



# 109指考最前線-化學科

總分

班級：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

## 參考資料

說明：下列資料，可供回答問題之參考

### 一、元素週期表 (1~36 號元素)

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數  $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

三、酚酞的變色範圍：pH 8.2 ~ 10.0

## 第壹部分：選擇題 (占 80 分)

### 一、單選題 (48 分)

說明：第 1 題至第 16 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- ( ) 1. 下列哪一個化合物於適當條件下會與過錳酸鉀溶液反應使其褪色，並且也會與斐林試液反應產生紅色沉澱？  
(A) 1-丙醇 (B) 2-丙醇 (C) 丙酮 (D) 丙醛 (E) 丁酮
- ( ) 2. 下列有關化學反應的敘述，哪一項正確？

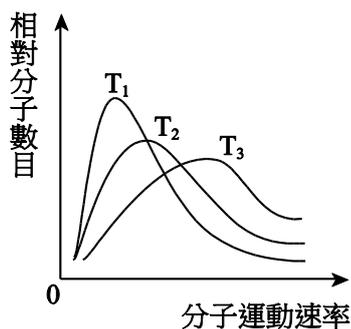


圖1

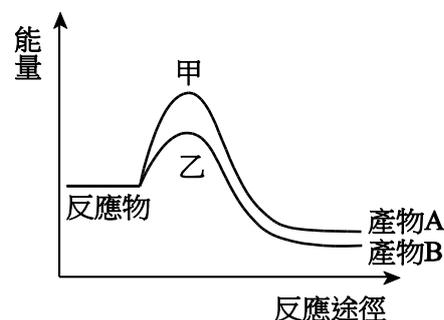


圖2

- (A)反應物粒子只要有足夠的能量，反應就會發生  
 (B)某一級化學反應在經過一個半生期的時間時，其瞬時反應速率為初始反應速率的一半  
 (C)圖1為氣體分子運動速率與相對分子數目的分布關係，曲線代表某氣體三種不同溫度，則高低順序為 $T_1 > T_2 > T_3$   
 (D)圖2表示相同的反應物可經由不同反應途徑得到產物A與B。其中，路徑乙的活化能較路徑甲低，造成兩化學反應差異的原因必為有無添加催化劑  
 (E)氣態反應中，壓縮反應容器的體積造成濃度增加時，則反應速率必會增加

3-4為題組

無水硫酸鈣 ( $\text{CaSO}_4$ ) 固體可作為除濕劑，在300 K其平衡反應式與平衡常數 ( $K_p$ ) 如下：



已知300 K時純水的飽和蒸氣壓為0.040 atm，試回答3-4題。(  $\text{CaSO}_4$ 式量為136)

- ( ) 3. 在300 K時，將足量的 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 置於一乾燥之密閉容器中，使其達成上述反應之平衡時，容器內之相對濕度為多少？  
 (A) 30% (B) 40% (C) 50% (D) 60% (E) 70%
- ( ) 4. 在300 K時，將1.8克水及x克的無水硫酸鈣固體一起放入30公升之乾燥密閉容器中，容器內之相對濕度為82%，則x約為多少？( 假設 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 不釋放水蒸氣)  
 (A) 2.0 (B) 4.1 (C) 5.1 (D) 6.8 (E) 8.2
- ( ) 5. 已知氫原子的游離能約為 320 kcal/mol，試問當1莫耳氫原子的電子，從 $n = 4$ 躍遷至 $n = 2$ 時，所產生的能量變化約為何？  
 (A) 釋出60 kcal (B) 吸收80 kcal (C) 吸收60 kcal (D) 釋出80 kcal (E) 釋出160 kcal

- ( ) 6. 表1是  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$  及 $\text{Ba}^{2+}$  三種金屬離子溶液分別與含有 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  及 $\text{NH}_3$ 三種試劑的水溶液反應的結果(所有溶液的濃度均為0.01 M)，表中「+」表示有沉澱物生成，「-」表示無沉澱物產生。下列各組溶液的成分均為濃度0.01 M的水溶液，各自以等體積混合後，根據表1，何者**不會**有沉澱產生？

表1

金屬離子 \ 試劑	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	$\text{NH}_3(\text{aq})$
$\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$	-	+	+
$\text{Sr}^{2+}(\text{aq})$	+	+	-
$\text{Ba}^{2+}(\text{aq})$	+	+	-

- (A)  $\text{NaOH}(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$  (B)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$   
 (C)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 與 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$  (D)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 與 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$   
 (E)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq})$ 與 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$
- ( ) 7. 四種與氧有關的粒子 $\text{O}_3$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_2^{2-}$  及 $\text{O}_2^{2+}$ ，其路易斯結構如表2所示。

表2

$\text{O}_3$	$\text{O}_2$	$\text{O}_2^{2-}$	$\text{O}_2^{2+}$
$\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}\text{:}$	$\text{:}\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{O}}\text{:}$	$[\text{:}\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-}$	$[\text{:}\text{O}\equiv\text{O}\text{:}]^{2+}$

有關此四種粒子的敘述，哪一項正確？

- (甲) 臭氧沒有共振結構  
 (乙) 四種粒子中，兩個氧原子間的鍵長是 $\text{O}_2^{2-} > \text{O}_3 > \text{O}_2 > \text{O}_2^{2+}$   
 (丙) 氮氣的電子總數與 $\text{O}_2^{2+}$ 相等  
 (A) 只有甲 (B) 只有乙 (C) 只有丙 (D) 甲與乙 (E) 乙與丙

- ( ) 8. 國際純化學暨應用化學聯合會 (IUPAC) 於2016年6月正式宣布週期表上第113、115、117及118號元素的英文命名及元素符號，其中，第118號元素的符號為 ${}_{118}\text{Og}$  (鰐)，屬於週期表上第18族。下列關於此新元素的敘述，哪一項正確？  
 (A)屬於鹟素 (B)為金屬元素 (C)基態電子組態的s與p軌域為全填滿 (D)中子數目為118 (E)以雙原子分子的形式存在

- ( ) 9. 感光色素結構的改變啟動了對大腦的神經脈衝，從而形成視覺。而化合物甲為人體視網膜細胞內之重要感光色素組成的一部分，化合物甲在吸收光後可轉變為化合物乙，其分子結構及其光照的轉換如圖3所示。下列關於化合物甲與化合物乙的敘述，哪一項正確？

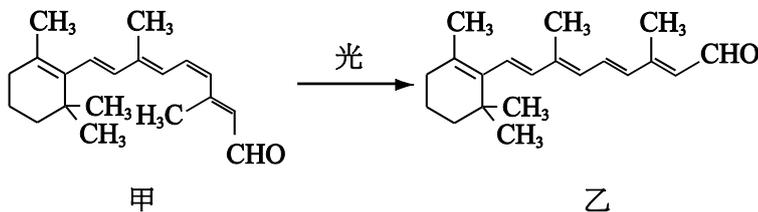


圖 3

- (A)僅化合物甲可與多倫試劑反應，化合物乙則不會反應  
 (B)化合物甲中的雙鍵均為反式結構  
 (C)化合物甲中以 $\text{sp}^2$ 混成的碳原子數目有10個  
 (D)化合物甲與化合物乙分子式相同，具有相同的熔點  
 (E)化合物甲與化合物乙皆難溶於水，為脂溶性化合物
- ( ) 10. 下列三種化合物的水溶性大小順序，哪一項正確？  
 (甲)己酸 (乙)正己烷 (丙)1-己醇  
 (A)甲>乙>丙 (B)甲>丙>乙 (C)乙>甲>丙  
 (D)乙>丙>甲 (E)丙>甲>乙

- ( ) 11. 矽晶 (Si) 為半導體及太陽能板的重要材料。晶體中的矽原子如金剛石一樣，與鄰近的四個矽原子以 $\text{sp}^3$ 混成軌域鍵結。若一個矽原子位於圖4中正立方體之中心位置1處，則緊鄰此矽原子的其他矽原子的位置為何？

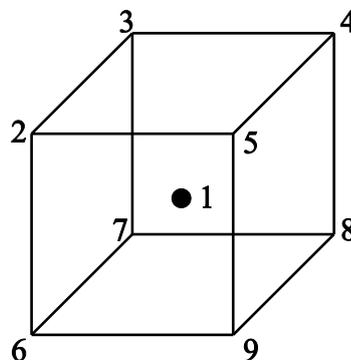


圖 4

- (註：中心位置為1，其他角落位置為2-9)  
 (A) 2,3,4,5  
 (B) 2,4,7,9  
 (C) 2,4,5,7  
 (D) 3,6,7,9  
 (E) 3,7,8,9
- ( ) 12. 生物體內許多生理反應均需要酵素的催化能力才能順利進行。當血液的酸鹼值不穩定時，會影響酵素的能力。已知血液中的 $\text{CO}_2$ 濃度會影響血液的酸鹼值，而呼吸的快慢會影響血液中的 $\text{CO}_2$ 濃度，當呼吸加快時，體內排出 $\text{CO}_2$ 則變快。下列敘述哪一項正確？  
 (A)當血液中的酸鹼值較正常值高時，呼吸會變慢，以增加血液 $\text{CO}_2$ 濃度，使其回復正常  
 (B)當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變慢，以增加血液 $\text{CO}_2$ 濃度，使其回復正常  
 (C)當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變快，以增加血液 $\text{CO}_2$ 濃度，使其回復正常  
 (D)當血液中的酸鹼值較正常值低時，呼吸會變慢，以降低血液 $\text{CO}_2$ 濃度，使其回復正常  
 (E)當血液中的酸鹼值較正常值高時，呼吸會變快，以降低血液 $\text{CO}_2$ 濃度，使其回復正常

- ( )13.瑞德西韋是一種曾被試用於治療嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 患者的藥物，假設結構如圖5所示，則下列有關瑞德西韋的敘述，哪一項正確？
- (A)結構不具有胺類官能基  
 (B)結構不具有羥基  
 (C)結構不具醚類官能基  
 (D)在氫氧化鈉或硫酸水溶液中會被水解  
 (E)在水中呈弱酸性

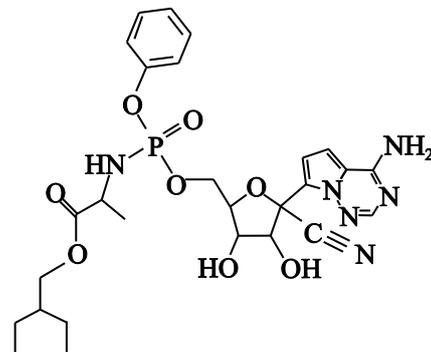


圖 5

- ( )14.合成橡膠常做為汽車輪胎的材料。某一合成橡膠的局部化學結構如圖6 所示。此合成橡膠是以化合物甲為單體，彼此透過一端碳原子進行碳-碳鍵結，如此重複進行而成的鏈狀聚合物，此過程無其他副產物生成。試問單體化合物甲的分子量約為多少？
- (A) 54 (B) 68 (C) 100 (D) 147 (E) 161

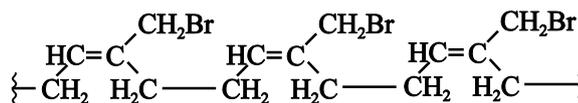


圖 6

- ( )15.物質的狀態變化常伴隨著熱量變化 ( $\Delta H$ )。圖7是某物質的相圖 (未按比例繪製)，若將100克此物質置於一體積可變之容器中，則下列哪一項變化之 $\Delta H$ 會小於0？(只考慮相態轉移能量變化)
- (A)在 $0^{\circ}\text{C}$ 下，由0.5大氣壓降壓至0.3大氣壓  
 (B)在 $100^{\circ}\text{C}$ 下，由0.5大氣壓降壓至0.3大氣壓  
 (C)在 $0^{\circ}\text{C}$ 下，由1.5大氣壓降壓至0.5大氣壓  
 (D)在 $100^{\circ}\text{C}$ 下，由1.5大氣壓降壓至0.5大氣壓  
 (E)在 $100^{\circ}\text{C}$ 下，由100.0大氣壓降壓至99.0大氣壓

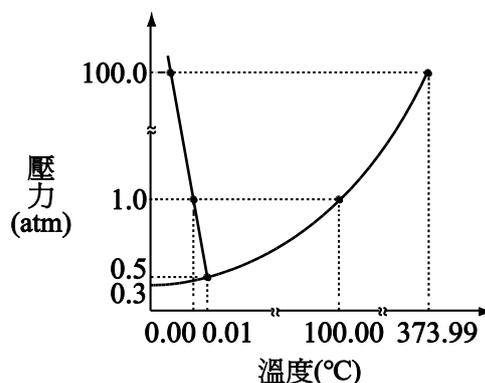


圖 7

- ( )16.以鋰金屬為負極材料的鈕扣型電池，具有小而輕、能量密度高以及放電穩定的優點。原因除鋰的原子量小且為密度最輕的固態金屬性質外，鋰原子的電子組態也是需要瞭解的環節。而鋰原子的某些電子組態如下：
- 甲： $1s^1 2s^2 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^0$   
 乙： $1s^0 2s^2 2p_x^1 2p_y^0 2p_z^0$   
 丙： $1s^0 2s^1 2p_x^2 2p_y^0 2p_z^0$   
 丁： $1s^2 2s^1 2p_x^0 2p_y^0 2p_z^0$
- 下列哪一項依序為能量最高和最低的組態？
- (A)丙和丁 (B)乙和丁 (C)丙和甲 (D)乙和甲 (E)甲和丁

## 二、多選題（占32分）

說明：第 17 題至第 24 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分；答錯 2 個選項者，得 0.8 分；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

- ( ) 17. 有兩條質料相同的抹布，都沾上了大約相同量的油溶性汙漬。將兩條抹布分別以肥皂與合成清潔劑清洗，結果以合成清潔劑的清潔效果較佳。下列哪些敘述，可能是造成此種區別的原因？
- (A) 使用的水為硬水，硬水中的鈣離子較易與肥皂結合，降低了肥皂的除汙能力  
(B) 使用的水為酸性，使肥皂形成脂肪酸，降低了肥皂的除汙能力  
(C) 合成清潔劑能使油溶性汙漬溶解於水中，而肥皂則否  
(D) 合成清潔劑的生物分解性較肥皂強，因此除汙能力較強  
(E) 合成清潔劑的分子同時具有親水基團和親油基團，而肥皂則否

### 18-19 為題組

一氧化氮和二氧化氮為常見的空氣汙染物。汽機車引擎的高溫可促使空氣中的氮氣與氧氣反應產生一氧化氮，一氧化氮再與空氣中的氧氣反應產生紅棕色二氧化氮，其反應式如式 (1) 所示。兩分子的二氧化氮在密閉系統中可結合生成無色的四氧化二氮氣體，其反應式如式 (2) 所示。



- ( ) 18. 在定溫下，式 (1) 反應物初濃度 ( $[\text{NO}]_0$ 、 $[\text{O}_2]_0$ ) 與生成  $\text{NO}_2$  之初速率的關係如表 3 所示。下列相關敘述，哪些正確？

(A) 反應物  $\text{NO}$  的反應級數為 1

(B) 反應物  $\text{O}_2$  的反應級數為 1

(C) 此反應之速率常數  $k$  之數值為 7000

(D) 若  $[\text{NO}]_0$  為 0.030 M， $[\text{O}_2]_0$  為 0.010 M，則生成  $\text{NO}_2$  之初速率為  $6.3 \times 10^{-2} \text{ M/s}$

(E) 若要改善汽車排放廢氣汙染可加裝觸媒轉化器，以加快生成  $\text{NO}_2$  之速率

表 3

實驗	$[\text{NO}]_0$ (M)	$[\text{O}_2]_0$ (M)	生成 $\text{NO}_2$ 初速率 (M/s)
1	0.010	0.020	$1.4 \times 10^{-2}$
2	0.020	0.020	$5.6 \times 10^{-2}$
3	0.010	0.040	$2.8 \times 10^{-2}$

- ( ) 19. 在定溫下，測得式 (2) 的平衡常數 ( $K_c$ ) 為 16。下列有關此反應的敘述，哪些正確？

(A) 此反應的平衡常數  $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$

(B) 反應到達平衡時，容器內顏色雖不再變化，但  $\text{NO}_2$  的結合反應與其逆反應仍持續進行

(C) 在此溫度下，壓縮系統體積為原有之一半，則平衡會向右移動，導致平衡常數數值增大

(D) 在此溫度下，反應式： $\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  的平衡常數  $K_c = 8.0$

(E) 在此溫度下，反應式： $\frac{1}{2}\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$  的平衡常數  $K_c = 0.25$

- ( ) 20. 張同學取x、y、z、t、s五種金屬，它們均會形成+2價離子，並進行以下的實驗：
- 實驗一：將五種金屬分別加入稀鹽酸溶液中，除了s以外，其餘四種金屬均會與鹽酸作用產生氣泡
- 實驗二： $z^{2+}$ 與x不發生反應； $z^{2+}$ 與y不發生反應
- 實驗三：將此五種金屬兩兩組合成電化電池 $M(s) | M^{2+}(aq) || N^{2+}(aq) | N(s)$ ，則當M為t且N為s時可得到最大的電池電壓
- 根據上述實驗結果，下列敘述，哪些正確？
- (A) t為最強的還原劑 (B)  $z^{2+}$ 為最強的氧化劑 (C)  $s^{2+}$ 的氧化能力比 $y^{2+}$ 強  
(D)  $x^{2+}$ 的標準還原電位比 $s^{2+}$ 大 (E)  $y^{2+}$ 的標準還原電位比 $z^{2+}$ 大
- ( ) 21. 取一50毫升的0.10 M 醋酸水溶液，以0.10 M 的氫氧化鈉水溶液進行酸鹼滴定反應。試問下列敘述，哪些正確？（醋酸的解離常數 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $\log 2 = 0.30$ ， $\log 3 = 0.48$ ）
- (A) 醋酸水溶液起始的pH值介於0.5—1.5之間  
(B) 此滴定反應，可使用酚酞當指示劑  
(C) 當加入25毫升的氫氧化鈉水溶液後，該溶液為一緩衝溶液  
(D) 當加入30毫升的氫氧化鈉水溶液後，溶液的pH值介於3.5—4.5之間  
(E) 當加入50毫升的氫氧化鈉水溶液後，溶液的pH值介於8.5—9.5之間
- ( ) 22. 不同尺寸的銀奈米粒子具有不同的光學特性，有的在光照後會發光，有的不會。市面上用於殺菌的銀奈米粒子，顆粒較大且不會發光，但由數十個銀原子組成的銀奈米粒子則可發光。合成可發光銀奈米粒子的簡單方法是將DNA和銀離子加入中性水溶液中，再加入 $NaBH_4$ 使其形成銀奈米粒子。在合成中，DNA主要是和銀離子形成錯合物，避免形成銀的氫氧化物或氧化物，同時DNA亦可保護所形成的銀奈米粒子，使其穩定存於水溶液中並降低其和氧氣作用的程度。根據上文，下列相關敘述，哪些正確？
- (A)  $NaBH_4$ 為還原劑  
(B) DNA為氧化劑  
(C) DNA的鹼基具有孤對電子（孤電子對）  
(D) 氧氣會氧化銀奈米粒子  
(E) 於鹼性水溶液中，銀離子會和氫氧根離子作用產生銀原子
- ( ) 23. 薄荷醇是薄荷油的主要成分之一，其結構式示於圖8。薄荷醇可由天然薄荷葉片萃取而得，亦可在實驗室以化合物甲為起始物，經一步反應製得。下列有關此反應、化合物甲及薄荷醇性質的敘述，哪些正確？

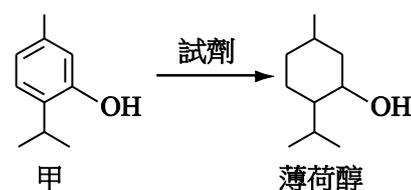


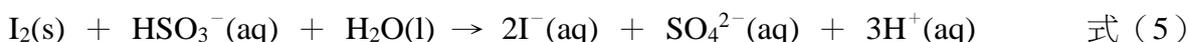
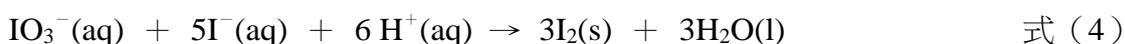
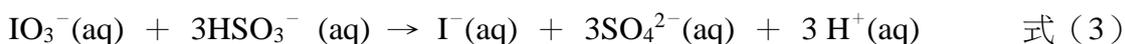
圖 8

( ) 24. 在測量反應速率的秒錶反應實驗中，準備的兩個反應溶液如下：

溶液A：碘酸鉀 ( $\text{KIO}_3$ )

溶液B：亞硫酸氫鈉 ( $\text{NaHSO}_3$ )、硫酸、澱粉

實驗中相關的離子反應式如下：



下列敘述，哪些正確？

(A) 當溶液A與溶液B混合時，要盡量避免搖晃混合溶液，以免干擾反應速率的測量

(B) 本實驗所測量的是式(3)中亞硫酸氫根離子之消耗速率

(C) 當溶液A與溶液B混合後，碘酸鉀的濃度恰等於亞硫酸氫鈉濃度的三分之一時，就可觀察到溶液的變色

(D) 反應終點的溶液顏色為深藍色

(E) 溶液變色的時間，會隨著反應溫度的升高而變短，若要觀察更快速的顏色變化，可將溶液加熱至 $80^\circ\text{C}$

## 第貳部分：非選擇題 (占 20 分)

說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號（一、二、三）與子題號（1、2、……），作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、取 10 克大理石粉（主要成分為  $\text{CaCO}_3$ ，式量 100）和過量煤焦（C）均勻混合後，在高溫、隔氧下加熱反應。假設碳酸鈣完全反應後，可得到混合氣體甲（莫耳數比為 1:1 的 CO 與  $\text{CO}_2$ ）及固體乙。固體乙與過量水完全反應產生可燃性氣體丙，若水的蒸氣壓可以忽略不計，於  $0^\circ\text{C}$ 、1 大氣壓下，丙的體積為 1.57 公升。依據此一實驗，回答下列問題。（每一子題 2 分，共 8 分）

1. 寫出  $\text{CaCO}_3$  和過量煤焦反應生成混合氣體甲及固體乙的平衡化學反應式。（2 分）
2. 寫出氣體丙的化學式。（2 分）
3. 此大理石粉中的碳酸鈣重量百分比為何？（2 分）
4. 在  $0^\circ\text{C}$ 、1 大氣壓下，混合氣體甲的體積為何？（2 分）

二、氫鍵是一種重要的分子間作用力，除了 H-F、H-O 及 H-N 等鍵結的分子外，還有其他鍵結方式的分子也會形成分子間氫鍵。例如： $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$  可形成分子間氫鍵，因為氮原子電負度大，即使間隔一個碳原子，仍可使氮原子帶有部分正電荷而形成氫鍵。氮原子與氧原子的電負度類似，在某些情況下，含氮的分子也可與鄰近分子的孤對電子（孤電子對）形成氫鍵。小明在實驗室找了下列四種常見有機物質：甲：正己烷 ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ )、乙：乙醚 ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ )、丙：氯仿 ( $\text{CHCl}_3$ )、丁：2,2-二氯丙烷 ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2$ )。將以上物質各取 25.0 毫升於簡易卡計中分別兩兩混合，達熱平衡後，測量溫度的變化量。當混合後放熱越多，表示分子間氫鍵越強。依據此一實驗，回答下列問題。

（每一子題 2 分，共 6 分）

1. 取各物質精確體積 25.0 毫升時，必須使用到圖 9 中的哪一項器材？（寫出此器材的名稱及代號）（2 分）
2. 甲-丁四種物質中，哪兩種物質之間的分子間氫鍵最強？（2 分）
3. 氯仿與丙酮 ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) 可形成分子間氫鍵，以路易斯結構畫出兩者間的氫鍵鍵結，氫鍵以虛線表示。（2 分）

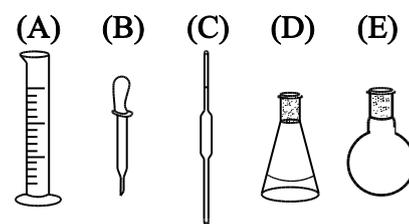


圖 9

三、圖 10 為多環芳香烴類化合物芘的結構，芘的分子式為  $C_{16}H_{10}$ ，分子量為 202。回答下列問題。(每一子題 2 分，共 6 分)

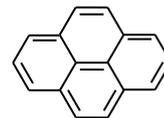


圖 10

1. 在適當條件下，芘可被完全氫化形成飽和烴類化合物。寫出此產物的分子式與分子量。(2 分)
2. 在適當條件下，芘中的一個氫原子可被置換成溴原子。在不考慮實際產率的情況下，此一反應的單一溴取代產物可能有幾種？(2 分)
3. 芘與苯相似可進行硝化反應，生成硝基芘。寫出一般硝化反應試劑為何？(2 分)

# 試題大剖析

## 答案

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. D 2. B 3. C 4. B 5. A 6. E 7. E 8. C 9. E 10. B  
11. B 12. A 13. D 14. D 15. C 16. A

二、多選題

17. AB 18. BCD 19. ABE 20. ACE 21. BCE 22. ACD 23. ACE 24. BD

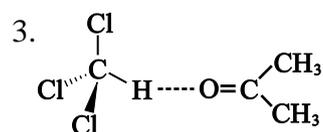
第貳部分：非選擇題

一、1.  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaC}_2(\text{s}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

2.  $\text{C}_2\text{H}_2$  3. 70.1% 4. 3.14(L)

二、1. (C)分度吸量管 (或移液吸管)

2. 乙、丙



三、1. 分子式為  $\text{C}_{16}\text{H}_{26}$ ，分子量為 218 2. 3 種 3. 濃  $\text{HNO}_3$  + 濃  $\text{H}_2\text{SO}_4$

## 解析

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 出處：選修化學(下)7-4.1 醇、7-5.1 醛類與酮類的物性及化性

解析：I 醇類、醛類的氧化

一般使醇類、醛類的氧化劑有： $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ 、 $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$ 、 $\text{O}_2/\text{Cu}$  三種。

依氧化過程：

{	$1^\circ\text{醇} \xrightarrow{(1)} \text{醛} \xrightarrow{(2)} \text{羧酸}$
	$1^\circ\text{醇} \xrightarrow{(3)} \text{羧酸}$
	$2^\circ\text{醇} \xrightarrow{(4)} \text{酮}$
	$3^\circ\text{醇} \xrightarrow{[\text{O}]} \times$

可選用的氧化劑：

(1)為 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ 或 $\text{O}_2/\text{Cu}$

(2)為 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ 或 $\text{O}_2/\text{Cu}$ 或 $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$

(3)為 $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$

(4)為 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}^+$ 或 $\text{O}_2/\text{Cu}$ 或 $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$

II 醛類  $\xrightarrow{\text{斐林試液}} \text{Cu}_2\text{O} \downarrow$  (紅色)

故符合題意所述為(D)丙醛。

【註】甲酸及其衍生物、 $\alpha$ -羥基酮亦可與斐林試液反應，但苯甲醛不與斐林試液反應。

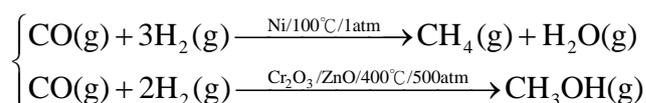
2. 出處：基礎化學(三)1-1.3 氣體粒子的運動與溫度、2-1.4 零級、一級與二級的化學反應、2-2.1 化學反應的碰撞理論、2-4 催化反應

解析：(A)錯誤。依「碰撞學說」，一個反應要發生，不僅反應物粒子要有足夠的能量，而且粒子碰撞的方位也要正確。

(B)正確。一級反應： $R \propto [A]$ ，當經過一個半生期的時間時，反應物的量減為原來一半，故其瞬時反應速率為初始反應速率的一半。

(C)錯誤。溫度升高，分子運動速率與相對分子數目的分布圖的波峰向右、向下遷移 (shift)，故溫度高低： $T_1 < T_2 < T_3$ 。

(D)錯誤。同一反應物，依不同反應路徑但得到不同產物，應該是不同反應條件造成的結果；如：



(E)錯誤。若為零級反應，反應速率為定值，與濃度無關。

3. 出處：基礎化學(三)1-4 氣體的分壓、3-2.2 平衡常數表示式的表示法

解析：假設容器內之相對溼度為  $P\%$ ，則： $K_p = \frac{1}{(0.04 \times P\%)^2} = 2500$ ， $P\% = 50\%$

4. 出處：基礎化學(三)1-4 氣體的分壓、3-2.2 平衡常數表示式的表示法

解析：平衡時相對溼度 82% 時，殘留水蒸氣的質量  $w$  在  $PV = nRT$  的關係式為：

$$(0.04 \times 82\%) \times 30 = \frac{w}{18} \times 0.082 \times 300, \quad w = 0.72(\text{g})$$

則  $x$  克無水硫酸鈣固體吸收水蒸氣的莫耳數關係為  $\frac{x}{136} : \frac{1.8 - 0.72}{18} = 1 : 2$ ， $x = 4.08(\text{g})$

5. 出處：選修化學(上)1-1.2 氫原子放射光譜與芮得柏方程式

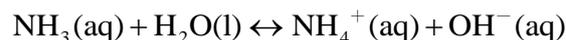
解析：氫原子能階躍遷公式： $\Delta E = k\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_H^2}\right)$ ， $k$  值即等於游離能，所以：

$$\Delta E = 320 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 60(\text{kcal})$$

因為電子躍遷從  $n = 4 \rightarrow n = 2$ ，所以為放熱，故為釋出 60 kcal。

6. 出處：基礎化學(二)1-3.3 沉澱反應的應用—離子的分離與檢測

解析：因為  $\text{NH}_3$  為阿瑞尼斯鹼，與水作用釋放出  $\text{OH}^-$ ，方程式如下表示，故  $\text{NH}_3(\text{aq})$  代表提供  $\text{OH}^-$  的試劑。



(A) 有  $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \downarrow$ 。

(B) 有  $\text{MgCO}_3(\text{s}) \downarrow$ 。

(C) 有  $\text{BaCO}_3(\text{s}) \downarrow$ 。

(D) 有  $\text{SrSO}_4(\text{s}) \downarrow$ 。

(E) 沒有沉澱。

7. 出處：基礎化學(二)2-3.1 共價鍵與路易斯結構、選修化學(上)2-2.1 路易斯結構

解析：鍵級愈大，鍵能愈大，鍵長愈短。

	O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	N <sub>2</sub>
共振結構	✓	✗	✗	✗	
O—O 鍵級	1½	2	1	3	
鍵能	O <sub>2</sub> <sup>2-</sup> < O <sub>3</sub> < O <sub>2</sub> < O <sub>2</sub> <sup>2+</sup>				
鍵長	O <sub>2</sub> <sup>2-</sup> > O <sub>3</sub> > O <sub>2</sub> > O <sub>2</sub> <sup>2+</sup>				
電子總數	24	16	18	14	14

(甲)錯誤。臭氧有共振結構。

(乙)正確。

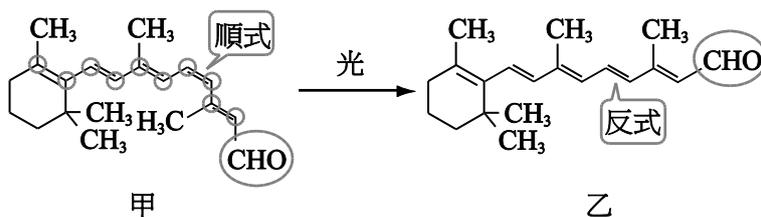
(丙)正確。

8. 出處：基礎化學(一)2-3.4 元素的分類、選修化學(上)1-4.3 電子組態與週期表

解析：<sub>118</sub>Og 為 18 族 (8A 族) 鈍氣，以單原子分子的形式存在的非金屬元素，其基態價電子組態為 7s<sup>2</sup>7p<sup>6</sup>，s、p 軌域均填滿，質子數 118。

9. 出處：基礎化學(二)3-2.2 幾何異構物、選修化學(上)2-3.2 混成軌域、2-3.4 分子極性、選修化學(下)7-5.1 醛類與酮類的物性及化性

解析：



(A) 錯誤。化合物甲、乙均有醛基(-CHO)，於上圖以橢圓標示出，故甲、乙均可與多倫試劑反應。

(B) 錯誤。化合物甲中碳碳雙鍵有一組為順式結構，於上圖標示出。

(C) 錯誤。化合物甲中以 sp<sup>2</sup> 混成的碳原子數目有 11 個 (含 -CHO)。於上圖以圓圈圈出。

(D) 錯誤。甲、乙為同分異構物，分子式相同，性質、結構不同，故熔點亦不同。

(E) 正確。化合物甲、乙結構中，疏水的烴基占了較大的比例，故化合物甲、乙均難溶於水。

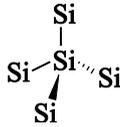
10. 出處：選修化學(上)2-4 分子間的作用力、2-4.4 氫鍵

解析：本題屬於記憶性/歸納的題目，同碳數/分子量相近的有機化合物，分子間作用力大小 (沸點高低)：

醯胺 > 羧酸 > 醇 > 胺 > 酮、醛 > 酯 > 醚 > 烴，且前四種和醛酮可與水有分子間氫鍵作用，水溶性較佳；故水溶性大小為：(甲)己酸 > (丙)1-己醇 > (乙)正己烷。

11. 出處：選修化學(上)2-3.2 混成軌域

解析：每個矽原子以 sp<sup>3</sup> 混成軌域與周圍 4 個矽原子鍵結，如附圖所示：



若附圖  $sp^3$  混成軌域的中心 Si 原子在圖 4 的位置 1 處，則附圖  $sp^3$  混成軌域周圍 4 個矽原子的位置便可在圖 4 的(2,4,7,9)或(3,5,6,8)處。

12. 出處：基礎化學(三)3-3.1 勒沙特列原理、選修化學(上)5-2.2 弱酸弱鹼的解離

解析： $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$

本題可視為上式在體內血液中的平衡系統。

$CO_2$  為阿瑞尼斯酸，與水作用產生  $H^+$ ，使溶液呈酸性，酸鹼值 (pH 值) 下降；而正常血液的酸鹼值 (pH 值) 為 7.4，呈弱鹼性，故：

I 當血液中的酸鹼值較正常值高時 (鹼性較強)：

平衡向右移動，增加血液  $CO_2$  濃度， $CO_2(aq)$  濃度減少，故呼吸中樞調節使呼吸變慢。

II 當血液中的酸鹼值較正常值低時 (酸性較強)：

平衡向左移動，降低血液  $CO_2$  濃度， $CO_2(g)$  濃度增加，故呼吸中樞調節使呼吸變快。

13. 出處：基礎化學(二)3-5 官能基與常見的有機化合物

解析：結構中與選項相關的各種官能基以代表性的圈出表示。

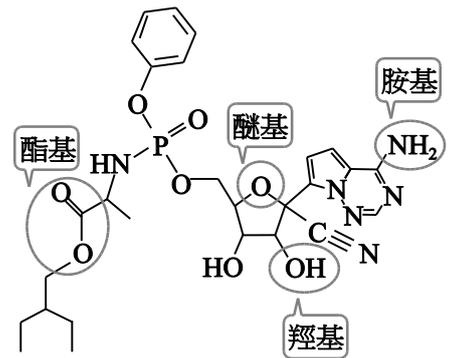
(A) 錯誤：參考右圖圖示。

(B) 錯誤：參考右圖圖示。

(C) 錯誤：參考右圖圖示。

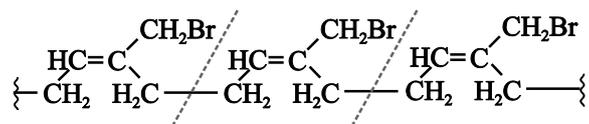
(D) 正確：參考右圖圖示之「酯基」，酯基遇氫氧化鈉或硫酸水溶液中會被水解。

(E) 錯誤：參考右圖圖示之「胺基」，胺基與水作用產生  $OH^-$ ，溶液呈 (弱) 鹼性。



14. 出處：選修化學(下)8-1.3 聚合物的合成反應、8-1.5 橡膠

解析：圖 6 之合成橡膠為同元加成聚合物，其單體單元如附圖斜切所示：



單體化合物甲為  $\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{H}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{CH}_2\text{Br}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{CH}_2$ ，分子量為 147。

15. 出處：選修化學(上)4-1.2 相態的能量變化與相圖

解析：若只考慮相態轉移能量變化，則：

固態－液態－氣態之間的相態變化，向右為吸熱過程 ( $\Delta H > 0$ )，向左為放熱過程 ( $\Delta H < 0$ )。

(A)  $0^\circ\text{C}$ 、 $0.5\text{atm}$  (固態)  $\rightarrow 0^\circ\text{C}$ 、 $0.3\text{atm}$  (氣態)，吸熱， $\Delta H > 0$ 。

(B)  $100^\circ\text{C}$ 、 $0.5\text{atm}$  (氣態)  $\rightarrow 100^\circ\text{C}$ 、 $0.3\text{atm}$  (氣態)，視為能量不變， $\Delta H = 0$ 。

(C)  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.5\text{atm}$  (液態)  $\rightarrow 0^\circ\text{C}$ 、 $0.5\text{atm}$  (固態)，放熱， $\Delta H < 0$ 。

(D)  $100^\circ\text{C}$ 、 $1.5\text{atm}$  (液態)  $\rightarrow 0^\circ\text{C}$ 、 $0.5\text{atm}$  (氣態)，吸熱， $\Delta H > 0$ 。

(E)  $100^\circ\text{C}$ 、 $100.0\text{atm}$  (液態)  $\rightarrow 100^\circ\text{C}$ 、 $99.0\text{atm}$  (液態)，視為能量不變， $\Delta H = 0$ 。

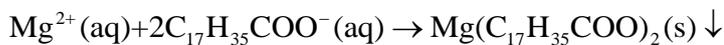
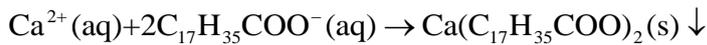
16. 出處：選修化學(上)1-4.1 原子的電子組態

解析：丁的電子組態寫法遵守遞建原理、包立不相容原理、洪德定則，為基態，能量最低；甲、乙、丙均為激發態的電子組態，能量相對於丁較高，其中丙為丁的 2 個的 1s 軌域電子躍遷到較高能階的 2p 且不符合洪德定則軌域，處於甲、乙、丙中最高的能量狀態。故能量最高和最低的組態為丙、丁。

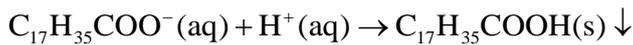
二、多選題

17. 出處：實驗界面活性劑及其效應

解析：(A)正確：硬水中的  $\text{Ca}^{2+}$  或  $\text{Mg}^{2+}$  與肥皂結合，形成不溶性的鈣肥皂或鎂肥皂，降低了肥皂的除汙能力，而合成清潔劑的清潔效果則不受硬水影響。方程式如下表示：



(B) 正確：肥皂為長鏈脂肪酸鈉，水解呈弱鹼性；若在酸性中，則生成難溶性的長鏈脂肪酸，喪失親水基團，降低了肥皂的除汙能力。方程式如下表示：



(C) 錯誤：合成清潔劑、肥皂均能使油溶性汙漬溶解於水中。

(D) 錯誤：合成清潔劑的生物分解性與去汙力較無直接關係。

【註：有些合成清潔劑的生物分解性很差，分類為硬性清潔劑。】

(E) 錯誤：合成清潔劑、肥皂均同時具有親水基團（膨大的陰電原子團）和親油基團（長鏈脂肪烴基）。

18. 出處：基礎化學(三)2-1.3 速率定律與反應級數、2-4.1 均相催化與非均相催化

解析：假設  $\frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = R = k \cdot [\text{NO}]^a \cdot [\text{O}_2]^b$

$$\begin{cases} \frac{R_2}{R_1} = \frac{k \cdot 0.02^a \cdot 0.02^b}{k \cdot 0.01^a \cdot 0.02^b} = \frac{5.6 \times 10^{-2}}{1.4 \times 10^{-2}} \\ \frac{R_3}{R_1} = \frac{k \cdot 0.01^a \cdot 0.04^b}{k \cdot 0.01^a \cdot 0.02^b} = \frac{2.8 \times 10^{-2}}{1.4 \times 10^{-2}} \end{cases}, a = 2, b = 1$$

(A) 錯誤：反應物 NO 的反應級數為 2。

(B) 正確：反應物 O<sub>2</sub> 的反應級數為 1。

(C) 正確：代入數據， $1.4 \times 10^{-2} = k \cdot (0.01)^2 \cdot (0.02)^1$ ， $k = 7000(\text{M}^{-2}/\text{s})$

(D) 正確：代入數據， $R = 7000 \cdot (0.03)^2 \cdot (0.01)^1 = 6.3 \times 10^{-2}(\text{M}/\text{s})$

(E) 錯誤：觸媒轉化器旨在將未反應完的烴類以及氮氧化物 NO<sub>x</sub>，分解成較無害的 CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>。

故汽車加裝觸媒轉化器，加快 NO<sub>2</sub> 分解之速率。

19. 出處：基礎化學(三)3-2.1 平衡常數表示式與平衡常數  $K_c$ 、 $K_p$

解析： $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  式(2)

(A) 正確： $K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$ 。

(B) 正確。

平衡的內在條件：定溫、密閉系統、可逆反應。

平衡的外顯標誌： $R_{\text{正}} = R_{\text{逆}} \neq 0$ ，即系統中各物質濃度不再變化，但正、逆反應仍在進行的動態平衡。

故式(2)達平衡時，向右正反應的結合反應速率等於向左逆反應的分解反應速率。

(C) 錯誤：壓縮體積，依「勒沙特列原理」，平衡向右移動，但定溫下，平衡常數值不變。

(D) 錯誤：係數  $n$  倍，平衡常數  $n$  次方倍。

故： $\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ ， $K_c' = \sqrt{16} = 4$

(E) 正確：方程式逆寫，平衡常數呈倒數。

故承(D)， $K_c'' = \frac{1}{4} = 0.25$

20. 出處：選修化學(上)3-3.2 標準還原電位與電池電壓

解析：實驗一之還原劑強度： $x、y、z、t > \text{H}_2 > s$

實驗二之還原劑強度： $x < z, y < z$

實驗三：最強還原劑為  $t$ ，最強氧化劑為  $s^{2+}$

故可得：

還原力、還原劑強度、氧化電位大小為： $t > z > x, y > s$

氧化力、氧化劑強度、還原電位大小為： $t^{2+} < z^{2+} < x^{2+}, y^{2+} < s^{2+}$

(A) 正確。

(B) 錯誤：最強的氧化劑為  $s^{2+}$ 。

(C) 正確。

(D) 錯誤： $s^{2+}$  的標準還原電位比  $x^{2+}$  大。

(E) 正確。

21. 出處：選修化學(上) 5-3.3 鹽類溶液的酸鹼性、5-4 緩衝溶液、5-5.2 滴定曲線

解析：(A) 錯誤： $[\text{H}^+] \approx \sqrt{K_a \cdot C_{A0}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \cdot 0.1} \approx 1.34 \times 10^{-3}$ ， $\text{pH} \approx 2.5 \sim 3.0$

(B) 正確：到達滴定終點，酚酞由無色→粉紅色。

(C) 正確。

$0.1 \times 50 \times 1 = 0.1 \times V_{\text{NaOH}} \times 1$ ， $V_{\text{NaOH}} = 50(\text{mL})$

故當量點為 50mL；

因此加入  $V_{\text{NaOH}} = 25\text{mL}$  時，未達當量點，故形成一緩衝溶液。

(D) 錯誤：因未達當量點，故該緩衝溶液因「同離子效應」，

$$[\text{H}^+] \approx \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \times K_a = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{n_{\text{CH}_3\text{COO}^-}} \times K_a = \frac{0.1 \times 50 - 0.1 \times 30}{0.1 \times 30} \times 1.8 \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5} (\text{M})$$

$$\text{pH} \approx 4.5 \sim 5.0$$

(E) 正確： $V_{\text{NaOH}} = 50\text{mL}$ ，到達當量點，產物為弱酸鹽  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ，其水解後呈弱鹼性。

$$[\text{OH}^-] \approx \sqrt{\frac{K_w}{K_a} \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \times \frac{0.1 \times 50}{50 + 50}} = \sqrt{\frac{10^{-9}}{36}} = \frac{10^{-4.5}}{6}$$

$$\text{pOH} = 4.5 + \log 6 = 4.5 + (\log 2 + \log 3) = 5.28$$

$$\text{pH} = 14 - 5.28 = 8.72$$

22. 出處：選修化學(上) 3-1.2 常見氧化劑、還原劑及其產物，選修化學(下) 6-3.3 金屬錯合物

解析：(A) 正確： $\text{NaBH}_4$  為還原劑，將錯離子中的  $\text{Ag}^+$  還原為  $\text{Ag}$ 。

(B) 錯誤：DNA 作為與  $\text{Ag}^+$  錯合的配基。

(C) 正確。

(D) 正確：DNA 的含氮鹼基亦可作為「抗氧化劑」，保護銀奈米粒子不被氧氣氧化。

(E) 錯誤：於鹼性水溶液中，銀離子會和氫氧根離子作用產生銀的氫氧化物或氧化物。

23. 出處：選修化學(上) 2-3.2 混成軌域、3-1.2 常見氧化劑、還原劑及其產物，選修化學(下) 7-4.1 醇、7-4.2 酚、7-5.1 醛類與酮類的物性及化性

解析：(A) 正確：甲  $\xrightarrow{\text{H}_2/\text{Ni}}$  薄荷醇，故甲被還原。

(B) 錯誤：甲結構上有酚基，具弱酸性，而乙接近中性，故酸性：甲 > 薄荷醇。

(C) 正確：薄荷醇為二級醇，可被二鉻酸鉀的酸性溶液氧化得到酮類化合物。

(D) 錯誤：薄荷醇六角環上的每個 C 原子為  $\text{sp}^3$  混成軌域，具有立體結構。

(E) 正確：承(B)，酸性：甲 > 薄荷醇，故化合物甲在氫氧化鈉水溶液的溶解度比在水中的溶解度高。

24. 出處：秒錶反應

解析：秒錶反應的基本原理：

I. A、B 溶液混合，藉生成的碘與澱粉形成藍黑色的碘-澱粉錯合物，測量亞硫酸氫根離子之消耗速率。

II. 式(3)反應慢，式(4)反應稍快，式(5)反應較快。

式(3)生成的  $\text{I}^-(\text{aq})$  與未反應完的  $\text{IO}_3^-(\text{aq})$  進行式(4)的較快速反應，生成的碘與澱粉形成藍黑色。

III 若式(3)的  $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$  過量，則式(4)生成的碘立即被  $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$  還原成  $\text{I}^-(\text{aq})$ ，無法變成藍黑色。

IV 欲觀察到溶液變成藍黑色，則須控制式(3)反應物的比例： $\frac{n_{\text{IO}_3^-}}{n_{\text{HSO}_3^-}} > \frac{1}{3}$ 。

(A) 錯誤。A、B 溶液混合，須搖晃混合溶液，使反應物充分混合均勻反應，以免干擾反應速率的測量。

(B) 正確。式(3)中  $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$  為限量試劑，當  $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$  消耗完畢，生成的碘立即與澱粉形成藍黑色，藉以測量  $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$  的消失速率。

(C) 錯誤。  $\frac{n_{\text{IO}_3^-}}{n_{\text{HSO}_3^-}} > \frac{1}{3}$ ，溶液才會變成藍黑色。

(D) 正確。式(4)的產物碘與澱粉形成藍黑色的碘－澱粉錯合物。

(E) 錯誤。溫度太高，藍黑色的碘－澱粉錯合物的結構不穩定，造成測量時間的誤差，故溫度宜控制在室溫附近。

## 第貳部分：非選擇題

一、出處：基礎化學(一)3-3 化學計量，基礎化學(三)1-3.1 理想氣體方程式及其應用，  
選修化學(下)7-2.3 炔烴



氣體丙為  $\text{C}_2\text{H}_2$

3. 由①②可知： $\text{CaCO}_3$  反應莫耳數 =  $\text{CaC}_2$  反應莫耳數 =  $\text{C}_2\text{H}_2$  反應莫耳數

假設大理石粉中含  $\text{CaCO}_3$   $w$  克，則：

$$\frac{w}{100} = \frac{1 \times 1.57}{0.082 \times 273}, w \approx 7.01 \text{ (克)}$$

故大理石粉中的碳酸鈣重量百分比： $\frac{7.01}{10} \times 100\% = \underline{70.1\%}$

4. 混合氣體甲在  $0^\circ\text{C}$ 、1 大氣壓的體積為： $\frac{7.01}{100} \times 2 \times 22.4 \approx \underline{3.14(\text{L})}$

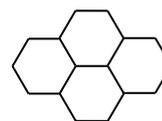
二、出處：基礎化學(一)1-4.2 濃度的概念及表示法，選修化學(上)2-4.4 氫鍵

2. 單一原子電負度： $\text{O} > \text{Cl}$ ，氫鍵強度： $\text{O} \cdots \text{H} > \text{O} \cdots \text{Cl}$ ，故分子間氫鍵強度最強為乙丙。

三、出處：基礎化學(二)3-1.2 飽和烴－烷與環烷、3-4.1 苯，選修化學(下)7-2.4 芳香烴

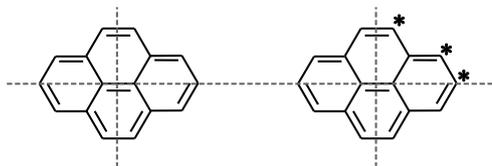
1. 飽和烴通式  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ；

1 個芘分子有 16 個 C 原子，完全氫化，結構如右，有 4 個環，  
不飽和度  $\Omega = 4$ ，所含 H 原子數為  $2 \times 16 + 2 - 2 \times 4 = 26$



故分子式為  $\text{C}_{16}\text{H}_{26}$ ，分子量為 218。

2. 芘分子結構為上下、左右對稱型，如下圖左；其單一溴取代氫的位置如下圖右，以「\*」標示。



故此一反應的單一溴取代產物可能有 3 種異構物。

3. 硝化反應試劑：濃  $\text{HNO}_3$  + 濃  $\text{H}_2\text{SO}_4$