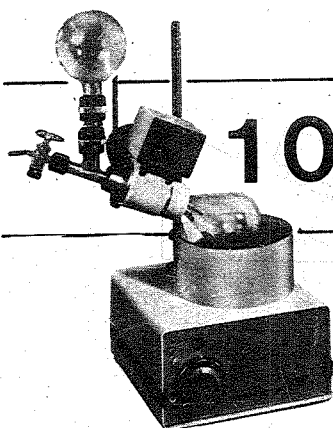




10 月份

國中生物教室

楊榮祥
國立臺灣師範大學

最近在全世界科學教育現代化運動中，各國新教材均普遍表現其對於求知過程技能（process skills）訓練的重視。中小學各種新科學教材，莫不含有大量的實驗活動。這些實驗活動的主要目的，並不在於驗證教材理論，更不為加深其生物知識的印象，幫助其記憶。在實驗活動中，學生要模倣科學家，體會科學家「求知識」的過程，學習科學的方法，並培養其探討科學應具備之態度。

教材研究

第二章 怎樣研究生物學

許多中小學的科學教材，總有一個單元來「談」科學的方法與態度。我們國中生物課本也有這麼一章。這一章含有三個實驗，兩節課文與一節討論。這些教材為學生提供幾個研究科學方法的模型。但，教師應了解「講完」這一章，並不算「學完」科學的方法。其實，整個生物教材，就是訓練學生求知過程與科學方法的素材。有些生物教師，總讓學生記憶書上（P. 19）六點科學「方法」就算了事。這在布倫氏（B. Bloom）的教學目標分類（The Taxonomy of Educational Objectives）中，僅可列最低層次知識（knowledge）中 125 方法的知識，也就是有關「方法」單純的認識或記憶而已。學生能記憶這一套科學方法的步驟，並不一定能理解其每一步

驟的意義，更不一定能應用這一套科學的方法去解決問題。教師應設法幫助學生，培養用科學方法以解決問題的能力。

〔實驗 2-1 日光與綠色植物〕

本實驗應帶給學生主要的科學概念為：「綠色植物在光照下，才能生成澱粉」。本實驗應訓練的過程技能為：「數據的解釋」。學生要能由碘-澱粉反應的結果，來適當解釋綠色植物與光照的關係。教師務必幫助學生了解本實驗過程中每一步驟的意義，包括：

1. 鋁紙所包裹之一葉為實驗組，其餘未包裹者均為對照組。
2. 充分的光照與給水（灌溉）使植物保持正常的生活狀況。
3. 取下葉片以沸水浸泡二分鐘，為的是使其軟化，破壞細胞膜，使水溶性的花青素浸出，也使葉綠體裡的色素（葉綠素等）易於溶入酒精，使其脫色。
4. 隔水煮沸是為安全，避免酒精着火。
5. 再用水漂洗葉片，是為洗去酒精，以利葉片吸收碘液。
6. 碘-澱粉反應，應呈深藍色，可證明澱粉之存在。

材料及器材：

1. 除了天竺葵及彩葉草以外，其他任何植物，只要葉片薄而軟，易以酒精脫色者，如，甘藷、牽牛花、或任何豆科植物的幼株均可為本實驗之材料。

2. 在市場上如買不到 150 燭光的燈泡，可改用 200 燭光，或 2 個 100 燭光的燈泡，並將距離改為 20 cm。其實本實驗只要有充分的光源就可以。不過要注意，不要使燈泡燙傷植物。

3. 碘液 (IKI Solution) 的配製：

以碘化鉀 (KI) 3.5 g，先溶入 300 ml 的蒸餾水，然後再加 1 g 的碘 (結晶)。使用時宜再加水酌予稀釋。

實驗結果的解釋：

未包裹鋁紙之葉片，都應有明顯的碘澱粉反應，但，包裹鋁紙者，則應無澱粉反應。如果還有些反應，那可能就是包裹前所合成尚未消耗之澱粉。教師宜提示學生仔細比較，做個合理適當的解釋。

〔實驗 2-2 澱粉和糖的測定〕

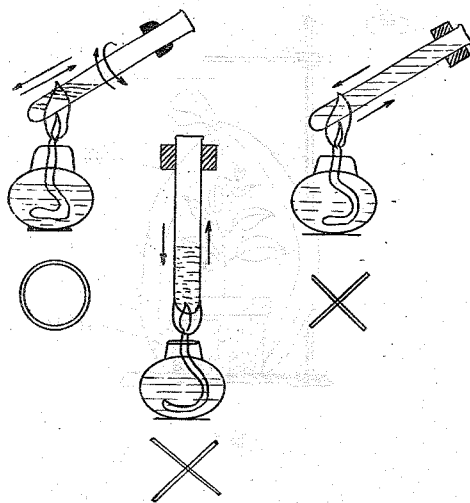
本實驗帶給學生一項新的科學技能——利用試劑以檢驗某些特定化合物之存在。教師要注意指導其「檢驗操作」的技術。其他應注意事項為：

1. 本氏液的原色為藍色，遇到單醣加熱之後，會先變綠或草綠，再變黃，乃至紅棕色，以含糖量之多少而有不同的變色程度。

2. 用本氏液檢驗單醣時，應加熱，如果煮沸之後，仍無變色，即可斷定其不含單醣。

3. 加熱技術：如用課本圖 2-3 的裝置，隔水加熱較安全而方便。如果教師能課前先燒一壺熱水給學生取用，當可節省學生許多實驗時間。如果必須用酒精燈直接加熱時，必須妥善指導學生加熱試管的基本操作技術。如：(1)試管內的液體，以試管長度的 1/3 為度，不可裝太多；(2)用試管夾，以免燙手；(3)試管的加熱點，必須不斷搖動試管，使其下端約 5 cm 長處能平均受熱（如圖 1）。

4. 碘澱粉反應應呈藍色，但，往往因加入過量的碘液，或因所調製之太白粉（澱粉液）濃度過高，結果得黑色反應。教師宜指導學生用水



(圖 1)

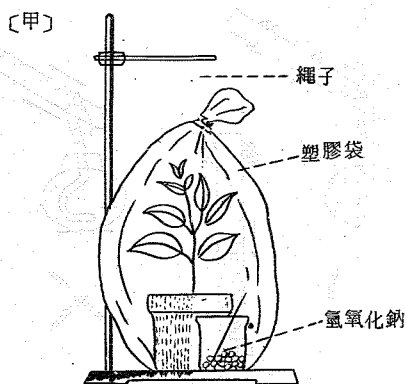
先適當稀釋澱粉液及碘液，用滴管先滴 1~2 滴，隨即搖動，觀察其顏色之變化。

5. 注意學生是否能正確使用「葡萄糖反應」「碘澱粉反應」等術語。指導學生以“+”與“-”表示其反應。

6. 本氏液 (Benedict's Solution) 的配製：(1)以 200 g 的碳酸鈉結晶，與 173 g 的檸檬酸鈉，同時溶入 700 ml 的蒸餾水，加溫慢慢攪拌，待完全溶解之後過濾做為甲液；(2)另外以 17.3 g 硫酸銅溶入 100 ml 蒸餾水中，做為乙液；(3)甲乙兩液分別保存，在使用前將甲液慢慢倒入乙液，不斷攪動，最後再加蒸餾水，使整個溶液為 1000 ml。

〔實驗 2-3 光合作用的進一步研究〕

本實驗為學生提供「控制變因 (controlling variables)」很好的模型。甲乙兩裝置內，除了甲的燒杯中放入 25 g 的氫氧化鈉之外，其他一切儀器、材料及環境條件均相同，教師必須要求學生控制好這甲乙兩組一切變因。所用的儀器，包括玻璃鐘罩（可用大型塑膠袋代替，如圖 2）、花盆及燒杯，其大小品質均需相同；植物種類、大小、葉片數及其生活力都盡可能相同；放置的位置，光源距離，事先的黑暗處理，土壤及澆水情形均需相同。另外還要注意鐘罩口邊緣必須



(圖 2)

用凡士林完全封好（如用塑膠袋，應嚴密檢查是否漏氣），以免空氣進出影響實驗結果。其他應注意事項：

1. 甲方氫氧化鈉可吸收鐘罩中的 CO_2 ，使裡面植物缺少光合作用的原料。如果鐘罩很大，請酌增 NaOH 放置量。
2. NaOH 也能吸收空氣中水分，對於本實驗應無影響。但 NaOH 腐蝕力強，不可接觸皮膚及衣物。
3. 兩花盆均需事先充分灌溉，不可中途取出澆水。

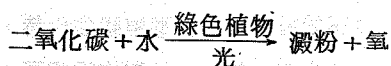
〔第一節 生物學研究方法的舉例 - 光合作用〕

這一節應為實驗 2-1, 2-2, 2-3 的綜合討論。教師宜設法使學生積極參與此項討論，幫助學生由這些實驗自行發現科學概念。

綜合這些實驗的結果，可整理成：

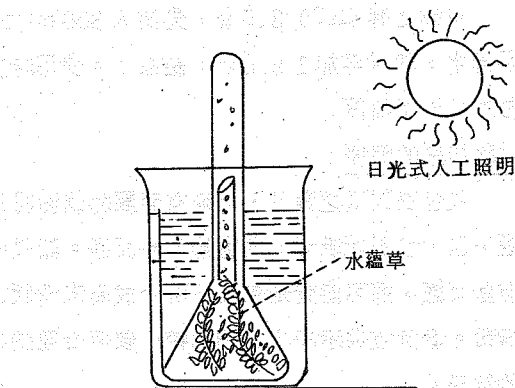
綠色植物 + 光 + 二氧化碳 → 澱粉

此時，教師宜說明，事實上還要有水才能進行光合作用，其結果除了澱粉，還會生成氧氣。所以應修正為：



如果有學生提出問題：「怎麼知道光合作用會生成氧氣？」。教師宜鼓勵學生自行設計實驗以證明。國中學生已學過「排水集氣法」，也知

道檢驗氧氣的方法。教師可提示：用水生綠色植物為材料，如圖 3（細則請參考教師手冊 P. 15 ~ 16）。無論教師是否能成功地指導學生自行設計此項實驗，教師宜指導一部分學生示範整個實驗過程。



(圖 3)

〔第二節 研究科學的方法〕

課本本節所列 6 點「科學方法」，並不是為學生記憶而設，教師宜以前面 3 個實驗為例，一一說明這 6 點，使學生了解探討科學，解決問題的一般模式。但切記！往後一切教材（包括實驗），都要經常指導學生運用科學方法解決問題。事實上，這就是國中生物課程重要目標之一。

〔第三節 討論〕

此節可選一位領導能力較高的學生，來領導全班的討論，也可以考慮分成 5 組或 10 組，分組研討，提出討論結果。無論採用何種方式，教師務必設法使每一位學生，都能參與此項集體學習活動。

討論時，宜注重「根據什麼來判斷？」，要求學生就雨量及溫度變化，來說明其判斷的理由。本節應能培養或訓練學生(1)觀察、(2)解釋數據，及(3)發表能力等。

答案應為：表 1 為森林，表 2 為草原，表 3 為沙漠，表 4 為雨林，表 5 為凍土地帶。

第三章 生物體的構造

本章最主要的科學概念：

1. 一般生物均由一種叫做原生質的膠狀物質所構成。

2. 原生質由醣類、蛋白質、脂肪、核酸、無機鹽和水等組成。

3. 原生質可以發生種種化學變化，因而表現“生命”的現象，所以它是一種有生命物質。

4. 細胞是生物的構成單位，細胞就是一塊原生質，所以細胞就是活的物質。

5. 有些生物，個體很小，僅由一個細胞構成，叫做單細胞生物。

6. 多細胞生物的細胞，有各種不同的形態與機能。經分化後的各種細胞互相合作，以表現完整的個體生命現象。

7. 分化的細胞集成具有某種特殊功能的組織；再由數種組織集成器官，以完成某一特殊功能；有時再由功能相同的器官，集合而成系統。這是多細胞生物個體在構造方面的層次。

這些概念，並不是要學生一條條照背。教師宜運用教具，如，圖表、幻燈片或模型，讓學生有具體的實體，使獲得具體的理解。這些細胞、細胞核、細胞膜、細胞壁、葉綠體、組織等各名詞所代表之實體都很微小，必須藉顯微鏡才能得到。教師宜設法使每一位學生，都能親自操作顯微鏡，來觀察這些微小的重要基本構造。

〔實驗 3-1 動植物細胞的比較〕

本實驗鼓勵學生親自操作顯微鏡，觀察比較動物與植物不同的細胞。教師宜提醒學生：細胞經分化，而具備其特殊的功能。那麼形態構造不同的細胞，必有其不同的特殊功能。務使學生仔細觀察兩種不同的細胞，指出其相同與不同點；根據其不同點，說明其功能上的不同。這就是本實驗最主要的兩個學習行為目標。本實驗注意事項：

1. 水蘊草的葉以頂端的嫩葉為佳。老葉葉綠體多妨礙觀察，幼葉則無此情形易以觀察。

2. 水蘊草的葉片上不止兩層細胞層，提醒學生上下調整焦距，以看出這些細胞層。

3. 水溫加高，可促使細胞質的流動。

4. 甲基藍可將細胞核染成藍色，但同時也殺死細胞。

5. 用牙籤刮口腔內膜時，根本就不必用力刮，輕輕一刮就會有足夠的材料可觀察。牙籤要事先消毒好。

6. 學生應能指出的不同點：

	細胞壁	葉綠體	形狀
水蘊草的細胞	有	有	長形
口腔內膜細胞	無	無	扁平

7. 根據不同點推論其不同的功能：

水蘊草細胞具有葉綠體可行光合作用。口腔內膜細胞呈扁平狀，故有保護功能。

第二節構成生物體的組織和器官：教師宜運用各種圖表或幻燈片，協助學生能瞭解生物個體結構上的層次。特別注意大小比例關係。第三節的討論：目前科學家還不能合成具有生命現象所謂的人造原生質。也許真正的原生質中，還有些科學家所未知之成份。將來生物化學更進步之後，我們所合成之人造原生質，或許能自行吸收其周圍的物質而生長，也能繁殖，那麼它是有生命的了。

第四章 營養

在這生命世界中，形形色色各種名稱的生物，都需要攝取適當物質，以組成體質（身體的物質），或做為生活之能源。這些物質就是一般所謂的食物，或稱養料，或謂營養物質。綠色植物行光合作用吸收光能，由無機物質（ CO_2 與水）合成含能量的養料，不單供其本身應用之外，尚可供動物做為體質的原料與能源。所以綠色植物為生命世界中的生產者，而動物則都為消費者。

〔第一節 食物所含的養分〕

在這一節，學生應能認識食物中所含五種主要養料。本節主要概念如下：

1. 組成體質的物質：醣類、蛋白質和脂肪，均可為構成體質之原料。一般植物細胞均有細胞壁，其成份為纖維素（多醣），所以體質成份以醣類佔多；一般動物的肌肉佔體重很大份量，肌肉的主成份為蛋白質，所以動物體成份中以蛋白質為最多。

2. 生活的能源：醣類、蛋白質和脂肪，亦可為能源。但，通常都以葡萄糖為主要能源。

3. 調節生活的物質：各種維生素與礦物質是調節生活機能不可缺之物質。有些礦物質是組成某種特定體質之必需物質，例如，鈣、磷為骨骼之主成份；鐵為血紅素，鎂為葉綠素的重要原料。

4. 生物體需水最多。因為體內一切生理現象，均在水中進行。無論動植物，均需攝取大量的水份。

本節最重要的行為目標應為：

1. 能分別指出各種家常食品中，所含主要營養素種類。

2. 能分別指出各種家常食品經食用後，在體內的主要用途。

請注意，有很多學生僅認識或記憶這些營養素的名稱，却不能表現上面這二項學習行為。

〔第二、三節 食物供應養分、能量；能量、體重與運動〕

這二節課最主要的科學概念為：(1)生物活動需要其生活之能源，(2)食物供應這些能量，(3)能量的單位為熱卡。

食物中所含的能量，轉變為生活之能量時，並不一定都要轉變為熱能。有些能量轉變為化學能以促進各種生理的化學變化；有些轉變為肌肉之收縮能；有些轉變為神經傳導衝動之能量；有些轉為光能（如螢火蟲的發光「器」）；也有轉

為電能（如電鰻的發電「器」）。在這些能量的轉變過程中，多少有部分能量必定同時轉變為熱能，故任何生理作用都附帶產生熱，使生物體「生」熱。

科學家以「熱卡」為能量的單位，只是為了方便。熱量只是能量的一型。所以如果說某物質含有 x 卡的能量，那是說：「這某物質中所含能量，如果完全轉變為熱量時，就有 x 卡的熱量」。教師宜注意，勿使學生誤解：「熱量使人運動」。如是人不就成為蒸汽火車頭了！?

這兩節課應發展的最主要的過程技能就是數值運用（using numbers）。但並不為增進學生計算能力，而是訓練學生運用數值以表達上面的科學概念。

實驗 4-1 注意事項

1. 宜選用較大粒含油較多之花生米。
2. 穿刺花生米用之鐵絲，宜事先剪尖其一端，便以刺鑽，同時也可保持花生米之完整。
3. 三角瓶中之水不可少於 40 ml，否則水溫升至沸點，而花生米尚未燒完時，結果就很不準確。

4. 注意調節火焰與瓶底的距離，盡可能防止熱能之損失。

5. 秤花生米宜用小天秤（量 10 g 以下者）誤差較小。

6. 根據教師手冊，各種食物的平均熱量約為：醣類 4 大卡/公克；脂肪 9 大卡/公克；蛋白質 5 大卡/公克。

實驗結果可能與標準結果（花生米的熱量應為 5.59 大卡/公克）相差甚遠。其實，本實驗是一種簡易測定，誤差在所難免。我們的目的，並不在求準確的能量，而是以較方便、經濟的方法，來說明生物學基本法則為主要目標。所以教師必須設法使學生了解這一點，也要讓學生指出或列舉產生誤差的原因，例如：

(1) 花生米燃燒所生之熱量，並沒有完全

被三角瓶內的水所吸收，有些已散失空中。

(2) 花生米並沒有完全燃燒成炭。

(3) 天秤秤量的誤差等……。

〔第四～五節及實驗4-2～5〕

這二節含有四個連續的實驗。我們希望學生們能自行發現下面的科學概念。

1. 一般植物都以澱粉的狀態貯存養分，使用前才轉變為糖（實驗4-2）。

2. 糖能通透細胞膜，而澱粉則不能（實驗4-3）。

3. 植物體內有轉變澱粉為糖的物質，使能透過細胞膜，這種轉化物質在浸過豆的水中，以及人的唾液中也有（實驗4-4及4-5）。

實驗4-2 注意事項

1. 豆子必須選用本地產，具有發芽能力者，否則其酵素可能已失效，實驗無結果。

2. 豆子在使用前24小時即應浸泡水中。

3. 糖測定液配好後，要在6小時內使用，否則失效。（糖測液的配製：以Tetrazolium 2.5 g 溶於50ml 的蒸餾水）

4. 種皮下有豐富的轉化酵素，故務必剝淨種皮，以免影響實驗結果。

5. 糖測定液的量，必須足以浸沒豆子的子葉與胚芽。

6. 約20分鐘之後，胚芽應呈粉紅色，過後漸呈紅色。

7. 子葉部分應呈藍黑色的澱粉反應。

8. 除了習題之外，在討論時，不妨試提一問：「子葉中的澱粉，怎樣運至胚芽？」，做為引入下個實驗的動機。

實驗4-3 注意事項

1. 玻璃紙可在文具店購得，透明的糖果紙也可用。

2. 不能以蔗糖代替葡萄糖，葡萄糖在西藥房或化學材料行均有售。

3. 玻璃紙要先充分泡濕後，才能紮得緊，

設法裝好不使漏水。

4. 紮好之後，必須要用清水充分淋洗玻璃管及袋子的表面，否則嚴重影響實驗結果。

5. 不要核對一下結果就下課，要檢查學生是否(1)瞭解玻璃紙代表細胞膜，(2)能適當解釋實驗所得之數據，(3)能發現本節第二個主要科學概念？

實驗4-4 注意事項

1. 浸泡豆子24小時後，水中應有足量之轉化澱粉為糖的「酵素」。（這個名詞要在第六節才使用）

2. 浸泡豆子的水，以每一粒豆子1ml 水的量為適宜。

3. 以步驟3的裝置做為對照。

4. 其他裝置上應注意各點與實驗4-3同。

實驗4-5 注意事項

1. 為採集足量清潔唾液，宜先嗽口後，含一大塊消毒過之棉花片刻，取出放入小燒杯內當可擠出相當量之「乾淨」唾液。

2. 極少數人唾液中先天無酵素（對於其健康無礙），如是這個實驗是做不出來。只要換人再試。

3. 教師宜事先準備一壺熱水，供學生調成37°C的溫水，當可省時省事。

疑難問題與解答

〔問〕實驗4-1 為什麼一定要用熟花生米？為什麼不用“生”的？

〔答〕不是不可以用，只因為生的花生米燃不起來，只好用炒熟的。花生米炒過後並不影響其所含熱量。由于水分減少，易以點燃。

◎對於國中生物教師，本園地完全開放。凡有關國中生物教材教法，任何問題、討論、意見及建議，均在所歡迎。來信請投本刊國中生物教室。