏法——以食鹽置稀硫酸中



Na₂SO₄與木炭熱之



硫化鈉與石灰石起作用



此法成本雖鉅，所得附產物皆甚有益於用，故採用之者甚多

第二四章 鹼土族——鈣，鎂，鋇。

[255] 鹼土金類與鹼金類，有何質性相同？有何不相同？

[解] 相同處：{ 鹼土金類與銻極有愛力，且分子極易成輕質化合物。
鹼金類與銻極有愛力。且分子極易成氫化化合物。

不同處：{ 鹼土金類所成之化合物，原子價均係 2。其碳酸鹽，磷酸鹽不能溶解於水內。
鹼金類所成之化合物，原子價均係 1。其碳酸鹽，磷酸鹽能溶解於水內。

[256] 述自然產出之四種鈣化合物之效用。

[解] (1) 方解石 (CaCO₃)——用以預備石灰 CaO，二氯化炭 CO₂。冶金多用之。鼓風爐尤須之。造房造路亦均用之。

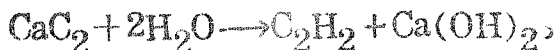
(2) 鈣氟石 (CaF_2) —— 用以製造氟化合物及弗酸。

(3) 石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) —— 供製造燒石膏及空心瓦，雕刻材，裝飾品及肥料等之用。

(4) 鈣磷石 ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) —— 爲動物之骨格及魚鱗之主要成份。

[257] 炭化鈣與水之反應，試書其方程。

[解] 炭化鈣與水相遇，則分解，放純阿西台林氣，在空氣中能燃燒放強光，即普通之水電石也



[258] 氯酸鈣有何用？

[解] 用以製造氯酸鉀。

[259] 石灰石若置於封口器皿內灼熱，能全行分解乎？

[解] 此種反應係可逆。當其分解爲 CaO 與 CO_2 時， CO_2 不能逃散，仍可逆回而成 CaCO_3 。故石灰石在封口內，不能全行分解。其反應之方程如下：——



[260] 石灰石常有洞。成洞之故安在？

〔解〕 因水含有碳酸。當石灰石遇水，受其溶解，成酸性碳酸鈣流去，此其成洞之故也。

[261] 試驗硫酸鹽，能以氯化鈣替代氯化銀乎？

〔解〕 試驗硫酸鹽，可以硫酸鈣代氯化銀；因氯化鈣與硫酸化合成硫酸鈣極細之白粉下沈。而以氯化銀試驗之，結果仍然。

[262] 純碳酸鈣一噸，所預備之石灰以水消之，問用水若干？

〔解〕 按 CaCO_3 之分子量為 100， CaO 為 56， H_2O 為 18。



$$100 : 56 :: 2000 : X,$$

$$\therefore X = \frac{56 \times 2000}{100} = 1120 \text{ 磅}$$

(即一噸碳酸鈣所成之石灰重量。)



$$56 : 18 :: 1120 : X,$$

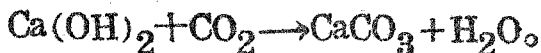
$$\therefore X = \frac{18 \times 1120}{56} = 36 \text{ 磅。}$$

(此即所用水之重量。)

[263] 石灰水置露口瓶中，則不能保存，何故？

〔解〕 石灰水 (Ca(OH)_2) 置於空氣中，能吸收無

水碳酸(CO₂), 變成碳酸鈣, 所以石灰水不能保存。



[264] 設欲預備燒石膏一噸, 問須石膏若干?

[解] 以石膏預備燒石膏之程式如下:——



2(CaSO₄·2H₂O)之分子量為344.384。

2CaSO₄·H₂O之分子量為290.336。

則得其比例式如次:——

$$290.336 : 344.384 :: 2000 : X,$$

$$\therefore X = \frac{344.384 \times 2000}{290.336} = 2370 \text{ 磅}.$$

[265] 試述暫硬水及永硬水之成因, 用何法令之變軟?

[解] 水含鈣與鎂之溶液者, 謂之硬水。硬水又分二種:

1. 暫硬水——硬水煮沸後, 其硬度減少者, 謂之暫硬水。此類多為酸性碳酸鈣及碳酸鎂所溶解之水。熱之, 則酸性碳酸鹽, 分解為碳酸及不溶解於水之碳酸鹽, 令水變軟。



2. 永硬水——煮沸而不克成軟水者, 謂之永

久硬水。凡永硬水率含有硫酸鈣及氯化物。然加碳酸鈉於此種水中，仍能令之變軟，使碳酸鈣沈澱，即可減其硬度也。



[766] 以鎊炭礦預備氫氟化鎊及硝酸鎊，試書其方
程以表其反應。

[解] 1. 灼熱碳酸鎊再加水即得。



2. 加硝於碳酸鎊，即得硝酸鎊。



[267] 試述硬水之影響！

[解] 其影響甚大，茲分述之：

- 1, 洗衣方面——鈣及鎂之鹽類與肥皂化合成不溶之沈澱。故洗衣時所用之肥皂，必先將水中所含之鹽類化合完盡，方能溶於水中，而洗去衣服之污穢甚費肥皂殊經濟。
- 2, 工業方面——如汽機之鍋爐，若用此種硬水，則水化汽後，此種鹽類皆沈積鍋底，傳熱不易，故甚費煤，此害猶小。苟日積月累，愈積愈厚。燃煤所發之熱，皆不能傳於

內；如是則鍋外已經熱，而鍋內之水，猶未溫；則爆烈之患難免，而爲害大矣。

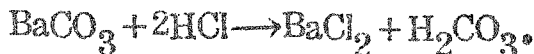
3. 化學方面——化學室內做試驗時，所用之水，苟不純潔，則所起之化學作用，每出於意料之外，而不能準確，推其故，皆由此種鹽類作祟所致耳。

[268] 以重石預備氯化鋇，其反應試書方程以顯之。

[解] 1. 先將 BaSO_4 燒熱，成 BaS ，再加 2HCl ，則變成氯化鋇，其方程顯之如下：——

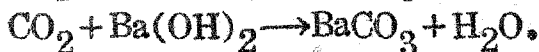


2. 或加碳酸鋇於鹽酸，亦得。



[269] 試驗二氯化炭時，氫氯化鋇可用以替代氫氯化鈣乎？

[解] 氫氯化鈣遇二氯化炭，成白色沈澱粉之碳酸鈣。氫氯化鋇遇二氯化炭，亦成白色沈澱晶體之碳酸鋇。故試驗二氯化炭時氫氯化鋇可用以替代氫氯化鈣，其反應之方程，顯之如下：——



[270] 從氫氟化鈣製漂白粉，其方程式若何？

[解] 氯與氫氟化鈣之乾粉化合，則成漂白粉。



第二章 鎂族(鎂, 鋅, 鎳.)

[271] 鎂族金類與鹼金類及鹼土金類，有何質性相同？

[解] 鎂族金類與鹼金類質性相同處：皆與氫之愛力極大。鎂族與鹼土金質性相同處：皆與氫極有愛力；所成之化合物，其原子價均係2；其碳酸鹽及磷酸鹽，均不能溶解於水內。

[272] 鎂族金類與水之作用，及他種金類與水之作用，試一一比之，

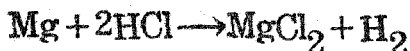
[解] 鎂族金類，惟鎂能令沸水漸漸分解；鋅，鎳與水作用極微，不若鹼金類及鹼土金類均在平常溫度能與水分解也。

[273] 前所讀之金類，有何金類，亦以電解預備？

[解] 鹼土金類與鹼金類均可以電解預備。

[274] 鎂與鹽酸之反應，鎂與稀硫酸之反應，試書方程以顯之。

〔解〕1. 將鹽酸加於鎂，則成氯化鎂而放氫，



2. 將稀硫酸加於鎂，則成氯化鎂而放氫。

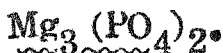


〔275〕分氫係倚鎂之何種質性？

〔解〕 欲分空氣中之氫，須用鎂。蓋鎂有與氫，氮二氣同時相化合之質性。

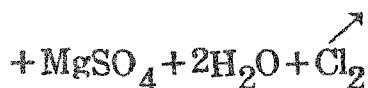
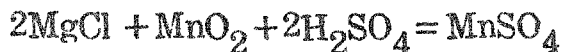
〔276〕鎂與磷酸所成之鹽，及鈣與磷酸所成之鹽相似。試書鎂鹽之名目及程式。

〔解〕 鎂與磷酸所成之鹽，名曰磷酸鎂



〔277〕氯化鎂及硫酸鎂；芒硝（硫酸鈉）及瀉利鹽（硫酸鎂）；有何法以分辨之。

〔解〕(1) 以二氫化錳及硫酸加於氯化鎂，則放氯氣，



若加於硫酸鎂，則無如是之反應。

(2) 硫酸鈉及硫酸鎂均能溶於水。惟加碳酸於此二種硫酸鹽溶液內，則硫酸鎂溶液

即生沈澱；惟硫酸鈉溶液則否。



[278] 畫以氯化鋅繪者，黑酸不能令之變色，試解

其故。

[解] 因硫化物不能令氯化鋅有所變色故也。

[279] 氫氯化鋅外，仍有何種氫氯化物有酸性，亦

有鹽基性？

[解] 1. 氫氯化鋁 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 若遇硫酸，鹽酸等強酸，則生鋁鹽及水，呈鹽基性之作用。



若遇氫氯化鉀等強鹽，則呈酸之作用而生鉀鹽。



[280] 以下鋅之化合物，可由金屬鋅預備，試書方
程以顯其反應。

[解] (1) 氯化鋅——燃鋅於空氣中，即得白色粉末之氯化鋅。

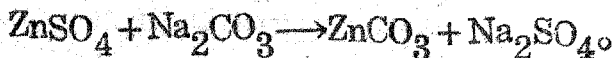


(2) 氯化鋅——熱鋅於氯氣中，即得氯化鋅。

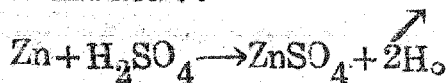


(3) 氯化鋅——先將鋅溶於硫酸，成硫酸鋅

；再加以炭氫化合物，即得碳酸鋅。



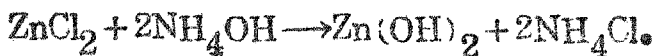
(4) 硫酸鋅——以稀硫酸作用於鋅，發出氫氣。生硫酸鋅。



(5) 硫化鋅——先將鋅作用於稀硫酸，使成硫酸鋅；再以硫化氫通過之，則生白色沈澱之硫化鋅。



(6) 氫氯化鋅——加鋅鹽於氫氯化銨即得。



[281] 鋅鎳之區別。

[解] 鋅鎳之區別處，只在氯化物與硫化物之不同。

1. { 氯化鋅係白色。
氯化鎳係棕色。

2. { 硫化鋅——以硫化氫通過鋅化物溶液，則成白色。
硫化鎳——以硫化氫通過鎳化物溶液，則成黃色。

[282] 設以砂金石預備鎂500克，問須若干？

[解] 砂金石之程式 $KCl \cdot MgCl \cdot 6H_2O$

砂金石之分子量 242.4.

內含Mg24.36. 故得其比例式如下：——

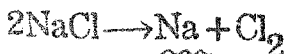
$$24.36 \cdot 500 :: 242.4 X.$$

$$\therefore X = \frac{500 \times 242.4}{24.36} = 497.5 \text{ 克}.$$

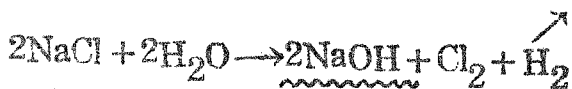
第二十六章 鋁族

[283] 前所讀之金類及化合物，有何種係以電解預備者？

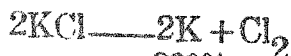
[解] 1. 鈉——用食鹽電氣分解即得。



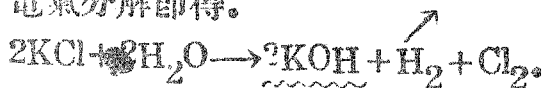
2. 氫氧化鈉——以電分解綠化鈉之溶液即得。



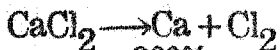
3. 鉀——用綠化鉀電氣分解即得。



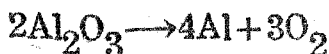
4. 氫氧化鉀——將氯化鉀之水溶液。以電氣分解即得。



5. 鈣——可由電分解融綠化鈣預備，



6. 鋁——係以氫化鋁，溶解於鎔鋁母礎，以電分解之即得。



〔284〕鋁與硫酸之反應，鋁與鹽酸之反應，試各書其方程以顯之。

〔解〕(1) 鋁與熱濃硫酸化合，其反應方如下：—



(2) 鋁與鹽酸化合，成綠化鋁，其方程如下：



〔285〕預備氫氫化鋁及硫酸鋁之法，試書其方程。

〔解〕(1) 預備氫氫化鋁，其法以氫氫化銻加於能溶解之鋁鹽，成一種半透明之沈澱。其反應之方程如下：



(2) 預備硫酸鋁之法，係鋁作用於熱濃硫酸即得。其反應之方程如下：—



〔286〕試書明礬公用之程式，以X替代鹼金類之原子，y替代原子價三金類之原子。

〔解〕 明礬公用之程式為



[287] 論矽酸鋁時，所言之多矽酸係何意？

[解] 因許多矽酸 H_2SiO_4 相雜而失其水份，故名。

[288] 氟化鋁與氟化鈣之質性，有何不同？

[解] 氟化鋁係灰黑色透明之結晶體。不能吸水。氟化鈣係白色之固體，能吸水成消石灰。

[289] 所讀之氫氟化物，試比較其質性。

[解](1) 氫氟化鉀——能吸取空氣中之二氟化炭，且有極強之鹽基性，有蛙融性。能溶於水。

(2) 氫氟化鈉——其質性與氫氟化鉀同。

(3) 氫氟化銦——有鹽基性，有滑性，能溶解。

(4) 氫氟化鈣——有鹽基性，有蛙融性，能吸收空氣中之無水炭酸成炭酸鈣，與氫氟化鈉同。

(5) 氫氟化錫——能溶於水。與糖相和，則成不可溶解之化合物。

(6) 氫氟化鎂——稍溶於水。有鹽基性。

(7) 氫氟化鋅——有鹽基性，亦有酸性。不

能溶解。

(8) 氫氯化鋁——有鹽基性，亦有酸性。能溶於酸內，不能溶於水內。

第二十七章 鐵族

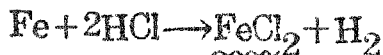
[290] 製造鑄鐵時，空氣何以須先灼熱，然後再鼓入爐內？

[解] 蓋灼熱空氣，能使炭燃燒極猛烈，與氯化合生一氯化炭，能使氯化鐵還原。

[291] 鐵之以下之化合物，由鐵預備，試書其反應之方程。

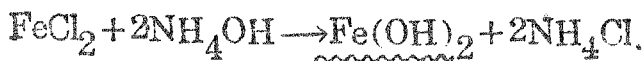
[解](1) 氯化第一鐵：

將鐵溶化於鹽酸內，遮斷空氣，流通而蒸發之，則成淡綠色結晶體之氯化第一鐵。



(2) 氫氯化第一鐵

先將鐵溶於酸內成第一鐵鹽溶液，再加氫氯化銻，即得白色膠狀之沈澱。



(3) 硫酸第一鐵

溶鐵屑於硫酸，即得硫酸第一鐵。



(4) 硫化第一鐵

鐵與硫直接化合，成棕黑色之硫化第一鐵。

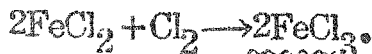
(5) 碳酸第一鐵

先將鐵溶化於鹽酸內成第一鐵鹽溶液，再加碳酸鉀，則生碳酸第一鐵之白色沈澱，

(6) 氯化第二鐵。

其預備法有二：

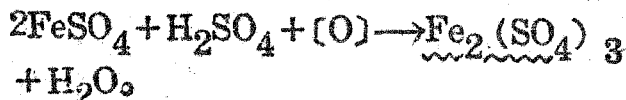
1. 以鐵溶化於鹽酸內，所成之溶液，再通以氯氣，則成含水之氯化第二鐵。



2. 熱鐵於氯氣中，則成無水之氯化第二鐵，

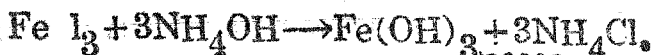
(7) 硫酸第二鐵

以鐵溶於硫酸，成硫酸第一鐵酸性溶液。於是將此溶液加以氯化劑，則徐徐氯化，變為硫酸第二鐵。



(8) 氫氟化第二鐵

將第二鐵溶液加氫氟化銫，則得氫氟化第二鐵紅色下沈。



[292] 碳酸鈉之溶液，加於第二鐵鹽之溶液，則成氫氟化合物下沈，而不成碳酸鹽下沈，試解其故。

[解] 碳酸鈉極易溶解於水。若加於第二鐵鹽之溶液，即有鹼性反應，成氫氟化合物下沈。故不能碳酸鹽下沈。

[293] 平常鐵礦共有若干？每種鐵之百分若干？

[解] 平常鐵礦共有四種：

1. 赭鐵礦 Fe_2O_3 含鐵 $\frac{112}{160} \times 100 = 70\%$ 。

2. 磁鐵礦 Fe_3O_4 含鐵 $\frac{168}{232} \times 100 = 72\%$ 。

3. 菱鐵礦 FeCO_3 含鐵 $\frac{59}{119} \times 100 = 50\%$ 。

4. 褐鐵礦 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 含鐵 $\frac{224}{374} \times 100 = 60\%$

[294] 世界用銅已久，試證其所以然。

〔解〕 古時所用之銅，係自然產出，而非人力所製就者。

[295] 濃硫酸及硝酸，加於此族之金類，則有反應，試書其方程以顯之。

〔解〕(A) 濃硫酸加於此族之金類，其反應如次：

1. 銅與濃硫酸熱之，發無水亞硫酸(二氯化硫)，而成硫酸銅，蒸發其液使結晶，即得。其反應之方程如下：——

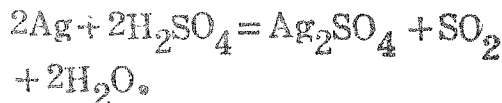


2. 以濃硫酸與汞熱之，即得硫酸第二汞。其反應之方程如下：——



所發生氫氣，能與硫酸相作用。

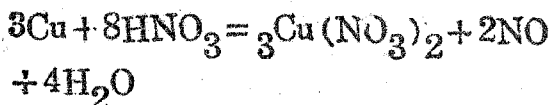
3. 入銀於濃硫酸中熱之，溶解而生硫酸銀，而放二氯化硫。其反應之方程如下：——



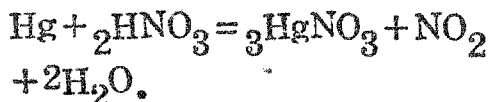
(B) 硝酸加於此族之金類，其反應如次：

1. 溶銅片於稀硝酸，發生氮化氫氣體，得

硝酸銅溶液，其反應之方程如下：——



2. 溶水銀於濃硝酸中，加多量水銀，蒸發而濃厚之，即得硝酸第一汞。其反應之方程如下：——



3. 投銀片於稀硝酸中，則銀漸溶解，得硝酸銀，而生氮化淡。其反應之程方如下：——



[296] 硝酸作用於銀，不發生氫氣，何故？

〔解〕 硝酸作用於銀，則成硝酸銀；其所發生氫氣，即與硝酸中氮相化合成水，故無氫氣放出。其反應如以下之方程：——



[297] 正硫酸銅對於試紙，微有酸性，試解其故。

〔解〕 硫酸銅在水內起加水分解作用，一為硫酸，一為氫氯化銅，因氫氯化銅為弱鹽基，電離甚微，硫酸為強酸，電離甚多，故溶液中氫

伊洪多於氫氮伊洪，是以酸性顯。

〔298〕熱力於硝酸第二銅，及熱力於硝酸第二汞，其作用試一一比之。

〔解〕 以熱力加於硝酸第二銅，則發生過氮化氮，而變黑色之氮化銅。若以熱力加於硝酸第二汞，其作用亦同，亦能發生過氮化氮與氮化汞。茲將二種反應之方程，表之如次：——



〔299〕寒暑表風雨表，何以選水銀？試舉其故。

〔解〕 因水銀之漲縮度有一定，且較水過重。過熱上昇，遇冷下降；又因大氣壓力之大小而昇降，故可預知氣候之寒暖及風雨。

〔300〕氯化第一汞及氯化第二汞，分辨之法若何？

〔解〕 以氯化第一汞，不能溶解於水內；氯化第二汞，能溶解於水內；故其分辨法，卽以此試之可耳。

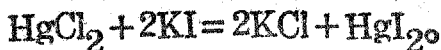
〔301〕預備碘化第一汞及碘化第二汞，試書其方程。

〔解〕 1. 預備碘化第一汞法：以碘化鉀加於硝酸第一汞溶液內，卽得碘化第一汞。其反應之方

程如下：——



2. 預備碘化第二汞法：以碘化鉀加於氯化第二汞溶液內，即得碘化第二汞。其方程如下：——



[302] 粗銀常含鐵及鉛。銀以硫酸煉時，與鐵鉛分開，則此二種金類，有何改變？

[解] 以粗銀加硫酸灼熱，而硫酸令銀鐵鎔化；而鉛不能溶化。然後以銅板懸於硫酸銀之溶液內，則純銀沈於板上；而鐵成硫酸鹽存於溶液內。

[303] 以汞膏法採取銀，氯化第一鐵何以能令氯化銀變成銀？試將方程書出。硫化銀何以須先變成氯化銀？

[解] 氯化第一鐵能與氯化銀中之氯氣相化合成氯化第二鐵，而留其銀，如下之方程：——



硫化銀與氯化第一鐵無化變；須先變成氯化銀，始可與氯化第一鐵相化合而成銀。

[304] 煉銀所餘之硫酸銅，其中有何濁質？

〔解〕 硫酸銅之溶液內，含有金鐵等質。

〔305〕以銀幣預備純氯化銀，其法若何？

〔解〕 以銀幣溶化於硝酸內，則成硝酸銀。



加硝酸銀於氯化鉀，則成氯化銀沈澱。

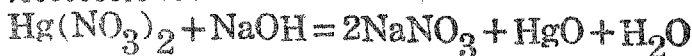


〔306〕硝酸第二汞及硝酸銀，均係白色固體，能溶解於水內。此二種有何法分辨？

〔解〕 加氯化鉀於硝酸銀，則成綠白色之氯化銀下沈。



若加氫氯化鈉於硝酸第二汞溶液內，則成黃色之氯化汞沈澱。



〔307〕硫水令銀幣變黑，試解其故。又銀匙遇含硫之食物，則變黑；例如插干鷄蛋內，則變黑，試解其故。

〔解〕 因銀之質性，遇硫化合物，則立刻變黑，成硫化銀，銀匙遇含硫之食物，則變黑亦同此理。

〔308〕試述鍍銀之原理及方法。

〔解〕 電鍍之法純賴電解作用。鍍銀時以欲鍍之物(如匙等)作陰極,以銀作陽極,以衰化銀(AgCN)或他種銀化物為電解物。以電通過之則銀化物電離成銀伊洪及一種陰伊洪(如CN⁻)。銀伊洪帶陽電即趨陰極放電後即存在於欲鍍之物上。他陰伊洪(如CN⁻)至陽極放電後復與純銀化合成原來之銀化物(如AgCN)再起電離作用如此則陽極之銀逐漸消去,陰極之銀逐漸加增矣。

〔309〕硝酸銀之溶液,加於氯酸鉀之溶液內,無澱下沈,問氯化銀何以不成澱下沈。

〔解〕 因硝酸銀之溶液,加於氯酸鉀之溶液內,則成氯酸銀與硝酸鉀;不成氯化銀,故無澱下沈。其反應之方程如下:—



第二九章 錫,鉛,

〔310〕錫薄內若有鉛,有何法探出?

〔解〕 加濃鹽酸於錫薄,能令錫溶化,變成氯化錫;惟不能使鉛有所化變,故鉛可由此法提出。

〔311〕氯化第一錫,令氯化金(AuCl₃)還原成金,試

書此方程。

〔解〕 氯化第一錫，極易由金類之氯化物成氣；變成氯化第二錫，而金類還原；例如氯化第一錫作用於氯化金，則成氯化第二錫。

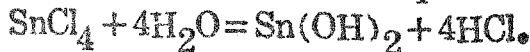


氯化第一錫若太多，則反變金為金屬金。



〔312〕氯化第二錫，用為媒染劑，若加水分解，則成何質？

〔解〕 加水於氯化第二錫，則分解而生錫之氫氯化物，即錫酸 $\text{Sn}(\text{OH})_4$



〔313〕鉛常含銀、砷、錫、銅，有何法看出？

〔解〕1. 試驗鉛內含銀法：

將鉛銀合金鎔之加金屬鋅，攪動之，則鋅與銀合。而不與鉛合。銀與鉛分開，成一層殼，浮於鉛上可撇出。銀中之鋅可以蒸法除去；所餘之質，置於爐內鎔之，盡變成氯化物。而銀仍未變。

2. 試驗鉛內含砷法：

將含砷之鉛，加以淡硫酸先與鋅生氫，則

砷因發生氫之作用，成砷化氫，放出燃燒；若以冷磁盤置於火燄，則盤上現黑色之金屬砷。

3. 試驗鉛內含銻之法：

若用次亞氯酸鈉 (NaClO)，同法試驗之，能溶解砷之淤積，然不能溶解銻之淤積；且銻於淤積，較之尤黑。

4. 試驗鉛內含有銅法：

將含銅之鉛鎔於硝酸，則呈綠色。

〔314〕鉛何以大用之以製造水管？

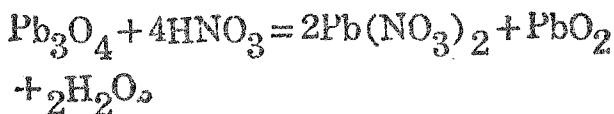
〔解〕 因鉛對於通常之水，耐性甚強，不致溶解。

〔315〕除硫酸鉛外，有何硫酸鹽亦不溶解？

〔解〕 除鉛外，僅硫酸鈣 (CaSO_4)，硫酸鋇 (BaSO_4)，能不溶解於水；餘硫酸鹽，均能溶解。

〔316〕鉛丹一克，問能製備過氯化鉛若干？

〔解〕 鉛丹與硝酸灼熱，所成過氯化鉛，如以下之方程：——



按鉛丹 Pb_3O_4 之分子量為 684.7。

過氧化鉛 PbO_2 之分子量為 238.9,

今鉛丹一尅, 能製得過氧化鉛若干, 如成以下之比例: ——

$$684.7 : 238.9 :: 1000 : X,$$

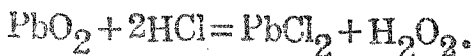
$$\therefore X = \frac{238.9 \times 1000}{684.7} = 349 \text{ 克}.$$

[317] 矽與錫鉛同族, 然矽與錫鉛, 究有何相似?

[解] 矽與錫鉛, 在平常溫度時, 空氣中之氧, 均不能與之化合; 在高溫度時, 則變成氧化物。

[318] 過氧化鉛加鹽酸, 當有何法化變?

[解] 加鹽酸於過氧化鉛, 則放過氧化氫, 而生白色沈澱之氯化鉛。其反應之方程如下: ——



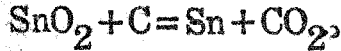
[319] 試驗硫酸鹽時, 硝酸鉛可用以替代氯化鋇乎?

[解] 試驗硫酸鹽時, 硝酸鉛可用以替代氯化鋇。因氯化鋇加於硫酸鹽溶液內, 能生硫酸鋇成澱下沈。若以硝酸鉛加於硫酸鹽時, 亦能生硫酸鉛下沈。

[320] 錫石一噸, 令之還原, 能得錫若干?

[解] 將錫石加炭, 灼熱, 則錫石還原, 如以下

之方程：——



按錫石之分子量……151,

錫之分子量……119,

今錫石一噸,能得若干錫成以下之比例:

$$151:119::200:X,$$

$$\therefore X = \frac{119 \times 200}{151} = 158 \text{ 磅。}$$

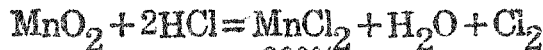
第三十章 錳,鎘。

[321] 軟錳礦何以能令含鐵之玻璃無色?

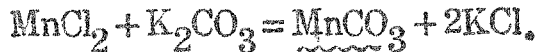
[解] 含鐵之玻璃,常微有黃色。然加定量之二氧化錳(即軟錳礦),則可以移去;因錳之水紅色與鐵之黃色併合,則成白色也。

[322] 預備氯化第一錳,碳酸第一錳及氫氯化第一錳,試書其方程。

[解]1, 預備氯化第一錳法: 以氯化錳與鹽酸熱之,即得。其方程如下:——



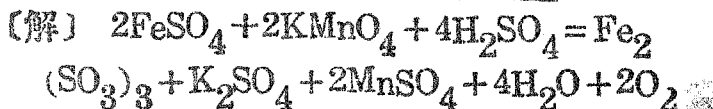
2, 預備碳酸第一錳法: 以氯化第一錳溶液,加於碳酸鉀,即得沈澱。其方程如下:——



3, 預備氫氯化第一錳法: 以氯化第一錳溶液, 加於氫氯化銻, 則得白色沈澱。其方程如下:——

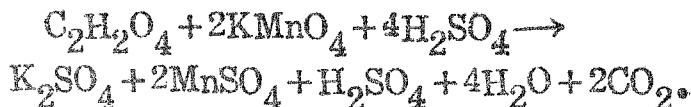


[323] 硫酸第一鐵, 因過錳酸鉀加硫酸氫化, 而變成硫酸第二鐵, 此反應試以方程顯之。



[324] 草酸以過錳酸鉀加硫酸氫化, 如以下列之方程: $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 + [\text{O}] \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; 試書其全方程:

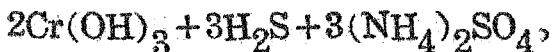
[解] 其全方程如次:——



[325] 硫化銻與硫酸鉻之作用, 試書其方程。

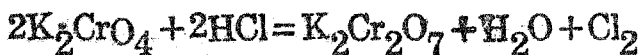
[解] 硫與銻加入硫酸溶液中, 則所成之化合物, 非硫化物, 乃氫氯化物, 下沉。其不成硫化物之原因, 係硫化鉻因水分解, 成氫氯化第二鉻及黑酸。其反應如以下之方程:——





[326] 鉻酸鉀令鹽酸氯化而成氯，試書其全方程，

[解] 鉻酸鉀令鹽酸氯化而成氯，且成重鉻酸鉀，其方程如下：——



[327] 硫酸與重鉻酸鉀之作用。(1) 水多時若何？

(2) 水少時若何？

[解](1) 硫酸加入重鉻酸鉀溶液內，若水加多，則成鉻酸；無水鉻酸極易與水化合故也。



第三章 金及鉑族

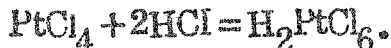
[328] 試述鉑之製法，性質及用途。

[解](1) 製法——

將鉑合金以王水化之，成氯化鉑；



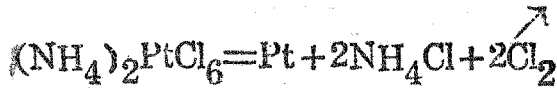
氯化鉑又與鹽酸相化合，成鉑氯酸；



再加氯化銶，則令鉑成鉑氯酸銶下沈；



再將鉑氯酸銻灼熱之，得海綿狀白金。



(2) 性質——

鉑為白色金類，富於展性及延性；善於傳電，吸氯及氫之力極大。常酸不能令之有化變，王水能漸漸化之。溫度高，則與炭及磷相化合。

(3) 用途——

用以製造化學器具，因鉑能受極高之溫度，極強極烈之試藥，不能化之。電燈及各種自然燈，用鉑為絲。鉑可為觸媒劑。

[329] 前預備鉑所用之法，有何金類與鉑攙合。

[解] 鉍與鉑攙合。

[330] 金之製法及性質。

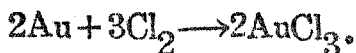
[解] A. 金之製法有三種，略舉如下：——

1. 汞膏法——

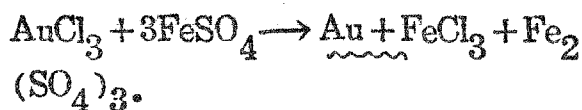
將金礦粉碎，加水銀而振盪之，則礦石中所含之金分，溶解於水銀而成汞膏。後入蒸溜器中，熱之，則水銀蒸散，而金乃殘留。

2. 氯氣法——

金若與硫化物相混合，須先煨燒，再溼之，令與氯氣化合，氯令金溶化，然不能令硫化物溶化。

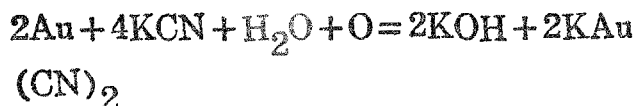


氯化金能溶解，故可用水由此混合物內分出；再加硫酸第一鐵，則金下沉。



3. 衰化法——

加金礦於衰化鉀溶液內，則將金溶去。



然後將此溶液可用電解，令金分出；或加金屬鋅，令之下沉。



B. 金之性質：

金係亮黃色之金類。極富展性及延性，善於傳電。金頗軟而極重。常酸不能令之有化變，然王水化之極易。

[331] 金常含有銀及他種金類，當用何法分開？

[解] 可用其攪合金，加濃硫酸灼熱，則濃硫酸

令銀及他種金類溶化，然金則無溶化。於是金可由此分開。

[332] 鉑酸鉀及金酸鉀，如何成法？

[解] 鉑酸鉀之成法：係用鉑氯酸(H_2PtCl_6)令鉀之氯化物下沈。



金酸鉀之成法：係用金氯酸($HAuCl_4$)加於氯化鉀，即得。



[333] 金礦何以須用氯氣法煅煉？

[解] 因氯氣能令金溶化，然不能令氯化硫溶化。

(終)

礦物學問題詳解

提綱

[1] 何謂礦物?何謂岩石?何謂化石?

[解]A. 礦物——爲自然之無機物,有全體均一之化學成分,概有一定之形像者。

B. 岩石——爲構成地殼之材料,多由數種礦物集合而成,且非有全體均一之化學成分者。

C. 化石——係前世界地層中所保存之生物遺骸,總謂之曰化石。

[2] 礦物與岩石之區別。

[解]A. 礦物。(水晶,黃金)

1. 由多數之結晶體聚成,
2. 有一定之成分,
3. 有一定之形像。

B. 岩石。(花崗岩,安山岩)

1. 由多種之礦物集成。
2. 無一定之成分。
3. 無一定之形像。

第一章 礦物特論

[3] 礦物分爲幾大類？其分類之法如何？

[解] 礦物分類之法，名家各持一說，主張不一，惟成因之法，因其於說明礦物與岩石之關係，及地質相關之現象，最爲適當。茲依此法，分爲四大類：

1. 原始礦物——成分以矽酸鹽類及矽酸爲主。熔度甚高，除二三種外，多爲酸類所不能溶解。
2. 沈澱礦物——成分爲碳酸鹽類，硫酸鹽類，磷酸鹽類及氯化物，氣化物等。除二三種外，多能溶解於水內，或酸類。
3. 金屬礦物——有金屬光澤，其重率在 5 以上。
4. 有機礦物——含有炭質爲生物遺體所成者甚多。

第一節 原始礦物

[4] 試述石英之性質。

- [解] 1. 係矽素與酸素之化合物，爲岩石之一成分。
2. 其產出之狀態，或分結晶，或成粒狀，塊

狀等。

3. 分解之事，幾乎無之，故地球上到處皆有之。
4. 純粹者無色透明，不純粹者呈種種之色：半透明，或不透明。
5. 硬度為7。有玻璃光澤。斷口呈介殼狀。
6. 遇酸不溶解。惟遇弗氣，則易溶解。

〔5〕記石英主要之種類。

〔解〕 純粹石英，天生甚少，常見者，多係變種，茲提其最要之數種：

1. 水晶……石英之透明如水者是，為岩石之主成分。
2. 碧玉……塊狀，不透明。呈綠色或黃褐色。
3. 瑪瑙……由玉髓，碧玉合成。
4. 燧石……塊狀，不透明，取火用。
5. 玉髓……塊狀。有黃，白赤，綠各色。

〔6〕記水晶之形像及用途。

〔解〕 水晶為石英之純粹者，無色透明，發玻璃光。其結晶完全者，成兩端尖銳之六角柱；然結晶不完全者居多數，其柱面常有橫列之線條；至若紫，黑，褐，黃等有色之晶，則因含有

雜金在內之故。

水晶之用途：

1. 美麗者為裝飾品，
2. 造印章，文房用具 鈕釦等；

〔7〕試言水晶與玻璃之異點。

〔解〕 水晶與玻璃比較，其差異如下：——

1. 水晶光澤強於玻璃；
2. 水晶硬度高於玻璃；
3. 以舌觸水晶，冷感甚於玻璃。

〔8〕玉髓產出之狀態如何？

〔解〕 玉髓由不純粹之石英結成。緻密塊狀，常作乳頭，葡萄，腎臟諸狀，故又名佛頭石。

〔9〕試述玻璃之種類及主要之原料。

〔解〕 玻璃分三種；

1. 鈉玻璃——由白砂，石英末，碳酸鈉，碳酸石灰調合而成。
2. 曹達玻璃——其原料除碳酸曹達外，餘與鈉玻璃之原料同。
3. 鉛玻璃——其原料除鉛丹外，餘與鈉玻璃之原料同。

〔10〕問玻璃之主要用途如何？

〔解〕 玻璃用爲食器,裝飾品,理化學用器械,窗玻璃,瓶類,洋燈罩,壺,光學用器械,靈視鏡及假寶石等。

〔11〕試言正長石與斜長石之區別。

〔解〕1. { 正長石含鉀獨多,
斜長石含鈉或鈣;
2. { 正長石之晶系爲單斜系。
斜長石之晶系爲三斜系;
3. { 正長石劈面相交成 90° 角,
斜長石劈面相交成 86° 角。

〔12〕長石之主要用途如何?

〔解〕 長石用途有二:

1. 美麗者可爲裝飾品。
2. 爲陶磁器之原料。

〔13〕陶器與磁器相異之要點如何?

〔解〕A,磁器

1. 質緻密,半透明;
2. 擊之發清音;

B,陶器

1. 質粗,不透明。
2. 擊之發濁音。

[14] 述雲母之性狀。

- [解] 1. 爲花崗岩之主成分，或爲小片，混砂中，散布地面。
2. 結晶爲六角板，然完全者頗少，每成葉狀或鱗狀。
3. 開劈完全，而得剝爲幾層。
4. 其薄片透明，放真珠光澤。且富於彈性，不易折斷。
5. 其色彩有白色，黑色，紅色等。
6. 質料以矽酸，鋁矽(礬土)爲主。耐火，性甚強，不爲酸所侵蝕。

[15] 敘述蛭石。

[解] 蛭石爲黑雲母變成。投於火中，宛如蛭之蠕動，故名。蓋此石含水分較多，遇火，其水分因熱力而變爲水蒸氣，壓離各薄片，故呈此現象也。

[16] 記雲母之用途與其性質之關係。

- [解] 4. 因雲母薄片透明，故大者可代玻璃用。
2. 因其耐火性甚強，故用以製白熱燈之燈罩，暖爐之明窗。
3. 因其色彩有白色，黑色，紅色等，故粉末

可爲塗飾上之灑粉，以增光彩。

(17) 問輝石與角閃石相異之要點？

〔解〕 A. 輝石

1. 劈面交角爲 88° ，
2. 結晶爲短八角柱，其兩端各以二斜面會合而成。
3. 晶狀可由人工製造。

B. 角閃石。

1. 劈面交角爲 124° ，
2. 結晶爲稍長之六角柱，其兩端各以三斜面會合而成。
3. 晶狀不能由人工製造。

(17) 輝石，角閃石對於熱與酸之反應如何？其用途如何？

〔解〕 輝石，及角閃石遇熱則溶化，然不溶解於酸類。其美麗者可爲裝飾品。

(19) 問石綿之性狀及用途？

〔解〕 A. 性狀：

1. 爲纖維狀之礦物，揉之如綿。
2. 呈白色，淡綠色，褐色等放絲絹之光澤。

3. 耐火性甚強，且不為酸所侵蝕。

B. 用途；

1. 與麻或綿相混雜，織之成衣，足以禦火。
2. 以其性耐火，常用以塗金庫及住屋之壁以防火患。
3. 卷裹汽灌等物以防熱之放散。
4. 製印刷用之紙型版以防紙之焦灼
5. 為洋燈之心。

[20] 試言電氣石之名義及用途。

[解] 此石若加熱，則兩端發正負之電氣，故有此名。

其主要用途有二：

1. 造光學用之試驗器。
2. 美麗者可為裝飾品。

[21] 蛋白石之性質如何？

[解] 1. 為含水非結晶之矽酸，常作塊狀，腎臟狀，葡萄狀等。

2. 多充塞於岩石之裂縫及空隙間。
3. 呈種種之色，放玻璃或脂肪光澤。
4. 其質加熱，則放水汽，而失其透明之

性。

5. 能溶解於苛性鉀。

[22]石榴石之結晶如何?其產出狀態如何?

[解] 石榴石之結晶,爲斜方十二面體,或菱形二十四面體,或爲此兩形像之聚形及粒狀,塊狀等。

其產出之狀態:

1. 由花崗岩產出,
2. 爲接觸礦物,
3. 存在安山岩分解之砂礫中。

[23]石榴石主要用途如何?

[解] 1. 美麗者如貴石榴石,可爲裝飾品。

2. 細粒者如金剛砂,其用途如下;

(A) 研磨飾石。

(B) 磨擦玻璃,使成不透明體及碾磨石料等。

(C) 製造紙筒及銼紙。

[24]試述黃玉之性狀及用途。

[解] A. 性狀:

1. 柱狀結晶,而一端尖銳。
2. 無色透明,或呈黃,白,青,綠等色,條痕無

色。

3. 硬度八度，放玻璃光澤。

4. 磨擦生電氣，熱之放磷光。

B. 用途：

1. 爲裝飾品，

2. 粉末供研磨用。

[25] 黃玉與水晶之比較。

[解] 1. 黃玉較水晶爲硬。

2. 黃玉開劈完全，水晶則否。

3. 黃玉結晶之柱面有縱紋，水晶則有橫紋。

[26] 試述綠泥石及蛇紋石之成因。

[解] 綠泥石，蛇紋石俱由輝石，橄欖石，石榴石，長石等之分解而成。

第二節 沈澱礦物

[27] 試述水之成分及變態。

[解] 水係氫素及氧素之化合物。純者透明無色，強熱之，則爲汽，遇大寒則成冰。冬天所降之雪花，雖係之冰之結晶形，然間接係水之變態。

[28] 試述食鹽之成分及性質。

[解] 食鹽之成分爲氯化鈉。純者無色透明。結

晶爲立方體。易溶於水，其味鹹。投於火中，則變黃色之燄。

[29] 述製鹽法之概要及用途。

[解] 製鹽之原料，或用岩鹽，或用海水。其方法如下：——

(A) 岩鹽製法。——

純良者即可取用，不純者，溶解於水而精製之。

(B) 海水製法。——

試汲海水撒布沙上，海水次第蒸散，則遺留之食鹽，附着於沙粒。取此等沙粒盛桶於中，注海水以溶解之，則桶中之水爲含多量食鹽之濃液，入釜煮熬，則結晶而成食鹽。

食鹽用途：

1. 爲日常不可缺之食料品。
2. 製造鹽酸，碳酸曹達，肥皂等。
3. 用於工業上，
4. 爲醃肉醃菜等之防腐劑。

[30] 試述明礬之成分，結晶及用途。

[解] 明礬成分爲含水硫酸礬土，亦含鉀或鈉。多成八面體結晶。其主要用途如下：

1. 用於染色劑。
2. 為醫藥用品。
3. 用以製紙鞣皮。
4. 為濁水之澄清劑。

[31]試述石膏之性狀及用途。

[解]A. 性狀：——

1. 成分為含水硫酸鈣 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。其純粹者無色透明，然多呈白色，黃色，灰色等。
2. 為菱形或箭尾形之扁平結晶，或為纖維狀粒狀等。
3. 質甚柔軟，得以爪傷之。
4. 溶解於鹽酸，然不發泡。
5. 以火熱之，則成粉末；和以水即復固結。

B. 用途：——

1. 為雕刻之原料。
2. 為肥料。
3. 製燒石膏。用以
 - (1) 造美術品之模型。
 - (2) 為壁上之塗料。
 - (3) 製白墨：
 - (4) 粘銲火油燈頭之接口等。

[32] 磷灰石之成分, 結晶, 及效用。

[解] 1. 成分——爲磷酸鈣($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$)。

2. 結晶——通常成六角柱或六角板狀。

3. 用途——可造裝飾品, 可作肥料。

[33] 螢石之晶系及命名之理由如何?

[解] 螢石之晶系, 常見者, 多等軸正三角八面形, 或正方六面形。

此等礦石, 若將其在黑暗地方加熱則發磷光, 如螢火之狀, 故有螢石之名。

[34] 螢石之成分及用途如何?

[解] 螢石爲弗素與石灰化合者。(即弗化鈣 CaF_2) 其用途可分爲四:

1. 爲媒熔劑。

2. 其美麗者爲裝飾品。

3. 製造乳白色玻璃。

4. 製造弗酸。

[35] 鋼玉石之成分, 晶系及用途, 試分述之。

[解] 1. 成分——爲矽化鋁 Al_2O_3 。

2. 晶系——係六方晶系狀結晶。

3. 用途——如青玉紅玉爲寶貴之寶石。粉末或粗惡者, 可供琢磨晶玉之用。

[36] 方解石之性狀如何?

[解] A. 性狀——

1. 成分為碳酸石灰(碳酸鈣 CaO_3)。
2. 結晶為斜方六面塊狀。
3. 純粹者無色透明,有玻璃光澤。
4. 開劈完全,打碎時,各片皆同形。
5. 以開劈面視物,則見為二重(即重屈折)。
6. 得以小刀傷之,注以酸類,則發泡而溶解。

[37] 試述硝石之成分及用途。

[解] 硝石之成分為碳酸鉀 (KNO_3)。

硝石可製造火藥,玻璃,硝酸等。醫藥上亦用之。

第三節 金屬礦物

[38] 問硫黃之性狀及効用如何?

[解] A. 性狀。——

1. 晶系多成錐狀,
2. 純粹者黃色,含有雜物者,則呈灰色,赤色者為多。
3. 質甚脆,得以爪傷之。

4. 性易燃燒，發青焰，放惡臭。

5. 不溶於水；極易溶於二硫化炭 (CS_2)。

B. 效用——

1. 製造硫酸。

2. 製造火藥，煙火，火柴等。

3. 製造橡皮。

4. 製消毒藥 殺菌藥等。

5. 製褪色劑。

[39] 試記毒砂之成分及性質。

[解] 毒砂為砷與硫黃及鐵之化合物。成結晶或成塊狀，呈鉛白色。條痕灰黑色。熱之於木炭上，則溶化而成黑色磁性之塊。

[40] 述錫之性質及用途。

[解] A. 性質——

1. 質脆，色白，光澤美麗。

2. 質柔，但與鉛錫等混和，即成堅硬之合金。

B. 用途——

1. 與鉛相混，造鉛字原料。

2. 與銅錫相混造英鐵：

[41] 銻之主要用途如何？

[解] 1. 可製酸素(氧氣)。

2. 爲玻璃, 陶磁器之着色點。

[42] 鐵之性質如何?

[解] 1. 色灰白, 因氯化則生銹而成褐色或黑色,

2. 富於展性及延性。

3. 含炭酸則增硬, 且熔融點低。

[43] 鐵礦約有幾種? 何種適於製鐵? 何種適於工業上之用?

[解] 世界鐵礦, 種類繁多, 其便於煉鐵及充工業中用者, 不過五種:

1. 磁鐵礦

2. 赤鐵礦

3. 褐鐵礦

4. 菱鐵礦

5. 黃鐵礦

} 此四種鐵礦, 均爲製鐵之好原料。

5. 黃鐵礦... 因其含硫, 在工藝內, 專製造硫酸及綠礬之用。

[44] 鐵分幾種? 其性質及用途如何?

[解] 鐵分三種, 卽鑄鐵, 鍛鐵及鋼鐵是也。茲分述其性質及用途如下:—

1. 鑄鐵 含多量炭, 性脆而易熔。適於製造粗重器物; 如鐵瓶, 爐, 鍋, 鐵管, 鐵柱

等。

2. 鍛鐵 百分中含炭一分。質韌，可伸引，耐鍛鍊，可製造鐵板鐵絲刀斧等。
3. 鋼鐵 百分中含炭一分，質柔軟，用途甚廣：可製鐵甲板，砲彈，刀劍，及其他各器械等。

[45] 鈷之最著之性質及其主要之用途。

〔解〕 純鈷色白如銀，富展性及延性，在空氣中不易生銹：此其最著之性質也。其用途有二：

1. 爲陶磁器藍色釉藥之材料。
2. 製造青玻璃。

[46] 鋅之性質及用途如何？

〔解〕A. 性質——

1. 青白色，具特有之班紋，質稍堅。
2. 雖在空氣中亦不易生銹。
3. 易溶解於硫酸，硝酸中。

B. 用途——

1. 鍍於鐵板，鐵絲上，以防生銹。
2. 以鋅板爲屋頂，或製水槽，管，箱等。
3. 製合金。
4. 供電池用。

5. 爲亞鉛粉之原料。

[47] 煉錫之礦石是何名稱？該礦石之性質如何？

[解] 煉錫之礦，名曰錫石 (SnO_2)。結晶成柱狀，有金剛石光澤。化鍊極易，只將錫投入木炭水中，卽有純錫分出。

[48] 試述錫之性質及用途，

[解] A. 錫之性質：——

1. 質軟，色白有光澤。
2. 在空氣中不易生銹。
3. 富於展性及延性，亦易熔融。

B. 錫之用途：——

1. 製錫箔色物。
2. 製種種之器具。
3. 製馬口鐵。
4. 製合金。

[49] 鉛之性質及用途。

[解] A. 性質：——

1. 色灰白，有強烈光澤。在空氣中則生銹而呈黑色。
2. 質軟得以爪傷之。
3. 易熔於火，且易溶解於硝酸。

4. 鉛毒有害於人體。

B. 用途：——

1. 製鉛板，鉛管。
2. 造彈丸。
3. 製合金。
4. 為鉛粉及油漆之原料。

[50] 記鉛之合金。

- [解] 1. 白鐵——錫與鉛。
2. 鉛字原料——鉛與錫及銻。
3. 彈子——鉛與砒素。

[51] 試言製煉鉛之礦石之名稱及質性。

[解] 鉛由方鉛礦製煉而成。方鉛礦即硫化鉛 (PbS)，晶系為立方體。或六面體。色黑黝。發金屬光。常與鋅礦共產。

[52] 銅之性質及用途如何？

[解] A. 性質：——

1. 色銅赤，有金屬光澤。
2. 氯化之，則成赤小豆色；在混有濕氣與碳酸氣之空氣中，則化為綠色。
3. 富於展性及延性。
4. 為電氣及熱之良導體。

B. 用途：——

1. 造貨幣。
2. 製合金。
3. 製銅板，銅絲。
4. 製日用器具及器械。
5. 銅版，鍍金術，醫療上之應用。

[53] 記錄銅之主要礦石。

〔解〕 茲記錄銅之礦石之性狀及成分如下：

1. 黃銅礦——多塊狀，色黃，條痕綠黑。其成分為，銅，鐵，硫黃 (CuFeS_2)
2. 孔雀石——形作塊狀，鐘乳狀。色綠，條痕亦然。其成分為碳酸銅 (CuCO_3)。
3. 赤銅礦——晶形常作八面體，色赤，條痕亦然。其成分為氧化銅 (Cu_2O)。
4. 斑銅礦——形作塊狀。色赤，有斑點，發金光，條痕綠黑。其成分為銅，鐵，硫黃 ($3\text{SCu}_2\text{S}_3\text{Fe}_2$)。

[54] 黃銅礦與赤銅礦之區別。

〔解〕 參看上問題(1)與(3)。

[55] 煉取水銀(汞)之礦石為何名? 試記其成分及性質。

〔解〕 鍊取水銀之礦石爲辰砂，卽硫化汞
(HgS)。間有結晶者，然成塊狀而出者爲多。
質軟而重。本色與條痕均朱紅色，有金剛光澤

〔56〕水銀之主要用途如何？

- 〔解〕1. 造寒暑表及風雨表等。
2. 用以製造玻璃，又金銀之冶金術，亦使用之。
3. 爲藥劑。
4. 爲朱之原料。
5. 供理化學實驗用。

〔57〕銀之性質及用途如何？

〔解〕A. 性質

1. 銀白色，有光輝。
2. 在空氣中不易氧化；但與硫黃合則變黑(硫化銀)。
3. 質軟而富展性延性。
4. 易溶於硝酸。
5. 對於熱與電之傳導性，爲金屬之冠。

B. 用途——

1. 製貨幣及各種裝飾品。
2. 製食器。

3. 爲照像藥品。
4. 製造器械，
5. 製造不變色墨水及玻璃鏡等。

[58] 試述自然銀及輝銀礦，濃紅銀礦之形質。

- [解] 1. 自然銀——結晶者少，大抵相集成樹枝狀，鱗片狀，絲狀等。色白，發金光。質內稍含金，汞，鉛，銻等質。
2. 輝銀礦——爲銀與硫黃之化合物，色及條痕呈黑灰色，有金屬光澤，易溶於酸，且易熔於吹管。
3. 濃紅銀礦——含硫黃與銀及銻之礦石。成柱狀之結晶，質脆。濃紅色，有金屬光澤。

[59] 金之產出狀態如何？其性質如何？

- [解] 金成單體而產出者(即自然金)。其性質述之如下：——
1. 呈赤黃色，光澤甚強。
 2. 除王水及水銀外，普通之藥品或火熱，均不易使之變質。
 3. 在空氣中永不失銹。
 4. 質軟富於展性與延性。(疊三萬三千張之

金箔厚僅一分；一錢之金塊，得延爲十五里之長線。）

[60] 何謂十八開(Carat)及十六開?

[解] 凡純金通作二十四開；如謂某物爲十八開或十六開，即係含有純金質二十四分之十八分或十六分之合金也。

[61] 依何種事項得區別金與金之類似礦物?

[解] 金之鑑定法，依下列事項得以區別之：

1. 比重大(一九.五)。
2. 質柔軟(軟度三)。
3. 條痕不爲普通之酸所侵害。

[62] 金爲世人所貴重何故?

[解] 因其質不易與酸鹼等質化合，雖久存空氣中，毫不損其光彩，故爲世人所寶貴。

第四節 有機礦物

[63] 試述金剛石，石墨，琥珀諸礦之成分，晶系及用途。

[解] A. 金剛石——爲等軸晶系，通常作十八面體。其成分爲純粹之炭素，可爲裝飾品及研磨之用。

B. 石墨——爲六方晶系，成片狀或鱗狀之

結晶。其成分爲炭素。其用途：

1. 製鉛筆之心。
2. 製造坩鉗，
3. 塗於車軸以代油。

C. 琥珀——爲非結晶，通常成塊狀鐘乳狀等。其用途：

1. 製裝飾品，
2. 爲薰香之原料。

[64] 試述石炭之成因及性質。

[解] 古代植物，堆積地上，爲泥土沙礫所掩沒，年復一年，愈積愈厚，於是植物失却氫氧等質而獨餘炭質；又因壓力之故，歷時愈久，其質益堅，以致化成石炭。其質性如下述：

1. 非結晶且無定形。
2. 質度低，比重小，質脆。
3. 色暗黑，帶金屬光彩。
4. 易燃燒。燃時生燄放臭氣。

[65] 試述煤油揮發油，燈油，重油之成因及用途。

[解] 1. 煤油——一名原油。係古代動植物質分解而生者。用以製揮發油……等。

2. 揮發油——係原油蒸餾而得者。可供

衣服等之去油跡，機器之洗滌用等。

3. 燈油——係原油蒸餾而得者。供燈用，殺蟲用，或為煤油發動機之燃料。

4. 重油——自原油除去揮發油，燈油所餘濃厚之液也，充燃料，製白蠟等。

第二章 礦物通論

[66] 礦物結晶之成因，試舉例說明之。

[解] 結晶生成，有自然者，有人工者，自然的生成，若水晶，方鉛礦是也。屬於人工的，厥有三法：

1. 昇華……例如將硫黃與水銀研合蒸乾，則化為銀珠，昇華凝結器蓋之上。
2. 融銷……例如將硫黃融銷，待其自冷，則結針狀之晶。
3. 消液……例如將食鹽入水消化，待水乾後，則有鹽晶結成。

[67] 結晶與非結晶之區別如何？

[解] A. 結晶……外形及其內部之構造，均規則甚正者；例如水晶。

B. 非結晶……外形及其內部之構造，均不規則者；例如蛋白石。

[68] 礦物結晶共分若干系？各系之特色若何？試舉例說明之。

〔解〕 依結晶軸之性質而分結晶為六系。茲將各系之特色并舉例說明如下：

1. 等軸晶系——對稱面九，有三軸，皆同長，互交直角，普通者為六面體，例如螢石，石榴石，金剛石。
2. 六方晶系——對稱面七，有四軸：其三軸同長，互交成 60° 角，異長之一軸（主軸）與上三軸相交成直角。其普通者如六方錐等；例如方解石，電氣石。
3. 正方晶系——對稱面五，有三軸其二軸同長，一軸異長，互相交成直角，其普通者為正方錐，正方柱；例如黃銅礦，錫石。
4. 斜方晶系——對稱面三，有三軸，皆異長，而互成直角，其普通為斜方錐，斜方柱等；例如黃玉石，硝石，硫黃。
5. 單斜晶系——對稱面一，有三軸，皆異長，其互相交成直角之二軸與他一軸斜交；例如正長石，石膏，輝石。孔雀石。
6. 三斜晶系——無對稱面，三軸之長皆異，互

交均成斜角；例如斜長石，膽礬。

[69] 晶系與晶形有何區別？

〔解〕 晶系者，係晶軸之數及其位置與長短，總歸一屬之謂也。晶形者，論礦物品粒之形像也。與晶系顯然有別；即以岩鹽而論；觀其晶形，乃係四方之小粒；惟考其晶系，乃屬等軸系，與此方塊，甚不相似；蓋晶形者，礦物結晶外觀之學；晶系者，礦物結晶內籀之事也。

[70] 何謂比重？設有沈於水中之固體，用何方法可以測定其比重？

〔解〕 礦物在空氣中之重量，與其同容積之水之重量比較，謂之比重。其測定之法，述之於下：

1. 先將礦物在空氣中權之，其重量為W。
2. 次將該礦物在水中權之，其重量為W'。

兩重量之差，即水與礦物等積之重量也。將此數除W，則得礦物與水比重之數。依此得示以程式如下：——

$$G = \frac{W}{W - W'} \quad (\text{注意}) G \text{ 代比重。}$$

[71] 開劈與斷口之區別。

〔解〕A. 開劈……結晶之礦物，有自然依一定方

向而破碎之性，謂之開劈；例如，方解石，石英……等。

B. 斷口……凡礦物不依一定方向折斷之，則生種種之破面，此破面謂之斷口；例如，石炭，黑耀石，鐵……等。

[72] 試述摩斯氏 (Mohs) 之硬度計。

[解] Mohs 選硬度各異之十種礦物，以最軟者爲一度，最硬者爲十度，名曰 Mohs 硬度計，如下：

1. 滑石……得以爪傷之；
2. 石膏……同上。
3. 方解石……可以銅幣代之。
4. 螢石……比銅幣堅硬。
5. 磷灰石……可以玻璃代之。
6. 長石……可以小刀代之。
7. 石英，
8. 黃玉，
9. 鋼玉，
10. 金剛石。

七度以上者居少數。

[73] 彈與撓性之區別如何？

〔解〕A. 彈性——加以外力，雖可使之暫時彎曲，然外力除去，則仍復原形，如雲母石。

B. 撓性——既使之彎曲，則外力雖去，仍不能復原形，如滑石。

〔74〕試詳述鑑定礦物應注意之各項。物理性及化學性。

〔解〕 鑑定礦物，須明乎其物理性及化學性上，有何條件不同，茲述如下：

1. 物理性——條痕色為礦物鑑識上必要之條件。驗之之法，通例以不上釉藥之生瓷板，摩擦其礦物，雖塊色相似，而察其條痕，則不相侔者。

2. 化學性——試驗礦物之成分如何，普通常用濕法乾法兩種：濕法，應注意其消解沈澱，及消解時有無氣體發出。乾法即以吹管分析法是，應察其融度，變化之現象。

〔75〕礦物生成之原因如何？

〔解〕 礦物之成因有四，述之於下：

1. 由於溶液沈澱者……例如海中之鹽質等。
2. 由於熔融凝結者……例如雲母，輝石，長石等。

3. 由於氣氣昇華者，例如硫黃。
4. 由於生物之變質者……例如石炭，石油，烏糞石。

第三章 岩石特論

[76] 地殼上之岩石分幾大類？試於每類岩石之下言其成因及特徵，并舉例說明。

〔解〕 地殼上岩石，種類甚多；就成因而言，可分爲三種。茲將其成因，特徵，并舉例說明如下：——

1. 火成岩——由地球內部深處之岩漿，因地殼之變化，而迸發流出於地表而凝結，或地殼內而冷卻凝固者，火成岩之特徵：爲塊狀結晶，不含化石。例如，花崗岩，安山岩等。
2. 水成岩——土砂因水之作用，而被搬運各沉積於一定之處，遂成新岩石，謂之水成岩。水成岩之特徵：形成層狀，不結晶，藏有化石；例如，砂岩，石灰岩等。
3. 變成岩——水成岩及火成岩因高熱壓力等而變質者，曰變成岩。其性質介乎二者之間。例如片麻岩，雲母岩等。

[77] 水成岩與火成岩之比較。

[解] 參看上問題(1)與(2)。

[78] 試述花崗岩之成分性質及用途。

[解] A. 成分——由石英,長石,雲母結合而成。

B. 性質——1. 常成大塊,

2. 質堅有黑色斑紋?

3. 抵抗風雨之力強。

4. 崩壞時石英及雲母成爲砂,
長石則成爲粘土。

C. 用途——1. 爲建築材料,

2. 爲石碑及石細工用。

[79] 問黑耀石,浮石之成因。

[解] A. 黑耀石……拋出於空中之岩漿,急速冷
却而凝固,即成黑耀石,其內容僅由玻璃
質石基而成。

B. 浮石……與黑耀石同質,然以放散其氣
體,遂成多孔質,細孔中含空氣,故能浮
於水面。

[80] 問安山岩與玄武岩之性質及用途如何?

[解] A. 性質——安山岩多呈灰色或淡黑色,
質堅而粗,玄武岩多呈黑色或灰黑色,質

緻密。

B. 用途——同爲建築之石材。而玄武岩分解可代水門汀。

[81] 砂岩及礫岩之成因及用途。

[解] 砂及礫爲流水所搬運，漸次沈積於水底，因壓力及膠着物之力而漸漸凝結，由砂而成者，曰砂岩，由礫而成者曰礫岩。

砂礫岩之用途：——

- (1) 爲土木建築石材用途甚廣。
- (2) 沙岩中 useful 爲砥石者。

[82] 石灰岩之性質及用途。

[解] A. 性質：——

1. 爲方解石所成之岩石，其主成分爲碳酸石灰。
2. 多由動物之遺骸沉積而成，常成大塊。
3. 色多白，灰，黑等。

B. 用途：——

1. 石灰岩可燒製石灰，亦爲水門汀之原料又可爲肥料。
2. 大理石(石灰岩之一種)爲建築裝飾石材，或用於彫刻。

3. 石版石(石灰岩之一種)爲石印用之重要材料。

[83] 土壤之成因及成分。

[解] 土壤多因岩石之崩壞而生者，常含有因生物腐敗而來之有機化合物，水，氣體等組成土壤之成分；中有可爲植物之養料者，有不全爲植物之養料者，惟含養料適宜之土壤，乃適於植物之發育。

[84] 何謂地殼？何謂地層？

[解] A. 地殼地球之內部，雖尙有高熱，而其外部則已冷卻固結成爲硬皮，爲人畜等所棲息，此硬部分。謂之地殼。

B. 地層地殼由水成岩，火成岩，變成岩等而成。其水成岩常成層狀，此層名曰地層。

[85] 地層時代共分爲幾？其區分之法以何爲標準？

[解] 檢水成岩之厚層而比較其中所存多數之化石，則見在舊層者爲下等動植物之化石，在新層者，次第進於高等植物；故區分地層時代，可本其中所含之化石之種類而判別其新舊，以考究最古迄今所成之地層，知其間動

植物有最著變化四回，因之將地層時代分爲四：

1. 原始時代……未發見化石。
2. 古生時代……有最古生物之化石。
3. 中生時代……有古生物之化石。
4. 新生時代……有稍新生之化石。

