

中学化学课程资源丛书

ZHONGXUE HUAXUE KECHENG ZIYUAN CONGSHU

CHEMISTRY

走近化学前沿分支

罗寒 孙申◎编

远方出版社

The background features a large, light blue circular graphic at the top. Below it, the lower half of the cover is a dark blue gradient. At the bottom, there are faint, light blue chemical structures, including a benzene ring and a more complex organic molecule, overlaid on a grid of hexagons.

中学化学课程资源丛书

走近化学前沿分支

罗寒 孙申 编

远方出版社

图书在版编目(CIP)数据

走近化学前沿分支/罗寒,孙申编. —呼和浩特:远方出版社,
2005.7(2007.11 重印)

(中学化学课程资源丛书)

ISBN 978-7-80723-070-0

I. 走... II. ①罗...②孙... III. 化学—青少年读物 IV. O6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 156935 号

中学化学课程资源丛书 走近化学前沿分支

编 者	罗寒 孙申
出 版	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
邮 编	010010
发 行	新华书店
印 刷	廊坊市华北石油华星印务有限公司
开 本	850×1168 1/32
印 张	200
字 数	2110 千
版 次	2007 年 11 月第 1 版
印 次	2007 年 11 月第 1 次印刷
印 数	3000
标准书号	ISBN 978-7-80723-070-0

远方版图书,版权所有,侵权必究。
远方版图书,印装错误请与印刷厂退换。

前 言

化学是自然科学的重要组成部分,它是研究物质的组成、结构和性能之间的关系,以及物质转化的规律和调控手段的一门科学。今天,化学已成为材料科学、生命科学、环境科学和能源科学的重要基础,成为推进现代社会文明和科学技术进步的重要力量,并为解决人类面临的一系列危机,如能源危机、环境危机和粮食危机等,做出极其重要的贡献。

作为科学教育的重要组成部分,新的化学课程倡导从学生素质的培养和社会发展的需要出发,发挥学科自身的优势,将科学探究作为课程改革的突破口,激发学生的主动性和创新意识,促使学生积极主动地去学习,使获得化学知识和技能的过程也成为理解化学、进行科学探究、联系社会生活实际和形成科学价值观的过程。

化学教育是提高国民素质和培养新世纪化学人

才的重要手段。为全面提高化学教育的质量,为了更好的贯彻“十一五”精神,更好的面对目前我们探讨的一系列化学方面的问题,我们特推出本套丛书。其中涉及了中学化学教育、新世纪化学动向、化学常识等多个方向,能够帮助教师在化学教学过程中形成良好的教学体系,引导学生对化学这一学科有一个更全面的了解。

本套丛书集知识性与实用性于一体,是学生在學習化学知识及教师在进行引导的过程中不可或缺的一套实用工具书。

在本套丛书的编写过程中,我们得到了许多化学方面的专家及学者的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

编 者



目 录

生物化学篇	1
生命化学	1
能源物质的产能代谢	33
材料化学篇	52
材料科学发展概况	52
金属材料	59
物理化学篇	66
化学热力学	71
化学动力学	74
放射化学篇	77
放射性元素的衰变	82
原子核的人工转变	89
晶体化学篇	93
晶体结构	95



晶体的内部结构	110
同位素化学篇	112
同位素化学的发展历史	112
同位素化学的研究内容	114
绿色化学篇	117
绿色化学的重要性	124
绿色化学的研究进展	125
海洋化学篇	136
海洋生物学	138
河口化学	145
海洋物理化学	149



生物化学篇

生物化学是生命科学、医学、农学等学科的专业基础课程,它从分子层面阐述生命体的化学组成、物质代谢和能量代谢规律,为生命科学各专业课提供坚实的理论基础。生命科学已经成为自然科学的带头学科之一,其核心是生物化学的引人注目的发展。生命科学、生物技术的进步和发展与基础生物化学的发展是不可分的。

生命化学

生命体中重要的有机化合物,有糖类、脂类、蛋白质等,正是它们的存在,才使生命得以运转。

一、糖类

糖是自然界存在的一大类具有生物功能的有机化合

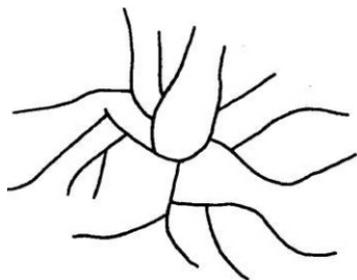


物。它主要是由绿色植物光合作用形成的。这类物质主要由 C、H 和 O 所组成，其化学式通常以 $C_n(H_2O)_n$ 表示，其中 C、H、O 的原子比恰好可以看作由碳和水复合而成，所以有碳水化合物之称。其实糖物质是多羟基醛类或酮以及以它们为构筑单元所形成的聚合物。作为构筑单元的糖称为单糖，它的聚合物称为多糖。

葡萄糖含有 1 个醛基，6 个碳原子，称己醛糖；而果糖则含有 1 个酮基，6 个碳原子，称己酮糖。此外，植物体内的淀粉、纤维素、动物体内的糖原、甲壳素等则属于多糖类。糖类物质的主要生物学功能是通过生物氧化而提供能量，以满足生命活动的能量需要。

多糖能水解为很多个单糖分子。多糖广泛存在于自然界，是一类天然的高分子化合物。多糖在性质上与单糖、低聚糖有很大的区别，它没有甜味，一般不溶于水。与生物体关系最密切的多糖是淀粉、糖原和纤维素。

淀粉是葡萄糖的高聚体，水解到二糖阶段为麦芽糖，完全水解后得到葡萄糖。淀粉有直链淀粉和支链淀粉两类。直链淀粉含几百个葡萄糖单元，支链淀粉含几千个葡萄糖单元。在天然淀粉中直链的约占 22%~26%，它是可溶性的，其余的则为支链淀粉。当用碘溶液进行检测时，直链淀粉液呈显蓝色，而支链淀粉与碘接触时则变为红棕色。下图为支链淀粉结构示意图。



支链淀粉示意图

淀粉是植物体中贮存的养份,存在于种子和块茎中,各类植物中的淀粉含量都较高,大米中含淀粉 $62\% \sim 86\%$ 、麦子中含淀粉 $57\% \sim 75\%$ 、玉蜀黍中含淀粉 $65\% \sim 72\%$ 、马铃薯中则含淀粉 $12\% \sim 14\%$ 。淀粉是食物的重要组成部分,咀嚼米饭等时感到有些甜味,这是因为唾液中的淀粉酶将淀粉水解成了单糖。食物进入胃肠后,还能被胰脏分泌出来的淀粉酶水解,形成的葡萄糖被小肠壁吸收,成为人体组织的营养物。支链淀粉部分水解可产生称为糊精的混合物。糊精主要用作食品添加剂、胶水、浆糊,并用于纸张和纺织品制造(精整)等。

糖原又称动物淀粉,是动物的糖贮存库,也可看做体内能源库。糖原的结构与支链淀粉有基本相同的结构(葡萄糖单位的分支链),只是糖原的分支更多。糖原呈无定形无色粉末,较易溶于热水,形成胶体溶液。



糖在动物的肝脏和肌肉中含量最大,当动物血液中葡萄糖含量较高时,就会结合成糖原储存于肝脏中,当葡萄糖含量降低时,糖原就可分解成葡萄糖而供给机体能量。

纤维素是自然界中最丰富的多糖。它是没有分支的链状分子,与直链淀粉一样,是由 D-葡萄糖单位组成。纤维素结构与直链淀粉结构间的差别在于 D-葡萄糖单位之间的连接方式不同。由于分子间氢键的作用,使这些分子链平行排列、紧密结合,形成了纤维束,每一束有 100~200 条纤维系分子链。这些纤维束拧在一起形成绳状结构,绳状结构再排列起来就形成了纤维素,如下图所示。纤维素的机械性能和化学稳定性与这种结构有关。



扭在一起的纤维素链

淀粉与纤维仅仅是结构单体在构型上的不同,却使它们有不同的性质。淀粉在水中会变成糊状,而纤维素不仅不溶于水,甚至不溶于强酸或碱。人体中由于缺乏具有分解纤维素结构所必需的酶(生物催化剂),因此纤维素不能为人体所利用,就不能作为人类的主要食品。但纤维素能促进肠的蠕动而有助于消化,适当食用是有益的。牛、马等动物的胃里含有能使纤维素水解的酶,因此可食用含大量纤维素的饲料。纤维素是植物支撑组织的基础,棉花中纤



纤维素含量高达 98%，亚麻和木材中含纤维素分别为 80% 和 50% 左右。纤维素是制造人造丝、人造棉、玻璃纸、火棉胶等的主要原料。

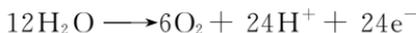
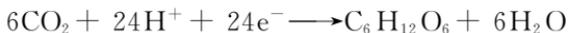
多糖水解不是一步成为单糖的。如淀粉水解成糊精，再水解成为麦芽糖，最终成为葡萄糖。这些由少数（2~6 个）单糖分子构成的糖称为寡糖（又称低聚糖），其中以双糖存在最为广泛，人们食用的蔗糖（来自甘蔗和甜菜）就是由葡萄糖和果糖形成的双糖，甜度较差的麦芽糖（来自淀粉）可用做营养基和培养基，来自乳汁的乳糖甜度适中，用于食品工业和医药工业，它们也都是双糖。

生物界对能量的需要和利用均离不开糖类。生物界对太阳能的利用归根到底始于植物的光合作用和 CO_2 的固定，与这两种现象密切有关的都是糖类的合成。光合作用是自然界将光能转变为化学能的主要途径。

光合作用是一个很复杂的过程，其总反应为 CO_2 和 H_2O 在叶绿素的作用下吸收太阳能转化为多糖类，把能量转化为化学能贮存起来。具体反应如下：



在光合作用中， CO_2 被还原为糖， H_2O 中的氧被氧化成 O_2 ：





叶绿素是含镁的配合物,具有复杂的结构,它能吸收可见光。当叶绿素吸收光子后,能量就被称为叶绿体的植物细胞中的亚细胞组分所摄取,通过一系列的步骤以化学势能的形式将能量贮存起来,上述的光合作用常称为光反应(在光照射下才发生的反应),能在黑暗中进行的反应称为暗反应。在绿色植物细胞中发生的光反应和暗反应组成了光合作用的过程。

植物能通过光合作用而制造糖类,动物不能发生光合作用,但可通过摄取植物而得到。动植物体内发生代谢作用时,碳水化合物氧化成 CO_2 和 H_2O (光合作用的逆反应),同时释放出能量,转移给通用的“生化能量贮藏室”三磷酸腺苷(ATP),以供生命活动的需要。

光合作用是自然界的基本反应之一,说不清它发生了几亿年,认识光合作用的机理是近年的科技成果,德国科学家 Deisenhofer J、Huber R 和 Micher H 因阐明光合作用而获诺贝尔化学奖。

糖类不仅是生物体的能量来源,而且在生物体内发挥其他作用,因为糖类可以与其他分子形成复合物,即复合糖类。

例如糖类与蛋白质可组成糖蛋白和蛋白聚糖,糖类可以与脂类形成糖脂和多脂多糖等。复合糖类在生物体内的种类和结构的多样性及功能的复杂性,更是超过了简单糖。



糖类在生物界的重要性还在于它对各类生物体的结构支持和保护作用。很多软体动物的体外有一层硬壳,组成这层硬壳的物质包括被称为基质的甲壳素。甲壳素的主要成分是乙酰氨基葡萄糖为结构单元的多糖。甲壳素的分子结构因此也和纤维素很相似,具有高度的刚性,能忍受极端的化学处理。

在动物细胞表面没有细胞壁,但细胞膜上有许多糖蛋白,而且细胞间存在着细胞间质,其主要组分是结构糖蛋白和多种蛋白聚糖构成,另外,还有含糖的胶原蛋白,胶原蛋白也是骨的基质。这些复合糖类对动物细胞也有支持和保护作用。

糖类还能通过很多途径影响生物体的生命过程,其中有些是有益于健康的,有些是有害的。在生物体内有很多水溶性差的有机化合物,有的来自食物(有的是体内的代谢产物),它们长期储存在体内是有害的。生物体内有一些酶能催化葡萄糖醛酯和许多水溶性差的化合物相连接,使后者能溶于水,进而被排出体外,这时糖类起到了解毒的作用。

二、蛋白质、氨基酸、肽键

细胞结构里最复杂多变的一类大分子就是蛋白质,它存在于一切活细胞中。1839年德国化学家 Mulder G T 给



这类化合物起名叫做蛋白质(Protein),意思是“头等重要的”。所有的蛋白质都含 C,N,O,H 元素,大多数蛋白质还含 S 或 P,也有些含其他元素如 Fe,Cu,Zn 等。多数蛋白质的分子量范围在 1.2 万~100 万间。蛋白质是氨基酸聚合物,水解时产生的单体叫氨基酸。蛋白质的种类繁多,功能迥异,各种特殊功能是由蛋白质分子里氨基酸组合和顺序决定的。

构成蛋白质的氨基酸是 α -氨基酸,为方便起见,简称氨基酸。它们是 α -碳羧基($-\text{COOH}$)旁边的碳上有一个氨基($-\text{NH}_2$)的有机酸。事实上,同时有氨基和羧基的化合物,都叫氨基酸。

氨基酸中的 R 基侧链是各种氨基酸的特征基团。最简单的氨基酸是甘氨酸,其中的 R 是一个 H 原子。

人体内的主要蛋白质大约由 20 种氨基酸组成。精氨酸和组氨酸对儿童为必须氨基酸,但对成人却不是必须氨基酸。

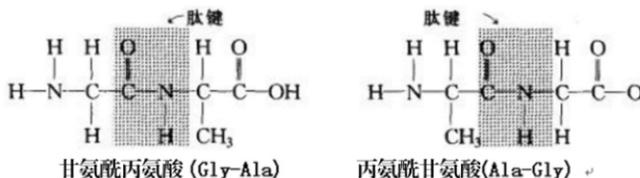
蛋白质中的氨基酸是 L-构型。(氨基酸有 L-构型和 D-构型,它们彼此类似但构型不同,将它们重叠时,它们并非等同,而是互为镜象、不能重叠,这两种构型分别为 L-型和 D-构型。单糖也有 D-、L-两种异构体,与人类关系密切的是 D-葡萄糖和 D-果糖。)

蛋白质分子中氨基酸连接的基本方式是一分子氨基酸



的羧基与另一分子氨基酸的氨基,通过脱水(缩合反应),形成一个酰胺键—C—NH—,新生成的化合物称为肽。肽分子中的酰胺键亦称肽键。

肽键中的氨基酸由于参与肽键的形成已经不是原来完整的分子,因此称为氨基酸残基。含有三个、四个、五个等氨基酸残基的肽分别称为三肽、四肽、五肽等。肽的命名是根据参与其组成的氨基酸残基来确定的,通常从肽键的NH₂末端氨基酸残基开始,称为某氨基酰氨基酰……某氨基酸。具有下列化学结构的五肽命名为丝氨酰甘氨酰酪氨酰丙氨酰亮氨酸,可用符号 Ser—Gly—Tyr—Ala—Leu 表示。



若由两种不同的氨基酸如甘氨酸和丙氨酸来进行缩合,则可能形成两种不同的二肽。

多个氨基酸失水形成的肽称多肽,多肽一般是链状化合物。若4种氨基酸(例如甘氨酸 Gly、丙氨酸 Ala、丝氨酸 Ser 和胱氨酸 Cy)排列组合,可能的连结方式则有24种。

17种不同的氨基酸以不同的方式组合可达到 $3.56 \times$



10^{14} 种。但目前在自然界中已发现的蛋白质种类比起这个数目来还差得很远。同样,由一组氨基酸按不同顺序组成的蛋白质种类的实际存在于细胞中的种类数也相差甚远。这个现象说明只有某些氨基酸并按某几种顺序组合而成的蛋白质才与生命或生理活性有关。

蛋白质是由一条或多条多肽链构成的生物大分子的集合。蛋白质的种类很多,以前认为蛋白质都是天然的,但现在差不多任何顺序的肽链都能合成,包括自然界里没有的。所以种类是无限的,其中有的已知有生物功能和活性。

若按分子形状来分有球蛋白和纤维蛋白。球蛋白溶于水、易破裂,具有活性功能,而纤维状蛋白不溶于水、坚韧,具有结构或保护方面的功能,头发和指甲里的角蛋白就属纤维状蛋白。按化学组成来分有简单蛋白和复合蛋白,简单蛋白只由多肽链组成,复合蛋白由多肽链和辅基组成,辅基包括核苷酸、糖、脂、色素(动植物组织中的有色物质)和金属配离子等。

为了表示蛋白质结构的不同层次,经常使用一级结构、二级结构、三级结构和四级结构这样一些专门术语。一级结构就是共价主链的氨基酸顺序,二、三和四级结构又称空间结构(即三维构象)或高级结构。

一级结构决定了蛋白质的功能,对它的生理活性也很重要,顺序中只要有一个氨基酸发生变化整个蛋白质分子