

褚佩瑜 編著

生物化學速攻

藝軒圖書出版社

生物化學速攻

褚佩瑜 編著

藝軒圖書出版社

國家圖書館出版品預行編目資料

生物化學速攻／褚佩瑜編著. --第一版. --臺北
市：藝軒，2003 印刷
面： 公分.

ISBN 957-616-641-1 (平裝)

1. 生化學

399

90015708

本書任何部份之文字或圖片，如未獲得本社書面同意，
不得以任何方式抄襲、節錄及翻印

新聞局出版事業登記證局版台業字第一六八七號

生物化學速攻

(平裝)特價新臺幣 560 元

編著者：褚 佩 瑜

發行所：藝軒圖書出版社

發行人：彭 賽 蓮

總公司：台北縣新店市寶高路 7 巷 1 號 5 樓

電話：(02)2918-2288

傳真：(02)2917-2266

網址：www.yihscient.com.tw

E-mail:yihscient@msl7.hinet.net

總經銷：藝軒圖書文具有限公司

台北市羅斯福路三段 316 巷 3 號

(台大校門對面·捷運新店線公館站)

電話：(02)2367-6824

傳真：(02)2365-0346

郵政劃撥：0106292-8

台中門市

台中市北區五常街 178 號

(健行路 445 號宏總加州大樓)

電話：(04)2206-8119

傳真：(04)2206-8120

國際書局

台中市學士路 187 號

(中國醫藥學院附近)

電話：(04)2201-5386

大夫書局

高雄市三民區十全一路 107 號

(高雄醫學大學正對面)

電話：(07)311-8228

本公司常年法律顧問／魏千峰、邱錦添律師

二〇〇三年四月版

ISBN 957-616-641-1

本書如有缺頁、破損或裝訂錯誤，請寄回本公司更換。

讀者訂購諮詢專線：(02) 2367-0122

謹將本書獻給我親愛的爸媽：

感謝您以無止境的愛心

賜予與我今日的一切

寫在章節之前 - -

在生命科學進展一日千里的現在，生物化學是一門重要的基礎科學，打下紮實的基礎，不管對考試、對未來的發展都有很大的幫助。但學生們大都很怕生化，甚至不知道要如何的唸生化。因此才寫這麼一本書，為同學做一些觀念上總合、整理的工作，讓同學們在唸書時，能收到事半功倍的效果。

其實唸書的方法有不二法門，也就是要懂得如何以簡馭繁、如何融會貫通。先談怎麼唸這些需要背很多瑣瑣碎碎東西的科目，在同學自己的唸書經驗中，想必都有過「努力的唸完後，不小心努力的忘完或不小心的全攪在一起」。記憶最忌諱的是貪多，努力的一頁一頁翻過，同時也一頁一頁的忘過。記憶在心理學上是有技巧的：

第一個技巧就是 recalling，也就是一再的「回想」：具體說來就是每看完一個段落，就在腦中回想一下剛剛唸過的重點，把這養成習慣，因為看過有記憶的感覺是 book-dependent，必須在 book-independent 時仍能想起來，才是真的進到腦中去了。

第二個技巧就是要「關連」：新的知識要與過去經驗聯繫，會使之容易記著同時不容易忘記。這要不偷懶，感覺到好像唸過類似的東西，最好立即找找看哪邊唸過、並比較差別在哪裡。這關連就是形成記憶迴圈，若是瑣瑣碎碎的記東西在腦中形成的，是一個個散佈的點，一忘記了就無法用聯想記回來。若能與其他的東西聯繫，當忘了這一點仍可由另一個點拉回來；具體說來就是類似的東西一起唸，如核酸、蛋白質的變性作用，比較它們的相同點和不同點，同時背來就不容易忘記。為了建立關連，本書整理了很多表格。為了不要太煩瑣而記不住，把不常見、及不常考的先刪除了。

第三個技巧就是要「以簡馭繁」：電話號碼不過 7 個，大部份人已把它分兩段記，可見得記憶就是要以簡馭繁，故本書少長篇大論，優點是省下看之、乎、者、也的時間及書本的空間使書本看起來清爽，長時K下來也較不會累。以理解及統合去讀，重點在 key word 的取得、觀念的建立，才能以最少的大腦空間去爭取最多的知識。

總結說來這是一本幫助您統合整理知識的書本，運用很多記憶需要的

技巧，如行間加大，敘述短，外加表格整理。但再多的技巧還是需要一個把它K下去的人，否則書永遠只是書。

最後感謝高雄醫大學洪文俊教授、陳玲娜副教授、鄭夙雅老師的指正；多年來已畢業或仍在學「小朋友」的不斷關懷與教學相長；鳳坤、正發幫我「修理」這沒事喜歡「整」我的電腦；感謝藝軒，給予我所有的支援編輯這些書並出版。扯了一堆大家都知道的老生常談，揉著昏花的眼睛，舉著因敲打鍵盤過久而酸痛的雙手，請各位看倌將本書缺點不吝賜教，希望您會喜歡這書本，也祝您

學業、考場、事業一帆順風!!!

褚佩瑜

2001-08-22

目次

第一章 細胞的主要構造及其功能.....	1- 1~15
重點一 有機體的種類.....	1- 1~1
重點二 細胞的構造與細胞器官的功能.....	1- 2~3
重點三 生物體的化學基礎.....	1- 4~9
重點四 水的特性.....	1- 9~11
重點五 酸鹼平衡與緩衝系統.....	1- 12~15
第二章 生物能量學.....	2- 1~44
重點一 熱力學與化學反應.....	2- 1~3
重點二 細胞如何製造 ATP.....	2- 4~4
重點三 細胞呼吸.....	2- 5~37
重點四 光合作用.....	2- 38~44
第三章 醣類.....	3- 1~41
重點一 碳水化合物的結構和功能.....	3- 1~13
重點二 醣類的代謝.....	3- 14~41
第四章 脂質及其相關成份與代謝.....	4- 1~75
重點一 脂質的一般特性紹.....	4- 1~2
重點二 脂質酸及其代謝.....	4- 3~29
重點三 脂肪的衍生物及其代謝.....	4- 30~47
重點四 脂類及其代謝.....	4- 48~64
重點五 脂肪的消化、吸收與運輸.....	4- 65~69
重點六 生物膜的組成、構造及功能.....	4- 70~75

第五章	胺基酸與蛋白質.....	5- 1~81
重點一	胺基酸.....	5- 1~34
重點二	胜肽及多胜肽.....	5- 35~38
重點三	蛋白質的性質.....	5- 39~61
重點四	蛋白質的分析.....	5- 62~81
第六章	酵素.....	6- 1~48
重點一	酵素的一般特性.....	6- 1~16
重點二	酵素動力學.....	6- 17~28
重點三	蛋白質階層的調節酵素活性.....	6- 29~48
第七章	維生素、礦物質與新陳代謝總覽.....	7- 1~ 60
重點一	維生素.....	7- 1~ 42
重點二	礦物質.....	7- 43~ 50
重點三	新陳代謝總覽.....	7- 51~ 60
第八章	基因與遺傳學.....	8- 1~121
重點一	核苷酸的特性及其代謝.....	8- 1~ 23
重點二	核酸的結構及功能.....	8- 24~38
重點三	DNA 的複製.....	8- 39~52
重點四	蛋白質的表現.....	8- 53~72
重點五	基因表現的調節.....	8- 73~90
重點六	DNA 突變、修復與癌症.....	8- 91~99
重點七	與再組合 DNA 有關的生物技術.....	8- 100~121

第一章 生命系統的化學性質

【重點一】有機體的種類

	真核細胞	原核細胞	非細胞性微生物
包括	單細胞生物、多細胞生物	細菌、藍綠藻	病毒、蛋白子(prion)
特徵	a. 具有真正的核(亦即具有核膜構造)。 b. 有膜質細胞器官(如：粒線體、高基氏體)及有絲分裂器等。 c. 粒線體行呼吸作用、葉綠體行光合作用。 d. 具有絲分裂、減數分裂。 e. 具多條線狀染色體。 f. 具有細胞骨骼 g. 具有胞吞(phagocytosis)及胞吐作用(exocytosis)	a. 構造簡單沒有核膜構造。 b. 不具膜質細胞器官(如：粒線體、高基氏體)及有絲分裂器等。 c. 呼吸作用、光合作用發生於細胞膜上。 d. 無有絲分裂、無減數分裂。 e. 只具一條環狀染色體。	a. 屬分子級生物 b. 構造簡單 c. 絕對細胞內寄生 d. 病毒： 1)可能具有取自宿主的磷脂質外膜。 2)外殼為蛋白質。 3)只有一種核酸(DNA 或 RNA) e. 蛋白子(prion)引起海綿狀腦病變(spongiform encephalopathy)如動物的狂牛病。

[重點二] 細胞的構造與細胞器官的功能

1. 雙層膜性細胞器官			
共同特徵	都具有 DNA，可自行分裂		
構造	細胞核	粒線體	
	a.核膜：雙層膜所構成，上面有核孔，可允許大分子通過。 b.核仁：由蛋白質和 RNA 所構成，為貯存 RNA、核糖體裝配的場所 c.染色體：成份為 DNA 與蛋白質。平常呈細絲稱為染色質(chromatin)，細胞分裂時變粗變短為染色體。	a.構造：具雙層膜。 外膜平滑， 內膜摺疊成嵴，上有呼吸酶(即氧化還原酶)。 b.所有行有氧呼吸的細胞皆有之。 c.內有 DNA、RNA、核糖體，能合成部份自己所需的蛋白質	
標誌	DNA	麩胺酸脫氫酶 (Glutamic dehydrogenase)	
功能	a. 直接控制遺傳；間接控制細胞的生理、生化活動 b. DNA 複製 (semiconservation replication)、轉錄作用(transcription)	a. 合成能量的中心，代謝旺盛的細胞粒線體較多。 b. 丙酮酸之脫羧氧化、CTA、ETS、β-氧化、酮體的合成(肝)與分解(肝外)。	
2. 單層膜性細胞器官 (為細胞內的運輸系統)			
	構造	標記	功能
內質網	膜構成的網狀構造，常與核膜相連	葡萄糖-6-磷酸酶 (glucose-6-phosphatase)	a. 協助細胞內物質之運輸 b. 含特殊的酵素系統，可執行某些代謝 如肝臟之解毒皆在內質網進行 c. 脂肪酸的去飽和、類固醇的 OH 化、磷脂質的合成。
高基氏體	由膜組成扁平的囊狀構造，末端常膨脹呈泡狀	半乳糖轉移酶 (Galactosyl transferase)	a. 分泌性蛋白質的加工(糖化 glycosylation)、濃縮與包裝 b. 產生溶小體、過氧化體、液泡
由高基氏體分泌而出的膜質的小囊狀細胞器官			
溶小體 (Lyso-some)	標記為酸性磷酸酶(acid phosphatase)	a.有自殺袋之稱， b.內含許多水解酶，可消化由內吞作用所形成的食泡	
過氧化體 (Peroxi-some)	過氧化酶(catalase) 尿酸氧化酶(uric acid oxidase)	分解某些脂肪酸及胺基酸。 過氧化氫的製造及分解。	
液泡		貯存水及養分，維持細胞形狀	



【重點三】生物體的化學基礎

1. 構成細胞的成份

a. 原生質—是構成生命的基本物質

b. 有機體中 98% 由氧(佔 65%)、碳(18%)、氫(10%)、氮、磷、鈣所組成

鐵、碘、鈷、銅、鋅等在生物體中含量很少稱為微量元素

c. 其成份以水、蛋白質、醣類、脂質、核酸為主，並含少量的維生素無機鹽

2. 細胞內之有機物（即碳化合物）

a. 一般性特徵

1) 碳原子可提供四個鍵結

2) 碳原子彼此間可形成共價鍵而排列成鏈狀或環狀以此形成各種化合物之骨幹

3) 小型碳化合物有四

簡單形式之單醣、脂肪酸、胺基酸、核苷酸

為細胞內能量的來源及組成大分子之材料

4) 大小分子間之變化有賴酵素的作用有縮合及水解

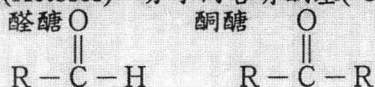
b. 種類

1) 定義：醣類是多元醇類之醛(Aldehyde)或酮類(Ketone)的衍生物，經水解後能夠產生此類衍生物者

2) 依官能基(functional group)：

a) 醛醣類(Aldoses)：分子內含有醛基(-CHO)者，如：葡萄糖

b) 酮醣類(Ketoses)：分子內含有酮基(-C=O)者，如：果糖



3) 特性

a) 自由的醛基或酮基能還原二價銅離子(cupric ions, Cu^{2+})成亞銅離子(cuprous ions, Cu^{+})，所以這些單醣稱為還原醣(reducing sugar)。

b) 由 CHO 所構成其中 HO 比 2:1 故稱碳水化合物

c) 在自然界的醣類都為 D-型，可為人體利用的單醣形式亦為 D-型

單醣：含 3-6 個碳原子，不能再水解之最簡單醣

五碳醣($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$)→核醣、去氧核醣組成核酸分子

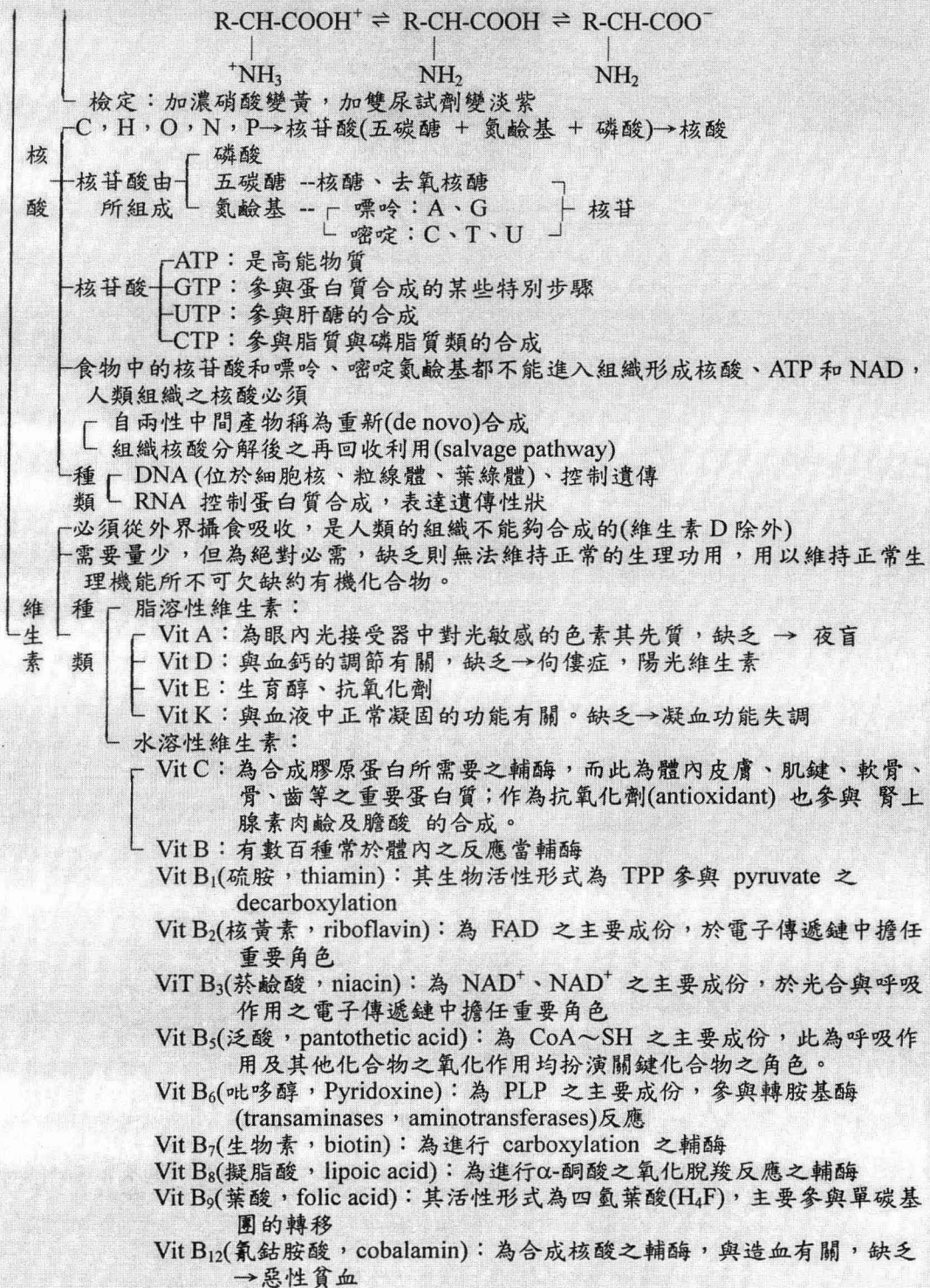
六碳醣($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$): 葡萄糖、果糖、半乳糖 → 同分異構物

葡萄糖是人體內含量最多的單醣，它是細胞中能量的主要來源
單醣可以醣苷鍵連接(glycosidic linkages)形成更複雜的複合物

葡萄糖 + 葡萄糖 → 麥芽糖 + H_2O

醣類

類	- 雙糖 + 葡萄糖 + 果糖 → 蔗糖 + H₂O; 蔗糖：非還原糖 (C₁₂H₂₂O₁₁) 葡萄糖 + 半乳糖 → 乳糖 + H₂O - 寡糖(oligosaccharides)：可水解成 3-6 個單糖者 - 多糖 - 自然界含量最豐富，以下皆由葡萄糖所構成 - 植物：貯存-澱粉；纖維素 - 動物：貯存-肝糖；肝臟、肌肉 (C₆H₁₀O₅)_x - 功能：能量的主要來源、貯存能量、植物的細胞壁等 - 檢定： - 單糖可由本氏液、四氯化銨(TTC) → 變紅 (直鏈)澱粉 + 碘 → 藍黑	
	- 由 CHO 所構成其中 O 含量比碳水化合物為低 - 有長的碳氫鍵，溶於非極性有機溶劑但不溶於水 - 簡單脂類(simple lipids)：由脂肪酸與醇所形成之酯類(ester) - 脂肪酸：有長的碳氫鍵及末端的羧基基團，具有清潔劑的性質 a. 動物體內有 30 種不同之脂肪酸都有偶數個碳且為直鏈結構 b. 飽和脂肪酸無雙鍵，常存在於動物，常溫下為固態 - 不飽和脂肪酸有雙鍵，常存在於植物，常溫下為液態 - 常見的不飽和脂肪酸結構呈順式，為彎曲狀。 - 影響熔點或膜流動性的最重要因素為脂肪酸的不飽和度。 - 脂肪酸的酸性質因鍵長的度及雙鍵的數目而定 c. 必須脂肪酸有三種： 1) 亞麻油酸(Linoleic acid)**其他必須脂肪酸可由亞麻油酸轉化 2) 次亞麻油酸(Linolenic acid) 3) 次花生油酸(Arachidonic acid)*為形成前列腺素等之必要材料	
脂	- 中性脂肪(neutral fats 或稱甘油三酯 triglycerides) a. 由一分子甘油與三分子脂肪酸脫去三分子水組成 b. 生物體含量最多	
種	複脂類(complex lipids)	
質	- 除含脂肪酸與甘油外，尚含其他基團之酯類；包括磷脂類、糖脂質 - 脂質前驅物及衍生物(precursor and derived lipids) - 由異戊烯為單位構成，屬於非皂化脂質 - 類胡蘿蔔素 - 最常見者為胡蘿蔔素，裂解後即成二分子之維生素 A - 類固醇：如維生素 D、性激素、腎上腺皮質刺激素 - 功能： a. 能量的主要來源、貯存能量、參與代謝反應與訊號傳遞 b. 構成細胞膜及細胞的重要材料、保護與隔離作用 c. 形成半透膜，構成各種膜質細胞器官，將細胞分隔 - 成許多隔間讓各反應在各空間內進行而不相互干擾 - 由 CHON 所構成體內最多之有機物(佔原生質 15%) - 在自然界有 20 種胺基酸存在蛋白質中其中必需胺基酸有 8 種 a. 人體之組成蛋白質的胺基酸為 L-α-胺基酸 b. semiessential aa：精胺酸(Arg)，組胺酸(His) c. 必須胺基酸：纈(Val)，白(Leu)，異白(Ile)，色(Try)，苯丙(Phe)，甲硫(Met)，離(Lys)，酪胺酸(Thr)	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array} $ 異戊烯
蛋	- 蛋白質依其所含胺基酸數目、種類及排列方式的不同而有不同之性質 a. 組成蛋白質時是由氨基酸間脫去一分子的水而形成肽鍵 b. 蛋白質大約由 300~3000 個氨基酸所構成 c. 可做為生物分類的標準，生物血緣越近蛋白質構造越相近 - 蛋白質遇高溫、金屬離子、強酸、強鹼 → 變性 - 生物功能：催化反應--酵素、激素，構成體質，防禦--抗體、凝血 - 氧化產能—1 克可產生 4 仟卡能量 - 但生物體只有在能量極端缺乏才自蛋白質中獲得。 - 構造單位為胺基酸 含一胺基 一羧基可做為緩衝劑	$ \begin{array}{c} \text{H}^+ \\ \text{OH}^- \end{array} $



	蛋白質	醣類	脂肪	核酸
組成元素	CHONS	CHO(H:O=2:1)	CHO(H:O<2:1)	CHONP
細胞內含量	15%	1%	3%	2%
主要功能	構成體質	氧化、生能	貯存、保溫	控制遺傳生理
生成能量	4Kcal	4Kcal	9Kcal	—
高溫處理	易變質	穩定	穩定	穩定
組成單位	氨基酸	單醣	脂肪酸、甘油	核苷酸
自然界存在單位形式	組成蛋白質的氨基酸為 L- α -型	D-型，可為人體利用亦為 D-型	脂肪酸的旋光性不明顯 雙鍵常呈順式(cis-)結構	核苷以反式存在
官能基	含一胺基 一羧基	醛基或酮基	脂肪酸：一端羧基團→溶於水；另一端非極性長的碳氫鏈-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃ →不溶於水。	核苷酸由磷酸、五碳糖、氮鹼基構成
官能基的反應	(1)胺端： DNFB、 Dansylation、 PTC(Edman) (2)羧端： Hydrazinolysis 還原	醛基或酮基的氧化、還原反應	(1)羧端： 酯化：羧+醇→酯 皂化：羧+鹽→皂 還原：羧→醛→醇→碳氫化合物 (2)不飽和碳氫鏈： 氫化：不飽和→飽和 氧化：酸敗	(1)磷酸：陰電性 (2)氮鹼基： 互變作用 紫外光吸收(Tm)

[練習題目]

- A 1. 蛋白質構造的單位為
- A. L- α -胺基酸 B. D- α -胺基酸
- C. L- β -胺基酸 D. D- β -胺基酸
- C 2. 下列何者不是必須胺基酸？
- A. Methionine B. Lysine
- C. Alanine D. Valine
- C 3. 下列何者為單醣類？
- A. 蔗糖 B. 澱粉
- C. 核糖 D. 乳糖

- D 4. 蔗糖是：
- A. 一種單糖 B. 人工甜味劑
- C. 果糖聚合物 D. 非還原糖
- A 5. 下列哪一種非屬於皂化脂質？
- A. 類固醇 (steroids) B. 臘類 (waxes)
- C. 神經脂(sphingolipids) D. 甘油酯(glycerides)
- B 6. 肝醣生合成需要下列那一種核苷酸？
- A. CTP B. UDP
- C. AMP D. GTP
- A 7. 下列哪一種維生素與血液的凝固功能有關？
- A. K B. E
- C. B₁₂ D. 葉酸

3. 細胞內的無機物

a. 水:是生物體之基本成分

- 1) 平均一生機旺盛之細胞含 80%的水
- 2) 人體細胞含 70%的水，大約佔體重的 2/3

b. 無機鹽類

- 1) 大部份由、氫、氧、氮、磷、鈣所組成
- 2) 功能
 - a)維持原生質內外環境間正常的滲透壓
 - b)參與電子傳遞鏈系統(electron transport system)
 - c)作為酶的輔因子(cofactors)或活化劑(activators)