

利用簡易光、電儀器測反應速率

國中教師組化學科第一名

台北市立介壽國民中學

作　　者：鄭挺穗、林錦瑞

一、研究動機

國中化學課本第十九章中有關反應速率的實驗，其中利用硫代硫酸鈉和鹽酸生成硫的部分，由於用目測的方式誤差太大，且常使學生不知實驗是否結束。曾見師大化學系蕭主任用 O.H.P. 改良該實驗，但大多數國民中學皆沒有足夠的 O.H.P. 設備，因此設計本實驗改良之。

二、研究目的

- (一) 將蕭主任的 O.H.P. 改良成實驗室中可自行製作的儀器。
- (二) 用簡易光感儀器測反應速率，可大為提高其準確性。
- (三) 改進本實驗的小誤差：如保溫裝置、水浴等。

三、實驗器材

內襯保麗龍的木箱（兩面中央有圓孔）（ $12 \times 6 \times 15\text{ cm}$ ）
2 個。

透明壓克力長方形盒（外包黑色膠布，只留中間方孔）（ $8 \times 2.5 \times 12\text{ cm}$ ）6 個。

溫度計（ $-10^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ ）2 支。

光量感測器一個。

直流電源供應器一個。

磁攪拌器一台及磁攪拌子。

光源一個。

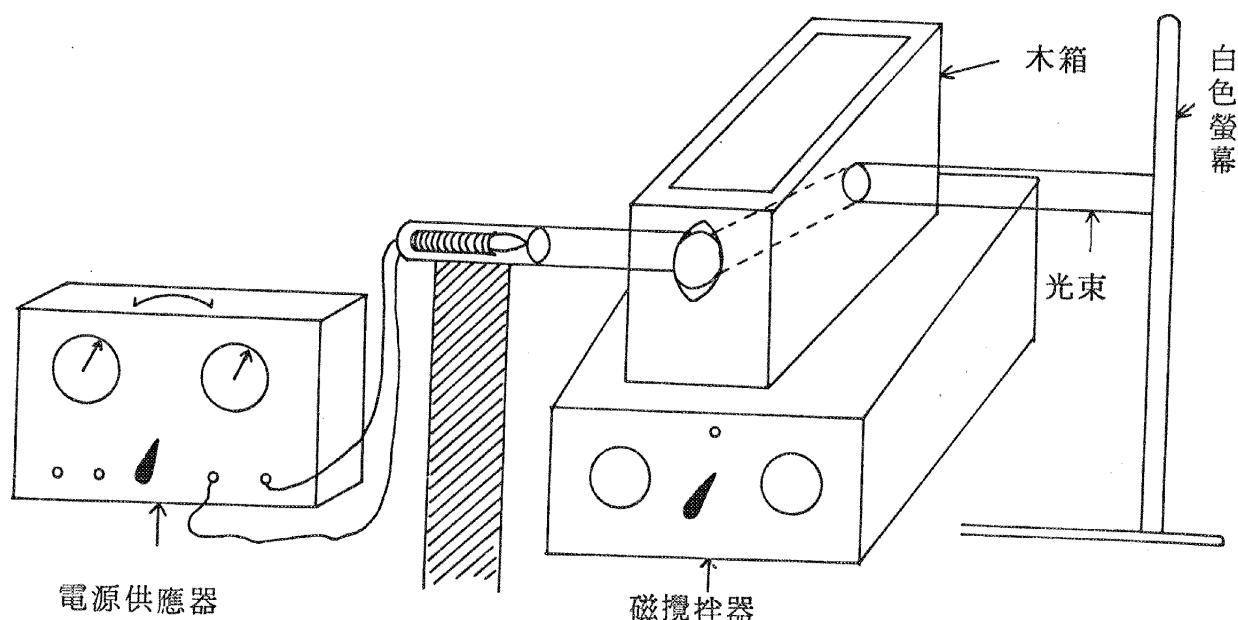
鹽酸（ 2 M , 1 M , 0.5 M ）。

硫代硫酸鈉溶液(60 g/ℓ , 30 g / ℓ , 15g/ℓ)。

四、實驗過程

(一)用目測：

1. 將光源接在電源供應器上，使光束對準木箱中央圓孔上，木箱下放置磁攪拌器，螢幕置於木箱右邊。打開電源供應器，將電壓調在 12V 的地方，此時螢幕上會呈現一個圓形的光圈，關閉電源。整個裝置如下圖：



2. 把試管(各 6 支)，滴管、量筒、燒杯、溫度計分別貼上鹽酸和硫代硫酸鈉的標籤，實驗時絕對不可混亂使用。
3. 分別把鹽酸(2 M)和硫代硫酸鈉(60 g/ℓ)裝入試管中，每支裝 45 ml ，且鹽酸和硫代硫酸鈉各裝 6 支備用。
4. 在大燒杯中裝約 $\frac{1}{3}$ 滿的水加熱到 75 °C，做為水浴用。
5. 打開電源供應器及磁攪拌器。
6. 將溫度計分別放入鹽酸和硫代硫酸鈉中，再把二溶液及壓克力盒子放入水浴中，使溶液溫度上升至 70 °C 以上再取出，使其慢慢自行冷卻。把磁攪拌子放在壓克力盒中，把壓克力盒放入木箱裏，蓋上木箱予以保溫。待二溶液冷卻至 70 °C 時，迅速倒入壓克力盒中，同時開始計時，蓋上木箱蓋子。

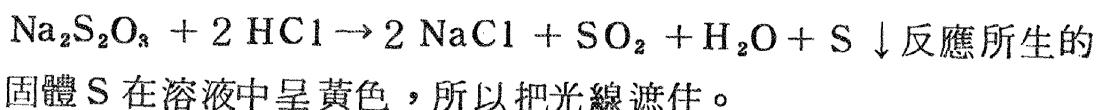
7. 觀察螢幕，至光圈完全在螢幕上消失時停止計時，（為求實驗精確，觀察及計時由始至終由同一人操作），記錄時間。
8. 依照上述 5 ~ 7 步驟重複操作 $60^\circ, 50^\circ, 40^\circ, 30^\circ, 20^\circ$ ，並記錄所使用的時間。
9. 改變鹽酸及硫代硫酸鈉的濃度，每一種濃度實驗三次。（詳細數據請閱「實驗收據」欄）。

(二)用光感器測量：

實驗的步驟同前，僅將螢幕用光感器代替。將光感器用膠帶黏貼於木箱的圓孔中。實驗時以鹽酸和硫代硫酸鈉混合時開始計時，光感器鳴叫時計時停止，如此可進一步減少由眼睛觀察所產生的誤差。

五、實驗原理

(一)本實驗是利用鹽酸和硫代硫酸鈉反應：



(二)本實驗所用的光感器是利用電子套件「萬能警報器」裝置而成，該儀器利用光敏電阻的作用，在有光照射時不會發出聲響，當光線暗下來到某一程度時即產生鳴叫，我們即利用此一特性來偵測硫的一定產量。

六、實驗數據

(一)目測：

溫度 (°C)	溫 度 (See)			
	第 一 次	第 二 次	第 三 次	平 均
70	5.3	4.5	4.8	4.87
60	8.9	7.5	7.2	7.87
50	13.6	12.1	11.8	12.50
40	16.1	15.6	15.8	15.83
30	34.4	29.8	28.6	30.93
20	48.3	46.7	46.3	47.10

鹽酸濃度：2M

硫代硫酸鈉：60 g / ℥

溫度(°C)	時間(Sec)			
	第一次	第二次	第三次	平均
70	0.8	0.8	1.1	0.90
60	2.6	2.7	2.6	2.63
50	5.2	5.2	5.2	5.20
40	8.3	7.8	8.5	8.20
30	10.9	11.6	11.8	11.43
20	15.7	16.8	16.5	16.33

鹽酸濃度：0.5M

硫代硫酸鈉：15 g / ℥

溫度(°C)	時間(Sec)			
	第一次	第二次	第三次	平均
70	11.1	10.9	10.4	10.80
60	16.5	14.3	15.1	15.30
50	28.4	24.5	23.7	25.53
40	44.1	44.1	39.4	42.53
30	81.5	77.6	76.5	78.53
20	151.8	141.6	140.3	144.57

(二)用光感器：

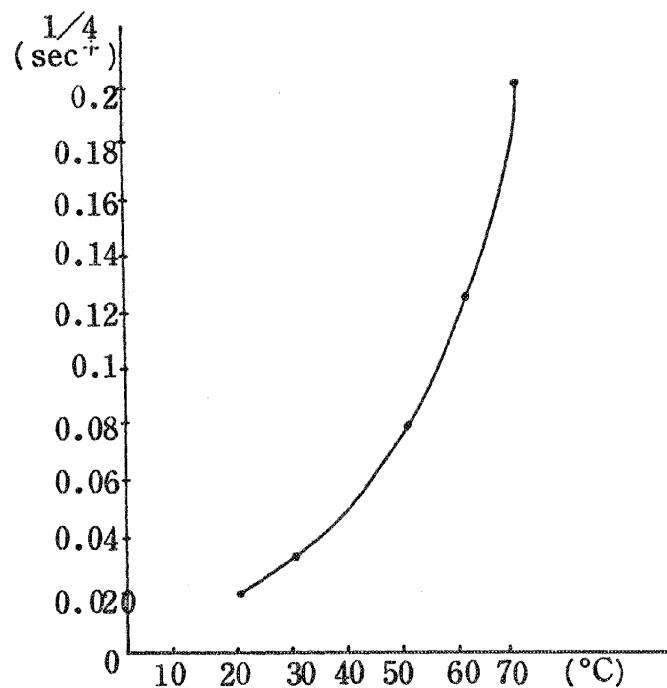
溫度 (° C)	時 間 (Sec)			
	第一 次	第二 次	第三 次	平 均
70	5.1	6.3	5.2	5.70
60	9.8	9.3	8.9	9.33
50	14.8	15.3	13.7	14.60
40	23.1	25.8	23.0	23.97
30	37.3	39.9	36.7	37.97
20	65.1	67.9	62.3	65.10

溫度 (° C)	時 間 (Sec)			
	第一 次	第二 次	第三 次	平 均
70	14.8	13.6	14.2	14.20
60	21.2	19.3	19.2	19.20
50	32.4	30.6	33.6	32.20
40	56.5	53.6	53.1	54.40
30	96.1	89.2	90.3	91.87
20	198.3	189.7	191.2	193.07

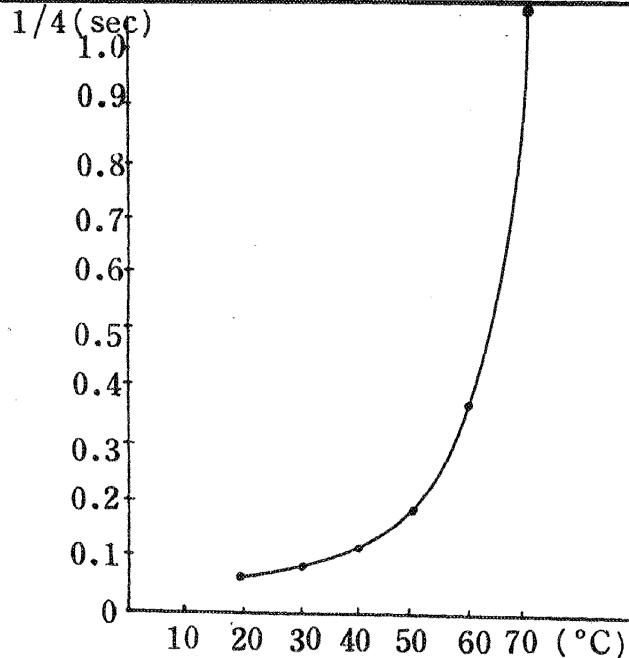
七、實驗結果

(一) 目 濰：

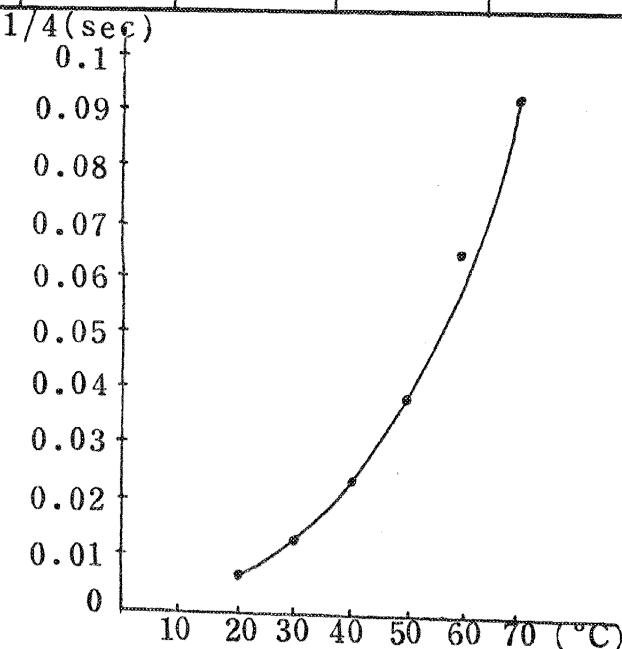
鹽酸濃度：1M						
硫代硫酸鈉：30g/l						
溫 度 (°C)	70	60	50	40	30	20
1 / 時間 (Sec ⁻¹)	0.205	0.127	0.0800	0.0632	0.0323	0.0212



鹽酸濃度 : 2 M						
硫代硫酸鈉 : 60g/l						
溫 度 (° C)	70	60	50	40	30	20
1 / 時間 (Sec ⁻¹)	1.111	0.380	0.192	0.122	0.0875	0.0612

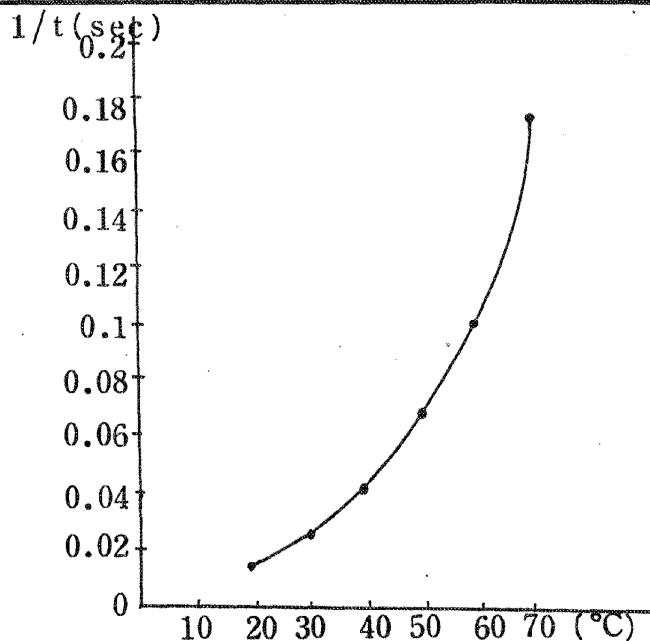


鹽酸濃度 : 0.5 M						
硫代硫酸鈉 : 15g/l						
溫 度 (° C)	70	60	50	40	30	20
1 / 時間 (Sec ⁻¹)	0.0926	0.0654	0.0392	0.0235	0.0127	0.00692

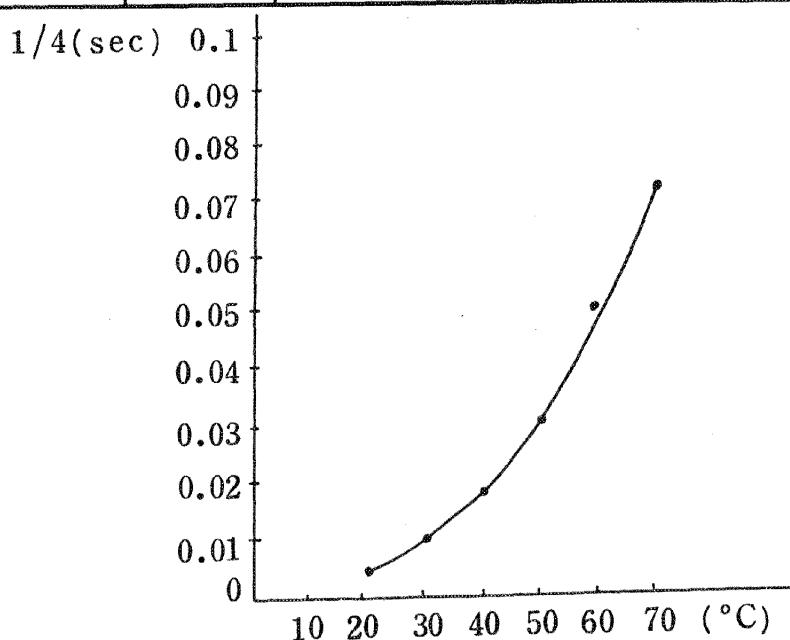


(二)用光感器：

鹽酸濃度：1M 硫代硫酸鈉：30g/l						
溫度（°C）	70	60	50	40	30	20
1 / 時間 (Sec ⁻¹)	0.175	0.107	0.0685	0.0417	0.0263	0.0154



鹽酸濃度：1M 硫代硫酸鈉：15g/l						
溫度（°C）	70	60	50	40	30	20
1 / 時間 (Sec ⁻¹)	0.0704	0.0503	0.0311	0.0184	0.0109	0.00518



八、討論及建議

- (一)本實驗做為實驗終點的判定較為明確，尤其以光感器是電子儀器，絕對客觀，能予人信任感。學生數據中有某些差距較大，即是終點不明確之故，如改用此器材，實驗數據不會有太大差別。
- (二)本實驗的器材價格皆很低廉（木箱約 20 元，壓克力盒 30 元，光感器一組約 68 元），各學校可自行製作。如能配合工藝教學，由學生在工藝課製作則更佳。
- (三)本實驗是為配合學校課程而設計，因此時間約為 30 分鐘為宜。由以上實驗結果，課程中最好採用「光感器為測定儀器，鹽酸濃度為 1 M，硫代硫酸鈉濃度為 15g/l 」為最適當。
- (四)本實驗宜注意事項：
- (1)溫度計必須置於溶液中，不可置於水浴中，且溫度計不可觸及試管壁，避免溫度的誤差。
 - (2)電源供應器的電壓及磁攪拌器的轉速在整個實驗中需保持固定。
- (五)本實驗採用之光感器為電子實習套件之萬能警報器，可給學生自行裝配組合，亦可配合物理第十六章電學之實習，觀察各項電子零件，以增加新奇感。

評 語

為了更精確的測定能產生沉澱反應的反應速率，作者改良測定方法，其作品極具創意，如簡單的用鏡子反光照於壁上，使實驗者很容易觀察，更改以光感器替代前者計時，使得反應時間能更精確獲得，極具創意，作品兼具教學及實用性，作者能思考，然而缺乏文獻資料。