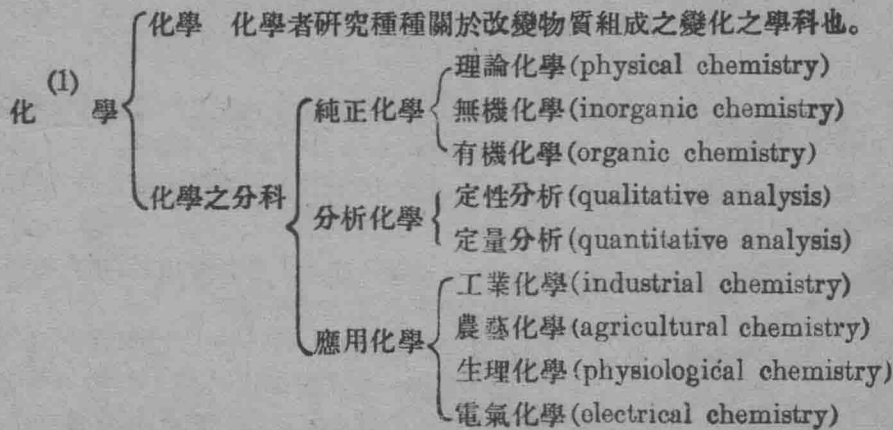


化學表解

無機之部

無機之部



化學表解

物理化學	(2) 物理變化	物理變化	定義	凡不改變物質組成之變化，稱為物理變化 (physical change)。
			舉例	搖鈴發聲，水之結冰，水之化氣，鐘之擺動，冰融為水。
		化學變化	定義	凡改變物質組成之變化，稱為化學變化 (chemical change)。
			舉例	火柴燃燒，酒之變醋，牛乳變酸，火藥爆發，燃燒蠟燭。
化合與分解	(3)	化合	定義	兩種以上之物質互相結合而成新物質之化學變化，稱為化合 (chemical combination)。
			舉例	氧與水銀化合成一氧化汞，氫與氧化合成水。
		分解	定義	凡一物質因化學作用而分成兩種以上之異性物質之化學變化，稱為分解 (chemical decomposition)。
			舉例	如熱一氧化汞則分解成氧與水銀。
化合物與混合物	(4)	(1) 化合物	由二種以上之物質化合而成之新物質，已全失去原物質之性質時，稱為化合物 (chemical compounds)。如水與一氧化汞。	
		(2) 混合物	由二種以上之物質混合而成之物，仍不失各原物質之性質時，稱為混合物 (mechanical mixtures)。如空氣。	
		(3) 化合物與混合物之差異	(a) 混合物可用物理學上之方法分離之，化合物則非用化學上之方法不可。 (b) 混合物之配合量無一定不變之比例，化合物之配合量有一定不變之比例。 (c) 混合物全不失其成分之固有性質，化合物則否。	

- (5) 物質, 元素, 單質及同素體 {
- 物質 凡占地位有重量者, 稱為物質 (substance)。
 - 元素 凡物質不能用已知之普通方法分解成更簡單之物質者, 稱為元素 (element)。(或稱原質)
 - 單質 由同種元素而成之物質, 稱為單質 (simple substance)。
 - 同素體 由同一元素而成之二種或二種以上之單質, 稱為同素體 (allotrope)。

無
機
之
部

- (6) 空氣 {
- 成分 空氣為氮, 氧, 氫等混合而成之氣體, 並含少量二氧化碳及水蒸氣。
 - 性質 常溫時為無色無味無臭氣體, 加高壓力並冷卻之, 則成液態空氣, 或固態空氣。
 - 空氣為混合物之證 {
 - (1) 空氣中氧較氮易溶解於水, 若係化合物, 則氧氮二者當一同溶解。
 - (2) 液態空氣蒸發時氮較氧先行氣化, 若係化合物, 當一同氣化。
 - (3) 空氣中氧, 氮, 氫等均保其固有性質, 絲毫未變。

- (7) 氧 O_2 {
- 所在 隨在皆有, 空氣中約占 $\frac{1}{5}$ 體積, 動植礦三界俱以氧為重要成分。
 - 製法 {
 - (1) 強熱一氧化銻。
 - (2) 強熱氯酸鉀與少量之二氧化錳 (接觸劑)。
 - (3) 將液態空氣蒸發之, 則氮先行揮發, 終得純氧。

- 性質 { (1) 氧為無色無味無臭氣體，比空氣重十分之一，在低溫度強壓之則液化。
(2) 無可燃性，而助燃性甚強。
(3) 除氟及其他一二元素外，皆易與氧化合成氧化物。

用途 氧與氫或氧與電石氣相混，燃燒之能生高溫火焰，工業上用以截斷或熔接金屬。又醫療及救助上亦用之。

(8) 燃 燒

- 燃 燒 凡二物質因猛烈化合，每致發熱及光，此種現象稱為燃燒 (combustion)。
着火點 物質開始燃燒之某溫度，稱為某物質之着火點 (ignition point)。
不燃體 凡物質之不能燃燒者，稱為不燃體 (incombustible substance)。
可燃體 凡物質之能燃燒者，稱為可燃體 (combustible substance)。
助燃體 包圍於可燃體之周而助其燃燒者，稱為助燃體 (supporter of combustion)。

(9) 臭 氧 O_3

- 所 在 空氣中存有少量，急雷後含量較多。
製 法 (1) 通電於氧；(2) 氧化湮磷。
性 質 臭氧為無色有臭氣體，其氧化力，褪色力，消毒力皆強。

- 氧 化 { (1) 凡氧與他物化合之作用，稱為氧化 (oxidation)。
(2) 自化合物中減少氫原子，亦稱氧化。
(3) 使化合物中金屬原子價增高，亦稱氧化。

(10)
氧化及還原

- 氧化劑 { 凡能放出氧以氧化他物者，曰氧化劑 (oxidizing agent)。
常用氧化劑，為濃硝酸，硝酸鉀，氯酸鉀，二氧化錳，二氧化鋇，二氧化二
氫，二氧化二鈉，二氧化鉛，氯，溴，高錳酸鉀，一縮二鉻酸鉀等。
- 還原 { (1) 減少化物中之氧之作用，稱為還原 (reduction)。
(2) 增加化合物中之氫亦稱還原。
(3) 使化合物中之金屬原子價減低亦稱還原。
- 還原劑 { 凡能奪取他物中之氧而化合者，曰還原劑 (reducing agent)。
常用還原劑為氫，炭及一氧化碳等。

無機之部

(11)
氫 H_2

- 所在 單體氫甚稀少，多與氧化合成水。
- 製法 { (1) 投鈉或鉀於水。
(2) 加稀鹽酸或稀硫酸於鋅。
(3) 加硫酸少許於水而電解之。
(4) 通水蒸氣於赤熱之鐵。
- 性質 { (1) 氫為無色無味無臭氣體，為元素中之最輕者。
(2) 有可燃性無助燃性，燃時與氧化合成水，與氧或空氣混合燃之則爆鳴。
(3) 通氧於已燃之氫中，則成青色火焰，其溫度可達 $2000^{\circ}C$ ，名曰氫
氧焰。可截斷鋼板。
(4) 能與油類化合使成固態之脂。

(12)
氮 N_2

- 〔用途〕 製造輕氣球，精製（或硬化）油類，熔接金屬。
- 所在 空氣中含有 $\frac{4}{5}$ 體積，為植物肥料中之重要成分。
- 製法 { (1) 密閉空氣於瓶，在其中燒燐，則生五氧化二磷而氮殘留。
(2) 加熱亞硝酸銹。
- 性質 { (1) 氮為無色無味無臭氣體，略能溶解於水。
(2) 無可燃性，亦無助燃性。
(3) 化學性質極鈍，在常溫時不能與諸元素直接化合。
- 用途 通氮入電燈泡以增加光亮，或製造含氮肥料以培養植物。

(13)
水 H_2O

- 所在 水占地面約 $\frac{3}{4}$ ，雲，霧，雨，露，霜，雪，冰，皆水之同質異形體。
- 製法 使氫與氧按 2 與 1 之體積比化合，則成水。
- 性質 { (1) 水在常溫時為無色無味無臭液體，零度結冰，百度化成水蒸氣。
(2) 投鈉或鉀於水則分解生氫。
(3) 通氧於水曝日光中，則徐徐分解而生氧。
(4) 通水蒸氣於赤熱之鐵則分解生氫。
(5) 水中之氫與氧，其體積之比為 2:1，重量之比為 1:8。
- 用途 水為普通溶劑。用途極廣。
- 〔(1) 過濾〕 將濁水經過砂粒，木炭層以除去所含砂泥及臭氣。

水之精製 { (2) 煮沸 熱水達百度以殺除微生物。
(3) 蒸餾 沸水化氣，復冷凝之，謂之蒸餾。可以除去所含礦物質，臭氣及微生物等。

水之種類 { 軟水 不含鈣，鎂之碳酸鹽或硫酸鹽之水，稱為軟水 (soft water)。
硬水 { 暫時硬水 含酸式碳酸鈣而不含硫酸鈣之水，稱為暫時硬水 (temporary hard water)，因加熱則酸式碳酸鈣變為碳酸鈣而下沉，水變軟矣。
永久硬水 含硫酸鈣之水，稱為永久硬水 (permanent hard water)。

無機部

- (1) 物質常住定律 物質雖可變形，然不能變其重量。此定律稱為物質常住之定律 (law of conservation of matter)。
- (2) 重量不變定律 化學變化前後諸物質重量之總和常等。此定律稱為重量不變定律 (law of constancy of weight)。
- (3) 定比定律 凡化合物之成分與成分間，或成分與生成物間重量之比一定不變。此定律稱為定比定律 (law of constant proportion)。如 1 克氫與 8 克氧化合成 9 克水是也。
- (4) 倍比定律 甲乙二元素之化合物如有數種，則數個甲量對於同一乙量之比例，互為簡單整數。此定律稱為倍比定律 (law of

(14)
化學諸定律

- multiple proportion)。如氧與氮化合而成 N_2O , N_2O_2 , N_2O_3 , N_2O_4 , N_2O_5 五種化合物,此五種化合物中之氧對於同一氮量之比例,為 1 : 2 : 3 : 4 : 5 是也。
- (5) 氣體反應定律 氣體反應時,體積間互成簡單之整數比。此稱為氣體反應定律 (law of gaseous reaction)。
- (6) 波義耳定律 設溫度不變,則氣體之體積與壓力成反比例。此稱為波義耳定律 (Boyle's law)。
- (7) 查理定律 設壓力不變,氣體之溫度每升高或減低一度時,則該氣體之體積亦增加或減少其在 $0^\circ C$. 時所占體積之 $\frac{1}{273}$ 。此稱為查理氏定律 (Charles' law)。
- (8) 亞佛加德羅氏假說 等體積氣體在同溫度同壓力之下,含有同數之分子。謂之亞佛加德羅假說 (Avogadro's hypothesis)。

分子 物質由大小,形狀,性質,重量全相一致之最小粒子組合而成,此粒子名曰分子 (molecule)。

原子 分子由一種或二種以上之元素之最小粒子組合而成。此微粒子名曰原子 (atom)。

(15)
分子及原子

- 分子與 (1) 同物質之分子皆有同一之性質,異物質之分子其性質全異。
(2) 同一元素之原子,其大小,形狀,性質,重量皆相等。異元素之原子

原子之
內容

則否。

(3) 單質之分子，由同種之原子一個或數個組合而成，化合物之分子，由異種原子二個以上組合而成。

原子量 含有某元素之諸種化合物，其一分子量中所含該元素之最小量，稱為該元素之原子量 (atomic weight)。

分子量 物質對於養氣 32.000 量之氣體比重，稱為某物質之分子量 (molecular weight) (以 $O_2 = 32$ 為標準)。

克原子 以克 (gram) 為單位而表原子量時，稱為克原子 (gram atom)。如氧 16 克，即為氧之一克原子。

克分子 以克為單位而表分子量時，稱為克分子 (gram molecule)。如 32 克之氧即為氧之一克分子。

凡一克分子之氣體，在標準溫度 ($0^\circ C.$) 標準壓力 (760 mm.) 之下，占有 22.4 升 (liter) 之體積。

當量 某元素與 1 克氫相化合所需之重量，稱為當量 (equivalent weight)。

原子價 能與某元素一原子相化合之氫原子之數，稱為該元素之原子價 (valency) (氫為一價元素)。

(1) 元素符號 用元素名第一字母代表元素之名稱及原子量者，謂之符號 (symbols)。設第一字母相同時，則附以其他字母以示區別。

(16)
原子量，
分子量，
當量及原
子價

(17)
符號, 分子式, 構造式, 示性式, 根及方程式

- (例如氫 H, 氧 O, 氯 Cl, 碳 C, 鈣 Ca, 鎘 Cd, 鉻 Cr 等是)
- (2) 分子式 用元素符號以表示物質之組成及分子量之式, 謂之分子式 (molecular formula)。如水 H_2O 。
- (3) 構造式 用相當於原子價之短線連結分子式中之元素符號, 以說明其分子中各原子之結合狀態之式, 稱為構造式 (constitutional formula or structural formula) (構造式中之短線稱為價標 bond)。如: 水 $H-O-H$, 食鹽 $Na-Cl$, 是也。
- (4) 示性式 用以表示物質之特性之式, 稱為示性式 (rational formula)。
- (5) 根 二個以上之原子相結合而成之原子團, 在種種化學變化中, 恰與一原子之作用相同者, 謂之根 (radical)。如銨根 NH_4 , 氫氧根 OH , 硫酸根 SO_4 , 硝酸根 NO_3 , 碳酸根 CO_3 , 磷酸根 PO_4 , 硅酸根 SiO_3 , 亞硫酸根 SO_3 , 亞硝酸根 NO_2 , 腈根 CN 等是也。
- (6) 化學方程式 用符號及分子式以表示化學反應之關係之式, 稱為化學方程式 (chemical equation)。式中加號表示參與反應之物質之質量之和, 等號表示反應前後之物質之質量相等, 左右兩側分子式之係數, 乃表示各分子式之倍數, 若為氣體物質, 並表單位氣體積之倍數。例如二體積氫與一體積氧化合, 得二體積水蒸氣, 可用 $2H_2 + O_2 = 2H_2O$ 表之。

(18)
作化學方
程式應注
意之點

- (1) 當審知化學變化未起之先所用各物質之組成。
- (2) 當審知應在何種情形時始起變化。
- (3) 當審知化學變化已起之後所成之物質及其組成。
- (4) 變化前與變化後物質之總重量必相等(重量不變之定律)。故化學方程式等號兩邊之重量必相等。
- (5) 方程式中各物質當以其分子式表之。

(19)
碳 C

所在 碳為有機物主要成分。金剛石，石墨為純碳，其他如石油，二氧化碳，煤等皆為含碳物質。

製法

- (1) 燃燒糖類可得純碳。
- (2) 密閉木材獸骨而灼燒之，則得木炭或骨炭。
- (3) 取鐵與純碳置電爐中強熱而急冷之，則碳因鐵之凝固受強壓力，即成金剛石或石墨。

性質

- (1) 碳與氫化合可成極多數之有機物，統名碳氫化合物。
- (2) 碳在空氣中無變化，熱之則與氧化合成一氧化碳或二氧化碳。
- (3) 極易與氧化合。故為極佳還原劑。

炭之多形體

- (1) 無定形碳 如木炭，骨炭，油煙，煤等。
- (2) 結晶形碳

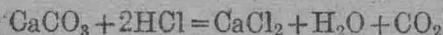
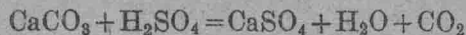
石 墨	色黑，質軟，可製鉛筆心，坩堝，及鐵之防銹劑。
金剛石	透明無色。極硬。光之屈折率大，面多者光彩奪目。不傳熱及電。多用作裝飾品。

化學表解

(20)
二氧化碳
CO₂

所在 多為動物所呼出，空氣中存有少量。又釀酒時亦發生此氣。

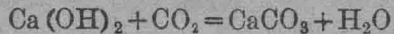
製法 注稀硫酸或稀鹽酸於大理石（碳酸鈣）即得：



性質

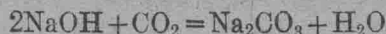
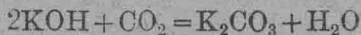
(1) 二氧化碳為無色氣體，無可燃性亦無助燃性。故能滅火。

(2) 無毒。能使透明石灰水變白濁，因與石灰水化合成碳酸鈣故也。



(3) 易溶解於水。製造汽水及啤酒用之。

(4) 比空氣重。易被氫氧化鉀或氫氧化鈉吸收。

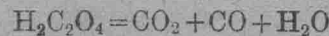


用途 製造汽水，啤酒及滅火器用之。

(21)
一氧化碳
CO

製法

(1) 加濃硫酸於草酸而熱之，用氫氧化鈉除去 CO₂，則得純粹一氧化碳；



(2) 通水蒸氣於炭火上： $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

(3) 取炭與二氧化碳混合熱之： $\text{C} + \text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$

(1) 一氧化碳為無色氣體，燃之呈淡青色火焰。

(22) 火 焰

- (性質) {
- (2) 有毒，吸之則死。比空氣稍輕。難溶於水，不能使透明石灰水變白濁。
 - (3) 在高溫度之下有強還原性。故可用作還原劑。
- 成因 凡氣體或受熱化氣之物質燃燒時，常生火焰 (flame)。
- 組成 {
- (1) 氧化焰 為焰之最外層。空氣供給足，其中碳完全燃燒成 CO_2 。因含被熱之氧，呈氧化作用，故稱為氧化焰 (oxidizing flame)。
 - (2) 還原焰 為焰之內層。空氣之供給不足，其中碳不完全燃燒而成 CO 因含有被熱之碳，呈還原作用，故稱為還原焰 (reducing flame)。
 - (3) 焰之未燃部 為焰之中心。因空氣所不能至，其間碳全未與氧化合，富有炭，呈暗黑色。
- 焰光之強弱 {
- (1) 火焰熱度之關係 溫度高光亮強，溫度低光亮弱。
 - (2) 火焰密度之關係 成焰之氣體密度大光亮強，密度小光亮弱。
 - (3) 有無固體質點之關係 有固體質點光亮強，無固體質點光亮弱。
- 所在 廣布於海水及地層中
- 製法 {
- 海水鹽 {
 - 晒法 導海水入鹽田，藉日光蒸發之則鹽結晶析出。
 - 煎法 {
 - 晒灰 撒海水於砂上，晒以日光，使漸濃厚，是曰晒灰。
 - 淋滷 次將砂上鹽分用海水洗下，是曰淋滷。
 - 煮鹽 最後移滷入釜煮乾，是曰煮鹽。

(23) 食鹽 (NaCl)	〔岩鹽 採掘地殼下層之岩鹽，注水使鹽溶解，將鹽水吸出煮乾，即得。 鹽之精製 將粗鹽溶解於水。濾去泥砂。加碳酸鈉（碱）以除去所含鎂鈣等鹽。濾過，煮乾，即得。 性質 食鹽為立方形結晶，有鹹味，易溶於水。 用途 鹽為必需之食料，且為製造鹽酸，氫氧化鈉，綠氣等重要藥品之原料。
(24) 氯 Cl ₂	所在 氯無單體存在，多與鈉，鉀，鎂，等化合成氯化物而廣布於海水及地殼中。 製法 { (1) 加鹽酸於二氧化錳熱之：$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) 將食鹽，二氧化錳及硫酸三者同熱： $2\text{NaCl} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) 取鹽酸或食鹽水溶液而電解之 性質 { (1) 氯呈黃綠色，有刺戟性臭氣，劇毒。比空氣重二倍半。易溶於水。 (2) 氯能直接與多種元素（如鈉，銻，銅）化合成氯化物。 (3) 氯能漂白。因與水作用放出新生氧故也：$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{O}$ 用途 製造漂白粉及殺菌藥用之。
(25) 漂白粉 CaOCl ₂	製法 通氯於熟石灰中即得 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 性質 { (1) 加酸於漂白粉，則放出新生氯而呈漂白作用。 $\text{CaOCl}_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CaSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

CaCl₂

(2) 漂白粉為白色粉末，具特別臭氣。能漂白血棉，紙等植物纖維質。

(26)
氯化氫
HCl

所在 動物胃液中含有少量。

製法 加濃硫酸於食鹽而熱之： $2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2HCl$

性質 { (1) 氯化氫為無色劇臭氣體，溶解於水則成鹽酸，呈強酸性。
(2) 鹽酸善能溶解鋅，鐵等金屬而放出氫(參看氫之製法)。
(3) 氯化氫與鹵精 NH_3 相遇，則生氯化銻之白煙： $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$
(4) 三份鹽酸與一份硝酸混合，則成王水(aqua regia)，能溶解黃金白金。
 $3HCl + HNO_3 \longrightarrow 2H_2O + NOCl + 2Cl$

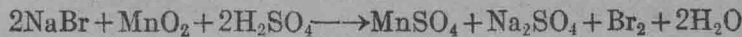
用途 鹽酸為工業上重要藥品

無
機
之
部

(27)
溴 Br_2

所在 溴無單獨存在者，多與鉀，鈉化合而存於海水及海草中。

製法 以溴化鈉，二氧化錳及硫酸三者共熱之：



性質 { (1) 溴為紅褐色劇臭液體，有毒，皮膚觸之即起水泡。略能溶解於水。
(2) 溴亦有漂白作用，其他化學性質與氯相似，惟較弱耳。
(3) 溴能使澱粉糊變黃色(溴之識別法)。

製法 投赤磷於水加溴液，則磷與溴化合成三溴化磷 PBr_3 。復因水而分解生溴化氫氣體。

(28) 溴化氫 HBr	{	性質 $PBr_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HBr + H_3PO_3$ 溴化氫為無色有刺戟性氣體，易溶於水，其水溶液曰溴氫酸 (hydrobromic acid)。其他性質與氯化氫相似。
	{	所在 碘無單體存在，多與鉀化合而存於海水及海草中。 製法 將碘化鉀，二氧化錳及硫酸三者同熱： $2KI + MnO_2 + 2H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + I_2 + 2H_2O$
(29) 碘 I_2	{	性質 { (1) 碘為黑紫色板狀結晶，有金屬光澤，有毒，難溶於水，易溶於酒精，其酒精溶液稱曰碘酒，可治皮膚病。 (2) 能使澱粉糊變深藍色 (碘之識別法)。 (3) 其他化學性質與氯相似，惟較弱耳。 用途 醫藥上多用之
(30) 碘化氫 HI	{	製法 與溴化氫相似。使碘與赤磷及水一同作用即得： $PI_3 + 3H_2O \longrightarrow 3HI + H_3PO_3$ 性質 與氯化氫，溴化氫相似，惟較弱耳。
(31) 氟 F_2	{	所在 多成螢石 CaF_2 而產出。又動物牙齒之琺瑯質中含有之。 製法 溶氟化氫鉀 KHF_2 於氟氫酸 HF 中，置白金器內電解之，則氟由陽極放出。 性質 氟為淡黃綠色氣體。化學性質甚烈，幾無一物不受其作用。 製法 氟化鈣加濃硫酸熱之：$CaF_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2HF$