

國立彰化高級中學 115 學年度科學班甄選化學科實驗實作

【測驗說明】

1. 實驗實作分梯、分組進行，為維護公平性，請於指定休息區內活動，禁止與不同組別學生交談，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
2. 請確認自己的實驗桌編號以及准考證號碼、姓名是否正確。
3. 測驗說明後便不可離開座位。測驗時請勿離開自己編號之實驗桌走動或與他人交談、借用器材，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
4. 手機或平板電腦等通訊產品請勿攜帶於身上或置於桌面、抽屜，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
5. 實作前請先確認藥品、器材清單，若有缺項或破損請於實作測驗前監考老師指示的確認時間內舉手反應，待確認時間一過，不予補發。
6. 各項藥品限量使用，用完不再提供。
7. 鈴聲響起才可開始作答，答案書寫於答案卷上，否則不予計分。
8. 可於試題空白處計算草稿，測驗結束後試題及答案卷一併收回。
9. 進行實作時請將答案卷置於抽屜，以免實驗時答案卷毀損。
10. 計算題需列出算式，問答題需說明原因或判斷過程，否則不予計分。
11. 各節起訖時間以搖鈴聲為主，測驗結束搖鈴聲響起時請立即停止所有操作及作答，否則扣實作成績 5 分，情節嚴重者以舞弊論。
12. 測驗結束收卷後，請聽從監考老師指示，進行器材整理並通過檢查才可離開，否則扣實作成績 5 分。

【試題卷說明】請將答案及計算過程書寫於答案卷，可使用計算機，但計算題未列出算式者不予計分，請用藍或黑色原子筆作答，若以鉛筆或擦擦筆作答則不予計分。

儀器與材料

器材名稱	規格	數量	器材名稱	規格	數量
燒杯	50 mL	1	橡膠手套	-	1
攪拌棒	-	1	錐形瓶	50mL	3
塑膠滴管	3 ml	3	標籤紙	-	1
洗滌瓶	500 mL	1	護目鏡	-	1
白紙		1	刮勺	-	1
電子天平	-	1			

一、藥品

藥品名稱	體積	濃度	備註
待測藥錠	粉末若干		含鐵的藥錠(置於夾鏈袋中)
過錳酸鉀	30 ml	0.0200 M	標準溶液(置於點滴瓶中)
硫酸	10ml	3 M	(置於點滴瓶中) 具腐蝕性，實驗時小心勿接觸皮膚或眼睛。

監考老師紀錄處（此項由監考老師紀錄，考生勿填）：

1. 有無損壞玻璃器材，實驗結束時檢查器材有無缺少。(缺少一項扣 5 分)

2. 離開時，儀器清潔（玻璃器材、水盆清洗），座位整潔（固體廢棄物丟棄）。(一項未完成扣 5 分)

補血錠中含鐵量的微型實驗

壹、實驗目的與情境

在現代分析化學中，「綠色化學」強調減量與減廢。本實驗要求你在不使用傳統 50 mL 滴定管的情況下，利用微量點滴瓶與電子天平，設計並執行一個準確的氧化還原滴定實驗，以測定未知鐵液樣品中的亞鐵離子 (Fe^{2+}) 濃度。

貳、點滴瓶校正與待測物稱重

(在微量實驗中，點滴瓶的「一滴體積」會受液體表面張力、管口徑、按壓速度影響，故需先進行校正。)

1. 取一個內有盛裝 KMnO_4 的點滴瓶。
2. 將點滴瓶垂直並緩慢滴出 20 滴於已知重量的空的點滴瓶中。
3. 測量這 20 滴溶液的總質量。
4. 假設稀溶液密度 1.00 g/mL，計算「平均每一滴的體積」。
5. 測量待測物的重量。

1、數據記錄：

- 20 滴溶液總重 (g)：_____ (3 分)
- 平均每滴體積 (mL)：_____ (計算至小數點後三位) (4 分)
- 待測物的質量(g)：_____ (3 分)

參、微量滴定操作

實驗步驟：

1. 樣品準備：

- 將待測物粉末置於小燒杯中，加入蒸餾水至 50 毫升，並攪拌以促進溶解。
- 使用滴管取 5.0 mL 的「待測鐵液」置於 50 mL 錐形瓶中。
- 加入約 0.5 mL 的 3.0 M H_2SO_4 酸化溶液。

2. 滴定過程：

- 將錐形瓶置於白紙上。
- 使用盛裝的 KMnO_4 的點滴瓶，垂直懸空於錐形瓶上方。
- 逐滴加入 KMnO_4 ，同時輕輕搖晃錐形瓶。
- 當溶液出現粉紅色且維持 15~30 秒不消失，即為終點。
- 記錄總滴數。

3. 重複實驗：

- 重複上述的步驟 3 次，取平均滴數。

肆、數據記錄表：

2、 (每格 3 分 共 24 分)

實驗次數	待測鐵液體積 (mL)	消耗 KMnO_4 滴數 (N)	換算體積 ($\text{KMnO}_4=N \times V$)
1	5.00		
2	5.00		
3	5.00		
平均	5.00		

伍、問題與討論

3. 請問： $\text{MnO}_4^- + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ 方程式的係數為何？(4 分)
4. 請問：根據平均消耗體積，計算待測鐵錠中 Fe^{2+} 的含量為多少%?($\text{Fe}=56$) (4 分)
5. 請問：在此實驗以硫酸當作酸源，若是以硝酸當作酸源，計算出來的含鐵量會較多還是比較少？請說明原因(4 分)
6. 請問：在滴定過程中，若將滴管傾斜 45 度滴加，而非垂直滴加，通常會導致每一滴的體積變小。這會造成測量出的滴數 變多還是變少？進而導致計算濃度發生何種偏差？(4 分)
7. 請問：相較於傳統使用 50 mL 滴定管的實驗，微量滴管法最大的缺點（誤差來源）是什麼？請列舉一點並說明。
(4 分)

請閱讀下列敘述後，回答下列問題：

沼氣是指有機物經微生物厭氧（缺氧）發酵所產生的氣體，主成分為甲烷、二氧化碳和微量的硫化氫等氣體。下列實驗探討不同發酵條件對於沼氣產量的影響。步驟如下：

1. 至生態池中挖取含有微生物的汙泥，並去除雜質。
2. 將適量的廚餘、水、汙泥混合後，均分成三等分，分別置於三瓶發酵瓶中，再將發酵瓶分別放入不同溫度的恆溫水浴中，並組成三組排水集氣裝置。
3. 次日開始，每隔 24 小時，定時測量一次集氣瓶中的排開水量，並記錄之。
4. 檢測集氣瓶內的氣體，以確保收集氣體的過程，發酵還在進行。
5. 每日於檢測後，將集氣瓶重新裝滿水再放回水槽中，繼續收集氣體。

實驗結果如表所示：

水浴溫度 (°C)	排開水量 (g)				
	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
24	30	110	160	182	172
28	55	175	278	212	181
34	107	501	431	170	153

8. 蝸哥將上述的數據做成一張折線圖，但是未將其數據附上標線，試幫助其數列與溫度加以連結

試問：24°C 是哪一條折線？(3 分)

(請寫出是哪一條數列)

9. 蝸哥和小蝸兩人針對步驟 4，各自提出檢測方法：

蝸哥：在集氣瓶煽聞的方式，聞到有如同天然氣的味道，推測收集氣體的過程，發酵還在進行。

小蝸：在集氣瓶中加入適量的澄清石灰水溶液，搖晃後，

若變混濁，表示有二氧化碳，以推測收集氣體的過程，發酵還在進行。

試問：依據實驗內容，兩人的檢測說明是否合理，若不合理請寫出原因？(5 分)

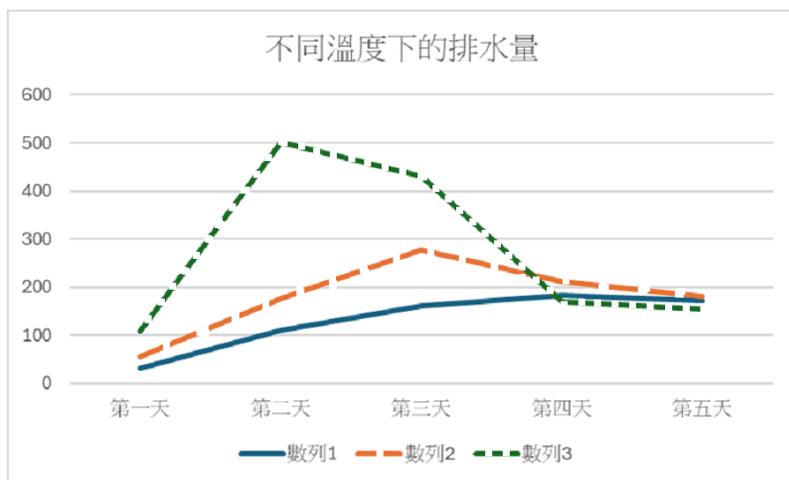
10. 依據實驗內容與結果，可以判斷出下列何者是對的？ (A) 厭氧發酵溫度愈高，微生物的活性反而會降低 (B) 此厭氧發酵所產生的氣體，都屬於易溶於水的氣體 (C) 三種溫度所產生的沼氣，甲烷的體積百分比都在 20% 左右 (D) 表中排開水量數值愈大，可表示當天該條件下的發酵速率愈快。(3 分)

請閱讀下列敘述後，回答問題：

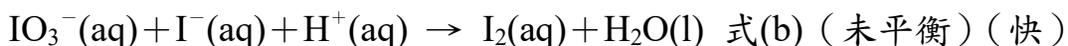
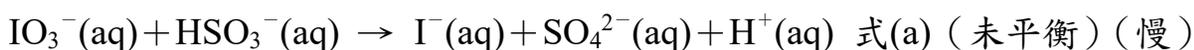
反應式的平衡方法包含觀察法、代數法、氧化數法，平衡遵守的原則為「原子不減」、「電荷守恆」(反應前電量總和等於反應後電量總和)、「轉移電子數相等」等。

假設有一個化學反應，直接或間接可知所有反應物的莫耳數，當反應物根據化學反應式平衡係數的比例而減少時，若有某個或某些反應物耗盡時，反應會立即終止，則這個或這些反應物稱之為限量試劑；換言之，當參與反應的反應物莫耳數比例不等於反應式平衡係數的比例時，則會出現「限量試劑」。若以「限量試劑」的量為反應相對參考點，則依反應式平衡的係數比可求出其他生成物(即產物)的理論產量；而「限量試劑」可利用 $\frac{\text{莫耳數}}{\text{係數}}$ 最小值找出，因此「限量試劑」可能不止一種反應物。

由反應式平衡的係數無法得知反應速率的快慢，但若由反應過程產生顏色的變化、導電度的改變、氣體產生、沉澱的生成等現象，可了解反應速率的快慢。

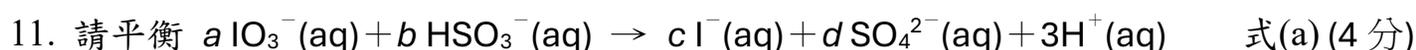


有一化學實驗稱為「碘鐘實驗」，在產生顏色變化的過程，可藉由碼錶測量出時間的長短，所以又被稱為「秒錶反應」，其涉及的反應式如下：



定溫下，反應物有碘酸鉀 KIO_3 (式量 214) 及亞硫酸氫鈉 NaHSO_3 (式量 104)。 KIO_3 與 NaHSO_3 在水溶液中分別會解離出 K^+ 、 IO_3^- 、 Na^+ 、 HSO_3^- ，當式(a)生成的 $\text{I}^-(\text{aq})$ 與未反應完的 $\text{IO}_3^-(\text{aq})$ 會發生式(b)的反應，則生成的 I_2 與澱粉指示劑立即反應生成深藍色的 I_2 —澱粉錯合物。若 HSO_3^- 未反應完，則會繼續發生式(c)的反應，即在式(b)中生成的 I_2 立即與過剩的 HSO_3^- 反應，當 I_2 消耗完畢時，不會有深藍色的呈色反應。

在反應過程中，若能控制 HSO_3^- 完全消耗，則溶液會立即出現深藍色，因此可利用碼錶測量深藍色的出現時間，便能間接測量出 HSO_3^- 的消失速率 =
$$\frac{\text{HSO}_3^- \text{ 消耗的莫耳數或濃度}}{\text{深藍色出現的時間}}$$



12. 若要使反應產生深藍色的 I_2 —澱粉錯合物，則必須發生反應(a)、(b)，不能發生反應(c)，因此反應中必須要有限量試劑，讓反應在(b)時就終止，不往下繼續進行。則此限量試劑應為下列何者？(4分)

13. 某生取 2.14 克 KIO_3 配成 1 升的 A 溶液，另取 1.90 克的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 配製成含 0.02 莫耳 HSO_3^- 的 B 溶液 1 升。某生另以吸量管從 A 液、B 液各取出 5mL，並加入適量的去離子水混合均勻成 20 mL，當混合震盪搖勻後，溶液會出現深藍色，考慮反應式(a)、(b)合併後的總反應式： $2\text{IO}_3^-(\text{aq}) + 5\text{HSO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 5\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 3\text{H}^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ，則當限量試劑用完時，試問生成深藍色的 I_2 —澱粉錯合物中，理論上最多含 I_2 多少克？(莫耳質量： $\text{KIO}_3 = 214 \text{ g/mol}$ ， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 = 190 \text{ g/mol}$ ， $\text{I}_2 = 254 \text{ g/mol}$) (4分)

請閱讀下列敘述後，回答問題：

小龍在課堂上提「一般而言，冰和食鹽作為冷劑的最佳重量比是 3：1」。他心存疑惑：難道不是加的鹽愈多，溫度就會下降得愈多嗎？於是欲探究冰和食鹽的比例與降溫的關係，與老師討論後進行實驗並得到下表二的結果。

(一) 在 25°C 下，設置了四組實驗裝置甲~丁，說明如下。

取 10mL 純水和 30 克碎冰倒入 100mL 燒杯中，插上一支溫度計及玻璃棒。另外加入的內容物成分與裝置設計如表一所示：

表一

編號	甲	乙	丙	丁
內容物	氯化鈉固體 3.0 克	氯化鈉固體 3.0 克	氯化鈉固體 6.0 克	無氯化鈉固體
裝置	燒杯放到保麗龍杯中	燒杯沒有放到保麗龍杯中	燒杯放到保麗龍杯中	燒杯放到保麗龍杯中

(二) 當燒杯的溫度恆定在 0°C 時，倒入精秤的氯化鈉固體，持續攪拌並計時，每 10 秒記錄一次溫度，直到溫度穩定為止。

(三) 經過 20 分鐘後，再量測並記錄溫度，以了解這段時間內系統中熱量的變化。

表二

時間 (秒)	溫度 (°C)			
	甲	乙	丙	丁
0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	-1.0	-1.0	-2.0	0.0
20	-3.0	-2.0	-4.5	0.0
30	-4.5	-3.0	-6.0	0.0
40	-6.0	-4.0	-7.0	0.0
50	-7.0	-4.0	-8.0	0.0
60	-7.5	-4.5	-9.0	0.0
70	-8.0	-4.5	-9.5	0.0
80	-8.0	-5.0	-10.0	0.0
90	-8.0	-5.0	-10.0	0.0
100	-8.0	-5.0	-10.0	0.0
20 分鐘後	-4.0	-1.0	-7.0	3.0

試回答下列問題：

14. 設置丁組的目的為何？(3 分)

15. 若要探討「添加不同質量的氯化鈉」對 0°C 冰水降溫的影響，應選擇哪二組實驗進行比較？請以時間為橫坐標，溫度為縱坐標，在同一坐標中繪製 0~100 秒間的溫度變化曲線圖。(4 分)

16. 若要探討「保麗龍杯作為隔絕熱量交換的裝置」對 0°C 冰水降溫的影響，應選擇哪二組實驗進行比較？請以時間為橫坐標，溫度為縱坐標，在同一坐標中繪製 0~100 秒間的溫度變化曲線圖。(4 分)

17. 根據實驗結果，下列推論哪些正確？(3 分)

(A) 加氯化鈉固體於 0°C 冰水裡溫度會再降低，可知氯化鈉溶於水是放熱反應

(B) 在有保麗龍杯的情況下，加 6 克鹽的溫度較加 3 克鹽能降得更低

(C) 比較甲和乙，在加等質量氯化鈉固體的情況下，有保溫杯的甲較沒保溫杯的乙能降至更低溫

(D) 比較甲和丙，降至相同溫度時，甲所需時間較丙為少

(E) 經過 20 分鐘後，甲乙丙三者均有自其最低溫升高的現象，表示系統有從外界吸收熱量。

