

2008 年第五屆清華盃全國高級中學 化學科能力競賽

筆試試題(附解答)

— 作答注意事項 —

考試時間：100 分鐘

單選 80 題，每題 1.5 分，總分為 120 分

答對 1.5 分，答錯倒扣 0.5 分，不作答 0 分

考題共計 23 頁，另附有週期表。

作答前請先檢查。如有缺頁，請立即向監考人員反應！

考試時間結束時，請將答案卡交還給監考人員，謝謝！

作答方式：

請以 2B 鉛筆在「答案卡」上作答，修正時請以橡皮擦拭，切勿使用修正液修改。請勿折疊答案卡，並保持卷面清潔。如畫記錯誤、畫記不明或擦拭不潔，導致讀卡成績誤差，責任自負。

祝考試順利

1. 下列有關 SO_2 、 SO_3 、 SO_3^{2-} 及 SO_4^{2-} 的比較，何者正確？
- (A) 硫原子的混成軌域依次為 sp^2 、 sp^3 、 sp^3 、 sp^3 。
- (B) 四者的硫與氧之間的鍵能皆相同。
- (C) 四者的硫原子皆具有未鍵結電子對。
- (D) O-S-O 鍵角大小順序為： $\text{SO}_3 > \text{SO}_2 > \text{SO}_4^{2-} > \text{SO}_3^{2-}$ 。

Ans: (D)

SO_3 及 SO_4^{2-} 沒有未鍵結電子對。

2. 假設下列各氣體皆為理想氣體；相關之敘述，何者正確？
- (A) 在同溫下，1 大氣壓的 CO_2 分子與 5 大氣壓的 H_2 分子具有相同的平均動能
- (B) 當莫耳數與溫度不變時，氣體的壓力減少，體積亦隨之減少
- (C) 在定溫定壓下，一氣體中每一分子的運動速率均相同
- (D) 將波以耳、查理及道耳頓等三定律合併，可得理想氣體方程式： $PV=nRT$

Ans: (A)

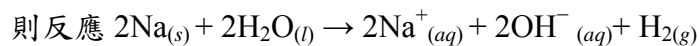
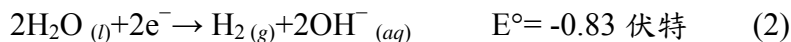
- (A) 氣體分子的平均動能只與溫度有關，與壓力及物種無關
- (D) 應為波以耳、查理及亞佛加厥定律

3. 化學家們可用燃燒分析法來測定純物質的實驗式。下列相關敘述，何者不正確？
- (A) 通常由外界通入純氧，加熱使之燃燒。
- (B) 燃燒後之氣體，通常經過氧化銅顆粒，以確保氧化反應之完全。
- (C) 氧化反應完成後之氣體，先經氫氧化鈉吸收二氧化碳，再經乾燥劑吸收水份，藉以求得樣品中碳及氫的含量。
- (D) 本方法適用於含碳、氫、氧三種元素的化合物。

Ans: (C)

先經乾燥劑，再經氫氧化鈉，否則部分水會被氫氧化鈉吸收。

4. 已知下列半反應的標準還原電位 (E°) 分別為：



的標準電位為何？

- (A) -4.59 伏特
- (B) -1.88 伏特
- (C) 1.88 伏特
- (D) 4.59 伏特

Ans: (C)

(1) 式逆反應之 $E^\circ = 2.71$ 伏特，乘以 2 倍， E° 不變。再加上二式之 $E^\circ = -0.83$ 伏特。
 $2.71 - 0.83 = 1.88$ 伏特

5. 純水加熱到某一溫度時，其 pH 值為 6.5，下列敘述何者正確？

- (A) 此時水的解離常數變大。
- (B) 此時水呈酸性。
- (C) 此時 pOH 為 7.5。
- (D) 此時水的離子積變小。

Ans: (A)

此時溫度較常溫為高，氫離子濃度和氫氧離子增加，水的解離常數變大

6. 下列有關水的敘述，何者**不正確**？

- (A) 一個水分子共含八個電子。
- (B) 蔗糖水溶液中，水可與蔗糖產生氫鍵。
- (C) 水可與鉀金屬反應，產生氫氣。
- (D) 水可與乙醇以任何比例互溶。

Ans: (A)

氧的價電子 6 個，但有內層電子 2 個，故水分子共含 10 個電子。

7. 在同溫同體積的 A、B、C 三真空容器中，分別盛入 X、Y、Z 三種氣體各 1 克，結果 A、B、C 中之壓力分別為 15、30、45 mmHg，則此三種氣體分子量之比 ($M_x: M_y: M_z$) 為

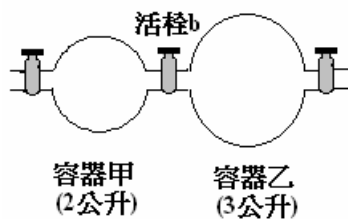
- (A) 1: 2: 3
- (B) 3: 2: 1
- (C) 2: 3: 6
- (D) 6: 3: 2

Ans: (D)

$$M = \frac{WRT}{V} \cdot \frac{1}{P}$$

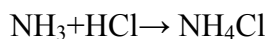
$$M_x: M_y: M_z = \frac{1}{15} : \frac{1}{30} : \frac{1}{45} = 6:3:2$$

8. 如下圖所示，在 27°C 定溫下，將氣體 NH₃ 裝入真空的容器甲中，使其壓力為 2 大氣壓；氣體 HCl 裝入真空的容器乙中，使其壓力為 1 大氣壓；然後開啟兩容器中的活栓 b，靜置一段時間後，達到平衡時，容器內氣體的壓力約為多少？



- (A) 0.2 atm
- (B) 1.0 atm
- (C) 1.2 atm
- (D) 1.4 atm

Ans: (A)



2×2 1×3

$$\frac{4-3}{2+3} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ atm}$$

9. 汽車上廢氣的觸媒轉化器可將一氧化氮轉化為何種氣體，再排入大氣中？

- (A) 一氧化二氮
- (B) 二氧化氮
- (C) 四氧化二氮
- (D) 氮氣

Ans: (D)

氮氣

10. 工業上製造下列各物質，何者採用電解法？

- (A) 矽
- (B) 磷
- (C) 溴
- (D) 氟

Ans: (D)

氟為氧化力強的非金屬，採用電解法製造。

11. 某化學反應 $2\text{A} + \text{B} \rightarrow 2\text{C} + \text{D}$, $\Delta\text{H} < 0$,

則下列敘述何者不正確？

- (A) 達平衡時，平衡常數 $K = \frac{[\text{C}]^2[\text{D}]}{[\text{A}]^2[\text{B}]}$ 。
- (B) 降低溫度會使平衡常數增大。
- (C) 該放熱反應之反應速率隨溫度之降低而增加。
- (D) 若 E_a 為此反應之活化能，則其逆反應的活化能為 $E_a - \Delta\text{H}$ 。

Ans: (C)

一般而言，反應速率隨溫度之增加而增加。

12. 下列含鈣物質中，何者易溶於純水中，且其水溶液可使紅色石蕊試紙變成藍色？

- (A) 氯化鈣
- (B) 碳酸鈣
- (C) 醋酸鈣
- (D) 硫酸鈣

Ans: (C)

(A)及(C)易溶於水，(C)之水溶液呈鹼性。

13. 氣體 A 與氣體 B 會互相反應，產生氣體 C 及 D，在 A 及 B 的各種初濃度條件下，測得初速率如下表。

實驗編號	A 初濃度(M)	B 初濃度(M)	C 生成初速率(M/分)
1	0.10	0.10	12
2	0.10	0.20	24
3	0.20	0.30	144
4	0.30	0.30	326

若 A 的初濃度 0.50 M，B 的初濃度 0.05 M，則 C 的生成初速率為何？

- (A) 15 M / 分
 (B) 30 M / 分
 (C) 75 M / 分
 (D) 150 M / 分

Ans: (D)

$$r = k[A]^2[B] = 12 \times 5^2 \times 1/2 = 150 \text{ M / 分}$$

14. 某可供潛水員使用之人造氣體 (O₂ 與 He 的混合氣體)，在 STP 下，該人造氣體 5.6 公升的質量是 2.4 克，則此氣體中氦與氧氣體的分壓比為：

- (A) 1 : 4
 (B) 4 : 1
 (C) 2 : 3
 (D) 3 : 2

Ans: (B)

$$2.4 \times 22.4 / 5.6 = 9.6$$

$$9.6 = 4X + 32(1-X)$$

$$X = 0.8 \quad 1 - X = 0.2$$

$$X_{He} : X_{O_2} = 0.8 : 0.2 = 4 : 1$$

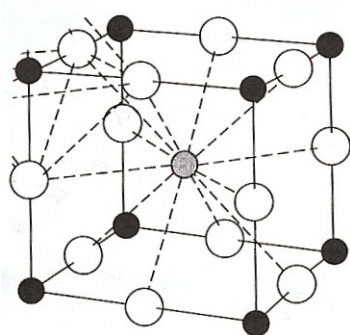
15. 下列何者為放熱過程？

- (A) H 原子之電子由 3d 移至 4s 軌域
 (B) $C(1s^2 2s^2 2p_x^2) \rightarrow C(1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1)$
 (C) $Cr([Ar]3d^5 4s^1) \rightarrow Cr([Ar]3d^4 4s^2)$
 (D) $Cu([Ar]3d^{10} 4s^1) \rightarrow Cu([Ar]3d^9 4s^2)$

Ans: (B)

其餘皆為吸熱過程。

16. 如下圖所示，某離子化合物的單位晶格中，每個角上的●為金屬離子 M^{a+} ，體心的●為金屬離子 N^{b+} ，每條邊中間的○為非金屬離子 X^{c-} ，此離子化合物的化學式為：



- (A) MNX
 (B) MNX_2
 (C) MNX_3
 (D) M_2NX_2

Ans: (C)

17. 下列有關鹵化氫的敘述，何者不正確？

- (A) 鹵化氫的鍵長： $HF < HCl < HBr < HI$
 (B) 鹵化氫鍵能的順序為 $HI < HBr < HCl < HF$
 (C) HX 在水中的解離常數順序為 $HF < HCl < HBr < HI$
 (D) 鹵化氫的還原力： $HF < HCl < HBr < HI$

Ans: (D)

18. 水的莫耳凝固點下降常數為 $1.86^\circ C/m$ 。2.44 克苯甲酸(C_6H_5COOH ，分子量為 122) 溶於 100 克水中，所成溶液凝固點為 $-0.41^\circ C$ ，則該溶液中苯甲酸的解離度約為：

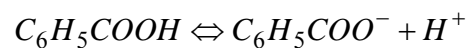
- (A) 5 %
 (B) 10 %
 (C) 15 %
 (D) 20 %

Ans: (B)

$$\left(\frac{2.44}{122}\right)\left(\frac{1000}{100}\right) = \frac{24.4}{122} = 0.200$$

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$m = \frac{0.41}{1.86} = 0.22$$



$$0.2 - 0.2x \qquad 0.2x \qquad 0.2x$$

$$0.2 - 0.2x + 0.2x + 0.2x = 0.22$$

$$X = \frac{0.02}{0.2} = 10\%$$

19. 小明用密立坎油滴實驗，測定油滴的電量，得到下列六種： 1.60×10^{-18} 、 1.28×10^{-18} 、 1.44×10^{-18} 、 4.80×10^{-19} 、 3.20×10^{-19} 、 9.60×10^{-19} 庫倫。其中某油滴之電量為 1.28×10^{-18} 庫倫，該油滴最少附有多少個電子？

- (A) 16
- (B) 8
- (C) 4
- (D) 2

Ans: (B)

以上六種電量的最大公約數為 1.60×10^{-19} 庫倫。

$$\frac{1.28 \times 10^{-18}}{1.60 \times 10^{-19}} = 8$$

20. 下列有關矽的敘述，何者正確？

- (A) 矽以 sp^3 鍵結，在第三列元素中，矽的硬度、熔點及沸點均為最高。
- (B) 在純矽中加入少量 P，將降低其導電性。
- (C) 純矽的導電性隨溫度升高而減少。
- (D) 在純矽中加入少量 P，製成 p-型半導體，其導電性較矽晶為優。

Ans: (A)

21. 以下有關硫的敘述，何者不正確？

- (A) 硫有斜方晶硫，單斜晶硫及彈性硫等同位素。
- (B) 斜方晶硫緩慢加熱至 95.6°C ，會逐漸變成單斜晶硫。
- (C) 彈性硫或單斜晶硫在常溫下均可逐漸變成斜方晶硫。
- (D) 在室溫時，斜方晶硫及單斜晶硫都是以環狀 S_8 為構成單位的黃色固體。

Ans: (A)

22. 下列有關活化能的敘述，何者不正確？

- (A) 反應熱的大小與活化錯合體位能的高低無關，亦即反應熱與活化能或反應速率的大小無關。
- (B) 活化能越大的反應，其反應速率愈小，即其速率常數愈小。
- (C) 活化能的大小與反應物本性、催化劑及溶劑種類有關。
- (D) 活化能為活化錯合體的位能。

Ans: (D)

23. 在 $A + 3B \rightarrow 2C$ 反應中，經過一段時間 Δt 後，C 的濃度增加 0.6 M，在此段時間內，B 的平均反應速率為 0.45 M/s，則 Δt 為

- (A) 2 s

- (B) 1 s
- (C) 0.5 s
- (D) 4 s

Ans: (A)

$$-\frac{\Delta[B]}{3} = \frac{\Delta[C]}{2}$$

$$-\Delta B = \frac{[0.6][3]}{2} = 0.9M$$

$$-0.9M = \left(\frac{\Delta[B]}{\Delta t}\right)\Delta t$$

$$0.9M = (0.45M/s)(\Delta t)$$

$$\Delta t = 2s$$

24. 下列有關催化劑的敘述，何者**不正確**？

- (A) 在相同的反應物中，加入不同的催化劑，有時會得到不同的生成物。
- (B) 催化劑可改變化學反應的反應機構，能改變化學反應的活化能，也有可能改變反應級數，以及改變反應的速率方程式。
- (C) 催化劑能改變反應物的分子動能分佈曲線，因此能改變反應的活化能及反應的速率常數。
- (D) 催化劑能改變正、逆反應的速率，故能改變到達平衡的時間。

Ans: (C)

催化劑不能改變反應物的分子動能分佈曲線。

25. 下列金屬原子化反應： $M_{(s)} \rightarrow M_{(g)}$ 之 ΔH° 的比較，何者正確？

- (A) $K > Na > Mg > Al$
- (B) $Al > Mg > K > Na$
- (C) $Al > Mg > Na > K$
- (D) $Na > K > Mg > Al$

Ans: (C)

Na、K、Mg、Al 四種金屬之價電子數目越多， ΔH° 越大；這四種金屬原子的體積越小， ΔH° 越大。

26. HF、HCl、HBr 與 HI 中，何者沸點最高？何者沸點最低？

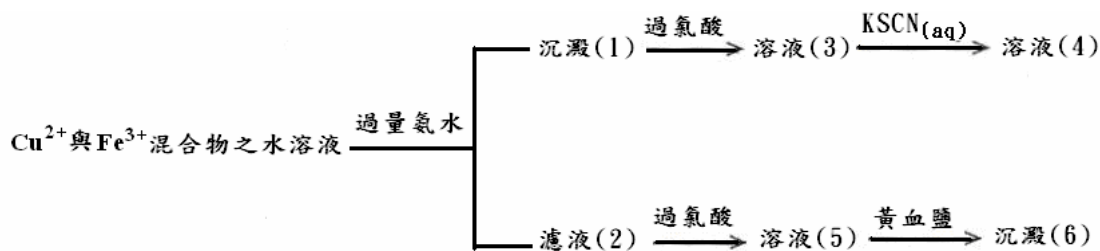
- (A) 沸點最高的是 HF；沸點最低的是 HCl。
- (B) 沸點最高的是 HI；沸點最低的是 HF。
- (C) 沸點最高的是 HI；沸點最低的是 HCl。
- (D) 沸點最高的是 HF；沸點最低的是 HI。

Ans: (A)

1. $HF_{(l)}$ 有很強的氫鍵，因此沸點最高。

2. 凡得瓦力 $HI > HBr > HCl$ ，因此 HCl 的沸點最低。

27. 有關以下流程圖，下列敘述何者正確？



- (A) 沉澱(1)為 $Cu(OH)_2$
- (B) 溶液(3)為 Fe^{3+} 水溶液
- (C) 溶液(5)為 Fe^{3+} 水溶液
- (D) 沉澱(6)為 $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

Ans: (B)

沉澱(1)為 $Fe(OH)_3$
 濾液(2)為 $Cu(NH_3)_4^{2+}$ 水溶液
 溶液(3)為 Fe^{3+} 水溶液
 溶液(4)為 $FeSCN^{2+}$ 水溶液
 溶液(5)為 Cu^{2+} 水溶液
 沉澱(6)為 $Cu_2Fe(CN)_6$

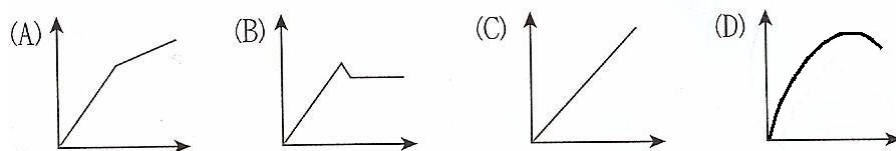
28. 下列有關鋅銅電池放電過程的敘述，何者不正確？

- (A) 鋅極發生氧化半反應稱為陽極；銅極發生還原半反應稱為陰極。
- (B) 鋅極為此電化電池的負極；銅極為電化電池的正極。
- (C) 鋅極放出電子，稱為陽極；銅極得到電子，稱為陰極。
- (D) 電池的溶液中銅離子濃度逐漸增加。

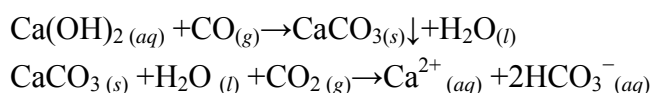
Ans: (D)

銅離子濃度逐漸減小。

29. 在定量的澄清石灰水中，以一定速率緩緩通入二氧化碳氣體至過量，以縱座標表示生成沉澱的重量，橫座標表示通入二氧化碳的時間來作圖，最能顯示此實驗過程的圖形是何圖？



Ans: (D)



30. 已知鋅金屬原子化反應所需之能量大於鎘金屬原子化反應所需之能量；鋅原子的第一及第二游離能大於鎘原子的第一及第二游離能。鋅的標準氧化電位比鎘的標準氧化電位大，其主要原因為下列何者？

- (A) 鋅金屬原子化反應所需之能量大於鎘金屬原子化反應所需之能量。
- (B) 鋅原子的第一及第二游離能大於鎘原子的第一及第二游離能。
- (C) 鋅原子的電子親和力大於鎘原子的電子親和力。
- (D) 鋅離子水合所放出的能量大於鎘離子水合所放出的能量。

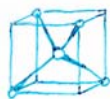
Ans: (D)

1. 影響標準氧化電位的三個因素：
 - 一、原子化反應所需之能量
 - 二、游離能
 - 三、水合反應放出的能量
2. 原子化反應所需之能量越大，標準氧化電位越小，因此(A)不可能是主要原因。
3. 游離能越大，標準氧化電位越小，因此(B)不可能是主要原因。
4. 標準氧化電位與電子親和力無關，因此(C)不可能是主要原因。
5. 離子水合所放出的能量越大，標準氧化電位越大，因此(D)是主要原因。

31. 已知氣態甲烷分子中，C與H間距離約為1.1 Å，其H與H間之距離最接近下列中之何者？(提示： $\sqrt{2}=1.414$ $\sqrt{3}=1.732$)

- (A) 1.3 Å
- (B) 1.5 Å
- (C) 1.8 Å
- (D) 2.1 Å

Ans : (C)



如圖所示，C位於體心，此立方體之邊長為a，H與H距離為 $\sqrt{2}a$ ，C與

$$\text{H 距離為 } \frac{\sqrt{3}}{2}a, \text{ 因此 } \frac{\text{H與H的距離}}{\text{C與H的距離}} = \frac{\sqrt{2}a}{\frac{\sqrt{3}}{2}a} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{H 與 H 距離} = \frac{(2)(1.414)(1.1\text{Å})}{1.732} = 1.8\text{Å}$$

32. 氫在週期表的位置一直引起化學家的討論，有人認為氫應該與鹼金族元素放在同一族，但是有人認為氫應該獨立於其它各族而自成一族。下列氫的何項性質與其在週期表的位置無關？

- (A) 許多含氫的化合物中，氫的氧化數為+1。
- (B) 氫是非金屬且可形成雙原子分子
- (C) 氫有三個同位素，分別為氫、氘、氚，都是應用非常廣泛的重要同位素。

(D) 金屬的氫化物中，氫的氧化數為-1。

Ans: (C)

氫有三個同位素與氫在週期表的位置無關。

33. O_2F_2 是一很強的氧化和氟化試劑，其高活性原因可由其組成原子的氧化態來得知。下列有關氧原子及氟原子氧化態的組合(O, F)，何者正確?

(A) (-2, +2)

(B) (-1, +1)

(C) (+1, -1)

(D) (+2, -2)

Ans: (C)

氟的電負度較大，所以為-1。為了維持電中性，所以氧為+1。

34. 離子液體(室溫及常壓下為液體的離子化合物)是近年來在綠色化學中常被使用的物質，特別是被當作溶劑來使用，或稱綠色溶劑。離子液體目前被廣泛運用於有機合成，催化反應等。下列敘述何者不是離子液體當綠色溶劑的原因之一?

(A) 蒸氣壓極低。

(B) 易與反應物及產物分離，所以可再回收繼續使用。

(C) 高極性及高水溶性。

(D) 不可燃性。

Ans: (C)

高水溶性是不重要的。

35. 由於石油價格日趨昂貴及對環境的高污染性，所以大家一直在尋找乾淨又便宜的替代能源。下列何者不是目前已在使用的替代能源之一?

(A) 油頁岩(oil shale)

(B) 汽油醇(gasohol, 10%乙醇+ 90%汽油)

(C) 生質柴油(biodiesel)

(D) 氫氣

Ans: (A)

使用油頁岩成本過高且會產生廢石塊造成另一種環境汙染。

36. 含有碳原子-碳原子雙鍵及參鍵的化合物很早就被化學家發現，然而含有矽原子-矽原子雙鍵及參鍵的化合物卻遲至 1989 年和 2004 年才分別被發現。其最有可能原因為何?

(A) 矽原子的電負度較碳原子的電負度小。

(B) 矽原子的電子親和力較碳原子的電子親和力強。

(C) 矽原子的第一游離能較碳原子的第一游離能小。

(D) 矽原子-矽原子的 π 鍵較碳原子-碳原子的 π 鍵弱。

Ans: (D)

矽原子-矽原子間的 π 鍵較碳原子-碳原子間的 π 鍵弱，所以很活潑，不容易存在。

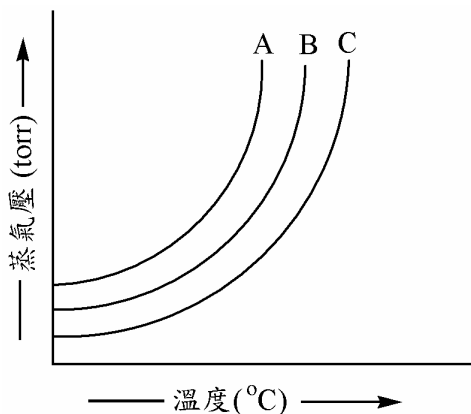
37. 某化學家發現了一個新元素並將之命名為 Yc，該化學家研究 Yc 的游離能發現其 $I_1 = 786 \text{ kJ/mol}$ ， $I_2 = 1580 \text{ kJ/mol}$ ， $I_3 = 3230 \text{ kJ/mol}$ ， $I_4 = 4360 \text{ kJ/mol}$ ， $I_5 = 16100 \text{ kJ/mol}$ ， $I_6 = 22300 \text{ kJ/mol}$ ， $I_7 = 46600 \text{ kJ/mol}$ 。則 Yc 與氧氣反應後最有可能得到下列何種產物？

- (A) Yc_2O_3
 (B) YcO_3
 (C) YcO_2
 (D) Yc_2O_5

Ans: (C)

由游離能實驗得知 Yc 有四個價電子。

38. 下圖為 A，B，和 C 三個化合物的蒸氣壓對溫度所做的圖，假設這三個化合物為 CH_4 ， SiH_4 ，和 NH_3 。試問(A，B，C)應為下列那一組？

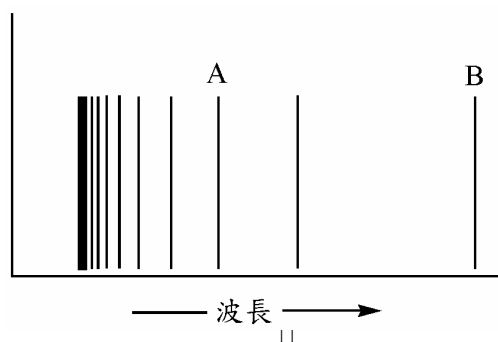


- (A) (NH_3 ， SiH_4 ， CH_4)
 (B) (NH_3 ， CH_4 ， SiH_4)
 (C) (CH_4 ， SiH_4 ， NH_3)
 (D) (CH_4 ， NH_3 ， SiH_4)

Ans: (C)

考慮分子間氫鍵及凡得瓦力(分子量大小)得知: $\text{NH}_3 > \text{SiH}_4 > \text{CH}_4$ 。

39. 下圖為某一單電子離子在氣相狀態所量測到的部份放射光譜，經研究證實為該離子的電子從所有可能的激發狀態回到 $n=3$ 所得。試問線 A 是如何產生的？

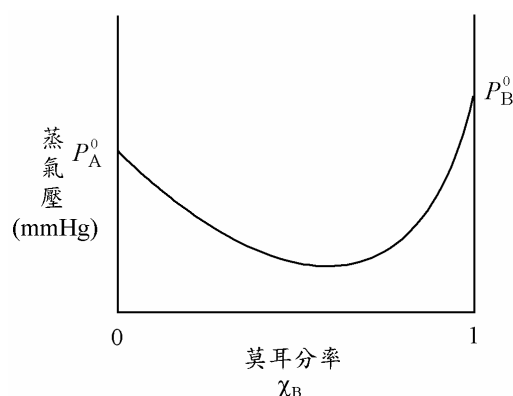


- (A) $n = 4 \rightarrow n = 3$
- (B) $n = 5 \rightarrow n = 3$
- (C) $n = 6 \rightarrow n = 3$
- (D) $n = 7 \rightarrow n = 3$

Ans: (C)

因為 B 所代表的是能量最低 $n = 4 \rightarrow n = 3$ ，所以 A 是 $n = 6 \rightarrow n = 3$ 。

40. 在恆溫下，純液體 A 與純液體 B 混合形成的溶液的蒸氣壓與溶液內 B 之莫耳分率 (χ_B) 的關係如下圖所示。則下列敘述，何者**不正確**?

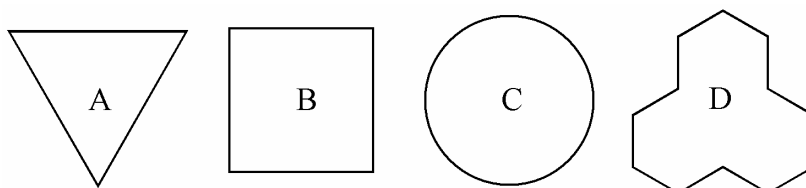


- (A) 由上圖得知這些溶液的**形成過程中會放熱**。
- (B) 由上圖得知在這些溶液中，液體 A 分子與液體 B 分子間的作用力(A-B)比純液體 A 間的分子作用力(A-A)和純液體 B 間的分子作用力(B-B)大。
- (C) 由上圖得知純液體 B 的揮發性比純液體 A 大。
- (D) 由上圖得知在 $\chi_B = 0.6$ 時，溶液的沸點比純液體 A 和純液體 B 低。

Ans: (D)。

對拉午耳定律呈現負偏差，表示 A-B 間的作用力比 A-A 和 B-B 間都來的大，所以形成溶液的過程中會放熱。在 $\chi_B = 0.6$ 時的溶液的蒸氣壓最低，所以沸點比純液體 A 和純液體 B 都高。

41. 在同溫、同壓下，四個不同形狀但等體積的容器中分別裝入 A、B、C 和 D 四種氣體，如下圖所示。現已知四個容器中 A 氣體的質量為 0.34 克、B 氣體的質量為 0.26 克、C 氣體的質量為 0.48 克、D 氣體的質量為 0.63 克，試問何種氣體分子的平均移動速率最大？



(A) A

- (B) B
- (C) C
- (D) D

Ans: (B)。

因為 B 分子量最小，平均速率與分子的分子量的平方根成反比。

42. 下列過程，何者不屬於固氮反應(nitrogen fixation)？

- (A) 動、植物死後，蛋白質分解成氮氣回到大氣中。
- (B) 哈柏法製氮。
- (C) 汽車內燃機所產生的一氧化氮和二氧化氮等氣體。
- (D) 打雷時所產生的一氧化氮和二氧化氮等氣體。

Ans: (A)

此為去氮過程。

43. F_2 是鹵素分子中最活潑的分子，最主要原因為何？

- (A) 氟原子的電子親和力最大。
- (B) 氟原子的游離能最大。
- (C) 氟分子的還原電位最大。
- (D) 氟原子的半徑最小。

Ans: (C)

44. 假設 A 和 B 二元素可以不同比例反應得到兩個二元的化合物。第一個化合物中，14.0 克的 A 可與 3.00 克的 B 結合；第二個化合物中，7.00 克的 A 可與 4.50 克的 B 結合。假如第二個化合物為 AB，則第一個化合物應為下列何者？

- (A) AB
- (B) A_3B_2
- (C) A_2B
- (D) A_3B

Ans: (D)

根據倍比定律，當 B 固定時，第一個化合物中的 A 與第二個化合物中的 A 比例為 3:1。

45. 下列敘述，何者正確？

- (A) 在 XeF_4 分子中，所有的原子皆符合八隅體的理論。
- (B) SF_4 是一穩定的分子。基於 O 和 S 屬於同一族，其化學性質相似，所以 OF_4 也是穩定的分子。
- (C) NO^+ 離子中的 N 與 O 的鍵結比 NO^- 離子中的 N 與 O 的鍵結強。
- (D) 由臭氧的兩個路易斯結構得知，其中一個氧-氧鍵比另一個氧-氧鍵強。

Ans: (C)

(A) XeF_4 共有 36 個價電子，所以無法讓每一個原子符合八隅體。

- (B) O 只能符合八隅體，所以 OF_4 是不存在的。
(D) 兩個氧-氧鍵一樣強。

46. 下列各物質 Cl_2 、 HCl 、 F_2 和 HF 中，何者的沸點與 Ar 的沸點最接近？
(A) Cl_2
(B) HCl
(C) F_2
(D) HF

Ans: (C)

因為 F_2 與 Ar 的式量相近且同為非極性，所以具有相近的倫敦分散力，所以沸點相近。

47. 一未知元素 X 的同位素的質量數為 79，該同位素的最穩定離子有 36 個電子，該元素與鈉金屬反應可得穩定的二元化合物 Na_2X 。根據以上所述，下列敘述，何者正確？
(A) X 與氟原子反應所得的二元產物為共價化合物。
(B) X 的該同位素有 38 個質子。
(C) X 的該同位素有 41 個中子。
(D) X 是 Sr。

Ans: (A)。

從 Na_2X 得知 X 的價數為 $2-$ ，因為 X^{2-} 有 36 個電子，所以 X 有 34 個質子，45 個中子，所以 X 為 Se。因 Se 為非金屬，所以可以與氟原子形成共價化合物。

48. ^{32}P 為醫學及生物研究中常使用的同位素，下列有關 ^{32}P 的敘述，何者不正確？
(A) 其含有 15 個電子。
(B) 其含有 17 個質子。
(C) 其具有放射性。
(D) 其質量數為 32。

Ans: (B)

應有 15 個質子

49. 某 -3 價離子的電子分佈情形為 $n=1$ 有 2 個電子， $n=2$ 有 8 個電子， $n=3$ 有 18 個電子， $n=4$ 有 8 個電子；則形成該離子之原子的基態電子組態中，最外副殼層電子位於何軌域？有多少電子？
(A) $4d^3$
(B) $4p^5$
(C) $4d^5$
(D) $4p^3$

Ans: (D)

此原子基態的電子組態為 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

50. 現有四種金屬 A, B, C, D, 其具有以下性質:

- (i) 只有 A 和 C 會與 1.0 M HCl 反應產生 H_2 氣。
- (ii) 將 A 加入其他三種金屬的離子溶液中均會產生金屬的 B, C, 和 D。
- (iii) 金屬 B 和 D^{n+} 離子反應會產生金屬 D 和 B^{n+} 離子。

基於以上的資訊, 若以 A, B, C, D 充當還原劑, 則其還原能力由強至弱之順序為何?

- (A) $A > C > B > D$
- (B) $D > B > C > A$
- (C) $A > C > D > B$
- (D) $B > D > C > A$

Ans: (A)

51. 下列有關亨利定律之敘述, 何者正確?

- (A) 此定律用來描述氣體於溶液中之溶解度與溫度的關係。
- (B) 定溫下, 氮氣於水中之溶解度隨壓力不同而有所改變的現象, 可用此定律來描述。
- (C) 打開汽水瓶蓋, 會有 CO_2 從汽水中冒出, 根據此定律是因為外界壓力比汽水瓶內的壓力高, 以致於 CO_2 溶解度下降。
- (D) 潛水夫病的形成與此定律有關。

Ans: (D)

此定律用於描述氣體溶解度與壓力的關係, $S = kP$, 深海下壓力大造成氮氣分壓也大, 故血液內氮氣的濃度高, 驟然上升至海平面體內會產生氣泡阻礙血液流動造成潛水夫病。

52. 下列分子中具有極性的共有多少個?

$BeCl_2, BF_3, SO_2, CH_4, NH_3, CS_2, CO, PCl_3, SF_6$

- (A) 2
- (B) 3
- (C) 4
- (D) 5

Ans: (C)

SO_2, NH_3, CO, PCl_3 為極性分子

53. 在一大氣壓下, 某一 $CaCl_2$ 溶於水中形成之理想溶液的沸點為 $100.156^\circ C$, 已知在 $100^\circ C$ 時, 純水的蒸氣壓為 760 mmHg, 試問此水溶液在 $100^\circ C$ 時的蒸氣壓約為多少 mmHg? (水的 $K_b = 0.52^\circ C/m$)

- (A) 700
- (B) 715

(C) 722

(D) 756

Ans: (D)

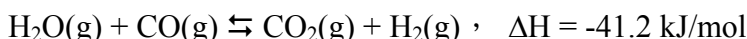
$$\Delta T = K_b \times m \times i, \quad m = 0.10, \quad i = 3;$$

$$mole_{water} = \frac{1000}{18.0} = 55.6$$

$$x_{water} = \frac{55.6}{55.6 + 0.30} = 0.995$$

$$P_{water} = X_{water} \times P_{water}^{\circ} = 0.995 \times 760 \text{ mmHg} = 756 \text{ mmHg}$$

54. 定溫下，於密閉容器內，平衡常數為 K 之可逆反應如下所示：



下列有關此反應之敘述，何者不正確？

- (A) 反應達平衡時，正反應速率等於逆反應速率。
- (B) 當容器的總體積變大時，反應會往正反應方向進行。
- (C) 平衡常數 (K) 會隨著溫度改變。
- (D) 反應商 (Q) 大於平衡常數時，反應會往逆反應方向進行。

Ans: (B)

因反應兩邊的係數和相同，體積改變並不影響平衡。

55. 下列化合物中，何者溶於水後會形成酸性的水溶液？

(a) P_4O_{10} (b) Na_2S (c) NaH_2PO_4 (d) $AlCl_3$ (e) NH_4NO_3

- (A) a, c, d, e
- (B) a, c, e
- (C) a, d, e
- (D) b, c, d, e

Ans: (A)

56. 下列有關氫氧燃料電池之敘述，何者不正確？

- (A) 燃料電池的淨反應為 $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$ 。
- (B) 燃料電池是把化學能轉換成電能。
- (C) 反應時，陽極通入 O_2 而陰極通入 H_2 。
- (D) 反應過程中，負極會產生 H^+ 離子。

Ans: (C)

陽極（負極）通入 H_2 ，而陰極（正極）通入 O_2

57. 下列有關玻璃之敘述，何者不正確？

- (E) 玻璃會被氫氟酸及氫氧化鈉腐蝕，故不宜用玻璃瓶來儲存這兩種化學品。
- (F) Pyrex®玻璃含有硼，質地堅硬又耐高溫，常用於製造化學儀器及烹飪器具。
- (G) 玻璃的主要成份為二氧化矽(SiO_2)，灰石($CaCO_3$)及碳酸鈉(Na_2CO_3)。

(H)玻璃為一晶體結構，其內部組成原子排列整齊。

Ans: (D)

玻璃是非晶形物質。

58. 以下哪些現象與氫鍵有關？(a) 乙醇可與水互溶 (b) 水結冰時體積變大 (c) AsH_3 沸點比 PH_3 高 (d) 丙三醇(甘油)具有高黏度 (e) 食鹽易溶於水 (f) DNA 形成雙股螺旋

(A) a, b, d, f

(B) a, b, e, f

(C) b, c, d, f

(D) a, b, d, e

Ans: (A)

59. 下列各混合液，何者可當緩衝溶液？

(A) 50 mL 0.5 M 的 $\text{HCl}_{(aq)}$ 和 40 mL 0.5 M 的 $\text{NaOH}_{(aq)}$ 的混合液

(B) 50 mL 0.5 M 的 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ 和 30 mL 0.5 M 的 $\text{NaOH}_{(aq)}$ 的混合液

(C) 50 mL 0.5 M 的 $\text{HCl}_{(aq)}$ 和 50 mL 0.5 M 的 $\text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)}$ 的混合液

(D) 50 mL 0.3 M 的 $\text{NaOH}_{(aq)}$ 和 20 mL 0.5 M 的 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ 的混合液

Ans: (B)

緩衝溶液由弱酸與其共軛鹼或弱鹼與其共軛酸組成。

60. 下列有關共價鍵的敘述，何者正確？

(A) 乙炔 (C_2H_2) 的碳原子是以 sp^3 的混成軌域與氫原子形成 σ 鍵。

(B) 苯分子中碳原子間之 σ 鍵是由 sp^2 混成軌域鍵結而成。

(C) s 軌域亦可與其他軌域形成 π 鍵。

(D) H_2O 的中心氧原子是以 sp 的混成軌域與氫原子形成鍵結。

Ans: (B)

C_2H_2 之 C 為 sp 混成軌域，s 軌域只能形成 σ 鍵， H_2O 的中心氧原子是 sp^3 混成軌域

61. 在 27°C 及 1 atm 下，將 2.8 g 的 Mn 金屬與過量的 HCl 溶液反應，結果產生 2.5 L 的 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 Mn 的氯化物 (MnCl_x)，請問 x 是多少？(將 H_2 視為理想氣體，氣體常數為 $0.082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$)

(A) 2

(B) 3

(C) 4

(D) 5

Ans: (C)



$$n_{H_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 2.5}{0.082 \times 300} = 0.10$$

$$mole_{Mn} = \frac{2.8}{55} = 0.051$$

$$0.10 = 0.051 \times \frac{x}{2} \Rightarrow x = 3.9 \approx 4.0$$

62. 下列有關 F, Cl, Br, I 等鹵素元素之敘述，何者不正確？

- (A) F 有最大的電子親和力。
- (B) 氫鹵酸 (HX) 水溶液以 HI 的酸性最強。
- (C) F₂ 的鍵能比 Cl₂ 和 Br₂ 還弱。
- (D) 電負度的大小順序為 F > Cl > Br > I。

Ans: (A)

Cl 有最大的電子親和力。

63. 為了防止交通事故，交通警察常於路邊進行駕駛人酒測臨檢；其中酒測的原理是一氧化還原反應，即將駕駛人呼出的氣體導入含有重鉻酸鉀 (K₂Cr₂O₇) 及硫酸的溶液中，進行以下的淨離子反應而產生顏色變化，

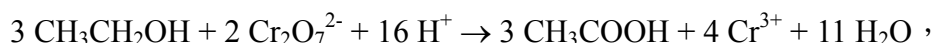


下列有關此反應之敘述，何者正確？

- (A) 此反應中硫酸為氧化劑。
- (B) 若血液中酒精濃度過高則溶液顏色會由橙色變成無色。
- (C) 此反應中酒精被還原成乙酸。
- (D) 平衡反應方程式後，且所有係數得一最簡單的整數比，則係數總和為 39。

Ans: (D)

係數平衡後為：



Cr³⁺ 為綠色，酒精被氧化。

64. 下列化學式中何者僅能表示一種純物質：

- (A) C₂H₃D
- (B) C₃H₆
- (C) P
- (D) C₃H₆O

Ans: (A)

65. 兩支同溫同壓同體積的儲氣瓶，一支儲有 C₃H₄ 和 C₃H₈，另一支儲有 C₃H₆，則兩瓶內的氣體何者必定相同？

- (A) 密度

- (B) 氫原子數
- (C) 總原子數
- (D) 碳原子數

Ans: (D)

66. 下列各項過程，何者包含化學變化？

- (A) 用電池、電線、燈泡和電解質溶液的組合試驗電解質溶液的導電性。
- (B) 由 CO_2 氣體製得乾冰。
- (C) 用海水產製蒸餾水。
- (D) 由蔗糖濃縮液製得冰糖顆粒。

Ans: (A)

67. 某原子核內有 x 個質子及 y 個中子。下列論述中，何者恆為正確？

- (A) $x < y$ 。
- (B) 該核外有 x 個電子。
- (C) 其元素之原子量為 $x + y$ 。
- (D) 不能由此確定其元素之原子量。

Ans: (D)

68. 下列有關化學鍵的敘述，何者正確？

- (A) 極性分子內不會含有非極性鍵。
- (B) 非極性分子內不會含有極性鍵。
- (C) 由兩種鹵素形成的共價鍵皆屬極性鍵。
- (D) 若一共價化合物只含兩種元素，則分子內的共價鍵皆屬極性鍵。

Ans: (C)

69. 有關水煤氣反應： $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)}$ ，將等莫耳數的碳和水蒸氣置於密閉的恆溫容器內進行反應。經某段時間後，若總壓力增大了 $x\%$ ，此時碳的轉化率為何？

- (A) $\frac{1}{3}x\%$
- (B) $\frac{1}{2}x\%$
- (C) $x\%$
- (D) $2x\%$

Ans: (C)

$\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ 若因反應而減少 $x\%$ ，則碳亦減少 $x\%$ ，產物(氣體)各增加 $x\%$ ，即總壓增加 $x\%$ 。

70. 設有一反應之反應方程式為： $\text{A}_{(s)} + \text{B}_{(g)} \rightarrow \text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)}$ 。現於容積可調的密閉容器內只置入 A 和 B 各一莫耳，在 400 K 和 1 atm 下開始進行反應。在反應到達平衡後，若總壓為 1.5 atm，此時下列何種動作幾乎不能改變 $\text{C}_{(g)}$ 之產量？

- 甲、容積不變，加入一莫耳的 $A_{(s)}$ 。
- 乙、容積不變，加入一莫耳的 $B_{(g)}$ 。
- 丙、容積不變，加入氬氣使總壓加倍。
- 丁、容積加倍。

- (A) 甲和乙
- (B) 甲和丙
- (C) 乙和丁
- (D) 丙和丁

Ans: (B)

$$\text{容器體積 } V = 0.082 * 400 = 32.8 \text{ L}$$

$$1.5 = 1 - x + 2x, \quad x = 0.5$$

$$K_p = P_C * P_D / P_B = 0.5 * 0.5 / 0.5 = 0.5$$

甲、固態物質的活性為定值，通常不在平衡常數內，其體積又可忽略，故幾乎不能改變平衡及 $C_{(g)}$ 之產量。

乙、B 的壓力變成 1.5 atm，在平衡時 $P_B = 1.22 \text{ atm}$ ， $P_C = 0.78 \text{ atm}$ ，故能改變 $C_{(g)}$ 之產量。

丙、不能改變平衡，故不能改變 $C_{(g)}$ 之產量。

丁、容積加倍，反應向右，故能增加 $C_{(g)}$ 之產量約 0.059 atm at 2V，相當於 0.12 mol。

71. 在 25 °C 時，0.10 M 的二質子酸 H_2A 水溶液的 pH 值為 4.00。已知其第二解離常數為 1.0×10^{-9} ，下列相關敘述，何者正確？
- (A) H_2A 為強酸。
 - (B) 在 0.10 M Na_2A 水溶液中 $[OH^-] > [H^+]$ 。
 - (C) 在 0.10 M Na_2A 和 0.10 M $NaHA$ 兩水溶液中有不同的離子種類。
 - (D) 在 0.10 M $NaHA$ 水溶液中 $[H^+] > [OH^-]$ 。

Ans: (B)

A^{2-} 水溶液為鹼性。

72. 以鉛蓄電池為電源，電解硫酸銅溶液。獲得 0.02 mol 銅時，電池內 $PbSO_4$ 量的變化是：
- (A) - 0.02 mol
 - (B) - 0.04 mol
 - (C) + 0.04 mol
 - (D) + 0.02 mol

Ans: (C)

鉛蓄電池反應兩極都生成與銅等莫耳數的 $PbSO_4$ 。故 $0.02 \times 2 = 0.04$

73. 電解一含有 0.1 M $NaCl$ 和 0.1 M KI 的水溶液。下列敘述何者正確？
- (A) 電解一段時間後陰極附近溶液呈酸性。

- (B) 電解一段時間後陽極附近溶液呈黃棕色。
- (C) 電解停止後水溶液酸鹼度呈中性。
- (D) 電解後在陰極得金屬鉀。

Ans: (B)

- (A) 鹼性
- (B) 先產生 I_2 ， $I_2 + I^- \rightarrow I_3^-$ (黃棕色)
- (C) 鹼性
- (D) 氫氣

74. 下列鹵化氫中，何者可用濃硫酸製備？

甲、HF， 乙、HCl， 丙、HBr， 丁、HI

- (A) 只有 HF 可以。
- (B) HF 和 HCl 都可以。
- (C) 只有 HI 不可以。
- (D) 全都可以。

Ans: (B)

- (A) $CaF_2 + H_2SO_4 (conc.) \rightarrow 2HF + CaSO_4$ 。
- (B) $2NaCl + H_2SO_4 (conc.) \rightarrow 2HCl + 2Na^+ + SO_4^{2-}$
- (C),(D) HBr 和 HI 會被濃硫酸氧化。 $2HBr + H_2SO_4 (conc.) \rightarrow Br_2 + 2H_2O + SO_2$

75. 下列關於 Mg 的敘述，何者不正確？

- 甲、可與 $CO_2(g)$ 反應產生 C
 - 乙、可與 $NaOH(s)$ 反應產生 $Mg(OH)_2$
 - 丙、可與 $N_2(g)$ 反應產生 Mg_3N_2
 - 丁、因其最外層電子殼層 3s 已填滿，鍵結能力弱，故金屬 Mg 的熔點低於 $300^\circ C$ 。
- (A) 甲和乙
 - (B) 丙和丁
 - (C) 甲和丙
 - (D) 乙和丁

Ans: (D)

- 甲、Mg 是還原劑 ($2Mg + CO_2 \rightarrow 2MgO + C$)
- 乙、不反應
- 丙、可
- 丁、熔點 $650^\circ C$

76. 在下列四個實驗過程中皆有白色沈澱產生：

- 甲、在 $0.1 M Al^{3+}$ 溶液中逐滴加入 $0.1 M NaOH$ 溶液直至過量
- 乙、在 $0.1 M Al^{3+}$ 溶液中逐滴加入 $0.1 M$ 氨水溶液直至過量
- 丙、在 $0.1 M [Al(OH)_4]^-$ 溶液中逐滴加入 $0.1 M$ 鹽酸直至過量
- 丁、在 $0.1 M [Al(OH)_4]^-$ 溶液中緩慢通入 CO_2 直至過量

在實驗結束時白色沈澱不消失的實驗是：

- (A) 甲、乙和丙
- (B) 甲、丙和丁
- (C) 乙和丙
- (D) 乙和丁

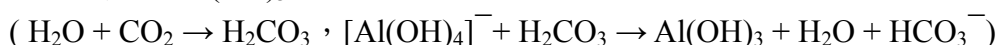
Ans: (D)

甲、先產生 Al(OH)_3 白色沈澱，再產生 $[\text{Al(OH)}_4]^-$ 溶解。

乙、只產生 Al(OH)_3 。

丙、先產生 Al(OH)_3 ，再產生 Al^{3+} 。

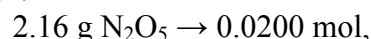
丁、只產生 Al(OH)_3 。



77. N_2O_5 可分解為 O_2 和 N_2O_3 ， N_2O_3 又可分解為 O_2 和 N_2O 。現將 2.16 g N_2O_5 置入 0.500 L 密閉容器內在定溫下分解，平衡時測得 N_2O_3 和 N_2O 的濃度分別為 $0.0040 \text{ mol L}^{-1}$ 和 $0.0160 \text{ mol L}^{-1}$ 。下列敘述，何者不正確？

- (A) N_2O_5 的分解率為 50 %。
- (B) 氧的濃度為 0.036 mol L^{-1} 。
- (C) $\text{N}_2\text{O}_3 \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{N}_2\text{O}$ 的反應平衡常數 K_C 為 0.0144。
- (D) 若該溫度為 400.0 K，則容器內壓力將近 2.5 atm。

Ans: (C)

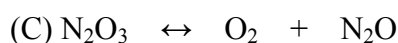


(A) N_2O 的量為 $0.0160 \times 0.500 = 0.008 \text{ mol}$ ， N_2O_3 的量為 $0.0040 \times 0.500 = 0.002 \text{ mol}$ ，故 N_2O_5 的損失量為 $(0.008+0.002) = 0.010 \text{ mol}$ ，即 N_2O_5 分解率為 50%。

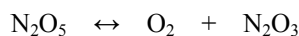
(B) 因 N_2O_5 分解率為 50%，故由 N_2O_5 直接分解而得的 O_2 量為 0.010 mol。

因 N_2O 的量為 0.008 mol，故由 N_2O_3 分解而得的 O_2 量為 0.008 mol。

故氧的濃度為 $(0.010+0.008) / 0.500 = 0.036 \text{ mol L}^{-1}$ 。



$$0.004 \text{ M} \quad 0.036 \text{ M} \quad 0.016 \text{ M}, \quad K_{C1} = 0.036 \times 0.016 / 0.004 = 0.144$$



$$0.010 \text{ M} \quad 0.036 \text{ M} \quad 0.004 \text{ M} \quad K_{C2} = 0.036 \times 0.004 / 0.010 = 0.0144$$



$$0.010 \text{ M} \quad 0.036 \text{ M} \quad 0.016 \text{ M} \quad K_{C3} = 0.036^2 \times 0.016 / 0.010 = 2.07 \times 10^{-3}$$

(D) 總莫耳數為 $0.010 + 0.002 + 0.008 + 0.018 = 0.038 \text{ mol}$

$$P = 0.038 \times 0.082 \times 400 / 0.500 = 2.49 \text{ atm (理想氣體)}$$

78. 硼酸 H_3BO_3 在水中呈酸性的主要原因是：

- (A) 硼酸水合後生成 $[\text{B(OH)}_4]^-$ ，釋出質子。
- (B) 硼酸是單質子酸，能解離出一個質子產生安定的 $[\text{BO(OH)}_2]^-$ 。
- (C) 硼酸能解離出三個質子，是三質子酸。
- (D) 硼酸能氧化成 HOBO(OH) ，而後再解離出質子生成 HOBOO^- 。

