

# 课题1 空气

人类每时每刻都离不开空气，没有空气就没有生命，也就没有生机勃勃的地球。

## 一、空气是由什么组成的

二百多年前，法国化学家拉瓦锡用定量的方法研究了空气的成分。他把少量汞放在密闭的容器里连续加热12天，发现有一部分银白色的液态汞变成红色粉末，同时容器里空气的体积差不多减少了 $1/5$ 。他研究了剩余 $4/5$ 体积的气体，发现这部分气体既不能供给呼吸，也不能支持燃烧，他认为这些气体全部都是氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。



图2-1 拉瓦锡 (A.-L.Lavoisier, 1743—1794)



图2-2 拉瓦锡研究空气成分所用的装置

拉瓦锡又把在汞表面上所生成的红色粉末收集起来，放在另一个较小的容器里再加强热，得到了汞（化学符号Hg）和氧气（化学符号 $O_2$ ），而且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的体积。他把得到的氧气加到前一个容器里剩下的 $4/5$ 体积的气体中，结果所得气体跟空气的性质完全一样。

通过这些实验，拉瓦锡得出了空气由氧气和氮气（化学符号 $N_2$ ）组成，其中氧气约占空气总体积 $1/5$ 的结论。

仿照这个历史上著名实验的原理，我们来测定空气里氧气的含量。

**实验 2-1** 实验装置如图 2-3 所示，在集气瓶内加入少量水，并将水面上方空间分为 5 等份。用弹簧夹夹紧胶皮管。点燃燃烧匙内的红磷后，立即伸入瓶中并把塞子塞紧，观察红磷燃烧的现象。待红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹，观察实验现象及水面的变化情况。

现象	
分析	

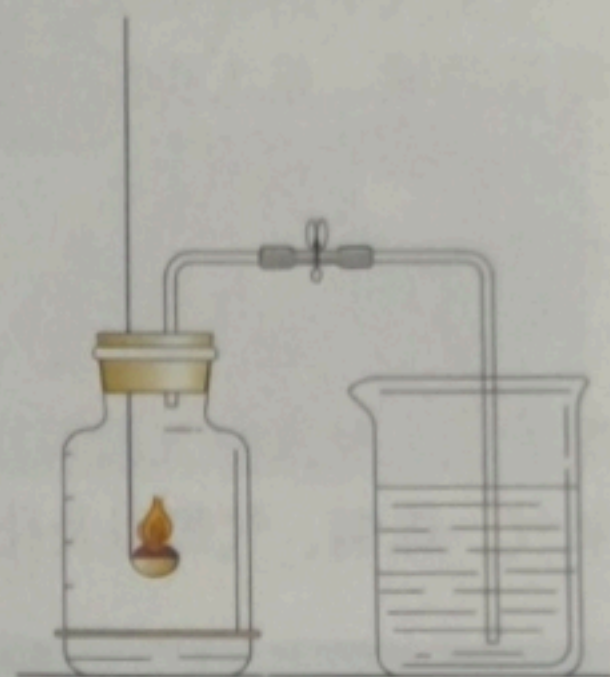


图 2-3 测定空气里氧气的含量

在这一反应中，红磷（化学符号 P）与空气中的氧气反应，生成一种叫做五氧化二磷（化学符号  $P_2O_5$ ）的新物质。这一反应可以用文字表示如下：



集气瓶内水平面上升约  $1/5$ ，说明空气中的氧气被消耗了，消耗的氧气约占空气体积的  $1/5$ 。

在 19 世纪末以前，人们深信空气中仅含有氧气和氮气。后来人们陆续发现了氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体，才认识到空气中除了氧气和氮气外，还有其他成分。目前，人们已能用实验方法精确地测定空气的成分。

通过实验测定，空气的成分按体积计算，大约是：氮气 78%、氧气 21%、稀有气体 0.94%、二氧化碳 0.03%、其他气体和杂质 0.03%。

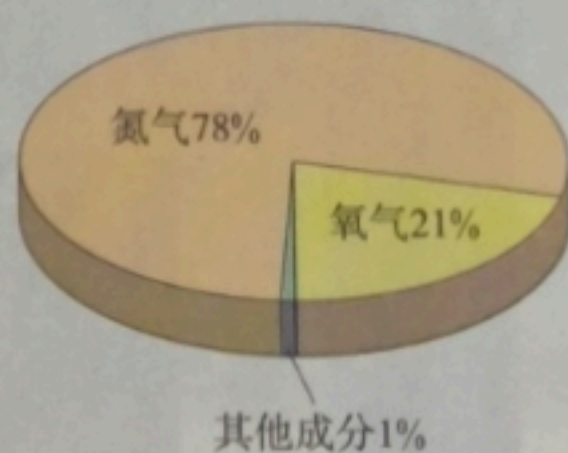


图 2-4 空气成分示意图

像空气这样由两种或两种以上的物质混合而成的物质叫做**混合物**，组成混合物的各种成分保持着它们各自的性质。

氮气、氧气、二氧化碳等分别只由一种物质组成，它们都是**纯净物**。纯净物可以用化学符号来表示，如氮气可以用  $N_2$  来表示，氧气、二氧化碳可分别表示为  $O_2$ 、 $CO_2$  等。上面实验中使用的红磷（P）和生成的五氧化二磷（ $P_2O_5$ ）也是纯净物。

## 二、空气是一种宝贵的资源

空气中的各种成分作为原料广泛用于化工、炼钢、石油加工、运输、电光源等领域，是人类生产活动的重要资源。

### 1. 氧气

过去，人们曾把氧气叫做“养气”，这充分说明了氧气的重要性。在通常情况下，人吸入空气就可以了，但医疗急救时，则需要用纯氧；燃料燃烧离不开氧气，炼钢、气焊以及化工生产和航空航天等都要用到氧气。



动植物呼吸



炼钢



化工



航天



医疗急救



气割



气焊



潜水

图2-5 氧气的用途

### 2. 氮气

氮气具有广泛用途，它是制造硝酸和氮肥的重要原料；由于氮气的化学性质不活泼，因此常用作保护气，如焊接金属时常用氮气作保护气，灯泡中充氮气以延长使用寿命，食品包装中充氮气以防腐；医疗上可在液氮冷冻麻醉条件下做手术；超导材料在液氮的低温环境下能显示超导性能。



图2-6 氮气用于磁悬浮列车、化工原料、食品充氮防腐等

## 讨论

在测定空气中氧气含量的实验中，集气瓶内剩下的气体主要是氮气。结合实验和日常生活经验讨论：

1. 燃烧着的红磷熄灭了，这种现象说明氮气能不能支持燃烧？
2. 集气瓶内水平面上升一定高度后，还能继续上升吗？这种现象能不能说明氮气不易溶于水？

通过日常生活对空气的观察及上面的讨论，你能否描述氮气的物理性质？

	颜色	状态	气味	标准状况 <sup>①</sup> 下的密度	熔点	沸点	是否易 溶于水
氮气				1.251 g/L	-209.9 ℃	-195.8 ℃	

从红磷在氮气中不能继续燃烧的事实，说明氮气不支持燃烧。许多实验事实都表明，氮气的化学性质不如氧气活泼。

## 3. 稀有气体

在空气的成分中，稀有气体<sup>②</sup>（氦、氖、氩、氪、氙和氡）所占比率虽然很小，但它们却是一类很重要的气体。它们都没有颜色，没有气味，化学性质很不活泼。

① 标准状况指的是温度为0 ℃和压强为101 kPa时的情况。

② 过去人们认为这些气体不与其他物质发生化学反应，曾把它们叫做惰性气体。

在生产和科学研究中，稀有气体有广泛的用途。如稀有气体在通电时能发出不同颜色的光，可制成多种用途的电光源，如航标灯、强照明灯、闪光灯、霓虹灯等；氦可用于制造低温环境。



图2-7 稀有气体用于飞艇、闪光灯、液氮冷冻机、霓虹灯等



图2-8 大气污染

### 三、保护空气

洁净的空气对于人类和其他动植物都是非常重要的。但是，随着工业的发展，排放到空气中的有害气体和烟尘对空气造成了污染。被污染的空气会严重损害人体健康，影响作物生长，破坏生态平衡。全球气候变暖、臭氧层破坏和酸雨等也都与空气污染有关。

为了使天空更蓝，人类正在积极行动起来，如加强大气质量监测，改善环境状况，使用清洁能源，积极植树、造林、种草等，以保护空气。

### 讨论

结合图2-8讨论下述问题：

1. 在你身边发生过哪些污染空气的现象？
2. 大气污染会造成哪些危害？
3. 为了保护人类赖以生存的空气，你能做些什么？



### 资料卡片

## 空气质量日报

空气质量日报的主要内容包括“空气质量指数”“空气质量级别”“首要污染物”等。

空气质量指数 (Air Quality Index, 简称AQI) 是依据常规监测的几种空气污染物浓度计算得到的。目前计入空气质量评价的主要污染物为: 二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、可吸入颗粒物 (粒径小于等于10微米的颗粒物, 称 $PM_{10}$ )、细颗粒物 (粒径小于等于2.5微米的颗粒物, 称 $PM_{2.5}$ ) 和臭氧等。不同地区的首要污染物有所不同。

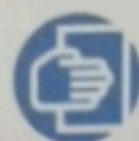


图2-9 空气质量日报

表2-1 空气质量分级标准

空气质量指数	0~50	51~100	101~150	151~200	201~300	300以上
空气质量级别	一级	二级	三级	四级	五级	六级
空气质量状况	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染	严重污染

空气质量日报是通过新闻媒体向社会发布的环境信息, 可以及时准确地反映空气质量状况, 增强人们对环境的关注, 促进人们对环境保护工作的理解和支持, 提高全民的环境意识, 促进人们生活质量的提高。



### 学完本课题你应该知道

1. 空气的成分按体积计大约是: 氧气21%、氮气78%、稀有气体等其他成分1%。
2. 纯净物由一种物质组成; 混合物由两种或多种物质组成。氧气、氮气等是纯净物, 空气是混合物。
3. 空气是一种宝贵的自然资源, 要保护空气, 防止污染空气。

## 调查与研究

1. 根据我国2016年开始实施的《环境空气质量标准》，空气污染物基本项目中增设了 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度限值。请通过报纸、杂志、互联网等了解相关信息。
2. 通过各种传媒收集你所在地区近阶段的空气质量日报。
3. 利用收集到的数据，以日期为横坐标，空气质量指数为纵坐标，作图。
4. 用照片、漫画、短文等记录你身边发生的污染空气的现象。
5. 把活动过程及你对改进大气质量的建议写成小论文，与同学交流。

## 练习与应用

1. 空气的成分以\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_为主，其中按体积计，\_\_\_\_\_约占空气体积的78%，\_\_\_\_\_约占空气体积的21%。
2. 下列物质：①氧气；②人体呼出的气体；③液氮；④空气中0.94%的稀有气体；⑤二氧化碳；⑥洁净的空气。其中属于纯净物的是\_\_\_\_\_；请选出一种混合物并说明其中的成分\_\_\_\_\_。
3. 选择题
  - (1) 空气中含量较多且化学性质不活泼的气体是( )。  
A. 氧气                      B. 氮气                      C. 二氧化碳                      D. 水蒸气
  - (2) 下列物质中，属于纯净物的是( )。  
A. 洁净的空气                      B. 汽水                      C. 液态氧                      D. 水泥砂浆
  - (3) 臭氧( $\text{O}_3$ )主要分布在距地面10~50 km的高空，它能吸收大部分紫外线，保护地球生物。臭氧属于( )。  
A. 纯净物                      B. 混合物                      C. 氧气                      D. 稀有气体
4. 列举4种存在于空气中的纯净物及其主要用途。
5. 你一定去过车水马龙的城市街道和森林茂密的公园或野外，你在这两处呼吸时的感受是否一样？主要原因是什么？
6. 你如何认识“空气是一种宝贵的资源”？

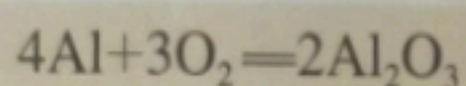
## 课题2

# 金属的化学性质

金属的用途不仅与它们的物理性质有密切关系，而且与它们的化学性质有密切关系。例如，铝能在短短的一百多年里产量得到如此大幅度的提高，并被广泛地应用，除了因为改进了铝的冶炼方法，使其成本大大降低，以及铝的密度较小外，还由于铝的抗腐蚀性能好。那么，为什么铝具有这么好的抗腐蚀性能呢？

### 一、金属与氧气的反应

通过以前的学习，我们已经知道镁和铁都能与氧气反应。实验表明，大多数金属都能与氧气发生反应，但反应的难易和剧烈程度是不同的。例如，镁、铝等在常温下就能与氧气反应。铝在空气中与氧气反应，其表面生成一层致密的氧化铝（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）薄膜，从而阻止铝进一步氧化，因此，铝具有很好的抗腐蚀性能。



铁、铜等在常温下几乎不与氧气反应，但在高温时能与氧气反应。“真金不怕火炼”说明金即使在高温时也不与氧气反应。从上述实验事实可以看出：镁、铝比较活泼，铁、铜次之，金最不活泼。

### 二、金属与盐酸、稀硫酸的反应

很多金属不仅能与氧气反应，而且还能与盐酸或稀硫酸反应。金属与盐酸或稀硫酸能否反应，可反映金属的活动性。



## 金属与盐酸、稀硫酸的反应

在试管里放入少量镁，加入5 mL稀盐酸，用燃着的小木条放在试管口，观察现象，并判断反应后生成了什么气体。

参照上述实验步骤，分别在放有少量锌、铁或铜的试管中加入稀盐酸，观察现象，比较反应的剧烈程度。如果有气体生成，判断生成的是什么气体。

用稀硫酸代替稀盐酸进行实验，并比较发生的现象。

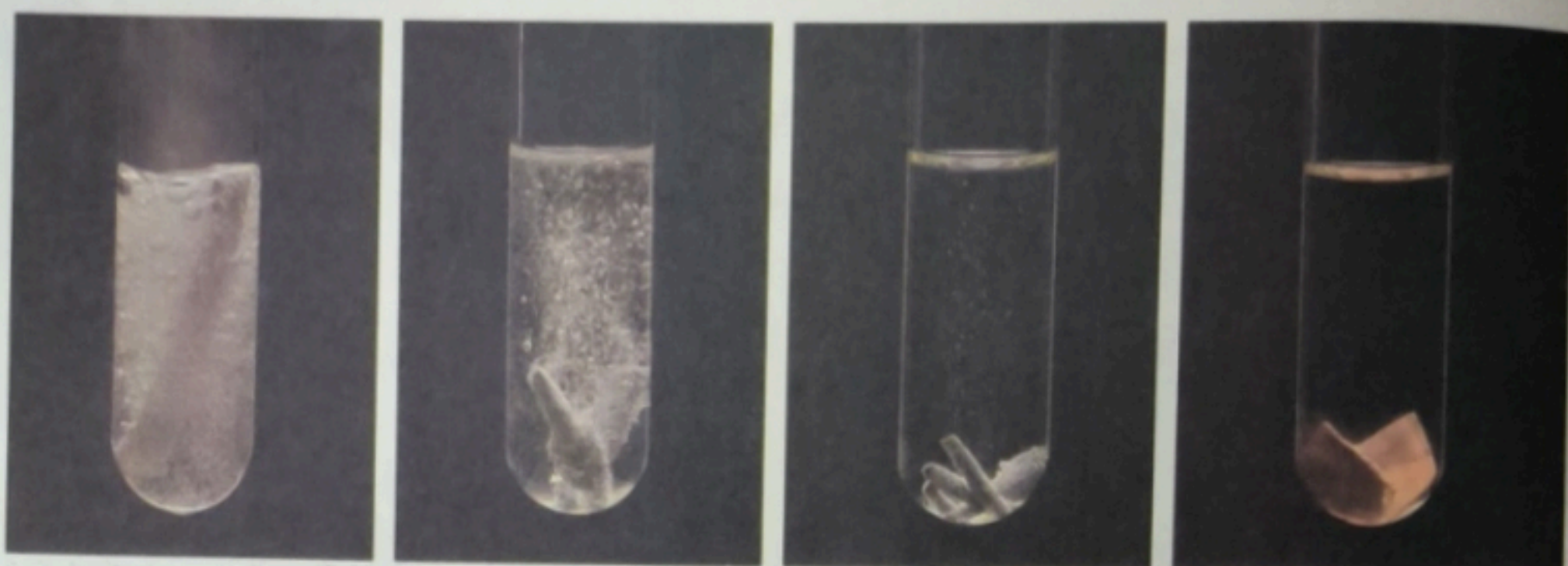


图8-8 镁与盐酸的反应 图8-9 锌与盐酸的反应 图8-10 铁与盐酸的反应 图8-11 铜在盐酸中

金属	现象		反应的化学方程式	
	稀盐酸	稀硫酸	稀盐酸	稀硫酸
镁				
锌				
铁				
铜				

根据上述实验现象以及反应的化学方程式讨论：

1. 哪些金属能与盐酸、稀硫酸发生反应？反应的剧烈程度如何？反应后生成了什么气体？哪些金属不能与盐酸、稀硫酸发生反应？根据反应时是否有氢气产生，将金属分为两类。

2. 对于能发生的反应，从反应物和生成物的物质类别如单质、化合物的角度分析，这些反应有什么特点？将这一类反应与化合反应、分解反应进行比较。

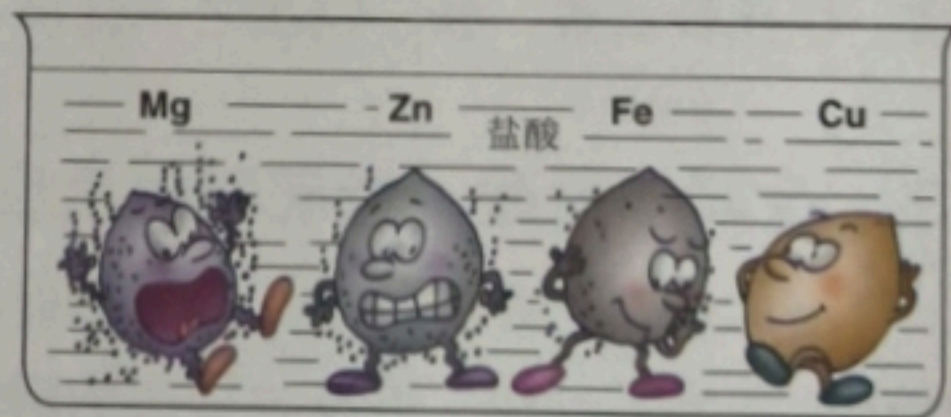
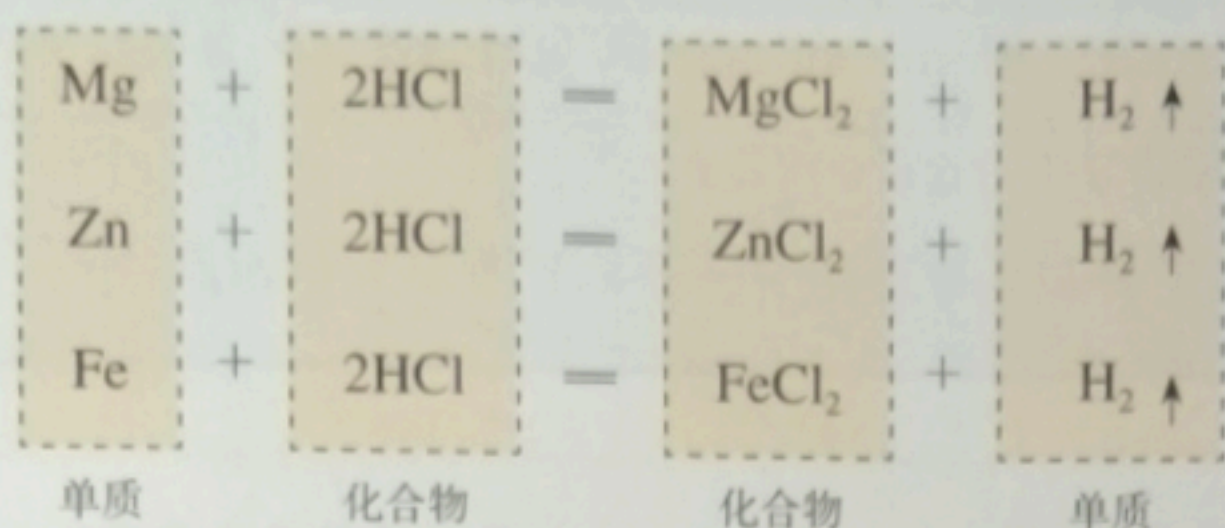


图8-12 金属与盐酸反应的比较

分析上述实验中镁、锌、铁与盐酸（或稀硫酸）的反应：



这几个反应都是由一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物。这种由一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应叫做**置换反应**。

由上述探究可以得出，镁、锌、铁的金属活动性比铜的强，它们能置换出盐酸或稀硫酸中的氢。

### 三、金属活动性顺序

我们已经知道，把铁钉放在硫酸铜溶液中，铁钉上会有紫红色的铜生成。这说明铁的金属活动性比铜的强，它可以把铜从硫酸铜溶液中置换出来，这是比较金属活动性的依据之一。

#### 探究

##### 金属活动性顺序

把一根用砂纸打磨过的铝丝浸入硫酸铜溶液中，过一会儿取出，观察，有什么现象发生？

把一根洁净的铜丝浸入硝酸银溶液中，过一会儿取出，观察，有什么现象发生？

把另一根洁净的铜丝浸入硫酸铝溶液中，过一会儿取出，观察，有什么现象发生？

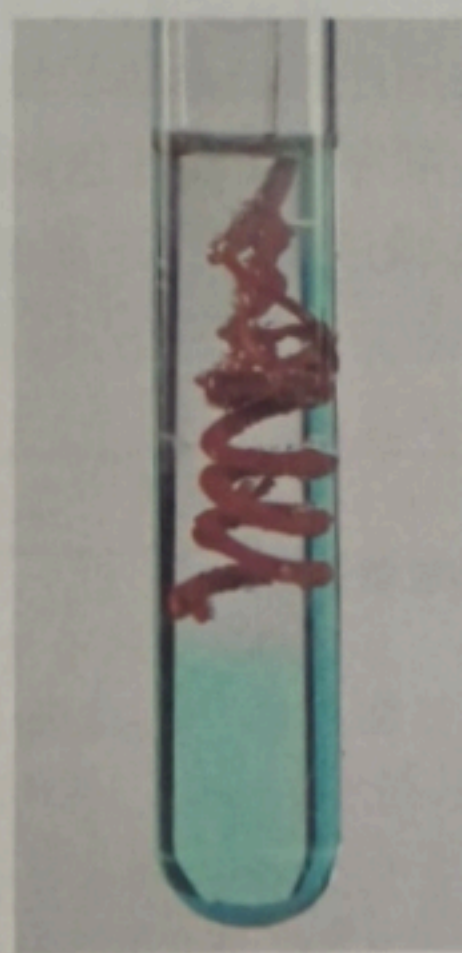


图8-13 铝与硫酸铜溶液的反应

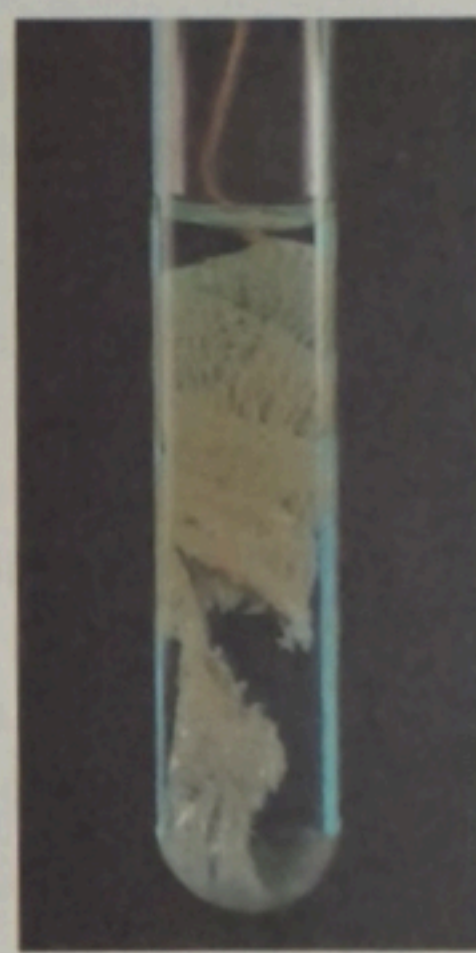


图8-14 铜与硝酸银溶液的反应

实验	现象	反应的化学方程式
铝丝浸入硫酸铜溶液中		
铜丝浸入硝酸银溶液中		
铜丝浸入硫酸铝溶液中		

讨论：

1. 上述能发生反应的化学方程式的特点是什么？它们属于哪种反应类型？
2. 通过上述实验，你能得出铝、铜、银的金属活动性顺序吗？

Al      Cu      Ag

—————>

结论：金属活动性 \_\_\_\_\_。

经过了许多类似上述实验的探究过程，人们进行了认真的去伪存真、由表及里的分析，归纳和总结出了常见金属在溶液中的活动性顺序：

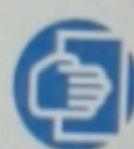
K   Ca   Na   Mg   Al   Zn   Fe   Sn   Pb   (H)   Cu   Hg   Ag   Pt   Au

—————>

金属活动性由强逐渐减弱

金属活动性顺序在工农业生产和科学研究中有重要应用，它可以给你以下一些判断的依据：

1. 在金属活动性顺序里，金属的位置越靠前，它的活动性就越强；
2. 在金属活动性顺序里，位于氢前面的金属能置换出盐酸、稀硫酸中的氢；
3. 在金属活动性顺序里，位于前面的金属能把位于后面的金属从它们化合物的溶液里置换出来。



#### 学完本课题你应该知道

1. 很多金属都能与氧气、盐酸、稀硫酸等发生反应，但反应的难易和剧烈程度不同。
2. 由一种单质与一种化合物反应，生成另一种单质和另一种化合物的反应叫做置换反应。金属与盐酸、稀硫酸，以及铁与硫酸铜溶液的反应等都属于置换反应。

# 课题2

## 化学元素与人体健康

### 讨论

1. 图 12-9 中的几种营养强化食品有哪些共同之处? 你还能列出哪些类似的食物?

2. 讨论: 人类为什么要生产营养强化食品?



图 12-9 几种营养强化食品

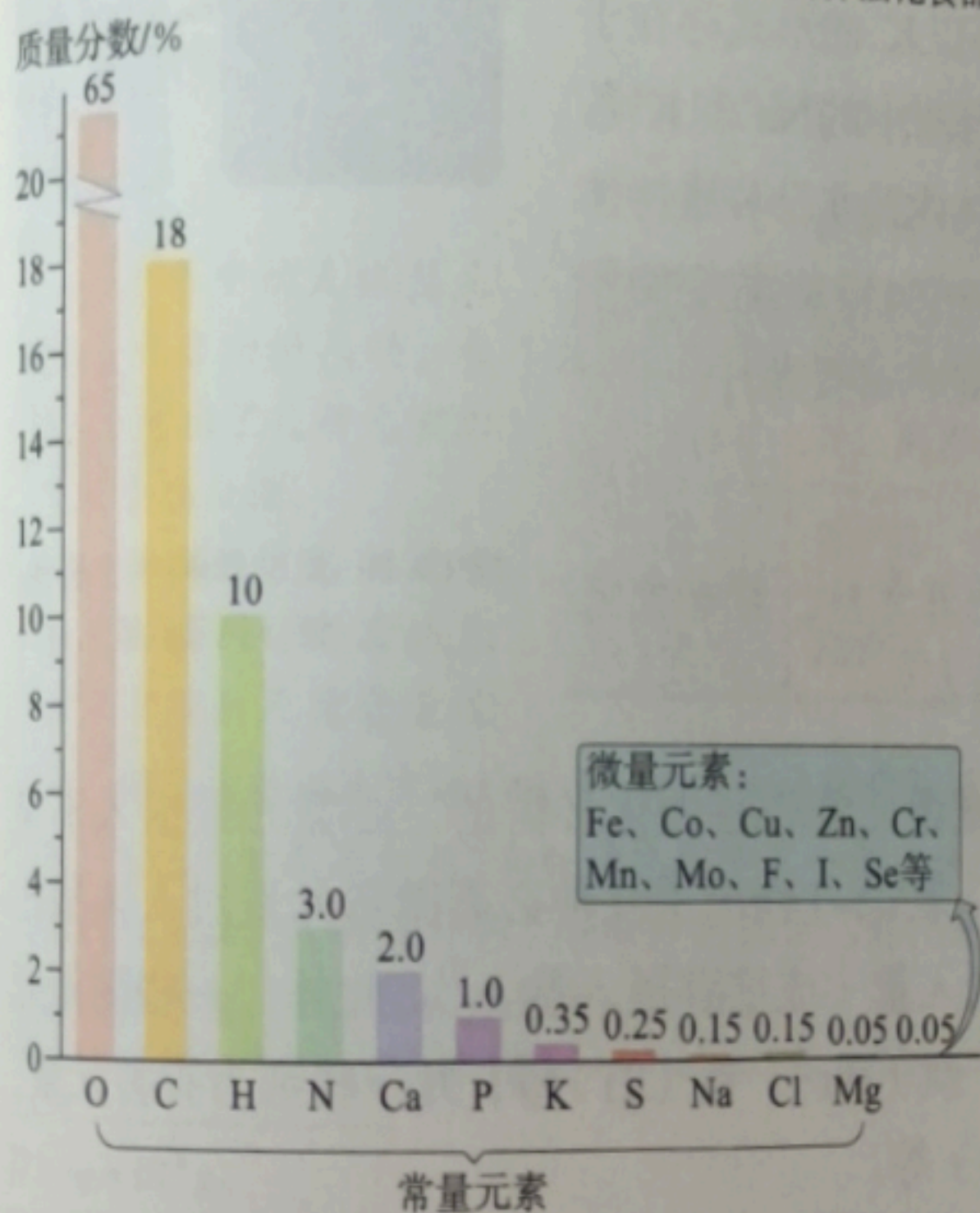


图 12-10 人体中元素的含量

我们在商场的货架上经常会看到标有“补钙”“补铁”“补锌”“补碘”等字样的食品和保健品,可见有不少化学元素与我们的身体健康密切相关。元素周期表中有一百多种元素,哪些是我们必需的? 哪些对健康有害? 让我们在本课题的学习中一起寻找答案。

所有的生命都起源于自然,总是与外界环

境不断进行着物质和能量的交换。人类也不例外，人体中的50多种元素在自然界中都可以找到。人体中含量较多的元素有11种，它们约占人体质量的99.95%。在人体中含量超过0.01%的元素，称为常量元素；含量在0.01%以下的元素，称为微量元素。一些微量元素在人体中的含量虽然很小，却是维持正常生命活动所必需的。在人体中，含量较多的四种元素是氧、碳、氢、氮，其余的元素主要以无机盐的形式存在于水溶液中。它们有些是构成人体组织的重要材料；有些能够调节人体的新陈代谢，促进身体健康。

钙是人体内含量最高的金属元素，是构成人体的重要组分。成人人体内约含钙1.2 kg，其中99%存在于骨骼和牙齿中，主要以羟基磷酸钙 $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ 晶体的形式存在，它使得骨骼和牙齿具有坚硬的结构支架。幼儿及青少年缺钙会患佝偻病和发育不良，老年人缺钙会发生骨质疏松，容易骨折。因此，人体每日必须摄入足够量的钙。未成年人正处于生长发育阶段，需要摄入比成年人更多的钙。奶、奶制品、豆类、虾皮等食物中含钙丰富，是日常饮食中钙的较好来源。因缺钙而导致骨质疏松、佝偻病等的患者应在医生的指导下服用钙片等补钙药品。

钠元素和钾元素对人体健康也有着重要的作用。人体内含钠80~120 g，其中一半以 $\text{Na}^+$ 的形式存在于细胞外液中，而人体中的钾主要以 $\text{K}^+$ 的形式存在于细胞内液中。细胞外液和细胞内液中的 $\text{Na}^+$ 和 $\text{K}^+$ 各自保持一定的浓度，对于维持人体内的水分和维持体液恒定的pH（如血浆的pH为7.35~7.45）起重要的作用，而这是人体维持正常生命活动的必要条件。

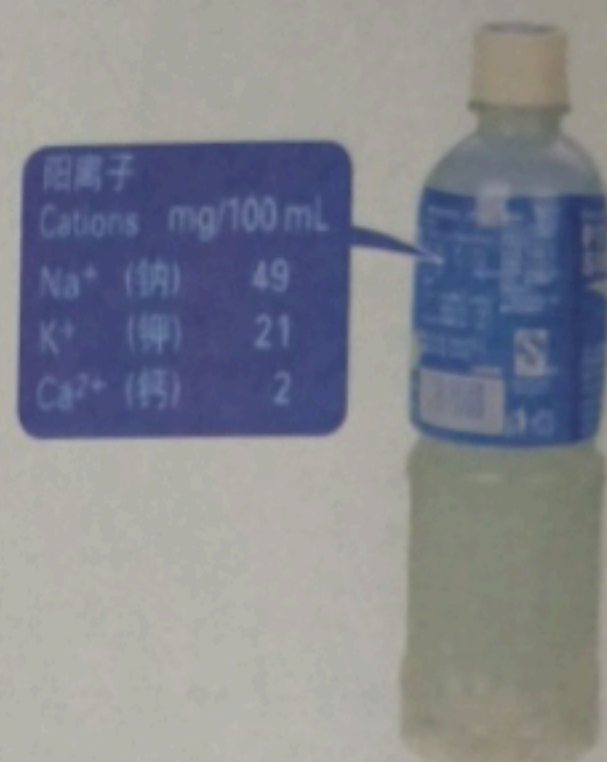


图 12-11 运动饮料中含有钠、钾、钙等元素

## 讨论

运动员在剧烈运动、大量出汗之后，常会饮用一些含无机盐的运动饮料。为什么？

除了常量元素以外，不少微量元素也是人体必需的。必需元素摄入不足或摄入过量均不利于人体健康。表12-1列出了几种必需微量元素对人体的作用及14~18岁人群每天的适宜摄入量（或推荐摄入量）<sup>①</sup>。此外，一些微量元素是人体的非必需元素，如铝、钡（Ba）、钛（Ti）等；另一些则为有害元素，如汞（Hg）、铅（Pb）、镉（Cd）等。

<sup>①</sup> 选自中国营养学会2000年制定的《中国居民膳食营养素参考摄入量》。

表12-1 几种必需微量元素对人体的作用及14~18岁人群每天的适宜摄入量(或推荐摄入量)

元素	人体内含量	对人体的作用	适宜摄入量 (或推荐摄入量)	摄入量过高、过低对人体健康的影响
铁	4~5 g	是血红蛋白的成分,能帮助氧气的运输	20~25 mg	缺铁会引起贫血
锌	2.5 g	影响人体发育	15.5~19 mg	缺锌会引起食欲不振,生长迟缓,发育不良
硒	14~21 mg	有防癌、抗癌作用	50 $\mu\text{g}$ <sup>①</sup>	缺硒可能引起表皮角质化和癌症。如摄入量过高,会使人中毒
碘	25~50 mg	是甲状腺激素的重要成分	150 $\mu\text{g}$	缺碘会引起甲状腺肿大,幼儿缺碘会影响生长发育,造成思维迟钝。过量也会引起甲状腺肿大
氟	2.6 g	能防治龋齿	1.4 mg	缺氟易产生龋齿,过量会引起氟斑牙和氟骨病



### 资料卡片

#### 几种元素的主要食物来源

表12-2 几种元素的主要食物来源

人体中的无机盐主要是靠食物摄入的,表12-2列出了几种元素的主要食物来源。

某些地方的水土中缺乏一些人体必需的元素或者某种元素含量过

高,都容易导致地方病的发生。如果人体所需的元素仅从食物和饮水中摄取还不足时,可通过食品添加剂<sup>②</sup>和保健药剂予以补充。如在食品中添加含钙、铁、锌、硒、锗的化合物,或制成补钙、补锌等的保健药剂,或制成加碘食盐,来增加对这些元素的摄入量,以保证人体健康。

元素种类	主要食物来源
铁	肝、瘦肉、蛋、鱼、豆类、芹菜
锌	海产品、瘦肉、肝、奶类、豆类、小米
碘	海产品、加碘盐

① 1  $\mu\text{g}$  =  $10^{-6}$  g。

② 食品添加剂是用于改善食品品质、延长食品保存期、增加食品营养成分的一类化学合成的或天然物质,包括甜味剂、增味剂、防腐剂、抗氧化剂、营养强化剂等。

## 讨论

人体缺少必需微量元素会得病，因此有人认为应尽可能多吃含有这些元素的营养补剂。你认为这种想法对吗？为什么？

## 学完本课题你应该知道

1. 人体由50多种元素组成，根据含量多少，可分为常量元素和微量元素。常量元素和一些微量元素是人体必需的，它们能够调节人体的新陈代谢，促进身体健康，有的还是构成人体组织的重要材料。
2. 对于人体必需元素，也要注意合理摄入，摄入不足或过量均不利于人体健康。
3. 防止有害元素对人体的侵害是人类健康生活的重要保证。

## 调查与研究

1. 调查市场上有哪些补钙、补锌等的保健药剂出售，查看它们的标签或说明书，了解它们的主要成分。
2. 以“痛痛病”“水俣（音yǔ）病”为关键词，上网查找这些公害是怎样产生的，思考如何避免有害元素对人体健康和环境产生影响。

## 练习与应用

1. 根据你所知道的知识连线。

人体必需的元素  
铁  
钙  
碘  
锌

缺乏后对人体健康的影响  
佝偻病，骨质疏松  
食欲不振，生长迟缓，发育不良  
贫血  
甲状腺肿大

食物来源  
加碘盐  
海产品、瘦肉  
牛奶、虾皮  
肝、蛋

2. 人体摄入锌不足会引起多种疾病, 缺锌者可在医生指导下通过服用葡萄糖酸锌口服液来补锌。已知葡萄糖酸锌的化学式为 $C_{12}H_{22}O_{14}Zn$ 。
- (1) 葡萄糖酸锌是由\_\_\_\_\_种元素组成的, 其中属于常量元素的是\_\_\_\_\_, 属于微量元素的是\_\_\_\_\_。
- (2) 葡萄糖酸锌的相对分子质量为\_\_\_\_\_, 其中锌元素的质量分数为\_\_\_\_\_。现有一支20 mL的葡萄糖酸锌口服液, 其中含葡萄糖酸锌45 mg, 那么这支口服液中锌的质量是\_\_\_\_\_mg。
3. 人体内铅含量过高危害很大, 对儿童生长发育的影响更大。呼吸道、消化道和皮肤是铅进入人体的主要途径。通过查阅资料, 举例说明哪些活动容易引起儿童铅中毒, 进一步了解对人体有害的元素还有哪些, 怎样才能避免这些有害元素对人体健康的危害。
4. 收集有关微量元素与人体健康关系的资料, 并了解人体是如何摄取这些微量元素的。
-