

2021 年第 53 屆國際化學奧林匹亞競賽

國內初選筆試解答

一、單選題

1. B	2. E	3. A	4. C	5. E
6. B	7. D	8. D	9. D	10. A
11. D	12. A	13. E	14. C	15. B
16. A	17. D	18. B	19. C	20. C
21. B	22. A	23. C	24. E	

二、多選題

				25. A(B)CE
26. BDE	27. ADE	28. BDE	29. ACD	30. ABE
31. ABC	32. CD	33. BCD	34. ACD	35. DE
36. BE	37. ABE	38. CDE	39. BE	40. ACDE
41. BD				

備註：多選 25 題，B 選項，選與未選均算答對。

三、非選擇題 (共 4 大題，每題 15 分)

1.

(a) C_8H_8O

$$C \text{ 重} = 3.52 \times \frac{12}{44} = 0.96g$$

$$H \text{ 重} = 0.72 \times \frac{2}{18} = 0.08g$$

$$O \text{ 重} = 1.2 - 0.96 - 0.08 = 0.16g$$

$$\therefore C : H : O = \frac{0.96}{12} : \frac{0.08}{1} : \frac{0.16}{16} = 8 : 8 : 1$$

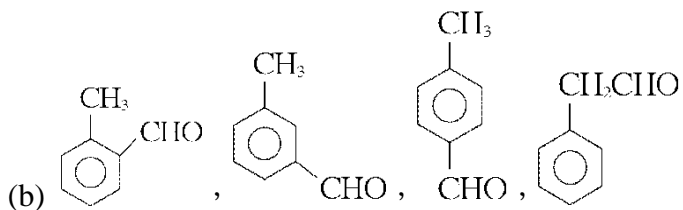
\therefore 實驗式為 C_8H_8O

$\therefore (C_8H_8O)_n = 120$

$\therefore n = 1$

\therefore 分子式為 C_8H_8O

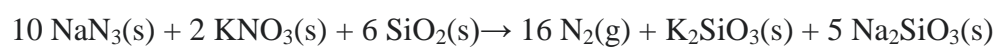
(b) 能與多倫試劑作用產生銀鏡反應，故知含 $-CHO$ ；H 數未達飽和，但又不與 Br_2/CCl_4 作用，故知含苯環 \rightarrow 芳香醛



2.

(a) Na、K₂O、Na₂O

(b) (1) × 5 + (2) + (3) + (4) × 5 :



(c) $n(\text{N}_2) = (1.0 \times 49.2) / (0.082 \times 300) = 2.0 \text{ (mol)}$

$$m(\text{NaN}_3) = 2.0 \times (10/16) \times 65 = 81.25 \text{ (g)}$$

3.

(a) $K_{sp} = 1.0 \times 10^{-9}$ (由圖中任一點之濃度代入 $[Mg^{2+}][OH^-]^2$)

(b) 直線上方

(c) 混合後， $[Mg^{2+}] \approx 0.10 \text{ M}$ ； $-\log[Mg^{2+}] = 1$ 與飽和溶液之直線交於(4, 1)；故 $pOH = 4$ ； $pH = 10$

或 由 $K_{sp} = 0.10 \times [OH^-]^2$ 得 $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ ；故 $pOH = 4$ ； $pH = 10$

(d) $[Mg^{2+}] = [OH^-] = x$ ；飽和溶液之直線上只有(3, 3)符合；故 $pOH = 3$ ； $pH = 11$

或 由 $K_{sp} = x^3$ 得 $x = 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ ；故 $pOH = 3$ ； $pH = 11$

$0.20 \text{ M} \rightarrow 1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ ；故稀釋為 200 倍

4.

Ans:

(a) 760 mmHg

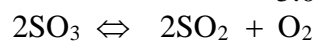
(b) $K_c = 6.7 \times 10^{-5}$

$K_p = 4.0 \times 10^{-3}$

$$V \text{ of container} = \frac{W}{d} = \frac{8.0 \text{ g}}{1.60 \text{ g/L}} = 5.0 \text{ L}$$

$$\text{mole of } 8.0 \text{ g SO}_3 = \frac{8.0 \text{ g}}{80.0 \text{ g/L}} = 0.10 \text{ mol}$$

$$p_o = \frac{nRT}{V} = \frac{0.10 \text{ mol} \times 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K} \times 733 \text{ K}}{5.0 \text{ L}} = 1.20 \text{ atm}$$



$$\text{initial} \quad 1.2 \quad 0 \quad 0$$

$$\text{final} \quad 1.20 - 2x \quad 2x \quad x$$

$$p_{\text{final}} = (1.20 - 2x) + 2x + x = 1.20 + x = \frac{988 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg/atm}} = 1.30 \text{ atm}$$

$$x = 0.10$$

$$p_{\text{SO}_3} = 1.2 - 2x = 1.00 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$p_{\text{SO}_2} = 2x = 0.20 \text{ atm} = 52 \text{ mmHg}$$

$$K_p = \frac{p_{\text{SO}_2}^2 p_{\text{O}_2}}{p_{\text{SO}_3}^2} = \frac{(2x)^2 \times x}{(1.2 - 2x)^2} = \frac{0.2^2 \times 0.1}{1.0^2} = 0.0040 = 4.0 \times 10^{-3}$$

$$K_c = K_p (RT)^{-\Delta n} = 4.0 \times 10^{-3} \times (0.082 \times 733)^{-1} = 6.7 \times 10^{-5}$$

部分選擇題詳解

一、單選題

3. (A)濃硝酸可將 Mn^{2+} 氧化，不會產生 $Mn(NO_3)_2$ 沉澱
 (B)硫酸 + 亞錳 \rightarrow 不會沉澱
 (C) $2 NH_4OH + Mn^{2+} \rightarrow Mn(OH)_2(s) + 2 NH_4^+$
 (D) 氯離子 + 亞錳 \rightarrow 不會沉澱
 (E) Mn^{2+} 離子之莫耳吸收度很小，在溶液中視為無色。

4. 因 Zinc 沒有陽極，故退而求其次組 Ni-C 電池。
 碳棒插入 $AgNO_3$ 作陰極， $\Delta E^{\circ}=0.25+0.80=1.05V$

5. $2X/58 = 0.01-0.005$
 $X=0.145 g$

6. $[H^+] = (0.02 \times 100)/(100+100) = 0.01 M$
 $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$
 $(0.2 \times 100)/(100+100)$

平衡前 =0.1 M	0	0
平衡時 0.1-x	0.01+x	x

$$K_a = 1.8 \times 10^{-5} = x(0.01+x)/(0.1-x) \rightarrow x = 1.8 \times 10^{-4}$$

$$[CH_3COOH] = (0.1-x) \sim 0.1 M$$

$$[Cl^-] = (0.02 \times 100)/(100+100) = 0.01 M$$

8. 在蹺蹺板型的結構中，因為有赤道向的 LP 壓縮其他四個 BP 導致原本是呈直角的軸向與赤道向 BP 角度小於九十度，故鍵角比 E 小(E 皆為 90 度)。

9. 因未說明過渡金屬在何狀態下失去兩電子，因而無法判斷+2 離子之電子組態。本題不算分。

20. (A) 苯與氯在照紫外光下會生成六氯化苯，非氯苯。

21. (A) 烯類化性活潑，易進行加成反應；
 (B) $CH_2=CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-CH_2Cl$

22. (C) 硝化後生成硝基苯

23. (1) 每分子化合物可和 2 分子 H_2 發生加成反應，表示烴分子中含有 2 個雙鍵或 1 個參鍵；
(2) 與 H_2O 進行加成反應時，會產生酮類化合物表示烴分子中含有參鍵；(3) 可與 $AgNO_3$ 的氨溶液進行金屬取代反應，表示烴分子具末端炔結構，綜合(1)(2)(3)可知：此烴類分子中含有 1 個參鍵，且該參鍵位於長鏈末端。)

24. 有機物 $C_nH_{2n}O$ 的鏈狀結構異構物包括：醛類，酮類，烯醇類及烯醚類。(1) 與鈉反應會放出 H_2 ，表示分子中含有 $-OH$ 羥基。(2) 可使 Br_2 褪色，表示有不飽和烴(烯烴...)的特性。(3) 可被氧化成羧酸，表示有 1 級醇($-CH_2OH$)的部分結構存在。所以答案為 (A)。

25. $H_2A \rightleftharpoons H^+ + HA^- \quad K_1 = [H^+][HA^-]/[H_2A]$

$HA^- \rightleftharpoons H^+ + A^{2-} \quad K_2 = [H^+][A^{2-}]/[HA^-]$

(D) $K = K_w/K_1$

29. 內層電子的遮蔽效應當然會影響價電子感受的有效核電荷。但本題問同週期，所以內層電子的遮蔽效應是相同的，因而不影響同週期之游離能從左到右之變化。

35. **A = Na, B = N; C = O, D = F; E = Ne**

36. 由圖知： $Q \rightarrow K = 1$

(一) 平衡狀態 (二) $Q > K$ (Z 過多) (三) $Q < K$ (X 過多)

(C) $(0.4 - 2x)^2 / (0.2 + x)^2 = 1; x = 0.2/3; [X] = [Y] = [Z] = 0.8/3$

(D) $[Y] < [X]$

37. 溶液(一)： $[Na^+]/[Cl^-] = 1.5 = (xc)/(30 \times 0.20) \quad (1)$

溶液(二)： $[Na^+]/[Cl^-] = 0.5 = (yc)/(10 \times 0.20) \quad (2)$

(1)/(2) 得： $x = 9y \quad (3)$

二溶液 $[Cl^-]$ 比： $(10 \times 0.20)/(10 + y) : (30 \times 0.20)/(30 + x) = 2 : 1 \quad (4)$

將式(3)代入式(4)得： $y = 10 \quad (B)$

故 $x = 90$ (A)

將 y 值代入式(1)或(2)得： $c = 0.10 \text{ M} \quad (D)$

(C) 由溶液(二)： $[Na^+] = z = 0.10/2 = 0.05$

(E) $30 \times 0.2 < 90 \times 0.1$ ；溶液(一)呈鹼性

39. (C) $H_3C-CH=CH-CH_3$ 與 HBr 可發生加成反應形成。

(D) 與 HBr 可發生取代反應形成。

40. (A) 苯酚為酸，苯胺為鹼；(B) 苯酚微溶於水；(D) 酚不與碳酸氫鈉反應。