北京师范大学国家基础教育
课程标准实验教材总编委会组编

普通高中课程标准实验教科书

经全国中小学教材审定
委员会2004年初审通过

化学

HUA XUE

化学与生活

（选修）



山东科学技术出版社

课题 1　关注空气质量

联想 · 质疑

从1997年5月起，我国有几十座城市先后开始发布城市空气质量周报，为大众提供空气质量信息。在此基础上，很多城市又发布了空气质量日报。表1 1 1是某城市某日空气质量报告，你了解各项内容的含义吗？



图1 1 1 蓝天白云下的美丽城市

表1 1 1　某城市某日空气质量报告

污染指数			首要污染物	空气质量级别	空气质量状况
SO_2	NO_2	PM_{10}			
23	35	56	PM_{10}	2	良

一、从空气质量报告谈起

1. 解读空气质量报告

目前，空气质量报告中涉及的污染物主要是二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物（PM_{10}）。污染指数是将某种污染物浓度进行简化处理而得出的简单数值形式。每天分别测定各种污染物的浓度，计算出它们的污染指数，其中污染指数最大的污染物就是当日的首要污染物，并将其污染指数作为当日的空气污染指数（Air Pollution Index，简称API）。API作为衡量空气质量好坏的指标，其数值越小，空气质量越好。API在空气污染指数分级标准中所对应的级别就是当日的空气质量级别。



图1 1 2 大气污染物监测仪器

表1 1 2　我国空气污染指数分级标准（试行）

空气污染指数	空气质量级别		空气质量状况	对健康的影响
0－50	1		优	可正常活动
51－100	2		良	可正常活动
101－150	3	3（1）	轻微污染	长期接触，易感人群出现症状
151－200		3（2）	轻度污染	长期接触，健康人群出现症状

续表

空气污染指数	空气质量级别		空气质量状况	对健康的影响
201 – 250	4	4（1）	中度污染	接触一定时间后，健康人群出现症状
251 – 300		4（2）	中重度污染	接触一定时间后，心脏病和肺病患者症状显著加剧
> 300	5		重度污染	健康人群有明显强烈症状，提前出现某些疾病

2. 污染物的来源与治理

联想·质疑

1. 空气质量报告为什么特别关注空气中二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物的含量？

2. 你知道什么是光化学烟雾吗？它是怎样形成的？

3. 通过必修模块的学习，你已熟悉酸雨的成因和危害了。那么，你知道工业上是如何防止酸雨形成的吗？

氮氧化物与光化学烟雾

引起大气污染的氮氧化物主要是一氧化氮和二氧化氮，用NO_x表示。氮氧化物的人为来源主要是化石燃料的燃烧，汽车尾气则是城市大气中氮氧化物的主要来源之一。

知识支持

氮气与氧气的反应

化石燃料燃烧产生的高温有利于空气中的氮气与氧气发生化合反应产生氮氧化物，反应机理如下：

$$O_2 \rightleftharpoons O\cdot + O\cdot \qquad O\cdot + N_2 \longrightarrow NO + N\cdot$$

$$N\cdot + O_2 \longrightarrow NO + O\cdot \qquad 2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

氮氧化物和碳氢化合物受到太阳紫外线的照射，会发生一系列由光引发的复杂的化学变化即光化学反应，产生大量的臭氧（O_3）和过氧乙酰硝酸酯（PAN）等有毒物质。这些有毒物质混合在一起形成的一种浅蓝色烟雾，称为光化学烟雾（photochemical smog）。

光化学烟雾给人类和自然环境带来巨大危害。例如，其中的臭氧会刺激人的呼吸系统而引发病变；PAN则会刺激人的眼睛，引发皮肤癌等。



图1-1-3 烟雾笼罩下的城市

资料在线

影响空气质量的因素

影响空气质量的主要因素有两个：一个是污染物的排放量，另一个是气象条件。在同等污染排放情况下，天气晴好、日照充足有利于空气对流，能加速污染物的扩散，降水则可使二氧化硫和颗粒物的浓度降低。而当对流层中某层空气的温度随高度的增加而上升时，将抑制大气对流，影响污染物的稀释和扩散，造成污染物的聚集，增加污染物的危害。这也是相邻两天的空气质量有时差别很大的主要原因。

追根寻源

光化学烟雾的形成过程



当大气中碳氢化合物（RH）和二氧化氮（NO_2）共存时，在紫外线的作用下，首先发生NO_2和RH的光解反应，反应产生的原子氧（O）和烷基自由基（R·）都有很高的反应活性，可进一步与氧气反应，分别生成臭氧（O_3）和过氧烷基自由基（RO_2·）；RO_2· 与NO_2光解产生的NO反应，生成烷氧基自由基（RO·），RO· 与NO_2反应，生成过氧乙酰硝酸酯（PAN）。

要治理光化学烟雾污染，就必须对汽车尾气进行净化处理。现在，许多发达国家都规定汽车必须安装净化器，以控制汽车尾气造成的大气污染。此外，人们还在致力于以氢气为动力的燃料电池汽车的研制，以减少或避免光化学烟雾的产生。

二氧化硫与酸雨

大气中的二氧化硫及其被氧化所生成的三氧化硫，以及氮氧化物溶解于降水中，分别生成亚硫酸、硫酸和硝酸等，这是造成降水pH降低的主要原因。由此可以看出，二氧化硫是形成酸雨的主要物质之一。

交流·研讨

1.请写出酸雨形成过程中所涉及反应的化学方程式。

2.为了减少二氧化硫的污染，可以采取哪些措施？这些措施应用了二氧化硫的什么性质？

我国是燃煤大国，治理燃煤产生的二氧化硫成为减少大气中二氧化硫含量的重要途径。烟道气体脱硫是一种大规模脱硫方式，采用的大都是石灰石　石膏法，图1 1 4是脱硫过程使用的吸收塔的示意图。煤烟中的二氧化硫在吸收塔内与洗液中的碳酸钙反应生成亚硫酸钙，然后又被烟气中的氧气氧化成硫酸钙。硫酸钙可以做生产石膏板材的原料等。



图1 1 4 脱硫吸收塔示意图

拓展视野

臭氧

臭氧是氧气的同素异形体。在空气中存在的稀薄的臭氧能够杀死病菌、净化空气，在距离地球表面20－35 km高的平流层中的臭氧，可防止地球上的生物受太阳紫外线的伤害。

随着臭氧逐渐被人们认识，其应用也越来越广泛，如利用其强氧化能力可以消毒、灭菌、除异味。不过，应注意空气中过量的臭氧对人体是有害的。

$$CaCO_3 + SO_2 = CaSO_3 + CO_2$$

$$2CaSO_3 + O_2 = 2CaSO_4$$

可吸入颗粒物与呼吸系统疾病

可吸入颗粒物（PM_{10}）及其吸附的其他有毒物质，被吸入体内会聚积在呼吸系统中，引发多种疾病。2003年春季发生的严重呼吸系统综合征（SARS）的一种重要传播体　患者的飞沫，就是带有SARS病毒的可吸入颗粒物。可吸入颗粒物在大气中可持续很长的时间，含量高时会导致大气能见度降低。

减少大气中的可吸入颗粒物要从它的源头　工业烟尘和灰尘着手。消除工业烟尘可采取的措施包括改造锅炉、提高燃烧效率和安装有效的除尘设备等。为减少因风扬起的灰尘，应尽量保持路面清洁，减少裸露地面的面积；拆房作业时必须先用水喷淋，并在施工现场采取纱网防尘、随时冲洗进出车辆的轮胎、及时清除建筑垃圾等措施。另外，植物可以过滤多种大气污染物，使大气得以净化，因此造林绿化是防治大气污染的有效措施。



图1 1 5 道路洒水车

资料在线

可吸入颗粒物与总悬浮颗粒物

漂浮在大气中的固态和液态颗粒物总称为总悬浮颗粒物（TSP），其粒径范围为0.1～100 μm。总悬浮颗粒物可分为　次颗粒物和二次颗粒物。　次颗粒物是由天然污染源和人为污染源释放到大气中直接造成污染的物质，如因风扬起的灰尘、工业烟尘等。二次颗粒物是大气中二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机化合物及其他化合物互相作用形成的细小颗粒物，如二氧化硫转化生成的硫酸盐等。总悬浮颗粒物中，粒径在10 μm以下的颗粒物可以进入人的呼吸系统，又称为可吸入颗粒物（PM_{10}）或飘尘。

二、室内空气污染不可忽视

人的一生大部分时间是在室内度过的，室内空气质量与人体健康的关系甚为密切。



图1 1 6 居室

交流·研讨

室内空气污染主要来自：A.建筑物自身；B.室内装饰材料；C.人为活动；D.室外。下表是我国室内空气质量检测涉及到的各类污染物。你了解这些物质吗？你认为它们可能来自哪里？请选择上述选项填写“可能来源”一栏。

污染物	可能来源	污染物	可能来源
二氧化硫（SO_2）		甲苯（$C_6H_5CH_3$）	
二氧化氮（NO_2）		二甲苯[$C_6H_4(CH_3)_2$]	
一氧化碳（CO）		苯并(a)芘	
氨（NH_3）		其他挥发性有机物	
臭氧（O_3）		细菌	
甲醛（HCHO）		氡（^{222}Rn）	
苯（C_6H_6）			

与同学们讨论为减少室内空气污染应采取的有效措施。

资料在线

苯并(a)芘

厨房油烟是室内苯并(a)芘的主要来源之一，经过多次高温使用的油脂、烤焦或油炸过火的食品含苯并(a)芘。苯并(a)芘是一种难溶于水的致癌物，结构简式为：



1. 厨房——室内空气污染严重的空间

厨房是室内空气污染严重的空间，其污染主要来自两个方面：一是煤、煤气、液化气等燃烧产生的一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等造成的污染；二是烹饪菜肴时产生的油烟造成的污染。厨房油烟与烧菜时油的温度有直接的关系：当油温高于200 ℃时，会产生具有强烈辛辣味的丙烯醛，它对鼻、眼、咽喉黏膜有较强的刺激作用，可引起鼻炎、咽喉炎、气管炎等呼吸系统疾病；当油温更高时，除了产生丙烯醛外，还会产生其他一些有毒、有害物质如苯并(a)芘等。

2. 装饰材料——居室空气污染的源头

随着生活水平的提高，人们在不断改善自己的居住环境，但在美化环境的同时，装饰材料挥发出的苯、甲醛等有害物质可能对室内空气造成污染。

链接学科

苯为何常用做溶剂

分子结构相似的有机物，易相互溶解。苯的化学性质相对稳定，溶解有机物的能力较强，所以常用做溶剂。分子结构相似的物质易相互溶解的规律称为相似相溶原理。

居室里的苯（benzene）主要来自建筑装饰中使用的涂料、填料、胶黏剂、防水材料等。苯对人的皮肤、眼睛和上呼吸道有刺激作用。苯的吸入量达到一定程度时可能导致再生障碍性贫血，甚至可能引发癌症。

涂料和胶黏剂是居室内甲醛（methanal）的主要来源。目前，生产人造板材所使用的胶黏剂（脲醛树脂胶、三聚氰胺甲醛树脂胶、酚醛树脂胶等）都以甲醛为主要原料。人造板在其长期使用过程中会持续释



图1 1 7 使用酚醛树脂胶的板材

放甲醛。甲醛可导致人体嗅觉功能异常、肝脏功能异常和免疫功能异常等。甲醛已经被世界卫生组织确定为可疑致癌和致畸物质。

知识支持

认识甲醛

甲醛也叫蚁醛，化学式为 CH_2O，结构式为 $H-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$，结构简式为 HCHO，熔点为 -92 ℃，沸点为 -19.5 ℃，是无色、有刺激性气味的气体，易溶于水和乙醇。甲醛是重要的有机化工原料，主要用于塑料工业（如制酚醛塑料、脲醛塑料等）、纺织工业（如合成维尼纶——聚乙烯醇缩甲醛）和皮革工业等。另外，甲醛也可用于杀菌消毒。

甲醛的化学性质活泼，可以发生加成反应、氧化反应等。

1.加成反应 甲醛和氢气的混合气体通过热的镍催化剂即发生加成反应：

$$HCHO + H_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{镍催化剂}} \underset{\text{甲醇}}{CH_3OH}$$

2.氧化反应 在有机化学反应中，通常把有机物分子中加入氧原子或脱去氢原子的反应叫做氧化反应，把有机物分子中加入氢原子或失去氧原子的反应叫做还原反应。甲醛易被氧化，在一定温度和催化剂存在的条件下，甲醛能被空气中的氧气氧化成甲酸。

$$2HCHO + O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{镍催化剂}} \underset{\text{甲酸}}{2HCOOH}$$

甲醛还可以被弱氧化剂——新制的 $Cu(OH)_2$ 氧化，将 $Cu(OH)_2$ 还原成红色的氧化亚铜（Cu_2O）。

$$HCHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} HCOOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

有机化合物分子中决定其特殊性质的原子或原子团叫做官能团。具有相同官能团的物质具有相似的化学性质。分子由醛基（-CHO）与氢原子或烃基（-R）结合而成的有机化合物称为醛，通式简写为 RCHO。由于醛的分子里都含有醛基，它们的化学性质相似。

资料在线

居室空气中甲醛的检测

我国《居室空气中甲醛的卫生标准》规定：居室空气中甲醛的最高允许浓度为 0.08 $mg \cdot m^{-3}$。目前我国室内空气中甲醛的标准检测方法是在现场进行空气采样，然后用分光光度计进行分析。现在市面上也有各种传感器类直读式甲醛检测仪。

拓展视野

我们身边的放射性污染物——氡

在人们日常生活所接触的室内污染物中，氡是惟一的放射性气体污染物。在氡的同位素中，^{219}Rn、^{220}Rn 及 ^{222}Rn 是最重要的。我们所说的室内放射性污染，主要指 ^{222}Rn 造成的污染。因为 ^{222}Rn 的衰变子体 ^{218}Po 和 ^{214}Pb 分别为

极毒性核素和高毒性核素。呼吸时，氡气及其子体随气流进入肺部，衰变时放出α射线，这种射线能像小"炸弹"一样轰击肺细胞，使肺细胞受损，从而引发肺癌。

居室环境中的氡可能来自于室外大气、地基土壤、地下水、天然气燃烧，以及建筑材料和室内装饰材料。不过，氡真正对人体构成威胁是需要达到一定剂量的，因此没有必要谈"氡"色变。

3. 吸烟——不可小看的污染

吸烟也是严重污染室内空气的因素。烟草燃烧释放的烟雾含有烟碱、一氧化碳、醛类、苯并(a)芘等多种有害物质。

动手空间

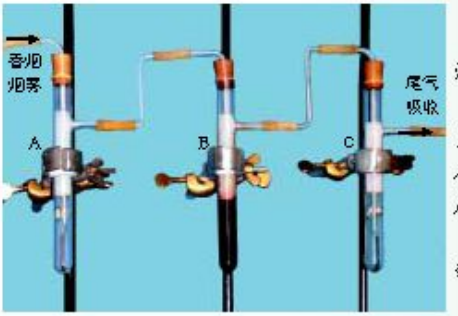


图1 1 8 检验烟草烟雾中的有害化学成分

烟草烟雾中有害化学成分的检验

1. 按图1 1 8所示组装实验装置，点燃香烟，从装置尾部抽气，使烟雾依次通过各试管。

2. 检验是否含有醛类：取下装有蒸馏水的A试管，从中取出5 mL溶液倒入另一试管，加入新制 $Cu(OH)_2$ 悬浊液2 mL，用酒精灯加热后，观察发生的现象。

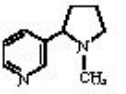
3. 检验是否含有一氧化碳：观察B试管中新鲜动物血颜色的变化。

4. 检验是否含有烟碱：取下装有酒精溶液的C试管，直接滴入几滴 $HgCl_2$ 溶液，观察是否有沉淀生成。



图1 1 9 禁止吸烟标志

烟碱(nicotine)又称尼古丁，是存在于烟草中的一种生物碱，结构简式为：



烟碱是使人吸烟成瘾的物质。少量烟碱能引起中枢神经兴奋，大量烟碱则能抑制中枢神经系统，甚至使心脏麻痹而导致死亡。烟碱还会减弱人体的免疫功能。

烟雾中的一氧化碳极易与人体血液中的血红素结合，从而减少血液的载氧量，增加心脏负担。

生活指南

保持居室空气清新

养成良好的生活习惯，注意室内的清洁卫生，营造一个空气清新、温馨、舒适的居住环境，对人们的休息、学习、生活和健康有很大益处。居室空气的保洁要做到：

1. 通气经常化。保持室内空气的净化，或者在室外空气好的时候打开窗户通风，有利于室内有害气体的排出。

2. 装潢无害化。居室装修要有环保意识，尽量采用符合国家标准和污染少的装修材料，装修后的居室不宜立即迁入，应当使其保持良好的通风状态，待有害气体释放一段时间后再入住。

3. 厨房卫生化。减少油烟在厨房里的停留时间，炒菜时的油温尽可能不超过200 ℃（以油锅开始冒烟为限），及时清理食品袋、塑料瓶和厨余垃圾。

4. 居室要绿化。绿色花草能吸收有害物质。例如，长春藤和铁树可以吸收苯，吊兰、芦荟、虎尾兰等可以吸收甲醛……在居室里摆上几盆花草，不仅能起到净化空气、美化环境的作用，还能让人身心愉悦。



图1-1-10 居室一角

学以致用

1. 你能举出哪些室内、室外空气污染物？你知道它们的来源吗？

2. 某日某市市区各项污染物污染指数分别为：SO_2—49，NO_2—21，PM_{10}—23。请问：当日首要污染物是什么？空气质量级别如何？你能想到哪些治理这些大气污染物的方法？据你所知，哪些方法目前已被广泛使用？

3. 调查并讨论燃烧化石燃料对环境可能造成的污染与治理途径，了解学校所在地区大气污染及防治情况，提出你认为可行的进一步改善空气质量的建议。

4. 你认为在日常生活中，为减少室内空气污染要注意哪些问题和采取哪些措施？

课题 2　获取安全的饮用水

活动·探究

天然水中含有哪些物质

水在自然界中不断地循环着，循环过程中会溶解或携带很多物质。图 1 2 1是水的循环示意图。请根据你所学过的知识判断，来自江河、湖泊、水库的水以及井水中可能含有哪些物质？这样的水适合直接饮用吗？要除去这些物质得到可饮用的水需要采取哪些措施？

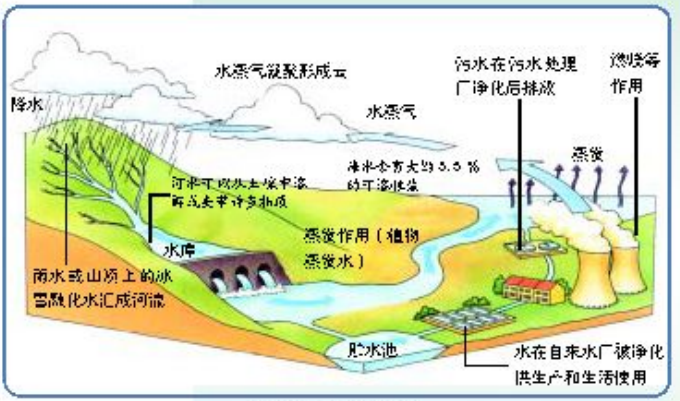


图 1 2 1 水循环示意图

天然水中可能含有的物质：

一、天然水的净化

河流、淡水湖及浅层地下水等天然水是人类饮用水的主要来源。天然水含有很多杂质如泥土、可溶性物质和致病细菌等，必须经过综合处理才能达到饮用标准。对于不同用途的水的要求是不同的，相应的处理过程也有所区别。从天然水获得可以饮用的水，一般须经过沉降悬浮物、

杀菌消毒等步骤。

1. 沉降悬浮物

动手空间

明矾净水

观察烧杯中的河水或含有较多悬浮物的水与自来水有什么区别。向烧杯中加入少量明矾粉末，搅拌后静置片刻，你看到了什么现象？杯底沉积的物质是什么？烧杯中的水发生了什么变化？回想学过的知识，你能解释明矾净水的原理吗？





图1 2 2 明矾净水

要获得饮用水，首先要通过凝聚过程除去其中的悬浮物。在凝聚过程中，将铝盐或铁盐等絮凝剂加入水中，会形成氢氧化铝或氢氧化铁胶体，它们吸附水中的土壤胶体等自然胶体及悬浮物质形成絮状物。当絮状物的重力大于浮力时就会下沉，从而脱离水体而沉积下来。此外，还可以加入一些粉碎的石灰石、黏土、膨润土或硅藻土作为辅助剂，使凝聚后的絮状物增重而易于沉降。常用的絮凝剂还有聚合铝、镁盐和有机絮凝剂等。

追根溯源

明矾为什么能净水

明矾 [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$] 溶于水电离出 Al^{3+}。

$$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O = K^+ + Al^{3+} + 2SO_4^{2-} + 12H_2O$$

水也能发生微弱的电离，产生微量的 OH^-。

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

Al^{3+} 能与天然水中的 OH^- 结合成难电离的氢氧化铝，氢氧化铝在水中形成胶体，它对水中细小的悬浮物有很强的吸附性，能沉降除去悬浮物，达到净化水的目的。

2. 杀菌消毒

细菌主要由蛋白质构成，杀菌的实质是用强氧化剂或在高温条件下使菌体蛋白质变性。对少量水通常使用加热煮沸法来杀菌消毒，对大量水多采用强氧化剂氧化法进行杀菌消毒。这些强氧化剂也称为杀菌消毒剂。表1 2 1给出了几种常用的杀菌消毒剂。

表1 2 1　　几种常用的杀菌消毒剂

试剂名称	成分	特性
氯气	Cl_2	具有强氧化性，有毒，易与有机物在光照条件下发生取代反应，与水反应生成次氯酸
漂白粉	$Ca(ClO)_2$和$CaCl_2$的混合物	$Ca(ClO)_2$本身具有强氧化性，在空气中与二氧化碳和水反应生成易分解的次氯酸而容易变质
二氧化氯	ClO_2	具有强氧化性，有毒，不易与有机物在光照条件下发生取代反应

资料在线

生活饮用水水质标准
GB5749－85(部分)

感观指标

色度＜15度，浑浊度＜3度，不得有异臭异味，不得含有肉眼可见物。

化学指标

pH 6.5～8.5
总硬度＜250 mg·L⁻¹（以碳酸钙计）
铁＜0.3 mg·L⁻¹
锰＜0.1 mg·L⁻¹
铜＜1.0 mg·L⁻¹
硒＜0.01 mg·L⁻¹
汞＜0.001 mg·L⁻¹
镉＜0.01 mg·L⁻¹
铬(Ⅵ)＜0.05 mg·L⁻¹
铅＜0.05 mg·L⁻¹
砷＜0.05 mg·L⁻¹
挥发酚类＜0.002 mg·L⁻¹（以苯酚计）
氰化物＜1.0 mg·L⁻¹
氯化物＜0.05 mg·L⁻¹

细菌学指标

细菌总数＜100 mL⁻¹
大肠杆菌＜3 L⁻¹

拓展视野

一种性能优良的净水剂　　高铁酸盐

高铁酸盐（Na_2FeO_4或K_2FeO_4）中的铁元素显+6价，具有很强的氧化性，能非常有效地杀灭水中的细菌和病毒，自身被还原成氢氧化铁。高铁酸盐还是一种性能优良的无机絮凝剂，能高效地除去水中的微细悬浮物。由于它同时具有强的氧化和絮凝作用，其消毒和净化效果优于含氯消毒剂。更为重要的是，它在对水的消毒和净化的整个过程中，不会引入对人体有害的有机氯等物质。高铁酸盐除了用于饮用水消毒、净化外，还用于污水处理。

二、城市自来水的获取

你已经了解了天然水必须经过除去悬浮物和杀菌消毒的处理才能饮用。那么，你知道在自来水厂里天然水中的有害杂质成分是怎样除去的吗？

为了取得大量可以饮用的水，自来水厂需用便宜、有效的方法，把天然水中的悬浮物及微生物除去，但无须除去水中所有的矿物质。自来水的处理过程，主要包括以下四个步骤：

（1）沉淀：在沉淀池中加入絮凝剂静置，水中的悬浮物可沉淀到池底。

（2）过滤：使水通过细砂，以除去沉淀和残存的悬浮物。

（3）曝气：把水暴露在空气中，使水与空气的接触面增大，增加水中氧的含量，以加速水中有机物的分解。

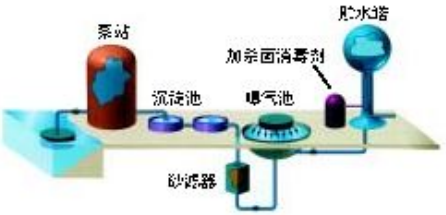


图1 2 3 自来水处理的过程

（4）消毒：加入杀菌消毒剂杀灭水中有害的微生物。

经过以上处理的水基本上可以达到饮用水的质量标准。但某些地区的水由于含有过多的Ca^{2+}、Mg^{2+}使其硬度过大，仍然不适于饮用，还需要进一步对其进行软化处理。除去或减少天然水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}等的过程，叫做硬水的软化（hardwater softening）。

知识支持

水的硬度

溶有较多Ca^{2+}、Mg^{2+}的水称为硬水，溶有少量或不含Ca^{2+}、Mg^{2+}的水称为软水。水中Ca^{2+}、Mg^{2+}含量的高低，可用水的硬度来表示。水的硬度越高，表示水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}的含量越高，反之，水的硬度越低，表示水中Ca^{2+}、Mg^{2+}的含量越低。由钙和镁的碳酸盐或氯化物等引起的硬度叫做永久硬度。由碳酸氢钙和碳酸氢镁引起的硬度叫做暂时硬度。水的硬度泛指这两种硬度的总和。我国现行标准规定：1 L水含有10 mg氧化钙（或相当于10 mg氧化钙）称为1度（以1°表示）。硬度在8°以下的水称为软水，在8°以上的水称为硬水，硬度大于30°的水称为最硬水。



图1 2 4 内壁覆满水垢的水管

高硬度的水对生活和生产都有危害。它不适宜饮用，因为它容易引起肠胃不适，还能诱发疾病；不利于洗涤，因为它会造成洗涤剂的浪费，并使衣物表失鲜艳的色泽，不能做锅炉用水，因为它会使锅炉结垢（主要成分是碳酸钙、氢氧化镁），降低热效率，浪费燃料，甚至能引起锅炉爆炸。

活动·探究

如何软化硬水

硬水不适宜直接应用于生产和生活。请你根据导致水暂时硬度和永久硬度的化学成分，设计降低水的硬度的实验方案。可选用的化学

方法导引

硬水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}可以与肥皂水中的高级脂肪酸钠反应，生成高级脂肪酸钙或高级脂肪酸镁沉淀。利用肥皂水可以鉴别硬水与软水。

降低水的硬度的实质是将Ca^{2+}、Mg^{2+}以沉淀的形式除去。

试剂：饱和$Ca(HCO_3)_2$溶液，0.1 mol·L^{-1} $MgCl_2$溶液，肥皂水，石灰水，饱和Na_2CO_3溶液。

你的实验方案：

实验	实验步骤	实验现象	现象解释
降低暂时硬度			
降低永久硬度			

与同学们讨论，利用上述试剂软化硬水，可以采取哪些方法？还有其他方法吗？

常用的硬水软化方法有加热法、药剂法和离子交换法等。

加热法是通过加热煮沸使暂时硬水所含钙、镁的酸式碳酸盐发生分解，生成难溶的碳酸钙、碳酸镁的方法，其反应原理为：

$$Ca(HCO_3)_2 \xlongequal{\triangle} CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 \xlongequal{\triangle} MgCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$



图1 2 5 硬水与肥皂水作用形成沉淀用餐于池盛

生成的碳酸镁在加热条件下可与水进一步反应生成更难溶的氢氧化镁。这些难溶盐从水中沉淀下来，达到降低水的硬度的目的。

药剂法是向水中加入适当的化学药剂，促使溶解在水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}以沉淀的形式从水中分离出来达到软化目的的方法。常用的化学药剂有生石灰（与水反应生成熟石灰）、纯碱等，其反应原理为：

$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 = 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2\downarrow + 2CaCO_3\downarrow + 2H_2O$$

$$MgCl_2 + Ca(OH)_2 = Mg(OH)_2\downarrow + CaCl_2$$

$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3\downarrow + 2NaCl$$

离子交换法是采用离子交换剂软化水的一种方法。离子交换剂分阳离子交换剂和阴离子交换剂两类。它们能与水溶液交换具有同性电荷的离子，从而除去或减少不需要的离子。这种方法常用于工业锅炉用水的软化。

化学与技术

锅炉用水的软化

工业上常用磺化煤等阳离子交换剂对锅炉用水进行软化。这些阳离子交换剂都具有复杂的结构，通常将它们的化学式简写为NaR。当硬水通过装有离子交换剂的装置时，发生如下的离子交换作用：

$$2NaR + Ca^{2+} = CaR_2 + 2Na^+$$

$$2NaR + Mg^{2+} = MgR_2 + 2Na^+$$

硬水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}被离子交换剂吸附而除去，因此从装置中流出的水就成为软水。

离子交换剂因离子交换作用的不断进行而逐步丧失功能，因此需要在一定时间后进行再生。一般的再生方法是让高浓度的NaCl溶液通过离子交换剂，用Na^+把离子交换剂吸附的Ca^{2+}、Mg^{2+}置换出来，从而恢复离子交换剂软化硬水的能力。



图1-2-6 软化水的离子交换器

三、纯净水的制取方法

交流·研讨

表1-2-2列出的是我国瓶装饮用纯净水卫生标准（GB 17324-1998）的部分内容。

表1-2-2　　瓶装饮用纯净水卫生标准

	标　准(部分)
感官指标	色度≤5度，浊度≤1度，无异味、异臭，不得检出肉眼可见物
化学指标	pH 5~7，铜＜1 mg·L⁻¹，铅＜0.01 mg·L⁻¹，砷＜0.01 mg·L⁻¹，游离氯＜0.005 mg·L⁻¹，挥发酚类＜0.002 mg·L⁻¹，氰化物＜0.002 mg·L⁻¹



图1-2-7 纯净水

纯净水是不含任何杂质的水吗？请将此标准与生活饮用水水质标准进行比较，说明纯净水与自来水有哪些区别。

纯净水是以符合生活饮用水水质标准的水为原料，选用电渗析法、离子交换法、反渗透法、蒸馏法等适当的加工方法制得的。

由普通饮用水制取纯净水的过程主要是除去离子的过程，通常所采用的方法是将原料水通过离子交换树脂，使水中的离子与树脂上的离子进行交换。阳离子交换树脂上的H^+与水中的阳离子（如Ca^{2+}）进行交


图1 2 8 桶装饮用水

换，释放出 H^+，而阴离子交换树脂上的 OH^- 与水中的阴离子（如 Cl^-）进行交换，释放出 OH^-。H^+ 与 OH^- 结合生成纯水，达到除去离子的目的。离子交换法能有效地除去某些离子，却无法有效地除去其中的有机物或微生物，所以常在离子交换树脂之前进行活性炭过滤处理，以除去有机物。经过离子交换的水再用紫外线或臭氧消毒，就得到可以直接饮用的纯净水。

制取纯净水的方法还有很多，目前较理想的方法是反渗透法。反渗透法采用的反渗透膜孔径很小，在外加压力的作用下只有水分子能通过，从而得到纯净水。利用这种原理也可以进行海水淡化。

生活指南

纯净水不宜长期喝

在清除水中有害物质得到纯净水的同时，也除去了水中的微量元素。现已证实，天然水中有多种微量元素是人体所必需的。有的微量元素（如硒）很难从食物中摄取，而主要是从水中得到。长期饮用纯净水，有可能引起一些微量元素缺乏症。中国消费者协会也已正式发布消费警示，提醒少年儿童和老年人不宜长期饮用纯净水。

四、污水治理与环境保护

水是大自然赐予人类的宝贵财富，但是它并非取之不尽、用之不竭。人类社会进入20世纪以来，人口急剧增加，工业迅猛发展，一方面使世界上许多地区面临淡水资源危机，另一方面人为的污染严重影响着人类赖以生存的水源。

交流·研讨

请调查本地水污染的状况，分析主要的污染物及其来源。根据污染物的组成和性质，讨论治理水污染的有效措施。

人为因素造成的水污染，主要是由工业废水、生活污水、农田排水，以及降雨淋洗将大气中的污染物和堆积在地上的垃圾污染物冲入水中而引起的。

目前，城市污水处理厂多采用活性污泥法二级处理工艺（图1 2 9）来进行污水处理。这种工艺的一级处理是指在沉淀池中通过过滤除去污水中的固体沉淀物和悬浮物，再加入一定量的化学试剂中和污水中的酸性或碱性物质。二级处理是指采用空气曝气活性污泥法，利用细菌等微生物除

去废水中的有机污染物。当废水进入放有活性污泥的曝气池时，细菌在大量氧气的参与下对有机物进行分解，使一部分有机物转化为新的细菌菌体成分，另一部分有机物转化为二氧化碳和无机盐。在二次沉淀池中，污泥和水分开，从而使废水得以净化。处理后的污水达到国家颁布的水质标准时，可做冷却用水，或用于冲洗卫生间、喷洒街道、浇灌绿地等。分离出的污泥除一部分回收利用外，其余的需要另行处理。

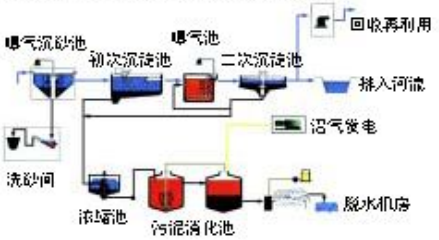


图1 2 9 活性污泥法二级处理工艺示意图

化学与技术

电镀厂废水的处理

电镀厂排放的废水主要含有铬的化合物、氰化物等污染物。

处理废水中的铬常用电解的方法。电解时，以铁为阳极，生成的Fe^{2+}可将废水中的$Cr_2O_7^{2-}$还原成Cr^{3+}，它本身被氧化为Fe^{3+}。由于阴极上H^+放电生成氢气，溶液中OH^-浓度升高，Fe^{3+}、Fe^{2+}、Cr^{3+}分别形成氢氧化铁、氢氧化亚铁、氢氧化铬沉淀。

处理废水中的氰化物时，通常用电解法使氰离子（CN^-）转化为NH_4^+和CO_3^{2-}。

目前全球都面临着水资源短缺的问题，人们不仅需要致力于污水的治理，减少对有限水资源的污染，还要增强节水意识，从点滴做起，珍惜淡水资源。

资料在线

污水的处理方法

处理污水的主要方法有物理方法、生物方法与化学方法。其中，化学方法包括中和法、氧化法、还原法、化学沉淀法等。

氧化法多使用空气氧化法、臭氧氧化法和氯氧化法。还原法主要用于处理废水中的铬和汞等离子。化学沉淀法的处理对象主要是重金属离子及水中的胶状物质。



图1 2 10 节水标志

学以致用



图1 2 11 洪水泛滥

在洪涝灾区，人们的生活用水会受到污染。如果你是支援灾区的志愿者，请你设计方案使用廉价的化学试剂将被污染的水处理成能饮用的水。

提示：需要除去水中的泥沙、悬浮物、细菌，并尽量降低水的硬度。

课题 3　垃圾的妥善处理与利用



图 1-3-1 现代建筑上的再生玻璃

活动·探究

关注宝贵的再生资源

你注意到自己每天扔掉了哪些垃圾吗？你知道你扔掉的有些垃圾是宝贵的再生资源吗？为了保护环境，使垃圾中的宝贵资源得到充分利用，想一想可以怎样处理垃圾，并填写下表。

扔掉了什么	所属类别	能否回收	回收后如何利用

1. 请调查你所在的学校或社区有没有对垃圾进行分类收集；如果实现了分类收集，都分为哪几类。你认为垃圾分类有必要吗？

2. 垃圾资源的利用有哪些途径？请举例说明。

资料在线

垃圾分类

国内外各城市对生活垃圾分类，一般是根据垃圾的成分构成、产生量，结合本地垃圾的资源利用和处理方式来进行的。例如，德国一般分为纸、玻璃、金属、塑料等；澳大利亚一般分为可堆肥垃圾、可回收垃圾、不可回收垃圾；日本一般分为可燃垃圾、不可燃垃圾。

一、垃圾的分类

要使垃圾（waste）中宝贵的再生资源得到充分利用，必须对垃圾进行分类。



可回收物
Recyclable

指宜于再利用的纸类、塑料、橡胶、玻璃、金属和织物等垃圾。



厨余垃圾
Kitchen waste

指剩饭菜和瓜果壳等生物性垃圾，适于生化处理或堆肥。



电 池
Battery

包括柱形和扣形电池，因含有有害物质，必须单独收集和处理。



包括书报纸、包装纸和纸板纸等，不包括卫生纸。



各类瓶罐物品，包括塑料的、金属的、玻璃的等，不包括陶瓷的。



指可回收物和有害垃圾之外的垃圾，如灰土、砖瓦和陶器等。

图 1-3-2 生活垃圾分类标志及说明

二、垃圾资源的再生利用

垃圾的再生利用是垃圾资源化的最佳途径，主要包括以下几个方面：直接回收利用，如重新使用啤酒瓶等玻璃容器；循环利用，如利用废纸为原料造纸、利用废塑料为原料制造塑料制品或其他产品等；综合利用，如利用垃圾中的有机物进行垃圾堆肥，利用垃圾中的可燃性物质燃烧产生热能实现供热、供电等。

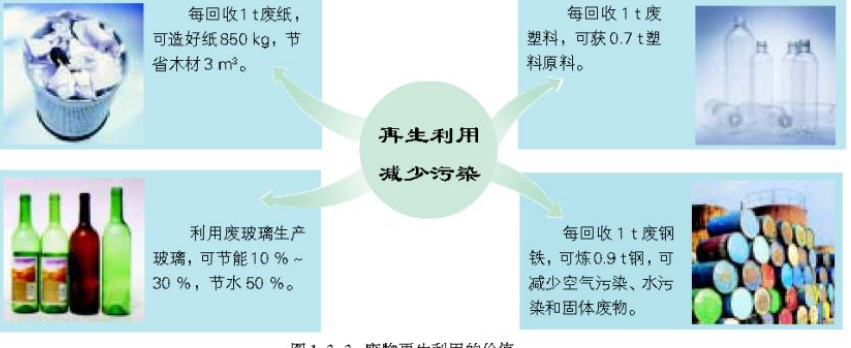


图 1-3-3 废物再生利用的价值

废塑料、废橡胶等废合成材料的利用主要有以下三个方面。

1. 直接用做材料

把各种废塑料按化学成分进行分类。为了分类方便，对各种塑料产品标注化学成分。对于热塑性塑料如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等可加入适当添加剂，加热软化重新制成塑料桶、塑料鞋底、管材及塑料包装袋等，还可以用于生产塑木复合材料。热固性塑料经粉碎，可用做复合材料的填料。

资料在线

塑木复合材料

塑木复合材料是用木纤维（如废木粉、刨花、锯末等）或植物纤维（如稻秆、花生壳、椰子壳、甘蔗渣等）填充、增强的改性热塑性材料，兼有木材和塑料的性能，经挤或压制成型材或板材，替代木材或塑料。

塑木复合材料的使用可合理地利用地球上的有限资源，减少木材用量，保护森林，保护环境。回收再利用旧木材和塑料，是变废为宝、使有限资源得到综合利用的有效途径。

2. 循环再生

塑料、合成橡胶、合成纤维等合成高分子材料都是用小分子物质经过聚合反应制成的。在一定条件下，这些高分子材料又能解聚成小分子物质，这样就能使这些材料得到循环利用。

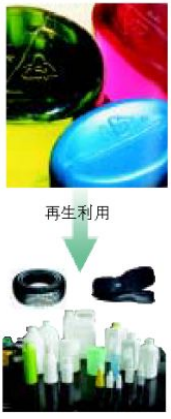
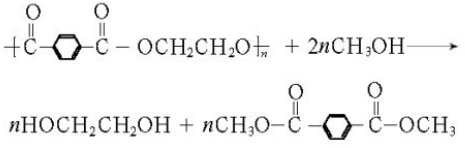


图1-3-4 高分子材料的循环再生

例如，有机玻璃（聚甲基丙烯酸甲酯）可热解成甲基丙烯酸甲酯，得到的甲基丙烯酸甲酯又可用于制造新的有机玻璃等；聚苯乙烯塑料用氧化钡处理，能分解成苯乙烯，得到的苯乙烯又可用于制造新的聚苯乙烯塑料等；聚对苯二甲酸乙二酯能与甲醇反应生成乙二醇和对苯二甲酸二甲酯，化学方程式为：



$$+\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_2CH_2O+_n + 2nCH_3OH \longrightarrow$$

$$nHOCH_2CH_2OH + nCH_3O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OCH_3$$

此反应的生成物既能用做合成聚酯的原料，也可用于生产其他高分子化合物。

3. 制成燃油和燃气

将塑料催化裂解可以制得柴油、煤油、汽油及可燃气体等，也可将废塑料热解制取氢气和分子中含1～4个碳原子的烃，所得气体可用做气体燃料。

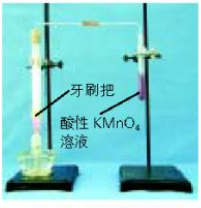


图1-3-5 塑料的热解

动手空间

塑料的热解

取一段废旧透明牙刷把（主要成分为聚苯乙烯），放入一支带导管的大试管中，加热，观察塑料软化和熔化的情况，并将分解产物通入酸性 $KMnO_4$ 溶液，观察溶液退色现象。

三、垃圾的无害化处理

垃圾的资源化是随着科技的进步而发展的。对没有回收利用价值的垃圾或一时不能进行回收的垃圾，应进行无害化处理如卫生填埋、焚烧和堆肥等。

卫生填埋 我国卫生填埋场填埋垃圾是按照国家标准进行的工程化的、规模化的、具有环境保护措施的垃圾处理方式。垃圾填埋要防止对土壤、地下水和空气造成污染，因此现代化的填埋场都设有各种衬层、导流管、导气管等设施，并在填埋场封场后，表层实行绿化。图1-3-6是一个现代化垃圾填埋场内部构造的示意图。

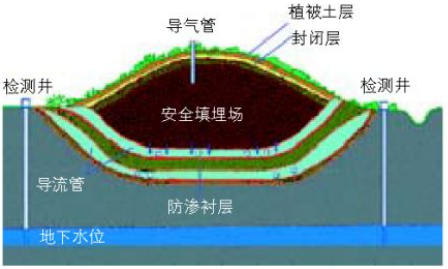


图 1-3-6 垃圾填埋场内部构造示意图

焚烧 焚烧是利用高温将垃圾中的有机物彻底氧化分解而最大程度地减少垃圾的最终处置数量的方法。焚烧垃圾时，垃圾中的细菌、病毒被彻底消灭，恶臭气体被高温分解，可以快速地使垃圾达到无害化。另外，焚烧还能回收热量。

堆肥 堆肥是利用微生物分解垃圾中有机成分的生化过程，它适用于可生物降解的有机物含量大于40 %的垃圾的处理，故堆肥仅是垃圾中有机成分的最终处理技术，而不是全部垃圾的最终处理技术。这种垃圾处理技术必须以垃圾分类为前提。因为从垃圾处理和利用角度看，未经分类的垃圾成分相当复杂，仅靠机械筛分，许多有害物质就会随着堆肥产品进入土壤，造成二次污染。



图 1-3-7 垃圾处理和利用

资料在线

汞（Hg）

土壤中的汞有无机态与有机态两种存在形态。这两种形态的汞在一定条件下能互相转化。无机态汞主要有硫酸汞、氯化汞、氧化汞，它们在土壤中的迁移转化能力弱，但在土壤微生物的作用下，无机态汞可转化为有机态汞——甲基汞，对生物体造成危害。

拓展视野

废旧电池的特殊处理

对人体健康和生态环境危害较大的废电池主要有含汞电池（主要是氧化汞电池）、含铅电池（主要是铅酸蓄电池）、含镉电池（主要是镉镍电池）。混入生活垃圾的废旧电池会对环境造成污染。填埋时，废旧电池中的重金属会通过渗滤作用污染水体和土壤。有关资料显示，一粒锌汞纽扣电池可使600 t水（相当于一个人一生的饮水量）受到污染。焚烧时，废旧电池在高温下腐蚀设备，某些重金属在焚烧炉中挥发，通过飞灰造成大气污染。

事实上，废旧电池中有大量可再生利用的重金属等物质。例如，铅酸电池的回收利用就是以废铅的再生利用为主的。所以，我们不应该将废旧电池随意扔掉，而应该积极进行废旧电池的单独回收。



图 1-3-8 废电池回收箱

生活指南

我们可以采取的行动（6R）

抵制（Reject）—— 不买难以回收或易造成浪费的产品。
减少（Reduce）—— 减少使用不必要的塑料制品。
重复使用（Reuse）—— 以可重复使用的物品替代一次性物品。
修复（Repair）—— 修复损坏的物品，而不换新的。
回收（Recycle）—— 将废旧塑料、废纸等送到回收站，重新制成新产品。
响应（React）—— 购买用回收材料制成的产品。

学以致用

你已经对垃圾分类回收的意义有了深刻的理解，现在请你设计一项能够帮助人们增强削减垃圾量意识的宣传活动，或者开展下面所列的一项活动。

1. 在校报或校内其他宣传品上开辟专栏，宣传可以在学校里和家里削减垃圾量的一些措施。
2. 在学校里筹办一次艺术展览，展出用回收的材料制作的小工艺品。
3. 向有关部门提出改进包装等从源头削减垃圾量的建议。

主题 2

摄取益于健康的食物

课题 1 食物中的营养素

课题 2 平衡膳食

课题 3 我们需要食品添加剂吗

课题 4 保健食品



课题 1　食物中的营养素

交流 · 研讨

人为什么要吃粮食、蔬菜、肉、蛋、奶、水果等食物？这些食物都含有哪些营养成分？它们对人体健康有什么重要作用？

图 2 1 1所列各种食物的主要营养成分是什么？找出每种食物含有的两种主要营养成分，分别用短线将它们与相应的食物连接起来。



图 2 1 1 食物及其营养成分

一、为什么要吃粮食

在我国，人们一日三餐大多以大米、面粉等制作的食物为主食。人为什么要吃这些谷类食物呢？因为它们的主要成分是淀粉（starch）。大米含淀粉 80 % 左右，小麦含淀粉 70 % 左右，其他谷类如小米、玉米等淀粉含量也都在 60 % ~ 70 % 之间。那么，淀粉对人体健康有什么作用呢？



图 2 1 2 谷类食物

淀粉[$(C_6H_{10}O_5)_n$]是由葡萄糖聚合而成的高分子化合物。食物进入口腔以后，在唾液淀粉酶的作用下，一小部分淀粉先水解为糊精[$(C_6H_{10}O_5)_x$]，再进一步水解为麦芽糖（$C_{12}H_{22}O_{11}$）。

$$2(C_6H_{10}O_5)_n + n\,H_2O \xrightarrow{\text{淀粉酶}} n\,C_{12}H_{22}O_{11}$$
淀粉　　麦芽糖

食物进入消化道以后，在胰液淀粉酶的作用下，在口腔里没有被水

解的淀粉继续水解，生成的麦芽糖在麦芽糖酶的催化作用下，又进一步水解为葡萄糖。

$$\underset{\text{麦芽糖}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{麦芽糖酶}} 2\underset{\text{葡萄糖}}{C_6H_{12}O_6}$$

动手空间

模拟生物体中淀粉的酶水解

1. 在两支试管中分别加入 0.1 g 可溶性淀粉，再各加入 5 mL 蒸馏水，搅拌均匀。

2. 向第一支试管中加入少量唾液，搅拌 3～4 min，在 40 ℃的温水中放置 15 min；对第二支试管中的淀粉溶液不做任何处理。

3. 向步骤2的两支试管中各加碘水数滴，对比观察两支试管中的现象有什么不同。

思考：为什么馒头在嘴里越嚼越甜？

由淀粉水解生成的葡萄糖，绝大多数通过氧化反应为人体提供热能。

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow{\text{氧化酶}} 6H_2O + 6CO_2$$

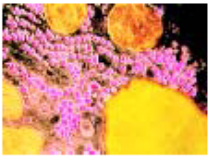


图2 1 3 肝细胞中作为能量储备的糖元（中间小粒）

1 g 葡萄糖在人体内氧化约产生 16.7 kJ 的热能。一般来说，人体所需热能的 60 %～70 % 来自葡萄糖的氧化。还有一部分葡萄糖转化为糖元，以能源的形式储备起来。此外，少量葡萄糖参与机体的构成或发挥其他生理功能。这就是每日三餐需要吃含淀粉食物的原因。

人体的代谢过程对热能的需求是一定的，因此每个人对糖类物质的摄入量也应保持一定的水平。如果淀粉摄入不足，就会动用体内储备的脂肪、蛋白质，以满足机体对热能的需要。相反，如果淀粉摄入过多，多余的淀粉就会在酶的催化作用下转化为脂肪储存于皮下，所以摄入过多的淀粉容易发胖。

二、不吃油脂行不行

烹调菜肴常用的油脂（oil and fat）包括动物脂肪和植物油。油脂的主要成分是高级脂肪酸甘油酯，其结构可表示为：

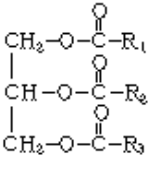



图2 1 4 动物脂肪和植物油

结构简式中的R_1、R_2、R_3代表饱和烃基或不饱和烃基(含碳碳双键),在天然油脂中R_1、R_2、R_3一般不相同。

由于高级脂肪酸甘油酯的烃基有的是饱和的,有的是不饱和的,所以不同的油脂性质也有所不同。例如,多数动物脂肪因饱和脂肪酸甘油酯含量高而在常温下呈固态;花生油、豆油、芝麻油等植物油因不饱和脂肪酸甘油酯含量高而在常温下呈液态。

食物中的油脂在代谢过程中,首先水解为高级脂肪酸和丙三醇(甘油)。高级脂肪酸在氧化酶的作用下,发生氧化反应生成二氧化碳和水,同时释放热能。例如:

$$\underset{\text{油酸}}{2C_{17}H_{33}COOH} + 51O_2 \xrightarrow{\text{氧化酶}} 34H_2O + 36CO_2$$

油脂水解生成的丙三醇氧化也能产生热能。

每克脂肪在人体内氧化约产生37.7 kJ热能,是等量蛋白质或糖类物质产生的热能的2倍多。一般来说,人体所需热能的20 %~25 %是由油脂提供的。

油脂在人体内的生理功能如图2 1 5所示。

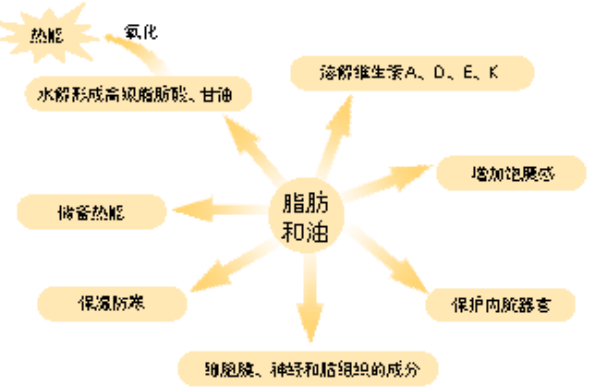


图2 1 5 油脂的生理功能

交流·研讨

1. 在我们摄入的食物中,油脂过多或过少可能产生哪些不良影响?
2. 为什么提倡适当多吃植物油、少吃动物油?

油脂的品种很多，吃哪一种更有利于健康呢？营养学家研究证明，最好选择水解产物富含不饱和高级脂肪酸特别是必需脂肪酸的植物油。什么是必需脂肪酸呢？人体生长不可缺少而体内又不能合成、必需从食物中获取的脂肪酸，称为必需脂肪酸。它们分别是：

亚油酸［十八碳二烯酸，$CH_3(CH_2)_3(CH_2CH{=}CH)_2(CH_2)_7COOH$］

亚麻酸［十八碳三烯酸，$CH_3(CH_2CH{=}CH)_3(CH_2)_7COOH$］

花生四烯酸[二十碳四烯酸，$CH_3(CH_2)_3(CH_2CH{=}CH)_4(CH_2)_3COOH$]

例如，缺乏亚油酸，会导致身体发育不良。人们还常用亚油酸治疗高血脂症和动脉硬化等。

资料在线

为何不食数入过多的动物脂肪

摄入动物脂肪过多，体内多余的脂肪水解成的饱和高级脂肪酸会导致人体发胖，使血液中胆固醇和低密度脂蛋白含量增加，并增加血小板的血栓性，容易引发高血压、高血脂、心脑血管疾病及糖尿病。而不饱和高级脂肪酸能降低血液中胆固醇和低密度脂蛋白的含量，从而减少心血管疾病发生的几率。

三、人必须吃含蛋白质的食物吗

蛋白质（protein）是构成人体的基础物质，肌肉、血液、内脏、神经、毛发以及体内各种酶、抗体等都含有蛋白质。那么，构成人体的蛋白质是怎样由食物中的蛋白质转化而成的呢？

动手空间

模拟蛋白质在人体中的消化过程

1. 取少量鸡蛋清放入烧杯中，加入少量食盐水，再加适量沸水，形成乳白色蛋花液。

2. 将3片胃蛋白酶药片剥去糖衣，研成粉末溶解于30 mL水中，滴加2～3滴醋酸。

3. 在大试管中加入10 mL蛋花液，再加入10 mL胃蛋白酶溶液，混合均匀后置于37 ℃～40 ℃的温水中，20 min后观察有何现象发生，并分析其原因。

食物中的蛋白质，在体内胃蛋白酶和胰蛋白酶的作用下发生水解，最终产物是氨基酸。

氨基酸是羧酸分子中烃基上的氢原子被氨基($-NH_2$)取代的产物。组成天然蛋白质的氨基酸分子中，氨基连接在与羧基（$-COOH$）相邻的碳原子上，因而称为α 氨基酸，其结构可表示为 $R-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{C}}H-COOH$。最简单的氨基酸是甘氨酸，结构简式为 H_2N-CH_2-COOH。多数氨基酸接近中性，但也有呈酸性或碱性的，如谷氨酸($HOOC-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{C}}H-COOH$)呈酸性，赖氨酸［$H_3N-(CH_2)_4-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{C}}H-COOH$］呈碱性。

知识支持

氨基和羧基

氨分子（NH_3）去掉一个氢原子后剩余的原子团（$-NH_2$）叫做氨基，氨基能使有机化合物显碱性。

由羰基（$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$）和羟基（$-OH$）组成的原子团叫做羧基（$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ 或 $-COOH$）。羧基是羧酸的官能团，羧基能使有机化合物显酸性。

羧酸

其分子由烃基（R–）和羧基（–COOH）组成的有机化合物称为羧酸，其结构可表示为 R–COOH。乙酸、硬脂酸、亚麻酸等都属于羧酸。

肽键

一个氨基酸分子中的羧基（$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$）与另一个氨基酸分子中的氨基（$-NH_2$）脱去一分子水所形成的键（$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{H}{\underset{|}{N}}-$）称为肽键。肽键使许多相同的或不同的氨基酸分子连接起来形成多肽或蛋白质。

氨基酸在酶的作用下，一个分子中的氨基与另一个分子中的羧基脱去一个水分子通过肽键连接起来，生成二肽。

$$H_2N-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H_2N-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \xrightarrow{酶} H_2N-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{\underset{H}{|}}{N}-\underset{\underset{R}{|}}{CH}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + H_2O$$

肽键

资料在线

必需氨基酸

成年人需要的必需氨基酸包括缬氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、赖氨酸、蛋氨酸、色氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸。儿童需要的必需氨基酸除上述八种外，还有组氨酸和精氨酸。

二肽分子的两端还有氨基和羧基，所以仍能与氨基酸分子缩合生成三肽、四肽、五肽，以至形成由十几个到几千个氨基酸分子构成的多肽。一般将所含氨基酸分子多于50个的多肽称为蛋白质。食物中的蛋白质在人体内就是先水解生成氨基酸，再缩合成机体的蛋白质的。

构成人体蛋白质的氨基酸有20多种，而且人体对各种氨基酸所需要的数量有一定比例。其中，有八种氨基酸不能在人体内合成，必须由食物供给，所以称它们为必需氨基酸。

氨基酸不仅能合成人体生长发育所需要的各种蛋白质，还能合成机体在新陈代谢过程需要更新的细胞（约3%）中的蛋白质，所以蛋白质的主要功能是构成机体和修复组织。进入人体内的一部分蛋白质参与生物氧化反应，释放出热能。1 g蛋白质在体内氧化时可产生约16.7 kJ热能。

一般来说，人体所需的热能约有10%～15%来自蛋白质氧化。

为了满足机体生长发育的需要，并为代谢过程提供热能，每天最好摄入足量的富含人体所需要的八种必需氨基酸的肉、鱼、蛋、奶及豆制品等食物。

四、缺乏维生素对身体有什么影响

联想·质疑

几百年前，远洋轮船上没有冷藏设备，船员们只能吃面包、饼干、咸肉等食物，几个月甚至一两年吃不上新鲜蔬菜和水果。航行期间船员们经常病倒，症状是脸色暗黑、牙龈不断渗血、浑身出现青斑，许多船员甚至因此而死亡。探险家哥伦布的船队在航行途中也有船员患上这种病。患病的船员留在了途经的一个荒岛上，他们采摘红红绿绿的野果调节口味并用以充饥。过了几日，奇迹出现了，这些船员不但没有死去，反而恢复了健康。

你知道船员们患的是什么病吗？野果为什么能使他们恢复健康呢？

医学科学家们研究发现，食物中除糖类、脂肪、蛋白质外，还有一类物质与人体健康有着密切关系，它们就是维生素（vitamin）。哥伦布船队的船员患的是坏血病。患病的海员们吃了野果就能恢复健康，就是由于水果中含有能治疗坏血病的抗坏血酸即维生素C的缘故。维生素C是六碳糖的衍生物，它的结构简式为：

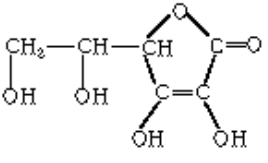




图2-16 富含维生素C的几种食物

坏血病的病因是血管内壁的胶原蛋白难以形成，所以容易出血。维生素C能促进胶原蛋白形成，所以能防治坏血病。维生素C还可以促进外伤愈合，改善铁和钙的吸收利用，降低血液中胆固醇含量，清除导致机体衰老的自由基，增强机体的免疫力和抗癌能力，所以它是与人体生命活动息息相关、维护人类健康必不可少的物质。当然，维生素C也不必多吃，每人每天摄入100 mg左右就能满足需要。

动手空间

知识支撑

维生素C的还原性

维生素C具有较强的还原性，能将I_2还原为I^-，将Fe^{3+}还原为Fe^{2+}。

探究维生素C的还原性

1. 取一片维生素C药片（维生素C含量为100 mg），研碎后放入大试管中，加入20 mL蒸馏水并用玻璃棒搅拌使其充分溶解，静置试管。

2. 取两支试管，在一支试管中加入2 mL 2 %淀粉溶液，再滴加2滴碘水并振荡；在另一支试管中加入2 mL棕黄色$FeCl_3$溶液。

3. 用胶头滴管吸取维生素C的澄清溶液分别逐滴滴入上述两试管中，边滴边振荡，观察两试管中溶液颜色的变化情况。

维生素C具有较强的还原能力，容易被氧化。

交流·研讨

为了减少蔬菜在加工、烹调过程中维生素C的损失，根据维生素C的下列特性，应采取哪些有效措施？

- 易溶于水。
- 易被氧化，特别是在有Cu^{2+}等存在时更易被氧化。
- 在碱性环境（pH > 7.6）中，易氧化分解。
- 不耐热，在加热烹调时易分解。
- 一些蔬菜（如黄瓜、白菜）中的含有Cu^{2+}的酶，能促使维生素C氧化，但这些酶比维生素C更不耐热。



图2 1 7 几种维生素片

维生素大家族除了维生素C外还有很多种，它们的分子结构和化学性质差异很大，一般按其溶解性分为脂溶性和水溶性两大类。重要的维生素的分类、名称、功能见表2 1 1。

表2 1 1　　重要的维生素及其功能一览表

分类	名 称	功 能
脂溶性维生素	VA（视黄醇）	防治干眼病、夜盲症、视神经萎缩，促进生长
	VD（抗佝偻病维生素）	调节钙、磷代谢，预防佝偻病和软骨病
	VE（生育酚）	预防不育症和习惯性流产，做抗氧化剂
	VK（凝血维生素）	促进血液凝固
水溶性维生素	VB_1（硫胺素）	抗神经炎，预防脚气病
	VB_2（核黄素）	预防舌炎及口角炎，促进生长
	VB_5（泛酸）	组成辅酶A
	VB_6（吡哆醇）	预防皮炎，参与氨基酸代谢
	VB_7（生物素）	预防皮肤病，促进脂类代谢

续表

分类	名 称	功 能
水溶性维生素	VB_{12}（钴胺素）	预防和治疗恶性贫血
	VPP（烟酰胺、烟酸）	预防癞皮病
	VBc（叶酸）	预防恶性贫血和神经组织畸形
	VC（抗坏血酸）	防治坏血病，促进外伤愈合，增加抵抗力，促进胆固醇代谢及铁的吸收

除了维生素D在太阳光照射下能在人体内合成、维生素A能由摄入的β－胡萝卜素转化而来以外，人体需要的其他维生素都必须从食物中摄取。自然界里没有任何一种食物能同时满足人体对各种维生素的需要，因此我们应使食物品种多样化，食用各种富含维生素的食物并合理地加工、烹调。

五、为什么不可一日无盐

俗语说：人不可一日无盐。你知道烹调菜肴时为什么要加食盐吗？为什么在炎热的夏季，运动员和重体力劳动者大量出汗后要及时补充盐分？为什么给某些病人输液时要用生理盐水？

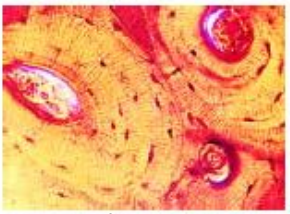
食盐（NaCl）进入人体以后，电离出Na^+和Cl^-。Na^+和Cl^-是细胞外液中的主要阳离子和阴离子，对维持细胞外液的渗透压和酸碱平衡，保持体液平衡具有重要作用。Cl^-还是合成胃酸的原料。一旦体内的食盐摄入量不足、排出量过多或者蓄积过量时，就会导致体液的平衡失调，引起一些疾病。

人体内不仅需要Na^+和Cl^-，还需要其他几十种元素。习惯上把除碳、氢、氧、氮以外的其他元素统称为矿物质（minerals）或矿物元素。其中，在人体内的含量超过人体总重量0.01%的元素，称为常量元素，如钠、钾、钙、镁、磷等；含量在人体总重

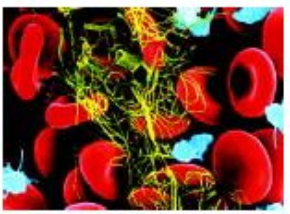
资料在线

人体内矿物元素的富集情况

大脑	P，V，Na，K，Zn
头发	Al，As，V，Fe，Zn
牙组织	Ca，P，F，Si
胃肠	Ca，S，P，Mg，Si
肌肉	Li，Mg，K，Zn，Br
血液	Fe，Na，Co，Ca，K
眼液	Na，K，Zn
消化液	Na，Cl，K
肝脏	Li，Se，Mo，Zn，Ca，Mg，K，Cu，Fe
肾脏	Li，Se，Ca，Mg，K，Mo，Cd，Hg，Zn



钙和磷是构成骨骼的主要元素（图中骨的截面中心为磷酸钙）



铁是构成人体血红蛋白的重要元素

图2-18 某些元素在人体中的存在

量的0.01％以下的元素，称为微量元素，如铁、锌、氟、硒、碘等。

微量元素的含量虽然很少，作用却不可忽视。以碘为例，成年人体内碘的含量为25～50 mg，在甲状腺中蓄积最多，它参与甲状腺素的合成。甲状腺素能促进体内的氧化作用，促进三大供热营养素的合成与分解，参与体内热能调节，促进机体生长发育。幼儿缺碘易患呆小症，成人缺碘可引起甲状腺肿（大脖子病）。

拓展视野

酶中的金属离子

微量元素是许多酶的重要成分。据统计，在人体内的2 000多种酶中，约有1/4的酶的活性与金属离子有关。

人体的代谢过程离不开酶，许多酶蛋白与金属离子结合才具有活性，如运送氧气的氧载体中的Fe^{2+}、保护机体免遭损伤的超氧化物歧化酶中的Cu^{2+}、输出二氧化碳的碳酸酐酶中的Zn^{2+}离子、合成脱氧核糖核酸的核苷酸还原酶中的Co^{2+}等。

活动·探究

加碘食盐中碘元素的检测

据统计，我国沿海地区的居民由于经常吃含碘的海带、紫菜、鲜海鱼、蛤干、海参等，体内不缺碘，而其他地区的居民普遍缺碘。为此，我国政府规定，市场供应的食盐必须是加碘食盐，即在食盐中加入少量的碘酸钾。如何用实验证明所购买的食盐是加碘食盐呢？

你的试剂和仪器：

你的实验步骤和实验记录：

知识支持

IO_3^-与I^-的反应

IO_3^-在酸性条件下可与I^-发生以下反应：

$5I^-+IO_3^-+6H^+=3I_2+3H_2O$

食物中含有的营养成分通常被称为营养素。长期以来，人们一直认为蛋白质、油脂、糖类、维生素、矿物质和水是维持人类生命活动不可

缺少的六种营养素，后来有些营养学专家建议将膳食纤维（dietary fiber）也看做一种营养素。存在于豆类、谷类、水果、蔬菜等食物中的膳食纤维，主要成分为纤维素、半纤维素、果胶和木质素，它们属于多糖。由于人体内没有能使它们水解为单糖的酶，所以它们不能被人体消化吸收。但是，它们是人体中的“清道夫”，能促进肠蠕动，防止便秘，降低血胆固醇水平，降低龋齿和牙周病的发病率，减少能量过量摄入。



图2 1 9 富含膳食纤维的食物

各类营养素的功能，可用图2 1 10表示。

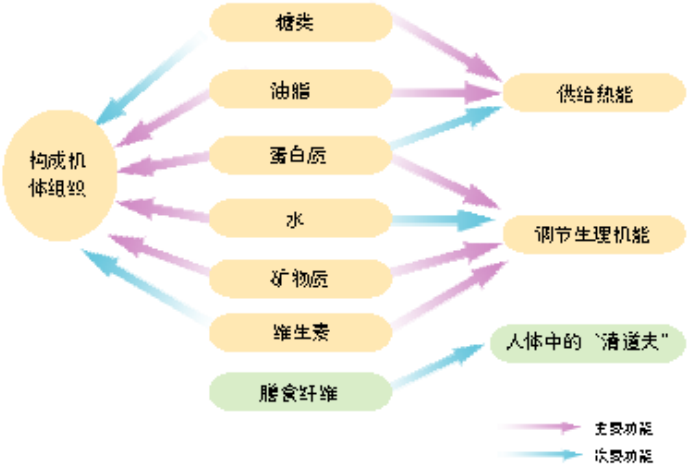


图2 1 10 营养素的功能

学以致用

1. 请几位同学分别扮演蛋白质、油脂、糖类、维生素、矿物质、水和膳食纤维，各自表白自己在维持人类生命活动中的重要作用。

2. 结合化学必修课程中的相关内容，归纳总结糖类、油脂、蛋白质的组成、结构及其性质，查找有关资料了解它们在人类生产和生活领域中的应用。

课题 2　平衡膳食



图 2 2 1 各种食物

联想 · 质疑

大家已经了解了人体需要的营养素，也知道了这些营养素存在于谷类、肉、蛋、奶、蔬菜、水果等多种多样的食物中。为了保持身体健康，人们不仅要摄入食物，还必须注意平衡膳食。要做到膳食平衡，应该如何决定摄入食物的种类和数量呢？

一、探索膳食结构

膳食结构是人们摄入的食物种类及其数量的相对构成。不同地区、不同季节，人们所摄入的食物种类有所不同，所以具体的膳食结构也有所差异。

交流 · 研讨

列出你平时的早餐、午餐和晚餐食物。这些食物可以归为哪几个类别？例如，米饭、面包都属于谷类，白菜属于蔬菜类，苹果属于水果类。合计一下你对每类食物的摄入量是多少（单位：g），并由多到少排序。在此基础上绘出自己的饮食结构图，在图中标明食物类别和总摄入量，并按摄入量由下至上依次减少的顺序排列。

你的饮食结构图：

与同学们讨论下列问题：

1. 食物可分为哪几个类别？这样分类的依据是什么？

2. 各类食物是否可以互相代替？为什么？

3. 每个人摄入的谷类总质量相同吗？如果不同，可能的原因是什么？

将自己的饮食结构图与中国居民平衡膳食宝塔（图 2 2 2）进行比较，你有什么发现？提出自己关心的问题。

现在，人们可选择的食物十分丰富，但偏食挑食可能会导致某些营养素不足而另一些营养素过剩。

为了提供全面、充足的营养，必须使所摄入的食物中含有的营养素种类齐全、数量充足、比例适当且与人体的需要保持平衡。中国营养学会推荐的我国居民平衡膳食宝塔是这方面的一个图解式指南。

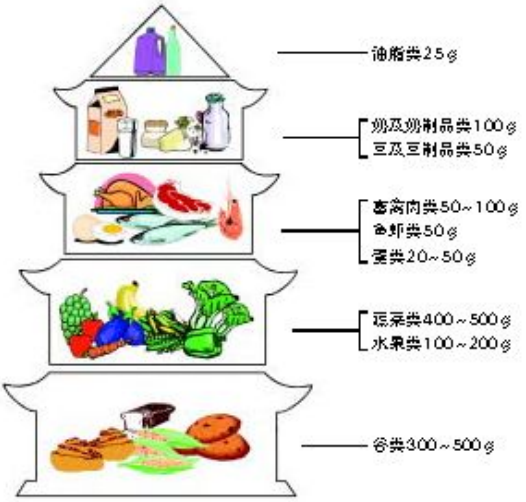


图2 2 2 我国居民平衡膳食宝塔（每人每日建议摄入量）

资料在线

青少年营养状况调查

第二次全国营养调查资料表明，我国儿童蛋白质、钙、铁、锌及维生素A等营养素的供给明显不足，使得他们的生长发育达不到正常标准，此外，也存在着某些营养素过剩的现象。我国于1985－1995年对青少年学生生长发育与营养状况进行了10年的动态调查，结果显示，7－18岁的男女生体重超重者和肥胖者的比例都有所增加。

二、认识平衡膳食宝塔

平衡膳食宝塔不仅说明了人们所需食物的种类，还指出了各类食物的每人每日建议摄入量。应该如何理解这些内容呢？

人体需要的营养素存在于不同的食物中

不同种类的食物提供的主要营养素不同。例如，谷类是糖类、维生素B的主要来源；畜禽肉、鱼虾、蛋类、奶类和豆类能提供优质蛋白质；蔬菜类和水果类是某些维生素、无机盐和膳食纤维的主要来源，水果还能提供一些利于食物消化的有机酸；油脂主要提供脂肪，特别是必需高级脂肪酸。总之，没有任何一种食物能满足人体对各种营养素的需要，某一类食物也不能完全代替另一类食物。

活动·探究

水果中维生素C含量的比较



维生素C的主要来源是新鲜水果和绿色蔬菜。各种水果、蔬菜中维生素C的含量一样吗？

参考下列实验步骤进行实验，比较不同水果中维生素C的含量。

实验步骤：

1. 称取一种水果（如橘子）50 g，切成小块，置于研钵中捣碎，移入烧杯中，加入适量蒸馏水溶解。用纱布将果汁挤入烧杯A中，再溶解滤渣并过滤2～3次，所得滤液一并倒入烧杯A中。

2. 选取另一种水果（如猕猴桃），重复步骤1的操作，并将盛放滤液的烧杯标记为B。

3. 用蒸馏水将烧杯A和B中滤液的体积调整到相同。

4. 取两个锥形瓶，均加入10滴碘水和3滴淀粉溶液，加适量蒸馏水稀释。用胶头滴管取烧杯A和B中滤液，分别逐滴滴入两锥形瓶中。当溶液恰好由蓝色变为无色时，记录消耗的两种滤液的体积（滴数）。

5. 比较两种水果中维生素C含量的相对大小。



图2 2 3 橘子和猕猴桃中维生素C含量的比较

同种营养素在不同食物中的含量不同

我们知道，蔬菜、水果比其他食物能提供更多的维生素。这说明不同食物所含的营养素不但种类不同，而且每一种营养素的含量也不相同。

资料在线

表2 2 1 部分营养素在不同食物中的平均含量（每100 g）

营养素＼食物	大米	小麦粉	牛奶	鸡蛋	猪肉(瘦)	草鱼	小白菜	牛肉	苹果	花生油	菜子油
蛋白质（g）	7.4	11.2	3.0	12.7	20.3	16.6	1.5	20.2	0.2	0	0
油脂（g）	0.8	1.5	3.2	9.0	6.2	5.2	0.3	2.3	0.2	100	100
糖类（g）	77.2	71.5	3.4	1.5	1.5	0	1.6	1.2	12.3	0	0
维生素B_1（mg）	0.11	0.28	0.03	0.09	0.54	0.04	0.02	0.07	0.06	0	0
维生素C（mg）	0	0	1	0	0	0	28	0	4	0	0

续表

营养素 \ 食物	大米	小麦粉	牛奶	鸡蛋	猪肉(瘦)	草鱼	小白菜	牛肉	苹果	花生油	菜子油
钙(mg)	13	31	104	48	6	38	90	9	4	12	9
铁(mg)	2.3	3.5	0.3	2.0	3.0	0.8	1.9	2.8	0.6	2.9	3.7
锌(mg)	1.7	1.64	0.4	1.0	3.0	0.9	0.51	3.71	0.2	8.5	0.6

不同食物的营养价值有所不同，人们应当根据各种食物的营养价值合理地选用它们。通常应选择含营养素种类多、营养素含量丰富且容易被人体消化吸收和利用的食物，还要注意各种食物比例适宜，以获取全面、充足的营养。例如，多吃奶制品、豆制品、鱼虾等以摄入足量的钙，食用海带等海产品以补充碘。

表2-2-2　含某种营养素较多的食物

营养素		营养素含量较多的食物
蛋白质		鸡蛋，奶，鱼，肉及各种动物内脏
油脂		动植物油
维生素	维生素A	鱼肝油，动物肝脏，蛋黄，乳汁，绿叶蔬菜
	维生素D	鱼肝油，动物肝脏，蛋黄，牛奶
	维生素B_1	谷物外皮及胚芽，豆类，瘦肉
	维生素B_2	动物肝脏，蛋黄，黄豆，绿叶蔬菜
	维生素B_3	谷类，花生，肉类
	维生素C	猕猴桃，西红柿，菠菜，青椒，柑橘，鲜枣，草莓，山楂
矿物质	钙	奶及奶制品，虾皮，骨汤，豆类，芝麻，绿叶蔬菜
	铁	动物肝脏和血液，肉类，鱼类，豆类，黑木耳
	碘	海带、紫菜等海产品
	锌	贝壳类，肉类，蛋类，豆类，坚果类

资料在线

平衡膳食中的营养素平衡

营养素平衡包括蛋白质、油脂和糖类三大热能营养素的平衡，蛋白质中必需氨基酸和非必需氨基酸的平衡，不饱和高级脂肪酸和饱和高级脂肪酸的平衡，矿物元素之间的平衡，维生素和其他营养素之间的平衡。

人体每日需要多少营养素

人体营养素的供给和消耗有一个动态平衡，所以人体每天需要的营养素的量是相对稳定的。从表2-2-3《中国居民膳食营养素参考摄入量》可以看出，由于年龄、性别、体重和活动量差异较大，不同个体需要的营养素的量不同。

表2 2 3　　中国居民膳食营养素参考摄入量（部分）

类别		平均体重（kg）	能量（kJ）	维生素A（μg）	维生素D（μg）	维生素B_1（mg）	维生素C（mg）	钙（mg）	铁（mg）	锌（mg）
少年		54.2（男） 48.3（女）	11 700（男） 10 000（女）	800	5	1.8（男） 1.6（女）	60	1 000	15（男） 20（女）	15
成年	轻劳动	63（男） 53（女）	10 900（男） 9 600（女）	800	5	1.3（男） 1.2（女）	60	800	12（男） 18（女）	15
	重劳动	63（男） 53（女）	14 200（男） 12 600（女）	800	5	1.7（男） 1.6（女）	60	800	12（男） 18（女）	15

三、编制食谱

色、香、味俱全的食物能引起人们的食欲，供给人体所需的营养素。人们可以按照平衡膳食的要求，编制一日三餐的食谱，做到合理膳食。下面介绍一种营养学中确定食谱的方法。

1. 确定人体每日各营养素的需要量

食物中的营养素分为热能营养素和非热能营养素两类。糖类、油脂和蛋白质是人体的三大热能营养素，它们的需要量与人体每日热能需要量密切相关。每克糖类、油脂和蛋白质在体内氧化产生的热能分别约为16.7 kJ、37.7 kJ、16.7 kJ。通常认为，糖类、油脂和蛋白质三者供给热能的比例分别占总热量的60 %～70 %、20 %～25 % 和10 %～15 % 比较合理。另外，根据人们的年龄、性别和活动量等情况，查表2 2 3可以确定每日热能需要量。

设某人每日所需要的热量为Q，换算成所需糖类、油脂和蛋白质的质量范围分别为：

糖类摄入量（g）＝Q×（60 %～70 %）÷16.7 kJ·g^{-1}

脂肪摄入量（g）＝Q×（20 %～25 %）÷37.7 kJ·g^{-1}

蛋白质摄入量（g）＝Q×（10 %～15 %）÷16.7 kJ·g^{-1}

表2 2 3也列出了根据人们的年龄、性别和活动量确定的部分维生素和矿物质的需要量。

2. 确定具体食物的摄入量

根据平衡膳食的要求，可以按照表2 2 1各种食物中营养素的含量，将营养素换算成所需食物的质量，并参照中国居民平衡膳食宝塔进行调整和优化。由于每一种食物含有多种营养素，每种营养素又存在于多种食物中，因此对营养素的摄取应进行综合考虑。例如，肉、蛋、奶、鱼、

大米、面粉以及蔬菜都含有蛋白质，如果一天需要摄入50 g蛋白质的话，不仅要考虑从瘦肉中摄取的量，还要考虑从其他食物中摄取的量。此外，由于季节不同，人们饮食习惯不同，食谱中的食物可以在各种谷类之间、蔬菜之间、水果之间、肉鱼禽蛋之间、豆制品之间按营养价值相同的原则代换。

交流·研讨

一名17岁男高中生某日的食谱如下：

早餐：牛奶，小笼包（约100 g）。

午餐：红烧鱼，清炒小白菜，两碗大米饭（约200 g），一个苹果。

晚餐：红烧牛肉，炒肉丝，煎蛋，两碗大米饭（约200 g），一个苹果。

参照表2-2-1中的有关数据，试将该同学一日三餐摄入各种食物的质量（见下表）换算成各种营养素的质量并填入下表，运用平衡膳食宝塔和表2-2-3的有关数据评价这份食谱是否合理。

食物	食量（g）	营养素						
		蛋白质（g）	脂肪（g）	糖类（g）	维生素C（mg）	钙（mg）	铁（mg）	锌（mg）
牛奶	250							
小麦粉	50							
大米	400							
猪肉	50							
鱼肉	150							
牛肉	50							
鸡蛋	50							
小白菜	250							
苹果	400							
植物油	50							
总计	—							



早餐



午餐



晚餐

图2-2-4 一日三餐

青少年学生每天应摄取足够的热能以保证脑神经的能量代谢，防止因过分注重体形而节食的倾向；应摄取足量的优质蛋白质，如鸡蛋、鱼、瘦肉、动物内脏及大豆制品；为保证矿物质和维生素的供给，每天还应

摄入足量的新鲜蔬菜和水果。

平衡膳食是由各种食物组合成的一种膳食形态，能够提供正常个体生理活动所需的热能及营养素。日常生活中，应注意全面地选择食物，养成良好的饮食习惯，做到食物多样化、不偏食、不挑食、不暴饮暴食，从而达到提高营养水平和增进健康的目的。

生活指南

饮食的学问

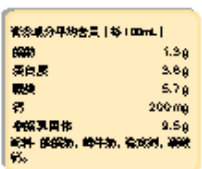
食物多样，谷类为主。多吃蔬菜、水果和薯类。每天吃奶类、豆类及其制品。经常吃适量的鱼、禽、蛋、瘦肉，少吃肥肉和荤油。食量与体力活动相适应，保持适宜的体重。每天要喝1.5～2.5 L水。食物应清淡少盐、清洁卫生。

学以致用

1. 如图2-2-5所示，天平的左侧是肉、禽、蛋、奶类食物，右侧是蔬菜、水果类食物，两侧质量相等时天平平衡。这是否正确表达了平衡膳食的含义？



图2-2-5 平衡的天平



营养成分平均含量（每100mL）	
蛋白质	3.6g
碳水	5.7g
钙	200mg
有效果固体	9.5g

图2-2-6 某种品牌牛奶的营养成分表（部分）

2. 图2-2-6所示的是一种牛奶的营养成分表。仔细阅读，看看它提供了哪些信息。算一算：250 mL（一盒的体积）这种牛奶能提供的热量是多少？

3. 与同学们交流对平衡膳食的理解。对于改善青少年学生的营养状况，你有什么建议？

课题 3　我们需要食品添加剂吗

联想 · 质疑

现在，食品商店里各式各样的食品如冰淇淋、面包、肉肠、饮料等琳琅满目。正是因为使用了食品添加剂，食品才能如此丰富。你知道什么是食品添加剂吗？食品添加剂有什么作用？它们的功能与其组成、结构和化学性质的关系是怎样的？



图2 3 1 琳琅满目的食品

一、食品中含有哪些添加剂

我国的食品卫生法规定，食品添加剂（food additive）是指为改善食物品质和色、香、味，以及根据防腐和加工的需要而加入食品的化学合成品或天然物质。为增加营养成分而加入的营养强化剂，也被列入食品添加剂的行列。那么，食品中含有哪些添加剂呢？

活动 · 探究

查看食品标签　了解食品添加剂

请你选择几种自己喜欢的食品，仔细阅读每种食品标签的成分表或配料表，找出其中的食品添加剂，试着对它们进行分类，将其记录在下表相应的空格内，并与同学们交流。

食品名称	营养强化剂	防腐剂	抗氧化剂	着色剂	膨松剂	甜味剂	发色剂
火腿肠		山梨酸钾					亚硝酸钠

1. 目前广泛使用的食品添加剂有哪些？
2. 这些食品添加剂有什么作用？
3. 提出自己所关心的有关食品添加剂的问题。

资料在线

关于食品添加剂的规定

我国从2000年1月1日起执行的《食品标签通用标准GB 7718》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。”这与美、日等其他国家商标法的规定是基本一致的。欧共体不标明具体的名称，而标明食品添加剂的编号“E No.”。

食品添加剂按来源可分为天然提取物和人工化学合成品。

表2 3 1按功能列举了一些常见的食品添加剂，从中我们可以知道它们的主要种类和用途。

表2 3 1　　一些常用的食品添加剂

常用食品添加剂	防止食品腐败变质	防腐剂	苯甲酸，苯甲酸钠，山梨酸，山梨酸钾
		抗氧化剂	丁基羟基茴香醚（BHA），二丁基羟基甲苯（BHT），没食子酸丙酯（PG）
	改善食品感官	着色剂	食用天然色素：辣椒红，叶绿素，姜黄，红曲，β 胡萝卜素 食用合成色素：苋菜红，胭脂红，柠檬黄，日落黄，靛蓝，亮蓝
		发色剂	硝酸钠，亚硝酸钠
		漂白剂	亚硫酸氢钠，硫黄，过氧化苯甲酰
		甜味剂	天然甜味剂：蔗糖，果糖，甜菊苷 合成甜味剂：糖精，甜蜜素
		酸味剂	醋酸，柠檬酸，乳酸，酒石酸，苹果酸
		鲜味剂	谷氨酸钠（味精）
		食用香精	橘子香精，柠檬香精
	改变食品状态	膨松剂	碳酸氢钠，碳酸氢铵，明矾
		乳化剂	单硬脂酸甘油酯
		增稠剂	琼脂，食用明胶，果胶，海藻酸钠
		凝固剂	盐卤，硫酸钙，氯化钙
	提高食品营养	营养强化剂	维生素，氨基酸，矿物质





图2 3 2 色泽鲜艳、口味香甜的食品

生活指南

怎样通过食品标签选购食品

食品标签通常显示该食品的名称、生产日期、保质期、成分。在选购食品时，要注意查看食品标签。首先，应查看生产日期和保质期，不选购超过保质期的食品。其次，应仔细阅读食品的成分表。食品标签的成分表或配料表上列有食品的营养成分和添加剂。一般食品的主要成分按照所占比例由大到小的顺序排列。



图2-3-3 印有食品标签的包装袋

二、认识几种常用的食品添加剂

1. 防腐剂

食品中所含的糖类、油脂和蛋白质都可被微生物利用，导致食物腐败。人们希望延长食品的保存时间，使食品的营养成分得到有效保持。保存食品的手段之一是添加一定量的防腐剂。

防腐剂（antiseptic）是指能防止由微生物引起的腐败变质，以延长食品保存期的食品添加剂。与其他的防腐方法相比，它的最大优点是不改变食品的感官性状，保存时间较长。目前，世界各国使用的食品防腐剂有30多种。

常用的山梨酸和苯甲酸都属于酸型防腐剂。它们能抑制微生物呼吸系统酶的活性，防腐效果随pH的升高而降低。

山梨酸是不饱和脂肪酸，在人体代谢过程中最终被氧化为二氧化碳和水，对人体无毒害作用，所以是目前国际上公认的安全防腐剂。由于山梨酸在水中的溶解度小，故常用山梨酸钾来代替。

苯甲酸和苯甲酸钠的防腐效果相同，它们也是目前主要的食品防腐剂。肝功能异常的人不宜过多食用含有苯甲酸的食品。

知识支持

山梨酸和苯甲酸

山梨酸（化学名称为2,4-己二烯酸）是无色针状晶体或白色粉末，它的结构简式为 $CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$。山梨酸属于不饱和脂肪酸，分子中含有碳碳双键和羧酸的官能团——羧基。山梨酸因分子中含有双键而易被空气中的氧气氧化，它在酸性条件下防腐效果较好。

苯甲酸是片状固体或白色粉末，它的结构简式为 

。

苯甲酸和山梨酸都易溶于乙醇等有机溶剂，常温下难溶于水，相应的钾盐或钠盐易溶于水。

交流·研讨

请与同学们交流，除了使用防腐剂之外，通常还可以采用哪些措施减少食品的腐败？这些方法各有什么特点？


图2-3-4 冻鱼


图2-3-5 罐头


图2-3-6 干果

2. 着色剂

人类使用着色剂的历史相当悠久。公元前1500年的埃及人的墓碑上就有关于榅桲着色情况的描述。我国北魏末年的农业科学家贾思勰所著《齐民要术》曾记载从植物中提取天然色素的方法。


图2-3-7 各种饮料

着色剂(colorant)是指以食品着色和改善食品色泽为目的的食品添加剂。着色剂按其来源和性质分为食用天然色素和食用合成色素。食用天然色素是来自可食天然物质，利用一定的加工方法所获得的有机色素。食用合成色素主要指用人工合成方法制得的有机色素。

动手空间

采古力豆糖衣中色素的分离


图2-3-8 采古力豆

1. 把一粒彩色采古力豆磨碎，然后把它放入一只50 mL烧杯中，加入约25 mL水使采古力溶解。

2. 加热溶液，使其浓缩至约10 mL。

3. 用玻璃棒把一小滴浓缩采古力液滴在一张长方形的滤纸上，使色点距滤纸一端的边缘约2 cm。

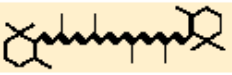
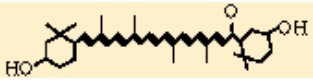
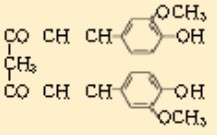

图2-3-9 分离色素的实验

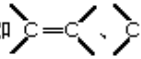
4. 将滤纸远离色点的一端用铁丝勾住，悬挂在玻璃棒上；将紧靠色点的一端向下置于一只盛有约50 mL蒸馏水的500 mL烧杯中。滤纸的下端要触到水，而色点应处在水面以上。

5. 约30 min后(在滤纸完全被浸湿之前)，取出滤纸，观察色点在滤纸上的移动情况并记录下来。

提示：也可以用其他有颜色的食品、植物进行这个实验。

表2 3 2　　几种常用的食用着色剂

着色剂	结构简式	颜 色
β－胡萝卜素		橙黄
辣椒红		橙红
姜黄		淡黄色（酸性条件） 暗红紫色（碱性条件）

着色剂为什么会使食品带有颜色呢？原来着色剂分子中含有多个特殊的基团，如  ，这样的分子对光的吸收波长在可见光范围（400～800 nm）内，所以着色剂能够呈现一定的颜色而使食品带有颜色。着色剂的颜色是由未被吸收的光波反映出来的（即被吸收光波颜色的互补色）。

3. 膨松剂

你知道松软的面包、酥脆的饼干是怎么做出来的吗？它们的内部有着许许多多的气孔，这便是膨松剂起的作用。膨松剂是一种食品添加剂。它受热分解产生的气体，能使面胚在焙烤过程中变得松软、多孔。

膨松剂根据组成成分的不同可分为碱性膨松剂和复合膨松剂两类。

碳酸氢钠是常用的碱性膨松剂之一，受热后发生如下反应：

$$2NaHCO_3 \xrightarrow{\triangle} CO_2\uparrow + H_2O + Na_2CO_3$$



图2 3 10　各种各样的膨松剂

复合膨松剂一般由碳酸盐类、酸类（或酸性物质）和淀粉等物质组成。其中一种配方是：小苏打（碳酸氢钠）25 %、酒石酸氢钾 52 %、淀粉23 %（以上皆为质量分数），充分混合并过筛。它们受热后发生的反应与单纯使用小苏打时不同。

$$NaHCO_3 + HOOC(CHOH)_2COOK \xrightarrow{\triangle}$$

酒石酸氢钾

$$NaOOC(CHOH)_2COOK + CO_2\uparrow + H_2O$$

淀粉的作用在于增加膨松剂的保存时间，防止吸潮结块和失效；调节气体产生的速度或使气孔均匀等。

动手空间

制作馒头

在家长的指导下学着做一次馒头，记录所用的原料、操作步骤、注意事项。你有什么成功的经验与大家分享吗？



图2-3-11 制作馒头

三、如何正确看待食品添加剂

合理使用食品添加剂可以防止食品腐败变质，保持或增强食品的营养，改善或丰富食物的色、香、味等。由此可以看出，食品添加剂在人们的日常生活中扮演着重要的角色。但是，人们对食品添加剂还有不少顾虑和担忧，对食品添加剂的认识也还存在着一些误区。

1. 使用食品添加剂的必要性

有不少人认为："不要吃含有添加剂的食品，因为许多添加剂是化学合成物质，对人体有害。"可以想像一下，如果任何食品添加剂都不使用，那将会是什么情况？实际上，不用防腐剂对食品做防腐处理，往往比使用无害剂量的防腐剂具有更大的危险性，这是因为变质的食物往往会引起食物中毒等疾病。另外，防腐剂除了能防止食物变质外，还可杀灭黄曲霉菌等产毒微生物，这无疑是有益于人体健康的。

交流·研讨

1. 含有食品添加剂的食品一定不安全吗？
2. 凡是天然的、未使用食品添加剂的食物都能安全食用吗？

其实，化学合成的物质不一定就有毒，天然物质不一定就无毒。这个简单的科学道理往往被人们所忽视。例如，豆类食物属于天然物质，它们所含的植物凝集素和胰蛋白酶抑制剂等对人体就有害。事实证明，具有相同的化学结构和质量指标的化学合成物质与天然物质的提取物没有什么区别，而化学合成物质的生产成本却低得多。

2. 食品添加剂的安全用量

联合国粮农组织（FAO）和世界卫生组织（WHO）食品添加剂专家联合委员会（JECFA）根据动物毒性试验的结果规定了人对各种食品添加剂的每日允许摄取量（ADI），即对健康无任何毒性作用或不良影响的食品添加剂剂量，用每千克体重每天摄入的质量（mg）来表示，即 $mg \cdot kg^{-1}$。这是衡量食品添加剂安全性的重要依据。ADI值越高，食品添加剂的安全性就越高。

交流·研讨

1. 能否通过燃烧硫黄漂白食物？
2. 列举一些生活中使用食品添加剂不当的事例。

使用食品添加剂应遵循《食品添加剂使用卫生标准》的要求。这个标准规定了允许使用的食品添加剂的品种、用途（目的）、使用范围及最大使用量（或残留量），有的还注明了使用方法。

表2 3 3　几种食品添加剂的使用范围和最大使用量

类 别	名 称	使用范围	最大使用量（mg·kg⁻¹）
发色剂	亚硝酸钠	肉制品和腌制肉类罐头、盐水火腿	0.15 残留量：0.07
漂白剂	硫黄	蜜饯类，干果，干菜，粉丝，食糖	只限于熏蒸

拓展视野

亚硝酸钠的功与过

近来，亚硝酸钠这种食品添加剂的使用受到人们的关注。亚硝酸钠作为发色剂，能使肉和肉制品呈现良好的色泽。它还可以抑制引起肉类变质的微生物特别是肉毒杆菌的生长。但是，亚硝酸钠也是食品添加剂中急性毒性较强的物质之一，摄入大量的亚硝酸钠可以使血红蛋白变成高铁血红蛋白，导致组织缺氧。亚硝酸钠还有一定的致癌性，这是因为在胃中亚硝酸钠和胃液所含的盐酸作用转变为亚硝酸。

$$NaNO_2 + HCl = HNO_2 + NaCl$$

在某些情况下，亚硝酸能与蛋白质消化过程中形成的二级胺类化合物反应，如生成有很强致癌作用的亚硝基二甲胺。

$$HNO_2 + CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{N}-H \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{N}-N=O + H_2O$$

二甲胺　　亚硝基二甲胺

因此，国际上对食品中添加亚硝酸盐的问题十分重视，把亚硝酸钠的用量限制在最低水平。

资料在线

银耳产品中的二氧化硫残留

某次质量监督部门对银耳产品进行了一次专项抽查，结果发现被抽检的21种银耳产品居然全部存在二氧化硫残留。专家介绍，银耳产品中的二氧化硫主要来自“硫黄熏蒸”这种传统的银耳漂白加工工艺。硫黄燃烧产生的二氧化硫具有漂白作用。由于消费者往往错误地认为“银耳越白越好”，部分生产厂家便对银耳产品进行“超量漂白”。我国食品添加剂使用卫生标准对食品中二氧化硫的允许残留量做了强制性规定，规定银耳产品中不得有二氧化硫残留。



图2 3 12 含发色剂的火腿

一些化学物质经毒理学证明对人体有害，禁止用做食品添加剂，这些物质包括甲醛、吊白块（甲醛次硫酸氢钠）、非食用色素等。

不仅食品添加剂的安全使用受到人们的广泛关注，食品的质量安全问题也越来越被重视。现在，世界各国大力提倡无公害农产品、绿色食品与有机食品，为人类的生存和发展提供更为安全的保证。

现在，一些不法食品生产者和经营者不顾人民的生命安全，采用一些有毒物质或对人体有严重危害的物质来改善食品的外观、延长食品的保存时间等，以此来牟取暴利，对这种行为必须坚决抵制并依法处理。

资料在线

无公害农产品、绿色食品与有机食品

2001年4月，农业部启动了旨在提高农产品质量安全水平、增强农产品国际竞争力的“无公害农产品行动计划”。无公害农产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，必须保证不会达到影响人体健康的残留水平。目前，我国的无公害农产品主要是无公害蔬菜。

绿色食品和有机食品的质量要求比对无公害农产品的质量要求更高。

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和生物食品。在其生产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。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。



图2 3 13 无公害农产品标志



图2 3 14 A级绿色食品标志



图2 3 15 AA级绿色食品标志


图2 3 16 有机食品标志

学以致用

请你和同学们扮演购买食品的学生、家长，使用食品添加剂的食品制造者，商场、食品店的经营者，讨论“我们需要食品添加剂吗”及其有关问题。

课题 4　保健食品

联想 · 质疑

你注意过市场上琳琅满目的保健食品吗？

保健食品是食品还是药品？它们有什么作用？

列举你熟悉的几种保健食品，指出它们的主要成分是什么，以及选用保健食品时应注意哪些问题。



图 2 4 1 各种保健食品

一、从补钙说起

人体中 99 % 的钙是以羟基磷酸钙［$Ca_5(PO_4)_3OH$］的形式贮存在骨骼和牙齿中的。婴儿、青少年由于骨骼生长发育迅速对钙的需要量大，而老年人由于体内钙流失明显增多，也需要补钙。补钙除了多吃含钙丰富的食物外，还可以服用补钙的保健食品如碳酸钙、乳酸钙、葡萄糖酸钙等。

表 2 4 1　　常见补钙保健食品的品名和主要成分

品 名	主要成分的化学式	品 名	主要成分的化学式
磷酸钙	$Ca_3(PO_4)_2$	柠檬酸钙	$Ca_3(C_6H_5O_7)_2 \cdot 4H_2O$
醋酸钙	$Ca(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$	天冬氨酸钙	$CaC_4H_5NO_4$
乳酸钙	$Ca(CH_3CHOHCOO)_2 \cdot 5H_2O$	甘氨酸钙	$Ca(NH_2CH_2COO)_2$
葡萄糖酸钙	$Ca[CH_2OH(CHOH)_4COO]_2$	L- 苏糖酸钙	$Ca[CH_2OH(CHOH)_2COO]_2$



图 2 4 2 补钙保健食品

哪些食品属于保健食品呢？我国有关部门规定：保健食品是食品的一个种类，具有食品的一般共性，能调节人体功能，适于特定人群食用，不以治疗为目的。为了便于区别，在保健食品的包装上印有天蓝色标志，标志下面注明批准生产的日期和文件号。



图 2 4 3 保健食品标志

保健食品对人体具有特定的保健功能，但并不以治疗为目的。在医生的指导下，对身体状态欠佳或身患疾病的人来说，选择适当的保健食

品来辅助治疗，对恢复健康是有益的，但保健食品起不到药品的治疗作用。



图2 4 4 药膳

拓展视野

食疗和药膳

中医食疗指的是根据人的体质、病情，选用对健康具有一定功能的食物，调节机体功能、治疗疾病。

药膳指的是将药物治疗和饮食营养结合在一起，把治疗某种疾病的中药配到食物中，起到辅助治疗作用。

二、认识几种保健食品

保健食品在我国有着悠久的历史，自古就有“药食同源”之说，意思是一些天然食物既有营养，又具有调节生理活动的功能。例如，蜂蜜的主要成分是糖类，它还含有蛋白质、油脂、多种维生素、矿物质及有机酸等成分，是早期开发应用的天然保健食品；此外，茶叶、桂圆、红枣、莲子、杏仁、阿胶、人参、枸杞等也都是有着悠久历史的天然保健食品。

近几年来经国家卫生部批准生产的保健食品既有天然保健食品，也有合成保健食品。保健食品的功能有22项。根据服务对象不同，可将保健食品分为以下3类。

1. 强化营养的保健食品

像补钙保健食品这样，用于提高人体的营养水平、增强机体的免疫功能、含有某种营养素（如钙、锌、硒等微量元素及维生素、氨基酸）的保健食品，都属于强化营养的保健食品。

目前补锌保健食品备受关注，因为锌是人体中的微量元素，不仅能促进人体的生长发育，还能提高脑神经的兴奋性、促进维生素A的代谢、保护视力等。



图2 4 5 补锌保健食品

资料在线

保健食品的功能

我国卫生部认可的保健食品的22项功能包括：免疫调节，延缓衰老，改善记忆，促进生长发育，抗疲劳，减肥，耐缺氧，耐辐射，抗突变，调节血脂，调节血糖，改善胃肠道功能，对化学性肝损伤有保护作用，改善睡眠，改善营养性贫血，促进泌乳，美容，改善视力，促进排铅，清咽润喉，调节血压，改善骨质疏松。

追根寻源

为什么锌能促进生长发育

锌在人体内参与18种酶的合成，还能激活80多种酶的活性。例如，它能促进脱氧核糖核酸（DNA）聚合酶和核糖核酸（RNA）聚合酶的活性。体内缺锌会导致DNA和RNA合成减慢或停滞，使细胞分裂活动减少，从而影响生长发育。

研究表明，人体每日需要补充15 mg左右的锌。怎样保证体内不缺锌呢？首先应该调整饮食结构，多吃含锌丰富的食物；如果仍然不足，则可辅以葡萄糖酸锌、乳酸锌、柠檬酸锌、甘氨酸锌、L－苏糖酸锌等补锌保健食品。



图2 4 6 含锌丰富的食物

2. 健康异常人群的保健食品

患有糖尿病、高血脂症、心脑血管病、贫血、骨质疏松症、胃肠功能不适等疾病的人群，在积极治疗的同时，如果能辅以具有相关功能的保健食品，则有利于调节机体功能、促进康复。例如，木糖醇、水溶性膳食纤维、海藻酸钠等是具有降低血糖功能的保健食品。

活动·探究

检验补铁保健食品中铁元素的存在及其价态

请设计实验探究补铁保健食品中是否含有铁元素；如果有，其价态如何。

你所选用的试剂和仪器：

你的实验步骤和实验记录：

方法导引

首先制得补铁保健食品的溶液。想想，如果溶液呈现一定颜色是否会对实验产生干扰？若需要无色溶液，如何去色？铁的离子通常有+2、+3两种价态，含Fe^{3+}的溶液滴加KSCN溶液后呈血红色，而Fe^{2+}溶液在同样条件下没有明显的颜色变化。

成年男子每天应摄入15 mg铁，成年女子每天应摄入18 mg铁。当铁摄入量不足时，可能导致缺铁性贫血。一般来说，只要注意膳食结构，选择含铁多的食物，就能满足机体对铁的需要。对于缺铁和有特殊需要的人群可以服用含硫酸亚铁、葡萄糖酸亚铁、乳酸亚铁、枸橼酸铁铵等保健食品。



图2 4 7 补铁保健食品

3. 特殊人群的保健食品

人在不同生长发育阶段有不同的生理特点和需要，所以不同年龄的人群可选用不同种类的保健食品。例如，中老年人可食用抗老防衰、预防老年病的保健食品；在特殊工作与生活环境中的人群可以根据需要选用相应的保健食品，如在高原环境工作的人员可食用具有耐缺氧功能的保健食品。

卵磷脂　卵磷脂（lecithin）最初是从蛋黄中分离出来的一种含有磷酸酯的化合物，又称磷脂酰胆碱，其结构简式为：

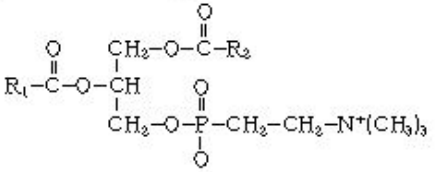




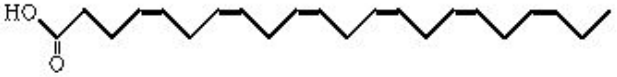
图2-4-8 卵磷脂

卵磷脂是构成细胞膜的主要成分，细胞膜是细胞内外进行物质交换的通道。随着年龄的增长，细胞膜受自由基损伤的程度日益加剧，如果能经常补充适量的卵磷脂，可以修复被损伤的细胞膜，从而延缓机体的衰老。研究表明，卵磷脂在消化吸收过程中会释放出胆碱，胆碱随着血液循环运送到大脑，与乙酸结合形成在各种神经细胞之间传递信息的乙酰胆碱。所以，卵磷脂有助于延缓老年人的记忆力衰退。



图2-4-9 深海鱼油

深海鱼油　从深海鱼类的脂肪提取出来的鱼油，其有效成分主要是DHA（二十二碳六烯酸）和EPA（二十碳五烯酸）。它们分子中的不饱和双键都是始自碳链甲基端的第三个原子处，故称ω-3型多不饱和脂肪酸。例如，二十二碳六烯酸的结构可用下式表示：



研究发现，DHA和EPA与卵磷脂、脑磷脂都是大脑细胞的主要成分。DHA对神经的生长发育有着重要作用。补充DHA有助于防止婴幼儿和青少年脑发育不正常。平时的膳食应包括富含DHA和EPA的海鱼等海产品。中老年适当食用深海鱼油也是有益的。

交流·研讨

下列情况的人群需要食用保健食品吗？如果需要，应使用哪类保健食品？请查找有关资料，与同学们交流研讨。

1. 高血压患者；
2. 出现记忆力衰退、体质虚弱等症状的老年人；
3. 在放射性环境中工作的人员和与有害物质接触者。

三、正确对待保健食品

现在，人们能接触到的保健食品越来越多，那么，是否人人都应该选用保健食品？怎样食用保健食品才科学合理？

资料在线

DHA与神经细胞网络

据统计，婴儿出生后不久，脑细胞就达到140亿个左右。在生长过程中脑细胞的数量和体积都不再增加，但是脑的重量将会由出生时的400 g左右增加到1 400 g左右。所增加的重量就是联结神经细胞的网络，这些网络是由含DHA10 %左右的脂质组成的。

1. 增进健康应以平衡膳食为主、保健食品为辅

一个人通过每日三餐平衡膳食提供的营养，就能够基本满足人体对各种营养素的需要。例如，为了保证钙的供应，可每天喝牛奶、吃含钙丰富的食物。膳食中的钙与磷、蛋白质配合，容易被人体吸收。如仍然缺钙，可以适当辅以相关的保健食品。中老年人，除注意平衡膳食外，为了预防常见的慢性病和退化性疾病，可以食用抗老防衰的保健食品如卵磷脂、深海鱼油等。



图2-4-10 含钙丰富的食品

2. 选择保健食品应“有的放矢”，但不能“顾此失彼”

由于饮食结构不合理或其他原因，人体可能会缺少某种矿物质或维生素，应该根据缺什么补什么的原则来加以补充，即一定要“有的放矢”。例如，缺乏维生素B_1，就食用含维生素B_1丰富的粮米、粗面或服用维生素B_1药片，而不应长期服用含有多种维生素的复合制剂；否则，会使本来不缺少的某些维生素在体内过量积蓄而引起中毒。

人体中的各种营养素之间有一定的制约关系。例如，维生素D能促进钙的吸收，因此补钙时应该多晒太阳，以利于体内维生素D的合成，或适当补充维生素D。再如，某些营养素的存在可能影响对另一些营养素的吸收利用，如钙能干扰人体对铁的吸收，所以在补充某种营养素时必须考虑它对其他营养素会产生怎样的影响。

3. 食用保健食品不能过量

过量食用保健食品，不但对身体无益，反而有害。例如，大剂量补钙可能导致肾结石；摄入过量的锌，不仅不能改善记忆，还可能出现腹痛、腹泻、厌食、呕吐、昏睡等症状。

生活指南

怎样知道自己是否缺钙

仅凭个人的自我感觉并不能确定是否缺钙。医院的生化检查如测定尿中钙、磷的排泄量，可以作为是否缺钙的参考，此影像学检查包括X射线平片检查、超声影像检查等，能够从骨骼的形态上判断是否缺钙。人体是否缺钙要具体情况具体分析，综合考虑各项指标才能进行明确诊断。

学以致用

1. 我国营养学会建议，儿童和青少年每天应摄入约1 000 mg钙，成年人摄入量也不应低于800 mg。计算一下，若通过补钙保健食品每日摄入400 mg钙，需要葡萄糖酸钙多少克？如果选择碳酸钙，需要多少克？用零售价格除以产品中钙元素总含量，可计算出补充每克钙的价格。已知每100 mL鲜牛奶约含100 mg钙，根据市场价格计算补充每克钙的价格，并尝试对不同的补钙方法进行评价。

2. 保健食品的宣传应与其实际功能和内在质量一致。根据卫生部认可的22种功能范围，评价你身边的一些保健食品广告。列举你身边的人在选择和使用保健食品时不科学合理的现象，以及你准备向他们提出哪些合理化建议。

主题 3

合理利用化学能源

课题 1 电池探秘

课题 2 家用燃料的更新

课题 3 汽车燃料清洁化



课题 1 电池探秘

联想 · 质疑

电池是可以把化学能转化成电能的装置，是人类生产和生活中的重要能量来源。你知道的电池有哪些？你了解各种电池的内部结构吗？它们是怎样把化学能转变成电能的？



图3-1-1 电池在生活中的广泛应用

一、电池是怎样工作的

首先，请你回忆一下已经学过的原电池（galvanic cell）。把锌片和铜片插入稀硫酸中，用导线把锌片、电流表、铜片依次连接起来，可以看到铜片上有大量气泡产生，并且电流表指针发生偏转。

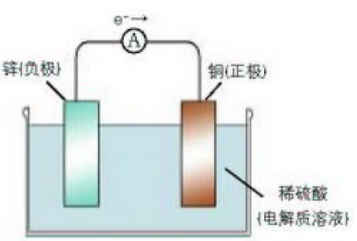


图3-1-2 原电池工作示意图

在以上由锌片、铜片和稀硫酸组成的装置中，作为电极材料的两种金属的原子都有失去电子的可能，但是它们失去电子的能力不同。锌比铜活泼，锌原子容易失去电子被氧化成Zn^{2+}进入溶液。锌片上的电子通过导线流向铜片；溶液中的H^+从铜片上获得电子被还原成氢原子，氢原子结

合成氢分子进而聚集成氢气在铜片上放出。在这个过程中，铜片只起传导电子的作用。我们称电子流出的极(锌片)为负极(negative electrode)，电子流入的极(铜片)为正极(positive electrode)，发生的氧化还原反应是：

$$Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2\uparrow$$

活动·探究

原电池组成条件的探究

1.请你利用给出的实验用品组成原电池，比较不同原电池产生电流的情况。

实验用品：铜片，锌片，铁片，碳棒，稀硫酸，蔗糖溶液，酒精，导线，电流表，烧杯。

2.分析每个原电池中发生氧化还原反应的物质是什么，并写出反应的化学方程式。

你的实验结果：

电极	溶液	是否产生电流	发生氧化还原反应的物质	氧化还原反应的化学方程式

以上原电池产生电流的实质，是发生了自发的氧化还原反应，电子由负极流向正极产生电流。

原电池中，有的电极材料直接参与氧化还原反应；有的电极材料不参与氧化还原反应，只起导电作用，参与氧化还原反应的物质在该电极上发生反应。

实际生产、生活中使用的电池的工作原理与原电池的工作原理一样。例如，常见的纽扣电池（button battery）一般是锌氧化汞电池，以锌做负极，以氧化汞做正极，选用氢氧化钾做电解质；为提高导电性，通常还加入炭粉。该电池中发生的氧化还原反应为：

$$H_2O + Zn + HgO = Zn(OH)_2 + Hg$$

常用的纽扣电池还有银锌电池（锌做负极，氧化银做正极，氢氧化

资料在线

伏打和伏打电池



伏打(A.Volta，1745－1827)，意大利物理学家。1765年开始从事静电实验研究。他使两块不同的金属与浸有酸溶液的湿布接触，再用导线将两块金属连接起来，发现导线中产生了电流。伏打称这种电池为伽伐尼电池，又称伏打电池。

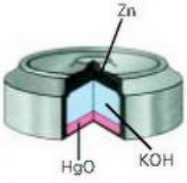


图3-1-3 纽扣电池剖面示意图

钾做电解质）。纽扣电池体积小、寿命长、电流稳定，可以为小型、精密的电子产品如计算器、手表、助听器等提供电能。

二、认识几种电池

1. 锌锰干电池

锌锰干电池（zinc-carbon dry cell）以外围的锌筒做负极，插在电池中心的碳棒与顶端的金属帽相连做正极，选用氯化铵做电解质。锌筒与碳棒之间装满了用NH_4Cl溶液拌湿的二氧化锰和石墨，还含有少量氯化锌，电池上端用酚醛塑料、蜡和沥青等绝缘材料密封加盖。

锌锰干电池工作时，锌筒上的锌原子失去电子，电子通过外电路、金属帽流向碳棒，电池内部的二氧化锰从碳棒上得到电子被还原。电池内部填充的石墨不参与化学反应，仅起导电作用。

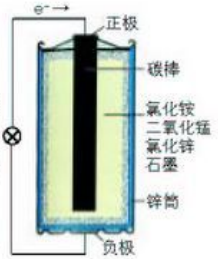


图 3-1-4 锌锰干电池剖面示意图

资料在线

碱性锌锰电池

锌锰干电池原材料丰富，价格低廉，型号多样，携带方便。但是，随着电池的使用，锌皮逐渐消耗，会引起电解质渗漏，而且这种电池在使用过程中电压不断下降，不能提供稳定的电压。

于是人们研制了碱性锌锰电池，用氢氧化钾代替氯化铵做电解质，并且把锌以锌屑的形态压在钢壳里，明显地改善了电池的工作性能。

2. 铅酸蓄电池

19 世纪 60 年代出现了可充电电池——铅酸蓄电池（lead storage battery）。铅酸蓄电池用两组铅板（Pb）作为电极材料。其中，一组铅板的孔穴中填充二氧化铅（PbO_2）做正极，另一组铅板的孔穴中填充海绵状金属铅做负极，选用稀硫酸作为电解质。随着放电反应的进行，硫酸被消耗，溶液的浓度降低、密度减小，所以可以通过检查硫酸溶液的密度来确定电池是否应该充电。充电时，硫酸铅在两个电极上又分别转化为铅和二氧化铅，同时生成硫酸，电能以化学能的形式储存起来，供继续使用。这种电池中发生的氧化还原反应为：

$$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \underset{\text{充电}}{\overset{\text{放电}}{\rightleftharpoons}} 2PbSO_4 + 2H_2O$$



图 3-1-5 汽车用铅酸蓄电池示意图

这类电池充放电方便，稳定性强，是汽车、小型电动机车及实验室的常用电源。但是，一个蓄电池需要使用几十千克铅，体积大，使用不方便，寿命较短。

知识支持

充电电池的充电

充电电池的充电过程是向电池提供电能，发生强制性的氧化还原反应，把电能转化成化学能的过程。该化学反应过程与电池放电的化学反应过程相反。

资料在线

生活中常用的充电电池

镉镍电池是20世纪50年代兴起的充电电池，其工作电压稳定、使用寿命长，得到了广泛应用。后来，为了避免该电池引起的重金属镉（Cd）污染，人们又研制了氢镍电池。氢镍电池以金属氢化物（如$LaNi_5H_6$）做负极，以氧化镍做正极，选用氢氧化钾做电解质。这种电池可快速放电，低温性能好，无毒，无污染，使用寿命可超过10年。

锂离子电池是一种新型的充电电池，以具有类似石墨的层状原子结构的碳材料做负极，以过渡金属氧化物做正极。充电时，锂离子从正极脱出嵌入负极；放电时，锂离子从负极脱出嵌入正极。锂离子电池具有能量高、寿命长、工作温度范围宽等优点，可用于移动电话、便携式摄像机、笔记本电脑等。



图3-1-6 锂离子电池的应用

3. 燃料电池

燃料电池（fuel cell）是利用燃料和氧化剂间的氧化还原反应提供电能的电池。与上述几种电池相比，燃料电池的最大特点是在工作时不断从外界输入燃料和氧化剂，同时将电极反应产物排出电池。燃料电池类型很多，氢氧燃料电池是其代表。氢氧燃料电池一般以惰性金属铂（Pt）作为正、负极材料，在负极消耗氢气，在正极消耗氧气，电解质通常选用氢氧化钾，所发生的氧化还原反应为：

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

在燃料电池中，化学能直接转化为电能，能量转换率高而且工作寿命长，能够大功率连续供电，无噪声，无污染，显示了化学在能源领域中的独特魅力。燃料电池已经应用于宇宙航天器，它既能够提供电能，又能为宇航员提供饮用水。另外，甲醇燃料电池、联氨燃料电池等也在人类的生产、生活中获得了实际应用。

方法导引

化学电池的表示方法

化学家们用特定的方法表示电池的组成：

（－）负极 | 电解质 | 正极（＋）

例如，前面几种电池可以表示为：

铜锌原电池（－）Zn | H_2SO_4 | Cu（＋）

氢氧燃料电池（－）Pt，H_2 | KOH | O_2，Pt（＋）

锌锰干电池（－）Zn | NH_4Cl，$ZnCl_2$ | MnO_2，C（＋）

碱性锌锰电池（－）Zn | KOH | MnO_2，C（＋）

锌汞纽扣电池（－）Zn | KOH | HgO，C（＋）

铅酸蓄电池（－）Pb | H_2SO_4 | PbO_2（＋）



图 3-1-7 太阳能电池

电池的大量使用使废弃电池与日俱增，由此引起的环境问题已经受到人们的关注。在科技工作者的不断努力下，对环境无污染或污染作用较小的新型电池如太阳能电池等层出不穷，并在生产、生活和科学技术领域发挥着重要作用。

学以致用

1. 从工业发展、日常生活、环境保护等多个角度谈一谈电池给人类社会带来了什么。
2. 结合所学内容，查找有关资料完成下表。

电池名称	构成（正、负极和电解质）	性能和用途	使用注意事项

课题 2　家用燃料的更新

联想·质疑

柴草是家庭使用最早的燃料，随着煤和石油的开采利用，家用燃料又进入新的时代……

1. 与同学们交流讨论自己家中都使用哪些燃料。

2. 我国幅员辽阔，各地区使用的燃料不尽相同。你了解其他地区主要使用什么燃料吗？

3. 询问父母或亲属，听听他们对家用燃料使用的历史和现状有哪些了解。

4. 搜集、整理有关燃料的信息，分析这些燃料的主要优缺点。



图3 2 1 以柴草为燃料的柴灶



图3 2 2 以煤为燃料的煤炉

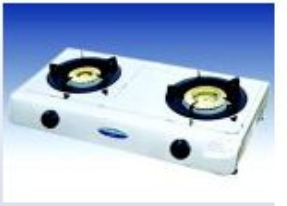


图3 2 3 使用气体燃料的燃气灶

一、历史悠久的燃料——煤

我国煤炭资源储量大，煤质好，煤层厚，使用历史悠久。早在2 000多年前的春秋战国时期我国就有了关于煤（coal）的记载，在西周时期人们就已能开采煤并以煤做燃料。

煤可以分为无烟煤（含碳95 %左右）、烟煤（含碳70 %～80 %）、褐煤（含碳50 %～70 %）、泥煤（含碳50 %～60 %）等。

1. 煤球和蜂窝煤

以煤做家用燃料，一般是烧煤球或蜂窝煤。将煤粉、少量黏土加水混合后，可手工制作成煤球，也可以用机械压制成煤球或蜂窝煤。



图3-2-4 煤场



图3-2-5 蜂窝煤



图3-2-6 煤球

煤是人们在生产中使用的主要固体燃料。目前煤在我国仍为第一能源，约占能源总消耗量的3/4，像火力发电厂、钢铁冶炼厂、煤气厂、炼焦厂等都以煤为原料。煤是由有机物和无机物组成的复杂的混合物。煤主要含碳元素，此外还含有少量的硫、磷、氢、氮、氧、硅、铝、钙、铁等元素。



图3-2-7 燃煤引起大气污染

以煤为燃料，不仅能产生大量的固体垃圾，而且还能产生大量的二氧化碳、烟尘以及二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物等有害气体，对环境造成严重污染。尤其是燃烧含硫量高的煤，不仅容易引发呼吸系统疾病，还会形成酸雨污染环境。

资料在线

9

1873－1891年，伦敦曾发生三次由于燃煤所造成的毒雾事件，死亡约1 800人。

1952年，伦敦发生了更严重的污染事件，由于燃煤产生的粉尘和二氧化硫形成的浓雾，导致4天里就死亡了4 000多人的悲剧，这就是轰动一时的“伦敦烟雾事件”。

化学与技术

煤水浆

在工业生产中，将煤粉加水和少量添加剂制成煤水浆，就可以像石油样通过管道输送。

以煤水浆为燃料，不仅能迅速点火、火焰稳定、燃烧效率高，而且生产成本低、脱硫效率较高、氮氧化物排放量较低、对环境污染较轻。



图3-2-8 煤水浆的制造流程图

交流·研讨

1. 煤燃烧后都能产生哪些污染物？用什么方法可以减少这些污染物的排放？

2. 在使用之前，对煤进行处理如将煤制成煤水浆，可以有效地减少有害气体的产生。你还能想出其他的处理方法吗？

3. 气体燃料更容易净化，并且燃烧时也不会产生粉尘污染。你认为有可能将煤转化为气体燃料吗？如果可能的话，可以通过哪些途径转化？你可以先分析煤的化学组成再思考这一问题。

2. 以煤为原料制成的气体燃料



图3-2-9 煤气厂夜景

通过一定的方法使固体的煤变成气体——煤气（coal gas）的过程，叫做煤的气化。将煤气化，可以制成发生炉煤气、水煤气、干馏煤气等。煤转化为煤气后，其热效率提高近一倍，对环境的污染也大大减轻，并能使一些含硫量高的煤得到利用。气体燃料的使用，消除了固体垃圾和烟尘的污染，减轻了运输负担，开创了家用燃料的新时代。

发生炉煤气　是煤或焦炭经过不完全燃烧得到的气体混合物，其主要成分是一氧化碳和氮气，常用做冶金、化工及家庭用的气体燃料。

$$2C+O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO$$

水煤气　是烧红的煤或焦炭与水蒸气反应得到的气体混合物，其主要成分是氢气和一氧化碳。水煤气是合成氨等工业的常用原料，也可用做气体燃料。

$$C+H_2O \xrightarrow{高温} CO+H_2$$

干馏煤气　是煤干馏的产物之一。煤的干馏是把煤隔绝空气加强热使其分解的过程。煤经过干馏产生焦炭、煤焦油、粗氨水和焦炉气等。焦炉气也叫做干馏煤气，既可用做管道燃气，也可用做化工原料气。

资料在线

高温干馏

高温干馏温度在1 000 ℃以上，主要目的是制得冶金工业用的焦炭，同时得到焦炉气、粗氨水和煤焦油。焦炉气的主要成分是氢气、甲烷、乙烯、氧化碳等。煤焦油中含有多种芳香族化合物，可从中分离出苯、甲苯、二甲苯、苯酚、萘等。

化学与技术

煤炭地下气化

煤炭地下气化就是使处于地下的煤炭进行有控制的燃烧，从而将煤转化为可燃气体。在气化通道内进气孔附点火，由进气孔供给气化剂(氧气、水蒸气等)，气化剂在气化通道内与煤发生一系列反应后转化成含有一氧化碳、甲烷、氢气等组分的煤气，煤气由排气孔排出地面，净化后使用。其实质是只提取燃煤的有效组分，将灰渣等污染物留在井下。

该技术不必使用庞大的建井、采煤、地面气化等所需设备，集建井、采煤、转化工艺为一体，可减少煤炭生产和使用过程中所造成的环境破坏，并可带动相应的煤化工产业的发展，延长煤矿的生产寿命。

早在1979年召开的联合国世界煤炭远景会议就明确指出，煤炭地下气化技术是从根本上解决传统煤炭开采和使用方法存在的一系列技术和环境问题的重要途径。

二、使用方便的燃料——液化石油气

许多同学家里以液化石油气（LPG，liquefied petroleum gas）为燃料。液化石油气的主要成分是丙烷和丁烷，还含有少量的丙烯和丁烯。丙烷、丁烷在常温下呈气态，稍加压力就变成液体，将其装在钢瓶中，贮存、运输和使用都很方便。丙烷、丁烷燃烧的化学方程式分别为：

$$C_3H_8+5O_2 \xrightarrow{点燃} 3CO_2+4H_2O$$

$$2C_4H_{10}+13O_2 \xrightarrow{点燃} 8CO_2+10H_2O$$

液化石油气燃烧需要大量的空气。若灶具上的风板调节不好，空气供应不足，液化石油气燃烧不完全，不仅发热量少、冒黑烟，还会产生有毒的一氧化碳气体。当冬季气温较低或者气罐中液化石油气量少时气罐产气慢，火不旺。这时，千万不能用火烧烤气罐底部，或将气罐倒置过来使用。另外，要注意不能将气罐中的残留物倒入下水道或垃圾道中，否则会发生危险。总之，应安全使用液化石油气。

资料卡

丙烷、丁烷的熔、沸点

物质	熔点(℃)	沸点(℃)
丙烷	-189.7	-42.1
丁烷	-138.4	-0.5



图3-2-10 液化气罐

生活指南 气体燃料的安全使用

气体燃料具有价廉、洁净、使用方便等优点，但使用气体燃料应该注意安全问题。在烧水或做饭的时候，人不要远离灶具。如果火焰熄灭而又没及时关闭燃气灶，可燃性气体会在厨房里扩散，遇明火就有发生燃烧、爆炸的危险。因此，使用气体燃料时绝不可掉以轻心。



图3-2-11 燃气管道爆炸引起房屋塌

三、洁净燃料——天然气和沼气

当今已开发和利用的气体燃料中，最洁净的是天然气（natural gas）和沼气（marsh gas）。

天然气 天然气的主要成分是甲烷（methane）。通过比较甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等的化学式 CH_4、C_2H_6、C_3H_8、C_4H_{10} 可以看出，甲烷是含氢量最高的烃，与其他含碳气体燃料相比，在相同条件下充分燃烧时产生的二氧化碳最少。

$$CH_4+2O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2+2H_2O$$

16世纪初，我国在四川开凿了世界上第一口天然气井。近年来，随着现已实施的西气东输工程的进展，使用天然气的家庭将越来越多。

资料在线

西气东输

西气东输工程管线以新疆塔里木轮南油田为起点，经新疆的库尔勒、库米什、南湖戈壁，甘肃柳园、张掖、武威，宁夏甘塘、中卫，陕西靖边，山西临汾，河南郑州，安徽蚌埠，江苏南京，最后抵达上海，管线全长约4 000 km，首期每年输气 1.2×10^{10} m^3，共投资1 400亿元。



图3 2 12 西气东输工程施工现场

沼气 沼气是以甲烷为主要成分的可燃气体，因最早在沼泽、池塘中发现而得名。我国广大农村曾经世代以柴草为燃料，柴草燃烧时会产生大量的烟尘和灰渣。目前，我国部分农村已经使用沼气作为家用燃料，使农村家庭开始走上燃料清洁化的道路。



图3 2 13 以柴草和煤为燃料的厨房



图3 2 14 以沼气为燃料的厨房

沼气除含有甲烷外，还含有二氧化碳及少量的氢气、氮气、硫化氢、一氧化碳、水蒸气等。

沼气发热值较高，除了用于点灯、做饭、发电外，还可用做农用汽车和拖拉机的

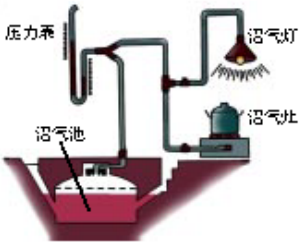


图3-2-15 沼气的应用示意图

燃料。

生产沼气的原料来源广泛，主要有人畜粪便、动植物遗体、工农业有机物废渣和废液等。它们在一定温度、湿度、酸度和缺氧的条件下，经厌氧微生物的发酵作用即可生产出沼气。如果将全国农作物秸秆和人畜粪便的50%利用起来，可以年产沼气$6.5\times10^{10}m^3$，这些沼气产生的热量相当于1×10^8t煤产生的热量。

随着农村使用沼气的推广和西气东输工程的进展，使用洁净能源的家庭会越来越多；再加上太阳能和其他新型能源的开发利用，会使人们的生活更加方便，生存环境更加清洁。

资料在线

中国生态农业第一村

北京市大兴县留民营村于1984年被联合国环境规划署命名为“中国生态农业第一村”。该村家家户户都有沼气池。人们将人畜粪便、农作物秸秆等有机废料全部投进沼气池中生产沼气，而沼气池中的发酵液和残渣经过发酵沉制，又成为很好的有机肥料，从而提高了农产品的质量和产量。

学以致用

1. 煤气、液化石油气、天然气的燃烧对空气的需求量不同，因此相应灶具的结构也不尽相同。请你根据学过的知识分析这些灶具的差别在哪儿。

2. 回顾家用燃料的发展经历了一个什么样的历史过程。由固体燃料向气体燃料的转变给人们的生活带来了哪些便利？城市和农村的家庭分别适宜使用什么燃料？请你畅想理想的家用燃料。

课题 3　汽车燃料清洁化

联想·质疑



图3 3 1 汽车在公路上"翻挤"而行

汽车进入家庭是人民生活水平提高的标志之一，但同时也带来了不可回避的环境问题和交通问题。

1. 汽车使用的燃料是什么？你知道汽车尾气都含有哪些污染物吗？如何解决汽车尾气带来的环境污染问题？

2. 你听说过清洁燃料汽车吗？这种汽车使用的是什么燃料？它对环境有没有污染？

3. 有不污染环境的汽车吗？如果有，它以什么作为动力呢？

一、从汽油谈起

汽油是轿车和其他轻型汽车的常用燃料。

汽油进入汽缸后，经电火花点燃迅速燃烧，燃烧产生的热气体做功推动活塞往复运动产生动力，使汽车前进。汽油是分子中含有5～11个碳原子的烃的混合物，含有的烷烃主要是己烷（C_6H_{14}）、庚烷（C_7H_{16}）、辛烷（C_8H_{18}）和壬烷（C_9H_{20}）。汽油的沸点较低，在70 ℃～150 ℃之间，完全燃烧生成水蒸气和二氧化碳气体；不完全燃烧则会有一氧化碳和碳单质生成，这是汽缸里产生积炭的原因。若以分子中含有5个碳原子的戊烷为例，燃烧时发生反应的化学方程式如下：



图3 3 2 汽缸

完全燃烧　$C_5H_{12} + 8O_2 \xrightarrow{点燃} 5CO_2 + 6H_2O$

不完全燃烧　$2C_5H_{12} + 11O_2 \xrightarrow{点燃} 10CO + 12H_2O$

$C_5H_{12} + 3O_2 \xrightarrow{点燃} 5C + 6H_2O$

资料在线

石油与汽油

石油的主要成分是由碳、氢两种元素组成的烃的混合物，经炼油厂进行分馏等加工，可获得石油气、汽油、煤油、柴油、重油、沥青等产品。

由石油分馏得到的汽油不能满足汽车工业不断发展的需要，还要通过催化裂化将重油中长链的烃分子断裂为短链的烃分子，得到汽油。

汽油在汽缸中正常燃烧时，火焰的传播速度为30～70 $m \cdot s^{-1}$，但燃烧到一定程度时，未燃烧的混合气中会出现许多燃烧中心，使燃烧速度猛增，产生强大的压力脉冲，出现清脆的金属敲击声，这种燃烧称为爆燃或爆震。汽油抗爆震的程度以“辛烷值”（octane number）的大小来衡量。辛烷值也就是我们常说的汽油标号，它是车用汽油的重要质量指标。辛烷值越高，抗爆震程度越高。

汽油所含分子支链多的链烃、芳香烃、环烷烃的比例越高，它的抗爆震性越好；所含直链烃分子越多，它的抗爆震性越差。

为提高汽油的抗爆震性，从20世纪30年代开始，人们往汽油中加入四乙基铅 [$Pb(C_2H_5)_4$] 做抗震剂，其中还添加有1,2 二溴乙烷（CH_2Br-CH_2Br），这样汽车尾气中又增加了铅等能引起大气污染的有害物质。目前部分城市已禁止使用含铅汽油，代替四乙基铅作为汽油抗震剂的是甲基叔丁基醚（MTBE）。

资料在线

汽油标号的含义

人为规定异辛烷（2,2,4－三甲基戊烷 $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$）的抗爆震性为100，正庚烷的抗爆震性为0。如果某汽油正好与90 %异辛烷和10 %正庚烷的混合油抗爆震性相同，则称这汽油的辛烷值为90，汽油为90 #。

知识支持

甲基叔丁基醚

甲基叔丁基醚（MTBE）的结构简式为 $CH_3-O-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$。

分子中氧原子的两端都连有烃基的有机化合物称为醚。例如，在医疗上曾用做麻醉剂的乙醚，其结构简式为 $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$。

MTBE作为汽油添加剂已经在世界范围内得到普遍使用。它能有效地提高汽油的辛烷值，降低汽车尾气中一氧化碳的含量。但是，它能导致尾气中氮氧化物排放量的增加，因此科学家们又在寻找性能更好的抗震剂。

柴油也是许多机动车使用的燃料。农用拖拉机、农用排灌机械、大型载重汽车等压燃式发动机都要用柴油做燃料。柴油还可作为其他大功率内燃机车、坦克、轮船、军舰等运输工具的燃料。



图3-3-3 以柴油为燃料的运输工具

二、汽车燃料的清洁化

使用尾气催化装置只能减少有害气体的排放量，无法从根本上杜绝有害气体的产生，而要有效地杜绝有害气体的产生，汽车燃料必须清洁化。所谓清洁燃料车就是以压缩天然气和液化石油气为燃料的机动车。这种环保汽车的优点是：大大降低了对环境的污染，如排放的一氧化碳、氮氧化物等比汽油汽车下降 90 % 以上；发动机汽缸几乎不产生积炭现象，可延长发动机的使用寿命。我国部分地区已经开始使用清洁燃料。



图3 3 6 清洁燃料公交车

汽车最理想的清洁燃料是氢气（hydrogen）。在燃烧相同质量的煤、汽油和氢气的情况下，氢气释放的能量最多。燃烧1 g氢气能释放143 kJ热量，约是同质量汽油燃烧时释放热量的3倍，而且没有灰渣和废气，不会污染环境。



图3 3 7 液氢环保汽车

20 世纪 70 年代，美国和日本先后制造出用氢气做燃料的汽车。现在，我国以氢气为燃料的汽车也已研制成功。在解决好大量廉价制氢和贮氢问题之后，这种最理想的清洁燃料就会广泛应用在汽车上。

化学与技术

光电解水制氢与贮氢金属及合金

20 世纪 70 年代，出现了光电解水制氢法，这种方法以半导体材料钛酸锶做阳极，以金属铂做阴极，将两个电极连在一起，然后放入水中，当用阳光照射电极时，就在铂电极上放出氢气，而在钛酸锶电极上放出氧气。

20 世纪 60 年代末期，人们发现钛、铌、镁、锆、铜等金属及合金能像海绵吸水一样将氢气贮存起来，而且还能根据需要随时将氢气释放出来。美国已有小型贮氢罐出售，法国则制成了贮氢合金燃料供汽车使用。

目前，世界各国都在研制以燃料电池为动力的电动汽车。从电池的正极输进氧气、负极输进氢气或其他燃料如甲醇等，通过电池内发生的

化学反应将燃料的化学能转变成电能。与内燃机相比，燃料电池的能量转换效率显著提高。

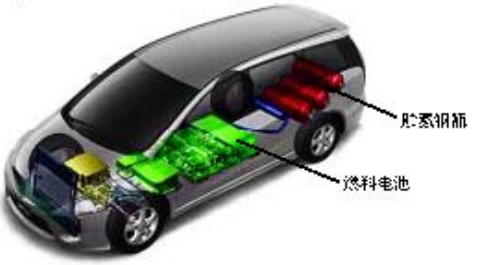


图3 3 8 氢氧燃料电池汽车的结构

学以致用

随着科学技术的发展，进入家庭的将是智能汽车、理想清洁燃料汽车、空气动力汽车、太阳能汽车、电动汽车等。请你想像一下，这些汽车各是什么样子？它们各有什么特点？



图3 3 9 空气动力汽车



图3 3 10 电动汽车



图3 3 11 太阳能汽车

主题 4

认识生活中的材料

课题 1 关于衣料的学问

课题 2 走进宝石世界

课题 3 如何选择家居装修材料

课题 4 金属制品的防护

课题 5 几种高分子材料的应用



课题 1 关于衣料的学问



图 4-1-1 服装商场

联想·质疑

到服装商场查看 3～5 种服装的标签，思考下列问题：

1. 做服装用的衣料都是由哪些纤维材料织成的？你知道这些纤维材料的化学成分各是什么吗？

2. 用不同衣料做成的服装，洗涤和熨烫方法有何不同？

一、服装是用什么材料制成的

制作服装用的衣料的种类很多，但它们都是用纺织纤维织成的。纺织纤维具有一定强度、弹性、细度、长度，可用以制造纺织品。纺织纤维按其来源可分为天然纤维（natural fibre）和化学纤维（chemical fibre）两大类。

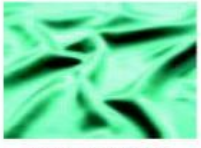


图 4-1-2 丝绸衣料



图 4-1-3 合成纤维

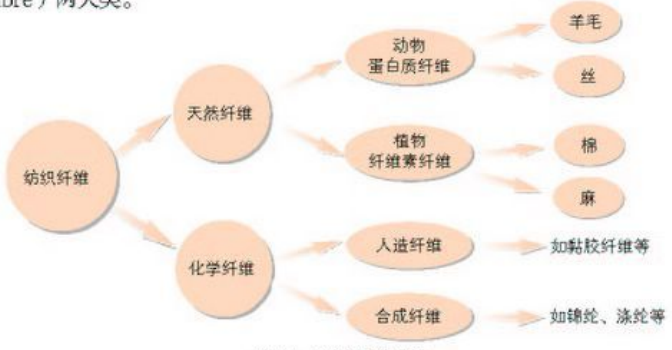


图 4-1-4 纺织纤维分类

各种纺织纤维的主要成分都是高分子化合物（高聚物），它们的分子呈长分子链状。这些长分子链是由成千上万个较小的单元（链节）连接而成的。

1. 天然纤维

棉和麻 棉（cotton）、麻（hemp）的主要成分是纤维素。纤维素是由许多葡萄糖单元构成的高聚物，分子具有极长的链状结构，属于线性高分子化合物，其化学式为$(C_6H_{10}O_5)_n$。

棉织物可以迅速吸收水分而且快速干燥，产生凉爽感，穿着舒适；具有良好的水洗性，不起静电。



图 4-1-5 纯棉标志

丝和毛 蚕丝（silk）和羊毛（wool）都属于动物纤维，主要由蛋白质构成，通常称为蛋白质纤维。

我国是世界上主要的蚕丝产地。蚕丝是天然纤维中最细的纤维。蚕丝织物具有优异的吸水性和柔和的手感，光泽强，不起静电，也没有“起球”现象。

羊毛具有良好的弹性，很少有静电现象，吸收水分和干燥均较缓慢，而且毛织物因羊毛的卷曲而难于压实，从而形成空气层具有优异的隔热性能，所以毛织物具有独特的保暖性能，缺点是水洗后收缩。


图 4-1-6 纯羊毛标志

羊毛和蚕丝都是蛋白质纤维，容易被虫蛀。由于二者蛋白质分子中氨基酸排列的顺序不同，它们的性质有所差异，如羊毛织物容易“起球”。

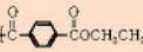
2. 化学纤维

人造纤维 人造纤维有黏胶纤维、醋酸纤维等。黏胶纤维是主要的人造纤维，它和棉纤维的化学组成相似。它是将不能直接用来纺丝的纤维素溶解在烧碱和二硫化碳里制成黏液后喷丝，按照人们的需要加工成棉型短纤维（人造棉）、长丝纤维（人造丝）和毛型短纤维（人造毛）。醋酸纤维的化学成分是醋酸纤维素酯。


图 4-1-7 从蜘蛛吐丝到人工喷丝

合成纤维 以空气、煤、石油等作为起始原料经化学合成而生产出来的纤维，就是合成纤维。合成纤维的吸水性比天然纤维的吸水性差，但织物穿着的耐久性比天然纤维织物和人造纤维织物强。腈纶（合成羊毛）织物的耐久性与棉织物相当，而保暖性与羊毛织物相似。合成纤维主要包括六大纶——锦纶、涤纶、腈纶、维纶、氯纶和丙纶，它们的化学组成及用途见表 4-1-1。

表 4-1-1　　合成纤维的化学组成及用途

名称	化学组成	用途
锦纶（尼龙）	聚酰胺 $+NH-(CH_2)_5-CO+_n$ $+NH-(CH_2)_6-NHCO-(CH_2)_4-CO+_n$	 绳索、渔网、轮胎、帘子线、降落伞、内衣、游泳衣、体操装、袜子、夹克衫等
涤纶（聚酯）	聚对苯二甲酸乙二酯 	 外衣、套装、衬衫、人造血管等

续表

名称	化学组成	用途
腈纶	聚丙烯腈 $+CH_2-\underset{CN}{\underset{\vert}{CH}}+_n$	 冬装填充物、人造毛皮、毛毯、混纺织物（如套衫）等
维纶	聚乙烯醇缩甲醛 $+CH_2-\underset{O-CH_2-O}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-\underset{O}{\underset{\vert}{CH}}+_n$	 内衣、桌布、窗帘、粮食袋等
氯纶	聚氯乙烯 $+\underset{Cl}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2+_n$	 各种针织内衣、工作服、阻燃布、滤布、帆布等
丙纶	聚丙烯 $+CH_2-\underset{CH_3}{\underset{\vert}{CH}}+_n$	 编织袋、绳索、工作服、地毯、运动服、体操装、内衣等

知识支持

聚对苯二甲酸乙二酯是由对苯二甲酸和乙二醇在适宜的条件下反应制得的高分子化合物，所发生的反应为：

$$n\text{HOOC}-C_6H_4-\text{COOH} + n\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \longrightarrow +C(=O)-C_6H_4-C(=O)OCH_2CH_2O+_n + 2nH_2O$$

聚对苯二甲酸乙二酯

有机物分子之间相互反应生成高聚物，同时还生成小分子（如水分子、氨分子等）的反应叫做缩聚反应（condensation polymerization reaction）。缩聚反应和加聚反应都属于聚合反应。能通过聚合反应生成高聚物的有机化合物就是这种高聚物的单体，如对苯二甲酸和乙二醇是聚对苯二甲酸乙二酯的单体，乙烯是聚乙烯的单体等。

服装标签上的棉涤纶、毛涤纶以及腈纶同黏胶纤维混纺织物等，说明这些服装都是用混纺衣料制成的。衣料为什么要混纺呢？因为各种纤维，不论是天然纤维、人造纤维，还是合成纤维，都各有优点和缺点。天然纤维织物穿着舒适、吸湿性好、易上色，但不耐磨；人造纤维的优点和天然纤维相似，但织物不经洗、不耐穿；合成纤维织物强度高、耐磨，但不易染色且吸湿性和透气性差。把一些纤维，尤其是合成纤维同天然纤维或人造纤维按一定比例混纺，可充分发挥各自的优点，使织物既舒适、美观又耐穿。

交流·研讨

1. 内衣选用什么衣料好？外衣选用什么衣料好？混纺衣料的优点是什么？

2. 哪种天然纤维织物保暖性最好？哪种合成纤维织物保暖性最好？高寒地区解放军战士冬季穿什么衣料做成的衣服好？为什么？

3. 人造棉、人造丝、人造毛都可以用黏胶纤维织成，这三种纤维有什么差别？

资料在线

某些服装衣料的成分

外套	100%棉纶
	100%涤纶
	70%棉，30%涤纶
运动服	60%棉，40%涤纶
衬衫	100%棉
牛仔裤	100%棉

拓展视野

神奇的功能服装

宇航服 是具有防辐射、抗零压力和抗300 ℃的温差等多种功能的特殊服装，由10余层不同的材料制成。

调温服 是能随气候变化而自动调节温度的服装。天冷时纤维膨胀，增加保暖性；天热时纤维收缩，快速散热。

免洗服 是不必洗涤而能保持洁净的服装。衣服之所以变脏，是因为纤维织物产生的静电吸附灰尘。免洗服衣料的纤维表面高度光滑，污垢无空隙可钻，所以衣服可以一尘不染。

高压避电服 是使周围空气离子化的服装，穿着这种衣服触摸带电的物体时，电荷沿着已离子化的空气转移，可保障人身安全。



图4-1-8 身着宇航服的宇航员

二、服装的洗涤、熨烫

活动·探究

衣服的洗涤和熨烫

请你在业余时间与家长一起洗涤和熨烫衣服，并研究：

1. 洗涤和熨烫之前为什么要认真阅读服装标签？

2. 针对不同的衣料，该如何选择洗涤剂？什么情况下衣服要干洗？

3. 熨烫衣服时应该注意些什么？

如何选择洗涤剂

纤维素在碱性条件下比较稳定，在酸性条件下能水解，所以洗涤棉衣料时应该使用弱碱性的合成洗涤剂或肥皂。

羊毛的主要成分是蛋白质，而蛋白质在酸性或碱性条件下都能够水解，所以洗涤毛线衣和毛料制品，最好使用中性的合成洗涤剂。

衣料为什么会缩水



图 4-1-9 水洗标志

衣料在水中浸泡或洗涤干燥后有时会发生尺寸的变化，这种变化称为缩水。这是因为衣料纤维充分吸收水分时，水分子进入纤维内部使纤维体积膨胀；由于纤维直径增加得多，而长度增加得很少，所以纤维织成的纱线变粗，在衣料中的屈曲程度增大，迫使衣料收缩。另外，在纺织加工过程中纤维纱线曾多次被拉伸，浸泡或洗涤时纤维纱线要逐渐恢复原状，也是造成衣料收缩的原因。棉、麻、丝、毛、黏胶纤维织成的衣料的缩水率大，合成纤维织成的衣料缩水率小。

什么是干洗

干洗是将要洗的衣物浸在有机溶剂（干洗剂）中，并在类似于家用洗衣机的设备内搅动洗涤的方法。干洗所用溶剂蒸发快，并可以在较低的温度下挥发掉。

毛料纤维结构比较疏松，加之毛料衣服的衬料与布料浸水后收缩的程度不一样，水洗后衣服会走样而且再也无法恢复原状，所以毛料衣服适于干洗。经干洗的衣服不会变形、退色和失去光泽。


图 4-1-10 干洗机

干洗为什么能除去污垢

根据相似相溶原理，物质的溶解性取决于溶质和溶剂分子结构的相似程度，因而一般有机物易溶解于有机溶剂中。衣物上的油性污渍（肉汤、汗渍等）为有机化合物，干洗剂为有机溶剂，其主要成分为四氯乙烯，所以干洗能有效地除去油性污渍。干洗剂尽管对清洗油性污渍非常有效，但对水溶性污渍的去污效果却不明显。



图 4-1-11 干洗标志

有些衣物上的拉锁、纽扣或装饰片等是用塑料制成的，它们可能溶解于干洗剂中，应在干洗前取下。

熨烫衣服时应注意什么



图 4-1-12 熨烫标志

服装的熨烫是利用材料的热塑性进行热定型处理的方法。织物在加热到一定温度时，纤维大分子间的结合力减弱，分子链段开始自由运动，纤维的变形能力增大；经过一定时间，部分大分子间原来的结合点断开，并在新的位置上重建并达到新的平衡，冷却并除去外力，材料的形状和尺寸就会相对稳定下来，只要以后遇到的温度不超过一定界限，其形状和尺寸基本上不发生变化。纤维的这一性质称为热塑性。熨烫就是用加热的方法来使具有热塑性的纤维织物的形状和尺寸相对稳定。

影响熨烫效果的因素从主到次为温度、熨烫时间、定型介质。熨烫

的温度越高，纤维结构移向新的平衡位置的几率越大，熨烫效果就越显著；但温度不能太高，否则会损伤衣料。一般来说，温度较高时，熨烫时间可短些。定型介质分子如水分子的渗透有利于织物中大分子结合点的拆开和重建。熨烫后一般要求快速冷却，以便使织物有较好的手感。

随着科学技术的发展，人们可以根据需要来合成不同结构和性能的纤维，并对天然纤维进行化学加工使其更加适应人们的需要。



图 4-1-13 蒸汽熨烫

资料在线

服装标签

服装标签一般包括服装的产品名称、号型、衣料的纤维种类及含量、洗涤熨烫说明等内容。

标签上标明号型的表示方法是：号/型。"号"指高度（cm），表示适宜穿着者的身高，是设计服装长短的依据。"型"指围度（cm），表示人体的胸围和腰围，是设计服装肥瘦的依据。上装的"型"表示净体胸围（cm），下装的"型"则表示净体腰围（cm）。号/型标志就是服装规格代号，如上衣165/88A（A、B、C代表胸围与腰围之差的不同）表示适合高165 cm、胸围88 cm左右的人穿用。

洗涤说明 一、小心手洗 二、不可氯漂 三、蒸汽熨烫 四、常规干洗 五、悬挂晾干	规格：165/88A
	货号
面料： 羊毛　100 %	里料： 棉　100 %

图 4-1-14 服装标签

学以致用

1. 在衣领上或服装的中缝处缝有说明衣料成分以及洗涤保养的标签，列表记录下来，看看自己的衣服都是用什么衣料制成的，规定的洗涤保养方法是什么。

2. 不同衣料的化学成分不同，在洗涤和熨烫时各应注意些什么？

3. 举例说明有的合成纤维是用加聚反应制成的，有的合成纤维是用缩聚反应制成的。

课题 2 走进宝石世界

联想 · 质疑



图4 2 1 精美的宝石首饰

走进琳琅满目、五彩缤纷的珠宝市场，最引人注目、价格最昂贵的要算用宝石做成的首饰了。那么，你了解有关宝石的知识吗？

1. 你都知道哪些宝石？它们的化学成分是什么？

2. 你知道宝石为何具有美丽的颜色和耀眼的光芒吗？

3. 宝石除了做首饰外还有哪些用途？

一、从钻石说起

钻石（diamond），也叫做金刚石或金刚钻。习惯上人们常把雕琢好的金刚石称为钻石。金刚石是自然界中最坚硬的物质，可以用它切割所有的天然物质，因此有“硬度之王”之称。另外，钻石有着耀眼的光芒和晶莹剔透的材质，备受人们喜爱。

金刚石的密度是3.52 g·cm $^{-3}$，熔点在3 500 ℃以上，这个温度相当于某些恒星表面的温度。金刚石化学性质很稳定，不溶于水，耐酸碱腐蚀，在纯氧中加热至720 ℃ ~ 800 ℃才能燃烧，燃烧时生成二氧化碳。



图4 2 2 未雕琢的金刚石（左）与雕琢后的金刚石（右）



图4 2 3 金刚石玻璃刀

交流 · 研讨

金刚石坚硬耐磨，可以制成各种切割工具（如各种工业钻头、切割玻璃的玻璃刀等）。你知道它为什么具有这样的性质吗？

金刚石中的每个碳原子都与它周围的四个碳原子以共价键相结合，形成牢固的正四面体结构，致使金刚石具有很高的硬度。

像金刚石这样，相邻原子均以较强的共价键相结合，在空间按一定规则排列的晶体叫做原子晶体。这类晶体一般具有很高的硬度、熔点和沸点，化学性质稳定。

单质硅（Si）、单质硼（B）、金刚砂（SiC）、石英（SiO_2）、碳化硼（B_4C_3）、氮化硼（BN）等都属于原子晶体。

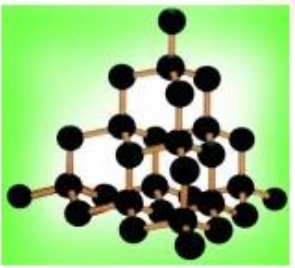


图4-2-4 金刚石的晶体结构模型

知识支持

晶体

晶体（crystal）是经过结晶过程而形成的具有规则几何外形的固体。晶体可分为原子晶体、离子晶体、分子晶体和金属晶体。

氯化钠与离子晶体

氯化钠是由Cl^-和Na^+构成的，两种离子通过离子键结合在一起形成晶体。这种由阴离子和阳离子通过离子键结合而成的晶体叫做离子晶体。活泼金属所形成的盐类、碱类和氧化物的晶体，一般属于离子晶体。这些晶体里并没有单个分子，所以只能用化学式表示它们的组成，如NaBr、NaOH、CaO、MgO等。离子晶体具有较高的熔点、沸点，在熔融状态或水溶液中可以导电，在固态时不导电。离子晶体质脆，在受压时易破裂。



图4-2-5 氯化钠晶体及其晶体结构模型

干冰与分子晶体

干冰（固态二氧化碳）是一种典型的分子晶体。在分子晶体里，分子之间以分子间作用力相互结合。

由于分子间作用力比离子键、共价键弱得多，所以分子晶体的硬度低，熔点、沸点较低。例如，二氧化碳的熔点为-199.5 ℃，沸点为-191.5 ℃。多数非金属单质和共价化合物（包括无机化合物和有机化合物）的固体都属于分子晶体。



图4-2-6 干冰及其晶体结构模型

金属与金属晶体

金属原子的外层电子较少，价电子与原子核间的吸引作用较弱，金属原子易失去电子成为阳离子。从金属原子上脱落的电子称为自由电子。自由电子在金属阳离子和金属原子之间不断交换，在整个金属中不停地自由运动。自由电子的这种运动，使金属原子紧密地堆积在一起，以金属键形成金属晶体。

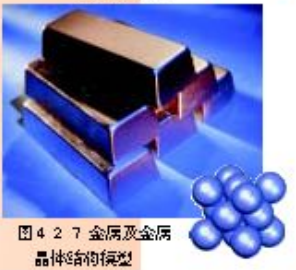


图4-2-7 金属及金属晶体结构模型



图4 2 8 人工合成的祖母绿

钻石只是宝石中的一种。地球上存在着各种各样的宝石（precious stone），有些是由自然界产出的矿物单晶，如钻石、红宝石、蓝宝石等；有些是经过生物或其他作用形成的固体，如珍珠、琥珀、珊瑚等。

天然宝石价格昂贵，来源有限，无法满足人们的需要。随着科学技术的发展，人工合成宝石越来越受到人们的青睐。

二、宝石的性质

1. 宝石的硬度

宝石的硬度是宝石的重要特性，不仅可用于宝石的鉴定，而且还是划分宝石档次和等级的主要标准之一。法国矿物学家摩斯（F.Mohs）按矿物硬度不同，提出了一种实用的硬度划分标准，即摩氏硬度。它是一种刻划硬度，即相对硬度，只表示宝石硬度的顺序位置，而不是硬度的测定值，即第10号钻石可以刻划第9号刚玉，第9号刚玉可以刻划第8号黄玉，依次类推。

一些常见物品的摩氏硬度：指甲为2，铜针为3，窗玻璃为5.5，小钢刀为5.5～6，瓷器碎片为6～6.5，钢锉为6.5～7。上述物品在测定矿物硬度时也常用到。

资料卡片

几种物质的摩氏硬度

名称	硬度
滑石	1
石膏	2
方解石	3
萤石	4
磷灰石	5
正长石	6
石英	7
黄玉	8
刚玉	9
金刚石	10

2. 宝石的颜色

宝石的颜色是评价和鉴定宝石的重要因素。大多数宝石含有致色元素，使宝石显出美丽的颜色。常见的致色元素有钛、钒、铬、锰、铁、钴、镍、铜等。

自色 指宝石所含的主要元素所产生的颜色。例如，橄榄石的化学成分是铁镁硅酸盐，它所含的铁元素使橄榄石呈现绿色。

他色 指宝石所含微量杂质元素所产生的颜色。例如，红宝石（ruby）和蓝宝石（sapphire）都是珍贵的宝石，同属刚玉矿物，由于硬度仅次于钻石且颜色瑰丽，深得人们的喜爱。刚玉主要成分的化学式为Al_2O_3，纯净时为无色；含有微量的铬（Cr）元素时呈红色，即红宝石；含有微量的铁（Fe）元素和钛（Ti）元素时呈蓝色，即蓝宝石。



图4 2 9 绿色的橄榄石



图4 2 10 不含杂质的刚玉

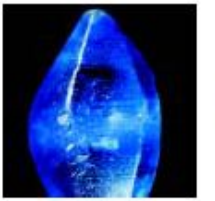


图4 2 11 蓝宝石

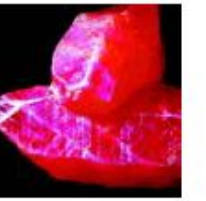


图4 2 12 红宝石

化学与技术

宝石矿物的人工优化

当宝石矿物中含有微量的变价元素的离子如Fe^{2+}、Fe^{3+}、Ti^{3+}、Ti^{4+}等时，如果将其置于强氧化性环境或强还原性环境中，变价元素会被氧化或被还原。由于这些变价元素常是致色元素，元素价态的改变会引起宝石颜色的变化。

例如，将蓝色刚玉置于强还原性环境中进行加热处理，可将其中所含的Fe^{3+}还原为Fe^{2+}，从而加深刚玉的颜色；如果在强氧化性环境中加热，将Fe^{2+}变为Fe^{3+}，可使刚玉的蓝色变浅，从而浅化蓝宝石的颜色。这一原理在宝石的人工优化中得到广泛应用，即通过对宝石的氧化或还原达到生色、增色、退色或改色的目的，从而提高宝石的价值。

表4 2 1 几种常见宝石的主要化学成分、硬度和致色元素

宝石	矿物学名称或主要化学成分	硬度	致色元素
猫眼石	金绿宝石，$BeAl_2O_4$	8.5	铬（Cr），铁（Fe）
祖母绿	绿柱石，$Be_3Al_2(SiO_3)_6$	7.5－8	铬（Cr）
水晶	水晶，SiO_2	7	致色元素因颜色不同而异
玛瑙	玛瑙，SiO_2	6.5－7	致色元素因颜色不同而异
翡翠	硬玉，$NaAl(SiO_3)_2$	6.5－7	铬（Cr）
黄玉	软玉	6－6.5	铁（Fe）
欧泊	蛋白石，$SiO_2 \cdot nH_2O$	5.5－6.5	二氧化硅球粒对光衍射产生颜色
绿松石	绿松石，$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$	5－6	铜（Cu）
孔雀石	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	3.5－4	铜（Cu）
珍珠	珍珠，$CaCO_3$，有机质	3.5－4.5	——

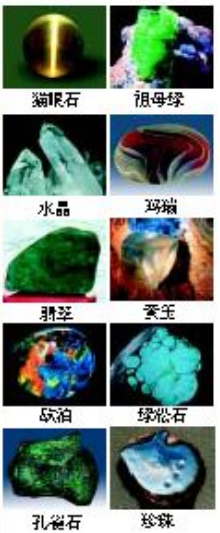


图4 2 13 几种常见宝石

3. 宝石的化学性质

多数宝石矿物在常温、常压下相对稳定。由于宝石矿物的化学组成各不相同，其化学性质也有很大的差异。例如，几乎所有的强酸或强碱都不能将金刚石腐蚀，甚至放在热酸或热碱溶液中煮，金钢石也毫无变化。而珍珠（pearl）的主要成分是碳酸钙和有机质，遇酸或遇碱时都会发生化学变化。用珍珠做的项链受汗液等作用，时间一长就会变色，失去光泽。

交流·研讨



图4-2-14 珍珠饰品

请你根据珍珠的化学组成和性质解释保养珍珠时需要注意的问题。

1. 不要让珍珠接触牌脑丸、清洁剂、酒精、咖啡、香水、油、盐、醋和脂物，尤其是有机溶剂；如果酒或咖啡等洒落在珍珠上，应马上用清水冲洗干净，用软布擦干。

2. 夏天人体流汗多，不宜戴珍珠项链。珍珠饰品不戴时应用高级中性肥皂或洗洁精轻轻洗涤、晾干，以确保珍珠首饰持久亮丽。另外，要避免在强光下暴晒珍珠。

3. 不戴时要用首饰盒小心存放珍珠饰品，并注意保持一定的湿润度。切忌用脱脂棉包珍珠（脱脂棉中含有漂白剂）。最好不要将珍珠饰品与其他首饰放在一起，以免刮划珍珠表面。

三、宝石的价值

宝石自古以来就为人们所喜爱，是一种珍贵的装饰品，为人们增光添彩。另外，由于宝石矿物稀有，宝石又要经过工匠们精心雕琢，使得宝石价值昂贵，常常被人们视为财富的象征。

一些宝石具有医药功能，珊瑚、珍珠、玛瑙、琥珀等都是中药药材。我国古老的中医学认为，珍珠有镇惊安神、止咳化痰等功效。

除了装饰和药用功能以外，有些宝石还具有特殊性质，成为一些工业技术必需的材料。例如，金刚石、红宝石、水晶等广泛应用于钻探、研磨、激光等领域。

资料在线

宝石的“价值”

有些宝石的价值极为昂贵，可以说是世界上最为贵重的商品。`和氏壁”曾经价值15座城池。元代大德年间的鸽红宝石，价值14万银锭。清代慈禧太后的翡翠西瓜曾估价为500万两（旧制，1两=$\frac{1}{32}$Kg）白银。据报道，1980年11月，一颗重41.28克拉（carat，简写为ct，1 ct=200 mg），名叫`北极星”的钻石，在伦敦以45万美元售出，宝石的珍贵由此可见一斑！

拓展视野

红宝石与激光

激光有神奇光之称。只要稍加注意，就会发现我们身边处处有激光的踪影：激光唱机放出的动听乐曲不断回荡在楼宇之间，激光影碟机悄然走进了千家万户，商场里商品贴的是激光防伪标志，激光打印成为现在流行的打印技术……

1960年，美国科学家梅曼（Maiman）研制成功世界上第一台可实际应用的红宝石激光器，标志着激光技术的诞生。红宝石是掺入约0.05 %氧化铬的氧化铝晶体。在红宝石激光器中利用氙灯所发出的强光将Cr^{3+}激发到能量较高的状态中，当这种状态的Cr^{3+}数量大于能量较低状态的Cr^{3+}数量时，

在外加光的诱发和刺激下可迅速跃迁到能量较低的状态，并放出光子，对一定波长的光辐射产生放大作用，发出激光。

近年来，激光技术发展的速度十分惊人，应用的范围不断拓展，如激光保鲜、激光育种、激光医疗、激光美容等已成为科技人员研究的热门领域。



图4 2 15 第一台红宝石激光器

水晶与石英表

水晶是一种压电材料，当它受压时表面会产生电压。反过来说，假如在它的表面施加电压，晶体的形状也会发生轻微的改变，如果电压的方向做同期性变化，材料的形状也会相应地改变，也就是说，材料要产生振动，而且这种振动十分稳定，几乎不受温度影响。把石英表面因电压导致的振动讯号利用电子技术放大并推动指针，这就是石英表最基本的原理。石英表的精度比机械表要高得多，普通石英表每日误差小于0.5 s，是机械表的几十分之一。



图4 2 16 我国制造的第一块石英手表

水晶的化学性质十分稳定，水晶作为理想的压电材料，一直是电子工业的支柱。水晶还是重要的光学材料，在工业上有很广泛的用途。

学以致用

1. 金刚石的蕴藏量很少，为了得到与金刚石类似的材料，化学家们首先想到了与碳同族的硅元素，并合成出碳化硅（SiC）。碳化硅的熔点是2 700 ℃，硬度与金刚石不相上下。工业上称碳化硅为金刚砂，主要用做工业磨料，用来对大理石、花岗岩、陶瓷制品和金属材料的表面进行磨光处理。金刚砂做成的砂轮可以将大理石、花岗岩等坚硬的石料切割成各种形状，金刚砂可用于制造高硬度的钻头。尝试画出碳化硅的晶体结构，分析一下它为什么有这样的性质。

2. 比较金刚石、金刚砂、二氧化碳、氯化钠和金属钠的性质差异，试分析其中的原因。

3. 你见过哪些珠宝首饰？应如何养护它们？结合你学到的化学知识进行说明。

4. 通过图书馆或网络了解宝石的其他用途，完成一篇小论文。



图4 2 17 碳化硅和由它制成的磨具

课题 3 如何选择家居装修材料

活动·探究

住房装修设计

你家的住房是如何装修的？用到了哪些装修材料？你了解这些装修材料的主要成分和性能吗？

参观装修建材市场或参观装修公司装修的样板间，调查市场上都有哪些装修材料。

图 4 3 2所示的是一套住房的平面设计图，若要装修这套住房，你会选择哪些装修材料？



图 4 3 1 装修建材市场一角



图 4 3 2 一套住房的平面设计图

一、厨房、卫生间的装修

厨房、卫生间的地面和墙面宜采用瓷砖装修。地面宜采用防滑瓷砖；墙面宜采用玻化砖、抛光砖装修。瓷砖坚硬、耐磨、耐水，不会腐朽霉变，便于清洗。卫生洁具宜选用易于清洗的陶瓷产品。厨房、卫生间屋顶装修则以铝合金等光洁板材为宜。

陶瓷

陶瓷是我国劳动人民的伟大发明，有几千年的悠久历史，西方人称古老文明的中国为“China”，意思就是“瓷器之国”。陶瓷制品是以黏土、长石、石英为主要原料经过粉碎、成型、煅烧等过程加工而成的制品。





图4 3 3 厨房、卫生间的装修要使用大量的陶瓷材料

黏土是一种含水铝硅酸盐矿物，是由地壳中含长石类岩石经过长期风化与地质作用而形成的。高岭土是一种常见的黏土。长石是一类矿物的总称，其主要成分是钾、钠和钙的铝硅酸盐，还有少量钡的铝硅酸盐。石英的主要成分为二氧化硅，其存在状态因岩石成矿条件的不同而不同。在烧制过程中，部分石英溶解在熔融态的长石中，能提高液体黏度、防止高温变形，冷却后在陶瓷中起骨架作用。

随着人们欣赏水平的提高，市场上的瓷砖类产品也日渐丰富，不仅质地和式样各有不同，花纹图案也令人目不暇接，再加上抛光砖、浮雕砖、仿古砖等精美实用的艺术瓷砖，大大满足了装修个性化的要求。


图4 3 4 形形色色的瓷砖

生活指南

常见瓷砖的种类

釉面砖 是用陶土或瓷土淋上釉料后烧制成的面砖。釉面细腻，光亮如镜，便于擦拭清洗，尤其适用于厨房、卫生间以及卫生条件要求非常严格的环境的装修。

通体砖 是不上釉，烧制后对表面打磨，使其有很好的防滑性和耐磨性的面砖。 般所说的`防滑地砖"大部分是通体砖。

抛光砖 是将通体砖抛光处理而成的面砖，薄轻但坚硬，非常耐磨。

玻化砖 是 种高温烧制的瓷质砖，是所有瓷砖中最硬的 种。

资料在线

人造石材

厨房、卫生间装修常常使用人造石材。例如，厨房的台面、卫生间的台面和盆材等使用的人造大理石就是人造石材。用不饱和树脂加入矿物填料、颜料和少量引发剂，经过 定加工，可以制成色彩美丽的人造大理石。人造大理石具有足够的强度和刚性，以及耐水、耐腐蚀、耐老化、无辐射等优点。随着科学技术的进步又出现了人造玛瑙，即以氢氧化铝代替其他矿物填料制成的具有 定透明性、色彩柔和的仿玛瑙制品。用聚甲基丙烯酸甲酯、氢氧化铝、颜料制成的人造石，质量则更好。


图4 3 5 人造石材台面

水泥

瓷砖与地面、墙体之间一般是用水泥（cement）做黏合剂来黏合的。目前，我国已成为世界上生产和使用水泥制品最多的国家。生产水泥时，



图4 3 6 水泥回转窑

把主要原料石灰石和黏土及其他辅助原料按一定比例混合磨细制成生料；将生料装入水泥回转窑中煅烧，再把煅烧好的熟料配以适量的石膏在球磨机中磨成细粉，便可得到普通的硅酸盐水泥。

拓展视野

白色和彩色硅酸盐水泥

白色硅酸盐水泥是把含极少量着色物质（氧化铁、氧化锰、氧化钛、氧化铬等）的原料，如纯净的高岭土、纯石英砂、纯石灰石或白垩等，煅烧成熟料，其主要化学成分还是硅酸盐。白色硅酸盐水泥熟料、石膏和耐碱矿物颜料共同磨细，可制成彩色硅酸盐水泥。制造红色、黑色或棕色水泥时，可在普通硅酸盐水泥中加入耐碱矿物颜料。白色和彩色硅酸盐水泥的性质与普通硅酸盐水泥的性质相同，它们主要用于建筑物内外表面如地面、楼面、楼梯台阶、墙面等的装饰。

水泥具有水硬性。水泥、沙子和水的混合物叫水泥沙浆，是建筑用黏合剂。装修铺瓷砖时可以在水泥沙浆中添加适量的矿物胶　　水玻璃。添加水玻璃可以提高水泥沙浆的黏结性和胶凝性，并增强水泥硬化后的密实度。

水玻璃是可溶性硅酸盐的浓溶液，最常用的是硅酸钠水玻璃。硅酸钠水玻璃是黏稠的无色液体，它是由石英砂与烧碱反应制取的。

$$n\,SiO_2 + 2NaOH \xrightarrow{\triangle} Na_2O \cdot n\,SiO_2 + H_2O$$

水玻璃在空气中吸收二氧化碳，形成无定形硅酸，并逐渐干燥硬化。

$$Na_2O \cdot n\,SiO_2 + CO_2 + m\,H_2O = Na_2CO_3 + n\,SiO_2 \cdot mH_2O$$

二、起居室的装修



图4 3 7 新装修的起居室

起居室地面装修以铺瓷砖或天然大理石板为宜。起居室与阳台可用塑钢推拉门窗相隔。塑钢是以聚氯乙烯为基材、以碳酸钙为填充料制成的，用玻璃纤维增强的塑钢则更坚固。起居室的吊顶用材可选用石膏板等。另外，起居室装修还要用到大量的涂料和玻璃。

涂料

把涂料（paint）涂覆在墙壁表面，能形成牢固附着的

连续薄膜，可以起到保护、装饰的作用。大多数涂料为有机高分子材料。

知识点拨

涂料的成分及其性能

涂料可分为天然涂料和合成涂料两大类。

涂料的成分包括成膜物质、颜料、溶剂和助剂四部分。

成膜物质　又称基料，是构成涂料的基础。它的作用是将涂料中的其他成分黏结成整体，当涂料干燥硬化后，能附着于被涂物表面形成均匀而坚韧的薄膜。

溶剂　包括有机溶剂（如二甲苯、甲苯、醋酸丁酯等）和水，主要作用是使基料溶解或分散成为黏稠的液体，以便施工。

颜料　为分散在涂料中的不溶的微细有色固体颗粒，涂于建筑物表面能形成颜色层。

助剂　用量很少，主要用来改善涂料某一方面的性能，如消泡剂、分散剂、乳化剂等。



图4-3-8 乳胶漆

大多数高分子材料用做涂料都要用有机溶剂稀释。早期的喷漆中可挥发的有机溶剂含量高达95%，易造成环境污染。为减少污染，要限制有机溶剂的使用。现在家庭墙面的装饰大量使用水溶性乳胶漆，如聚醋酸乙烯酯乳胶漆、聚丙烯酸乳胶漆、醋酸乙烯酯　丙烯酸共聚乳胶漆等。

醋酸乙烯酯发生加聚反应生成聚醋酸乙烯酯的化学方程式为：

$$n\,CH_3COOCH{=}CH_2 \xrightarrow{\text{引发剂}} \left[\begin{array}{c} OOCCH_3 \\ | \\ CH-CH_2 \end{array}\right]_n$$

拓展视野

从天然涂料到合成涂料

油漆是一种最早应用的涂料。我国在4 000年前便使用桐油和大漆做涂料。11世纪，欧洲人开始用亚麻油制清漆——一种没有颜色的涂料。20世纪30年代，随着高分子科学的发展人们开始使用合成涂料。醇酸树脂是常用的成膜物质，用溶剂溶解醇酸树脂并加入少量添加剂就制成了常用的清漆。醇酸树脂是由丙三醇与邻苯二甲酸或邻苯二甲酸酐发生酯化反应，生成邻苯二甲酸单甘油酯，再发生缩聚反应而生成的。随着氨基树脂、环氧树脂、聚氨酯等的出现，便有了各种各样性能更好的涂料。

木材、金属用涂料有调合漆、瓷漆、亚光漆等。涂料除具有装饰、保护、标志用途外，还可对其赋予特殊功能，从而出现导电导磁涂料、航天烧蚀涂料、军用隐身涂料等特种涂料。

涂料在线

光固化涂料

光固化涂料是一种无溶剂涂料，其中起稀释作用的是活性溶剂，它在光照聚合成膜过程中作为不挥发的单体，成膜后成为漆膜的一部分。光固化涂料具有非常好的装饰作用，它作为上光涂料，能使家具显得富丽堂皇，使金属器具耀眼夺目，使大理石表面像镜子一样光芒四射，使杂志、书籍、化妆品等的包装美观高雅，还能使玻璃光纤强度似钢，使木地板经久耐磨，使牙齿变白、变美……

墙面装修也可以贴壁纸。金属面塑料复合壁纸光亮、平滑，易防积尘，也易清洁，为首选材料。

玻璃

普通的平板玻璃具有非常平的光滑表面，是很好的采光、防风、保暖材料，主要用做门窗玻璃和玻璃幕墙。"浮法"平板玻璃的生产工艺一般为：将熔融的玻璃液流入锡槽，在干净的熔融锡表面自由摊平成型，逐渐降温退火，即可得到表面十分平整光洁的平板玻璃。



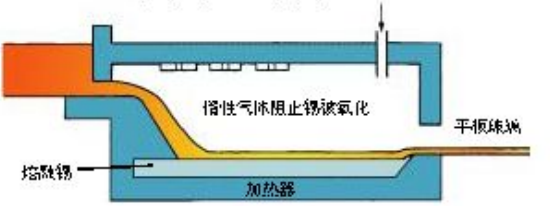


图4 3 9 "浮法"平板玻璃生产图示



图4 3 10 钢化玻璃茶几及其破碎状态

把普通玻璃放入电炉中加热软化，然后急速冷却，就可以得到钢化玻璃。钢化玻璃的机械强度比普通玻璃的机械强度大4～6倍，不易破碎；破碎后碎块没有尖锐棱角，不易伤人，适于做车窗玻璃以及制作茶几等玻璃家具。

交流·研讨

1. 厨房、卫生间是安装厚实的全钢化磨砂玻璃门好，还是安装塑料门或木门好？

2. 起居室的隔断是用压花磨砂玻璃制作好，还是用木板制作好？

三、卧室的装修



图4 3 11 用木地板装修的卧室

卧室的地面可以铺木地板、地面砖或贴塑料地板革，有时还可根据需要铺地毯。常用的地毯有纯毛地毯、混纺地毯、化纤地毯等。地毯具有隔音隔热、柔软舒适、色彩艳丽等特点，但对于清洁工作的要求较高。

木地板

木地板可分为实木地板和复合木地板。高档的实木地板多用硬木，如梨木、檀木、柚木、乌木、楠木等制成。木质结构疏松的实木地板多用桦木、松木、杉木、榉木、枫木、杨

木等制成。多数木质地板在安装之前做过辅漆表面处理，漆光如镜，木材纹理清晰。使用速生杨木涂上耐磨的聚氨酯硬膜漆做成的木地板，是卧室地面装修的一种经济实用的选择。

复合木地板是节约木材资源的产物。将锯末、木屑、小径材粉碎后用脲醛树脂或酚醛树脂黏结、模塑、热压成型形成基层，然后在其上面再黏结压制一层印刷纸基的三聚氰氨树脂装饰面，便制成了复合地板。生产脲醛树脂或酚醛树脂等都以甲醛为原料，因此复合地板可能会有甲醛放出。三聚氰氨树脂坚硬耐磨，若在树脂中加入氧化铝则能进一步提高耐磨性。复合木地板可做成浅灰、银狐白等色调，而实木地板则不能。

黏合剂

除了制造复合木地板要用到大量的黏合剂（adhesive）之外，装修和做家具用的大芯板、高密度板等多种板材在生产过程中和用于装修时也要使用大量的黏合剂。

黏合剂又叫胶黏剂，简称胶。传统使用的糊糊、胶水是天然黏合剂，已有几千年的应用历史。天然黏合剂还有骨胶、皮胶、鱼鳔胶等。合成黏合剂属于高分子合成材料。例如，合成胶水就是用生产维尼纶的原料聚乙烯醇的下脚料制成的。



图4 3 12 黏合剂

合成黏合剂一般由黏料、固化剂、填料和其他添加剂组成。其中，黏料即黏合物质，是黏合剂的基本组分，决定着黏合剂的黏结性能。常见的黏料有热固性树脂、热塑性树脂、合成橡胶及混合型黏料。建筑中常用的黏合剂有聚乙烯醇缩甲醛黏合剂、聚醋酸乙烯乳胶、环氧树脂黏合剂、聚氨酯黏合剂等。环氧树脂具有很强的黏合力，俗称万能胶，可用于黏结金属、陶瓷、木材等各种材料，还是生产玻璃钢的原料。

拓展视野

黏合剂在航空航天事业中的应用

在以前的飞机制造业中，机身、机翼的装配都是用铆钉连接的。现在由于黏合剂的广泛运用，铆接工艺已被黏结工艺代替。在航空工业中，每制造一架喷气式飞机至少要用360 kg黏合剂，黏结面积占总结合面积的60 %以上，可省去20万个铆钉。黏结制件表面光滑平整，压力分布均匀，还可减轻重量。人造地球卫星和宇宙飞船中热屏蔽用的烧蚀材料是用酚醛—环氧树脂黏合剂来黏结的。航天飞机选用耐高温的陶瓷片，用黏合剂贴在机身上，顺利地解决了安全返回地球的问题。而人造卫星则是用黏合剂把太阳能电池黏结在人造卫星表面上的。



图4 3 13 人造地球卫星

随着生活水平的提高，人们对居室装修的要求越来越高，装修后的居室越来越美观、舒适，但千万不要忘记装修造成的污染。室内环境污染可分为化学污染、物理污染（可吸入颗粒物、电磁波）、生物污染（细菌、病毒）和放射性污染（氡）。



图4-3-14 中国环境标志

化学污染指有毒物质造成的污染，污染源主要来自人造板材、涂料和施工用的黏合剂等。装修材料会挥发出多种有机物如甲醛、苯、甲苯、丙酮、硝基苯、卤代烃等有机物，装饰材料所用颜料中含有铅、镉、铬等重金属。

随着科技的进步、环保意识的增强以及监管力度的加大，绿色环保型装修材料会越来越多。为确保安全，装修好的房子必须通风换气一定时间后方可居住，最好是经过检测合格后再入住。

总之，依靠科学技术的进步，我们的居室将被装修得更加舒适、美观，人们的生活将变得更加美好。

学以致用

假设自己家要进行装修，根据绿色环保的要求，按照经济实用和美观舒适的原则，你认为：

家庭装修复杂化对健康是否有利？

家庭装修会带来哪些污染物？如何使其减少到最低限度？

根据个人和家庭的不同需要，选择装修材料，设计一个装修方案。

提示：家庭装修危害性最大的是甲醛，它主要来自黏合剂。而生产胶合板等板材、制作家具、贴壁纸、制造复合木地板等都要用到黏合剂。另外，涂料中的溶剂，以及天然大理石中含量超标的放射性物质也会危害人体健康。

课题 4　金属制品的防护

交流 · 研讨

在现代社会中，金属材料的用量越来越大，品种也越来越多。可以毫不夸张地说，金属材料是现代物质文明的基础。

不过，需要注意的是，金属材料一直在悄悄地经受着破坏——腐蚀。全世界每年因腐蚀而损失的金属材料的数量相当多。因此，金属的防腐蚀问题一直是世界科技领域研究的重要内容。

金属腐蚀的现象随处可见。例如，自行车长期使用，保护层会渐渐破损，如果暴露出来的金属部件处于潮湿的空气中或被雨水淋湿，就容易发生腐蚀。

1. 你知道金属为什么会被腐蚀吗？在这一过程中发生了什么化学变化？

2. 自行车采取了哪些防腐蚀措施？你知道这些防腐蚀措施的道理吗？你认为哪些方法还可以减少自行车金属部件的腐蚀？有没有不被腐蚀的自行车？

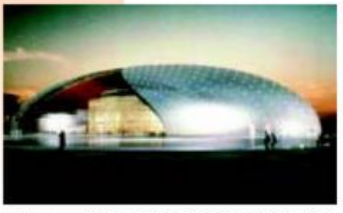


图 4-4-1 以巨型钢结构为壳体的国家大剧院



图 4-4-2 生锈的自行车

一、自行车金属部件为什么易被腐蚀

同学们都知道，自行车金属部件的腐蚀是由于暴露在空气中的金属与水、氧气等发生了化学反应，那么，这种反应是如何发生的呢？要解决这一问题，首先应认识一下制造自行车的金属——钢铁。钢铁并不是纯铁，而是铁的合金，其中含有少量的碳。表面镀层或漆层等保护层有脱落之处的自行车钢铁部件被雨水淋湿后或处在潮湿的空气里，在暴露出的钢铁部件表面就会形成一层水膜，这层水膜与铁和碳可以组成无数微小的原电池。水膜溶有二氧化碳等物质，是电解质溶液；活泼的铁相当于微小原电池的

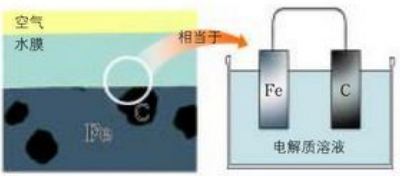


图 4-4-3 铁、碳和水膜构成微小原电池

负极；碳相当于微小原电池的正极。

在这些微小的电池中，铁原子失去电子被氧化，电子传递给做正极的碳，碳把电子传递给水膜中溶解的氧气并把氧气还原。电极反应为：

负极　$2Fe - 4e^- = 2Fe^{2+}$

正极　$2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$

电池反应为：$2Fe + 2H_2O + O_2 = 2Fe(OH)_2$

铁做负极不断被氧化，溶解在水膜里的氧气不断得电子被还原。反应产生的 $Fe(OH)_2$ 不稳定可进一步被空气中的氧气氧化。

$$4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O = 4Fe(OH)_3$$

氢氧化铁呈红褐色，它会分解生成红色的三氧化二铁。三氧化二铁便是铁被腐蚀所生成的铁锈的主要成分。

以上这些反应的实质是铁在电解质溶液存在的情况下被氧气氧化，这一腐蚀过程因吸收了氧气被称为“吸氧腐蚀”。

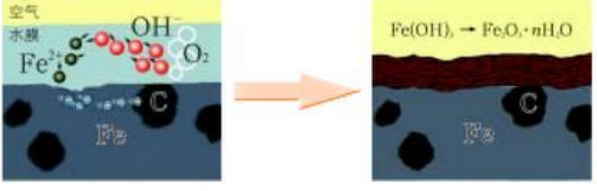


图 4-4-4 吸氧腐蚀导致铁生锈

金属在有电解质溶液存在情况下通过原电池反应发生的腐蚀叫电化学腐蚀，吸氧腐蚀是电化学腐蚀的一种。钢铁在潮湿的空气中或直接与海水、雨水、河水等含电解质的溶液接触时会发生电化学腐蚀。

追根寻源

金属是如何被酸雨腐蚀的

在酸雨比较严重的地区或 H^+ 浓度较高的潮湿环境中，钢铁有可能会发生另一种电化学腐蚀——析氢腐蚀。铁做负极失电子被氧化，H^+ 在正极上得电子被还原。电极反应如下：

负极　$Fe - 2e^- = Fe^{2+}$

正极　$2H^+ + 2e^- = H_2$

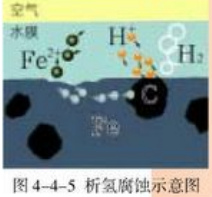


图 4-4-5 析氢腐蚀示意图

铁锅为什么会越用越薄

做饭用的铁锅天长日久越用越薄，发生的化学变化为在高温条件下铁被空气中的氧气直接氧化。

倾倒钢水时钢花四溅，轧钢时火红的钢锭表层脱落，发生的也是同样的反应。

除了发生电化学腐蚀外，金属与氧化性较强的物质直接接触也能被腐蚀。像这种金属与氧化剂直接接触而被腐蚀的过程，称为化学腐蚀。高温下，钢铁与氯气接触生成氯化铁，铜在加热的条件下生成黑色的氧化铜，都属于化学腐蚀。

总之，金属接触的介质不同，发生腐蚀的情况也不同，既可能发生化学腐蚀，也可能发生电化学腐蚀。一般情况下这两种腐蚀会同时发生，很难截然分开。

金属腐蚀的本质是金属原子失去电子变成金属阳离子，在此过程中金属被氧化。

$$M - ne^- = M^{n+}$$

交流·研讨

1. 铁锅用完后要刷洗干净并保持干燥。如果炒完菜之后不刷锅，残留的菜汤会对铁锅产生什么影响？

2. 金属腐蚀现象的本质是什么？哪些方法可以防止金属的腐蚀？

二、自行车金属部件的防腐蚀

为了防止自行车的金属部件被腐蚀，延长自行车的使用寿命以及保护它漂亮的外观，必须对自行车金属部件进行防护。你知道自行车都使用了哪些防护措施吗？它们的原理是什么？

为防止自行车金属部件被腐蚀，主要采用在金属部件的表面加上防护层的方法，如给车架、挡泥板、车后座烤上一层漆，给链条涂上机油，给轴承涂上凡士林，将车把、车圈、车辐条进行电镀，将车座弹簧用一层“烤蓝”保护等。



图4-4-6 自行车金属部件的防腐蚀措施

车辐条表面镀的一般是锌。镀锌是一种最常见的电镀工艺，广泛应用于钢铁制品的防腐蚀。

知识支持

电镀

以钢铁镀锌为例。把被镀钢铁部件和锌板浸入含有 Zn^{2+} 的溶液（$ZnCl_2$ 或 $ZnSO_4$ 溶液并加入多种添加剂）中，外加直流电源，钢铁部件与电源的负极相连，锌板与电源的正极相连。在锌板上的锌原子被氧化为 Zn^{2+} 进入溶液的同时，溶液中的 Zn^{2+} 在钢铁部件表面上被还原为锌单质析出成为镀层，溶液中的 Zn^{2+} 在电场的作用下由锌板附近不断地移向钢铁部件附近，从而保持溶液中 Zn^{2+} 浓度相对稳定。像这样将待镀器件和镀层金属部件分别与直流电源的负极和正极连接，并同时浸入含镀层金属阳离子的溶液中使待镀器件表面形成镀层的操作就是电镀。

为增强镀层对待镀金属部件的保护作用，可以采用多层电镀。车把、车圈一般都采用三层电镀，一般是底层镀铜、中间镀镍、表层镀亮铬。最外层的铬呈银白色，不仅装饰效果好，而且由于铬有很强的钝化性能，在空气中很快钝化，所以耐腐蚀性强；另外，它硬度高，耐磨，还有很强的耐热性。基于镀铬的这些优良特性，它广泛用于汽车、自行车、五金家电、仪表、机械等的外露金属部件的防腐蚀。

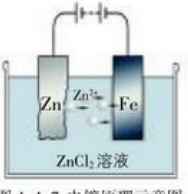


图 4-4-7 电镀原理示意图

即使车辐条的锌镀层部分破损，它也可以为铁继续提供可靠的保护，这是为什么呢？原来在潮湿的环境中，铁、锌和水膜可形成原电池，在这种原电池中锌比铁活泼，作为负极被腐蚀，铁作为正极得到保护。

根据电化学原理，只要将要保护的金属与比它活泼的金属相连构成原电池，便可以使要保护的金属不被腐蚀，这就是牺牲阳极的阴极保护法。

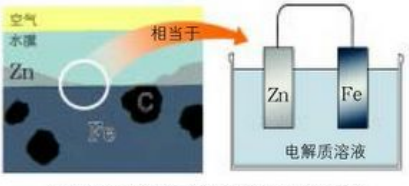


图 4-4-8 牺牲阳极的阴极保护法原理示意图


图 4-4-9 船底焊上锌块防止铁质船体被腐蚀

交流·研讨

在轮船水面以下的船体上常要焊上锌块或铝块。结合金属腐蚀的条件和轮船本身的材料及所处环境，分析人们这样做的原因。

拓展视野

牺牲阳极的阴极保护法

按照电化学的规定，发生氧化反应的一极是阳极，发生还原反应的一极是阴极。因此，用比铁活泼的金属保护铁不被腐蚀的电化学保护法叫做“牺牲阳极的阴极保护法”。

外加电流的阴极保护法

金属被腐蚀的过程是金属原子失电子变成金属阳离子的过程。那么，防止金属腐蚀就是要阻止金属原子失去电子。将金属和一块不溶性辅助电极分别连接到电源的负极和正极上，接通直流电源，使电子流入金属也可以达到防止腐蚀的目的。这种方法称作外加电流的阴极保护法。

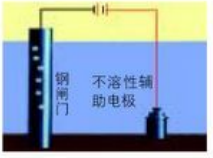


图 4-4-10 外加电流的阴极保护法示意图

由于自行车的辐条只镀了一层锌，镀层很薄，随着锌逐渐被消耗直至耗尽，里层的铁也会被腐蚀。如果辐条用不锈钢制作，将大大提高辐条的耐腐蚀性。

资料在线

不锈钢的发明

迈克尔·法拉第（M.Faraday）是英国伟大的物理学家和化学家。1819年，切削工具厂的厂长詹姆斯·斯托达特请求法拉第研制不锈钢。法拉第在调查研究中发现：从印度弄到的一种坩埚钢，虽然生锈但锈蚀得轻，在大英博物馆里保存的陨石则不生锈。法拉第认为它们含有能使金属不生锈的元素。经分析得知，陨石中含有铁和镍。法拉第在皇家学院地下室里进行了大量实验，制取了各种不同的铁合金，但当他要进行规模生产时，斯托达特突然去世，法拉第只好将几百种钢的样品藏在地下室的大箱子里。百年之后，虽然不锈钢又被发明并投入生产和使用，但化学史家仍认为法拉第是铁铬不锈钢和铁镍不锈钢的最早发明人。



4-4-11 不锈钢雕塑

不锈钢是通过改变金属的组成和结构来提高自身耐腐蚀性的合金。日常生活中使用的不锈钢产品是不耐海水的，海水中的氯离子会使它发生腐蚀。目前，科学家们已发明了各种有针对性耐腐蚀的合金钢，如耐大气腐蚀钢、耐海水腐蚀钢、耐硫酸腐蚀钢等。

动手空间

自制“烤蓝”小刀



图4-4-12 覆有烤蓝的小刀

在一些特定的条件下，铁也可以生成具有保护作用的氧化膜。例如，铁在浓硝酸、浓硫酸中可以生成氧化膜（称为钝化膜），特别是在碱性溶液中更容易被一些并不强的氧化剂氧化生成钝化膜。拿一把已除锈去油的小刀放入发蓝液（50 g 氢氧化钠、10 g 硝酸钠、3 g 亚硝酸钠加100 mL水所得到的溶液）中，加热煮沸20 min，用水洗净，然后观察蓝黑色“烤蓝”——四氧化三铁保护层的生成。

电镀、涂油、喷漆以及在金属表面加一层合成高分子保护层等方法是在金属材料的表面添加防护层，以隔绝金属与氧化性物质的接触；牺牲阳极的阴极保护法和外加电流的阴极保护法，则是为被保护的金属提供电子。以上各种防腐措施都是为了阻止需要保护的金属失去电子被氧化为金属阳离子。

交流·研讨



图4-4-13 三峡工程五级闸门

三峡工程中五级船闸的巨型闸门、西气东输工程、座落在北京人民大会堂西侧的国家大剧院等建筑和设施都使用了大量的钢材，它们都采取了什么防腐蚀措施？请查找有关资料弄清这些问题并与同学们交流。

学以致用

1. 防止自行车上金属部件生锈的方法还有哪些？用哪些材料替代钢铁，既可以节约钢材，又能使自行车经久耐用？

2. 从回收的废金属制品中找出镀锡的铁皮（马口铁）和镀锌的铁皮（白铁），分别刻划破坏部分镀层，然后放置到潮湿的环境中，过几天后观察对比马口铁与白铁的腐蚀情况，并试用所学知识进行解释。

3. 调查家庭和学校中所使用的金属制品都采用了哪些防腐蚀措施，说明采用这些措施防腐蚀的原理。



图4-4-14 新的铁筒和生锈的铁筒

课题 5 几种高分子材料的应用

联想 · 质疑

有些优质的滑雪板表面贴有一层非常光滑的薄膜，这种薄膜是由一种高分子材料制成的，可以大大提高滑雪速度；另外，如果用这种材料制作水龙头的垫片，密闭性好，经久耐用；电线电缆的绝缘层、电热毯中间的发热层常用它作为绝缘材料；化工生产中也会用它来保护设备不受酸碱的侵蚀……你知道这是一种什么材料吗？



图4 5 1 滑雪板

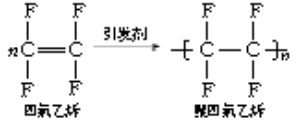


图4 5 2 水龙头

一、聚四氟乙烯

人们将聚四氟乙烯（teflon）称为“塑料王”，这是因为它具有特殊的化学稳定性，能够耐强酸、强碱甚至“王水”（浓盐酸与浓硝酸按 3:1 的比例混合在一起形成的溶液）的腐蚀，既耐高温又耐低温，绝缘性好而且在水中也不会被浸湿或膨胀，因此被广泛应用于化学化工、机械、电气、建筑、医疗等领域。

聚四氟乙烯的制备方法与聚乙烯相似，是由四氟乙烯发生加聚反应生成的。

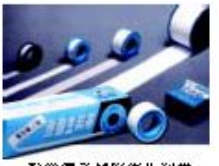


用聚四氟乙烯贴面的滑雪板、冲浪板及赛艇深受运动员的喜爱，因为聚四氟乙烯还有一种十分奇特的性质　　磨擦系数很小，极其光滑，可以减少与雪或水的磨擦力。家庭生活中有了聚四氟乙烯，使天天都要拧的水龙头改变了常换密封垫片的历史；用聚四氟乙烯制造的自来水笔的笔尖十分耐用。聚四氟乙烯还可用于制造人工骨骼、软骨以及外科器械等。


聚四氟乙烯零件


聚四氟乙烯微型管




聚四氟乙烯脱脂生料带


聚四氟乙烯板压板


聚四氟乙烯密封垫圈

图4 5 3 聚四氟乙烯的应用

追根寻源

磁带和光盘是用什么材料制成的

录音带和录像带中的磁带，是用高分子磁性材料制成的，这种材料也叫做塑料磁体。高分子磁性材料主要分为两大类：结构型高分子材料和复合型高分子材料。结构型高分子材料是指高分子自身就具有强的磁性，无须添加无机磁粉，这类材料正处在探索研究阶段。复合型高分子材料是指添加铁氧体（铁氧体是一种磁性材料，它是由氧化铁和两种或两种以上+2价金属的氧化物所组成的混合物，+2价金属有镍、锰、锌等）或稀土磁粉与高分子材料结合制成的磁性体，这是目前通常使用的一类磁性高分子材料，其特点是兼有高分子材料和磁铁的特征。


图4 5 4 磁带

光盘的制作也需要用到多种高分子材料。盘片原料采用聚甲基丙烯酸甲酯（有机玻璃）或透明的聚酯。光盘上的信息记录层是蒸镀在片基上的金属感光记录层（如铬和铋的合金）或涂布在片基上的有机感光层（感光性高分子也叫做光敏树脂即光刻胶，如聚乙烯醇肉桂酸酯光刻胶等，光刻胶在现代印刷技术、微电子技术、光化学加工技术中都有广泛的应用）。


图4 5 5 光盘

光盘的保护层还要用到光固化涂料，可擦洗、能反复使用的光盘还要用到光致变色高分子材料。

二、耐磨鞋底和轮胎

你知道牛筋鞋底是用什么材料制成的吗？这种材料是热塑性丁苯橡胶或聚氨酯塑料。这两种材料耐磨性好，坚固耐用且富有弹性。丁苯橡胶是以丁二烯和苯乙烯为单体发生共聚反应制得的。





图4 5 6 丁苯橡胶和由它制成的鞋底

$$n\,CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2 + n\,CH_2{=}CH(C_6H_5) \xrightarrow{\text{引发剂}} {+}CH_2{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}CH(C_6H_5){+}_n$$

1,3 丁二烯　　苯乙烯　　丁苯橡胶



图4 5 7 热塑性丁苯橡胶专用改性沥青用于铺设路面

热塑性丁苯橡胶兼有橡胶和塑料的性能，广泛用于制鞋、沥青改性、塑料改性和黏合剂等行业。有些高等级路面如“中华第一街”长安街和机场的跑道都是用热塑性丁苯橡胶专用改性沥青铺设的。热塑性丁苯橡胶黏合剂是非常好的建筑防水材料。

拓展视野

聚氨酯树脂及其应用

德国化学家拜尔（A.V.Baeyer）于1937年发现了异氰酸酯与活泼氢的反应，从而开始了聚氨酯的研究与应用。我国于20世纪60年代开始独立研制和开发聚氨酯树脂。聚氨酯树脂又被称作聚氨酯弹性体，是一种性能介于塑料和橡胶之间的特种材料，具有高强度、耐磨、抗撕裂、挠曲性能好、耐油和良好的血液相容性等优点，因此在工业、农业、军事、航空、医学等领域有着广泛的应用，而且需求量很大。



图4 5 8 聚氨酯泡沫



图4 5 9 用聚氨酯塑料和软制成的人工心脏

带有表面装饰的聚氨酯人造皮革具有弹性好、柔软、透气、耐老化等优点，可用于制作皮衣、雨衣、手套等，经涂光、打磨后做成的人造麂皮是很时髦的鞋面料和室内装饰材料。后来研制的微泡聚氨酯弹性体制作的鞋底穿着舒适、轻便且造价低。聚氨酯黏合剂

黏合力强、耐水性好，是很好的鞋用黏合剂。聚氨酯弹性纤维又叫氨纶，是制作紧身衣、袜的优良材料。经特殊处理的聚氨酯树脂可用做食品包装纸。

聚氨酯树脂还可用做建筑装修材料，用于制作不用充气的泡沫轮胎和耐磨、防滑的跑道，特别是制作人工心脏、人工软骨、人造皮肤等医用品。用聚氨酯可生产具有抗菌功能、阻燃功能或可生物降解功能的多种功能材料。废聚氨酯还可以回收利用，有利于环境保护和节约能源。



图4-5-10 利用丁基橡胶生产的汽车内胎

顺丁橡胶是以1,3-丁二烯为单体聚合而成的。它的耐磨性、弹性、耐低温性能和耐热性能等都很好，适于制作轮胎的外胎、输送带、胶管等。

丁基橡胶以异丁烯（2-甲基丙烯）和少量异戊二烯（2-甲基-1,3-丁二烯）为单体共聚而成。丁基橡胶的气密性好、耐热、耐老化，适于做汽车内胎、探空气球、汽艇、无内胎轮胎等。

乙丙橡胶以乙烯和丙烯为单体经共聚而成，反应的化学方程式为：

$$n\,CH_2{=}CH_2 + n\,CH_3{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{\text{引发剂}} \left[CH_2{-}CH_2{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2\right]_n$$

乙丙橡胶柔韧性好，适宜制造汽车及建筑门窗的密封胶条。丁二烯与丙烯腈共聚得到的丁腈橡胶，耐油性好，可用于制造战斗机的防弹油箱、油管、垫圈等。

合成橡胶还有氯丁橡胶、异戊橡胶、硅橡胶、氟橡胶等品种。硅橡胶和氟橡胶都属于特种合成橡胶，主要用于军工、宇航等领域。例如，用氟橡胶制造的火箭衬里，既轻便、柔软，又坚韧、耐腐蚀，十分安全。

三、“尿不湿”与荒漠绿化

在婴儿用品货架上经常摆放着各种品牌的“尿不湿”纸尿片，这种纸尿片吸收尿液以后，体积虽然膨胀，但挤压不出液体来，能使婴儿感到舒适。是什么材料把婴儿的尿液吸收了呢？



图4-5-11 婴儿使用的纸尿片

活动·探究

纸尿片的吸水能力

1. 取一片纸尿片，用天平称量它的质量，使其充分吸水后再称其质量，计算单位质量纸尿片的最大吸水量。

2. 用同样的方法测定其他材料（如棉花、纸巾、布等）的吸水能力，与纸尿片进行比较。

3. 把充分吸水后的几种材料放到窗口通风处，每隔一段时间后称其质量，比较哪种材料更容易失水。

“尿不湿”之所以具有强吸水性是由于其中添加了一种高吸水性树脂。高吸水性树脂可以用淀粉、纤维素等天然高分子化合物与丙烯酸、苯乙烯磺酸发生聚合反应制得，也可以用聚丙烯酸或聚乙烯醇进行合成。高吸水性树脂是含有羧基（－COOH）、羟基（－OH）等强亲水基团并具有一定交联的网状高分子化合物。

尿液中的水分子与亲水基团紧密结合，并被包裹在网状高分子结构之中，这就是“尿不湿”既能吸水又能保水的原因。

交流·研讨

1. 现在，荒漠化的问题日益严重。荒漠化是怎样形成的？请大胆设想，并为解决这一问题献计献策。

2. 有人提出运用“尿不湿”的原理解决荒漠化问题，这可能吗？“尿不湿”和治理荒漠化有联系吗？



图4 5 12 尿不湿



图4 5 13 荒漠化

“尿不湿”吸收的是有限的尿液，而在沙漠中种树则需要供应树根更多的水。高吸水性树脂能吸收比树脂重几百倍，甚至更多的水。高吸水性树脂吸收足量的水分子进入自己的网状结构后变成凝胶状物质，将这种凝胶状物质置于树、草的根部就能保证树、草源源不断地得到生长所需要的水分。

我国科学家研究的“多功能超强吸水剂”，除了具有吸水、保水、保墒、节水、抗旱等功能外，还能供应植物生长所需的多种营养物质。试验证明，使用这种多功能超强吸水剂有明显的抗旱增产效果。“多功能高分子植物生长剂”是以淀粉、纤维素、丙烯醇为原料，采用微波辐射聚合方法制备的高吸水性树脂，该产品广泛用于抗旱农业、园艺、蔬菜种植、植树造林和沙漠绿化等。

今后科学家们将进一步研究高吸水率的共聚物或接枝共聚物，以及实用性的复合型吸水材料如吸水性纤维、塑料、橡胶等。有关专家认为，几年后作为保水剂的高吸水性树脂可能成为继化肥、农药、地膜之后最受广大农民欢迎的农用化学品之一。

资料在线

土地荒漠化

个国家和地区森林覆盖率达到30 %以上且分布均匀，才能基本上达到风调雨顺。33 万公顷森林蓄水量相当于1×10^8 m³的水库。

现在，世界上沙漠正以每年500 万－700 万公顷的速度增加，无情地吞噬着良田和牧场。

我国是世界上土地荒漠化比较严重的国家之 。土地荒漠化已涉及到全国18 个省的400多个县，影响到4 亿人口的生活。荒漠化是我国21 世纪可持续发展战略研究所关注的问题之 ，亟待解决。



图4 5 14 用高吸水性树脂制作的玩具

拓展视野

化纤地毯与人造草皮

化纤地毯是用高分子材料制成的，制造它要用到丙纶或尼龙纤维、无纺布和黏合剂。我国50周年国庆时天安门前金水桥上就铺设了红色的化纤地毯。

人造草皮实际上是一种用化学纤维黏合而成的无纺布。它共分三层：表层是用回弹性好的涤纶或氯纶黏合而成的薄细绒，形状如细软草地，松软而富有弹性；中间层使用改性丙纶做成的黏合布，具有很好的渗水性；最下层是高吸水纤维组成的排水材料。运动场采用这样的人造草皮，下雨也不会积水，因此不会影响比赛。



图4 5 15 我国50周年国庆时金水桥上铺的化纤地毯



图4 5 16 人造草皮足球场

现在，绚丽多彩的高分子材料在人类的生产和生活中处处可见。随着科学技术的进步、经济的发展和人民生活水平的不断提高，对高分子材料的需求量越来越大，对它们的质量要求也越来越高，因此材料的品种会越来越多。

学以致用

1. 通过本课题的探究，你对高分子材料有了什么新的认识？观察你在生活中接触到的高分子材料，你知道它们的主要成分是什么吗？

2. 高分子材料的应用给我们的生活带来了极大的便利，同时也带来了日益严重的白色污染问题。为解决白色污染问题，你有什么好的创意？感兴趣的同学可以通过调查或借助图书馆、网络对这一问题进行深入的研究。



图4 5 17 用高级水性树脂养花

3. 高吸水性树脂具有广泛的应用。除了用做卫生用品和用于节水抗旱之外，你还能想到它有什么用途？

4. 收集婴儿用过的“尿不湿”，将它们剪成碎块，放在花盆中，模拟沙漠中种树、种草的试验，看你能不能变废为宝，培育出你喜爱的鲜花。

5. 功能高分子材料通过在合成高分子的主链或支链上接上能显示某种功能的官能团，使高分子具有特殊的功能，满足光、电、磁、化学、生物、医学等方面的功能要求。列举你知道的功能高分子材料及其应用实例。

主题 5

正确使用化学用品

课题 1 装备一个小药箱

课题 2 怎样科学使用卫生清洁用品

课题 3 选用适宜的化妆品



课题 1　装备一个小药箱

交流 · 研讨

学校要组织一次为期10天的夏令营活动。如果由你为同学们准备一个小药箱，你认为药箱中应该有哪些药物和器材？确定一个合理的清单，并与同学们讨论在购买有关药物时应该注意哪些问题。

药箱中备有药物和器材	用　途



图5 1 1 小药箱

一、小药箱中应备有哪些药物和器材

感冒、胃不舒服对有些人来说可能是经常发生的事。因此，在夏令营和家庭的常备小药箱中应该备有伤风感冒药、退热止痛药、抗菌药、抗过敏药、助消化药、消炎药等药物，以及药棉、胶布、纱布、棉签、镊子、小剪刀、体温计等简易器材。家庭的小药箱中则还应根据家庭成员的需要准备一些专用药物，如降压药、心血管药等。表5 1 1列举了一些家庭常用药物。



图5 1 2 小药箱中的药物和器材

表5 1 1　　一些家庭常用药

常用药物	作用
速效感冒胶囊，板蓝根冲剂	治疗感冒
甘草片，川贝止咳糖浆	镇咳化痰
红霉素，氟哌酸	抗菌消炎
扑尔敏	抗过敏
复方解热止痛片，阿司匹林	退热止痛

续表

常用药物	作用
胃舒平，酵母片	抑酸止胃痛、助消化
碘酒，创可贴	伤口消炎
风油精	防治蚊虫叮咬

家庭备有的一般是非处方药，又称“可在柜台上买到的药物（over the counter）”，简称OTC。非处方药安全系数大，可按药物说明书自行判断、购买和使用。

二、认识几种常用药物

1. 抑酸剂

人体中胃酸的主要成分是盐酸。胃酸可帮助人体消化食物，但胃酸过多会损伤胃黏膜，使人感觉不适。抑酸剂（antiacid agent）就是为减少胃内盐酸的量而特制的，胃舒平、氢氧化铝复方制剂都属于抑酸剂。

活动·探究

胃舒平的主要成分是氢氧化铝，还是碳酸氢钠

治疗胃酸过多的胃药中，有的药物的主要成分是氢氧化铝，有的药物的主要成分是碳酸氢钠。那么，胃舒平的主要成分是氢氧化铝，还是碳酸氢钠呢？请你设计简单的实验（最好是两种方案）进行验证。

你的实验步骤和实验记录：

你得到的实验结论是什么？与同学们讨论，胃舒平的治疗原理是什么？

知识支撑

氢氧化铝和碳酸氢钠

氢氧化铝具有两性，既能溶解在盐酸等强酸溶液中，又能溶解在NaOH溶液等强碱溶液中。

碳酸氢钠是一种酸式盐，它既能与盐酸等酸反应（产生二氧化碳气体），也能与NaOH溶液等碱反应（生成碳酸钠和水）。

氢氧化铝是两性氢氧化物，与胃液混合后能形成凝胶覆盖在胃黏膜表面，缓慢而持久地中和过多的胃酸及保护胃黏膜，有利于溃疡面的愈合。

抑酸剂治疗的主要机理，就是用金属氧化物、碱、盐等与胃中多余

盐酸发生反应。常见抑酸剂的主要化学成分及所发生的反应如表5 1 2所示。

表5 1 2　常见抑酸剂的主要化学成分及其反应

主要化学成分	离子方程式
氧化镁 [MgO]	$MgO + 2H^+ \quad Mg^{2+} + H_2O$
氢氧化镁 [$Mg(OH)_2$]	$Mg(OH)_2 + 2H^+ \quad Mg^{2+} + 2H_2O$
碳酸钙 [$CaCO_3$]	$CaCO_3 + 2H^+ \quad Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow$
碳酸氢钠 [$NaHCO_3$]	$HCO_3 + H^+ \quad H_2O + CO_2\uparrow$
氢氧化铝 [$Al(OH)_3$]	$Al(OH)_3 + 3H^+ \quad Al^{3+} + 3H_2O$
双羟基铝碳酸钠[$NaAl(OH)_2CO_3$]	$Al(OH)_2CO_3 + 4H^+ \quad Al^{3+} + 3H_2O + CO_2\uparrow$
柠檬酸钠[$Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$]	$C_6H_5O_7^{3-} + 3H^+ \quad H_3C_6H_5O_7$

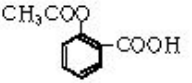
【批准文号】国药准字H32026201
【成分】本品每片含主要成分阿司匹林0.5 g。辅料有玉米淀粉、碳酸钙（低铁）、无水钙磷酸、胶体二氧化硅、糖精钠、聚维酮、橘子香精。
【性状】本品为白色片。
【适应症】用于普通感冒或流行性感冒引起的发热，也用于缓解轻至中度疼痛，如头痛、牙痛、神经痛、肌肉痛、痛经及关节痛等。
【贮藏】密封，在干燥处保存。
【用法用量】溶开水溶解后口服。成人一次1片，若发热或疼痛持续不缓解，可间隔4～6小时重复用药一次。24小时内不超过4片。
【注意事项】【禁忌】【不良反应】等详见说明书。

图5 1 3 阿司匹林泡腾片说明

2. 阿司匹林

阿司匹林（aspirin）是人们经常使用的一种解热、镇痛和消炎药物。现代医学发现，小剂量阿司匹林在防治心脑血管疾病方面也有较好的效果。

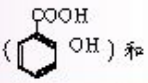
阿司匹林又称乙酰水杨酸，结构简式为：



它最初是由柳树叶提炼出的水杨酸制得的，副作用比水杨酸小。

动手空间

阿司匹林的水解

阿司匹林在沸水中容易水解，生成水杨酸（  ）和乙酸（CH_3COOH）。水杨酸是人类最早用于消炎、镇痛的药物，它的分子能与Fe^{3+}生成配合物而显色。

1. 将一片阿司匹林研为粉末，把粉末加入一支试管中，注入适量蒸馏水使它成为悬浊液。

2. 煮沸此悬浊液后，滴加$FeCl_3$溶液，观察溶液颜色的变化。

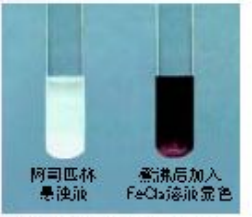


图5 1 4 阿司匹林水解产物显色实验

阿司匹林的治疗机理是通过抑制体温调节中枢的前列腺素合成酶，使前列腺素的合成、释放减少，从而恢复体温调节中枢的正常反应性。它还能抑制某些痛觉致敏物质、致炎物质的合成而具有镇痛、消炎的作用。

化学与技术

片剂大家族

为了增强疗效和便于使用，人们将药物制成了多种剂型。口服用药的剂型中，片剂是应用最多的。随着科学技术的发展，片剂药品已发展成一个大家族，其成员因制法、材料、疗效不同而异。

糖衣片是在药片的外面包裹一层糖衣，保护性质不稳定的药物免受光线、空气的影响而降低疗效，还可以掩盖药物本身的异味。

水溶片与直接服用的糖衣片不同，可以把它放入水中，药片溶解成均匀半透明的药水，服用后能迅速被吸收发挥药效。

泡腾片是一种新的剂型，药片中配有含碳酸氢盐和有机酸的发泡剂，放入水中即能产生二氧化碳气体，像汽水一样，可改善服用时的口感。

缓释片则是通过特殊技术制成的，以延长药效。例如，阿司匹林缓释片是通过乙二醇分子的桥梁作用把阿司匹林分子连接在高聚物分子上，服用后在人体酶的作用下，缓释片逐步水解释放出药物成分，化学方程式为：

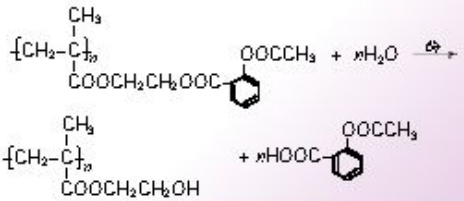




图5 1 5 各种片剂

三、合理用药

1. 药物的选择

目前药物种类繁多，使用时必须仔细阅读说明书，充分了解各种药物的适应症、不良反应和用药禁忌，根据具体情况挑选安全、有效的药物。

对症下药是合理用药的首要原则。例如，治疗由于消化不良、肠功能紊乱、内分泌障碍等引起的腹泻需要服用调整相关功能的药物，而治疗由于细菌感染造成的腹泻用抗生素治疗才有效。如果生病原因不明，应该及时就医，一定不能盲目用药。

选择药物时还要注意药的质量，如果发现药片变色、潮解、有斑点，丸药虫蛀、霉变，糖浆、膏药发霉、发酵，药水浑浊沉淀等变质现象时，则不要选用。



图5 1 6 药品柜台

资料在线

了解抗生素 慎用抗生素

抗生素一般是指某些微生物在代谢过程中所产生的化学物质，这些物质常在极小的浓度下即能对其他微生物的生长产生抑制或杀灭作用。现在临床上应用的抗生素，主要是来自微生物（细菌、霉菌、放线菌等），少数是利用化学合成或半合成方法制得的。常见的抗生素有青霉素、先锋霉素、氨霉素、四环素、庆大霉素、乙酰螺旋霉素等。

抗生素的抗菌作用是毋庸置疑的，但它使细菌产生抗药性以及副作用的问题日益为人们所关注。抗生素易于诱发细菌产生抗体，这种抗体是可以传递的。例如，青霉素在使用的早期，几乎可以治疗大多数细菌引起的疾病如肺炎、脑膜炎、破伤风、淋病等，但是后来这种抗生素在临床治疗中常常无效，导致这些疾病的死亡率上升。另外，抗生素会产生副作用，轻则出现皮疹，重则出现严重的贫血症状甚至休克、死亡。所以，在使用抗生素时必须遵照医嘱。现在，我国规定购买抗生素必须持有医生开出的处方。

2. 药物的用法和用量

我们选择了合适的药物后，还要正确地使用。

什么时候服药好



图5-1-7 合理用药

口服药物是在饭前、饭后或睡前服用，须根据用药目的、药物吸收排泄的时间以及药物对胃肠道是否有刺激来决定。能被充分、快速吸收而且无刺激性的药物，可在饭前口服。例如，助消化的药物要在饭前10 min服用，以促进消化液的分泌。对胃有刺激作用的药物，适于在饭后服用。维生素类药，宜在两餐之间服用。如果不知道何时服药合适，可以向医生询问。

为什么要严格控制服药剂量

一种药物的用量，是经过严格的科学实验和大量的临床研究确定的，随意增加药物剂量可能会损害脏器。例如，过量服用扑热息痛，会损害肝脏；庆大霉素用量过大，可引起尿蛋白和血尿等。相反，减少药物剂量往往达不到治疗效果，甚至会产生耐药性。

用什么水服药

服药一般用温开水，但是止咳糖浆类不能用水冲服。因为止咳药溶解在糖浆里，覆盖在发炎的咽部黏膜表面，形成保护性薄膜缓解咳嗽。若用水冲服会使糖浆稀释，不能形成保护膜，从而降低药效。

吃药期间不宜喝茶，更不要用茶水服药。因为茶水中的有关成分会与药物发生化学反应，造成药物失效或难以被吸收，达不到治疗作用。用饮料、咖啡等服药，也不利于药效的发挥。

生活指南

肠溶片为什么不能嚼碎服用

许多药物在胃液酸性条件下不稳定，易分解失效或对胃黏膜有刺激性，还有的药物只能在肠道中被吸收，这些药品就需要制成肠溶片。肠溶片是在药物的外面包裹一层肠溶衣（如虫胶等）制成的，肠溶衣只能被碱性肠液溶解。药片嚼碎后，肠溶衣就被破坏。如果是多酶片等助消化药，药物将被胃酸破坏而失去疗效；如果是红霉素肠溶片、阿司匹林肠溶片，药物提前释放会损伤胃黏膜。



图5-18 肠溶片

四、避免药物依赖，远离毒品

生活中有的人习惯服用安眠药催眠。其实，经常使用安眠药是不安全的，可能造成对肝脏和肾脏的损害；还可能形成心理依赖，甚至成瘾。药物依赖性又称药物成瘾性，俗称“药瘾”。药物依赖性分为生理依赖与心理依赖两大类。生理依赖指停药后会产生恶心、厌食、发烧等身体不适症状，心理依赖主要指长期服用后对药物刺激的强烈渴望。

还有一种常见的容易产生依赖性的药物　　盐酸哌替啶（度冷丁）。作为人工合成的麻醉和止痛药物，哌替啶普遍地应用于临床。可是，哌替啶连续使用1～2周便可成瘾。这种依赖性以心理依赖为主、生理依赖为辅。哌替啶的滥用是我国当前所面临的毒品问题之一。我国刑法规定，毒品是指鸦片、海洛因、冰毒、吗啡、大麻、可卡因以及国家规定管制的其他能够使人形成瘾癖的麻醉药品和精神药品。凡不是以医疗为目的的滥用麻醉药品与精神药品都属于吸毒的范围。

毒品是万恶之源。吸毒不但会严重摧残个人身心健康，还会导致许多社会问题，如犯罪、艾滋病传播等。所以，青少年一定要远离毒品！

资料链线

毒品知多少

1. 国家规定管制的能使人成瘾的麻醉药品主要有：

（1）鸦片类：天然来源的鸦片，由鸦片制成的物质（如吗啡），半合成或人工合成的化合物（如海洛因、哌替啶、美沙酮等）。

（2）大麻类。

（3）古柯类。



鸦片　海洛因　冰毒　吗啡　大麻　可卡因

图5-19 几种毒品



图5-1-10 摇头丸

2. 国家规定管制的精神药品主要有：

（1）镇静催眠类和抗焦虑类，如安定、利眠宁、巴比妥类。

（2）中枢神经系统兴奋剂，如冰毒（甲基苯丙胺）、可卡因、苯丙胺。

（3）致幻剂，如LSD致幻药（麦角酰二乙胺）、北美仙人球毒碱、摇头丸（亚甲二氧甲基苯丙胺）。

有些在舞厅中跳舞的人常服用一种俗称“摇头丸”的毒品。摇头丸是冰毒的衍生物，属于苯丙胺类兴奋剂。市场上常把它染成黄、绿、白等不同的颜色。食用摇头丸后会引起心律加快、血压和体温升高，从而使人情不自禁地手舞足蹈，呈现疯狂状态。如果大剂量服用，将造成人体肌肉协调能力降低和震颤。

学以致用

1. 根据本课题所学内容，结合家庭成员的身体状况，在家长的帮助下，自己设计或装备一个家庭小药箱。

2. 参观或组织一次“珍爱生命、拒绝毒品”的宣传活动。

课题 2　怎样科学使用卫生清洁用品

联想 · 质疑

现在，洗涤剂、消毒剂、杀虫剂等卫生清洁用品陆续走进千家万户。它们究竟是由什么物质制成的？它为什么会有去污、消毒或防治害虫等作用？大量使用这些卫生清洁用品对人体健康和自然环境有什么影响？使用它们时应该注意哪些事项呢？



图5 2 1 各种卫生清洁用品

一、了解洗涤剂

市场上的洗涤剂（detergent）多种多样，不仅形态各异，而且功能也各不相同。

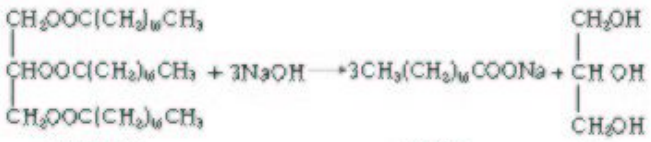
表5 2 1　　常用洗涤剂

分类	名称
厨房用洗涤剂	洗洁精、去污粉、油烟净等
织物用洗涤剂	肥皂、洗衣粉、丝毛洗涤剂、衣领净等
身体用洗涤剂	香皂、沐浴液、洗手液等
其他	洁厕剂、地毯清洗剂等

不同的洗涤剂之间有什么区别和联系呢？要了解关于洗涤剂的化学知识，可先剖析一下肥皂。

1. 肥皂为什么能去污

肥皂（soap）的主要成分是高级脂肪酸钠，是由脂肪与氢氧化钠发生皂化反应制取的。例如，硬脂酸甘油酯可发生皂化反应：



硬脂酸甘油酯　　硬脂酸钠　　甘油



图5 2 2 肥皂

动手空间



图5-2-3 18世纪熬制肥皂的场景

自制肥皂

1. 在烧杯里，加入50 mL水和7 g氢氧化钠配成溶液。再加入20 g动（植）物油，慢慢加热煮沸20 min，并不断搅拌。
2. 待混合物室温冷却后再用冰水浴冷却5～10 min，同时不断搅拌。
3. 配制50 mL饱和食盐水，加入到上述混合物中，不断搅拌。
4. 把混合物倒在纱布上挤干水分，使其干燥固化，就可得到肥皂。
5. 检验自制肥皂的去污能力。

肥皂在洗涤过程中是怎样去污的呢？肥皂中起去污作用的是高级脂肪酸钠。高级脂肪酸钠分子的形状像蝌蚪，类似蝌蚪尾部的一端为链状烃基，根据结构特点，它不能与水分子相互吸引而很好地结合，却能与油脂污垢中的有机物分子相互吸引很好地结合，有亲油的性质，称为疏水基或亲油基（lipophilic group）；而类似蝌蚪头部的一端 $-COONa$ 或 $-COO^-$ 易溶于水，称为亲水基（hydrophilic group）。沾有油脂污垢的衣物浸入到高级脂肪酸钠水溶液中，亲油基与油脂污垢中的有机物分子相互吸引，亲水基与水分子相互吸引。这样，油污被高级脂肪酸钠分子包围起来，逐渐分散成微小的油珠，经过摩擦、振动进入水中。肥皂去污过程如图5-2-5所示。



图5-2-5 肥皂去污原理示意图

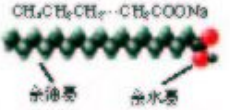


图5-2-4 高级脂肪酸钠分子示意图

2. 功能特异的表面活性剂

像高级脂肪酸钠那样，分子由亲油基和亲水基构成的物质被称为表面活性剂（surface active agent）。根据在水溶液中电离出的表面活性微粒所带电荷的不同，表面活性剂分为阴离子型、阳离子型、两性离子型和非离子型。表面活性剂是制造洗涤剂和化妆品的重要原料。

表5-2-2 表面活性剂举例及在洗涤剂中的应用

类型	举例	分子结构	应用
阴离子型表面活性剂	烷基硫酸钠	$CH_3CH_2\cdots CH_2CH_2OSO_3^-Na^+$	肥皂、洗洁精等大多数洗涤剂
阳离子型表面活性剂	烷基三甲基氯化铵	$CH_3CH_2\cdots CH_2CH_2\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{N^+}}CH_3Cl^-$	抗静电剂、柔顺剂等
两性离子型表面活性剂	甜菜碱类化合物	$CH_3CH_2\cdots CH_2CH_2\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{N^+}}CH_2COO^-$	婴儿洗发剂等
非离子型表面活性剂	高级醇聚氧乙烯加成物	$CH_3CH_2\cdots CH_2CH_2O(CH_2CH_2O)_nH$	发泡剂、乳化剂、增溶剂等

活动·探究

洗涤剂的几种重要性质

配制质量分数为1%和10%的洗涤剂(如肥皂、洗洁精、洗衣粉)水溶液，进行以下实验。探究洗涤剂水溶液与水有哪些不同性质。

【实验1】用两只滴管分别吸取自来水和1%的洗涤剂溶液，滴到棉布上，观察现象。

【实验2】向一个锥形瓶中加入10%的洗涤剂溶液，振荡，观察现象。

【实验3】向两支分别装有水和10%的洗涤剂溶液的试管中加入5滴油，振荡，对比实验现象。

实验内容	实验现象	实验结论
1		
2		
3		



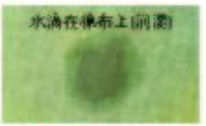


图5-2-6 润湿作用

以上实验显示的洗涤剂的性质，是洗涤剂中的表面活性剂通过以下作用产生的。

润湿和渗透作用

在水中加入表面活性剂可以降低水的表面张力，促进润湿。在有些液体中，表面活性剂的加入还可以促进液体渗透到固体内部，增加渗透作用。

发泡作用

搅拌含有表面活性剂的水溶液，使空气进入溶液，能形成气泡。在气泡的表面排列着一层表面活性剂分子，疏水基伸向气泡内部，亲水基伸向水溶液。当表面活性剂分子排列得非常紧密时，气泡表面就形成一层不容易破裂的膜。由于气泡密度比水的密度小得多，它们很快就浮到液体表面上。

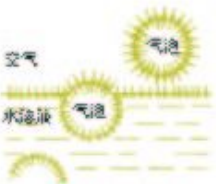


图5-2-7 发泡作用

乳化作用

把油和水混合并不断搅拌时，油在水中会分散成小液滴，形成乳浊液。但是静止后，油、水又会分层。如果加入表面活性剂，亲水基进入水中，亲油基进入油中，就会排列形成保护层，防止分散了的液滴凝聚，维持体系的稳定性，这就是表面活性剂的乳化作用。



5-2-8 乳化作用

3. 科学地选择和使用洗涤剂

洗涤剂中有些成分对人体健康和自然环境存在着潜在的危害，因此要科学地选择和使用洗涤剂。

活动·探究

几种洗涤剂性能的比较

1. 选择几种织物洗涤剂，设计调查和实验方案并实施，从不同角度比较它们的性能和特点。

对比项目 / 洗涤剂				

2. 根据你的调查和实验结论，对家用洗涤剂的选择和使用提出建议，并说明理由。

方法导引

建议从去污能力强弱、洗涤过程是否简单易行、对自然环境是否有污染、对皮肤是否有伤害等方面比较各种洗涤剂。

资料在线

加酶洗涤剂

酶是一类生物催化剂，可以明显地提高洗涤剂的去污能力。碱性蛋白酶，能使含蛋白质的污垢如奶渍、血渍等溶于水被除去。碱性脂肪酶能更好地清除油性污垢。由于酶遇热会失去活性，低温又不起作，因而宜用50 ℃左右的温水。

无磷洗涤剂

含磷洗涤剂中的三聚磷酸钠($Na_5P_3O_{10}$)会导致水体富营养化。无磷洗涤剂主要采用硅酸钠(Na_2SiO_3)等替代三聚磷酸钠。

生活指南

对洗涤剂的认识误区

"提取天然植物制造"的洗涤剂　这种洗涤剂只是使用的原料不是石油化工产品而是植物提取物，其有效成分和去污机理与合成洗涤剂相似或相同。

"增白"洗涤剂　大多数增白洗涤剂使用的是荧光增白剂。荧光增白剂本身并无去污能力，只有增白的效果。

"高级脂肪酸钠"　这里的"高级"与产品的质量好坏无关，是指原料脂肪酸具有较大的相对分子质量，称为高级脂肪酸。肥皂的主要成分就是高级脂肪酸钠。

二、合理使用消毒剂

细菌、病毒威胁着人体健康，消毒剂(antiseptic)可帮助人们杀菌、消毒。消毒剂的作用如此重要，它们对人体只有益处没有危害吗？

1. 认识各种各样的消毒剂

活动·探究

了解你身边的消毒剂

1. 了解你见到的消毒剂，记录你搜集到的有关信息。

消毒剂名称	颜色、状态	气味	主要成分	适用范围
84消毒液				
……				

注意：闻气味时要非常谨慎，要用手扇闻。

2. 根据你的调查结果，提出自己关心的有关消毒剂的问题。

目前，常用的消毒剂根据成分和性质，主要分为含氯消毒剂、过氧化物类消毒剂、醇类消毒剂、含碘消毒剂、酚类消毒剂等（见表5 2 3）。

表5 2 3　　生活中常用的消毒剂

消毒产品	有效成分	类别	应用
84消毒液 漂白粉、漂粉精	次氯酸钠（NaClO） 次氯酸钙［$Ca(ClO)_2$］	含氯消毒剂	环境、物品表面、餐具、饮用水、污水、排泄物、垃圾等消毒
臭氧消毒机 双氧水 过氧乙酸消毒液	臭氧（O_3） 过氧化氢（H_2O_2） 过氧乙酸（CH_3COOOH）	过氧化物类消毒剂	饮用水、病毒污染物品、皮肤等消毒
消毒酒精	乙醇（CH_3CH_2OH）	醇类消毒剂	皮肤等消毒
碘酊	碘（I_2）	含碘消毒剂	皮肤消毒
药皂，甲酚皂溶液	苯酚等酚类化合物	酚类消毒剂	临床消毒、防腐等
福尔马林	甲醛（HCHO）	醛类消毒剂	医疗器械的消毒或灭菌等



本品是一种以次氯酸钠为主，表配表面活性剂的消毒洗品，具有杀菌及洗涤作用。可用于家庭、宾馆、饭店、医院、饮食与食品加工行业和家庭消毒。

图5 2 9 84消毒液及简介

次氯酸钠 次氯酸钠（sodium hypochlorite，NaClO）是一种强氧化剂，能氧化菌体蛋白使其失去活性而导致细菌死亡。NaClO溶液是在NaOH溶液中通入氯气制得的。使用时，喷洒出的NaClO溶液与空气中的二氧化碳发生反应，生成具有强氧化性的的次氯酸，增强消毒能力。

$$CO_2 + NaClO + H_2O = NaHCO_3 + HClO$$



图5-2-10 次氯酸钠的漂白作用

含氯消毒剂对餐具、茶具、饮具、浴具有消毒、漂白和除臭作用，但是高浓度含氯消毒剂对人的呼吸道黏膜和皮肤有明显的刺激作用，对物品有腐蚀和漂白作用，大量使用还可污染环境。

臭氧 低浓度的臭氧(ozone，O_3)是一种无色、有特殊气味的气体，浓度高时呈明显的蓝色。在常温常压下，臭氧在水中的溶解度比氧气大十余倍。臭氧是强氧化剂，很不稳定，在常温下即可分解为氧气。

臭氧能够对许多化合物进行氧化，具有优异的杀菌、消毒和净化空气与水质的作用，是众多消毒剂中氧化能力最强的一种消毒剂，在各类公共场所，医药、食品加工场所和居民日常生活中都可以应用。

生活指南

正确使用臭氧消毒

人体暴露在低浓度的臭氧环境中，可能出现皮肤和眼睛刺痒、呼吸不畅、咳嗽、头痛等症状，暴露时间较长会导致短暂性肺功能异常，引起肺部组织损伤。因此，国际上并不主张在居室内使用臭氧消毒，即使是医疗部门使用，也须在封闭状况下且控制在合适的浓度。另外，由于臭氧属于强氧化剂，杀菌消毒的同时也会破坏食物中的一部分营养，因此不能盲目地使用臭氧对食物进行消毒。

过氧乙酸 过氧乙酸(peroxyacetic acid，$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-OH$)是无色透明液体，易挥发，有强烈刺激性气味，易溶于水及乙醇等有机溶剂，具有弱酸性和强氧化性。过氧乙酸的杀菌过程主要是通过氧化作用使菌体蛋白失去活性，导致微生物死亡。此外，过氧乙酸还可以利用酸性改变细胞内的pH而损伤微生物。

纯的过氧乙酸极不稳定，即使在低温条件下也有可能发生爆炸，商品过氧乙酸一般是16%－20%的溶液，遇热、光照或与还原剂接触都有爆炸的危险。过氧乙酸对眼睛、皮肤、呼吸道黏膜等有强烈刺激作用，须稀释至一定浓度才可以使用。在生产和使用过氧乙酸的过程中，要做好必要的防护。



图5-2-11 消毒

2. 消毒剂的合理使用

消毒剂的种类很多，杀菌能力不同，用途和用法也不尽相同，每种消毒剂都具有各自的优点和局限性。

交流·研讨

1. 仔细阅读几种消毒剂的使用说明书，将其中的重要内容填入下表。图5-2-12列出了84消毒液使用说明书中的部分内容。

品种				
包装有何特点				
有无明确的危险警告				
适用的消毒范围				
有无腐蚀性、漂白性				
使用时是否需要稀释				
是否有挥发性				
作用时间				
其他				

2. 据上表总结出使用消毒剂的注意事项。



注意事项

1. 本品对金属制品、棉织品有腐蚀及脱色作用，勿直接使用。

2. 本品须避光保存。存放4个月以内按下述方法稀释使用，5～12个月在上述基础上增加1倍药液稀释使用。

3. 毛、麻、丝织品禁用。

用途	原液:水	时间(min)
餐饮具	1:250	10
瓜果、蔬	1:300	10
白色衣物	1:250	20
肝炎病人衣物	1:150	30
浴缸、便池	1:250	5～10
抹把	1:200	10

图5-2-12 84消毒液使用说明

使用消毒剂时，应该注意以下几点：

（1）严格按照使用说明书的要求正确使用。

（2）明确消毒剂的毒性、腐蚀性、刺激性、漂白性等。例如，过氧乙酸、含氯消毒剂等对金属制品有较强的腐蚀性，对织物有漂白作用，用它们对这些材质的物品消毒后，应及时用水清洗，以减轻它们对物品的损坏。

（3）弄清消毒剂的稳定性和有效期。大多数消毒剂的有效期为1年，少数消毒剂不稳定，有效期仅为数月。有些消毒剂如过氧乙酸原液比较稳定，但稀释成使用溶液后便不稳定。有些消毒剂如臭氧等，只能现用现制，不能储存。

（4）正确保存消毒剂。多数消毒剂应在常温下避光保存，不能存放于冰箱中，以免腐蚀冰箱。部分消毒剂易燃、易爆，保存时应远离火源。

三、杀虫剂及其安全使用

在农村，人们使用农业杀虫剂防治虫害是发展农业生产、提高经济效益的一项重要措施。在城市，人们使用杀虫剂防治蚊蝇、蟑螂等，可

以减少疾病传播，改善室内和室外卫生状况。

资料在线

杀虫剂的更新换代

杀虫剂的发展大约经历了以下四个阶段。

1. 低效杀虫剂：以砷化物等无机化合物为主，毒性较高，且杀虫效果较差。

2. 高效杀虫剂：以DDT等有机氯、有机磷、氨基甲酸酯化合物为主，杀虫效果好，但是杀虫剂的残留问题严重。

3. 超高效杀虫剂：以菊酯类化合物为主，毒性低，杀虫效果好。

4. 特异性杀虫剂：又称非杀生性杀虫剂，以昆虫信息素类化合物为主，基本无毒、无污染，对人类和环境危害小。



图5-2-13 用飞机喷洒杀虫剂

现在广泛使用的杀虫剂(insecticide)主要是菊酯类化合物和有机磷化合物，还有氨基甲酸酯和昆虫信息素类化合物等。

表5-2-4 几种主要杀虫剂及其应用

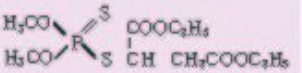
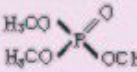
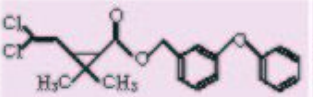
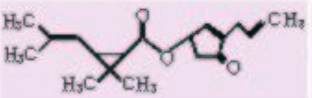
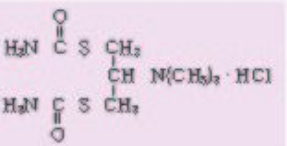
类型	杀虫剂	结构简式	应用
有机磷化合物	马拉硫磷		防治农作物害虫等
	敌敌畏		防治蚊、蝇、蟑螂等
菊酯类化合物	氯菊酯		杀灭蚊、蝇、蟑螂等
	烯丙菊酯		用于电热蚊香、电热液体蚊香等
氨基甲酸酯化合物	杀螟丹		防治水稻害虫等



图5-2-14 各种家用杀虫剂

生活指南

使用杀虫剂的注意事项

长期使用杀虫剂会对生活环境和人们的健康产生影响。在使用过程中一定要提高安全意识，科学使用。

1. 使用正规厂家生产的杀虫剂，避免使用假冒伪劣产品。假冒伪劣杀虫剂可能会导致人体中毒和发生燃烧爆炸事件。

2. 使用气雾型杀虫剂时，应严格遵照使用说明书使用，勿接近火源，不可存放在冰箱里，不可朝电器喷射等。

3. 使用杀虫剂时要避免误食，防止与皮肤直接接触，减少对呼吸道的刺激。

4. 注意杀虫剂的使用范围和保管方法。



图5 2 15 形形色色的杀虫剂

学以致用

1. 要对以下物品或场所进行消毒，你认为应该使用哪种消毒剂？为什么？



餐具



卫生间



衣物



病房



书籍

图5 2 16 如何选择消毒剂

2. 在培养皿底部左右两侧分别滴两滴次氯酸钠消毒液和洁厕剂（主要成分是酸），在培养皿盖子内壁贴上湿润的淀粉碘化钾试纸，把培养皿盖好。将培养皿倾斜，使消毒液和洁厕剂混合，然后平放静置。

你观察到了什么现象？运用你学过的化学知识解释现象产生的原因。这个实验对你有何启示？

3. 写一份在家中使用洗涤剂、消毒剂和杀虫剂的注意事项，并与家人交流。你也可以动手制作一份有关科学使用环境卫生用品的宣传品，分发给邻居。

课题 3　选用适宜的化妆品



图 5 3 1 商场里的化妆品柜台

联想 · 质疑

生活中常用的化妆品（cosmetic）有皮肤用化妆品、毛发用化妆品和洁齿用品等。请你列举家里常用的化妆品，你知道它们的化学组成、性能和使用注意事项吗？

一、皮肤用化妆品

皮肤被称为“人体第一道防线”，所以保护好皮肤是非常重要的。皮肤用化妆品琳琅满目，既有膏、霜、乳液、香粉等不同剂型的化妆品，也有洁肤、润肤、药用、防晒等具有不同功能的化妆品。下面先以雪花膏（vanishing cream）为例研究皮肤用化妆品的组成与特点。

动手空间

自制雪花膏

1. 将 0.2 g 氢氧化钾和 10 g 丙三醇（甘油）溶于 65 mL 蒸馏水中，混合均匀，水浴加热，保持温度为 70 ℃。

2. 用水浴加热，将 10 g 硬脂酸、4 g 十八醇、8 g 硬脂酸丁酯熔化后混合均匀，保持温度为 70 ℃。

3. 在 70 ℃时，将步骤 2 的混合物缓缓加入到步骤 1 的混合物中，边加边搅拌。加完后，继续搅拌冷却至室温。



图 5 3 2 雪花膏

雪花膏是人们较早使用的护肤化妆品，制造雪花膏的一般原料为硬脂酸、多元醇、碱性物质（氢氧化钾、氨水等）、水、香精和防腐剂等。原料中的一小部分硬脂酸与碱性物质反应，生成乳化剂。

$$CH_3(CH_2)_{16}COOH + KOH \longrightarrow CH_3(CH_2)_{16}COOK + H_2O$$

$$CH_3(CH_2)_{16}COOH + NH_3 \cdot H_2O \longrightarrow CH_3(CH_2)_{16}COONH_4 + H_2O$$

生成的乳化剂使硬脂酸和水形成水包油乳化体(emulsion),将其涂在皮肤上,水分逐渐蒸发后便留下一层硬脂酸薄膜,使皮肤与外界空气隔离,抑制皮肤表皮水分过度挥发,保持表皮柔软。

知识支持

乳化体

乳化体是由两种互不相溶的液体所组成的分散体系,它是一种液体以小液珠的形式分散在另一种与它不互溶的液体中形成的。其中的一种液体是水或水溶液,另一种是与水不互溶的有机液体,统称为"油"。若油为分散质而水为分散剂,则为"水包油型",以符号O/W表示,如牛奶是奶油分散在水中形成的O/W型乳化体,反之,则为"油包水型",以符号W/O表示,如大部分人造奶油就是细小水珠分散在奶油中形成的W/O型乳化体。

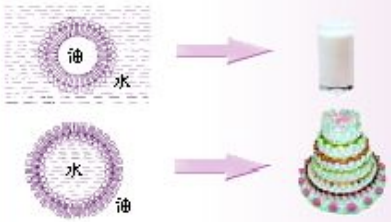


图5-3-3 两种乳化体示意图及实例

制造化妆品的主要基质原料见表5-3-1。

表5-3-1 制造化妆品的主要基质原料

种类	成分	作用	应用
脂肪酸油脂蜡	硬脂酸、羊毛脂、蜂蜡、石蜡、几士林等	主要起护肤、润滑作用	用于雪花膏、乳液、唇膏等
粉类	滑石粉,钛白粉,氧化锌,镁、锌的硬脂酸盐等	主要起遮盖、滑爽、吸收、吸附等作用	用于香粉、爽身粉、胭脂等
溶剂	水、乙醇、乙酸乙酯等	主要起溶解、挥发、润湿、润滑、防冻等作用	用于香水、洗发剂、雪花膏等
乳化剂	表面活性剂	使硬脂酸、油脂、蜡与水形成乳化体	用于雪花膏、奶液等
碱性物质	氢氧化钾、三乙醇胺等	与脂肪酸等物质作用形成表面活性剂	

资料在线

硬脂酸

硬脂酸可以由牛羊油、兽骨油或硬化的植物油经过水解而制得。油脂水解后,生成的硬脂酸和甘油分开,硬脂酸为白色结晶体,略有光泽,不溶于水,可溶于醇、醚等有机溶剂。硬脂酸是制造雪花膏、护肤霜的主要原料。

为了使化妆品成型、稳定并具有合适的颜色、香味及一些特定作用,还需要加入许多辅助原料如香精、色素、防腐剂、抗氧化剂、保湿剂、收敛剂和防晒剂等。这些辅助原料在配方中虽然比例不大,但是能起到极


图5 3 4 涂抹防晒霜

其重要的作用，赋予化妆品许多功能。防晒霜（sunscreen）就是一种具有特殊功能的化妆品。

受大气污染的影响，臭氧层日益稀薄，到达地面的紫外线能量不断增强，使得全球范围内日光性皮炎甚至皮肤癌患者有所增加。防晒已经受到人们的关注。

防晒霜中起防晒作用的是防晒剂，它能够散射或吸收紫外线。防晒剂分为有机防晒剂和无机防晒剂两类，它们都能与基质原料很好地混溶，不易溶于水，光稳定性好，并且对皮肤刺激性小。

表5 3 2　　防晒剂及其防晒机理

防晒剂	防晒机理	常用物质
有机防晒剂	利用自身结构吸收紫外线	对氨基苯甲酸甘油酯、对 N,N 二甲基氨基苯甲酸戊酯等
无机防晒剂	粒径在10～150 nm范围内，对紫外线有散射作用	二氧化钛（TiO_2）、氧化锌（ZnO）等

资料卡片

SPF 和 PA

SPF 值主要是评估防晒霜抵挡中波长紫外线（UVB，波长280～320 nm）的效果，SPF 值越高，对UVB的防护效果越好。PA则是衡量防晒霜防止长波长紫外线（UVA，波长320～400 nm）的能力，分为 PA+，PA++，PA+++ 三个等级，抵挡UVA能力依次增强。UVB 和 UVA 都会对皮肤造成损伤，因此最好选用既防UVB 又防 UVA 的全波段防晒产品。

市场上销售的防晒霜的防晒能力各不相同，应该如何衡量它们呢？所有防晒霜都特别标注了SPF值，SPF值是该防晒霜对紫外线的防晒系数。防晒霜的SPF值越高，对紫外线的防护效果越好。

对于防晒霜，应该根据地点、天气等自然条件来选择，并不是SPF值越高越好，SPF值过高的防晒霜对皮肤有一定的刺激性。如果长时间呆在烈日下，或在海滩、高原地区，需使用SPF值较高的防晒霜。

生活指南

选择适合自己的护肤品

用干净的面巾纸轻按额部、鼻翼、下颌等处，观察纸巾上油污的多少。若纸巾上基本不沾油迹，为干性皮肤，若纸巾上油污面积不大，呈透明状，为中性皮肤，若纸巾上见大片油迹，呈透明状，为油性皮肤。

干性皮肤：不要使用碱性强的护肤品和香皂，以免使皮肤更加干燥，应选择乳液、营养霜等保湿性的护肤品补充水分。

中性皮肤：夏季应选择乳液类护肤品保持皮肤清爽光洁，秋冬季应选择油性稍大的膏、霜类护肤品，防止皮肤干燥粗糙。

油性皮肤：护肤关键是保持皮肤清洁，应选择乳液类护肤品，入睡前最好不用护肤品，以保证皮肤排泄畅通。

二、走进理发店

联想·质疑

到理发店去，看一看洗发、染发和烫发过程中都使用了哪些方法和用品？你了解这些过程所涉及的化学知识吗？





图5-3-5 在理发店里

洗发

洗发剂（shampoo）的主要成分是表面活性剂，所以能除去头发上的油污。此外，洗发剂一般还具有护发、养发、使头发柔顺易梳理的功能，这是因为在其中加入了调理剂、增稠剂、止屑止痒剂、螯合剂等添加剂的缘故。

资料在线

洗发剂中的添加剂

调理剂　主要有阳离子纤维素聚合物、有机硅化合物等，能够使头发光滑、柔软、易于梳理。

增稠剂　主要有氯化钠（NaCl）、氯化铵（NH_4Cl）等无机物以及聚乙二醇酯类等有机物，能够增加洗发剂的黏度和稳定性。

止屑止痒剂　主要有十二烯烯酸类等化合物，能够杀菌并调节头皮细胞的新陈代谢。

螯合剂　主要有柠檬酸、酒石酸等化合物，能够防止用硬水洗发时表面活性剂与 Ca^{2+}、Mg^{2+} 生成不溶于水的物质黏附在头发上。

选择洗发剂时应注意：

1. 选择中性或弱碱性的洗发剂。头发是由蛋白质组成的，长时间使用碱性较强的洗发剂，会使头发失去光泽、发硬变脆。

2. 洗发剂泡沫要丰富，并且易于冲洗。

3. 洗发剂必须不刺激头皮，不引起头皮发痒。

4. 使用后头发梳理性良好。

动手空间

检测常用洗发剂的酸碱性

用 pH 试纸等检测常用洗发剂的酸碱性。

染发

临时性染发一般用水溶性染料作用于头发表面而染色，可以洗去。常用的长久性染发剂是氧化型染发剂。染发剂（hair colorant）本身没有颜色，氧化后才显出颜色。该类染发剂的化学成分是苯二胺类化合物。染发时用过氧化氢做氧化剂，氨基被氧化成硝基，呈现出所需要的颜色。硝基化合物渗入头发内部，可以让头发保持较长时间不退色。此过程发生的主要化学变化是：

$$-NH_2 \xrightarrow{H_2O_2} -NO_2$$

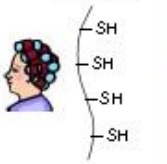
烫发

烫发（hair dressing）时，首先用还原剂（如巯基乙酸 $HSCH_2COOH$ 及其盐）破坏头发中的胱氨酸的二硫键（disulfide bond），使胱氨酸还原为半胱氨酸，头发从刚韧状态变成软化状态，并随卷发器弯曲变形；然后相互错开的半胱氨酸上的巯基再经过氧化剂（如过硼酸钠 $NaBO_3 \cdot 4H_2O$）的氧化作用，形成新的二硫键，头发恢复刚韧性，同时也保留了持久的波纹状态。

自然的头发



二硫键断裂





新的二硫键形成

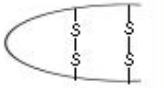


图 5-3-6 烫发原理示意图

知识支持

认识你的头发

头发主要由角蛋白组成，水解后可得到胱氨酸等多种氨基酸。由这些氨基酸组成的多肽链通过范德华力、氢键、二硫键连接成交联的结构，其中的二硫键是毛发多肽链之间的重要连接形式。

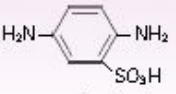
$$H_2N \diagdown \atop HOOC \diagup CH-CH_2-S-S-CH_2-CH \diagup^{NH_2} \diagdown_{COOH}$$

在人头发的角蛋白中，胱氨酸约占 14 %。对于每一个胱氨酸分子来说，它的一部分在一条多肽链中，另一部分在另一条多肽链中，这两条多肽链通过胱氨酸的两个硫原子连结在一起，这两个硫原子之间的交联叫做二硫键。二硫键使头发中的多肽链两两相连成网状结构。头发的角蛋白对沸水、酸、碱、氧化剂和还原剂比较敏感，在一定条件下与这些物质接触后能发生化学反应，使头发的结构改变。这是烫发的基本化学原理。

资料在线



对苯二胺能把头发染成黑色



对苯二胺磺酸能把头发染成淡黄色

在烫发过程中，胱氨酸分子中二硫键断裂：

$$\text{>CHCH}_2\text{–S–S–CH}_2\text{CH<} + 2\text{HSCH}_2\text{COOH} \xrightarrow{\text{还原}} 2\text{>CHCH}_2\text{SH} + \begin{matrix}\text{S–CH}_2\text{COOH}\\ |\\ \text{S–CH}_2\text{COOH}\end{matrix}$$

新的二硫键形成：

$$\text{>CHCH}_2\text{SH} + \text{HSCH}_2\text{CH<} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{>CHCH}_2\text{–S–S–CH}_2\text{CH<}$$

追根寻源

卷发还能烫直吗

将卷曲的头发烫直和将直发烫卷曲的原理是一样的。对于不太卷曲的头发，用还原剂破坏二硫键后，用平板压直即可消去波浪。如果头发十分卷曲，则需要用氢氧化钠或氢氧化钾等强碱作用，才能完成二硫键的断裂，将头发压直。

染发剂中的对苯二胺等物质具有一定毒性，长期使用会对人体产生不利影响。多次烫发会损伤头发的角蛋白，使头发干枯、变脆、易断裂。因此，染发、烫发要谨慎。

三、牙膏是怎样保护牙齿的

牙齿的表面覆盖有牙釉质，它是人体中最坚硬结实的部分，其组成是羟基磷酸钙 [$Ca_5(PO_4)_3OH$]。为了保持牙齿的洁白和坚硬，必须保持口腔清洁。目前应用最广的洁齿剂是牙膏（toothpaste）。

表 5 3 3 牙膏配方举例

成分	作用	含量
轻质碳酸钙	摩擦剂	46 g
十二烷基硫酸钠	清洁剂	4 g
糖精或木糖醇	甜味剂	适量
羧甲基纤维素钠	增稠剂	1 g
薄荷	调味剂	适量
水	增加流动性	28 mL

牙膏的主要成分包括摩擦剂和清洁剂。最理想的摩擦剂应该是既有除去牙齿污垢的功能，又不会伤害牙釉质。牙膏中常用的摩擦剂有轻质碳酸钙($CaCO_3$)、磷酸氢钙($CaHPO_4$)、焦磷酸钙($Ca_2P_2O_7$)、氢氧化铝[$Al(OH)_3$]。

牙膏中常用的清洁剂是十二烷基硫酸钠 [又称月桂醇硫酸钠，$CH_3(CH_2)_{10}CH_2–O–\overset{\overset{O}{\|}}{\underset{\underset{O}{\|}}{S}}–ONa$]，它能快速发泡，清洁口腔中的污垢。牙膏中通常还含有少量的增稠剂、杀菌剂、香料、色素、甜味剂等。

含氟牙膏有预防龋齿的作用，龋齿是由发生在牙釉质上的脱矿过程引起的。

$$Ca_5(PO_4)_3OH \underset{\text{矿化}}{\overset{\text{脱矿}}{\rightleftharpoons}} 5Ca^{2+} + 3PO_4^{3-} + OH^-$$



图 5-3-7 爱护牙齿

细菌和酶与残留在口腔中的食物作用产生的酸性物质，能够加快牙釉质的脱矿速度，而含氟牙膏里的氟离子能与羟基磷酸钙反应生成溶解度更小的氟磷酸钙［$Ca_5(PO_4)_3F$］附着在牙齿表面，增强牙齿的抗腐蚀能力。所以在饮用水含氟太低的地区，应使用含氟牙膏预防龋齿。

在牙膏中加入叶绿素，有一定预防龋齿的作用；在牙膏中加入抗菌剂，可以抑制口腔内细菌再生；在牙膏中加入中草药，可以防治口腔疾病。但是，由于刷牙时牙膏在口腔内停留时间很短且药物浓度较低，因此在预防和治疗口腔疾病时不能把希望寄托在各种药物牙膏上，有牙病还应当及时到医院进行治疗。

化妆品种类繁多，它们的生产和使用涉及到大量的化学知识，对此有兴趣的同学可以自己再进一步学习。

学以致用

1. 看一下《中学生行为守则》，其中有哪些条例与化妆品的使用有关？你应如何对待？
2. 请你结合自己的皮肤、头发、牙齿的特点，分析自己适合使用哪些化妆品。
3. 选择一类你所关心的化妆品，查找有关资料，了解所涉及的化学知识。