学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

九年制义务教育课本

化学

BOOK
内部资料 非卖品

化　学

绪　言

我们周围有形形色色、丰富多彩的各种物质，像清新的空气、潺潺的流水、晶莹的金刚石、乌黑的煤炭、洁白的食盐、闪光的金属、绚丽的塑料等等。还有食物中所含的淀粉、脂肪和蛋白质，做衣服用的棉花和化学纤维，造房子用的水泥、黄沙和石子，制造火车、汽车用的钢铁和橡胶等都是物质。

世界上的物质都在不断地变化着。大海中的水可以变成天空中的白云，飘浮的白云又可以变成雨、雪降临大地。铁矿石能冶炼成坚韧的钢铁，钢铁也可能变成无用的铁锈。蜡烛能着火燃烧，发出光和热后化作气体散逸到空中。

在日常生活中，你的脑海里一定会有各种各样的问题。例如，空气、水、钢铁、煤炭、塑料、水泥等物质由什么组成的？为什么世界上有那么多种不同的物质（据统计约有 1000 万种）？为什么各种物质的性质（颜色、状态、气味、密度、硬度等）多种多样、各不相同？为什么各种物质会发生不同的变化（煤炭为什么会燃烧？水为什么可以灭火？铁为什么会生锈）？为什么，为什么……

要能回答以上这些问题，我们必须学习一门基础自然科学——化学。

什么是化学

物质的变化是多种多样的。在小学自然课里曾讲过水有三种状态。水冷到 0℃时会结成冰，水蒸发会变成水蒸气。液态的水、固态的冰和气态的水蒸气都是同一种物质，只是状态发生了变化。固态铁受热到 1535℃熔化成液态的铁，钢铁厂内炼铁炉里火红的“铁水”就是液态的铁。液态的铁继续受热到 2750℃时还会沸腾，变成气态的铁。外观不一样的固态铁、液态铁或气态铁却是同一种物质。我们日常看到的木材做成桌椅、钢轧成钢轨、灯泡通电发光、音叉敲击后发出声音等变化，都只是物质的状态、形状等发生了变化，并没有生成其他物质。我们把这种没有生成其他物质的变化叫做物理变化。

思考

你还能举出几种物理变化的例子吗？

下面我们通过实验来研究物质的另一类变化。注意观察变化前后物质的颜色、状态等，以及变化时发生的现象。

【实验 1】在一个盛有少量澄清石灰水（含氢氧化钙）的试管里，插入一根玻璃管，通过玻璃管吹气。观察现象。

【实验 2】取一小段用砂纸擦亮的镁带，用坩埚钳夹住，放在酒精灯的火焰上点燃。观察现象。

【实验 3】取少量碱式碳酸铜放在干燥的试管里，用配有玻璃导管的橡皮塞塞住管口，使导管的另一端伸入盛有澄清石灰水的烧杯里，加热。观察现象。

实验中观察到的现象列表于下：

实验编号	变化前的物质	变化时发生的现象	变化后生成的物质
1	澄清的石灰水	通入二氧化碳后，石灰水变浑浊，生成白色沉淀	碳酸钙（白色）
2	有银白色光泽的镁带	点燃后，镁带燃烧，发出耀眼的白光，同时放出大量热，留下白色粉末	氧化镁（白色）
3	绿色粉末状的碱式碳酸铜	加热后，变成黑色粉末，管壁出现水滴，石灰水变浑浊	氧化铜（黑色）、水、二氧化碳

以上实验的共同特征是物质变化时都生成其他物质，这种变化叫做化学变化。发生的变化也可用下式表示：

氢氧化钙+二氧化碳→碳酸钙+水

镁+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 氧化镁

碱式碳酸铜 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 氧化铜+水+二氧化碳

我们日常看到的木柴燃烧、铁的生锈、食物的腐败等都是化学变化。

物质在发生化学变化时，常伴随发生一些现象，如放热、发光、变色、生成气体或沉淀等等。根据这些现象，有助于我们判断物质是否发生了化学变化。

思考

点燃蜡烛时，石蜡受热熔化和石蜡燃烧分别是物理变化还是化学变化？

点燃蜡烛时，石蜡受热熔化是物理变化；而石蜡燃烧生成二氧化碳和水，是化学变化。在化学变化的过程中一定同时发生物理变化，但在物理变化的过程中不一定发生化学变化。

物质不需要发生化学变化就能表现出来的性质，如

颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度和溶解性等等，叫做物理性质。物质在化学变化中表现出来的性质叫做化学性质。例如，镁能在空气中燃烧，生成氧化镁；二氧化碳能使澄清石灰水变浑浊，生成碳酸钙沉淀；铁在潮湿的空气中能生锈等。

要研究千变万化的物质世界，解释物质变化中无数的为什么，就必须学习化学。化学是一门研究物质的组成、结构、性质以及变化规律的基础自然科学。

为什么要学习化学

我们学习化学，认识化学变化的原理，掌握化学变化的规律，不仅可以说明生活和生产中的一些化学现象，还可以控制某些变化向着对人类有利的方向发展。例如，懂得了燃烧的原理，就可以创造条件使燃料燃烧充分，提高燃料的利用率，还可以知道怎样防火、灭火等。又如，知道了引起环境污染的有害物质，就可以设法消除污染环境的因素。

人们运用化学变化的原理，可以从自然界中提炼、制造出各种有用的物质，例如，从矿石中提炼出金属。还可以用石油、煤、水等制造出自然界原来并不存在的塑料、合成纤维、合成橡胶、洗涤剂、染料、药品等物质。

学习化学，可以帮助人们研制具有各种特异性能的新材料、研究开发新的能源、探索生命现象的奥秘、合理利用自然资源、保护生态环境、促进农业发展和进一步研究物理学、生物学、地学、天文学等自然科学。可见，化学跟现代社会生活和我国四个现代化建设都有密切关系，学习化学对我们今后参加社会主义建设和进一步学习都有重要作用。

我国是世界上文明发达最早的国家之一，有着光辉灿烂的古代文化。我国古代的化学工艺和化学知识是祖国文化宝库中的珍贵遗产，也是世界文明史中的重要篇章。我国是世界上最早发明造纸、制火药、烧瓷器、冶炼黄铜和白铜等化学工艺的国家。战国时代开始兴起的炼丹术是古代化学的起源。我国劳动人民在商代就制造出精美无比的青铜器，春秋晚期就会冶铁，战国晚期就会炼钢，在世界上最早发现并利用石油、煤和天然气。但是到了近代，我国科学技术的发展停滞了。在解放前，甚至连烧碱、煤油等都要依赖国外进口。解放后，我国的化学工业、石油工业等都有了很大发展，化学科学研究也不断取得了新的成就。我国化学工业已发展成为一个具有一定规模、行业基本齐全的工业部门。1965 年我国科学工作者在世界上用化学方法第一次人工合成有生物活性的蛋白质，对探索生命奥秘作出重大贡献。我国原子能的利用、航天技术的卓越成就集中标志着我国科学技术，包括化学科学，已达到世界先进水平。

建设社会主义的现代化强国需要化学。例如，现代农业需要大量化学肥料、高效低毒的农药和塑料薄膜等；现代工业需要耐高温、耐腐蚀、不易燃烧的高分子材料，高强度的合金等；现代科学技术上特殊需要的各种化工产品，像原子能反应堆用的核燃料，火箭、飞机所用的轻质合金、推进剂，电子工业用的高纯物质等。制造这些材料和产品都需要用到化学知识。

怎样学好化学

要学好化学，首先，要明确学化学的目的。今天我们在学校里辛勤地学习，明天，我们将献身于社会主义祖国的四化大业。

要学好化学，不仅要遵循一般的学习规律，还要针对化学的特点学习。化学实验对化学科学的发展起着重要的作用。学习化学一定要认真做好化学实验。在化学实验中，要正确地进行操作，细致耐心地进行观察，详细、准确、如实地做好记录，并根据实验得出结论，寻找规律。学习化学一定要理解基本化学概念和规律，熟悉重要物质的组成和性质。对表示物质的组成和变化的化学符号要明确含义，经常练习，做到会读、会写、会用。学习化学要理论联系实际，了解化学知识和技术在工农业中的应用，并能运用所学知识去解释生活中的简单的化学现象。要使学习取得成效，应该注意培养和保持对学习化学的兴趣，在学习基础知识和基本技能的过程中，逐步提高自己的观察能力、思维能力、实验能力和自学能力。

希望同学们勇敢地跨入化学科学的殿堂，不辞辛劳，勤奋进取，去挖掘科学的宝藏。时刻准备着，用火红的青春为社会主义祖国四个现代化的宏伟大厦添砖加瓦。

［课外实验］观察一根蜡烛的颜色、状态、构造，然后点燃，几分钟后把蜡烛熄灭。观察蜡烛燃烧中的各种现象，并仔细地记录下来。

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0006_1.bmp}

【习题】

1.物理变化和化学变化的主要区别是什么？举例说明。

2.下列现象哪些是物理变化，哪些是化学变化？为什么？

（1）玻璃熔化　　（2）火药爆炸

（3）纸张燃烧　　（4）晒干潮湿的衣服

（5）黄酒变成醋　　（6）二氧化碳使澄清石灰水变浑浊

3.根据什么性质可以区别下面各组物质？

（1）水和醋　　（2）金属铁和金属铜

（3）酒精和汽油　　（4）水和澄清的石灰水

1 水

水是生命的源泉。

生命最早从远古的海洋中诞生。生命体的最基本的组成部分就是水。人、动物和植物体内都含有大量的水分。水是生物体进行新陈代谢的必不可少的物质。植物必须在水的参与下，才能进行光合作用。动物和人体依靠水作媒介，跟外界发生物质交换，进行新陈代谢，维持生命活动。没有水就没有生命。人如果丧失体重 10%～15%的水，就会引起昏迷，甚至死亡。

人类的生活和生产都离不开水。植物需要灌溉，动物需要饮水。发展农业生产，要消耗大量的水。在工业生产中，用水蒸气推动汽轮发电机，用水作原料生产水煤气、酒精、化肥等许多化工产品，还用水进行冷却、洗涤、溶解等等。要使水更好地为人类服务，我们必须认识水，研究水的性质。

1.1 自然界里的水

自然界里的水

水（化学符号为 H_2O）是人类赖以生存和发展的极宝贵的自然资源。地球是太阳系中独一无二的多水星球。水在地球上分布非常广泛。

地球上的水绝大部分集中在海洋里。海洋占地球面积的 71%，海水占地球总水量的 96.5%。

海水虽然很多，但是其中溶解有很多物质，不能直接用来灌溉和饮用，也不能直接用作工业用水。跟人类关系最为密切的淡水只占地球总水量的 2.53%，其中大部分是万年冰冻不化的冰川。冰川主要分布在南极，人类很难利用。可供人类直接利用的淡水只占地球总水量的 1%还不到。这些淡水当然是稀少而又珍贵了。人口增多，工农业发展，人类用水量逐年增加，而有的淡水还受到污染，所以我们要保护水资源，合理用水，节约用水。

混合物和纯净物

【实验 1-1】在蒸发皿里滴几毫升天然水（河水、井水等），小心加热，蒸干，观察水蒸发后在蒸发皿里留下什么。

天然水蒸发后留下的“水斑”，就是水中含有的杂质。海水溶解有食盐（主要成分是氯化钠，NaCl）等物质又咸又苦；河水含有泥沙浑浊不清。因为天然水中都含有一些杂质，所以都不是纯净的水。

怎样除去水中的杂质，得到纯净的水呢？

【实验 1-2】1.下图是制取蒸馏水的装置，蒸馏烧瓶内装有含杂质的天然水（或自来水）和一些碎瓷片。对烧瓶加热，给冷凝管通入冷水，观察现象。

2.取两个试管，一个试管中加入 2～3 毫升用于蒸馏的天然水，另一个试管中加入 2～3 毫升蒸馏后得到的蒸馏水。在两个试管中分别滴入 2 滴硝酸银（$AgNO_3$）溶液，观察有无现象发生。

从上面的实验可以看到，烧瓶中的水沸腾后，水蒸气沿蒸馏烧瓶的支管进入冷凝管，在这里冷凝成蒸馏水，流入锥形瓶，成为蒸馏水。在天然水（或自来水）中加入硝酸银溶液，生成白色沉淀；而在蒸馏水中加入硝酸银溶液，不生成白色沉淀。

天然水在自然界中接触空气、岩石和土壤，其中会溶入各种物质，有时还会滋生细菌，有的还可能排入工业污水和生活污水，因此天然水中常含有各种杂质。一般天然水中都溶解有少量含氯（Cl）的杂质，它会跟硝酸银反应，生成白色的氯化银（AgCl）沉淀。蒸馏水中几乎没有氯等杂质，所以滴入硝酸银溶液时不产生白色沉淀。像天然水那样的**混合物是由多种物质组成的物质**。

混合物中各种物质只是简单地混杂在一起，每种物质都保持原有的性质。蔗糖搀和细砂后，也得到一种混合物。用放大镜仔细观察这种混合物，可分辨出蔗糖晶体和细砂颗粒。蔗糖保持可以溶解于水和显甜味的性质，而细砂仍不能溶解于水。混合物没有固定的组成，所以没有固定的性质。

蒸馏水里不再含有杂质，只含有水一种物质，所以它属于纯净物。**纯净物是由一种物质组成的**，具有固定的性质。研究物质的性质，必须取用纯净物。物质里含有杂质，会影响这种物质原有的某些性质。例如，水中混有食盐和泥沙时，不再是无色无味和透明的了，食盐使水有咸味，泥沙使水变得浑浊。

思考

有人说“自来水经过煮沸后是可供饮用的洁净的水，属于纯净的水。”你认为这种说法对吗？用什么方法证明你的观点？

通常所说的纯净物都不是绝对纯净的。纯净物一般指含杂质很少的较纯物质。如果所含杂质不会在生产或科学研究中发生有害的影响，这种物质通常可以看做是纯净物。完全纯净的物质是没有的。用作半导体材料的高纯硅，纯度高达 99.999999999%，但是仍然含有微量的杂质。

〔**课外实验**〕收集少量雨水（取直接从空中掉下的雨水，经过屋顶流下的雨水不能用）、锅盖上的冷凝水。在三个试管中分别加入 2 毫升雨水、冷凝水和自来水，然后各滴入 1～2 滴硝酸银溶液，比较产生白色氯化银沉淀的多少。从实验现象推测雨水、冷凝水、自来水中哪个最纯？

【习题 1.1】

1.举例说明工农业生产和人类生活中不可缺少水。

2.试判断下列物质是纯净物还是混合物？

糖水、空气、蒸馏水、汽水、牛奶。

3.写出下列物质的化学符号：

氧气_____，氧化镁_____，氧化铜_____，水_____，氯化钠_____，氯化银_____。

4.怎样用简明的化学方法区别两瓶液体，其中一瓶是纯净物——蒸馏水，另一瓶是混合物——硝酸银溶液。

1.2 水的三态变化

我们已经知道要研究水的性质，必须取用蒸馏水。水的性质包括物理性质和化学性质。本节主要研究水的物理性质。

水的物理性质

物质的物理性质，一般从哪几方面来认识呢？物理性质包括物质的颜色、气味、状态、熔点、沸点、密度、溶解性等，它们都是不需要物质经过化学变化就能表现出来的性质。

纯净的水是没有颜色、没有味道、没有气味的透明的液体。

随着温度的变化，水会发生状态变化。在 101.3 千帕的压强下，液态的水冷却到 0°C时凝固成固态的冰。因此，水的凝固点是 0°C（或称冰的熔点是 0°C）。在同样的压强下，液态的水到 100°C时沸腾，因此水的沸点是 100°C。

水沸腾变成水蒸气时，体积迅速膨胀。据科学实验测定，1 厘米^{3}的水变成 101.3 千帕压强、100°C时的水蒸气，体积约为 1700 厘米^3，扩大约 1700 倍。

思考

在寒冷的冬天，为什么河面已结冰，而鱼还能在冰下生存？

水在 4°C时的密度（ρ）是 1 克/厘米^3。当水结冰时，体积比液态水约增大 9%。因此，冰的密度比水小，能浮在水面上，起隔热保温作用，冰下的水仍在流动，鱼儿照样能生存。

水在发生状态变化时，水仍然是水，没有变成其他物质，这种变化属于物理变化。

分子

一定质量的水凝固成冰，冰有一定的体积和形状。冰融化成液态的水，水有一定的体积但无一定的形状（随盛水容器的形状而变）。水蒸发成水蒸气，它既没有一定的体积，又没有一定的形状。水的三种状态变化，跟水的内部结构有什么关系呢？

如果我们取一份水，把它分成两份，那么每一份仍然是水。把其中的一份再分成两份，每一份仍然是水。如此不断地分下去，最后能保持水的性质的最小微粒是什么呢？

人们经过长期的科学实验和分析，证实并确信物质都是由许许多多肉眼看不见的微粒构成的。意大利化学家阿佛加德罗在 1811 年首先提出分子的概念。构成物质的微粒有多种，分子是构成物质的一种微粒。例如，水是由大量水分子聚集而成的。又如，氧气是由许多氧分子构成的，蔗糖是由许多蔗糖分子构成的。

分子的体积很小。如果把水分子的直径放大 3 亿倍，它将变成乒乓球那样大。把乒乓球的直径也放大 3 亿倍，它将变得象地球那样大。在小小一滴水里，大约有 1.67×10^{21} 个水分子。分子的质量是很小的。例如一个水分子的质量大约是：

0.0000000000000000000000000003 千克，即 3×10^{-26} 千克。

尽管分子非常小，现代科学已能用电子显微镜把分子放大几十万倍，拍摄出分子的照片。图 1-10 病毒照片中的每一个小亮点表示一个核蛋白分子。这有力地证明分子是真实存在的。

构成物质的分子除了体积小、质量轻以外，还具有哪些性质？我们通过实验来认识。

【实验 1-3】在烧杯中倒入半杯水，然后向其中放入几粒石蕊颗粒，让水静置并观察。

【实验 1-4】1.在试管中盛放 5 毫升氨水，往试管中滴一滴无色酚酞试液，观察酚酞颜色有什么变化。

2.在试管内盛放 2 毫升浓氨水，然后在试管口放一张滴有酚酞试液的试纸，过一会儿可以看到什么现象。

我们可以观察到，石蕊的紫色在水中逐渐扩散，直到整个烧杯中的水都变成紫色。氨水能使无色酚酞试液变红。滴有酚酞试液的试纸放在盛浓氨水的试管口，虽然没有碰到氨水，过一会儿后仍然能变红。

思考

石蕊色素由石蕊分子构成，氨水中溶解有氨分子。分析上述实验现象，说明分子具有什么性质。

石蕊色素放进水里，水被石蕊染上紫色，证明水中存在石蕊。石蕊能使整杯水都染上紫色，这说明构成石蕊色素的石蕊分子是在不断地运动着。

放在试管口的酚酞试纸变红，说明氨水中的氨分子不断运动扩散到空气中，遇到湿润的酚酞试纸就显红色。我们还可以闻到氨气特有的刺激性气味。这些实验表明，构成物质的分子都在不断地运动。

思考

为什么蔗糖放进水里，过一会儿就不见了，而水却有了甜味？

让我们再来观察一个实验，分析分子还具有什么性质。

【实验 1-5】取一根长约 60 厘米、内径 8～10 毫米的玻璃管，封住管口的一端，往管中加入约 2/5 容积的水，再小心地加入等体积的酒精。然后把玻璃管竖直，在液面最高处做一个标记。接着堵住另一管口，把玻璃管两端反复翻转，使水和酒精充分混合，再竖直观察，液面高度发生了什么变化。

思考

水和酒精混合后总体积缩小，分析这个现象并推测分子具有什么性质。

当水和酒精混合时，水分子钻到酒精分子的间隙中，也可以说酒精分子挤到水分子的间隙中，这就使水和酒精混合后总体积缩小。就好象芝麻和黄豆混合，细小的芝麻粒钻到颗粒较大的黄豆的间隙中，混合后所占有的空间也缩小了。分析上述实验现象，可以推测，分子之间有一定的间隙。

物体一般都有热胀冷缩的现象。当物体受热时，分子运动加剧，分子间的间隙增大；遇冷时分子运动减慢，分子间的间隙就减小，这就是物体热胀冷缩的缘故。分子间的间隙大小跟分子间的相互作用有关。水分子之间既有吸引，也有排斥，处于对立统一中。水蒸气受冷，分子运动减慢，水分子间相互吸引而冷凝成液体。万吨水压机中的水能承受万吨压力而体积几乎不变，说明水分子之间相互排斥而保持一定的间隙，在一定条件下水分子之间的吸引和排斥处在相对平衡中。

同种物质的分子性质相同，不同种物质的分子性质不同。由同种分子构成的物质，称为纯净物。例如水、氧气、蔗糖等。大量的水分子构成纯净的

水。纯净物中只含有同种分子，所以具有固定的性质。由不同种分子构成的物质就是混合物，例如糖水和空气。糖水由蔗糖和水混合而成，糖水中含有蔗糖分子和水分子。空气中含有氧气、氮气（N_2）和二氧化碳（CO_2）等分子。混合物中各物质保持各自原来的性质。

运用分子的知识，可以帮助我们深入地认识由分子构成的物质所发生的变化。水分子的存在情况不同引起水的三态变化。当水分子有次序地紧密排列就形成了固态的水——冰。这时水分子间的间隙较小，相互作用较强，分子都在固定的位置上作振动。当冰获得能量（如受热），水分子从有序排列变为无序排列，在一定的体积内较自由地运动，变为液态的水。当水进一步获得能量，克服分子间的相互作用，间隙增大，变为气体充满整个容器或自由地向空间扩散。在上述变化过程中，水分子没有变成其他分子，仍然是原来的物质。物质发生化学变化时，它的分子发生变化，变成别的分子，也就变成别的物质了。

水会变成其他物质吗？水是怎样变成其他物质的呢？让我们在下一节中研究。

▲〔阅读材料〕

阿佛加德罗和分子学说

阿佛加德罗（AmedeoAvogadro，1776～1856）是意大利的化学家，他对化学的杰出贡献是提出分子假说（理论和学说在未得到证实或公认前，通常叫假说）。他在 1811 年、1814 年和 1821 年多次发表有关分子假说的论文。由于当时没有建立分子概念，在解释许多化学定量实验时发生困难。1860 年 9 月首届国际化学会议召开，会议期间各国化学家为原子量问题争论激烈。会上意大利化学家康尼查罗散发论文，对分子假说作了充分的科学论证。以后，阿佛加德罗的分子假说终于被各国化学家所接受。从此，它和道尔顿的原子论一起称为原子-分子论。虽然阿佛加德罗在世时没有看到分子假说被科学界公认，但是，是珍珠总会放射光芒，真理总有一天会取胜。

【习题 1.2】

1.试用分子的知识解释下列现象：

（1）对气体加压，气体的体积缩小。

（2）湿衣服晾在阳光下会逐渐变干。

（3）放在衣箱里的卫生球（化学成分是萘），隔一定时间就不翼而飞了。

2.下列说法对不对？不正确的请改正。

（1）水在液态和气态时，分子都在不断运动；当水在固态时，分子是静止不动的

（2）水是纯净物，蔗糖也是纯净物，所以蔗糖水是纯净物。

（3）水结冰时，体积膨胀，这说明水分子之间有一定间隙。

3.根据下列化学符号，写出相应物质的名称：

MgO_____，O_2_____，N_2_____，H_2O_____。

CO_2_____，$NaCl$_____，$AgCl$_____，$AgNO_3$_____。

1.3 水的化学变化

水除了能发生状态变化之外，还会发生什么变化呢？水分子真的不能再分了吗？下面我们通过实验来作进一步的研究。

水的分解

把水放入水电解器中，通直流电，观察它将发生什么变化。

【实验 1-6】1.在水电解器玻璃管里注满水，接通直流电，观察两个电极和两支玻璃管内液面有什么变化？

2.用一根点燃的火柴接近液面下降较多的玻璃管尖嘴部分，慢慢打开活塞，观察现象。

3.用一根带火星的木条接近液面下降较少的玻璃管尖嘴部分，慢慢打开活塞，观察现象。

从实验可以看到，水电解器的两个电极上都有气泡产生，气体汇集在玻璃管的上部。体积较小的气体能使带火星的木条燃烧起来，这是氧气（O_2）；体积较大的气体能燃烧，这是氢气（H_2）。

这个变化可以表示为：

$$\text{水}\xrightarrow{\text{通电}}\text{氢气}+\text{氧气}$$

$$H_2O \qquad H_2 \qquad O_2$$

水转变成跟水的状态和性质都不相同的氢气和氧气。水由水分子构成，氢气由氢分子构成，氧气由氧分子构成。水通电后，分子发生了变化，所以水的性质消失了。由此可见，**分子是保持物质化学性质的一种微粒。**

水在直流电作用下生成氢气和氧气，这是一种有其他物质生成的化学反应。**由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应叫做分解反应。**

在水通电后生成氢气和氧气的变化中，水分子发生怎样的变化？分子还能再分吗？

水分子→氢分子+氧分子

在化学反应中，一种物质的分子变成其他物质的分子。这说明分子还可以再分，分子是由比它更小的微粒构成的，这种微粒就是原子。由分子构成的物质，它们的分子都是由原子构成的。例如水分子是由氢原子和氧原子构成的，氢分子是由氢原子构成的，氧分子是由氧原子构成的。

在化学变化中，反应物的分子分裂成原子，原子重新组合，生成另外一些分子，原来的物质就变成其他的物质了。水分解成氢气和氧气，就是水分子中的氢原子和氧原子各自重新组合生成氢分子和氧分子。

原子是化学变化中的最小微粒，而分子是保持物质化学性质的一种微粒。

原子非常小，相当于书中句号大小的一粒铁（Fe）屑，其中大约含有 1×10^{16} 以上个铁原子。如果能把 1 亿个氧原子排成一行，它们的长度也不过 1.5 厘米。

原子和分子一样，也是在不断运动的。

用现代科学仪器能拍摄出反映钨（W）原子的照片（图 1-18），图中每一个小亮点代表一个钨原子。

有些物质是由分子构成的，还有一些物质是由原子直接构成的。例如，钨是由许多钨原子直接构成的，汞（Hg）是由许多汞原子直接构成的，铜（Cu）是由许多铜原子直接构成的。人类已知的大部分物质是由分子构成。

水跟二氧化碳和氧化钙的反应

【实验 1-7】取两个试管，盛相同体积的蒸馏水，向其中一支试管的蒸馏水里吹气，观察吹入二氧化碳后有无变化。再在两支试管里分别滴入 2 滴紫色石蕊试液，观察颜色变化。

从实验中看到，通入二氧化碳后的液体能使石蕊变红，而蒸馏水不能使石蕊变红色。这是由于水跟二氧化碳发生化学反应，生成一种新的物质碳酸，它能使紫色的石蕊试液变红色。

水+二氧化碳→碳酸

H_2O　CO_2　　H_2CO_3

【实验 1-8】1.在盛有氧化钙（CaO）的试管中滴加 3 毫升水，振荡，观察现象。

2.将上述液体静置后，倾倒出上层的清液，往清液里滴加 2 滴紫色石蕊试液，观察现象。

我们看到水跟氧化钙（俗称生石灰）接触后有放热现象，上层清液使紫色石蕊试液变蓝色。这是由于水跟氧化钙反应生成了新物质——氢氧化钙（俗称熟石灰），氢氧化钙能使紫色石蕊试液变蓝。

水+氧化钙→氢氧化钙

H_2O　CaO　　$Ca(OH)_2$

酚酞和石蕊是常用的一类特殊化学物质，它们能通过颜色的变化来显示某些物质的性质，化学中称它们为指示剂。

水跟二氧化碳反应生成碳酸，水跟氧化钙反应生成氢氧化钙，像这种**由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应，叫化合反应。**

思考

在绪言里学到的化学反应中，哪些是分解反应，哪些是化合反应？在这些反应中，哪一种微粒发生了本质的变化？

▲〔阅读材料〕

道尔顿和原子论

远在公元前 5 世纪，希腊哲学家德谟克利特（Democritus，公元前 470～360）认为，宇宙万物都是由极微小的、不可分割的微粒组成，称这些粒子为原子（希腊文原意是“不可分割”）。我国著名哲学家墨翟（公元前 479～381）在《墨经》里也提到物质的“端”，这里的“端”是指物质的最小单位，有“原子”的意义。这种古代的原子观念，没有科学的实验基础，只是一种臆测。

19 世纪初，化学家对物质变化的研究从定性进入定量。英国化学家道尔顿（JohnDalton，1766～1844）做了大量实验后发现，氮和氧可以形成五种不同的化合物，跟一定量的氮相化合的氧的质量成简单整数比。根据大量的实验事实和严格的逻辑推导，道尔顿终于在 1803 年提出科学的原子论。

道尔顿的原子论使化学从收集材料发展到整理材料，把当时看来互相独

立、没有联系的许多化学定律贯穿在一起，总结了当时的化学研究成果，标志着化学新世纪的开始，对化学发展起了十分重要的作用。

有人曾问起道尔顿成功的秘诀，他回答说：“如果我比周围的人获得更多成就的话，那主要是——不，我可以说，几乎完全是由于不懈的努力……”

【习题 1.3】

1.举出化合反应和分解反应各两个实例，分别用文字式表示它们的变化。

2.举出水的物理性质和化学性质各两个。

3.下述化学反应中，哪些属于化合反应，哪些属于分解反应，哪些既不属于化合反应，也不属于分解反应？

（1）氧化汞→氧气+汞　　（2）木炭+氧气→二氧化碳

（3）氯酸钾→氯化钾+氧气　　（4）铜+氧气→氧化铜

（5）水+三氧化硫→硫酸　　（6）水+镁→氧化镁+氢气

4.填写下列物质的化学符号：

氢气_____，氧气_____，氮气_____，水_____，镁_____，二氧化碳_____，氧化镁_____，氧化钙_____，氯化钠_____，碳酸_____，氢氧化钙_____。

1.4 应用水的处理

水的用途十分广泛。用途不同，对水质的要求也不同。灌溉用水不能含较高的盐碱成分，洗涤用水不应含有泥沙，饮用水不允许含致病的细菌，科学实验和高纯物质制备中，必须应用高纯度的水。在来自不同水源的天然水中，或多或少含有各种不同的杂质，为了满足不同的要求，天然水需要进行不同的净化处理。

水的净化方法

从净化处理的角度讲，水中的杂质主要是可溶性物质和悬浮物。水中的悬浮物是不溶解的固体杂质。把不溶于液体的固体物质跟液体分离的一种方法叫过滤。

【实验 1-9】在漏斗中安放过滤纸制作过滤器，并按图 1-21 装配好过滤装置。取一杯浑浊的泥水，一部分进行过滤，留下一部分静置。观察过滤前后泥水浑浊程度的变化，滤纸上残留什么？

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0021_1.bmp}

泥水经过过滤，变得澄清了，而滤纸上留下泥沙。静置片刻的泥水，虽然大的泥沙颗粒沉降了，但仍然相当浑浊。水中不溶解的固体小颗粒难以靠静置的方法使它沉降下来。

【实验 1-10】取一杯泥水加入明矾溶液，搅拌后静置。另取一杯泥水静置作比较。

明矾溶于水后会产生一种絮状沉淀，它能吸附水中不溶性的微小固体颗粒，形成较大颗粒而沉淀，使悬浮物容易被沉降或过滤除去。

思考

蒸馏和过滤都是使混合物分离提纯的方法，这两种方法应用的范围有什么不同？

自来水的生产

过去，人类主要是依靠天然淡水为生的。随着时代的进步，人类的生产规模和生活水平获得迅速的发展和提高，对水在质量和数量上的需求也日益增加。为了确保人民的健康，保证各行各业生产和工作的需要，应该生产符合要求的洁净的自来水。

自来水的主要生产过程可分取水、加药、混凝、沉淀、过滤、供水等六个部分，分别简述如下：

自来水经过杀菌消毒，成为比较洁净的水。但是水从自来水厂通过很多管道输送到用户，还可能被污染，因此不能饮用生水。应将自来水煮沸杀菌后方可饮用。

“自来水”并不是“自己而来”，每滴自来水来之不易，人人都应该注意节约用水。

保护我们的水源

各种天然水中，和人类生活、工农业生产关系最为密切的是淡水。人类可以利用的淡水只占地球总水量的 1%还不到，这就是我们通常说的水资源。这些水分布在地下、湖泊、江河、沼泽、大气和生物体内。

我国的水资源居世界第 6 位。但是，按人口计算，每个人平均占有的水量约为世界各国人均占有量的 1/4，排列世界各国的第 88 位，因此我国是水资源比较贫乏的国家。又因为每年的降雨量主要集中在夏季，降雨地区集中在东南沿海和长江以南的地区，造成水资源在时间上和地区分布上不均衡。因此，我国广大的北方和大西北经常受到干旱的威胁，北方的许多大城市都不同程度地存在缺水问题。为了保障人民的生活，满足社会主义现代化建设的需要，我们应该科学地、合理地开发利用我国的水资源，并且要保护水资源不受到污染。

在用水的过程中，人类的经济和生活活动中产生的大量废物可能被带进天然水源，使本来就显得紧张的水源受到污染。工业生产中的废渣、废液、废气（三废）不经处理就排放，农业生产中大量使用农药和化肥，还有城市生活污水都会污染水源。在被污染的水源中，含有许多种对动植物和人体有害的物质和病菌。有的物质虽然无毒，但在分解时消耗水中大量的氧气，危及水中动植物的生命。如果人饮用了被污染的水，会中毒致病；工农业生产中使用了被污染的水，会降低产品的质量，甚至变废品。

人类生存需要水，工农业生产需要水。为了我们中华民族的生存和四化大业，应该采取强有力的措施，保护我们的水源不被污染。所有工矿企业都要坚决执行国家政府的环境保护法令，工业污水一定要经过净化处理后才能排放。保护水源不被污染是我们每个公民的神圣职责。

▲［阅读材料］

硬水及其危害

天然水长期跟空气、岩石和土壤等接触，水中溶解有很多种溶质。有的天然水里含碳酸氢钙［$Ca(HCO_3)_2$］和碳酸氢镁［$Mg(HCO_3)_2$］比较多，有的含硫酸钙（$CaSO_4$）、氯化钙（$CaCl_2$）、硫酸镁（$MgSO_4$）或氯化镁（$MgCl_2$）较多，这些水叫做硬水。这些溶质会影响水的质量。水质的好坏对生产和生

活影响较大。

饮用水中含有微量的钙、镁成分，对人体健康是有益的。但是，水中含太多的钙、镁成分，对生活和生产都有危害。用硬水洗涤，不仅浪费肥皂，而且会在织物上积有肥皂跟钙、镁反应后生成的沉淀，不容易洗干净。硬水有苦涩味，饮用硬水会使人的胃肠功能紊乱，出现不同程度的腹胀、腹泻和腹痛。工业锅炉大量烧水，如果使用硬水，就容易在锅炉内壁和管道内积有水垢。这会大大降低锅炉的导热能力，造成燃料的浪费。另外，当水垢爆裂脱落时，造成炉壁局部受热不均，会引起锅炉爆炸。因此，工业锅炉不能使用硬水，一定要将硬水处理，除掉其中大部分的钙、镁成分变成软水后，才能使用。

回家观察一下水壶或热水瓶底部，是否积有水垢？

［课外实验］动脑筋利用家庭里的器具（竹筷、玻杯、塑料漏斗、餐巾纸、瓷碗），提纯混有少量泥沙的粗盐。

【习题 1.4】

1.如果要除去液体中不溶解的固体杂质，可以采用的方法是_____；如果要除去液体中溶解的固体杂质，可以采用的方法是_____。

2.自来水生产中，需加入_____进行杀菌消毒，加入_____使悬浮物凝聚，通过_____池除去固体杂质。

3.调查一下，你的学校周围存在哪些污染水源的因素？现在正在采取什么有效措施防止水污染。

本章提要

1.水在自然界里的分布，水是宝贵的自然资源。防止水的污染，节约用水。

水的净化方法：过滤，蒸馏。

自来水的生产：加氯气消毒，加明矾使悬浮物凝聚，过滤除去沉淀。

2.水的性质

（1）水的物理性质：水是没有颜色、没有味道、没有气味的液体。在 101.3 千帕压强时，水的沸点是 100℃，水的凝固点是 0℃。水的密度（ρ）是 1 克/厘米^3（4℃）。

（2）水的化学性质：

$H_2O \xrightarrow{通电} H_2+O_2$ （分解反应）

（水）（氢气）（氧气）

$H_2O+CO_2 \rightarrow H_2CO_3$ （化合反应）

（水）（二氧化碳）（碳酸）

$H_2O+CaO \rightarrow Ca(OH)_2$ （化合反应）

（水）（氧化钙）（氢氧化钙）

3.物质的构成和组成

（1）分子、原子都是构成物质的微粒。有些物质是由分子构成的，有些物质是由原子直接构成的。

（2）分子是保持物质化学性质的一种微粒。同种物质的分子，性质相同；分子都在不断地运动着；分子之间都有一定的间隙。分子在化学变化中可以

再分。

（3）原子是化学变化中的最小微粒。原子在化学变化中不能再分，也不会变成其他种原子。由分子构成的物质，其分子都是由原子构成的，原子都在不断地运动着。

（4）纯净物：由一种物质组成。对由分子构成的物质来说，纯净物中只含有同种的分子。纯净物具有固定的组成和性质。

混合物：由多种物质组成。对由分子构成的物质来说，混合物中含有多种不同的分子。混合物没有固定的组成和性质。

4.物质的变化

（1）物理变化：物质的分子没有变成其他物质分子的变化。如蒸发、凝固、扩散等等。

（2）化学变化：物质的分子变成其他物质分子的变化。其实质是原物质分子中的原子重新组合成新物质的分子，而原子本身没有变成别的原子。

（3）分解反应：由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应。

A→B+C+……化合反应：由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应。

A+B+……→C

5.化学符号

氢 H、碳 C、氮 N、氧 O、氯 Cl、钠 Na、镁 Mg、钙 Ca、铜 Cu、银 Ag。

氢气 H_2、氮气 N_2、氧气 O_2、氯气 Cl_2、水 H_2O、二氧化碳 CO_2、氧化镁 MgO、氧化钙 CaO、氧化铜 CuO、氯化银 AgCl、氯化钠 NaCl、硝酸银 $AgNO_3$、氢氧化钙 $Ca(OH)_2$、碳酸 H_2CO_3。

复习题

A

1.填写下表中的空格：

2.在下列物质名称后填写相应的化学符号：

氢气（　　）、氧气（　　）、氮气（　　）、水（　　）、氧化镁（　　）、氧化钙（　　）、氯化钠（　　）、氯化银（　　）、碳酸（　　）。

3.在下列物质中，哪些是混合物？哪些是纯净物？

自来水、蒸馏水、氧化镁、蔗糖、氧气、二氧化碳、空气、糖水、石灰水。

4.选择（把答案的编号填在相应的空格里，每小题只有一个答案）

（1）下列说法中，错误的是_____。

（A）同种物质的分子，它们的性质相同

（B）物质都是由分子构成的

（C）分子是保持物质化学性质的一种微粒

（D）分子都在不断地运动着

（2）下列有关原子的叙述中，错误的是_____。

（A）原子是化学变化中的最小微粒

（B）在化学反应中，反应物的分子转变成生成物的分子，而构成分子的原子本身却没有变

（C）在化学反应中，分子发生了变化，构成分子的原子也转变成其他

的原子

（D）原子和分子一样，也在不断运动着

（3）下列各组物质中，都属于混合物的一组是_____。

（A）食盐、蒸馏水

（B）蔗糖、空气

（C）自来水、海水

（D）雨水、蒸馏水

（4）下列变化中，属于化学变化的是_____。

（A）把自来水蒸馏得到蒸馏水

（B）把泥水过滤得到澄清的水

（C）把水通电得到氢气和氧气

（D）把糖溶解在水中得到糖水

（5）下列性质中，属于水的物理性质的是_____。

（A）水电解后能生成氢气和氧气

（B）水跟生石灰结合变成熟石灰

（C）水跟二氧化碳结合变成碳酸

（D）水在 101.3 千帕、100℃时沸腾

5.按例（1）用文字方程式（物质下面写化学符号）表示下述变化，并注明化学反应是化合反应还是分解反应。

（1）镁带在空气里燃烧：

镁+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 氧化镁

Mg　O_2　　MgO　　化合反应

（2）水通直流电后生成氢气和氧气：

（3）木炭在空气里燃烧（即和氧气反应）生成二氧化碳：

（4）水和二氧化碳反应：

（5）水和氧化钙反应：

（6）氧化汞（HgO）受热生成汞和氧气：

B

6.在下列空格中，选择填上“原子”或“分子”：

在氧化汞加热分解的实验中：氧化汞受热后，每个氧化汞_____分成汞和氧两种_____，许多汞_____聚集而成金属汞，氧_____不能独立存在，每两个氧_____又结合成一个氧_____，许多氧_____聚集成氧气。由此说明；（1）有的物质可以由_____直接构成，有的物质由_____构成。（2）_____在化学反应中还可以分，_____是化学反应中的最小微粒。

7.用文字方程式（物质下面写化学符号）表示下述变化，对其中属于分解反应或化合反应的加以注明。

（1）铜和氧气反应生成氧化铜

（2）镁和水蒸气在加热条件下反应生成氧化镁和氢气

（3）生石灰放入水中生成熟石灰

（4）碳酸受热变成水和二氧化碳

（5）氯化钠和硝酸银反应生成氯化银和硝酸钠（$NaNO_3$）

*（6）碱式碳酸铜［$Cu_2(OH)_2CO_3$］受热发生反应

8.有两瓶无色透明的液体，其中一瓶是食盐水，另一瓶是蒸馏水，用两种方法（不能尝味道）加以鉴别，并说明利用的是物理性质还是化学性质。

9.阅读下面的文章，并指出氯气的物理性质有哪几点？化学性质有哪几点？

在通常状况下，氯气呈黄绿色，有剧烈的刺激性气味。氯气在 1.01×10^5 帕时，冷却到-34.6℃，变成液态氯。继续冷却到-101℃，变成固态氯。红热的铜丝在氯气里会燃烧起来生成棕黄色的烟［这是氯化铜（$CuCl_2$）的小颗粒］。氢气也能在氯气中燃烧，呈现苍白色火焰，生成氯化氢（HCl）。在常温下，1 体积的水能够溶解约 2 体积的氯气。溶解的氯气中有一部分跟水反应，生成盐酸和次氯酸。

2 化学符号

自从 19 世纪初，道尔顿提出近代原子学说，阿佛加德罗提出分子概念，形成了原子-分子论以后，化学才开始成为一门科学。科学在不停步地前进，人们对原子和分子的认识也在深入。到 20 世纪初，人类开始揭示原子内部的秘密。化学家在运用原子、分子的理论研究物质的性质和变化时，创造了一种化学符号——元素符号和化学式。

2.1 原子结构的初步知识

道尔顿的原子学说曾经起了很大作用。他认为原子是微小的、实心的、不能再分的小球。原子是不是像一些坚硬的、实心的、不可分割的小球。

经过科学家进一步的研究，发现原子还有更精细的结构！

原子核和核外电子

精确的实验证明：任何原子都是由居于原子中心带正电的原子核以及核外带负电的电子构成的。原子核的体积只占原子的几千亿分之一，相对来说，原子里面有一个“很大”的空间，电子在这空间作高速运动。

原子核由质子和中子两种微粒构成。每个质子带 1 个单位正电荷，中子不带电。由质子和中子聚集而成的原子核，它所带的正电荷数（即核电荷数）等于核内质子的数目。原子不显电性，说明原子核和核外电子所带的电量相等，电性相反，即原子内的质子数跟电子数相等。

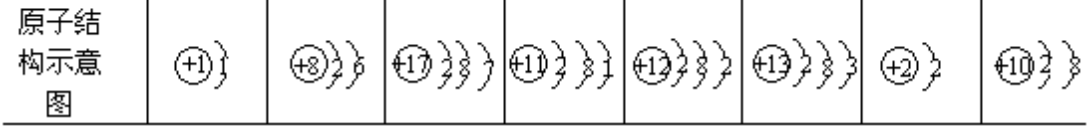
不同种类原子的质子数不同。例如，氧原子核内有 8 个质子，原子核带 8 个单位正电荷，核外有 8 个电子。氢原子核内有 1 个质子，原子核带 1 个单位正电荷，核外有 1 个电子。

练习

碳原子的核电荷数是 6，碳原子中有几个质子和几个电子？钙原子核外有 20 个电子，那么钙原子中有几个质子？核电荷数是多少？

在含有多个电子的原子里，各个电子的能量并不相同，能量低的，通常在离核较近的区域运动，能量高的，通常在离核较远的区域运动。因此各个电子在原子核外分层排布。人们用原子结构示意图表示原子的核电荷数和电子层排布。小圈和圈内的数字分别表示原子核和核内质子数，弧线表示电子层，弧线上面的数字表示该层的电子数。

表 2-1　几种原子的原子结构示意图

原子种类	氢原子	氧原子	氯原子	钠原子	镁原子	铝原子	氦原子	氖原子
质子数	1	8	17	11	12	13	2	10
原子结构示意图								

我们已经了解原子的构成，原子的质量又应该怎样衡量呢？

相对原子质量

原子由质子、中子和电子构成，根据实验测定质子的质量等于 1.6726×10^{-27} 千克，中子的质量等于 1.6749×10^{-27} 千克。质子和中子的质量大致相等，都接近于电子质量的 1840 倍。跟质子、中子相比，电子的质量很小，所以原子的质量主要集中在原子核上。

各种原子的质子、中子、电子数目不同，所以不同原子的质量各不相同。例如：一个氢原子的质量是：

0.0000000000000000000000000000167 千克，即 1.67×10^{-27} 千克；一个碳原子的质量是：

0.0000000000000000000000000001993 千克，即 1.993×10^{-26} 千克；一个氧原子的质量是：

0.0000000000000000000000000002657 千克，即 2.657×10^{-26} 千克。

这样小的数字，记忆、书写和使用都不方便，因此一般不用原子的实际质量，而采用原子的相对质量。国际上以一种碳原子的质量的 1/12 作为标准，其他原子的质量跟它相比较所得的数值，就是这种原子的相对原子质量（符号 A_r）。用这个标准推算，可以得出氢的相对原子质量约等于 1，氧的相对原子质量约等于 16……。

相对原子质量只是比值，所以没有单位。常见元素的近似相对原子质量见表 2-2，准确的相对原子质量见附录 I 国际相对原子质量表。

讨论

一个原子的质量跟相对原子质量有什么不同？分子由原子构成，分子的质量应该用哪一种方法表示更适合？

▲［阅读材料］

科学家探索“原子王国”的历史

原子内部是怎样的结构？许多科学家在揭开原子内部奥秘的崎岖小路上探索前进。

卢瑟福的核式结构

英国科学家卢瑟福用比电子重 7000 倍的带正电荷的粒子作炮弹打击很薄的金箔，他发现绝大部分“炮弹”都能顺利地穿过金箔，只有大约万分之一的“炮弹”从金箔上反弹回来。显然，原子内部有很大的空隙，粒子“炮弹”可以无阻挡地穿过；折回的带正电的粒子不可能是撞上了带负电的电子，而是撞击到质量比电子大得多的带正电的粒子。万分之一的反弹几率说明这种粒子的体积很小。

卢瑟福把原子中这种带正电荷、体积很小而质量比电子大得多的粒子叫原子核，从而提出原子的核式结构模型。

玻尔的原子模型

电子带负电，原子核带正电，异性电荷相吸，为什么运转中的电子不会掉到原子核上去呢？玻尔根据科学实验和物理学的理论指出，原子核外有固定的轨道，电子只能在这些固定的分层的轨道上运动，原子核外有多个电子

时，这些电子的排布遵循一定的规律。

课文中的原子结构示意图表现的就是玻尔的原子模型。

探索在继续

几代科学家都投身于原子结构的研究，经过近百年的努力，人们认识到，原子中的电子以极高的速度在极小的原子核外空间运动，它们的运动状况只能用电子在核外某空间单位体积中出现机会的多少来描述，电子只是在某些区域出现的机会较多。

后来，人们又发现构成原子的微粒不只是质子、中子、电子，还有正电子、介子、超子等基本粒子。20 世纪 70 年代以美籍华人丁肇中教授为首的实验小组又发现新的基本粒子——J 粒子和胶子。

人类对原子结构的认识还在不断深化，科学的新发现一个个涌现，原子王国的秘密一个个被揭开。为了彻底揭开原子的秘密，科学家仍在不断努力。

【习题 2.1】

1.下列几种说法中，哪些是正确的？哪些是错误的？请把错误的叙述改正。

（1）原子不显电性，说明原子内的电子数等于中子数。

（2）同种原子内的质子数相同。

（3）含有相同中子数的原子，一定是同一种类的原子。

（4）原子是最小的结构微粒。

2.以氧原子为例，说明构成原子的微粒有哪几种，它们是怎样构成原子的。

3.填空

原子	质子数	核电荷数	电子数
A	9		
B		12	
C			7

2.2 元素符号化学式

元素和元素符号

水电解生成氢气和氧气，木炭在氧气中燃烧生成二氧化碳，无论是水、氧气或者二氧化碳，这三种分子内都含有氧原子，这些氧原子的核内都含 8 个质子，是同一种类的原子。我们把具有相同质子数（即核电荷数）的同一类原子总称为元素。例如，原子核内有 1 个质子，核电荷数为 1 的原子都属于氢元素；原子核内有 6 个质子，核电荷数为 6 的原子都属于碳元素。无论哪一种物质中的氢原子都是氢元素，无论哪一种物质中的碳原子都是碳元素。到目前为止，人们已经发现 100 多种元素。

为了便于表述，每种元素都有各自的名称和符号。例如，用符号 0 表示

氧元素，用符号 H 表示氢元素，这种符号叫做元素符号。

国际上为了便于交流，元素符号统一用该元素拉丁文名称的第一个大写字母表示。例如，碳元素用 C 表示，硫元素用 S 表示。如果几种元素符号的第一个字母相同，就附加一个小写字母来区别。例如，氮元素用 N 表示，钠元素用 Na 表示，氖元素用 Ne 表示。

元素符号既表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。

一些常见元素的名称、符号和一般化学计算时采用的相对原子质量（近似值）见表 2-2。

表 2-2　一些常见元素的名称、符号、相对原子质量（近似值）

元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量	元素名称	元素符号	相对原子质量
氢	H	1	镁	Mg	24	钙	Ca	40
氦	He	4	铝	Al	27	锰	Mn	55
碳	C	12	硅	Si	28	铁	Fe	56
氮	N	14	磷	P	31	铜	Cu	63.5

（续表）

氧	O	16	硫	S	32	锌	Zn	65
氟	F	19	氯	Cl	35.5	银	Ag	108
氖	Ne	20	氩	Ar	40	钡	Ba	137
钠	Na	23	钾	K	39			

地壳和人体中的元素

自然界中各种元素的含量相差很大。地壳主要是由氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢等元素组成的，上述 9 种元素占地壳中各种元素质量的 98.8%。其他元素虽然含量很少，但是在自然界所起的作用却不小。例如，碳、氢和氮对动植物就有非常重要的作用。

人是自然界的组成部分，人体也是由各种元素组成的。迄今为止，在人体中已经发现了约 60 种元素。人体的质量 99.9%以上属于氧、碳、氢、氮、钙、磷、硫、钾、钠、氯、镁这 11 种元素，这些元素称为人体的宏量元素。其余元素不到体重的 0.1%，因为它们在人体内含量甚微，所以叫做人体的微量元素。每种元素，不管是宏量元素或者微量元素，都有它特殊的生理功能。

地球从开始形成、发展到现在，经历了 40 多亿年漫长的历史，不仅创造了千姿百态的大自然，产生各种各样的生物群，还从中进化发展出人类。人不断地从自己生存的环境中获得生长发育繁殖所需要的能量和物质。空气、水和食物被机体摄取、消化、吸收后，经过代谢，转化成机体的一部分。化学元素是人类跟自然环境之间最本质、最广泛的联系纽带。许多化学元素经常反复地进行环境→人体→环境这样的循环，所以构成人体的各种元素跟自

然环境中的元素明显相关。从这个角度看，人和环境是一个统一的整体。如果环境受到污染，必然会通过土壤、水、食物、空气等影响人体的生理功能，影响健康，甚至危及生命。

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0035_1.bmp}

100 多种元素通过怎样的不同组合才形成形形式式多种多样的物质呢？

单质和化合物

纯净物中，有的由同种元素组成，例如氧气由氧元素组成，氢气由氢元素组成。像这样**由同种元素组成的纯净物叫做单质**。有的物质由不同种元素组成，例如水由氢和氧两种不同元素组成，二氧化碳由碳和氧两种不同元素组成，像这种**由不同种元素组成的纯净物叫化合物**。单质和化合物是元素存在的两种形态，元素以单质形态存在的叫做元素的**游离态**，元素以化合物形态存在的叫做元素的**化合态**。

思考

1.下列物质中，哪些是单质？哪些是化合物？在含氧物质中，氧元素各以什么形态存在？

二氧化碳、氧气、镁粉、氧化钙、水蒸气。

2.纯净物和混合物，单质和化合物各是以什么标准来划分的？混合物和化合物有什么不同？试各举一例。

单质可以分为金属和非金属两大类。一般来说具有金属光泽，容易传热导电，有可塑性、延展性的单质是金属，例如镁、铁、铝等。常温下金属是固体（汞是液体）。一般来说没有金属光泽，不易导电传热的单质是非金属，例如氮气、木炭等。通常状况下非金属是气体或者固体（溴是液体）。金属跟非金属之间没有绝对的界限，例如硅和锗的性质有些像金属，有些像非金属，它们常用作半导体的材料。

金属元素和非金属元素的原子最外层的电子数目都各有特点。金属元素，象钠、镁、铝等，它们原子的最外层电子数目一般少于 4 个。非金属元素，象氧、氯等，它们原子的最外层电子数目一般是 4 个或多于 4 个。

组成金属单质的元素叫金属元素，它们的名称，除了汞以外，都是有“钅”旁的。组成非金属单质的元素叫非金属元素，它们名称大多数是有“气”字头或者“石”旁（溴为“氵”旁）的。

练习

把下列元素或物质的编号填入相应的空格。

A 氧气　　B 镁粉

C 氢元体　　D 铁元素

金属元素	非金属元素	金属单质	非金属单质

元素可用元素符号表示，那么，怎样才能简明地表示单质或化合物的元素组成呢？

化学式和式量

实验证明，不论从什么来源得来的，不论它是什么状态，任何纯净物都有固定的组成。前面已经讲到的一些物质用元素符号表示的式子，如氧气（O_2）、氢气（H_2）、水（H_2O）、氧化钙（CaO）、氯化银（AgCl）、二氧

化碳（CO_2）等等。这些式子简明地表示单质和化合物的组成情况。这种用元素符号表示单质或化合物组成的式子叫化学式。

化学式表示一种物质，表示这种物质的元素组成，还表示组成元素的原子个数比。例如 H_2O 表示水，还表示水由氢和氧两种元素组成，其中氢和氧的原子个数比是 2：1。

物质的化学式是物质组成的客观反映，不能主观臆测，任意编造。它是通过实验测得的。书写物质的化学式，必须知道组成这种物质的元素和各种元素的原子个数比。

金属和固态的非金属单质，结构比较复杂，通常用元素符号表示它们的化学式。例如，镁的化学式写成 Mg，木炭的化学式写成 C。

化合物是由不同种元素组成的。书写由两种元素组成的化合物的化学式时，一般将金属元素符号写在左边，非金属元素符号写在右边。书写由氧元素跟另一种元素组成的化合物的化学式时，一般将氧元素符号写在右边，另一种元素符号写在左边。书写化学式，先写出元素符号，然后在每种元素符号的右下角写个阿拉伯数字，标明各种元素的原子个数比（注意，“1”省略不写）。例如氯化银的化学式写成 AgCl。表示银和氯两种元素组成氯化银，这两种原子的个数比是 1：1。二氧化硅的化学式是 SiO_2，表示二氧化硅由硅和氧两种元素组成，硅和氧两种原子的个数比是 1：2。

由两种元素组成的化合物，一般是从右到左读作“某化某”，例如 CuO 读氧化铜。有时还要读出化合物里各元素的原子个数。例如，SO_2 读作二氧化硫，SO_3 读作三氧化硫。

练习

1.写出下列物质的化学式。

铁、硫、氧化镁、二氧化碳、二氧化氮。

2.读出下列物质的名称，并说出每种物质的元素组成。

Ne　P　ZnO　Ca　H_2CO_3　NaCl

对由分子构成的物质，它们的化学式又叫做分子式。分子式除表示化学式的含义外，还代表这种物质的一个分子，表示每个分子所含各种元素的原子个数。例如，氧气、氮气、氢气等气态非金属单质都是双原子分子，它们的化学式（也是它们的分子式）分别是 O_2，N_2，H_2，O_2 表示两个氧原子构成一个氧分子，许许多多氧分子再聚集成氧气。水由水分子聚集而成。H_2O 是水的化学式，又是它的分子式。它表示一个水分子由两个氢原子和一个氧原子构成。

练习

下面是我们经常接触的三种物质的化学式，它们又都是分子式，请说出这些物质的元素组成和分子的构成。

二氧化碳 CO_2　　氮气 N_2　　酒精 C_2H_6O

要表示一种物质的几个分子，可以在化学式前面加上系数，标明该物质的分子数。例如，三个氧分子就写成 $3O_2$，四个水分子写成 $4H_2O$。元素符号右下角的数字和元素符号前面的数字，它们的意义是完全不同的。例如，O_2 表示两个氧原子结合，构成一个氧分子，2O 表示两个单个的氧原子，$3O_2$ 表

示三个氧分子。

练习

按示例的样子填空：

含义	一个氢原子			三个氢分子	
图示					
化学符号	H	3H		H_2	$2H_2$

任何物质的固有组成是客观存在的事实，化学式是用元素符号表示这一事实，所以任何物质的化学式都是经过多次精密实验测定和推算得出的，我们不能凭空写出实际上不存在的物质的化学式。

讨论

有人说：1.“水是由氢气和氧气组成的。”

2.“水分子是由一个氢分子和一个氧原子构成的。”

3.“水是由氢和氧两种分子组成的。”

这些说法对不对？为什么？正确的应该怎样说？

化学式中各原子的相对原子质量的总和就是式量。

对由分子构成的物质来讲，分子式中各原子的相对原子质量的总和就是相对分子质量（符号 M_r）

例如：MgO 的式量=24+16=40

O_2 的式量=16×2=32

H_2CO_3 的式量=1×2+12+16×3=62

练习

填写下表：

名称	氢气	水		硫酸
化学式			CO_2	H_2SO_4
式量				

▲［阅读材料］

微量元素和人体健康

铁、锌、硒等约 15 种元素是被科学界公认的人体必需微量元素，它们在人体各组织中的浓度相当恒定，含量低于或高于正常值都会损害人的机体健康。例如，人体缺锌会造成肝脾肿大、身材矮小、智能低弱；而摄入锌过量又会发生慢性腹泻或急性锌中毒，正常人每天需要补充 10 毫克锌。

碘也是人体必需的微量元素之一，缺碘是地方性甲状腺肿的基本原因。以前河北省承德郊区就有这种地方病,我国政府从 1963 年起向该地居民供应掺有微量碘化物（主要是 KI）的食盐，16 年后，中小学生甲状腺肿患率从 22.33%下降到 2.21%，基本上控制了疾病的大面积流行。

铅、镉、汞等元素是对人体有毒的元素，即使含量很低也有强烈的毒性。工业排放的废气、废水、废渣常常含有超量的有毒元素，这些有毒元素通过饮食、呼吸等途径进入人体，在人体中积聚到一定程度就会发生中毒现象。

水俣病是世界上第一个出现的由环境污染所引起的公害病。从 1953 年起，日本水俣湾的不少居民患了以神经系统症状为主的一种病。经过 10 年调查才弄清楚，水俣地区有一家工厂排放到海湾的废水中含较多的有毒的汞，经过食物链的作用汞富集于鱼体，居民食用了这些鱼而引起汞中毒，患了这种病。所以，我们在发展经济时必须重视三废治理，废水、废气和废渣要经过处理才能排放，这样才能保护我们赖以生存发展的自然资源和生态环境。

【习题 2.2】

1.把下面的元素符号和相关的元素名称用线连接起来。

人体中的宏量元素 O C H N Ca P S K Na Cl Mg

地壳中的主要元素 氧 硅 铝 铁 钙 钠 钾 镁 氢

2.阿波罗飞船从月球上带回的土壤样品，分析后发现，地球上含量较大的几种元素月球上都有。下面是其中的一部分，请你分别写出它们的元素符号。

氧、硅、铁、铝、钠、银、钙、氢、镁、钾。

3.用线段把下面相关的三项连接起来。

金属元素 · 铁 ·　　· C

· 氯 ·　　· Al

· 碳 ·　　· Cl

非金属元素 · 铝 ·　　· Fe

· 硫 ·　　· S

4.写出下列物质的化学式：

水、氢气、镁、氧化镁、氧化钙、二氧化碳。

5.下面是几种厨房里常用物质的化学式：

食盐 NaCl　　石碱 Na_2CO_3　　蔗糖 $C_{12}H_{22}O_{11}$

（1）请根据化学式讲出这些物质的元素组成，计算它们的式量。

（2）蔗糖由分子构成，请描述蔗糖分子的原子构成。

6.用化学式表示：

（1）一个二氧化碳分子_____，　　（2）三个水分子_____，

（3）五个氧分子_____，　　（4）四个氢分子_____。

2.3 化合价和化学式

化合价

二氧化碳、水、一氧化氮的化学式分别是 CO_2、H_2O、NO。从这些化学式可以看到，氧元素跟不同的元素化合时，原子组合的个数比不同。我们把一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。常见元素的化合价见表 2-3。

表 2-3 常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见的化合价
钾	K	+1
钠	Na	+1
银	Ag	+1
钙	Ca	+2

续表

镁	Mg	+2
钡	Ba	+2
锌	Zn	+2
铜	Cu	+2
铝	Al+3	
铁 氢	Fe H	+2、+3 +1
氯	Cl	-1、+5、+7
溴	Br	-1
氧	O	-2
硫	S	-2、+4、+6
碳	C	+2、+4
硅	St	4
氮	N	-3、+2、+4、+5
磷	P	+5

元素的化合价是元素的一种性质，这种性质是它的原子内部结构的反映，那么元素的化合价跟它的原子结构有什么关系呢？

元素的化合价是由元素的原子结构决定的。例如，钠是活泼的金属元素，氯是活泼的非金属元素，游离态的钠和氯化合生成氯化钠。这个反应可以表示如下：

$$\text{钠+氯点燃} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{氯化钠}$$
$$Na \quad Cl_2 \qquad NaCl$$

在反应中，钠原子失去了最外层的 1 个电子，达到稳定结构，这时钠元素呈+1 价，表示为 Na；氯原子获得 1 个电子，达到稳定结构，这时氯元素呈-1 价，表示为 Cl。

在氯化钠中，元素的化合价表示为 $\overset{+1}{Na}\overset{-1}{Cl}$ 。

思考

钠原子失去电子、氯原子得到电子以后的微粒仍旧呈电中性吗？它们是怎样结合成氯化钠呢？

钠原子失去了最外层的 1 个电子，带上了 1 个单位的正电荷，氯原子得到 1 个电子而带上了 1 个单位负电荷。这种带电的原子叫做离子。带正电的

离子叫做阳离子，如钠离子（Na^+）；带负电的离子叫做阴离子，如氯离子（Cl^-）。这两种带有相反电荷的离子间有静电引力，使两种离子相互接近。同时两种离子的核之间以及它们的电子之间又有斥力，当引力和斥力达到平衡时，就形成了化合物氯化钠。

思考

“Mg^{2+}”与“Mg”各表示什么意义？你认为离子所带电荷的正负和数目与化合价有什么关系？

▲［选学］

离子化合物与共价化合物

钠原子失去 1 个电子成为 Na^+，氯原子得到 1 个电子成为 Cl^-，像氯化钠这种阳、阴离子间通过静电作用而构成的化合物叫离子化合物。构成这种化合物的微粒是离子。氯化钾（KCl）、氯化镁（$MgCl_2$）和硫化钠（Na_2S）等都是离子化合物。

原子通过电子得失形成阴、阳离子，是形成稳定结构的一种形式。如果两种元素的原子获得电子的难易程度相差不大，则可以用另外的形式来达到稳定结构。

氢气在氯气里燃烧，能生成氯化氢气体。氢和氯都是非金属元素。氯原子可以通过获得 1 个电子形成最外层 8 个电子的稳定结构，氢原子也可以通过获得 1 个电子形成最外层 2 个电子的稳定结构。它们获得电子难易程度相差不太大，结果双方各提供最外层 1 个电子，组成 1 个共用电子对。这 1 对电子为两个原子所共有，在两个原子核外的空间运动，从而使氯原子和氢原子的最外电子层都达到稳定结构。共用电子对受两个核的吸引，使两个原子形成化合物的分子。

像氯化氢这样以共用电子对形成分子的化合物，叫共价化合物。如水、二氧化碳等都是共价化合物。

在金属元素与非金属元素形成的化合物里，金属元素显正价，非金属元素通常显负价。在非金属元素与氧形成的化合物里，氧显负价，另一种非金属元素显正价。氧和氢在它们各自的化合物里，通常氧显-2 价，氢显+1 价。有的元素在不同的化合物里显示不同的化合价。例如，碳在二氧化碳中显+4 价，在一氧化碳中显+2 价。

在单质里元素的化合价为零。在化合物里，各元素正负化合价的代数和等于零。例如在水（$\overset{+1}{H_2}\overset{-2}{O}$）中，氢显+1 价，氧显-2 价，化合价的代数和等于（+1）×2+（-2）=0。

化合价与化学式

我们知道，化学式是用元素符号表示物质组成的式子，而化合价则反映了形成某种物质的不同元素间原子的个数关系。因此它们之间有密切的联系。根据化合物中各元素正负化合价代数和为零的原则，可以应用化合价写出已知物质的化学式。

已知铝为+3 价，氧为-2 价，写出氧化铝的化学式。

化学式的书写步骤如下：

1.写出组成化合物的元素符号，通常把正价元素写在左边，负价元素写在右边。

2.求出两种元素的正负化合价绝对值的最小公倍数。铝为+3 价，氧为-2 价，铝、氧两元素化合价的最小公倍数是：3×2=6

3.求各元素的原子数。

$$\frac{\text{最小公倍数}}{\text{正价（或负价）的绝对值}} = \text{原子数}$$

铝为：$\frac{6}{3}=2$　氧为：$\frac{6}{2}=3$

4.把原子数写在各元素符号右下角，即得化学式（如果原子数为 1 时，则省略不写）。

$$Al_2O_3$$

5.检查化学式。当正价总数跟负价总数的代数和等于零，化学式才算正确。

$$(+3)\times2+(-2)\times3=0$$

所以氧化铝的化学式是 Al_2O_3。

应该注意的是，只有确实知道有某种化合物存在，才能根据元素化合价写出它的化学式。切不可应用化合价任意写出实际上不存在的物质的化学式。

练习

1.写出下列物质的化学式。

氧化钠，氯化钡，氧化钙，氯化铝。

2.根据下列元素的化合价，分别写出它们跟氢元素形成化合物的化学式。

$$\overset{-1}{Cl}\quad \overset{-2}{S}\quad \overset{-1}{I}\quad \overset{-1}{Br}$$

根据化合物中各元素正负化合价的代数和为零的原则，我们不但可以检查化学式的正误，还可以从化学式推算其中某种元素的化合价。

［例题 1］已知氧为-2 价，求五氧化二磷（化学式酵剖恰鯬 205）中磷元素的化合价。

［解］磷的化合价×磷原子数+氧的化合价×氧原子数=0，设磷的化合价为 x。

$$x\times2+(-2)\times5=0$$

$$x=\frac{-(-2)\times5}{2}=+5$$

答：在五氧化二磷中，磷是+5 价。

［例题 2］求氯酸钾（化学式是 $KClO_3$）中氯元素的化合价。

［解］钾元素为+1 价，氧元素为-2 价。

设氯的化合价为 x。

$$1+x+(-2)\times3=0$$

$$x=+5$$

答：在氯酸钾中，氯是+5 价。

练习

1.标出下列物质中各元素的化合价：

Mg，N_2，$ZnCl_2$，Na_2S。

2.标出下列氧化物中各元素（除氧外）的化合价：

Na_2O，SO_2，CO，N_2O_5，Fe_2O_3。

3.根据化合物中各元素正负化合价的代数和为零的原则，检查下列各化学式是否正确？把错误的改正。

$AlCl$，Ca_2O，MgO，$AgBr_2$，$CuCl_2$。

化合物中元素的质量百分含量

化学式可以表示物质的元素组成和各种元素的原子个数比。根据化学式还可以计算化合物中各元素的质量百分含量和质量比。

［例题 3］铁的氧化物有 Fe_3O_4、Fe_2O_3、FeO，这三种铁的氧化物中哪一种含铁量最高呢？

［解］先算出 Fe_3O_4 的式量。

Fe_3O_4 的式量：56×3+16×4=232

四氧化三铁中铁元素的百分含量是：

$$\frac{3Fe}{Fe_3O_4}\times 100\% = \frac{56\times 3}{232}\times 100\% = 72.4\%$$

同理，氧化铁中铁元素的百分含量是：

$$\frac{2Fe}{Fe_2O_3}\times 100\% = \frac{56\times 2}{56\times 2+16\times 3}\times 100\% = 70\%$$

氧化亚铁中铁元素的百分含量是：

$$\frac{Fe}{FeO}\times 100\% = \frac{56}{56+16}\times 100\% = 77.8\%$$

答：含铁量最高的是 FeO。

思考

分析上面的计算式，归纳出根据化学式求其中某一元素的百分含量的一般数学表达式。

根据化学式计算所含元素的百分含量，都是纯净物中元素的百分含量。

练习

在尿素〔$CO(NH_2)_2$〕肥料中氮元素的百分含量是多少？

【习题 2.3】

1.标出下列化学式中每种元素的化合价：

CO_2，H_2CO_3，$MgCl_2$，$KMnO_4$。

2.写出指定化合价的下列元素与氧形成化合物的化学式，并算出它们的式量。

元素及化合价	+4 S	+6 S	+2 C	+4 C	+5 P
化学式					
式量					

3.在下列式子里各物质名称下面，写出这种物质的化学式：

（1）水通电$\xrightarrow{通电}$氢气+氧气

（2）水+二氧化碳→碳酸

（3）磷+氧气$\xrightarrow{点燃}$五氧化二磷

（4）硫+氧气$\xrightarrow{点燃}$二氧化硫

4.计算下列氮肥中氮元素的质量百分含量：

（1）氯化铵 NH_4Cl（2）碳酸氢铵 NH_4HCO_3

（3）硝酸铵 NH_4NO_3（4）硫酸铵（NH_4）$_2SO_4$

5.在 50 吨硫酸铵［（NH_4）$_2SO_4$］中含氮元素多少吨？

本章提要

1.物质的简单分类

$$\text{物质}\begin{cases}\text{混合物}\\ \text{纯净物}\begin{cases}\text{单质}\begin{cases}\text{金属}\\ \text{非金属}\end{cases}\\ \text{化合物}\end{cases}\end{cases}$$

单质：由同种元素组成的纯净物。

化合物：由不同种元素组成的纯净物。

2.原子结构元素

（1）原子由居于原子中心带正电的原子核以及核外带负电的电子构成。原子核由质子和中子两种微粒构成。在原子中：

核电荷数=核内质子数=核外电子数

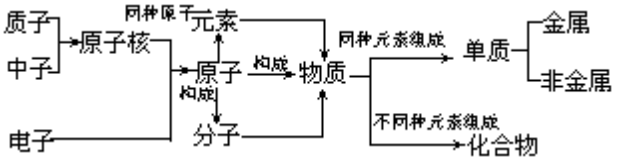
（2）元素：具有相同质子数（即核电荷数）的同一类原子的总称。

3.相对原子质量　化学式

（1）相对原子质量：以一种碳原子的质量的 1/12 作为标准，其他原子质量跟它相比较所得的数值，就是这种原子的相对原子质量（符号 Ar）。

（2）化学式：用元素符号表示单质或化合物组成的式子，对由分子构成的物质，它们的化学式又叫做分子式。

（3）



3．元素的分类和化合价

$$(1)\text{元素——}\begin{cases}\text{稀有气体元素——原子的最外层有8个电子（氦是2个），是一种稳定结构。}\\ \text{金属元素——在化学反应中，比较容易失去最外层的电子，通常最外层达到8个电子的稳定结构。}\\ \text{非金属元素——在化学反应中，比较容易获得电子，通常最外层也达到8个电子的稳定结构。}\end{cases}$$

$$\text{（2）离子（带电的原子）——}\begin{cases}\text{阳离子（带正电荷）}\\ \text{阴离子（带负电荷）}\end{cases}$$

(3)元素的化合价——一种元素一定数目的原子跟其他元素一定数目的原子化合的性质。元素化合价是元素的一种性质。

（4）在化合物中，各种元素的正负化合价的代数和都等于零。

5.根据化学式算出化合物中某一元素的百分含量

（1）化合物中某一元素的百分含量

$$=\frac{\text{化学式中该元素的原子个数}\times\text{该元素的相对原子质量}}{\text{式量}}\times 100\%$$

（2）一定量化合物中所含某元素的质量=化合物的质量×化合物中该元素的百分含量

复习题

A

1.填写下表中的空格：

元素名称	氢		碳	铁		磷	锰		镁
元素符号		He		S	Cu	Si		Ca	

2.选择：

（1）下列物质里的氧元素以游离态存在的是_____。

（A）二氧化碳　　（B）氧化铜

（C）空气　　（D）氧化镁

（2）同一类原子总称为元素，因为具有相同的

（A）中子数　　（B）质子数和中子数

（C）核电荷数　　（D）电子层数

（3）一个 CO_2 分子和一个 NO_2 分子中，含_____一样多。

（A）氧分子　　（B）氧气

（C）氧原子　　（D）单质氧

（4）对二氧化氮（NO_2）叙述正确的是_____

（A）二氧化氮是由氮气和氧气组成的

（B）每个二氧化氮分子是由一个氮原子和一个氧分子构成的

（C）二氧化氮是由氮元素和氧元素组成的

（D）二氧化氮是由一个氮原子和两个氧原子构成的

（5）下列金属与氧形成的化合物中，金属元素的质量占 60%的是_____。

（A）BaO　　（B）CaO

（C）CuO　　（D）MgO

（6）某+3 价金属 A，它在与氧形成的氧化物中的质量占 70%，则 A 的相对原子质量为。

（A）11　　（B）27

（C）56　　（D）114

3.下列是按元素的组成对纯净物分类，照例示的样子选择合适的编号填入空格。

A.纯净物　　B.金属　　C.非金属

D.单质　　E.化合物

（纯净物A）$\begin{cases}(\quad) \\ (\quad)\begin{cases}(\quad) \\ (\quad)\end{cases} \\ (\quad)\end{cases}$

4.标出下列物质中各元素的化合价：

MnO_2，AgCl，Zn，Na_2S，Na_3PO_4，H_2SO_4，$KMnO_4$。

5.按指定的化合价，写出下列元素与氧元素组成的化合物的化学式。

$\overset{+1}{Na}$　$\overset{+2}{Mg}$　$\overset{+3}{Al}$　$\overset{+4}{C}$　$\overset{+5}{N}$　$\overset{+6}{S}$

6.判断下列化学式的正误，错误的请加以改正。

KO，CaCl，NaBr，Zn_2O。

7.将下列句子中加有划线部分的内容改正，写在括号内：

（1）具有相同的<u>中子数</u>的同一类原子的总称，叫元素。（　　）

（2）空气是一种<u>化合物</u>，（　　）它由多种<u>单质</u>组成。（　　）

（3）水是一种<u>混合物</u>（　　），它是由<u>氢气</u>和<u>氧气</u>两种<u>单质</u>组成的。（　　）

（4）氧气、氢气、氮气等单质都是由<u>原子</u>构成的。（　　）

（5）碳酸（H_2CO_3）分子是由<u>一个氢分子</u>、一个碳原子和三个氧原子构成的。（　　）

8.（1）计算下列物质的式量。

①氧化钙　②硫酸　③氮气　④氯化银　⑤硝酸银

（2）计算 100 吨氯化铵（NH_4Cl）中含氮元素多少吨？在多少吨硫酸铵中含氮元素跟 100 吨氯化铵中氮元素相等？

B

9.（1）O_2、H_2、CO_2、SO_2、N_2 各一个分子，按其相对质量从大到小顺序排列为_____。

（2）若取上述气体各 m 克，则它们所含的分子数从多到少顺序排列为_____。

10.黑火药是中国古代的伟大发明，它由木炭、硫、硝酸钾（KNO_3）配成。

问：（1）黑火药是纯净物，还是混合物？（2）黑火药中哪些是单质？哪些是化合物？（3）黑火药中总共含哪几种元素？（4）硝酸钾的式量是多少？

11.某物质（一种矿物）和铁的混合物共热，生成了汞和硫化亚铁（FeS）。

问：该物质是单质还是化合物？该物质是由哪几种元素组成的？

12.将下述左列和右列相关项的黑点用线段连接起来。

$KMnO_4$ 中·	·锰元素为+2 价
MnO_2 中·	·锰元素为+6 价
$MnCl_2$ 中·	·锰元素为+7 价
$K2MnO_4$ 中·	·锰元素为+4 价

13.某物质的化学式是 R_2O_3，则 R 元素与氯形成化合物的化学式为_____。某物质的化学式是 RCln，则 R 元素与氧形成化合物的化学式为_____。

14.根据下列数据：

化学式	RX	RX_2
式量	30	46

（1）确定元素 R、X 的相对原子质量（R、X 各代表某种元素）；（2）计算 R_2X_5 的式量。

*15.某化学反应中，A 元素的一个原子失去 3 个电子，B 元素的一个原子得到 2 个电子而形成的化合物，其化学式为_____。

*16.某种氮和氧的化合物中，氮与氧的质量比是 7：4，则该化合物中氮的化合价为_____。

*17.若 CO_2 与 CO 中含有等质量的氧元素,则 CO_2 与 CO 的质量比是_____。

*18.某 CO_2 与 CO 的混合物中含氧 64%，求该混合物中含 CO2 为百分之几？

3 溶液

我们在小学自然课里学习过一些溶液的知识，在日常生活中接触过不少溶液。例如，喝的汽水和茶水，烧菜用的醋，消毒用的碘酒，注射用的葡萄糖盐水等都是溶液。工农业生产中也广泛应用溶液。例如，工业上用来清除铁锈和锅炉水垢的酸液，电镀金属的电镀液，漂白织物用的漂白液，农业上用的化肥氨水和农药的药液等。

我们都知道，植物所需的养料先溶解在土壤的水中变成溶液，才能被植物吸收。动物和人消化时，把食物中的养分变成溶液后吸收，新陈代谢所产生的废物，也通过水作为媒介而排出体外。一切有机体的生命活动都离不开溶液。因此，我们要认真研究溶液。

3.1 溶液

各种物质在水中以怎样的形式分散的？究竟什么是溶液呢？

悬浊液、乳浊液、溶液

把一种物质分散到另一种物质中，会发生什么不同的情况呢？

【实验 3-1】在 4 个试管里，各盛 10 毫升水，分别加入少量熟石灰、蔗糖、食盐和植物油，然后振荡，静置。观察现象。

我们看到，熟石灰跟水混合后，得到的是浑浊的液体。静置片刻后，悬浮在水里的固体小颗粒逐渐下沉。像这种固体小颗粒悬浮在液体里的混合物，叫做**悬浊液**。

植物油跟水混合后，得到的是乳状浑浊的液体。静置片刻后，分散在水里的小液滴逐渐浮起来，分成两层。像这种小液滴分散到液体里的混合物，叫做**乳浊液**。

在悬浊液和乳浊液里，分散着不溶解的固体小颗粒和小液滴都是许许多多分子或离子的集合体。由于固体小颗粒一般比水重，小液滴一般比水轻，静置片刻后，在地心引力的作用下，固体小颗粒逐渐下沉，小液滴则逐渐上浮，所以在这两种液体中的物质分散得都不均匀，而且不稳定。

食盐、蔗糖放进水里，振荡后，得到无色透明的液体。这两种液体不仅是透明的，而且是均一的、稳定的。

【实验 3-2】将少量硫酸铜粉末放入盛水的试管中，振荡，得到的液体是不是溶液？将该液体倒出一半，放在另一试管中。观察两个试管中液体颜色的深浅是否一样？

硫酸铜（$CuSO_4$）溶液呈蓝色，颜色深意味着单位体积的溶液中含硫酸铜多，颜色浅的含硫酸铜少。两个试管中硫酸铜溶液颜色一样深浅，表明在溶液的各部分里硫酸铜的含量是相同的，也就是说硫酸铜在溶液的各部分是均匀分散的。这好比一杯糖水，它的各部分甜的程度是一样的。

蔗糖或硫酸铜跟水混合后得到的溶液，只要温度不变，水不蒸发，那么无论放置多久，其中的蔗糖和硫酸铜不会从溶液里分离出来，所以这两种溶液是稳定的。

我们把一种或一种以上的物质分散到另一种物质里，形成均一、稳

定的混合物，叫做溶液。

跟悬浊液和乳浊液相比较。为什么溶液具有均一、稳定的特性呢？

蔗糖放在水里，在水分子的作用下，表面的蔗糖分子逐渐向水中扩散，随着振荡或搅拌，蔗糖分子均匀地分散到水分子之间了。硫酸铜放在水里，组成硫酸铜的离子也均匀地分散到水分子之间了。当物质溶解时，以分子、离子等微粒的形式分散，分散程度大，因此分散均匀，溶液稳定。

▲［阅读材料］

乳浊液和悬浊液的应用

［实验］在实验 3-1 加水和植物油的试管中，滴 1～2 滴洗洁精，振荡，观察现象。

从实验观察到滴加洗洁精后，植物油在水中形成的乳浊液就比较稳定，不易分层。洗洁精起了乳化稳定的作用。

为了合理使用农药，常在不溶于水的固体农药或液体农药里，添加一些润湿剂或乳化剂（如肥皂、磺化油等），配制成可湿性粉剂或乳油。使用时，把可湿性粉剂或乳油跟水以一定比例配制成悬浊液或乳浊液，用来喷洒受病虫害的农作物。润湿剂或乳化剂可以提高农药在水中悬浮的稳定性。这样可使药液喷洒均匀，使用方便，不仅提高药效，还节省农药。

溶质和溶剂

溶液是由溶质和溶剂组成的。在溶液里被溶解的物质叫做溶质；能溶解其他物质的物质叫做溶剂。例如食盐水中，食盐是溶质，水是溶剂。水能溶解许多物质，是最常用的溶剂。用水作溶剂的溶液，叫做水溶液。通常不指明溶剂的溶液，一般指的是水溶液。

除了水作溶剂外，其他物质也能作溶剂。

【实验 3-3】在两个试管中各加入 5 毫升水和汽油，然后分别滴入少量植物油，振荡后，观察有什么不同的现象。

从实验观察到，植物油难溶于水，振荡后得到植物油在水中的乳浊液；植物油溶解于汽油，得到植物油的汽油溶液，其中植物油是溶质，汽油是溶剂。

除了水作溶剂外，汽油、酒精（C_2H_6O）、苯（běn）等许多物质都可作溶剂。汽油能溶解油脂，因此衣服上沾有油污时可用汽油擦拭除去。酒精能溶解碘，得到碘的酒精溶液，就是消毒用的碘酒。虫胶溶解于酒精中得到溶液，是油漆家具用的虫胶清漆（俗名泡立水）。以上实验还说明，溶质对溶剂是有选择性的。水能溶解很多种物质，但绝不是万能的溶剂。为了适应工农业和科学技术各个领域的需要，化学工业生产大量的各种各样的溶剂。

当两种液体彼此相互溶解时，怎样确定溶质和溶剂呢？通常把溶液里含量较多的一种叫做溶剂，把含量较少的一种叫做溶质。例如上述实验中，我们把植物油叫做溶质，汽油叫做溶剂。实际上，溶质和溶剂是相对而言的。将少量汽油加入到植物油中所得到的溶液中，汽油是溶质，植物油是溶剂。当液体和水相互溶解时，一般情况下，不论液体的含量多少，通常把水看作溶剂，另一种物质看做溶质。例如，95%的酒精的水溶液，98%的硫酸（H_2SO_4）

的水溶液等。

练习

分别指出下列各种溶液里的溶质和溶剂是什么物质(对其中 1～4 用化学式表示）：

1.食盐水　2.碘酒　3.澄清石灰水

4.酒精溶液　5.植物油的汽油溶液

溶液的重要性

许多化学工业生产常常在溶液中进行，动植物的生理活动也都离不开溶液，这是为什么呢？

【实验 3-4】1.使干燥的硫化钠（Na_2S）和硝酸铅〔$Pb(NO_3)_2$〕的固体在玻璃片上混合。

2.把上述混合物放在研钵里研磨。

3.在两个试管中各加入 5 毫升水，再分别加入少量硫化钠和硝酸铅配成溶液。将两种溶液倒入另一试管中混合。

练习

仔细观察现象，并作简明的记录。

实验	现象
1.硫化钠和硝酸铅的固体在玻璃上混合	
2.硫化钠和销酸铅的固体在研钵里研磨	
3.硫化钠溶液和硝酸铅溶液混合	

从实验看到，当固体硫化钠和固体硝酸铅混合在一起时，稍微看到混合物有些变黑。把混合物放在研钵里研磨后，逐渐出现黑色。当把两者配成溶液后再混合时，立即出现大量黑色的沉淀。

怎样来解释这些现象呢？当固态反应物混合时，只有固体颗粒的表面才可能相互接触碰撞而发生反应。而构成固体的微粒，其运动受到很大限制，发生接触碰撞的机会非常少，所以就看不到明显的反应现象。研磨这两种固态反应物的混合物时，使反应物微粒间的接触碰撞机会增加，因此，就有少量的黑色硫化铅（PbS）生成。混合这两种反应物的溶液时，均匀分散的溶质的微粒在溶液里不停运动，相互接触碰撞的机会大大增加，因此反应就进行得很快，立即生成大量黑色的硫化铅沉淀。

硫化钠+硝酸铅→硫化铅+硝酸钠

Na_2S　$Pb(NO_3)_2$　PbS　$NaNO_3$

所以，在实验室里或化学工业生产中，要使两种能起反应的固体物质发生反应，常常先把它们溶解，然后使两种溶液混合，并加振荡或搅拌，以加快反应的进行。当然，并不是所有的化学反应都是进行得越快越好。人们根据需要，控制溶液的浓度和加入溶液的速度，来调节化学反应的快慢。

许多反应都在溶液里进行，例如，物质的制取、提纯和分析等。人们将粗制食盐提纯为精盐，化学工业中生产烧碱（氢氧化钠 NaOH）、氯气、氢气、纯碱（Na_2CO_3）、小苏打、葡萄糖等等都是在溶液里进行的。盐酸（HCl）、

硫酸和硝酸（HNO_3）等重要的化工产品本身就是溶液。

我们在生产和科学实验中，最常用的是水溶液，因此，本章主要学习水溶液的知识。

［课外实验］利用玻璃杯（代替烧杯）、竹筷（代替玻璃棒）和一些物品做如下实验，观察现象，并把观察到的现象填在表中空白处，在“结论”项中填写溶液、悬浊液或乳浊液。

编号	实验内容	搅拌后的现象	静置后的现象	结论
1	石碱 水			
2	粉笔灰（或泥土） 水			
3	煤油（或汽油） 水			
4	自选药品 水			

【习题 3.1】

1.把少量的下列物质分别放入水里，振荡后哪个是溶液？哪个是悬浊液？哪乳浊液？

（1）精盐（2）煤油（3）纯碱（4）面粉（5）酒精

2.分别指出下列各种溶液里，什么是溶质，什么是溶剂？

（1）氯化钠溶液（2）石蕊溶液（3）碘酒

3.选择

（1）下列各组物质混合后，经过搅拌得到的液体是溶液的为_____。

（A）汽油滴入水中　　（B）酒精滴入水中

（C）豆油滴入水中　　（D）粉笔灰放入水中

（2）下列叙述中正确的是_____。

（A）凡是无色透明的液体都是溶液

（B）溶液的体积等于溶质体积和溶剂体积之和

（C）溶液是均一、稳定、无色透明的混合物

（D）只要条件不变，糖水中的糖不会分离出来

（3）从一杯食盐水的上部取出一些，测定它的密度是 a 克/厘米^3；再从下部取出一些，测它的密度值应该是_____。

（A）大于 a　　（B）小于 a

（C）等于 a　　（D）变化不定

3.2 溶解度

我们已经知道，蔗糖和食盐容易溶解在水中，而植物油和泥土很难溶解

在水中。不同的溶质在不同的溶剂里的溶解的情况不一样。本节将较深入地研究溶质在溶剂里溶解的数量关系。

饱和溶液和不饱和溶液

在一定条件下，溶质能不能无限制地溶解在一定量的溶剂里呢？

让我们通过实验来回答这个问题。

【实验 3-5】1.室温下，在 A、B 两个试管里各加入 5 毫升水，然后分别加入硝酸钾（KNO_3）固体，每次 1 克，各加 3 次，每次加入后振荡片刻。观察现象。

2.在 A 试管中再加入 10 毫升水，振荡。

3.对 B 试管进行加热。

观察：1.在室温下，一定量的水里，硝酸钾能无限溶解吗？2.增加水的量，硝酸钾溶解的量有什么变化？3.升高水溶液的温度，硝酸钾溶解的量有什么变化？

实验说明，在一定温度下（实验是在室温下做的），一定量的水里，硝酸钾溶解的量是有限度的，不能无限制地溶解。

我们把在一定温度下，一定量的溶剂里不能再溶解某种溶质的溶液（也就是溶解某种溶质达到最多量的溶液），叫做这种溶质的饱和溶液，还能再继续溶解某种溶质的溶液，叫做这种溶质的不饱和溶液。

思考

在实验 3-5 的三种情况中，哪一种硝酸钾溶液是饱和的？哪一种是不饱和的？

实验还说明，当增加溶剂（水）的量或升高温度时，原来不再溶解的硝酸钾又能继续溶解，这时溶液就由饱和变为不饱和。因此，在改变条件时，饱和溶液和不饱和溶液可以互相转化。这里要注意，只有指明在“一定温度下”和在“一定量的溶剂”时，“饱和”和“不饱和”才具有确定的意义。

思考

用哪些方法可以把硝酸钾的饱和溶液变为不饱和溶液？用哪些方法可以把硝酸钾的不饱和溶液变为饱和溶液？

溶解度

不同的物质在同一溶剂里的溶解能力不同。怎样精确地表示物质的溶解能力呢？通常把一种物质溶解在另一种物质里的能力，叫做物质的溶解性。溶解性是物质的一种性质。它首先跟溶质、溶剂本身的性质有关，其次跟外界的条件有关。

为了定量地比较各种物质的溶解性，必须确定一个比较标准，这就是物质的溶解度。掌握物质的溶解度对生产和科学研究有重要的实际意义。

在一定温度下，某物质在 100 克溶剂里达到饱和时所溶解的克数，叫做这种物质在这种溶剂里的溶解度（符号：S）。

如果不指明溶剂，通常所说的溶解度就是物质在水里的溶解度。例如，20℃时食盐的溶解度为 36 克/100 克水，就是指在 20℃时，食盐在 100 克水里达到饱和时溶解 36 克。

各种物质在水里的溶解度是不同的。

表 3-1　20℃时，几种物质溶解度

物质	AgCl	$Ca(OH)_2$	$KClO_3$	NaCl	$AgNO_3$
溶解度［S（克／100克水）］	0.00015	0.165	7.4	36	222

通常把在室温（20°C）时，溶解度在 10 克/100 克水以上的物质叫易溶物质；溶解度在 1～10 克/100 克水的叫可溶物质；溶解度在 1～0.01 克/100 克水的叫微溶物质；溶解度小于 0.01 克/100 克水的叫难溶物质。习惯上把难溶物质叫做“不溶”物质。其实，绝对不溶的物质是没有的。例如氯化银很难溶于水，在水中往往是以沉淀形式出现。但 20°C时，每 100 克水中仍然溶解有 1.5×10^{-4} 克氯化银呢。可见，溶解是绝对的，不溶解只是相对的。所谓易溶、可溶、微溶、难溶（或不溶）都是相对而言的。

我们已经知道，当温度变化时，硝酸钾的溶解度也会发生变化。表 3-2 是实验测得硝酸钾在各种温度时的溶解度。

表 3-2 硝酸钾在各种温度时的溶解度

温度（t／°C）	溶解度［S／（克／100 克水）］
0	13.3
10	20.9
30	45.8
40	63.9
50	85.5
60	110
70	138
80	169
90	202

思考

根据上述溶解度数据，能否知道硝酸钾在 0～100°C的范围内任何指定温度时的溶解度？例如，怎样推测 20°C时硝酸钾的溶解度是多少？

除了实验以外，还可以用什么方法？

20°C时硝酸钾的溶解度数值肯定介于 20.9（10°C）与 45.8（30°C）之间。如果取两者的平均值：

$$(20.9+45.8)\div2=33.4$$

这种方法精确吗？经实验测定，20°C时硝酸钾的溶解度是 31.6 克/100 克水。可见取平均值的方法不太精确。我们又如何推测 100°C时硝酸钾的溶解度呢？

用纵坐标表示溶解度，横坐标表示温度，根据表 3-2 的数据在坐标图上画出不同温度时相对应的溶解度的点，然后用曲线连接各点，画出硝酸钾随温度变化的溶解度曲线。利用溶解度曲线，可以找出 20°C时硝酸钾的溶解度约为 32 克/100 克水。将上述曲线延长，还可推测 100°C时硝酸钾的溶解度约

为 245 克/100 克水。利用溶解度曲线，还可以找到其他温度时硝酸钾的溶解度。

用同样的方法，可以画出其他固体物质的溶解度曲线（图 3-12）。

在工业生产和科学研究中，经常利用溶解度曲线查阅有关物质在不同温度时的溶解度。例如，利用溶解度曲线，可以知道氯化铵（NH_4Cl）在 50℃时的溶解度约为 50 克／100 克水，硝酸钠（$NaNO_3$）在 50℃时的溶解度约为 114 克／100 克水。

练习

根据图 3-12 固体的溶解度曲线，分别查出 10℃时硝酸铵（NH_4NO_3）的溶解度和 70℃时氯化铵的溶解度。

思考

分析图 3-12 和图 3-13 的溶解度曲线，你认为大多数固体物质的溶解度随温度的变化有什么规律？

从溶解度曲线可以看出，大多数固体物质的溶解度随着温度的升高而增大；少数物质的溶解度受温度变化的影响较小（例如食盐）；极少数物质的溶解度随温度的升高而减小（例如硫酸铈和熟石灰）。

能溶解于水的溶质除了固体以外，还有气体。

思考

1.当我们打开汽水瓶盖后，为什么看到溶解在水里的二氧化碳（CO_2）气体很快形成气泡，从瓶口逸出？

2.为什么煮沸过的冷开水里，鱼不能生存？

气体在水里的溶解度不仅跟气体性质有关，还跟气体的压强有关。当温度不变时，随着压强的增大，气体的溶解度也增大。制造汽水时，人们增大二氧化碳气体的压强，使它在水中的溶解度增大。当打开汽水瓶盖的时候，气体的压强减小了，溶解度随着减小，因此有大量的二氧化碳气体从水里逸出。压强变化时，对固体物质的溶解度几乎没有影响。

当压强不变时，随着温度升高，气体的溶解度减小。给冷水加热时，溶解在水里的氧气迅速减少。在冷开水中缺少氧气，当然鱼难以生存。

关于溶解度的计算

根据溶解度概念，可以进行一些计算。计算时一定要明确两点：首先，温度改变，物质的溶解度随之改变。其次，溶解度只适用于饱和溶液。

1.求物质的溶解度

根据一定温度时某种物质饱和溶液里溶质和溶剂的质量，可以求出这种物质的溶解度。

［例题 1］把 55 克 50℃的硼酸饱和溶液蒸干，得到*5 克硼酸固体。求硼酸在 50℃时的溶解度。

［分析］先求水的质量，再根据溶解度的概念求硼酸的溶解度。

m（溶液）-m（溶质）=m（溶剂）

$$\frac{S}{100}=\frac{m\text{（溶质）}}{m\text{（溶剂）}}$$

［解］m（H_2O）=55-5=50（克）

$$\frac{S}{100}=\frac{5}{50} \qquad S=\frac{100\times 5}{50}=10$$

答：50°C时硼酸的溶解度为 1.0 克/100 克水。

2.求溶质、溶剂的质量

根据某物质在某温度时的溶解度，可以求出该温度时一定量饱和溶液里所含溶质和溶剂的质量。

［例题 2］已知氯化钾（KCl）在 20°C时的溶解度是 34 克/100 克水。配制 20°C时 500 克氯化钾的饱和溶液，需氯化钾和水各多少克？

［分析］20°C时氯化钾的溶解度是 34 克/100 克水，即表示在(100+34)克饱和溶液里含氯化钾 34 克。

［解］设 20°C时，500 克氯化钾饱和溶液里含 x 克氯化钾。

$$\frac{34}{100+34}=\frac{x}{500} \qquad x=\frac{34\times 500}{134}=126.9\text{（克）}$$

m（H_2O）=500-126.9=373.1（克）

答：在 20°C时，配制 500 克氯化钾饱和溶液需氯化钾 126.9 克，水 373.1 克。

根据某物质在某温度时的溶解度，可以求出该温度时一定量溶质配制成饱和溶液时，所需溶剂的质量；或一定量的溶剂配制成饱和溶液时，所需溶质的质量。

［例题 3］已知 20°C时硝酸钾的溶解度为 31.6 克/蛞*100 克水。24 克硝酸钾溶解在多少克水里，才能配制成 20°C时的饱和溶液？

［分析］从溶解度可知，20°C时 31.6 克硝酸钾溶解在 100 克水中恰好能配制成饱和溶液。

［解］设 20°C时，24 克硝酸钾溶解在 x 克水里恰好饽芘渲瞥杀ズ腿芤骸*

$$\frac{31.6}{100}=\frac{24}{x} \qquad x=\frac{100\times 24}{31.6}=75.9\text{（克）}$$

答：在 20°C时，24 克硝酸钾溶解在 75.9 克水里恰好配制成饱和溶液。

练习

20°C时溴化钾的溶解度是 66 克/100 克水。140 克水里溶解多少克溴化钾才能配制成 20°C时溴化钾的饱和溶液？

［课外实验］怎样利用家中的器材，用实验比较在室温时食盐和蔗糖哪个溶解度大？溶解度大的物质是小的几倍？设计简单易行的实验方法，在家中做一做并作记录。

【习题 3.2】

1.下列说法正确与否，为什么？

（1）20°C时，把 10 克食盐溶解在 100 克水里，所以 20°C时食盐的溶解度是 10。

（2）20°C时，100 克食盐饱和溶液里含有 26.4 克食盐，所以 20°C时食盐的溶解度是 26.4 克/100 克水。

（3）20℃时，食盐的溶解度是 36 克/100 克水。将 36 克食盐溶解在 64 克水里，可以配成 20℃时 100 克的食盐饱和溶液。

（4）随温度的升高，大多数固体物质的溶解度增大，而气体的溶解度却减小。

2.食盐在 20℃时的溶解度是 36 克/100 克水。在 20℃时食盐的饱和溶液中，溶液、溶剂和溶质的质量比为_____：_____：_____。

3.根据图 3-12 固体的溶解度曲线回答：

（1）在什么温度时，硝酸钾和硝酸钠的溶解度相同？

（2）在溶解度曲线的范围内，硝酸钾和硝酸钠的溶解度哪一个受温度变化的影响大？

（3）在什么温度范围内，硝酸钠的溶解度比硝酸钾的大？

4.设有 A、B、C 三种物质，在 20℃时分别溶解在水里制成饱和溶液。已知 A 物质 1 克溶解在 10 克水里；B 物质 150 克溶解在 1000 克水里；C 物质 25 克溶解在 350 克水里，哪一种物质的溶解度最大？

5.70℃时氯化铵的溶解度是 60 克/100 克水。要配制 70℃时氯化铵的饱和溶液：

（1）25 克氯化铵应该溶解在多少克水里？

（2）在 25 克水里最多能溶解多少克氯化铵？

（3）配制 25 克氯化铵的饱和溶液，需氯化铵和水各多少克？

6.已知 30℃时，氯酸钾的溶解度是 10 克/100 克水。现把 30℃时配制成的 44 克氯酸钾饱和溶液蒸干后，可得到氯酸钾多少克？

3.3 溶液的浓度

在工农业生产、医疗和科学实验中，往往需要精确地知道在一定量溶液里含有多少溶质。例如，医疗上给病人输入的生理盐水需要掌握准确的浓度，过浓或过稀都会影响治疗效果，甚至危害人们的健康。又如，施用农药时，也要准确地知道溶液的浓度，溶液过稀不能杀灭病虫害，过浓则不仅浪费农药，还会对植物发生毒害作用。

人们根据需要，规定了许多表示溶液里溶质含量的方法。本节主要介绍应用最为广泛的质量百分比浓度。

质量百分比浓度

用溶质的质量占全部溶液质量的百分比来表示溶液中的溶质含量，叫做质量百分比浓度（简称百分比浓度，符号 C%）。

思考

想一想 1%的氯化钠溶液表示什么意义？

根据质量百分比浓度的概念，可以列出百分比浓度、溶质、溶剂、溶液之间的关系式。

$$C\% = \frac{m（溶质）}{m（溶液）} \times 100\%$$

$$或 C\% = \frac{m（溶质）}{m（溶质）+ m（溶剂）} \times 100\%$$

［例题 1］配制 500 克 1%的氯化钠溶液，需要氯化钠和水各多少克？

［解］m（NaCl）=500×1%=5（克）

m（H_2O）=500-5=495（克）

答：配制 500 克 1%的氯化钠溶液需氯化钠 5 克和水 495 克。

【实验 3-6】配制 500 克 1%的氯化钠溶液。

（1）用托盘天平准确称取 5 克氯化钠，倒入洁净的烧杯里。

（2）用量筒量取 495 毫升水（4°C水的密度是 1 克/厘米^3），495 克水的体积约是 495 厘米^3，即 495 毫升，倒入装有氯化钠的烧杯里，用玻璃棒搅拌，使氯化钠溶解。

［例题 2］20°C时，从一瓶食盐饱和溶液中取出 34 克。蒸干后得食盐 9 克。求（1）这瓶溶液的百分比浓度，（2）20°C时食盐的溶解度。

［解］溶液的百分比浓度是：瓶溶液的百分比浓度，

$$C\% = \frac{9}{34} \times 100\% = 26.5\%$$

20°C时食盐的溶解度是：

$$\frac{S}{100} = \frac{9}{34-9} \qquad S = \frac{9}{34-9} \times 100 = 36$$

答：这瓶食盐溶液的百分比浓度是 26.5%，20°C时食盐的溶解度是 36 克/100 克水。

［例题 3］工业上常用 10%的稀硫酸去除铁器表面的铁锈。为了配制 50 千克 10%的稀硫酸。问（1）需要 98%的浓硫酸多少千克？（2）需要加水多少千克？

［分析］浓溶液加水稀释时，溶剂的质量增加了，溶液的质量也增加了，但是溶液中所含溶质的质量仍保持不变。

浓溶液质量×浓溶液的百分比浓度=稀溶液质量×稀溶液的百分比浓度

［解］设配制 50 千克 10%的稀硫酸需 98%的浓硫了醲千克。

$$x \times 98\% = 50 \times 10\%$$

$$x = \frac{50 \times 10\%}{98\%} = 5.1\text{（千克）}$$

m（H_2O）=50-5.1=44.9（千克）

答：配制 50 千克 10%的稀硫酸，需 98%的浓硫酸 5.1 千克，水 44.9 千克。

练习

配制 15%的盐酸 100 克，需要市售的浓盐酸多少克？需要市售的浓盐酸多少毫升？（市售的浓盐酸的密度和百分比浓度从下列试剂标签上查阅获得）

［提示］比浓度从下列试剂标签上查阅获得）

$$\text{液体体积V（厘米}^3\text{）} = \frac{\text{液体质量m（克）}}{\text{液体密度}\rho\text{（克/厘米}^3\text{）}}$$

［例题 4］实验室常用 20%的硫酸溶液制取氢气。如配制 500 毫升 20%的硫酸溶液，需要 98%的硫酸溶液多少毫升？

［分析］m（溶质）=ρ（溶液）×V（溶液）×C%

表 3-3　20℃时硫酸的密度和百分比浓度对照表

密度［ρ／（克／厘米■3）］	1.01	1.07	1.14	1.22	1.30	1.40	1.50	1.61	1.7
百分比浓度（C％）	1	10	20	30	40	50	60	70	80

［解］查硫酸密度和百分比浓度对照表可知，20%和 98%硫酸溶液的密度分别为 1.14 克／厘米^{3}和 1.84 克／厘米^3。

设需 98%的硫酸 x 厘米^3。

1.14×500×20%=1.84x×98%

$$x = \frac{1.14 \times 500 \times 20\%}{1.84 \times 98\%} = 63.2\text{（厘米}^3\text{）} = 63.2\text{（毫升）}$$

答：配制 500 毫升 20%的硫酸溶液需要 98%的硫酸 63.2 毫升。

讨论

百分比浓度与溶解度有怎样的联系与区别？

ppm 浓度及体积比浓度

质量百分比浓度只是溶液中溶质含量的一种表示方法。根据实际的需要，还有多种表示方法。当溶质含量非常少时（例如，硫酸对鱼的致死浓度是 0.000625%），用百分比浓度来表示就很不方便，还容易发生错误。为此，人们常用 ppm 浓度来表示这类极稀溶液中溶质的含量。用溶质质量占全部溶液质量的百万分比表示的溶液中溶质的含量，叫做 ppm 浓度。上述硫酸的浓度如果用 ppm 浓度来表示，换算方法是：$0.000625\% \times 1000000\text{ppm} = 6.25 \times 10^{-6} \times 10^{6}\text{ppm} = 6.25\text{ppm}$

因为量取液体的体积要比称液体的质量容易，在实际工作中，为了在使用两种液体配制溶液时简便易行，常用两种液体的体积比来表示。例如，配制 1：5 的盐酸溶液，就是指用 1 体积的浓盐酸和 5 体积的水混合配制而成。其他如 1：4 的硫酸、1：10 的盐酸等。

在农业生产上稀释农药和氨水，医疗上配制一般的药剂，实验室及工厂中配制某些溶液经常采用体积比表示。这种方法简便易行，但是只适用于对溶液浓度的精确度要求不高的场合。

【习题 3.3】

1.蒸干 35 克氯化钾溶液，得氯化钾 5 克，求该氯化钾溶液的百分比浓度。

2.配制 80 克 15%的氯化铵溶液，需氯化铵和水各多少克？

3.（1）在 200 克 10%的氯化钠溶液中，再溶解 10 克氯化钠，这时溶液的百分比浓度是多少？

（2）在 200 克 10%的氯化钠溶液中，再加入 10 克水，这时溶液的百分比浓度是多少？

（3）在 200 克 10%的氯化钠溶液中，再加入 100 克 10%的氯化钠溶液，这时溶液的百分比浓度是多少？

（4）从 200 克 10%的氯化钠溶液中，倒出 10 克溶液，这时原溶液的百分比浓度是多少？倒出溶液的百分比浓度是多少？

4.配制 500 克 20%的硫酸，需要 98%的硫酸多少克？

5.配制100克10%的硫酸,需要98%的硫酸多少毫升？水多少毫升？(所需数据可查阅表 3-3)

6.（1）10°C时氯化钾的溶解度是 30 克/100 克水，求 10°C时氯化钾饱和溶液的百分比浓度？

（2）40°C时氯化钾饱和溶液的浓度是 28.6%，求 40°C时氯化钾的溶解度。

7.给 200 克 98%的硫酸加水，可稀释成 10%的硫酸多少克？加水多少克？

8.将 200 毫升 98%的硫酸（ρ=1.84 克/厘米^3）跟 800 毫升水混合。所得溶液的百分比浓度是多少？

*9.有 100 克 5%的氯化钠溶液，若想将其浓度变为 10%，可以采用哪些方法？通过计算回答。

本章提要

1.溶液
- 组成：溶质和溶剂。
- 特征：均一、稳定。
- 定义：一种或一种以上溶质分散在溶剂里，形成均一、稳定的混合物。
- 分类：饱和溶液和不饱和溶液。
- 溶质含量：质量百分比浓度、ppm浓度。

2.（1）溶解度（S）：在一定温度下，固态物质的溶解度通常用它在 100 克溶剂中达到饱和状态时所溶解的克数来表示。

大部分固体物质的溶解度随温度的升高而增大。气体的溶解度随温度升高而降低，随压强的增大而增大。

（2）质量百分比浓度（C%）：用溶质的质量占全部溶液质量的百分比来表示溶液中溶质的含量。

复习题

A

1.填空

（1）一种或一种以上的物质_____到另一种物质里，形成_____混合物，叫做溶液。

（2）为了使固体溶质更快地溶解，通常采用的方法是_____、_____和_____。

（3）要使接近饱和的溶液变成饱和溶液（溶质是固体），一般可以采用的方法有_____和_____。

（4）500 克 10%的氯化钠溶液里含氯化钠_____克，从上述溶液中取出 100 克，则取出溶液的百分比浓度为_____，含氯化钠_____克。

2.根据课本图 3-12 固体的溶解度曲线回答：

（1）在室温 20°C时，氯化铵属于_____溶物质（易溶、可溶、微溶），硼酸属于_____溶物质。

（2）50°C时，氯化铵的溶解度_____为。

（3）在_____°C时，氯化铵和硝酸钾的溶解度相等。

（4）50°C时，氯化铵饱和溶液的百分比浓度_____是。

（5）100 克 20%的氯化铵溶液中含氯化铵_____克，含水_____克，需要再补充_____克氯化铵，可配制成 50°C时氯化铵的饱和溶液。

3.指出下列几种液体，哪几种是悬浊液？哪几种是溶液？

（1）在盛水的试管中加入一药匙熟石灰，振荡后所得的液体。

（2）将上述液体静置片刻后，取出上层的清液。

（3）在取出的上层液体中通入少量二氧化碳后所得到的液体。

（4）将（3）所得的液体过滤，过滤后得到的液体。

4.下列说法是否正确？为什么？

（1）温度升高时，物质的溶解度都增大。

（2）浓溶液就是饱和溶液，稀溶液就是不饱和溶液。

（3）凡是均一、透明的液体就是溶液。

（4）20°C时氯化钠的溶解度是 36 克/100 克水，此时氯化钠饱和溶液的浓度是 36%。

（5）10 克 10%的氯化钠溶液和 10 克 10%的氯化钠溶液混合，得到 20 克 10%氯化钠溶液。

（6）溶液、悬浊液、乳浊液都是混合物。

5.选择

（1）在 20°C时，甲、乙、丙、丁四种物质在下列情况下分别正好形成饱和溶液，其中最易溶于水的物质的是_____。

（A）2 克甲溶于 10 毫升水中

（B）300 克乙溶于 3000 毫升水中

（C）5 克丙溶于 30 毫升水中

（D）10 克丁溶于 200 毫升水中

（2）下图是 a、b 两种固体物质的溶解度曲线，下列说法中，正确的是_____。

（A）b 物质的溶解度比 a 物质大

（B）b 物质属于易溶物质，a 物质属于可溶物质

（C）t°C时分别配制 a、b 两种物质的饱和溶液各 100 克，所需 a、b 溶质各 S 克

（D）t°C时，a、b 两种物质的饱和溶液的百分比浓度相等

（3）某温度时，把 20 克饱和硝酸钾溶液蒸干，得到硝酸钾固体 4 克，在该温度下硝酸钾的溶解度是_____克/100 克水。

（A）16　　（B）20

（C）25　　（D）20

6.在 20°C时，实验室要提纯 50 克含少量泥沙的食盐，最好用多少毫升水溶解食盐？为什么？

7.某温度时，蒸干 35 克硫酸钾饱和溶液，得到 10 克硫酸钾，求该温度时硫酸钾的溶解度及其饱和溶液的百分比浓度。

8.某实验室需要配制 200 克 10%的盐酸，需要 37%的盐酸（ρ=1.18 克/厘米^3）多少毫升？

B

9.在 10℃时，有硝酸钾的饱和溶液 200 克，加入 50 克水后，在同温度时还要补充多少克硝酸钾才能使溶液重新达到饱和？（所需数据查有关章节）

10.A 克 a%的食盐溶液跟 B 克 b%的食盐溶液混合后，所得溶液的百分比浓度是_____。

11.将某物质 m 克完全溶解于水配成 V 毫升饱和溶液,若此溶液的密度为ρ克/厘米^3，则此溶液的百分比浓度为_____，该物质在此温度下的溶解度为_____。

12.为了将 10%的氢氧化钠溶液浓缩，从每千克该溶液中蒸发掉多少克水后，所得溶液的浓度为 40%？

*13.工厂中要用 10%的硫酸溶液来清洗钢材。如果配制 10%的硫酸溶液，需要 98%的硫酸跟水用怎样的体积比混合而成？（所需数据查有关章节）

*14.一定量的 5%的碳酸钠溶液蒸发掉 64.3 克水后,剩余溶液体积为 31 毫升（ρ为 1.15 克/厘米^3）。求剩余溶液的百分比浓度。

*15.有 A 克 15%的硝酸钠溶液，要想将其浓度变为 30%，可采用哪些方法？

4 空气和氧气

人类生活在空气的“海洋”里。地球上的一切生命活动都离不开空气，可以说没有空气，就没有生物和人类。

4.1 地球上的空气

地球上的空气

在我们的周围到处都是空气，但是，你是否认识空气的“庐山真面目”呢？

地球的大气层厚达 1000～1400 千米，大气层以外，几乎没有气体存在，而是宇宙空间了。地球表面的大气层一般称作大气圈。

随着海拔高度的变化，大气的组成、密度和温度等都随着发生变化。根据大气在垂直方向上性质的差异，把大气圈分为五层：对流层、平流层、中间层、电离层和外层。

对流层的空气密度最大，占全部大气总质量的 95%左右，各种天气现象都发生在这一层里。平流层中有一层臭氧层。臭氧（O_3）能大量地吸收太阳光线中的紫外线，使地球上的生物免受紫外线的伤害。电离层能使无线电波反射回地球。外层是地球大气向宇宙空间过渡的层次。

空气的成分

我们从小学自然课本中已经知道，空气中含有氮气、氧气和少量的二氧化碳等气体。在 18 世纪 70 年代，科学家证明了空气主要由氮气和氧气组成。

▲［阅读材料］

空气组成的研究

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0075_2.bmp}

氧气是由瑞典的化学家舍勒（Scheele，1742～1786）和英国化学家普里斯特里（Priestley，1733～1804）先后发现的。法国化学家拉瓦锡（Lavoisier，1743～1794）知道了普里斯特里制取氧气的方法后，做了一个著名的研究空气成分的实验。拉瓦锡把少量汞（俗称水银）放在如图 4-3 的密闭容器里连续加热 12 天。结果发现有一部分银白色的液态汞变成了红色粉末，同时容器里的空气体积差不多减少了 1/5。拉瓦锡把汞表面上所生成的红色粉末（后来证明是氧化汞）收集起来，把它加强热，得到了汞和氧气，所得氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的空气的体积。

拉瓦锡对剩余部分气体作了进一步研究，发现这部分气体既不能供给呼吸、维持动物的生命，也不能支持燃烧。它就是我们现在所说的氮气。他把从上述氧化汞加热得到的氧气，加到前一个容器里剩下的 4/5 体积的气体里，结果得到的气体跟空气的性质完全一样。拉瓦锡通过实验得出了空气是由氮气和氧气组成的结论。

在实验室里，我们能用较简易的方法来测定空气中氧气的含量。

在加热的情况下，红色的铜跟空气中的氧气反应，生成黑色的氧化铜。这个反应可以表示如下：

$$\text{铜}+\text{氧气}\xrightarrow{\text{加热}}\text{氧化铜}$$

$$Cu \quad O_2 \qquad CuO$$

利用这个化学反应，可设计如下实验来测定空气中氧气的含量。

【实验 4-1】如图 4-4 装置，在由两个针筒组成的密闭系统内留有 20 毫升空气。两个针筒间联接有一段玻璃管，给装有细铜丝的玻璃管加热，等铜丝的温度升高后，交替缓缓推动两个注射器活塞，来回 5～6 次，观察现象。停止加热后冷却至室温，读出注射器里气体的体积。

实验数据记录

反应前注射器内空气体积	反应后注射器内气体体积
20 毫升	16 毫升

思考

根据上述实验数据，反应掉的氧气体积是多少毫升？推算氧气在空气中的体积百分含量是多少？

19 世纪末，科学家又发现空气里含有氦、氖、氩、氪、氙等稀有气体。按体积计算，空气中约有氮气 78%，氧气 21%，稀有气体 0.94%，二氧化碳 0.03%，其他气体 0.03%。

空气的成分一般说来是比较固定的。在 0℃，101.3 千帕时空气的密度约为 1.29 克/升。

表 4-1　空气的组成和主要组分的物理性质

名称	空气中体积百分数（%）	密度［ρ／（克／升）］（0℃，101.3 千帕）	沸点（t／℃）	20℃时的溶解度（1 体积水中溶解气体的体积）
氮气（N_2）	78.09	1.2505	-195.8	0.015
氧气（O_2）	20.95	1.429	-183.0	0.031
氩气（Ar）	0.93	1.784	-186.0	0.035
二氧化碳（CO_2）	0.03	1.977	-78.44	0.88

思考

把空气冷却到-200℃，它呈气态还是液态？当升温到-195.8℃时有哪种气体逸出（分析表 4-1 的数据）？

原始地球的表面，只有很少或几乎没有气体。由于火山的作用，较多的氢气和一氧化碳（CO）被喷射到地球表面，成为早期的大气成分。经过几亿年的变迁，氮气成为大气的主要成分。生物进行光合作用产生氧气，使大气中的氧气逐渐增加，形成了现在的空气。

思考

有人说，在通常状况下，氮气是没有颜色、没有气味的气体。他说得对吗？说出判断的依据。

常温下氮气很难跟其他物质发生反应。它既不支持燃烧，又不能供给呼吸。在一定的条件下，氮气也能跟其他物质发生化学反应。工业上常用氮气来合成氨（NH_3），制取氮肥、硝酸、炸药等。氮气通过生物固氮转化为农作物的氮素养料。人们利用氮气不活泼的性质，把它充入灯泡，延长钨丝的寿命。在包装袋或粮仓内充入氮气，延长食物的保鲜期。

氦、氖、氩、氪、氙等稀有气体的化学性质很不活泼，一般不跟其他物质发生反应，人们曾经把它们叫做“惰性气体”。稀有气体的化学式，用元素符号来表示。如氦气的化学式是 He，氖气的化学式是 Ne，氩气的化学式是 Ar。

稀有气体的化学性质很不活泼跟它们的原子结构有关。从图 4-6 可以看到，稀有气体元素原子的最外层，都有 8 个电子（氦是 2 个）。这种结构，是一种稳定结构。因此稀有气体的化学性质很稳定。

随着科学技术的发展，稀有气体的应用越来越广泛。人们利用稀有气体的“惰性”，在工业生产中作为保护气。例如，用氩气来隔绝空气，防止金属在电弧焊的高温条件下跟其他物质发生反应；把氩气和氮气的混合气体充入灯炮里，使灯泡经久耐用；用氦气填充气球或气艇比用氢气安全得多。

稀有气体还有一个特性，在通电时会发出有色的光。五光十色的霓虹灯就是利用稀有气体的这种性质制成的。氙灯称作“人造小太阳”，用于广场、体育场、飞机场等照明。氦气在原子反应堆中可用作冷却剂；氖气、氪气、氙气可用于激光技术；氙气在医学上还可以作麻醉剂呢！

▲［阅读材料］

氩气的发现

1892 年，著名的《自然》杂志上，刊登了英国物理学家雷利（Rayleigh，1842～1919）的一封信：“我对于最近测定氮气密度的结果很惊讶，如果读者中谁能指出原因，将十分感谢……”雷利发现，从空气里分离出来的氮气密度（ρ）是 1.2572 克/升，而从含氮化合物氨气制得的氮气，其密度是 1.2505 克/升。经过多次测定，两者质量总是相差几毫克。雷利百思不得其解，于是在《自然》杂志上公开征求答案。

公开信发出后，谁也没有给雷利解释出原因。雷利没有忽视这微小的差异，他大胆猜测从空气中分离出来的氮气里含有未被发现的较重的气体。雷利同英国化学家拉姆塞（Ramsay，1852～1916）合作，共同寻找答案。

拉姆塞和雷利查阅文献（科技文献记载着前人所做的工作和结论，对后继者有启发作用）后知道，1785 年，英国科学家卡文迪许（Cavendish，1731～1810）曾经在实验中发现，把不含水蒸气、二氧化碳的空气除去氧气和氮气后，仍有很少量的残余气体存在。拉姆塞和雷利重做了实验，得到了这少量的未知气体。新发现气体的密度为 1.9086 克/升，几乎是氮气密度的一倍半。这个结果很好地解释了雷利的疑问。经过分析，确定该气体是一种新元素。新气体叫做氩（Argon），希腊文的意义是“懒惰”，表示氩的化学性质很不活泼。

以后几年里，拉姆塞等人又陆续从空气里发现了氦气、氖气、氪气和氙气。

著名的科学家开尔文说：“一切科学上最伟大的发现几乎都由精确的测

量和总结许许多多的数字得来，而那些伟大的发现只不过是长期孜孜不倦的勤劳研究的报酬而已”。在 1894 年以前，科学家都认为空气的组成已经彻底搞清楚，谁也没有想到其中还有那么多未知的元素。而雷利和拉姆塞却对那么不起眼的第三位小数紧追不舍，作出了发现五种稀有气体元素的科学业绩。为此，拉姆塞获得了 1904 年的诺贝尔化学奖的殊荣。

我们需要清洁的空气

空气是人类赖以生存的、一刻也不可缺少的物质。一个成年人每天呼吸约 2 万多次，吸入的空气量 12～16 米^3。这些空气的质量达 15～20 千克，约为每天所需食物质量的 10 倍，饮水质量的 5 倍。一个成年人每天大约要消耗 0.4 米^{3}的氧气。那么地球上的氧气会用完吗？

在阳光下，植物的绿叶吸收空气中的二氧化碳，进行光合作用，并放出氧气。全世界的绿色植物，每年从空气中消耗掉的二氧化碳达几十亿吨，使地球上的氧气始终保持相对恒定的含量。

近年来，空气在被污染。空气是怎样被污染的呢？

凡是向空气中排放污染物的装置、设备、物体和场所等都称为大气污染源。其中人为污染源，可分为工业污染源，燃料燃烧污染源和农业污染源三类。工业污染源，主要是指在工业生产过程中，排放的各种工业尾气和废气；燃料燃烧污染源，是指各种燃料在燃烧过程中产生的大量废气；农业污染源，是指化肥、农药、动植物产品及其遗弃物排放或挥发到大气中的各种气体和固体微粒。

大气污染物主要包含飘尘、二氧化硫（SO_2）、一氧化碳、氮氧化合物、碳氢化合物等。大气中的各种污染物通过呼吸道侵入人体，造成急性或慢性疾病。

二氧化硫是空气中含量很大的有害气体，它对人类的健康造成了严重的威胁，还会引起酸雨，腐蚀材料，毁坏森林，使农作物歉收。

思考

试举出家庭对空气污染的几个例子。

大气污染不仅危害人类健康，而且腐蚀仪器、设备、建筑物，影响生产，降低产品质量，危害动、植物的正常生长，造成经济上的巨大损失。我们必须采取有力措施，防治大气污染。

防治大气污染，首先要依法管理，严格防止新污染源产生。同时进行环境科学研究，改革生产工艺，合理工业布局。还要努力改善燃烧过程，对锅炉进行改造，进行烟道气脱硫，消烟除尘，减轻烟尘污染。实行集中供热和城市煤气化。大搞植树造林，使空气得到净化。

［课外实验］利用家中的脸盆、玻璃杯、蜡烛等器材做测定空气中氧气含量的实验。在脸盆中放半盆水，在一木块上插一短截蜡烛，浮到水面上然后点燃。用一玻璃杯倒扣在蜡烛上（选择的玻璃杯最好是圆柱形，便于分割成 5 等分）。直到蜡烛火焰自己熄灭，观察水面上升到玻璃杯的多少高度？由此可以得出什么结论？

▲［阅读材料］

臭氧（O_3）

每当雷雨过后，为什么我们总觉得空气格外新鲜？因为在闪电时，空气中的一部分氧气变成了臭氧。稀薄的臭氧一点也不臭，反而给人以清新的感

觉。

这个化学反应可以表示如下：

$$\text{氧气} \xrightarrow{\text{放电}} \text{臭氧}$$

$$O_2 \qquad O_3$$

臭氧具有漂白和杀菌作用，是自来水的良好清洁消毒剂。

由于臭氧和氧气结构不同，所以性质也不一样。臭氧的分子由三个氧原子构成。大气中臭氧的 95%存在于距地面 25～40 千米之间平流层中。臭氧层能遮挡日光中短波长紫外线照射到地面，这种波长的紫外线对生物是有害的。因此，我们要保护臭氧层，使它免受某些物质，如含氯氟烃、氮氧化合物等的破坏。

【习题 4.1】

1.空气的主要成分按体积计算，氮气约占_____%，氧气约占_____%。

2.查表 4-1，氮气的沸点是_____℃，氧气的沸点是_____℃，将空气不断冷却，氮气和氧气中先液化的是_____。

3.写出空气中一些成分的化学式。

氮气_____；氧气_____；氩气_____；二氧化碳_____；氖气_____；氦气_____；水蒸气_____。

4.现有空气、氮气和二氧化碳各一瓶，你用什么方法把它们区别开来？简述操作步骤、现象和结论。

5.人为的大气污染源可分为_____、_____、_____三大类。

6.有人说，吸烟污染空气，影响人体健康，你认为他的说法对吗？为什么？

4.2 怎样得到氧气

氧气是空气中最活泼的组分，无论是人类的呼吸，还是燃料的燃烧，都离不开氧气。那么，如何得到大量纯净的氧气呢？

工业制氧

思考

空气中含有约 21%的氧气，如何把空气中的氧气分离出来呢？请查阅表 4-1，从中可以得到什么启示？

在工业生产中，先将空气净化，除去灰尘、二氧化碳和水蒸气。再经压缩等使空气冷却到约-200℃的低温，变成液态空气。由于液态氮的沸点（-196℃）比液态氧的沸点（-183℃）低，将液态空气略微升温时，氮气从液态空气里蒸发出来，剩下的主要是液态氧气。为了便于贮存、运输和使用，通常把氧气加压到 15.2 兆帕，贮存在氧气钢瓶里。

问题

工业上用分离液态空气的方法制氧，发生的是物理变化，还是化学变化？为什么？

氧气的实验室制法

实验室一般不具备分离液态空气的条件，通常从某些含氧化合物中得到氧气。

【实验 4-2】取少量二氧化锰（MnO_2），放在试管里加热，并把带火星的木条插入管口，观察现象。

【实验 4-3】1.取少量氯酸钾（$KClO_3$）放在试管里加热，当氯酸钾熔化后，把带火星的木条插入管口，观察现象。

2.将上述盛有氯酸钾的试管移离火焰，迅速撒入少量二氧化锰，再把带火星的木条插入管口，观察现象。并与实验步骤 1 进行比较。

我们可以看到，二氧化锰在通常加热的情况下 w，没有氧气放出。氯酸钾加热至熔化后缓慢地放出气泡，使带火星的木条燃烧起来，证明有氧气生成。混有二氧化锰的氯酸钾，在较低的温度下就能放出氧气。氧气到底是由哪种物质分解产生的呢？如按图 4-11 进行操作。

把加热后的反应混合物溶解于水，然后过滤。滤纸上得到的黑色固体，经洗涤、干燥后称量，发现它的质量和反应前加入的二氧化锰的质量相等。实验还可以证明，得到的黑色固体仍保持二氧化锰的化学性质。可见二氧化锰的作用，是促使氯酸钾在较低的温度下迅速放出氧气。

像这种在化学反应里能使其他物质的反应加快，而本身的质量和化学性质在反应前后都没有变化的物质，叫做**催化剂**。二氧化锰就是氯酸钾分解放出氧气这个反应的催化剂。催化剂也叫触媒。在化学工业生产中，经常使用催化剂来加快化学反应速度，提高单位时间的产量。

加热氯酸钾，除了产生氧气，同时还生成了另一种物质氯化钾（KCl）。这个反应可以表示如下：

$$\text{氯酸钾} \xrightarrow[\text{加热}]{\text{二氧化锰}} \text{氯化钾} + \text{氧气}$$
$$KClO_3 \qquad KCl \qquad O_2$$

氧气难溶于水，可以用排水集气法收集。

【实验 4-4】把氯酸钾和二氧化锰混合（一般按 3∶1 的质量比）均匀后，放进试管里，然后把试管固定在铁架台上，用带有导管的塞子塞紧管口，给试管加热，用排水集气法收集（图 4-12）一瓶氧气。并用简单的方法证明收集的气体是氧气。

实验室还常用加热高锰酸钾（$KMnO_4$）的方法来制得氧气。高锰酸钾比氯酸钾容易分解，只要稍稍加热，就会放出氧气。

练习

1.加热高锰酸钾制取氧气，能不能使用图 4-12 的实验装置？

2.从表 4-1 查氧气的密度，能不能用向上排空气法收集氧气？（空气在 0℃、101.3 千帕时的平均密度为 1.29 克/升）

【习题 4.21】

1.在加热氯酸钾和二氧化锰混合物的反应中，二氧化锰是_____，反应前后它的_____和_____都没有发生改变，它的作用是_____。

2.用线段连接下面左栏和右栏中的相关内容。

物理变化·	·工业上用分离液态空气的方法制氧气
	·实验室加热氯酸钾制氧气
	·用过滤方法分离二氧化锰和氯化钾

化学变化·　　·加热高锰酸钾制氧气

3.将氯化钾、氯酸钾、二氧化锰和氧气的化学式填入下面括号内。并说明该反应属化合反应，还是分解反应。

$$(\quad)\xrightarrow[\text{加热}]{(\quad)}(\quad)+(\quad)$$ 该反应属_____反应。

4.收集氧气可用排水集气法，因为_____；也可以向上排气法收集，因为_____。

5.1 只钢瓶中装有 12 千克压缩氧，这些压缩氧气在 0℃、101.3 千帕时体积有多少米 3？（1000 升=1 米 ^{3}）

*6.高锰酸钾加热后分解生成锰酸钾（K_2MnO_4）、二氧化锰和氧气。有人将氯酸钾和少量高锰酸钾混合后加热，发现很快就放出大量的氧气。试解释上述现象。

4.3 氧气的性质和用途

通过前面的学习，我们已经知道，在通常情况下，氧气是一种没有颜色、没有气味的气体。它难溶解于水，在 1 升水中大约只能溶解 30 毫升氧气。密度比空气略大，在 101.3 千帕下，氧气在-183℃时变为淡蓝色的液体，在-218℃变成雪花状的淡蓝色的固体。

氧气的化学性质

让我们做几个实验来研究氧气的化学性质。

【实验 4-5】1.取一小块木炭放在燃烧匙里，加热到发红，观察它在空气里的燃烧情况。然后将燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶里，观察现象（图 4-13）。

2.等燃烧停止后，取出燃烧匙，立即向瓶内倒进少量澄清石灰水，振荡（图 4-14），观察石灰水发生的变化。

木炭（主要成分是碳）在氧气里燃烧比在空气里更旺，发出白光，并放出热量（燃烧见封二彩图，下同）。燃烧后生成的无色气体能使澄清石灰水变浑浊，这说明碳跟氧气反应生成了二氧化碳。这个化学变化可以表示如下：

$$\text{碳}+\text{氧气}\xrightarrow{\text{点燃}}\text{二氧化碳}$$
$$C\qquad O_2\qquad\qquad CO_2$$

问题

为什么木炭在氧气里比在空气里燃烧得更旺？

【实验 4-6】1.在燃烧匙里放少量硫，加热，直到发生燃烧，观察硫在空气里燃烧的现象。然后把盛有燃着硫的燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶里，观察硫在氧气里燃烧的现象（图 4-15）。

2.等燃烧停止后，取出燃烧匙，小心地闻一下生成气体的气味（图 4-16），然后立即向瓶内倒入少量水，振荡，再滴入几滴紫色石蕊试液（图 4-17），观察颜色变化。

硫在空气中燃烧发出微弱的淡蓝色火焰，而在氧气里燃烧更旺，发出明亮的蓝紫色火焰。硫跟氧气发生化学反应，生成带有刺激性气味的二氧化硫，并放出热量。这个化学反应可以表示如下：

$$\text{硫}+\text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{二氧化硫}$$
$$S \quad O_2 \qquad\qquad SO_2$$

二氧化硫溶于水后，其水溶液能使紫色石蕊试液变红色。

我们知道，铁在空气里是不会燃烧的，那么，铁在氧气里会不会燃烧呢？

【实验 4-7】把光亮的细铁丝绕成螺旋状，一端系在一根粗铁丝上，另一端系上一根火柴。将火柴点燃，立即连铁丝一起伸进盛有氧气的集气瓶里（图 4-18），观察发生的现象。集气瓶里要预先装少量水或在瓶底铺上一薄层的砂。

细铁丝在氧气里剧烈燃烧，火星四射，生成了黑色固体，这黑色固体是四氧化三铁（Fe_3O_4）。燃烧时放出大量的热，使生成的四氧化三铁熔化并溅落下来。这个化学反应可以表示如下：

$$\text{铁}+\text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{四氧化三铁}$$
$$Fe \quad O_2 \qquad\qquad Fe_3O_4$$

思考

上面实验中，为什么在集气瓶里要预先放少量的水或在瓶底铺一薄层细砂？

从以上实验事实可以认识到，氧气是一种化学性质比较活泼的气体。

可燃性气体（例如氢气和煤气）在空气里燃烧也是由于跟氧气发生反应的缘故。

【实验 4-8】1.在带尖嘴的导管口点燃导出的纯净的氢气，观察火焰的颜色。

2.然后在火焰的上方罩一个冷而干燥的烧杯。过一会儿，观察烧杯内壁有什么现象。

纯净的氢气在空气中安静地燃烧，产生淡蓝色火焰。烧杯壁烫手，说明燃烧时放出大量的热。烧杯内壁有液滴，是氢气跟空气里的氧气反应后生成的水。这个反应可以表示如下：

$$\text{氢气}+\text{氧气} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{水}$$
$$H_2 \quad O_2 \qquad\qquad H_2O$$

如果点燃混有空气（或氧气）的氢气会怎样呢？

【实验 4-9】取一只一端开口，另一端钻有小孔的纸筒（或塑料杯），如图 4-20 从下端通入一会儿氢气，使纸筒内充满氢气和空气的混合气体。迅速用燃着的木条在小孔处点火，观察现象。

在这个实验里，点火后听到一声巨响，气浪把纸筒（或塑料杯）高高掀起（图 4-20），发生爆炸现象。

在有限的空间里，可燃物发生急速燃烧时，常会发生爆炸。一切可燃性气体、可燃性液体的蒸气及可燃性粉尘在空气中的浓度达到一定的范围，点火时都有可能发生爆炸，这个浓度范围叫爆炸极限。例如，空气中如混有 4.1%～74.2%的氢气（体积百分含量），点燃就会发生爆炸。所以在点燃氢气及其他可燃性气体前必须要检验纯度。

我们经常可以看到，在加油站、化工厂、酒精厂、面粉厂的墙上，常有严禁烟火的标志。因为在这些地方的空气里，常混有可燃物质的蒸气或小颗粒，接触火星就有发生爆炸的危险。

除了木炭、硫、铁丝、氢气能跟氧气发生反应以外，其他像蜡烛、煤、木材、酒精、汽油等物质，都能跟空气里的氧气发生化学反应，产生燃烧现象。我们把物质跟氧发生的化学反应叫做氧化反应。

由两种元素组成的化合物中，其中一种是氧元素，这种化合物叫氧化物。如氧化镁（MgO）、二氧化碳（CO_2）、二氧化硫（SO_2）、四氧化三铁（Fe_3O_4）。水（H_2O）等都是氧化物。氧化镁、四氧化三铁是金属氧化物，二氧化碳、二氧化硫和水是非金属氧化物。

问题

含氧元素的化合物是否都是氧化物？举例说明。

氧气的用途

由于氧气容易跟许多物质发生反应，同时放出热量，因此氧气很重要的用途是供给呼吸和支持燃烧。一般情况下，空气中所含的氧气就已经能够满足人的呼吸和燃料燃烧的需要。

当病人不能进行正常呼吸时，常常需要供给富氧空气。在低氧或缺氧环境中工作的人，如宇航员、高空飞行员、潜水员、登山运动员，都要携带供氧的设备。

乙炔（C_2H_2）在氧气中燃烧时，能产生 3000℃以上高温的火焰，即氧炔焰。工业上利用高温的氧炔焰焊接或切割金属。液态氧用在宇宙火箭的发动机里，促使高能燃料迅速燃烧，推动火箭前进。在钢铁工业中，把富氧空气吹入炼钢炉里，加速冶炼过程，提高钢的产量和质量。

【习题 4.3】

1.用线段连接下列物质燃烧时的现象。

木炭在氧气里燃烧	··	火星四射
硫在氧气里燃烧	··	发出淡蓝色的火焰
细铁丝在氧气里燃烧	··	发出白光
纯净氢气在空气里燃烧	··	发出明亮的蓝紫色火焰

2.在下列空格中填上有关物质的化学式。

（1）$C+_____ \xrightarrow{点燃} CO_2$　　（2）$_____+_____ \xrightarrow{点燃} H_2O$

（3）$S+O_2 \xrightarrow{点燃} _____$　　（4）$Fe+O_2 \xrightarrow{点燃} _____$

3.选择

（1）根据化学式判断，下列物质中属于氧化物的是_____。

（A）O_2　　（B）P_2O_5

（C）$KClO_3$　　（D）$C_6H_{12}O_6$

（2）在下列氧气的用途和收集方法中，分别利用了氧气的什么性质。把列出性质的编号填入相应的空格中。

①潜水员携带氧气_____。②用氧炔焰气焊或气割钢板_____。

③排水法收集氧气_____。④向上排气法收集氧气_____。

（A）密度比空气大

（B）难溶于水

（C）能帮助可燃物燃烧，放出热量

（D）支持呼吸

4.4 化学方程式

我们已经学会，用元素符号来表示元素，用化学式来表示单质和化合物的组成。那么，怎样用化学符号来表示物质的化学变化呢？

质量守恒定律

对于一个化学反应，我们不仅要知道在什么条件下，什么物质参加了反应，生成了什么物质，还要知道各反应物和生成物之间的数量关系。当物质发生化学反应，生成其他物质的时候，反应物的质量总和，跟反应后各生成物的质量总和相比较，是增加？是减少？还是相等呢？

让我们通过实验来加以研究。

【实验 4-10】1.在底部铺有一薄层干燥细砂的锥形瓶中，放进一粒火柴头那样大小的白磷，用橡皮塞塞紧瓶口，把瓶子放在天平的左边托盘上，向右托盘加砝码使天平达到平衡。

2.然后取下锥形瓶，加微热，使白磷燃烧。（不能打开瓶塞）

3.等瓶内白烟（P_2O_5）消失并冷却到室温后，再把锥形瓶放在左边托盘上。观察天平是否仍能保持平衡。

【实验 4-11】1.把盛有无色氢氧化钠溶液的短试管，小心地放入盛有蓝色硫酸铜溶液的锥形瓶里（图 4-24）。再把放有短试管的锥形瓶放在天平的左托盘上，向右托盘加砝码使天平达到平衡。

2.然后拿起锥形瓶并使它倾斜，让短试管中的氢氧化钠溶液倒入硫酸铜溶液里，可以看到立即生成了蓝色的沉淀物氢氧化铜［$Cu(OH)_2$］。

3.重新把锥形瓶放在左托盘上，观察天平是否仍能保持平衡。

上面两个实验表明，无论是磷在空气中的燃烧，还是氢氧化钠跟硫酸铜在溶液里的反应，反应前后天平都保持平衡。这说明反应物总质量跟生成物总质量相等。无数的实验证明，参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和。这个规律叫做质量守恒定律。

思考

实验 4-10 磷在锥形瓶中燃烧时，如果不用橡皮塞塞紧瓶口，天平是否仍能保持平衡，为什么？

练习

将 32.7 克氯酸钾和二氧化锰的混合物加热，反应后冷却，称得固体混合

物重 23.1 克。问产生氧气多少克？

为什么物质在发生化学反应前后，各物质的质量总和相等呢？

在一切化学反应里，各反应物中的原子经过重新组合变成新的物质。例如，氢气跟氧气反应生成水，就是氢分子中的氢原子和氧分子中的氧原子通过重新组合，形成水分子的过程。化学反应前后，原子的种类没有变化，各种原子的数目也没有增减，原子的质量也没有变化，所以化学反应前后各物质的质量总和必然相等。

讨论

有人说：“蜡烛燃烧后质量变小，说明质量守恒定律不是普遍规律。”你认为他说得对吗？如何解释？

化学方程式

木炭在氧气里充分燃烧，生成二氧化碳，这个反应可以表示如下：

$$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

这种用化学式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。化学方程式可表示有关化学反应的事实，它是世界通用的化学符号，掌握化学方程式是学好化学的基础。

用化学方程式来表示化学反应，必须体现化学变化中“质”和“量”两方面的情况。因此书写化学方程式要注意两个原则：一是必须以客观事实作为依据，不能凭空设想或随意臆造事实上不存在的化学反应；二是必须遵循质量守恒定律，箭头两边各种原子的数目必须相等。

书写化学方程式时，根据实验事实，把反应物的化学式写在式子的左边，生成物的化学式写在式子的右边，中间加一个箭头，指向生成物。如果反应物或生成物不止一种，就分别用“+”号连接起来。必需的反应条件，如点燃、加热（可用“△”号表示）、催化剂等写在中间箭头的上方或下方。

硫在空气中的燃烧表示为：

$$S+O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$$

磷在空气中的燃烧表示为：

$$P+O_2 \xrightarrow{点燃} P_2O_5$$

思考

观察上面两个式子，它们是否符合质量守恒定律？如果不符合，怎样使它们符合质量守恒定律？

为了使上述表示化学反应的式子符合质量守恒定律，我们在反应物和生成物的化学式前面配上适当的系数，使式子左右两边每一种元素的原子总数都相等，这叫做化学方程式的配平。只有经过配平，才能使化学方程式反映出各物质在化学反应中的量的关系。

配平化学方程式，通常先初步观察。如果式子两边每一种元素的原子总数已经相等，说明化学方程式已经符合质量守恒定律了。例如上述硫和氧气反应的化学方程式。

我们以磷在空气中燃烧生成五氧化二磷的反应为例，说明怎样配平化学方程式。

（1）写出反应物和生成物的化学式。

$$P+O_2 \rightarrow P_2O_5$$

（2）观察式子左右两边，发现磷原子和氧原子的数目都不相等。一般先选择原子个数较复杂的氧原子进行分析，左边的氧原子数是 2，右边的氧原子数是 5，两数的最小公倍数是 10。因此，在 O_2 前面要配系数 5，在 P_2O_5 前面配上系数 2。

$$P+5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$$

再来看磷原子，式子左边的磷原子是 1，右边的磷原子是 4。因此，应在 P 的前面配上系数 4。

$$4P+5O_2 \xrightarrow{点燃} 2P_2O_5$$

经检查，式子两边每一种元素的原子总数都相等，那么化学方程式就配平了。在箭号上注明发生反应的条件。

讨论

有的同学把上面的化学方程式配平成如下情况：

（1）$P+O_2 \xrightarrow{点燃} PO_2$

（2）$2P+\frac{5}{2}O_2 \xrightarrow{点燃} P_2O_5$

（3）$8P+10O_2 \xrightarrow{点燃} 4P_2O_5$

（4）$2P+O_5 \xrightarrow{点燃} P_2O_5$

你认为上面的式子正确吗？为什么？

配平化学方程式时，不能改动任何化学式。正确的化学式是化学方程式的基础，只能在化学式前面添加适当的正整数作系数，各化学式前面的系数配平后必须为最简的整数比。

书写化学方程式的步骤如下：

1.根据反应事实，在式子的左、右两边写反应物、生成物的化学式，中间加一个指向生成物的箭头。

2.配平化学方程式，并检查。标明反应所需条件和生成物的状态。

如果生成物中有气体，在气体物质的化学式右边要注“↑”号；如果是在溶液里的反应，生成物中有沉淀产生，要在沉淀物质的化学式右边注“↓”号。

例如：

$$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} 2KCl+3O_2\uparrow$$

$$2NaOH+CuSO_4 \rightarrow Na_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow$$

如果反应物和生成物中都有气体，气体生成物就不需注“↑”。同样，如果反应物和生成物中都有固体，固体生成物也不需注“↓”。

练习

完成下列化学反应的化学方程式。

1.氢气在氧气中点燃后生成水。

2.细铁丝在氧气中点燃后生成四氧化三铁。

化学方程式有一定的读法。例如：

$$4P+5O_2 \xrightarrow{点燃} 2P_2O_5$$

读作：磷跟氧气在点燃的条件下反应生成五氧化二磷；或每四个磷原子跟五个氧气分子反应生成两个五氧化二磷分子。

练习

读出下列化学方程式。

1. $S+O_2 \xrightarrow{点燃} SO_2$

2. $2H_2O \xrightarrow{通电} 2H_2\uparrow+O_2\uparrow$

【习题 4.4】

1.铁丝燃烧后，生成物的质量比铁丝的质量增加了；木炭燃烧后，木炭灰烬的质量比木炭减少了，为什么？用质量守恒定律加以解释。

2.将 2.4 克镁带在空气中燃烧，结果生成了 4 克氧化镁。参加反应的氧气的质量是多少克？

3.配平下列反应的化学方程式。

（1） $Fe+O_2 \xrightarrow{点燃} Fe_3O_4$　　**（2）** $CH_4+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2+H_2O$

（3） $N_2+H_2 \xrightarrow{催化剂} NH_3$　　**（4）** $Na+Cl_2 \xrightarrow{点燃} NaCl$

（5） $KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} KCl+O_2\uparrow$

4.写出下列反应的化学方程式（并配平）：

（1）红色的铜在空气中加热生成黑色的氧化铜

（2）二氧化碳使澄清石灰水变浑浊［生成难溶的碳酸钙（$CaCO_3$）］

（3）氯化镁跟硝酸银反应生成氯化银沉淀和硝酸镁［$Mg(NO_3)_2$］

（4）铝粉在氧气中点燃后生成氧化铝

***5.酒精在空气中燃烧生成二氧化碳和水，说明酒精中肯定含有哪几种元素？能含有哪种元素？**

本章提要

1.空气

（1）空气是人类赖以生存的，一刻也不可缺少的必需物质。新鲜、清洁的空气是健康和长寿的重要保证。空气是一种重要的天然资源。采取有效措施，防止空气污染，是当前保护环境的重大任务。

（2）空气是混合物。它的成分主要是氮气和氧气，还含有少量的稀有气体、二氧化碳和水蒸气等。

2.氧气

（1）氧气是一种化学性质较活泼的气体，它能跟木炭、硫、铁、氢气等许多物质发生化学反应。

（2）氧气的实验室制法：

$$2KClO_3 \xrightarrow[\triangle]{MnO_2} 2KCl+3O_2\uparrow$$

用二氧化锰作催化剂，可以加速这个反应的进行。生成的氧气可以用排水法收集或向上排气法收集。

（3）氧化反应——物质跟氧发生的化学反应。氧化物——氧元素跟另一种元素组成的化合物。

3.质量守恒定律和化学方程式

（1）参加化学反应的各物质的质量总和，等于反应后生成的各物质的质量总和，这个规律叫做质量守恒定律。

（2）书写化学方程式要注意两个原则：一是必须以事实为依据，不能随便臆造；二是要遵循质量守恒定律。

复习题

A

1.选择

（1）下列关于空气的说法正确的是_____。

（A）空气是一种化合物

（B）空气是几种化合物的混合物

（C）空气是几种单质的混合物

（D）空气是几种单质和几种化合物的混合物

（2）常用氮气代替氢气来填充气球和飞艇，是因为_____。

（A）氮气比氢气重

（B）氮气不能燃烧

（C）氮气沸点很低

（D）氮气通电时显示颜色

（3）下列物质中，不存在氧气分子的是_____。

（A）空气　　（B）液氧

（C）氧气钢瓶中的压缩氧　　（D）二氧化锰

（4）下列化合物中，不属于氧化物的是_____。

（A）MnO_2　　（B）P_2O_5

（C）NaOH　　（D）H_2O

（5）选择下列物质编号填入空格：

①能使澄清石灰水变浑浊的是_____。

②能使带火星的木条复燃的是_____。

③燃烧时发生淡蓝色火焰的是_____。

（A）空气　　（B）氧气

（C）氢气　　（D）二氧化碳

2.写出下列反应的化学方程式：

（1）二氧化碳跟石灰水反应

（2）硫在空气中点燃

（3）铁丝在氧气中点燃

（4）白磷在空气中燃烧

（5）甲烷（CH_4）在空气中燃烧

3.配平下列反应的化学方程式。

（1）$Fe+Cl_2 \xrightarrow{点燃} FeCl_3$

（2）$AgNO_3+MgCl_2 \rightarrow AgCl\downarrow+Mg(NO_3)_2$

（3）$CH_4+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2+H_2O$

（4）$Fe_2O_3+CO \xrightarrow{高温} Fe+CO_2$

4.氯酸钾中氧元素的百分含量是_____，高锰酸钾中氧元素的百分含量是_____，47.4克高锰酸钾跟_____克氯酸钾所含的氧的量相等。

B

5.完成下列反应的化学方程式。并指出其中哪些是化合反应，哪些是分解反应。

（1）氢气和氧气混合后点燃爆炸

（2）在实验室里用加热氯酸钾的方法制氧气

（3）钠在氯气中燃烧生成氯化钠

（4）氢氧化钠跟硫酸铜溶液反应

6.将氨（NH_3）溶于水就得到氨水，它是农业中常用的化肥之一，25 千克 20%的氨水中含氮元素多少千克？

7.计算水里各元素的百分含量。

8.在 18 克水中含氢多少克？要电解多少克水，可以制得 1 克氢气？

9.某种氮的氧化物中，氮元素和氧元素的质量比为 7：16，求该氧化物的分子式。

10.（1）有 10 克赤铁矿（主要成分是 Fe_2O_3）经分析含 Fe_2O_3 为 7.5 克，该矿石中含铁为百分之几？

*（2）某赤铁矿经分析含铁 56%（杂质中不含铁），求该铁矿中含 Fe_2O_3 为百分之几？

*11.完成下列反应的化学方程式：（1）黑火药（木炭、硫和硝酸钾的混合物）点燃后生成硫化钾、氮气和二氧化碳。

（2）氨气（NH_3）和氧气在催化剂存在时生成一氧化氮和水。

（3）液化石油气（主要成分是 C_3H_8）燃烧。

*12.将某含碳化合物 7.8 克在空气中充分燃烧，将生成的二氧化碳通入澄清石灰水内完全吸收，增重 26.4 克。求该含碳化合物中碳元素的百分含量。

*13.用浓度为 60%的酒精溶液 A 和 25%的酒精溶液 B 配成 45%的酒精溶液，所用 A、B 酒精溶液的质量比是多少？

5 碳

碳在地壳中的含量不算太多，只占 0.087%。但是，在 100 多种元素中，含有碳元素的单质和化合物是最多的，达到 90%以上。它们在国民经济和我们日常生活里占有非常重要的地位。因此，研究碳和碳的化合物有很重要的意义。在这一章里，我们将学习碳、碳酸钙、二氧化碳和一氧化碳等重要含碳物质的化学知识。

5.1 金刚石石墨活性炭

自然界中存在的金刚石和石墨，都是以游离态存在的碳。碳的单质还有木炭、活性炭、焦炭和炭黑等。

金刚石石墨

纯净的金刚石是一种天然形成的碳的晶体。天然采集到的能制成钻石的金刚石是很少的，大都是含有杂质的棕黑色的小颗粒。我国的一颗特大金刚石——常林钻石，无色透明，是 1977 年 12 月在山东省临沭县发现的（见封二彩页）。

金刚石是天然物质里最硬的物质。将它镶嵌在采矿用钻探机的钻头上，钻凿坚硬的岩层。还可以用金刚石来加工非常坚硬的金属，切割玻璃和大理石。

石墨是一种深灰色的有金属光泽、不透明的细鳞片状固体。

【实验 5-1】1.观察铅笔芯和从干电池中取下的石墨电极的颜色。削下一些铅笔芯粉末，用手指摸一下，感觉怎样？将铅笔芯在酒精灯火焰上加热，观察有无变化？

2.按图 5-3，将一根铅笔芯或石墨电极连接在电路中，接通电源后，观察灯泡是否发亮？

用手摸石墨，有滑腻和软的感觉。在空气中加热时，石墨很难熔化，又不易燃烧。说明它的熔点很高，在高温下也不易被氧化。观察到灯泡亮了，说明石墨能导电。

利用石墨的软和滑，可以做润滑剂，特别是在高温下使用。石墨是最软的矿物之一，在纸上划过会留下痕迹。于是人们将石墨粉末跟粘土粉末混合后制成铅笔芯。

石墨具有优良的导电传热性能，可以用来做干电池和高温电炉的电极，制造熔融钢和其他金属的坩埚。石墨还不受许多药品的作用，可用它制成耐腐蚀的工业设备和管道。

思考

在电车顶上的两根导电杆跟电线接触处分别装上一块石墨制成的滑块，以保证行驶时供电。为什么要选用石墨来制滑块？

我们怎么知道，金刚石和石墨是同一种碳元素组成的不同的单质？

思考

如果将某种未知物质 X（其中不含氧元素），在纯净的氧气里燃烧，实验测定，只有一种生成物二氧化碳，你认为 X 是由什么元素组成的？

$$x+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

二氧化碳是由碳和氧两种元素组成的，氧元素来自反应物氧气，碳元素必定来自 X 物质，可以肯定 X 物质是由碳元素组成的物质。

科学实验表明，将金刚石和石墨分别在氧气中燃烧，得到的生成物只有二氧化碳，并且二氧化碳中所含碳的质量等于金刚石（或石墨）的质量。

$$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

这就证明金刚石和石墨都是由碳元素组成的单质。

一种元素形成几种单质的现象叫做同素异形现象。由同一种元素形成的多种单质，叫做这种元素的同素异形体。金刚石和石墨都是碳的同素异形体。同素异形体之间的性质有某些差别，甚至是显著的差别。例如，金刚石无比坚硬，石墨却非常之软；金刚石不能导电，石墨却能导电。

金刚石和石墨的物理性质为什么会有那么大的差异呢？经过研究知道，这是因为金刚石和石墨里碳原子的排列不同而引起的。

▲［阅读材料］

人造金刚石

在自然界中能作为钻石的金刚石是极其稀少的，大多数金刚石颗粒小而且混有杂质，只能作为工业用。即使是这样的金刚石，产量仍然很少。从 1 吨金刚石的矿砂中，一般只能获得比碎米粒还小的金刚石约 0.5 克。

金刚石用途广泛，而从自然界获得金刚石非常稀少。金刚石和石墨是同素异形体，人们很自然地想到能否用价廉易得的石墨，通过人工方法把它转变成金刚石。

科学家发现金刚石都在地下高温高压下形成的岩石中，人们设想让石墨在高温、高压条件下转化为金刚石。经过无数次的试验，终于把石墨加热到 2000℃和加压到 5×10^6～1×10^7 千帕，并用铬、铁、铂等做催化剂，制造出人造金刚石。1975 年已制出每粒 0.2 克重的人造金刚石。目前世界上每年生产人造金刚石约 20 吨。我国制造的人造金刚石已在工业上得到应用。

活性炭吸附

以单质形式存在的碳，除了金刚石和石墨外，还有木炭、活性炭、焦炭和炭黑，通常称为无定形碳。用 X 射线研究无定形碳的结构，发现它们主要是由石墨的微小晶体和少量杂质构成的。因此，严格地说，碳只有金刚石和石墨两种同素异形体。

下面主要介绍木炭和活性炭。

【实验 5-2】在火上烘烤几小块木炭，放在石棉网上待冷。然后把木炭投入充满红棕色二氧化氮（NO_2）气体的集气瓶里。用瓶塞塞住瓶口，摇动瓶子，观察集气瓶里颜色的变化。

【实验 5-3】在盛有半瓶水的小锥形瓶里，加入一滴红墨水，使水略呈红色。投入几块烘烤过的木炭，轻轻摇荡，观察水溶液颜色有什么变化？

从上面两个实验可以看到，二氧化氮气体的红棕色和水溶液的红色变浅或消失了。这是因为木炭具有吸附能力，能把大量的气体和染料色素等小微粒吸附在它的表面。像这种气体或溶液里的物质被吸在固体表面的作用，叫做吸附作用。

为什么木炭具有吸附能力呢？

木炭是由木材在隔绝空气的条件下加强热制得的。在显微镜下仔细观察一小薄片木材，可以看到木片上有许多细管道。木材变成木炭后，这些管道仍然存在。木炭的管道越多，跟气体或溶液接触的表面积就越大，吸附能力就越强。

把木炭放在水蒸气里加强热，可以除去附着在木炭孔隙表面的油质，使管道更加畅通，表面积增大。经过这样加工后的木炭叫做活性炭。活性炭呈黑色粉末状或颗粒状，比木炭具有更强的吸附性能。

问题

分析表 5-1 数据，找一找活性炭吸附气体的能力主要跟气体的什么性质有关？

表 5-1　同种活性炭 1 克在 15℃和常压下吸附某些气体的实验数据

气体	H_2	O_2	SO_2	CO_2	Cl_2
吸附的体积（V 厘米^3）	4.7	8.2	380	47.6	235
沸点（t℃）	-252.7	-183	-10.1	-78.5	-34
相对分子质量	2	32	64	44	71

制糖工业利用活性炭除去糖浆里的色素，制成比较纯净的白砂糖。冰箱中利用活性炭消除异味。防毒面具的滤毒罐利用活性炭来吸附有毒气体。在净水器里，用活性炭除去臭味及其他有害的物质。

把烟煤在隔绝空气条件下强热，可以制得焦炭。焦炭是一种浅灰色的多孔性固体。焦炭主要用于冶炼生铁和生产水煤气。炭黑是非常细的黑色粉末。常用它制造墨、油墨和颜料等。把炭黑加到橡胶里，能够增强橡胶耐磨性。

［课外实验］

参考图 5-14，做一个简易的净水器，使自来水通过净水器，观察水质有什么变化。

【习题 5.1】

1.金刚石可装在钻探机的钻头上，是因为它_____；石墨可做铅笔芯，是因为它_____；活性炭可做防毒面具的滤毒剂，是因为它_____。

2.按例（1）所示，找出石墨用途所依据的性质（写出编号）。

例（1）（A），（B）。（2）_____。（3）_____。

石墨的用途石墨的性质

（1）高温下作润滑剂　　（A）最软的矿物，滑腻
（2）高温电炉中的电极　　（B）熔点高
（3）熔融钢的坩埚　　（C）导电性优良
（D）传热性好
（E）高温下不易被氧化

3.下列说法是否正确，为什么？

（1）人类已经发现自然界中有 109 种元素，由此可知共有 109 种单质。

（2）同素异形体含有相同的元素，所以它们的性质是相同的。

（3）木炭、活性炭、焦炭都是无定形碳。

5.2 单质碳的化学性质

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0103_2.bmp}

炭黑，跟胶水混合制得墨。写在纸上的黑的字，实际上是炭黑。我国古代用墨写的字，绘的画，虽然历经千余年，但仍不变色。这说明碳在常温时，即使接触日光、空气和水也不容易起变化。可见在常温时，碳的化学性质是不活泼的。随着温度的升高，碳的活动性大大增强。在高温时，碳能跟多种物质起反应。

碳的化学性质

碳受热时容易跟氧气反应。点燃时碳在氧气里充分燃烧，生成二氧化碳，同时放出大量的热。

$$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$$

单质碳不仅能跟氧气反应，还会跟某些氧化物反应。

【实验 5-4】将木炭粉和黑色的氧化铜粉分别烘干，放入研钵中研磨混匀。把混合物放进试管底部，固定在铁架台上。试管口装有通入澄清石灰水的导管（图 5-16）。用酒精喷灯（或酒精灯）加热试管几分钟，观察现象。石灰水发生了什么变化？冷却后把生成物倒在纸上。观察它的颜色、光泽和状态的变化。

思考

实验中看到澄清的石灰水变浑浊，证明有什么物质生成？倒在纸上的粉末里有亮红色物质生成，这是什么物质？

从实验可以知道，高温时木炭夺取了氧化铜里的氧，跟它化合生成二氧化碳，氧化铜失去了氧，变成红色的金属铜。

$$2CuO+C \xrightarrow{高温} 2Cu+CO_2\uparrow$$

单质碳的这种性质应用于冶金工业。我国商朝时就用木炭跟铜矿石一起冶炼出青铜。现代钢铁工业用焦炭从铁的氧化物矿石里冶炼出铁。

炽热的碳还能跟二氧化碳反应变成一氧化碳。

$$CO_2+C \xrightarrow{高温} 2CO$$

工业上利用这个反应来制造煤气（主要成分是一氧化碳）。

还原反应

我们知道氢气跟碳一样具有可燃性，容易跟氧气化合生成水，那末氢气是否跟碳一样在高温下能夺取氧化铜中的氧呢？

【实验 5-5】在干燥的硬质试管里铺一薄层黑色的氧化铜粉末，固定在

铁架台上（图 5-17）。通入氢气，待空气排尽后，给氧化铜加热。注意观察黑色的氧化铜有什么变化，管口有什么物质生成。反应完成后停止加热，再继续通入一会儿氢气，直到试管冷却。

思考

1.为什么该实验要先向试管内通一会儿氢气，然后再加热？

2.为什么当反应完成停止加热后，还要继续通入氢气直到试管冷却？

从实验观察到，氧化铜由黑色逐渐变为光亮的红色，说明有铜生成。管口有液滴生成，说明反应生成水。

根据上述实验，可写出氧化铜跟氢气反应的化学方程式：

$$CuO+H_2 \xrightarrow{\triangle} Cu+H_2O$$

此反应和氧化铜跟木炭的反应有相似之处，我们将它们放在一起分析。

$$2CuO+C \xrightarrow{高温} 2Cu+CO_2\uparrow$$

我们都知道，物质跟氧发生的反应叫做氧化反应。上述两个反应中，木炭和氢气分别夺取氧化铜里的氧使氧化铜失去了氧，变成了单质的铜。这种含氧化合物里的氧被夺去的反应，叫做还原反应。通常把夺取氧的物质叫还原剂；提供氧的物质叫氧化剂。木炭和氢气在上述反应里是还原剂，它们具有还原性，使氧化铜还原成单质铜。

在工业上常常利用氢气的还原性来冶炼钨、钼等金属。

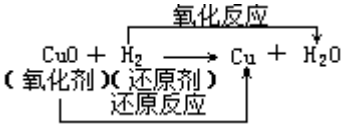
$$WO_3+3H_2 \xrightarrow{高温} W+3H_2O$$

［选学］

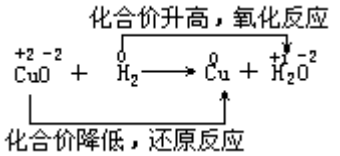
氧化还原反应

在氢气还原氧化铜的反应中，氧化铜失去氧发生还原反应，同时氢气得到氧发生氧化反应。从得氧失氧角度分析，有一种物质跟氧化合，必然同时有另一种物质里的氧被夺去。也就是说，有一种物质被氧化，必然有另一种物质被还原。像这样一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应，叫做氧化还原反应。

在氢气还原氧化铜的反应中，氢气夺取含氧化合物里的氧，使含氧化合物发生还原反应的物质，叫做还原剂。氧化铜供给氧，使别种物质发生氧化反应的物质，叫做氧化剂。



进一步从元素化合价变化的角度来分析这个反应。



物质所含元素化合价升高的反应就是氧化反应，物质所含元素化合价降低的反应就是还原反应。凡有元素化合价升降的化学反应就是氧化还原反应。所含元素化合价升高的物质是还原剂，所含元素化合价降低的物质是氧化剂。

练习：用化合价升降观点分析没有失氧和得氧关系的下列氧化还原反

应。

1.$2Na+Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

2.$CuSO_4+Fe \rightarrow FeSO_4+Cu$

【习题 5.2】

1.木头电线杆或木桩在埋入地下之前，为什么有时把埋入地下的一部分木头表面稍稍烤焦？

2.碳和氢气在高温下可以熔炼某些金属或非金属，完成下列反应的化学方程式。

（1）$ZnO+C \xrightarrow{高温}$

（2）$Fe_2O_3+C \xrightarrow{高温}$

（3）_____$+H_2 \xrightarrow{高温}$

（三氧化钨）

（4）_____$+H_2 \xrightarrow{高温}$

（二氧化硅）

3.有一包黑色粉末，加热后黑色粉末变成亮红色，同时产生一种没有颜色没有气味的气体，该气体能使澄清石灰水变浑浊。问：

（1）黑色粉末的成分是什么？

（2）写出有关反应的化学方程式。

5.3 碳酸钙二氧化碳

我们已经知道，将二氧化碳通入澄清石灰水中会生成白色沉淀——碳酸钙。

碳酸钙

自然界里的碳酸钙分布很广。大理石、石灰石、白垩（音 è）等等的主要成分都是碳酸钙，冰洲石是最纯净的碳酸钙晶体。贝壳和蛋壳的主要成分也是碳酸钙。大理石质地致密、绚丽多彩，加工琢磨后可以做建筑材料或装饰品。

纯净的碳酸钙是不溶于水的白色固体。碳酸钙遇到盐酸会发生反应。

【实验 5-6】向试管里放入几小块大理石（怎样正确操作？），再加入 3～5 毫升稀盐酸，观察现象。

实验告诉我们，碳酸钙跟盐酸起反应，产生使澄清石灰水变浑浊的二氧化碳气体。这个反应的化学方程式可表示如下：

$$CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl2+H2CO3$$

氯化钙

碳酸钙跟盐酸起反应，先生成氯化钙和碳酸。碳酸不稳定，容易分解成二氧化碳和水。

$$H_2CO_3 \rightarrow CO_2\uparrow+H_2O$$

总的化学方程式是：

$$CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

实验室里应用这个反应来制取二氧化碳气体。

碳酸钙加强热时会发生分解反应。

【实验 5-7】用铁丝缠绕住一小块大理石（或石灰石），放入酒精喷灯（或煤气灯）火焰上高温灼烧 5 分钟，观察现象。

经过高温灼烧后的大理石表面变白了、疏松了。这是碳酸钙发生分解反应，生成了生石灰（主要成分是氧化钙）。

$$CaCO_3 \xrightarrow{高温} CaO+CO_2\uparrow$$

【实验 5-8】在一个试管中加入 5～10 毫升蒸馏水，把冷却后的生石灰浸入试管的水中，然后滴入 1 滴酚酞试液。观察现象。

酚酞试液变红色，这是由于生石灰跟水反应生成熟石灰的缘故。

$$CaO+H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

工业上在石灰窑中用高温煅烧石灰石来制取生石灰，同时得到副产品二氧化碳。生石灰是重要的建筑材料。

二氧化碳

【实验 5-9】在天平的一个托盘上，放置 250 毫升的烧杯，用砝码使天平两边达到平衡。将一瓶二氧化碳气体慢慢地倾注到托盘上的烧杯里（图 5-22），仔细观察天平两边是否还保持平衡，为什么？

二氧化碳是一种没有颜色、没有气味的气体。倒入二氧化碳的烧杯一端向下倾斜，说明二氧化碳的密度比空气大。在标准状况下，二氧化碳的密度是 1.977 克/升，约是空气的 1.5 倍。因此，可以把二氧化碳从一个容器倾倒到另一个容器里。

【实验 5-10】取一瓶汽水，打开瓶盖，塞上配有导管的橡皮塞，将瓶中逸出的气体通入澄清石灰水中，观察现象并加以解释。

观察到汽水中逸出气体，石灰水变浑浊。这是由于打开汽水瓶盖，降低了压强，气体的溶解度减小，二氧化碳从汽水中逸出，使澄清石灰水变浑浊。通常状况下，1 体积的水约能溶解 1 体积的二氧化碳，增加压强时，可溶解得更多一些。

实验室里是用大理石（或石灰石）跟稀盐酸反应来制取二氧化碳的。

因为二氧化碳可溶于水，通常采用排空气集气法。因为二氧化碳的密度比空气大，应该采用集气瓶口向上的排空气集气法收集二氧化碳。

【实验 5-11】按图 5-24，制取二氧化碳。用向上排空气集气法收集一瓶二氧化碳。用燃着的火柴放在集气瓶口，如果火焰熄灭，证明瓶中的二氧化碳已充满。

在加压和冷却的情况下，二氧化碳会变成无色的液体，继续降低温度，还能变成雪状的固体。通常把固体二氧化碳叫做“干冰”。干冰能直接变成二氧化碳气体而没有液体留下（“干冰”的得名由此而来）。在气化的过程

中，吸收大量的热，使周围空气的温度降低。利用干冰的这种性质，用来保藏食品和进行人工降雨。

二氧化碳能跟水和石灰水反应。

【实验 5-12】1.向盛有紫色石蕊试液的试管里通入二氧化碳，观察石蕊试液颜色的变化。

2.等石蕊试液颜色变化后，停止通入二氧化碳。将试管在酒精灯火焰上微热，再观察石蕊试液颜色的变化？

从实验观察到，通入二氧化碳时，紫色石蕊试液变成红色。微热时，红色石蕊试液又变成紫色。

思考

解释上述实验现象，并写出有关反应的化学方程式。

【实验 5-13】向盛有澄清石灰水的试管里通入二氧化碳，观察溶液的变化。

从实验观察到，通入二氧化碳后澄清石灰水变浑浊，这是生成了不溶于水的碳酸钙的缘故。

$$Ca(OH)_2+CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow+H_2O$$

▲［阅读材料］

溶　洞

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0110_3.bmp}

祖国山河，富饶美丽。谁不知道“桂林山水甲天下”。七星岩和芦笛岩的岩洞，犹如迷洞仙境，常使游人流连忘返。这美妙景色出自哪位能工巧匠的雕琢，是二氧化碳和水。

桂林的地下岩石，基本上是石灰岩组成的，其主要成分是石灰石（碳酸钙）。当碳酸钙遇上溶解有二氧化碳的水时，就会慢慢变成可溶性的碳酸氢钙［$Ca(HCO_3)_2$］。

$$CaCO_3+CO_2+H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

溶液如果受热或压强突然变小的时候，所含的碳酸氢钙就会分解，重新变成碳酸钙而沉积下来：

$$Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow+H_2O+CO_2\uparrow$$

在自然界里不断发生上述反应，石灰岩逐渐变成碳酸氢钙而溶解掉，形成了溶洞。碳酸氢钙不断分解，生成的碳酸钙逐渐沉积形成千姿百态的钟乳石、石笋和石柱。这些变化现在仍在进行中。这种地形在地理学上叫“喀斯特地形”。我国很多地区有这种地理景观。

我们在小学自然课里就已经知道，碳酸气（即二氧化碳）不能供给呼吸。二氧化碳气体虽然没有毒，但当空气中的二氧化碳超过正常含量（0.03%）时，对人会产生有害的影响。

因此，在人群密集之处（如影院，热闹的商店等）应注意通风。课间休息时，也应把教室的窗门打开，保持空气新鲜。

在一些干涸的深井和深洞底部，二氧化碳的浓度较大（有的达 7%）。一些很久未开启的菜窖内，也积聚有较多的二氧化碳（为什么？）。进入这

些地方，一定要先做试验，证明对人无危险时，才可进入。

讨论

在进入深井、深洞和菜窖内之前，应做怎样的试验，证明其中二氧化碳的浓度对人是安全的？

▲［阅读材料］

二氧化碳对气候的影响

近年来，越来越多的人们关心地球气候变暖的问题。太阳的辐射，地球的放热处于精细的平衡中，使地球的平均气温保持相对稳定。随着工业生产的发展和人类生活水平的提高，煤、石油、天然气燃烧后放出的二氧化碳越来越多。由于天灾和人为的乱砍滥伐，能吸收二氧化碳的大片森林却在不断减少。因此，大气中的二氧化碳含量正渐渐增加。在地球的大气层中，二氧化碳等气体就像温室的玻璃那样，能使太阳光透过玻璃射进温室，可是玻璃不易传热，它将热保留在温室内。于是，就使地球的气温不断上升，这就是大气中二氧化碳所起的“温室效应”。

科学家普遍认为，温室效应将对人类产生重大影响。很多人认为，由于地球气温的上升，会使极地的冰帽融化，海平面上升，淹没大片沿海土地；有些地区热得无法居住，使更多的水蒸气进入大气，一些富饶的土地将会变成沙漠。也有一些人认为，由于温度上升，二氧化碳浓度增大，可能促进光合作用，使一部分作物增产。

为了保护我们人类赖以生存的地球，应该采取措施防止温室效应的进一步发展。例如，大量植树造林，禁止乱砍滥伐森林；控制煤、石油、天然气等矿物燃料的燃烧，充分发展其他的能源，例如太阳能、地热、风能和核能等。

［课外实验］

取一个玻璃杯，杯底放一支短蜡烛，周围放一些洗净的鸡蛋壳。将蜡烛点燃，沿玻璃杯壁倒入一些盐酸或食醋（主要成分是醋酸），观察现象，并说明原因。

然后在玻璃片上滴几滴澄清石灰水，将沾有石灰水的玻片（面朝下）再盖在玻璃杯上，观察现象，并说明原因。

【习题 5.3】

1.盛放澄清石灰水的试剂瓶，在空气中放置一段时间后，瓶壁会生成一薄层白色的物质，这层物质可用什么试剂洗去？写出有关反应的化学方程式。

2.在编号为 A、B、C、D 的四只集气瓶中，分别集满了氧气、氢气、二氧化碳和氮气，但不知道各瓶装的是什么气体。现在对四瓶气体进行如下试验：

（1）把燃着的木条分别伸入四个瓶口，A 瓶中的气体燃烧了，B 和 C 瓶中的火焰熄灭了，D 瓶能使木条燃烧得更旺。

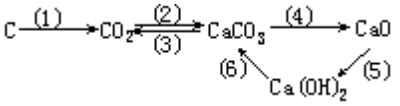
（2）在 B 和 C 瓶中分别倒入澄清石灰水，振荡后，B 瓶中浑浊了。由此可判断四瓶中的气体分别是（写化学式）：

A_____，B_____，

C_____，D_____。

3.写出下列物质间转化的化学方程式。并注明，其中哪些是化合反应？

哪些是分解反应？



5.4 一氧化碳

我们都知道，碳的氧化物有两种：二氧化碳和一氧化碳。

二氧化碳和一氧化碳都是由分子构成的。每个一氧化碳分子比二氧化碳分子虽然只少一个氧原子，但是这种分子构成上的变化，却使一氧化碳和二氧化碳性质上有很大差别。

一氧化碳的性质

一氧化碳和二氧化碳一样，都是没有颜色、没有气味的气体。不同的是，一氧化碳的密度比空气略小，在标准状况下，它的密度是 1.25 克/升。一氧化碳难溶于水，在通常状况下，1 体积的水仅能溶解 0.02 体积的一氧化碳。

【实验 5-14】从装有一氧化碳的贮气瓶里用导管引出一氧化碳，用小试管检验它的纯度，然后在导管口点燃。观察一氧化碳的颜色和火焰的颜色。把一个内壁沾有澄清石灰水的烧杯罩在火焰上，观察石灰水有什么变化。

从实验可以看到，一氧化碳跟二氧化碳不同，它可以燃烧，燃烧时发出蓝色的火焰，生成的产物能使澄清石灰水变浑浊。

$$2CO+O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO_2$$

思考

为什么一氧化碳点燃前要检验它的纯度？

燃烧很旺的煤炉，新加煤后，过一会儿我们常在煤层的上方或炉口看到蓝色的火焰，这就是一氧化碳在燃烧，这些一氧化碳是怎样产生的？

空气从煤炉下方的进气口进入煤炉，下部的煤层发生反应：

$$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO2 \qquad ①$$

生成的二氧化碳在煤层内上升过程中，遇到炽热的碳，发生了如下反应：

$$CO_2+C \xrightarrow{高温} 2CO \qquad ②$$

碳跟氧气反应生成的二氧化碳，如果全部又和碳反应生成一氧化碳，则将两个化学反应写成一个总的化学反应方程式是：

$$2C+O_2 \xrightarrow{高温} 2CO$$

当碳在氧气或空气里充分燃烧时，生成二氧化碳，同时放出大量的热。当氧气不足，碳燃烧不充分时，生成一氧化碳。

生成的一氧化碳在煤层上方，遇到周围补充的空气又发生如下的反应：

$$2CO+O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO_2 \qquad ③$$

一氧化碳是煤气的主要成分，它在燃烧时会放出大量的热。

碳和氢气都具有可燃性和还原性。一氧化碳也具有可燃性，它是否也具有还原性呢？这要用实验来作出正确的结论。

【实验 5-15】在图 5-34 的装置中，先在玻璃管里放入一些氧化铜粉末，在锥形瓶里装一些澄清石灰水。通入一氧化碳，并点燃从尖嘴管排出的一氧化碳。给玻璃管加热，观察氧化铜粉末和石灰水的变化。

从实验可以看到，黑色的氧化铜粉末变成了红色的粉末，澄清的石灰水变浑浊。

$$CuO+CO \xrightarrow{\triangle} Cu+CO_2$$

冶金工业中常常利用一氧化碳的还原性来冶炼金属。例如，钢铁工业中，在高温条件下利用一氧化碳将铁矿石的氧化铁还原为铁，同时生成二氧化碳：

$$Fe_2O_3+3CO \xrightarrow{高温} 3Fe+3CO_2$$

人们广泛利用一氧化碳的可燃性做优良的气体燃料，利用它的还原性冶炼各种金属，还用它作原料生产很多化工产品。

二氧化碳虽然不能帮助呼吸，但它没有毒。而一氧化碳是一种剧毒的气体。我们都知道，人体血液里的血红蛋白是输送氧气和二氧化碳的工具。吸进肺里的氧气跟血红蛋白化合后，变成颜色鲜红的动脉血。通过血液循环，把氧气输送到全身各个组织，然后把二氧化碳带回肺部释放到体外。氧气跟血红蛋白的结合能力远不如一氧化碳强，当吸进肺部的一氧化碳跟血液里的血红蛋白化合后，血红蛋白就难以跟氧气化合，人体各组织就缺乏氧气。由于一氧化碳没有颜色没有气味，不容易被人察觉，所以对它要特别小心。人如果吸入少量的一氧化碳会感到头痛恶心、记忆力减退等，吸入多量的一氧化碳，会使人窒息而死亡。

思考

有人说在火炉上只要放一盆水就能防止煤气中毒，你认为这种说法对吗？为什么？

放热反应吸热反应

我们都知道，碳在空气里燃烧，除了生成新的物质二氧化碳外，同时还放出大量的热。通常在化学方程式右边用“ +热量 ”表示放热。

$$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2+热量$$

氢气和一氧化碳的燃烧，也都是放出热量的反应。

$$2H_2+O_2 \xrightarrow{点燃} 2H_2O+热量$$

$$2CO+O_2 \xrightarrow{点燃} 2CO_2+热量$$

放出热量的反应叫做**放热反应**。化学反应放出的热能是一种很重要的能源，可以直接供人们加热取暖，还可转变为机械能和电能。

还有一些化学反应进行时需要吸收热量，称为**吸热反应**。例如二氧化碳和灼热的碳反应生成一氧化碳时需要吸收热量。通常在化学方程式右边用“ -热量 ”表示吸热。

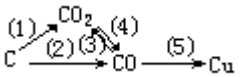
$$CO_2+C \xrightarrow{高温} 2CO—热量$$

水蒸气和灼热焦炭生成水煤气的反应也是吸热反应。

$$H_2O+C \xrightarrow{高温} CO+H_2 — 热量$$

【习题 5.4】

1.写出下列变化的化学方程式



2.选择

（1）下列说法中错误的是_____。

（A）CO 和 CO_2 都是氧化物

（B）每个 CO 分子中含有 1 个碳原子和 1 个氧原子

（C）CO 和 H_2 燃烧时都发出淡蓝色的火焰

（D）CO 是有臭味、有毒的气体

（2）对“$CuO+CO \xrightarrow{\triangle} Cu+CO_2$”的反应，下列说法中错误的是_____。

（A）氧化铜发生还原反应

（B）一氧化碳发生氧化反应

（C）氧化铜是氧化剂

（D）一氧化碳是还原剂，发生还原反应

（3）一氧化碳具有毒性是因为_____。

（A）它具有还原性

（B）它具有可燃性

（C）它能与血液的氧气结合生成二氧化碳

（D）它能与血液里血红蛋白牢固结合

3.在一氧化碳还原氧化铜的实验中：

（1）先通入一氧化碳，然后再加热的原因是_____。

（2）反应结束时，停止加热后还要继续通入一氧化碳直至试管冷却的原因是_____。

（3）未反应掉的气体要点燃烧掉的原因是_____。

5.5 酸、碱、盐的组成

原子团

我们知道纯净物分成单质和化合物两大类。以前几章我们已接触过好多种化合物，例如，盐酸（HCl）、硫酸（H_2SO_4）、碳酸（H_2CO_3）、氢氧化钠（NaOH）、氢氧化钙［Ca（OH）$_2$］、硝酸银（$AgNO_3$）和碳酸钙（$CaCO_3$）等等。为了对它们进行研究，应该怎样分类呢？

【实验 5-16】在两支试管里各装少量硫酸铜溶液，再分别滴入几滴氢氧化钠溶液和氢氧化钾溶液。观察溶液的变化。

从实验观察到，两支试管中都产生蓝色的沉淀物，这蓝色沉淀是难溶于水的氢氧化铜。

$$CuSO_4+2NaOH \rightarrow Na_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow$$

$$CuSO_4+2KOH \rightarrow K_2SO_4+Cu(OH)_2\downarrow$$

像这类由两种化合物互相交换成分，生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。

分析这两个反应还可以发现，硫酸铜（或硫酸钠、硫酸钾）里由 1 个硫原子和 4 个氧原子结合而成的 SO_4 部分，叫做硫酸根。它们在化学反应里作为一个整体参加反应，好像一个原子一样。这样的原子集团叫做原子团。

常见的原子团除了硫酸根以外，还有氢氧化钠里的氢氧根 OH，硝酸银里的硝酸根 NO_3，碳酸里的碳酸根 CO_3，氯化铵（NH_4Cl）里的铵根 NH_4 等等。

原子团跟原子一样，在化合物中也显示出一定的化合价（叫做根价）。例如硫酸铜里的硫酸根显-2 价。在化合物中各元素的原子和原子团的化合价的代数和仍等于零。

$$\overset{+2}{Cu}\overset{-2}{SO}4$$

练习

根据已知化合物的化学式和化合价规则确定下列常见原子团的根价。

化合物	NaOH	Na_2SO_4	H_2CO_3	KNO_3	NH_4Cl
原子团名称	氢氧根	硫酸根	碳酸根	硝酸根	铵根
原子团符号					
根　价					

根据元素的化合价和原子团的根价可以写出某些化合物的化学式。例如，已知镁的化合价+2，氢氧根的化合价-1，写出氢氧化镁的化学式。

MgOH　　$\overset{+2}{Mg}\overset{-1}{OH}$　　$Mg(OH)_2$

(1)　　(2)　　(2)

在化学式中，要表示 2 个或 2 个以上的原子团，则必须给原子团打上括号，再在右下角标上阿拉伯数字。

练习

写出硝酸铜（铜和硝酸根的化合物）、硫酸铵（铵根和硫酸根的化合物）的化学式。

酸碱盐的组成

思考

下面几种化合物是不是氧化物？化学组成中有什么共同点？

盐酸	硫酸	碳酸	硝酸
HCl	H_2SO_4	H_2CO_3	HNO_3

这些化合物的组成中都含有氢原子和酸根，都属于酸一类化合物。酸是由氢原子和酸根组成的化合物。

还有一类化合物的组成中都含有金属原子和氢氧根，都属于碱一类化合物。碱是由金属原子和氢氧根组成的化合物。

氢氧化钠	氢氧化钾	氢氧化钙	氢氧化铜
NaOH	KOH	$Ca(OH)_2$	$Cu(OH)_2$

另有一类化合物属于盐，盐是由金属原子（或铵根）和酸根组成的化合物。

氯化钠	硝酸银	硫酸铜	碳酸钙	氯酸钾
NaCl	$AgNO_3$	$CuSO_4$	$CaCO_3$	$KClO_3$

练习

根据下列化合物的组成，判断它们各属于氧化物、酸、碱或盐？

物质名称	化学式
氯化钾	KCl
氧化铁	Fe2O3
氢氧化钡	Ba（OH）2
硝酸	HNO3

【习题 5.5】

1.标出下列物质中金属元素及原子团的化合价。

$NaNO_3$，$ZnSO_4$，K_2CO_3，$CaSO_4$，$KClO_3$，$(NH_4)_2CO_3$。

2.把下表正价元素（或原子团）和负价元素（或原子团）所组成的化合物的化学式，填在相应的空格内。

	-1 Cl	-2 CO_3	-1 NO_3	-2 SO_4
+1 Na				
+1 NH4				
+2 Ca				

3.把下列物质的元素符号或化学式分别填在相应的物质类别里。

铜、氧化铜、硫酸铜、氢氧化铜、硫酸、氢气、氩气、铁、一氧化碳、碳酸、碳酸钙、生石灰、熟石灰。

金属_____，非金属_____，稀有气体_____，氧化物_____，酸_____，碱_____，盐_____。

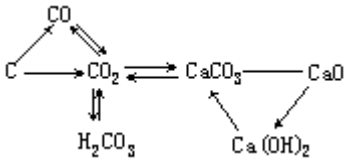
本章提要

我们将采用填表、填空等形式，共同对本章知识进行总结。

1.碳及其化合物的重要性质和重要用途

物质		重要性质		重要用途
		物理性质	化学性质	
碳的单质	金刚石			
	石墨			
	无定形碳（以木炭为例）			
碳的化合物	二氧化碳			
	一氧化碳			
	碳酸钙			

2.碳及其化合物间相互联系



3.本章知识与前面有关知识的联系

（1）元素和单质的区别与联系

	元素	单质
定义	元素是具有相同质子数（核电荷数）的同一类原子的总称	单质是同种元素组成的纯净物
存在状态	游离态化合态	游离态
联系	同种元素可以组成几种单质——同素异形现象	

（2）物质的变化

化合反应 A+B+……→C 实例：_____

分解反应 A→B+C+……实例：_____

复分解反应 AB+CD→AD+CB 实例：_____

（3）氧化反应与还原反应

氧化反应：_____　　还原反应：_____

氧化剂：_____　　还原剂：_____

（4）放热反应与吸热反应

（5）物质的分类

纯净物
- 单质
  - 金　属　实例_____
  - 非金属　实例_____
- 化合物
  - 氧化物 实例_____
  - 酸　实例_____
  - 碱　实例_____
  - 盐　实例_____

（6）原子团和根价原子团

名称	氢氧根	硝酸根	硫酸根	碳酸根	铵根
原子团符号 根价	OH	NO_3	SO_4	CO_3	NH_4

复习题

A

1.将下列物质的化学式填在相应的物质类别内：

石墨、碳酸、氢氧化钙、一氧化碳、大理石、碳酸钠、水。

单质_____，氧化物_____，酸_____，碱_____，盐_____。

2.从下列气体中，选择正确的答案填在相应的空白里，并写出有关反应的化学方程式。

一氧化碳、氧气、二氧化碳、氢气。

（1）能在空气中燃烧的是_____。

反应的化学方程式是_____。

（2）通入紫色石蕊试液变成红色的是_____。

溶于水的化学方程式是_____。

（3）能使灼热的氧化铜还原为铜的是_____。

反应的化学方程式是_____。

（4）能使澄清石灰水变浑浊的是_____。

反应的化学方程式是_____。

（5）跟空气（或氧气）混合点燃时能发生爆炸的是_____。

（6）能灭火的是_____，能使带火星的木条燃烧的是_____。

（7）会使环境产生温室效应的是_____，会使人中毒的是_____。

3.根据元素和原子团的化合价，写出下列物质的化学式。并指出各属于哪类物质（酸、碱或盐）？

（1）氯化铝_____，（2）氯化铵_____，（3）硫酸_____，（4）硫酸钠_____，(5)硝酸钙_____，(6)氢氧化镁_____，(7)氢氧化铝_____，（8）硫酸铵_____，（9）碳酸钾_____。

4.选择

（1）实验室中制取二氧化碳的反应是_____。

（A）$C+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$

（B）$2CO+O_2 \xrightarrow{点燃} CO_2$

（C）$CaCO_3+2HCl \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$

（D）$CO+CuO \xrightarrow{\triangle} Cu+CO_2$

（2）下述性质中不属于一氧化碳的是_____。

（A）有还原性　　（B）有可燃性

（C）能被石灰水吸收　　（D）能发生化合反应

（3）以下属于同素异形体的是_____。

（A）大理石和石灰石

（B）CO 和 CO_2

（C）CO_2 和干冰

（D）金刚石和石墨

（4）下列变化中，不属于化学变化的是_____。

（A）干冰变成二氧化碳气体

（B）澄清石灰水露置在空气中生成白色沉淀

（C）一氧化碳可以燃烧

（D）氢气使氧化铜变为铜

（5）下列物质中，含碳量最高的是_____。

（A）H_2CO_3　　（B）CO

（C）CO_2　　（D）$CaCO_3$

（6）下列气体中，无色无味并且能跟氧化铜发生反应的两种气体是

_____。

(A) CO，O_2　　(B) CO，CO_2

(C) CO，H_2　　(D) H_2，O_2

B

5.有两种无色气体 A、B 和两包黑色粉末 D、E，用下述方法做实验：

实验 1：加热硬质玻管内的黑色粉末 D 时，由一端通入气体 A，结果在另一端产生气体 B。

实验 2：由一端通入气体 B，并加热硬质玻管内黑色粉末 E。结果在另一端产生气体 A，管内的黑色的粉末逐渐变成亮红色。问 A、B、D、E 各是什么物质？

6.小华找到一种岩石。她做了下列实验：

（1）它是白色固体，不溶于水；

（2）溶于盐酸，并产生没有气味的气体，此气体能使澄清石灰水变浑浊；

（3）将白色固体磨成粉末。加少量粉末于水中，再不断向水中通入二氧化碳气体，白色粉末溶解。

试推断该岩石的主要成分可能是_____。写出有关反应的化学方程式。

7.有四瓶无色气体，编号为 A、B、C、D，它们可能是 N_2，CO，CO_2 和 H_2。现将它们做以下实验：

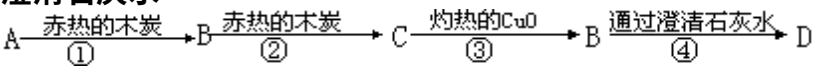
（1）用火柴引燃各气体，发现 B 和 D 可以燃烧。

（2）燃烧实验后，向四只瓶中加入澄清石灰水，振荡后发现 A 和 B 中发生浑浊现象。

由此判断：A 是_____，B 是_____，C 是_____，D 是_____。

8.如下图所示，向盛有二氧化氮气体的集气瓶里投入几小块木炭，可看到什么现象？为什么？

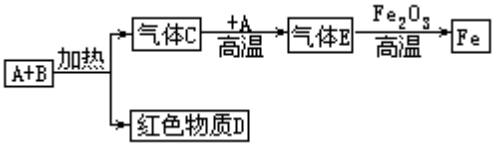
9.由足量的气体 A 开始发生以下变化 赤热的木炭赤热的木炭灼热的 CuO 通过澄清石灰水



（1）判断 A、B、C、D 各是什么物质？

（2）写出各步反应的化学方程式。

10.现有 A 和 B 组成的黑色混合物，进行实验如下



根据上述实验，推断物质名称：A_____、B_____、C_____、D_____、E_____。

11.某反应“A+B→C+D”，若 25 克 A 与 10 克 B 恰好完全反应生成 5 克 C。

（1）同时生成 D 多少克？

*（2）如果生成 6 克 D 时参加反应的 A 是多少克？

*12.某赤铁矿（主要成分是氧化铁）含铁 56%，则该赤铁矿的纯度（即含氧化铁的质量百分比）是多少？

*13.某一氧化碳和二氧化碳的混合物，经测定含氧 64%，求该混合物中

一氧化碳的质量百分含量。

6 燃料和食物

在化学反应中，不仅有新的物质生成，还伴随有能量的变化。自从人类学会使用火以后，就利用可燃物燃烧所放出的热和光，进行照明、取暖、烧煮食物、冶炼金属等等。人们还通过蒸气机、发电机，将热能转变成机械能、电能，代替人力和畜力，推动社会经济的发展。

为了维持生命，人不仅从食物中获得新陈代谢必需的各种物质，还从食物中获得人体必不可少的能量。糖类、脂肪和蛋白质是人体获得能量的主要来源。在这一章里，我们将学习燃烧、缓慢氧化和灭火，天然气、石油、煤和酒精等燃料，糖类、脂肪和蛋白质等在人体内的氧化，并学习根据化学方程式进行简单的计算。

6.1 燃烧和灭火

现代工农业生产的飞速发展和人民生活水平的日益提高，需要越来越多的能源。为了更好地发挥燃料的作用，必须研究燃料的合理燃烧，以及灭火等有关问题。

可燃物燃烧的条件

通常所说的燃烧就是指可燃物跟空气中的氧气发生的一种发光发热的剧烈的氧化反应。但是，并不是可燃物在任何条件下都可以燃烧的，一块木炭放在空气中不点燃它永远烧不起来，可见燃烧是需要一定条件的。那末，燃烧的条件是什么呢？

【实验 6-1】用铁架台固定一片薄铁片，在铁片中央放一小堆干燥的红磷，在铁片的一端放一小块已用滤纸吸去表面水分的白磷。用酒精灯在铁片的另一端下方加热（如图 6-1），观察哪一种物质先着火燃烧。

可燃物燃烧必须达到它着火燃烧所需的最低温度，这个最低温度叫做着火点。每种可燃物的着火点是不同的。白磷的着火点很低，只有 40℃。因此铁片上的白磷虽然离火源较远，但先着火燃烧。尽管红磷离火源较近，但红磷的着火点为 200℃，还是比白磷后着火燃烧。

可燃物是否只要达到着火点就能燃烧起来，让我们通过以下实验进一步分析。

【实验 6-2】在 500 毫升的烧杯中注入约 400 毫升沸水，并投入一小块白磷。在杯上盖一片薄铜片，铜片上放一小块已用滤纸吸去表面水分的白磷。观察现象。

我们看到，铜片上的白磷不久就产生白烟开始燃烧，而水中的白磷受热熔化，并没有燃烧。

思考

分析实验 6-2 的现象，你认为要使可燃物燃烧还需要满足什么条件？

热水的温度尽管已超过白磷的着火点，但由于热水中的白磷没有跟空气中的氧气接触，所以不能燃烧。铜片上的白磷被烧杯中的热水加热到了着火点温度，它又跟空气中的氧气接触，所以就燃烧起来。可见，要使可燃物燃烧，必须同时满足两个条件：一是可燃物要与氧气接触；二是要使可燃物达

到燃烧时所需的着火点。

思考

根据可燃物燃烧需要的两个条件，想一下，能不能使热水底下的白磷也燃烧起来？怎样使它燃烧起来？

【实验 6-3】往实验 6-2 的烧杯中，用导管对准白磷通入少量氧气（或空气），可以看到什么现象？

从实验看到，热水底下的白磷一接触氧气，就燃烧起来；一停止通入氧气，白磷就不能燃烧。这从另一方面证明，可燃物只有同时满足燃烧的两个条件才可以燃烧。

灭火与防火

可燃物的燃烧一方面给人类的生活和生产提供了必需的能量，但另一方面，可燃物燃烧引起的火灾却会给人们的生命财产造成巨大损失。因此，我们应该十分注意防火与灭火。怎样才能灭火呢？

知道了可燃物燃烧的条件以后，就容易理解灭火的原理。灭火时可以采取相应的两种方法：（1）将可燃物跟空气隔绝，（2）将可燃物的温度降低到着火点以下，或者同时采取这两种方法。

思考

1.酒精灯的火焰为什么可以用灯帽盖灭？

2.当木柴着火时，为什么可以用水来扑灭？

水是最容易得到的灭火材料，它既能降低燃烧物的温度，受热蒸发的水蒸气还可以把空气隔离。为了更有效地灭火，人们还使用其他灭火材料。

【实验 6-4】点燃两支小蜡烛，分别放在白铁皮架的两个阶梯上，然后放在烧杯里。沿烧杯壁小心倾到二氧化碳，注意观察蜡烛先后发生的变化。

从实验看到，下层阶梯上的蜡烛火焰先熄灭，上层的蜡烛火焰后熄灭。从这现象中可以得出什么结论？

从这个实验可以得出两点结论：第一，二氧化碳既不能燃烧，也不能支持燃烧；第二，证明二氧化碳的密度比空气大。

我们已经知道，二氧化碳一般不支持燃烧，密度又比空气大，如果让二氧化碳覆盖在燃烧着的物体上面，隔绝了空气就能使物体停止燃烧。因此二氧化碳是一种灭火的好材料。不少灭火器中的灭火材料就用二氧化碳。

【实验 6-5】在广口瓶里注入纯碱（Na_2CO_3）的浓溶液，把盛有浓盐酸的小试管用线系住，小心地放进瓶里（注意：不要使浓盐酸流出），试管中插一根玻棒，把带尖口导管的橡皮塞塞住瓶口（图 6-6）。然后把瓶子倒转过来，使两种溶液混合，观察有什么现象发生？（注意，切勿让尖管口对着别人和自己！）

从实验看到，当两种溶液混合后立即发生激烈反应，生成的大量气体使瓶内压强增大，气体就夹带着液体从导管口喷射出来。反应的化学方程式是：

$$Na_2CO_3+2HCl\rightarrow 2NaCl+H_2CO_3$$

$$H_2CO_3\rightarrow H_2O+CO_2\uparrow$$

总的化学方程式是：

$$Na_2CO_3+2HCl \rightarrow 2NaCl+H_2O+CO_2\uparrow$$

常用的酸碱式灭火器用硫酸代替盐酸，用碳酸氢钠代替碳酸钠，但反应原理是相同的。

通常使用的灭火器还有泡沫灭火器、干粉灭火器和液态二氧化碳灭火器等。扑灭一般材料的火灾可使用泡沫式灭火器；扑灭油类和电器设备的火灾可使用干粉灭火器（灭火前，首先要切断电源）；扑灭精密仪器、文件档案、贵重物品的火灾可使用液态二氧化碳灭火器。

消防灭火，以防为主。家庭中用火时，火源旁不要堆放易燃物；火种不可乱丢，火柴要等熄灭后才可丢弃；使用电热器具和煤气时，都要有人看管，防止发生火灾。一旦发生火灾，首先要切断电源和煤气开关，然后针对可燃物的特点，采取相应的灭火措施。

▲［阅读材料］

怎样安全使用煤气和液化石油气

煤气和液化石油气都是优良的气体燃料。随着我国煤化工与石油化工的迅速发展，城镇乡村将有更多的居民使用煤气和液化石油气。家庭使用煤气或液化石油气作燃料，清洁、卫生、方便，对减轻家务劳动，节省时间，改善环境都有很大好处。因此，煤气和液化石油气受到广大人民群众的普遍欢迎，今后在民用燃料中将取代煤的地位。

城市民用煤气的主要成分是一氧化碳、氢气、二氧化碳和少量的甲烷，其中可燃成分是一氧化碳、氢气和甲烷。一氧化碳有毒！液化石油气的主要成分是丙烷（C_3H_8）、丁烷（C_4H_{10}）、少量的丙烯（C_3H_6）和丁烯（C_4H_8）。它们是炼制石油时分离出的石油气。常温常压都呈气态，加压时容易液化灌装在特制的耐压钢瓶中，所以称液化石油气，俗名叫“钢瓶煤气”。虽然液化石油气不像一氧化碳会使人血液中毒致死，如果浓度高时，也会使人麻醉晕倒，不及时抢救，也可能有致命危险。

煤气和液化石油气都是易燃易爆气体，使用中必须注意安全。

1.煤气管道不得私自拆装，以防漏气。煤气使用完毕时，要及时关闭。如发现漏气，应及时向煤气公司报修。

2.使用液化石油气时，先检查调压器的密封橡皮圈是否完好，如发现损坏、变形或丢失，立即调换。然后将调压器正确装接在钢瓶出气口上，旋紧手轮，防止漏气。

3.燃点煤气时，先擦旺火柴，随手打开灶开关点燃煤气（即一定要做到“火等气”）。停用时，一定要做到只只开关都关闭。

4.点燃液化石油气时，应先开钢瓶角阀，再擦旺火柴，随手打开灶开关点燃石油气。停用时，应将灶开关与钢瓶角阀都关闭。

5.煤气和液化石油气点燃使用时，一定要有人在旁照看，防止汤水沸腾溢出熄灭火焰或风吹灭小火，使煤气或液化石油气大量泄漏，造成危险事故。

6.使用煤气或液化石油气的房间内不能同时作卧室。停止使用时，外出或临睡前必须检查开关，一定要做到只只开关都关闭。

7.如果发现煤气或液化石油气泄漏，应立即关上所有开关，迅速打开门窗进行通风换气，必须杜绝一切火种（火柴、香烟等），不准开关电灯，以免发生爆炸和火警。随即报修。

缓慢氧化

燃烧是一种剧烈的氧化反应，但并不是所有的氧化反应都像燃烧那样剧烈地发光、发热，有些氧化反应进行得非常缓慢，很不容易察觉，这种氧化叫做缓慢氧化。在我们周围可以找到很多缓慢氧化的例子。人和动物的呼吸作用就是从外界吸入氧气，在体内发生缓慢氧化，产生热量，保持体温。另外，像食物的腐败、酒和醋的酿造、钢铁的锈蚀、橡胶的老化、农家肥料的腐熟过程中都包含着缓慢氧化。

物质的缓慢氧化也是放热反应，只不过释放热量的时间较长，不容易让人察觉。如果缓慢氧化产生的热量不能及时散失，就会越积越多，最终将产生什么结果呢？

【实验 6-6】把少量白磷溶解在二硫化碳（CS_2）液体里，将这种溶液滴在一小片滤纸上，然后用镊子夹住放在空气中，观察发生的现象。

从实验观察到，过一会儿，滤纸渐渐冒出白烟着火燃烧起来。滤纸为什么会自行燃烧起来呢？这是因为二硫化碳容易挥发，溶解在二硫化碳中的白磷成为细小的颗粒附着在滤纸上。细小颗粒的白磷跟空气中氧气的接触面大大增加，使白磷容易发生缓慢氧化，产生的热量越积越多，使温度达到白磷的着火点（40℃），就发生自燃，引起滤纸燃烧。

稻草、秸杆、煤炭、擦机器用的棉纱，如果堆放不当，空气不流通，缓慢氧化产生的热不能及时散发，时间长了也会引起自燃。过去，有些人由于不懂得自燃的科学道理，将自燃现象说成是“天火”，这是一种迷信。为了防止自燃现象的发生，可燃物质一般不要堆放得太多、太久，并要注意通风或经常翻动，以降低温度。

燃料的合理燃烧

不同的物质，燃烧时会产生不同的现象。即使同一种物质，由于氧气供给量的不同，也会产生不同的燃烧现象。

【实验 6-7】在一个“酒精灯”里盛少量煤油，然后点燃，观察现象。

从实验可以看到，煤油燃烧时火焰较明亮，有黑烟。这是由于煤油燃烧不够完全，使其所含的一部分碳元素变成炭黑，形成黑烟。

如果向煤油的火焰中通入少量空气后，火焰上方的黑烟明显减少，这是由于增加煤油与空气接触的机会，使煤油燃烧得完全的缘故。

燃料燃烧得完全，不但使燃料得到充分利用，减少浪费，还可以减少对环境的污染。

思考

回想一下，木炭充分燃烧和不充分燃烧时生成的产物有什么区别？对环境将产生怎样的不同影响？

煤炭、汽油、煤油、柴油等燃料，如果燃烧得不完全，不仅造成燃料的浪费，还会产生大量的煤烟、一氧化碳等有害物质，污染大气。在燃烧时，如果通入过多的空气，虽然可以使燃料充分燃烧，但是过多的空气会带走一部分热量，使热量不能充分利用。

思考

我国锅炉用燃料 70%是煤，如何提高煤的利用率是个重大课题。要使煤

在锅炉中完全燃烧，应该采取哪些合理的措施？

为了扩大燃料跟空气的接触机会，使燃料充分燃烧，工业上常把煤炭磨成粉状，把柴油喷成雾状进行燃烧；对锅炉进行鼓风，增加空气的供给量；造很高的烟囱，既是为了排出燃烧后的废气，又可以起到“拔风”的作用。为了使能量得到充分的利用，使通入炉内的空气跟燃料保持合适的比例；给锅炉外壳装上隔热层，减少热量的散失，总之，要做到燃料充分燃烧，热量充分利用。

［课外实验］有人认为“为了充分利用煤气灶里煤气燃烧的热量，在煤气灶的炉火四周用铁皮做一个挡风圈。”请你设计一个实验，证明这种措施是否有效？将实验设计和实验结果在班内进行交流。

【习题 6.1】

1.用扇子扇炉子，炉子里的煤会燃烧得更旺，而用扇子扇燃烧着的蜡烛，却一扇就灭，这是什么原因？

2.（1）在实验室里如果不小心碰翻了酒精灯，酒精在桌面上燃烧起来，这时应该怎样扑灭火焰？

（2）家里烧菜时，如果油锅着火了，应该用什么方法灭火？

3.生煤炉时，为什么要先用火柴点燃纸张，再引燃木柴，最后引燃煤炭，而不直接用火柴点燃煤炭？

4.对自己学校和家庭周围进行调查，有哪些烟囱在冒黑烟，还有哪些炉子内的燃烧是不完全燃烧？在炉渣中能否找到未燃烧完的黑色的煤核？怎样使燃料充分燃烧？

6.2 燃料及综合利用

现代社会的生存和发展是一刻也离不开能源的。当今世界的能源供给中，主要来源于煤、石油和天然气等燃料的燃烧。但是，煤、石油、天然气不仅是重要的燃料，而且是宝贵的化工原料，从中可炼制出数量巨大，品种繁多的各种化工产品，例如化肥、塑料、合成橡胶、合成纤维、染料、涂料、药品等等。

天然气

天然气是蕴藏在地层内的可燃性气体。它的主要成分是甲烷，一般含甲烷的量可达 80%～97%（体积百分比）。煤矿的矿坑里也常有可燃性气体逸出，叫做坑气，它的主要成分是甲烷。用棍棒搅动池沼的底部，常常会看见有气泡从水面逸出，这逸出的气体叫沼气，它的主要成分也是甲烷。甲烷都是植物残体在隔绝空气的条件下分解而生成的。

【实验 6-8】1.像检验氢气纯度那样，先检验甲烷的纯度。然后点燃从导管口放出的甲烷，观察火焰的颜色。

2.在火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯（如图 6-13），过一会儿，烧杯壁上有什么出现？然后把烧杯倒转过来，向烧杯内注入少量澄清石灰水，振荡，观察石灰水的变化。

思考

根据实验现象，可以推测甲烷的组成里肯定含有哪些元素？

从实验观察到，甲烷是没有颜色、没有气味的气体，它极难溶解于水，所以可用排水集气法收集在集气瓶里。经测定，它的密度（在标准状况下）是 0.717 克/升，大约是空气的一半。纯净的甲烷在空气里能安静地燃烧，甲烷燃烧时火焰明亮呈浅蓝色，同时放出大量的热。根据烧杯壁上有液滴生成，烧杯内澄清的石灰水变得浑浊，说明甲烷燃烧后生成水和二氧化碳，因此可以知道甲烷的组成里一定含有氢元素和碳元素。

据精确的实验测定，甲烷是由碳和氢两种元素组成的化合物，化学式是 CH_4。甲烷燃烧的化学方程式是：

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

点燃甲烷和氧气（或空气）的混合物会发生爆炸。因此，在煤矿的矿井里必须采取通风、严禁烟火等安全措施，以防发生爆炸事故。

我国是最早发现和利用天然气的国家。四川省有丰富的天然气，1000 多年以来一直把天然气作为熬制井盐的最方便又最经济的燃料。

天然气是当今世界上最重要的气体矿物燃料。天然气作为燃料的优点是发热量高、无灰、少污染。

天然气不仅是优良的气体燃料，还可以用作制取炭黑和化肥的原料。

甲烷跟一氧化碳、二氧化碳、碳酸和碳酸钙等都是含碳的化合物。世界上含碳的化合物达几百万种，而不含碳的化合物只有几十万种。汽油、煤油、酒精、蔗糖、脂肪、蛋白质等等都是含碳的化合物，人们把这类含碳化合物叫做**有机化合物**。一般把不含碳的化合物，叫做**无机化合物**。一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳酸钙等少数含碳化合物，由于它们的组成和性质跟无机化合物一致，把它们归入无机化合物来进行研究。有机化合物有一些共同的性质。例如，一般都难溶于水、熔点低、受热容易分解、容易燃烧、不易导电等。甲烷是最简单的有机化合物。

石油

石油是当今世界上最重要的液体矿物燃料，被人们称为“工业的血液”。

石油是古代动植物遗体在地壳中经过非常复杂的变化而形成的一种粘稠状液体。从油田里开采出来的没有经过加工处理的石油叫原油。原油通常显黑色或深棕色，有特殊的气味，不溶于水，密度比水稍小，没有固定的沸点。

石油中所含的元素主要是碳和氢，此外还含有少量的硫、氮、氧等。它是由多种化合物组成的混合物。

石油一般先要经过分离，得到性能各不相同的多种产品，提供各行各业使用。

将石油加热时，其中沸点低的物质先气化，经过冷凝分离出来。随着温度升高，沸点较高的物质才气化，后分离出来。继续加热和冷凝，就可以把石油分成不同沸点范围的蒸馏产物，它是石油炼制分离的基本原理。这种方法叫做分馏。

在石油加工中，有时还把一些蒸馏产物用高温方法使其分解，可以得到乙烯、丙烯、丁二烯等化工原料。这些原料在合成纤维工业、塑料工业、合成橡胶工业等方面有广泛的应用。

我国是世界上最早发现和利用石油的国家。据历史记载，早在 1800 年前，我国勤劳智慧的劳动人民就发现了石油。我国的石油资源很丰富。但在解放前，我国基本上没有自己的石油工业，长期是帝国主义倾销“洋油”的市场。解放后，我国先后开发和建立了大庆、胜利、华北、中原、大港等石油基地，在我国沿海海底也发现石油资源。目前我国不仅生产满足本国需要的多种石油产品，还向世界上许多国家和地区提供石油和石油产品。

煤

人们将煤称为“工业的粮食”。煤是由有机物和无机物所组成的复杂混合物。煤主要含碳，还含有少量的硫、磷、氢、氮、氧等。

煤是能源和冶金工业的重要原料。将煤加工后，能得到多种重要化工原料，可以用来制取化肥、塑料、合成橡胶、合成纤维、炸药、染料、医药等。因此，把煤进行综合利用具有重要意义。

人们把煤在隔绝空气的条件下加强热使它分解。煤的这种加工方法叫做干馏。煤干馏后可得到焦炭、煤焦油和焦炉气等。

焦炉气是重要的气体燃料，煤焦油是重要的化工原料，焦炭是重要的冶金原料。将煤干馏可使它物尽其用。

我国是世界上最早发现和利用煤的国家。我国还是世界上煤蕴藏量最大的国家之一，质地优良、品种丰富的煤炭是我国社会主义建设的重要资源。1992 年我国煤的年产量约为 11.1 亿吨，居世界首位。

天然气、石油、煤等在地球上的蕴藏量是有限的。因此，我们一定要节约使用现有的能源，提高能源的利用率，同时，还要开发新的能源，例如，太阳能、风能、核能、地热等。

酒精

各种饮用酒里都含有酒精（学名叫乙醇）。医疗上常用 75%的酒精溶液作消毒剂。

把高粱、玉米等含淀粉的粮食经过发酵后得到酒，将酒再进行蒸馏，就可以得到酒精。

酒精是无色透明而有特殊气味的液体。它的密度是 0.789 克/厘米^3，沸点 78.5℃，容易挥发。它易溶于水，能跟水以任意比例混溶。酒精本身是能够溶解多种无机物和有机物的良好溶剂。

酒精易燃，燃烧时生成二氧化碳和水。根据实验测定，酒精的化学式是 C_2H_6O（通常写成 C_2H_5OH）。它燃烧的化学方程式是：

$$C_2H_5OH+3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2+3H_2O+\text{热}$$

每克酒精完全燃烧时放出 29.7 千焦的热量，是一种优良的无污染的燃料。因此，酒精常被用作酒精灯和内燃机的燃料。酒精还是制造染料、医药和清洁剂的化工原料。

酒精对人体有兴奋神经、加速血液循环的作用。饮用过量的酒有害健康，

会引起神经麻痹，刺激心脏，损害肝脏功能。

▲［阅读材料］

未来的“燃料”

现代化国家的经济发展和能源有着密不可分的关系，并且，随着经济、科技的发展和人民生活的不断提高，需要我们提供越来越多的能源。煤、天然气和石油是古代植物残体在地壳中经过几百万年的变化才形成的。它们的数量是有限的，不能满足人类社会生活和生产发展的长期需要。其次，这些燃料在燃烧中会对环境产生不良影响。例如，燃烧生成过量的二氧化碳会产生“温室效应”，未充分燃烧会生成有毒的一氧化碳，污染大气，燃烧中生成的二氧化硫能引起酸雨等等。第三，将这些矿物燃烧掉是一个浪费，它们是宝贵的工业原料。因此，人们都在寻找新的“燃料”来提供能源。

解决世界能源的一个重要途径是核能及其他新能源的开发和利用。核电站以铀-235 为燃料，在原子核分裂中获得能量。1 千克铀-235 全部裂变时产生的原子能相当于 2500 吨左右优质煤燃烧时放出的能量。目前，我国也正在加紧建设核电站，为社会主义建设提供新的能源。

太阳能、地热能、风能、潮汐能等也是人类未来依靠的能源。人们在探索如何利用太阳能将水分解制备氢气作为新能源。氢气作为燃料有很多优点。首先，它燃烧后的产物是水，不污染环境。其次，氢气燃烧时放出的热量约为同质量汽油燃烧的三倍，发热量特别大。第三，氢气可以用水作原料来制取，有广泛的来源。发展氢能源需要解决如何廉价、大量地制备氢气及如何安全贮存、运输等问题。各国科学家正努力研究氢能源。

【习题 6.2】

1.填空

（1）从地下开采出的天然气的主要成分是_____

（2）从地下开采出的原油是_____（填纯净物、混合物）。将原油炼制分离的方法_____。石油经过炼制后得到的主要产品有哪些？举出几种用途_____。

（3）为了使煤得到综合利用，把它隔绝空气加强热，这种加工方法叫_____。煤加工后得到的主要产品有哪些？举出几种用途_____。

2.写出甲烷、氢气和一氧化碳燃烧的化学方程式。怎样鉴别这三种气体？

3.自己搜集资料，写一篇有关能源的小论文。

6.3 食物和营养

人体的生命活动、保持恒定体温所需要的能量，身体的生长发育和组织更新所需要的原料，都必须从食物中摄取。糖类、油脂、蛋白质、水、无机盐和维生素是人体不可缺少的六大营养要素。其中糖类、油脂、蛋白质在人体内经过消化，提供人体生命活动所需要的能量和组成机体的原料。

糖类

糖类是人体消耗能量的主要来源，也是合成人体中许多重要化合物的原料。糖类包括葡萄糖、蔗糖、麦芽糖和淀粉等。作为人们主粮的谷类中含较

多的淀粉。淀粉是绿色植物进行光合作用的产物。

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0140_1.bmp}

【实验 6-9】1.在两支试管里各加入少量淀粉，然后分别加入 5 毫升水，振荡。给一支试管加热（不要煮沸），比较两者有什么不同。

2.将未加热的试管静置；另一支试管浸入冷水中冷却。用滴管分别吸取两支试管里的上层清液，各加入碘水（或碘酒）1 滴，观察现象。

淀粉是一种白色粉状物质，没有气味，没有味道，不溶于冷水。加热到 55～60℃时，淀粉能溶于水，变成半透明的有粘性的液体。淀粉的特性反应是遇单质碘显蓝色。

【实验 6-10】将上述加碘水后呈现蓝色的淀粉液体，分出一半装入另一试管中。向其中一支试管加入 1 毫升唾液，向另一支试管加入 1 毫升蒸馏水，振荡。几分钟后，比较两者什么不同。

从实验可以看到，加有唾液的试管中，蓝色变成浅紫红色后逐渐褪去。说明淀粉在唾液的作用下已变成其他物质。如果米饭在口中反复咀嚼，会感到有甜味。这是因为淀粉在唾液中酶的作用下生成麦芽糖的缘故。然后麦芽糖在小肠里受胰液中酶的作用转变成葡萄糖（$C_6H_{12}O_6$）被肠壁吸收，进入血液，输送到人体各器官组织。

葡萄糖在自然界里分布很广泛，它存在于葡萄汁和一切带甜味的水果里。

工业上，将淀粉溶液加入稀盐酸后加热，制造出葡萄糖。葡萄糖是白色晶体，有甜味，易溶于水。它是最容易被人体吸收的一种糖。在医疗上常把葡萄糖制成注射针剂和葡萄糖水，以补充病人的营养。

葡萄糖受酒化酶的作用，变成酒精：

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酒化酶}} 2C_2H_5OH+2CO_2\uparrow$$

用含淀粉的粮食酿酒，就是将淀粉经过一系列的化学反应变成酒精。

油脂

常用的食用油脂有豆油、花生油、菜油、猪油和牛油等。油脂难溶于水，易溶于汽油等有机溶剂中。

油脂的成分里含碳、氢、氧等元素。油脂在人体内经过酶的作用，生成脂肪酸和甘油，一部分经过氧化提供生命活动所需要的能量，另外一部分被人体吸收后又合成脂肪，贮存在皮下，随时供人体代谢的需要。

工业上以油脂和氢氧化钠为原料，可以制得肥皂和甘油。从油脂还可以制得脂肪酸和甘油，它们是重要的工业原料，可以用来制造炸药、树脂，以及护肤霜、雪花膏等化妆品。

蛋白质

蛋白质是构成人体组织细胞的基本物质。人体内蛋白质的含量约为 16.3%。

【实验 6-11】分别点燃棉花纤维和羊毛，燃烧后产生的气味有什么不

同。

蛋白质的成分里含碳、氢、氧、氮、硫，有的还含磷、铁等元素。蛋白质的分子都很大，它们的式量从几万到几百万。蛋白质结构非常复杂。它是由大量的、多种不同的氨基酸按照一定的顺序结合起来的。蛋白质在体内酶的作用下，分解成多种氨基酸。人体吸收氨基酸后，再在酶的作用下合成人体所需要的各种蛋白质；一部分则变成代谢产物（如尿素、水、二氧化碳）而排出体外。如果蛋白质摄入量不足，会引起人体体重减轻、发育迟缓、肌肉萎缩、贫血乏力等等症状。

食物在人体内的氧化

糖类、油脂和蛋白质是提供人体能量的主要来源。其中来自糖类的热量占一半以上。因此，人们将它们看作是人体生命活动的“燃料”。

在人体组织里，葡萄糖被缓慢氧化而逐渐释放出能量，供机体活动的需要：

$$C_6H_{12}O_6+6O_2 \xrightarrow{酶} 6CO_2+6H_2O+热$$

每克葡萄糖在体内氧化时放出大约 15.6 千焦的能量。

每克脂肪在体内氧化可以产生 37.7 千焦的能量，约是葡萄糖的两倍。因此脂肪是人体重要的能源，但是，脂肪摄入过多，在人体内过剩后会引起肥胖。

蛋白质在体内氧化时放出跟葡萄糖大约相当的热量。成年人每天大约需要 60～70 克蛋白质，在生长发育期的青少年需要量更大。

糖类、脂肪和蛋白质在人体内的氧化，是在人体恒温条件下经过酶的作用进行的，能量分成很多步骤逐渐释放，所以是一种特殊的氧化过程。

【习题 6.3】

1.怎样用实验证明土豆里含有淀粉？

2.食物中产生能量的营养要素是哪些？正常情况下，少年男子每天需要 12000 千焦的热能。如果这些热量全部由葡萄糖氧化产生，每天应摄入葡萄糖几克？

3.羊毛是由蛋白质构成的纤维，棉花是由很多葡萄糖结合构成的纤维。怎样用简单的方法加以鉴别？

6.4 根据化学方程式的简单计算

研究物质的变化，不仅要知道物质经过反应生成了什么物质，还要知道由多少反应物可以产生多少生成物。

根据质量守恒定律配平的化学方程式，不仅表示什么物质参加反应，结果生成什么物质，还可以表示各反应物和生成物之间的质量比。例如，水通电生成氢气和氧气：

$2H_2O$	$\xrightarrow{通电}$	$2H_2\uparrow$	$+O_2\uparrow$
$2(1\times2+16)$		$2(1\times2)$	16×2
质量比 36	:	4 :	32

就是说，每 36 份质量的水通电分解后，生成 4 份质量的氢气和 32 份质量的氧气。

在工农业生产和科学实验里，我们可以根据化学方程式来进行一系列的计算。例如，用一定量的原料（反应物）最多可生产多少产品；生产一定量的产品最少需要多少原料等。

下面，我们通过实例来说明根据化学方程式进行计算的步骤和方法。

［例题 1］把 2.7 克水通电分解，可以得到多少克氢气？

［解］设 2.7 克水通电分解后可以得到 x 克氢气。

$$2H_2O \xrightarrow{通电} 2H_2\uparrow + O_2\uparrow$$

2（1×2+16）=36　　2（1×2）=4

2.7 克　　x 克

$$\frac{36}{2.7} = \frac{4}{x}$$

$$x = \frac{2.7 \times 4}{36} = 0.3（克）$$

答：把 2.7 克水通电分解，可以得到 0.3 克氢气。

［例题 2］将氧化铜加热时通入足量氢气反应，如制取 20 克铜，需要氧化铜多少克？

［解］设需要氧化铜 x 克。要*

$$CuO + H_2 \xrightarrow{\triangle} Cu + H_2O$$

63.5+16=79.5　　63.5

x 克　　20 克

$$\frac{79.5}{x} = \frac{63.5}{20}$$

$$x = \frac{79.5 \times 20}{63.5} = 25（克）$$

答：需要氧化铜 25 克。

根据化学方程式进行计算的步骤和方法可以归纳如下：

1.设未知量。

2.写出有关反应的化学方程式（必须配平）。

3.根据化学方程式写出有关物质的质量比和已知量、未知量。

4.列比例式，求解。

5.简明地写出答案。

练习

1.将 3 克镁带在空气中点燃，生成氧化镁多少克？

2.将 2.6 克锌粒和足量的稀硫酸反应，能制得氢气多少克？

【习题 6.4】

1.加热分解 5.8 克氯酸钾，可以得到多少克氧气？

2.在实验室中用氢气还原氧化铜制取铜，若制取 15 克铜，需要多少克氧化铜？消耗氢气多少克？

3.250 克碳酸钙跟足量的盐酸反应，可以生成二氧化碳多少克？消耗 10%的盐酸多少克？

4.将干燥纯净的氯酸钾和二氧化锰的混合物 6 克放在试管里，加热到不

再产生气体为止，剩余固体的质量为 4.04 克。问：

（1）反应中制得多少克氧气？

（2）原混合物中含有多少克氯酸钾？

（3）加热后剩余固体中含有哪些物质？各是多少克？

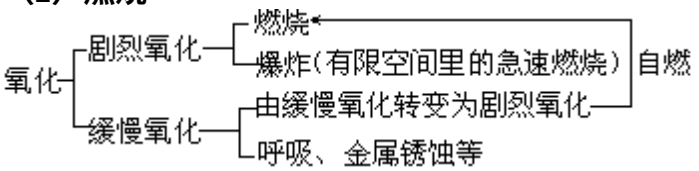
本章提要

1.燃烧与灭火

（1）可燃物燃烧的条件：_____，_____。

灭火的基本方法：_____，_____，_____。

（2）燃烧



（3）燃料的合理燃烧：燃料充分燃烧，热量充分利用。

2.燃料

（1）现代社会最重要的燃料有_____、_____、_____三种。

（2）天然气的主要成分是_____。它在空气中燃烧的化学方程式是_____。

（3）石油炼制的基本方法叫_____，煤经过_____，可以得焦炭、_____和_____等。

3.食物和营养

（1）人体需要的六大营养要素是_____。

（2）淀粉、脂肪和蛋白质在人体内的消化

4.根据化学方程式进行计算的基本步骤和方法

复习题

A

1.填空

（1）我国在世界上最早发现并利用的重要矿物燃料是_____、_____和_____。

（2）如果发生电器设备引起火灾，首先应_____，然后使用_____灭火器灭火。

（3）有机化合物的共同性质是_____。

（4）人体需要的六大营养要素是：水、无机盐、维生素_____、_____、和_____。

2.用线段将中间的化学反应跟左右两边有关的概念连接起来：

	·氢氧混合气点燃·	
燃烧·	·红磷在空气中点燃·	·化合反应
爆炸·	·甲烷在空气中点燃·	·氧化反应

自燃·　　·蘸有白磷的二硫化碳溶液的滤纸露置在空气中·

3.写出下列物质变化的化学方程式。

（1）白磷燃烧_____。

（2）铁丝在氧气中燃烧_____。

（3）甲烷在空气中燃烧_____。

（4）酒精在空气中燃烧_____。

4.选择

（1）下列物质中着火点最低的是_____。

（A）白磷　　（B）红磷

（C）木炭　　（D）硫

（2）下列物质燃烧时，有蓝色火焰，并且生成刺激性气体的是_____。

（A）白磷　　（B）一氧化碳

（C）硫　　（D）甲烷

（3）下列物质燃烧时，可用冷水扑灭的是_____。

（A）煤油　　（B）电气设备

（C）木材　　（D）仪表设备

（4）下列物质中属于纯净物的是_____。

（A）石油　　（B）天然气

（C）煤　　（D）酒精

（5）下列物质分别燃烧后，产物不能使澄清石灰水变浑浊的是_____。

（A）甲烷　　（B）一氧化碳

（C）氢气　　（D）酒精

5.将 1.5 克木炭在空气中点燃，可生成二氧化碳多少克？

6.20 克氧化铁跟一氧化碳反应，至少需要多少克一氧化碳才能将氧化铁完全还原成铁？

B

7.实验室用碳酸钙跟足量盐酸反应制取二氧化碳。

（1）如果制取 2 克二氧化碳，至少需要多少克碳酸钙？

（2）如果用 2 克碳酸钙，最多可生成二氧化碳多少克？

8.将 50 克甲烷充分燃烧，问：

（1）消耗氧气多少克？消耗氧气多少升？［ρ（O_2）=1.43 克/升］相当于消耗空气约多少升？

（2）可生成二氧化碳多少克？

（3）如将生成的二氧化碳通入足量的澄清石灰水中，可生成沉淀多少克？

9.往 10 克 10%的氢氧化钠溶液里加足量的硫酸铜溶液可以生成多少克沉淀？

10.把金属铜和氧化铜的混合物 0.92 克装入试管，在不断通入氢气的情况下加热。反应停止后，称量得 0.75 克固体物质。求反应前混合物中含金属铜多少克？

*11.2.8 克铁和足量氯气化合生成 8.13 克的化合物，通过计算求此化合物的化学式。

*12.如三氧化硫、二氧化硫、氧气三者的质量比为 5：4：4，求它们的分子数目之比。

*13.相同质量的氧化铜分别被氢气、木炭、一氧化碳还原，则需要这三种物质的质量比是多少？

*14.相同质量的氢气、一氧化碳、甲烷分别燃烧，则消耗氧气的质量比是多少？

7 常用的材料

人们的日常生活用品、房屋建筑、交通工具以及工农业生产中的设备和工具，都是由多种多样性能各异的材料制成。近几十年来，越来越多的新材料被研究和制造出来，使人们的物质生活变得更加丰富多采。现代科学技术的发展，往往和一些具有特殊性能的材料的研制成功联系在一起。例如电子技术的发展和半导体材料之间有着密不可分的联系。

材料通常分为两大类：金属材料和非金属材料。本章重点介绍金属材料中的铁、铜、铝，非金属材料中的石灰、水泥和塑料、合成纤维、合成橡胶等基础知识。

7.1 金属材料

金属

金属材料分为黑色金属和有色金属两大类。黑色金属是指铁、锰、铬及它们的合金。黑色金属以外的金属统称有色金属。根据密度不同，有色金属可以分为重金属（如铜、锌、镍、锡、铅等密度在 5 克/厘米 ^{3} 以上的金属）、轻金属（如镁、钠、钙、铝等密度在 5 克/厘米 ^{3} 以下的金属）。

金属之最

1.熔点最高的金属——钨
2.熔点最低的金属——汞
3.硬度最大的金属——铬
4.密度最大的金属——锇
5.密度最小的金属——锂
6.地壳中含量最多的金属——铝
7.人类冶炼最多的金属——铁
8.导热、导电性最好的金属——银
9.人体内最多的金属元素——钙

金属都能导电，又能导热。

不同的金属导电、导热性能不同，其中银的导电性能最好，铜和铝略差一些，一般的电线都是用铜或铝制成的。几种常见金属导电、导热性能的比较见图 7-1。

思考

从图 7-1 中你能发现金属的导电性和导热性之间有何关系。

金属还具有良好的延展性。经过锻打、热轧、冷拉等加工，可以制成形状不同的金属制品。例如，上海铝材厂轧出的铝箔最薄为一根头发粗细的十分之一（0.007 毫米），它能满足我国电子、医药、包装、建材等行业的需要。

通常纯金属的强度和硬度不高，耐磨性较差。为了使金属材料获得更加良好的性能，把一种金属跟另一种或几种金属（也可以是非金属）熔合在一

起，经冷却后得到新的固体物质——合金。例如，钢是铁和碳等的合金；黄铜是铜和锌的合金；硬铝是铝、铜、镁的合金。

合金的性质跟组成它的纯金属的性质有很大差异。让我们以熔点为例来进行研究。

【实验 7-1】将如豌豆大小的锡、铅、焊锡（锡铅合金）各一粒，如图 7-5 所示放置在铁片上，加热铁片的中心部分。观察它们的熔化情况。

多数合金的熔点低于组成它的任何一种成分金属的熔点。例如，锡的熔点是 232℃，铋是 271℃，镉是 321℃，铅是 327℃。将这四种金属依次按 1：4：1：2 的质量比熔合组成的合金的熔点只有 67℃。利用这种合金的低熔点，可以用来制作保险丝。合金的硬度一般比各成分金属的硬度要大。例如，硬铝（除铝外还含 Cu4%，Mg0.5%，Mn0.5%，Si0.7%）的硬度几乎跟钢材相当，而且密度要小得多。有的合金材料还具有耐磨性、电磁性能、耐高温性能和化学稳定性等特殊性能。由于组成合金后，产生了许多新的宝贵的性能，因此在实际生产上大量使用的是合金。

钢铁

钢和生铁都是含碳的铁合金。钢和生铁的主要区别在于含碳量的多少。生铁的含碳量较高，还含有硅、锰、磷、硫等杂质。经过高温冶炼，使生铁里碳和杂质的含量减少到一定的标准就成为钢。炼钢的方法主要有转炉炼钢、平炉炼钢和电炉炼钢三种。

表 7-1 生铁和钢的含碳量及机械性能的比较

类别	含碳量	含杂质	机械性能
生铁	2.11 %～4.30 %	多	硬而脆，可以铸造，不可锻造
钢	0.03 %～2.11 %	少	坚硬，有韧性、弹性，可以锻打、压延和铸造

根据生铁的性能不同，可分为炼钢生铁、灰口铸铁和球墨铸铁等。

钢材是国民经济建设中最重要的金属材料。

钢按化学成分可分为碳素钢和合金钢两大类。

$$\text{钢}\begin{cases}\text{碳素钢}\begin{cases}\text{低碳钢（含碳小于}0.25\%\text{）}\\ \text{中碳钢（含碳}0.25\%\sim0.6\%\text{）}\\ \text{高碳钢（含碳大于}0.6\%\text{）}\end{cases}\\ \text{合金钢}\end{cases}$$

钢铁的生产量占金属生产总量的 95%以上，在工农业、国防和日常生活中应用十分广泛。

碳素钢的含碳量跟它的机械性能有很大关系。一般说，含碳量降低，硬度变小，韧性增大；反之含碳量升高，硬度增大，韧性变差。为了改善钢的某些性能，在碳素钢里添加适量的一种或多种合金元素制成合金钢。

碳素钢的机械性能，除了跟成分有关以外，还常常跟热处理的加工方法有关。

▲［阅读材料］

钢的热处理

用缝衣针作两种不同的热处理，来看一下对它的性能有何影响。

［实验］1.淬火：取两枚缝衣钢针，用镊子夹住放在酒精灯火焰上烧至红热后，立即放入冷水里。取其中一枚，试一试能否将其弯曲成 90°？

2.回火：把另一枚淬过火的钢针用镊子夹住，放在酒精灯上微热（不使钢针烧红）片刻，之后让它在空气中自然冷却。试一试能否将其弯曲成 90°？

讨论

根据上面实验和图 7-10，分析淬火和回火在加工方法及对钢件的影响上有什么相同和不同之处。

淬火和回火是钢件热处理的两种方法。淬火后钢针的硬度、耐磨性增强，但塑性和韧性降低，容易折断。因此，淬火必须和回火相配合，才能提高钢件的硬度、强度和韧性等。不锈钢、耐热钢和磁钢经过淬火处理后，还能提高其不锈、耐热和磁性。

战国时期，我们的祖先已经开始应用热处理工艺来降低白口铁的脆性，提高硬度。秦汉以后，钢铁热处理技术已有很大的发展，西汉已开始普遍使用。明朝宋应星所著《天工开物》中，载有冶炼、铸钟、锻铁、淬火等金属的加工方法，是世界上最早的金属工艺的科学著作。

铜和铝

除了钢铁，铜和铝是最常见的金属。

远在公元前 3000 多年以前，我们的祖先就开始利用红铜（自然铜），并且会冶炼青铜等铜合金，熔铸成小件器物。在各地出土的商、周文物中有大量的青铜礼器、生活用具、武器和工具。其中著名的有 1939 年在河南安阳武官村出土的司母戊鼎（见彩图），重 875 千克，花纹颇为精致，说明远在公元前 16 世纪的商周时代，我国已经具有很高的青铜铸造水平了。

纯铜具有紫红色金属光泽，熔点 1083℃，密度为 8.9 克/厘米^3，具有良好的导电和导热性。铜广泛用作导电材料和散热材料。在潮湿的空气中，铜表面生成一层绿色的碱式碳酸铜［$Cu_2(OH)_2CO_3$］，俗称“铜绿”。

常见的铜合金有黄铜、青铜和白铜。

铝是地壳中含量最多的金属元素，占所有金属元素总质量的 1/3。铝由电解氧化铝制得。现在全世界铝的年产量已超过 1000 万吨，名列有色金属之首，成为航空、电力、化工、交通及国防等工业广泛使用的廉价金属材料。

铝是银白色的轻金属，熔点 660℃，密度为 2.7 克/厘米^3，约是铜的 1/3，是制造各种轻质结构的重要金属材料。铝有良好的导电性和导热性，工业上大量用铝代替铜作导线和热交换器、散热材料。

铝在大气中有良好的耐腐蚀能力，在铝的表面可生成一层致密的氧化层薄膜，隔绝铝和空气的接触，阻止铝被氧化。

纯铝的延展性很好，但强度低，所以一般都使用铝的合金。例如，铝硅合金和硬铝。

金属的腐蚀和防护

在日常生活中，金属的腐蚀，特别是钢铁的腐蚀（生锈）是一个重要的问题。钢铁制品往往因不注意保养而生锈。据估计每年由于腐蚀而损失的钢铁约占其年产量的 10%～20%。

【实验 7-2】取三根干燥、无锈、无油的新铁钉，分别放入三只小瓶内，向第一只瓶内注入少量水，使铁钉部分浸没在水中，第二只瓶内注满刚煮沸过的凉开水③浸没铁钉，第三只瓶保持干燥（瓶内放些干燥剂），用塞子将瓶口塞紧（图 7-13），放置 2～3 天后仔细观察有何现象发生，并进行比较、分析。

讨论

你认为怎样才能防止钢铁生锈？

为了隔绝空气和防水，防止钢铁生锈，通常采用在钢铁的表面覆盖保护层。这样既隔绝空气，又可以防水。例如，在车船的表面喷油漆，在机械上涂防锈漆或防锈油，面盆、杯子等表面涂上一层搪瓷。还可以在钢铁的表面镀上一层不易生锈的其他金属，例如在铁丝和铁片上镀锡、镀锌和镀铬（通常称克罗米）。我国春秋时期的越王勾践剑（见彩图），经过表面处理，埋于地下 2000 多年，至今仍光彩夺目，剑刃锋利。

【习题 7.1】

1.填空

（1）黑色金属包括_____、_____、_____三种金属，其余的金属都属于_____。

（2）生铁和钢都是_____的合金。生铁中碳的含量为_____，钢中碳的含量为_____。

（3）合金是由_____和_____在一起熔合而成的。

2.（1）铝跟铁相比，具有哪几方面优越的性质？根据这些性质各有什么用途？

（2）铝的化学性质很活泼，为什么通常的铝制品却很耐腐蚀？

3.下列铝制品的用途主要利用了铝的哪个性质？

（A）导热性　　（B）导电性

（C）延展性　　（D）金属光泽

（1）铝锅烧饭_____，（2）铝锭压成铝箔_____，（3）铝线作电缆_____。

4.自行车各部分钢铁构件分别用什么方法来防锈的？（举例说明）

5.在一定条件下，电解氧化铝得到铝和氧气，1000 千克氧化铝电解可得到铝多少千克？

7.2 金属的化学性质

金属的化学性质

常温下，镁、铁、铝等金属都能被空气中的氧气所氧化；点燃或加热时，很多金属跟氧气化合生成金属氧化物。

练习

分别写出镁带在空气中燃烧，铁丝在氧气中燃烧，铜在空气中加热的化

学方程式。

1.金属跟酸的反应。

【实验 7-3】1.取少量镁条、锌粒、铜片分别放入盛有稀盐酸的三只试管中，观察现象。试验产生的气体是不是氢气。

2.再取少量镁条、锌粒、铜片分别放入盛有稀硫酸的三只试管中，观察现象。试验产生的气体是不是氢气。

从实验看到，镁跟稀盐酸或稀硫酸的反应比较剧烈，生成氢气；锌跟稀盐酸或稀硫酸反应并生成氢气，但反应没有镁那么剧烈；铜跟稀盐酸或稀硫酸不发生反应。镁、锌跟盐酸的反应可表示如下：

$$Mg+2HCl \rightarrow MgCl_2+H_2\uparrow$$

$$Zn+2HCl \rightarrow ZnCl_2+H_2\uparrow$$

上述反应的类型跟前面学过的化合、分解、复分解反应比较，有什么不同？

这些反应都是由一种单质跟一种化合物起反应生成另一种单质和另一种化合物，这类反应叫做置换反应。

练习

写出镁、锌分别跟稀硫酸反应的化学方程式。

2.金属跟某些盐溶液的反应。

【实验 7-4】1.在盛有硫酸铜溶液的试管里浸入一段洁净的（经过除油、除锈）铁丝，过一会儿取出，观察有什么变化。

2.在盛有硫酸亚铁溶液的试管中，浸入一段洁净的铜丝，过一会儿取出，观察有什么变化。

从上面实验可以看到，放在硫酸铜溶液里的铁丝表面覆盖一层红色的铜。这个反应可以表示如下：

$$Fe+CuSO_4 \rightarrow FeSO_4+Cu$$

浸入硫酸亚铁溶液中的铜丝没有发生变化，说明铜不能从硫酸亚铁溶液中把铁置换出来。

金属活动性顺序

铁能把铜从硫酸铜溶液中置换出来，而铜却不能把铁从硫酸亚铁溶液中置换出来，说明铁的化学性质比铜活泼。

让我们再来做一些实验，比较各种金属的化学活泼性。

【实验 7-5】在盛有硝酸银溶液和硫酸锌溶液的试管中，分别浸入一段洁净的铜丝，过一会儿取出，观察发生的变化。

从实验看到，浸入硝酸银溶液的铜丝表面覆盖有一层白色的银，而浸入硫酸锌溶液中的铜丝没有变化。

讨论

1.根据以上实验事实，比较铜、银、锌的活动性大小。

2.根据实验 7-3 的结果，列出镁、锌、铜的活动性大小的顺序，如果把氢的活动性列入其中，应在哪种金属之前？

综合以上事实，可以得出四种金属的化学活动性顺序：

$$Mg > Zn > (H) > Cu > Ag。$$

经过许多实验，人们总结出最常见的金属的化学活动性顺序如下：

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

$\xrightarrow[\text{金属活动性由强逐渐减弱}]{}$

思考

根据金属活动性顺序，判断能否用铁从盐酸中置换出氢气。

【实验 7-6】在稀盐酸中小心地放入一根洁净的铁钉，观察现象。

铁和盐酸反应的化学方程式如下：

$$Fe+2HCl \rightarrow FeCl_2+H_2\uparrow$$

实验说明，在金属活动性顺序中，排在氢前面的金属能置换出稀硫酸或盐酸里的氢，排在氢后面的金属不能置换出酸里的氢。只有排在前面的金属，才能把排在后面的金属从它们的盐溶液里置换出来。

【习题 7.2】

1.写出镁、铜、氧气、盐酸四种物质中能相互反应的化学方程式，并注明反应类型。

2.选择

（1）下列金属中，不能跟稀硫酸发生反应的是_____。

（A）Zn　　（B）Ag

（C）Fe　　（D）Al

（2）在氯化锌溶液中，加入下列哪种金属能置换出金属锌？_____。

（A）Al　　（B）Cu

（C）Pb　　（D）Ag

（3）下列物质间的反应中，不属于置换反应的是_____。

（A）木炭还原氧化铜

（B）铁片放入硫酸铜溶液

（C）一氧化碳还原氧化铜

（D）硝酸银溶液中放入铜片

3.用 6.5 克锌跟足量的稀硫酸反应，生成氢气的质量是多少克？

7.3 怎样从矿石里获取金属

金属元素在自然界里的存在

金属元素在自然界中的分布很广，除了极少数不活泼的金属（如铂、金等）有游离态存在外，其余大都以化合态存在。

含铁的矿物主要有赤铁矿（Fe_2O_3）、磁铁矿（Fe_3O_4）、菱铁矿（$FeCO_3$）等。

铜矿主要有黄铜矿（$CuFeS_2$）、斑铜矿（Cu_2FeS_4）、孔雀石［$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$］等。

铝矿主要有铝土矿（$Al_2O_3 \cdot H_2O$；$Al_2O_3 \cdot 3H_2O$）和明矾石矿［$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4Al(OH)_3$］等。

从金属利用的历史来看，先是青铜器时代，而后是铁器时代，铝的利用是近百年的事。这个先后顺序和地壳中金属元素的含量无关，却跟金属的活动性顺序以及金属冶炼的难易有关。

铁和铜的冶炼

怎样从矿石中把金属提炼出来呢？

我国是世界上最早使用胆铜法炼铜的国家。用硫酸将铜矿中的铜转变成可溶性的硫酸铜，以氧化铜矿为例：

$$CuO+H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4+H_2O$$

再把铁放在硫酸铜溶液中，使铜被铁置换出来。

$$Fe+CuSO_4 \rightarrow FeSO_4+Cu$$

讨论

研究一下孔雀石，如何证明它的成分中有碳酸铜？设计出实验方案。（提示：碳酸铜具有跟碳酸钙相似的性质，能跟盐酸反应）

如何从氧化铁矿石中炼得铁？

【实验 7-7】如图 7-21 装置，在硬质玻璃管里放入少量红色的氧化铁粉末，通入一氧化碳，然后加热。观察发生的现象。

我们可以看到，玻璃管里的粉末由红棕色逐渐变黑。试管里澄清的石灰水变浑浊。反应的化学方程式是：

$$Fe_2O_3+3CO \xrightarrow{高温} 2Fe+3CO_2$$

工业上炼铁时，把铁矿石跟焦炭、石灰石一起加入高炉，从下方通入热风，在炉内生成的一氧化碳，把氧化铁还原成铁（图 7-22）。

钢铁是人类生活和生产中非常重要的金属材料。春秋时期，我国已用铸铁制作农具。我国最早的人工冶铁开始于公元前 6 世纪，春秋末到战国初出现了原始的炼钢，当时的冶炼技术在世界上居领先地位。

{ewl MVIMAGE,MVIMAGE, !2T000126_0160_2.bmp}

新中国成立以后，我国的钢铁工业得到了飞速的发展，到 1992 年我国的钢产量已超过 8000 万吨，是新中国成立以前最高年产量（1943 年，90 万吨）的近 89 倍，跃居世界第四位。大型的钢铁基地不断建立，我国最现代化的钢铁企业——上海宝山钢铁总厂一期工程已于 1985 年投入生产，日产生铁近 1 万吨。炼钢厂有三座 300 吨大型纯氧顶吹转炉，年产粗钢 664 万吨。现代化生产的宝山钢铁总厂就像一颗明珠镶嵌在东海之滨万里长江的入海口。

【习题 7.3】

1.炼铁的主要原料有_____、_____、_____和_____，主要设备是_____。表示炼铁原理的主要化学方程式是_____。

2.焦炭和空气在高炉中是怎样产生一氧化碳的？写出有关的化学方程式。

3.将 2.8 克铁放入足量的硫酸铜溶液中，当铁全部反应完后，将液体过滤，可得到铜多少克？

4.某炼铁厂每天消耗 17000 吨含氧化铁 80%的赤铁矿，那么该厂理论上日产含铁 96%的生铁多少吨？

7.4 矿物质材料和合成材料

非金属材料分为矿物质材料和高分子材料两大类。矿物质材料包括石料、砖瓦、石灰，水泥等；有机高分子材料包括木材、石油产品和高分子合成材料（简称合成材料）。本节着重介绍石灰、水泥和合成材料。

石灰和水泥

石灰是人类最早应用的矿物质材料之一。我国在公元前 13 世纪开始使用石灰，至今已有 3300 多年的历史。

生石灰是用石灰石、白云石、白垩或贝壳等含碳酸钙的矿物作原料，在石灰窑中高温煅烧而成。生石灰具有强烈的吸水性，遇水反应生成熟石灰，这一过程称为“石灰的熟化”，熟石灰跟空气中的二氧化碳作用生成坚硬的碳酸钙。

练习

写出下述各步反应的化学方程式。

石灰石$\xrightarrow{\text{煅烧}}$生石灰$\xrightarrow{\text{水}}$熟石灰$\xrightarrow{\text{二氧化碳}}$碳酸钙

这是一个有趣的“周而复始”的变化。通过这个变化，实现了从自然矿物质到材料，最后成为建筑物的组成部分。

石灰与砂跟水混合称为“灰砂”，能用来砌墙。石灰和稻草或纸浆混合称作“纸筋石灰”，用来作墙体抹面。石灰还能制作多种建筑材料制品，如石灰、高炉矿渣和石膏按适当比例混合磨细，成为石灰矿渣水泥。

水泥加水搅拌后能在空气和水中硬化，水泥具有良好的粘接性，能把砂、石等材料牢固地结合在一起。水泥凝结硬化后有很高的机械强度，是工程建设中最重要的建筑材料之一。1992 年我国水泥产量已突破 3 亿吨，居世界首位。

思考

你认为水泥在运输和贮存中要注意些什么？为什么水泥贮藏期不宜过长？

▲［阅读材料］

火山灰和水泥

火山爆发会给人类带来巨大的灾难。公元 1979 年 8 月 24 日下午，意大利维苏威火山爆发，使位于火山附近的庞培和赫库兰尼姆两座古城遭到毁灭。

但是，人们发现，用火山灰和石灰拌和在一起，浇上水后是胶凝力很强的建筑材料。古罗马人用它建筑起高达 10 层楼的神庙。我国古代建筑中用的石灰、黄土、河沙混合制成的“三合土”，实际上也是一种石灰——火山灰胶凝材料。200 年前，日本、瑞士、法国等还都把火山灰当作建筑材料出售哩。

当然，并不是每个国家、每个地方都能很方便地得到火山灰，毕竟人们不希望火山爆发啊！人们想，火山灰是高温熔岩的细粉，是一种硅酸盐，那么粘土也是硅酸盐，在高温煅烧后，再磨成细粉，不就是人造的“火山灰”吗？试下来，确实很灵！这方法至今还在用。

善于思索的人是永远不会满足现成的东西的。人们又想，火山灰是煅烧

过的“粘土”，熟石灰是石灰石煅烧后用水化成的。如果不是先分别煅烧再混合，而是改成先混合再煅烧，那结果又将怎样呢？1824 年，英国建筑工人阿斯普丁就是这种勤于思考、勇于实践的人，他经过反复试验，烧制成近代建筑、现代建筑必不可少的水泥。

烧制水泥的主要原料是石灰石和粘土。在生产过程中分为配料磨细、煅烧和磨细熟料三道工序。

通过上述方法制得的水泥叫做普通硅酸盐水泥。主要成分有 $3CaO \cdot SiO_2$、$2CaO \cdot SiO_2$ 和 $3CaO \cdot Al_2O_3$，通过不同的加工配料还可以制得各种性能特异的水泥，如快硬水泥、膨胀水泥、大坝水泥、白水泥等。

合成材料塑料

合成材料的发展极为迅猛，当今各种合成材料的总产量已超过钢铁，人类正在进入一个新的“合成材料”的时代。

化学家通过化学反应，使数以千计的简单分子相互结合，成为式量很大（至少在几千以上，大都是几万、几十万，甚至更大）的化合物。人们把它称作合成高分子化合物。又因为这类高分子化合物是由简单分子经聚合而成，所以又叫聚合物。例如许多个乙烯（C_2H_4）分子通过聚合生成聚乙烯。

各种高分子化合物具有优良的性能，如密度小、强度高，还具有一定的塑性和弹性，以及良好的耐磨、耐腐蚀和电绝缘性能。人们将各种高分子化合物加工成各类高分子合成材料。常见的合成材料有塑料、合成纤维和合成橡胶，称为三大合成材料。其他还有合成树脂涂料和粘接剂等等。合成材料在工农业、交通运输、国防科研和日常生活中都有广泛用途。

塑料是具有可以塑造成型性质的一大类合成材料。如果把它加热到一定的温度范围，能熔化成粘稠状的液体，趁热把它注入到不同的模具里，冷却后就能形成各种形状的制品。塑料还具有良好的电绝缘和耐腐蚀等性能。下表介绍几种常见的塑料的性质和用途。

▲［阅读材料］

几种常见的塑料的性质和用途

名称	使用温度	性能	用途
聚乙烯	-7 ～ 50 ℃	良好的绝缘性、耐寒性、化学稳定性、无毒	食品袋、塑料奶瓶、食品包装用薄膜

（续表）

聚氯乙烯	-15 ～ 55 ℃	耐酸性、耐磨和绝缘性好，添加剂对人体有毒害	各种管材、板材、下水道和建筑材料、电缆包皮、包装材料、人造革
聚苯乙烯	0 ～ 70 ℃	绝缘、透明好，有脆性，抗冲击性差	建筑材料、无线电和电视机壳体、玩具、隔音和包装材料
聚丙烯	-30 ～ 140 ℃	强度高，耐热，耐磨，耐腐蚀，无毒	制作容器、包装薄膜、包扎用带、制丙纶纤维

讨论

对常见的四种塑料的性能和用途进行比较，找出它们的共同之处和特点。

除了上面四种产量最大、应用极其广泛的塑料外，还有比玻璃更透明的有机玻璃，机械强度高作为工程材料的聚酰胺（尼龙）及 ABS 塑料等等。

在日常生活中，我们常常需要对塑料进行识别。对塑料的外观色泽、手感、敲击声、密度大小以及燃烧时的特征等方面综合考虑作出判断。

合成纤维

合成纤维是利用石油、煤、天然气等作原料，经过化学合成和机械物理加工制成的一种人造纤维，具有强度高、密度小、弹性好、耐磨、耐酸碱的特点，是工业、国防和日常生活中不可缺少的材料。合成纤维中最主要的是锦纶、涤纶和腈纶，它们的产量占合成纤维总产量的 90%以上。我国合成纤维生产近年来发展很快，如上海金山石油化工总厂、江苏仪征化纤联合企业合成纤维的年产量分别达到 32 万吨和 48 万吨，相当于 1600 万亩亩产皮棉 50 千克的棉田。

▲［阅读材料］

机器“蚕宝宝”

“春蚕到死丝不断，只愿他人御风寒。”这是人们对蚕儿吐丝的赞誉。早在 4000 多年前，我国劳动人民就能巧妙地织出各种纹彩绮丽的丝绸，后来通过丝绸之路，被运往中亚直至欧洲。

一条蚕宝宝，只能结一个茧；从一个茧上，只能抽出 0.5 克蚕丝。可想而知，为了做一件丝绸衣服，得花出多大的精力啊！几千年来，人们总幻想，要能有一条“金蚕”，从嘴中不断地吐出成千上万根蚕丝那该多好啊！

你看到过蚕宝宝吐丝吗？仔细观察时会发现，蚕儿吐出一种粘稠的液体，遇到空气，就凝结成丝，然后蚕儿又牵引细丝编织成茧。看来，要学蚕儿吐丝，需要解决两个问题：首先是制成像蚕宝宝肚里那样的粘液；其次是把粘液从细孔中引出成丝。

创造是从模仿开始的。19 世纪，科学家们不断寻找树叶或树枝溶解成粘液的物质。1894 年，人们用硝酸处理木纤维使它变成硝化纤维素，然后将其溶解在酒精或乙醚的溶剂中配成粘液，通过细孔抽成细丝。用它制成的第一件人造纤维衣服，在巴黎博览会上大受赞赏。遗憾的是，它一碰到火星就会烧成灰烬，因此，未能投入工业生产。但它毕竟是人类的第一件人造纤维衣服。方向是正确的，道路是曲折的。研究不断进行，成功总会来临。

1905 年，人们用氢氧化钠溶液和二硫化碳，把从木材、芦苇、甘蔗渣中提取的纤维素，溶解成粘液，通过用金和铂制成的喷丝孔，1 分钟拉出上万根 500 米长的细丝。1 立方米的木材用机器可以拉出 160 千克的人造丝。这些人造丝相当于 32 万条蚕吐出的丝。

今天，人们还用煤、石油为原料，通过机器蚕宝宝制成各种粘液，然后吐出涤纶、锦纶、维尼纶、腈纶等等各种化学纤维。如今世界上 1/3 的纤维是棉、羊毛、丝、麻等天然纤维，而占 2/3 的纤维是机器蚕宝宝吐出的化学

纤维，这是多么巨大的变化啊！

【实验 7-8】1.取纯羊毛、涤纶、锦纶、腈纶织物的纤维，分别用火柴点燃，观察并记录燃烧情况、气味和灰烬色态，并进行比较。

2.取两种未知织物纤维（其中一种是纯羊毛，另一种是化学纤维织物），用火柴点燃后，根据现象判断其中哪一种是化学纤维织物。

羊毛含有蛋白质成分，燃烧时具有烧毛发的臭味，燃烧后灰烬多，是带有光泽的黑色脆块，用手指压一下就成粉末状。利用这些性质就可以区分羊毛和化学纤维织物。

合成橡胶

合成橡胶是以石油和天然气为原料，人工合成的高分子化合物。它的化学结构跟天然橡胶很相似，不少性能比天然橡胶更好，目前已成为橡胶工业的主要原料。

合成橡胶的主要品种有丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶等。还有具有特殊性能的特种橡胶，如在医疗、航空工业应用广泛的硅橡胶，耐高温的氟橡胶和耐油性能特别好的丁腈橡胶等。

【习题 7.4】

1.为什么通常把熟石灰放在水中可以保存一段时期，而水泥在水中却很快硬结成块了？

2.三大合成材料指的是_____、_____和_____，它们都是人工合成的_____化合物。

3.为什么聚乙烯薄膜制成的食品袋不能装刚烧好的油炸食品？

4.有人将沸水直接灌入装饮料的塑料瓶，或用沸水泡洗锦纶针织内衣和尼龙袜，你认为合适吗？为什么？

本章提要

1.
- 金属材料
  - 黑色金属（如生铁、钢、合金钢等）
  - 有色金属（如黄铜、青铜、硬铝等）
- 非金属材料
  - 矿物质材料（如水泥、石灰、陶瓷等）
  - 高分子合成材料（如塑料、合成纤维、合成橡胶等）

2.金属活动性顺序和金属的化学性质

金属活动性顺序

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

3.一种单质跟一种化合物起反应，生成另一种单质和另一种化合物，这类反应叫做置换反应。

本章和以前各章学过的化学反应类型主要有下列四种类型：

（1）化合反应 A+B+……→C

（2）分解反应 A→B+C+……

（3）复分解反应 AB+CD→AD+CB

（4）置换反应 A+BC→AC+B

复习题

A

1.填空

（1）钢按化学成分可分为和_____、_____两大类。

（2）钢铁生锈是因为表面跟_____和_____接触而发生复杂的化学反应。

（3）烧制水泥的主要原料是_____和_____。

2.选择（每小题只有一个答案）

（1）地壳中含量最多的金属元素是_____。

（A）Cu　　（B）Fe

（C）O　　（D）Al

（2）钢和生铁的主要区别在于_____。

（A）含杂质多少

（B）含碳量多少

（C）机械加工性能

（D）耐腐蚀性能

（3）对钢件性能没有明显影响的是_____。

（A）钢件的机械加工方法

（B）钢件的热处理

（C）加入合金元素

（D）较大地改变含碳量

（4）下列金属放入盐酸中不能产生气体的是_____。

（A）Na　　（B）Cu

（C）Fe　　（D）Mg

（5）炼铁的主要设备是_____。

（A）转炉　　（B）平炉

（C）高炉　　（D）电炉

（6）水泥在贮存和运输上要注意不能_____。

（A）接触空气　　（B）见光

（C）受热　　（D）受潮

（7）下列物质中不属于高分子化合物的是_____。

（A）水泥　　（B）塑料

（C）合成纤维　　（D）橡胶

3.指出下列化学变化的反应类型（指化合、分解、复分解、置换）。

（1）$2Al+Fe_2O_3 \xrightarrow{点燃} Al_2O_3+2Fe$

（2）$4Al+3O_2 \xrightarrow{点燃} 2Al_2O_3$

（3）$CuCO_3+2HCl \rightarrow CuCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$

（4）$CuCO_3 \xrightarrow{\triangle} CuO+CO_2\uparrow$

4.取钢样 10 克放在氧气流里充分灼烧，得到 0.185 克二氧化碳，求钢样里碳的百分含量。

B

5.选择

（1）下列说法中正确的是_____。

（A）合金一定是由几种金属一起熔化而制成的

（B）一种单质跟一种化合物的反应叫做置换反应

（C）各种塑料制品都不能直接接触沸水

（D）塑料制品一般能重复模压成型，而水泥结块后不能再粉碎使用

（2）将相等质量的镁、铁、锌跟足量的稀盐酸反应，产生的氢气_____。

（A）镁最多　　（B）铁最多

（C）锌最多　　（D）镁、铁、锌一样多

（3）有 X、Y、Z 三种金属。如果把 X 和 Y 分别投入稀硫酸中，X 溶解并产生气体，Y 不反应。如果把 Y 和 Z 投入硝酸银溶液中，过一会儿，可以看到 Y 表面有银覆盖，Z 没有变化。则 X、Y、Z 三种金属的活动性由强至弱的排列顺序是_____。

（A）X、Z、Y　　（B）X、Y、Z

（C）Y、Z、X　　（D）Z、Y、X

（4）在硝酸银和硝酸铜的混合溶液中，加入一定量的铁粉，充分反应后有少量金属析出，过滤后往滤液中滴加盐酸，有白色沉淀生成，则析出的少量金属是_____。

（A）Fe 和 Cu　　（B）Fe 和 Ag

（C）Cu 和 Ag　　（D）Ag

6.完成下列各步变化的化学方程式。下述反应中属于置换反应的编号是_____。

（1）$Fe_2O_3 \xrightarrow{①} Fe \xrightarrow{②} Fe_3O_4$，$Fe \xrightarrow{③} FeCl_2$

（2）$Cu \xrightarrow{④} CuO \xrightarrow{⑤} CuSO_4 \xrightarrow{⑥} Cu$

7.用足量的一氧化碳还原氧化铁粉末，如果要制得 2.8 克铁，有多少克氧化铁被还原？同时生成多少克二氧化碳？

8.把 7 克一氧化碳和 6 克碳分别完全燃烧，将生成的二氧化碳分别通入足量的澄清石灰水中，生成的碳酸钙沉淀分别为 A 克和 B 克，则 A 与 B 的关系是_____。

9.将 40 克石灰石（杂质不和盐酸反应）跟 100 克盐酸充分反应，反应后混合物质量减少 13.2 克。求（1）生成二氧化碳多少克？（2）石灰石中含碳酸钙的质量百分含量是多少？

10.将硝酸钾与氯化钠的混合物 50 克溶于水制成溶液，往此溶液中加入硝酸银溶液直至不再产生沉淀为止，沉淀质量为 14.35 克。求此混合物中硝酸钾的质量百分含量。

*11.在高温时将一氧化碳通过盛 10 克氧化铁粉末的容器，冷却后剩余固体质量为 7.6 克。求参加反应的氧化铁占原有氧化铁的质量百分比。

*12.取某赤铁矿样品（主要成分为氧化铁）5 克，在高温时用足量一氧化碳充分反应，将生成的二氧化碳跟足量石灰水完全反应，生成白色沉淀 6 克。求此赤铁矿中氧化铁的质量百分含量。

8 碱酸盐

在前面几章里，我们已分别学过几种单质和一些化合物。自然界存在的和人工制造的化合物非常多，我们不可能对这么多种物质一个一个分别加以研究。前人把生产和实验中积累起来的丰富材料进行整理，按组成和性质把物质分成不同的类别，对物质进行分门别类的研究。人们通常从几种典型代表物着手，逐步扩大到认识一类物质的通性，再推测同类其他物质的性质。本章我们将用这种方法认识几类主要的无机物——碱、酸、盐。

8.1 氢氧化钠氢氧化钙

氢氧化钠

你可能很少或者根本没有接触过氢氧化钠，但是人们的生活中却离不开它。每生产一吨肥皂要消耗氢氧化钠 100 千克，每生产 1000 个普通大小的铝锅要消耗氢氧化钠约 20 千克。更多的氢氧化钠用于纺织、造纸和精制石油，几乎每一个工业部门都需要它。氢氧化钠有如此广泛的用途，是因为它有许多重要的性质，下面我们通过实验来认识。

【实验 8-1】1.用镊子取一小块氢氧化钠，把它放在表面皿上，观察它的颜色、状态。几分钟以后再看看它有什么变化。

2.把一小块氢氧化钠放入盛有 3 毫升水的试管里，振荡试管，观察有什么变化，用手摸一摸试管壁有什么感觉？把一小撮兔毛或全毛绒线放入该试管中，用玻璃棒搅拌并加热煮沸 2～3 分钟，观察试管中的变化。

思考

通过实验，你能说出氢氧化钠有哪些物理性质？你认为使用氢氧化钠时应该注意些什么？

氢氧化钠是一种白色固体，极易溶解于水，同时放出大量的热。暴露在空气里的固态氢氧化钠容易吸收空气里的水分，表面潮湿而逐步溶解，这种现象叫潮解。利用这个性质，氢氧化钠可以用作某些气体（如氧气、氢气）的干燥剂。

氢氧化钠有强烈的腐蚀性，俗称烧碱或苛性钠。**使用氢氧化钠时必须十分小心（切不可用嘴尝或用手指接触），防止皮肤、衣服被它腐蚀。万一沾到氢氧化钠应该立即用水冲洗。**

氢氧化钠的化学性质很活泼，能跟许多物质发生反应。

【实验 8-2】在三个盛有氢氧化钠溶液的试管里分别滴入几滴紫色石蕊试液、无色酚酞试液和 BTB 试液，另取三个盛有盐酸的试管，也分别滴入几滴紫色石蕊试液、无色酚酞试液和 BTB 试液，观察溶液颜色的变化。

氢氧化钠溶液能使紫色石蕊试液变蓝，使无色酚酞试液变红，使 BTB 试液变蓝。盐酸能使紫色石蕊试液变红，使 BTB 试液变黄，不能使无色酚酞试液变色。

石蕊、酚酞、BTB 能跟酸或碱溶液作用显示不同的颜色，这类物质叫做**酸碱指示剂**，通常简称指示剂。用不同的酸碱指示剂溶液浸渍滤纸，干燥后

可以制得各种酸碱试纸。酸溶液或者碱溶液接触试纸会显示不同的颜色。我们曾经学过碳酸可以使蓝色石蕊试纸变红，氨气能使湿润的酚酞试纸变红。

氢氧化钠还会跟某些化合物反应。

【实验 8-3】如图 8-4 所示，双孔塞中插入带小橡皮泡的短玻璃管和盛有氢氧化钠浓溶液的滴管。取两只集气瓶，分别充满二氧化碳和二氧化硫，用带玻管的双孔塞把集气瓶塞紧。

把滴管中的氢氧化钠溶液挤压入集气瓶，振荡，观察橡皮泡的变化。

思考

小橡皮泡膨胀变大说明集气瓶中的气体压强有什么变化？为什么会有这种变化？

氢氧化钠跟二氧化碳反应生成碳酸钠和水，氢氧化钠跟二氧化硫反应生成亚硫酸钠和水，二氧化碳、二氧化硫气体在反应中消耗了，集气瓶中气体压强下降，空气通过短玻管进入橡皮泡而使小泡膨胀。

$$2NaOH+CO_2 \rightarrow Na_2CO_3+H_2O$$

（碳酸钠）

$$2NaOH+SO_2 \rightarrow Na_2SO_3+H_2O$$

（亚硫酸钠）

像二氧化碳、二氧化硫等能跟碱反应生成盐和水的氧化物叫做酸性氧化物。非金属氧化物大都是酸性氧化物。

硫酸工厂排放的尾气里含有污染环境的二氧化硫，将尾气通过氢氧化钠溶液，可以大大减少二氧化硫的含量。

思考

固态氢氧化钠长时间露置在空气中，除了潮解，还可能发生什么变化？你认为固态氢氧化钠应该怎样保存？

【实验 8-4】在两个盛有 3 毫升氢氧化钠稀溶液的试管里，各滴加一滴酚酞试液，分别向两个试管里逐滴加入稀盐酸和稀硫酸，边滴边振荡，直到红色刚好褪去。

用滴管吸取反应后的溶液滴在蒸发皿中，在小火上烘干，观察蒸发皿中留下了什么。放置一会儿，看有没有变化。

思考

1.滴入一定量稀盐酸或稀硫酸以后，溶液从红色变为无色，这说明溶液的酸碱性发生了什么变化？

2.实验 8-4 中哪两个现象说明氢氧化钠跟盐酸或硫酸反应生成了新的物质？

氢氧化钠跟盐酸反应生成氯化钠和水，跟硫酸反应生成硫酸钠和水，像这种碱跟酸作用生成盐和水的反应叫做中和反应。

$$NaOH+HCl \rightarrow NaCl+H_2O$$

$$2NaOH+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+2H_2O$$

练习

氢氧化钠跟硝酸（HNO_3）也能发生中和反应，试写出该反应的化学方程式。

中和反应在工农业生产和科学实验中应用很广。例如，农业上施加熟石灰来降低土壤的酸性，精制石油时用氢氧化钠来中和过量的酸，服用氢氧化铝治疗胃酸过多等。

中和反应是复分解反应的一种，氢氧化钠还能跟盐溶液发生复分解反应。

【实验 8-5】在两个试管里分别注入 2～3 毫升氯化铜溶液和氯化铁溶液，观察它们各显什么颜色。在两个试管中分别滴加 1 毫升氢氧化钠溶液，观察试管里的变化。

蓝色氯化铜溶液跟无色的氢氧化钠溶液反应，生成蓝色的氢氧化铜絮状沉淀。棕黄色的氯化铁溶液跟无色的氢氧化钠溶液反应，生成红褐色的氢氧化铁絮状沉淀。

$$CuCl_2+2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow+2NaCl$$

$$FeCl_3+3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow+3NaCl$$

练习

氢氧化钠溶液分别跟硫酸铁［$Fe_2(SO_4)_3$］、硝酸铜［$Cu(NO_3)_2$］溶液的反应也是复分解反应，试写出这些反应的化学方程式

讨论

你能用几种方法区别蒸馏水和氢氧化钠溶液两瓶无色液体？试叙述实验方法，现象和结论。

氢氧化钙跟氢氧化钠一样，也属于碱，它可能具有哪些性质呢？

氢氧化钙

氢氧化钙俗称熟石灰或消石灰，微溶于水，它的水溶液又称石灰水，对衣服、皮肤有腐蚀作用。

我们已经知道氢氧化钠和氢氧化钙都能跟二氧化碳反应，那么，它们的其他性质是不是相似呢？

【实验 8-6】按图 8-6 所示，试验氢氧化钙的化学性质。

实验说明氢氧化钙也能跟酸性氧化物、酸和某些盐反应，其性质跟氢氧化钠相似。

$$Ca(OH)_2+CO_2 \rightarrow CaCO_3\downarrow+H_2O$$

$$Ca(OH)_2+2HCl \rightarrow CaCl_2+2H_2O$$

$$Ca(OH)_2+2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2+2H_2O$$

$$Ca(OH)_2+Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3\downarrow+2NaOH$$

$$3Ca(OH)_2+2FeCl_3 \rightarrow 2Fe(OH)_3\downarrow+3CaCl_2$$

讨论

有人用石灰乳刷墙，并在室内烧一个炭盆，过几天墙壁就变得又硬又白了。想一想，在这过程中发生了哪些化学变化？写出有关反应的化学方程式。

熟石灰在工农业生产上应用很广，工业上用它作原料制造漂粉精（用作消毒剂和漂白剂）；农业上用它来配制农药波尔多液和石灰硫黄合剂，还用它来降低土壤的酸性。

为什么氢氧化钠和氢氧化钙的性质这样相似呢？

碱的命名和通性

【实验 8-7】把连有灯泡、电源的石墨电极分别插入氢氧化钠溶液、氢

氧化钾溶液和澄清石灰水中，观察灯泡是不是发光。

我们知道，电流是由带电微粒按一定方向移动而形成的。氢氧化钠溶液、氢氧化钾溶液和澄清石灰水都能使电流通过灯泡发光，这是因为氢氧化钠、氢氧化钾和氢氧化钙在溶液中都能离解出能自由移动的带电荷的离子，由于离子的定向移动形成了电流，所以会使灯泡发光。某些化合物溶解于水，离解成自由移动离子的过程叫做电离，这三种碱的电离可以用以下的电离方程式表示：

$$NaOH \rightarrow Na^{+}+OH^{-}$$

$$KOH \rightarrow K^{+}+OH^{-}$$

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+}+2OH^{-}$$

三种碱所电离出来的阳离子（金属离子）不同，但是都有相同的阴离子（氢氧根离子），我们把**电离时生成的阴离子全部是氢氧根离子的化合物叫做碱**。根据碱的组成——氢氧根离子和金属离子的名称，把碱叫做“氢氧化某”，例如，氢氧化钾（KOH）、氢氧化铜［$Cu(OH)_2$］等。

练习

写出下列碱的化学式：氢氧化镁、氢氧化钡、氢氧化铁。

因为碱在水溶液里都能电离出相同的氢氧根离子，所以它们有相似的性质，称为碱的通性。

1.碱的水溶液能跟酸碱指示剂反应，使紫色石蕊试液或红色石蕊试纸变蓝，使无色酚酞试液变红（还能使 BTB 试液变蓝）。

2.碱能跟酸性氧化物反应生成盐和水。

3.碱能跟酸发生中和反应，生成盐和水。

4.碱能跟某些盐起反应，生成另一种盐和另一种碱。

［课外实验］

自制皮蛋

你想自制几个无泥皮蛋吗？按图示的配方和步骤试一试，准能成功。

想一想，配制浸蛋溶液时是否可以用生石灰和碳酸钠来代替氢氧化钠和氢氧化钙，为什么？

【习题 8.1】

1.把下列甲栏中的实验操作跟乙栏中的实验现象用线段连接起来，并写出有关反应的化学方程式。

甲栏	乙栏
①在氢氧化钠溶液中滴入酚酞试液·	·产生红褐色沉淀
②氯化铜溶液跟氢氧化钠溶液混合·	·产生蓝色沉淀
③氯化铁溶液跟氢氧化钠溶液混合·	·溶液变红色
④在滴有酚酞试液的氢氧化钠溶液中加入足量盐酸·	·溶液没有明显变化
⑤在氢氧化钠溶液中通入二氧化碳·	·溶液变无色

化学方程式：②_____

③_____

④_____

⑤_____

2.在 30 克 5%的氢氧化钠溶液里，滴入 3 滴酚酞试液，试计算要加入多少克 5%的硫酸才能使溶液刚好变成无色。

3.选择

（1）久盛石灰水的试剂瓶内壁常附有一层白膜，要洗去这层白膜最好的方法是_____。

（A）用水洗　　（B）用氢氧化钠溶液洗

（C）用盐酸洗　　（D）先用盐酸再用水洗

（2）下列各溶液中能跟石灰水反应，但没有明显现象的是_____。

（A）盐酸　　（B）氯化铁溶液

（C）硫酸铜溶液　　（D）酚酞试液

（3）只用一种试剂就能区分盐酸、食盐溶液、澄清石灰水，这种试剂是_____。

（A）酚酞试液　　（B）石蕊试液

（C）氯化铁溶液　　（D）氢氧化钠溶液

4.为什么熟石灰和苏打（Na_2CO_3）溶液混合后，可以代替氢氧化钠溶液？写出有关反应的化学方程式。

5.用三种简便的方法（每种方法只能用一种试剂）区别两瓶无色液体：澄清石灰水和蒸馏水。写出有关反应的化学方程式。

6.根据碱的通性，分别写出氢氧化钾跟二氧化碳、硫酸、硫酸铜溶液、氯化铁溶液反应的化学方程式。

7.将 10 克氢氧化钠溶于 40 毫升水中（水的密度为 1 克/厘米^3）。

（1）求溶液的质量百分比浓度。

（2）中和该溶液需 30%的硫酸溶液多少克？

8.2 盐酸　硫酸

碱有通性，那么酸有没有通性呢？盐酸和硫酸性质相似吗？我们先研究其中的一种——盐酸，再把它跟硫酸比较。

盐酸

盐酸是氯化氢气体的水溶液，用氯化氢的化学式 HCl 表示。盐酸是一种重要的化工产品，工业盐酸含氯化氢约 31%。人的胃液里也含有少量盐酸，它可以帮助消化。

盐酸有哪些物理性质呢？

【实验 8-8】观察一瓶纯净的浓盐酸和一瓶工业用浓盐酸的颜色，揭开两只试剂瓶的瓶盖，看看有什么现象。用手在瓶口上方轻轻扇动，小心地闻一闻有没有气味。

思考

浓盐酸瓶口的白雾是怎样形成的？这说明盐酸具有什么物理性质？

纯净的浓盐酸（约含 37%～38%的氯化氢）是没有颜色的液体，工业用的浓盐酸常因为含有杂质（主要是铁的化合物）而带有黄色。浓盐酸有挥发性，当揭开盛浓盐酸的瓶盖时，从浓盐酸里挥发出来的氯化氢气体跟空气里

的水蒸气接触，形成盐酸的小液滴而产生白雾。盐酸有刺激性气味，有腐蚀性。

我们已经知道盐酸能使酸碱指示剂变色，能跟活泼金属、碱以及某些盐反应。

练习

写出盐酸跟镁、锌、氢氧化钠、氢氧化钙、碳酸钠反应的化学方程式。

金属制品在电镀、电焊前，要用盐酸清洗表面的氧化物，这是利用盐酸的什么性质呢？

【实验 8-9】1.取一枚生锈的铁钉，观察它的颜色。小心地让生锈的铁钉沿着试管壁滑到试管底部，向试管中滴加少量稀盐酸，振荡。过一会儿取出铁钉，用水冲洗干净。观察铁钉表面和溶液颜色的变化。

2.向盛有少量氧化铜粉末的试管中加入 2 毫升盐酸，微微加热。观察试管里的变化。

铁钉表面变光亮了，这是因为盐酸跟铁锈（主要成分是 Fe_2O_3）反应，生成可溶性的氯化铁和水。黑色的氧化铜粉末消失了，它也跟盐酸反应，生成了绿色的可溶性的氯化铜和水。

$$Fe_2O_3+6HCl\rightarrow 2FeCl_3+3H_2O$$

$$CuO+2HCl\rightarrow CuCl_2+H_2O$$

像氧化铁、氧化铜这种能跟酸反应生成盐和水的氧化物叫做**碱性氧化物**，大多数金属氧化物是碱性氧化物。

思考

酸性氧化物和碱性氧化物在组成和性质上有什么不同？试各举两例说明。

盐酸能跟碱和某些盐反应。

【实验 8-10】1.向盛有少量氢氧化铜固体的试管里加入盐酸，振荡，观察发生的变化。

2.在盛有少量稀盐酸的试管里滴入几滴硝酸银溶液，观察发生的变化。

蓝色的氢氧化铜固体跟盐酸反应，生成氯化铜和水。

$$Cu(OH)_2+2HCl\rightarrow CuCl_2+2H_2O$$

硝酸银溶液跟盐酸反应，生成不溶于硝酸的白色沉淀氯化银。

$$AgNO_3+HCl\rightarrow AgCl\downarrow+HNO_3$$

硝酸银溶液可以用于检验盐酸。

思考

胃酸过多的病人服用一种叫“胃舒平”的药片，药片的主要成分是氢氧化铝。想一想，为什么胃舒平能医治胃酸过多？你能写出相应的化学方程式吗？

讨论

归纳一下，盐酸有哪些主要的化学性质，能跟哪几类物质反应？

硫酸与盐酸一样，也属于酸。那末，硫酸是否具有盐酸相似的性质呢？

硫酸

稀硫酸的性质可以通过下列实验了解。

【实验 8-11】实验过程如图 8-13 所示。

实验 8-11 中的化学变化，依次用化学方程式表示是：

$$Zn+H_2SO_4（稀）\rightarrow ZnSO_4+H_2\uparrow$$

$$Fe_2O_3+3H_2SO_4\rightarrow Fe_2（SO_4）_3+3H_2O$$

$$CuO+H_2SO_4\rightarrow CuSO_4+H_2O$$

$$Cu（OH）_2+H_2SO_4\rightarrow CuSO_4+2H_2O$$

$$BaCl_2+H_2SO_4\rightarrow BaSO_4\downarrow+2HCl$$

稀硫酸中加入氯化钡溶液能产生不溶于盐酸的白色沉淀，用这种方法，可以鉴别稀硫酸和盐酸。

讨论

归纳一下，稀硫酸有哪些化学性质，能跟哪几类物质发生反应？

从实验知道，稀硫酸的性质跟盐酸很相似。

硫酸是一种很重要的化工原料，是最常用的酸之一。制造农业上使用的化肥、农药和国防上使用的炸药都少不了硫酸。工业上冶炼有色金属、生产化学纤维以及制革、造纸业等都要用到硫酸。

使用硫酸时，特别是使用浓硫酸时一定要注意安全。

【实验 8-12】1.取一瓶浓硫酸，观察它的颜色和状态。放在手上掂一掂，跟同体积的水比较，看哪一种质量大。打开瓶盖，观察瓶口有没有白雾。

2.用玻璃棒蘸取浓硫酸在纸上写一个字，滴一滴浓硫酸在一小块棉布上。观察纸和棉布的变化。

纯净的硫酸是没有颜色、粘稠、油状的液体，不容易挥发。常用浓硫酸的浓度是 98%，密度是 1.84 克/厘米^3。

纸张、衣服、皮肤都是由含碳、氢、氧等元素的化合物组成的，浓硫酸能把这些化合物中的氢原子和氧原子，以 2∶1 的比例（水的组成比）脱出，使它们碳化变黑，这是浓硫酸的脱水性。因为浓硫酸会灼伤皮肤、腐蚀衣物，所以使用时要十分小心。如果不慎在皮肤或衣服上沾上浓硫酸应立即用布拭去，再用水冲洗。

浓硫酸容易溶解于水，溶于水时放出大量的热。因此，稀释浓硫酸时一定要把浓硫酸沿着容器壁慢慢注入水中并且不断搅拌，使浓硫酸在溶解时放出的热量迅速扩散，水温慢慢上升。如果把水倒进浓硫酸里，水密度小，浮在硫酸上面，溶解时产生的热量会使水沸腾，带着硫酸液滴向四处飞溅，容易造成事故。所以，在稀释浓硫酸时，千万不能把水倒进浓硫酸里，一定要把浓硫酸沿着器壁慢慢地注入水里，并不断搅动，使产生的热量迅速地扩散。

浓硫酸还能直接吸收空气里的水分，这是浓硫酸的吸水性。实验室常用浓硫酸作干燥剂，用来干燥氧气、氢气、二氧化碳等气体。

酸的命名和通性

稀硫酸跟盐酸性质相似有内在的原因。

【实验 8-13】把连有灯泡、电源的石墨电极分别插入稀盐酸和稀硫酸里，观察灯泡是不是发光。

酸溶解于水以后，在水分子的作用下能电离出离子，所以酸溶液能导电。盐酸、硫酸、硝酸的电离方程式如下：

$$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$$

$$H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$$

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

我们把电离时生成的阳离子全部是氢离子的化合物叫做酸。常见的酸有：

硫酸 H_2SO_4	氢硫酸 H_2S
碳酸 H_2CO_3	氢溴酸 HBr
磷酸 H_3PO_4	氢氟酸 HF
硝酸 HNO_3	盐酸 HCl

组成里含有氧原子的酸叫做含氧酸。含氧酸一般根据它们组成里氢氧两种元素以外的另一种元素的名称，而命名为“某酸”。组成里不含氧原子的酸叫做无氧酸。无氧酸一般在氢原子的后面加上另一元素的名称，命名为“氢某酸”。习惯上我们把 HCl 叫做盐酸，把 HNO_3 叫做硝酸。

因为酸在水溶液里都能电离出共同的氢离子，所以酸有相似的性质。酸的通性是：

1.酸的水溶液能跟酸碱指示剂反应，使紫色石蕊试液或蓝色石蕊试纸变红，不能使无色酚酞试液变色（能使 BTB 试液变黄）。

2.酸能跟碱性氧化物反应生成盐和水。

3.酸能跟碱发生中和反应，生成盐和水。

4.酸能跟某些盐反应，生成另一种酸和另一种盐。

5.酸能跟活泼金属反应，通常生成盐和氢气。

食醋除水垢

热水瓶用久了，瓶胆的内壁会留下一层浅褐色的水垢，取白醋 30 毫升左右倒入空的热水瓶内，盖好瓶塞，让其平躺下来，每隔 10～15 分钟转动一次热水瓶，使瓶胆内壁各部分都能浸到白醋，约一小时就可以除去瓶胆内的水垢，再倒掉残液，用水洗净。

练习

1.盐酸、硫酸能跟哪些金属反应放出氢气？各举两例写出化学方程式。

2.写出盐酸、硫酸分别跟氧化镁、氢氧化铁、碳酸钠反应的化学方程式。

生活中，我们经常遇到不少有机酸，例如醋酸、乳酸、柠檬酸等。

平常调味用的食醋中含有 3%～5%的醋酸，醋能帮助消化，杀菌，适量食用对人体有益。热水瓶底部或水壶底部的水垢（主要成分是碳酸钙和氢氧化镁）可以用醋酸浸泡除去。

▲［阅读材料］

形形式式的酸

酸的种类繁多，除了常见的盐酸、硫酸、硝酸等无机酸之外，还有各式

各样的有机酸，例如醋酸、柠檬酸、苹果酸等等。各种酸除了具有酸的通性之外，还具有各自奇妙的特性。

常温下盐酸、硫酸、硝酸都呈液态，而硼酸（H_3BO_3）却呈固态。硫酸较稳定，加热到 300℃以上才开始分解，而硝酸怕光、怕热，容易分解，碳酸、亚硫酸则更不稳定，常温下就发生分解。

醋是酸味的代表物，有一段时期，化学家们也认为酸都具有酸味。醋酸、苹果酸、柠檬酸都有令人愉快的、可口的酸味，它们是调味、配制各种饮料、糖果的上佳原料。从油脂水解所得的硬脂酸和软脂酸却是淡而无味。肥皂的主要成分就是硬脂酸的钠盐。还有甜味的酸——水杨酸。水杨酸的钠盐专门用于治疗关节风湿病。大家熟知的退热镇痛药阿斯匹林，就是由水杨酸衍变而来的。调制浆糊时，常用水杨酸作防腐剂。以味道著称于世的味精，是谷氨酸的钠盐。维生素 C 则是治疗坏血病的抗坏血酸。

大家都知道盐酸和稀硫酸不能溶解铜、汞、银、铂、金，硝酸却能跟铜、汞、银等绝大多数金属（除金、铂等少数金属）反应，但并不生成氢气。要溶解金和铂，需要使用王水（浓硝酸和浓盐酸 1∶3 的混合物）。

有些酸是重要的化工原料。例如，合成锦纶纤维的己二酸，合成涤纶纤维的对苯二甲酸。有些酸是生命的基础。例如，合成生物体内蛋白质的各种氨基酸，带有遗传信息密码的核酸。

还有些物质带有“酸”的名称，也有些酸的性质，严格讲却不属于酸类。从煤焦油中提炼出的苯酚，俗名叫石炭酸。它可用来消毒，是制造电木、锦纶、染料、医药、农药的重要原料。用石炭酸与硝酸反应后，生成一种物质叫苦味酸。它的确味苦（而且有毒），因此叫苦味酸。苦味酸是一种染丝毛的黄色染料，最重要的用途是作烈性炸药。

化学家研究形形色色、千姿百态的酸，利用它们各自的特性，为创造人类的美好生活服务。

［课外实验］

自制酸碱指示剂

许多植物的花果茎叶中含有颜色的有机物，它们在酸性溶液或碱性溶液里会显示不同的颜色。如果你有兴趣，可以取这些植物的花果枝叶切碎捣烂，用酒精浸制，使植物中所含的色素溶解于酒精，所得的浸出液可以作为酸碱指示剂。

厨房中某些物质也含有有机色素，它们在酸碱溶液中会显示不同的颜色。你可以用咖喱粉自制一块长效的“酸碱指示布”，用它来试验你感兴趣的溶液的酸碱性。

取咖喱粉，用水和少量酒精调成糊状，涂在一块白布的两面。放置一段时间后用水冲去多余的咖喱粉，白布被染成黄色，就制成了一块可以多次反复使用的“酸碱指示布”。它遇酸性溶液呈红色，遇碱性溶液呈黄褐色。每次用完后，用水把布上的酸性或碱性物质漂洗干净，指示布又恢复原来的黄色，可以供下次使用。

【习题 8.2】

1.盐酸在工农业生产和日常生活中用途很广，下面几项是其中的一部分，请写出盐酸的下列各项用途的化学方程式。

（1）电镀前用盐酸清洗钢铁表面的铁锈。

（2）制革工业中用熟石灰给毛皮脱毛，剩余的熟石灰用盐酸来中和。

（3）用稀盐酸来清除锅炉中的水垢（主要成份是碳酸钙和氢氧化镁）。

2.怎样鉴别水、稀盐酸、稀硫酸三瓶无色液体？简要阐明操作步骤、现象和结论。

3.选择

（1）下列物质中能够跟盐酸反应，但不产生气体的是_____。

（A）金属铁　　（B）大理石

（C）金属铜　　（D）熟石灰

（2）下列物质久置在敞口容器中，质量既不减少也不增加的是_____。

（A）浓硫酸　　（B）浓盐酸

（C）精盐　　（D）固态氢氧化钠

（3）只用一种试剂鉴别氢氧化钠、氢氧化钙、硫酸三种无色溶液，这种试剂是_____。

（A）氯化钡溶液　　（B）紫色石蕊试液

（C）二氧化碳　　（D）饱和碳酸钠溶液

4.某试验室用 15%的氢氧化钠溶液洗涤一定量分馏汽油中的残余硫酸，共消耗氢氧化钠溶液 40 克，洗涤后溶液呈中性，求这些分馏汽油中含硫酸多少克？

8.3 溶液酸碱度的表示方法——pH 值

日常生活中，我们接触到的大多数溶液往往有不同的酸碱性，例如肥皂水呈碱性，桔子水呈酸性，而茶水呈碱性。溶液的酸碱性有强弱之分，氢氧化钠、氢氧化钙的水溶液有较强的碱性，硫酸、盐酸的水溶液有较强的酸性，肥皂水、桔子水、茶水的酸碱性都非常弱。在工农业生产和科学实验中，仅仅知道溶液呈酸性还是碱性是不够的，还必须测定、控制溶液酸碱性强弱的程度，即溶液的酸碱度。科学上是怎样衡量溶液的酸碱度呢？

pH 值

溶液的酸碱度常用 pH 值表示，pH 值的范围通常在 0～14 之间。

pH 值=7 时溶液呈中性。

pH 值＞7 时，溶液呈碱性，pH 值越大，碱性越强。

pH 值＜7 时，溶液呈酸性，pH 值越小，酸性越强。

生命活动对 pH 值的要求很严格。当土壤的 pH 值小于 4 或大于 8.5 时农作物就难于生长。人体血液的正常 pH 值是 7.35～7.45，在人多通风不好的地方反复吸进含有较多二氧化碳的空气后，血液里二氧化碳含量增大，血液酸性增强。当血液的 pH 值降低到 7.3 以下，人就会产生恶心、头晕等症状，当血液的 pH 值低于 6.9 或者高于 7.8 时将危及生命。

练习

图 8-21 是人体内几种体液或代谢产物的正常 pH 值，其中哪些偏酸性？哪些偏碱性？哪一种酸性最强？哪一种碱性最强？

pH 值的测试

我们用什么方法来测定溶液的 pH 值呢？测定溶液 pH 值有多种方法，根据检测要求和检测条件可以选用不同的方法。例如医院、实验室要精确测定溶液的 pH 值时，可以使用酸度计。测定 pH 值的简单方法通常是使用 pH 试纸。pH 试纸是浸渍过多种酸碱指示剂的试纸，测定时把待测液滴在 pH 试纸上，然后把试纸显示的颜色跟标准比色卡（上面印有在各种 pH 值时显示的颜色）对照，找出相同的颜色就知道被测溶液的 pH 值了。

【实验 8-14】取一小撮菜叶（捣烂）、少许土壤、一小块水果（捣烂）分别放在三支试管里，各加入蒸馏水 3 毫升。用玻璃棒搅拌一分钟，静置。把剪成小块的 pH 试

用 pH 试纸测定溶液的 pH 值，虽然简单，但不够准确，而且对于有色或浑浊的溶液不适用。数字微显 pH 计是一种能较准确测定溶液 pH 值的仪器，它的 pH 最小分度值为 0.1，能液晶显示数字各类溶液的 pH 值。纸放在玻璃片上，分别用玻璃棒蘸取菜叶、土壤、水果的浸出液滴在 pH 试纸上，测定三种浸出液的 pH 值。

正常的雨水略带酸性，pH 值为 5～6。由于工厂燃烧煤和石油产生的二氧化硫、二氧化氮等气体大量排放，使它们在某些地区空气中含量过高，降水时溶解于水造成酸雨。酸雨最严重时 pH 值可以达到 2～3。酸雨的降落使江湖水质酸化，水生物死亡。酸雨的降落还使金属锈蚀加快，建筑物、古迹被腐蚀损坏。

练习

把实验 8-14 中测得的三种浸出液的 pH 值，按酸性最强到碱性最强的顺序依次排列。

▲［阅读材料］

生物碱

自然界有一类复杂的含氮有机物，因为它们的水溶液呈碱性，最初又是从生物体里提炼出来的，所以称之谓生物碱。严格讲，它们是一类具有“类似碱”性质的有机物。

已经验证，生物碱是某些植物药性或者毒性的有效成分，它们常常具有特殊的生理作用和药理作用。我国古代的劳动人民和医学家成功地利用这些植物（或动物）医治疾病，创造了“中药学”，中药不仅在我国，而且在世界上享有盛誉。

已知的生物碱有几千种，例如茄科植物中分离出的颠茄碱有解痉止痛作用，草麻黄中的麻黄碱有发汗、治疗气喘和过敏反应的作用，茶叶中的咖啡碱和茶碱有利尿和兴奋中枢神经的作用。有的生物碱有毒性，例如烟草中的烟碱（又名尼古丁），它不但碱性较强，还很毒，一支卷烟里含烟碱 6～8 毫克，足以杀死一只小白鼠。近年来，对无数病例的观察统计证明，吸烟是致癌的重要因素之一，长期吸烟者比不吸烟者肺癌发病率高 10～20 倍，75%的肺气肿和 25%的冠心病是由吸烟引起的，为了健康要提倡成年人戒烟，青少年不能吸烟。

［课外实验］

雨水 pH 值的测定

用干净的玻璃杯盛接一杯雨水，观察雨水是否澄清，用 pH 试纸测试雨水的 pH 值。根据你居住处的环境，分析雨水 pH 值正常或者偏低的原因。

【习题 8.3】

1.填空

（1）溶液酸碱性的尺度常用_____来表示，当_____时溶液为碱性，当_____时溶液为酸性。溶液的酸碱性强弱可以用_____试纸来测定。

（2）用酸碱指示剂试验下表中两种 pH 值的溶液，分别呈什么颜色？

溶液 pH 值	紫色石蕊试液	无色酚酞试液	蓝色石蕊试纸	红色石蕊试纸
pH=3.0				
pH=10.5				

（3）三种无色溶液①蒸馏水②石灰水③稀盐酸，其 pH 值由小到大的排列是_____＜_____＜_____。

2.选择

（1）下列 pH 值的溶液中，酸性最强的是_____。

（A）pH=7　　（B）pH=4

（C）pH=12　　（D）pH=0

（2）下列物质溶于水形成的溶液，pH 值大于 7 的是_____。

（A）二氧化碳　　（B）二氧化硫

（C）氧化钙　　（D）氯化钠

3.下表是几种植物生长时土壤的最佳 pH 值范围,把它们按酸性最强到碱性最强的顺序依次排列出来。

植物	大豆	西瓜	茶	甜菜
生长的最佳 pH 值	6～7	6	5～5.5	7～7.5

4.酸雨的降落会使以大理石和石灰石为建筑材料的建筑物和雕像被腐蚀，想一想，为什么？以酸雨中的两种成分硫酸、硝酸为例，写出有关反应的化学方程式。

8.4 几种重要的盐

盐是酸跟碱中和的生成物。

盐的组成和命名

不同的酸能电离出共同的阳离子——氢离子，不同的碱能电离出共同的阴离子——氢氧根离子，那么盐能电离吗？

【实验 8-15】把连有灯泡、电源的石墨电极分别插入氯化钠溶液、硫酸铜溶液、碳酸钠溶液中，观察现象。

氯化钠、硫酸铜和碳酸钠的水溶液都能导电，这是因为它们在溶液中都能电离出能自由移动的离子。

$$NaCl \rightarrow Na^{+}+Cl^{-}$$

$$CuSO_4 \rightarrow Cu^{2+}+SO_4^{2-}$$

$$Na_2CO_3 \rightarrow 2Na^{+}+CO_3^{2-}$$

像氯化钠、硫酸铜、碳酸钠这种由金属离子（或铵根离子）和酸根离

子组成的化合物叫做盐。

思考

想一想，为什么不能用湿手触摸电器开关？

我们可以根据盐的组成，对众多的盐进行分类。

根据盐的酸根部分是否留有氢原子，把盐分为正盐和酸式盐。盐的组成里除了金属离子和酸根的叫做正盐。盐的组成里除了金属离子和酸根外，还含有氢原子的叫做酸式盐。正盐中含氧酸盐的命名是在酸的名称后面加上金属（或铵根）的名称，叫做“某酸某”。例如 $CaSO_4$ 叫做硫酸钙，$(NH_4)_2CO_3$ 叫做碳酸铵。无氧酸盐的命名是在非金属元素和金属元素（或铵根）名称中间加一“化”字，叫做“某化某”。例如，$CaCl_2$ 叫做氯化钙，AgBr 叫做溴化银，NH_4Cl 叫做氯化铵。酸式盐的命名是在酸根名称的后面加一个氢字，例如 $NaHCO_3$ 叫做碳酸氢钠，NH_4HCO_3 叫做碳酸氢铵。

对含有相同酸根或相同金属离子的盐，常给它们一个统称，例如硫酸盐、钠盐等。

盐在常温下大多是晶体，不同种类的盐在水中的溶解性不同。钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐都易溶于水，而碳酸盐、磷酸盐大多不溶水。各种盐在水中的溶解性可以查阅书末附录 II 部分酸、碱和盐的溶解性表。

练习

1.读出下列盐的名称：

$BaCl_2$，$NaNO_3$，$Cu(NO_3)_2$，$KHSO_4$。

2.写出三种盐酸盐，三种碳酸盐的化学式，并加以命名。

3.查阅书末盐的溶解性表，了解下列盐中哪些溶解于水？哪些不溶于水？

NH_4Cl，Ag_2CO_3，$Ba(NO_3)_2$，AgCl，Na_2SO_4，$BaSO_4$。

食盐

生活中，我们每天需要食盐。食盐是氯化钠的俗名，氯化钠晶体无色，易溶于水，是由钠离子和氯离子构成的正立方体。像氯化钠这种有规则几何外形的固体叫做晶体。

食盐主要来自海水，内陆有的地方用井水制盐，有的地方还有干涸的盐湖。我国有极为丰富的食盐资源。

从海水中提取食盐，就是把海水引到盐滩上，利用日光和风力使水分蒸发，当氯化钠在海水中达到饱和以后，如果继续蒸发，过剩的氯化钠就成晶体析出。从溶液中形成晶体的过程，叫做结晶。对溶解度受温度变化的影响不大的固体溶质，一般就用这种蒸发溶剂的方法得到固体。

思考

为什么用海水晒盐的时候，日晒、风吹都有利于食盐结晶？为什么在晒盐时食盐晶体析出，而氯化镁、氯化钙却大部分留在卤水中？

对溶解度受温度变化的影响较大的固体溶质，一般用什么方法得到固体呢？

【实验 8-16】在两个试管里，各注入 10 毫升蒸馏水。分别在这两个试管里加入少量硝酸钾和硫酸铜，振荡，使它们全部溶解。然后给这两个试管

加热，再继续分别加入硝酸钾和硫酸铜，制成饱和溶液。把盛有饱和溶液的试管，放在冷水中冷却，观察发生的现象。

饱和溶液冷却后，溶质从溶液里结晶析出。对溶解度受温度变化的影响较大的固体溶质，一般用冷却热饱和溶液的方法得到固体。

如果人体由于腹泻、呕吐或大量出汗而失盐过多时，要注射生理盐水或服用盐开水，以维持体内适当的盐分。浓的食盐溶液会使水分从细胞内渗出，使蛋白质凝固，所以有杀菌作用。

人体内的氯化钠通过汗液、尿液和粪便等排出体外。每人每天都要摄取一定量的食盐维持体内氯化钠的正常浓度。

摄入食盐要注意适量，通常情况下一个成年人每天需要食盐约 5 克，如果摄入过多会引起血压升高等不良影响。对心脏病、肾病的患者，应当限制食盐的摄入。

【实验 8-17】收集一些汗液盛放在试管中，滴入几滴硝酸银溶液，观察现象。

汗液中的氯化钠跟硝酸银溶液作用，生成白色的氯化银沉淀。

$$NaCl+AgNO_3 \rightarrow AgCl\downarrow+NaNO_3$$

食盐是重要的化工原料，电解食盐溶液可以制造氢气、氯气（氯气和氢气可以合成盐酸）、氢氧化钠。食盐还可以用来制取重要的化工产品纯碱。

纯碱

纯碱（又称苏打）是碳酸钠的俗名，它是一种易溶于水的白色粉末。

碳酸钠由钠离子和碳酸根离子组成，属于盐类。为什么人们把它叫做纯碱呢？

【实验 8-18】把少量碳酸钠溶解于水，分盛于两个试管中。分别用酚酞试液、BTB 试液测试碳酸钠溶液的酸碱性。

碳酸钠溶液能使无色酚酞试液变红，BTB 试液变蓝，可见，碳酸钠的水溶液呈碱性。

在日常生活中，人们利用它来消除面团发酵时产生的酸性，也用它来洗涤油腻的容器。玻璃、纺织、造纸、制药、化工等许多部门都要用到纯碱。

【实验 8-19】如图 8-28 所示，在盛有碳酸钠和碳酸钾溶液的两支试管中，各加入 2～3 毫升盐酸，观察试管内和澄清石灰水的变化。

碳酸钠和碳酸钾都能跟盐酸反应，产生能使澄清石灰水变浑浊的二氧化碳气体。

$$Na_2CO_3+2HCl \rightarrow 2NaCl+CO_2\uparrow+H_2O$$

$$K_2CO_3+2HCl \rightarrow 2KCl+CO_2\uparrow+H_2O$$

碳酸盐跟盐酸反应产生大量气泡，该气体能使澄清石灰水变浑浊，用这种方法可以检验碳酸盐。

天气干燥时，买回的块状碳酸钠，不久就变成粉末状了，这又是为什么呢？

碳酸钠从溶液里结晶析出时，晶体里结合一定数目的水分子，化学式是 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$，结合在晶体里的水分子叫做**结晶水**，含有结晶水的物质叫做

结晶水合物。含有结晶水的碳酸钠是块状固体。碳酸钠晶体在常温时放在干燥的空气里，会逐渐失去结晶水而成为碳酸钠粉末。这种在室温和干燥空气的条件下，结晶水合物失去一部分或全部结晶水的现象叫做风化。

胆矾

硫酸铜晶体俗称胆矾。

【实验 8-20】1.观察胆矾晶体的颜色、形状。取少量研碎的胆矾晶体放入干燥的试管里，按图 8-30 的装置，慢慢给试管加热，观察试管里的晶体（和试管口的蓝色氯化钴试纸）的变化。

2.待试管冷却后，把试管中的粉末等分成两份，向其中的一份滴入几滴水，观察粉末颜色的变化。

蓝色的硫酸铜晶体受热时放出水蒸气，这是晶体失去结晶水产生的。胆矾是一种结晶水合物，化学式是 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$。上面的化学反应可表示为：

$$CuSO_4 \cdot 5H_2O \xrightarrow{\triangle} CuSO_4 + 5H_2O\uparrow$$

（蓝色）　（白色）

加热条件下胆矾失去结晶水，生成的白色粉末是无水硫酸铜（化学式 $CuSO_4$）。滴入几滴水，无水硫酸铜又跟水结合，重新生成了蓝色的水合硫酸铜。利用这一性质人们常用无水硫酸铜来检测液体中是否含有水分。这个化学反应可以表示为：

$$CuSO_4 + 5H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot 5H_2O$$

（白色）　　（蓝色）

波尔多液

胆矾、生石灰和水，以 1∶1∶100 的质量比混合，可以得到一种蓝绿色的悬浊液——波尔多液。它可以防治农作物的稻热病、叶斑病等，是一种农药。

配制波尔多液时生石灰跟水反应，生成氢氧化钙，氢氧化钙再跟硫酸铜反应生成天蓝色的氢氧化铜和硫酸钙的悬浊液。

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

$$CuSO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + CaSO_4\downarrow$$

练习

我们已经学过，硫酸铜溶液能跟铁反应被置换出铜。根据金属活动顺序表，硫酸铜溶液也能跟锌、镁等金属反应，被置换出铜。描述反应现象，写出反应的化学方程式。

讨论

1.食盐、碳酸钠、硫酸铜都属于盐类，分析一下，它们在组成上有什么异同。

2.对食盐、碳酸钠、硫酸铜的化学性质进行分析综合，你认为盐可能有哪些化学性质。

3.写出硝酸银溶液跟金属铜、盐酸、氯化钠溶液反应的化学方程式。

▲［阅读材料］

亚硝酸盐

亚硝酸盐是一种无色的晶体，易溶于水，受热时比较稳定。亚硝酸盐可以用来制造染料、药品，也用作为试剂。

亚硝酸盐对人体健康有害，它能使人体血液里的血红蛋白失去输送氧的能力，造成人体缺氧。在一定条件下，亚硝酸盐还可以跟食物中称为“胺”的一类化合物作用，形成亚硝酸胺，亚硝酸胺有强烈的致癌作用。

亚硝酸钠外形跟食盐非常相似，又有咸味，千万不能把亚硝酸钠误当食盐食用。

当蔬菜腐烂时，会产生较多的亚硝酸盐。用于蒸食物的蒸锅水，因为经过长时间加热蒸发，亚硝酸盐的含量会增高。所以腐烂的蔬菜和蒸锅水都不能食用。加工火腿、香肠、咸肉时，往往加入少量的硝酸盐改善肉制品颜色、香味和防腐，过量食用也会对人体产生危害。国内外调查资料表明，在喜食腌制品和饮水源中含有亚硝酸盐的人群中，胃癌和食道癌的发病率较高。

［课外实验］

制取泻盐晶体

取15～20毫升蒸馏水煮沸，趁热加入泻盐（西药房有售），边加边用玻璃棒搅动，制成饱和溶液。趁热，用棉花团蘸一些溶液，立刻在干净的玻璃片上均匀地抹开，一会儿，玻璃片上就会出现白色针状的泻盐晶体（$MgSO_4 \cdot 7H_2O$），非常美观。

［选学］

复分解反应的条件

酸跟碱、酸跟盐、碱跟盐、盐跟盐之间的反应都是复分解反应。但是，并不是任何酸、碱、盐之间的复分解反应都能进行。

举几例学过的复分解反应：

$$2NaOH+H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4+2H_2O$$

$$2HCl+CaCO_3 \rightarrow CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

$$NaCl+AgNO_3 \rightarrow NaNO_3+AgCl\downarrow$$

上述反应的结果或者有沉淀生成，或者有气体生成，或者有水生成。

两种化合物互相交换成分，如果生成物中有沉淀或者气体，或者水生成，则复分解反应就可以发生。

如果把氯化钠溶液和硝酸钾溶液混合在一起，既没有沉淀析出，也没有气体放出或水生成，那么，实际上并没有发生复分解反应。

练习

下列物质间能不能发生复分解反应？如能发生反应，写出有关反应的化学方程式。

（1）硫酸和氢氧化钾溶液

（2）硝酸钠溶液和氯化铜溶液

（3）碳酸钙和稀硝酸

（4）硝酸钡溶液和硫酸钠溶液

（5）氯化铜溶液和氢氧化钾溶液

（6）氯化铵溶液和氢氧化钠溶液

（7）硫酸钠溶液和氢氧化钾溶液

【习题8.4】

1.下列叙述是否正确？请把错误的叙述改正。

（1）凡是含有氧元素的化合物都是氧化物。

（2）结晶水合物是具有一定组成的化合物。

（3）烧碱和纯碱都属于碱类。

（4）纯碱和石灰石都属于盐类。

2.95%的酒精和无水酒精可用无水硫酸铜加以鉴别，为什么？

3.用短线把下列各种盐的化学式跟它所属的类别连接起来。

正　盐·	·NaCl·	·钠　盐
酸式盐·	·NH_4Cl·	·铵　盐
无氧酸盐·	·$NaHSO_4$·	·硫酸盐
含氧酸盐·	·NH_4HSO_4·	·盐酸盐

4.有三瓶无色的溶液：硝酸银溶液、碳酸钠溶液和氯化钙溶液，试用一种试剂把它们区别开来，简述操作步骤、现象和结论，并写出相应反应的化学方程式。

5.取 5 克研碎的硫酸铜晶体放在试管中加热，失去结晶水后剩余固体粉末为多少克？

6.怎样除去下列溶液中的少量杂质（括号内为杂质）？写出有关反应的化学方程式。

（1）Na_2SO_4（Na_2CO_3）

（2）$FeSO_4$（$CuSO_4$）

（3）NaCl（Na_2SO_4）

7.用胆矾、生石灰和水配制农药波尔多液时：（1）为什么只能用木棒搅拌而不能用铁棒搅拌？（2）为了控制原料配比，常用铁丝放到混合液体里蘸一下，如果铁丝变红，应再加一些石灰乳。解释这两步操作的原因，写出有关的化学方程式。

*8.实验室要配制 5%的硫酸铜溶液 500 克，试计算需要用胆矾多少克？水多少毫升？

8.5 化学肥料

农作物正常的生长发育和开花结果，除了需要一定的光照、水分、空气和温度条件外，还需要从外界吸收各种营养元素作为养料。某些化合物能为作物提供这些元素，因而在农业上被广泛用作化学肥料。化学肥料是用矿物、空气、水等作原料，经过化学加工精制而成的肥料。化学肥料简称化肥。

几种重要的化肥

组成农作物的化学元素主要有碳、氢、氧、氮、磷、钾、钙、镁、硫、锰、铁、锌、硼、铜、钼等十几种。硼、锰、铜、锌、钼等元素在作物里含量很小，称为微量元素。尽管作物对各种元素的需要量差别很大，但它们对于作物的生长发育都担负着各种重要的生理作用，所以各种营养元素之间不可以相互替代。

作物必需的各种营养元素的来源是不相同的。作物往往可以从空气和水中取得足够的碳、氢、氧三种元素，而对氮、磷、钾的需要量比土壤的一般供应量大得多，所以必须经常补充以满足作物生长的需要。化学肥料的种类很多，用得最多的是氮肥、磷肥和钾肥。

氮元素是农作物体内蛋白质、核酸和生物碱等的主要成分，氮肥能促进作物的茎叶生长茂盛，叶色浓绿。根据氮元素在氮肥中存在的形式，氮肥可

以分为铵态氮肥、硝态氮肥和有机态氮肥。铵态氮肥中氮元素以铵根离子的形式存在，例如硫酸铵［$(NH_4)_2SO_4$］；硝态氮肥中氮元素以硝酸根的形式存在，例如硝酸钾（KNO_3）。最常用的有机态氮肥是尿素［$CO(NH_2)_2$］，尿素含氮量高，目前农村中使用最为普遍。

表 8-1 几种主要的氮肥

氮肥	化学式	含氮量	性能、贮存和施用
尿素	$CO(NH_2)_2$	46 %	肥效较缓慢而持久，对土壤没有不良影响
碳铵	NH_4HCO_3	17 %	受热受潮时易分解，遇碱性物质会降低肥效。密封贮存。施肥后要立即盖土灌溉

（续表）

氮肥	化学式	含氮量	性能、贮存和施用
硫铵	$(NH_4)_2SO_4$	21 %	长期使用会增加土壤酸性，使土壤板结硬化，遇碱性物质肥效降低
硝铵	NH_4NO_3	35 %	在高温或受到猛烈撞击时会发生爆炸，受潮易结块，不能和易燃物质放在一起

磷肥能促进作物根系发达，增强吸收养分和抗寒抗旱能力，还能促进作物提早成熟，穗粒增多，子粒饱满。常用的化学磷肥多数是可溶性磷酸盐，例如，过磷酸钙（简称普钙）、重过磷酸钙（简称重钙）等。炼钢的副产品，含磷量较高的炉渣也可以加工制成钢渣磷肥，钢渣磷肥适宜和农家肥料混合作为基肥。

钾肥能促进作物的光合作用，使作物生长健壮、茎秆粗硬，增强抗病虫害和防倒伏的能力。目前农村常用的钾肥是草木灰、硫酸钾、氯化钾等。草木灰的主要成分是碳酸钾和少量钙、镁、磷的化合物，有碱性，不宜跟铵态氮肥混合使用，以防止降低铵态氮肥的肥效。

像硝酸钾这种含有两种或两种以上营养元素的化肥又称为复合肥料。

除了氮肥、磷肥、钾肥以外，根据土壤和作物情况，适当施用一些微量元素肥料是提高农作物产量和质量的主要途径之一。如果土壤中这些元素供应不足，作物产量会减少，品质下降。常用的微量元素肥料有铁肥［硫酸亚铁（$FeSO_4 \cdot 7H_2O$）］、硼肥［硼砂（$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$）］、锌肥［硫酸锌（$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$）］等。

化肥的合理施用

化肥要配以合理施用才能提高肥料的利用率，有利于作物生长。合理施用化肥需要考虑多种因素，例如，化肥的性能、不同的作物、不同的生长期、

土壤的性能等。我们主要讨论根据化肥的特性，选择合理的施用方法，减少肥料中有效成分的损失。

【实验 8-21】1.在试管里放少量碳酸氢铵，在酒精灯上微微加热，闻一闻有什么气味。用湿润的无色酚酞试纸接近试管口，看到什么现象？

2.在三支试管中，各放入少量硫酸铵、过磷酸钙和碳酸钾，加入 1～2 毫升蒸馏水振荡，用 pH 试纸测试三种溶液的酸碱性。

思考

碳酸氢铵受热以后产生的刺激性气体是什么气体？这对氮肥的肥效有什么影响？施用它时，应采用什么相应的措施以防止或者减少损失？

碳酸氢铵受热容易分解，生成了氨气、二氧化碳和水。

$$NH_4HCO_3 \xrightarrow{\triangle} NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

碳酸氢铵中的氮元素以氨气的形式跑逸，大大降低了碳酸氢铵的肥效。

农作物的生长对土壤的酸碱性有一定要求，pH 值为 6.5～7.5 的土壤最适合一般农作物的生长。硫铵和普钙的水溶液呈酸性，碳酸钾的水溶液呈碱性。如果长期施用某种酸性化肥或者碱性化肥，会改变土壤的酸碱性，不利于作物生长，所以化肥最好跟农家肥料间隔交替使用。

总之，施肥要三看：“看天”（农作物的生长季节）、“看地”（土壤中的水肥情况）、“看作物”（作物的生理、生长阶段）。只有把化肥的性能跟作物、土壤、气候等具体情况结合起来综合考虑，才能取得最佳的施肥效果。

［课外实验］1.取碳酸氢铵、尿素、过磷酸钙三包化肥，观察它们的颜色和状态，闻一闻哪种化肥有氨的气味？想一想为什么？把三种化肥在空气中放置一段时间，了解它们的吸湿情况。

2.把三种化肥各少许，分别撒在红热的木炭或者金属片上，观察三种化肥有什么不同的现象。

3.在田间或盆栽试验化肥对植物生长的作用。

把碳酸氢铵压成粒状深施到土层中（5 厘米以上）可以减少碳酸氢铵的分解，提高利用率。

根据我国几个省的田间试验，压粒深施碳铵，能使水稻对氮肥的利用率从 30%提高到 56%，能使水稻增产 38%～59%，每千克碳铵粒肥增产稻谷 2.1 千克～3.4 千克。小麦 3.3 千克，玉米 3.2 千克。

【习题 8.5】

1.选择

（1）下列化肥中，哪一种化肥既有促使作物的茎叶生长茂盛、叶色浓绿，又有能使作物生长健壮、茎杆粗硬的作用_____。

（A）硝酸铵　　（B）硝酸钾

（C）尿素　　（D）过磷酸钙

（2）下列几种氮肥，目前使用得最多的是_____。

（A）氨水　　（B）碳铵

（C）尿素　　（D）硫铵

（3）下列化肥中，属于复合肥料的是_____。

（A）硝酸铵　　（B）普钙

（C）重钙　　（D）磷酸铵

2.列式计算，硝酸铵、碳酸氢铵和尿素中哪一种含氮量最高？

3.用碳酸氢铵作追肥，如果每亩需要施 3 千克氮元素，一亩地应施多少千克碳酸氢铵？

4.某块农田，原来施用化肥硫酸铵 30 千克，如果保持相同质量的氮，改用尿素应该施用多少千克？

8.6 物质的分类

任何科学，为了研究，首先要对研究对象进行分类。

化学研究的近千万种物质，可以从不同角度、按不同层次对它们进行多种分类：

——根据组成的成分是一种物质还是几种物质，把物质分为纯净物和混合物；

——根据组成纯净物的元素是一种还是几种，把物质分为单质和化合物；

——根据纯净物中是否含有碳元素，把物质分为有机物和无机物（少数含碳化合物除外）；

——根据单质的性质把单质分为金属和非金属；

——根据构成化合物的阳离子全部是氢离子，或者阴离子全部是氢氧根离子，把某些化合物分为酸或者碱。

- 无机物
  - 单质
    - 金属
    - 非金属
  - 化合物
    - 氧化物
      - 碱性氧化物
      - 酸性氧化物
    - 碱
    - 酸
      - 含氧酸
      - 无氧酸
    - 盐

学习物质的分类对我们认识物质有什么帮助呢？同一类纯净物往往有相似的性质。

例如：大多数金属（金、铂除外）都能跟氧化合，生成金属氧化物。许多金属氧化物是碱性氧化物。像氧化钙、氧化钠等某些碱性氧化物能直接跟水反应，生成相对应的碱。

又如：不少非金属也能跟氧化合，生成非金属氧化物。非金属氧化物大多数是酸性氧化物，大多数酸性氧化物能直接跟水反应，生成相应的酸。

练习

下列各种物质各属于什么类别？写出每一步变化的化学方程式。

1.$Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2$

2.$C \rightarrow CO_2 \rightarrow H_2CO_3$

仔细观察下面的实验，记下每一步的变化。

【实验 8-22】1.取一小块氧化钙，投入盛有 8～10 毫升水的试管里，用力振荡。静置后把上层的澄清液倒入另外一支试管，滴入两滴无色酚酞试液，观察试管里液体颜色的变化。

把上述澄清液分成三份，分装三支试管。向一个试管中通入二氧化碳，向另一个试管中逐滴加入盐酸，向第三个试管中加入少量的饱和碳酸钠溶液，观察三个试管中的变化。

2.取少量铜粉平铺在石棉网上，在酒精灯火焰上加热，观察铜粉的变化。

取少量铜粉灼烧后产生的黑色粉末放入试管里，加入 2～3 毫升盐酸，微微加热，观察试管中的变化。

把试管中的液体分成两份，分装两个试管，向一个试管中加入几滴硝酸银溶液，向另一个试管中加入几滴氢氧化钠溶液，观察两个试管中的变化。

练习

1.写出实验 8-22 中每一步变化的化学方程式。

2.用箭头简单图示实验 8-22 中物质间变化的关系,并在每种物质下面注明该物质所属的类别。

讨论

怎样从氧化铁制得氢氧化铁？怎样从氧化铜制取铜（不用氢气还原的方法）？用箭头简单图示你设计的变化途径。

【习题 8.6】

1.写出下列各物质的化学式，并且指出每种物质所属的类别（单质、氧化物、碱、酸、盐）。

锌粒、硝酸银、二氧化碳、硫酸铜、镁带、苛性钠、熟石灰、硝酸、碳铵、硫磺、生石灰。

2.下列各组物质中，除一种物质以外，其余都可以按某种共同点归属一类，请挑出各组内的例外物质，并指出该组其他物质的所属类别。

组　别	例外物质	其余三种物质所属类别
（A） HCl HNO_3 NaOH H_2SO_4		
（B） CaO Na_2O MgO CO_2		
（C） Na_2CO_3 NaOH $Ca(OH)_2$ KOH		

3.写出实现下列变化的化学方程式：

（1）$Cu \rightarrow CuO \rightarrow CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuSO_4 \rightarrow Cu$

（2）$C \rightarrow CO_2 \rightarrow CaCO_3 \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2$

4.从 CaO、H_2O、Zn、H_2SO_4、$BaCl_2$、$CuSO_4$、NaOH 这几种物质中，选出适当的物质，按下列要求写出化学方程式：

（1）化合反应_____

（2）分解反应_____

（3）置换反应：_____

①_____

②_____

（4）复分解反应：

①酸跟盐反应_____

②碱跟盐反应_____

③酸跟碱反应_____

④盐跟盐反应_____

本章提要

1.酸、碱、盐的组成

（1）酸：_____叫做酸。

酸→H^++酸根离子

组成里含有氧原子的酸叫做含氧酸，不含氧原子的酸叫做无氧酸。

（2）碱：_____叫做碱。

碱→金属离子+OH^-

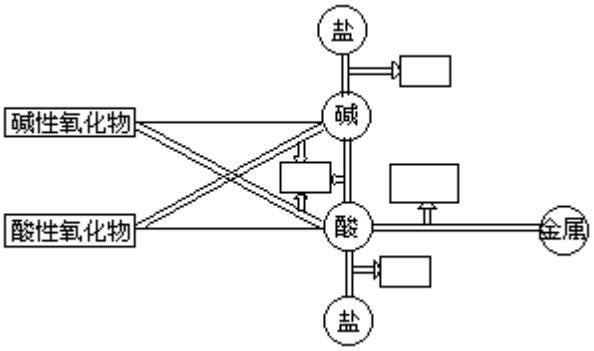
（3）盐：_____叫做盐。

盐→金属离子+酸根离子

只含有金属离子和酸根离子的盐叫做正盐，组成中留有氢原子的盐叫做酸式盐

pH 值		0 ≤ pH ＜ 7	pH=7	7 ＜ pH ≤ 14
溶液的酸碱性				
指示剂	石蕊试液			
颜　色	酚酞试液			

3.碱和酸的性质



4.化学肥料

（1）常用的化学肥料主要有氮肥、磷肥、钾肥。氮肥又可以分为铵态氮肥、硝态氮肥和有机态氮肥。

（2）合理施用化肥，应该把化肥的特性跟农作物、土壤、气候综合考虑。

复习题

A

1.指出下列物质所属的类别（氧化物、酸、碱、盐）：

$NaHCO_3$，K_2S，CO_2，CaO，HNO_3，Fe（OH）$_3$，NaOH，H_3PO_4。

2.现有氧化铜、硫酸钡、铜、新制的氢氧化铜、浓硫酸五种物质，试根

据它们各自的颜色、状态填写下表：

颜色状态	推断该物质的化学式	所属类别（单质、氧化物、酸、碱、盐）
（1）红色光亮的固体		
（2）黑色的粉末		
（3）在水中是白色沉淀		
（4）无色粘稠液体		
（5）在水中为蓝色沉淀		

3.完成下列反应的化学方程式，并注明反应类型。

（1）$Mg+O_2\rightarrow$　　（2）$Mg+HCl\rightarrow$

（3）$MgO+HCl\rightarrow$　　（4）$Mg(OH)_2+H_2SO_4\rightarrow$

（5）$Mg+CuSO_4\rightarrow$　　（6）$MgSO_4+BaCl_2\rightarrow$

4.怎样除去下列物质中的少量杂质（括号内为杂质）？写出有关反应的化学方程式。

（1）Cu（Zn）

（2）C（CuO）

（3）$FeCl_2$溶液（$CuCl_2$）

（4）HCl 溶液（H_2SO_4）

（5）NaCl 溶液（Na_2CO_3）

（6）CO（CO_2）

5.为什么氢氧化钠固体中常常含有碳酸钠杂质？怎样除去氢氧化钠溶液中的杂质碳酸钠？简述操作步骤，写出有关反应的化学方程式。

6.用短线把下列各物质的名称、性质和跟该性质有关的用途连接起来，并写出①～⑤反应的化学方程式。

盐　酸·	·吸收空气中的水分	·改良酸性土壤
浓硫酸·	·跟酸起中和反应	·作某些气体的干燥剂
熟石灰·	·跟活泼金属反应	·①制取烧碱
石灰石·	·跟金属氧化物反应	·②制取氢气
	·跟纯碱溶液反应	·③除去铁锈
	·加热分解	·④制取生石灰
	·跟空气中的二氧化碳反应	·⑤粉刷墙壁

7.有一瓶氢氧化钠溶液的 pH 值为 13，取 2～3 毫升该溶液放入试管，滴入无色酚酞试液，溶液呈_____色，如果要使溶液的 pH 值下降到 7，可以加入适量的_____，反应的化学方程式是_____。

8.利用 Fe、CuO、H_2SO_4三种物质，试用两种方法制取铜，写出有关反应的化学方程式。

9.在 73 克 10%的盐酸中加入 30 克 10%的氢氧化钠溶液。混合液中滴入紫色石蕊试液，溶液显什么颜色。

B

10.从 H、O、Na、C 四种元素中选择适当的元素，组成可能得到的物质的化学式各一个，填入相应的空格。

（1）酸_____，（2）碱_____，

（3）盐_____，（4）酸性氧化物_____，

（5）碱性氧化物_____。

11.以铜、稀硫酸、氢氧化钠、空气为原料制取氢氧化铜，写出有关反应的化学方程式。

12.以石灰石、水和纯碱为原料制取氢氧化钠，写出有关反应的化学方程式。

13.某工厂利用废铁屑跟废硫酸反应，制取硫酸亚铁。现有废硫酸 9.8 千克（含纯硫酸 20%）跟足量的废铁屑反应，可生成 $FeSO_4$ 多少千克？

14.向 5 克食盐溶液中滴入硝酸银溶液到不再产生沉淀为止。把得到的沉淀充分干燥后称量，质量为 0.1 克。求这种食盐溶液的百分比浓度。

*15.有三包白色固体，分别是氢氧化钡、碳酸钡和碳酸钠。为了区别它们，把三种固体分别加到一种试剂里，根据产生的不同现象就可以把它们区分出来。填写下列空格。

所用的试剂是_____。产生的是_____氢氧化钡，产生_____的是碳酸钡，产生_____的是碳酸钠。

*16.一包白色固体，可能是碳酸钠、氯化钠、硫酸钠和硝酸钙四种盐的混合物，也可能是其中的一部分。进行以下实验并记录如下：

（1）取白色固体加水溶解，有白色不溶物。

（2）将其过滤，取白色不溶物加入盐酸，有无色无味气体放出。

（3）将上述气体通入澄清石灰水中变浑浊。

（4）取两支试管分别加入实验（2）中的滤液，向一支试管中滴入氯化钡溶液无变化；再向另一支试管中滴入硝酸银溶液也无变化。

此白色固体一定含有_____，一定不含_____。实验（1）中的不溶的白色固体为_____。实验（2）中的滤液为_____的溶液。

总复习题

A

1.填空

（1）写出下表中各物质的化学式，判断它们各属哪类物质。

物质名称	氯化钡	氧化铁	纯碱	熟石灰	硫酸铝	硝酸	二氧化硫
化学式							
物质类别							

（2）空气是由多种物质组成的混合物，其中含量最多的是_____，稀有气体是_____，化合物是_____。（各举一例，填化学式）

（3）碘酒中_____是溶质，_____是溶剂。为了配制 30 克 2%的碘酒，需溶质_____克，溶剂_____克。

（4）可燃物燃烧时，必须具备_____和_____两个条件。

（5）钢铁在_____空气中容易生锈。为防止生锈，我们可以①_____；②_____；③_____。

（6）化学肥料主要有_____、_____、_____三大类。含氮量最高的化肥是_____，复合肥料是_____（填化学式）。

（7）我国在西汉时期，已发现了胆铜法，这种方法属于_____反应（填反应类别），反应的化学方程式是_____。

（8）能源是现代社会发展的必不可少的原料。我国在世界上最早发现并利用_____、_____、_____作为能源。

（9）盛放石灰水的瓶中常形成一层不溶于水的白色固体，它是_____，可以用_____除去，主要反应的化学方程式为_____。

（10）如果不慎将酸液溅到皮肤上，应立即用_____冲洗，再涂少量_____溶液。

（11）实验室用浓硫酸配制稀硫酸时，一定要把_____倒入_____。

（12）使一杯接近饱和的硝酸钾溶液转化为饱和溶液，可以用_____、_____两种方法。

（13）从 Fe、$AgNO_3$、$CaCO_3$、HCl、CaO、$FeCl_3$、NaOH、H_2O 等物质中，选出适当物质，按下列要求写化学方程式：

①化合反应：_____

②分解反应：_____

③置换反应：_____

④复分解反应：_____

a._____（酸跟盐反应）

b._____（碱跟盐反应）

c._____（盐跟盐反应）

（14）20℃时，将 15.8 克硝酸钾加到 50 克水中，配成饱和溶液，则该溶液的百分比浓度为_____，20℃时硝酸钾的溶解度为_____；若将上述溶液稀释到 100 克，此时溶液的百分比浓度为_____。

（15）pH 值的范围通常在_____之间。pH=7 时，溶液呈_____性；pH 大于 7 时，溶液呈_____性；pH 小于 7 时，溶液呈_____性。

（16）某金属元素 R，其氧化物的化学式是 R_2O_3，它的氯化物的化学式是_____，硫酸盐的化学式是_____。

（17）某元素 R 的氧化物的化学式是 RO_3，其中 R 的含量为 40%。则 R 的相对原子质量［Ar（R）］为_____。

（18）人的六大营养要素是矿物质、维生素、水、_____、_____、_____、_____。

2.选择

（1）下列变化中，属于物理变化的是_____。

（A）加热氯酸钾制氧气

（B）石油分馏得到汽油、煤油、柴油等

（C）石灰石煅烧制生石灰

（D）二氧化碳使石灰水变浑浊

（2）下列变化中，属于化学变化的是_____。

（A）用液态空气制氧气
（B）用二氧化碳制“干冰”
（C）用粮食制酒精
（D）除去粗盐中的泥砂制精盐

（3）下列物质中，属于纯净物的是_____。
（A）空气　　（B）食醋
（C）煤气　　（D）胆矾

（4）下列化学式中，书写错误的是_____。
（A）$NaHCO_3$　　（B）K_2CO_3
（C）C_2H_5OH　　（D）$Ca_2(SO_4)_3$

（5）设有 W 克氯酸钾和 Y 克二氧化锰，混合后加热到反应完全，可得到 Z 克氯化钾，同时生成氧气为_____克。
（A）W-Z　　（B）W+Y-Z
（C）W-Y　　（D）W-Y-Z

（6）区别 CO 与 H_2 最好的方法是分别_____。
（A）通入水中
（B）将燃烧产物通入石灰水中
（C）点燃后观察火焰颜色
（D）跟灼热的氧化铜反应

（7）稀盐酸中混有少量硫酸，为了除去硫酸，可加入适量_____。
（A）铁屑　　（B）硝酸银溶液
（C）氯化钡溶液　　（D）氢氧化钠溶液

（8）在下列各组混合气体中，用燃烧的木条去点燃时，不会发生爆炸的是_____。
（A）H_2 和 O_2　　（B）CO 和空气
（C）CO_2 和 O_2　　（D）CH_4 和空气

（9）既能用排水法，又能用向上排空气法收集的气体是_____。
（A）H_2　　（B）O_2
（C）CO_2　　（D）CH_4

（10）二氧化碳用作灭火材料的原因是_____。
（A）本身不能燃烧
（B）在高温时稳定
（C）使可燃物与空气隔绝
（D）以上因素都起作用

（11）组成生铁和钢的主要元素是_____。
（A）铁和硫　　（B）铁和锰
（C）铁和碳　　（D）铁和磷

（12）长期暴露在空气中不会发生变质的物质是_____。
（A）生石灰　　（B）烧碱
（C）氯化钠　　（D）石灰水

3.回答下列问题：

（1）甲烷、氢气、一氧化碳都是气体燃料，从人类生存的环境来考虑，今后应发展哪一种燃料？为什么？

（2）为什么煤矿井里要严禁烟火？

4.分别写出制取下列各物质的化学方程式：

（1）以石灰石为原料制取熟石灰。

（2）以生石灰、纯碱为原料制取烧碱。

（3）以铁、氧化铜、稀硫酸为原料制取铜。

（4）以氧化铜为原料（可增加其他原料）制取氢氧化铜。

5.用化学方法鉴别下列各组物质，写出简要步骤、现象、判断及有关反应的化学方程式。

（1）NaCl 溶液、稀盐酸、蒸馏水

（2）食盐、纯碱

（3）盐酸、硫酸

（4）盐酸、氢氧化钠溶液、石灰水、蒸馏水

6.配制 10%的硫酸溶液 200 克，需 98%的硫酸多少克？需水多少克？

7.将 13 克锌与足量的稀硫酸反应，可生成氢气几克？消耗纯硫酸多少克？

B

8.选择

（1）在氯化铜和氯化镁的混合液中，加入过量的锌粉，充分反应后过滤，留在滤纸上的物质是_____。

（A）锌　　（B）铜

（C）铜和铁　　（D）锌和铜

（2）有 50 克 5%的 NaCl 溶液，若将其浓度增加一倍，应采用的方法是_____。

（A）把溶剂蒸发掉一半

（B）加入 2.5 克 NaCl 固体

（C）把溶剂蒸发掉 25 克

（D）加入 50 克 5%的 NaCl 溶液

（3）将质量相等的下列四种金属单质分别跟足量的稀盐酸反应，产生氢气最多的是_____。

（A）锌　　（B）镁

（C）铁　　（D）铜

（4）取结晶碳酸钠 $Na_2CO_3 \cdot xH_2O$ 2.86 克，加热到不再有水产生，余下的粉末 Na2CO3 是 1.06 克，则 x 的值是_____。

（A）2　　（B）5

（C）7　　（D）10

9.完全中和 20 克氢氧化钠溶液，用去 25%的稀硫酸 16 克。求氢氧化钠溶液的百分比浓度。

10.利用氢气还原灼热氧化铜的实验测定水的组成（装置如下图），得到下列结果：

	实验前	实验后
氧化铜+玻璃管	65.6 克	59.2 克
氯化钙+U 型管	100.8 克	108.0 克

根据实验数据求：

（1）完全反应后生成水的质量_____

（2）生成的水中氧的质量_____

（3）生成的水中氢的质量_____

（4）水中氢跟氧的质量比_____

11.下表，第Ⅰ组中有一种物质能跟第Ⅱ组中所有的物质反应，这种物质是_____，第Ⅱ组中有一种物质能跟第Ⅰ组中所有物质反应，这种物质是_____。

第Ⅰ组：$BaCl_2$，CuO，NaOH。

第Ⅱ组：CO_2，H_2SO_4，$CuSO_4$。

写出第Ⅰ组的这种物质跟第Ⅱ组中三种物质分别反应的化学方程式，写出第Ⅱ组的这种物质跟第Ⅰ组中三种物质分别反应的化学方程式。

12.有 A、B、C、D 四种无色溶液，它们分别是盐酸、氢氧化钙、氢氧化钠、碳酸钠中的某一种。现将它们两两混合进行反应；A、B 混合有气体产生，A、C 混合有白色沉淀生成，其他两两混合都没有明显现象，则它们的化学式是：

A_____、B_____、C_____、D_____。

13.有一包白色固体，可能是氯化钙和碳酸钠的混合物，也可能只含其中的一种物质。为了鉴别，做了下列实验：

①取一些白色固体投入水中，搅拌，有白色沉淀生成。

②过滤悬浊液，在滤出的沉淀里加入盐酸后有无色气体生成，该气体能使澄清石灰水变浑浊。

③在滤液里加入硝酸银溶液有白色沉淀生成，再加稀硝酸，沉淀不溶解。

（1）根据上述实验现象，判断这白色固体是什么物质。

（2）写出①②③中各步反应的化学方程式。

14.现有 A、B、C、D、E 五种溶液：氯化铜、氢氧化钠、氯化亚铁、盐酸、氯化钠。另有甲、乙两种固体：氢氧化铜和铁。其中某些物质在常温下相互转变的关系式如下：

（1）甲（固体）+B（溶液）→C（溶液）+H_2O

（2）A（溶液）+C（溶液）→甲（固体）+D（溶液）

（3）乙（固体）+B（溶液）→E（溶液）+H_2↑

根据上述关系推断：A 是_____，D 是_____，E 是_____。

反应（1）的化学方程式是：_____。

反应（3）的化学方程式是：_____。

15.在 80 克氢氧化钠溶液中加入 100 克硫酸铜的饱和溶液（t℃），恰好完全反应，经过滤，灼烧沉淀物，得到 8 克黑色固体，计算：

（1）原氢氧化钠溶液的百分比浓度是多少？

（2）硫酸铜在 t℃的溶解度。

[提示：$Cu(OH)_2 \xrightarrow{\triangle} CuO+H_2O$]

16.用足量的一氧化碳还原氧化铁粉末，把生成的二氧化碳全部通入足量的澄清石灰水中，生成沉淀经分离，干燥后为 2 克，问有多少克氧化铁被还原？生成多少克铁？

17.在 20℃时的 250 克硝酸钾溶液中，再溶解 16.6 克硝酸钾或者蒸发 52.4 克水，均刚好形成饱和溶液。求原溶液的质量百分比浓度。

*18.在 200 克氢氧化钾溶液中，加入 200 克稀硝酸，搅拌后溶液 pH=7。将该溶液加热、蒸发，其质量减少 199.5 克，再冷却到 18℃后析出 5.5 克晶体。求原氢氧化钾溶液的质量百分比浓度。（18℃时硝酸钾的溶解度是 30 克/100 克水）

*19.现有 A、B、C、D、E 五种无色溶液，分别为 KCl、K_2SO_4、K_2CO_3、$AgNO_3$、$BaCl_2$ 中的一种，为加以确定进行实验。实验记录如下：

（1）A+B→沉淀，沉淀不溶于盐酸，不溶于稀硝酸。

（2）C+D→沉淀，沉淀不溶于盐酸，不溶于稀硝酸。

（3）A+E→沉淀，沉淀溶于盐酸，也溶于稀硝酸。

（4）D+E→沉淀，沉淀不溶于盐酸，可溶于稀硝酸。

（5）B+C→无沉淀。