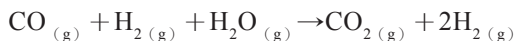


(二) 水煤氣法：

將水蒸氣通過灼熱（1000°C）的煤焦，產生水煤氣。

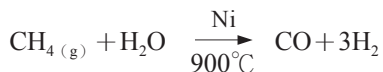


然後藉催化劑（ Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 ）使水煤氣再與水蒸氣反應，其中 CO 會氧化成 CO_2 。



最後將混合物加壓通過水， CO_2 會溶於水中，因而得到氫。

(三) 甲烷與水蒸氣用鎳催化分解法：



(四) 鹼氯工業（電解食鹽水）：



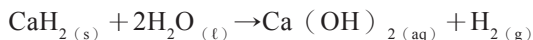
三、氫的化學性質

(一) 具有可燃性，但不助燃。

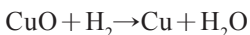
(二) 無色、無味、無臭，且難溶於水，為最輕的氣體（氣體中最難液化者為氦，其次為氫），S.T.P. 下氫之密度為 0.089g/L，熔點、沸點低。

(三) 高溫或燃燒時，可與鹼金屬、鹼土金屬等活潑金屬反應，生成金屬氫化物。例如： $2\text{Na} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NaH}$

(四) 金屬氫化物可與水反應，生成氫，例如：

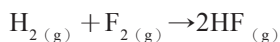


(五) 氫在高溫時，可用做還原劑，可還原活性小的金屬氧化物成為金屬。例：



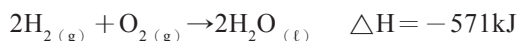
(六) 與空氣混合，遇火焰會發生爆炸燃燒的危險。

(七)常溫下可和氟發生反應。



四、氫的用途

(一)氫氧焰：火焰溫度約 2800℃，可熔接金屬。現已用液態氫氣為火箭燃料。



(二)作還原劑： $\text{H}_2 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

(三)燃料：氫在燃燒之後，產生無污染的水，為最乾淨燃料。

(四)合成氨的原料： $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ 。另可用來製作 HCl， CH_3OH （哈柏法製氨）。

(五)食品工業中，氫氣用於氫化食用油，成為人造奶油。

五、空氣液化過程

空氣→壓縮→冷卻→膨脹→液態空氣。

六、液態空氣

(一)液態空氣：

- 1.利用低溫、高壓的方法，即可將空氣液化成液態，液態空氣一般儲存於「杜耳瓶（為雙層玻璃，中間抽成真空，以避免熱的傳導和對流，兩壁內層鍍銀以防輻射）」。
- 2.液態空氣外觀像水，呈淡藍色，密度（約 0.91g/mL）比水小，為混合物，無固定沸點（沸點低，雖無固定沸點，但大約為 -190°C ，可作為冷劑），主要成分為氮及氧。

(二)液態空氣用途：

分餾液態空氣時，沸點低的氮氣先汽化，殘留氧氣，因此，可分餾出氮（bp -195.8°C ）、氧（bp -182.96°C ），是工業上製造氮及氧的主要來源。另可分餾出溶於液態空氣中的氬、氖等惰性氣體。

(五)碳酸鈣：

- 1.碳酸鈣 (CaCO_3)，俗稱灰石，為大理石及灰石中的主要成分，自然界甚多。亦可經由煮沸碳酸氫鈣而得。



- 2.碳酸鈣難溶於水，但可溶於酸。

- 3.碳酸鈣遇 CO_2 則產生可溶性的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 。 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 受熱可析出 CaCO_3 沈積，即為鐘乳石、石筍來源。

**(六)硫酸鈣：**

1. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (俗稱石膏)、 $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (俗稱熟石膏)。自然界有 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的存在。

- 2.將石膏加熱至 125°C 亦可變成熟石膏。



- 3.熟石膏加水可再變成石膏，產生硬化現象。硬化時體積稍微的膨脹，可製作模型、塑像或骨科繃紮使用。



- 4.石膏加熱至 200°C ，變成無水硫酸鈣，可製作粉筆。

十八、鋁及其化合物

(一)鋁礬土：

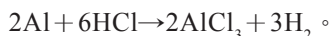
鋁礬土 (含 $80\% \text{Al}_2\text{O}_3$)，在電解前需先將鋁礬土含氧化鐵等雜質除去，因 NaOH 可以溶解 Al_2O_3 而不能溶解鐵之氧化物，可達到將之分離的目的。並用郝耳法電解 Al_2O_3 (以冰晶石 Na_3AlF_6 助熔) 而提煉鋁。

(二)鋁：

- 1.鋁為週期表 IIIA 族元素，是地球上存量最多的金屬，約占地殼成分 7.5% 。而鋁在地殼之含量占第三位 (註：氧 > 矽 > 鋁 > 鐵)。
- 2.鋁為銀白色輕金屬，比重 2.7 ，富延展性，為電和熱的良導體。
- 3.鋁在空氣中，表面會氧化生成氧化鋁的薄膜，可保護內部鋁不再被氧化。

4. Al^{3+} 其水合能大，與其他陰離子之鍵能亦大，故 Al 為一強還原劑。

5. 鋁為兩性金屬，可溶於強酸、強鹼，並放出 H_2 。



另外 Sn 及 Pb 亦為兩性金屬，也有相同的性質。

6. 鋁的化合物鍵結具有相當程度的共價性， Al_2Cl_6 之分子結構於 178°C 昇華，不像一般離子化合物具備高熔點。

7. 鋁質輕、不易生鏽可作家庭用的器具。

8. 鋁富延展性，可製成鋁箔，用於食物、香菸、糖果等包裝。

9. 純鋁較軟，在 300°C 左右會失去抗張強度，不適合做機械材料，但是可作成鋁合金，鋁合金質輕堅韌，為飛機之重要材料。

(三) 氧化鋁：

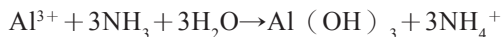
1. 氧化鋁 (Al_2O_3)，俗稱礬土，為自然界中剛玉、剛石粉、紅寶石、藍寶石的成分。

2. Al_2O_3 為白色固體， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 強熱後可得到 Al_2O_3 。

3. Al_2O_3 熔化後添加少許過渡金屬，再經養晶可得到人造寶石，作為鐘錶或機械軸承之用。

(四) 氫氧化鋁：

1. 鋁鹽 $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ 加入氨水即可得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱。



2. 氫氧化鋁為白色固體，屬兩性化合物。



3. 氫氧化鋁可作為淨水劑、媒染劑（吸附顏色）。

(五) 硫酸鋁鉀：

1. 硫酸鋁鉀 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ，又稱明礬、鉀礬，將 Al_2SO_4 與 K_2SO_4 溶液混合加熱蒸發即可製得。

四、克原子數、克分子數

(一)克原子數：

$$\text{克原子數} = \text{原子之莫耳數} = \frac{W}{M} = \frac{n}{6.02 \times 10^{23}}$$

(W = 元素重, M = 原子量, n = 原子個數)

(二)克分子數：

$$\text{克分子數} = \text{分子之莫耳數} = \frac{W}{M} = \frac{n}{6.02 \times 10^{23}}$$

(W = 物質重, M = 分子量, n = 分子個數)

五、氣體的莫耳體積

在 S.T.P. (1 atm, 0°C) 下, 任何氣體之莫耳體積 = 22.4 升, 且其中均含有 6.02×10^{23} 個分子。

$$\text{氣體的密度} = \frac{M}{22.4} \quad (M: \text{分子量})$$

六、化學式的求法

首先算出各成分元素之重量或重量比, 再將重量或重量比除以各成分元素原子量, 求出其原子莫耳數比, 便可求得實驗式, 然後求其分子量並利用分子式 = (實驗式)_n 去寫出其分子式。

七、化學反應式的平衡

依質量守恆定律平衡反應式之左右兩邊, 一般以觀察法及代數法為之。其中若需要表示各物質之狀態, s 表固態, l 表液態, g 表氣態, aq 表水溶液。

八、限量試劑

決定產物量的反應物，謂之，亦即於反應中完全用盡的反應物。

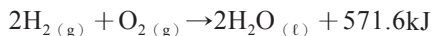
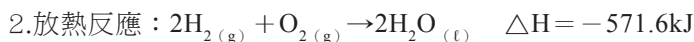
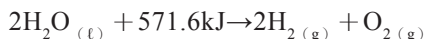
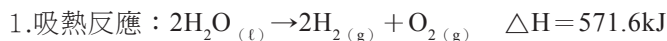
九、反應熱

(一)反應熱公式：

反應熱 $\Delta H = \text{生成物熱含量總和} - \text{反應物熱含量總和}$

若 $\Delta H > 0$ 為吸熱反應； $\Delta H < 0$ 則為放熱反應。

熱化學反應式之表示方式：

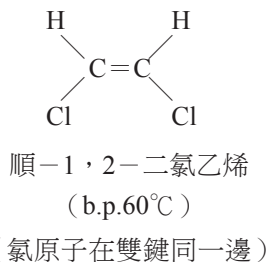
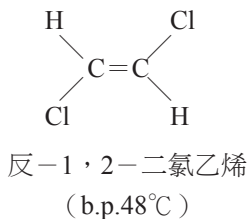


(二)標準反應熱：

標準反應熱乃於 25°C ， 1atm 下所測得者；若有同素異構物，則硫以斜方硫、碳以石墨、磷以黃磷所測得者為基準。

(三)反應熱的特性：

1. 反應熱與反應物的莫耳數成正比，亦即若將平衡方程式兩端係數各乘以 n 倍時，反應熱亦變為 n 倍。
2. 當反應以反方向進行時，其反應熱大小相等而符號相反。
3. 赫斯定律 (Hess's law)：若一反應能以2個（或多個）其它反應的代數和表示時，其反應熱為此兩個（或多個）反應熱的代數和，又叫反應熱加成性定律。



(2)光學異構物：異構物化性和物性都相同，但對偏極光之旋光性不同。

五、烴

只含碳和氫2種元素的有機化合物，簡稱烴。

烴	鏈烴	飽和烴	烷之通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	脂肪烴
		不飽和烴	烯之通式 C_nH_{2n}	
			炔之通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	
	環烴	脂環烴	環烷烴之通式 C_nH_{2n}	
			環烯烴之通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	
		芳香烴	芳香烴之通式 C_nH_n	

六、飽和烴（烷類）

(一)飽和烴（烷類）：

- 1.烴分子中之碳原子間以單鍵結合者稱為飽和烴，又稱烷類。包括烷 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 及環烷烴 C_nH_{2n} 。
- 2.烷只有在 $n \geq 4$ 時才有異構物。
- 3.烷類為無色、無味、無臭、無毒的有機物，又稱石蠟烴，是石油與天然氣之主要成分。天然氣和液化瓦斯的臭味是添加物的緣故，是為了要讓人容易查察是否有漏氣。

(二) 烷類的命名法 (俗名) :

1. 碳數少於10個，以天干數字代表所含之碳數之烷類，例如 C_2H_4 乙烷。
而碳數11以上者，則以數字代表，例如 $C_{13}H_{28}$ 為十三烷。
2. 俗名：以正 (n-) 表示直鏈烷。異 (iso-) 表示分支鏈：直鏈第2個碳原子上接有1個 CH_3 -支鏈。新 (neo-) 表示第3個異構物：直鏈第3個碳原子接有2個 CH_3 -支鏈。
3. 6個碳以上之烷類異構物太多，均採用 IUPAC 之系統命名法來命名。

(三) 常溫常壓下之烷類：

烷類在常溫常壓下，碳數 $C_1 \sim C_4$ 為氣體， $C_5 \sim C_{17}$ 為液體， C_{18} 以上為固體（即通常看到的石蠟），故烷類又稱為石蠟烴。

(四) 烷類難溶於水：

烷類難溶於水，但易溶於乙醚 ($C_2H_5OC_2H_5$)、氯仿 ($CHCl_3$) 等有機溶劑中。

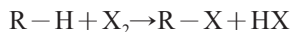
(五) 烷類之熔點¹與沸點：

烷類熔點與沸點隨分子量或碳數之增加而增加（因凡得瓦引力的緣故），除較小的烷類外，每增加一個碳其 b.p. 約升高 $20^\circ C \sim 30^\circ C$ ，b.p. : $CH_4 < C_2H_6 < C_3H_8 < C_4H_{10} < C_5H_{12}$ ；而 m.p. : $C_3H_8 < CH_4 < C_2H_6 < C_4H_{10} < C_5H_{12}$ 。同碳數的烷烴中，支鏈愈多，沸點愈低。例如：正戊烷 > 異戊烷 > 新戊烷。正烷類的密度隨碳原子數之增加而增加，但趨於0.8，故可浮於水面上。

(六) 烷類之化學活性：

烷類缺乏化學活性，不受濃硫酸、強氧化劑或強鹼的作用，但在某些條件下可發生鹵化、硝化、脫氫及燃燒反應。

1. 鹵化 (halogenation)：與鹵素產生的取代反應：



2. 硝化 (nitration)：在氣相中，與濃硝酸產生的取代反應：



3. 熱裂煉：烷類在強熱下會發生裂解，稱為熱裂煉 (Thermalcracking)。

¹ 熔點尚需考慮分子之堆積結構。

(B) ▲欲中和 0.1M 的氨水 20mL，達當量點所需 0.1M 的鹽酸為多少？(A) 要多於 20mL (B) 恰為 20mL (C) 略少於 20mL (D) 10mL。

〈100警專〉

(B) ▲0.1M 氫氧化鈉溶液10毫升加水稀釋至1升時，其 pH 值為？(A) 9 (B) 11 (C) 12 (D) 13。〈100一般警四〉

(B) ▲下列①②③之酸鹼中和反應，比較其當量點時溶液的 pH 值大小，何者正確？① $\text{NaOH} + \text{HCl}$ ，② $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ ，③ $\text{NH}_3 + \text{HCl}$ 。
(A) ①>②>③ (B) ②>①>③ (C) ①=②=③ (D) ③>①>②。〈100一般警四〉

(D) ▲下列物質，何者是強電解質？(A) 氫氟酸 (B) 亞硫酸 (C) 氫氧化鎂 (D) 硝酸銀。〈100一般警四〉

(B D) ▲取下列各物質的 0.1M 水溶液各5毫升，分別加入 0.3M 的 KMnO_4 酸性溶液0.5毫升時，何者能使 KMnO_4 的紫色完全消失？(A) FeSO_4 (B) BaCl_2 (C) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (D) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。〈90警專〉

(A B C) ▲取下列各物質的 0.1M 水溶液各5毫升，分別加入 0.3M 的 KMnO_4 酸性溶液0.5毫升時，何者能使 KMnO_4 的紫色完全消失？(A) SO_2 (B) $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (C) BaCl_2 (D) Na_2CO_3 (E) FeSO_4 。〈93警專〉

(B D) ▲將 0.02M 氫氟酸溶液100毫升與 0.20M 醋酸溶液 ($K_a = 1.8 \times 10^{-5}$) 100毫升混合而得溶液200毫升，下列哪一項敘述正確？(A) $[\text{H}^+]$ 約等於 0.11M (B) $[\text{H}^+]$ 約等於 0.01M (C) $[\text{Cl}^-]$ 約等於 0.02M (D) $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 約等於 0.1M (E) $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ 約等於 $1.34 \times 10^{-3}\text{M}$ 。〈94警專〉

(A B C) ▲水的解離 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$ 為一吸熱反應，其離子積常數 K_w 在 25°C 時為 1.0×10^{-14} ，下列敘述，何

者正確？(A) 在 8°C 時，純水之 $\text{p}K_{\text{w}} > 14$ (B) 在 8°C 時，某水溶液之 $\text{pOH} = 7$ 則此溶液 $\text{pH} > 7$ (C) 在 40°C 時，純水之 $\text{pOH} < 7$ (D) 在 40°C 時，酸性水溶液的 $\text{p}K_{\text{w}} > 14$ (E) 在 25°C 時，酸性溶液的 $\text{pH} < 7$ ，鹼性溶液的 $\text{pOH} > 7$ 。(94警專)

(B C) ▲以下為常見的物質，哪些物質 pH 值大於7？(A) 葡萄酒 (B) 石灰水 (C) 氨水 (D) 胃液。

(B C) ▲在 25°C 時，已知下列酸、鹼在水中解離的反應及其解離平衡常數：(99警專)



則下列有關酸、鹼解離及反應的各項敘述，哪些正確？

(A) NH_3 之共軛酸 (NH_4^+) 的 K_{a} 乘以 CH_3COOH 之共軛鹼 (CH_3COO^-) 的 K_{b} 等於 10^{-14} 。

(B) NH_3 之共軛酸 (NH_4^+) 的 K_{a} 等於 CH_3COOH 之共軛鹼 (CH_3COO^-) 的 K_{b} 。

(C) 依 NH_3 與 CH_3COOH 的 K_{b} 、 K_{a} ，可知 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 水溶液應呈中性。

(D) 以強鹼滴定 $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})}$ ，另以強酸滴定 $\text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})}$ ，二者分別達到當量點時，其 pH 值相等。

(E) 以等莫耳數的 NH_3 和 NH_4^+ 所配製的緩衝溶液甲，以等莫耳數的 CH_3COOH 和 CH_3COONa 所配製的緩衝溶液乙，甲、乙二者之 pH 值相等。