

Time: 3.0 Hours

Points: 40



實驗題測驗

一般說明

2024 年 12 月 9 日

您只能閱讀白色信封中的頁面。

「考試規則」
「考試說明」
「具體說明」
和「安全規範」



考試規則

1. 你不可以攜帶任何個人物品進入試場，除了個人所需要的醫藥用品或被認可的個人醫療設備。
每個小組必須坐在指定的位子上。
2. 每個小組將有 30 分鐘的時間檢查所有儀器和化學品，並閱讀棕色信封中包含的說明和實驗細節。在「CHECK」訊號出現之前，請勿開始檢查或閱讀棕色信封中的頁面。
3. 在此期間將收集每位參賽者的簽名。
4. 在這 30 分鐘的檢查和閱讀時間內，你不得進行實驗。
5. 你只能在「START」訊號出現後開始進行實驗。

1. 實驗室內不允許飲食。如有必要，並且僅出於醫療原因，你可以請求監考人員允許你在指定區域吃點零食。
2. 請勿打擾其他小組的參賽者或與其他小組的參賽者溝通。如果你需要任何幫助，請舉手等待監考人員到來。
3. 小組必須留在座位上，直到考試時間結束，即使你們已經提早完成作答或不想繼續操作。
4. 考試時間終了的時候，你將會聽到“STOP”的訊號，在這個訊號之後就不能在答案卷上書寫任何東西。將試題和答案卷整齊地放在桌子上，黃色答案卷放在最上面。在所有試卷被收集並獲得離開的信號之前，請勿離開試場。
5. 監考人員將不會協助實驗並會盡量減少與競賽者的交流。如果你的問題在考試規則或說明中未提及，請憑自己的判斷力處理。
6. 如果發生任何受傷情況，你必須立即通知監考人員。受傷不會導致扣分，但必須妥善處理，受傷者只能在監考人員的同意下恢復進行實驗操作。
7. 如果一個小組不遵守考試規則，只會給予一次警告。在警告後，任何不遵守規則或指導委員指示的行為將導致小組被取消資格，並在實驗題測驗中獲得零分。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



你可以翻到下一頁看考試說明。



考試說明

1. 始終遵循實驗指示，但你有權按任何順序進行操作和作答。
2. 所有競賽者應該注意安全，行為負責，並保持工作環境的清潔。在與隊友進行討論時，請保持低音量，以免打擾其他人。
3. 必須始終配戴護目鏡和實驗衣。只有在使用顯微鏡或需要短暫調整護目鏡時，才可以取下護目鏡。長時間不戴護目鏡或實驗衣會受到警告或取消資格。
4. 如有玻璃器皿破碎，請舉手並向監考人員尋求協助。
5. 你有**3 小時**：
完成指定的實驗任務，
進行計算，
繪製圖表，
在提供的黃色答案卷上記錄你的結果和答案。在"STOP" 指令後，你必須立即停止操作和作答。
6. 每個小組都有三份白色印刷的完整試卷和一份針對每個科目的答案卷：物理、化學和生物。只有答案卷進行評分。
7. 檢查主辦單位提供的文具（筆、鉛筆和計算機）。只能使用主辦單位提供的筆和鉛筆。
8. 只能使用筆將所有答案寫在答案卷上，但繪圖時可以使用鉛筆。所有結果和答案必須寫在答案卷內提供的空白處。其他地方寫入的資料將不會被評分。你可以使用試卷及其背面作為草稿紙。
9. 如果你想更改答案，請完全擦除或清楚地劃掉您的第一個答案，然後寫下新答案。任何模稜兩可的答案都會被標記為錯誤。
10. 在答題卷的每一頁上有小組代碼。如果資訊不正確，請舉手。
11. 如果提供了計算空間，你必須寫出你的計算結果。否則，該題目不會得到分數。
12. 你應該以適當的小數位數寫下最後的答案。
13. 在“CHECK” 的訊號之後，檢查你是否有完整的試題，如發果你現有任何缺頁，請舉手。

你可以翻到下一頁看具體說明



具體說明

1. 檢查和細讀：你應該根據每個部份的第一頁給的清單檢查所有設備和化學品。在此檢查時間過之後，將不再發放任何設備。
2. 補充/更換：
在生物部分，樣本、化學品和實驗室器具不會重新填充或更換。
在化學部分，化學品和實驗室器具可以重新填充或更換一次，每重新填充/更換一件扣1分。蒸餾水和手套可以無限更換不扣分。
在物理部分，學生可以要求更換設備。
3. 每件設備在考試前均經過驗證。如果它沒有按預期工作，很可能是你沒有正確使用它。考試期間，監考人員不會檢查設備。
4. 廢液：化學廢液必須棄置在 500 mL 燒杯中。
5. 下頁還有重要的訊息。



化學安全規範

仔細閱讀以下說明

- 在實驗室時，請穿戴實驗衣、護目鏡和防護手套。
- 小心處理每種物質。
- 不要嚐或聞任何化學物質。
- 化學物質必須正確棄置在 500 mL 燒杯中。
- 確保答案卷和試卷遠離液體。
- 無論多麼輕微，立即向在場監考人報告所有事故、傷害。
- 實驗進行時嚴禁吃任何食物。
- 保持工作環境清潔。

在“CHECK SIGNAL”之前

請勿翻到下一個信封

Time: 3.0 Hours

Points: 40

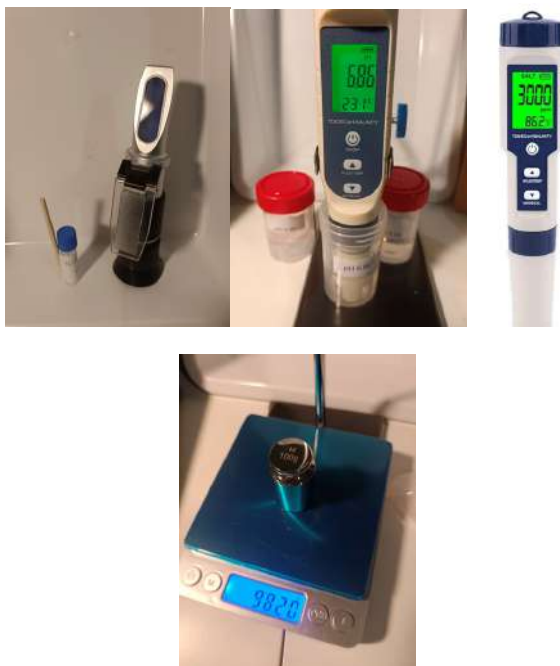


物理實作考試

一般資訊和操作手冊

此實作考試涉及物理測量方法和儀器：

- 折射儀（下圖第一張）
- 電導計和 pH 計，均在一個實體設備中（下面第二張圖中的 R 型和第三張圖中的 S 型）
- 電子秤（下面最後一張圖）。



Time: 3.0 Hours

Points: 40



包裝盒內容

1. 折射儀
2. pH/電導計
3. 托盤
4. 水瓶
5. 去離子水瓶
6. 數位電子秤
7. 廢液接收器
8. 包 A 內含：
 - A1
 - 72.5%Brix
 - A2
 - CCS1
 - CCS2
 - $1413\mu S/cm$
 - A3
 - pH 4.00
 - pH 6.86
 - pH 9.18
 - A4
 - 校準砝碼
9. 包B
 - H1樣本
 - H2樣本
 - H3樣本
 - H4樣本
 - H5樣本
 - 木托盤
10. 袋C
 - EC1
 - EC2
 - EC3
11. 袋D
 - ACH2
12. 袋E
 - F樣品
 - 球
 - 注射器
 - 金屬絲
 - 100 毫升接收器
13. 橡皮
14. 放大鏡
15. 鉛筆
16. 紙巾

P_實驗 A. 科學與測量。熟悉儀器及其校準

科學以可靠的資訊運作。測量數據必須準確且精確。必須檢查儀器，如必要，須使用經過認證的標準材料重新校準。

以下是本次物理考試使用測量設備的操作說明。

P_A1。使用折射儀

概述：折射儀是測量折射率和/或相關參數的儀器。認識儀器：它應該在藍色盒中。它的一端有一個稜鏡，另一端有一個目鏡（像顯微鏡）。

這是專為蜂蜜品質控制而設計的儀器：右側的刻度「WATER %」表示蜂蜜的含水量，中間的刻度「BRIX %」表示甜味物質（一般是蔗糖、醣類）的含量。左邊的刻度用不到。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



總糖濃度以**Brix**（也稱為 Bx）百分比表示，顯示 100 克溶液中糖以克為單位的質量(g/100 g)。65 Bx% 的蜂蜜在 100 克蜂蜜中含有 65 克糖。Brix是糖含量的傳統規格尺度。

如何測量：

將稜鏡對準光源並透過目鏡觀察（不要使用眼鏡）。檢查影像清晰度。如必要，旋轉目鏡，直至三個刻度的影像變得清晰。

打開稜鏡蓋，用棍子取2-3滴樣品，塗抹到稜鏡表面（見下圖）。輕輕按壓蓋子，使液體鋪成無氣泡的薄層。將稜鏡指向環境光源，並在中央「**BRIX %**」刻度讀取藍色和白色區域之間邊緣的數值。類似的方法可以讀取“**WATER%**”刻度數值。



每次測量後，用濕紙巾清潔稜鏡表面，並用軟布擦拭。

P_A2。使用電導計

本儀器是“pH 計/電導計”的組合。

認識儀器；它標有“pH-meter /Conductometer”。

它的底端有一個保護蓋。拉出蓋子即可取下：將看到暴露的部分/pH 感測器（玻璃）、用於電導測量的部分（一對金屬電極）和溫度感測器（黑色）。

按下**on/off**按鈕，標記為；它僅用作**開/關**按鈕。將在顯示器上看到電池容量狀態的符號、“pH”或“ $\mu\text{S/cm}$ ”標示（按**MODE**鍵選擇適用者）、一個預設以 $^{\circ}\text{C}$ 為單位的溫度讀值。

保留標示“ $\mu\text{S/cm}$ ”，儀器將用作電導計。

電導率是1/電阻率，電導率是1/電阻。電導以西門子測量 - 符號 S（即 Ω^{-1} ）- 透過施加交流訊號（低電壓，25 – 1000 Hz）以避免電解。溶液的電導率與溶解電解質的濃度有密切關係。

儀器在閒置 3 分鐘後自動關閉，以保護電池。只需按**ON**即可重新啟動它。

如果按下**HOLD**鈕，左上角會出現一個小**H**字母，並且儀器會保留最後的測量值。再次按下**HOLD**可重新啟動測量。

每次測量後，將儀器從溶液中取出，使用標有“Deionized water”去離子水的洗瓶和“Liquid waste”廢液接收器清洗感測器區域。使用乾紙巾擦去感應器區域多餘的水。

如何測量：

短按（必要時重複）**MODE/CAL**按鈕可看到「 $\mu\text{S/cm}$ 」標示，即此電導率的測量單位。表示現正處於“**Conductivity**電導率”測量模式。

將儀器固定在實驗室支架的夾子上（感測器裸露）。將裝有樣品的瓶子放在儀器下方，調整支架高度，使感測器完全浸入溶液中（深度約 1 公分）。

每次測量後，使用洗瓶用去離子水清潔電極區域。使用乾紙巾輕輕擦去電極區域多餘的水。不使用時關閉儀器。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



校準程序：附在儀器上。

R 型電導計（前面板下緣為圓形）：按下「ON」（開啟）。短按 **MODE** 選擇顯示幕上的“ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”（電導模式）。

按住 **MODE/CAL** 6 秒鐘然後放開。您將看到“CAL”，然後是一個閃爍的值。長按 **MODE/CAL** 開始將此值減小到盡可能接近 $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ （允許 $\pm 20\mu\text{S}/\text{cm}$ ）。避免短按 **MODE/CAL**（會離開“ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”模式）。如有必要，長按 **HOLD/TEMP** 增加該值。當顯示目標值時，請等待該值不再閃爍。校準結束。

S 型（前面板下緣為直線）：按下「ON」（開啟）。短按 **MODE** 選擇顯示幕上的“ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”（電導模式）。

按住 **MODE/CAL** 6 秒鐘然後放開。您將看到 2 個值，即實際讀數和（在第二行中）公認標準的值（ $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ ）。

短按 **MODE**。實際讀數是閃爍的。等到該值不再閃爍。短按一次 **MODE/CAL**，過一秒再按一次。您將看到顯示幕上顯示四條短線 - - -。當再次顯示數值時，儀器已校準。

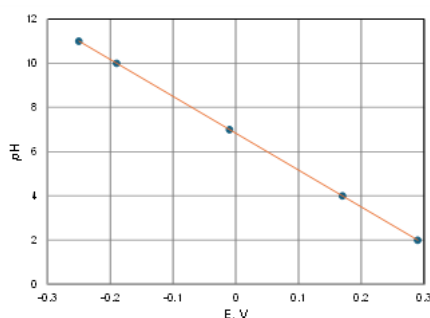
在這兩種情況下，您都可以關閉然後再次打開，以使用校準溶液 $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ 驗證讀數。

P_A3。使用 pH 計

一般情況： pH 計用於測量 H^+ 的濃度變化（通常被視為 H_3O^+ ）。

$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$, i.e., $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$, 此處 [...] 表示單位為 mol/L 的濃度。

pH 計的 pH 量測電極在 $\text{pH} = 7$ 時產生幾乎為零的電壓，然後變化量約 $59\text{ mV}/\text{pH}$ 單位（見圖 R1）。



圖R1。電化學電位隨pH值的變化

pH計需要經常使用具有穩定pH值的校準溶液（通常稱為標準pH緩衝溶液）進行檢查和校準。你有 3 種標準 pH 緩衝溶液用於校準和/或驗證。

本儀器是“pH 計/電導計”的組合。

如何測量：

按**MODE**鍵選擇標示“**pH**”，此時儀器作為pH計。

請記住：每次更換測量溶液後，用去離子水清潔感測器區域，並用乾紙巾吸收多餘的水。

校正步驟：將儀器浸入pH 4.01標準緩衝溶液中。確認儀器是否處於**pH**模式。長按**MODE/CAL**按鈕6秒，等待數值4.01不再閃爍。儀器自動辨識緩衝液標稱值。

使用其他兩個標準 pH 緩衝液（pH 6.86 和 pH 9.18）重複相同的順序。校準完成。不使用時，請用各自的蓋子蓋住標準 pH 緩衝液瓶（不要互換）。

P_A4。使用數位電子秤

將秤放在穩定的水平表面上。按下**ON/OFF**按鈕 ⏻ 打開。稱重前等待 30 秒，以達平衡。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



如果在右上角沒有看到符號g（克），請重複按**MODE**按鈕，進行更改。

按**T**（歸零）按鈕可取得 0.00 讀數（作為初始值）或減去容器的質量。

測量程序。將物體放在秤上（位於中心位置）並讀取以克為單位的值。

校準程序附在儀器上。

檢查秤背面的標籤。

a. 如果標籤為白色，請依照下列步驟操作：按**ON**。確認單位為 g（克）。等待 20-30 秒。

長按 **M**（2-3 秒）直至顯示「100」。如果不是“100”，按 **T** 進行更改。

按 **M**，應出現「CAL」訊息，然後「100」閃爍。將校準砝碼 100.00 g 放在秤上。觀察顯示幕上的「PASS」訊息。

秤完成校準後，即可正常運作。確認移除重量後，在顯示器上看到 0.00 g。

設定自動關閉前的工作時間：按**ON**。長按 **T**。按 **M**，將數值變更為 180（秒）。按“ON”確認。您將看到 PASS 訊息。

b. 如果標籤為黑色，請依照下列步驟操作：

按**ON**。確認單位為g（克）。等待 20-30 秒。

長按 **M**（2-3 秒）直至顯示「100」。如果你看到“50”或任何其他值，請按 **M** 變更為“100”。

按**PCS**，一秒鐘後再次按**PCS**。顯示幕上的「100」訊息將會閃爍。

將校準砝碼放在秤上。觀察顯示器以看到“PASS”訊息。

秤完成校準後，即可正常運作。確認移除重量後，你將在顯示器上看到 0.00 g。

設定自動關閉前的工作時間：按**ON**。長按 **T**。按 **M**，將該值變更為 180（秒）或更高的值（最多 600）。按 **PCS** 確認。將看到 PASS 訊息。

不使用時關閉儀器以保護電池（若已停用自動關閉功能）。

P_實驗B.測定蜂蜜糖分和水分的含量

蜂蜜、糖漿、果汁和甜飲料具有不同濃度的溶解固體，尤其是蔗糖以及有機酸或鹽。蜂蜜的含水量，% [g/100 g 或 w/w]，是決定蜂蜜保持其成分和抵抗酵母發酵改變的能力的品質標準。含水量越高，在長期儲存期間越容易發酵。

如果所用的儀器有多種尺度，則折射率不僅可以評估含水量，還可以評估含糖量。鑑於許多此類食品的成分複雜，其蔗糖（「糖」）含量的測量精度約為 $\pm 0.5\%$ 。總蔗糖濃度以白利糖度Brix% [w/w] 表示。

羅馬尼亞蜂蜜的主要物化特性如表R1所示。

表 R1。羅馬尼亞蜂蜜的主要物化特性（EC為電導率）

蜂蜜類型	含水量/(%w/w)	含糖量/(% w/w)	酸鹼度	EC/(mS/cm)
相思樹屬	13.90 – 19.57	79.95 – 83.00	3.49 – 5.85	0.10 – 0.68
菩提樹	5.4 – 18.8	79.00 – 81.99	3.60 – 4.70	0.20 – 0.73
多花	4.8 – 19.6	79.96 – 82.38	3.20 – 4.60	0.23 – 0.83

P_實驗 C. 20% w/w 水溶液中蜂蜜（電）導率的測量

Time: 3.0 Hours

Points: 40



蜂蜜的電導率與礦物鹽、有機酸和蛋白質的濃度直接相關，並隨產地的不同而有顯著差異。電導率測定需要去離子水中含有 20% (w/w) 乾物質的蜂蜜溶液。

P_實驗 D. 測量蜂蜜溶液的 pH 值 (10% w/v 水溶液)

蜂蜜含有有機酸(0.6%) 和胺基酸(0.05%)，因此其pH 值可在3.5 至6 之間變化。葡萄糖酸是最常見的，其次是醋酸、丁酸、檸檬酸、甲酸、乳酸、蘋果酸、琥珀酸和焦麩胺酸。18 種胺基酸中最常見的是脯氨酸。低pH值使蜂蜜與低酸度食品相容，抑制微生物的生長。

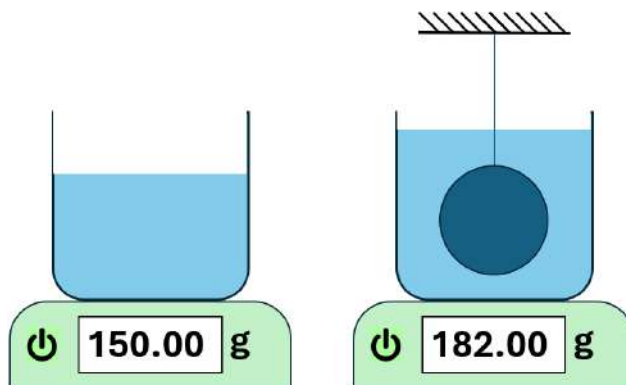
P_實驗E.阿基米德原理與應用

理論資料

浸入（部分或完全）流體中的物體會受到大小等於排開流體重量的力的作用（阿基米德原理）。

對於每一個作用，總是有一個相等的反作用力（牛頓力學第三定律），在這種情況下，同一物體對流體施加反作用力（大小相同，但方向相反）。

實驗裝置的方案如圖 R2 所示，可用來測量浮力的反作用（力）。



圖R2。用於測量浮力反作用（力）的實驗裝置

注意：對於你的計算，請使用以下值：

室溫下水的密度為 $\rho = 1.000 \text{ g/cm}^3$ 。

重力加速度， $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。

實驗部分

觀察任務代碼，在答題卷中填寫數據。

P_實驗 A1：驗證 BRIX % 比例 (0.6 pt)

使用標示「72.5% Brix」的試管中的液體作為樣本。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



如果讀數誤差高於 ± 0.5 Brix %，請尋求協助。然後可以準確地校準儀器。如果誤差較小，則接受它，但用它來修正後續讀數。

轉到實驗 B，P_Task B1。

P_實驗A2。使用電導計

P_任務 A2.1：校正電導計 (1.0 pt)

使用「一般資訊和操作手冊」A2 部分中所述的校準程序。

校準後測量：

- 可用 $1413 \mu\text{S}/\text{cm}$ 標準電導率溶液。

並填寫觀察表的第一行。

如果讀數誤差高於 ± 2.0 %，請尋求協助。

P_任務 A2.2：使用電導計測量 (0.3 pt)

校準後測量：

- 電導率控制樣品 CCS1 和 CCS2。

並填寫觀察表。

P_實驗A4。使用數位電子秤

P_任務A4.1：秤的初始檢查 (0.10 pt)

你的電子秤未校正。使用100g的校準砝碼檢查。將結果寫在答案紙上。

P_任務 A4.2：校正秤並驗證校正砝碼的質量 (0.10 pt)

校準電子秤。校準後，在正常測量模式下驗證校準砝碼的質量，並將結果寫在答案紙上。

請參閱一般資訊中的校準程序。

P_實驗B

P_任務 B1：測量糖含量和水含量 (1.8 pt)

有5個樣本（標示為H1至H5）：其中三個是來源可靠的蜂蜜，另外兩個是添加異物或劣質蜂蜜的摻假品。使用折射儀測量每個樣品的糖含量和水含量。

對於每個樣本提出一個診斷：真實或摻假。

P_實驗C.

任務前，請確保 P_A.2 已完成。

測量 20% w/w 水溶液中的蜂蜜（電）導率

P_任務 C1 (0.3 分)

測定電導率配製100克20%的水溶液需要多少蜂蜜 m_h （含水量為20%）？

配製上述濃度的溶液需要多少水（ m_w ）？

P_實驗A.3

Time: 3.0 Hours

Points: 40



P_任務 A3.1：驗證 pH 計 (0.5 pt)

將儀器固定在實驗室支架的夾子上（感測器裸露）。將裝有 pH 4.01 標準緩衝液的瓶子放在儀器下方，調整支架高度，使感測器完全浸入溶液中（深度約 1 cm）。當顯示值穩定後（10-20秒後），讀取pH值並記錄在**觀察表中**。

對其他 2 種溶液（pH 6.86 和 pH 9.18）重複此程序。

P_任務 A3.2：校正 pH 計 (1.4 分)

該儀器配備了新電池。更換電池後，特定校準會遺失。

校準 pH 計。

使用**校準好的儀器**重複測量所有 3 種 pH 緩衝溶液。將所得值填入**觀察表中**。

如果所有誤差均小於 ± 0.1 pH，則pH計處於非常良好的工作狀態。

P_任務 C2 -蜂蜜（電）導率的測量 (1.0 pt)

有3個不同蜂蜜類型的樣本（標示為EC 1至EC 3），含有20%的乾蜂蜜物質。使用儀器在“**電導率**”模式下測量它們的電導率，單位為 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

當讀數穩定時（10 – 20 秒後），將電導率和溫度值記錄在**觀察表**中。對其他樣品重複此操作。

觀察表 R1中不同產地蜂蜜的主要特徵，並在可能的情況下提出類型（相思樹蜂蜜、菩提樹蜂蜜、多花蜂蜜）。

P_實驗 D. 測量蜂蜜溶液的 pH 值 (10% w/v 水溶液)

繼續任務前，請確保 P_A3 已完成。

P_任務 D1：蜂蜜樣本的 pH 值 (0.5 pt)

有一種 10% 的蜂蜜水溶液，標示為 ACH2。樣品為**50 mL**。

將樣品容器放在工作台上，調整 pH 計位置（使用支架），使感測器區域浸入溶液中約 1 cm。

讀取溶液**初始 pH 值**並填寫**觀察表**。

P_實驗E.阿基米德原理與應用

繼續任務前，請確保 P_A4 已完成。

使用適當的實驗裝置完成以下任務。

P_任務 E.1 (1.8 分)

使用電子秤、實驗室支架、水杯和小球安裝圖 R2 中的實驗裝置。

打開電子秤並在約 30 秒後使用。

在透明的 150 mL 水杯中加入 100 mL 水，將其放在電子秤上，按 T 鈕讀取 0.00 g。然後將球完全浸入水中（使用實驗室支架）。

記錄顯示幕上的值。繪製標示作用在球上所有力的力圖。

P_任務 E.2 (0.5 分)

畫出力圖，標示任務 E.1 中作用在球上的所有力。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



P_任務 E.3 (0.3 分)

求出球的質量。

P_任務 E.4 (0.7 分)

利用實驗結果，計算球的體積。

P_任務 E.5 (0.5 分)

計算球的密度。

P_任務 E.6 (0.3 分)

計算球完全浸沒時所受的浮力。

P_任務 E.7 (1.8 分)

測量黏性流體樣品**F**的密度。

選擇適當的實驗裝置。

使用已知的球參數（來自之前的任務），計算黏性液體的密度。

P_任務 E.8 (1.1 分)

使用注射器，測定黏性液體的密度。

Time: 3.0 Hours

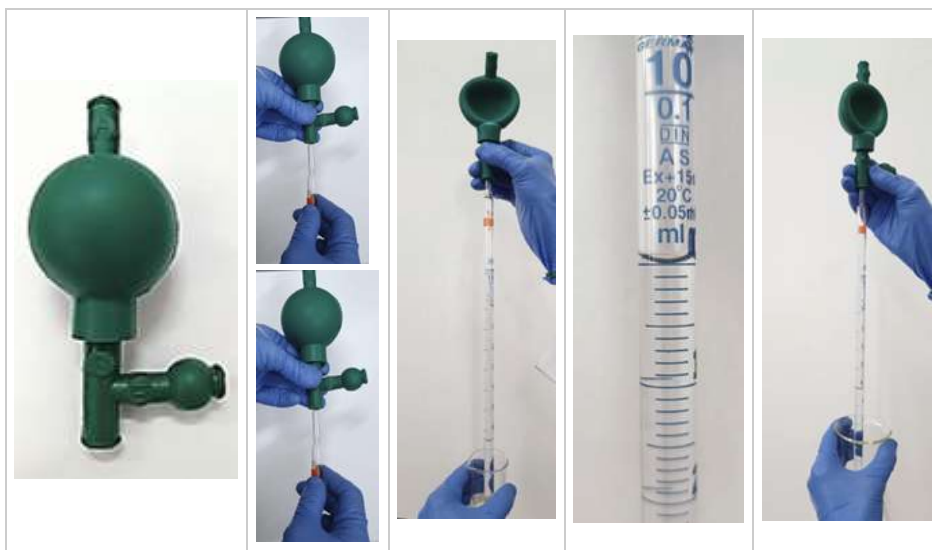
Points: 40



吸量管操作

吸球上有三個字母：「A（空氣）、S（吸引）和E（排空）」。

- 將吸量管頂部插入吸球底部（如果尚未組裝）。
- 按下吸液器頂部的「A」閥，同時擠壓球體，將吸球內空氣排出。
- 將吸量管尖端插入溶液 P1 中，按下「S」閥吸取液體。使用“S”和“E”閥將液位調整至標記。
- 吸取液體時，請小心地將吸量管尖端保持在液體中，不要讓液體流入吸球中。
- 使用“E”閥，將液體從吸量管釋放至錐形瓶中至所需體積。
- 以同樣的方式將吸量管中殘留的溶液回收至小燒杯中。
- 將吸量管填充至 0 標記，然後使用“E”閥將溶液釋放到 8 標記。



C_I。鑑定溶液中的化合物（6.9 分）

材料：

- 標示 1 至 6 的瓶子，內含需辨識的無機化合物的水溶液
- 16 支試管及試管架
- 7 支塑膠滴管
- 托盤
- 簽字筆和紙巾
- 洗滌瓶含蒸餾水
- 用於廢液和洗滌水的大燒杯

在標示 1 至 6 的 6 瓶中，裝有以下物質的水溶液：**硝酸鉍、碘化鉀、碳酸鈉、硝酸鉛、氯化鋅和亞硫酸鈉**（不是依此順序）。

實驗步驟

1. 在試管中進行化學反應，用塑膠滴管分別取約 1 mL 的溶液。幾分鐘後觀察產生的沉澱物。
2. 檢查每種溶液與其他溶液可能發生的化學反應（形成沉澱），並將觀察結果寫在 **C_表 1** 中（在答案卡）

C_I.1 在 C_表 1 的對應單元格中，如果形成沉澱，寫出顏色符號和“↓”，否則用“-”標記。使用以下顏色代碼：

“W”代表白色

“R”代表紅色

“Y”代表黃色

Time: 3.0 Hours

Points: 40



“G” 代表綠色

“B” 代表黑色

根據實驗觀察，填寫答案卡上的 **C_Table 2**：

C_I.2 辨識每個瓶子中的化合物，並將化合物的化學式寫在 C_表 2 的最後一行。

C_I.3 在 C_表 2 的對應格中，寫出所得沉澱物的化學式。

提示

	Na^+	K^+	Ba^{2+}	Zn^{2+}	Pb^{2+}
Cl^-					↓
I^-					↓
CO_3^{2-}			↓	↓	↓
NO_3^-					
SO_3^{2-}			↓		↓

↓ - 沉澱

考慮實驗中使用的所有物質有毒、吞食有害、會刺激眼睛和皮膚

C_II。KH₂PO₄的滴定（6.5分）

材料

滴定管

支架和滴定管夾

吸量管和吸球

百里酚酞指示劑溶液裝在有滴管的瓶子中。其變色範圍為：**pH 8.8（無色）- pH 10.5（藍色）**。

2 個 250 mL 錐形燒瓶 (Erlenmeyer)

裝有樣品的 50 mL 帶蓋容量瓶

2 個小燒杯（1 個用於填充滴定管，1 個用於裝樣品溶液）

裝有 KOH 溶液的 250 mL 瓶

簽字筆

紙巾

裝有蒸餾水的洗滌瓶

1 個大燒杯，用於盛裝廢液和洗滌水。

一水磷酸二氫鉀 (KH₂PO₄ · H₂O) 在各種工業應用中通常用作肥料、食品添加劑和緩衝劑，它也稱為 MKP。在農業中，MKP 被用作磷和鉀的來源，磷和鉀是植物生長必需的營養素。

若要定量測定容量瓶中的 KH₂PO₄，請執行以下步驟：

1. 使用其中一個小燒杯（標記為「KOH」）小心地在乾淨的滴定管中裝入 0.0973 mol/L KOH 水溶液。
2. 將內有樣品溶液的容量瓶加入蒸餾水至最終標記體積，得到**溶液P1**。小心地將容量瓶中大約 30 mL 的溶液 P1 倒入另一個小燒杯中（標記為「P1」）。
3. 使用吸量管將 8.0 mL 溶液 P1 放入 250 mL 錐形瓶中。在同一錐形瓶中加入約 25 mL 蒸餾水和 10 滴百里酚酞指示劑。
4. 用 KOH 溶液（藍色）滴定所得溶液（步驟3）至終點。
5. 重複滴定（3 到 4 的操作）並記錄三次數值在答案紙上。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



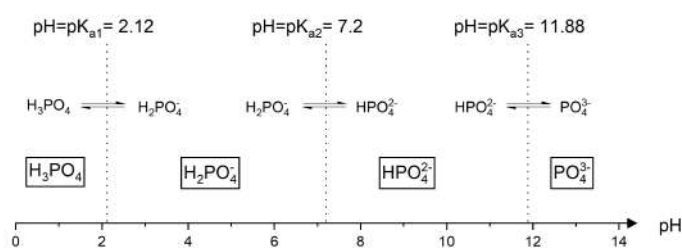
C_II.1 在C_Table 3（在答案紙）中記錄 3 次滴定所用的 KOH 體積，並計算 KOH 溶液的平均體積。

C_II.2 寫出並滴定的平衡化學反應式。

C_II.3 計算 8.00 mL 的 P1 溶液中 KH_2PO_4 （無水鹽）的質量，以克為單位（3 位有效數字），寫出計算過程。

C_II.4 得出 P1 溶液的 KH_2PO_4 濃度（mol/L；3 位有效數字），寫出計算過程。

KH_2PO_4 分子量：136 g/mol



C_Scheme 1. 主要 H_3PO_4 物種與水溶液 pH 值的簡圖。

不要在此寫你的答案，請使用答案紙。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



生物學

孤兒熊獲得另一次機會



羅馬尼亞烏爾蘇斯山谷附近，有一個由數個家庭組成的大型棕熊族群，共有10隻幼崽。

對熊家族的物理空間位置分析表明，其中三個家族總共有5隻幼崽（標記為“幼崽1”、“幼崽2”、“幼崽5”、“幼崽7”和“幼崽10”）他們的巢穴位於村莊的西北(NW)部分，兩個家庭位於村莊的東南(SE)部分，並識別出3隻幼崽（“幼崽3”、“幼崽4”和“幼崽9”），以及其餘的熊位於該村的遠東地區，其中還發現了兩隻幼崽（“幼崽6”和“幼崽8”）。

大多數時候，熊以在森林中找到的東西為食，尤其是不同類型的漿果，但有時它們也會深入人類住區尋找食物。烏薩斯谷的居民向當局報告說，一隻小熊經常來到他們的村莊並嚇唬家畜。這就是為什麼當局決定將這隻幼崽及其家人一起轉移。

因此，需要對幼崽進行身份識別，因此他們尋求了法醫研究人員的幫助。他們從當地以及不同熊科所在的周邊地區收集了不同類型的樣本。這些樣本以最常見的針葉樹種的糞便、毛髮、葉子為代表。西北地區、東南地區和遠東地區有不同的針葉樹種。

為了確保只有騷擾烏薩斯谷的熊才會被重新安置，當局請求法醫遺傳學家和生物學家的幫助。他們從動物出現過的地點採集了生物樣本（毛髮、糞便等），並從烏薩斯谷定居點附近森林中的所有10隻熊個體中採集了毛髮樣本。

您的角色為調查員，試根據樣本分析獲得的數據來識別哪隻熊有騷擾村莊的習慣，因此可能對當地居民構成潛在的危險。您必須採取不同的方法來完成這項任務。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



實驗 1 - 法醫遺傳學

哪隻熊?

一個重要的方法是基於法醫分析。法醫分析利用 DNA 分析、指紋識別和牙科記錄比較等各種科學方法來確定族群中獨特的個體特徵，從而有助於識別過程。

因此，研究人員從生物毛髮樣本中提取 DNA，並使用一組 10 個 STR 型標記（具有長度為 2-6 bp 的重複單元多態性 DNA 區域）進行分子指紋分析。STR 標記的重複次數在個體之間差異很大，這使得這些標記可有效用於法醫應用。使用遺傳分析儀設備分離每個標記和每個個體的擴增子，並使用標準程序使用適當的軟體進行分析。

您必須記住，為了精確識別個體，未知樣本的 DNA 指紋與個體的 DNA 指紋之間必須至少有 100% 的匹配度。

本實驗中使用的名詞表。

STR = 短串聯重複序列 = 微衛星 = 染色體上特定基因座位點上的一組短重複 DNA 序列，其數量在不同個體中有所不同，因此可用於遺傳指紋識別。

擴增子 = 聚合酶鏈式反應 (PCR) 的 DNA 產物。可以透過凝膠電泳根據其大小對它們進行可視化和分離。

DNA 分析（也稱為 **DNA 指紋辨識**和**遺傳指紋辨識**）= 確定某一個體去氧核糖核酸 (DNA) 特徵的過程。

多態性 = 不同個體之間可能出現的特定 DNA 序列的兩種或多種變異形式的存在。

bp = 鹼基對。

使用表 I-1 中提供的基因型信息，回答以下問題。請注意，數字代表個別等位基因上的 STR 基因座的短串聯序列重複次數。

表 I-1. 10 個 STR 基因座標記野熊個體基因型和未知樣本的基因型。UA 編號是 STR 標記的基因座名稱。ID1、ID2...ID10 是野生族群中熊個體的識別號

Time: 3.0 Hours

Points: 40



STR 基因座	未知樣本	野熊個體編號 ID									
		ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8	ID9	ID10
UA03	15,	16,	16,	17,	16,	16,	16,	20,	15,	18,	16,
	16	15	16	15	15	15	18	15	15	15	15
UA06	10,	11,	11,	11,	11,	11,	11,	11,	11,	11,	11,
	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11
UA14	8,	11,	7,	10,	11,	8,	8,	8,	8,	8,	8,
	10	10	10	10	10	12	8	10	10	10	10
UA17	27,	24,	24,	24,	24,	24,	24,	24,	24,	27,	24,
	24	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
UA25	13,	13,	13,	12,	13,	13,	15,	13,	14,	13,	13,
	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
UA51	12,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	14,	14,
	14	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
UA57	17,	17,	17,	17,	17,	17,	17,	17,	17,	17,	17,
	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
UA63	8,	12,	12,	10,	12,	12,	11,	12,	12,	14,	13,
	12	9	7	8	8	8	8	8	8	8	8
UA68	14,	19,	19,	19,	17,	19,	15,	19,	19,	19,	19,
	19	14	20	14	14	14	14	14	14	13	14
UA16	22,	22,	22,	22,	22,	28,	22,	22,	22,	23,	22,
	28	28	28	28	28	22	28	28	28	28	28

UA03, UA06....UA16 – STR 標記的基因座名稱

ID1, ID2....ID10 – 野生族群中熊個體的識別號

問題:

Time: 3.0 Hours

Points: 40



不要在此作答。
使用答案卷作答!

Time: 3.0 Hours

Points: 40



B_I.1 [1.5 分，每條語句 0.15 分]

使用表 I-1 中提供的信息，在答案卡的表中為每個基因座標記寫下與未知樣本具有相同遺傳特徵的每隻熊的 ID 號（在 STR 基因座欄中找到）。

STR基因座與未知樣本具有相同基因型的熊個體們	
UA03	
UA06	
UA14	
UA17	
UA25	
UA51	
UA57	
UA63	
UA68	
UA16	

Time: 3.0 Hours

Points: 40



B_I.2 [0.3 points]

根據您在表格中的回答，在答案卷中確定訪問該村莊的小熊的 ID 號碼。將你的答案寫在答案紙上。

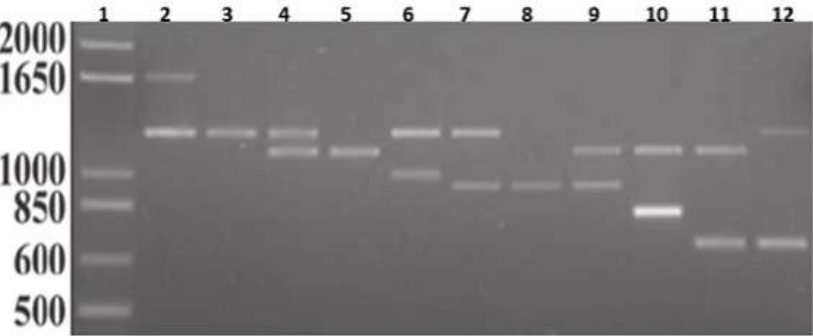
你的調查結論

有到村莊習慣的小熊的編號是：



B_I.3 [1.5 points, 0.3 per statement]

類似實驗的結果如下圖所示。這顯示了 11 個不同個體（泳道 2 至 12）的一個 STR 標記的 DNA 指紋圖像。標準參考DNA加載到泳道 1 中，每個片段的長度標記在圖像旁邊。在泳道 1 中，數字 2000、1650、1000、850、600、500 代表鹼基對(bp)長度 = 每個 DNA 片段的 bp。利用您對特定基因座存在不同等位基因的了解，在答案卷上標記“X”，表明以下每個敘述是對或是錯的。



敘述	對	錯
來自泳道 10 的個體具有該標記基因座的雜合基因型，並且具有與泳道 7 中的個體相同的等位基因。		
來自泳道 8 的個體的等位基因約介於 850-1000 bp之間，是同型合子的。		
泳道 6 和泳道 11 個體的等位基因的共同點約為 850 bp 長。		
此次分析中的所有 11 個個體都是異型合子。		
來自泳道 12 的個體是異型合子，其中一個等位基因略高於 600 pb。		



實驗 II

植物葉標本

在法醫調查中，植物解剖學透過分析收集樣本中的植物碎片，在識別小熊等動物的起源和運動方面發揮著至關重要的作用。針葉樹種尤其具有獨特的解剖學特徵，例如葉子結構、樹脂導管和氣孔模式，這些特徵在物種之間甚至跨地理區域之間可能存在顯著差異。當這些植物部分被發現時，它們提供了動物位置或棲息地的間接證據。

在這種情況下，西北、東南和遠東地區針葉樹種葉子的解剖學差異可以作為地理標記。透過將樣本中發現的針葉解剖結構與這些地區的參考樣本進行比較，研究人員可以縮小幼崽可能所在的範圍，因為針葉樹物種的具體特徵可以表明其環境。這種植物解剖分析的使用有助於法醫研究人員追蹤幼崽的潛在運動並定位其起源。

器材:

1. 3 個信封，裝有三種針葉樹的葉子（標示為「A」、「B」和「C」）

2. 1 個裝有染料的深色瓶子 – 標有“DYE”

3. 1 個裝有 DI H₂O（蒸餾水）的透明瓶子 – 標有“H₂O”

4. 12 張載玻片放在一個培養皿中

5. 1 盒蓋玻片

6. 手術刀 1 把

7. 1 個塑膠針

8. 1 把鑷子

9. 2 支鉛筆

10. 2 個紅蓋塑膠容器，標示「WASTE」用於盛裝廢棄物

11. 1 包面紙（用於所有實驗）

12. 3 副手套 – S、M、L 尺寸各 3 副（用於所有實驗）

13. 複式光學顯微鏡 1 台

染料是專門針對細胞壁的。它將纖維素壁染成紅色，將木質化細胞壁染成黃色。

下皮: 位於表皮正下方的一層或多層細胞，通常充當保護性或支持性組織。

樹脂導管: 某些植物（如松樹和雲杉）中的管狀結構，用於運輸和儲存樹脂，樹脂是一種黏性物質，用於保護植物免受傷害或感染。

褶狀綠色組織: 是指細胞存在褶皺，像脊一樣突出到細胞內。

柵狀綠色組織: 一種富含葉綠素的組織（綠色組織），由細長、緊密排列的細胞組成，通常位於葉子上表皮下方，參與光合作用。

海綿綠色組織: 排列鬆散、形狀不規則的細胞，細胞之間有空氣空間，有助於氣體交換和光合作用。

維管束鞘: 植物中圍繞維管束（木質部和韌皮部）的一層細胞，提供結構支撐並調節物質流動。

厚壁組織: 由厚壁死細胞組成的植物組織，為植物提供機械支撐和強度。

厚角組織: 一種由活細胞組成的柔性植物組織，其壁不均勻增厚，在允許生長的同時提供結構支撐。

維管束: 植物中的一束組織，含有木質部（輸送水分）和韌皮部（輸送養分），負責內部運輸。

毛狀體: 植物表皮表面的毛髮狀結構。

角質層: 覆蓋葉子、莖和其他植物部分錶皮的蠟狀保護層，有助於減少水分流失。

表皮: 植物細胞的最外層，作為抵禦病原體和水分流失等環境因素的保護屏障。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



含水層組織：指參與水儲存或移動的專門植物組織。

通氣組織：細胞之間含有大的充滿空氣的空間或空腔。

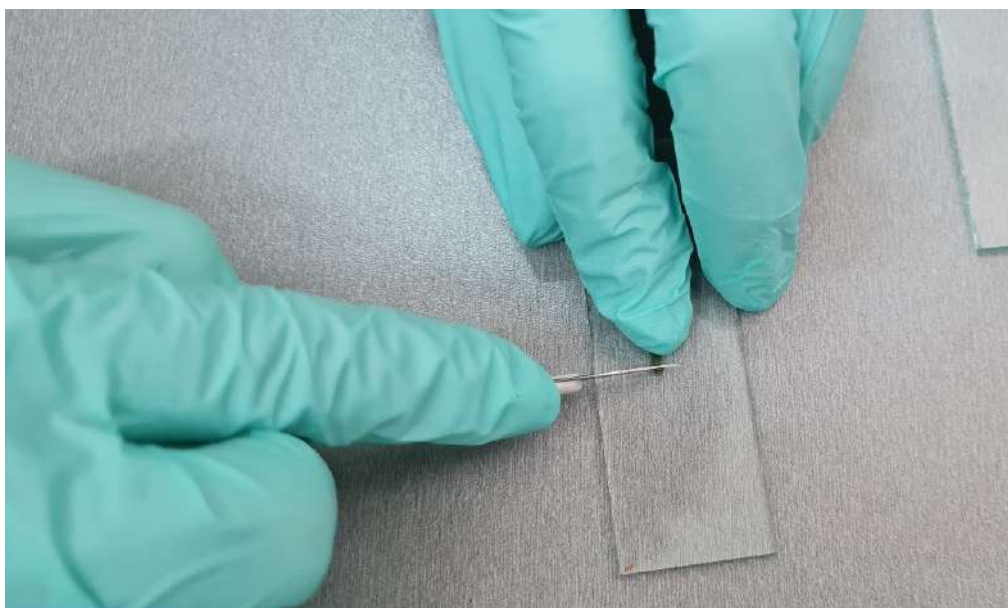
指引

分別用橫切製備3個植物葉子的每一個橫切面標本，用顯微鏡進行解剖學研究。說明如下。

1. 標本橫切面：使用提供的手術刀將每個植物葉片標本切出薄橫截面，如下所示：

注意：對提供的每個植物葉子樣本獨立重複以下步驟，以免混合物種樣本。

1.1 用一隻手將標本直接放在顯微鏡載玻片上，如下圖所示：

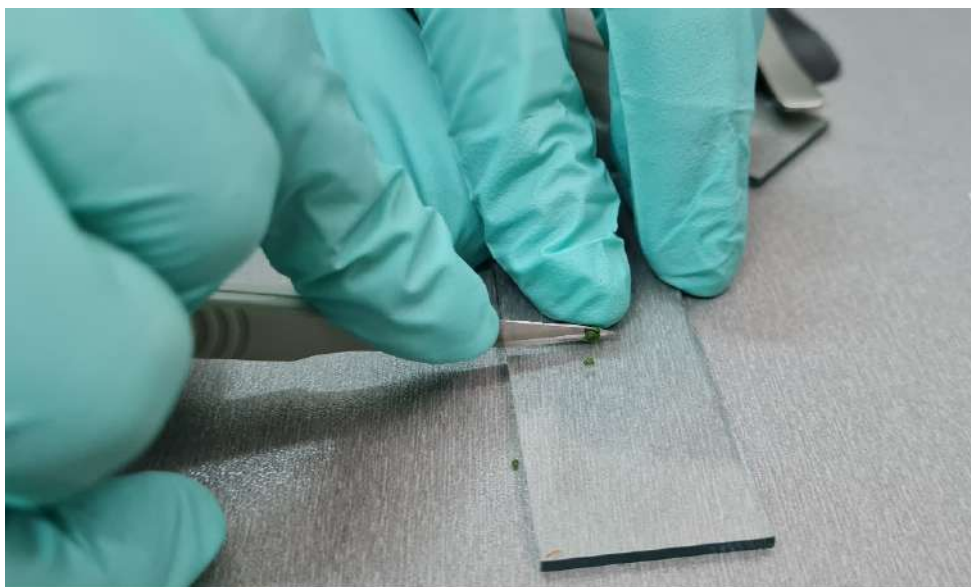


Time: 3.0 Hours

Points: 40



1.2 另一隻手用手術刀垂直切割標本，得到薄斷面切片，如下圖所示。重複此步驟幾次以獲得每個植物葉子標本的多個切片。

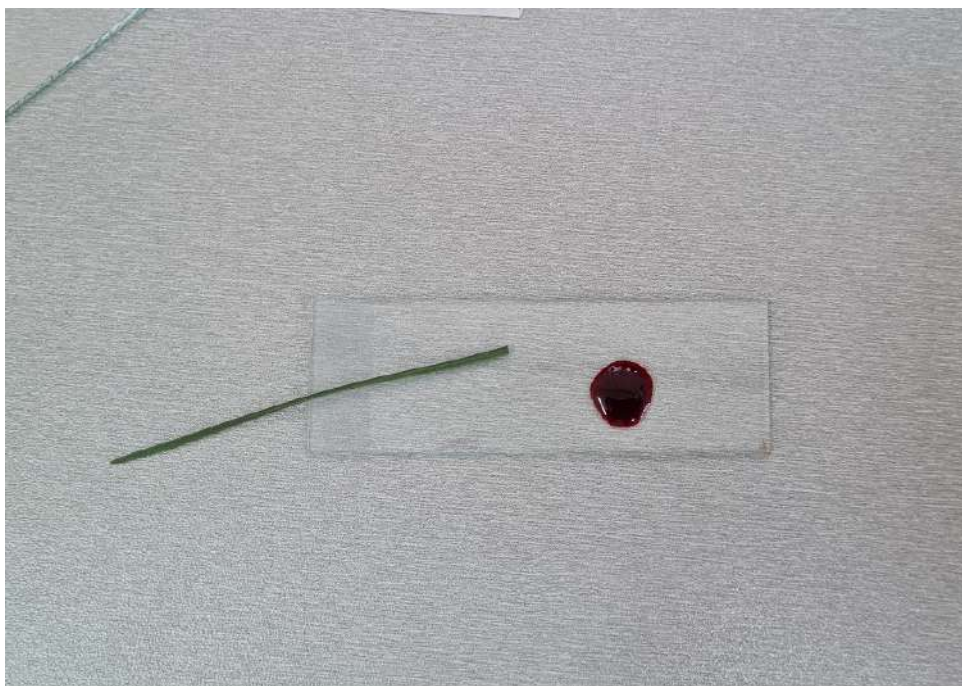


Time: 3.0 Hours

Points: 40



2. 根據您的喜好選擇每個植物葉子標本的切片（您認為最薄且完整的），並將它們轉移到顯微鏡載玻片上。從標有「DYE」的瓶子中添加一滴染料到顯微鏡載玻片的切片上，並將染料放置約 1 分鐘。



Time: 3.0 Hours

Points: 40



3. 大約 1 分鐘後，小心地用面紙吸乾染料，將其除去。您應該小心不要去除標本切片。使用塑膠針小心地撥動一側的標本切片，同時去除染料。



Time: 3.0 Hours

Points: 40



4. 從標示「H₂O」的瓶子中加入 1-2 滴蒸餾水，並使用解剖針輕輕移動標本切片，以洗掉多餘的著色劑。



Time: 3.0 Hours

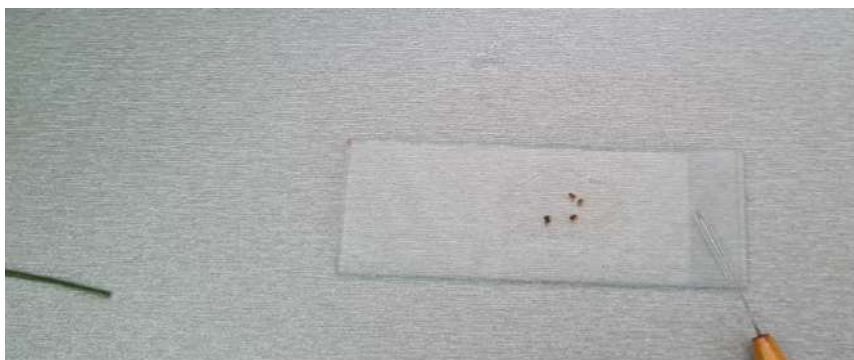
Points: 40



5. 用面紙小心瀝乾水分，但注意不要同時除去標本切片



6. 從標示「H₂O」的瓶子中再加入 1-2 滴水。如果水變紅，請再次瀝乾，重複此過程，直至添加的水保持無色。然後繼續下一步。



7. 用蓋玻片蓋住樣本。

Time: 3.0 Hours

Points: 40



Time: 3.0 Hours

Points: 40



8. 對每個植物樣本重複步驟 1-7。
9. 在提供的顯微鏡下觀察每個植物標本。
10. 繼續回答下列問題。

問題:

不要在這裡作答
要使用答案卷作答!

Time: 3.0 Hours

Points: 40



B_II.1 [3.4 points]

辨識每個葉子標本的解剖特徵。在表 II-1 中，在對應的方塊中標記「X」以指示每個已識別特徵的存在。請注意，某些組織不一定存在於標本的橫斷面中。在答題卷中提供您的答案。

Table II-1

	Specimen 標本A	Specimen 標本B	Specimen 標本C	任何標本中均不存在
角質層				
毛狀體				
海綿綠色組織				
柵狀綠色組織				
褶狀綠色組織				
1-2個維管束				
多於 2個維管束				
1-2 樹脂導管				
多於 2個樹脂導管				
下皮 1-2 層				
下皮多於2層				
下皮 – 為厚壁組織				
下皮 – 為厚角組織				
下皮 – 為含水層組織				
通氣組織				

Time: 3.0 Hours
Points: 40

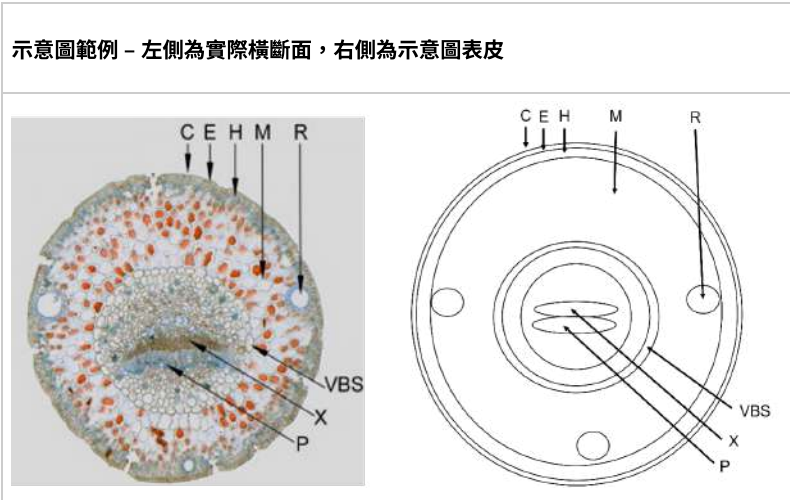


B_II.2 [4.5 points, 1.5 points for each leaf specimen]

在答案卷中所提供的矩形空間中畫出每個標本葉子的示意圖。排列葉子圖形的方向，使上表皮朝上。使用圓形代表樹脂導管（如果存在），使用橢圓形代表維管束。

標示符號:
C – 角質層, E – 表皮, H – 下皮, M – 葉肉組織, R – 樹脂導管, VBS – 維管束鞘, X – 木質部, P – 韌皮部.

註：下面為示意圖範例:



標本 A – 示意圖

標本 B – 示意圖

標本 C – 示意圖

Time: 3.0 Hours

Points: 40



B_II.3 [1.5 points, 0.5 points for each species]

使用下面提供的二分檢所表來識別這三個樣本。在答案卷提供的對應表格中寫下每個樣本的路徑和屬。假設的物種 X 途徑的例子是：1B、2B 等。

二分檢所表 / 判定樹:

裸子植物

1.A – 葉子角質層薄 ----> 不適用本檢所表

1.B – 葉子角質層厚 ----> 2

2.A – 葉鱗片狀 ----> 3

2.B – 葉針狀 ----> 4

3.A – 所有葉短而尖銳 ----> Sequoia (Sequoioideae)

3.B – 葉圓 / 不尖銳 ----> Arborvitae (Thuja)

4.A – 葉成簇狀 / 束狀 ----> 5

4.B – 葉不呈成簇狀 / 束狀 ----> 7

5.A – 2-5 片葉呈一束----> Pine (Pinus)

5.B – 10 片葉以上呈一束 ----> 6

6.A – 針軟 ----> Larch (Larix)

6.B – 針堅硬 ----> True Cedar (Cedrus)

7.A – 針葉幾乎呈四菱形, 堅硬 ----> Spruce (Picea)

7.B – 針葉幾乎呈扁平, 可彎曲及柔韌 ----> Fir (Abies)

Specimen 標本	Path路徑	標本的屬名
A	1B,	
B	1B,	
C	1B,	

Time: 3.0 Hours
Points: 40



B_II.4 [0.6 points]

確定哪種植物標本（A、B 或 C）是對應於村莊西北 (NW) 地區占主導地位的植物物種的葉子。請注意，該物種的葉子只有一個維管束。在表中對應的方格中寫下「X」。

	樣本 A	樣本 B	樣本 C
村莊西北 (NW) 地區的植物樣本			