

二十一世纪青少年科学素质教育全书

神奇的 化学

★ 新课标 新知识 图文版

★ 开拓学习视野 启迪智慧窗口

★ 21世纪青少年获取新世纪

新公民科技身份证的必由之路

内蒙古人民出版社

21世纪青少年科学素质教育全书

神 奇 的



内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

21 世纪青少年科学素质教育全书/韩泰伦等编.

—呼和浩特:内蒙古人民出版社,2004.4

ISBN 7-204-06381-3

I.2... II.韩... III.自然科学—青少年读物

IV.N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026160 号

21 世纪青少年科学素质教育全书(全 48 册)

出版发行: 内蒙古人民出版社出版发行

(呼和浩特市新城西街 20 号)

印 刷: 北京金华印刷有限公司

开 本: 850×1168 32 开

印 张: 310

版 次: 2004 年 5 月第 1 版

印 次: 2004 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-204-06381-3/G·1438

定 价: 760.00 元(全 48 册)

《21 世纪青少年科学素质教育全书》

编 委 会

顾 问：邱运华（首都师范大学教授，全国青少年
读书活动指导委员会成员）

王龙彪（湖南师范大学教授，全国青少年
素质教育研究会常务理事）

主 编：韩泰伦 谢 宇

副 主 编：吴剑锋 胡玉林 张 朋

执行主编：张幻强 杜海龙 邹德剑

编 委：韩泰伦 吴剑锋 胡玉林 张 朋

张幻强 杜海龙 邹德剑 窦惠娟

袁海霞 展艳利 朱 勇 刘 伟

雷 力 杨 剑 王 伟 季 明

目 录

第一章 现实生命中的化学	(1)	
人体中的化学元素	(1)	青
人体中化学元素的结构	(10)	少
人体中化学元素的功能	(12)	年
人体中的化学反应	(14)	科
第二章 营养与健康的化学	(24)	学
糖	(24)	素
脂类有机化合物	(33)	质
蛋白质	(44)	教
维生素	(57)	育
无机盐	(66)	全
水	(68)	书
第三章 化学与人体健康	(74)	
化学药物	(74)	
新药介绍	(81)	
化学与毒物	(84)	
第四章 化学与能源	(91)	
石 油	(91)	
煤	(97)	

神奇的化学

核 能	(116)
第五章 化学轶闻趣事	(126)
原子簇团的发现	(126)
导电塑料	(131)
可燃冰的发现	(135)
碳的畅想	(139)
关于变异的争论	(144)
炼丹术与冶金术	(147)
神奇的元素周期表	(153)
奇妙的核化学的诞生	(159)
墨镜的原理	(164)
诺贝尔轶事	(167)
解密人工降水	(173)
第六章 化学的未来	(177)
化学催化	(177)
生命中的化学	(179)
人类周围的化学	(181)
极端的化学行为	(183)

第一章 现实生命 中的化学

人体中的化学元素

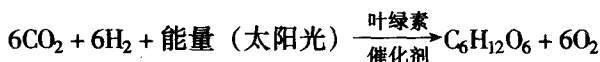
地球上存在 92 种稳定的化学元素，它们分布在自然界中岩石圈、水圈、大气圈。人类在漫长的生物进化过程中，在地面的岩石圈、水圈、大气圈构成的环境中生活，必须与环境进行物质交换，于是有选择地吸收了几十种化学元素构成人体有效的机制，赖以维持生命。用现代分析测试技术对人体组成进行分析，知道人体至少由 37 种化学元素组成。

化学元素的来源及特点

自然界划分为 4 个圈层：大气圈、水圈、岩石圈、生物圈。生物圈中的植物、动物和人类在大气圈、水圈、岩石圈构成的环境中生存发展，与各圈层之间存在物质交换和能量交换。自然界中的生物体可以分为自养生物和异养生物两大类。自养生物是可以通过二氧化碳和水在叶绿素和太阳光的作用下进行光合作用产生糖而得到养分，其化学反应式可表

神奇的化学

示如下：



一般的植物和藻类属于自养生物。所谓异养生物，它们自己不能制造养分，而必须依靠自养生物作为养分和能量的来源。人类作为高等动物属于异养生物。绿色植物、藻类是兔、牛、羊、马等大小动物的食物，而这些食草动物又是食肉动物的食物，食肉动物则成为人类的食物，人死了，尸体被细菌和真菌等微生物分解，这就构成了自然界中的生物圈。食物和捕食者之间这一系列的关系，人们称之为食物链。人类作为捕食者是处在食物链的末端，食物链中各级植物和动物逐级积累的各种元素，最后都以食物的形式进入人体，这是人体内化学元素的主要来源。

构成人体的元素具有下列特点。

1) 生物体是在地球上产生的，并同环境变化一起沿着生态系统的稳定性，有选择地取舍环境中的物质而进化发展的，所以构成生物体的元素都是环境中存在的，且丰度较高。

2) 生物体所必需的元素绝大多数为轻元素，如周期表中开头的 34 个元素中即有 21 个元素是动物生活所必须的，这样就使生物体有较轻的重量。(较重的元素仅有 I、Mo 和 Sn)

3) 生物体所必须的微量元素大多为过渡元素，这与它们核外的原子轨道中有未被填满的 d 轨道有关。

4) 碳、氢、氧、氮具有易形成共价键的共同性，它们

能相互作用，生成大量不同形式的共价化合物。因为共价结合的强度与所结合原子的相对原子质量成反比，所以这四种元素能形成很强的共价键。

5) 在碳的有机分子中，由于围绕每个单键结合的碳原子的电子对具有四面体构型，借碳-碳键可形成许多不同的三维空间结构，因此可形成线性、分枝状或环状的骨架。碳原子还可以和氧、氢、氮、磷和硫形成共价键并把不同种类的功能基引入有机物分子结构中。

6) 碳、氢、氧等形成的许多有机化合物在生理温度($0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$)下具有流动性。 CO_2 常温下为气体， SiO_2 在常温下为固体，所以虽然硅与碳很相似，但从流动性来看并不能构成生命物质的骨架。

动物、植物都主要由 10 种左右元素组成。植物比动物氧的含量高，而氮、硫的含量少。这是由于植物体的细胞壁及细胞内贮藏的糖及其相关物质较多所致；此外动物体内钠较多，而植物体内钾较多。

人体内化学元素的分类

存在于生物体(植物和动物)内的元素按其作用大致可分为三大类：必需元素；非必需元素；和污染(有毒有害)元素。

必需元素

必需元素是指下列几类元素：

(1) 生命过程的某一环节(一个或一组反应)需要该元素的参与，即该元素存在于所有健康的组织中；

神奇的化学

(2) 生物体具有主动摄入并调节其体内分布和水平的元素；

(3) 存在于体内的生物活性化合物的有关元素；

(4) 缺乏该元素时会引起生化生理变化，当补充后即能恢复。

哪些是构成人体的必需元素？19 世纪初，化学家开始分析有机化合物，清楚地认识到活组织主要由 C、H、O 和 N 四种元素组成。仅这四种元素就约占人体体重的 96%。其中氧特别多，一般估计，人体内水分占人体重量的 2/3，所以水是生命不可缺少的，没有水就没有生命。此外，体内还有少量 P。将人体内这五种元素的化合物挥发后就会留下一些白灰，大部分是骨骼的残留物，这灰是无机盐的集合，在灰里可找到普通的食盐 (NaCl)。食盐并不仅仅是增进食物味道的调味品，而是人体组织中的一种基本成分。食草动物有时甚至达到要舔吃盐渍地，以便弥补食物中所缺乏的盐。

有些较权威的杂志列出了 25 种生命必需元素，那么什么是生命必需元素呢？人们把人体为了维持生命所必需的元素称为生命必需元素。例如人体中的骨骼、牙齿不能没有钙；人体中的脂肪、糖、蛋白质、酶、核酸都含碳、氢、氧、氮、硫、磷等元素构成的生命有机化合物；人体中有许多化学反应需要酶来催化，金属酶是非常重要的催化剂，因此，多种微量金属元素是人体所必需的；人体内体液中需要有电解质，氯化钾、氯化钠是良好的电解质，因此，体液中不可缺失钾离子 (K^+)、钠离子 (Na^+) 和氯离子 (Cl^-)；

众所周知，人体缺铁会患贫血症，缺硒会患克山病、大骨节病，缺碘会患甲状腺肿，并导致人的智力障碍等。人们对人体生命必需元素的认识是逐渐深化的，如 1925 ~ 1956 年，发现铜、锌、钴、锰、钼在人体内存在是必要的，后来采用人为地造成微量元素缺失而引起感应的方法，证实了钒、铬、镍、氟、硅也是生命必需元素。随着时间的推延，科学技术不断发展，今后可能还会发现更多的生命必需元素。

按照人体中元素的含量高于或低于 0.01% 分类又常分为常量元素和微量元素（虽然硅的含量超出这个范围，但 WHO 仍将其划为微量元素）。

属于常量元素范围的有碳、氢、氧、氮、磷、硫、钙、钠、钾、镁、氯等 11 个元素，它们占了人体质量的 99.71%，而 C、H、O、N、P 和 S 对生命起着特别重要的作用，大部分有机物是由这 6 种元素构成的。占 99%，Ca、K、Na、Mg 和 Cl 等 5 种元素在生物体内虽然较少，但也是必需的。Mn、Fe、Co、Cu、Zn、Se、I、Cr、Si、V、F、Mo、Sn、Ni 等 14 种含量小于 0.01% 的微量元素也是人体不可缺少的。

非必需微量元素

非必需的元素含量都属于微量的范畴，它是指其生理功能尚未确定或在机体内可有可无的元素，这些元素是：铷、砷、硼、钛、铝、钡、铈、锆等 8 种。

污染（毒性）元素

污染（毒性）元素指对生物有毒性而无生物功能的元素。在自然界中，这些元素多数形成硫化物矿物，除铍

神奇的化学

(Be) 以外, 其原子序数均比较大。不同的元素对不同的生物致死剂量是不同的, 该类元素又分为毒性、潜在毒性和放射性两类。毒性元素有铍、镉、铊、镉、汞、铅。潜在毒性与放射性元素铊、钍、铀、钋、镭、锶、钡等。严格说来, 几乎每一种元素当人们对它的摄取(或误服)过量都会产生毒性, 上面所列毒性元素是指它们对生物体无有益作用(最起码现在还未发现其有益的因素), 而只有毒性。此外应当注意的是, 元素对人体有益, 还是有害的界限并不十分固定, 还与其它的许多因素有关, 如同一元素, 有时是有益的有时又会成为有害的, 这与元素在生物体中的浓度和形态有密切关系, 如三价铬对防治心血管病有重要作用, 六价铬却是已经确定的致癌物; 生物体中硒有很重要的作用, 0.1ppm ($1\text{ppm} = 1\mu\text{g/g}$) 的硒是有益的, 而且硒是公认的抗癌元素, 但是在人体内如果达到 10ppm 时则是致癌的。所谓有害微量元素即在生命过程中不需要该元素参与或干扰必需微量元素发挥其正常功能, 其含量超过一定范围就要引起中毒症状。除了所列的六个公认的有害微量元素外, 其他元素, 包括必需微量元素在人体内各有一段最佳健康浓度, 在最佳浓度和中毒浓度之间有一狭窄的安全限度, 超过其限度同样对人体有害, 如氟中毒, 镍中毒等, 但是它们与有害微量元素是有本质区别的。

人作为自然界的一分子, 实际是自然界组成的一个有机部分, 我们的祖先早在 2000 多年前就指出了“天人合一”就是这个道理, 因此, 研究微量元素与人体健康必须从整个环境, 统一起来考察。现在微量元素的分类是相对的, 除了

本章列出的各种元素外,还有 20~30 种普遍存在于组织中的元素,这些元素的浓度是动态的,它们的生物效应和作用远未被人们认识。上述元素,划分界限也不是固定不变的,随着认识的深化和检测手段的现代化,将会修正或作新的归属。

化学元素在人体的存在形式

在生物体内,元素存在于无机物或有机物中。在无机物中除了少量的氧和氮以外均以化合物形式存在,主要是水和无机盐;而有机物则以糖类、脂质、蛋白质和核酸等化合物形式存在于生物体内。氢、氧两元素主要以水的形式存在于体内,其余的氢、氧元素则与碳元素一起存在于体内的有机物中;氮元素主要存在于组织蛋白质和核酸中;磷以磷酸盐形式存在,少部分存在于核酸、磷脂和糖的磷酸酯中;硫大部分存在于蛋白质中;钾主要存在于细胞内液中;而钠、氯主要存在于细胞外液中。生物体内的微量元素主要是以配合物的形式与蛋白质、脂肪的有机物构成酶对于生物体是必需的物质。许多微量元素是酶的激活剂或是酶的辅因子。例如铁是血红蛋白和细胞色素的主要成分,碘是甲状腺素不可缺少的微量元素,铬可以协助胰岛素起作用。微量元素在人体内主要以生物大分子的配合物的形式而存在。

化学元素在人体的分布

人体主要由骨骼、肌肉、脂肪、血液、脏器、皮肤及毛发组成。在这些物质中主要的构成物质是由氨基酸、蛋白质、脂肪、酶、核酸等为基础,而在这些生物有机化学物质

中C、H、O、N就是最主要的元素。而其它的元素在人体中的分布则是不均匀的。Ca、P、S、Si、Mg、F、Mn等元素主要分布在骨骼中，是构成骨骼的主要元素，其中Ca、P、S、Mg等具有结构性作用。Si、Ba、Pb、Be、Cd、U、Au、Li等元素与骨骼有较强的亲合性。前一组元素的多少及其比值的大小对骨骼的生长、发育有重要的影响；后一组元素，在骨中过量的蓄积将会产生不同程度、不同性质的损害。研究表明：人体中铍的蓄积愈高，患骨癌的可能性就愈大；镉大量在骨中沉积可产生骨痛病，大量的镉在骨中蓄积还容易导致骨癌。这些元素在骨中的量占人体总量的百分数分别为：Si为99%；F为98.9%；Pb为97.6%；Ba为91%；Be为75%；Mg为70%；U为65.5%；Li为50%；Mn为43.4%。

牙齿多由Ca、P、F、Si、V等元素组成。而Si、Ni、As、Zn、F、Fe、Ti较多地集中在毛发中。Zn、Cu、Ca、Mg、V、Se、Br等元素易蓄积于肌肉中，它们在肌肉中的量占人体总量的百分数为：Zn为65.2%；Br为60%；Se为38.3%，Cu为34.7%。当肌肉缺镁、钾时，可导致肌肉无力、肌麻痹、肌萎缩等症状。

V、Hg、Cr、Nb、Sn等元素易积蓄于脂肪中，其中V、Cr对脂肪代谢和降低胆固醇有重要作用；Hg，尤其是甲基汞易在脂肪和大脑中蓄积，不易排出体外，容易引起汞中毒。钒、汞、铬、铈、锡在脂肪中的蓄积量分别可达总量的90%、69.2%、37%、26%和25%。Fe、Co、Mo、Cu、V等元素是血液中的主要微量元素，铁在血液中的含量可占人

体总铁的 70%。这些元素与血液的形成密切相关，可以认为它们是造血元素。

维持大脑功能的主要元素有 P、V，然而 Li、Rb、Hg、Pb、Al、Cd、F、Br、Cu、Si 等元素也易在脑中积蓄，但它们是有害的。汞还可以穿过大脑屏障使细胞产生永久损伤，带来灾难性的后果。随着年龄的增长铝在大脑中富集，铝主要集中于神经元细胞内，可导致神经微纤维缠结性病变。过量的铅可使大脑痴呆，脑中的铅过多可引起神经系统疾病，如神经疼痛、急性脑炎等。过量的氟、溴等对脑神经有麻痹作用。

在甲状腺中蓄集了大量的碘。在性腺中含有较大量的锌、锰和少量的砷。在动脉壁上沉积了较多的硅。适量的 SiO_2 对于保持动脉血管的通透性和弹性是必要的，但是过量的 SiO_2 可导致高血压。

Sb、Sn、Se、Cr、Al、Si、Fe 易聚集于肺中，这很可能是通过粉尘而吸收的。肺癌的产生与上述元素过量地被吸入有关。

Cd、Hg、Zn、Bi、Pb、Se、As、Si 较易蓄积于肾中，当其含量过高时，肾组织就会受到损伤。

Se、Cu、Zn、Fe、As、C、Mo、V、I 等元素易在肝中贮积，适量的硒、铜、锌、铁等元素对维持肝组织的正常功能是必要的。研究表明；适量的硒、钼、镁、钙、钾、铜、铁、铬等元素有益于心肌代谢，而镉、铅、铬等元素在心肌中过量聚集会影响心肌代谢，甚至导致心肌坏死。

在淋巴系统中易富集 Si、U、Te、Sr、Mn、Pb、Li 等元

神奇的化学

素。

人体中元素的分布随着年龄的增加,在肺、肾、肝中钙、铜、铁、锰、锌、钼、镍、钛等元素富集,在骨骼中锶、氟、硅明显增加,钙反而减少,在动脉壁和淋巴系统中 S_2O_2 积累,在大脑中铝明显积累而铷却减少,在性腺体中Zn也明显减少。人体中元素的这些变化是衰老的象征。就人类的衰老过程而言,表现为Al、As、Ba、Be、Cd、Cr、Au、Ni、Pb、Se、Si、Ag、Sr、Sn、Tl、V等元素的积累,Ca、Zn、Rb减少。

人体中化学元素的结构

周期表中有100多种元素,它们与生命的关系应该存在一定的规律,只不过目前我们尚未完全了解这些规律。目前已知的生物元素有30多种,这些元素在元素周期表中比较集中在三个部分,在这些元素中我们要了解结构与性能的关系,就必然涉及到这些元素在周期表中的位置,而这对于我们认识生命过程的奥秘、人与地球化学环境的关系、微量元素与人体健康的关系等问题是十分必要的。

第一部分是生物非金属元素,生物非金属元素都是主族元素,它们是:H、B、C、N、O、F、Si、P、S、Cl、As、Se、Br、I。除了H以外,它们都集中分布在周期表右上部的一个三角型的“岛”上,属p区元素,价电子结构为 ns^2np^{1-5} ,呈现典型的非金属化学元素的性质。C、H、O、N、P、S等主族生命元素是活体的基本构筑材料,在生命体

中占最大的组分比例，可以这样说，如果没有这些元素就没有生命。

元素周期表

另外一些元素就是金属元素，周期表中有 80 多种金属元素，生物体仅利用了其中的一少部分，这些元素虽然在人体中所占比例很小，但是所起的作用是不可小视的。这些金属元素又分为两部分，一部分以 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为代表的碱金属和碱土金属，这些在人体中具有电化学和信使功能的金属离子；另一部分是以第一过渡系为主的对人体非常重要的微量元素如铁、铜、锌、锰、钒、铬、钴、镍、钼（钼是惟一天然存在于生物体中的第二过渡系列金属元素），在人体中毒性元素多是原子序数比较大的，而且在自然界这