

I. 丁香精油與初榨椰子油 (VCO)

丁香酚 (Eugenol) 是一種酚丙烯，在其丙烯鏈上取代一個癒創木酚 (圖 I.1a)。丁香酚是一種苯丙烷類化合物，它是一種無色到淺黃色油狀物 (圖 I.1b) 可萃取自丁香、肉豆蔻、肉桂、羅勒、月桂葉的精油之中。它在丁香花蕾油中的含量為 80-90%，在丁香葉油中的含量為 82-88% (圖 I.1c)，直到近代丁香只生長在摩鹿加群島中的幾個小島，如今印尼、馬達加斯加、桑給巴爾、巴基斯坦與斯里蘭卡為主要的丁香輸出產地。

丁香酚被使用於香水、香料與精油，它也是局部防腐劑與麻醉劑，丁香酚可以與氧化鋅結合形成一種名為氧化鋅丁香酚 zinc oxide eugenol (ZOE) 的礦物，可以用於牙科中的修復與假牙，例如氧化鋅丁香酚可用在根管治療。

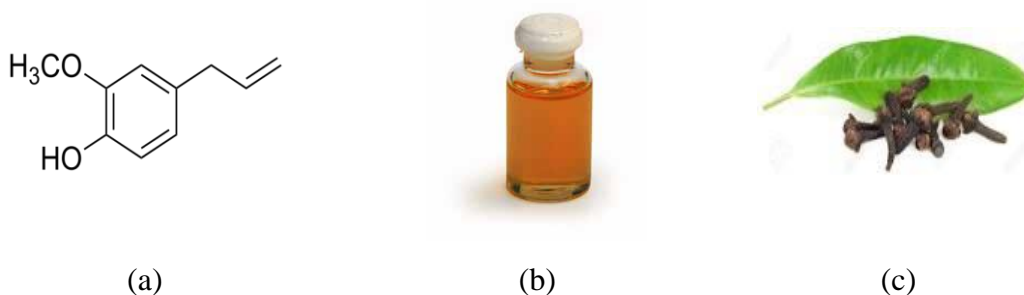


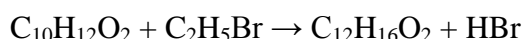
圖 I.1 丁香酚的化學結構(a)，丁香精油(b)，丁香葉與花 (c)

[問題]

I.1 [1.5 分] 丁香酚(圖 I.1.a)為一單質子弱酸 $K_a = 6.5 \times 10^{-11}$ ，如果 1.64 g 的丁香酚(分子量 164 g mol^{-1})溶於水中且最終體積為 1 L，請問此溶液的 pH...

I.2 [0.5 分] 由丁香萃取的丁香酚含有元素碳、氫、氧依比例 6.0 g 氫、60.0 g 碳與 16.0 g 氧，如果一丁香酚樣品 已知含有 128.0 g 氧，請計算此樣品所含氫與碳的克數。

I.3 [0.5 分] 一個密閉的反應錐形瓶內含有丁香酚與溴乙烷($\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$)重量為 41.0 g，根據以下反應，在反應後容器內生成乙基丁香醚($\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_2$)與溴化氫(HBr)。



請判定反應後內含物質的錐形瓶重量。

I.4 [1.0 分] 丁香酚為一單質子弱酸 $K_a = 6.5 \times 10^{-11}$ ，如果等體積的 0.02 M 丁香酚水溶液與 0.02 M HCl 水溶液，求出混合溶液的 pH 值。

I.5 [1.5 分] 丁香酚 $C_{10}H_{12}O_2$ 可與硫酸二乙酯 diethylsulphate, $(CH_3CH_2)_2SO_4$ 進行化學計量比為 1:1 的反應，如果 82.0 g 的丁香酚與 115.5 g 的硫酸二乙酯混合進行反應，請問當反應完成後，有多少 g 的未反應物質剩下來? (C=12, S=32, O=16, H=1)

初榨椰子油(VCO)是由新鮮成熟(授粉後 12 個月)的椰子果仁經由機械或自然方法，加熱或不加熱的方式達到油質不變所得到的油。初榨椰子油(VCO)是不經過化學精鍊、漂白或除臭等步驟，它可以在天然狀態下使用無需進一步加工。VCO 主要由中等長度碳鏈的三酸甘油酯構成可以抵抗過氧化反應，VCO 中的脂肪酸與動物性的長鏈飽和脂肪酸不相同，VCO 是無色無沉澱且具有天然椰香，不會有油耗味。

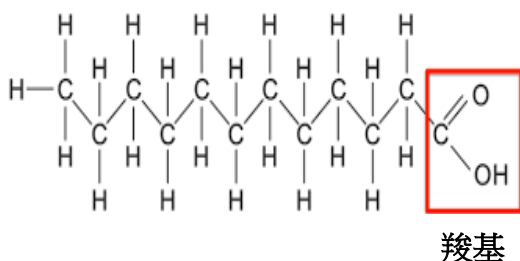


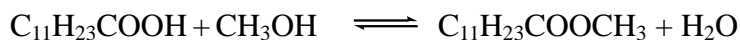
圖 I.2 月桂酸(lauric acid)的化學結構 (初榨椰子油 VCO 中含量最豐富脂肪酸)

[問題]

I.6 [1.5 分] 為測定椰子油的酸價，2.0 g 的樣品與 30 mL 0.25 M 的 KOH 溶液混合，待反應完全後，過量的 KOH 以 0.25 M HCl 逆滴定需用 10.0 mL，如果酸價的定義為中和一克物質所需用掉的 KOH 重量(單位: mg)，請計算此樣品的酸價。(K = 39, O = 16, H = 1)

I.7 [1.0 分] VCO 中主要的飽和脂肪酸分別為月桂酸 lauric acid ($C_{11}H_{23}COOH$) (圖. I.2)、肉豆蔻酸 myristic acid ($C_{13}H_{27}COOH$)與棕櫚酸 palmitic acid ($C_{15}H_{31}COOH$)，如果以薄層層析法 TLC (thin layer chromatography)來分離這些脂肪酸，將極性吸附劑塗於板上，使用非極性溶劑，請由低到高排序這三個脂肪酸的滯留因子(R_f)。

I.8 [1.5 分] VCO 中含量最豐富脂肪酸為月桂酸，如果 100 g 的月桂酸 ($C_{11}H_{23}COOH$) 與 160 mL 甲醇(CH_3OH)反應生成月桂酸甲酯 methyl laurate ($C_{11}H_{23}COOCH_3$)，其反應如下：



如果此反應的平衡常數 $K_{eq} = 0.9$ (H_2O 要包含於平衡常數式中)，計算生成月桂酸甲酯的質量。(C=12, H=1, O=16; 甲醇密度= 0.8 g/mL)

I.9 [1.0 分] 聚氯乙烯(PVC)常用於製造裝各種液體(例如 VCO)的容器，製造 PVC 的原料 C_2H_3Cl 係根據下列反應: $C_2H_2 + HCl \rightarrow C_2H_3Cl$ 如果 26.0 g 的 C_2H_2 與 40.0 g HCl 混合，請計算反應完成後有多少克的 C_2H_3Cl 可以被生成。(H = 1, C=12 and Cl = 35)

II. 水中潛水的物理

潛水是一種水下運動，特別在海面下可享受海中的美景。巴里島有些美麗的潛水點，例如在土浪板(Tulamben)的 USS 自由號沈船(Liberty Wreck)，吉利坦伯宮(Gili Tepekong)，藍夢島(Nusa Lembongan)等。由於潛水在水中有潛在危險，潛水應有教練同行，切勿單獨潛水。

潛水運動分二種

- 1) 裝備潛水(SCUBA diving)，和
- 2) 自由潛水(Free diving)。

裝備潛水是一種水下潛水方式，潛水者在水下使用自我充填水下呼吸裝備(SCUBA)來呼吸。裝備是潛水者身上背著空氣鋼瓶。見圖 II.1(a)。

而自由潛水則未使用任何複雜裝置。在入水前，自由潛水者在水面上深呼吸，入水後閉氣。見圖 II.1(b)。



(a)



(b)

圖 II.1. (a) 裝備潛水者在身上背著空氣鋼瓶，
(圖片來源: https://en.wikipedia.org/wiki/Scuba_diving)

(b) 自由潛水者不使用空氣鋼瓶。(圖片來源: <http://www.freediveutila.com>)

二種潛水的主要差異整理如下:

- 裝備潛水時，潛水者必須正常呼吸，與在水面上相似，入水後在水下不閉氣。潛水者由鋼瓶吸入空氣，而呼出空氣到水中。
- 自由潛水時，潛水者入水後必須閉氣，不呼氣。

此外，二種潛水者為了在水中的舒適，都會使用一些配備，例如：為了有效行動的腿鰭和罩住眼鼻的面具。

在任何狀況下，空氣中、人體肺部或鋼瓶中的所有氣體，皆可視為理想氣體。理想氣體方程式為

$$pV = nRT$$

此處， p = 壓力， V = 體積， n = 莫耳數， R = 氣體常數 = 8.31 J/(K mol) ， T = 溫度。

當潛水者潛入較深處，水壓隨之增加。為免體內危險，體內(如肺部，鼻腔)的空氣壓力必須和周圍環境的水壓相同。此時潛水者應施行所謂的“平衡”技術，使耳膜內外的壓力相等。

以下是一些物理常數。

- 重力加速度 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$
- 海水密度 $\rho_{sw} = 1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- $1.00 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2 = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

[問題]

- II.1** [1.0 分] 若海平面的大氣壓力為 $p_{\text{atm}} = 1.00 \text{ atm}$ ，求在海面下深 20.0 m 處的總壓力為何？
- II.2** [2.0 分] 潛水裝備的鋼瓶中，有一可自動調整來自鋼瓶的空氣壓力的特殊閥門，以確保在所有時間，來自鋼瓶的氣壓總是等於水中總壓力。鋼瓶的體積為 $1.50 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ 充填著壓力為 150 atm 的壓縮空氣。假設潛水者從鋼瓶的空氣消耗率 r 約為每分鐘 20.0 L，若潛水者不變地潛在水深 10.0 m 處，計算其最長的潛水時間(以分鐘為單位)。假定潛水期間鋼瓶溫度保持恆定。
- II.3** [1.5 分] 由於長時間逗留海中且身體與海水的溫度不同(海水較人體冷)，SCUBA 裝備潛水者為免熱量傳導入海，應該使用特別以 R-值指定質料的潛水服裝。R-值定義為：材料內外部間溫差每相差 1 度，透過每單位面積的質料，所傳導出熱功率的倒數。此處，材料的內外分別是人體和海水。

| 編號 | 國際單位 |
|----|---|
| 1 | $\frac{\text{J m}^2 \text{ K}}{\text{s}}$ |
| 2 | $\frac{\text{m}^2 \text{ K s}}{\text{J}}$ |
| 3 | $\frac{\text{s}}{\text{J m}^2 \text{ K}}$ |
| 4 | $\frac{\text{J}}{\text{m}^2 \text{ K s}}$ |

II.3.a 由上表，選出 R-值的正確的國際單位。

某些潛水衣質料的 R-值列於下表。最好的潛水衣質料是使人體到海水的總熱轉換儘可能越小越好。

| 編號 | 質料名 (縮寫) | R-值 |
|----|----------|-----|
| 1 | A | 1.0 |
| 2 | C | 3.7 |
| 3 | G | 4.5 |
| 4 | N | 5.5 |

II.3.b 由以上數據，選出最好的潛水衣質料？

II.4 [1.0 分] 若自由潛水者進入海中深度下降太快，耳膜內部的壓力仍保持在大氣壓力下，而外部壓力隨水深增加而增加。在足夠的深度時，內外的壓力差可使耳膜破裂。只要壓力差達 35.0 kPa，就可使耳膜破裂。求發生此壓力差的海水深度為何？

II.5 [1.0 分] 自由潛水者在潛入海水前，做最後的深呼吸，然後閉氣。假設閉氣後潛水者肺部體積為 6.00 L。假設潛水者平衡技術很好，其肺部內的壓力等於外部的總壓。假設肺內溫度不變，潛水者沒有呼出空氣，計算在 30.0 m 深處，潛水者肺部的體積為何？

- II.6** [2.0 分] 潛水者由海面靜止釋放一顆石頭，石頭初速為零。石頭掉入水中受到反向的拖曳力可表示為

$$F_d = -bv$$

此處 b 是不隨時間改變的正數， v 是石頭的速度(取向下為正)。之後潛水者發現石頭的終端速度是 $v_t = 8.00 \text{ m/s}$ 。若石頭的質量與密度依序分別為 $7.50 \times 10^{-2} \text{ kg}$ 和 $2.60 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，求 b 的值為何？

- II.7** [1.5 分] 潛水者在水面下注意到日落即將發生。若水和空氣的折射率依序分別為 1.33 和 1.00，則潛水者所見日光與鉛垂線的最大夾角為何？

III. 科莫多龍

科莫多龍(*Varanus komodoensis*)是在印尼科莫多(Komodo)、林卡(Rinca)、吉黎摩坦(Gili Motang)、芭達(Padar)等島嶼中最大型的物種。它屬於巨蜥科，雄性成體的平均體重及體長分別為 85 公斤及 2.59 公尺，反之，雌性成體的平均體重及體長分別為 70.5 公斤及 2.29 公尺。此巨大的體型歸因於島嶼巨大化效應，因為其所扮演的生態角色中沒有其他的肉食性動物。其生命週期從 20 至 30 年。面積較大的島嶼(科莫多島、林卡島)中有相對較穩定的族群，但較小的島嶼(吉黎摩坦島、芭達島)中族群數則下降，因為可以提供其獵食的獵物數量較少。在芭達島中的科莫多龍已於 1975 年滅絕，推測此滅絕原因，是因為盜獵使多莫多龍的有蹄類獵物族群數量急遽下降。2013 年野生科莫多龍的總數量為 3,222，2014 年族群數降至 3,092，2015 年降至 3,014。



科莫多龍圖

(Bradford A. 2014. Live Science Contributor. Credit: Sergey Uryadnikov / Shutterstock)

根據國際自然保育聯盟(IUCN)的紅皮書，已經將科莫多龍列為易危物種(vulnerable species)，如果有利其繁衍的環境威脅其生存，他就會變成瀕危物種(endanger species)。其棲地的流失可能導致此物種的滅絕。為保育科莫多龍族群，圍繞佛洛勒斯(Flores)的群島如科莫多、林卡、芭達等島嶼已被劃歸為其自然棲地的國家公園。

科莫多龍屬於外溫及日行性動物。其自然棲地為典型的高溫、乾燥地區、高濕度、開放的低地草原、熱帶稀樹大草原(Savanna)，低海拔熱帶雨林以及火山坡面。他們需要有豐富的樹木來保護幼體。

科莫多龍的生殖季節介於 5 月到 8 月，九月產卵。雌性科莫多龍在地上挖可以照顧 20 顆卵的洞，下蛋其中，再用落葉覆蓋。卵在產後 7 個月孵化，幼體經

9 年發育為成體。幼體會躲藏在大樹樹洞的安全處。幼體會伏擊無脊椎動物例如蝗蟲、甲蟲、作為其獵物，成體後的獵物主要是活的鹿、野牛，也考量大量的動物腐屍。

當科莫多龍撕咬其獵物，位於其下顎的兩個毒囊分泌的抗凝血劑會經由管道從牙齒泌出。此抗凝血劑是可以防止血液凝固的化合物，會引起獵物的失血及死亡。

【問題】

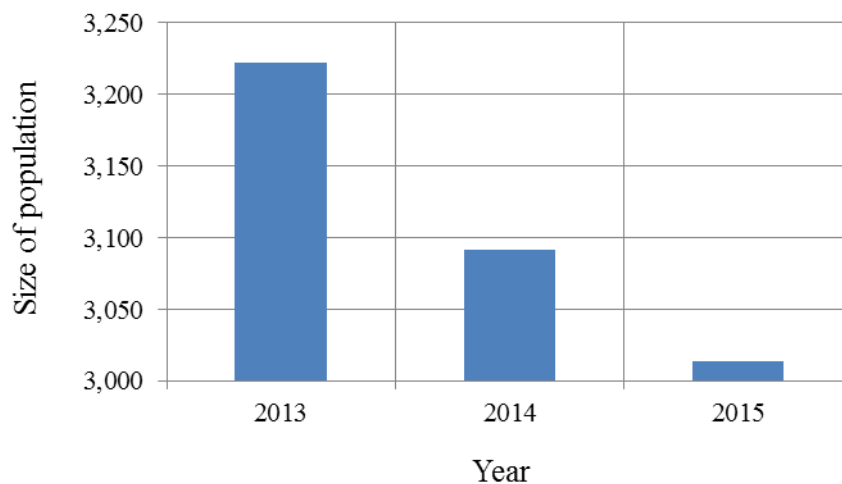
回答下列問題，由後方答案庫所提供的多個選項中，選出正確答案。於答案卷指定處，以打 X 方式標示出答案。(有可能有超過一個答案是正確的選項)

III.1 (1.0 分) 科莫多龍是外溫動物。表中有關科莫多龍調節體溫的敘述，哪些正確？

III.2 (1.0 分) 科莫多龍的下顎中有兩個腺體，當科莫多龍噬咬獵物時，它們可釋出抗凝血物質。何者是具有抗凝血作用的物質及其正確的解釋。

III.3 (1.0 分) 當一隻科莫多龍獵食一隻鹿時，則此科莫多龍在生態系中的營養階層及所扮演的角色各為何？

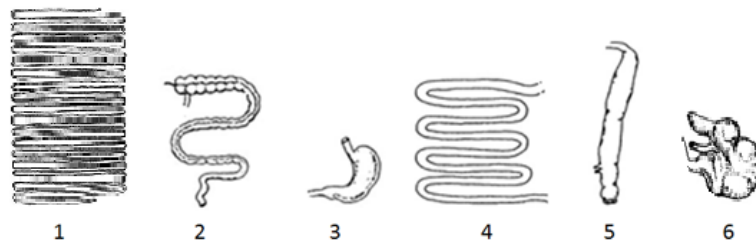
III.4 (2.0 分) 將 2013 年的科莫多龍族群大小定為 100%，計算 2014 及 2015 的族群相對於 2013 年的族群百分比(percentage population)，並用這些數值，繪出柱狀圖。



從 2013 至 2015 年科莫多龍的族群變化圖

III.5 (1.0 分) 選出哪些是導致科莫多龍自 2013 年至 2015 年間，數量逐漸減少的可能原因。

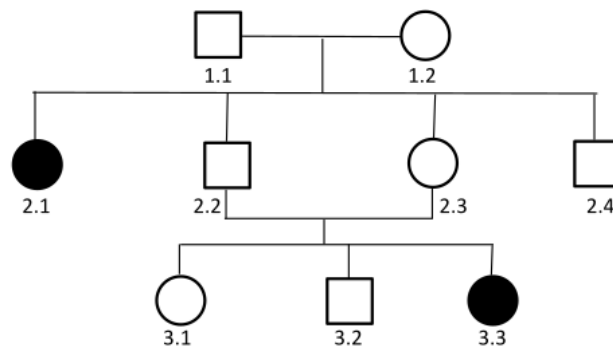
III.6 (2.0 分) 附圖為脊椎動物消化道不同部位的拆解圖，科莫多龍的消化道可以根據其所吃的食性推測出來，請組裝科莫多龍的消化道，挑出正確的部位，並從食入到排便選出正確的順序為何者。



脊椎動物腸道不同部位的拆解圖

III-7(2.0 分)科莫多龍子代的性別，是由 ZW 性染色體所決定。雄性具有兩個 Z 染色體，而雌性則具有一個 Z 及一個 W 性染色體。現假設有一個基因只存在於 Z 染色體中，它決定了一個抗凝血蛋白的表現。一個 Z 染色體上帶有具功能的抗凝血蛋白時，標示為 Z^N ；而一個會表現出不具抗凝血功能的變異蛋白之 Z 染色體，標示為 Z^n ，它屬於一種隱性等位基因。

下方的家族譜系圖呈現出此表現該變異蛋白的個體(實心圓)，除了個體 2.4 及 3.2 外，試判別出其他個體之性染色體組合，於答案卷的表格上，以 X 號標示該個體正確的基因型。



科莫多龍的家族譜系圖

科莫多龍之性染色體組合

| 個體 | $Z^N Z^N$ | $Z^N Z^n$ | $Z^n Z^n$ | $Z^N W$ | $Z^n W$ |
|-----|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| 1.1 | | | | | |
| 1.2 | | | | | |
| 2.1 | | | | | |
| 2.2 | | | | | |

| | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|
| 2.3 | | | | | |
| 3.1 | | | | | |
| 3.3 | | | | | |

答案庫

| | |
|----|--|
| A. | 動物的體溫不會隨著環境而波動 |
| B. | 獵食者 |
| C. | 第一階消費者 |
| D. | 動物會採用行為的適應以調節體溫 |
| E. | 胎生 |
| F. | 環境變熱時動物的體溫變熱，環境變冷時動物的體溫變冷 |
| G. | 第三營養階層 |
| H. | 3, 4, 5 |
| I. | 肝素，藉由抑制凝血酶防止纖維蛋白原轉化為纖維蛋白 |
| J. | 第四營養階層 |
| K. | 6, 1, 5 |
| L. | .在一個較冷的環境中，動物可藉由產熱來維持體溫，而在一個較熱的環境中，動物可藉由反應降低體溫 |
| M. | 維生素K，可活化凝血酶原形成凝血酶，將纖維蛋白原轉化為纖維蛋白 |
| N. | 華伏寧，可刺激維生素K的作用以產生許多凝血因子 |
| O. | 當環境變冷時，體溫變高，當環境變熱時，體溫也變高 |
| P. | 科莫多龍獵物的族群數量減少 |
| Q. | 科莫多龍棲地的流失 |

| | |
|----|--------------------------------|
| R. | 維生素K，可藉由抑制凝血酶及其他凝血所需的因子防止血栓的形成 |
| S. | 130% 及 78% |
| T. | 肉食動物 |
| U. | 4.03% 及 2.40% |
| V. | 草食動物 |
| W. | 有一堆科莫多龍的獵食者 |