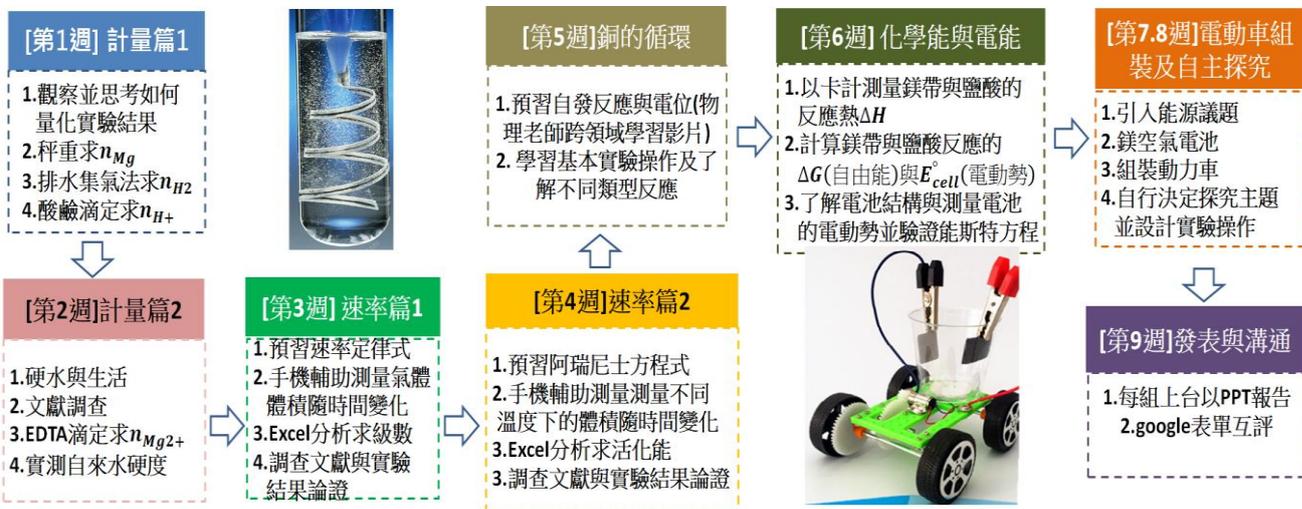


2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：蔡旺璋(臺中市立臺中女子高級中學)、高清华(臺中市立臺中女子高級中學)
課程領域：
<input type="checkbox"/> 物理 <input checked="" type="checkbox"/> 化學 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (可複選)
一、教案題目
鎂的冒泡的鹽水動力車
二、授課時數
900 分鐘(一週 2 節，共計 9 週 18 節)
三、教案設計理念與動機
一、動機: 在高二原有鹽水車探究實作課程，但考量高二同學理論及實作能力不足故設計課程讓同學可以一邊摸索，一邊深入理解鎂與鹽酸反應的不同面向同時學習計量化學、反應速率、熱力學、電化學等相關化學知識，在最後帶入鹽水動力車，讓同學了解化學能如何轉換成電能及力學能，並給同學自由決定主題探究及發表。
二、教案特色
1. 器材藥品準備: 108 課綱造成高中化學科老師們莫大的備課壓力，尤其是探究實作課。本教案可以用精簡的實驗器材(一個塑膠盆裝得下)完成 8 週~9 週的課程(可自行擴充)，減少老師們的負擔。
2. 結合能源(動力車)及生活議題(水質)，以 探究與實作的素養能力為基礎 ，培養學生在教師設定的題目及情境中，培養 [觀察與發現] 、 [規劃與研究] 、 [論證與建模] 、 [表達與分享] 四項能力。
3. 跨領域教學:有請本校物理科教師協助錄製熱力學及電位能相關內容供學生在課前預習及課後複習，讓學生理解不同學科間可以相互結合並應用於問題解決或進行探究，同時培養學生以不同學科觀點解釋相同的自然現象。
4. 資訊融入教學: (1)課程使用手機及平板進行實驗錄製或連接感應器，並用 app 或電腦進行影像分析 (2)excel 進行繪圖及數據分析 (3)以 google 互評表單進行評量 (4)word 實驗報告 (5)PPT 上台報告投影片，提昇同學資訊能力並以資訊輔助深化學習。
5. 以多種面向觀察同一反應，讓同學以熱力學、動力學等不同觀點了解同一個反應，並使學生在過程中學會化學基礎實驗操作及相關的化學知識，提昇科學素養。
6. 綠色化學: 減少藥品的使用量，例如滴定濃度及用量減少、使用調色盤測定電壓只需要 2mL 電解質即可測量。
7. 多元評量方式:評量包含(1)實驗書面報告 (2)學習單 (3)上台 PPT 報告 (4)Google 表單互評表，在課程結束後學生可產出高品質學習歷程檔案。
三、在塑膠杯中加入鹽酸，並以鎂帶及石墨片為二極，此簡易電池裝置就可使動力車馬達運轉車子前進。針對鎂與鹽酸的反應在第一、二週以秤重、排水集氣、酸鹼滴定、EDTA 滴定測量反應物消耗及生成物生成的莫耳數比並引入硬水觀念，實測環境中的水質硬度(可以 Vernier 水質相關感測器量測水質數據)。第三、四週以手機錄影並以 app 分析其反應速率以 excel 繪圖求出反應級數及活化能(可以 Vernier 氣體壓力感應器量測)。在第五週引入(非)自發反應與 ΔE 的概念，以銅的循環反應讓同學了解氧化還原、酸鹼中和、沉澱、分解、錯合反應，第六週再

回到鎂與鹽酸反應，以卡計測量反應的 ΔH ，再以熱力學公式 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ， $\Delta G = -nF\Delta E$ 求出反應的 ΔG 、 ΔE ，引入電池裝置及符號概念後以三用電錶量測並驗證反應的電壓(可以 Vernier 電能感應器量進行更深入研究)。在第七週實際組裝鹽水動力車，並以測量電壓的方式讓同學了解鋅空氣電池的原理、第八週進行自主探究並在第九週進行發表與溝通。



四、教學目標

- 一、學習基礎化學實驗操作及相關的物理、化學理論
- 二、學習探究實作 [觀察與發現]、[規劃與研究]、[論證與建模]、[表達與分享] 的基本能力
- 三、學習以不同學科觀點，理解自然現象及理論
- 四、學習以資訊設備及軟體輔助實驗進行及數據分析，並製作書面報告及成果分享的投影片
- 五、學習在團隊中溝通協調、討論、小組分工等團隊合作能力
- 六、討論失敗及誤差的成因，討論後修正觀念及改善實驗裝置及步驟，培養學生面對挫折後的反思及耐力

五、教育對象

高二、高三學生

六、課程設計 (方法與步驟)

➤ 器材準備

每組器材	共用器材	特殊器材
塑膠盆、滴定管、砂紙、100 mL 燒杯 x2、1L 燒杯、5 mL 吸量管、安全吸球、漏斗、100mL 錐形瓶、三用電錶、鋅片、鉑絲、石墨片(棒)、動力車零件包、50mL 針筒、保麗龍杯 X2、調色盤	鎂帶、1MHCl、3MHCl、2.5 MNaOH、銅線、6M 氨水、1M 硫酸銅、1M 硫酸鋅、1M 硫酸鎂、鋅粉、濾紙	第二週 EBT、Na ₂ EDTA、pH=10 緩衝液(NH ₃ /NH ₄ Cl) 第三、四週 Cromebook 第五週 7.5 M HNO ₃ 進階實驗 Vernier 電能感測器、氣壓感應器、水質監測器

➤ 課程講義學習單、課程投影片、學生實驗報告、學生上台投影片網址

(以下圖片截錄講義及不同學生的實驗報告):

<https://drive.google.com/drive/folders/1PYdw9kyoUvUf3F1YzdH2QZLZchtXZN0C?usp=sharing>



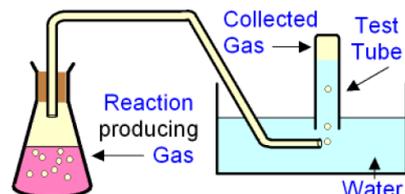
一、引起動機

1. 教師示範實驗:請同學**觀察** 鎂帶與 1M 鹽酸反應
2. 同學討論並寫出反應方程式 $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

提問與討論	變因分析	設計實驗
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 如何證明反應的產物是氫氣或氯氣? ➢ 如何推算反應物或生成物的量(莫耳數) 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 控制變因:鎂重、鹽酸濃度及體積 ➢ 應變變因:氫氣體積、$[H^+]$、鎂殘重 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 鎂: 秤重 ➢ 氯化氫:酸鹼滴定 ➢ 氫氣:排水集氣法

3. 策略說明與評量:

- (1) 引導同學寫出淨離子方程式
- (2) 引導同學思考，鎂為限量試劑較氯化氫為限量試劑在實驗上具有速率快及不需對鎂再秤重的二大優勢



二、進入課程

1. 同學進行第一次排水集氣實驗(0.5g 鎂帶 · 1M HCl 20 mL) · 並拋出問題請同學討論

提出問題	觀察與討論	修正
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 一開始的氣體需要收集嗎 ➢ 如何針對收集氣體體積換算氫氣莫耳數 ➢ 將反應完 20mL 溶液直接滴定就只能做一次 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ NTP 下氣體莫耳體積為 24.5L/mol ➢ 室內非 1 大氣壓 ➢ 收集氣體包含水蒸氣 ➢ 滴定只能確認反應完的氫離子莫耳數 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 以壓力計讀取目前大氣壓力 ➢ 排水集氣法壓力校正 ➢ $PV=nRT$ ➢ 將反應完的 20mL 溶液只取 2mL 進行滴定(可滴定十次)

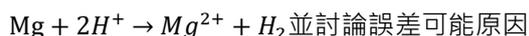
2. 針對第一次排水集氣實驗進行修正 · 並進行第二次排水集氣法實驗 · 計算鎂帶、氯化氫、氫氣的反應莫耳數

3. 策略說明與評量:

- (1) 生成氫氣會占據錐形瓶 · 故一開始的氣體亦需收集 · 依據實驗目的不同 · 操作也會調整(需目的為收集純氫氣 · 一開始的氣體不收集)。
- (2) 學生第一次滴定容易過頭 · 引導同學了解實驗不能只做一次 · 需多做幾次減少誤差(桌邊進行滴定技巧教學)
- (3) 使用 ppt 輔助同學了解計算過程(同學可下載邊做邊看)

三、結語

1. **論證與建模**:各組整理數據並計算莫耳數比是否符合方程式



2. 策略與評量:

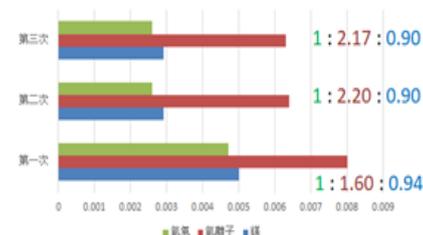
- (1) 提醒同學整理實驗結果 · 並以直觀的圖形表示
- (2) 預習: 高一基礎化學硬水及高三選修化學 IV 錯合物相關概念

硬水介紹影片 <https://youtu.be/uOFEZqXZUpQ>

四、收集實驗數據 水溫: 25 °C 大氣壓力 1 atm

	鎂帶秤重 (g)	反應完鎂帶殘重 (g)	鎂反應莫耳數 (mol)	排水收集氣體 (mL)	量筒水柱高 (cm)	H ₂ 莫耳數 (排水及氣壓力校正)	NaOH 平均滴定體積 (mL)	殘留鹽酸莫耳數 (mol)	反應的鹽酸莫耳數 (mol)
1 st	0.12	0	0.005	120	13.5	0.0047	20	0.0170	0.008
2 nd	0.07	0	0.003	65	9.4	0.0026	16.55	0.0166	0.0064

莫耳數比較



第二週 計量篇 2

一、引起動機

1. 以硬水介紹的影片與同學討論硬水對生活的影響
2. 回顧上週實驗生成物也有 Mg^{2+} 並以上週實驗為基礎思考如何測量溶液中的鎂離子

二、進入課程

1. 文獻討論: 上網收集資料, 調查硬水的缺點、如何軟化硬水及如何量測水的硬度
2. 設計實驗: 重複上週實驗, 以 0.05g 鎂帶與 1M HCl 20 mL 反應完後, 以 EBT 為指示劑, 用 0.01M EDTA 滴定測量鎂離子莫耳數, 並計算鎂、氯化氫、氫氣莫耳數
4. 測量學校中水樣品的硬度, 並與水質檢測計(TDS)結果進行比較。
5. 策略說明與評量:
 - (1) 討論中引導同學聚焦在錯合物滴定法, 並簡介 EBT 及 EDTA 在滴定實驗中的角色。
 - (2) 第一週的實驗包含排水集氣及酸鹼滴定, 為了加強學生的印象及實作能力, 特別在這週再讓學生操作一次第一週實驗, 也因為鎂帶的莫耳數即為鎂離子的莫耳數, 可讓學生練習 EDTA 滴定的實驗技巧。
 - (3) 以網路文章「在日本超市遇見礦泉水(上)~談水的硬度計算」, 指導同學如何把鎂離子濃度換算成水質硬度

三、結語

1. 論證與建模:

- (1) 各組整理數據並計算莫耳數比是否符合方程式 $Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$ 並討論誤差可能原因
- (2) 滴定及 Vernier 感應器量測自來水及飲用水的鎂離子濃度, 並比較其差異

2. 策略與評量:

- (1) 同學整理實驗結果, 並以直觀的圖形表示, 並將一、二週的實驗結果整理成一份實驗報告。
- (2) 預習: 高二選修化學 II 速率相關概念、google 試算表做圖影片

水溫: 29°C		大氣壓力: 1.0037atm	
	1 st	2 nd	
鎂帶秤重(g)	0.091	0.096	
反應完鎂帶殘重(g)	0	0	
鎂反應莫耳數	0.004	0.0037	
排水收集體積(mL)	74	78	
經校正的 H ₂ 莫耳數	0.0029	0.0030	
0.1M NaOH 平均滴定體積(mL)	14.7	14	
殘留鹽酸莫耳數	0.018	0.014	
反應的鹽酸莫耳數	0.0066	0.0060	
0.02M EDTA 平均滴定體積(mL)		14.9	
生成的鎂莫耳數		0.0029	

第三週 速率篇 1

一、引起動機

1. 進行前二週回顧, 並提出問題給同學討論鎂與鹽酸的反應, 還有什麼可測量參數, 可以改變什麼變因

可測量參數(應變變因)	變因分析(操縱、控制變因)	設計實驗
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 反應時間(速率) ➢ 溫度 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 鎂重、形狀表面積 ➢ HCl 濃度及體積 ➢ 酸的種類 ➢ 兩性金屬可與鹼生成氣體 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 濃度與反應速率(第 3 週) ➢ 溫度與反應速率(第 4 週) ➢ 溫度: 卡計求反應熱(第 6 週)

2. 策略說明與評量:

- (1) 同學易有的謬誤: 放熱反應溫度升高平衡趨向左方, 那速率會變慢?
- (2) 討論變因讓同學學習如何根據研究目的設計實驗
- (3) 鎂帶的表面有些許氧化物, 請同學在討論時一邊以砂紙磨亮

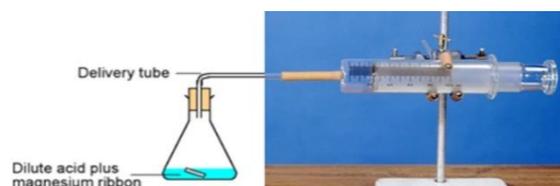
二、 進入課程

1. 簡介速率及級數
2. 討論就第 1、2 週的實驗裝置如何測量速率

提出問題	討論	修正
<ul style="list-style-type: none">➢ 排水集氣法收集氣體忽快忽慢➢ 碼錶計時易有人為誤差➢ 0.05g 鎂帶一段與 0.05g 鎂帶剪成三段，速率差異	<ul style="list-style-type: none">➢ 錐形瓶累積足夠壓力才可穿過水牆至量筒➢ 塑膠針筒活塞阻力大➢ 先看到體積再讀秒會有時間差➢ 手機錄影只能以秒為單位播放➢ 表面積愈大，速率快	<ul style="list-style-type: none">➢ 使用玻璃針筒收集氣體➢ 以凡士林減少阻力➢ 以手機錄影➢ 以慢速播放 app 讀取時間與體積。(以 0.03 秒/格播放)➢ 需固定鎂帶表面積

一、 以修正後的實驗裝置進行實驗

0.75M、1M、1.5M HCl 與 0.05g 鎂帶(一片)反應並以手機錄影 VidAnalysis app 追蹤氣體體積與時間發下 ChromeBook，以 Google 試算表紀錄數據。



二、 起始速率法: 以氫氣 10ml 時的秒數做為初速，判斷反應級數

三、 做圖法: 以 Google 試算表畫出[HCl]-time 圖、ln[HCl]-time 圖、 $\frac{1}{[HCl]}$ -time 圖，並判斷 HCl 的級數

四、 策略說明與評量:

- (1) ios 系統可使用 CMV edu Slo-mo Video analysis APP
- (2) 因活塞與針筒的靜摩擦力，使得反應一段時間，累積一定壓力後，針筒才會開始啟動，以收集 5mL 氫氣體積時間做為初速較不理想，故使用收集 10mL 氫氣體積做為初速
- (3) 使用 ppt 輔助同學了解理論及計算過程(同學可下載邊做邊看)
- (4) 數據整理與分析: 同學整理實驗結果並對照投影片教學做出零級、一級、二級對應圖形，並以趨勢線及相關係數判斷此反應較接近幾級反應。

三、 結語:

1. 論證與建模: 各組驗證以起始速率法、做圖法，推算反應是否為二級反應，並討論可能誤差。
2. 策略與評量: (1)講義中整理相關的學習資源供學生預習及複習相關內容
(2)第三、四週實驗可以 Vernier 氣壓感應器代替針筒進行更精密的測量。

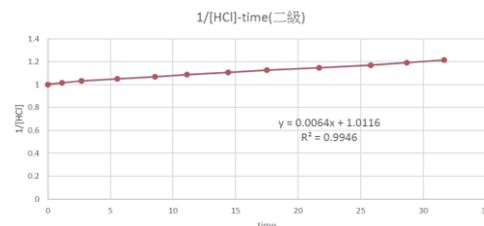
第四週 速率篇 2

一、 引起動機

1. 提問: (1)影響速率的因素有哪些呢?
(2)鎂與鹽酸為放熱反應則溫度升高速率變快或變慢呢?

2. 策略說明與評量:

- (1)以男女交友為例類推速率定律式及阿瑞尼士方程式。
- (2)介紹活化能並以氫氣與氧氣混合氣體為例，室溫下幾乎不反應



二、 進入課程

1. 討論如何以第三週的實驗為基礎測量溫度與速率的關係

提出問題	討論	修正
<ul style="list-style-type: none"> ➢ 控制變因? ➢ 需要控制針筒的溫度嗎? ➢ 如何控制反應系統溫度 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 除了溫度，其它都得控制 ➢ 氣體在錐形瓶生成，且測量的為氣體生成的速率 ➢ 針筒泡水恆溫會增加活塞阻力 ➢ 錐形瓶應先放鹽酸或先放鎂帶 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 剪固定長度(重量)的鎂帶、鹽酸濃度體積 ➢ 只需改變錐形瓶溫度(溫差不能太大) ➢ 錐形瓶先放鹽酸，以溫度計確定溫度達平衡再開始反應

2. 以修正後的實驗步驟進行三種溫度(低溫、常溫、高溫)與速率的測量

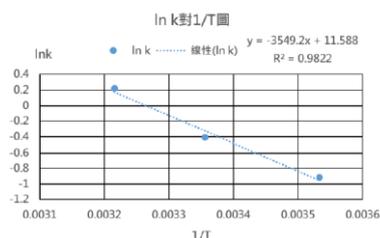
3. 起始速率法: 以氫氣 10ml 時的秒數做為初速，畫出 $\ln k - 1/T$

$$\text{斜率} = -\frac{E_a}{RT} = -\frac{E_a}{8.314}$$

$$E_a = (-3549) \times (-8.314) = 29506.39$$

4. 做圖法: 以 Google 試算表畫出不同溫度的 $\frac{1}{[HCl]}$ -time 圖，求出 k 後，再畫出

$\ln k - 1/T$ 圖 $\ln k - 1/T$ 圖的斜率 $= (-E_a/R)$ ，求出此鎂帶與鹽酸反應的活化能 E_a



5. 策略說明與評量:

(1) 第三週的實驗結果多證實鎂與鹽酸反應為二級反應 $r = k[HCl]^2$

(2) 經驗式: 溫度升高 10°C ，速率約變為 2 倍。請同學在做升溫降溫，儘量以 10 度為單位，可驗證此經驗式

(3) 使用 ppt 輔助同學了解理論及計算過程(同學可下載邊做邊看)

(4) **數據整理與分析**: 同學整理實驗結果並對照投影片教學做出 $\frac{1}{[HCl]}$ -time 圖，並找到趨勢線斜率 k，最後再畫出 $\ln k - 1/T$ ，並找到趨勢線斜率 $(-E_a/R)$ 及活化能。

三、 結語

1. **論證與建模**: 推算反應活化能並與文獻數據(20.6kJ/mol)比較，討論可能誤差

2. 策略與評量: (1)提醒同學整理實驗結果，並將三、四週的實驗結果整理成一份實驗報告。

(2)預習: 熵、電位能(物理老師錄製影片)及自由能(高瞻資源平台)

第五週 銅的循環

一、 引起動機

1. 簡介熵 entropy 與自發反應

2. 觀看物理老師錄製影片: 「熵與電位能」

3. 策略說明與評量:

(1) 以房間為例，不收拾就會越來越亂，讓學生了解熵增為自發反應

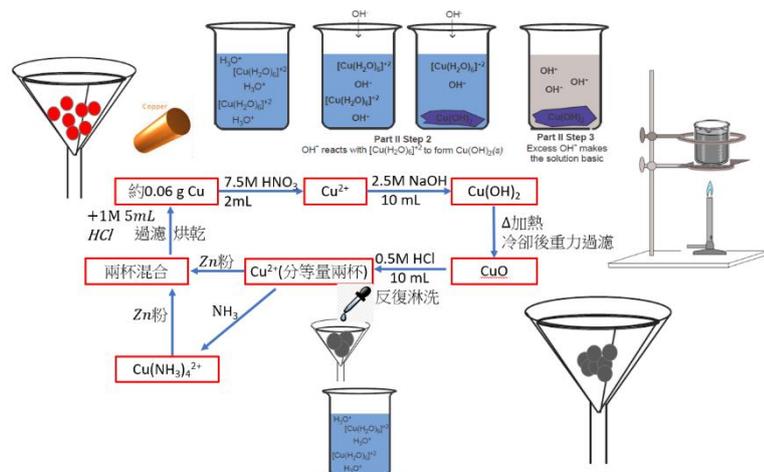
(2) **跨領域教學**: 與學校物理老師合作，請物理老師錄製熵及電位能相關介紹

(3) 邊討論可以邊折菊花濾紙

二、 進入課程

1. 介紹電池電壓與自發反應間的關係

2. 操作實驗銅的循環並寫出各步驟的反應方程式，若為氧化還原反應另需查表算出反應的電位差，並藉此判斷反應為



自發或非自發反應

3. 策略說明與評量:

- (1) 操作時間若不夠，可省略重力過濾黑色 CuO 這步，直接如入鹽酸。
- (2) 本次課程除導入化學反應的電位差概念，亦有許多實用的基礎實驗操作，投影片中各實驗操作的重點提示。
- (3) 銅的循環各步驟反應皆為自發，但只有一開始的加硝酸，及最後的加入鋅粉屬於氧化還原反應，此三步需要計算電位差

反應3 氫氧化銅的脫水反應

5. 將酒精燈泡熱水並觀察反應變化，待反應完全變黑且涼後倒掉，以層紙過濾並蒸乾至 5mm 薄片為目的。
O4-銅的循環的反應方程式，此反應為 反應。



重點提示:

1. 熱水愈熱愈好，一邊泡一邊搖動至全黑
2. 真的沒變黑，請來找老師以酒精燈加熱

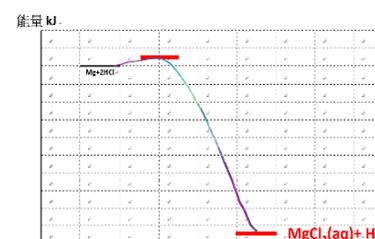
三、結語

1. 論證與建模: (1) 可以還原電位表，判斷氧化還原反應是否為(非)自發反應
(2) 了解不同的反應類型(氧還、沉澱、分解、中和)，並寫出反應方程式
2. 策略與評量: 完成學習單，並預習能斯特方程式(高瞻資源平台)、金屬-空氣電池(維基)

第六週 化學能與電能

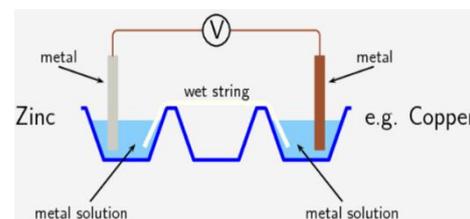
一、引起動機

1. 提出問題: 討論如何測量鎂與鹽酸反應所放出的熱能或電能
2. 策略說明與評量:
 - (1) 以物理的力學能守恆為例(位能轉換成動能)，說明化學能可轉換成熱能或電能
 - (2) 回顧物理老師拍攝影片，可藉由量測電位差，換算出能量



二、進入課程

1. 以簡易卡計測量鎂與鹽酸的反應熱(0.07g Mg, 1M HCl 30 mL)
2. 畫出反應路徑圖
3. 以文獻算出鎂與氫離子反應、鋅與銅反應的電壓並簡介電池符號
4. 以滴管吸取約 1.5mL 電解液至調色盤，並剪一段濾紙兩端泡入兩電解液擔任鹽橋，並以 Vernier 電能感應器(或三用電錶)量測下列電池電動勢



- (1) 量測不同半電池的電位差(以 Pt 為 1M HCl 溶液的電極)
- (2) 量測 $Mg|1M MgSO_4(aq)||1M HCl(aq)|Pt$ 及 $Mg|1M HCl(aq)|Pt$ 的電壓，並探討有無使用鹽橋的差異
- (3) 以 $Zn|1M ZnSO_4(aq)||1M CuSO_4(aq)|Cu$ 為例，改變電解質濃度並量測電池電壓，並驗證能斯特方程式
- (4) 以 $Zn|1M ZnSO_4(aq)||1M CuSO_4(aq)|Cu$ 為例，改變陰極金屬觀察電壓的變化

5. 策略說明與評量:

- (1) 第四週動力學實驗求出反應的活化能，加上本週求出反應熱可畫出反應的路徑圖
- (2) 學習單附上反應物及生成物的焓及熵，藉由 $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = -nF\Delta E^\circ$ 可推算反應的電位差。
- (3) 使用 ppt 輔助同學了解理論及計算過程(同學可下載邊做邊看)
- (4) 結合第五週概念， $Cu|1M CuSO_4(aq)||1M HCl(aq)|Pt$ 量不到電位差，因其為非自發反應
- (5) $Zn|1M ZnSO_4(aq)||1M CuSO_4(aq)|Cu$ 將陰極換成 Pt 電壓不變，但是換成石墨，電壓則會上升(約 1.04V \rightarrow 1.21V)，可以推論出有其它物質(空氣)參與反應，進而了解鋅空氣電池及鎂空氣電池的工作原理。

三、結語

1. 論證與建模: (1) 能計算反應熱及活化能並畫出反應路徑圖 (2) 可查還原電位表推算電池電壓
(3) 可以勒沙特列及能斯特方程式了解電解質濃度對電壓影響 (4) 了解鎂空氣電池的工作原理

2. 策略與評量:

- (1)評量:完成第五、六週的學習單 (2)預習: 內燃機與電動車相關學習資源 (3)綠色化學:只要 1.5mL 就可量電壓
(4)使用 Vernier 電能感應器可同時偵測電池的電壓、電流、內電阻、功率等更詳細的數據

第七、八週 動力車組裝自主探究

一、引起動機

1. 以電車與油車的碳排放、歐洲鹽水車上路讓同學了解能源議題
2. 回顧上週實驗，讓同學了解鎂空氣電池

$\text{Mg}|\text{MgSO}_4(\text{aq})||\text{NaCl}(\text{aq})|\text{C}(\text{石墨})$ 即為鹽水動力車的動力來源

二、進入課程

1. 先以調色盤電池組驅動動力車馬達，再組裝鹽水動力車並試跑
2. 各組討論自主探究的主題並規劃執行

3. 策略說明與評量:

- (1)以濾紙當鹽橋無法驅動馬達，推測為鹽橋的離子移動太慢，導致電流太小。
- (2)鼓勵學生探究這七週的相關主題，並提供 Vernier 相關感應器使用。
- (3)提醒同學整理實驗結果，拍照或錄影紀錄並做好報告投影片(需含小組分工表)，並在第九週上台報告

Part6 鹽水動力車

1. 以不同電池組連接馬達，並觀察馬達轉速變化。

電池符號	實驗值 E_{cell}	實驗觀察
$\text{Mg} \text{1M MgSO}_4(\text{aq}) \text{1M HCl}(\text{aq}) \text{Pt}$	-	-
$\text{Mg} \text{1M HCl}(\text{aq}) \text{Pt}$	-	-
$\text{Mg} \text{1M HCl}(\text{aq}) \text{C}(\text{石墨})$	-	-
$\text{Zn} \text{1M HCl}(\text{aq}) \text{Pt}$	-	-
$\text{Zn} \text{1M HCl}(\text{aq}) \text{C}(\text{石墨})$	-	-

2. 組裝鹽水動力車
3. 拆解鹽水動力車(探究主題為動力車，則不用拆解)
4. 請向組同學討論第七節課想要探究的題目及變因，決定好後報告老師確定器材藥品。



第九週 發表與溝通

一、進入課程

1. 請同學聯結至 google 表單互評表，針對各組上台報告的
(1)探究內容 (2)投影片製作 (3)報告人員口條 給予評分及回饋
2. 各組在課前先將投影片存在教室電腦，輪流上台報告，各組在報告最後敘說 9 週化學探究心得與反思。

二、結語: 教師給予各組報告鼓勵與建議



本學期心得回饋

本學期心得與建議(老師會參考並調整之後的課程，與分數無關)

37 則回應

很精緻的系統性課程！

原本對於化學沒有什麼興趣，但是看見實驗中產生不同反應，像是顏色的變化，就覺得很有趣。不過有些公式對於社會組來說還是有點太難，需要花較長時間才能理解。

國中時就一直很想親手操作實驗，因此覺得探究實驗很有趣，雖然推導結果頗有難度，但看到反應發生—例如硫酸銅溶液顏色變化、排水集氣法成功收集氫氣、鹽水動力車發動時—心中登時便湧現了滿滿成就感。

我也在撰寫報告的過程中學會使用excel的基本製圖技巧，從一頭霧水的新手，造訪無數教學網站後現在已能稍稍指點同學，或拿自己的作品供他人參考討論；而最後一堂自行設計實驗的課程中收穫尤多，經歷和組員的不斷討論摸索最後得出結果，總算終於能重拾失落的對自然科的自信了...

然而講解原理時，滿黑板的公式、專有名詞和概念實在讓人頭昏眼花，尤其計算壓力校正、速率及一堆圖表的部分，步驟好多好多，實在累人...且兩次的個人書面報告動輒兩千多字，委實是個大負擔，雖然收穫良多，若能稍微降低一點功課負擔就更好了QAQ 最後想跟老師表白：您超棒的，課程很好玩，也謝謝您總不厭其煩的為我們反覆講解概念、器材和公式，能成為您的學生很開心~

七、學習評量內容

計量篇實驗報告 20% + 速率篇實驗報告 20% + 銅的循環學習單 10% + 化學能與電能學習單 10% + 探究上台報告 ppt(需附上小組分工表)40% = 100% (Qrcode 連結有學生繳交的報告)

參考資料

高中選修化學課本