

109 年度全國科學班聯合學科資格考化學科試題卷

說明：

請將正確答案填寫於答案卷上；計算題須列出計算過程，無計算過程者，不予計分。

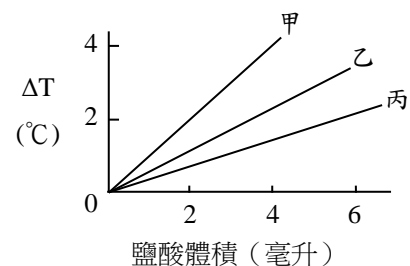
一、甲、乙、丙為三種不同濃度的鹽酸，將不同體積的甲、乙、丙分別和相同且過量的強鹼水溶液混合，反應後之總體積皆為 10 毫升。在反應完全後，所測得溶液之溫度變化 (ΔT) 如右圖所示：

(1) 試問反應前甲、乙、丙三溶液濃度的大小關係為何？(2 分)

(2) 反應後三溶液 pH 值的大小關係為何？(2 分)

(3) 5 毫升的乙溶液與過量的強鹼水溶液反應後，其所產生之溫度變化，約相當於多少毫升的甲溶液與過量的強鹼水溶液反應，所產生的溫度變化？(2 分)

(A) 2.0 (B) 2.5 (C) 3.0 (D) 3.5 (E) 4.0 mL。



二、下列五種電中性原子的電子組態變化，何者伴隨吸熱？(2 分)

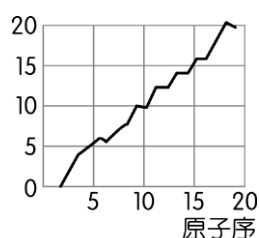
(A) $1s^0 2s^1 \rightarrow 1s^0 2s^0 2p^1$ (B) $[\text{He}]2s^2 2p^2 \rightarrow [\text{He}]2s^1 2p^3$ (C) $[\text{Ar}]4s^2 3d^4 \rightarrow [\text{Ar}]4s^1 3d^5$

(D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6$ (E) $[\text{Ne}]3s^2 3p^5 \rightarrow [\text{Ne}]3s^2 3p^6$

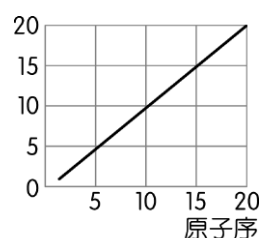
三、圖(一)~(四)中都是以原子序為橫軸，以原子序 1~20 的元素的(甲)質子數、(乙)中子數、(丙)質量數、

(丁)價電子數、(戊)電負度、(己)第一游離能中的一種為縱軸所作的大致關係圖。圖(一)~圖(三)縱軸數值都是整數，圖(三)中原子序 2、10、18 在縱軸上沒有對應的數值，所以 1 和 3、9 和 11、17 和 19 之間直接以虛線連結。

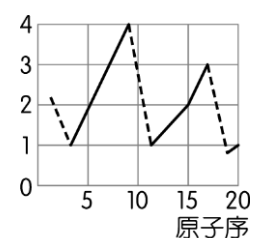
試從上述性質中回答下列各題：



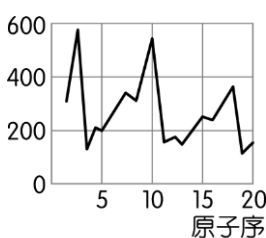
圖(一)



圖(二)



圖(三)



圖(四)

(1) 圖(一)的縱軸最可能代表【 】(以甲~己作答)。(1分)

(2) 圖(二)的縱軸最可能代表【 】(以甲~己作答)。(1分)

(3) 圖(三)的縱軸最可能代表【 】(以甲~己作答)。(1分)

(4) 圖(四)的縱軸最可能代表【 】(以甲~己作答)。(1分)

四、0.1 mol $\text{Cr}(\text{NH}_3)_x\text{Cl}_3$ 溶於 500 克水中，測得凝固點為 -0.74°C ，已知水的凝固點下降常數為 $1.86^\circ\text{C}/\text{m}$

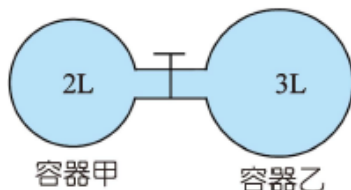
(1) 求 x 為多少？(2 分)

(2) 請問 $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_x\text{Cl}_{(6-x)}]^{(x-3)}$ 有幾種不同結構？(2 分)

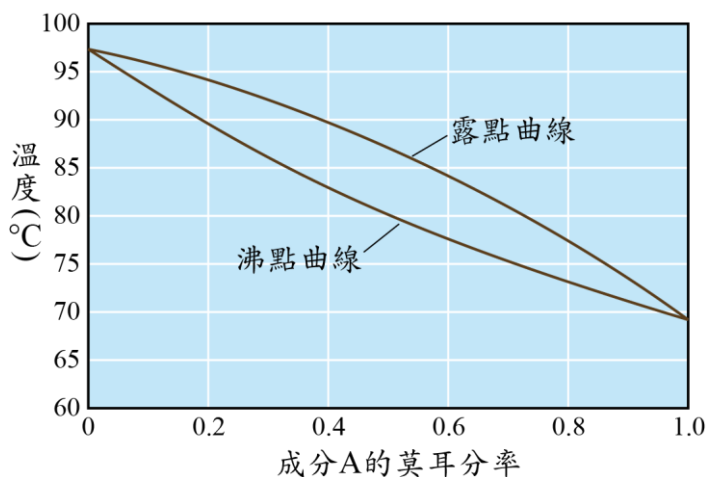
(3) 若水溶液體積為 500 mL，溫度 27°C ，求滲透壓為多少大氣壓？(2 分)(理想氣體常數 $R=0.082 \text{ atm} \cdot \text{L}/\text{mol} \cdot \text{K}$)

- 五、 氣體 A：將氯化銨和氫氧化鈣混合加熱反應後於常溫常壓下的氣體產物
 氣體 B：將過氧化氫水溶液加入二氧化錳反應後於常溫常壓下的氣體產物
 氣體 C：將氯化鈉和濃硫酸混合加熱反應後於常溫常壓下的氣體產物
 氣體 D：於碳酸氫鈉中加入鹽酸反應後於常溫常壓下的氣體產物
 並將體積 2 升的玻璃容器甲和體積 3 升的玻璃容器乙連接，如附圖所示。

- (1)請寫出 A、B、C、D 等氣體的分子式。(每個答案各 1 分，共 4 分)
 (2)在 27°C 時，將氣體 B 裝入封閉的容器甲中，使其壓力為 1 大氣壓，氣體 D 裝入封閉的容器乙中，使其壓力為 2 大氣壓，然後開啟兩容器中間的活栓，靜置一段時間後，試問容器內混合氣體的壓力為多少大氣壓？(2 分)
 (3)在 27°C 時，將氣體 A 裝入封閉的容器甲中，使其壓力為 2 大氣壓，氣體 C 裝入封閉的容器乙中，使其壓力為 1 大氣壓，然後開啟兩容器中間的活栓，靜置一段時間後，試問容器內的氣體壓力為多少大氣壓？(3 分)



- 六、 定壓下，正己烷與正庚烷以不同比例混合的混合物之沸點圖如下。



圖中位於下方的曲線代表不同組成溶液的沸點，此曲線稱沸點曲線；沸點曲線下方的區域代表溫度低於沸點的溶液。圖中位於上方的曲線代表不同組成蒸氣的露點，此曲線稱露點曲線；露點曲線上方的區域代表溫度高於露點的蒸氣。兩曲線中間的區域代表氣-液共存區。達平衡的蒸氣與液體的組成，為氣-液共存區間的水平線與沸點及露點曲線的交點。試回答下列問題：

- (1)由圖形判斷成分 A 應為正己烷或是正庚烷？(2 分)
 (2)將正己烷 1 mol 與正庚烷 4 mol 混合時，溶液的沸點約為若干°C？(2 分)
 (A) 94 (B) 89 (C) 80 (D) 76 (E) 73 °C。
 (3)已知 80°C 時，正己烷與正庚烷的飽和蒸氣壓分別為 1.2 atm 與 0.6 atm，將正己烷與正庚烷分別各取 2 mol 混合，使其在 80°C 蒸發，達蒸發平衡時，若符合理想溶液關係，則蒸氣的總壓為多少大氣壓？(3 分)
 (4)承(3)，蒸氣中正己烷的莫耳分率為何(以最簡分數表示)？(3 分)
 (5)承(3)，將所得蒸氣冷凝成液體後，此液體的沸點約為若干°C？(3 分)
 (A) 94 (B) 89 (C) 80 (D) 76 (E) 73 °C。

- 七、 近日新聞報導:奎寧是一種治療瘧疾甚至是肺炎的藥物，為一種有機鹼。若常溫下，取 3.0 g 的奎寧配成 50 mL 水溶液，以 0.1 M 硫酸溶液滴定至當量點時，須耗去 100 mL 硫酸溶液，則奎寧之分子量最可能為下列哪一個？
 (A) 50 (B) 75 (C) 100 (D) 150 (E) 200。(2 分)

八、對一僅含 C、H 二元素的有機化合物 X，進行分析實驗後得知：

(A)取 12 g 的 X 經完全燃燒後，可收集得到二氧化碳 39.6 g 及水 10.8 g 二種產物。

(B)化合物 X 結構中僅具有一個苯環，其餘均為飽和單鍵。

(C)化合物 X 和酸性二鉻酸鉀混合加熱所得產物為苯甲酸。

試回答下列問題：

(1)該化合物 X 的分子式為何？(3 分)

(2)畫出化合物 X 可能的結構異構物？(2 分)

九、25°C 時，將 $Mg(OH)_2$ 固體置於 0.01 M $NaOH(aq)$ 中，達平衡時測得 $[Mg^{2+}] = 3.2 \times 10^{-7} M$ ，求 25°C 時：

(1) $Mg(OH)_2$ 在純水中的溶解度為若干 M？(2 分)

(2)將足量的 $Mg(OH)_2$ 及 $Ca(OH)_2$ 同時溶於水中達飽和，求 $Mg(OH)_2$ 的溶解度為若干 M？

(已知 25°C 時 $Ca(OH)_2$ 的 $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-6}$) (3 分)

十、取含有 Fe_2O_3 雜質的金塊樣品 3.2 克，以適量鹽酸使雜質恰完全作用，釋出的 Fe^{3+} 再以鐵還原成 Fe^{2+} ，該溶液中無 Fe^{3+} 殘留。用去離子水將該溶液稀釋至 100 mL，取該稀釋液 10 mL，在標準狀況下通入氯氣 13.44 mL 可將 Fe^{2+} 完全氧化，即該溶液中無 Fe^{2+} 殘留。由上文回答下面問題：(原子量：Fe=56，O=16)

(1)寫出樣品與鹽酸反應的平衡反應式？(3 分)

(2)文中所加入的鐵至少要有多少克？(3 分)

(3)試問金塊樣品中所含 Fe_2O_3 的重量百分比為多少 (%)？(3 分)

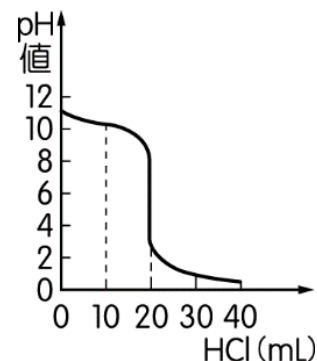
十一、25°C 時，以 0.2 M 的鹽酸滴定 40 mL 的氨水，加入數滴適當的指示劑於錐形瓶後開始滴定，得到的滴定曲線如右圖所示，請回答下列問題：(假設滴定過程中體積有加成性)

($\log 2 = 0.3$ ； $\log 3 = 0.48$)

(1)若加入 10 mL 的鹽酸時，溶液的 pH=9.3，則氨水之 $K_b = ?$ (3 分)

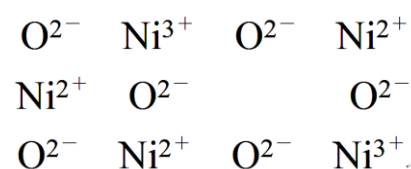
(2)滴定前尚未加入鹽酸時，溶液的 pH 值為多少？(3 分)

(3)當滴入 40 mL 的鹽酸時，溶液的 pH 值為多少？(3 分)



十二、(1)已知氧化鈣晶體的結構與 NaCl 相同，且陰、陽離子的最短核間距為 $a \times 10^{-8} cm$ ，則氧化鈣晶體的密度約為多少 g/cm^3 ？(以含有 a 的最簡分數作答；亞佛加厥數以 6×10^{23} 計算；原子量：Ca=40) (3 分)

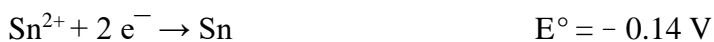
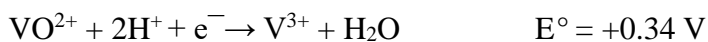
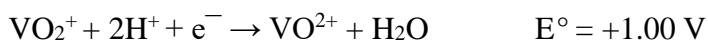
(2)天然和絕大部分人工製備的晶體都存在各種缺陷，例如在某種含有鎳和氧的晶體中就存在如右下圖所示的缺陷：一個 Ni^{2+} 空缺，另有兩個 Ni^{2+} 被兩個 Ni^{3+} 所取代，這種情況將造就晶體具有不同化學式的現象。現在，若已知某氧化鎳樣品化學式為 $Ni_{0.95}O$ ，試計算該晶體中 Ni^{3+} 與 Ni^{2+} 的離子數比為多少？(3 分)



十三、 已知下列陽離子的顏色：

$V^{2+}(aq)$ /紫色、 $V^{3+}(aq)$ /綠色、 $VO^{2+}(aq)$ /藍色、 $VO_2^+(aq)$ /黃色、 $Sn^{2+}(aq)$ /無色

且已知下列各個標準還原電位：



(1) 試求還原半反應式： $VO^{2+}(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow V^{2+}(aq) + H_2O(l)$ 的 E° 為多少 V? (3 分)

(2) 若在標準狀態下，將一張錫箔浸入 1.0 M $VO^{2+}(aq)$ 中，經長時間放置後，試問溶液最後呈現什麼顏色? (3 分)

十四、 已知氣體 A_2 與 B_2 可進行右列單步驟反應： $A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$ ，其正向反應速率常數與逆向反應速率常數分別為 100 與 1 (單位： $M^{-1}s^{-1}$)。請根據這些資料回答下面問題：

(1) 若 A_2 與 B_2 的起始濃度均為 1M、而 AB 的起始濃度為 0，則當反應進行到第 1000 秒時，生成物的濃度為多少 M? (答案以最簡分數表示) (3 分)

(2) 承上題，此時正向反應速率為多少 M/s? (答案以最簡分數表示) (3 分)

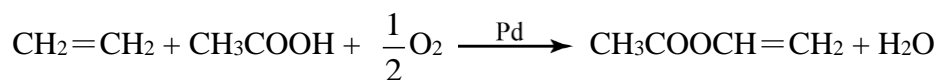
十五、 定溫下，某氣體甲的分解反應如下： $2 \text{甲}(g) \rightarrow \text{乙}(g) + 3 \text{丙}(g)$ 。若將定量的氣體甲裝入一定體積的真空容器中，測得時間與總壓如右表所示，請回答下列問題：

時間 (s)	0	10	20
總壓 (mmHg)	300	360	408

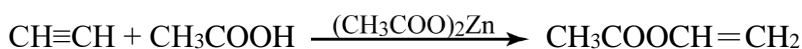
(1) 此反應的級數為多少? (3 分)

(2) 第 30 秒的總壓為多少 mmHg? (3 分)

十六、 乙酸乙烯酯是用量很大的塑化原料，台灣年產量約 70 萬噸。乙酸乙烯酯主要被用來合成聚乙酸乙烯酯，這些樹脂被運用在接著劑、塗料、熱熔膠、黑膠唱片、聚乙烯醇纖維等。工業上是將乙烯及乙酸置於純氧中，藉由鈀(Pd)的催化來製造乙酸乙烯酯，反應如下：



乙酸乙烯酯也可以由乙炔及乙酸在乙酸鋅的催化下合成，其反應如下所示：



已知某生產廠採用乙炔為原料的生產製程，且在以乙酸為限量試劑的操作條件下其產率可達 95%，若該生產廠的乙酸乙烯酯年產量為 15 萬噸，則：

(1) 畫出聚乙酸乙烯酯的結構。(3 分)

(2) 平均每月至少需採購多少噸乙酸原料? (3 分)

試題結束