

2023 第十八屆鍾靈化學創意競賽實驗題

考試說明：時間 150 分鐘 (包括講解與安全說明)，試題隨試卷交回

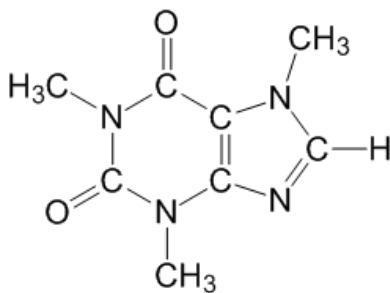
組別：_____ 姓名：_____

安全注意事項

- 化學藥品及實驗操作有一定的危險性，務必遵從老師指示。
- 正確及小心的取用藥品及使用儀器，以免發生傷害及意外。
- 進行實驗時，必須全程穿著實驗衣、戴安全眼鏡、戴手套。
- 酸、鹼等藥品具有腐蝕性，應避免與皮膚接觸而引起灼傷。

題目：咖啡因的萃取

咖啡豆、可可核或茶葉泡製或熬煮所得之水溶液，具有刺激與提神的效應，主要是因為其中含有咖啡因(caffeine)。咖啡因是一個含氮之雜環化合物，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)

咖啡因可以溶解在水中，在 100°C 時，每 100 mL 熱水可溶解 67.0 g，於 80°C 下，可溶解 18.0 g，即使在 20°C 時，仍可溶解 2.2g 的咖啡因，因此，可用熱水從茶葉或咖啡豆中溶解出咖啡因，再利用有機溶液做萃取。溶液中所含之有色物質如單寧酸(tannic acid)，可利用碳酸鈉或氫氧化鈣酸鹼中和後除去。在濾液中原有之咖啡因，可用分液漏斗或錐形瓶來操作，以有機溶劑(乙酸乙酯

ethyl acetate 或二氯甲烷 dichloromethane(毒化物))萃取分離。因安全性考量，本次實驗採用乙酸乙酯。

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，萃取次數愈多，效果愈好。將萃取所得有機溶劑以水浴法加熱或減壓旋轉濃縮器移除溶劑，得到粗製的咖啡因，利用昇華法或再結晶法精製後可以得到相當純的咖啡因。

一、實驗目的：

利用萃取的方式得到茶葉中的咖啡因並了解茶葉中咖啡因的含量。

二、實驗藥品與器材：(實驗前，檢查核對是否有不符，所有實驗材料不再補充。)

茶葉(已經利用熱水煮過後得到茶水)、乙酸乙酯(ethyl acetate)、硫酸鎂(magnesium sulfate, $MgSO_4$)、碳酸鈉(sodium carbonate, Na_2CO_3)、加熱板、100 mL 燒杯*3、250 mL 燒杯*2、125 mL 錐形瓶、棉花、玻璃漏斗*2、分液漏斗、100 mL 量筒、玻棒、藥杓、溫度計、、滴管*2、鋁箔紙(蓋住 EA)、棉手套、500ml 廢液杯和蒸餾水洗瓶。

三、參考資料：

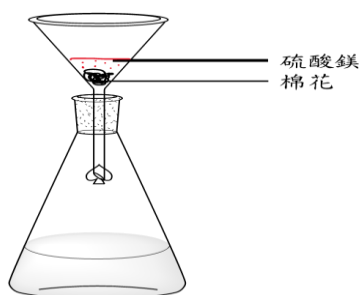
1. 液、液萃取法

萃取是利用有機化合物在兩種不互溶的溶劑中的溶解度不同進而造成其分配比不同而得到分離。加入溶劑再經過充分混合後，原溶液中的溶質轉移而溶於

所加的溶劑內，分離後，即溶質被所加的溶劑萃取而出，再經過蒸餾的方法去除加入的溶劑，就可以得到溶質了。我們可以用與水不互溶的有機溶劑從水溶液中萃取有機化合物來說明。在一定的溫度下，有機物在有機相中和在水相中濃度比為一常數（分配係數）。由於有機物在有機溶劑中溶解度比水中大，因此可以用有機溶劑將有機物從水中萃取出來。用一定量的溶劑一次或分幾次從水中萃取有機物，並比較其萃取效率。通常成本考量，多以萃取三次為主。

2. 乙酸乙酯的密度為 0.897 g/cm^3 ，沸點為 77°C 。

3. 重力過濾



四、建議實驗步驟：

(A) 製備咖啡因粗產物^{註1}

1. 把50 mL茶水放入一個100 mL燒杯再加入碳酸鈉10 g，隔水加熱混合煮沸10分鐘（可視情況增加時間）。
2. 可利用冷水浴或自然冷卻至室溫，再利用20 mL乙酸乙酯來萃取(做兩次)。溶液混合時不宜強烈攪拌或搖晃(因水與乙酸乙酯雖不互溶但混合後分層時間較長)。
3. 取乙酸乙酯溶液部分，並以硫酸鎂去除溶液中微量的水分。(硫酸鎂是很好的

吸水劑，與有機溶液混合後不會互溶且會吸收其中的水分)

4. 先秤重125 mL錐形瓶後使用重力過濾去除硫酸鎂。並用125 mL錐形瓶收集濾液。
5. 隔水加熱(約20~30分鐘)去除溶劑可獲得咖啡因粗產物並展示給評分人員。(加熱時請不要靠近產生的揮發氣體，加熱裝置應設於抽風櫥深處，此為評分項目之一)
6. 秤重並計算產出之粗產物的重量。注意!!! 請將裝有隔水加熱的容器先秤重，後扣除即可得到，或者將粗產物刮出後秤重亦可。

五、實驗報告：(詳實記錄實驗程序、所用儀器、試劑用量、操作步驟、及觀察現象)

1. 詳細設計實驗方法後，再進行實驗，並詳細寫出實驗計畫與步驟。
2. 敘述並討論實驗過程中各反應變化、顏色變化及其相關原理。

六、註解：

咖啡因的萃取實驗，原是安排於淡江大學化學系的有機實驗課程之中。此次部分內容、藥品與器材的修訂，是配合安全性與時間做考量。

本試卷空白處非答案區，可供草稿及計算使用。