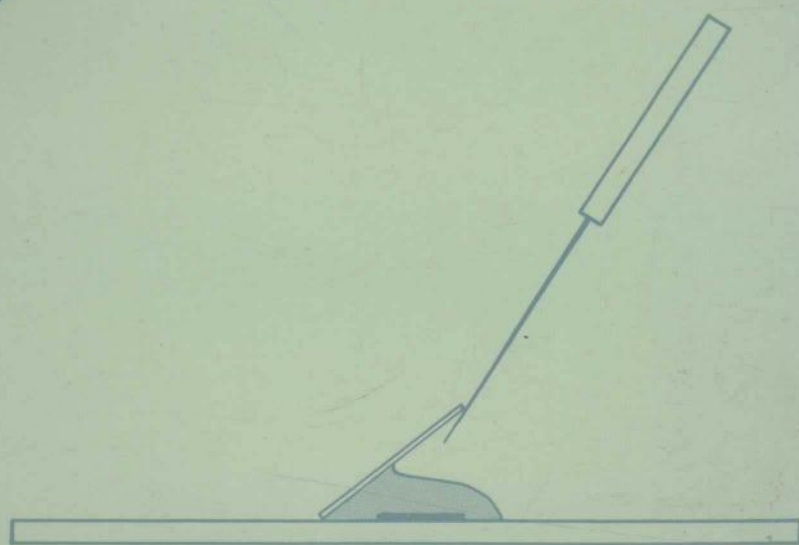


生物學實驗

香港中學適用

靈通出版社



生物學實驗

出版：靈通出版社

新界沙田火炭坳背灣街14號

金豪工業大廈第一期十樓F室

電話：0—6057707

日期：1986年5月

© 靈通出版社

本書有版權，不得以任何形式翻印

定價：\$30.00



前 言

本書是由本出版社所出版一書“PRACTICAL BIOLOGY”編譯而成，是供中學學生進行生物實驗時作指引和參考用。全書包括香港中學會考課程所列之“建議實驗”，並加入作者認為對教學有幫助的實驗。實驗的設計除了清楚指示學生實驗的步驟外，最重要的是提出問題引導學生收集結果和作出推論，以訓練學生的思考能力，使學生可從實驗中得到最大的裨益。

本書包括約一百個實驗，一些可供學生親自進行，一些可供教師作示証用，其程度適合一般學生，但教師可就學校設備和學生之時間酌量增減內容，並視實際教學和季節性影響生物供應的情況更改其次序。

編者謹識

一九八六年四月

目 錄

普通知識..... 1

- 實驗室守則
- 顯微鏡之構造和使用方法
- 切片
- 鮮標本的裝片辦法
- 在接口上使用凡士林的辦法
- 液體的強度
- 繪圖時應注意的事項

一 植物的營養..... 7

- 1—1 證明黑藻在光合作用中釋出氧氣
- 1—2 認識葉片的澱粉檢驗方法
- 1—3 證明樹葉能轉變葡萄糖為澱粉
- 1—4 證明光合作用需要葉綠素
- 1—5 證明光合作用需要光照
- 1—6 證明光合作用需要二氧化碳
- 1—7 研究葉綠素吸收何種光色
- 1—8 認識（A）溫度、（B）光量、（C）二氧化碳濃度對光合作用速率的影响。
- 1—9 研究不同光色對光合作用速率的影响
- 1—10 浸葉於熱水中以證明氣孔的存在
- 1—11 以水耕法研究缺乏一種元素對植物生長的影响
- 1—12 測定葉內的還原糖

二 動物的營養..... 35

- 2—1 食物成份的檢定
- 2—2 （A）比較各種菓汁內維他命C的含量
（B）研究加熱對維他命C的影响
- 2—3 證明唾液酶對澱粉有消化作用
- 2—4 示證透析管對澱粉和葡萄糖的差異透性
- 2—5 研究溫度對唾液酶活躍性的影响
- 2—6 研究酸鹼性對酵素活躍性的影响
- 2—7 測量生油的熱量值

- 2—8 用模型來示證食物管的蠕動情況
- 2—9 (A) 了解哺乳動物的各類齒系
(B) 觀察哺乳動物牙齒的垂直切面
- 2—10 認識胆鹽對生油的影响
- 2—11 測試血清中是否含葡萄糖

三 滲透作用..... 55

- 3—1 以透析管作為選透性膜來示證滲透的現象
- 3—2 (A) 用薯條來示證滲透作用的現象
(B) 用薯塊來示證滲透作用的現象
- 3—3 研究發生在紅血球中的滲透作用
- 3—4 以紫萵年青的表皮細胞示證質壁分離的現象
- 3—5 顯示草本莖內細胞的硬脹狀態

四 顯花植物的營養組織..... 65

- 4—1 認識雙子葉植物幼根的內部結構
- 4—2 認識雙子葉植物幼莖的內部結構
- 4—3 認識葉的內部結構
- 4—4 觀察葉中保衛細胞的構造和氣孔的形狀
- 4—5 認識顯花植物的貯藏器官

五 蒸散作用..... 77

- 5—1 比較雙子葉植物的葉上表面和下表面的蒸散速率
- 5—2 認識氣孔的開閉
- 5—3 研究光量、溫度、氣流和濕度對蒸騰率的效應
- 5—4 以重量蒸騰計來比較枝條的失水量和吸水量
- 5—5 認識植物的蒸騰牽引力

六 呼吸作用..... 91

- 6—1 比較大氣與呼出空氣中二氧化碳的濃度
- 6—2 證明蚱蜢和綠葉能產生二氧化碳
- 6—3 證明鼠能產生二氧化碳
- 6—4 認識動物中的一些呼吸器官
- 6—5 (A) 量度肺的活量和潮量
(B) 證明香煙煙霧中含有焦油
- 6—6 以模型示證橫隔膜在呼吸時的作用
- 6—7 以模型示證肋骨在呼吸時的作用
- 6—8 證明植物能產生二氧化碳

- 6—9 證明萌發中的種子吸取氧氣而釋出二氧化碳
- 6—10 研究光量對綠葉的氣體交換的影响
- 6—11 比較運動前和運動後呼出空氣的成份
比較大氣和平靜時呼出空氣的成份
- 6—12 示證ATP對肌肉收縮的效應
- 6—13 用保溫瓶證明萌芽種子釋出熱量
- 6—14 用氣差溫度計證明萌芽種子釋出熱量
- 6—15 證明萌芽種子能進行缺氧呼吸
- 6—16 證明酵母菌能進行發酵作用

七 血液循環和植物的輸導..... 123

- 7—1 觀察魚類尾鰭的血液循環
- 7—2 以顯微鏡觀看血液塗片
- 7—3 學習血型的鑑定辦法
- 7—4 認識含氧血和缺氧血在顏色上的差別
- 7—5 認識哺乳動物的心臟構造
- 7—6 認識動脈和靜脈的構造
- 7—7 示證手臂中的靜脈有瓣膜和血液只能作單方向流動
- 7—8 找出植物內運送水份的組織——染液試驗
- 7—9 證明韌皮部向下運送食物——圈枝實驗

八 體內之平衡和協調..... 135

- 8—1 認識腎臟的構造
- 8—2 以模型示證在腎馬氏體的超壓過濾原理
- 8—3 研究溫度轉變對蚱蜢呼吸率的效應
- 8—4 認識哺乳動物皮膚的構造
- 8—5 認識哺乳動物眼睛的構造
- 8—6 證明在視網膜中盲點的存在
- 8—7 以模型顯示三條半規管的相互方向
- 8—8 認識水蚤對光的趨性反應
- 8—9 認識木蝨對潮濕和光的趨性反應
- 8—10 認識人的（A）退縮反射和（B）膝躍反射

九 植物的向性反應..... 149

- 9—1 認識在幼苗中根和莖的向地性
- 9—2 認識根的向地性和生長的關係
- 9—3 認識幼苗株莖的向光性
- 9—4 認識幼苗根部的向水性

十 生長、萌發和生殖.....157

- 10—1 研究種子萌發所需的環境條件
- 10—2 研究綠豆在萌發時乾重和鮮重的改變
- 10—3 研究缺光對幼苗生長的影響
- 10—4 測定根的最速生長部份
- 10—5 了解花的構造和傳粉作用的適應
- 10—6 認識花粉管的生長
- 10—7 了解果實和種子的構造和散播辦法
- 10—8 觀察精子和卵子的構造
- 10—9 觀察有絲分裂及減數分裂過程中各期別

十一 遺傳.....173

- 11—1 認識人類一些遺傳性狀

十二 微生物和寄生物.....175

- 12—1 證明泥土含微生物
- 12—2 認識青黴素對細菌生長的影响
- 12—3 認識麵包黴的形態和生活方式
- 12—4 認識酵母菌在烘麵包和製酒中的功用
- 12—5 證明微生物是引致食物腐敗的因素
- 12—6 認識豆科植物根部的根瘤
- 12—7 認識條虫的構造
- 12—8 認識菟絲子的構造

十三 鼠（或兔）的解剖.....189

普通知識

實驗室守則：學生應遵守下列各項：

1. 除有教師在場外，不得進入實驗室。
2. 不可嘗試指定以外的實驗，因這可引致嚴重的意外。
3. 每次實驗前應明瞭實驗的目的和程序。
4. 實驗室內不可閒談或嬉戲，需要與同學討論時要盡量低語。
5. 實驗室內不可奔跑或急步。
6. 任何意外或物件破爛須立刻通知老師。
7. 不可將固體廢物棄於去水盆內，尤其是金屬和試紙。
8. 沒有教師許可，不可帶走實驗室內任何物品。
9. 實驗後要自行抹淨桌面，洗淨器具，歸還公物。
10. 離去前一定要看看是否已關上煤氣開關。
11. 離開實驗室前要洗手。

顯微鏡之構造和使用方法

1) 顯微鏡的構造：參看圖 1，認識顯微鏡下列構造：

- a. **目鏡（接目鏡）與物鏡（接物鏡）**：這兩組透鏡構成顯微鏡的放大組合。通常接目鏡有三個放大倍數，為 $5\times$ 、 $10\times$ 和 $15\times$ ，可在鏡筒頂上轉換。

接物鏡通常有三個放大倍數，為 $5\times$ 、 $10\times$ 及 $40\times$ ，可在旋轉盤上轉動。 $5\times$ 和 $10\times$ 為低倍數， $40\times$ 為高倍數。

- 問：（1）當目鏡是 $10\times$ 而物鏡又是 $10\times$ 時，放大倍率為若干？ _____
（2）當目鏡為 $5\times$ 而物鏡為 $5\times$ 時，放大倍率又為若干？ _____

10×10 的目鏡和物鏡是最常用的組合，適於一般的用途。

- b. **粗調節器**：這轉動時使鏡筒迅速升降，用於迅速找尋焦點。
c. **微調節器**：這轉動時使鏡筒輕微移動，以調校準確的焦點。
d. **聚光器**：這將反光鏡所反射之光線聚於標本上，使其更光亮。
e. **聚光器焦點調節**：這能將聚光器上下移動，將光聚焦於標本上。
f. **虹彩光圈調節**：這控制虹彩光圈口徑的大小，以調節通過標本的光線。
g. **反光鏡**：這將光線反射在標本上，使其光亮可見。一面為平鏡，另一面為凹鏡，若光線不足或沒有聚光器則應用凹的一面。
h. **玻片夾**：這使玻片固定在鏡臺上。
i. **傾斜關節**：這可讓鏡身傾斜，用者可免俯身觀看。

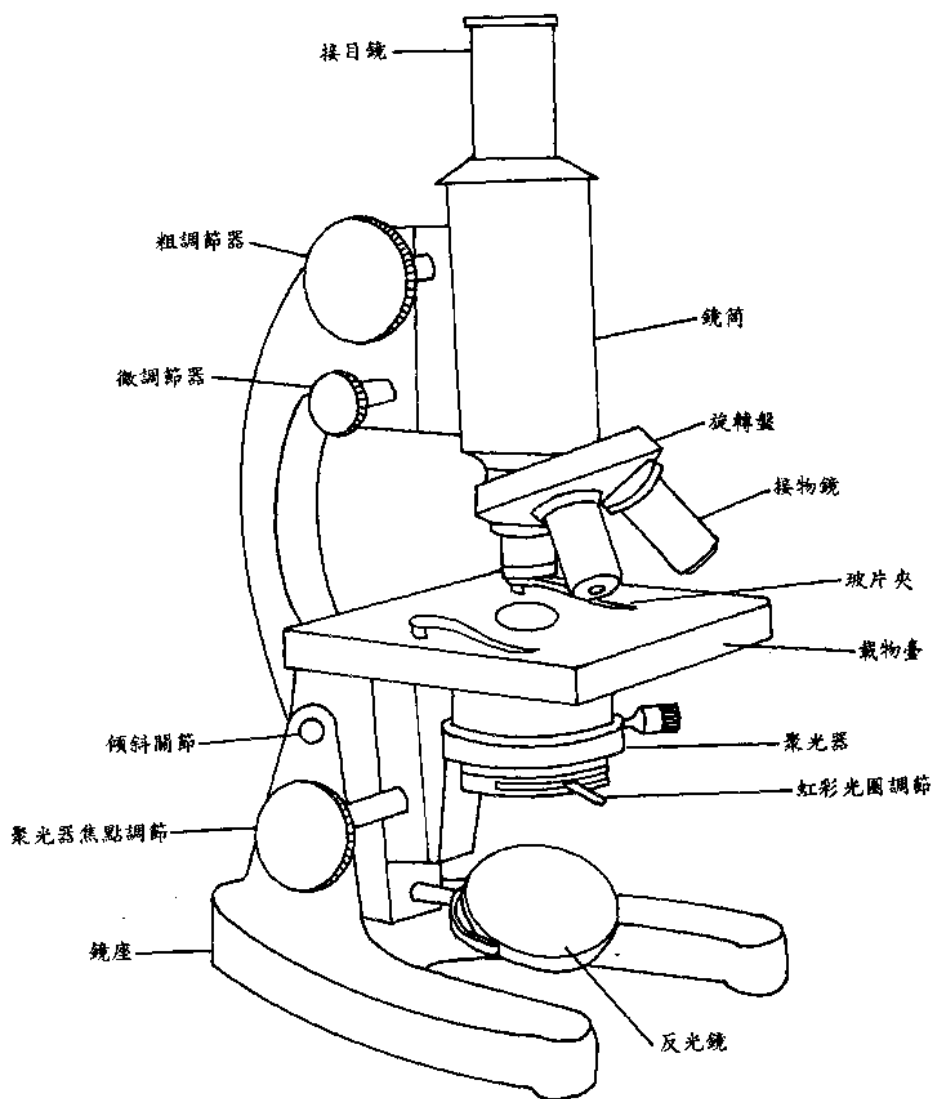
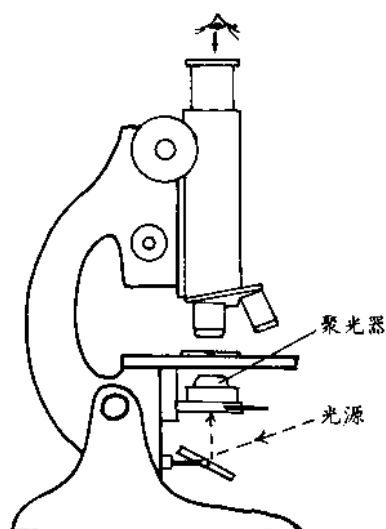


圖1 顯微鏡的構造

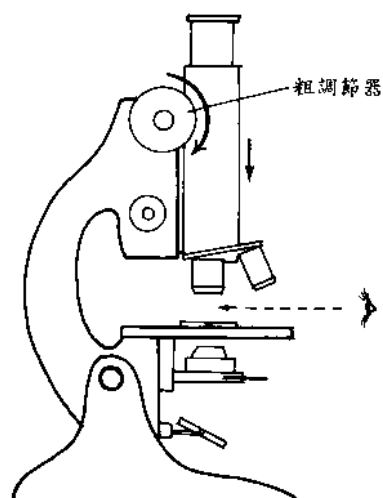
2) 顯微鏡的使用

用顯微鏡時欲得到清晰的影像，就須要調節(1)光度，(2)焦點及(3)對比。圖2概括所需步驟，若經過這些步驟後還看不清楚，就應向老師求助。



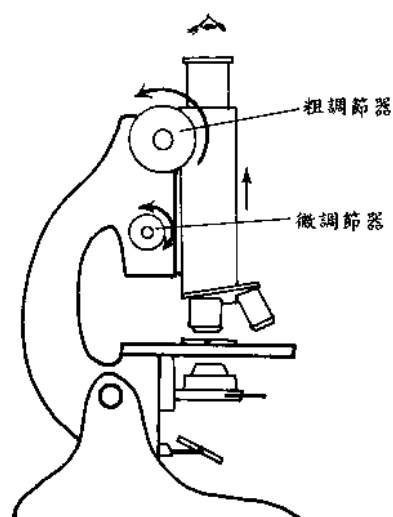
a) 調節光度

1. 置載玻片於鏡臺上，標本正在接物鏡之下。
2. 將聚光器調至最頂。
3. 自接目鏡觀察光量，使反光鏡反射一光源於標本上，切勿使用直接的太陽光。
4. 光線太亮時可將聚光器調下。



b) 調節焦點—1

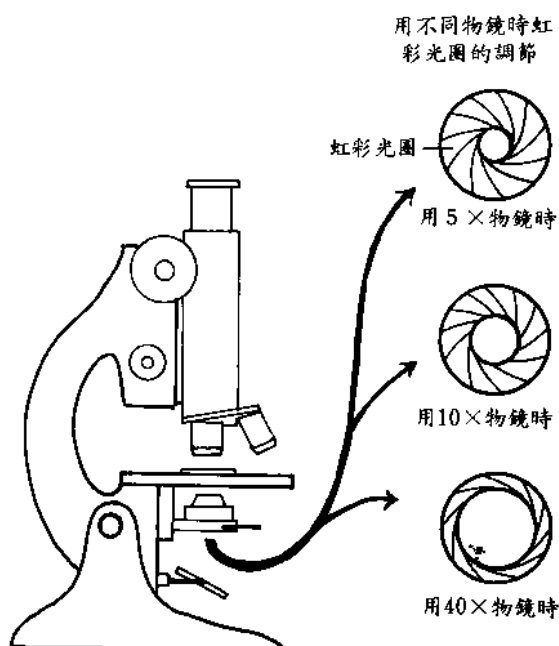
從側面看着鏡筒，轉動粗調節器使10×接物鏡下降至離玻片少於一厘米。



c) 調節焦點—2

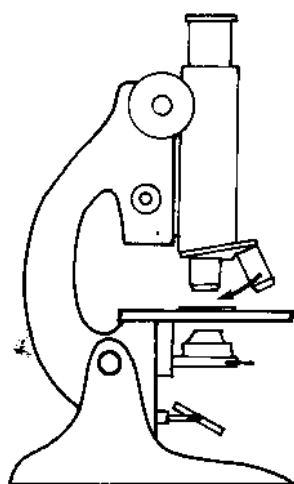
1. 自接目鏡觀察，旋轉粗調節器使鏡筒徐徐上升至影像出現。
2. 旋轉微調節器至最清晰的焦點。

(留意：祇可向上調節焦點。當自接目鏡觀看時，切勿將鏡筒轉下，以免物鏡與玻片碰撞而損壞標本和物鏡。)



d) 調節光度對比

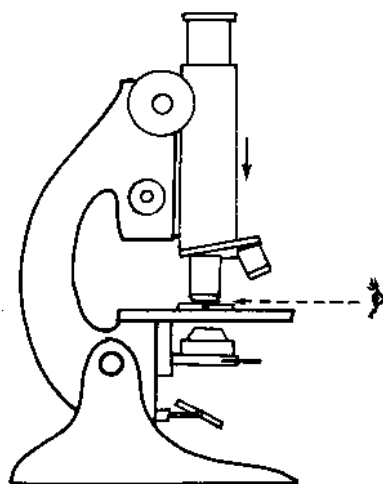
1. 留意聚光器下之虹彩光圈。
 2. 調節其大小以達到最佳的強弱對比，上圖顯示用不同物鏡時光圈的大致口徑。
- (光圈太大時影像會模糊，太小則會太暗。)



e) 高倍數的焦點調節—1

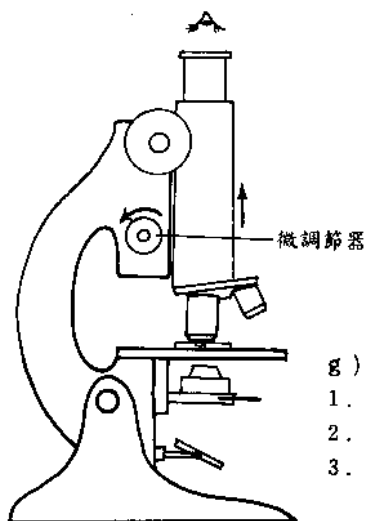
1. 先以低倍數找到最清晰的影像。
2. 轉動旋轉盤使物鏡換為40×，有些顯微鏡的設計可立刻在此看到影像，若此則只須轉動微調節器來達到最明晰的影像和調校光圈，否則須依以下步驟再調校。

(用高倍鏡時不可轉動粗調節器。)



f) 高倍數的焦點調節—2

從側面觀看，小心地將40×物鏡轉下至離玻片約一毫米。



g) 高倍數的焦點調節—3

1. 自接目鏡觀察，用微調節器使鏡筒上升至影像清晰。
2. 調節光圈使視野較亮。
3. 觀察完畢後要轉回10×物鏡方可拿走玻片，以免物鏡的鏡片被刮花。

圖2 使用顯微鏡的步驟

切片

用顯微鏡觀察的標本必須薄而透明，以使有足夠光線穿過標本而得到光晰的影像。因此大而厚的標本必須切成薄片才可於顯微鏡下觀看清楚。

切片通常有兩個切面，如圖3所示：(1) 橫切面 (T. S.) 和 (2) 縱切面 (L. S.)。

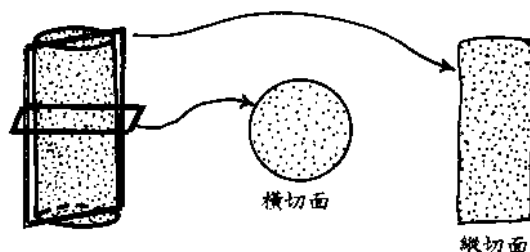


圖3 最常見的兩個切片平面

鮮標本的裝片辦法

有時細小的生物或生物的一部份可用水裝置於玻片上觀察，這叫做水液裝置或臨時裝置。

依以下步驟進行：

- 載玻片和蓋玻片一定要絕對清潔。
- 加一滴水於載玻片的中央。
- 放標本於水滴中。
- 用解剖針或其他類似器具如圖 4 所示慢慢靠斜放下蓋玻片，避免水中出現氣泡。
- 用吸水紙吸去溢出蓋玻片外的水。
- 觀察水液裝置時鏡臺需平放，不可傾斜。

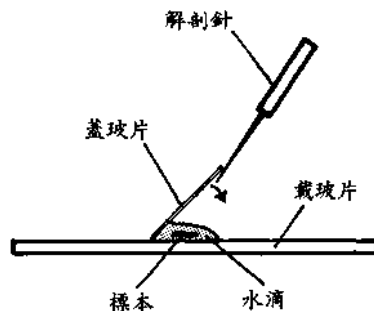


圖 4 裝置鮮標本玻片的辦法

氣泡

觀察水液裝置的標本時常常可見到一些如圖 5 中的黑圈，這是困於水中的氣泡。若氣泡太多時就要重新裝置，將蓋玻片更慢地放下。

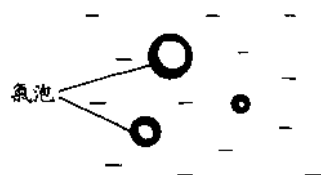


圖 5 顯微鏡下所見的氣泡

在接口上使用凡士林的辦法

很多實驗需要用凡士林防止接口漏氣，以下是其使用法。

例如：將膠塞放進瓶口時，錯誤的步驟是先放進膠塞，然後才塗上凡士林（圖 6）。

正確的方法是先塗凡士林在膠塞側邊，放膠塞進瓶口，然後轉動，令凡士林在膠塞和瓶口間塗成一連續的層面（圖 7）。

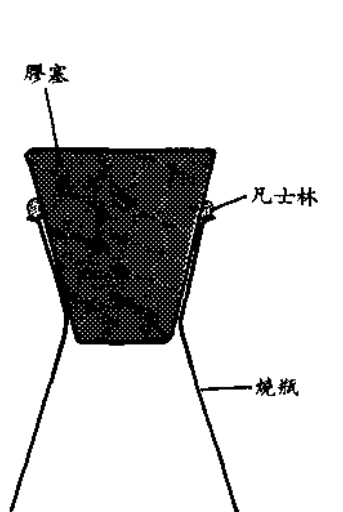


圖 6 使用凡士林的錯誤辦法

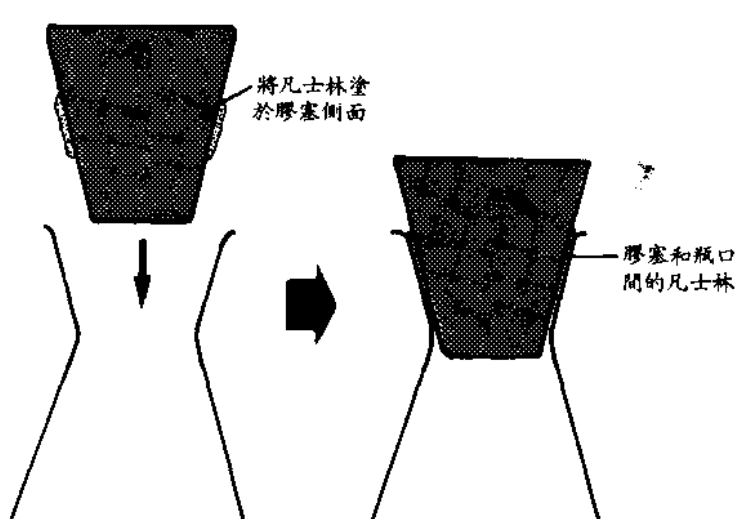


圖 7 使用凡士林的正確辦法

液體的強度

表達液體強度（濃度）的一個頗方便辦法是用重量百分比，例如一個10%蔗糖溶液表示100克水中含10克蔗糖。

但在滲透作用中，重量百分比並不能正確表達一個液體的滲透能，因滲透能同時與溶質的分子量和溶質是否電解質有關。除濃度外，溶質的分子量較細和溶質屬電解質都是令滲透能增加的因素，例如3%氯化鈉（分子量58.5）的滲透能和5%硝酸鉀（分子量101）或18%葡萄糖（分子量180）或34%蔗糖（分子量340）的滲透能大致相同。

另一個表達濃度的辦法是用克分子濃度（M），這辦法同時顧及溶質的分子量和是否電解質，因此能代表液體的滲透能，不論什麼溶液，同克分子濃度的俱有相同的滲透能，例如0.1M蔗糖溶液和0.1M的氯化鈉溶液的滲透能大家相同。

繪圖 繪圖時留意以下各點：

1. 繪圖需用尖鉛筆，HB或1H鉛筆最適合。
2. 圖線需明確清晰。
3. 圖中盡量不要加影線，若必需要突出某一結構，可酌用影點。
4. 不能用尺或圓規繪劃圖線，除非所繪的標本真的有这么直或圓的結構。
5. 圖中各部份需盡量加標註。加標註時要留意下列各點：
 - a. 需用尺來劃引線。
 - b. 引線末不可加箭咀。
 - c. 引線不可互相交錯。
 - d. 標註不可疊在圖上。
 - e. 需用正楷來寫標註，可用鉛筆或墨水筆。
6. 圖有兩類：a. 低倍圖：這類圖劃出標本的輪廓和各種組織的分佈，不需劃出每個細胞。
b. 高倍圖：這類圖劃出組織中各類的細胞。
7. 需依據標本來繪劃，不可抄襲書本。
8. 圖中所示標本各部份必需合乎比例。
9. 每個繪圖都應有標題。
10. 需註明圖的放大比例，以示圖中各結構的大小。

圖8及圖9說明一幅好的繪圖和劣的分別。

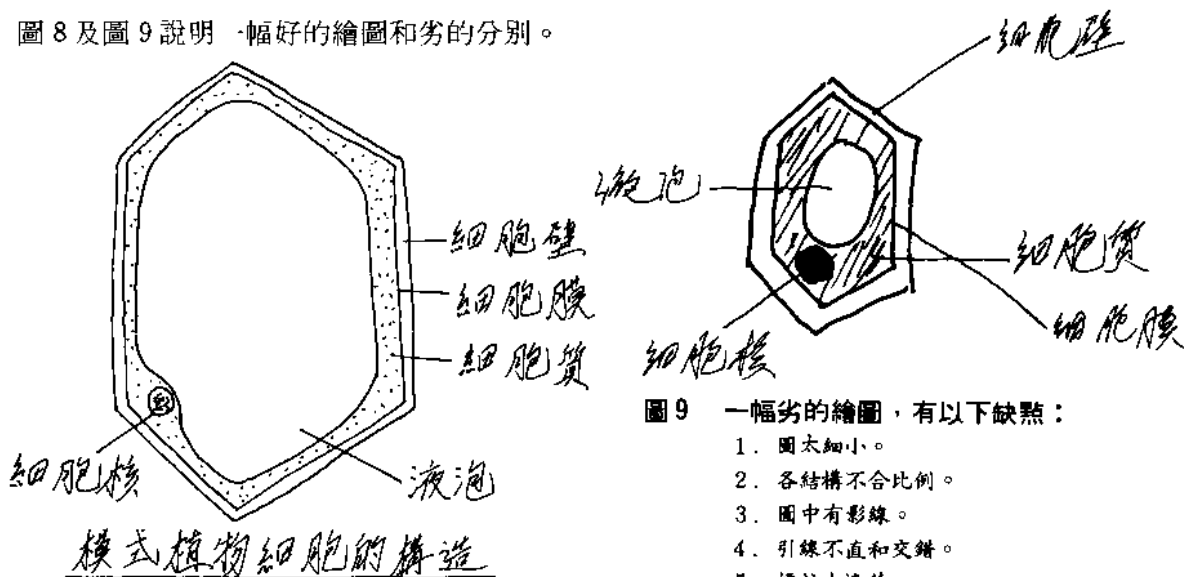


圖8 一幅好的繪圖

圖9 一幅劣的繪圖，有以下缺點：

1. 圖太細小。
2. 各結構不合比例。
3. 圖中有影線。
4. 引線不直和交錯。
5. 標註太潦草。
6. 無標題。

第一章 植物的營養

實驗1—1 目的：證明黑藻在光合作用中釋出氧氣

水生植物如黑藻等受光照時會放出氣泡。本實驗收集這釋出的氣體，然後用有餘燼的木條或焦性沒食子鹽溶液測試這氣體是否氧氣，另以一對照找出無光照時植物是否仍會放出這氣體。

材料：

氣體的產生：

化學品：碳酸氫鈉及小匙

活材料：黑藻數株

儀器：燒杯（一公升）二個 試管二支

短柄漏斗二個 黑紙 模型泥

照明燈泡（或陽光）

測試氣體用：

化學品：氫氧化鈉* 及鑷子 油（數滴）及滴管

焦性沒食子酸結晶及小匙

儀器：燒杯（50毫升） 彎形吸管 木條及火柴

*小心：氫氧化鈉腐蝕性極強，切勿用手接觸，要用鑷子拿取。如果不慎接觸皮膚或衣服，要立刻用水沖洗。

步驟：

氣體的產生：

- 將去水槽注滿水，在水中將儀器如圖1—1 A般裝置起，漏斗及試管內不可有氣泡。
- 從水槽中拿起整個裝置，倒去些少水令燒杯約四分三滿。
- 用兩塊模型泥或其他物品托起漏斗，令漏斗內外的水可相通。
- 加一匙碳酸氫鈉於燒杯的水中，並攪拌之。
- 另如圖1—1 B裝置起對照，蓋以黑紙。
- 用陽光或強烈燈光照最少兩小時。

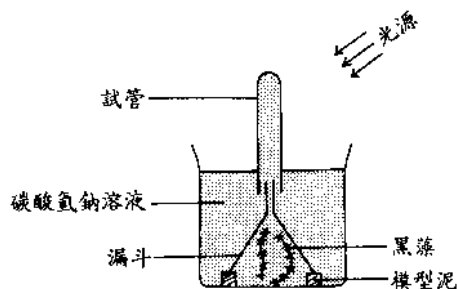


圖1—1 A 測試實驗的裝置

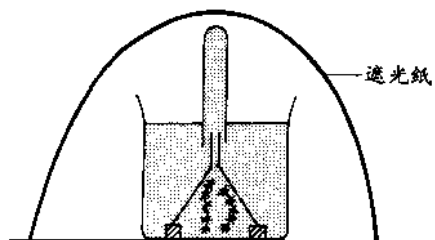


圖1—1 B 對照實驗的裝置

結果與討論：

1. 經光照後，在(i)測試裝置中和(ii)對照裝置中可觀察到什麼結果？

i) _____

ii) _____

2. 在燒杯的水中加入碳酸氫鈉有何目的？

3. 對照部份在本實驗中有何用途？

試驗釋出來的氣體

當在試管中收集到約 4 厘米的氣體，就可用以下其中一個辦法試驗是否氧氣。

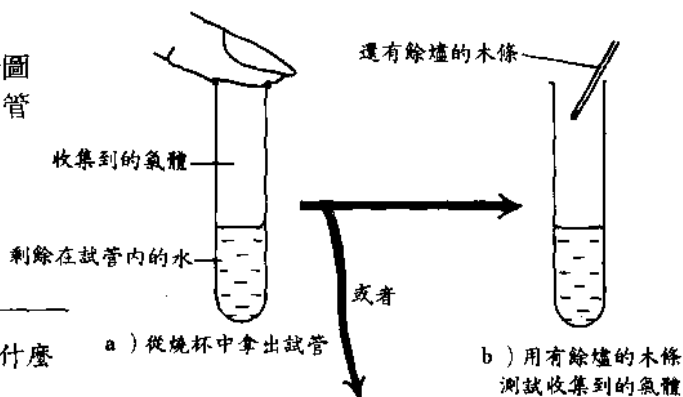
A) 用有餘燼的木條：

- g. 用指頭蓋着試管口然後拿出試管（參看圖 1—1 Ca），將還有餘燼的木條放入試管內（圖 1—1 Cb）。

結果與討論：

4. 在木條中可看到什麼結果？

5. 由此結果可對試管內的氣體成份得到什麼結論？

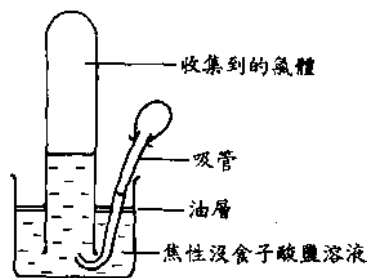


B) 用焦性沒食子酸鹽溶液

焦性沒食子酸鹽溶液一定要在用前才配製，方法是將焦性沒食子酸結晶體加在氫氧化鈉（或鉀）的濃溶液中，得出的液體會立刻吸收氧氣而變深褐色，在一、兩分鐘內就會吸收飽和。

- h. 用指頭蓋着試管口，拿出試管（圖 1—1 Ca），然後轉移至一燒杯的水中（圖 1—1 Cc）。

- i. 將數顆氫氧化鈉小粒溶解於水中，留意試管中的水位有沒有轉變。（氫氧化鈉溶液吸收二氧化碳。）
- j. 將一小匙的焦性沒食子酸結晶溶於該氫氧化鈉溶液中，立刻在上加一層薄的油。
- k. 用一彎形吸管將溶液注入試管內，小心不要將空氣或油弄進去。



c) 用焦性沒食子鹽試驗
收集到的氣體成份

圖 1—1 C 測試收集到的氣體

結果與討論：

6. 焦性沒食子酸鹽溶液對試管內的水位引起什麼改變？

7. 以上的結果顯示什麼？

8. 步驟 j 中的油層有什麼用途？

9. 從整個實驗來看可得到什麼結論？

10. 這釋出氣體過程在一生態系中有什麼重要性？

實驗1—2 目的：認識葉片的澱粉檢驗方法

澱粉是光合作用的最終產物之一，因此如能知樹葉曾否製造過澱粉，就可知道樹葉曾否進行過光合作用。此實驗描述用碘液檢驗出葉內有無澱粉的過程。(碘液將澱粉染為藍黑色。)

材料：

活材料：經光照射二小時以上的樹葉 經脫澱粉的盆種植物*

化學品：碘液(連滴管) 酒精

儀器：燒杯(500毫升) 大試管 鑷子 鋁面皿 玻璃棒 本生燈、三角架、石棉鐵網、火柴

* 將植物脫澱粉是將植物置於黑暗處兩天，這樣可消除樹葉內的澱粉。

步驟：

- 從一剛被光照過的植物摘下一葉片。
- 將葉片在沸水煮沸 5 至 10 分鐘(圖 1—2a)，時間要看葉的厚度而定。保留此沸水以用於步驟 c。
- 依以下步驟將葉片脫色：
 - 將水煮沸後將火熄去。
 - 在大試管中注入酒精至半滿，浸入葉片。
 - 利用沸水將酒精加熱至沸，這熱酒精可將葉內的葉綠素溶解出來(圖 1—2b)。

留意：酒精極易著火，所以不可直接用火加熱。

- 當酒精所溶解的葉綠素已呈飽和就要更換新的酒精，重覆直至葉變白色或接近白色。
- 由酒精內取出葉片，留意葉片是柔軟抑或硬而脆。
 - 將葉片浸入溫水中(圖 1—2c)，留意葉片的轉變。
 - 將葉片展於鋁面皿上，加數滴碘液(圖 1—2d)，留意葉的顏色。
 - 另從一經脫澱粉的植物中取一葉片重覆以上試驗，以作比較。

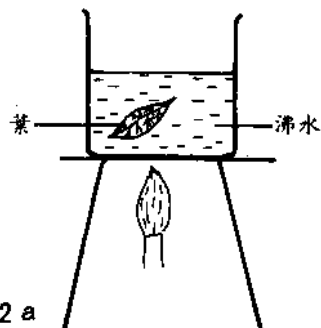


圖 1—2 a

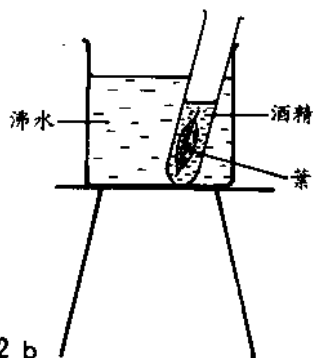


圖 1—2 b

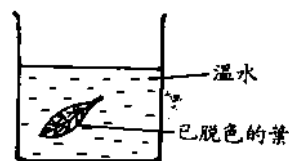


圖 1—2 c

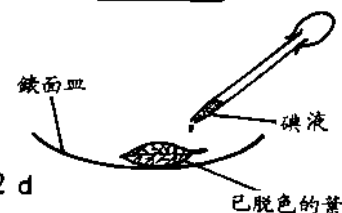


圖 1—2 d

圖 1—2 檢驗葉內澱粉存在的過程

結果與討論：

1. 在滴上碘液後，(i) 經光照的葉片和 (ii) 經脫澱粉的葉片分別呈現什麼顏色？

i) _____ ii) _____

2. 就以上的結果，對於澱粉在該二葉的存無可得到什麼結論？

3. 為什麼需要將葉片煮沸(在步驟 b)？

4. i) 為什麼要將葉片脫色(在步驟 c)？

ii) 為什麼葉片在酒精內會脫色？

iii) 為什麼酒精要隔水加熱而非直接用火加熱？

iv) 為什麼要將酒精加熱？

5. 為何要將該已脫色的葉片在溫水中漂洗(在步驟 e)？

6. 為什麼植物的葉在黑暗處會有脫澱粉現象？內裏的澱粉去了那裏？

