

化學科目檢定 試題卷

請不要翻到次頁！

請讀完本頁說明，並聽從監試委員的指示才可開始作答！

1. 本試題分成兩部分，包含實驗操作、實驗記錄及回答問題。
測驗時間從 10:10~11:40 共 90 分鐘。
第一部分實驗操作時間 50 分鐘，可以使用計算機，響鈴後，由監試人員收回計算機。
2. 請將觀察、紀錄、問題回答，書寫於答案卷上，否則測驗不予計分。
3. 答案卷不得出示身分或書寫與實驗不相關，未依規定者，測驗不予計分。
4. 計算題需有計算過程，否則不予計分。
5. 交卷時將答案卷與試題卷繳回，攜出試場者，該測驗不予計分。
6. 藥品部分需要再拿取，每種藥品一次扣總分 10 分。

※實驗器材與試藥

實驗桌上應有器材及藥品如下，請確實清點，有短缺立即向監試人員報告。
器材(每人)

● 數位式電子溫度計或溫度計	1 支	● 量筒 (50 mL)	1 個
		(100 mL)	1 個
● 保麗龍杯	1 個	● 杯蓋	1 個
● 燒杯 (500 mL)	1 個	● 碼錶	1 個
● 玻璃攪拌棒	1 支	● 塑膠滴管	4 支
● 廢液桶	1 個	● 洗瓶	1 個
● 蒸餾水杯	1 個	● 乳膠手套	1 雙
● 衛生紙	1 包		

試藥(每人)

● 醋酸 (1 M)	50 mL	● 氫氧化鈉 (1 M)	50 mL
● 硝酸鉀	約 4 g		

第一部分：實驗操作與記錄

壹、說明

化學反應通常伴隨著能量的改變，如果反應在定壓下進行，這之間的能量變化稱為反應熱(heat of reaction)，以 ΔH 表示。所得 ΔH 為負值($\Delta H < 0$)，為放熱反應；反之，正值($\Delta H > 0$) 為吸熱反應。

$$\Delta H = m \times s \times \Delta t \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

m：質量(g)

s：比熱 (cal / g · °C)

本實驗，利用日常生活保麗龍杯製備一個簡單的”卡計，來測定反應熱。反應的過程中，卡計本身也會吸收反應產生的熱量，因此，必須先測量出卡計本身的熱容量(heat capacity, C)。卡計本身在反應過程中，溫度升高或降低 1 °C 時，所吸收或放出的熱量，就可測得卡計的熱容量。另外，以系統與外界無熱量交換為前提，所存在的關係式為反應熱(ΔH) 由卡計本身的熱容量及卡計所含內容物(如水溶液)溫度的變化(ΔT)計算求得，其中假設所有水溶液之密度及比熱均與水相同，分別為 1.0 g/mL 及 1 cal / g · °C：

$$\text{反應熱 } \Delta H = \text{卡計的熱量變化}(=C \times \Delta T) + \text{水溶液的熱量變化}(=m \times s \times \Delta T)$$

貳、實驗步驟

一、卡計熱容量之測定

- (一) 將拿到的兩個保麗龍杯洗淨並擦乾，層疊並同時放置於400mL 燒杯中，完成簡易卡計，示意圖，圖 1，如下：



圖 1、簡易卡計示意圖(僅供參考)。

- (二) 以量筒量取 50 mL 蒸餾水，記錄體積後加入自製卡計中，靜置 3 分鐘，使水與卡計達到溫度平衡，以溫度計量測並記錄水溫（至小數後一位），紀錄於表(一)中。
- (三) 領取溫水50 mL，以電子溫度計確認溫度，當溫度比原先冷水高約 10~15°C 即可，讓溫水在量筒中靜置約 3 分鐘(勿太久)，使量筒與溫水達到溫度平衡，並記錄水溫(表一)與體積(表一)，然後迅速將溫水全部倒入步驟 2 中盛裝冷水的卡計中，迅速蓋回杯蓋以手搖動杯子的方式，使冷溫水混合並達到平衡，約 1 分鐘，記錄此最高溫。

(四) 請重複以上 1~3 步驟二次，以確實估計出卡計的平均熱容量值(C)。

二、酸鹼中和反應熱測定

(一) 將二個保麗龍杯洗淨、擦乾後，套疊放在400 mL燒杯中。

(二) 量取1.0 M之 CH_3COOH (醋酸)溶液50.0 mL置於卡計中，待水溶液與卡計達溫度平衡後，測量並記錄溫度。

(三) 以50 mL量筒量取1.0 M之 NaOH 溶液50.0 mL，待水溶液與量筒達溫度平衡後，測量並記錄溫度，然後倒入內已盛裝 CH_3COOH (醋酸)溶液的卡計中。

(四) 蓋好杯蓋並插回溫度計後，以手搖動杯子，使二者均勻混合。混合反應期間，持續觀察溫度變化，將達平衡後溫度紀錄於表(二)

(由於酸鹼中和反應之速率很快，溫度很快即達到平衡)

三、硝酸鉀溶解熱測定

(一) 將二個保麗龍杯洗淨、擦乾後，套疊放在400 mL燒杯中。

(二) 在卡計中加入50.0 mL蒸餾水，靜置約3分鐘，使水與卡計達到溫度平衡後測量，記錄水溫。

(三) 稱取約4克的 $\text{KNO}_3(\text{s})$ ，記錄精確的重量到小數第二位，例如4.06克或4.12克，然後全部加入於卡計中。

(四) 蓋好杯蓋並插回溫度計後，以手搖動杯子，使硝酸鉀固體完全溶解；溶解期間，持續觀察溫度變化，將達平衡後溫度紀錄於表(三)。

參、結果與討論：(占 40 分)

一、實驗記錄與計算

1. 卡計熱容量測定 C ($\text{cal}/^\circ\text{C}$) 測定：表(一) (10 分)

項目	體積(mL)		溫度($^\circ\text{C}$)	
	1	2	1	2
次數				
蒸餾水				
溫水				
均勻混合後				

2. 醋酸與氫氧化鈉中和反應熱的測定：表(二) (共 10 分)

CH_3COOH 的莫耳數：_____mol； NaOH 的莫耳數：_____mol

項目	溫度 ($^\circ\text{C}$)
醋酸水溶液的溫度	
氫氧化鈉水溶液的溫度	
混合後溶液平衡的溫度	

醋酸和氫氧化鈉水溶液的莫耳中和熱=_____kJ/mol (5 分)

計算過程：

3. 硝酸鉀溶解熱的測定(KNO_3 分子量=101 g/mol)：表(三) (10 分)

硝酸鉀的質量=_____克=_____ mol

項 目	溫度 (°C)
水的初溫	
硝酸鉀溶解後的平衡溫度	

硝酸鉀的莫耳溶解熱=_____ kJ/mol (5 分)

計算過程：

第二部分：回答下列問題(占 60 分)

1. 請利用表(一)中數據計算出此簡易卡計的熱容量平均值?(10 分)

◎請詳列計算過程，否則不予計分

參考公式：溫水釋放熱量=冷水吸收熱量+卡計吸收熱量。

(假設所有水溶液之密度與比熱均與水相同，分別為 1.0 g/mL 及 1.0 cal/g.°C)

2. 強酸與強鹼完全中和時，每產生 1 莫耳水，放熱 56.8 kJ 例如： $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ；

弱酸與強鹼中和時放熱小於 56 kJ，例如： $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ 。

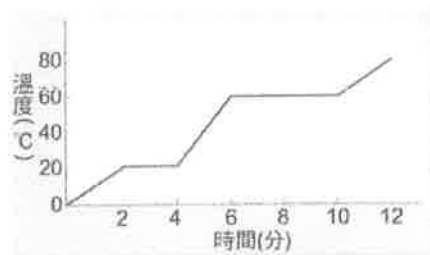
試解釋造成此差異的可能因素。(5 分)

3. 醋酸和氫氧化鈉溶液中和的反應熱約為 -56.47 kJ/mol ，試比較實驗值和理論值之間的誤差%為何？並寫出產生誤差的可能原因。(10 分)

4. 物質的溶解不一定為吸熱反應，試舉例說明之。(5 分)

5. 100 g 的某固體物質 X 在定壓下由 0°C 起以均勻熱源加熱，每分鐘 500 卡，其溫度與時間的關係如右圖所示，則：(每小題 5 分)

- (1) 該固體的比熱是多少卡/公克- $^\circ\text{C}$ ？
- (2) 物質 X 在該壓力時的沸點是多少 $^\circ\text{C}$ ？
- (3) 100 g 液態的物質 X 在沸點完全汽化時至少需熱量多少卡？



6. 50 mL 7.5% 的 NaOH (比重 1.08) 和 25 mL 14% 的 HCl (比重 1.072) 在卡計中產生 NaCl 的水溶液，此卡計的熱容量為 $31.0 \text{ J/}^\circ\text{C}$ 。其初溫為 19.4°C ，反應完成後溫度升到 35.2°C ，而 NaCl 水溶液的比熱為 $3.88 \text{ J/克}^\circ\text{C}$ ，求中和熱為若干 kJ/mol ？
(Na=23，Cl=35.5) (5 分)

7. 回想在國中理化(化學部分)課程中，哪個章節的內容吸引你，或印象深刻。試著舉例日常生活中與此章節有相關的現象並描述。(10 分)