



北京师范大学国家基础教育
课程标准实验教材总编委会组编

经全国中小学教材审定委员会 2004 年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

生物学

SHENG WU XUE

(必修1) 分子与细胞

主编 吴相钰 刘恩山



○ 浙江科学技术出版社

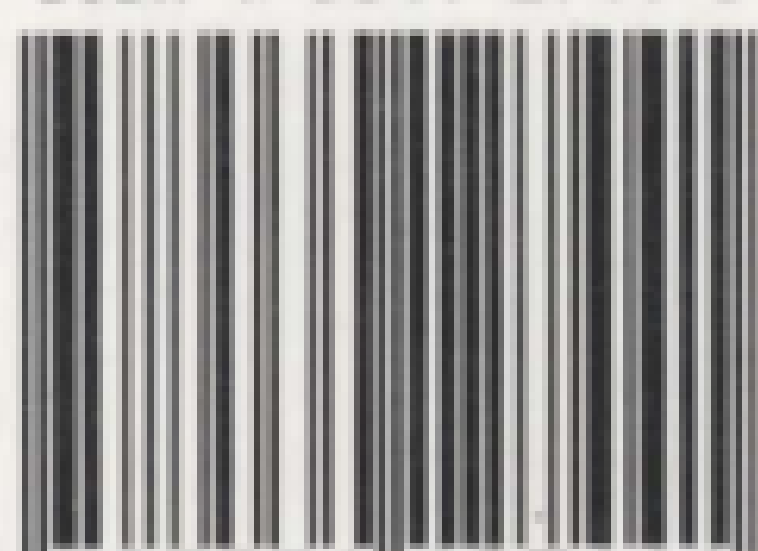
责任编辑 / 谢异泓
封面设计 / 潘孝忠



生物学

普通高中课程标准实验教科书

ISBN 7-5341-2744-0



9 787534 127441 >

ISBN 7-5341-2744-0 定 价: 7.65 元

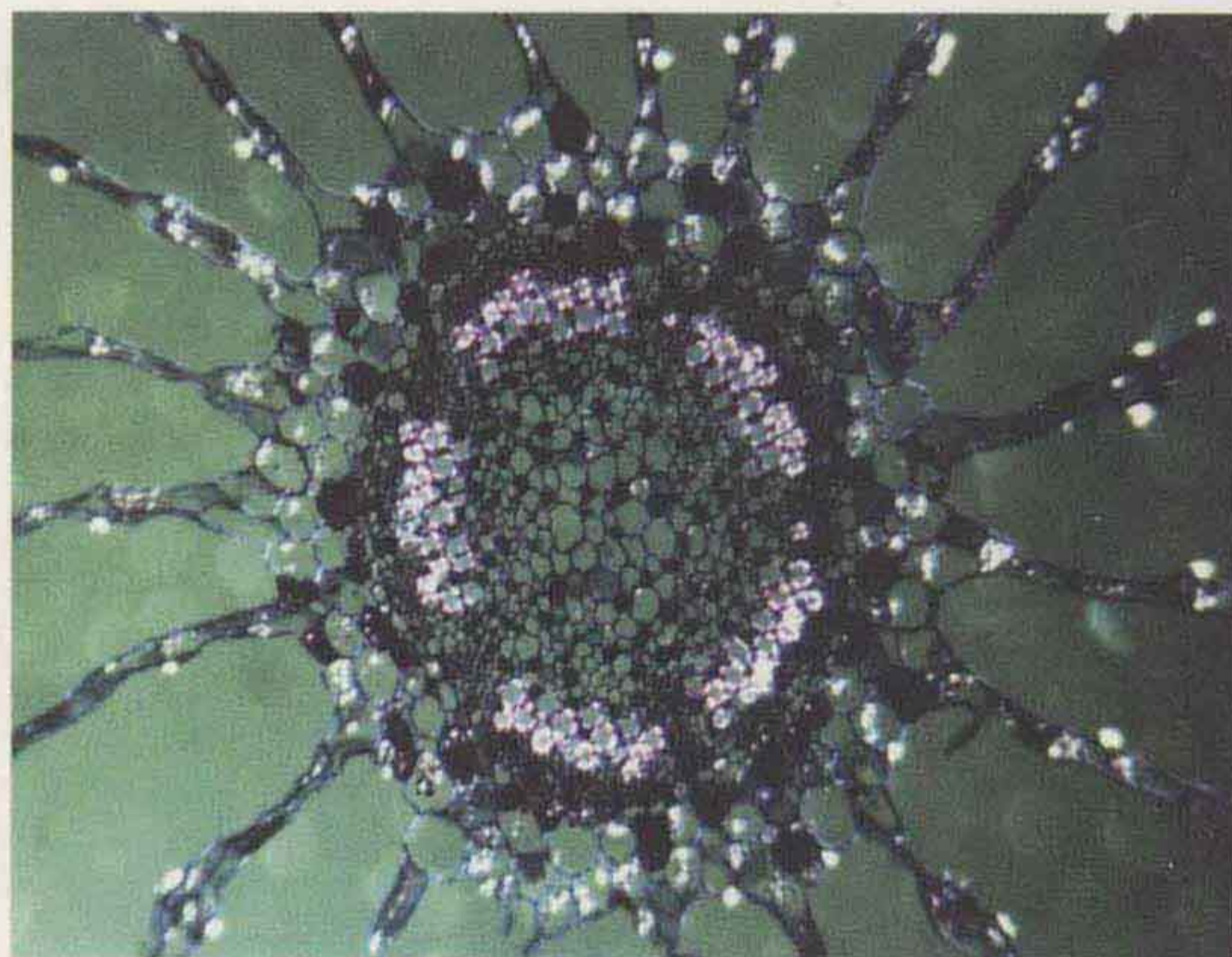
浙价教材批[2005]2号 举报电话 12358

普通高中课程标准实验教科书

生物学

(必修1) 分子与细胞

主编 吴相钰 刘恩山



浙江科学技术出版社

前言

什么是生物？什么是生命？

关于“什么是生物”这个问题，人们一般认为凭直觉都可以回答。例如，当你看见一只兔子蹲在岩石上时，你会说兔子是生物，岩石是非生物。如果接着再问，凭什么说兔子是生物而岩石是非生物呢？这个问题就不容易回答了。通俗地说，生物是“活的”物体。可以回答说，兔子是活的，所以是生物；岩石不是活的，所以不是生物。如果再问一个问题，什么是“活的”呢？有人会说，活的东西会活动，兔子能动，能跑能跳，所以兔子是活的。可是汽车也能动，难道汽车也是活的东西吗？也有人会说，活的东西受到刺激会发生反应，兔子受到刺激会有反应，比如向它扔石块，它就会逃跑。可是敲击电子计算机的键盘，计算机也会有反应，难道计算机是活的东西吗？不是！那么什么是“活的”呢？严格地说，活的东西就是有生命的东西。然而什么是生命呢？这是一个很难准确回答的问题。查阅一些著名的词典，往往将“生物”一词注释为“具有生命的物体”。再去查“生命”一词又被注释为“生物体所特有的现象”。有的百科全书对“生命”一词的解释认为，这是“一个很难下定义的现象”，又说“目前尚无一致公认的定义”。这是符合实际的说法。因为从不同的角度来考察生命就会有不同的定义，各种不同的定义也反映了生命极其丰富复杂的内涵，而且每一个时代都有这个时代对生命的认识。生命，这种地球上最复杂的现象，将会随着人类的进步而愈来愈深刻愈全面地被我们所认识。

虽然对生命很难下定义，我们还是可以将生命描述为生物体存在的状态，而生物体与非生物体比较具有若干特征。或者说，具有这些特征的物体就是生物。生物体的特征可包括下列几个方面：

(1) 以细胞为基本结构单位

所有的活的生物体都是由细胞和细胞的产物所构成的，因此生物体都有共同的结构单位。有些生物体如细菌和变形虫，由单细胞构成，叫做单细胞生物；其他的生物则由许多细胞构成，叫做多细胞生物。复杂的多细胞生物是由大量细胞组成的，如人体的细胞可达几十万亿个。这些细胞有多种多样的形态和功能，各司其职而又相互协调，形成一个整体。这些细胞的形态和功能虽有差异，但其基本结构却是一致的。

(2) 相同的化学成分

所有的细胞和由细胞组成的生物体都有相同的化学成分。所有细胞的主要



成分都是水，其含水量为60%~90%。水对于生命来说是不可缺少的，因为水是所有细胞活动的介质。此外，所有的细胞都含有四类有机大分子，即糖类、蛋白质、核酸和脂质。这四类有机大分子又是分别由简单的有机分子单糖、氨基酸、核苷酸和脂肪酸所构成。

(3) 新陈代谢

所有的活细胞都不断地进行着两类化学反应。一类是将获自外界的营养物质转化为细胞的组成成分；另一类是将生物体内的营养物质分解，以获得细胞活动所需要的能量。这两类反应便是细胞的新陈代谢(metabolism)。这些反应都不是简单的过程，而是包含一系列复杂的反应过程，叫做代谢途径。主要的代谢途径在各种细胞中都是一致的，这也许是生物体最惊人的特征。

(4) 稳态

生物体是一个开放系统。从单细胞的变形虫到多细胞的人体都在不断地与外界进行物质和能量的交换，然而又保持着内部的稳定状态。如果生物体不能保持内部的稳定状态，就可能导致生命活动的终结。这种内环境的相对稳定状态是通过复杂的调节活动来维持的，这种状态称之为稳态(homeostasis)。稳态是各种形式的生物体的普遍特征。

(5) 应激性

所有生物，从单细胞的变形虫到多细胞的人体，从动物到植物，都能觉察机体内外环境的变化并产生一定的反应，这种特性叫做应激性(irritability)。动物的应激性是很明显的，植物是否也具有应激性呢？除少数植物外，绝大多数植物不像动物那样受到刺激就会发生明显的反应，但植物也普遍地对某些刺激发生反应，只是比较缓慢，比如大多数植物对光的刺激都会发生向光生长的反应。

(6) 生殖与遗传

生物(动物、植物、微生物)在生长发育的基础上都能生殖后代。这就是自身的复制，生命组织的复制。在生殖过程中生物将自身的遗传物质传给后代，产生与亲代相似的子代。

(7) 进化

生物在历史的发展过程中通过遗传、变异和自然选择逐渐演变，适应于周围环境。生物的演变，一般是由简单到复杂，由低级到高级。

什么是生物学？怎样研究生物学？

生物学(Biology)是研究生命现象及其活动规律的科学。具体一点来说，生物学是研究生物(包括植物、动物、微生物等)的结构、功能、发生和发展以及生



物与生物之间的相互关系、生物与环境之间的关系的科学。

生物学家怎样研究生物，研究生命现象呢？

生物学家对生命现象的研究通常采用两种基本方法，即观察与实验。

观察(observation)是按生物的本来面貌反映、描述生物的状况。生物学家研究生物先是对生物的外形进行观察和描述，进一步则是将生物体分解开来，观察生物的内部结构。除了用眼睛观察外，还要借助放大镜、显微镜等工具帮助眼睛观察。对于生物的观察，还由静止的观察发展到动态的观察，观察生物的生长、发育的过程；由对个体的观察，进而发展到对群体的观察，对不同种类、不同时期的差异、比较不同种类之间外形和结构的异同等等。比较的方法是研究不同种类之间生物相互关系的重要方法。

在生物学发展的早期，主要是观察生物的形态、结构等。

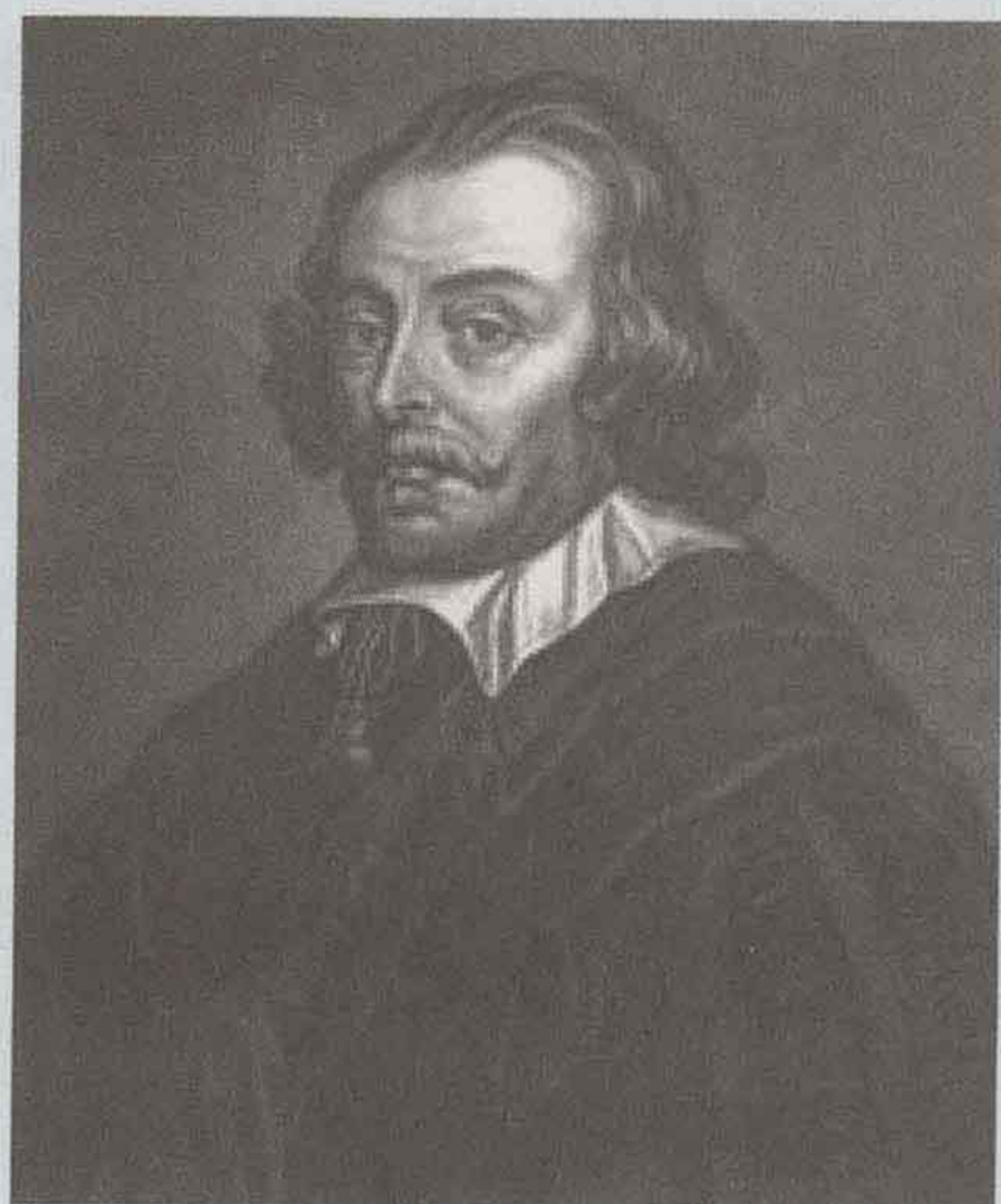
亚里士多德(Aristotle, 前384~前322, 图A)，在前4世纪就观察描述了500多种动物，并且解剖了其中的50多种。由于他在动物分类、解剖、胚胎发育等方面做了大量的开创性工作，他被公认为生物学的创始人。

实验(experimentation)是人为地改变某些条件来考察生命现象的变化，以探究生命现象内在的因果关系，认识生命活动的内在规律的方法。

哈维(William Harvey, 1578~1657, 图B)，首次把实验方法应用于生物学，于1628年发现了血液循环，成为现代生理学和实验生物学的奠基人。



图A 亚里士多德



图B 哈维

在生物学的研究中,观察与实验是紧密联系在一起的。往往是先观察到某种现象,再设计一种实验来检验,也就是人为地改变某些条件,看看这种现象有无改变,如何改变。根据实验的结果再提出某种假说来解释,对所提出的假说进一步再用实验来检验是否正确。

由于生命现象的复杂性,把实验方法应用于生物学比用于物理学、化学更加困难。在观察与实验中要努力排除假象,取得可靠的事实材料;在根据这些事实材料推理时要多方考虑,防止得出错误的结论。

我们为什么要学习生物学呢?

首先,我们自己就是生物,而且是一种高级动物。难道你不想对自身有所了解吗?例如,我们的身体是怎样构成的?我们为什么要吃饭?我们应该吃哪些食物?我们为什么会生病?SARS是怎样传染的?我们怎样对抗SARS?如此等等,都是与生物学有关的问题。学习生物学可以帮助我们了解这些问题,回答这些问题。

生物学是一门基础科学,是农学和医学的基础。现在人类面临的几个大问题,如人口、食物、环境、健康等问题都与生物学有关。例如,当前地球上的人口已超过60亿,如何实行计划生育,控制人口过快的增长是人类面临的一个大问题。这个问题的解决就需要生物学家从生殖生理学、内分泌生理学等方面作出贡献。如何提高人口素质,避免或减少患有遗传病的婴儿出生就需要研究产生遗传病的原因,提出避免遗传病的办法。又如,保护身体健康、防治疾病是人人都关心的问题。学习生物学可以帮助我们了解自己的身体,了解发生疾病的原因以及如何依靠医生、护士正确地预防和治疗疾病。学习生物学还可以帮助我们了解地球上千千万万种生物是进化来的,不是神造的,建立起科学的世界观。

20世纪50年代以来,生物学蓬勃发展,在多方面取得了空前的突破。DNA双螺旋结构的发现,使人类对生命现象的研究从整体水平、器官水平和细胞水平深入到分子水平,生物学进入了分子生物学的新阶段。生命科学在21世纪的全面发展必将促使医学进一步发展,攻克更多危害人类的严重疾病;增加粮食产量,改善几亿人的营养不良状况;妥善保护人类生存的环境,保护生物多样性,使人类的生活更加美好。我们可以预期,21世纪将是生物学蓬勃发展并造福人类的时期。

目 录

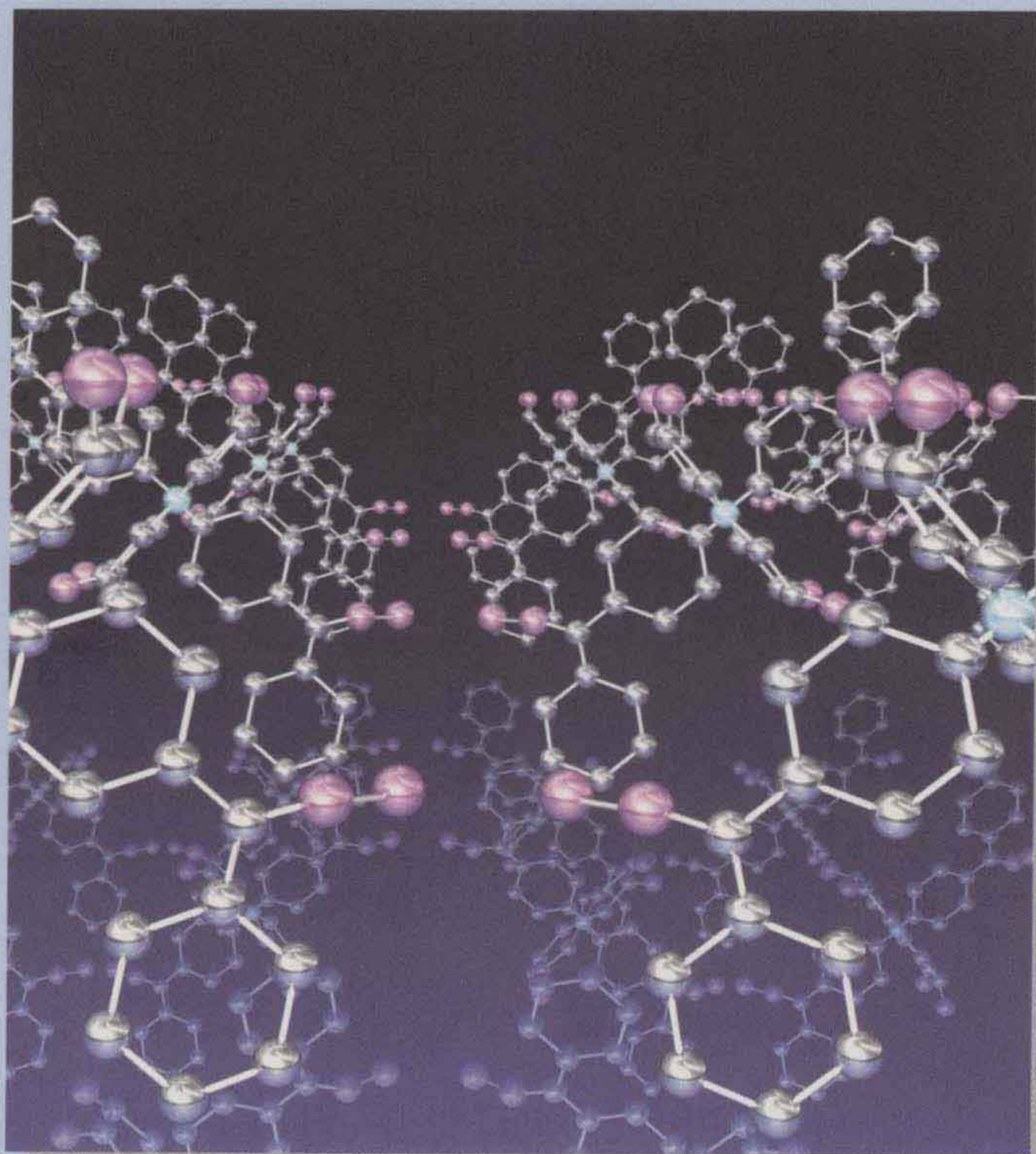
第一章	细胞的分子组成	1
第一节	分子和离子	2
第二节	无机物	4
第三节	有机化合物及生物大分子	6
本章小结		17
第二章	细胞的结构	18
第一节	细胞概述	19
第二节	细胞膜和细胞壁	24
第三节	细胞质	30
第四节	细胞核	37
第五节	原核细胞	41
本章小结		42
第三章	细胞的代谢	43
第一节	细胞与能量	44
第二节	物质出入细胞的方式	48
第三节	酶	55
第四节	细胞呼吸	65
第五节	光合作用	77
本章小结		91

第四章	细胞的增殖和分化	92
第一节	细胞的增殖	93
第二节	细胞的分化	100
第三节	细胞的衰老和死亡	105
本章小结		108

第一章

细胞的分子组成

我们生活在由生物体和非生物体组成的世界里。虽然生物与非生物有根本的不同，但是它们都是由物质组成的。作为生物体结构和功能的基本单位，细胞同样也是由各种各样的物质组成的。因此，要了解细胞及其活动，必须先了解细胞的物质组成。



● 本章学习要点

1. 列出细胞中化合物的种类。
2. 举例说明细胞中的各种化合物。
3. 测定生物组织中的某些有机物。

第一节 分子和离子



本节要点

元素

分子

离子

元素

所有的物质都是由元素组成的,地球上天然存在的元素有 90 多种。表 1-1 为组成人体的主要元素。

表 1-1 组成人体的主要元素

元素	符号	含量(%)
氧	O	65.0
碳	C	18.5
氢	H	9.5
氮	N	3.3
钙	Ca	1.5
磷	P	1.0
铁	Fe	0.4
硫	S	0.3
钠	Na	0.2
氯	Cl	0.2
镁	Mg	0.1

分子

一种元素可能由一种原子组成,也可能由一种以上的原子组成。组成物质的单位是分子 (molecule), 分子则由原子组成。例如,我们吃的水果中有水分子,有糖分子,还有许多别的物质。水分子由氢、氧两种元素组成,糖是由碳、氢、氧三种元素组成的。水和糖是不同的物质,然而其中都有氢和氧。同样的几种原子可以组成各式各样的分子。例如,水是由氢原子和氧原子通过共用它们最外层的电子而形成的分子。如果两个原子共用一对电子,便形成一个共价键

(covalent bond)。如果两个原子共用两对电子,便形成一个共键双键。

水分子的性质与组成它的氢和氧的性质完全不同。在正常情况下,地球上的氢(H_2)和氧(O_2)都是气体,而水(H_2O)则可能是液体、气体或固体。所以原子组成分子后便产生了一种全新的物质。



同位素示踪

同位素是指质量不同而化学性质相同的原子。“普通”的碳原子是指 ^{12}C ,但碳元素中还有 ^{13}C 、 ^{14}C 等碳原子。生物体虽然对这些碳原子“一视同仁”,但是不同的碳原子各有不同的特性,所以可以用不同的方法进行检测。放射性同位素能够发生衰变而产生放射性,因此易于检测。 ^{14}C 就是碳元素中的一种放射性同位素。例如,研究光合作用时就可以利用 ^{14}C 标记的二氧化碳($^{14}\text{CO}_2$)进行实验,以追踪碳元素在植物体内的运行和变化,所以 ^{14}C 又叫示踪原子,这种研究技术就叫做同位素示踪。

示踪原子不仅用于科学研究,还用于疾病的诊断和治疗。例如,射线能破坏甲状腺细胞,使甲状腺肿大得到缓解。因此,碘的放射性同位素就可用于治疗甲状腺肿大。

离子

如上所述,两个原子之间可因共用电子而形成共价键。此外,也可以因为得到或失去电子而变为负离子或正离子而结合起来,形成离子键(ionic bond)。氯化钠就是由钠离子(Na^+)和氯离子(Cl^-)组成的(图1-1)。

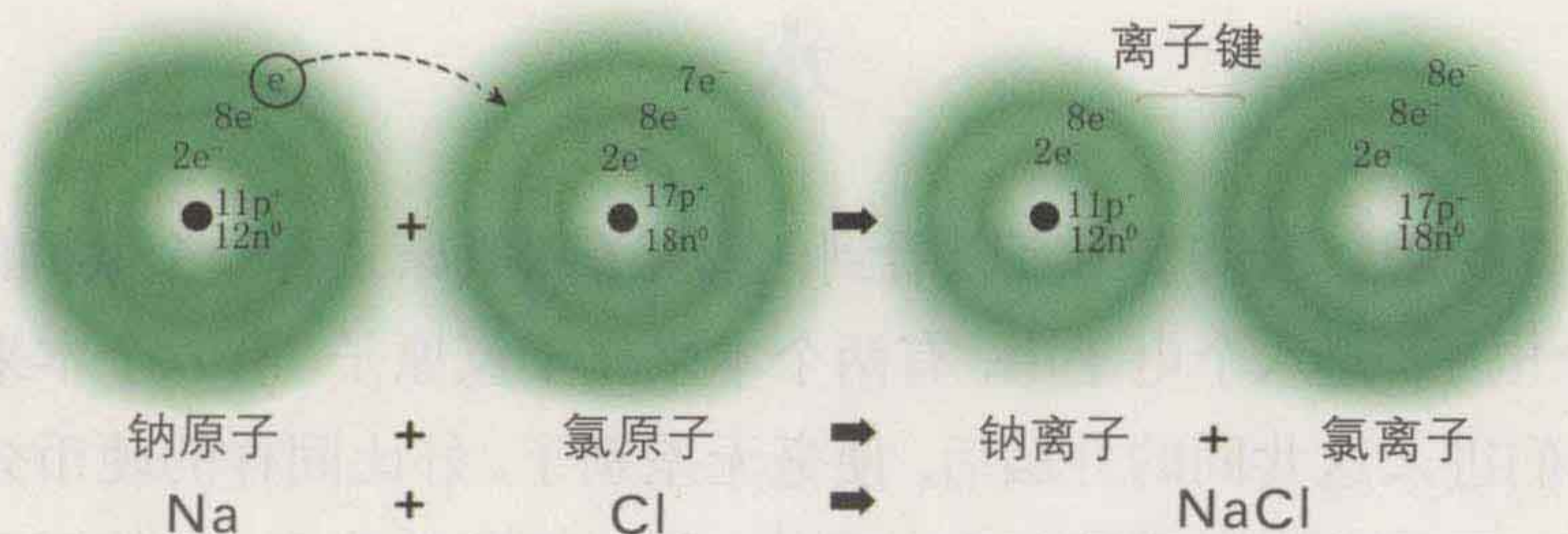


图1-1 Na^+ 和 Cl^- 组成 NaCl



1. 原子是如何组成分子的？
2. 共价键是怎样形成的？离子键又是怎样形成的？

第二节 无机物



本节要点

水

氢键

细胞中的物质可分为两大类：无机物和有机物。有机物是指除一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等以外的所有含碳化合物。有机化合物多达几百万种。有机化合物以外的化合物统称为无机化合物。

细胞内的无机物种类也很多，其中含量最多的是水。细胞的含水量一般为60%~90%，特殊情况下可能超过90%，如水母的含水量就达97%。可以说，没有水就没有生命。细胞中其他无机物的含量一般不高，但都十分重要。

水

从图1-2的水分子模型中可以看到，氢原子和氧原子有一个共同的外层，其中含有八个电子。这八个电子中，有两个本来属于氢原子，有六个本来属于氧原子，但当它们进入这共同的外层后，便毫无差别了。好比同样的硬币分别放在两个口袋里，一旦把它们放到第三个口袋中，便分不出彼此了。氧的原子核中含有八个质子，原子核周围的电子较多，于是氧略带负电性；氢的原子核中只有一个

质子,吸引电子的力量较弱,氢核周围的电子较稀,氢略带正电性。这样,水便成了极性分子,一端略正,一端略负。由于正负电荷的相互吸引,水分子之间便会形成氢键(hydrogen bond,图 1-3)。每个氢键中的氢原子同时属于两个氧原子,每个水分子中的氧原子可以形成两个氢键。所以一个水分子可以通过氢键与另外四个水分子相连,这就是水分子的缔合。

具有极性和氢键的形成,使得水分子有许多不寻常的特性。首先,水是多种物质的溶剂。因为水是极性分子,所以凡是有极性的分子或离子都极易溶于其中。例如氯化钠晶体,其中的 Na^+ 和 Cl^- 就会分别与水分子的负极(氧的一端)和正极(氢的一端)相互吸引,于是这两种离子的周围会各有一层水膜,把 Na^+ 和 Cl^- 分开,于是氯化钠晶体便溶于水中。

作为溶剂,在细胞内的液体、血浆等人和动物的体液及植物的汁液中,都溶有多种多样生物所必需的溶质。当然,水也就成了生物体内物质转运的惟一载体。

水分子之间的氢键,使得水具有调节温度的作用。氢键使水分蒸发时需要消耗大量的热,因此出汗能有效地降低体温。水温的升高也需要较多的热,因为先要破坏氢键才能促进分子的运动;反之,水温的降低会形成较多的氢键,而氢键的形成又会释放热量,这就使得细胞内的温度变化比较缓和。水之所以是生命的摇篮,原因就在这里。

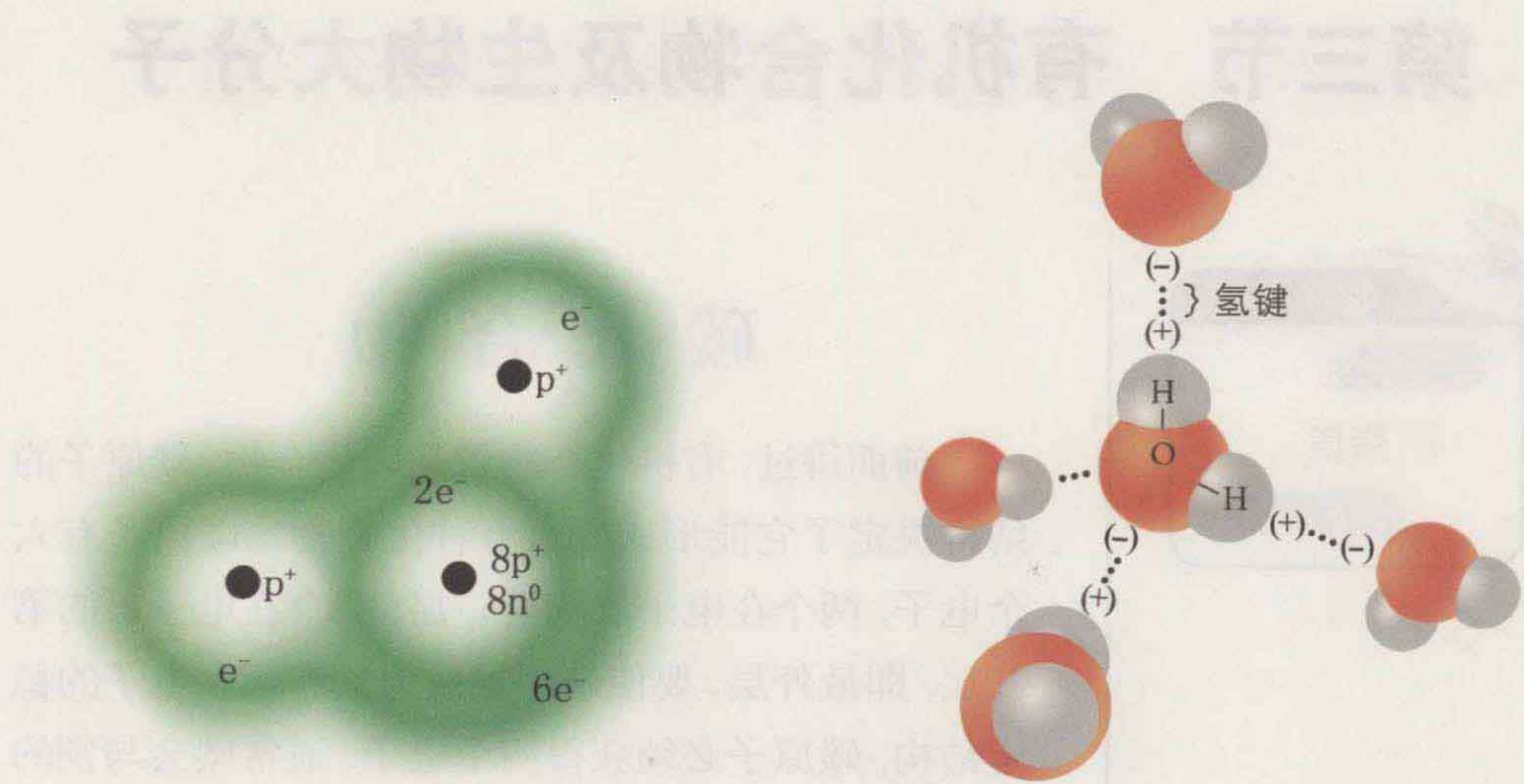


图 1-2 水分子模型

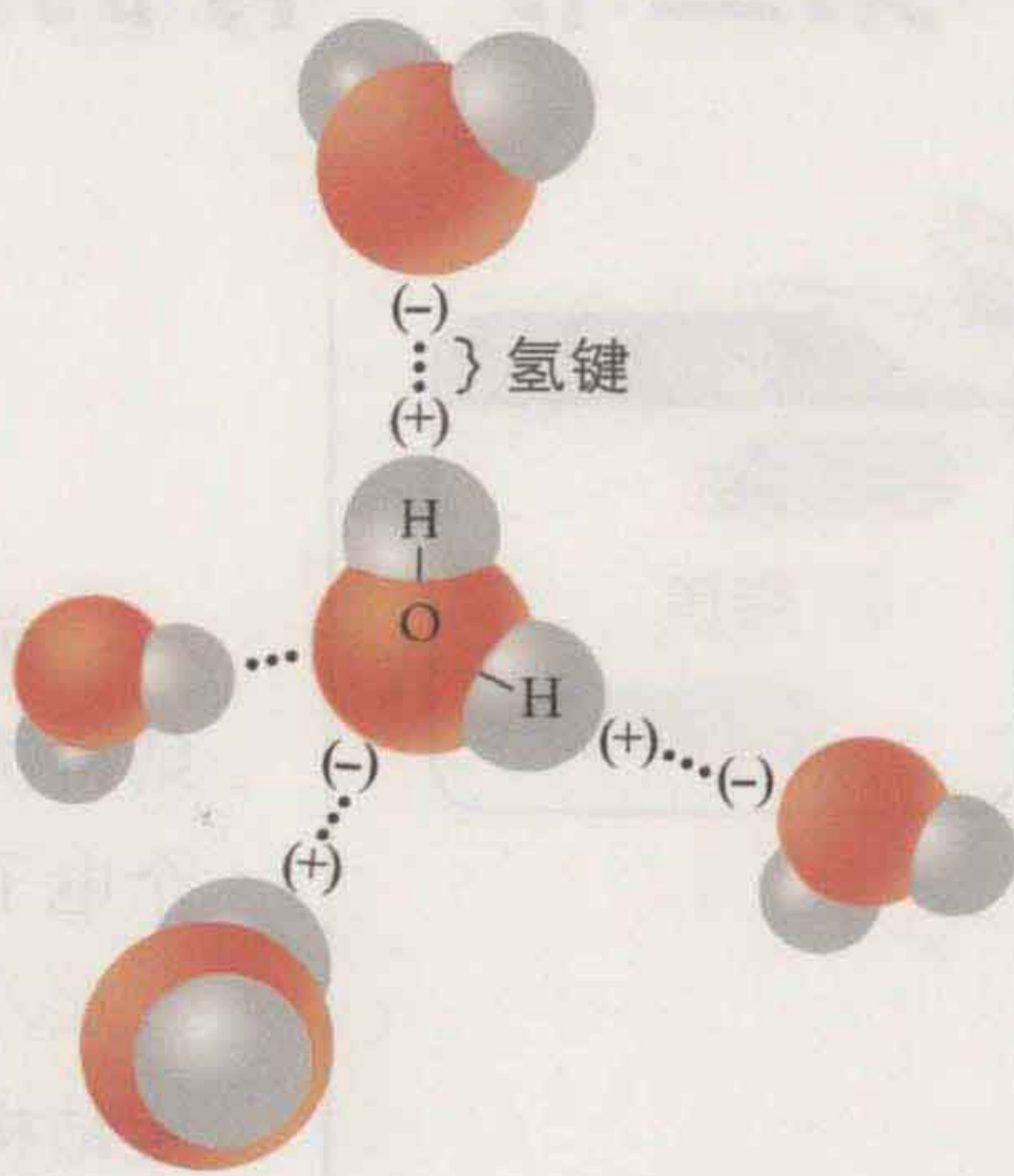


图 1-3 水分子之间的氢键

无机盐类

无机盐在细胞中的含量很少，多数以离子的形式存在，但它们对于维持生物体的生命活动有着重要的作用， K^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 是维持细胞液的一定浓度所必需的。同时它们还是某些复杂化合物的重要组成成分，如 Mg^{2+} 是叶绿素的必需成分， Fe^{2+} 是血红蛋白的主要成分，碳酸钙是动物和人体骨骼及牙齿中的重要成分。



举例说明水分子的特性与它的生理作用的关系。

第三节 有机化合物及生物大分子



本节要点

糖类

脂质

蛋白质

碳化合物

前面讲过，有机化合物就是碳化合物。碳原子的结构决定了它能形成几百万种化合物。碳原子有六个电子，两个在电子层的第一层，四个在电子层的第二层，即最外层。要使最外层成为具有八个电子的稳定结构，碳原子必须获得四个电子。通常碳会与别的原子共用电子，形成共价键。

碳原子不仅可以与别的原子共用电子，碳原子之间也可以共用电子，形成C—C键。碳原子间相互共用电子，其结果是形成长长的碳链，成为一个碳骨架。这个骨架中的碳同时还可以与其他原子相连接。碳原子不仅可以形成长链，还可以形成环状结构，环中的碳也可以与其他原子相连。图1-4就是碳原子形成的几种常见的结构，其中的C=C表示碳—碳双键，是共用两对电子形成的。

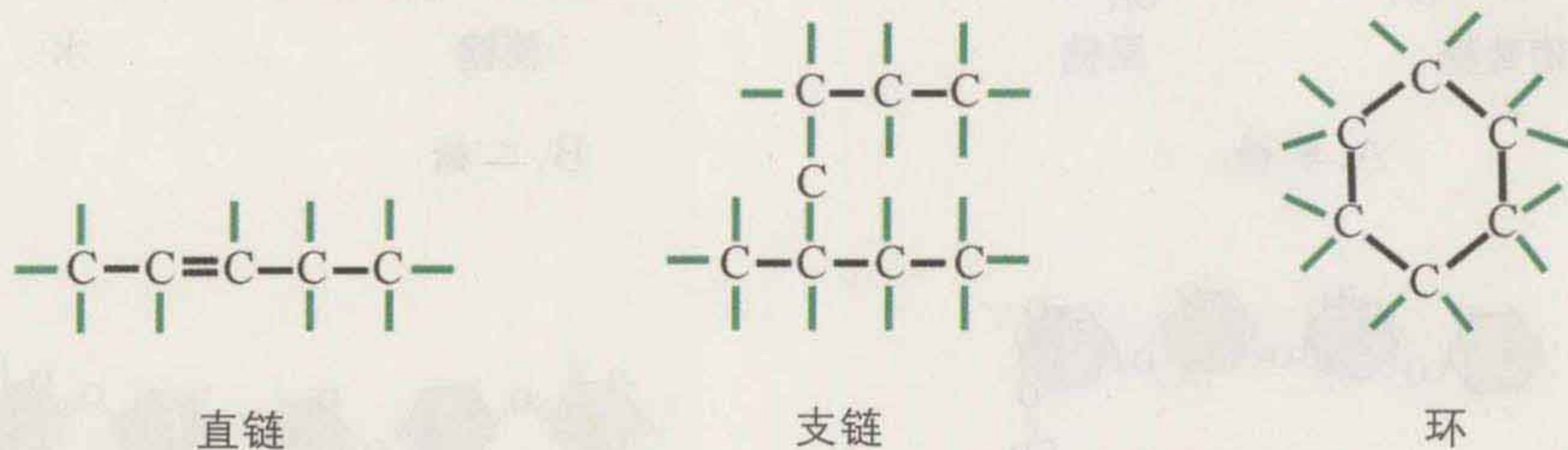


图 1-4 碳原子所形成的几种结构

如前所述，图1-4中碳原子上游离的键可以与氢、氧、氮、硫、磷等结合，形成数百万种化合物，因此碳是所有生命系统中的核心元素。

在所有的生物体内，存在着四大类碳化合物：糖类或称碳水化合物(carbohydrates)、脂质(lipids)、蛋白质(proteins)和核酸(nucleic acids)。这四类化合物中除脂质外，有许多种物质的分子量都以万计，甚至百万计，所以称为生物大分子。脂质的分子量一般没有那么大，但为方便起见，有时也把它们归入生物大分子之列。

糖 类

糖类由碳、氢、氧三种元素组成。我们平时吃的主食，它们的主要成分就是糖类。糖类的结构单元是单糖。葡萄糖和果糖都是单糖，分子式都是 $C_6H_{12}O_6$ ，但是分子结构不同(图1-5)。葡萄糖是细胞内主要的单糖。两个单糖可以形成二糖，例如，一个蔗糖分子就是由一个葡萄糖分子和一个果糖分子组成的。生物体内另一种常见的二糖是麦芽糖，一个麦芽糖分子由两个葡萄糖分子组成。许多个葡萄糖分子连在一起形成多糖。淀粉(starch)和纤维素(cellulose)就是由葡萄糖形成的两大类多糖。淀粉是稻米、面粉等食物的主要成分，纤维素是木

材和棉花的主要成分。糖类以糖元（glycogen）的形式贮藏在人的肝脏和肌肉中。淀粉和糖元都是生物体内重要的贮藏能量的物质。

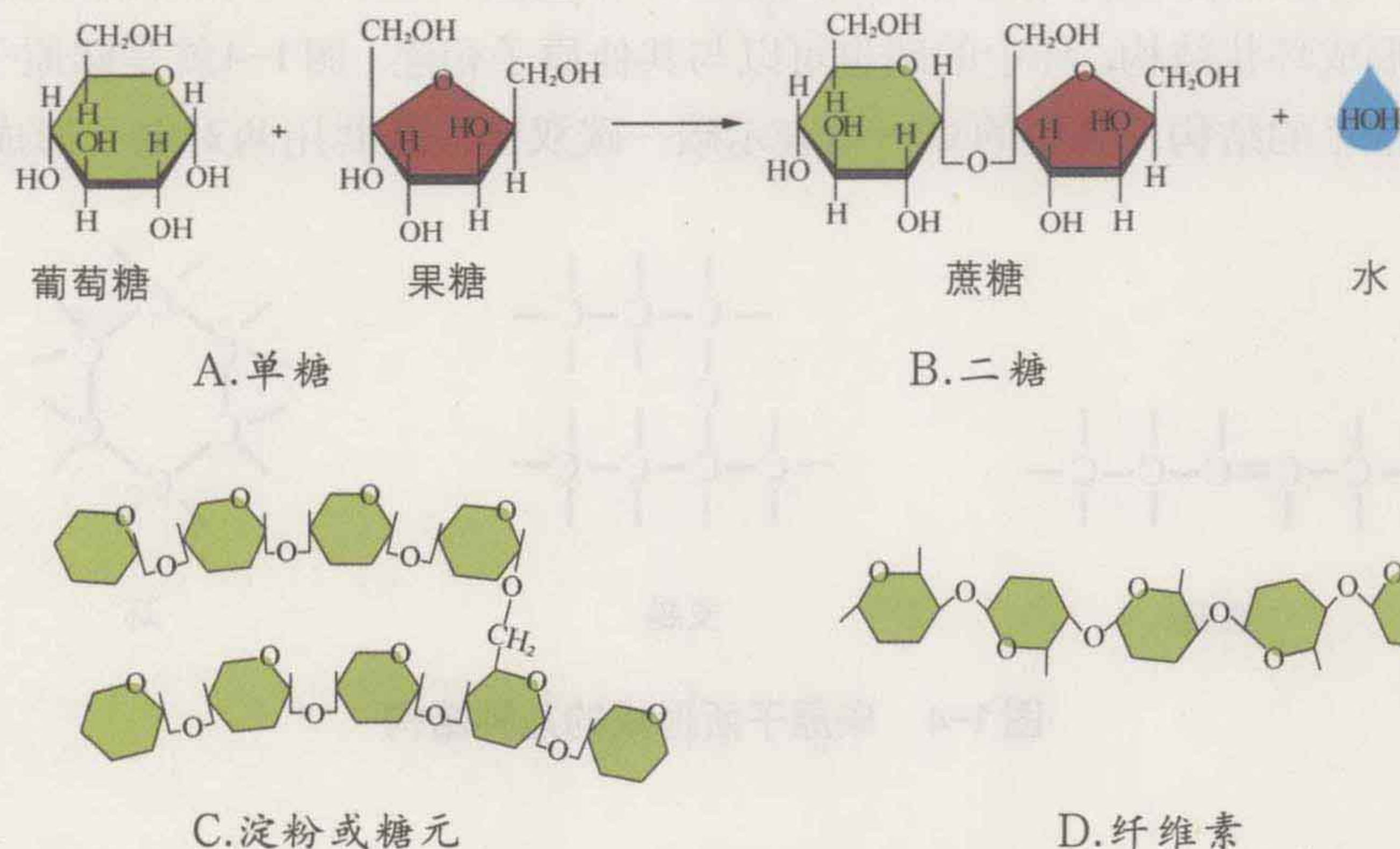


图 1-5 糖类的分子结构

脂 质

脂质也是由碳、氢、氧三种元素组成的，不过其中的氧原子含量较糖类中的少。人体内和食物中的油脂就是最常见的脂质。油脂的基本结构单元是甘油和脂肪酸。甘油类似单糖，脂肪酸则是长的碳氢链，一端是羧基（-COOH），碳氢链中可能有双键。由一个甘油分子与三个脂肪酸结合形成的化合物，称为甘油三酯（图 1-6）。

脂质和糖类一样，都是贮能物质。但是 1g 油脂所含的能量是 1g 糖类所含能量的两倍以上。动物在准备度过缺少食物的冬季之前，要吃大量的食物，这些食物在体内会转变为脂肪。

脂质也是组成细胞的必要成分，例如，磷脂（phospholipid）是细胞内各种膜结构的重要成分，胆固醇（cholesterol）也是各种膜的主要成分，植物蜡（wax）对植物细胞起保护作用。