

反應速率

1.) 反應速率：化學反應進行的快慢。

1. 單位時間內，反應物減少量或生成物增加量（質量、mole、M）。

$$\text{反應速率} = \frac{\text{反應物減少量}}{\text{反應時間}} = \frac{\text{生成物增加量}}{\text{反應時間}}。 \text{單位：} \frac{g}{s}、\frac{mole}{s}、\frac{M}{s}$$

2. 以最易觀測的物質來測量反應速率。如：沈澱、顏色、氣泡…

3. 常以時間倒數表示反應速率的大小。 $\Rightarrow r \propto \frac{1}{t}$ 。

2.) 化學反應發生的條件：

1. 碰撞學說：要發生化學反應，粒子間必須要有效碰撞。

\Rightarrow 有效碰撞的要素：
 $\left\{ \begin{array}{l} a. \text{ 粒子有足夠的能量。} \\ b. \text{ 粒子碰撞的方向要正確。} \end{array} \right.$

2. 有效碰撞的次數多 \Rightarrow 反應速率快。

★ 3.) 影響反應速率的因素：反應物本質、濃度、表面積(顆粒大小)、
溫度、催化劑

1. 反應物本質(活性)：

a. 活性大 \Rightarrow 容易發生反應 \Rightarrow 反應速率快。

例：Fe 易生鏽、Cu 不易、

黃金活性小，可長久保存，作裝飾品。

例：鈉、鉀較鎂、鋁、鐵、銅等金屬，容易與水反應。

2. 濃度：

a. 濃度高 \Rightarrow 粒子碰撞機會高 \Rightarrow 有效碰撞多 \Rightarrow 反應速率快。

例： $2HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$

HCl 濃度高 \Rightarrow 反應速率快。HCl 濃度低 \Rightarrow 反應速率較慢。

例：線香在純氧中的燃燒比在空氣中燃燒快。

3. 總表面積（顆粒大小）：

a. 總表面積越大（顆粒越細） \Rightarrow 粒子碰撞機會高 \Rightarrow 有效碰撞多 \Rightarrow 反應速率快。

b. 邊長切成 n 等分時，表面積變為 n 倍。

例：原本邊長 3 cm 的總表面積為 54 cm^2 ，

切成三等分後的總表面積為 162 cm^2 ，為三倍。

c. 溶液表面積比固體大 \Rightarrow 接觸機會大 \Rightarrow 反應速率快。

例：1. 粒狀砂糖與塊狀冰糖溶於水，粒狀砂糖會較快。

2. 以木材和木屑生火時，木屑總接觸面積大，燃燒較快。

3. 吃火鍋時，總是將肉片切成薄片再燙涮。

4. 營火總是把粗木頭放在底部，愈往上木頭逐次變細。

例： $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

粉狀 $\text{CaCO}_3 \Rightarrow$ 表面積大 \Rightarrow 反應速率快。

塊狀 $\text{CaCO}_3 \Rightarrow$ 表面積較小 \Rightarrow 反應速率較慢。

4. 溫度：增加反應速率的常用方法。

a. 溫度高 \Rightarrow 粒子能量高 \Rightarrow 粒子碰撞機會高 \Rightarrow 有效碰撞多 \Rightarrow 反應速率快。

b. 一般而言，溫度每增加 10°C ，反應速率 $\times 2$ 。 $\Rightarrow r = 2^{\Delta T/10}$ (倍)。

例：1. 燃燒 \Rightarrow 反應速率 \uparrow ；降溫 \Rightarrow 反應速率 \downarrow ，如冰箱。

2. 夏天食物比在冬天容易腐敗。

3. 實驗室常以加熱進行化學反應。

4. 加油站嚴禁煙火。

5. 藥品需低溫保存。

例：假設溫度每升高 10°C ，反應速率增為原來的 2 倍，某一反應在溫度 20°C 需時 96 秒方能完成，欲縮短反應時間於 3 秒鐘內完成，溫度需升至 70 $^\circ\text{C}$ 。

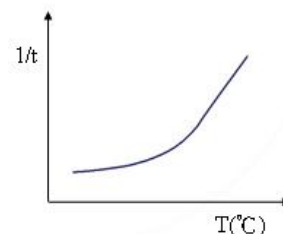
例： $\text{NaS}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$

i. 溫度高 \Rightarrow 黃色沈澱多、快 \Rightarrow 反應速率快。

溫度低 \Rightarrow 黃色沈澱少、慢 \Rightarrow 反應速率慢。

ii. 以時間倒數表示 S 的生成速率，對 T 做圖。

iii. 硫代硫酸鈉 (NaS_2O_3)：又稱大蘇打、海波，白色固體。

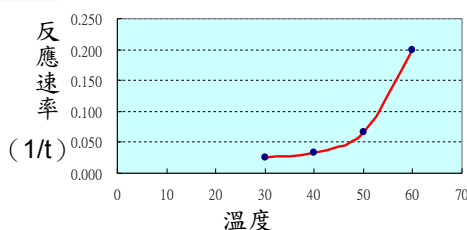
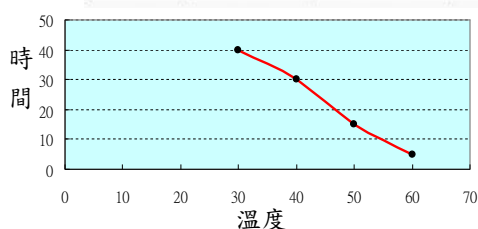


☆ 變因控制法：為瞭解實驗因素(變因)與結果的關係所用的實驗方法。

1. 控制變因：維持不變的變因，個數不限。
2. 操縱變因：改變的變因，只有一個。
3. 應變變因：實驗結果。

❖ 溫度對反應速率的實驗探討：

實驗次數	操縱變因	控制變因		應變變因		反應速率 R
	甲 溫度(°C)	乙 Na ₂ S ₂ O ₃ 濃度(M)	丙 HCl 濃度(M)	丁 時間 t (秒)	戊 時間倒數 1/t (1/秒)	
1	30	0.20	0.30	40	0.025	
2	40	0.20	0.30	30	0.033	
3	50	0.20	0.30	15	0.067	
4	60	0.20	0.30	5	0.200	



⇒ 溫度愈高，時間愈少

⇒ 溫度愈高，反應速率愈大

例：當溫度 55°C 時，遮住瓶底十字所需的時間為 10 秒。

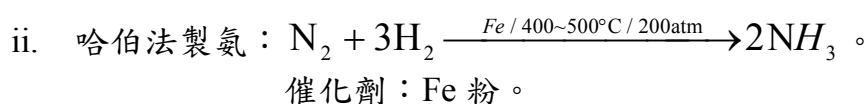
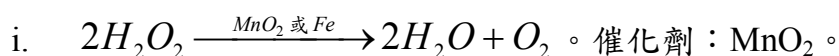
5. 催化劑：

a. 加入催化劑 ⇒ 反應速率快。

b. 催化劑：

- i. 又叫觸媒，在生物體中稱為**酵素**或**酶**。
- ii. **參與反應**，但反應前後，**本質不變**。
既不是反應物，也不是生成物。
- iii. **改變反應速率**，但無法**增加生成物產量**、**不改變平衡**。
- iv. 具有**專一性**。
- v. 無法使不反應者的變成可反應的。
- vi. $\left\{ \begin{array}{l} \text{正催化劑} \Rightarrow \text{使反應速率增加。} \\ \text{負催化劑} \Rightarrow \text{使反應速率降低。} \end{array} \right.$

例：



- iii. 澱粉 + 唾液 (或 HCl) \Rightarrow 水解成麥芽糖。
 澱粉 \rightarrow 糊精 $\rightarrow \dots \rightarrow$ 麥芽糖 \rightarrow 葡萄糖。催化劑: 澱粉酶。
- iv. 生物體中的澱粉酶 \Rightarrow 分解澱粉
 生物體中的胃蛋白酶 \Rightarrow 分解蛋白質
- 酶: 為蛋白質,
 有溫度限制。

例: 影響反應速率的因素有很多, 試回答下列情況是受到何種因素影響:

(A)物質本性 (B)濃度 (C)溫度 (D)表面積大小 (E)催化劑

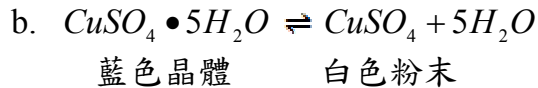
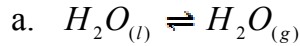
- (1) 平時我們身上戴的金飾品, 較鐵更不易生鏽。【 本性 】
- (2) 以大理石和稀鹽酸來製造二氧化碳時, 常將大理石敲碎或是磨粉加速反應。【 表面積 】
- (3) 一瓶雙氧水水溶液靜置時, 靠肉眼無法看到水溶液中有何變化, 但是加入少許 MnO_2 後, 可以看到劇烈的反應, 會有大量的氣體逸出。【 催化劑 】。
- (4) 古時候的人將食物儲存在冰窖裡, 可以增加食物的保存期限。【 溫度 】。
- (5) 以等量且完全解離之同濃度硫酸水溶液及鹽酸水溶液做電解質導電的實驗時, 發現前者的燈泡亮度大於後者。答:【 濃度 】。
- (6) 鹽酸與鎂的反應速率快於鹽酸與鐵的反應速率。【 本性 】
- (7) 在化學實驗中, 常將固態藥品配成一定濃度的溶液來使用, 使化學反應變快。【 表面積 】
- (8) 生產大量乾燥粉狀可燃物的場所, 常會有爆炸的危險。【 表面積 】
- (9) 煎魚時, 常在魚體上切割幾刀。【 表面積 】
- (10) 火鍋用的肉片通常都是薄片狀, 因為這樣肉比較容易煮熟。【 表面積 】
- (11) 鮮奶沒喝完, 卻忘記放入冰箱中冷藏, 隔夜鮮奶就壞掉了。【 溫度 】。
- (12) 發生瓦斯外洩的情形, 不要開啟或關閉任何電源, 否則易引起爆炸。【 溫度、濃度 】。
- (13) 將咖啡豆磨成粉後, 若不立即沖泡飲用, 則須放在冰箱才能保存較久的時間, 否則容易變質。【 表面積、溫度 】。

可逆反應與平衡

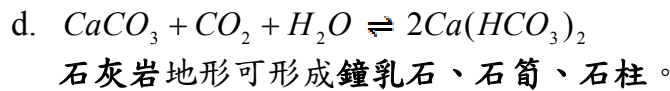
1.) 可逆反應：正逆反應同時進行者。

1. 以「 \rightleftharpoons 」表示。「 \rightarrow 」為正反應；「 \leftarrow 」為逆反應。

例：



c. $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CO_2 \uparrow + H_2O + CaCl_2$ ，若在一加蓋瓶中，一下就沒有氣泡了，是因為有逆反應發生。



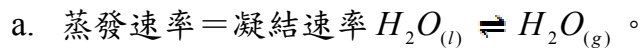
2. 並非所有反應都是可逆反應，有些反應是不可逆反應。

2.) 化學平衡：

1. 平衡時，正反應速率 = 逆反應速率 $\neq 0$ 。
反應持續進行，為動態平衡。

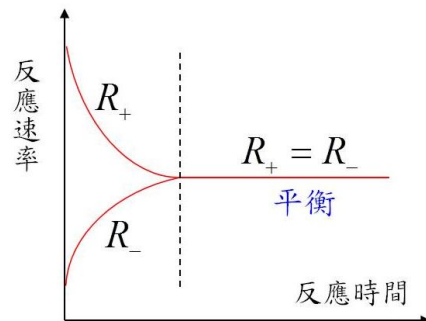
2. 平衡時，濃度不再改變，物質的量會成比例。

例：



b. 溶解平衡：溶解速率 = 析出速率。
飽和糖水再加糖下去，一段時間後，糖的形狀改變了，但是重量卻沒有改變。

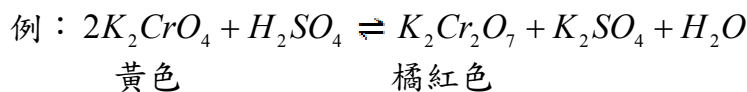
3. 反應速率與時間的關係圖：



3.) 平衡變動：改變平衡條件，重新達到新平衡的現象。

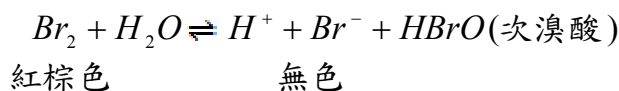
4.) 影響平衡的因素：濃度、溫度、壓力

1. 濃度：由濃度高→濃度低移動。



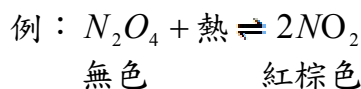
$\left\{ \begin{array}{l} \text{加 } H^+ (pH \downarrow) \Rightarrow \text{反應} \rightarrow, \text{溶液變橘紅色。} \\ \text{加 } OH^- (pH \uparrow) \Rightarrow \text{反應} \leftarrow, \text{溶液變黃色。} \end{array} \right.$

例：溴水（紅棕）在溶液中會分解成 H^+ 、 Br^- 、 $HBrO$ （無色）



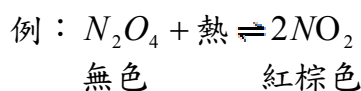
$\left\{ \begin{array}{l} \text{加 } H^+ (pH \downarrow) \Rightarrow \text{反應} \leftarrow, \text{溶液變紅棕色。} \\ \text{加 } OH^- (pH \uparrow) \Rightarrow \text{反應} \rightarrow, \text{溶液變無色。} \end{array} \right.$

2. 溫度 (T) : $\left\{ \begin{array}{l} \text{升高溫度} \rightarrow \text{行吸熱反應} \\ \text{降低溫度} \rightarrow \text{行放熱反應} \end{array} \right.$



$\left\{ \begin{array}{l} \text{升溫} \Rightarrow \text{反應} \rightarrow, \text{氣體紅棕色。} \\ \text{降溫} \Rightarrow \text{反應} \leftarrow, \text{氣體變無色。} \end{array} \right.$

3. 壓力： $PV = \text{定值} \Rightarrow P$ 和 V 成反比。



$\left\{ \begin{array}{l} \text{加壓} \Rightarrow V \downarrow \Rightarrow \text{反應} \leftarrow, \text{氣體變無色。} \\ \text{減壓} \Rightarrow V \uparrow \Rightarrow \text{反應} \rightarrow, \text{氣體變紅棕色。} \end{array} \right.$