

實驗簡介

本實驗將以水蒸餾法從植物種子中提煉精油。水蒸餾法藉由使用沸水從原物料中萃出精油，它也是迄今最經濟及常用的植物精油提煉方式。

操作時，先將原物料浸泡於水中，再加熱至沸騰，然後從冷凝管中收集蒸餾出的物質。由於蒸餾出的水和油具有極性的差異，油與水不會相互混和，可從水層中分隔開，再藉由分液漏斗收集粗萃出的油，通常還需要進一步的純化技術，才能獲得純油。

本實驗採用之植物材料為肉荳蔻(*Myristicafragrans* Houtt) 的果實及其種子，它是一種印尼東馬六甲地區常見的原生長青植物，它的種子就是知名的肉荳蔻，種子被假種皮（特指種子外側的包覆物，它部分或全部包覆著種子）黏附著，常用於食物調味及醫療用途。本實驗中，參賽者需對肉荳蔻及水蒸餾法進行相關實驗。

在本競賽中，按照實驗步驟仔細操作，藉以回答物理、生物及化學的所有問題，請仔細閱讀每一實驗步驟並小心操作。

水蒸餾萃取裝置包含:

1. 電熱板
2. 圓筒形三頸蒸餾瓶
3. 阿里恩 (Allihn) 玻璃冷凝管, 球形內管
4. 改良型 Dean-Stark 收集器, 連接冷凝管, 配有水的出入口
5. 橡皮管 (不在圖上)
6. 支架
7. 持夾器
8. 持夾調整器
9. 水桶(不在圖上)
10. 流水幫浦 (不在圖上)
11. 溫度計
12. 600 mL 玻璃燒杯 (不在圖上)

其他器材包括:

- a. 10 mL 量筒
- b. 塑膠漏斗
- c. 樣品試管
- d. 砧板
- e. 手套
- f. 放大鏡
- g. 護目鏡
- h. 橡皮塞

材料:

- a. 肉豆蔻果實
- b. 肉豆蔻種子粉末
- c. 水
- d. 沸石



圖1. 水蒸餾裝置,
用於分離肉豆蔻油與肉豆蔻籽

實驗步驟

1. 請確認實驗裝置已正確安裝。
2. 在蒸餾瓶中加入 400 mL 水，溫度計插入蒸餾瓶中。確認溫度計尖端不要觸到蒸餾瓶底部。
3. 打開電熱板(調整加熱強度到 3) 同時按下碼錶 START 開始計時。請小心，不要觸碰電熱板的加熱片。電熱板本身有自動 ON-OFF 開關維持溫度與避免過熱。
4. 每 0.5 分鐘計錄一次水溫直到 12 分鐘為止，將數據寫在答案紙上，12 分鐘後關掉電熱板與碼錶。
5. 取出溫度計，用提供給你的蓋子封住。
6. 在原來的水還在蒸餾瓶中的情況下，加入更多的水直到 500 mL，用塑膠漏斗將所提供肉荳蔻種子粉末(120 g) 加入蒸餾瓶中，同時加入 3-5 片沸石到蒸餾瓶中。
7. 打開電熱板，調整加熱功率到最大(數字 5)，持續加熱 90 分鐘，以碼錶計時。
8. 在90分鐘的等待時間中，先於答案卷上回答第一部份的物理問題“水吸收能量的效率”
9. 回答第一部份的題目後，繼續進行後續的生物實驗。
10. 桌上備有肉荳蔻果實(含有種子)，肉荳蔻果實及種子的縱切及橫切樣本。
11. 仔細觀察肉荳蔻的果實，及果實含有的部位。
12. 仔細觀察肉荳蔻縱切及橫切的樣本，及其含有的部位。
13. 於答案卷上回答第二部分的生物問題“肉荳蔻的形態特徵”。
14. 經過90分鐘的加熱後，關掉電熱板，測量Dean-Stark收集器中肉荳蔻油的體積。你可能需要靜候一段時間，等待肉荳蔻油自水中分離。
15. 將肉荳蔻油收集至所提供的樣本試管中，並將之與答案卷放在一起，在所提供的標籤紙上寫上組別編號，並將標籤紙貼在試管上。
16. 於答案卷上回答第三部分的化學“荳蔻油的蒸餾” 問題。

問題

第一部分：物理，水吸收能量的效率 [13 分]

固態變為液態和氣態的相變通常必須大量吸熱。若以固定的速率加熱一塊冰，會發生相變。先變為水，再變為水蒸氣，其相變所需的能量稱為潛熱(也就是熔化熱及汽化熱)。潛熱會導致在溫度對時間圖上出現如下圖的平台(圖1)。該圖是在1標準大氣壓下。

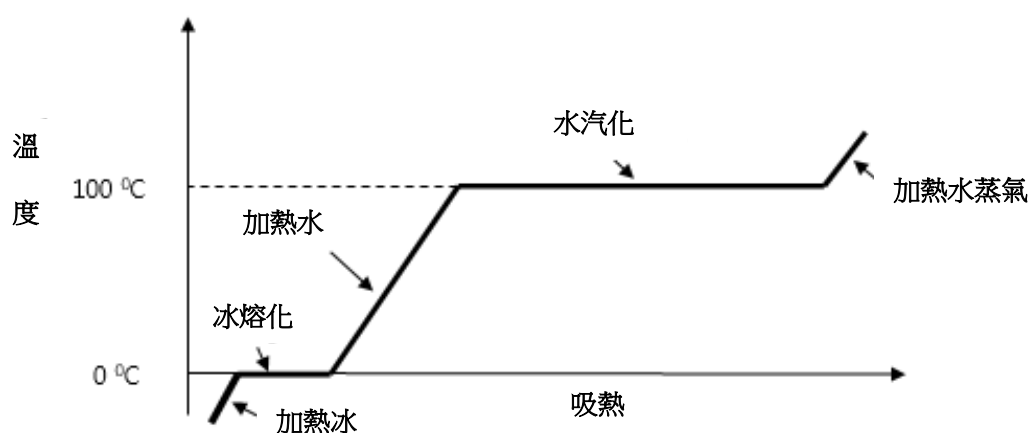


圖1.溫度對應所吸熱量的圖

- Ph-1 [3.0 分]** 作水溫(以 $^{\circ}\text{C}$ 為單位)對加熱時間(以分鐘 min 為單位)的函數圖！
- Ph-2 [1.5 分]** 決定水溫變化(ΔT)和加熱時間(Δt)圖中的線性區域範圍！
- Ph-3 [2.0 分]** 僅使用圖中的線性部分(也就是水溫升高的線性過程)，計算水溫的變化對應時間的變化率(以 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 為單位)！
- Ph-4 [2.0 分]** 計算在圖中的線性區域，電熱板消耗了多少電能(以焦耳 J 為單位)(已知使用電熱板的電功率為 600W)！
- Ph-5 [1.5 分]** 計算在圖中的線性區域，增加該區段水的溫度需要多少熱能(以焦耳 J 為單位)!(注意水的比熱 $c_{\text{water}} = 4180 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ 且密度 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$)
- Ph-6 [1.5 分]** 計算在圖中的線性區域的時間範圍，散失於環境中的熱能有多少(以焦耳 J 為單位)！
- Ph-7 [1.5 分]** 計算在圖中的線性區域，用來使水溫度升高的能量對電熱板消耗總能量的百分比為何！

第二部分:生物，肉荳蔻的特徵 [13 分]

A. 肉荳蔻果實

Bi-1 [2.0 分] 畫出果實的縱切面種子完整未切開！

Bi-2 [3.0 分] 參照所提供的答案庫，標示果實的部位。

從答案庫中選出相關部位，用箭頭指出果實的部位(fruit parts)，標出答案時只要寫下字母代號即可(例如:A、B、C等)。

B. 肉荳蔻種子

Bi-3 [3.0 分] 畫出種子的橫切面！

Bi-4 [2.0 分] 參照所提供的答案庫，標示種子的部位。

從答案庫中選出相關部位，用箭頭指出種子的部位(seed parts)，標出答案時只要寫下字母代號即可(例如:A、B、C等)。

答案庫

A. 花托	E. 小腔	I. 種子	M. 胚
B. 中果皮	F. 珠心	J. 外種皮/種子外殼	N. 外果皮
C. 花梗	G. 胚乳	K. 假種皮	O. 胎座
A. 外胚乳	H. 內果皮	L. 珠柄	P. 隱頭花序

C. 肉荳蔻果實與種子的特徵

果實與種子的分類

簡單果	:	由單一雌蕊發育而來
複合果	:	一個果實由一朵花包含許多子房在發育過程中癒合(或聚集)，或一個果實由許多花，每朵花有一個子房發育成一個小果實，再成簇或癒合成一個大果實(多花的)
真果	:	一個果實，其所有的組織起源於子房及其內容物
假果	:	一個果實，起源於一個成熟的子房，或多個子房但包含一個明顯的非子房組織的部位
肉質果	:	成熟的果實有柔軟及漿狀的果皮
乾果	:	果實在成熟時有乾的果皮

梨果	:	一個果實起源於許多心皮、花托及其他部位
核果	:	一個果實起源於單一心皮，(通常)含有一個種子
單子葉	:	種子含有單一子葉
雙子葉	:	種子含有兩個子葉
球形	:	形狀為球體或球形
卵形	:	雞蛋形，基部較寬大

Bi-5 [3.0 分]

仔細檢測果實及種子，在下列表格中，在每一分類類型的正確答案中打(√)

問題：

答案：

- | | | |
|----------|------------------------------|------------------------------|
| A. 果實來源： | <input type="checkbox"/> 簡單果 | <input type="checkbox"/> 複合果 |
| B. 果實組成： | <input type="checkbox"/> 真果 | <input type="checkbox"/> 假果 |
| C. 果實性質： | <input type="checkbox"/> 肉質果 | <input type="checkbox"/> 乾果 |
| D. 果實形狀： | <input type="checkbox"/> 梨果 | <input type="checkbox"/> 核果 |
| E. 種子子葉： | <input type="checkbox"/> 單子葉 | <input type="checkbox"/> 雙子葉 |
| F. 種子形狀： | <input type="checkbox"/> 球形 | <input type="checkbox"/> 卵形 |

第三部分：化 學， 肉豆蔻油蒸餾 [14.0分]

在利用 120 g 肉豆蔻種子粉末作實驗後，你應可取得一些的肉豆蔻油。

Ch-1 [4.50 分] 請問你得到多少體積的肉豆蔻油？

Ch-2 [1.50 分] 已知 1.00 mL 的肉豆蔻油在 25 °C 的質量是 0.862 g， 根據你的實驗結果在 25 °C 下肉豆蔻油佔肉豆蔻種子的重量百分比是多少？

Ch-3 [3.00 分] 已知肉豆蔻油的主要成分為肉豆蔻精(myristicin)，如果你所取得的肉豆蔻油含有 65 % 重量百分比的肉豆蔻精($C_{11}H_{12}O_3$)，

(a) [1.50 分] 計算有多少個肉豆蔻精分子在你的肉豆蔻油樣品之中。

(b) [1.50 分] 計算有多少克(g)的碳在你樣品的肉豆蔻精之中。

(C = 12, H = 1, O = 16)

Ch-4 [1.00 分] 根據你的實驗結果，計算需要用多少公斤的肉豆蔻種子粉末才能生產 100 g 的肉豆蔻油？

Ch-5 [0.50 分] 在你的實驗中沸石的功能是什麼？

- (a) 加速水的升溫
- (b) 加快肉豆蔻油與水分離
- (c) 幫助蒸餾瓶內的熱分佈

Ch-6 [0.50 分] 在你的實驗中使用肉豆蔻種子粉末而非使用完整種子顆粒的主要目的為何？

- (a) 增加肉豆蔻種子在水中的溶解度
- (b) 增加肉豆蔻種子與水的接觸面積
- (c) 加速水在蒸餾瓶中的蒸發速度

Ch-7 [0.75 分] 水與肉豆蔻油會在 Dean-Stark 收集器中分離是因為...

- (a) 同性相溶
- (b) 蒸氣壓不同
- (c) 化學平衡

- Ch-8 [0.75 分]** 如果冷卻水改成由冷凝器上面流向下面，水蒸氣與肉豆蔻油的冷凝會變成...
- (a) 更有效率
 - (b) 效率降低
 - (c) 沒有效果
- Ch-9 [0.75 分]** 下列哪一個方法也可以由肉豆蔻種子中取得肉豆蔻油?
- (a) 離心
 - (b) 溶劑萃取
 - (c) 紙相層析
- Ch-10 [0.75 分]** 以下哪一個實驗設計的改變不會降低肉豆蔻油的產率?
- (a) 加熱太快
 - (b) 多放一些沸石
 - (c) 用太短的冷凝器