

醫學叢書之一

# 生理化學

李震勛編譯

大連東北書店印行

1949.3.

醫學叢書之一

# 生 理 化 學

李震勛編譯

大連東北書店印行

1949.3.

# 生 理 化 學

編譯者 李 震 勛

出版者 大連東北書店

大連天津街一七八號

印刷者 大連東北書店印刷廠

1949.3. 初版 0001—2000

支店

旅順毛澤東路菜市街三六號

金縣城區斯大林路二〇一號

連. Ai字020049

國際原子量表 1946

| Element              | Symbol | At.No. | At. Wt. | Element                | Symbol | At.No. | At. Wt. |
|----------------------|--------|--------|---------|------------------------|--------|--------|---------|
| Actinium ..... (錒)   | Ac     | 89     | 227 ca. | Mercury ..... (汞)      | Hg     | 80     | 200.61  |
| Alabamine ..... ( )  | Ab     | 85     | 221 ca. | Molybdenum ..... (鉬)   | Mo     | 42     | 95.95   |
| Aluminum ..... (鋁)   | Al     | 13     | 26.97   | Neodymium ..... (釷)    | Nd     | 60     | 144.27  |
| Americium ..... ( )  | Am     | 95     | .....   | Neon ..... (氖)         | Ne     | 10     | 20.183  |
| Antimony ..... (銻)   | Sb     | 51     | 121.76  | Neptunium ..... ( )    | Np     | 93     | 239 ca. |
| Argon ..... (氬)      | A      | 18     | 39.944  | Nickel ..... (鎳)       | Ni     | 28     | 58.69   |
| Arsenic ..... (砷)    | As     | 33     | 74.91   | Nitrogen ..... (氮)     | N      | 7      | 14.008  |
| Barium ..... (鋇)     | Ba     | 56     | 137.36  | Osmium ..... (銱)       | Os     | 76     | 190.2   |
| Beryllium ..... (鈹)  | Be     | 4      | 9.02    | Oxygen ..... (氧)       | O      | 8      | 16.0000 |
| Bismuth ..... (鉍)    | Bi     | 83     | 209.00  | Palladium ..... (鈳)    | Pd     | 46     | 100.7   |
| Boron ..... (硼)      | B      | 5      | 10.82   | Phosphorus ..... (磷)   | P      | 15     | 30.98   |
| Bromine ..... (溴)    | Br     | 35     | 79.916  | Platinum ..... (鉑)     | Pt     | 78     | 195.23  |
| Cadmium ..... (鎘)    | Cd     | 48     | 112.41  | Plutonium ..... ( )    | Pu     | 94     | 221 ca. |
| Calcium ..... (鈣)    | Ca     | 20     | 40.08   | Polonium ..... (鉈)     | Po     | 84     | 216 ca. |
| Carbon ..... (碳)     | C      | 6      | 12.01   | Potassium ..... (鉀)    | K      | 19     | 39.096  |
| Cerium ..... (鈰)     | Ce     | 58     | 140.13  | Praseodymium ..... (鐳) | Pr     | 59     | 140.92  |
| Cesium ..... (銫)     | Cs     | 55     | 132.91  | Protactinium ..... (釷) | Pa     | 91     | 231     |
| Chlorine ..... (氯)   | Cl     | 17     | 35.457  | Radium ..... (錒)       | Ra     | 88     | 226.05  |
| Chromium ..... (鉻)   | Cr     | 24     | 52.01   | Radon ..... (氣)        | Rn     | 86     | 222     |
| Cobalt ..... (鈷)     | Co     | 27     | 58.94   | Rhenium ..... (銻)      | Re     | 75     | 186.31  |
| Columbium ..... (鈷)  | Cb     | 41     | 92.91   | Rhodium ..... (銩)      | Rh     | 45     | 102.91  |
| Copper ..... (銅)     | Cu     | 29     | 63.57   | Rubidium ..... (銣)     | Rb     | 37     | 85.48   |
| Curium ..... ( )     | Cm     | 93     | .....   | Ruthenium ..... (鈳)    | Ru     | 44     | 101.7   |
| Dysprosium ..... (鐳) | Dy     | 66     | 162.46  | Samarium ..... (鈐)     | Sm     | 62     | 150.43  |
| Erbium ..... (鉕)     | Er     | 68     | 167.2   | Scandium ..... (釷)     | Sc     | 21     | 45.10   |
| Europium ..... (鈾)   | Eu     | 63     | 152.0   | Selenium ..... (硒)     | Se     | 34     | 78.86   |
| Fluorine ..... (氟)   | F      | 9      | 10.00   | Silicon ..... (矽)      | Si     | 14     | 28.06   |
| Gadolinium ..... (鐳) | Gd     | 64     | 156.9   | Silver ..... (銀)       | Ag     | 47     | 107.880 |
| Gallium ..... (鎳)    | Ga     | 31     | 69.72   | Sodium ..... (鈉)       | Na     | 11     | 22.997  |
| Germanium ..... (鍬)  | Ge     | 32     | 72.60   | Strontium ..... (銩)    | Sr     | 38     | 87.63   |
| Gold ..... (金)       | Au     | 79     | 197.2   | Sulfur ..... (硫)       | S      | 16     | 32.06   |
| Hafnium ..... (鈳)    | Hf     | 72     | 178.6   | Tantalum ..... (鉭)     | Ta     | 73     | 180.88  |
| Helium ..... (氦)     | He     | 2      | 4.003   | Tellurium ..... (鉬)    | Te     | 52     | 127.61  |
| Holmium ..... (鈳)    | Ho     | 67     | 164.94  | Terbium ..... (鉍)      | Tb     | 65     | 159.2   |
| Hydrogen ..... (氫)   | H      | 1      | 1.0080  | Thallium ..... (鉍)     | Tl     | 81     | 204.39  |
| Illinium ..... (鈳)   | Il     | 61     | 146 ca. | Thorium ..... (鈷)      | Th     | 90     | 232.12  |
| Indium ..... (銲)     | In     | 49     | 114.76  | Thulium ..... (錒)      | Tm     | 69     | 169.4   |
| Iodine ..... (碘)     | I      | 53     | 126.92  | Tin ..... (錫)          | Sn     | 50     | 118.70  |
| Iridium ..... (銥)    | Ir     | 77     | 193.1   | Titanium ..... (鈦)     | Ti     | 22     | 47.90   |
| Iron ..... (鐵)       | Fe     | 26     | 55.85   | Tungsten ..... (鎢)     | W      | 74     | 183.92  |
| Krypton ..... (氬)    | Kr     | 36     | 83.7    | Uranium ..... (鈾)      | U      | 92     | 238.07  |
| Lanthanum ..... (鐳)  | La     | 57     | 138.92  | Vanadium ..... (鈮)     | V      | 23     | 50.95   |
| Lead ..... (鉛)       | Pb     | 82     | 207.21  | Virginium ..... ( )    | Vi     | 87     | 224 ca. |
| Lithium ..... (鋰)    | Li     | 3      | 6.940   | Xenon ..... (氙)        | Xe     | 54     | 131.3   |
| Lutecium ..... (鐳)   | Lu     | 71     | 174.99  | Ytterbium ..... (鐳)    | Yb     | 70     | 173.04  |
| Magnesium ..... (鎂)  | Mg     | 12     | 24.32   | Yttrium ..... (釷)      | Y      | 39     | 88.92   |
| Manganese ..... (錳)  | Mn     | 25     | 54.93   | Zinc ..... (鋅)         | Zn     | 30     | 65.38   |
| Masurium ..... (鐳)   | Ma     | 43     | .....   | Zirconium ..... (鈷)    | Zr     | 40     | 91.22   |

# 生理化學 目錄

|                  |    |
|------------------|----|
| 導 論              | 1  |
| 第一章 氫游子指數        | 7  |
| 第二章 膠 態 物        | 14 |
| 第三章 碳水化合物        | 19 |
| 第一節 定 義          | 19 |
| 第二節 分類：醣可分為三大類   | 19 |
| 第三節 單 醣          | 20 |
| 第四節 貳 醣          | 30 |
| 第五節 多 醣          | 33 |
| 第四章 脂肪及類脂體       | 36 |
| 第一節 定 義          | 36 |
| 第二節 分 類          | 36 |
| 第三節 單純脂肪         | 37 |
| 第四節 複雜脂肪         | 40 |
| 第五節 脂肪衍生物        | 44 |
| 第五章 蛋 白 質        | 47 |
| 第一節 幾種蛋白的製備性狀和組成 | 48 |
| 第二節 蛋白質的顏色反應     | 50 |
| 第三節 氨 基 酸        | 51 |
| 第四節 蛋白質分子的結構     | 59 |
| 第五節 蛋白質的變性和膠態行爲  | 61 |

|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 第六章 | 食物的成合            | 63  |
| 第七章 | 酶的化學             | 67  |
| 第一節 | 無機的接觸劑           | 67  |
| 第二節 | 生物化學的接觸劑         | 68  |
| 第三節 | 酶的性質             | 70  |
| 第四節 | 影響酶活動的因素         | 72  |
| 第五節 | 酶的分數             | 73  |
| 第六節 | 自溶和細胞肉的          | 75  |
| 第七節 | 酶的綜合作用           | 76  |
| 第八章 | 消化作用             | 78  |
| 第一節 | 引言               | 78  |
| 第二節 | 消化液              | 78  |
| 第三節 | 食物在消化道中的消化作用     | 86  |
| 第四節 | 食物經過消化道時氫游子濃度的變化 | 90  |
| 第九章 | 腸內細菌所致的化學作用      | 92  |
| 第一節 | 引言               | 92  |
| 第二節 | 腸內細菌所致的幾種重要的化學作用 | 93  |
| 第三節 | 腸內細菌作用的產物的藥理作用   | 95  |
| 第十章 | 血液及其他體液          | 97  |
| 第一節 | 引言               | 97  |
| 第二節 | 正常血液的組成          | 98  |
| 第三節 | 血色蛋白             | 99  |
| 第四節 | 血漿蛋白和血的滲透體       | 103 |
| 第五節 | 纖維蛋白元和血的凝固       | 104 |

|             |                     |            |
|-------------|---------------------|------------|
| 第 六 節       | 淋巴及其他體液             | 107        |
| <b>第十一章</b> | <b>呼吸的化學</b>        | <b>110</b> |
| 第 一 節       | 生物體內氣體交換中之化學的及物理的機制 | 110        |
| 第 二 節       | 血液的氫游子濃度            | 116        |
| 第 三 節       | 電解質及水在血球與血漿間的分佈     | 119        |
| <b>第十二章</b> | <b>各種組織的化學成分</b>    | <b>123</b> |
| 第 一 節       | 肌肉的成分               | 123        |
| 第 二 節       | 骨及結締的組織             | 126        |
| 第 三 節       | 上皮組織                | 127        |
| 第 四 節       | 神經組織                | 128        |
| 第 五 節       | 腺 組 織               | 129        |
| <b>第十三章</b> | <b>內 分 泌</b>        | <b>131</b> |
| 第 一 節       | 引 言                 | 131        |
| 第 二 節       | 甲狀腺及其分泌物            | 131        |
| 第 三 節       | 副甲狀腺的分內分泌           | 134        |
| 第 四 節       | 腦垂體的分泌              | 135        |
| 第 五 節       | 胰島的內分泌              | 137        |
| 第 六 節       | 腸 泌 素               | 139        |
| 第 七 節       | 腎上腺（或副腎）的內分泌        | 139        |
| 第 八 節       | 女性內分泌               | 141        |
| 第 九 節       | 男性內分泌               | 144        |
| 第 十 節       | 其他擬議的內分泌            | 145        |
| <b>第十四章</b> | <b>碳水化物（糖）的中間代謝</b> | <b>147</b> |
| 第 一 節       | 從食物而來的醣底初步變化        | 147        |
| 第 二 節       | 體內從葡萄糖所能形成的其他化學物    | 150        |

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 第 三 節 | 除食物中的醣以外能成葡萄糖的物質 | 151 |
|-------|------------------|-----|

## 第十五章 蛋白的中間代謝.....153

|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 第 一 節 | 血液循環中的氨基酸  | 153 |
| 第 二 節 | 氨基酸在組織中的變化 | 153 |
| 第 三 節 | 從氨基酸產生尿素   | 154 |
| 第 四 節 | 氨基酸去氨基後的變化 | 156 |
| 第 五 節 | 氨基酸在體內的構成  | 159 |

## 第十六章 肌酸與肌酐的新陳代謝.....161

## 第十七章 核蛋白及核酸的中間代謝..... 168

|       |             |     |
|-------|-------------|-----|
| 第 一 節 | 核 蛋 白       | 168 |
| 第 二 節 | 核 酸         | 168 |
| 第 三 節 | 體內嘌呤及核蛋白的結合 | 171 |
| 第 四 節 | 嘌呤的分解作用     | 172 |

## 第十八章 脂肪的中間代謝.....176

|       |                |     |
|-------|----------------|-----|
| 第 一 節 | 脂肪的吸收和運輸       | 176 |
| 第 二 節 | 從食物中的醣及蛋白所成的脂肪 | 177 |
| 第 三 節 | 動物真脂的結局        | 179 |
| 第 四 節 | 真脂的分解作用        | 179 |
| 第 五 節 | 真脂的排洩          | 181 |
| 第 六 節 | 磷脂的新陳代謝        | 181 |
| 第 七 節 | 膽固醇的新陳代謝       | 181 |

## 第十九章 醇、水及無機鹽的新陳代謝 .....183

|       |        |     |
|-------|--------|-----|
| 第 一 節 | 醇的新陳代謝 | 183 |
| 第 二 節 | 水的新陳代謝 | 184 |



|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 第三節 無機鹽的新陳代謝          | 184        |
| <b>第二十章 排泄的化學</b>     | <b>190</b> |
| 第一節 肝及膽汁              | 190        |
| 第二節 腸粘膜               | 191        |
| 第三節 肺                 | 191        |
| 第四節 皮、汗及皮脂            | 191        |
| 第五節 尿                 | 192        |
| <b>第二十一章 維生素</b>      | <b>199</b> |
| 簡    史                | 199        |
| 維生素A                  | 199        |
| 維生素B                  | 202        |
| 維生素C 抗壞血維生素           | 205        |
| 維生素D                  | 207        |
| 維生素E                  | 210        |
| 維生素K 抗出血因素            | 212        |
| 結    語                | 212        |
| <b>第二十二章 生殖化學</b>     | <b>214</b> |
| 第一節 植    物            | 214        |
| 第二節 動    物            | 215        |
| 第三節 乳                 | 216        |
| <b>第二十三章 體內能的新陳代謝</b> | <b>218</b> |
| <b>第二十四章 飲    食</b>   | <b>226</b> |
| <b>第二十五章 呼吸化學第二部分</b> | <b>230</b> |
| 第一節 氧化作用和生物氧化作用       | 230        |
| 第二節 肌肉活動              | 234        |

# 生理化學

## 導論 (Introduction)

生物化學一語，英文是 Biochemistry，依字義而言即生命的化學（Bio 源出希臘語 Bios 即生命之意）研究生物化學是從化學家的觀點研究活着的或曾經一度生活過的物質，換句話說，即考察活物是由什麼化合物所組成，考察它們如何構成怎樣毀壞，以及功用如何等等。

生物化學之成爲一門獨立的科學，還不過是十九世紀末葉的事，它雖是一門年幼的新興科學，可是它的進步是異常迅速的，過去的化學家咸以爲有機化合物之造成，必賴生物體內某種「活力」或「生命力」(Vital-force) 之助方才可能，此種信仰直至一八二八年德國化學家 Wöhler 從氰酸銨製成尿素以後始被逐漸打破，從這時起才有了生物化學的萌芽，雖在一八八三年已經在德國斯特拉斯堡 (Strassburg) 建立了第一個生物化學的講座，但是可以說直至本世紀初美國化學家 Folin 及 Van Slyke 等發展了生物化學的精細的技巧和在臨床醫學上的重要的直接應用以後，它才能脫離生理學的襁褓，而得到突飛猛進的自由發展，至今生物化學亦稱生理化學 (Physiological Chemistry)。

生物化學雖然已經成爲一門獨立的科學，可是，在現階段它和生物物理學以及生理學三者之間，還不能劃出明確的界限，這三門科學仍密切地互相聯系，並且互相依賴。

生物化學是在普通化學，無機化學及有機化學等科的基礎上建立和發展起來的，因此，研究生物化學必須具備這些科學特別是有機化學的基本知識如果把生物化學比作一種文字，那末有機化學就好比這種文字的字母，要懂得這種文字就非先學會它的字母不可。

生物化學底發展，因在臨床醫學上重要的直接應用而突飛猛進及近來

它的飛速進步又給醫學以更大的貢獻，於是這一門新科學的發展和現代新醫學的進步就血肉相關地聯在一起了，內科學上新陳代謝疾病（如糖尿病）的知識完全依據生物化學上關於新陳代謝的研究結果，生物化學上關於維生素（Vitamin）的知識之進步不僅使內科學中的營養缺乏病及眼科學上的乾眼病之治療得以解決，並且可以預防，生物化學上關於內分泌的知識的進步，發現了胰島素（insulin）甲狀腺素（thyroxin）動情素（Oestrin）才解決了糖尿病，甲狀腺腫的治療問題及產科學上的孕娠試驗（Aschein-Zondek test）如不明瞭血液的化學，則血液的疾病（如酸中毒貧血等）的研究就無從着手。

不僅臨床醫學如此，醫學基礎各科亦然，診斷學上尿中蛋白質與糖的試驗，細菌學上關於細菌的培養，吲哚試驗（indol test）及甲紅反應（MethylRed Reaction）藥理學上各種化學品對於組織的影響，病理學上關於新陳代謝疾病，膽石之形成多發性神經炎等等的原理，莫不有賴於生物化學的基礎而生理學之直接基於生物化學更不待言。此類例證不勝枚舉。總之如不具備生物化學的基本知識，而欲深刻研究現代醫學，是不可能的事，可是生物化學研究成果在醫學上應用的結果也幫助生物化學家更深刻的研究。

生物化學與醫學的關係雖然如此密切但是它的應用並不限於這一方面，植物的生長和組成也在它的研究範圍以內，它對於植物疾病的研究也有許多貢獻，其他如它與獸醫學間的關係，也同樣密切，不過我們的目的是研究醫學，所以這本提綱的內容主要的只限於人類方面，即與醫學各科有關的方面而已。

研究生物化學需要具備定量分析的技能，否則就無法研究組織的成分，食物的化學組成及各種成分在消化和新陳代謝的過程中所起的變化，等等問題。但不能忘記經化學手術處理過的組織（tissue）在化學變化過程中起了變化或破壞已經不是活的組織了，所以活物的本性之研究，受到一定的限制，因此必須將化學分析的結果與它的功用聯繫起來研究才能得到正確的認識。

細胞是生物的結構的單位，這是生物學上的基本觀念，原生質是細胞的主要部份，它是一種有生命的複雜物質，是生命的基本物質，Huxley 稱之為生命的物質基礎。

原生質是由水蛋白質，醣，無機鹽類酶和一些其他的物質所組成，可是即使對原生質的有機組成有完滿的知識，我們仍舊不能洞悉原生質所特有的本性所以現在還不能給原生質下一個明確的恰當的定義，它的各種成分相互依賴，並組成一種協調的生理化學的系統，它的活動和本性的多樣性就以此為基礎，許多反應—氧化和還原，水解和綜合—可以同時在一個細胞內有條不紊地進行，而彼此不相妨碍，生物之別於無生物的一些特性—感應性，營養，呼吸，新陳代謝，生長，以及原生質本身之永存等—也就依賴這許多化學反應。

究竟什麼是生命呢？對於這個問題，恩格斯給了古典的解答「生命是蛋白體的存在形式，實質上就是在於把這些蛋白體的化學的構成要素作經常的自我更新。……無論在什麼地方，要是我們遇到生命，我們總是看到生命是與某種蛋白體相聯系的，並且無論在什麼地方，要是我們遇到任何不處於解體過程中的蛋白體那末我們也必然看到生命的來表現」（反杜林論，吳譯本訂正版頁……）。

**組織的化學元素**：大多數組織都含有70—90%的水肌肉約含水75%骨約含水40%，即人身最硬的組織—琺瑯質也含近5%的水，於是氧與氫兩元素在人體中就其重量而言，是很重要的人體中的氧在60%以上，氫將及10%，氫氧和碳組成碳水化合物，這三種元素與氮及硫組成蛋白質，磷存在於某些蛋白質及脂肪中，並與鈉，鉀，及鈣組成無機化合物碳酸氫，硫磷四種元素在人體中所佔的百分率如此，C,20% N,25% S,0.14% P,1.14%。

鈉，鉀，兩種元素廣佈于動植物界並在生理上非常重要，人的血漿中鈉的含量比鉀多，而紅血球內則相反人體含鈉 0.11%鉀 0.10%。

鈣是細胞的必要成分，骨骼中含量特別豐富，鐵也是在組織中同樣廣佈的一種元素，同時也是組成葉綠素的元素之一，人體含鈣約 2.5% 鎂約

0.07%。

鐵是動植物原生質的必要成分它是血紅素的成分之一，人體含鐵 0.01%。

氯大部分與鈉，鈉結合成無機物，人體含氯 0.16% 碘是組成甲狀腺素的必要成分甲狀腺素對於新陳代謝的控制有重大作用故碘對於人體也很重要。

銅與血紅素的產生有關，雖然血紅素本身並不含銅。

生物化學之鳥瞰：任何生物，從最簡單的變形蟲（或阿米巴 *Amoeba*）到最複雜的人類都有兩種不同的重要活動，一種是種族的繁殖，另一種是將從外界取得的食物改變成為自身發育和補償的材料，並用以生熱及工作，高等動物的生存時期較長，所以前一類的活動較為次要，後一類活動佔化學研究的大部分。

我們所研究的是化學過程的本性，生物如何將食物中儲存的勢能變為功與熱。這些化學過程也關係于生物本身的耗費及損壞，所以也要盡力研究生物本身底化學的毀壞和補償。這一切過程，無論在單細胞生物或人類基本上，大致相類似，在一切生物體中均有下列種種作用：首先改變食物成為能吸入體壁的狀態，吸收進去用以補償消耗和發生能力（功與熱）然後將細胞毀壞所生的產物及發生能力的化學作用所生的產物從體內排出。

熱之產生顯然由於氧化，多數生物所需要的氧，均從大氣中取得。生物化學之一部分即研究氧如何適應體內各部分的需要。

人類依賴各種飲食而生存。依化學的分析可將這些飲食品分為幾類重要的化合物，即碳水化合物（即糖）脂肪，蛋白質，幾種無機鹽類，維生素，以及水和氧。

所喫的糖，脂肪和蛋白質，大部分不能溶解，且不能通過動物膜，從口到肛門的消化道，由動物膜所組成，它底內容物，其實是在體外，消化道的功用在於使某些化學變化能在其中進行以使蛋白質，脂肪，及大部分糖等等的複雜的分子，分解成能溶於水且能透過動物膜的簡單的分子，這

些化學變化有賴于各種腺體，如唾液腺和臟腔所分泌的某些化合物的幫助，才能進行，這類化合物稱為酶(En-zymes)它們的作用和接觸劑(Catalysts)相似，極複雜的澱粉分子的分子式可寫作  $(C_6 H_{10} O_5)_n$ ,  $n$  是一個，尚未確定的極大數字，由於某種酶的作用，每個分子澱粉與許多分子水結合，直到大部分成為麥芽糖  $C_{12} H_{22} O_{11}$ ，後者又因另一種酶的作用，而成兩分子葡萄糖， $C_6 H_{12} O_6$ ，還有其他種種的酶，可以使蛋白質的分子和水結合，再分為許多簡單化合物，名氨基酸 (Amino-acids)，同樣由於酶的作用，脂肪分子與水作用，生成甘油及脂酸。

當食物與消化液的混合物在消化道內前進時，逐漸變成流體，大部被腸所吸收(凡溶解在溶液內的物質均同被吸收)被吸收的物質由血液循環輸送到全身的細胞，同時經肺吸收入血的氧，以化學結合的狀態，也被血液輸送至全身的細胞，食物與氧在體內發生許多化學反應，而大部分是氧化作用，一部分化學反應為神經所控制其餘則因內分泌物 (internal secretion) 的影響而發生，內分泌物是由內分泌腺，如腎上腺，甲狀腺等，所造成直接傾入血液循環，如此種種不同的化學作用，構成所謂新陳代謝 (Metabolism) 或中間代謝 (Intermediatemetabolism) 既涉及氧化作用則必然產生熱，體內千萬細胞中的種種氧化作用產生大量的熱，身體表面亦散失大量的熱，而體溫的高低便是熱的產生和散失兩方面平衡的結果。

各種化學反應的結果產生兩類產物，一類是較為複雜的化合物，或保留在細胞內成為細胞的一部分(它的原生質)或傾出作特別用途(酶，內分泌物)或以脂肪及動物澱粉之形式儲存其他一類便是比較簡單的廢物，其中最重要的是尿素，二氧化碳和水。這三種廢物先由組織細胞入血液循環，然後大部分携至肺臟(排出二氧化碳及水)腎臟(排出水及尿素)和皮膚(排出水)能溶解的排洩物都由腎臟排出，雖然也有一小部分由腸排出(大便)。

這些化學過程的研究涉及能的轉變——勢能轉變為動能，能不滅定律 (The Law of Conservation of Energy) 應用於生命過程與應用於無生命的過程同樣準確，雖然應用的方式和方法可以不同。飲食和排洩之精確的

化學實驗證實：身體既不能創造能，亦不能毀滅能，從定量分析的觀點，也要那個人能力的需要和飲食的需要加以研究，維生素和無機鹽等也是食物的一部份，雖與能的轉變或無直接關係，但無適當供給，則身體不能完善地營理能的轉變。

一般的說，植物比動物有更大的綜合能力，而且因植物有葉綠素，所以能够將太陽的輻射能以勢能的形式，儲藏于碳水化合物之中。

## 復 習 題

1. 什麼是生物化學？
2. 生物化學是如何產生和發展的？
3. 生物化學和醫學有什麼關係？
4. 生命是什麼？
5. 生物由那些元素所構成？
6. 生物化學研究些什麼？

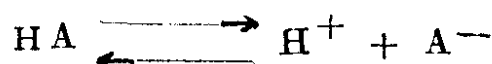
# 第一章 氫游子指數 (pH)

對於生物化學的反應 (Biochemical reactions) 有極大影響的因素之一，便是反應進行的媒質之酸度或鹼度，生物的大多數反應都在極近中性的媒質中進行，常常只因酸度或鹼度的極小變化就使生物受到顯著的有害的影響，血液即其一例。

一種溶液的酸度或鹼度，視該溶液之一定體積中所含的氫游子數而定，一千萬公斤的中性水只含一公分氫游子，正常人的動脈血一千萬公升中平均只含 0.47 公分氫游子，就是說比同體積的中性水所含的氫游子的一半還少。這些數字很難明瞭其意義，本章即解釋如何達到這些數字，並如何運用一種簡單些的方法以表達這些事實。

游離 (Dissociation Ionization) 酸，鹽基，及鹽在水溶液中均游離為荷正電的陰向游子 (Cations) 與荷負電的陽向游子 (Anion)。

酸  $HA$  依照下式而游離



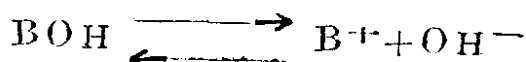
依質量作用定律 (Mass Action Law) 可得

$$\frac{[H^+] \times [A^-]}{[HA]} = K_a$$

$[H^+]$  表示氫游子濃度  $[A^-]$  表示陽向游子的濃度， $[HA]$  表示未游離酸之分子濃度， $K_a$  稱為該酸的游離常數 (Dissociation Constant)。

我們用每公升溶液中所含溶質 (Solute) 的公分分子數 (the number of gram-molecules) 表示該溶液之濃度同樣某一溶液的氫游子濃度即該溶液一公升所含氫的公分游子數 (the number of gram-ions)。

鹽基  $BOH$  ( $B$  是鹼金屬根，依照下式游離

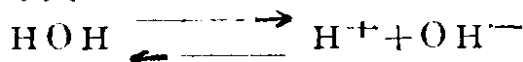


應用質量作用定律於該鹽即得：



$$\frac{[B^+] \times [OH^-]}{[BOH]} = K_b \quad K_b \text{ 是該鹽基的游離常數,}$$

水的游離依照下式：



應用質量作用定律

$$\frac{[H^+] \times [OH^-]}{[HOH]} = K$$

但水的游離度 (Degree of Dissociation) 極小，未游離的水的濃度之值極大，所以  $[HOH]$  可看作一常數，因此

$$[H^+] \times [OH^-] = K \times [HOH] = K_w$$

用極純的水準確試驗水的游離常數， $K_w$  的值在  $22^\circ C$  時測出是：

$1 \times 10^{-14}$  既是純水則  $[H^+] = [OH^-] = 10^{-14} = 10^{-7}$  即每公升純水中含有一千萬分之一公分 (0.0000001gm) 氫游子或一千萬公升純水中含有氫游子一公分及氫氧游子一十七公分。

倘在如此平衡的中性水中加入酸或酸性鹽，可以使氫游子增加而氫氧游子減少，加入鹽基或鹽基性鹽則相反，其增減的程度至保持上列平衡為止，因此  $[H^+] \times [OH^-] = K_w$  這一平衡式適用於一切水溶液（酸鹽基鹽）。

酸溶液的強弱，並非一定體積水溶液中所含酸量為標準，而依該濃度的水溶液中所含氫游子濃度（即一公升水溶液中所含氫游子的公分游子量之數值）而定，鹽基溶液的強弱同樣依所含氫氧游子的濃度而定，因此依上列的公式，用氫游子濃度也足以表明鹽基的強弱。

酸鹽基與鹽只在極度稀釋的溶液中才完全游離，酸與鹽基溶液的強弱既依氫游子濃度而定，要明瞭其確實強度就要測定它的游離度。

游離度之測定：游離度可以藉溶液之電導度 (Conductivity) 以測定之，因溶液的電導度與它的電抗 (Resistance) 成反比，而與它所含的游子數成正比。

純水在  $0^\circ C$  結冰，倘水中容有化合物，其冰點則降至  $0^\circ$  以下，所降