

2013/2014 學年

教學設計獎勵計劃

從茶葉中提取咖啡因

C080

高二化學



簡介

喝茶是中國人生活中的一部份，不同地區的人喝茶的方式也有所不同，特別是老一輩，喜好沖泡一壺茶慢慢品嚐，但當中有多少人知道茶葉中含有咖啡因呢？又有多少人知道如何「喝茶」更為健康呢？是次課程希望同學透過實驗研究，並取得數據向外界說明，另外，亦希望同學們可以從中學習科學家們的探究精神，並把課堂所學融入日常生活。

本實驗通過茶葉的水溶液，使茶葉中的咖啡因在高溫時溶出(因為咖啡因在水中具有相當的溶解度，溫度越高，溶解度越大)。然後，在除去茶葉中的酸性物質和雜質後，用一種與原溶劑不互溶的試劑---二氯甲烷將其萃取,由於二氯甲烷的沸點較低，我們可以把萃取後的溶液加熱蒸發走溶劑，從而提取出咖啡因。

學生能用簡單的實驗去提取出實驗的產品，對學生的集中與認真程度有很大關係，因為實驗環環相扣，每一部的出錯都會導致實驗的重新開始。更希望透過這類以生活為題的課題，加強學生對物質世界的認識，多關心身邊的自然世界。同時希望通過生活化的引入，使學生對化學的學習更感興趣。

目次

簡介-----	2
目次-----	3
教學目標-----	4
教學對象-----	4
教學時間-----	4
教學資源-----	5
試教日程-----	6
教學方法-----	6
教學過程-----	7
教學活動-----	11
試教評估、反思與建議-----	12
參考文獻-----	14
附錄-----	14
附錄一：教學投影片	
附錄二：試教相片	
附錄三：部份學生的實驗報告	

教學目標

1. 了解茶中的咖啡因的存在。
2. 學會不同混合物的分離方法。
3. 學會回流裝置及分液漏斗的使用。
4. 將實驗盡可能微型化，減少實驗所需的時間及實驗藥品的使用量，加強對環境的保護。
5. 從生活中學習化學，盡量理論與實際聯繫起來，培養學生活用知識、發揮創意。
6. 在不使用索氏提取器的情況下從茶葉中粗略提取咖啡因。

教學對象

1. 高二級理科學生
2. 已掌握基本中學化學實驗知識及技巧的學生

教學時間

每週一次（2~3 小時）、分 6 週進行、共 16 小時

教學資源

1. 理論課：

- a. 電腦及投影機
- b. Microsoft office 軟件

2. 實驗課：

- a. 實驗儀器：燒杯、圓底燒瓶、玻璃棒、分液漏斗、冷凝管、
蒸發皿、藥匙、電子天秤、稱量紙、洗滌瓶、漏斗、
量筒、酒精燈、鐵架及鐵夾、三腳架、鐵絲網、
、玻璃導管及橡膠管、電熱板、膠管、防火墊
- b. 實驗藥品：
 - i. 碳酸鈣
 - ii. 硫酸鎂
 - iii. 二氯甲烷
- c. 其餘用品：茶葉(紅茶及綠茶)




試教日程



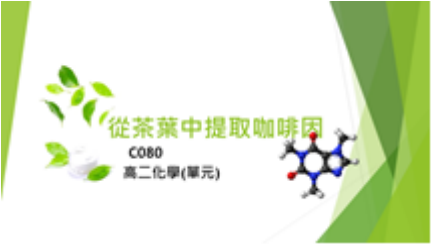
周數	時數	內容	施教日期
第一周	2.0 h	. 讓學生分享咖啡因的存在及對身體的影響。 . 介紹混合物的分離方法。 (1) 過濾法 (2) 傾析法 (3) 結晶法 (4) 蒸餾法 (5) 分餾法	2013 年 10 月 2 日
第二周	3.0 h	. 介紹混合物的分離方法。 (6) 離心分離法 (7) 昇華法 (8) 色層分析法 (9) 萃取法 . 實驗 --- 粗鹽提純，墨水分離及鹵素單質互換	2013 年 10 月 16 日
第三周	2.0 h	. 介紹咖啡因的性質及有機物的提取方法。 . 介紹回流裝置，茶葉中的成份以及實驗原理。	2013 年 10 月 23 日
第四周	3.0 h	. 實驗---測定綠茶中的咖啡因含量。	2013 年 10 月 30 日
第五周	3.0 h	. 比較實驗---測定紅茶中的咖啡因含量。	2013 年 11 月 6 日
第六周	3.0 h	. 探究實驗---用正己烷和二氯甲烷萃取咖啡因的差異研究。	2013 年 11 月 13 日

教學方法



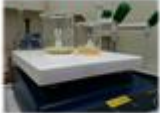

1. 本教案以實驗為主，希望提學生動手能力。
2. 引領學生作資料搜集，小組分析選出最佳實驗方案。
3. 透過實驗講解，引導學生從生活中出發去看充滿化學的世界。
4. 教師在旁指引學生及講解，以投影片為輔導。


教學過程

內容	教學提要	教學活動
<p>課題引入</p>	<p>1. 動機引發</p> <p>提問一：咖啡因是什麼？</p> <p>讓學生由生活中出發，了解咖啡因會在哪里？</p>	
<p>咖啡因的性質介紹</p>	<p>1. 把學生交流的訊息整合，講述咖啡因的性質。</p> <p>2. 使學生對咖啡因的化學結構更加了解。</p>	<p>用 ppt 講解咖啡因的性質</p>  <p>系統地講述性質</p>
<p>咖啡因的作用</p>	<p>咖啡因對人類的影響：</p> <p>1. 學生發表各自的意見。 (提前安排學生搜集資料)</p>	<p>學生分享</p>  <p>教師最後作出總結 簡介幾種常見影響</p>

<p>混合物的分離</p>	<p>為實驗方法的作知識性的準備，講解混合物的分離方法，從而帶出本實驗中應採用哪種方法才可獲得咖啡因。</p>	<p>觀看 ppt</p>   <p>先講述分離的原理</p>
<p>混合物的分離</p>	<p>1. 講述各種分離方法： 過濾法、傾析法、結晶法、蒸餾法、分餾法、離心分離法、昇華法、色層分析法、萃取法</p>	<p>學生在聽講中對每種分離方法進行了解，有助學生選用合適的方法進行實驗。</p> <p>教學內容詳見 ppt</p>
<p>操作技巧訓練</p>	<p>通過各個小實驗去動手： 1. 粗鹽提純 2. 鹵素單質的互換</p>	<p>在粗鹽提純中使學生對過濾的操作更加純熟。有助本實驗中茶渣與液體的分離。而鹵素的互換可以對萃取的原理的理解有一定幫助。</p>
<p>主課題的引入</p>	<p>1. 提問：回憶各分離方法，並為本課題選取合適的方法。</p>	<p>觀看 ppt</p>  <p>透過了解，集體思考方案。</p>

<p>實驗簡介及主要步驟</p>	<p>1. 實驗簡介</p> <p>2. 主要操作步驟</p>	<p>觀看 ppt 指引</p> <p>二. 實驗簡介</p> <p>▶ 本實驗透過茶葉的水溶液，使茶葉中的咖啡因在高溫時溶出(因為咖啡因在水中具有相當的溶解度，溫度越高，溶解度越大)。然後，在除去茶葉中的雜性物質和糖質後，用一種與原溶劑不互溶的試劑——二氯甲烷將其萃取。由於二氯甲烷的沸點較低，我們可以將萃取後的溶液加熱蒸發走溶劑，從而獲取出咖啡因。</p> <p>四. 實驗的主要操作</p> <p>▶ 1. 水蒸氣迴流提取</p> <p>▶ 2. 普通過濾操作</p> <p>▶ 3. 分液漏斗萃取分離</p> <p>▶ 4. 高溫蒸發溶劑結晶</p> 
<p>實驗步驟</p>	<p>1. 茶葉的稱取及裝藥。</p> <p>2. 加熱迴流。</p> <p>3. 趁熱過濾，得到濾液。</p>	<p>觀看 ppt 指引</p> <p>學生動手實驗</p> <p>四. 實驗步驟</p> <p>(一) 稱取茶葉2克，然後將其置於燒杯中，再加入25mL熱水及1g的硫酸銅晶體並充分攪拌。</p>    <p>四. 實驗步驟</p> <p>(二) 組裝回流裝置，加熱煮沸後回流至少30分鐘。 [注意控制溫度，避免高溫以致咖啡質揮發]</p>   <p>四. 實驗步驟</p> <p>(三) 30分鐘後熄滅酒精燈，趁熱將溶液過濾，以除去茶葉等固體殘渣，讓液體靜置的室溫將其冷卻。</p>  <p>學生注意各步驟的細節。</p>

<p style="text-align: center;">實 驗 步 驟</p>	<p>4. 與二氯甲烷混合，準備萃取。</p> <p>5. 萃取操作。 注意需保留的成份。</p> <p>6. 蒸發二氯甲烷，取到咖啡因晶體。</p> <p>7. 計算產量。</p>	<p style="text-align: center;">學生動手實驗</p> <p>四. 實驗步驟</p> <p>(四) 待濾液冷卻後，將其倒入分液漏斗，並加入 2.5ml 的二氯甲烷，劇烈的搖動至少一分鐘，靜待其分層。 <i>(搖動時，要隨時打開活塞放氣)</i></p>  <p>四. 實驗步驟</p> <p>(五) 上層橙黃色為水層，下層乳白色溶液為二氯甲烷層，收集下層溶液(重複步驟(四)、(五)三次)。</p>  <p>四. 實驗步驟</p> <p>(六) 將收集到的下層溶液合併，置於的電熱板上加熱，蒸乾溶劑，取得咖啡因。 <i>(溫度切勿過高，否則會令咖啡因昇華)</i></p>  <p>四. 實驗步驟</p> <p>(七) 稱量所得的咖啡因含量。</p>  <p style="text-align: center;">注意各步驟的細節。</p>
<p style="text-align: center;">實 驗 數 據 處 理</p>	<p>1. 實驗數據處理</p> <p>如何計算出茶葉中咖啡因的含量。</p>	<p>教導學生處理數據 從而分析實驗結果</p> <p>注意水份的問題，咖啡因的含量很低，不適宜從小燒杯中取出，應用減量法測量。</p>

<p>實驗總結</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在實驗後加強各操作的背後原理，希望學生在下次的操作中盡量減少失誤。 2. 總結分析 3. 探討 	<p>導師講解</p>  <p>一、實驗說明</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. 在加熱濾液前加入碳酸鈉以除去茶葉中的酸性物質，例如草酸等。 ▶ 2. 萃取後加入硫酸鈉可以除去水份，但萃取液到的液體量較少，可以不用加入 硫酸鈉。 ▶ 3. 使用二氯甲烷進行萃取是由於二氯甲烷的沸點較低，容易蒸發，而且避免溫度過高時咖啡因昇華。 ▶ 4. 分多次萃取會比一次萃取達到更佳的效果。 <p>二、注意事項</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 1. 使用冷卻管時，應由下入水，由上出水； ▶ 2. 加熱濾液時，避免過份劇烈沸騰； ▶ 3. 使用分液漏斗時，需搖一段時間後要打開活塞放出氣體； ▶ 4. 使用二氯甲烷萃取時，要注意通風，因為二氯甲烷易揮發且有毒。 ▶ 5. 用電熱板加熱時，切勿溫度過高令咖啡因昇華。 <p>引導學生思考 學生作簡單的計算 分析實驗結果 探討如何優化實驗</p>
<p>延伸實驗</p>	<p>探究用正己烷和二氯甲烷萃取咖啡因的差異</p>	<p>讓學生先搜集資料，再進行探究實驗。</p>

教學活動

用生活中的例子作引入，調動起學生對本實驗的興趣。通過對咖啡因的了解，可以加強學生對健康的注意。先學習混合物的分離方法，接着指導學生用簡易的方法從茶葉中提取咖啡因。本實驗的成功秘訣是在於萃取後油水的分離情況，若不純會導致咖啡因在加熱時分解，令實驗以失敗告終。因此可以訓練學生的實驗操作技巧及培養出認真的科學實驗態度。

試教評估、反思與建議

實驗在選材過程中，以生活中經常接觸到的事物對學生進行刺激，容易引起學生對本課題的關注，從生活中的經常飲用的茶類製品，引導學生了解咖啡因的存在及咖啡因的作用，過量攝入後對人類的影響，通過資料搜集去選取從茶葉提取咖啡因的最佳方法，考慮到實驗室的現有儀器設備。最後由教師引導及提出這種簡易的實驗方針。

在茶葉中咖啡因的提取實驗中，怎樣才可使隱藏在茶葉中的咖啡因走出來而被我們收集測量呢？使學生回憶起萃取的方法，因為咖啡因這有機物易溶於二氯甲烷這一有機溶劑。方案確定後又需要考慮咖啡因容易受熱分解這一問題。由於實驗中用到加熱回流裝置，長時間的沸騰會使咖啡因分解，嚴重降低咖啡因的產量，所以在操作上有一定技巧，就是間斷性加熱，在沸騰後把酒精移開一段時間，直至稍為降溫再加熱，這樣可以減少咖啡因的分解，在萃取分液後又應確保咖啡因的二氯甲烷溶液中沒有水份，因為咖啡因的沸點在二氯甲烷與水之間，當混合液中有水的存在，把混合液蒸乾等同於把咖啡因完全分解。另外在萃取的步驟中為使咖啡因更大程度地轉移至二氯甲烷中，應該將一定量的二氯甲烷分幾次的加入進行分步多次萃取操作，可以使咖啡因的轉移效果更明顯。

在萃取實驗的進行中，更應加強安全的教育，因為二氯甲烷有毒，應於通風的地方進行，有學生更自發的考慮用抽氣及通氣櫥通設備去進行實驗，證明在之前的安全教育已收到一定的成果。另外由於二氯甲烷易揮發，在萃取的搖勻工序

中必須慢與及時放氣，以免分液漏斗中內壓過大而向外噴發混合液，產生意外。

而在加熱板的使用上更應見乾便收，否則咖啡因也會因強熱而分解，使長時間的努力付諸流水。把握好以上的操作小事項，實驗便可以成功在望。為節省實驗的時間，可以用電熱水器預先煮好熱水，可以很大的縮短實驗時間。通過一系列的教導使學生了解如果科學地分配實驗的時間，在大膽假設並進行實驗的同時都應站在巨人的肩上，在互聯網上多作一些資料的搜查。可以減少胡亂實驗而引起的實驗失敗機會。

總結整個實驗可以考察學生的動手能力和對實驗操作的嚴謹程度，學會分析問題和對實驗的方案進行討論研究，很有實驗的價值。最終可通過簡單的回流、過濾、萃取、蒸發等原理，從茶葉中提取出咖啡因，若因操作的少問題使實驗數據不太準確，可以在今後的操作中對自己多作要求，以得出最佳的實驗結果。希望在下次實驗中引入索氏提取器，而提高成品的產量，同時可以使學生在對比中學習，找出最好的實驗方法。

參考文獻

厦門大學國家級化學實驗教學示範中心 基礎化學實驗（二）

香港食物安全中心網頁(www.cfs.gov.hk)

www.google.com (資料搜集用)

www.wikipedia.tw (資料搜集用)

附錄

附錄一：教學投影片

附錄二：試教相片

附錄三：部份學生的實驗報告

所附光碟包含以下內容：

* C080 教案—從茶葉中提取咖啡因

* 教學投影片(資料夾) (內含 3 個投影片)

 咖啡因的簡介 混合物的分離 茶葉中咖啡因含量的測定

* 試教相片(資料夾)

* 實驗影片(1 個)

附錄一 投影片

第一部份

咖啡因對人體的影響



- 咖啡因是一種黃嘌呤生物鹼化合物，對人類來說是一種興奮劑。它存在於咖啡樹、茶樹、巴拉圭冬青（瑪黛茶）及瓜拿納的果實及葉片裡，少量的咖啡因也存在於可可樹、可樂果及代茶冬青樹，總體上來說，在超過60種植物的果實、葉片和種子中能夠發現咖啡因
- 咖啡因是一種中樞神經興奮劑，能暫時的驅走睡意並恢復精力。



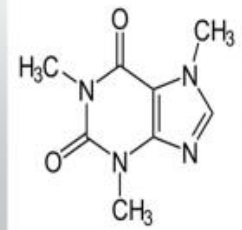
咖啡因的性質又是怎樣呢？



咖啡因的性質

分子式： $C_8H_{10}N_4O_2$

密度和相態	1.2 g/cm ³ , 固體
水中溶解性	微溶
其他溶劑	乙酸乙酯、氯仿、嘔啉、吡咯、四氫呋喃中可溶；酒精和丙酮中一般可溶；石油醚、醚及苯中微溶
熔點	237 ° C
沸點	178 ° C (升華)
酸度係數 (pK _a)	10.4 (40 ° C)

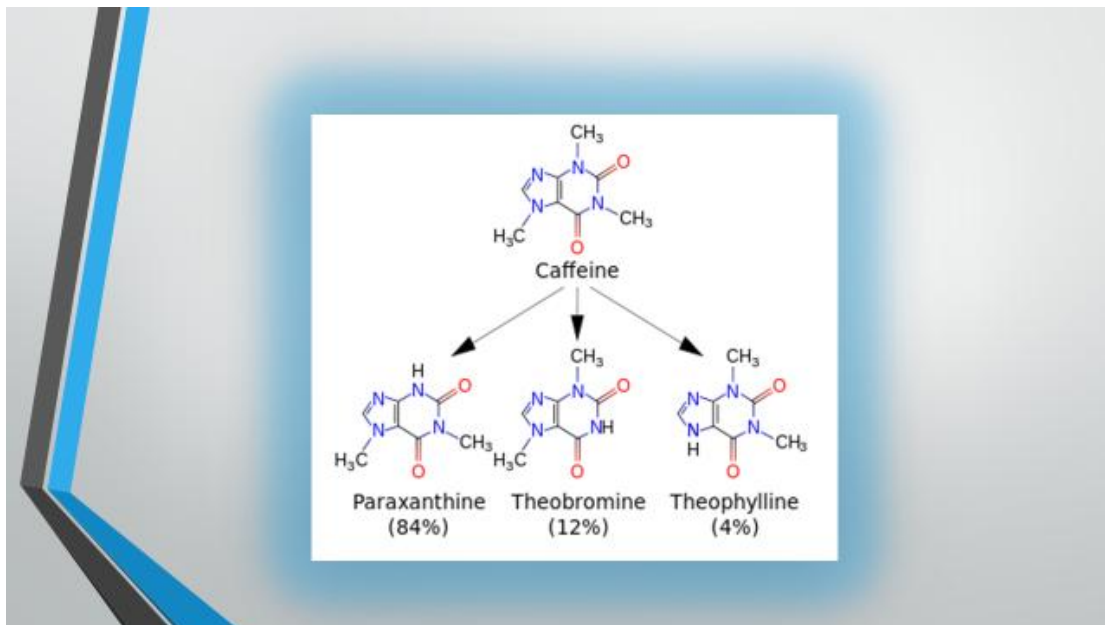


咖啡因的代謝

咖啡因在攝取後45分鐘內被胃和小腸完全吸收。吸收後它會分佈於身體的所有器官之中，轉化過程符合化學動力學一級反應。咖啡因的代謝在肝臟中發生，由細胞色素P450氧化酶（特別是1A2同工酶）酶系統氧化，形成三種不同的二甲基黃嘌呤，這三種二甲基黃嘌呤對身體有不同的作用。

- 副黃嘌呤（1,7-二甲基黃嘌呤，84%）-能夠加速脂解，導致血漿中的甘油及自由脂肪酸的含量增加。
- 可可鹼（12%）-能夠擴張血管，增加尿量。可可鹼也是可可豆中主要的生物鹼，也存在於巧克力中。
- 茶鹼（4%）-舒緩支氣管平滑肌，被用作治療哮喘。治療所用的劑量遠遠大於由咖啡因代謝所產生的劑量。

這些化合物進一步代謝，最終通過尿液排泄出體外。



你知道咖啡因對人體有甚麼影響嗎？



咖啡因會令人過度興奮

- 煩躁、神經過敏、興奮、失眠、臉紅、尿液增加、胃腸紊亂、肌肉抽搐、思維渙散、心跳不規則或過快以及躁動

咖啡因會上癮

- 長時間飲用咖啡因可以導致身體對咖啡因的習慣化。假如這時中斷使用咖啡因，身體會對腺嘌呤核苷過分靈敏，血壓會過度降低，導致頭疼和其它症狀。

咖啡因與提神

據報導，人體在腦力或體力勞動過後，一種被稱為“腺苷”的物質作為代謝產物逐漸在大腦中囤積，讓人產生疲勞感，而咖啡因會搶先於腺苷附著於它的感應受體上，大腦感應不到這種疲勞物質，就會暫時被“欺騙”，進而保持良好的精神狀態——這就是咖啡“提神醒腦”的秘密。但是，咖啡因的作用是暫時的，隨著咖啡因被人體代謝，腺苷再次被人腦捕捉到，人就會再次感到疲勞。咖啡只有短時間提神的效果，如果真想要“消除疲勞”，唯一的辦法是睡覺。

從上得知，如此反復，身體只會愈加疲勞！

The image shows the words "The End" written in a classic, elegant cursive script. The text is illuminated with a golden glow, making it stand out against a dark, textured background that resembles a movie screen or a book cover. The overall aesthetic is that of a classic film or literary work's closing scene.



混合物的分離方法

混合物的**分離原理**：藉助成分物質之**特性**來分離

例如：

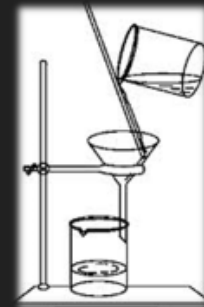
1. 溶解法：利用成分物質**溶解度**不同，而達分離
2. 過濾法：利用成分物質**顆粒大小**不同，而達分離
3. 分餾法：利用成分物質**沸點**不同，而達分離



因此，分離前要考慮其成份的特性。

一. 過濾法

- 原理：液體粒子可通過濾紙的小孔---濾液
- 固體粒子不可通過濾紙的小孔---濾渣



儀器裝置及注意事項：



注意事項：

- 一貼：濾紙要緊貼漏斗
- 二低：濾紙要低於漏斗
液體要低於濾紙
- 三靠：燒杯口靠着玻璃棒
玻璃棒靠在三層濾紙處
漏斗的下端口要靠在燒杯內壁

二. 傾析法

- 這種方法可用來分隔液體和固體，固體的密度必須比液體大得多，而且不溶於液體。將載有混合物的容器微傾，使液體流出而固體不倒出。

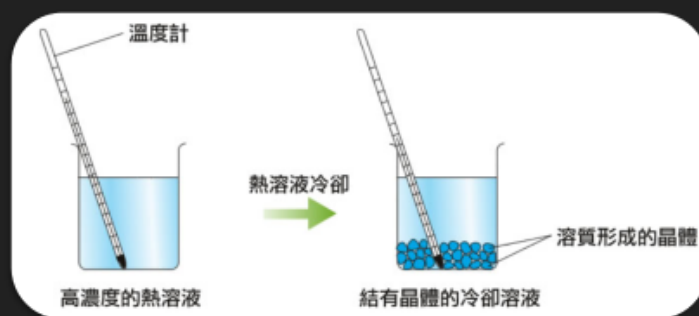


三. 結晶法

- 結晶是分離和提純混合物的一種方法。它適用於可溶性物質的混合物，且混合物中一種物質的溶解度受溫度影響變化較大，而另一種物質溶解度受溫度影響變化不大的混合物的分離和提純。

結晶的兩種方法：

❖ 冷卻熱飽和溶液



結晶的兩種方法：

❖ 室溫下慢慢蒸發結晶



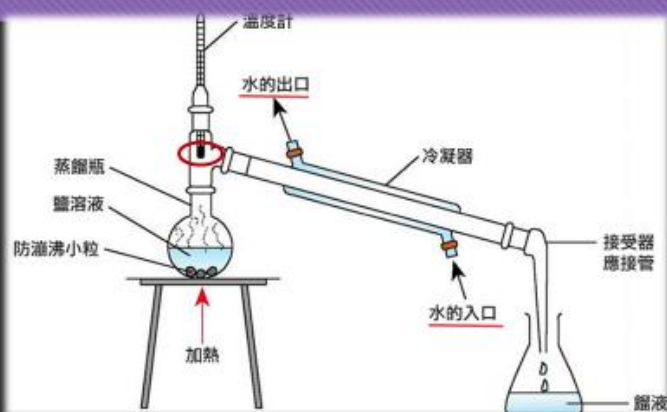
兩種方法的比較：

方法	(1)熱溶液冷卻結晶	(2)室溫下蒸發結晶
原理	加熱蒸發掉部分溶劑，使成高溫的濃溶液。溶液冷卻時，因溶質的 <u>溶解度</u> 減小，過量的溶質從溶液中成為晶體析出。	溶劑在室溫下慢慢蒸發減少，可溶解的溶質的量也逐漸減少而有溶質從溶液中成為晶體析出。
比較	晶體形成較 <u>快</u> ，粒子較 <u>小</u>	晶體形成較 <u>慢</u> ，粒子較 <u>大</u>

四. 蒸餾法

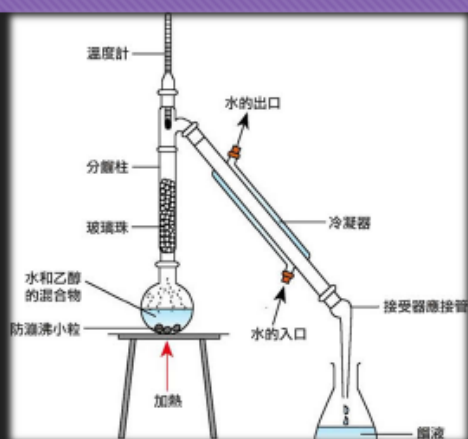
- 把溶液加熱時，溶液中的溶劑會變成蒸氣逸走。
- 可用冷水把熱蒸氣冷卻及凝結為液體，然後收集在另一容器內，溶質會留在原來容器中。
- 這個同時將溶劑和溶質分離及收集的方法稱為蒸餾法。

蒸餾的裝置圖



五. 分餾法

- 如果混合物中各互溶的液體的沸點相差較大，就可以利用分餾的方法把這些液體分離。



六. 離心分離法

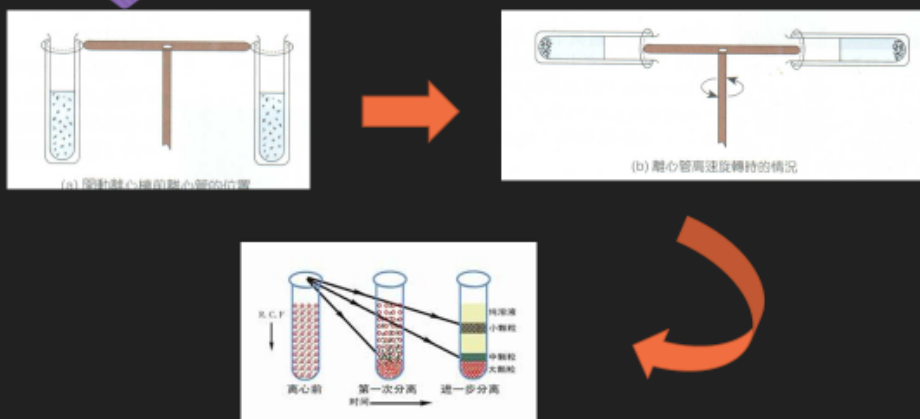
- **原理：**藉離心力以提高沉澱沉降速度或兩不相溶液體分離速度。



離心分離步驟：

- (1) 以離心管分取液體。
- (2) 插入離心管，使互相對稱。
- (3) 轉動離心機直至達成目的。
- (4) 關掉開關，使離心機自行停止。
- (5) 若固體附著於管壁，可用傾倒法或吸管取出上層液。

離心過程圖示：



七. 昇華法

- **原理**：把混合物加熱，其中有昇華性的物質變成蒸氣上升，與其它固體分離。蒸氣接觸收集裝置時，遇冷回復昇華成固體被收集。



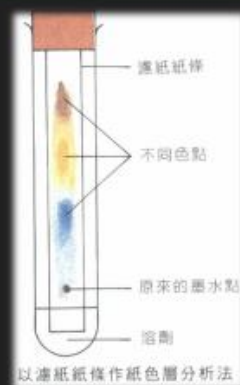
昇華步驟：

- (1) 容器內置含有昇華物質之混合物。
- (2) 蓋上漏斗，使昇華之氣體冷卻。
- (3) 在容器底部加熱。
- (4) 將漏斗內的物質刮取即得。



八. 色層分析法

- **原理：** 混合物中每種成分在某種溶劑中的溶解度和對濾紙的吸附力各不相同。因此，它們隨著溶劑沿著濾紙移動的距離也不同而可被分離。



在紙色層分析法中，混合物中每種物質移動的速率視乎以下兩個因素而定：

1. 物質在溶劑中的溶解度

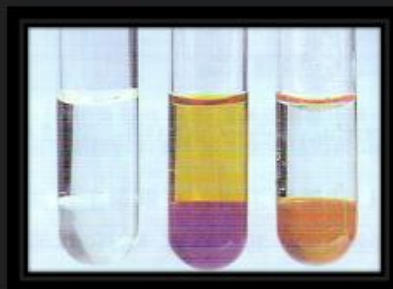
物質在溶劑中的溶解度愈高，它愈容易跟 溶劑一起移動。

2. 濾紙與物質之間的吸附力

如果物質強烈地吸附在濾紙上，它便很難隨溶劑一起移動。

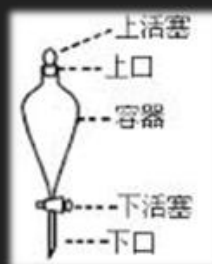
九. 萃取法

○ **原理**：利用溶質在不同溶劑中有不同的溶解度，以溶劑從混合物中選擇性的去除溶質的方法。



萃取步驟：

- (1)取分液漏斗，將待萃取液注入漏斗內，漏斗體積需為溶液與溶劑總和之兩倍。



萃取步驟：

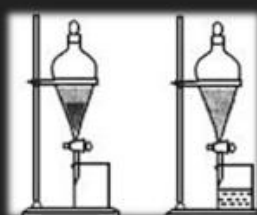
- (2)注入萃取液，蓋上蓋子後輕輕搖動。



適時需緩緩打開活塞放出氣體。

萃取步驟：

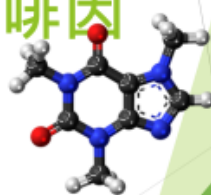
(3) 置漏斗於環架上，靜待液體分成兩層，然後慢慢轉開栓塞排出底層溶液。





從茶葉中提取咖啡因

C080
高二化學(單元)



目錄

- 第一部份 實驗簡介
 - 一. 實驗目的
 - 二. 實驗簡介
 - 三. 實驗特徵
 - 四. 實驗主要操作
- 第二部份 實驗部份
 - 一. 實驗儀器
 - 二. 實驗藥品
 - 三. 實驗原理
 - 四. 實驗步驟

目錄

第三部份 實驗說明及注部事項

第四部份 延伸實驗

第一部份 實驗簡介

一. 實驗目的

- ▶ 喝茶是中國人生活中的一部份，不同地區的人喝茶的方式也有所不同，特別是老一輩，喜好沖泡一壺茶慢慢品嚐，但當中有多少人知道茶葉中含有咖啡因呢？又有多少人知道如何「喝茶」更為健康呢？是次課程希望同學透過實驗研究，並取得數據向外界說明，另外，亦希望同學們可以從中學習科學家們的探究精神，並把課堂所學融入日常生活。



二. 實驗簡介

- ▶ 本實驗通過茶葉的水溶液，使茶葉中的咖啡因在高溫時溶出(因為咖啡因在水中具有相當的溶解度，溫度越高，溶解度越大)。然後，在除去茶葉中的酸性物質和雜質後，用一種與原溶劑不互溶的試劑---二氯甲烷將其萃取,由於二氯甲烷的沸點較低，我們可以把萃取後的溶液加熱蒸發走溶劑，從而提取出咖啡因。

三. 實驗特徵：

- ▶ 1. 此實驗涉及多個初中已學的分離操作，可幫助學生溫故知新；
- ▶ 2. 此實驗與生活息息相關，學生興趣較濃；
- ▶ 3. 此實驗所用之儀器為中學實驗室中常用的，而且實驗操作較為安全簡單。
- ▶ 4. 此實驗所得之數據較為準確。

四. 實驗的主要操作

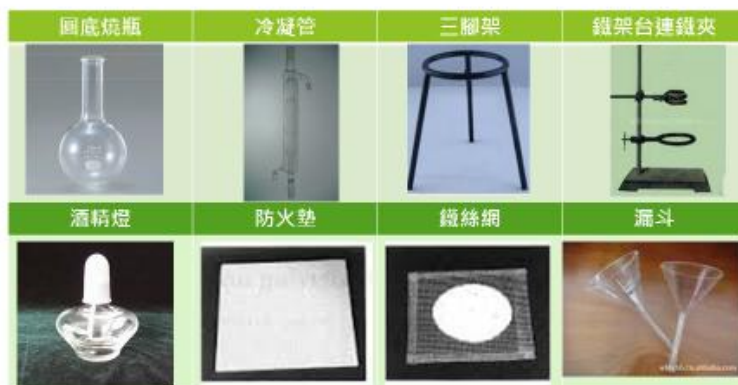
- ▶ 1. 水蒸氣迴流提取
- ▶ 2. 普通過濾操作
- ▶ 3. 分液漏斗萃取分離
- ▶ 4. 高溫蒸發溶劑結晶



第二部份

實驗部份

一. 實驗儀器



一. 實驗儀器



二. 實驗藥品

- ▶ 茶葉(紅茶及綠茶)
- ▶ 二氯甲烷
- ▶ 碳酸鈣
- ▶ 硫酸鎂

三. 實驗原理：

此次實驗用水蒸氣迴流加熱溶出茶葉中的咖啡因，在除去茶葉中的酸性物質和其他雜質後，用二氯甲烷將咖啡因從眾多混合物中萃取出來，然後以簡便的加熱系統將其溶劑蒸發而取得咖啡因。

四. 實驗步驟

(一). 稱取茶葉2克，然後將其置於圓底燒瓶中，再加入25mL熱水及1g的碳酸鈣固體並充分攪拌。



四. 實驗步驟

- (二). 組裝迴流裝置，加熱至沸騰後迴流最少30分鐘。
(注意控制溫度，避免高溫以致咖啡因昇華)



四. 實驗步驟

- (三). 30分鐘後熄滅酒精燈，趁熱將溶液過濾，以除去茶葉等固體殘渣，濾液則靜置於室溫待其冷卻。



四. 實驗步驟

(四). 待濾液冷卻後，將其倒入分液漏斗，並加入 2.5mL 的二氯甲烷，劇烈的搖動至少一分鐘，靜待其分層。

(搖動時，要適時打開活塞放氣)



四. 實驗步驟

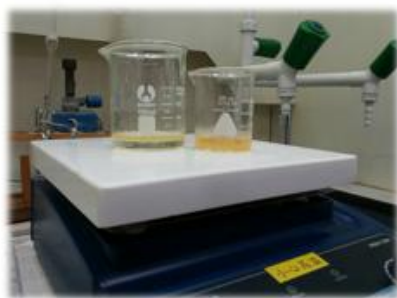
(五). 上層棕黃色為水層，下層乳白色溶液為二氯甲烷層，收集下層溶液(重覆步驟(四)、(五)三次)。



四. 實驗步驟

(六) 將收集到的下層溶液合併，並置於電熱板上加熱，蒸乾溶劑，取得咖啡因。

(溫度切勿過高，否則會令咖啡因昇華)



四. 實驗步驟

(七). 稱量而得到咖啡因含量。



第三部份 實驗說明及注意事項

一. 實驗說明

- ▶ 1. 在加熱迴流前加入碳酸鈣以除去茶葉中的酸性物質，例如單寧酸等。
- ▶ 2. 萃取後加入硫酸鎂可以除去水份，但若收集到的液體量較少，可以不用加入 硫酸鎂。
- ▶ 3. 使用二氯甲烷進行萃取是由於二氯甲烷的沸點較低，容易蒸發，而且避免溫度過高時咖啡因昇華。
- ▶ 4. 分多次萃取會比一次萃取達到更佳的效果。

二. 注意事項

- ▶ 1. 使用冷凝管時，應由下入水，由上出水；
- ▶ 2. 加熱迴流時，避免過份劇烈沸騰；
- ▶ 3. 使用分液漏斗時，震搖一段時間後要打開活塞放出氣體；
- ▶ 4. 使用二氯甲烷萃取時，要注意通風，因為二氯甲烷易揮發且有毒。
- ▶ 5. 用電熱板加熱時，切勿溫度過高令咖啡因昇華。

延伸實驗

探究用正己烷和二氯甲烷萃取咖啡因的差異

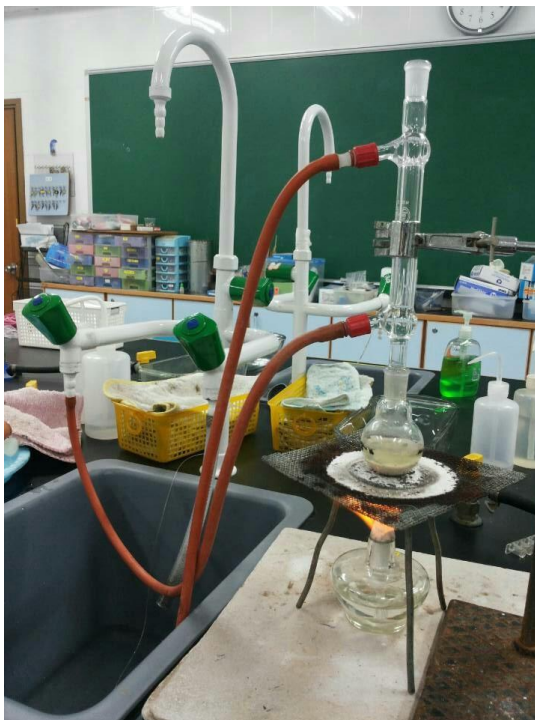
附錄二 試教相片

茶葉中咖啡因的提取

茶葉的稱取



藥品的混合



加熱迴流裝置

茶葉中咖啡因的提取



趁熱過濾

萃取的過程



茶葉中咖啡因的提取



蒸發溶劑獲得咖啡因

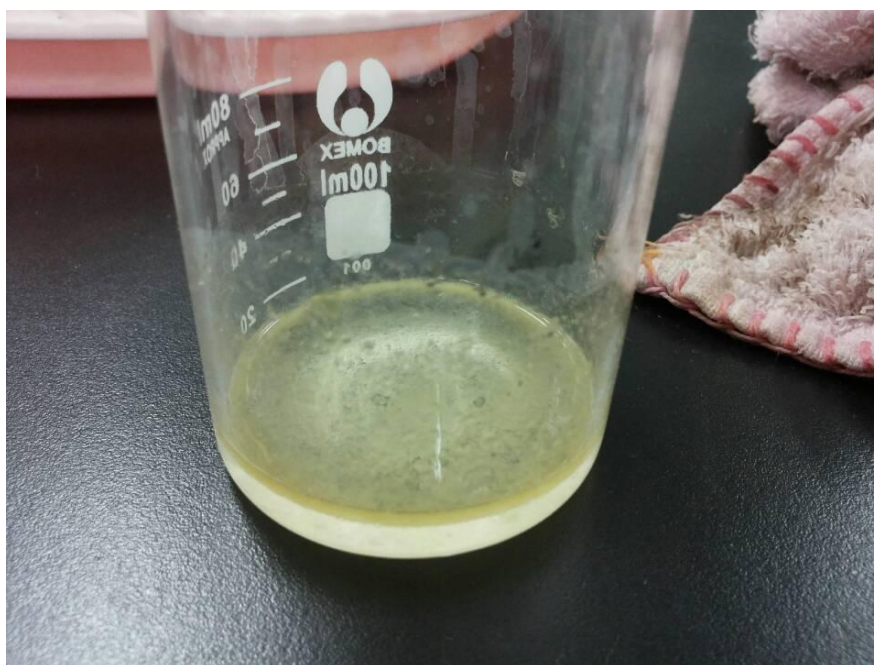
附錄三

部份學生的實驗報告

澳門 xx 中學
2013 年度 化學興趣小組

實驗一.
從茶葉中提取咖啡因

指導老師: xxx 老師



第四組

高二信 劉俊傑 (31)(e-mail:benlau413@gmail.com)

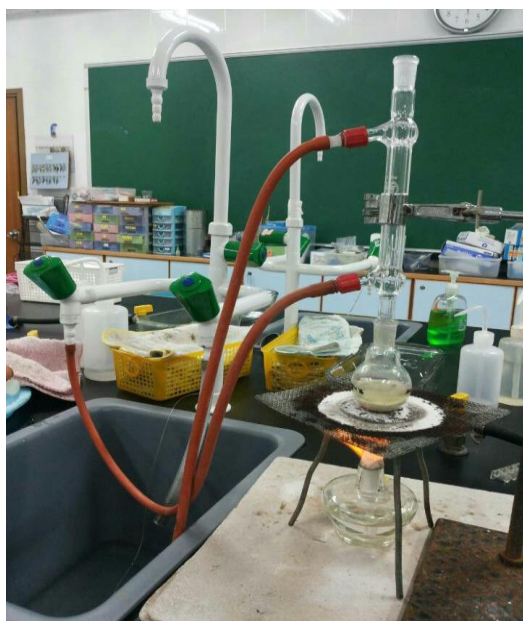
劉宏 (30)

馬富邦 (8)

高二望 陶志威 (32)

2013 年 11 月 15 日

1. 實驗目的：
 - (1) 因為現時愈來愈多人喜歡喝茶，人們在茶中發現了不少的咖啡因。
 - (2) 過量攝取咖啡因會引致一些嚴重的疾病。因此我們做實驗測量紅茶和綠茶中咖啡因的含量百分比，以決定我們一天最多能喝多少杯茶。
2. 實驗原理：利用熱水從茶葉中萃取咖啡因，利用氫氧化鈣沉澱一些有色雜質；再利用二氯甲烷將咖啡因從水中萃取出來，蒸乾溶劑以測定咖啡因含量。
3. 實驗設備：圓底燒瓶、酒精燈、鐵絲網、三腳架、膠管、冷凝管、漏斗、分液漏斗、200mL 燒杯、移液管、100mL 燒杯，加熱器。
4. 實驗藥品：紅茶、綠茶茶葉各 2g，氫氧化鈣 1g，二氯甲烷 10mL。
5. 實驗步驟：
 - (1) 秤取紅茶、綠茶各 2g 入圓底燒瓶。再加入 30mL 熱水和 1g 氫氧化鈣固體並充分攪拌。



- (2) 加熱溶液，開啟冷凝管，沸騰溶液至少 30 分鐘。(如溶液沸騰時需移開酒精燈，待溶液冷卻後再繼續加熱。

(3) 30 分鐘後關掉加熱器，趁熱將溶液過濾，以除去茶葉等固體殘渣，濾液則置於室溫待其冷卻。

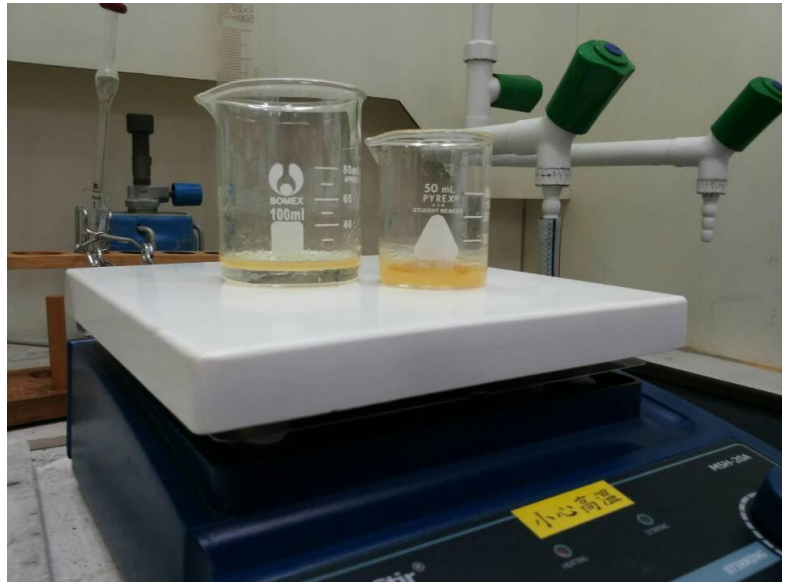


(4) 待濾液冷卻後，將其倒入分液漏斗，並加入 2.5mL 二氯甲烷，劇烈搖動至少一分鐘。



(5) 待其分層後將下層的有機層收集，置於已稱重的燒杯中。重複加入二氯甲烷三次。

- (6) 把燒杯放在加熱器上加熱，待有機物蒸乾後稱重。



6. 實驗結果：

第一次實驗：空燒杯 54.75g，含咖啡因燒杯 54.81g，咖啡因重 $(54.81-54.75)g=0.06g$ 。

第二次實驗：空燒杯 54.77g，含咖啡因燒杯 54.84g，咖啡因重 $(54.84-54.77)g=0.07g$ 。

平均咖啡因含量： $(0.06+0.07)/2=0.065g$

質量百分比： $0.065/4*100\%=1.625\%$

7. 誤差分析：

- (1) 在沸騰中未能將全部咖啡因分離出來，用有機溶劑收集也不能完全收集。所以我們認為測量數值比實際數值少。
- (2) 在沸騰和加熱中可能會有咖啡因揮發，使測量數值比實際數值更少。
- (3)

8. 資料來源：

成功大學普通大學實驗室：<http://myweb.ncku.edu.tw/~shiehmrk/exp3.htm>

再談咖啡因：一天究竟能喝多少杯咖啡？：

<http://coffeefuns.pixnet.net/blog/post/148984218-%E5%86%8D%E8%AB%87%E5%92%96%E5%95%A1%E5%9B%A0%EF%BC%9A%E4%B8%80%E5%A4%A9%E7%A9%B6%E7%AB%9F%E8%83%BD%E5%96%9D%E5%A4%9A%E5%B0%91%E6%9D%AF%E5%92%96%E5%95%A1%EF%BC%9F>

9. 實驗結論：

我們在實驗中找出 4g 茶葉中含有 0.065g 咖啡因，佔質量百分比 1.625%。從台灣衛生署建議每人每日不應攝取多於 500mg 咖啡因，即 0.5g。所以每天喝茶最多可喝： $0.5/0.065=7.7$ 杯茶。但是實驗中我們認為咖啡因含量是被低估，因此我們建議每人每日最多只可喝 5 杯茶。

XX 中學 2013-2014 年度化學興趣小組

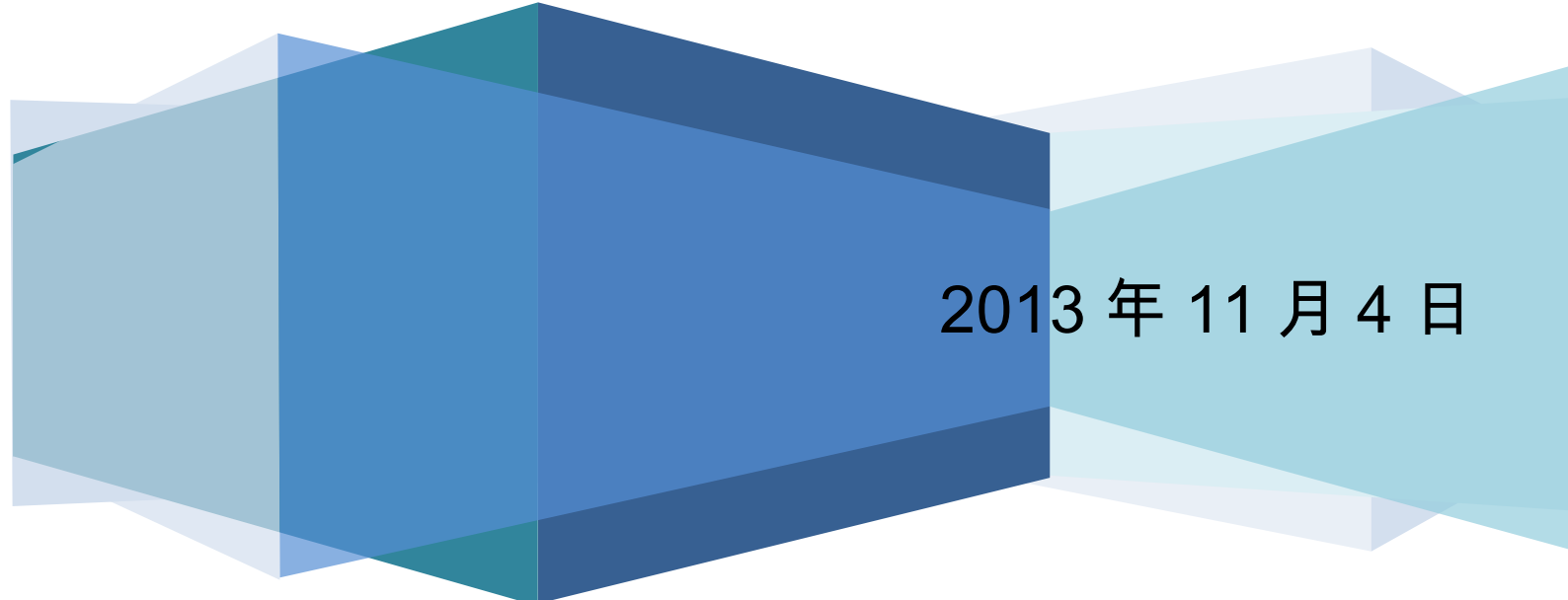
從茶葉中提取咖啡因實驗

指導老師：XXX 老師

班級：高二望

組別：第五組

組員：張詠欣(20) 梁可蕎(21) 蘇倩賢(53)



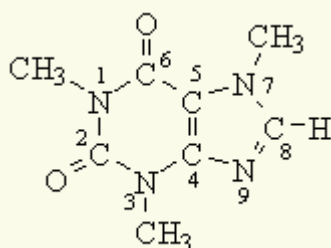
2013 年 11 月 4 日

一、實驗目的

利用有機試劑將咖啡因從茶葉中分離，以得到茶葉中含咖啡因的百分比，學習從茶葉中提取咖啡因的基本原理和方法。

二、實驗原理

咖啡豆、可可核或茶葉泡製或熬煮所得之水溶液，具有刺激效應，主要因為其中含有咖啡因（caffeine）所致。咖啡因為含氮之雜環化合物，其分子式為 $C_8H_{10}N_4O_2$ ，其結構式如下：



1,3,7-三甲基,-2,6-二氧嘌呤

(1,3,7-trimethyl-2,6-dioxopurine)

在茶葉中含有 3~5% 之咖啡因，咖啡因在水中具有相當的溶解度，於 100°C 下，每 100 mL 熱水可溶解 67.0 g，於 80°C 下，可溶解 18.0 g，於 20°C 下，溶解 2.2 g，因而可用熱水從茶葉中萃取咖啡因。萃取溶液中所含之有色雜質如鞣酸（tannic acid），可用氫氧化鈣或醋酸鉛處理，使其形成不溶性之鈣鹽或鉛鹽，

再趁熱利用過濾法除去。在濾液中溶解之咖啡因，可用分液漏斗以異丙醇、氯仿等溶劑萃取分離。

一般由水溶液中萃取物質使用的溶劑必須與水不互溶，並且對被萃取物質具有相當溶解度，而萃取後容易分離。對萃取效果而言，使用相同體積之溶劑，萃取分開次數愈多，效果愈好。使用100 mL異丙醇或氯仿萃取一次，不如分成四次，每次使用25 mL萃取。將萃取所得有機溶劑如異丙醇或氯仿以水浴法或減壓旋轉濃縮器蒸乾，得到粗製的咖啡因，利用昇華法或再結晶法精製即可得純品。

三、實驗設備

酒精燈、玻璃棒、分液漏斗、燒杯、膠水管 2 條



四、實驗藥品

紅茶、綠茶各 2 克、碳酸鈣固體 1 克、二氯甲烷、熱水

五、實驗步驟

1) 秤取紅/綠茶各 2g，加入 1g 的碳酸鈣固體



2) 加入 30mL 熱蒸餾水，並充分攪拌

3) 加熱到微滾狀態至少 30 分鐘(注意：咖啡因易升華，應手動調節溫度，控制在 100 °C 以下)



4) 關上酒精燈並馬上把溶液過濾，以除去茶葉等固體殘渣



5) 把濾液靜置於室溫待其冷卻

6) 冷卻後，倒入分液漏斗，分四次加入 2.5mL 二氯甲烷，劇烈搖動一分鐘，使其分層並將下層有機層收集，置於已稱重的燒杯中



7) 放在加熱器上加熱，蒸乾後稱重

六、實驗結果

	綠茶	紅茶
燒杯質量 (g)	12.39	28.73
咖啡因及燒杯之總質量 (g)	12.44	28.77
咖啡因的質量(g)	0.05	0.004

七、實驗討論及誤差分析

溫度的控制是實驗的關鍵,因為咖啡因在 100°C 時會失去結晶水開始昇華, 故加熱過程中需注意溫度:

1. 在蒸發的過程中，同學沒有小心咖啡因沸騰，令咖啡因昇華過多；
2. 未能多次收集有機層，造成誤差

八、結論

綠茶中的咖啡因含量比紅茶略小。

九、參考文獻

<http://wenku.baidu.com/view/bf02fb4ae45c3b3567ec8b68.html>

<http://myweb.ncku.edu.tw/~shiehmrk/exp3.htm>