



中六 - 化學

平衡、反應速率與氣體計算

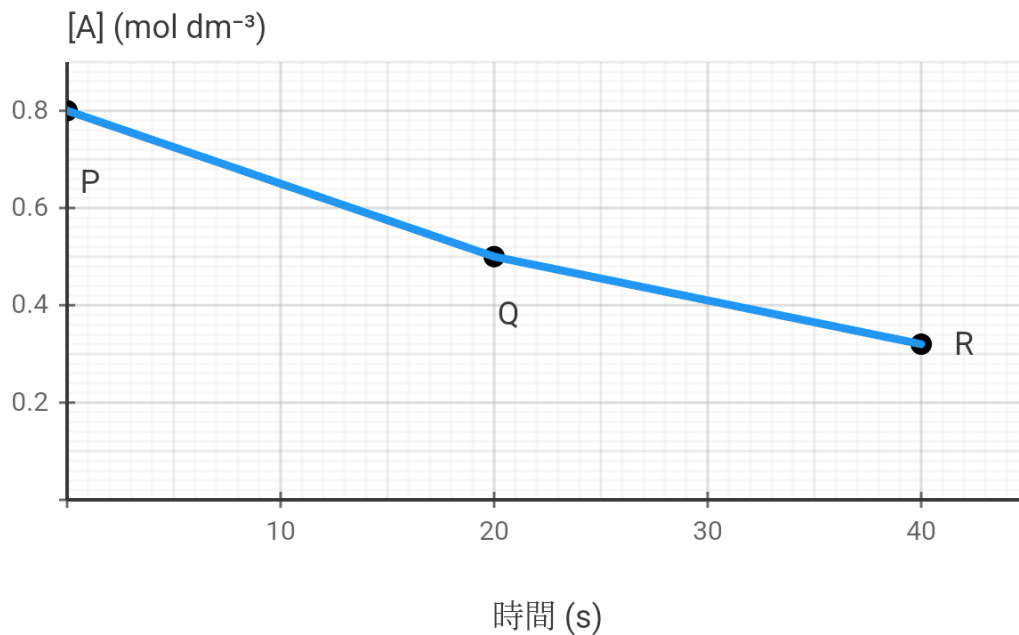
姓名： _____

班別： _____

1. 在室溫正壓下，一組數據顯示 0.0150 mol 氣體佔有 0.360 dm^3 。將 3.00 g 的 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 和 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 混合物與過量鹽酸反應。在相同條件下，所得二氧化碳佔有 0.816 dm^3 。已知 $M_r(\text{CaCO}_3) = 100$ 及 $M_r(\text{MgCO}_3) = 84$ ，混合物中含有多少質量的 CaCO_3 ？

- A. 0.600 g
- B. 0.900 g
- C. 1.50 g
- D. 2.10 g

2. 對於反應 $2A(aq) \rightarrow B(aq)$ ，下方的濃度－時間圖記錄了 $A(aq)$ 的濃度。標示讀數為 $P : (0\text{ s}, 0.80\text{ mol dm}^{-3})$ 、 $Q : (20\text{ s}, 0.50\text{ mol dm}^{-3})$ 及 $R : (40\text{ s}, 0.32\text{ mol dm}^{-3})$ 。



在 0 s 至 40 s 之間， $B(aq)$ 的平均生成速率是多少？

- A. $6.0 \times 10^{-3}\text{ mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$
- B. $1.2 \times 10^{-2}\text{ mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$
- C. $2.4 \times 10^{-2}\text{ mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$
- D. $4.8 \times 10^{-1}\text{ mol dm}^{-3}\text{ s}^{-1}$

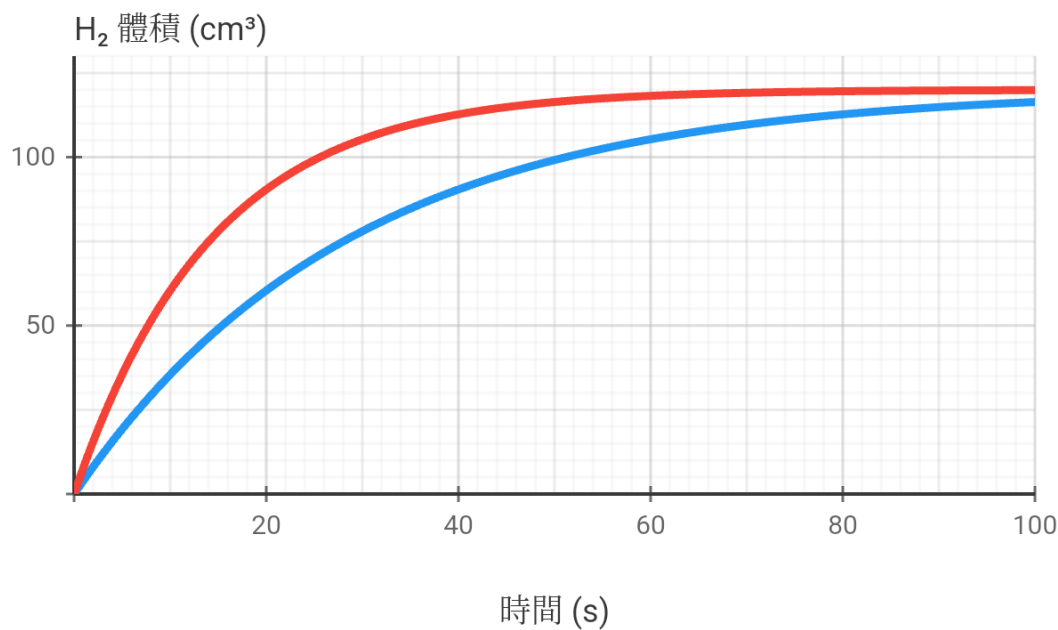
3. 在密封、體積固定及溫度不變的容器中，進行反應 $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ 。 $NO(g)$ 和 $O_2(g)$ 均為無色，而 $NO_2(g)$ 呈棕色。

在**不打開**容器的情況下，哪些測量方法可用來追蹤反應進程？

- (1) 氣體混合物的顏色強度
- (2) 容器內的壓力
- (3) 密封容器及其內含物的總質量

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1)、(2) 和 (3)

4. 0.327 g 鋅粒與 100 cm^3 的 1.0 mol dm^{-3} 鹽酸在室溫正壓下反應，產生下方的曲線 A。取 $A_r(\text{Zn}) = 65.4$ ，並取室溫正壓下氣體的摩爾體積為 $24\text{ dm}^3\text{ mol}^{-1}$ 。鹽酸過量。



— 曲線 A — 曲線 B

哪項改變可以產生曲線 B？

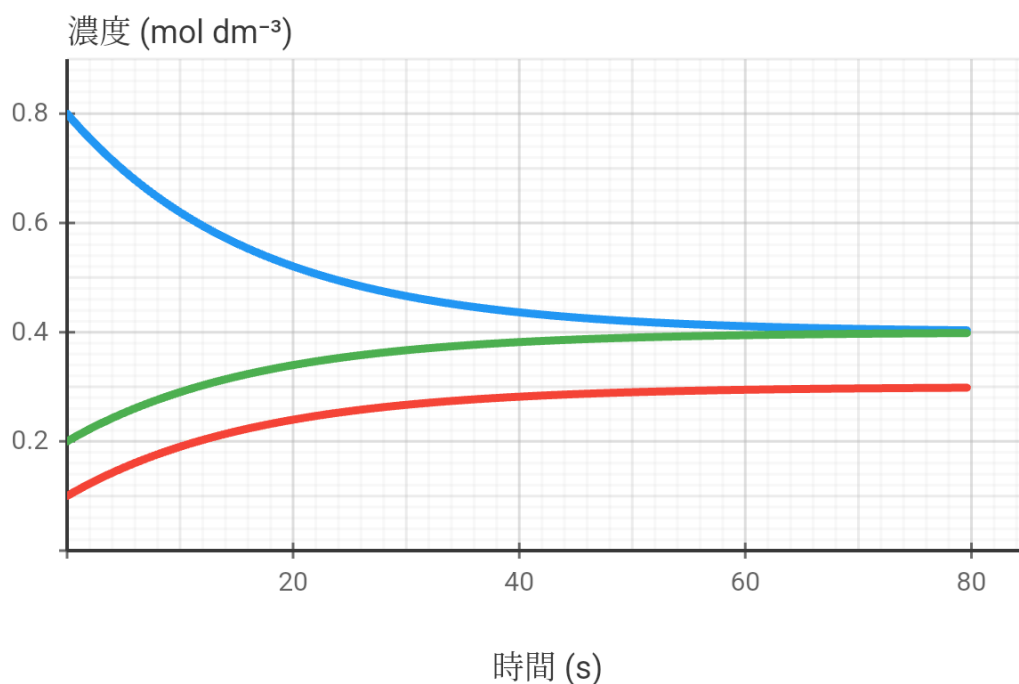
- A. 將反應混合物冷卻 10°C 。
- B. 使用 0.327 g 粉末狀鋅代替鋅粒。
- C. 使用 0.164 g 鋅粒。
- D. 使用 100 cm^3 的 0.050 mol dm^{-3} 鹽酸。

5. 在密封容器及固定溫度下，對涉及 $A(g)$ 、 $B(g)$ 和 $C(g)$ 的可逆系統，得到下方的濃度－時間圖。初始及平衡讀數如下：

$$[A]_0 = 0.80 \text{ mol dm}^{-3}, \quad [A]_{\text{eq}} = 0.40 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[B]_0 = 0.10 \text{ mol dm}^{-3}, \quad [B]_{\text{eq}} = 0.30 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[C]_0 = 0.20 \text{ mol dm}^{-3}, \quad [C]_{\text{eq}} = 0.40 \text{ mol dm}^{-3}$$



— A — B — C

哪一條方程式可以表示此可逆系統？

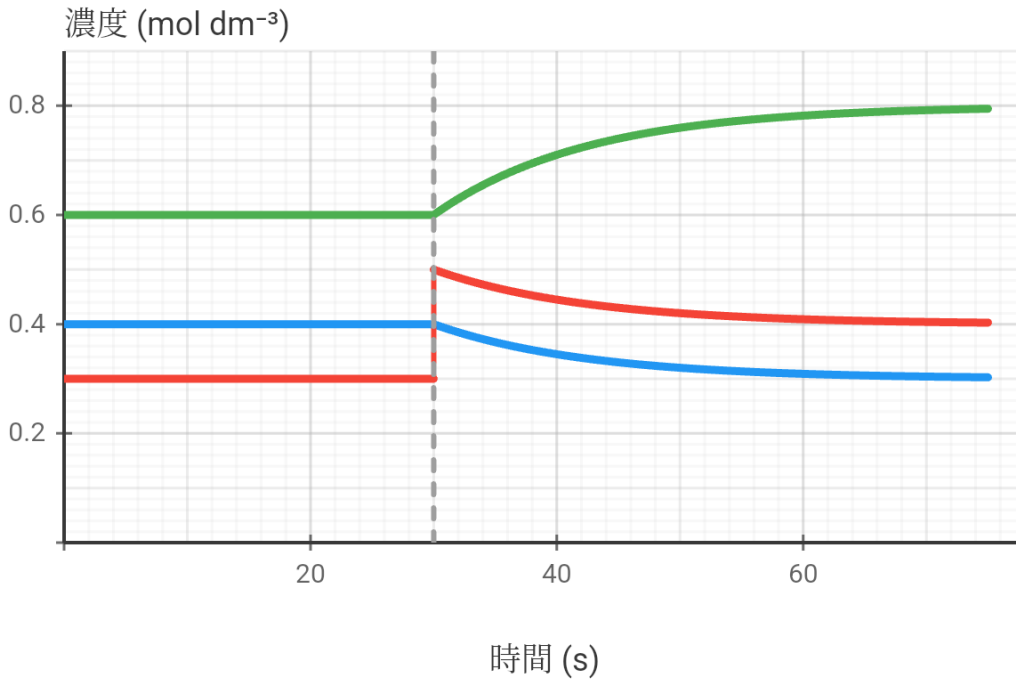
- A. $A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$
- B. $2A(g) \rightleftharpoons B(g) + C(g)$
- C. $A(g) \rightleftharpoons 2B(g) + C(g)$
- D. $B(g) + C(g) \rightleftharpoons 2A(g)$

6. 一個可逆反應在密封容器及固定溫度下進行。達到平衡後，哪些敘述正確？

- (1) 物質的濃度在宏觀層面上保持不變。
- (2) 正向及逆向反應以相等且不為零的速率繼續進行。
- (3) 正向及逆向反應均停止。
- (4) 所有反應物和生成物的濃度相等。

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (4)
- D. (1)、(2)、(3) 和 (4)

7. 在固定溫度的密封容器中，系統 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 最初處於平衡狀態。在時間 t ，系統受到擾動。圖中的虛線標示時間 t 。



哪項改變最有可能在時間 t 發生？

- A. 移除了少量 $A(g)$ 。
- B. 加入了少量 $B(g)$ 。
- C. 容器體積增加。
- D. 加入催化劑。

8. 對於平衡反應 $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)$ ，在溫度 T_1 時， $K_c = 0.50 \text{ mol dm}^{-3}$ ；在較高溫度 T_2 時， $K_c = 1.80 \text{ mol dm}^{-3}$ 。一個混合物在 T_1 達到平衡，然後在密封的剛性容器中迅速加熱至 T_2 。

在加熱後、濃度尚未有時間改變之前，哪項敘述正確？

- A. K_c 保持為 0.50 mol dm^{-3} ，所以系統仍處於平衡。
- B. K_c 變為 1.80 mol dm^{-3} ，而 Q_c 最初仍為 0.50 mol dm^{-3} ；系統向右移動。
- C. K_c 變為 1.80 mol dm^{-3} ，而 Q_c 立即變為 1.80 mol dm^{-3} 。
- D. K_c 減少，所以系統向左移動。

9. 對於反應 $2X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g)$ ，一個在 4.00 dm^3 容器內的平衡混合物含有 0.800 mol 的 X 、 0.200 mol 的 Y 及 0.400 mol 的 Z 。

哪一組數值分別表示按上述方程式書寫的平衡常數，以及其逆反應的平衡常數？

- A. $K_c = 0.125$ ；逆反應 $K_c = 8.00$
- B. $K_c = 0.125$ ；逆反應 $K_c = 0.0156$
- C. $K_c = 8.00$ ；逆反應 $K_c = 0.125$
- D. $K_c = 0.625$ ；逆反應 $K_c = 1.60$

10. 在相同溫度下，研究分解反應 $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g)$ 的兩次實驗。每次實驗均使用相同質量的 $MnO_2(s)$ 催化劑，其他所有與速率有關的條件均受到控制。

實驗	$H_2O_2(aq)$ 體積	$H_2O_2(aq)$ 濃度
I	40 cm^3	1.50 mol dm^{-3}
II	60 cm^3	1.00 mol dm^{-3}

哪項組合正確？

- A. 起始速率：實驗 I 較大；最終氧氣體積：兩次實驗相等。
- B. 起始速率：實驗 I 較大；最終氧氣體積：實驗 I 較大。
- C. 起始速率：兩次實驗相等；最終氧氣體積：兩次實驗相等。
- D. 起始速率：兩次實驗相等；最終氧氣體積：實驗 II 較大。

答案

1 B

你可以先由數據推導室溫正壓下的 摩爾體積：

$$V_m = \frac{0.360 \text{ dm}^3}{0.0150 \text{ mol}} = 24.0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

因此，生成的二氧化碳物質的量為：

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.816 \text{ dm}^3}{24.0 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 0.0340 \text{ mol}$$

每一摩爾碳酸鹽會生成一摩爾二氧化碳。設 x 為 CaCO_3 的物質的量， y 為 MgCO_3 的物質的量：

$$x + y = 0.0340$$

$$100x + 84y = 3.00$$

代入 $y = 0.0340 - x$ ：

$$100x + 84(0.0340 - x) = 3.00$$

$$16x = 0.144$$

$$x = 0.00900 \text{ mol}$$

所以碳酸鈣的質量為：

$$m(\text{CaCO}_3) = 0.00900 \times 100 = 0.900 \text{ g}$$

2 A

你可以先使用點 P 和 R ，計算 A 的平均消耗速率：

$$r_A = \frac{0.80 - 0.32}{40 \text{ s}} = \frac{0.48}{40 \text{ s}} = 0.0120 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

反應方程式顯示 2 摩爾 A 會生成 1 摩爾 B 。因此， B 的生成速率是 A 消耗速率的一半：

$$r_B = \frac{1}{2}(0.0120) = 0.0060 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

3 A

顏色強度會隨着棕色 NO_2 的生成而改變，因此測量方法 (1) 可以追蹤反應進程。

每次按方程式進行的反應，氣體總量由反應物的 3 摩爾氣體變為生成物的 2 摩爾氣體。由於容器體積和溫度固定， $pV = nRT$ 顯示當氣體總物質的量改變時，壓力也會改變。

因此，測量方法 (2) 也適用。

容器是密封的，沒有物質進入或離開，所以整個系統的總質量保持不變。測量方法 (3) 不適合用來追蹤反應進程。

4 B

鋅的物質的量為：

$$n(\text{Zn}) = \frac{0.327 \text{ g}}{65.4 \text{ g mol}^{-1}} = 0.00500 \text{ mol}$$

鹽酸所提供的物質的量為：

$$n(\text{HCl}) = 1.0 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.100 \text{ dm}^3 = 0.100 \text{ mol}$$

完全反應所需的鹽酸為：

$$n(\text{HCl}) = 2 \times 0.00500 = 0.0100 \text{ mol}$$

因此鋅是**限制反應物**。最終氫氣體積由鋅的質量決定：

$$V(\text{H}_2) = 0.00500 \times 24 = 0.120 \text{ dm}^3 = 120 \text{ cm}^3$$

使用相同質量的**粉末狀鋅**，會增加鋅與鹽酸接觸的表面積，使**初始速率**增加；但最終生成的氫氣物質的量相同，所以最終體積仍然相同，符合曲線 B。

5 B

圖像最後達到水平狀態，表示系統到達**動態平衡**：濃度保持不變，但正向和逆向反應仍然繼續進行。

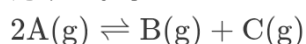
根據初始及平衡讀數：

$$\Delta[\text{A}] = 0.40 - 0.80 = -0.40 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\Delta[\text{B}] = 0.30 - 0.10 = +0.20 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\Delta[\text{C}] = 0.40 - 0.20 = +0.20 \text{ mol dm}^{-3}$$

濃度變化量的大小比為 $0.40 : 0.20 : 0.20 = 2 : 1 : 1$ 。由於 A 被消耗，而 B 和 C 被生成，方程式為：



6 A

在**動態平衡**中，正向和逆向反應仍然繼續進行，但兩者的速率相等。因此，在宏觀層面上，物質的濃度保持不變。

敘述 (1) 正確，因為濃度不再出現整體變化。

敘述 (2) 正確，因為正向和逆向反應速率相等，令濃度保持不變。

敘述 (3) 不正確：反應並沒有停止，兩個反應的速率仍然相等且不為零。

敘述 (4) 不正確：平衡要求的是反應速率相等，而不是濃度相等。實際濃度取決於平衡常數及初始組成。

7 B

在時間 t ，只有 B 的濃度出現即時向上的跳變。**即時跳變**表示該物質在此刻被加入。跳變後， $[C]$ 增加，而 $[A]$ 和 $[B]$ 減少，顯示平衡向右移動。因此，在時間 t 加入了少量 $B(g)$ 。

8 B

由於容器體積固定，而且混合物在加熱後尚未進一步反應，濃度會保持不變。因此，反應商仍然是原來的平衡值：

$$Q_c = 0.50 \text{ mol dm}^{-3}$$

但是，平衡常數會隨溫度改變，所以在 T_2 ：

$$K_c = 1.80 \text{ mol dm}^{-3}$$

因此，加熱後即時有 $Q_c < K_c$ 。正向反應受到促進，平衡向右移動，生成更多 SO_2 和 O_2 。 K_c 增加亦表示正向反應為吸熱反應。

9 A

按上述方程式書寫，平衡常數為：

$$K_c = \frac{[Y][Z]}{[X]^2}$$

先將各物質的量除以容器體積，求出濃度：

$$[X] = \frac{0.800}{4.00} = 0.200 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[Y] = \frac{0.200}{4.00} = 0.0500 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[Z] = \frac{0.400}{4.00} = 0.100 \text{ mol dm}^{-3}$$

因此：

$$K_c = \frac{(0.0500)(0.100)}{(0.200)^2} = \frac{0.00500}{0.0400} = 0.125$$

把方程式反向書寫時，平衡常數會變成原來的倒數：

$$K_{c, \text{reverse}} = \frac{1}{0.125} = 8.00$$

實驗 I 的初始濃度較高：

$$1.50 \text{ mol dm}^{-3} > 1.00 \text{ mol dm}^{-3}$$

在溫度和催化劑質量相同的情況下，較高的反應物濃度會使實驗 I 有較大的**起始速率**。

接着比較兩次實驗中過氧化氫的總物質的量。先把體積換算成 dm^3 ：

$$40 \text{ cm}^3 = 0.040 \text{ dm}^3$$

$$60 \text{ cm}^3 = 0.060 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{I}} = 1.50 \times 0.040 = 0.060 \text{ mol}$$

$$n_{\text{II}} = 1.00 \times 0.060 = 0.060 \text{ mol}$$

因此兩次實驗含有**相同物質的量的**限制反應物。根據方程式，2 摩爾過氧化氫會生成 1 摩爾氧氣：

$$n(\text{O}_2) = \frac{0.060}{2} = 0.030 \text{ mol}$$

所以兩次實驗的最終氧氣體積相同，但實驗 I 會較快達到該最終體積。