

國立中央大學化學學系  
115 學年度大學申請入學  
第二階段指定項目甄試  
試題本

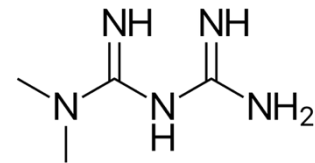
<未宣布開始作答前，請勿翻閱>

一、單一選擇題（每題 3 分，共計 72 分），答錯不倒扣

1. 關於物質中各種鍵結強度之順序何者正確？

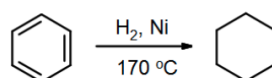
- A) 偶極-偶極力 > 共價單鍵 > 離子鍵 > 氫鍵 > 倫敦分散力
- B) 離子鍵 > 共價單鍵 > 氫鍵 > 偶極-偶極力 > 倫敦分散力
- C) 離子鍵 > 共價單鍵 > 倫敦分散力 > 氫鍵 > 偶極-偶極力
- D) 共價單鍵 > 離子鍵 > 倫敦分散力 > 偶極-偶極力 > 氫鍵
- E) 離子鍵 > 共價單鍵 > 氫鍵 > 倫敦分散力 > 偶極-偶極力

2. Metformin 為治療第 2 型糖尿病的主要一線藥物，其分子結構如右圖所示，根據其結構選出錯誤的敘述：



- A) 結構中兩個碳原子使用  $sp^2$  混成軌域形成鍵結
  - B) 結構中三個氮原子使用  $sp^3$  混成軌域形成鍵結
  - C) 結構中氫原子不使用混成軌域形成鍵結
  - D) 結構中有一個一級胺
  - E) 結構中氫原子均在同一平面
3. 呈上題，假設此藥物在人體中經過八小時後，血液中藥物濃度會下降一半；經過十六小時後，剩下 25%。則此藥物的代謝可視為幾級反應？
- A) 0 級    B) 0.5 級    C) 1 級    D) 1.5 級    E) 2 級
4. 下列關於蒸氣壓的敘述何者錯誤？
- A) 水的蒸氣壓隨體積上升
  - B) 水的蒸氣壓隨溫度上升
  - C) 在平地上任何溶劑的蒸氣壓均無法超過一大氣壓
  - D) 理想溶液的蒸氣壓可使用拉午耳定律求得
  - E) 蒸氣壓可視為揮發過程之平衡常數

5. 根據價層電子對互斥模型 (VSEPR)，下列關於分子或離子幾何構型與電子對分布的敘述，何者正確？
- A) XeF<sub>4</sub> 分子中，中心原子的兩對孤對電子夾角為 180 度  
 B) ClF<sub>3</sub> 分子構型與 NH<sub>3</sub> 相同  
 C) I<sub>3</sub><sup>-</sup> 分子構型與 CO<sub>2</sub> 不同  
 D) SF<sub>4</sub> 分子構型與 CH<sub>4</sub> 相同  
 E) H<sub>2</sub>O 分子中兩個單鍵之夾角與 CH<sub>4</sub> 的單鍵夾角相同
6. 下列常溫下的固體物質，何者鍵結方式與其他選項不同？
- A) NaCl    B) CaF<sub>2</sub>    C) MgO    D) KI    E) SiO<sub>2</sub>
7. 將 180 克的葡萄糖 (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) 完全溶於 820 克的水中，配製成密度為 1.20 g/mL 的溶液。試問關於此溶液的敘述，下列何者正確？
- A) 溶液的體積莫耳濃度 (M) 約為 1.20 mol/L  
 B) 溶液的重量莫耳濃度 (m) 為 1.00 mol/kg  
 C) 溶質的莫耳分率 (X) 約為 0.18  
 D) 此溶液在 0 度 C 發生相轉變  
 E) 此溶液滲透壓較純水低
8. 異相催化為使用固體催化劑加速於液相或氣相中反應的技術。例如苯的氫化反應便使用 Ni 催化劑進行：

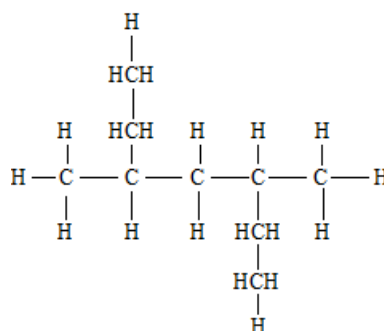


假設在高壓的苯與氫氣的環境下，催化劑表面會被反應物完全佔據，此時對反應物級數便呈現零級。根據以上的描述，選出正確的敘述。

- A) 鎳催化劑增加了反應物碰撞的機率，因此提升反應速率  
 B) 增加氫氣的壓力，無法增加反應速率  
 C) 鎳催化劑無法改變反應途徑  
 D) 減少苯的壓力，反應速率降低  
 E) 鎳催化劑不參與反應

9. 請命名以下化合物：

- A) 2,4-二乙基戊烷
- B) 3,5-二甲基庚烷
- C) 二級乙基戊烷
- D) 2,3-二甲基-2,3-二乙基丙烷
- E) 以上皆不正確



10. 以下關於早期原子實驗的敘述中，哪一項是不正確的？

- A) J. J.湯木生假設在陰極射線管中觀察到的「射線」是一股帶負電的粒子流。
- B) 恩尼斯特·拉塞福對他用金屬箔和  $\alpha$  粒子進行的實驗結果並不感到驚訝。
- C) J. J.湯木生假設原子由一團彌散的正電雲組成，負電的電子隨機嵌入其中。
- D) 恩尼斯特·拉塞福的實驗使湯姆森的葡萄乾布丁模型需要進行修正。
- E) 亨利·貝克勒爾對放射性的發現對於幫助闡明原子結構的實驗至關重要。

11. 請將以下各種類型的電磁輻射按能量從高到低排序：可見光、紫外線、微波、紅外線、X射線。

- A) X射線 > 可見光 > 紫外線 > 紅外線 > 微波
- B) X射線 > 紫外線 > 可見光 > 微波 > 紅外線
- C) 紅外線 > 微波 > 紫外線 > 可見光 > X射線
- D) X射線 > 紫外線 > 可見光 > 紅外線 > 微波
- E) 微波 > 紅外線 > 紫外線 > 可見光 > X射線

12. 考慮鎂原子的游離能 (IE)。以下哪一項是不正確的？

- A) 鎂的 IE 低於鈉的 IE。
- B) 鎂的 IE 低於氬的 IE。
- C) 鎂的 IE 低於鈹的 IE。
- D) 鎂的 IE 高於鈣的 IE。
- E) 鎂的 IE 低於  $Mg^+$  的 IE。

13. 將 25.00 毫升的硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 樣品以 0.2453 M 的氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 滴定。滴定過程需要 32.47 毫升的  $\text{NaOH}$  溶液來中和硫酸。請問  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的莫耳濃度是多少？  
A) 0.3186 M    B) 0.1889 M    C) 0.3777 M    D) 3.309 M    E) 0.1593 M
14. 鐵在紅血球將氧氣從肺部運送到身體各個器官的過程中具有生物學上的重要性。在一個成年人的血液中，大約有  $2.66 \times 10^{13}$  個紅血球，總共含有 2.90 克的鐵。平均來說，每個紅血球中含有多少個鐵原子？（鐵的莫耳質量 = 55.85 g/mol）  
A)  $8.51 \times 10^{-10}$     B)  $3.13 \times 10^{22}$     C)  $1.18 \times 10^9$     D)  $2.66 \times 10^{13}$     E)  $6.09 \times 10^{-2}$
15.  $\text{XeOF}_2$  分子的形狀是什麼？  
A) 三角錐形    B) 四面體形    C) T 字形    D) 平面三角形    E) 八面體形
16. 使用以下熱化學數據計算  $\text{V}_2\text{O}_3(s)$  的標準生成熱 ( $\Delta H_f^\circ$ )。  

$$2 \text{VCl}_3(s) + 3 \text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{V}_2\text{O}_3(s) + 6 \text{HCl}(g) \quad \Delta H^\circ = 246.2 \text{ kJ/mol}$$

$$2 \text{V}(s) + 3 \text{Cl}_2(g) \rightarrow 2 \text{VCl}_3(s) \quad \Delta H^\circ = -1161.4 \text{ kJ/mol}$$

$$4 \text{HCl}(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2 \text{Cl}_2(g) + 2 \text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H^\circ = -202.4 \text{ kJ/mol}$$
A)  $-1218.8 \text{ kJ/mol}$     B)  $-1117.6 \text{ kJ/mol}$     C)  $1610.0 \text{ kJ/mol}$   
D)  $-1205.2 \text{ kJ/mol}$     E)  $712.8 \text{ kJ/mol}$
17. 關於布忍斯特-洛瑞(Brønsted-Lowry)酸鹼學說及水溶液中酸鹼強度的比較，請問下列敘述何者正確？  
A) 在液態氨( $\text{NH}_3$ )中，醋酸( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )通常會表現出比在水中更弱的酸性。  
B) 氟化氫( $\text{HF}$ )水溶液的酸性弱於氯化氫( $\text{HCl}$ )水溶液，主要是因為  $\text{H-F}$  鍵能大於  $\text{H-Cl}$  鍵能，導致  $\text{HF}$  較不易解離出氫離子。  
C)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  與  $\text{HPO}_4^{2-}$  互為共軛酸鹼對，且在水溶液中， $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  只能作為布-洛酸，無法作為布-洛鹼。  
D) 根據結構判斷，次氯酸( $\text{HClO}$ )的酸性強於亞氯酸( $\text{HClO}_2$ )，因為較少氧原子會使得氫氧鍵更易斷裂。  
E) 相同濃度的  $\text{NaCN}$  與  $\text{NaF}$  水溶液，前者的 pH 值較小(已知  $\text{HCN}$  的  $K_a < \text{HF}$  的  $K_a$ )。

18. 人體血液的 pH 值穩定維持在  $7.4 \pm 0.05$ ，這與血液中的緩衝系統密切相關。今有一實驗室配置了含有  $\text{H}_2\text{CO}_3$  與  $\text{HCO}_3^-$  的緩衝溶液。已知  $\text{H}_2\text{CO}_3$  的  $K_{a1} = 4.0 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 5.0 \times 10^{-11}$ 。若要配製 pH = 6.4 的緩衝溶液，請問溶液中  $[\text{HCO}_3^-]/[\text{H}_2\text{CO}_3]$  的濃度比值最接近下列何者？
- A) 0.1    B) 0.25    C) 1.0    D) 2.5    E) 10.0
19. 以惰性電極(石墨或鉑)電解 1.0 M 的硫酸銅( $\text{CuSO}_4$ )水溶液。若通以 5.0 安培的直流電歷時 1930 秒，假設電解過程中體積變化忽略不計，且法拉第常數  $F = 96500$  C/mol，請問下列敘述何者正確？(原子量：Cu = 63.5，O = 16)
- A) 陰極會產生氫氣，陽極會析出銅金屬。
- B) 電解過程中，水溶液的 pH 值會逐漸升高。
- C) 陰極析出的銅金屬質量約為 6.35 克。
- D) 陽極所產生的氣體在標準狀況(STP)下的體積約為 0.56 公升。
- E) 電解反應的全反應式為： $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{O}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ 。
20. 過渡金屬錯合物通常具有鮮豔的顏色，此現象可由晶體場理論(Crystal Field Theory)來解釋。當光線照射在含銅(II)或鈦(II)的特定錯合物水溶液時，會呈現特定的顏色。請問下列關於錯合物顏色的推論，何者**錯誤**？
- A) 錯合物呈現顏色，主要是因為中心金屬原子的 d 軌域受到配基的影響而發生能階分裂( $\Delta$ )。
- B) 當電子吸收可見光，從較低能階的 d 軌域躍遷至較高能階的 d 軌域(d-d 躍遷)時，溶液會呈現所吸收波長之互補色。
- C) 若將中心金屬由  $\text{Cu}^{2+}$  換成電子組態為  $d^{10}$  的  $\text{Zn}^{2+}$ ，形成的錯合物通常會是無色的，因為 d 軌域已完全填滿，無法發生 d-d 躍遷。
- D) 配位基的種類會影響晶體場分裂能( $\Delta$ )的大小。若將配位基由  $\text{H}_2\text{O}$  更換為強場配位基  $\text{CN}^-$ ，其吸收光的波長將會變長(紅移)。
- E) 太陽能電池中所使用的某些金屬錯合物光敏染料(如含鈦錯合物)，能強烈吸收可見光而呈現色彩，這與其中心金屬 d 軌域電子密切相關。

21. 鈦(Ru)錯合物為光電材料的常客。已知錯合物 $[\text{Ru}(\text{bpy})_2\text{Cl}_2]$  (bpy 為 2,2'-聯吡啶，屬於中性雙齒配位基)的幾何構型為八面體。關於此錯合物的性質，請問下列敘述何者正確？
- A) 此錯合物中，中心鈦原子的氧化數為+3。
  - B) 該中心金屬與配位基之間共形成 4 個配位鍵。
  - C) 聯吡啶(bpy)配位基主要是透過氮原子提供孤對電子，與中心金屬形成配位鍵。
  - D) 此錯合物在水溶液中會大量解離出氯離子( $\text{Cl}^-$ )，因此導電性極佳。
  - E) 此錯合物的反式(*trans*)異構物在典型八面體構型下具有對稱中心，因此不具光學活性。
22. 現代半導體與光電產業高度依賴半導體材料的精準調控。關於純矽半導體與摻雜半導體的化學性質，請問下列敘述何者**錯誤**？
- A) 在絕對零度(0 K)時，純矽半導體的價帶(Valence Band)被電子填滿，導帶(Conduction Band)則為全空，此時表現如絕緣體。
  - B) 若在純矽晶體中摻雜微量的 15 族元素(如磷、砷)，將產生多餘的電子進入導帶，以形成 n 型半導體。
  - C) 若在純矽晶體中摻雜微量的 13 族元素(如硼、鎵)，將在價帶中產生電洞，形成 p 型半導體。
  - D) 無論是 n 型還是 p 型半導體，在常溫下其整體材料仍維持電中性。
  - E) 當材料的能隙(Band gap)越大時，電子從價帶躍遷至導帶所需的能量越低，因此越容易在室溫下導電。
23. 2000 年諾貝爾化學獎表彰了「導電聚合物」的發現。傳統上，以碳為骨架的高分子塑膠(如聚乙烯)多為良好的絕緣體，但聚乙炔(Polyacetylene)等特定高分子在經過適當的「摻雜(doping)」後，其導電度卻可大幅提高。若從原子構造與化學鍵的觀點推論，這類具備電子導電潛力的高分子，其碳骨架主鏈必須具備下列何種微觀特徵？
- A) 碳主鏈上的碳原子皆以  $\text{sp}^3$  混成軌域互相結合，使價電子完全被侷限在極安定的 $\sigma$  (sigma)鍵中。
  - B) 碳主鏈上的碳原子主要為  $\text{sp}^2$  混成，並藉由相鄰且平行的未混成 p 軌域，形成可讓電子離域(delocalized)的延伸結構。

- C) 高分子鏈上帶有大量極性官能基或可解離的離子基團，在固態時能透過離子游離來導電。
- D) 碳主鏈之間透過大量的共價鍵產生高度交聯(cross-linking)，形成堅固的三維網狀結構。
- E) 碳骨架中規律地嵌入了過渡金屬原子，以藉此利用金屬未填滿的 d 軌域來提供自由電子。
24. 染料敏化太陽能電池是利用光敏染料吸收太陽光來產生電能。關於其運作原理、物質構造與氧化還原特性，下列敘述何者正確？
- A) 染料分子吸收太陽光後，電子會由最高佔有分子軌域(HOMO)躍遷至最低未佔有分子軌域(LUMO)，此電子躍遷的過程會向環境釋放能量。
- B) 染料分子在持續受光照後若發生光化學反應而褪色(bleaching)，此現象有助於電子更快速地穿隧至半導體，是提高電池效能的一種理想補償機制。
- C) 為使光電流能順利產生，染料分子的激發態軌域位能，必須高於二氧化鈦(TiO<sub>2</sub>)等寬能隙半導體的導帶(Conduction Band)下緣，電子才能有效注入。
- D) 電池內常加入 I<sup>-</sup>/I<sub>3</sub><sup>-</sup> 溶液作為電解質，其功能是提供電子使氧化的染料分子再生，在此化學反應中，I<sup>-</sup> 離子扮演著氧化劑的角色。
- E) 高效能的光敏染料常採用含鈦(Ru)的過渡金屬錯合物，它們能強烈吸收可見光並呈現鮮豔色彩，主要是因為其中心金屬具有完全填滿的 d 軌域。

## 二、非選擇題 (共計 28 分)：請詳細作答

1. 將固體氯化鉛 (PbCl<sub>2</sub>) 加入去離子水中，並將此混合物加熱至 100 °C。經過長時間攪拌後，發現杯底仍有明顯固體殘留。請根據以下提供的數據(均適用於 100 °C) 回答以下問題。

常數 / 性質	數值與單位
氯化鉛之溶積常數 (K <sub>sp</sub> )	$6.9 \times 10^{-3}$
純水的飽和蒸氣壓	760.0 torr
水的密度	0.96 g/mL
氯化鉛之莫耳質量	278.1 g/mol

- (a) 試計算氯化鉛在 100 °C 水中的體積莫耳溶解度 (四捨五入至小數點後一位)。(4 分)
- (b) 根據第一題的結果，假設溶液密度近似於純水 (0.96 g/mL)，且被溶解之氯化鉛在水中完全解離為離子，若此時外部大氣壓力為 760.0 torr，計算出此溶液的蒸氣壓還需增加多少 torr 才能達到沸騰狀態？(5 分)
2. 考慮將 0.148 g 的一種分子式為  $C_nH_{2n+2}$  的碳氫化合物與過量的  $O_2$  在 400.0 mL 的鋼製容器中進行燃燒反應。反應前，氣體混合物的溫度為 25.0 °C，壓力為 2.000 atm。在完全燃燒並損失大量熱量後，生成物與過量  $O_2$  的混合物溫度為 125.0 °C，壓力為 2.983 atm。(原子量：H = 1.008，C = 12.01)
- (a) 該碳氫化合物的分子式和莫耳質量是多少？(5分)
- (b) 反應物的分壓是多少 (以大氣壓為單位)？(4分)
3. 稀土元素(Rare Earth Elements, REEs)在現代光電與半導體產業中扮演著不可或缺的關鍵角色。它包含了週期表第 3 族的釷(Sc)、鈮(Y)，以及 15 個鑷系元素(Lanthanides 或 Lanthanoids)。這些稀土金屬在自然界礦物中經常是多種元素共生。由於它們在微觀構造上的特殊性，使得彼此間的化學性質十分相似，難以利用傳統沉澱反應有效分離，必須仰賴更精密的現代化學分析與純化技術。請依據上述資訊與高中化學知識，回答下列問題：
- (a) 請寫出釷(Sc，原子序 21)的基態電子組態。(2 分)
- (b) 以元素週期表的分類而言，鑷系元素被統稱為什麼金屬？(2 分)
- (c) 依據化學原理推論，稀土金屬之間難以利用傳統「酸鹼沉澱法」分離的微觀原因為何？(2 分)
- (d) 在鑷系元素(原子序 57 到 71)中，隨著原子序逐漸增大，新增的電子主要是依序填入內層的 4f 軌域中。科學家觀察到，這類元素的原子半徑呈現反常的逐漸縮小趨勢，此現象稱為『鑷系收縮(Lanthanide contraction)』。已知不同軌域的電子雲形狀會影響其屏蔽能力，請以原子構造(有效核電荷與屏蔽效應)的觀點，推論並簡述造成此現象的主要原因。(4 分)

國立中央大學化學學系  
115 學年度大學個人申請第二階段指定項目甄試

<b>閱卷評分區</b>		<b>總分：</b>		
大題	一	二		
題號		1	2	3
分數				

▶ 請由此處開始作答 ▶▶▶

<b>一、單一選擇題作答區，每題 3 分，答錯不倒扣，共 72 分。</b>					
題號	1	2	3	4	5
答案	B	E	C	A	A
題號	6	7	8	9	10
答案	E	A	B	B	B
題號	11	12	13	14	15
答案	D	A	E	C	C
題號	16	17	18	19	20
答案	A	B	C	D	D
題號	21	22	23	24	
答案	E	E	B	C	

二、非選擇題 (共計 28 分)：請於方框內詳細作答。

1. (9%)

筆試編號：

無提供答案

2. (9%)

筆試編號：

無提供答案

### 3. (10%)

筆試編號：

答案：

- (a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$  (或簡寫為  $[\text{Ar}]3d^1 4s^2$  or  $[\text{Ar}]4s^2 3d^1$ )。
- (b) 內過渡金屬 (Inner transition metals)。
- (c) 因為它們的離子半徑與價電子/電子組態極為相似(因為它們的價電子組態十分相似，且離子半徑彼此接近，因此化學性質非常相似)。
- (d) 隨著鑷系元素的原子序逐漸增加，原子核內的質子數增加，使得核電荷變大(原子序增加導致原子核帶正電變多、核電荷變大)。同時，新增的電子是填入內層的4f軌域，由於4f軌域的電子雲形狀較為分散，對最外層電子的屏蔽效應非常差(4f電子對外層電子的屏蔽效果很弱、內層f軌域的遮蔽能力不佳；4f電子對外層電子的屏蔽效應較差)。因此，最外層電子所受到的有效核電荷顯著增加，原子核對最外層電子的吸引力增強，進而將電子拉得更緊密，導致原子半徑逐漸縮小(有效核電荷上升、原子核把最外層電子拉得更近)。