

109 學年度私立醫學校院聯合招考轉學生考試

普通化學科試題

- (B) 1. 下列離子群分別為 F^- 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 及 Si^{2+} ，何項離子配對屬於等電子對 (isoelectronic pair)？
 (A) F^- 與 Si^{2+} (B) F^- 與 Al^{3+} (C) Ca^{2+} 與 Fe^{3+} (D) F^- 與 Cl^-
- (A) 2. 光源經三稜鏡折射後，可分成四種不同波長的光，其中波長 680 nm 的光，應屬下列何者？
 (A) 紅光 (B) 綠光 (C) 藍光 (D) 紫光
- (C) 3. 對某有機化合物的分析顯示，其包含 0.0700 mol 的 C，0.175 mol 的 H 和 0.0350 mol 的 N。其分子量 86 amu。請問該化合物的簡式 (empirical formula) 中有多少個碳原子，分子式 (molecular formula) 中有多少個碳原子？
 (A) 2, 3 (B) 5, 10 (C) 2, 4 (D) 3, 3
- (B) 4. 在新冠肺炎防疫期間廣泛被使用的次氯酸水溶液，可由何種酸稀釋而成？
 (A) Perchloric acid (B) Hypochlorous acid
 (C) Hydrochloric acid (D) Chloric acid
- (D) 5. 下列命名何者錯誤？
 (A) SO_4^{2-} , sulfate ion (B) $S_2O_3^{2-}$, thiosulfate ion
 (C) PO_4^{3-} , phosphate ion (D) ClO_3^- , chlorite ion
- (C) 6. 硫酸製造與以下的反應步驟有關：
 $4 FeS_2 + 11 O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3 + 8 SO_2$
 $2 SO_2 + O_2 \rightarrow 2 SO_3$
 $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$
 若 FeS_2 為 8.41 莫耳，請問可合成 H_2SO_4 多少莫耳？
 (A) 4.21 莫耳 (B) 8.41 莫耳 (C) 16.8 莫耳 (D) 46.3 莫耳
- (D) 7. 請利用下列資訊計算 $LiBr_{(s)}$ 的晶格能 (lattice energy)
 $Li_{(s)}$ 的昇華熱 (sublimation energy) +166 kJ/mol
 $Br_{(g)}$ 的標準莫耳生成熱 (ΔH_f) +97 kJ/mol
 $Li_{(g)}$ 的第一游離能 (first ionization energy) +520 kJ/mol
 $Br_{(g)}$ 的電子親和能 (electron affinity) -325 kJ/mol
 $LiBr_{(s)}$ 的生成熱 (enthalpy of formation) -351 kJ/mol
 (A) 107 kJ/mol (B) 195 kJ/mol (C) -546 kJ/mol (D) -809 kJ/mol
- (B) 8. 有一氫原子光譜，電子的能階躍遷釋放了 $6.6 \times 10^{-19} J$ 的能量，以光子的型態釋放其波長約為何？(普朗克常數 = $6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$)
 (A) 201 nm (B) 301 nm (C) 401 nm (D) 501 nm

- (D) 9. 下列化學方程式何者不屬於自身氧化還原反應 (disproportionation reaction) ?
- (A) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (B) $\text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
 (C) $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (D) $\text{N}_2\text{O}_3 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- (A) 10. 凡得瓦方程式(van der Waals equation)為 $nRT = [P + a(n/V)^2](V - nb)$ 。下列敘述何者影響參數 b ?
- (A) 真實氣體分子或原子具有體積
 (B) 真實氣體分子的平均速度會因溫度增加而變大
 (C) 真實氣體分子會有分子間吸引力
 (D) 真實氣體的擴散速率會與其分子量的平方根成反比
- (A) 11. 在一箱體中，未知氣體樣品需要 434 秒完全通過一孔洞擴散至另一真空箱體中。在相同溫度及壓力下，氮氣需要 175 秒才能完全擴散通過同一孔洞。求未知氣體分子量？
- (A) 172 g/mol (B) 69.1 g/mol (C) 44.0 g/mol (D) 13.1 g/mol
- (B) 12. 下列對氣體的描述何者不真？
- (A) 理想氣體(ideal gas)在絕對溫度為 0 K 時，其體積為零。
 (B) 在相同的溫度下，理想氣體的所有分子擁有相同的動能(kinetic energy)。
 (C) 氣體分子除了碰撞容器壁，也相互碰撞。
 (D) 在相同的溫度下，氣體分子的平均運動速率是質量愈輕者愈快。
- (C) 13. 下列哪些量子數組合是允許的？
- (A) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = -1/2$ (B) $n = 4, l = 3, m_l = 4, m_s = -1/2$
 (C) $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +1/2$ (D) $n = 1, l = 2, m_l = 0, m_s = -1/2$
- (C) 14. 關於化學元素以及週期表的敘述何者正確？
- (A) 原子半徑大小依序為鋰 < 鈹 < 硼
 (B) 鎂原子的電子組態為 $[\text{Ar}]3s^2$
 (C) 磷原子的基態電子組態有三個不成對電子
 (D) 包立不相容原理(Pauli exclusion principle)指的是電子要填入數個同副殼層的軌域時，必須先以相同的自旋方式完成半填滿之後，再以成對的方式填入。
- (D) 15. 對於化學鍵的敘述以下何者正確？
- (A) 臭氧(O_3)的路易士結構含有兩個雙鍵
 (B) C-S 單鍵鍵能較 C=S 雙鍵鍵能高
 (C) 氯分子的化學鍵長較溴分子的化學鍵長
 (D) 硫氰酸根(thiocyanide)的路易士結構為直線型，中心原子為碳。
- (C) 16. 以下哪一個分子之中心原子具有 dsp^3 混成之性質？
- (A) SBr_6 (B) SO_3 (C) SF_4 (D) CBr_4

(B) 17. 下列對於原子半徑的排列(越往右越小)何者正確?

- (A) $\text{Ga}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{S}^{2-}$ (B) $\text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Ga}^{3+}$
 (C) $\text{Ga}^{3+} > \text{S}^{2-} > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{K}^+$ (D) $\text{Ga}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{S}^{2-} > \text{Cl}^- > \text{K}^+$

(A) 18. 請判斷 O_2^- 分子的鍵級與磁性?

- (A) 鍵級為 1.5, 磁性為順磁 (B) 鍵級為 1.0, 磁性為順磁
 (C) 鍵級為 2.0, 磁性為順磁 (D) 鍵級為 1.5, 磁性為反磁

(B) 19. 二氧化矽(SiO_2)為何不像二氧化碳(CO_2)分子可分散的存在?

- (A) Si-O 鍵不穩定
 (B) 矽的 $3p$ 軌域與氧的 $2p$ 軌域重疊(overlap)較少
 (C) 二氧化矽為固體, 二氧化碳為氣體
 (D) SiO_2 的路易士結構有孤對電子

(C) 20. 鎂金屬的晶體是面心立方結構, 金屬密度為 1.738 g/cm^3 , 單位晶格長度為 $4.80 \times 10^2 \text{ pm}$, 請計算鎂原子半徑?

- (A) 90 pm (B) 153 pm (C) 170 pm (D) 205 pm

(D) 21. 固體鉛的莫爾體積為 $18 \text{ cm}^3/\text{mol}$, 假設固體鉛的晶體結構為立方最密堆積(cubic closest packed structure), 試問單位晶胞(unit cell)的體積為何?

- (A) $1.20 \times 10^2 \text{ pm}^3$ (B) $1.20 \times 10^4 \text{ pm}^3$ (C) $1.20 \times 10^6 \text{ pm}^3$ (D) $1.20 \times 10^8 \text{ pm}^3$

(A) 22. 下面哪一種特性可以歸因於液體分子間的作用力較弱所引起?

- (A) 低的揮發熱 (B) 高的臨界溫度 (C) 低的蒸氣壓 (D) 高沸點

(B) 23. 在 25°C 下, 苯的蒸氣壓為 94.4 torr, 氯仿的蒸氣壓為 172.0 torr。試問在 48.2 g 的氯仿與 48.2 g 的苯混合溶液中(假設此為理想溶液), 氯仿的蒸氣壓為何?

- (A) 37.3 torr (B) 68.0 torr (C) 86.0 torr (D) 104 torr

(C) 24. 有一溶液為 0.250 mol 的甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)溶在 246 g 的硝基苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$)中, 此溶液在 -1.1°C 會凝固, 純硝基苯的凝固點為 6.0°C 。試問硝基苯的凝固點下降常數(K_f)為何?

- (A) 3.5°C/m (B) 4.4°C/m (C) 7.0°C/m (D) 28°C/m

(B) 25. 小明在實驗桌上發現 A-D 四個未知物, 經實驗證實 (1) 分子極性大小 $A > B > C$; (2) A 很容易被過錳酸鉀氧化; (3) B 與 D 含有不飽和鍵; (4) C 與 D 跟水不會互溶。請問 A-D 可能是那些實驗室常見的有機化合物?

- (A) A: 丙酮, B: 乙醇, C: 苯, D: 正己烷
 (B) A: 乙醇, B: 丙酮, C: 正己烷, D: 苯
 (C) A: 乙醇, B: 丙酮, C: 苯, D: 正己烷
 (D) A: 丙酮, B: 正己烷, C: 苯, D: 乙醇

(B) 26. 有一核反應過程為： ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ，此反應的各核種的質量如下：

${}^{14}_7\text{N}$ ：14.003074 amu

${}^4_2\text{He}$ ：4.002603 amu

${}^{17}_8\text{O}$ ：16.999133 amu

${}^1_1\text{H}$ ：1.007825 amu

請計算此反應所釋放的能量？

(A) 1.15×10^{10} J/mol

(B) 1.15×10^{11} J/mol

(C) 1.15×10^{13} J/mol

(D) 1.15×10^{17} J/mol

(C) 27. 對於輻射的敘述以下何者正確？

(A) α 射線通過電場時會被吸引往正極偏移

(B) 穿透力： α 射線 $>$ β 射線 $>$ γ 射線

(C) 飛行速度： γ 射線 $>$ β 射線 $>$ α 射線

(D) β 射線是不具有電量及質量的高能電磁輻射

(C) 28. $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

	ΔH_f°	S°
N_2O_5	11.289 kJ/mol	355.28 J/K mol
NO_2	33.150 kJ/mol	239.90 J/K mol
O_2	0 kJ/mol	204.80 J/K mol

利用上述表格的數據，計算此反應式在 25°C 下的 ΔG° ？

(A) -1.35×10^5 kJ

(B) 98.7 kJ

(C) -25.2 kJ

(D) 135 kJ

(D) 29. 在 25°C 下，已知下列反應：

	ΔH (kJ/mol)
$2\text{ClF} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} + \text{F}_2\text{O}$	167.4
$2\text{ClF}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O} + 3\text{F}_2\text{O}$	341.4
$2\text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{F}_2\text{O}$	-43.4

在同樣溫度下，試問 $\text{ClF} + \text{F}_2 \rightarrow \text{ClF}_3$ 的 ΔH 為？

(A) -217.5 kJ/mol

(B) -130.2 kJ/mol

(C) +217.5 kJ/mol

(D) -108.7 kJ/mol

(B) 30. 冰的溶化熱為 6.020 kJ/mol，水的比熱為 $75.4 \text{ J/mol}\cdot^\circ\text{C}$ ，一顆冰塊含有一莫耳的水。試問想將 500 g 的水從 20°C 降至 0°C ，需要最少幾顆冰塊？

(A) 1

(B) 7

(C) 14

(D) 15

(B) 31. 有一指示劑 HIn 在水中平衡為 $\text{HIn} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{In}^-$ ，酸解離常數 $K_a = 1 \times 10^{-8}$ ，請問當此指示劑至於 $\text{pH} = 6$ 的水溶液中時， HIn/In^- 的濃度比值為何？

(A) 1/1

(B) 100/1

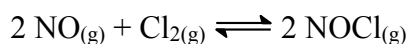
(C) 1/100

(D) 10/1

(D) 32. 有一體積 100 毫升，濃度為 0.05 M 的三質子酸，若要將此三質子酸水溶液的維持在 $\text{pH} = 9.5$ ，請問需加入多少體積的 1.00 M NaOH 水溶液？三質子酸的酸解離常數分別為：
 $K_{a_1} = 1.0 \times 10^{-3}$, $K_{a_2} = 5.0 \times 10^{-8}$, $K_{a_3} = 2.0 \times 10^{-12}$

- (A) 30 毫升 (B) 25 毫升 (C) 20 毫升 (D) 10 毫升

(B) 33. 有一反應平衡如下：



在溫度為 308 K 達成平衡時反應物之分壓 $P_{\text{NO}} = 0.35 \text{ atm}$ ； $P_{\text{Cl}_2} = 0.1 \text{ atm}$ 且平衡常數為 $K_p = 6.5 \times 10^4$ ，請計算 $\text{NOCl}_{(g)}$ 的平衡分壓？

- (A) 42 atm (B) 28 atm (C) 14 atm (D) 7 atm

(D) 34. K_2CoCl_4 溶於水後解離出的藍色 CoCl_4^{2-} ，與水反應逐漸生成粉紅色的 $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ 反應之平衡反應方程式為： $\text{CoCl}_4^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+} + 4 \text{Cl}^- + \text{heat}$ 下列敘述何者正確？

- (1) 對此平衡反應加熱，水溶液會呈現紅色。
 (2) 加入少量稀鹽酸溶液，水溶液會從粉紅色轉變為藍色。
 (3) 加入水稀釋，平衡會向左移動，水溶液會呈現藍色。
 (4) 加入硝酸銀，水溶液會呈現粉紅色。

- (A) (1)與(2) (B) (2)與(3) (C) (3)與(4) (D) (2)與(4)

(B) 35. 對於化學反應敘述，下列何者正確？

- (A) 平衡常數 $K > 1000$ 代表反應速率極快，在室溫下就會進行。
 (B) 若正反應是吸熱反應，溫度升高則平衡常數變大。
 (C) 反應到達平衡時，正反應與逆反應速率皆為零。
 (D) 加入催化劑會讓一個吸熱反應變成放熱反應，且加速反應進行。

(D) 36. 已知下面三種化合物之 K_b ：



它們的共軛酸(conjugate acids)之酸強度由小到大排列，何者正確？

- (A) $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$
 (B) $\text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+ < \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}^+$
 (C) $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+$
 (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+$

(A) 37. 有一個化學反應 $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 為二級反應，反應時間為 50 分鐘時，有 50% A 被轉換成 B，若要將 80% A 轉換成 B 需要多少反應時間？

- (A) 200 分鐘 (B) 150 分鐘 (C) 100 分鐘 (D) 80 分鐘

(B) 38. 下列化學反應式中，何者的 ΔS° 預期有最大的正數值？

- (A) $O_{2(g)} + 2 H_{2(g)} \rightarrow 2 H_2O_{(g)}$
 (B) $2 NH_4NO_{3(s)} \rightarrow 2 N_{2(g)} + O_{2(g)} + 4 H_2O_{(g)}$
 (C) $NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \rightarrow NH_4Cl_{(g)}$
 (D) $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(s)}$

(A) 39. 已知 $A \rightarrow B + C$ 反應速率為二級反應，當 $[A]_0 = 0.100 \text{ M}$ ，反應完成 20% 時，需要 48.2 分鐘，試求此反應的半衰期(Half-life) 為：

- (A) $1.93 \times 10^2 \text{ min}$ (B) 12.1 min
 (C) $2.41 \times 10^4 \text{ min}$ (D) 8.57 min

(C) 40. 下列表格中的數據由 NO 和 O_2 的反應得到(濃度單位為 molecules/cm³)，試求此反應的速率方程式為？

[NO] ₀	[O ₂] ₀	Initial Rate
1×10^{18}	1×10^{18}	2.0×10^{16}
2×10^{18}	1×10^{18}	8.0×10^{16}
3×10^{18}	1×10^{18}	18.0×10^{16}
1×10^{18}	2×10^{18}	4.0×10^{16}
1×10^{18}	3×10^{18}	6.0×10^{16}

- (A) $\text{Rate} = k[\text{NO}][\text{O}_2]$ (B) $\text{Rate} = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$
 (C) $\text{Rate} = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$ (D) $\text{Rate} = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

(A) 41. 對以下電池反應， $E^\circ_{\text{cell}} = 1.66 \text{ V}$ ， $P_{4(s)} + 3 OH^-_{(aq)} + 3 H_2O_{(l)} \rightarrow PH_{3(g)} + 3 H_2PO_2^-_{(aq)}$ 。其氧化劑和還原劑分別是：

- (A) P_4 and P_4 (B) OH^- and P_4 (C) H_2O and P_4 (D) P_4 and OH^-

(C) 42. 對伏打電池使用 $Fe | Fe^{2+}(1.0 \text{ M})$ 和 $Pb | Pb^{2+}(1.0 \text{ M})$ 半電池，以下哪個說法是正確的？



- (A) 鐵電極的質量在放電期間增加
 (B) 電子在放電過程中離開鉛電極通過外部電路
 (C) 放電過程中 Pb^{2+} 的濃度降低
 (D) 鐵電極是陰極

(B) 43. 氫燃料電池是利用氫氣及氧氣發生反應產生電流及水，電池的反應式為 $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ，對於此電池的敘述何者正確？

- (A) 陽極半反應式為 $\text{O}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 4\text{OH}^-_{(aq)}$
 (B) 需要貴重金屬如鉑或鎳作為電催化觸媒(electrocatalysts)
 (C) 電催化觸媒的作用是將氣態燃料轉換成液態，讓電池運作較安定。
 (D) 產生的電壓與鋅電極銅電極組成的伏打電池相似，約為 3.4 伏特。

(C) 44. 一電池由鋅電極浸在 Zn^{2+} 溶液中及銀電極浸在 Ag^+ 溶液中組成



當 $[\text{Zn}^{2+}]_0 = 0.050 \text{ M}$ 和 $[\text{Ag}^+]_0 = 12.54 \text{ M}$ 時，試求此電池的電池電位？

- (A) 1.35 V (B) 1.46 V (C) 1.66 V (D) 1.77 V

(C) 45. 以下哪一個錯合物是屬於反磁性質？

- (A) $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ (B) $[\text{V}(\text{CN})_6]^{3-}$ (C) $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ (D) $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$

(A) 46. $[\text{Co}(\text{CN})_4]^{3-}$ 錯合物的分子形狀為平面四邊形(square planar)，請判斷中心離子未成對電子數目？

- (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 4

(A) 47. 下列哪一個離子化合物由分光光譜儀測量出的吸收光波長最長？

- (A) $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ (B) $[\text{Rh}(\text{CN})_6]^{3-}$ (C) $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ (D) $[\text{Rh}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

(D) 48. 下列何種物質其中心金屬氧化態為+2 價？

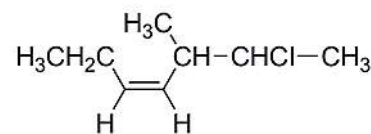
- (A) $[\text{Pt}(\text{en})_2\text{Cl}_2](\text{NO}_3)_2$ (B) $\text{Ni}(\text{CO})_4$
 (C) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (D) $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$

(C) 49. 下列有機分子或是金屬錯合物哪一個不具有對掌性(chirality)？

- (A) bromofluoroiodomethane
 (B) 2-bromobutane
 (C) *trans*-dichlorobis(ethylenediamine)cobalt(III) ion
 (D) *cis*-dichlorobis(ethylenediamine)cobalt(III) ion

(B) 50. 對於右圖有機分子的敘述何者正確？

- (A) IUPAC 名稱為(*E*)-6-chloro-5-methylhex-3-yne
 (B) 可能具有兩個不對稱中心(chiral center)
 (C) 分子極性大於乙醇
 (D) 屬於芳香烴(aromatic hydrocarbon)化合物



普 化

潘奕(潘己全)老師提供

試題解析及命中情形

1. 下列離子群分別為 F^- 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Fe^{3+} 及 Si^{2+} ，何項離子配對屬於等電子對 (isoelectronic pair)？

(A) F^- 與 Si^{2+} (B) F^- 與 Al^{3+} (C) Ca^{2+} 與 Fe^{3+} (D) F^- 與 Cl^-

【解答】B

【解析】 $(7+1=8) F^- \sim Ne \sim (\text{向後退 3 步}) Al^{3+}$

【出處】普化第二回等電代換術

2. 光源經三菱鏡折射後，可分成四種不同波長的光，其中波長 680 nm 的光，應屬下列何者？
(A) 紅光 (B) 綠光 (C) 藍光 (D) 紫光

【解答】A

【解析】700 nm ~ 680 nm 為紅光

【出處】普化第二回可見光波長 p.2 (完全命中！)

R = Red O = Orange Y = Yellow G = Green B = Blue V = Violet

*色譜

Visible light and Complementary Colors

Wavelength Range (nm)	Wave numbers	Color	Complementary
<400	>25,000	Ultraviolet	
400-450	22,000-25,000	Violet	Yellow
450-490	20,000-22,000	Blue	Orange
490-550	18,000-20,000	Green	Red
550-580	17,000-18,000	Yellow	Violet
580-650	15,000-17,000	Orange	Blue
650-700	14,000-15,000	Red	Green
>700	<14,000	Infrared	

- 2 -

3. 對某有機化合物的分析顯示，其包含 0.0700 mol 的 C，0.175 mol 的 H 和 0.0350 mol 的 N。其分子量 86 amu。請問該化合物的簡式(empirical formula)中有多少個碳原子，分子式(molecular formula)中有多少個碳原子？

(A) 2, 3 (B) 5, 10 (C) 2, 4 (D) 3, 3

【解答】C

【解析】 $0.0700 : 0.175 : 0.035 = 2 : 5 : 1 = (C_2H_5N)_2 = C_4H_{10}N_2$

【出處】普化第一回計量化學簡式分子式計算法

4. 在新冠肺炎防疫期間廣泛被使用的次氯酸水溶液，可由何種酸稀釋而成？

(A) Perchloric acid (B) Hypochlorous acid
(C) Hydrochloric acid (D) Chloric acid

【解答】B

【解析】每年上課強調必考分子化合物命名

【出處】普化第二回 p.97 (完全命中！)

Names of Acids (No oxygen)		Names of oxoacids	
Acid	Name	Acid	Name
HF	Hydrofluoric acid	HNO ₃	Nitric acid
HCl	Hydrochloric acid	HNO ₂	Nitrous acid
HBr	Hydrobromic acid	H ₂ SO ₄	Sulfuric acid
HI	Hydroiodic acid	H ₂ SO ₃	Sulfurous acid
HCN	Hydrocyanic acid	H ₃ PO ₄	Phosphoric acid
H ₂ S	Hydrosulfuric acid	HC ₂ H ₃ O ₂	Acetic acid

Acid	Anion	Name	
HClO ₄	perchlorate	perchloric acid	
HClO ₃	chlorate	chloric acid	
HClO ₂	chlorite	chlorous acid	
HClO	hypochlorite	hypochlorous acid	HClO 次氯酸

5. 下列命名何者錯誤？

(A) SO₄²⁻, sulfate ion

(B) S₂O₃²⁻, thiosulfate ion

(C) PO₄³⁻, phosphate ion

(D) ClO₃⁻, chlorite ion

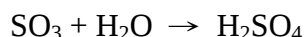
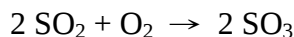
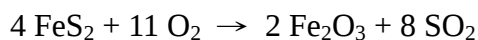
【解答】D

【解析】ClO₃⁻ is chlorate

【出處】普化第二回 p.69 (完全命中！)

Ion	Name	Ion	Name
NH ₄ ⁺	Ammonium	CO ₃ ²⁻	Carbonate
NO ₂ ⁻	Nitrite	HCO ₃ ⁻	Hydrogen carbonate
NO ₃ ⁻	Nitrate	ClO ⁻	Hypochlorite
SO ₃ ²⁻	Sulfite	ClO ₂ ⁻	Chlorite
SO ₄ ²⁻	Sulfate	ClO ₃ ⁻	Chlorate
HSO ₄ ⁻	Hydrogen sulfate	ClO ₄ ⁻	Perchlorate
OH ⁻	Hydroxide	C ₂ H ₃ O ⁻	Acetate
CN ⁻	Cyanide	MnO ₄ ⁻	Permanganate
PO ₄ ³⁻	Phosphate	Cr ₂ O ₇ ²⁻	Dichromate
H ₂ PO ₄ ⁻	Dihydrogen phosphate	CrO ₄ ²⁻	Chromate
HPO ₄ ²⁻	Hydrogen phosphate	O ₂ ²⁻	Peroxide

6. 硫酸製造與以下的反應步驟有關：



若 FeS_2 為 8.41 莫耳，請問可合成 H_2SO_4 多少莫耳？

- (A) 4.21 莫耳 (B) 8.41 莫耳 (C) 16.8 莫耳 (D) 46.3 莫耳

【解答】C

【解析】

$$\frac{(8 \text{ mol SO}_2) \times (2 \text{ mol SO}_3) \times (1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4)}{(4 \text{ mol FeS}_2) (2 \text{ mol SO}_2) (1 \text{ mol SO}_3)} \times 8.41 \text{ mol FeS}_2 = 16.8 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$$

【出處】普化第一回莫耳倍數計算

7. 請利用下列資訊計算 LiBr(s) 的晶格能(lattice energy)

Li(s) 的昇華熱(sublimation energy) +166 kJ/mol

Br(g) 的標準莫耳生成熱(ΔH_f) +97 kJ/mol

Li(g) 的第一游離能(first ionization energy) +520 kJ/mol

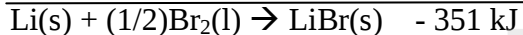
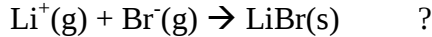
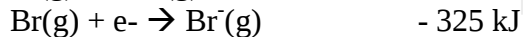
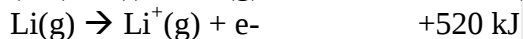
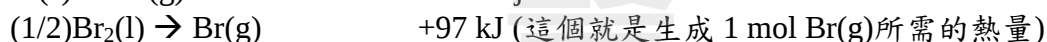
Br(g) 的電子親和能(electron affinity) - 325 kJ/mol

LiBr(s) 的生成熱(enthalpy of formation) - 351 kJ/mol

- (A) 107 kJ/mol (B) 195 kJ/mol (C) -546 kJ/mol (D) -809 kJ/mol

【解答】D

【解析】



$$? = - 809 \text{ kJ/mol}$$

【出處】普化第二回波恩哈伯循環法求晶格能 p.63 (完全命中!)

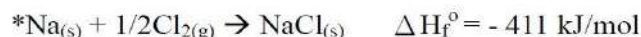
*晶格能(Lattice energy) “或亦有人翻譯成格子能”

在氣態下，正負離子結合為一結晶有關之焓變化稱為晶格能

晶格能正負號之意義：



結晶生成要放熱(釋放能量); 結晶崩離要吸熱(吸收能量)



可利用黑斯定律來建構所屬各能量與晶格能間的關係

此種呈現的方式被稱之為 “波恩哈伯循環”(Born-Haber cycle)

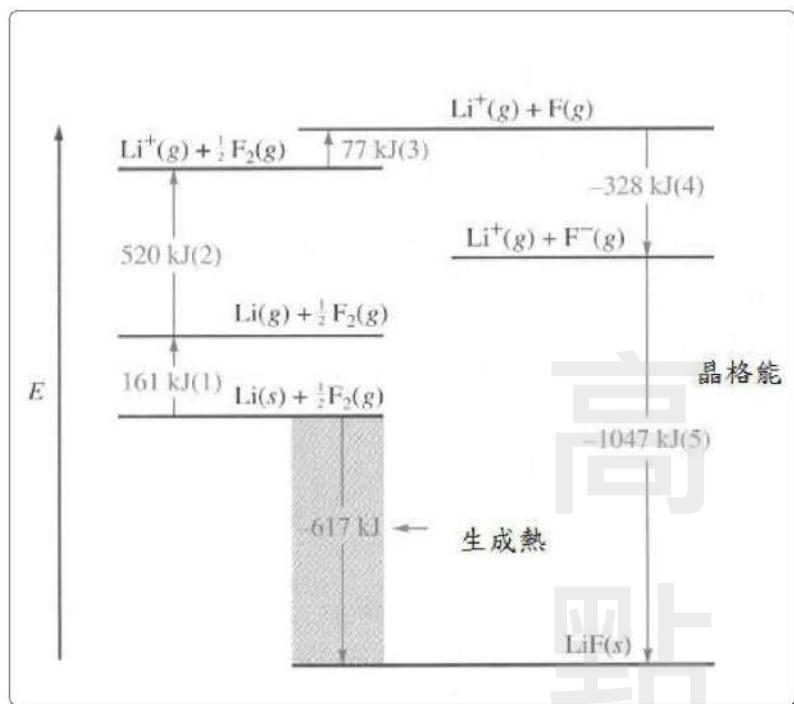
$\text{M(s)} \rightarrow \text{M(g)}$, 昇華焓 (或原子化焓); 昇華(sublimation)

$\text{M(g)} \rightarrow \text{M}^+(\text{g}) + \text{e}^-$, 游離能 IE

$1/2\text{X}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{X(g)}$, 鍵解離能(鍵能), 注意! 要除以 2, 因為 0.5 mole

$\text{X(g)} + \text{e}^- \rightarrow \text{X}^-(\text{g})$, 電子親和力 EA

$\text{M}^+(\text{g}) + \text{X}^-(\text{g}) \rightarrow \text{MX(s)}$, 晶格能(lattice energy), 以 U 表示(或 U_0)



(上圖為 LiF(s)的結果)

8. 有一氫原子光譜，電子的能階躍遷釋放了 $6.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ 的能量，以光子的型態釋放其波長約為何？(普朗克常數 $= 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$)

(A) 201 nm (B) 301 nm (C) 401 nm (D) 501 nm

【解答】B

【解析】 $E = hc/\text{波長} = (6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8)/\text{波長} = 6.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

波長 $= 3.01 \times 10^{-7} \text{ m} = 301 \times 10^{-2} \times 10^{-7} \text{ m} = 301 \times 10^{-9} \text{ m} = 301 \text{ nm}$

【出處】普化第二回量子論波長計算法

9. 下列化學方程式何者不屬於自身氧化還原反應 (disproportionation reaction)？

(A) $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

(B) $\text{Cl}_2 + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

(C) $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

(D) $\text{N}_2\text{O}_3 + 2 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

【解答】D

【解析】自身氧化還原定義是本身是氧化劑也是還原劑

(D) 只有 $\text{N}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NO}_2^-$ 所以不滿足定義

【出處】普化第四回自身氧化還原方程式平衡法

10. 凡得瓦方程式(van der Waals equation)為 $nRT = [P + a(n/V)^2](V - nb)$ 。下列敘述何者影響參數 b？

(A) 真實氣體分子或原子具有體積

(B) 真實氣體分子的平均速度會因溫度增加而變大

(C) 真實氣體分子會有分子間吸引力

(D) 真實氣體的擴散速率會與其分子量的平方根成反比

【解答】A

【解析】壓力修正項因為真實氣體壓力較小，因為有分子間吸引力，所以要加回來才會

等於理想氣體壓力

體積修正項因為真實氣體佔有體積，所以體積比理想氣體大，所以要扣回來才會等於理想氣體體積，才可以遵守上述方程式。

【出處】普化第三回理想氣體及真實氣體 p.35 (完全命中!)

***分子的體積：** 動力論定理想氣體分子在空間中為一“點”，故分子之體積不顯著。在絕對零度時，氣體分子運動已停止，故理想氣體的體積為零。但，真實氣體的體積不為零。所施的壓力增大時，分子間空間減少，但分子本身不能壓縮，結果所測之體積比理想氣體求計的體積稍大，在理想氣體中分子體積是可忽略不計的。

* van der Waals 方程式：

$$\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$$

此公式乃利用校正的方法來使用理想氣體公式

真實氣體壓力會較小，所以壓力的地方有加項(有分子間吸引，所以壓力會較小)

真實氣體體積會較大，所以體積的地方有減項(非彈性碰撞，有吸引力，會接觸)

11. 在一箱體中，未知氣體樣品需要 434 秒完全通過一孔洞擴散至另一真空箱體中。在相同溫度及壓力下，氮氣需要 175 秒才能完全擴散通過同一孔洞。求未知氣體的分子量？

(A) 172 g/mol (B) 69.1 g/mol (C) 44.0 g/mol (D) 13.1 g/mol

【解答】A

【解析】Graham's law $t_1/t_2 = (M_1/M_2)^{1/2} = 175/434 = (28/x)^{1/2}$

$x = 172 \text{ g/mol}$

【出處】普化第三回 Graham law

12. 下列對氣體的描述何者不真？

(A) 理想氣體(ideal gas)在絕對溫度為 0 K 時，其體積為零。
 (B) 在相同的溫度下，理想氣體的所有分子擁有相同的動能(kinetic energy)。
 (C) 氣體分子除了碰撞容器壁，也相互碰撞。
 (D) 在相同的溫度下，氣體分子的平均運動速率是質量愈輕者愈快。

【解答】B

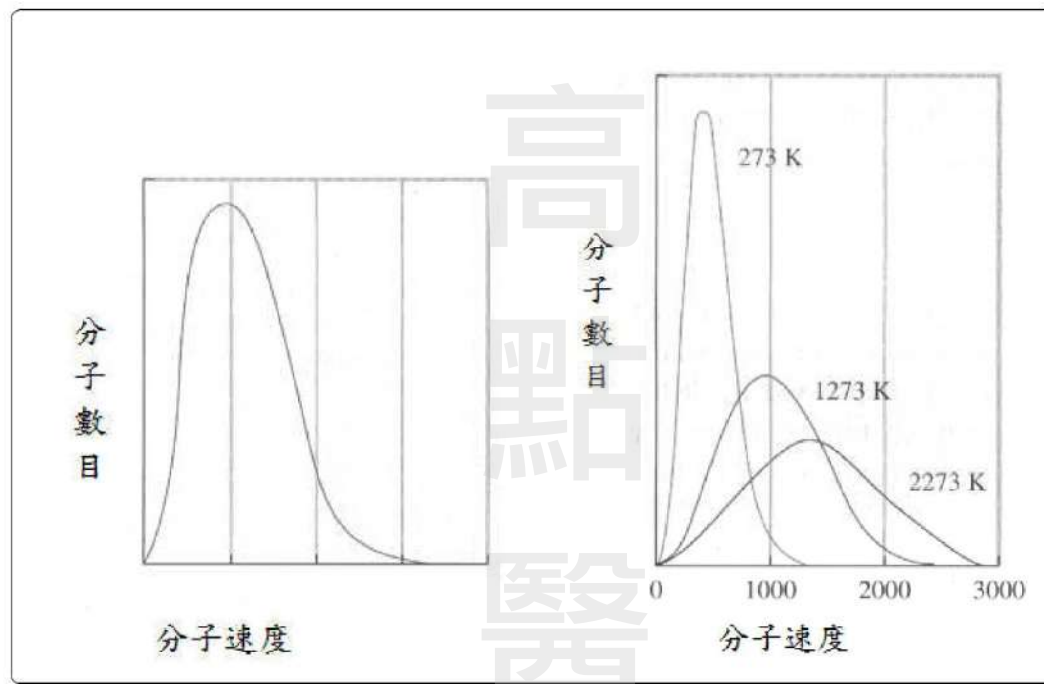
【解析】是同溫下平均動能相同，不是每個分子的動能都相同！上課常常講必考！故(B)不正確。

【出處】普化第三回 p.24 (完全命中!)

並非一氣體之所有分子均具相同之動能。由統計的觀念來看，應由以下的分配律來決定：

→ 馬克斯威爾 & 波茨曼分配律 (Maxwell-Boltzmann distributions)

分子之分率(數目分率)



13. 下列哪些量子數組合是允許的？

(A) $n = 3, l = 3, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$

(B) $n = 4, l = 3, m_l = 4, m_s = -\frac{1}{2}$

(C) $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

(D) $n = 1, l = 2, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$

【解答】C

【解析】合理量子數為 $n > l, -l \dots 0 \dots l = m_l, m_s = +1/2 \text{ or } -1/2$

(C) $n = 3 > l = 2, m_l = 2 \dots 0 \dots -2$ 皆可, $m_s = +1/2$ 故(C)為合理

【出處】普化第二回合理量子數規則

14. 關於化學元素以及週期表的敘述何者正確？

(A) 原子半徑大小依序為鋰 < 鈹 < 硼

(B) 鎂原子的電子組態為 $[\text{Ar}]3s^2$

(C) 磷原子的基態電子組態有三個不成對電子

(D) 包立不相容原理(Pauli exclusion principle)指的是電子要填入數個同副殼層的軌域時，必須先以相同的自旋方式完成半填滿之後，再以成對的方式填入。

【解答】C

【解析】(A)半徑大小為 $\text{Li} > \text{Be} > \text{B}$ 才對

(B) $\text{Mg} = [\text{Ne}]3s^2$ 才對，不是 $[\text{Ar}]$

(C) $\text{P} \rightarrow 3p^3$ 三個孤電子，正確

(D)那是Hund 法則，不是包立不相容原理

【出處】普化第二回週期律與量子理論

15. 對於化學鍵的敘述以下何者正確？

- (A) 臭氧(O_3)的路易士結構含有兩個雙鍵
 (B) $C-S$ 單鍵鍵能較 $C=S$ 雙鍵鍵能高
 (C) 氯分子的化學鍵長較溴分子的化學鍵長
 (D) 硫氰酸根(thiocyanide)的路易士結構為直線型，中心原子為碳。

【解答】D

【解析】(A) $O_3 \rightarrow O=O-O$ 形成共振混成體，並沒有兩個雙鍵

(B) 是 $C=S > C-S$ 鍵能才對

(C) 是 $Br-Br > Cl-Cl$ 因為半徑大小為 $Br > Cl$

(D) SCN^- 是直線形沒有錯， $S \equiv C \equiv N^-$

【出處】普化第二回路易士結構

16. 以下哪一個分子之中心原子具有 dsp^3 混成之性質？

- (A) SBr_6 (B) SO_3 (C) SF_4 (D) CBr_4

【解答】C

【解析】(A) d^3sp^3 (B) sp^2 (C) dsp^3 (D) sp^3

【出處】普化第二回混成軌域

17. 下列對於原子半徑的排列(越往右越小)何者正確？

- (A) $Ga^{3+} > Ca^{2+} > K^+ > Cl^- > S^{2-}$ (B) $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+} > Ga^{3+}$
 (C) $Ga^{3+} > S^{2-} > Ca^{2+} > Cl^- > K^+$ (D) $Ga^{3+} > Ca^{2+} > S^{2-} > Cl^- > K^+$

【解答】B

【解析】 $S^{2-} \sim Ar \sim Cl^-$, $K^+ \sim Ar$, $K^+ \sim Ca^{2+}$, $Ga^{3+} \sim K^+$

都與 Ar 等電子，故負電愈多者半徑愈大： $S^{2-} > Cl^- > K^+ > Ca^{2+} > Ga^{3+}$ 選(B)

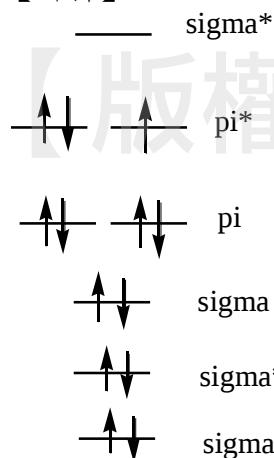
【出處】普化第二回原子大小規則

18. 請判斷 O_2^- 分子的鍵級與磁性？

- (A) 鍵級為 1.5，磁性為順磁 (B) 鍵級為 1.0，磁性為順磁
 (C) 鍵級為 2.0，磁性為順磁 (D) 鍵級為 1.5，磁性為反磁

【解答】A

【解析】



O_2^-

$$\text{bond order} = (\text{bonding e}^- - \text{antibonding e}^-)/2 = (8 - 5)/2 = 1.5$$

有孤電子者為順磁

【出處】普化第二回分子軌域 p.136 精選範例 (完全命中!)

【精選範例】

$O_2, O_2^+, O_2^-, O_2^{2-}$ 比較其鍵序，鍵的長短大小排列

19. 二氧化矽(SiO_2)為何不像二氧化碳(CO_2)分子可分散的存在？

- (A) Si - O 鍵不穩定
 (B) 矽的 3p 軌域與氧的 2p 軌域重疊(overlap)較少
 (C) 二氧化矽為固體，二氧化碳為氣體
 (D) SiO_2 的路易士結構有孤對電子

【解答】B

【解析】Si-O 因為 Si 為 3p, O 為 2p, 軌域大小不對稱, poor overlap, 故不安定, SiO_2 容易分解形成只有單鍵的 $(SiO)_n$ 網狀晶體, 而無氣體分子 SiO_2 存在。

【出處】普化第二回鍵能六法原子大小影響鍵能 p.141 完全命中!

【精選範例】

C-C vs Si-Si

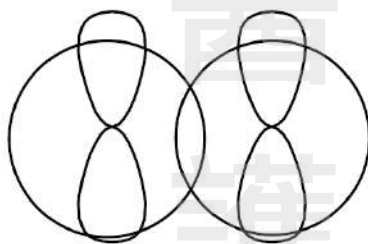
C=C vs Si=Si

Bond energy : C-C > Si-Si ; C=C > Si=Si



good p orbital overlap

(strong π bond)



poor p orbital overlap

(weak π bond)

- 141 -

20. 鎂金屬的晶體是面心立方結構，金屬密度為 1.738 g/cm^3 ，單位晶格長度為 $4.80 \times 10^2 \text{ pm}$ ，請計算鎂原子半徑？

- (A) 90 pm (B) 153 pm (C) 170 pm (D) 205 pm

【解答】C

【解析】邊長 $e = (4r)/\sqrt{2}$, 故 $r = (4.80 \times 100 \times \sqrt{2})/4 = 169 \text{ pm} \sim 170 \text{ pm}$

【出處】普化第三回固態面心立方晶格計算

21. 固體鉛的莫爾體積為 $18 \text{ cm}^3/\text{mol}$ ，假設固體鉛的晶體結構為立方最密堆積(cubic closest packed structure)，試問單位晶胞(unit cell)的體積為何？

- (A) $1.20 \times 10^2 \text{ pm}^3$ (B) $1.20 \times 10^4 \text{ pm}^3$ (C) $1.20 \times 10^6 \text{ pm}^3$ (D) $1.20 \times 10^8 \text{ pm}^3$

【解答】D

【解析】 $4/(6 \times 10^{23}) = 6.66 \times 10^{-24} \text{ mol}$ $1 \text{ m} = 10^{12} \text{ pm}$

$$6.66 \times 10^{-24} \times 18 = 1.2 \times 10^{-22} \text{ cm}^3 = 1.2 \times 10^{-22} \times (10^{-2} \text{ m} \times 10^{12})^3 = 1.20 \times 10^8 \text{ pm}^3$$

【出處】普化第三回固態面心立方晶格計算

22. 下面哪一種特性可以歸因於液體分子間的作用力較弱所引起？

- (A) 低的揮發熱 (B) 高的臨界溫度 (C) 低的蒸氣壓 (D) 高沸點

【解答】A

【解析】揮發熱就是汽化熱，高汽化熱表分子間作用力強

故低汽化熱表分子間作用力弱

【出處】普化第三回化學力

23. 在 25°C 下，苯的蒸氣壓為 94.4 torr，氯仿的蒸氣壓為 172.0 torr。試問在 48.2 g 的氯仿與 48.2 g 的苯混合溶液中(假設此為理想溶液)，氯仿的蒸氣壓為何？

- (A) 37.3 torr (B) 68.0 torr (C) 86.0 torr (D) 104 torr

【解答】B

【解析】 CHCl_3 分子量 = 119.5；苯分子量 = 78, $(48.2)/119.5 = 0.4 \text{ mol CHCl}_3$

$$(48.2)/78 = 0.6 \text{ mol C}_6\text{H}_6$$

$$\text{氯仿莫耳分率} = 0.4 \text{ mol} / (0.4 \text{ mol} + 0.6 \text{ mol}) = 0.4$$

$$\text{故 } 172.0 \text{ torr} \times 0.4 = 68.8 \text{ torr} \text{ 即為分壓}$$

【出處】普化第三回理想溶液蒸氣壓計算

24. 有一溶液為 0.250 mol 的甲苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$)溶在 246 g 的硝基苯($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$)中，此溶液在 -1.1°C 會凝固，純硝基苯的凝固點為 6.0°C 。試問硝基苯的凝固點下降常數(K_f)為何？

- (A) 3.5°C/m (B) 4.4°C/m (C) 7.0°C/m (D) 28°C/m

【解答】C

$$\Delta T_f = 6 + 1.1 = K_f \times (0.25/246) \times 1000$$

$$K_f = 6.9864 \sim 7$$

【出處】普化第三回依數性考法

25. 小明在實驗桌上發現 A - D 四個未知物，經實驗證實 (1) 分子極性大小 $A > B > C$ ；(2) A 很容易被過錳酸鉀氧化；(3) B 與 D 含有不飽和鍵；(4) C 與 D 跟水不會互溶。請問 A - D 可能是那些實驗室常見的有機化合物？

- (A) A: 丙酮, B: 乙醇, C: 苯, D: 正己烷 (B) A: 乙醇, B: 丙酮, C: 正己烷, D: 苯
(C) A: 乙醇, B: 丙酮, C: 苯, D: 正己烷 (D) A: 丙酮, B: 正己烷, C: 苯, D: 乙醇

【解答】B

【解析】極性為 A 乙醇 > B 丙酮 > C 正己烷



C 正己烷 及 D 苯 是油性的，故不溶於水

【出處】普化第八回有機化學

26. 有一核反應過程為： ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$ ，此反應的各核種的質量如下：

$${}^{14}_7\text{N} : 14.003074 \text{ amu}$$

$${}^4_2\text{He} : 4.002603 \text{ amu}$$

$${}^{17}_8\text{O} : 16.999133 \text{ amu}$$

$${}^1_1\text{H} : 1.007825 \text{ amu}$$

請計算此反應所釋放的能量？

$$(A) 1.15 \times 10^{10} \text{ J/mol}$$

$$(B) 1.15 \times 10^{11} \text{ J/mol}$$

(C) 1.15×10^{13} J/mol(D) 1.15×10^{17} J/mol

【解答】B

【解析】 $(16.999133 + 1.007825) - (14.003074 + 4.002603) = 0.001281$ amu

$$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J} \quad 1\text{mol} = 6 \times 10^{23} \quad M = 10^6$$

$$0.001281\text{amu} \times 931.5\text{MeV/amu}$$

$$\rightarrow 1.193\text{MeV} = 1.193 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 6 \times 10^{23} \sim 1.15 \times 10^{11}\text{J/mol}$$

【出處】普化第八回核化學能量計算

27. 對於輻射的敘述以下何者正確？

(A) α 射線通過電場時會被吸引往正極偏移(B) 穿透力： α 射線 $>$ β 射線 $>$ γ 射線(C) 飛行速度： γ 射線 $>$ β 射線 $>$ α 射線(D) β 射線是不具有電量及質量的高能電磁輻射

【解答】C

【解析】 $\alpha = {}^4\text{He}^{2+}$ (帶正電向負極移動, 小於光速); $\beta = \text{e}^-$ (帶負電向正極移動, 小於光速); γ = 高能電磁波(不受正負極影響, 光速)

【出處】普化第一回放射性

28. $2\text{N}_2\text{O}_{5(\text{g})} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$

	ΔH_f°	S°
N_2O_5	11.289 kJ/mol	355.28 J/K mol
NO_2	33.150 kJ/mol	239.90 J/K mol
O_2	0 kJ/mol	204.80 J/K mol

利用上述表格的數據, 計算此反應式在 25°C 下的 ΔG° ?(A) -1.35×10^5 kJ

(B) 98.7 kJ

(C) -25.2 kJ

(D) 135 KJ

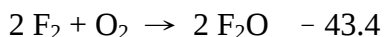
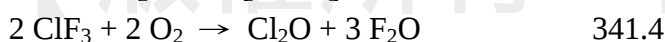
【解答】C

$$\text{【解析】} \Delta H^\circ = (4 \times 33.150) - (2 \times 11.289) = 110\text{ kJ}$$

$$\Delta S^\circ = (4 \times 239.9 + 204.80) - (2 \times 355.28) = 453.84\text{ J/K}$$

$$\Delta G^\circ = 110000 - 298 \times 453.84 = -25.5\text{ kJ}$$

【出處】普化第六回熱力學第二定律應用

29. 在 25°C 下, 已知下列反應:在同樣溫度下, 試問 $\text{ClF} + \text{F}_2 \rightarrow \text{ClF}_3$ 的 ΔH 為?

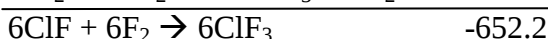
(A) -217.5 kJ/mol

(B) -130.2 kJ/mol

(C) +217.5 kJ/mol

(D) -108.7 kJ/mol

【解答】D



要除以 6:



【出處】普化第一回 Hess law 應用

30. 冰的溶化熱為 6.020 kJ/mol ，水的比熱為 $75.4 \text{ J/mol} \cdot ^\circ\text{C}$ ，一顆冰塊含有一莫耳的水。試問想將 500 g 的水從 20°C 降至 0°C ，需要最少幾顆冰塊？

(A) 1 (B) 7 (C) 14 (D) 15

【解答】B

【解析】 500 g 水降溫放的熱 $(500/18) \times 75.4 \times 20 = 6.020 \times 1000 \times$ 顆 冰塊吸收的熱 (每顆冰塊一莫)
約 $6.9 \sim 7$ 顆

【出處】普化第一回熱化學計算

31. 有一指示劑 HIn 在水中平衡為 $\text{HIn} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{In}^-$ ，酸解離常數 $K_a = 1 \times 10^{-8}$ ，請問當此指示劑至於 $\text{pH} = 6$ 的水溶液中時， HIn/In^- 的濃度比值為何？

(A) 1/1 (B) 100/1 (C) 1/100 (D) 10/1

【解答】B

【解析】 $10^{-8} = 10^{-6}[\text{In}^-]/[\text{HIn}]$
 $[\text{HIn}]/[\text{In}^-] = 100/1$

【出處】普化第五回酸鹼指示劑

32. 有一體積 100 毫升，濃度為 0.05 M 的三質子酸，若要將此三質子酸水溶液的維持在 $\text{pH} = 9.5$ ，請問需加入多少體積的 1.00 M NaOH 水溶液？三質子酸的酸解離常數分別為：

$K_{a1} = 1.0 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 5.0 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 2.0 \times 10^{-12}$

(A) 30 毫升 (B) 25 毫升 (C) 20 毫升 (D) 10 毫升

【解答】D

【解析】 $\text{p}K_{a1} = 3$; $\text{p}K_{a2} = 7.3$; $\text{p}K_{a3} = 11.69$

$\text{H}_3\text{A} \rightarrow \text{H}_2\text{A}^- \rightarrow \text{HA}^{2-} \rightarrow \text{A}^{3-}$

$\text{pH} = 9.5 = (\text{p}K_{a2} + \text{p}K_{a3})/2 = (7.3 + 11.69)/2 = 9.5$ 恰巧在兩性物 HA^{2-}

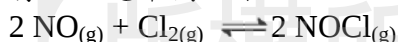
表示 OH^- mol 要是 H_3A 的兩倍才可到達 HA^{2-} ,

故 100 mL , $0.05 \text{ M H}_3\text{A}$ 莫耳數的兩倍

$0.1 \text{ L} \times 0.05 \text{ M} \times 2 = 0.01 \text{ mol OH}^- = 1.00 \text{ M NaOH}$, 10 mL

【出處】普化第五回多質子酸的滴定快算技巧

33. 有一反應平衡如下：



在溫度為 308 K 達成平衡時反應物之分壓； $P_{\text{NO}} = 0.35 \text{ atm}$ ； $P_{\text{Cl}_2} = 0.1 \text{ atm}$ 且平衡常數為 $K_p = 6.5 \times 10^4$ ，請計算 $\text{NOCl}_{(\text{g})}$ 的平衡分壓？

(A) 42 atm (B) 28 atm (C) 14 atm (D) 7 atm

【解答】B

【解析】 $6.5 \times 10^4 = P_{\text{NOCl}}^2 / (0.35^2 \times 0.1)$

$P_{\text{NOCl}} = 28 \text{ atm}$

【出處】普化第四回化學平衡計算

34. K_2CoCl_4 溶於水後解離出的藍色 CoCl_4^{2-} ，與水反應逐漸生成粉紅色的 $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ 反應之平衡反應方程式為： $\text{CoCl}_4^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+} + 4 \text{Cl}^- + \text{heat}$ 下列敘述何者正確？

(1) 對此平衡反應加熱，水溶液會呈現紅色。

(2) 加入少量稀鹽酸溶液，水溶液會從粉紅色轉變為藍色。

(3) 加入水稀釋，平衡會向左移動，水溶液會呈現藍色。

(4) 加入硝酸銀，水溶液會呈現粉紅色。

- (A) (1)與(2) (B) (2)與(3) (C) (3)與(4) (D) (2)與(4)

【解答】D

【解析】(1) 加熱會使放熱反應向左，故變成藍色才對

(2) 加入 HCl，會增加 Cl^- 濃度，反應會向左進行，變成藍色 CoCl_4^{2-}

(3) 加水不會改變平衡

(4) 加 AgNO_3 ，會與 Cl^- 生成 AgCl 沈澱，使 Cl^- 減少，反應向右，變成粉紅色 $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$

故(2), (4) 正確，選 D

【出處】普化第五回勒沙特烈原理

35. 對於化學反應敘述，下列何者正確？

(A) 平衡常數 $K > 1000$ 代表反應速率極快，在室溫下就會進行。

(B) 若正反應是吸熱反應，溫度升高則平衡常數變大。

(C) 反應到達平衡時，正反應與逆反應速率皆為零。

(D) 加入催化劑會讓一個吸熱反應變成放熱反應，且加速反應進行。

【解答】B

【解析】(A) K 的大小無法看出反應速率快慢 A 錯

(B) 吸熱反應 能量 + 反應物 $\leftrightarrow$ 產物

溫度上升時會增加左方能量，反應向右且平衡常數變大

溫度是唯一可以改變平衡常數的物理因素 B 對

(C) 反應達平衡時，應該是正逆反應速率相同才對 C 錯

(D) 加入催化劑只會加快平衡，不會改變吸放熱 D 錯

【出處】普化第四回動力學及化學平衡

36. 已知下面三種化合物之 K_b ：

$\text{C}_6\text{H}_7\text{O}$ $K_b = 1.3 \times 10^{-10}$

$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ $K_b = 5.6 \times 10^{-4}$

$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ $K_b = 1.7 \times 10^{-9}$

它們的共軛酸(conjugate acids)之酸強度由小到大排列，何者正確？

(A) $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ (B) $\text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+ < \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}^+$

(C) $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+$ (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+$

【解答】D

【解析】共軛鹼性愈強酸性愈弱，故 K_b 愈大者鹼性愈強，共軛酸性愈弱

$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ K_b 最大，故共軛酸性最弱

故酸性大小為 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ < \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ < \text{C}_6\text{H}_7\text{OH}^+$

【出處】普化第五回基本酸鹼觀念

37. 有一個化學反應 $A \rightarrow B$ 為二級反應，反應時間為 50 分鐘時，有 50% A 被轉換成 B，若要將 80% A 轉換成 B 需要多少反應時間？

- (A) 200 分鐘 (B) 150 分鐘 (C) 100 分鐘 (D) 80 分鐘

【解答】A

【解析】二級動力方程式 $1/[A] - 1/[A]_0 = kt$

$1/0.5 - 1 = k \times 50$ $k = 1/50$

80% A 反應成 B，故 A 剩 20% $\rightarrow 1/0.2 - 1 = (1/50)t$ $t = 200 \text{ min}$

【出處】普化第四回二級動學計算

38. 下列化學反應式中，何者的 ΔS° 預期有最大的正數值？

- (A) $\text{O}_{2(g)} + 2 \text{H}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
 (B) $2 \text{NH}_4\text{NO}_{3(s)} \rightarrow 2 \text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} + 4 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$
 (C) $\text{NH}_{3(g)} + \text{HCl}_{(g)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(g)}$
 (D) $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(s)}$

【解答】B

【解析】亂度大小為 氣體 > 液體 > 固體

相變差異最大且分子數目增加最多者亂度最大

選 B 因為 2 mol 固體 $\text{NH}_4\text{NO}_3(s)$ 生成 7 mol 氣體產物

【出處】普化第六回熱力學亂度判定法

39. 已知 $A \rightarrow B + C$ 反應速率為二級反應，當 $[A]_0 = 0.100 \text{ M}$ ，反應完成 20% 時，需要 48.2 分鐘，試求此反應的半衰期(Half-life) 為：

- (A) $1.93 \times 10^2 \text{ min}$ (B) 12.1 min (C) $2.41 \times 10^4 \text{ min}$ (D) 8.57 min

【解答】A

【解析】反應完成 20%，表剩下 80% $\rightarrow (1/0.08) - (1/0.1) = 48.2 \text{ k}$, $k = 0.051867$

$$t_{1/2} = 1/([A]_0 k) = 1/(0.1 \times 0.051867) \sim 193 \text{ min}$$

【出處】普化第四回二級動力學半生期計算法

40. 下列表格中的數據由 NO 和 O_2 的反應得到(濃度單位為 molecules/cm^3)，試求此反應的速率方程式為？

$[\text{NO}]_0$	$[\text{O}_2]_0$	Initial Rate
1×10^{18}	1×10^{18}	2.0×10^{16}
2×10^{18}	1×10^{18}	8.0×10^{16}
3×10^{18}	1×10^{18}	18.0×10^{16}
1×10^{18}	2×10^{18}	4.0×10^{16}
1×10^{18}	3×10^{18}	6.0×10^{16}

(A) $\text{Rate} = k[\text{NO}][\text{O}_2]$

(B) $\text{Rate} = k[\text{NO}][\text{O}_2]^2$

(C) $\text{Rate} = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

(D) $\text{Rate} = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]^2$

【解答】C

【解析】 $R = k[\text{NO}]^x[\text{O}_2]^y$

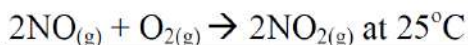
第二組/第一組: $(8 \times 10^{16}) / (2 \times 10^{16}) = (2 \times 10^{18}) / (1 \times 10^{18}) = 2 = 4 = 2^2$, $x = 2$

第五組/第一組: $(6 \times 10^{16}) / (2 \times 10^{16}) = (3 \times 10^{18}) / (1 \times 10^{18}) = 3y = 3$, $y = 1$

故 $r = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$

【出處】普化第四回初期反應速率法求 rate law p.54 (完全命中!)

【精選範例】



	$[\text{NO}] \text{ mol/L}$	$[\text{O}_2] \text{ mol/L}$	Rate (mol/L.s)
A	1×10^{-3}	1×10^{-3}	7×10^{-6}
B	1×10^{-3}	2×10^{-3}	14×10^{-6}
C	1×10^{-3}	3×10^{-3}	21×10^{-6}
D	2×10^{-3}	3×10^{-3}	84×10^{-6}
E	3×10^{-3}	3×10^{-3}	189×10^{-6}

41. 對以下電池反應， $E^\circ_{\text{cell}} = 1.66 \text{ V}$ ， $\text{P}_{4(\text{s})} + 3 \text{OH}^-_{(\text{aq})} + 3 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{PH}_{3(\text{g})} + 3 \text{H}_2\text{PO}_2^-_{(\text{aq})}$ 。其氧化劑和還原劑分別是：

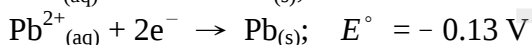
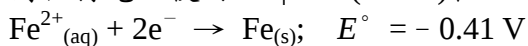
(A) P_4 and P_4 (B) OH^- and P_4 (C) H_2O and P_4 (D) P_4 and OH^-

【解答】A

【解析】自身氧化還原 $\text{P}_4 \rightarrow \text{PH}_3$ ， $\text{P}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{PO}_2^-$

【出處】普化第四回自身氧化還原反應

42. 對伏打電池使用 $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+}(1.0 \text{ M})$ 和 $\text{Pb} | \text{Pb}^{2+}(1.0 \text{ M})$ 半電池，以下哪個說法是正確的？



- (A) 鐵電極的質量在放電期間增加
(B) 電子在放電過程中離開鉛電極通過外部電路
(C) 放電過程中 Pb^{2+} 的濃度降低
(D) 鐵電極是陰極

【解答】C

【解析】 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ 0.41 V 陽極

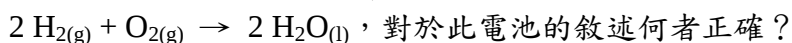
$\text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}$ -0.13 V 陰極

$$E = E^\circ - (0.05916/2) \log ([\text{Fe}^{2+}]/[\text{Pb}^{2+}])$$

- (A) 鐵在放電期間質量減少才對
(B) 電子是從鐵電極通過外部至鉛才對
(C) 放電過程中 Pb^{2+} 變成 Pb ，故 Pb^{2+} 濃度降低是正確的
(D) 鐵是陽極才對

【出處】普化第六回電化學電池 Nernst 方程式應用

43. 氫燃料電池是利用氫氣及氧氣發生反應產生電流及水，電池的反應式為



- 對於此電池的敘述何者正確？
(A) 陽極半反應式為 $\text{O}_{2(\text{g})} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow 4 \text{OH}^-_{(\text{aq})}$
(B) 需要貴重金屬如鉑或鎳作為電催化觸媒(electrocatalysts)
(C) 電催化觸媒的作用是將氣態燃料轉換成液態，讓電池運作較安定。
(D) 產生的電壓與鋅電極銅電極組成的伏打電池相似，約為 3.4 伏特。

【解答】B

【解析】(A)陽極： $2\text{H}_2(\text{g}) + 4\text{OH}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ 才對

(B)使用白金 Pt 或 Ni 作為電催化觸媒是對的

(C)催化觸媒是電極媒介才對

(D)燃料電池可用於航空器電壓不同於一般的鋅銅電池,所以不止是 3.4 伏特

【出處】普化第六回燃料電池 p.69 (完全命中!)

*燃料電池

電能之產生，乃由一燃料之燃燒的熱用以轉變為蒸氣。此蒸氣再以推動渦輪驅動一發電機。但會有熱損失，只有約 30%~40%之能量最後可以成為電能。
今電池之設計乃燃燒燃料如氫，一氧化碳或甲烷直接將能量轉換成電能，稱為燃料電池。

今日燃料電池已有 60~70 %之效能：

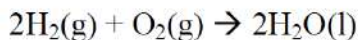
燃料電池中，氫及氧均由多孔炭電極中以氣泡狀態冒出進入濃厚氫氧化鈉水溶液或氫氧化鉀水溶液中。



陽極: $2\text{H}_2(\text{g}) + 4\text{OH}^- \rightarrow 4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$

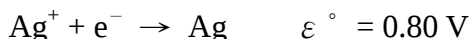
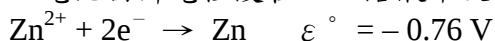
陰極: $4\text{e}^- + \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{OH}^-$

燃料電池全反應:



此電池維持高溫，由電池反應生成之水一旦產生便蒸發而去。
(常用於航空器之供電)

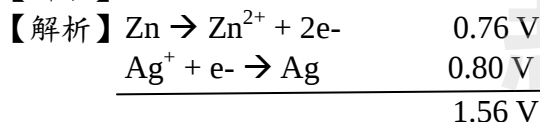
44. 一電池由鋅電極浸在 Zn^{2+} 溶液中及銀電極浸在 Ag^+ 溶液中組成



當 $[\text{Zn}^{2+}]_0 = 0.050 \text{ M}$ 和 $[\text{Ag}^+]_0 = 12.54 \text{ M}$ 時，試求此電池的電池電位？

- (A) 1.35 V (B) 1.46 V (C) 1.66 V (D) 1.77 V

【解答】C



$$E = 1.56 - (0.05916/2)\log([0.05]/[12.54]) = 1.66 \text{ V}$$

【出處】普化第六回 Nernst 方程式應用

45. 以下哪一個錯合物是屬於反磁性質？

- (A) $[\text{Mn}(\text{CN})_6]^{4-}$ (B) $[\text{V}(\text{CN})_6]^{3-}$ (C) $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$ (D) $[\text{Cr}(\text{CN})_6]^{3-}$

【解答】C

【解析】有孤電子者為順磁

(A) 順 (B) 順 (C) 逆 (D) 順

Mn^{2+} d5 low spin

V^{3+} d3

Co^{3+} d6 low spin



Cr^{3+} d3



【出處】普化第八回錯合物電子組態

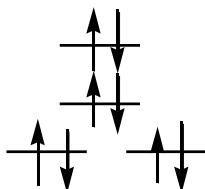
46. $[\text{Co}(\text{CN})_4]^{3-}$ 錯合物的分子形狀為平面四邊形(square planar)，請判斷中心離子未成對電子數目？

- (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 4

【解答】A

【解析】沒有孤電子

Co⁺ d8 low spin



【出處】普化第八回錯合物電子組態

47. 下列哪一個離子化合物由分光光譜儀測量出的吸收光波長最長？

- (A) $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ (B) $[\text{Rh}(\text{CN})_6]^{3-}$ (C) $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ (D) $[\text{Rh}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

【解答】A

【解析】光譜化學序列愈前面者，能差愈大，吸收波長愈短 $\text{CN}^- > \text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O} > \text{Cl}^-$

【出處】普化第八回錯合物光譜化學序列

48. 下列何種物質其中心金屬氧化態為+2 價？

- (A) $[\text{Pt}(\text{en})_2\text{Cl}_2](\text{NO}_3)_2$ (B) $\text{Ni}(\text{CO})_4$
(C) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ (D) $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$

【解答】D

【解析】(A) Pt^{4+} (B) Ni (C) Co^{3+} (D) Ru^{2+}

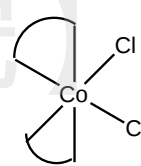
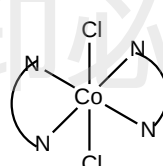
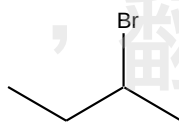
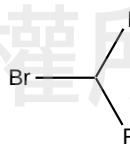
【出處】普化第八回錯合物中心金屬氧化數

49. 下列有機分子或是金屬錯合物哪一個不具有對掌性(chirality)？

- (A) bromofluoroiodomethane
(B) 2-bromobutane
(C) *trans*-dichlorobis(ethylenediamine)cobalt(III) ion
(D) *cis*-dichlorobis(ethylenediamine)cobalt(III) ion

【解答】C

【解析】



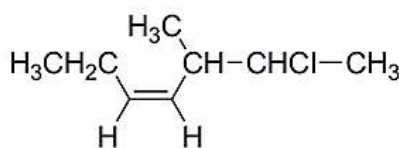
- (A) bromofluoroiodomethane (B) 2-bromobutane (C) (D)

(C) 有一個對稱面，故不具有 chirality 也就是沒有鏡像異構物

【出處】普化第八回錯合物及有機化學不對稱分子的快速判定法

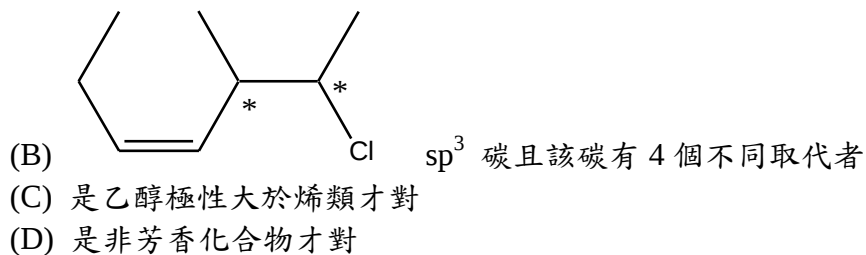
50. 對於右圖有機分子的敘述何者正確？

- (A) IUPAC 名稱為 (*E*)-6-chloro-5-methylhex-3-yne
(B) 可能具有兩個不對稱中心(chiral center)
(C) 分子極性大於乙醇
(D) 屬於芳香烴(aromatic hydrocarbon)化合物



【解答】B

【解析】(A) (Z)-6-chloro-5-methylhept-3-ene 才對,是烯類,不是炔類,所以 yne 就拼錯了 XD



【出處】普化第八回有機化學

高
點
醫
護

【版權所有，翻印必究】

試題評析：

第一回有效數字, 基本化學觀	2 分	第二回分子極性比法	0 分
第一回基本計量	4 分	第二回原子大小比法	4 分
第一回化學方程式	0 分	第二回分子軌域順逆磁鍵級比法	2 分
第一回熱化學 Hess's law, 溫標, 反應熱	4 分	第三回理想氣體考法	4 分
第二回量子理論	8 分	第三回真實氣體考法	2 分
第二回游離能電子親和力電負度	0 分	第三回化學作用力	2 分
第二回 Born-Haber cycle	2 分	第三回液體表面張力 viscosity	0 分
第二回分子結構及共振	6 分	第三回蒸氣壓計算	2 分

第三回相圖, 固態化學	4 分	第五回酸鹼計算緩衝溶液快攻法, 溶解沈澱	0 分
第三回理想溶液拉午耳定律	0 分	第五回兩性物酸鹼計算及滴定	2 分
第三回依數性	2 分	第五回胺基酸等電點	0 分
第四回溶解度法則	0 分	第五回酸鹼滴定法	0 分
第四回化學動力學	6 分	第六回熱力學第一定律考法	0 分
第四回化學平衡學	4 分	第六回熱力學變數	0 分
第五回酸鹼觀念比較	4 分	第六回熱力學第二定律與自由能	4 分
第五回酸鹼計算弱酸鹼快攻法含指示劑	2 分	第六回熱力學第三定律與熵, 熱力平衡	0 分

第六回電化學計算	4 分	第八回核化學	2 分
第六回濃差電池計算及燃料電池及其它電池	2 分	第八回有機化學命名	2 分
第七回各族敘述化學	0 分	第八回有機立體化學	0 分
第八回錯合物理論 d 軌域能階及氧化數	6 分	第八回有機反應	2 分
第八回錯合物理論光譜化學序列	2 分	第八回有機高分子	0 分
第八回錯合物命名, 反應	2 分	第八回生物化學胺基酸	0 分
第八回錯合物異構物	0 分	第八回生物化學醣類 DNA, RNA	0 分
第八回錯合物光譜	0 分	第八回生物化學代謝 能量貨幣 ATP	0 分

總評：

本次考試普化第二回量子結構佔 14 題, 第八回錯合物核化有機生化佔 8 題, 幾乎一半與去年相同, 重點都在第二回及第八回幾乎一半分數, 本次計算太多, 不太容易算, 如果同學們先秒殺觀念題再做計算題才可以收最大時效, 大多都是考古題及完全命中 10 題!! 本班同學應可獲取高分!!