

科學圖書大庫

科學實驗四百則

譯者 韓麗明

徐氏基金會出版

本書使用方法

過去的一世紀中人類對自然界的了解比我們祖先花了五十萬年所知道的更多。怎麼會在近代發生這樣快速的成長？主要原因之一是對科學性實驗的運用日益增加。

許多所謂的“事實”被人們相信了數千年，却並不真確。近代新的發展是了解了“事實”在被試驗以前並不成為真正的“事實”。最好的方法是設計一個實驗來試驗一個構想的真實或錯誤。如果實驗指出此一構想是錯誤的，則此一證據比其他對於這件“事實”的意見遠為重要。

怎樣學做實驗呢？當然是多做。實驗不必複雜；事實上，簡單的實驗對學習而言最好不過。也不必是創始性的；重覆別人做過的實驗是學做的方法。重要的是學做的人未曾做過這些實驗，練習自己觀察而不是聽信別人說會發生什麼結果。

當你自己做實驗及觀察的時候你會發現一些重要的事。你開始觀察那些實驗指引沒有述及的事物。有時候這些觀察會令你困惑；時常，它們與過去學過的相互矛盾。那麼你就像一個面對未知事物的科學家。當這些在你做實驗中發生時，不要拋下這些困惑。勇敢的面對它。試着設計新的實驗去發掘更多有關這問題的事物而得到解答。

讀者們千萬不能只是研讀本書的內容，一定要起而行之的實際進行試驗與觀察。或許你不會有足夠的時間做每一個試驗，但是希望你能儘可能地多做些試驗。

至於你要如何安排這些實驗的順序並不重要。吾人已將本書的每一章均做成簡短 4～5 頁的內容，每一章均有其單一的主題存在。你可以從你興趣最濃的一章（主題）開始研習本書。第二章的內容與第一章並不發生關連，每一章均是獨立的。

最後，要提醒讀者的是，希望你能儘可能地到圖書館去查資料。進行試驗時如果遭到棘手的問題希望你能參考其他書籍幫你解決你的困惑

。如此，你將發現一方面閱讀，一方面做試驗是探討自然奧秘的最佳方式。

目 錄

本書使用方法

生 物

植 物·····	1
你的感覺·····	13

液體與氣體

水·····	25
表面張力·····	36
空氣壓力·····	47
二氧化碳·····	58

運動的能量

腳踏車·····	69
飛 行·····	79
人造衛星·····	90
重 心·····	102

磁 能

磁 性·····	114
----------	-----

電 能

靜 電.....	126
電 流.....	138
光 能	
光與視力.....	151
鏡 子.....	163
熱 能	
熱.....	174
聲 能	
聲.....	186
科技設計	

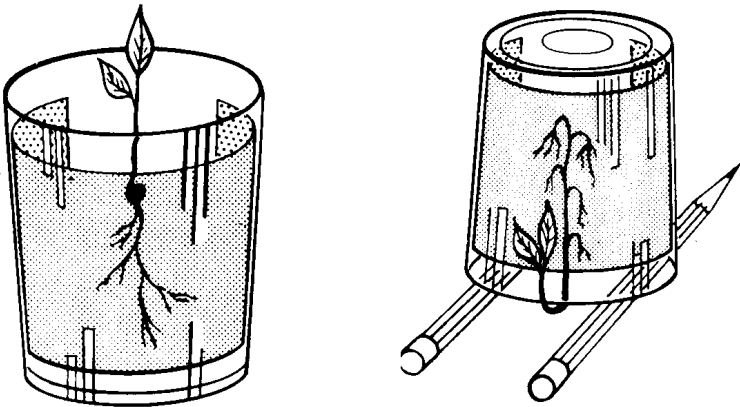
生 物

植物

你能倒種植物嗎？試試看會發生什麼現象。

在玻璃杯內側布以一層吸墨紙，以膠帶令其緊貼於內緣壁上。在邊緣處，玻璃與吸墨紙之間置入數粒蘿蔔種子。在玻璃杯中加入清水，但水位不可超過蘿蔔種子的位置，令水經吸墨紙而上，如此放置數日。

數日之後即可見種子萌發，鬚根向下生長而小莖向上長出。

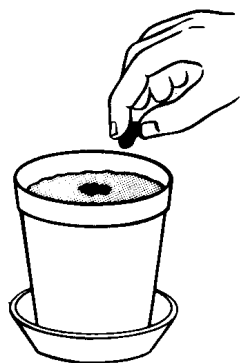


當蘿蔔之中有任何一株葉子已長出超過杯口時，即將玻璃杯內的水倒出，將玻璃杯倒置如本章圖示，並以鉛筆或小木條抵住杯口使玻璃杯口與地面之間有一段距離。注意要不斷地保持吸墨紙上的水份，不會令其乾燥。該植物會向下長嗎？當然不會。小莖會彎曲而向上長，其根却再次地向下長。

這株小植物“感覺到”它的葉子必須向上長，而根必須向下長。爲什麼植物會這樣呢？這樣做對它本身有什麼重要性呢？

根爲什麼向下長？

當一個人飢餓時自然會去打開電冰箱拿出食物來吃。當一株植物需要食物時只有一種方式取得食物——其取得方法就是製造食物。事實上，植物具有世界上唯一真正的食品工廠。我們人類的工廠只不過是以來自植物的食品爲起點而將其稍加改變使得它們更易消化或味道較美而已。直到如今科學家尚無法設計出一座食品工廠能像一株植物一樣地製造食物。



爲什麼植物需要製造自己的食物？你可以透過實驗而得到這個問題的答案。

蘿蔔子最適於用來做這些實驗。它們發芽迅速而且生長得很好。至少要種植數粒種子以防萬一只種一粒而它沒有發芽就白費時間了。如果你沒有花盆可利用，用紙杯也可。如果你使用的是紙杯就必須在底部挖一個小洞（通常花盆均已有的小洞）而後再將其置於碟子之中。

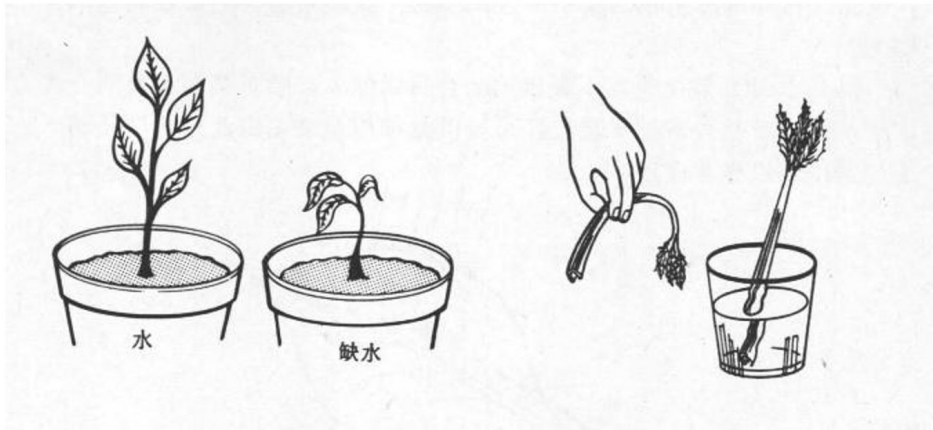
如果你能先將種子浸泡一天而後再種植於容器內的泥土中那是最好不過了。這樣可以幫助種子萌芽的速度。蘿蔔子種植深度約爲 1.5 公分，每天必需澆水。

在兩個不同的容器分別種植蘿蔔子，令其生長一週之久。然後停止對其中之一澆水，但另一容器則仍予以澆水。看會發生什麼？

視容器的大小，一個禮拜之後那個停止澆水的容器內的蘿蔔株即開始枯萎而後死亡。

植物體中約有四分之三爲水份。如果不供給水，植物就不能製造食物而且也無法生長。同時，當水乾失後，植物體開始收縮而改變，最後終會死亡。

你可以看到這種現象發生於芹菜的莖。將芹菜莖之底部切除後置於空氣中一夜。次日早晨芹菜鬆軟萎枯。再將其置於水中則其迅速甦活並



硬挺如昔。失去的水份已再度獲得補充。

爲什麼根必須向下生長？下雨時水滲入土中。植物爲了獲取水份必須將根伸入水份存在的泥土中。於是根感覺到“向下的力量”而向這個方向生長。

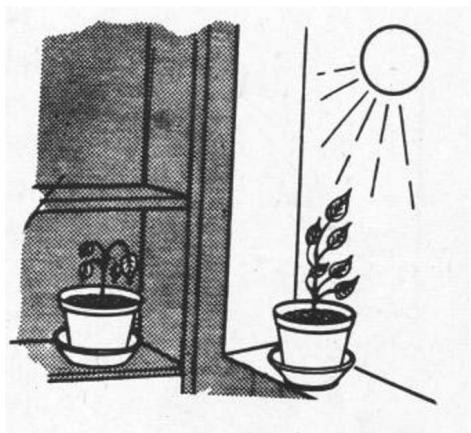
莖爲什麼向上生長？

試做下述實驗你就可以知道爲什麼莖要向上生長。在不同的兩個容器中種下蘿蔔種子，均予以澆水。但是將其中之一置於陽光充足的窗台上，另一置於沒有光線的衣櫥中。

經過一兩週之後，衣櫥中的植物萎枯而死。但那獲得光線的植物却依然健在。

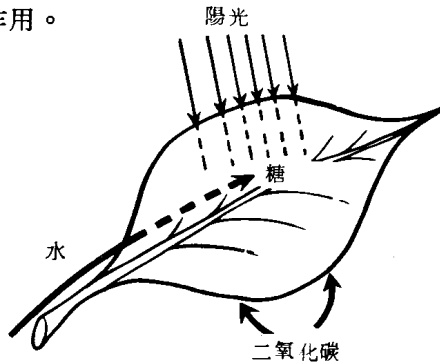
爲什麼植物需要光線？

因爲植物必需以兩種材料二氧化碳與水來製造食物，而其中的二氧化碳即來自空氣，水則來自泥土



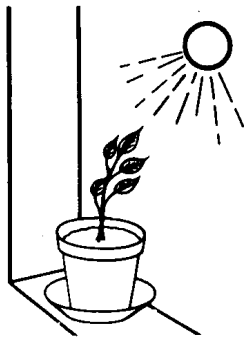
。但此二者却均在植物的葉子中合成爲糖，此物乃所有生命物的基本食物。

但是水與二氧化碳並不會自己結合而成糖，必須有某種力量的介入才能令此二者結合成糖。陽光即可提供此種能量來完成此一重要任務。這個過程稱爲光合作用。



再試做下述實驗。在暗室中栽一株蘿蔔，約 2.5 公分高後再將這株植物置於受光良好的窗台上。數小時之後，葉子向陽光方向彎曲，好像在追求更多的光線。

到此我們知道植物的莖爲什麼要向上生長了。當種子在泥土中的時候植物的葉子必須迅速找尋出路升到泥土表面之上以便捕捉光線來製造食物。種子中早已存有供幼芽成長的一些食物，但種子中的少量食物很快地被耗盡。如果葉子不出土開工製造食物，那麼在種子中食物被耗盡的時候植物體就會遭受飢餓的痛苦。因此，植物努力地使葉子破土而出，這是生命攸關的大事。



小麥、裸麥、大豆、豌豆、稻米、核果及其他植物的種子是人類的主要糧食。它們之所以富含營養就是因爲母株在其種子之內

貯存了幼苗在其初期成長時需要的所有重要食物。

植物與礦物質

購買一些礦物性植物食品並依包裝上的指示配成溶液。在裝有乾淨沙的兩個不同容器中種植兩株蘿蔔，對其中一株予以含有礦物質的水，但對另一株只予以水。數週後那只澆清水的植物呈現病容而憔悴，再過數週就可能死亡。



你已經知道植物需要水與二氧化碳來製造糖（做為植物的食物）。

其中部分的糖變成植物體的組織使植物能不斷地生長。除了糖之外

，植物體還需某些礦物質。其中最重要的是：氮、硫、磷、鈣、鉀與鎂

水能溶解泥土中的礦物質並將之攜帶經過植物的根與莖而到植物體的各部分。

將木材，或植物的其他部分如根、葉等燃燒後所留下來的灰燼就是水從泥土中所帶入植物體的礦物質。

葉上的孔

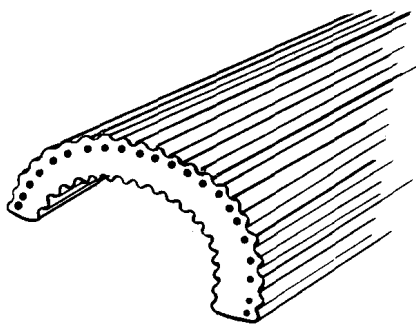
試做下述實驗。在一株幼苗葉子的反面塗上一層凡士林，在另一株幼苗的葉子正面塗上一層凡士林。然後均予澆水、礦物質及陽光。

葉子反面被塗上凡士林的幼苗迅速地死亡，但在葉子正面被塗以凡士林的幼苗却仍然繼續生存，這是什麼原因？

因為在葉子反面有微小的開口。空氣中的二氧化碳經由這些小孔而進入植物體中。如果這些小孔被外物所阻塞則二氧化碳就無法進入植物體中，因此植物體亦無法製造食物（糖）。植物體於是無法再繼續生存

然而，葉子正面因為沒有開口，所以即使葉子正面被塗以凡士林也不會對植物體有所影響。

葉子反面的開口還有另一種用途。由根部吸收進入植物體的水經過

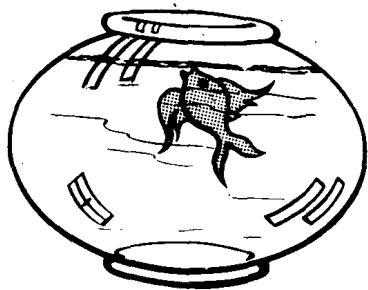


莖後再經由葉子反面的開口而送出植物體外。如果水無法經由這些開口排出體外，新的水就不可能再被吸收進入植物體，當然礦物質也就無法由水帶入植物體內。

再做下一個實驗你就可以知道水確實是經由莖而到達葉部。將具有葉的芹菜切去其底部（切去約 2.5 公分），然後再將這帶有葉的莖置入染有墨水的水中。約一小時後就會發現莖與葉上出現條紋。

現在，再把這染有顏色的莖切下一小段來觀察，你會發現在切面部有小斑點的排列。這些點就是莖中輸送水份的小管。依法泡製，一小段一小段地往上切，你即可發現這些小管一直連通到葉的基部。

植物在自然界的重要性



試做下述實驗。在一小魚缸中丟入一條金魚，一兩天後你會發現它不斷地游到水面以便獲得空氣。如果你不加理會，它會因缺乏空氣而死亡。

如果說水裡含有空氣，你也許會覺得頗為奇怪。然而，如果把一杯冰水置於桌面你就會發現水裡確實有空氣的存在。因為當水受外界溫度影響而溫水漸漸升高時你可發現玻璃杯內

有氣泡出現，這些氣泡即來自水中。

當小缸裡的魚耗盡缸內水中的空氣時，魚兒就必須游到水表面以求得到空氣。但這樣對魚兒有害處而使牠死亡。

但如果把同一金魚放入一放有水生植物的魚缸時，魚兒能生存得久些。這是因為植物以二氧化碳、水及陽光進行製造食物的時候，也同時放出氧氣，而植物只需要其中一小部分，大部分的氧氣均釋入水中。於是魚兒可利用這些植物放出的氧氣來“呼吸”。

魚對水生植物有所幫助嗎？

當魚兒消耗食物與氧氣時，也同時產生了二氧化碳。這些二氧化碳又重行回到水中。於是水生植物再利用這些二氧化碳以製造更多的食物。由此可見水生植物與魚兒彼此互相幫助，各取所需，各盡所能提供對方的需求。

你在家裏飼養金魚時，魚兒的食物是你賜給它的。但在自然狀況下，如果在池塘中或湖中或溪流中，魚兒的食物來源主要是植物。

同樣地，陸地上的植物與動物也是彼此互相依賴，各取所需。植物不但提供食物給動物，它們同時也提供動物所需的氧氣。而動物用一些氧氣來燃燒植物性食物並產生二氧化碳以供新生植物的成長。



但是人類利用植物的方式不只這些。人類利用植物製造食物、衣服、器具、用品等等。

以前的植物吸收陽光成長為很高大的個體。今天人類從地下所開採出的煤、原油及天然氣等物質都是過去被埋在地下的植物所風化而成，人類目前把它們用來驅動汽車、火車、船舶與飛機。而我們人類所利用的這些動力也就是植物以前捕捉自陽光的能量。

人類同時也利用了煤、原油、木材及天然氣中的物質（這些都是過去植物的殘骸）以製造塑膠、化學品及藥品等。

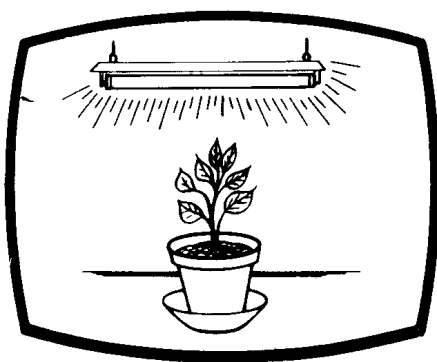
因此你可以知道世界上如果沒有植物的存在，根本不可能有今天的人類文明。事實上如若世界上沒有植物，人類根本無法生存。

未來的食品工廠

今天，科學家們正在努力地研究如何能像植物一樣以二氧化碳、水及陽光來製造食物。但在完成這個願望之前，人類一定先要知道個中的奧秘才行。也許到時候人類就可以不必靠農業而得到所需的食物了，同時食物也將更充足，更廉價了。

但到目前為止，科學家尚未有所成就。這個課題將是未來世界的一大挑戰。

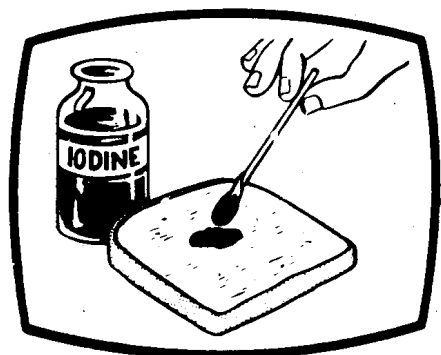
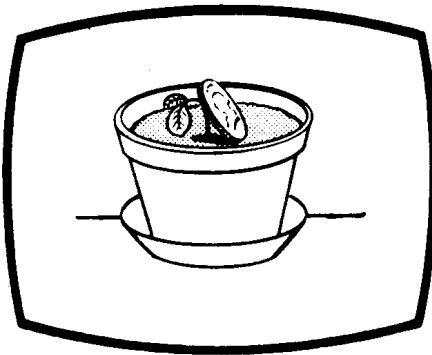
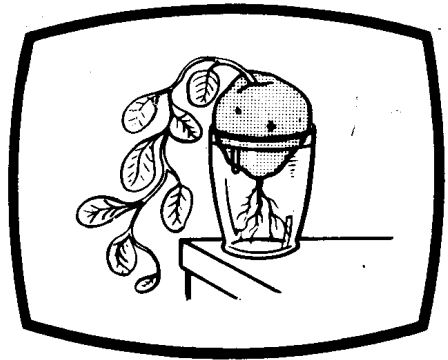
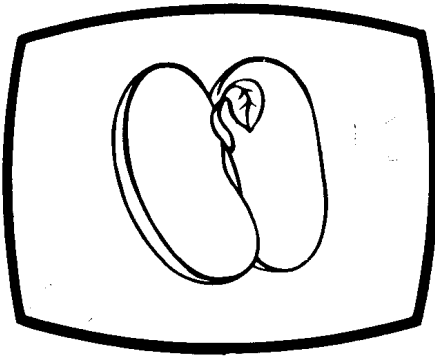
或許你將來能對植物的這種功能有重大的發現而使這個夢想成為事實，這就要靠你不斷努力才有使它實現的可能。



將一株植物置於人造光源下令其生長，用一般的檯燈即可，最好是使用螢光燈。但切勿讓該植物的葉子離光源過近，至少需離開 10 公分以上。（上圖）

將一顆豆子浸泡一日使之軟化，而後將該種子之二半分開如圖所示，即可見到幼苗的小片葉子、短莖及根。（下頁左上圖）

將乾薯蕷之窄端置入玻璃杯之水中而後移置暗處至其根與莖長出後再移置光亮處。（下頁右上圖）

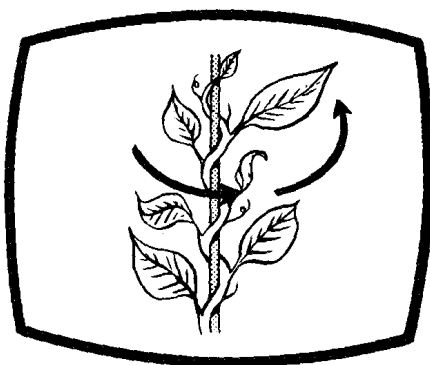
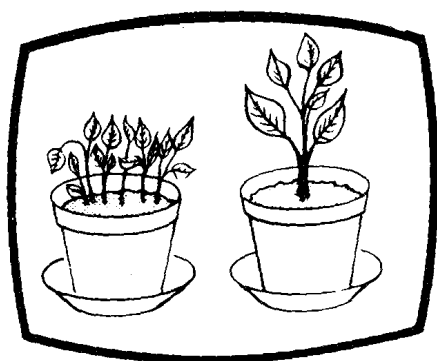


在一花盆內種植一粒豆子，並在種植種子的點上覆以一枚硬幣。而後觀察該植物幼苗如何推起硬幣，推起的方向又如何呢。（左下圖）

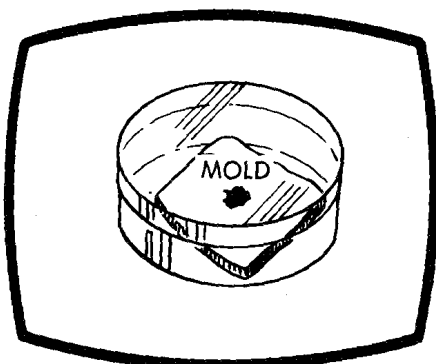
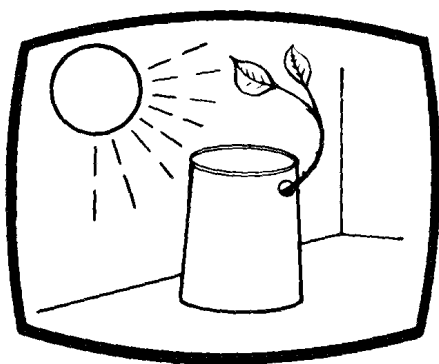
將碘液滴在潮濕的澱粉上會轉變為深藍色。將豆子、馬鈴薯、麵包、及其他食品泡濕後，再滴上碘液，那一種含有澱粉？（右下圖）

在一花盆種植十株植物，在另一花盆中只種一株植物。你會發現那種有十株植物的花盆中的植物彼此緊擠在一起，而且也沒有那只種一株植物的花盆中的植物長得高大。（下頁左圖）

試種一株牽牛花，每隔數小時察看莖端如何盤繞。若置一鐵棒於其



中，則又如何盤繞。(右圖)



將一株蘿蔔以剪有小孔的紙杯覆蓋（如圖所示），並令該小孔背對陽光。觀察該植物如何尋求光線而自該小孔中伸出。（左圖）

在一密封的塑膠碟中放置一片泡濕的麵包，觀察黴的形狀。它是一種植物。再以放大鏡或顯微鏡檢視黴的小莖。（右圖）

試做下列實驗

1. 將一胡蘿蔔的窄端置於玻璃杯的水中，觀察其生長情形。以甜菜、蕪菁、及荷蘭芹做同樣的實驗，其結果又是如何？

2. 將具有芽的馬鈴薯切下一小片而後種植於一花盆中，種植深度約7.5公分，觀察其結果。

3. 種植扁豆、綠豆、豌豆及其他同類的食用豆子。

4. 將洋蔥置於玻璃杯中，杯中含水，洋蔥底部朝下。

5. 在花盆中種植橘子及朱欒的種子。

6. 碟中置水，泡一塊海綿而後將草的種子置於海綿上。

7. 植物需要黑暗嗎？若將一植物每日二十四小時均置於螢光燈下。其生長情形可能不若每二十四小時有一段時間生長在黑暗中的植物那樣好。

8. 在一玻璃杯中置入礦物性植物食物的溶液，並置於陽光下。不久之後即可見到微小的綠色植物長出，此乃綠藻也。

將此帶綠色之水倒出一半至另一杯中，並將此後者置於黑暗中。而後你再看看是那置於陽光下或那置於黑暗中之玻璃杯中之水變得較綠。

9. 將一株植物幼苗的葉切除，然後觀察它是否會再長出新的葉子來。

10. 在一小花盆中種下數種植物的種子，並將此花盆置入電冰箱中。你認為這些種子會萌發嗎？實驗的結果又是如何？

11. 將沙泡水後置入花盆中然後分別切下一小段小楊柳、秋海棠、天竺葵的莖種入濕沙中，觀察其結果。

12. 在正文中所述及種植蘿蔔的深度為1.25公分。如果把蘿蔔種子埋入5公分的土中觀察它是否能破土而出。

13. 分別將豆子種於黑暗處及有亮光處。開始時生長在暗處的植物會長得較快、較高大，為的是找尋光線。但過不久就會因得不到光線而枯萎死亡。

14. 將植物置於散熱器上令其生長，散熱器的熱會傷及植物體嗎？你的實驗結果如何呢？

15. 試種香豌豆。注意觀察其莖頂端的感覺器（卷鬚）。磨擦卷鬚的下方（反面）你將會發現在磨擦過後不久該卷鬚即捲起。卷鬚存在的

目的就是找尋可供支持植物體以供攀沿的支持物。

16. 選購一供植物用之礦物質，依包裝上配方的五倍強度配成溶液後用來澆植物。這種五倍強度的溶液對植物體有何影響？實驗結果如何

17. 植物店中有出售一種稱為“吉伯雷林（*gibberellin*）”的生長物質。依包裝上的說明指示用於數株植物，然後將這些植物與那些未使用這種生長物質的植物，比較兩者之間的生長情形。

科學設計

你會否注意到樹幹的橫切面上有深淺不同的環狀圈？從這些環紋我們可以知道該樹木的辛酸史。

在春夏兩季所形成的木材顏色較淺。夏末及秋季時所生出的木材其色澤較深。此一過程年復一年地不斷如此循環出現。因此，你可以計算深色環或淺色環的數目而得知該樹已有多大歲數。

如果天然條件連續幾年都不好，樹木生長就會較慢同時這些環紋也較為緊密。每當樹木缺乏水、礦物質或光線時，就會發生這種情形。樹木之間彼此的距離過小，樹木有病或受昆蟲危害時環紋也會較為緊密。若樹木在生長期間靠上某種外物，或被壓制，那麼在該期間所形成的環紋即可能為橢圓形。

