

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 化學科

050210

魔法藥「碘」

學校名稱：國立鳳新高級中學

作者： 高二 王富宦 高二 李云晴 高二 黃冠翔	指導老師： 李鎔聰
---	------------------

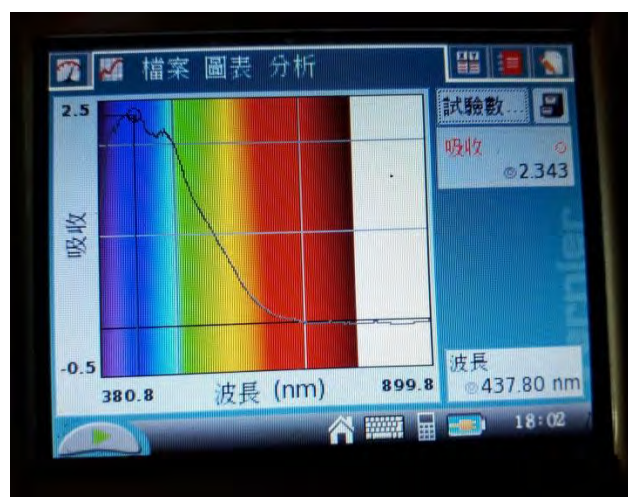
關鍵詞：碘、氧氣、溫度

摘要

本研究以碘液為中心，探討在各種變因中碘液顏色的變化。討論的變因有打入氣體、提高溫度、加入不同的電解質及照射紫外線，就上述各種變因設計多項實驗，實驗中我們以分光光度計測量碘液吸收值，進而討論碘液在不同環境下吸收值的變化與反應級數，並探討碘液完全褪色後可能的產物。

壹、研究動機

近日，在網路上看到有一位大學教授的實驗影片，其影片中將硫代硫酸鈉加入碘液中，而碘液神奇的瞬間變成透明無色，引起了我們研究的好奇心，後來我們在實驗中意外發現碘液在亮室且未密封的環境中一段時間後，其顏色會逐漸褪去，因此我們猜測碘液會受空氣或陽光影響。據此我們設計了一系列探討碘液褪色原因的實驗，首先我們以分光光度計測量碘液的吸收圖表，發現吸收波峰是紫外線(如下圖一)，所以我們決定將碘液置於紫外線燈下以觀察紫外線對它的影響，接下來我們也就空氣的部分設計了多項實驗，以確定空氣是否為影響碘液褪色的原因之一。在二年級下學期的課程中，我們學到溫度會加速反應速率，所以將碘液放置在高溫的環境中，測量其褪色的時間。



圖一

貳、研究目的

- 一、探討碘液在何種環境中會加速褪色
- 二、探討碘液在不同環境中其吸收值變化
- 三、探討碘液完全褪色後的產物
- 四、透過操作實驗，培養科學研究之精神

參、研究設備及儀器

一、實驗藥品與材料

實驗藥品	廠商	純度
碘液	CHONEYE	
雙氧水	CHONEYE	35%
碘化鉀	CHONEYE	99.87%
碘酸鉀	CHONEYE	99.55%
硝酸鉛	日本試藥工業株式會社	99.5%
二氧化錳	大阪島久藥品株式會社	
硫代硫酸鈉	CHONEYE	99.0%
氯化鈣	CHONEYE	76.07%
澱粉	CHONEYE	
鹽酸	CHONEYE	32.48%
大理石		
硝酸鈣	CHONEYE	98%

二、實驗儀器

量筒	燒杯	漏斗	橡皮管
石英分光液槽(圖二)	分光光度計(圖二)	石英試管	分度吸量管
安全吸球	滴管	電子天秤	秤量紙
鑷子	錐形瓶	溫度計	容量瓶
滴定管	波長 380-400nm 紫外線 LED 燈(圖三)	松寶 SB-2800 單孔打氣機	分液漏斗
橡皮塞	恆溫槽(圖五)	玻璃棒	試管夾
試管架	鐵架	石蠟封膜	抽濾瓶



圖二 石英分光液槽、分光光度計



圖三 波長 380-400nm 紫外線 LED 燈



圖四 松寶 SB-2800 單孔打氣機



圖五 恆溫槽

肆、研究過程及方法

一、碘液濃度測量：

- (1)配製 0.05M 硫代硫酸鈉水溶液 500 毫升
- (2)取碘液 50 毫升置入錐形瓶內並加入微量澱粉，以硫代硫酸鈉水溶液滴定之
- (3)重複十次並取平均值(表十四)

二、碘液吸收值與濃度的轉換：

- (1)以實驗三所測得的碘液濃度推得碘液的吸收係數
- (2)再將吸收值代入比爾定律，即可得下列的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液濃度
- (3)比爾定律詳見附錄

三、 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在不同條件下的測量：

(一)打入氣體：

1.測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響：

- (1)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液吸收值
- (2)用松寶 SB-2800 單孔打氣機將空氣打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液中
- (3)每二分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

2.測試氧氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響：

- (1)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液吸收值
- (2)利用雙氧水製氧方法(裝置如下頁圖六)將氧氣打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液中
- (3)每一分鐘以分光光度計測吸收值，共六次



圖六 雙氧水製氧裝置



圖七 大理石製備二氧化碳裝置

3. 測試二氧化碳對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響：

- (1) 以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液吸收值
- (2) 利用大理石製備二氧化碳之方法(裝置如上圖七)將二氧化碳打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液中
- (3) 每二分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

(二) 打入空氣：

1. 測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀的影響：

- (1) 取 100 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入碘化鉀 1.66 克(約 0.01 莫耳)
- (2) 以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀吸收值
- (3) 用松寶 SB-2800 單孔打氣機將空氣打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀中
- (4) 每二分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

2. 測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣的影響：

- (1) 取 100 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入氯化鈣 1.11 克(約 0.01 莫耳)
- (2) 以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣吸收值
- (3) 用松寶 SB-2800 單孔打氣機將空氣打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣中
- (4) 每二分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

3. 測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣的影響：

- (1) 取 100 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入硝酸鈣 1.64 克(約 0.01 莫耳)
- (2) 以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣吸收值
- (3) 用松寶 SB-2800 單孔打氣機將空氣打入 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣中
- (4) 每二分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

(三)提高溫度：

1.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在 90°C 環境下的影響：

- (1)將恆溫槽溫度固定於 90°C
- (2)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液吸收值
- (3)將裝有 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的試管置於恆溫槽內，使之 90°C
- (4)每五分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

2.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀在 90°C 環境下的影響：

- (1)將恆溫槽溫度固定於 90°C
- (2)取 25 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入碘化鉀 0.42 克(約 0.0025 莫耳)
- (3)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀吸收值
- (4)將裝有 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀的試管置於恆溫槽內，使之 90°C
- (5)每五分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

3.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣在 90°C 環境下的影響

- (1)將恆溫槽溫度固定於 90°C
- (2)取 25 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入氯化鈣 0.28 克(約 0.0025 莫耳)
- (3)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣吸收值
- (4)將裝有 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣的試管置於恆溫槽內，使之 90°C
- (5)每五分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

4.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣在 90°C 環境下的影響

- (1)將恆溫槽溫度固定於 90°C
- (2)取 25 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入硝酸鈣 0.41 克(約 0.0025 莫耳)
- (3)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣吸收值
- (4)將裝有 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣的試管置於恆溫槽內，使之 90°C
- (5)每五分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

(四)照射紫外線

1.測試紫外線對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響

- (1)配製 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液

(2)將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液注滿兩管石英試管

(3)將二管溶液分為兩組，實驗組置於紫外線燈下(如上圖三)，對照組置於陰暗處

(4)標示各管的條件(A 為實驗組，B 為對照組)

A. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液照紫外線

B. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液不照紫外線

(5)每一日以分光光度計測吸收值

2.測試紫外線對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀的影響

(1)配製 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液

(2)取 100 毫升 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入碘化鉀 1.66 克(約 0.01 莫耳)

(3)將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀注滿兩管石英試管

(4)將二管溶液分為兩組，實驗組置於紫外線燈下(如上圖三)，對照組置於陰暗處

(5)標示各管的條件(C 為實驗組，D 為對照組)

C. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀照紫外線

D. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀不照紫外線

(6)每一日以分光光度計測吸收值

(五)室溫、不打氣體、不照紫外線：

1.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在室溫、不打氣體、不照紫外線環境下的影響：

(1)配製 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液

(2)以分光光度計測初始 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液吸收值

(3)放置於室溫，不打氣體、不照紫外線

(4)每五分鐘以分光光度計測吸收值，共十次

四、在褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸的反應：

(1)取已褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液

(2)加入過量碘化鉀固體與數滴稀鹽酸於上述(1)溶液中，並攪拌均勻

(3)加入適量澱粉

伍、實驗研究結果

一、 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在不同條件下的測量結果：

※以下時間 0 分鐘表示待測物之初始濃度

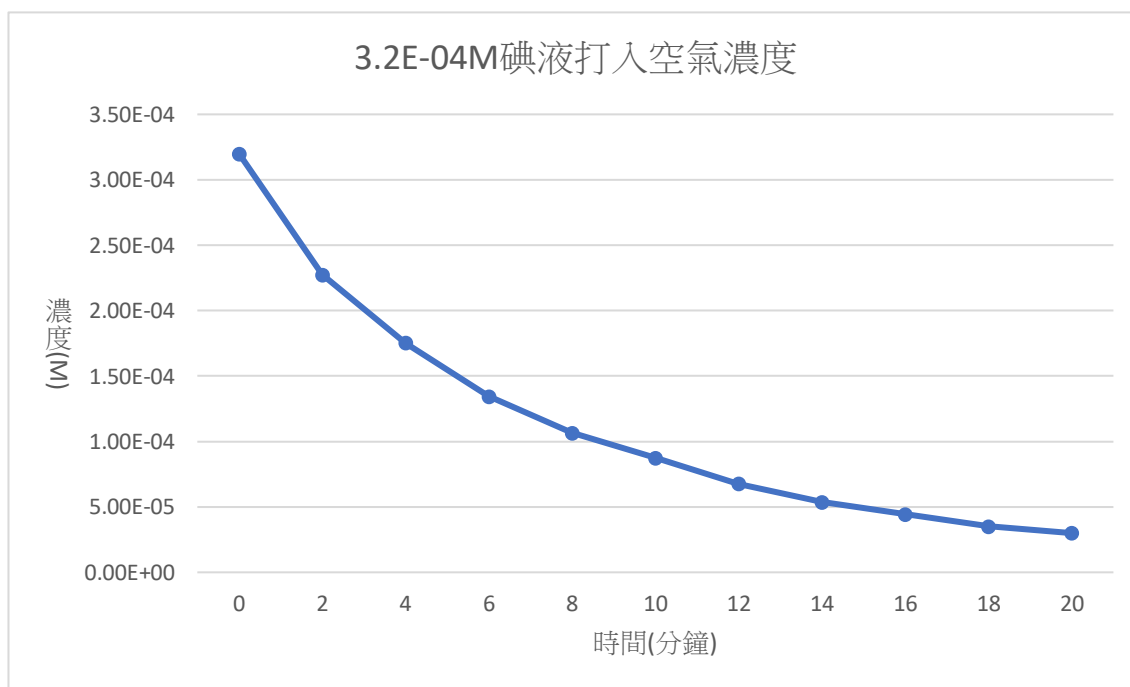
(一)打入氣體：

1.測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響結果：以二分鐘為一次數

表一

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	0.619	0.44	0.339	0.26	0.206	0.169
濃度(M)	3.2×10^{-4}	2.3×10^{-4}	1.75×10^{-4}	1.34×10^{-4}	1.06×10^{-4}	8.74×10^{-5}
時間(分鐘)	12	14	16	18	20	
吸收值	0.131	0.104	0.086	0.068	0.058	
濃度(M)	6.77×10^{-5}	5.38×10^{-5}	4.45×10^{-5}	3.52×10^{-5}	3×10^{-5}	

圖八



※由表一、圖八可知：

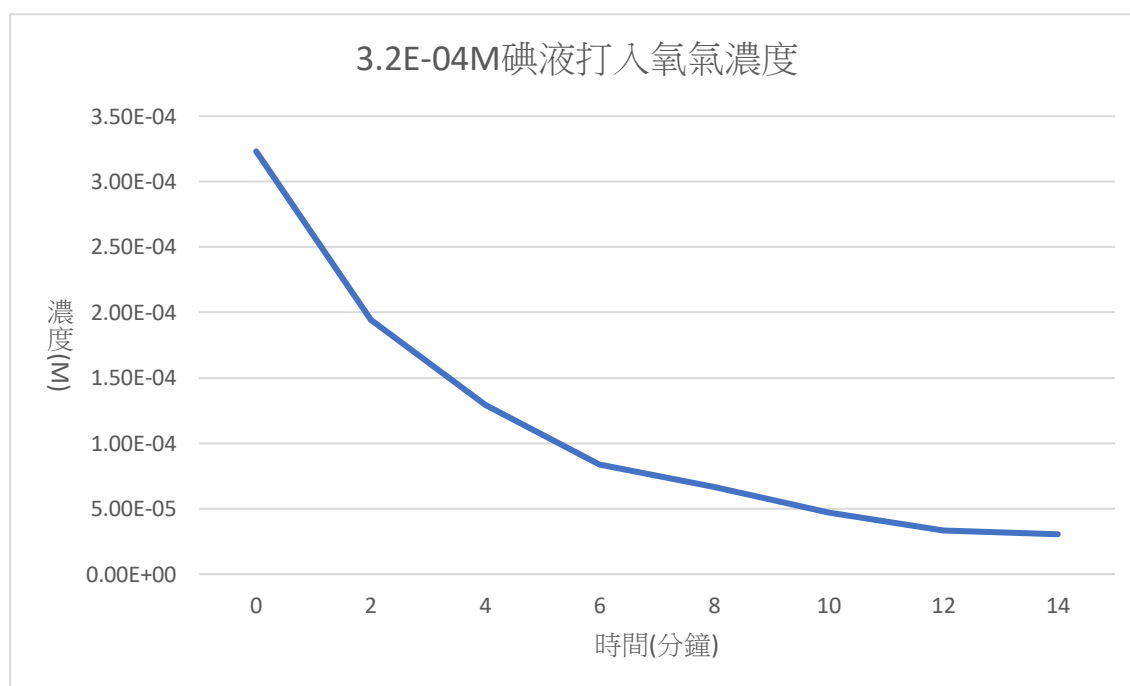
(1)打氣 20 分鐘後即可使 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液幾乎完全褪色。

2.測試氧氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響結果：以二分鐘為一次數

表二

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	0.625	0.376	0.25	0.162	0.129	0.091
濃度(M)	3.23×10^{-4}	1.94×10^{-4}	1.29×10^{-4}	8.37×10^{-5}	6.67×10^{-5}	4.7×10^{-5}
時間(分鐘)	12	14				
吸收值	0.065	0.059				
濃度(M)	3.36×10^{-5}	3.05×10^{-5}				

圖九



※由表二、圖九可知：

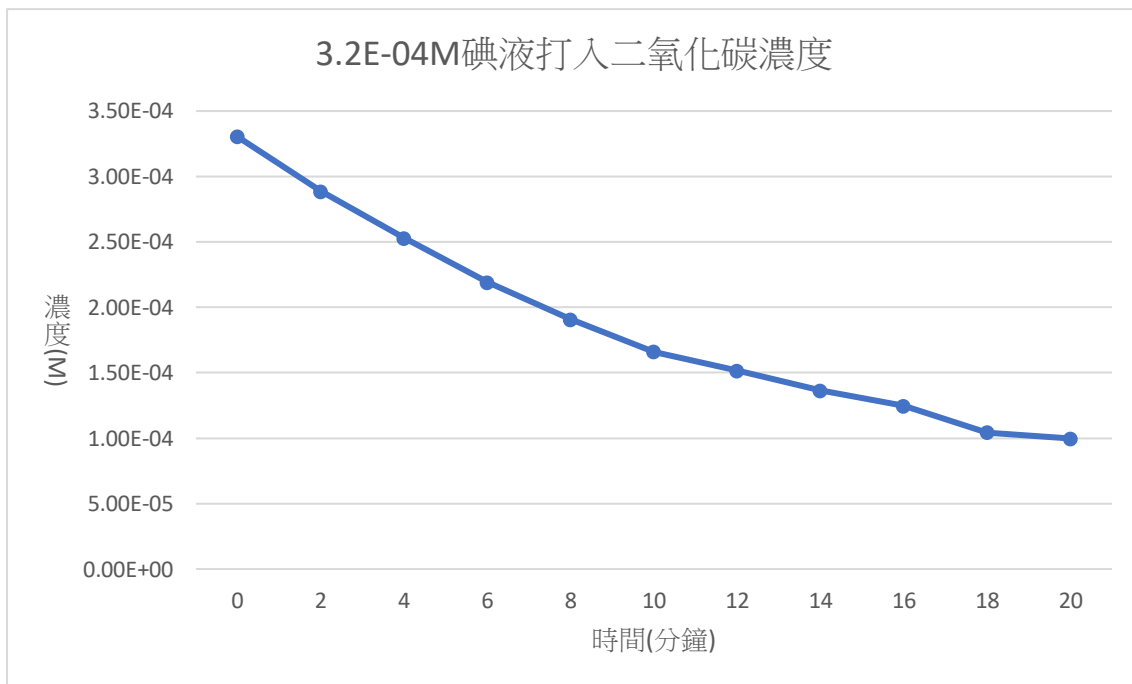
- (1)因打入氧氣對碘液褪色影響較快速，此實驗 14 分鐘後即已達分光光度計的偵測極限，故僅取七次。

3.測試二氧化碳對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響結果：以二分鐘為一次數

表三

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	0.639	0.558	0.489	0.424	0.369	0.321
濃度(M)	3.3×10^{-4}	2.88×10^{-4}	2.53×10^{-4}	2.19×10^{-4}	1.91×10^{-4}	1.66×10^{-4}
時間(分鐘)	12	14	16	18	20	
吸收值	0.293	0.264	0.241	0.202	0.193	
濃度(M)	1.51×10^{-4}	1.36×10^{-4}	1.25×10^{-4}	1.04×10^{-4}	9.98×10^{-5}	

圖十



※由表三、圖十可知：

- (1) 二氧化碳對碘液的影響甚小，吸收值下降的部分推測為因打入二氧化碳，液面產生氣泡使溶液與空氣接觸面積增加，溶氧量上升，才造成略有褪色的現象。

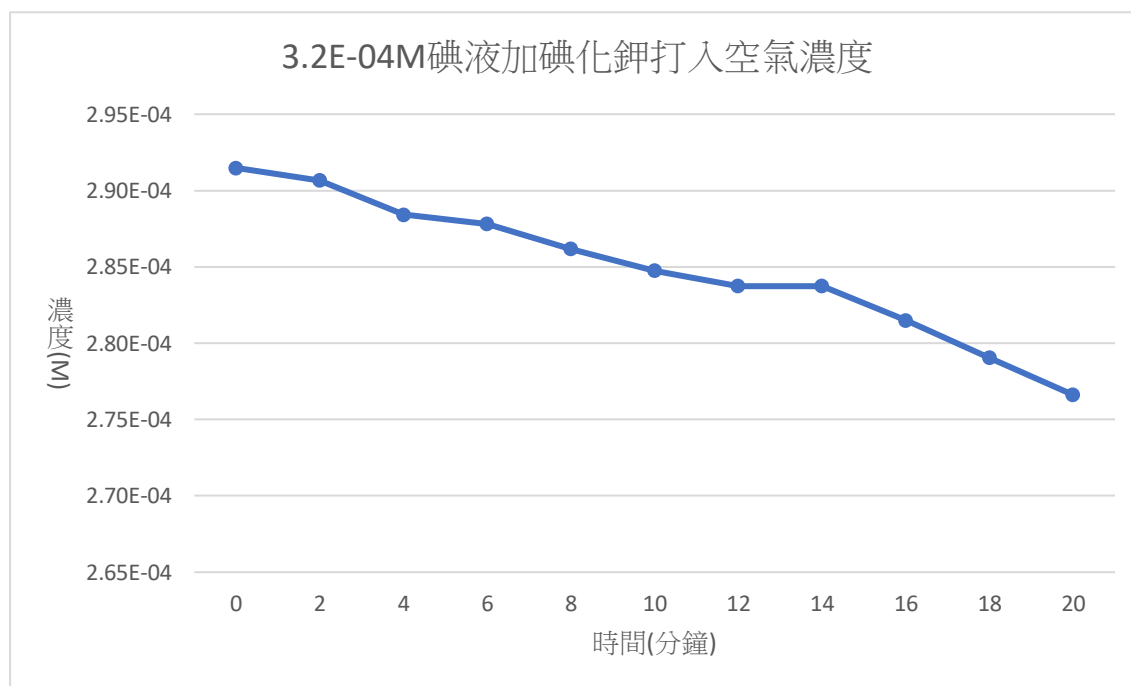
(二)打入空氣：

1.測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀的影響結果：以二分鐘為一次數

表四

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	1.431	1.427	1.416	1.413	1.405	1.398
濃度(M)	2.91×10^{-4}	2.91×10^{-4}	2.88×10^{-4}	2.88×10^{-4}	2.86×10^{-4}	2.85×10^{-4}
時間(分鐘)	12	14	16	18	20	
吸收值	1.393	1.393	1.382	1.37	1.358	
濃度(M)	2.84×10^{-4}	2.84×10^{-4}	2.82×10^{-4}	2.79×10^{-4}	2.77×10^{-4}	

圖十一



※由表四、圖十一可知：

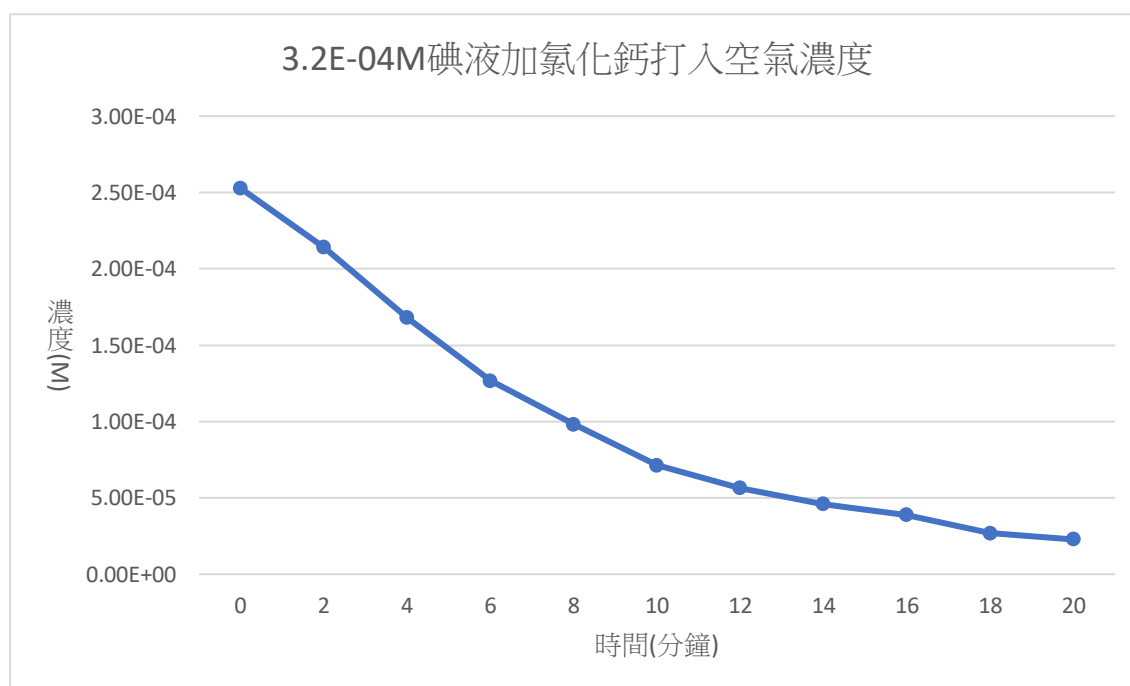
- (1) $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀會形成三碘錯離子，所以初始吸收值和 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液不同。
- (2) 此實驗可能因吸收值變化太小，受限於分光光度計的偵測極限，所以造成曲線不平緩。

2.測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣的影響結果：以二分鐘為一次數

表五

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	0.489	0.414	0.325	0.245	0.19	0.138
濃度(M)	2.53×10^{-4}	2.14×10^{-4}	1.68×10^{-4}	1.27×10^{-4}	9.82×10^{-5}	7.13×10^{-5}
時間(分鐘)	12	14	16	18	20	
吸收值	0.109	0.089	0.075	0.052	0.044	
濃度(M)	5.63×10^{-5}	4.6×10^{-5}	3.88×10^{-5}	2.69×10^{-5}	2.27×10^{-5}	

圖十二



※由表五、圖十二可知：

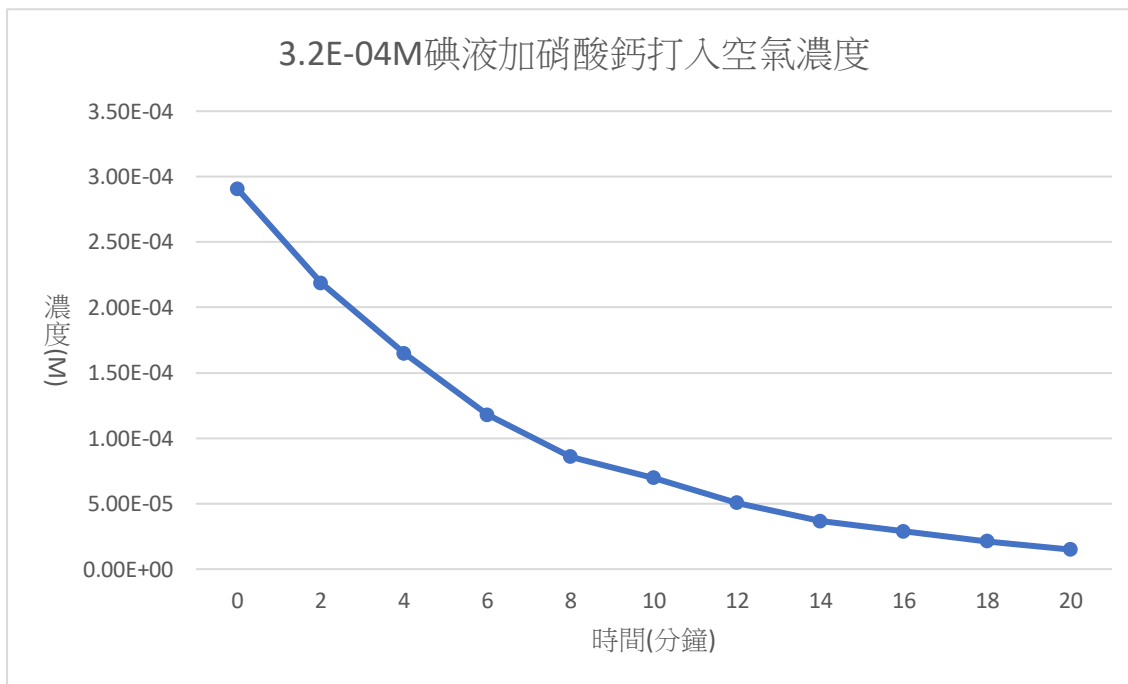
(1)因加入氯化鈣造成初始吸收值較未加入硝酸鈣的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液低。

3.測試空氣對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣的影響結果：以二分鐘為一次數

表六

時間(分鐘)	0	2	4	6	8	10
吸收值	0.562	0.423	0.319	0.228	0.166	0.135
濃度(M)	2.91×10^{-4}	2.19×10^{-4}	1.65×10^{-4}	1.18×10^{-4}	8.58×10^{-5}	6.98×10^{-5}
時間(分鐘)	12	14	16	18	20	
吸收值	0.098	0.071	0.056	0.041	0.029	
濃度(M)	5.07×10^{-5}	3.67×10^{-5}	2.89×10^{-5}	2.12×10^{-5}	1.5×10^{-5}	

圖十三



※由表六、圖十三可知：

(1)因加入硝酸鈣造成初始吸收值較未加入硝酸鈣的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液低。

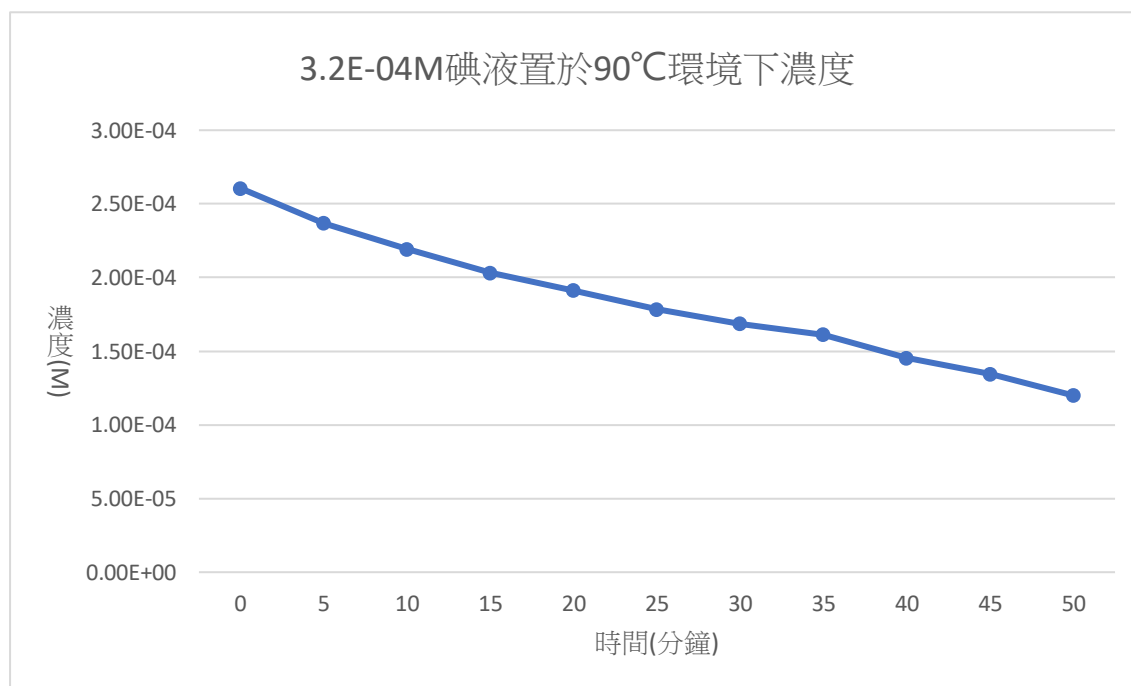
(三)提高溫度：

1.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在 90°C 環境下的影響結果：以五分鐘為一次數

表七

時間(分鐘)	0	5	10	15	20	25
吸收值	0.504	0.458	0.424	0.393	0.37	0.345
濃度(M)	2.61×10^{-4}	2.37×10^{-4}	2.19×10^{-4}	2.03×10^{-4}	1.91×10^{-4}	1.78×10^{-4}
時間(分鐘)	30	35	40	45	50	
吸收值	0.326	0.312	0.281	0.26	0.232	
濃度(M)	1.69×10^{-4}	1.61×10^{-4}	1.45×10^{-4}	1.34×10^{-4}	1.2×10^{-4}	

圖十四



※由表七、圖十四可知：

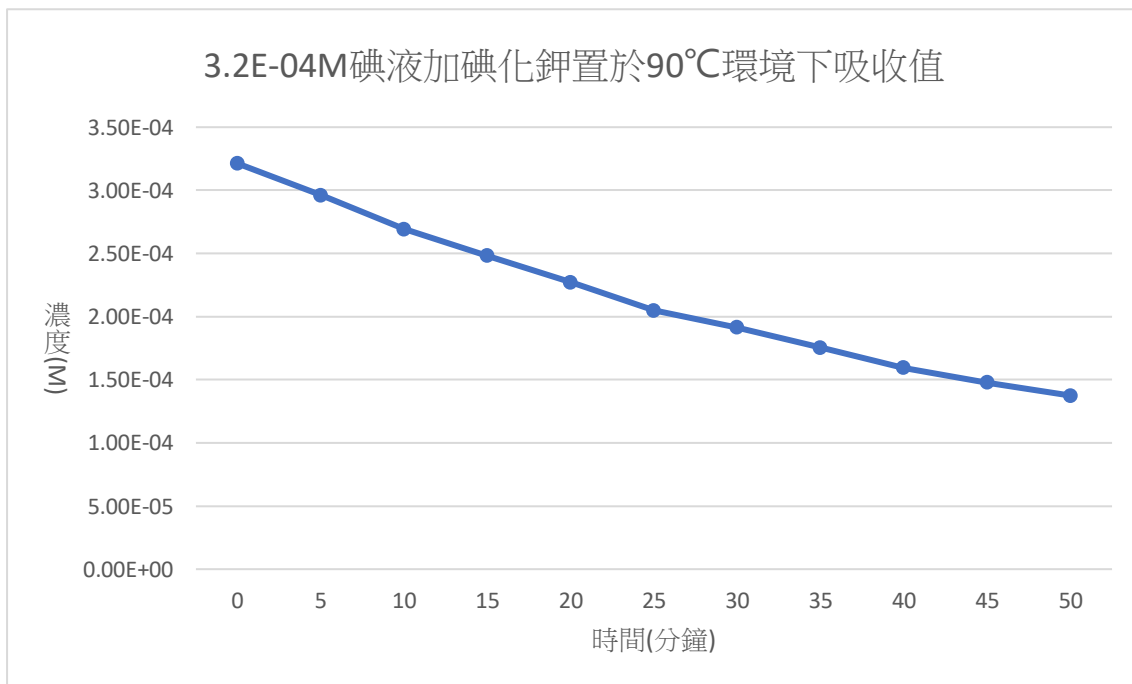
(1)此實驗初始吸收值較低是因為 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在高溫的環境下部分碘分子會變成碘蒸氣。

2.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀在 90°C 環境下的影響結果：以五分鐘為一次數

表八

時間(分鐘)	0	5	10	15	20	25
吸收值	1.577	1.453	1.322	1.218	1.115	1.005
濃度(M)	3.21×10^{-4}	2.96×10^{-4}	2.69×10^{-4}	2.48×10^{-4}	2.27×10^{-4}	2.05×10^{-4}
時間(分鐘)	30	35	40	45	50	
吸收值	0.940	0.861	0.783	0.725	0.675	
濃度(M)	1.91×10^{-4}	1.75×10^{-4}	1.59×10^{-4}	1.48×10^{-4}	1.37×10^{-4}	

圖十五



※由表八、圖十五可知：

(1)此實驗接近零級反應。

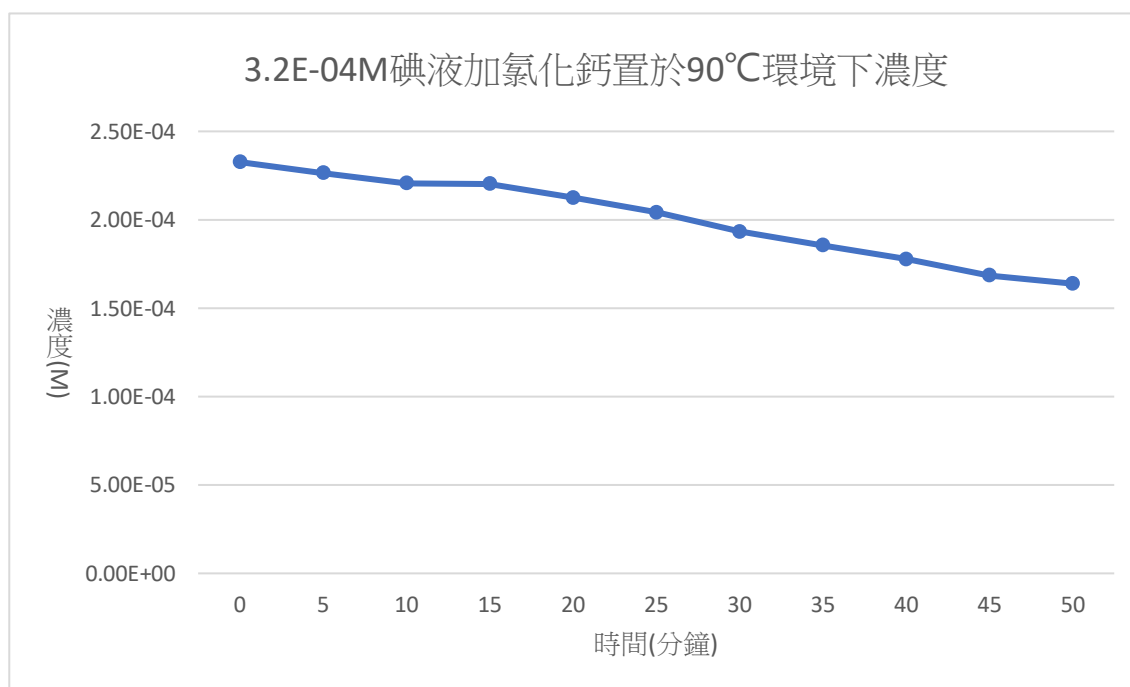
(2) $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀會形成三碘錯離子，所以初始吸收值和 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液不同。

3.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加氯化鈣在 90°C 環境下的影響結果：以五分鐘為一次數

表九

時間(分鐘)	0	5	10	15	20	25
吸收值	0.45	0.438	0.427	0.426	0.411	0.395
濃度(M)	2.33×10^{-4}	2.26×10^{-4}	2.21×10^{-4}	2.2×10^{-4}	2.12×10^{-4}	2.04×10^{-4}
時間(分鐘)	30	35	40	45	50	
吸收值	0.374	0.359	0.344	0.326	0.317	
濃度(M)	1.93×10^{-4}	1.86×10^{-4}	1.78×10^{-4}	1.69×10^{-4}	1.64×10^{-4}	

圖十六



※由表九、圖十六可知：

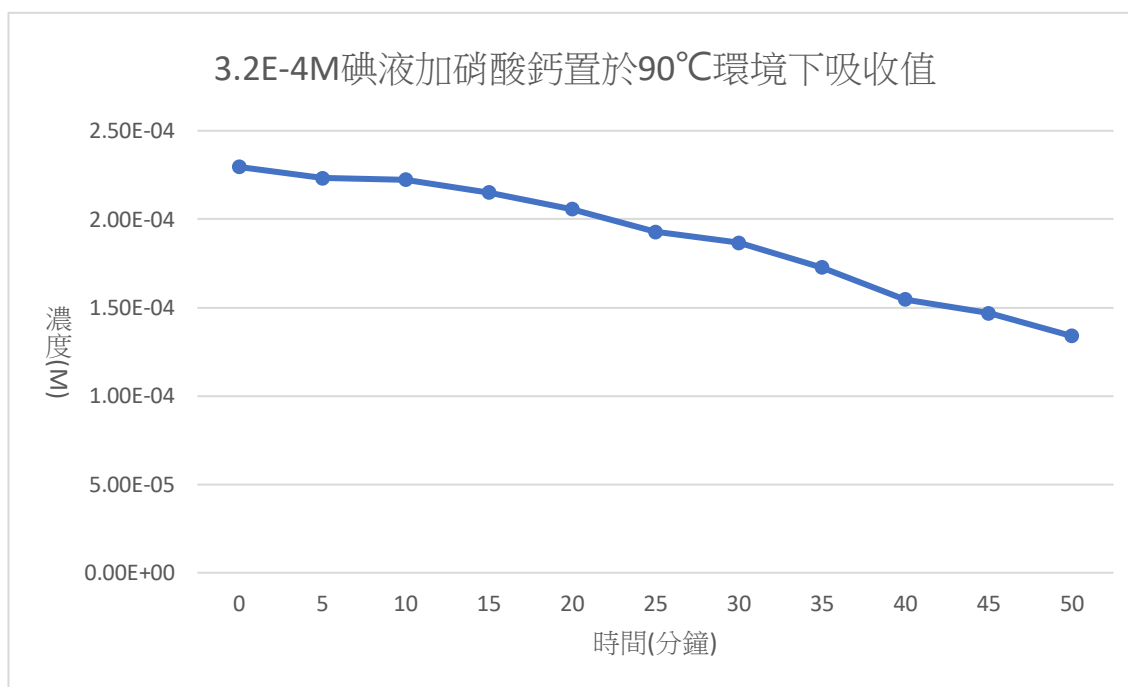
- (1)此實驗初始吸收值較低是因為 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在高溫的環境下部分碘分子會變成碘蒸氣。
- (2)因加入氯化鈣造成初始吸收值較未加入氯化鈣的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液低。

4.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加硝酸鈣在 90°C 環境下的影響結果：以五分鐘為一次數

表十

時間(分鐘)	0	5	10	15	20	25
吸收值	0.444	0.432	0.43	0.416	0.398	0.373
濃度(M)	2.3×10^{-4}	2.23×10^{-4}	2.12×10^{-4}	2.15×10^{-4}	2.06×10^{-4}	1.93×10^{-4}
時間(分鐘)	30	35	40	45	50	
吸收值	0.361	0.334	0.299	0.284	0.259	
濃度(M)	1.87×10^{-4}	1.73×10^{-4}	1.55×10^{-4}	1.47×10^{-4}	1.34×10^{-4}	

圖十七



※由表十、圖十七可知：

- (1)此實驗初始吸收值較低是因為 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在高溫的環境下部分碘分子會變成碘蒸氣。
- (2)因加入硝酸鈣造成初始吸收值較未加入硝酸鈣的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液低。
- (3)此實驗可能因吸收值變化太小，受限於分光光度計的偵測極限，所以造成曲線不平緩。

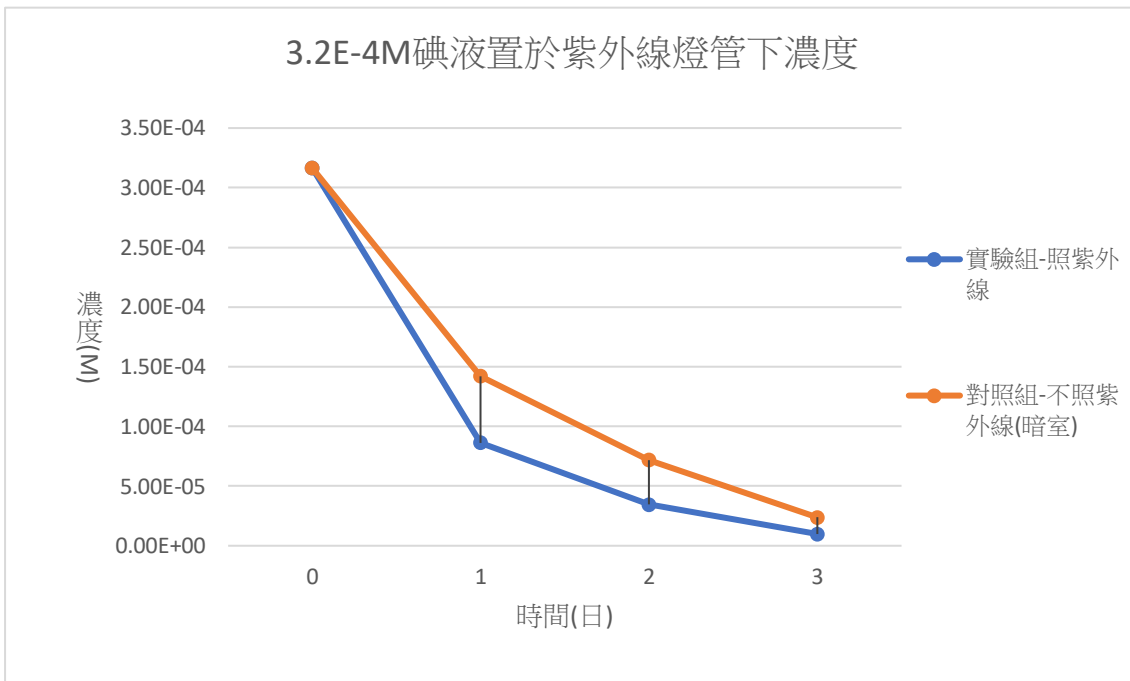
(四)照射紫外線

1.測試紫外線對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的影響：以一天為一次數

表十一

時間(天)	0	1	2	3
實驗組吸收值	0.612	0.167	0.067	0.019
實驗組濃度(M)	3.16×10^{-4}	8.63×10^{-5}	3.46×10^{-5}	9.82×10^{-6}
對照組吸收值	0.612	0.275	0.139	0.046
對照組濃度(M)	3.16×10^{-4}	1.42×10^{-4}	7.19×10^{-5}	2.38×10^{-5}

圖十八

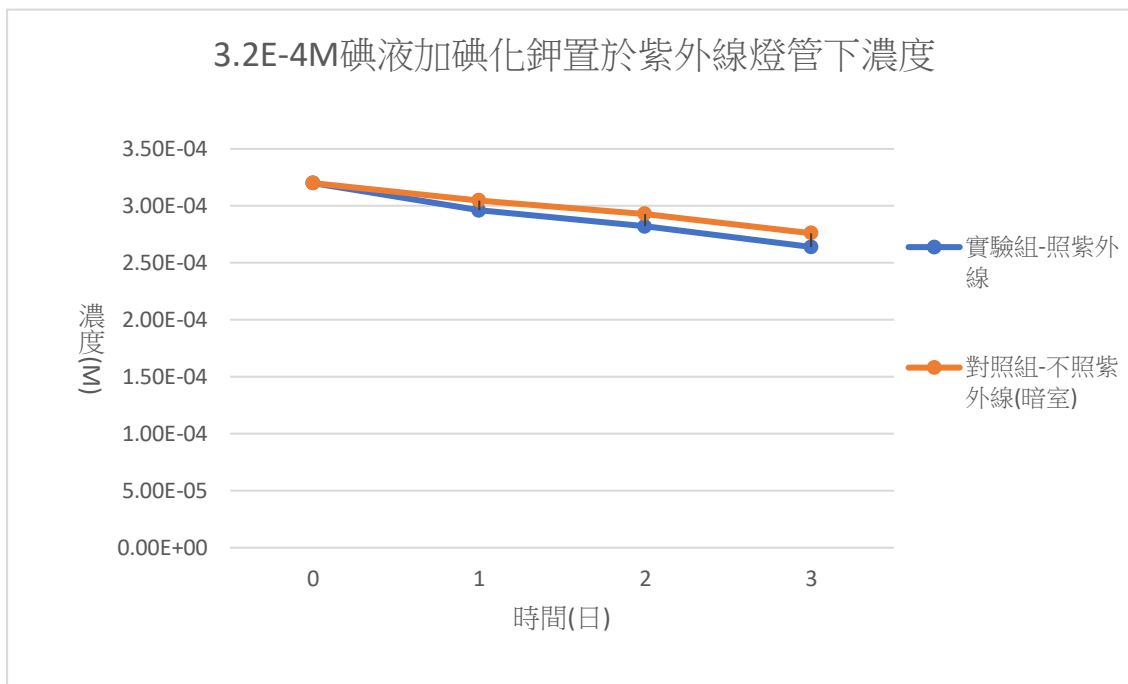


2. 測試紫外線對 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀的影響：以一天為一次數

表十二

時間(天)	0	1	2	3
實驗組吸收值	1.571	1.453	1.384	1.296
實驗組濃度(M)	3.2×10^{-4}	2.96×10^{-4}	2.82×10^{-4}	2.64×10^{-4}
對照組吸收值	1.571	1.496	1.439	1.355
對照組濃度(M)	3.2×10^{-4}	3.05×10^{-4}	2.93×10^{-4}	2.76×10^{-4}

圖十九



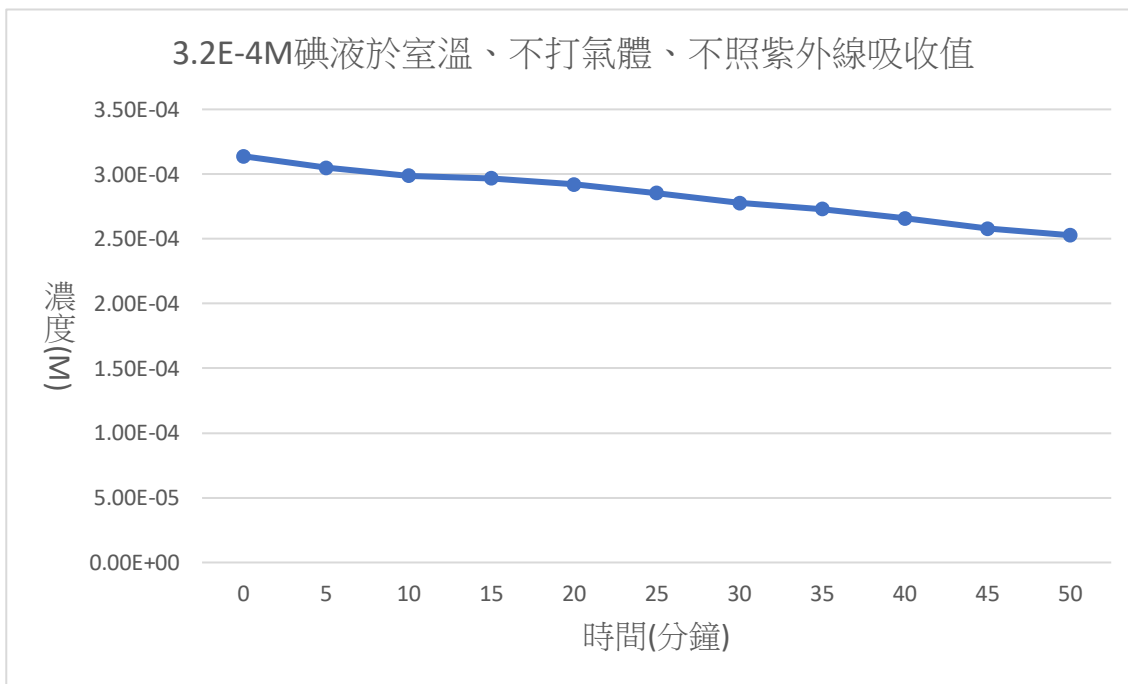
(五)室溫、不打氣體、不照紫外線：

1.測試 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在室溫、不打氣體、不照紫外線環境下的影響結果：以五分鐘為一次數

表十三

時間(分鐘)	0	5	10	15	20	25
吸收值	0.607	0.59	0.578	0.574	0.565	0.552
濃度(M)	3.14×10^{-4}	3.05×10^{-4}	2.99×10^{-4}	2.97×10^{-4}	2.92×10^{-4}	2.85×10^{-4}
時間(分鐘)	30	35	40	45	50	
吸收值	0.537	0.528	0.514	0.499	0.489	
濃度(M)	2.78×10^{-4}	2.73×10^{-4}	2.66×10^{-4}	2.58×10^{-4}	2.53×10^{-4}	

圖二十



※由表十三、圖二十可知：

(1)上圖十五僅受空氣中之氧氣影響，因此變化量小。

二、在褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸的反應結果：

(一)溶液變成紫黑色

三、碘液濃度測量結果：

表十四

次數	滴定硫代硫酸鈉之體積(毫升)	碘液濃度(M)
1	33.1	0.017
2	32.3	0.016
3	30.3	0.015
4	31.1	0.016
5	30.5	0.015
6	30.9	0.015
7	30.9	0.015
8	31.6	0.016
9	30.6	0.015
10	30	0.015
平均	31.13	0.016

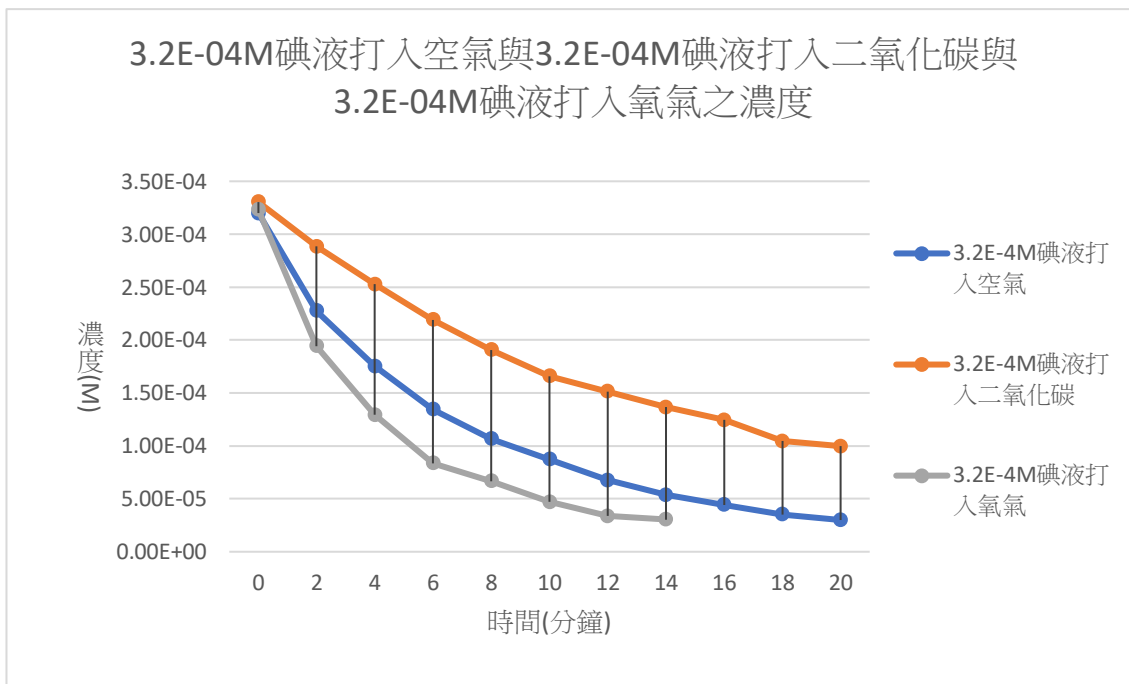
陸、討論

一、 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液在不同條件下的測量：

(一) 打入氣體：

當我們將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液放置於室溫、不打氣體、不照紫外線的環境中，發現會漸漸褪色，因此我們猜測是空氣對碘液造成影響，因此我們打入空氣、氧氣、二氧化碳，分別測試不同氣體對碘液的影響，根據下圖二十一可以發現氧氣對碘液的影響最為明顯，空氣的影響次之，而二氧化碳的影響最小，可以推知空氣中主要是氧氣使碘液褪色。

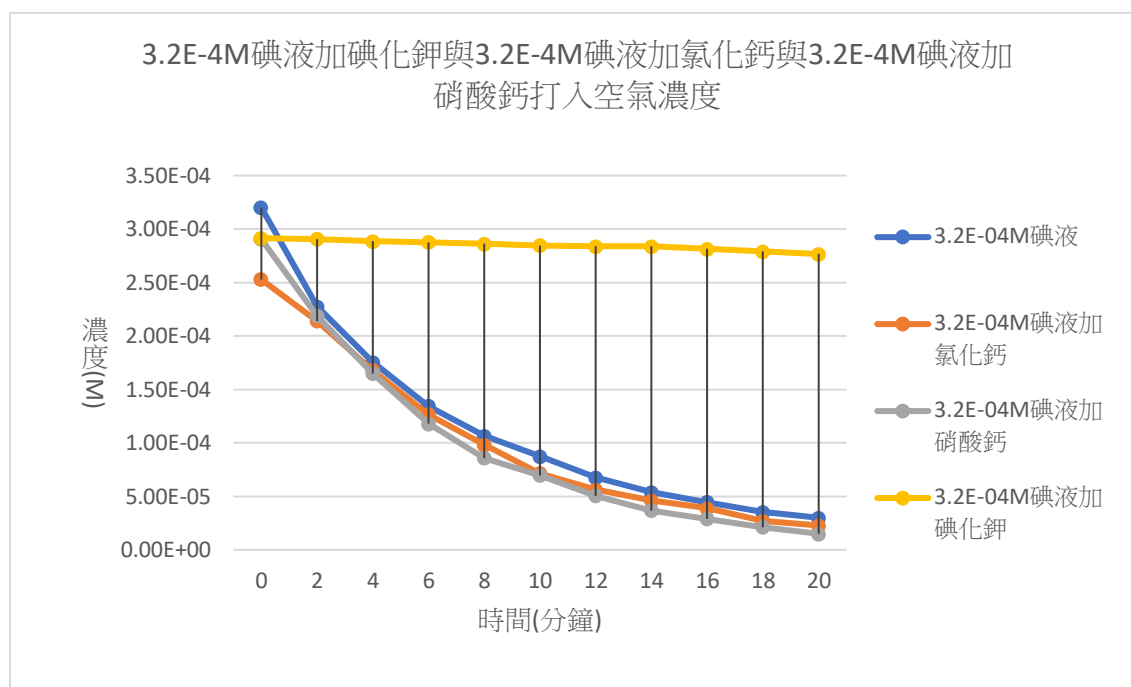
圖二十一



(二)打入空氣

此實驗我們加入不同的電解質，碘液加入碘化鉀會形成三碘錯離子，由下圖二十二可知三碘錯離子之吸收值較未加入碘化鉀的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液高，且較不受空氣影響。加入不含碘離子的電解質，由下圖二十二可知會造成 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液的初始吸收值稍微下降一些，但後來下降的曲線幾乎一致。

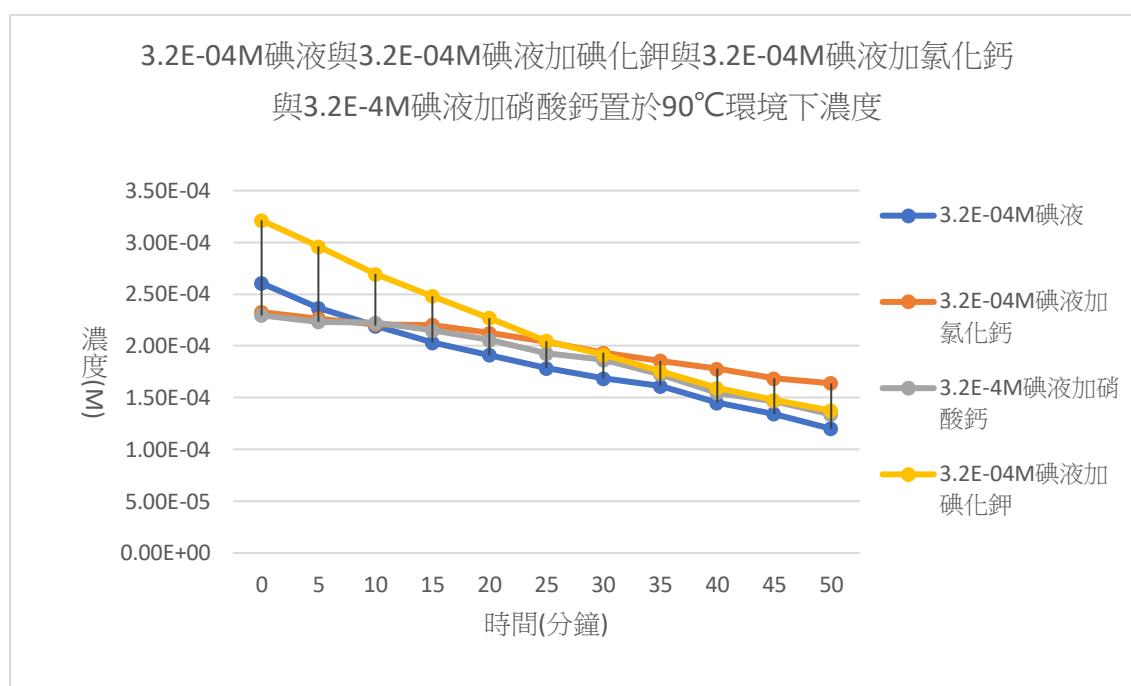
圖二十二



(三)提高溫度

我們發現將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液置於高溫的環境下，也會降低其吸收值，但因變化較打入氣體小，所以是以五分鐘為一單位。此實驗我們將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入不同的電解質，分別是碘化鉀、硝酸鈣與氯化鈣。 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入碘化鉀會形成三碘錯離子，由下圖二十三可發現三碘錯離子在高溫的情況下變化較碘分子大。並且由下圖二十三中，我們發現碘液加入氯化鈣或硝酸鈣後，初始吸收值皆會稍下降，但高溫環境對顏色的影響反而不如原來的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液，因此我們推測不含碘離子的電解質會稍微阻礙溫度對反應速率的影響。

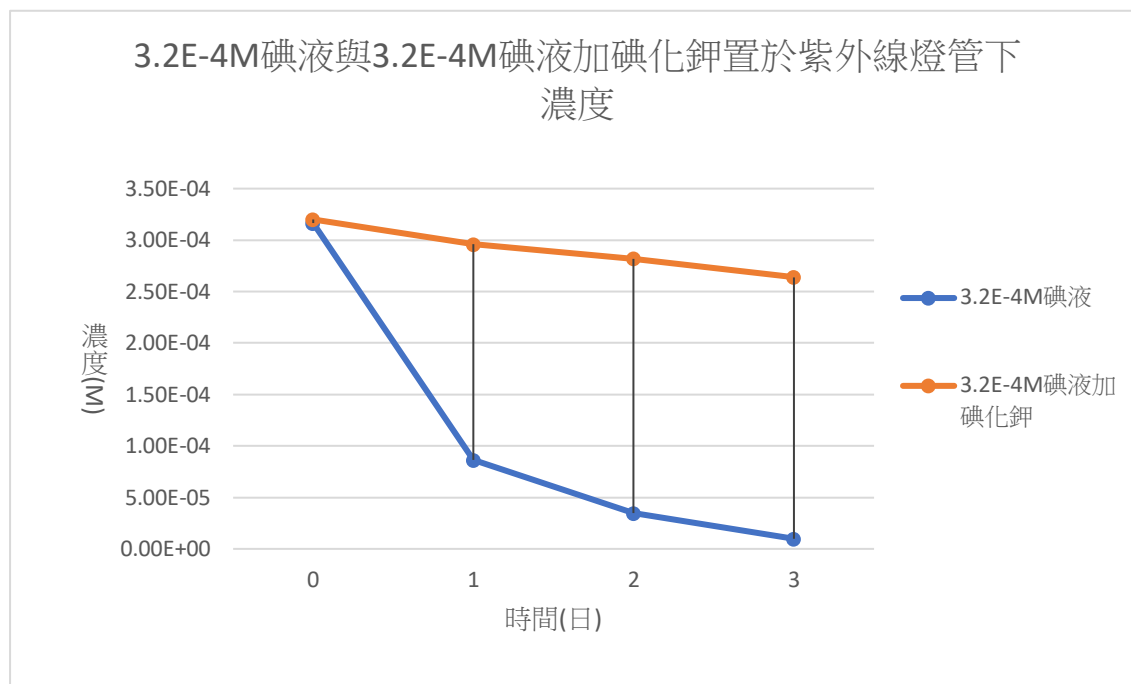
圖二十三



(四)置於紫外線燈下

我們將 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液置於紫外線燈下，因為紫外線對碘液的影響較小，所以以一天為一單位。由下圖二十四可知紫外線對 I_2 的影響大於其對 I_3^- 的影響。

圖二十四



二、在褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸的反應結果：

在褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液中加入澱粉後，其不產生紫黑色的顏色；加入硝酸鉛後，其不產生黃色碘化鉛沉澱。因此可知溶液中不含有碘分子與碘離子，接下來我們加入過量碘化鉀與稀鹽酸並加入適量的澱粉，結果產生紫黑色的顏色，透過

$IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ 此反應式可知，若溶液中有 IO_3^- 加入 I^- 和 H^+ 會產生 I_2 ，又此

反應產生的 I_2 會與溶液中未反應的 I^- 產生三碘錯離子 (I_3^-)，所以加入的澱粉會因為遇到 I_3^-

而變成紫黑色。綜上所述，在褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液中加入 I^- 和 H^+ 會產生 I_2 ，

我們猜測消失的 I_2 是變成 IO_3^- 。

柒、結論

- 一.碘離子與三碘錯離子皆會因為氧氣、高溫、加入不含碘離子的電解質而降低吸收值。
- 二. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液(碘分子)打入氧氣是一級反應，置於 90°C 環境下是零級反應。
- 三. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液(碘分子)打入空氣較置於 90°C 環境下更易褪色。
- 四. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀(三碘錯離子) 打入氧氣和置於 90°C 環境都是零級反應。
- 五. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加碘化鉀(三碘錯離子)置於 90°C 環境下較打入空氣更易褪色。
- 六. $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液加入不含碘離子的電解質後吸收值會較未加入不含碘離子的電解質的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液稍微下降，但後來的下降曲線與相差不大。
- 七.褪色至透明的 $3.2 \times 10^{-4} \text{M}$ 碘液溶液內含有 IO_3^- 。

捌、參考資料及其他

1. 葉名倉、劉如熹、邱智宏、周芳妃、陳建華、陳偉民(民 102)。基礎化學(三)。中華民國：南一書局。
2. 曾國輝(民 93)。化學上冊，第二版。台北市：藝軒出版社。
3. 黃得時。基礎化學(三)。龍騰文化事業股份有限公司。
4. 黃得時。基礎化學(二)。龍騰文化事業股份有限公司。
5. <https://goo.gl/mb2vsL>
6. <https://goo.gl/fVCLzo>
7. <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=40839%9F%E7%8E%87>
8. <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=66806>
9. <http://www.teacher.aedocenter.com/mywebB/nbook-8/vu-053.htm>
10. <http://www.taodabai.com/80219192.html>

附錄-比爾定律

比爾定律： $A = \epsilon b c$

A：溶液吸光度

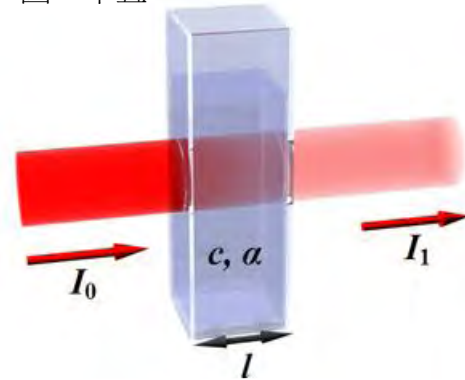
$$\text{(註： } A = -\log T = -\log \frac{I_1}{I_0} \text{)}$$

ϵ ：莫耳吸光係數，為物質的特性常數

b：光徑長度

c：待測樣品溶液的濃度

圖二十五



(圖二十五來源：<https://goo.gl/dc72IT>)

1. 碘離子之吸收係數：

碘液吸收值：0.619

光徑長度：1(cm)

待測樣品溶液的濃度：0.00032(mol/L)

利用比爾定律可得：

莫耳吸光係數：1934.375(L mol⁻¹cm⁻¹)

2. 三碘錯離子之吸收係數：

三碘錯離子吸收值：1.571

待測樣品溶液的濃度：0.00032(mol/L)

光徑長度：1(cm)

利用比爾定律可得：

莫耳吸光係數：4909.375(L mol⁻¹cm⁻¹)

【評語】 050210

1. 此一作品就碘液的化學和物理性質之觀察，提出一些假設，並且做更進一步的探討。此一主題和高中課程結合度高，值得鼓勵。
2. 唯此一相關實驗設計在未嘗試前就可以從文獻資料得知一些預期的結果，故較為可惜！創新及應用性不大。

摘要

本研究以碘液為中心，探討在各種變因中碘液顏色的變化。討論的變因有打入氣體、提高溫度、加入不同的電解質及照射紫外線，就上述各種變因設計多項實驗，實驗中我們以分光光度計測量碘液吸收值，再透過比爾定律換算成濃度，進而討論碘液在不同環境下濃度的變化，並探討稀釋碘液完全褪色後可能的產物與褪色的可能反應式。

壹、研究動機

近日，在網路上看到有一位大學教授的實驗影片，其影片中將硫代硫酸鈉加入碘液中，而碘液神奇的瞬間變成透明無色，引起了我們研究的好奇心，後來我們在實驗中意外發現碘液在亮室且未密封的環境中一段時間後，其顏色會逐漸褪去，因此我們猜測碘液會受空氣或陽光影響。據此我們設計了一系列探討碘液褪色原因的實驗，首先我們以分光光度計測量碘液的吸收圖表，發現吸收波峰是紫外線，所以我們決定將稀釋碘液置於紫外線燈下以觀察紫外線對它的影響，接下來我們也就空氣的部分設計了多項實驗，以確定空氣是否為影響碘液褪色的原因之一。在二年級下學期的課程中，我們學到溫度會加速反應速率，所以將稀釋碘液放置在高溫的環境中，測量其褪色的時間。

貳、研究目的

- 一、探討碘液在何種環境中會加速褪色
- 二、探討碘液在不同環境中其吸收值變化
- 三、探討碘液完全褪色後的產物
- 四、透過操作實驗，培養科學研究之精神
- 五、猜測碘液褪色之反應式

參、研究設備及儀器

一、實驗藥品與材料

碘液	雙氧水	稀鹽酸	碘化鉀	碘酸鉀
硝酸鉛	澱粉	氯化鈣	硫代硫酸鈉	硝酸鈣
大理石	二氧化錳	酒精	硝酸銀	

二、實驗儀器

松寶SB-2800單孔打氣機(圖一)	波長380-400nm紫外線LED燈(圖二)	石英分光液槽(圖三)	分光光度計(圖三)	恆溫槽(圖四)
量筒	燒杯	漏斗	橡皮管	分度吸量管
安全吸球	滴管	電子天秤	離心機	抽濾瓶
鑷子	錐形瓶	溫度計	容量瓶	玻璃棒
滴定管	加熱板	石英試管	分液漏斗	烘箱



圖一



圖二



圖三



圖四

肆、研究過程及結果

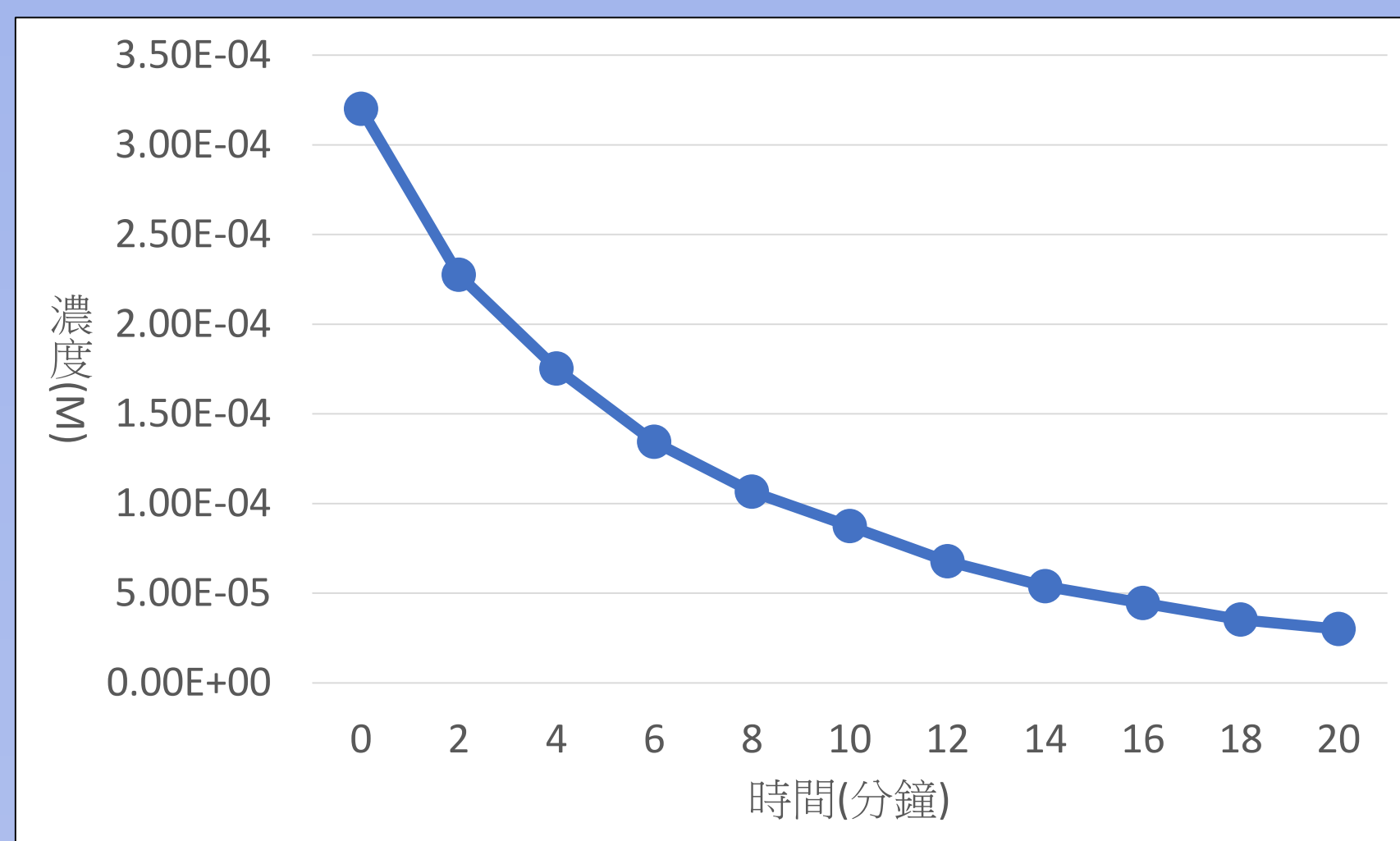
一、碘液在不同條件下的測量：

(一) 打入氣體

1. 測試空氣對碘液的影響

將空氣打入碘液中，結果如下圖五：

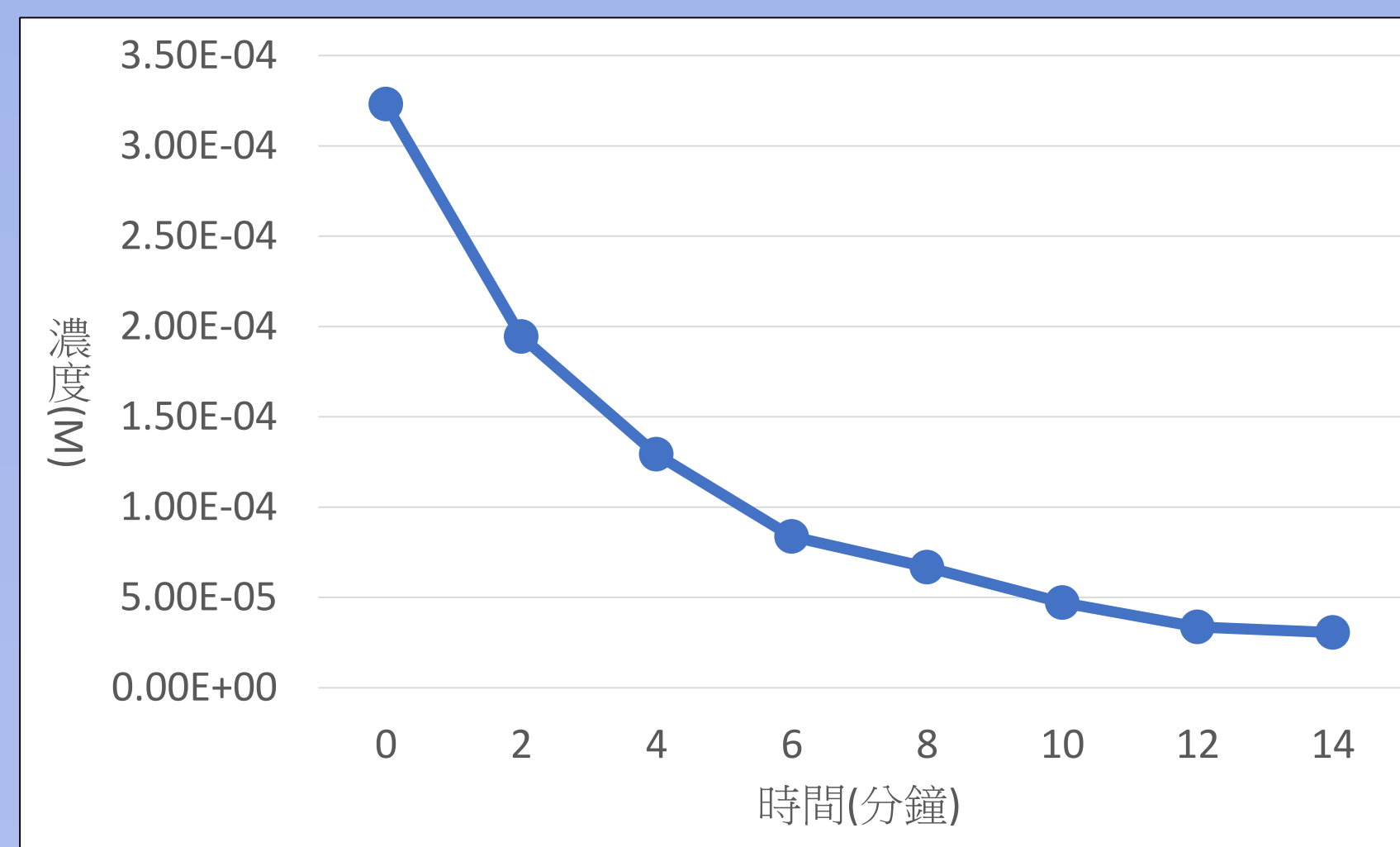
圖五



2. 測試氧氣對碘液的影響

將氧氣打入碘液中，結果如下圖六：

圖六

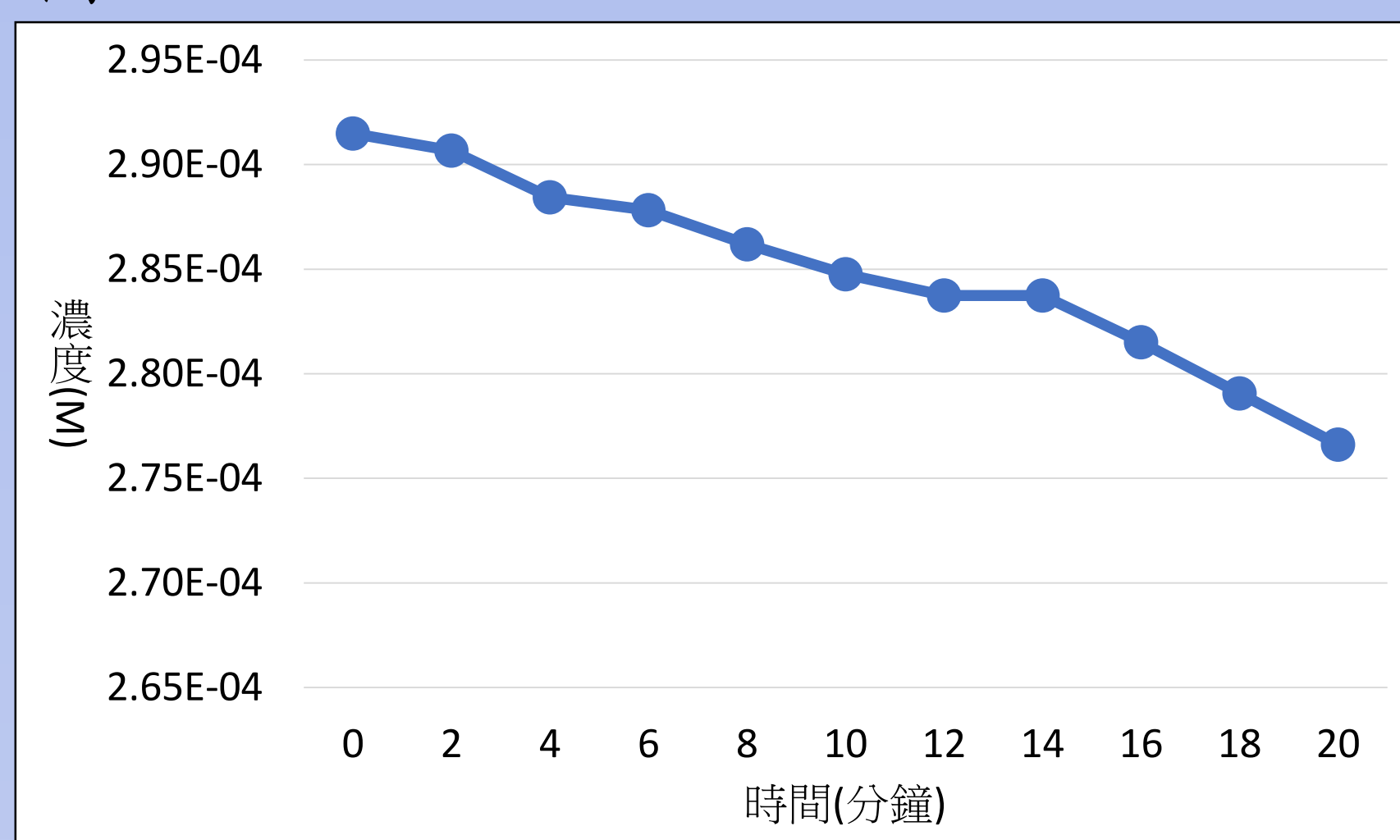


(二) 打入空氣

1. 測試空氣對碘液加碘化鉀的影響

將空氣打入碘液加碘化鉀中，結果如下圖：

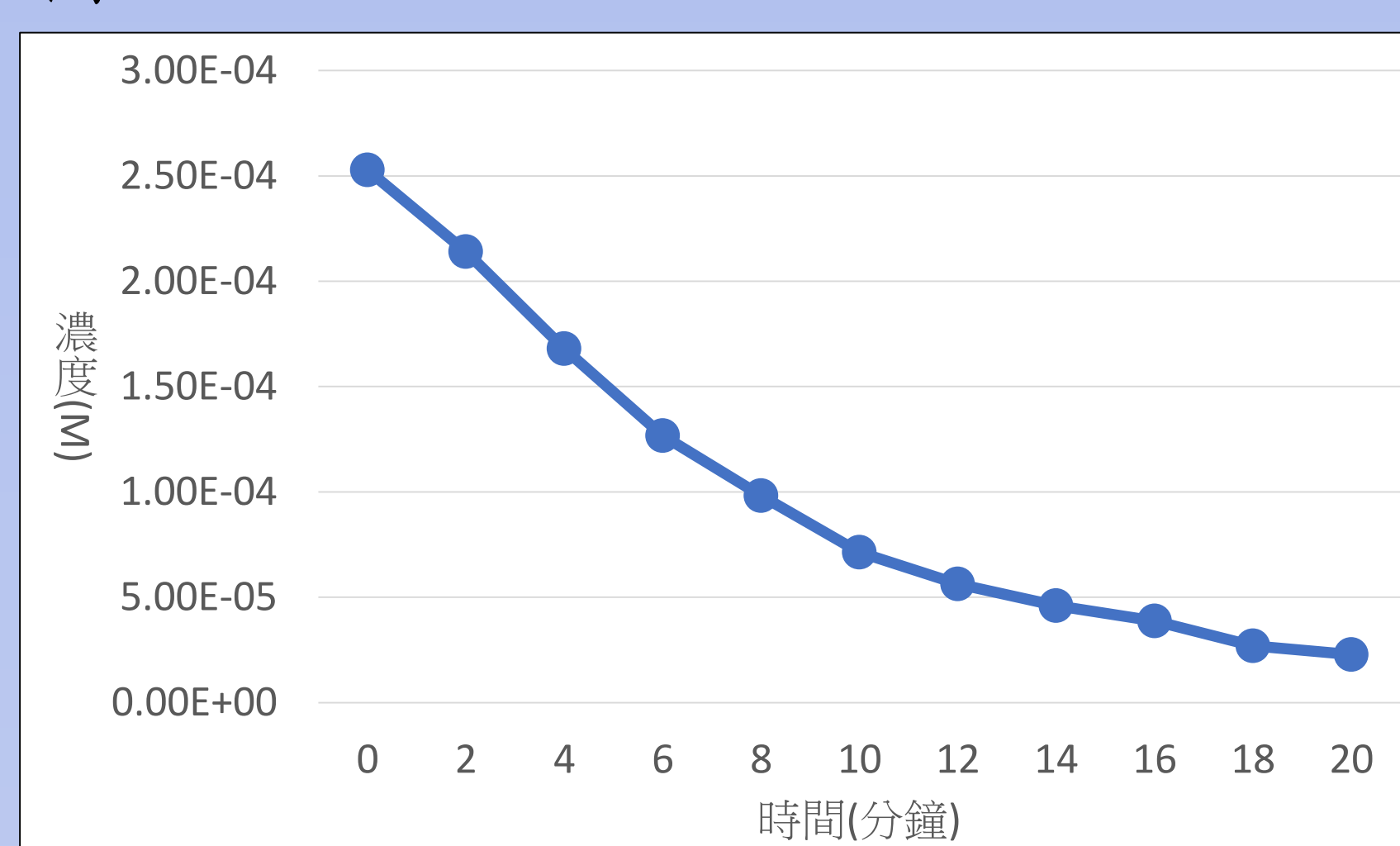
圖七



2. 測試空氣對碘液加氯化鈣的影響

將空氣打入碘液加氯化鈣中，結果如下圖：

圖八

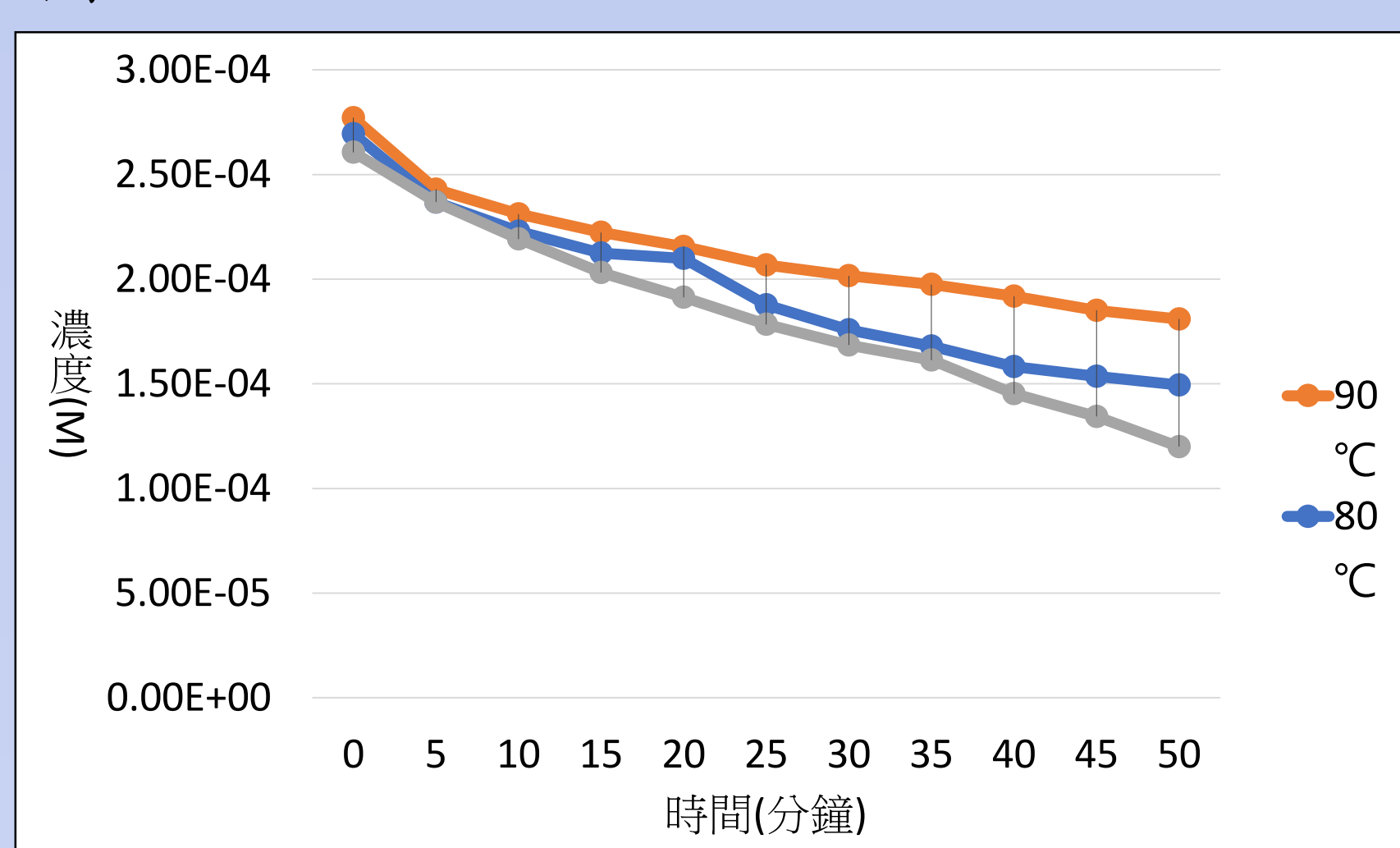


(三) 提高溫度

1. 測試碘液在90°C、80°C、70°C環境下的影響

將碘液置於90°C、80°C、70°C恆溫槽中，結果如下圖：

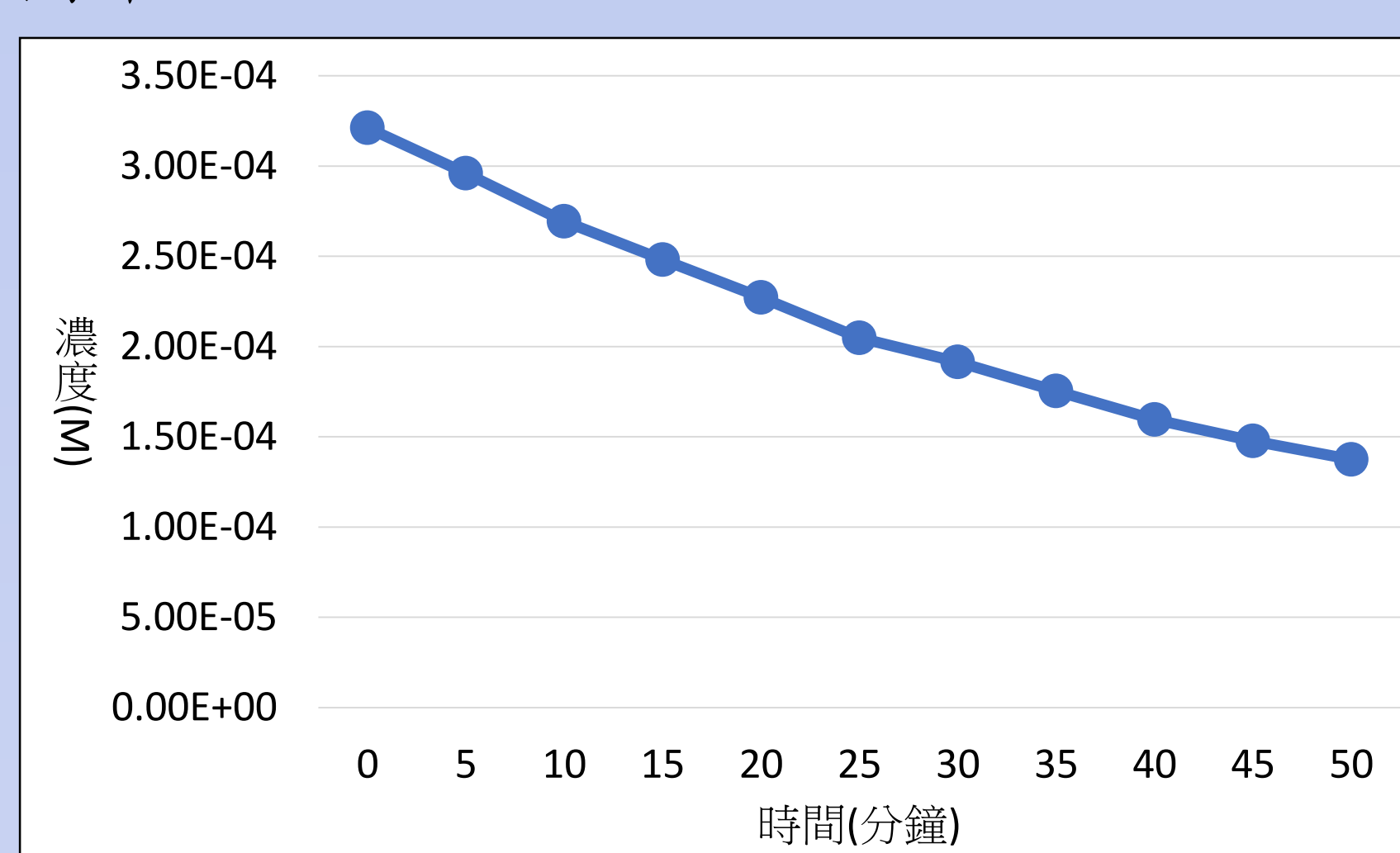
圖九



2. 測試碘液加碘化鉀在90°C環境下的影響

將碘液加碘化鉀置於90°C恆溫槽中，結果如下圖：

圖十

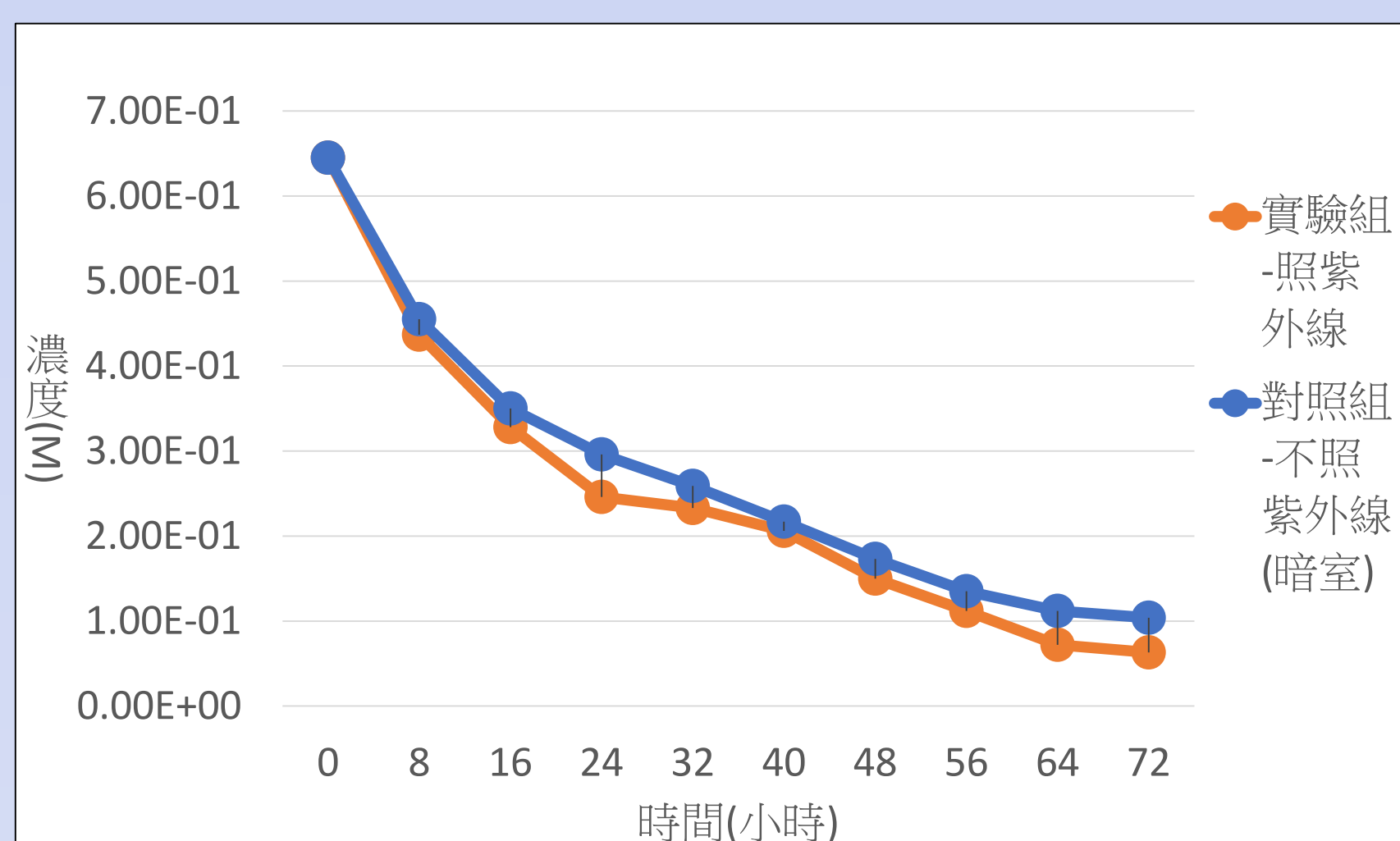


(四) 照射紫外線

1. 測試紫外線對碘液的影響

將碘液置於紫外線燈下照射，結果如下圖：

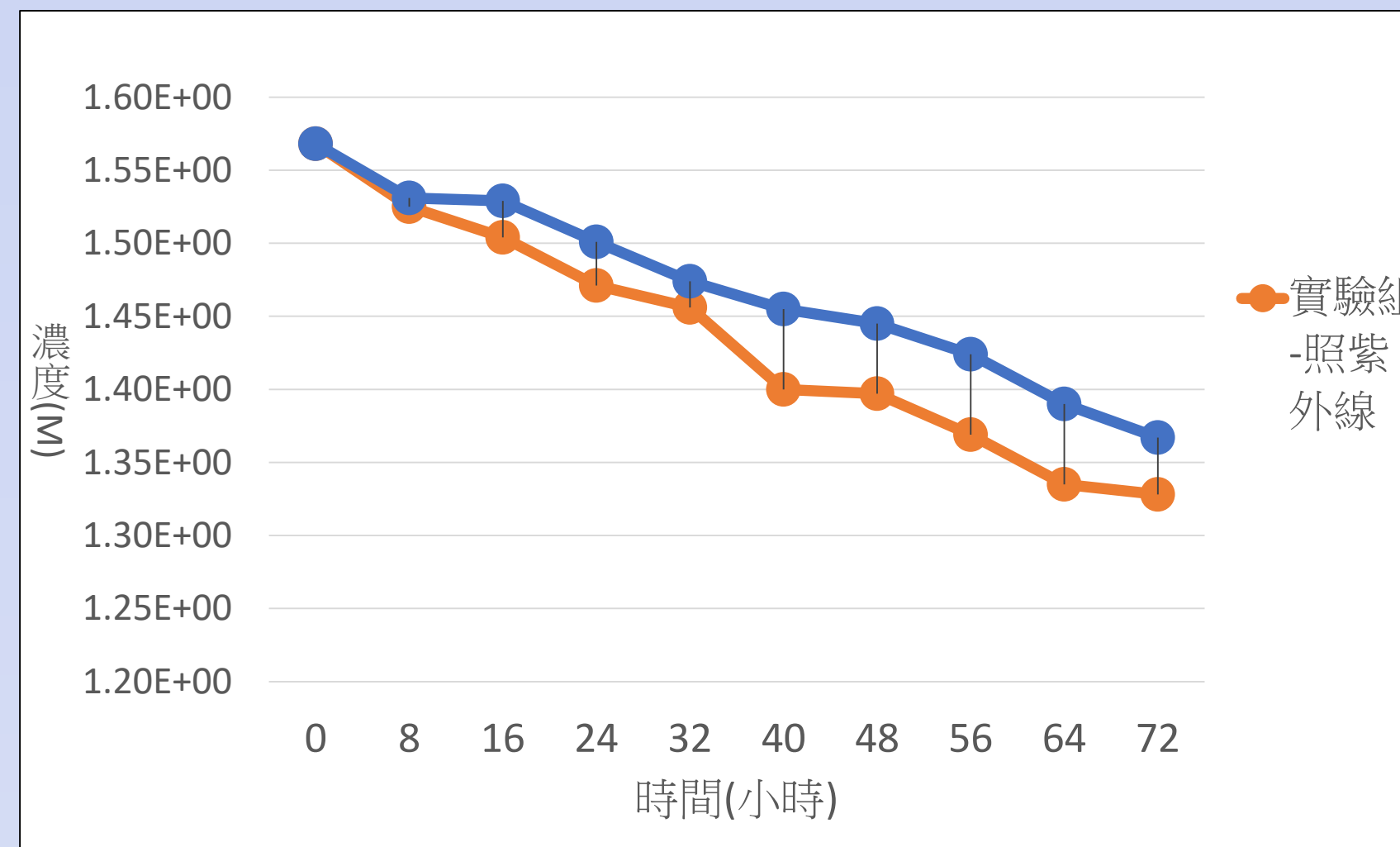
圖十一



2. 測試紫外線對碘液加碘化鉀的影響

將碘液加碘化鉀置於紫外線燈下照射，結果如下圖：

圖十二



二、在褪色至透明的碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸的反應：

在褪色至透明的碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸

三、碘液褪色反應式猜測

(1) 先將打氣至透明的碘液用烘箱烘乾

(2) 烘乾後其杯底有白色晶體，在白色晶體中加入酒精，並分為兩杯

(3) 放置一段時間後，一杯加入澱粉，一杯加入硝酸銀

伍、討論

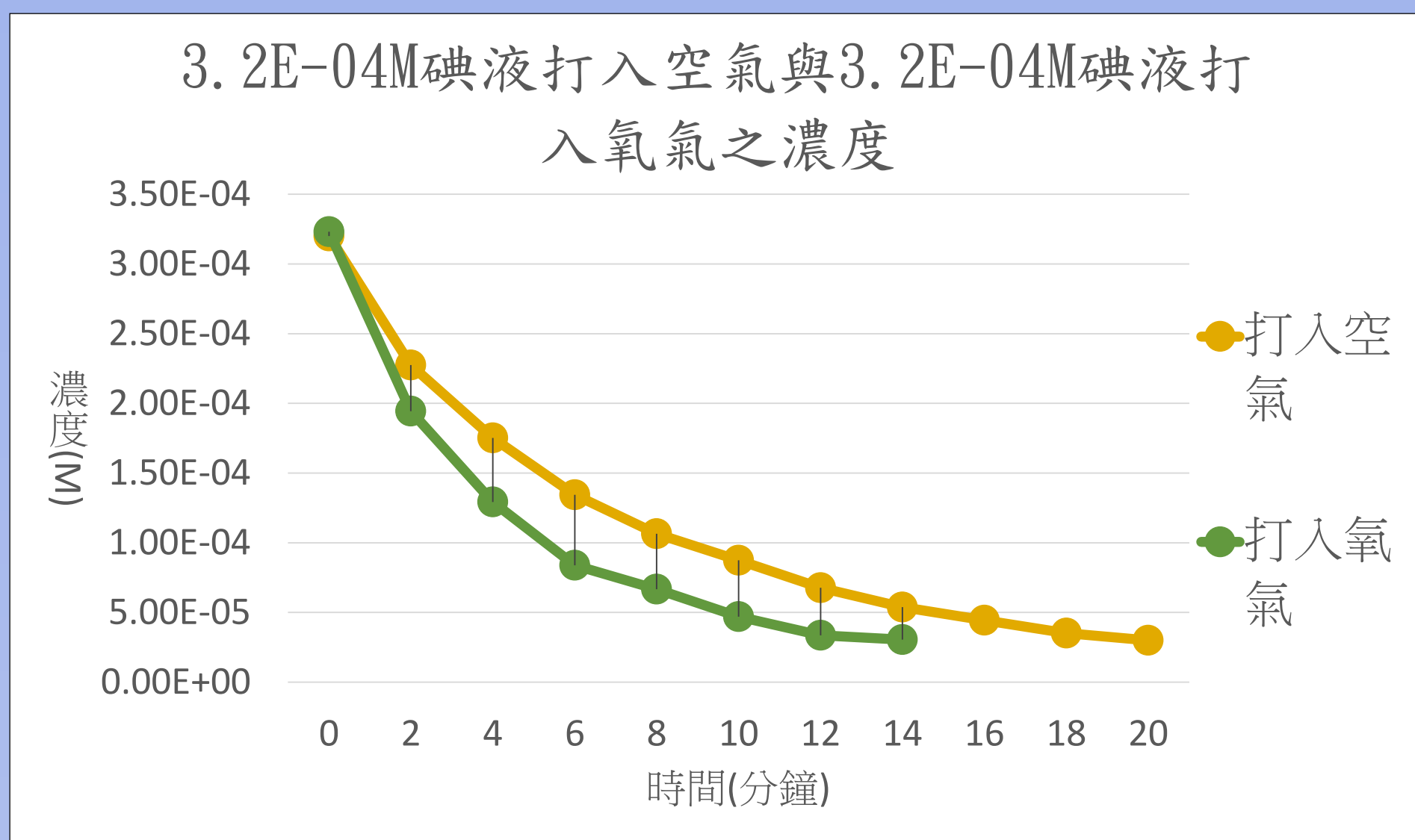
一、碘液在不同條件下的測量結果：

※以下次數0表示待測物之初始濃度

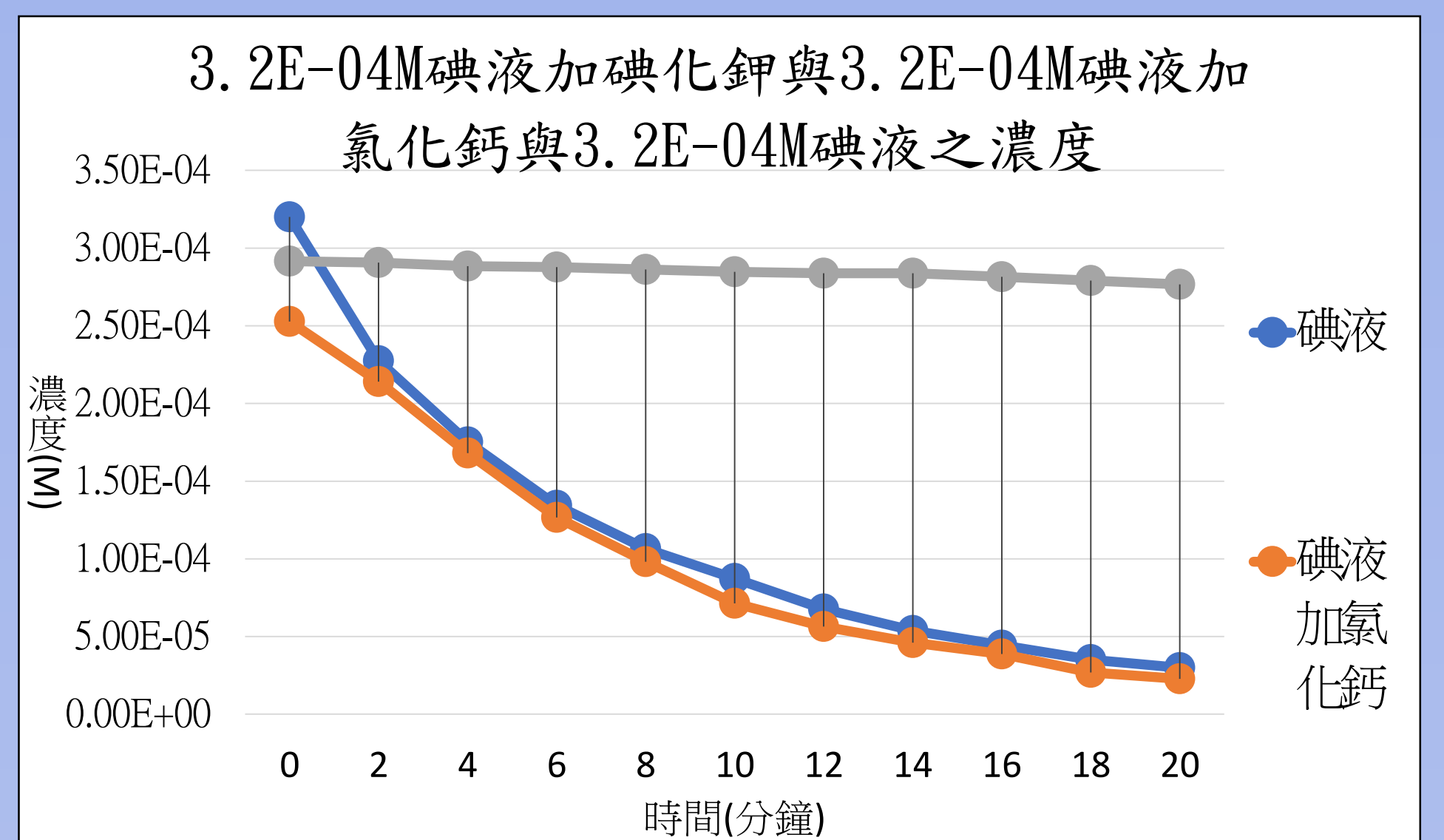
(一) 打入氣體：

當我們將碘液放置於室溫、不打氣體、不照紫外線的環境中，發現會漸漸褪色，因此我們猜測是空氣對碘液造成影響，因此我們打入空氣、氧氣，分別測試不同氣體對碘液的影響，根據下圖十三可以發現氧氣對碘液的影響最為明顯，空氣的影響次之。

圖十三



圖十四



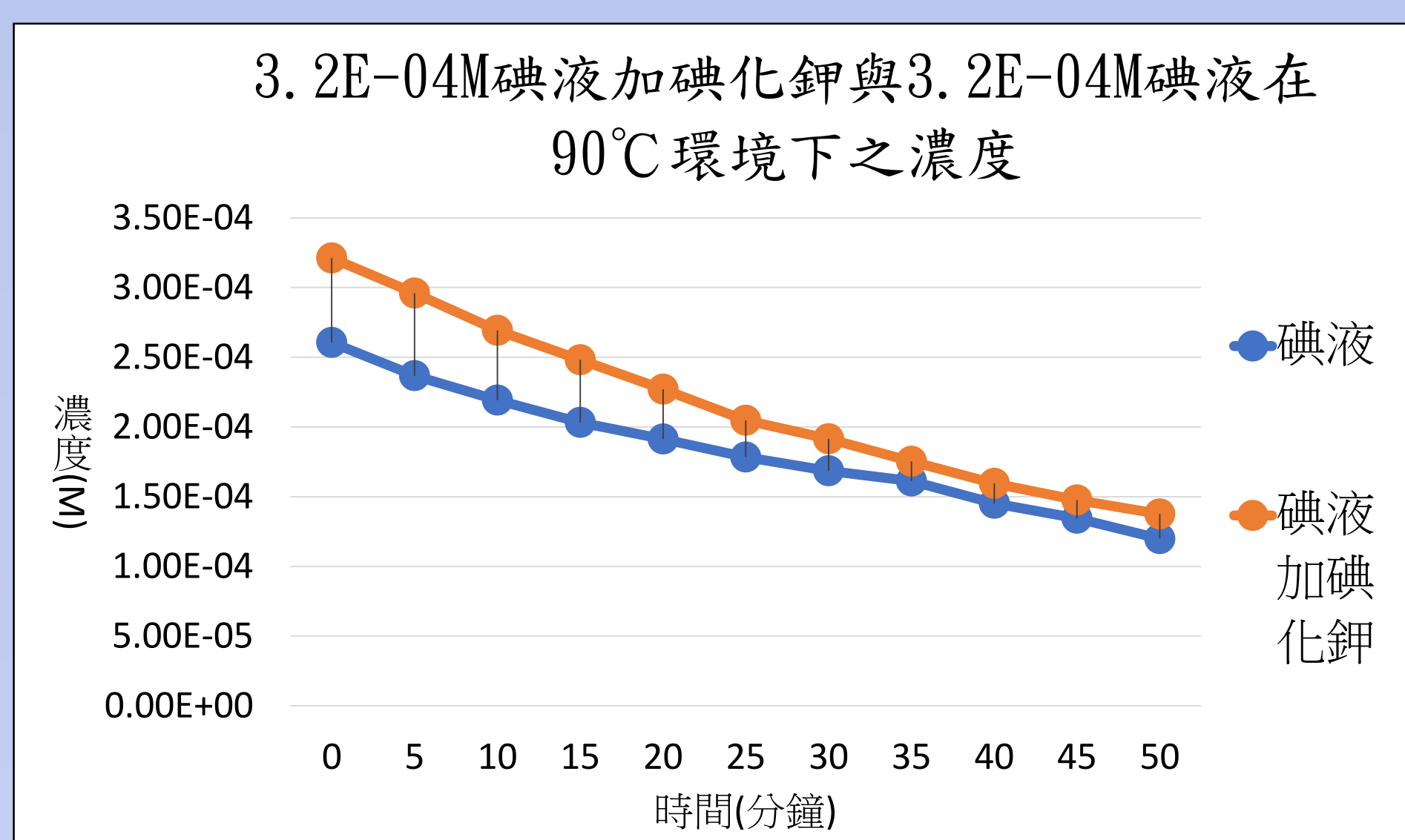
(二) 打入空氣

此實驗我們加入不同的電解質，碘液加入碘化鉀會形成三碘錯離子，由上圖十四可知三碘錯離子之濃度較未加入碘化鉀的碘液高，且較不受空氣影響。加入不含碘離子的電解質，由上圖十四可知會造成碘液的初始濃度稍微下降一些，但後來下降的曲線幾乎一致。

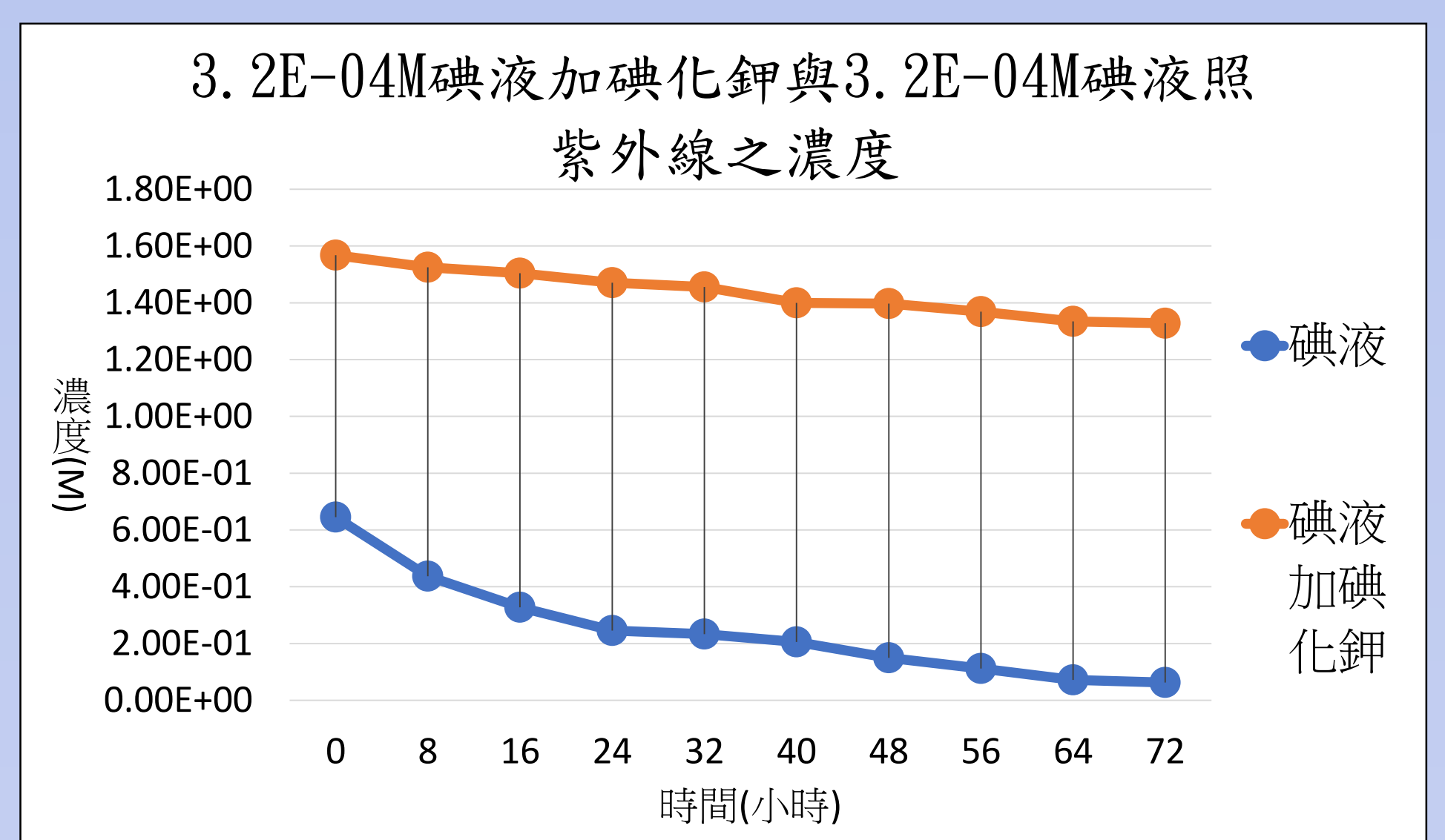
(三) 提高溫度

我們發現將碘液置於高溫的環境下，也會降低其濃度，但因變化較打入氣體小，所以是以五分鐘為一單位。此實驗分為兩個部分，首先觀測碘液在不同環境下的變化，由圖九可以發現溫度越高濃度減少越明顯。接下來我們將碘液加入碘化鉀，碘液加入碘化鉀會形成三碘錯離子，由下圖十五可發現三碘錯離子在高溫的情況下變化較碘分子大。

圖十五



圖十六



(四) 置於紫外線燈下

我們將碘液置於紫外線燈下，因為紫外線對碘液的影響不大，所以以八小時為一單位。由上圖十六可知紫外線對 I_2 的影響大於其對 I_3^- 的影響。

二、在褪色至透明的碘液溶液中加入過量碘化鉀與稀鹽酸的反應結果：

在褪色至透明的碘液中加入澱粉後，其不產生紫黑色的顏色；加入硝酸鉛後，其不產生黃色碘化鉛沉澱。因此可知溶液中不含有碘分子與碘離子，接下來我們加入過量碘化鉀與稀鹽酸並加入適量的澱粉，結果產生紫黑色的顏色，透過 $IO_3^- + 5I^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$ 此反應式可知，若溶液中有 IO_3^- 加入 I^- 和 H^+ 會產生 I_2 ，又此反應產生的 I_2 會與溶液中未反應的 I^- 產生三碘錯離子(I_3^-)，所以加入的澱粉會因為遇到 I_3^- 而變成紫黑色。綜上所述，在褪色至透明的碘液溶液中加入 I^- 和 H^+ 會產生 I_2 ，我們猜測消失的 I_2 是變成 IO_3^- 。

三、碘液褪色反應式猜測

我們猜測褪色至透明的碘液中之碘分子與氧氣反應後，產生五氧化二碘。因此我們將褪色至透明的碘液置於烘箱烘乾，產生白色晶體，加入酒精並放置一段時間後，加入澱粉發現其變成藍色，推測五氧化二碘被還原成碘分子，而酒精當還原劑氧化成乙酸，反應式如下：
 $5C_2H_5OH + 2I_2O_5 \rightarrow 2I_2 + 5CH_3COOH + 5H_2O$ ，因此我們將硝酸銀加入溶液中，產生沉澱，推測此沉澱為醋酸銀，故可得知碘分子被氧化成二氧化五碘後溶於水產生氫離子與碘酸根離子。

陸、結論

- 一. 碘離子與三碘錯離子皆會因為氧氣、高溫、加入不含碘離子的電解質而降低濃度。
- 二. 碘液(碘分子)打入空氣較置於 $90^\circ C$ 環境下更易褪色。
- 三. 碘液加碘化鉀(三碘錯離子)置於 $90^\circ C$ 環境下較打入空氣更易褪色。
- 四. 碘液加入不含碘離子的電解質後吸收值會較未加入不含碘離子的電解質的碘液稍微下降，但後來的下降曲線與相差不大。
- 五. 褪色至透明的碘液溶液內含有 IO_3^- 。
- 六. 碘分子與氧氣反應，產生二氧化五碘，溶於水產生碘酸根離子。