

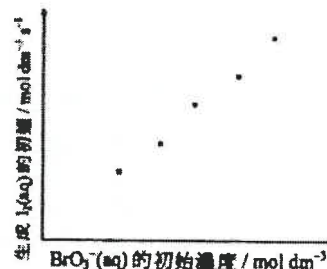
選修

第一章 工業化學

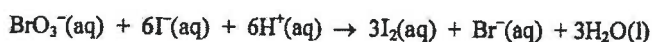
1) DSE 2014, Q1

(a) 回答以下短問題：

- (i) 「活化能」一詞是什麼意思？ (1分)
- (ii) 在室溫下，糖可在有酵母的情況下藉發酵生成乙醇。寫出酵母的功用，並解釋為什麼在高溫時這功用會失效。 (2分)
- (iii) 三種維生素可從水果中獲得。解釋為什麼仍有需要在工業上合成三種維生素。 (1分)
- (iv) 寫出從氯鹼工業生產的兩個重要化學品。 (1分)



(b) 在某溫度下研習以下反應的動力學：



在只改變 $\text{BrO}_3^-(\text{aq})$ 的初始濃度而其他實驗條件相同下，進行了幾次實驗以量度生成 $\text{I}_2(\text{aq})$ 的初速。以下坐標圖顯示這幾次實驗得到的結果：

- (i) 「初速」一詞是什麼意思？ (1分)
- (ii) 建議一方法(附以理據)來跟隨生成 $\text{I}_2(\text{aq})$ 的進度。 (2分)
- (iii) 參照以上坐標圖，推定對應 $\text{BrO}_3^-(\text{aq})$ 的反應級數。 (2分)

(b) (iv) 下表列出在相同溫度下，為同一反應進行了兩次實驗的資料：

	初始濃度 / mol dm ⁻³			生成 I ₂ (aq) 的初速 / mol dm ⁻³ s ⁻¹
	BrO ₃ ⁻ (aq)	I ⁻ (aq)	H ⁺ (aq)	
第 1 次	0.17	0.15	0.10	2.30 × 10 ⁻³
第 2 次	0.17	0.30	0.20	1.84 × 10 ⁻²

- (1) 已知對應 $\text{I}^-(\text{aq})$ 的反應級數是 1，推定對應 $\text{H}^+(\text{aq})$ 的反應級數。
- (2) 基於第 1 次實驗，推定在實驗條件下對應 $\text{BrO}_3^-(\text{aq})$ 的反應初速。 (3分)

c) 閱讀以下有關哈柏法的短文，並回答隨後的問題。

哈柏法是一個重要的工業過程。它需要天然氣和空氣作為原料。為加快哈柏法所涉及的反應，使用了多孔式的鐵催化劑以提升催化劑的效率。哈柏法也需要適當的反應溫度及壓強。此外，在制定最佳反應條件為約 500 °C 和 200 atm 前，考慮了兩個與化學有關的因素。於這些條件下，在平衡時的反應產率約為 20 %。在沒有改變最佳反應條件下，通過一些設計，可令過程中氮的整體轉化百分率顯著增加。

- (i) 解釋為什麼哈柏法是一個重要的工業過程。 (1分)
- (ii) 為什麼哈柏法需要天然氣作為原料？ (1分)
- (iii) 解釋為什麼把催化劑製成多孔式可提升催化劑的效率。 (1分)

- (iv) 寫出在制定最佳反應溫度與壓強前所考慮了的兩個與化學有關的因素。(2分)
- (v) 提出一個設計，在沒有改變最佳反應條件下，可令過程中氮的整體轉化百分率顯著增加。(1分)
- (vi) 南美洲國家智利有很多天然硝酸鹽礦。歷史告訴我們，哈柏法成功會引致對智利社會的一些衝擊。舉出其中一個衝擊。(1分)

2) DSE 2015, Q1

(a) 回答以下短問題：

(i) 某反應對 $I_2(aq)$ 的級數為零，而對 $CH_3COCH_3(aq)$ 和 $H^+(aq)$ 的級數都是一。

(1) 寫出在反應混合物中， $I_2(aq)$ 濃度的改變對這反應速率的影響(如有)。

(2) 寫出這反應的速率方程。

(2分)

(ii) 寫出在哈柏法中生成氨的反應的化學方程式。

(1分)

(iii) 當溫度由 298 K 上升至 308 K 時，某反應的速率常數增加一倍。計算這反應的活化能。

(氣體常數 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ；阿列紐斯方程： $\log k = \text{常數} - \frac{E_a}{2.3RT}$)

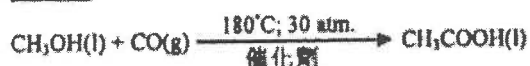
(2分)

(b) 乙酸可從下列兩個途徑生產而得：

途徑 (1)



途徑 (2)



(i) 途徑 (1) 和 (2) 的反應均需要使用催化劑。

(1) 在同一草圖上，繪畫一反應的反應附標示的能線圖(一個有催化劑，而另一個沒有催化劑)。

(ii) 舉出兩個原因，說明為什麼途徑 (1) 被視為一個綠色的過程。

(2分)

(iii) 舉出兩個原因，說明為什麼在塑膠工業用的乙酸是經途徑 (2)，而非經途徑 (1) 生產而得。

(2分)

(c) 氯是氯鹼工業所製造的其中一個產物。在氯鹼工業所涉及的電解可以在汞電解池、隔膜電解池或膜電解池中進行。

(i) 寫出氯鹼工業中所用的原料。

(1分)

(ii) 建議一個為氯鹼工業興建化學工廠的選址準則。

(1分)

(iii) 寫出在氯鹼工業中所涉及的電解的總反應式。

(1分)

- (iv) 解釋為什麼汞電池不被視為對環境友好。 (1 分)
- (v) 膜電池比較隔膜電池有什麼優勢之處？ (1 分)
- (vi) 氯鹼工業也可製造氯漂白劑和氫氯酸。輔以一化學方程式，解釋為什麼不應把氯漂白劑和氫氯酸儲存在一起。 (2 分)

3) DSE 2016, Q1

(a) 回答以下短問題：

(i) 參考以下在工業上使用某催化劑生產乙醇的反應：



根據平衡位置及反應速率，論證為什麼在 65 atm 壓強下，把操作溫度設定在 300°C。

(2 分)

(ii) 麥克斯韋-波爾茲曼分佈曲線下的面積代表什麼？ (1 分)

(iii) 在很多工業過程中，合成氣是一個重要的起始物料。

- (1) 寫出合成氣的兩種主要成分氣體。
- (2) 提出一個可從合成氣經催化過程直接製成的重要化學品。

(2 分)

(b) 考慮在一所化工廠藉哈柏法生產氨。

(i) 提出在工業上如何能獲取氮氣。 (1 分)

(ii) 解釋為什麼有需要在這所化工廠內安裝熱交換器。 (2 分)

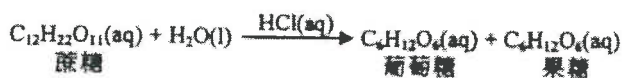
(iii) 若把 420 kg 的氮及 96 kg 的氫注入反應室，而氮的產率為 15%，計算所生產氨的質量。 (3 分)

(iv) 這所化工廠也可生產硝酸。首先，氮被氧化以得出一氧化氮，而一氧化碳被進一步氧化為二氧化碳，最後，把二氧化氮氧化得出硝酸。為以下各反應寫出一條化學方程式：

- (1) 把氮氧化以得出一氧化氮
- (2) 把二氧化氮氧化以得出硝酸

(2 分)

(c) 以下反應式可代表蔗糖的水解：



(i) 在相同實驗條件下，進行了三次實驗來研習該水解的動力學。下表列出所得的數據：

	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$ 的 初始濃度 / mol dm^{-3}	$\text{HCl}(\text{aq})$ 的 初始濃度 / mol dm^{-3}	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$ 消失的 初速 / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
第 1 次	0.010	0.10	6.0×10^{-7}
第 2 次	0.020	0.20	2.4×10^{-6}
第 3 次	0.010	0.30	1.8×10^{-6}

(1) 已知對應 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的反應級數是零，推定對應 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}(\text{aq})$ 及對應 $\text{HCl}(\text{aq})$ 的反應級數。

(2) 寫出該反應的速率方程。

(3) 基於第 1 次實驗的結果，計算在實驗條件下的速率常數。

(4 分)

(ii) 蔗糖也可藉某一種酶的作用而進行水解。寫出該酶在這水解的功用。

(1 分)

(iii) 澱粉經酶水解後最終的唯一生成物是葡萄糖。根據綠色化學原理，提出兩項理由，說明為什麼澱粉被視為較蔗糖更適合於作為葡萄糖的來源。

(2 分)

4) DSE 2017, Q1

(a) 回答以下短問題：

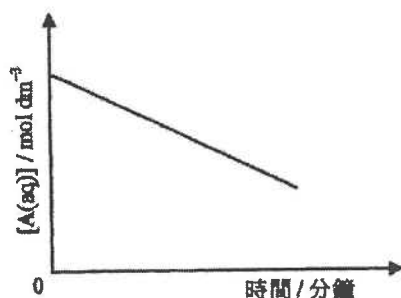
(i) 考慮哈柏法：

(1) 寫出該反應的化學方程式。

(2) 建議可怎樣從所得反應混合物把氮分離出來。

(2 分)

(ii) 以下坐標圖顯示在一固定溫度下，某反應中的反應物 $\text{A}(\text{aq})$ 的濃度隨時間的變化：



提出對應 $\text{A}(\text{aq})$ 的反應級數，並加以解釋。

(2 分)

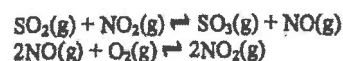
(iii) 提出在化工廠中儲存甲醇的一項潛在危險。

(1 分)

(b) 製造硫酸涉及以下從 $\text{SO}_2(\text{g})$ 到 $\text{SO}_3(\text{g})$ 的轉化：



(i) 氮氧化物 (NO 和 NO_2) 曾一度被用作這轉化的催化劑，而該催化過程被視為包含以下兩個步驟：



在同一草圖上，為以上的轉化繪畫兩個附標示的能線圖 (x-軸：反應坐標；y-軸：勢能)：一個以氮氧化物為催化劑 (用虛線「- - - -」)；另一個沒有催化劑 (用實線「——」)。

(3 分)

(b) (ii) 目前在工業上，是用一固體催化劑氧化鈮(V) 來進行從 $\text{SO}_2(\text{g})$ 到 $\text{SO}_3(\text{g})$ 的轉化。

(1) 該些反應物須先經淨化方通入盛有該催化劑的反應室。為什麼？

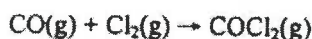
- (2) 操作條件設定為 450 °C 和 1 atm 以達致 96% 轉化。提出為什麼不宜藉以下各方法來進一步提升轉化百分率：

- (I) 降低反應系統的溫度
- (II) 增加反應系統的壓強

- (3) 為提升轉化百分率，其中一個所用的反應物為稍微過量。從原料的角度考慮，SO₂(g) 抑或 O₂(g) 會是稍微過量？解釋你的答案。

(4 分)

- (c) 光氣 (COCl₂) 是一重要化學品，它可從 CO(g) 和 Cl₂(g) 的反應製得：



- (i) 寫出一化學方程式以顯示怎樣可從天然氣獲取 CO(g)。

(1 分)

- (ii) 氯可藉流汞電解池過程製得。

- (1) 寫出在陽極所發生變化的半反應式。
- (2) 寫出在陰極所發生變化的半反應式。
- (3) 解釋為什麼流汞電解池過程已逐漸被淘汰。

- (iii) 在某溫度下，如果把 CO(g) 的濃度變成原來的兩倍，而 Cl₂(g) 的濃度維持不變，新的反應速率將會變成原本速率的 2.83 倍。推定對應 CO(g) 的反應級數。(注意：反應的級數不一定是整數。)

(2 分)

- (iv) 分別解釋為什麼以上製得 COCl₂(g) 的過程可被視為：

- (1) 綠色，或
- (2) 非綠色。

(2 分)

5) DSE 2018, Q1

1. (a) 回答以下短問題：

- (i) 寫出在氯鹼工業中使用膜電解池來電解鹽水的陽極半反應式。

(2 分)

- (ii) 草繪一條附有標示的麥克斯韋-波爾茲曼分佈曲線圖。

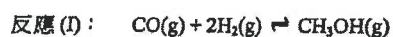
(2 分)

- (iii) 以下哪一個物種可以在工業上生產三種維生素的原料？

醋酸、丙酮、蟻醛、葡萄糖

(1 分)

- (b) 下面反應 (I) 顯示在工業上於 100 atm 和 250 °C 下使用催化劑生產甲醇的一個過程：



- (i) (1) 建議該反應的一個合適的催化劑。
- (2) 提出為什麼該反應在沒有催化劑時會緩慢進行。
- (3) 解釋為什麼在工業上，該反應把操作壓強設定在 100 atm 而不是常壓。

(4 分)

(ii) 甲醇亦可從一些工業過程的副產品二氧化碳，使用另一催化劑而製得，如下面反應 (II) 所示：



基於所給的資料：

- (1) 提出一個原因，說明為什麼反應 (II) 可被視為較反應 (I) 更綠色。
- (2) 提出反應 (II) 對環境的一個潛在好處。

(2 分)

(iii) 甲醇的一項工業用途是生產乙酸。寫出所涉及反應的一條化學方程式。

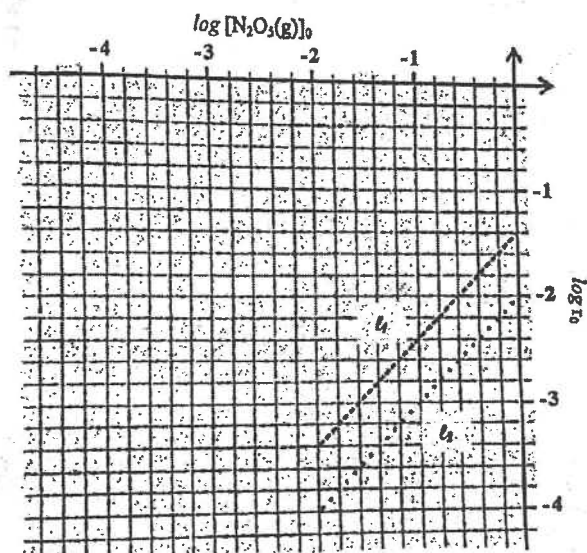
(1 分)

(c) 為研習 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 的分解的化學動力學進行了兩組實驗（一組於 360 K；另一組於 345 K）：

$$2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$$

在每組實驗，繪畫了 $\log r_0$ 隨 $\log [\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})]_0$ 的變化，兩者均得到一直線如下面的坐標圖所示：

	代表	單位
$[\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})]_0$	$\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 的初始濃度	mol dm^{-3}
r_0	$\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 的分解的初速	$\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
l_1	於 360 K 所得的直線	
l_2	於 345 K 所得的直線	



已知 $\log r_0 = \log k + n \log [\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})]_0$ ，其中 k 是速率常數，而 n 是對應 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 的反應級數。

(i) 已知 l_1 與 l_2 有相同斜率，根據化學動力學可推斷出什麼？ (1 分)

(ii) 從 l_1 ，推算對應 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 的反應級數。 (2 分)

(iii) 從 l_2 ，推算該反應在 345 K 的速率常數。 (2 分)

(iv) 按該坐標圖的相關資料，計算這反應的活化能。
(氣體常數 $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$) (3 分)

6) DSE 2019, Q1

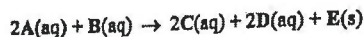
(a) 回答以下短問題。

(i) 解釋為什麼哈柏法對增加農作物產量有重要的貢獻。

(ii) (1) 寫出從甲烷生成合成氣的化學方程式。

(2) 合成氣可從生物量的轉化而得。提出為什麼這可被視為甲醇生產科技的改進。

(iii) 在相同實驗條件下，進行了三次實驗來研習以下反應的動力學：



下表顯示所得的數據：

次數	A(aq) 的 初始濃度 / mol dm ⁻³	B(aq) 的 初始濃度 / mol dm ⁻³	D(aq) 的 生成初速 / mol dm ⁻³ s ⁻¹
1	0.0836	0.202	0.26 × 10 ⁻⁴
2	0.0836	0.404	1.04 × 10 ⁻⁴
3	0.0418	0.404	0.52 × 10 ⁻⁴

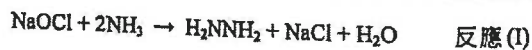
推定對應 A(aq) 及對應 B(aq) 的反應級數。

(b) 某氯鹼化工廠使用膜電解池來生產氫、氯和氫氧化鈉。

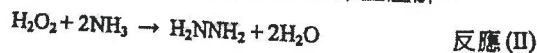
(i) 輔以各化學方程式，簡述在膜電解池怎樣生產氫、氯和氫氧化鈉。

(ii) 從膜電解池所獲取的產物可製造次氯酸鈉 (NaOCl)。寫出其生成的化學方程式。

(iii) 這化工廠藉使用 NaOCl 可生產在太空船用作推進劑的肼 (H₂NNH₂)：

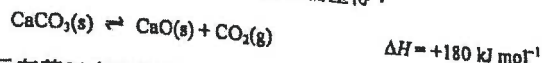


然而，也可使用 H₂O₂ 而不使用 NaOCl 來生產肼：

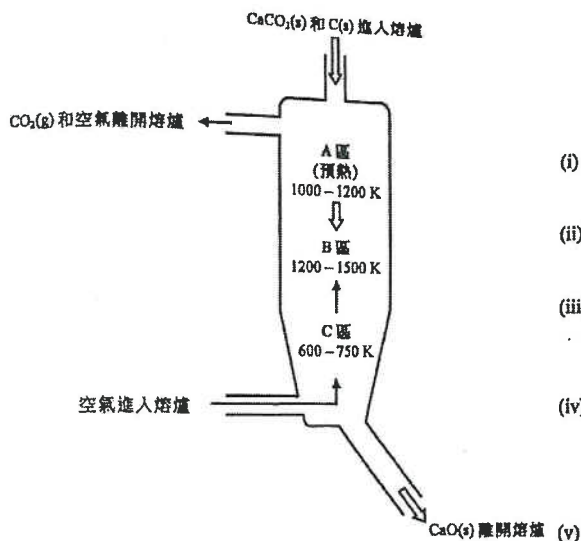


藉計算反應 (I) 和反應 (II) 的各原子經濟，比較它們何者可被視為較綠色。
(式量：NaOCl = 74.5, NH₃ = 17.0, H₂O₂ = 34.0, H₂NNH₂ = 32.0, NaCl = 58.5, H₂O = 18.0)

(c) 在工業上，CaO(s) 是從 CaCO₃(s) 的分解而產得：



下面顯示在某工廠內生產 CaO(s) 的一個操作中的熔爐。CaCO₃(s) 和 C(s) 從頂端進入熔爐，而空氣則在靠近底部進入熔爐。



(i) 寫出 CaCO₃(s) 的一種原料。

(1 分)

(ii) 解釋為什麼注入 C(s) 和空氣可令到 B 區的平均溫度較 A 區高。

(1 分)

(iii) 操作壓強是設定於約 1 atm 的。舉出兩個原因，說明為什麼較高的操作壓強並不可取。

(2 分)

(iv) 上述 CaCO₃(s) 分解的活化能是 160 kJ mol⁻¹。計算 CaCO₃(s) 的分解在 1500 K 的速率常數與在 1200 K 的速率常數之比。
(氣體常數 R = 8.31 J K⁻¹ mol⁻¹)

(3 分)

(v) 根據化學平衡，提出為什麼 CaCO₃(s) 的分解主要在 B 區內發生。

(1 分)

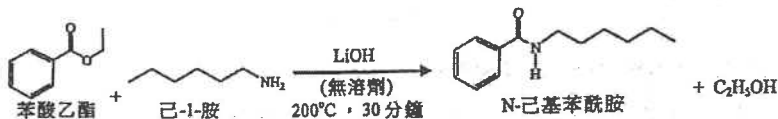
7) DSE 2020, Q1

(a) 回答以下短問題：

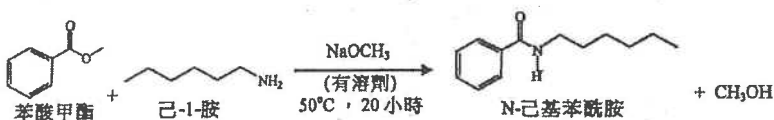
- (i) 寫出氯鹼工業中膜電解池比較汞電解池的兩個優勝之處。(2分)
- (ii) 寫出在哈柏法中所用的催化劑。(1分)
- (iii) 為一氣體樣本草繪兩條麥克斯韋-波爾茲曼分佈曲線，一條在溫度 T_1 ，而另一條在較低的溫度 T_2 (y-軸：分子數目；x-軸：動能)。(2分)

(b) 下列兩反應可生產 N-己基苯酰胺：

反應 (I)：



反應 (II)：



(i) 基於上面的資料，為以下各項提出一個理由：

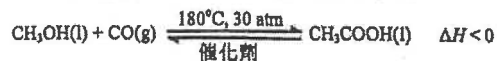
- (1) 反應 (I) 比反應 (II) 可被視為較綠色。
- (2) 反應 (II) 比反應 (I) 可被視為較綠色。

(ii) 在反應 (II)，3.00 g 的苯酸甲酯與 2.23 g 的己-1-胺反應得出 3.89 g 的 N-己基苯酰胺。計算這產物的產率。

(相對分子質量：苯酸甲酯 = 136, 己-1-胺 = 101, N-己基苯酰胺 = 205)

(2分)

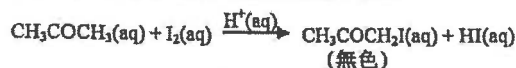
(iii) 反應 (II) 所生產的甲醇，在工業上藉以下反應可用來製造乙酸：



- (1) 根據化學平衡，解釋為什麼這反應在工業上的操作壓強設定於 30 atm 而不是常壓。
- (2) 解釋為什麼最佳的操作條件設定於 180°C 和 30 atm。

(3分)

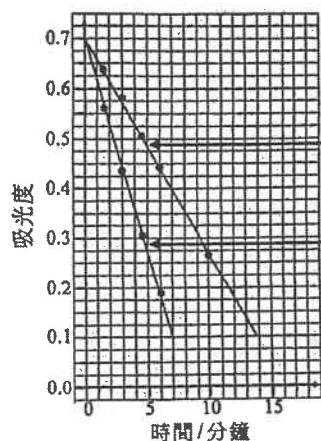
(c) 考慮以下反應 ($\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 作為催化劑) 及其速率方程：



$$\text{速率} = k_1[\text{I}_2(\text{aq})]^w[\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{aq})]^x[\text{H}^+(\text{aq})]^y \quad (w, x \text{ 及 } y \text{ 是整數})$$

為研習它的化學動力學，在相同實驗條件下進行了兩次實驗。下表顯示在反應混合物中各所用試劑的初始濃度；而坐標圖則顯示反應混合物的吸光度隨時間的變化：

次數	$\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{aq})$ 的 初始濃度 / mol dm^{-3}	$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 的 初始濃度 / mol dm^{-3}	$\text{I}_2(\text{aq})$ 的 初始濃度 / mol dm^{-3}
1	1.0	0.10	0.0050
2	2.0	0.10	0.0050



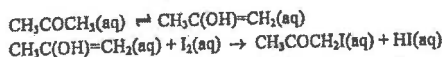
(i) 解釋為什麼吸光度變化的速率可代表反應的速率。(1分)

(ii) 在這些實驗條件下，該速率方程可簡化為速率 = $k_2[\text{I}_2(\text{aq})]^w$ 。參照線 1，推定 w 。(2分)

(iii) 參照線 1 及線 2，推定該速率方程的 x 。(2分)

(iv) 已知 $y = 1$ 以及該反應速率的單位是 $\text{mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ ，那速率常數 k_1 的單位是什麼？(1分)

(v) 有提出指這反應依兩個連續步驟進行並且是放熱的：



慢
快

為這反應繪畫一個能線圖。標示各坐標軸。

(2分)

選修

第一章 工業化學

1) DSE 2014, Q1

- (a) (i) 「活化能」是反應物粒子碰撞時擁有的最小能量，以令反應發生。 1
- (ii) • 酵母提供酶 / 催化劑。 1
• 在高溫下，酶(酵母)會變質 / 被破壞，令它失去催化劑的功用。 1
- (iii) 它可解決三種維生素不足或供應量萎縮的問題。 1

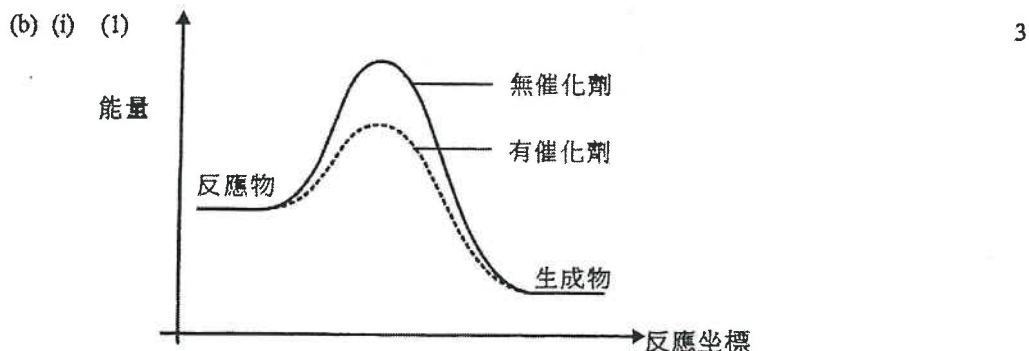
- (iv) 任何兩項：氯、氫、氫氧化鈉 1
- (b) (i) 「初速」是反應開始時的瞬間速率。 1
- (ii) • 用比色法 / 跟隨溶液的顏色強度。 1
• 溶液由無色變棕色。 1
- (iii) • 初速與 $[\text{BrO}_3^-(\text{aq})]$ 成正比。 1
• 因此，對應於 $\text{BrO}_3^-(\text{aq})$ 的反應級數 = 1 1
- (iv) (1) 速率 = $k[\text{BrO}_3^-][\text{I}^-][\text{H}^+]^y$ 2

$$\frac{\text{初速1}}{\text{初速2}} = \frac{(0.17)(0.15)(0.10)^y}{(0.17)(0.30)(0.20)^y} = \frac{2.30 \times 10^{-3}}{1.84 \times 10^{-2}}$$

$$y = 2$$
 因此，該反應對應於 $\text{H}^+(\text{aq})$ 為二級。
- (2) 消耗 BrO_3^- 的速率 = $1/3 \times$ 生成 I_2 的速率 1
 基於第 1 次實驗，消耗 BrO_3^- 的初速
 $= 2.30 \times 10^{-3} \times 1/3$
 $= 7.67 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$
- (c) (i) 哈柏法所生產的氮可用來製造肥料 / 炸藥等。 1
- (ii) 在哈柏法生產氮中，天然氣仍然是提供氫作原材料的較方便 / 廉宜途徑。 1
- (iii) 提供較大的表面積以提升催化劑的果效。 1
- (iv) • 平衡位置 / 產率 1
• 反應速率 1
- (v) 把未反應的反應物再用 / 再循環，使他們再反應。 / 從生成的混合物移走氮可令平衡位置移向生成物一方。 1
- (vi) 由於開採天然硝酸鹽礦物以生產肥料的需求大幅下降，致令採礦業無利可圖 / 採礦業需停產 / 失業率上升。 1

2) DSE 2015, Q1

- (a) (i) (1) 不受影響 1
(2) 速率 = $k[\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{aq})][\text{H}^+(\text{aq})]$ 1
- (ii) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 1
- (iii) $\log \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.3R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ 或 $\log 2 = \frac{E_a}{2.3R} \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{308} \right)$ 2
 $E_a = 52.8 \text{ kJ mol}^{-1}$



(2) 催化劑可被毒化。	1
(ii) 以下任何兩項：	2
• 使用了催化劑 / 酶。	
• 所用的試劑 (O ₂) 是無毒的。	
• 原料(糖)是可再生的。	
• 所生成的廢料是生物降解的。	
(iii) 以下任何兩項：	2
• 路線(2)所製得的乙酸較純。	
• 路線(1)的發酵 / 曝氣氧化的速率較緩慢。	
• 路線(2)不會消耗食物，但路線(1)卻會。	
(c) (i) 濃氯化鈉 (NaCl) 溶液 / 濃鹽水	1
(ii) 廠房須靠海，因為容易取得原料。	1
(iii) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2\text{NaOH}$	1
(iv) 汞是有毒的。	1
(v) 在膜電池可得到較多純的氫氧化鈉，但隔膜電池卻不。	1
(vi) 氯漂白劑可與氫氯酸反應生成有毒的氯氣。	1
$\text{ClO}^- + 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	1

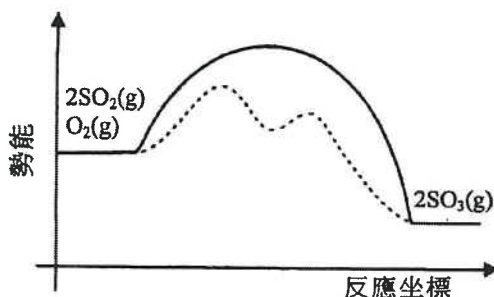
3) DSE 2016, Q1

(a) (i) • 在較高溫時會有較高的反應速率。	1
• 但這正向反應是放熱的，升溫會令平衡位置左移。	1
故操作溫度設定在 300°C。	
(ii) 總粒子數量 / 總分子數量	1
(iii) (1) 一氧化碳 / CO 及氫 / H ₂	1
(2) 甲醇 / CH ₃ OH	1
(b) (i) 分餾液化空氣	1
(ii) • 由反應室出來的熱氣體可把氫及氫加熱。	1
• 這樣便可節能。	1
(iii) N ₂ (g) 的摩爾數 = 420000/28 ; H ₂ (g) 的摩爾數 = 96000/2	3
N ₂ (g) 對 H ₂ (g) 的摩爾比 = 420000/28 : 96000/2 = 1:3.2 ,	
N ₂ (g) 是極限反應物。	
所生產 NH ₃ (g) 的質量 = 420000/28 x 2 x 17 x 15%	
= 76.5 kg	
(iv) (1) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$	1
(2) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$	1
(c) (i) (1) • 比對第 1 次及第 3 次實驗，[蔗糖]不變而 [HCl] 變為三倍時，速率亦變為三倍，所以該反應對應 HCl 的級數是一。	1
• 比對第 1 次及第 2 次實驗，[蔗糖]與 [HCl] 同時變為兩倍時，速率變為四倍，所以該反應對應蔗糖的級數也是一。	1
(2) 速率 = k [C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (aq)] [HCl(aq)]	1
(3) 從第 1 次實驗的數據，	
$6.0 \times 10^{-7} = k (0.010) (0.10)$	
$k = 6.0 \times 10^{-4} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$	1
(ii) 作為催化劑。	1

- (iii) • 不需要把果糖從澱粉經酶水解後的混合物分離出來，但蔗糖的水解有此需要。 1
- 因為葡萄糖是澱粉經酶水解的唯一生成物，所以原子經濟較高。 1

4) DSE 2017, Q1

- (a) (i) (1) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ 1
- (2) 把反應混合物冷卻令氨凝結為液體。 1
- (ii) 對 A 的反應級數是零。 1
從坐標圖所示，[A] 改變的速率與 [A] 無關。 1
- (iii) 易燃 1
- (b) (i) 3



- (ii) (1) 反應混合物內的雜質或許會毒化催化劑。 1
- (2) (I) 降溫令該反應以較慢的速率進行。 1
- (II) 轉化百分率已經相當高，加大壓強只能把轉化百分率提升少許，然而所花的費用卻是十分高昂。 1
- (3) 使用稍過量的氧是因為較易獲取氧。 1
- (c) (i) $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ 1
- (ii) (1) $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ 1
- (2) $Na^+ + e^- \rightarrow Na$ 1
- (3) 汞是有毒的。 1
- (iii) 假設 速率 = $k[CO]^m[Cl_2]^n$ 2
把 $[Cl_2]$ 維持不變而 $[CO]$ 變為原來的兩倍，
 $2.83 = 2^m$
 $m = 1.5$
- (iv) (1) 反應的原子經濟是 100%。 / 反應不需要使用溶劑。 1
- (2) 反應物是有毒的。 1

5) DSE 2018, Q1

- (a) (i) $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$ 分數
或 $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow 2OH^-(aq) + H_2(g)$ 1
 $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ 1
- (ii) 1
2
-

- (iii) 葡萄糖 1
- (b) (i) (1) $\text{Cu} / \text{ZnO} / \text{Al}_2\text{O}_3$ 1
 (2) 或許是由於活化能較高。 1
 (3) 氣態生成物的摩爾數目較氣態反應物的少。 1
 加壓會使平衡位置向右移。 1
- (ii) (1) 這反應不涉及有毒的試劑，但原來的反應涉及有毒的 CO 。 1
 (2) 令大氣的二氧化碳量減少，從而可舒緩全球暖化。 1
- (iii) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{g})$ 1
- (c) (i) 反應級數不受溫度的變化影響。 1
- (ii) 從圖中的線 l_1 ，
 斜率 = $[(-1.4) - (-2)] / [(0) - (-0.6)] = 1$
 對於 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 是一級反應。 2
- (iii) $\log k = -2$
 $k = 0.01 \text{ s}^{-1}$ 2
- (iv) 在 l_1 與 l_2 的 y-截距分別是 -1.4 及 -2。
 由於 y-截距 = $\log k$ ，
 $(-2) - (-1.4) = E_a (1/360 - 1/345) / 2.3 \times 8.31$
 $E_a = 94.95 \text{ kJ mol}^{-1}$ 3
- 6) DSE 2019, Q1
- (a) (i) 哈柏法生產可用來製造肥料的氨 / NH_3 ，以提高農作物的產量。 1
- (ii) (1) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$ 1
 (2) 因為生物量是一可再生能源。 1
- (iii) • 第 3 次與第 2 次相比(兩者的 $[\text{B}(\text{aq})]$ 相同)， $[\text{A}(\text{aq})]$ 加倍時，初速也加倍，因此對應 $\text{A}(\text{aq})$ 的反應級數 = 1。
 • 第 1 次與第 2 次相比(兩者的 $[\text{A}(\text{aq})]$ 相同)， $[\text{B}(\text{aq})]$ 加倍時，初速則是四倍，因此對應 $\text{B}(\text{aq})$ 的反應級數 = 2。 1
- (b) (i) • 使用濃氯化鈉溶液 / 鹽水作電解質。 1
 • 陽極： $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$ 1
 • 陰極： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ 1
 • 隔膜只讓陽離子穿透，但陰離子卻不能。 1
- (ii) $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaOCl}(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 1
- (iii) 反應 (I) 的原子經濟 = $32 / 108.5 = 29.5\%$
 反應 (II) 的原子經濟 = $32 / 68 = 47.1\%$
 反應 (II) 較綠色，因它具有較高的原子經濟。 2
- (c) (i) 石灰石 / 大理石 1
- (ii) 碳在空氣燃燒產生熱。 1
- (iii) • 高的操作壓強需要高建設成本。
 • 高的操作壓強令平衡位置向左移，產量下跌。 1
- (iv) $\log \left(\frac{k_2}{k_1} \right) = \frac{E_a}{2.3R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$
 $\log \left(\frac{k_2}{k_1} \right) = \frac{160 \times 10^3}{2.3 \times 8.31} \left(\frac{1}{1200} - \frac{1}{1500} \right)$
 $\frac{k_2}{k_1} = 24.8$ 3
- (v) 較高的溫度令平衡位置向右移，產量提升。 1

7) DSE 2020, Q1

- (a) (i) • 膜電解池沒有產生有毒的汞，但有毒的汞可從汞電解池洩漏出來。
 • 膜電解池所需能量較汞電解池的少。

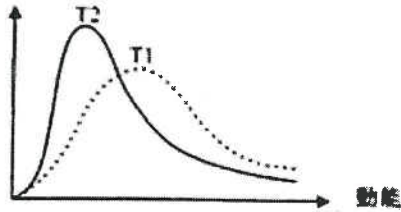
1
1

(ii) 鐵 / 氧化鐵(III)

1

(iii) 分子數目

2



- (b) (i) (1) 反應(I)不會把溶劑排放到環境，但反應(II)會。
 反應(I)的副產物乙醇的毒性較反應(II)的副產物甲醇的為低。

1

(2) 反應(II)比反應(I)需要較低溫度 / 的原子經濟較高。

1

- (ii) $3.00 + 136 = 0.022 \text{ mol}$
 $2.23 + 101 = 0.022 \text{ mol}$
 $(3.89 \div 205) \div 0.022 \times 100\%$
 $= 86\%$

2

(iii) (1) 因為增加壓強可令平衡位置向右移。

1

- (2) • 較高溫度會令反應具較快的速率，但是正向反應是放熱的，提升溫度卻令平衡位置向左移。
 • 較高壓強會令平衡位置向右移，但卻需要額外的成本。

1

1

(c) (i) 吸光度與 $I_2(aq)$ 的濃度成正比，因為 $I_2(aq)$ 是棕色的而其他物種則是無色。

1

- (ii) • 吸光度隨時間直線下跌，故速率與 $[I_2(aq)]$ 無關。
 • 對應 $I_2(aq)$ 的反應級數 = $w = 0$

1

1

- (iii) 第2次：曲線的斜率 = $-0.7 \div 8 = -0.0875$
 第1次：曲線的斜率 = $-0.7 \div 16 = -0.04375$
 $(-0.0875) \div (-0.04375) = (2.0 / 1.0)^x$
 對應丙酮的反應級數 = $x = 1$

2

(iv) $\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{s}^{-1}$

2

(v)

