

11th



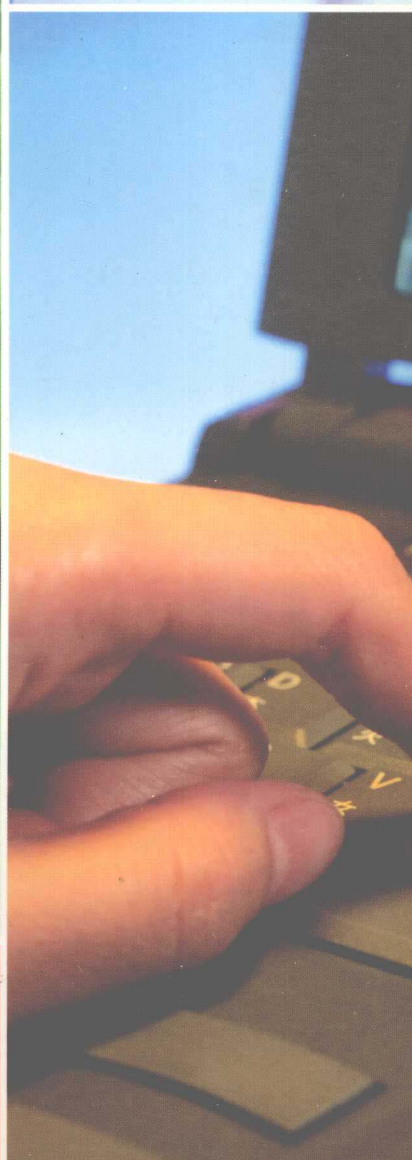
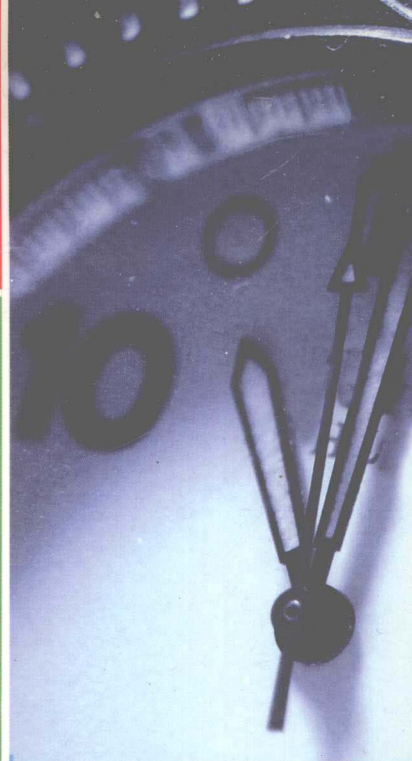
Hour

生物學 速讀

Introduction to
BIOLOGY

原著 /
David L. Wilson

編譯 /
波士頓大學生物學系神經生物組碩士
謝欣韻



b Blackwell Science



合記圖書出版社 發行

11th



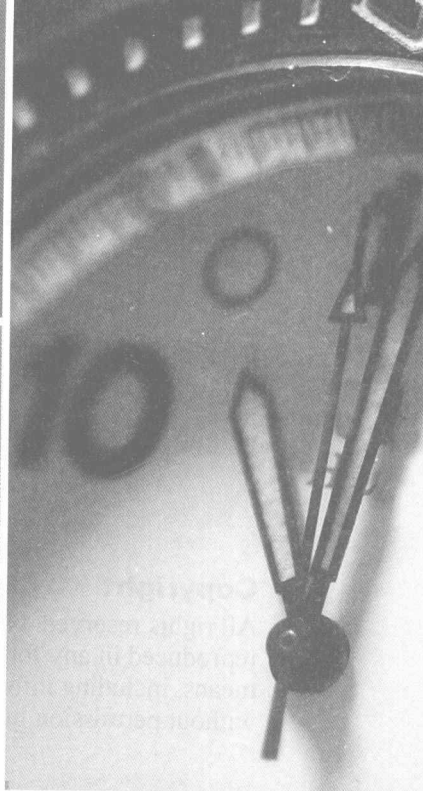
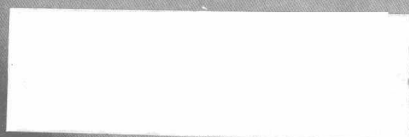
Hour

生物學 速讀

Introduction to
BIOLOGY

原著 /
David L. Wilson

編譯 /
波士頓大學生物學系神經生物組碩士
謝欣韻



b Blackwell Science



合記圖書出版社 發行

生物學速讀 / David L. Wilson 作 ; 謝欣韻 譯
-- 初版. -- 臺北市 ; 合記 ,2003【民 92】

面 ; 公分

含索引

譯自 : Introduction to Biology

ISBN 957-666-974-X (平裝)

1.生物學

360

92008966

書 名 生物學速讀
編 譯 謝欣韻
執行編輯 陳瑋琪
發行人 吳富章
發行所 合記圖書出版社
登記證 局版臺業字第 0698 號
社 址 台北市內湖區(114)安康路 322-2 號
電 話 (02)27940168
傳 真 (02)27924702

總經銷 合記書局
北 醫 店 臺北市信義區(110)吳興街 249 號
電 話 (02)27239404
臺 大 店 臺北市中正區(100)羅斯福路四段 12 巷 7 號
電 話 (02)23651544 (02)23671444
榮 總 店 臺北市北投區(112)石牌路二段 120 號
電 話 (02)28265375
臺 中 店 臺中市北區(404)育德路 24 號
電 話 (04)22030795 (04)22032317
高 雄 店 高雄市三民區(807)北平一街 1 號
電 話 (07)3226177

郵政劃撥 帳號 19197512 戶名 合記書局有限公司

西元 2003 年 6 月 10 日 初版一刷

生物學速讀 十一小時 勝利指南

「十一小時系列」的用途，在於教科書無法清楚解釋艱澀的課程內容時，或者你只想拿到較高分數的情況。從課程的開始持續到尾聲的學習，可得到最佳的效益；但也可以用於考前衝刺。無論是教課的教授，或是修課的學生，都可複習這份教材，以確認你真的獲取所需。教材看來輕鬆，可保持你學習的興趣。這樣的理念讓你很快的進入狀況，得到該具備的知識，並幫助你加以了解。

學習基礎：我們提醒你所該具備的基本知識，以進而了解這個主題。因此，你可以複習或應用相關的觀念，以征服新的知識領域。

要點：我們特別列出針對每個主題的重點，以問題的形式來敘述，使得學習過程變得生動。這些重點便簡潔的解釋了整個主題。

主題測驗：緊接在每個主題後有簡短的測驗，可以加強對主題的了解。這可以幫助你準備真正的考試。

解答：測驗之後不僅附有解答，我們還加以解釋這些答案。

臨床關聯或應用：這裡有虛擬的臨床實境或日常實例，可加以幫助你了解理論性的主題。每一章裡都有這一欄。

問題解析：有些科學主題涵蓋大量解決的問題。對於有所幫助的部分，我們提出代表性的問題，並一步一步地解釋。

本章測驗：爲了再次的加強，隨著每章末處有涵蓋所有主題的測驗。這些問題包括了問答題、選擇題、簡答題及是非題，予你大量練習的機會，用你覺得最輕鬆的方式加強教材的內容。測驗後附有解答。

驗收學習成果：在每章的「本章測驗」之後，會幫你清點學習成果，以指出你能力不足的地方。你就會明白哪裡該再看一遍了。

模擬考（期中與期末學習評量）：熟能生巧，所以我們讓你藉著不斷練習而應付考試。

網頁：每當你看到這個符號時，表示作者已將某些與課程內容相關的知識放入網頁中。這裡可能有警告或建議，有圖表印證或是更詳細的解釋。你可以從<http://www.blackwellscience.com>進入適當的網頁，然後按下此書的項目。

整個複習指南的走向，在於引領你進入生動的學習狀態，以了解整個教材內容。你很快就能學到該學的，並輕輕鬆鬆的加強能力。美中不足的是，我們不能替你考試。

► 優勝祕訣

善用此書的祕訣

- 如果時間匆促，可先從相關的期中、期末的模擬評量部分著手，並從測驗結果來集中複習章節中更為詳細的觀念。
- 利用每章附有的「本章測驗」與「驗收學習成果」，引導你集中複習所需要的主題。
- 你所修的課程，其列出的主題順序或許與此自修書的列出順序不同。可從課程表中所列出各堂課的主題，當作尋找相關章節的參考。如果你還是不知道該如何找出相關的地方，可要求該課的老師或助教來幫你。
- 在主題測驗的解答部分，其答案解釋是最佳的複習工具，可幫助你看出該特別努力的地方。其問答題解釋方式的範例，讓你知道該如何書寫所謂簡明不失完整的答案。
- 善用網址中的教材。

應考祕訣

- 如果不知道該題的答案，可先跳到下一題，稍後再回頭做做看。
- 作選擇題時，每讀一個選項可在旁標明你認為是正確或有誤的。第一印象常會是你要的答案。
- 假如選擇題中，有「以上皆是」的選項，可檢查看看其他選項是否有不一致的地方。如果你發現其中有二個選項內容彼此衝突，那麼「以上皆是」就不可能成立了。
- 假如該課老師不會倒扣錯誤答案的分數，當你不曉得是非題或選擇題答案時，不妨就猜看看。
- 除了文字以外，也可加入圖表及方程式來作答問答題。然而，對於針對的題目切勿加入不必要的回答。
- 在問答題中，即使你無法回得完整，也要寫下你就該主題所了解的部分。你通常會因一部分的答案而得到一部分的分數。
- 在問答題與簡答題中，書面的整潔是很重要的。不妨用尖頭鉛筆和品質好的橡皮擦。

學習祕訣

- 找出你的老師是否有過去幾年來的考古題。考古題是你個人最佳的學習教材。確定你真的了解正確與錯誤的答案，並留意題型與內容。
- 善用課堂指導、課餘討論、以及複習課程等。
- 閱讀教科書時，特別留意課堂上講過的地方。鮮有教師會耗費課堂時間在無關緊要的內容上。
- 當你閱讀課堂筆記或教科書時，試另外作筆記列出重要觀念與看到的式子。寫下來的目的是為了強調重點，可在考試前複習。

原序

想要參一腳嗎？想要學生物，而且要駕馭其中較為艱難的觀念嗎？想要改善你的學業嗎？如果是這樣，這本書也許就是你要找的。本書瀏覽了大學部基礎生物課程中較具挑戰性的部分。本書是設計來作為一般生物教科書的補助材料，或者供學生欲複習教材時使用。

想從這本書得到助益的學生們，可能已修過必修或選修的生物課程，或者正在修習進階的生物學。其他獲益的學生們可能正在準備以這類科目為基礎的考試，例如美國的醫學院入學考 (MCAT) 或進階的生物考試。

本書並沒有涵蓋所有基礎生物學的內容。這裡針對了較為困難的觀念，也就是最常讓學生們頭疼的部分。我已經試著萃取核心教材的精華，並且提供了很多機會來驗收你對教材的掌控能力。本書的圖解說明不多，因為你的教科書就有了。假如你需要視覺的導覽，你可以一邊閱讀此書、一邊參照教科書的圖片，這樣應該對你有幫助。問題或題目的旁邊若附有一個星號 (*)，這表示它是特別困難或具挑戰性的。祝好運，希望你讀得愉快！

每當你看到文中有  時，這表示在網際網路上有針對此主題的補充材料。此網址為：[//www.blackwellscience.com](http://www.blackwellscience.com)。這個位址中，還附帶許多的練習題。

我要感謝 Blackwell Science 的工作夥伴 Nancy Hill-Whilton、Irene Herlihy、及 Jill Conner 等人給予的幫助與建議。很榮幸能跟他們共事，將 Nancy Hill-Whilton 的理念發揚光大。我也感謝以下的審稿人員，他們提供大量良好的建議，改善了這本自習教材的內容與表現：Sylvester Allred 任職於北亞利桑那大學；Wendy Bramlett 任職於甜歐石南學院；Ann Lumsden 任職於佛羅里達州立大學；Holly Minter 任職於南達科他大學；David Starret 任職於東南明蘇里州立大學。

此書獻於我的母親、父親、佩姬與瑪莉亞。

大衛 L·威爾森 博士
邁阿密大學生物學系教授

自序

此書既輕且薄，可說是大學基礎生物學的重點錦囊。一般美國學生所用的教科書，編寫得非常詳盡，卻又難免失之於厚重、繁雜。因此，我個人認為，本書原英文版的最大優點，就是能幫助美國學生掌握住重點。

在台灣，有不少大學學府採用原文（多為英文）教科書籍。原文教科書針對不同程度的需求有各種不同的版本，而且通常將各種觀念描述得非常透徹，專有名詞也較具統一性。然而，對台灣學子而言，在吸收書中知識之前，卻先苦於第二外國語言的閱讀障礙。如此，與其說是閱讀英文版本的生物書籍，倒不如說是閱讀描述生物的英文書籍。因此，我相信本書譯為中文，可幫助台灣學生以熟悉的語言思考，並擷取基礎生物的重點。

然而，「精要」並不等於「完整」。這就好比看一場電影，若沒有看過全片，精采片段又怎能讓你回味呢？因此，譯者在此建議讀者，切勿本末倒置地視此書為教科書的替代品。此書雖有助於課前預習或課後複習的效率，但若能善用教科書、其他工具書的圖表說明與文字敘述，更有助於觀念的統整與釐清。

中文專有名詞缺乏統一性，我儘可能採用常用的翻譯名詞。此外，中英表達互有差異，我嘗試以淺白的中文語法傳達原文的觀念。如仍有未盡之處，衷心期待讀者的指教。

謝欣韻

目錄

十一小時勝利指南

優勝祕訣

原序

自序

單元 壹

從原子到生物細胞

FROM ATOMS TO LIVING CELLS

1. 生物學簡介 (Introduction to Biology)	3
2. 原子、鍵結、水及碳 (Atoms, Bonds, Water, and Carbon).....	13
3. 組成生命的分子與巨分子 (Molecules and Macromolecules of Life)	28
4. 膜結構與功能 (Membrane Structure and Function)	43
5. 細胞的組成 (Cellular Organization)	52
6. 能量與酵素 (Energy and Enzymes).....	61
7. 能量代謝與細胞呼吸 (Energy Metabolism and Cell Respiration)	73
8. 光合作用：提供生物能量 (Photosynthesis: Harnessing Energy for Life)	86
評量第一單元 (EXAM: Unit I)	95

單元 貳

基因、訊息及遺傳

GENES, INFORMATION, AND HEREDITY

9. DNA 的結構、功能及複製 (DNA Structure, Function, and Replication).....	103
10. RNA 與蛋白質：轉錄、轉譯及遺傳密碼 (RNA and Protein: Transcription, Translation, and the Genetic Code)	114
11. 細胞週期、細胞分裂及減數分裂 (Cell Cycle, Mitosis, and Meiosis)	127
12. 孟德爾遺傳 (Mendelian Genetics).....	137
13. 重組、接合及定位 (Recombination, Linkage, and Mapping)	151

14. 細菌與病毒的遺傳學 (Genetics of Bacteria and Viruses)	161
15. 基因表現、基因技術及人類遺傳學 (Gene Expression, Gene Technology, and Human Genetics)	171
評量第二單元 (EXAM: Unit II)	181

單元 參

演化

EVOLUTION

16. 進化與天擇 (Evolution and Natural Selection)	187
17. 微進化與族群遺傳學 (Microevolution and Population Genetics)	195

單元 肆

動物生理學

ANIMAL PHYSIOLOGY

18. 基礎生理學原理 (General Principles of Physiology)	207
19. 循環系統 (Cardiovascular System)	214
20. 內分泌系統與激素 (Endocrine System and Hormones)	221
21. 神經元：電性與突觸 (Neurons: Electrical and Synaptic Events)	231
22. 免疫系統與身體防禦 (Immune System and Body Defenses)	244
評量第三與第四單元 (EXAM: Units III & IV)	252

單元 伍

生態學

ECOLOGY

23. 生態學 (Ecology)	257
總評量 (FINAL EXAM)	268
索引 (INDEX)	274

單元一

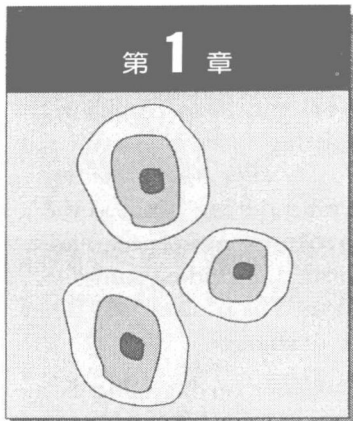
從原子到生物細胞

*FROM ATOMS TO LIVING
CELLS*

第 1 章

生物學簡介

Introduction to Biology



從過去一百五十年來,在現代生物學研究中,人們對生物的了解已有非凡的成就,而這正是貫穿科學界到人類學的收穫。我要將這收穫在此書中與你們共享。在本章,我們將瀏覽生命的歷程。首先,了解物質,也就是組成生命的「東西」,是如何變化出來的;再看看有關於生命本質的主流學說;接者會瀏覽這些學說,而這些學說將會在以後的章節中加以說明;最後,複習科學方法。你們大多已經懂得一些科學方法,但可能有一、二個混淆處需要釐清。

為了解生命,你們培養不同層次的思考能力是非常重要的。舉個例來說,就大小而言,人類的平均身高不到2公尺。典型的人類細胞,微小到足以讓4000個細胞排成1公尺;典型的細菌細胞,微小到足以讓10-25個細菌細胞排成一個人類細胞的長度。如此,當人類細胞為25微米時,細菌細胞短小約為1微米(micron)(10⁻⁶公尺)。組成細胞的原子,微小到足以讓數千個原子串成一個細菌細胞的長度。

就時間而言,十分之一秒對人類來說是很快的。那是我們最快的反應時間,而人類的速度紀錄僅僅保持百分之一秒。在細胞的層次,一個訊號從一個神經細胞傳到另一個神經細胞約需千分之一秒;在分子的層次,活動更為迅速,因分子每秒鐘可相互碰撞數千次〔百萬分之一秒即稱為微秒(microsecond)〕。我們將了解到生命會善用這種碰撞的高快速率,並利用這種碰撞的高速能將「偶然性」變成「精準性」。

學習基礎

- 科學記號
- 公制單位



主題 1 生命與宇宙的簡史

A BRIEF HISTORY OF LIFE AND THE UNIVERSE

要點

- 我們對宇宙的了解有哪些?
- 質子、中子、及電子在何時初次形成?

- 例如碳、氮、及氧之類的元素在何處形成?
- 生命的歷史有多久?人類在地球上已存在多久?



我們成長、繁衍、以及思考。這些是如何開始發生的?我們的宇宙開始於100-150億年前(1.5×10^{10} 年前,這是科學記號 (scientific notation)),而大爆炸 (big bang) 便說明了起初的過程。基於興趣,可考慮閱讀Hogan著作的大爆炸簡冊(*The Little Book of the Big Bang*),或是霍金斯 (Hawking) 的時間簡史 (*A Brief History of Time*)。在大爆炸後的三個月中,宇宙開始擴張,能量密度減低,所以容許質子 (protons)、中子 (neutrons)、及電子 (electrons) 形成,有些極輕的元素包括氦 (helium) 和鋰 (lithium) 也形成了。質子即為氫離子 (hydrogen ions),可記為 P^+ 或 H^+ 。質子帶著正電荷;電子為負電荷;中子不具電性。

星體和銀河在大爆炸後的十億年間形成,有些甚至到今天還持續形成。除了氫以外,對生命很重要的元素,像是碳、氮、及氧,就在星體中藉著核子反應形成。當早期的星體爆裂成超級新星 (supernovas) 時,元素會分佈到太空中,於是生命所需的原子便擴散開來。自許多生命必需的元素,在星體中形成以來,我們即是「星塵」。重力引發這類的星塵聚成一起,而成為地球。我們身上有一部分便具氫原子,而這氫原子可追溯至大爆炸後的幾分鐘內。

我們的太陽系,包括地球,大約在45億年前形成。地球上最初的生命約在35-40億年前形成,複雜的光合生物在35億年以前便出現了。

人屬 (*Homo*) (我們形似人類的祖先) 的動物,約在2-4百萬年前在地球上行走。(請留意,從億到百萬有千倍之差。)我們所屬的種是智慧人 (*Homo sapiens*),最初是從200,000年前進化而來。最近的遺傳證據顯示 *Homo sapiens* 約在100,000年前從非洲發源,並擴遷到亞洲、歐洲、以及其他洲。我們都有血緣關係,人類很有可能源自一個共同的祖先。

主題 測驗

1 生命與宇宙的簡史

History of Life and the Universe

是非題 (True/False)

1. 大部分的碳原子是在大爆炸的期間形成。
2. 人類的歷史與地球一樣長久。
3. 1公尺有一百萬微米。

選擇題 (Multiple Choice)

4. 大約在多少年以前,生命開始在地球上出現?
 - a. 3.5 至 4 千年以前
 - b. 3.5 至 4 百萬年以前
 - c. 35 至 40 億年以前
 - d. 3.5 至 4 兆年以前
 - e. 以上皆非



5. 在大爆炸後，有星體初步形成。圍繞這些原始星體的行星中，生命是否可能存在？
- 是
 - 只有在經歷了數百萬年後，生命才有充分時間形成。
 - 不是，因為如碳、氮、及氧之類的元素只有在最初的星體中形成。
 - 不是，因為我們堅信宇宙中僅有的生命是在地球上。

簡答題 (Short Answer)

6. 需要多少邊長 1 微米的細菌，才能填塞成一個典型的人類細胞（邊長約 25 微米）？

若需更多關於此主題的練習題，請見網頁。

主題測驗

1

解答

Answer

- 錯 碳原子是在星體中形成的。
- 錯 地球大約在 45 億年前形成的。形似人類的動物約在 2-4 百萬年前在地球上出現。
- 對 每微米是一百萬分之一米。
- c. 生命約在地球形成的五億年後發生。
- c. 據我們所知，只有第二代或第三代的星體，才有可能被具有生命必需元素的行星所包圍。
- 儘管沒有這個必要，我們可以簡單地假設，人類細胞與細菌細胞皆為立方體。因為細菌細胞的邊長是人類細胞的 $1/25$ ，需要 $25 \times 25 \times 25$ 來填塞。（想像用一堆小立方體來填塞一個大立方體，以 25 列 25 個小立方體排成底層，總共用 25 層排出大立方體）； $25 \times 25 \times 25 = 15,625$ 。我們只是估計，故可將數字四捨五入為 16,000。我們稍後將了解到，這種以細菌細胞填塞人類細胞的方法並非無關緊要，這可以應用到粒線體和葉綠體，甚至免疫系統。

主題2 生命概要

MAJOR GENERALIZATIONS ABOUT LIFE

要點

- 進化是什麼？
- 生物是否遵循著與無生物相同的法則？
- 生物之間共同具有哪些特性？
- 是否有較小的單元可構成生物？
- 從原子發展成分子、細胞、器官、一直到生物個體的過程中，新的特性是如何產生？

1. 生物會進化。並非所有的物種都是同時期出現。反之，隨著生命在地球上的進化，有不同的物種誕生與消逝。在接下來的章節中，我們將瀏覽進化改變的機制，例如天擇 (natural selection)；我們還會討論到一些指向地球上進化發生的證據。進化 (evolution) 已成為屹立不搖的學說，是生物學的中心思想。
2. 生物遵循著物理與化學的法則。人們曾經認為，有特殊的力量或靈魂，運行在如石頭等的無生物背後，這就是生命的必要條件。生機論 (vitalism) 認為特殊的力量或靈魂與生物有關聯，但人們已經對這種看法無所謂了。我們可就物理和化學的原理為基礎，來說明並解釋生物的活動。因此，理化的觀念是生物學的基礎，而且還可以進一步建立生物科學。
3. 生物共同具有某些特性。這些特性包括運動、生長、生殖、複雜組成與代謝、反應、利用能量、適應、以及遺傳產生的變異。在過去一百五十年來，我們對生物學的了解已有所進展。研究生物科學從蒐集事實和描述生物個體，進展到以細胞與分子的層次來了解、解釋生物個體。雖然事實和描述的收集仍持續著，而且這樣的努力很重要，但是現今我們能夠以細胞與分子的層次，來解釋生命主要的功能，例如運動、生長、生殖、代謝、以及適應，在此書中將會探討。
4. 所有的生物皆由細胞組成。細胞本身是複雜而有組織的。有些生物僅具單一個細胞，而其他生物具有多數個細胞。每個人由數兆個細胞組成，而這些細胞皆源自單一個受精的卵細胞。
5. 基因指定蛋白質，隨後蛋白質指定代謝與結構。基因好比是一張藍圖，標明了生物的組成與功能。一個典型的基因便包含著資訊，來指定一個特定蛋白質的結構。有的蛋白質，在細胞中扮演結構性的角色；其他的蛋白質，主宰代謝，可刺激化學反應來組成或破壞其他分子。

從原子、分子、細胞、組織、器官、生物個體、直到群落和生態系，新的特性會從生物發展的等級中產生。較高等級的新特性，顯然來自於較低等級中物質的本質與組合；為了解較高等級的新特性，我們可以考量底下成分的本質及形成結構。因此，當分子具有新特性時，組成分子的個別原子並沒有這樣的特性；但是在這分子內，原子的本質和原子之間的鍵結，卻產生了這些分子特性。當我們翻到第二章有關於水的特性時，我們將看到很好的例子。同樣的，我們將了解，因著亞細胞結構的組成與活動，細胞會呈現新特性。這樣的亞細胞結構，可能包含大量的分子，組合而且執行細胞的活動。藉著觀察分析這些現象，並不能讓科學家免於直接去研究較高的等級。不論是以微觀或巨觀的方法來研究生物組成的複雜層次，都能使科學家大有收穫。當我們看這本書時，我們將查看新特性的產生，試著了解在較高等級中的新特性，但我們會明白，利用已知的組成結構與順序，可加強了解這些新特性，以及這些新特性是如何從較低的等級中發展出來。

主題
測驗

2

生命概要

Major Generalizations About Life

是非題 (True/False)

1. 蛋白質可為細胞內的結構性成分或者刺激化學反應。
2. 有的生物不具有細胞。
3. 有的生物僅具一個細胞。
4. 所有地球上的物種皆是同時被創造出來的。

選擇題 (Multiple Choice)

5. 以下哪一項不正確?
 - a. 所有的生物由細胞組成。
 - b. 生物是由生機力量所主宰，此不同於控制無生物的力量。
 - c. 生物共同具有某些特性，例如成長、代謝、及生殖。
 - d. 生物已經進化過。
6. 以下哪一項不是區分生物與無生物的特徵?
 - a. 生長
 - b. 利用能量
 - c. 依賴其他生物
 - d. 生殖
 - e. 遺傳產生的變異

簡答題 (Short Answer)

7. 在生機論的早期假設中，其中一個看法認為：假如沒有生物提供「生機力量」，有機化合物（包含碳的化合物）無法產生。在十九世紀中期，曾有數個化學家從一般的化學物中，製造出有機化合物。這樣的實驗對生機論的看法有何影響？

主題
測驗

2

解答

Answer

1. 對 蛋白質在細胞中扮有這二種角色，因此在生物中是很重要的。
2. 錯 所有的生物皆由細胞組成。
3. 對 如細菌之類的生物，僅有一個細胞。
4. 錯 生物進化過。我們先前討論人類是最近才進化出來。現今在地球上所有的生物，被認定是源自單一個生命整體。今天我們看到很多物種，因為人類的活動而趨於滅絕。在地球上的生物史中，有數個大滅絕，而在這樣的滅絕之後，隨著新物種的進化，物種的數目便增加了。
5. b. 沒有證據能說明，用生機力量來解釋生命是有必要的。

6. c. 大部分的生物會依靠其他的生物而形成一個生物網，這並不是生物的共有特徵，也不能用來區分生物與無生物的特徵。有的生物可以在沒有其他生物的情況下存活。
7. 這樣的實驗表示，除了普通化學以外，並沒有別的方法可形成見於生物中的特別分子。這些實驗便開始終結了普及一時的生機觀點。化學家接著編列了完整的有機化學規則，製造許多生命的分子，甚至還製造出新的分子，是不同於我們已知在自然界中的分子。

主題3 科學方法

SCIENCE METHOD

要點

- 科學家可利用哪些方法來學習自然科學？
- 假設與學說有何不同？
- 何謂可證偽性？

在眾多的科學教科書中，其知識被奉為主臬，而人們卻少有資訊上的質疑。反之，你們被迫將書裡寫的東西照單全收。這種教條式的學習方法，並非真正獲取科學知識的方法，卻能讓你有效又輕易地獲取科學裏所得到的東西。一般來說，只有在更進階的課程裡，你們才會學到此書知識所不足的地方，或是懷疑某些學說。

真正從事科學的過程，與學習科學的過程是非常不同的。你們可能已經看過支持科學方法的典型步驟，依序為：公理與推測→觀察→列出假設→作出預測→執行試驗→肯定、駁倒、或修改假設→作出進一步的預測與試驗，以下類推。

科學家從未證明哪些事情是真的，但他們能知道有些事情是超乎合理懷疑的。以上的步驟指出，尋求科學事實是一個持續的過程。假如一個假設具有意義，而且在經過大量的試驗之後，仍維持得完整，科學家便會開始將它稱作學說（theory）。當新的試驗顯出錯誤或限制時，即使連學說也有可能是錯誤的或者需要修正，但學說仍是頗受強大支持的。學說這個詞在科學家眼裡有不同的意義。在一般演說的場合，有的人可能會說出：「如此這般只是個學說。」假如是科學家會改說：「只是個假設。」

留意公理和推測在順序中的角色，這些對觀察而言是有必要的。科學和其他的知識系統，有一點不同的是，公理和推測本身是需要經過試驗的。科學並非建立在不變的基石上。一個實驗中的公理或推測，有可能成為另一個實驗中被試驗的假設。

列出一個假設並不只是玩猜猜看。科學家必須對所觀察的東西謹慎的思考，試著提出可試驗的假設，而這假設將經得起這些試驗。發展假設，以及針對這樣的假設來設計試驗方法，這都是有創意的努力。

另一點區分科學性與非科學性假設的是可試驗性（testability）。要讓一個假設具有科學性，就必須能被試驗。可試驗性中有一種是可證偽性（falsifiability），它的意思是