

辜同學

評分項目	回饋建議
<p>整體檔案內容完整度 封面(標題、學校科系、姓名)、百字簡述與內文(文字說明、照片或圖片、證明文件等)</p>	<p>有提供小論文獲獎證明。本文特色是學習過程運用 CER論證, 建議補充說明CER論證。釐清CER論證後, 建議提供反駁的佐證資料, 讓 CER論證的學習更完整。否則只是進行推理達到主張, 並沒有CER"論證"。</p>
<p>學習歷程及心得省思 1. 為什麼想學?(動機、目標) 2. 你怎麼學習?(準備、過程) 3. 學習過程中你發現了什麼?(困難、學習反思) 4. 學習收穫和影響(心得、未來應用)</p>	<p>1. 可以針對未來的求學與求職之路訂下可能性的計畫, 學習過程中, 總是一次一次的自我試探 2. 學習脈絡有結構, 說明清晰。 3. 有加上論證不簡單</p>
<p>呈現亮點特色及個人優勢 個人興趣、潛能、人格特質以及各種核心能力</p>	<p>1. 認真投入學習, 資料記錄詳實, 反思多元多樣。 2. 論證的深刻且具有特色 內容 3. 實驗小組各週都有主持人的安排, 不只在探究實驗的歷程, 你可以分析與他人主持不同的地方, 及對身自己的回饋為何?</p>
<p>檔案設計感及版面配置</p>	<p>版面美觀易讀, 能引導讀者理解 內容。</p>
<p>整體回饋建議</p>	<p>1. 建議釐清CER論證與CER的不同。 2. 結合SDGs、有共學互助的歷程及自我 內化的反思, 這是充滿特色與亮點的一份檔案。</p>

維生素C滴定檢測 實驗成果報告書

May 2023



學校：新北市立海山高中

班級：三年九班

姓名：辜同學

投稿類別：課程成果類

指導老師：吳宇軒老師





目錄

WHAT DID I DO DURING THE WHOLE PROCESS?

01 簡述與動機. p1

02 研究過程. p4

03 困難及解決之道. p6

04 研究結果分析. p9

05 未來展望. p17

06 心得與反思. p18

07 競賽成果. p22

08 文獻與附錄. p25

百字簡述

材料化學實驗課是科學素養的啟蒙，透過團隊合作，我提升科學素養和實作能力，亦增進系統性思維。團隊中，我會清晰表達自己的想法，更全面發展自己的技能。為了更好地與人溝通，我會持續投入實作提升自己的綜合素質。

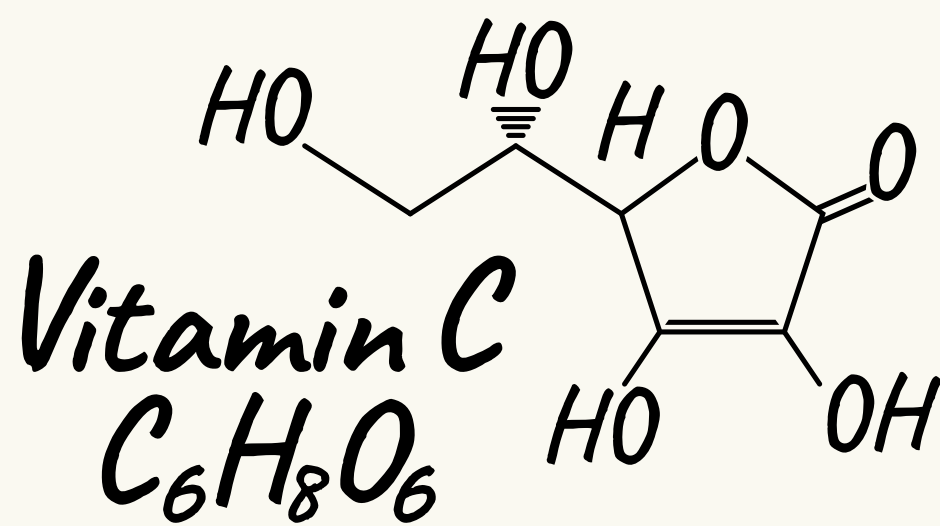
目的

兩種直接碘滴定方式探討維他命C的含量。

摘要

使用氧化還原滴定探討維生素C含量。分析不同時機所生成之碘分子（一者利用碘三錯離子滴定；一者利用碘酸鉀滴定）是否會影響實驗結果。實驗後發現因碘蒸氣揮發性質會降低原濃度，因此可推知後者的方式較能呈現實際的結果含量，誤差值較小。以C E R論證，訂定主張為：「相較碘溶液滴定，利用碘酸鉀溶液滴定結果較符合實際商標結果，此法較優，有利於往後的直接碘滴定推廣。」得此主張成立。

研究動機



維生素C的穩定性

維生素C的重要性已被廣泛認識，但是許多人可能不知道，其穩定性對於其功效也是至關重要的。維生素C在受到光線、熱、空氣等因素的影響下，會失去其活性，進而減少其營養價值。因此，在市面上的維生素C產品中，標示的含量和實際含量可能存在差異。這不僅會對消費者產生認知誤差，也會對產品的信譽產生負面影響。

揭露維生素C的真相

我利用高中選修化學（I V）所學的氧化還原反應，來進行維生素C滴定檢測實驗。將對市面上常見的維生素C產品進行測試，以確定標示的含量是否準確。

矯正消費者認知

透過這項研究，我將為消費者提供更可靠的維生素C產品正確認知，同時也有助於提高產品的質量和信譽。我相信這項研究的結果將對廣大消費者對維生素C更有概念。

課程簡介



簡述與動機

材料化學實驗課程以走入實驗室動手實作為主，實際參與各項高中相關實驗，除了認識實驗室的基本運作及自行操作化學實驗，此外並訓練執行實驗設計的發想、規劃、操作、分析到發表，亦培養團隊思維、理性判斷以及解決問題的專業能力。透過課前的高中化學知識累積、課中的實際演練書面的實驗流程，到課後的C E R 論證，得出有理有據的實驗成果。

選課動機



探索材料化學的奧秘

我選修「**材料化學實驗課程**」，主要源自我對化學的濃厚興趣。在過去學習中，我已經瞭解許多關於化學的理論知識，然而我深刻體會到紙上得來終覺淺，必須透過**實際操作**才能深入了解化學原理。每週的實驗課程為我提供一個良好的機會，讓我得以親身參與各種實驗，瞭解實驗過程中的細節和技巧。我相信通過精進自己的化學能力，我能夠為未來發展打下良好的基礎，並發揮自己的潛力和價值。

實驗設計

以兩種不同方式的直接碘滴定進行實驗分析：

1. 以碘三錯離子直接與抗壞血酸進行反應；
2. 以碘酸鉀滴定，而過程中與錐形瓶內的碘化鉀直接反應。

兩者皆可因反應後過量的碘三錯離子和澱粉液產生深藍色的變化，即達滴定終點。

實驗原理

抗壞血酸（ $C_6H_8O_6$ ， 176.12g/mole ），又稱維生素C，是一種還原劑，也為雙質子酸 $pK_{a1}=4.17$ ， $pK_{a2}=11.57$ 。本實驗為直接碘 I_3^- （氧化劑）滴定法測定抗壞血酸（還原劑），進行氧化還原滴定。

實驗器材



藥品/器材	數量	藥品/器材	數量
0.0168M 碘溶液 ($I_2=254$)	50 mL	刮勺	1 個
0.0056M 碘酸鉀溶液 ($KIO_3=214$)	50 mL	玻璃漏斗	2 個
碘化鉀 ($KI=166$)	0.20 g	玻棒	2 支
市售愛OC口嚼錠 ($C_6H_8O_6=176$)	1 錠	滴管	2 支
0.5% 澱粉液	20 滴	鐵架	2 個
50mL 滴定管 2 支 + 滴定管夾	1 組	漏斗鐵環	1 個
研鉢與杵	1 組	洗滌瓶	1 個
250mL 錐形瓶	2 個	手機腳架	1 個
100mL 燒杯	5 個	濾紙	1 張
100mL 容量瓶	1 個	白紙	1 張
25mL 量筒	1 個	秤量紙	1 張

實驗步驟

1

秤量 1 錠維他命 C 錠重量。將 1 錠維生素 C 錠置於研鉢搗碎後，粗秤 1 克維生素 C，溶於 100 毫升燒杯中，適量加入蒸餾水並以重力過濾法過濾溶液，調配成 100 毫升溶液。

2

使用滴定管 A，用清水清洗，再用碘溶液（黃褐色）潤洗兩次。在上端口放置漏斗，緩慢傾倒滴定液至滴定管中，再以滴定管夾夾緊，排除尖端氣泡並記錄刻度。

3

取 25 毫升維生素 C 溶液和 5 滴澱粉液放入 250 毫升錐形瓶中，觀察顏色變化並放在白紙上，開始使用碘溶液進行滴定。當顏色從黃色轉變為藍色且 30 秒不褪色時即達到滴定終點，並重複此步驟一次。

4

使用滴定管 B，用清水清洗後，再使用碘酸鉀（無色）潤洗兩次。同步驟 2。

5

取 0.10 克碘化鉀放入 250 毫升錐形瓶中，加入 25 毫升維生素 C 溶液和 5 滴澱粉液，使用碘酸鉀溶液進行滴定，並重複此步驟一次。

6

實驗結束後清洗器具，將廢液適量稀釋直接排放於水槽，並將滴定管倒置開通以保持乾燥。

* 注意事項：

在每次實驗之前，應該清洗所有器具以避免污染和誤差

困難及解決方法

困難及解決之道

科學論證解決我的雜症

進行實驗時，常遇到一些人為的疏失或是與理論不相符的情況，但我使用CER論證架構從三個面向分析，解決相關的疑難雜症。即使在遇到困難時，我也沒有忘記重新思考實驗步驟的原理，以佐證和加深自己對該事情的了解程度。



注意力

嚴謹
行 事

教 學
相 長

科 學
態 度

有 理
有 據

實驗操作雜症

● ○ ● 一、試做時比例拿捏不妥

在缺乏商標真實性信息的情況下，設計實驗需要格外**謹慎**，以大致估算溶液比例和用量。同時，應該避免微量反應中使用過少的滴定用量。在**考慮化學藥品用量對環境的影響**時，需要尋求最佳平衡點，並分析各種化學物質的性質，以減少對環境造成的傷害。理論值的使用可幫助初步估算，並在首次實驗結果的基礎上進一步優化實驗設計。利用這種方式，我可以開發出更經濟的實驗方法，從而**減少機會成本，並減少對環境的傷害**。

● ○ ● 二、實驗時實驗結果誤差

在進行實驗時，必須持續搖晃錐形瓶，以確保反應均勻並保障實驗的真實性。若不搖晃可能會導致滴定過量或觀察錯誤的刻度，進而影響實驗結果的差異。為了確保實驗的可靠性，本實驗要求每組進行兩次實驗，其用量**誤差不得超過5mL**。這樣做的目的是為了避免外在因素對實驗結果的影響，如：顏色變化的觀察困難等。因此，精確的實驗操作和**注意力**是實驗成功的關鍵。

教學與理論雜症

● ○ ● 三、當主持小組帶領實驗

作為該週實驗小組的主持人，我需要帶領全班完成這項實驗。從自行設計、討論和試作，許多準備得以確保教學順利進行。在幾分鐘的介紹中，需要清晰地解釋實驗原理、步驟和變因，以便同學們能夠快速理解和掌握實驗內容，並減少實驗失敗的風險，順利完成實驗。如果介紹過於複雜或深奧，學生需要花費大量時間消化理解，因此我需要尋找簡單易懂的方式來介紹實驗，從而確保我能順利講解。

● ○ ● 四、實驗後釐清影響因素

根據實驗結果提供的數據進行可信的量化分析，推論兩者之間的關係並確認其合理性。即使在眾多不確定因素的情況下，我則透過了解原理背後的差異，觀察其現象及量化差異等方式，也能夠提出合理的論證模型架構（CER）分析步驟及相關證據，清楚闡述其合理性，表達地有理有據。

主張 CLAIM

相較碘溶液滴定，利用碘酸鉀溶液滴定結果較符合實際商標結果，此法較優。

實驗結果

EVIDENCE

1. 實驗數據

抗壞血酸 (C ₆ H ₈ O ₆) 取量 理論值：1 g；實際值：1.00g				
項目	對照組 (0.0168M 碘溶液)		實驗組 (0.0056M 碘酸鉀溶液)	
	維他命 C 溶液	25.00 mL	25.00 mL	25.00 mL
滴定管初始刻度	19.25 mL	29.25 mL	20.95 mL	29.05 mL
滴定管末讀刻度	27.20 mL	39.05 mL	29.05 mL	37.25 mL
滴定用量	9.95 mL	9.80 mL	8.10 mL	8.20 mL

2. 量化結果

抗壞血酸 (C ₆ H ₈ O ₆) 一錠：2.04g				
項目	對照組 (碘溶液實驗)		實驗組 (碘酸鉀溶液實驗)	
抗壞血酸含量	29.42mg	28.98mg	23.95mg	24.25mg
純度百分比	11.68% (238.27mg)		9.64% (196.6mg)	
商標誤差值	16.06%		1.7%	

實驗分析

用相同含量之碘酸鉀進行配置，但在結果可得兩者之差異，對照組因碘在配置後容易揮發成碘蒸氣，所以濃度比理論上來得低，相較實驗組反而較接近商品標示的含量，且因碘生成立即反應完成，故不易有前者所遇到的問題。

實驗過程



滴定前之
維生素C液



過量碘和澱粉
變色結果

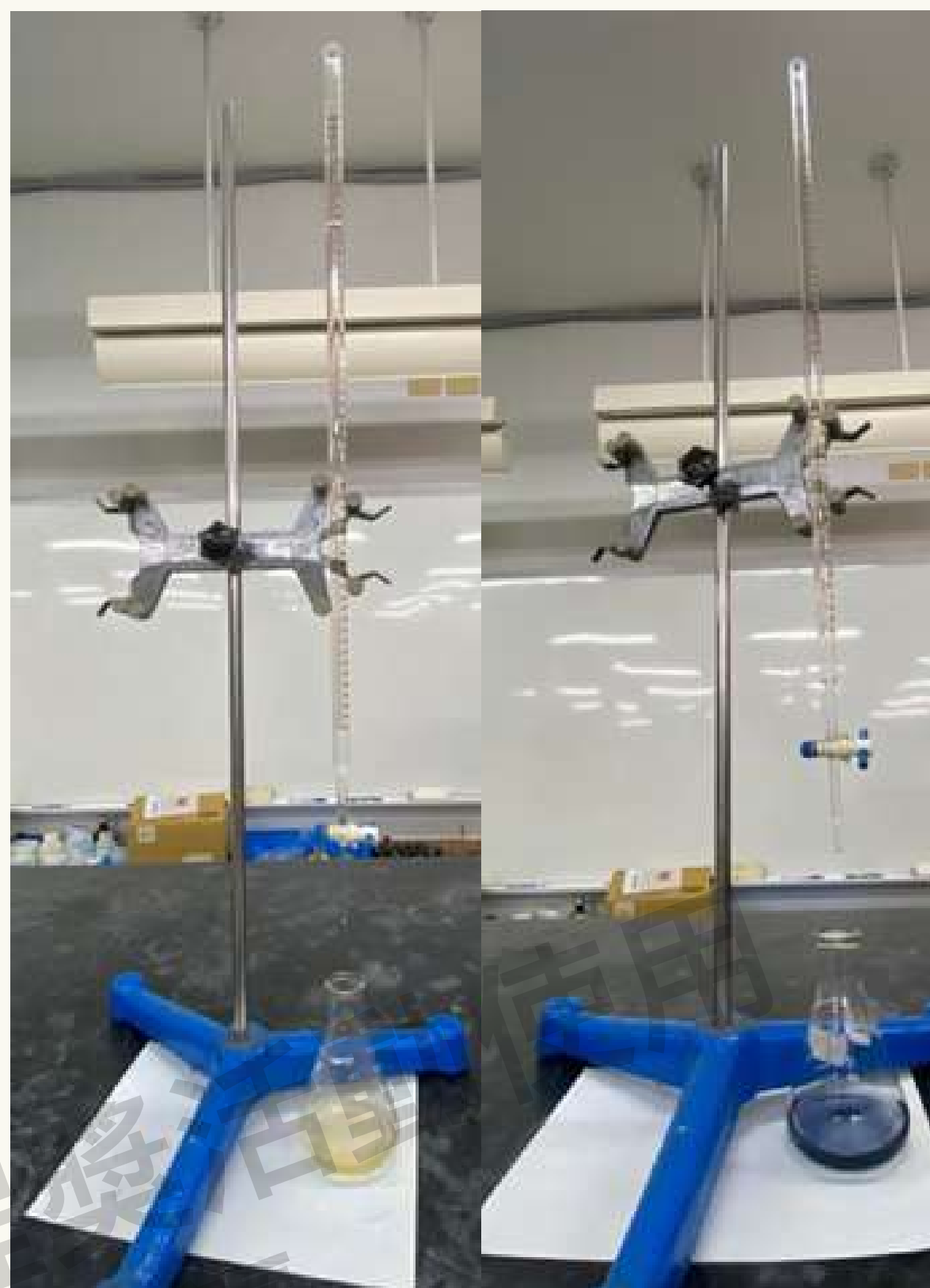


滴定過程

實驗結果



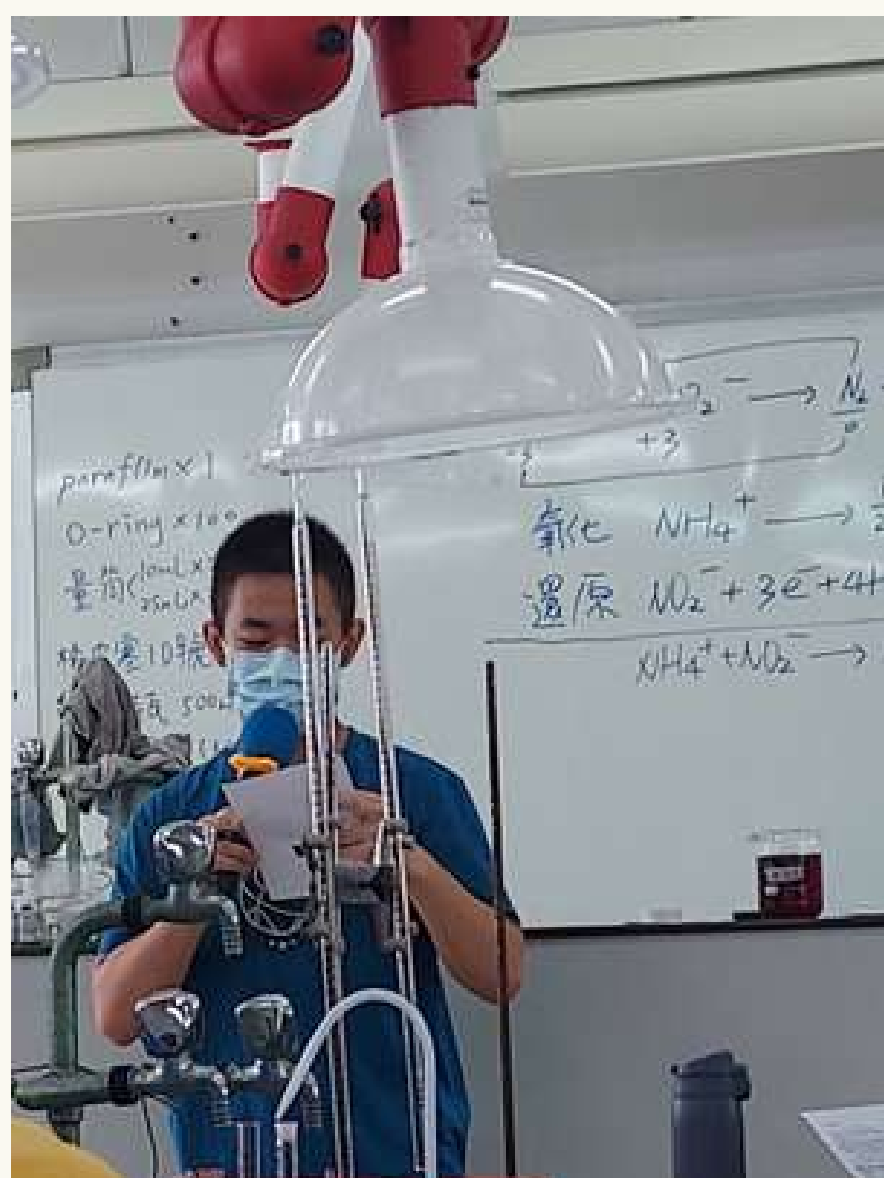
對照組實驗前後
滴定裝置、實驗結果



實驗組實驗前後
滴定裝置、實驗結果

研究結果分析

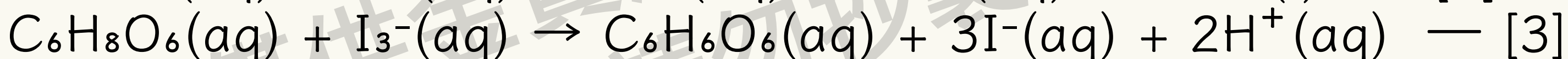
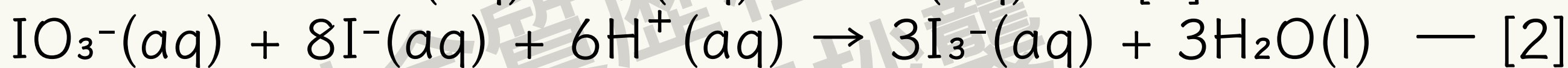
主持現場



實驗小組主持人親自教授實驗技巧

結果分析

直接碘滴定測定還原劑維生素C：利用 KIO_3 與 KI 反應得 I_2 （不易溶於水），與溶液中過量的 I^- 生成 I_3^- [1]，參與氧化還原反應。對照組利用已生成之 I_3^- （氧化劑）直接進行反應，測定抗壞血酸（還原劑）；實驗組則是使用標準 KIO_3 溶液進行滴定，與待滴定溶液中的過量 KI 在酸性環境產生 I_3^- ，維生素C瞬間將 I_3^- 還原成 I^- [3]。當 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 完全反應後，此時過量 I_3^- 立即與澱粉指示劑產生藍黑色的錯合物，即達到滴定終點。



53

126,90

I

Iodine

推理論證

REASONING

就對照組與實驗組之實驗結果而言，我主張實驗組方法優佳。以下分述原因：

1. 從實驗結果可得實驗組所測得含量較為接近實際商標值，且在配置溶液時對照組的**碘易揮發於空氣**，影響其濃度，相較實驗組碘的產生可馬上參與反應，能夠減少實驗中的誤差。

2. 在綠色化學12原則中符合最小危害的化學合成和設計更安全的化學品及產品等項目。



推理論證

3. 由聯合國永續發展目標

(Sustainable Development Goals, SDGs) 包含 17 項核心目標、169 項細項目標及 230 項指標，提供人民共同營造綠色的未來、展現永續發展的企圖心。在 17 項目標，其中有些許項目符合本化學實驗，如下說明：

(1) 目標 3 - 9 | 確保及促進各年齡層健康生活與福祉。避免過多的化學物質釋放出來，尋找相對安全的實驗方式，降低社會中的危害指數。



(2) 目標 6 - 3 | 確保所有人都能享有水、衛生及其永續管理。水資源的管控固然重要，降低廢棄物的使用量，提升用水的安全性。



(3) 目標 12 - 4 | 促進綠色經濟，確保永續消費及生產模式。以相較安全的化學物質進行實驗，避免廢棄物造成生態圈有毒的傷害。



根據SDGs的願景，本實驗組能有效減少有害化學物質，讓用水安全並且降低生態圈的傷害。

推理論證

4. 由表可以得到三者化學物質本性和 LC_{50} 數值， I_2 相較其他兩者對人類的危害較多、毒性較大，故對照組方法之滴定溶液已產生碘，未使用完的廢液回收也相對不安全，相較實驗組的廢液離子多為 IO_3^- 、 I^- 對地球及人體的傷害較小。

碘的衍生物之安全資料表

項目	碘酸鉀	碘化鉀	碘
化學式	KIO_3 (214.001 g/mol)	KI (166.003 g/mol)	I_2 (126.9045 g/mol)
化學品危害等級分類	氧化性固體第 1 級、 刺激眼睛物質第 2A 級	皮膚過敏物質第 1 級、 生殖毒性物質附加類別、 水環境之危害物質（慢毒性）第 2 級	氧化性固體第 2 類、 腐蝕／刺激皮膚物質第 1 級、 嚴重損傷／刺激眼睛物質第 1 級、 皮膚過敏物質第 1 級、 特定標的器官系統毒性物質～ 重複暴露第 2 級、 水環境之危害物質（急毒性）第 1 級
LC_{50} (魚)	2.08mg/L/h	0.0228mg/L/h	0.0005mg/L/h

主張結論

根據上述證據及推論，我認為：

「相較碘溶液滴定，利用碘酸鉀溶液滴定結果較符合實際商標結果，此法較優。」主張成立。
相較常見的利用碘溶液滴定而言，此方法不但可使環境負載不那麼嚴重，也較符合實際的結果。

主張 CLAIM

證據 EVIDENCE

推論 REASONING

▲ CER 論證方法

未來展望

帶著科學態度迎接挑戰

這次的實驗不僅讓我學習氧化還原反應數據計算和實驗室須知等課業相關知識，也培養我在做人處事方面的能力。透過教導他人的方式，我提升小組內相互討論的能力，並學會應對問題的正確方式。

在實驗過程中，我注意到許多細節需要仔細把握，以確保實驗的準確性和可靠性。現在，我已經熟練掌握了實驗步驟操作，並對滴定方面的實驗充滿熱情。未來，我希望能夠多方嘗試各種滴定相關的實驗，並進一步提高自己的技能水平。這次的學習經驗讓我更加有自信，我相信我可以在這個領域中不斷進步和發展自己。



心得反思

從0開始的學習之道

一天到底要吃多少維他命C才夠？根據食藥署的表示，一般而言一天至少100mg—120mg，但至多3000mg。一顆維他命C錠的實際含量究竟為多少，雖然商品上已有標示，仍很多外在因素可能正在和此藥錠產生反應，藉此來進行這個實驗。實驗前的準備，身為主持小組得學會在幾分鐘的介紹內，解釋清楚原理、步驟、變因等，使同學在短時間內可以吸收本實驗之內容以進行後續實驗；實驗中的進行又是格外重要的，取藥、配置溶液、滴定……等都進行過多次，讓自己精熟實驗流程；最後的實驗後資料、數據處理和撰寫報告，其中結果之分析與討論成了主要重點，如何說明的清楚且言之有物、言之有據，都是我慢慢學習的課題。



心得反思

化失敗為成功的養分

在進行本次實驗的過程中，其實我經歷了許多失敗和挑戰，從事做的盲目行為，到教學當天的膽戰心驚，林林總總的挫敗……但是這些挫折並沒有讓我放棄或灰心喪氣。然而我在這段時間裡藉由這些失敗和挑戰學習了許多實驗技巧和人際關係處理方法，這些技巧和方法不僅對我的課業學習有幫助，也是我未來投入化學界的一大原動力。

我真真實實地嘗到了失敗為成功之母，這讓我更加勇敢地去嘗試新事物，即使在面對失敗和困難時也能夠堅持不懈地前進。



心得反思

魔鬼藏在細節裡

本次實驗雖然看似簡單，仍還是需要關注一些微小的細節，以確保實驗的準確性和真實性。通過實踐和反思，我逐漸提高了自己的實驗能力和技巧，也懂得了如何與同伴協作，互相學習和進步。

總之，這次實驗對我來說是一次寶貴的經驗，我學到了很多東西。我深信，失敗和挫折是成功之母，只有在不斷地嘗試和摸索中，才能真正地成長和進步。我也希望自己能夠在未來的學習和工作中保持這種積極的態度和心態，不斷挑戰自己，追求更高的目標和成就。



心得反思

SDGs是未來人類的DNA

透過反思社會環境議題，了解SDGs各項原則的重要性，並將其應用在實驗改善上。在多方考察後，我成功避免過多有毒性廢棄物釋放，亦使用相對安全的物質進行反應。

我意識到SDGs是未來人類的DNA。也就是說，人們要將SDGs原則的理念融入我們的日常生活，並將其應用在各種不同的領域中。在未來的發展中，我必定會繼續關注SDGs的原則，將其納入我的決策過程，並將其轉化為實際的行動。

這次實驗不僅是一個學習和提升基礎實驗技能的機會，更是一個提醒我們SDGs原則重要性的契機，為未來人類的DNA注入更多正面的價值和能量。



小論文寫作

本成果延伸的小論文，在競賽中獲得**甲等**，我學到了**系統性思維**。



心路歷程

從實驗設計、資料蒐集、分析到報告撰寫，每個步驟都需要細心思考和周全規劃，亦在研究中注重環境保護和永續發展。這樣的思維模式不僅可以應用於學術研究，也能夠幫助我更全面地看待日常生活和社會議題，提高解決問題的能力和效率。

小論文寫作

類別：化學類

篇名：
維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

作者：
辜建穎、海山高中、二年九班

指導老師：
吳子軒老師

維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

四、碘酸鉀、碘化鉀、碘比較

表一、MSDS 物質安全資料表

	碘酸鉀	碘化鉀	碘
化學式	KIO ₃ (214.001 g/mol)	KI (166.0028 g/mol)	I ₂ (253.8085 g/mol)
特性	是一種無色或白色結晶粉末，無色單斜結晶，常被添加在食鹽中	為無色結晶或白色結晶性粉末，在水中極易溶解，不能防禦外部輻射	是一種紫黑色有光澤的片狀晶體，在體內主要被用於合成甲狀腺激素
用途	分析試劑、藥物、飼料添加劑	照相感光乳劑、食品添加劑	製藥物、染料、碘酒、試紙
化學品危害等級分類	氧化性固體第 1 級、刺激眼睛物質第 2A 級	皮膚過敏物質第 1 級、生殖毒性物質附加類別、水環境之危害物質（慢性）第 2 級	氧化性固體第 2 類、腐蝕/刺激皮膚物質第 1 級、嚴重損傷/刺激眼睛物質第 1 級、皮膚過敏物質第 1 級、特定標的器官系統毒性物質～重複暴露第 2 級、水環境之危害物質（急性）第 1 級
LC ₅₀ (魚類)	2.08mg/L/h	0.0228mg/L/h	0.0005mg/L/h
直接接觸易產生症狀	眼部刺激、疼痛、頭暈、噁心、嘔吐、眩暈及胃腸道刺激	呼吸道刺激、喉嚨痛、咳嗽、過敏性皮膚炎、噁心、頭痛、蕁麻疹、腹瀉、淋巴結腫大	刺激感、流淚、鼻炎、胸部壓迫感、喉痛、頭痛、肺水腫

3

維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

壹、前言

一、研究動機

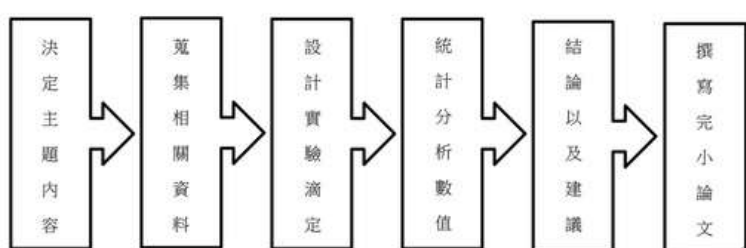
維生素 C 常見於蔬菜及水果中，也因為人體無法自行合成維生素 C 此水溶性維生素，往往也會使用「維他命 C 錠」來增加自己的攝取量，因此成為現在人們所需日常必備品之一。維生素 C 雖然功效有很多，如：抗氧化、促進膠原蛋白的形成等……但是容易受光、熱、空氣等因素影響其本質。對於商標所標示的含量跟實際的量是否有落差，想要藉此有更進一步的了解，因此利用高中所學的氧化還原反應來進行了此實驗研究，檢測標錠中的維他命 C 含量是否正確。

二、研究目的

- (一) 探討維生素 C 標錠測定所得之真實維生素 C 含量，觀察與商標之間的關係。
- (二) 比較兩種不同方法之直接碘測定法，並用科學的角度來解釋兩者之間差異因素。

三、研究流程

先熟悉維生素 C 的特別性質和氧化還原之反應原理，自行設計實驗流程，接著開始進行維生素 C 測定實驗，結束實驗後記錄所得到的數據結果開始進行分析，並與老師進行討論並撰寫小論文。



圖一、研究架構 (資料來源：研究者自行繪製)

維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

參、研究方法

一、實驗研究方法

利用「實驗研究法」，上網搜尋現有的科學知識和書籍決定實驗內容、設計實驗流程，並在實驗過程中仔細觀察、記錄過程，最後統計、整理結果，得到此實驗的研究目標。

二、實驗材料與方法

(一) 實驗材料、藥品、器材

藥品器材	數量	藥品器材	數量	藥品器材	數量
碘酸鉀 KIO ₃ =214	0.20 g	玻璃漏斗	2 個	安全吸球	1 個
碘化鉀 KI=166	2.2 g	玻璃棒	1 支	10mL 吸量管	1 個
維生素 C 錠	2 錠	100mL 燒杯	2 個	25mL 吸量管	1 個
濃鹽酸 HCl=36.5	2mL	250mL 燒杯	2 個	100mL 錐形瓶	3 個
蒸餾水	500mL	100mL 容量瓶	2 個	滴管	2 支
澱粉	0.08g	50mL 滴定管	1 個	手機腳架	1 個
容量瓶蓋	2 個	滴定夾+鐵架	1 組	濾紙	2 張
溫度計	1 支	加熱板	1 台	陶瓷研鉢	1 組

(二) 實驗方法

A 組 (A-C 瓶)：碘溶液測定維生素 C 溶液

- 1、將所有實驗所需的玻璃器材洗淨備用。使用電子天秤將實驗所需藥品確實秤量。
- 2、4%澱粉液：以 0.04g 之澱粉，溶於 10mL 蒸餾水中，並且加熱 5 分鐘。
- 3、碘溶液：以 0.10 g 碘酸鉀和 1 g 碘化鉀一起放入 100mL 燒杯內，先加入 50 mL 水溶解，再加 1mL 濃鹽酸，使用玻璃漏斗倒入 100 毫升之容量瓶，並調洗燒杯，加水至 100 mL 刻度線，蓋起蓋子搖晃均勻。
- 4、維他命 C 溶液：將維他命 C 錠搗碎，接著取 1g 維他命 C 於 100mL 燒杯內，加 50 mL 水溶解，將溶液用濾紙過濾，使用玻璃漏斗倒入 100 毫升之容量瓶，並調洗燒杯，加水至 100 mL 刻度線，蓋起蓋子搖晃均勻。

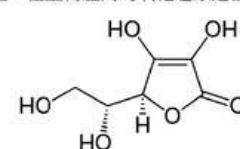
4

維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

貳、文獻探討

一、維他命 C 化學性質

維生素 C (C₆H₈O₆, 176.12g/mole)，由葡萄糖轉換而來的碳水化合物，是種抗氧化劑、水溶性維生素、輔酶，若缺乏時會造成壞血病，故又稱抗壞血酸 (L-ascorbic acid)。維生素 C 是由抗體及膠原形成的，功能有修補、代謝、合成等，且可保護身體免於自由基的威脅，維持免疫功能。維生素 C 既可以是氧化型，又可以是還原型，因此可當供氫體和受氫體，在生物體內的氧化還原過程中發揮極大作用。



圖二、維他命 C 結構式 (資料來源：維基百科)

二、氧化還原測定原理

氧化還原測定法，是以氧化還原反應 (Oxidation-Reduction Reaction) 的原理進行，因還原劑氧化失去電子，氧化劑還原得到電子，故又稱為電子轉移反應。此方法可以利用強氧化劑測定未知濃度的還原物，亦可使用強還原劑測定未知濃度的氧化劑。反應中可利用會產生顏色變化的物質當指示劑，如：澱粉，方便判斷達到滴定終點；但並非所有氧化還原反應皆需要加入指示劑，因氧化劑或還原劑已有顏色變化可以進行判斷。

三、直接碘測定法

直接碘測定法常常被拿來測定水溶液中氧化劑的濃度，是使用的 I₂ 氧化性為基礎的一種氧化還原方法。碘酸根離子和過量的碘離子可於酸性環境中生成碘，且利用維他命 C 之還原劑之特性，可測得維他命 C 之量。直接碘測定法直接使用碘溶液測定還原劑，並加入澱粉液，因與碘可產生顏色變化。本研究分成兩種方法皆是 I₂ 反應被還原為 I⁻，第一種為配置已知濃度的碘溶液 (標準的 KIO₃ 加入過量的 KI)，測定未知濃度維他命 C 溶液；第二種配置碘酸鉀溶液 (標準的 KIO₃)，測定含過量 KI 的未知濃度維他命 C 溶液。以上兩者差異在於碘的產生時機，前者已在滴定前產生，後者則是滴定中一連生成碘一連反應。當維生素 C 全部都被碘氧化後，多餘生成的碘便會使澱粉液呈現深藍色，此時就是達到適當量點。

2

維生素 C 測定檢測結果與真實標榜含量差異

- 5、以安全吸球與 25mL 吸量管吸取維他命 C 溶液，各 25mL 於三錐形瓶，以 10mL 吸量管取 1mL 澱粉液於各三個錐形瓶內。

- 6、使用玻璃漏斗將少量碘溶液潤洗滴定管兩次後，並裝入該溶液，且記錄刻度。

- 7、將錐形瓶至於滴定管下方，將白紙至於錐形瓶下方，開始滴定，且須不斷搖晃錐形瓶。直到碘溶液變色，並記錄測定體積，完成三杯滴定。清洗器具，處理實驗數據。

B 組：(D-F 瓶) 碘酸鉀溶液測定含碘化鉀的維他命 C 溶液

- 1、將所有實驗所需的玻璃器材洗淨備用。使用電子天秤將實驗所需藥品確實秤量。

- 2、4%澱粉液：以 0.04g 之澱粉，溶於 10mL 蒸餾水中，並且加熱 5 分鐘。

- 3、碘酸鉀溶液：以 0.10 g 碘酸鉀放入 100mL 燒杯內，加入 50 mL 水溶解，再加 1 mL 濃鹽酸，使用玻璃漏斗倒入 100 毫升之容量瓶，並調洗燒杯，加水至 100 mL 刻度線，蓋起蓋子搖晃均勻。

- 4、維他命 C 溶液：將維他命 C 錠搗碎，接著取 1g 維他命 C 於 100mL 燒杯內，加 50 mL 水溶解，將溶液用濾紙過濾，使用玻璃漏斗倒入 100 毫升之容量瓶，並調洗燒杯，加水至 100 mL 刻度線，蓋起蓋子搖晃均勻。

- 5、以安全吸球與 25mL 吸量管吸取維他命 C 溶液，各 25mL 於三錐形瓶，以 10mL 吸量管取 1mL 澱粉液和加入 0.4g 之碘化鉀於各三個錐形瓶內。

- 6、使用玻璃漏斗將少量碘酸鉀溶液潤洗滴定管兩次後，並裝入該溶液，且記錄刻度。

- 7、將錐形瓶至於滴定管下方，將白紙至於錐形瓶下方，開始滴定，且須不斷搖晃錐形瓶。直到碘溶液變色，並記錄測定體積，完成三杯滴定。清洗器具，處理實驗數據。

5

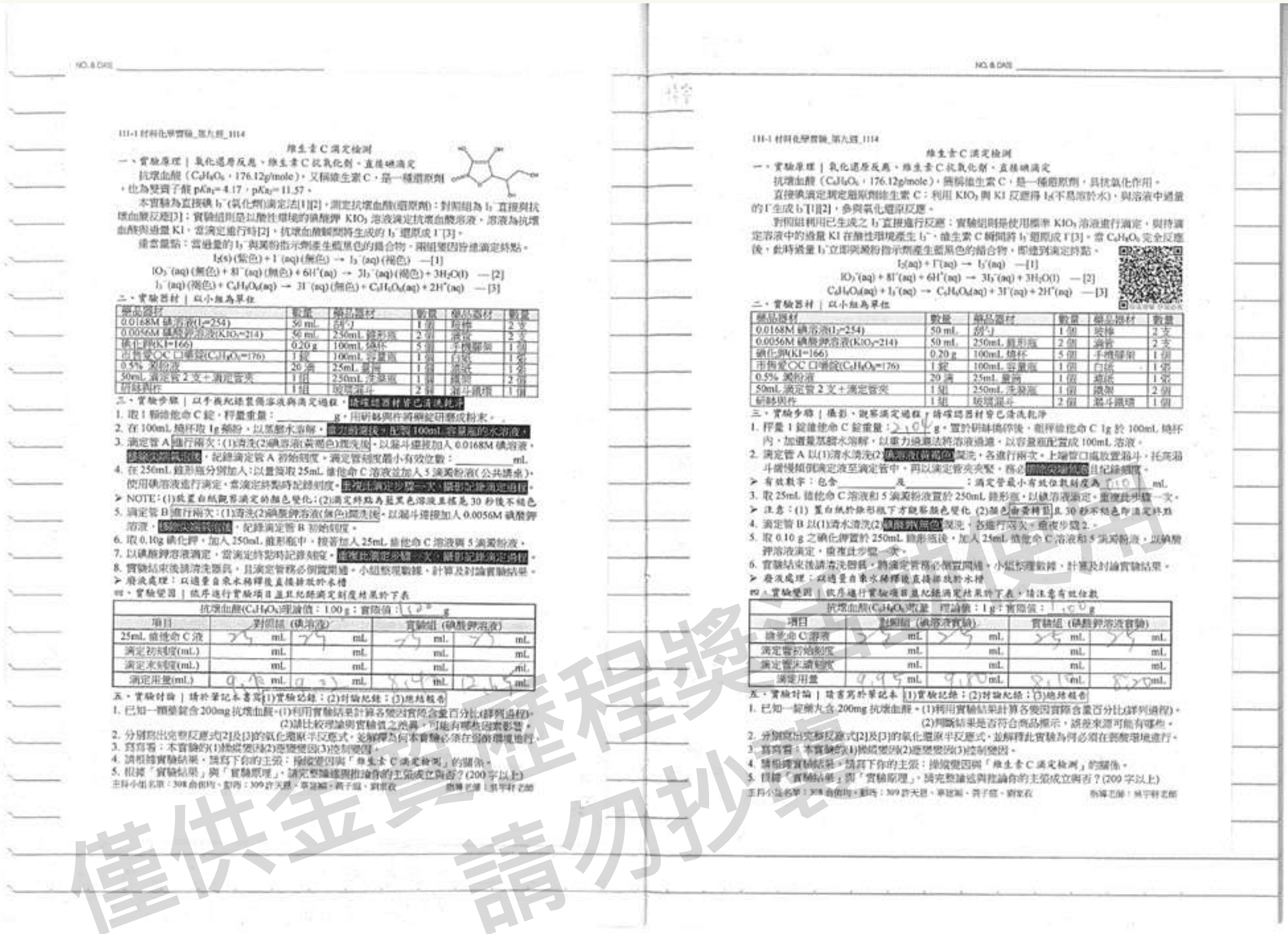
文獻回顧

- 1.張雅麟（2013年6月24日）。維他命C測定 [影片]。YouTube。 <https://youtu.be/-gWjyCHvd0c>
- 2.臺東大學綠色國際大學（2022年11月30日）。SDGs。 <https://reurl.cc/nZqaVD>
- 3.行政院環境保護署毒物及化學物質局全球資訊網（2022年11月30日）。綠色化學。 <https://reurl.cc/jRQzdn>
- 4.賴貞宜（2015年4月20日）。安全資料表--碘酸鉀。 <https://reurl.cc/Np8A75>
- 5.劉信宏（2020年9月18日）。安全資料表--碘化鉀。 <https://reurl.cc/mGbogG>
- 6.劉信宏（2020年9月18日）。安全資料表--碘。 <https://reurl.cc/ZrdAmV>

實驗紀錄本

文獻與附錄

康乃爾筆記法，清楚地整理思緒，紀錄實驗過程



吳宇軒

維生素C測定檢測

① 實驗紀錄表

項目	對照組 (標準液)	實驗組 (藥片液)
25mL 維他命C液	25 mL	25 mL
測定液體積 (mL)	9.95 mL	8.10 mL
測定液體積 (mL)	9.95 mL	8.10 mL
測定液體積 (mL)	9.95 mL	8.10 mL
測定液體積 (mL)	9.95 mL	8.10 mL

② 討論紀錄表

1. 結論

$$C_6H_8O_6 + I_3^- \rightarrow C_6H_6O_6 + I^- + 2H^+$$

由氧化還原關係式得

$$M_1 \times V_1 \times 1 = M_2 \times V_2 \times 1$$

$$(N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2)$$

$$\frac{1}{10} \times 2 = 0.0168 \times V_{\text{維他命C}} \times 2$$

$$\Rightarrow X(\text{g}) = 0.0168 \times (176 \times V_{\text{維他命C}})$$

得各組抗壞血酸含量如下

A = 0.102942g B = 0.102898g
 C = 0.102395g D = 0.102425g
 ⇒ 共計 1g 粉末含 0.1066g
 因此含量百分比為 10.66%

③ 對照組 = 11.68% (238.3 mg)
 ④ 實驗組 = 9.64% (196.6 mg)

僅供參考 請勿抄襲

實驗紀錄本

C E R 論證分析，多方佐證資料，相互交織證明

<p>2. 半反應</p> <p>反應 (2) =</p> $I_2O_5 + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$ <p>氧化: $5I^- \rightarrow 5I_2 + 5e^-$</p> <p>還原: $I_2O_5 + 6H^+ + 5e^- \rightarrow \frac{1}{2}I_2 + 3H_2O$</p> <p>全: $I_2O_5 + 5I^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$</p>	<p>3. 實驗變因</p> <p>a. 操縱變因 = I_2^- 生成地</p> <p>b. 應變變因 = 反應用量結果差異</p> <p>c. 控制變因 = KIO_3 取量 (濃度), 維生素 C 取量 (5ml), 澱粉液滴數</p>
<p>反應 (3) =</p> $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2HI + 2H^+$ <p>氧化: $C_6H_8O_6 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2H^+ + 2e^-$</p> <p>還原: $I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$</p> <p>全: $C_6H_8O_6 + I_2 \rightarrow C_6H_6O_6 + 2I^- + 2H^+$</p>	<p>4. 主張</p> <p>在相同用量的條件下, 我認為實驗組結果應接近實際含量, 且此方法優於另一者。</p>
<p>加 H_2SO_4?</p> <p>由反應 (2) 可知, 其反應發生於酸性環境, 維生素 C (pKa=4) 解離後呈弱酸性, 但因其脫去的兩 H^+ 無法產生實際效用, 則外加 H_2SO_4 使得反應更快, 更穩定能完全反應。若在酸性中, 因勒沙特列原理 H^+ 多, 則反應向右, 最終 I_2^- 不易產生, 使實驗無法順利進行。</p>	<p>5. 結果, 原理</p> <p>綜上的述, 我認為利用碘酸鉀溶液進行滴定, 且碘-碘離子生成地於錐形瓶內, 當下產生, 當下與澱粉液能即時有顏色差異, 此方式較優。根據實驗結果, 對照組用量皆高於實驗組, 且組內誤差小, 兩組有明顯差異, 可推知因碘分子提早生成, 且其容易蒸發成碘蒸氣, 最終溶液濃度比理論值, 使用量上, 與實際 $C_6H_8O_6$ 含量略有</p>

僅供參考 請勿抄襲

<p>不同。由化學本性得知, I_2 對人類的危害高於 KIO_3 及 I_2^-, 提早製造出來對環境影響也相對大。若將結果分開相比, 實驗組結果仍較接近其商標。由聯合國永續發展目標 (SDGs) 所指出的 17 項目標, 實驗組也較符合保育海洋生態, 保育陸域生態等在綠色化學 (12 原則) 中亦符合最少危害的化學合成等。綜合以上原理, 結果, 環境保育之面向, 我認為主張成立, 且此方式也有助於日後的測定。</p>	<p>實驗步驟 請確認器材皆已清洗乾淨</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A. 澱粉液 取 0.08g 之澱粉, 溶於 20ml 蒸餾水中, 並且加熱煮沸即可。 2. B. 碘溶液 取 0.36g 碘化鉀和 1.8g 碘化鈉一起放入 250ml 燒杯內, 加入適量水溶解, 再加 30ml 蒸餾水, 使用玻璃漏斗加入 250 毫升之容量瓶, 並清洗燒杯, 加水至 250 ml 刻度線, 再利用量筒精量 50 ml 蒸餾水, 配置成 300 毫升。 3. C. 碘酸鉀溶液 取 0.36g 碘酸鉀放入 250ml 燒杯內, 加入適量水溶解, 再加 30 滴濃鹽酸, 使用玻璃漏斗加入 250 毫升之容量瓶, 並清洗燒杯, 加水至 250 ml 刻度線, 再利用量筒精量 50 ml 蒸餾水, 配置成 300 毫升。 4. 以上溶液放置於燒杯內, 以保封閉。 																																										
<p>a. 可改善項目 = 利用透明無色之維生素 C 液可使最終反應觀察方便</p> <p>b. 學習到經驗 = 教學者的存在重要性, 滴定方式指示劑觀察, 氧化還原半反應</p> <p>c. 心得與反思 = 獲得有教學可以實際教導同學進行自己設計的實驗, 真實操作反面對, 進行了翻轉教學</p>	<p>111-1 材料化學實驗 週一 3 類班 第八週 維他命 C 測定檢測 組內配藥單</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>藥品器材</th> <th>數量</th> <th>藥品器材</th> <th>數量</th> <th>藥品器材</th> <th>數量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.0168M 碘溶液(含碘化鈉)</td> <td>300 mL</td> <td>玻璃漏斗</td> <td>2 個</td> <td>玻璃</td> <td>1 支</td> </tr> <tr> <td>0.0056M 碘酸鉀溶液</td> <td>300 mL</td> <td>250ml 錐形瓶</td> <td>2 個</td> <td>調羹母匙</td> <td>1 個</td> </tr> <tr> <td>碘化鉀 KI=166</td> <td>0.74 g</td> <td>250ml 錐形瓶</td> <td>3 個</td> <td>手機鋼筆</td> <td>1 個</td> </tr> <tr> <td>拜魯愛 OC C₆H₈O₆=176.12</td> <td>6 錠</td> <td>100ml 容量瓶</td> <td>1 個</td> <td>白紙</td> <td>1 張</td> </tr> <tr> <td>25ml 吸量管+安全吸球</td> <td>1 組</td> <td>100ml 容量瓶</td> <td>1 個</td> <td>濾紙</td> <td>1 張</td> </tr> <tr> <td>50ml 滴定管測定夾+鐵架</td> <td>1 組</td> <td>燒杯台+鐵圈</td> <td>1 組</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	藥品器材	數量	藥品器材	數量	藥品器材	數量	0.0168M 碘溶液(含碘化鈉)	300 mL	玻璃漏斗	2 個	玻璃	1 支	0.0056M 碘酸鉀溶液	300 mL	250ml 錐形瓶	2 個	調羹母匙	1 個	碘化鉀 KI=166	0.74 g	250ml 錐形瓶	3 個	手機鋼筆	1 個	拜魯愛 OC C ₆ H ₈ O ₆ =176.12	6 錠	100ml 容量瓶	1 個	白紙	1 張	25ml 吸量管+安全吸球	1 組	100ml 容量瓶	1 個	濾紙	1 張	50ml 滴定管測定夾+鐵架	1 組	燒杯台+鐵圈	1 組		
藥品器材	數量	藥品器材	數量	藥品器材	數量																																						
0.0168M 碘溶液(含碘化鈉)	300 mL	玻璃漏斗	2 個	玻璃	1 支																																						
0.0056M 碘酸鉀溶液	300 mL	250ml 錐形瓶	2 個	調羹母匙	1 個																																						
碘化鉀 KI=166	0.74 g	250ml 錐形瓶	3 個	手機鋼筆	1 個																																						
拜魯愛 OC C ₆ H ₈ O ₆ =176.12	6 錠	100ml 容量瓶	1 個	白紙	1 張																																						
25ml 吸量管+安全吸球	1 組	100ml 容量瓶	1 個	濾紙	1 張																																						
50ml 滴定管測定夾+鐵架	1 組	燒杯台+鐵圈	1 組																																								

主持辛苦了!

口頭報告

海山高中
910120辜建穎

相較碘溶液滴定，利用
碘酸鉀溶液滴定結果較
符合實際商標結果，此
法較另者優。

01 實驗結果

抗壞血酸($C_6H_8O_6$)取量 理論值：1 g；實際值：1.00g				
實驗紀錄	對照組 (碘溶液實驗)		實驗組 (碘酸鉀溶液實驗)	
維他命 C 溶液	25.00 mL	25.00 mL	25.00 mL	25.00 mL
滴定管初始刻度	19.25 mL	29.25 mL	20.95 mL	29.05 mL
滴定管末讀刻度	27.20 mL	39.05 mL	29.05 mL	37.25 mL
滴定用量	9.95 mL	9.80 mL	8.10 mL	8.20 mL

量化結果	對照組 (碘溶液實驗)		實驗組 (碘酸鉀溶液實驗)	
抗壞血酸含量	29.42mg	28.98mg	23.95mg	24.25mg
純度百分比	11.68% (238.27mg)		9.64% (196.6mg)	
商標誤差值	16.06%		1.7%	

02 理論與推理

1. 直接碘滴定測定還原劑維生素C
2. 實驗結果可得實驗組所測得含量較為接近實際商標值
3. 化學物質本性和 LC_{50} 數值， I_2 相較其他兩者對人類的危害較多、毒性較大
4. 綠色化學12原則、SDGs17項目標

03 主張結論

原主張：
「相較碘溶液滴定，利用
碘酸鉀溶液滴定結果
較符合實際商標結果，
此法較另者優。」

成立

報告回饋

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	4/3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	4/3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4/3 2 1
我的回饋: 推論清楚且進行多方面的證據證明主張	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	4/3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	4/3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4/3 2 1
我的回饋: 語表達可更流暢通順	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	4 ③ 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4 ③ 2 1
我的回饋: 報告精美, 切入觀點很特別	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4 ③ 2 1
我的回饋: 推論可更順暢, 理論提供完善, 並延伸探討其應用	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4 ③ 2 1
我的回饋: 對實感很熟悉	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	④ 3 2 1
我的回饋: Excellent!	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	4 ③ 2 1
我的回饋: 推論過程完整	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	④ 3 2 1
我的回饋: ppt 很簡潔, 呈現清晰	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	4 ③ 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	④ 3 2 1
我的回饋: ppt 重點清楚, 語速適當	

口頭報告評分表

報告順序: 第 27 位 講者: 30911 辜建穎 繳交時間: 12240843	同意程度
證據呈現具體, 推論過程符合邏輯且完善, 並且證據扣合主張。	④ 3 2 1
講者講述使 CER 相互呼應, 清楚說明主張結論並且合理。	④ 3 2 1
講者熟悉報告主題, 使我完全聽懂, 且可複述報告內容。	④ 3 2 1
我的回饋: 比例完美, 略顯緊張	

心路歷程

以 CER 論證架構進行報告, 清楚簡潔的版面, 向其他同學嶄露自己的想法, 有別於書面的表達, 利用口說再次理清自己的思考邏輯。儘管只有四頁, 依舊保有科學架構! 師長及同學都給予高度的評價, 但我未來依舊會以他人的回饋作為我進步的原動力。