

# 「鎂與鹽酸反應」的改進和 「炭脫色」的探討

國中組化學科第一名

基隆市立中正國民中學

作者：李芸輝·洪欣怡

張似青·王慧中

指導教師：廖本良·謝金龍

## 一、研究動機

做理化第一冊的實驗時，發現「鎂與鹽酸反應」和「炭的脫色」兩個實驗的操作方法或其實驗結果不太完美。在鎂與鹽酸反應的實驗中，其收集氫氣的操作方法，既不方便且費時，浪費鹽酸且危險性高，影響學習的興趣；在炭的脫色實驗中，其精製所得的糖，有的完全無色，有的無法脫色，實驗結果不一致。爲了改進以上的缺失，於是着手進行本實驗研究。

## 二、研究內容

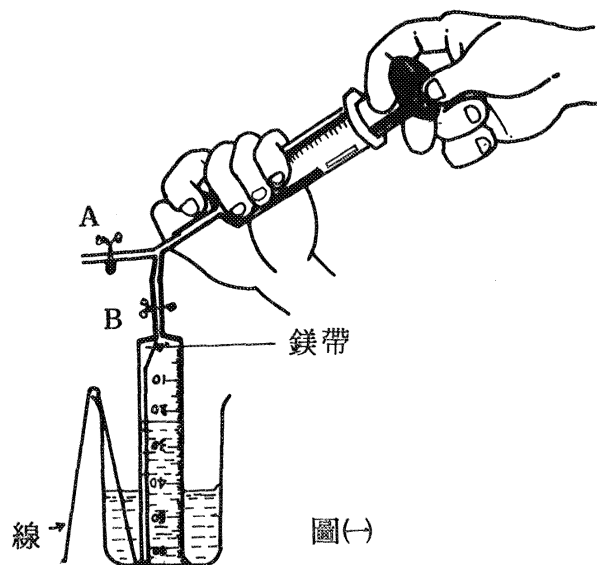
### (一)「鎂與鹽酸反應」的改進實驗

#### 1. 研究目的：

- (1)改良「鎂與鹽酸反應」的簡易裝置和操作方法，以達到既安全且方便的目的。
- (2)找尋適當的反應條件，以便能在短時間內，完成「鎂與鹽酸反應」的實驗，達到教學的效果。
- (3)探討鎂與鹽酸的反應速率關係。

#### 2. 研究過程：

- (1)改良「鎂與鹽酸反應」所用排水集氣的裝置，如圖(一)所示。



- (2) 鎂帶表面的處理：取 30 公分長的鎂帶三段，分別在其表面塗上指甲油、膠水、樹脂，掛在鐵架上晾乾備用。
- (3) 將細線穿過注射筒的注射孔，並將線的頭尾打結，把長 3 公分塗指甲油的鎂帶繫在細線上的小線圈內，拉線使鎂帶上升至注射筒頂端的部分，使注射筒潮濕以使鎂帶附着在內壁上，然後從注射筒小口處將線剪斷，倒置於裝有鹽酸的燒杯中。
- (4) 將橡皮管、夾子及另一注射筒依圖(一)所示裝置好，以備操作。
- (5) 以上方的注射筒吸氣，當鹽酸上升到注射筒的上半部時，先將橡皮管 B 夾住，打開 A 橡皮管夾子將上方注射筒放氣後，再抽氣，當鹽酸上升到此注射筒時，迅速將橡皮管夾住，並取下此注射筒。
- (6) 紀錄從鹽酸開始上升接觸鎂帶到氫氣泡開始產生所需時間，並拉線使鎂帶下降到距下端管口約 2 公分處，以觀察氫氣。
- (7) 紀錄收集氫氣 5 ml，10 ml，15 ml……到完全反應所需的時間，並紀錄反應完畢後全部氫氣的體積。
- (8) 分別將鎂帶改爲塗上膠水者，塗上樹脂者以及裝入膠囊內，重複步驟(3)~(7)的實驗。
- (9) 分別把鹽酸的濃度改爲 0.6 M，1.2 M，1.56 M，2.4 M，4.8 M，依上法操作。
- (10) 剪取無被覆物的鎂帶四段，分別爲 1 公分，2 公分，3 公分，4 公分，分別與 0.36 M 的鹽酸，依步驟(3)~(7)的方法操作。
- (11) 剪取長 3 公分無被覆物的鎂帶 3 段，分別與 0.3 M，0.6 M，1.2 M 的鹽酸反應，依步驟(3)~(7)。
- (12) 剪取長 3 公分無被覆物的鎂帶 5 段，分別在 0 °C，17 °C，30 °C，40 °C，50 °C 的恆溫水槽中，與 0.6 M 的鹽酸反應，依步驟(3)~(7)的方法操作。

### 3. 研究結果：

(1)表(1-1) 鹽酸與塗被覆物的鎂帶的緩衝時間

鹽酸 \ 鎂帶	樹 脂	膠 水	指 甲 油	膠 囊
A (0.6M)	7 秒	6 秒	5 秒	2 小時以上
B (1.2M)	5 秒	4 秒	3 秒	2 小時以上
C (2.4M)	2 秒	1 秒	2 秒	19 分
D (4.8M)	1 秒	1 秒	1 秒	5 分 29 秒
E (1.56M)	4 秒	3 秒	1 秒	2 小時以上

(2)表(1-2) 收集氫氣的時間(鎂帶長 3 公分)

鹽酸 \ 鎂帶	樹 脂	膠 水	指 甲 油	膠 囊
A(0.6M)	42 分	5 分 54 秒	36 分 24 秒	長 時 間
B(1.2M)	12 分	5 分 55 秒	8 分 43 秒	長 時 間
C(2.4M)	2 分 18 秒	3 分 50 秒	4 分 24 秒	3 分
D(4.8M)	21 秒	58 秒	38 秒	5 秒
E(1.56M)	8 分	4 分 12 秒	6 分 49 秒	長 時 間

(3)表(1-3) 收集氫氣的體積(鎂帶長 3 公分)

鹽酸 \ 鎂帶	樹 脂	膠 水	指 甲 油	膠 囊
A(0.6M)	36 ml	41 ml	35 ml	44 ml
B(1.2M)	39 ml	38 ml	35 ml	39 ml
C(2.4M)	35 ml	48 ml	43 ml	47 ml
D(4.8M)	43 ml	46 ml	41 ml	44 ml
E(1.56M)	40 ml	38 ml	42 ml	40 ml

(4)表(1—4)長3公分塗樹脂鎂帶與鹽酸反應的時間及氫氣體積

鹽酸	鎂帶	塗 樹 脂							
	A(0.6M)	時間	8分	12分	16分	20分	26分	29分	34分
體積		5ml	10ml	16ml	22ml	27ml	30ml	34ml	35ml
B(1.2M)	時間	2分	3分	4分	5分	6分	8分	10分	12分
	體積	6ml	10ml	15ml	21ml	26ml	31ml	37ml	39ml
C(2.4M)	時間	34秒	40秒	50秒	70秒	113秒	138秒		
	體積	10ml	15ml	20ml	25ml	30ml	35ml		
D(4.8M)	時間	7秒	11秒	21秒					
	體積	35ml	40ml	43ml					

(5)表(1—5)長3公分塗膠水鎂帶與鹽酸反應的時間及氫氣體積

鹽酸	鎂帶	塗 膠 水							
	A(0.6M)	時間	1.22分	1.78分	2.18分	2.60分	3.07分	3.48分	4.02分
體積		5ml	10ml	15ml	20ml	25ml	30ml	35ml	40ml
B(1.2M)	時間	0.67分	1.07分	1.52分	2.00分	2.63分	3.68分	5.12分	5.9分
	體積	5ml	10ml	15ml	20ml	25ml	30ml	35ml	38ml
C(2.4M)	時間	0.20分	0.32分	0.40分	0.67分	1.05分	1.38分	2.30分	3.13分
	體積	5ml	15ml	20ml	25ml	30ml	35ml	40ml	45ml
E(1.56M)	時間	0.73分	1.05分	1.43分	1.83分	2.23分	2.68分	3.70分	4.20分
	體積	5ml	10ml	15ml	20ml	25ml	30ml	35ml	38ml

(6)表(1-6)長3公分塗指甲油鎂帶與鹽酸反應的時間及氫氣體積

鹽酸 \ 鎂帶		塗 指 甲 油						
		4分	6分	8分	14分	18分	20分	24分
A(0.6M)	時間	4分	6分	8分	14分	18分	20分	24分
	體積	6 ml	12 ml	17 ml	23 ml	24 ml	25 ml	26 ml
B(1.2M)	時間	2分	4分	6分	8.7分			
	體積	20 ml	27 ml	31 ml	35 ml			
C(2.4M)	時間	1分	2分	3分	4分	4.4分		
	體積	30 ml	39 ml	41 ml	42 ml	43 ml		
E(1.56M)	時間	2分	3分	4分	5分	6分	6.8分	
	體積	31 ml	35 ml	38 ml	40 ml	41 ml	42 ml	

(7)表(1-7)氫氣體積與鎂帶長度的關係

(V: 氫氣體積, M: 鎂帶質量,  $\Delta V / \Delta t$ : 反應速率)

鹽酸 \ 鎂帶		1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
		(10.9mg)	(21.8mg)	(32.7mg)	(43.6mg)
F (0.36 M)	緩衝時間	0.08 分	0.08 分	0.08 分	0.08 分
	收集時間	19.8 分	19 分	18.9 分	18.3 分
	氫氣體積	12 ml	24 ml	37 ml	46 ml
	$\frac{V}{M}$	1.1 ml / mg	1.1 ml / mg	1.13 ml / mg	1.06 ml / mg
	$\frac{\Delta V}{\Delta t}$	0.613 ml / min	1.33 ml / min	2.08 ml / min	2.75 ml / min

(8)表(1-8)不同長度鎂帶直接與鹽酸反應的時間及氫氣體積

鎂帶長		鹽酸 0.36 M					$\frac{\Delta V}{\Delta t}$
1 cm	收集時間	9 分	11 分	14 分	16 分	19.8 分	0.613 ml /min
	氫氣體積	5 ml	7 ml	8 ml	9 ml	12 ml	
2 cm	收集時間	5.08 分	8.40 分	12 分	16 分	19 分	1.33 ml /min
	氫氣體積	5 ml	10ml	15ml	20ml	24ml	
3 cm	收集時間	3.02 分	5.00 分	7.58 分	10.10 分	12.70 分	2.08 ml /min
	氫氣體積	5 ml	10ml	15ml	20ml	25ml	
4 cm	收集時間	2.89 分	4.58 分	5.95 分	11.63 分	16.67 分	2.75 ml /min
	氫氣體積	5 ml	10ml	15ml	30ml	40ml	

(9)表(1-9)鹽酸濃度與氫氣產生速率的關係(17°C)

鹽酸		鎂帶 長 3 公分的無被覆鎂帶						$\frac{\Delta V}{\Delta t}$
G (0.3 M)	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	1.699 ml /min
	收集時間	0 分	3.33 分	6.25 分	9.50 分	12.1 分	15.1 分	
A (0.6 M)	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	7.246 ml /min
	收集時間	0 分	1.1 分	1.8 分	2.4 分	3.1 分	3.86 分	
B (1.2 M)	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	38.46 ml /min
	收集時間	0 分	0.3 分	0.45 分	0.57 分	0.7 分	0.8 分	

(10)表(1—10) 鎂與鹽酸的反應速率受溫度的影響

溫度 \ 反應物		鎂帶 3 公分與 0.6 M 的鹽酸						$\frac{\Delta V}{\Delta t}$
0 °C	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	5.5 ml/min
	收集時間	0分	1.6分	2.4分	3.23分	4.23分	5.13分	
17 °C	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	7.25 ml/min
	收集時間	0分	1.1分	1.8分	2.4分	3.1分	3.86分	
30 °C	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	12 ml/min
	收集時間	0分	0.73分	1.11分	1.5分	1.9分	2.41分	
40 °C	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	22 ml/min
	收集時間	0分	0.42分	0.63分	0.83分	1.07分	1.32分	
50 °C	氫氣體積	0ml	6ml	11ml	16ml	21ml	26ml	37 ml/min
	收集時間	0分	0.23分	0.37分	0.49分	0.62分	0.77分	

## 4. 討論：

- (1)由表(1—3)得知，同長度的鎂帶塗抹不同被覆物時，所收集到的氫氣體積略有差異，其原因可能是鎂帶的寬厚不均，表面氧化程度不一，或被覆物塗抹不均勻所致。
- (2)欲做氫氣性質的實驗，可用上方注射筒抽取下方注射筒內所收集的氫氣，再用排水集氣法，轉送到小試管內，以便利氫氣性質的實驗。
- (3)由表(1—1)可得知，若將鎂帶置入膠囊內，再浸於鹽酸中，鹽酸的濃度要高達 2.4 M 或 4.8 M 時，其緩衝時間才能縮短

至 19 分或 5 分半鐘，如此高的濃度，若依課本的裝置操作較危險。

## 5. 結論：

- (1) 依理化課本的實驗操作其缺點為①量筒有缺口，倒放在水中時易使空氣進入②膠囊的緩衝時間太長，且浮於量筒的上端③若增加鹽酸的濃度，則危險性大，且需使用大量的鹽酸④膠囊常附着在量筒內壁上，當液面比膠囊的位置低時，會使反應半途中止，造成很大的誤差。
- (2) 本實驗的優點是①操作方便，易使溶液充滿集氣容器而不會有空氣進入，可收集純度較高的氣體②操作時間短，每組均可操作不同長度的鎂帶③使用的鹽酸量少且濃度低，手不必接觸鹽酸安全性高④鎂帶用線繫住可浸在鹽酸中，易觀察氫氣產生，且不會半途中止反應，實驗結果準確，適合教學⑤可試驗氫氣性質並可測鎂與鹽酸的反應速率。
- (3) 濃度愈大緩衝時間愈短，膠囊的緩衝時間太長，不適合教學。若以鹽酸直接與 3 公分長的鎂帶反應，所需的時間如下：  
1.2 M 鹽酸 1 分鐘，0.6 M 約 5 分鐘，0.3 M 約 30 分鐘，配合教學時間以 0.6 M 鹽酸最恰當。
- (4) 本實驗可測定鎂與鹽酸的反應速率，鎂與鹽酸的反應速率與鎂帶長度成正比，這表示反應過程中鹽酸的濃度變化很小。鎂與鹽酸反應速率大約與鹽酸濃度平方成正比，在室溫時，溫度上升 10°C，反應速率約為原來的二倍。
- (5) 每毫克鎂帶與鹽酸完全反應生成 1.098 毫升的氫氣，在 15°C 時 1 莫耳鎂可產生氫氣 26.6 升，若加以校正氣體壓力與飽和水蒸氣壓，亦可求氣體的克分子體積。
- (6) 本實驗裝置可用於所有排水集氣法，收集氣體的定量實驗。

## (二) 炭脫色的探討：

### 1. 研究目的：

- (1) 測骨炭對紅糖、酚紅、溴瑞香草藍、瑞香草藍等溶液完全脫色所需的骨炭質量。



(2)探討顆粒大小，溫度，酸鹼度等因素對骨炭脫色能力的影響

## 2. 研究過程：

(1)自製簡易光電比色計：以 100 W 燈泡當光源，小的交流電風扇馬達當散熱裝置，太陽能電池和三用電表當偵測器，以三夾板製造三個狹縫，用木板釘製簡易光電比色計。

(2)配製紅糖、酚紅、溴瑞香草藍、瑞香草藍、過錳酸鉀、重鉻酸鉀、氯化亞鈷、硫酸銅等各種濃度的標準溶液，並分別用光電比色計測吸收度，並畫吸收度與濃度的曲線圖。

(3)測骨炭對各種有色物質的吸附飽和量。

(4)製備各種顆粒大小不同的吸附劑，並測定它們對各種有色物質的吸附效果。

(5)測骨炭對紅糖、酚紅、溴瑞香草藍等吸附力受溫度的影響。

(6)測骨炭對酚紅、溴瑞香草藍、瑞香草藍、紅糖等溶液的吸附效果，受酸鹼度的影響。

(7)測分別加有濃氨水、酒石酸鈉鉀、硫氰化銨的氯化亞鈷溶液，骨炭對它們的吸附效果。

## 3. 研究結果：（略）

## 4. 討論：

(1)本實驗假設三用電表的讀數為透光度，水的透光度減水溶液的透光度乘以 100 當做吸收度，未加吸附劑時溶液的吸收度減去加了吸附劑後的濾液吸收度當做吸附劑的吸附量。

(2)活性炭是木頭、煤炭、骨頭、椰子殼為原料，經脫水碳化活化等過程而成多孔性碳，自製吸附劑未經活化，效果較差。

## 5. 結論：

(1)從吸附量與骨炭質量的曲線圖可分為三類①骨炭對酚紅和紅糖中色素的吸附圖呈 S 形是多分子層吸附②骨炭對溴瑞香草藍、瑞香草藍、過錳酸鉀的吸附是單分子層吸附③骨炭對於重鉻酸鉀、氯化亞鈷、硫酸銅等幾乎不吸附。可知骨炭對於色素的吸附有選擇性，且對於離子大都不吸附，但若添加可和離子作用的物質，可增強骨炭對它們的吸附力。

- (2)若依理化課本的用量，只加 1 克的骨炭無法將 5 克的紅糖在室溫時脫色，由本實驗得知至少加 5 克骨炭才能完全脫色。
- (3)吸附劑的顆粒大小會影響吸附量，自製的吸附劑顆粒粗的吸附量較大。
- (4)骨炭對紅糖和瑞香草藍的吸附量均隨溫度升高而增加，但骨炭對酚紅和溴瑞香草藍的吸附量均有最大值，可知吸附物與吸附劑的吸附關係隨吸附物不同而異，亦隨溫度不同而變。
- (5)骨炭對酸鹼指示劑的吸附量受 pH 值的影響很大，其原因為酸鹼指示劑在酸性溶液中為分子，在鹼性溶液中為帶負電的陰離子，骨炭對於離子的吸附力很小，所以指示劑的變色範圍成為骨炭對它們吸附能力的分界點。
- (6)紅糖中的色素，其顏色雖不隨酸、鹼度的變化而改變，但其與骨炭間的吸附亦受酸鹼度的影響，在酸性溶液中吸附效果較佳。

### 三、參考資料

- (一)國中理化課本第一冊 PP4-6，PP142-146。
- (二)趙承琛，界面化學 PP19-31，PP54-56。
- (三)楊義榮，「活性炭在工業廢水處理上之應用」，工業污染防治，第四卷，第二期 PP58-73。
- (四)Gessner G. Hawley，The Condensed Chemical Dictionary，Tenth Edition PP194-195。
- (五)James Cason，Henry Rapoport，Laboratory Text in Organic Chemistry，Third Edition，P28。

### 評 語

改進兩項化學實驗，所研製「鎂與鹽酸反應」的裝置有創意。實驗設計、研究過程有條有理，數據豐富、圖表整齊，討論意見肯定，並獲得良好的結論。