

# 2013 年第 45 屆國際化學奧林匹亞競賽

## 國內初選筆試－題目卷

### 答 題 注 意 事 項

- 學生證及健保卡或身分證置於桌面右上角備查。
- 筆試時間：14:00~16:00
- 答案卡需填、畫編號，五碼編號填寫如右圖

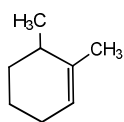
年級	X	班級	XX	座號	XX	科目		姓名	
----	---	----	----	----	----	----	--	----	--
- 非選擇題答案卷每一頁的上方都須寫上姓名、編號。
- 本試題連同本頁共計 9 頁，總分 200 分。
  - 一、單選題（1~28，每題選出一個最適當的選項，依題號標示在答案卡上。每題答對得 3 分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 84 分）
  - 二、多選題（29~40，每題至少有一個選項是正確的。選出正確選項，依題號標示在答案卡上。每題答對得 5 分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 60 分）
  - 三、非選擇題（共四大題，答案必須寫在非選擇題答案卷之相對應區域，否則不予計分。作答時不必抄題，計算題必須寫出計算過程。（共計 56 分，配分如題目所標示）。
- 考生不得攜帶及使用電子計算機與手機，呼叫器、行動電話及計時器必須關機並置於臨時置物區。**開震動、無聲，視同作弊違規。**
- 請用 2B 軟性鉛筆塗答案卡。
- 非選擇題作答請用藍、黑色原子筆（其餘筆作答，不予計分），可使用立可白塗改，如修改不清楚，不予計分。
- 考試完畢題目卷及答案卷一起繳交監考老師，不得攜出場外。
- 考試開始 40 分鐘後才可以交卷。
- 考試時間共 120 分鐘。
- 試題與答案考後將公佈於網頁上。
- 參考資料： $\log 2 = 0.301$ ； $\log 3 = 0.477$

## 一、單選題 (每題 3 分)

- 將濃硫酸加到下列各鹽的溶液中，何者不會發生氧化還原反應？  
(A)  $\text{NaNO}_3$       (B)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$       (C)  $\text{NaI}$       (D)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$       (E)  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- 元素銦(In)之莫耳質量為 114.8 g，其原子序為 49。自然界中有 In-112 及 In-115，則此二同位素之比例為何？  
(A) 6/94      (B) 25/75      (C) 50/50      (D) 75/25      (E) 94/6
- 有一無色水溶液，其中含一種離子化合物。已知下列的實驗結果，判斷化合物為何？。  
實驗一、當少量稀氫氧化鈉溶液加到溶液中，會有沉澱產生。但當加入過量的  $\text{NaOH}$  時，沉澱物又再溶解。  
實驗二、加  $\text{AgCH}_3\text{COO}$  到溶液中，會產生白色的沉澱物。  
(A)  $\text{PbSO}_4$       (B)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$       (C)  $\text{CuSO}_4$       (D)  $\text{AlCl}_3$       (E)  $\text{FeI}_2$
- 下列何者的還原電位最負？  
(A)  $\text{F}_2$       (B)  $\text{Ag}$       (C)  $\text{Na}$       (D)  $\text{Li}^+$       (E)  $\text{C}$
- 配位化合物  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{C}_2\text{O}_4)$  可作為癌症化療藥物，其幾何形狀為平面四邊形。下列有關此配位化合物的敘述何者正確？  
(A) 有異構物  
(B) 中心金屬的氧化數為 0  
(C) 配位數為 3  
(D) 溶於水可導電  
(E) 有兩種配位基。
- 有一元素的電子組態是  $[\text{Xe}]4f^{14}5d^76s^2$ ，則此元素是下列何者？  
(A) 惰性氣體      (B) 過渡元素      (C) 鹼土金屬元素      (D) 內過渡元素      (E) 鹼金屬元素
- 下列那組分子和離子不包含平面型的分子或離子？  
(A)  $\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}_2, \text{N}_2\text{H}_4$   
(B)  $\text{SF}_4, \text{CO}_3^{2-}, \text{BF}_3$   
(C)  $\text{ClF}_3, \text{SO}_4^{2-}, \text{PCl}_3$   
(D)  $\text{O}_3, \text{PH}_3, \text{CO}_2$   
(E)  $\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{Se}$
- 下列何者為極性分子？  
(A)  $\text{CS}_2$       (B)  $\text{SO}_3$       (C)  $\text{CF}_4$       (D)  $\text{IF}_5$       (E)  $\text{SF}_6$

9.  $\text{NO}_2(\text{g})$  分解為  $\text{NO}(\text{g})$  和  $\text{O}_2(\text{g})$  之反應為二級反應。已知在某溫度時，濃度為  $1.0 \times 10^{-4} \text{ M}$  之  $\text{NO}_2$  的初始分解速率為  $1.0 \times 10^{-6} \text{ M}\cdot\text{s}^{-1}$ ；問經過多少秒後，其濃度會減半？(假設速率定律不隨濃度改變)
- (A) 50                      (B) 100                      (C) 150                      (D) 200                      (E) 250
10. 下列哪一個金屬氧化物無法溶於強鹼性水溶液中？
- (A)  $\text{BeO}$                       (B)  $\text{ZnO}$                       (C)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$                       (D)  $\text{Al}_2\text{O}_3$                       (E)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
11. 鉍(Bi)元素與氮元素同族，兩者相差四個週期。試問在每一個鉍原子中，總共有多少個電子填入 p 和 d 軌域？
- (A) 53                      (B) 57                      (C) 59                      (D) 61                      (E) 63
12. 斷裂丙烷分子中之所有共價鍵需  $4006 \text{ kJ/mol}$  的能量，而斷裂正戊烷分子中之所有共價鍵則需  $6356 \text{ kJ/mol}$  的能量。問 C-C 鍵的平均鍵能為多少  $\text{kJ/mol}$ ？
- (A) 347                      (B) 368                      (C) 386                      (D) 414                      (E) 432
13. 將莫耳數比 3 : 1 的氫氣與氮氣置於一溫度及體積固定的密閉容器中，並在適當催化劑存在下，使其生成氨氣。當平衡達成時，若氫氣分壓的平方與氨氣分壓的比值為 0.2，則反應  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{NH}_3(\text{g})$  之平衡常數  $K_p$  為多少？
- (A) 0.12                      (B) 0.6                      (C) 15                      (D) 30                      (E) 75
14. 下列那一個分子之中心原子的混成軌域與其他分子不同？
- (A)  $\text{BF}_3$                       (B)  $\text{COCl}_2$                       (C)  $\text{IBr}_3$                       (D)  $\text{AlCl}_3$                       (E)  $\text{FNO}_2$
15. 在  $27^\circ\text{C}$ 、 $0.82 \text{ atm}$  下， $300 \text{ mL}$  之  $\text{SO}_2$  可使  $200 \text{ mL}$  之  $\text{KMnO}_4$  完全褪色，則  $\text{KMnO}_4$  的體積莫耳濃度為何？
- (A) 0.02                      (B) 0.05                      (C) 0.04                      (D) 0.03                      (E)  $0.06 \text{ M}$ 。
16. 下列何者不屬於共軛酸鹼對？
- (A)  $\text{NH}_3$ ， $\text{NH}_4^+$   
 (B)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ， $\text{PO}_4^{3-}$   
 (C)  $\text{OH}^-$ ， $\text{H}_2\text{O}$   
 (D)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ， $\text{HCO}_3^-$   
 (E)  $\text{HSO}_4^-$ ， $\text{SO}_4^{2-}$
17. 我國道路交通安全規則規「飲酒後其吐氣所含酒精成分超過  $0.25 \text{ mg/L}$  以上者，不得駕車」，請問相當於多少 ppm？
- (A) 0.25                      (B) 25                      (C) 250                      (D) 13.3                      (E)  $133 \text{ ppm}$ 。

18. 已知水的解離為吸熱反應，其解離常數  $K_w$  在  $25^\circ\text{C}$  時為  $1.0 \times 10^{-14}$ ，下列敘述何者正確？
- (A) 在  $80^\circ\text{C}$  時，酸性溶液的  $\text{pOH} + \text{pH} < 14$   
 (B) 在  $100^\circ\text{C}$  時，某水溶液之  $\text{pH} = 7$ ，則此溶液為中性  
 (C) 在  $40^\circ\text{C}$  時，純水之  $\text{pOH} > 7$   
 (D) 在  $4^\circ\text{C}$  時，純水之密度最小，解離度亦最低  
 (E) 在  $10^\circ\text{C}$  時，中性溶液  $\text{pH} < 7$ 。
19. 取某酸性物質 2.0 g 溶成 50 mL 水溶液，取出 30 mL，以 0.5 M NaOH 溶液滴定，加入 40 mL 之 NaOH 溶液，恰達當量點，該酸性物質為何者？
- (A)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$  (B)  $\text{HCOOH}$  (C)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (D)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (E)  $\text{H}_2\text{CO}_3$
20. 氧化還原反應： $\underline{a}\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \underline{b}\text{H}^+ \rightarrow \underline{c}\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + \underline{d}\text{H}_2\text{O}$ ，以下何者正確
- (A)  $a = 4$  (B)  $b = 6$  (C)  $c = 5$  (D)  $d = 2$  (E)  $b = 5$
21. 常用酸鹼指示劑酚酞其本身也是一個有機弱酸，酚酞未解離前為無色，解離後為紫紅色，其變色範圍為  $\text{pH} = 8.0 \sim 9.6$ ，下列何者最有可能是其酸解離常數：
- (A)  $3 \times 10^{-5}$  (B)  $9 \times 10^{-8}$  (C)  $6 \times 10^{-10}$  (D)  $6 \times 10^{-12}$  (E)  $5 \times 10^{-15}$ 。
22. 分子 2,3-戊二烯中，其五個碳原子鍵結時所用的混成軌域與下列哪一個化合物中碳原子所用混成軌域的種類相同？
- (A) 4-乙炔基環戊烯  
 (B) 2-戊炔  
 (C) 1,3-環己二烯  
 (D) 庚-2-烯-4-酮  
 (E) 環丙烯
23. 下列哪一化合物在水中的溶解度最大？
- (A) 乙酸乙酯 (B) 正己醇 (C) 乙醚 (D) *N,N*-二甲基甲醯胺 (E) 環戊烷
24. 下列哪一選項為化合物甲的正確中文系統名稱？

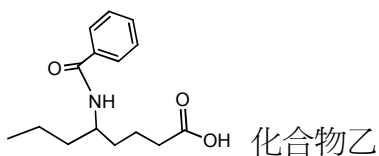


化合物甲

- (A) 1,2-二甲基環己-2-烯  
 (B) 2,3-二甲基環己-2-烯  
 (C) 1,2-二甲基環己-1-烯  
 (D) 2,3-二甲基環己-1-烯  
 (E) 1,6-二甲基環己-1-烯

25. 化合物乙具有下列何種官能基？

- (A) 羥基      (B) 酮基      (C) 胺基      (D) 羰基      (E) 羧基



26. 下列有關烴類的敘述何者正確？

- (A) 環己炔化性活潑，室溫可與溴反應得溴化物  
(B) 分子式為  $C_4H_8$  共有四種異構物  
(C) 1,3-二甲基環己烷有二種幾何異構物  
(D) 1-戊烯比 1-戊炔更容易與鹼產生反應  
(E) 環己烯可與溴反應產生 1,4-二溴環己烷

27. 有關下列有機化合物反應與性質的敘述何者正確？

- (A) 當與  $ZnCl_{2(aq)}$  的酸性溶液混合時 1-丁醇比 2-甲基-2-丁醇較易呈混濁狀  
(B) 2-氯丁酸的酸性較 3-氯丁酸強  
(C) 正丁烷較 2-甲基丁烷易與氯氣在照光的條件下形單一氯化反應  
(D) 對硝基苯甲酸的酸性較鄰硝基苯甲酸強  
(E) 果糖可與溴水反應生成葡萄糖

28. 下列化合物與  $NaOH_{(aq)}$  行取代反應時，何者反應最快？

- (A) 氯乙烯      (B) 氯苯      (C) 氯乙炔      (D) 1-氯丁烷      (E) 氯環己烷

## 二、多選題 (每題 5 分)

29. 下列有關影響反應速率之因素的敘述，那些正確？

- (A) 具有較大活化能之反應比活化能較小者慢  
(B) 添加催化劑可改變反應的路徑並降低活化能  
(C) 添加催化劑可加速正向反應，並抑制逆向反應  
(D) 活化能的大小與反應物的本性及溶劑種類有關  
(E) 升溫可加速反應的主因是由於分子碰撞次數增加之故

30. 在  $25^\circ C$  時，甲苯的飽和蒸氣壓約為苯的 30%，但兩者可混合形成理想溶液，並遵守拉午耳定律，試問下列有關苯和甲苯及其混合溶液的敘述，那些正確？

- (A) 甲苯的沸點比苯高  
(B) 理想溶液表示分子間作用力可忽略  
(C) 苯在蒸氣中的莫耳分率比在混合溶液中高  
(D) 苯在蒸氣中的莫耳分率不會受混合溶液之組成的影響  
(E) 苯在混合溶液中的莫耳分率愈高，溶液沸騰的溫度就愈低

31. 下列敘述，何者正確？
- (A) 石墨和鑽石都是絕緣體
  - (B) 石墨烯可導電
  - (C) 固態離子化合物為絕緣體，但其水溶液可導電。
  - (D) 分子固體是絕緣體
  - (E) 分子化合物為絕緣體，但其水溶液可導電。

32. 下表為 X 和 Y 元素的第一至第六之連續游離能，以 kJ/mol 為單位。

	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>	I <sub>6</sub>
X	590	1146	4941	6485	8142	10519
Y	1086	2352	4619	6221	37820	47260

E 和 F 分別是 X 和 Y 的氧化物，並且在 X 和 Y 的最高氧化態。當 E 與 F 反應，形成的化合物之實驗式可為何？

- (A) X<sub>2</sub>YO<sub>2</sub>
  - (B) X<sub>2</sub>YO<sub>3</sub>
  - (C) XY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
  - (D) XYO<sub>3</sub>
  - (E) X<sub>2</sub>YO<sub>4</sub>
33. 有關物質：Au、NH<sub>4</sub>Br、HCl、NaCl、C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>、及 CH<sub>3</sub>OH 之敘述，下列何者正確？
- (A) 其中共有 4 個為電解質
  - (B) Au 原子間有金屬鍵
  - (C) HCl 及 CH<sub>3</sub>OH 中有共價鍵
  - (D) 液態的 HCl 藉由 H<sup>+</sup> 和 Cl<sup>-</sup> 之移動而導電
  - (E) NH<sub>4</sub>Br 與 NaCl 中有離子鍵
34. 某生認為氧化鎂(MgO)是由 Mg<sup>+</sup>和 O<sup>-</sup>離子所組成，而不是由 Mg<sup>2+</sup>和 O<sup>2-</sup>離子所組成。試問下列那些氧化鎂的性質可用於證明該生是錯誤的？
- (A) 晶格能大小
  - (B) 可溶於酸
  - (C) 磁天平稱得的質量
  - (D) 熔融態能導電
  - (E) 熔點大小

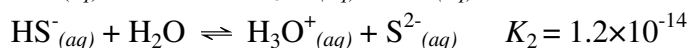
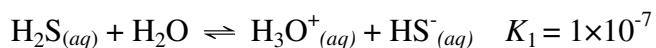
35. 在 25°C 下，水的飽和蒸氣壓為 23.5 mmHg；現有一唧筒內盛有 0.18 g 的水，此時體積為 2.45 L，則下列哪一些改變，不會影響唧筒內水蒸氣之分壓
- (A) 使體積變為原來的 3 倍
  - (B) 使體積變為原來的 1/2
  - (C) 加入一些食鹽
  - (D) 加入一些酒精
  - (E) 升高溫度到 27°C。
36. 下列五種化合物皆微溶於水中，在水中加入硫酸後，哪些化合物溶解的量會明顯增加？
- (A)  $Zn(OH)_2$       (B)  $AgCl$       (C)  $CaCO_3$       (D)  $Ca_3(PO_4)_2$       (E)  $BaSO_4$ 。
37. 有關膠體溶液性質的敘述，何者正確？
- (A) 膠體溶液長時間靜置亦不會沉澱，表示膠質粒子密度與溶液接近
  - (B) 廷得耳效應是因為膠質粒子散射光線而造成
  - (C) 因為廷得耳效應，膠體溶液均無法透光
  - (D) 膠體溶液中加入少許電解質，膠體粒子就可析出，這是因為膠質粒子帶有電荷之故
  - (E) 膠體溶液可以濾紙過濾後得到真溶液。
38. 下列有關芳香烴反應的敘述，何者正確？
- (A) 室溫時，苯與溴反應可得溴苯
  - (B) 苯與硝酸在硫酸的催化下反應可得硝基苯
  - (C) 硝基苯較甲苯易與氯甲烷在三氯化鐵的催化下行甲基化反應
  - (D) 苯甲酸較酚易與乙醯氯反應
  - (E) 苯甲醇較 1-丁醇易與鹽酸溶液反應得氯化物
39. 下列有關去氧核糖核酸的敘述，哪些選項正確？
- (A) 去氧核糖核酸是以核苷酸為單體聚合而成
  - (B) 去氧核糖核酸結構中的去氧核糖是五碳糖，分子式為  $C_5H_{10}O_5$
  - (C) 去氧核糖核酸的結構中含有羧酸根
  - (D) 去氧核糖核酸的雙股螺旋結構中具有分子內氫鍵
  - (E) 去氧核糖核酸的序列取決於五種鹼基的排序
40. 有關下列物質酸鹼性質比較的敘述，哪些正確？
- (A)  $C_6H_{11}NH_3^+$  的酸性較  $C_6H_5NH_3^+$  強
  - (B)  $CH_3OH_2^+$  的酸性較  $CH_3COOH$  強
  - (C)  $CH_3NH_2$  的鹼性較  $C_6H_5NH_2$  強
  - (D)  $C_6H_5COOH$  的酸性較  $CH_3COOH$  強
  - (E) 乙烷的酸性較乙烯強

### 三、非選擇題 (共計 56 分，配分如題目所標示)

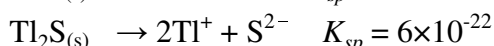
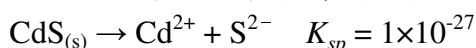
1. 將某單質子弱酸之鈉鹽(以 NaA 表示) 3.6 克溶於 100 克水中，所得溶液在 25 °C 之 pH 值為 10.0，滲透壓為 9.78 atm，密度為 1.036 g/mL。假設 NaA 在水中完全解離，試回答下列各題。(H = 1.0, Na = 23.0)

- (a) 求 NaA 之莫耳數 (4 分)
- (b) 求弱酸 HA 之分子量 (4 分)
- (c) 求溶液中 HA 之濃度(以 M 表示) (2 分)
- (d) 求弱酸 HA 之解離常數  $K_a$  (4 分)

2. 硫離子  $S^{2-}$  可與許多重金屬陽離子形成沉澱， $S^{2-}$  的來源可利用通入  $H_2S$  氣體到水溶液中，在酸性條件下， $H_2S$  在水中的飽和濃度為 0.1M，今已知  $H_2S$  溶於水中會有以下反應平衡:



- (a) 今有一強酸溶液 pH = 2.0，請問平衡時  $H_2S$  飽和溶液之  $[S^{2-}] = ? M$  (4 分)
- (b) 現有一混和離子溶液含有  $[Cd^{2+}]$  與  $[Tl^+]$  各 0.1 M，假設其 pH=2.0，請問通入  $H_2S$  氣體至飽和濃度可否使其中離子沉澱？是一種或兩種離子會沉澱 (或沒有沉澱)？(4 分)



- (c) 持續通入  $H_2S$  氣體至飽和濃度的條件下，欲使溶液中 99.9% 的  $Cd^{2+}$  沉澱而  $Tl^+$  尚未沉澱達到以過濾分離兩種離子的目的，請問  $[H_3O^+]$  應控制在多少濃度(以 M 為單位)？(6 分)

$$(\sqrt{2}=1.414, \sqrt{3}=1.732, \sqrt{5}=2.236, \sqrt{7}=2.646)$$

3. 試寫出下列各單項的主要有機產物的結構。(每小題 2 分，必需畫出結構才給分)

- (a) 乙苯與溴在照光條件下得單一溴化產物(a)
- (b) 將產物(a)與  $NaOH_{(aq)}$  共熱得主產物(b)
- (c) 將產物(a)與  $NaOCH_2CH_3$  在乙醇溶液中共熱得主產物(c)
- (d) 將產物(c)與  $KMnO_4$  在 0 °C，鹼性條件下 得主產物(d)
- (e) 將產物(c)與鹽酸共熱得主產物(e)
- (f) 將產物(b)與乙醯氯反應得主產物(f)



4. 編號 1 到 7 的 7 個試管中，有下列物質的稀水溶液： $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (順序不一定相同)。另有試管標為 X 和 Y，其中各有一種未知物質的稀水溶液。

下列之觀察為 9 個溶液中的兩個混合之反應：

	1	2	3	4	5	6	7	X	Y
1	*	—	↓黃白	↓藍色	↑氣體	—	↑氣體	—	↓藍色
2		*	↓白色	—	—	—	—	—	—
3			*	—	↓黃色	↓棕色	—	↓黃色	↓白色
4				*	↓棕色	↓藍色	—	↓棕色	—
5					*	—	—	—	↓棕色
6						*	—	刺鼻臭味	↓藍色
7							*	—	—
X								*	↓棕色
Y									*

其中↓代表沉澱物生成，顏色標於右側；↑代表有氣體生成；—代表無反應。

- (a) 寫出各試管中的物質。(各 2 分)
- (b) X 和 Y 分別為何物質？(各 1 分，陰、陽離子全對才給分)