

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031621

抽煙有害健康的又一證明---維他命 C 與抽煙之關係研究

學校名稱：臺北縣立二重國民中學

作者： 國二 施宣瑋 國二 侯如意	指導老師： 蔡宗能
-------------------------	--------------

關鍵詞：抽煙 維他命 酸鹼滴定

抽煙有害健康的又一證明---維他命 C 與抽煙之關係研究

摘要：本研究是探討抽煙對維他命 C 的影響，應用國二自然課「酸鹼中和」單元中，「酸鹼滴定」的實驗，測定抽煙前後溶液中維他命 C 的變化，印證抽煙者體內維他命 C 的含量會降低，會導致身體的病變，進而提醒大家遠離煙害。

壹、研究動機：

學校在週會時舉辦健康專題講座，講題是「校園煙毒防治」，其中特別提到抽煙者容易罹患肺癌、口腔癌、喉癌、膀胱癌等疾病；不抽煙者若處於二手煙環境下，依然會有罹病的可能，爲了瞭解爲何抽煙會導致身體的病變，我們遍查了各種書籍文獻，發現抽煙導致病變的因素很多，其中據醫學報導，抽煙者體內所含維他命 C 明顯缺乏，這可能是導致身體病變的原因，爲了深入探討維他命 C 與抽煙之關係，我們進行了如下的研究。

貳、研究目的：

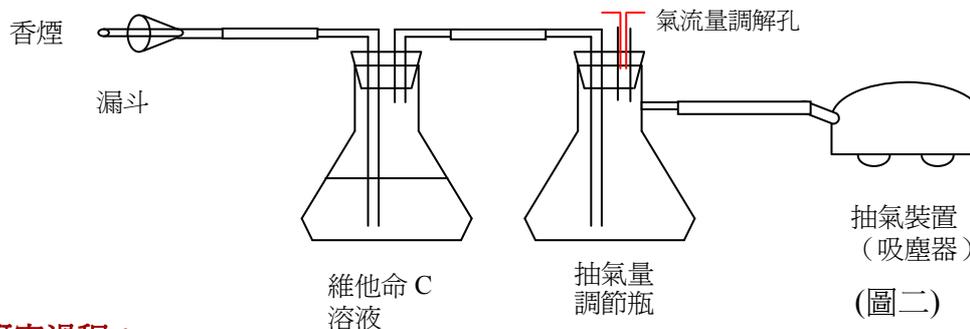
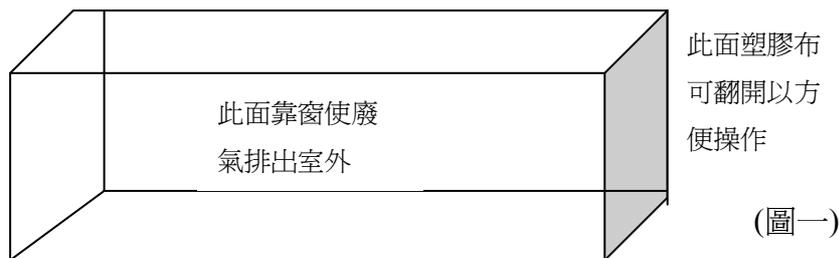
- 一、探討抽煙對維他命 C 的影響。
- 二、熟練利用滴定法測定維他命 C 濃度的方法。

文獻探討：(如附件一)

參、研究設備與器材：

1. **器材：**研鉢、燒杯、錐形瓶、U 型管、滴定管、玻璃管、橡皮塞、鑽孔器、滴管、附支管錐形瓶、漏斗、漏斗架、濾紙、橡皮管、抽氣機（吸塵器）、簡易通風櫥。
2. **藥品：**維他命 C 藥片、氫氧化鈉溶液（0.1M）、酚酞指示劑、L 牌香菸。
3. **實驗裝置圖：**

簡易通風櫥：四周以透明塑膠布包圍，只留靠窗一面與室外通氣。



肆、研究過程：

- 一、**抽煙實驗：**(抽煙對維他命 C 的影響)

- (1) 在簡易通風櫥中，如實驗裝置圖（二），將香煙裝在漏斗內管處，錐形瓶中倒入維他命 C 溶液 150 ml（註：維他命 C 溶液的配製方法如「實驗討論」之五），塞緊橡皮塞，啓動抽氣裝置，然後點燃香煙，待香煙燒盡時馬上關閉抽氣裝置。
- (2) 重新裝上香煙後，繼續抽氣並點燃香煙（注意控制每支香煙燃燒速度約 4 ~5 分鐘）。
- (3) 燒完 5 支香煙後，取下錐形瓶，加入 2 至 3 滴酚鈦指示劑，再用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定之。計算錐形瓶中維他命 C 之含量。（維他命 C 爲單質子酸，每莫耳維他命 C 可和一莫耳氫氧化鈉反應）

二、**空白實驗**：重複上述的實驗，但錐形瓶處裝 150ml 蒸餾水，燒完 5 支香煙後，取下錐形瓶，加入 2 滴酚鈦指示劑，再用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定之。計算錐形瓶中維他命 C 之含量。（註：爲何要做**空白實驗**？見「實驗討論」之四）

三、**對照實驗**：以錐形瓶取 150ml 維他命 C 溶液，加入 2 滴酚鈦指示劑，再用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定之。計算錐形瓶中維他命 C 之含量。

四、計算維他命 C 之流失比率。

五、重複上述的實驗一、二、三、四，將香煙數改爲 10 支、15 支、20 支，分別測定錐形瓶中維他命 C 之含量流失比率。

伍、研究結果：

一、維他命 C 之流失比率公式推演：

(一) **空白實驗**：150ml 蒸餾水，燒完 x 支香煙後，用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定量爲 V_1 ml，推算氫離子莫耳數 $(N_1) = 0.1 \times V_1 / 1000$

(二) **對照實驗**：150ml 維他命 C 溶液（未抽煙），用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定量爲 V_2 ml，推算氫離子莫耳數 $(N_2) = 0.1 \times V_2 / 1000$

(三) **抽煙實驗**：150ml 維他命 C 溶液，燒完 x 支香煙後，用 0.1M 氫氧化鈉溶液滴定量爲 V_3 ml，推算氫離子莫耳數 $(N_3) = 0.1 \times V_3 / 1000$

【推算】抽 X 支香煙：

(1) 流失維他命 C 之莫耳數 $= N_1 + N_2 - N_3$

(2) 流失維他命 C 之比率 $= [(N_1 + N_2 - N_3) / N_2] \times 100\%$
 $= [(V_1 + V_2 - V_3) / V_2] \times 100\%$

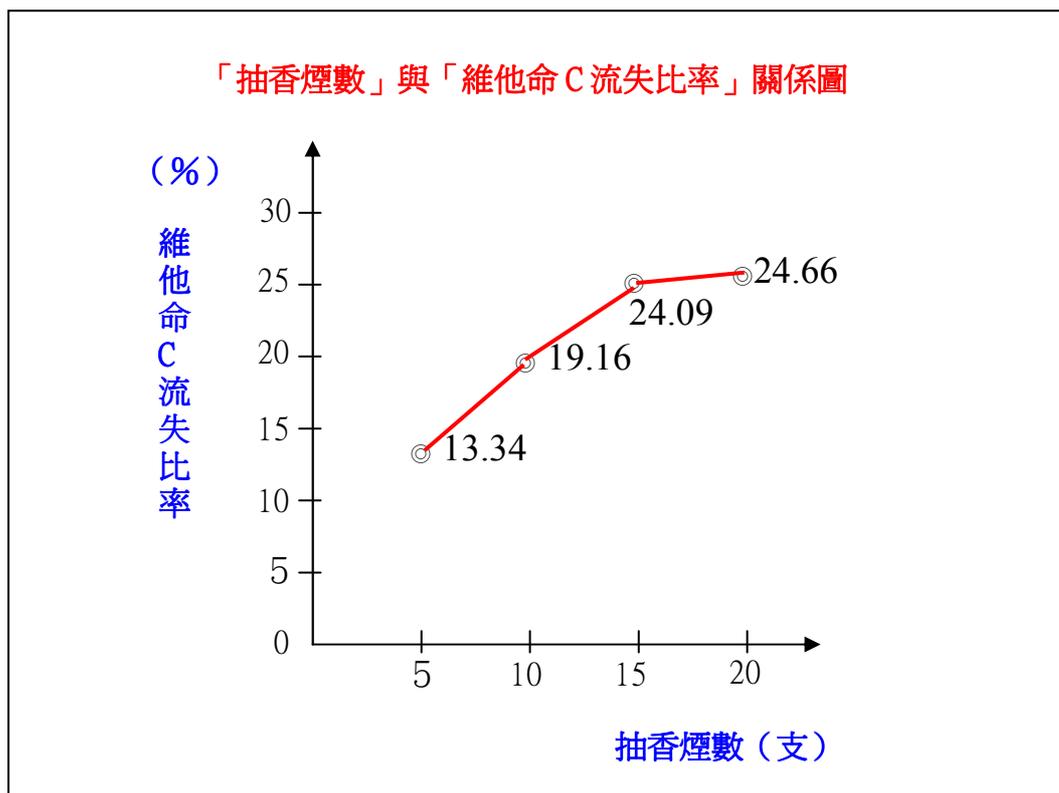
【結果】

抽煙實驗：150ml 維他命 C 溶液(抽煙)，氫氧化鈉溶液之滴定量

對照實驗：150ml 維他命 C 溶液(未抽煙)，氫氧化鈉溶液滴定量

空白實驗：150ml 蒸餾水(抽煙)，氫氧化鈉溶液滴定量

抽香煙數	(抽煙實驗)	(對照實驗)	(空白實驗)	流失維他命 C 之比率 (%)	
	氫氧化鈉溶液 滴定量 (V ₃ ml)	氫氧化鈉溶液 滴定量 (V ₂ ml)	氫氧化鈉溶液 滴定量 (V ₁ ml)		
5	25.3	24.4	4.1	13.11%	平均： 13.34 %
	24.6	23.5	4.4	14.04%	
	25.6	24.9	3.9	12.85%	
10	22.8	20.7	5.7	17.39%	平均： 19.16 %
	23.2	22.8	5.1	20.61%	
	23.9	23.1	5.3	19.48%	
15	28.2	26.9	7.1	21.56%	平均： 24.09 %
	27.9	27.2	7.9	26.47%	
	27.4	26.4	7.4	24.24%	
20	24.8	23.1	7.6	25.54%	平均： 24.66 %
	26.7	24.1	8.3	23.65%	
	24.7	23.4	7.1	24.79%	



陸、實驗討論：

- 一、有關維他命 C 濃度的測定方法，我們由網路上找到「碘間接定量分析法」（方法如附件三），「碘間接定量分析法」是將試樣在酸性溶液中，加入過量的碘化鉀 (KI)，使碘游離出來，再以硫代硫酸鈉標準溶液滴定之，進而求得維他命 C 的濃度，但此方法過程繁複理論深奧，我們雖請教老師說明但亦覺步驟繁複，因為我們只要測定出酸性的維他命 C 濃度的變化即可，因此我們決定使用國中教材酸鹼滴定的原理，利用氫氧化鈉溶液來滴定「維他命 C」。
- 二、本實驗模擬抽煙裝置設計，是大家多次改良而成；「抽氣裝置」採用品家用吸塵器，再利用轉接管將吸塵器的吸嘴接到「模擬抽煙裝置」上，為了控制抽煙的速度，我們加裝了一組「抽氣量調解瓶」，其中「氣流量調解孔」，我們利用一些細鐵絲逐一插入調解孔中，調整氣孔的大小，以改變氣流量，使抽煙速度控制在每支 4 至 5 分鐘左右。
- 三、為了避免在做「抽煙實驗」時，吸入香煙的廢氣，我們用木條及透明塑膠布製作了一座「簡易通風櫥」（如圖一），再將實驗裝置移至窗邊，簡易通風櫥四周以透明塑膠布包圍，只靠靠窗一面與室外通氣。
- 四、為何要做「空白實驗」？因為我們最初做「抽煙實驗」與「對照實驗」時，發現「抽煙實驗」溶液中所含氫離子莫耳數，反而比「對照實驗」溶液中所含氫離子莫耳數要多，因此我們做了「空白實驗」，發現抽煙廢氣中含有許多酸性氣體，使溶液中所含氫離子莫耳數不減反增。為了避免這些酸性氣體的干擾，我們增加了「空白實驗」，來校正實驗的誤差。
- 五、本實驗所用的維他命 C 藥片，我們選用純度 83.3% 每顆 500mg 的藥片，因維他命 C 藥片不易溶解，故先用研鉢磨成粉末（每次 3 顆），加入約 350ml 的蒸餾水攪拌溶解，並過濾雜質，即得維他命 C 溶液。
- 六、滴定維他命 C 溶液時，當接近滴定終點時酚鈦指示劑變色並不穩定，需等待幾分鐘後，以確定滴定終點。

柒、結論：

- 一、由實驗結果，我們得知抽煙越多對維他命 C 的影響越大，雖然維他命 C 的減少量並不太大（抽煙 15 支，維他命 C 減少約 24.09%），但是

對長期抽煙者影響將會很大。

二、由實驗結果，我們得知抽煙 15 支、20 支，其維他命 C 減少量的差異並不大，**並不表示抽煙 15 支以上對維他命 C 的影響減緩了**；可能的原因是我們實驗所用的維他命 C 溶液只有 150ml，抽煙超過 15 支以上時溶液吸收廢氣的量已接近飽和，因此差異不大。

三、本實驗帶給大家最大的感想是：**「抽煙真的太可怕了！」**因為每做完一次抽氣實驗，當拆下抽氣裝置準備滴定时，除了聞到一股濃烈的煙臭味外；橡皮管還流出黑褐色的焦油；玻璃管也沾上黑褐色的煙垢，令人觸目驚心。可想而知長期抽煙者的氣管與肺部將受到多大的傷害。在此我們更要呼籲抽煙者，爲了自己與別人（二手煙受害者）的健康應儘快戒煙，未抽煙者更不要輕易嘗試。

捌、參考資料：

- 一、 自然與生活科技（第四冊） 南一出版社
- 二、 自然與生活科技（第四冊） 翰林出版社
- 三、 教育部網站 春暉專案提供之資料
- 四、 維他命 C 健康法 東京家政大學教授 草間正夫 著 正義出版社
- 五、 萊納斯·鮑林 科學與和平之鬥士 邱翼聰 吳世雄 譯 牛頓出版社

【實驗照片說明】





抽煙實驗器材組裝 1



抽煙實驗器材組裝 2



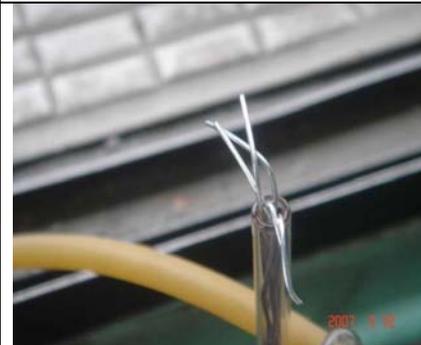
抽煙實驗器材組裝 3



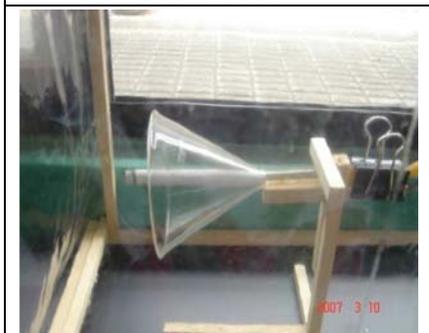
抽煙實驗器材組裝 4



抽煙實驗器材組裝 5



用細鐵絲調節氣流量



抽煙實驗開始點上香煙



抽煙實驗情形 1



抽煙實驗情形 2



抽煙實驗情形 3



抽煙實驗情形 4



將 NaOH 溶液倒入滴定管中



玖、附件：

【附件一】文獻探討：

一、依教育部網站"春暉專案"提供之資料——

(一) 香菸的成分和害處：

每支香菸經過燃燒可產生 4000 餘種化合物，其中部分散播於空氣中。部分被吸入肺部組織內，這些化合物可分為四大類：

1. 尼古丁：0.5 — 2.7 毫克/支 (不同品牌)
2. 焦 油：6.5 — 29 毫克/支 (不同品牌)
3. 一氧化碳：400PPM (PPM 為濃度單位)
4. 其他化學成分：包含有數十種刺激物質及 40 種以上的致癌物。

二、維他命 C 之探討：

(1) 維他命 C [Vitamin C] 學名 Ascorbic acid

(英文的意思是——防止壞血病之酸性物質)，化學式為 $C_6H_8O_6$ 。人體內無法自行合成維他命 C，據研究人體內之維他命 C 每經過十六天便會減少一半。最後幾乎全部變成草酸，而隨著尿液排出。

(2) 維他命 C 與健康：美國化學家 Linus carl PauLing 是諾貝爾化學獎得主，他曾研究證實維他命 C 能治療感冒，也能預防癌症。

美國曾發表有關癌症之調查報告，其中對於致癌原因認為 15% 來自於遺傳因素，而 85% 則由環境因素造成，所有的環境因素中最重要的是飲食，其次為抽煙、放射線之照射等。

三、維他命 C 與抽煙之關係：

抽煙可以說是百害而無一利的事，如肺癌、口腔癌、喉癌、膀胱癌均與抽煙關係密切，理由是吸煙者較不吸煙者之維他命 C 更容易消耗掉，吸煙者之血液或尿液中所含之維他命 C 份量約為不吸煙者之半數。

【附件二】

一、抽煙與維他命 C 的關係報導。

1. 抽菸的人：由於抽菸會消耗體內大量的維他命 C，所以有必要經常補充。
(<http://home.kimo.com.tw/windfantisy/Information-1.htm>)
2. 一般成人每日維生素的建議攝取量為 60 毫克。如果遵守均衡飲食的原則，並不難達成。抽煙、暴露在污染物質中的人會需要更多的維他命 C。例如吸一根香菸約增加 25 毫克維他命 C 的需要量。
(http://www.healthhouse.com.tw/info/vitamins/v_c.htm)
3. 常抽煙的癮君子，每根煙會破壞 25 毫克的維生素 C，因此每抽 10 根煙就至少應補充 250 毫克維生素 C。

(http://www.healthhouse.com.tw/info/vitamins/v_c.htm#aa)

4. 醫生指出，抽菸對皮膚和牙齒健康的影響甚大。此外，菸品中所含的尼古丁會使微血管收縮，血液循環變差；菸品在燃燒時所產生的一氧化碳，會與血液中的血紅素結合，阻礙血液運送氧分；燃燒的菸還會抑止女性荷爾蒙分泌，傷害細胞，使細胞老化。抽一根菸會破壞相當 25 毫克的維他命 C，一天抽 4 根菸，便會將當天人體所需的 100 毫克的維他命 C 破壞殆盡。

(<http://www.jtf.org.tw/jtf05/Show.asp?This=610>)

5. 由於抽菸會消耗體內大量的維他命 C，所以有必要經常補充。

(http://www.gimsun.com.tw/03_health/01.php?+++71)

6. 如果您時常抽煙，體內的維他命 C 將快速流失

(http://www.wyeth.com.tw/education/hb_family.html)

7. 吸煙會馬上帶許多毒素進入體內，也會造成體內的氧化壓力，又容易消耗體內的抗氧化物如維他命 C，所以吸煙者老化快，皮膚粗糙，容易得心血管疾病與癌症，多和長期的氧化壓力有關。

(<http://ind.ntou.edu.tw/~jiang/%B7%CF.htm>)

8. 值得一提的是，抽煙的人，不論是一手煙或是二手煙，都會讓血清中的維他命 C 濃度降低

(http://www.westgarden.com.tw/health_detail.asp?num=31)

9. 抽煙的人應特別補充維他命嗎？

是的，香煙中的尼古丁會使維他命 C 快速地流失。因此，一天抽煙 20 支以上的癮君子，體內的維他命 C 必須比不吸煙的人多 50% 以上，科學家建議，成年的吸煙男性最少每日需補充 60 毫克的維他命 C，吸煙女性則為 45 毫克。

(http://www.wyeth.com.tw/education/qa_consume.html#14)

【附件三】

【測定維生素 C — 碘間接定量分析法】

一、目的

1. 學習碘間接定量分析法的原理與應用。
2. 學習硫代硫酸鈉標準溶液的製備及標定方法。
3. 測定維生素 C 片的抗壞血病酸的含量。

二、原理

碘 (I_2) 本身是種相當弱的氧化劑，氧化力不強，故以碘為標準溶液的直接碘定量分析法 (Iodimetric methods)，應用有限。間接的碘定量分析法 (Iodometric methods)，是使用硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3$) 為標準溶液來滴定碘，其用途比較廣泛。

間接碘定量分析法中，是將試樣在酸性溶液中，加入過量的碘化鉀 (KI)，使碘游離出

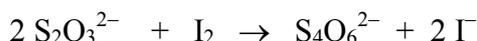
來，以硫代硫酸鈉標準溶液滴定之。

A. 標定硫代硫酸鈉溶液

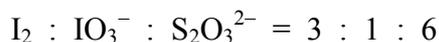
碘酸鉀 (KIO_3) 是標定硫代硫酸鈉溶液最優良的標定物。在微酸性溶液中，碘酸根離子 (IO_3^-) 與過量的碘離子 (I^-) 迅速反應而生成碘。其反應式為



一莫耳的碘酸根還原生成三莫耳的碘；以欲標定之硫代硫酸鈉溶液為滴定劑，碘與硫代硫酸根 ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) 之反應為



其產物為四硫磺酸根離子 ($\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, tetrathionate ion)，由二個硫代硫酸根離子失去二個電子而產生的，因此碘、碘酸根離子及硫代硫酸根離子之莫耳數比為



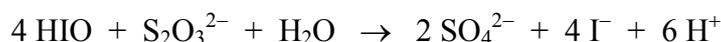
因此，只要固定碘酸根離子的量，產生之碘量亦為一定，利用上述之莫耳數比值，可求出硫代硫酸鈉溶液之精確濃度。

本實驗利用澱粉 (starch) 水溶液為指示劑以判斷測定之終點，溶液中只要含有少量的三碘離子 (I_3^-) 就會呈深藍色；三碘離子來自於碘酸根離子與碘離子化合形成之碘與過量之碘離子結合所形成。 $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_3^-$

懸浮的澱粉水溶液易受細菌影響而分解，故必須在進行實驗當天才配製。澱粉加入含高濃度碘的溶液中，有一部分會被分解而產生不完全可逆的指示劑性質。故必須當大部分的碘已被還原，顯出淺黃色之溶液時，才加入澱粉溶液。在適當時刻加入指示劑，溶液呈深藍色，以硫代硫酸鈉溶液滴定至澄清。

碘溶液之 pH 值必須小於 7。因為在微鹼性碘液中碘易形成次碘酸 (HIO) 其反應為 $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HIO} + \text{I}^- + \text{H}^+$

其平衡常數很小 (約為 3×10^{-13})，但溶液之 pH 大於 7 時，有明顯的次碘酸根 (IO^-) 形成。碘僅將硫代硫酸根完全轉變為四硫磺酸根離子；但次碘酸易將全部或一部份的硫代硫酸根氧化成硫酸根離子 (SO_4^{2-})，反應如下：



如此會嚴重干擾碘/硫代硫酸根反應之計量關係，將造成滴定时使用太少量之硫代硫酸根或太多量之碘溶液。

影響硫代硫酸根溶液穩定性之主要因素包含 pH 值、微生物、雜質、溶液濃度、大氣中氧之存在及曝露於日光等。當硫代硫酸根溶液之 pH 等於 5 或更低時，會發生下列反應： $S_2O_3^{2-} + H^+ \leftrightarrow HS_2O_3^- \leftrightarrow HSO_3^- + S(s)$

其發生的速率隨氫離子濃度增加而增加，當此反應發生相當程度時，將使硫代硫酸鈉之當量濃度減少。由實驗顯示當 pH 在 9 至 10 之間，硫代硫酸根溶液之穩定性最大，且細菌的活性最小，細菌較不會使硫代硫酸根離子變質，而轉變成亞硫酸根、硫酸根與元素態硫。可藉加入少量之碳酸鈉調整 pH，以保持標準溶液之濃度。硫代硫酸根溶液曝露於日光或空氣中，會加速其分解速率。在較稀釋溶液中，其分解速率亦較大。

C. 測定維生素 C 片中抗壞血病酸含量

抗壞血病酸 (Ascorbic Acid) 又稱維生素 C，可完全被碘氧化而變成去氫抗壞血病酸。使用一定量的碘酸根與過量的碘離子反應，產生一定量的碘，再將抗壞血病酸加入與定量且過量的碘作用，利用碘間接定量分析法以標準硫代硫酸根來滴定過量之碘。當維生素 C 樣品溶解後必須立即進行分析，以避免空氣氧化抗壞血病酸。

三、器材

250 mL 量液瓶	1 個	50 mL	棕色滴定管	1 支
10 mL 吸量管	1 支	50 mL	量筒	1 個
250 mL 三角錐瓶	2 個	500 mL	棕色容器	1 個
加熱攪拌器	1 台	研鉢及杵	1 套	稱量瓶 1 個

四、藥品

硫代硫酸鈉 ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ，分子量 = 248.18)

碳酸鈉 (Na_2CO_3) 碘化鉀 (KI) 維生素 C 片 碘酸鉀 (KIO_3)

可溶性澱粉 (soluble starch) 6 M HCl 6 M H_2SO_4

KIO_3 ：碘酸鉀置於 110°C 的烘箱中乾燥至少 1 小時，取出置乾燥器中，冷卻至室溫備用。

澱粉指示劑：於 1000 mL 燒杯中加入 700 mL 蒸餾水，加熱至沸騰；稱

3 g 可溶性澱粉溶於少量冷水，將其緩慢加入沸水中，繼續加熱直到變成澄清溶液。冷卻後備用。

五、實驗步驟

A. 硫代硫酸鈉溶液的標定

1. 0.10 M 硫代硫酸鈉標準溶液：稱取約 6.25 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (精稱至 0.1 mg)，放入 250 mL 量液瓶中，溶解於經煮沸至少 5 分鐘的冷水；再加入 0.025 g Na_2CO_3 ，搖晃直到完全溶解，稀釋至 250 mL，移至乾淨附有塞子的棕色玻璃瓶中保存。
2. 稱量 0.12 g KIO_3 (精稱至 0.1 mg)，放入 250 mL 三角錐瓶中，加入 50 mL 蒸餾水及 2 g KI ，攪拌至溶解為止。
3. 加入 2 mL 的 6 M HCl ，置於陰暗處 3 分鐘；立刻以硫代硫酸鈉溶液滴定剛產生的碘，直到溶液由深黃色變至淡黃色為止。
4. 加入 5 mL 澱粉指示劑，溶液呈深藍色，繼續滴定至藍色消失，記錄所使用之硫代硫酸鈉溶液的體積。
5. 滴定過之溶液先置於一旁，切勿倒掉，持續觀察其顏色變化；若顏色轉為藍色，繼續以硫代硫酸鈉溶液滴定至藍色不再出現，才是真正的滴定終點。

B. 測定市售維生素 C 片中抗壞血病酸含量

1. 研砵及杵洗淨，放入烘箱乾燥備用。
 2. 維生素 C 片稱重 (精稱至 0.1 mg) 記錄數值後，放至研砵中磨成細粉，粉末移入 100 mL 量液瓶中，加入半滿蒸餾水及 5 mL 6 M H_2SO_4 ¹，搖晃直到完全溶解，稀釋至 100 mL。
 3. 取出 25 mL 維生素 C 溶液放入 250 mL 燒杯中，加入 0.12 g KIO_3 (精稱至 0.1 mg) 及 2 g KI ，置於陰暗處 3 分鐘，以硫代硫酸鈉溶液滴定至淡黃色，加入 5 mL 澱粉指示劑，繼續滴定至藍色消失。
 4. 滴定過之溶液先置於一旁，切勿倒掉，持續觀察其顏色變化；若顏色轉為藍色，繼續以硫代硫酸鈉溶液滴定至藍色不再出現，記錄硫代硫酸鈉溶液之滴定體積。計算每克維生素 C 片中所含抗壞血病酸 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) 的毫克數。
重複步驟 3~5 二次，計算相對標準偏差 (RSD)。
-

【評 語】 031621 抽煙有害健康的又一證明---維他命 C 與抽煙
之關係研究

設計抽煙與維他命 C 溶液反應的裝置是創新不錯的想法。若能香煙中
成份溶於水酸鹼性做更完整的實驗就更好。