

第一章 反應速率和化學平衡

第一節 濃度與表面積對反應速率的影響

一、碰撞學說：發生化學反應時，反應物粒子必須相互接觸碰撞才有機會使原子重新排列以生成產物。

一般而言，液體、氣體的粒子比固體容易移動，粒子碰撞機率較_____，化學反應較快。

二、反應速率：

1.在相同時間內，化學反應進行的程度，稱為_____。

2.反應速率的測量：

(1)測量反應一定時間內，_____的消耗量，或_____的生成量。

(2)測量反應開始到一種或兩種反應物濃度減少到某一程度時，所需要的時間。

3.影響反應速率的因素：

(1)活性(物質本性)：其他條件相同時，活性_____的元素反應速率較快。

例：汽油較木材容易燃燒，鈉比銅更易氧化。

鈉、鉀較鎂、鋁、鐵、銅、鋅、鉛易與水反應。

(2)濃度：反應物的濃度愈大，反應速率愈快。

例：鹽酸的濃度愈大，與貝殼反應產生二氧化碳的速率較快。

(3)接觸面積(顆粒大小)：顆粒越細，接觸面積也會變_____，反應速率越_____。

例：細小的樹枝，比整塊的木材較易燃燒。

(4)溫度：一般而言，溫度越_____，反應速率也會變快。

例：冰箱的低溫會降低食物的腐敗速率。

(5)催化劑：適當的催化劑會改變反應速率，通常是使反應變快。

例：使用_____當催化劑，可加速雙氧水分解。

(6)壓力：壓力對於氣體的反應速率影響很大。

當壓力加大時，氣體的體積會減少，所以在單位體積中氣體的分子數會增加，碰撞的機會也會相對的增加，反應速率也就加快了。

三、探討變因的方法：

通常在推行科學活動時，為了瞭解某一因素(例：溫度)如何影響反應結果(例：反應時間)時，需將其他可能影響反應結果的其他因素的量(例：反應物的濃度、體積與生成物的沉澱量)維持不變，只改變該一因素(例如：溫度)的量。當這些可能影響因素的量控制不變時，我們稱這些被控制的因素為_____變因，被改變的因素為_____變因，反應的結果則稱為_____變因。我們常利用固定_____變因以探究_____變因與_____變因的因果關連性。

四、濃度對反應速率的影響

1.實驗：貝殼 + 鹽酸 → 氯化鈣 + 二氧化碳 + 水

均衡的化學反應式：_____。

試管	鹽酸(1M)	水	混合後的體積莫耳濃度	相同粗細的貝殼	冒出氣泡的快慢
甲	5ml	5ml		等重	
乙	1ml	9ml		等重	

2.結論：(1)當反應物濃度增加時，單位體積內的反應物粒子增多，相互碰撞機會增加，反應速率便會增加。

(2)反應物的濃度愈_____，反應速率愈快。

五、表面積對反應速率的影響

1.實驗：

試管	貝殼(等質量)	鹽酸(1M)	產生氣泡的速率
丙	大片	10ml	
丁	碎片	10ml	
戊	粉狀	10ml	

2.結論：(1)當反應物的總表面積增加時，就有更多的反應物粒子發生接觸碰撞，使反應速率增加。

(2)反應物的質量相同時，反應物切割的顆粒愈_____，總表面積變_____，在相同時間內反應物粒子相互碰撞機會_____，所以反應速率增加

◎自我評量

1.由碰撞學說知，欲使反應產生

- (A)反應物的粒子必須相碰撞
- (B)反應物的粒子必須成為離子
- (C)反應物的粒子溫度要升高
- (D)反應物濃度要相同。

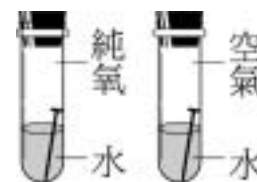
2.溶液常加以攪拌，可增加其反應速率，主要的原因是

- (A)碰撞機會增加
- (B)使反應溫度平均
- (C)可使溶液中的溶質分散均勻
- (D)碰撞機會減少。

3.如右圖，將鐵釘分別置於二試管中，放置幾天後，發現 B

試管中鐵釘生銹較多；在這實驗中影響生銹速率的因素是

- (A)溫度
- (B)濃度
- (C)顆粒大小
- (D)催化劑。



4.下列實驗中，何者反應速率最快？

- (A)鋅粉加入 1 M 鹽酸溶液
- (B)鋅塊加入 1 M 鹽酸溶液
- (C)金粉加入 4 M 鹽酸溶液
- (D)金塊加入 4 M 鹽酸溶液。

5.一定量的貝殼與鹽酸反應，下列何組冒出氣泡的速率最快？

- (A)磨成細粉的貝殼 + 5% 鹽酸
- (B)原狀的貝殼 + 10% 鹽酸
- (C)原狀的貝殼 + 5% 鹽酸
- (D)磨成細粉的貝殼 + 10% 鹽酸。

6. 某一立方體，邊長 4 cm，若將其切成每邊 1 cm 之立方體，則全部的表面積變為原來的幾倍？

- (A) 4 (B) 8 (C) 16 (D) 64。

7. 假設煤炭的燃燒速率與接觸空氣的面積成正比，則一正方體的煤炭分割成八塊大小相同的小正方體後，其燃燒速率是原來的多少倍？ (A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 8。

8. 在相同的溫度與壓力下進行下列實驗，何者反應速率最快？

- (A) 大木塊在空氣中燃燒 (B) 碎木屑在空氣中燃燒
(C) 大木塊在純氧中燃燒 (D) 碎木屑在純氧中燃燒。

9. 依下表所列，各試管中放入等量的貝殼，再分別加入等體積的不同濃度之 HCl 溶液，此時產生氣泡的速率快慢順序為 (A) 甲丙乙丁 (B) 丁丙乙甲 (C) 甲乙丙丁 (D) 丙乙丁甲。

實驗條件	甲試管	乙試管	丙試管	丁試管
貝殼顆粒大小	粉狀	粉狀	粒狀	粒狀
溶液	2 M 的 HCl	1 M 的 HCl	1 M 的 HCl	0.5 M 的 HCl

10. 取貝殼及鹽酸作反應速率的實驗，結果如右表所示，

(1) 本實驗的最佳結論為：

- (A) 固體顆粒愈小，反應速率愈快
(B) 鹽酸濃度愈大，反應速率愈快
(C) 固體總表面積愈大，反應速率愈快。

次別	貝殼	鹽酸
甲	1 克整塊	30%，20mL
乙	1 克敲成 5 片	30%，20mL
丙	1 克磨成粉末	30%，20mL
丁	2 克磨成粉末	30%，20mL

(2) 本實驗的控制變因為何？

- (A) 貝殼質量 (B) 貝殼粗細 (C) 鹽酸濃度 (D) 以上皆是。

(3) 甲、乙、丙、丁四次實驗，CO₂ 生成的速率由大而小依次為

- (A) 甲 > 乙 > 丙 > 丁 (B) 乙 > 甲 > 丁 > 丙 (C) 丁 > 乙 > 甲 > 丙 (D) 丁 > 丙 > 乙 > 甲。

(4) 本實驗的化學反應式： $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未平衡)，若平衡後係數以最簡整數為準，則係數之總和為 (A) 5 (B) 6 (C) 7 (D) 8。

11. 生產大量乾燥粉狀可燃物的場所，常有爆炸的危險，其原因與下列何因素有關？

- (A) 乾燥粉太乾 (B) 乾燥粉顆粒細，接觸表面積大 (C) 乾燥粉本性活潑 (D) 濃度大小。

12. 用竹筴削成火煤棒，如右圖，這是影響反應速率的變因中之哪一項因素？

- (A) 降低燃點 (B) 增加氧氣濃度 (C) 增加總表面積 (D) 使竹筴質量增加。



13. 阿超生病吃藥時，將藥丸研磨成粉末再以開水服用，這是影響反應速率中的哪一項因素？

- (A) 濃度大，藥效快 (B) 增加總表面積，藥效快 (C) 溫度高，藥效快 (D) 以上皆是。

14. 拜拜燒紙錢時，將紙錢攤開燒會比整疊燒快，這是影響反應速率中的哪一項因素？

- (A) 濃度 (B) 表面積 (C) 溫度 (D) 催化劑。

15. 將 1 mL、10 M 的鹽酸調配成 10 mL 的水溶液裝在甲試管中，另將 1 mL、12 M 的鹽酸調配成 20 mL 的水溶液裝在乙試管中；再取顆粒大小一樣的貝殼，分別加入甲、乙兩試管中，則

(1) 哪一隻試管反應速率較快？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 一樣快 (D) 資料不足，無法比較。

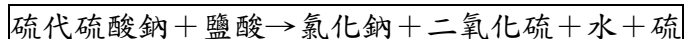
(2) 實驗中控制的變因為何？ (A) 貝殼質量 (B) 鹽酸體積 (C) 鹽酸濃度 (D) 以上皆是。

(3) 哪一試管產生的 CO₂ 較多？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 一樣多 (D) 資料不足，無法比較。

第二節 溫度對反應速率的影響

一、實驗：探討不同溫度下，溫度對反應速率的影響。

1. 利用_____溶液與鹽酸反應，產生黃色的_____沉澱，便於觀察。



均衡的化學反應式：_____。

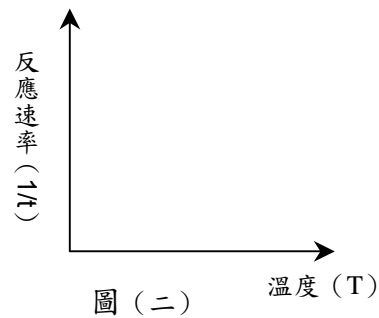
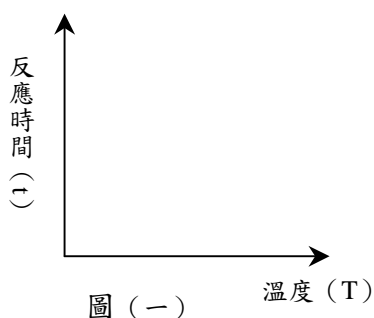
(1) 控制變因：

(2) 操縱變因：

(3) 應變變因：產生黃色硫遮住錐形瓶下方記號所需的_____ (秒)。

實驗	Na ₂ S ₂ O ₃	HCl	溫度 (T)	反應時間 (t)	時間倒數 (1/t)
甲	0.1M, 10ml	0.1M, 5 ml	30°C	50	
乙	0.1M, 10ml	0.1M, 5 ml	40°C	40	
丙	0.1M, 10ml	0.1M, 5 ml	50°C	20	
丁	0.1M, 10ml	0.1M, 5 ml	60°C	5	

2. 結果：反應時間 (t) 與溫度 (T) 的關係如圖 (一)，反應速率 (1/t) 與溫度 (T) 的關係如圖 (二)



(1) 反應速率愈快，反應所需的時間愈短。

即反應速率和反應時間成_____比，因此以_____代表反應速率。

(2) 溫度愈高，反應所需的時間愈_____，即反應速率愈_____。

(3) 以粒子觀點（碰撞學說）解釋：

a. 溫度高，反應物粒子移動快，單位時間內碰撞次數多，且碰撞劇烈，反應速率快。

b. 溫度低，反應物粒子移動慢，單位時間內碰撞次數少，且碰撞緩和，反應速率慢。

◎自我評量

1. 想在短時間內完成反應，常見做法為：

(A) 加催化劑 (B) 使反應物溶於水 (C) 加熱反應物 (D) 使反應物顆粒變小。

2. 以碰撞學說的觀點，反應物粒子互相碰撞的機會愈多，反應速率愈快。則下列何項操作無法使反應速率變快？

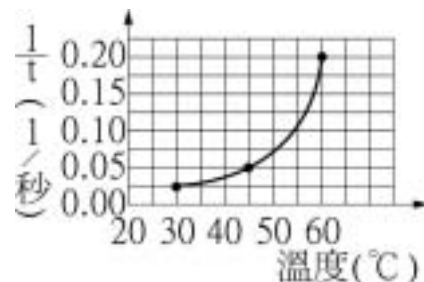
(A) 將反應物顆粒磨成粉末 (B) 將可溶性的固體反應物配成溶液
(C) 將反應物溶液稀釋 (D) 提高反應時的溫度。

3. 家中吃完的剩菜剩飯，應置入冰箱中冷藏，較不易腐敗，這是合乎影響反應速率的變因中之哪一項因素？

(A) 溫度 (B) 顆粒大小 (C) 濃度 (D) 表面積。

4. 在 7-11 便利商店所賣的御飯團，常以 5℃ 冷藏的方式儲存 1~2 天而不壞。依據反應速率判斷，是什麼因素使它如此？ (A) 溫度 (B) 表面積 (C) 濃度 (D) 催化劑。
5. 欲研究硫代硫酸鈉和鹽酸反應的速率，應觀察下列哪一項會比較方便？
(A) HCl 的消耗量 (B) SO₂ 的生成量 (C) NaCl 的生成量 (D) S 的生成量。
6. 在畫有十字記號的白紙上置一錐形瓶，瓶底中心對準十字，今在錐形瓶裏加入一定量的硫代硫酸鈉溶液及鹽酸，一邊用手輕輕搖動錐形瓶，一邊開始計時，直至瓶中溶液顏色恰可遮住白紙上的十字為止。實驗結果如下表，右圖是將時間倒數對溫度所繪成的曲線圖。

實驗次數	甲	乙	丙	丁	戊
	溫度(°C)	Na ₂ S ₂ O ₃ 濃度(M)	HCl 濃度(M)	時間 t (秒)	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



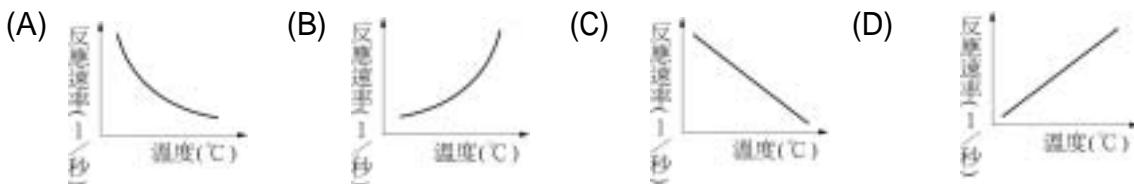
- (1) 實驗中瓶底的十字是被什麼物質遮住呢？
(A) NaCl (B) SO₂ (C) H₂O (D) S。
- (2) 依表格的數據，本實驗的目的是在探討哪兩種量間的關係？
(A) 甲、乙 (B) 乙、丙 (C) 丙、丁 (D) 甲、丁。
- (3) 依據溫度與反應速率關係圖，如何操作才可使較慢的反應速率在短時間內完成？
(A) 濃度變大 (B) 溶液體積變大 (C) 提高溫度 (D) 鹽酸換成硝酸。
- (4) 下列有關本實驗的四個變因：甲、乙、丙、丁，其中哪一些是控制變因？
(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 丙丁 (D) 甲乙丁。
- (5) 由本實驗的結果可歸納出下列哪一項結論？
(A) 溫度愈高，產生二氧化硫愈多 (B) 溫度愈高反應速率愈快
(C) 溫度愈高，遮住「+」字所需的時間愈長 (D) 反應速率與溫度成反比。
- (6) 若四次實驗在停止計時的瞬間，遮住十字的產物的量分別為 W、X、Y、Z。下列何者是正確的？
(A) W > X > Y > Z (B) W < X < Y < Z (C) W = X = Y = Z (D) 無法判斷。
- (7) 試由曲線圖推求當溫度 45℃ 時，遮住瓶底十字所需時間為
(A) 28 (B) 24 (C) 20 (D) 16 秒。
- (8) 若本實驗的反應方程式為： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ (未平衡)；若反應式平衡後的係數以整數為準，則係數之總和為
(A) 6 (B) 7 (C) 8 (D) 9。
- (9) 取 237 公克的 Na₂S₂O₃ 與足量的鹽酸作用，則可得到硫幾公克？
(原子量：Na = 23, S = 32, O = 16, Cl = 35.5)
(A) 32 (B) 48 (C) 64 (D) 96。
7. 取 30℃ 的 0.5 M Na₂S₂O₃ 溶液 20 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中，40 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住。
- (1) 若改以 50℃ 溶液重複此實驗，沉澱遮住圖案的時間可能是 (A) 30 (B) 40 (C) 50 (D) 60 秒。
- (2) 若 20 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，則後者實驗的反應速率是前者的幾倍？
(A) 1/2 倍 (B) 2 倍 (C) 5/3 倍 (D) 3/5 倍。

8.將 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液與 HCl 溶液放入錐形瓶中，觀察並測量沉澱將瓶下圖案遮住所需的時間 t ，下列何者可代表該反應的反應速率？(A) t (B) $1/t$ (C) t^2 (D) $1/t^2$ 。

9.下列敘述何者正確？

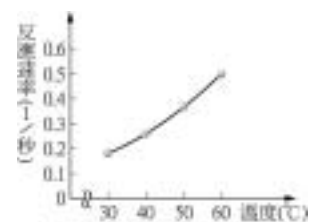
- (A) 硫代硫酸鈉和鹽酸作用，所生的黃色沉澱是一種化合物
- (B) 溫度升高，反應物粒子間碰撞機會太多，反應不容易完成
- (C) 溫度升高，可增加粒子能量，加快反應速率
- (D) 煤氣和空氣混合，若不燃燒，則是兩種粒子沒有相碰撞的緣故。

10.溫度與反應速率的關係圖，下列何者正確？



11.將不同溫度 $0.5 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 10 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 5 mL 放入錐形瓶中，觀察並測量沉澱將瓶下圖案遮住所需的時間 t ，作出反應速率與溫度的關係圖如右圖，可得到下列哪一個結論？

- (A) 溫度愈高，反應速率愈快
- (B) 溫度愈高，反應速率愈慢
- (C) 溫度高低不影響反應速率快慢
- (D) 以上皆非。



12.已知汽油可以燃燒，但將其曝露於空氣中，若不經點燃，常不發生燃燒，這是因為

- (A) 空氣中 O_2 的含量太少
- (B) 汽油中未加催化劑的關係
- (C) 空氣中的 O_2 和汽油分子，沒有碰撞
- (D) 空氣中的 O_2 和汽油分子雖碰撞但溫度太低。

13.在 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 反應中，取 $316 \text{ 公克 Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的與足量的 HCl 作用，可得到多少公克的硫？(原子量： $\text{Na} = 23$ ， $\text{O} = 16$ ， $\text{S} = 32$)

- (A) 32 (B) 64 (C) 158 (D) 316。

14.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 192 秒方能完成，欲縮短反應時間於 3 秒鐘內完成，溫度需升至幾度？(A) 40°C (B) 60°C (C) 80°C (D) 100°C 。

15.將 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 10 mL 與 HCl 溶液 5 mL 先後放入錐形瓶中，開始計時沉澱將瓶下圖案完全遮住所需時間，數據如右表：

	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的濃度	HCl 的濃度	溫度	遮住圖案的時間
甲	0.5 M	0.3 M	20°C	40 秒
乙	0.5 M	0.3 M	30°C	26 秒
丙	0.5 M	0.4 M	30°C	20 秒
丁	0.5 M	0.5 M	40°C	15 秒
戊	0.5 M	0.6 M	50°C	8 秒

(1)欲探討濃度與反應速率的關係，應比較哪幾次實驗？答：_____。

(2)欲探討溫度與反應速率的關係，應比較哪幾次實驗？答：_____。

(3)丙的反應速率是甲的反應速率之幾倍？答：_____。

16.以 6 個重量相同的貝殼分別與 1 M 鹽酸 10 mL 完全作用，在不同溫度下各收集 10 mL 氣體，所需時間 t 如右表所示，回答下列問題：

次別	溫度 ($^\circ\text{C}$)	貝殼大小	t (分)
甲	20	整塊	0.50
乙	30	整塊	0.28
丙	35	粉末	0.19
丁	40	整塊	0.18
戊	45	碎片	0.12
己	50	整塊	0.11

(1)該反應所產生的氣體是_____。(請填化學式)

(2)探討溫度對反應速率的關係，可選取哪些實驗結果？答：_____。

(3)由右表可知溫度愈低則反應速率如何？

- (A) 愈快 (B) 愈慢 (C) 不影響。

第三節 催化劑對反應速率的影響

一、催化劑的定義：1.加入後能改變化學反應速率的物質稱之為_____劑。

2.工業上應用的催化劑，稱為_____。

3.在生物體內的催化劑，稱為_____或_____。

二、催化劑的特性：1.催化劑可參與反應。

2.反應前後，催化劑毫無損失或改變，質量、化學性質都不變。

3.催化劑(酵素)具有選擇性，不同反應所使用的催化劑不相同。

同一種催化劑並非適用於所有化學反應。

不一定每個反應都有催化劑可以用。

三、催化劑的分類

1.正催化劑：可使正、逆反應的速率同時_____。

2.負催化劑：可使正、逆反應的速率同時_____。

三、催化劑對反應速率的影響：

1.催化劑只能改變反應速率，無法使不能反應的物質產生反應。

2.催化劑只能改變反應速率，不能改變生成物的量。

3.催化劑同時加快(或減慢)正、逆反應的速率，故催化劑不能改變化學平衡。

四、催化劑運用的實例：

1.人體唾液的澱粉酶可加速_____的分解。

2.胃液中的胃蛋白酶能促進_____的分解。

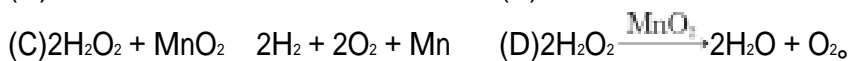
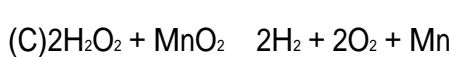
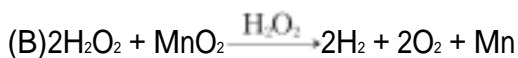
3.光合作用的催化劑為_____。

4.以雙氧水製備氧氣，加入_____時，分解速率明顯變快。

反應式：_____

◎自我評量

1.右圖的實驗中，將雙氧水由薊頭漏斗加入錐形瓶產生氣泡的反應，以下列何者方程式來表示最適宜？



2.(承上題)，在錐形瓶內加入一些二氧化錳的目的為何？

(A)可增加氧氣的生成量

(B)可加快反應速率

(C)二氧化錳是反應物之一

(D)生成的氧氣愈多，二氧化錳消耗的愈多。

3.關於催化劑的敘述，下列何者錯誤？

(A)可改變化學反應的速率

(B)既不是反應物也不是生成物

(C)不能改變化學平衡

(D)反應後，催化劑的質量會增加。

4.有關催化劑的使用，何者正確？

(A)加入催化劑，可以提高生成物的量

(B)催化劑可以縮短反應所需的時間

(C)一種催化劑可以用任何的化學反應

(D)催化劑在反應前後，重量會改變。

5.等量的雙氧水加入二氧化錳，較不加入二氧化錳所產生的氧 (A)多 (B)少 (C)相等 (D)不一定。

6. 雙氧水加熱完全分解時，生成氧 2 公克需歷時 10 分鐘；今加入二氧化錳使之完全分解，則生成氧_____於 2 公克，所需時間_____於 10 分鐘。(填：大、小或等)
7. 哈柏法製氨，是將氮與氫反應生成氨，條件是：400~500 、500~1000 大氣壓，並加入鐵粉。化學反應式為： $N_2 + H_2 \rightleftharpoons NH_3$ (未平衡)，若平衡的化學反應式係數以整數為準，則
- (1)係數之總和為 (A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6。
- (2)所用催化劑為 (A) N_2 (B) NH_3 (C) 鐵粉 (D) 以上皆是。
- (3)改變下列哪一項因素，不能增加其反應速率？
 (A)升高溫度 (B)加入催化劑
 (C)加入更多的氮和氫 (D)增加反應容器之體積，使碰撞次數減少。
- (4)下列何項因素會降低其反應速率？
 (A)加入更多的氮和氫 (B)減少反應容器的體積
 (C)加入鐵粉 (D)降低溫度至 30 。
8. 下列有關化學反應速率的敘述，何者錯誤？
 (A)反應物的濃度愈大，則其反應速率可能較快
 (B)在定量的反應物下，其顆粒愈大，則反應速率愈快
 (C)反應溫度愈高，則反應速率愈快
 (D)催化劑會影響反應速率。
9. 雙氧水塗在受傷流血的皮膚上會很快的冒出氣泡，最主要的原因為
 (A)流血的皮膚溫度高 (B)血液內含加速雙氧水分解的催化劑
 (C)受傷皮膚內含有氧氣 (D)受傷皮膚表面較粗糙可增加與雙氧水接觸的機會。
10. 有關反應速率之說明，下列何者正確？
 (A)把固體配成溶液反應速率會變慢
 (B)等量之貝殼磨碎者和鹽酸反應較快
 (C) 25 時 10 分鐘可完成之反應，在 35 時需 20 分鐘才能完成
 (D)加入二氧化錳可降低雙氧水分解產生氧之速率。
11. 在燒杯中進行右列之反應： $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ ，下列敘述何者錯誤？
 (A)加入 MnO_2 可加速反應速率 (B) MnO_2 在反應結束後，質量會減少
 (C)使用 30 % H_2O_2 做此實驗會比 3 % H_2O_2 的反應速率快 (D) 40 之反應速率比 20 為快。
12. 雙氧水之分解反應如下： $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$ ，選出下列錯誤的敘述
 (A)沒有二氧化錳，雙氧水本身也可分解產生氧 (B)加入二氧化錳可使分解速率增快
 (C)溫度升高，分解速率會增快 (D)加入二氧化錳可改變化學平衡。
13. 關於反應速率的敘述，何者錯誤？
 (A)雙氧水受熱，不需二氧化錳亦可產生氧氣
 (B) $S_2O_3^{2-}$ 和 H^+ 反應的速率，可由黃色硫之產生而觀察
 (C)在室溫定壓下，以 1 莫耳 N_2 和 3 莫耳 H_2 不需催化劑即可化合成 2 莫耳 NH_3
 (D)同重但顆粒大小不同的鋅和同量鹽酸反應，產生氫氣的速率以顆粒小者較快，因其總表面積較大。
14. 某生在 20 ，取數粒二氧化錳加入 20 毫升 3% 雙氧水用以備製氧，今若將實驗條件作下列改變：(甲)溫度改為 50 ；(乙)雙氧水改用 30% 者；(丙)二氧化錳磨成粉狀。上述三種改變，哪一種或哪幾種會增快氧的產生速率？
 (A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)甲乙丙。

第四節 化學平衡

一、可逆反應：一反應同時存在正反應(反應物→生成物)與逆反應(生成物→反應物)，則稱此反應為_____反應。(正反應與逆反應同時發生)

1.只有部分化學反應能同時進行正、逆方向的可逆反應。

2.物理變化的可逆反應： $H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$

3.化學變化的可逆反應：硫酸銅晶體 $\xrightarrow{\text{加熱}}$ 無水硫酸銅 + 水
(藍色) (_____色)

無水硫酸銅 + 水 \rightarrow 硫酸銅晶體
(_____色) (_____色)

二、化學平衡：

1.可逆反應，當正、逆反應的速率相等時，外觀不再改變，此時即處於_____的狀態。

2.達化學平衡時，反應物及生成物的量都不會再減少或增加。

3.平衡時，因外觀上各物質的濃度都不再發生變化，通常會被誤以為反應已停止進行。事實上，正、逆反應仍持續進行，只是其_____相等。

4.化學平衡為一種_____態的平衡而非停止。

三、影響化學平衡的因素：

1.濃度：例：鉻酸鉀 + 硫酸 $\xrightarrow{\text{正反應}}$ 二鉻酸鉀 + 水 + 硫酸鉀
(_____色) (_____色)

• 均衡化學反應式：_____。

• 在鉻酸鉀溶液中逐漸滴加硫酸溶液時，溶液由黃色→橙色，表示_____濃度增加，這是因反應物_____濃度增加時，會使得化學反應向_____方的生成物進行。

再逐漸滴加氫氧化鈉溶液於上述橙色溶液中，則溶液又由橙色→黃色，表示_____濃度增加，這是因為_____與_____作用，消耗了硫酸，溶液中硫酸濃度減少，使化學反應向_____方由生成物返回反應物。

鉻酸鉀 + 硫酸 $\xleftarrow{\text{逆反應}}$ 二鉻酸鉀 + 水 + 硫酸鉀
(_____色) (_____色)

(1)反應物濃度的改變會影響正、逆方向的進行。

(2)當加入硫酸或氫氧化鈉一段時間後，溶液的顏色就不再改變，外表看起來化學反應像是停止的，然而從溶液中粒子的觀點來看，正反應與逆反應都還不斷地進行著，而且正反應的速率與逆反應的速率相同，此時化學反應處於_____狀態。

鉻酸鉀 + 硫酸 \rightleftharpoons 二鉻酸鉀 + 水 + 硫酸鉀

2.溫度：升高溫度使得正、逆反應的速率都上升，然而因變化的大小不同，因此造成原有化學平衡會被破壞。

3.壓力：化學反應中，改變系統的體積會造成系統的壓力變化，於是因氣體總分子數(係數和)的差異會影響原有化學平衡。

例：四氧化二氮(____色) \rightleftharpoons 二氧化氮(____色)

• 當升高氣體的____或降低____時，紅棕漸漸變濃，顯示反應現象趨向____反應進行，亦即正反應速率較逆反應速率_____。

當降低氣體的____或增加壓力時，紅棕色漸漸變____，顯示反應現象趨向____反應進行，亦即逆反應速率較正反應速率_____。

• 因此，____與____的改變也會影響化學平衡的狀態。

◎自我評量

- 有關可逆反應「含水硫酸銅 + 熱 \rightleftharpoons 無水硫酸銅 + 水」，下列敘述何者錯誤？
 (A)含水硫酸銅為藍色，無水硫酸銅為白色(B)當反應進行正反應時，必須吸熱
 (C)白色硫酸銅可當做水的檢驗劑(D)當反應進行逆反應時，硫酸銅的顏色由藍色逐漸變成白色。
- 下列哪一個反應是屬於可逆反應？
 (A)鐵在空氣中生鏽 (B)白色硫酸銅遇水變成藍色 (C)酒精燃燒 (D)鞭炮爆炸。
- 從溶液中粒子的觀點來看，化學平衡是指：
 (A)反應物與生成物的濃度相等 (B)正逆反應完全停止，不再變化
 (C)正逆反應速率相等 (D)反應物與生成物質質量相等。
- 水與水蒸氣若達到平衡狀態，不會有下列哪一現象發生？
 (A)水與水蒸氣同時存在 (B)水會慢慢蒸發，直到完全變成水蒸氣
 (C)水蒸氣仍會持續凝結成水 (D)水蒸發的速率 = 水蒸氣凝結的速率。
- 在礦泉水瓶內裝半瓶水，並將瓶口的瓶蓋旋緊，靜置於桌上，隔天發現瓶身內壁有小水滴，下列敘述何者正確？
 (A)瓶內的水停止蒸發 (B)水的蒸發速率 > 水蒸氣的凝結速率
 (C)瓶內進行化學反應 (D)若將瓶蓋打開則無法達成水與水蒸氣共存的平衡狀態。
- 配製糖水溶液，將一勺的糖加入 10 毫升的水中，並充分攪拌。試回答下列問題：
 (1)在溶解過程中，杯底的糖沉澱逐漸減少時：
 (A)糖分子形成沉澱的反應不進行 (B)糖的溶解速率 < 糖的沉澱速率
 (C)糖的溶解速率 > 糖的沉澱速率 (D)糖的溶解速率 = 糖的沉澱速率。
 (2)再加入糖直至飽和，在飽和溶液時：
 (A)糖的溶解和沉澱反應皆停止 (B)糖的溶解速率 < 糖的沉澱速率
 (C)糖的溶解速率 > 糖的沉澱速率 (D)糖的溶解速率 = 糖的沉澱速率。
- 反應已達平衡，後因某反應物濃度的增加，造成平衡的改變，下列敘述何者錯誤？
 (A)被改變的平衡，其正反應速率比較大
 (B)新的平衡，生成物的濃度與原平衡狀況者不同
 (C)新的平衡達成後，若再加入催化劑，則反應向右進行
 (D)達到新的平衡所需的時間，與此成分濃度改變的大小有關。

- 8.(甲)溫度、(乙)濃度、(丙)催化劑。以上三個因素，何者會改變化學平衡的狀態？
(A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)甲乙丙。
- 9.取甲、乙兩試管分別加入 0.1 M 的鉻酸鉀溶液 10 毫升，以甲為對照組，在乙試管中進行以下實驗
a.先加入 1 M 硫酸溶液後觀察顏色變化； b.再滴入 1 M 氫氧化鈉溶液後觀察顏色變化。
(1)甲試管溶液的顏色為 (A)白色 (B)藍色 (C)黃色 (D)橙色。
(2)步驟 a.最後的顏色為 (A)白色 (B)藍色 (C)黃色 (D)橙色。
(3)步驟 b.最後的顏色為 (A)白色 (B)藍色 (C)黃色 (D)橙色。
(4)步驟 b.滴入 1 M 氫氧化鈉溶液後，溶液中二鉻酸鉀濃度如何改變？
(A)增加 (B)減少 (C)不變 (D)資料不足，無法比較。
- 10.在 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 反應中，加水對二氧化碳生成的速率的影響是
(A)增快 (B)減慢 (C)不變 (D)不一定。
- 11.在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 平衡狀態中，若加入 NaOH 液溶，則
(A)反應仍保持原來的平衡狀態 (B)反應向右移動，溶液由橘紅色變黃色
(C)反應向左移動，溶液由橘紅色變黃色 (D)反應向右移動，溶液由黃色變橘紅色。
- 12.在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4$ (黃色) + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 平衡狀態中，下列何者錯誤？
(A)加入 NaCl 將使正反應速率大於逆反應速率 (B)平衡時，正、逆反應速率相等
(C)加入 H_2SO_4 溶液，將使 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 濃度增加 (D)若不斷移去生成物，則無法達到平衡。
- 13.在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4$ (黃色) + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 平衡狀態中，下列何者正確？
(A)加入 NaOH 溶液，溶液將變為橙色 (B)加入 H_2SO_4 溶液，溶液將變為黃色
(C)平衡時，正、逆反應速率相等 (D)在溶液中加入食鹽會使平衡向右移動。
- 14.在 $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 平衡狀態中，下列何者可改變平衡使反應向左移動？
(A)加 HCl 溶液 (B)加 NaOH 溶液 (C)加水 (D)加乙醇溶液。
- 15.在 2CrO_4^{2-} (黃色) + $2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + H_2O 平衡狀態中，下列者錯誤？
(A)平衡中加入 HCl 溶液，將使 CrO_4^{2-} 濃度減少 (B)正逆反應仍繼續進行且速率相等
(C)若設法不斷移去生成物，則反應將無法達到平衡 (D)加入食鹽水溶液後，反應向右移動。
- 16.化學反應： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，下列敘述何者錯誤？
(A)加入硝酸鉀溶液後，反應不移動 (B) CrO_4^{2-} 在鹼中較安定
(C) pH 減少時 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 較易存在 (D)平衡時， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的莫耳數： CrO_4^{2-} 的莫耳數 = 1 : 2。
- 17.在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4$ (黃色) + $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 平衡狀態中。
(1)若在溶液中加入 H_2SO_4 ，則反應向_____方進行。(填：左或右)
(2)若在溶液中加入 NaOH，則反應向_____方進行。(填：左或右)
- 18.硫代硫酸鈉與鹽酸會反應產生黃色沉澱物 S，其反應式為： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ ，
若希望增加黃色沉澱物的量，則可以下列哪一方式達成？
(A)加入水 (B)加入 SO_2 (C)加入鹽酸 (D)加入二氧化錳當催化劑。
- 19.(甲)反應物活性；(乙)反應物總表面積；(丙)反應物濃度；(丁)溫度高低；(戊)催化劑。
下列各反應速率與上述何種因素有關？(以代號回答下列問題)
(1)鐵器比銅器容易氧化。答：_____。
(2)在雙氧水中加入二氧化錳，生成氣泡的速率快。答：_____。
(3)大理石滴到濃鹽酸比滴到稀鹽酸，生成氣泡的速率快。答：_____。