



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

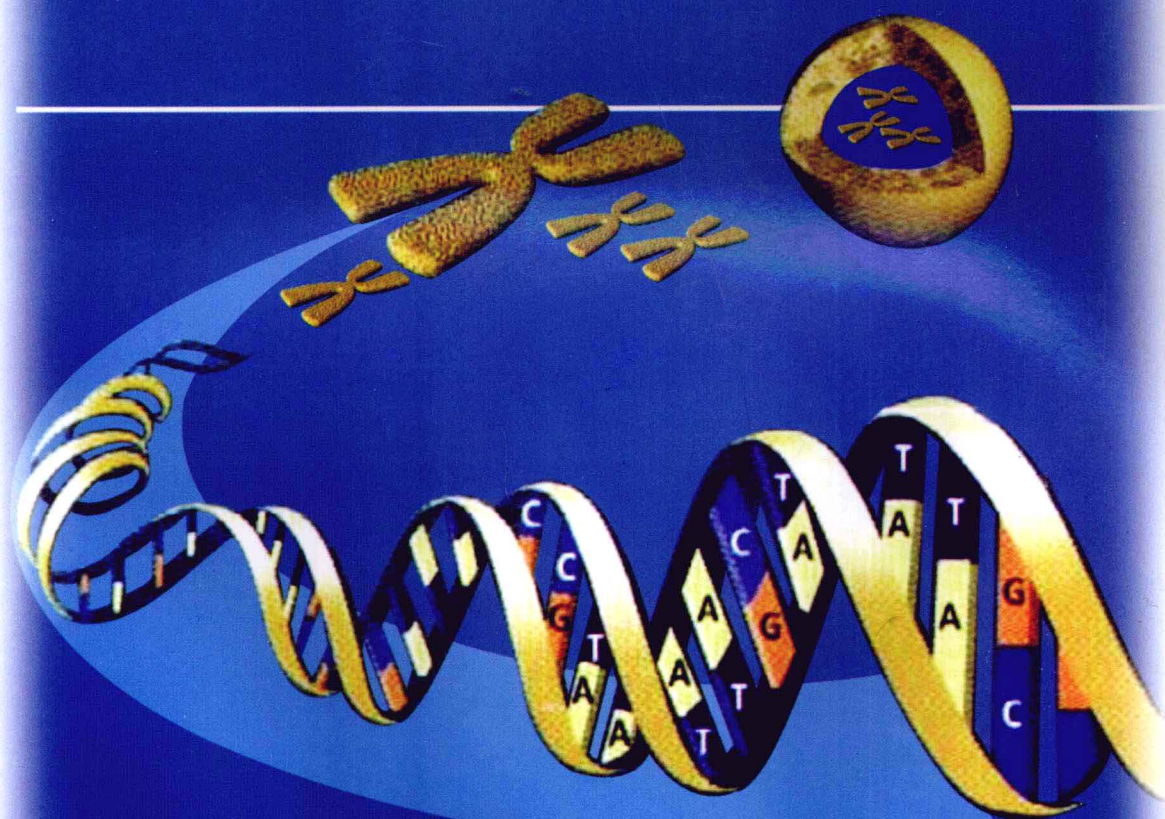
经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过
普通高中课程标准实验教科书

生物学

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

普通高中课程标准实验教科书

生物学

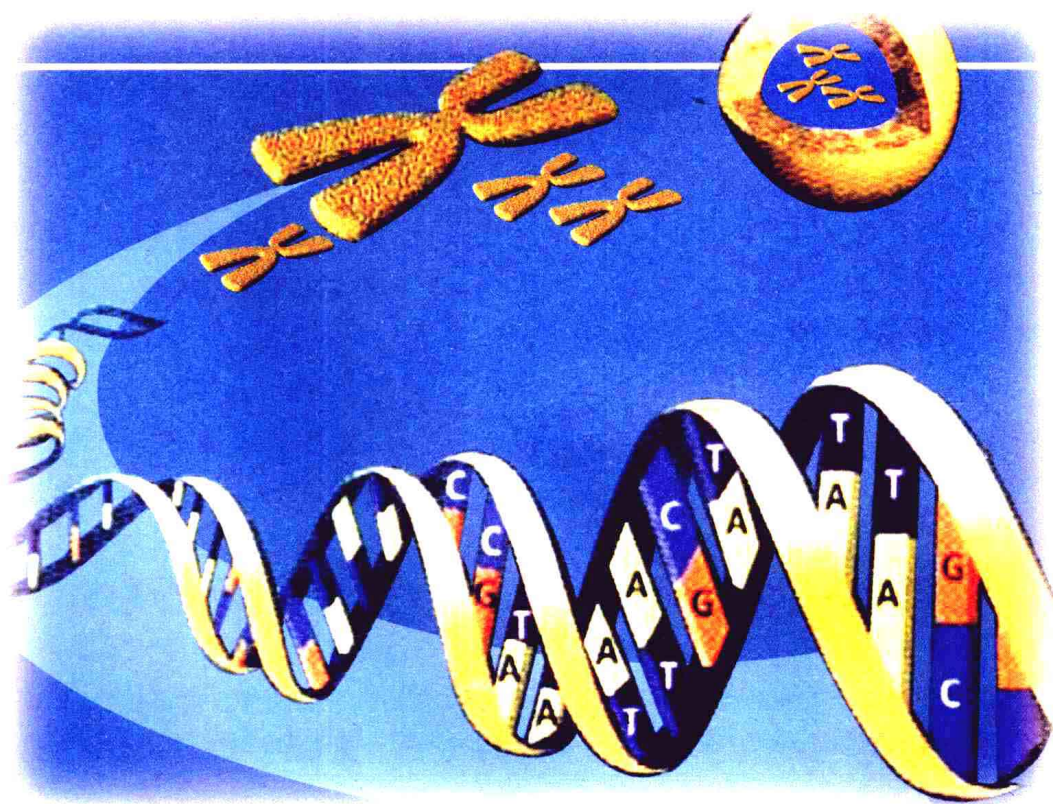
SHENGWUXUE

必修 1

SHENGWUXUE

分子与细胞

主编 吴相钰 刘恩山



浙江科学技术出版社

主 编

吴相钰 刘恩山

编写人员

吴相钰 陈守良 管 旭

陈月艳 荆林海 王惠弟

责任编辑

施 忆

责任美编

金 晖

责任校对

马 融

责任印务

田 文

书 名	普通高中课程标准实验教科书 生物学 必修1 分子与细胞
-----	--------------------------------

出版发行	浙江科学技术出版社
	杭州市体育场路347号 邮政编码:310006
	联系电话:0571-85069529

排 版	杭州兴邦电子印务有限公司
印 刷	浙江新华数码印务有限公司
经 销	全国各地新华书店

开 本	787×1092 1/16	印 张	8.25
字 数	132 000		
版 次	2005年8月第1版		2011年5月第8次印刷
书 号	ISBN 978-7-5341-2744-1	定 价	7.84 元

版权所有 翻印必究

(图书出现倒装、缺页等印装质量问题,本社负责调换)

什么是生物？什么是生命？

什么是生物呢？人们一般认为这是一个凭直觉都可以回答的问题。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，活的物体会活动，兔子能动，能跑能跳，所以兔子是活的。可是汽车也能动，难道汽车也是活的吗？也有人会说，活的物体受到刺激会有反应，兔子受到刺激会有反应，比如向它扔石块，它就会逃跑。可是敲击计算机的键盘，计算机也会有反应，难道计算机是活的吗？不是！那么什么是“活的”呢？严格地说，活的就是指有生命的。

然而，什么是生命呢？这是一个很难准确回答的问题。查阅一些常用的词典，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每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，会愈来愈深刻、全面地被我们所认识。

虽然对生命很难下定义，但我们还是可以将生命描述为生物体存在的状态，而且生物体与非生物体比较，具有以下几方面特征。

1. 以细胞为基本结构单位和功能单位

所有活的生物体都是由细胞和细胞的产物构成的，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，它们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基本化学成分都相同。一般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。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。

3. 新陈代谢

所有的活细胞都不断地进行着两类化学反应。一类是将从外界获得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。这两类反应便构成了细胞的新陈代谢 (metabolism)。这些反应都不是简单的过程，而是包含了一系列复杂的反应，因此又叫代谢途径。在各种细胞中主要的代谢途径都是一致的，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。生物的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，比如向日葵幼嫩的花盘朝向太阳，就是植物对光的刺激发生的反应。

6. 生殖与遗传

生物在生长发育的基础上都能生殖后代。这既是自身的复制，也是生命组织的复制。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，适应周围环境。生物的演变，一般由简单到复杂，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。具体地说，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。

生物学家是怎样研究生物、研究生命现象的呢？

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，然后将生物体分解开来，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、对不同种类的观察。在这样的观察过程中，还可以引入比较的方法，即在观察的基础上，比较个体发育不同时期的差异、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生物之间相互关系的重要方法。

在生物学发展的早期，主要观察生物的形态、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，



图 A 亚里士多德



图 B 哈维

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。

在生物学的研究中，观察与实验是紧密联系在一起。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。然后根据实验的结果提出能解释这个实验结果的某种假说，再对提出的假说用实验来进一步检验。

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。

为什么要学习生物学？

首先，我们自己就是生物，而且是一种高级动物。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，了解疾病发生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。

自 20 世纪 50 年代以来，生物学蓬勃发展，在多方面取得了前所未有的突破。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。

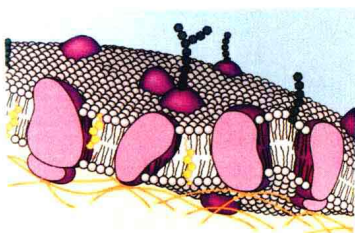
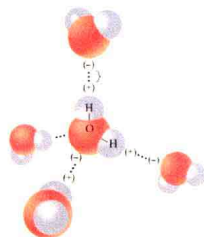
生命科学在 21 世纪的全面发展必将促使医学的进一步发展，攻克更多危害人类的严重疾病；增加粮食产量，改善几亿人的营养不良状况；妥善保护人类生存的环境，保护生物多样性，使人类的生活更加美好。我们可以预期，21 世纪将是生物学蓬勃发展并造福人类的时期。

目录

Contents

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 / 5
- 第三节 有机化合物及生物大分子 / 7
- 本章小结 / 19

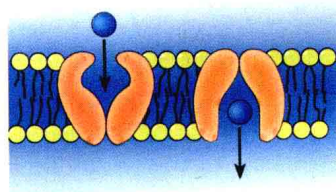


第二章 细胞的结构 / 20

- 第一节 细胞概述 / 21
- 第二节 细胞膜和细胞壁 / 27
- 第三节 细胞质 / 34
- 第四节 细胞核 / 41
- 第五节 原核细胞 / 44
- 本章小结 / 46

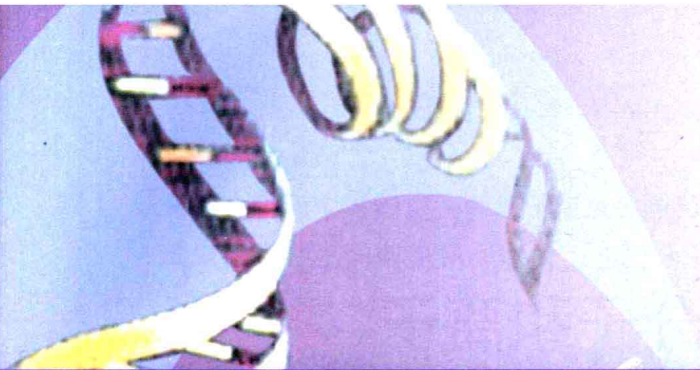
第三章 细胞的代谢 / 47

- 第一节 细胞与能量 / 48
- 第二节 物质出入细胞的方式 / 52
- 第三节 酶 / 60
- 第四节 细胞呼吸 / 71
- 第五节 光合作用 / 85
- 本章小结 / 103



第四章 细胞的增殖与分化 / 104

- 第一节 细胞的增殖 / 105
- 第二节 细胞的分化 / 113
- 第三节 细胞的衰老和凋亡 / 117
- 本章小结 / 121

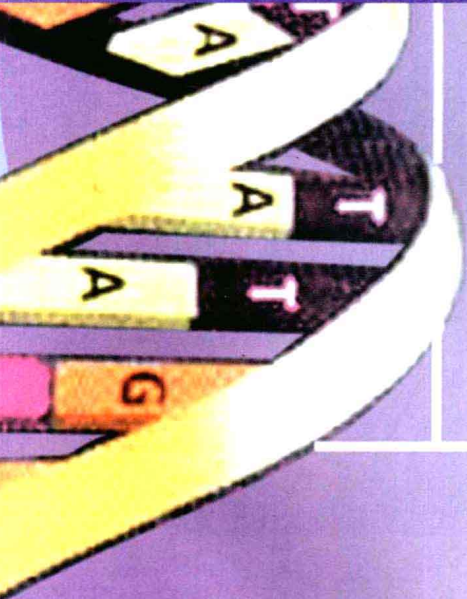


第一章

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着根本的不同，但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。

化学是一门研究物质的组成、结构、性质和变化规律的科学。因此，我们要了解细胞的物质组成，必然涉及一些化学知识。化学知识是我们学习高中生物学的基础，不仅有助于我们深刻地认识细胞的物质组成，还能帮助我们进一步揭开生命活动的奥秘。



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的生理作用。
3. 测定生物组织中的某些有机物。

第一节 分子和离子

元 素

本节要点

- 元素
- 分子
- 离子

细胞是生物体结构和功能的基本单位，细胞是由物质组成的。构成细胞的物质与世界上所有的物质一样，都是由元素组成的。

地球上存在的天然元素有 90 多种。那么，构成细胞的元素主要有哪些呢？表 1-1 为组成人体的主要元素，同样也是构成细胞的主要元素。

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
钾	K	0.4
硫	S	0.3
钠	Na	0.2
氯	Cl	0.2
镁	Mg	0.1

分 子

O、C、H、N 等是构成细胞的主要元素，那么，这些元素又是怎样形成细

胞的呢?

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。例如,氢元素由3种不同的氢原子组成,它们分别是氕、氘和氚,通常用 ^1H 、 ^2H 和 ^3H 表示。

分子(molecule)是组成物质的单位,分子又是由原子组成的。组成细胞的物质单位也是分子,本章我们将研究细胞的分子组成。我们吃的水果中有水,有糖,还有许多别的物质,这些物质都是由分子组成的。水分子是由氢和氧两种元素组成的,糖是由碳、氢、氧3种元素组成的。同样的几种原子可以组成不同种类的分子。例如碳、氢、氧3种原子可以组成糖,也可以组成脂肪。糖和脂肪是不同种类的分子。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,共用一对电子形成一个共价键(covalent bond)。

水分子的性质与构成它们的氢和氧的性质完全不同。氢(H_2)和氧(O_2)都是单质分子,在常温常压下都是气体,而水(H_2O)在常温常压下是液体或气体。所以,原子构成化合物分子后便产生了一种全新的物质。细胞则是由多种多样的分子组成的。



小资料

同位素示踪

同位素是指质量不同而化学性质相同的原子。如组成氢元素的3种不同的氢原子氕、氘和氚,它们的原子核内都含有1个质子,但氕不含中子,氘含1个中子,氚则含2个中子。氕、氘和氚互称为同位素。

“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,甲状腺可以选择性地吸收碘,通过碘释放的射线破坏甲状腺细胞,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。它们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)。

离子键是怎样形成的呢？我们以氯化钠的形成(图 1-1)为例来了解离子键的形成过程。原来，在钠与氯气发生反应时，钠原子最外层的一个电子转移到氯原子的最外电子层上，钠原子失去电子而显正电性，形成钠离子 (Na^+)；氯原子得到电子而显负电性，形成氯离子(Cl^-)。 Na^+ 和 Cl^- 带有相反的电荷，通过静电引力形成氯化钠“分子”。也就是说，离子键就是使正、负离子结合成化合物的静电作用。

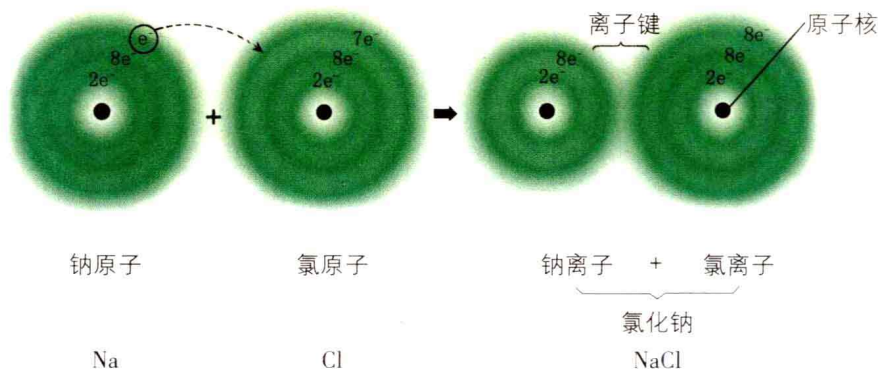


图1-1 氯化钠“分子”的形成



思考与练习

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

第二节 无机物

本节要点



细胞中的物质可分为两大类：无机化合物(简称无机物)和有机化合物(简称有机物)。无机化合物通常指不含碳元素的化合物，也包括一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等简单的含碳化合物。

细胞内的无机物种类很多，其中含量最多的是水，其他无机物的含量一般不高，但都十分重要。

水

生物体中水的含量一般为 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。

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最外电子层，其中含有 8 个电子。这 8 个电子中，有 2 个本来属于氢原子，有 6 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。好比原来放在两个口袋里的同样的硬币，一旦把它们都放到第三个口袋中，便分不出彼此了。也就是共用的 8 个电子都在它们共同的最外电子层中。但氧的原子核中含有 8 个质子，正电荷多得多，所以在其原子核周围的电子密度较大，于是氧略带负电性，氢略带正电性。这样，水便成了极性分子，一端略正，一端略负。

因为水是极性分子，所以凡是有极性的分子或离子都易溶于其中。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。

水作为溶剂，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必需的溶质，这些溶质大多是极性分子或离子，如葡萄糖分子、镁离子(Mg^{2+})等。当然，水也就成了生物体内物质运输的主要介质。

因为水是极性分子，并且由于正、负电荷的相互吸引，水分子之间便会形

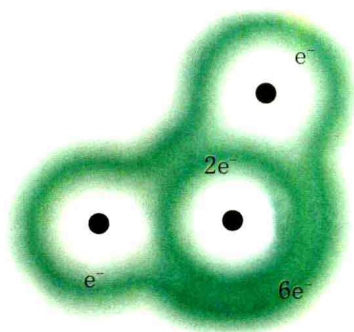


图1-2 水分子模型

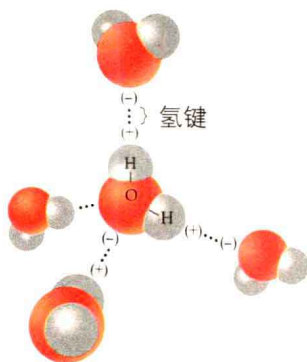


图1-3 水分子之间的氢键

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 4 个水分子相连, 这就是水分子的缔合。

由于水分子之间的氢键, 使得水具有缓和温度变化的作用。氢键使水分蒸发时需要消耗大量的热, 因为水分蒸发时要破坏氢键, 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。

由于水分子的这些特性, 所以水被认为是生命的摇篮。

无机盐类

无机盐在生物体内含量不高, 约占 1%~1.5%, 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。例如, 血浆中含有多种无机盐, 包括 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等正离子, 以及 Cl^- 、 HCO_3^- 、 H_2PO_4^- 等负离子。这些离子对于维持血浆的正常浓度、酸碱平衡和神经肌肉的兴奋性等都非常重要的。例如, 若哺乳动物血液中 Ca^{2+} 的含量过低, 则会发生抽搐。

无机盐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+} 是血红蛋白的必要成分。



思考与练习

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

碳 化 合 物

本节要点

糖类
脂质
蛋白质

有机化合物是指除一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等以外的几乎所有含碳化合物。构成细胞的物质主要是有机化合物。细胞所含的有机化合物种类繁多，数不胜数。为什么有机化合物的种类会这么多呢？

这是由碳原子的结构决定的。碳原子有 6 个电子，2 个在电子云的第一层，4 个在电子云的第二层，即最外层。要使最外层成为具有 8 个电子的稳定结构，碳原子必须获得 4 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。碳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结构，其中的 C=C 表示碳原子之间的双键，是共用 2 对电子形成的，游离的键可以与任何原子相连。

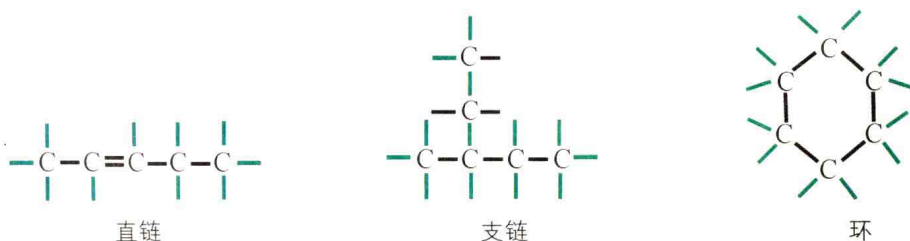


图1-4 碳原子形成的几种结构

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 4 大类主要的有机化合物:糖类(carbohydrates)、脂质(lipids)、蛋白质(proteins)和核酸(nucleic acids)。这 4 类化合物中除脂质外,有许多种物质的相对分子质量都以万计,甚至百万计,所以称为生物大分子。脂质的相对分子质量一般没有那么大,但为方便起见,有时也把脂质归入生物大分子之列。这些有机物都可以用专门的指示剂检测出来。

糖 类

糖类由碳、氢、氧 3 种元素组成。我们平时吃的米饭、馒头等,它们的主要成分就是糖类。

根据糖类是否能够水解及水解后的产物,我们把糖类分成单糖、二糖和多糖。单糖,如葡萄糖和果糖,不能水解成更简单的糖。二糖可以被水解,1 分子二糖能水解为 2 分子单糖,如蔗糖水解为葡萄糖和果糖。多糖也可以被水解,1 分子多糖可以产生多个单糖分子,如淀粉、纤维素水解后产生许多个葡萄糖分子。葡萄糖是生物体内最重要的单糖。

由此可知,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)。

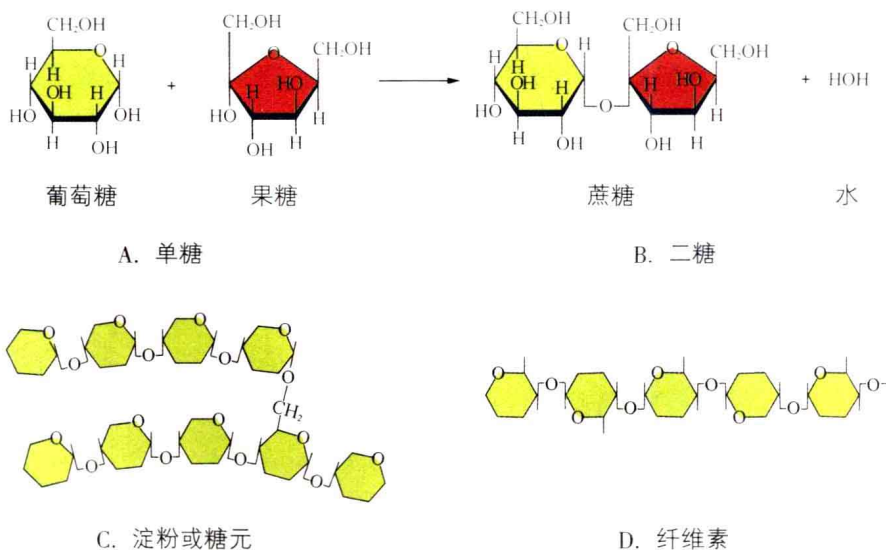


图1-5 单糖(A)结合成二糖(B),多个葡萄糖结合成淀粉或糖元(C)以及纤维素(D)

两个单糖可以形成二糖，例如，1 分子蔗糖就是由 1 分子葡萄糖和 1 分子果糖组成的。生物体内另一种常见的二糖是麦芽糖，是由 2 个葡萄糖分子组成的。葡萄糖是细胞内主要的单糖，是最重要的能源物质。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)的形式贮藏在动物的肝脏和肌肉中。淀粉和糖元都是生物体内重要的贮能物质。

糖类也称碳水化合物，因为它们的分子式通式为 $C_n(H_2O)_m$ ，如葡萄糖的分子式是 $C_6H_{12}O_6$ 、蔗糖的分子式是 $C_{12}H_{22}O_{11}$ 、淀粉的通式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 等。随着科学的发展，人们发现糖类中的氢、氧原子的个数比不一定是 2:1，也不以水分子的形式存在，并且有些符合通式 $C_n(H_2O)_m$ 的物质也不是糖，如乙酸($C_2H_4O_2$)。因此，碳水化合物这个名称已经失去原来的意义而较少使用了。

脂 质

脂质也是主要由碳、氢、氧 3 种元素组成的，不过其中的氧原子含量较糖类中的少。脂质包括油脂、磷脂(phospholipid)、植物蜡(wax)、胆固醇(cholesterol)等。

人体内和食物中的油脂就是最常见的脂质。油脂是由两种基本结构单元即甘油和脂肪酸组成的。甘油类似单糖，有 3 个羟基，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。像这样的油脂分子称为甘油三酯(图 1-6)。

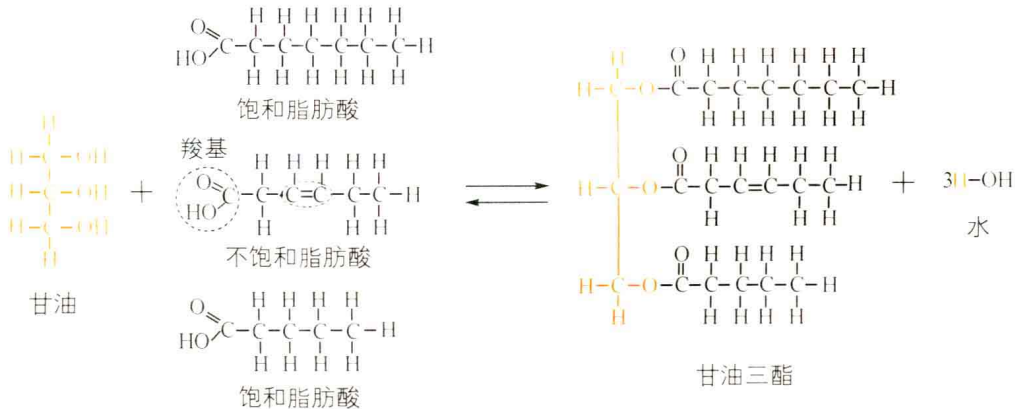


图1-6 甘油和脂肪酸形成甘油三酯