

普通高中课程标准实验教科书

化学

选修 1

化学与生活

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心



人民教育出版社

主 编：宋心琦
副 主 编：王 晶 李文鼎

本册主编：周天泽 李文鼎
副 主 编：乔国才
编写人员：李文鼎 周天泽 乔国才（按编写顺序）
责任编辑：乔国才
美术编辑：李宏庆
摄 影：朱 京
绘 图：李宏庆 王国栋 倪晓雁

普通高中课程标准实验教科书 化学 选修1 化学与生活

人民教育出版社 课程教材研究所 编著
化学课程教材研究开发中心

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 人民教育出版社印刷厂

版 次 2007年2月第2版

印 次 2019年7月第43次印刷

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 6.75

插 页 1

字 数 149千字

书 号 ISBN 978-7-107-17644-9

定 价 8.45元

价格依据文件号：京发改规〔2016〕13号

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jeyjfk.pep.com.cn

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与本社联系。电话：400-810-5788

绿色印刷 保护环境 爱护健康

亲爱的同学们：

你们手中的这本教科书采用绿色印刷标准印制，在它的封底印有“绿色印刷产品”标志。从2013年秋季学期起，北京地区出版并使用的义务教育阶段中小学教科书全部采用绿色印刷。

按照国家环境标准（HJ2503-2011）《环境标志产品技术要求 印刷 第一部分：平版印刷》，绿色印刷选用环保型纸张、油墨、胶水等原辅材料，生产过程注重节能减排，印刷产品符合人体健康要求。

让我们携起手来，支持绿色印刷，选择绿色印刷产品，共同关爱环境，一起健康成长！

北京市绿色印刷工程

目 录

引言

第一章 关注营养平衡

2

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

10

第三节 生命的基础——蛋白质

13

第四节 维生素和微量元素

19

归纳与整理

24

第二章 促进身心健康

26

第一节 合理选择饮食

28

第二节 正确使用药物

35

归纳与整理

40

第三章 探索生活材料

42

第一节 合金

44

第二节 金属的腐蚀和防护

49

第三节 玻璃、陶瓷和水泥

54

第四节 塑料、纤维和橡胶

61

归纳与整理

68

第四章 保护生存环境

70

第一节 改善大气质量

72

第二节 爱护水资源

83

第三节 垃圾资源化

91

归纳与整理

98

附录 I 我国居民膳食中某些元素每日的适宜摄入量或推荐摄入量

99

附录 II 环境空气质量标准

100

附录 III 我国生活饮用水水质标准

101

元素周期表

引言

人类的生活大致可分为精神生活和物质生活两个方面，物质生活离不开物质，精神生活也离不开物质。例如，如果没有纸和印刷术的发明、乐器和演播器材以及技术的发明和不断完善等，人类在精神生活方面就不可能获得如此丰富的享受。所以，人类生活质量的提高是以物质的极大丰富和多样化为前提的。由于自然界所能直接提供的物质的品种和数量无法满足人类不断增长的需求，所以人类从诞生之日起，改造原有物质和制造新物质的活动就一直没有停止过。通过这些活动，人类发现了许多实际而有效的化学过程。例如，烧制陶器、炼制青铜和冶炼钢铁等，它们在人类社会的发展史上都起着里程碑的作用。通过这些活动，经过长期的经验积累，也促进了化学的形成和发展。

由于化学是以物质的组成、结构、性质和应用为主要研究对象的一门科学，改造原有物质和制造新物质就成了化学的主要研究内容。例如，从矿石中提炼出各种各样的金属，使我们有了火车、轮船和飞机；用煤或石油制造出数以千百计的化工原料，使我们有了形形色色的塑料、纤维和橡胶；通过化学过程，从稳定而平凡的水得到氢制成燃料电池以驱动汽车等，无不与化学的发展以及化学工作者的辛勤劳动有关。所以，人们在享受现代文明生活的同时，不要忘记化学，应当由衷地感激化学。

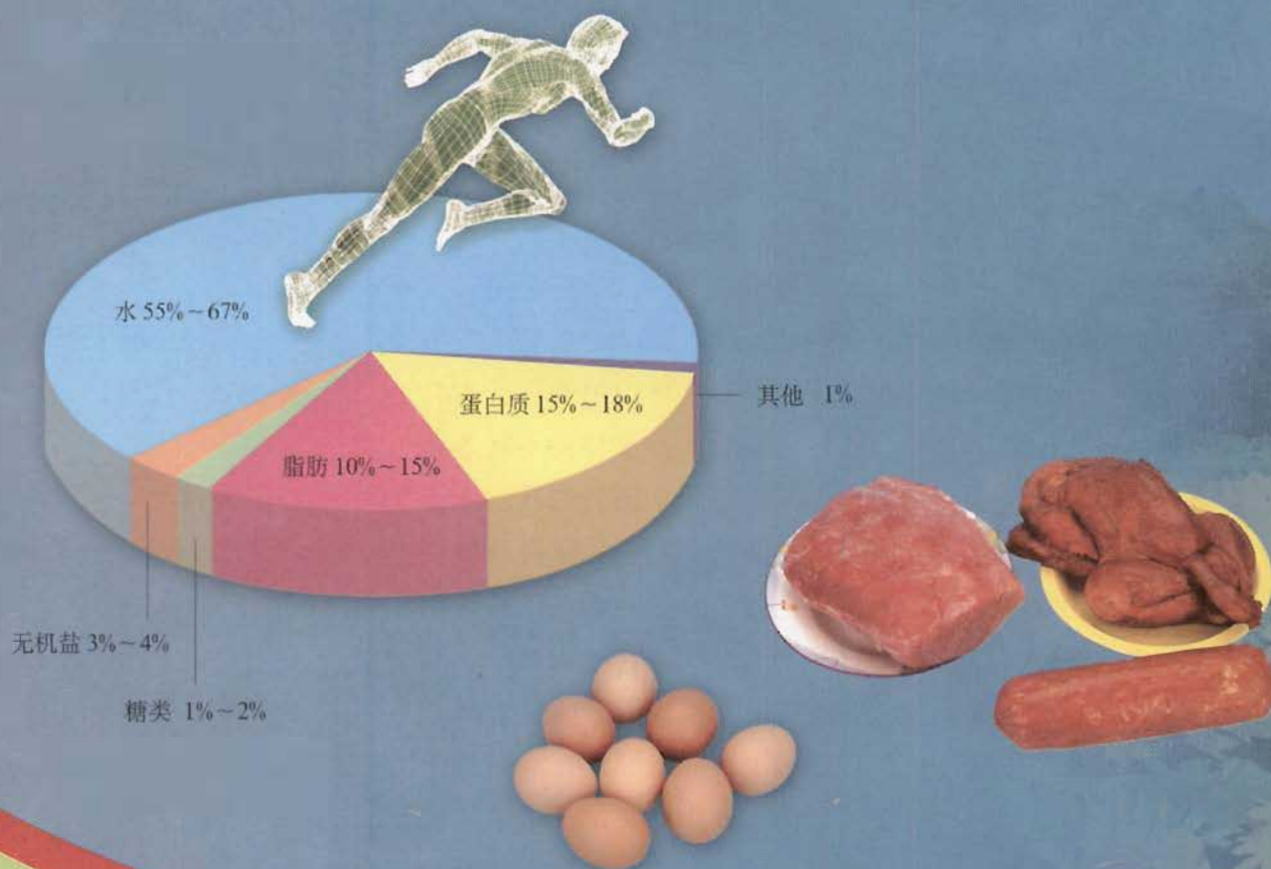
由于地球上物质资源分布的不均衡和资源的过度开发等，特别是新物质种类和数量的急剧增加使得地球上物质分布不均衡的程度日益严重。当以上过程远远超过自然界自我调节能力的时候，便出现了众多环境问题。应当看到，环境问题的出现和持续恶化，是人类忽视了应当与环境保持和谐关系的结果，也是人类社会片面而且过分追求高质量物质生活的结果。不能责备那些无生命、无意志的化学物质的存在，更不应当抱怨那些发明或生产这些物质的化学家和生产人员。因为这是非常不公平的。

在化学家看来，物质固有的性质是由它的组成、结构和所处的状态决定的。物质的变化是组成原有物质的各种原子重新

组合的过程。但是它们的组合方式和过程并不是随心所欲的，通常要受到体系能量、分子的化学结构和反应条件的严格控制。因此，只有化学才能够担负起既要满足人类物质生活不断提高、又要防止环境问题的产生和恶化的要求，从而导致了绿色化学的提出和其内涵的持续扩展。绿色化学倡导物质的生产与消费应当与人类社会可持续发展所需的物质环境相适应。它的提出，进一步证明了化学与人类社会生活密不可分的关系。

关心人类健康（包括预防和治疗疾病）是化学的另一项重要任务。人类寻找和研制药物的实践活动，可以追溯到远古时期。由于病原体的种类和特性能够随着时间的推移而不断地繁衍，所以，发明和研制新药的工作一直是化学研究和开发工作中的热门课题。不过，过分依赖药物而忽视增强人体自身免疫能力的倾向是错误的。对于人类特别是青少年来说，依靠科学的体育锻炼、合理的饮食和健康的生活习惯，在品德和学业不断进步的同时，持续增强自己的体魄、提高自身的免疫力是最重要的。通过《化学与生活》课程的学习，可以使你们增加许多关于营养和保健的知识，但是，请千万不要忘记“生命在于运动”这个真理啊！

人教版®



第一章

关注营养平衡

生命本身就是一种奇迹。只要走进大自然，无论是公园、农田、森林、草原，还是崇山峻岭、江河湖海，你们都会发现有多种多样数不清的动物和植物。生命要为生存而感激太阳，同时也要感谢把能量转化为生命物质的化学过程。

你们可能已经知道化学与生活的关系有多么密切。在这一章，你们将要学习涉及生命基础的一些重要物质，以及它们在人体内发生的一些化学反应的知识，如糖类、油脂、蛋白质、维生素和微量元素等。希望学了本章以后，有利于你们全面认识饮食与健康的关系，养成良好的饮食习惯。



学 与 问

如果有人问“今天你吃糖了吗？”你将怎么回答？

糖类是绿色植物光合作用的产物，对于人类和大多数动物来说，属于最基本也是最廉价的能量来源。在我国居民的食物构成中，人们每天摄取的热能中大约有 75% 来自糖类。淀粉（粮食中的主要成分）就属于糖类。

表 1-1 含糖食物与含糖量

食物	蔗糖	粉丝等	大米、面粉、玉米等	苹果、桃、葡萄等
含糖量	100%	85%~95%	70%~80%	9%~12%

糖类是由 C、H、O 三种元素组成的一类有机化合物，糖类也叫做碳水化合物，原因是它们的化学组成大多符合通式 $C_n(H_2O)_m$ 。例如，葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)、蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$)、淀粉 [$(C_6H_{10}O_5)_n$] 和纤维素 [$(C_6H_{10}O_5)_n$] 等都是糖类。

糖类 carbohydrate

资料卡片

“碳水化合物”只是一种历史沿用的叫法，这个名称并不能真实反映糖类的组成和结构特征，这从以下几点可以看出。

- 糖类并不是碳原子的水合物，即糖类中的氢原子与氧原子并不以水分子的形式存在。
- 有些糖的组成并不符合通式 $C_n(H_2O)_m$ ，如鼠李糖 ($C_6H_{12}O_5$)。
- 有些组成符合 $C_n(H_2O)_m$ 的物质，如甲醛 (CH_2O)、乙酸 ($C_2H_4O_2$) 并不属于糖类。

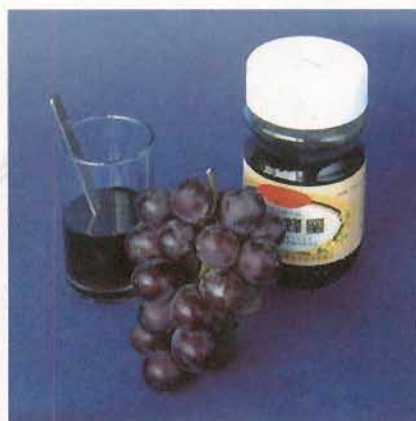


图 1-1 富含葡萄糖的食物

一、葡萄糖是怎样供给能量的

葡萄糖是最重要、最简单的单糖，在自然界中分布十分广泛，存在于葡萄等带甜味的水果里。

葡萄糖的分子式是 $C_6H_{12}O_6$ ，是一种白色晶体，有甜味，能溶于水。

葡萄糖 glucose

1. 葡萄糖的还原性

实验 1-1

在洁净的试管里加入 1 mL 2% $AgNO_3$ 溶液，然后一边振荡试管，一边逐滴滴入 2% 稀氨水，到最初产生的沉淀恰好溶解为止（这时得到的溶液叫做银氨溶液）。再加入 1 mL 10% 葡萄糖溶液，振荡，然后放在水浴中加热 3~5 min，观察现象。

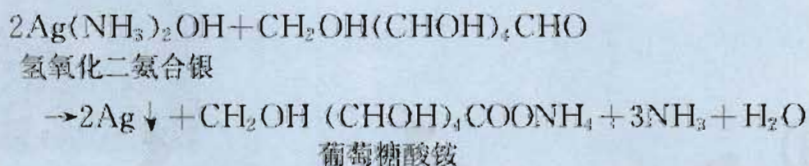


图 1-2 实验生成的银镜

从实验可以看到，试管内壁有银镜生成，这说明葡萄糖具有还原性，它是一种多羟基醛，其中的一 $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{H}$ 是醛基，葡萄糖的结构简式为：

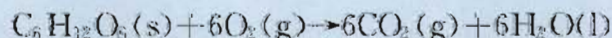


为了更好地理解葡萄糖的还原性，还可把葡萄糖的结构简式写成 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ ，则上述反应可以表示为：



2. 葡萄糖是人体内最重要的供能物质

粮食中的糖类在人体中能转化成葡萄糖而被吸收。一部分葡萄糖在体内被氧化分解，最终生成二氧化碳和液态水，同时释放出能量（1 g 葡萄糖完全氧化，放出约 16 kJ 的能量）。



另一部分葡萄糖被肝脏、肌肉等组织合成糖原而储存起来。当血液中的葡萄糖（叫做血糖，正常人的血液中血糖的质量分数约为 0.1%）低于正常值时，肝脏中的肝糖原可以转变成葡萄糖，并且补充到血液中，以维持血糖浓度的相对稳定。肌肉中的肌糖原是肌肉内

能量的储备形式之一，它的含量与人体运动能力有密切关系。运动时需要供能，机体首先消耗糖，肌糖原经过几步反应转化为葡萄糖，然后氧化释放出能量，供给肌肉运动使用。糖供能的优点是易于消化吸收，易于被利用。人体的糖储备直接影响人体的运动能力。

还有一部分葡萄糖可以转变成脂肪，储存在脂肪组织中。因此，过多食用糖类如淀粉等容易使人发胖。

科学视野

糖尿病的检测

糖尿病患者的血液和尿液中含有过量的葡萄糖，含糖量越高，病情越重。因此，可以测定血液和尿液中葡萄糖的含量来判断患者的病情。血糖的检测应去医院用专门的仪器进行，而尿糖则可以在家中由患者使用特制的糖尿病试纸进行自我检测（注意，治疗糖尿病的最终目的是要控制血糖，而尿糖检测只是为了粗略地了解血糖水平）。测定时，将尿糖试纸浸入尿液中，约1秒钟后取出，在1分钟内观察试纸的颜色，并与标准比色板对照，即能得出测定结果。

资料卡片

蔗糖和麦芽糖

日常生活中的白糖、红糖、冰糖等都是蔗糖。蔗糖是一种无色晶体，溶于水，是重要的甜味食物。它的分子式为 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，是一种二糖。蔗糖存在于不少植物体内，其中以甘蔗（含糖质量分数为11%~17%）和甜菜（含糖质量分数为14%~26%）的含量为最高。在生物催化剂（酶）作用下，蔗糖发生水解反应，生成葡萄糖和果糖：



饴糖的主要成分是麦芽糖（ $C_{12}H_{22}O_{11}$ ），它也是一种二糖，在硫酸催化下，也能水解：

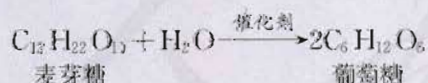


图1-3 丰收在望的甘蔗

二、淀粉是如何消化的

淀粉主要存在于植物的种子或块根里，其中谷类含淀粉较多。例如，大米含淀粉约80%，小麦含淀粉约70%，马铃薯含淀粉约20%。

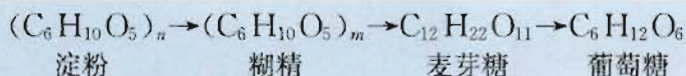
淀粉 starch

淀粉是一种重要的多糖，其分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，其中的 n 值为几百到几千。淀粉

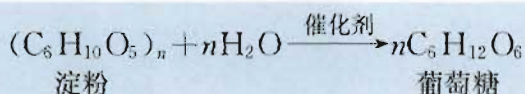
是一种相对分子质量很大的天然高分子化合物。

淀粉虽属糖类，但它本身没有甜味，是一种白色粉末，不溶于冷水。在热水里淀粉颗粒会膨胀，有一部分淀粉溶解在水里，另一部分悬浮在水里，形成胶状淀粉糊。糊化是淀粉食品加热烹制时的基本变化，也就是平时所说的食物由生变熟。淀粉进入人体后，一部分淀粉受唾液所含淀粉酶的催化作用，发生水解反应，生成麦芽糖；余下的淀粉在小肠里，在由胰脏分泌出的淀粉酶的作用下，继续进行水解，生成麦芽糖。麦芽糖在肠液中麦芽糖酶的催化下，水解为人体可吸收的葡萄糖，供人体组织的营养需要。

淀粉在体内的水解过程可以表示如下：



淀粉也可以在酸的催化作用下逐步水解，最终转化为葡萄糖。



科学探究

淀粉的水解

建议你自己设计实验方案，试验淀粉能不能水解，水解的条件和产物是什么，怎样判断淀粉是否水解了。以下方法可供参考。

1. 在试管 1 中加入 0.5 g 淀粉和 4 mL 水，在试管 2 中加入 0.5 g 淀粉和 4 mL 20% 的 H_2SO_4 溶液。加热试管 3~4 min。

2. 用碱液中和试管 2 中的 H_2SO_4 溶液至弱碱性，把一部分溶液倒入试管 3 中。

3. 向试管 1 和试管 2 中加入几滴碘溶液，观察现象。

4. 向试管 3 中加入新制的银氨溶液，稍加热，观察现象并完成下表。

	试管 1	试管 2	试管 3
实验现象			
结 论			
化学方程式			



图 1-4 淀粉类食品

提示

- 淀粉没有还原性，不能发生银镜反应
- 加热时，硫酸可催化淀粉的水解，产生葡萄糖
- 葡萄糖能发生银镜反应
- 淀粉遇碘变成蓝色
- 可以采用对照实验的方法

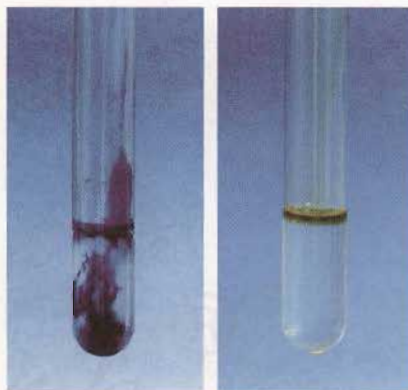


图 1-5 向盛有淀粉和水的试管中加入碘水（左）；向淀粉水解后的试管中加入碘水（右）

实践活动

用瓜果制一点淀粉，并试验它的性质。

1. 把土豆（或南瓜等）擦成丝，并捣烂，用布包好，在水中用力搓洗。静置，倒出上层清液。晾干，观察淀粉的形态。

2. 在清液和淀粉中各滴一滴碘酒，观察颜色变化。

3. 你还可以试一试清液有无丁达尔效应。

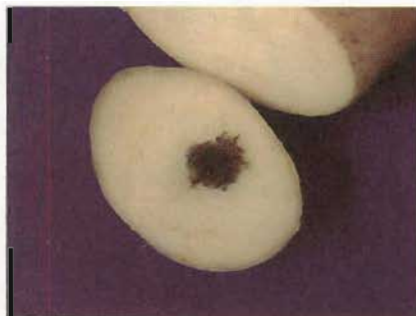


图 1-6 碘酒使土豆中的淀粉变蓝

思考与交流

绿色植物利用太阳能，通过光合作用把二氧化碳和水合成为储藏着能量的糖，并且释放出氧气。



从能量变化和物质循环的角度，比较光合作用和葡萄糖氧化的反应式。

你能体会绿色植物积蓄、储存能量和动物体内糖的氧化分解、释放能量，支持生命活动的整个过程吗？在这个过程中，简单物质变成复杂物质，再变为简单物质，同时能量随之转移，因此动物体获得了生命不可缺少的能量。自然界的变化是不是很神奇呢？

绿色植物通过光合作用
储存能量

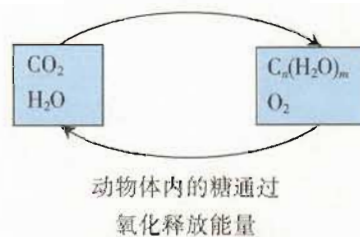


图 1-7 能量转化

三、纤维素有什么生理功能



图 1-8 棉花、木材等含有大量纤维素

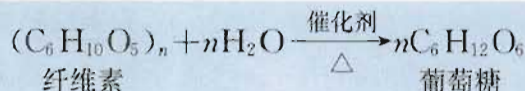


图 1-9 富含纤维素的食物

纤维素是绿色植物通过光合作用生成的，是构成植物细胞的基础物质。一切植物中都含有纤维素，但不同植物所含纤维素的多少不同，棉花含纤维素高达 90% 以上，木材中含纤维素为 50% 左右。

纤维素 cellulose

纤维素是白色、没有气味和味道的纤维状结构的物质，是一种多糖。相对分子质量约为几十万至百万，属于天然有机高分子化合物。纤维素在浓硫酸的催化作用下发生水解，最终产物也是葡萄糖：



纤维素在生产和生活中都有重要应用。例如，棉、麻可直接用于纺织业，制造人造纤维等。其他一些富含纤维素的物质，如木材、稻草、麦秸等可以用来造纸。纤维素在动物体内也有重要的生理功能。例如，在牛、羊、马等植食性动物的消化系统中含有某些微生物，这些微生物能分泌出使纤维素水解成葡萄糖的酶，因此这些动物能以鲜草、干草、秸秆等作为食物。人体内没有能使纤维素水解成葡萄糖的酶，因此纤维素不能作为人类的营养食物，但它在人体组织消化过程中也起着重要作用。例如，能刺激肠道蠕动和分泌消化液，有助于食物的消化和废物的排泄，减少有害物质与肠黏膜接触时间，有预防便秘、痔疮和直肠癌的作用，还能降低胆固醇，预防和治疗糖尿病等。粗粮（含有谷皮）和蔬菜中含有一定量的纤维素，人每天应保证摄入一定量的蔬菜和粗粮等。



图 1-10 牛、羊等能以草、秸秆为食物

习题



1. 糖类物质对于人类的生活有什么重要意义？
2. 你经常吃的含有糖类的食品有哪些？举例说明。
3. 为什么近年来纤维素的生理功能日益受到重视？请查阅相关资料，谈谈你的看法。
4. 有广告说：“这种新型糕点只含面粉、油脂、蛋白质，不含糖，是糖尿病人的最佳食品。”你认为这种说法对吗？为什么？
5. 下列物质中属于天然高分子化合物的是（ ）。
A. 淀粉 B. 葡萄糖 C. 纤维素 D. 乙酸

实践活动

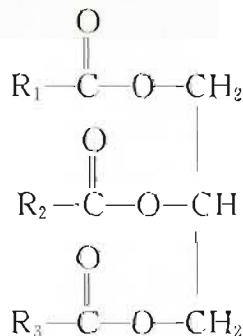
生活中有哪些食用油脂

1. 调查你家的厨房或学校食堂经常食用哪些油脂。
2. 去食品超市或商店调查有哪些品种的油脂。哪类油脂销售较快？
3. 阅读包装上的说明，了解不同品种油脂的成分等。包装上还有哪些内容？
4. 查阅资料，比较各种食用油脂在主要成分及其含量、营养价值等方面有哪些不同。

可口的饭菜离不开油脂。油脂是人类的主要食物之一，是人体不可缺少的营养物质。

一、油脂的成分

油脂的主要成分是高级脂肪酸与甘油所生成的酯，叫做甘油三酯。它们的结构可以表示如下：



结构式里的 R_1 、 R_2 、 R_3 分别代表饱和烃基或不饱和烃基，它们可以相同，也可以不同。如果 R_1 、 R_2 、 R_3 相同，这样的油脂称为单甘油酯。如果 R_1 、 R_2 、 R_3 不同，就称为混甘油酯。天然油脂大多为混甘油酯。

形成油脂的脂肪酸的饱和程度，对油脂的熔点有着重要的影响。由饱和的软脂酸或硬脂酸生成的甘油酯熔点较高，在室温下呈固态。而由不饱和的油酸生成的甘油酯熔点较低，在室温下呈液态。动物油如羊油和牛油，主要是由饱和脂肪酸的甘油酯组成，这就是为什么在室温下动物油通常呈固态而植物油通常呈液态的原因。

二、油脂在体内发生了什么变化

在人体中，油脂主要在小肠中被消化吸收，消化过程实质上是在酶的催化作用下，高级脂肪酸甘油酯发生水解，生成高级脂肪酸和甘油：



● 资料卡片

人体内的脂肪

摄入人体的脂肪一小部分以卵磷脂、脑磷脂、糖脂等形式分布于各组织，特别是脑、神经、心、肝、肾等的细胞中，起独特的生理作用。例如，糖脂能形成生物膜，磷脂在体内有利于吸收脂溶性维生素（如维生素 A、E）。大部分则成为脂肪组织存在于皮下、腹部、臀部。脂肪不导热，有利于保持体温；有弹性，能起软垫作用，对人体有重要的保护功能；从皮脂腺孔分泌皮脂可防止皮肤皴裂等。

脂肪酸在人体内的功能主要有以下几种。

1. 供给人体热量。脂肪是提供能量的重要物质，1 g脂肪在体内氧化时放出约39 kJ的热量，远高于糖类和蛋白质。脂肪酸在体内氧化，生成二氧化碳和水，同时放出热量。在正常情况下，每人每天需进食 50~60 g 脂肪，提供日需总热量的 20%~25%。
2. 脂肪酸储存在脂肪细胞中，相当于“能量”的储存。一般成年人体内储存的脂肪约占体重的 10%~20%。当人在劳动或运动时大量消耗能量，体内的脂肪发生氧化反应，放出能量来满足机体的需要。但如果膳食中摄入脂肪过多，就会造成肥胖。
3. 作为合成人体所需的其他化合物如磷脂、固醇等的原料。这些化合物是细胞的主要成分，在生命活动过程中起着重要作用。
4. 必需脂肪酸在体内有多种生理功能，如促进发育、维持健康和参与胆固醇的代谢等。

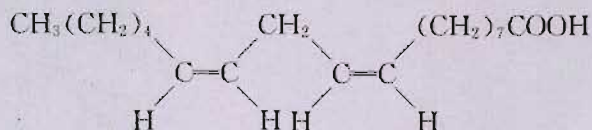
● 资料卡片

哪种脂肪的营养价值高

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。有些脂肪酸是人体必需的，称为必需脂肪酸，它们是亚油酸、亚麻酸和花生四烯酸。其中亚油酸最重要，如果有了它，人体就能合成另外两种有机酸。缺乏亚油酸，会使人体发育不良，皮肤和肾受损伤。亚油酸在医疗上可用于治疗血脂过高和动脉硬化。

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，如花生油中约含 26%，豆油中约含 57.5%；动物脂肪中亚油酸含量较少，如牛油中约含 1.8%。

亚油酸的学名是顺，顺-9，12-十八碳二烯酸，结构式是：



脂肪中必需脂肪酸的含量越高，其营养价值越高。一般来说，植物油和海洋鱼类脂肪中必需脂肪酸的含量较高。

学与问

植物油与动物油相比较,哪类油的不饱和度高?在选择油脂时应如何考虑油脂种类与人体健康的关系?

资料卡片

油脂的变质——酸败

动植物油脂中,都含有油酸。由于油酸中含有双键,在空气中放置时间久了,由于氧化而产生过氧化物和醛类等,使油脂变质,带有一种难闻的“哈喇”味,这种油脂就不能食用了。油炸食品在空气中 also 容易被氧化,因此在包装中常加入一小包抗氧化剂。



图 1-11 各种包装食品中常有一些不能食用的小袋抗氧化剂或干燥剂

习



题

1. 脂肪进入人体后发生了哪些变化?
2. 脂肪酸在人体内的主要功能有哪些?
3. 形成油脂的脂肪酸的饱和程度对油脂有什么影响? 举例说明。
4. 高级脂肪酸甘油酯水解的产物是什么?
5. 如果你家买了 5 L 油,估计可用两个月。现有以下几种方法,你认为哪种最好? 你会建议家长如何使用?
 - (1) 把油倒入灶台旁的盆中,炸完食品后可倒回盆中,这样用起来方便。
 - (2) 把油放入一个大塑料桶中,随用随倒,比较省事。
 - (3) 把油分装在几个干净的玻璃瓶中密封,用完一瓶再用一瓶。

蛋白质是生命的基础，没有蛋白质就没有生命。肌肉、血清、血红蛋白、毛发、指甲、角、蹄、蚕丝、蛋白激素、酶等都是由不同的蛋白质组成的，一切重要的生命现象和生理机能都与蛋白质密切相关。

蛋白质 protein

氨基酸 amino acid

资料卡片

蛋白质的主要功能和作用

- 调节功能，如胰岛素调节糖的代谢
- 催化功能，如淀粉酶、胃蛋白酶的催化作用
- 运输功能，如血红蛋白输送氧
- 传递功能，如叶绿体传递能量——光合作用
- 运动功能，如肌肉的运动
- 免疫功能，如免疫球蛋白
- 保护功能，如指甲、头发、蹄角等
- 致病作用，如病毒蛋白可致病
- 毒害作用，如毒蛋白等



图 1-12 含有丰富蛋白质的食品

一、蛋白质的组成和结构

蛋白质中含有碳、氢、氧、氮及少量的硫，有的还含有微量磷、铁、锌、铜等元素。蛋白质的相对分子质量很大，通常从几万到几十万，属于天然有机高分子化合物。

1. 氨基酸组成了蛋白质

蛋白质的结构非常复杂，它在酶或酸、碱的作用下能发生水解，最终生成氨基酸。所以说氨基酸是蛋白质的基石。下面是几种氨基酸的例子：

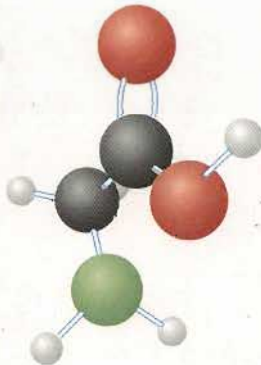
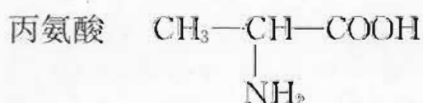
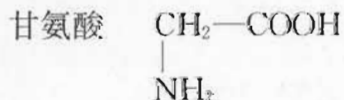
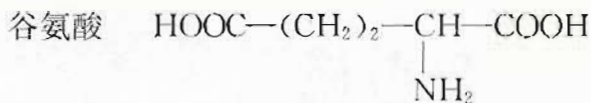
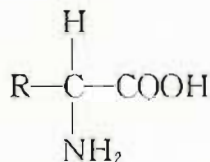


图 1-13 甘氨酸的分子模型



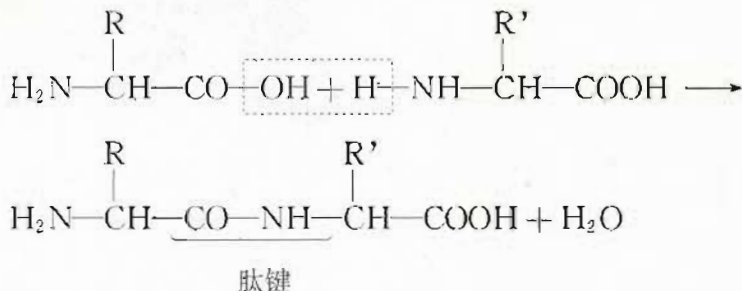
分析以上几个例子可以发现，这些氨基酸有一个共同的特点：它们的分子中包含有氨基($-\text{NH}_2$)和羧基($-\text{COOH}$)。氨基酸是一种至少包含一个氨基和一个羧基的化合物。它的通式是：



氨基酸分子里含有氨基和羧基，氨基具有碱性，羧基具有酸性。因此，氨基酸与酸或碱都能反应生成盐，具有两性。

2. 多肽

氨基酸既能与酸反应，又能与碱反应，氨基酸分子之间也能相互反应。一个分子中的氨基跟另一个分子中的羧基之间消去水分子，经缩合反应而生成的产物叫做肽，其中的酰胺基结构($-\text{CO}-\text{NH}-$)叫做肽键。



由两个氨基酸分子消去水分子而形成含有一个肽键的化合物是二肽。由多个氨基酸分子消去水分子形成的含有多个肽键的化合物是多肽。多肽常呈链状，因此也叫肽链。多肽与蛋白质之间没有严格的界限，一般常把相对分子质量小于10 000的叫做多肽。蛋白质水解得到多肽，多肽进一步水解，最后得到氨基酸。上述过程可用下式表示：



氨基酸是蛋白质的基本结构单元，种类很多，组成蛋白质时种类、数量不同，排列的次序差异很大，所以，蛋白质的结构很复杂。一个蛋白质分子可以含有一条或多条肽链，肽链中有很多肽键，一个肽键中的氧原子与另一个肽键中氨基的氢原子通过氢键^①连接，

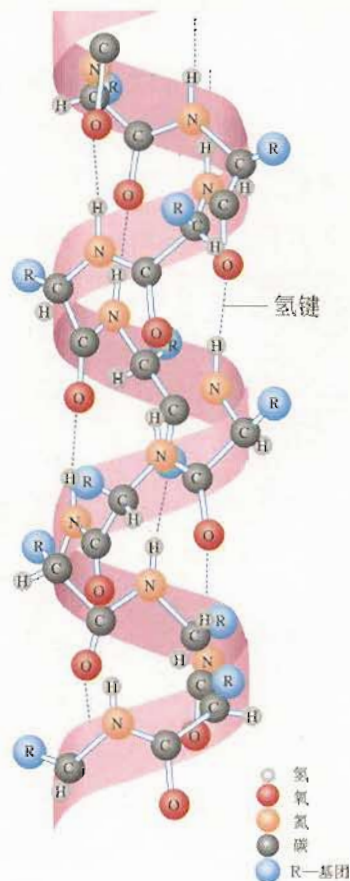


图 1-14 多肽

^① 氢键是一种特殊的静电吸引作用。F、O、N 等非金属原子的半径比较小，原子吸引电子的能力很强，能把与它结合的 H 原子的电子吸引，使 H 原子几乎成为“裸露”的质子。这个半径很小，带正电的 H 核，允许带负电的 F、O、N 等原子充分接近它，形成氢键。氢键通常用 $\text{X}-\text{H}\cdots\text{Y}$ 表示，其中 X、Y 分别代表 F、O、N 等原子。图 1-14 中的虚线表示氢键。

形成类似于螺旋状的结构,最后形成具有三维空间结构的蛋白质分子。

蛋白质分子结构的多样性,决定了蛋白质分子具有多种重要功能。研究蛋白质的结构和合成,进一步探索生命现象,这是生命科学研究中的重要课题。

学与问

物质的多样性

有数的几个基本单位,往往有多种不同的组合。你能举出一些例子吗?

- 26 个英文字母,组成了数以万计个单词
- 一百多种元素,组成了几千万种化合物

.....



图 1-15 1965 年,我国科学家首次用氨基酸合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素,在人工合成蛋白质方面取得显著进展

二、蛋白质的性质

蛋白质是由氨基酸通过肽键构成的高分子化合物,其中存在氨基和羧基,因此,它也有两性。蛋白质在水中的溶解性不同,有的能溶于水,如鸡蛋白;有的难溶于水,如丝、毛等。蛋白质除了能水解为氨基酸外,还能发生盐析、变性和颜色反应等。

1. 盐析

实验 1-2

在盛有鸡蛋清溶液的试管里,缓慢地加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 或 Na_2SO_4 溶液,观察沉淀的析出。然后把少量带有沉淀的液体加入盛有蒸馏水的试管里,观察沉淀是否溶解。

向蛋白质溶液中加入某些浓的无机盐溶液后,可以使蛋白质凝聚而从溶液中析出,这种作用叫做盐析。这样析出的蛋白质仍然可以溶解在水中,而不影响原来蛋白质的性质。因此,盐析是一个可逆的过程。利用这个性质,可以采用多次盐析的方法来分离和提纯蛋白质。

2. 变性

实验 1-3

在两支试管里各加入 3 mL 鸡蛋清溶液,加热其中的



图 1-16 根据 X 射线法直接测定蛋白质结构而得到的计算机图像,展示了蛋白质复杂的折叠三维精细结构

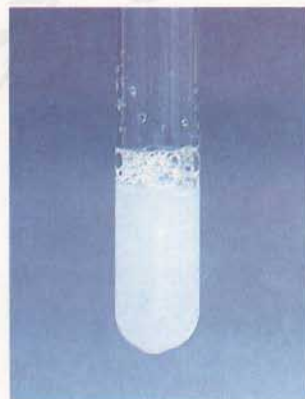


图 1-17 鸡蛋清溶液与乙酸铅溶液反应

一支，同时向另一支试管里加入少量乙酸铅溶液，观察发生的现象。把凝固的蛋白和生成的沉淀分别放入两支盛有蒸馏水的试管里，观察沉淀是否溶解。

蛋白质受热到一定温度就会发生不可逆的凝固，凝固后不能在水中溶解，这种变化叫做变性。除了加热以外，在紫外线、X射线、强酸、强碱，铅、铜、汞等重金属的盐类，以及一些有机化合物如甲醛、酒精、苯甲酸等作用下，蛋白质均能发生变性。蛋白质变性后，不仅丧失了原有的可溶性，同时也失去了生理活性。

蛋白质的这一性质在生活中有许多实际应用。高温消毒灭菌就是利用加热使蛋白质凝固从而使细菌死亡。铜盐、汞盐、铅盐等重金属盐能使蛋白质凝固，所以会使人中毒。万一不慎误食了重金属离子，应立即喝大量牛奶来缓解毒性，以减小人体蛋白质中毒的程度。

● 资料卡片

蛋白质变性后有什么特点

- 熟食利于消化吸收
- 使食物产生香味
- 提供一些特殊风味，如松花蛋、豆腐、奶酪等
- 延长保质期

思考与交流

1. 在生物实验室中用什么试剂来保存生物标本？
2. 医院里有哪些消毒方法？
3. 在农业上用硫酸铜溶液、生石灰和水制成波尔多液，用来防治病虫害。为什么波尔多液可以防治病虫害？

3. 颜色反应

实验 1-4

在盛有 2 mL 鸡蛋清溶液的试管里，滴入几滴浓硝酸，微热，观察现象。

从实验中可以看到，鸡蛋清溶液遇浓硝酸颜色变黄。蛋白质可以跟许多试剂发生特殊的颜色反应。在使用浓硝酸时，如不慎溅到皮肤上，皮肤会显黄色，就是由于浓硝酸与蛋白质发生了颜色反应的缘故。

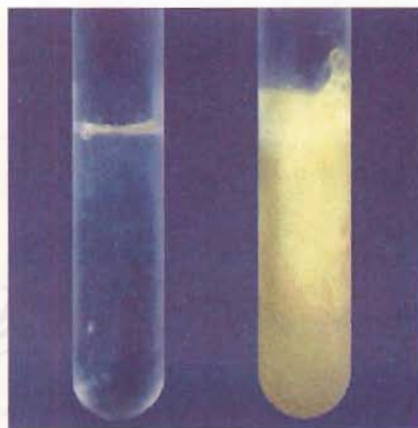


图 1-18 蛋白质的颜色反应

三、人体必需的氨基酸

蛋白质是人类必需的营养物质，高中生每天要摄入 80~90 g 蛋白质，才能满足需要，保证身体健康。

进入人体的蛋白质在胃蛋白酶和胰蛋白酶的作用下，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。人体内各种组织的蛋白质也在不断地分解，最后生成尿素，排出体外。

食物中的蛋白质来源可分为两种：一种是动物性蛋白质，如鸡、鸭、鱼、肉等；另一种是植物性蛋白质，如谷类、豆类、蔬菜、水果、菌类等。谷类中的蛋白质虽然含量较少，但对于以谷类为主食的家庭，仍然是人体所需蛋白质的主要来源。

人体中共有二十多种氨基酸，其中有几种是人体自身不能合成的，必须由食物获得，称为必需氨基酸。

表 1-2 人体必需氨基酸

赖氨酸	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_4\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	缬氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
蛋氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{SCH}_2\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	苏氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{NH}_2 \end{array}$
亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	苯丙氨酸	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
异亮氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}-\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$	色氨酸	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CHCOOH} \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{H} \quad \text{NH}_2 \end{array}$

不同的食物中含有的蛋白质数量及成分不同，营养价值也不同。合理搭配各种食物，可以使氨基酸相互补充，提高膳食中蛋白质的吸收与利用。我国传统的搭配食品，如腊八粥（含大米、小米、高粱米、麦、豆、莲籽、枣、百合等）、素什锦（含豆制品、面筋、黄花、木耳、蘑菇、竹笋等）、芸豆高粱米饭、杂面条等是不同种类植物蛋白质互补的例子。动植物蛋白质混合摄入，则更能增强蛋白质的营养作用。

实践活动



在面粉中加水，揉成较软的、表面光滑的面团，用纱布兜好



在水中用手反复揉洗面团，并换水，直到水变清



现在你已经得到面粉中的蛋白质，看看是不是很有弹性



用水煮熟后，你就得到平时说的“水面筋”

图 1-19 从面粉中提取蛋白质

资料卡片

蛋白质的互补

- 食物品种越多越好
- 植物蛋白与动物蛋白搭配
- 食物的种属越远越好，如鸡、鱼、肉搭配比鸡、鸭搭配好
- 搭配食物要同时食用

酶

食物是怎样变成人体营养成分的？在学习糖类、油脂、蛋白质时曾多次提到酶。酶是一类特殊的蛋白质，对于许多有机化学反应，以及生物体内进行的复杂的新陈代谢反应有很强的催化作用。生命中无时无刻不进行着许许多多的化学反应。这些反应速率快、种类多，要相互协调，而且是在动物体内温和的条件下进行的。这些反应还要根据环境的变化和身体的需要而灵活控制、自动调整，以维持生命活动的持续。所有这一切都离不开酶。

酶的催化作用有以下特征：

1. 条件温和、不需加热。接近中性的条件下，在 $30\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，酶的活性最强，超过适宜温度时，酶会失去活性。
2. 具有高度的专一性。例如，蛋白酶只催化蛋白质的水解反应；淀粉酶只催化淀粉的水解。
3. 具有高效催化作用。酶对化学反应的催化效率远远高于普通催化剂。

实践活动

把一个打开的生鸡蛋放在碗中，取出少量鸡蛋清（约 $1\sim 2\text{ mL}$ ）放入玻璃杯中，加入少量水，搅拌，观察。加一点食盐，搅拌，观察有什么变化。倒出一些，加入食醋，再搅拌，观察又有什么变化。在小锅中加一些水，煮开，把碗里剩余的鸡蛋倒入开水中，煮一会儿，观察现象。取一些煮熟的白色蛋清（鸡蛋白），放入另一个玻璃杯中，加入水。用一支激光笔（或手电筒）照射玻璃杯中的液体。几个杯中的现象相同吗？煮熟的鸡蛋清还能溶解在水里吗？



1. 蛋白质的组成中主要含有哪些元素？
2. 哪些食物富含蛋白质？
3. 蛋白质发生的下列过程中，可逆的是（ ）。

A. 盐析
B. 变性
C. 煮熟
D. 加入浓硫酸
4. 蛋白质在人体中有哪些重要作用？为了满足生理需要，保证身体健康，高中生每天至少要摄取多少蛋白质？
5. 有三种液体分别含有蛋白质、淀粉和肥皂，你如何鉴别它们？
6. 你可能经常喝牛奶或豆浆，但是否想过，还可以用它们做一些小实验。例如，测一测它们的 pH，在其中加一些碱面或醋，有什么现象？如果可能的话，在热豆浆中加一些石膏或葡萄糖酸内酯，静置，就做成豆腐脑了；如果把制成的豆腐脑包在布袋中，压去水，就成豆腐了。请你试一试。

在 20 世纪初期,科学家发现,如果用只含糖类、脂肪、蛋白质和水的饲料喂养,实验动物不能存活。但如果在此饲料中加入极微量的牛奶后,实验动物就能正常生长。科学家经反复实验后认为,正常膳食中除糖类、脂肪、蛋白质和水以外,还必须含有微量维生素、矿物质等。

资料卡片

维生素的发现

荷兰营养学家艾克曼 (C. Eijkmann, 1858—1930) 发现了可以抗神经炎的维生素,英国化学家霍普金斯 (F. G. Hopkins, 1861—1947) 发现了维生素 B₁ 缺乏症并从事关于抗神经炎药物的研究。他们因为对维生素的发现作出重要贡献而获得 1929 年诺贝尔生理学或医学奖。

一、维生素

1. 维生素有什么作用

维生素是参与生物生长发育和新陈代谢所必需的一类小分子有机化合物,在天然食物中含量极少。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。人体对维生素的需要量虽然极小(大多数维生素的日需要量只有几毫克或几微克),但这极微量的物质却能调节各种器官的机能并维持各种细胞的特性,对人体的生长和健康至关重要。

维生素 vitamin

各种维生素的分子结构和化学性质都不相同,人们习惯上按不同的溶解性,把它们分为脂溶性维生素和水溶性维生素两大类。脂溶性维生素难溶于水,易溶于脂肪和有机溶剂。它们和脂类共存于食物中,并随脂类一起被吸收。一般来说,脂溶性维生素不易排泄,容易在体内积存,主要积存在肝脏。因此,动物肝脏往往是脂溶性维生素的良好食物来源。脂溶性维生素主要包括维生素 A、D、E 和 K 等。水溶性维生素易溶于水,容易被人体吸收,多余的则随尿排出体外,一般不易在体内积存,所以容易缺乏。水溶性维生素包括维生素 C 和维生素 B 族 (B₁、B₂、烟酸和烟酰胺、B₆、生物素、泛酸、叶酸和 B₁₂ 等)。

2. 维生素 C

维生素 C 是一种无色晶体,分子式为 C₆H₈O₆ (结构式如图 1-20),熔点为 190~192 °C,是一种水溶性维生素,溶液显酸性,并有可口的酸味。维生素 C 广泛存在于新鲜水果和蔬菜中,如山楂、鲜枣、草莓、橘子、柠檬、辣椒、西红柿、豆角、白菜等。人体不

能合成维生素 C，必须从食物中获得。

维生素 C 也称为抗坏血酸，在人体内有重要功能。例如，它参与体内的氧化还原反应，维持细胞间质的正常结构；促进伤口愈合，维持牙齿、骨骼、血管和肌肉的正常功能；帮助无机盐和某些氨基酸的吸收；增强对传染病的抵抗力，有解毒作用等。中学生每天需要补充约 60 mg 维生素 C。

维生素 C 的化学特性是容易失去电子，是一种较强的还原剂，在水溶液中或受热时很容易被氧化，在碱性溶液中更容易被氧化。因此，生吃新鲜蔬菜要比熟吃时维生素 C 的损失小。

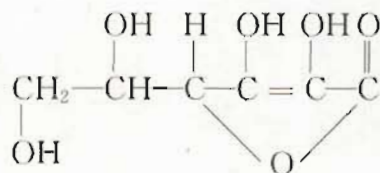


图 1-20 维生素 C 的结构式



图 1-21 富含维生素 C 的水果

科学探究

1. 了解维生素 C 药片的主要化学成分。
2. 查询维生素 C 有哪些性质。
3. 试验维生素 C 的化学性质（主要是还原性）。
4. 测试新鲜水果中有没有维生素 C。
5. 完成探究报告。

提示

- 碘单质可使淀粉变蓝
- 碘离子不能使淀粉变蓝
- 维生素 C 可被碘氧化
- 可使用塑料杯、饮料管等代用品进行实验

二、微量元素

1. 人体中的微量元素

地球上的生命起源于海洋。构成生物体的所有元素在自然界中都能找到，并且与地球表层元素的含量大致相当。

微量元素在体内的含量极少，其质量不到体重的万分之一，但它们对于维持生命活动、促进健康生长和发育却有极其重要的作用。缺少或者摄入过多，都可能导致患各种代谢疾病，尤其对正处于长身体阶段的青少年就更是如此。

资料卡片

生物体内必需的元素

人和动物体内的生命元素可分为常量元素和微量元素。常量元素是指含量在 0.01% 以上的元素，包括碳、氢、氧、氮、钠、镁、钙、磷、硫、钾和氯共 11 种。

微量元素是指含量在 0.01% 以下的元素，如铁、铜、锌、锰、钴、钼、硒、碘、锂、铬、氟、锡、硅、钒、砷和硼共 16 种。在生物体中，碳、氢、氧、氮、硫等组成有机物，其余一些金属和非金属元素统称为矿物质，在生物体内约占 4%~5%。

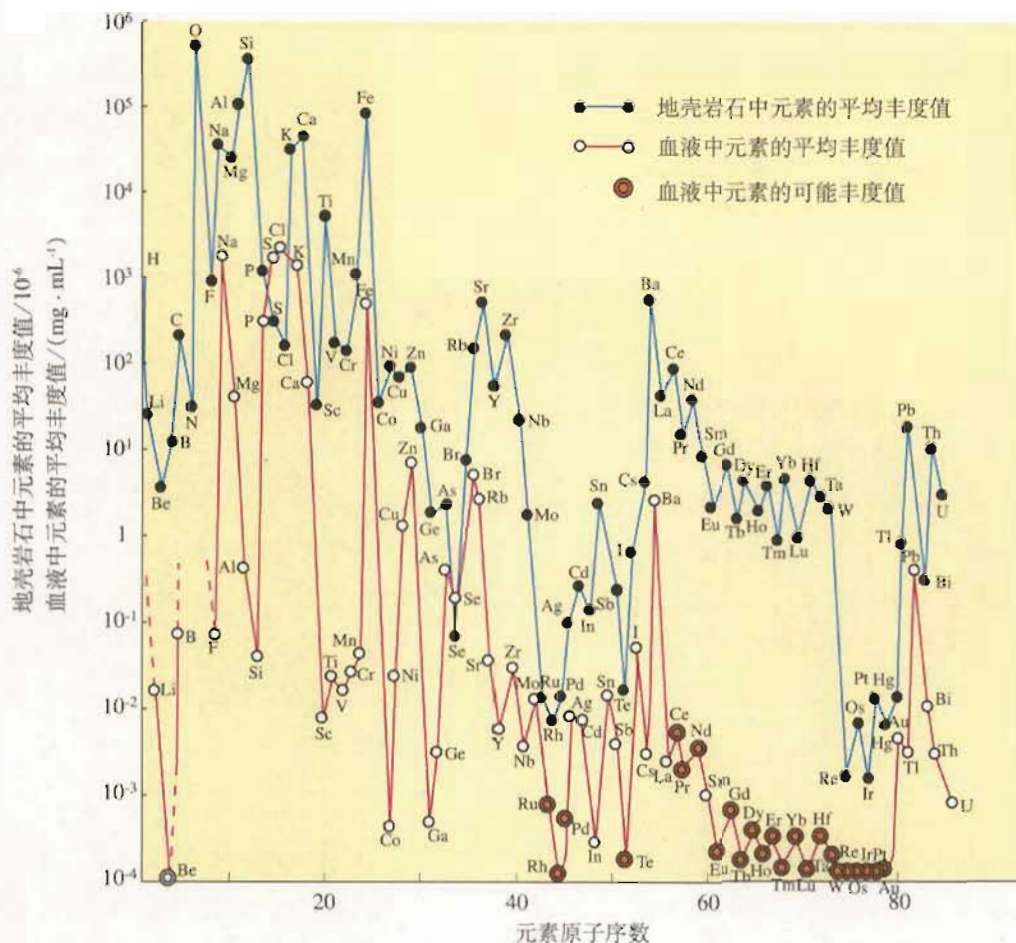


图 1-22 人体中的元素与地壳中的元素有很大的相关性 (元素丰度表示元素的相对含量)

2. 碘

碘是人体必需的微量元素之一，有“智力元素”之称。碘在人体内的含量仅约为 30 mg，其中一半左右集中在甲状腺内，其余则分布于其他组织。虽然碘在人体内的含量极低，却是人体各个系统特别是神经系统发育所不可缺少的。在食物中，海带、海鱼等海产品中含碘较多。我国以前在食盐中加碘化钾加工碘盐，但是碘化钾易被氧化成碘单质而挥发，降低碘盐的预防效能，而碘酸钾 (KIO_3) 的化学性质比较稳定，在常温下不易挥发、不吸水、流失少、易保存，用其加工碘盐，能取得更好的防病效果。经过科学研究和局部试验，我国从 1989 年开始，逐步改用碘酸钾加工碘盐。

● 资料卡片

食用碘盐，预防 IDD

碘缺乏病 (Iodine Deficiency Diseases, 简称 IDD) 是由于人类生存的自然环境中缺少碘而引起人体的疾病。我国碘缺乏病病区人口约有 4 亿多，缺碘地区则几乎覆盖了整个中国。

碘是人体甲状腺激素的重要原料，与人体的生长发育和新陈代谢关系密切，特别是对大脑

的发育起着决定性作用。孕妇缺碘会引起流产、早产、新生儿先天畸形等；胎儿期和婴幼儿期缺碘可造成克汀病，患者成为矮、呆、聋、哑、瘫的病人；青少年及成人缺碘可引起甲状腺肿大。影响最大、后果最严重却又常常容易被人忽视的是轻微缺碘造成的大量人口智力不足。总之，在人发育的不同阶段，缺碘均会对人体造成损害，特别严重的是智力损害，有些损害甚至无法弥补，但这些疾病通过纠正碘缺乏可以预防。

人体的碘完全依赖自然环境的供应，而且必须每天摄入。2001年世界卫生组织、联合国儿童基金会、国际控制碘缺乏病理事会共同提出每日碘的推荐供给量：学前儿童每日90 μg ^①，学龄儿童每日120 μg ，成人每日150 μg ，孕妇和哺乳期妇女每日200 μg 。我国在缺碘地区实行“食盐加碘”，至今已十余年，取得了很大成果。

为了你和家人的健康，建议购买和食用加碘盐，存放时注意密封、防潮和防晒。菜炒熟出锅后再放碘盐以防分解，加醋会降低碘的利用率，使用植物油则可提高碘的利用率。

碘是人体必需的微量元素，但也不能过量。高碘同样对人有害，因此应科学补碘。听从大夫的指导，不要随意服用补碘的药片。

3. 铁

铁在人体中的含量约为4~5 g，是人体必需微量元素中含量最多的一种。人体内的含铁化合物主要分为两类，即功能性铁和储存铁。功能性铁和血红蛋白一起参与氧的运输，其余的铁与各种酶结合，分布于身体各器官。体内缺铁将会导致人的记忆能力、免疫能力和对温度的适应能力等生理功能下降。如果体内的铁不足以供给生命活动需要，就会发生贫血。我国已经实施在酱油中加入铁强化剂的措施，以解决广泛存在的缺铁性贫血问题。

成人每天排出的铁约1 mg，女性月经期每天可达1~2 mg。为了满足生理需要，每天应补充铁15~20 mg。动物内脏、动物全血、肉类、鱼类、蛋类等动物性食物中的铁容易被吸收。一般蔬菜中铁的含量较少，吸收率也低，但中国膳食中一般食用蔬菜量很大，仍为铁的重要来源。

中国有句名言：药补不如食补。人体有自我调节能力，只要养成科学的饮食习惯，不偏食、不挑食，全面摄取多种营养，保持膳食平衡，食物中所提供的维生素和微量元素就足够了。因此，不提倡自己任意增补各种营养品，如果需要的话，也应在医生指导下服用。

^① 1 μg = 10^{-6} g。

补铁工程

1997年,我国政府颁布了《中国营养改善行动计划》,其中包括消除铁缺乏、改善营养性贫血。补铁是一个渐进的过程,只有依靠日常膳食的不断补充,才能保证人体所需铁元素的充足供应。我国选择酱油作为铁强化食物的载体,这主要因为酱油可以促进铁吸收,而且有广泛的群众食用基础。另外,人们对酱油的日摄入量稳定在相对合理的数值范围内。还有一个原因是酱油生产相对集中于大企业,这有利于铁强化酱油的集中生产和质量管理。



图 1-23 铁强化酱油

实践活动

上网或到图书馆查询关于维生素或微量元素的知识(如名称、主要功能、如果缺乏会出现什么症状、各类食物中的含量等),体会维生素和微量元素对人体健康的重要作用,对照你的饮食习惯,想想你应该怎么办,并与同学交流。



1. 维生素在人体内有什么重要作用?
2. 以“食盐加碘”和“酱油加铁”为例,谈谈微量元素与人体健康的关系。
3. 说说你能做到促进身体健康的五件事。
4. 查阅资料,了解不同食物中各种营养素的含量和“中国居民膳食营养素参考摄入量”(本书附录 I 中列出了某些元素每日的参考摄入量)。记录你一天所吃的各种食物,算一算各种营养素的含量,并与参考摄入量对照。你的营养均衡吗?
5. 下面是几个食谱,你认为每个食谱的营养均衡吗?能不能自己再设计几个?
 - A. 炒油菜、香菇、豆腐、粉条、白菜、炖肉、凉拌西红柿、豆米饭(或玉米面饼子)
 - B. 排骨炖面筋、虾皮炒油菜、香菇、拌芹菜、萝卜汤、金银卷(白面、玉米面花卷)
 - C. 西红柿炒鸡蛋、糖醋排骨、凉拌青菜、海米、白菜、豆腐汤、烙饼(或米饭)
 - D. 肉丁炸酱、凉拌豆腐丝、黄瓜丝、焯白菜、面条
 - E. 肉、海米、白菜馅饺子
 - F. 酱牛肉、凉拌青菜、果汁、面包
6. 切开的苹果在空气中会被氧化逐渐变成褐色。柠檬汁中含有大量维生素 C,把它涂在切开的苹果肉上,能不能减缓苹果变色的速率?用糖水或食盐水呢?请你试一试。
7. 收集一些矿泉水瓶,阅读标签上的说明,并通过各种媒体查阅矿泉水中所含的各种微量元素在人体中的作用,并与同学交流。(可用多种形式表达你的研究成果。)

一、自己设计方案，归纳、比较糖类、脂肪、蛋白质、维生素、微量元素的性质、在人体中的作用等。可以用列表、作图、写报告和谈体会等多种方式。

二、平衡膳食指的是在营养上搭配比较合理的膳食，它要求食物品种多样化，各种营养成分之间比例较适当，防止某种成分过多或过少。应尽可能吃得品种多些、杂些、广些，并力求食物的选配组合得当。一般地说，主食（米、面、杂粮）和副食（肉、鱼、蛋、豆制品、蔬菜等）搭配；干食（米饭、馒头、窝头、面包等）和稀食（粥、汤、奶等）搭配；粗粮（杂粮）和细粮（大米、白面等）搭配；荤菜与蔬菜搭配。这样利于消化，容易吸收，符合平衡膳食的要求。

〔思考与交流〕 吃什么？吃多少？

为保证身体健康，满足紧张学习、健康生长和快乐生活的营养需求，有人建议中学生应合理安排三餐（见资料卡片），并建议每天吃几类食物（见表 1-3）。当然，地区不同，饮食习惯不同，食品种类会有所不同，但总的营养量是不能缺少的。

请你对照想一想：

- 你的饮食习惯科学吗？
- 每天摄入的营养全面吗？量够不够？
- 你有没有挑食、偏食和贪食的习惯？
- 学了本章以后，你有什么打算？

〔资料卡片〕 合理安排三餐

早餐：要选择热能高的食物，提供足够的热能保证上午的活动。如牛奶、鸡蛋、果酱、馒头、米饭、豆包、面包和肉类食品等。

午餐：既要补充上午的能量消耗，又要为下午消耗储备能量。因此，要有丰富的蛋白质和脂肪，并有一定量的蔬菜。

晚餐：要做到吃得适量、吃得好，保证足够的热量和适量的蛋白质、脂肪和一定量的蔬菜。但不要吃得太晚，以免引起消化不良、影响睡眠。

表 1-3 每天应吃的几类食物

食物种类	提 供	食品种类及质量
第一类	糖类、蛋白质和维生素 B	馒头、米饭、面条、玉米、红薯等，共 300~500 g
第二类	蛋白质、脂肪、矿物质、维生素 A 和 B 族维生素	肉 100 g、鱼虾类 200 g、蛋 50 g、奶及奶制品 200 g
第三类	蛋白质、脂肪、矿物质、膳食纤维和 B 族维生素	大豆及其制品 150 g
第四类	膳食纤维、维生素 C 和胡萝卜素	水果 100 g、蔬菜 300 g
第五类	提供热能	食用油 15 g、食糖 10 g
每周还应选择食用适量坚果类食品，海带、紫菜等海产品，香菇、木耳等菌类食物		

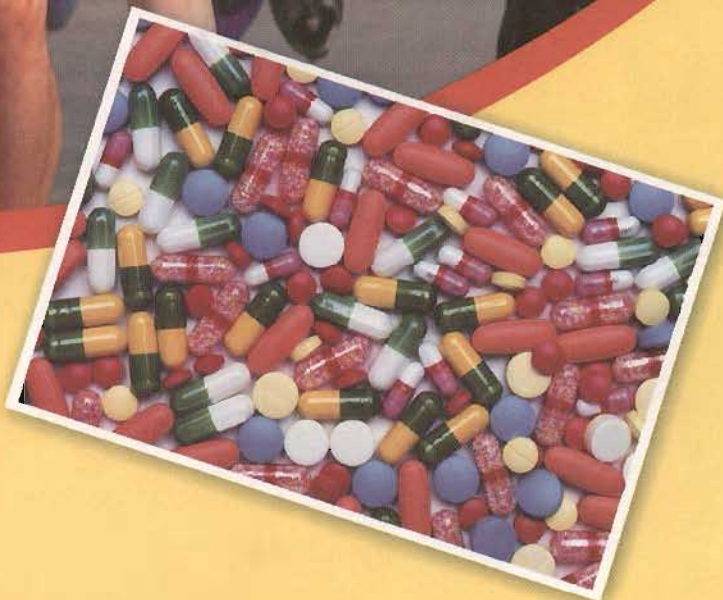
人教版®



第二章

促进身心健康

“生命在于运动”，这是人们从实际生活中总结出来的一条真理。15~18岁是一个人身心蓬勃发展的阶段，迫切需要打下身心健康的坚实基础。合理选择饮食、正确使用药物和培养良好的生活习惯，是保证身心健康的重要方面，而所有这些都离不开化学。学习与此有关的化学知识，对于促进身心健康、树立健康新观念有重要意义。



1

合理选择饮食

思考与交流



图 2-1 中国居民平衡膳食宝塔 (15~18 岁)

1998 年我国首次颁布了符合国情的“中国居民平衡膳食宝塔”，提供了合理选择食物的指南。图中数字指每日的用量，有的项目有两个数字分别表示适合 15~18 岁的女生和男生。

1. 从图 2-1 中，你能获得哪些信息？
2. 请根据上一章所学的生活经验和你的生活经验，谈谈合理选择饮食的重要性。
3. 请根据图 2-1，试着制订你一天的食谱，并与同学交流。

一、认识水在人体中的作用

人们每天都要补充一定量的水分，那么水在人体中有什么作用呢？

水是人体的重要组成成分，是人体中含量最多的一种物质，约占人体体重的三分之

二。人体内的水需要不断补充，每人每天要补充 2.5~4 L 水。可以说，没有水就没有生命。

水是一种很好的溶剂。食物中许多营养物质如糖、盐等要溶于水才能被吸收。水溶液在血管细胞间川流不息，把氧气和营养物质运送到组织细胞，又把代谢废物和有毒物质运送到肾脏、大肠、皮肤和肺部，通过粪便、汗液和呼气等排出体外。水不但是进行体内反应的介质，同时也是一种必不可少的反应物。例如，淀粉只有通过水解反应，才能成为葡萄糖被机体所利用。将葡萄糖溶液直接注入人体的血液，是病人输液的形式之一。

此外，水在人体内还起着调节体温的作用。夏天或发烧时，人体靠出汗来降低体温，带走热量；冬天，水可以为身体储存热量，使体温不致因外界温度降低而明显下降。

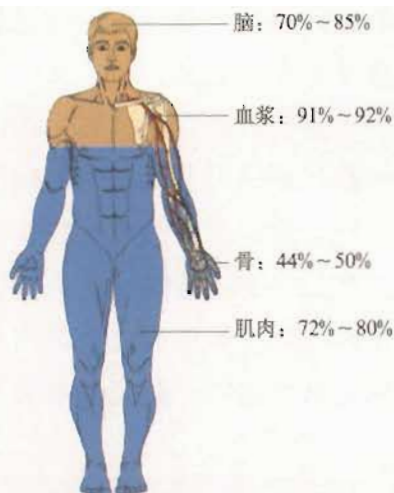


图 2-2 水在人体中的存在



图 2-3 为病人输液

思考与交流

查阅资料，就以下问题或你所关心的其他有关水的问题进行交流。

1. 自然界存在绝对纯净的水吗？为什么？
2. 天然水为人体提供了哪些营养成分？
3. 天然水都可以直接饮用吗？为什么？
4. 自来水、矿泉水、纯净水等，选择哪一种饮用好呢？

资料卡片

化学家：纯水——不含或尽量少含任何杂质。

家庭主人：硬度低，无有害杂质。

旅游者：清水碧波，赏心悦目。

卫生工作者：符合生活饮用水卫生标准。

水质专家：自来水能否直接饮用？如果消毒充分，口感好，在输送过程中无二次污染，则可直接饮用。否则，应煮沸后再饮用。

二、食物的酸碱性

食物的酸碱性是指食物在体内代谢后产生的产物的酸碱性，它与化学上所指的溶液的酸碱性是不同的概念，它是指食物的成酸性或成

碱性，是按食物在体内代谢最终产物的性质来分类的，有重要的生理意义。

有些食物含非金属元素较多，如氯、硫、磷等，在人体内代谢后可形成阴离子酸根，这类食物在生理上称为成酸性食物，习惯上称为酸性食物。通常富含蛋白质、脂肪和糖类食物多为酸性食物，如谷类、肉类、蛋类、鱼贝类等。而有些食物含金属元素较多，如钾、钠、钙、镁等，在人体内代谢后可形成含金属阳离子的碱性物质，这类食物在生理上称为成碱性食物，习惯上称为碱性食物。蔬菜、水果、薯类、大豆等多为碱性食物。

酸性食物 acid food

碱性食物 alkaline food



图 2-4 富含蛋白质的食物多属于酸性食物



图 2-5 蔬菜、水果多属于碱性食物

● 资料卡片

食物的酸碱度

将 100 g 食品烧成灰分的水溶液用 0.1 mol/L 的酸或碱进行中和，所需酸或碱的体积（单位：mL）定为该食品的碱度或酸度。碱度用正值表示，酸度用负值表示。

食物	碱度	食物	酸度
豆腐	2.00	鸡肉	-7.60
菜豆	5.20	蛋黄	-18.80
菠菜	12.00	猪肉	-5.60
萝卜	9.28	鱿鱼干	-48.00
胡萝卜	8.32	大米	-11.67
海带	14.60	面粉	-6.50
西瓜	9.40	面包	-0.80
苹果	8.20	花生	-3.00

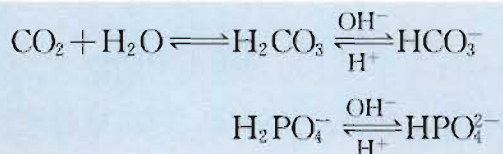
应当指出，并非在味觉上具有酸味的食物就是酸性食物。食物中的酸味物质是有机酸，如水果中的柠檬酸及其钾盐，在体内可被彻底氧化，柠檬酸最后生成二氧化碳和水排出体外，剩下碱性的钾盐。因此，这类具有酸味的食物是碱性食物。

人体正常的生理过程对所涉及的体液都有较严格的酸碱碱性要求。例如，在正常情况下，人体血液的 pH 总保持弱碱性范围（7.35~7.45）；否则，就会出现“酸中毒”或“碱中毒”。由于人体具有自动缓冲系统，能使血液的 pH 保持在正常范围之内，达到生理平衡。但这种自身调控能力是有限的，还需要通过摄入不同的食物来加以调节。



图 2-6 柠檬虽然很酸，但属于碱性食物

此外，人体细胞内存在一些重要的酸碱平衡：



这些平衡也需要通过摄入不同的食物来调节。

在日常生活中，应根据自身情况，按照平衡膳食的原则，合理摄入食物，以保证身体健康。

三、安全使用食品添加剂

实践活动

收集几种食品标签，了解其中的营养成分和所含的食品添加剂，并按食品添加剂的作用进行分类。

为了改善食物的色、香、味，或补充食品在加工过程中失去的营养成分，以及防止食物变质等，人们经常会在食物中加入一些天然的或化学合成的物质，这些物质称为食品添加剂。日常生活中经常接触到的味精就是最常用的食品添加剂。

食品添加剂的品种很多，作用各不相同。概括起来讲，主要包括以下几类：

- (1) 着色剂——改善食品的外观；
- (2) 增味剂——增添食品的味道；
- (3) 防腐剂——防止食品腐烂、变质；
- (4) 营养强化剂——增强食品的营养价值。

食品添加剂 food additives

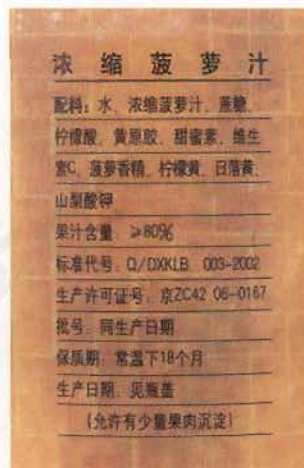


图 2-7 食品标签

（一）着色剂

有些食品经过加工后，它们本身含有的色素会减少，甚至消失。为了美化食品的外观，人们常在食品中加入一些天然或人造色素以使食品具有诱人的颜色。例如，胡萝卜素、胭脂红、柠檬黄、苋菜红等色素的混合运用，可以制造出多种颜色的糖果、饮料及其他食品。

在规定范围内使用着色剂，一般认为对人体健康无害，但是超量使用着色剂对人体是有害的。所以，大多数国家对市场上销售的食品所用色素的种类和用量都有严格的规定。例如，为了保障婴儿的健康，很多国家已明确规定婴儿食品内不能加入任何着色剂。

（二）增味剂

增味剂的主要作用是补充食品在加工过程中失去的味道、增强食品原有的味道或添加一些额外的味道。例如，味精能增加食品的鲜味，糖精钠能增加食品的甜味，等等。

食品中加入增味剂的量是有严格规定的，摄入过多的增味剂对人体有害。例如，味精虽然能增加食品的鲜味、促进食欲，但有些人对味精过敏，可导致口渴、胸痛和呕吐等；有研究表明，人体摄入大量糖精钠有致癌的可能，因此，很多国家都限制食品中糖精钠的加入量。



图 2-8 着色剂使食品看起来更有吸引力



图 2-9 方便面内都有调料。如果食用不加调料的方便面，味道如何？请你试一试

资料卡片

味精的发明

1908年，日本营养学家从海带中提取出美味成分——谷氨酸钠，结构式为：



称之为“味之素”，随后实现商品化。1923年，我国化学家吴蕴初（1891—1953）发明了用面粉为原料将蛋白质水解的方法来提取谷氨酸钠，取名“味精”。

（三）防腐剂

绝大部分食品都含有营养物质，所以很容易使细菌和真菌滋生，产生毒素，使食物变质。特别是那些需要长时间储存的精制食品，更容易滋生细菌或真菌。因此大多数精制食品都要加入一些防腐剂，以抑制各种微生物的繁殖，延长食品的储存时间。有些食品会因在空气中被氧化而变质，这些食品中常常加入抗氧化剂，以防止食品被氧化。因此，抗氧化剂也是一种防腐剂。

早期为了防止食品腐烂、变质，常加入食盐、糖等。现在食品中常用的防腐剂有苯甲酸钠、硝酸盐、亚硝酸盐和二氧化硫等。

例如，一些腌制肉类食品如火腿、香肠、腊肠和腊肉等，都加入了防腐剂——亚硝酸钠，它不但是防腐剂，而且还有抗氧化作用。因为肉类长时间接触空气时，它的红色会被氧化成难看的暗棕色，加入亚硝酸钠后，可以使肉类较长时间地保持鲜红色。但是，亚硝酸钠会与肉类的蛋白质反应，生成一种致癌的化合物——亚硝胺。所以，不可长期或大量进食腌制肉类，也不宜大量食用含有其他防腐剂的食品。

（四）营养强化剂

食品中加入营养强化剂是为了补充食品中缺乏的营养成分或微量元素。例如，食盐中加碘、酱油中加铁、粮食制品中加赖氨酸、食品中加维生素或钙、硒、铬等。营养强化剂对增强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品，应根据每个人的不同情况或医生的建议而定。



图 2-10 咸鱼中的食盐具有防腐作用



图 2-11 火腿中加有防腐剂亚硝酸钠

思考与交流

以“我们是否应该禁止使用食品添加剂”为题进行小组辩论。

参考论点：

- 绝大多数食品添加剂在过量使用时对人体有害。
- 有些人营养过剩与大部分食品添加剂能增进食欲有关。
- 防腐剂能延长食品的保存期，减少食品的浪费和变质。
- 食用新鲜食物比使用防腐剂储存的食物有益。
- 人们有选择色、香、味俱佳的食物权利。
-

我们是否应该禁止使用食品添加剂



图 2-12 关于使用食品添加剂利弊的辩论

随着食品工业的发展，食品添加剂已成为人类生活中不可缺少的物质。对于什么物质可以作食品添加剂，以及食品添加剂的使用量，卫生部门都有严格的规定。在规定的范围内使用食品添加剂，一般认为对人体是无害的。但是违反规定，将一些不能作为食品添加剂的物质当作食品添加剂，或者超量使用食品添加剂，都会损害人体健康。

习



题

1. 如果供居民饮用的所有的水都是纯净水，会产生什么后果？你喜欢什么样的饮料，为什么？
2. 查阅资料，了解绿色食品、有机食品和无公害食品的区别，并与同学交流。
3. 回答下列问题。
 - (1) 脱除水分是一种常用的保存食物的措施。请列举一些你能想到的脱除水分的方法。
 - (2) 为什么脱水有利于保存食物？
 - (3) 举出一些用脱水法保存食物的例子。
4. 下列关于食品添加剂的叙述中不正确的是（ ）。
 - A. 糖精钠可用作增味剂
 - B. 亚硝酸钠可能致癌
 - C. 我国应该禁止使用味精
 - D. 苯甲酸钠可用作食品的防腐剂
5. 收集近年来报纸、杂志和互联网等媒体介绍的有关儿童营养补剂（如锌、碘等）的报道，从利、弊两个方面谈谈应该如何正确认识和使用营养强化剂（或补剂）。

统计数据表明：我国居民的平均估计寿命由1949年时的35岁，提高到2000年时的70.8岁；传染病在死亡病因中所占的比率由35%降到5%。这两项指标均已接近发达国家水平，其重要原因是普遍应用了各种新型药物。化学对此作出了重大贡献。



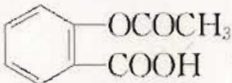
图 2-13 各种药物

一、人工合成药物

药物的种类很多，估计已达到10万种。这里主要介绍解热镇痛药、抗生素和抗酸药等常用的药物。

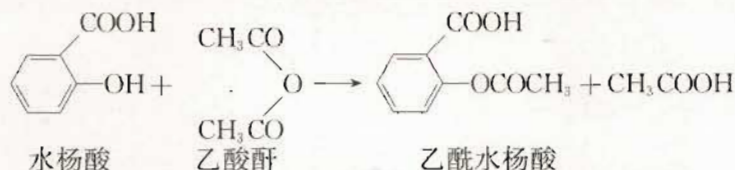
1. 解热镇痛药

阿司匹林是人们熟知的治感冒药，具有解热镇痛作用。它的化学名为乙酰水杨酸，是第一个重要的人工合成

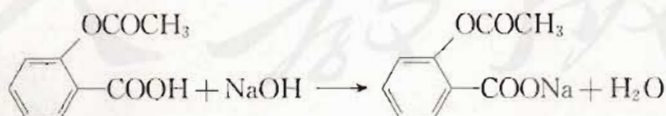
药物，结构式为：。阿司匹林是一种有

机酸，白色晶体，熔点为135℃，难溶于水。

以水杨酸为原料，使之与乙酸酐直接反应可制备阿司匹林：



阿司匹林与氢氧化钠中和制得的钠盐，易溶于水，称为可溶性阿司匹林，疗效更好。反应的化学方程式为：



阿司匹林的应用开辟了医药化工的全新领域。它投入市场一百多年来，迄今仍然是销量最大的药物。阿司匹林的应用范围还在扩大，人们不断发现它的新作用，如防止心脏病发作、减缓老年人视力衰退和提高免疫功能等。

长期大量使用阿司匹林的不良反应有胃肠道反应（如上腹不适、恶心、胃黏膜出血等）、水杨酸反应（如头痛、眩晕、恶心、耳鸣）等。出现水杨酸反应是中毒的表现，应立即停药，并静脉滴注NaHCO₃溶液。

阿司匹林 aspirin

阿司匹林的发现起源于人类长期服用柳树皮汁止痛。早在我国唐朝（618~907年），人们就发现柳树皮汁可止痛和退烧。1800年，人们开始从该类植物中提取出药物的活性成分——水杨酸盐。

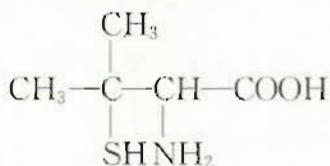
1853年，德国化学家柯尔柏（H. Kolbe, 1818—1884）合成了水杨酸，并于1859年实现工业化。但水杨酸及其盐类对胃的刺激性大，而且味道令人生厌。1889年，德国拜耳药厂的化学家霍夫曼（F. Hoffmann, 1866—1956）合成了乙酰水杨酸，副作用小，镇痛效果更好。经过10年的临床试验，于1899年大量生产。目前，世界每年使用约十万吨阿司匹林，它已成为退热的标准药物。

1971年，英国化学家发现阿司匹林的作用主要是能抑制前列腺素的合成，这个发现为探索更好的新药奠定了基础。1979年，美国医学界确认阿司匹林可预防由于血凝块而造成的一些疾病，如中风、心脏病和血栓等。20世纪90年代，人们发现阿司匹林对植物的生长有新的作用，如能促进植物开花等。

2. 抗生素

青霉素是最重要的抗生素，即消炎药。青霉素有阻止多种细菌生长的优异功能，虽经三千万倍稀释，仍有疗效，适于医治因葡萄球菌和链球菌等引起的血毒症，如肺炎、脑膜炎、淋病和外伤感染等。它最初是从青霉的培养液中取得的，所以称为青霉素。

现已知的青霉素至少有五种，即青霉素F、G、X、K、V，它们的结构骨干均有青霉酸。青霉素在体内经酸性水解后，得到青霉氨基酸，其结构式为：



青霉素是一类弱酸性物质，用得较多的是青霉素G的钠盐，俗名盘尼西林，是一种良效广谱抗生素。由于在第二次世界大战中应用，拯救了成千上万士兵的生命，被誉为与原子弹、雷达齐名的当时三大发明之一。青霉素已经成为药房必备的基础药物，它的发现堪称20世纪医学的伟大奇迹。

过敏反应是使用青霉素的主要不良反应，如过敏性休克等，严重者会导致死亡。为了防止过敏反应的发生，用药前使用者一定要进行皮肤敏感试验。

青霉素 penicillin

【不良反应】
1. 过敏反应：服用本品易引起过敏反应，过敏反应以皮疹为主，严重者，个别病人可发生过敏性休克。
2. 溶血反应：少数病人可有轻度溶血反应，上肢不痛等。
3. 其他反应：个别病人可发生ALF、AST增高或碱性磷酸酶增高。
【注意事项】
用药前应详细询问过敏史，其他药物过敏史及过敏体质史。
【禁忌症】
青霉素过敏者禁用，有过敏史及过敏性哮喘慎用。



图 2-14 使用青霉素前一定要进行皮试

1928年,英国细菌学家弗莱明(A. Fleming, 1881—1955)在实验室里研究导致人体发热的葡萄球菌。由于培养皿的盖子没有盖好,他发现培养细菌用的琼脂上附了一层青霉菌,这是从楼上一位研究青霉菌学者的窗口飘落进来的。使弗莱明感到惊讶的是,在青霉菌的旁边,葡萄球菌忽然不见了。这个偶然的发现深深吸引了他,他进行了多次试验,证明青霉菌可以在几小时内将葡萄球菌全部杀死,从而发现了葡萄球菌的克星——青霉素。

澳大利亚病理学家弗洛里(H. W. Florey, 1898—1968)和英国化学家钱恩(E. B. Chain, 1906—1979)从玉米浆中提取了有实用意义的青霉素,他们三人共享了1945年的诺贝尔生理学或医学奖。1945年,英国化学家霍奇金(D. C. Hodgkin, 1910—1994)用X射线衍射法测出了青霉素的分子结构。美国化学家经过9年努力,于1957年合成了青霉素V,产率达10%~12%,终于开辟出人工合成抗生素的道路。

3. 抗酸药

人的胃壁细胞能产生胃液,胃液里含有少量盐酸,称为胃酸。胃酸过多会导致消化不良和胃痛。抗酸药是一类治疗胃痛的药物,能中和胃里过多的盐酸,缓解胃部不适。

抗酸药的种类很多,通常含有一种或几种能中和盐酸的化学物质,如碳酸氢钠、碳酸钙、碳酸镁、氢氧化铝和氢氧化镁等。你能写出它们与盐酸反应的化学方程式吗?

科学探究

选择一种抗酸药,了解其有效成分和不良反应,设计实验方案证明这种抗酸药的有效成分。

药物名称	
有效成分	
不良反应	
实验原理	
实验步骤	
结 论	



图 2-15 抗酸药中含有氢氧化铝、碳酸镁和碳酸氢钠等

资料卡片

抗酸药片的成分

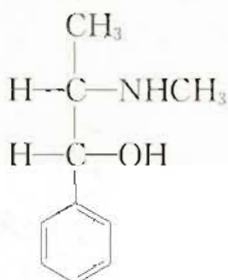
抗酸药片通常由数种物质组成:

- 有效成分,如氢氧化镁、氢氧化铝、碳酸镁、碳酸钙、碳酸氢钠等中的一种或几种,能与盐酸作用、对身体无害的物质。
- 调味剂,如糖,使药片味道更好。
- 黏合剂,如淀粉,使药片各种成分黏结,便于加工成形。

二、天然药物

天然药物（中草药）取自植物、动物和矿物，来源丰富。我国明代医学家李时珍（1518—1593）所著《本草纲目》中收载天然药物 1 892 种，附药方 11 096 个，对医药学作出了巨大贡献。近年来，由于毒品、艾滋病及人口老龄化所引起的疾病的治疗需要，天然药物的应用日益受到重视。

化学对开发中草药有重要意义。许多中草药的有效成分已经分离。例如，具有止咳平喘作用的麻黄碱是从中药麻黄中提取的生物碱。两千年前的《神农本草经》中就有麻黄能“止咳逆上气”的记载，它的结构式为：



麻黄碱可用于治疗支气管哮喘、鼻黏膜充血引起的鼻塞等。服用麻黄碱的不良反应是有时会出现由于中枢兴奋所导致的不安、失眠等，晚间服用最好同服镇静催眠药以防止失眠。

服用麻黄碱后可以明显增加运动员的兴奋程度，使运动员不知疲倦，能超水平发挥，但对运动员本人有极大的副作用。因此，这类药品属于国际奥委会严格禁止的兴奋剂。



图 2-16 中草药的应用日益受到重视

麻黄碱 ephedrine



图 2-17 R 表示处方药，是指需经过医生处方才能从药房或药店得到，并要在医生监控或指导下使用的药物



图 2-18 OTC 表示非处方药，是指那些消费者不需要持有医生处方就可以直接从药房或药店购买的药物

大部分药物都有毒副作用，应该在医生指导下使用。虽然滥用药物十分危险，但滥用药物在世界各地仍是严重的社会问题。滥用药物主要是指非法获得及使用受管制药物；没有医生处方长期服用安眠药或镇静剂；运动员服用兴奋剂；服用毒品；等等。

毒品是指由于非医疗目的而反复连续使用，能够产生依赖性即成瘾性的药品。吸毒的危害巨大，人们特别是青少年一定要远离毒品。

● 资料卡片

● 鸦片 是用罂粟植物未成熟果实的浆汁干燥制得的棕褐色膏状物，味稍苦，是多种生物碱的混合物。医疗上用少量鸦片作止泻、镇痛和消咳剂，称为阿片。当超过医用剂量并反复服用时，使人气血耗竭、中毒而亡。

● 吗啡 鸦片中的主要生物碱，是一种剧烈麻醉剂。

● 海洛因 二乙酰吗啡，由吗啡与乙酸酐作用制得，呈白色粉末，俗称白面。对人体损害最严重，吸食者最多，堪称毒品之王。

● 冰毒 甲基苯丙胺，其成品多为无色晶体，故俗称“冰毒”，是中枢神经兴奋剂。



图 2-19 珍爱生命 拒绝毒品

科学视野

20 世纪 90 年代以来，药物研究取得了不少新成果。

● 微囊化 药物的微囊化技术具有药物胶囊的优点，即药物中的苦味和刺激性味道可以被胶囊包封，使病人易于接受。而它的外观则与药物胶囊不同，直径只有微米量级，要用显微镜才能看到。实际上它是一种具有聚合物壁壳的微型容器，能包封和保护其囊芯内的固体微粒或液体微滴。例如，用高分子薄膜把眼药封装，放入眼内，眼药就可以通过薄膜不断渗出发挥作用。

● 缓释 将药物在体内以一定浓度连续缓慢释放，就可以避免单次给药浓度过高引起的毒性，省去重复给药的繁琐，而且节省药剂，使药物在指定部位持续、安全而稳定地发挥疗效，成为长效药。例如，将阿司匹林借助乙二醇嫁接到聚甲基丙烯酸上，然后缓慢水解释放出乙酰水杨酸而在体内发挥长效。



1. “水能载舟，亦能覆舟。”这句名言用于药物和患者也很贴切，你如何理解？
2. 某抗酸药每片含有碳酸钙 534 mg，氢氧化镁 180 mg。
 - (1) 抗酸药片中还可能含有什么物质？
 - (2) 写出该抗酸药发挥功效时的化学反应方程式。
- (3) 服用抗酸药时，为什么一般要嚼碎后吞服？
3. 碘酊俗名碘酒，是一种重要的外用消毒药，请查阅资料回答下列问题。
 - (1) 常用的碘酊中碘的质量分数是多少？
 - (2) 碘酊为什么可以消毒？
 - (3) 处理外伤还有什么其他方法？
4. 吸烟有许多危害，如吸入一氧化碳、焦油、尼古丁及颗粒物，导致各种病变；对家庭、办公室、教室等场所的空气造成污染等。请你写一则禁止吸烟的广告，并与同学交流。
5. 为什么说吸毒祸害之大，甚于洪水猛兽？请参考下列提示回答。
 - (1) 个人方面：
 - ① 毒品损害身体，对肝、肾和脑损害尤其大，使人无力工作；
 - ② 毒品会改变人的性格，使人变得不负责任，不顾廉耻；
 - ③ 吸毒者因药物影响而无心工作。
 - (2) 家庭方面：
 - ① 吸毒者除对毒品外，对家人及家事都不感兴趣；
 - ② 为了买毒品不停地搜刮金钱，使家庭一贫如洗，甚至妻离子散。
 - (3) 社会方面：
 - ① 危害社会，铤而走险；② 针筒共用，传染艾滋病。
 - (4) 请你设计一幅说明毒品危害的宣传画，并与同学交流。

归纳与整理

树立健康新观念 促进身心健康全面发展

高中阶段是一个人身心蓬勃发展的重要阶段，你们又处在改革开放的时代和激烈竞争的环境中，迫切需要让自己的身体、精神和社会适应能力等都处于最佳状态。合理选择饮食，能帮助你们打下健康的基础；正确使用药物，可使你们有效地抵御疾病；防止滥用药物，可使你们拒绝并远离毒品。

人体是一个开放体系，同时是一个具有一定调控能力、因人而异的体系。保证均衡的饮食、积极参加科学的体育锻炼、建立良好的生活习惯是极其重要的。中学生更应重视心理健康，提高心理素质，健全人格，增强抗挫折、适应环境的能力，从而树立健康新观念，促进身心健康全面发展。



1. 活动主题

探究化学与健康文明生活方式的关系，将学到的化学知识运用于树立健康新观念、促进身心健康全面发展这一总目标。

2. 活动指导

教师应根据活动内容和学生的实际，认真设计活动的全过程，动员学生准备活动所需的材料，为活动开展、活动方式及活动总结作准备。教师应点面结合，重点抓好1~2个专题。例如，班里同学近视的多，就可以组织学生展开眼保健调查，进而拓展至牙齿、皮肤的安全防护等。还可以组织学生就心理障碍、社会压力和习惯的影响等展开调查。

3. 分组活动

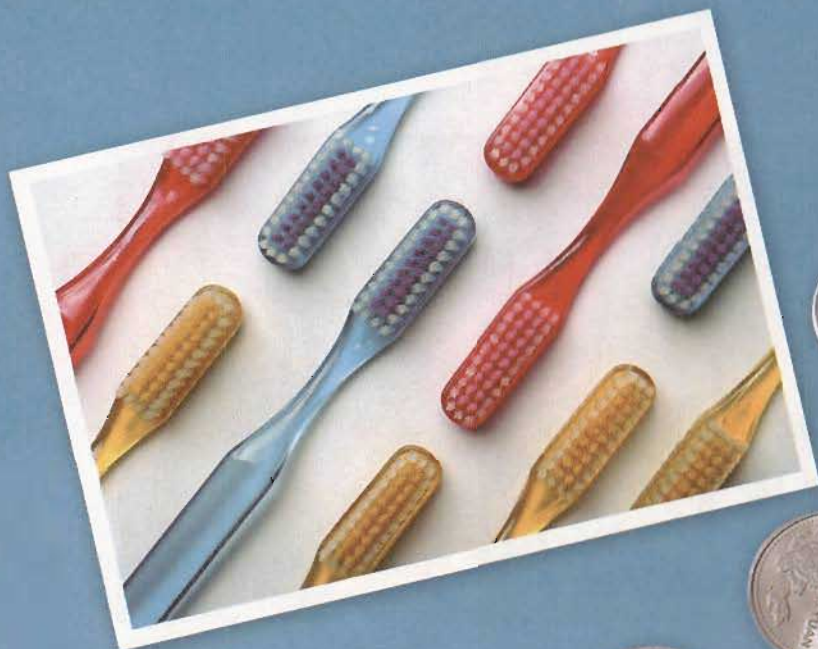
- (1) 根据个人兴趣，请任选一个研究专题。
- (2) 可用多种方式研究所选的专题。
- (3) 完成活动报告（如调查报告、小论文、图片资料等）。
- (4) 同一专题的同学进行交流，共同完成本专题组的研究。

4. 汇报交流

- (1) 各组汇报本专题的研究成果。
- (2) 自由发言，介绍个人的心得体会。

5. 活动总结

教师就学生活动，以及化学与树立健康新观念、促进身心健康全面发展的关系进行总结。



第三章

探索生活材料

材料是人类赖以生存和发展的重要物质基础。没有半导体材料，就不可能有目前的计算机技术；没有耐高温、高强度的特殊结构材料，就不可能有今天的宇航技术；没有光导纤维，就不可能有现代的光通信；没有有机高分子材料，人类的生活就不可能像今天这样丰富多彩。化学是材料科学发展的基础。



思考与交流

1. 什么是合金？你日常生活用到的金属制品中哪些属于合金？
2. 为什么我们使用的金属材料主要是合金，而不是纯金属？
3. 查阅资料，填写制造下列汽车配件所用的金属或合金，并解释使用这种材料的原因。（也可以调查农机具的不同配件所使用的材料。）

汽车配件	金属或合金	使用原因
电线芯		
汽车外壳		
灯 丝		
发动机		
排气管		

一、认识合金

合金是由两种或两种以上的金属（或金属与非金属）熔合而成的具有金属特性的物质。合金与各成分金属相比，具有许多优良的物理、化学或机械的性能。例如，合金的硬度较大，多数合金的熔点一般比各成分金属的低。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。因此，尽管目前已经制得的纯金属只有 80 多种，但由这些纯金属（或金属与非金属）制得的合金已达数千种，大大拓展了金属材料的使用范围和价值。

为什么在纯金属内加入其他元素形成合金以后，它的性能与纯金属有很大的差异呢？我们可以从纯金属和合金的结构不同简单加以说明。在纯金属内，所有原子的大小和形状都是相同的，原子的排列十分规整。而合金内加入了其他元素或大或小的原子（如图 3-1），改变了金属原子有规则的层状排列，使原子层之间的相对滑

合金 alloy

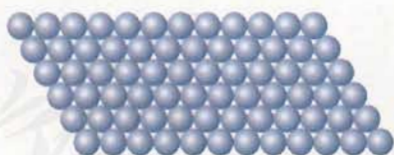
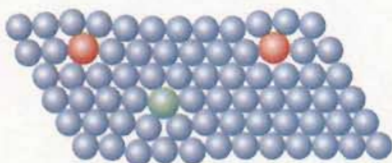
纯金属内原子的
排列十分规整合金内原子层之间的
相对滑动变得困难

图 3-1 纯金属与合金的结构比较

动变得困难。因此,在一般情况下,合金比纯金属硬度大。

学与问

固体的熔点与原子排列是否规整有关。你能根据图 3-1 简单解释为什么多数合金的熔点一般比各成分金属的低吗?

二、使用合金

1. 铁合金

生铁和钢是含碳量不同的两种铁碳合金。生铁的含碳量为 $2\% \sim 4.3\%$, 钢的含碳量为 $0.03\% \sim 2\%$ 。由于含碳量不同, 钢和生铁在性能上有很大差异。例如, 生铁硬度大、抗压、性脆、可以铸造成型, 是制造机座、管道的重要材料; 钢有良好的延展性, 机械性能好, 可以锻轧和铸造, 广泛用于制造机械和交通工具等。钢的性能比生铁优越, 使用范围也远远超过生铁。

钢一般可分为碳素钢和合金钢两大类。根据含碳量不同, 碳素钢可分为高碳钢、中碳钢和低碳钢: 含碳量高, 硬度较大; 含碳量低, 韧性较强。为了提高钢的某些性能, 人们有目的地向钢中加入一定量的一种或几种其他元素, 可得到具有各种不同性能的合金钢。

不锈钢是最常见的一种合金钢, 它的合金元素主要是铬 (Cr) 和镍 (Ni)。常用的不锈钢中含 Cr 18% 、含 Ni 8% (有的不锈钢含 Cr $17\% \sim 19\%$, 含 Ni $8\% \sim 13\%$)。不锈钢在大气中比较稳定, 不容易生锈, 具有很强的抗腐蚀能力。生活中常见的医疗器材、厨房用具和餐具等很多都是用不锈钢制成的。

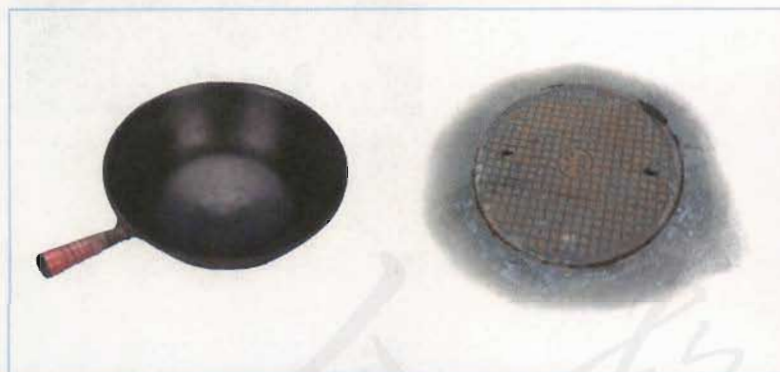


图 3-2 炒菜用的铁锅、下水井盖是由生铁铸造的



图 3-3 生活中的不锈钢制品

学与问

日常生活中常用的不锈钢在大气中抗腐蚀能力很强, 但在海水中会被腐蚀。这对你有什么启示?



图 3-4 用锰钢 (一种合金钢) 制成的钢轨

钢中合金元素的主要作用

合金元素	主要作用
铬 (Cr)	增强耐磨性和抗氧化性；增强高温强度；提高高碳钢的耐磨性等
锰 (Mn)	防止硫引起的脆性；增强钢的强度和韧性等
钼 (Mo)	降低脆性；增强高温强度；提高红热时的硬度和耐磨性等
钨 (W)	提高高温时的强度和硬度；增强工具钢的耐磨性等
钴 (Co)	提高红热时的硬度和耐磨性；用于制造磁性合金等
镍 (Ni)	增强低温时的韧性；改变高铬钢的内部结构等
硅 (Si)	提高低合金钢的强度和硬度；增强高温时的抗氧化性等

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，可制得不同性能的合金钢。这对你有什么启示？

2. 铝合金和铜合金

铝是地壳中含量最多的金属元素。纯铝的硬度和强度较小，不适于制造机器零件等。向铝中加入少量的合金元素如 Cu、Mg、Si、Mn、Zn 及稀土元素等可制成铝合金，铝合金是目前用途广泛的合金之一。例如，硬铝（一种铝合金）中含 Cu 4%、Mg 0.5%、Mn 0.5%、Si 0.7%，它的密度小、强度高，具有较强的抗腐蚀能力，是制造飞机和宇宙飞船的理想材料。



图 3-5 高压锅是由铝合金制造的

实践活动

通过调查或设计实验，确定易拉罐的主要成分。

常见的铜合金有黄铜（Cu-Zn 合金，含 Zn 20%~36%）和青铜（Cu-Sn 合金，含 Sn 10%~30%）等。早在 3 000 多年前的商代，我国就已经制造和使用青铜器了，至今铜和铜合金在生活和生产中仍然被广泛地应用着。



图 3-6 硬铝常用于制造飞机的外壳



图 3-7 黄铜制品



图 3-8 战国初期的曾侯乙编钟（青铜器）

● 资料卡片

金首饰

纯金质软，不适合直接制造金首饰。向纯金中加入一定量的 Cu 或 Ag，可制成硬度较大的金合金，用于制造金首饰等。过去，金首饰曾用 24K 表示纯金，但这只能表示理论纯度为 100%。目前，金首饰的成色是以首饰中金的最小含量的千分数来计量的。例如，999 为千足金，990 为足金，750 为 18K 金，等等。



图 3-9 金首饰

思考与交流

我国发行的第五套人民币中，1 元、5 角和 1 角硬币的材质分别为钢芯镀镍合金（1 元）、钢芯镀铜合金（5 角）和铝合金（1 角）。

1. 铸造硬币的合金应该具有什么性质？为什么？
2. 你从 1 元、5 角和 1 角硬币的材质不同能得出什么结论？
3. 你认为铸造硬币所用合金的实际价值是低于面值、等于面值，还是高于面值？如果高于面值，人们可能会怎样做？
4. 关于硬币，你还能提出什么问题？并试着解答你所提出的问题。

3. 新型合金

近年来，为满足某些尖端技术发展的需要，人们又设计和合成了许多新型合金材料。例如，氢能是人类未来的理想能源之一，氢能利用存在两大难题：制取和储存。 H_2 是一种易燃易爆的气体，要利用 H_2 ，关键要解决 H_2 的安全储存和运输问题。一般情况下， H_2 采用气态或液态储存，如在高压下把 H_2 压入钢瓶，但运送笨重的钢瓶既不方便也不

安全。储氢合金是一类能够大量吸收 H_2 ，并与 H_2 结合成金属氢化物的材料。具有实用价值的储氢合金要求储氢量大，金属氢化物既容易形成，稍稍加热又容易分解，室温下吸、放氢的速率快，如 Ti-Fe 合金和 La-Ni 合金等。新型储氢合金材料的研究和开发将为氢气作为能源的实际应用起到重要的推动作用。此外，钛合金、耐热合金和形状记忆合金等新型合金广泛应用于卫星、航空航天、生物工程和电子工业等领域。



图 3-10 储氢合金可用于以 H_2 为燃料的汽车



图 3-11 由钛、钒、铁和铝组成的钛合金常用于制造飞机的起落架



图 3-12 喷气式飞机的发动机叶片是由镍、铁、碳和钴组成的镍钴合金制造的，能承受 $1\,200\,^{\circ}\text{C}$ 的高温

● 资料卡片

泡沫金属

含有泡沫气孔的特种金属材料被称为泡沫金属，它是随着航空航天技术发展起来的一类新型材料。典型的泡沫金属有铝、镍及其合金。

向熔融的铝合金中通入空气、氧气或水蒸气，生成的氧化物粒子使得熔融体的黏度加大。然后加入发泡剂如氢化钛、氢化锆或碳酸钙等，产生的气泡均匀地分布在熔融体中。冷却以后就得到泡沫铝合金。

泡沫金属具有质轻、吸音、隔热、能吸收电磁波等性质，特别适用于导弹和飞行器的防冲击保护层、汽车的缓冲器，以及运输系统和住宅建筑的吸音、防热等方面。

习 题

- 为什么合金与纯金属的性能有很大的差异？
- 制造焊锡时，把铅加入锡的主要原因是（ ）。
 - 增加抗腐蚀能力
 - 增加强度
 - 降低熔点
 - 增加延展性
- 武德合金中含有铅、铋、锡和镉，是一种低熔点合金（熔点仅为 $70\,^{\circ}\text{C}$ ）。试根据这一性质推测它的用途。
- 哪种合金适合用来制造下列物品？试说明理由。
 - 手术刀
 - 防盗门
 - 门锁
 - 钥匙
 - 饰物
 - 飞机外壳
- 现代高层建筑中的门窗很多使用铝合金而很少使用钢，请你分析可能的原因。
- 查阅资料，说明为什么钛及钛合金被誉为“空间金属”和“深海金属”。



钢铁生锈（铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ）



铜器表面生成一层薄薄的铜绿〔铜绿的主要成分是 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 〕

图 3-13 常见的金属腐蚀现象

金属的腐蚀现象非常普遍。例如，钢铁生锈、铜器表面生成铜绿，等等。腐蚀可使金属的机械性能、色泽和外形等方面发生变化，严重时可使机器设备、仪器和仪表等报废。有些重大事故的发生如桥梁塌陷、石油管道破裂等也往往与金属腐蚀有关。金属为什么会被腐蚀？如何防止金属的腐蚀？这就是本节要讨论的问题。

一、金属的腐蚀

金属的腐蚀是指金属或合金与周围接触到的气体或液体进行化学反应而腐蚀损耗的过程。由于与金属接触的介质不同，发生腐蚀的化学原理也不同，一般可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。

1. 化学腐蚀

金属跟接触到的物质（如 O_2 、 Cl_2 、 SO_2 等）直接发生化学反应而引起的腐蚀叫做**化学腐蚀**。这类反应比较简单，仅仅是金属与氧化剂之间的氧化还原反应。例如，铁与氯气直接反应而被腐蚀，钢管被原油中的含硫化合物腐蚀等。

一般情况下，温度升高会加快化学反应速率。因此，温度对化学腐蚀的影响较明显（如图 3-14）。

化学腐蚀
chemical corrosion



图 3-14 左边家用燃气灶的中心部位很容易生锈，而右边的食品罐头放在南极已差不多 90 年了，却很少生锈，你知道为什么吗

2. 电化学腐蚀

科学探究

不同条件下铁钉的锈蚀

现有洁净无锈的铁钉、试管、植物油、棉花、干燥剂 CaCl_2 、 NaCl 溶液、 CH_3COOH 溶液和煮沸后迅速冷却的蒸馏水，你也可以选用其他物品，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。（该实验需要在一周前开始做。）

实验方案	
记录	
结论	

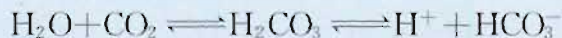
不纯的金属（或合金）跟电解质溶液接触时，会发生原电池反应，比较活泼的金属失去电子而被氧化，这种腐蚀叫做**电化学腐蚀**。钢铁在潮湿的空气中发生的腐蚀是电化学腐蚀最突出的例子，电化学腐蚀是造成钢铁腐蚀的主要原因。

电化学腐蚀

electrochemical corrosion

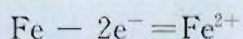
钢铁在干燥的空气里长时间不易被腐蚀，但在潮湿的空气里却很快就被腐蚀，这是什么原因呢？

原来，在潮湿的空气里，钢铁表面吸附了一层薄薄的水膜。水能电离出少量的 H^+ 和 OH^- ，同时由于空气中 CO_2 的溶解，使水里的 H^+ 增多：



这样在钢铁表面形成了一层电解质溶液的薄膜，它跟钢铁里的铁和少量的碳构成无数

微小的原电池。其中，铁是负极，碳是正极。在负极，铁失去电子而被氧化成 Fe^{2+} ：

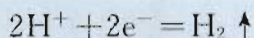


在正极上发生的反应有两种情况：

如果钢铁表面的水膜酸性很弱或者呈中性，在正极上是溶解在水膜中的 O_2 得到电子而被还原（钢铁的腐蚀主要是这种情况）：



如果水膜的酸性较强，在正极，则是溶液中的 H^+ 得到电子而被还原：



从本质上看，化学腐蚀和电化学腐蚀都是铁等金属原子失去电子变成阳离子的过程。也就是说，金属在腐蚀过程中，发生了氧化还原反应。在一般情况下，这两种腐蚀往往同时发生，只是电化学腐蚀比化学腐蚀要普遍得多。

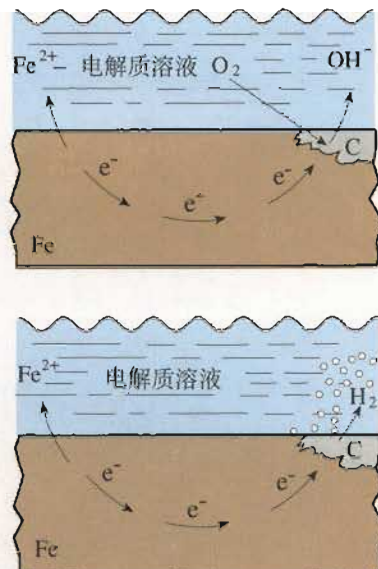


图 3-15 钢铁的电化学腐蚀示意图

二、金属的防护

思考与交流

仔细观察图 3-16，讨论自行车的不同构件如链条、钢圈、支架和齿轮等分别采取了什么防锈措施。



图 3-16 自行车的防锈措施



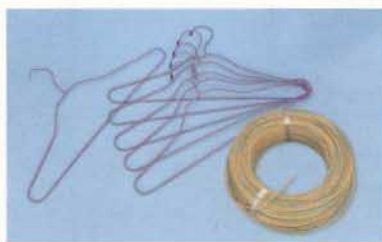
图 3-17 海边的铁制品比较容易生锈，为什么

影响金属腐蚀的因素包括金属的本性和介质两个方面。就金属本性来说，金属越活泼，就越容易失去电子而被腐蚀。如果金属中能导电的杂质不如该金属活泼，则容易形成原电池而使金属发生电化学腐蚀。介质对金属腐蚀的影响也很大，如果金属在潮湿的空气

中、接触腐蚀性气体或电解质溶液，都容易被腐蚀。



健身器材刷油漆以防锈



衣架和电线的外面包上一层塑料层



某些工具的“机械转动部位”选用油脂来防锈，为什么不能用油漆



自行车的钢圈和车铃是在钢上镀上一层既耐腐蚀又耐磨的 Cr

图 3-18 常用的金属防护方法

思考与交流

1. 请根据生活常识以及图 3-18 总结金属防护常用的方法，并解释这些方法为什么可以达到防止金属腐蚀的目的。
2. 你还知道哪些防止金属腐蚀的方法？举例说明。

金属腐蚀的本质是金属原子失去电子变成阳离子的过程。越活泼的金属，越容易被腐蚀。因此，如果在要保护的金属上连接一种比该金属更容易失去电子的金属或合金，如在钢铁设备上连接一块比铁更活泼的金属 Zn、Mg 或 Al 等，当发生原电池反应时，失去电子的是那种比铁活泼的金属，而铁被保护了。通常在轮船船身上装上一定数量的锌块、地下钢铁管道连接镁块来防止钢铁的腐蚀等，应用的就是这种保护方法。



图 3-19 用牺牲锌块的方法来保护船身，锌块必须定期更换

思考与交流

如何选用防锈方法

各种防锈方法都有不同的保护作用、优缺点和价格等。我们在决定使用哪种方法时，要考虑以下几个因素：

1. 在什么场合使用？
2. 外观是否很重要？

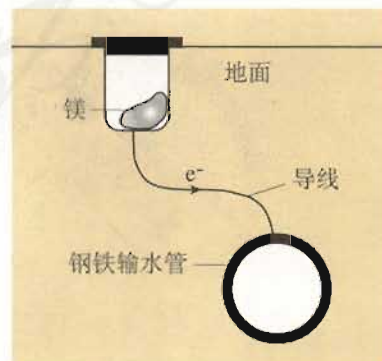


图 3-20 用牺牲镁块的方法来防止地下钢铁管道的腐蚀，镁块要定期更换

3. 使用期限要多久? 4. 经济上是否合算?

下表列出了防止钢铁生锈的不同方法和相对费用。

方 法	保护作用	相对费用
包塑料层	一般	便宜
涂油漆	一般	便宜
镀锡	优良	中等
镀铬	优良	贵
制成不锈钢	优异	很贵
牺牲锌块	优良	中等

假如你是设计师,正计划用钢材建造一座大桥,并研究防止钢桥生锈的方法。已知这座桥要使用许多年,而且建在风景区内。你有三个选择:

a. 涂上油漆 b. 使用镀铬的钢 c. 使用不锈钢

请以小组的形式,就以下问题进行讨论,并选出代表在班上交流:

- (1) 每种方法的优点和缺点;
- (2) 你优先选择哪种方法?理由是什么?

习 题

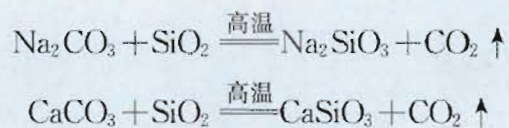
1. 回答下列问题:
 - (1) 铁制品锈蚀需要哪些条件?
 - (2) 请你预测一下,铁在月球上会不会生锈?为什么?
 - (3) 在新疆吐鲁番和海南省两地,哪个地区铁生锈相对慢一些?为什么?
2. 金属腐蚀的本质是什么?
3. 解释下列事实:
 - (1) 铝不需要特别处理就具有抗腐蚀能力。
 - (2) 钢和铁很容易生锈,而其他金属如铝、铜等不容易被腐蚀,但钢和铁的用量远远超过其他金属。
 - (3) 制成不锈钢是防止钢铁生锈的一种有效途径,但桥梁、船舶和许多大型钢铁结构却不是用不锈钢制造的。
 - (4) 许多巨型结构的铁制品一般采用涂油漆的方法来防锈。
4. 以“身边的金属腐蚀”为题设计一期板报,介绍各种金属制品被腐蚀的例子,以及防止腐蚀的方法等。
5. 金属的防护有哪些常用方法?请你为以下钢铁制品选择适当的防锈方法。
 - (1) 炊具、餐具 (2) 邮筒 (3) 电冰箱 (4) 洗衣机
 - (5) 罐头盒 (6) 水龙头 (7) 钢制窗框 (8) 健身器材
 - (9) 海水中的钢闸门 (10) 农用机械、农具 (11) 城市道路护栏 (12) 汽车尾气管

学与问

玻璃为什么可以被人工吹制成形状不同的制品?

一、玻璃

一般住宅的窗玻璃是普通玻璃,制造普通玻璃的主要原料是纯碱(Na_2CO_3)、石灰石(CaCO_3)和石英砂(SiO_2)。生产时,把原料粉碎,按适当的比率混合后,放入玻璃窑中加强热。原料熔融后发生了比较复杂的物理变化和化学变化,其中的主要反应是:



在原料中,石英砂的用量是比较大的。所以,普通玻璃是 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 熔化在一起所得到的物质。这种物质不是晶体,称作玻璃态物质。玻璃没有一定的熔点,而是在某个温度范围内逐渐软化,在软化状态时,可以被吹制成任何形状的制品。常用的玻璃瓶和玻璃杯等都是由普通玻璃制造的。

在生产过程中加入不同的物质,调整玻璃的化学组成,可以制得具有不同性能和用途的玻璃。例如,生产普通玻璃时加入 B_2O_3 能提高玻璃的化学稳定性和降低它的热膨胀系数,从而使其更耐高温和抗化学腐蚀,可用于制造高级的化学反应容器;加入 PbO 后

玻璃 glass



图 3-21 人工吹制玻璃器皿



图 3-22 光学玻璃用途广泛



图 3-23 彩色玻璃

制得的光学玻璃折光率高,可用来制造眼镜片,照相机、望远镜和显微镜中的透镜等;加入某些金属氧化物,可以制成彩色玻璃:加入 Co_2O_3 (氧化钴),玻璃呈蓝色,加入 Cu_2O ,玻璃呈红色。我们看到的普通玻璃,一般都呈淡绿色,这是因为原料中混有二价铁的缘故。

对玻璃进行各种工艺处理(如表面处理和热处理等),也可以大大扩展它的用途。例如,把普通玻璃放入钢化炉中加热,当接近软化温度时,迅速从炉内取出,然后用冷风急吹,即制得钢化玻璃。钢化玻璃的机械强度比普通玻璃大4~6倍,抗震裂、不易破碎;一旦破碎,碎块没有尖锐的棱角,不易伤人,常用于制造汽车或火车的车窗等。



图 3-24 列车车窗用的是钢化玻璃

实践活动

查阅相关资料,就你接触到的玻璃制品,如化学实验室中的玻璃仪器、变色玻璃和安全玻璃等的成分、性能和用途写一篇小论文,并与同学交流。

资料卡片

变色玻璃

含有 AgBr (或 AgCl) 和微量 CuO 的玻璃是一种变色玻璃。当受到太阳光或紫外线照射时,其中的 AgBr 发生分解,产生银原子。当银原子聚集到一定数量时,射在玻璃上的光大部分被吸收,原来无色透明的玻璃这时就会变成灰黑色。当把变色后的玻璃放到暗处时,在 CuO 的催化作用下,银原子和溴原子又会结合成 AgBr 。于是,玻璃又会变成无色透明。这就是变色玻璃变色的基本原理。

用变色玻璃制作窗玻璃,可使烈日下透过的光线变得柔和且有阴凉感。变色玻璃也可用于制作太阳镜片等。

二、陶瓷

陶器的发明是人类早期科学技术发展史上的一个重要里程碑,是人类第一次学会用黏土等天然物为原料,通过物理方法和化学反应制造出来的一种有用的人造材料。

陶瓷 ceramics

作为陶瓷的故乡,我国陶都宜兴的陶器和瓷都景德镇的瓷器,在世界上都享有盛誉。瓷器(英文名为 china)成了中华民族文化的象征之一。

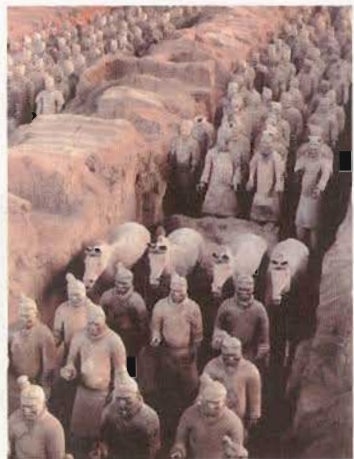


图 3-25 秦兵马俑是陶制品



图 3-26 景德镇瓷器闻名世界

制造陶瓷器的主要原料是黏土（主要成分可表示为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），手工制造陶器的一般过程如图 3-27 所示。随着科学技术的发展，陶瓷生产已经实现了自动化。



一般烧制的陶瓷制品，表面比较粗糙，而且有不同程度的渗透性。日常生活中我们见到的许多陶瓷制品，表面光滑、不渗水，而且色彩丰富，非常漂亮。这是由于烧制前在坯体上涂了彩釉的缘故。在普通釉料中加入一些重金属离子，可制成彩釉。涂有彩釉的陶瓷制品绚丽多彩，备受人们的喜爱。

加入釉料的 金属元素	烧制时的空气用量与彩釉颜色	
	空气过量	空气不足
Fe	黄、红、褐、黑	蓝、绿
Cu	蓝绿	红
Mn	紫、褐	褐、黑褐
Cr	黄、绿、褐	蓝绿
Co	蓝、淡蓝	蓝

学与问

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？

陶瓷具有抗氧化、抗酸碱腐蚀、耐高温、绝缘、易成型等许多优点。从地下挖掘出的古代陶瓷器，历经千百年仍保持其本色，不但成为人们欣赏的艺术珍品，对研究历史也有很大帮助。如今，陶瓷仍广泛应用于生活和生产中。例如，日常生活中的部分餐具、电器中的绝缘瓷、化学实验室中的坩埚和蒸发皿等都是陶瓷制品。一些耐高温、耐高压的新型陶瓷被用来代替钢材使用。



图 3-28 日常生活中的陶瓷制品



图 3-29 蜂窝陶瓷在冶金、化工和建材等行业中有广泛的应用

三、水泥

以石灰石和黏土为主要原料，经研磨、混合后在水泥回转窑中煅烧，然后加入适量石膏，并研成细粉就得到普通硅酸盐水泥。这种水泥的主要成分是硅酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)、硅酸二钙 ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 和铝酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) 等。

水泥 cement

实践活动

将少量普通硅酸盐水泥与适量水混合，调和成浆，放置一段时间后，观察现象。

将水泥与水掺和、搅拌并经静置后很容易凝固变硬，这叫做水泥的水硬性。由于水泥具有这一优良特性，因而是非常重要的建筑材料，用于高楼大厦和各种建筑工程。由于水泥在水中也能硬化，它又是水下工程必不可少的材料。

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。常用的硅酸盐水泥分为42.5、52.5和62.5三个等级。等级越高，表示水泥的性能越好。不同的建筑，对水泥的等级要求是不一样的。

水泥的吸水能力很强，能吸收空气中的水分并与之发生化学反应，所以不能长期存放，即使短期存放也要注意防潮。一般水泥的保质期是3个月。许多建筑事故的发生与所用水泥过了保质期或强度等级不够等有关。



图 3-30 生产水泥



图 3-31 钢筋混凝土常用来建造高楼大厦

思考与交流

1. 你认为水泥在储存和运输过程中应注意什么？
2. 水泥的硬化需要一定的时间。查阅资料，说明水泥的使用方法和注意事项。

水泥、沙子和水的混合物叫水泥砂浆，是建筑用黏合剂，可把砖、石等黏结起来。水泥、沙子和碎石的混合物叫混凝土。混凝土常用钢筋做结构，这就是我们常说的钢筋混凝土结构。钢筋混凝土的强度很大，常用来建造高楼大厦、桥梁等高大的建筑。

资料卡片

钢筋混凝土

钢筋和混凝土是性能各异的两种材料：钢筋密度大，既能承受压力，又能承受张力，不耐腐蚀；混凝土密度较小，能承受压力，但不能承受张力，耐腐蚀。把钢筋和混凝土结合在一起，就把两者的优点都利用起来了。利用钢筋混凝土建造的高楼大厦不仅造价较低，而且坚固耐用。钢筋混凝土是人类最早开发利用的复合材料之一。

四、玻璃和陶瓷的新发展

近年来,为适应科技发展而研制出许多新型陶瓷材料。它们的化学组成已远远超出了硅酸盐的范围,在信息科学、航空航天、生物工程和超导等领域得到了广泛的应用。

1. 光导纤维

从高纯度的 SiO_2 (或称石英玻璃) 熔融体中,拉出直径约 $100\text{ }\mu\text{m}$ ^① 的细丝,就得到石英玻璃纤维。石英玻璃纤维传导光的能力非常强,所以又称光导纤维,简称光纤。光纤已经成为信息社会必不可少的高技术材料。将许多根经过技术处理的光纤绕在一起就得到光缆。

利用光缆通信,能同时传输大量信息。光缆的抗干扰性能好,通信质量高,能防窃听。光缆的质量小而且细,耐腐蚀,铺设也很方便,因此是非常好的通信材料。光导纤维除了可以用于通信外,还用于医疗、信息处理、传能传像、遥测遥控和照明等许多方面。



图 3-32 光导纤维

2. 高温结构陶瓷

随着科学技术的发展,人们研制出了许多具有特殊功能的陶瓷,如超硬陶瓷、高温结构陶瓷、生物陶瓷和超导陶瓷等,使陶瓷的用途不断扩展。

例如,汽车的发动机一般是用铸铁铸造的,但金属制品在高温时容易损坏,必须用水来冷却,这样就会使大量的热散失到空气中而浪费掉。如果用高温结构陶瓷制造发动机,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却,使热效率大幅度提高。同时,用陶瓷材料做发动机,还可



图 3-33 氮化硅陶瓷制品

^① $1\text{ }\mu\text{m}=10^{-6}\text{ m}$ 。

减轻汽车的质量。目前已有多个国家试制无冷却式陶瓷发动机汽车，我国也在 1990 年装配了一辆并完成了试车，选用的材料是氮化硅 (Si_3N_4) 陶瓷。高温结构陶瓷除了氮化硅外，还有氧化铝、碳化硅 (SiC) 和二氧化锆 (ZrO_2) 等。

又如，用新型陶瓷制成的防护片能承受航天飞机发射时因大气摩擦而产生的 $1\,600\text{ }^\circ\text{C}$ 以上的高温，防止航天飞机的铝合金外壳受热熔化，从而保护航天飞机和宇航员的安全。



图 3-34 在哥伦比亚号航天飞机再次发射以前，上一次发射时受损的陶瓷防护片必须更换。如果许多防护片脱落，那将会发生什么情况

习 题

1. 玻璃的性能和用途是由什么决定的？如何减少和利用玻璃垃圾？
2. 查阅资料，说明水泥的强度等级是如何确定的。
3. 举例说明玻璃和陶瓷的新发展。
4. 水泥被广泛用作建筑材料，但是由于它的颜色单调，不太美观，人们研制出了白水泥和彩色水泥。已知氯化钴(CoCl_2)在含有不同数目的结晶水分子时呈现不同的颜色，如 CoCl_2 呈蓝色， $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 呈蓝紫色， $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 呈紫红色， $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 呈粉红色。利用这个性质，人们把氯化钴加入水泥中，制成了变色水泥。请你说明变色水泥在空气中主要受什么因素影响而改变颜色，举出几种情况下水泥可能呈现的颜色。

4

塑料、纤维和橡胶



图 3-35 你能找出图中有哪些物品是合成材料制成的吗

一、合成材料

合成材料的品种很多，塑料、合成纤维和合成橡胶就是我们常说的三大合成材料。近年发展起来的黏合剂、涂料等也属于合成材料的范畴。

塑料 plastic

1. 塑料

人们天天与塑料打交道，究竟什么是塑料呢？塑料的主要成分是合成树脂，它的组成中除了合成树脂以外，还有根据需要加入的具有某些特定用途的添加剂，如能提高塑性的增塑剂、防止塑料老化的防老化剂等。

塑料是聚合物。聚合物的相对分子质量虽然很大，但组成并不复杂，结构也很有规律性。它们大部分是由小分子通过聚合反应制得的，能合成聚合物的小分子物质叫单体。例如， $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 就是聚乙烯的单体。

科学探究

在一支试管中放入少量聚乙烯塑料（无色或白色塑料食品袋）碎片，用酒精灯缓缓加热，观察塑料碎片软化和熔化的情况。熔化后立即停止加热以防分解，等冷却固化后再加热，观察现象。

聚乙烯塑料受热到一定温度范围时^①开始软化，直到熔化成流动的液体。熔化的聚乙烯塑料冷却后又变成固体，加热后又熔化，这种现象称为热塑性。聚乙烯、聚氯乙烯和聚丙烯等都是热塑性塑料。而有些塑料只是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，具有热固性，如酚醛塑料。这是为什么呢？

^① 塑料熔化时没有固定的熔点，与晶体不同。



图 3-36 用热塑性塑料制成的薄膜大棚



图 3-37 酚醛塑料（俗称电木）具有耐热性

热塑性塑料具有长链状的线型结构。例如，聚乙烯、聚氯乙烯的长链是由 C—C 键连接的，这些长链之间是以分子间作用力结合在一起的。当受热时，这些长链会加快振动，使链与链之间的分子间作用力减弱，长链间发生相应的滑动，因此塑料会熔化成液体。当冷却时，长链所含的能量降低，彼此之间的距离拉近，相互吸引力增强，所以会重新硬化。

热固性塑料在形成初期也是长链状的，受热会软化，可以被塑制成一定的形状。但在进一步受热时，链与链之间会形成共价键，产生一些交联，形成体型网状结构，硬化定型。再受热时，链状分子的滑动受到限制，因此不会熔化。（请思考：当加热温度很高时，热固性塑料会怎么样呢？）

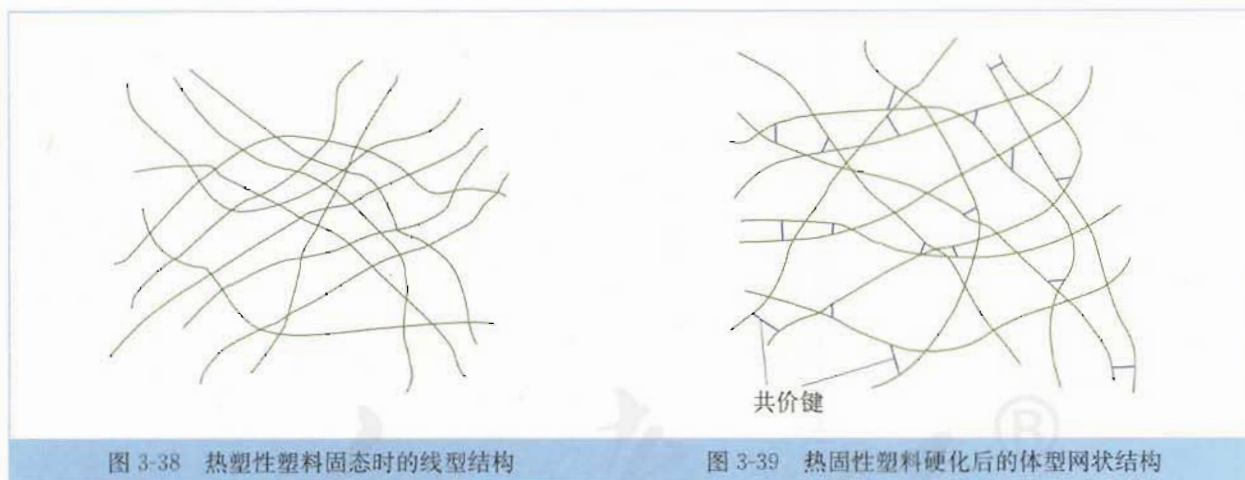


图 3-38 热塑性塑料固态时的线型结构

图 3-39 热固性塑料硬化后的体型网状结构

学与问

从塑料的结构分析，塑料在一般情况下会导电吗？

科学视野

导电聚合物

自然科学在各个领域的迅速发展正在改变着人们日常生活中的许多思维习惯，这种改变对人类社会进步发挥着越来越大的作用。

例如，塑料一直被认为是良好的绝缘材料，是不导电的。20 世纪 70 年代，日本科学家白川英树 (Hideki Shirakawa) 等人在实验室中用乙炔制取聚乙炔时，因偶然加入了过量的催化剂，结果发现，在正常实验条件下得到的黑色聚乙炔粉末变成了一层具有金属光泽的银色薄膜。后来，该实验室的研究人员和美国一些科学家对聚乙炔银色薄膜进行了深入研究，发现聚乙炔在掺杂碘以后，电导率提高了约 10^7 倍，接近金属导体的电导率。这一发现使白川英树等人获得 2000 年度诺贝尔化学奖。

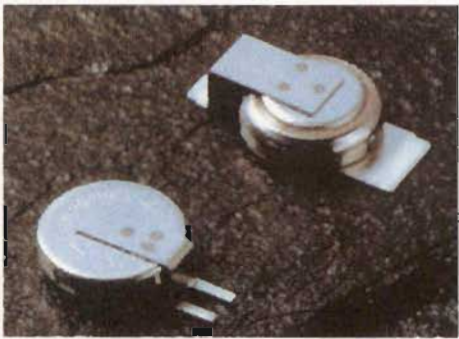


图 3-40 用导电聚合物制成的电池

目前，导电聚合物已应用于抗静电添加剂、电磁屏蔽材料、有机发光二极管、太阳能电池、移动电话和微型电视显示屏等领域。

导电聚合物的发现和应用对你有什么启示？

塑料的品种很多，用途也各不相同。表 3-1 列出了几种常见塑料的化学成分、性能和用途。

表 3-1 常见塑料的化学成分、性能和用途

化学成分	性能	用途	制品
聚乙烯 (简称 PE)	电绝缘性好，耐化学腐蚀，耐寒，无毒 耐热性差，耐老化性差	可制成薄膜作食品、药物的包装材料，以及日常用品、绝缘材料、管道等	 聚乙烯制成的食品保鲜膜
聚氯乙烯 (简称 PVC)	电绝缘性好，耐化学腐蚀，耐有机溶剂，耐磨 热稳定性差，遇冷变硬，透气性差	可制薄膜、软管、日常用品，以及管道、绝缘材料等 薄膜不能用来包装食品	 聚氯乙烯可作电线外面的绝缘层
聚丙烯 (简称 PP)	机械强度好，电绝缘性好，耐化学腐蚀，质轻，无毒 耐油性差，低温发脆，容易老化	可制薄膜、日常用品、管道、包装材料等	 聚丙烯制成的饮料瓶箱

化学成分	性能	用途	制品
聚苯乙烯 (简称 PS)	电绝缘性好, 透光性好, 耐化学腐蚀, 无毒 室温下硬、脆, 温度较高时变软, 耐油性差	可制高频绝缘材料, 电视、雷达部件, 医疗卫生用具, 还可制成泡沫塑料用于防震、防湿、隔音、包装垫材等	 聚苯乙烯制成的包装材料
聚甲基丙烯酸甲酯 (有机玻璃, 简称 PMMA)	透光性好, 质轻, 耐水, 耐酸、碱, 抗霉, 易加工 耐磨性较差, 能溶于有机溶剂	可制飞机、汽车用玻璃, 光学仪器, 医疗器械, 广告牌等	 有机玻璃制成的广告牌
脲醛塑料 (俗称电玉)	绝缘性好, 耐热, 抗水, 易于着色	可制电工器材、汽车部件、日常用品等	 脲醛塑料制品
聚四氟乙烯 (简称 PTFE)	耐低温、高温, 耐化学腐蚀, 耐溶剂性好, 电绝缘性好 加工困难	可制电气、航空、化学、医药、冷冻等工业的耐腐蚀、耐高温、耐低温的制品	 聚四氟乙烯作内衬的不粘锅

2. 纤维和橡胶

科学探究

几种纤维的性质实验

1. 取纯棉布、羊毛织物和尼龙布(或涤纶)各一小块, 分别在酒精灯火焰上灼烧, 观察现象。

2. 另取上述材料各一小块, 分别浸入 10% H_2SO_4 溶液和 3% NaOH 溶液中, 微热 5~6 min, 取出后用水漂洗、烘干。这些布与没有用酸、碱处理过的布有什么不同?

合成纤维 synthetic fiber

合成橡胶 synthetic rubber

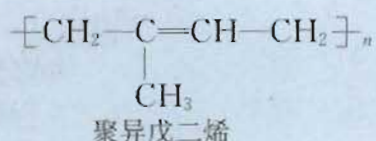
	灼烧情况	受酸溶液的影响	受碱溶液的影响
纯棉布			
羊毛织物			
尼龙布(或涤纶)			

人类用棉花、羊毛、蚕丝和麻等天然纤维纺纱织布已有悠久的历史，但天然纤维无论是在数量上还是在质量上都不能满足人类的需要。随着化学科学的发展，人类掌握了通过化学方法将木材等加工成人造纤维；后来发展到利用石油、天然气、煤和农副产品作原料制成单体，然后再经化学合成和机械加工等制得合成纤维。

合成纤维具有优良的性能。例如，强度高、弹性好、耐磨、耐化学腐蚀和不怕虫蛀等，但吸水性和透气性不如天然纤维。在合成纤维中，锦纶（尼龙）、涤纶（的确良）、腈纶（人造羊毛）、维纶、氯纶和丙纶被称为“六大纶”，广泛应用于工农业生产和日常生活中。

橡胶是制造飞机、汽车和医疗器械等所必需的材料，是重要的战略物资。最初人们是从橡胶树等植物中获得天然橡胶，但天然橡胶远远不能满足需要。于是科学家开始研究如何用化学方法人工合成橡胶。

通过分析发现，天然橡胶的化学组成是聚异戊二烯：



人们通过模仿天然橡胶的分子组成和结构，以异戊二烯为单体进行聚合反应，就制得合成橡胶——异戊橡胶。随着石油化工的发展，人们开发了一系列合成橡胶。常用的有丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等，它们都是通用橡胶。特种橡胶有耐热和耐酸碱的氟橡胶、耐高温和耐严寒的硅橡胶等。

许多橡胶是线型结构，可塑性好，但强度和韧性差。为了克服这个缺点，工业上常用硫与橡胶分子作用，使橡胶硫化。硫的作用是使线型橡胶分子之间通过硫桥交联起来，形成体型结构，使橡胶具有较高的强度、韧性、良好的弹性和化学稳定性等。



图 3-43 硫化后的橡胶适合制造汽车轮胎，加入炭黑可增强轮胎的耐磨性



图 3-41 “神舟”五号航天员穿的航天服，是用一种特殊的高强度涤纶制成的（头盔和手套除外）



图 3-42 一些尼龙制品

资料卡片

名称	成分
锦纶	聚酰胺纤维
涤纶	聚酯纤维
腈纶	聚丙烯腈纤维
维纶	聚乙烯醇纤维
氯纶	聚氯乙烯
丙纶	聚丙烯

二、复合材料

学与问

每种材料都有它的优缺点：金属材料强度大，但易受腐蚀；陶瓷材料耐高温，但脆性大；合成材料密度小，但不耐高温等。但航天工业需要强度大、耐高温、密度小的材料，海洋工程需要耐高压、耐腐蚀的材料。怎样才能获得这些特殊材料呢？

将两种或两种以上不同性能的材料组合起来，在性能上取长补短，就可以得到比单一材料性能优越的复合材料。在复合材料中，一种材料作为基体，另外一种材料作为增强剂，就好像人体中的肌肉和骨头一样，各有各的作用，结合在一起就产生某些特殊性能。你能举出一些复合材料的例子吗？

例如，玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）就是玻璃纤维和合成树脂组成的复合材料。将玻璃熔化并迅速拉成细丝，得到异常柔软的玻璃纤维。将玻璃纤维加到合成树脂中，就制得玻璃钢。合成树脂与玻璃纤维复合以后，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，玻璃钢广泛用于汽车车身、火车车箱和船体，以及印制电路板等。

由于复合材料是由多种材料组合起来的，它的设计自由度很大：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，它不仅成为宇航工业发展的关键，而且在民用工业如汽车、体育用品甚至人类健康方面的应用前景也是十分广阔的。

复合材料 composite



图 3-44 玻璃钢制成的船体



图 3-45 固体火箭发动机复合材料喷管

思考与交流

居室装修材料

随着经济的发展和生活水平的提高，人们对室内环境的要求越来越高，因此对居室和办公室进行装修非常普遍。居室装修所用的材料中，既有金属材料，又有硅酸盐材料；既有天然材料，又有合成材料。请查阅相关资料，就居室装修材料的主要成分、作用，以及可能对居室环境造成的影响进行交流。

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				
墙面、顶棚 (包括灯饰)				
卫生间				
厨房				
门、窗 (包括窗帘)				

实践活动

服装标签上常附有各种洗涤标志，说明洗涤时用什么洗涤剂以及洗涤、熨烫方法等。请查阅相关资料，说明各种洗涤标志所表示的意义，并应用于日常生活中。



图 3-46 服装标签上的洗涤保养说明



1. 如果只考虑受热特性, 有人将热塑性塑料比作蜡, 将热固性塑料比作鸡蛋。你认为这种比喻恰当吗? 为什么?

2. 当用聚乙烯制成的塑料袋提重物时, 塑料袋会变形, 为什么? 找一块塑料薄膜, 从两个不同的方向撕裂, 所用的力相同吗? 为什么?

3. 现在许多汽车的保险杠是用塑料制造的, 取代以前的钢制保险杠。这种改变对下列人士来说, 可能有什么好处?

(1) 汽车制造商 (2) 车主 (3) 意外被保险杠撞到的行人

4. 下面列出了塑料制品在不同领域的应用比例, 请你用柱形图、扇形图或其他形式处理这些数据, 并与同学交流你从这些数据中得到的信息。

包装业 36%; 建筑业 21%; 电机及电子工业 10%; 交通业 5%;

家具业 5%; 玩具业 4%; 其他 19%。

5. 为什么橡胶硫化以后, 其性能改变很大?

6. 什么是复合材料? 为什么说复合材料是材料科学发展的必然趋势?

归纳与整理

1. 合金

金属与合金在性能上的主要差异

金属与合金性能差异的原因
(从结构角度加以说明)

合金的性能主要取决于什么因素? 你有什么新的认识?

合 金	主要成分	用途举例
生铁		
不锈钢		
硬铝		
黄铜		
青铜		

2. 金属的腐蚀和防护

化学腐蚀	
电化学腐蚀	
本 质	

金属防护的方法	用途举例

3. 玻璃、陶瓷和水泥

	主要化学成分	生产原料	用 途
玻璃			
陶瓷			
水泥			

4. 塑料、纤维和橡胶

(1) 完成下表。

	结构特点	性 能
热塑性塑料		
热固性塑料		

(2) 举例说明生活中常用塑料的种类、化学成分和用途。

(3) 举例说明生活中常用合成纤维、合成橡胶的种类和用途。

5. 通过本章的学习, 你对化学对于材料科学发展的重要性有什么新的认识? 谈谈你的看法, 并与同学交流。



第四章

保护生存环境

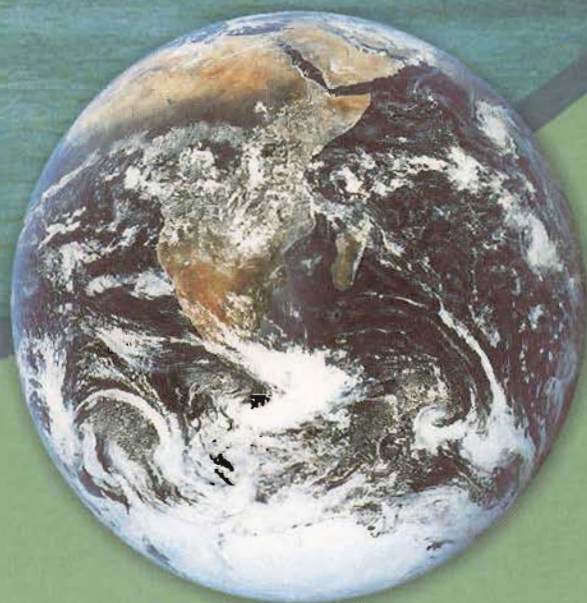
20 世纪以来,随着科学技术的迅猛发展,人类创造了空前丰富的物质财富。而与此同时,自然资源的过度开发和消耗,污染物的大量排放,导致全球性的资源短缺、环境污染和生态恶化。保护环境、保护地球已成为人类共同的呼声。

环境问题的最终解决要依靠科技进步。在这个过程中,化学工作者是大有可为的。改善大气质量、污水处理和实现垃圾的资源化等都要依靠化学方法,要依靠化学等科学的发展。

我们与地球相依为命^①

单 人

我们在这颗星球上生存，我们与地球相依为命
人类只有一个地球，一个地球养育着所有的人
若有人用一种手段去损害
大自然使用所有的手段对所有的人
进行报复
若有人用一点儿爱心去保护
大自然使用所有的爱心对所有的人
给予照顾
人人爱地球，地球爱人人
对着太阳说我爱，我爱我在
对着大地说我在，我在我爱



^① 选自1993年7月20日《中国环境报》。

思考与交流

以下是保护环境随手可做的一些小事：

尽量乘坐公共汽车

随手关灯，节约用电

尽量利用太阳能

不燃放烟花爆竹

不焚烧秸秆

不滥烧可能产生有毒气体的物品

在房前屋后种树

少用室内杀虫剂

自己不吸烟，奉劝别人不吸烟

污染^①

●易卜生

英国令人窒息的煤烟
慢慢散落到乡间
玷污绿色世界
扼杀所有生命
毒烟蔓延
遮天蔽日，翠谷失色

1. 请你就每件小事谈一谈为什么做这些小事可以保护环境。

2. 你能做到的保护大气的小事还有哪些？请补充。

我们的地球被大气包围着。大气是由 N_2 、 O_2 、稀有气体、 CO_2 、少量水蒸气和其他微量杂质等组成的混合物。大气为地球上各种生物的生存提供了条件。但是，近半个多世纪以来，工业和交通运输迅速发展，城市人口高度集中，人类向大气中大量排放烟尘和有害气体等，正在对大气造成污染。

一、大气污染的危害

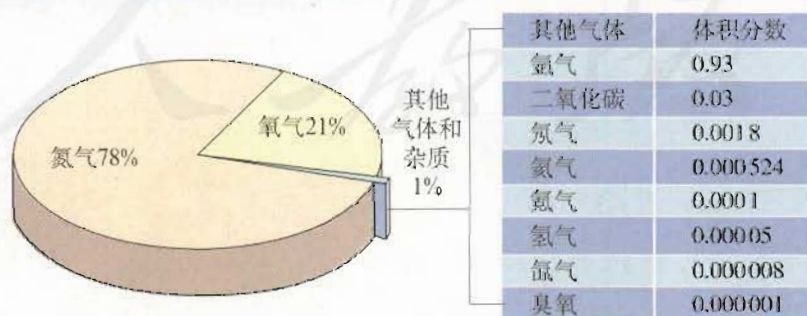


图 4-1 干燥清洁空气的组成（体积分数）

^① 这是挪威剧作家易卜生 1865 年作的一首诗。

干燥清洁空气的组成几乎是不变的（如图 4-1）。根据这个组成可以很容易地判定大气中的外来污染物。大气污染物根据组成成分，可以分为颗粒物、硫的氧化物（ SO_2 和 SO_3 ）、氮的氧化物（ NO 和 NO_2 ）、 CO 、碳氢化合物，以及氟氯代烷（常用作制冷剂，商品名为氟利昂）等。自然因素和人类活动都能产生大气污染物。

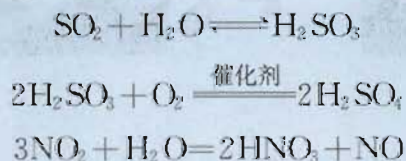


图 4-2 大气污染物的主要来源

大气污染的危害是多方面的，它既危害人体健康，又影响动植物的生长，严重时会影响地球的气候。例如，形成酸雨、使全球气候变暖和破坏臭氧层等。

1. 酸雨

正常雨水偏酸性， pH 约为 5.6，这是因为大气中的 CO_2 溶于雨水的缘故。酸雨是指 pH 小于 5.6 的降水，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：



大气中的烟尘、 O_3 等都是反应的催化剂，实际反应过程比以上化学方程式所表达的要复杂得多。我国主要以硫酸型酸雨为主，这是由我国以煤炭为主的能源结构造成的。

酸雨有什么危害？如何防治酸雨？



图 4-3 用大理石或石灰石制造的雕像受到酸雨的腐蚀



图 4-4 在瑞典， CaCO_3 粉末被喷撒到受酸雨影响的湖泊中，你能写出反应的化学方程式吗

2. 臭氧层受损

自然界中的臭氧有 90% 集中在距地面 15~50 km 的大气平流层中，也就是人们通常所说的臭氧层。臭氧层中臭氧含量虽然很少，但可以吸收来自太阳的大部分紫外线，使地球上的生物免遭伤害。因此，臭氧层被称为人类和生物的保护伞。

20 世纪 80 年代，科学家观测到南极上空的臭氧每年 9~10 月份急剧减少，形成了“臭氧空洞”。继南极之后，1937 年科学家又发现北极上空也出现了“臭氧空洞”。

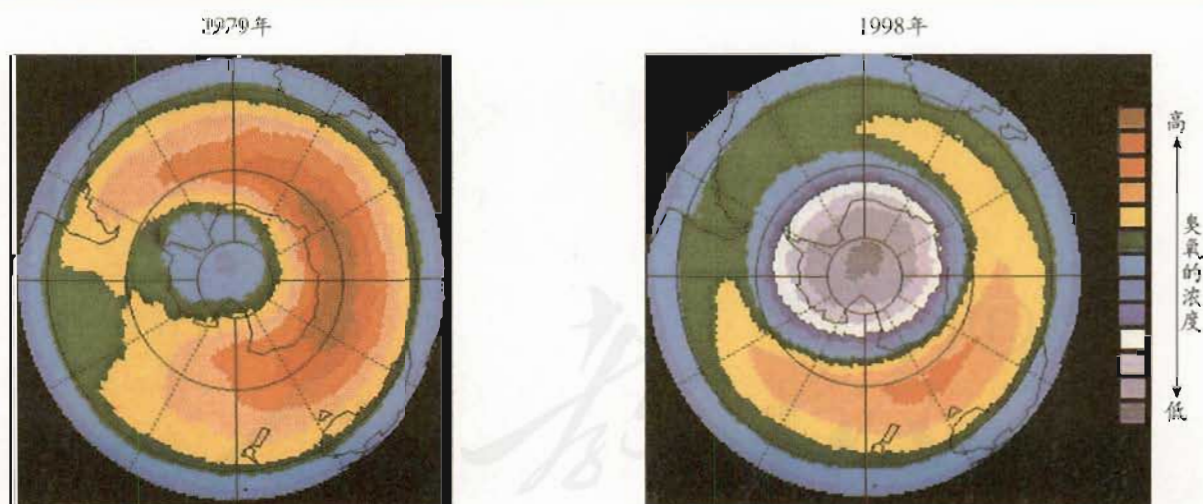


图 4-5 南极上空臭氧层的变化

关于臭氧层受损的原因，目前还存在着不同的认识。但科学家比较一致的看法是：人类活动排入大气的某些化学物质如氟氯代烷和含溴的卤代烷烃（灭火剂，商品名为哈龙）等与臭氧发生作用，使臭氧层受到破坏。

例如，氟氯代烷化学性质很稳定，在低层大气中基本不分解。上升到平流层以后，在紫外线的照射下分解出氟原子，参与破坏臭氧的反应：



总反应



反应结果是 O_3 变成了 O_2 ，Cl 在其中起了催化作用。反应中一个氯原子能破坏约 10 万个 O_3 ，哈龙分解产生的溴原子破坏臭氧的能力更强。

此外， CCl_4 、 CH_4 、喷气式飞机在高空飞行排出的氮氧化物如 N_2O 、NO 以及大气中的核爆炸产物等也会破坏臭氧层。

为了保护臭氧层，人类共同采取了“补天”行动：签订了《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》等国际公约，要求减少并逐步停止氟氯代烷等的生产和使用。令人可喜的是，近年来观测到臭氧空洞开始缩小。我国 1991 年签署修正后的蒙特利尔议定书，并认真执行了议定书的规定。

科学史话

氟氯代烷的功与过

氟氯代烷是一类含有氟和氯的有机物，其中最常用的是三氟氯甲烷（分子式为 CFCl_3 ，商品名为氟利昂-11）和二氟二氯甲烷（分子式为 CF_2Cl_2 ，商品名为氟利昂-12）等。

氟氯代烷在历史上曾经是有名的制冷剂。20 世纪 30 年代以前， NH_3 、 SO_2 和丙烷（ C_3H_8 ）是工业和家庭电冰箱的制冷剂。但 NH_3 和 SO_2 有毒性、腐蚀性和刺激性，丙烷是易燃危险品。因此，急需寻找一种性质稳定、无毒、无腐蚀性、不易燃而且又容易液化的气体化合物作为制冷剂。1925 年，美国化学家在元素周期律的指导下，经过两年多的实验研究，成功制得了符合上述制冷剂要求的新氟化合物 CF_2Cl_2 （沸点为 -29.8°C ）。从此开始了氟氯代烷的研制、生产和使用，到 1974 年氟氯代烷的产量和释放量达到高峰。氟氯代烷广泛用作制冷剂、喷雾剂、发泡剂、清洁剂等，给人类尤其是发达国家带来难以估量的利益。

然而，20 世纪七八十年代，科学家认识到氟氯代烷是破坏地球生命的“保护神”——高空臭氧层的主要物质，要在 21 世纪初停止生产和使用。从此，氟氯代烷走上衰亡之路。

你从氟氯代烷的兴衰史中得到什么启示？

3. 温室效应与全球气候变暖

思考与交流

下面列出的是有关温室效应的一些问题, 请参考这些问题, 并查阅有关资料, 谈谈你对温室效应的看法。

- 你知道哪几种温室气体? 请说出它们的主要来源。
- 温室效应加剧对全球气候、生态环境和人类健康等会产生什么影响?
- 为防止温室效应进一步加剧, 人类应该采取哪些措施? 就目前而言, 哪些措施是切实可行的? 哪些措施是不容易实行的? 为什么?
- 根据你学过的 CO_2 的物理和化学性质, 设想一下如何减少大气中 CO_2 的量。

资料卡片

大气中温室气体的现有浓度、增长率以及对增温的作用

名称	现有浓度 ($\text{mL} \cdot \text{m}^{-3}$)	估计年增长率/%	估计对温室效应增加的贡献率/%
CO_2	350	0.4	55
CH_4	1.7	1~2	15
N_2O	0.3	0.2	6
氟氯代烷	6.3×10^{-4}	5.0	24

二、改善大气质量

除了火山爆发、森林火灾等自然原因, 人类活动是造成大气污染的主要原因之一。因此, 如何有效地减少大气污染、改善大气质量成为人们日益关注的问题。

1. 减少煤等化石燃料燃烧产生的污染

煤、石油等化石燃料是当今世界最重要的能源。煤除了主要含有碳元素, 还含有氢、氧、氮和硫等元素, 以及无机矿物质。

煤等燃料燃烧时, 如果空气不足, 燃烧就不完全, 会产生大量的 CO 等气体, 这些气体及燃烧时产生的固体颗粒物等随烟气排出后, 会污染大气。煤中所含的硫、氮等元素在燃烧时会生成 SO_2 、 NO 和 NO_2 等^①, 也会对大气造成污染, 而且是导致酸雨形成的主要原因之一。

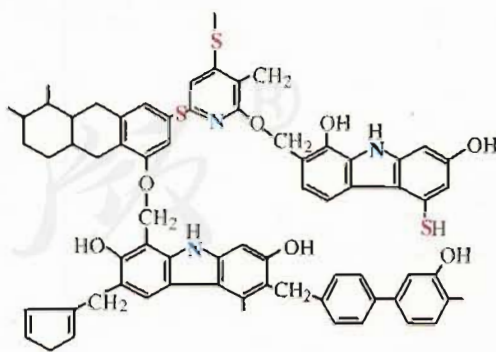


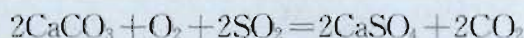
图 4-6 煤的部分结构模型。煤燃烧时产生 SO_2 、 NO_2 等大气污染物与煤的组成中含有硫、氮等元素有关

^① 在燃料燃烧过程中, 高温时空气中的 N_2 与 O_2 也能发生反应生成氮氧化物。

我国是世界上耗煤量最大的国家之一。为了减少煤燃烧对大气造成的污染，目前主要应从以下几个方面采取措施。

(1) 改善燃煤质量。如推行煤炭的洗选加工，降低煤的含硫量和含灰量。同时限制高硫分、高灰分煤炭的开采。

(2) 改进燃烧装置和燃烧技术、改进排烟设备等。例如，调节燃烧时的空燃比^①和采用新型煤粉燃烧器，使煤充分燃烧，提高燃烧效率，减少污染物。又如，向煤中加入适量石灰石，可大大减少燃烧产物中 SO₂ 的量，反应如下：



(3) 发展洁净煤技术，开展煤的综合利用。例如，煤的气化和液化是高效、清洁地利用煤炭的重要途径。一些城市中使用的水煤气或干馏煤气^②，就是煤气化后的产物。将焦炭在高温下与水蒸气反应，则得到 CO 和 H₂：



固体煤经处理变为气体燃料后，不仅在燃烧时可以大大减少 SO₂ 和烟尘对大气造成的污染，而且燃烧效率高，便于输送。

(4) 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。

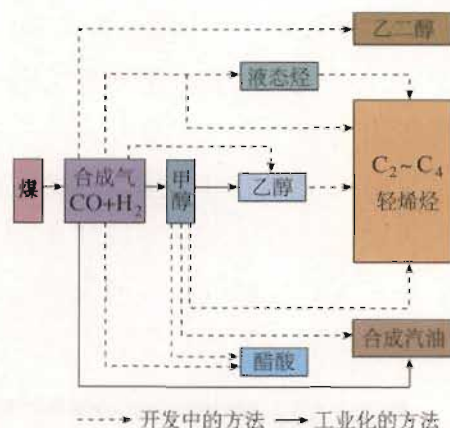


图 4-7 煤间接液化前景



图 4-8 我国自行设计和建造的秦山核电站



图 4-9 风力发电

2. 减少汽车等机动车尾气污染

在我国一些大城市，汽车等机动车排出的一些大气污染物如 CO、NO、NO₂ 和碳氢化合物等（如果使用含铅汽油，污染物中还含有铅的化合物），在相应大气污染物排出总

① 混合气中空气与燃料的质量之比。

② 主要成分是 H₂、CO、CH₄ 和 CO₂。

量中可达到 40%~50%。因此,减少汽车等机动车尾气污染是改善大气质量的重要环节。

(1) 推广使用无铅汽油

为了改善汽油机中汽油的燃烧,减轻爆震现象,人们常向汽油中添加抗爆震剂。四乙基铅[Pb(C₂H₅)₄]就是最早使用的抗爆震剂,加有四乙基铅的汽油,称为含铅汽油。但是,含铅汽油的广泛使用,带来了严重的铅污染。铅对人体许多系统都有损害作用,特别是神经系统。例如,铅中毒可引起儿童行为异常和智力障碍;孕妇受到铅污染后,其后代可能出现神经系统发育异常等。

目前世界上许多国家都已限制汽油中铅的加入量,并逐步实现低铅化或无铅化。我国很多城市已禁止汽车等机动车使用含铅汽油,2000 年全国已实现汽油无铅化。现在广泛采用的无铅汽油抗爆震剂是甲基叔丁基醚(MTBE)等。尽管目前对甲基叔丁基醚是否会对人体造成危害还有争议,但迄今为止尚未找到更合适的替代物。



图 4-10 推广使用无铅汽油



图 4-11 催化转化器

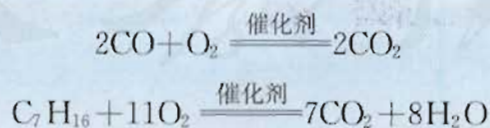
(2) 在汽车尾气系统中装置催化转化器

在汽车尾气系统中装置催化转化器,可有效降低尾气中的 CO、NO、NO₂ 和碳氢化合物等向大气的排放。催化转化器中通常采用铂等贵金属作催化剂。

在催化转化器的前半部,CO 和 NO 在催化剂的作用下发生反应,生成 CO₂ 和 N₂:



在转化器的后半部,未燃烧的碳氢化合物如庚烷(C₇H₁₆)和尚未反应的 CO 在催化剂的作用下氧化,生成 CO₂ 和 H₂O:



由于含铅化合物会使催化剂中毒,所以装有催化转化器的汽车必须使用无铅汽油。

学 与 问

除了上面介绍的以外,你还知道哪些减少汽车尾气对大气污染的措施?



图 4-12 以液化石油气 (LPG) 为燃料的汽车



图 4-13 以锂离子电池为动力的汽车

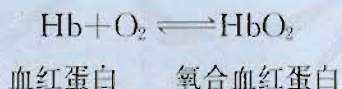
3. 减少室内空气污染

在人口居住密度较大的城区和建筑群中,室内空气的污染有时会比室外更严重。目前已发现的室内空气污染物达 300 多种。家用燃料燃烧、烹调 and 吸烟等产生的 CO 、 CO_2 、 NO 、 NO_2 、 SO_2 和尼古丁等污染物是造成室内空气污染的主要原因。另一方面,各种建筑材料和装饰材料也带来各种挥发性有机物如甲醛 (HCHO)、苯 (C_6H_6)、甲苯 (C_7H_8)、二甲苯 (C_8H_{10}),以及放射性元素氡 (Rn) 等污染物,它们成为室内空气污染物的另一个重要来源。



图 4-14 你能找出图中有多少种污染源? 并与自己家的情况进行对比

CO 是一种常见的室内空气污染物。人在呼吸时,肺部的 O_2 与血红蛋白结合,生成氧合血红蛋白。这样,血液就能把 O_2 输送到人体的各个部位,从而使人体维持正常的生理活动。



而 CO 与血红蛋白的结合能力大约是 O_2 的 200~300 倍, CO 与血红蛋白结合生成碳氧血红蛋白,造成血红蛋白不能很好地与 O_2 结合。当室内 CO 达到一定浓度时,人就会因缺氧而中毒,甚至死亡。

资料卡片

CO 警报器

CO 警报器是用一种对 CO 气体敏感的陶瓷制成的化学传感器,当它周围的空气中 CO 的含量超标时,会发出鸣叫。



血红蛋白 碳氧血红蛋白

因此,冬季用煤火取暖,以及用煤气、液化石油气或天然气作燃料的家庭应注意室内通风、安装烟囱或抽气换气机等,以防止CO中毒。由于CO气体无色、无味,不易直接被察觉,所以有条件的场所还应当安装CO警报器。

HCHO是一种无色、具有强烈刺激性气味的气体,主要来自制造人造板材、家具以及装修时所用的黏合剂。HCHO可刺激人的眼、呼吸道黏膜,引起流泪、气喘和胸闷等。长期接触低剂量HCHO可引起过敏性皮炎、造成免疫功能异常、影响中枢神经系统,甚至还可能引发癌症。

室内HCHO的含量与污染源的释放量、时间、温度和通风程度等因素有关,其中温度和通风最重要。

氡是无色、无味的放射性气体,是一种主要的室内放射性污染物。氡主要来自地下岩石或土壤,以及含有放射性元素的天然石材等。长期吸入氡会引起肺癌,因此,氡常被称为“隐形杀手”。

我国制定的第一部《室内空气质量标准》于2003年3月1日正式实施,这为改善室内空气质量、保护人体健康提供了有力的法律依据。



图 4-15 国际通用的放射性标志(如果你看到有这种标志的丢弃物品,请远离它,并尽快通知警察或有关管理部门)

资料卡片

我国标准规定的室内空气中HCHO的最高允许含量为 0.08 mg/m^3 ,氡的放射性最高允许含量,新建住房为 100 Bq/m^3 (Bq是放射性活度的单位“贝可”的符号),旧房为 200 Bq/m^3 。

思考与交流

通过查阅有关媒体(如报纸、电视和网络等)、走访环境保护部门或请教有关专家等方式,针对室内空气污染的成因以及主要污染物,讨论如何避免或减少室内空气污染,以保证身体健康。

1. 保持室内空气流通(最简单、最有效的方法)。
2. 禁止吸烟。
3. 居室装修时,应选择有资质、正规的装饰公司和选用达到国家标准的环保装饰材料。



图 4-16 教室内定期消毒

4. _____
5. _____
6. _____
7. _____



图 4-17 美丽的室内植物——空气清洁师

习 题

1. 下表表示汽车的行驶速度与所产生的大气污染物的质量之间的关系（按汽车平均行驶1 km 计算）。

污染物	速度 / ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)		
	50	80	120
一氧化碳 /g	8.7	5.4	9.6
氮的氧化物 /g	0.6	1.5	3.8
碳氢化合物 /g	0.7	0.6	0.8

- (1) 当汽车速度增加时，哪一种气体的质量增加得最快（倍数最大）？为什么？
- (2) 要使污染程度减到最小，汽车的速度应保持在多少？
- (3) 从上表中你还能得出什么结论？

2. 回答下列问题。

- (1) 酸雨是怎样形成的？它有什么危害？
- (2) 建筑物中的哪些金属受酸雨破坏的程度较小？为什么？
- (3) 为什么冬天雨水的酸性通常较高？

3. 回答下列问题。

- (1) 哪些气体可能破坏臭氧层？
- (2) 氟氯代烷破坏臭氧的能力与化合物中氯元素的质量分数成正比。计算化合物 CFCl_3 和 CF_2Cl_2 中氯元素的质量分数，并说明哪种化合物破坏臭氧的能力较强。
- (3) 人类为了保护臭氧层，采取了哪些行动？

4. 煤等化石燃料燃烧时产生的 SO_2 会对大气造成污染。

(1) 如果某火力发电厂每秒燃烧 10 kg 煤，煤中硫元素的质量分数为 1%。假设煤中的硫全部转化为 SO_2 ，试计算该发电厂每天产生 SO_2 的物质的量。

(2) 为了减少 SO_2 等大气污染物，你认为该火力发电厂可以采取哪些措施。

5. 据报道，三峡工程建成以后，三峡水电站为全国提供了大量的清洁能源——水电。请查阅有关资料，就三峡工程的建设为改善我国华东和华中地区的大气质量所起的作用谈一谈你的看法。

6. 如何减少汽车等机动车尾气对大气的污染？写出有关反应的化学方程式。

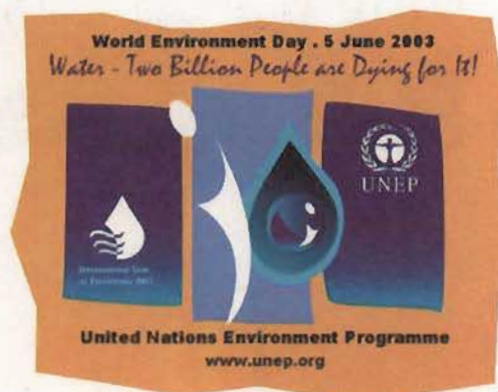


图 4-18 2003 年世界环境日的主题为“水——二十亿人生命之所系”(Water—Two Billion People are Dying for It!)



图 4-19 水体污染

水是一种宝贵的自然资源。随着工农业生产的迅速发展和人口的急剧增长,水资源日趋紧张。同时,由于工农业生产排放的污(废)水量急剧增加,使许多江、河、湖、海,甚至地下水等都遭受不同程度的污染,这更加剧了水资源短缺的矛盾。因此,有人预言,21 世纪水对人类的重要性,将同 20 世纪的石油一样,成为一种决定国家富裕程度的珍贵商品。

一、水体污染的危害

水体污染的危害是多方面的,它不仅加剧水资源短缺,而且严重危害人体健康。据世界卫生组织报道,全世界 75% 左右的疾病与水体污染有关。此外,水体污染对水中生态系统、工业、农业和渔业生产等也会产生很大的影响。由于水是一种很好的溶剂,水中的污染物种类繁多,下面以几个实例简单介绍。

1. 重金属污染

案例 1 日本的水俣(音 yǔ)病和痛痛病

20 世纪 50 年代,日本水俣市的一家化工厂将含有汞的废水排入港湾。水中的汞经食物链富集到鱼和贝类中,当地居民因长期食用富含汞的鱼和贝类等而造成慢性汞中毒,这就是震惊世界的公害事件——水俣病。水俣病患者语言不清,走路不稳,四肢麻木,严重的眼睛失明,精神错乱,甚至死亡。



图 4-20 请爱护水资源

而几乎同一时期发生在日本的痛痛病，则是患者长期食用含镉污水灌溉的水稻造成的。痛痛病患者骨骼变脆，全身骨节疼痛难忍，严重者最终因剧痛而死亡。



图 4-21 日本的水俣病患者

水中的重金属污染物主要包括汞（Hg）、镉（Cd）、铅（Pb）和铬（Cr）等。这些重金属污染物主要来自化工、冶金、电子和电镀等行业排放的工业废水。它们能在生物体内积累，不易排出体外，因此危害很大。

值得注意的是，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，而人正处于食物链的终端，通过食物或饮水，将这些重金属摄入体内，引起人体急性或慢性中毒（案例 1 中鱼和贝类体内汞的浓度比水中高出上万倍）。

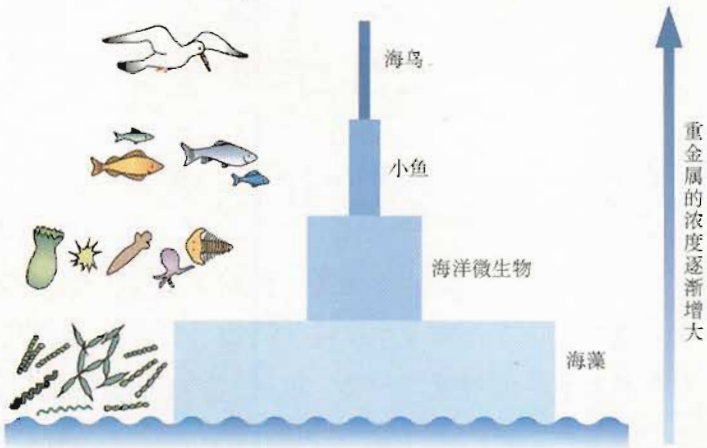


图 4-22 水中的重金属污染物通过食物链被富集，浓度逐级加大

水中的某些重金属污染物又可以被微生物转化为毒性更大的有机化合物。例如，水中的无机汞在微生物的作用下，会转变成有机汞：



CH_3HgCl 的毒性比 HgCl_2 的更大，日本的水俣病就是无机汞转变为有机汞而引起的汞中毒事件。

● 资料卡片

我国工业废水中几种污染物的最高允许排放浓度

污染物	汞	镉	铬	铅	砷	氰化物
主要存在形式	Hg^{2+} CH_3Hg^+	Cd^{2+}	CrO_4^{2-} $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Pb^{2+}	AsO_3^{3-} AsO_4^{3-}	CN^-
最高允许排放浓度 / ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	0.05	0.1	0.5	1.0	0.5	0.5

注：我国规定酸、碱废水 pH 的最大允许排放标准是大于 6、小于 9。

2. 植物营养物质污染

案例 2 赤 潮

据报道,2003年5月28日~6月2日,渤海辽东湾的葫芦岛海域接连发生两起赤潮。赤潮总面积为140平方公里,其中约有60平方公里在该市的水产养殖海洋监控区内。在赤潮区的海面上,漂浮着大量死鱼,给渔业生产带来严重损失。

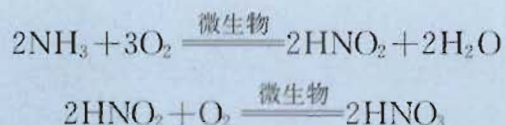
近年来,赤潮在我国近海呈现频发之势,赤潮灾害严重威胁我国海域生态环境,并给海洋经济带来巨大损失。据统计,2000年我国近海共发生28次赤潮,面积累计超过1万平方公里。仅辽宁、浙江两次较大赤潮造成的渔业损失就近3亿元。



图 4-23 赤 潮

生活污水和某些工业废水中,经常包括含 N、P 的化合物,它们是植物生长、发育的养料,称为植物营养素。含 N 的物质主要是蛋白质,含 P 的物质主要是洗涤剂和不合理使用的磷肥。

蛋白质在水中的分解过程是:蛋白质→氨基酸→氨。 NH_3 在微生物作用下,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:



因此,含 N、P 的物质在分解过程中,大量消耗水中溶解的氧,并释放出养分,而使藻类和其他浮游生物大量繁殖。由于占优势的浮游生物的颜色不同,使水面呈现蓝色、红色或棕色等。这种现象在江河、湖泊中出现称为“水华”,在海湾出现叫做“赤潮”。

这种由于水体中植物营养物质过多蓄积而引起的污染,叫做水体的富营养化。当水体发生富营养化时,由于缺氧,致使大多数水生动植物不能生存,致死的动植物遗骸在水底沉积腐烂,使水质不断恶化,影响渔业生产,并通过食物链危害人体健康。

含磷洗衣粉的使用是造成水体富营养化的重要原因之一。因此,我国已于2000年禁止生产与销售含磷洗衣粉,以无磷洗衣粉取代,走“绿色洗涤”之路。



图 4-24 水 华

石油泄漏、农药的广泛使用、工业废水中的酸、碱、盐等都会对水体造成污染，产生极大的危害。

案例3 世界上最大的原油泄漏事件

世界上最大的原油泄漏事件发生在1991年海湾战争期间，当时因油库被破坏而流入波斯湾的原油超过100万吨。海面漂浮着一层厚厚的浮油，海水几乎掀不起波浪，只能像泥浆般涌动着。这一地区的海鸟，身上沾满了石油，无法飞行，只能在海滩和岩石上坐以待毙。其他海洋生物也没能逃过这场灾难，鲸、海豚、海龟、虾、蟹以及各种鱼类都被毒死或窒息而死，成为这场战争的受害者。而由此造成的海洋生物多样性减少和海洋生物体内致癌物质浓缩蓄积，给环境和人类带来的危害更是无法估算。



图4-25 一只全身沾满石油的海鸟

科学史话

杀虫剂 DDT 的功与过

DDT（“二氯二苯基三氯乙烷”的英文名称的缩写，分子式为 $C_{14}H_9Cl_5$ ）曾经是一种应用范围很广的含氯杀虫剂，对危害粮食、果树、蔬菜等的害虫有强烈的毒杀作用，杀虫效果很好。发现 DDT 生理活性的瑞士科学家缪勒（P. H. Müller, 1899—1965）也因此获得1948年诺贝尔生理学或医学奖。

人类从1943年开始大量生产并广泛使用 DDT，在此后的30多年里，DDT一直是人们普遍使用的重要杀虫剂。但是人们逐渐发现 DDT 带来了许多环境问题。因 DDT 相当稳定，分解速度极慢，在施用 DDT 的地区，生长在土壤里的农作物和生活在水中的水生生物体内都含有 DDT，DDT 通过食物链，在人（或其他动物）体内富集，引起慢性中毒。DDT 影响人体的正常代谢过程，并且可能是一种致癌物。由于 DDT 危及到人类以及其他生物的生存，从1971年开始，世界上许多国家宣布禁用 DDT。

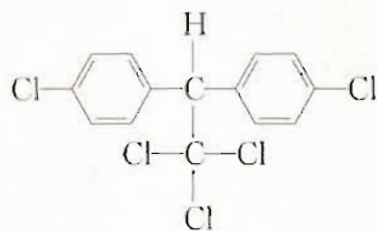


图4-26 DDT 的结构式

目前，科学家正在开发一系列高效、低毒、易降解、对环境友好的农药新品种。

二、改善水质

要防止水体污染，改善水质，最根本的措施是控制工业废水和生活污水的排放。例如，重复利用废水，回收废水中的有用成分，减少废水的排放量；采用革新工艺，降低废水中污染物的浓度；加强污水处理，使污水达到国家规定的标准以后再排放；加强对水体及污染源的监测和管理等。



图 4-27 污水处理厂

处理污水的方法很多，一般可归纳为物理法、生物法和化学法等。污水处理程度可分为一级、二级和三级，一般根据水质状况和处理后水的去向来确定污水处理程度。

下面简单介绍污水处理中的主要化学方法及其原理。

1. 混凝法

废水中的某些污染物常以细小悬浮颗粒的形式存在，很难用自然沉降法除去。如果向污水中加入混凝剂，就会使细小的悬浮颗粒聚集成较大的颗粒而沉淀，与水分离，从而除去水中的悬浮物。

常用的混凝剂有明矾 $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ 、聚羟基氯化铝，以及有机高分子混凝剂如聚丙烯酰胺等。

例如，将明矾放入污水中，明矾中的 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 就发生反应，生成带正电的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体粒子：



水中的悬浮颗粒大多带有负电。当带负电的悬浮颗粒遇到 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体粒子时，就会发生凝聚，达到净水的目的。

2. 中和法

对于酸性废水和碱性废水，可以采用中和法进行处理。一般用中和剂如熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 来中和钢铁厂、电镀厂等产生的酸性废水，用 H_2SO_4 或 CO_2 来中和碱性废水。你能写出有关反应的化学方程式吗？

用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中和酸性废水：_____。

用 H_2SO_4 中和碱性废水：_____。

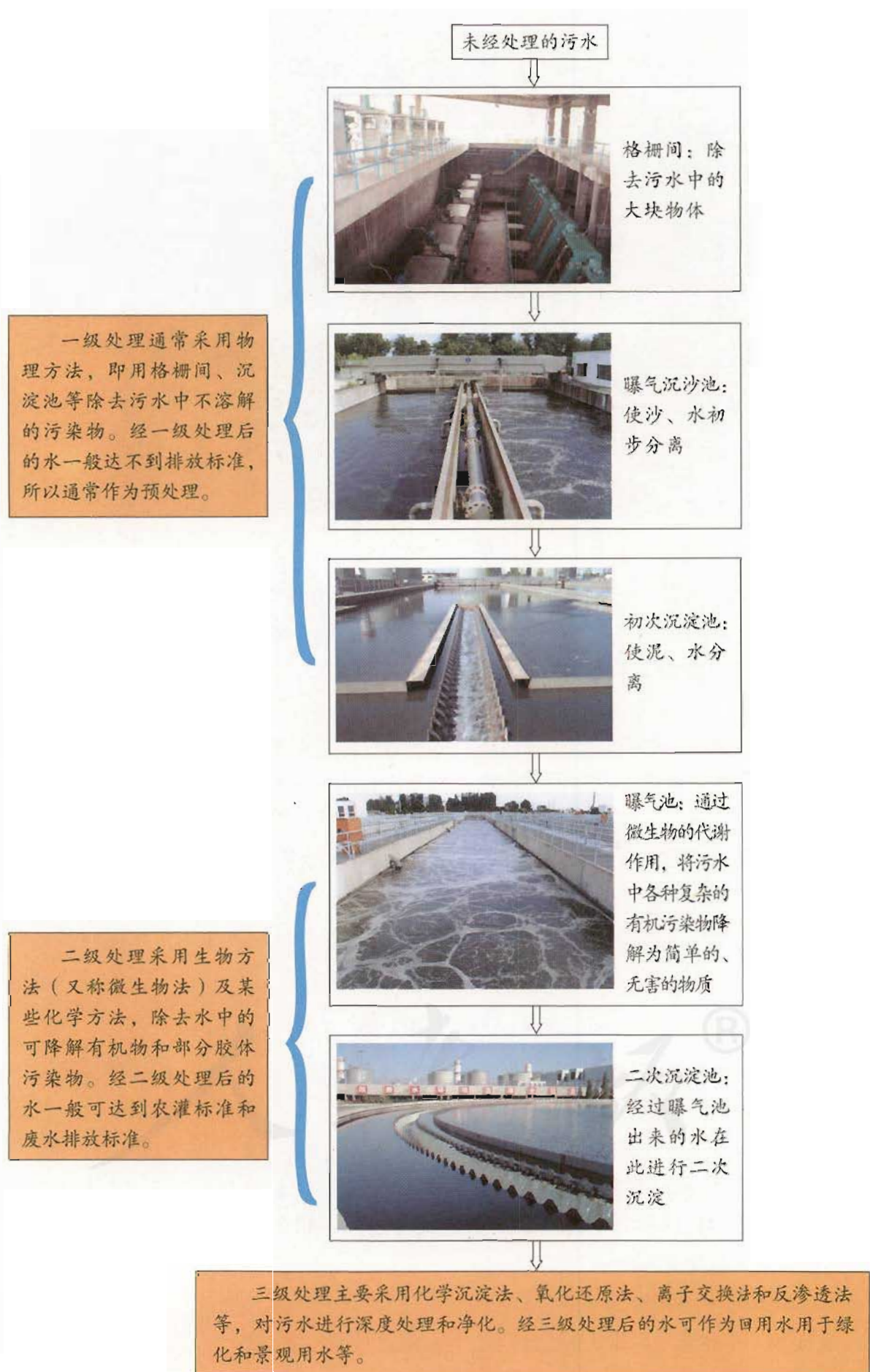


图 4-28 污水处理流程图

对于高浓度的酸、碱废水,应优先考虑回收利用,如采用浓缩的方法回收酸、碱等。

3. 沉淀法

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)发生化学反应,生成难溶于水的沉淀析出,从废水中分离出去。利用沉淀反应是除去水中重金属离子常用的方法。

例如,向含有 Hg^{2+} 的废水中加入 Na_2S ,可以使 Hg^{2+} 转变成 HgS 沉淀而除去:



用这种化学方法处理以后,污水中 Hg^{2+} 的浓度可降到几乎对人体无害。

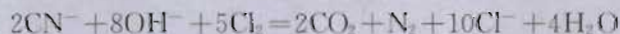
应该说明的是,各种方法都有其特点和适用范围,实际处理中往往需要配合使用才能达到要求。例如,处理含有重金属离子的废水常常综合应用氧化还原法和沉淀法等。

● 资料卡片

氧化还原法

利用氧化还原反应将废水中的有害物质转变为无毒物质、难溶物质或易除去的物质,这是废水处理中的重要方法之一。

例如,氯氧化法处理含氰(CN^-)废水是废水处理的一个典型实例。在碱性条件下, Cl_2 可将废水中的 CN^- 氧化成无毒的 N_2 和 CO_2 等,使水质得到净化:



又如,在酸性条件下,向含铬废水中加入 FeSO_4 ,可将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原为 Cr^{3+} :



然后再加入熟石灰调节溶液的 pH,使 Cr^{3+} 转变为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀而从废水中除去。

科学视野

饮用水消毒

消毒是饮用水处理中最重要的一环之一,消毒的主要作用是杀灭可引起霍乱、伤寒、痢疾等疾病的细菌。对于饮用水,曾广泛采用液氯进行消毒。但 20 世纪 70 年代以来,人们发现用液氯消毒会使水中所含的食物残渣和浮游生物等多种有机物发生变化,生成对人体有害的卤代烃[如三氯甲烷(CHCl_3)等]。这些卤代烃中很多是有毒的,有的还可能具有致癌和致畸作用。因此,近年来人们又逐步发展利用二氧化氯(ClO_2 ,在水中不产生 CHCl_3)、 O_3 等用于饮用水消毒,可以预期这类试剂在未来有良好的应用前景。

这个事例提醒人们,在采取某种化学方法处理生产或生活中的问题时,不仅要考虑暂时的经济效益和社会效益,同时还要考虑它对生态环境和人体健康潜在的、长远的影响。



图 4-29 自来水管的加氯间



1. 日本的水俣病是由哪种重金属污染引起的？这种重金属在海水和鱼体内哪个浓度高？为什么？
2. 南极大陆没有人类的生产活动，但发现南极的企鹅体内有农药 DDT 的残留，原因可能是什么？
3. 回答下列问题。
 - (1) 生活污水中蛋白质里的 N 是如何成为植物养料的？
 - (2) N 和 P 是植物营养素，但海洋或湖泊中 N、P 含量过高时，反而会引起富营养化，导致水生动植物死亡，试分析说明原因。你认为应如何避免水体富营养化？
4. 污水处理中有哪些主要的化学方法？原理是什么？

实践活动

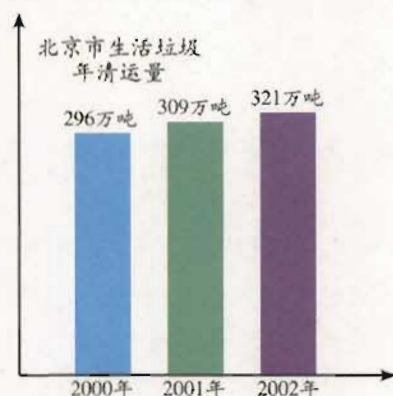


图 4-30 北京市生活垃圾年清运量示意图

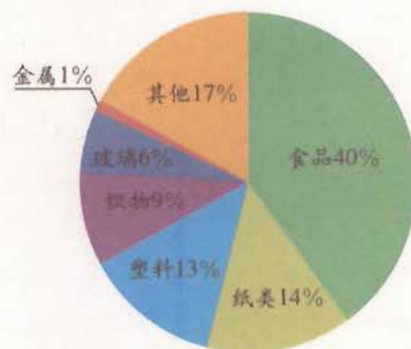


图 4-31 北京市生活垃圾成分构成示意图

1. 请根据图 4-30 和图 4-31, 通过计算谈谈垃圾资源化的重要意义。
2. 调查当地生活垃圾的处理情况, 与同学讨论并提出改进意见。

一、垃圾处理

垃圾处理要遵循无害化、减量化和资源化的原则, 目前常用的方法有卫生填埋、堆肥和焚烧, 三种处理方法各有利弊。

图 4-32 据不完全统计, 目前我国垃圾中约 $\frac{2}{3}$ 是可以回收利用的

1. 垃圾处理方法

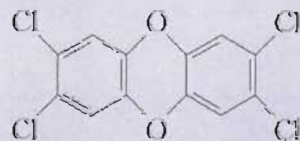
卫生填埋是目前世界上处理垃圾量最大的方法之一，也是垃圾处理的最终手段。因为对垃圾不管采用哪种处理方法，最终都将产生不可回收和处理的物质，这些废物只能通过填埋的方法进行处理。但是，垃圾填埋不仅会浪费大量土地资源（填埋 1 t 垃圾占地约 3 m³），而且填埋场的渗液容易污染其周围的土壤和水体。研究显示，垃圾场周围的地表水中 Cr、Cd、Cu、Pb 和 Hg 等元素的含量明显升高。即使是设计严格的卫生填埋场，如果维护不当，也会出现这种危险。

堆肥法处理垃圾是利用自然界的微生物对垃圾中的有机物进行分解，使之形成肥料，作为农作物的营养，从而达到处理垃圾、净化城市环境，又提高土地生产力的目的。但堆肥中的重金属有可能对土壤造成污染。

焚烧法是在高温下将垃圾燃烧成灰渣，再运到填埋场填埋。焚烧法有许多优点：如占地少，能大大减少排放量，一般情况下，垃圾焚烧后的体积仅为焚烧前体积的 5%~15%；焚烧温度高，能彻底消灭病原体；垃圾燃烧过程中所产生的热量可用于城市供暖、发电等。在国外，相当一部分城市的供电和供暖是利用焚烧垃圾产生的热量。焚烧法的缺点是投资大，而且在焚烧过程中产生大量的空气污染物（如重金属、CO、HCl、SO₂ 和 NO₂ 等）和某些致癌物质，尤其是二噁英，这些都使该方法的应用受到限制。

2. 二噁英

二噁英是二苯基-1,4-二氧六环及其衍生物的通称，垃圾焚烧是产生二噁英的主要途径之一。二噁英能溶于人体脂肪内并长期积累，即使是微量，长期摄入也会引起癌症、胎儿畸形和影响机体免疫功能等危害。美国环保局确认的二噁英类物质有 30 种，其中包括多氯二苯并二噁英 7 种，多氯联苯 13 种。其中毒性最大、致癌作用最强的是 2,3,7,8-四氯代二苯并二噁英 (TCDD)。



2,3,7,8-四氯代二苯并二噁英

填埋垃圾占我国垃圾处置总量的 90% 以上。但是，我国的填埋垃圾几乎没有经过处理，大多是简单的倾倒和填埋。这种处理方式不仅占用土地、损伤地表，而且会污染土壤、地下水和大气，并严重危害人体健康。因此，如何提高垃圾填埋的水平，实现卫生填埋，是我国垃圾处理中需要解决的最迫切的问题。

随着我国生活垃圾热值的提高，不少大中城市如深圳、北京、上海等已经或正在兴

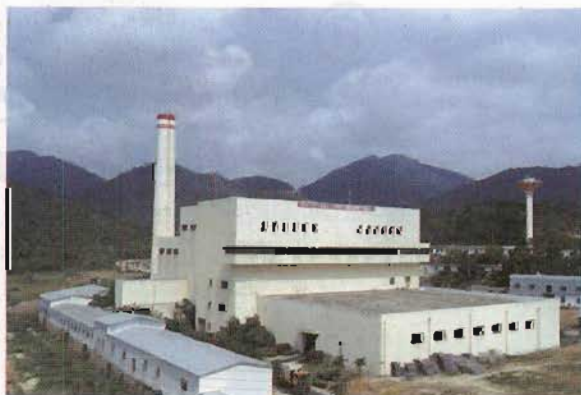


图 4-33 深圳兴建的垃圾发电厂，在处理城市垃圾的同时进行发电

建垃圾焚烧发电厂，采用焚烧工艺处理垃圾，并利用焚烧发电。同时，国家环保部门制定了《生活垃圾焚烧污染控制标准》，对焚烧炉产生的烟气中污染物的排放限值等作了严格的规定，如规定 1 m^3 烟气中二噁英的含量不得超过 $1\text{ ng}^{\text{①}}$ 等。

近年来，世界各国越来越强调环境保护和经济的协调发展，努力从源头上减少垃圾的产生量，并积极开展垃圾分类和回收利用。将垃圾分类并回收利用，既节约自然资源，又防止污染，符合可持续发展的要求，正成为垃圾处理的发展方向。

● 资料卡片

回收标志

图 4-34 是世界通用的循环再生标志，简称回收标志，一般印在商品或商品包装上。

据估算：

回收 1 t 废纸，可生产新纸 0.8 t ，节约木材 4 m^3 ；

回收 1 t 废钢铁，可炼钢 0.85 t ，节约铁矿石 20 t ；

回收 1 t 废玻璃，可节约煤 1 t 、电 $400\text{ kW}\cdot\text{h}$ ；

回收 1 t 废塑料，可制造含有汽油、柴油等成分的燃料油 0.8 t 。

世界上没有真正的垃圾，只有放错了地方的资源！在化学家看来，废物中的原子都可以转化为有用的新物质，关键是找到合适的转化条件。



图 4-34 回收标志

不同国家垃圾的分类方法不同。我国国家标准《城市生活垃圾分类标志》中有六个粗分的一级类别和八个细分的二级类别，各地可以根据实际情况选择使用。



图 4-35 我国制定的城市生活垃圾分类标志

① $1\text{ ng}=10^{-9}\text{ g}$ 。



图 4-36 分类收集垃圾有利于资源的回收利用



图 4-37 金属（左）和玻璃（右）是两种常见的回收利用材料



在生产普通干电池的过程中，常常添加少量 Hg 或 Hg 的化合物作为缓蚀剂，以提高电池的使用寿命和防止电池漏液。但是废电池（包括废荧光灯管）中的 Hg 会对地下水和土壤造成污染，危害人体健康和生态环境。推行干电池的低汞化和无汞化^①是解决废电池汞污染的根本措施。20 世纪 90 年代初，主要发达国家都实现了干电池的无汞化。我国规定，自 2006 年起市面上销售的干电池应达到无汞水平。

医疗垃圾中含有多种致病微生物，属于高危险性、高污染性废物。如果处理不当，除极易造成传染病的急性流行外，还将对环境造成二次污染。长期以来，人们对医疗垃圾主要采取焚烧法进行处理，但焚烧极易产生二噁英等有害物质。2003 年 6 月 16 日我国公布了《医疗废物管理条例》，为医疗垃圾的处理提供了有力的法律依据。



图 4-38 抗击非典期间，北京市处理医疗垃圾采用的焚烧炉内温度高达 800~1 100 ℃，能将病毒全部杀死，而且二噁英等有害物质的排放量达到国家标准

^① 低汞是指电池中 Hg 的含量小于电池质量的 0.025%，无汞是指电池中 Hg 的含量小于电池质量的 0.000 1%。

二、白色污染

据估计,废塑料制品约占我国城市生活垃圾的5%~14%。我国农村广泛采用的塑料大棚和地膜覆盖技术对丰富蔬菜品种、提高农作物产量等起到了很大作用,但是由于缺乏有力的塑料旧膜回收措施,造成塑料旧膜在土壤中的残留积累量逐年增加。废塑料制品造成的“白色污染”已成为社会的一大公害。

“白色污染”的危害是多方面的。

1. 大部分塑料在自然环境中不能被微生物分解,埋在土里经久不烂,长此下去会破坏土壤结构,降低土壤肥效,污染地下水。

2. 焚烧废弃塑料会产生有害气体,对大气造成污染。例如,焚烧废弃的聚氯乙烯塑料会产生 HCl 等。

3. 制备发泡塑料时,常常加入氟氯代烷作为发泡剂。当发泡塑料被扔掉后,释放出的氟氯代烷会破坏臭氧层和加剧温室效应。

4. 废弃塑料会危害动物。每年都会有许多动物因吞食塑料而死亡,海洋中的塑料垃圾不仅危及海洋生物的生存,而且还因缠绕在海轮的螺旋桨上,酿成海难事故,等等。



图 4-39 废弃塑料



图 4-40 燃烧废弃塑料会产生有害气体

那么,应如何治理“白色污染”呢?科研人员根据塑料难以分解、腐烂的特点,从改进塑料的配方和生产工艺入手,研制成功了一些在环境中可降解的塑料。例如,以乙烯和 CO 为原料制成聚乙烯光降解塑料,以纤维素和淀粉为原料制成微生物降解塑料等。这些塑料在一定条件下,经过一定时间会降解为小分子或被微生物分解。但是,由于可降解塑料的成本较高,大面积地使用可降解塑料还需要相当长的时间。因此,目前治理“白色污染”,主要还应从减少使用、加强回收和再利用开始。近年来一些国家为治理“白色污染”提出 3R 运动,即要求做到废塑料的减量化(Reduce)、再利用(Reuse)和再循环(Recycle)。



图 4-41 微生物降解塑料埋在土壤中可以分解



图 4-42 3R 标志

回收和再利用不仅可以减少废弃塑料的数量，而且节约石油资源。但不同种类的塑料再利用的途径是不同的。例如，对于像聚乙烯、聚丙烯等废弃的热塑性塑料，可以分类、清洗后再加热熔融，使其重新成为制品；而对于热固性塑料，其再利用的途径主要是把它粉碎后加入黏合剂作为加热成型产品的填料。因此，塑料的分类回收是再利用的关键。图 4-43 是我国制定的塑料包装制品回收标志，要求在塑料制品上印刷或模压所用材料种类的标志，以便于回收和再利用。



图 4-43 我国制定的塑料包装制品回收标志

资料卡片

塑料和其他几种物质的热值比较

物质	热值/(kJ · kg ⁻¹)
聚乙烯	46 000
聚苯乙烯	46 000
煤油	44 000
脂肪	37 800
纸张	16 800
木材	16 000

除了将废弃塑料直接用作材料外，还可以采用化学方法把废弃塑料转化为有用的物质进行回收利用。例如，在无氧条件下，把塑料加热到 700 °C 以上，塑料大分子可分裂成较小的分子，这个过程叫热裂解。热裂解的优点就是无需对废弃塑料进行严格分选，只要把常见的塑料如聚乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯等的混合物进行热裂解，就会生成简单的小分子如乙烯、丙烯和苯等，然后再通过分馏将这些碳氢化合物分离，便可生产燃料以及重新制造塑料的原料等。此外，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等，但会造成空气污染。



垃圾资源化的方法和途径很多，但没有一种是十全十美的。相信随着科技的发展，人类一定能够解决垃圾污染问题，这个重担也许就落在你们的肩上！

实践活动

泡沫塑料（发泡聚苯乙烯）常用于冰箱、彩电等家电的包装材料。因为泡沫塑料的体积很大，作为垃圾运送时非常不方便，下面的方法可以大大减少泡沫塑料的体积以便进行回收。

把我们平时吃的橘子或橙子的皮弄破，挤出其中的液体，滴在泡沫塑料上，可使泡沫塑料溶解，你可以试试看。（小心不要把汁液溅在眼睛里。）



图 4-45 泡沫塑料的溶解实验

习题

1. 近年来，我国有的地方垃圾场发生了爆炸事件。请查阅相关资料，举出垃圾场爆炸的实例、分析爆炸的原因，并讨论如何避免这类事件的发生。

2. 小组辩论

题目：废弃塑料是否应该回收利用

参考论点：

- 塑料是由石油炼制的产品制成的，而石油资源是有限的。
- 废弃塑料如果不进行回收利用，会引起“白色污染”。
- 回收利用废弃塑料，分类十分困难。
- 回收废弃塑料，会浪费大量的人力、物力，经济上不合算。
- 可以利用其他物质代替塑料。

3. 将废弃塑料回收再利用有哪些方法？

4. 你能为垃圾资源化做些什么？请付诸行动。

归纳与整理

1. 减少大气污染物

大气主要污染物	主要来源	对人体的危害和 环境的影响	减少大气污染物的 原理和方法

2. 减少室内空气污染物

主要的室内空气污染物	对人体的危害	减少室内空气 污染物的方法

3. 认识水污染造成的危害

	主要污染物	危 害
重金属污染		
植物营养物质污染		
原油污染		

4. 污水处理

污水处理中的主要化学方法	原 理

5. 垃圾资源化

- (1) 垃圾处理有哪些常用的方法？如何处理垃圾才符合可持续发展的要求？
- (2) “白色污染”有哪些危害？如何减少“白色污染”？

6. 你能为保护我们的生存环境做些什么？写出你的想法，与同学交流，并从自己做起，从小事做起

附录 I

我国居民膳食中某些元素每日的适宜摄入量或推荐摄入量
(中国营养学会 2000 年制定)

年龄 岁	适宜摄入量						推荐摄入量		
	Ca mg	P mg	K mg	Na mg	Mg mg	Fe mg	I μg	Zn mg	
0~	300	150	500	200	30	0.3	50	1.5	
0.5~	400	300	700	500	70	10	50	8.0	
1~	600	450	1 000	650	100	12	50	9.0	
4~	800	500	1 500	900	150	12	90	12.0	
7~	800	700	1 500	1 000	250	12	90	13.5	
						男 女			男 女
11~	1 000	1 000	1 500	1 200	350	16 18	120	18.0	15.0
14~	1 000	1 000	2 000	1 800	350	20 25	150	19.0	15.5
18~	800	700	2 000	2 200	350	15 20	150	15.0	11.5
50~	1 000	700	2 000	2 200	350	15	150	11.5	
孕妇									
早期	800	700	2 500	2 200	400	15	200	11.5	
中期	1 000	700	2 500	2 200	400	25	200	16.5	
晚期	1 200	700	2 500	2 200	400	35	200	16.5	
乳母	1 200	700	2 500	2 200	400	25	200	21.5	

附录 II

环境空气质量标准
(摘自 GB 3095—1996)

污染物名称	取值时间	浓度限值			浓度单位
		一级标准	二级标准	三级标准	
二氧化硫	年平均	0.02	0.06	0.10	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	日平均	0.05	0.15	0.25	
	1 小时平均	0.15	0.50	0.70	
总悬浮颗粒物	年平均	0.08	0.20	0.30	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	日平均	0.12	0.30	0.50	
可吸入颗粒物	年平均	0.04	0.10	0.15	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	日平均	0.05	0.15	0.25	
氮氧化物	年平均	0.05	0.05	0.10	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	日平均	0.10	0.10	0.15	
	1 小时平均	0.15	0.15	0.30	
二氧化氮	年平均	0.04	0.04	0.08	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	日平均	0.08	0.08	0.12	
	1 小时平均	0.12	0.12	0.24	
一氧化碳	日平均	4.00	4.00	6.00	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	1 小时平均	10.00	10.00	20.00	
臭氧	1 小时平均	0.12	0.16	0.20	$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
铅	年平均	1.00	1.00	1.00	$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)
	季平均	1.50	1.50	1.50	
苯并[α]芘	日平均	0.01	0.01	0.01	$\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (标准状态)

注：环境空气质量标准分三级：一类区（自然保护区、风景名胜区和需要特殊保护的地区）执行一级标准；二类区（城镇规划中确定的居住区、商业交通居民混合区、文化区、一般工业区和农村地区）执行二级标准；三类区（特定工业区）执行三级标准。

附录Ⅲ

我国生活饮用水水质标准

编 号	项 目		标 准
1	感官 性状 指标	色	色度不超过 15 度, 并不得呈现其他异色
2		浑浊度	不超过 5 度
3		臭和味	不得有异臭、异味
4		肉眼可见物	不得含有
5	化 学 指 标	pH	6.5~8.5
6		总硬度(以 CaO 计)	不超过 $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
7		铁	不超过 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
8		锰	不超过 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
9		铜	不超过 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
10		锌	不超过 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
11		挥发酚类	不超过 $0.002 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
12		阴离子合成洗涤剂	不超过 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
13	毒 理 学 指 标	氟化物	不超过 $1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 适宜浓度 $0.5 \sim 1.0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
		氰化物	不超过 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
14		砷	不超过 $0.04 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
15		硒	不超过 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
16		汞	不超过 $0.001 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
17		镉	不超过 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
18		铬(Cr^{6+})	不超过 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
19		铅	不超过 $0.1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
21	细 菌 学 指 标	细菌总数	1 mL 水中不超过 100 个
22		大肠菌群	1 L 水中不超过 3 个
23		游离性余氯	在接触 30 min 后应不低于 $0.3 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。集中式给水除出厂水应符合上述要求外, 管网末梢水不低于 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

后 记

根据教育部制订的普通高中各科课程标准(实验),人民教育出版社课程教材研究所编写的各学科普通高中课程标准实验教科书,得到了诸多教育界前辈和各学科专家学者的热情帮助和大力支持。在各学科教科书终于同课程改革实验区的师生见面时,我们特别感谢担任教科书总顾问的丁石孙、许嘉璐、叶至善、顾明远、吕型伟、王梓坤、梁衡、金冲及、白春礼、陶西平同志,感谢担任教科书编写指导委员会主任委员的柳斌同志和编写指导委员会委员的江蓝生、李吉林、杨焕明、顾泠沅、袁行霈等同志。感谢担任学科顾问的张青莲、唐有祺、白春礼、武永兴、张健如同志,感谢对本教科书的编写提出修改意见、提供过帮助和支持的严宣申、王作民、郑忠斌、陈学英、裴群、申敬红等专家、学者和教师及社会各界朋友。

我们还要感谢使用本套教材的实验区的师生们。希望你们在使用本套教材的过程中,能够及时把意见和建议反馈给我们,对此,我们将深表谢意。让我们携起手来,共同完成教材建设工作。我们的联系方式如下:

电话:010-58758372

E-mail: jcfk@pep.com.cn

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6月

谨向为本书提供照片的人士和机构等致谢

1-16《化学的今天和明天》科学出版社/第二章章图的主图 中国新闻社图片网络中心/第二章归纳与整理中图 新华社华讯图片社/3-10、3-21、4-3《高等学校改订新化学IB》第一学习社/3-11、3-12、3-32、3-34《科学探索者——化学反应》浙江教育出版社/3-14右图、4-4、4-40《化学2000》麦美伦出版社/3-19《Addison Wesley Chemistry》Prentice Hall/3-30《高等学校化学IA改订版》啓林館/3-35右图 中国日报网站图片新闻网/3-40《高等学校理科用化学Ⅱ》東京書籍/3-45 西安航天复合材料研究所/4-5《化学IA改订版》三省堂/4-11《高校化学IA新订版》实教出版/4-18 www.unep.org/ 4-19、4-33、4-38 中国环境报/4-20 王玮/4-21《新定中学社会·地理分野》教育株式会社/4-23《化学与环境》广西教育出版社/4-25《现代化学2》威信出版有限公司/4-27、4-28 北京排水集团高碑店污水处理厂/4-29 北京自来水公司第九水厂/4-37《科学探索者——环境科学》浙江教育出版社/4-41《21世纪少年儿童科学百科》浙江教育出版社/4-44《新编化学I CHEMISTRY》東京書籍

《普通高中课程标准实验教科书 化学》

《化学 1（必修）》

《化学 2（必修）》

《化学与生活（选修 1）》

《化学与技术（选修 2）》

《物质结构与性质（选修 3）》

《化学反应原理（选修 4）》

《有机化学基础（选修 5）》

《实验化学（选修 6）》

人教版®

元素周期表

周期	I A	II A											III A	IV A	V A	VI A	VII A	0	电子层	0 族
1	1 H 氢 1.008																	2 He 氦 4.003	K	2
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.012											5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.01	7 N 氮 14.01	8 O 氧 16.00	9 F 氟 19.00	10 Ne 氖 20.18	L K	8 2
3	11 Na 钠 22.99	12 Mg 镁 24.31	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII		I B	II B		13 Al 铝 26.98	14 Si 硅 28.09	15 P 磷 30.97	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氩 39.95	M L K	8 8 2
4	19 K 钾 39.10	20 Ca 钙 40.08	21 Sc 钪 44.96	22 Ti 钛 47.87	23 V 钒 50.94	24 Cr 铬 52.00	25 Mn 锰 54.94	26 Fe 铁 55.85	27 Co 钴 58.93	28 Ni 镍 58.69	29 Cu 铜 63.55	30 Zn 锌 65.38	31 Ga 镓 69.72	32 Ge 锗 72.63	33 As 砷 74.92	34 Se 硒 78.96	35 Br 溴 79.90	36 Kr 氪 83.80	N M L K	8 18 8 2
5	37 Rb 铷 85.47	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.91	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.91	42 Mo 钼 95.96	43 Tc 锝 [98]	44 Ru 钌 101.1	45 Rh 铑 102.9	46 Pd 钯 106.4	47 Ag 银 107.9	48 Cd 镉 112.4	49 In 铟 114.8	50 Sn 锡 118.7	51 Sb 锑 121.8	52 Te 碲 127.6	53 I 碘 126.9	54 Xe 氙 131.3	O N M L K	8 18 18 8 2
6	55 Cs 铯 132.9	56 Ba 钡 137.3	57-71 La~Lu 镧系	72 Hf 铪 178.5	73 Ta 钽 180.9	74 W 钨 183.8	75 Re 铼 186.2	76 Os 锇 190.2	77 Ir 铱 192.2	78 Pt 铂 195.1	79 Au 金 197.0	80 Hg 汞 200.6	81 Tl 铊 204.4	82 Pb 铅 207.2	83 Bi 铋 209.0	84 Po 钋 [209]	85 At 砹 [210]	86 Rn 氡 [222]	P O N M L K	8 18 32 18 8 2
7	87 Fr 钫 [223]	88 Ra 镭 [226]	89-103 Ac~Lr 锕系	104 Rf 𨭈* (6d ⁷ 7s ²) [265]	105 Db 𨭉* (6d ⁷ 7s ²) [268]	106 Sg 𨭊* [271]	107 Bh 𨭋* [270]	108 Hs 𨭌* [277]	109 Mt 𨭍* [276]	110 Ds 𨭎* [281]	111 Rg 𨭏* [280]	112 Cn 𨭐* [285]	113 Nh 𨭑* [284]	114 Fl 𨭒* [289]	115 Mc 𨭓* [288]	116 Lv 𨭔* [293]	117 Ts 𨭕* [294]	118 Og 𨭖* [294]	Q P O N M L K	8 18 32 32 18 8 2

原子序数
元素名称
注* 的是
人造元素

92 U
铀
5f³6d¹7s²
238.0

元素符号，红色
指放射性元素

价层电子排布，括号
指可能的电子排布

相对原子质量（加括号的数据
为该放射性元素半衰期最
长同位素的质量数）

非金属元素

金属元素

过渡元素

稀有气体元素

镧系	57 La 镧 5d ¹ 6s ² 138.9	58 Ce 铈 4f ¹ 5d ¹ 6s ² 140.1	59 Pr 镨 4f ³ 6s ² 140.9	60 Nd 钕 4f ⁴ 6s ² 144.2	61 Pm 钷* 4f ⁵ 6s ² [145]	62 Sm 钐 4f ⁶ 6s ² 150.4	63 Eu 铕 4f ⁷ 6s ² 152.0	64 Gd 钆 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 157.3	65 Tb 铽 4f ⁹ 6s ² 158.9	66 Dy 镝 4f ¹⁰ 6s ² 162.5	67 Ho 铈 4f ¹¹ 6s ² 164.9	68 Er 铒 4f ¹² 6s ² 167.3	69 Tm 铥 4f ¹³ 6s ² 168.9	70 Yb 镱 4f ¹⁴ 6s ² 173.1	71 Lu 镱 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ² 175.0
锕系	89 Ac 锕 6d ¹ 7s ² [227]	90 Th 钍 6d ² 7s ² 232.0	91 Pa 镤 5f ² 6d ¹ 7s ² 231.0	92 U 铀 5f ³ 6d ¹ 7s ² 238.0	93 Np 镎 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² [237]	94 Pu 钚 5f ⁶ 7s ² [244]	95 Am 镅* 5f ⁷ 7s ² [243]	96 Cm 锔* 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² [247]	97 Bk 锫* 5f ⁹ 7s ² [247]	98 Cf 锿* 5f ¹⁰ 7s ² [251]	99 Es 镅* 5f ¹¹ 7s ² [252]	100 Fm 镆* 5f ¹² 7s ² [257]	101 Md 钔* (5f ¹³ 7s ²) [258]	102 No 钆* (5f ¹⁴ 7s ²) [259]	103 Lr 铹* (5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²) [262]