

2008 年第十九屆國際生物奧林匹亞競賽

-- 實驗試題(1)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

實驗一：植物解剖及生理

總分：47 分

總操作時間：60 分鐘

Task 1 探討影響氣孔活動的因子 (33 分)

請在 30 分內完成本部分

【材料】

- 分別標示 1-8 的標本 (在紅蓋的瓶中)
- 光學顯微鏡
- 載玻片 8 片
- 蓋玻片 1 片
- 鑷子
- 毛刷
- 裝有蒸餾水的洗瓶
- 油性筆
- 吸水衛生紙
- 裝廢水及垃圾用的容器

【介紹】

氣孔是所有維管束植物具有的微細構造，作為植物細胞與環境進行氣體交換的途徑，氣孔也會使植物散失水分。多種環境因子如溫度、濕度及光強度等可影響氣孔的開閉。

問題 1.1 (3 分)

判斷下列有關氣孔的敘述之真偽，並在答案紙的對應空格上打鉤(✓)

	敘述	真	偽
a	保衛細胞是唯一具有葉綠體的表皮細胞		
b	任何一種植物的氣孔指數 (Stomatal Index) 是在特定葉面積下之氣孔數目與相同面積下之氣孔及其他表皮細胞總數的比值		
c	氣孔是被子植物才有的特徵		
d	氣孔愈大，該氣孔之單位面積的蒸散作用速率愈大		
e	每個物種的氣孔指數總是固定的		
f	氣孔只出現在上表皮的植物很可能是沉水性的水生植物		

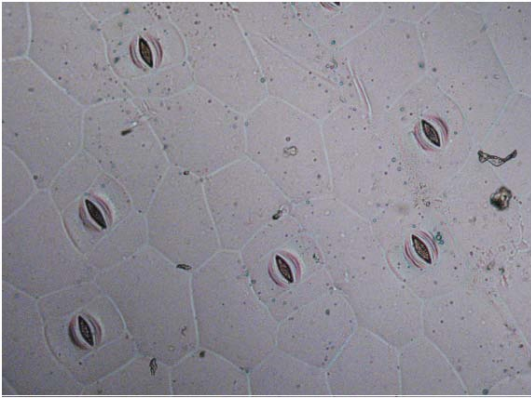
氣孔可藉由直接從葉片上撕下的表皮來觀察；或者也用印模法來觀察，而不傷到葉組織。方法如下：

在葉表面塗上一層透明的指甲油，待乾後，將之以鑷子取下，將此印模放在有一滴水的載玻片上，蓋上蓋玻片，並以顯微鏡觀察。

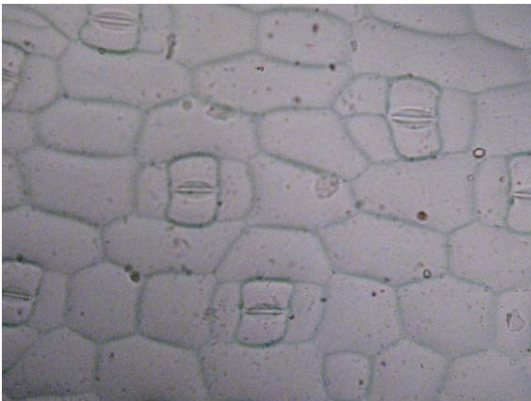
這些印模可清楚觀察到打開或關閉的氣

孔，其顯微影像如下所示。

打開的氣孔：



關閉的氣孔



在此部分，你將探討影響氣孔開閉的不同因子。這些實驗操作是在特定狀況下，將葉片浸泡於含有不同化學物質之溶液中。

問題 1.2 (0.5 分)

操作這樣的實驗，最好是選下列何種植物？

- 中生植物
- 水生植物
- 旱生植物
- 鹽生植物

在答案紙上的適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

問題 1.3 (2 分)

在一實驗中，pH 值 4.0 的溶液須含有 100 mM K^+ 及 0.1 mM Ca^{++} ，從下列選項中選出正確的配製步驟，並計算出應加入多少量的 KCl 及 10mM $CaCl_2$ 溶液？

K 的分子量是 39.1；Cl 的分子量是 35.5

- 將 X g 的 KCl 溶於 pH 值 4.0 的檸檬酸緩衝液中，加入 Y ml 的 10 mM $CaCl_2$ ，再使總體積為 50 ml
- 將 X g 的 KCl 溶於 40 ml 蒸餾水中；將 Y ml 的 10 mM $CaCl_2$ 於 5 ml 蒸餾水中；將兩種溶液混合，並以鹽酸調整 pH 值至 4.0，再使總體積為 50 ml
- 將 X g 的 KCl 溶於 40 ml 蒸餾水中，加入 Y ml 的 10 mM $CaCl_2$ ，使總體積為 50ml，再以鹽酸調整 pH 值至 4.0

在答案紙上的適當空格中打鉤(✓)，並填入正確的 X, Y 值

a.	b.	c.

X = _____ g KCl

Y = _____ ml 10mM $CaCl_2$

【實驗】

為了探討影響氣孔開閉的不同因子，葉片以下列八種不同方式處理。經此八種處理

(敘述如下)後的葉片所製成的印模分別放置於標示 1-8 的紅蓋瓶中。

注意：為方便比較，也將這些處理作成表格呈現於下頁中

處理 1：葉片浸於含有 100 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，pH 值 7.0 之溶液中，照光 2 小時

處理 2：葉片浸於含有 10 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，pH 值 7.0 之溶液中，黑暗中 2 小時

處理 3：葉片浸於含有 0.5M 甘露醇，100 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，pH 值 7.0 之溶液中，照光 2 小時

處理 4：葉片浸於含有 10 mM KCl，0.1

mM CaCl₂，pH 值 4.0 之溶液中，黑暗中 2 小時

處理 5：葉片浸於含有 10 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，pH 值 7.0 及未知化學物質之溶液中，黑暗中 2 小時

處理 6：葉片浸於含有 100 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，pH 值 4.0 之溶液中，照光 2 小時

處理 7：葉片浸於含有 100 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，10 μM 離層酸，pH 值 7.0 之溶液中，照光 2 小時

處理 8：葉片浸於含有 100 mM KCl，0.1 mM CaCl₂，10 μM 離層酸，pH 值 4.0 之溶液中，照光 2 小時

處理	KCl	CaCl ₂	pH	Light	離層酸	甘露醇	未知化學物質
1	100mM	0.1mM	7.0	2 h Light	-	-	-
2	10mM	0.1mM	7.0	2 h Dark	-	-	-
3	100mM	0.1mM	7.0	2 h Light	-	0.5 M	-
4	10mM	0.1mM	4.0	2 h Dark	-	-	-
5	10mM	0.1mM	7.0	2 h Dark	-	-	Yes
6	100mM	0.1mM	4.0	2 h Light	-	-	-
7	100mM	0.1mM	7.0	2 h Light	10μM	-	-
8	100mM	0.1mM	4.0	2 h Light	10μM	-	-

問題 1.4 (8 分) 印模的觀察

- (i). 以毛刷自紅蓋瓶中小心地取出印模，
你可能需輕搖瓶子，以便找到透明的
印模
- (ii). 將印模放在載玻璃片上的一滴水中
- (iii). 蓋上蓋玻片，並在 10 倍物鏡下觀察。
**注意：印模未染色，故須調整顯微
鏡，以利觀察**

在答案紙上的表 1.4 中，記錄你的觀察結
果。每種印模你至少須數 20 個氣孔

表 1.4

處 理	氣孔 總數目	打開的氣 孔數目	關閉的氣 孔數目
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

問題 1.5 (10 分) 結果解釋

根據每組實驗的結果，在答案紙上回答問
題 1.5.A 到問題 1.5.D，在空格中填入下
列適當選項的代表數字，每個選項只用一
次！

- A. 可明確導致氣孔關閉的因子是_____
- B. 可明確導致氣孔打開的因子是_____
- C. 對氣孔開閉沒有明確影響的因子是____
- D. 在此實驗無法確定其作用的因子是____
選項：

1. 光照下
2. 黑暗下
3. 酸性環境
4. 甘露糖醇
5. 未知化學物質
6. 10mM KCl alone
7. 100mM KCl alone
8. CaCl₂
9. 離層酸
10. 離層酸及酸性環境

問題 1.6 (2.5 分)

處理 7 及 8 觀察結果的正確解釋是

- a. 保衛細胞的酸化導致膜上的鉀離子通
道打開，結果使鉀離子及水分子進入保
衛細胞中
- b. 因離層酸的 pKa 接近 5.0，大部分的分
子在 pH 4.0 下呈未溶解狀態，此加速
離層酸進入保衛細胞中
- c. 兩處理沒有觀察到任何作用，這是因為
沒有缺水逆境
- d. 離層酸是一種強酸，且在強酸環境中效
果最好

在答案紙上的適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.

問題 1.7 (2.5 分)

下列何者是甘露醇對氣孔開閉作用的正確
解釋？

- a. 因甘露醇的親水性高，限制了水分子進
入保衛細胞中

- b. 細胞外的甘露醇濃度高，迫使 K^+ , Cl^- and Ca^{++} 進入保衛細胞中，導致水也隨之進入細胞中
- c. 甘露醇進入保衛細胞中，使溶質化學勢升高，導致水的吸收
- d. 甘露醇的溶質濃度高，結果造成水從保衛細胞釋出
- e. 甘露醇進入保衛細胞，可被 K^+ 及 Ca^{++} 的釋出以反方向平衡作用，導致水從保衛細胞釋出

在答案紙上的適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.	e.

問題 1.8 (2.5 分)

你已觀察了未知化學物質對氣孔的影響（也就是處理 5：葉片浸於含有 10mM KCl, 0.1 mM $CaCl_2$, pH 值 7.0 及未知化學物質之溶液中，黑暗中 2 小時）

這些結果暗示此物質可被利用為

- a. 藉由增高呼吸作用來控制雜草
- b. 藉由避免水散失以使切下的植物枝條長期保鮮
- c. 作用類似一種凋萎毒物來控制雜草
- d. 藉由提高光合作用速率以增加在乾燥土地上的農作產量
- e. 藉由降低光呼吸作用速率以增加植物生長

在答案紙上的適當空格中打鉤(✓)

a.	b.	c.	d.	e.

問題 1.9 (2 分)

在此部分，你已看過不同因子對氣孔開閉的影響。科學家操作過類似的實驗，發現光照可活化保衛細胞中的玉米黃素 (zeaxanthin)，進而活化一個在保衛細胞膜上需 ATP 的質子幫浦。根據此背景資料及你在此部分所觀察到的結果，有關氣孔對光的反應機制步驟之順序如下。在答案紙上將正確選項的數字填入下列步驟中。

機制：

Step I: _____ 1 _____

Step II: _____ 2 _____

Step III: _____ _____

Step IV: _____ 6 _____

Step V: _____ _____

Step VI: _____ _____

Step VII: _____ _____

選項：

1. 玉米黃素被光活化
2. 活化需 ATP 的質子幫浦
3. 氣孔關閉
4. K^+ 進入細胞
5. K^+ 自細胞釋出
6. 膜電位改變
7. Ca^{++} 自細胞釋出
8. 質子自細胞釋出
9. 水分子進入細胞
10. 水分子自細胞釋出
11. 氣孔打開

Task 2 探討解剖構造及其相對應的棲地環境 (14 分)

請在 30 分內完成本部分

【材料與器材】

1. 植物新鮮材料
 - (i) 在培養皿中的葉（標示 X）
 - (ii) 在培養皿中的莖（標示 Y）
2. 雙眼顯微鏡
3. 刀片
4. 載玻片
5. 蓋玻片
6. 錶玻璃
7. 染劑（標示 S）
8. 毛刷

【介紹】

生長在不同棲地的植物呈現不同的適應。這些適應可在巨觀及微觀的層次上來研究，並與其棲地相關連。

在本部分中，你將利用以下方法來研究所提供材料的解剖，材料 X 及 Y 是來自同一植物

【方法】

1. 對葉（材料 X）作橫切之徒手切片
2. 加染劑染色約 30-60 秒
3. 以蒸餾水洗切片，再將切片置於載玻片的水滴上
4. 蓋上蓋玻片，並在 10 倍物鏡下觀察
5. 對莖（材料 Y）重複步驟 1~4

觀察葉的橫切並回答 **問題 2.1** 及 **問題 2.2**。

問題 2.1 (4 分)

從附錄 2.1 所提供的兩個檢索表中，選擇適當的英文字母，填在答案紙的問題 2.1.I. 及問題 2.1.II. 中

注意：附錄 2.2. 提供一些植物構造的手繪示意圖可供你參考

- I. 毛茸
- II. 氣孔

問題 2.2 (4 分)

根據你所作的葉片橫切，在答案紙上適當空格打鉤(✓)

	有	無
1. 角質層	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 厚壁組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 厚角組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 通氣組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 儲水組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 腺體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a. 油腺體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. 鹽腺體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. 消化腺體	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

問題 2.3 (3.5 分)

觀察莖的橫切並在答案紙上適當空格打鉤(✓)

	有	無
1. 角質層	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 厚壁組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 厚角組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 通氣組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 儲水組織	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 維管束	開放式 <input type="checkbox"/>	封閉式 <input type="checkbox"/>
	單韌 <input type="checkbox"/>	雙韌 <input type="checkbox"/>

問題 2.4 (2.5 分)

根據你對材料 X and Y 的觀察，判斷這植物是屬於哪一類？

- a. 中生植物
- b. 多肉旱生植物
- c. 沉水性水生植物
- d. 浮水性水生植物
- e. 食蟲性的中生植物
- f. 寄生性的中生植物

g. 鹽生植物

h. 淡水濕生植物

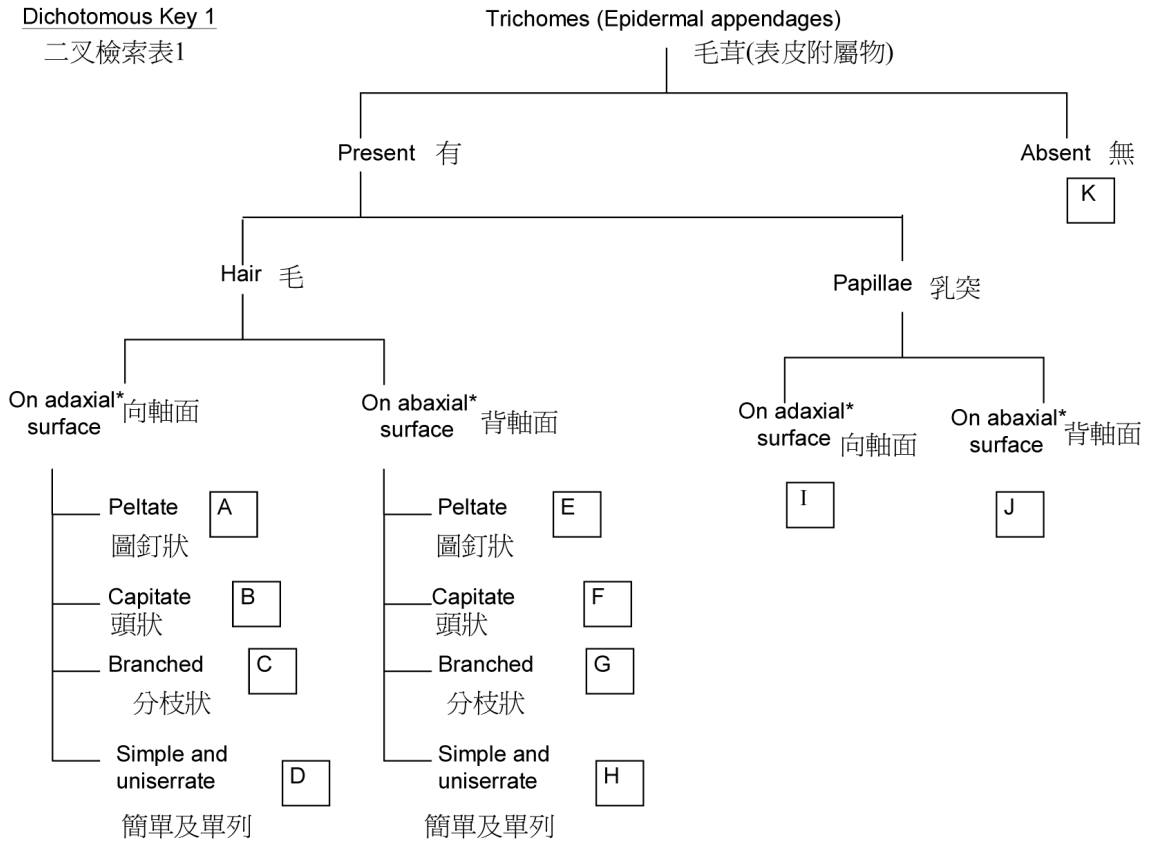
在答案紙上問題 2.4 適當空格打鉤（在此問題中，若你的答案與標準解答不同，但你的觀察是一致的，則正確的解釋也會給分）

a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.

附錄 2.1

Dichotomous Key 1

二叉檢索表 1

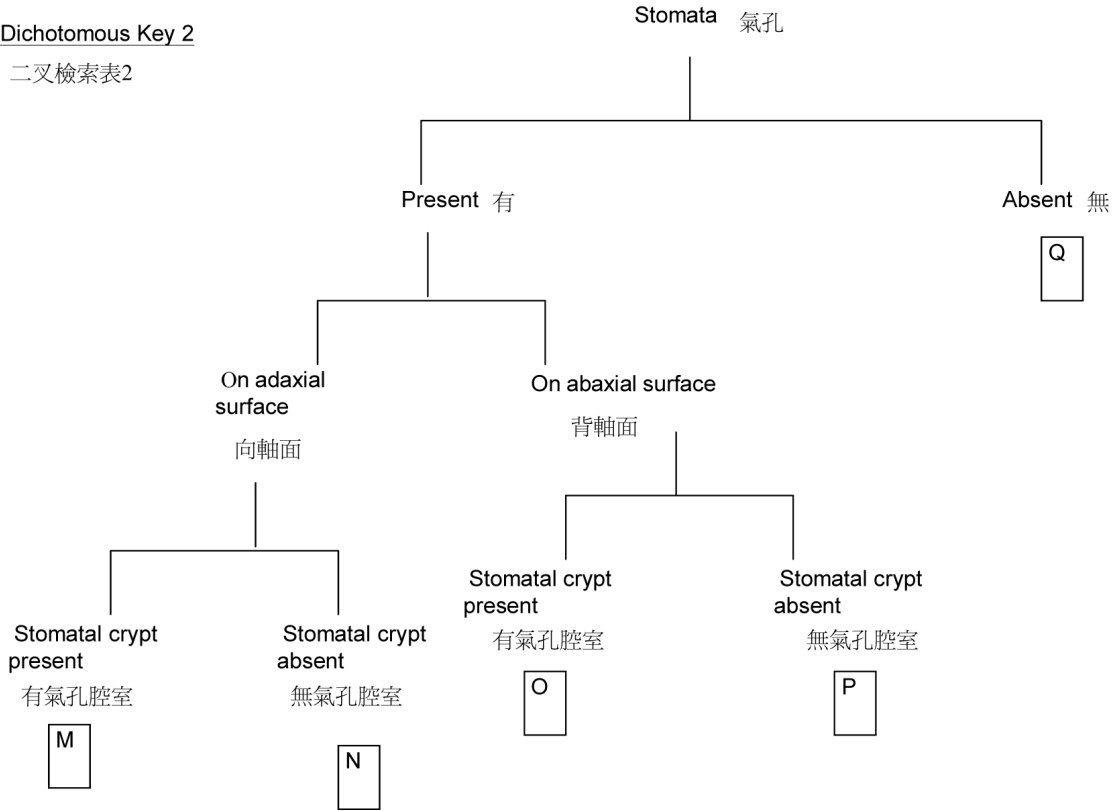


*NOTE : Adaxial: facing the stem; abaxial: facing away from the stem

*注意：向軸面：向莖的一面；背軸面：背向莖的一面

Dichotomous Key 2

二叉檢索表2



附錄 2.2

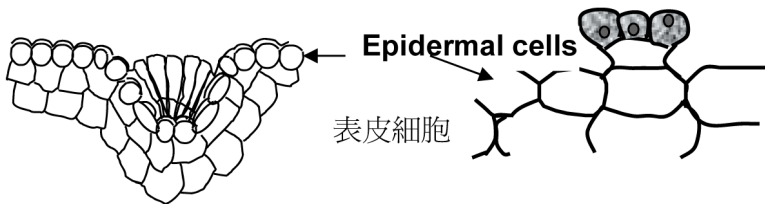


Figure 1: Salt Gland 鹽腺體

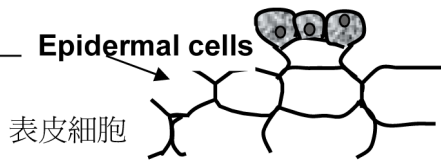


Figure 2: Digestive Gland 消化腺體

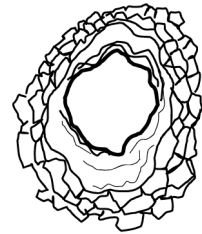


Figure 3: Oil Gland 油腺體

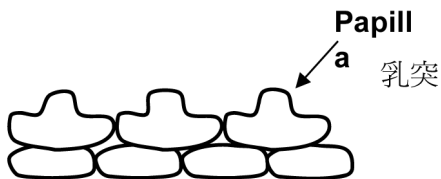


Figure 4: Papillose Epidermis 乳突狀表皮

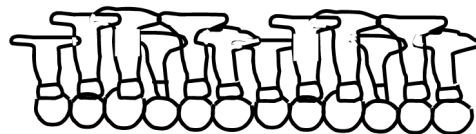


Figure 5: Peltate Hair 圖釘狀毛

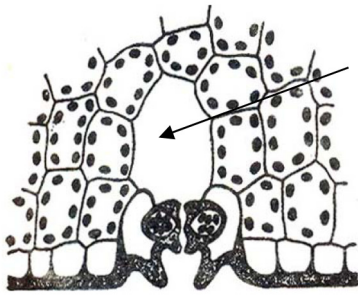


Figure 6: Sunken Stoma

下陷型氣孔

Sub-stomatal Chamber

氣孔內腔

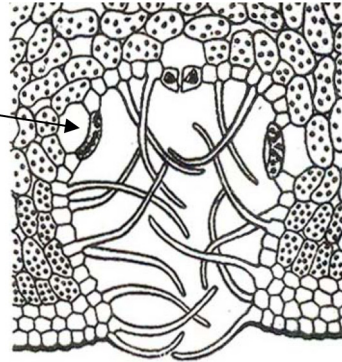


Figure 7: Stomatal Crypt

氣孔腔室

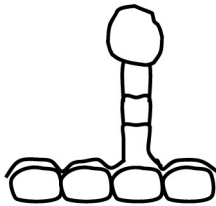


Figure 8: Capitate Hair

頭狀毛

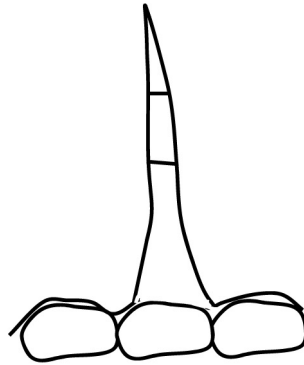


Figure 9: Uniseriate Trichome

單列毛

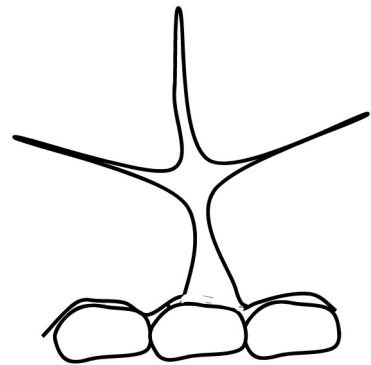


Figure 10: Branched Trichome

分枝狀毛

(待續)