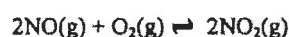


第十三章 平衡常數

1) DSE 2014, Q13

參考以下方程式所代表的反應：



- (a) 在一實驗中，1.02 mol 的 $\text{NO}(\text{g})$ 和 1.29 mol 的 $\text{O}_2(\text{g})$ 在一個維持於 980 K 的 50.0 dm^3 密封容器內混合。當達致平衡時，消耗了 61.0% 的 $\text{NO}(\text{g})$ 。
- (i) 計算在實驗條件下以上反應的平衡常數 K_c 。
- (ii) 如果在以上平衡混合物內加入額外的 $\text{NO}(\text{g})$ ，討論 K_c 會否有所轉變。
- (b) 這反應在不同溫度時， K_c 的值（適當單位）如下所示：

溫度 / K	600	700	800	900
K_c	6.88×10^6	2.97×10^5	2.89×10^3	4.68×10^2

基於以上數據，推定正向反應是放熱的，還是吸熱的。

2) DSE 2015, Q11

參考以下化學方程式：



在固定條件下， $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$ 被視為一個常數。考慮 K_c 的定義， $[\text{H}^+(\text{aq})][\text{OH}^-(\text{aq})]$ 也會是一個常數。

- (a) 一個水溶液的 pH 定義為 $-\log[\text{H}^+(\text{aq})]$ 。在 298 K，水的 pH 等於 7.0。找出在這溫度下的：
- (i) $[\text{H}^+(\text{aq})]$
- (ii) $[\text{H}^+(\text{aq})][\text{OH}^-(\text{aq})]$
- (b) 在 298 K， $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$ 等於 55.6 mol dm^{-3} 。參照 $[\text{H}^+(\text{aq})]$ 和 $[\text{OH}^-(\text{aq})]$ 的值，提出為什麼 $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$ 被視為一個常數。
- (c) 解釋在 328 K，水的 pH 會是小於 7.0、等於 7.0，還是大於 7.0。

3) DSE 2016, Q10

在一實驗中，讓 2.0 mol 的 $\text{SO}_2(\text{g})$ 及 2.0 mol 的 $\text{O}_2(\text{g})$ 於一個維持在 950 K 的密閉容器中反應。該反應的化學方程式如下所示：

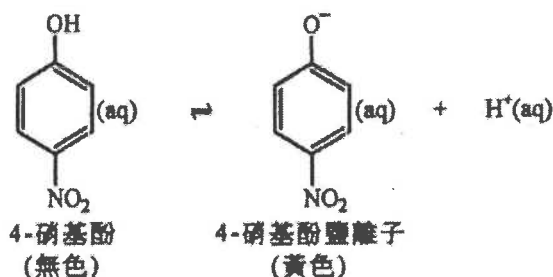


當這反應達致動態平衡時，得到 1.8 mol 的 $\text{SO}_3(\text{g})$ 。

- 「動態平衡」一詞是什麼意思？
- 在 950 K 時，上述反應的平衡常數 K_c 是 $878 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 。計算該容器的體積。
- 若上述平衡混合物受到下列各項變化，所得 $\text{SO}_3(\text{g})$ 的摩爾數會是增加、減少、還是維持不變？逐一解釋你的答案。
 - 升高溫度
 - 加進適當的催化劑

4) DSE 2017, Q11

以下方程式顯示 4-硝基酚在水中的電離：

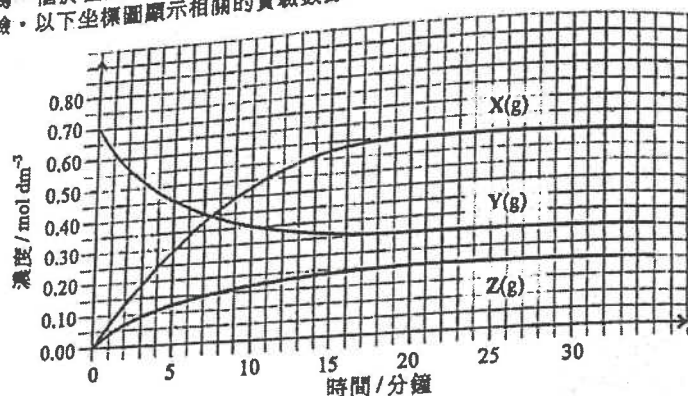


在 25°C，該電離的平衡常數 K_c 為 $8.0 \times 10^{-8} \text{ mol dm}^{-3}$ 。

- 寫出 K_c 的表達式。
(可用 HA 來代表 4-硝基酚，並用 A^- 來代表 4-硝基酚鹽離子。)
- 當上述電離在 25°C 達致平衡時，一個 4-硝基酚水溶液的 pH 為 2.4。計算在這溶液中 4-硝基酚的濃度與 4-硝基酚鹽離子的濃度之比。
- 提出當把 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 徐徐加進 (b) 的溶液時會否有任何顏色改變。解釋你的答案。
- 建議 4-硝基酚在酸-鹼滴定實驗中的一個可能用途。

5) DSE 2018, Q13

為一個於恆溫下在 2.0 dm^3 的密閉容器內涉及 $\text{X}(\text{g})$ 、 $\text{Y}(\text{g})$ 和 $\text{Z}(\text{g})$ 的可逆反應進行了一實驗。以下坐標圖顯示相關的實驗數據。

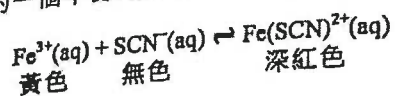


- (a) 根據這坐標圖，你如何得知這反應是可逆的？
- (b) 計算在實驗溫度下這反應的平衡常數 K_c 。
- (c) 評論以下陳述：

「在反應開始後的第 25 分鐘正向反應的速率是零。」

6) DSE 2019, Q12

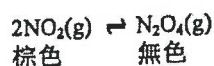
考慮以下化學反應的一個平衡混合物：



- (a) 寫出這反應的平衡常數 K_c 的表示式。
- (b) 在某溫度下，這反應的平衡常數 K_c 是 $1.08 \times 10^3 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ 。該平衡混合物是將 20.0 cm^3 的 $0.030 \text{ M Fe}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ 與 10.0 cm^3 的 $0.030 \text{ M KSCN}(\text{aq})$ 在酸性介質中混合而製備。計算在該溫度下這平衡混合物中 $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$ 的濃度。
- (c) 已知當溫度上升時這平衡常數 K_c 增加。提出並解釋這反應的焓變會是正數、負數抑或零。
- (d) 當把小量的 $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s})$ 加進這平衡混合物時，混合物的顏色變淡。解釋這觀察。

7) DSE 2020, Q9

考慮以下於一個固定體積的密閉容器內在 25°C 的反應混合物：



- (a) 參照下表算出 a，從而測定在 25°C 時這反應的平衡常數 K_c 。

	$\text{NO}_2(\text{g})$	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$
起始時的濃度 / mol dm^{-3}	0.0400	0.0010
平衡時的濃度 / mol dm^{-3}	0.0323	a

- (b) 把混合物的溫度提升至 55°C ，它的顏色最終變得更深。推定上面的反應是吸熱抑或放熱。

1) DSE 2014, Q26

考慮下面的資料：

反應	在 25°C 時的平衡常數	下列哪組合正確？	K_3 的單位
$\text{A}(\text{aq}) + \text{B}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{aq}) + \text{D}(\text{aq})$	$+ K_1$	A. $K_3 = \frac{1}{K_1 \times K_2}$	mol dm^{-3}
$\text{C}(\text{aq}) + \text{D}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{E}(\text{aq}) + \text{F}(\text{aq}) + \text{G}(\text{aq})$	$- K_2$		
$\text{E}(\text{aq}) + \text{F}(\text{aq}) + \text{G}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{A}(\text{aq}) + \text{B}(\text{aq})$	K_3		
		B. $K_3 = \frac{1}{K_1 \times K_2}$	$\text{mol}^{-1} \text{ dm}^3$
		C. $K_3 = K_1 \times K_2$	mol dm^{-3}
		D. $K_3 = K_1 \times K_2$	$\text{mol}^{-1} \text{ dm}^3$

2) DSE 2014, Q31

下列體系於某溫度達致平衡：



當這體系的體積減少而溫度保持不變時，下列的陳述，何者正確？

- (1) K_c 的值增加。
- (2) 平衡位置向右移。
- (3) $\text{SO}_3(\text{g})$ 的分解速率增加

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

3) DSE 2014, Q35

第一敘述句

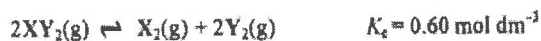
在化學平衡狀態，正向反應速率等於零。

第二敘述句

在化學平衡狀態，反應物不會反應以得出生成物。

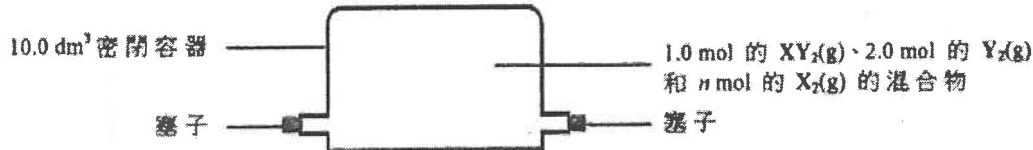
4) DSE 2015, Q27

考慮在某溫度時以下的反應：



在這溫度下獲取了一平衡混合物如下所示：

n 是多少？



- A. 1.5
- B. 3.0
- C. 0.15
- D. 0.30

5) DSE 2015, Q31

於某溫度下，在一密閉容器內達致了以下的平衡：



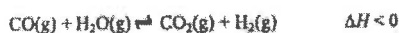
下列的陳述，何者正確？

- (1) $\text{CO}(\text{g})$ 和 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 的濃度必定相同。
- (2) $\text{COCl}_2(\text{g})$ 的分解速率等於 $\text{CO}(\text{g})$ 的生成速率。
- (3) 當容器的體積增加時，該反應的平衡常數 K_c 增加。

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

6) DSE 2015, Q33

考慮下列在固定體積的密閉容器中的平衡反應體系：



下列何者當施於該體系時，會導致生成 $\text{H}_2(\text{g})$ 的速率上升？

- (1) 加入 $\text{CO}(\text{g})$
- (2) 升高溫度
- (3) 加入適當的催化劑

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

7) DSE 2016, Q26

以下反應在一固定體積容器中已達致平衡：



如提升了這體系的溫度，下列何者正確？

- A. 這體系的壓強保持不變。
- B. 正向和逆向反應的速率均增加。
- C. 這反應的平衡常數保持不變。
- D. $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 各自的產率以相同幅度增加。

8) DSE 2016, Q27

考慮以下平衡體系：



下列何者可使這體系的顏色變淡？

- A. 把 $\text{HCl}(\text{g})$ 通入該體系
- B. 把 $\text{HBr}(\text{g})$ 通入該體系
- C. 把 $\text{NaBr}(\text{s})$ 加進該體系
- D. 把 $\text{NaOH}(\text{s})$ 加進該體系

9) DSE 2017, Q31

10) DSE 2017, Q32

提示：回答題31和題32時，請參考以下反應，其中涉及四個互溶的液體。



當達致平衡時，下列何者會增加Y(l)的摩爾數？

在25°C，該反應的平衡常數 K_c 是2.5。在一個實驗中，把1.0 mol的W(l)和1.0 mol (1)的X(l)放入一個維持在25°C的密封容器內。當達致平衡時，該反應混合物的總(2)積為0.20 dm³。

(1) 從該反應混合物移去Z(l)

(2) 增加該容器的體積

(3) 增加該反應混合物的溫度

31. 當達致平衡時，容器內會有多少摩爾的Y(l)存在？

- A. 0.44
B. 0.61
C. 0.71
D. 0.83

A. 只有(1)

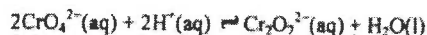
B. 只有(2)

C. 只有(1)和(3)

D. 只有(2)和(3)

11) DSE 2017, Q34

考慮以下的平衡體系：



下列的陳述，何者不正確？

(1) $[\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})]$ 必定等於 $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})]$ 。

(2) 正向反應和逆向反應均已停止。

(3) $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的摩爾數必定是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ 的摩爾數的兩倍。

A. 只有(1)和(2)

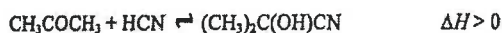
B. 只有(1)和(3)

C. 只有(2)和(3)

D. (1)、(2)和(3)

12) DSE 2018, Q26

考慮以下在某液體介質中於25°C時的平衡體系：



下列哪陳述正確(假設這體系的總體積維持不變)？

A. 加入 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN}$ 會令該平衡常數 K_c 增加。

B. 升高溫度會令 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN}$ 的濃度增加。

C. CH_3COCH_3 的濃度必定等於 $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CN}$ 的濃度。

D. 加入 HCN 後並當達致新的平衡時，HCN 的濃度會回復至加入 HCN 前的數值。

13) DSE 2018, Q29

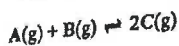
在70°C時，反應 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ 的平衡常數 K_c 是 0.13 mol dm^{-3} 。在一個維持於70°C的5.0 dm³ 密閉容器內，於某瞬間有一個0.20 mol的 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ 和0.30 mol的 $\text{NO}_2(\text{g})$ 的混合物。在該瞬間，下列哪組合正確？

	反應商數 $Q_c / \text{mol dm}^{-3}$	反應速率
A.	0.09	逆向 > 正向
B.	0.09	正向 > 逆向
C.	0.45	逆向 > 正向
D.	0.45	正向 > 逆向

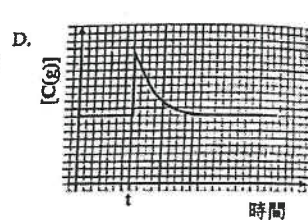
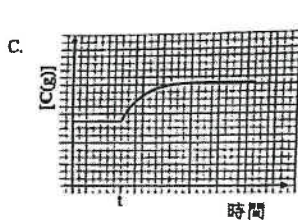
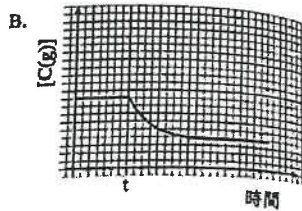
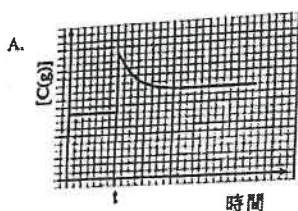
14) DSE 2019, Q25

5分

考慮以下在一個固定體積的密閉容器內的平衡體系：



在時間 t 加進小量 $B(\text{g})$ ，最終在相同溫度下達致一個新的平衡。下列哪坐標圖可代表 $[C(\text{g})]$ 隨時間的變化？

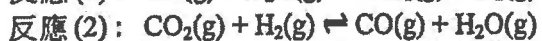


15) DSE 2019, Q26

考慮在某溫度下以下兩個反應：



平衡常數 $K_c = 0.8$



平衡常數 $K_c = X$

- A. 0.8
- B. 1.25
- C. $0.8 \text{ mol}^{-1}\text{dm}^3$
- D. $1.25 \text{ mol}^{-1}\text{dm}^3$

X 是什麼？

16) DSE 2019, Q27

HI(g) 分解成 $\text{H}_2\text{(g)}$ 和 $\text{I}_2\text{(g)}$ 是可逆的。在一個維持於固定溫度下的 3.0 dm^3 的密閉容器內，一平衡混合物含 0.10 mol 的 HI(g)、 0.60 mol 的 $\text{H}_2\text{(g)}$ 和 0.60 mol 的 $\text{I}_2\text{(g)}$ 。在這溫度下這分解的平衡常數 K_c 是什麼？

- A. 0.4
- B. 3.6
- C. 9.0
- D. 36.0

17) DSE 2020, Q26

考慮下面的資料：

X 的數值是多少？

反應	在 25°C 的平衡常數	
$\text{H}_2\text{A(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+\text{(aq)} + \text{HA}^-\text{(aq)}$	$1.3 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$	A. 4.2×10^2
$\text{HA}^-\text{(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+\text{(aq)} + \text{A}^{2-}\text{(aq)}$	$3.1 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$	B. 2.4×10^{-3}
$2\text{HA}^-\text{(aq)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{A(aq)} + \text{A}^{2-}\text{(aq)}$	X	C. 4.0×10^{-9}
		D. 2.5×10^8

18) DSE 2020, Q33

參照以下化學反應：



在 25°C 時某純水樣本的 pH 是 7.0。當把該樣本加熱至 50°C 時，下列的陳述，何者正確？

- (1) 該樣本的 $[\text{OH}^-\text{(aq)}]$ 是 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ 。
- (2) 該樣本的 pH 小於 7.0。
- (3) 該樣本保持中性。

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

9. 於恆溫下，在一個體積固定為 2.0 dm^3 的密閉容器內進行涉及 $\text{CH}_4(\text{g})$ 、 $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{CS}_2(\text{g})$ 的可逆反應的實驗。該反應的方程式如下所示：



- (a) 寫出這反應的平衡常數 K_c 的表示式。

(1 分)

- (b) 於該溫度下，在不同時間各物種的摩爾數如下表所示：

	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{H}_2\text{S}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CS}_2(\text{g})$
初始摩爾數	0.04	0.08	0.08	0.04
在平衡時的摩爾數		0.11	0.02	0.025

- (i) 把 $\text{CH}_4(\text{g})$ 在平衡時的摩爾數填入上表內。
- (ii) 計算在該溫度下這反應的平衡常數 K_c 。
- (iii) 如果密閉容器的體積變為 3.0 dm^3 而所有其他實驗條件維持不變，解釋 K_c 會否增加、減少，抑或維持不變。

31. 考慮在某些條件下以下的反應：



在某一時刻的反應商是 2.0 mol dm^{-3} 。下列的陳述，何者正確？

- (1) 經一段時間後，反應商大於 2.0 mol dm^{-3} 。
- (2) 在該時刻逆向反應較正向反應快。
- (3) 在該時刻 $\text{X}_2(\text{g})$ 的濃度必定等於 $\text{X}(\text{g})$ 的濃度。
- A. 只有 (1)
- B. 只有 (2)
- C. 只有 (1) 和 (3)
- D. 只有 (2) 和 (3)