

國立中央大學化學學系

107 學年度大學個人申請第二階段指定項目甄試

A. 單一選擇題（每題 3 分），請寫出最正確的選項，答錯不倒扣

1. 臭氧(O_3)是很重要的分子，下列有關於它的敘述，何者有誤？

- (A) 它可以有共振結構
- (B) 它的路易士結構在三個氧原子上總共有六對孤立電子
- (C) 它的兩個 O-O 鍵都是雙鍵
- (D) 它在大氣平流層是吸收紫外線的重要分子
- (E) 它可以用來消毒自來水

2. 下列電化學電池中，何者是非自發性？

- (A) 濃度電池 concentration cell
- (B) 電解電池 electrolytic cell
- (C) 燃料電池 fuel cell
- (D) 賈法尼電池 galvanic cell
- (E) 以上皆非

3. 已知： $2 H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2 H_{2O(g)}$ ， $\Delta H = -484 \text{ kJ}$ 。下列有關此熱化學反應式的敘述，何者正確？

- (A) 生成 1 莫耳的 $H_{2O(g)}$ 會吸熱 242 kJ
- (B) 使 1 莫耳 $H_{2(g)}$ 與 2 莫耳 $O_{2(g)}$ 的混合物反應，則能量的變化為 484 kJ
- (C) 此反應的能量變化並不會造成週遭溫度變化
- (D) 若此一反應的產物是 $H_{2O(l)}$ ，則反應的能量變化大於 484 kJ
- (E) $2 H_{2O(g)}$ 所含的能量比 $(2 H_{2(g)} + O_{2(g)})$ 所含的能量高出 484 kJ

4. 下列有關於水的敘述，何者有誤？

- (A) 水分子是極性分子，其分子的幾何形狀是彎曲的
- (B) 水分子內原子之間的鍵結是共價鍵，而水分子之間的作用力主要是氫鍵
- (C) 一般而言，液體水的密度比固體冰的密度大
- (D) 鹽巴和糖都很容易溶於水，因為兩者溶解的作用力一樣，都是可以與水形成氫鍵
- (E) 水與酒精可互溶，卻無法與油互溶

5. 下列何者是伏特、庫倫、焦耳正確的關係？

- (A) $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ C}$
- (B) $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \div 1 \text{ C}$
- (C) $1 \text{ J} = 1 \text{ C} \div 1 \text{ V}$
- (D) $1 \text{ J} = 1 \text{ V} \times 1 \text{ C}^2$
- (E) 以上皆非

6. 在定溫下，將 3 atm 的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 2 L、4 atm 的 $\text{HCl}(\text{g})$ 2 L、2 atm 的 $\text{N}_2(\text{g})$ 3 L，混合在 10 L 之容器中，此混合氣體最終之總壓力應為多少？

- (A) 0.5 atm
- (B) 0.8 atm
- (C) 1.0 atm
- (D) 1.25 atm
- (E) 2.0 atm

7. 下列有關於混成軌域，何者有誤？

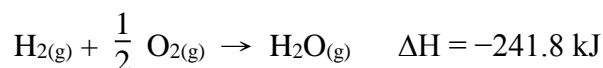
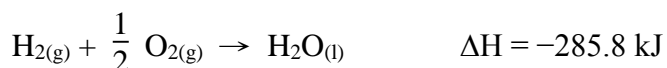
- (A) 碳原子在 CH_4 的軌域是 sp^3 混成軌域
- (B) 碳原子在 CO_2 的軌域是 sp 混成軌域
- (C) 氮原子在 NH_3 的軌域是 sp^2 混成軌域.
- (D) sp^2 混成軌域是共平面的且彼此夾角是 120°
- (E) 碳原子在 C_2H_2 的軌域是 sp 混成軌域

表一		Standard Reduction Potentials at 25°C	
	Reduction Half-Reaction	E° (V)	
Stronger oxidizing agent ↑	$\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{F}^-(\text{aq})$	2.87	Weaker reducing agent ↓
	$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.78	
	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.51	
	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	1.36	
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.33	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 4\text{e}^- \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	1.23	
	$\text{Br}_2(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	1.09	
	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$	0.80	
	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	0.77	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$	0.70	
	$\text{I}_2(\text{s}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{I}^-(\text{aq})$	0.54	
	$\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \longrightarrow 4\text{OH}^-(\text{aq})$	0.40	
	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}(\text{s})$	0.34	
	$\text{Sn}^{4+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{aq})$	0.15	
	$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g})$	0	
	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{s})$	-0.13	
	$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0.26	
	$\text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cd}(\text{s})$	-0.40	
Weaker oxidizing agent ↓	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{s})$	-0.45	Stronger reducing agent ↓
	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0.76	
	$2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$	-0.83	
	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{Al}(\text{s})$	-1.66	
	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{s})$	-2.37	
	$\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}(\text{s})$	-2.71	
	$\text{Li}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Li}(\text{s})$	-3.04	

8. 請參考上表，試算出 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 反應之標準電位

- (A) -2.06 V
- (B) -1.23 V
- (C) -0.80 V
- (D) -0.40 V
- (E) -1.78 V

9. 已知在 25°C，一大氣壓下，氫氣與氧氣化合產生 1 莫耳液態水和氣態水的熱化學反應式分別如下：



若在相同溫度與壓力下，將 10.0 克的水直接汽化為水蒸氣，則所需的能量(kJ)最接近下列哪一數值？

- (A) 241.8
- (B) 44.0
- (C) 24.4
- (D) 2.4
- (E) 0.3

10. 下列敘述，何者有誤？

- (A) 鋁離子的氧化態是 +3
- (B) 鋁被懷疑是造成老人癡呆症的元凶
- (C) 古羅馬人喝酒喜歡加鉛糖，鉛糖指的是醋酸鉛
- (D) 汞在常溫下是液態的非金屬，又稱水銀
- (E) 汞容易與金形成合金

11. 當 25.00 mL 0.10 M 醋酸($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$)和 25.00 mL 0.010 M 醋酸鈉($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$)混合後，溶液的 pH 值為何？ 醋酸 $K_a = 1.0 \times 10^{-5}$

- (A) 2.87
- (B) 4.00
- (C) 5.00
- (D) 5.05
- (E) 5.25

12. 下列有關大氣中臭氧(O_3)的敘述，何者有誤？

- (A) 臭氧是一種具有刺激性氣味，略帶有淡藍色的氣體
- (B) 大氣中約有 90% 的臭氧存在於平流層中
- (C) 在平流層中，高能輻射線照射使氟氯碳化合物分解，進而破壞臭氧分子
- (D) 一個氟氯碳化合物分解所產生的一個氯原子，可直接與許多個臭氧分子反應
- (E) 臭氧為溫室效應氣體

13. 下列有關二氧化碳的敘述，何者有誤？

- (A) 二氧化碳是溫室氣體
- (B) 乾冰其實就是二氧化碳固體
- (C) 乾冰變成二氧化碳氣體的過程稱為汽化
- (D) 二氧化碳是直線分子，碳和氧之間是雙鍵
- (E) 打開碳酸飲料瓶蓋時所冒出的泡泡是二氧化碳

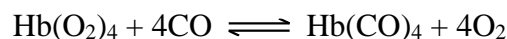
14. 下列何者較適合用來製備 $\text{pH} = 9.3$ 之緩衝溶液? ($\log 2 = 0.301$, $\log 3 = 0.477$)

- (A) CH_3NH_2 ($K_b = 3.7 \times 10^{-4}$)
- (B) NH_3 ($K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)
- (C) NH_2OH ($K_b = 9.1 \times 10^{-9}$)
- (D) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ ($K_b = 4.3 \times 10^{-10}$)
- (E) 以上皆非

15. 在一個體積可調整的反應器中，於 25°C 、1 大氣壓，注入 20 毫升的 A_2 氣體與 50 毫升的 B_2 氣體(A 與 B 為兩種原子)。假設恰好完全反應，產生甲氣體。已知甲的分子式與其實驗式相同，則下列哪一個是甲的分子式？

- (A) AB
- (B) AB_3
- (C) AB_5
- (D) A_2B_3
- (E) A_2B_5

16. 常聽到瓦斯中毒是因為燃燒不完全所產生的一氧化碳會與氧競爭血紅素，致使血紅素(Hb)喪失輸送氧的功能，根據以下之方程式：



利用勒沙特列原理，要避免一氧化碳中毒最好該怎麼做？

- (A) 增加 O_2 的壓力
- (B) 增加 CO 的壓力
- (C) 增加 CO_2 的壓力
- (D) 減少 Hb 的數目
- (E) 增加 Hb 的數目

17. What is the strongest acid of the following ?

- (A) HOI
- (B) HOBr
- (C) HOCl
- (D) 都相同。
- (E) 無法確定。

18. 在相同的溫度下有一未知氣體其擴散速率為 N_2O_4 的 2.3 倍。下列何者最為可能是該未知氣體？

- (A) CN_2
- (B) NH_3
- (C) N_2O
- (D) O_3
- (E) C_6H_6

19. 下列有關氣體性質的敘述，何者正確？

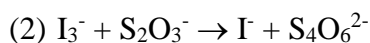
- (A) 一固定分子數之氣體，其體積與壓力成反比
- (B) 氣體的總體積等於不同氣體各自體積之總和
- (C) 只要是不同氣體，均可依任何比例均勻混合
- (D) 氣體分子間不斷彼此碰撞所產生的力，稱為氣體壓力
- (E) 任何條件下兩種理想氣體混合時，若不發生化學反應，則混合氣體總壓力等於各氣體分壓之和

20. 下列何者為全球暖化(global warming)的主要原因？

- (A) 酸雨頻率增加
- (B) 空氣中細懸浮微粒增加
- (C) 使用化石燃料
- (D) 臭氧層消耗
- (E) 大量二氧化碳溶解於海水中

B. 問答題，每(小)題 5 分，如果牽涉計算則請列出計算過程

1. 亞硝酸鈉 (NaNO_2) 經常被加在肉類當防腐劑，一樣品含有亞硝酸鈉，可利用酸化方法將亞硝酸鈉酸化成亞硝酸 (HNO_2)，然後再利用過量的碘離子與亞硝酸反應，再將所形成的 I_3^- 離子與硫代硫酸鈉水溶液滴定，並以澱粉當作指示劑，



試回答以下的問題

(a) 平衡以上兩個化學方程式

(b) 如果該樣品的質量為 2.935 克，需要 18.77 毫升 0.1500 M 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，則此樣品含 NO_2^- 離子的質量百分比為何？

(原子量: $\text{Na} = 23$, $\text{S} = 32$, $\text{O} = 16$, $\text{N} = 14$, $\text{I} = 127$)

2. 或許你有過這樣的經驗：當你攜帶零食包裝(封閉的塑膠袋)到高山如合歡山(假設海拔高度是 3000 公尺)，你會發現零食包裝體積會膨脹起來，假設大氣壓力隨著海拔高度而變的公式如下：

$$P = e^{-h/7000} \quad (\text{atm})$$

其中 h 是海拔高度(以公尺計)， e 是數學的指數函數。

另外需要考慮高山溫度效應：假設平地氣溫是攝氏 30 度，每爬升 1000 公尺約下降 6 度，爬升 3000 公尺約下降 18 度。假設零食包裝內的氣體是理想氣體，遵守理想氣體方程式： $PV = nRT$ ，其中 $R = 0.082 \text{ atm}\cdot\text{L}/\text{mol}\cdot\text{K}$ 是氣體常數；試考慮在合歡山溫度和壓力的條件下，解釋為何零食包裝體積在高山上會膨脹起來？在合歡山時零食包裝的體積大約是平地(高度假設為 0 公尺，大氣壓力是 1 atm)零食包裝體積的幾倍？

(提示： $e^{-3/7} = 0.65$)

3.

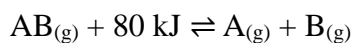
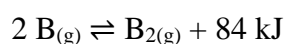
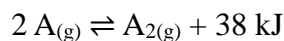
(a) 平衡氧化還原式 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(b) 0.300 克草酸會與多少 mL 之 0.100 M 過錳酸鉀反應。

(分子量:草酸 90 與過錳酸鉀 158)

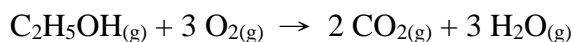
4. 如要從 50.0 mL 0.100 M 弱酸(HA)和 0.1 M NaOH，製備 100.0 mL pH6.00 之緩衝溶液，請問要加多少 mL NaOH 及水? HA 的解離常數為 1.0×10^{-6} 。

5. 已知有關化合物 $\text{A}_{2(\text{g})}$ ， $\text{B}_{2(\text{g})}$ 與 $\text{AB}_{(\text{g})}$ 的熱化學反應式如下：



試問 $\text{A}_{2(\text{g})} + \text{B}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2 \text{AB}_{(\text{g})} + Q \text{ kJ}$ 中的 Q 值為何？

6. 乙醇燃料，又稱生質酒精，是由富含糖類物質的農作物釀製產生，可作為添加劑加入汽油中製成混合燃料。假設一台引擎做了特殊強化，均使用乙醇作為燃料，無須擔心燃料爆發力過大而損毀，此乙醇燃料燃燒反應的標準自由能變化 ΔG° 為何？



物質	$\Delta G^\circ_f \text{ (kJ)}$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{g})}$	-168.5
$\text{O}_{2(\text{g})}$	0
$\text{CO}_{2(\text{g})}$	-394
$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	-228.6