

## 清華盃全國高級中學化學科能力競賽-筆試初賽題解

### 第一部分：單選題(占 80 分)

說明：第1題至第50題，每題4個選項，其中只有一個是最適當的選項，畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對得1.6分，未作答、答錯、或畫記多於1個選項者，該題以零分計算。

1. 定溫下，將同莫耳數的  $H_2$  及  $D_2$ ，分別置於體積相同的兩密閉容器中。假設其為理想氣體，則下列各物理量的比，何者不正確？

- (A) 密度比  $H_2 : D_2 = 1 : 2$   
(B) 壓力比  $H_2 : D_2 = 1 : 1$   
(C) 分子平均動能比  $H_2 : D_2 = 1 : 1$   
(D) 分子平均運動速率比  $H_2 : D_2 = 1 : 1$

答案：(D)

解析：

(A) 同莫耳數同體積，密度比  $H_2 : D_2 = \frac{n \times 2}{V} : \frac{n \times 4}{V} = 1 : 2$ 。

(B)  $P = nRT / V$ ，所以壓力比  $H_2 : D_2 = 1 : 1$ 。

(C) 因為溫度相同，所以分子平均動能相同，分子平均動能比  $H_2 : D_2 = 1 : 1$ 。

(D) 定溫下，氣體分子的平均運動速率與分子量平方根成反比，所以分子平均運動速率比  $H_2 : D_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{4}} = \sqrt{2} : 1$ 。

2. 考慮化學反應  $A(g) + B(g) \rightarrow C(g)$ ，當 A 的濃度加倍但 B 的濃度不變時，反應速率增加為原來的四倍；當 A 與 B 的濃度都加倍時，反應速率增加為原來的八倍，則下列何者為此反應之速率定律？

- (A)  $R = k[A][B]$   
(B)  $R = k[A][B]^2$   
(C)  $R = k[A]^2[B]$   
(D)  $R = k[A]^2[B]^2$

答案：(C)

解析：

假設速率定律為  $R = k[A]^m[B]^n$ ，當 A 的濃度加倍但 B 的濃度不變時，反應速率增加為原來的四倍，所以  $R = k[A]^2[B]^n$ ；當 A 與 B 的濃度都加倍時，反應速率增加為原來的八倍，所以  $R = k[A]^2[B]^1$

3. 假設水蒸氣為理想氣體，在  $100^\circ\text{C}$ 、1 大氣壓下，當水從液態變成氣態時，水蒸氣的體積大約變成原液態水的幾倍？

- (A) 456  
(B) 1244  
(C) 1700

(D) 30600

答案：(C)

解析：

假設有 1 g 的水，體積為  $1 \text{ cm}^3$ ，莫耳數為  $\frac{1}{18} \text{ mol}$ 。水蒸氣的體積為

$$1 \times V = \frac{1}{18} \times 0.082 \times 373 \Rightarrow V \approx 1.7 \text{ L} = 1700 \text{ cm}^3$$

4. 考慮一化學反應  $A \rightarrow B$ ，若此化學反應為零級反應，下列敘述何者正確？

- (A) 反應過程中，A 的濃度不變
- (B) B 的生成速率隨時間改變
- (C) 反應的活化能為零
- (D) 在單位時間內，A 濃度減少的量相同

答案：(D)

解析：

零級化學反應的速率定律為  $R = k$ ，反應速率為一定值，保持不變。

- (A) 反應過程中，A 的濃度減少。
- (B) B 的生成速率為定值，不隨時間改變。
- (C) 反應級數與活化能無必然關係。
- (D) 反應速率為一定值，所以在單位時間內，A 濃度減少的量相同。

5. 考慮化學反應  $3A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons C(l)$ ，關於此反應的敘述，下列何者正確？

- (A) 若 3 公升的 A 與 2 公升的 B 完全反應，可生成 1 公升的 C
- (B) 當反應達平衡時，莫耳數比為  $A : B : C = 3 : 2 : 1$
- (C) 此化學反應式表示，3 個 A 分子與 2 個 B 分子經由一次碰撞生成 1 個 C 分子
- (D) 此化學反應的平衡常數表示法為  $K = \frac{1}{[A]^3[B]^2}$

答案：(D)

解析：

- (A) 生成物 C 屬於液態，無法得知其體積。
- (B) 化學反應式的係數，並不代表反應達平衡時的莫耳數比。
- (C) 此化學反應可能由一系列基本反應組成，不必然為一次碰撞的結果。

**補充說明：純液體或純固體濃度是固定的，故其濃度不列入平衡常數表示法中。**

6. 有關化學反應與催化劑的敘述，下列何者正確？

- (A) 相同的反應物，若使用不同的催化劑，可能生成不同的產物
- (B) 催化劑可以降低反應的反應熱
- (C) 催化劑不會改變逆反應的速率
- (D) 催化劑可以改變反應的平衡狀態

答案：(A)

解析：

- (B) 催化劑會降低反應的活化能，但是不會改變反應的反應熱。
- (C) (D) 催化劑會改變正逆反應速率，但是不能改變平衡狀態。

7. 氫原子內的電子可以透過吸收或放射電磁波，在不同的能階間躍遷。假設將一個基態氫原子內的電子游離所需的能量為  $E$ ，則電子由  $n=3$  回到  $n=2$ ，放出的電磁波能量為多少？

(A)  $\frac{5}{36}E$

(B)  $\frac{4}{36}E$

(C)  $\frac{5}{9}E$

(D)  $\frac{4}{9}E$

答案：(A)

解析：

$$E_n = -\frac{E}{n^2} \text{ 所以 } E_3 - E_2 = E \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{5}{36}E$$

8. 有關鹵素  $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $Br_2$  和  $I_2$  的敘述，下列何者不正確？

(A) 在常溫常壓下， $Br_2$  是液態， $I_2$  是固態

(B) 這些鹵素分子中的鍵結是非極性共價鍵

(C)  $Cl_2$  的沸點比  $F_2$  高，是因為  $Cl_2$  的鍵能比  $F_2$  強

(D)  $I(g) + e^- \rightarrow I^-(g)$  是放熱反應

答案：(C)

解析：

(C)  $Cl_2$  的沸點比  $F_2$  高，是因為  $Cl_2$  分子間的作用力比  $F_2$  分子間的作用力強。

9. 一中性原子的基態電子組態為  $1s^2 2s^2 2p^2$ ，有關此原子的敘述，下列何者不正確？

(A) 此原子屬於第二週期元素

(B) 此原子不含未成對電子

(C) 此原子有 6 個質子

(D) 此原子中的電子分別填在四個軌域中

答案：(B)

解析：

(B)  $2p$  軌域的電子分別填在不同的  $2p$  軌域，所以此原子有兩個未成對電子。

(D) 此原子中的電子分別填在  $1s$  軌域、 $2s$  軌域、還有兩個不同的  $2p$  軌域。

10. 有關理想溶液的性質，下列何者不正確？

(A) 遵守拉午耳定律

(B) 溶質與溶劑分子間無作用力

(C) 將兩種液體混合時，溶液總體積等於此兩液體之體積和

(D) 因為正己烷與正庚烷的分子大小相近、化學結構和極性相似，所以正己烷與正庚烷的混合溶液，非常接近理想溶液

答案：(B)

解析：

(B) 理想溶液中，溶質與溶質、溶劑與溶劑或溶質與溶劑分子間的作用力都相等。

(C) 理想溶液形成時體積具有加成性。

11. 草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )於水中的解離常數分別為  $K_{a1} = 6.5 \times 10^{-2}$   $K_{a2} = 6.1 \times 10^{-5}$ 。現有一濃度 0.20 M 的草酸水溶液，在  $\text{pH} = 8.0$  時，下列物種間濃度之比值，何者最大？

(A)  $\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}$

(B)  $\frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}$

(C)  $\frac{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}$

(D)  $\frac{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}$

答案：(A)

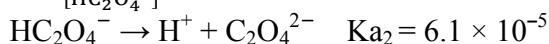
解析： $\text{pH} = 8.0 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ M}$



$$\frac{[\text{H}^+][\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = 6.5 \times 10^{-2}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = \frac{6.5 \times 10^{-2}}{10^{-8}} = 6.5 \times 10^6$$

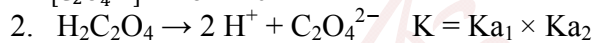
$$\Rightarrow \frac{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]} = 1.5 \times 10^{-7} \dots\dots(\text{D})\text{選項}$$



$$\frac{[\text{H}^+][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]} = 6.1 \times 10^{-5}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]} = \frac{6.1 \times 10^{-5}}{10^{-8}} = 6.1 \times 10^3 \dots\dots(\text{A})\text{選項}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = \frac{1}{6.1 \times 10^3} = 1.6 \times 10^{-4} \dots\dots(\text{B})\text{選項}$$



$$\frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}][\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = 6.5 \times 6.1 \times 10^{-7}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]} = \frac{6.5 \times 6.1 \times 10^{-7}}{10^{-16}} = 39.65 \times 10^9 = 4.0 \times 10^{10}$$

$$\Rightarrow \frac{[\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4]}{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]} = \frac{1}{4.0 \times 10^{10}} = 2.5 \times 10^{-11} \dots\dots(\text{C})\text{選項}$$

**12-13 題為題組**

以下所列水溶液之濃度均為 0.5 M：

$\text{NaNO}_3(\text{aq})$ ,  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{KBr}(\text{aq})$ ,  $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq})$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ ,  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$

當其兩兩等量混合時，有如下表之反應關係，其中“+”代表有明顯沉澱產生，“-”代表無沉澱產生，試推測各溶液為何，並回答下列兩題。

	a	b	c	d	e	f
a		+	+	+	+	-
b	+		-	-	-	-
c	+	-		-	-	-
d	+	-	-		+	-
e	+	-	-	+		-
f	-	-	-	-	-	

12. 下列敘述何者正確？  
 (A) b 可能是  $\text{NaNO}_3$  溶液  
 (B) f 可能是  $\text{KBr}$  溶液  
 (C) d 可能是  $\text{AgNO}_3$  溶液  
 (D) e 可能是  $\text{CaCl}_2$  溶液

答案：(D)

13. 若 a 與 c 混合時立即產生黑色沉澱，則 c 溶液為何？

- (A)  $\text{AgNO}_3(aq)$   
 (B)  $\text{K}_2\text{CO}_3(aq)$   
 (C)  $\text{Na}_2\text{S}(aq)$   
 (D)  $\text{KBr}(aq)$

答案：(C)

解析：由表中得知 a 可與 b、c、d、e 產生沉澱，故 a 必為  $\text{AgNO}_3(aq)$ ；而 f 不與其它溶液產生沉澱，故必為  $\text{NaNO}_3(aq)$ ；d、e 混合可產生沉澱，故此兩者可能為  $\text{K}_2\text{CO}_3(aq)$  或  $\text{CaCl}_2(aq)$  其中之一；至於 b、c 則可能  $\text{KBr}(aq)$  或  $\text{Na}_2\text{S}(aq)$  其中之一；又  $\text{Ag}_2\text{S}(s)$  為黑色沉澱，綜合以上討論，得知第 2 題答案為(D)，第 3 題答案為(C)。

14. 光氣( $\text{COCl}_2$ )為一劇毒氣體，吸入可能致命，其分解反應為一可逆反應如下：



在絕對溫度為 T 時，將 x 莫耳  $\text{COCl}_2(g)$  置於 V 升密閉容器內，達平衡後， $\text{COCl}_2(g)$  之解離度為 a，且氣體總壓力為 P 大氣壓，若濃度平衡常數為  $K_c$ ，壓力平衡常數為  $K_p$ ，且此三氣體均為理想氣體，則下列敘述何者正確？

- (A)  $K_c = \left(\frac{x}{V}\right) \left(\frac{a}{1-a}\right)$   
 (B)  $K_p = \frac{x}{RTV} \left(\frac{a^2}{1-a}\right)$   
 (C)  $a = \left(\frac{K_p}{K_p + P}\right)^{1/2}$   
 (D) 平衡時混合氣體之平均分子量為  $\frac{99}{1+2a}$

答案：(C)

解析： $\text{COCl}_2(g) \rightleftharpoons \text{CO}(g) + \text{Cl}_2(g)$

反應前            x            0            0

反應平衡        x(1-a)        +ax        +ax

總莫耳數為 (x-ax) + ax + ax = x + ax

$$(A) K_c = \frac{[\text{CO}][\text{Cl}_2]}{[\text{COCl}_2]} = \frac{\left(\frac{ax}{V}\right)\left(\frac{ax}{V}\right)}{\left(\frac{x-ax}{V}\right)} = \left(\frac{x}{V}\right) \left(\frac{a^2}{1-a}\right)$$

$$(B) K_p = K_c \times (RT)^{\Delta n} = \left(\frac{x}{V}\right) \left(\frac{a^2}{1-a}\right) \times RT = \left(\frac{RTx}{V}\right) \left(\frac{a^2}{1-a}\right)$$

$$(C) \text{又 } PV = (x + ax) \times RT, \frac{RT}{V} = \frac{P}{x + ax} \Rightarrow K_p = \frac{(P) \times (x)}{x + ax} \times \frac{a^2}{1-a} = \frac{a^2}{1-a^2} P$$

$$a = \left(\frac{K_p}{K_p + P}\right)^{1/2}$$

$$(D) \text{ 平衡混合氣體之平均分子量} = \frac{(x - ax) \times 99 + (ax) \times 28 + (ax) \times 71}{x + ax} = \frac{99}{1 + a}$$

故答案為(C)。

15. 已知化學反應  $2A(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$ ，在  $25^\circ\text{C}$  下的反應速率實驗結果如下表：

實驗	反應初濃度 (M)		反應起始速率 (M/s)
	[A] <sub>0</sub>	[B] <sub>0</sub>	
1	0.20	0.10	0.63
2	0.20	0.30	5.70
3	0.80	0.10	2.58
4	0.40	0.20	x

若實驗(4)在相同條件下進行，則 x 應接近下列何者？

- (A) 2.52  
(B) 5.04  
(C) 10.1  
(D) 20.2

答案：(B)

解析：假設此反應之速率定律為  $\text{rate} = k[A]^m[B]^n$ ，由實驗(1)(2)可得  $3^n = 9$ ,  $n = 2$ ；由實驗(1)(3)可得  $4^m = 4$ ,  $m = 1$ ，故反應速率定律為  $\text{rate} = k[A][B]^2$  可利用實驗(1)和(4)之反應物初濃度比例求得在  $25^\circ\text{C}$  下，實驗(4)之反應起始速率為  $\left(\frac{0.40}{0.20}\right) \times \left(\frac{0.20}{0.10}\right)^2 \times 0.63 = 5.04 \text{ M/s}$ ，故 x 為 5.04。

16. 氯元素有兩種穩定的同位素  $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$ ，下列相關敘述何者不正確？

- (A)  $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$  含有相同的電子數  
(B)  $\text{H}^{35}\text{Cl}$  和  $\text{H}^{37}\text{Cl}$  的化學性質相似  
(C)  $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$  在基態原子中填有電子的主殼層數目不同  
(D) 利用質譜儀分析  $\text{Cl}_2$  可觀察到三種不同的分子量

答案：(C)

解析：同位素的電子數與質子數相同，只有中子數不同，且其化學性質相似； $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$  與 H 形成之  $\text{H}^{35}\text{Cl}$  和  $\text{H}^{37}\text{Cl}$  分子亦具有相似之化學性質；基態  $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$  皆有 17 個電子分別填入 K, L, M 等三個主殼層，且電子的分布為 2, 8, 7； $\text{Cl}_2$  有三種可能組合  $^{35}\text{Cl}_2$ ,  $^{37}\text{Cl}_2$ ,  $^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$ ，故質譜分析可看到三種分子量；答案為(C)。

17. 考慮下列未平衡之化學反應式



若 23.5 克的  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  和 0.200 莫耳的 Al 混合反應，則下列敘述何者正確？

- (A) 此反應中  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  為限量試劑  
(B) 完全反應後，會產生約 5.40 克的水  
(C) 完全反應後，產生之  $\text{Al}_2\text{O}_3$  莫耳數比  $\text{N}_2$  的莫耳數少  
(D) 此反應式平衡後， $\text{Cl}_2$  的係數大於  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的係數

答案：(B)

解析：此反應式平衡後為  $6\text{NH}_4\text{ClO}_4 + 8\text{Al} \rightarrow 4\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{N}_2 + 3\text{Cl}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

$$\text{NH}_4\text{ClO}_4 \text{ 之莫耳數} = \frac{23.5}{14 + 4 + 35.5 + 64} = \frac{23.5}{117.5} = 0.200 \text{ 莫耳}$$



因  $\text{NH}_4\text{ClO}_4$  與  $\text{Al}$  係數比為 3:4，故  $\text{Al}$  為限量試劑；完全反應後，會產生水  $0.200 \times \frac{12}{8} = 0.300$  莫耳，即  $0.300 \times 18.0 = 5.40$  克；另反應後產生的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  莫耳數大於  $\text{N}_2$ ，而平衡方程式中  $\text{Cl}_2$  係數小於  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，故答案為(B)。

18. 已知 X 和 Z 兩元素共有 23 個質子，X 元素的電子數比 Z 元素多 7 個，則下列敘述何者正確？
- (A) Z 元素在常溫常壓下為液體
  - (B) X 與 Z 形成的化合物溶於水會呈鹼性
  - (C) Z 元素與碳會形成多種分子化合物，且均為非極性分子
  - (D) X 元素具有同素異形體

答案：(D)

解析：每一元素中的質子數與電子數相同，假設 X 的質子數為 a，Z 的質子數為 b，則  $a + b = 23$ ， $a - b = 7$  得  $a = 15$ ， $b = 8$ ，故 X 為磷(P)，Z 為氧(O)；氧在常溫常壓下為氣體；磷具有同素異形體(如白磷和紅磷)，磷和氧會形成  $\text{P}_4\text{O}_6$  和  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  等化合物，溶於水後呈酸性；氧與碳形成的分子化合物為  $\text{CO}_2$ ， $\text{CO}$  其中  $\text{CO}$  具有極性；故答案為(D)。

19. 下列有關氣體之敘述何者正確？
- (A) 常溫常壓下，因為  $\text{NH}_3$  的分子量比  $\text{O}_2$  小，故  $\text{NH}_3$  比  $\text{O}_2$  更接近理想氣體
  - (B) 亨利定律不適用於描述氨氣在水中溶解度與壓力的關係
  - (C) 定溫下，密閉容器內含定量的理想氣體，若將此容器的壓力減半，則該氣體分子的平均運動速率亦減半
  - (D) 若  $\text{Cl}_2$  與  $\text{CO}_2$  可視為理想氣體，則同溫同壓時， $\text{Cl}_2$  的密度比  $\text{CO}_2$  小

答案：(B)

解析：

- (A)  $\text{NH}_3$  為一極性分子，分子間的作用力大於  $\text{O}_2$ ，故較  $\text{O}_2$  偏離理想氣體。
- (B)  $\text{NH}_3$  會與水發生反應，其在水中溶解度與壓力的關係不符合亨利定律。
- (C) 定溫下，氣體的平均速率與分子量平方根成反比( $\propto \frac{1}{\sqrt{M}}$ )，但與壓力無關，故平均速率不變。
- (D) 同溫同壓時，氣體密度與分子量成正比( $PM = dRT$ )，故  $\text{Cl}_2$ (分子量 71)的密度大於  $\text{CO}_2$ (分子量 44)。

20. 在  $25^\circ\text{C}$  時，苯的飽和蒸氣壓為 96.0 毫米汞柱，甲苯的飽和蒸氣壓為 30.0 毫米汞柱。若苯與甲苯混合形成一理想溶液，且溶液中苯的莫耳分率為 0.40，則下列相關敘述何者正確？
- (A) 苯與甲苯混合形成溶液時會放熱
  - (B) 混合溶液的沸點高於甲苯的沸點
  - (C) 混合溶液的飽和蒸氣中苯的莫耳分率大於 0.40
  - (D) 混合溶液的飽和蒸氣壓為 69.6 毫米汞柱

答案：(C)

解析：

- (A) 形成理想溶液時不會放熱也不會吸熱。
- (B) 由蒸氣壓可判斷甲苯的沸點高於苯，混合溶液的沸點會介於苯和甲苯的沸點之間，故溶液的沸點應會低於甲苯。

(C) 溶液飽和蒸氣中，苯的莫耳分率等於  $\frac{96.0 \times 0.40}{96.0 \times 0.40 + 30.0 \times 0.60} = 0.68$ 。

(D) 溶液的飽和蒸氣壓 =  $96.0 \times 0.40 + 30.0 \times 0.60 = 56.4$  毫米汞柱。

21. 某學生拿到三個標示 **I**、**II**、**III** 的瓶子，其裝有 1,2-二溴苯、1,3-二溴苯及 1,4-二溴苯，但不知哪個瓶子含有何種化合物。當 **I** 瓶加入  $\text{Cl}_2$  及  $\text{FeCl}_3$  時，會得到一分子式為  $\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_2\text{Cl}$  之產物；而 **II** 瓶加入  $\text{Cl}_2$  及  $\text{FeCl}_3$  時，會得到三種分子式為  $\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_2\text{Cl}$  之產物；**III** 瓶加入  $\text{Cl}_2$  及  $\text{FeCl}_3$  時，會得到兩種分子式為  $\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_2\text{Cl}$  的產物。試問 **I**、**II**、**III** 三者之內容物分別為何？

(A) **I** 為 1,4-二溴苯、**II** 為 1,3-二溴苯、**III** 為 1,2-二溴苯

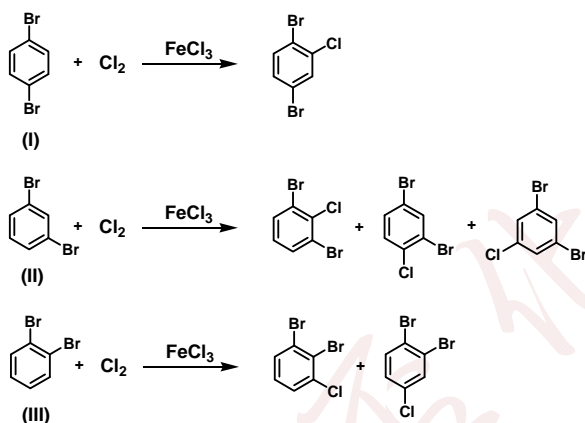
(B) **I** 為 1,2-二溴苯、**II** 為 1,3-二溴苯、**III** 為 1,4-二溴苯

(C) **I** 為 1,3-二溴苯、**II** 為 1,2-二溴苯、**III** 為 1,4-二溴苯

(D) **I** 為 1,2-二溴苯、**II** 為 1,4-二溴苯、**III** 為 1,3-二溴苯

答案：(A)

解析：



22. 有機化合物A易和水反應生成化合物B，而化合物B氧化後生成化合物C，化合物B和C可進一步氧化生成化合物D。化合物A到D分別最有可能為哪一類的有機化合物？

(A) A為烷類、B為醇類、C為醛類、D為羧酸類

(B) A為烯類、B為醛類、C為醇類、D為羧酸類

(C) A為烯類、B為醇類、C為酮類、D為酯類

(D) A為烯類、B為醇類、C為醛類、D為羧酸類

答案：(D)

解析：烯類  $\xrightarrow{\text{水}}$  醇  $\xrightarrow{\text{氧化}}$  醛  $\xrightarrow{\text{氧化}}$  羧酸類。

23. 某有機化合物492毫克，完全燃燒後產生1550毫克二氧化碳及630毫克的水，請問下列何者可能為其分子式？

(A)  $\text{C}_2\text{H}_2$

(B)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$

(C)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}$

(D)  $\text{C}_3\text{H}_6$

答案：(D)



解析：

含碳  $1550 \times \frac{12}{44} = 422$  毫克，含氫  $630 \times \frac{2}{18} = 70$  毫克，含氧 =  $492 - 422 - 70 = 0$  毫克，  
碳氫之間莫耳數比 =  $\frac{422}{12} : \frac{70}{1} = 35 : 70 = 1 : 2$ ，所以答案為(D)。

24. 在醫學上，下列哪個分子不曾被當作麻醉劑？

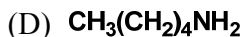
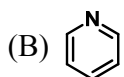
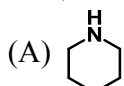
- (A) 二乙基醚
- (B) 三氯甲烷
- (C) 一氧化二氮
- (D) 一氧化氮

答案：(D)

解析：

二乙基醚( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ )、三氯甲烷 ( $\text{CHCl}_3$ )及一氧化二氮( $\text{N}_2\text{O}$ )都曾被當作麻醉劑。一氧化氮 (NO)具有信號分子的功能，免疫系統產生的一氧化氮分子，不僅能抵抗侵入人體的微生物，而且還能夠阻止癌細胞的繁殖及腫瘤的擴散。

25. 下列化合物何者水溶性最好？



答案：

**本題(A)(B)選項化合物與水均可以任意比例互溶，難以判斷何者水溶性較佳，故本題送分。**

26. 大腸桿菌為一直徑1微米，長度2微米的圓柱形細胞，平均重量為 $2 \times 10^{-12}$ 克，其中80%為水組成，另含有2%的脂質。已知脂質分子平均分子量為800，試計算一大腸桿菌中有多少個脂質分子？

(A)  $8.3 \times 10^{10}$

(B)  $2.1 \times 10^{10}$

(C)  $2.4 \times 10^9$

(D)  $3.0 \times 10^7$

答案：(D)

解析：可先計算出大腸桿菌內脂質分子的莫耳數( $0.02 \times 2 \times 10^{-12}$ 克) / 800 =  $5 \times 10^{-17}$ 。  
脂質分子的數量為 $5 \times 10^{-17} \times 6.02 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^7$ 。

27. 下列敘述何者不正確？

- (A) 蛋白質建立生物體多數的非骨骼結構
- (B) 酵素是一種醣類，並可催化反應進行
- (C) 必需胺基酸對健康及生長有很重要的影響
- (D) 必需胺基酸必須經由食物攝取，因為人體無法自行製造

答案：(B)

解析：酵素大部份是由胺基酸所組成的分子，並非醣類。

28. 下列對於食物分解過程的敘述何者不正確？

- (A) 碳水化合物→多醣→核苷酸
- (B) 澱粉→糊精→麥芽糖→葡萄糖
- (C) 蛋白質→多肽→小片段胜肽→胺基酸
- (D) 油脂→甘油→二氧化碳及水

答案：(A)

解析：多醣類不能分解為核苷酸，此兩種分子的結構有巨大的差異。

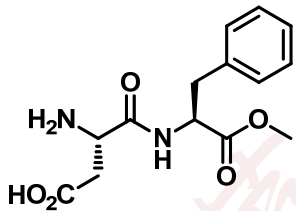
29. 原油的用途極為有限，必須經過分餾才能發揮經濟效益。原油的分餾是依據各成分的沸點不同，利用分餾塔將原油分離成數種油品。有關油品的沸點高低，下列順序何者正確？

- (A) 潤滑油 > 柴油 > 石油醚 > 煤油
- (B) 潤滑油 > 柴油 > 煤油 > 石油醚
- (C) 柴油 > 潤滑油 > 煤油 > 石油醚
- (D) 柴油 > 潤滑油 > 石油醚 > 煤油

答案：(B)

解析：油品沸點的高低，取決於其混合物碳數的多寡。潤滑油含C28~C30之混合物，柴油的組成成分為C8~C21的混合物，煤油及石油醚的組成成分則分別為C6~C16及C5~C9的混合物。

30. 人造糖精阿斯巴甜是由雙肽而非由醣類衍生而來，結構如下圖所示，有多少個碳原子具有 $sp^2$ 混成軌域？



阿斯巴甜 (Aspartame)

- (A) 7
- (B) 8
- (C) 9
- (D) 10

答案：(C)

解析：此結構中，具有雙鍵的碳原子都有 $sp^2$ 混成軌域。

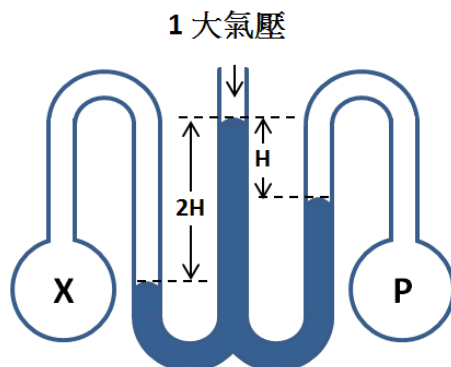
31-32 題為題組

在 $25^\circ\text{C}$ 一大氣壓下，將一開口式水銀壓力計與兩氣體容槽相連，裝置如下圖所示。已知右方容槽內氣體壓力為 $P$ 大氣壓，左右管與中間管液面高度差分別為 $2H$ 與 $H$ 公分，試回答下列問題。

(1大氣壓 = 760毫米汞柱)

31. 左方容器內氣體壓力 $X$ 為多少大氣壓？(以 $P$ 表示)

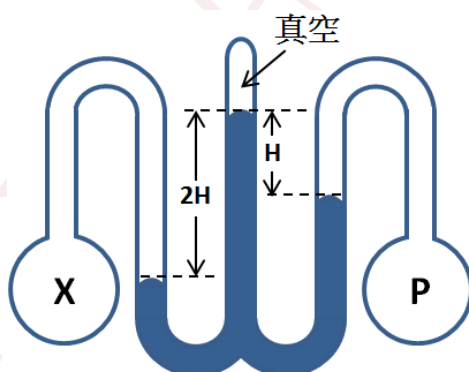
- (A)  $2P$
- (B)  $2P + 1$
- (C)  $2P - 1$
- (D)  $2P - 76$



答案：(C)

解析：此題考氣壓計觀念。等高液面壓力相等，故右管內壓力  $P = 1 + H/76$  大氣壓---(1 式); 左管內壓力  $X = 1 + 2H/76$  大氣壓---(2 式)。將(1 式)帶入(2 式)得  $X = 2P - 1$  大氣壓，故選(C)

32. 同條件下，若使用的是閉口式壓力計，上端為托里切利真空，各管柱液面高度差不變(如下圖)，則左方未知壓力  $X$  為多少大氣壓？(以  $P$  表示)



- (A)  $2P$
- (B)  $2P + 1$
- (C)  $2P - 1$
- (D)  $2P - 76$

答案：(A)

解析：等高液面壓力相等，故右管內壓力  $P = H/76$  大氣壓; 左管內壓力  $X = 2H/76 = 2P$  大氣壓，故選(A)

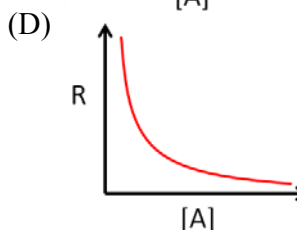
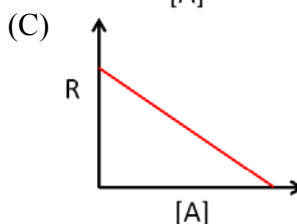
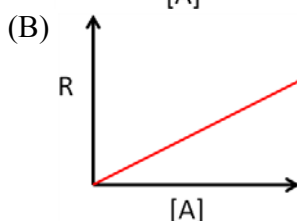
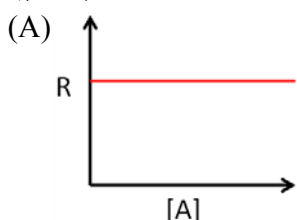
33. 常溫常壓下，下列氣體何者具有最大擴散速率？
- (A) 氮氣
  - (B) 氧氣
  - (C) 氯氣
  - (D) 氫氣

答案：(A)

解析：此題考擴散速率  $r \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$  之觀念。

分子量：氮氣(28)、氧氣(32)、氯氣(71)、氫氣(40)，分子量最小者在同溫同壓之下有最大之擴散速率，故選(A)

34. 某化學反應  $A \rightarrow B$  有固定之半生期，則其反應速率  $R$  與反應物濃度  $[A]$  之關係圖，下列何者正確？

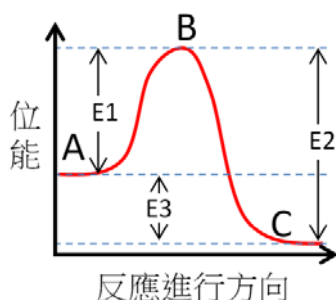


答案：(B)

解析：此題考反應速率之觀念。由固定半生期可知此為一級反應，因此反應速率與反應物濃度呈正比，選(B)。

35. 關於密閉系統內化學反應  $A \rightarrow C$  之反應位能圖(如下圖)，下列敘述何者正確？

- (A) 反應後，產物  $C$  之溫度必定較反應物  $A$  為低
- (B) 活化複合體  $B$  可穩定存在，大多可以被分離純化出來
- (C) 此反應為放熱反應，故升溫會使反應速率降低，不利產物  $C$  生成
- (D) 升溫造成逆反應速率增加比例較大，不利產物  $C$  生成



答案：(D)

解析：(A) 化學位能與反應後物種溫度無必然關係

(B) 活化複合體生命期極短，為極不穩定之中間物質，無法長時間單獨存在。

(C) 升溫必定加速化學反應。

(D) 位能圖中的活化能基本上對應於動能分佈曲線中的低限能。反應溫度提高會使分子動能分佈曲線右移，對正逆向反應皆有加速效果。但由於逆反應活化能(E2)較正反應(E1)高，因此逆反應低限能較正反應大，升溫後超越低限能之分子數與升溫前比較，增加倍率逆反應較正反應大，故升溫有利於逆反應，不利於生成物 C 之產生，故選(D)。

36. 氫原子之電子受激發後，可躍遷至較高能量之電子能階，經由放光可落回較低能量之電子能階，此過程放光之能量即為電子躍遷之能差。下列關於氫原子放射光譜之敘述何者正確？

(A) 氫原子放射光譜為連續寬頻光譜

(B) 激發態電子所在之能階主量子數越大，躍遷放出之光子能量越大

(C) 無論激發態電子從何能階躍遷放光，最後電子所在能階之主量子數越小，放光頻率越大

(D) 若電子放光躍遷至相同能階，則激發態電子能階之主量子數越小，放光波長越短

答案：在高主量子數下，確實有不符合之處，故本題送分。

37. 關於以石灰蘇打法軟化暫時硬水，下列敘述何者正確？

(A) 此法加入之石灰化學式為 CaO，溶於水後產生之碳酸根可與鎂離子及鈣離子產生難溶性沉澱，因此能軟化硬水

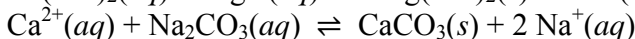
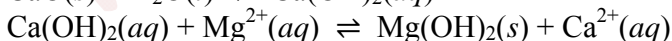
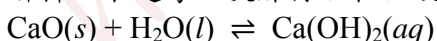
(B) 此法加入之石灰化學式為 CaO，會與水產生氫氧化鈣，當中的氫氧根會與鎂離子產生難溶之氫氧化鎂沉澱

(C) 此法加入之石灰化學式為 CaO，會與水產生氫氧化鈣，可使水質呈鹼性，溶解鎂及鈣離子之碳酸鹽沉澱而達到硬水軟化之目的

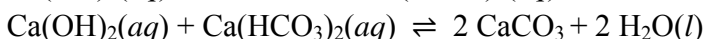
(D) 此法加入之石灰化學式為 CaO，因本身含有硬水成分鈣離子，因此加入石灰並無法軟化硬水，其作用主要是調整溶液 pH 值使其呈鹼性，以利蘇打軟化硬水

答案：(B)

解析：本題考石灰蘇打法軟化硬水，其反應原理及過程如下：



Ca(OH)<sub>2</sub>(aq)亦可直接軟化 Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>(aq)，方程式如下：



故答案選(B)。

補充說明：石灰溶於純水會產生氫氧化鈣不會產生碳酸根。

38. 以路易斯結構表示下列各化合物時，何者所含之孤電子對數目最多？

- (A) 苯甲酸
- (B) 三硝基甲苯
- (C) 乙醯柳酸
- (D) 三酸甘油酯

答案：(B)

解析：本題考有機物化學結構。

- (A) 苯甲酸 4 對
- (B) 三硝基甲苯 15 對
- (C) 乙醯柳酸 8 對
- (D) 三酸甘油酯 12 對

39. 關於醯胺類化合物之敘述何者不正確？

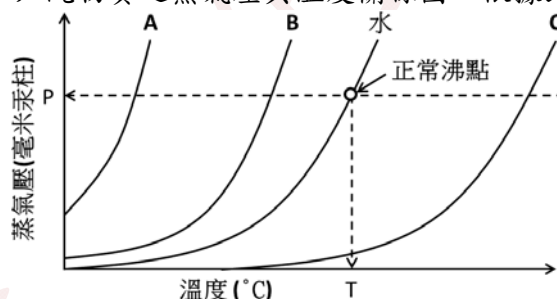
- (A) 對乙醯胺基苯酚可作為鎮痛解熱劑
- (B) 醯胺類在純水中穩定但在強酸下加熱易水解
- (C) 蛋白質為以醯胺鍵連接之聚合物，在蛋白質中之醯胺鍵又稱肽鍵
- (D)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$  應命名為丙醯甲胺，為二級胺

答案：(D)

解析：本題考醯胺化合物。

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$  應命名為 *N*-甲基丙醯胺，為二級胺。

40. 下圖為水及另外三種未知純物質之蒸氣壓與溫度關係圖，依據此圖下列敘述何者正確？



- (A)  $P + T$  約等於 760
- (B) C 曲線代表之純物質可能為乙醚
- (C) B 曲線代表之純物質分子間作用力小於水
- (D) A 曲線代表之純物質不可能含有分子間氫鍵

答案：(C)

解析：本題考蒸氣壓與分子間作用力。

(A) "正常沸點"係指物質於一大氣壓下(760 毫米汞柱)之沸點，對水而言為  $100^\circ\text{C}$ ，因此  $P + T = 860$ 。

(B) C 曲線之正常沸點較水高，因此分子間作用力較水大，不可能為乙醚。

(C) 正確。

(D) A 曲線所代表之物質沸點遠比水低，代表分子間作用力比水弱，但仍可能具有分子間氫鍵，例如  $\text{NH}_3$  即為一例。

41. 一莫耳為 12 克  $^{12}\text{C}$  所含的原子個數，其值約為  $6.02 \times 10^{23}$ ，此數值稱為亞佛加厥數( $N_A$ )。下



列與亞佛加厥數相關的敘述，何者正確？

- (A) 重水(D<sub>2</sub>O) 4.0 克中所含的質子總數為 0.2N<sub>A</sub>
- (B) 在 25 °C 和 1 大氣壓下，N<sub>2</sub> 與 CO 的混合氣體 4.48 升中所含分子數為 0.2N<sub>A</sub>
- (C) 25 °C 時，pH 值 13 的 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液 1.0 升中所含的 OH<sup>-</sup> 數目為 0.1N<sub>A</sub>
- (D) 16 M 的濃硫酸 12.5 毫升與足量銅片反應，轉移的電子數為 0.4N<sub>A</sub>

答案：(C)

解析：

- (A) 一個 D<sub>2</sub>O 分子中有 10 個質子，4.0 公克重水為 0.2 莫耳，因此所含的質子總數為 2N<sub>A</sub>。
- (B) 在 25 °C 和 1 大氣壓下，N<sub>2</sub> 與 CO 的混合氣 4.48 升中所含分子數為 (4.48 / 24.5)N<sub>A</sub> = 0.18N<sub>A</sub>。
- (C) pH 值 13 的 Ba(OH)<sub>2</sub> 溶液 1.0 升中，[OH<sup>-</sup>] = 0.1 莫耳/升，所以含有 OH<sup>-</sup> 的數目為 0.1N<sub>A</sub>。
- (D) 濃硫酸不會完全反應，當濃度變稀時便不會與銅反應，所以轉移的電子數少於 0.2N<sub>A</sub>。

42. 下列的實驗觀察，何者能證明氯化鈉是離子化合物而非共價化合物？

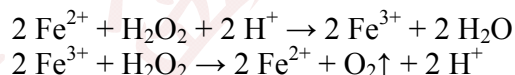
- (A) 氯化鈉水溶液能導電
- (B) 氯化鈉易溶於水
- (C) 氯化鈉很穩定，不易分解
- (D) 熔融態的氯化鈉能導電

答案：(D)

解析：很多共價化合物，例如氯化氫也具有選項(A)(B)(C)的性質，但是在熔融態時，HCl 以分子形式存在，無法導電。

**補充說明：硫酸確實會產生自解離，但本題所考物質為氯化鈉，故答案維持不變。**

43. 室溫下，某生滴數滴 0.1 M 的 FeSO<sub>4</sub> 溶液於雙氧水中，該生由文獻中得知該溶液內會進行以下兩個反應：



該生對此實驗提出下列四點結論，何者正確？

- (A) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的氧化能力比 Fe<sup>3+</sup> 強，其還原能力比 Fe<sup>2+</sup> 弱
- (B) 製備 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的過程中要嚴格避免混入 Fe<sup>2+</sup>
- (C) 在 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的分解過程中，溶液的 pH 值逐漸下降
- (D) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解的淨反應式為：H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub>↑

答案：(B)

解析：由以上兩個化學反應式得知氧化能力：H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> > Fe<sup>3+</sup>；還原性：H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> > Fe<sup>2+</sup>；H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 的分解過程中，溶液的 pH 值不變；此實驗的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解的淨反應式為： $2 \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{2+} \text{ 或 } \text{Fe}^{3+}} 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ 。

44. 某生欲量測實驗室中一未知濃度的 FeBr<sub>2</sub> 水溶液。該生首先量取 100 mL 的該溶液，之後通入標準狀況下的氯氣 3.36 L，反應後氯氣全部被還原，且最後溶液中具有相同濃度的氯離子與溴離子。下列何者為 FeBr<sub>2</sub> 溶液的濃度？

- (A) 0.75 M
- (B) 1.5 M

(C) 2.0 M

(D) 3.0 M

答案：(C)

解析：標準狀況下的氯氣 3.36 L 為  $3.36/22.4 = 0.15$  莫耳，因此，反應完後的溶液中有 0.3 莫耳的氯離子，此亦為溶液中溴離子的量。因為  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Br}^-$  皆會被氯氣氧化，假設原 100 mL 溶液中有  $x$  莫耳的  $\text{FeBr}_2$ ，則被氧化的  $\text{Fe}^{2+}$  為  $x$  莫耳，因為只有部分的溴離子被氯氣氧化，所以被氧化的溴離子為  $(2x - 0.3)$  莫耳。根據氧化還原反應中得失電子守恆得知： $x \times 1 + (2x - 0.3) \times 1 = 0.15 \times 2$ ， $x = 0.2$ ，所以  $\text{FeBr}_2$  的濃度為 2.0 M。

45. 常溫下，某生將一小塊鈉投入飽和的氫氧化鈉水溶液中，待其充分反應後，讓溶液回到原來溫度。若不考慮過飽和現象，則該生對此實驗所做的下列結論何者不正確？

(A) 產生氫氣，且氫氧化鈉溶液濃度變大

(B) 產生氫氣，且溶液中氫氧化鈉的重量百分率不變

(C) 產生氫氣，且氫氧化鈉水溶液的重量減小

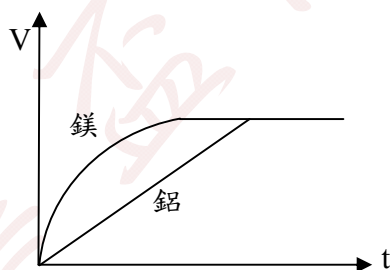
(D) 鈉塊漂浮於液面，到處游動並發出嘶嘶的聲音

答案：(A)

解析：鈉塊投入飽和氫氧化鈉水溶液中，發生的反應為  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow$ ，其現象與鈉塊在水中的反應相同，故(D)正確。因原氫氧化鈉溶液為飽和溶液，故(B)和(C)亦正確。

**補充說明：此反應會消耗水產生氫氧化鈉並釋放氫氣，但此溶液自始至終為一氫氧化鈉飽和水溶液，所以會有氫氧化鈉固體析出，因此氫氧化鈉水溶液的重量會變輕。**

46. 鎂和鋁分別與等濃度且等體積的過量稀硫酸反應，已知下圖為此二反應所產生氣體體積(V)與時間(t)的關係。根據此圖，有關此二實驗之間關係的下列敘述，何者正確？



(A) 鎂和鋁的重量比為 3 : 2

(B) 鎂和鋁的莫耳數比為 3 : 2

(C) 鎂和鋁的重量比為 2 : 3

(D) 消耗的硫酸莫耳數比為 3(鎂) : 2(鋁)

答案：(B)

解析：鎂、鋁和稀硫酸反應的化學反應式分別為： $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$  和  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ 。由圖得知二反應產生的氫氣一樣多，所以消耗的硫酸莫耳數相等，因此選項(D)錯誤。產生 1 莫耳的氫氣各需 1 莫耳鎂和  $2/3$  莫耳的鋁，所以鎂和鋁的莫耳數比為 3 : 2，重量比為  $3 \times 24 : 2 \times 27 = 4 : 3$ 。

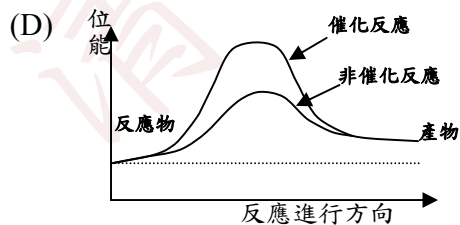
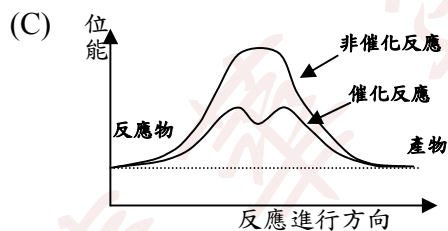
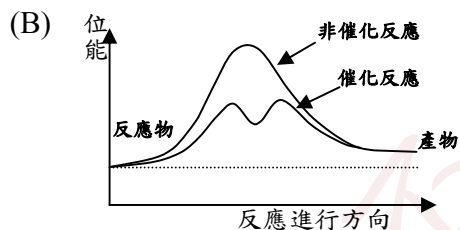
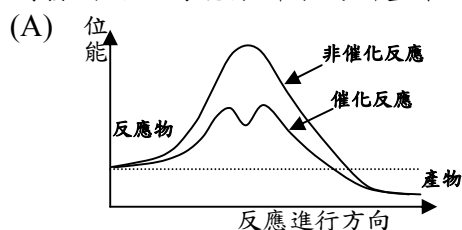
47. 一個  $^{12}\text{C}$  原子的質量為  $x$  公斤，一個  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$  分子的質量為  $y$  公斤，若以  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$  分子中的一個氧原子質量的  $\frac{1}{16}$  作為相對原子質量標準，則下列何者為  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$  的相對分子質量？

- (A)  $\frac{32}{x-y}$   
 (B)  $\frac{32y}{y-x}$   
 (C)  $\frac{16y}{y-x}$   
 (D)  $\frac{8y}{y-x}$

答案：(B)

解析：一個  $^{16}\text{O}$  原子的質量為  $\frac{y-x}{2}$  公斤，則相對原子質量的標準為  $\frac{y-x}{2} \times \frac{1}{16}$ ，所以  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$  的相對分子質量為  $y \div \frac{y-x}{32} = \frac{32y}{y-x}$ 。

48. 綠色能源或稱乾淨能源沒有耗竭的問題，因此普遍受到許多國家的重視，許多科學家致力於開發利用太陽能分解水的新型催化劑。有關水分解過程的能量變化示意圖，下列何者正確？



答案：(B)

解析：分解水屬於吸熱反應，催化劑可以降低活化能。

49. 對加有數滴酚酞的下列溶液進行實驗操作，何者的顏色會變深？

- (A) 明礬溶液加熱
- (B) 醋酸鈉溶液加熱
- (C) 於 100 毫升 1.0 M 的氨水中加入 0.05 克氯化銨固體
- (D) 小蘇打溶液中加入少量氯化鈉固體

答案：(B)

解析：(A)加熱明礬溶液會促進其水解，酸性會增強，所以不會使酚酞變色。

(B)醋酸鈉水解呈鹼性，加熱會促進其水解，因此酚酞顏色會變深。

(C)氯化銨水解後呈酸性，所以，於氨水中加入少量氯化銨固體不會造成顏色變深。

(D)氯化鈉不水解，對酚酞顏色變化沒有影響。

**補充說明：醋酸鈉的水解可視為是醋酸和氫氧化鈉酸鹼中和反應的逆反應，因為酸鹼中和為放熱反應，所以醋酸鈉水解是吸熱反應。**

50. 下列方法中，何者在室溫下既可以用來分辨乙烷和乙烯，又可以用來純化混有少量乙烯的乙烷？

- (A) 加入酸性  $\text{KMnO}_4$  水溶液
- (B) 加入足量的溴水
- (C) 通入過量氯化氫氣體
- (D) 在催化劑存在下通入氫氣

答案：(B)

解析：上述選項中只有(A)和(B)可用來分辨乙烷和乙烯。乙烯與溴水進行加成反應生成液態 1,2-二溴乙烷(沸點為  $131.4^\circ\text{C}$ ) 從而與乙烷分離。當乙烯與酸性  $\text{KMnO}_4$  水溶液反應時被氧化成  $\text{CO}_2$  而引入新物質以致無法純化乙烷。

**補充說明：**

**(D)要分辨乙烯與乙烷方法有很多種，但題目中未提及使用何種儀器，最簡單方法以反應顏色的變化來分辨。**

**(D)通入氫氣雖可氫化少量的乙烯成乙烷，但引入氫氣卻造成氫氣與乙烷同時存在，無法達到分離的效果。**

**(B) 1,2-二溴乙烷的沸點為  $131.4^\circ\text{C}$ ，在室溫下為液體，而乙烷為氣體，所以兩者沒有互溶的問題，本題答案 B。**

## 第二部分：多選題(占 40 分)

說明：第51題至第70題，每題有5個選項，其中至少有1個是正確的選項，選出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2分；答錯1個選項者，得1.2分，答錯2個選項者，得0.4分，所有選項均未作答或答錯多於2個選項者，該題以零分計算。

51. 某化合物的結構式為  $\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$ ，下列關於此化合物之敘述哪些正確？
- (A) 此化合物為丙二烯
  - (B) 不與氫原子鍵結的碳原子含有  $\text{sp}$  混成軌域
  - (C) 碳原子以  $\text{sp}^2$  混成軌域與氫原子鍵結
  - (D) 此分子中有 6 個  $\sigma$  鍵，2 個  $\pi$  鍵
  - (E) 此分子中所有原子共平面

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：

(E) 此分子碳鏈中間的碳原子，利用其兩個互相垂直的 p 軌域，分別與左右兩端碳原子不同的 p 軌域形成  $\pi$  鍵，因此所有的氫原子並非在同一平面上。

52. 下列有關原子軌域的敘述，哪些正確？

- (A) 主量子數為 3，角量子數為 2 之原子軌域為 3p
- (B) 與在 2s 軌域的電子相比，在 1s 軌域的電子可出現在距離原子核較遠的位置
- (C) 基態氮原子的 2p 軌域有三個未成對電子
- (D) 鋰原子的 3s 與 4s 軌域皆為球形對稱
- (E) 氫原子的 2s 軌域能量比 2p 軌域能量低

答案：(B)(C)(D)

解析：

- (A) 主量子數為 3，角量子數為 2 之原子軌域為 3d。
- (B) 在 1s 軌域的電子，有可能出現在空間中任何位置。
- (E) 對於氫原子或與氫類似之單電子離子，軌域能量僅由主量子數決定，因此主量子數相同時，則軌域能量相同。

53. 下列有關理想氣體的敘述，哪些正確？

- (A) 同溫同壓同體積下，不同的理想氣體含有相同的分子數
- (B) 氣體分子間沒有作用力存在
- (C) 氣體的壓力來自於氣體分子對容器器壁的碰撞，且碰撞前後總動能不變
- (D) 定溫定壓下，理想氣體中每一分子的動能都相同
- (E) 溫度愈高且壓力愈小時，真實氣體的性質愈接近理想氣體

答案：(A)(B)(C)(E)

解析：

(D) 定溫下，理想氣體分子的動能分佈為馬克士威爾—波茲曼分布，因此並非每個分子的動能都相同。

54. 下列有關分子內或分子間作用力的敘述，哪些正確？

- (A) 形成蛋白質螺旋或摺板結構的主要作用力為氫鍵
- (B) 液態氫分子間沒有氫鍵
- (C) 因為苯是對稱的分子，所以苯分子間作用力沒有分散力
- (D) 極性共價鍵是因為鍵結電子對的電子密度在兩原子核間分布不平均所導致
- (E) 石墨具層狀結構，層平面結構間以凡得瓦力結合

答案：(A)(D)(E)

解析：

- (B) 液態氫分子間有氫鍵。
- (C) 非極性分子會因為瞬間電荷分布不均，而於分子間產生分散力。

55. 下列各組有機化合物中，哪些互為同分異構物？

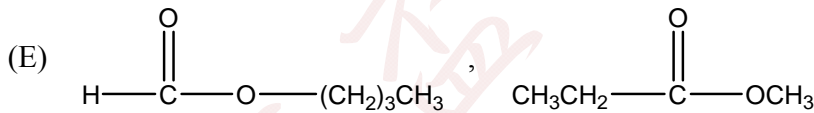
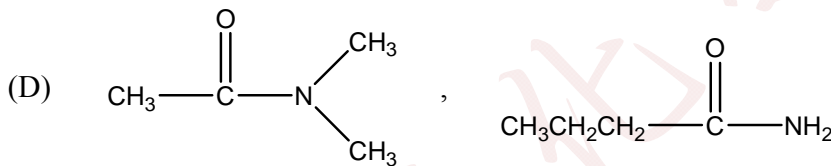
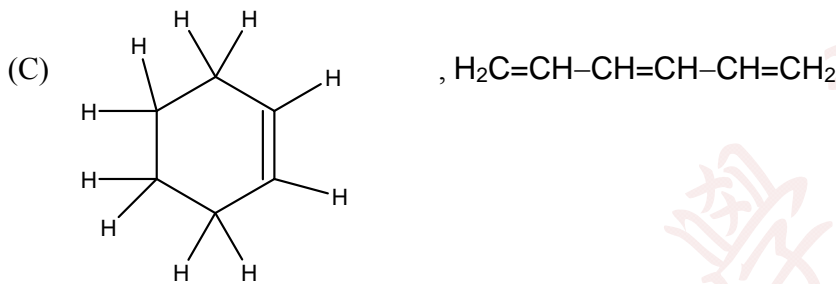
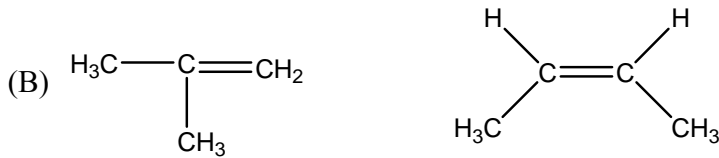
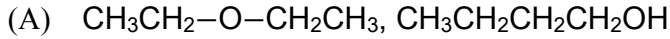
- (A) 乙醚、正丁醇



- (B) 2-甲基丙烯、順 2-丁烯  
 (C) 環己烯、1,3,5-己三烯  
 (D) N,N-二甲基乙醯胺、正丁醯胺  
 (E) 甲酸丁酯、丙酸甲酯

答案：(A)(B)(D)

解析：



56. 考慮以下分子的結構和鍵結：



則下列相關敘述，哪些正確？

- (A) 具有極性的分子有 4 個  
 (B) 中心原子具有孤電子對的分子有 3 個  
 (C) 中心原子具有  $\text{sp}^2$  混成軌域的有 2 個  
 (D) 分子幾何形狀為四面體的有 1 個  
 (E) 分子幾何形狀為三角錐的有 1 個

答案：本題答案(B)(C)(E)或(B)(C)(D)(E)皆正確。

解析：

分子	幾何形狀	中心原子混成軌域	中心原子孤電子對數	極性
$\text{CS}_2$	直線形	$\text{sp}$	0	非極性
$\text{SO}_2$	角形	$\text{sp}^2$	1 對	極性
$\text{SO}_3$	平面三角形	$\text{sp}^2$	0	非極性



NF <sub>3</sub>	三角錐	sp <sup>3</sup>	1 對	極性
SF <sub>4</sub>	蹺蹺板形	dsp <sup>3</sup>	1 對	極性
PCl <sub>5</sub>	雙三角錐	dsp <sup>3</sup>	0	非極性

57. 下列有關原子、離子和化合物的性質比較，哪些正確？

- (A) 半徑大小： $\text{Br}^- > \text{Rb}^+ > \text{Sr}^{2+}$   
 (B) 游離能大小： $\text{Cl}^+ > \text{Se} > \text{Cl} > \text{Se}^-$   
 (C) 電負度大小： $\text{Cl} > \text{S} > \text{Se}$   
 (D) 熔點高低： $\text{NaF} > \text{NaCl} > \text{MgO}$   
 (E) 沸點高低：丙酸 > 1-丁醇 > 乙酸甲酯

答案：(A)(C)(E)

解析：

- (B) 游離能大小為  $\text{Cl}^+ > \text{Cl} > \text{Se} > \text{Se}^-$ 。  
 (D) 熔點高低為  $\text{MgO} > \text{NaF} > \text{NaCl}$ 。

58. 先進的化學材料，如半導體和導電塑膠，與我們的日常生活息息相關，下列相關敘述哪些正確？

- (A) 半導體的導電性會隨溫度升高而增強  
 (B) 半導體可用於製造太陽能電池的元件  
 (C) 塑膠材料的結構只要具有 $\pi$ 鍵即可導電  
 (D) 聚乙炔可加碘摻雜移去碳鏈上的部分電子，增加導電性  
 (E) P-N 二極體外接電壓時，正極必須接於 N 端而負極必須接於 P 端才可產生順向偏壓

答案：(A)(B)(D)

解析：

- (C) 塑膠的結構中必須具有共軛雙鍵才可能導電。  
 (E) 二極體外接電壓時，正極必須接於 P 端而負極必須接於 N 端才可產生順向偏壓。

59. 醇類可用下列哪些方法製備？

- (A) 烯類經硫酸催化與水進行加成反應  
 (B) 以濃NaOH水溶液和烷類反應  
 (C) 鹵烷化合物與NaOH水溶液共熱  
 (D) 由非勻相催化劑催化一氧化碳與氫氣的反應  
 (E) 氧化羧酸

答案：(A)(C)(D)

解析：(A) 為一水合反應，(C)為一取代反應，(D)為一工業上合成甲醇的方法。

60. 下列哪些合成方法是可行的？

- (A) 以醇類和羧酸反應合成酯類  
 (B) 以醚類和醇類反應合成羧酸  
 (C) 以胺類和羧酸反應合成醯胺類  
 (D) 以烷類和水反應合成醇類  
 (E) 以醇類和氧化劑反應合成醛類

答案：(A)(C)(E)

解析：醚類和醇類不會產生反應，烷類和水亦不會產生反應，所以(B)(D)不正確。

61. 有關油脂與肥皂的敘述，下列哪些正確？

- (A) 油脂又稱為三酸甘油酯，是由一分子甘油與三分子脂肪酸結合而成
- (B) 不飽和油脂可使碘酒褪色
- (C) 油脂在氫氧化鈉水溶液中加熱，可產生肥皂和甘油，此反應稱為皂化反應
- (D) 肥皂是一種界面活性劑
- (E) 以硫酸根取代肥皂的羧酸根，會減低肥皂的去污功能

答案：(A)(B)(C)(D)

解析：(E) 以硫酸根取代肥皂的羧酸根所形成的鹽類易溶於水中，具較佳的清潔效果。

62. 在適當條件下，下列哪些化合物可與烯烴進行加成反應？

- (A)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- (B)  $\text{H}_2$
- (C)  $\text{H}_2\text{O}$
- (D)  $\text{NO}_2$
- (E)  $\text{HBr}$

答案：(A)(B)(C)(E)

解析：硫酸可與乙烯反應生成硫酸氫乙基酯；在催化劑下，氫氣可對烯烴進行加成反應；酸的催化下，水和烯烴進行水合反應；烯烴和  $\text{HBr}$  反應為鹵化反應。

**補充說明：濃硫酸可與乙烯進行加成反應，生成硫酸氫乙基酯產物。可參考南一書局出版選修化學(下)。**

63. 下列反應哪些無顏色變化？

- (A) 將果糖加入硫酸銅與酒石酸鉀鈉之氫氧化鈉水溶液
- (B) 苯酚滴入氯化鐵溶液
- (C) 2-甲基-2-丙醇加入酸性二鉻酸鉀溶液
- (D) 甲苯與酸性過錳酸鉀水溶液共熱
- (E) 醋酸加入溴水

答案：(C)(E)

解析：本題考有機反應之顏色變化。

(A) 果糖雖為酮醣但在鹼性條件下可轉成醛醣，故仍為還原醣，可使藍色斐林試劑褪色並產生紅色氧化亞銅沉澱。

(B) 酚類可與鐵(III)形成紫色錯合物。

(C) 2-甲基-2-丙醇為三級醇無法再被氧化，因此與二鉻酸鉀不反應。

(D) 甲苯與酸性過錳酸鉀溶液共熱可生成苯甲酸，過錳酸鉀則被還原生成  $\text{Mn}^{2+}$ ，溶液紫色因此褪去。

(E) 醋酸不會與溴水反應，故不使其褪色。

**補充說明：25°C 溴的水解平衡常數極為微小，約  $5.8 \times 10^{-9}$  (J. Am. Chem. Soc., 1934, 56, 1500-1505)，因此溴多以分子狀態存在，又加入之醋酸為弱酸，即便平衡有所移動，顏色改變亦無法以肉眼觀察。**

64. 下列物種哪些不是直線形？

- (A)  $\text{I}_3^-$

- (B)  $\text{NO}_2$
- (C)  $\text{CO}_2$
- (D)  $\text{C}_2\text{H}_2$
- (E)  $\text{H}_2\text{O}_2$

答案：(B)(E)

解析：本題考分子構形。

(A) 直線形；(B) 角形；(C) 直線形；(D) 直線形；(E) 雙彎曲形

65. 近年來國內外發生許多大型爆炸意外，引起社會大眾對化學品運送儲存與粉塵場所公共安全之注意。較嚴重的有 2013 年美國德州化學肥料工廠爆炸意外、2014 年高雄丙烯管線外洩大爆炸、2015 年八仙樂園粉塵爆炸，以及近期大陸天津港化學倉儲爆炸意外。這些嚴重意外，造成許多生命財產的損失，令人遺憾。事實上，只要對化學品之物性及化性有正確的認識，依照安全規定小心操作，這些意外是可以避免的。爆炸是劇烈的燃燒過程，可在短時間內產生大量的光與熱，對人員造成傷害。要防止爆炸就必須避免同時存在燃燒要件：可燃物、助燃物與溫度。下列關於爆炸物、爆炸與其成因之敘述，哪些正確？

- (A) 實驗室非水溶性有機溶劑傾倒燃燒時，應立即以大量清水澆淋，以熄滅火苗避免後續爆炸
- (B) 等質量可燃物顆粒越小表面積越大，同條件下氧化速率也越快，因此麵粉工廠等充滿可燃粉塵之密閉環境，要特別注意降溫以免發生爆炸
- (C) 丙烯是重要化工原料，常溫常壓下為液態，故經常以地下管線輸送
- (D) 實驗室具揮發性之有毒化學品，應置於具有排氣功能之專用毒物櫃，有機溶劑則應存放於防火防爆櫃中，儲存環境應維持低溫，遠離火源
- (E) 硝酸鉀是製作肥料的重要原料，當中硝酸根具有強氧化力，因此也能用來製造火藥

答案：(B)(D)(E)

解析：本題考爆炸時事與實驗室火災處理。

- (A) 非水溶性有機溶劑傾倒燃燒時，初期火勢尚小應立即以消防沙或消防毯蓋熄，或以泡沫滅火器滅火。使用清水澆灌會使非水溶性溶劑漂浮於水上，繼續燃燒反而助長火勢蔓延。
- (C) 丙烯於常溫常壓下為氣體，管線輸送的通常為高壓液化丙烯。高雄氣爆事件乃因高壓液化丙烯管線破裂，造成丙烯外漏並氣化逸散，長時間累積濃度提高又遇火源即產生爆炸。

**補充說明：硝酸根具有高氧化態的氮(正 5 價)，具有高氧化力的性質，常用來做氧化劑，因此可以用來製作火藥。**

66. 耐綸是重要的人造纖維材料，在現代人生活中處處可見，全球耐綸產業年產值更達到 3000 億台幣，是極為重要的產業。己二酸是製造耐綸-66 的前驅物，工業上常用硝酸氧化法製備，需要在高溫、高壓及高硝酸濃度下進行，不但高耗能產率低，且產生之副產物  $\text{N}_2\text{O}$  會破壞臭氧層及造成地球暖化，是極不環保的製程。2014 年底，國立清華大學化學系黃國柱教授的團隊，模擬臭氧層受紫外光照射之反應，在常溫常壓環境下加入臭氧並以紫外光照射，即可有效率地將環己烷選擇性地氧化成己二酸，是一低耗能高產率且低污染的綠色環保反應過程。此研究成果是黃國柱教授團隊的本土研究成果，不但震撼國際光化學合成領域，也為全球耐綸產業帶來革命性綠能環保新製程。本成果已刊登在國際頂尖學術期刊<<科學>>上，也申請多國專利。下列關於耐綸製備的敘述哪些正確？

- (A) 己二酸亦可用來製備耐綸-6
- (B)  $\text{N}_2\text{O}$  為直線形分子，其路易斯結構有 4 對孤電子對

- (C) 耐綸-66 是共聚物，單體除了己二酸外還有己二胺；聚合過程會產生耐綸-66 並脫水  
 (D) 臭氧層受紫外光照射不會被分解，因此能為地表生物提供隔絕紫外線的屏障  
 (E) 環己烷僅含碳-氫鍵及飽和碳-碳鍵，因此化性安定，極不易被氧化，使用酸性過錳酸鉀溶液也無法使其氧化成己二酸

答案：(B)(C)(E)

解析：本題考耐綸相關之科學時事與分子結構。

(A) 耐綸-6 之單體為 6-胺基己酸。己二酸無法合成耐綸-6。

(D) 臭氧層受到紫外光照射會被分解成氧氣，氧氣受到紫外光照射則可再產生臭氧，是一天然平衡系統，人類使用氟氯碳化物或工業製程產生  $N_2O$  等，容易在平流層產生自由基，催化臭氧分解，使其濃度下降，產生臭氧層破洞。

**補充說明：耐綸-6 在課本中有介紹，請參考全華選修化學(下)及龍騰選修化學(下)第八章。**

67.  $700\text{ }^\circ\text{C}$  下，某生將定量的  $CO$  和  $H_2O$  注入一容積為  $2.0\text{ L}$  的定容密閉容器中，容器中發生反應： $CO(g) + H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2(g)$ 。反應過程中所量測的部分數據記錄於下表中，其中  $t_2 > t_1$ ：

反應時間(t)/分	$CO$ 的莫耳數	$H_2O$ 的莫耳數
0	1.20	0.60
$t_1$	0.80	
$t_2$		0.20

下列有關此實驗的敘述何者正確？

- (A) 反應在  $t_1$  分鐘內的平均速率為  $\bar{r}(H_2) = \frac{0.40}{t_1} \frac{\text{mol}}{\text{L}\cdot\text{min}}$   
 (B) 若一開始時向該容器注入的  $CO$  改為  $0.60$  莫耳，而  $H_2O$  改為  $1.20$  莫耳，則到達平衡時， $CO_2$  的莫耳數為  $0.40$  莫耳  
 (C) 若一開始時向該容器注入的  $CO$  改為  $0.80$  莫耳， $H_2O$  也改為  $0.80$  莫耳，則到達平衡時， $CO_2$  的莫耳數為  $0.40$  莫耳  
 (D) 當反應達平衡時，向該容器再注入  $0.20$  莫耳的  $H_2O$ ；與原平衡相比，新平衡時的  $CO$  分壓降低， $H_2O$  分壓升高  
 (E) 當反應溫度升至  $800\text{ }^\circ\text{C}$ ，反應平衡常數為  $0.64$ ，則該反應為吸熱反應

答案：(B)(C)(D)

解析：由此數據得知該反應在  $t_1$  時已達平衡，且平衡常數  $K = \frac{0.4 \times 0.4}{(1.2 - 0.4) \times (0.6 - 0.4)} = 1$ 。

- (A) 反應在  $t_1$  分鐘內的平均速率為  $\frac{0.2}{t_1} \frac{\text{mol}}{\text{L}\cdot\text{min}}$ 。  
 (B) 因為  $CO$  與  $H_2O$  以  $1:1$  反應，且反應前後物質的總莫耳數不變，因此一開始向容器充入  $0.60$  莫耳的  $CO$  和  $1.20$  莫耳的  $H_2O$  應與一開始向容器充入  $1.20$  莫耳的  $CO$  和  $0.60$  莫耳的  $H_2O$  效果是一致的，所以到達平衡時， $CO_2$  有  $0.40$  莫耳。  
 (C) 該反應在  $700\text{ }^\circ\text{C}$  的平衡常數為  $1$ ，所以此條件下也產生  $0.40$  莫耳的  $CO_2$ 。  
 (D) 當反應達平衡時，向該容器再注入  $0.20$  莫耳的  $H_2O$ ，平衡向右移動。與原平衡比較，達新平衡時  $CO$  的量減少，分壓降低， $H_2O$  的量增加，分壓升高。  
 (E) 該反應在  $700\text{ }^\circ\text{C}$  的平衡常數為  $1$ ，與  $800\text{ }^\circ\text{C}$  時的平衡常數  $0.64$  相比，溫度升高時，平衡往左移動，所以該反應為放熱反應。答案選(B)(C)(D)。

68. 下圖的標示是貼在某一公司所生產的濃硫酸試劑瓶外的部分內容。下列有關此試劑的敘述哪些正確？



品名:硫酸

分子式:H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

分子量:98

密度:1.84 g/mL

濃度:98%

本試劑為無色透明的油狀液體，能與水及乙醇互溶，同時放出大量的熱，暴露在空氣中會迅速吸水。

- (A) 此硫酸的體積莫耳濃度為 18.4 M  
(B) 1 莫耳鋅與足量的該硫酸反應產生 2 克的氫氣  
(C) 配製 200 毫升 4.6 M 的稀硫酸需取該硫酸 50.0 毫升  
(D) 取該硫酸與等重的水混合後所得溶液的濃度大於 9.2 M  
(E) 該硫酸可被應用於酯類的合成

答案：(A)(C)(E)

解析：(A) 假設此濃硫酸的體積莫耳濃度為  $C_M \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right)$ ，則  $C_M \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}}\right) \times 1 \text{ (L)} \times 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1000 \text{ (mL)} \times 1.84 \left(\frac{\text{g}}{\text{mL}}\right) \times 98\%$ ，得  $C_M = 18.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ 。

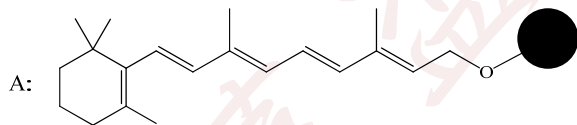
(B) 濃硫酸為強氧化劑，與鋅反應不產生 H<sub>2</sub>，會產生 SO<sub>2</sub> 氣體與 ZnSO<sub>4</sub>。

(C) 根據稀釋原理： $(4.6 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 200 \text{ mL}) \div 18.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 50 \text{ mL}$ 。

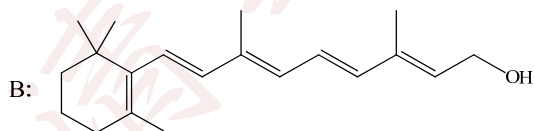
(D) 該硫酸與等重的水混合後所得的硫酸溶液的重量百分率濃度為 49%，稀釋後硫酸溶液密度變小，所以稀釋後的硫酸濃度必小於 9.2 M。

(E) 醇 + 羧酸 → 酯類 + 水。酯類的合成常使用濃硫酸當催化劑，也因其有吸水的效果，所以可使反應的平衡向右移動。答案選(A)(C)(E)。

69. 科學家發現了一種高穩定性且具抗氧化能力活性的化合物 A，其結構如下圖所示。



其中的結構片段 ● 對化合物 A 的活性有很重要的作用。將 A 水解後得到 B 和 C，B 的結構如下圖所示。



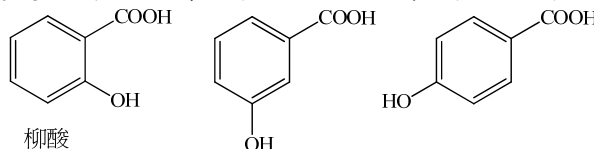
由元素分析及質譜儀測定得知 C 的分子式為 C<sub>7</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>，C 遇 FeCl<sub>3</sub> 水溶液呈紫色，與 NaHCO<sub>3</sub> 溶液反應有 CO<sub>2</sub> 產生。下列對 B 和 C 的敘述哪些正確？

- (A) B 可進行取代反應  
(B) B 可進行加成反應  
(C) B 可進行氧化反應  
(D) C 可能為柳酸  
(E) C 有三種可能的結構

答案：(A)(B)(C)(D)(E)

解析：

化合物 B 有 C-C 雙鍵和羥基(醇)，所以可進行取代、加成和氧化反應。化合物 C 遇  $\text{FeCl}_3$  水溶液呈紫色，所以有酚的官能基；與  $\text{NaHCO}_3$  溶液反應有  $\text{CO}_2$  產生，所以有羧酸的官能基。C 的分子式為  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$ ，所以 C 有三種可能的結構，其中一種為柳酸。



答案選(A)(B)(C)(D)(E)

70. 「聚合物」是由單體聚合而成的巨大分子，除了一般常見由有機小分子聚合而成的有機高分子之外，金屬與配位子經由配位共價鍵也可以化合成聚合物，稱為配位聚合物，普魯士藍 ( $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) 便是一個有名的例子。普魯士藍可由三氯化鐵與黃血鹽的溶液反應而得，其晶體結構與氯化鈉類似。若將氯化鈉晶體中的氯離子和鈉離子分別換成  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  (或  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$ )，再利用氰離子隔開  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  便成為普魯士藍的結構，如此每一個  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  的配位數皆為 6。下列有關普魯士藍的敘述哪些正確？

- (A) 產生普魯士藍的反應可視為加成聚合
- (B) 產生普魯士藍的反應可視為縮合聚合
- (C) 普魯士藍可視為同元聚合物
- (D) 普魯士藍可視為共聚物
- (E) 普魯士藍也是一種錯合物，且  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  可視為配位子

答案：(B)(D)(E)

解析： $4 \text{FeCl}_3 + 3 \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12 \text{KCl}$ 。

此反應除了產生配位聚合物普魯士藍外，也產生  $\text{KCl}$ ，所以應可視為縮合聚合反應。

普魯士藍由  $\text{Fe}^{3+}$  與  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  共聚而成，所以可視為共聚物。普魯士藍也是一種錯合物，但配位子為  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 。答案選(B)(D)(E)。

補充說明：

(B) 配位聚合物與離子化合物最大的不同為前者使用配位共價鍵，例如：普魯士藍中的  $\text{Fe}$  與  $\text{CN}$ ；而後者使用離子鍵，例如： $\text{CaF}_2$ 。一般而言，聚合物乃利用共價鍵將單體連結在一起，而離子化合物則靠離子鍵，將陰陽離子結合在一起，本題普魯士藍是以配位共價鍵結合，因此為配位聚合物，又聚合過程產生  $\text{KCl}$ ，故該反應可視為縮合聚合。

(B) 氫氧化鈣與氟化氫反應產生鹽類氟化鈣(不算聚合物)與水基本上屬於酸鹼反應。

(E) 根據右式的反應  $4 \text{FeCl}_3 + 3 \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12 \text{KCl}$  可知  $\text{Fe}^{3+}$  為金屬而  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  扮演配位子的角色。