

國立中央大學化學學系

110 學年度大學個人申請

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、選擇題

(一) 單選題，每題3分，共51分。請寫出正確的選項，答錯不倒扣。

- 關於 C_4H_8 的異構物，下列敘述何者正確？
(A) 屬於烯類的異構物共有五種。
(B) 環烷類的異構物有三種。
(C) 具有幾何異構物者為 2-丁烯。
(D) 共有七種異構物。
- 下列有關燃料電池的敘述何者錯誤？
(A) 燃料電池亦是利用氧化還原反應，將化學能轉化成電能。
(B) 當燃料電池的電壓降至零後，應以外接電源來充電。
(C) 燃料電池的燃料不限於氫氣，甲醇亦可以當作燃料電池的燃料。
(D) 燃料電池所用的氧化劑多為氧氣，反應時自正極輸入。
- 鈷離子與乙二胺形成螯合物 $[Co(en)_2Cl_2]Cl$ ，中心金屬離子的氧化數及配位數為？送分
(A) +3, 6 (B) +3, 4 (C) +3, 3 (D) +2, 4 (E) +2, 6
- 有關異戊二烯的敘述，下列何者錯誤？
(A) 分子中有 π 鍵。
(B) 有幾何異構物存在。
(C) 可發生加成聚合反應。
(D) 在催化劑存在下，可發生加氫反應產生異戊烷。
- 濃度均為 0.1 M 的下列五種物質的水溶液：(1) NH_3 (2) NH_4Cl (3) CH_3COOH (4) CH_3COONa (5) CH_3COONH_4 。其 pH 值由低至高的排序列順序，下列哪一選項為正確？
(A) $2 < 3 < 5 < 1 < 4$ (B) $3 < 2 < 4 < 5 < 1$ (C) $2 < 3 < 4 < 1 < 5$ (D) $5 < 3 < 2 < 1 < 4$
(E) $3 < 2 < 5 < 4 < 1$
- 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) $n = 1, l = 2, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
(E) 以上皆非
- 下列四種化合物， CH_4 、 SiH_4 、 GeH_4 及 SnH_4 ，其沸點依所列之順序為 $CH_4 < SiH_4 < GeH_4 < SnH_4$ 。這種沸點趨勢主要是源自於各分子間哪種作用力的不同？
(A) 偶極矩 (dipole moment) 不同 (B) 共價鍵強度不同 (C) 氫鍵強度不同
(D) 凡得瓦力 (Van der Waals forces) 之大小不同 (E) 以上皆非

8. 反應 $A + 2B \rightleftharpoons 3C + D$ 的反應速率與濃度數據如下：

EXP. #	[A]起始濃度	[B] 起始濃度	Final Rate
1	0.02	0.03	$1.2 \times 10^{-3} \text{ M/s}$
2	0.04	0.03	$4.8 \times 10^{-3} \text{ M/s}$
3	0.02	0.06	$9.6 \times 10^{-3} \text{ M/s}$

請問此反應的速率定律(rate law)為何？

- (A) $\text{rate} = k [A][B]^2$ (B) $\text{rate} = k [A]^2[B]$ (C) $\text{rate} = k [A]^2[B]^3$
(D) $\text{rate} = k [A]^2[B]^8$ (E) 無法決定

9. 以下哪一個氫原子的特性不能由其電子的主量子數 (principal quantum number, n)決定？

- (A) 該電子的能量 (B) 將該電子自原子移除所需要的電磁波波長
(C) 該電子所存在的原子軌域大小 (D) 該電子所存在的原子軌域形狀
(E) 以上皆非

10. 若 A_2 , B_2 , C_2 之鍵能分別如下： $(A - A) = 590 \text{ kJ/mol}$ ， $(B - B) = 600 \text{ kJ/mol}$ ， $(C - C) = 610 \text{ kJ/mol}$ 。關於分子振動頻率(vibrational frequencies) 的高低排序應為：

- (A) $A_2 = B_2 = C_2$ (B) $A_2 > B_2 > C_2$ (C) $A_2 < B_2 < C_2$ (D) $A_2 < B_2 = C_2$
(E) 無法決定

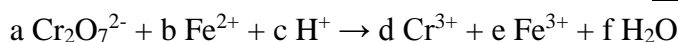
11.關於化學實驗室安全及實驗操作，以下敘述，何者正確？

- (A) 於實驗室中，若所使用的藥品或試劑無明顯危險性時，可以減少防護具的穿著及使用。
(B) 為確定所取用之試劑為實驗進行時所需要的正確試劑，可以依據試劑之外觀、性狀、顏色及氣味判斷後，再取用進行實驗。
(C) 於製備稀硫酸水溶液時，為了能精確配置溶液，須先將精確量取後的濃硫酸，放在精確校正後的容量瓶中，之後，將純水慢慢加入稀釋至標線。
(D) 實驗後，若有不須使用，且須廢棄的稀鹽酸水溶液，可以利用稀釋後的氫氧化鈉水溶液中中和，並將中和後之溶液倒水槽排放。
(E) 水銀溫度計使用時，若不慎打破，須趕快直接利用掃把及畚斗，將碎玻璃及撒出的水銀收集，以防止玻璃割傷，以及水銀汙染實驗室環境。

12.以下實驗敘述，何者正確？

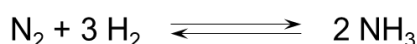
- (A) 丙酮對於有機物是一種相當良好的溶劑，因此可以利用丙酮，有效率地將水溶液中的有機物萃取出來。
(B) 濾紙色層分析中，混合物的分離，是依據分子的分子量大小不同，而使溶劑對其帶動程度不同而分離。
(C) 於薄層層析(TLC)時，若是使用不同的展開液，或是不同的展開液的比例，則可能得到不同的展開分離結果。
(D) 於蒸餾實驗中，於冷凝管外管連接冷卻水時，須將冷卻水由冷凝管外管的上方接口接入，而由冷凝管外管的下方接口排出。
(E) 於蒸餾實驗中，蒸餾系統中的溫度計需要放置於待蒸餾液體的液面上，而非三岔管處，以保證能準確量測到待蒸餾液體的溫度，以利判斷蒸餾出的物質是否為所需之化合物。

13.請平衡以下反應式，並且依據此反應式，選出正確之選項。



- (A) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在反應中發生氧化，為氧化劑。
- (B) 氫離子為還原劑，在反應後生成水。
- (C) 反應中的氧原子在反應前後，氧化還原狀態不同(氧化數發生變化)。
- (D) 反應係數 $a + b + c + d + e + f = 38$ 。
- (E) 反應係數 $a + c + e = 21$ 。

14.工業上合成氨氣可利用哈伯法由氮氣與氫氣在催化劑的存在下合成得到，此反應為一平衡反應，其反應式如下所示。請問以下何者正確。



- (A) 當反應達到平衡後，加入額外的催化劑可以使氨的產率提升。
- (B) 當反應達到平衡後，在不改變反應槽的體積的情況下加入氫氣，如此可以使氨的產率提升。
- (C) 當反應達到平衡後，將反應槽壓縮，使反應槽體積減小，會使氨的產率下降。
- (D) 反應達到平衡前，加入催化劑可使反應更快達到平衡狀態。
- (E) 反應達到平衡前，正反應的反應速率與逆反應的反應速率都會隨著時間增加而降低。

15.關於以下溶液的 pH 值敘述，何者為正確的敘述？

- (A) 將 pH 值為 12 的氫氧化鉀水溶液稀釋 10 倍後，溶液的 pH 值將等於 1.2。
- (B) 100 毫升 pH=3 的磷酸水溶液中所含的氫離子數與 5 毫升 0.02 M 鹽酸水溶液中的氫離子數相同。
- (C) 當溶液的 pH 值越高時，溶液的酸性越高。
- (D) pH=6 的鹽酸水溶液加水稀釋 100 倍後，所得到的溶液 pH=8。
- (E) 10 毫升 0.2 M 醋酸水溶液與 5 毫升 0.4 M 氫氧化鈉水溶液混和反應後，所得到的溶液 pH=7。

16.關於電解槽與電池的敘述，何者正確？

- (A) 於鋅銅電池中，鹽橋的作用是幫助從鋅電極產生的鋅離子，移動到銅電極所在的硝酸銅溶液中，以幫助電池兩極保持電中性。
- (B) 於鋅銅電池中，銅電極為發生還原反應的負極，鋅電極為發生氧化反應的正極。
- (C) 於電化電池中，陽極為離子化傾向較大的材料組成，而陰極為離子化傾向較小的材料組成。
- (D) 於電解反應中，氫氧化鈉水溶液與氯化鈉水溶液的電解反應中，於電解槽之陽極皆產生氫氣，於電解槽的陰極則分別產生氧氣與氯氣。
- (E) 於可充電的二次電池中(如鉛蓄電池與鋰離子電池)，電池的正極在充電及放電的過程中都是扮演陽極的角色，而電池的負極在充電及放電的過程中都是扮演陰極的角色。

17.關於滴定，以下敘述何者正確？

- (A) 滴定管中的小氣泡，只要在滴定时不隨著溶液排出，就不會影響滴定結果，因此為了節省滴定溶液，不需要在滴定前，利用大量滴定液先將氣泡沖出。
- (B) 滴定时須確定指示劑完全變色，且再加入更多試劑時都不再變色，如此才能確保滴定達到當量點。
- (C) 於氫氧化鈉對同濃度鹽酸進行酸鹼滴定时，錐形瓶中的溶液其電導度會先下降，但是超過當量點後會再上升。
- (D) 所有的酸鹼滴定时，達到滴定當量點時，pH 皆為 7。
- (E) 在判讀滴定管中溶液體積時，必須以溶液表面的最高點作為判讀基準。

(二) 多選題，每題 4 分，共 12 分。全對才給分，不倒扣。

1. 某有機化合物完全燃燒所得 CO_2 與 H_2O 的莫耳數比為 1：1。此有機化合物可能為下列何者？

- (A) 苯 (B) 電石氣 (C) 乙烯 (D) 環己烷 (E) 1-戊炔

2. 同列之 IA 族與 IIA 族元素性質比較，下列何者正確？

- (A) 原子半徑：IA < IIA
- (B) 熔點：IA < IIA
- (C) 化學活性：IA < IIA
- (D) 氧化物鹼性：IA < IIA
- (E) 硬度：IA < IIA

3. 下列氧化物中，何者溶於水產生酸性溶液？

- (A) CaO (B) MgO (C) N_2O_5 (D) P_4O_{10} (E) ZnO

二 計算題及問答題，共 37 分。作答時請詳列計算過程，並將最後答案標示清楚。

1. 某有機酸 HA 可於水中解離生成 H^+ 與 A^- ，已知 25°C 時，0.05 M 的 HA，解離率為 2.0%，請問其 K_a 值？(6 分)

2.04×10^{-5}

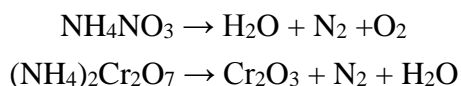
2. 草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 的 $K_{a1} = 6.4 \times 10^{-1}$ 與 $K_{a2} = 6.0 \times 10^{-5}$ ，在 0.10M 的草酸溶液中，請問 $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ 離子的濃度為何？(6 分)

$6 \times 10^{-5} \text{M}$

3. 使用碳基(carbon-based)燃料的主要顧慮之一是釋放溫室氣體 CO_2 進入大氣。因此最好選用能釋放大量熱量，至少減少一部分 CO_2 排放的燃料。計算每生成 1 莫耳(mole) CO_2 ，葡萄糖及辛烷釋放的焓(enthalpy)。(6 分) 葡萄糖 467.16kJ 辛烷 686.73kJ

分子	H_f° (kJ/mol)
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (葡萄糖)	-1273.02
C_8H_{18} (辛烷)	-226.61
CO_2	-393.5
$\text{H}_2\text{O}(l)$	-285.83

4. 推導一 n 級反應($n \neq 1$)的速率定律，設反應速率常數為 k 及時間為 t 。(7 分)
5. 硝酸銨(NH_4NO_3)與重鉻酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7]$ 兩者皆為危險物質，由於它們受熱時都可生成大量的氣體(如下反應式所示)，並發生爆炸反應，因此在取用此類化合物時必須小心避免強力碰撞與高溫處理。



請回答以下問題：

- 5a. 請平衡上述兩個化學反應式。(4 分)
- 5b. 若使 1.0 g 的硝酸銨完全分解，其所生成的氮氣量，將與多少克的重鉻酸銨完全分解後，所生成的氮氣量相同？(原子量：H = 1，N = 14，O = 16，Cr = 52)(3 分) 3.15 克
6. 請畫出以下分子的路易士結構：(每小題 1 分/共 5 分)
- 6a. N_2O_4
 - 6b. PCl_3
 - 6c. SO_2
 - 6d. IO_3^-
 - 6e. NO_2