

關鍵時刻

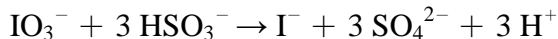
蕭志堅

一、目的

配置 A、B 兩種溶液，調整溶液的濃度、催化劑的多寡，控制反應所需的時間。

二、原理

溶液 A 為碘酸鉀 (KIO₃) 溶液；溶液 B 為焦亞硫酸鈉 (Na₂S₂O₅)、可溶性澱粉及硫酸 (H₂SO₄) 混和溶液。將溶液 A 與溶液 B 混合時，第一步驟為碘酸根離子 (IO₃⁻) 與亞硫酸氫根離子 (HSO₃⁻) 反應，反應方程式如下：

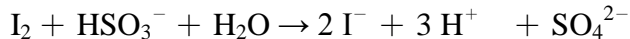


第二步驟則是碘酸根與碘離子反應，反應方程式如下：



添加的澱粉為指示劑，硫酸則作為催化劑使用。

如果經過兩個步驟之後，若是 HSO₃⁻ 還有剩下，會進行下列反應：



剩下的 HSO₃⁻ 會把 "步驟二" 所產生的碘給還原成碘離子；但如果 HSO₃⁻ 沒有剩下，則碘會和澱粉結合，形成深藍色的錯合物。也就是當反應的溶液出現深藍色時，就是反應的終點，將反應所需的時間紀錄下來，做為反應速率的探討。

三、活動一 反應-慢-慢-慢

(一) 場地需求

1. 每一組場地：長條桌一張。(各區競賽時規格統一即可)

(二) 使用器材

1. 大會：碘酸鉀 (KIO₃) 2.5 公克、焦亞硫酸鈉 (Na₂S₂O₅) 1 公克、1~2% 澱粉水溶液 (starch) 600 毫升、硫酸 (H₂SO₄) 水溶液 (8M~4M) 10 毫升及水 600 毫升。
2. 自備：必備一秤重工具 (天平或電子秤)、燒杯數個、塑膠盆二個、測量體積工具 (限使用吸管 & 吸球、針筒、量筒、滴管)、油性筆、抹布。
選備一攪拌工具。

(三) 溶液的調配

1. 先製備好適當濃度的溶液 A 及溶液 B，溶液 A 為碘酸鉀 (KIO₃) 溶液，溶液 B 為焦亞硫酸鈉 (Na₂S₂O₅)、水溶性澱粉 (starch) 及硫酸 (H₂SO₄) 混和溶液，兩種溶液的濃度及體積沒有限制，但**製備過程必須在塑膠盆內完成，不可讓水弄濕桌面或地面**。
2. 試著藉由測試，找出溶液 A 與溶液 B 三種不同的混合比例，讓兩種溶液混合後，分別會在 20 秒、40 秒及 60 秒瞬間變色。
3. 溶液製備好之後，取適量的溶液 A 及溶液 B 分別放在兩個杯子內，準備進行反應時間測試，測試前一定要先舉手告知評分人員，並且跟評分人員拿已經做記號的測試杯，之後立即將溶液 A 與溶液 B 倒入測試杯中，進行計時。

- 4.活動一最多只能測試 5 次，最後測試的次數為 1~3 次者額外加總分 20 分，測試的次數為 4 次者額外加總分 10 分，測試的次數為 5 次者不另加分，參賽隊伍要審慎評估。所有的測試都必須在測試杯內進行，測試完畢，測試杯立即收回，**如在其他地方進行測試，成績將以 0 分計算。**
- 5.記錄變色所需的時間，並記測試一次，若是結果不滿意，可以調整混和體積比例或加水改變溶液 A 或 B 的濃度，告知評分人員，領取測試杯後再進行測試。
- 6.當測試全部結束之後，告知評分人員，記錄測試的次數後，領取六個塑膠杯，進行闖關準備。
- 7.用油性筆在六個塑膠杯上分別標示“一 A”、“一 B”、“二 A”、“二 B”、“三 A”、“三 B”，讓“一 A”、“一 B”兩杯混合後預計變色時間為 20 秒，“二 A”、“二 B”兩杯混合後預計變色時間為 40 秒，“三 A”、“三 B”兩杯混合後預計變色時間為 60 秒，分別在六個杯子倒入適量的溶液 A、溶液 B 及純水，並且全部放在塑膠盆中，準備競賽時使用。

(四)競賽說明

- 1.第一關—混和後 20 秒會變色的溶液：當評分人員說開始計時後，組員立刻將溶液“一 A”及溶液“一 B”迅速全部混和，當溶液開始變色即記錄反應時間。
- 2.當溶液混和後，組員可以攪拌或搖晃，但必須在 4 秒內將混合溶液放回桌上靜置。兩種溶液混和後的總體積必須大於 30 毫升，方便評分者觀察。
- 3.第二關—混和後 40 秒會變色的溶液：組員將溶液“二 A”及溶液“二 B”迅速全部混和後，記錄反應時間；第三關—混和後 60 秒會變色的溶液：組員將溶液“三 A”及溶液“三 B”迅速全部混和後，記錄反應時間。
- 4.闖關時反應時間的記錄方式為捨去小數部分，僅記錄整數部分，並作為得分區間的評分依據。
- 5.闖關活動時間，必須在 5 分鐘內完成(含活動一及活動二)。

(五)評審標準

1.第一關的闖關時間及所得分數如下表—

時間	0	6	11	13	15	17	19	22	24	26	28	30	35	41
/秒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以
得分	5	17	28	36	44	52	60	52	44	36	28	17	5	0

2.第二關的闖關時間及所得分數如下表—

時間	0	11	17	23	27	31	35	39	42	46	50	54	58	64	71
/秒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以
得分	0	5	17	28	36	44	52	60	52	44	36	28	17	5	0

3.第三關的闖關時間及所得分數如下表—

時 間 / 秒	0	21	30	39	44	49	54	59	62	67	72	77	82	91	101
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以 上
得 分	0	5	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	5	0
			7	8	6	4	2	0	2	4	6	8	7		

4.活動一總共有三關，每隊有三次成績，將三次比賽成績相加為 R。

5.測試的次數為 1~3 次者額外加總分 20 分，測試的次數為 4 次者額外加總分 10 分，測試的次數為 5 次者不另加分。

6.分數 R 與額外加分相加，即為活動一的得分加總。

7.得分加總後按六等第計分法計分，得 x 分。

四、活動二 反應-快-快-快

(一)場地需求

1.每一組場地：長條桌一張。(各區競賽時規格統一即可)

(二)使用器材

同活動一

(三)溶液的調配

1.與活動一步驟 1 相同，調配適當濃度的溶液 A 與溶液 B。

2.藉由測試先找出會在 60 秒變色的 A、B 溶液混合比例，接下來在這個比例下，在 B 溶液中滴入大會提供的硫酸，藉由硫酸的催化作用，讓變色的時間由 60 秒縮短為 40 秒及 20 秒。

3.測試的相關規定和活動一步驟 3~5 相同。

4.當測試完成之後，告知評分人員，記錄測試的次數，並將溶液 A、溶液 B、硫酸溶液及測量體積工具(限使用吸管&吸球、針筒、量筒、滴管)放在塑膠盆中，準備競賽時使用，其他藥品、礦泉水及器材必須先行移出塑膠盆。

5.向評分人員領取六個塑膠杯，用油性筆在六個塑膠杯上分別標示“一 A”、“一 B”、“二 A”、“二 B”、“三 A”、“三 B”放入塑膠盆內，經過評分人員檢查無誤，即完成闖關準備。

(四)競賽說明

1.當活動一進行計時的這一段等待時間，參賽同學可以用來量取等量的 A 溶液，分別倒入 3 個 A 塑膠杯中；同樣的，量取等量的 B 溶液，分別倒入 3 個 B 塑膠杯中，完成之後，在“二 B”及“三 B”塑膠杯中滴入適量的硫酸，等待進行闖關。

2.上面步驟不得事先量取，一定要闖關時在評分人員面前完成。

3.第一關—混和後 60 秒會變色的溶液：當評分人員說開始計時後，組員立刻將溶液“一 A”及溶液“一 B”迅速全部混和，當溶液部分變成藍黑色即記錄反應時間。

4. 溶液 A 及溶液 B 混和後，組員可以攪拌或搖晃，但必須在 4 秒內將混合溶液放回桌上靜置。兩種溶液混和後的總體積必須大於 30 毫升，方便評分者觀察。
5. 第二關—混和後 40 秒會變色的溶液：組員將溶液“二 A”及溶液“二 B”迅速全部混和後，記錄反應時間；第三關—混和後 20 秒會變色的溶液：組員將溶液“三 A”及溶液“三 B”迅速全部混和後，記錄反應時間。
6. 闖關時反應時間的記錄方式，小數部分捨去，僅記錄整數部分，作為得分區間的評分依據。
7. 闖關活動時間，必須在 5 分鐘內完成(含活動一及活動二)。
8. 活動二的液體配置時間需在 3 分半內完成。

(五)評審標準

1. 第一關的闖關時間及所得分數如下表—

時間	0	21	30	39	44	49	54	59	62	67	72	77	82	91	101
/秒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以
得分	0	5	1	2	3	4	5	6	5	4	3	2	1	5	0
			7	8	6	4	2	0	2	4	6	8	7		上

2. 第二關的闖關時間及所得分數如下表—

時間	0	11	17	23	27	31	35	39	42	46	50	54	58	64	71
/秒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以
得分	0	5	17	28	36	44	52	60	52	44	36	28	17	5	0
															上

3. 第三關的闖關時間及所得分數如下表—

時間	0	6	11	13	15	17	19	22	24	26	28	30	35	41
/秒	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	以
得分	5	17	28	36	44	52	60	52	44	36	28	17	5	0
														上

4. 活動二總共有三關，每隊有三次成績，將三次比賽成績相加為 R。
5. 測試的次數為 1~3 次者額外加總分 20 分，測試的次數為 4 次者額外加總分 10 分，測試的次數為 5 次者不另加分。
6. 分數 R 與額外加分相加，即為活動二的得分加總。
7. 得分加總後按六等第計分法計分，得 y 分。

五、競賽時間

- (一)製作：活動一、二溶液的調配及測試時間（含說明及領取材料）共 35 分鐘。
- (二)評審：活動一及活動二，同組依序進行，時間共 30 分鐘。

(三)注意：本項活動必需在 70 分鐘內完成。

六、總成績

(一)每一隊的總成績： $z = x + y$ 。

(二)依 z 高低排序後，再以六等第計分法計分與決定名次。若 $x + y$ 分數相同，則依次以活動二、活動一分數加總高低，作為排名依據。

七、活動三、創意競賽

(一)競賽製作

- 1.使用其他材料，也能夠利用化學反應操控反應時間，並且產生瞬間變色或者聲、光、熱的效果。
- 2.使用其他操作技巧或藉由其他器材協助，可以呈現精準操控反應時間的效果。
- 3.想出其他新的玩法。

(二)評審標準：功能 25%、造型 25%、創意 25%、說明書 25%

(三)說明書

- 1.說明書字數：200 字以內。
- 2.說明書以兩張 A4 紙內完成，用文字、附圖或照片說明設計原理、功能及特點，於報到時一併繳交。

八、器材總表

(一)大會提供

	品名	規格	數量	備註
活動一 及 活動二	碘酸鉀(KIO_3)		2.5 公克	僅提供測試及評分時使用
	焦亞硫酸鈉($Na_2S_2O_5$)		1 公克	
	硫酸(H_2SO_4)水溶液	8M~4M	10 毫升	
	澱粉水溶液		600 毫升	
	水		600 毫升	
	塑膠杯			

(二)自備器材

必備一秤重工具(天平或電子秤)、燒杯數個、塑膠盆二個、測量體積工具(限使用吸管&吸球、針筒、量筒、滴管)、油性筆、抹布。

選備一攪拌工具。

九、注意事項：

- 1.大會不提供電源，如有需要電子秤，請選用乾電池式電子秤。
- 2.活動一是利用濃度改變來控制反應時間，活動二則是利用催化劑改變反應速率，競賽時所有的反應藥品必須一次混和均勻，不可逐次添加，違反以上原則，該次成績以0分計算。
- 3.吸管(pipet)需搭配吸球手動操作，不得使用電動式吸管。
- 4.如果因調配不當導致變色不明顯，讓評分人員觀察不易，自行負責。
- 5.溶液 B 調配的參考方式為先將 2 公克水溶性澱粉放入燒杯中，加少許的水攪拌後，倒入沸水至 100 公克，再稍微攪拌後靜置至冷卻，取上面的澄清溶液加入適量的焦亞硫酸鈉及硫酸，即完成調配。若是水溶性澱粉不易取得，可以用太白粉替代。
- 6.請自備抹布清理桌面的水漬。
- 7.硫酸要小心使用，若不慎沾到，請用水沖洗。
- 8.使用過後的藥品，稀釋過後可以直接倒入水槽。
- 9.大會將提供橡膠手套及護目鏡供參賽者使用。