

中 學  
課 程 綱 要

生 物 科

(高級補充程度)

香港課程發展議會編訂  
香港教育署建議學校採用

一九九一

中學  
課程綱要

生物科

(高級補充程度)

香港課程發展議會編訂  
香港教育署建議學校採用

一九九一

## 目 錄

	頁數
引言	5
1. 宗旨與目標	6-7
2. 課程綱目	8-9
3. 授課時間的分配	10
4. 教學提示	11-12
5. 課程	13-28
6. 教師參考資料	29-74
7. 教學資源	75-86
甲、建議視聽教材	75-81
乙、建議參考書籍	82-86

## 引 言

本課程綱要是課程發展議會為本港中學編訂的一系列課程綱要之一。課程發展議會及屬下各個協調委員會與各科目委員會，都是由本港教育界有代表性的人士所組成，成員包括中學校長、政府學校及非政府學校的在職教師、大專院校及教育學院的講師、香港考試局與教育署輔導視學處及該署有關部門的人員。

課程發展議會所編訂的中六各科課程綱要，皆與香港考試局所開設的高級程度考試或高級補充程度考試相配合。

教育署建議學校於中六及中七年級採用此課程綱要。學校推行此課程時，教育署輔導視學處會留意有關實施情況。所得資料可供課程發展議會屬下中六生物科科目委員會日後修訂此課程綱要時參考。

有關本課程綱要的任何意見和建議，請致函香港銅鑼灣希慎道利園大廈六樓，教育署輔導視學處課程發展組，中六課程設計總主任。

## 1. 宗旨與目標

本生物科課程是高級補充程度三個科學課程之一，其餘兩個是化學科和物理科課程。上述三個課程是課程發展議會為擴闊中六課程範圍而設計的。

### 宗旨

高級補充程度生物科課程的宗旨是：

- (一) 培養學生對奧妙的生物世界的鑒賞；促進對生命的尊重。
- (二) 擴闊與激發學生對學習生物學的興趣；鼓勵他們善用餘暇；及幫助他們能夠自發地學習生物學。
- (三) 培養學生具創造性的思考力，對生物學問題能作科學性的分析及批評，作出理性的決定及能有效地表達己見。
- (四) 培養學生的觀察力，操作及做實驗的技巧。
- (五) 培養學生通過各種途徑找尋適當資料的能力；並發展其自學的信心，給予他們成就感。
- (六) 使學生認識實驗與探討對生物學學習的重要。
- (七) 使學生獲得生物學的知識及了解生物學的基本原理。
- (八) 培養學生認識及關注與個人、社會、環境及科技有關生物學上具爭論性的問題。
- (九) 使學生成為轉變社會中有責任感的公民。

### 目標

高級補充程度生物科課程的一般目標是：

#### 甲、在知識和理解方面

使學生能：

- (一) 憶述 (a) 生物學的事實，  
(b) 生物學的術語，  
(c) 生物學的概念和原理，及  
(d) 生物學的實驗技巧；
- (二) 憶述如何將生物學的知識應用於日常生活中；

- (三) 通過各種途徑找尋資料；選取和組織有關資料，並用清楚及合理的形式把它們表達出來，應用這些資料去解答熟悉及陌生的問題；
- (四) 認識量度的重要性和選擇合適的儀器，並認識儀器準確性及量度技巧的極限；
- (五) 認識生物學上的問題，而這些問題通常都會有一系列互相影響的變素；
- (六) 擬訂假設及設計實驗以證實假設的真實性，並能在適當時運用對照實驗；
- (七) 闡釋資料，並用作評述及推理的基礎；及
- (八) 用直接及間接的證據推尋概論。

#### 乙、在態度方面

使學生能：

- (一) 對研究生物及生物間的關係產生樂趣；
- (二) 尊重及愛護生命；
- (三) 培養探索及判斷的能力；
- (四) 對一些證據作客觀的評估；
- (五) 對生物學上與個人、社會、環境及科技有關而具爭論性的問題作積極的討論；
- (六) 認識到生物學的知識並非是一成不變的；並認識實驗與探討對生物學發展的重要；
- (七) 認識安全措施的重要；及
- (八) 認識假設在推論及描述生物現象的用處及限制。

#### 丙、在操作技巧方面

使學生能：

- (一) 適當及準確地運用工具和儀器；
- (二) 準確地觀察和描述物體與現象；及
- (三) 掌握普通的實驗技巧及小心和安全地處理化學藥品、儀器及生物材料。

## 2. 課程綱目

本課程共分為七章：

### 第一章：細胞的構造及功能

1. 細胞的一般結構
2. 細胞的化學成份
3. 酶

### 第二章：能量的傳遞

1. 供給生物體能量的最終來源
2. 光合作用
3. 化合作用
4. 植物的有機化合物作為異養生物能量的最初來源
5. 呼吸作用
6. 能量在生態系中的傳遞

### 第三章：遺傳控制及遺傳

1. 基因的性質
2. 細胞分裂
3. 遺傳
4. 突變
5. 遺傳與社會

### 第四章：調節及控制

1. 生物維持一個恆定內部環境的需要
2. 物質進出細胞的運動
3. 有花植物水份散失的調節

4. 哺乳動物透過血液循環系統達成恆定內部環境
5. 哺乳動物的控制及協調牽涉
  - (a) 神經系統
  - (b) 內分泌系統
6. 植物的控制
7. 肝臟在體內平衡的角色
8. 腎臟在體內平衡的角色

### 第五章：生命的種類及生物與其環境的關係

1. 生物的多樣性
2. 生態系
3. 種群
4. 演化
5. 人工選擇

### 第六章：人類及環境

1. 人類對環境的影響
2. 人類對環境保護的責任

### 第七章：人類與微生物

1. 微生物與食物
2. 微生物與生物科技
3. 微生物與疾病

### 3. 授課時間的分配

本課程的授課節數以每週四節(每節四十分鐘)較宜，下表是每章授課的節數：

課程	授課節數		
	理論 (T)	實驗及其他活動 (P)	總數
第一章	16	10	26
第二章	12	6	18
第三章	27	6	33
第四章	24	10	34
第五章	15	13	28
第六章	13	11	24
第七章	15	10	25
全部課程	122	66	188

上述的估計雖然相當粗略，但仍可作為課程深度和各章授課份量的參考。在擬訂教學進程時，教師無需完全遵照該授課節數的分配，而可隨學生的需求、志趣及教師的教學取向加以修訂。

### 4. 教學提示

本課程的重點在於令學生獲得一般性的生物學知識，及能將該等知識加以運用，而並非僅僅學到某些單一的事例。課程中的課題反映了基本生物學知識、現代科技及社會性論題的相互關係。

實驗及活動乃教學過程中不可分割的部份。實驗不單可以闡明生物學上的原理，更可令學生獲得實驗的技巧及領略科學方法的真義。在實驗前後分別輔以適當的提問及討論，可令學生對概念及理論方面的學習更為有效。

在讓學生進行實驗前，教師應先行試做，目的在：

- (i) 取得適當的，及避免一些會誤導學生的數據；
- (ii) 對實驗中某些試劑的濃度作出調校；
- (iii) 適當地選用生物材料；
- (iv) 事先了解學生可能遇到的困難；及
- (v) 找出可能產生危險的情況。

由於本科經常利用實驗教學和活動教學，進行實驗、作戶外考察及專題作業時均應強調安全的重要性。教師應對教育署印行的科學實驗室安全手冊中有關教授本科的部份有適當的認識。

課程中加入了一些社會性論題，目的在令學生了解生物學知識在日常生活中的應用，以及這些知識對生活的貢獻。此外，更能令學生考慮到一些本科中牽涉道德和倫理的問題。

由於本課程的目的亦在發展學生的高層次思考能力、溝通的技巧及對生物學的興趣，教師可使用不同的教學策略令學生積極地思考、討論及參與學習活動。以下列舉一些教學策略供教師參考：

#### (a) 分組討論

學生如能積極參與學習，就更能了解科學上的概念。對科學現象或對具爭論性的問題進行討論是一種主動學習的過程。這種形式的學習可鼓勵學生作理性的思考及清楚地與他人溝通。

進行討論時，教師應從旁協助及提示，並在完結時綜合學生的意見，有時教師需要引導學生去達成一些決定。分組討論不單能提供機會去發展學生的高層次認知能力及溝通能力，更會影響學生對一些具爭論性的問題(如遺傳工程科技、愛滋病及環境保護)所持的態度。

## (b) 專題作業

學生可藉本活動對某一題目作較深入的研究。專題作業可由個人單獨進行或分組進行。個人專題作業可訓練學生獨立學習，而小組專題作業則可提供機會讓學生合作，培養群體性的學校生活。由於對所進行之專題研究作出報告為本活動中重要的一環，學生更能學到溝通的技巧。

專題作業的規模可小至僅限於資料的收集(如與溫室效應有關剪報的搜集)，亦可大至包括實驗、數據處理及研究結果報告等部份(如對酸雨作專題研究)。

學生選擇及設計專題作業時，教師應給予指導。在進行中亦應注意進度，並在適當時給予指引。

## (c) 參觀

安排與課程內容有關的參觀(如污水處理廠、嘉道理農場等)可引起學生對課程內容的興趣。能讓學生了解如何將理論實際地應用更是這種活動最有價值的地方。

妥善的安排可決定一個參觀活動是否成功。教師應在活動舉行前讓學生多些了解所要參觀的地方，例如在事前對學生作一簡介，讓學生明白參觀的重點。

如果能讓學生自行籌劃參觀的準備工作，對他們的益處會更大。當然，教師也應給予足夠的指導。

以上所列舉的教學策略只是一些例子，教師亦可從參考書中找到更多適用的策略。

教師如能充份了解本課程的宗旨及目標，又能因應各課題中不同的需要而運用不同的教學策略，則教授本課程的收效將會更大。

## 5. 課程

本課程編排上分為四欄：分別為‘課程內容’、‘說明’、‘實驗及其他活動’、及‘節數’。課程的主要課題分列於‘課程內容’欄下，‘說明’一欄詳列各課題應教授的內容及指示教學深度，而‘實驗及其他活動’則列出對實驗、教師示範、討論、辯論及專題作業等活動的建議。

教授課程中各部份所需之時間列於‘節數’欄中，供教師參考。‘T’欄顯示教授理論部份所需之節數，而‘P’欄則顯示進行各項教學活動所需之節數。若某課題列有實驗及其他活動而‘P’欄空白，表示該課題的實驗及其他活動可在教授理論時進行，反之‘T’欄情況亦然。

教授時並非必須依循課程中課題排列之次序進行。施教時不應將各課題視為獨立的單元，而應作為整體課程的一部份去研究。課程中分別出現於不同部份的某些概念及理論通常只需深入講解一次。而在某課題曾深入講解的概念亦可在教授其他有關課題時涉及。課程中已對此等內容作出標示。

實驗及其他活動是本課程中極重要的一環。教師應儘量提供機會讓學生進行這些活動，從而使學生能獲得各種實驗技巧及補充所學到的理論和概念。本課程中所作的建議可幫助教師編排各項學習活動。教師亦可加入其他更能達到教學目標的活動，而不應被本課程中的建議所限制。括號中的數字為書中‘教師參考資料’的編號。

在進行實驗及戶外考察時，教師應注意安全措施，在處理儀器、化學藥物及生物材料(包括活標本)時，更應特別小心。



## 第一章 細胞的構造及功能

學生應認識電子顯微技術、色層分析法、透析法及離心法等技術如何應用於研究細胞構造及其功能，但不須學習此等技術的詳細操作技巧。學生不須提及個別化合物的結構式。

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數
		T	P	
1. 細胞的一般結構	從下列例子瞭解構造及功能的關係：薄壁組織、厚壁組織、韌皮部、木質部、上皮、血細胞及神經元。 電子顯微鏡下可見的構造：細胞核、核仁、細胞膜、細胞壁、液泡、葉綠體、粒線體、溶菌體、核糖體、內質網、高爾基體及中心粒。盡可能討論構造與功能的關係。	學生應懂得製造植物及/或動物組織的臨時玻片(1, 2, 3) (包括簡單染色技術)。(不可以人類的血細胞及類上皮細胞作為實驗的材料)。 應研習電子顯微照片。	2	3
2. 細胞的化學成份 下列各項對生物的重要性及其化學性質 (a) 碳水化合物	碳水化合物作為能量的來源及作為構造/貯藏物質。 單糖：己糖(葡萄糖及果糖)，戊糖。 雙糖：蔗糖及麥芽糖。 多糖：纖維素、澱粉及糖原。 甘油三酯作為貯藏物質。 磷脂作為細胞膜的成份。	學生應把下列檢驗(4)應用於動植物的組織(5)： 1. 本立德試驗以檢驗還原糖 2. 碘液試驗以檢驗澱粉 3. 蘇丹(染料)試驗以檢驗脂類 4. 二縮脲試驗以檢驗蛋白質	4	
(b) 脂類			2	3

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數
		T	P	
(c) 蛋白質	蛋白質作為構造及功能物質。 認識蛋白質的立體形狀；基本上決定於氨基酸的排列順序；對酶能產生作用的重要性。 氨基酸、肽鍵及多肽鏈。 單核苷酸：腺苷三磷酸(ATP)作為高能化合物。 雙核苷酸：菸鹼胺腺嘌呤二核苷酸(NAD)作為輔酶。【參考第二章第五節。】 多核苷酸：核糖核酸(RNA)及去氧核糖核酸(DNA)。【參考第三章第一節(a)、(b)。】 水對生物的重要性。	應研究下列各項對酶活性的影響： 1. 溫度(6)或pH(7) 2. 酶濃度(8)或受質濃度(9) 合適的酶包括澱粉酶(6)、尿素酶(9)、過氧化氫酶(8)、胃蛋白酶及轉化酶(7)(在可能範圍內所選用的酶至少應有部份取自活組織及/或商品如「生物性」洗滌粉(10)及鬆肉粉(11)】。	2	
(d) 核苷酸及核酸			1	
(e) 水			1	
3. 酶 (a) 酶作為有機催化劑	降低活化能；活性部位及專一性的概念。 輔因子及抑制物；溫度、pH、酶濃度及受質濃度對酶活性的影響。		2	4
(b) 影響酶活性的因素			2	

## 第二章 能量的傳遞

本章只須對有關的代謝過程有整體的認識。除特別指明外，不須詳細論及代謝過程的途徑、中間產物及個別酶的名稱。

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
1. 供給生物體能量的最終來源	來自太陽的能量(光合作用)。來自化學物的能量(化合作用)。			
2. 光合作用 (a) 光合作用的場所	它將光能轉變為化學能的重要性。葉的構造及其與光作用的關係。 葉綠體的色素：吸收光譜。	2 在顯微鏡下觀察與光合作用有關的葉部構造。 將葉的色素抽出及利用簡單的紙色層分析法分離(12)。	2	
(b) 光化反應	簡論葉綠素的光激活(不須論及光系統I及II的分別)；水的分解，氧的釋放與還原輔酶及ATP的產生。		1	
(c) 固碳作用	簡述 (i) 二氧化碳與五碳化合物結合生成三碳化合物； (ii) 三碳化合物為還原輔酶所還原，生成磷酸丙糖，部份磷酸丙糖聚合成磷酸己糖，最後代謝成蔗糖及澱粉；及 (iii) 剩餘的磷酸丙糖再代謝以繼續供應五碳的二氧化碳受體。		1	2

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
(d) 影響光合作用的因素	環境因素對光合作用速率的效應。限制因素的概念及其在溫室管理的應用。		2	4
3. 化合作用	簡述下列其中一項：鐵細菌、無色硫細菌及硝化細菌。 (不須提及個別細菌的名稱。)		1	
4. 植物的有機化合物作為異養生物能量的最初來源	異養生物對自養生物的依賴。動物式營養、寄生及腐生營養。 (不須詳細論及消化作用及吸收作用的過程。)		1	
5. 呼吸作用	能以ATP形式釋出，這過程應視為一連串受控制的化學反應的結果： 糖酵解作用 三羧酸(TCA)循環 氧化磷酸化作用 (不須提及這些過程中酶及中間產物的名稱。) 應提及細胞內這些反應所發生的部位。 丙酮酸在缺氧情況下的命運：形成乳酸；發酵作用生成乙醇。 比較需氧呼吸及缺氧呼吸所釋出的能量。		3	
6. 能量在生態系中的傳遞	太陽為能量的最終來源。 能量的單向傳遞及其後來的散失。 食性層次；能量塔。 能量傳遞的效率及其與人類食物產量關係的意義。		1	

### 第三章 遺傳控制及遺傳

學生應對主要的遺傳學術語有所理解，並須將所學到的遺傳學知識應用於一些動、植物雜交的簡單遺傳學問題上。盡可能提及有關的遺傳學原理對社會的應用。

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
1. 基因的性質	DNA 的分子結構。【參考第一章第二節(d)。】 DNA 的半保留複製：機制及證據。 簡述遺傳密碼。 DNA 及 RNA 在蛋白質合成中的角色(不須詳細論及 tRNA 及核糖體的構造。) 染色體作為基因群的概念。【參考第三章第三節(b)。】 染色體數目的恆定性。  重溫有絲及減數分裂的過程以了解染色體準確複製的重要性及染色體的行為在兩種分裂中的異處。 有絲分裂對細胞生長、補充及無性生殖的重要性。 減數分裂對有性生殖的重要性。此過程透過染色體的獨立分配及互換以增加遺傳變異的重要性。 簡述動物及植物細胞的細胞質分裂。			3	
(a) DNA				3	
(b) 基因的作用					2
(c) 基因及染色體					3
2. 細胞分裂					
(a) 有絲分裂及減數分裂					3
(b) 細胞質分裂					

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
3. 遺傳	單基因雜交及雙基因雜交。 回交及測交。 基因及等位基因、基因型及外表型。 純合子及雜合子。 顯性及隱性。 不完全顯性(例如金魚草花瓣的顏色)及等顯性(例如人類的 AB 血型)。 多等位基因(例如人類的 ABO 血型)。 連鎖：染色體上基因的單行排列。基因與染色體在遺傳上的相應表現。【參考第三章第一節(c)。】 互換：同源染色體間遺傳物質的交換。互換在產生變異上的角色。(不須計算互換值。) 人類性別的決定。 性連鎖(例如血友病及色盲)。【參考第三章第五節(a)。】 不連續變異(例如人的捲舌、ABO 血型)及連續變異(例如人的高度及體重)。常態分佈曲線。簡述多基因遺傳及環境對其影響。  基因突變對氨基酸順序的影響。(不須論及各類點突變。)			1	
(a) 不連續特徵的遺傳				6	
(b) 連鎖與互換					3
(c) 不連續變異及連續變異的特徵					2
4. 突變					
(a) 基因突變					

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
(b) 染色體突變	簡述染色體突變；染色體構造及數目的改變。(不須論及各類染色體突變及其遺傳後果。)		2	
(c) 突變的成因	自發性及誘發性突變。(應提及電離輻射、紫外線及化學藥物可作誘變劑。)(不須論及機制。)			
5. 遺傳與社會	譜系分析(例如色盲遺傳)。【參考第三章第三節(b)。】		2	
(a) 人類遺傳	異常特徵的遺傳(例如唐氏綜合症)。			
(b) 遺傳工程	簡述遺傳篩選及遺傳諮詢(16)(例如唐氏綜合症的早期探測)。			
	簡述重組DNA技術的原理；利用載體(噬菌體或質粒)把DNA片段插入另一細胞；在選擇的宿主細胞中合成新產品(例如製造人類胰島素(17))。(不須論及技術細節。)			
	考慮遺傳工程技術有關的潛在利益(18)、危害及道德方面的爭論(19)。		3	

## 第四章 調節及控制

透過學習本章，學生應明白體內平衡的概念；學生亦應明白生物體內的生命活動是透過各種調節及控制機制而達成協調，從而建立生物是一個整合個體的概念。本章所舉的例子只是動植物的調節及控制功能中的小部份。

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
1. 生物維持一個恒定內部環境的需要	體內平衡的概念。		1	
2. 物質進出細胞的運動	細胞膜選擇透性的概念。影響透性的因素。 擴散作用及滲透作用；主動運輸。 認識硬膜及質壁分離包括水潛能、滲透潛能及壓力潛能。應以水潛能術語去了解植物細胞及環境間水份的移動。	顯示細胞膜部份性質的實驗；利用甜菜根的組織顯示細胞膜受溫度及化學物質(如酒精)的破壞(20)。 應利用以下一種或多種材料來顯示質壁分離(21)；測定初始質壁分離的滲透潛能(22)；利用質量、長度等的變化以測定水潛能(23)； 觀賞植物的紅色下表皮、洋葱鱗葉的表皮組織及馬鈴薯塊莖組織。	1	2
3. 有花植物水份散失的調節	氣孔在調節蒸騰作用的角色。(不須論及氣孔活動的機制。) 環境因素對蒸騰作用速率的影響。	利用蒸騰計研究蒸騰作用的簡單實驗(24)。	2	2
4. 哺乳動物透過血液循環系統達成恒定內部環境	血液在運輸氧、二氧化碳、葡萄糖、激素及熱能的角色。 簡述心博週期。 激素及神經系統對心博率的控制。			4

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
5. 哺乳動物的控制及協調牽涉 (a) 神經系統  (b) 內分泌系統	神經脈衝的本質。(不須詳細討論。) 突觸於神經協調的重要性。(不須詳細論及突觸傳遞。) 交感神經系統及副交感神經系統在控制不隨意活動中的對抗性。 內分泌腺的本質。 激素的特徵。 神經協調與內分泌協調的分別。 研習下列例子以認識 (i) 內分泌協調的原理： — 腦垂腺對甲狀腺的控制。 — 胰島素及高血糖素對血糖的控制。 (ii) 內分泌協調及神經協調的關係： — 腎上腺素的分泌。 — 體溫的調節。  簡述生長素及赤黴素在萌發及生長的功能。 植物激素在園藝及農業的使用。  其角色在： — 碳水化合物及脂肪代謝。 — 維他命及血液的貯藏。 — 血液蛋白的合成。 — 紅血球的分解。 — 解毒作用及氨基酸的脫氨基作用。 (不須詳細論及生化的途徑。)	利用顯微切片 / 顯微照片以顯示內分泌腺的無管及血管密佈的本質。	2	5	
6. 植物的控制				2	
7. 肝臟在體內平衡的角色		使用經注射處理的肝臟顯微切片 / 顯微照片以顯示其血管高度密佈的本質。		2	

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
8. 腎臟在體內平衡的角色	除去含氮廢物的重要性。 ADH在維持水份平衡的角色。(不須論及逆流倍增器系統。) 透析機(洗腎機)的生物學原理。	使用腎臟的顯微切片 / 顯微照片以顯示下列各點： 1. 龐大數目的馬爾皮基球—過濾單位； 2. 大直的腎小管；及 3. 血管高度密佈的本質。	3		

## 第五章 生命的種類及生物與其環境的關係

應鼓勵學生自行研究本地生境中所常見的生物的外形特徵與其生態地位的關係，所研究的生物種類宜盡量廣泛。利用合適的野外實習研究動植物在某一生境中的分佈及非生物因素對其分佈的影響。鼓勵學生參與西貢郊野學習館或其他中心所舉辦的課程。

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
1. 生物的多樣性 (a) 生命的種類	生物的多樣性與它們各種生活方式的關係 (25)。利用各類標本 / 照片 / 野外觀察以顯示此概念。(不須個別生物的學名。)	部份可融匯於第五章第二節 (a) 的野外研習中。	3	
(b) 分類	介紹生物命名的雙名法及分類階梯的概念 (25)。(不須個別生物的學名。)	製作及使用簡單的檢索表。		2
2. 生態系 (a) 生態系的概念	根據外形特徵製作及使用簡單的二叉式檢索表。			8
(b) 生態系的能量傳遞及養料循環	對下列名詞的理解：生物圈、生物群落及生態系。 生物的生境及生態地位的概念。 簡述生態系的生物及非生物因素及其對各生物在生態系內分佈的影響。 生態系的能量傳遞。 生產者、消費者及分解者在養料循環中的重要性。 【參考第二章第一節、第三節及第六節。】	選擇一個生境作實地考察 (26)，以調查動植物的分佈及研究非生物因素對它們的影響。 應研習在該生境常見的各種生物以顯示這些生物的外形特徵與其環境的物理特徵及與其生活模式的關係。(不須詳細論及內部解剖、生理、生活史及行為。)	4	

課程內容	說明	實驗及其他活動	節數	
			T	P
3. 種群	S形生長曲線。 人口的對數生長。 種群生殖潛能與環境因素的相互作用以維持一種定的種群。		2	
4. 演化 (a) 演化的證據	研習化石或五趾型肢的同源器官以簡述演化的過程。		2	
(b) 演化的可能機制	變異、自然選擇及隔離在新種形成時的角色。		3	
5. 人工選擇	專為選取個別特徵而在家畜(豬)及植物(玉蜀黍)的雜種優勢及萎的多倍體)所作的育種。(不須論及技術細節。)	參觀農場如新道理農場。	1	3

## 第六章 人類及環境

本章應給予時間以討論當今環境問題。所舉的例子或研究的問題應盡量與香港有關。

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
1. 人類對環境的影響		以討論/專題作業方式來研習人口膨脹及其對環境的影響。		2	2
(a) 資源利用	人類利用的各類資源：可再生及不可再生資源。認識人類使用各種方式去開發和利用天然資源對環境所造成的改變。	2			
(b) 集約式農業的影響	土壤侵蝕是耕種的後果。用化學方法控制害蟲及雜草所帶來的不良影響。過度使用化學肥料。	2			
(c) 污染		3		2	2
(i) 大氣污染	大氣的污染物(例如二氧化硫與微粒)及其影響。全球性的問題：臭氧層損耗、溫室效應及酸雨。			2	
(ii) 水質污染	污水：不適當的處理導致水質污染及缺氧。富營養化作用及藻類過量繁殖。石油及洗滌精所引起的污染。				
2. 人類對環境保護的責任	污染控制方法：污水處理、電力站及工業區的選址；控制農業及工業廢水。保護天然資源的需要。天然資源的再循環。野生生物及其生境的保護：從生態、美學及道德方面考慮。保護郊野環境；郊野公園計劃。環境保護與經濟的衝突。環境教育及立法的重要性。	4		7	

## 第七章 人類與微生物

本章包括微生物所擔任的有益及有害的角色，應強調調生物學原理的應用。不須提及個別微生物的學名。

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
1. 微生物與食物		參觀食品製造廠。		3	3
(a) 微生物作為食物	食用的藻類及真菌類。				
(b) 微生物於食物製造的應用	通過微生物作用以製造食物的概念(如醋、醬油、腐乳、含酒精飲料、奶類產品)。				
(c) 食物變壞	食物及飲料中微生物的降解作用。食物中毒及其預防。利用物理及化學方法保存食物的生物學原理。				
2. 微生物與生物科技		調查/專題作業/討論/辯論/考察。		2	5
(a) 涉及微生物的遺傳工程	涉及微生物的遺傳工程的基本概念。【參考第三章第五節(b)。】				
(b) 微生物的生物科技的重要性	微生物的生物科技在農業、醫學、工業及控制污染方面的應用(如木糠床養豬法(27)，膜島素的製造，乙醇/酶/乙型肝炎表面抗原的製造(28)，廢物處理)。				
3. 微生物與疾病		討論愛滋病引起的社會問題。		2	2
(a) 微生物作為病原體	重溫常見的人類疾病及引致這些疾病的微生物。傳播方式：飛沫、傷口、染污的水與食物及接觸(包括性接觸)。				

## 6. 教師參考資料

下列資料僅為方便教師參考而設，並非用以指示教授各有關部份時所需之教學深度。事實上，某些參考資料，特別以星號(\*)標示的部份，其深度可能超過課程的需要。教師在編排教程時可因應學生的程度及需要而自行決定如何使用此等資料。

課程內容	說明	實驗及其他活動		節數	
		T	P	T	P
(b) 疾病防禦 (i) 外在及內在保護  (ii) 免疫反應  (iii) 抗生素	身體表面的完整性，身體的分泌及生活在身體某部份的共生性微生物。 吞噬作用。 簡述炎症反應。 體液免疫反應及細胞免疫反應。 認識抗體及干擾素的作用(不須論及機制)。 原發及繼發反應。 免疫作用及接種。 微生物產生的抗生素。 抗生素的作用(如盤尼西林)。 抗生素的使用及濫用。	2	4	2	

	頁數
1. 臨時玻片的製作	31
2. 浸離植物材料的製備	33
3. 鷄血塗片的製作	33
4. 食物的檢驗	34
5. 鑑定組織中的生生物質	36
6. 溫度對酶活性影響之研究	37
7. 酸鹼度對酶活性影響之研究	40
8. 酶濃度對酶活性影響之研究	41
9. 受質濃度對酶活性影響之研究	43
10. 生物性洗濯粉中酶作用之研究	44
11. 鬆肉粉中酶作用之研究	45
12. 以紙色層分析法提取及分離葉內之色素	46
13. 環境因素對光合作用速率的影響之研究	47
14. 巨染色體壓片的製作	50
15. 根尖壓片的製作以觀察有絲分裂現象	51
*16. 遺傳篩選及遺傳諮詢	53
*17. 重組DNA技術於生產人類胰島素上的應用	56
*18. 遺傳工程的應用	60
*19. 與重組DNA技術有關的安全及倫理問題	63



- 20. 示範高溫及化學藥品對細胞膜可透性的影響
- 21. 示範質壁分離現象
- 22. 初始質壁分離時的滲透潛能之測定
- 23. 以馬鈴薯組織的長度或重量之改變測定水潛能
- 24. 以蒸騰計量度蒸騰作用的速率
- 25. 生物的多樣性
- 26. 生物學郊野實習之安全措施
- 27. 木糠床養豬法
- \*28. 乙型肝炎表面抗原

頁數 (1) 臨時玻片的製作

64 把材料製成臨時玻片，可供在顯微鏡下作初步研究之用。製片的步驟包括  
65 切片，染色及裝片。新鮮材料的切片可用刀片以手切取。可用的染劑很多  
66 以下是一些例子：

67 染劑	適用於	被染上的顏色
68 曙紅	細胞質	粉紅
	纖維素	紅
70 利什曼氏染劑*	血細胞	紅至粉紅
	白血細胞核	藍
71 亞甲藍	細胞核	藍
73 番紅	細胞核，木質素	紅
73 硫酸苯胺或氫氯化苯胺	木質素	黃或棕
碘	澱粉	藍黑
	角質層、木質部細胞、厚壁細胞	黃或淡黃
間苯三酚 + 濃氫氯酸*	木質素	紅
舒爾茲氏溶液	木質素、角質	黃
	澱粉	藍
	纖維素	藍或紫

\* 使用這兩類染劑時，要以特別的染色過程處理。

將切片置於盛有染劑的錶面玻璃內，直至染色完成為止。亦可將切片直接放在玻片上的一滴染劑中。

用灌洗法把染劑吸進臨時玻片的組織中。首先，把一滴染劑滴於玻片上，而該滴染劑應恰好接觸蓋玻片的一邊。接著從蓋玻片的另一邊用濾紙或吸水紙吸取蓋玻片下的液體，染劑自會滲入而取代被吸出的液體。

裝片時，把切片放於玻片上的一滴水、染劑、鹽溶液或甘油中，並加上蓋玻片。

## A. 植物的葉(例如紫萬年青)

### 步驟

1. 在潤濕的胡蘿蔔中央處，切開一垂直裂縫。再把葉片夾在裂縫中。
2. 手握胡蘿蔔，用另一手上鋒利的刀片迅速平穩地切片。
3. 將切片放入盛有清水的淺皿中。
4. 選擇一至二塊較薄的切片，其中應包括一塊切經主脈的切片，用水裝片。

## B. 莖(例如黑藻、洋紫蘇、蟛蜞菊或向日葵)

### 步驟

1. 將莖的一段在水中浸透。
2. 用刀片切取莖的橫切面薄片：手握該段莖，用另一手上的刀片，迅速平穩地切片，切片時，應經常用水把刀片及莖的切面濕潤，將莖的切片放入盛有清水的淺皿中。
3. 選取數塊較薄的切片，染色，用稀甘油裝片。可用番紅作染劑。

## C. 葉的表皮(例如水竹草、紫萬年青或洋蔥)

### 步驟

1. 把植物(例如水竹草)的葉片斜向撕開，用鑷子由裂口處撕下小片下表皮。
2. 將該片表皮用水裝片。
3. 蓋上蓋玻片。
4. 用顯微鏡觀察。

### 另法

### 步驟

1. 將一滴無色指甲油滴在玻片上。
2. 將葉片平放於指甲油上，輕壓葉片直至指甲油全乾為止。
3. 將葉片撕去。(經此法取得的印模為一負印模。)
4. 增加顯微鏡的照明度以觀察葉片在指甲油上留下的印模。

備註：可用此法觀察一些表皮較難被撕出的植物(例如洋紫蘇)的葉中氣孔分佈情況。

## D. 動物上皮細胞(例如牛眼角膜細胞)

### 步驟

1. 將玻片輕壓於新鮮或經冷藏的牛眼角膜表面上。
2. 將一滴亞甲藍染劑加於玻片上。
3. 蓋上蓋玻片。
4. 用顯微鏡觀察。

備註：用此法可容易見到有明顯細胞核的大型鱗狀上皮細胞。

## (2) 浸離植物材料的製備

經浸離之植物組織是研習細胞形態的理想材料。將少量浸離組織放於玻片上，加上一滴甘油，置於顯微鏡下觀察。浸離植物材料的製備方法如下：

1. 將植物的根或莖切成厚度不超過 1 mm 的小塊。
2. 將等量之 10% 鉻酸加入 10% 硝酸混合成浸離液，將已切碎之植物組織放入新鮮配製之浸離液內。
3. 浸離時間約需三天。(所需時間視乎植物的種類而定。)
4. 以解剖針將組織碎片撕開，繼續以下步驟。如細胞不易分離則需將植物組織多浸一天。
5. 將浸離液濾去，再將組織中殘留的酸以自來水沖淨。
6. 可將植物組織貯於 70% 酒精中備用。
7. 經此法製備之材料可用於臨時玻片的製作上。

備註：(1) 鉻酸和硝酸有腐蝕性，應避免和皮膚接觸。

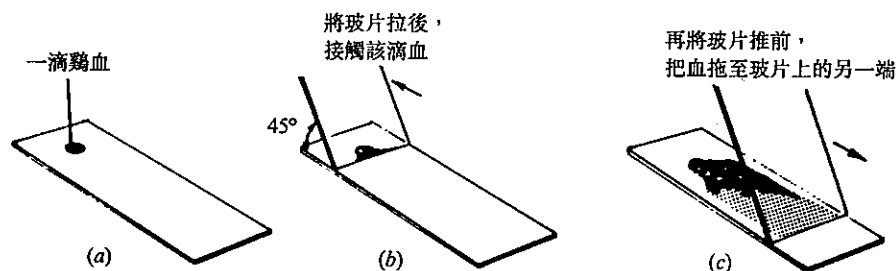
(2) 菜心、芥蘭和水竹草均為合適的材料。

## (3) 鷄血塗片的製作

### 步驟

1. 用盛有抗凝血劑(例如檸檬酸鈉)的瓶收集新鮮的鷄血。
2. 將一滴鷄血滴於玻片的一端上。

3. 用另一玻片製備血塗片，如圖所示。



4. 將血塗片靜置三至四分鐘直至血液完全乾涸為止。
5. 將利什曼氏染劑和蒸餾水各一至二滴先後加於雞血中。
6. 將玻片靜置五分鐘，然後把多餘的染劑用自來水慢慢沖去。
7. 揮去玻片上多餘的水份，靜置直至玻片全乾。
8. 用顯微鏡觀察。

備註：在學校實驗室進行提取人類血液和細胞樣本的實驗時，可能有經血液傳播後天免疫力缺乏症(AIDS)和乙型肝炎的危險。進行製備人的頰上皮細胞玻片和血塗片，及研究人類紅血細胞的滲透耐受度等實驗時，都會有上述危險。教師不應再進行此等實驗。

### 試劑

#### 抗凝血劑

製備 0.106M 檸檬酸鈉溶液，可將 3.13 g 二水檸檬酸鈉溶於 100 cm<sup>3</sup> 水中。使用時，可以將一份抗凝血劑與九份血液混和。

## (4) 食物的檢驗

### A. 本立德試驗以檢驗還原糖

還原糖包括所有單糖(例如葡萄糖及果糖)和某些雙糖(例如麥芽糖)。

本立德溶液含有硫酸銅。還原糖可以將藍色硫酸銅溶液中的銅(II)離子還原為含有銅(I)的紅棕色不溶氧化銅。氧化銅以沉澱物的形式出現。

### 步驟

1. 將 2 cm<sup>3</sup> 0.1% 葡萄糖溶液加入試管中。
2. 再加入等量的本立德溶液。
3. 將混合液搖勻，煮沸。  
(加熱時，混合液可能會猛烈地沸騰，應提示學生特別小心。用水浴法加熱較為安全。)

備註：若混合液內有還原糖，顏色會由藍轉綠，再轉黃，最後有磚紅色的沉澱物產生。沉澱物的多少可約略顯示溶液內還原糖的份量。

### B. 碘液試驗以檢驗澱粉

澱粉只可微溶於水，加水後形成膠體液。

### 步驟

1. 將 2 cm<sup>3</sup> 1% 澱粉溶液加入試管中。
2. 再加入數滴碘溶液。

備註：若溶液內含有澱粉則有複合物的形成，而溶液會呈現藍黑色。

### C. 蘇丹 III 試驗以檢驗脂類

脂類包括油、脂肪和蠟。

### 步驟

1. 將 2 cm<sup>3</sup> 油加入盛有 2 cm<sup>3</sup> 水的試管中。
2. 再加入數滴蘇丹 III 試劑，搖勻。

備註：蘇丹 III 將油染成紅色。由於油比水輕，水面上將浮有一層被染紅的油。

### D. 二縮脲試驗以檢驗蛋白質

雞蛋的蛋白是一種適用於本實驗的蛋白質。此試驗可測試肽鍵的存在。鹼性稀硫酸銅溶液中的銅(II)離子會和肽鍵中的氮原子作用而形成紫色的複合物。

### 步驟

1. 將 2 cm<sup>3</sup> 蛋白質溶液加入試管中。
2. 再加入等量的 5% 氫氧化鈉溶液，搖勻。

3. 加入二滴1% 硫酸銅溶液，搖勻。(無須加熱。)

備註：(1) 蛋白質的存在會令溶液變為紫色。

(2) 亦可直接以二縮脲試劑檢定蛋白質的存在。

### (5) 鑑定組織中的生物物質

細胞內的化學成份可用兩個主要方法來研究。第一個方法是把組織研爛或提取液汁以進行化學分析。另外一個方法是把組織切片，用試劑將某一類成份染色，再在顯微鏡下觀察。

#### 用薄的組織切片檢驗食物

##### A. 蘋果組織中的還原糖

###### 步驟

1. 用刀片切下一塊蘋果薄片，將該切片放於玻片上，再加上數滴本立德試劑。
2. 用顯微鏡觀察。
3. 將玻片在火上慢慢加熱直至組織轉為棕色。(用水浴法加熱較為安全。)
4. 如有需要可略加清水，以防止組織變乾。
5. 待玻片冷卻，觀察切片顏色的改變。

##### B. 蓖麻籽或花生中的脂類

###### 步驟

1. 將完全浸透的蓖麻籽或花生用刀片切一薄片放於玻片上。
2. 用蘇丹 III 染色，再用水或70% 酒精沖洗。
3. 用顯微鏡觀察。

##### C. 馬鈴薯、玉蜀黍或香蕉中的澱粉質

###### 步驟

1. 將馬鈴薯的塊莖切片，用稀碘液裝片。
2. 在顯微鏡下觀察。

備註：在薄切片中可觀察到被染成深藍色的澱粉顆粒。

#### 用研爛的材料檢驗食物

##### D. 組織中的蛋白質和還原糖

###### 步驟

1. 把小塊的固體組織放進研鉢內，加入少量的水，用研棒將其研爛。
2. 用數層預先經濕潤的薄紗將研爛組織中的汁液擠出，或用離心機將固體部份分離。(若研爛的組織已為接近無色的微細懸浮液，則可省去此分隔過程。)
3. 所得的透明溶液可直接作測試之用，如有需要亦可加以稀釋。有時隔去的固體殘渣，亦可作為測試之用。

備註：以下是一些適用於本實驗的材料：

果實：蘋果、梨子、香蕉、葡萄	(還原糖)
豌豆、蛋、黃豆	(蛋白質)
馬鈴薯、香蕉	(澱粉)

##### E. 蓖麻籽或花生中的脂類

###### 步驟

1. 在研鉢中將組織研爛。
2. 將研爛的組織放於盛有清水的試管中，煮沸。脂類會以小油滴的形式從研爛的組織中釋出。
3. 進行蘇丹 III 試驗。

### (6) 溫度對酶活性影響之研究

澱粉由兩種多糖組成，這兩種多糖分別是直鏈澱粉和支鏈澱粉。在不同種類的澱粉中，這兩種多糖的比例亦各有不同。直鏈澱粉內的葡萄糖單位以無分支的組合方式排列，而支鏈澱粉內的葡萄糖單位則有較複雜的分支排列方式。該兩種多糖與碘液作用，可產生標準澱粉試驗的藍黑色。

澱粉酶可藉水解作用而將澱粉分解。澱粉酶可將澱粉內的鏈狀結構逐步斷開，最後的結果是一種混合物，大部份為麥芽糖，少部份為葡萄糖和支鏈低聚糖。該混合物不會與碘液作用而變為藍黑色。

絕大部份的動、植物和微生物中都有澱粉酶。萌發中的穀類植物種子及高等動物的胰臟和唾液中更有大量的澱粉酶。

動物澱粉酶在酸鹼值為 6.9 至 7.1 時最為活躍，所以 7 可被視為最適合該酶作用的酸鹼值。另外，氯離子可以將動物澱粉酶活化。相反，大部份由植物或微生物中取得的澱粉酶則在酸鹼值為 4.5 至 5.0 時最為活躍，該等澱粉不會被氯離子活化，但其作用卻可被重金屬離子、碘醯胺及尿素所抑制。

在本實驗中，由萌發中綠豆所取得之澱粉酶會被加入處於不同溫度下之定量澱粉溶液內。如溶液內的澱粉差不多完全被水解，則不會與碘液產生作用而呈藍黑色。記錄澱粉被水解的時間，再取其倒數，可計算出不同溫度下酶作用的相對速率。

### 步驟

#### A. 綠豆中澱粉酶的提取

將廿顆綠豆置於兩層吸滿水份的吸水紙間，經過七十二小時萌發後，除去外種皮。將豆置於研鉢中，加入 2 cm<sup>3</sup> 用作穩定的胰溶液，研成漿狀，再加入 8 cm<sup>3</sup> 胰溶液以稀釋之。待漿液於研鉢中靜置約五分鐘，微加攪拌。再將漿液於離心機中作離心分離約五分鐘。分離後之上清液中含有澱粉酶，可供使用。(另法：將靜置後之漿液以四層紗布過濾，則過濾液中含有澱粉酶，可供使用。)

#### B. 酶活性之初步量估

1. 將 2 cm<sup>3</sup> 1% 澱粉液及 2 cm<sup>3</sup> 酸鹼值為 4.7 之醋酸鹽緩衝液加入試管中。
2. 以滴液移液管在滴試板之各凹穴中滴進一滴碘液。
3. 以刻度移液管再將 1 cm<sup>3</sup> 酶提取液注入試管中，立即開始計時。用力搖動試管，隨即將一滴試管中之混合液滴進滴試板之一凹穴內，並以玻棒攪勻。
4. 此後每隔兩分鐘搖勻試管，同時再將一滴混合液滴進滴試板之另一凹穴內。重複以上過程，直至滴進凹穴之混合液與碘液再無反應為止。
5. 倘上述反應時間太快，可酌量加入酸鹼值為 4.7 之醋酸鹽緩衝液將酶提取液稀釋，使其能在約十分鐘內將全部澱粉水解。

#### C. 溫度對澱粉酶活性的影響

1. 以滴液移液管在七塊滴試板之每一凹穴中滴進一滴碘液。
2. 將七支試管分別標示為 1A 至 7A。

3. 以刻度移液管將 2 cm<sup>3</sup> 酸鹼值為 4.7 之醋酸鹽緩衝液及 1 cm<sup>3</sup> 經稀釋之酶提取液分別加入該七支試管中。
4. 再將另七支試管分別標示為 1B 至 7B。以刻度移液管將 2 cm<sup>3</sup> 之 1% 澱粉液加入該七支試管中。
5. 如下表所示，將各試管放入不同溫度之水浴器中五分鐘：

水浴器	溫度	試管標示
1	0°C	1A & 1B
2	10°C	2A & 2B
3	20°C	3A & 3B
4	30°C	4A & 4B
5	40°C	5A & 5B
6	60°C	6A & 6B
7	100°C	7A & 7B

6. 將標示為 'B' 之各試管中的澱粉液分別注入標示為 'A' 之各對應試管中，立即開始計時。將各 'A' 試管中之反應液攪勻，並分別置回原來之水浴器中，靜置五分鐘。
7. 每隔兩分鐘，搖勻試管，同時將一滴管中之反應液滴進滴試板之一凹穴內。記錄每一試管中之液體不再與碘液產生反應所需之時間。(如學生能在一分鐘內完成對七支試管中液體進行滴試的過程，則本步驟可改為每隔一分鐘進行一次。)

備註：(1) 進行本實驗時，為求取得較佳之結果，應使用濃度極低之碘液。同時，由於碘液在空氣中會逐漸褪去棕色，在進行實驗時應分數次而非一次全部將碘液滴進凹穴中。

(2) 以 0.01% 澱粉液與碘液混和，其顏色深度可作為溶液中不再含有澱粉之參照。

#### 試劑：

##### 1. 胰溶液

此溶液乃將 20 g 胰溶於 1 000 cm<sup>3</sup> 熱蒸餾水中而製成。本實驗應使用新鮮製備不超過 24 小時之溶液。

##### 2. 酸鹼值為 4.7 之醋酸鹽緩衝液

此緩衝液乃將 8 g 無水醋酸鈉及 6 cm<sup>3</sup> 冰醋酸加蒸餾水至 1 000 cm<sup>3</sup> 而製成。實驗中亦應使用新鮮製備不超過 24 小時之溶液。

### 3. 碘液

將1 g 碘及2 g 碘化鉀溶於1 000 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中，可製成本溶液之儲備溶液。實驗前，可將0.5 cm<sup>3</sup> 之儲備溶液加於10 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中使用。

## (7) 酸鹼度對酶活性影響之研究

轉化酶(蔗糖酶)可催化蔗糖水解為葡萄糖及果糖之反應。在細菌、黴菌、高等植物及動物小腸中均有該反應。

轉化酶的最適酸鹼值為4至6。酵母菌中轉化酶之最適酸鹼值為4.7至4.9之間，而蜜糖中該酶之最適酸鹼值則為5.5至6.2之間。酵母菌轉化酶在蔗糖濃度為5-10%時水解速率最高，若蔗糖濃度再高，其速率則相應減低。重金屬離子如Cu<sup>2+</sup>、Hg<sup>2+</sup>及Ag<sup>+</sup>亦會抑制該酶之活性。

在本實驗中，由蚱蜢所取得之轉化酶加入不同酸鹼值之定量蔗糖溶液內。加入本立德溶液，加熱可產生橙紅色之沉澱物，而由產生沉澱物之多少可量估生成物(還原糖)之份量。

### 步驟

#### A. 蚱蜢中轉化酶之提取

1. 剪去蚱蜢頭部，將之殺死，再剪去肢及翅膀。將蚱蜢以大頭針固定於蠟盆上，注水於盆內，於水中解剖。如解剖所需時間較長，則可於林格氏昆蟲解剖液(Insect Ringer)中進行。
2. 將蚱蜢由背部剖開，取用腸臟。清除附於腸臟上之胸肌，脂肪及生殖器官。
3. 將腸臟置於錶面玻璃上。剪開腸臟，並清除其中之食物及糞粒。將腸臟以冷凍之蒸餾水沖洗。
4. 將沖洗後之腸臟及2 cm<sup>3</sup> 冷凍蒸餾水加入研钵內研爛，靜置備用。

#### B. 酸鹼度對轉化酶活動的影響

1. 取用六支試管，管內各置1 cm<sup>3</sup> 10% 蔗糖溶液及1 cm<sup>3</sup> 不同酸鹼值之檸檬酸鹽磷酸鹽緩衝液，如下表：

試管	1A	2A	3A	4A	5A	6A
緩衝液之酸鹼值	3.2	4.0	5.2	6.0	7.0	8.0

2. 將另外六支試管標示為1B至6B，以刻度移液管各將3 cm<sup>3</sup> 本立德溶液加於管內。
3. 在1A至6A之六支試管中各滴入20滴酶提取液。
4. 於室溫下靜置五至十分鐘。
5. 將標示‘B’各試管中之本立德溶液分別注入標示‘A’之各對應試管中。輕搖試管，置於盛有沸水之燒杯中加熱五分鐘。量估所產生之橙紅色沉澱物之份量。(可令學生自行擬出量估該等沉澱物份量之方法。)

備註：(1) 應將各試管內進行反應之時間劃一。

- (2) 在實驗中可使用較多份量之本立德溶液，以確保全部還原糖均被其氧化。
- (3) 下述三法均可用以量估及比較所產生橙紅色沉澱物之份量：
  - (a) 記錄時可使用不同數目的‘+’號以表示沉澱物之相對份量。
  - (b) 量度試管中沉澱物沉積之厚度。
  - (c) 秤取沉澱物的重量。(應先將盛載沉澱物之濾紙烘乾，再置於乾燥器中冷卻。)

### 試劑

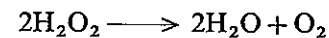
#### 檸檬酸鹽磷酸鹽緩衝液

不同酸鹼值之緩衝液可將溶液A(0.1M 檸檬酸)及溶液B(0.2M 磷酸氫二鈉)以下列比例混合製成：

酸鹼值	溶液A (cm <sup>3</sup> )	溶液B (cm <sup>3</sup> )
3.2	37.6	12.4
4.0	30.7	19.3
5.2	23.2	26.8
6.0	18.4	31.6
7.0	8.8	41.2
8.0	1.4	48.6

## (8) 酶濃度對酶活性影響之研究

過氧化氫酶存在於幾乎所有活細胞中。該酶可催化過氧化氫分解為水及氧之反應。



過氧化氫會在細胞中某些牽涉氧化酶之化學作用中以副產品的形式生成。過氧化氫活性甚強，對細胞有害。而在細胞器中的過氧化氫酶可能藉分解過氧化氫的方法來保護細胞。

過氧化氫酶將過氧化氫分解為水及氧之效能可以下述各方法評估：

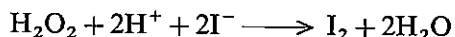
- (1) 量度過氧化氫酶作用時所產生之熱量。由反應進行時所引致溫度之提升可粗略估計出過氧化氫酶之活性。
- (2) 量度生成物(氧)的份量。
- (3) 量度未被分解之反應物(過氧化氫)的份量。

本實驗將使用上述第三法以研究過氧化氫酶濃度對其活性之影響。

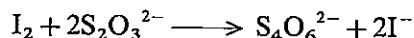
### 以碘滴定法測定過氧化氫酶之活性

將未被過氧化氫酶分解之過氧化氫加入過量碘化鉀中，再以硫代硫酸鈉滴定所析出之碘，可以測定過氧化氫酶之活性。

過氧化氫在酸性介質中可與碘化物作用。此反應需加入鉬酸銨作為催化劑。



以上反應中所析出之碘可用硫代硫酸鈉標準溶液滴定，而指示劑則為澱粉。



### 步驟

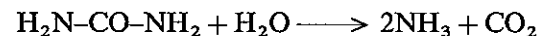
1. 將六個 250 cm<sup>3</sup> 錐形瓶及六支試管分別標示為 1A 至 6A 及 1B 至 6B。
2. 以木塞鑽孔器鑽取六條長約 5 cm，直徑約 0.8 cm 之馬鈴薯圓條。以鋒利刀片將各圓條之一端截去少許，然後各切取十五塊厚約 2 mm 之圓塊。
3. 將 4 cm<sup>3</sup> 2M 硫酸及 3 cm<sup>3</sup> 10% 碘化鉀分別加入各錐形瓶中，搖勻。
4. 將 10 cm<sup>3</sup> 過氧化氫(1 vol 或約 0.1M)加入各試管中。
5. 將馬鈴薯圓塊分別放入各試管中，數目如下。並立即開始計時。

試管	1B	2B	3B	4B	5B	6B
馬鈴薯塊數目	4	8	12	16	20	25

6. 整十分鐘後，從各試管中抽取 5 cm<sup>3</sup> 之液體，各分別加入相應之錐形瓶中。
7. 加入一滴 3% 鉬酸銨於各瓶中，搖勻。靜置兩分鐘。
8. 以硫代硫酸鈉標準溶液(0.1M)滴定所析出之碘，至瓶中液體呈現淡黃色時為止。
9. 再加入 2 cm<sup>3</sup> 1% 澱粉液，繼續滴定至瓶中藍色剛好消失為止。
10. 以所需硫代硫酸鈉的份量作為指標，可估量各瓶中過氧化氫酶作用之相對速率。

### (9) 受質濃度對酶活性影響之研究

尿素酶存在於細菌、黴菌、高等植物(尤以葫蘆科及豆科植物為多)及某些低等動物中。該酶只作用於一特定之受質，藉 C-N 鍵之水解而將尿素轉化為氨及二氧化碳。硫脲 [CS(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>] 雖亦有同結構之 C-N 鍵，卻不會被尿素酶所水解。



上述反應所析出之氨可藉溴百里酚藍作指示劑而顯示，該指示劑於酸性介質中呈黃綠色，於鹼性中則呈藍色。由於尿素酶在廣泛之酸鹼範圍內(酸鹼值 5 至 10 間)均可維持最適活性，故實驗時，可由酸性範圍開始，而實驗進行中因析出之氨引致溶液酸鹼值提高，亦不會影響該酶之活性。

本實驗研究不同尿素濃度對尿素酶水解尿素為氨及二氧化碳的影響。

### 步驟

#### A. 大豆中尿素酶之提取

1. 量取 1 g 大豆。
2. 將豆浸於 5 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中一日。
3. 將豆置於研钵中，研成漿狀。
4. 加入 25 cm<sup>3</sup> 蒸餾水稀釋。
5. 經四層薄紗布將漿液過濾，隔除殘渣，將過濾液作離心分離五分鐘。離心後之上清液中含有尿素酶，可供使用。

#### B. 尿素濃度對尿素酶活性的影響

1. 將 6 支試管分別標示為 1 至 6。

- 以刻度移液管將溴百里酚藍溶液、2% 尿素溶液及蒸餾水按下表所示份量分別加入各試管中：

試管編號	1	2	3	4	5	6
溴百里酚藍溶液 (cm <sup>3</sup> )	1	1	1	1	1	1
2% 尿素溶液 (cm <sup>3</sup> )	2	1.5	1	0.8	0.5	0.2
蒸餾水 (cm <sup>3</sup> )	0	0.5	1	0.2	1.5	1.8

- 將試管搖勻，然後置於 35°C 之水浴器中約五分鐘。
- 將 0.5 cm<sup>3</sup> 酶提取液分別加入各試管中，立即開始計時。將試管搖勻並立即放回水浴器中。
- 記錄各試管中溴百里酚藍指示劑由黃綠色轉為藍色所需之時間。

### (10) 生物性洗濯粉中酶作用之研究

生物性洗濯粉中含有澱粉酶及蛋白酶。此等酶之存在可藉其對澱粉及牛乳蛋白(酪蛋白)之作用而顯示。

本實驗將使用生物性洗濯粉中的澱粉酶分解瓊脂內之澱粉。將生物性洗濯粉液置於瓊脂上，靜置一段時間，再注以碘液，洗濯粉周圍將出現一圈清晰區，顯示該範圍中瓊脂內之澱粉已被分解。

本實驗亦會使用生物性洗濯粉中的蛋白酶分解瓊脂內之酪蛋白。牛乳瓊脂因含酪蛋白而呈奶白色。將洗濯粉液置於瓊脂上，若洗濯粉含有蛋白酶，則其周圍將出現一圈清晰區，顯示該範圍中瓊脂內之酪蛋白已被分解。

#### 步驟

- 製備三種不同牌子之洗濯粉溶液。
- 取用含澱粉及含牛乳之瓊脂培養皿各一。
- 將木塞鑽孔器鑽孔之一端略為加熱。
- 打開皿蓋，以鑽孔器在瓊脂面上輕壓出四個圓形凹位。儘快蓋回皿蓋。
- 將另一培養皿以上述 (3) 及 (4) 之步驟同樣處理。
- 以滴管將一種洗濯粉溶液注滿培養皿之一凹位，注意勿令溶液溢出凹位外，或將溶液滴在瓊脂面上的其他位置。進行時應儘量縮短打開皿蓋之時間。

- 將另一培養皿以 (6) 之步驟同樣處理，然後徹底清洗滴管。
- 將另兩種洗濯粉溶液依 (6) 及 (7) 之步驟分別注滿兩培養皿中之另兩凹位。
- 再將蒸餾水注滿兩培養皿中之最後凹位。
- 將培養皿放入 35°C 之恆溫箱中 24 至 48 小時。
- 將含牛乳之培養皿置於圖表紙上，再對光審視，量度及比較各凹位周圍清晰區之直徑。
- 將碘液加入含澱粉之培養皿中至能覆蓋瓊脂面為止。一至二分鐘後將碘液倒去，再以自來水慢慢沖去餘下之碘液。
- 將上述培養皿依 (11) 之步驟量度及比較各凹位周圍清晰區之直徑。

#### 含牛乳瓊脂培養基之製備

- 將 2 g 奶粉溶於 20 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中。
- 將 1 g 瓊脂粉加入 80 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中，加熱攪拌至瓊脂粉完全溶解為止。
- 將奶粉溶液倒入仍未冷卻的瓊脂溶液中，攪勻。
- 將冷卻至 45–50°C 之牛乳瓊脂溶液倒入培養皿中，蓋上皿蓋，待其冷卻，凝固。

#### 含澱粉瓊脂培養基之製備

- 將 2 g 瓊脂粉加入 50 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中，加熱攪拌至瓊脂粉完全溶解為止。
- 將 1 g 澱粉加入 50 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中，加熱攪勻。
- 待澱粉液稍為冷卻，然後加入瓊脂溶液中，攪勻。
- 將冷卻至 45–50°C 之澱粉瓊脂溶液倒入培養皿中，蓋上皿蓋，待其冷卻，凝固。

#### 洗濯粉溶液之製備

將約 3 g 洗濯粉倒入試管中，加入 10 cm<sup>3</sup> 蒸餾水，攪勻，靜置備用。

### (11) 鬆肉粉中酶作用之研究

攝影用的黑白負片上之乳劑層乃由銀微粒浸漬於一層明膠(一種蛋白質)內所造成。若將蛋白酶溶液滴於其上，明膠層會被分解而釋出黑色之銀微粒，經沖洗後，膠片上會留下無明膠層之清晰點。



### 步驟

1. 將 1 g 鬆肉粉溶於 2 cm<sup>3</sup> 蒸餾水中。
2. 從已曝光及沖洗過之黑白負片上剪取兩條 0.5 × 3.5 cm 之膠條。
3. 將膠條以膠紙黏附於玻片上，置於放有吸滿水份之濾紙的培養皿中。
4. 將兩滴鬆肉粉液滴於一膠條上，而將兩滴蒸餾水滴於另一膠條上。
5. 將培養皿放入 37°C 之恆溫箱中約兩小時。將膠條取出，用水沖洗。留意膠條上是否形成無明膠層之清晰點。

- 備註：(1) 因黑白負片之種類及來源不同，置於恆溫箱中所需之時間亦各有不同。有些可能需要較長之時間，才能得到較佳之效果。實驗前應先測試所用之負片，以求獲得最佳效果所需之時間。
- (2) 本實驗最宜採用已曝光，經沖洗，及以不含硬化劑之定影液處理之黑白負片。如使用含硬化劑之定影液處理過之黑白或彩色負片，則將膠條置於恆溫箱中所需之時間可能較長，而需用之溫度亦可能較高。

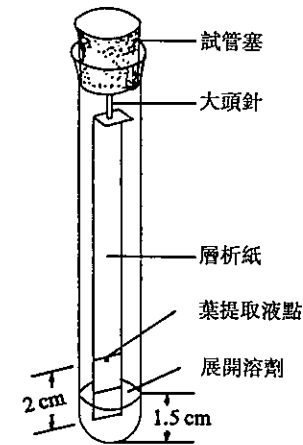
### (12) 以紙色層分析法提取及分離葉內之色素

- 材 料：韭菜葉、水竹草葉或菠菜葉  
提取溶劑：丙酮 / 石油醚 (1:1)  
展開溶劑：丙酮 / 石油醚 (1:9)

### 步驟

1. 剪取一條闊度適中之層析紙，闊度應以可放入大試管中而不會觸及管壁為宜。紙條長度則以剛可浸入管內展開溶劑為宜。
2. 在距紙條下端約 2 cm 處作一標記。
3. 將適量展開溶劑(約 1.5 cm 深)注入大試管中。塞上試管塞令試管內氣化之展開溶劑達至飽和。
4. 葉中色素之提取：
  - (a) 將葉洗淨，以吸水紙將水份吸乾。
  - (b) 將葉切成小片，放入研钵中。
  - (c) 加入提取溶劑，將葉研爛，使成漿液。
5. 以毛細管將葉提取液滴於紙條之標記上，待乾。

7. 重複 (6) 之步驟，使標記上蘊有較濃之葉提取液。
8. 將紙條以大頭針固定於試管塞之下面，放入管內。管內之展開溶劑應浸過紙條之下端而不觸及標記上的葉提取液。



9. 將試管靜置，直至展開溶劑沿紙條上升至約 10 cm 為止。
10. 取出紙條，劃出展開溶劑升達之位置，待乾。
11. 以鉛筆圈出每個色點之位置。
12. 計算各種色素之  $R_f$  值。
13. 由色點之顏色及其在色層譜上之相對位置辨認各種色素。

### (13) 環境因素對光合作用速率的影響之研究

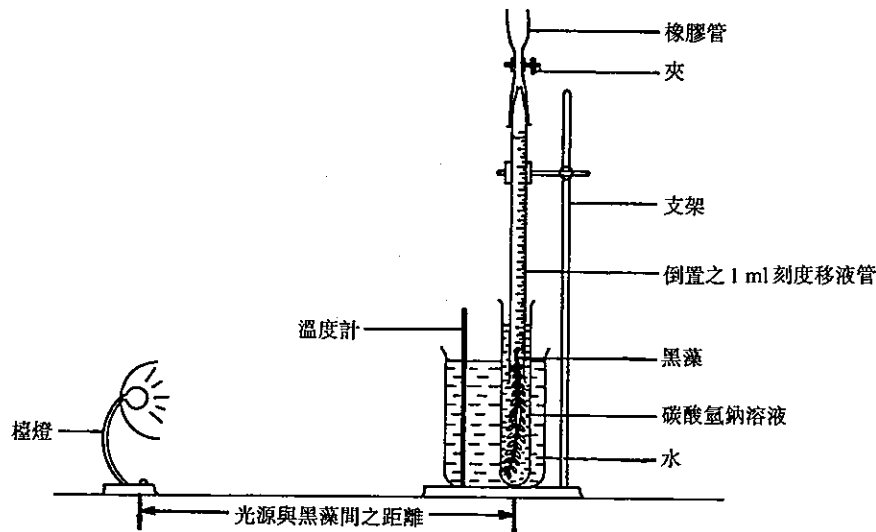
在綠色植物中，光合作用之速率往往受光質、光強度、二氧化碳濃度及溫度等因素所影響。

量度一定時間內所釋出氧之容積，可簡易地估計以上各因素對光合作用速率之影響。

如實驗的目的在研究某一環境因素之影響，則應注意將其他條件保持不變。如有可能，更應將這些條件維持在最適水平，以免產生因該等條件不足而影響光合作用速率之情形。

黑藻及金魚藻等水草均適用於本實驗。在使用前，應將植物在充足光線下照射三至四小時。

下圖顯示本實驗之裝置：



#### A. 研究光質對光合作用速率的影響

##### 步驟

1. 切取一段約 10 cm 長，經充足光線照射之黑藻。將黑藻置於盛有 0.25% 碳酸氫鈉溶液之試管內，令其切口向上。
2. 以紅色玻璃紙裹於試管外。
3. 裝置如上圖。
4. 將試管置於盛有自來水之燒杯中。燒杯中之水可用以維持試管周圍之溫度，故需記錄及經常檢查水之溫度。如水溫過高，則需換水。
5. 將 100 瓦特之光源置於離黑藻 20 cm 處。
6. 稍待約五分鐘，使黑藻適應。
7. 將試管中之碳酸氫鈉溶液吸提入移液管中。將夾子夾緊，然後記錄液面的位置。為避免移液管中之液體下跌，應小心將夾子夾好。
8. 一定時間，如五分鐘後，再記錄液面位置。從而計算出該段時間內所收集氣體之容積。
9. 分別以白色及綠色玻璃紙包裹試管，重複本實驗。

#### B. 研究光強度對光合作用速率的影響

##### 步驟

1. 切取一段約 10 cm 長，經充足光線照射之黑藻。將黑藻置於盛有 0.25% 碳酸氫鈉溶液之試管內，令其切口向上。
2. 裝置如上圖。
3. 將試管置於盛有自來水之燒杯中。燒杯中之水可用以維持試管周圍之溫度，故需記錄及經常檢查水之溫度。如水溫過高，則需換水。
4. 將 100 瓦特之光源置於離黑藻 20 cm 處。
5. 稍待約五分鐘，使黑藻適應。
6. 將試管中之碳酸氫鈉溶液吸提入移液管中。將夾子夾緊，然後記錄液面的位置。為避免移液管中之液體下跌，應小心將夾子夾好。
7. 一定時間，如五分鐘後，再記錄液面位置。從而計算出該段時間內所收集氣體之容積。
8. 分別將光源置於離黑藻 10 cm、30 cm、40 cm 及 50 cm 處，(距離為  $d$ )，重複 (5) 至 (7) 之步驟。
9. 繪一圖表以顯示光合作用速率(單位時間內所收集氣體之容積)與光強度 ( $1/d^2$ ) 之關係。

#### C. 研究二氧化碳濃度對光合作用速率的影響

##### 步驟

1. 以下述各種不同濃度之碳酸氫鈉溶液分別重複上述 B(1) 至 B(7) 之步驟：0.1%、0.15%、0.2%、0.25%、0.3% 及 0.4%。
2. 繪一圖表以顯示光合作用速率(單位時間內所收集氣體之容積)與碳酸氫鈉溶液濃度之關係。
3. 由該圖表中找出從那個碳酸氫鈉溶液濃度開始，收集到氣體之容積不再增加。
4. 以該濃度之碳酸氫鈉溶液重複上述 B(1) 至 B(7) 之步驟，惟使用較強之光度(將光源移近黑藻)或在較高溫之環境下進行。

#### D. 研究溫度對光合作用速率的影響

##### 步驟

在下述各種不同溫度下分別重複上述 B(1) 至 B(7) 之步驟：5°C、10°C、15°C、25°C、30°C、35°C 及 40°C。

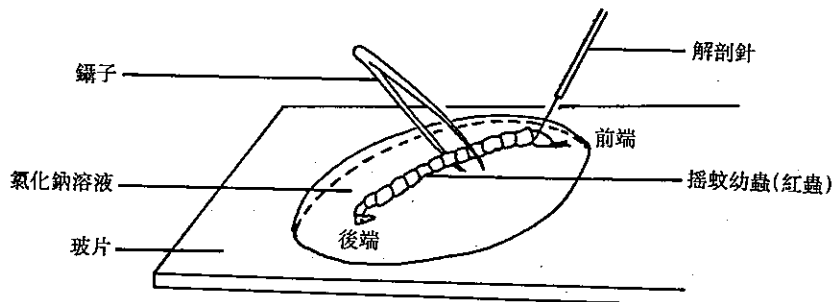
備註：在以上各實驗中，當將實驗條件改變時，均應稍作等待，令植物先行適應，方可讀取讀數。

#### (14) 巨染色體壓片的製作

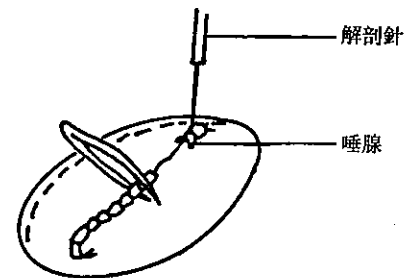
某些昆蟲，特別是搖蚊或果蠅的幼蟲，它們的唾腺染色體非常巨大。若適當地染色，會呈現染色帶。基因互換的數據和染色帶的位置有明顯的相互關係，因此染色帶和個別基因的位點是對應的。

##### 步驟

加一滴水或一滴氯化鈉溶液於玻片上，置搖蚊幼蟲(紅蟲)於其中。用鑷子緊鉗幼蟲，藉着解剖針向下並向前的移動，將幼蟲的頭端拉離身體。



通常唾腺會完整地與頭部一同被拉出。唾腺的結構呈扁平狀，成對附於內臟前端，頗易辨認。唾腺的細胞頗大，細胞核明顯。



置一滴醋酸地衣紅染劑於玻片上，將唾腺放在染劑中二十分鐘，無需覆蓋。若唾腺開始變乾，則需多加一滴染劑，然後蓋上蓋玻片。翻轉玻片，正面向下，放在紙巾上，以食指尖壓於玻片背面，將水份吸乾。然後可用下列步驟壓碎唾腺：把玻片正面向上放於檯上，以左手固定蓋玻片，然後以解剖針的木柄端間歇地壓於蓋玻片上。

#### (15) 根尖壓片的製作以觀察有絲分裂現象

以洋蔥製備之根尖壓片，可研究有絲分裂的各個階段。

##### 洋蔥根尖的製備

1. 選擇一個較大完整無損壞之洋蔥鱗莖。
2. 在水喉下用手指洗刷，除去舊根及泥粒。
3. 選一大小適度之玻璃瓶盛載自來水，將洋蔥放於瓶上，使其莖部浸於水中。
4. 每天換水兩次。
5. 當不定根長至二至三厘米時，剪取前端一至二厘米，浸於新鮮固定液(醋酸酒精)內。應近中午時剪取根尖端，因有絲分裂活動於下午一至二時及晚上十一時至午夜達至最高峰。(注意：根前端一至三毫米為製造切片之原料，切勿廢棄。)將瓶搖勻，轉換新鮮固定液，置於室內 24 至 48 小時。
6. 倒去固定液，加入 70% 乙醇於瓶內，搖勻後倒去乙醇，重覆兩次將瓶注滿 70% 乙醇。

處理後之根尖可作製造切片之用，如不打算於一兩星期內使用則應存於雪櫃內，經固定之根尖於低溫下可保存二至三月。

備註：若溫度太暖，如在夏天時，洋蔥鱗莖可能不會萌發。

### 根尖壓片的製作法

1. 把一根尖放在一清潔之玻片上，然後剪下前端一至三毫米，棄去其餘部份。
2. 在玻片上加一滴醋酸地衣紅染劑，用鑷子挾取根端放於染劑中。
3. 用一扁頭針及一狹窄之解剖刀，將根端撕成若干碎粒。
4. 將碎粒壓成漿狀，若需要可加多一滴染劑，但避免過多。
5. 流去多餘之染劑，以免損失玻片上之根細胞。
6. 將蓋玻片放置於已壓碎成漿之根細胞上，用鉛筆頂上擦膠或解剖針的木柄端輕輕壓下，使根細胞平均地散佈於玻片上。
7. 將玻片放於一盛有沸水之燒杯上或酒精燈上加熱，直至蓋玻片邊之染劑開始乾涸。
8. 將玻片移離燒杯，然後放於一疊吸水廁紙中將細胞再度壓平，這樣可吸去蓋玻片之多餘染劑，並使分裂中之細胞之染色體平展。

注意：(a) 切勿用力過猛以致壓破玻片。

(b) 在輕輕地把細胞壓平時，必須保持蓋玻片之原有位置不變，否則根細胞便會損壞。

9. 玻片若不密封只可用十五至三十分鐘，不久便會變壞，若用指甲油加以密封則可以保留用至二至三天之久，存放後本來之染色會加深。
10. 進行觀察所製備玻片時，需用適當的光度，而用綠光更為有效。較佳的根尖壓片，可用油鏡觀察。
11. 上述方法不需將新鮮材料固定。另一方法則將材料放在卡諾依氏固定劑 (Carnoy' fixative) 中 24 小時。已固定的材料再放入 HCl + 醋酸間苯二酚藍染劑中，加熱五分鐘以染色。氫氯酸的作用是把組織浸軟，使染劑較易滲入。若使用未經固定的材料來製備根尖壓片，染色體會膨脹而呈現疏鬆狀。其體積增大，甚至數目有時也會好像變成雙倍。教師在解釋這個現象時，便需留意。

### 試劑

#### 1. 醋酸酒精

冰醋酸 一份  
無水乙醇 三份

(在使用前將以上兩種化學藥品混合。)

#### 2. 醋酸地衣紅染劑(1% 溶液溶於45% 醋酸中)

- (a) 將 1 g 地衣紅加入燒瓶中。
- (b) 加入約 55 cm<sup>3</sup> 沸水將染料溶解。
- (c) 加入 45 cm<sup>3</sup> 冰醋酸，搖勻。
- (d) 將溶液過濾後，貯於深色玻璃瓶中，置於雪櫃內備用。

#### 3. 卡諾依氏固定劑

冰醋酸 一份  
氯仿 一份  
無水乙醇 一份

#### 4. 醋酸間苯二酚藍染劑

間苯二酚藍 0.2 g  
地衣紅 3.3 g  
冰醋酸 100 cm<sup>3</sup>

(用前把兩滴 1M HCl 加入盛滿染劑的錶面玻璃中)

### (16) 遺傳篩選及遺傳諮詢

先天性缺陷指妊娠期內發展而形成的結構上或化學上的異常而言。這類異常可以是遺傳或非遺傳的。某些先天性缺陷是由於環境因素影響發育過程而產生的，例如：婦女在妊娠最初三個月內如染患風疹(俗稱德國麻疹)，她的子女則極有可能會有先天性缺陷。但是，很多其他先天性缺陷都是由於單基因突變(例如鎌狀細胞性貧血、6-磷酸葡萄糖脫氫酶(G6PD)缺乏症及苯丙酮酸尿症)，或因染色體數目不正常(例如唐氏綜合症)而產生的。

#### 唐氏綜合症

唐氏綜合症患者會有獨特的外貌，及不同程度智能上的障礙。這種遺傳病是由於體內多了一條常染色體而產生的。在卵細胞的形成過程中，第 21 對染色體進行減數分裂時沒有分離，因而產生具 24 條染色體的卵細胞。這種卵細胞與正常精子結合，則產生具 47 條染色體的個體。唐氏綜合症在遺傳學上的名稱是第 21 對染色體三體性。

唐氏綜合症並非罕有，它的發生率為活產數目的 0.1–0.2%。但是這個發生率會隨產婦的年齡而顯著增加。

產婦年齡	估計發生率 (唐氏綜合症患者數目 / 活產數目)
20	1/2000
25	1/1200
30	1/900
40	1/360
45	1/30
50	1/12

下列的子宮診斷技術可以用來及早探測胎兒會否發育成為唐氏綜合症患者。因為她們產下唐氏綜合症兒童的機會很大，接受這類染色體畸變產前檢驗的，多數是35歲以上的產婦。

#### (1) 羊膜穿刺術

這種診斷技術利用長針，穿刺孕婦的下腹、子宮壁而到達子宮腔，再用針筒抽取胎兒周圍的羊水樣本。進行時，可以用超聲波掃描來確定長針及胎兒的位置。把懸浮在羊水中胎兒皮膚的活細胞在實驗室中培養二至三星期後，就可用培養出來的細胞來檢定胎兒有沒有唐氏綜合症這種遺傳畸變。

#### (2) 絨膜絨毛抽樣檢驗法(CVS)

這種診斷技術利用窄管穿過陰道，進入子宮，吸取絨膜絨毛上的胚胎組織樣本。進行時，可以用超聲波掃描來幫助引導管端接觸絨膜絨毛。由於絨膜絨毛細胞已在分裂中，可以直接進行檢驗，通常可在二十四小時內得到結果。

雖然本方法引致小產或感染的危險性較高(1-2%)，但它的優點是能在妊娠較初期時進行。本法可在妊娠後10至12星期(甚至早至第八星期)進行，唯羊膜穿刺術則需在妊娠16至18星期後方可進行。

上述的診斷技術，可以幫助家長知道胎兒會發育成為唐氏綜合症患者的機會有多大。而家長亦可據此決定是否需要中止妊娠。家長們往往在作出這種決定時感到十分困難。有些人認為中止胚胎的自然發育成長十分不道德，但亦有人認為有嚴重缺陷的兒童，對他們自己及他們的家長都會帶來痛苦，因此，不應將這些有缺陷的嬰兒生下。

## 苯丙酮尿症(PKU)

苯丙酮尿症是一種稱為先天性代謝缺陷的遺傳性疾病。患者屬隱性純合型，其肝細胞不能製造將苯丙氨酸變成酪氨酸的酶，因此，苯丙氨酸(一種在乳類食物中含量豐富的氨基酸)會在體內積聚，導致腦發育受損。另外，肌肉及軟骨等器官或組織亦不能正常地生長。

患有此症的嬰兒在妊娠期時，可以從母體獲取足夠的酶來防止苯丙氨酸的積累。因此他們在剛生下時是健康的。但若不能被探測為患有苯丙酮尿症而加以治療，他們慢慢便會變成智力遲鈍及行動緩慢。

患苯丙酮尿症嬰兒的血液含高濃度的苯丙氨酸，他們的尿液中亦會出現苯丙酮酸這類異常化合物。因此，可以檢驗血液或尿液，從而診斷嬰兒是否患有苯丙酮尿症。被診斷為患苯丙酮尿症的嬰兒，需從出生後就以缺或低苯丙氨酸食物來養育。直至九歲時，腦部已經完全發育，就可以停止食用這種特殊食物。可是，患有苯丙酮尿症的婦女在妊娠後則仍需以這種特殊食物為膳食，否則她們血液中的高濃度苯丙氨酸會損害成長中胚胎的腦部。因此，所有患有苯丙酮尿症的女性，不但在嬰兒期及兒童期時需要小心加以照顧，在整個生殖期中亦一樣需要。

苯丙酮尿症是一種罕見的遺傳病。在全球人口中的發生率僅為二萬五千分之一(0.004%)。但本症在歐洲及美國則較為普遍(其發生率約為萬分之一)。若能及早診斷，則PKU患者可以成功地被治療。美國很多州都有廣泛的PKU篩選計劃，對所有初生嬰兒的血液進行常規檢驗，以檢定那些嬰兒的血液中含高濃度的苯丙氨酸。

## 6-磷酸葡萄糖脫氫酶(G6PD)缺乏症

G6PD缺乏症是一種常見的先天性代謝缺陷，患者超過一億人。G6PD基因位於X染色體，這個基因是高度多態的，至今已知它的等位基因超過三百。G6PD缺乏症患者會有不同程度的溶血性貧血。因為患者的紅血球缺乏G6PD，多種藥物(例如抗瘧藥、磺胺、硝基呋喃、退熱劑、止痛劑及碘)都會引致他們的紅血球發生溶血現象。缺乏G6PD亦會引致蠶豆病。病者在食下蠶豆或吸入這類植物的花粉時，就會引致急性貧血。

在香港，G6PD缺乏症相當普遍；本港出生的男嬰中，本症的發生率為4.5%。以往，在中學理科的溶點實驗中，曾經使用茶來進行實驗。但因本地男學童不少均患有G6PD缺乏症，而當他們接觸茶時，會引致溶血性貧血。因此，現在中學已停止使用茶來進行該等實驗。

醫務衛生署於一九八三年推出一項新生嬰兒篩選計劃，使患有 6-磷酸葡萄糖脫氫酶缺乏症的幼兒，能盡早獲得診斷。現時，所有在本港出生的嬰兒，包括在私家醫院出生的，均納入這個初生嬰兒篩選計劃服務範圍內。

### (17) 重組 DNA 技術於生產人類胰島素上的應用

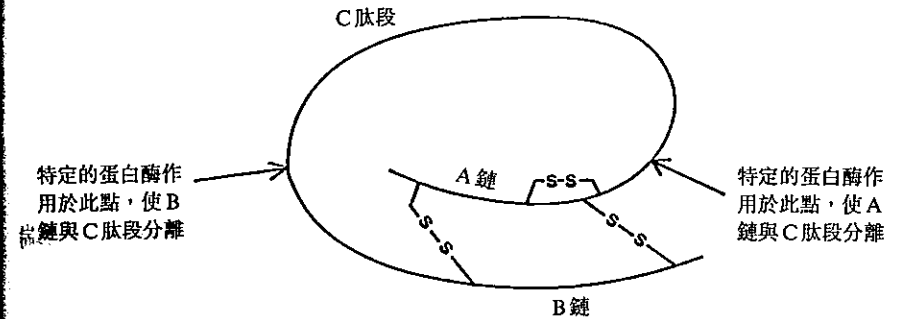
糖尿病是一種與碳水化合物不正常代謝作用有關的疾病，致使較少葡萄糖能進入細胞內以供細胞之用，導致血液中的葡萄糖濃度增高。糖尿病有兩類。其一是非胰島素制約糖尿病，這類較為常見(約佔 80%)，症狀亦較為輕微。患者多為中年人或老年人，而且與肥胖有連帶關係。這類糖尿病患者並非由於缺少胰島素的分泌，相反地，其體內胰島素之量如常人一般，或甚至更多。然而患者之細胞膜表面由於缺乏足夠識別胰島素的受體，因而對胰島素的反應下降，引致葡萄糖不能如常地進入細胞和被細胞利用。治療這類糖尿病的方法，是患者不用注射胰島素，而只需限制他們飲食中碳水化合物的含量，或使他們服用抗糖尿病劑，藉以降低血糖含量。

另一類糖尿病為胰島素制約糖尿病。患者比例較少(約佔 20%)，而症狀則較為嚴重。患者年歲一般在二十歲或之前，病因是其胰臟中專責製造胰島素的  $\beta$  細胞失去功能。治療的方法是注射胰島素；如果不接受治療，往往會導致患者死亡。

八零年代前，治療胰島素制約糖尿病的方法是替病患者注射從牛隻或豬隻胰臟中提取的胰島素。這類胰島素和人體內的胰島素分子結構極之相似，例如豬的胰島素只與人類胰島素相差一個氨基酸。可是，這個細微的差異已足以使人體內的防禦機制辨認出豬的胰島素為一種外來物質，因而產生相應的抗體，從而引發一些不良的副作用。從八零年代開始，利用重組 DNA 技術所合成的人類胰島素，就愈來愈廣泛地應用於治療糖尿病方面。

每一個胰島素分子是由兩條多肽鏈所組成，而這兩條多肽鏈則由兩個二硫鍵連繫着。其中一條稱為 A 鏈的肽鏈，是由 21 個氨基酸組成，另一條稱為 B 鏈的，則由 30 個氨基酸組成。在胰島素的合成過程中，這兩條肽鏈並不是單獨個別地合成，而是衍生自一條稱為胰島素原的多肽鏈前身。人

類胰島素原(見下圖)是由 86 個氨基酸所組成，它的首 30 個氨基酸會形成胰島素的 B 鏈，而其最末的 21 個氨基酸則會形成 A 鏈。它們之間是一段由 35 個氨基酸所組成的 C 肽段。當胰島素原分子摺疊時，C 肽段會使其 A 鏈



類胰島素原(見下圖)是由 86 個氨基酸所組成，它的首 30 個氨基酸會形成胰島素的 B 鏈，而其最末的 21 個氨基酸則會形成 A 鏈。它們之間是一段由 35 個氨基酸所組成的 C 肽段。當胰島素原分子摺疊時，C 肽段會使其 A 鏈

### 利用重組 DNA 技術製造人類胰島素

#### A. 人類胰島素基因的製造

一般使用以下兩個方法：

##### (a) 製造與人類胰島素中信使 RNA (mRNA) 互補的 DNA 片段 (cDNA)

從人類胰臟的  $\beta$  細胞中提取胰島素 mRNA，將之純化。通過一種酶(逆轉錄酶)的作用，便可以從這些 mRNA 製造互補 DNA (cDNA) 單鏈，然後再加以複製，形成雙鏈的 DNA 分子，此法可獲得製造胰島素原所需的 DNA 片段。

##### (b) 在體外用化學方法以核苷酸合成所需的基因

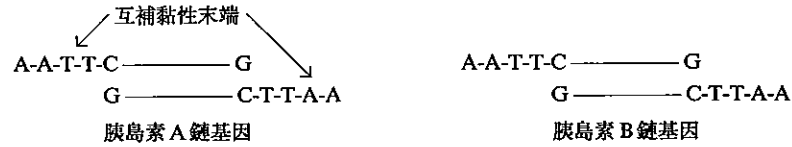
由於人類經已得知胰島素中 A 鏈及 B 鏈上氨基酸的順序，於是就可以推測出製造這兩條多肽鏈所需的 DNA 分子上核苷酸的順序。按照這個順序將核苷酸依次連接，就能合成所需的基因。

上述兩種製造人類胰島素基因的方法，雖然都可用以製備胰島素，但是製備胰島素過程中的技術細節卻會因 DNA 的製法不同而有所不同。

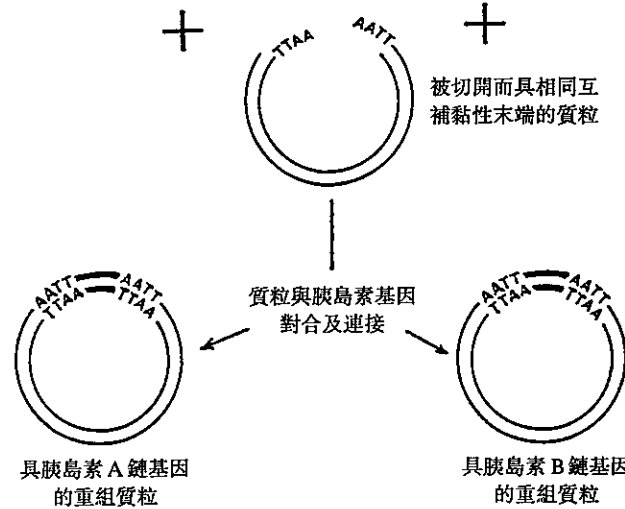
以下論述如何利用 (b) 法取得的 DNA 分子來製備胰島素，藉以說明重組 DNA 技術的原理。

## B. 人類胰島素基因與載體的連接

首先把以 (b) 法製得的胰島素 A 鏈和 B 鏈的基因分別與一個細菌控制系統 (*lac* 操縱子) 連繫。然後，在 DNA 分子的兩端接上具互補性鹼基順序的單鏈‘黏性末端’。

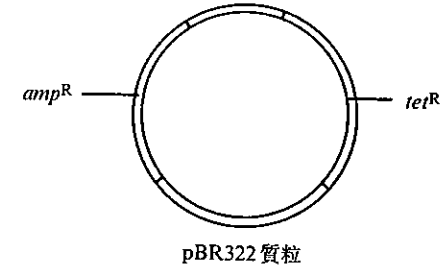


用一種酶(限制性核酸內切酶)將作為載體的質粒切開，使質粒的兩端都具有和所製造的人類胰島素基因相同的黏性末端。



將質粒和合成的胰島素基因在一個利於使互補鏈結合的條件中混合。由於該兩 DNA 分子都有相同和互補的黏性末端，通過它們的鹼基配對，人類胰島素基因就可藉此而嵌入質粒中，再用一種酶(DNA 連接酶)將 DNA 分子連接，而製成一個內含人類基因的重組質粒。經此過程後，一些重組 DNA 質粒內含有製造人類胰島素 A 鏈的基因，而另一些質粒內則含有製造 B 鏈的基因。

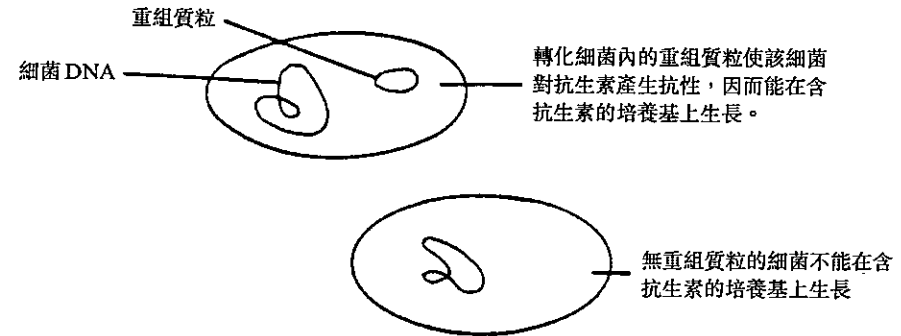
備註：質粒為細小的雙鏈環狀 DNA 分子，存在於多類細菌中，並能在細菌細胞間自由地轉移。有一類質粒，R 質粒(例如 pBR322)屬抗藥性質粒，能使宿主細菌細胞對抗生素產生抗性。在某些情況下，這些質粒的複製過程比宿主細菌細胞的染色體複製過程更快，而使宿主細菌細胞中 R 質粒複製體的數目多至數百。當質粒進行複製時，經重組 DNA 技術嵌入質粒中的外源基因亦會同時複製。



檢索：amp<sup>R</sup> = 抗胺苄青黴素基因  
 tet<sup>R</sup> = 抗四環素基因

## C. 將重組 DNA 質粒導入宿主細菌細胞中

常用的宿主細胞為大腸中的 *Escherichia coli*。方法是將質粒和 *E. coli* 在試管中混合，重組 DNA 質粒便會通過轉化作用而進入一些細菌體內，這些含有重組質粒的細菌稱為被轉化細菌。



## D. 選擇內含所需 DNA 片段的細菌

將細菌植於培養皿中的營養瓊脂上，令其生長。瓊脂中應加入抗生素，這樣便只容許已被轉化的細菌在其上生長。細菌因分裂形成菌落，每個菌落均為一由數百萬個完全相同的細胞所組成的純系。

利用特殊的方法，可以鑑定出那個純系的細菌有製造胰島素 A 鏈的基因，那個有製造 B 鏈的基因。將這兩個純系分離，純化，再在培養液中培養。將細菌中的蛋白質合成機制啟動後，人類胰島素 A 鏈和 B 鏈便會在細菌內合成。

胰島素的 A 鏈及 B 鏈經提取及純化後，便在特定的條件下使之混合。這些條件能容許二硫鍵在兩鏈之間正確地形成，而生成具生物活性的人類胰島素分子。〈二硫鍵可在 A 鏈及 B 鏈間之多處位置形成，但只有在兩個特定的位置上形成時，方能使 A 鏈和 B 鏈正確地連繫而產生和人類胰島素完全相同的蛋白質分子。〉

備註：現今，有另一製造人類胰島素的方法，此法乃改變豬的胰島素中之氨基酸順序，使之與人類胰島素結構完全相同。該法過程簡單，成本低廉。這種經化學方法改變的豬胰島素已被用以治療胰島素制約糖尿病的患者，成效頗高。

## (18) 遺傳工程的應用

### A. 具特殊用途的人類蛋白質的製造

使用經遺傳工程處理後的細菌大量生產有商業價值的人類蛋白質，現今已非常普遍。以前人類蛋白質的製造，只能勉強達到可測知的水平，但現在於大腸桿菌中合成的人類蛋白質較由該菌生產之全部蛋白質的百分之十還要多。但細菌所產生的蛋白質鏈的一端經常留有甲硫氨酸，所以現在較多使用哺乳動物及酵母菌的細胞作為人類基因的宿主，進行人類蛋白質的製造。下表列出經遺傳工程處理後的生物所製造的一些蛋白質及這些蛋白質可能的用途。

<u>人類蛋白質</u>	<u>可能的用途</u>
胰島素	治療糖尿病
生長激素	促進生長
干擾素	抑制病毒、腫瘤及發炎
凝血因子 (VIII 及 IX)	治療血友病

### B. 生產有商業價值的產品

人類已長期利用微生物製造有商業價值的產品；例如，抗生素、食物、酒精、維生素、氨基酸及酶等。定向地改變及控制這些微生物的基因，可改善這些產品的製造速率、效能，更能降低成本。

試舉一例，利用重組 DNA 技術可提高酵母菌在發酵器內大規模產生乙醇的效能。該技術可使酵母菌細胞

- (i) 在發酵液內令乙醇的份量由現時最高的百份之十三至十四增加到百份之二十或以上；
- (ii) 不需限於室溫或 37°C 下進行發酵作用及產生乙醇，而在 60°C 下亦可進行；及
- (iii) 能將廉價原料(例如廢木料、麥桿或加工後的甘蔗廢料等)發酵來產生乙醇。

### C. 疫苗的製造

重組 DNA 技術在應用方面最成功的例子是疫苗的製造，尤以對抗病毒的疫苗為然。傳統的疫苗接種是把經減毒或已死的病原體注入動物體內。這些病原體不會致病，但其抗原一樣會有效地刺激抗體的產生。這類疫苗接種亦有其危險性。若該種疫苗偶然變成毒性，受接種的人或動物便會因而得病。因製造疫苗時需要培養大量病原體，工作人員便要面對感染該等疾病的潛在危機。而且，因病毒須在動物活細胞內培養，所以製造這些疫苗的成本非常昂貴。

利用重組 DNA 技術可以製造較為廉宜及安全的疫苗。其中一個方法是把經分離的抗原基因植入細菌體內，細菌進行無性繁殖而複製該等基因。從這些細菌中提取的純淨抗原可用作疫苗。這些疫苗只含有抗原，所以並無被毒性病原體污染的可能性。另一方法是利用定點誘變的技術使病原體變成無害。這種技術包括分離及使某特定基因產生突變，然後把該基因植入病原體中。經上述方法處理後，該等生物便會喪失致病能力，但仍能引起免疫反應，而引致抗體的產生。

一些商業生產的疫苗包括防止牛隻口蹄疫、乙型肝炎(參閱教師參考資料第 28 項)、疱疹、狂犬病及霍亂等疾病。

### D. 遺傳缺陷的診斷及治療

在目前大部份有關重組 DNA 工作的目的在於取得所需的 DNA 片段，並使其份量足以供進一步研究之用。其中一項在臨床上的用途是診斷遺傳性疾病，如鎌狀細胞性貧血症、地中海貧血症等。把 DNA 從病人的白血細胞中提取出來，加以消化，再利用凝膠電泳法把消化後的 DNA 片段分離。利用重組 DNA 技術可複製出帶有放射性而會產生某種特定遺傳缺陷的基因。這些基因可以用來測試病人是否具有該種遺傳缺陷。將這些基因



加入從病人中分離出來的 DNA 片段，若兩者呈強烈結合的現象，則該病人便可被診斷為具有該缺陷。

將多種遺傳缺陷中的影響基因鑒別出來，並且利用純系法製造相應的正常基因，將這些正常的基因植入病人體中，可以矯正這類缺陷。最適宜用這種方法來矯正的是與骨髓中造血細胞有關的缺陷。例如：矯正 $\beta$ 地中海貧血症，可從病者體中抽取骨髓的造血細胞，利用重組 DNA 技術，將正常 $\beta$ 球蛋白基因植入這些細胞內，再將這些經處理後的細胞移植回病者體內。

#### E. 農業

(a) 氮的含量是農地生產力的一個主要限制因素，其供植物使用形式是硝酸鹽及氨。只有少數微生物、細菌和藍綠藻能夠把大氣中的氮轉化成為可被植物利用的形式。目前科學家正嘗試把固氮 (*nif*) 基因植入小麥、玉蜀黍、米和大麥等穀類植物體內。若試驗成功會對世界糧食產量帶來重大的影響。

(b) 若將能抵抗乾旱、水澇、高溫及鹽土的基因植入有經濟價值的作物中，可使這些作物在惡劣的環境生長，從而使更多荒地得到利用。

#### F. 礦業

利用傳統採礦技術從低質礦中提取金屬，成本非常昂貴。有些微生物能從低質礦及提煉後的廢礦中滲濾出金屬。透過這些細菌的作用，鈾及銅已經可以成功而廉宜地被開採。現在科技更可以利用遺傳工程技術製造一些微生物，它們在滲濾金屬方面的效能比自然界中的同類為高。

#### G. 油的污染

很多微生物，例如假單胞菌可以分解油中的碳氫化合物，但因每種微生物只能分解有限種類的碳氫化合物，所以在清理油污上有兩個方法可供使用：

- (i) 利用混合菌株。這個方法可成功地清除由棄船漏入海中的油污，亦可用以清除水中的油污，從而潔淨食水。
- (ii) 利用遺傳工程現已成功地製出一種『超級細菌』。該菌已具有所有微生物中能分解油中碳氫化合物的基因，但它們的實際效能尚需加以測試。

### (19) 與重組 DNA 技術有關的安全及倫理問題

在重組 DNA 的技術上，大腸桿菌一直都是最常被用作宿主細胞的細菌。這種細菌生存於人的腸臟內，和人有共生的關係，所以科學家及一般人都擔心下述這個可能性：意外地製造了一種致病能力極高的重組大腸桿菌純系，又不慎地讓這些細菌釋出實驗室外，而引起一種無藥可治的流行病。

在進行重組 DNA 研究工作時，科學家已經知道他們有能力製造出一些從未有過的生物。這個情況令科學家甚感憂慮。在一九七五年，科學家召開了一個有代表性的國際會議來商討管制研究工作的條例。會議後，分別在美國及英國成立了 Recombinant Advisory Group (RAG) 及 Genetic Manipulation Advisory Group (GMAG)，為未來有關重組 DNA 技術的實驗作出指引。

科學家同意利用兩種控制措施來加強安全，這兩種措施分別是物理密封裝置法及生物密封裝置法。物理密封裝置法是第一線的安全措施。為防止微生物釋出實驗室外，有關實驗應在有安全保護的環境下進行。科學家已將有關實驗的危險度分為最低、低、中及高四類。這四類實驗分別在稱為 P1、P2、P3 及 P4 的具特別設施的實驗室內進行。

危險度最低的實驗是涉及來自微生物之 DNA 在正常情況下與大腸桿菌進行基因交換。該等實驗可以常用的微生物操作技術進行。危險度最高的實驗則包括了使用靈長類動物 DNA 或含有害基因的動物病毒 DNA 的實驗。該等實驗應在特別設計的實驗室內進行，而這些實驗室與製造神經毒氣和生物武器的實驗室有相同的安全設施。

除了使用物理密封裝置法外，重組 DNA 的研究工作對所使用的宿主細菌及載體均加以特別處理。經處理後的宿主細菌及載體不能在實驗室外的任何環境下生存。[備註：若需獲知有關物理密封裝置法及生物密封裝置法較詳盡的資料，可參看由 The Department of Health and Human Services of the United States of America 頒佈的 National Institute of Health (NIH) Guidelines for Research Involving Recombinant DNA Molecules。]

因重組 DNA 技術的研究不斷進步，研究的經驗不斷增加，公眾對於這個新科技的恐懼感亦逐漸消滅。雖然有關機構對於此等研究的控制已略為放鬆，但科學家如欲進行重組 DNA 的工作，仍需得到有關安全委員會的批准。一九八四年 GMAG 被 Advisory Committee on Genetic Manipulation (ACGM) 代替，ACGM 的主要工作是向英國政府匯報與遺傳工程有關的潛在危機。

雖然已經有了上述的監察機構，但是，讓經遺傳工程處理後的生物釋出自然環境中所會引起的後果仍然受到人們關注。有時，釋出的生物會對人類的生命構成威脅，如果不慎讓對抗生素有抗性的質粒併入能引起嚴重疾病的病原體中，後果不堪設想。有時，正面的措施卻會因處理不當而帶來負面的效果。試設想，經遺傳工程處理用以分解油污的細菌，在成功地清除油污後，卻在油井或內燃機內生長，結果將會如何？話雖如此，將這些新生物引入自然環境中的後果並非如此令人氣餒。一種能對為害作物的毛蟲加以毒害的病毒及一種能將作物被凍壞的程度減低的細菌，均經遺傳工程處理後，在嚴密監管下被引入自然環境中使用。這些例子說明了這類新生物帶來的後果是何等深遠。正因如此，人類也就無可避免地要對這類新生物對生態系所能產生的影響小心地加以評估了。

在重組DNA研究工作中，安全並不是唯一的問題，其他更具爭論性的包括與哲學、社會和倫理有關的問題。例如，人類是否有權創造一些在自然界中不存在的生物？我們是否需要承擔為了滿足人類的一些要求而在地球上製造出新的生命形態的責任？我們需要將遺傳工程這種科技發展到甚麼地步？人類應否控制自己未來的演化？目前我們已經能夠利用重組DNA技術來醫治地中海貧血症，若將來可以利用重組DNA技術去治療社會反叛性行為時，我們會否進行這種治療？決定實驗是否合乎倫理及安全要求的權力又在甚麼人身上？

## (20) 示範高溫及化學藥品對細胞膜可透性的影響

本實驗最宜以甜菜根為實驗材料。甜菜根的細胞中含有一種稱為花青苷的紅色色素，位於細胞中央的大型液泡內。若細胞膜及液泡膜均保持完整，花青苷會仍然留在液泡內。若細胞膜與液泡膜均被破壞，花青苷便會滲出而使四周的水變成紅色。水中紅色深淺可令學生易於估計不同因素對該等膜結構的破壞程度。

高溫及有機溶劑，如酒精類，可將膜中的蛋白質變性及增加膜中脂類的流性。高濃度有機溶劑可溶解脂類。丙酮、酒精及氯仿等有機溶劑更能嚴重破壞膜的結構。

### A. 高溫

#### 步驟

1. 用木塞鑽孔器從甜菜根中鑽出圓柱狀的組織。
2. 將鑽出的組織切成約3 mm厚的圓塊。
3. 用自來水將圓塊沖洗以洗去由割切時滲出的色素。

4. 將六支試管分別標示為30、40、50、60、70及80，然後用移液管將5 cm<sup>3</sup>水分別加入各試管中。
5. 用水浴器將盛於大試管中的水加熱至80°C。
6. 將五片甜菜根圓塊小心浸入熱水內一分鐘。
7. 小心將圓塊移入標示為80的試管中。
8. 在下列各溫度分別重複(5)至(7)的步驟：70°C、60°C、50°C、40°C及30°C。
9. 將圓塊浸於每一試管內20分鐘。間歇地搖動試管，使色素從細胞內滲出。
10. 將圓塊由各試管中取出。
11. 比較各試管中的紅色深淺。用一個至十個“+”號來代表顏色的相對深淺。

### B. 化學藥品

#### 步驟

1. 用木塞鑽孔器從甜菜根中鑽出圓柱狀的組織。
2. 將鑽出的組織切成3 mm厚的圓塊。
3. 用自來水將圓塊沖洗以洗去由割切時滲出的色素。
4. 取用四支試管，分別加入5 cm<sup>3</sup>氯仿，酒精，石臘油及水。用膠膜封口以防止化學藥品的蒸發。
5. 將五片甜菜根圓塊加入各試管中。間歇地搖動試管。一小時後觀察結果。

- 備註：(1) 氯仿及酒精會破壞甜菜根細胞的膜結構，紅色素便會滲出細胞外。該色素溶於酒精。由於該色素不溶於氯仿，所以會浮於氯仿層上。
- (2) 石臘油及水不會破壞細胞的膜結構。
- (3) 丙酮及氯仿具揮發性及對人體有害。教師應囑學生在使用時避免吸入該等化學藥品的蒸氣。
- (4) 丙酮及酒精易燃，使用時切勿接近火焰。

## (21) 示範質壁分離現象

當細胞的水潛能比其周圍溶液的水潛能為高時，水份會藉滲透作用透過質膜而離開細胞，原生質體便收縮而與細胞壁分離。該現象稱為質壁分離。

當將處於質壁分離狀態下的細胞置於水中時，細胞便會回復原狀。所以質壁分離是一種可逆的過程。

#### 步驟

1. 從紫萬年青或水竹草的葉上剝下一小片下表皮。
2. 將該下表皮以水裝片，在顯微鏡下找尋內含色素的完整細胞。
3. 以灌洗法，將0.4M的蔗糖溶液吸進玻片中，代替清水。
4. 在進行時，觀察該等細胞中質壁分離的現象。
5. 再利用灌洗法，以清水重新換去蔗糖溶液，再次觀察質壁分離復原的現象。

### (22) 初始質壁分離時的滲透潛能之測定

將葉表皮樣本(例如水竹草)置於一系列不同濃度的溶液內，使其與周圍溶液達到平衡，目的是找出那個溶液會導致初始質壁分離的現象，就是原生質體剛收縮至剛從細胞壁分離的階段。

在初始質壁分離時，細胞的壓力潛能等如零，而細胞的滲透潛能與和它達致平衡的周圍溶液的滲透潛能相等。實際上，初始質壁分離不能在顯微鏡下觀察。在同一組織內各細胞的水潛能不同，有些細胞在較稀的溶液內便會達致質壁分離。所以當一半(50%)細胞已有質壁分離的現象時，我們便可假設組織內的細胞都處於初始質壁分離的階段。若這假設正確，則組織的滲透潛能與令組織中一半細胞有質壁分離現象之溶液的滲透潛能相等。

#### 步驟

1. 利用0.5M蔗糖溶液及蒸溜水，依下表製備下列摩爾濃度溶液：0.5M、0.4M、0.35M、0.3M、0.25M、0.2M、0.15M、0.1M及0.0M，並將溶液搖勻。

蔗糖溶液的摩爾濃度(M)	0.5	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1	0.0
0.5M蔗糖溶液容積(cm <sup>3</sup> )	10	8	7	6	5	4	3	2	0
蒸溜水容積(cm <sup>3</sup> )	0	2	3	4	5	6	7	8	10

2. 把溶液注入已標示的培養皿中。
3. 每一培養皿中，各放入一片葉表皮，靜置三十分鐘。
4. 從0.5M蔗糖溶液中取出葉表皮，放於玻片上相同濃度的蔗糖溶液中。蓋上蓋玻片，在顯微鏡下觀察。
5. 利用低倍物鏡，選擇一個適當的範圍，轉用中倍或高倍物鏡。記錄所見之首一百個細胞有否質壁分離的現象。若細胞內的原生質體有任何脫離細胞壁的情況，均應被視作有質壁分離現象。
6. 將其他濃度蔗糖溶液中的葉表皮取出。分別重覆(4)及(5)之步驟。
7. 從細胞總數及有質壁分離現象的細胞數目中，計算各溶液內有質壁分離現象的細胞之百分率。
8. 以有質壁分離現象細胞的百分率為縱軸，蔗糖溶液的摩爾濃度為橫軸，繪一圖表。
9. 從圖表中，讀出能使50%的細胞進行質壁分離的蔗糖溶液濃度。

備註：紫萬年青及洋蔥亦適用於本實驗。當使用不同的植物材料時，教師可能需要調校實驗開始時所使用的蔗糖溶液之濃度。

### (23) 以馬鈴薯組織的長度或重量之改變測定水潛能

植物組織中的水潛能可根據以下的原理測定：將植物組織浸於某一摩爾濃度的溶液內。若組織內的水份沒有增加或減少，則植物組織的水潛能與周圍溶液的水潛能相等。

#### A. 藉長度的改變來測定

#### 步驟

1. 在大試管中，以1M蔗糖溶液及蒸溜水依下列濃度分別製備10 cm<sup>3</sup>蔗糖溶液：1M、0.8M、0.6M、0.4M、0.2M及0.0M。將各試管分別標示。
2. 用木塞鑽孔器從馬鈴薯中鑽出同直徑的圓柱體組織。將鑽出的組織切成5 cm長。為避免水份因蒸發而失去，引致組織的水潛能降低，應儘快進行。
3. 在上述(1)之各大試管內，分別放入兩條馬鈴薯圓條，並以膠膜封口。
4. 靜置一小時。

5. 將圓條由各試管中取出，量度長度。以下列公式計算長度改變之百分率：

$$\text{長度改變百分率} = \frac{\text{實驗後長度} - \text{實驗前長度}}{\text{實驗前長度}} \times 100\%$$

6. 求出每一濃度下圓條長度改變百分率的平均值。  
7. 以長度改變百分率的平均值作縱軸，蔗糖溶液的摩爾濃度為橫軸，繪出圖表。  
8. 從圖表中找出不會令圓條長度改變的蔗糖溶液之摩爾濃度。  
9. 該濃度可視為馬鈴薯組織的水潛能。

## B. 藉重量的改變來測定

### 步驟

1. 重覆 A(1) 及 A(2) 的步驟。
2. 將每一圓條切為六塊厚度相近的圓塊。將每組的六塊圓塊放在一張濾紙上。
3. 秤取每組圓塊的重量。
4. 將每組圓塊分別放入一支有標示的大試管中。以膠膜封口。
5. 靜置一小時。
6. 取出圓塊，以濾紙將多餘的液體輕輕吸去。再次秤取每組的重量。
7. 以下列公式計算重量改變之百分率：  

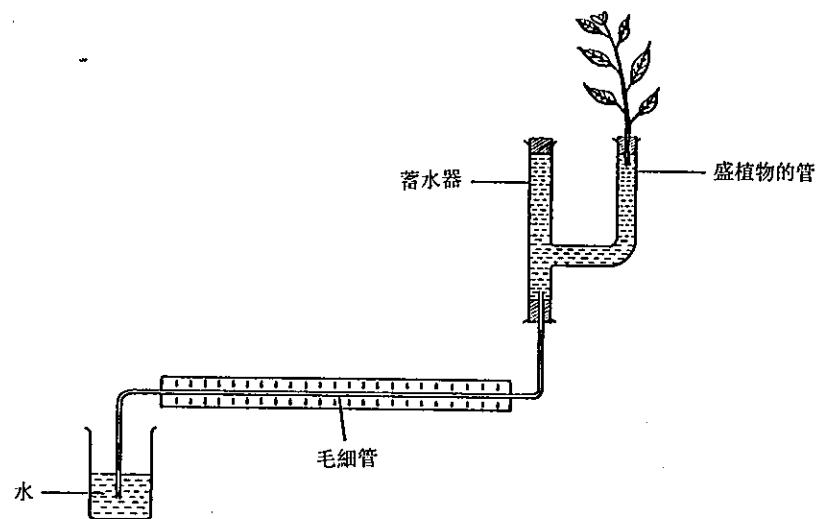
$$\text{重量改變百分率} = \frac{\text{實驗後重量} - \text{實驗前重量}}{\text{實驗前重量}} \times 100\%$$
8. 以重量改變百分率作縱軸，蔗糖溶液的摩爾濃度為橫軸，繪出圖表。
9. 從圖中找出不會令圓塊重量改變的蔗糖溶液之摩爾濃度。
10. 該濃度可視為馬鈴薯組織的水潛能。

## (24) 以蒸騰計量度蒸騰作用的速率

下述為一簡單實驗，示範如何利用達爾文氏 (Darwin's) 蒸騰計量度香港常見植物的蒸騰速率。同時，學生亦有機會利用本實驗去估計不同植物葉面上氣孔的密度，從而評估該等密度與蒸騰速率的關係。

## A. 以蒸騰計量估蒸騰速率

### 步驟



1. 將一塊葉的葉柄或一條帶有葉的枝條的下端浸入水中。在水裏用刀片在葉柄或枝條的底部斜切，讓切面繼續浸於水中。
- (2) 至 (4) 之步驟須在水中進行
2. 將葉柄或枝條穿過蒸騰計塞上的孔。裝置時應儘量使葉處於膠塞或水面上，用刀片再把切面上 1 cm 長的葉柄或枝條切去。
3. 將蒸騰計浸入一盆盛有顏色的水中，直至毛細管、蓄水器和盛植物的管均注滿水為止。
4. 將穿有植物的塞穩裝於盛植物的管上。裝置時應特別留意，確保整個裝置中沒有氣泡存在。
5. 將盛有水的整個裝置由水中取出，並把毛細管的末端浸入燒杯中。進行時應確保並無引入任何氣泡。
6. 將毛細管的末端稍為提離水面，當植物進行蒸騰作用時，空氣會進入毛細管。然後再將毛細管放回水中，使空氣留在管內形成氣泡。
7. 利用測量氣泡單位時間內移動的距離去量估蒸騰速率。繼續量度，直至三個讀數的數值相近為止。
8. 如時間允許，更可利用本實驗去量估不同環境下的蒸騰速率，例如在熾熱燈光直線照射下、在微弱光照下、在快速氣流(可用風扇製成該等氣流)下或在靜止空氣下。

- 用圖表紙求出實驗所用的葉的總面積。
- 蒸騰速率可用單位時間內葉的單位表面面積所能蒸騰之水容積來表示。

備註：(1) 如葉的兩面都有氣孔，計算時應將上下葉面的面積均包括在內。

(2) 此實驗亦可使用 Ganong 蒸騰計。

## B. 估計葉面氣孔的密度

### 步驟

- 在玻片上加水一滴。
- 用針或鑷子在葉面上輕劃一道切痕。
- 用鑷子撕下葉的表皮。
- 將表皮用水裝片，放在顯微鏡下，放大一百倍觀察。選用表皮上一個佔滿視場的部份，計算該部份中氣孔的數目。
- 重覆該步驟三至五次，以求得平均值。
- 以同樣方法求得葉片另一面氣孔數目之平均值。
- 利用已知直徑的銅絲，估計放大倍數為一百倍下視場的面積。
- 計算實驗所用植物之上下表皮氣孔的密度。

備註：(1) 若葉的表皮難以上法取得，可使用指甲油，取其負印模替代。詳情可參閱教師參考資料 1(C) 項。

(2) 適用於本實驗的植物包括大紅花、山指甲、洋紫荊和細葉榕。

## (25) 生物的多樣性

### A. 生命的種類

教師應儘量鼓勵學生透過標本、圖片和野外觀察去認識生物的多樣性。與此同時，教師亦應了解無論學生接觸過的例子有多少，都只是已有記載的一百四十萬生物物種的有限例子而已。另外，據估計，未被記載的生物物種多至為已被記載物種數目的三倍至二十倍。

教師應強調生物形態的多樣性與生物不同生活方式(即生物的生態地位)之關係，由此亦可看到生物多樣性在生物圈中的重要。

十億年來，自然環境使地球上的生物具多樣性。教師亦應教授破壞環境所造成的影響：野生生物作為不發達國家中一項重要而持久的經濟資源；對人類在食物和藥物等方面有重大影響的物種之喪失；以及在人類的管理下失去自然界中的一個部份，與人類失去其他遺產如藝術、語言和成就等同樣重要。

### B. 分類

分類階梯指將生物歸類於一系列連續的層次中，以作分類之用。分類階梯由門、綱、目、科、屬、種等六個層次組成。

## (26) 生物學郊野實習之安全措施

### A. 基本措施

- 實習前一日晚上及當日早上，教師須留意天氣預報。如天文台發出寒流、雷暴或颱風警報，則必須取消活動。
- 學生須穿著足夠及適合當時天氣與工作之衣履。
- 學生須攜帶足夠飲品及食物。實習地點附近有供應則除外。
- 前往偏遠地區實習時，應攜帶地圖、指南針及哨子。校方須事前通知警方及家長有關該實習活動之路線及回程時間，並參閱教育署每年初發送各校有關學童校外活動安全措施之通告。
- 郊野活動須在日落前完成。
- 實習組須攜帶急救藥包，內裝膠布、綑帶、太陽膏、碘酒及抗組胺藥膏。有曾接受正規急救訓練者隨隊更好。
- 如攜帶試管、燒杯、藥瓶及培養皿等玻璃器具，應小心避免打碎。離開時，應小心檢查場地，以免遺下，危及遊人。
- 應盡可能利用原有道路，勿另闢捷徑。野外灌木及草叢中，常有蛇蟲棲息。而過度踐踏，更會破壞植被，令土壤易受自然侵蝕。
- 教師不應接納身體不適或已獲豁免體育課之學生參加考察活動。

### B. 考察陸地生境時之安全措施

- 學生應穿著長袖上衣及長褲，以免肢體為植物刺傷。進入樹林時，應戴上闊邊帽，以免頭部及頸部為棲息於樹上之蛇蟲咬傷。
- 野生植物可能有毒。教師須警告學生勿吞食野生植物之果實、種子或莖葉。夾竹桃、白背漆、黃花夾竹桃及鐵海棠等植物之汁液會令皮膚發炎或產生過敏性反應。教師應警告學生勿觸摸此等植物。

3. 教師應警告學生切勿在野外騷擾動物，因野生動物多有毒或帶病菌，人若被咬傷，可能有嚴重後果。
4. 應依循原有道路前進。
5. 進入灌木叢研究或採集標本時，應小心觀察周圍環境。
6. 不應隨便坐在野外石頭或木頭上，坐前應小心觀察坐處。切勿用手搬動石頭或其他野外物體。如有需要，應使用木棍推動。切勿伸手入石洞或樹洞內。
7. 野外動物屍體，可能藏有多種傳染病之病原體，切勿搜集或作近距離觀察。
8. 搜集野生植物種子時，應選擇無病及無蟲害者，以免傳播病蟲害。
9. 採集有刺動植物時，應特別小心避免刺傷。
10. 採集有毒或含有刺激性汁液之植物標本時，應戴上保護手套。
11. 進行土壤分析實驗時，應特別小心，以免為土中動物咬傷。

#### C. 考察海岸生境時之安全措施

1. 教師須緊記潮汐漲退時間，務求在漲潮前及時撤退。
2. 考察隊員須穿著短褲及有坑紋橡膠底帆布鞋。拖鞋及皮鞋皆不適宜。
3. 切勿攀崖、鑽洞穴、游泳或潛水。
4. 考察岩岸生態時，因地面崎嶇及石上常有濕滑海藻，教師應提醒學生在踏上岩石前先用腳輕輕測試。岸上岩石可能不穩，在石上跳躍，易生危險。
5. 考察泥沼及沙岸生態時，因地面濕滑而基質鬆軟，教師應提醒學生在踏步前先用腳輕輕測試，以策安全。

#### D. 考察淡水生境時之安全措施

1. 大雨之後切勿作溪流考察，避免山洪暴發引致意外。
2. 除極淺之池塘及水溝外，教師應視所有淡水生境皆具潛在危險。因溪中水流、水下障礙物及軟滑池底，皆可能引致意外。
3. 學生須穿著短褲及有坑紋橡膠底帆布鞋。
4. 踏足河溪時，應特別小心，提防被水底坑穴或障礙物絆倒。
5. 教師須禁止學生在水深及基底性質不明之池塘或水潭中蹠水或游泳。

### (27) 木糠床養豬法

從前，將禽畜廢物(特別指豬的廢物)沖入河道，往往引致嚴重水質污染的問題。現在，該類污染已立法管制。管制的方法有：收集廢物後加以集中處理；就地將廢物放入某類消化槽中處理；以及用木糠床養豬法防止廢物積聚。

在香港，木糠床養豬法是一種管理廢物的方法，可用以控制豬的廢物。此法採用木糠和細菌酶(或細菌)作為墊料，以迅速分解和穩定在豬欄內豬隻排出的廢物。

該法在日本和台灣已使用數年，而本港則仍在試驗階段。此法特別適合香港使用，因為本港小型豬場的數目頗多，超過80%的豬場飼養之豬隻數目均在200隻以下，因此其他處理豬隻廢物的方法均不合乎經濟原則。

本法使用之糠床墊料需要每星期加以混和一次，同時，每隔10至15天亦需加進新的細菌或細菌酶。此外，更需視情況而加入新的木糠，以維持糠床的厚度。建成後的糠床可重複使用多年，每次飼養一批新豬隻時，只須購買木糠、細菌或細菌酶，費用頗廉。最後，不再使用的糠床可被弄乾而用作堆肥物料。

### (28) 乙型肝炎表面抗原

乙型肝炎是由病毒所引致，該病毒侵襲肝臟，是引致肝硬化的主要原因。在香港每十個人中就有一個是慢性肝炎的帶菌者，感染可因接觸帶菌者的血或體液而引起。

現時尚未有醫治乙型肝炎的有效辦法，而唯一可以對抗該疾病之方法是接種疫苗以防止感染。乙型肝炎的疫苗可由血和遺傳工程技術兩種來源中取得。

由血中取得的疫苗是以受感染病人的血清製成。這類疫苗可能帶有肝炎病毒或其他病原體的危險性，會把疾病傳染給受接種者。另一缺點是這種疫苗的製造量相當依賴受感染者所捐出血液的份量，所以，要大量而廉宜地生產這類疫苗去應付這種世界性的致命傳染病，相當困難。

相反，經遺傳工程技術製成之疫苗相當安全，因為該類疫苗之製造不需要使用感染病人血液。同時，亦可以有效率和迅速地大量生產。製造這種疫苗時，科學家首先將毒性乙型肝炎病毒之遺傳密碼分子拆開；保留

其中無感染力的基因部份，然後重新銜接。這種基因可以刺激受接種者產生免疫反應而不會有染上肝炎的危險。最後再用一些方法將這種基因植入另一生物體內，進行複製。

乙型肝炎病毒只有4個蛋白質，而它的DNA份子由約3200個的核苷酸所組成。科學家已經發現這個DNA分子中一段由678個核苷酸組成的順序負責製造一個有226個氨基酸的蛋白質。這種蛋白質叫乙型肝炎表面抗原(HBsAg)，是組成病毒外殼的物質，該蛋白質可以用作疫苗，引起免疫反應，對抗感染。我們的身體可以辨認出這個表面抗原是一種外源物質，因而產生相應的抗體，將之消滅，這個反應就是疫苗能抵抗感染的基本原理。找出那一段DNA分子是負責生產乙型肝炎表面抗原，在試管中將這種基因純化，此為第一步驟。這基因必須要被嵌入一個載體中，再將載體植入一個能進行繁殖的宿主細胞內，同時，該宿主細胞亦必須能將這基因進行複製。目前常用的載體是大腸桿菌的質粒。重組的質粒會被植入宿主細胞內，這個宿主細胞必須能夠‘閱讀’質粒上的遺傳資料，譯解基因上的密碼，從而集聚需要的氨基酸來製造乙型肝炎表面抗原。可是，由於經遺傳工程技術所產生的蛋白質似乎對它的宿主細胞有毒，引致細胞在未有肯定結果前，經已死亡，所以，用大腸桿菌作為宿主細胞的試驗經已無效。科學家也曾採用哺乳類動物的細胞作為宿主，卻又因技術性的問題而將之摒棄。最後才發現將麵包發酵用的酵母菌*Saccharomyces cerevisiae*可用作為極佳的宿主。但是，問題尚未解決，由於酵母菌在它的生活過程中並不需要外來的質粒，因此這些植入的質粒通常會被酵母菌排斥。現在，通過特別的技術，酵母菌已可成功地被欺騙接受質粒，以及把質粒上的遺傳密碼看成本身的密碼，加以譯解。這種重組酵母菌細胞能讀取及轉譯質粒上的遺傳資料而製造乙型肝炎表面抗原。當第一批重組酵母菌細胞的‘種子’被製成後，便會被儲存於安瓶。每一個這樣的‘種子’都可引起發酵，產生大量所需之抗原。

現在，衛生署已正在實施對乙型肝炎免疫的接種計劃。該計劃的對象包括所有剛出生的嬰兒和常常有機會接觸血液的醫護人員，而所採用的疫苗均由經遺傳工程製造的酵母菌所產生。

## 7. 教學資源

### 甲、建議視聽教材

#### I. 學校已有之教學資源

教師在教授本課程時可運用教育署已派發的下列教材。這些教材在設計專題作業上，亦有參考的價值。

名稱	出版者或作者	年份	類別
A Freshwater Stream Visit—An Ecology Project for Upper Secondary Students	WWFHK & HKASME	1987	教材套
Animals in Man's Home Environment	HKASME	1990	工作紙
Asian Tropical Forests	WWFHK	1990	報告
Climate Change	WWFHK	1990	報告
Saving the African Elephant	WWFHK	1990	小冊子
The Tree Trunk Microhabitat—An Ecology Project for Upper Secondary Students	WWFHK & HKASME	1987	教材套
Wetlands in Danger	WWFHK	1989	報告
山火	WWFHK	1989	教材套
生物多樣性	WWFHK	1989	小冊子
米埔沼澤地理(英文版)	WWFHK	1988	小冊子
米埔沼澤地理(中文版)	WWFHK	1988	小冊子
郊野公園—(1)	WWFHK & HKGA	1990	教材套
郊野公園—(2)	WWFHK & HKGA	1990	教材套
香港自然環境問題辯論大會	WWFHK	1989	教材套
海灘污染	WWFHK & HKGA	1990	教材套
愛滋病	ED	1988	教材套
牆壁生境	WWFHK	1989	教材套
環保智囊—環境保護資訊教材	EPD	1990	教材套

縮寫解釋：ED = 香港政府教育署  
 EPD = 香港政府環境保護署  
 HKASME = 香港數理教育學會  
 HKGA = 香港地理學會  
 WWFHK = 世界野生生物香港基金會

## II. 可供借用的視聽教材

下列各項視聽教材，學校可向教育署輔導視學處視聽教育組申請借用，地址如下：香港銅鑼灣希慎道利園大廈三樓二二八室教育署輔導視學處視聽教育組視聽教材借用處。

縮寫解釋：Col = 彩色

BW = 黑白

f = 半格幻燈膠卷格數

df = 全格幻燈膠卷格數

Pu = 附有普通話旁白

C = 附有粵語旁白

### (1) 十六毫米活動影片

名稱	編號	時間	說明
環境的適應	F1447	18分鐘	Col
海岸及海生動物	F1292	11分鐘	Col
細胞生物學	F1471	17分鐘	Col
細胞生物學：生命的機能	F767	19分鐘	Col
細胞生物學：有絲分裂和去氧核糖核酸	F768	16分鐘	Col
細胞生物學：構造和成份	F735	14分鐘	Col
細胞分裂—有絲分裂及減數分裂	F1277	20分鐘	Col
保護環境：污染危機	F1440	14分鐘	Col
達爾文與天擇論(自然選擇學說)	F769	14分鐘	Col
生態學—讓我生存	F1428	10分鐘	Col
沼澤之生態	F1509	8分鐘	Col
草原之生態	F1510	7分鐘	Col
森林之生態	F1508	8分鐘	Col
生態系及相互作用	F1495	15分鐘	Col
生態系統—相互關係	F1427	7分鐘	Col
未來的能量	F1189	15分鐘	Col
人類的進化	F838	14分鐘	BW
身體的探究：腎臟	F1321	11分鐘	Col
食物鏈	F1541	15分鐘	Col
神經系統	F1140	17分鐘	Col
菌類大觀	F1560	16分鐘	Col
遺傳學：染色體與基因(減數分裂)	F1543	16分鐘	Col
遺傳學：DNA和RNA的功能	F1441	12分鐘	Col
遺傳學：人類的遺傳	F771	14分鐘	Col
遺傳	F256	11分鐘	BW
人之循環系統	F1209	13分鐘	Col

名稱	編號	時間	說明
人之排泄系統	F1210	13分鐘	Col
人的內分泌系統	F1537	16分鐘	Col
人的神經系統	F1536	22分鐘	Col
人類的遺傳	F501	14分鐘	Col
傳染病與抵抗力	F1498	11分鐘	Col
介紹昆蟲	F637	17分鐘	Col
有關細胞之研習	F1238	16分鐘	Col
海潮區裏的生物	F1291	11分鐘	Col
細胞的DNA	F1228	20分鐘	Col
有絲及減數分裂	F1554	17分鐘	Col
廢物之循環利用	F1513	17分鐘	Col
動植物群落及生態演替	F1274	13分鐘	Col
人口生態學	F710	19分鐘	Col
環境污染在香港	F1036	23分鐘	Col
人口與環境的污染	F793	7分鐘	Col
族群	F1494	13分鐘	Col
環境保護問題：人類的自然資源	F1557	11分鐘	Col
雨林(一)	F1528	29分鐘	Col
廢物利用之新展望	F1514	12分鐘	Col
海岸生態	F1448	16分鐘	Col
血液	F1222	16分鐘	Col
細胞—生命的基本單位	F482	11分鐘	BW
認識細胞	F1583	29分鐘	Col
改變中的森林	F549	19分鐘	Col
人的免疫系統	F1582	20分鐘	Col
細菌之分離及其培養	F1385	15分鐘	Col
飛鳥	F324	14分鐘	Col
草原生態系	F1540	13分鐘	Col
土壤與生命	F1544	14分鐘	Col
血液循環	F791	22分鐘	Col
腎臟之功能	F1230	20分鐘	Col
過濾性病毒—生命境界之開端	F1004	13分鐘	Col
生態學是什麼？	F757	11分鐘	Col
樹林生態—植物區系	F1449	14分鐘	Col
沼澤的世界	F552	22分鐘	Col



## (2) 八毫米循環盒式影片

名稱	編號	時間	說明
細胞分裂	Fes213	2分鐘	Col
細胞大小的量度	Fes569	4分鐘	Col
血液塗片的製法	Fes565	4分鐘	Col
塗片及擠壓技巧(一)	Fes358	4分鐘	Col
塗片及擠壓技巧(二)	Fes359	4分鐘	Col

## (3) 幻燈膠卷

名稱	編號	格數	說明
細胞分裂：構造	FS1310	16 f	BW
細胞和組織	FS869	22 f	Col
查理士·達爾文	FS1534	49 f	Col
循環作用	FS654	22 f	Col
植物的分類	FS936	71 f	BW
植物的分類	FS1249	28 f	Col
食物的消化：肝臟的功能	FS673	24 f	Col
環境保護—環境：生物圈	FS3604	41 f	Col
環境保護—環境危機	FS3605	48 f	Col
環境保護—環境保護	FS3506	46 f	Col
進化	FS484	31 f	BW
植物的多樣性	FS3083	60 f	Col
植物與其他生物的相互影響	FS3084	60 f	Col
植物與能量	FS3085	60 f	Col
遺傳，第一部分：遺傳的機制	FS1247	19 f	Col
遺傳，第二部分：孟德爾定律	FS1248	31 f	Col
微生物—人類的敵人：第一部分	FS561	24 f	BW
微生物—人類的敵人：第二部分	FS562	24 f	BW
光合作用—光和葉綠素	FS2848	35 f	Col
光合作用—食物的製成	FS2851	37 f	Col
光合作用—糖與澱粉	FS2849	41 f	Col
污染問題(第一部)城市的空氣	FS3025	62 f	Col
污染問題(第二部)污水和廢物	FS3026	62 f	Col
生存於生態危機中—人口過剩	FS2893	70 f	Col
生存於生態危機中—貧困的人	FS2894	76 f	Col
生存於生態危機中—受污染的行星	FS2892	80 f	Col
生存於生態危機中—能量消耗	FS2895	72 f	Col
血液	FS664	12 f	Col

名稱	編號	格數	說明
生物的進化，第一部分：今日的生物	FS929	32 f	Col
生物的進化，第二部分：生命的前奏	FS930	23 f	Col
生物的進化，第三部分：生命的開始	FS931	36 f	Col
生物的進化，第四部分：海裏的植物	FS932	36 f	Col
生物的進化，第五部分：陸地上的植物	FS933	41 f	Col
生物的進化，第六部分：魚類、兩棲類及爬行類動物	FS1535	49 f	Col

葉的形態	FS2114	38 df	Col
簡單污染實驗—毒霧和對植物生長的影響	FS2584	51 f	Col
簡單污染實驗—空氣污染和肺的組織	FS2585	53 f	Col
簡單污染實驗—如何量度水的污染程度	FS2586	51 f	Col

## (4) 幻燈片

名稱	編號	張數	說明
生物合成	S287	12張	Col
細胞呼吸	S292	12張	Col
酶	S291	12張	Col
激素	S289	12張	Col
光合作用	S293	12張	Col
遺傳物質的複製	S288	12張	Col
免疫反應	S290	12張	Col
溪流生態	S246	73張	Col
生態學—選擇方法及戶外技巧(一)	S190	80張	Col
生態學—選擇方法及戶外技巧(二)	S191	80張	Col
環境污染及保護	S241	24張	Col
食物鏈：受威脅的平衡	S201	12張	Col
動物攝食的方法	S248	76張	Col
氣體交換及呼吸作用	S276	20張	Col
神經及內分泌系統	S278	20張	Col
植物解剖學	S280	20張	Col
血液中的細胞	S284	20張	Col
動物細胞	S285	20張	Col
今日與明日的自然資源	S196	51張	Col
今日與明日的自然資源	S197	29張	Col

名稱	編號	時間	說明
今日與明日的自然資源	S198	48張	Col
今日與明日的自然資源	S199	32張	Col
生物科顯微照片	S14	31張	Col
植物組織	S26	6張	Col
污染之頁(二): 池塘及河流	S200	12張	Col
污染: 影響及控制	S242	24張	Col
再生能源: 風、水及陽光(一)	S226	80張	Col
再生能源: 風、水及陽光(二)	S227	80張	Col
米埔沼澤區	S250	80張	Col
熱帶雨林之環境	S231	24張	Col
池塘中的世界	S251	50張	Col

#### (5) 高映片

名稱	編號	張數	說明
空氣污染	OHT218	14張	BW
細胞和細胞器	OHT219	10張	BW
人類的顯性遺傳	OHT220	4張	Col
人類的免疫作用	OHT223	3張	Col
粒線體	OHT224	1張	BW
細胞核	OHT225	1張	BW
環境保護之一	OHT355	29張	Col
人類的隱性遺傳	OHT221	4張	Col
性連遺傳	OHT222	2張	Col

#### 6. 錄影帶

名稱	編號	時間	說明
昆蟲世界	VHS559	12分鐘	Col
動物分類: 棘皮類動物—脊椎動物	VHS284	10分鐘	Col
動物分類: 原生動物—節肢動物	VHS283	10分鐘	Col
浮游生物—食物鏈的開端	VHS358	12分鐘	Col
分子生物學	VHS614	15分鐘	Col
遺傳的機制(I)	VHS359	15分鐘	Col
遺傳的機制(II)	VHS360	9分鐘	Col
染色體與遺傳	VHS361	16分鐘	Col
污染危機	VHS63	15分鐘	Col
人類生活的生態學—生存的資源	VHS292	13分鐘	Col

名稱	編號	時間	說明
環境、人和污染—陸地	VHS291	12分鐘	Col
環境、人和污染—空氣	VHS289	10分鐘	Col
環境、人和污染—水	VHS290	12分鐘	Col
環境污染與保護	VHS287	10分鐘	Col
動物的攝食方法(I)	VHS285	8分鐘	Col
動物的攝食方法(II)	VHS286	9分鐘	Col
生物的分類	VHS565	18分鐘	Col
天空之洞	VHS681	58分鐘	Col
人的內分泌系統	VHS610	16分鐘	Col
人的神經系統	VHS611	23分鐘	Col
人口與資源	VHS295	9分鐘	Col
生命之源—擴展領域	VHS4	55分鐘	Col
生命之源—征服海洋	VHS7	55分鐘	Col
生命之源—搜獵者及被獵者	VHS13	55分鐘	Col
生命之源—森林的出現	VHS5	55分鐘	Col
生命之源—侵佔陸地	VHS8	55分鐘	Col
生命之源—哺乳類動物的崛起	VHS11	55分鐘	Col
生命之源—昆蟲滿佈	VHS6	55分鐘	Col
生命之源—根源及變化	VHS12	55分鐘	Col
生命之源—陸地上的勝利者	VHS9	55分鐘	Col
生命之源—無窮的變換	VHS3	55分鐘	Col
演替	VHS70	14分鐘	Col
生物之相互關係	VHS71	13分鐘	Col
物理環境與生物之關係	VHS72	11分鐘	Col
自然界的動態平衡	VHS73	11分鐘	Col
植物與環境	VHS282	13分鐘	Col
污染指示生物	VHS288	6分鐘	Col
胎兒檢查	VHS58	41分鐘	Col
熱帶雨林	VHS206	32分鐘	Col
生態系統: 污染問題	VHS103	23分鐘	Col
人體實錄片集—神經的功能	VHS214	26分鐘	Col
人體實錄片集—水	VHS212	26分鐘	Col
地球的現況—世界環境的辯論	VHS664	50分鐘	Col
科學家與嬰孩	VHS169	50分鐘	Col
食水的化學污染	VHS219	26分鐘	Col

## 乙、建議參考書籍

下列書籍均對教授本課程有參考價值。此外，教師亦可參考載於 *Scientific American*, *The School Science Review*, *Biologist*, *Journal of Biological Education*, *The American Biology Teacher*, 及 *The Science Teacher* 等刊物中的文章。

### 1. 一般性參考書籍

Brightman, J. & Parker, S., *Biology—A Functional Approach Study Guide*, Thomas Nelson, 1983.

Education Department, *Safety in Science Laboratory*, Hong Kong Government Printer, 1990.

Freeland, P. W., *Problems in Practical Advanced Level Biology*, Hodder & Stoughton, 1985.

Freeland, P. W., *Problems in Theoretical Advanced Level Biology*, Hodder & Stoughton, 1985.

Green, N. P. O., Stout, G. W. & Taylor, D. J., *Biological Science Books 1 & 2* (2nd ed.), Cambridge University Press, 1989.

Harper, G. H., King, T. J. & Roberts, M. B. V., *Biology—Advanced Topics*, Thomas Nelson, 1987.

Hendrickse, C. J., *Laboratory Biology—A Basic Companion for Advanced Students*, Basil Blackwell, 1986.

Institute of Biology, *Recommendations on Biological Nomenclature*, Institute of Biology, 1989.

Marshall, D. (Ed.), *Advanced Biology Alternative Learning Project*, Cambridge University Press, 1984.

Monger, G. (Ed.), *Revised Nuffield Advanced Biology: Practical Guides Books 1-7*, Longman, 1985.

Monger, G. (Ed.), *Revised Nuffield Advanced Biology: Study Guides I & II*, Longman, 1985.

Monger, G. (Ed.), *Revised Nuffield Advanced Biology: Teachers' Guides I & II*, Longman, 1985.

Raven, P. H. & Johnson, G. B., *Biology*, Times Mirror/Mosby, 1986.

Roberts, M. B. V., *Biology—A Functional Approach* (4th ed.), Thomas Nelson, 1986.

Roberts, M. B. V. & King, T. J., *Biology—A Functional Approach Students' Manual*, (2nd ed.), Thomas Nelson, 1987.

Sands, M. K. & Bishop, P. E., *Practical Biology: A Guide to Teacher Assessment*, Bell & Hyman, 1984.

Simpkins, J. & Williams, J. I., *Advanced Biology*, (2nd ed.), Bell & Hyman, 1984.

The Association for Science Education, *Science & Technology in Society (SATIS)*, The Association for Science Education, 1986.

The Association of Science Education, *Science & Technology in Society (SATIS) 16-19*, The Association for Science Education, 1990.

Toole, G. & Toole, S., *Understanding Biology for Advanced Level*, Century Hutchinson, 1987.

Villee, C. A. et al., *Biology*, (2nd ed.), Saunders College Publishing, 1990.

### 2. 第一章 細胞的構造及功能

Bracegirdle, B. & Miles, P. H., *An Atlas of Plant Structure Volume 1*, Heinemann, 1971.

Dodge, *An Atlas of Biological Ultrastructure*, Edward Arnold, 1968.

Freeman, W. H. & Bracegirdle, B., *An Atlas of Histology*, (2nd ed.), Heinemann, 1967.

Ingle, M. R., *Enzymes, Energy and Metabolism*, Basil Blackwell, 1986.

Ingle, M. R., *The Eukaryotic Cell*, Basil Blackwell, 1986.

Roland, J. C. & Roland, F., *Atlas of Flowering Plant Structure*, Longman, 1980.

Shaw, A. C., Lazell, S. K. & Foster, G. N., *Photomicrographs of the Flowering Plant*, Longman, 1968.

Shaw, A. C., Lazell, S. K. & Foster, G. N., *Photomicrographs of the Non-flowering Plants*, Longman, 1968.

Wheater, P. R., Burkitt, H. G. & Lancaster, P., *Colour Atlas of Histology*, Longman, 1985.

Wynn, C. H., *The Structure and Function of Enzymes*, Edward Arnold, 1979.

### 3. 第二章 能量的傳遞

Bryant, C., *The Biology of Respiration*, (2nd ed.), Edward Arnold, 1980.

Hall, T. A. & Rao, K. K., *Phototynthesis*, (4th ed.), Edward Arnold, 1987.

Ingle, M. R., *Enzymes, Energy and Metabolism*, Basil Blackwell, 1986.

#### 4. 第三章 遺傳控制及遺傳

- Cherfas, J., *Man-made Life: An Overview of the Science, Technology and Commerce of Genetic Engineering*, Basil Blackwell, 1982.
- Clarke, C. A., *Human Genetics and Medicine*, (3rd ed.), Edward Arnold, 1987.
- Hall, S. S., *Invisible Frontiers—The Race to Synthesise a Human Gene*, Sidgwick & Jackson, 1988.
- Hanson, E. D. (Ed.), *Recombinant DNA Research and the Human Prospect*, American Chemical Society, 1983.
- Ingle, M. R., *Genetic Mechanisms*, Basil Blackwell, 1986.
- Nossal, G. J. V., *Reshaping Life: Key Issues in Genetic Engineering*, Melbourne University Press, 1984.
- Scientific American, *Scientific America*, September Issue, 1981.
- Wymer, R. E. O., *Genetic Engineering*, Hobson, 1988.

#### 5. 第五章 生命的種類及生物與其環境的關係

- Brodie, J., *Practical Ecology Series*, George Allen & Unwin, 1985.
- Chalmers, N. & Parker, P., *Fieldwork and Statistics for Ecological Projects (The Open University Project Guide)*, The Field Studies Council, 1986.
- Collins, M., *Urban Ecology: A Teacher's Resource Book*, Cambridge University Press, 1984.
- Hodgkiss, I. J., Thrower, S. L. and Man, S. H., *An Introduction to Ecology of Hong Kong Books 1 & 2*, Federal, 1981.
- Madder, S., *Biology: Evolution, Diversity and the Environment*, Brown, 1987.
- Margulis, L. & Schwarz, K. V., *Five Kingdoms—An Illustrated Guide to Life on Earth*, W. H. Freeman, 1988.
- Monger, G. & Sangster, M., *Systematic and Classification*, Longman, 1988.
- Pond, C. M., *Diversity of Organisms*, Hodder & Stoughton, (The Open University), 1990.
- Wilson, E.O., *Biodiversity*, National Academic Press, 1988.

#### 6. 第六章 人類及環境

- Cornwell, A., *Man and the Environment*, Cambridge University Press, 1983.
- Dasmann, R. F., *Environmental Conservation*, John Wiley, 1984.

- Dix, H. M., *Environmental Pollution*, John Wiley, 1980.

- Goudie, A., *The Human Impact on the Natural Environment*, Basil Blackwell, 1986.
- Green, B., *Countryside Conservation*, George Allen & Unwin, 1985.
- Hester, R. E., *Understanding Our Environment*, Royal Society of Chemistry, 1986.
- Madder, S., *Biology: Evolution, Diversity and the Environment*, Brown, 1987.
- Morton, B., *The Future of the Hong Kong Seashore*, Oxford University Press, 1979.

#### 7. 第七章 人類及微生物

- Brown, C. M., Campbell, I. & Priest, F. G., *Introduction to Biotechnology*, Basil Blackwell, 1987.
- Daniel, M. J. (Ed.), *Microbiology and Food*, Institute of Biology (Hong Kong Branch), 1987.
- Greenshiells, R., *Resources and Applications of Biotechnology: The New Wave*, Macmillan, 1989.
- Hobbs, B. C. & Roberts, D., *Food Poisoning and Food Hygiene*, (5th ed.), Edward Arnold, 1987.
- Hodgkiss, I. J. (Ed.), *Biotechnology*, Institute of Biology (Hong Kong Branch), 1986.
- Ingle, M. R., *Microbes and Biotechnology*, Basil Blackwell, 1986.
- Kwan, S. M. & Ip, C. H., *The Impact of Biotechnology to the Life of Mankind*, Department of Professional Studies in Education, HKU, 1987.
- Roitt, I. M., *Essential Immunology* (6th ed.), Blackwell Scientific, 1988.
- Teasdale, J., *Biotechnology: Selected Topics*, Cheltenham Thornes, 1987.
- Walker, J. M. & Gingold, E. B. (Ed.), *Molecular Biology and Biotechnology*, (2nd ed.), Royal Society of Chemistry, 1988.
- Weir, D. M., *Immunology* (6th ed.), Churchill Livingstone, 1988.
- Williams, J. I. & Shaw, M., *Microbiology*, Bell & Hyman, 1984.

#### 8. 中文參考書籍

- 新生物學(上), Villee, C. A. 著, 中國書局, 1978.
- 新生物學(下), Villee, C. A. 著, 中國書局, 1978.

- 陳昇明，植物生理學，Hess, D. 著，三民書局，1985.
- 易希道等，斯氏植物學，徐氏基金會，1979.
- 香港課程發展議會，中學生物科常用英漢辭彙，香港教育署，1991.
- 孫克勤，普通動物學，徐氏基金會，1975.
- 郝道猛，生態學概論，徐氏基金會，1988.
- 陳義，動物學，商務，1977.
- 劉賢祥，植物生理學，徐氏基金會，1987.
- 薛鈺興，護士實用微生物學，徐氏基金會，1984.