

化學反應速率實驗的研究

國中組化學科第二名

金門縣立金湖國民中小學

作者：許瀆菱、王歆掬、鄭沛寒

指導教師：盧清沐

一、研究動機

國中理化第18章，探討影響化學反應速率的因素。實驗中，我們以肉眼觀察反應快慢的程度。而我們也學過，以感官所測得的結果是不準確的。因此，有關化學反應的速率，希望能以簡單的實驗裝置給予量的測定，期盼能從具體的數據了解反應的快慢，進而探討影響化學反應速率的因素。

二、研究目的

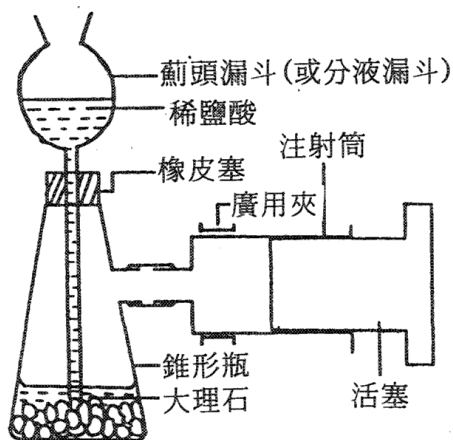
- (一)利用氣體壓力推動注射筒活塞的體積，觀察發生氣體的反應速率。
- (二)利用光敏電阻，自製簡易實驗裝置，觀察沈澱反應及反應速率。
- (三)自製簡易實驗裝置，探討濃度或溫度如何影響化學反應速率。
- (四)利用自動小夜燈，觀察物質反應之反應速率。

三、研究設備

- (一)器材：有側管錐形瓶、橡皮塞、薊頭漏斗、橡皮管、注射筒、鐵架附廣用夾、燒杯、量筒、玻棒、碼錶、刮勺、光敏電阻、固定電阻、微安培計、凸透鏡、燈泡、電池、自動小夜燈、三腳架、石綿心網、酒精燈、滴管。
- (二)藥品：大理石、稀鹽酸、鎂帶、硫代硫酸鈉

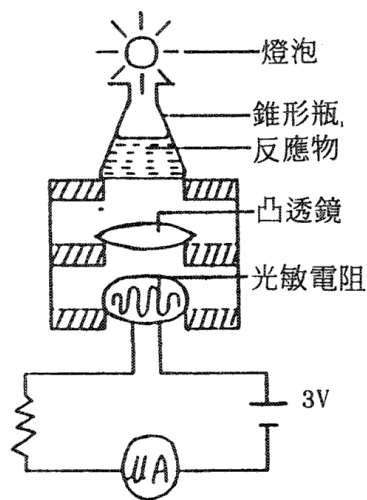
四、研究裝置圖

(一)利用氣體壓力推動注射筒活塞的體積，觀察發生氣體之反應速率



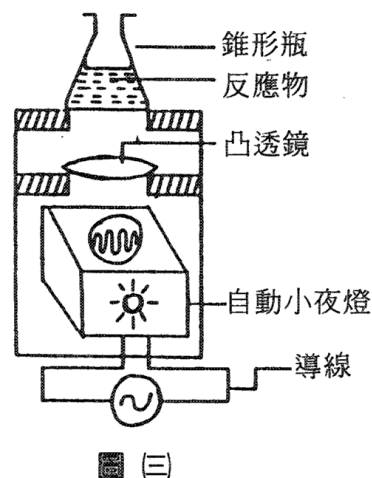
■ (一)

(二)利用光敏電阻及微安培計觀察沈澱反應及反應速率



■ (二)

(三)利用自動小夜燈的亮與否，觀察反應速率



■ (三)

五、研究方法與結果

(一)利用氣體壓力推動注射筒活塞的體積，觀察發生氣體之反應速率

1. 大理石與稀鹽酸反應產生二氧化碳氣體

(1)如圖(一)裝置，錐形瓶中放入大理石10克，並由薊頭漏斗加入5M的稀鹽酸50ml，每隔30秒，觀察一次注射筒活塞向外移動的體積。

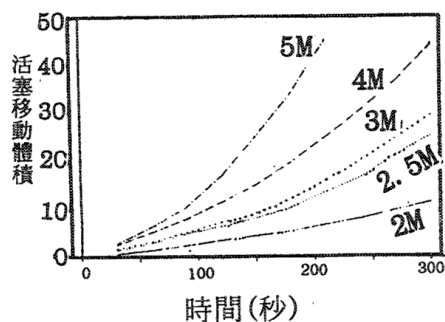
(2)觀察注射筒活塞向外移動50ml所需的總時間。

(3)鹽酸濃度改為4M、3M、2.5M及2M，重複步驟(1)~(2)。

(4)結果：

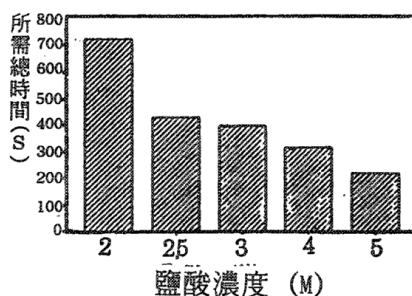
濃度	5 M				4 M				3 M				2.5 M				2 M			
	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均	1	2	3	平均
30	2.0	3.0	3.0	2.7	2.0	2.0	3.0	2.3	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.5	1.3	0.5	0.5	0.5	0.5
60	5.0	7.0	6.0	6.0	5.0	4.0	6.0	5.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.7	1.5	1.0	1.0	1.2
90	9.0	11.0	11.0	10.3	7.5	6.5	9.5	7.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.7	2.5	2.0	2.0	2.2
120	15.0	17.0	18.0	16.7	11.0	9.5	13.0	11.2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	5.5	6.5	6.3	3.5	3.0	3.0	3.2
150	23.0	24.0	28.0	25.0	15.0	13.0	17.0	15.0	9.0	9.0	9.0	9.0	8.5	7.5	8.0	8.0	4.5	4.0	4.0	4.2
180	32.0	33.0	37.0	34.0	20.0	17.5	21.5	19.7	12.0	12.0	12.0	12.0	10.5	10.0	10.0	10.2	5.5	5.0	5.0	5.2
210	44.0	44.0	48.0	45.3	26.0	22.0	26.5	24.8	16.0	16.0	16.0	16.0	14.0	13.0	13.5	13.5	7.0	6.0	6.5	6.5
240					31.5	27.5	32.0	30.3	20.0	20.0	20.0	20.0	17.0	16.0	16.5	16.5	8.5	7.0	8.0	7.8
270					38.0	33.3	39.0	36.3	24.5	24.5	24.5	24.5	21.5	20.0	21.0	20.8	10.0	9.0	9.5	9.5
300					48.0	38.0	47.0	44.3	30.0	29.0	29.0	29.3	26.0	24.0	25.0	25.0	12.0	10.5	11.0	11.2
注射筒活塞移動50ml所需總時間(a)	217				313				384				427				720			
反應速率(1/a)	0.0046				0.0032				0.0025				0.0023				0.0014			

(5)以時間為橫軸，注射筒活塞移動體積為縱軸，繪製關係曲線



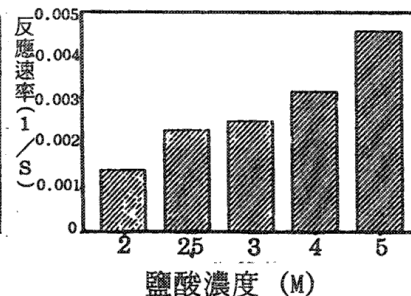
■ (四)

(6)以鹽酸濃度為橫軸，活塞移動50ml所需總時間為縱軸，繪製長條圖



■ (五)

(7)以鹽酸濃度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製長條圖



■ (六)

2. 鎂帶與稀鹽酸反應產生氫氣

(1)如圖(-)裝置，錐形瓶中放入鎂帶10cm，由薊頭漏斗加入3M稀鹽酸50ml，觀察注射筒活塞向外移動50ml所需的總時間。

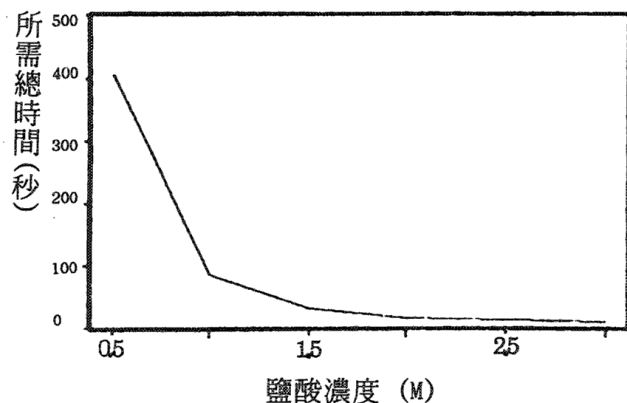
(2)鹽酸濃度改為2.5M、2M、1.5M、1M及0.5M，重複步驟(1)。

(3)結果：

鹽酸濃度 (M)	3	2.5	2	1.5	1	0.5
活塞移動50ml 所需總時間 (S)	10	12	16	31	84	405
反應速率 (1/S)	0.1000	0.0833	0.0625	0.0323	0.0119	0.0025

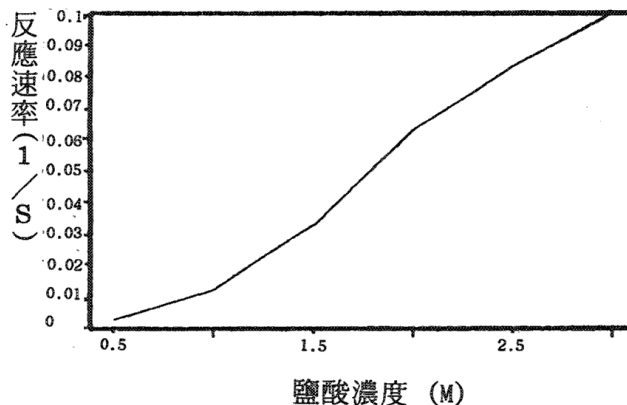
(4)以鹽酸濃度為橫軸，活塞移動50ml所需總時間為縱軸，繪製關係曲線

■ (七)



(5)以鹽酸濃度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製關係曲線

■ (八)



(二)利用光敏電阻，自製簡易實驗裝置，觀察沈澱反應及反應速率

- 1.如圖(二)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液(6g/100ml)，加水40ml。
- 2.將反應物加熱至50°C後放在裝置上，迅速加入3M的鹽酸5ml，同時按下碼錶計時，觀察微安培計指針偏轉情形。
- 3.硫代硫酸鈉溶液濃度改為(8g/100ml)，(10g/100ml)，重複步驟1及2。
- 4.結果：

硫代硫酸鈉溶液(6g/100ml)

時間(秒)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
電流(微安)	97.0	96.5	94.0	93.0	92.5	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0

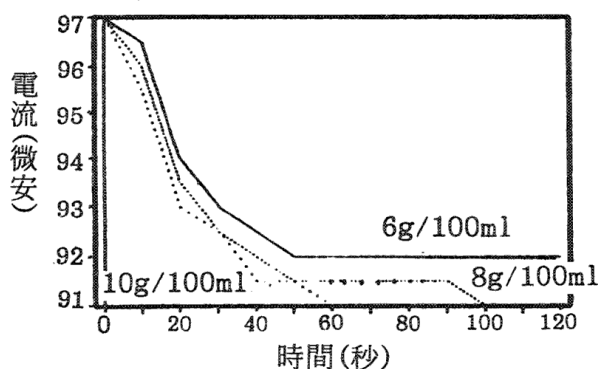
硫代硫酸鈉溶液(8g/100ml)

時間(秒)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
電流(微安)	97.0	96.0	93.5	92.5	92.0	91.5	91.5	91.5	91.5	91.5	91.0	91.0	91.0

硫代硫酸鈉溶液(10g/100ml)

時間(秒)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
電流(微安)	97.0	95.5	93.0	92.5	91.5	91.5	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0

5.以時間為橫軸，電流為縱軸，繪製關係曲線



圖(九)

(三)自製簡易實驗裝置，探討濃度及溫度如何影響化學反應速率

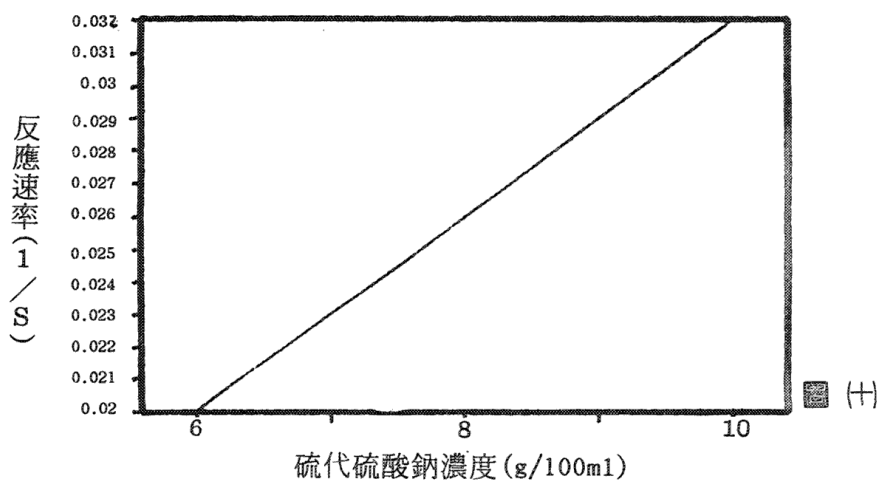
1.硫代硫酸鈉溶液濃度如何影響化學反應速率

(1)實驗步驟：同研究方法(二)，測量電流由97微安降至92微安所需的時間

(2)結果：

硫代硫酸鈉溶液濃度	(6g/100ml)	(8g/100ml)	(10g/100ml)
反應所需時間	50S	38S	31S
反應速率(1/S)	0.020	0.026	0.032

(3)以硫代硫酸鈉溶液濃度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製關係曲線



2. 稀鹽酸濃度如何影響化學反應速率

(1)如圖(二)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液（8g/100ml），加水40ml。

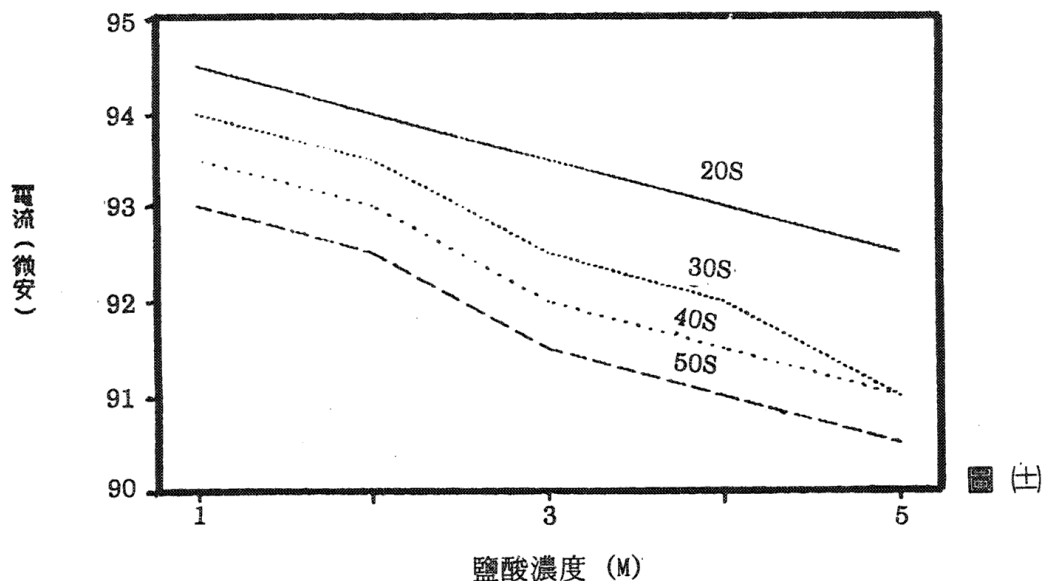
(2)將反應物加熱至50°C後放在裝置上，迅速加入5M的鹽酸5ml，同時按下碼錶計時，觀察微安培計指針偏轉情形。

(3)鹽酸濃度改為4M、3M、2M、1M，重複步驟(1)及(2)。

(4)結果：

電流 時間 濃度 (μA)	5 M	4 M	3 M	2 M	1 M
0 S	97.0	97.0	97.0	97.0	97.0
10 S	94.0	95.5	96.0	96.0	96.5
20 S	92.5	93.0	93.5	94.0	94.5
30 S	91.0	92.0	92.5	93.5	94.0
40 S	91.0	91.5	92.0	93.0	93.5
50 S	90.5	91.0	91.5	92.5	93.0
60 S	90.5	91.0	91.5	92.5	93.0
70 S	90.5	91.0	91.5	92.5	93.0
80 S	90.5	91.0	91.5	92.0	92.5
90 S	90.5	91.0	91.5	92.0	92.5
100 S	90.5	91.0	91.0	92.0	92.5
110 S	90.5	91.0	91.0	92.0	92.5
120 S	90.5	91.0	91.0	92.0	92.5

(5)以鹽酸濃度為橫軸，電流為縱軸，繪製關係曲線



3. 硫代硫酸鈉溶液溫度如何影響化學反應速率

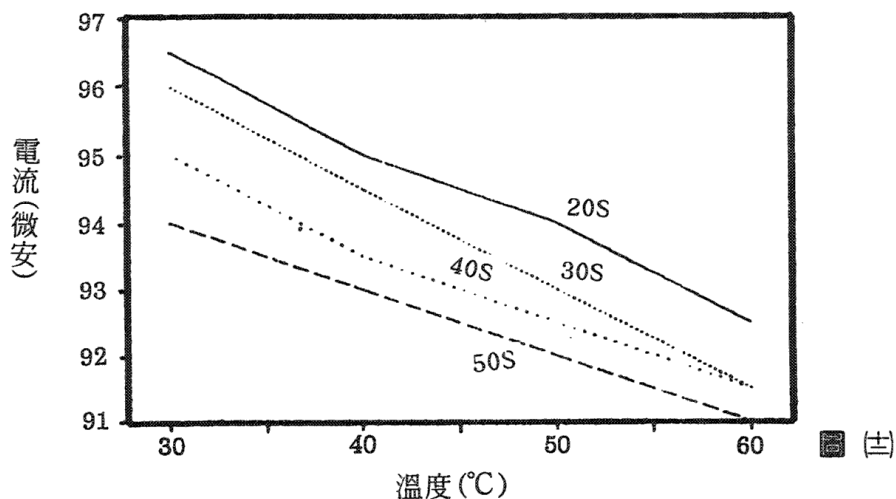
(1)如圖(二)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液（6g/100ml）加水40ml。

(2)將反應物加熱至30°C、40°C、50°C、60°C後放在裝置上，迅速加入3M的鹽酸5ml，同時按下碼錶計時，觀察微安培計偏轉情形。

(3)結果：

電 流 (uA)	時間S										
	0S	10S	20S	30S	40S	50S	60S	70S	80S	90S	100S
30	97.0	97.0	96.5	96.0	95.0	94.0	93.5	93.5	93.5	93.0	93.0
40	97.0	96.5	95.0	94.5	93.5	93.0	93.0	92.5	92.5	92.5	92.5
50	97.0	96.5	94.0	93.0	92.5	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0	92.0
60	97.0	94.0	92.5	91.5	91.5	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0	91.0

(4)以溫度為橫軸，電流為縱軸，繪製關係曲線



(四)利用自動小夜燈，觀察物質反應之反應速率

1. 硫代硫酸鈉溶液濃度如何影響化學反應速率

(1)如圖(三)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液（2g/100ml），加水40ml。

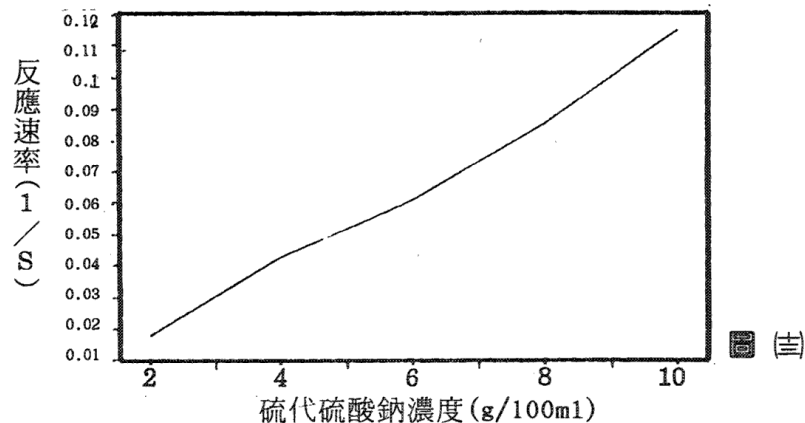
(2)將反應物加熱至50°C後放在裝置上，迅速加入3M的鹽酸5ml，同時按下碼錶計時，測量自加入鹽酸起至小夜燈亮起止所需的時間。

(3)硫代硫酸鈉溶液濃度改為（4g/100ml）、（6g/100ml）、（8g/100ml）、（10g/100ml），重複步驟(1)及(2)。

(4)結果：

硫代硫酸鈉溶液濃度		(2g/100ml)	(4g/100ml)	(6g/100ml)	(8g/100ml)	(10g/100ml)
反應所需時間 (S)	1	62	27	19	12	8
	2	58	22	14	11	9
	3	48	21	16	12	9
	平均	56.0	23.3	16.3	11.7	8.7
反應速率(1/S)		0.018	0.043	0.061	0.085	0.115

(5)以硫代硫酸鈉溶液濃度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製關係曲線



2. 稀鹽酸濃度如何影響化學反應速率

(1) 如圖(三)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液（8g/100ml），加水40ml。

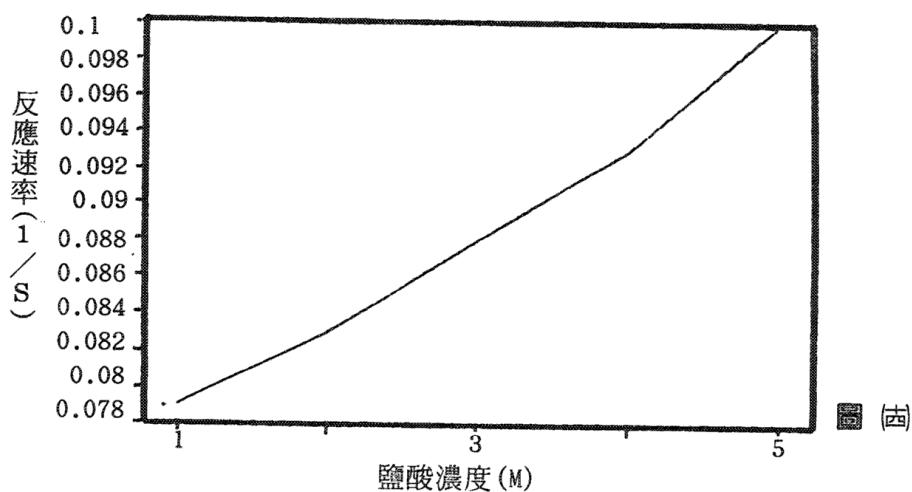
(2) 將反應物加熱至50°C後放在裝置上，迅速加入5M的鹽酸5ml，同時按下碼錶計時，測量自加入鹽酸起至小夜燈亮起止所需的時間。

(3) 鹽酸濃度改為4M、3M、2M、1M，重複步驟(1)及(2)。

(4) 結果：

鹽酸濃度M		5	4	3	2	1
反應所需時間 (S)	1	10	11	12	13	13
	2	10	11	11	12	13
	3	10	10	11	11	12
	平均	10.0	10.7	11.3	12.0	12.7
反應速率(1/S)		0.100	0.093	0.088	0.083	0.079

(5) 以鹽酸濃度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製關係曲線



3. 硫代硫酸鈉溶液溫度如何影響化學反應速率

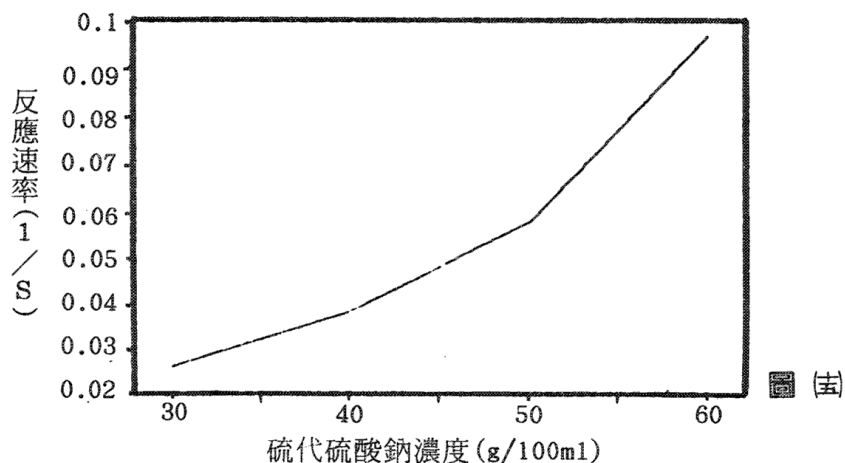
(1) 如圖(三)裝置，錐形瓶中加入10ml硫代硫酸鈉溶液（6g/100ml），加水40ml。

(2) 將反應物加熱至30°C、40°C、50°C、60°C後放在裝置上，迅速加入3M鹽酸5ml，按下碼錶計時，測量自加入鹽酸起至小夜燈亮起止所需的時間。

(3) 結果：

硫代硫酸鈉溶液濃度		30°C	40°C	50°C	60°C
反應所需時間 (S)	1	37	27	19	11
	2	38	26	17	10
	3	39	26	16	10
	平均	38.0	26.3	17.3	10.3
反應速率 (1/S)		0.026	0.038	0.058	0.097

(4)以溫度為橫軸，反應速率為縱軸，繪製關係曲線



六、討 論

- (一)發生氣體之反應速率，我們以乾淨的注射筒做測量，可以藉發生氣體之壓力來推動活塞測量氣體體積，可用於易溶於水或難溶於水的氣體。
- (二)由圖(四)、圖(五)、圖(六)知，大理石與鹽酸作用時，所產生二氧化碳的速率隨鹽酸濃度的增加而加大。
- (三)由圖(七)、圖(八)知，鎂帶與鹽酸作用時，所產生50ml氫氣的速率隨鹽酸濃度的增加而加大。
- (四)利用光敏電阻，觀察硫代硫酸鈉溶液與鹽酸作用時之反應速率
 - 1.隨著反應的進行，硫的沈澱量逐漸增加，直到反應結束為止。
 - 2.使用光敏電阻，其電阻值隨著反應所產生硫的量增加而增加，因此，微安

培計的讀數會逐漸的變小。

3. 用圖(二)的裝置，可看出硫代硫酸鈉溶液和鹽酸的作用情形。由圖(九)知，反應開始的前10秒，因為兩種溶液混合尚未完全均勻，碰撞次數不夠多，因此，硫的增加速率不夠快。從第10秒開始，因為兩種溶液混合已達均勻，因此，硫的增加速率極快。然後，因為反應物的消耗而使濃度逐漸降低，因此，反應速率隨之逐漸緩慢下來。
4. 由圖(九)知，欲更清楚的看出前10秒的反應情形，硫代硫酸鈉溶液的濃度宜再降低。
5. 利用光敏電阻，可以看到沈澱反應的終點，如圖(九)中，硫代硫酸鈉溶液濃度為(6g/100ml)、(8g/100ml)、(10g/100ml)，其反應的終點分別約為50秒、38秒、31秒。
6. 由圖(十)知，定量的鹽酸與硫代硫酸鈉溶液作用時，反應速率隨著硫代硫酸鈉溶液濃度的升高而加大。
7. 由圖(十一)知，經過一樣長的時間，硫的沉澱量愈多，微安培計顯示的電流愈小，定量的硫代硫酸鈉溶液與鹽酸作用時，硫的沉澱量隨著鹽酸濃度的增加而增加，即反應速率加大。
8. 由圖(十二)知，硫代硫酸鈉溶液與鹽酸作用時，反應速率隨著反應物溫度的升高而加大。

(五)利用自動小夜燈，觀察物質反應之反應速率

1. 如圖(三)裝置，可看出裝置較為簡單，錐形瓶上方可以不用再加設燈泡，直接利用自然光線即可進行實驗。
2. 利用自動小夜燈，觀察物質反應之反應速率，實驗進行的時間可縮短。
3. 利用圖(三)裝置，只觀察自動小夜燈的亮與否，雖然無法看出反應終點，但是我們確定小夜燈要亮起，必須有一定的電流，故要讓小夜燈亮起，不論溶液的濃度多少或溫度高低，黃色固體硫的產生須達一固定量。
4. 由圖(十三)知，定量的鹽酸與硫代硫酸鈉溶液作用時，反應速率隨著硫代硫酸鈉溶液濃度的升高而加大。
5. 由圖(十四)知，定量的硫代硫酸鈉溶液與鹽酸作用時，反應速率隨著鹽酸濃度的增加而加大。
6. 由圖(十五)知，硫代硫酸鈉溶液與鹽酸作用時，反應速率隨著反應物溫度的升高而加大。

(六)利用圖(二)及圖(三)裝置，測定出之反應速率不同，乃因圖(二)之測量是自反應開始至反應終點所需的時間，而圖(三)之測量並未等到反應終點，而是測量自反

應開始至小夜燈開始亮起所需時間，小夜燈開始亮起時並非反應終點。

(七)利用圖(二)及圖(三)裝置，測定出之反應速率雖然不同，但是所觀察到有關溶液濃度或溫度對反應速率的影響，結果是一致的。

七、結 論

(一)利用氣體壓力推動注射筒活塞，測量發生氣體之反應速率直接而少誤差。

(二)利用注射筒測量，可適用於易溶於水或難溶於水的氣體。

(三)利用肉眼直接觀察化學反應，無法獲悉整個過程的反應情形，改用圖(二)的裝置，可看到整個反應的過程，反應速率變化情形及反應終點。

(四)利用圖(三)裝置，不須等到反應終點即可觀察溶液濃度與溫度對反應速率的影響，實驗進行的時間可縮短，裝置亦較簡單。

(五)由於探討影響化學反應速率的因素，使我們更加了解化學反應的「碰撞理論」。

八、參考資料

(一)國立編譯館主編(民國85年8月改編本六版)，國民中學理化教科書第三冊，PP. 97~104，台北：國立編譯館

(二)謝寅康·楊思成著(民國69年2月出版)，化學反應怎樣發生，PP. 69~70，台北：幼獅文化事業公司

(三)國立台灣科學教育館彙編(民國76)，中華民國第二十五屆中小學科學展覽優勝作品專輯，PP. 34~43，台北：國立台灣科學教育館

(四)師大化學系編著(民國72年7月再版)，國中化學實驗研究(四)，PP. 1~16，台北：幼獅文化事業公司

評 語

本研究旨在改進國中理化兩個實驗，一為探討影響化學反應速率的因素，另一個實驗為鹽酸和硫代硫酸鈉之反應速率與溫度關係。在化學反應速率影響因素實驗，改用注射筒活塞代替原來課本器材，而在反應速率與溫度關係中，改用較精確自製簡易光敏系統實驗裝置測固體硫生成速率，的確有效的也較精確改進了現行國中理化實驗，故本研究結果直接可以用在國中理化實驗參考教材，具有實用性。