

普通高中课程标准实验教科书

化学

选修 1

化 学 与 生 活

教师教学用书

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心 编著

人民教育出版社®

人民教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

普通高中课程标准实验教科书化学选修1化学与生活教师教学用书/人民教育出版社,课程教材研究所化学课程教材研究开发中心编著.—2版.—北京:人民教育出版社,2007.2(2019.7重印)

ISBN 978-7-107-18477-2

I. ①普… II. ①人… ②课… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G633.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第034166号

普通高中课程标准实验教科书 化学 选修1 化学与生活 教师教学用书

出版发行 人民教育出版社

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编:100081)

网 址 <http://www.pep.com.cn>

经 销 全国新华书店

印 刷 北京天宇星印刷厂

版 次 2007年2月第2版

印 次 2019年7月第23次印刷

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 7.75

字 数 160千字

定 价 16.70元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或盗用本产品任何部分·违者必究
如发现内容质量问题、印装质量问题,请与本社联系。电话:400-810-5788

说 明

本书是根据教育部制订的《普通高中化学课程标准（实验）》和人民教育出版社 课程教材研究所 化学课程教材研究开发中心编著的《普通高中课程标准实验教科书 化学与生活（选修1）》的内容和要求，结合高中化学教学的实际情况编写的，供使用《普通高中课程标准实验教科书 化学与生活（选修1）》的高中化学教师教学时参考。

从有利于教师理解和体会课程标准，以及更好地使用教科书出发，全书按教科书的章节顺序编排，每章包括本章说明、教学建议和教学资源三部分。

本章说明是按章编写的，包括教学目标、内容分析和课时建议。教学目标指出本章在知识与技能、过程与方法 and 情感态度与价值观等方面所要达到的教学目的；内容分析从地位和功能、内容的选择与呈现、教学深广度以及内容结构等方面对全章内容作出分析；课时建议则是建议本章的教学课时。

教学建议是分节编写的，包括教学设计、活动建议、问题交流和习题参考。教学设计对节的内容特点、知识结构、重点和难点等作了较详细的分析，并对教学设计思路、教学策略、教学方法等提出建议；活动建议是对“科学探究”“实验”等学生活动提出具体的指导和建议；问题交流是对“学与问”“思考与交流”等栏目中的问题给予解答或提示；习题参考则是对节后的习题给予解答或提示。

教学资源是按章编写的，主要编入一些与本章内容有关的化学知识、疑难问题解答，以及联系实际、新的科技信息和化学史等内容，以帮助教师更好地理解教科书，并在教学时参考。

需要说明的是，本书内容仅供教师参考，授课时的教学方法由教师根据具体情况决定。

参加本书编写工作的有（按编写顺序）李文鼎、陈学英、王乾、周天泽、洪京、索金龙、乔国才、顾敏。

本书的审定者是李文鼎、王晶。

责任编辑是乔国才。

参加图稿绘制工作的是李宏庆。

本书的内容难免有不妥之处，希望广大教师和教学研究人员提出意见和建议，以便进一步修改。

人民教育出版社 课程教材研究所
化学课程教材研究开发中心
2004年12月

目 录



目 录

第一章 关注营养平衡	1
本章说明	1
教学建议	4
第一节 生命的基础能源——糖类	4
第二节 重要的体内能源——油脂	8
第三节 生命的基础——蛋白质	10
第四节 维生素和微量元素	14
教学资源	17
第二章 促进身心健康	36
本章说明	36
教学建议	37
第一节 合理选择饮食	37
第二节 正确使用药物	40
教学资源	42
第三章 探索生活材料	55
本章说明	55
教学建议	56
第一节 合金	56
第二节 金属的腐蚀和防护	59
第三节 玻璃、陶瓷和水泥	63
第四节 塑料、纤维和橡胶	66
教学资源	70
第四章 保护生存环境	87
本章说明	87
教学建议	88
第一节 改善大气质量	88
第二节 爱护水资源	93
第三节 垃圾资源化	95
教学资源	97



第一章 关注营养平衡

本章说明

一、教学目标

1. 认识食品中对人类健康有重要意义的常见有机物，如糖类、油脂、蛋白质等。
2. 了解氨基酸、蛋白质的结构和性质特点，能列举人体必需的氨基酸。
3. 了解人体必需的维生素的主要来源和摄入途径，以及维生素在人体中的作用。
4. 认识微量元素对人体健康的重要作用。
5. 认识饮食与健康的关系，认识化学在促进人类健康方面的重要作用。

二、内容分析

1. 地位与功能

本章是《化学与生活》模块的第一章，与第二章“促进身心健康”共同完成课程标准规定的第一个主题——“化学与健康”的教学任务。

在必修模块化学2的“基本营养物质”一节中，学生已经从组成、性质和作用等方面学习了三种基本营养物质——糖类、油脂和蛋白质。本章将在此基础上，进一步学习这几种基本营养物质的性质及在体内的主要功能，还将学习维生素和微量元素的初步知识。这些知识与人们的生活与健康有密切联系。通过本章的学习，能够丰富学生的生活常识，有利于他们正确地认识和处理有关饮食、营养、健康等日常生活问题。本章又是第二章“促进身心健康”的知识基础。这两章结合在一起，能帮助学生树立正确的健康观念，认识化学在促进人类健康方面的重大作用。

应该注意的是，学生关于有机化学方面的知识基础较以前的学生有了较大的变化。在必修课程中，只学了甲烷、乙烯、苯、乙醇、乙酸、糖类、油脂和蛋白质等几种物质，对于在有机化学反应中各种物质之间的反应及衍生关系则很少涉及。因此，在处理本章教材时，应充分考虑学生的知识基础，控制内容的深广度，准确把握教学要求。

2. 内容的选择与呈现

本章分为四节，分别介绍糖类、油脂、蛋白质、维生素和微量元素。简单介绍各类物质的主要成分和性质，重点介绍各类物质在人体中的变化及生理功能，突出这些化学物质对人体健康的重要作用。例如，简单介绍了以下内容：

“葡萄糖是怎样供给能量的？”

“淀粉是如何消化的？”

“纤维素有什么生理功能？”

“油脂在体内发生了什么变化？”

“人体必需的氨基酸”

“维生素有什么作用?”

“维生素 C”

“人体中的微量元素”

“碘、铁在人体中的作用”

以上有很多属于常识性的知识,但又是每个人每天生活中都要遇到的问题。在教学中,应多联系实际,引导学生从中体会化学的重要作用。

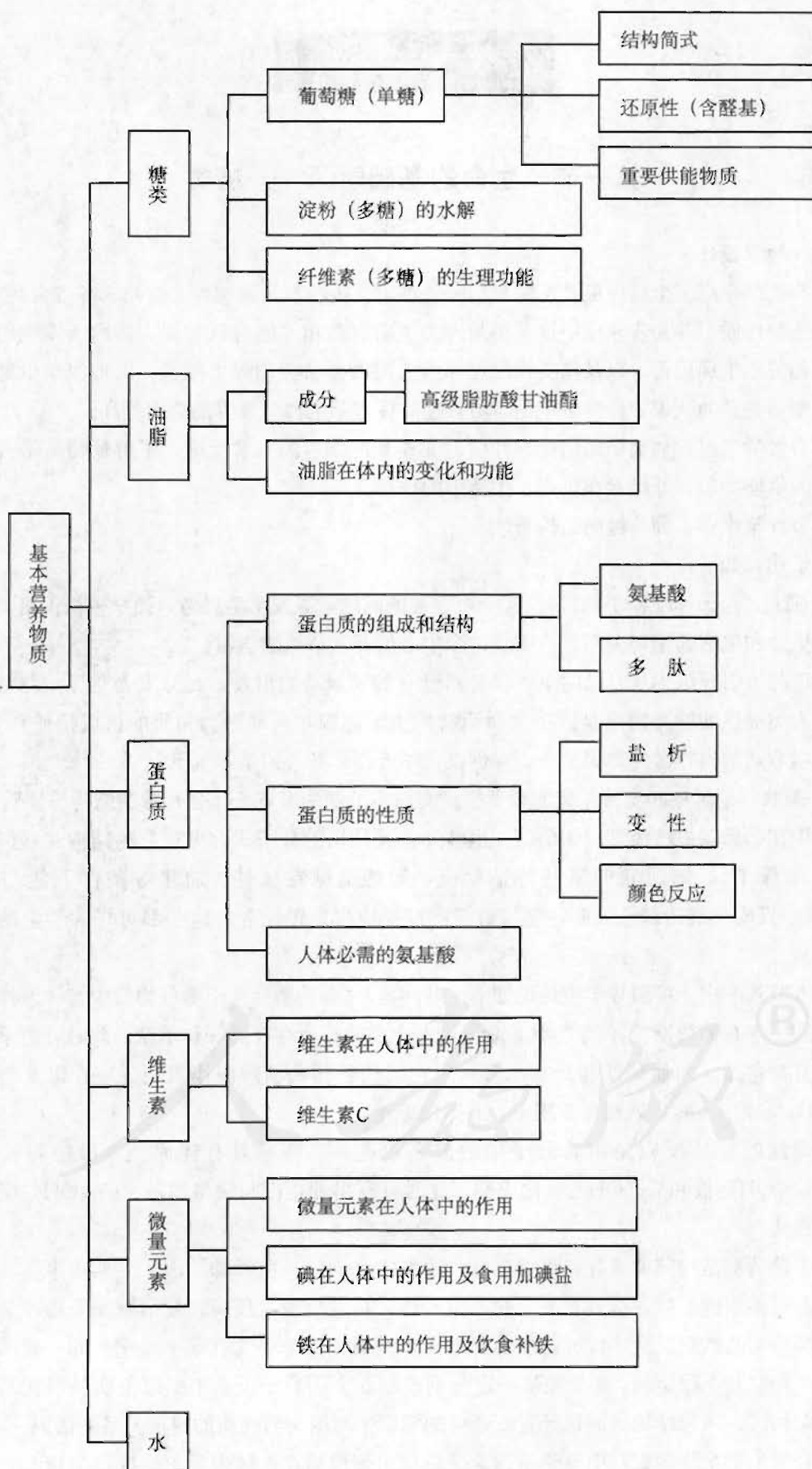
本章中安排了较多的拓展性内容,如安排了 13 个“资料卡片”和一个“科学视野”,这些内容涉及面广。其中,有与日常生活密切相关又很实用的生活常识,如“糖尿病的检测”“油脂的变质——酸败”“蛋白质的互补”“食用碘盐,预防 IDD”“补铁工程”等;有科学史料,如“碳水化合物”“维生素的发现”;也有适当扩展的具体物质知识,如“蔗糖和麦芽糖”“蛋白质的主要功能和作用”“酶”等。这样处理,既不增加学生的负担,又开阔了学生的视野。在教学中,教师应根据教学要求,灵活处理,区别对待。

本章安排了较多的活动内容,采取把学科知识与学生活动结合起来的呈现方式,体现“从活动中学”的指导思想,这些活动努力体现主动性、综合性、实践性和趣味性相结合的原则,使学生通过多种多样的活动,充分发挥自己的才能和创造力,综合运用各种知识,解决实际问题。活动的内容十分丰富,涉及到全章所学的各种营养物质的相关知识;活动形式多样,充分调动学生的各种感知器官,如“实验”“科学探究”“思考与交流”“学与问”“实践活动”等。目的是引导学生在多种多样的活动中,经历活动过程,体验活动乐趣,同时获得知识。

3. 内容结构(见下页)

三、课时建议

第一节	生命的基础能源——糖类	2 课时
第二节	重要的体内能源——油脂	1 课时
第三节	生命的基础——蛋白质	2 课时
第四节	维生素和微量元素	2 课时
复习		2 课时



第一节 生命的基础能源——糖类

一、教学设计

本节简单介绍了生活中最常见的物质——糖类。内容涉及葡萄糖、淀粉、纤维素的组成、结构和主要性质，并初步介绍了这几类与人类生活息息相关的有机物在人体内所发生的化学反应和相关的生理过程，以及糖类物质怎样为人类的生命活动提供能量。以加深学生对化学与生活密切关系的认识，激发学生的学习兴趣，促进学生科学素养的全面提高。

本节教学重点：葡萄糖的结构与性质，淀粉和纤维素的水解反应，了解葡萄糖是人体内最重要的供能物质，纤维素在生产、生活中的作用。

本节教学难点：葡萄糖的结构与性质。

教学建议如下：

1. 通过“今天你吃糖了吗？”这样一个普通的问题，激发学生思考，使学生认识糖类物质与人类生命和生活的密切关系，并围绕这个中心展开本节课的学习。

讨论时可引导学生从自己的生活经验和已有的知识基础出发，充分发表意见，总结出大自然为人类提供的糖类物质是维持生命活动的主要能源，明确糖类物质的组成特征和分类，为学习本节课的内容做好知识准备，并创设化学就在你身边的学习氛围。

2. 采取问题解决和实验探究的教学模式突破本节课的难点——葡萄糖的结构与性质。

学生在必修课中已经学过葡萄糖，也已知道葡萄糖的分子式，见过它的结构式（但很可能印象不深了），知道它的某些特征反应，如葡萄糖在碱性、加热等条件下能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应生成砖红色沉淀，能与银氨溶液反应生成银镜等，这些都可作为学生的知识基础。

在本节教学中，可引导学生讨论如下一些问题：“葡萄糖存在于哪些物质中？”“怎样证明这些物质中含有葡萄糖？”使学生认识葡萄糖是自然界广泛存在的一种单糖。此时可由学生提供一些日常食品，如葡萄汁和蜂蜜水等，用它们代替葡萄糖溶液作银镜反应，以及与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的实验，观察实验现象，并得出结论。

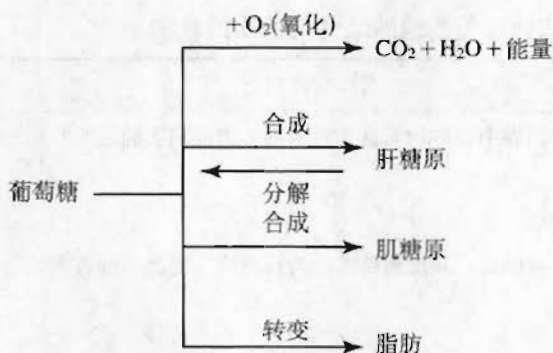
葡萄糖的特征反应是由其分子中的醛基引起的。醛基具有还原性，可被弱氧化剂 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$ 溶液和 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化成酸。此时可写出葡萄糖与银氨溶液、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的化学方程式。

关于葡萄糖结构式的推导，可以根据学生的水平而定。由教师给出一些实验事实：如碳氧双键与碳碳双键一样，都具有一定的不饱和性，可发生加成反应。葡萄糖加氢还原为己六醇；葡萄糖与乙酸酐反应生成五乙酸葡萄糖酯，说明其分子中含有 5 个羟基；同一碳原子上连有 2 个羟基是不稳定的，5 个羟基一定分别连在 5 个碳原子上。根据以上实验事实写出葡萄糖的结构式。通过结构式的推导过程，可加深学生对结构与性质的辩证关系的认识。

结合学生的生物知识，引导学生讨论、总结出葡萄糖在人体内是怎样提供能量和它在人



体内的代谢过程。



在教学过程中，应鼓励学生主动参与问题解决的全过程，关注学生在问题解决过程中的情感体验，注重培养学生通过解决问题获取知识、了解科学方法和提高解决问题的能力。

3. 指导学生做好“科学探究”中淀粉水解的实验，使他们从中体验科学研究的过程，培养学生的创新精神和实践能力。

淀粉是自然界广泛存在的一种多糖，其化学式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，分子结构中不含有醛基，不发生银镜反应。通过水解实验，使学生认识到淀粉水解的产物是葡萄糖，帮助学生建立多糖与单糖之间的联系，从而理解多糖通式的含义。

可联系人们在咀嚼含淀粉的食物中会感到甜味的问题，说明淀粉在唾液中淀粉酶的作用下发生了水解反应。从而引导学生理解淀粉在人体内的消化过程，即淀粉在人体内最终水解为能够被吸收的葡萄糖。

4. 突出纤维素的生理功能和在生产中的应用，体现化学在生命活动和生活中的重要作用。

纤维素和淀粉都是与生命息息相关的、在自然界存在的两种最主要的多糖，它们是天然高分子化合物，都可以用通式 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示，但它们不是同分异构体（因其 n 值不同，结构不同）。

纤维素的生理作用和它们在工业中的应用，可由学生阅读、查阅资料、小组讨论交流，在自学和合作学习中解决问题。

5. 引导学生自己总结、概括、列表比较葡萄糖、淀粉、纤维素的有关知识（比较内容可包括化学式、分类、性质、存在、生理作用、工业上的应用等），帮助学生形成清晰的知识结构，并在这一过程中体会学习方法。

教学设计参考：

本节课可采取问题解决和实验探究相结合的教学模式，其基本流程为：

创设问题情境	→	分析明示问题	→	引导解决问题	→	评价总结
		分析问题				
问题引入		搜集信息		验证假设		应用，形成
		提出假设		实施方案		新的知识结构

问题解决教学模式以解决问题为中心，注重学生的自主探究活动，着眼于创造思维和实践能力的培养。在全面推进新一轮化学课程改革的今天，研究其实施程序，并不断的改进和

完善,具有十分重要的意义。

【教学设计 1】本模式针对葡萄糖的结构与性质的教学。

教学过程	学习活动	教学活动
创设问题情境 问题引入 ↓ 问题探索 ↓ 问题解决 ↓ 问题应用,总结评价	自然界中哪些物质富含葡萄糖?怎样用实验证明? ↓ 学生回忆、联想葡萄糖的特征反应,提出实验方案。 ↓ 实施实验方案,做银镜反应和与氢氧化铜反应的实验。 ↓ 总结实验现象,得出葡萄糖的分子结构特征和性质。	发现问题 ↓ 组织交流,提出方案 ↓ 验证假设 ↓ 归纳总结

【教学设计 2】本模式针对淀粉和纤维素的教学。

问题提出:课前提出要解决的问题,由学生自学并制定活动方案。

- (1) 淀粉和纤维素都属于糖类物质,它们有什么区别和联系?
- (2) 淀粉和纤维素能否转化为葡萄糖,怎样用实验证明?
- (3) 淀粉和纤维素在人类生活和生产中有什么作用?

阅读理解:

- (1) 阅读教材,发现并提出问题供课上讨论。
- (2) 查阅相关资料,咨询教师,解决问题并扩展自己的知识视野。
- (3) 设计淀粉、纤维素的水解实验方案。

讨论交流:

- (1) 由学生充分展示自己的学习成果,在合作学习中解决问题。
- (2) 交流实验方案,并评出最佳方案。

实验探究:

根据最佳方案,采用对照实验的方法做淀粉和纤维素的水解实验。

总结评价:

- (1) 引导学生总结淀粉和纤维素的组成、结构特征和主要化学性质。
- (2) 讨论交流淀粉、纤维素在生理、生活和生产中的作用。

二、活动建议

【实验 1-1】本实验可改为学生的探究实验。

1. 教师首先要讲清银氨溶液的配制过程及实验成败的关键(试管要洁净,要用水浴加热),配制银氨溶液时要注意防止氨水过量,且必须随配随用,不可久置,否则会析出容易爆炸的物质。

2. 先用配制的葡萄糖溶液做与①银氨溶液、②新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的实验,观察并记录实验现象。

3. 再用天然存在的葡萄糖(葡萄汁或蜂蜜水)做与银氨溶液反应的实验。

实验现象:①试管壁上有光亮的银镜生成;②试管中有砖红色沉淀生成。

**【科学探究】淀粉的水解**

1. 引导学生联系咀嚼含淀粉的食物时会感到有甜味，说明淀粉在淀粉酶的作用下发生了水解反应。
2. 引导学生自己设计实验方案，证明淀粉能否在硫酸的催化作用下发生水解反应。怎样判断淀粉是否水解了？水解的产物是什么？小组交流实验方案，并评出最佳方案。
3. 根据最佳方案，采用对照实验的方法实施实验。
4. 填写实验现象和结论。

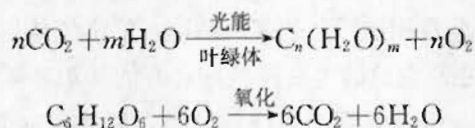
	试管 1	试管 2	试管 3
实验现象	试管中液体变蓝	碘水不变色	有光亮的银镜产生
结论	淀粉未水解	淀粉发生水解	淀粉水解后生成葡萄糖
化学方程式		见教科书	见教科书

【实践活动】

1. 找一找我们每天吃的食物中，哪些是含有淀粉的食物？
粮食类：面粉、大米、玉米、小米、红薯、豆类等
蔬菜类：土豆、芋头、蚕豆、百合、莲藕、南瓜、山药等
果类：荸荠、栗子等
2. 怎样检验它们是否含有淀粉？选择一种或几种食物进行试验。
3. 用土豆自制一些淀粉。（根据教科书上的要求做。）

三、问题交流**【思考与交流】**

1. 引导学生分析图 1-7 和下面两个化学方程式：



讨论：从能量转化和 CO_2 在自然界的循环角度分析，植物的光合作用和动物体内葡萄糖的氧化有什么关系？

2. 结论： CO_2 在自然界的循环过程就是能量的转化过程。自然界中 CO_2 的循环主要表现在绿色植物从空气中吸收 CO_2 和 H_2O ，经光合作用转化为葡萄糖，并放出氧气。有机体再利用葡萄糖合成其他高能有机化合物。碳的化合物经食物链传递又成为动物和其他生物体的一部分。生物体内的糖类物质作为有机体代谢的能源经呼吸作用被氧化为 CO_2 和 H_2O ，并放出能量。碳元素在这样的循环过程中，存在形态发生了奇妙的变化。在这种变化过程中，能量也随之发生转化。

四、习题参考

1. 糖类物质对人类生活有重要意义，可引导学生从人类的衣、食、住、行和人体健康等方面去讨论。
2. 可从每天吃的主食（面食、大米、玉米等）和水果中列举。
3. 纤维素有助于食物的消化和废物的排泄，可预防便秘、痔疮和直肠癌；降低胆固醇；

预防和治疗糖尿病等。

提示：1、3 两题可引导学生结合生物学科知识，联系生活实际，并查阅相关资料，写成小论文或制成图文并茂的展板，放在教室中展示交流。以此激发学生的求知欲望和学习兴趣，扩展知识视野，认识化学对人类生命和健康的重要意义，化学的发展对提高人类生活质量的作用，培养学生热爱科学的情感。

4. 不对。糖尿病人由于体内糖代谢异常，要限制每天糖类物质的摄入量。糕点中的面粉属糖类物质，在人体内可水解为葡萄糖，过多食用是有害的。

5. A、C

第二节 重要的体内能源——油脂

一、教学设计

油脂是人类的主要食物之一。本节从学生的生活实际出发，通过油脂的组成和结构的知识，使学生明确油脂是高级脂肪酸甘油酯。同时简单介绍了单甘油酯和混甘油酯，要求学生了解高级脂肪酸的饱和程度与在室温下油脂状态的关系。

教科书还简单介绍了油脂在动物体内的变化，以及脂肪酸的作用和功能。虽然“哪种脂肪的营养价值高”是作为资料提供的，但为了使化学贴近生活，指导学生认识油脂对人类健康的意义，形成正确的饮食观，本部分内容可适当加以扩展，或让学生阅读后开展一些活动。

本节教学重点：油脂的组成和结构以及与熔点的关系，油脂在体内的变化及脂肪酸在人体内的功能。

本节教学难点：油脂的组成和结构，油脂在体内的变化。

教学建议如下：

1. 通过对“生活中有哪些食用油脂”的实践活动，使学生认识油脂与人类生命和生活的密切关系。讨论时可引导学生从自己的生活经验和已有的知识基础出发，充分发表意见，认识到油脂是重要的体内能源，明确油脂的组成和分类，为学习本节课的内容做好知识准备，并切实感受化学对人类生活的影响。

2. 油脂的组成和结构是本节的难点，可引导学生回忆乙酸和乙醇生成乙酸乙酯的实验，使学生明确羧酸、醇和酯的关系，酯和脂的区别等。结合油脂的结构式，了解油脂的主要成分高级脂肪酸与甘油所生成的酯。

3. 油脂在体内的变化及脂肪酸在人体内的功能是本节的重点。可让学生通过实验探究“植物油在碱性条件下的水解”，认识油脂在人体内的消化过程实质上是在酶的催化作用下，高级脂肪酸甘油酯的水解过程。结合生物学知识，通过学生讨论，了解脂肪酸在人体内的功能，从而明确油脂是人体不可缺少的营养物质。

4. 由于本节内容的安排侧重从实际出发，因此，教师在设计教学模式时要寻找学生熟悉的素材组织教学，充分考虑学生的生活状况和食物构成习惯，提高学生的参与度，应给学生充分表现个性、表达和交流的机会，引入研究性学习的内容和模式，努力创新，提高教学效果。

5. 油脂在工业生产中的应用，以及人造脂肪、合成洗涤剂的内容，可以要求学生进行简



单的调查并总结，以体会油脂对社会的重要性。

教学设计参考：

【教学设计 1】

调查活动：厨房中常用的油脂有哪些？各种油脂的成分和消耗量有什么不同？人类生命活动对油脂有哪些不同的要求？

课堂交流：学生展示自己或本小组的调查结果，得出初步结论。通过一般性的答辩，阐述自己的观点和看法。

深入讨论：油脂在人体内的变化以及在人类生命活动中的意义是什么？如何达到必需能源的要求？人类最佳的油脂需求数量和种类是什么？

得出结论：油脂是人类生命活动的能源物质，合理且适量地食用油脂有益于身体健康。有些人企图通过不吃油脂以达到减肥的目的，大量减少体内脂肪的存储，这种做法对身体健康不利。

评价反馈：书写油脂的结构通式和油脂在体内变化的示意图。

【教学设计 2】

实验探究：取少量植物油与水在试管中混合，震荡，静置后分层。在其中加入少量的 NaOH 固体（或 NaOH 的浓溶液），震荡，溶解后加热。观察现象。

讨论交流：由实验现象可以得出结论，油脂不溶于水，但在强碱的作用下能够水解为可溶于水的物质，从而得出油脂属于酯类的结论。

交流展示：脂肪酸如何供给生命活动的能量？油脂对生命活动有什么重要的意义？

深入讨论：如何达到营养平衡？在日常的生活饮食方面应当注意哪些问题？

得出结论：油脂是人类生命活动的能源物质，合理且适量地食用油脂有益于身体健康。有些人企图通过不吃油脂以达到减肥的目的，大量减少体内脂肪的存储，这种做法对身体健康不利。

评价反馈：书写油脂的结构通式和油脂在体内变化的示意图。

【教学设计 3】

课堂辩论：减肥从不吃油脂开始。

课前准备：分正、反双方进行必要的资料准备。确定各自的观点和论据，进行必要的陈述和文字准备，尽可能保证资料的丰富性和真实性，保证阐述的明确性和针对性。

课堂实施：正、反双方陈述论点和论据，就油脂的组成、结构、在人体中的作用，以及人民生活水平的实际情况展开辩论。

得出结论：减肥不能片面从不吃油脂入手。油脂作为重要的生命能源，有其不可替代性，适量摄入合理搭配的油脂，是身体健康的重要保障。

无论以上何种教学模式，都要求教师从学生的认知水平出发，结合各校的实际情况，进行合理的使用。

二、活动建议

【实践活动】

1. 学生分头调查家庭厨房和学校食堂的油脂使用情况，注意油脂的种类、原料、加工方法和价格等。

2. 调查油脂产品时, 注意调查消耗情况、营养成分指标、保质期、添加剂等。

3. 结合生物学知识, 查找有关油脂生化指标和作用的资料, 了解油脂对人体健康的重要性。

4. 对油脂中抗氧化剂的成分和作用原理进行调查。

5. 鼓励学生自己选择题目进行调查。

三、问题交流

【学与问】

植物油的不饱和度高。各种油脂的摄入量要因人而异。由于动物脂肪中饱和脂肪酸甘油酯较多, 胆固醇的含量也比较高, 因此中老年人或肥胖者应尽量减少动物脂肪的摄入量, 加大植物油脂的摄入比例。儿童和青少年正处在长身体时期, 学习紧张, 活动量大, 对热量和各种营养成分的需求量也大。因此, 除摄入植物油脂外, 还应适当摄入一定量的动物油脂。在选用油脂时, 还应考虑选择必需脂肪酸含量较高的品种。

四、习题参考

1. 脂肪进入人体后, 主要在小肠中被消化吸收。脂肪在酶的催化作用下水解为高级脂肪酸和甘油, 高级脂肪酸被氧化, 生成二氧化碳和水, 同时放出热量供机体需要。多余的脂肪成为脂肪组织存在于皮下。

2. 脂肪酸在人体内的主要功能有: 供给人体热量; 储存于脂肪细胞中相当于储存“能量”; 作为人体所需的其他化合物如磷脂、固醇等的原料; 必需脂肪酸还有促进发育、维持健康、参与胆固醇代谢的功能。

3. 形成油脂的脂肪酸的饱和程度, 对油脂的熔点有重要影响。由饱和的脂肪酸生成的甘油酯熔点较高, 在室温下呈固态, 如羊油、牛油等动物油脂。由不饱和的脂肪酸生成的甘油酯熔点较低, 在室温下呈液态, 如花生油、豆油、菜子油、葵花子油、玉米胚芽油等植物油。

4. 高级脂肪酸甘油酯水解的产物是高级脂肪酸和甘油。

5. (1) 把油倒入盆中, 油与空气接触面积大, 容易氧化变质; 且食用油经反复加热后, 成分发生改变, 食用后对人体有害。因此, 炸完食品的油不要重复使用, 尤其不应多次反复加热。

(2) 把油倒入塑料桶中存放, 有些塑料中的有害物质会溶入油中, 所以油不宜长时间储存在塑料容器中。

(3) 保存方法较好, 可以减少油与空气的接触, 减缓氧化。

第三节 生命的基础——蛋白质

一、教学设计

蛋白质是生命的基础。本节由蛋白质在自然界的广泛存在和与生命的密切联系引入, 通过对蛋白质和氨基酸的组成、结构和性质的介绍, 使学生了解它们的结构和性质特点, 并引导学生应用蛋白质的特性解释和处理生活中的一些实际问题。通过介绍人体必须的几种氨基酸, 使学生认识合理膳食的重要性, 以及营养均衡与人体健康的关系。通过介绍 1965 年我国科学家在世界上首次人工合成具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素, 体现我国科学家在



这一领域中所作出的巨大贡献,对学生进行爱祖国、爱科学的教育。

本节教学重点:蛋白质、氨基酸的结构和性质特点,蛋白质在生命活动中的重要作用,人体必需的氨基酸。

本节教学难点:氨基酸的结构,蛋白质的性质。

教学建议如下:

1. 通过“蛋白质对人类生命活动的重大意义”的讨论,引导学生认识到蛋白质是生命活动的基础,一切重要的生命现象和生理机能都与蛋白质密切相关,没有蛋白质就没有生命,从而激发学生的学习兴趣。

2. 氨基酸的结构是本节的重点和难点。学生对氨基酸的分子结构是陌生的,教学中应以甘氨酸为例,引导学生分析其结构式,指出其中所含的官能团,帮助学生认识氨基酸具有两性的原因。进而引导学生自己分析丙氨酸和谷氨酸的结构,并得出氨基酸的通式。这些是学习多肽和蛋白质的基础。

3. 通过多肽的学习,帮助学生认识氨基酸是构成蛋白质的基本结构单元,了解蛋白质是氨基酸通过缩合反应生成的具有复杂结构的天然高分子化合物。了解氨基酸、二肽、多肽、蛋白质之间的缩合与水解关系,有助于学生认识蛋白质结构的多样性及理解蛋白质分子为什么具有如此多的功能。对于有兴趣的学生,可引导他们分析图 1-14 所展示的多肽的螺旋结构,加深对蛋白质复杂结构的认识。

4. 蛋白质的性质是本节的重点,可让学生设计实验,自主探究蛋白质的性质,并讨论这些性质是如何应用于生产、生活实际当中的,以培养学生科学探究的能力和方法。

5. 利用教科书中的图片,介绍 1965 年我国科学家在世界上首次人工合成具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素。激励学生爱国主义热情,赞赏化学对生命科学发展作出的贡献,树立为中华民族复兴、为人类文明和社会进步而努力学习化学的责任感和使命感。

教学设计参考:

【教学设计 1】

本设计针对蛋白质的组成和结构,以及人体必需的氨基酸。

实践调查:将学生组合成若干学习小组,分别调查:人体内有哪些氨基酸?哪些是必需的氨基酸?这些氨基酸可以从哪些食物中得到?生物体内的蛋白质都有哪些作用?氨基酸如何组成蛋白质?蛋白质在人体内如何变成氨基酸?

交流展示:每小组合作制作展板或多媒体展示,进行汇报和答辩。特别针对氨基酸如何组成蛋白质和蛋白质如何变成氨基酸进行深入的讨论。

问题讨论:氨基酸在结构上具有哪些特点?有哪些官能团?这些官能团具有哪些化学性质?氨基酸生成二肽的反应是如何进行的?

得出结论:明确氨基酸的结构和主要官能团,说明氨基酸生成蛋白质的反应和蛋白质的水解反应。了解什么是人体必需的氨基酸。

评价反馈:书写氨基酸的通式,书写氨基酸生成二肽的化学反应方程式,复述蛋白质水解的过程。了解合理搭配各种食物可使氨基酸相互补充,提高蛋白质的吸收和利用。

【教学设计 2】

本设计针对蛋白质的组成和结构,以及人体必需的氨基酸。

问题提出：人体为什么不能缺少氨基酸？高中生为什么每天要摄入 80~90 g 蛋白质？

阅读理解：通过阅读教科书，到图书馆查阅资料，或上网检索有关内容，初步认识蛋白质的重要性质。阅读的同时发现并提出问题供课堂讨论。

课堂讨论：就自己在阅读、自学的过程中产生的问题与同学进行交流，选择具有普遍性的问题提交课堂讨论。争取在课堂上解决知识性的问题，对某些扩展内容，鼓励学生利用课余时间进一步加以解决。在拓展活动中，可以利用更广阔的资源，如对生物教师进行专访等。

形成认知：知道哪些是人体必需的氨基酸，大致了解必需氨基酸的来源，了解蛋白质在人体内所发生的变化等。

评价反馈：书写氨基酸的通式，书写氨基酸生成二肽的化学方程式，复述蛋白质水解的过程。了解合理搭配各种食物可使氨基酸相互补充，提高蛋白质的吸收和利用。

【教学设计 3】

本设计针对蛋白质的性质。

实验探究：准备供实验用的鸡蛋清溶液、强电解质溶液、乙酸铅溶液、75%（体积分数）酒精、浓硝酸、蒸馏水；试管、酒精灯、试管夹、激光笔。要求学生自主设计实验探究蛋白质的性质，注意添加各种试剂或加热后，都加入水，以观察现象的不同。

交流讨论：你设计并做了哪些实验？观察到什么现象？如何解释这些现象？改变后的蛋白质有什么不同？说明了什么问题？

深入讨论：为什么要食用加热变熟的蛋白质？在实际生活中怎样利用蛋白质的特性（杀菌消毒、处理伤口、保存标本、中毒急救等）？

得出结论：蛋白质能发生盐析、变性和颜色反应，尤其应注意盐析和变性的区别。学习蛋白质的有关性质在实际生活中是很有用的。

评价反馈：简述蛋白质的性质，明确各种性质在生活中的应用。

【教学设计 4】

本设计针对蛋白质的性质。

问题提出：炒鸡蛋前向鸡蛋中加食盐有什么现象？动物标本如何保存？伤口流血如何急救？农药波尔多液为什么可以杀死害虫？实验中若不小心将浓硝酸滴在手上应如何应急处理？会有什么现象？

家庭实验：自己回家为家庭餐桌上加一道菜——炒鸡蛋。在实际操作中注意观察鸡蛋发生的变化。

调查研究：走访生物教师，了解动物标本的保存方法；走访校医，了解伤口止血、消毒的方法；走访农艺师或查阅资料，了解波尔多液的作用原理。

验证实验：将走访和查阅资料的结果进行整理、分析和对比，设计实验验证调查的结果。

评价反馈：简述蛋白质的性质，明确各种性质在生活中的应用。

二、活动建议

【实践活动 1】

可以将从面粉中提取“水面筋”的活动改为学生实验。把揉好的面团分成若干份，在水槽或烧杯中反复揉洗。洗液中含有大量淀粉，可用于做试验淀粉性质的实验，或用于提取淀粉；面筋可以让学生亲手感知植物蛋白的弹性。



【实践活动 2】

向鸡蛋清溶液中加入食盐,不会有明显变化,再加一点醋酸后有明显的沉淀现象,因为盐析在酸性环境下更好。可将此实践活动作为家庭小实验,在家里做一道菜。可以根据自己的喜好和课堂上学到的知识,对鸡蛋清进行处理,添加不同调料,尝试不同口味。也可以要求学生利用课堂上学到的蛋白质的知识,为自己和家人制定合理搭配蛋白质的食谱,并付诸实施。在实践中体会科学知识对生活的指导作用。

【实验】蛋白质的性质实验可以改为学生探究实验。在实验探究的过程中,要求学生注意实验设计的合理性和准确性,注意保留必要的空白参照物,以对比现象。实验中使用浓硝酸时要提醒学生注意安全。

蛋白质溶液的配制:在一个鸡蛋的两头各钻一个小孔,竖立,使蛋清流入烧杯中,加 50 mL 水,搅拌,蛋清中的清蛋白溶于水,球蛋白呈絮状析出。在漏斗上铺 3~4 层纱布,用水浸湿,将蛋白溶液过滤、洗涤后,稀释至 100 mL 备用。

【实验 1-2】盐析实验要求 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液的浓度较大,若加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液效果不明显,可再加入少量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 粉末,或滴入几滴稀盐酸。

【实验 1-3】加热的试管中蛋白质凝固,加入水后无明显变化。加入醋酸铅溶液的试管出现凝固,加水也无明显变化。(醋酸铅可以用其他重金属盐代替。)

【实验 1-4】加入浓硝酸后,不加热也可以看到蛋白质显黄色,加热后现象更明显。

三、问题交流

【学与问】

物质的多样性与排列组合的多样性有很大的关系,实际生活中的例子非常多。例如,0~9,虽然只是十个阿拉伯数字,却可以组合成很多个数;十个人排队可以有 3 628 800 种排法;遗传物质 DNA 的碱基只有四种,但形成的基因多达亿万,等等。

【思考与交流】

1. 生物实验室常用福尔马林(40%^①的甲醛溶液)保存生物标本。
2. 在医院中,针对不同的污染物采取的消毒方法也不同。常用的消毒方法有:75%(体积分数)的酒精消毒、碘酒消毒、高温蒸煮消毒、紫外线照射消毒、强氧化剂浸泡消毒,以及多种方法综合使用等。
3. 波尔多液中含有铜盐,铜盐是一种重金属盐,可使蛋白质发生变性,从而杀死各种致病霉菌,防治病虫害。

四、习题参考

1. 蛋白质的组成中主要含有 C、H、O、N、S 等元素。
2. 食物中蛋白质的来源主要分植物蛋白和动物蛋白。鸡、鸭、鱼、肉等富含动物蛋白;谷类、豆类、菌类等富含植物蛋白。
3. A. 煮熟或加浓硫酸都使蛋白质发生变性,是不可逆的。
4. 蛋白质进入人体后,在酶的作用下水解生成氨基酸。一部分氨基酸被人体吸收后,重

^① 本书中的“%”,如无特别说明均指质量分数。

新结合成人体所需的各种蛋白质,构成和修补人体的各种组织;另一部分氨基酸则发生氧化反应放出热量,供给人体活动的需要。高中生每天要摄入 80~90 g 蛋白质。

5. 各取少量三种溶液,滴加碘水,变蓝的为淀粉溶液;其余两种同时加热,生成沉淀的是蛋白质溶液;剩余的是肥皂溶液。

6. 建议学生亲自动手做一做这些小实验。例如,在豆浆中加入石膏,即出现大量蛋白质沉淀,成为豆腐脑;将豆腐脑包在纱布中,挤压去少量水分后,成为豆腐;加大压强,挤压去大部分水分,则成为豆腐干。常用于制豆腐的物质还有盐卤、葡萄糖酸内酯等。

第四节 维生素和微量元素

一、教学设计

维生素和微量元素首次作为独立成节的知识进入中学化学教科书。本节的内容完善了营养平衡的观念,可以帮助学生形成科学膳食观。

本节教科书分为两部分。第一部分介绍维生素。在简单介绍脂溶性和水溶性维生素的基础上,重点介绍了维生素 C 的结构、功能和性质,引导学生设计实验对维生素 C 的还原性进行探究。第二部分介绍微量元素。在简单介绍人体中元素与地壳中的元素有很大的相关性后,以碘元素和铁元素为重点,介绍缺少微量元素的危害和补充微量元素的方法,由此得出正确的饮食观和膳食平衡的理念。

本节教学重点:维生素 C 的性质和在人体内的功能,碘元素和铁元素对生命活动的重要作用。

本节教学难点:维生素 C 的还原性的实验探究。

教学建议如下:

1. 在阅读教科书、查阅相关资料的基础上,从学生已有的生活经验和知识基础出发,以“维生素在人类生命活动中的重要作用”为题展开讨论,引导学生充分展示、交流自己的学习成果,在合作学习中了解维生素对人体的生长和健康的作用,同时激发学生参与学习活动的热情和积极性。

2. 以维生素 C 为例,通过学生对“新鲜水果中是否含有维生素 C?”的探究实验,了解维生素的分类、性质特点和主要来源,以及在人体内的 important 功能和摄入途径等,并在这些活动中学习科学探究的基本方法。

3. 以补碘、补铁、补锌等热门话题为引子,让学生通过多种渠道了解微量元素对维持生命活动、促进健康生长和发育的重要作用。

4. 全节最后提出药补不如食补。建议学生养成科学的饮食习惯,全面摄取多种营养,保持膳食平衡,促进身体健康,并从中认识化学对提高人类生活质量和保持人体健康的积极作用。

教学设计参考:

【教学设计 1】本设计针对维生素的教学。

设置问题:水果中含有维生素 C 吗?你如何检验维生素 C 的存在?

实验探究:配制一些滴加几滴稀碘水的淀粉溶液备用。分别取少量西红柿、柠檬、橘子、葡萄、梨等果汁,向各种果汁中加入配好的淀粉溶液,观察淀粉溶液颜色的变化。



初步结果：维生素C广泛存在于新鲜水果和绿色蔬菜中。

深入调查：分成若干小组查阅资料，了解维生素对人体生命活动的意义。调查内容可分为以下几个专题：维生素的种类；维生素的作用；缺乏维生素的病症；富含维生素的食物。也可以集中力量对某种维生素进行调查，如调查维生素A、维生素C、维生素E等，这样可以更深入一些。

课堂展示：各小组将调查结果制成展示材料，利用多种形式进行汇报。其他同学可以对自己感兴趣的问题进行交流和探讨。

得出结论：维生素是生命活动中不可缺少的物质，虽然量少但意义重大。维生素C具有还原性。

评价反馈：上交展示报告，简述维生素的作用，明确维生素C具有还原性。

【教学设计2】本设计针对微量元素的教学。

市场调查：收集市场上常见的保健品（如补血液、补铁剂、补碘剂、多种元素混合补充剂等），了解其中各种有效成分的含量和作用。

调查分析：微量元素是人体生命活动的重要元素。虽然微量元素在人体内的含量极少，但人体如缺少微量元素会产生各种不适和病症。补充微量元素要适量，盲目滥补反而有害无益。

深入讨论：微量元素在人体内的需求量并不大，能否通过食物进行补充？哪些食物富含人体所需的微量元素？

调查研究：通过查阅资料或上网检索，调查食物中各种微量元素的含量，并提供缺少某种微量元素的食谱方案。

课堂交流：展示调查结果，分析、讨论每日所需的微量元素的补充方式和各种食物中微量元素的含量。

得出结论：药补不如食补。不提倡任意增补各种营养品，若需要补充，也要在医生的指导下使用，滥用的结果只能适得其反。

评价反馈：上交调查报告，简述微量元素在人体中的作用。

二、活动建议

【科学探究】

1. 维生素C药片的主要成分：维生素C和淀粉。
2. 维生素C是白色结晶粉末，无臭，味酸；溶于水，稍溶于乙醇，不溶于氯仿、苯、石油醚、油类和脂肪；具有还原性。维生素C用于治疗缺乏维生素C引起的病症（如坏血病）及过敏性皮肤病、口疮、感冒等，能促进伤口愈合，增强急慢性传染病人的机体抵抗力；可作食物、药物的抗氧化剂；也可用作食品添加剂。
3. 可以按照教科书的提示进行实验设计。用各种果汁代替维生素C的溶液。把含有少量碘水的淀粉溶液滴入果汁后，溶液颜色变浅或褪去，可证明维生素C具有还原性。
4. 把含有少量碘水的淀粉溶液滴在新鲜水果的切面上，过一会儿观察，会发现淀粉溶液的蓝色褪去，说明维生素C的存在。

【实践活动】

1. 鼓励学生自己查书或上网查询有关维生素和微量元素的知识。

2. 鼓励学生学以致用, 结合实际, 加强沟通与交流。
3. 应提醒学生对所收集到的信息进行分析, 客观评价, 提高鉴别能力。

三、习题参考

1. 维生素在体内有特殊的生理功能或作为辅酶催化某些特殊的化学反应, 能调节各种器官的机能并维持细胞的特性, 对人体的生长和健康至关重要。

2. 碘被称为“智力元素”, 是神经系统发育不可缺少的。它在人体内仅含 30 mg, 其中一半集中在甲状腺内。加碘食盐中加入了一定量的 KIO_3 。 KIO_3 性质稳定, 不挥发, 不吸水, 流失少, 易被人体吸收。所以食用加碘食盐可以补充碘, 减少碘缺乏病的发生, 同时由于人摄入食盐的量均衡而有限, 不易导致体内碘过量。

铁在人体中含 4~5 g, 是血红蛋白的组成部分, 参与氧气的运输和各种器官的形成。缺铁导致人记忆力、免疫力和对温度的适应力下降或引发贫血。通过食用加铁酱油补充铁元素, 一方面可以减少贫血病的发生, 另一方面也容易控制补铁量。

3. 注意膳食平衡, 合理摄入糖类、油脂、蛋白质、维生素和微量元素等; 主食、副食搭配, 荤素搭配; 多吃蔬菜; 多喝水; 吃适量水果; 生活有规律; 放松心情; 积极锻炼身体; 劳逸结合等。

4. 提示: 鼓励学生认真做好记录、查阅和计算。通过这项活动, 引导学生关注营养均衡。

5. 所列食谱营养比较均衡。(设计的食谱能保证每日饮食中糖类、油脂、动物蛋白、植物蛋白、维生素和微量元素的合理搭配即可。)

6. 提示: 这是一道实践性题目, 材料也较易得到, 应鼓励学生试一试。苹果中含有一种叫单宁酸的化学物质, 当它和氧气接触时会逐渐变成一种褐色的物质。同时苹果的细胞中含有一种酶, 在有氧气存在的条件下, 它会促进单宁酸与氧气的反应, 使苹果变色的速度加快, 这种反应在化学上叫做酶褐色反应。酶褐色反应只有在苹果被切开或碰伤的情况下才发生, 因为苹果细胞完整时, 酶和单宁酸都包容在苹果皮的内部, 和外部环境中氧气隔绝, 不会发生反应。维生素 C 作为具有还原性的物质, 涂在切开的苹果肉上时, 可以减缓单宁酸的氧化。糖水、食盐水都不会减缓这个反应。

7. 提示: 这是一道开放性习题, 建议学生通过具体实践活动, 不仅学到知识, 而且采用多种形式表达研究成果, 具体内容可参考“教学资源”部分。

归纳与整理

一、教学设计

通过本章的学习, 使学生了解了涉及生命的一些重要物质: 糖类、油脂、蛋白质、维生素和微量元素。使学生从化学学科的视角认识了糖类、油脂、蛋白质的组成、结构和性质, 知道了它们在人体内所发生的化学过程和怎样为生命活动提供能量; 了解了蛋白质与生命活动的关系; 知道了维生素和微量元素对人体生长和健康的重要作用。从而引导学生进一步认识化学与生活的密切关系, 感受化学世界的奇妙与和谐, 赞赏化学学科的发展为探索生命的



奥妙和提高人类生活质量的重大贡献。

通过本章的学习,使学生认识到营养均衡、平衡膳食对人体的健康成长是至关重要的。有句古话说的好:“饮食者,人之命脉也。”食物是人类赖以生存的必须因素之一,维持人类的生命活动要依靠食物中的营养供应。但营养缺乏和过剩都不利于人体的健康成长、发育。因此,要改变不良的饮食习惯,平衡膳食,完善现有的饮食结构,注意糖类、蛋白质、油脂、维生素等营养物质的搭配,调整主食、果蔬、肉类食物的比例等,达到营养均衡的目的。

教学建议如下:

1. 引导学生列表归纳、比较糖类、油脂、蛋白质的组成、结构、性质和在人体中的作用;列表归纳维生素和微量元素在人体中的作用。建立本章的知识结构,并学会用比较分类的方法对信息加工并掌握相关的知识。
2. 召开专题演讲会。学生根据所学习的内容,所查阅的资料,自己所生活的环境,自选所关注的专题,写成演讲稿或小论文在全班同学面前展示。以体现学生的个性品质,激发学生的学习热情,扩展知识视野,促进学习方式的转变。

以下专题可供学生参考:

- (1) 糖类物质对人类生活的重要意义
 - (2) 纤维素的生理功能
 - (3) 油脂在人体中的作用
 - (4) 不吃油脂能否达到减肥的目的? 对人体生长发育和健康是否有利?
 - (5) 蛋白质与生命的关系
 - (6) 人体所必需的氨基酸
 - (7) 维生素和微量元素在人体生长发育中的作用
 - (8) 营养均衡的意义
3. 以年级或班级为单位举办展览。把学生论文和资料制成小字报或展板在教室或楼道中展示,激励学生表现自己的才能,并倡导学生给予评价。(或在校内网站进行交流。)

二、问题交流

【思考与交流】

1. 根据当地的饮食习惯,应用所学知识,对照检查每日三餐的饮食是否科学? 营养是否均衡?
2. 根据营养均衡、平衡膳食的观点,审视当地的饮食习惯。参照“资料卡片”和表 1-3,科学制定一周的食谱,有条件的话,按制定的食谱试一试。

教学资源

1. 人体必需的六大营养素

为了维持正常的生命活动、生长发育和健康,并从事各项劳动和运动,人类每天必须从食物中摄取一定数量的营养物质。这些营养物质为我们提供能量,使我们有能力进行正常活动。食物中能够被人体消化吸收和利用的各种成分叫做营养素,人体需要的营养素主要有:

蛋白质、脂类、糖类、无机盐、维生素和水等六类，通称为六大营养素。食物中的这些成分在人体中通过一系列复杂的生物化学变化，转变为人体所需的各种营养物质。

目前，已知人体必需的营养物质约为 50 多种。现在还没有一种食品能够按照人体所需的种类、数量和适宜的配比提供各种营养素。因此，为了满足人体营养的需要，必须摄入多种多样的食品，以得到全面和均衡的营养。

表 1-1 人体基本化学物质的构成

营养物	糖类	脂肪	蛋白质	水	无机盐	其他
质量分数/%	1~2	10~15	15~18	55~67	3~4	1

表 1-2 人体的化学元素组成

元素	人体内的 质量分数/%	元素	人体内的 质量分数/%	元素	人体内的 质量分数/%	元素	人体内的 质量分数/%
氧	65.0	锌	0.003 3	铈	$<1.3 \times 10^{-4}$	钴	$<4.3 \times 10^{-6}$
碳	18.0	铷	0.001 7	镧	$<7 \times 10^{-5}$	铍	$<3 \times 10^{-6}$
氢	10.0	铈	2×10^{-4}	铈	$<7 \times 10^{-5}$	金	$<1.4 \times 10^{-6}$
氮	3.0	铜	1.4×10^{-4}	钛	$<2.1 \times 10^{-5}$	银	$<1.4 \times 10^{-6}$
钙	1.5	铝	1.4×10^{-4}	镍	$<1.4 \times 10^{-5}$	锂	$<1.3 \times 10^{-6}$
磷	1.0	铅	1.1×10^{-4}	硼	1.4×10^{-5}	铋	$<4.3 \times 10^{-7}$
硫	0.25	锡	4.3×10^{-5}	铬	$<8.6 \times 10^{-6}$	钒	$<1.4 \times 10^{-7}$
钾	0.20	碘	4.3×10^{-5}	钨	$<8.6 \times 10^{-6}$	铀	3×10^{-8}
钠	0.15	镉	4.3×10^{-5}	铊	$<8.6 \times 10^{-6}$	铯	$<1.4 \times 10^{-8}$
氯	0.15	锰	3×10^{-5}	锆	$<8.6 \times 10^{-6}$	镓	$<3 \times 10^{-6}$
镁	0.05	钡	2.3×10^{-5}	钼	$<7 \times 10^{-6}$	镭	1.4×10^{-13}
铁	0.005 7	砷	$<1.4 \times 10^{-4}$				

(表 1-2 摘自《化工进展》，1998 年第 5 期)

2. 糖的分类

地球上的生物总量干重的 50% 以上是由葡萄糖的聚合物构成的。地球上糖类物质的根本来源是绿色细胞进行的光合作用。因此，糖类广泛存在于生物界，特别是植物界。糖类物质按干重计占植物的 85%~90%。动物体内糖的含量虽然不多，但动物生命活动所需能量主要来源于糖类。

根据糖类物质的聚合度可分类如下：

1. 单糖

单糖是不能被水解成更小分子的糖类，也称简单糖，如葡萄糖、果糖和核糖等。

2. 低聚糖

低聚糖包括的类别很多，如双糖（或称二糖）水解时生成 2 分子单糖，如麦芽糖、蔗糖



等；三糖水解时产生 3 分子单糖，如棉子糖；以及四糖、五糖和六糖等。

3. 多糖

多糖是水解时产生 20 个以上单糖分子的糖类。包括：

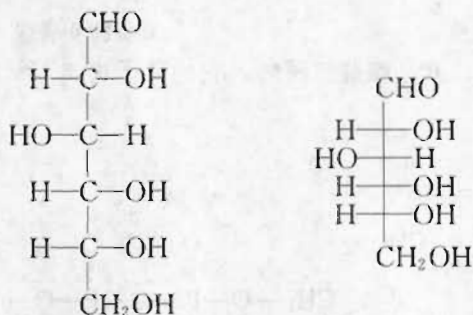
- (1) 同多糖 水解时只产生一种单糖或单糖衍生物，如糖原、淀粉、壳多糖等。
- (2) 杂多糖 水解时产生一种以上的单糖（单糖衍生物），如透明质酸、半纤维素等。

4. 复合糖

糖类与蛋白质、脂质等生物分子形成的共价结合物如糖蛋白、蛋白聚糖和糖脂等，总称复合糖或糖复合物。

3. 葡萄糖的分子结构

葡萄糖是一种己醛糖。它的分子结构表示如下：



在右式中，省略了碳原子，竖线和横线相交的地方表示碳原子的位置。

实验事实表明，葡萄糖具有环状半缩醛的分子结构。在溶液中，葡萄糖的环状结构与开链结构之间存在着动态平衡。

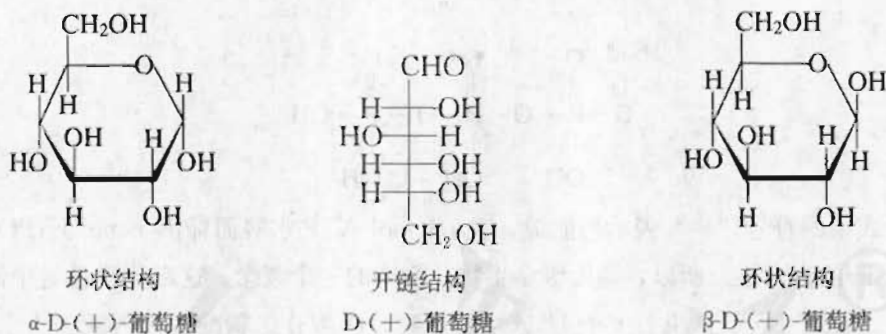


图 1-1 葡萄糖的分子结构

在图 1-1 所示的环状结构中，同样将葡萄糖分子中环上的碳原子省去不写，顶角处即是碳原子的位置。

葡萄糖分子的环状结构的形成，使其羰基(—CO)上的碳原子成为手性碳原子（不对称碳原子）。因此，葡萄糖有两种环状的非对映异构体，如 α -D-(+)-葡萄糖和 β -D-(+)-葡萄糖，它们的差别在于链端的一个手性碳原子的构型是不同的，它们互为异构体。

葡萄糖为无色粒状晶体， α -D-(+)-葡萄糖的熔点为 146°C ； β -D-(+)-葡萄糖的熔点为 $148\sim 155^{\circ}\text{C}$ 。葡萄糖极易溶于水，而且在水中的溶解度很大。在室温下，葡萄糖的饱和水溶液含有 51.3% 的葡萄糖。

4. 葡萄糖在人体中的转化

葡萄糖是生命活动不可缺少的物质，能直接进入新陈代谢过程。在消化道中，葡萄糖比

一部分葡萄糖在人体内缩合而成糖原（一种动物体内存在的多糖）。糖原的相对分子质量在100万~1000万之间，是动物细胞储存糖的形式。合成糖原的过程，包括由酶催化的好几步化学反应，需要 Mg^{2+} 和 K^{+} 参加，并消耗能量。机体各组织细胞都能利用葡萄糖合成糖原。但各组织中糖原含量并不相同。肝脏和肌肉中储存的糖原最多，分别称为肝糖原和肌糖



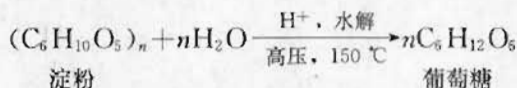
原。当机体需要葡萄糖的代谢提供能量时，糖原即在酶催化下分解成为葡萄糖。如比较剧烈的体力活动等都需要由糖原供给葡萄糖。此外，脑组织虽然活动旺盛，消耗的能量很大，但它的糖原储备却非常少。因此，必须不断地从血液中摄取葡萄糖来维持能量的需要。

从上面极其简要的介绍已经可以看出，葡萄糖在人体内的代谢是非常复杂的过程，需要酶、高能化合物和无机盐等的参加，并且在不断地摄取和消耗、储存和释出的过程中起着提供能量以及转变成别的重要物质等生理作用。

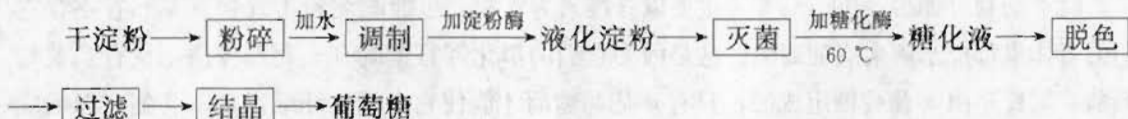
5. 葡萄糖的工业制法

葡萄糖是重要的工业原料，主要用于食品工业，如用于生产面包、糖果、糕点、饮料等。在医疗上，葡萄糖被大量用于病人输液，因为葡萄糖非常容易直接被吸收，可作为病人的营养。

以前工业上生产葡萄糖，主要用淀粉或纤维素在酸作用下加压水解。



目前已改用酶催化淀粉水解法。主要是将淀粉加淀粉酶液化，再以糖化酶糖化，淀粉在常压下完全水解成葡萄糖。生产流程如下：



6. 淀粉的组成和结构

天然淀粉一般含大约 20% 的直链淀粉和约 80% 的支链淀粉。例如玉米淀粉含 27% 直链淀粉，马铃薯淀粉含 20% 直链淀粉，糯米淀粉几乎全部是支链淀粉。

直链淀粉是由葡萄糖单位通过 α -1, 4 糖苷键连接的线形分子，但并不是一根长的直链，而是盘旋成一个螺旋，每转一圈，约含 6 个葡萄糖单位。

支链淀粉是由多个直链淀粉通过 α -1, 6 糖苷键形成侧链，在侧链上还会形成另一个分支的侧链，因此结构很复杂。

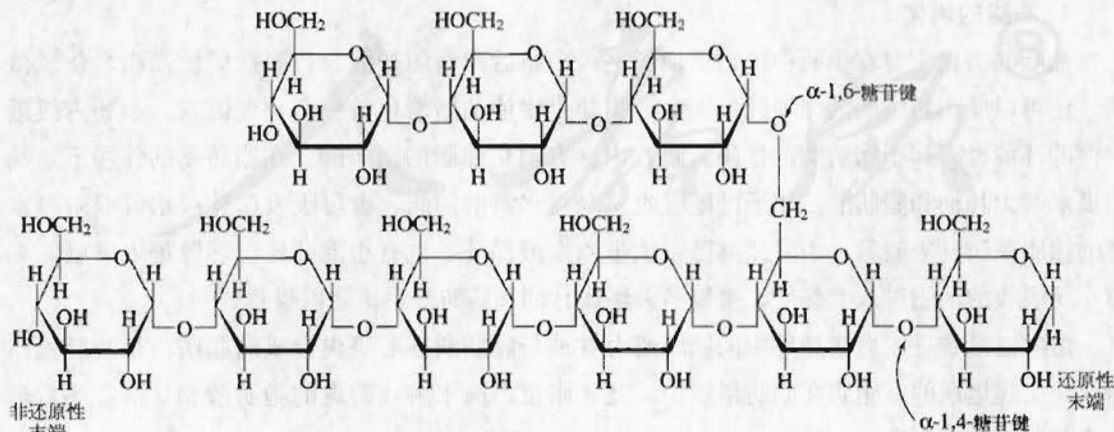
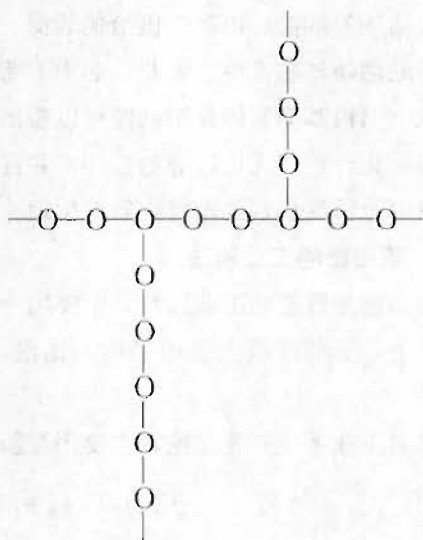


图 1-2 淀粉的分子结构

22



支链淀粉

普通高中课程标准实验教科书

化学选修1

教师教学用书

8. 纤维素的水解实验

(2) 向试管中加入少量 30% NaOH 溶液和几滴 10% 的硫酸铜溶液。可观察到淡蓝色溶液变深, 有红褐色的物质生成。如果现象不明显, 可适当加热。

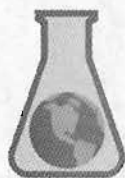
9. 油脂的消化

油脂的消化主要在小肠中进行。油脂进入小肠后即与胆盐混合。胆盐能使油脂乳化成微滴，还可以使脂肪酶的活力增强。因此，胆盐是促使油脂消化的一个重要因素。小肠内接近中性的环境也有利于脂肪酶的作用。胰液中含有消化油脂的脂肪酶。在脂肪酶的作用下，油脂被水解为甘油和脂肪酸。小肠既能吸收完全被水解的油脂，也可吸收部分被水解或未经水解的油脂微滴。吸收后，主要经淋巴系统进入血液循环，也有小部分经门静脉进入肝脏。未被小肠吸收的油脂进入大肠后，被细菌分解成甘油和脂肪酸后再加以吸收。

由淋巴系统进入血液循环中的脂肪或由甘油与脂肪酸在肝脏内合成的脂肪，是与脂蛋白结合在一起运送的。脂肪在脂肪组织中，经 β -脂蛋白酶水解成游离的脂肪酸和甘油，然后再合成脂肪而储存起来。

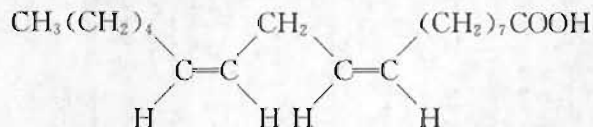
10. 脂肪酸

脂肪酸可分为饱和脂肪酸和不饱和脂肪酸，前者如硬脂酸、软脂酸，后者如油酸、亚油酸、亚麻酸、棕榈油酸。在这些脂肪酸中，某些种类是人体所必需的，称为必需脂肪酸，它



们是亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸。在这三种必需脂肪酸中，亚油酸是关键化合物，如果有了亚油酸，人体就能够合成亚麻酸和花生四烯酸。

亚油酸的学名是顺，顺-9，12-十八碳二烯酸，结构式是：

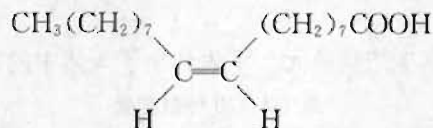


亚油酸在室温时是液体，熔点为 -5°C ，沸点为 $229\sim 230^{\circ}\text{C}$ 。在空气中易被氧化，不溶于水，溶于乙醚、氯仿等有机溶剂。

亚油酸以甘油酯的形式存在于动植物脂肪中，在植物油中，亚油酸的含量比较高，如花生油含26%，豆油含57.5%，菜油含15.8%。动物脂肪中亚油酸含量比较少，如牛油含1.8%，猪油含6%。

亚油酸是人和动物营养中必需的脂肪酸，缺乏亚油酸，会使动物发育不良，皮肤和肾损伤，以及产生不育症。亚油酸在医药上用于治疗血脂过高和动脉硬化。

油酸的学名是顺-9-十八碳烯酸，结构式是：



纯油酸为无色油状液体，熔点为 16.3°C ，沸点为 $228\sim 229^{\circ}\text{C}$ ，不溶于水，易溶于乙醇、乙醚、氯仿等有机溶剂。

油酸以甘油酯的形式存在于一切动植物油脂中，在动物脂肪中含40%~50%，茶油中含83%，花生油中含54%，椰子油中含5%~6%。

由于油酸中含有双键，在空气中长期放置能被氧化，局部转变为含羰基的物质，而使油脂具有腐败的哈喇味，这也是油脂变质的原因之一。

软脂酸的化学式是 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ ，几乎所有的油脂中都有含量不等的软脂酸，棕榈油中含量约40%，菜油中含量约2%。

软脂酸为白色鳞片状固体，熔点为 63°C ，沸点为 267°C ，几乎不溶于水，易溶于乙醚、氯仿等有机溶剂。

硬脂酸的化学式是 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ ，几乎所有油脂中都有含量不等的硬脂酸，在动物脂肪中含量较高，牛油中可达24%。植物油中硬脂酸含量较少，菜油为0.8%，棕榈油为6%，但可可脂中的含量可高达34%。

硬脂酸为白色蜡状固体，熔点为 71.2°C ，沸点为 232°C ，几乎不溶于水，易溶于乙醚、氯仿等有机溶剂。硬脂酸的钠盐或钾盐是肥皂的组成部分，还可用于生产雪花膏等日用化妆品。

在各种食用油脂中，饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、多不饱和脂肪酸的含量是不同的，最重要的不饱和脂肪酸是亚油酸，它也是三种必需脂肪酸中最重要的一种。因此一般认为，不饱和脂肪酸含量比较高的食用油脂的质量较高。常见油脂中各种脂肪酸的比例如表1-3。

表 1-3 常见油脂中各种脂肪酸的比例

油 脂	饱和脂肪酸/%	不饱和脂肪酸/%	多不饱和脂肪酸/%
椰子油	93	6	1
玉米油	14	29	57
棉子油	26	22	52
猪 油	44	46	10
橄榄油	15	73	12
棕榈油	57	36	7
花生油	21	49	30
红花油	10	14	76
豆 油	14	24	62
向日葵油	11	19	70

11. 氨基酸的种类

氨基酸是构成蛋白质的基本结构单元。下表列出了人体中的氨基酸的结构式和符号。

表 1-4 20 种氨基酸

$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{COOH} \end{array}$
甘氨酸 (Gly)	丝氨酸 (Ser)	苏氨酸 (Thr)	门冬氨酸 (Asp)	谷氨酸 (Glu)
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{SH} \end{array}$
丙氨酸 (Ala)	缬氨酸 (Val)	亮氨酸 (Leu)	异亮氨酸 (Ile)	半胱氨酸 (Cys)
$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ (\text{CH}_2)_2 \\ \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{O} \quad \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
蛋氨酸 (Met)	门冬酰胺 (Asn)	谷氨酰胺 (Gln)	赖氨酸 (Lys)	苯丙氨酸 (Phe)



续表

$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C} - \text{H} \\ \\ (\text{CH}_2)_3 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C} = \text{NH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{CH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{N} \end{array}$
酪氨酸 (Tyr)	色氨酸 (Trp)	精氨酸 (Arg)	脯氨酸 (Pro)	组氨酸 (His)

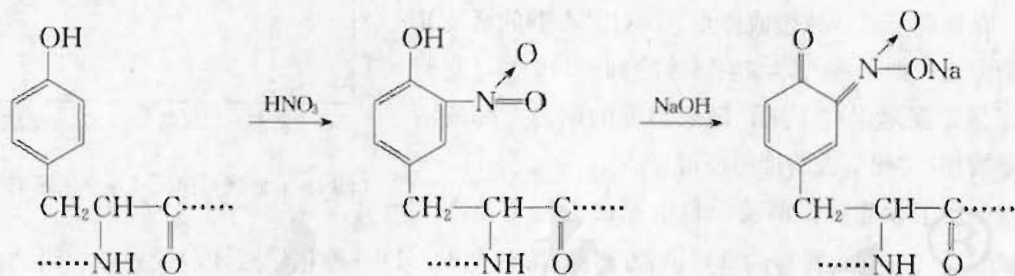
12. 蛋白质的颜色反应

(1) 双缩脲反应

双缩脲 $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{NH}_2$ 是由 2 分子尿素 $\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{NH}_2$ 失去 1 分子氨后的缩合产物, 多肽分子中含有许多和双缩脲结构相似的肽键 $-\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\overset{\text{H}}{\text{N}}-$ 。因此在蛋白质溶液中加入碱和少量的硫酸铜就有紫红色铜的络合物生成。任何蛋白质或蛋白质水解中间产物都有双缩脲反应。这个性质的显示与蛋白质分子中所含肽键的数目有一定关系。肽键数目越多, 颜色越深。它能显色是由于生成了 2 价铜的络合物。

(2) 蛋白质黄色反应

某些蛋白质跟浓硝酸作用时呈黄色, 如再以氨处理又变成橙色。有这种反应的蛋白质分子一般都存在苯环。



(3) 蛋白质跟茚三酮反应

蛋白质和氨基酸一样, 也能和茚三酮水合物试剂产生紫色的颜色反应, 用这个反应可鉴别蛋白质。

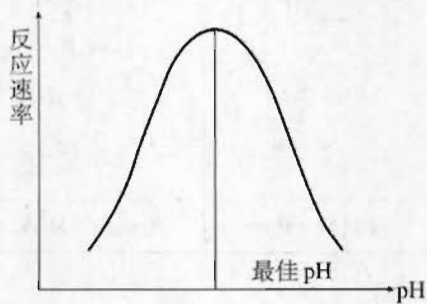
13. 酶

酶是生物体内一种具有催化能力的蛋白质, 它具有其他催化剂所不可比拟的特点。

酶的催化效率极高, 超过通常化学催化剂的 $10^8 \sim 10^{10}$ 倍, 如果消化道中没有酶, 消化一餐饭需要约 50 年的时间。因此酶的高度催化活性一直是最吸引人的研究课题之一。

一般催化剂虽有一定的选择性, 但有时亦可催化几个反应。例如, 盐酸作为催化剂, 能催化淀粉水解成葡萄糖, 也能催化蛋白质水解成氨基酸。因此在一般催化反应的生成物中, 往往或多或少地伴有副产物。酶却不然, 每一种酶只能催化某一化合物或某一组性质相似化合物的反应, 并且不会有副产物生成, 因而酶的命名是以它的专一性为依据的。例如, 唾液

淀粉酶是专门催化淀粉分解的,胃蛋白酶是专门催化蛋白质或蛋白胨(比蛋白质简单的一类有机物,简称胨)分解的,脲酶是专门催化尿素水解的。由于酶的分工如此细致,人体内酶的种类极其繁多,这样才保证了人体中众多的复杂化学反应有条不紊地进行。



酶催化的反应条件非常严格,因为酶只有在很小的 pH 和温度范围内,才能保持较大的活性,酶的活性和 pH 的关系如图 1-3 所示。因此,在生产和使用酶制剂时,都必须注意酸碱度这一因素。

某些物质的存在可使酶的活性降低,这些物质称为酶的抑制剂。例如,千分之一的硫酸铜或三氯化铁对纤维素酶有抑制作用。因此在使用酶制剂时,应注意避免抑制剂的干扰。反之,也有一些物质对酶的催化作用有利,能提高酶的活性,这些物质称为酶的激活剂。例如,氯化钙对纤维素酶有激活作用。

图 1-3 酶最理想活性对应有最佳的 pH

体内的大多数酶在 $35\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内表现出最大的活性,继续升高温度,酶的活性会显著下降,以致完全丧失催化能力。这是因为酶是一种蛋白质,蛋白质加热到 $70\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ 就会变性凝聚,如将鸡蛋清放在开水里就会凝固成白色固体。温度超过 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$,酶就会发生永久性变性。所以,防止食物变质的另一方法就是将它们加热,以“杀死”能使食物变质的酶。低于 $35\text{ }^{\circ}\text{C}$,反应速率就会慢慢降低,直到酶失去活性而使反应基本停止,如图 1-4 所示。然而,酶在低温下并不变性,如果温度回升,它又能恢复活性。用冰箱保存食物之所以成为可能,是因为引起食物腐败的酶催化反应,在低温下显著减慢或停止。 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,酶的活动几乎完全停止。如果将人体细胞迅速冷到 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$,它们就能完整无损地保存下来,随着温度的回升,酶的活力逐渐增加,“死”去的细胞便可复活。

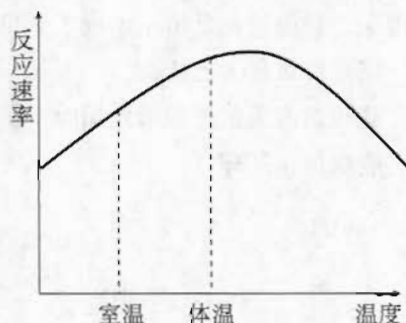


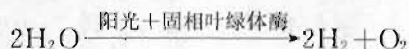
图 1-4 温度对酶反应速率的影响

根据以上设想,目前美国科学家已进行了冷冻人体的试验,在对病人膏肓的垂死患者进行冷冻的同时,以一种化学液体取代血液,当抽出最后一滴血时,“尸体”已被冷冻到 $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$,此时,细胞的新陈代谢活动完全停止,然后,把“尸体”安放到冰墓中,墓中温度为 $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。自 1967 年 1 月 19 日把第一具“尸体”冷藏以来,美国又相继建立了好几个这样的地下储存室,企图有朝一日,有了能对症治疗的有效药物时,再使“尸体”解冻、复苏、治疗,成为一个健康的人。也许真有一天,我们将会看到“死”而复活,重返人间的人。

由于酶具有以上特点,我们可利用酶制剂来提高产品产量和质量,降低生产成本。现在酶已广泛用于轻工业、食品工业、制药工业、兽医学和临床医学。过去由于酶的不稳定性和难于与反应产物分离的缺点,使它的工业应用受到限制。近年来,开创了“酶固定化”的技



术(称为固相酶^①),使酶能在高达100℃的温度下保存好几个月。在美国和日本,已将固相酶用于各种生产过程,如使用固相酶进行饱和碳氢化合物或烯的氧化;使淀粉和纤维素(如木屑、茎叶、藁秆或由于某种原因不能重新使用的废纸以及其他纤维素物质)变成葡萄糖,再用另一种酶进一步将其变为果糖。美国的卡普郎(kaplan)在研究报告中还证实,如使某些叶绿体酶固相化,那么借助它的作用,在太阳光的作用下就可以把水分解成氢和氧:



这为太阳能的利用开辟了无比广阔的前景。

我们相信,随着今后酶的本质和特性的不断被揭示,科学家将会模仿生物催化机理,建立起崭新而高效的催化系统。有朝一日,人们将能把各种固相酶做成颗粒或薄膜,将其装进一系列相互连接的反应管和反应器,从一端通入大自然中取之不尽、用之不竭的空气和水以及工厂排出的废气,经过几步酶反应,就可以从另一端生产出各种各样的化工产品。这是一幅多么令人神往的图画啊!毋庸置疑,生物催化这一十分重要的领域定将取得更惊人的成就。

(资料13摘编自《化学平衡的启迪》,人民教育出版社,朱远黛、蔡训织著)

14. 鸡蛋为什么不宜生吃

鸡蛋中含有10种以上蛋白质。鸡蛋煮熟以后,蛋白质分子中多肽链特有的规则排列发生了变化,变为较混乱的排列,这就是蛋白质的变性。由于变性蛋白质的空间结构已经打乱,比原来有序的排列更容易分解,因而容易被人体消化吸收。

有人认为生鸡蛋比熟鸡蛋更容易消化吸收、更有营养,这是没有科学依据的。生吃鸡蛋有以下几点害处:

(1) 生鸡蛋难消化,浪费营养物质。人体消化吸收鸡蛋中的蛋白质主要靠胃蛋白酶和小肠里的胰蛋白酶。而生鸡蛋中的蛋清里有一种抗胰蛋白酶的物质,会阻碍蛋白质的消化和吸收。煮熟的鸡蛋,抗胰蛋白酶的物质不再存在,所以容易被人体消化吸收。

(2) 生鸡蛋中含有卵白素和一种抗生素蛋白,常吃生鸡蛋,其中的卵白素可以使食物中的维生素B失去效能,而抗生素蛋白会在人体内积累,积累多了,会妨碍人体对生物素的吸收,而生物素是人体需要的多种维生素之一。人体缺乏生物素,就会食欲不振,精神怠倦,皮肤发炎,脱屑脱毛,体重减轻,影响人的身体健康。

(3) 大约10%的鲜蛋里含有致病的沙门氏菌、霉菌或寄生虫卵。如果鸡蛋不新鲜,带菌率就更高。细菌可以从母鸡卵巢直接进入鸡蛋,也可以在下蛋时由肛门里的细菌污染到蛋壳上,再经蛋壳上的气孔进入鸡蛋。这些细菌都怕高温,煮沸8~10 min,鸡蛋内外的细菌就会被杀灭。

15. 重要维生素的生理功能、来源及缺乏症

维生素是生物生长发育和代谢所必需的一类微量有机物质。这类物质在体内不能合成或者合成量不足,所以虽然需要量很少,每日仅以mg或μg计算,但必须由食物供给。维生素在生物体内的作用不同于糖类、脂肪和蛋白质,它不是作为碳源、氮源或能源物质,不是用来供能或构成生物体的组成部分,但却是代谢过程中所必需的。已知绝大多数维生素作为酶

^① 固相酶是将一种酶溶液经物理或化学方法处理,使之成为不溶于水、稳定性强、但仍具有酶催化活性的酶。

的辅酶或辅基的组成成分，在物质代谢中起重要作用。

机体缺乏维生素时，物质代谢发生障碍。因为各种维生素的生理功能不同，缺乏不同的维生素产生不同的疾病，这种由于缺乏维生素而引起的疾病称为维生素缺乏症。

维生素是由 vitamin 一词翻译而来，其名称一般是按发现的先后，在“维生素”（简式用 V 表示）之后加上 A、B、C、D 等拉丁字母来命名。还有初发现时以为是一种，后来证明是多种维生素混合存在，便又在拉丁字母右下方注以 1、2、3……等数字加以区别，例如 B₁、B₂、B₆ 及 B₁₂ 等。

生物对维生素的需要量是非常小的，例如正常人每天所需 V_A 0.8~1.6 mg，V_{B₁} 1~2 mg，V_{B₂} 1~2 mg，泛酸 3~5 mg，V_{B₆} 2~3 mg，V_{pp} 10~20 mg，生物素 0.2 mg，叶酸 0.4 mg，V_{B₁₂} 2~6 μg，V_D 10~20 μg，V_C 60~100 mg。当然对维生素的需要量不是绝对的，在某些特殊情况下需要量也会相应变化。

表 1-5 重要维生素的生理功能、来源及缺乏症

名 称	主要生理功能	来 源	缺 乏 症
维生素 A (抗干眼病维生素, 视黄醇)	1. 构成视紫红质 2. 维持上皮组织结构健全与完整 3. 参与糖蛋白合成 4. 促进生长发育, 增强机体免疫力	肝、蛋黄、鱼肝油、奶汁、绿叶蔬菜、胡萝卜、玉米等	夜盲症 干眼病 皮肤干燥
维生素 D (抗佝偻病维生素, 钙化醇)	1. 调节钙、磷代谢, 促进钙、磷吸收 2. 促进成骨作用	鱼肝油、肝、蛋黄、日光照射皮肤可制造 D ₃	儿童: 佝偻病 成人: 软骨病
维生素 E (抗不育维生素, 生育酚)	1. 抗氧化作用, 保护生物膜 2. 与动物生殖功能有关 3. 促进血红素合成	植物油、苜蓿、豆类及蔬菜	人类未发现缺乏症, 临床用于习惯性流产
维生素 K (凝血维生素)	与肝脏合成凝血因子 II、VII、IX 和 X 有关	肝、鱼、肉、苜蓿、菠菜等, 肠道细菌可以合成	偶见于新生儿及胆管阻塞患者, 表现为凝血时间延长或血块回缩不良
维生素 B ₁ (硫胺素, 抗脚气病维生素)	1. α-酮酸氧化脱羧酶的辅酶 2. 抑制胆碱酯酶活性	酵母、豆、瘦肉、谷类外皮及胚芽	脚气病、多发性神经炎
维生素 PP (烟酸, 烟酰胺, 抗癞皮病维生素)	构成脱氢酶辅酶成分, 参与生物氧化体系	肉、酵母、谷类及花生等, 人体可自色氨酸合成一部分	癞皮病
维生素 B ₂ (核黄素)	构成黄酶的辅基成分, 参与生物氧化体系	酵母、蛋黄、绿叶蔬菜等	口角炎、舌炎、唇炎、阴囊皮炎等
泛酸 (遍多酸)	构成 CoA 的成分, 参与体内酰基转移作用	动植物细胞中均含有	人类未发现缺乏症



续表

名 称	主要生理功能	来 源	缺 乏 症
维生素 B ₅ (吡哆醇、吡哆醛、吡哆胺)	1. 参与氨基酸的转氨作用, 脱羧作用 2. 氨基酸消旋作用 3. β 和 γ -消除作用	米糠、大豆、蛋黄、肉、鱼、酵母, 肠道菌可合成	人类未发现典型缺乏症
维生素 B ₁₂ (钴胺素)	1. 参与分子内重排 2. 甲基转移 3. 促进 DNA 合成 4. 促进血细胞成熟	肝、肉、鱼, 肠道菌可合成	巨红细胞性贫血
生物素 (维生素 H)	构成羧化酶的辅酶参与 CO ₂ 的固定	肝、肾、酵母、蔬菜、谷类等, 肠道菌可合成	人类未发现缺乏症
叶酸	以 FH ₄ 辅酶的形式参与一碳基团的转移与蛋白质、核酸合成, 与红细胞、白细胞成熟有关	肝、酵母、绿叶蔬菜等, 肠道菌可合成	巨红细胞性贫血
硫辛酸	转酰基作用	肝、酵母等	人类未发现缺乏症
维生素 C (抗坏血酸)	1. 参与体内羟化反应 2. 参与氧化还原反应 3. 促进铁吸收 4. 解毒作用 5. 改善变态反应, 提高免疫力	新鲜水果、蔬菜, 特别是柑橘、番茄、鲜枣含量较高	坏血病

(资料 15 摘编自《生物化学》第三版, 高等教育出版社, 王镜岩、朱圣庚、徐长清主编)

16. 维生素 C

维生素 C 是一种水溶性维生素, 化学式为 C₆H₈O₆, 结构式为:

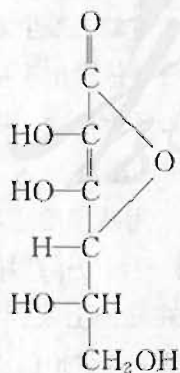
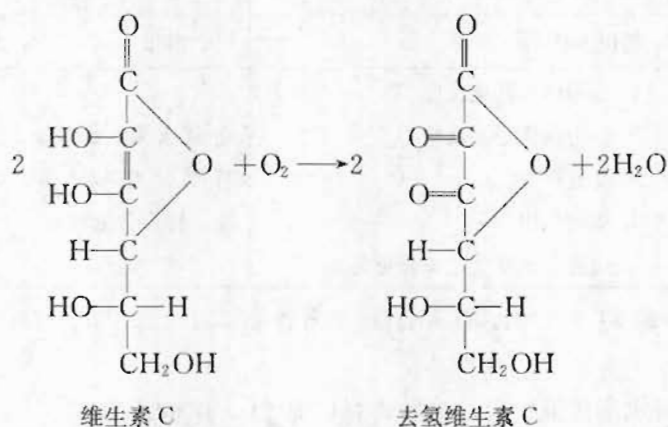


表 1-6 各种食物中维生素 C 的含量

食 物	100 g 食物中维生素 C 的含量/mg
牛肉和猪肉	2
肝和肾	10~40
牛 奶	1~2
马铃薯	10~30
卷心菜	30~90
球菜甘蓝菜	50~150
花椰菜	50
花茎甘蓝	90~100
胡萝卜	9
豌豆	14~32
蚕 豆	10~20
菠 菜	90
西红柿	20~33
山 楂	160~800
桃	1 000
橘	5~25
柠 檬	50



维生素 C 又称抗坏血酸，这是由于严重缺乏维生素 C 会引起坏血病——一种以多处出血为特征的疾病。成年人患坏血病后，一般会依次出现疲倦、虚弱、急躁、肌肉僵硬和关节疼痛，然后是体重减轻、牙龈出血、龈炎和牙齿松动，接着就会发生皮下微细出血，严重时可能有结膜、视网膜或大脑、鼻子、消化道的出血。

坏血病是人类最早知道的疾病之一，用蔬菜治疗坏血病也很早见诸文字。至少在 16 世纪，美洲印第安人就知道用云杉叶或松针浸泡液治疗坏血病。到了 17 世纪末，有了许多对坏血病有疗效的新鲜蔬菜，流行性坏血病在陆地上就少见了，但对于在海上长期航行的海员，因为没有足够的新鲜蔬菜，坏血病仍然是一种可怕的威胁。后来，医疗上采用柠檬汁或柑橘类水果熬的汤来医治坏血病。1934 年，测定出了维生素 C 的结构，并且用人工的方法合成了维生素 C。现在，药用的维生素 C 都是人工合成的，它是治疗坏血病的特效药。

维生素 C 还对于防止受传染病的感染有效，例如可用于减轻一般感冒的症状。维生素 C 用于治疗营养性贫血时，可作为铁制剂治疗贫血的辅助剂。对于消化道疾病，在治疗胃和十



二指肠溃疡时，都要给予适量维生素 C。它还有促进细胞间黏合物和红蛋白合成的作用，使伤口迅速愈合，也能降低化学毒物（如砷、汞、铅、镉、亚硝酸盐、苯、甲苯等）和细菌毒素对人体的毒害。在人工制造的婴儿食物中也需要补充维生素 C，因为牛奶和奶粉中没有维生素 C 的可靠来源，因此可被婴儿吸收的合成维生素 C 便是最可靠的。

成人每天对维生素 C 的需要量为：男 45 mg，女 45 mg（哺乳期为 80 mg）。1~9 岁的儿童为 35~45 mg。

17. 人体必需常量元素的主要功能

表 1-7 人体必需常量元素的主要功能

元素	符号	功 能	元素	符号	功 能
碳	C	有机化合物组成成分	磷	P	为生物合成与能量代谢所必需
氢	H	水、有机化合物组成成分	硫	S	蛋白质的组成，组成铁-硫蛋白质
氧	O	水、有机化合物组成成分	氯	Cl	细胞外的阴离子 (Cl^-)
氮	N	有机化合物组成成分	钾	K	细胞内的阳离子 (K^+)
钠	Na	细胞外的阳离子 (Na^+)	钙	Ca	骨骼、牙齿的主要成分，神经传递和肌肉收缩
镁	Mg	骨骼成分，酶的激活			

（资料 17 摘自《化工进展》，1998 年第 6 期）

18. 智力元素——碘

碘被称为“智力元素”，是人体不可缺少的重要微量元素。

碘在人体内的作用不容忽视。当机体缺碘时，会出现一系列障碍。维持人体必要的碘量非常重要，它是维持甲状腺功能正常、促进代谢过程、保持机体正常生长发育、神经系统功能和智力发育正常、实现人体健康的保证。例如，碘是合成甲状腺激素不可缺少的重要原料。甲状腺激素具有影响肌体代谢、生长发育，特别是脑发育的生理作用。因此，如果甲状腺功能异常，分泌激素过量或不足，势必对机体的代谢、生长发育和智力发育造成很大影响，导致各种疾病的发生。

（1）常见的碘缺乏病

碘缺乏病是由于自然环境中缺乏碘而造成机体碘营养不良的一类疾病的总称。常见的碘缺乏病有以下几种。

①地方性甲状腺肿（地甲病）。其主要特征是甲状腺增生、肥大，形成恶性循环，缺碘者的脖子愈来愈粗，形成粗脖子病。

②地方性克汀病（地克病）。由于患者在胚胎期和新生儿期严重缺碘，甲状腺激素缺乏，造成神经系统，尤其是大脑和其他器官或组织发育分化不良或缺陷。其典型临床症状与体征是智力低下、聋哑、生长发育落后，神经系统症状明显，甲状腺功能低下，甲状腺肿大。

③地方性亚临床克汀病（亚克汀病）。患者以轻度智力落后为主要表现，并伴有轻微神经系统损伤、体格发育障碍或激素性甲状腺功能低下，容易被人忽视。

④缺碘症状。怀孕期妇女缺碘不仅严重影响妇女的身心健康，还会危及胎儿，从而导致流产、早产、死产、先天畸形、地克病、亚克汀病、单纯性聋哑以及新生儿甲状腺功能低下。儿童期及青春期缺碘主要导致地甲病、甲状腺肿大、甲状腺功能低下等。成年人缺碘将导致甲状腺肿大、甲状腺功能低下、智力低下。

(2) 如何补充碘

人体的碘完全依赖自然环境的供应,而且必须每天摄入。人体主要由食物中摄取碘,碘的吸收快而且完全,吸收率可高达100%。吸收入血的碘与蛋白结合,主要浓集于甲状腺被利用。体内碘主要由肾排泄,约90%随尿排出,约10%随粪便排出。

①天然含碘量较高的食品

一般地说,大多数陆地植物的含碘量都较低,平均每公斤不超过1.0 mg,唯有菠菜和芹菜的含碘量较高,每千克可达到1.64 mg和1.60 mg。

海产品中的碘是陆地植物的几倍,有的高达几十倍。海带的含碘量每千克就有10.0 mg。海鱼和紫菜同样也是日常生活中补碘的较好食品。经常吃海带不但可以补充体内的碘,而且还可以同时摄入其他种类的微量元素、氨基酸和维生素等。所以,海产品是自然界中含碘较高的食品,平时应注意多吃这些天然的最佳补碘食品。

②食用加碘盐

我国有很多地区属于低碘区,因此采用食用加碘盐的方法是防止碘缺乏的最佳途径。

在生活中,我们要注意购买和食用加碘盐,不要买私盐或假盐。使用时应注意以下几点:

- 存放碘盐的容器必须密封、防潮、防热、防晒,以防止碘酸钾分解。
- 要避免用水冲洗碘盐。
- 要避免高温。炒菜、做汤时应等菜熟出锅前再放碘盐,以防止碘酸钾分解挥发。凉拌菜放碘盐,碘的利用率为100%。
- 要避免加醋或酸菜,碘盐中的碘酸钾遇酸易破坏分解。
- 少用动物油炒菜,某些动物油易与碘元素发生化学变化,使其挥发,使碘的利用率降低。

19. 铁在人体中的作用

植物和动物的生长都离不开铁元素。植物缺铁时应补充植物可以吸收的铁,如二价铁和乙二胺四乙酸的络合物。如果盲目地补充任何一种铁盐,加进去的铁可能被沉淀出来,使动植物无法吸收。

人如果缺铁就可能得贫血症。怎样有效地治疗贫血症,至今还是医学上的一个难题。早年用口服简单铁盐的方法,但发现只有服用大剂量的铁盐才能有效,因为吃进去的铁盐大多数会被很快地排泄掉。如果一个人每天从食物中获得15 mg铁,只有1 mg被人体吸收和利用。研究表明,一个成年人平均含铁4 g以上。可以肯定,人体自身必然有一种很有效地利用铁的本领。例如,人体内光是造血组织每天就需要大约25 mg铁,但我们的身体居然能够靠每天吸收1 mg铁来维持,所以人体内的调节机构必然是高效率的。

铁主要在十二指肠里被吸收,吸收过程是通过肠黏膜细胞进行的。这些细胞可以储存铁,但储存的量有一定限度,如果吃进去的铁盐多了,就达到了饱和状态,肠黏膜细胞就拒绝吸收了。铁的吸收还与铁的存在形式有关,如果是简单的铁盐,吸收就差;如果是铁的络合物,吸收的量就大得多。

当铁从胃进入血液中,二价铁盐都会被氧化为三价铁盐而与铁传递蛋白相结合,这种蛋白质的功能是运送和利用铁,而不是吸收铁。有一种人是先天性缺乏铁传递蛋白,他们虽然也能吸收铁,但没有东西运送铁,最后还是出现贫血症状。

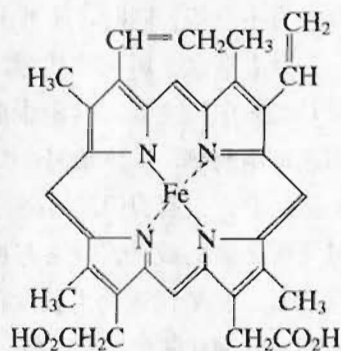


每个铁传递蛋白分子只能与两个 Fe^{3+} 生成络合物，它非常稳定，这种性质可以使铁传递蛋白具有清除血浆中过多铁离子的功能，使血浆里的铁浓度维持在正常水平。铁传递蛋白与铁结合以后，并不是把铁永远储存起来，它的一个重要功能是把铁送进未成熟的红细胞（称为成红细胞）里，然后铁传递蛋白就和铁分离，铁传递蛋白再为血浆中的铁起运送作用，而成红细胞也就转变成了红细胞。

人体内有許多储存铁的“仓库”，它们分设在肝、脾和骨髓里，所储存的铁有两种形式：一种是铁蛋白，另一种是血铁黄素。铁蛋白的分子内部是一个直径约为90 nm的羟磷酸铁小颗粒，外面包着一层蛋白质，铁蛋白中的含铁量相当高，它能溶于水。血铁黄素也是含铁的蛋白质，它的铁含量比铁蛋白还要高。在铁与铁蛋白结合时，还需要把三价铁还原成二价铁，这个任务由具有还原性的维生素C来完成。

人体里所含的铁，差不多有3/4结合在一种能携带氧分子的血红蛋白中。血红蛋白是一种色素，我们的血液是由这种色素染成红色的。血红蛋白由两部分组成，一部分是珠蛋白（包含组氨酸和珠蛋白基体）；另一部分是含铁的物质，叫做血红素。

血红素是一个二价铁的络合物，在它的分子中，4个卟啉环把铁原子包围在中间，二价铁原子好像处在蜘蛛网中心的蜘蛛，二价铁这个“蜘蛛”正在等待着吞吐氧分子。那么二价铁靠什么力量与氧结合呢？从血红蛋白的结构来看，1个铁原子可以与其他6个配位原子相结合，其中有4个是卟啉环中的氮原子，第5个是组氨酸中的1个氮原子，这个氮原子把血红素和球蛋白联系起来。至于第6个位置，可能是空着的，也可能由1个水分子占据着。



血红素

血红蛋白是怎样和氧气结合的？原来，血红蛋白与二价铁配位的分子中，有一个是水分子，氧分子能够把这个水分子置换下来，变成了氧合血红蛋白，这个二价铁络合物就变得稳定了。人体内，在氧气压力高的地方，血红蛋白与氧气结合成氧合血红蛋白，但到了氧气压力低的地方，氧合血红蛋白再把氧气放出来，血红蛋白就是靠这种氧合作用运送氧气的。

携带氧气的血红蛋白又是怎样把氧气传递给需要氧的组织呢？例如，肌肉收缩需要氧，那么，氧合血红蛋白就可以把氧气放出，氧分子立即与肌红蛋白结合。肌红蛋白也是一种含血红素的蛋白质，因此它也含铁。在氧气压力低的地方，肌红蛋白与氧分子结合的能力比血红蛋白强，因此，与血红蛋白结合的氧气可以传递给肌红蛋白。肌红蛋白主要存在于肌肉细胞里，这些细胞是非常需要氧气的。

在了解了铁在生命活动中的作用以后，必然想到缺铁后怎样补铁的问题。如果某些人是偏食者，即不吃青菜，不吃粗粮的人，只要改变偏食的习惯，就可以改变缺铁的状况。有些

人不偏食，但吃进去的铁不能被吸收和利用，这就要找原因。有时医生叫缺铁的病人喝点稀盐酸，是因为这个病人不是吃铁少，而是胃酸太少，铁离子会被沉淀而不被吸收。把糖加在铁的制剂里，做成的糖浆就是一种补血剂，可用于口服和注射。而只吃精米和白面会使糠和麸减少，造成铁等金属的流失。

(资料 10、16、19 摘编自《化学与营养保健》，广西教育出版社，应礼文著)

20. 天然矿泉水

水是维持人体生命的六大营养素之一，没有水就没有生命。水是体内一切细胞的主要成分，是体内一切代谢反应的媒介，是输送养分和排泄废物的媒介，可调节体温和起润滑作用等，正常人每日都要饮用大量水。随着人们生活水平的提高，近些年来，天然矿泉水成为许多人首选的保健饮料。

(1) 什么是饮用矿泉水

从地下深处自然涌出或经人工开凿，含有一定量的矿物质或碳酸气体的地下水被称为矿泉水。当其未受污染，符合生活饮用水卫生标准时，就可作为饮用矿泉水。饮用矿泉水中含有一定量有益于人体健康的无机盐、微量元素或二氧化碳等。

(2) 饮用矿泉水中有益元素的保健作用

锌：人体必需的微量元素之一。能增强食欲，促进生长发育；具有重要的生理功能，如能增强创伤组织的再生能力，加速组织愈合等；有重要的营养价值；能保护心肌，有利于控制冠心病的发生。人体缺锌，将引起锌酸活力减退而产生营养不良，嗅觉、味觉丧失，视力下降，贫血、肝脾肿大、生殖器官发育不全等。同时，还可引起心血管疾病。

铜：人体必需的微量元素之一。具有造血、影响铁代谢、强壮骨骼、软化血管、增强防御机能等功能。铜在人体内（尤其是心脏中）主要以含铜蛋白酶和血浆细胞素存在，影响造血过程，促进铁的吸收和利用，加速细胞成熟。人体缺铜将引起心脏增大，心肌变性和肥厚，以及主动脉弹性组织变性，导致动脉病变，引起胆固醇增高，导致冠心病发生等。

铁：人体血液中运输和交换氧气所必需的成分。铁参与血红蛋白、细胞色素及各种酶的合成，激发多种酶的活性，能促进造血、能量代谢、生长发育和有杀菌的功能。人体缺铁或利用不良时，将导致贫血、免疫功能障碍和新陈代谢紊乱等。

锰：在人体内参与多种酶的合成，参与造血过程，并在胚胎的早期发挥作用。具有促进生长发育、强壮骨骼、有防治心血管病的功能。它可促进维生素 B₁ 吸收，提高蛋白质代谢率。人体缺锰时，会发生骨骼畸形和不育症，导致贫血、动脉硬化及癌症。

锶：人体必需的微量元素之一，但含量甚少。它是人体骨骼及牙齿的正常组成成分。锶与心血管的功能及构造有关，人体内有防治心血管疾病、强壮骨骼的功效。人体缺乏锶，将会阻碍新陈代谢、发生牙齿和骨骼发育不正常等症状。

钴：人体内维生素的主要组成成分。具有治疗恶性贫血和刺激造血，改善锌的活性，促进生长发育的功能。能预防冠心病、心肌炎、贫血、动脉硬化和白内障等，还可延年益寿等。人体缺钴时，可导致贫血、神经系统疾病，同时也可出现舌及口腔炎症。

钼：人体某些酶的重要成分。参与细胞内电子的传递，影响肿瘤的发生，具有防癌、抗癌的作用。人体缺钼时，会导致亚硝酸在体内富集，将会导致癌症的发生。

铬：可使胰岛素的活性增加，防治粥样动脉硬化，促进人体生长发育。同时还可防治糖



尿病、胆固醇增高、心血管疾病。

硒：某些酶的必需成分，对高血压、心肌梗塞、肾脏损害具有重要的保护作用。硒对预防克山病、心脏病、衰老、免疫力降低等有较好效果。人体缺乏硒时，导致癌症的发生，导致心、肝、肾、肌肉等多种组织产生病变，易患心脏病。

碘：人体不可缺少的元素。具有治疗甲状腺肿大及各种心脏疾病的功效。人体缺乏碘则导致甲状腺肿大、发育停滞、智力障碍、痴呆等症状。

硅酸：对动脉硬化具有软化作用，对心脏病、高血压、动脉硬化、神经功能紊乱、胃病及胃溃疡等均有一定医疗保健作用。硅酸可强壮骨骼、促进生长发育，对消化道系统和心血管系统疾病、关节炎和神经系统紊乱等可起到防治作用，并具有防癌、抗衰老的功能。人体缺乏硅酸时，将导致心血管疾病的发生。

钙：组成人体骨骼的必需元素，对青少年的生长发育起着主要控制作用。钙的含量影响水的硬度，硬度与心血管发病率呈现相关性，常饮含钙水可增强心肌活力。

镁：人体营养的必需物质，是一种催化剂。能促使人体中各种酶的形成，具有强心镇静的作用。据国内外一些文献报道，缺镁可导致食道癌的发生。

钠：人体中不可缺少的成分，血液中主要的缓冲剂是碳酸氢钠。钠离子同时又是一种兴奋剂，当人体过度疲劳和流汗过量时，补充适量的钠会很快调节细胞平衡。

氢：能促进人体新陈代谢，具有活跃酶系统、促进细胞的再生和激活结缔组织的功能。在氢的影响下，尿酸易于溶解排除，可预防治疗痛风病。氢有良好的脱敏作用，对风湿、类风湿病有良好的治疗功效；同时有良好的镇痛作用，对神经系统疾病有良好的治疗功能。适量饮用含氢矿泉水，除对上述疾病有治疗作用外，还可解除动脉痉挛，对高血压有缓解作用。由于氢对心血管能起到调节作用，所以对动脉硬化、冠心病有较好疗效。

(3) 适量饮用有益健康

饮用矿泉水虽然是很好的保健饮料，但并非喝得越多越好，更不宜用它来代替城乡的日常饮用水源。因为人体容纳矿物质是有一定限度的，一旦超过人体的代谢能力，会造成积累中毒而形成其他病患。如饮用游离碳酸矿泉水过多会影响胃和胆汁的分泌，可导致人体酸碱失调；饮用氯化钠矿泉水过多，可严重危害肾炎、高血压和心脏病；饮用含钙过多的矿泉水可使人患肾结石等。在节假日、旅途、宴席等针对个人身体状况，适量选择一些优质、卫生并合乎国家标准的矿泉水饮用是有益于健康的。

在选择饮用矿泉水时，应注意以下几点：

- 挑选有国家标准代号、食品管理部门准产证号、商标名称、生产厂家、出厂日期、有效期等说明的矿泉水。

- 矿泉水应无色、无味、透明，若出现浑浊、絮状物或霉点以及有臭味、异味等现象，则不可饮用。

- 矿泉水应密封，若发现瓶装矿泉水漏气、漏水，则不能饮用。

本章说明

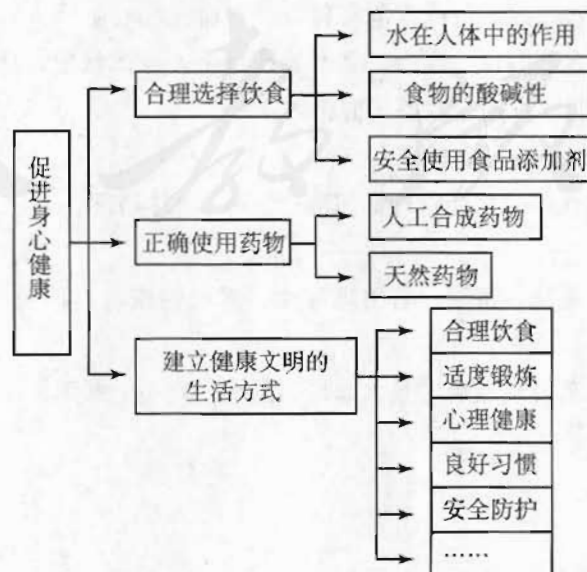
一、教学目标

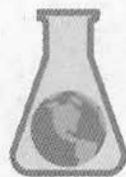
1. 认识水在人体中的重要作用和食物的酸碱性，以及合理选择饮食的重要性。
2. 知道常见食品添加剂的性质和作用，树立安全使用食品添加剂的意识。
3. 通过实例了解某些药物的主要成分和疗效，认识药物的毒副作用和远离毒品的重要意义。
4. 认识化学在促进人类健康方面的重要作用，激发学习化学的兴趣。
5. 引导学生树立健康新观念，促进身心健康全面发展。

二、内容分析

本章以促进身心健康为主题，将合理选择饮食、正确使用药物和建立健康文明的生活方式（归纳与整理）有机地组织在一起。本章既包括与学生身心健康关系密切的化学知识，如水在人体中的作用、食物的酸碱性、食品添加剂的性质和作用、某些药物的成分和疗效等；又涉及到合理选择饮食、正确使用药物、科学的体育锻炼、良好的生活习惯、心理健康、安全防护等身心健康的新观念。从内容和要求上看，本章和第一章是紧密相关的，是一个整体，都是阐述化学与营养、健康的关系。从观念上看，本章则是第一章的拓展和强化，目的是进一步引导学生树立健康新观念、促进身心健康全面发展。

本章的内容结构如下：





三、课时建议

第一节 合理选择饮食	2 课时
第二节 正确使用药物	1 课时
归纳与整理（建立健康文明的生活方式）	1 课时
复习	1 课时

教学建议

第一节 合理选择饮食

一、教学设计

本书第一章介绍了糖类、油脂、蛋白质、维生素和微量元素在人体中的重要作用，使学生初步认识了营养均衡与人体健康的关系。本节则是在第一章的基础上，引导学生进一步认识合理选择饮食的重要性。

本节包括“认识水在人体中的作用”“食物的酸碱性”和“安全使用食品添加剂”三部分内容。

在“认识水在人体中的作用”中，教科书从水是人体的重要组成成分、水是一种很好的溶剂、水是一种必不可少的反应物、调节体温等方面介绍了人体中水的作用；在“食物的酸碱性”中，重点介绍了酸性食物和碱性食物的生理意义（即食物中主要元素代谢的最终产物决定了食物的酸性或碱性），以及从化学的角度来看为什么要注意膳食平衡等问题。在“安全使用食品添加剂”中，则是介绍了着色剂、增味剂、防腐剂和营养强化剂的成分、性质和作用等，并通过“思考与交流”（我们是否应该禁止使用食品添加剂）引导学生树立安全使用食品添加剂的意识。

本节教学重点：合理选择饮食的重要意义，常见食品添加剂的性质、作用以及安全使用食品添加剂的意识。

教学建议如下：

1. 本节内容与学生已有的生活经验和第一章的知识密切相关，教学过程中要充分注意这一点。例如，可以从复习或回顾第一章的“归纳与整理”引入本节的教学，水在人体中的作用可以由学生自己总结，等等。

2. 本节除了要求学生了解水在人体中的作用、酸性食物和碱性食物的生理意义、常见食品添加剂的性质和作用等以外，还要求学生能够学以致用，提高科学素养。例如，正确选择饮用水，注意膳食平衡，科学认识食品添加剂的利与弊，以及树立安全使用食品添加剂的意识等。

教学设计参考：

1. 引入

（1）从中国居民平衡膳食宝塔引入：

观察图 2-1, 同学之间交流饮食习惯或每天的食谱→教师总结: 评价其中较为合理的食谱→讨论什么是“合理”, “合理”的“理”字是什么含义?

(2) 从市场调查引入:

市场调查: 我国几大菜系的特色, 归纳它们的营养特征→给自己制订一份合理的食谱。

2. 讲述食物的酸碱性 (学生观察图 2-4、2-5 和阅读教科书中的“资料卡片”, 了解常见食物的酸碱度)→讲述要注意膳食平衡的原因: (1) 血液的 pH 应保持一定的范围; (2) 细胞内存在一些重要的酸碱平衡, 等等。

3. 学生调查: 市场上出售的矿泉水、纯净水、电解质饮料等的成分和作用等→教师提出“思考与交流”中的问题→讨论如何选择饮用水更有利于身体健康→教师归纳: 水在人体中的重要作用, 以及正确选择饮用水的重要性。

4. 收集食品标签或调查市场上出售的食品中所含食品添加剂的种类等→学生分组介绍着色剂、增味剂、防腐剂和营养强化剂的性质和作用→教师小结, 并组织辩论: “我们是否应该禁止使用食品添加剂”→强调安全使用食品添加剂的重要性→布置课外活动: 查阅资料, 了解绿色食品、有机食品和无公害食品的区别。

二、活动建议

【实践活动】

我国规定: 在中国境内销售的所有食品包装的标签配料表上, 食品添加剂应使用规定的产品名称或种类名称。其中甜味剂、防腐剂、着色剂应注明具体名称。因此, 本活动通过学生亲自收集和阅读食品标签, 对食品添加剂产生感性认识, 对食品添加剂的作用、种类等有大致了解, 从而为学习食品添加剂打下基础。要引导学生积极参与这个活动。

三、问题交流

【思考与交流 1】

1. 学生从图 2-1 中可以获得各种各样的信息。例如,

(1) 人体需要的营养素存在于不同的食物中, 没有一种食物能够提供人体所需要的各种营养素, 某一类食物也不能完全代替另一类食物;

(2) 每天应摄入一定量的动物性蛋白质和植物性蛋白质, 这样可以实现互补, 提高膳食中蛋白质的利用率;

(3) 人体每天需要摄入一定量的油脂, 但不能过量;

(4) 中国居民的膳食中谷类占的比例较大;

(5) 中国居民平衡膳食宝塔提出了一个在营养上比较理想的膳食模式, 它所建议的食物量, 与大多数人当前的实际膳食还有一定距离, 对某些贫困地区来讲可能距离还很远, 等等。

2. 合理选择饮食即平衡膳食要注意两点: 第一, 膳食中应该有多样化的食物; 第二, 膳食中各种食物的比例要合适。

例如, 应根据食物多样、粗细搭配等原则平衡膳食, 以摄入充足而合理的营养, 保证身体健康。又如, 膳食中糖类、油脂和蛋白质三者的摄入量要保持一定的比例。通常认为糖类、油脂和蛋白质三者提供热能的比例分别占总热量的 60%~70%、20%~25% 和 10%~15% 比较合理。长期打破它们之间的正常比例, 将引起一系列代谢紊乱。如膳食中热能不足, 可能会引起营养不良、贫血和多种营养缺乏症; 热能过剩, 可能会使



人患上肥胖症、糖尿病和心血管病等，严重影响人体健康。

【思考与交流 2】

1. 因为水是一种很好的溶剂，所以自然界不存在绝对纯净的水。例如，大气水中含有烟尘，地表水和地下水含有各种矿物质，海水中含有大量盐等。

2. 天然水除了提供水以外，还提供了一些人体所必需的常量元素和微量元素等。

3. 天然水中含有各种杂质，有些杂质对人体是有益的，而有些杂质是有害的，如某些重金属、微生物和有机物等。只有经过处理的、达到我国《生活饮用水水质标准》（教科书附录Ⅲ）的天然水才可以直接饮用。

4. 自来水价格便宜；矿泉水中含有一些对人体有益的矿物质和微量元素，但价格较高；纯净水比较纯净，除水外，几乎不含其他杂质，但纯净水是否可以长期作为饮用水还存在争议。因此，本活动具有开放性，学生选择哪一种作饮用水均可。需要说明的是，不管是自来水、矿泉水，还是纯净水，都必须符合国家卫生标准才能饮用。

【思考与交流 3】

通过辩论，要引导学生形成以下认识：

1. 食品添加剂对于改善食品的外观、增添食品的味道、防止食品腐烂变质和增强食品的营养价值等具有重要作用。

2. 人类的生活离不开食品添加剂。实际上，如果不使用食品添加剂，可能会对人体健康造成危害。例如，不使用防腐剂可能导致食品变质，引起食物中毒等。

3. 要合理使用食品添加剂，即食品添加剂的品种、使用方法、使用范围和最大使用量等要符合国家标准。

4. 严禁将不能作为食品添加剂的物质当作食品添加剂使用，或者超量使用食品添加剂等。

四、习题参考

1. 如果供居民饮用的所有的水都是纯净水（几乎不含有任何杂质），由于水是一种很好的溶剂，有较强的溶解能力，长期饮用可能将体内的一些必需元素溶解排出而造成营养成分丢失；还可能破坏人体细胞内的平衡，导致新陈代谢紊乱；同时纯净水不能提供人体所必需的一些常量元素和微量元素，因此长期饮用对人体健康可能是有害的。

2. 提示：

无公害食品允许使用部分较为安全的化学合成物质，但是使用方式和残留数量受到严格限制，保证不会达到影响人体健康的残留水平。目前，我国的无公害食品主要是无公害蔬菜。

对绿色食品和有机食品的质量要求比无公害食品的要高。

对于绿色食品来说，要求食品的农业生产环境质量良好，食品的生产过程遵守国家有关规定，产品经过专门监测单位严格检测，包装、储存、运输等过程也严格按照有关标准进行。我国的绿色食品分为“A级”和“AA级”两个等级。

有机食品也称生态食品或生物食品。在其生产和加工过程中绝对禁止使用农药、化肥、植物生长调节剂等人工合成物质，而且不允许使用基因工程技术。生产有机食品的原料必须来源于无污染的环境。有机食品的要求高于“A级”绿色食品，与“AA级”绿色食品相似。

3. (1) 晒干、风干、烘干、冷冻干燥等。

(2) 脱水可以消除食物中微生物和细菌繁殖所需要的水分，防止有水参加的、能导致食物腐败的有关反应（如霉变、发酵等）的发生。

(3) 饼干、干果、干鱼和干肉等。

4. C

5. 提示：

食品中加入营养强化剂有助于补充食品中缺少的、或在加工过程中损失的营养成分或微量元素等，如碘、铁、锌、钙、赖氨酸和维生素等，对于提高食品的营养价值有重要作用。但是否需要食用含有营养强化剂的食物，应根据各地情况和每个人的具体情况以及医生的建议而定。切不可盲目地食用含有营养强化剂的食物或补剂，儿童和青少年尤其要注意这一点。

第二节 正确使用药物

一、教学设计

人类在与疾病的斗争中发明了药物，正确使用药物可有效抵御疾病、促进身心健康。化学对于药物的研究和开发作出了重大贡献，药物与化学密不可分。

根据课程标准的要求，教科书介绍了几种化学成分明确、疗效显著、应用广泛，而且与人类健康息息相关的常见药物：解热镇痛药——阿司匹林、抗生素——青霉素和抗酸药（人工合成药物），以及具有止咳平喘作用的麻黄碱（天然药物）。教科书在介绍这几种药物的主要成分和疗效的同时，强调它们都具有毒副作用，如服用阿司匹林、青霉素和麻黄碱的不良反应，同时介绍了毒品的危害等。目的在于提高学生对药物的科学认识：正确使用药物能促进身心健康，滥用药物危害极大。

本节教学重点：几种常见药物的化学成分、疗效及毒副作用，正确使用药物和远离毒品的重要意义。

本节教学难点：几种常见药物的化学成分、疗效及毒副作用。

教学建议如下：

1. 教学过程中要明确教学要求。

本节属于全新的内容，课程标准要求“通过实例了解某些药物的主要成分和疗效”。因此，本节只要求学生了解阿司匹林的结构式、制备、疗效和不良反应，青霉素的疗效、使用前进行皮肤敏感试验的必要性，抗酸药的化学成分、疗效及简单治疗机理，麻黄碱的结构式、疗效和不良反应等。对于阿司匹林、青霉素和麻黄碱的治疗机理则不作要求。

此外，本节还要求学生通过正文和“科学史话”等认识化学科学的发展对于药物研究和开发所作出的贡献，认识药物的毒副作用和滥用药物的危害，特别是要树立“珍爱生命 拒绝毒品”的意识。

2. 要向学生强调：只有正确使用药物才能达到促进身心健康的目的。

例如，对于处方药（R）一定要遵医嘱服药，并了解药物的不良反应等；对于非处方药（OTC，Over The Counter 的简写，意为“可在柜台上买到的药物”，OTC已成为全球通用的



俗称)也应对症用药,使用非处方药时一定要仔细阅读药品使用说明书,并按说明书使用或在药师指导下购买和使用;使用青霉素前一定要进行皮肤敏感试验,等等。

教学设计参考:

课前布置学生收集阿司匹林片、青霉素、抗酸药、含有麻黄的止咳药等药品,阅读药品使用说明书→师生共同总结这几种药品的有效成分(包括结构式等)、适应症、用法和用量、注意事项、禁忌和不良反应等→科学探究:抗酸药的主要化学成分→指导学生阅读“科学史话”“资料卡片”“科学视野”等栏目→强调:1. 化学科学的发展对于研究和开发药物、促进人体健康作出了重大贡献;2. 大部分药物都有毒副作用,滥用药物有极大的危害,正确使用药物非常重要→组织参观有关毒品危害的展览或进行一次宣传活动,使学生树立“珍爱生命拒绝毒品”的意识。

二、活动建议

【科学探究】

以检验胃舒平中是否含有氢氧化铝为例。

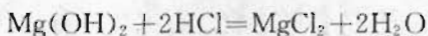
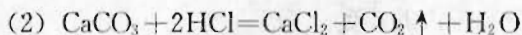
药物名称	胃舒平(又名复方氢氧化铝)
有效成分	氢氧化铝和三硅酸镁
适应症	治疗由于胃酸过多导致的胃痛、胃及十二指肠溃疡
不良反应	引起便秘
实验原理	氢氧化铝具有两性,既能溶解在盐酸中,又能溶解在氢氧化钠溶液中
实验步骤	1. 取药剂3~4片研碎,然后向样品中滴加过量的盐酸,过滤,得到澄清溶液; 2. 向滤液中滴加氢氧化钠溶液,观察是否出现白色沉淀; 3. 如有白色沉淀生成,继续滴加氢氧化钠溶液,观察白色沉淀是否溶解。
结论	胃舒平中含有氢氧化铝

此外,常用的抗酸药斯达舒中含有氢氧化铝,胃速乐中含有碱式硝酸铋、碳酸镁、碳酸氢钠等。

三、习题参考

1. “水能载舟,亦能覆舟”,这里的水指药物,舟指患者。比喻正确使用药物,才能促进身心健康,否则会导致患者病情加重,对健康产生危害。

2. (1) 抗酸药片中除了能与盐酸作用的有效成分外,还可能含有调味剂如糖、黏合剂如淀粉等。



(3) 将抗酸药嚼碎后吞服,可以防止抗酸药片黏附在胃壁上不能充分与酸作用,以及可能导致呕吐等不良反应。

3. (1) 2%的碘酊常用于皮肤消毒,3%~5%的碘酊常用于手术部位消毒(待稍干后,用体积分数为70%的乙醇擦去,以减轻碘对皮肤的刺激)。

(2) 碘酊中所含的单质碘是一种氧化剂,能使蛋白质发生变性,杀死细菌。此外,碘酊中的乙醇也是一种杀菌剂,两者结合,大大提高了碘酊的消毒效果。

(3) 除碘酊外,体积分数为 70% 或 75% 的乙醇、过氧化氢溶液、高锰酸钾稀溶液等都是处理外伤时常用的消毒剂。

4. 建议让学生查阅资料,了解吸烟的危害,然后再设计制作一份精美的禁烟公益广告。

5. 建议组织学生参观有关毒品危害的展览或进行一次宣传活动,引导学生牢固树立“珍爱生命 拒绝毒品”的意识。

【实践活动】什么是健康文明的生活方式

提示:

1. 世界卫生组织(WHO)倡导“健康是在躯体、心理和社会关系上的一种完美状态,而不仅仅是没有疾病和虚弱”。因此,本活动的主要目的是引导学生认识健康三要素:躯体健康、心理健康和具有社会适应能力,从而树立健康新观念,建立健康文明的生活方式,促进身心健康全面发展。

2. 本活动具有开放性。可以将学生进行分组,分别从合理选择饮食、参加科学的体育锻炼、保持心理健康、建立良好的生活习惯、具备安全防护意识等对身心健康的重要意义中选择一个专题进行调查研究,然后进行汇报和交流。

3. 教师应紧紧抓住活动总结这个环节,引导学生树立健康新观念,并将本次活动的心得体会应用到自己的日常生活中去,从而建立健康文明的生活方式,促进身心健康全面发展。

教学资源

1. 中国居民平衡膳食宝塔

中国居民平衡膳食宝塔是中国营养学会根据中国居民膳食指南,结合中国居民的膳食结构特点设计的。它把平衡膳食的原则转化成各类食物的重量,并以直观的宝塔形式表现出来,便于大家在日常生活中实行。

平衡膳食宝塔提出了一个营养上比较理想的膳食模式。它所建议的食物量,特别是奶类和豆类食物的量可能与大多数人当前的实际膳食还有一定的距离,对某些贫困地区来讲可能距离还很远,但为了改善中国居民的膳食营养状况,这是不可缺的。应把它看作是一个奋斗目标,努力争取,逐步达到。

平衡膳食宝塔共分五层,包括我们每天应吃的主要食物种类。宝塔各层位置和面积不同,这在一定程度上反映出各类食物在膳食中的地位和应占的比重。

第一,宝塔的底层为谷类,包括米饭、馒头、面包等各类主食。在宝塔中谷类所占的比例最高,每天为 400~500 g。这意味着中国居民的主要营养素来源于植物性食物,即热能大部分取自碳水化合物;同时植物性食物也提供了部分矿物质、微量元素、维生素和膳食纤维。

谷类是我国膳食中能量的主要来源。在农村,也往往是膳食中蛋白质的主要来源。为满足对膳食中纤维素的需要,在主食中应多选择粗粮。



第二，宝塔的第二层为蔬菜和水果，这是食物中矿物质、维生素和膳食纤维的主要来源。蔬菜和新鲜水果有助于预防癌症和心脏病，应根据条件多食为宜，每日应摄取新鲜蔬菜450~500 g。不同品种的蔬菜所含营养素不同，因此蔬菜品种应多样化，而且一定要选择食用各种深颜色尤其是深绿色的蔬菜。

应尽量食用新鲜的水果，每日应摄取150~200 g。值得指出的是，饮用果汁或吃水果罐头易摄入过多的糖，同时也会失去新鲜水果中所含的许多营养成分。

第三，宝塔的第三层为鱼、虾、肉、禽、蛋类，它在饮食中所占的比例显著低于西方膳食结构。畜、禽、肉类每日应摄取75~100 g，但需注意在动物性食物中要控制脂肪的摄入量，应尽量多吃瘦肉。

鱼、虾类每日应摄取50 g，蛋类每日应摄取40~50 g，即半个到一个为好。应选择含脂肪低的瘦肉、鸡、鸭等禽类食物，并鼓励食用鱼，因为鱼类是优质蛋白源，而且脂肪含量较低。

第四，宝塔的第四层为奶类及奶制品、豆类及豆制品，它们是蛋白质、矿物质（尤其是钙）和维生素的丰富来源。

钙是骨骼的重要成分，青少年时期生长旺盛，骨骼发育迅速，需要摄入充足的钙。据1992年全国营养调查资料表明，我国居民钙的摄入量普遍不足，还不到推荐供给量的一半。因此，青少年应每日摄入一定量的奶类和豆类食品，以补充钙的不足。

豆类及豆制品是我国传统食物，是优质蛋白质的主要来源，并可提供丰富的维生素B₁，以及铁、锌等必需微量元素，每日需要50 g。每日摄入的蛋白质中应有一半以上为优质蛋白质，因此膳食中应含有充足的动物性食物和大豆类食物，所以应常吃富含蛋白质的豆类食物，特别是豆腐等豆制品。

第五，宝塔的最顶层是油脂类，每日应不超过25 g。这提示人们过量食用油脂有潜在的危险，因此油炸食物要少吃。

应强调指出的是，宝塔中几个主要部分的食物，每部分都只能提供部分营养素，而不是人体所需的全部营养素。因此决不能说哪一部分更重要，也不能用其中某一部分取代另一部分。总之，为了健康，需要从上述全部食物中获得均衡的营养。

2. 纯净水

什么是纯净水？我国《瓶装饮用纯净水卫生标准》（GB 17324-1998）对纯净水是这样定义的：瓶装饮用纯净水，以符合生活饮用水卫生标准的水为原料，通过电渗析法、离子交换法、反渗透法、蒸馏法及其他适当的加工方法制得的，密封于容器中且不含任何添加物可直接饮用的水。市场上销售的纯净水、高纯水、超纯水、太空水、磁化水、电解水、蒸馏水、去离子水等，实质上都属于“纯净水”的范畴。在日常生活中，究竟饮用哪种水最好，人们有不同的看法。除了食物可以提供大量矿物质外，饮用水也是提供矿物质的重要途径之一。纯净水在制作过程中，虽然除去了危害人体的病菌，但同时也除去了人体必需的许多矿物质。而纯净水又具有极强的溶解各种微量元素、化合物、营养物质的能力，大量饮用后，体内原有的一些必需的营养物质会被迅速溶解而排出体外，使体内营养物质失去均衡，减弱人体免疫力并可能引发某些疾病。

3. 一些食物的酸碱度

表 2-1 成酸性食物的酸度

食 物	酸 度	食 物	酸 度
猪 肉	-5.60	大 米	-11.67
牛 肉	-5.00	粗稻米	-10.60
鸡 肉	-7.60	面 粉	-6.50
蛋 黄	-18.80	面 包	-0.80
鲤 鱼	-6.40	花 生	-3.00
鳗 鱼	-6.60	大 麦	-2.50
牡 蛎	-10.40	啤 酒	-4.80
鱿鱼干	-48.00	紫菜(干)	-0.60
虾	-1.80	芦 笋	-0.20

表 2-2 成碱性食物的碱度

食 物	碱 度	食 物	碱 度
大 豆	2.20	南 瓜	5.80
豆 腐	2.00	黄 瓜	4.60
菜 豆	5.20	海 带	14.60
菠 菜	12.00	西 瓜	9.40
莴 苣	6.33	香 蕉	8.10
萝 卜	9.28	梨	8.10
胡萝卜	8.32	苹 果	8.20
马铃薯	5.20	草 莓	7.80
藕	3.40	牛 乳	0.32
洋 葱	2.40	柿 子	6.20

4. 缓冲溶液对生命体的重要意义

缓冲溶液对生命体有着十分重要的意义。人体的血液就是一种缓冲体系。经过粗略估算：每人每天需耗用氧约 600 L，产生 480 L 二氧化碳，约产生 21 mol 碳酸。然而人从吸入氧气至呼出二氧化碳的整个过程中，血液的 pH 始终保持在 7.35~7.45 的范围内，变化甚微。这除了人体具有排酸功能，即加深呼吸排除 CO_2 以及从肾排除过剩的酸外，应归功于血液的缓冲作用。

血液中能起缓冲作用的缓冲组分主要有如下 4 对：(1) 碳酸-碳酸氢盐 ($\text{H}_2\text{CO}_3\text{-NaHCO}_3$ ，



$\text{H}_2\text{CO}_3\text{-KHCO}_3$); (2) 血红蛋白缓冲体系 (HHb-KHb , $\text{HHbO}_2\text{-KHbO}_2$); (3) 血浆蛋白缓冲体系 (HPr-NaPr); (4) 磷酸氢盐缓冲体系 ($\text{NaH}_2\text{PO}_4\text{-Na}_2\text{HPO}_4$, $\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-K}_2\text{HPO}_4$)。

糖、脂肪和蛋白质等营养物质在体内氧化分解的最终产物是二氧化碳和水,在碳酸酐酶的催化下,转化为碳酸,因此碳酸是体内产生量最多和最主要的酸性物质。血液中对碳酸直接起缓冲作用的是血红蛋白 (HHb) 和氧合血红蛋白 (HHbO_2) 缓冲体系。由于血红蛋白的酸性比氧合血红蛋白的弱,故前者的共轭碱 (Hb^-) 对碳酸的缓冲能力比氧合血红蛋白的共轭碱 (HbO_2^-) 强。当血液流经组织的毛细血管时,氧合血红蛋白释放氧气 (O_2),转变为去氧血红蛋白,这时增加了对来自组织细胞的二氧化碳产生碳酸的缓冲能力。而当血液流经肺泡毛细血管时,血红蛋白结合氧转变为氧合血红蛋白,碳酸被酶催化分解为 CO_2 和水, CO_2 通过肺泡排出体外,此时血液缓冲碳酸的能力降低,酸性相对增强,这样正好抵消了由于 CO_2 的排出造成血液酸性降低的影响,使血液的 pH 维持在 7.35~7.45 的范围内。

血液对体内代谢过程中产生的非挥发性酸如乳酸、丙酮酸等也有缓冲作用。这些物质一般不能在肺泡中排出,主要靠血浆中碳酸氢盐的缓冲作用,如对乳酸的作用生成的碳酸转变为二氧化碳经肺泡排出体外。

血液对碱性物质也有缓冲作用,它们主要来源于食物。人们吃的蔬菜和果类,其中含有柠檬酸钠、钾盐、磷酸氢二钠和碳酸氢钠等碱类,它们在体内产生的碱进入血液时,会使体液的 OH^- 浓度升高。此时主要靠血浆中的碳酸-碳酸氢盐,同时也靠磷酸氢盐和血浆蛋白的缓冲作用。



当血液的 pH 低于 7.3 时,新陈代谢产生的二氧化碳不能从细胞进入血液;当血液的 pH 高于 7.5 时,肺中的二氧化碳不能有效地同氧气交换排出体外。这时会出现酸中毒或碱中毒现象,严重时生命就不能继续维持。

(资料 4 摘编自《化学教育》,2002 年第 6 期,漫谈缓冲溶液对生命体的意义,于丽薇)

5. 食品添加剂

食品添加剂的作用可概括为:① 控制食品的化学变化、物理变化、微生物变化,以减少因食品变质而引起的损耗,降低微生物的危害,保证食品的质量。② 延长食品的有效保存期。③ 便于食品加工,有利于加工工艺。④ 改善食品的色、香、味和营养价值。

食品添加剂的种类繁多,主要有食用色素、食用香料、甜味剂、增味剂、保护剂(抗氧化剂、防腐剂等)、乳化剂、营养强化剂,等等。

(1) 食用色素

食用色素是一类调节食品色泽的食品添加剂,而色泽则是食品的一项极其重要的感官指标。食用色素首先必须能溶解且均匀分散在食品中,按色素的溶解性质不同,可分为水溶性色素和脂溶性色素;按色泽的不同,可分为绿色色素(如叶绿素)、橙红色色素(如胡萝卜素)、红色色素(如番茄红素)等;按照来源不同,又可分为天然食用色素和人工合成食用色素。

在现代化的社会中,天然产的东西往往在人们的心目中享有较高的声誉,而且符合人们

的使用习惯。因此,天然食用色素愈来愈引起人们的重视。例如,从热带经济作物玫瑰茄成熟的花萼(音 è)中提取的玫瑰茄色素,其主要成分是飞燕草素-3-接骨木二糖苷;从植物姜黄根茎中提取的一种黄色色素,称为姜黄色素,是一种二酮类化合物;从胭脂虫提取的红色色素,称为胭脂红酸。天然食用色素经过长期使用,比较安全可靠。

人工合成食用色素的品种多,价格便宜,因此被广泛地使用。例如,食用焦油色素是从煤焦油的萘馏分里提取的焦油酸等,现在已经发现它有致癌性而禁止使用。目前还在使用的如人工合成的 β -胡萝卜素是一种黄色色素,用于制饮料、糕点、面包、冰淇淋等。虽然已经公认人工合成食用色素应逐步限制使用,但值得注意的是,在我国至今仍有少数不法奸商,超标准使用人工合成食用色素,甚至利用不能用作食品添加剂的染料,严重地危害了人民的健康。

(2) 食用香料

食用香料是赋予食品香味的重要食品添加剂,有天然食用香料和合成食用香料之分。天然香料的组成复杂,都是多种化合物的混合物,它的香味大部分由一种主要的具有香味的化合物决定。例如,丁香油中含有85%的丁香酚,它是主要的香味物质;而柠檬油中的柠檬醛虽然只含5%,但它也是主要的香味物质。

合成香料是在模仿天然香料的基础上发展起来的。天然香料之所以具有各种香味,主要是由于其中含有不同的化合物,包括醛、醇、酯、酚、酮。因此,合成香料大多是这一类化合物,都属于天然香料中的有效成分,但却不是从天然香料中提取的,而是用人工方法合成的。合成香料一般并不单独使用,通常是将多种合成香料按一定比例调配,成为模拟天然香料的混合香料,它们被称为香精。例如,具有各种水果香味的香精,主要是由甲酸乙酯、乙酸乙酯、乙酸戊酯、丁酸戊酯和乙酸丙酯等按照一定的比例配制而成的。

(3) 甜味剂

作为食品添加剂中的甜味剂并不是指蔗糖、蜂蜜等有甜味的糖,而是指本身具有甜味,但几乎不产生热能并且其营养价值又很低的物质,通常又称它们为低热甜味剂。这种甜味剂可用于控制血糖升高,避免肥胖,控制体重和预防心血管疾病的发生,它还是某些疾病患者(如糖尿病患者)所必需的食糖代用品。

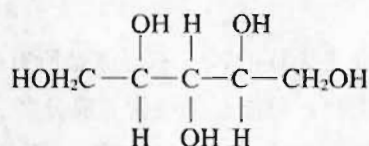
人们最熟悉的甜味剂是糖精(实际上用的是糖精钠),它的化学名称是邻磺酰苯(甲)酰亚胺,为白色晶体,难溶于水,其钠盐则易溶于水,甜味约为蔗糖的300~500倍。食品中只要含有十万分之一的糖精钠,我们就能够尝得出甜味。所以在使用糖精时,用的量要很少,放多了反而会使食物发苦。糖精在少量使用时,不会被人体吸收以及长时间地留在体内,一般在24小时内就会被排出体外,所以吃少量糖精,没有毒性,但也无营养价值。由于它是合成甜味剂,所以已被逐渐淘汰。

现在,最受欢迎的是天然低热甜味剂,它们是由一些植物的根(如甘草的根)、叶(如甜叶菊的叶)、果(如罗汉果的果)中取得的,它们的安全性远远比人工合成的糖精高。甜叶菊苷是多种苷的混合物,其化学式为 $C_{38}H_{60}O_{18}$ 。甜叶菊苷又称甜菊糖,是从甜叶菊的叶子中提取的,它的甜度为蔗糖的300倍。罗汉果苷为三萜烯化合物,是从我国云南、广西产的罗汉果中分离出来的非糖甜味剂,甜度约为蔗糖的150倍。

用稀硫酸使玉米芯、棉子壳或木材发生水解反应,可制得木糖,再用镍作催化剂,经加



氢反应，就可以制得木糖醇，它的结构式为：

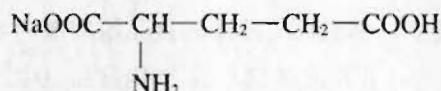


它的甜度虽然只有蔗糖的 1.25 倍，但它的化学性质稳定，不像糖那样能被细菌利用，所以不会损伤牙齿，可作防龋齿的甜味剂。木糖醇在人体内的代谢作用与胰岛素无关，木糖醇不会增加血糖，是糖尿病患者的理想甜味剂。

天然存在的蛋白质甜味剂引起了化学家的极大兴趣，它们都是氨基酸和糖的聚合物，特点是安全性高，甜度极大。例如，由神秘果中提取到的神秘果糖蛋白，每升酸牛奶中只要含有 2.5 mg，就会有甜味的感觉，它的甜度约为蔗糖的几千倍。

(4) 增味剂

人们最熟悉的增味剂是味精，它是能使食品呈鲜味感的一种物质。味精具有鲜味，最初是从海带中所含的鲜味物质中发现的。味精的学名是 L-谷氨酸单钠盐，结构式为：



味精是一种无色至白色的结晶或粉末，易溶于水，有鲜味。实际上，它是食盐的助鲜剂，如果食物中不含氯化钠，味精就不显示鲜味。

经过分析，肉类具有鲜味是由于含有 5'-肌苷酸，蕈（音 xùn）类具有鲜味是由于含有 5'-鸟苷酸。于是，这两种增味剂成了比味精更新型的品种，而且它们比味精具有更突出的优点，即它们单独存在时鲜味虽不强，但如果与味精混合使用，可使味精的鲜味增加 20~30 倍。

(5) 保护剂

食品在加工、储存和运输过程中，为了防止物理和化学变化以及酶、微生物所引起的食品色、香、味发生异常，营养被破坏和损失，甚至发生食品腐败，使用保护剂是必要的。

防腐剂是能抑制和阻滞微生物（或细菌）的生长，对人体毒性极小的物质，它能杀死微生物，但不改变食品的色、香、味，而又不必用一般的加热方法对食品进行灭菌。最常用的防腐剂有：① 苯甲酸，又称安息香酸，化学式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ 。② 山梨酸，化学式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ ；山梨酸的钾盐。③ 丙酸钙，化学式为 $(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO})_2\text{Ca}$ 。④ 甲酸乙酯，化学式为 HCOOC_2H_5 。

防腐剂只能防止或减少由于微生物造成的食品变质现象，但不能防止因空气中的氧气而造成的食物变质。例如，食物中的油脂氧化而变酸（音 shān），是由于不饱和脂肪酸被氧化造成的。氧化作用还能使水果和蔬菜失去维生素 C，如苹果和梨的表面变成褐色。这种能防止食物被氧化的食品添加剂叫做抗氧化剂，主要有：① 维生素 C；② 二丁基羟基甲苯，化学式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}$ ，对热和光都很稳定；③ 丁基羟基茴香醚，对热稳定，但长时间见光会产生颜色；④ α -生育酚，即维生素 E。

(6) 营养强化剂

营养强化剂是一类特别的食品添加剂，它具有特别重要的意义。正常人每天需要各种营养成分，而食物内某种营养成分不足就会引起各种疾病，例如，缺铁会引起贫血，缺少维生

素A会引起夜盲症,缺赖氨酸会影响人体有效地吸收其他必需氨基酸,从而影响人体的生长发育和健康。

众所周知,任何食物都不是完美无缺的,它不可能是所有的营养物质(糖、脂肪、蛋白质、维生素、矿物质)含量都很丰富,只能是某些营养成分多一些,某些营养成分则少一些,甚至严重不足。另外,对于地区性的缺陷(如山区缺碘)、不良饮食习惯(如偏食)、不良烹饪方法造成的营养缺乏,营养强化剂则可以解决部分问题,所谓“强化”,就是添加不足的营养成分。人们最熟悉的例子就是在粮食及其制品中添加赖氨酸。一般来说,大米、白面、玉米中的赖氨酸的含量都很少,如果在大米和白面中添加赖氨酸,就可以使人体均衡地吸收各种必需氨基酸,以合成蛋白质。市售的赖氨酸面包和赖氨酸饼干都是适合儿童生长发育的营养强化食品。又如,在食盐中添加碘,就成了营养强化调味品——加碘盐,对于防止甲状腺肿大有一定的疗效。

目前,食品添加剂已经进入了千家万户,而且多数食品添加剂都是人工合成的化学品,或多或少地具有各种各样的毒性,因此加强对食品添加剂的管理是十分重要的。管理的基本点应该是:①有怀疑的化学品不能作为食品添加剂使用;②已查明有毒和能致癌的化学品禁止使用;③在出售的食品包装上,都应标明使用的食品添加剂的名称及其用量;④要积极研究因摄取食品添加剂造成的毒害,并作出评价;⑤强化食品卫生监督体制;⑥制订统一的食物卫生法规。

从某种意义上来说,食品添加剂是为食品预防疾病的一种药物。一般来说,人们并不忌讳吃药,但你必须知道,现今绝大多数药物也都是人工合成的化学品。因此,在这个意义上来说,我们也不必对食品添加剂产生恐惧心理,而应该采取积极的态度,既要使用它,也要管理它。

6. 阿司匹林

阿司匹林是一种既能解热,又能镇痛,还有消炎、抗风湿作用的药物,是现代生活中最大众化的药物之一。阿司匹林最基本的药理作用是解热镇痛,同时有效地控制由炎症、手术等引起的慢性疼痛,如头痛、牙痛、神经痛、肌肉痛等,而且不会产生依赖性。因此备受人们的推崇而风靡世界。

(1) 解热作用

体温的调节是由丘脑下部的体温调节中枢控制的。体温中枢对体温的调节是通过产热和散热这一对矛盾对立的统一实现的。人体正常体温的保持,就是产热和散热这一对矛盾对立的过程统一在 37°C 左右的结果。染病时之所以发热,是由于机体受到病毒作用所引起的。这些病毒能使粒细胞释放出致热物质——内热源。内热源作用于体温调节中枢,使体温调节点提高到 37°C 以上的水平,这时产热增加、散热减少,因此体温升高。阿司匹林退热作用在于影响散热过程,表现为血管扩张、出汗增加,对产热过程没有实际作用,即不能消除病因。

发热是机体的一种防御反应,能使吞噬细胞活性加强,白细胞增加,抗体生成增多等,以协助消灭入侵的病原体。同时又可作诊断参考,这是好的一面;另一方面,发热消耗体力,引起头痛、失眠等不适症状,并引起各系统特别是中枢神经系统的功能紊乱,甚至危及生命,这是不利的。因此,要一分为二地看待发烧。



(2) 镇痛作用

阿司匹林对牙痛、头痛、神经痛、肌肉痛、关节痛、月经痛均有良好的效果，而且久用无成瘾性，也无呼吸抑制的缺点，因此应用广泛。但对内脏平滑肌绞痛无效。

慢性疼痛的发生，是由于局部炎症或受损伤时，释放出致痛因子——缓激肽等，刺激传入神经末梢痛觉感受器而引起。阿司匹林能对抗缓激肽的致痛作用，但对刺激传入神经轴突所引起的疼痛无效。

1969年，阿司匹林随宇航员阿姆斯特朗登上了月球以治疗“阿波罗”号宇航员们的头痛和肌肉痛，但仍然没有人知道它是如何奏效的。

(3) 消炎抗风湿作用

阿司匹林用于治疗风湿性关节炎、类风湿性关节炎。其抗风湿作用除因有退热、止痛作用外，主要在于消炎、消肿作用，并能抑制风湿活动。但无病因治疗作用，不能根治。其消炎作用原理可能是：

① 抑制致炎物质的生成和加速其灭活。

② 稳定溶酶体膜。

溶酶体是一种细胞器，散于细胞浆内，呈小泡形，内含多种水解酶，能分解各种组织成分。在病理条件下，溶酶体膜受刺激而破裂时，释放出水解酶，可造成组织的炎症和破坏，并产生更多的致炎物质。阿司匹林能稳定溶酶体膜，起到治疗作用，但不影响病因。

根据英国科学家的发现，阿司匹林的作用方式是一组崭新的叫做前列腺素的化合物，已被证明与身体的免疫反应有关联。当身体功能的正常运行受到外来物质或受到不习惯的刺激时，会激发前列腺素的合成。前列腺素是一种类似激素的物质，几乎所有人体细胞都可以产生这种物质，它们是负责引起疼痛、发烧和局部发炎的，它可以向大脑发出疼痛的信号。

最近已经证实阿司匹林能阻碍体内合成前列腺素，因而能减弱身体的发烧、疼痛、发炎症状。这说明阿司匹林的作用比我们表面看到的要多，因为很多疾病都涉及前列腺素。

随着医学科学的发展，阿司匹林越来越多的新用途被逐步发现。例如，用于治疗心脏病、防治老年性痴呆、防止中风以及降低癌症的发病率等。

(4) 不良反应

短期应用一般退热剂量时，不良反应少，但较大剂量和长期使用时，则有一定的不良反应。

① 胃肠道反应

口服对胃黏膜具有直接刺激作用，引起上腹部不适、恶心；用较大剂量可引起不易察觉的胃出血。据研究，每日服 3.9 g 阿司匹林，失血近 6 mL。长期服用溃疡发病率较高。

② 抗凝作用

每天服 3 g 以上，能抑制血小板的凝血因子不易释出，因而延长出血时间。

③ 水杨酸反应

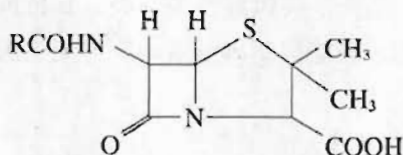
剂量过大（每天 6~8 g），可出现恶心、呕吐、眩晕、耳鸣、听力减退、头痛，甚至精神紊乱。

（资料 6 摘编自《化学教学》，2001 年第 10 期，阿司匹林，胡小铭、吴小鉴）

7. 抗生素

抗生素早期又称抗菌素，是指那些由微生物分泌的化合物，其稀溶液具有抑制或杀灭细菌的能力。近代的抗生素概念，则指微生物及其他有生命的体系所产生的、具有抑制或杀灭其他微生物（包括细菌、霉菌、病毒等）及抗癌能力的化合物。抗生素的作用通常是帮助白细胞阻止细菌繁殖。当一个人生病时，入侵的细菌的繁殖速度比白细胞吞食细菌的速度更快，而且细菌毒素的增加比抗体抑制细菌的速度更快。有了抗生素就可以击退细菌的进攻，起到保护机体的作用。

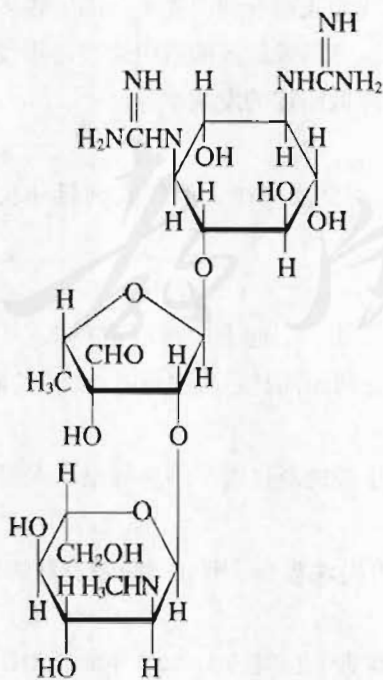
青霉素是最早发现的对许多病原菌有抑制作用，但对动物和人体组织无毒的抗生素。它的结构式为：



式中的 R 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2$ —时，称青霉素 G；R 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2$ —时，称青霉素 V；R 为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{SCH}_2$ —时，称青霉素 O。现在，生产青霉素的方法有：① 利用菌种发酵，再进行精制纯化；② 利用青霉素酰化酶使 6-氨基青霉烷酸发生裂解，可得青霉素，这种方法称为半合成青霉素。

青霉素对难杀死的病原菌（如葡萄球菌、肺炎双球菌、脑膜炎双球菌）都是很有效的，对破伤风杆菌和白喉杆菌等也有作用。青霉素的抗菌机理是干扰细菌细胞壁基本成分的合成，因而毒性较低，但容易引起过敏反应。

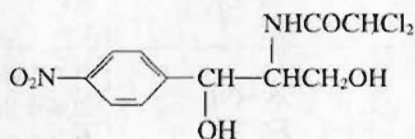
链霉素是对结核杆菌有较强抑制作用的抗生素，在结核病治疗中起过重要的作用，其化学式是 $\text{C}_{21}\text{H}_{39}\text{N}_7\text{O}_{12}$ ，结构式为：





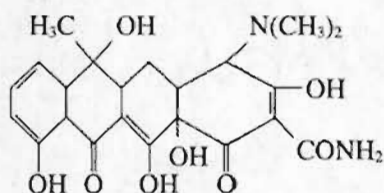
链霉素可以通过菌种发酵和半合成法生产。它是一种水溶性化合物，呈碱性，对革兰氏阳性和阴性细菌都有效，其作用机理是与细菌的核糖体相结合，从而抑制细菌内蛋白质的合成。链霉素对肾和内耳系有慢性毒性。另外，卡那霉素和庆大霉素是与链霉素同类的抗生素。

氯霉素是世界上第一个用化学方法全合成的抗生素，它的学名是D-苏式-1-对硝基苯基-2-二氧乙酰胺基-1,3-丙二醇。化学式是 $C_{11}H_{12}Cl_2N_2O_5$ ，结构式为：



氯霉素对革兰氏阳性和阴性细菌和立克次体以及衣原体等微生物均有抑制作用，临床上主要用于治疗伤寒、副伤寒。由于氯霉素极苦，现在经改进后可制成无味氯霉素和琥珀氯霉素，适于儿童服用。

四环素的化学式是 $C_{22}H_{24}N_2O_8$ ，结构式为：



四环素能抑制微生物的蛋白质的合成，它对立克次体、革兰氏阳性和阴性细菌、螺旋体以及一些大型病毒均有抑制作用，用于治疗肺炎、败血症、斑疹伤寒、尿道感染、细菌性痢疾和肠内阿米巴痢疾。

其他的抗生素还有：用于治疗头癣和手足甲癣的灰黄霉素，用于治疗白血病的正定霉素和阿霉素，用于治疗结核和麻风的利福霉素；能抑制肺炎双球菌和白喉杆菌的红霉素，能抑制结核杆菌的新霉素和卡那霉素；可用作抗肿瘤药物的博来霉素，等等。

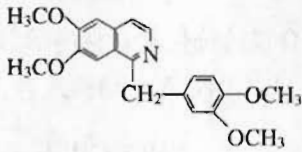
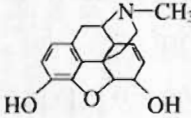
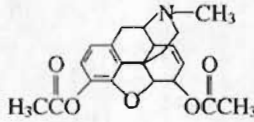
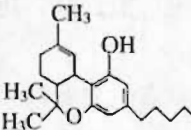
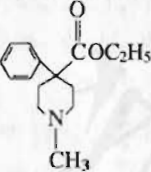
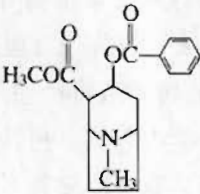
(资料 5、7 摘编自《化学与营养保健》，广西教育出版社，应礼文著)

8. 毒品

毒品一般指非医疗、科研、教学需要而被国家依法管理的，使人有依赖性的麻醉品和精神药品。毒品滥用已成为当今世界普遍关注的严重社会问题。

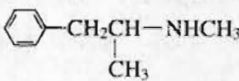
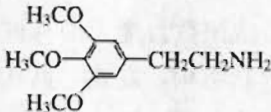
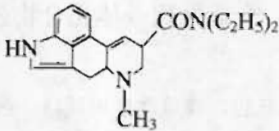
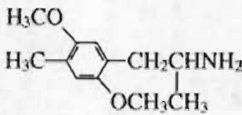
毒品种类繁多，根据不同的标准有不同的分类方法。联合国麻醉药品委员会将毒品分为六大类：吗啡型药物（包括鸦片、吗啡、海洛因和罂粟植物等，是最危险的毒品）；可卡因、可卡叶；大麻；安非它明等人工合成兴奋剂；安眠镇静剂（包括巴比妥类药物和安眠酮）；精神药物，即安定类药物。世界卫生组织（WHO）将当成毒品使用的物质分成 8 大类：吗啡类、巴比妥类、酒精类、可卡因类、印度大麻类、苯丙胺类、柯特（KHAT）类和致幻剂类，其他还有烟碱、挥发性溶液等。目前毒品种类已达到 200 多种，从近年来所查获的吸毒人员所吸毒品来看，主要是海洛因，其次是苯丙胺类的“冰毒”和“摇头丸”等。表 2-3 列出了常见毒品的药理作用及其危害等。

表 2-3 常见毒品的来源、化学结构、功能及危害

名 称	来 源	化 学 结 构	功 能	危 害
阿片 (鸦片、芙蓉膏、大烟)	罂粟中提取	主要成分罂粟碱 	最早用于止痛、止泻、止咳, 使人产生欣快感	使人体质衰弱, 精神颓废, 寿命缩短, 过量可致死
吗啡	鸦片中提取		具有镇痛、镇静、镇咳作用, 用于缓解急性锐痛及心源性哮喘, 其毒性比鸦片强 10~20 倍	导致人注意力、记忆力衰退, 精神失常, 过量使人呼吸停止而死亡
海洛因 (白面, 白粉, 有“毒品之王”之称)	合成 (吗啡的二乙酰衍生物)		毒性比吗啡强 2~3 倍, 使人呈似睡非睡状, 可以把烦恼、忧虑、紧张感暂时忘记	引起心律失常, 肾功能衰竭, 皮肤感染, 肺水肿, 全身性化脓性并发症, 便秘, 性欲亢进, 智力减退, 还可引起肝炎、艾滋病等疾病, 过量致死
大麻	一种植物	最起作用的是四氢大麻酚 	吸入 7 mg 可使人有欣快感, 产生幻觉	失眠, 食欲减退, 性情急躁, 易怒
杜冷丁	合成		镇痛药, 镇痛作用弱于吗啡, 成瘾也比吗啡轻	同吗啡, 但较吗啡轻
可卡因	古柯 (coca 的译音) 植物中提取		成瘾最强的毒品之一, 医药上用作眼、鼻、喉等黏膜的表面麻醉, 成瘾后使人愉快, 精力旺盛, 疲劳感消除, 听觉、视觉和触觉等灵敏度提高	引起偏执狂型的精神病, 孕妇服后导致流产、早产或死亡, 刺激脊髓, 引起惊厥, 严重时可能导致呼吸衰竭死亡



续表

名称	来源	化学结构	功能	危害
冰毒	麻黄中提取 (因其晶体无色透明,像冰一样,故得名)	 及其衍生物	致幻作用强,吸食后毒性发作也较快,容易使人上瘾。服用后使人精神振奋,运动明显增加,睡眠减少,不觉疲倦,也被称为“毒品之王”	长期服用,使人的大脑机能受到损伤,产生偏执性的精神分裂症,精神抑郁,心慌失眠,焦虑不安,人体免疫力下降,内脏器官得病率提高
麦斯卡林	从仙人掌科植物中提取		是一种致幻剂,使人产生强烈而且清晰的视幻觉	初服,产生心动过速,血压和体温升高;长期服用,使人体重减轻,精神焦虑,抑郁
LSD 致幻剂	合成	麦角酰二乙胺 	当代最惊奇、最强烈的迷幻药,服用 20~30 μg 足以使人产生幻觉	长期服用,使人知觉错位,瞳孔放大,视力模糊,颜面发红,头晕,乏力,困倦,震颤,心率加快
摇头丸	合成	 (属冰毒的一种)	服用后精神极度兴奋,可产生飘浮感,会出现一定程度的幻觉和性冲动	引起心律加快,瞳孔放大,血压和体温升高,昏眩,食欲不振,精神混乱,性欲亢进

9. 药物化学家是怎样设计和发现新药的

化学家与其他科学家一样,探索自然界并试图了解它。可是化学家还要扩大这个世界,这就是创造新的化学物质和发现新的化学反应。其中,新药的设计和研制是当前很活跃的领域。化学家责无旁贷地担负着开发新药的重任。

药物化学家进行探索新药的研究时,主要经过两个阶段:第一阶段是要找到一种先导化合物。所谓先导化合物,即对生物学指标有效果,但有可能是效果较差的某种分子结构。一般来讲,先导化合物可以从已知成药的分子结构模拟中获得,也可以从天然药物提取物中分离得到,或者通过药物设计得到。第二个阶段是对找到的先导化合物进行结构修饰与改造,合成得到较高生物活性的化合物。新药的研制开发是一项耗时、耗资的工程,从启动研究开始到获得国家颁发的新药证书,周期一般在 8~12 年,耗资 2 亿多美元。目前我国的新药创制工作比较欠缺,一方面是因为我国创新药物的基础研究比较薄弱;另一方面是因为我国长期以来没有建立起知识产权保护体系,97% 以上的药品是仿制国外的药物。随着我国各种体制的健全,国际知识产权的纳入,科技水平的提高,我国的新药研制也会不断向前发展。

过去传统的药物研究方法是先合成出化合物,确定其结构,然后进行生理活性试验,以

便找到新药。这种方法大约需筛选 8 000~10 000 个化合物,才有可能找到一个新药,完全是靠实验来随机筛选,带有极大的盲目性。随着科技的发展、各种测试手段的出现以及计算机科学技术的快速发展,人们可以根据所掌握的理论知识与实际经验,进行药物分子设计,通过动物模型试验及化合物结构与生物活性之间的关系(简称构效关系),对化合物的生物活性进行估计,对有可能成为药物的化合物再进行合成,这样就大大的减少了随机筛选量,减少了盲目性,加快了寻找新药的步骤。

在研究新药的过程中,最关键、最难的就是寻找先导化合物。从已知成药分子结构中及天然化合物中获得先导化合物的局限性太大,而且往往会遇到对要治疗的靶分子(药物受体或酶)不起作用,而最近发展起来的“组合化学”可以解决这个问题。组合化学是以有机化学为基础,与生物化学、药物化学密不可分,并涉及到数学、物理、计算机等的新兴交叉学科。它经过一定设计,能在短时间内快速合成出数目庞大的有机化合物,并试验其对同一靶分子的作用,从中可以找到作用于靶分子的新结构,发现一批具有生物活性的药物前体,为发现先导化合物、筛选药物等方面开辟了更为广阔的天地。

组合化学应用于药物开发已有不少成功的例子。例如,美国 Merck 公司要寻找一个具有激活生长激素释放活性的化合物,他们找到了这样的一个母体化合物,通过组合化学合成其类似物。在制备了大量的类似物后,发现一个活性比母体化合物强 40 倍的化合物,目前该化合物已进入最后的临床研究阶段。

(资料 8、9 摘编自《普通化学》第五版,高等教育出版社,浙江大学普通化学教研组编)



第三章 探索生活材料

本章说明

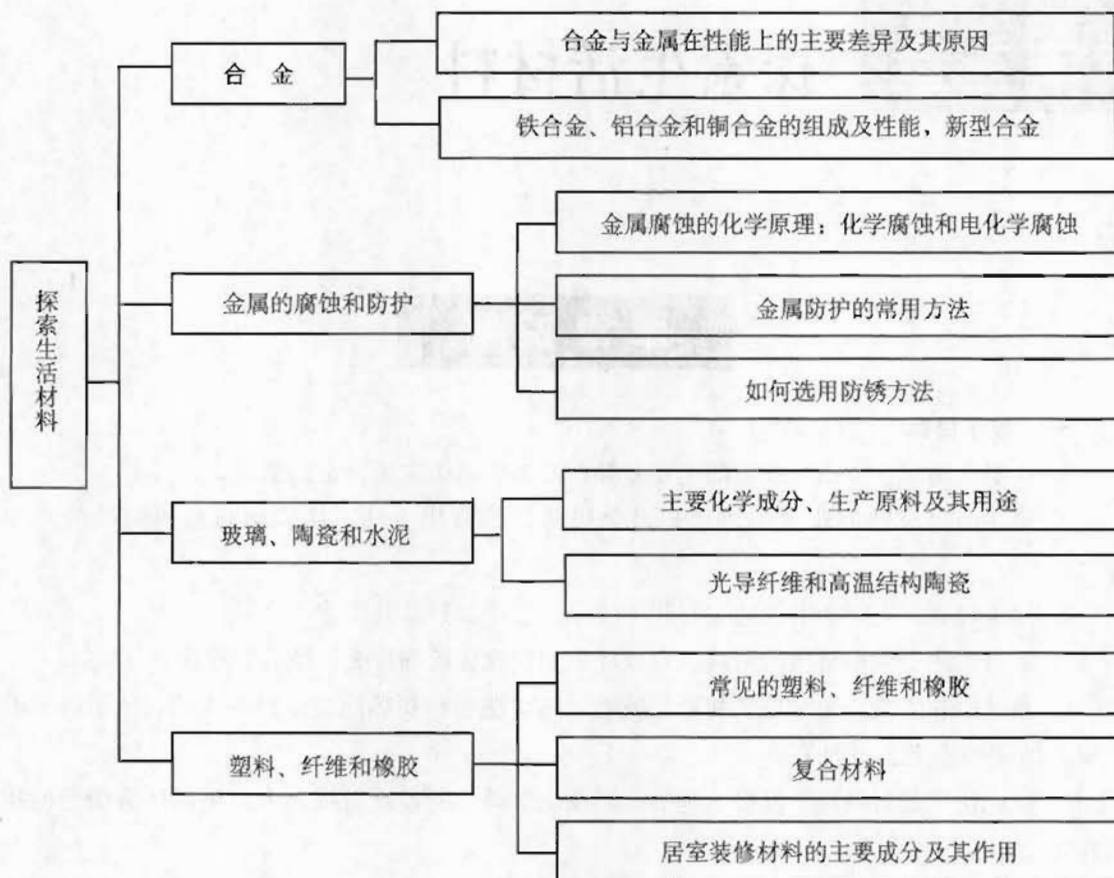
一、教学目标

1. 认识金属与合金在性能上的主要差异，知道生活中常见合金的组成。
2. 描述金属腐蚀的化学原理，知道金属防护的常用方法，认识防止金属腐蚀的重要意义。
3. 知道玻璃、陶瓷和水泥的主要化学成分、生产原料及其用途。
4. 举例说明生活中常用的塑料、合成纤维和合成橡胶的种类、性能和用途。
5. 通过钢和生铁、光学玻璃和彩色玻璃、热塑性塑料和热固性塑料等实例，认识材料的组成、结构和性能之间的关系。
6. 认识化学是材料科学发展的基础，以及化学科学的发展对提高人类生活质量所起的积极作用，激发学习化学的兴趣。

二、内容分析

本章以材料为主线，将金属材料（合金）、无机非金属材料（玻璃、陶瓷和水泥）和有机高分子材料（塑料、纤维和橡胶）有机地组织在一起。本章既包括常识性的内容，如铁合金、铝合金和铜合金的组成，玻璃、陶瓷和水泥的主要化学成分，塑料、合成纤维和合成橡胶的种类、性能和用途等；又介绍了化学学科的基本原理，如化学腐蚀和电化学腐蚀、金属防护常用的方法等；同时渗透了化学科学的一些基本观念，如物质组成的微小改变可能引起物质性能的巨大改变，物质的结构和性能之间具有密切的关系，反应条件对物质的性能有很大的影响，等等。

本章的内容结构如下：



三、课时建议

第一节	合金	1 课时
第二节	金属的腐蚀和防护	2 课时
第三节	玻璃、陶瓷和水泥	2 课时
第四节	塑料、纤维和橡胶	2 课时
复习		2 课时

教学建议

第一节 合金

一、教学设计

在义务教育教科书和高中课程标准必修教科书化学1中，关于合金已经介绍了很多。如何遵照课程标准的要求，在义务教育阶段和高中必修课程的基础上，使学生对合金的认识有进一步的深入和提高，这是编写本节教科书时主要考虑的问题。

本节包括“认识合金”和“使用合金”两部分内容。

在“认识合金”中，采用图示（图3-1）的形式，将纯金属和合金的结构加以比较，指出



在纯金属内，原子的排列十分规整，而合金内由于加入了其他元素的原子，使得原子层之间的相对滑动变得困难，因而性能发生了改变。目的是使学生对合金与纯金属在性能上的差异（如硬度、熔点等）从结构角度有个大致了解，从而对合金的认识更深入一步。

在“使用合金”中，介绍了铁合金、铝合金、铜合金，以及新型合金如储氢合金等。在介绍这几种常见合金的组成、性能和用途的同时，重点强调：由于含碳量不同，钢和生铁的性能有很大差异；向钢中加入不同的合金元素（如Cr、Mn、Ni等），可制得不同性能的合金钢。以进一步强化“合金的性能可以通过所添加的合金元素的种类、含量和生成合金的条件等来加以调节”这一基本观念。

本节教学重点：金属和合金在性能上的主要差异及其原因，铁合金、铝合金和铜合金的组成、性能和用途。

本节教学难点：合金的结构与性能之间的关系，合金元素的种类、含量对合金性能的影响。

教学建议如下：

1. 注意处理好与义务教育阶段和高中必修课程的合理衔接。

关于铁合金、铝合金、铜合金的组成、性能和用途，学生已有知识基础，可以采取学生自学、总结的方式。例如，对于铁合金，可引导学生以列表的形式加以归纳和总结。

铁 合 金	生铁 (含碳量为 2%~4.3%)	炼钢生铁 (白口铁)	碳的存在形式： Fe_3C 特点：硬而脆，不宜进行铸造和机械加工 用途：主要用于炼钢
		铸造生铁 (灰口铁)	碳的存在形式：片状石墨 特点：具有良好的切削和铸造性能，但强度较差，不能锻轧 用途：制造各种铸件等
		球墨铸铁	碳的存在形式：球状石墨 特点：某些性能接近钢，但价格比钢便宜 用途：在某些场合可代替钢，如制造齿轮、阀门等
	钢 (含碳量为 0.03%~2%)	碳素钢	种类：低碳钢：含碳量低于0.3%；中碳钢：含碳量为0.3%~0.6%； 高碳钢：含碳量高于0.6% 用途：低碳钢和中碳钢常用于制造机械零件、钢管等，高碳钢常用于制造刀具、量具和模具等
		合金钢	在碳素钢中加入一种或几种其他元素制成的具有特殊性能的钢。例如，常用不锈钢的合金元素是铬和镍，抗腐蚀性能好；锰钢的合金元素是锰，韧性好、硬度大，常用于制造钢轨、轴承等

2. 精心组织好教科书中设置的活动。

本节设置了2个“思考与交流”、2个“学与问”、1个“实践活动”和3个“资料卡片”，活动较多。第一个“思考与交流”针对学生已有的合金知识基础，让学生查阅资料，填写制造不同汽车配件所用的金属或合金，并解释使用这种材料的原因，目的是激发学生的兴趣。第二个“思考与交流”密切联系学生的生活实际，就我国发行的第五套人民币中的1元、5角和1角硬币的一些问题展开讨论。教学过程中应精心组织好这些活动，以启发学生思维，培养学生分析问题和解决问题的能力。

3. 建议补充介绍一些新型合金，以开阔学生视野。

由于新型合金的种类很多，教科书从氢能是未来的理想能源这一角度选取了储氢合金进

行介绍，并以图+图注的形式介绍了钛合金和耐热合金（图 3-11 和图 3-12）。在教学过程中，教师可补充有关新型合金的资料，特别是金属和合金在尖端科技领域中的应用，以增强学生对金属和合金重要性的认识。有条件的学校可以让学生通过互联网等媒体来查阅、收集有关新型合金的资料，然后在班上进行展示和交流。

教学设计参考：

【教学设计 1】

提出问题：什么是合金？→概念讲授→讨论：日常生活中用到的金属制品中哪些属于合金？→合金具有优良的物理性能：强度和硬度大、熔点低→讨论：为什么合金具有这些优良的物理性能？→进一步明确：结构决定性质。

学生列举最常见的合金：铁合金、铝合金→讲授铁合金的分类、特点→学生列举生活中常见的各种铁合金的不同用途→铝合金、铜合金的主要用途→介绍新型合金材料。

【教学设计 2】

课前布置：搜集生活中用到的金属制品的资料，了解其中合金的组成（教师可提示重点搜集铁合金、铝合金以及铜合金的资料）→学生可通过各种渠道进行查找：网络、图书和其他媒体等→课上分组汇总→找出各种合金共同的物理性能→教师帮助总结→铁合金的分类及用途→铝合金、铜合金的主要用途→讲授合金的概念→合金的物理性能→讨论：为什么合金具有这些物理性能？→进一步明确：结构决定性质→教师介绍新型合金材料。

二、活动建议

【实践活动】

提示：按制罐金属材料的材质划分，易拉罐主要可分为铝制和铁制两种。许多易拉罐的罐体上标明了所用的材料，如“可口可乐”的罐体上标有“铝”的字样等。要确定易拉罐的主要成分，既可以采用物理方法（如铁制易拉罐可被磁铁吸引，而铝制易拉罐则不能），也可以采用化学方法（如铝制易拉罐既能与酸反应，又能与碱反应）。

三、问题交流

【思考与交流 1】

（1）以下表格仅供参考。

汽车配件	金属或合金	使用原因
电线芯	铜	导电性好，价格便宜
汽车外壳	软钢（一种低碳钢，含碳量为 0.13%~0.2%）	价格便宜，硬度和强度较小，可塑性高，加工成型性和焊接性好
灯丝	钨	熔点最高（3 410℃）
发动机	铝合金	密度小，强度大，具有较强的抗腐蚀能力
排气管	不锈钢	抗腐蚀性能好

（2）农村学生可能对汽车配件不太熟悉，教学中可以结合农村的实际，让其调查农业机械如农机具的不同配件所使用的材料，并分析可能的原因。

【思考与交流 2】

这个活动具有开放性，以下内容仅供参考。



1. 铸造硬币的合金应该具有一定的硬度，能耐磨损和抗腐蚀，这样硬币才可以使用一定的年限；铸造硬币的合金也不能太硬，否则，硬币上的图案和数字不易被压印出来；铸造硬币的合金也不能太昂贵，等等。

2. 三种金属的价值：镍>铜>铝。

3. 铸造硬币所用合金的实际价值应该低于面值。如果高于面值，人们可能会把硬币收藏起来或高价出售，而不当作货币使用。

【学与问 1】

在纯金属内，所有的原子大小相同，排列十分规整。而合金内原子的大小不一，排列没有纯金属那样整齐，使得原子之间的相互作用力减小。所以，多数合金的熔点一般比各成分金属的低。

【学与问 2】

日常生活中常用的不锈钢在大气中比较稳定，不容易生锈。但是如果放在海水中，海水中的氯离子会使这种不锈钢发生腐蚀。设置这样一个问题的目的是让学生了解不锈钢的“不锈”是相对的，是与使用条件有关的，从而树立介质环境对物质性能有很大的影响这样一个观念。

实际上，不锈钢是具有抵抗大气、酸、碱、盐等腐蚀作用的合金钢的总称。不锈钢的含义可归纳为三种：(1) 狭义型，仅指在无污染大气中不生锈的钢；(2) 习惯型，指狭义型含义的不锈钢和耐酸钢的统称；(3) 广义型，指习惯型含义的不锈钢和耐耐热钢的泛称。不锈钢种类繁多、性能各异，按化学成分可分为铬不锈钢和铬镍不锈钢两大类；按使用的介质环境可分为耐硝酸不锈钢、耐硫酸不锈钢、耐尿素不锈钢和耐海水不锈钢等。

四、习题参考

1. 提示：从合金与纯金属的结构不同简单加以说明。

2. C

3. 武德合金可用于制电路保险丝、自动灭火和防爆安全装置等。

4. 提示：(1) 手术刀：不锈钢；(2) 防盗门：铁合金；(3) 门锁：铁合金或铜合金；(4) 钥匙：铁合金、铝合金或铜合金；(5) 饰物：金或铂的合金；(6) 飞机外壳：铝合金。

5. 提示：铝合金的密度小、强度高、易成型、抗腐蚀能力强，所以更适合制造高层建筑的门窗。

说明：4、5 题都是开放式习题，可以有多种答案，只要理由充分即可。

6. 提示：钛合金具有密度小、强度高、耐高温和抗腐蚀等优良性能，是制造飞机、火箭发动机、人造卫星外壳和宇宙飞船船舱等的重要材料；同时，由于钛合金的强度高，可以承受深海的压力，特别是能抗海水的腐蚀，可用于制造深海潜艇、海底石油的设备等。因此，钛及钛合金被誉为“空间金属”和“深海金属”。

第二节 金属的腐蚀和防护

一、教学设计

在高中课程标准必修教科书化学 2 中，已经介绍了化学能与电能的转换，即原电池的相

关知识。本节是在此基础上，引导学生了解金属的腐蚀原理和防护方法等。

本节包括两部分内容：金属的腐蚀和金属的防护。

金属的腐蚀包括化学腐蚀和电化学腐蚀两部分内容。在化学腐蚀中，以家用燃气灶的中心部位很容易生锈，而食品罐头放在南极已差不多 90 年了，却很少生锈为例（图 3-14），强调温度（反应条件）对化学腐蚀的影响比较明显。在电化学腐蚀中，通过“科学探究”，让学生设计实验探究铁钉锈蚀需要哪些条件，以及在什么条件下锈蚀速率较快，引出电化学腐蚀。为了降低难度，教科书中没有出现“吸氧腐蚀”和“析氢腐蚀”这两个名词，只是介绍了钢铁发生电化学腐蚀时在正极上发生的这两类原电池反应。最后强调指出化学腐蚀和电化学腐蚀的本质是金属原子失去电子变成阳离子的过程。

由于对金属防护常用的方法，学生已经有许多生活经验。因此，教科书通过图示（图 3-16 和图 3-18）和活动（2 个“思考与交流”）的方式，由学生自己总结，并解释这些方法为什么可以达到防止金属腐蚀的目的。最后介绍了牺牲更活泼金属的防护方法。同样，为了降低难度，未出现“牺牲阳极的阴极保护法”这个名词，而是简单介绍这种保护方法的原理及其应用。

本节教学重点：金属的电化学腐蚀原理，金属防护的常用方法和意义。

本节教学难点：金属的电化学腐蚀原理。

教学建议如下：

1. 准确把握教学要求。

金属的腐蚀和防护属于化学学科的基础知识。对于选修《化学与生活》模块的学生来说，课程标准对这部分内容的要求是比较低的：能够“描述金属腐蚀的化学原理，知道金属防护的常用方法，认识防止金属腐蚀的重要意义”。因此，教学过程中要准确把握教学要求，不宜加深和拓宽，以免加重学生的学习负担。

例如，对于钢铁发生电化学腐蚀的原理，只要求学生知道在负极上铁失去电子而被氧化成 Fe^{2+} ，在正极上发生的反应有 O_2 得电子和 H^+ 得电子两种情况，而发生哪种反应是和钢铁表面吸附的水膜酸性有关。不要把电化学腐蚀分为吸氧腐蚀和析氢腐蚀来加以对比和强化。

2. 充分发挥图画的直观教育效果。

本节中图画较多，图画和图注中包含了丰富的信息，这些信息都和正文内容有密切的联系。教学过程中应当挖掘这些图画的教育内涵，充分发挥其直观教育效果。需要注意的是，有的图注提出了一些问题，这些问题有的是强化某些观念，如图 3-14 是强调温度对化学腐蚀的影响，图 3-17 则是说明介质对金属腐蚀的影响；有的则属于开放性问题，如图 3-18 中的问题等，教学过程中对这些问题要引导学生积极思考。

3. 密切联系学生的生活实际，激发学生的学习兴趣。

金属的腐蚀和防护与学生的生活实际联系较为密切，教学过程中要充分利用这一点，调动学生学习的积极性。教科书中已经给出了一些例子，教师还可以作一些补充。例如，做饭用的铁锅日久天长越用越薄，炼钢倾倒入钢水时钢花四溅，轧钢时火红的钢锭被氧化后层层脱落等都是发生的化学腐蚀。即在高温下，铁与空气中的氧气发生反应生成四氧化三铁。



教学设计参考:

【教学设计 1】

问题引入: 列举生活实例→提出问题: 金属腐蚀有哪些危害? 金属为什么会被腐蚀? →探究金属腐蚀发生的条件→金属腐蚀的分类→多媒体展示: 化学腐蚀和电化学腐蚀→电化学腐蚀的原理: 电极反应→金属腐蚀的本质→讨论: 金属腐蚀的防护思路和方法→思考与交流。

【教学设计 2】

实验引入 (提前做好实验, 课上分析结果): 不同条件下铁钉的锈蚀→分组设计、操作→分析不同的实验结果→归纳: 金属腐蚀的原因→金属腐蚀的分类→电化学腐蚀的原理: 电极反应→金属腐蚀的本质→思考: 金属腐蚀的防护思路和方法→多媒体展示: 生活中防止金属腐蚀的常用方法。

二、活动建议

【科学探究】

这个探究包括两个方面:

1. 铁钉锈蚀需要哪些条件?
2. 在什么条件下铁钉锈蚀速率较快?

关于铁钉锈蚀需要哪些条件的探究, 初中已经做过, 学生有知识基础, 此处起一个回忆、复习的作用。本探究的第二个目的是让学生观察、比较铁钉和电解质溶液接触时与没有和电解质溶液接触时锈蚀的快慢, 从而引出电化学腐蚀的原理。

该探究活动可以采取先共同讨论、后分组实验的方法。另外, 由于铁钉的锈蚀实验需要的时间较长 (大约一周左右), 所以教师应合理安排时间, 使学生充分做好预习和讨论工作。

可参考以下思路进行实验方案设计, 也可以设计别的方案。

将五根洁净无锈的铁钉分别放入五支试管中。

1. 在第一支试管中加入经煮沸后迅速冷却的蒸馏水, 使蒸馏水浸没铁钉, 然后加入适量植物油以隔绝空气, 使铁钉只与水接触, 不与空气接触;
2. 在第二支试管中放入棉花和干燥剂 CaCl_2 , 并塞上塞子, 使铁钉只与空气接触, 不与水接触;
3. 在第三支试管中加入蒸馏水至浸没 $1/2$ 的铁钉, 使铁钉既与水接触, 又与空气接触;
4. 在第四支试管中加入 NaCl 溶液至浸没 $1/2$ 的铁钉, 使铁钉既与 NaCl 溶液接触, 又与空气接触;
5. 在第五支试管中加入 CH_3COOH 溶液至浸没 $1/2$ 的铁钉, 使铁钉既与 CH_3COOH 溶液接触, 又与空气接触。

观察以上试管的反应现象, 可以得出铁钉与空气、水同时接触才会发生锈蚀; 与 NaCl 溶液、 CH_3COOH 溶液等电解质溶液接触会加速铁钉的锈蚀等结论。

三、问题交流

【思考与交流 1】

为了防止自行车的金属构件生锈, 主要采取在金属构件的表面上加防护层的方法。例如, 在链条和齿轮上涂机油; 在车架和挡泥板上烤一层漆; 将车座弹簧用一层“烤蓝”(四氧化三铁保护层) 保护; 将车把、钢圈和车辐条进行电镀 (车把、钢圈一般采用三层电镀: 底层镀

铜、中间镀镍、表层镀铬，车辐条表面一般镀锌），等等。此外，用不锈钢制作车辐条，用铝合金代替钢铁制作一些构件等也是防止自行车的金属构件生锈的常用方法。

【思考与交流 2】

金属防护的方法很多，主要从金属的本性和介质两个方面考虑，如改变金属的内部组织结构、在金属表面覆盖保护层和电化学保护等。

1. 改变金属的内部组织结构

例如，把铬、镍等合金元素加入普通钢中制成不锈钢，就大大增强了钢铁的抗腐蚀能力。

2. 在金属表面覆盖保护层

在金属表面覆盖致密的保护层，从而使金属制品跟周围介质隔离开来，这是一种普遍采用的防护方法。

以钢铁的防护为例，根据保护层成分的不同，可分为如下几种：

(1) 在钢铁表面涂油漆或油脂、喷漆或喷塑、覆盖搪瓷或塑料等物质，使钢铁制品不与空气或水接触，能有效地防止钢铁被腐蚀。

(2) 在钢铁表面镀上一层其他金属，如 Zn、Sn、Cr 和 Ni 等。这些金属能氧化而形成一层致密的氧化物薄膜，从而阻止水和空气等对钢铁的腐蚀。

3. 电化学保护法

电化学保护法就是利用原电池的反应原理，把引起金属发生电化学腐蚀的原电池反应消除，从而达到防止金属腐蚀的目的。此处只要求学生了解教科书中介绍的牺牲更活泼金属的保护法。

此外，减少腐蚀介质的浓度，控制环境的温度和湿度，在腐蚀介质中添加能降低腐蚀速率的物质（称为缓蚀剂）等都能减少和防止金属腐蚀。

【思考与交流 3】

这个活动具有开放性。三种防锈方法都有优缺点，不管学生选择哪种方法，只要能说出理由即可，答案不强求一致。本活动主要培养学生综合考虑问题的能力和发表自己见解的能力等。

活动参考：

方法 a（涂油漆）的优点是成本较低，缺点是油漆层容易脱落，保护作用一般，不太适合大桥要使用多年的要求，而且也不适合在风景区使用。

方法 b（使用镀铬的钢）的优点是保护作用优良，外表美观，适合在风景区使用。

方法 c（使用不锈钢）的优点是保护作用优良，外表美观，但成本较高，应酌情考虑。

四、习题参考

1. (1) 铁制品与氧气（或空气）和水（或水蒸气）同时接触才会发生锈蚀。与电解质溶液接触、温度升高等都会加速铁制品锈蚀。

(2) 由于月球上没有空气（目前人类尚不能确定月球上是否有水存在），所以铁在月球上不会生锈。

(3) 因为新疆吐鲁番空气干燥，所以与海南省相比，在吐鲁番铁生锈相对慢一些。

2. 金属腐蚀的本质是金属原子失去电子变成阳离子的过程，即金属在腐蚀过程中发生了氧化还原反应。

3. (1) 铝与空气中的氧气反应生成致密的氧化铝薄膜，能覆盖在铝表面，从而保护里层



的铝不再与氧气反应。因此，铝不需要特别处理就具有抗腐蚀能力。

(2) 从钢和铁的物理性质如强度、硬度以及价格等角度考虑。

(3) 和 (4) 主要从防止钢铁生锈的成本角度考虑。

5. 本题是开放式习题。每种钢铁制品可以有多种防锈方法，如有的水龙头是不锈钢的，有的是镀铬的；有的电冰箱和洗衣机表面是喷漆的，有的是喷塑的，等等。

参考：

(2) 邮筒、(7) 钢制窗框、(8) 健身器材、(10) 农用机械、农具和 (11) 城市道路护栏等钢铁制品常采用喷漆的方法来防锈；

(1) 炊具、餐具和 (12) 汽车尾气管等常用不锈钢制造以防锈；

(5) 罐头盒常采用马口铁制造以防锈（马口铁是在钢上镀上一层无毒而又耐腐蚀的 Sn）；

(9) 海水中的钢闸门常采用牺牲更活泼金属的方法来防锈，如在钢闸门上连接一种比铁更活泼的金属如锌等。

第三节 玻璃、陶瓷和水泥

一、教学设计

本节主要介绍了玻璃、陶瓷和水泥的主要化学成分、生产原料和用途，以及光导纤维和高温结构陶瓷等新型材料。

对于玻璃，强调调整玻璃的化学组成和对玻璃进行各种工艺处理，可以制得具有不同性能和用途的玻璃，并以光学玻璃、彩色玻璃和钢化玻璃等为例作了说明。对于陶瓷，是从陶器的发明对于人类的重要意义这个角度来引入的。对于水泥，则是从实用的角度出发，介绍了水泥的强度等级和存放时的注意事项等。

介绍光导纤维和高温结构陶瓷，目的是让学生了解新型材料在高新科技领域中的广泛应用，认识化学对于促进社会发展和科技进步等方面所起的重要作用。

本节教学重点：玻璃的主要成分和生产原理，水泥的主要成分和使用注意事项，以玻璃和陶瓷为例认识物质的组成和反应条件对性能和用途的影响。

本节教学难点：初步建立物质的组成和反应条件对性能和用途有很大的影响等基本观念。

教学建议如下：

1. 对于玻璃、陶瓷和水泥，可以从不同的角度来引入。

例如，对于玻璃，可通过“学与问1”和图3-21入手提出问题，进而介绍制造普通玻璃的主要原料、生产时的反应原理和主要成分，以及玻璃态的概念；对于陶瓷，可利用图片或录像从人类科技发展史或中华文明发展史的角度引入，进而介绍制造陶器的主要原料、生产过程（图3-27）；对于水泥，则可以从水泥的广泛使用入手，介绍生产水泥的主要原料、水泥的化学成分和水硬性。

2. 对于玻璃、陶瓷和水泥，要突出不同的重点。

例如，对于玻璃，重点是以硼硅酸盐玻璃（向普通玻璃中加入一定量的 B_2O_3 ）、光学玻璃、彩色玻璃和钢化玻璃等为例，让学生认识物质的组成和反应条件对性能和用途的影响；对于陶瓷，重点是让学生了解陶器的发明对于人类的重要意义，以及通过讨论釉料中的金属

元素、烧制时的空气用量和彩釉颜色的关系,进一步加深对物质的组成和反应条件对性能和用途影响的认识;水泥的重点则是让学生了解水泥的使用方法和注意事项等。

3. 光导纤维和高温结构陶瓷的教学要体现开放性,如充分利用图片或录像等,也可以通过参观、展览等活动进行,以开阔学生视野,激发学习兴趣。

教学设计参考:

【教学设计 1】采用情感体验与问题探究相结合的教学方法。

1. 玻璃和陶瓷

观看玻璃的生产流程和琳琅满目的玻璃制品的录像,激发学生强烈的求知欲。在此基础上,提出以下问题:

- (1) 制造普通玻璃的主要原料是什么?
- (2) 玻璃窑中主要发生了哪些化学反应?
- (3) 玻璃为什么可以被人工吹制成形状不同的制品?
- (4) 制造高级化学反应容器的玻璃和普通玻璃有何不同?
- (5) 光学玻璃、彩色玻璃、变色玻璃、钢化玻璃是怎样制造的?

观看陶瓷的录像之后,提出以下问题:

- (1) 你知道哪些陶器?哪些瓷器?两者有何区别?
- (2) 制造陶瓷器的主要原料是什么?手工制造陶瓷器有哪些过程?
- (3) 瓷器上釉是怎么回事?绚丽多彩的瓷器是怎样制得的?
- (4) 在普通釉料中加入不同的金属元素,烧制时的空气用量不同,都会影响彩釉的颜色。

这对你有什么启示?

然后引导学生自学和相互讨论,最后师生进行总结。

2. 水泥

观看水泥的录像→展示水泥样品→进行实验,观察水泥的硬化过程→讲解水泥的水硬性,简介水泥的强度等级标准→提问:什么叫水泥砂浆?什么叫钢筋混凝土?钢筋混凝土为什么能支撑高楼大厦?→指导学生阅读并完成“思考与交流”中的问题1,布置问题2为课后作业。

3. 光导纤维和高温结构陶瓷

观看录像后,引导学生畅谈感想和体会,认识化学对于促进社会和科技发展所起的重要作用。

以上设计的基本流程是:感受体验(观看录像)→设问质疑(提出问题)→自学讨论→释疑归纳。

【教学设计 2】以问题情境切入,采用启发讲授和讨论交流相结合的教学方法。

展示各种玻璃制品的图片,设计问题情境:普通玻璃的生产原料是什么?主要化学反应是什么?→教师讲解主要的化学反应→展示图 3-21,并提问:玻璃为什么可以被人工吹制成形状不同的制品?→学生看书后回答→教师提问:普通玻璃制品虽然玲珑剔透,但有很多致命的缺点,如易碎、不耐高温、骤冷或骤热发生炸裂等,如何改造其缺点提高其性能呢?→学生讨论→展示硼硅酸盐玻璃、光学玻璃、彩色玻璃和钢化玻璃等图片→请同学讲解这几种玻璃是如何制造的→布置“实践活动1”,然后进行交流(也可以提前布置,课上交流)。

基本流程是:设计问题情境→讲解或自学讨论→归纳与总结。



二、活动建议

【实践活动 1】

建议将学生分成不同小组，每个小组负责研究一种玻璃。可通过科普读物或网络进行查阅，成果可以小论文、自述等多种形式进行交流。

提示：

1. 化学实验室中的玻璃仪器通常是用硼硅酸盐玻璃制造的。向普通玻璃中加入一定量的 B_2O_3 等就制得硼硅酸盐玻璃。硼硅酸盐玻璃的热膨胀系数小，化学稳定性好，因而更耐高温和耐化学腐蚀，常用于制造化学仪器。

2. 钢化玻璃、夹层玻璃，以及由钢化玻璃或夹层玻璃组合加工而成的其他玻璃制品如中空玻璃等都属于安全玻璃。

经过热处理工艺制得的钢化玻璃具有良好的机械性能，而且破碎后的碎片没有尖锐的棱角，能够达到安全要求，常作为汽车或火车的窗玻璃等。

夹层玻璃是在两层玻璃中间夹一层或多层聚乙烯醇缩丁醛（PVB）薄膜，在加热、加压的条件下黏合而成。夹层玻璃具有抗冲击、防紫外线、隔音和隔热等性能。当夹层玻璃破碎后，碎片仍然粘在 PVB 膜上。一般多用于汽车的前风挡和高层建筑物的窗户等。

中空玻璃是指把两片或两片以上的玻璃中间充以干燥的空气，四周密封而制成的玻璃。中空玻璃能起到隔音、隔热和防结露等作用，广泛应用于建筑物的窗户、冷藏库和冷藏柜等。

变色玻璃可参考教科书中的“资料卡片”。

【实践活动 2】

该活动可作为课堂演示实验或学生家庭小实验。建议用透明的食品包装盒（如盛放月饼的小塑料盒）作容器，水泥硬化时间与水泥的组成和环境温度等有关，课堂演示一般需 15 min 以上才有明显的硬化现象。

三、问题交流

【学与问 1】

玻璃与晶体不同，没有一定的熔点，而是在某个温度范围内逐渐软化。在软化状态时，玻璃可以被人工吹制成任何形状的制品。

【学与问 2】

陶瓷烧制时发生了复杂的化学反应。一方面，在普通釉料中加入不同的金属元素，烧制时生成不同的金属氧化物（组成不同），不同的金属氧化物颜色不同；另一方面，烧制时空气用量不同（反应条件不同），得到金属离子的氧化态不同，因此颜色也不同。

设置这样一个问题的目的是让学生进一步体会物质的组成和反应条件对性能和用途的影响，从而强化学生对这个基本观念的认识。

【思考与交流】

以下内容仅供参考。

1. 水泥具有水硬性，跟水掺和、搅拌并静置后很容易凝固变硬。水泥的吸水能力很强，能吸收空气中的水分并与之发生反应而硬化变质。因此，水泥在储存和运输过程中要注意防水、防潮。装有水泥砂浆的专用运输车不断旋转就是为了防止静置凝固。

2. (1) 注意防水、防潮，一定要在保质期内使用。

(2) 所用水泥的强度等级符合要求。

(3) 水泥运输和使用时要注意防止粉尘污染, 散装水泥要用专用车辆运输。

(4) 加入的水应选用洁净的淡水, 不得含有油脂类或糖类物质。

(5) 拌合后的混凝土应及时浇筑, 放置时间不应超过 2 小时。严禁将已终凝的混凝土重新拌合使用。

(6) 混凝土浇筑后应及时养护, 保持混凝土湿润。夏季高温季节要注意防止阳光曝晒, 增加浇水养护次数; 冬季低温季节应采取保温措施, 避免混凝土受冻。养护时间一般不得少于 7 天。

(7) 要与砂石、钢筋、外加剂等辅助材料合理搭配、正确使用。

四、习题参考

1. 玻璃的化学组成不同, 制造玻璃时的工艺(反应条件)不同, 都会影响玻璃的性能和用途。回收和再利用是减少玻璃垃圾最有效的方法。

2. 2001 年 4 月我国实施的水泥新标准用强度等级来表示水泥的不同性能。将水泥和砂子按规定的比例混合, 制成规定大小和形状的水泥试件。把水泥试件在水中养护 28 天时所具有的抗压强度的最低值(单位: MPa) 确定为水泥的强度等级。例如, 检测到某水泥试件养护到 28 天时所具有的抗压强度为 42.5 MPa, 则这种水泥的强度等级为 42.5。

除了抗压强度以外, 不同强度等级的水泥对于 28 天时的抗折强度也有一定的指标要求。而且虽然水泥的强度等级是根据 28 天时的抗压强度指标的最低值来确定的, 但养护到 3 天时也有相应的抗压强度和抗折强度指标要求。

3. 除了光导纤维外, 人们已经研制出了许多新型玻璃, 如防盗玻璃、钢化玻璃等安全玻璃; 微晶玻璃也是异军突起, 应用前景十分广阔。除高温结构陶瓷外, 新型陶瓷层出不穷, 如纳米陶瓷、氧化物陶瓷和压电陶瓷等。

4. 变色水泥的颜色主要受空气中水分含量的影响。例如, 空气干燥时可能呈蓝色或蓝紫色(CoCl_2 或 $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$); 空气潮湿时可能呈紫红色或粉红色($\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)。

第四节 塑料、纤维和橡胶

一、教学设计

合成材料无论是在人们的衣、食、住、行, 还是在现代工农业生产, 或是在某些尖端科学技术领域中发挥着越来越重要的作用。本节主要介绍了传统的三大合成材料: 塑料、合成纤维和合成橡胶, 以及在航空航天、生物工程和机械工业等领域中应用日益广泛的复合材料。

介绍塑料时, 重点是以热塑性塑料和热固性塑料为例, 让学生了解物质的结构对性能和用途的影响, 同时以列表的形式介绍了常见塑料的化学成分、性能和用途。介绍纤维和橡胶时, 重点强调化学方法在制造合成纤维和合成橡胶时所起到的重要作用, 并以橡胶的硫化为例进一步强化学生对物质的结构和性能、用途之间关系的认识。介绍复合材料时, 则是强调不仅可以选择不同的组分材料, 而且可以通过改变各组分材料的含量来制造复合材料, 以满足不同的需求, 实际上也是在渗透物质的组成对性能和用途有很大的影响这样一个基本观念。

本节教学重点: 以热塑性塑料和热固性塑料以及橡胶的硫化为例, 了解物质的结构对性能和用途的影响; 化学在提供生活材料方面的重要作用。



本节教学难点：认识物质的组成、结构与性能和用途的关系。

教学建议如下：

1. 对于塑料，可从展示聚乙烯塑料制品（如食品保鲜膜）引入，然后利用上述样品进行科学探究，并对比电木的特性，进而比较热塑性塑料和热固性塑料的性质差异，在此基础上讨论两者的结构特点。

2. 对于纤维和橡胶，可从“科学探究 2”入手认识合成纤维的性质，然后引导学生讨论：谈谈你对日常生活中的纤维制品有哪些认识？介绍橡胶硫化的原理时可与热固性塑料的体型结构进行类比。

3. 可以“合成材料的功与过”为题，组织一次课堂辩论。

教学设计参考：

【教学设计 1】对于塑料，可从以下问题引入：

1. 聚乙烯的组成元素是什么？它是怎样制得的？什么是单体？
2. 热塑性塑料和热固性塑料有哪些不同的性质？（通过“科学探究 1”和对比电木的性质回答）为什么？
3. 从塑料的结构分析，塑料在一般情况下会导电吗？
4. 生活中你接触到哪些塑料制品？你能说出它们的化学成分吗？

【教学设计 2】采用小组研讨、成果汇报的研究性学习模式进行教学。

调查研究：提前将学生分成若干研究小组（根据兴趣自愿结合），如塑料小组、纤维小组、橡胶小组和复合材料小组。在教师指导下，各小组确定各自的研究重点、研究方法、成果汇报形式等，并分工实施。

课堂交流：塑料小组通过“科学探究 1”介绍热塑性塑料和热固性塑料的性质和结构差异，展示塑料制品的图片资料或部分实物标本。纤维及复合材料小组侧重于实际应用。

归纳总结：从组成、结构→性质→用途角度进行小结。

二、活动建议

【科学探究 1】

这个科学探究的主要目的是让学生了解聚乙烯塑料具有热塑性。

聚乙烯塑料碎片受热熔化后，应立即停止加热以防聚乙烯塑料分解产生气体。也可以用聚丙烯塑料代替聚乙烯塑料进行探究。

【科学探究 2】

以下内容仅供参考。

	灼烧情况	受酸溶液的影响	受碱溶液的影响
纯棉布	容易燃烧，有烧纸的气味，灰烬用手一触即破碎	轻微	轻微
羊毛织物	接近火焰时先卷缩，有烧毛发的焦糊味，灰烬为黑色、膨胀易碎的颗粒	受腐蚀	部分溶解
尼龙布（或涤纶）	接近火焰时迅速卷缩，燃烧缓慢，有特殊的气味，趁热可以拉成丝，灰烬为灰褐色玻璃球状，不易破碎	几乎不变	几乎不变

【实践活动】

提示：可以“洗涤标志”为关键词在网上搜索。

三、问题交流**【思考问题】**

(请思考：当加热温度很高时，热固性塑料会怎么样呢?)

提示：当加热温度很高时，热固性塑料中链与链之间的共价键会断裂，塑料制品就会损坏，无法继续使用。

【学与问1】

塑料中的原子是以共价键结合的，没有自由电子和能够自由移动的离子。因此，在一般情况下塑料不易导电，是良好的电绝缘材料。

这个问题的讨论要和“科学视野——导电聚合物”的阅读结合起来，使学生认识到：塑料的电绝缘性是相对的，导电聚合物的应用前景十分广阔，科学的发展是无止境的，等等。

【学与问2】

参考：

要获得性能全面的特殊材料，一方面是在原有材料的基础上发展创新，发挥其优势，努力克服其不足。例如，研制一些新型的合金、陶瓷和合成材料等；另一方面是将不同性能的材料组合起来，制成复合材料，使各组分材料在性能上进行互补，同时产生某些特殊性能。由于复合材料的设计自由度很大：不仅可以选择不同的组分材料，而且可以通过改变各组分材料的含量来满足不同的需求。因此，复合材料是材料科学发展的必然趋势。

【思考与交流】

这个活动具有开放性。由于生活背景不同，农村地区的学生和城市的学生得到的信息可能是不同的。对此，教师要做到心中有数，不要强求统一的结论，同时鼓励学生进行交流。

居室中的每个部位装修时可能用到多种材料。例如，地面装修可以用复合地板，可以用实木地板，还可以用大理石或瓷砖等；卫生间和厨房装修时可能要用到水泥、玻璃、陶瓷、PVC板、铝合金板、不锈钢和大理石等材料。下表只举了一两个例子作简单说明，仅供参考。

部位	可能用到的装修材料	装修材料的主要成分	装修材料的作用	可能对居室环境的影响
地面	复合地板	复合地板一般由底层、基材层、装饰层和耐磨层等四层复合而成。 底层：一般由聚酯材料制成，起防潮作用； 基材层：以木质纤维等为原料，用脲醛树脂或糠醛树脂等黏合剂制成的人造板材； 装饰层：将印有特定图案的特殊纸放入三聚氰氨溶液中浸泡后形成； 耐磨层：在地板的表层上均匀压制一层由氧化铝组成的耐磨剂	装饰、防潮和耐磨等	复合地板制造过程中用到的黏合剂会释放出甲醛



续表

部位	可能用到的装饰材料	装饰材料的主要成分	装饰材料的作用	可能对居室环境的影响
墙面、顶棚 (包括灯饰)	涂料	涂料一般由成膜物质、溶剂、颜料和助剂四部分组成。一些新型涂料则不含溶剂。 成膜物质: 包括植物油、天然树脂和各种合成树脂等; 溶剂: 包括有机溶剂(如甲苯、二甲苯)和水, 用于稀释成膜物质; 颜料: 分散在涂料中的、不溶的微细有色固体颗粒; 助剂: 赋予涂料某些特殊功能	装饰、保护墙面等	挥发性的有机溶剂(如甲苯、二甲苯)、颜料中的重金属(如 Pb、Cr)等都会对人体造成危害。水溶性涂料(用水作溶剂)对人体的危害较小
卫生间	陶瓷 (包括洁具和瓷砖)	硅酸盐	装饰、防水	可能产生放射性
	铝合金板 (顶部)	铝合金	装饰、防水	
厨房	天然大理石	碳酸钙	防水、耐磨	可能产生放射性
	PVC 板(顶部)	聚氯乙烯		
门、窗 (包括窗帘)	塑钢	以聚氯乙烯等为基材, 外加填充剂等	装饰、密封	
	玻璃	普通玻璃的成分是 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2	装饰、密封和透光等	

四、习题参考

1. 热塑性塑料受热时可以熔化和塑造成型, 冷却后变成固体, 加热后又可以熔化, 这个过程可以重复多次, 这种受热特性和蜡相似。热固性塑料在制造过程中受热时能变软, 可以塑制成一定的形状, 但加工成型后就不会受热熔化, 这种受热特性和鸡蛋相似。

2. 聚乙烯塑料属于热塑性塑料, 具有长链状的线型结构, 长链之间是以分子间作用力结合在一起的。当提重物(或被拉扯)时, 链与链之间的分子间作用力减弱, 长链能够移动。因此, 塑料袋会变形。

塑料薄膜也属于热塑性塑料, 从两个不同的方向撕裂, 所用的力是不同的。因为从一个方向撕裂时, 破坏的可能是塑料内链与链之间的弱的分子间作用力, 所用的力小一些; 从另一个方向撕裂时, 破坏的可能是塑料中长链内原子之间的强的共价键, 所用的力大一些。

3. 提示:

现在许多汽车的保险杠是用聚酯塑料或聚丙烯塑料制造的, 用来取代以前的钢制保险杠。塑料保险杠具有较高的强度和刚性, 以及良好的装饰性。从安全性来看, 汽车发生碰撞事故时能起到缓冲作用, 保护前后车体; 从外观来看, 可以很自然地与车体结合在一起, 具有良好的装饰性(钢制保险杠与车身有一段较大的间隙, 好像是一件附加上去的部件, 不太美观)。另外, 用塑料制造保险杠还可以减轻车的重量, 同时降低成本。

这种改变给下列人士可能带来的好处是：

(1) 汽车制造商：车的外形变得美观，能够提高销量；易于加工，降低成本；意外撞击时减震作用增强，车的安全性能提高等。

(2) 车主：车的重量减轻，油耗降低；汽车价格便宜；车的安全性能提高等。

(3) 意外被保险杠撞到的行人：具有缓冲作用，减轻伤害等。

5. 橡胶硫化以后，由线型结构变成体型结构，从而具有较高的强度、韧性、良好的弹性和化学稳定性等，也更具有实用价值。这个例子也说明了结构对性能有很大的影响。

教学资源

1. 合金的结构和类型

合金从结构上可分为如下三种基本类型。

(1) 混合物合金

混合物合金是两种或多种金属的机械混合物，这种混合物中组分金属在熔融状态时可完全或部分互溶，而在凝固时各组分金属又分别独自结晶出来。在显微镜下可观察到各组分的晶体或它们的混合晶体。混合物合金的导电、导热等性能与组分金属的性能有很大不同。如纯锡熔点是 $232\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，纯铅熔点是 $327.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，含锡 63% 的锡铅合金（通常用的焊锡）的熔点只有 $181\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 固溶体合金

两种或多种金属不仅在熔融时能够互相溶解，而且在凝固时也能保持互溶状态的固态溶液称为固溶体合金。固溶体合金是一种均匀的组织，其中含量多的金属称为溶剂金属，含量少的金属称为溶质金属。固溶体保持着溶剂金属的晶格类型，溶质金属可以有限地或无限地分布在溶剂金属的晶格中。

(3) 金属化合物合金

当两种金属元素原子的外层电子结构、电负性和原子半径差别较大时，所形成的金属化合物（金属互化物）称为金属化合物合金。金属化合物的晶格不同于原来的金属晶格。通常分为两类：正常价化合物和电子化合物。

正常价化合物是金属原子间通过化学键形成的，其成分固定，符合氧化数规则。例如， Mg_2Pb 、 Na_3Sb 等属于这类合金。这类合金的化学键介于离子键和金属键之间，导热性和导电性比纯金属低，而熔点和硬度却比纯金属高。

大多数金属化合物属于电子化合物。这类化合物以金属键相结合，其成分在一定范围内变化，不符合氧化数规则。

（资料 1 摘编自《新大学化学》，科学出版社，曲保中、朱炳林、周伟红主编）

2. 形状记忆合金

形状记忆合金是一种新的功能金属材料，用这种合金做成的金属丝，即使将它揉成一团，但只要达到某个温度，它便能在瞬间恢复原来的形状。

最早研究成功的形状记忆合金是 Ni-Ti 合金，称为镍钛脑（Nitanon）。它的优点是可靠



性强、功能好，但价格高。铜基形状记忆合金如 Cu-Zn-Al 和 Cu-Al-Ni，价格只有 Ni-Ti 合金的 10%，但可靠性差。铁基形状记忆合金刚性好、强度高、易加工、价格低，很有开发前途。表 3-1 列出了一些形状记忆合金及其相变温度。

表 3-1 一些形状记忆合金及其相变温度

合金系	相变温度/°C	合金系	相变温度/°C
Ni-Ti	-50~80	Cu-Sn	-120~-30
Ni-Al	-180~100	Cu-Zn	-180~-10
Cu-Al-Ni	-140~100	Ag-Cd	-190~-50
Cu-Al-Zn	-180~100	Au-Cd	30~100
Cu-Au-Zn	-190~40	In-Ti	60~100

形状记忆合金由于具有特殊的形状记忆功能，所以被广泛地用于卫星、航空、生物工程、医药、能源和自动化等领域。

自形状记忆合金问世以来，已引起人们极大的兴趣和关注。近年来发现在高分子材料、铁磁材料和超导材料中也存在形状记忆效应，对这类形状记忆材料的研究和开发，将促进机械、电子、自动控制、仪器仪表和机器人等相关学科的发展。

(资料 2 摘编自《化学与社会》，高等教育出版社，唐有祺、王夔主编)

3. 储氢合金

氢作为能源应用的一大难题是储存，可以说氢的规模储运是氢能应用的关键。氢气的密度很小，它必须经过压缩或在极低的温度下液化，其浓度才能达到成为一种有用燃料的要求。液氢无论是生产、液化还是储存都比较困难，使得液氢的使用成本相当高，且危险性极大，目前主要在航天、远程导弹等方面作为燃料得到应用。

目前，高压容器储氢仍是储存氢气的主要方法，储氢压力为 12 MPa~20 MPa，一般一个充气压力为 20 MPa 的高压钢瓶储氢重量只占其中的 1.6%，无论单位体积储氢能力或能量密度均较低，当然还有安全性差的问题。因此，利用一般的高压容器储氢作为汽车、飞机等交通工具的燃料，无论在经济上还是在安全性上都不太适合。

当前最有希望的储氢方法是利用金属氢化物方式储氢。研究证明，某些金属具有很强的捕捉氢的能力，在一定的温度和压力条件下，这些金属能够大量“吸收”氢气，与金属反应生成金属氢化物，氢原子储存于金属结晶间隙，同时放出热量。然后，将这些金属氢化物加热，它们又会分解，将储存在其中的氢释放出来。这些会“吸收”氢气的金属，称为储氢合金。

储氢合金的储氢能力很强。单位体积储氢的密度是相同温度、压力条件下气态氢的 1 000 倍，也就相当于储存了 1 000 个大气压的高压氢气。由于储氢合金都是固体，既不用储存高压氢气所需的大而笨重的钢瓶，又不需存放液态氢那样极低的温度条件，需要储氢时使合金与氢反应生成金属氢化物并放出热量，需要用氢时通过加热或减压使储存于其中的氢释放出来，如同蓄电池的充、放电，因此储氢合金是一种极其简便易行的理想储氢方法。

目前研究发展中的储氢合金，主要有钛系储氢合金、锆系储氢合金、铁系储氢合金、镁系储氢合金及稀土系储氢合金。其中接近实用化的有如下几种。钛铁合金是一种比较便宜而实用

的储氢材料，它的分解压在室温附近是几个大气压。用它来取代有易爆危险和体积庞大的氢气瓶，重量可以减轻一半。铜镍合金和镁镍合金也受到人们普遍关注。镁镍合金是一种具有很好的储氢能力且价格比较便宜的材料，氢镁结合生成二氢化镁，100 kg 二氢化镁所含的氢可供汽车行驶数百公里的路程。镁镍合金的不足之处是它的放氢温度比较高，氢气释放速率比较慢。

储氢合金不光有储氢的本领，而且还有将储氢过程中的化学能转换成机械能或热能的功能。储氢合金在吸氢时放热，在放氢时吸热，利用这种放热-吸热循环，可进行热的储存和传输，制造制冷或采暖设备。

储氢合金还可以用于提纯和回收氢气，它可将氢气提纯到很高的纯度。例如，采用储氢合金，可以以很低的成本获得纯度高于 99.999 9% 的超纯氢。

(资料 3 摘编自《绿色化学》，中国环境科学出版社，沈玉龙等编著)

4. 金属的腐蚀和防护

(1) 金属腐蚀的危害

金属的腐蚀现象是普遍存在的，它所造成的危害也非常巨大。

根据各国调查结果，一般说来，金属腐蚀所造成的经济损失大致为该国民生产总值的 4% 左右。另据国外统计，金属腐蚀的年损失远远超过水灾、火灾、风灾和地震（平均值）损失的总和，在这里还不包括由于腐蚀导致的停工、减产和爆炸等造成的间接损失。金属腐蚀的主要害处，不仅在于金属本身的损失，更严重的是金属制品结构损坏所造成的损失比金属本身要大到无法估量。

腐蚀不仅造成经济损失，也经常对安全构成威胁。国内外都曾发生过许多灾难性腐蚀事故，如飞机因某一零部件破裂而坠毁；桥梁因钢梁产生裂缝而塌陷；油管因穿孔或裂缝而漏油，引起着火爆炸；化工厂中储酸槽穿孔泄漏，造成重大环境污染；管道和设备跑、冒、滴、漏，破坏生产环境，有毒气体如 Cl_2 、 H_2S 、 HCN 等的泄漏，更会危及工作人员和附近居民的生命安全。

另外，新技术、新产品乃至新工业的产生往往也需要首先克服由腐蚀带来的问题。历史上，在找到了耐稀硫酸的铅材后，铅室法硫酸工业才得以发展起来；发明了不锈钢以后，生产和应用硝酸的工业才蓬勃兴起；实施登月计划中，也曾遇到过一个严重的腐蚀问题：用钛合金制成的盛 N_2O_4 （氧化剂）的容器在试验中几小时就破裂了，经查是应力腐蚀所致。后来经过反复试验，在氧化剂中加入缓蚀剂控制应力腐蚀，才实现了人类登上月球的计划。在现代新技术、新产品的发展中，也需要不断地解决各种新的、越来越困难的腐蚀问题。

(2) 金属腐蚀的控制

① 正确选材和设计

根据金属材料的腐蚀数据，选择对特定环境腐蚀率低、价格便宜、性能好的材料，是常用的、简便的控制腐蚀的方法，可以使设备获得经济、合理的使用寿命。由于设备的结构常常对腐蚀产生影响，所以正确的设计也很重要。另外，选材者也需要具备一定的腐蚀及防腐知识，才能更完善地解决选材问题。

② 调整介质环境

如果能消除金属材料和设备在使用环境中引起腐蚀的各种因素，腐蚀就会中止或减缓。但是多数环境条件是无法控制的，如大气和土壤中的水分、海水中的氧等都不可能除去。生



产流程也是不能任意改动的,这时可以调整局部环境。例如,锅炉进水先去氧(加入脱氧剂 Na_2SO_3 和 N_2H_4 等),可保护锅炉管少受腐蚀;先除去密闭仓库进入空气的水分,可防止储存金属部件生锈;在水中经常加入碱或酸调节 pH 至最佳范围(通常接近中性),可以防止冷却水对换热器和其他设备的结垢、穿孔;炼制石油的工艺中也常加碱或氨,使生产流体保持中性至弱碱性。

③ 加入缓蚀剂

在可能引起金属腐蚀的介质中加入少量缓蚀剂就能大大减缓金属腐蚀过程。缓蚀剂可分为无机缓蚀剂、有机缓蚀剂和气相缓蚀剂三类。

有些无机缓蚀剂使阳极过程变慢,称为阳极型缓蚀剂,如促进阳极钝化的氧化剂(铬酸盐、亚硝酸盐、 Fe^{3+})或阳极成膜剂(碱、磷酸盐、硅酸盐、苯甲酸盐);另一类无机缓蚀剂是促进阴极极化,称为阴极缓蚀剂,如 Ca^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Ni^{2+} 等,能与在阴极反应中产生的 OH^- 形成不溶性的氢氧化物,以厚膜形态覆盖在阴极表面,因而阻滞氧扩散到阴极,增大浓差极化。也有同时阻滞阳极过程和阴极过程的混合型缓蚀剂。有些溶液中的杂质,如 S、Se、As、Sb、Bi 等化合物,能阻抑阴极放氢过程,使阴极极化增大,减缓腐蚀。缓蚀剂的用量一般要先通过试验才能确定。

有机缓蚀剂属于吸附型缓蚀剂,它们吸附在金属表面形成几个分子厚的不可见膜,一般同时阻滞阳极和阴极反应,但阻滞效果并不相同。常用品种有含 N、含 S、含 O、含 P 的有机化合物,如胺类、杂环化合物、长链脂肪酸化合物、醛类、有机磷类等。缓蚀剂的吸附类型有静电吸附、化学吸附。静电吸附剂有苯胺及其取代物,吡啶、丁胺、苯甲酸及其取代物如苯磺酸等;化学吸附剂有氮和硫杂环化合物;有些化合物同时具有静电和化学吸附作用。此外,有些螯合剂能在金属表面生成一薄层金属有机化合物。近年来,有机缓蚀剂发展很快,应用广泛。使用这些缓蚀剂也会产生一些问题,如可能污染产品,可能对生产流程产生不利影响等。

气相缓蚀剂多是挥发性强的物质,也属于吸附型缓蚀剂。它的蒸气被大气中的水分解出有效的缓蚀基团,吸附在金属表面使腐蚀减缓,一般用于金属零部件的保护、储藏和运输。它必须用于密封包装内,海洋油轮内舱也可用它来保护。常见的有效气相缓蚀剂有脂环胺和芳香胺,聚甲烯胺,亚硝酸盐与硫脲混合物,乌洛托品和乙醇胺,硝基苯和硝基萘等。

④ 阴极保护

金属在发生电化学腐蚀过程中,微型电池的阴极是接受电子发生还原反应的电极,阳极是失去电子发生氧化反应的电极,只有阳极才发生腐蚀。阴极保护法就是将需要保护的金属作为腐蚀电池的阴极(原电池的正极)或作为电解池的阴极而不受腐蚀。前一种称为牺牲阳极法,后一种称为外加电流法。牺牲阳极法,就是将电极电位较负(较活泼)的金属或其合金连接在被保护的设备上,如在钢铁设备上连接一块 Zn、Mg 或 Al 合金,使它们在形成的原电池中作为阳极而被腐蚀,从而使金属设备作为阴极受到保护,这种被牺牲的阳极须定时更换。外加电流法,是在体系中连接一块导电电极(石墨、铂或镀铂、钛、高硅铁、废钢等)作为阳极,当外部导入的阴极电流使局部阴极电流与局部阳极电流相等、方向相反而相互抵消时,金属腐蚀停止,达到保护设备的目的。阴极保护广泛用于土壤和海水中的金属结构、装置等,如管道、电缆、海船、港湾码头设施、钻井平台、水库闸门、油气井等。为了减少电流输入,延长使用寿命,阴极保护法一般和金属表面涂料法联合应用,是一种经济简便、行之有效的金属防腐方法。

⑤ 阳极保护

一些可以钝化的金属，当从外部通入电流，电位随电流上升，达到致钝电位后，腐蚀电流急速下降，后随电位上升，腐蚀电流不变，直到过钝区为止（如图 3-1）。

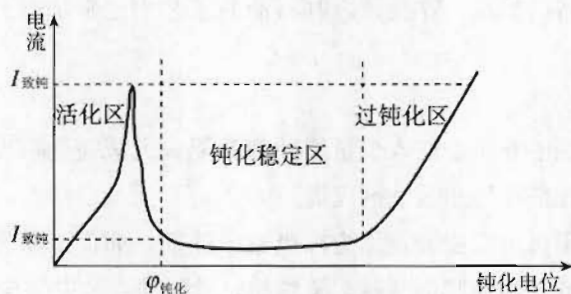


图 3-1 一些金属阳极极化（钝化）曲线

利用这个原理，以要保护的设备为阳极导入电流，使电位保持在钝化区的中段，腐蚀率可保持很低值。阳极保护法需要一台恒电位仪以控制设备的电位（以免波动时进入活化区或过钝化区）。由于只适用于可钝化金属，所以这种方法的应用受到限制。阳极保护法在工业上用于生产、处理 H_2SO_4 、 H_3PO_4 、 NH_4HCO_3 溶液、 NH_4NO_3 复合肥等的不锈钢或碳钢制容器和设备等。

⑥ 合金化

在基体金属中加入一定比例的能促进钝化的合金成分，便得到耐蚀性优良的材料。如 Fe 中加入 Cr，当 Cr 含量达到 12% 以上时，就成为不锈钢，在氧化环境中它的表面可以生成钝化膜，有很高的耐蚀性。铬钢中加入 Ni，可扩大钝化范围，还可提高机械性能。含 Cr 18%、Ni 8% 的 Cr-Ni 不锈钢是工业和民用中应用最广的耐蚀合金。镍铜合金中的镍大于 30%~40% 时，它们比纯 Cu 和纯 Ni 的耐蚀性在一些环境中更优越。一系列 Ni 合金是有名的耐蚀材料，如镍铸铁有优良的耐碱性；Ni-Mo-Cr 合金是少数能耐高温非氧化性酸（如 HCl）的合金；Ni-Al-Cr-Fe 合金能耐高温氧化性酸、次氯酸盐、海水等，比一般不锈钢更好。

⑦ 表面处理

金属保护中常用对其表面进行处理以防止腐蚀。金属在接触使用环境之前，先用钝化剂或成膜剂（铬酸盐、磷酸盐、碱、硝酸盐和亚硝酸盐混合液等）处理，表面生成稳定密实的钝化膜，抗蚀性大大增加。例如，铝经过阳极处理，表面可以生成比在大气中生成的更为致密的膜，这类膜在温和的腐蚀环境（大气和水）中有优良的抗蚀能力。钢铁部件表面发蓝（生成四氧化三铁的转化膜）也是一个广为应用的例子。在金属表面处理时，一般将钢铁部件放在充满 Cr、Al、Si 的粉末中或金属蒸气中，将易钝化的合金成分如 Cr、Mo、Si 渗入钢铁表面，进行热渗镀，表面渗镀层在氧化性环境内产生钝化膜，它的抗高温氧化能力和某些耐蚀性优于底层钢。较新的一种表面技术是离子注入法，一般用离子注入机，使 B、C、P、Si、N、Mo、Pd、Pt 等元素或贵金属电离、加速，高能离子与基体金属相撞进入表面，形成一定深度和浓度的非晶态合金层，具有比基体金属高得多的耐蚀性。

⑧ 金属镀层和包覆层

在钢铁底层上常用电镀一薄层更耐腐蚀的金属（如 Cr、Ni、Pb 等）的方法来保护钢铁制品。如果用金属 Zn、Cd 等作镀层，构成腐蚀电池的极性则与上述相反，镀层微孔内裸



露的钢为阴极，Zn 或 Cd 的镀层为阳极，通过牺牲阳极，使钢得到阴极保护。镀 Sn 的 Fe（马口铁）广泛用于食品罐头，虽然 Sn 的标准电极电位高于 Fe，但在食品有机酸中却低于 Fe，也可起牺牲阳极的作用。镀层如为贵金属（Au、Ag 等）、易钝化金属（Cr、Ti）以及 Ni、Pb 等时，由于它们的电极电位比 Fe 高，如果出现破损，在电极反应中这些金属将成为阴极，会加速底层铁的腐蚀，因此这类镀层不适于强腐蚀环境（如酸），但可用于大气、水等环境。除了电镀外，还常用热浸镀（熔融浸镀）、火焰喷镀、蒸气镀和整体金属薄板包镀等方法。

⑨ 涂层

用有机涂料保护大气中的金属结构是应用最广的传统防腐手段。市售各类油漆、清漆等都属于这一类，主要是由合成树脂、植物油、橡胶浆液、溶剂、助干剂、颜料、填料等配制而成，品种很多，过去以植物油为主的油漆现在多被合成树脂漆所替代。这些涂料覆盖在金属表面，干后形成多孔薄膜，虽然不能使金属与介质完全隔绝，但增大介质通过微孔的扩散阻力和溶液电阻，使腐蚀电流下降。在缓和的环境（如大气、海水等）中，微孔底金属腐蚀缓慢，腐蚀产物可堵塞微孔，有很长的使用寿命。这种方法不适于强腐蚀溶液（如酸）中，因为金属腐蚀迅速并产生氢气，会使漆膜破裂。

涂料涂层的程序：首先是表面处理，这是最重要的一环，表面锈垢、油污等要彻底除净，否则会影响涂层与金属的黏结力；其次是选用底漆，一般加入红丹、铅酸钙、铬酸锌和锌粉等缓蚀剂，当微孔中渗入介质后可起缓蚀作用；最后是面漆，除了耐蚀外，美观也很重要。一般要涂几层面漆，使微孔尽量减少。

常用的合成树脂优良品种有：环氧树脂、聚氨酯、氯磺化聚乙烯、氯化聚醚、酚醛、呋喃（糠醇）等。沥青是廉价但性能优良的涂料，也常和环氧树脂等混合应用于地下管道。天然树脂生漆是我国特产，具有优良耐酸性和耐碱性，是一种高级涂料。

无机涂层中广泛应用的是以锌粉为主的富锌漆，以合成树脂为黏结剂，干后表面锌膜是导电的，作用和阴极保护相同，在大气中可使用很久，也可用于较高的温度环境。

⑩ 衬里

适用于跟强腐蚀介质接触的设备内部，如盐酸、稀硫酸的储槽用橡胶或塑料衬里、储放硝酸的钢槽用不锈钢薄板衬里等。耐酸砖（硅砖）也广泛用于衬里，耐火砖衬里则可起隔热作用，搪瓷耐酸性强，广泛用于食品、医药等工业，可保证产品质量。

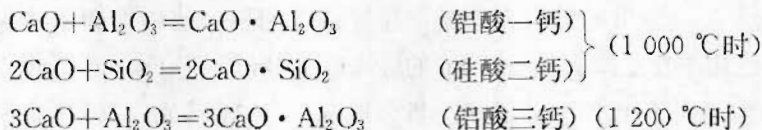
5. 水泥

制造水泥的主要原料是石灰石（80%~90%）、黏土（10%~15%）和铁矿粉（1%~2%）。为了控制凝结速率，还要在熟料中加入 3% 以下的石膏。

（1）水泥生料煅烧成熟料的物理、化学变化过程

混合生料进入回转窑的上端，受热到 100℃ 时，主要是水分蒸发，这一段叫干燥带。干燥的生料继续在窑中前进，在与更热的气体相遇时，被加热到 600℃ 左右，这时发生有机物燃烧和高岭土脱水。此时，由于黏土可塑性降低，块料粉碎成粉料，这一段叫预热带。

温度升高到 900℃，石灰石发生分解，生成的 CaO 和黏土中的二氧化硅、氧化铝开始发生固态反应，这一段叫分解带。当温度升高到 1100℃ 以上，CaO 和酸性氧化物的反应加快。上述反应主要是：



这一段叫煅烧带或称放热反应带。

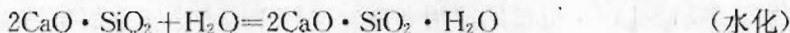
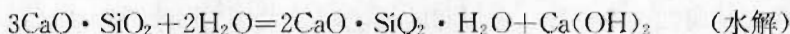
温度到达 $1\,400\text{ }^\circ\text{C}$ 左右, 窑内物料开始烧结, 部分开始熔融。这时硅酸二钙仍保持为固态, 熔于熔融液里, 与游离的 CaO 继续反应生成硅酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)。硅酸三钙以微小的结晶析出, 即成熟料。这一段称为烧结带。

经过烧结带后, 熟料开始冷却而出窑, 这一段叫冷却带。

(2) 熟料中加入石膏, 延缓水泥硬化速率

首先来分析一下水泥的硬化过程:

水泥配上适当分量的水后, 调和成浆, 经过相当时间, 凝固成块, 最后成为坚硬如石的物体, 这一过程叫做水泥的硬化。硬化时发生下列反应:



第一个反应生成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 由于开始时量少而溶解, 随着量的增多, 变成饱和溶液而后析出胶体 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 引起水合硅酸钙和水合铝酸钙凝成凝胶状胶体, 这时水泥具有可塑性。胶状物经过一段时间, 渐渐变结实, 水泥就失去可塑性而凝结了。由于以上反应随着时间增加从水泥表面向内部慢慢进行, 使凝胶更多且更结实。同时在形成胶体时, 氢氧化钙凝胶和水合铝酸钙开始结晶, 随着时间的增加, 结晶的量增多, 形成的晶体和无定形水合硅酸钙相结合, 使之机械强度不断增大而硬化。

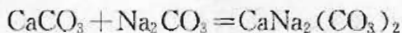
在水泥组成中, 与水作用的速率最大的是铝酸三钙和硅酸三钙, 因此它们的含量对水泥的凝结硬化速率起着主要作用。当加入石膏时, 硫酸钙和铝酸三钙作用, 生成难溶的铝硫酸钙。由于这种化合物的生成, 减小了铝酸三钙的作用, 使胶凝速率变慢, 因而延迟水泥的凝结时间和硬化速率。

6. 玻璃

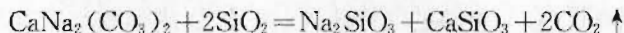
(1) 玻璃生产时的物理、化学变化过程

在生产玻璃时, 熔炉里的原料熔融后发生了比较复杂的物理、化学变化。以普通玻璃生产为例, 主要反应过程是下列几个步骤:

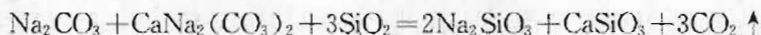
开始加热时, 粉料在 $100\sim 120\text{ }^\circ\text{C}$ 的范围内开始脱水, 在 $600\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 石灰石和纯碱通过下列反应生成钙钠的复盐。



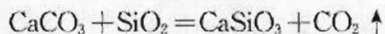
在 $600\sim 680\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 所生成的复盐与 SiO_2 开始反应。



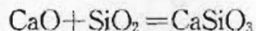
在 $740\sim 800\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 低熔混合物 $[\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{CaNa}_2(\text{CO}_3)_2]$ 开始熔化, 并不断地和 SiO_2 作用。



CaO 熔体与 SiO_2 的反应是在 $890\sim 900\text{ }^\circ\text{C}$ 时开始的。



在 1 010 ℃ 时, 尚未起反应的 CaO 也和 SiO₂ 形成硅酸钙。



全部物质在略高于 1 200 ℃ 时熔化, 冷却以后即形成玻璃。

(2) 玻璃态

玻璃态是介于结晶态和无定形态之间的一种物质状态。玻璃态物质的结构特点是, 它的粒子不像晶体那样有严格的排列, 但又不像无定形体那样无规则排列, 人们把玻璃态的这种结构特征称为“短程有序、远程无序”。就是说, 从小范围来看, 它有一定的晶型排列, 从整体来看, 却像无定形物质那样是无晶形的排列规律。所以玻璃态物质没有一定熔点, 而是在某一温度范围内逐渐软化变为液态。

(3) 钢化玻璃的机械强度

普通玻璃内由于存在着较大的内应力而易脆, 机械强度不大。为了消除这种内应力, 必须在生产玻璃时用偏光仪观察玻璃内应力的变化情况。当温度达到某一下限时, 内应力开始减小, 再加热至温度上限, 内应力全部消失。生产钢化玻璃时, 温度必须略超过上限, 而后急剧冷却, 就好像钢淬火一样, 所以叫做钢化玻璃。钢化玻璃大大改变了内应力的紧张状态, 因而减小了它的脆性, 其机械强度增大。

7. 光导纤维

光导纤维简称光纤, 是最近 30 年来迅速发展起来的以传光和传像为目的的一种光波传导介质。

光纤的最大应用是激光通信, 即光纤通信 (用激光作为光源, 以光纤做成光缆)。它具有信息容量大 (一根光纤能传送几千对信息)、重量轻 (每公里同轴电缆需铜 1.1 t, 而石英光纤只需几公斤)、抗干扰、保密性好、耐腐蚀等优点, 是一种极为理想的信息传递材料。此外, 光纤还可用于电视传真电话、光学、医学 (如胃镜等各种人体内窥镜)、工业生产的自动控制、电子和机械工业等各个领域。人们还可以在光纤通信网络上进行视频点播、观看有线电视、进行计算机网络通信, 甚至坐在家就能办公、进行远程教学, 所以有人将它看作是“信息社会”的一个重要标志。

光纤大多呈圆柱状, 断面像铅笔 (但包皮较薄), 中心是一支由高折射率的透明光学玻璃或塑料制成的细纤维芯 (直径几十微米), 外面是一层低折射率的包皮 (包皮的材料可以是塑料或玻璃), 从而使入射的激光在芯料和包皮料的界面上发生光的全反射, 所以入射光几乎全部被封闭在芯料内部, 经无数次全反射呈锯齿形向前传播, 使光信号从一端送到纤维的另一端。这就是光纤传送信号的基本原理。

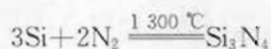
为了减少传光损耗, 对光纤材料的纯度要求很高 (比半导体材料的纯度还要高 100 倍), 而且还要求材料具有光学均匀性。光纤材料有氧化物玻璃光纤、非氧化物光纤和聚合物光纤三类。氧化物玻璃光纤中性能最好、应用较广的是石英光纤, 此外, 还包括多元氧化物光纤, 如 SiO₂-CaO-Na₂O、SiO₂-B₂O₃-Na₂O 等光纤。非氧化物光纤有氟化物玻璃 (如 ZrF₄-BaF₂-LaF₃)、硫族化合物玻璃 (如 As-S 及 As-Se 系) 和卤化物玻璃 (如 ZnCl₂、KCl-BiCl₃、ZnBr₂)。聚合物光纤的材料有聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯等。

石英光纤的组成以 SiO₂ 为主, 添加少量的 GeO₂、P₂O₅ 及 F 等以控制光纤的折射率。它

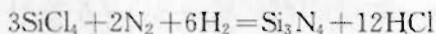
具有资源丰富、化学性能极其稳定、膨胀系数小，容易在高温下加工，且光纤的性能不随温度而改变等优点。

8. 氮化硅陶瓷

目前最有代表性的耐热高强结构材料首推氮化硅 (Si_3N_4)。它可用多种方法合成，工业上普遍采用高纯硅与氮气在 $1\,300\text{ }^\circ\text{C}$ 反应获得：



也可用化学气相沉积法，使卤化硅与氮气在氢气氛围保护下反应：



产物 Si_3N_4 沉积在石墨基体上。

组成氮化硅的两种元素的电负性相近，属强共价键结合，所以氮化硅的硬度高（耐磨损）、熔点高（耐高温）、结构稳定、绝缘性能好，因此是制造高温燃气轮机的理想材料。因为燃气轮机的气体温度越高，热效率就越高，如制成全 Si_3N_4 陶瓷汽车发动机，发动机的工作温度能稳定在 $1\,300\text{ }^\circ\text{C}$ 左右，由于燃料充分燃烧而又不需要水冷系统，可使热效率提高 20% 以上，而且发动机的质量可以下降 2/3 左右。由于陶瓷的密度小，作为结构材料还可以降低自重，所以对航空航天事业也很有吸引力。

氮化硅陶瓷存在的一个缺陷是抗机械冲击强度偏低，容易发生脆性断裂。氮化硅陶瓷的韧化是材料科学工作者的一个新课题，添加 ZrO_2 或 HfO_2 可制得增韧氮化硅陶瓷。近期研究表明，纳米陶瓷可大大提高韧性。

我国从 20 世纪 60 年代开始研究和开发氮化硅陶瓷，在 70 年代初就取得了初步的应用成果。近年，上海硅酸盐研究所研究成功一种高温性能优异的氮化硅陶瓷材料，综合性能属国际领先，成功地实现了从室温到 $1\,300\text{ }^\circ\text{C}$ 材料强度保持不降的目标，是一种在高温燃气轮机、高温轴承等领域应用的理想材料。

9. 生物陶瓷

生物陶瓷是指与生物体或生物化学有关新型陶瓷，包括精细陶瓷、多孔陶瓷、某些玻璃和单晶。根据使用情况，生物陶瓷可分为与生物体相关的植入陶瓷和与生物化学相关的生物工艺学陶瓷。前者植入体内以恢复和增强生物体的机能，是直接与生物体接触使用的生物陶瓷。后者用于固定酶、分离细菌和病毒以及作为生物化学反应的催化剂，是使用时不直接与生物体接触的生物陶瓷。

植入陶瓷又称生物体陶瓷，主要有牙、人造骨、人造心脏瓣膜、人造血管和其他医用人造气管和穿皮接头等。

植入陶瓷要求一要与生物体的亲和性好，即植入的陶瓷被侵蚀、分解的产物无毒，不使生物细胞发生变异、坏死，不会引起炎症、生长肉芽等。二要在体内有长期功能，且可靠性高，即在 10~20 年的长期使用中，不会降低强度，不发生表面变质，对生物体无致癌作用等。三要易于在短期内成形加工。四要容易灭菌。陶瓷不同于金属，它具有强共价键性质，即使在生物体内苛刻的化学条件下，也具有良好的化学稳定性，排异反应迟缓，具备长期使用的机械性质。与有机高分子材料相比，生物体陶瓷耐热性好，便于进行高压灭菌。

目前已经实用的植入陶瓷的品种如表 3-2 所示。



表 3-2 植入陶瓷的品种、性能和用途

品 种	性 能	用 途
氧化铝陶瓷和单晶氧化铝	表面为亲水性，与生物体组织有良好的亲和性	人造骨、人造关节、接骨用螺钉
磷酸钙系陶瓷（磷灰石质陶瓷）	类似于人骨和天然牙的性质、结构，可依靠从体液中补充 Ca^{2+} 、 PO_4^{3-} 等形成新骨，可在骨骼接合界面产生分解、吸收和析出等反应，实现牢固结合	人造骨、人造关节、人造鼻软骨、穿皮接头、人造血管、人造气管等
其他陶瓷（碳、 $\text{CaO-P}_2\text{O}_5\text{-SiO}_2$ 、 Na_2O 系玻璃、微晶玻璃等）	具有生物稳定性的碳有很好的生物体亲和性	人造心脏瓣膜、人造骨、人造牙等

生物工艺学陶瓷主要应用的有多孔玻璃和多孔陶瓷。多孔玻璃用作固定酶的载体；多孔陶瓷可用于细菌、病毒、各种核酸、氨基酸等的分离和提纯，还可用于处理生活用水。

（资料 9 摘编自《大百科全书》，化工卷）

10. 塑料的分类

塑料是由树脂及填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、色料等添加剂组成的，它的主要成分是树脂。树脂就是指还没有跟各种添加剂混合的高聚物。有时这两个名词也常混用，因为有些塑料基本上是由合成树脂组成的，不含或少含添加剂，如有机玻璃、聚乙烯、聚苯乙烯等。塑料的基本性能主要决定于树脂的本性，但添加剂也起着重要作用。

塑料的品种很多，教科书中只是简单地分为热塑性塑料和热固性塑料两大类。目前，塑料的分类还没有一个十分完善的方法，常见的分类方法见表 3-3。

表 3-3 塑料的分类

分类的原则	类型	特征和举例
按树脂受热时的特征分	热塑性塑料	以热塑性树脂为基本成分。受热软化，可以反复塑制，如聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯等
	热固性塑料	以热固性树脂为基本成分。加工成型以后变为不溶、不熔状态，如酚醛、氨基塑料等
按应用范围及性能特点分	通用塑料	通用性强、用途广泛、产量大、价格低。主要有聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯等
	工程塑料	机械性能较好，高强度，可以代替金属用作工程结构材料。如聚酯、聚酰胺、聚碳酸酯、氟塑料等
其他分类	分为通用、工程、耐高温和特种塑料四大类；或通用、工程和其他塑料三大类	

11. 导电性塑料

在 20 世纪 70 年代，日本科学家白川英树等人在实验室里用乙炔气制取聚乙炔塑料时，因偶尔加入了比实际要求量多了 1 000 倍的催化剂，结果得到了一种银白色的薄膜。后来，该实验室的研究人员和一些美国科学家对聚乙炔为什么会成为银白色的薄膜进行了共同研究，结果发现聚乙炔在掺碘后居然能像金属那样导电。

在塑料中添加某种杂质，绝缘的塑料就具有了像金属那样的导电性。这一发现使白川英树等人获得了 2000 年度诺贝尔化学奖，获奖理由是“发现并开发出了导电性塑料”。这项技

术的研究已逐步进入了实用化阶段,人类的许多梦想都会因它而成为现实。

目前已开发出数十种导电性塑料,这类塑料已逐步商业化。与金属相比,塑料的特点是容易加工,重量轻。1989年,日本一家公司开发的导电性塑料电池,比用Ni和Pb等重金属制作的传统电池更轻,已使用到移动电话上,并逐渐扩大了电池市场的份额,这是因为追求轻巧的移动电话市场的需要。1990年,松下通信工业公司的研究人员,利用导电性塑料代替在电路中具有蓄电作用的液体电容器电解质,成功地使电路的电阻降低到百分之一以下。电阻小可以节电,也可以适应电信号的迅速变化,因此,在实现个人电脑小型化和高速化方面,导电性塑料的需求量正在扩大。现在还有人准备用导电性塑料作未来机器人的肌肉,当用电化学方法对某些导电性塑料进行控制时,其体积会发生膨胀和收缩的变化,这样就能操纵机器人的四肢运动。

导电性塑料为什么能导电?这是目前科学家们正在探讨的重要课题,并提出了一些观点和论据。比较多的科学家认为,导电性塑料能导电,是由于其中掺杂了碘一类的元素起了决定作用;有些科学家从电子能带的概念来解释塑料导电的原理;还有一些科学家对掺杂了碘的聚合物为什么能导电提出了新的理论,但有些问题至今还解释不清。

导电性塑料的前途是广阔的,人们正在不断地研究和开发新产品。例如,人们期待开发通电后可以发光的导电性塑料,这些材料在各种设备中有广泛的用途。又如,白川英树教授开发出的聚乙炔,具有碳原子直线结合的链式结构,而与白川英树教授一起进行研究的另一位教授则成功地合成了具有螺旋状链式结构的聚乙炔。如果使具有导电性的物质呈螺旋状,就可以制成电子零件中不可缺少的线圈和电磁铁,精密地加工螺旋状的聚乙炔,还可以制成分子大小的线圈和电磁铁。此外,研究人员正在利用导电性塑料制作分子大小的电路,进行作为计算机计算基础的二进制的研究,也许有一天笔记本电脑可以装入手表中。

12. 工程塑料

工程塑料是指可作为结构材料的塑料,主要品种有聚酰胺(即尼龙)、聚甲醛、聚碳酸酯、聚苯醚、ABS树脂、聚酯、聚氨酯、聚砜、聚苯硫醚等。工程塑料的主要特性是:①密度小,一般为钢铁的 $1/4$,铜的 $1/9 \sim 1/5$,铝的 $1/2$,这对全面减轻车辆和飞行器的重量具有特殊意义;②比强度高;③化学稳定性好,对酸、碱以及一般有机溶剂都有良好的耐腐蚀性;④电绝缘性优良;⑤耐磨,具有自润滑性,可以降低摩擦力;⑥耐热性和尺寸稳定性高;⑦抗冲击、抗疲劳性能优良。

用工程塑料代替钢铁和其他金属的潜力是很大的。例如,分布在城市里的纵横交错的自来水管和煤气管,乃至上万米长的输油和输气管道,各种机床乃至机器设备的零件,小到如门把手等五金产品,只要有一部分能被塑料代替,其节约的效果也会相当显著。

聚碳酸酯是一种透明度可以达到 $85\% \sim 90\%$ 的工程塑料,它可用来制造超音速飞机的风挡和座舱罩。聚碳酸酯做的薄膜大量用于电子工业,用来制造各式电容器。这些电容器具有体积小、绝缘性好的优点,而且制造工艺十分简单。只要在一定厚度的两层聚碳酸酯薄膜之间夹上两片铝箔,引出接头,然后紧紧地卷在一起,送进烘箱加热到一定温度,聚碳酸酯在加热固化过程中体积进一步紧缩,就会把铝箔包封在电容器中,制得的电容器晶莹透明、美观耐用、性能优良。

聚甲醛也是一种重要的工程塑料,它的抗张强度高于黄铜和锌,聚甲醛经过拉伸处理后,



一根直径为 3 mm 的细丝可承受 1×10^4 N 的拉力, 因此其抗张强度可与钢材媲美。聚甲醛还具有摩擦系数小、耐磨性好的特点, 可以在不用润滑油的情况下进行自润滑, 还能耐有机溶剂腐蚀, 吸水性也很小。聚甲醛主要用在电子、汽车、建材、轻工等部门, 作为密封圈、卷轴、齿轮、轴承、滑块、阀门、键盘、开关、拉链和把手等零件。

聚苯醚具有优良的综合性能, 最大的特点是在长期负荷下, 具有优良的尺寸稳定性和突出的电绝缘性, 使用温度范围广, 可在 $-127 \sim -121$ °C 长期使用。还具有耐水、耐水蒸气性能, 并具有较好的耐磨性和抗冲击强度。聚苯醚主要用于代替不锈钢制造外科医疗器械, 在机电工业中用作齿轮、鼓风机叶片、管道、阀门、螺钉和其他紧固件及连接件, 还用作电子和电气工业中的零部件, 如线圈骨架、印刷电路板等。改性聚苯醚广泛用来代替青铜和黄铜, 制作各类机械零件。

聚砜具有优良的力学性能, 硬度高, 耐磨性好, 并具有较高的玻璃化转变温度, 可在 $150 \sim 200$ °C 温度范围内长期使用, 对酸、碱、盐稳定。聚砜用于制作电性能优良的电子器件和印刷电路基材, 还可用于汽车中特殊零部件的制造和需耐温 180 °C 的自动传动装置。

(资料 12 摘编自《走向高分子时代》, 广西教育出版社, 应礼文著)

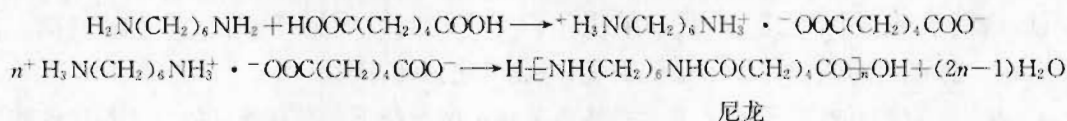
13. 尼龙(聚酰胺 66)的发明

人们对尼龙并不陌生, 尼龙制品在日常生活中比比皆是。它是美国杰出的科学家卡罗瑟斯 (Carothers) 及其领导下的一个科研小组研制出来的, 是世界上出现的第一种合成纤维。尼龙的出现使纺织品的面貌焕然一新, 它的合成是合成纤维工业的重大突破, 同时也是高分子化学的一个重要里程碑。

1928 年, 美国最大的化学工业公司——杜邦公司成立了基础化学研究所, 年仅 32 岁的卡罗瑟斯博士受聘担任该所的负责人。他主要从事聚合反应方面的研究。他首先研究双官能团分子的缩聚反应, 通过二元醇和二元羧酸的酯化缩合, 合成长链的、相对分子质量高的聚酯。在不到两年的时间内, 卡罗瑟斯在制备线型聚合物特别是聚酯方面取得了重要的进展, 将聚合物的相对分子质量提高到 $10\,000 \sim 25\,000$, 他把相对分子质量高于 10 000 的聚合物称为高聚物 (Superpolymer)。1930 年, 卡罗瑟斯的助手发现, 二元醇和二元羧酸通过缩聚反应制取的高聚酯, 其熔融物能像制棉花糖那样抽出丝来, 而且这种纤维状的细丝即使冷却后还能继续拉伸, 拉伸长度可达到原来的几倍, 经过冷却拉伸后纤维的强度、弹性、透明度和光泽度都大大增加。这种聚酯的奇特性质使他们预感到可能具有重大的商业价值, 有可能用熔融的聚合物来纺制纤维。然而, 继续研究表明, 从聚酯得到纤维只具有理论上的意义。因为高聚酯在 100 °C 以下即熔化, 特别易溶于各种有机溶剂, 只是在水中还稍微稳定些, 因此不适合用于纺织。

随后卡罗瑟斯又对一系列的聚酯和聚酰胺类化合物进行了深入的研究。经过多方对比, 选定他在 1935 年 2 月 28 日首次由己二胺和己二酸合成出的聚酰胺 66 (第一个 6 表示二胺中的碳原子数, 第二个 6 表示二酸中的碳原子数)。这种聚酰胺不溶于普通溶剂, 熔点为 263 °C, 高于通常使用的熨烫温度, 拉制的纤维具有丝的外观和光泽, 在结构和性质上也接近天然丝, 其耐磨性和强度超过当时任何一种纤维。从其性质和制造成本综合考虑, 在已知聚酰胺中它是最佳选择。接着, 杜邦公司又解决了生产聚酰胺 66 原料的工业来源问题, 1938 年 10 月 27 日正式宣布世界上第一种合成纤维诞生了, 并将聚酰胺 66 这种合成纤维命名为尼

龙 (Nylon)。尼龙后来在英语中成了“从煤、空气、水或其他物质合成的,具有耐磨性和坚韧性、类似蛋白质化学结构的所有聚酰胺的总称”。生产尼龙的过程表示如下:



目前世界上尼龙纤维的年产量已达数百万吨,尼龙以其高强度、耐磨等独特优越的性能,在民用和工业方面得到了广泛的应用。

14. 几种常见合成纤维和合成橡胶的性能及用途

表 3-4 几种常见合成纤维的性能及用途

类别	名 称	结 构 式	性 能	用 途
聚酯纤维 (涤纶)	聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维 (俗名“的确良”)		产量最大的合成纤维。显著优点是:抗皱、保型、美观;对热、光稳定性好;润湿时强度不降低,经洗耐穿,可与其他纤维混纺;年久不会变黄。缺点是不吸汗,而且需高温染色	大约 90% 作为衣料用(纺织品为 75%,编织物为 15%),用于工业生产的只占总量的 6% 左右
	聚己内酰胺纤维(锦纶 6, 尼龙 6)	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO} \right]_n$	强韧耐磨、弹性高、质量轻,染色性好,不易起皱,抗疲劳性好;吸湿率为 3.5%~5.0%,在合成纤维中是较大的,吸汗性适当,但容易走样	约一半作衣料用,一半用于工业生产。在工业生产应用中,约 1/3 是做轮胎帘子线。尼龙 66 的耐热性比尼龙 6 高,做轮胎帘子线很受欢迎
聚酰胺纤维 (锦纶或尼龙)	聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(芳纶 1313)		机械性能好,强度比棉花稍大,手感柔软,耐磨,化学稳定性好,耐辐射、耐高温性能好	其独特的耐高温性能,适用于做耐高温过滤材料、防火材料、耐高温防护服、耐高温电缆、烫衣衬布等
	聚对苯二甲酰对苯二胺纤维(芳纶 1414)		高强度、质量轻、耐磨,可作为密封材料上的增强纤维,以提高密封垫圈的耐压性、耐腐蚀性	近年来纤维材料中发展最快的一类高科技纤维。可用作安全带、运输带、耐热毡、防弹衣、轮胎帘子线、复合材料中的增强材料等



续表

类别	名称	结构式	性能	用途
聚丙烯腈纤维	聚丙烯腈纤维 (腈纶、俗名“人造羊毛”)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_n$	具有与羊毛相似的特性, 质轻, 保温性和体积膨大性优良; 强韧 (与棉花相同) 而富有弹性, 软化温度高; 吸水率低, 不适宜作贴身内衣。缺点是强度不如尼龙和涤纶	大约 70% 作衣料用 (编织物占 60% 左右), 用于工业生产的只占 5% 左右
聚乙烯醇纤维	聚乙烯醇纤维 (维纶、维尼纶)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$	亲水性好, 吸湿率可达 5%, 和尼龙相等, 与棉花 (7%) 相近; 强度与聚酯或尼龙相近, 拉伸弹性比羊毛差, 比棉花好	70% 用于工业生产, 其中以布和绳索居多; 可代替棉花作衣料用
聚烯烃纤维	聚氯乙烯 (氯纶)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$	它的抗张强度与蚕丝、棉花相当, 润湿时也完全不变; 最大的优点是难燃性和自熄性。缺点是耐热性低, 染色不好	几乎不作衣料用, 作过滤网等工业产品约占 50%, 室内装饰用约占 40%
	聚丙烯纤维 (丙纶)	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$	是纤维中最轻的, 强度高, 润湿时强度不降。耐热性较低, 不吸湿	30% 左右作室内装饰用, 30% 左右作被褥用棉, 医疗用少于 10%, 其余的一半用于工业, 且大多数作绳索

表 3-5 几种常见合成橡胶的性能及用途

名称	结构式	性能	用途
丁苯橡胶	$\left[(\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_x (\text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}})_y \right]_n$	耐水、耐老化性能, 特别是耐磨性和气密性好。缺点是不耐油和有机溶剂, 抗撕强度小	合成橡胶中最大的品种 (约占 50%), 广泛用于制造汽车轮胎、皮带等; 与天然橡胶共混可作密封材料和绝缘材料
氯丁橡胶	$\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$	耐油、耐氧化、耐燃、耐酸碱、耐老化、耐曲挠性都很好。缺点是密度较大, 耐寒性和弹性较差	制造运输带、防毒面具、电缆外皮、轮胎等

续表

名 称	结 构 式	性 能	用 途
顺丁橡胶	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	弹性、耐老化性和耐低温性、耐磨性都超过天然橡胶。缺点是抗撕裂能力差，易出现裂纹	合成橡胶中的第二大品种（约占15%），大约60%以上用于制造轮胎
丁腈橡胶	$\left[(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2)_x (\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}})_y \right]_n$	耐油性好，拉伸强度大，耐热性好。缺点是电绝缘性、耐寒性差，塑性低、难加工	用作机械上的垫圈以及制备飞机和汽车等需要耐油的零件
乙丙橡胶	$\left[\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \right]_n$	分子中无双键存在，故耐热、耐氧化、耐老化性好，使用温度高	制造耐热胶管、垫片、三角胶带、输送带、人力车胎等
硅橡胶	$\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{Si}-\text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$	是一种耐热性和耐老化性很好的橡胶，它的特点是既耐高温，又耐低温，弹性好，耐油，防水，其制品柔软光滑，物理性能稳定、无毒、加工性能好。缺点是机械性能差，较脆，易撕裂	可用于医用材料，如导管、引流管、静脉插管、人造器官等；还可用于飞机、导弹上的一些零部件及电绝缘材料

（资料7、8、14摘编自《普通化学》第五版，高等教育出版社，浙江大学普通化学教研组编）

15. 复合材料

复合材料可看成是由基体材料和增强材料复合而成的。按基体材料的不同，复合材料可分为树脂基复合材料、陶瓷基复合材料和金属基复合材料。按增强材料的形状，复合材料可分为纤维增强复合材料、颗粒增强复合材料和夹层增强复合材料。目前发展较快、应用较广的是纤维增强复合材料。

（1）纤维增强树脂基复合材料

① 玻璃纤维增强塑料

玻璃纤维增强塑料又叫玻璃钢。目前广泛使用的玻璃钢有玻璃纤维增强尼龙、聚碳酸酯、聚乙烯、聚丙烯及有机硅树脂等品种。将玻璃熔化并以极快的速度拉成细丝，便得到异常柔软的玻璃纤维。在制造玻璃钢时，可将直径为5~10 μm的玻璃纤维制成纱、带材或织物加到树脂中，也可以把玻璃纤维切成短纤维加入基体。合成树脂经与玻璃纤维复合后，材料的强度大大提高，可达到某些合金钢的水平，而其密度只有钢铁的1/5左右。同时，材料仍保持合成树脂的较高的耐化学腐蚀性、电绝缘性和易加工性能，而且克服了玻璃纤维的脆性，具有较好的韧性。因此，玻璃钢除用于建筑业中作结构材料外，还广泛用于需耐蚀的石油化工设备、汽车车身、火车车箱和船体、电子工业中的印刷电路板等。例如，一台石油裂化冷风机采用玻璃钢叶片后，可节省50 kg不锈钢和35 kg铝合金，还延长了使用寿命。在军事



上可用于自动枪托、火炮发射管、钢盔、登陆艇、飞机机头罩、机翼、尾翼、副油箱、雷达罩等，一般比采用金属部件重量轻 20%~25%。

② 碳纤维增强塑料

碳纤维是将有机纤维（如聚丙烯腈纤维）在惰性气体保护下，经高温碳化而制得的。其特点是耐高温、质轻而硬度、强度高。用碳纤维增强的尼龙 66 有很好的韧性和良好的导电性，可作电荷分散体和导电体，其耐磨强度比用玻璃纤维增强的尼龙 66 高 4 倍。碳纤维增强的聚苯硫醚具有优异的抗拉强度，导电性提高，表面电阻降低，有优异的耐腐蚀和耐水解性能。碳纤维复合材料制作的齿轮，重量轻、强度高，完全可以代替金属而又无需用润滑剂等。

碳纤维复合材料代替金属，已经在化工、机电、造船、特别是航空航天工业中得到广泛应用。例如，用碳纤维与聚四氟乙烯制成的复合材料密封圈具有耐热、耐磨和耐腐蚀的特点，适用于高压化工泵和液压系统的密封；用酚醛树脂和碳纤维制成的复合材料可作为宇宙飞行器外表面的防热层、火箭喷嘴等；而碳纤维与环氧树脂制成的复合材料由于强度高，多用于飞机和宇宙飞行器上作为结构材料。

在民用工业中，使用碳纤维最多的是汽车和运动器材。1979 年，美国福特汽车公司展出了全部使用碳纤维复合材料制成的小轿车。重量比钢制的轻 60% 以上，抗疲劳性能和抗冲击性能都更好。新一代运动器材如羽毛球拍、网球拍、高尔夫球杆、滑雪杖、滑雪板、撑杆、弓箭等都采用碳纤维增强塑料来制造。

除了玻璃纤维、碳纤维外，作为纤维增强材料还有硼纤维、碳化硅纤维、氧化铝纤维和芳纶纤维等。聚芳酰胺纤维（如芳纶 1414）是一种强度高、密度小的特种纤维。相同强度的复合材料，聚芳酰胺纤维系的重量只有玻璃纤维系的 1/2 左右，碳纤维系的 4/5 左右。聚芳酰胺纤维系的另一个优点是耐冲击性好，这也是碳纤维系所不及的。此外，它还具有良好的耐热性、耐火性及使用温度范围宽等优点。芳纶增强塑料可用作火箭发动机壳体、高压容器、航天器及飞机机翼和机身等。

（2）纤维增强金属基复合材料

树脂基复合材料已有较大发展并在许多方面显示了重要作用，但树脂基复合材料存在一些弱点，如耐热性低，一般不超过 300℃，且不导电，导热性差。而金属基复合材料恰在这些方面具有优势，是航空航天等尖端技术领域的理想材料。

金属基复合材料所用的增强材料除了硼纤维、碳纤维外，还有高强度钢线、高熔点合金丝（W、Mo）和晶须（ Al_2O_3 、SiC）等，这些纤维分别用来与 Al、Mg、Ti、Cu 和 Ni-Co 基高温合金组成复合材料。

碳纤维是金属基复合材料中应用最广泛的增强材料。碳纤维增强铝具有耐高温、耐热疲劳、耐紫外线和耐潮湿等性能，适合于在航空航天领域中作飞机的结构材料。

硼纤维是 1958 年美国发明的，它本身也是一种复合材料。把直径 13 μm 的钨丝放在 BCl_3 和 H_2 的混合气体里加热到 1 000℃ 以上，钨丝表面上连续沉积金属硼，就形成了钨丝外面包着硼的纤维。这是一种强度和弹性都比玻璃纤维更好的纤维材料。为了避免在制造复合材料时硼与熔融金属基反应，硼纤维的表面还常常涂一层碳化硅，这种纤维的商品名称叫硼硅克。也可以在钨芯上直接沉积碳化硅形成碳化硅纤维。

B-Al 复合材料耐 1 200℃ 高温，用来制造飞机机体可使飞机重量减轻 23%。用硼纤维增

强的钛镍复合材料在军事和空间技术上起着重要作用。碳化硅纤维增强铝比铝轻 10%，强度高 10%，刚性高一倍，具有更好的化学稳定性、耐热性和高温抗氧化性。它们主要用于汽车工业和飞机制造业。用碳化硅纤维增强钛做成的板材和管材已用来制造飞机垂尾、导弹壳体 and 空间部件。

目前发展较快的还有金属纤维增强金属的复合材料。例如，用钨纤维增强铬铝钼铁合金而制得的复合材料，具有高温强度高、延展性好、抗氧化、耐腐蚀等最佳综合性能，是生产燃气轮机叶片、火箭发动机喷嘴、航天飞机鼻锥等的优质材料。

(3) 纤维增强陶瓷基复合材料

陶瓷材料具有耐高温、高强度、高硬度及耐腐蚀性好等优点，但有性质脆弱的缺点。解决陶瓷脆性的有效途径之一是用纤维增韧而又不降低其强度，于是人们转向研制陶瓷基复合材料。

陶瓷基复合材料采用的增强材料有碳纤维、碳化硅纤维和碳化硅晶须，基体陶瓷大体有 Al_2O_3 、 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 SiO_2 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZrO}_2$ 、 Si_3N_4 、 SiC 等。

用碳纤维增强陶瓷，不仅能提高陶瓷的强度，更主要的是大大提高其韧性，这种增强复合材料在燃气轮机、火箭发动机上用于制造关键设备。

(资料 4、11、15 摘编自《化学新课程中的教学素材开发》，高等教育出版社，郑长龙主编)

第四章 保护生存环境



本章说明

一、教学目标

1. 知道大气主要污染物及其危害，能说出减少大气污染物的原理和方法。
2. 知道主要的室内空气污染物及其危害，了解减少室内空气污染物的方法。
3. 通过重金属污染、植物营养物质污染和石油污染等实例认识水污染造成的危害，能说出污水处理中主要的化学方法及其原理。
4. 了解垃圾处理的主要方法，以及垃圾分类和回收利用的重要意义。
5. 认识“白色污染”的危害，了解废弃塑料资源化的方法。
6. 认识化学科学的发展对于环境保护的重要作用，树立可持续发展的观念。

二、内容分析

本章以保护人类的生存环境为主题，介绍了改善大气质量、污水处理和实现垃圾的资源化等过程中的化学方法及其原理。在引导学生认识化学和环境保护密切关系的同时，使他们增强环境保护意识，树立人与环境应该和谐相处、可持续发展的观念，提高科学素养。

本章内容有以下特点：

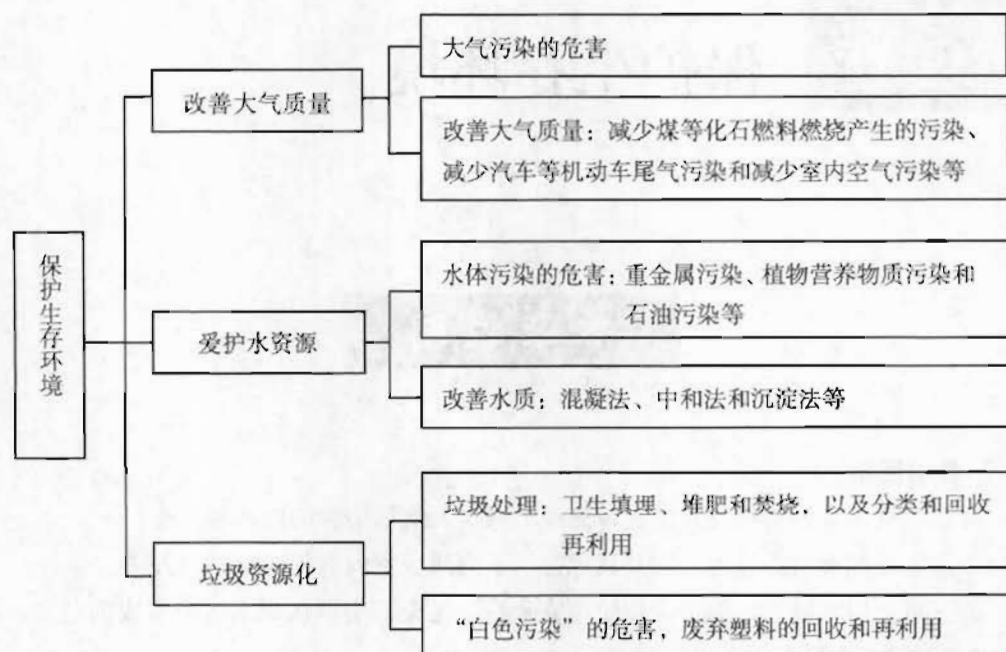
1. 突出化学学科特点，体现化学视角。

关于环境保护，学生在许多课程的学习中都接触过。本章在介绍大气污染的危害、改善大气质量的方法、水体污染的危害、污水处理、垃圾处理和白色污染的危害等内容时，突出化学科学的视角，以相关的化学知识作为载体，重点介绍化学方法在环境保护中的重要作用，激发学生学习化学的兴趣。

2. 精选大量图画，设计多种活动。

本章内容与学生的生活实际密切联系，而且学生有一定的知识基础。因此，教科书大力改革呈现方式，精选大量图画，设计多种活动，以引起学生的学习兴趣。例如，本章在引入方式上是多种多样的：第一节是采用“思考与交流”的方式引入，第二节是以2张图片（图4-18和图4-19）的形式引入，第三节是以“实践活动”的方式引入，等等。

本章的内容结构如下：



三、课时建议

第一节	改善大气质量	2 课时
第二节	爱护水资源	2 课时
第三节	垃圾资源化	1 课时
复习		2 课时

教学建议

第一节 改善大气质量

一、教学设计

本节包括大气污染的危害和改善大气质量两部分内容。

由于学生对于大气主要污染物及其来源是熟悉的，教科书对此并没有展开，而是采用简明的文字和图画相结合的方式呈现。重点强调：自然因素和人类活动都能产生大气污染物（如图 4-2 所示），目的是使学生对于大气污染物的来源有一个全面的认识。对于大气污染的危害，重点介绍了酸雨的形成和臭氧层受损中所涉及到的化学原理。对于温室效应和全球气候变暖，由于学生有一定的知识基础，则采用了“思考与交流”的方式，由学生自己进行总结。

我国是世界上耗煤量最大的国家之一。随着经济的发展和人们生活水平的提高，我国一些城市的汽车拥有量迅速增加。此外，室内空气污染也越来越引起人们的重视。因此，教科书从减少煤等化石燃料燃烧产生的污染、减少汽车等机动车尾气污染和减少室内空气污染等



三个方面介绍了改善大气质量的措施。

本节教学重点：大气主要污染物及其危害，改善大气质量的主要方法。

本节教学难点：臭氧层受损和汽车尾气系统中催化转化器的化学反应原理。

教学建议如下：

1. 本节内容与社会、生活有密切的联系，学生也具有一定的知识基础。因此，教学要体现开放性。

例如，课前可将学生分成几个小组，每个小组从以下课题中任选一个专题进行研究，以论文、调查报告或多媒体的形式进行总结，然后每个小组选出代表在课上进行汇报和交流。最后教师进行小结。

(1) 从空气质量报告入手，分析当地大气的主要污染物及其成因。

(2) 全球三大环境问题（酸雨、臭氧层受损、全球气候变暖）的成因、危害，以及人类采取的措施。

(3) 化石燃料燃烧对大气可能造成的污染和治理途径。

(4) 汽车等机动车对大气可能造成的污染和治理途径。

(5) 室内空气污染物的主要来源和对人体的危害，以及如何避免或减少室内空气污染。

(6) 世界上的八大公害事件，等等。

2. 充分利用教科书提供的素材，培养学生的基本观念。

例如，教科书通过“资料卡片”介绍我国国家标准中室内污染物 HCHO 和氨的最高允许含量，使学生树立“量”的观念：在日常生活中，要完全避免室内污染物是不可能的。但是，只有当污染物的浓度达到或超过某个值时，才会对人体产生危害；通过介绍汽油抗爆震剂的发展——最早是四乙基铅，目前是甲基叔丁基醚，最后提到甲基叔丁基醚是否会对人体造成危害还有争议等，以此为例让学生认识科学发展的局限性，树立一分为二、辩证地看问题的观念；通过“科学史话”介绍氟氯代烷的功与过，使学生树立合理使用化学品的意识，等等。

3. 对于改善大气质量，既要突出化学方法的重要作用，也要让学生认识到治理大气污染是一项长期的系统工程，根本途径在于改变我国的能源结构等。

教学设计参考：

针对大气污染的危害的教学，采用问题讨论和启发讲授法。

引入课题：观看空气质量预报录像。

问题情景：观看酸雨、臭氧空洞、全球气候变暖造成的气候灾难等录像，使学生认识到大气环境所面临的严峻现实。

提出问题：

1. 酸雨是怎样形成的？写出有关反应的化学方程式。

2. 酸雨有什么危害？如何防治？

3. 为什么说现代“杞人忧天”有道理？臭氧层是如何被破坏的？

4. 你知道哪些温室气体？它们的来源是什么？

5. 为防止温室效应进一步加剧，人类采取了哪些措施？

教师讲解：重点是酸雨形成过程中的化学反应，氟氯代烷破坏臭氧的化学机理。

巩固练习：结合习题进行针对训练。

二、问题交流

【思考与交流 1】

提示:

1. 从节约能源、吸收 CO_2 气体、减少有害气体的排放等方面考虑。

2. 保护大气随手可做的小事有很多。例如:

● 倡导步行和骑自行车,使用节能型灯具,少用罐装食品和饮品,尽量使用可再生物品,拒绝过分包装,将垃圾分类回收;

● 拒绝使用一次性筷子,少使用贺年卡,节约用纸;

● 少使用喷雾剂和发泡剂(含有氟氯代烷),使用无氟冰箱,不在野外烧荒,房屋装修要尽量简单,在室内、院内养花种草,等等。

【思考与交流 2】

1. 主要的温室气体有 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、 O_3 和氟氯代烷等。化石燃料的大量使用(产生 CO_2);森林面积减少(减少吸收 CO_2);制冷剂和喷雾剂的广泛生产和使用(产生氟氯代烷);航空业迅速发展(飞机在高空频繁飞行会产生大量的 CO_2 和 N_2O 等);化肥的大量使用(导致土壤产生 N_2O)等都会导致大气中的温室气体不断增加。

2. 地球周围的大气本来就存在着温室效应,它使地球保持了一个适于人类生存的正常温度环境。只是由于人类活动等向大气中排放了过量的温室气体,使温室效应加剧,从而在全球范围内引发了一系列问题。例如,温室效应加剧引起的全球气候变暖可能导致:两极的冰川融化,海平面升高,淹没许多城市;影响农业生产;生态系统发生变化,一些物种将灭绝;加剧洪涝、干旱和其他气象灾害的发生;增加传染病的传播几率,危害人类健康,等等。

3. 对于温室效应加剧的长期影响还需要人类进一步研究,但大气中温室气体的不断增加对气候的影响已经明显表露出来。因此,为了保护人类赖以生存的地球,人类应该共同防止温室效应进一步加剧,可以采取以下措施。

(1) 减少温室气体。例如,减少使用煤、石油和天然气等化石燃料,更多地利用太阳能、风能和地热,发展核能和氢能等;大力植树造林,严禁乱砍滥伐森林;限制并逐步停止氟氯代烷的生产和使用;控制煤矿、稻田和垃圾填埋场等场所排放的 CH_4 ;控制人口增长,等等。这些都是切实可行的。

(2) 除去或回收温室气体。这种方法由于受到成本和技术等的限制,目前不太容易实行,但也是人类努力的方向。

4. 关于“如何减少大气中 CO_2 的量”,这个问题具有开放性,没有固定答案,要鼓励学生积极思考。例如,将 CO_2 气体液化后埋入地下或海底是科学家们正在研究的解决过剩 CO_2 的方法之一。

【思考与交流 3】

1. 讲究厨房卫生,减少厨房污染。例如,安装和使用抽油烟机,炒菜时的油温不要过高,及时清理厨余垃圾等。

2. 合理使用杀虫剂、消毒剂、清洁剂和化妆品等。

3. 家庭装修时要尽量简单,遵循经济实用和美观舒适的原则。

4. 装修后的房间不宜立即入住,应当通风一段时间,最好经过环保检测合格后再居住。



5. 居室中适当绿化。一些花草能吸收有害物质,例如,铁树可以吸收苯,吊兰、芦荟等可以吸收甲醛等。

6. 购买家具时要选择正规企业生产的、符合国家标准的环保家具,等等。

【学与问 1】

由于学生在义务教育阶段和高中必修课程中对于酸雨有什么危害和如何防治酸雨有了一定的了解,此处采用“学与问”的形式由学生自己进行总结。

酸雨有很大的危害,能直接引起江河湖泊和土壤的酸化,危及水生生物和陆地植物的生存,影响渔业、林业、农业和畜牧业的正常生产。酸雨还能加速房屋、桥梁、堤坝、管道和电缆等的腐蚀,特别是对文物古迹、雕塑绘画和人文景观的腐蚀作用尤其显著。此外,酸雨还会对人体健康造成影响。

防治酸雨的根本措施是减少人为排放污染物的量。针对我国是燃煤大国、以硫酸型酸雨为主的特点,防治酸雨主要从以下几个方面着手(可参考本节教科书中的“二、改善大气质量”的有关内容):

1. 采用原煤脱硫技术,降低原煤的含硫量;
2. 改进燃烧装置和燃烧技术,使煤充分燃烧,提高燃烧效率,减少二氧化硫和氮氧化物的排放量;
3. 对煤燃烧后形成的烟气脱硫,目前主要采用石灰法,脱硫效果较好;
4. 积极发展洁净煤技术,开展煤的综合利用,如煤的气化和液化等,以减少直接燃烧煤产生的二氧化硫和氮氧化物;
5. 调整和优化能源结构,降低燃煤在能源结构中的比率,加快开发和利用太阳能、风能、地热能、核能和氢能等新能源。

【学与问 2】

除了教科书中介绍的推广使用无铅汽油和装置催化转化器以外,减少汽车尾气对大气污染的措施还有(仅供参考):

1. 改进发动机的燃烧方式,从而使汽油、柴油等燃料充分燃烧;
2. 使用一些新型清洁燃料,如液化石油气(LPG,图4-12)、压缩天然气(CNG)、液化天然气(LNG)、乙醇汽油和氢气等,以减少或杜绝污染物的排放;
3. 使用一些新型能源作为汽车的动力,如锂离子电池(图4-13)、氢氧燃料电池、电能和太阳能等;
4. 执行严格的汽车尾气排放标准,禁止没有达到环保标准的汽车上路,等等。

三、习题参考

1. (1) 当汽车速度增加时,氮的氧化物质量增加得最快(增加的倍数最多)。

原因:汽车尾气中氮的氧化物(主要是 NO 和 NO_2)是燃料高温燃烧时的副产物。在常温下,空气中的 N_2 和 O_2 并不能直接化合生成氮氧化物。但是在汽油、柴油、天然气等燃料的燃烧过程中,当达到一定温度时,空气中的 N_2 和 O_2 就会发生反应生成 NO , NO 在常温下可继续与空气中的 O_2 反应生成 NO_2 。温度越高,生成 NO 的量也越多。当汽车速度增加时,温度升高,因此,氮的氧化物质量增加。

- (2) 从表中数据可以看出,要使污染程度减到最小,汽车的速度应保持在 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

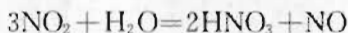
(3) 本题具有开放性, 以下解答仅供参考。

结论 1: 无论汽车以什么速度行驶, 尾气中一氧化碳的质量总是最大。

结论 2: 当汽车速度从 $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 提高到 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时, 尾气中一氧化碳和碳氢化合物的质量减小, 原因可能是速度提高, 温度升高, 燃料燃烧充分; 当汽车速度提高到 $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时, 尾气中一氧化碳和碳氢化合物的质量又增大, 原因可能是速度过高, 消耗的燃料增多而造成的。

结论 3: 要使尾气中污染物的排放总量达到最小, 汽车速度不能过高或过低, 要保持在—个合适的速度。

2. (1) 酸雨主要是由人为排放的硫氧化物和氮氧化物等酸性气体转化而成的:



(2) 在金属活动性顺序中, 排在氢后面的金属如 Cu、Ag 等受酸雨破坏的程度较小, 因为这些金属不易与酸发生化学反应。此外, 合金如不锈钢、铝合金等耐酸雨的能力也较强。

(3) 因为气体的溶解度随温度下降而增大, 所以冬天会有较多的 SO_2 和 NO_2 气体溶于雨水。此外, 冬天对能量的需求较大, 发电厂会燃烧更多的燃料。所以冬天雨水的酸性通常较高。

3. (1) 氟氯代烷、含溴的卤代烷烃(哈龙)、 N_2O 、 NO 、 CCl_4 和 CH_4 等都可能破坏臭氧层。

(2) CFCl_3 和 CF_2Cl_2 中氯元素的质量分数分别为 77.45%、58.68%, 因此, CFCl_3 破坏臭氧的能力较强。

(3) 为了保护臭氧层, 人类采取了以下行动:

- 制定国际公约, 减少并逐步停止氟氯代烷等的生产和使用, 如《保护臭氧层维也纳公约》《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》(后经两次修正);

- 研制开发新型的制冷剂和喷雾剂等, 寻找氟氯代烷的替代品, 如积极促进实现所有冰箱的无氟化等;

- 加强氟氯代烷的回收, 等等。

4. (1) $2.7 \times 10^5 \text{ mol}$

5. 参考资料:

三峡水电站共安装水轮发电机组共 32 台, 机组单机额定容量为 70 万千瓦, 加上 2 台 5 万千瓦的电源机组, 总装机容量为 2 250 万千瓦, 年发电量约为 1 000 亿千瓦·时。三峡水电站是世界上规模最大的水电站。

建设三峡水电站, 相当于建设一座年产约 5 000 万吨原煤的特大型煤矿或年产约 2 500 万吨石油的特大型油田, 或相当于建设约 11 座装机容量为 200 万千瓦的大型火力发电厂, 发电效益十分可观。三峡水电站提供的强大电能送往华中、华东地区和广东省, 大大提高电网运行的可靠性和经济性, 同时为改善这些地区的大气质量起到巨大的作用。

三峡水电站与燃煤电站相比, 可大大减少污染气体的排放(如下表)以及大量的灰尘和废渣等, 减轻因有害气体的排放而引起的酸雨等环境污染问题。



与三峡水电站同等规模的燃煤电站的气体排放情况

(单位:百万吨/年)

气体	CO ₂	SO ₂	CO	氮氧化物
排放量	100	2.0	0.01	0.37

第二节 爱护水资源

一、教学设计

本节包括水体污染的危害和改善水质两部分内容。

水中的污染物种类繁多,如耗氧有机物,难降解有机物,重金属,植物营养物质,酸、碱和盐,石油,农药和病原体等。课程标准要求“以典型的水污染实例认识水污染造成的危害”,因此,本节以“日本的水俣病和痛痛病”“赤潮”和“世界上最大的原油泄漏事件”3个典型案例,介绍了与化学学科关系密切的重金属污染和植物营养物质污染,以及石油污染。对于污水处理中主要的化学方法及其原理,考虑到选用本模块学生的知识基础,从降低难度的角度出发,主要介绍了混凝法、中和法和沉淀法等简单的化学方法。氧化还原法则是以“资料卡片”的形式出现的,仅供学生阅读。

此外,本节“科学史话——杀虫剂 DDT 的功与过”从化学史实的角度,介绍了由于人类不正确地使用农药而对农作物、水生生物和人类等造成的危害;“科学视野——饮用水消毒”介绍了用液氯进行消毒对人体健康带来的影响,以及二氧化氯和臭氧等新型饮用水消毒剂的发展和应用。目的是使学生认识到化学物质在造福人类的同时,也可能对生态环境和人体健康带来一些负面影响,从而认识科学发展具有局限性,形成合理使用化学物质的意识。

本节教学重点:认识水体污染的危害,了解几种主要的污水处理方法,培养合理利用和保护水资源的意识。

本节教学难点:混凝法、中和法和沉淀法在污水处理中的应用。

教学建议如下:

1. 充分挖掘教科书中每一幅图画的内涵,加深学生对水体污染的危害和污水处理过程的认识。

例如,可通过阐释图 4-18、图 4-19 和图 4-20 的深刻寓意,并适当补充有关的资料和数据(如我国的人均水量等),说明水资源危机已成为人类生存的最大威胁之一。爱护水资源,应当从小做起,从每一个人做起;通过图 4-22,了解水中的重金属污染物通过“海藻→海洋微生物→小鱼→海鸟→人”这样一条食物链被富集,浓度逐级加大,认识重金属污染的危害;通过图 4-28 污水处理流程图,了解污水处理中涉及到的物理、生物和化学方法,等等。

2. 本节的教学要从课内延伸到课外,从学校走向生活、走向社会。

例如,布置学生调查我国水资源的历史、现状、污染及治理状况,然后将调查结果绘制成图画、表格,拍摄成照片或录像后制成网页、展板、壁报等进行交流、汇报;或带领学生实地参观污水处理厂或环境监测中心实验室、观看录像等,了解工业废水和生活污水检验、处理的流程等。

3. 引导学生在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观三个维度得到全面发展。

本节教学在注重过程与方法、情感态度与价值观教育的同时,也要让学生掌握水体污染造成的危害和污水处理中所涉及到的化学反应原理等基础知识。例如,日本的水俣病中无机汞转变成有机汞的化学反应,生活污水和工业废水中含N的蛋白质如何成为水生植物的养料,应用混凝法、中和法、沉淀法改善水质的基本原理,等等。

教学设计参考:

【教学设计1】

提出问题:你认为图4-18、图4-19和图4-20想告诉我们什么?你从图片中看到什么?想到什么?

学生思考、讨论、发言:略。

(参考:仅存有限的洁净之水,是盛载地球人的生命之舟,破坏、污染水资源,就是在制造倾覆灭顶之灾;与一条条江河水系被轻易地污染相比,保护和利用好每一滴洁净的水离我们更近;爱护水资源就是爱护生命……)

提出问题:你了解水体污染的种类和危害吗?

布置任务:将学生分组,每一个小组介绍一种类型的水体污染,如重金属污染、植物营养物质污染、石油污染、农药污染等,可以不限于教科书中的内容。还可以布置学生进行角色扮演活动,如体验水俣病和痛痛病的痛苦、赤潮和石油污染的危害等。

提出问题:防治水体污染迫在眉睫。请同学们利用已有的化学知识,针对污水中的悬浮物、氢离子、氢氧根离子、铜离子、汞离子等不同污染物,选择适当的试剂进行处理,写出可能发生的化学反应方程式。

学生思考、讨论、发言:略。

教师总结:介绍污水的处理流程(图4-28),以及混凝法、中和法、沉淀法等污水处理中常用的化学方法及其原理。

重点强调:

1. 混凝法是利用了胶体的凝聚作用,中和法是利用中和反应调节污水的pH,沉淀法是利用化学反应使重金属离子生成沉淀而除去;

2. 在污水的实际处理过程中,多种方法往往需要配合使用才能达到要求。

此外,还可以引导学生阅读“科学史话——杀虫剂DDT的功与过”和“科学视野——饮用水消毒”,使学生认识合理使用化学物质和化学方法的重要性,以及科学发展的局限性等。

【教学设计2】

布置任务:

课前1~2周将学生分组,每个小组从以下课题中选择一个进行研究。将调查结果汇总、分析和筛选,制成网页或文字、图画展板。

1. 我国或本地区的水资源状况,如淡水总量、人均用水量等。

2. 水体污染物的不同类型、典型案例及其危害。

3. 工业废水和生活污水的处理过程,以及其中涉及到的化学方法及其原理。

4. 我国辽河、海河、淮河、巢湖、滇池、太湖等水质污染状况,以及我国政府采取的治理措施,等等。



课堂交流：教师组织学生在网络教室进行自制网页的浏览、汇报、质询和交流；或者选出代表讲解本组制作的展板等，小组之间进行质询、交流。要落实本节的教学重点和难点。

二、习题参考

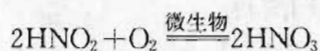
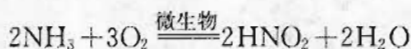
1. 日本的水俣病是由重金属汞的污染引起的。汞在海水和鱼体内的浓度相比较，在鱼体内的浓度高一些，这是因为水中的重金属污染物可以通过水中的食物链被富集，浓度逐级加大。

2. 原因可能是被 DDT 污染的水进入海洋，随海洋食物链的传递进入企鹅体内。

3. (1) 生活污水中含 N 的蛋白质在水中的分解过程通常是：



NH_3 在微生物的作用下，可进一步被氧化成 HNO_2 ，进而氧化成 HNO_3 ，以硝酸盐的形式成为水生植物的养料。其过程为：



(2) 当内海或湖泊中 N、P 含量过高引起水体富营养化时，藻类和其他浮游生物大量迅速繁殖。藻类的呼吸作用和死亡藻类的分解作用等要消耗大量的氧，致使水中溶解氧的含量下降；有些藻类本身会释放出有毒物质，死亡的藻类在分解时也会产生 CH_4 、 H_2S 等有毒气体。这些因素都会导致水中的鱼类和其他水生生物大量死亡，并引起水质恶化等。

对含有 N、P 的生活污水和工业废水进行处理，禁止生产和使用含磷的洗涤剂或洗衣粉，合理施用氮肥和磷肥等都可以有效地避免水体富营养化。

4. 只要求学生了解混凝法、中和法和沉淀法，不要求氧化还原法。

混凝法是利用胶体的凝聚作用，除去污水中细小的悬浮颗粒；中和法是利用中和反应调节酸性废水或碱性废水的 pH；沉淀法是利用化学反应使污水中的某些重金属离子生成沉淀而除去。

第三节 垃圾资源化

一、教学设计

本节第一部分主要介绍了垃圾处理要遵循的原则：无害化、减量化和资源化，以及目前处理垃圾常用的方法：卫生填埋、堆肥和焚烧，以“资料卡片”的形式介绍了三种方法的利与弊。最后强调指出，将垃圾分类并回收利用，符合可持续发展的要求，正成为垃圾处理的发展方向。

本节第二部分重点介绍了“白色污染”的危害，以及废弃塑料回收和再利用的途径：直接用作材料、将塑料进行热裂解和焚烧等。

本节教学重点：了解垃圾处理常用的方法和垃圾资源化的重要意义，认识“白色污染”的危害，以及废弃塑料回收和再利用的途径。

本节教学难点：废弃塑料回收和再利用的途径。

教学建议如下：

1. 本节内容中有关化学学科的知识不多, 要求不高, 以观念性问题为主。因此, 可以采用活动课的形式进行教学。

例如, 结合教科书内容, 布置学生分组进行调查(可参考以下教学设计中的课题), 将调查结果以文字、图画、多媒体等形式进行展示和交流。还可以由学生就垃圾的有关问题作成问题卡片, 举办知识竞赛或组织辩论等。

2. 在学生活动结束后, 教师要注意及时进行总结和评价, 并落实有关教学要求。

教师的总结和评价既要落实垃圾资源化过程中所涉及到的相关知识, 如垃圾处理的原则和常用方法、二噁英的产生途径和危害、“白色污染”的危害、热固性塑料和热塑性塑料再利用的不同途径、塑料的热裂解等; 同时注意培养学生保护环境的责任感和参与意识, 并鼓励学生行动起来, 为保护环境作贡献。

教学设计参考:

课前 1~2 周布置调查课题:

1. 垃圾处理的原则、常用方法和利弊。
2. 我国垃圾处理的现状和问题。
3. 废旧电池的危害及解决途径。
4. 医疗垃圾的危害及处理方法。
5. 废弃塑料的危害、回收和再利用的途径、困难。
6. 垃圾资源化过程中所涉及到的化学知识。
7. 你能为垃圾资源化所作的工作。
8. 除了教科书中的有关内容外, 你所了解的有关垃圾资源化的信息。

汇报交流: 小组代表向全班汇报, 并接受其他小组同学的提问。

教师总结和评价: 略。

二、活动建议

【实践活动 1】

提示: 可根据图 4-30 和图 4-31 计算北京市 2000~2002 年生活垃圾中各种成分的含量, 以表格或柱状图的形式展现出来。也可以通过查阅资料, 计算当地生活垃圾或工业垃圾中各种成分的含量, 引导学生认识垃圾资源化的重要意义。

北京市 2000~2002 年生活垃圾中各种成分的含量/万吨

	食品	纸类	塑料	织物	玻璃	金属	其他
2000 年	118.40	41.44	38.48	26.64	17.76	2.96	50.32
2001 年	123.60	43.26	40.17	27.81	18.54	3.09	52.53
2002 年	128.40	44.94	41.73	28.89	19.26	3.21	54.57

【实践活动 2】

提示: 从橘子或橙子的果皮挤出的液体中含有一种叫苎(音 zhù)烯(分子式为 $C_{10}H_{16}$, 英文名为 limonene)的有机化合物, 这种物质可以使泡沫塑料溶解。要特别提醒学生注意不要把汁液溅在眼睛里。



三、习题参考

1. 提示:

垃圾中的有机成分在隔绝空气、适当的温度和湿度等条件下,经过微生物的分解作用产生的沼气中含有 CH_4 等可燃性气体,容易引起垃圾自燃和爆炸事故。

以下几个方面有可能避免或减少垃圾场的爆炸事故发生(仅供参考):

- (1) 积极开展垃圾分类和回收利用工作;
- (2) 将垃圾填埋场产生的沼气回收利用,如进行发电或供热等;
- (3) 破坏 CH_4 气体产生的条件。例如,向垃圾填埋场中 CH_4 含量较高的地方输送氧气,使微生物失去作用,从而使垃圾中的有机成分转变成 CO_2 和 H_2O ,等等。

2. 活动提示:

- (1) 可将学生分为正方和反方两个小组进行辩论。
- (2) 活动前要鼓励学生充分收集资料,教科书中的论点仅供参考,学生可加以补充。
- (3) 本活动主要培养学生的合作能力、收集和整理信息的能力、发表自己见解的能力等。
- (4) 这个辩论没有固定答案,活动时要体现开放性。
- (5) 正方可以从世界或我国已探明的石油储量、废弃塑料的数量、回收废弃塑料可以节省的能源、“白色污染”的危害等角度搜集资料,说明回收利用废弃塑料的重要性;反方可以从塑料的优良性能、应用、分类困难、回收成本、我国的国情等方面搜集资料来阐述自己的观点。

3. 将废弃塑料回收再利用的方法:

(1) 直接用作材料:例如,将废弃的热塑性塑料分类、清洗后加热熔融,使其重新成为制品。将热固性塑料粉碎后加入黏合剂作为加热成型产品的填料;

(2) 热裂解:将塑料进行热裂解,然后通过分离得到汽油、煤油等液体燃料以及重新制造塑料的原料等;

(3) 焚烧法:把废弃塑料和其他垃圾一起焚烧,可回收热能用于加热或发电,但使用焚烧法时,一定要防止对大气的污染。

在使用这些方法时还要综合考虑成本、对环境的影响等因素。

教学资源

1. 世界八大公害事件

表 4-1 世界八大公害事件

名称	时间和地点	发生原因	主要后果
马斯河谷事件	1930 年 12 月 1~5 日,比利时马斯河谷工作区	炼焦、炼钢、电力、玻璃、硫酸、化肥等工厂排出的有害气体在逆温的条件下,于狭窄盆地的工作区近地积累,二氧化硫、三氧化硫等几种有害气体和粉尘对人体起综合作用	一周内 60 多人死亡,以心脏病、肺炎病患者死亡率最高,几千人患呼吸道疾病,许多家畜死亡

续表

名称	时间和地点	发生原因	主要后果
多诺拉事件	1948年10月26~31日,美国宾夕法尼亚州匹兹堡市南边的一个小城镇——多诺拉镇	镇处河谷,工厂很多,大部分地区受反气旋和逆温控制,持续有雾。大气污染物在近地层积累。估计其中二氧化硫的浓度为 $0.5 \times 10^{-6} \sim 2.0 \times 10^{-6}$, 并存在明显的尘粒	4天内发病者5911人,占全镇总人口的43%,其中轻度患者占15%,中度患者占17%,重度患者占11%,死亡17人,为平时周期的8.5倍
洛杉矶光化学烟雾事件	20世纪40年代初期,美国洛杉矶市	该市三面环山,市内高速公路纵横交错,占全市面积的30%。全市250多万辆汽车每天消耗汽油约1600万升。由于汽车漏油、汽油挥发、不完全燃烧和汽车排气,向城市上空排放近千吨石油烃废气、一氧化碳、氮氧化物和铅烟,在阳光照射下,生成淡蓝色的光化学烟雾,其中含有臭氧、乙醛和其他氧化剂,滞留市区	光化学烟雾主要刺激眼、喉、鼻,引起眼病、喉头炎和不同程度的头痛,严重时会导致死亡。其后1952年12月的一次烟雾中,65岁以上老人死亡400人
伦敦烟雾事件	1952年12月5~8日,英国伦敦市	当时,英国几乎全境被浓雾覆盖,温度递增,逆温在40~150m低空,使产生的烟雾不断积累。尘粒浓度最高达 4.46 mg/m^3 , 为平时的10倍;二氧化硫的浓度最高达 1.34×10^{-6} , 为平时的6倍。加上氧化铁的粉尘作用,生成了相当量的三氧化硫,凝结在烟尘或细小的水珠上形成硫酸烟雾,进入人的呼吸系统。英国环境专家认为,伦敦毒雾与英国森林遭到破坏,特别是泰晤士河西岸森林被毁的潜在原因有关	市民胸闷气促,咳嗽喉痛。约4000人丧生,尤以45岁以上的最多,1岁以下幼儿的死亡率也增加。事件后的2个月内还有8000人死亡
四日市哮喘事件	1961年,日本四日市	1955年以来,该市发展了100多个中小企业,石油冶炼和工作燃油(高硫重油)产生的废气,严重污染城市空气,整个城市终年黄烟弥漫。全市工厂粉尘、二氧化硫排放量达13万吨。大气中二氧化硫的浓度超出标准5~6倍。500m厚的烟雾中飘浮着多种有毒气体和有毒的铅、锰、钴等重金属粉尘	重金属粒子与二氧化硫形成硫酸烟雾,人吸入肺,能导致癌症和逐步削弱肺部排除污染物的能力,形成支气管炎、支气管哮喘以及肺气肿等许多呼吸道疾病,统称为“四日气喘病”,又称“四日型喘息病”。1961年四日市市民气喘病大作,1964年连续3天烟雾不散,气喘病患者开始死亡。1967年一些患者不堪忍受痛苦而自杀。1970年气喘病患者达300多人,实际超过2000人,其中10多人在痛苦中死亡,后来蔓延到全国。到1972年为止,日本全国患“四日气喘病”的达6376人



续表

名称	时间和地点	发生原因	主要后果
水俣病事件	1953 ~ 1956 年, 日本熊本县水俣市	含无机汞的工业废水污染水体, 使水俣湾的鱼中毒	人食鱼后受害。1950 年出现了中枢神经性疾病患者和疯猫疯狗。熊本水俣湾和新泻县阿贺野川下游有汞中毒者 283 人, 其中 60 人死亡。1973 年两次水俣病患者共 900 多人, 死亡近 50 人, 2 万多人受到不同程度的危害, 受害者的症状有: 神经衰弱、痴呆和视力下降, 成年人小脑、大脑半球受损严重, 表现为小脑性运动失调, 视野缩小、发音困难。胎儿患类似脑性麻痹, 生后 3~4 岁仍然表情淡漠、流口水、不会吃食、不会爬、长时间躺着, 语言发育迟缓, 对语言理解力差
痛痛病事件	1955 ~ 1972 年, 日本富山县神通川流域	锌、铅冶炼工厂等排放的含镉废水污染了神通川水体, 两岸居民利用河水灌溉农田, 使土地含镉量严重超标	居民食用含镉量高的稻米和饮用含镉水而中毒, 损害肾, 导致胃软化。患者全身各部位都发生神经痛、骨痛, 不能行动, 以至呼吸都带来难以忍受的痛苦, 最后骨骼软化、萎缩, 自然骨折, 四肢像章鱼一样弯曲, 脊柱压迫骨折而引起骨骼明显变形, 重者身躯比健康时缩短 20~30 cm, 一直到饮食不进, 在疼痛中死去。据有关资料报道, 1972 年 3 月患者已超过 180 人, 死亡 34 人, 此外还有 100 多人出现可疑症状。由于病人经常“哎哟哎哟”地呼叫呻吟, 日本人便称这种奇怪的病症为“哎哟哎哟病”, 即“痛痛病”
米糠油事件	1968 年 3 月, 日本九州市爱知县一带	九州大牟田一家粮食加工公司用油工厂在生产米糠油时, 由于追逐利润, 降低成本, 用多氯联苯作脱臭工艺中的热载体, 由于管理不善, 混入米糠油中	米糠油销售到各地, 引起许多人在食用后中毒或死亡。米糠油的副产物黑油作家禽饲料, 引起大量家禽死亡。食用中毒者超过 1 400 人, 至七八月份超过 5 000 人, 其中 16 人死亡, 实际受害者达 13 000 人。几十万只鸡死亡。多氯联苯能积累在人体内, 不易排出, 也没有有效的治疗方法

2. 空气污染指数

我国的空气质量采用了空气污染指数进行评价。空气污染指数是根据环境空气质量标准和各项污染物对人体健康和生态环境的影响, 来确定污染指数的分级及相应的污染物浓度值。我国目前采用的空气污染指数 (API) 分为五个等级:

- API 值小于等于 50, 表明空气质量为优, 相当于国家空气质量一级标准, 符合自然保护区、风景名胜区和其它需要特殊保护地区的空气质量要求;
- API 值大于 50 且小于等于 100, 表明空气质量良好, 相当于达到国家质量二级标准;

● API 值大于 100 且小于等于 200, 表明空气质量为轻度污染, 相当于国家空气质量三级标准;

● API 值大于 200 且小于等于 300, 表明空气质量差, 称之为中度污染, 为国家空气质量四级标准;

● API 大于 300 表明空气质量极差, 已严重污染。

为了更准确地标定空气的质量, 目前, 我国把空气质量日报中的三级或四级污染天气, 细分为三级 1、三级 2 和四级 1、四级 2 共 4 个档, 它们分别代表轻微污染、轻度污染、中度污染和中度重污染。如表 4-2 所示。

表 4-2 空气污染指数一览表

空气污染指数 (API)	空气质量级别	空气质量状况	对健康的影响
0~50	I	优	可正常活动
51~100	II	良	
101~150	III ₁	轻微污染	长期接触后, 易感人群会出现症状
151~200	III ₂	轻度污染	长期接触后, 健康人群会出现症状
201~250	IV ₁	中度污染	一定时间接触后, 健康人群会出现症状
251~300	IV ₂	中度重污染	一定时间接触后, 心脏病和肺病患者症状会显著加剧
>300	V	重污染	一般人群应避免户外活动

3. 大气主要污染物及其危害

人为排放的大气污染物有数十种之多, 下面介绍量多危害也较大的五种主要大气污染物的来源、危害及其在大气中的迁移转化等。

(1) 颗粒物

大气是由各种固体或液体粒子均匀地分散在空气中形成的一个庞大的分散系统 (气溶胶), 气溶胶中分散的各种粒子 (除水外) 称为大气颗粒物, 包括尘、烟、雾等。

颗粒物质的来源可分为天然源和人为源, 而以人为源为主。人为来源主要是燃料燃烧过程中形成的煤烟、飞灰等, 各种工业过程排放的原料或产品的微小粒子, 汽车排放的含铅化合物, 以及化石燃料燃烧排放的 SO_2 在一定条件下转化为硫酸盐等。天然来源, 如风起尘埃, 海浪溅起的浪沫, 火山灰, 森林火灾的燃烧物, 宇宙陨星尘以及植物的花粉等。

颗粒物质是重要的大气污染物, 大气中的一些有毒物质绝大部分都存在于颗粒物质中, 对人及动植物的危害很大。尤其是颗粒大小在 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ 的有可能深深地侵入肺部, 危害最大。粒子的吸附沉积, 会使电气装置接触不良或引起短路, 会使金属材料容易产生电化学腐蚀。此外, 大气中的粒子还会遮挡阳光, 使气温降低, 或形成冷凝核心, 使云雾和雨水增多, 以致影响气候。

由于重力沉降和雨雪, 悬浮颗粒物质大多可以自然地大气中除掉。

(2) 硫氧化物 (SO_x)

大气中的硫氧化物主要是 SO_2 , 还有小部分 SO_3 。主要来自发电厂和供热厂中含硫化石



燃料（其中 80% 是煤）的燃烧；其次是冶炼厂、硫酸厂的排放气，有机物的分解和燃烧，海洋及火山活动等。自 20 世纪 70 年代以来，全球 SO_2 排放总量平均每年递增 5%，1980 年达到 2 亿吨，但自 90 年代前后起 SO_2 的排放在欧洲及北美发达国家进行了有效控制，全球总排放量可能有所下降。

SO_2 不但对人的呼吸道有强烈的刺激性，而且对植物还会产生漂白的斑点、抑制生长、损害叶片和降低产量。当空气中有颗粒物质共存时，其危害可增大 3~4 倍， SO_x 的许多不良作用是由于 SO_3 与水作用生成的 H_2SO_4 造成的。

（3）氮氧化物(NO_x)

氮氧化物的种类很多，造成大气污染的主要是 NO 和 NO_2 等。它们主要来自化石燃料的高温燃烧（如汽车、飞机、内燃机及工业窑炉等的燃烧）过程中，也有来自生产和使用 HNO_3 工厂的排放气，还有氮肥厂、有机中间体厂、有色及黑色金属冶炼厂的某些生产过程。现在，每年向大气排放的 NO_x 已超过 5 000 万吨。

氮氧化物浓度高的气体呈棕黄色，从工厂高大烟囱排出来的含 NO_x 的气体，人们称它为“黄龙”。 NO 会刺激呼吸系统，还能与血红素（血红素是血红蛋白分子的活化基团，血红蛋白的功能主要是运载 O_2 和 CO_2 ）结合成亚硝基血红素而使人中毒。 NO_2 能严重刺激呼吸系统，并能使血红素硝基化，危害比 NO 的更大。另外， NO_2 还会毁坏棉花、尼龙等织物，使柑橘落叶和发生萎黄病等。然而，大气中 NO_2 更严重的危害可能是在形成光化学烟雾的过程中起了关键作用。另外，也会形成硝酸酸雨产生危害。

光化学烟雾的形成机理是美国加利福尼亚大学有机化学教授 Hagen Smit 于 1953 年首先提出来的。他认为，洛杉矶烟雾是由南加利福尼亚的强阳光照射引发了存在于大气中的烯烃类碳氢化合物和氮氧化物产生一系列的光化学反应而形成的。同时还指出，大气中的碳氢化合物和氮氧化物的主要来源是汽车废气。

光化学烟雾的形成从 NO_2 的光化学分解为引发反应开始，



然后在强阳光作用下引起一系列复杂的链式反应，与大气中的一次污染物烃类（尤其是烯烃）、 NO_x 等作用，生成 O_3 、PAN（硝酸过氧酰酯类）、醛等为主要成分的二次污染物，它们与一次污染物一起，共同形成光化学烟雾。

（4）CO 和 CO_2

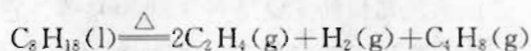
CO 是人类向大气排放量最大的污染物（约占大气中污染物总量的 1/3），主要来自燃料的不完全燃烧。但是近年来的研究指出天然产生的 CO 也不容忽视。由于近代对燃烧装置和燃烧技术的改进，所以从固定燃烧装置排放的 CO 量逐渐有所减少，而由汽车等移动源燃烧产生的 CO 量每年约有 2.5 亿吨，占人为污染源排放 CO 总量的 70% 左右。现代发达国家城市空气中的 CO 有 80% 是由汽车排放的。内燃机车辆排放气的 CO 浓度可高达 40~115 mg/m^3 。

低层大气中相当丰富的 CH_4 可被氢氧自由基（ $\cdot\text{OH}$ ）作用生成甲基自由基（ $\cdot\text{CH}_3$ ），继而转变成 CO。海洋是 CO 的另一个重要的天然来源。以前人们认为海洋是吸收 CO 的重要渠道，但现在发现海洋对 CO 是过饱和的，这样海洋中的 CO 浓度反而高于大气中的 CO 浓度。全球海洋面积按 $3.7 \times 10^{14} \text{ m}^2$ 计算，则海洋每年向大气排放 CO 约达 0.6 亿吨。

近一个多世纪以来,随着工业、交通和能源的高速发展,使排入大气中的 CO_2 日益增多,超过了植物的光合作用等自然界消除 CO_2 的能力,而使 CO_2 浓度迅速增加。 CO_2 是一种温室气体,其含量的不断增加会引起全球气候变暖。

(5) 烃类(C_xH_y 或简写为 HC)

烃类是通过炼油厂排放气、汽车油箱的蒸发、工业生产及固定燃烧污染源等而进入大气的。一个更重要的来源是汽车尾气,尾气中总含有相当量的未燃尽的烃类,除非采取特别措施保证燃烧完全。这些烃类大多是饱和烃(如 CH_4 、 C_2H_6 、 C_8H_{18} 等),更为严重的是其中一小部分由饱和烃裂解而产生的活性较高的烯烃,如辛烷裂解:



裂解产物乙烯、丙烯、丁烯等不饱和烃(可占排放气的 45%)更易和 O、NO 及 O_3 等发生反应,生成光化学烟雾中的某些有害成分。

烃类的生物来源也是不容忽视的,其中主要释放物有 CH_4 (主要是牛体内的肠发酵和稻田耕作)和萜烯类化合物(广泛存在于某些植物的叶、花或果实中)等。这些物质释放量虽大,但分散在广阔的大自然中,所以并未构成对环境或人类的直接危害。但研究表明,从 1978~1987 年的 10 年中,在低层大气中,全球范围内的 CH_4 浓度已上升 11%, CH_4 浓度的增加会强化温室效应。

还应特别提出的其他大气有机污染物中,应首推氟氯代烷和苯并[a]芘。研究表明,氟氯代烷是破坏高空臭氧层的主要物质,苯并[a]芘是致癌物质。

4. 氟利昂(CFCs)和哈龙(Halons)对臭氧层的危害^①

我们居住的地球周围包围着一层大气,臭氧层就存在于地球上 15~50 km 的大气平流层中,它保存了大气中 90% 左右的臭氧,将这一层高浓度的臭氧称为“臭氧层”。它可以有效地吸收对生物有害的太阳紫外线。如果没有臭氧层这把地球的“保护伞”,强烈的紫外线辐射不仅会使人死亡,而且会消灭地球上绝大多数物种。因此,臭氧层是人类及地表生态系统的一道不可或缺的天然屏障,犹如给地球戴上一副无形的“太阳防护镜”,而人工合成的一些含氯和含溴的物质却是臭氧层的“罪恶杀手”。最典型的是氟利昂和哈龙。氟利昂缩写为 CFCs,主要用于制冷剂、溶剂、塑料发泡剂、气溶胶喷雾剂及电子清洗剂等。当制冷系统破裂、渗漏或更换、清洗时均有可能造成氟利昂的外漏。哈龙(Halons)是一类含溴的烃类衍生物,主要被用于制作灭火剂。这类化合物具有特殊的灭火效果,而且不导电、毒性低、无残留,在计算机房、文史博物馆、舰船、飞机等部门都有广泛应用。

氟利昂和哈龙的性质非常稳定,且其密度要大于空气,这些化合物在对流层几乎是化学惰性的,在大气中可以存在 60~130 年。经过一两年的时间,这些化合物会在全球范围内的对流层分布均匀,然后主要在热带地区上空被大气环流带入到平流层,风又将它们从低纬度地区向高纬度地区输送,从而在平流层内混合均匀。

在平流层内,强烈的紫外线照射使氟利昂和哈龙分子发生解离,释放出高活性原子态的氯和溴,氯和溴原子也是自由基。氯原子自由基和溴原子自由基就是破坏臭氧层的主要物质,

^① 氟利昂是氟氯代烷的商品名称,哈龙是含溴的卤代烷烃的商品名称。



它们对臭氧的破坏是以催化的方式进行的。例如，氯原子自由基的反应为：



据估算，一个氯原子自由基可以破坏多达 $10^4 \sim 10^5$ 个臭氧分子，而由哈龙释放的溴原子自由基对臭氧的破坏能力是氯原子的 30~60 倍。而且，氯原子自由基和溴原子自由基之间还存在协同作用，即二者同时存在时，破坏臭氧的能力要大于二者简单的加和，从而导致平流层臭氧受到破坏，并逐渐减少。并且，由于大气环流作用的影响，氟利昂和哈龙在南极地区平流层内聚积，在南极强紫外线照射下发生光解，产生大量原子氯和原子溴，以致造成严重的臭氧损耗，形成面积达 2 700 km² 的巨大南极臭氧洞。类似的现象也出现在北极和素有世界第三极之称的青藏高原。据我国科学家 1998 年测定，中国西藏的上空也发现了一个臭氧层低谷。

然而更令人忧虑的是，氟利昂和哈龙具有很长的大气寿命，一旦进入大气就很难去除。这意味着它们对臭氧层的破坏会持续一个漫长的过程，臭氧层正受到来自人类活动的巨大威胁。

臭氧层被破坏以后，将会产生巨大的危害：对人类免疫系统造成损害，使得免疫机制减退；导致白内障眼疾和皮肤癌发病率上升；破坏生态系统，减慢农作物的生长速率，减低农作物的质量和产量，甚至会造成绝收；减少海洋生物数量，大量鱼类死亡，同时可能导致生物物种变异；造成全球气候变暖与温室效应。同时，它还会引起新的环境问题，过量的紫外线能使塑料等高分子材料更加容易老化和分解，结果又带来光化学大气污染。

为保持臭氧层，使人类免受太阳紫外线的辐射及维护地球生态系统的平衡，联合国 1985 年制订了《保护臭氧层维也纳公约》，1987 年又制订了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》，对破坏臭氧层的物质提出了禁止使用的时限和要求，发达国家已于 1996 年 1 月 1 日全部停止氟利昂的生产和使用。作为氟利昂生产和消费大国，我国已加入了上述两个公约。1993 年，国务院正式批准了《中国逐步淘汰消耗臭氧层物质国家方案》。我国政府承诺，到 2010 年全国范围内全面停止对氟利昂的生产、销售和使用。2002 年 1 月 1 日起，我国率先在汽车空调禁用氟利昂制冷剂，使用含氟利昂制冷剂空调的汽车将不得生产和进口。

为减轻因氟利昂和哈龙的生产、使用限制而造成的影响，国际上自 20 世纪 70 年代以来就积极开展关于氟利昂替代物的研制、生产和相关应用技术的研究。美、英、日、德等发达国家动用了大量人力和物力，投入了巨额资金，开展了氟利昂和哈龙替代物的研究。

5. “温室效应”与全球气候变暖

温室，对大多数人来说并不生疏。每到冬季，农田里排排温室和塑料大棚里春意盎然，碧绿鲜嫩的瓜果蔬菜花繁叶茂。为什么户外冰天雪地，而温室内却温暖如春呢？原来温室顶棚和四周的玻璃（或塑料薄膜）能够透进太阳光的短波辐射，而室内地面反向的长波辐射却很少能穿透玻璃（或塑料薄膜），这样热量就被留在室内，因此温室里的温度比室外要高出许多。

近几十年来,由于人类消耗的能源急剧增加,森林遭到破坏,大气中 CO_2 的浓度不断上升。 CO_2 就像温室的玻璃一样,并不影响太阳对地球表面的辐射,但却能阻碍由地面反射回高空的红外辐射,这就像给地球罩上了一层保温膜,使地球表面气温增高,产生“温室效应”。能产生“温室效应”的气体除 CO_2 外,还有 O_3 、 CH_4 、氟氯代烷(该类化合物包括 20 多种,其中主要有 CCl_3F 、 CCl_2F_2) 等。

全球气候变暖会对人类生活带来很大影响。

近百年来,全球增温大约 0.6°C 。有人认为,全球气候变暖将可能导致两极的冰川融化,使海平面升高,淹没许多城市。世界上大约有 $1/3$ 的人口生活在沿海岸线 60 公里范围以内,世界上 35 座最大的城市中,有 20 座地处沿海。海平面升高无疑将是对人类的巨大威胁。地球表面气温升高,各地降水和干湿状况也会发生变化。现在温带的农业发达地区,由于气温升高,蒸发加强,气候会变得干旱,农业区会退化成草原;干旱区会变得更干旱,土地沙漠化,使农业减产。

但是,也有人认为大气中的水蒸气、云量、颗粒物都可能抵消“温室效应”。另外,森林的多少、水利工程、灌溉面积的大小等都会对气温产生影响。因而对未来全球气候的总趋势,还不能做出肯定的推断。还有人认为 CO_2 浓度的增加,有利于绿色植物的光合作用,世界将变得更绿。

虽然目前还不能做出肯定的推断,但是有一点可以肯定,即大气污染对气候的影响已明显表露出来,至少是引起近年来世界各地气候异常的原因之一。 CO_2 等温室气体在大气中的含量不断增加的确是一个事实,它对全球气候的影响是人类必须面对的复杂课题。

为了保护人类赖以生存的地球,人类应共同防止温室效应进一步增强。可以采取以下措施:节约能源,减少使用煤、石油、天然气等化石燃料;更多地利用太阳能、风能、地热能;限制并逐步停止氟氯代烷的生产和使用;大力植树造林,严禁乱砍滥伐森林等。

此外,发达国家负有减少温室气体排放的主要责任。大气中的温室气体,特别是 CO_2 的增加,是发达国家近百年来工业化积累的结果,就是在当前,发达国家也是温室气体的主要排放者。占世界人口不到 24% 的发达国家,消费了世界能源的 75%,它们向大气中排放的 CO_2 的绝对量,远远高于其他国家。如美国占世界人口不到 4%,而 CO_2 排放量却占世界的 25%。由此可以看出,发达国家对削减温室气体排放负有不可推卸的主要责任和义务。

6. 对煤燃烧产生的二氧化硫等污染物的控制

(1) 消烟除尘

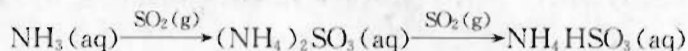
首先是改进燃烧方式和设备,使燃料完全燃烧;其次是靠机械设备将粉尘收集下来。常用的除尘设备有沉降室、旋风收尘器、电除尘器、水浴除尘器等。

(2) 对二氧化硫的控制

对 SO_2 的控制有三种方式:烟气脱硫、燃料预先脱硫、燃烧中脱硫。

①从烟气中脱硫 是将 SO_2 经过适当的化学反应变为有用的化工产品或肥料。如对含高浓度 SO_2 烟气的处理是把 SO_2 经催化生成硫酸回收利用。对低浓度 SO_2 烟气可以用多种方法,下面简单介绍利用液相碱性物质的吸收法。

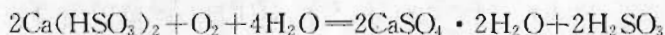
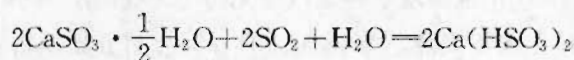
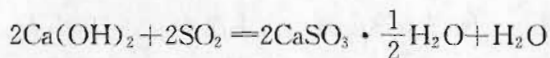
氨酸法 用氨水吸收二氧化硫的主要过程为:





再用 93% 的浓硫酸分解亚硫酸氢铵, 可得到 95% 的高浓度二氧化硫。

石灰乳法(钙法) 用氢氧化钙浆液来吸收含 SO_2 的尾气以脱硫, 并产生副产品——石膏。其化学反应如下:



石膏

石膏在工业中用途较多, 它可以用作建筑材料(石膏板), 还可以作为高密度树脂材料或塑料所制成的复合材料中的填料。

②从燃料中脱硫 燃料脱硫是在煤炭洗选中实现的。洗煤的方法有物理的和化学的两种。物理洗选是利用煤中硫铁矿与其他组分间物理性质的差异进行分离的方法。化学方法脱硫是利用化学反应对硫铁矿中的硫进行脱除。

③燃烧时脱硫 燃烧时脱硫是采用流化床燃烧技术进行的。这种方法是向炉内喷射石灰或白云石作流动介质, 与煤粒混合在炉内进行多级燃烧, 二氧化硫以硫酸钙的形式除去。这种燃烧方式不仅能脱除二氧化硫, 而且因燃烧温度较低, 可以减少氮氧化物, 因此国内外对这项燃烧技术十分重视。

(资料 3、6 摘编自《普通化学》第五版, 高等教育出版社, 浙江大学普通化学教研组编)

7. 清洁燃料

交通工具所消耗的能源占总能源消耗的比例是相当大的。国民经济的持续快速发展, 带动了汽车工业的快速发展, 同时也带来了汽车尾气污染等问题, 汽车排放的污染物对人类的身体健康造成很大危害。著名的美国洛杉矶光化学烟雾污染事件, 就是由于汽车尾气和工业废气排放造成的。我国城市的大气污染也日趋严重, 煤烟、工业扬尘、汽车有害物的排放是危害大气的三大污染源。其中大约 63% 的一氧化碳、50% 的氮氧化物、73% 的烃类(包括有机挥发物 VOC)、80% 的铅(烷基铅)来自于汽车尾气排放, 汽车排放污染已成为城市大气的主要污染源之一。

(1) 清洁汽油

汽油是汽车最常用的燃料。汽油和空气混合后被吸入发动机汽缸中, 通过压缩使气体混合物升压, 达到一定程度后点火便会剧烈燃烧, 但一部分汽油不等点火就超前发生了爆炸式燃烧, 这种不能控制的燃烧过程称为爆震。汽油的爆震既损失能量、浪费燃料, 又损坏汽缸。爆震现象与汽油的化学组成有关, 汽油中直链烷烃在燃烧时发生的爆震程度比较大, 而芳香烃和带有支链的烷烃则不易发生爆震。经过比较发现, 汽油中以正庚烷的爆震程度最大, 而异辛烷的爆震程度最小。人们把衡量爆震程度大小的标准叫做辛烷值, 把正庚烷的辛烷值定为 0, 异辛烷的辛烷值定为 100。汽油的辛烷值越高, 汽油的抗爆震性能越好。

辛烷值是车用汽油最重要的质量指标, 采用抗爆震剂是提高车用汽油辛烷值的重要手段。四乙基铅 $[\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]$ 是最常用的汽油抗爆震剂, 只要少量的四乙基铅就能大大提高汽油的辛烷值。从 1921 年起, 四乙基铅作为有效而又经济的汽油抗爆震剂被广泛使用。四乙基铅是一种带有水果味、具有毒性的油状液体, 它的毒性要比铅及铅的化合物大 100 倍。由于汽油

中添加了四乙基铅,导致铅随汽车尾气被排放到大气中。当人长期通过呼吸或食物摄入有机铅时,就会在体内蓄积,铅是唯一的人体不需要的微量元素,它几乎对人体的所有器官都能造成损害。此外,铅的存在还可使汽车尾气净化装置中的催化剂“中毒”而失去净化效果。因此,早在1972年12月,美国宣布逐步淘汰含铅汽油,到1996年1月1日,美国已实现全面禁止含铅汽油。日本1985年也实现了普通汽油无铅化。我国从1990年起,在北京、上海、广州等少数大城市首先使用无铅汽油,并于2000年1月1日开始执行实施新的汽车排放污染物控制标准(GB14761—1999),规定2000年7月1日起全国范围内停止生产、使用和销售含铅汽油。

所谓无铅汽油,是指提炼过程中没有添加含铅抗爆震剂的汽油,而是添加甲基叔丁基醚(MTBE)作为高辛烷值组分。这种组分沸点低,可以改善汽油的蒸发性能,对汽车的启动、加速以及提高发动机的功率有利。无铅汽油还可以减少汽车废气中的一氧化碳和氮氧化物的含量,大大减轻了对环境的污染。无铅汽油在燃烧时仍可能排放有害气体、颗粒物和冷凝物三大物质,对环境、人体健康的危害依然存在。其中,有害气体以一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物为主。颗粒物以聚合的碳粒为核心,可长期悬浮于空气中,易被人体吸入。冷凝物指尾气中的一些有机物,包括未燃油、醛类、苯、多环芳烃、苯并[a]芘等多种污染物,在高温尾气中呈气态,遇外界冷空气可凝结,通常吸附在颗粒物上,可随颗粒物吸入到人体肺脏深处长期滞留,具有一定的致癌性。其次,为了保持去铅后汽油辛烷值的稳定,需对原油进行催化裂化、烷基化等精炼,由此又不可避免地造成烯烃、芳烃类物质含量的增加,从而增加了尾气中烯烃、甲醛、苯及苯环类物质的排放。芳烃燃烧时产生较高的温度,不仅增加了尾气中的氮氧化物,还可使汽油燃烧不完全。

当前世界各国非常重视提高燃料的质量,推荐使用清洁汽油。中国国家环保总局已于1999年颁布了《车用汽油有害物质控制标准》,该标准要求氧含量不小于2.7%;硫含量不大于0.08%,苯含量不大于2.5%(体积分数),芳烃含量不大于40%(体积分数),烯烃含量不大于35%(体积分数)。新标准的实行将使我国汽车尾气污染大幅度下降。配合采用电喷发动机(电子控制汽油喷射式发动机)和三元催化装置,将使燃油更充分的燃烧,可使尾气污染减少。

(2) 天然气及液化石油气

利用天然气、液化石油气代替汽油作为机动车燃料具有以下优点。

①资源丰富、污染小。据统计,1994年底,全世界可开采的天然气储量为140万亿立方米,我国已探明的储量为1.53万亿立方米。在今后相当长的时间内,有充足的能源保障。同时,天然气或液化石油气以气态方式进入发动机,能与空气完全混合,从而使燃烧充分,大大降低废气排放。与汽油相比,其碳氢化合物的排放可下降90%左右,CO下降80%,NO_x下降40%,且无铅污染,是一种理想的清洁能源。

②抗爆震性能好,燃料经济。天然气、液化石油气辛烷值大于100,高于汽油5%~10%,具有很强的抗爆震性。天然气储量丰富,开采运输方便,相同发热量情况下天然气、液化石油气价格低于汽油价格,比燃油汽车可节约燃料费约50%。

③技术成熟。天然气、液化石油气汽车对发动机改动幅度不大,技术已基本成熟。

④使用安全。汽油具有很大的挥发性,随着气温升高挥发性加强,而汽车燃料系统从构



造上并没有十分严密的封闭措施,因此汽车在发生交通事故或漏油后极易引发火灾。而天然气、液化石油气被压缩储存在经专门设计加工的高强度的气瓶内,传输和加注均是在严格封闭的管道中进行的,比较安全。即使发生漏气现象,由于天然气的密度小于空气,在空气中遇风而被驱散,加上天然气燃点高(537℃以上),不易形成可燃性混合气,所以天然气汽车一般不易发生火灾。

⑤汽车发动机寿命延长。由于天然气、液化石油气燃烧比较完全,汽缸不积炭,可减少发动机磨损,从而节约维修费用,延长发动机使用寿命。

目前天然气的储存方法应用最广的是压缩天然气(CNG)技术,它是将天然气压缩至储气瓶内,其压力大约为20 MPa,在汽车上经过减压设备减压后供内燃机燃烧。另一种大有前途的天然气的储存技术是吸附天然气(ANG),它是在气瓶内加入特殊的吸附剂,可在较低的压力下存储天然气,存储密度与CNG相当,目前优良的吸附剂还有待开发。

利用天然气作为汽车燃料的主要不足是动力性低、燃料容器耐压性、密封性等要求高,加气站建设投资大,发动机混合与控制技术要求高等缺点。

(3) 二甲醚

二甲醚(DME)也是一种比较理想的汽车代用燃料。二甲醚的分子式为 CH_3OCH_3 ,在常温、常压下为无色、无味气体。常温下蒸气压为0.5 MPa,在同等温度下,二甲醚的饱和蒸气压低于液化气,极易压缩液化,储存运输比液化石油气更安全。

目前二甲醚主要用作溶剂、制冷剂、抛射剂和合成其他化工产品的中间体。由于二甲醚分子中自身含氧,组分单一,因此燃烧性能好,热效率高,燃烧过程中无残留物、无黑烟, CO 、 NO_x 排量低,是公认的清洁能源。近年来,许多国家已将二甲醚作为代替柴油、液化石油气的潜在能源来开发和应用。

①替代柴油发动机的燃料。

使用柴油发动机的汽车的主要问题是尾气氮氧化物的排放和颗粒物黑烟的生成。研究表明,二甲醚是柴油发动机理想的替代燃料。二甲醚十六烷值大于55,具有优良的压缩性,非常适合于压燃式发动机,可用作柴油机的代用燃料。研究表明,柴油发动机改用二甲醚后,发动机完全消除了黑烟排放,氮氧化物排放降低50%~70%,未燃碳氢化合物排放降低30%, CO 排放降低20%,排放指标不仅满足欧洲Ⅱ和Ⅲ号标准,而且接近欧洲于2005年实施的排放标准和美国加州的超低排放标准。

②替代液化石油气作民用清洁燃料。

二甲醚的物理性质与液化石油气相似,可替代液化石油气作为民用清洁燃料。其特点一是可燃性好,二甲醚本身就是含氧燃料添加剂,其燃烧充分、完全,无碳析出,几乎无残留物,废气无毒,符合卫生标准;二是液化压力低,常温下二甲醚的蒸气压低于液化气和天然气,在室温下即可压缩成液体,可用液化气储罐灌装,能确保运输安全。同时因其常温下为气体,不需预热,随用随开,快捷方便;三是无毒性,二甲醚对人体呼吸道、皮肤有轻微刺激作用,但对人体无毒性反应;四是安全可以控制,其爆炸下限比液化气高1.3倍,爆炸隐患大大缩小;五是燃烧值高。

(4) 燃料乙醇

燃料乙醇是用粮食或植物生产的可加入汽油中的品质改善剂。车用乙醇汽油中,乙醇既

是一种能源,又是一种良好的汽油增氧剂和高辛烷值调和组分,用以代替四乙基铅和甲基叔丁基醚。用乙醇作增氧剂,可显著降低汽车尾气中的有害物质,可以降低一氧化碳排放量约30%~38%,起到净化空气的作用。更重要的是乙醇是太阳能的一种表现形式,在整个自然界这个大系统中,乙醇的整个生产和消费过程可形成无污染和非常清洁的闭路循环过程,是一种非常理想的绿色能源。

将剩余粮食转化为燃料乙醇,是解决当前粮食问题及国家石油短缺、环境恶化的较好的解决方案,而且对于农业、能源、环保、交通等方面将起到积极的推动作用。2000年在河南天冠集团投产的年产20万吨变性燃料乙醇项目,标志着我国燃料乙醇作为汽车动力燃料之一的开始。

(5) 生物柴油

所谓生物柴油就是利用含油植物或动物油脂作为原料,经反应改性成为可供内燃机使用的一种燃料,是典型的绿色能源。生物柴油是优质的石油柴油代用品。它和传统的柴油相比,具有润滑性能好,储存、运输、使用安全,抗爆震性好,燃烧充分,环保及可再生性等优良性能。目前世界各国大多使用20%生物柴油与80%石油柴油混配,可用于任何柴油发动机和直接利用现有的油品储存、运输和分销设施。使用生物柴油,可使柴油车尾气中有毒有机物排放量减小90%,颗粒物减小80%,无SO₂和有机铅排放,CO₂和CO排放量仅为使用传统柴油的10%。以生物柴油为燃料的发动机,其废气排放指标不仅可满足欧洲Ⅱ号标准,而且可满足更加严格的欧洲Ⅲ号标准。

柴油分子是由15个左右的碳链组成的,研究发现植物油分子则一般由14~18个碳链组成,与柴油分子的组成相近。按化学成分分析,生物柴油燃料是一种高级脂肪酸甲酯,它是通过以不饱和油酸C₁₈为主要成分的甘油酯分解而获得的。

目前生物柴油主要用化学法生产,主要原料为菜子油和豆油等植物油或动物油脂、废餐饮油等,与甲醇或乙醇在酸或碱性催化剂和230~250℃下进行酯化反应,生成相应的脂肪酸甲酯或乙酯,再经洗涤干燥即得生物柴油。甲醇或乙醇在生产过程中可循环使用,生产设备与一般制油设备相同,生产过程中还可产生10%左右的副产品甘油。

化学法生产生物柴油的主要问题是生产成本高。据统计,生物柴油制备成本的75%是原料成本。因此,采用廉价原料及提高转化从而降低成本是生物柴油能否实用化的关键。美国已开始通过基因工程方法研究含油量高的植物,日本采用工业废油和废煎炸油,欧洲是在不适合种植粮食的土地上种植富油脂的农作物。

化学法合成生物柴油有以下缺点:工艺复杂、醇必须过量,后续工艺必须有相应的醇回收装置,能耗高;色泽深,由于脂肪中不饱和脂肪酸在高温下容易变质;酯化产物难于回收,成本高;生产过程有废碱液排放。

为解决上述问题,人们开始研究用生物酶法合成生物柴油,即用动物油脂和低碳醇通过脂肪酶进行转酯化反应,制备相应的脂肪酸甲酯或乙酯。酶法合成生物柴油具有条件温和、醇用量小、无污染排放的优点。但目前主要问题有:对甲醇及乙醇的转化率低,一般仅为40%~60%;短链醇对酶有一定毒性,酶的使用寿命短;副产物甘油和水难于回收,不但对产物形成抑制,而且甘油对固定化酶有毒性,使固定化酶的使用寿命缩短。

(资料4、7摘编自《绿色化学》,中国环境科学出版社,沈玉龙等编著)



8. 家居装修材料释放物的污染

研究表明,室内空气污染物有三个来源:一是室外污染空气的物质的流入,如大气中的粉尘,汽车和工业废气中的 NO_x 、 CO 、 SO_2 、可吸入颗粒物等;二是建筑装修材料和室内家具中的甲醛、苯等多种挥发性有机物,建筑构件和土石材料中的氡等;三是人类自身活动,由人体代谢带来的 CO_2 、烹饪和取暖造成的 NO_x 、 CO 和粉尘,清洁剂与杀虫剂中的挥发性有机物,以及其他活动引起的可吸入颗粒物等。在这三类污染中,来源于建筑和装修材料释放物的污染对人的危害最为严重。

(1) 家居装饰涂料的污染

在我国目前的建材市场上,大约有十几大类、几十个小类、近千种品牌的涂料供消费者选用,其中,有机涂料占80%。在涂料的成分里,对人体造成危害的有甲醛、重金属和醇醚类物质。如果不严格控制这些有害物质的含量,势必会对人体造成危害,严重的可致癌、影响生殖发育系统等。

① 乳胶漆中的有害物质

乳胶漆是乳胶涂料的俗称,是目前在我国比较流行的内外墙建筑涂料。内墙乳胶漆的主要成分是树脂、溶剂、颜填料和少量的助剂,能对人体产生危害的是其中的助剂,因为助剂中含有大量甲醛。表4-3是甲醛引起的致毒症状及浓度范围。

表4-3 人吸入不同浓度甲醛的症状

暴露量/($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	症 状
0.60	明显有刺激性气味
1.2~2.5	眼、鼻受到刺激的不适感
6.0~12.3	眼、鼻受到强烈刺激,头昏、流泪
12.3~25.0	流泪、咳嗽,呼吸困难
60.0~123	呼吸道障碍、炎症,甚至死亡

另外,涂料里的有机溶剂中的重金属成分,如Pb、Cd、Cr、Hg等,一旦通过食物进入人体,不仅有损内脏,而且有致癌的可能。

尽管助剂中的有机挥发物具有毒性,但如果这些挥发物的挥发量不超过一定的浓度,就不会对人体产生危害。真正的乳胶漆应该是一种安全的建筑材料。但是,在销售市场上,经常有一些冒充“乳胶漆”的建筑涂料,或在乳胶漆的施工过程中违反操作添加有机溶剂,带来有害成分,对人体健康构成危害。

② 油漆中的有毒物质

油漆中含有有机溶剂(挥发性很高的液体)、颜料(通常含有重金属,如Pb、ZnO、 Cr_2O_3 等)、干燥剂、稀释剂、塑胶剂等,这些物质都会损害人体健康。有机溶剂是很容易燃烧和爆炸的,所以往往向其中多加入一些卤族元素。但这种物质越多,对肝脏的毒害越大。有机溶剂大多为挥发性液体,故容易被人体大量吸入,当人体吸入过多时,会迅速直达中枢神经而导致昏迷。

彩色油漆颜料中含有的重金属能够损害神经系统、血液系统、生殖系统及肾脏,并且对人体的呼吸道、消化道产生直接刺激,令皮肤产生慢性溃疡,并可导致肺癌率提高。喷剂的

油漆更容易吸入肺部,影响健康;如果误食油漆,还会致命。所以,使用油漆时需特别小心,更不要让儿童接触,以免受到不必要的伤害。

在使用油漆时,可以选择危害较少的油漆,如水溶性的。因为水溶性的油漆含毒成分较少,而且用水可洗掉污垢;最好选择含重金属较少的油漆,以减少对环境的污染。居室涂上油漆后,不要立即入住,应将窗户打开,让空气流通,或用风扇吹1~2天后再入住。

(2) 家居装饰材料的污染

① 石材中的有毒成分

石材由于产地不同,地质结构、生成年代不同,一般都有不同程度的放射性,它的辐射是长期的,不会在短期内释放完毕。因此,如果选购了放射性超标的石材,就如同花钱请来了一位“杀手”。

石材中的放射性主要是由于氡造成的,氡是自然界中唯一一种天然放射性气体,它是铀、钍等放射性元素衰变过程中的产物。这种元素1924年被发现,但直到20世纪70年代,人们才进一步关注它的危害。英国甚至有学者认为,氡对人类造成的危害比切尔诺贝利核电站的事故还严重。国际癌症研究机构已将氡确认为人体致癌物,导致肺癌的因素中,氡被列为吸烟之后的第二大因素。当氡随着呼吸进入人体内,会发出X射线,直接轰击肺细胞,使肺组织受到伤害。另外,氡与人体脂肪有很高的亲和力,还影响神经系统,长期处于氡浓度过高的环境中,人就会精神不振,终日昏昏欲睡。据统计,全球骨髓性白血病患者中有25%与氡辐射有关。除此之外,胃癌、皮肤癌以及儿童发病率较高的某些癌症,都与氡密切相关。

由于石材辐射对人体造成的危害是长期的、隐形的,因此,居室装修应当慎选石材。在购买石材装饰材料时须索要产品放射性合格证,根据放射等级选择安装。

② 黏胶中的有毒成分

在家居装修过程中经常用到黏胶材料。所有黏胶都含有挥发性的化学物质,苯、酚、氯乙烯、乙醇、甲醛、丙烯腈和环氧树脂等是其中常见的几种。这些物质都会放出有毒气体,有的会造成畸形儿和基因突变。

这些产品还有一个特点,就是它们的成分里有几种物质是很容易被皮肤所吸收的。例如,酚具有很强的侵蚀力,碰到皮肤时会杀死皮肤的组织,使表皮变白,内部因为血管破裂而变红。由于它非常易燃,且气体有毒,因此,在使用时不要靠近有火源的地方,要在通风良好的地方使用。

世界各国都意识到建筑、装饰材料对人体的严重危害,并相继建立了专业机构,制定了相关的质量标准。德国在1978年发布了世界上第一个环境标志——“蓝色天使”。此后,世界上20多个国家和地区对建筑、装饰材料实行了环境标志,如丹麦、挪威制定了“健康建材”标准,规定涂料、油漆等在使用说明上除标明性能外,还必须标明健康指标。自20世纪90年代初开始,我国已逐步开展了有关建筑和装饰材料中挥发性有机污染物的释放及其所导致的室内污染的研究工作。1999年12月,“中国室内装饰协会室内环境检测中心”等组织机构相继成立,标志着中国室内环境检测进入了一个新的阶段。

为了能最大限度地减少室内空气污染给人们的健康带来的威胁,在日常生活中应注意以下几点:

- 选择正规且重视室内环境的装修公司,并在签订装修合同时注明对室内环境的要求;



● 装修中要使用符合国家标准的装饰材料。例如,不使用溶剂型涂料,改用水溶性涂料等;

- 选择正规企业生产的合格家具,尽可能购买实木家具;
- 装修后的房间不宜立即迁入,应该让有害气体散发相当一段时间后再入住;
- 保持室内空气流通,经常开窗,以利于有害气体的挥发;
- 在室内种植花草,降低有害气体的浓度;
- 安装空气净化器和换气装置,等等。

(资料8摘编自《化学新课程中的教学素材开发》,高等教育出版社,郑长龙主编)

9. 国家节水标志

教科书中图4-20的上半部分为我国“国家节水标志”。“国家节水标志”由水滴、人形和地球变形而成。绿色的圆形代表地球,象征节约用水是保护地球生态的重要措施。标志留白部分像一只手托起一滴水,手是拼音字母JS的变形,寓意节水,表示节水需要公众参与,鼓励人们从我做起,人人动手节约每一滴水。手又像一条蜿蜒的河流,象征滴水汇成江河。

“国家节水标志”既是节水的宣传形象标志,同时也作为节水型用水器具的标识。对通过相关标准衡量、节水设备检测和专家委员会评定的用水器具,予以授权使用和推荐。

10. 水体污染物

造成水体污染的物质有哪些?

需氧有机物 包括淀粉、糖类、蛋白质、脂肪、纤维素、氨基酸、脂肪酸、脂类等,主要来自生活污水、肉类加工废水、食品以及造纸、制革、制糖、印染、焦化、石油化工等工业废水。我国造纸行业排放的需氧有机物占全国排放总量的30%以上。

需氧有机物本身没有毒性,它们在生化作用下易分解,分解时需要大量消耗水中溶解氧,所以叫做需氧有机物。水体中需氧有机物越多,耗氧就越多,水体污染也就越严重,严重时可使水体发生恶臭。往往能破坏水生生态系统,对渔业生产影响甚大。

需氧有机物的浓度测定,通常间接地用单位体积水中需氧有机物生化分解过程中所消耗的氧量(以mg/L为单位)来表示,即用生化需氧量BOD来表示。一般常用水温在20℃时5天的生化需氧量BOD₅作为统一指标,用来反映需氧有机物的含量与水体污染的关系。

难降解有机污染物 指那些难以被生物分解的有机物,如有机氯农药、多氯联苯、芳香族氨基化合物、合成高分子聚合物(塑料、合成橡胶、合成纤维)、染料等有机物。它们一旦污染环境,难以被生物降解,危害时间较长。有机氯农药由于化学性质稳定,在环境中毒性减低一半需十几年,甚至几十年,因此对人体造成严重危害。

重金属 污染水体的重金属主要有汞、镉、铅、铬、铜等。其中以汞的毒性为大,镉次之,铬、铅等也有相当大的毒性。砷不属重金属,但毒性与重金属相似,常归在重金属类内讨论。近来认为,砷、铬、镍、钼和镉的某些化合物是致癌的。目前我国地表水和地下水污染比较普遍的重金属有汞、铬、砷和镉。重金属对人体危害甚大。饮用水中含有微量重金属,即可对人体产生毒性效应。一般重金属产生毒性的浓度范围大致是1~10 mg/L,毒性强的汞、镉产生毒性的浓度为0.01~0.1 mg/L。重金属可以通过饮水、空气、食物进入人体,而农产品、畜产品、水产品都有富集重金属的特性,特别是鱼、贝类,富集程度更高,往往对人体健康造成严重威胁。重金属进入人体后不容易排泄,容易在一些脏器中累积,造成慢性

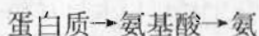
中毒。发病的潜伏期都很长，一旦发病，治疗十分困难。

重金属在水体中不能被微生物降解，只能发生各种形态之间的相互转化以及分散和富集。这种过程叫做金属迁移。重金属在水中可以化合形态存在，也可以离子形式存在。如汞在河水中可以 $\text{Hg}(\text{OH})_2$ 形式存在，在海水中以 HgCl_4^{2-} 形式存在，还有少量的汞以有机离子甲基汞(CH_3Hg^+)的形式存在。

在地表水体中重金属化合物溶解度很小，经过混凝、沉淀等作用，往往沉积于水底，其浓度比水体高几个数量级。重金属离子由于带正电，在水中很容易被带负电的胶体颗粒吸附。吸附重金属离子的胶体，可以随水流向下流而迁移，但大多会很快沉降。由于以上两个原因，大大限制了重金属在水体中的扩散，使它们主要富集在排水口下游一定范围的底泥中，很难治理。

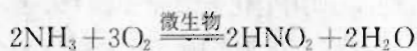
植物营养物质 包括氮、磷及其他一些物质，它们是植物生长、发育所需要的养料，过多的植物营养物质进入水体，会恶化水质，影响渔业生产和危害人体健康。植物营养物质的来源是：①农业废水。以氮为例，一般农作物对氮元素的利用率不足 50%，利用率低的甚至不足 30%。未被农作物吸收的大部分化肥和农家肥被农田排水和地表径流携带至地下水或地表水中。②生活用水。粪便、泔水、洗涤水等，特别是含磷洗涤剂的使用，增大了生活污水中的含磷量，发达国家的生活污水中氮、磷含量都比较高。③工业废水。如造纸、皮革、制糖、食品、化肥等工业废水。④地面径流。雨水淋浸冲洗垃圾、磷灰石、硝石、鸟粪等，使一定量的植物营养物质进入水体。

植物营养物质在水体中的迁移转化是有规律的。植物营养物质可以是无机的，也可以是有机的。含氮有机物中最普通的蛋白质在水中的分解过程如下：



在分解过程中，氮的有机化合物不断减少，而氮的无机化合物不断增加。氨在微生物参与下可以进一步氧化成亚硝酸，进而氧化成硝酸，最后生成硝酸盐。具体过程如下：

氨氧化成亚硝酸



亚硝酸氧化成硝酸



水体中植物营养物质过多，会造成缓流水体的富营养化。富营养化是湖泊分类与演化的概念，是水体衰老的一种表现。湖泊、水库、内海、河口以及水网地区，水流缓慢，既适合于植物营养物质的积累，又适合于水生植物的繁殖。当这些水体中植物营养物质积聚到一定程度后，水体过分肥沃，藻类繁殖特别迅速，使水生生态系统遭到破坏，这种现象叫做水体的富营养化。

在富营养化的水体中，往往出现以蓝藻、绿藻占优势的情况。这时，水面上可出现由这些藻类形成的一片片的“水华”，又称“藻衣”，在海洋上的称“赤潮”。“赤潮”只不过是各种颜色藻的总称。这些藻类有恶臭，有的有毒，表面有一层胶质膜，鱼不能食用。藻类聚集在水体上层，发生光合作用，放出大量的氧气，使水体表层的溶解氧达到过饱和。藻类遮蔽阳光，底生植物因光合作用受到阻碍而死去。在水体底部的死亡了的藻类尸体和底生植物在



厌氧条件下腐烂、分解，又将氮、磷等植物营养物质重新释放到水中，再供藻类利用。这样周而复始，形成了植物营养物质在水体中的物质循环，使植物营养物质长期保留在水体中。由于每年有大量藻类尸体沉积底部，水深逐渐变浅，日久天长，这些湖泊、水库等水体会演变成沼泽。富营养化水体的上层处于溶解氧过饱和状态，下层处于缺氧状态，底层则处于厌氧状态，这对鱼类生长不利。水体中溶解氧过饱和，分压会升高，严重时会引起鱼类循环系统中的溶解气体从血液中逸出而形成气栓，以致阻碍血液流通，造成鱼类死亡。这是水生生物的“气泡病”。此外，藻类会堵塞鱼鳃，影响鱼类呼吸，因此，随着水体富营养化程度的加剧，鱼产量会逐渐减少，甚至在藻类大量繁殖季节，会出现大批死鱼的现象。

酸、碱和一般无机盐 酸性或碱性物质进入水体使 pH 发生变化，酸、碱物质在水体中可以彼此中和，也可以分别跟地表物发生反应生成无机盐类，由此引起水体中酸、碱、盐浓度超过常量而水质变坏的现象叫做水体的酸、碱、盐污染。

水体中的酸主要来源于冶金、金属加工的酸洗工序，人造纤维、硫酸、农药等工厂的废酸水，矿山排水以及进入水体的酸雨等。污染水体中的碱主要来源于碱法造纸、化学纤维、印染、制革、炼油等工业污水。天然水体中的无机悬浮物如黏土和各种矿物可以跟废水中的酸碱成分起化学反应而生成盐类。如：



自然环境对污染物都有一定的承受量，即环境容量。水体可以在它的环境容量范围以内，经过水体的物理、化学和生物的作用，使排入的一定数量的污染物质浓度降低，逐步恢复原有的水质，这个过程叫做水体自净。上面的两个反应式即酸、碱废水在天然水体中的自净过程，使水体中的无机盐增加了。

水体受酸、碱污染后，pH 会发生变化。弱碱水比较适于应用，但当 pH 小于 6.5 或大于 8.5 时，水中微生物的生长会受到抑制，降低了水体对需氧有机物的净化能力。如果水体长期受酸、碱污染，会使水生生物的种群逐渐变化，鱼类减少，甚至绝迹。酸会腐蚀船舶、水下建筑，破坏土壤理化性质，影响农作物生长。酸还可以腐蚀鱼类的鳃，降低吸收氧的能力；腐蚀鱼的内脏，使血液滞流，排泄器官失去作用。

当 pH 小于 5，鱼类就难以生存。农田长期灌溉 pH 小于 5.5 的水，土壤中硝化细菌的生长会受到抑制，硝化作用减弱，氮肥不能充分释放，磷酸盐的肥效也要降低，土壤中的钙、镁容易损失。当 pH 大于 9 时，对水生生物和农作物有明显影响。碱性污染物进入鱼类消化系统会引起消化道黏膜糜烂、出血甚至穿孔。碱性污染物会影响农作物生长，造成土壤盐碱化。

我国渔业用水标准对淡水域规定 pH 为 6.5~8.5，海水为 7.0~8.5，农田灌溉用水标准要求 pH 为 5.5~8.5。

石油类 近期以来，石油及其油类制品对水体的污染比较突出，在石油的开采、储运、炼制和使用过程中，排出的废油和含油废水，使水体遭受污染。石油化工、机械制造行业排放的废水中也含有各种油类。

另外，水中还有病原微生物污染。病原微生物包括：病菌（霍乱菌、痢疾杆菌、伤寒、副伤寒、沙门氏菌、大肠菌、葡萄球菌、结核菌等，每升生活污水的细菌总数可高达数百万

个以上), 病毒 (一般没有细胞结构便有遗传、变异、共生干扰等生命现象的微生物, 如小儿麻痹、肠道病毒和传染性肝炎病毒等, 每克生活污水含 50 万~700 万个), 寄生虫 (阿米巴虫、蛔虫、钩虫、血吸虫等)。

(资料 1、10 摘编自《化学与环境》, 广西教育出版社, 梁英豪著)

11. 废水处理

排放到污水处理厂的污水及工业废水, 可利用多种分离和转化方法进行无害化处理, 其基本方法可分为物理法、化学法、物理化学法和生物法。各种方法的简要基本原理和单元技术列入表 4-4 中。

表 4-4 污水处理方法分类

基本方法	基本原理	单元技术
物理法	物理或机械的分离过程	过滤, 沉淀, 离心分离, 上浮等
化学法	加入化学物质与污水中有害物质发生化学反应的转化过程	中和, 氧化, 还原, 分解, 混凝, 化学沉淀等
物理化学法	物理化学的分离过程	汽提, 吹脱, 吸附, 萃取, 离子交换, 电渗析, 反渗透等
生物法	微生物在污水中对有机物进行氧化、分解的新陈代谢过程	活性污泥, 生物滤池, 生物转盘, 氧化塘, 厌气消化等

废水按水质状况及处理后出水的去向确定其处理程度。废水处理程度可分为一级、二级和三级处理。

一级处理由筛滤、重力沉淀和浮选等物理方法串联组成, 主要是用以除去废水中大部分粒径在 0.1 mm 以上的大颗粒物 (固体悬浮物), 且减轻废水的腐化程度。经一级处理后的水一般还达不到排放标准, 故通常作为预处理阶段, 以减轻后续处理工序的负荷和提高处理效果。

二级处理是采用生物处理方法 (又称微生物法) 及某些化学法, 用以去除水中的可降解有机物和部分胶体污染物。

在自然界中, 存在大量依靠有机物生存的微生物, 它们具有氧化分解有机物的巨大能力。生物法处理废水就是利用微生物的代谢作用, 使废水中的有机污染物氧化降解成无害物质。

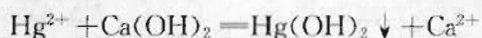
二级处理中采用的化学法主要是混凝法。废水中的某些污染物常以细小悬浮颗粒或胶体颗粒的形式存在, 很难用自然沉降法除去。向废水中投加混凝剂, 使细小悬浮颗粒的胶体颗粒聚集成较粗大的颗粒而沉淀, 与水分离。常用的混凝剂有硫酸铝 $[\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3]$ 、明矾 (硫酸铝钾)、硫酸亚铁 (FeSO_4) 、硫酸铁 $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$ 、三氯化铁 (FeCl_3) 等无机混凝剂和多种有机高分子混凝剂。

经过二级处理后的水一般可达到农灌标准和废水排放标准。但水中还存留一定量的悬浮物、生物不能分解的有机物、溶解性无机物和氮、磷等藻类增殖营养物, 并含有病毒和细菌, 因而还不能满足较高要求的排放标准, 也不能直接用作自来水。要作为某些工业用水和地下水的补给水, 则需要继续对水进行三级处理。

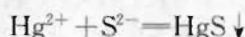
三级处理可采用化学法 (化学沉淀法、氧化还原法等)、物理化学法 (吸附、离子交换、萃取、电渗析、反渗透法等), 这是以除去某些特定污染的一种“深度处理”方法。化学法就



是通过化学反应改变废水中污染物的化学性质或物理性质，使之发生化学或物理状态的变化，进而将其从水中除去。例如化学沉淀法，就是利用某些化学物质作沉淀剂，与废水中的污染物（主要是重金属离子）进行化学反应，生成难溶于水的沉淀析出，从废水中分离出去。如可用石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 与废水中的 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 等重金属离子形成难溶于水的氢氧化物沉淀：



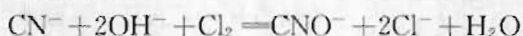
金属硫化物的溶解度一般都比较小，因此用硫化钠或硫化氢作沉淀剂能更有效地处理含重金属离子的废水。特别是对于经过氢氧化物沉淀法处理后，尚不能达到排放标准的含 Hg^{2+} 和 Cd^{2+} 的废水，再通过反应生成极难溶于水的硫化物沉淀：



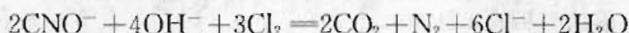
这样自然沉降后的出水中， Hg^{2+} 含量可由起始的 $400 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右降至 $1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下。

化学氧化法常用来处理工业废水，特别适宜处理难以被生物降解的有机物，如大部分农药、染料、酚、氰化物，以及引起色度、臭味的物质。常用的氧化剂有氯类（液态氯、次氯酸钠、漂白粉等）和氧类（空气、臭氧、过氧化氢、高锰酸钾等）。

用氯、次氯酸钠、漂白粉等可以氧化废水中的有机物、某些还原性无机物以及用来杀菌、除臭、脱色等。氯氧化法处理含氰废水是废水处理的一个典型实例。在碱性条件下（ $\text{pH}=8.5 \sim 11$ ），液氯可将氰化物氧化成氰酸盐：



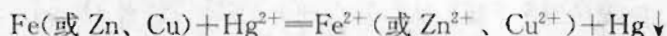
氰酸盐的毒性仅为氰化物的千分之一。若投加过量氧化剂，可将氰酸盐进一步氧化为二氧化碳和氮气：



使水质得以进一步净化。

空气中的氧是最廉价的氧化剂，但氧化能力不够强，只能氧化易于氧化的污染物。过氧化氢（ H_2O_2 ）具有强氧化能力，适于处理多种含有毒、有味化合物及难以处理的有机废水，如含硫、氰、苯酚等的废水。高锰酸钾（ KMnO_4 ）也是强氧化剂，主要用于除去锰、铁和某些有机污染物。

化学还原法主要用于处理含有汞、铬等重金属离子的废水。例如，用废铁屑、废铜屑、废锌粒等比汞活泼的金属作还原剂处理含汞废水，将上述金属放在过滤装置中，当废水流过金属滤层时，废水中的 Hg^{2+} 即被还原为金属汞：



生成的铁（或锌、铜）汞渣经焙烧炉加热，可以回收金属汞。

对于含铬废水，可先用硫酸酸化（ $\text{pH}=3 \sim 4$ ），然后加入 $5\% \sim 10\%$ 的硫酸亚铁，使废水中的六价铬还原为三价铬：



然后再加入石灰，降低酸度，调至 pH 为 $8 \sim 9$ ，三价铬离子形成难溶于水的氢氧化铬沉淀，即自然沉降而与水分离。



物理化学处理法是指运用物理和化学的综合作用使废水得到净化的方法。常用的有吹脱、吸附、萃取、离子交换、电解等方法，有时也归类于化学方法。常用化学方法处理废水的原理和处理对象见表 4-5。

表 4-5 常用处理废水的化学方法

方法	原理	设备及原材料	处理对象
混凝	向胶状浑浊液中投加电解质，凝聚水中胶状物质，使之和水分开	混凝剂有硫酸铝、明矾、聚羟基氯化铝、硫酸亚铁、三氯化铁等	含油废水、染色废水、煤气站废水、洗毛废水等
中和	酸碱中和，pH 达中性	石灰、石灰石、白云石等中和酸性废水， CO_2 中和碱性废水	硫酸厂废水用石灰中和，印染废水等
氧化还原	投加氧化（或还原）剂，将废水中物质氧化（或还原）为无害物质	氧化剂有空气（ O_2 ）、漂白粉、氯气、臭氧等	含酚、氰化物、硫、铬、汞废水，印染废水，医院废水等
电解	在废水中插入电极板，通电后，废水中带电离子变为中性原子	电源、电极板等	含铬、含氰（电镀）废水，毛纺废水
萃取	将不溶于水的溶剂投入废水中，使废水中的溶质溶于此溶剂中，然后利用溶剂与水的相对密度差，将溶剂分离出来	萃取剂：醋酸丁酯、苯、N-503 等 设备有脉冲筛板塔、离心萃取机等	含酚废水等
吸附（包含离子交换）	将废水通过固体吸附剂，使废水中溶解的有机或无机物吸附在吸附剂上，通过的废水得到处理	吸附剂有活性炭、煤渣、土壤等 吸附塔、再生装置	染色、颜料废水，还可吸附酚、汞、铬、氰以及除色、臭、味等用于深度处理

应该指出的是，不同的处理方法有其自身的特点和适应的处理对象，需合理地选择和采用。例如，对成分复杂的废水，化学沉淀法往往难以达到排放或回用的要求，需要与其他处理方法联合使用。

（资料 11 摘编自《化学与社会》，高等教育出版社，唐有祺、王夔主编）

12. 二噁英

所谓二噁英，英文名称为 Dioxin，人们通常所说的二噁英是指多氯二苯并二噁英和多氯二苯并呋喃的统称，它共有 210 个同族体，其中前者 75 种，后者 135 种。其毒性与氯原子取代的位置密切相关，只有在那些 2、3、7、8 四个共平面取代位置均有氯原子的二噁英同族体是有毒的，其中 2, 3, 7, 8-四氯代二苯并二噁英（TCDD）被公认为毒性最强，相当于剧毒化合物氰化钾的 50~100 倍。更为严重的是它的强致癌性，以及具有生殖毒性、内分泌毒性和免疫毒性效应。

二噁英有两个显著的特点：一是化学稳定性强，在环境中持续存在，被称为持续性有机污染物；二是高亲脂性或脂溶性。这两个特性导致这种污染物容易通过食物链富集于动物和人的脂肪及乳汁中，一旦进入动物和人体又较难以排出。



二噁英不是天然存在的，垃圾焚烧炉是释放二噁英的主要来源，因为炉内的温度、含氯的化合物及起催化作用的活泼金属都有利于二噁英的合成。普通的家庭生活垃圾用垃圾桶进行焚烧也会产生二噁英。一般认为，二噁英最可能在温度为 $250\sim 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间、在烟囱飞尘颗粒的表面形成。一些国家都制定了相应的、严格的控制标准。

随着世界经济一体化的加深和中国加入 WTO，我国的货物进入有关国家，也会遇到二噁英的问题。我国要逐步采取以下措施，对二噁英的产生加以防范。

①对可能产生二噁英的相关产品，如氯酚、多氯酚、多氯联苯等的生产和使用加以限制，必要时取样分析。

②对垃圾焚烧要慎重处理。

③对垃圾中的含氯废物尽量减少或尽可能不要焚烧。

日本发现一种白蘑菇真菌（白色腐朽菌），不仅能分解木质素，而且对二噁英也有分解能力。只要有微量二噁英的存在，即便是十亿分之二的质量，与 2 mg 白蘑菇混合培养，2 个月内 $50\%\sim 70\%$ 的二噁英彻底被降解，最终转化为二氧化碳和水。此法可减轻或消除二噁英的危害。

目前检测二噁英化合物的主要方法是气相色谱法，但非常耗时，不能进行实时动态监测。

（资料 12 摘编自《化学与社会发展》，化学工业出版社，杨宏秀等编著）

