

臺中市立高級中等學校

109 學年度指定科目第二次聯合複習考試

考試日期：110 年 3 月 4~5 日

化學考科

— 作答注意事項 —

考試時間：80 分鐘

作答方式：

- 選擇題用 2B 鉛筆在「答案卡」上作答；更正時，應以橡皮擦擦拭，切勿使用修正液（帶）。
- 非選擇題用筆尖較粗之黑色墨水的筆在「答案卷」上作答；更正時，可以使用修正液（帶）。
- 未依規定畫記答案卡，致機器掃描無法辨識答案；或未使用黑色墨水的筆書寫答案卷，致評閱人員無法辨認機器掃描後之答案者，其後果由考生自行承擔。
- 答案卷每人一張，不得要求增補。

參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、元素週期表(1~36 號元素)

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

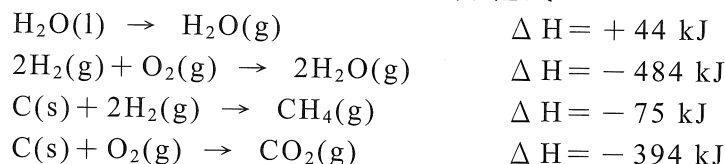
二、理想氣體常數 $R = 0.08205 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

第壹部分：選擇題（占 82 分）

一、單選題（占 54 分）

說明：第 1 題至第 18 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

1. 在 25°C、1 atm 下，已知下列各熱化學方程式：



則甲烷的莫耳燃燒熱為多少 kJ？

- (A) -935 (B) -891 (C) -803
(D) +803 (E) -561
2. 下列各組均包含三種分子或離子，哪組中心原子混成軌域均相同？
(A) BeCl_2 、 CCl_4 、 SO_4^{2-} (B) SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NF_3
(C) H_2O 、 NH_4^+ 、 PCl_3 (D) CO_2 、 SO_2 、 ClO_4^-
(E) CO_2 、 SO_2 、 OF_2

3. 已知 X、Y、Z 為非鈍氣的三種典型元素，且具有下列關係：

- (1) X、Y 的穩定陽離子 X^{n+} 、 Y^{m+} 有相同的電子組態；
(2) 離子半徑比較： $\text{X}^{n+} > \text{Y}^{m+}$ ；
(3) Y、Z 的價殼層為同一層；
(4) 原子半徑比較： $\text{Y} > \text{Z}$ 。

則 X、Y、Z 三元素原子序的大小關係，何者正確？

- (A) $\text{X} > \text{Y} > \text{Z}$ (B) $\text{Z} > \text{Y} > \text{X}$ (C) $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$
(D) $\text{Z} > \text{X} > \text{Y}$ (E) $\text{X} > \text{Z} > \text{Y}$

4-5 為題組

2020 年 8 月時，黎巴嫩首都貝魯特因港口倉庫存放的硝酸銨引發大爆炸，造成嚴重傷亡；一般而言，硝酸銨無法簡單地用撞擊來引爆，也無法直接作為炸藥使用，關鍵在其中的硝酸根，它是個不錯的氧化劑，一旦硝酸銨暴露在火源或爆破之下，便會觸發激烈的反應，可分解為水氣和二氧化氮。當上千噸的硝酸銨全部堆在一起，大量的氣體急遽膨脹，結果就是這起死傷慘重的巨大爆炸。在貝魯特的事件中，專家研判或許與煙火意外有關。

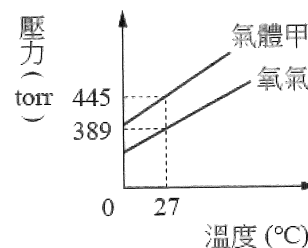
4. 下列何者與 NH_4NO_3 鍵型最相似？

- (A) Na_2SO_4 (B) SiO_2 (C) HNO_3
(D) HCN (E) MgCl_2

5. 下列有關氮的化合物或離子團之敘述，何者錯誤？

- (A) N-O 間鍵能： $\text{NO} > \text{NO}_2 > \text{NO}_3^-$
(B) 硝酸根中 N 為 sp^2 混成軌域
(C) 硝酸根具共振結構
(D) 硝酸根結構中具有配位共價鍵
(E) 氮氣為製備硝酸銨原料，其中氮氣可由下述反應製得： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，如果本反應為放熱反應，則工業上應盡量採用低溫製備氮氣

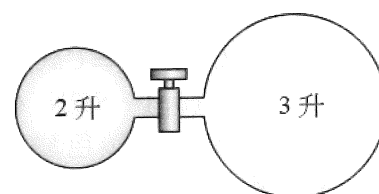
6. 取相同質量的氣體甲和氧氣，分別置入兩相同體積的密閉容器中，測其壓力與溫度之關係，如圖(1)所示，試問氣體甲可能為下列何者？



圖(1)

7. 於 25°C、1 atm 下，以排水集氣法收集得到 H_2 一瓶，其體積為 150 mL；此時瓶外水面低於瓶內 23.12 cm。試問乾燥氫氣約有若干莫耳？(25°C 水之飽和蒸氣壓為 24 mmHg)
- (A) 5.8×10^{-3} (B) 5.3×10^{-3} (C) 4.8×10^{-3}
(D) 4.3×10^{-3} (E) 3.8×10^{-3}

8. 室溫下，在 2 升甲容器中置入 1 atm $HCl(g)$ ，另外在 3 升乙容器中置入 1.5 atm $NH_3(g)$ ，甲、乙容器間以體積可忽略的細管連接，如圖(2)。下列關於此裝置的敘述，何者正確？



甲

乙

圖(2)

- (A) 活栓打開達平衡時，甲、乙兩容器中的氣體莫耳數比為 1 : 1
(B) 活栓打開達平衡時，甲、乙兩容器中 NH_3 的分壓比為 2 : 3
(C) 活栓打開達平衡時，容器內總壓為 0.9 atm
(D) 活栓打開前，甲、乙兩容器中的氣體莫耳數比為 2 : 3
(E) 活栓打開前，甲、乙兩容器中的氣體密度比為 73 : 51
9. 兩揮發性純物質液體甲和乙混合可形成理想溶液，且溶液上的蒸氣為理想氣體，若 50°C 測得該溶液的蒸氣壓為 400 mmHg，且在蒸氣中甲的莫耳分率為 0.25，在溶液中甲的莫耳分率為 0.4，則在 50°C 時，下列有關甲乙兩液體之敘述，何者正確？
- (A) 純甲的蒸氣壓為 100 mmHg (B) 純甲的蒸氣壓為 200 mmHg
(C) 純乙的蒸氣壓為 300 mmHg (D) 純乙的蒸氣壓為 500 mmHg
(E) 純物質乙沸點較高
10. 定溫下， $4HBr(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 2Br_2(g)$ 之實驗數據如表(1)：

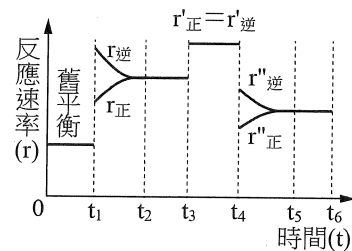
表(1)

實驗編號	HBr 之分壓 (mmHg)	O_2 之分壓 (mmHg)	總壓之變化速率 (mmHg · min ⁻¹)
A	20	30	36
B	40	30	144
C	80	45	864

若 $-\frac{\Delta P_{HBr}}{\Delta t} = k P_{HBr}^x P_{O_2}^y$ (k 為反應速率常數)，則下列何者正確？

- (A) $x = 1$
(B) $y = 2$
(C) 本反應為二級反應
(D) 總壓之變化速率大小 > 氧氣分壓之變化速率大小
(E) 上式中 k 之大小為 1.2×10^{-2} (壓力單位為 mmHg，時間單位為 min)

11. 在 25°C 時，已知 0.05 M NaNO_2 水溶液之 $\text{pH}=8$ ，依此求得 HNO_2 解離常數 K_a 值約為下列何者？（ $\log 2=0.3$ ）
- (A) 5×10^{-4} (B) 5×10^{-5} (C) 5×10^{-6}
(D) 2×10^{-4} (E) 2×10^{-5}
12. 關於有機化合物之異構物與分類的敘述，下列何者錯誤？
- (A) 分子式為 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 之酮類異構物共有六種
(B) 分子式為 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 之酯類異構物共有四種
(C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 與 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 互為結構異構物
(D) CH_3OH 與 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 非同系物
(E) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)_2$ 為 2° 胺，但 $\text{H}_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 為 1° 醇
13. 下列有關平衡系加入條件後，達新平衡時的敘述，何者正確？
- (A) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$ ，定溫下加壓，平衡左移，紅棕色變淡
(B) $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ ，定溫下加少量水，平衡右移， $[\text{Ag}^+]$ 變大
(C) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ，定溫下加壓，平衡左移， CO_2 壓力變小
(D) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$ ，定溫下加少量同濃度的 $\text{KSCN}(\text{aq})$ ，平衡不動，溶液顏色變淡， K 值不變
(E) $\text{BaCrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ ，加入少量濃鹽酸，沉澱量不變
14. 在一密閉容器中發生下列反應： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ，圖(3)是某一段時間間隔，反應速率與反應過程時間的關係曲線圖，若分別在 t_1 、 t_3 、 t_4 三個時間點上加入不同的改變因素，使反應重新達到新平衡。已知 t_1 時的改變因素為升高溫度，則下列敘述何者正確？
- (A) 由上述資料無法得知 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ 之正反應為吸熱或放熱反應
(B) t_2 時的平衡常數大於舊平衡的平衡常數
(C) t_3 為加入催化劑使正、逆反應速率等量增加
(D) t_4 時的改變因素可能為降溫
(E) t_4 時的改變因素可能為加壓
15. 下列是在固定溫度下，利用目視比色法測定平衡常數的實驗，藥品 A 為 0.2 M 黃褐色 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液，藥品 B 為 2×10^{-3} M 無色 KSCN 溶液。
實驗步驟如下：
- (1) 取 5 mL A 溶液與 5 mL B 溶液混合置入 1 號平底試管當作完全反應的標準溶液。
 - (2) 以吸量管吸取 10 mL A 溶液置於錐形瓶中，並加水稀釋成 25 mL，標示為 C 溶液。
 - (3) 取 5 mL C 溶液與 5 mL B 溶液混合置入 2 號平底試管。
 - (4) 用黑紙包住 1、2 號試管周圍，併立在比色燈源上，眼睛垂直向下目視溶液顏色，用吸管吸取 1 號試管溶液於小燒杯中，至兩試管顏色深淺相同時，其 1、2 號試管液面高度比依序為 3：4。
- 有關本實驗之敘述，何者正確？
- (A) 標準溶液中， Fe^{3+} 為限量試劑
(B) 標準溶液中，形成血紅色 $[\text{Fe}(\text{SCN})_2]^+$ $= 2 \times 10^{-3}$ M
(C) C 溶液中， $[\text{Fe}^{3+}] = 0.008$ M
(D) 2 號試管血紅色物質平衡濃度為 7.5×10^{-4} M
(E) 反應平衡常數為 62.4



圖(3)

16-17 為題組

氨基甲酸銨 ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$) 為一種白色晶狀粉末，在室溫下略有揮發性， 59°C 時容易分解產生氨氣與二氧化碳。將一定量的純氨基甲酸銨置於一密閉真空容器中（固體體積忽略不計），其反應式為： $\text{NH}_2\text{COONH}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ 。試回答下列問題：（分子量： $\text{NH}_3 = 17$ ， $\text{CO}_2 = 44$ ，式量： $\text{NH}_2\text{COONH}_4 = 78$ ）

16. 定溫、定容下，下列哪一項觀察結果可以判斷此一反應已經達到平衡？
- (A) 密閉容器中顏色不變
(B) 密閉容器中密度不變
(C) 氨氣生成速率等於二氧化碳生成速率的兩倍
(D) 密閉容器中二氧化碳的體積百分率不變
(E) 密閉容器中氨氣的分壓不變
17. 定溫（ 27°C ）、定容下，該反應達平衡時，若測得氨氣壓力為 P ，則下列敘述何者正確？
- (A) $K_p = 4P^3$
(B) $K_p < K_c$
(C) 混合氣體平均分子量為 26
(D) 容器內， NH_3 平均動能為 CO_2 的兩倍
(E) 容器內每一個氣體粒子的運動速率皆相同
18. 電影「美國隊長」因為飛機墜機被冷凍了 70 年才解凍，活人要從正常狀態冷凍再解凍，需克服一個最大的困難：細胞水分會形成冰晶，刺破細胞並破壞全身器官。但木蛙（Wood Frog）卻可在 -18°C 全身結凍，退冰後卻又復活。主因是木蛙的肝會分泌葡萄糖及尿素進入血液，降低凝固點，減少對細胞的傷害。
- 現有一突變木蛙可以在 -18.6°C 環境中生存，假設血液中的成分為只有等莫耳數的葡萄糖（ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ）與尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的水溶液，請問葡萄糖重量百分濃度最低約為多少？（水之 $K_f = 1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ）
- (A) 23.0% (B) 40.9% (C) 47.4%
(D) 52.5% (E) 64.3%

二、多選題（占 28 分）

說明：第 19 題至第 25 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

19. 下列哪些事實可用氫鍵的觀念解釋？
- (A) 豬油在低溫下為固體
 - (B) 順丁烯二酸沸點 > 反丁烯二酸沸點
 - (C) 乙酸在極性較小之有機溶劑中溶解，利用凝固點下降方法測定分子量時，分子量之大小介於 60~120 之間
 - (D) 糖醃蜜餞有防腐的效果
 - (E) 用酒精殺死細菌

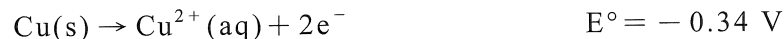
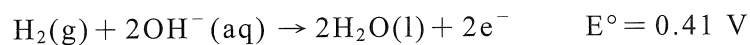
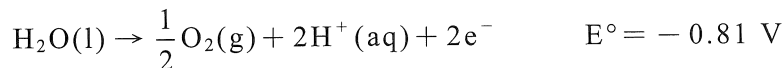
20. 表(2)為 A、B、C 三種物質在不同溫度時之蒸氣壓 (mmHg)，則下列哪些正確？

表(2)

	0°C	40°C	60°C	80°C	100°C
A	27	182	389	753	1360
B	12	135	353	813	1693
C	—	50	147	376	843

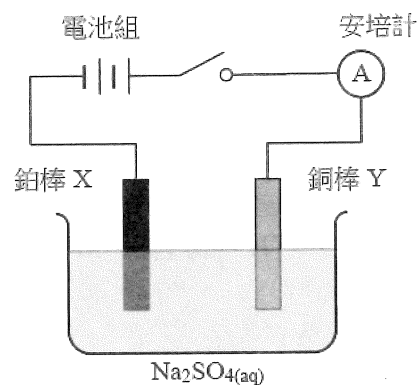
- (A) 在 60°C 時，外壓由 1 atm 逐漸降低，則 B 液先沸騰
 (B) 正常沸點最高者為 C
 (C) 分子間作用力最大者為 B
 (D) 在 80°C、液面氣壓為 760 mmHg 時，A、C 為液體
 (E) A、B 之正常沸點均低於 100°C
21. 下列敘述，哪些正確？
 (A) 核能源自放射性物質的核反應，屬於再生能源
 (B) 氫原子光譜中，萊曼系譜線對應到的能量均高於巴耳末系中的譜線
 (C) 因為氫鍵數不同和氫鍵強度不同，所以沸點比較： $\text{H}_2\text{O} > \text{HF} > \text{NH}_3$
 (D) 因為揮發性，所以凝固點比較： $0.1 \text{ M C}_2\text{H}_5\text{OH(aq)} > 0.1 \text{ M NaCl(aq)}$
 (E) 將不飽和油脂氫化可使油脂安定便於存放，反式脂肪便是雙鍵已被完全氫化的產物
22. 下列有關 $\text{Zn}-\text{Ag}^+$ 電化電池的敘述，哪些正確？
 (A) 當溫度升高時，電壓變小
 (B) 於鋅半電池中加入 $\text{Na}_2\text{S(s)}$ ，電壓變小
 (C) 於銀半電池中加入 NaCl(s) ，電壓變小
 (D) 將兩電極板面積加大，則電池的電壓將升高
 (E) 加等量蒸餾水稀釋兩半電池溶液，對電池之電壓無影響
23. 下列各原子或離子的電子組態之變化，哪些為放熱反應？
 (A) H 原子： $3d^1 \rightarrow 4s^1$
 (B) Cs 原子： $[\text{Xe}]4f^1 \rightarrow [\text{Xe}]6s^1$
 (C) N 原子： $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$
 (D) Cr 原子： $[\text{Ar}]3d^5 4s^1 \rightarrow [\text{Ar}]3d^4 4s^2$
 (E) Mn^{2+} 離子： $[\text{Ar}]3d^5 \rightarrow [\text{Ar}]3d^3 4s^2$
24. 有 pH 值均為 3.0 之鹽酸及醋酸二溶液各 1.0 升，則下列敘述哪些正確？
 (A) 二溶液所含 H^+ 的濃度均為 $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$
 (B) 將上述醋酸用水稀釋至 2.0 升，解離度變大
 (C) 如果將此二溶液分別用水稀釋至 2.0 升，溶液所含 H^+ 的濃度均為 $5.0 \times 10^{-4} \text{ M}$
 (D) 以 0.010 M NaOH(aq) 分別滴定此二溶液，達當量點時，用去 NaOH 的體積均相等
 (E) 以 0.010 M NaOH(aq) 分別滴定此二溶液，達滴定終點時，溶液均呈中性

25. 小華在 1 atm、25°C 下，做了一個簡單的電解實驗：利用銅棒和鉑棒當作電極，通電 0.2A，歷時 16 分 5 秒電解 500 mL $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ ，將電解槽與電池組連接，如圖(4)所示（不考慮水解和溶液體積變化）。已知標準氧化半電位：



下列哪些正確？（ $\log 2 = 0.3$ ， $\log 3 = 0.48$ ）

- (A) 銅棒 Y 為陽極
 (B) 銅棒 Y 處之反應為 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^-$
 (C) 電解過程中，兩極均有氣體產生
 (D) 電解後，溶液之 $\text{pH} = 11.6$
 (E) 若要產生電解反應，至少需要外加電壓 1.22 V



圖(4)

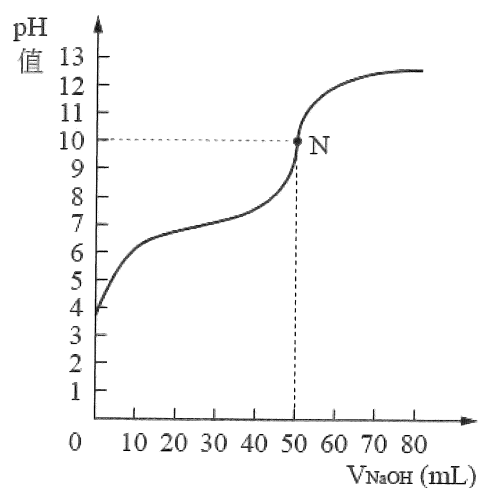
第貳部分：非選擇題（占 18 分）

說明：本部分共有二大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二、……）與子題號（1、2、……）。作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標明題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

- 一、取草酸鎂（ MgC_2O_4 ）的飽和澄清液 50 mL 並加入 2 M 硫酸 20 mL，以 0.05 M 的過錳酸鉀（ KMnO_4 ）溶液滴定，滴定时溫度保持在 70°C 附近（勿超過 90°C），當 KMnO_4 用去 7.2 mL 時達滴定終點，試回答下列各問題：
- 寫出草酸鎂的飽和澄清液與過錳酸鉀酸性溶液反應的淨離子反應式。（3 分）
 - 滴定前為何要加熱至 70°C 以上，但不能超過 90°C？（2 分）
 - 草酸鎂的 K_{sp} 為何？（四捨五入到小數點後第二位）（4 分）

二、25°C 下，以 0.2 M 的 NaOH 水溶液滴定某單質子酸 HA 50 mL 的水溶液，其 pH 值變化如圖(5)，N 點為當量點，試回答下列各項問題：（ $\log 2=0.3$ ， $\log 3=0.48$ ）

1. HA 水溶液之 K_a 值為何？（3 分）
2. 未滴定前，被滴定水溶液之 pH 值為何？（3 分）
3. 當 NaOH(aq) 滴入 40 mL 時，被滴定水溶液中 $[H^+]$ 為若干 M？（3 分）



圖(5)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	C	B	A	E	B	A	E	D	E	A	E	D	C	D
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
E	C	B	BCE	BDE	BC	AC	BC	AB	AD					

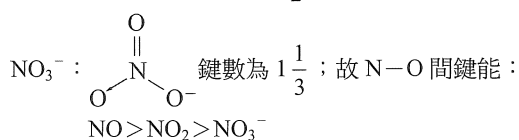
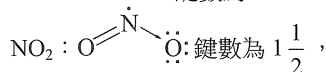
第壹部分：選擇題

一、單選題

1. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (1) $\Delta H = -484 \text{ kJ}$
 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (2) $\Delta H = +44 \text{ kJ}$
 (1)-(2) $\times 2$ $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -484 - 44 \times 2 = -572 \text{ kJ}$
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ΔH
 莫耳生成熱 -75 0 -394 -286
 $\Delta H = (2 \times -286) + (-394) - (-75) = -891$

2. (A) sp 、 sp^3 、 sp^3
 (B) sp^3 、 sp^2 、 sp^3
 (C) sp^3 、 sp^3 、 sp^3
 (D) sp 、 sp^2 、 sp^3
 (E) sp 、 sp^2 、 sp^3
 3. (1) 知 X、Y 為同週期
 (2) 知原子序 $Y > X$
 (3) 知 Y、Z 為同週期
 (4) 知原子序 $Z > Y$
 4. NH_4NO_3 具離子鍵和共價鍵。
 (A) 具離子鍵和共價鍵
 (B)(C)(D) 僅共價鍵
 (E) 僅離子鍵

5. (A) $\text{NO} : \ddot{\text{N}} \equiv \ddot{\text{O}} :$ 鍵數為 2，



- (B)(C)(D) $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{O}-\text{N}-\text{O}^- \\ | \\ \text{O} \end{array}$ ，其中 N 為 sp^2 混成軌域，有共振結構，
 有配位共價鍵

- (E) 低溫會導致反應速率較慢，故工業上採用中高溫度反應
 6. 依據理想氣體方程式 $PV = nRT$ ，定溫、定容下， $P \propto n$ ，又質量相同時，莫耳數與分子量成反比 $\therefore P \propto \frac{1}{M}$

$$\frac{445}{389} = \frac{32}{M_{\text{甲}}} \Rightarrow M_{\text{甲}} \approx 28$$

- 分子量：(A) $\text{CH}_4 = 16$ (B) $\text{CO} = 28$ (C) $\text{CO}_2 = 44$
 (D) $\text{NO}_2 = 46$ (E) $\text{SO}_2 = 64$ ，故選(B)

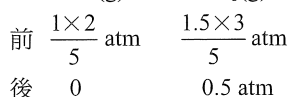
7. (1) 由 $P_{\text{H}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} + \text{水面高度差} = P_{\text{大}}$
 $\Rightarrow P_{\text{H}_2} + 24 + \frac{23.12}{13.6} \times 10 = 760$ ， $P_{\text{H}_2} = 719 \text{ (mmHg)}$

- (2) 由 $PV = nRT \Rightarrow \frac{719}{760} \times 0.15 = n \times 0.082 \times 298$ ，
 $n = 0.0058$ (莫耳)

8. (A) 平衡時， $P_{\text{甲}} = P_{\text{乙}}$ 且定溫， $V \propto n$ $\therefore n_{\text{甲}} : n_{\text{乙}} = 2 : 3$

- (B) \therefore 達平衡時，壓力相等 $\therefore P_{\text{甲}} : P_{\text{乙}} = 1 : 1$

- (C) $\text{HCl}(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$



- (D) 定溫下， $PV \propto n$

$$\therefore n_{\text{甲}} : n_{\text{乙}} = 2 \times 1 : 3 \times 1.5 = 4 : 9$$

- (E) 定溫下， $PM \propto d$

$$\therefore d_{\text{甲}} : d_{\text{乙}} = 1 \times 36.5 : 1.5 \times 17 = 73 : 51$$

9. (A)~(D) 由拉午耳定律，

$$P_{\text{液}} = P_{\text{甲}} + P_{\text{乙}} = P_{\text{甲}}^0 \cdot X_{\text{甲}} + P_{\text{乙}}^0 \cdot X_{\text{乙}}$$

$$P_{\text{甲}} = 400 \times 0.25 = 100 \text{ (mmHg)}, P_{\text{乙}} = 300 \text{ (mmHg)};$$

$$\text{則 } 100 = P_{\text{甲}}^0 \times 0.4 \Rightarrow P_{\text{甲}}^0 = 250 \text{ (mmHg)}$$

$$300 = P_{\text{乙}}^0 \times 0.6 \Rightarrow P_{\text{乙}}^0 = 500 \text{ (mmHg)}$$

- (E) 純物質乙飽和蒸氣壓較高，所以沸點較甲低

10. (A) 由 $\frac{\text{實驗 B}}{\text{實驗 A}}$ 知， $\frac{144}{36} = \left(\frac{40}{20}\right)^x$ ， $4 = 2^x \Rightarrow x = 2$

- (B) 由 $\frac{\text{實驗 C}}{\text{實驗 B}}$ 知， $\frac{864}{144} = \left(\frac{80}{40}\right)^x \times \left(\frac{45}{30}\right)^y$ ， $6 = 2^2 \times 1.5^y \Rightarrow y = 1$

- (C) $2 + 1 = 3$ ，三級反應

- (D) $\Delta n = (2 + 2) - (4 + 1) = -1$ ， O_2 之係數為 1

每耗掉 1 莫耳 O_2 ，就會耗掉 4 莫耳 HBr ，共耗掉 5 莫耳氣體
 同時生成 2 莫耳 H_2O 和 2 莫耳 Br_2 ，共生成 4 莫耳氣體
 系統的氣體變化量就是減少 1 莫耳氣體，

在固定溫度、體積下， $P \propto n$

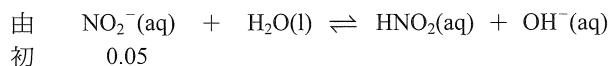
\therefore 總壓之變化速率大小 = 氧氣分壓之變化速率大小

- (E) 以 A 實驗數據代入， $\Delta P_{\text{HBr}} = 4\Delta P_{\text{t}}$

$$36 \times 4 = k(20)^2(30)^1$$

$$k = 1.2 \times 10^{-2}$$

11. $\text{pH} = 8 \Rightarrow [\text{H}^+] = 1 \times 10^{-8} \text{ M}$ ， $[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-8}} = 1 \times 10^{-6} \text{ (M)}$

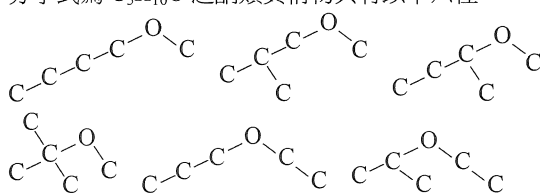


$$\Rightarrow K_{\text{b}} = \frac{(1 \times 10^{-6})^2}{0.05 - 1 \times 10^{-6}} \approx 2 \times 10^{-11}$$

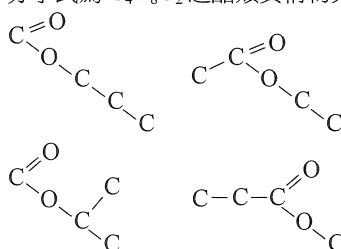
又共軛酸鹼對之 $K_{\text{a}} \times K_{\text{b}} = K_{\text{w}}$

$$\Rightarrow K_{\text{a}} \times 2 \times 10^{-11} = 1 \times 10^{-14}$$
， $K_{\text{a}} = 5 \times 10^{-4}$

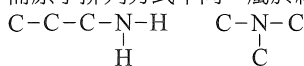
12. (A) 分子式為 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ 之酮類異構物共有以下六種



- (B) 分子式為 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 之酯類異構物共有以下四種

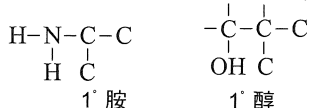


- (C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ 與 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 結構如下，分子式均為 $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ ，
 而原子排列方式不同，屬於結構異構物



(D) CH_3OH 與 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 官能基不同且分子量非相差 14 (即 CH_2) 的整數倍, 不為同系物

(E) $\text{H}_2\text{NCH}(\text{CH}_3)_2$ 為 1° 胺, $\text{H}_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 為 1° 醇



13. (A) 加壓平衡向反應式氣體係數和小的方 (即左方) 移動, 但 $[\text{N}_2\text{O}_4]$ 、 $[\text{NO}_2]$ 均因體積變小 (\therefore 加壓) 而濃度變大, 故紅棕色加深

(B) $K_{sp}=[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$, 加水瞬間, $[\text{Ag}^+]$ 、 $[\text{Cl}^-]$ 被稀釋, 離子積 $Q=[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]<K_{sp}$, 定溫下, K_{sp} 為定值, 故平衡右移, AgCl(s) 再解離出更多 Ag^+ 、 Cl^- , 使 $[\text{Ag}^+]$ 、 $[\text{Cl}^-]$ 恢復原值, Q 又恢復原溫下的 K_{sp}

(C) $K=[\text{CO}_2]$ 或 $K_p=P_{\text{CO}_2}$, 加壓, $[\text{CO}_2]$ 瞬間變大為 Q , 即 $Q>K$, 平衡左移, 定溫下, Q 會恢復為 K , 故 $[\text{CO}_2]$ 或 P_{CO_2} 保持原值不變

(D) $K=\frac{[\text{FeSCN}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^-]}$, 加少量同濃度 KSCN 稀釋, $[\text{SCN}^-]$ 不變, 其餘二項等比例稀釋

$\therefore Q=K$, 平衡不移動;

$\therefore [\text{FeSCN}^{2+}]$ 下降 \therefore 顏色變淺。定溫下, K 不變

(E) $2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})+2\text{H}^+(\text{aq})\rightleftharpoons\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})+\text{H}_2\text{O(l)}$, 加酸, 使 CrO_4^{2-} 變成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 平衡右移, $\text{BaCrO}_4(\text{s})$ 沉澱量減少, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 與 Ba^{2+} 不反應 (無新沉澱產生)

14. (A)(B) 在 t_1 時, 升高溫度使正、逆反應速率都增大, 但逆反應增加較多, 則表示平衡向左移動, 平衡常數變小, 因此向左為吸熱反應, 故正反應為放熱反應
($\text{N}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})+\text{熱}$)

(C) 若 t_3 時加入催化劑, 正、逆反應速率等量增加, 平衡不移動, 故 $r'_{\text{正}}=r'_{\text{逆}}$

(D) 若 t_4 時降低溫度, 正、逆反應速率都減小, 平衡向右移, 故 $r''_{\text{正}}>r''_{\text{逆}}$

(E) 若在 t_4 時加壓, 正、逆反應速率都增大, 平衡向右移, 故 $r'_{\text{正}}>r'_{\text{逆}}$

15. (A) SCN^- 為限量試劑

(B)	Fe^{3+}	+	SCN^-	\rightleftharpoons	FeSCN^{2+}
初	0.1		1×10^{-3}		0
反應	-1×10^{-3}		-1×10^{-3}		$+1\times 10^{-3}$
	0.099		0		$1\times 10^{-3}\text{M}$
					$=C_1$
					$=[\text{FeSCN}^{2+}]$

(C) C 溶液 $[\text{Fe}^{3+}]=\frac{0.2\times 10}{25}=0.08(\text{M})$

(D) $C_1h_1=C_2h_2$
(1×10^{-3}) $\times 3=C_2\times 4$

$\Rightarrow C_2=7.5\times 10^{-4}(\text{M})=[\text{FeSCN}^{2+}]$ (血紅色)

(E)	Fe^{3+}	+	SCN^-	\rightleftharpoons	FeSCN^{2+}
初	0.04		1×10^{-3}		0
反應	-7.5×10^{-4}		-7.5×10^{-4}		$+7.5\times 10^{-4}$
	3.925×10^{-2}		2.5×10^{-4}		7.5×10^{-4}
					$K_c=\frac{7.5\times 10^{-4}}{(3.925\times 10^{-2})\times(2.5\times 10^{-4})}=\frac{300}{3.925}=76.4$

16. (A) $\text{NH}_3(\text{g})$ 與 $\text{CO}_2(\text{g})$ 皆為無色, 故無法由顏色變化判斷反應有無達平衡

(B) 密閉容器體積與質量皆不變 (質量守恆定律), 故無法依此判斷反應有無達平衡

(C) 反應進行中, 氨氣生成速率恆為二氧化碳生成速率的兩倍, 故無法依此判斷反應有無達平衡

(D) 密閉容器中產物的兩種氣體以等比例增加, 所以 CO_2 氣體的體積百分率始終不變, 故無法依此判斷反應有無達平衡

(E) 密閉容器中氨氣開始生成至分壓不變時, 反應已經達到平衡

17. (A) 定溫 (27°C)、定容下, 達平衡時測得氮氣壓力為 P , 則二氧化碳壓力為 $0.5P$, $\therefore K_p=P^2\times 0.5P=0.5P^3$

(B) 由反應程式知 $\Delta n=(2+1)-0=3$

$$K_p=K_c(\text{RT})^{\Delta n}=K_c(\text{RT})^3=K_c(0.082\times 300)^3=K_c(24.6)^3$$

$$\therefore K_p>K_c$$

(C) 氮氣壓力為 P , 則二氧化碳壓力為 $0.5P$, 因此氮氣的莫耳分率為 $\frac{2}{3}$, 二氧化碳的莫耳分率為 $\frac{1}{3}$, 混合氣體平均分

$$\text{子量}=\frac{17\times 2}{3}+\frac{44\times 1}{3}=26$$

(D) 定溫下, 氣體的平均動能相同

(E) 定溫下, 同種氣體的平均速率相同, 但每個粒子的運動速率不同

18. $\Delta T_f=K_f\times C_m\times i$

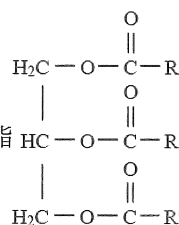
$$18.6=1.86\times C_m\times 1, C_m=10(\text{mol/kg})$$

\therefore 葡萄糖與尿素等莫耳數且在水中均不解離

$\therefore 1\text{kg}$ 血液中含有 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 5mol ,

$$W_f\%=\frac{180\times 5}{180\times 5+60\times 5+1000}\times 100\%\approx 40.9\%$$

二、多選題



19. (A) 脂肪為三酸甘油酯, 結構中無氫鍵存在

(B) 因為分子間氫鍵數目較多, 所以順丁烯二酸沸點>反丁烯二酸沸點

(C) 乙酸在極性較小之有機溶劑中, 因為部分分子以分子間氫鍵形成二聚物, 所以測分子量時, 分子量之大小介於 $60\sim 120$ 之間

(D) 糖蜜蜜餞有防腐的效果是因為高滲透壓下細菌易被脫水, 可防止細菌孳生

(E) 蛋白質具有氫鍵, 遇酒精變性凝固

20. (A) 60°C 時, A 的蒸氣壓最大, 外壓由 1atm 降低時, A 的蒸氣壓最快與外壓相同, 故 A 液先沸騰

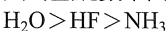
(B)(E) 當蒸氣壓為 760mmHg 時, 該溫度為正常沸點, 可知 A 物質的正常沸點介於 $80\sim 100^\circ\text{C}$ (偏 80°C), B 物質介於 $60\sim 80^\circ\text{C}$, C 物質介於 $80\sim 100^\circ\text{C}$ (偏 100°C)

(C) 相同條件下, 沸點高, 分子間作用力高, 故分子間作用力最大者為 C

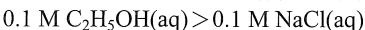
(D) 可以(B)的資訊得知, 80°C 時, AC 為液體

21. (A) 核能之核原料有存量限制, 為非再生能源

(C) 因為氫鍵數不同和氫鍵強度不同, 沸點比較:



(D) 因為電解質水溶液中會解離, 凝固點比較:



(E) 雙鍵全部氫化成單鍵, 就不會有順反異構物了, 故反式脂肪仍有雙鍵

22. (A) 電池放電為放熱反應, 溫度升高, 反應趨向左方, 電壓變小

(B) $\text{Zn}\rightarrow\text{Zn}^{2+}+2\text{e}^-$, 因產生 ZnS 沉澱, $[\text{Zn}^{2+}]$ 變小, 反應趨向右方, 電壓變大

(C) $\text{Ag}^++\text{e}^-\rightarrow\text{Ag}$, 因產生 AgCl 沉澱, $[\text{Ag}^+]$ 變小, 反應趨向左方, 電壓變小

(D) 電極面板大小與電壓無關

(E) $\text{Zn}+2\text{Ag}^+\rightarrow\text{Zn}^{2+}+2\text{Ag}$, 加水時反應趨向離子數多的左方, 電壓變小

23. (A) H 為單電子原子, 主量子數愈大, 軌域能量愈高, 故 $3d^1\rightarrow 4s^1$ 為吸熱

(B) Cs 為多電子原子, $[\text{Xe}]4f^1$ 為激發態, 變成 $[\text{Xe}]6s^1$ 為基態, 會放熱

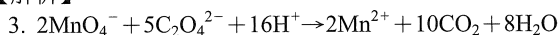
(C) N 原子的電子組態 $1s^22s^22p_x^22p_y^1$ 為激發態, 變成 $1s^22s^22p_x^12p_y^12p_z^1$ 為基態, 會放熱

- (D) Cr 原子的基態電子組態為 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$ 變成 $[\text{Ar}]3d^4 4s^2$ 為激發態，會吸熱
- (E) Mn^{2+} 的基態電子組態為 $[\text{Ar}]3d^5$ ，變成 $[\text{Ar}]3d^3 4s^2$ 為激發態，會吸熱
24. (B) 醋酸為弱酸，解離度 $\alpha \propto (\frac{1}{C_0})^{\frac{1}{2}}$
稀釋後濃度變小，解離度變大
- (C) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ 之 $[\text{H}^+] > 5 \times 10^{-4} \text{ (M)}$
- (D) 初濃度： $[\text{CH}_3\text{COOH}] > [\text{HCl}]$
故中和所需 NaOH 為 CH_3COOH 較多
- (E) CH_3COOH 滴定終點呈弱鹼性
25. (A) 因銅棒 Y 接電池組的正極，故銅為正極即陽極，鉑為陰極
- (B) 電解 $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
陰極 (-)： $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ $E^\circ = -0.41 \text{ V}$
陽極 (+)： $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ $E^\circ = -0.34 \text{ V}$
- (C) 只有陰極產生氣體
- (D) 由 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$ 可知，
 e^- 莫耳數 = OH^- 莫耳數
 e^- 莫耳數為： $\frac{I(\text{A}) \times t(\text{s})}{96500} = \frac{0.2 \times (16 \times 60 + 5)}{96500}$
 $= 0.002 = \text{OH}^-$ 莫耳數
 $[\text{OH}^-] = \frac{0.002}{0.5} = 0.004$
 $\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = 3 - \log 4 = 2.4$
 $\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11.6$
- (E) 陰陽兩極全反應， $E^\circ = -0.34 + (-0.41) = -0.75$ ，
故至少須外加電壓 0.75V

第貳部分：非選擇題

- 一、1. $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$
2. 以 KMnO_4 滴定 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 在室溫下反應太慢，故需加熱，
但溫度超過 90°C 時， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 會自行分解
3. 3.24×10^{-4}

【解析】



$$\text{MnO}_4^- \text{ 用去 } 0.05 \times \frac{7.2}{1000} = 3.6 \times 10^{-4} \text{ mol},$$

$$\text{故 } \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \text{ 有 } 3.6 \times 10^{-4} \times \frac{5}{2} = 9 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\therefore \text{原來飽和澄清液中 } [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \frac{9 \times 10^{-4} \text{ mol}}{0.05 \text{ L}} = 0.018 \text{ M}$$

$$\therefore K_{\text{sp}} = s^2 = (0.018)^2 = 3.24 \times 10^{-4}$$

【評分標準】

1. 化合物或離子錯一項扣 1 分，係數錯扣 1 分
2. 加熱至 70°C 以上理由 1 分，不可高於 90°C 理由 1 分
3. 全對才給分

- 二、1. 10^{-7}
2. 3.85
3. 2.5×10^{-8}

【解析】



$$\text{H}^+ \text{ 莫耳數} = \text{OH}^- \text{ 莫耳數}$$

$$[\text{HA}] \times \frac{50}{1000} \times 1 = 0.2 \times \frac{50}{1000} \times 1 \Rightarrow [\text{HA}] = 0.2 \text{ (M)}$$

$$\text{達當量點 } \text{pH} = 10 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{此時溶液中有 } [\text{NaA}] = \frac{0.2 \times 50}{100} = 0.1$$

依鹽類水解公式

$$[\text{OH}^-] = \left[\left(\frac{K_w}{K_a} \right) \times [\text{NaA}] \right]^{1/2}$$

$$10^{-4} = \left[\left(\frac{10^{-14}}{K_a} \right) \times 0.1 \right]^{1/2} \Rightarrow K_a = 10^{-7}$$

2. 依弱酸解離公式

$$\text{設 } [\text{H}^+] = x$$

$$\frac{x^2}{0.2 - x} = 10^{-7} \Rightarrow [\text{H}^+] = x \approx \sqrt{2} \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 4 - \frac{1}{2} \log 2 = 4 - \frac{1}{2} \times 0.3 = 3.85$$

3. 此時溶液為緩衝溶液

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{H}^+]} = 10^{-7} \times \frac{(0.2 \times 50 - 0.2 \times 40)}{(0.2 \times 40)} = 2.5 \times 10^{-8} \text{ (M)}$$

【評分標準】

- 1, 2, 3 題獨立計分，每小題全對各得 3 分

