

1. 有關化學的理論與永續發展的關係，下列敘述何者正確？

  - (A) 拉瓦節建立燃素說，他認為物質燃燒即是一種釋放燃素的過程
  - (B) 道耳頓提出原子說，他認為所有物質都是由原子這種的微小粒子所組成，且原子能再被分割為更小的粒子
  - (C) 門得列夫發現了元素週期律，並以原子序排列週期表，成功預測未知元素的存在
  - (D) 綠色化學是利用化學原理，研究如何在製造產物的過程中，從源頭來控制廢物的產生，充分利用原料以減少有害物質的產生

2. 物質可分為純物質和混合物兩大類。純物質是由一種原子、分子或離子所組成，具有固定的化學和物理性質，例如：元素和化合物。混合物是由兩種或多種純物質以任意比例混合而成，所含的純物質保有原來的化學性質，可以利用物理方法分離。試問有關混合物分離的敘述，下列何者正確？

  - (A) 欲從海水中獲得粗鹽晶體可採用結晶法(crystallization method)，原因是海水中的水容易蒸發，只要將溶劑(水)蒸發使溶質(粗鹽)的濃度超過溶解度，粗鹽就會析出而與海水分離
  - (B) 欲從硫粉與碘晶體的混合物中取出碘可用過濾法(filtration method)，原因是碘晶體的顆粒比硫粉的顆粒大，故能將碘晶體留在濾紙上面，而硫粉則穿過濾紙
  - (C) 將液態空氣中的氧和氮分離可採用分餾法(fractional distillation method)，原因是液態空氣中的氧氣比氮氣更容易沸騰，故將液態空氣加熱到沸點，可使氧氣變成氣體，而氮氣則留在液體中
  - (D) 將植物萃取液中的葉綠素與葉黃素分離，可採用離心法(centrifugal method)，原因是葉綠素與葉黃素的密度不同，離心後密度大的成份分佈在下層，密度小的分佈在上層

3. 莊同學進行化學式的測定實驗，由 X、Y 兩元素所組成的化合物 XY，經元素分析得知 2.8 g 的化合物 XY 中含有 X 元素 1.6 g，其數據如表(一)所示。假設可用莊同學的實驗數據為基準來計算，試問下列四個同學何者測定的物質化學式為 XY<sub>1</sub>？

### 表(一)

	莊同學	楊同學	黃同學	洪同學	朱同學
X	1.6 g	3.2 g	3.2 g	0.8 g	0.8 g
Y	? g	2.4 g	4.8 g	3.2 g	2.4 g
化學式	XY	?	?	?	?

7. 有關大氣層的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 大氣層沒有明確的邊界，但是 99%的大氣質量集中在離地面 30 公里以內，而 50%的空氣分布在離地面 6 公里以內
  - (B) 平流層離地面約 20~30 公里，其中 97%的臭氧層位於此層，這層的氣溫隨著高度上升而下降，每升高 1 公里，降低  $3^{\circ}\text{C}$ ，直到約  $-95^{\circ}\text{C}$
  - (C) 對流層是最靠近地面的一層，大氣圈中的 80%水氣存在於此，此層的氣流混亂，有水平、垂直和渦旋的流動，水氣豐富，因此所有的天氣現象必發生在此層
  - (D) 游離層也稱為電離層，空氣非常稀薄，溫度隨著高度上升而劇增，此層的電離子會影響電波的傳播，對長距離通訊有很大的影響

8. 有關空氣汙染敘述，下列何者錯誤？

- (A) 煤煙型霧霾主要是燃燒煤炭所產生的硫酸鹽和碳粒子所導致
  - (B) 光化學型霧霾主要是汽車廢氣中的氮氧化物和碳氫化合物及懸浮粒子在太陽照射下反應所產生
  - (C) 二氧化碳是溫室氣體之一，汽車加裝觸媒轉化器可降低二氧化碳的排放量
  - (D) 火力發電廠排放的二氧化硫和氮氧化物會與空氣中的水蒸氣反應，產生酸雨

9. 有關水的性質和淨化方法，下列敘述何者正確？



10. 有關硬水的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 天然泡沸石所含的  $\text{Al}^{3+}$  可交換硬水中的鈣、鎂離子，達到軟化的效果  
(B) 僅使用  $\text{Na}^+$  型陽離子交換樹脂即可使硬水軟化  
(C) 硬水與肥皂反應易生沉澱，降低肥皂的洗滌效果  
(D) 分別對暫時硬水和永久硬水加熱，僅前者有  $\text{CaCO}_{3(s)}$  沉澱產生

▲閱讀下文，回答第 11-12 題

天然氣是一種含有甲烷( $\text{CH}_4$ )、乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )等飽和碳氫化合物的混合氣體，其中甲烷和乙烷的體積百分率分別為 90% 和 10%。天然氣可以用來發電、供暖、烹飪和作為某些車輛的燃料，但它也會產生二氧化碳，對地球造成影響。因此，各國政府開始對使用化石燃料的人或企業徵收碳排放稅，假設每排放 1 立方公尺的  $\text{CO}_2$  需繳 1 元的碳排放稅，藉此提高化石燃料的價格，減少人們對它的需求，從而達到減少碳排放的效果。政府也可以利用碳排放稅的收入來投資更清潔的能源，減輕氣候變遷的威脅。

試問在  $1\text{ atm}$ 、 $0^\circ\text{C}$  下，此天然氣的密度約為多少  $\text{g/L}$ ? (原子量:  $\text{H} = 1.00$ ,  $\text{C} = 12.00$ , 氣體常數)

$$R = 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \text{, 假設天然氣為理想氣體}$$

- (A) 0.71      (B) 0.78      (C) 0.90      (D) 1.34

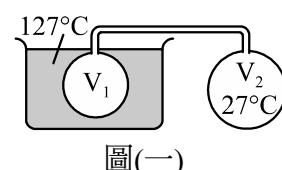
12. 若每個家庭一個月平均消耗的天然氣為 1000 莫耳，試問在 1 atm、0°C 下排放二氧化碳時，一個月需要付出多少元的碳排放稅？(碳排放稅不足 1 元的部分，按四捨五入來計算，氣體常數  $R = 0.082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ )



13. 體積為  $V_1$  的燒瓶和體積為  $V_2$  的燒瓶，用一根細管連接起來，其中  $V_1$  和  $V_2$  的體積比為 4:5，裝置如圖(一)所示。最初這個系統裡僅有 1 mol 的  $H_2$ ，溫度為 27°C，壓力為 1.0 atm。現在把  $V_1$  的燒瓶放進 127°C 的熱油裡，而  $V_2$  的燒瓶仍然保持在 27°C，當系統達到平衡時，請問系統由  $H_2$  最後的壓力為多少 atm？

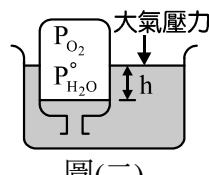
(假設細管體積可忽略不計，H 為理想氣體)

- (A)  $\frac{4}{3}$       (B)  $\frac{9}{8}$       (C) 1      (D)  $\frac{8}{9}$



圖(一)

14. 以  $27^{\circ}\text{C}$  的空氣將汽車輪胎充氣至  $2\text{ atm}$ ，經長途行駛之後，輪胎內的氣壓變為  $3\text{ atm}$ 。假設輪胎體積不變，試問輪胎內的空氣溫度約為多少 $^{\circ}\text{C}$ ? (假設空氣為理想氣體)



16. 同溫同壓下，擴散 50 毫升的氫氣需時 2 分鐘，以相同的設備擴散 25 毫升的氧氣，試問需時多少分鐘？  
(原子量：H=1，O=16)

17. 下列 5 個因素中，對於液體蒸發速率的影響，試問何組正確？  
①液體的密度 ②液體的沸點 ③液體的體積 ④環境的濕度 ⑤環境的氣壓  
(A) ①②③ (B) ①③④ (C) ②④⑤ (D) ③④⑤

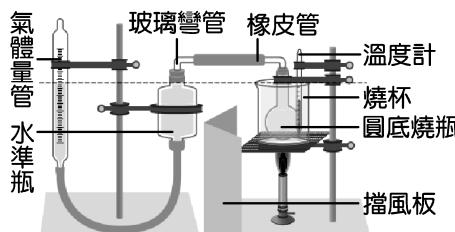
18. 有關固體的性質，下列敘述哪些正確？

  - ①固體分子間有很大的空隙，因此可以自由移動
  - ②固體的形狀和體積都是固定的，不會隨容器而變化
  - ③所有固體都是粒子以規則的晶格結構所組成，稱為晶體
  - ④當溫度發生變化時，固體的體積仍可能發生改變
  - ⑤固體中的價帶和導帶之間的能隙越大，表示導電性越好
  - ⑥固體中價電子所佔有的軌域稱為價帶，未被價電子所佔滿的較高能量軌域稱為導帶

(A) ①②③                    (B) ①③⑤                    (C) ②④⑥                    (D) ④⑤⑥

▲閱讀下文，回答第 19-20 題

為了驗證查理定律(Charles's law)，邱同學設計一個氣體體積與溫度的測定實驗，他先用圖(三)所示的實驗器材組裝好裝置，然後將空氣注入圓底燒瓶內，用本生燈對燒杯中的水加熱，使其溫度逐漸升高。每當水溫升高約若干溫度，他就移動氣體量管，讓管內水位和水準瓶內水位一致，並記下此時的水溫和氣體量管的刻度。他重複這個過程三次，並將數據記錄在表(二)中，請回答下列問題：



表(二)

實驗	一	二	三
t(°C)	27	47	?
V(mL)	120	128	?

圖(三)



20. 根據查理定律，當溫度升高時，氣體體積也會增大。若已知實驗一和實驗二的溫度與體積數據如表(二)所示，則實驗三中的溫度與體積最有可能是下列哪一組數據？

(A)  $t = 54^\circ\text{C}$ ,  $V = 240\text{ cm}^3$     (B)  $t = 77^\circ\text{C}$ ,  $V = 140\text{ cm}^3$     (C)  $t = 81^\circ\text{C}$ ,  $V = 136\text{ cm}^3$     (D)  $t = 94^\circ\text{C}$ ,  $V = 256\text{ cm}^3$

▲閱讀下文，回答第 21-22 題

二氧化碳是一種無色無味的氣體，它可以由石灰石加熱產生，也可以由乾冰昇華而成。另外二氧化碳有許多特殊的性質，例如不助燃、溶於水形成弱酸性溶液等，請回答下列問題：

21. 在實驗室裡，通常是採用何種方式來收集純度較高的二氧化碳？

  - (A) 將石灰石和濃鹽酸反應，並用排水集氣法收集二氧化碳
  - (B) 將石灰石和濃氨水反應，並用排水集氣法收集二氧化碳
  - (C) 將乾冰置於水中，並用向上排空氣法收集二氧化碳
  - (D) 將乾冰置於水中，並用向下排空氣法收集二氧化碳

22. 下列選項中，何者為檢測二氧化碳的正確方法？

- (A) 在空容器中通入二氧化碳並用火柴點火，看看是否有爆炸聲
- (B) 在飽和石灰水溶液中通入二氧化碳，看看是否有白色混濁產生
- (C) 在含有酚酞的微酸性水溶液中通入二氧化碳，看看是否有粉紅色變黃色的現象
- (D) 在碘化鉀試液中通入二氧化碳，看看是否有藍色變紫色的現象

23. 實驗桌上有四種固體粉末：X、Y、Z、W，小林同學為了知道這四種物質的純度，於是利用泰爾管對四個物質進行熔點測定實驗，得到其熔程數據如表(三)所示，試問根據實驗結果，小林同學可判斷哪個固體粉末的純度最高？

	X	Y	Z	W
初熔溫度(°C)	78	82	93	100
全熔溫度(°C)	87	83	198	106

- (A) X
- (B) Y
- (C) Z
- (D) W

24. 氣體的製備實驗，可使用不同的化學反應來產生不同種類的氣體。在這些反應中，有些需要加熱或催化劑，有些則不需要。有關下列氣體的製備實驗，試問何者正確？

- (A) 氯酸鉀加熱時在二氧化錳的催化下，可以製備氯氣
- (B) 雙氧水在二氧化錳的催化下，可以製備二氧化碳
- (C) 將純水電解，在陰極可收集到氯氣
- (D) 將亞硝酸鈉與氯化銨共熱，產生的氣體通過乾燥劑後可收集到氮氣

25. 在 25°C、1 atm 下，許同學進行金鋼砂比重之測定實驗，他操作了下列四個步驟，根據此實驗步驟及有效數字的計算，試問下列金鋼砂的比重何者正確？

- ①將一個乾燥後的比重瓶(含瓶蓋)秤重，重量為 28.2800 g
  - ②於比重瓶的底部倒入一層金鋼砂，蓋上瓶蓋，再秤重，重量為 32.6430 g
  - ③將比重瓶注滿水，輕敲使無氣泡存在，蓋上瓶蓋，以擦拭紙擦乾瓶身後秤重，重量為 58.7740 g
  - ④將瓶內的水與金鋼砂倒出來，再次充滿水，蓋上瓶蓋，擦乾瓶身，秤重，重量為 55.3690 g
- (A) 3.926
  - (B) 3.9256
  - (C) 4.554
  - (D) 4.5543

26. 在實驗室進行化學實驗時，必須遵守一定的操作規範和安全措施，以避免發生危險或意外。下列何者最符合實驗室操作規範？

- (A) 當試管內的溶液或固體被加熱時，應該不時地將試管口對準眼睛，以隨時觀察反應的情況
- (B) 當配製氫氧化鈉溶液時，應該將溶液裝在玻璃瓶中保存，並將瓶口蓋緊，以防止溶液吸收空氣中的二氧化碳
- (C) 當實驗結束後，應該將實驗產生的廢液直接倒入水槽中，並用大量的水沖洗，以免廢液殘留在器皿或水管中
- (D) 當加熱具有揮發性或可燃性的溶劑時，應該使用水浴或蒸氣浴來間接加熱，而不是直接用本生燈或加熱板來加熱，以免引起溶劑的沸騰或著火

27. 在分析化學實驗中，需要對不同狀態的物質進行採樣，以便進行後續的分析。試問有關氣體、液體及固體在進行採樣時的敘述，下列何者正確？

- (A) 氣體試樣如為大氣試樣因成分均勻，可直接採樣；液體試樣應從不同單元中採樣後混合均勻；固體試樣採集時，每隔一段距離取樣並粉碎、混合、縮分
- (B) 儲氣槽內的氣體試樣應從不同地點、深度，甚至使用不同方式採集；液體試樣因成分均勻，可直接採樣；固體試樣可利用切割、鑽、鋸等方式採集不同部位的試樣
- (C) 氣體試樣可利用抽氣器或安全瓶進行過濾；液體試樣可利用蒸發皿或坩堝進行縮分；固體試樣可利用離心試管或漏斗進行洗滌
- (D) 氣體試樣、液體試樣、固體試樣的採樣方法沒有本質的區別，只要確保試樣具有代表性，就可以任意採集和處理

28. 文哲在實驗室做了一項化學實驗，他先用電子天平秤出 0.05 公克的樣品，再放入燒杯裡進行其他步驟。請問，根據他的樣品重量，這個實驗屬於何種分析方法？

- (A) 常量分析
- (B) 半微量分析
- (C) 微量分析
- (D) 超微量分析

29. 分析化學實驗中，常使用不同種類的容器來裝盛液體，這些容器可以分為內容式(To contain)容器和外流式(To deliver)容器，它們的刻度標示有不同的意義，試問下列敘述何者正確？
- (A) 量瓶是一種外流式容器，其刻度標示的體積是從容器排出的液體體積  
 (B) 移液管是一種內容式容器，其刻度標示的體積是留在容器內的液體體積  
 (C) 滴定管是一種外流式容器，其刻度標示的體積是從容器排出的液體體積  
 (D) 球型吸量管是一種內容式容器，其刻度標示的體積是留在容器內的液體體積
30. 在中性或鹼性溶液中，許多金屬離子會與氫氧根離子反應，形成不溶於水的沉澱物。這些沉澱物的顏色各有不同，有時可以用來區分不同的金屬離子。試問下列四組沉澱物中，何組均為白色？
- (A)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{ZnS}$       (B)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{MnS}$       (C)  $\text{AgI}$ 、 $\text{PbI}_2$       (D)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
31. 在定性分析實驗裡，同學可以利用離子的顏色進行初步辨認，試問下列水溶液中，何者的離子顏色與其他選項有明顯的不同？
- (A)  $\text{Pb}^{2+}$       (B)  $\text{Ni}^{2+}$       (C)  $\text{Fe}^{2+}$       (D)  $\text{Cr}^{3+}$
32. 王同學欲配製 0.40 M 的銅離子水溶液 250 毫升，試問他應該秤取多少克的  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  並加水混合調製？(原子量：H = 1，O = 16，S = 32，Cu = 64)
- (A) 6.4      (B) 16      (C) 25      (D) 64
33. 已知有甲、乙、丙及丁四個含硝酸鉀( $\text{KNO}_3$ )的樣品，其硝酸鉀濃度的分析資料分別如下，則此四個樣品中含硝酸鉀質量的大小順序排列，下列何者正確？(式量： $\text{KNO}_3 = 101$ )
- 甲樣品：其重量 0.200 mg 的乾燥固體樣品、硝酸鉀重量百分率為 2.00%  
 乙樣品：其體積 0.050 L 的水樣、硝酸鉀體積莫耳濃度為  $2.00 \times 10^{-6}$  M  
 丙樣品：其體積 1.00 mL 的水樣、硝酸鉀濃度為 2.00 ppm(parts per million)  
 丁樣品：其體積 0.500 mL 的水樣、硝酸鉀濃度為  $2.00 \times 10^2$  ppb (parts per billion)
- (A) 甲 > 乙 > 丙 > 丁      (B) 甲 > 乙 > 丁 > 丙      (C) 乙 > 甲 > 丙 > 丁      (D) 乙 > 甲 > 丁 > 丙
34. 蔡同學欲從 98% 的濃硫酸(比重 1.84)配製成約 0.5 M 的硫酸水溶液 500 mL 來進行專題實驗，試問下列選項何者為正確的實驗操作？(分子量： $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98$ )
- (A) 使用電子天平秤出 25.5 g 的濃硫酸，倒入大燒杯中，再加入 500 mL 的去離子水  
 (B) 使用量筒量出 13.5 mL 的濃硫酸，倒入大燒杯中，再加入 486 mL 的去離子水  
 (C) 使用刻度吸量管吸出 13.5 mL 的濃硫酸，放入裝有 200 mL 去離子水的 500 mL 量瓶中，再加入 286 mL 的去離子水即可  
 (D) 使用刻度吸量管吸出 13.5 mL 的濃硫酸，放入裝有 200 mL 去離子水的 500 mL 量瓶中，再加入去離子水至刻線為止
35. 陳同學要做一個化學實驗，需要用到 4.0 M 的  $\text{HCl}$  溶液，但實驗室只有 1.0 M 和 8.0 M 的  $\text{HCl}$  溶液。他想要用這兩種濃度的溶液來配製所需的溶液，請問他量取這兩種溶液的混合比例(1 M : 8 M)應為下列何者？(假設溶液體積可加成)
- (A) 2 : 3      (B) 3 : 2      (C) 3 : 4      (D) 4 : 3
36. 某 500 mL 水溶液含有  $\text{CrO}_4^{2-}$  與  $\text{Cl}^-$  兩種陰離子，其離子濃度均為 0.100 M，現於水溶液中逐滴加入濃  $\text{AgNO}_{3(aq)}$ ，試問當第二種沉澱物開始沉澱時，水溶液中尚餘第一種沉澱物之陰離子濃度為多少 mg/L？(假設可忽略硝酸銀加入的體積變化， $\text{AgCl}$  之溶解度積常數  $K_{sp} = 4.00 \times 10^{-10}$ ， $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  之溶解度積常數  $K_{sp} = 1.60 \times 10^{-12}$ ，原子量：O = 16.0，Cl = 35.5，Cr = 52.0)
- (A) 3.55      (B) 5.20      (C) 35.5      (D) 52.0
37. 定溫下，難溶鹽在水中溶解達平衡時，溶液中各離子濃度幂次之乘積為常數，稱為溶解度積常數( $K_{sp}$ )。試問下列難溶鹽中，何者的  $K_{sp}$  表示法與  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  相同？
- (A)  $\text{PbI}_2$       (B)  $\text{Al}(\text{OH})_3$       (C)  $\text{AgCl}$       (D)  $\text{BaCrO}_4$

38. 將 0.10 M 的  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  溶液分別滴入下列四個溶液中，試問下列何者最難與  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  產生沉澱？

- (A)  $\text{K}_2\text{CrO}_{4(\text{aq})}$       (B)  $\text{Na}_2\text{S}_{(\text{aq})}$       (C)  $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$       (D)  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$

▲閱讀下文，回答第 39-40 題

緩衝溶液是一種能夠抵抗 pH 值變化的溶液，它由弱酸及其共軛鹼，或弱鹼及其共軛酸所組成。緩衝溶液在生物學、化學、工業和醫學等領域中有許多重要的用途，因為它可以維持溶液的 pH 值恆定，以保證反應或生命過程的正常進行。緩衝溶液的種類很多，不同的緩衝溶液有不同的 pH 調節範圍和緩衝能力。例如，乙酸和乙酸鈉就可以形成一種緩衝溶液，因為乙酸是一種弱酸，其解離常數  $K_a$  為  $2 \times 10^{-5}$ ；乙酸鈉是一種鹽類，可以與乙酸形成共軛酸鹼對。當乙酸和乙酸鈉混合在一起時，它們可以中和加入的少量強酸或強鹼，從而減少溶液的 pH 值的變化。

39. 下列溶液的組合，試問何組無法形成緩衝溶液？

- (A)  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH}$       (B)  $\text{HCN} + \text{KCN}$       (C)  $\text{NH}_3 + \text{HBr}$       (D)  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{HCl}$

40. 欲配製乙酸和乙酸鈉的緩衝溶液，並控制溶液的 pH 為 5，試問此緩衝溶液中乙酸鈉和乙酸的莫耳數比約為多少？

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

▲閱讀下文，回答第 41-42 題

陰、陽離子的混合液含有複雜的化學組成，我們在進行分析時，需要使用系統化的方法，把離子一個一個分離出來，然後再用特定方法鑑定它們，這流程步驟繁多且需具備一定的分離技巧。為了簡化分析過程，我們可以先做初步試驗(也叫預備試驗)，是系統化分析的重要步驟。初步試驗是指在進行陽離子和陰離子分析之前，先由待測試樣之外觀或應用一些簡單和快速的試驗法，來推知試樣中可能含有的成分，以提供正式離子分析時之參考。初步試驗一般包含：氣味辨認、顏色辨認、焰色試驗和熔球試驗。例如，煙火是一種焰色的實例，可簡單快速的判斷出元素的種類。

41. 實驗室裡發現三瓶透明液體(編號：A、B、C)，其各自可能含有的陽離子是： $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ ，以焰色試驗檢測後得到液體 A、B 及 C 的焰色分別為黃綠、淡藍及橘紅。根據實驗結果可判斷液體 A、B、C 分別含有下列何種陽離子？

- (A)  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$       (B)  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$       (C)  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$       (D)  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$

42. 有關熔球試驗的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 熔球試驗又稱硼砂珠試驗，屬於乾式分析法  
 (B) 不同的金屬氧化物和硼砂一起在火焰中加熱，會產生不同顏色的熔球  
 (C) 熔球試驗時調整本生燈的內焰為淡紫色，外焰為淡藍色  
 (D) 鈷的氧化物在氧化焰及還原焰中均產生藍色小球，其化學式均為  $\text{Co}(\text{BO}_2)_2$

43. 有一個混合溶液，裡面有  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$  等五種離子，試問依序加入下列何組試劑，最有可能將這五種離子完全分離？

- (A)  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_3$       (B)  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3$   
 (C)  $\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCl}$       (D)  $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

44. 取可能含  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$  的未知溶液 1 mL(溶液中各離子的濃度皆為 3.33 mg/mL)，放入離心試管內，依照下列步驟進行分析，根據以下的步驟，試問此未知溶液中可能含有哪些離子？

- ①加入數滴 3 M HCl 使沉澱產生完全，離心，得到白色的沉澱物 A，丟棄上澄液  
 ②在沉澱物 A 中加入數滴的熱水。置於水浴鍋內煮 3 分鐘並攪拌，趁熱離心，得到白色的沉澱物 B 及上澄液 C  
 ③在上澄液 C 中加數滴 1 M  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  並攪拌，無任何變化產生  
 ④在沉澱物 B 中加入數滴熱水，清洗沉澱兩次，倒掉上澄液再加數滴濃  $\text{NH}_3$  溶液於沉澱中，攪拌後立即離心，得到暗灰色的沉澱物 D 及上澄液 E  
 ⑤在上澄液 E 中，逐滴加入 3 M  $\text{HNO}_3$  並不停地攪拌直到溶液呈酸性為止(藍色石蕊試紙變紅)，得到白色的沉澱物 F

- (A)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$       (B)  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$       (C)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$       (D)  $\text{Ag}^+$ 、 $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Hg}_2^{2+}$

45. 有關  $Hg^{2+}$ 、 $Bi^{3+}$ 、 $As^{3+}$ 、 $Sb^{3+}$  等離子之沉澱、分離與定性分析的敘述，下列何者正確？

  - (A) 在離心管中置入 3 毫升含有  $Hg^{2+}$ 、 $Bi^{3+}$ 、 $As^{3+}$ 、 $Sb^{3+}$  (濃度均為 1.25 mg/mL) 的水溶液，準確地加入 2 滴濃 HCl 及 5 滴 5%  $CH_3CSNH_2$ ，置於水浴中加熱 5 分鐘，則生成  $HgS$ 、 $Bi_2S_3$  沉澱
  - (B) 在離心管中置入 3 毫升含有  $Hg^{2+}$ 、 $Bi^{3+}$ 、 $As^{3+}$ 、 $Sb^{3+}$  (濃度均為 1.25 mg/mL) 的水溶液，準確地加入 2 滴濃 HCl 及 5 滴 5%  $CH_3CSNH_2$ ，置於水浴中加熱 5 分鐘，則生成  $HgS$ 、 $Bi_2S_3$ 、 $As_2S_3$  沉澱
  - (C) 在離心管中置入  $HgS$ 、 $Bi_2S_3$ 、 $As_2S_3$ 、 $Sb_2S_3$  混合沉澱 0.05 公克，逐滴滴入 1 毫升 3 M KOH，置於水浴中加熱 3 分鐘並不停攪拌，經離心後將上澄液倒入另一試管中，則剩餘的沉澱物僅有  $As_2S_3$ 、 $Sb_2S_3$
  - (D) 在離心管中置入  $HgS$ 、 $Bi_2S_3$ 、 $As_2S_3$ 、 $Sb_2S_3$  混合沉澱 0.05 公克，逐滴滴入 1 毫升 3 M KOH，置於水浴中加熱 3 分鐘並不停攪拌，經離心後將上澄液倒入另一試管中，則剩餘的沉澱物僅有  $HgS$ 、 $Bi_2S_3$

46. 定性分析實驗時，某離心試管內有  $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{MnS}$ 、 $\text{Fe}_2\text{S}_3$ 、 $\text{CoS}$ 、 $\text{NiS}$  的混合沉澱物，依照下列步驟進行分析，根據以下的步驟，試問步驟④的沉澱物及上澄液中分別含有哪些物質？

  - ①加 5 滴濃  $\text{HCl}$ ，攪拌，然後加 3 滴濃  $\text{HNO}_3$ ，以水浴加熱至沉澱物溶解
  - ②逐滴加 3 M KOH 直到溶液呈鹼性
  - ③加約 0.3 g  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ，攪拌，水浴加熱 3 分鐘，離心，將上澄液倒入另一試管中
  - ④將沉澱以 10 滴水洗滌，離心，兩次上澄液合併，分別獲得沉澱物及上澄液

	沉淀物	上澄液
(A)	$\text{Fe(OH)}_3$ 、 $\text{Co(OH)}_3$ 、 $\text{Ni(OH)}_2$ 、 $\text{MnO}_2$	$\text{Al(OH)}_4^-$ 、 $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$
(B)	$\text{Al(OH)}_3$ 、 $\text{Co(OH)}_3$ 、 $\text{Ni(OH)}_2$ 、 $\text{MnS}$	$\text{Fe(OH)}_4^-$ 、 $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ 、 $\text{Cr(OH)}_4^-$
(C)	$\text{Fe(OH)}_3$ 、 $\text{Co(OH)}_3$ 、 $\text{MnO}_2$	$\text{Al(OH)}_4^-$ 、 $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ni(OH)}_4^{2-}$
(D)	$\text{Co(OH)}_3$ 、 $\text{Ni(OH)}_2$ 、 $\text{MnO}_2$	$\text{Fe(OH)}_4^-$ 、 $\text{Al(OH)}_4^-$ 、 $\text{Zn(OH)}_4^{2-}$ 、 $\text{CrO}_4^{2-}$



- (A)  $\text{SO}_4^{2-}$       (B)  $\text{CO}_3^{2-}$       (C)  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$       (D)  $\text{SO}_3^{2-}$

48. 鎿鹽是指所有陽離子為鋯離子之鹽類的總稱，其中鋯元素的化合價為+2價。常見的鋯鹽有：硫酸鋯、硝酸鋯、氯化鋯、碳酸鋯、氰化鋯等。這些鹽類有不同的物理性質和化學性質，也有不同的工業和醫學應用。試問下列鋯鹽中何者最難溶於  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ ？

- (A)  $\text{BaSO}_4$       (B)  $\text{BaCO}_3$       (C)  $\text{BaCl}_2$       (D)  $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$

49. 在陰離子的定性分析實驗中，有關  $\text{Fe}(\text{CN})_4^{6-}$  和  $\text{Fe}(\text{CN})_3^{6-}$  的兩種離子的辨認方法，下列敘述何者正確？

  - (A) 加入  $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_{2(\text{aq})}$ ，若有黃色沉澱產生，則離子為  $\text{Fe}(\text{CN})_4^{6-}$
  - (B) 加入  $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_{2(\text{aq})}$ ，若有黃色沉澱產生，則離子為  $\text{Fe}(\text{CN})_3^{6-}$
  - (C) 加入  $\text{FeSO}_{4(\text{aq})}$ ，若有藍色沉澱產生，則離子為  $\text{Fe}(\text{CN})_4^{6-}$
  - (D) 加入  $\text{FeSO}_{4(\text{aq})}$ ，若有藍色沉澱產生，則離子為  $\text{Fe}(\text{CN})_3^{6-}$

50. 取可能含  $\text{ClO}_3^-$ 、 $\text{BO}_2^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  的未知溶液 2 mL(溶液中各離子的濃度皆為 2.5 mg/mL)，並將其分成四份，各份的操作步驟及實驗結果如下，請根據這四份的實驗結果，判斷未知溶液含有哪些離子？

第一份：將試液置於離心試管內，加入約等體積的尿素之鹽酸溶液，試管內開始有氣泡逸出

第二份：將試液置於離心試管內，加入 5 滴濃硝酸和少許  $\text{NaNO}_2$  固體，攪拌，靜置 2 分鐘，離心。取出上澄液添加 2 滴 0.5 M  $\text{AgNO}_3$  充分攪拌，溶液呈現透明無色

第三份：將試液置於離心試管內，加入少許  $\text{FeSO}_4$  固體，充分攪拌使其溶解。慢慢滴入濃硫酸，在溶液與濃硫酸的界面處產生棕色環

第四份：將試液置於乾淨的蒸發皿中，小心加入 3 滴濃硫酸，加熱蒸發濃縮後放冷，再加入 3 滴紅色的胭脂蟲酸，小火加熱，溶液顏色呈現紅色

- (A)  $\text{ClO}_3^-$  ,  $\text{NO}_3^-$       (B)  $\text{BO}_2^-$  ,  $\text{NO}_2^-$       (C)  $\text{BO}_2^-$  ,  $\text{NO}_3^-$       (D)  $\text{NO}_2^-$  ,  $\text{NO}_3^-$

【以下空白】