

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

九年义务教育四年制初级中学试用课本

—— 化学

(第一册)



说明

1983年，北京师范大学与山东省教学研究室合作编写并实验“五·四”学制教材，并在山东、湖北沙市、黑龙江、河北等地进行了实验，取得了较好的效果。1987年，国家教委又将本套教材作为全国规划教材之一。为此，成立了总编辑委员会，负责“五·四”学制全套系列教材的编写和实验工作。

本书主编是何少华，编者是顾润瑛、何少华、姚乃红、王磊、陶卫。

由山东省教学研究室主持内审的审稿人有：傅丰昌、尹鸿藻、曹心对、俞克尧、龚维新、张世忠。

1994年，本书经国家教委中小学教材审定委员会审查通过，并从1995年秋季开始在全国试用。1997年进一步完善、修订，我们恳请广大师生在使用教材的过程中提出批评建议，以便不断提高质量。

“五·四”学制教材总编辑委员会

1997年8月

本书自出版以来，使用过本书的广大化学教师，特别是山东省诸城市和烟台市的教师，根据使用的情况，对本书提出了许多宝贵的意见和建议。值此本书再次修订之际，特向他们表示衷心的感谢！

化学（第一册）

第一章 物质和物质的变化

从今天开始，我们来学习一门新的课程——化学。化学是研究什么的科学？它与人类生产、生活有什么关系？我们应该怎样学习化学？……让我们通过学习来获得这些问题的答案。

化学研究的对象

研究和学习化学的基本方法

物质的变化和物质的性质

纯净物和混合物

化合反应和分解反应

§ 1—1 化学研究的对象

我们生活的世界是由千千万万种物质组成的。空气、水、土壤、煤、石油、化肥、农药、淀粉、蛋白质、钢铁、铜、铝、塑料、橡胶、合成纤维等等，都是物质。

物质处于不断的变化之中。钢铁生锈，塑料、橡胶老化，食物腐败等，都是物质发生变化的例子。

你可能要问，各种物质是由哪些成分组成的呢？它们的内部结构是怎样的？它们又具有什么样的性质和变化规律呢？所有这些都是化学所要研究的课题。化学是研究物质的组成、结构、性质和变化的一门自然科学。

化学与把我国建设成为现代化的社会主义强国有着密切的关系。发展国民经济和巩固国防所需要的大量物质材料，如钢铁、有色金属、塑料、合成橡胶、合成纤维、化肥、农药、医药、水泥、陶瓷、玻璃、炸药、核燃料、高能燃料等，都是化学生产的产品。化学产品已成为人们衣、食、住、行不可缺少的东西。人们为了身体健康，防止和消除环境污染，也要用到化学知识。化学知识已渗入到社会生产、生活和科学技术的许多领域。因此，认真学习化学基础知识和基本技能，努力培养科学的学习态度和方法，将为你参加社会主义建设和进一步学习现代科学技术奠定良好的基础。

阅读材料

我国古代对化学工艺的贡献以及现代化学生产的发展

我国是一个文明古国。在古代，我国劳动人民对化学工艺做出了卓越的贡献，在比欧洲人早得多的时期里就会制造青铜器（商代，公元前 17 世纪）、炼铁（春秋晚期，公元前 6 世纪）和炼钢（战国晚期，公元前 3 世纪），发明了造纸和烧瓷器（汉代），制造了火药（唐代）。而制造火药和造纸技术分别约在 500 年至 1000 年后才传入欧洲。这两项发明对于世界文明的发展起了巨大的推动作用。

到了近代，由于封建制度的腐败和外国的侵略，我国的科学技术大大地落后了。在国民党统治时期，连煤油都要依靠进口，因此，人们把它叫做“洋油”。中华人民共和国建立后，在共产党的领导下，我国社会主义建设取得了巨大的成就，建立了规模可观的石油开采和炼制工业，结束了使用“洋油”的历史。钢铁工业获得了很大发展，化学工业也已发展成为一个具有一定规模、行业基本齐全的工业部门。以石油为原料的塑料、合成纤维和合成橡胶三大合成材料工业，也已迅速地发展起来。原子弹、氢弹、洲际导弹的制成和地球同步通讯卫星的发射成功，标志着我国科学技术包括化学科学技术在内已达到一个新的水平。

要点

1. 化学是研究物质的组成、结构、性质和变化的一门自然科学。
2. 化学与我国“四化”建设有密切的关系。我们要认真学习化学，为今后参加社会主义建设和进一步学习现代科学技术打好基础。

习题

1. 你用过或见过什么化学产品？根据你的亲身体会，你认为化学生产与

社会主义建设和人民日常生活关系密切吗？

2. 如有可能，争取参观有关化学科学普及、化学工业、环境保护等的展览会，观看有关这方面题材的电影或电视，写下你对化学与国民经济、国防建设的关系以及作为一个未来的社会主义合格公民学习化学科学的重要性的心得体会。

§ 1—2 物质的变化

我们已经知道，一切物质都处在不停的变化之中。火山爆发，地震，岩石风化，食物腐败，铁器生锈，动植物生长，生命衰老等等，都是物质的变化。物质的变化是多种多样的，但在化学科学中我们要探讨两类变化——物理变化和化学变化。

一、物理变化

1. 物质的三态

物质有固态、液态和气态三种存在状态，在不同条件下它们可以互相转化。

观察与思考 水有哪三种存在状态？它们在什么条件下互相转化？

水在常压（ 1.01×10^5 帕）、 0°C 时凝固成冰，冰在

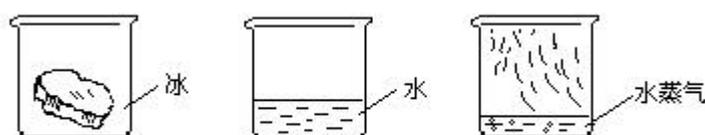
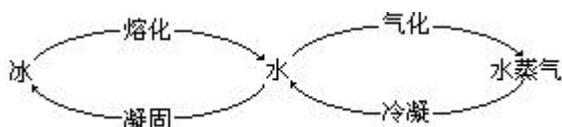


图1—1 水的三种存在状态

相同条件下可以融化成水。水在常温下可缓慢气化（蒸发）成水蒸气，也可以在常压、 100°C 时沸腾而剧烈气化成水蒸气；而水蒸气在水沸腾的条件下可以冷凝成水。



物质由液态凝固成固态，或由固态融化成液态的温度，叫做该物质的熔点。物质由液态沸腾气化成气态，由气态冷凝成液态的温度，叫做该物质的沸点。每种物质都有一定的熔点和沸点。物质的熔点和沸点跟压强有关，特别是沸点受压强影响较大，当压强升高或降低时，沸点就要升高或降低。

在常压下水的熔点是 0°C ，沸点是 100°C 。

问题 地质勘探队员在高山上烧开水、煮饭，不用普通锅而要用高压锅，为什么？（提示：高山上气压低）

2. 物理变化

再来考察水的三态变化。

问题

（1）水从一种状态变成另外一种状态时，它的密度（物质单位体积的质量，与温度、压强有关）是否发生了变化？

（2）水在三态变化中有新物质生成吗？

水在状态变化时，密度发生了变化。水在常压 4°C 时密度最大，是 $1\text{克}/\text{厘米}^3$ 。当它凝固成冰时，冰的密度是 $0.92\text{克}/\text{厘米}^3$ ，密度减小了。当它气化成水蒸气时，水蒸气的密度就更小了。

科学研究表明，虽然水在发生状态变化时密度发生了变化，但从本质上来讲，无论是液态的水，固态的冰，还是气态的水蒸气，它们都仍然是水，

变化中并没有新物质生成。像这样没有新物质生成的变化，叫做物理变化。

物理变化是不产生新物质的变化。

问题 下列事例有新物质生成吗？它们是不是物理变化？花香四逸 蜡融化

湿衣服晾干	重物落地
窗玻璃被打碎	衣服被撕破
铅笔削尖	酒精挥发物

理变化多是物质外形或状态的变化，如扩散、蒸发、冷凝、熔化、粉碎等都属于物理变化。

二、化学变化

什么是化学变化？它与物理变化有什么区别？我们通过实验来加以探讨。[实验 1—1] 按图 1—2 做镁条燃烧的实验，观我察现象并以填空白的方式做记录。

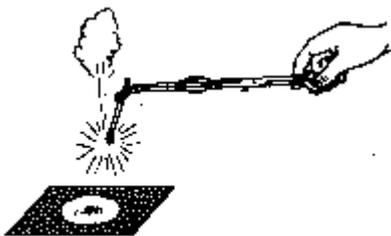


图1—2 镁条燃烧

- 镁条在燃烧前是__色的__体。
- 镁条在燃烧时__大量的热，发出__光。
- 镁条燃烧后生成了__色__状的物质。

镁是银白色的金属，燃烧时放出大量的热，发出耀眼的强光，生成白色粉末氧化镁。氧化镁跟镁是完全不同的物质。

[实验 1—2] 取少量碳酸氢铵按图 1—3 (1) 的曜爸米整笛棕 鄞煜室 蟆H缓笞侔赐*1—3(2) 的装置做实验，直到碳酸氢铵完全消失。观察现象，并用填空白的方式做记录。

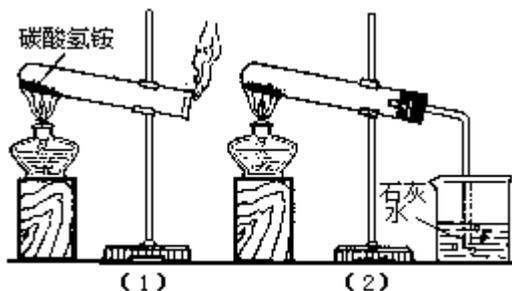


图1—3 加热碳酸氢铵

- 碳酸氢铵是__色固体。
- 加热碳酸氢铵有__性的__体产生。试管壁上出现__。
- 石灰水是__的液体，按图 1—3 (2) 的装置给碳酸氢铵加热后，石灰水逐渐变__。

加热碳酸氢铵，开始闻到一种有刺激性的气味，这是氨气的气味，同时试管壁上出现水珠。按图 1—3 (2) 的装置给碳酸氢铵加热后，澄清的石灰水变浑了。由于氨气不使石灰水变浑，说明反应还产生了一种能使石灰水变浑的气体，它就是二氧化碳。以上现象说明碳酸氢铵受热后变成了氨气、水和二氧化碳三种新物质。

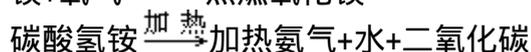
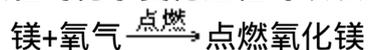
以上两个实验，都产生了新的物质。

有新物质产生的变化，叫做化学变化，又叫做化学反应。

化学变化在日常生活中是普遍存在的，如木柴燃烧，铁器生锈，燃放焰火，食物腐败等都是化学变化，见图 1—4。

发生化学变化时，一般都伴随有发热、发光、产生气体或沉淀等现象。这些现象可以帮助我们识别一种变化是不是化学变化。

怎样简明地表示一个化学变化？在现阶段可以用文字表达式来表示。例如上述两个实验的化学变化过程可以表示如下：



式子箭头的左边表示参加反应的物质，右边表示反应后生成的新物质，箭头表示反应进行的方向，反应条件注在箭头的上方。



图1—4 几种物质的化学变化

讨论 物理变化与化学变化有什么区别？请按表 1—1 的要求作比较。

表 1—1 物理变化和化学变化的区别

	化学变化	物理变化
特点		
现象		

实际上，化学变化和物理变化常常是同时发生的。在化学变化过程中一定同时发生物理变化，例如点燃蜡烛时，石蜡受热熔化是物理变化，蜡烛燃烧生成二氧化碳和水是化学变化。但是在物理变化过程中却不一定同时发生化学变化。

要点

1. 没有新物质产生的变化，叫做物理变化。它们多是物质外形或状态的改变，如扩散、蒸发、冷凝、熔化、粉碎等都属于物理变化。
2. 有新物质产生的变化叫做化学变化，一般伴随有发热、发光、产生气体或沉淀等现象。

习题

1. 下列实例是物理变化还是化学变化？
 - (1) 奶粉和白糖混合
 - (2) 锯断木材
 - (3) 水蒸发
 - (4) 铁生锈
 - (5) 木炭燃烧
2. 判断下列说法的正误，正确的在括号里画“”，错误的画“”。
 - (1) 灯泡通电发光、发热是化学变化。 ()
 - (2) 有的化学变化能产生发光、放热现象。 ()
 - (3) 冰融化成水是物理变化。 ()
 - (4) 通过化学变化可以制取新的物质。 ()
3. 找出下列各反应中的反应物、生成物和反应条件，并写出反应的文字表达式。
 - (1) 镁条点燃生成氧化镁。
 - (2) 碳酸氢铵受热变成氨气、水和二氧化碳。
 - (3) 木炭燃烧生成二氧化碳。
4. 家庭小实验
取一些食用碱面或小苏打放在小碟里，倒入少量的食醋，你观察到什么现象？这个变化是物理变化还是化学变化？为什么？
观察和记录木炭（或煤等可燃物）燃烧时的现象。

§ 1—3 物质的性质

一、物质的性质

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，碳酸氢铵受热会生成氨气、水和二氧化碳，就分别是镁和碳酸氢铵的化学性质。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质，叫做物理性质。例如颜色、状态、气味、熔点、沸点、硬度、密度、溶解性等，都是物质的物理性质。

二、研究和学习化学的基本方法

研究化学通常从研究物质的性质入手。为了研究物质的性质，必须应用一系列科学方法，如观察、实验、测量、记录等，借以搜集事实资料，然后根据这些资料进行分析、研究，得出科学的结论。

探究物质的某些性质，如颜色、状态、气味、味道等，我们通过感官的感觉就可以获得答案。

[实验 1—3] 按照图 1—5 所示进行观察，并做记录。



图1—5 通过感觉研究物质的性质

注意：化学实验室的药品绝大多数有毒，所以未经教师允许，绝对不允许用口尝。

探究物质的另一些性质，如化学性质，必须通过实验，并对实验现象进行仔细观察，才能获得答案。

[实验 1—4] 按照图 1—6 所示做实验，观察现象并做记录。

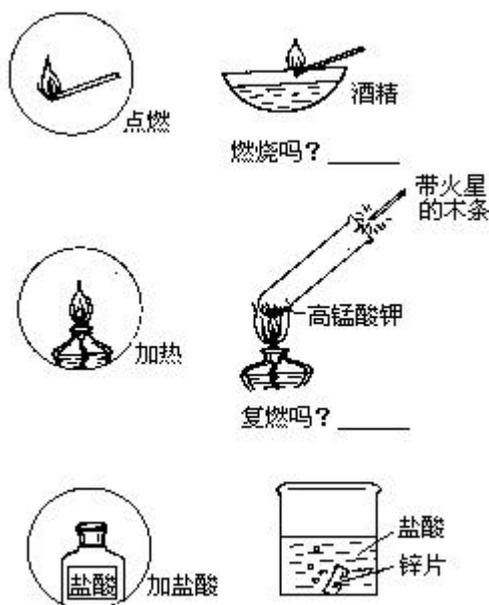


图1-6 用实验的方法研究物质的性质

观察和实验都必须做记录。观察和记录的内容主要有以下三方面：

1. 变化前，物质的名称、颜色、状态和气味等。
2. 变化过程中，物质颜色、状态、气味等的改变，以及光、热、沉淀、气体等的产生。
3. 变化后，新物质的名称、颜色、状态、气味等。

观察和实验是研究化学的基本方法，也是我们学习化学的基本方法。为了能简明敏捷地做记录和描述实验事实，今后我们要学习一些化学符号。正确熟练地使用化学符号同观察和实验一样，是研究和学习化学的基本功。

要点

1. 物质在化学变化中表现出来的性质，叫做化学性质。
2. 物质不需要发生化学变化就表现出来的性质，叫做物理性质。
3. 观察和实验是研究和学习化学的基本方法。

习题

1. 下面的描述哪个说明物质的物理性质？哪个说明物质的化学性质？
 - (1) 无色、无味的液体。
 - (2) 水在常压下 100 沸腾，0 凝固。
 - (3) 木炭可以燃烧。
 - (4) 酒精易挥发变为酒精蒸气。
 - (5) 铁在潮湿空气里易生锈。
 - (6) 金属铝质软，可拉成铝线。
2. 你根据物质的哪些特性可以识别下列各组物质？
 - (1) 汞（水银）和铝。
 - (2) 煤油和蒸馏水。
 - (3) 铁粉和炭粉。
 - (4) 碘酒和酒精。
 - (5) 味精和白糖。

(6) 铁和铝。

3. 请你描述一下，你所观察和了解到的有关水的性质。

4. 铜、铁、铝是人们生活中应用较广的金属，人们根据它们的哪些主要性质来选用这些金属？

用途	选用金属	选用理由
导线	铜	
铁轨	铁	
汽车外皮	铁	
导线	铝	
锅	铁、铝	

5. 家庭小实验

(1) 取一小段铜丝(可从废旧电线中获得)，观察并记录它的颜色、状态、硬度，以及在冷水、热水中是否溶解和反应，说出它具有哪些物理性质。然后用钳子夹住一段铜丝在火焰上灼烧，观察并记录发生的现象，思考发生了什么变化。

(2) 记录蜡烛燃烧时的现象，说明哪些现象表示发生了物理变化，哪些现象表示发生了化学变化。

§ 1—4 纯净物和混合物

纯净物是由一种物质组成的。如水、乙醇（俗名酒精）、醋酸、碳酸氢铵、二氧化碳等都是纯净物，它们各自具有一定的性质。

混合物是由两种或多种物质混合而成的，没有固定的组成，各组成物质之间没有发生化学反应，它们都保持各自原来的性质。如空气、酒、牛奶、酱油、食醋等都是混合物。

我们来研究水和醋酸这两种纯净物。实验测得，在通常状况下它们的密度和沸点是固定不变的，见表 1—2。

物质	密度	沸点
水	1 克/厘米 ³ (4)	100
醋酸	1.05 克/厘米 ³	117.9

当醋酸和水配成混合物时，它的密度和沸点就成了不固定值，随含水和醋酸相对比例的变化而变化，见表 1—3。

表 1—3 水和醋酸的混合物的密度和沸点

物质	密度	沸点
水和醋酸的混合物	在 1 ~ 1.05 克/厘米 ³ 之间	恒定, 在 100 ~ 117.9 之间

从上述研究可以看到，凡是要研究一种物质的性质，必须取用纯净物。因为一种物质如含有杂质（即它是混合物），就会影响这种物质固有的某些性质。

要点

1. 纯净物是由一种物质组成的，具有一定的性质。
2. 混合物是由两种或多种物质混合而成的，没有固定的组成，各组成物质之间没有发生化学反应，它们都保持各自原来的性质。

习题

1. 下列说法对吗？为什么？

- (1) 糖放入水中就不见了，因此糖水是由一种物质组成的纯净物。
- (2) 洁净物就是纯净物。
- (3) 氧化镁就是氧和镁的混合物。
- (4) 经过净化的不含灰尘的空气是纯净物。

2. 填空

- (1) 纯净物是由_____物质组成的，具有_____的性质。
- (2) 混合物的组成不固定，且各组成物质都保持自己的_____。

3. 下列物质哪些是纯净物？哪些是混合物？

乙醇，氧气，二氧化碳，汽水，盐水，镁，氨气，铜，食醋，自来水。 []

通常状况指在室温和 1.01×10^5 帕大气压强下的状况。

4. 家庭小实验

你能不能凭肉眼观察判断自来水或河水是纯净物还是混合物？

进一步做如下实验来验证你的结论：取几滴自来水或河水，放在玻璃片上，在火上烘干，观察玻璃片上是否有斑点痕迹出现。如有，则证明所取的水是混合物，里面含有较多的杂质。

§ 1—5 化合反应

我们知道，化学变化是产生新物质的变化。化学变化又叫化学反应。化学反应有些什么类型？现在我们通过铁粉跟硫粉发生的化学反应来考察化学反应的一种基本类型。

〔实验 1—5〕取少量铁粉和少量硫粉，观察它们的颜色、受磁铁吸引以及放入水中的情形，并做好记录。

- 铁粉呈____色，硫粉呈____色。
- 铁粉____被磁铁____，硫粉____被磁铁____。
- 铁粉在水里是____水底，硫粉____水面。

〔实验 1—6〕在两支试管中分别取少许铁粉和硫粉，各加入 5 毫升盐酸，观察现象并做记录。

- 铁和盐酸____，有____产生。
- 硫和盐酸____，没有____产生。

〔实验 1—7〕将铁粉和硫粉混合均匀，分成两份，一份放入水中（见图 1—7），一份用磁铁吸引（见图 1—8），观察并做记录。



图1—7 用水分离铁粉和硫粉

- 铁粉____水底。
- 硫粉____水面。
- 磁铁只能吸引____而不吸引____。

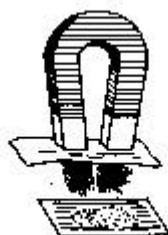


图1—8 用磁铁分离铁粉和硫粉

〔实验 1—8〕把铁粉和硫粉的混合物放在石棉网上，用灼热的玻璃棒迅速与混合物接触（见图 1—9），等混合物刚一红热，立刻移开玻璃棒，观察并做记录。

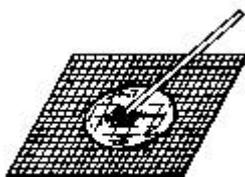


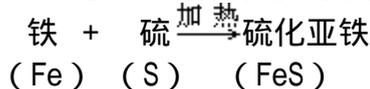
图1—9 用灼热玻璃棒点燃硫粉与铁粉的混合物

混合物中铁与硫的质量比应为 7 : 4，为了使铁反应更完全，可适当增加硫的用量。

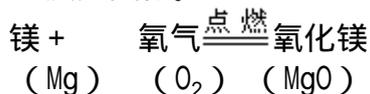
- 铁和硫的混合物发生__并__热。
- 生成的物质呈均匀的__色，其粉末__被磁铁吸引，放在水里__（浮、沉），放入盐酸里，可以闻到的气味。

从上述实验可以看到，反应物铁粉是灰黑色物质，硫粉是黄色物质，放入水中它们都不溶于水，铁粉沉于水底，硫粉浮在水面。铁粉能跟盐酸反应，生成一种无色、无气味的叫做氢气的气体；硫粉不跟盐酸反应。铁粉与硫粉混合后，它们仍维持各自的性质，放入水中，混合物就发生分离，铁粉沉于水底，硫粉浮于水面；用磁铁吸引，铁粉可以被吸引，而硫粉不被吸引。它们发生化学反应后，生成了一种叫做硫化亚铁的黑色物质。这种物质虽具有铁和硫的成分，但不被磁铁吸引，不浮在水面，可以与盐酸反应，但不是生成无色、无气味的氢气，而是生成有臭鸡蛋气味的硫化氢气体。这些都说明新物质已不具有反应物的性质，而具有新的性质。

这个反应的过程可以用如下的文字表达式来表示。为了让大家逐渐熟悉化学符号，从现在开始，就在文字表达式各物质的下面注上相应的化学符号。



镁和氧气的反应跟上述反应类似。



由两种或两种以上的物质生成一种物质的化学反应，叫做化合反应。

化合反应是化学反应的一种基本类型。

要点 由两种或两种以上的物质生成一种物质的化学反应，叫做化合反应。它是化学反应的一种基本类型。

习题

1. 什么是化合反应？下面哪个反应属于化合反应？
 - (1) 镁条和氧气反应生成氧化镁。
 - (2) 乙醇燃烧生成二氧化碳和水。
 - (3) 铜在空气中灼热生成黑色氧化铜。
2. 有人说糖放入水里就不见了，这是糖与水发生了化合反应，生成了糖水。你认为对吗？为什么？
3. 举出三种现象来说明硫化亚铁是铁和硫反应产生的新物质，写出生成硫化亚铁的文字表达式。
4. 举一个生活中的例子，说明“混合”与“化合”的区别。

硫的密度比水大，块状的硫会沉于水底；但硫的粉末颗粒很小，且不被水浸润，除受水的浮力外，还受水的表面张力的作用，故能浮于水面。

5. 记住并默写下列物质的化学符号：

铁 (Fe) , 硫 (S) , 硫化亚铁 (FeS) , 镁 (Mg) , 氧化镁 (MgO) , 氧气 (O₂) 。

§ 1—6 分解反应

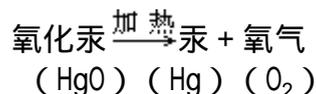
现在我们来考察化学反应的另一种基本类型。

〔实验 1—9〕取少量氧化汞按图 1—10 做实验。加热氧化汞，待试管壁出现银白色的物质后，取出堵口的棉花，插入带火星的木条，观察现象并做记录。



- 反应物氧化汞是___色___状固体。
- 反应过程中，氧化汞的量逐渐减少，试管壁有一层___色物质产生，插入带火星的木条立刻___。

上述实验中，红色氧化汞受热发生了化学变化，产生了两种新的物质，一种是银白色的汞（Hg，俗称水银），另一种是支持燃烧、使带火星的木条复燃的氧气（O₂）。这个反应的文字表达式为：

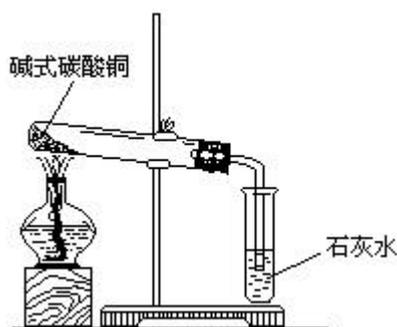


现在再来考察一种叫做碱式碳酸铜

〔Cu₂(OH)₂CO₃〕的物质受热产生新物质的过程。

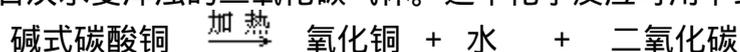
〔实验 1—10〕取少量碱式碳酸铜按图 1—11 做实验，观察并做记录。

- 反应物碱式碳酸铜是___色___状固体。
- 反应过程中碱式碳酸铜逐渐由___色变为___色，试管内壁出现了___。
- 澄清的石灰水吸收气体后变___。



图—11 加热碱式碳酸铜

上述实验中绿色的碱式碳酸铜受热生成了水、氧化铜（黑色粉末）和能使澄清的石灰水变浑浊的二氧化碳气体。这个化学反应可用下式表示：





这个反应与氧化汞受热发生的反应是相似的。由一种物质生成两种或两种以上的其它物质的化学反应，叫做分解反应。

分解反应是化学反应的另一种基本类型。

问题 下列哪个变化属于分解反应？

1. 盐水加热蒸发得到盐和水蒸气。
2. 工业酒精（内含乙醇、水和其它杂质）蒸馏后得到乙醇、水和其它杂质。
3. 水在不同温度下可变为水蒸气和冰。
4. 碳酸氢铵受热变成氨气、水和二氧化碳。要点 分解反应是由一种物质生成两种或两种以上其它物质的化学反应，它是化学反应的另一种基本类型。

习题

1. 下列变化哪个是分解反应？哪个是化合反应？
 - (1) 氯酸钾 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 氯化钾+氧气
(提示：此反应与氧化汞受热发生的反应相似)
 - (2) 铝+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 氧化铝
 - (3) 木炭+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化碳
 - (4) 泥水 $\xrightarrow{\text{过滤}}$ 泥+水
2. 对氧化汞受热分解产生汞和氧气的反应，下列说法你认为对不对？
 - (1) 反应前氧化汞是由汞和氧气组成的，加热后，汞和氧气分开了。
 - (2) 反应前氧化汞是一种物质，不是汞和氧气的混合物。
 - (3) 氧化汞受热产生汞和氧气是物理变化。
 - (4) 氧化汞受热后自身分解产生了汞和氧气。
3. 请默写出氧化汞、碱式碳酸铜和碳酸氢铵受热分解的文字表达式和反应现象。
4. 家庭小实验
在小锅里放少量白糖，加热翻炒，可以看到水分逐渐蒸发，糖最后变成焦黑的炭粒。这个过程是分解反应吗？
5. 记住并默写下列物质的化学符号：
汞(Hg)，氧化汞(HgO)，铜(Cu)，氧化铜(CuO)，二氧化碳(CO₂)，水(H₂O)。

本章知识间的关系

复习练习题

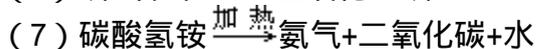
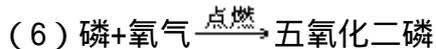
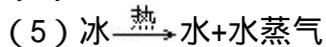
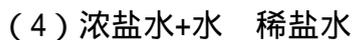
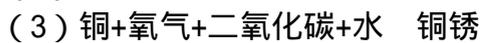
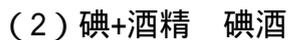
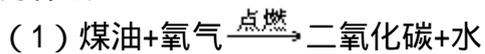
1. 判断下列句子的正误，正确的在括号内画“ ”，错误的画“×”。

- (1) 化学是研究物体的一门科学。 ()
- (2) 铁和空气是物质。 ()
- (3) 空气是混合物。 ()
- (4) 冰和水是不同状态的两种物质。 ()
- (5) 冰和水是一种物质的不同状态。 ()
- (6) 木炭可以燃烧，是木炭的一种化学性质。 ()
- (7) 我们利用物质的性质来识别物质。 ()
- (8) 水蒸气仍然保留着液态水的化学性质。 ()
- (9) 一种物质与另一种物质相遇，若产生沉淀，表明它们已发生了化学变化。 ()

2. 请在状态变化与它相对应的名词之间画一连线。

固体变成液体	凝固
液体变成固体	气化
液体变成气体	熔化
气体变成液体	冷凝

3. 下列变化哪个属于分解反应？哪个属于化合反应？哪个属于物理变化？为什么？



4. 将正确答案的序号填在括号内。

(1) 将无杂质的食盐水加热蒸干，得到的白色固体是 []
 纯净物 混合物

(2) 将氧化汞加热，得到的银白色物质是 []
 纯净物 混合物

第二章 空气 水和溶液

空气的成分

水的物理性质和组成

溶液的组成和特征

溶质质量分数和计算

空气和水的污染及防治

§ 2—1 空气

空气在通常状况下是没有颜色、没有气味的气体。空气的存在是动植物维持生命的重要条件，空气是人类从事生产活动的自然资源。

在小学自然课里大家已经学过一些关于空气的知识。你还记得空气的组成吗？下面的实验可以帮助你回忆。

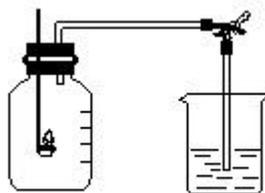


图2—1 红磷在密闭容器里燃烧

〔实验 2—1〕照图 2—1 做空气组成的实验。实验步骤如下：

(1) 在点燃燃烧匙里的红磷 (P) 前掀开弹簧夹，观察烧杯里的水能否倒流入广口瓶 (思考其原因)，然后夹上弹簧夹。

(2) 将盛有少许红磷的燃烧匙在酒精灯上点燃后伸入广口瓶 (事先将广口瓶的容积划分为五等分，并涂上标志)，塞上塞子，观察并记录现象。

- 红磷燃烧，瓶内充满_____。
- 待红磷燃烧停止，广口瓶冷却后，掀开弹簧夹。这时可见到_____，占据广口瓶_____的空间。
- 打开广口瓶塞，用点燃的木条迅速伸入广口瓶里，燃烧的木条_____。

在上述实验中磷燃烧时产生五氧化二磷白烟，并使广口瓶里空气体积减少约 1/5，余下约 4/5 的气体可使燃着的木条熄灭，就是说它不能支持燃烧。这种不能支持燃烧的气体主要是氮气 (N_2) 和极少量其它气体。经过许多科学家对空气进行精密的分析研究后，今天人们已经知道了干燥空气的成分如表 2—1 所示。

组成	体积组成 (%)
成分	
氧气 (O_2)	20.90
氮气 (N_2)	78.10
二氧化碳 (CO_2)	0.03
稀有气体	0.94

平时空气里除以上物质外，还含有水蒸气、尘埃和微生物等。空气的每一种成分都独立存在，不因混合在一起而改变自己原来的性质。因此空气是一种混合物。

稀有气体包括氦 (He)、氖 (Ne)、氩 (Ar)、氪 (Kr)、氙 (Xe) 等，它们在常温下都没有颜色，也没有气味。由于它们在空气里的含量很少，所以叫做稀有气体。

稀有气体的性质一般很稳定，在通常情况下不和其它物质发生化学反

应，所以又叫做惰性气体。当通入电流的时候，它们会发出不同颜色的光。它们的这些性质已被广泛地应用到工业、医学及尖端科学技术和人类社会中。

阅读材料

一、稀有气体的用途

1. 充霓虹灯。通电时氖气发红光，氙气发蓝紫色光，氦气发粉红色光。故可充制不同颜色的霓虹灯。

2. 作保护气。常用氩气充填灯泡，在焊接精密零件和制造半导体晶体材料时，也用氩气作保护气，其目的是隔绝空气，防止金属跟氧气反应。

3. 充气球及飞船。氦气是除氢气以外最轻的气体，它不会着火爆炸，用它充气球及飞船比较安全。

4. 氙灯（俗称人造小太阳）可作飞机场及广场的照明灯。另外，80%的氙和20%的氧气的混合气，医疗上可用作麻醉剂。

二、空气成分的发现史

1. 氧气和氮气的发现

早在18世纪70年代，瑞典化学家舍勒（C.W. Scheele, 1742—1786）和英国化学家普里斯特里（J. Priestley, 1733—1804）曾先后用加热某些物质的方法，制得了使物质燃烧得更旺的气体，它就是现在所说的氧气。但他们都错误地认为物质能够燃烧是因为其中含有一种叫“燃素”的特殊东西，而没有得出燃烧是物质跟空气里含有的氧气起反应的科学结论。

法国化学家拉瓦锡（A.L. Lavoisier, 1743—1794）重视了化学反应中物质质量的变化，并运用天平来研究空气，做了一个著名的实验。

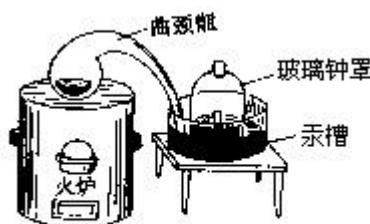


图2—2 拉瓦锡研究空气成分所用的装置

拉瓦锡把少量的汞放在密闭的容器里（见图2—2）连续加热12天。结果发现有一部分银白色的液态汞变成红色的粉末，同时容器里空气的体积差不多减少了 $\frac{1}{5}$ 。拉瓦锡研究了剩余的那部分空气，发现它既不能供给呼吸，也不能支持燃烧。它就是我们现在所说的氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。拉瓦锡把汞表面上所生成的红色粉末（氧化汞）收集起来，放在另一个较小的容器里加强热，又重新得到了汞和氧气。而且氧气的体积恰好等于密闭容器里减少的空气的体积。拉瓦锡尊重事实，对实验作了科学的分析和判断，揭示了燃烧是物质跟空气里的氧气发生了反应，而物质里根本不存在所谓“燃素”这种特殊东西。

2. 稀有气体的发现

科学家是从几毫克微小差异的实验结果中发现了稀有气体的。二百多年前，人们已经知道空气里除了少量的水蒸气、二氧化碳外，其余的就是氧气和氮气。1785年英国科学家卡文迪许（H.Cavendish, 1731—1810）通过实验发现，把不含水蒸气、二氧化碳的空气除去氧气、氮气后，仍有少量的残余气体存在。这种现象在当时并没有引起化学家的重视。一百多年后，英国物理学家雷利（L.Rayleigh, 1842—1919）测定氮气密度时，发现从空气里分离出来的氮气每升质量是1.2572克，而从含氮物质制得的氮气每升质量是1.2505克。经过多次测定，两者质量相差仍然是0.0067克，可贵的是雷利没有忽视这种微小的差异。于是他查阅了卡文迪许过去写的资料，并反复进行实验。直至1894年，他在除掉空气里的氧气和氮气以后，得到了很少量的极不活泼的气体。与此同时，雷利的朋友，英国化学家拉姆塞（W.Ramsay, 1852—1916）用其它方法从空气里也得到了这样的气体，经过分析，判断该气体是一种新物质。由于这种气体极不活泼，所以命名为氩（拉丁文原意为“懒惰”）。以后几年里，拉姆塞等人又陆续从空气里发现了氦气、氖气、氦气和氙气。由于他们精确测定了气体的密度，从几毫克微小差异的实验结果中发现了稀有气体。因此人们称稀有气体的发现是“第三位小数”的胜利，也就是科学工作高度精确的胜利！同学们，你们可以从中得到什么启示呢？

要点

1. 空气是一种重要的天然资源。
2. 空气的主要成分是氮气和氧气，还含有少量的稀有气体、二氧化碳和水蒸气等。
3. 氦、氖、氩、氪、氙等气体在空气中的含量很少，故称稀有气体。

习题

1. 填空

空气的成分按体积计算，大致是___占21%，___占78%。所以空气的成分以___为主。

稀有气体是___、___、___、___、___等几种气体的总称。它们在空气中的含量很少，所以称为___。

2. 将正确答案的序号填在括号内。

(1) 空气的成分由多到少的顺序是 []

- 氮气、二氧化碳、氧气和稀有气体
- 氮气、氧气、稀有气体、二氧化碳
- 氮气、氧气、二氧化碳、稀有气体
- 氧气、氮气、二氧化碳、稀有气体

(2) 稀有气体是 []

- 常温常压下没有颜色、没有气味的气体，它不跟其它物质发生化学反应
- 常温常压下没有颜色、没有气味的气体，它一般不跟其它物质发

实际上，这种气体里除氩气外仍含有极少量其它稀有气体。

生化学反应

在通电时会发出有色光的气体，它容易跟其它物质发生化学反应

(3) 氧气约占空气体积的 []

25% 约 1/5 78%

3. 桌上放着一只空烧杯，一个学生说“杯中没有任何物质”，另一个学生说“杯中有空气”。你认为哪一个学生说得对？为什么？

4. 写出氮气、氦气、氖气、氩气、磷的化学符号。

§ 2—2 水

水与空气一样，是一种宝贵的自然资源，是人类生活、动植物生长和工农业生产中不可缺少的物质。

阅读材料

水的重要意义

1. 水是生命产生和存在的前提。人体内含水量约占体重的 $\frac{2}{3}$ ，每人每天维持生活和卫生约需用水 40 ~ 50 升。算一算，你体内约含多少升水？全班、全校师生一天要消耗多少吨水？

2. 水是农业的命脉，农业生产需要消耗大量的水。即使是工业发达国家，农业用水也是工业用水的 2 ~ 3 倍。

- 瓜果蔬菜本身含水达 80% ~ 90%。
- 华北地区 1 亩小麦需消耗水 40 ~ 50 吨，1 亩棉花需消耗水 35 ~ 50 吨。

3. 水是工业生产的基本条件。一切工业生产都要用水，有的消耗量还很大，据统计，工业用水占城市用水的 80%。

- 生产 1 吨钢需用 200 吨水。
- 生产 1 吨合成纤维需用 1000 吨水。
- 生产 1 吨纸需用 250 ~ 500 吨水。

地球上有多少水？大约有 13.86 亿立方公里的水，其中 97.4% 是咸水，包括海水、盐湖水和高矿化地下水。淡水仅占总水量的 2.6%，其中大约 70% 为固态水，储存在南北极和高山上，30% 左右为液态水，包括河水、湖泊淡水、地下淡水和大气水等等。

我国有大小河流 6000 多条，平均年径流总量为 2.65 万亿立方米，在世界各国中位居第六。但由于我国人口超过 10 亿，每人平均拥有的水资源量仅 2600 立方米左右，只有世界人均水资源的 $\frac{1}{4}$ ，在世界各国中居第八十几位。

实际上，可供人类生活、生产使用的淡水量并不多，我们必须合理利用水资源，节约用水，防止水源污染。

人类生产和生活用水，都是利用天然水资源。那么什么是天然水？它是混合物还是纯净物？

海水、河水、泉水、井水、雨水等统称天然水。几乎一切物质都可以或多或少地溶解在水中，如水中溶有空气中的氧气 (O_2)、二氧化碳 (CO_2)，石油或煤炭燃烧时生成的少量二氧化硫 (SO_2)，以及矿物质等。就连细菌这种微生物在水中的含量也是很多的。因此天然水是混合物。而供实验室研究用的水是纯净物，是经过纯化处理的水，如蒸馏水。

水有哪些物理性质？

观察一杯蒸馏水和漂浮的冰块，结合已有的知识回答：



- 常温下，水中__色__味透明的液体

· 在 1.01×10^5 帕压强条件下，水的沸点是____，冰点是____。

· 水在 4°C 时密度 ($1\text{克}/\text{厘米}^3$) 最大。为什么 0°C 结冰时，冰总漂在水面上？你能解释这一现象吗？

水是一种由两种基本成分组成的纯净物，组成它的那两种基本成分是什么？为了探讨这个问题，我们来做电解水（通电使水分解）的实验。

〔实验 2—2〕往水电解器（见图 2—3）里注满水（为增加水的导电性，可加入少量硫酸或氢氧化钠），接通直流电源后，观察现象并做记录。

· 两支玻璃管里有__产生。

· 连接电源负极一端的玻璃管内汇集的气体比连接电源正极一端玻璃管内汇集的气体体积____（多、少），它们的体积比约为____。

· 用带火星的木条去检验连接电源正极一端的玻璃管里产生的气体，带火星的木条_____。

· 用燃烧的木条去检验连接电源负极一端的玻璃管里产生的气体，气体能被_____。

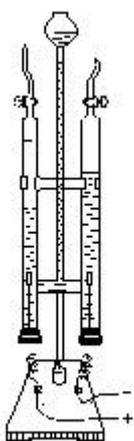
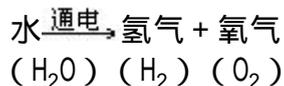


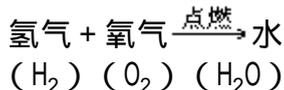
图2—3 水电解器

从上述实验可以知道，通直流电可以使水电解，在连接电源正极一端的玻璃管里产生氧气，它可以使带火星的木条复燃；在连接电源负极一端的玻璃管里产生氢气，它可以被燃烧的木条点燃。水电解产生的氢气和氧气的体积比是 2 : 1。

水电解的反应可以这样表示：



水可以电解生成氢气和氧气，但水并不是氢气和氧气的混合物。如果把氢气和氧气按 2 : 1 体积比混合点燃，它们又可以完全反应生成水，即



这说明水是由氢和氧两种基本成分组成的。

要点

1. 水是人类宝贵的自然财富，它对于工农业生产和维持生命都起着重大的作用。

2. 水在温度变化时有固态、液态、气态的变化， 4°C 时它的密度 ($1\text{克}/$

厘米³)最大。

3. 水是由氢和氧两种基本成分组成的。

习题

1. 下面的说法是否正确？正确的画“ ”，错误的画“×”。

(1) 水电解生成氢气和氧气，因此水是由氢气和氧气组成的。()

(2) 水电解时，与电源正负二极相连的玻璃管内所获得的气体都是氧气和氢气的混合物。()

(3) 一切天然水都是无色、无味、透明的液体。()

2. 填空

(1) 在电解水的实验中，水电解器连接电源负极一端的玻璃管里产生的气体体积大、能燃烧的是_____气，连接电源正极一端的玻璃管里产生的气体体积小、能使带火星的木条复燃的是_____气。

(2) 一定条件下，把两体积的氢气和两体积的氧气混合点燃，生成的是_____，剩余的是_____气。

3. 通常说水的凝固点是0 ，沸点是100 ，那么，在青藏高原上水的凝固点和沸点也是这个数值吗？凝固点和沸点的测量与什么因素有关？

4. 根据水的性质解释下面的现象。

(1) 严冬季节，放在室外盛水的缸容易破裂。

(2) 结冰时节，江河里的水生动物仍然能够生长，不被冻死。

5. 家庭小实验

在家里观察烧开水，思考以下问题：

(1) 水加热时有气泡上升，你知道气泡内含什么气体吗？

(2) 你通过此观察能说明温度对气体在水里溶解的多少有什么影响吗？

(3) 根据壶里的水垢，你认为你家所用的水是纯净物还是混合物？

§ 2—3 空气与水的污染及防治

在人类生存的环境中发生有害物质积聚的状态称为污染。污染物质主要存在于空气和水中，工业生产中的废渣、废液、废气，农业生产中的农药、化肥以及城市生活中的污水、污物等等，未经处理，扩散于空气，流入江河，就造成了污染。

表 2—2 空气和水的主要污染物

空气	水
二氧化硫 (SO ₂)、一氧化碳 (CO)、硫化氢 (H ₂ S)、煤屑、烟灰、油脂蒸气、尘埃、微生物……	含铅 (Pb)、汞 (Hg)、镉 (Cd)、铬 (Cr)、砷 (As) 等的污染物，氰化物，农药，石油，工业废渣，垃圾，粪便……

当空气里的有害物质达到一定浓度后，轻的使能见度降低，影响交通安全；重的可以严重地损害人类的健康和农作物、牲畜的生长。

阅读材料

印度博帕尔市化学毒物污染事件

1984年12月3日，印度中央邦首府博帕尔市一家农药厂（属美国的一家跨国公司）生产用于农业杀虫剂的剧毒物异氰酸甲酯泄漏，污染大气，造成当地二十多万居民中毒，其中二千多人死亡，五百多人眼睛受到伤害，造成重大损失。

目前，我国燃料仍以煤为主，燃烧煤会产生许多有害物质，特别是当设备和操作不合理的情况下，更是如此。这些有害物质对人类及生物体会造成很大危害。

阅读材料

燃煤产生的重要有害物质及其对人类的主要危害

重要有害物质	主要危害
二氧化硫 (SO ₂)	引起呼吸系统、心血管系统的疾病，吸入含量多于0.2%二氧化硫的空气，嗓子会变哑，喘息，甚至失去知觉。 二氧化硫与水蒸气结合形成酸雨、酸雾，其毒性比SO ₂ 气体本身大7倍。
一氧化碳 (CO)	低浓度可引起贫血，消化不良，视力、听力发生障碍，高浓度会引起死亡。
汞 (Hg) 镉 (Cd) 铅 (Pb)	它们是重金属中毒性最大的几种，汞能引起水俣病，镉能引起骨痛病，铅能引起贫血、肢体麻痹、瘫痪等。

续表

重要有害物质	主要危害
煤屑	煤屑尘埃中常含有焦油和石棉灰的微粒，它们是致癌物质。

污染的形成是一种复杂的现象。有些物质可以直接污染环境，也有的物质是在细菌的作用下，或者经过化学反应而造成污染，还有的是在电、磁、热、放射线等因素的影响下而对环境造成污染的。当前，由于人口的膨胀，市镇的扩建，工业的高度发展，若不注意科学规划，合理使用资源，人们也会自觉不自觉地破坏自己生存的环境。

阅读材料

我国环境污染严重

我国每年废气排放量达 7 万亿立方米，其中二氧化硫 1250 万吨，烟尘 2550 万吨；废水排放量 339 亿吨，其中工业废水 260 亿吨；工业固体废物产生量 6 亿吨，历年工业固体废物累计堆放量达 74 亿吨，占地 6 万多公顷。

我国政府十分重视环境保护，采取了各种防范和治理措施，政府制订有关环境保护的法规，设置环境保护机构，合理地进行工业布局，确立三废治理与主体工程必须“同时设计、同时施工、同时投产”的建设方针，防止新污染源的产生。同时对现存污染源大力进行治理，如改革工业生产工艺，改善燃烧过程，城市实行集中供热和煤气化，减少燃煤产生的烟尘和废气的排放。大力开展植树造林，使空气得到净化。

环境保护关系到国家社会主义建设和人民的健康，因此，注意保护和改善环境是我们每一个公民应尽的社会义务。

要点

1. 在人类生存的环境中发生有害物质积聚的状态称为污染。
2. 污染源主要来自工业生产中的废渣、废液、废气，农业生产中的农药、化肥以及城市生活中的污水、污物。
3. 科学规划，合理使用资源，防止空气和水的污染。

习题

1. 什么叫环境污染？正常空气与被污染空气的主要区别是什么？
2. 你所在学校（或城镇）的空气是否遭受过污染？为什么？
3. 请在报纸或杂志上摘录一段关于空气或水被污染和防治污染的报导。

§ 2—4 溶液

在小学自然课里，同学们已经学习过关于溶液的一些知识。在日常生活、科学实验和工农业生产中广泛地用到溶液。例如，食盐水、糖水、石灰水、汽水、碘酒等都是溶液。动植物通过溶液吸收各种养料，化工、食品和制药等生产，都需要把某些原料配制成溶液，以加速化学反应或使有效成分分散得更均匀。

一、溶液的组成

〔实验 2—3〕 按图 2—4 做实验，观察现象。

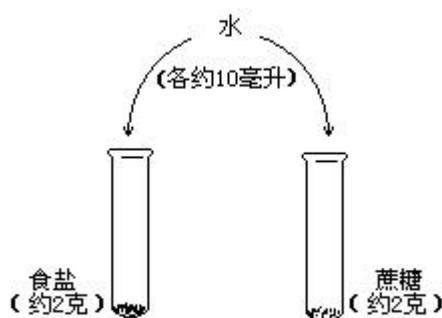


图2—4 食盐和蔗糖在水里溶解

食盐 (NaCl) 或蔗糖能溶解在水中，形成均一、透明的液体，它是食盐与水或蔗糖与水的混合物。只要水不蒸发，温度不变，不管放置多久，均一分布在水中的食盐或蔗糖不会从液体里沉降出来。如果另取少量高锰酸钾 (KMnO_4) 或硝酸钾 (KNO_3) 加水溶解，同样可以得到均一、稳定的液体，这种液体叫做溶液。

把一种物质均匀地分散到另一种物质里的过程叫溶解。能溶解其它物质的物质叫做溶剂；被溶解的物质叫做溶质。食盐、蔗糖能被水溶解，所以水是溶剂，食盐和蔗糖是溶质。

溶质溶解在溶剂里形成均一、稳定的液体叫做溶液。

溶质可以是固体，也可以是液体或气体。当固体、气体溶于液体时，固体、气体是溶质，液体是溶剂。

当两种液体互相溶解形成溶液时，通常把量多的那种液体叫做溶剂，把量少的叫做溶质。如将豆油溶解在汽油或丙酮中，豆油少，是溶质；汽油或丙酮多，是溶剂。它们所组成的溶液叫做豆油的汽油或丙酮溶液。如果两种液体中的一种是水，则不管量的多少，都是把水看作溶剂，另一种液体看作溶质。例如医用酒精，它 100 毫升中含乙醇 75 份，含水 25 份，虽然含乙醇多，含水少，但我们仍把乙醇看作溶质，把水看作溶剂。它们所组成的溶液叫做乙醇的水溶液。习惯上我们把一切用水作溶剂的溶液叫做水溶液。通常不指明溶剂的时候，一般指的是水溶液。

练习 把下列各种溶液的溶质、溶剂填写出来。

溶 液	溶 质	溶 剂
碘 酒		
生理盐水		
医用酒精		

二、溶液的特征

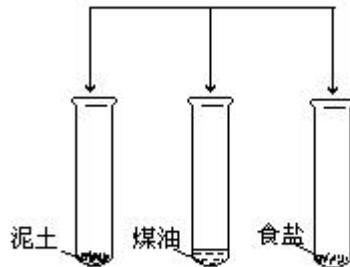


图2—5 比较泥土、煤油、食盐与水混合的情形

〔实验 2—4〕按图 2—5 做实验，充分振荡三支水（各约 10 毫升）试管，观察现象；静置一会儿，再观察并比较实验现象有什么不同？

· 泥土跟水混合后，液体变_____，静置片刻，泥土颗粒会_____试管底部。

· 煤油跟水混合后，液体变_____，静置片刻，煤油液滴就_____。液体分_____层。

· 食盐溶解在水里，呈_____的溶液，静置片刻，没有产生_____或_____的现象。

泥土跟水混合后，经过振荡或搅拌，形成浑浊的液体。在这种液体里，泥土的小颗粒悬浮在水中，静置后会慢慢沉降。所以泥土与水的浑浊混合物是不均一、不稳定的，它叫做悬浊液。

煤油跟水混合后，形成乳状浑浊的液体。在这种液体里分散着不溶于水的煤油小液滴，静置后液体分为两层，上层为比水轻的煤油，下层为水。所以煤油与水的乳状混合物也是不均一、不稳定的，它叫做乳浊液。

悬浊液和乳浊液都属于浊液。溶液与浊液的特征很不相同，溶液是均一、稳定的，不会产生沉降或分层现象。

悬浊液和乳浊液有广泛的应用。例如，不溶于水的农药常配制成悬浊液或乳浊液，这样做便于使用，喷洒得均匀，能提高药效，也可节省农药；医药中的某些外用药水或口服药水，往往也要制成浊液使用。

溶液的应用更为广泛。动物摄取食物里的养料，必须经过消化，变成溶液，才能吸收；植物从土壤里获得各种养料，也要先成为溶液，才能被根部吸收。在生产和科学实验里，为了大大加快化学反应，常把固体溶解在水里，然后把两种或多种溶液混合在一起。

练习 填空：

性质 类别	均一性	稳定性	举例
溶液			
悬浊液			
乳浊液			

要点

1. 把一种物质均匀地分散到另一种物质里的过程叫做溶解。能溶解其它物质的物质叫做溶剂，被溶剂溶解的物质叫做溶质。
2. 溶质溶解在溶剂里形成的均一、稳定的液体叫做溶液。
3. 悬浊液、乳浊液跟溶液的区别在于，前者不均一、不稳定，后者均一、稳定。

习题

1. 把少量精盐、面粉、煤油和碱面（碳酸钠）分别投入水中，振荡，观察现象，指出哪种物质所得液体是溶液、悬浊液或乳浊液。
2. 分别指出下列各种溶液里的溶质和溶剂。
 - (1) 糖水
 - (2) 白酒
 - (3) 高锰酸钾溶液
 - (4) 硝酸钾溶液
3. 选择正确答案的序号填在括号里。
 - (1) 当条件不改变时，溶液放置时间稍长，溶质
 - 会沉降出来
 - 不会分离出来
 - 会浮上来
 []
 - (2) 一杯溶液里各部分的性质
 - 不相同
 - 相同
 - 上面跟下面不相同
 []
4. 为什么实验室里和生产上的许多化学反应都要在溶液里进行？
5. 参观实验室并访问老师，记下化学上常用的五种溶液的名称和颜色。
6. 填写下面空白：
 - (1) 食盐的学名叫氯化钠，它的化学符号是_____。
 - (2) KMnO_4 是_____的化学符号。
 - (3) 硝酸钾的化学符号是_____。

§ 2—5 溶液的浓度

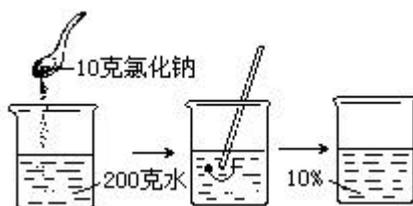
在日常生活里，常常用浓溶液和稀溶液来粗略地表示溶液中溶质含量的多少。而在生产上则需要确切知道一定量的溶液里含有多少溶质。一定量的溶液里所含溶质的量叫做溶液的浓度。溶液浓度的表示方法很多，这里只讲溶质质量分数。

用溶质的质量占全部溶液质量的比值来表示的溶液的浓度，叫做溶质质量分数（常用百分数表示）。

$$\begin{aligned}\text{溶质质量分数} &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}} \times 100\%\end{aligned}$$

例如，把 5 克食盐溶解在 95 克水里，就制得 100 克溶质质量分数为 5% 的食盐溶液。

问题 这样配制 200 克溶质质量分数为 10% 的氯化钠溶液对不对？



〔例题 1〕把 10 克氯化铵溶解在 80 克水里，计算这种溶液的溶质质量分数。

〔解〕已知溶质的质量是 10 克，溶液的质量是（10 克+80 克）=90 克。

$$\begin{aligned}\text{溶液的溶质质量分数} &= \frac{10\text{克}}{90\text{克}} \times 100\% \\ &= 11.1\%\end{aligned}$$

答：氯化铵溶液的溶质质量分数是 11.1%。〔例题 2〕欲配制 150 千克溶质质量分数为 16% 的食盐溶液供选种用，计算需用食盐和水各多少千克。

〔解〕（1）求所需溶质的质量

$$\begin{aligned}\text{溶液质量} \times \text{溶质质量分数} &= \text{溶质质量} \\ 150 \text{ 千克} \times 16\% &= 24 \text{ 千克}\end{aligned}$$

（2）求所需水的质量

$$\begin{aligned}\text{溶液质量} - \text{溶质质量} &= \text{溶剂质量} \\ 150 \text{ 千克} - 24 \text{ 千克} &= 126 \text{ 千克}\end{aligned}$$

答：配制溶质质量分数为 16% 的食盐溶液 150 千克需食盐 24 千克，水 126 千克。

〔例题 3〕把 50 克溶质质量分数为 98% 的硫酸（ H_2SO_4 ）稀释成溶质质量分数为 20% 的 H_2SO_4 溶液，需要水多少克？

〔解〕被稀释溶液里的溶质在稀释前后质量不变。

设稀释后溶液的质量为 X。

$$50 \text{ 克} \times 98\% = X \times 20\%$$

$$x = \frac{50\text{克} \times 98\%}{20\%} = 245\text{克}$$

需要水的质量是：

$$245\text{克} - 50\text{克} = 195\text{克}$$

答：把 50 克溶质质量分数为 98% 的硫酸稀释成溶质质量分数为 20% 的 H_2SO_4 溶液需要水 195 克。

练习 通过计算填空。

溶质/克	溶剂/克	溶液/克	溶质质量分数
20	100	()	()
()	8	14	()
0.2	()	1.6	()
()	()	10	10 %

用两种液体配制溶液或用水稀释液体试剂时常用体积比来表示溶液的组成。例如，实验室里配制 1 : 5 的硫酸溶液，就是指取 1 体积硫酸（一般指溶质质量分数为 98%，密度为 1.84 克/厘米³的 H_2SO_4 试剂）跟 5 体积水配制成的溶液；又如 1 : 3 的酒精溶液，指的是 1 体积的酒精跟 3 体积水混合而成的酒精溶液。

用两种液体的体积比表示溶液的组成，虽比较粗略，但配制时简便易行，在农业生产上稀释农药、在医疗上配制药剂及在化学实验室配制溶液常被采用。

要点

1. 一定量的溶液里所含溶质的量叫做溶液的浓度。
2. 用溶质的质量占全部溶液质量的比值来表示的溶液的浓度，叫做溶质质量分数。
3. 用配制溶液的两种液体的体积比来表示的溶液的组成，比较简便易行。

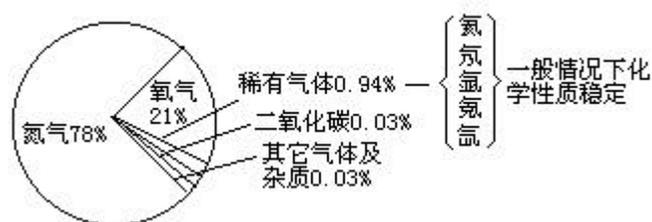
习题

1. 下面的说法是否正确？如不正确，应当怎样改正？
 - (1) 溶质质量分数为 20% 的 H_2SO_4 溶液 250 毫升，取出 10 毫升后，溶液的溶质质量分数变小。
 - (2) 上题中取出的 10 毫升溶液的溶质质量分数是 20%。
 - (3) 溶质质量分数为 20% 的食盐水，就是 20 克的食盐溶在 100 克水中所组成的食盐水溶液。
2. 有含盐质量分数为 15% 的盐水 20 千克，要使盐水的溶质质量分数变成 10%，需加水多少千克？
3. 有盐的质量分数为 15% 的盐水 20 千克，要使盐水的溶质质量分数变成 20%，需加盐多少千克？
4. 配制溶质质量分数为 0.1% 的高锰酸钾溶液 500 克，需高锰酸钾和水各多少克？
5. 将等重的溶质质量分数为 10% 和 20% 的食盐溶液混合后，溶液的溶质

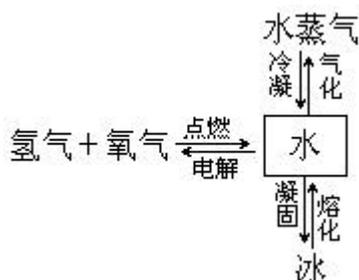
质量分数是多少？

本章知识间的关系

一、空气的组成（按体积计）



二、水



三、溶液

溶质 }
溶剂 } —— 溶液 $\xrightarrow{\text{浓度表示}}$ 溶质质量分数

$$\begin{aligned} \text{溶质质量分数} &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶液质量}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{溶质质量}}{\text{溶质质量} + \text{溶剂质量}} \times 100\% \end{aligned}$$

复习练习题

- 下列现象中属于化学变化的有_____。
 - 用磁铁从铁粉和硫粉的混合物中把铁粉分离出来。
 - 水电解生成氢气和氧气。
 - 氖气通电后发出红色光。
 - 碳酸氢铵受热能产生使石灰水变浑浊的气体、水蒸气以及有刺激性气味的氨气。
 - 水蒸气遇冷变为雾或雨。
 - 木柴燃烧变为灰和烟等其它物质。
- 在空气、液态空气、氧气、矿泉水、铁、镁、氧化镁中，属于纯净物的是_____，属于混合物的是_____。

3.在你学过的化学反应中，哪些反应属于化合反应？哪些反应属于分解反应？写出它们的文字表达式。

4.你认识下列化学符号吗？请在它的下方写出它所代表的物质的名称。

Mg H₂ H₂ O₂ MgO H₂O He CO₂ Cu

5.下列说法是否正确？正确的画“√”，错误的画“×”。

(1) 凡是均匀、透明、澄清的液体就是溶液。 ()

(2) 溶液一定是无色透明的。 ()

(3) 无论静置时间多长，溶液是会产生沉淀或分层现象的，因为溶液具有稳定性。 ()

(4) 医疗上用的酒精，其中酒精是溶质，水是溶剂。 ()

(5) 15克氯化铵溶于100克水中，所得溶液的溶质质量分数是15%。

()

(6) 从100克溶质质量分数为15%的糖水中取出10克糖水，剩余的90克糖水其溶质质量分数变为25%。

()

6.计算：

(1) 一瓶重500克、溶质质量分数为38%的盐酸溶液，其中溶质和溶剂各是多少克？

(2) 在250克水里需溶解多少克硝酸钾才能使所得溶液的溶质质量分数是10%？

(3) 配制溶质质量分数为20%的氢氧化钠(NaOH)溶液150克，需要下列物质各多少克？

用固体氢氧化钠

用溶质质量分数为60%的氢氧化钠溶液

第三章 分子和原子

分子

原子相对原子质量

元素元素符号

单质化合物

化学式式量

从前面的学习中，我们已经知道世界上存在着形形色色的物质，这些物质是由什么构成的？下面就来学习有关这方面的知识。

§ 3—1 分子

观察与思考

- 人能闻到香水的香味。
- 湿衣服能晾干。
- 糖块放在水中能溶化，同时水有了甜味。

乍一看来，这些事实和现象不好解释。如果我们假设物质是由能够运动的微粒构成的，就可以比较满意地对它们进行解释了。

人能闻到香水的香味，是由于组成香水的香料的微粒能够运动，它们刺激嗅觉细胞，使人闻到“香味”。湿衣服能晾干，是由于构成水的微粒在风吹日照下扩散到空气中去了。糖块在水中溶化，同时水有了甜味，是由于糖的微粒扩散到水的微粒中间去了。微粒能够扩散，说明它们之间有空隙。

一种假设对不对，需要进一步用科学实验来证实。凡实验证明是正确的假设，就把它作为科学的理论肯定下来。凡实验证明是不正确的假设，就加以抛弃，另外寻求新的解释。

那么前面的假设对不对呢？近代科学实验证明它是对的。的确，物质是由微粒构成的，分子是构成物质的一种微粒。前面说到的香水的香料、水和糖，都是分别由香料的分子、水分子和糖分子构成的。

问题 氧气、氮气、二氧化碳、氢气分别是由什么分子构成的？

分子有什么基本性质？

分子是很小的微粒，一滴水中就含有 15 万亿亿个水分子，因此肉眼是看不见它们的，但借助科学仪器却可以看见。图 3—2 就是用扫描隧道显微镜拍摄的苯分子的照片，照片上一个白圈表示一个苯分子。

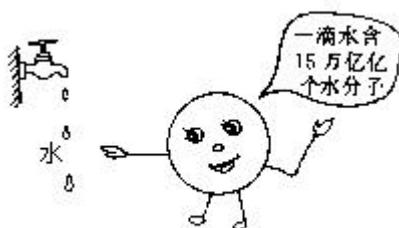


图3—1 一滴水含15万亿亿个水分子

分子的质量也很小。这可从一滴水中包含有 15 万亿亿个水分子的事实想象到。

分子总是不停地运动。分子的运动与温度有关，温度越高，运动速度越快。

练习 请举出三个说明分子在不停地运动的实例。

分子之间有间隔，一般物体有热胀冷缩现象，以及物质有三态变化，都可以从它得到解释。当物质分子间的间隔受热增大时，物体就发生膨胀，这种间隔遇冷减小时，物体就发生收缩。如果这种间隔很大，物质就呈气态；如果较小，就呈液态或固态。

学习了分子的知识，对由分子构成的物质发物理变化和化学变化的认识就可以深入一步。

〔实验 3—1〕用试管盛取 2 毫升淀粉溶液，放入碘 5 猓 竦 蠹 野煜 室蟊 甬锹肌*

另取一支试管，内放少许碘，微热，使碘气化为碘蒸气，将蘸有淀粉溶液的滤纸条伸入试管，使与碘蒸气接触，观察现象并做记录。



图3—3 碘与碘蒸气跟淀粉的作用

- 碘与淀粉溶液作用生成_____色物质。
- 碘蒸气与淀粉溶液作用生成_____色物质。

在上述实验中，碘受热由固态变为气态，发生了物理变化。但是不管是固体碘还是碘蒸气，它们都与淀粉溶液反应生成蓝色物质，说明在上述物理变化中，仅仅是碘分子间的距离加大了，而碘分子本身没有发生变化。

我们知道，木炭燃烧生成二氧化碳是化学变化。反应中碳微粒跟氧分子发生了化合，生成了二氧化碳分子。二氧化碳既不像木炭能够燃烧，也不像氧气能够支持燃烧，就是说新生成的二氧化碳分子化学性质与碳微粒或氧分子完全不同。因此，

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；不同种物质的分子，性质不同。

要点

1. 在物理变化中，分子不变；在化学变化中，分子发生变化，生成新物质的分子，它与原物质的分子化学性质不同。因此，分子是保持物质化学性质的一种微粒。

2. 分子有这样几种基本性质：

- (1) 体积很小；
- (2) 质量很小；
- (3) 不断地运动；
- (4) 分子之间有间隔；
- (5) 同种分子性质相同，不同种分子性质不同。

习题

1. 填空

(1) 分子是保持物质_____性质的一种微粒；同种物质的分子，性质

_____；不同种物质的分子，性质_____。

(2) 当物质发生_____变化时，它的分子没有发生变化；当物质发生_____变化时，它的分子起了变化。

2. 判断下列说法的正误，并将错误的说法改正。

(1) 酒精受热全部变成了气体，这是由于酒精分子间的距离加大了。

(2) 物质分子之间距离发生的变化是化学变化。

(3) 湿衣服能晾干是由于水分子变成了其它物质的分子。

3. 利用分子的基本性质，解释下列现象：

(1) 气体很容易压缩，固体不容易压缩。

(2) 水在夏天比在冬天蒸发得快。

(3) 水煮沸时，水蒸气能将壶盖顶开。

(4) 农用氨水要用密闭的桶、罐、坛或橡皮袋等盛装，以便贮存和运输。

4. 回答下列问题：

(1) 酒精温度计是借助酒精的什么性质来指示温度的？

(2) 为什么说酒精挥发是物理变化，而酒精燃烧是化学变化？

§ 3—2 原子

一、原子

分子很小，它们还可以再分吗？为了弄清这个问题，我们用微粒的观点来研究一下氧化汞的分解反应。

氧化汞是由许许多多氧化汞分子构成的。实验证明，氧化汞受热分解产生了氧气和金属汞两种物质，这说明分子虽小，在化学反应中还是可以再分的。科学研究证明，这个化学反应是按图 3—4 所表示的过程进

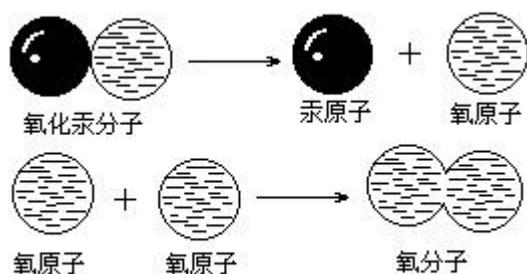


图3—4 氧化汞分子分解示意图

行的。即氧化汞分子受热，分解成更小的汞微粒和氧微粒，两个氧微粒结合成一个氧分子，很多个氧分子聚集成氧气，很多个汞微粒聚集成金属汞。

在化学反应中不能把氧微粒或汞微粒进一步分解成更小的微粒。科学上把这种在化学反应中不能再分的微粒叫做原子，即把氧微粒叫做氧原子，汞微粒叫做汞原子。由于它们在化学变化中不能再分，因此它们是化学变化中的最小微粒。

原子是化学变化中的最小微粒。

讨论

已知水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成，氧分子由 2 个氧原子构成，氢分子由 2 个氢原子构成。你能不能用原子、分子的知识解释水电解生成氢气和氧气的过程？

原子跟分子一样，体积和质量都很小，彼此之间有间隔，处于不停地运动之中，不同种原子性质不同。

肉眼看不见原子，但可用现代科学仪器拍摄出原子的照片。

我们已经知道一些物质是由分子构成的，除此之外，科学研究证明，还有一些物质是由原子直接构成的。例如，铁是由铁原子构成的，硅是由硅原子构成的，碳是由碳原子构成的。课本的彩图中就有由扫描隧道显微镜拍摄的硅原子的照片，照片上一个圆球表示一个硅原子。



图3—5 原子很小

二、原子的构成

原子是化学变化中的最小微粒，这是不是说它们是一个个简单的、不可分割的实心球体？科学研究证明不是这样的。

原子是由居于原子中心的带正电的原子核和核外带负电的电子构成的。

原子核也不是简单的、不可分割的，它由质子和中子两种微粒构成。每个质子带 1 个单位的正电荷，中子不带电，因此，原子核所带的正电荷数（即核电荷数）就是核内质子的数目。核外每个电子带 1 个单位的负电荷。由于核内的质子数与核外的电子数相等，所以原子不显电性。表 3—1 列出了几种原子的构成。

表 3—1 几种原子的构成

原子种类	原子核		核外 电子数
	质子数	中子数	
氢	1	0	1
氦	2	2	2
碳	6	6	6
氧	8	8	8
氟	10	10	10
钠	11	12	11
硫	16	16	16
氯	17	18	17

你想象原子是个什么形象？科学家是这样来描述原子的：

原子由原子核和核外电子构成。原子核非常小，约占原子体积的几千亿分之一。如果把原子比作一座十层大楼，那么原子核也就只有一个樱桃那样大。因此，相对来说，原子里有一个很大的空间。电子在这个空间里作高速的运动。

原子的结构是很复杂的。人类对原子结构的认识，将随着科学的发展而不断深入。

阅读材料

人类认识原子分子的历史

大约在公元前 5 世纪，希腊哲学家德谟克利特 (Democritus, 约公元前 460 ~ 前 370) 等人，根据他们对自然现象的观察，想象推测宇宙万物是由大量不可分割的微粒构成的，他们把那些微粒叫做原子（希腊语意思是“不可

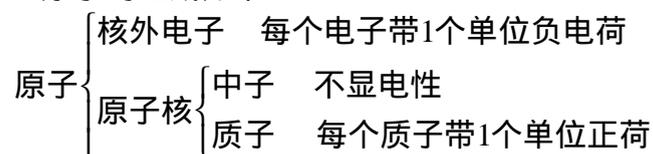
分”)。他们的这种看法，由于没有得到科学的直接证实，未能受到重视。到了19世纪上半叶，由于科学技术的发展，英国科学家道尔顿(John Dalton, 1766—1844)根据当时已经积累的大量科学资料，提出了近代原子学说。这个学说认为，物质是由原子构成的，原子是微小的、不可分割的实心球体，同种原子的性质和质量相同，等等。这个学说没有把原子和分子区别开来。后来，意大利科学家阿佛加德罗(Amedeo Avogadro, 1776—1856)提出分子概念，指出了原子和分子的区别与联系。这样，人们就把物质由原子分子构成的学说叫做原子-分子论。应用原子-分子论来研究化学反应后，化学才开始成为一门科学。因此，原子-分子论对于推动化学的发展起了重要的作用。

十九世纪末，生产技术的发展为精密的科学实验提供了条件。1897年，英国科学家汤姆生(Joseph J. Thomson, 1856—1940)发现了电子，它打破了人们关于原子是不可分割的实心球体的观念。此后，人类对原子结构的探索迅速取得了进展。1911年，英国科学家卢瑟福(Ernest Rutherford, 1871—1937)发现了原子具有带正电的原子核，1919年他又发现了质子，1932年英国科学家查德威克(James C. Chadwick, 1891—1974)发现了中子。这样，人们就认识到了原子是由原子核和核外电子构成的，而原子核是由质子和中子构成的。科学不断地发展，人类对原子、分子的认识正在不断地深入。

要点

1. 原子是化学变化中的最小微粒。
2. 原子的体积和质量都很小，彼此之间有间隔，处于不停的运动之中，同种原子性质相同，不同种原子性质不同，在化学变化中不能再分。
3. 一些物质由分子构成，另一些物质由原子直接构成。

4. 原子的组成如下：



核电荷数 = 质子数 = 核外电子数

习题

1. 判断下列说法的正误，凡正确的在括号内画“ ”，错误的在括号内画“ × ”。

- (1) 原子是化学变化中的最小微粒。 ()
- (2) 原子是构成物质的一种微粒。 ()
- (3) 分子是由原子构成的。 ()
- (4) 以上说法都不对。 ()

2. 铝壶、铜电线、铁管、木炭是由什么微粒构成的？

3. 铁轨的连接处必须留有缝隙，以备热胀冷缩。试问这与原子的什么基本性质有关？

4. 如果你打碎了温度计，其中的汞溅落在地上，应该及时在汞上撒上硫粉，使它们发生化学反应生成硫化汞，否则会污染环境，使人发生汞中毒。试问此时地上的汞并没有与人接触，为什么会使人中毒？(提示：物质在不同条件下有三种存在状态)

5.将正确答案的序号填在括号内。

(1)原子在化学变化中 []
能够再分
有时能分,有时不能分
不能再分

(2)原子核 []
由电子和质子构成
由质子和中子构成
由电子和中子构成

(3)在原子中质子数等于 []
中子数
电子数
中子数和电子数之和

6.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?为什么整个原子不显电性?

§ 3—3 相对原子质量

原子有一定的质量，不同的原子质量不同，例如：

一个氧原子的质量是

0.000 000 000 000 000 000 000 02657 千克，

即 2.657×10^{-26} 千克。

一个铁原子的质量是

0.000 000 000 000 000 000 000 09288 千克，

即 9.288×10^{-26} 千克。

从上面的数据可以看出，选用千克作单位来称量一个原子的质量，就犹如用吨作单位来称量一粒米一样，所得数值太小，书写、记忆、使用都不方便。因此，在科学上，一般不直接使用原子的实际质量，而采用原子的相对质量——相对原子质量。

以一种叫做碳-12 的碳原子的质量的 $1/12$ 作为标准，其它原子的质量跟它相比较所得到的数值，就是这种原子的相对原子质量。

$$\text{相对原子质量} = \frac{\text{一个某原子的质量}}{\text{相对原子质量标准}}$$

也就是说：

$$= \frac{\text{一个某原子的质量}}{\text{一个碳-12原子的质量} \times 1/12}$$

科学研究求得：

$$\begin{aligned} \text{相对原子质量标准} &= \frac{\text{一个某原子的质量}}{\text{相对原子质量标准}} \\ &= \frac{\text{一个某原子的质量}}{\text{一个碳-12原子的质量} \times 1/12} \end{aligned}$$

现将氧原子的质量代入上式，即可求得：

$$\begin{aligned} \text{氧的相对原子质量} &= \frac{2.657 \times 10^{-26}}{11.66 \times 10^{-27}} \text{ 千克} \\ &= 15.99 \\ &16 \end{aligned}$$

按照同样方法，可求得氢的相对原子质量约等于 1，碳的相对原子质量约等于 12，等等。

讨论 为什么科学上一般不采用原子的实际质量，而采用相对原子质量？

原子核是由质子和中子组成的，

质子质量= 1.6726×10^{-27} 千克

中子质量= 1.6748×10^{-27} 千克

与相对原子质量标准相比较，它们的相对质量都约等于 1，即约等于氢的相对原子质量，都约是电子质量的 1836 倍。电子质量很小，原子质量主要集中在原子核上。因此，可以根据下式粗略估算相对原子质量：

碳-12 是原子核内有 6 个质子和 6 个中子的一种碳原子。此外，还有质子数相同而中子数不同的碳原子。

相对原子质量 质子数+中子数这样求得的相对原子质量都是整数。

精确的相对原子质量有效数值可高达八位，计算比较麻烦。在中学化学计算中，可以根据需要采用相对原子质量的近似值。

要点

1. 以一种叫做碳-12 的碳原子的质量的 $1/12$ 作为标准，其它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。

2. 可以用质子数和中子数的和来估算相对原子质量。

习题

1. 改错

(1) 相对原子质量是原子质量的简称。

(2) 相对原子质量的单位是千克。

(3) 原子质量约等于原子核内质子数和中子数的和。

(4) 镁的原子核中有 12 个质子和 12 个中子，核外有 12 个电子，所以镁的相对原子质量约为 36。

2. 填表：

原子种类	核电荷数	原子核		核外电子数	相对原子质量 (近似值)
		质子数	中子数		
氢				1	
氦	2				4
氧			8		16
碳	6		6		
硫		16	16		

3. 从书末附录国际相对原子质量表查阅下列元素的相对原子质量，并填在相应的空格内。

元素名称	氢	氧	氮	碳	硫	磷	铁	铝
相对原子质量								

§ 3—4 元素元素符号

一、元素

大家知道，氧分子是由两个氧原子构成的，水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成的，氧化汞分子是由 1 个汞原子和 1 个氧原子构成的。不管是氧分子中的氧原子，水分子中的氧原子，还是氧化汞分子中的氧原子，它们的核电荷数都是 8，即都有 8 个质子。化学上把所有的氧原子统称为氧元素。同样，把所有的氢原子统称为氢元素，所有的汞原子统称为汞元素，等等。

元素是具有相同核电荷数（即质子数）
的一类原子的总称。

问题 我们在 § 2—2 中学过，水是由氢和氧两种基本成分组成的，现在你对上述说法有什么新的认识？

我们周围的世界是由千千万万种物质（包括天然的和人工合成的）组成的。你们可曾想过，组成这许多种类物质的元素却只有 109 种，而且其中还包括十几种人造元素。这就好像城市中数目众多、造型各异的高楼大厦仅仅是由砖、瓦、沙、石、钢筋、水泥等种类有限的建筑材料构成的一样。

各种元素在地壳里的含量相差很大。从图 3—6 可

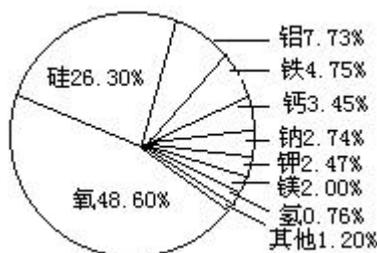


图 3 6 地壳里所含各种元素的含量

以看到，地壳主要是由氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢等元素组成的。其中氧含量几乎占地壳质量的一半，是含量最多的元素，它在自然界起着重要的作用。但是，这并不意味着含量少的元素起作用就小。碳、氢、氮三种元素在地壳里的含量都比较小，碳是 0.087%，氢是 0.76%，氮是 0.03%，但是这三种元素对于动植物却有着非常重要的作用。

二、元素符号

在化学上，为了书写和学术交流的方便，采用国际统一的符号来表示各种元素。例如，用“H”表示氢元素，用“O”表示氧元素，用“Fe”表示铁元素，等等。这种符号叫做元素符号，我们前面已经学习过，那时把它们和其它一些符号一起叫做化学符号。

元素符号是采用该元素拉丁文名称的第一个大写字母来表示的，如果几种元素符号的第一个字母相同时，可再附加一个小写字母来区别，例如“Cu”代表铜元素，“Ca”代表钙元素，等等。

书写元素符号应该注意，第一个字母必须大写，第二个字母必须小写，以免混淆。例如，“Co”是钴的元素符号，如果写成“CO”，它就不表示钴元素，而是表示另一种物质一氧化碳了。

元素符号表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。例如，“N”既表示氮元素，又表示氮元素的一个原子。

一些常见元素的名称、符号和相对原子质量（近似值）见表 3—2。

表 3—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	磷	P	31	锰	Mn	55
氮	N	14	硫	S	32	铁	Fe	56
氧	O	16	钠	Na	23	铜	Cu	63.5
氯	Cl	35.5	镁	Mg	24	锌	Zn	65
溴	Br	80	铝	Al	27	银	Ag	108
碳	C	12	钾	K	39	钡	Ba	137
硅	Si	28	钙	Ca	40	汞	Hg	201

要点

1. 世界上存在的千千万万种物质（包括天然的和人工合成的）是由 109 种元素组成的。元素是具有相同核电荷数的一类原子的总称。

2. 每种元素都用一个国际通用的符号来表示，这种符号叫做元素符号。

3. 元素符号一般不超过两个字母。如只有一个字母，这个字母应大写；有两个字母的，第一个字母应大写，第二个字母应小写。

习题

1. 填空：

- (1) 氧化镁中含有镁_____和氧_____。
- (2) 二氧化硫分子中含有硫_____和氧_____。
- (3) 二氧化碳是由碳_____和氧_____组成的。

2. 改错：

- (1) 水能电解成氢气和氧气，故水中含有氢分子和氧分子。
- (2) 地壳中碳、氢、氮的含量很少，因此它们都不重要。

3. 写出氢、氮、氧、碳、磷、硫、钠、镁、铝、铁、铜的元素符号。

4. 将写错的元素符号加以改正：

铜 CU，镁 mg，钠 na，氯 cl，汞 Hg，银 Al。

§ 3—5 物质的简单分类

世界上的物质种类繁多，令人眼花缭乱。那么，我们应该怎样去研究它们？根据科学家的经验，必须对它们进行分类，然后逐类去研究才能取得好的效果。怎样对它们进行分类？通常根据物质的组成和性质来进行分类。

一、根据物质组成分类

到目前为止，我们已经学过空气、溶液、悬浊液、乳浊液、氧气、氢气、氮气、磷、铁、铝、镁、水、二氧化碳、氧化汞、氯化钠等一些物质，我们怎样根据组成对它们进行分类？

根据物质的组成是否单一，可以把它们分成混合物和纯净物两大类。空气、溶液、悬浊液、乳浊液等均由多种物质组成，它们属于混合物。氧气、氢气、氯化钠等均由一种物质组成，它们属于纯净物。

在纯净物中，根据物质含元素的种类，可以把它们分成单质和化合物两类。

由同种元素组成的纯净物叫做单质。

由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

氧气、氢气、氮气、磷、铁、铝、镁等物质，它们分别只含有同种元素，即氧气只由氧元素组成，氮气只由氮元素组成，铁只由铁元素组成，它们都属于单质。水、二氧化碳、氧化汞、氯化钠等物质，它们含有不同种元素，都属于化合物。

二、根据物质性质分类

根据性质可以把单质分成金属和非金属两类。像铁、铝、镁等单质具有特殊的金属光泽，容易导电、传热，有可塑性和延展性，常温下呈固态（汞呈液态）。我们把具有这些性质的单质叫做金属单质（简称金属），组成金属单质的元素叫做金属元素。而氧气、氢气、氮气、磷等单质就没有金属光泽，一般不易导电和传热，通常呈固态或气态（溴呈液态）。我们把具有这些性质的单质叫做非金属单质（简称非金属），组成非金属单质的元素叫做非金属元素。需要指出，金属和非金属之间没有绝对的界限。例如，用作半导体材料的硅和锗，既有金属性质，又有非金属性质。

阅读材料

从元素中文名称判断元素是金属还是非金属以及它们单质的存在状态

凡元素中文名称有“气”字头者，则属气态非金属元素；有“氵”旁者，是液态非金属元素；有“石”旁者，是固态非金属元素；有“钅”旁者，是金属元素（汞例外，它是金属元素，但无“钅”旁）。这样，一见中文名称，就能知道这种元素通常状况下存在的状态，以及它是非金属还是金属。

要点

1. 根据物质的组成，可将物质分为纯净物和混合物两大类，还可进一步将纯净物分为单质和化合物两类。2. 由同种元素组成的纯净物叫做单质。由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。

3. 根据物质的性质，可以把单质分为金属和非金属两类。

4. 金属和非金属的区别：

金属	非金属
(1) 通常状况下除汞外都是固态	(1) 通常状况下有固态、液态和气态
(2) 有金属光泽	(2) 一般没有金属光泽
(3) 一般有延展性和可塑性	(3) 一般质脆(指固态)
(4) 容易导电和传热	(4) 一般不易导电和传热

习题

1. 指出下列物质里，哪些是单质，哪些是化合物，哪些是混合物，说明理由。

(1) 空气，(2) 氧化镁，(3) 碱式碳酸铜，(4) 氧气，(5) 硫，(6) 铁，(7) 医用酒精。

2. 各举出五种金属元素和非金属元素的名称。

3. 指出下列物质里，各元素是以单质的形式存在，还是以化合物的形式存在。

(1) 氧气，(2) 二氧化碳，(3) 铁粉，
(4) 硫粉，(5) 氦气，(6) 氧化汞。

§ 3—6 化学式 式量

一、什么是化学式

元素符号是国际上通用的表示元素的符号，它既能表示元素的种类，也能表示元素的一个原子。如果用实验的方法测定了物质的组成，我们还可以用元素符号加上一些必要的数字把物质的组成表示出来。

用元素符号表示物质组成的式子，叫做化学式。

前面我们见过的 O_2 、 H_2 、 H_2O 、 HgO 等化学符号，都是化学式，它们分别表示了氧气、氢气、水、氧化汞等物质的组成。

科学研究证明，每种纯净物质的组成是固定不变的。例如水，无论是从长江、黄河取来的，还是实验室人工合成的，只要是纯净的，所含氢元素和氧元素的质量比固定不变，即水的组成固定不变。所以表示每种物质组成的化学式只有一个。

二、怎样书写化学式

前面我们已经学习过不少化学式。如 He 、 Ne 、 Mg 、 Fe 、 C 、 S 、 O_2 、 N_2 、 H_2 、 HgO 、 CO_2 、 $NaCl$ 、 FeS 等，这些化学式的书写是遵循一定的规则的。下面就来学习书写化学式的规则。

1. 书写单质化学式的规则

(1) 稀有气体是由单原子构成的，它们的化学式用相应的元素符号表示。如氦气的化学式写为 He ，氖气的化学式写为 Ne ，等等。

(2) 金属和固态非金属的结构比较复杂，习惯上用元素符号表示它们的化学式。如铁的化学式写为 Fe 、碳的化学式写为 C ，等等。

(3) 多数气态单质是由双原子分子构成的，它们的化学式用在相应的元素符号右下角写上小数字“2”来表示。如氧气的化学式写为 O_2 ，氮气的化学式写为 N_2 ，等等。

练习 写出氩气、镁、硫、氢气的化学式。

2. 书写化合物化学式的规则

(1) 按一定顺序写出元素符号，即一种元素与氧元素组成的化合物，氧元素符号写在右边；金属或氢元素跟非金属元素组成的化合物，金属或氢元素符号写在左边。

(2) 根据实验测知的物质组成元素的原子个数比，用在元素符号右下角写上表示原子个数的小数字的方式写出该物质的化学式。如二氧化碳，其组成元素的原子个数比为碳原子：氧原子=1：2，它的化学式就写为 CO_2 （原子个数为1时，小数字不必写出）；氯化钠，其组成元素的原子个数比为钠原子：氯原子=1：1，它的化学式就写为 $NaCl$ 。

练习 写出氧化汞、氧化镁、水的化学式，它们的组成元素原子个数比分别为：汞（或镁）原子：氧原子=1：1，氢原子：氧原子=2：1。

三、化学式表示什么

化学式表示一种物质，表示物质的元素组成，以及组成元素的原子个数比。例如 H_2O 是水的化学式，它表示：

凡由分子构成的物质的化学式，又叫分子式。本书只使用化学式，不使用分子式。

- 水这种物质；
- 水由氢氧两种元素组成；
- 水的组成元素的原子个数比是氢原子 氧原子=2 1。

问题 HCl 是氯化氢的化学式，HgO 是氧化汞的化学式，它们表示什么含义？

如果确知某种物质是由分子构成的，则化学式还表示该物质的一个分子。

四、怎样读化学式化学式的读法见表 3—3。

表 3—3 一些化学式的

单质	两种元素组成的化合物
1. 通常状况下呈气态的，读作“某气”如： O ₂ 氧气 Cl ₂ 氯气	1. 从右至左读作“某化某”，如： NaCl 氯化钠 HgO 氧化汞
2. 通常状况下呈液态或固态读它的元素名称，如： Br ₂ 溴 C 碳	2. 读出化学式里元素的原子个数(个数是 1 的不读出数目)，如： SiO ₂ 二氧化硅 P ₂ O ₅ 五氧化二磷

五、式量

化学式中各原子的相对原子质量的总和就是式量。由于相对原子质量是相对质量，所以式量也是相对质量。1. 根据化学式，可以计算物质的式量。例如，氧气的化学式是 O₂，那么氧气的式量就是两个氧原子的相对原子质量之和，即

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ 的式量} &= 16 \times 2 \\ &= 32 \end{aligned}$$

水的化学式是 H₂O

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O 的式量} &= 1 \times 2 + 16 \\ &= 18 \end{aligned}$$

在计算物质式量的基础上，可以计算某物质任意数目分子的式量和。例如，计算五个水分子的式量和，将水的式量乘以 5 就可以了，即

$$5\text{H}_2\text{O 的式量和} = 18 \times 5 = 90$$

练习 计算 CO₂、HgO、NaCl 的式量和 6CO₂ 的式量和。

2. 根据化学式，可以计算组成物质各元素的质量比。例如，二氧化碳的化学式是 CO₂，则其中碳元素跟氧元素的质量比是

$$\begin{aligned} \text{碳的质量 氧的质量} &= 12 \quad 16 \times 2 \\ &= 3 \quad 8 \end{aligned}$$

3. 根据化学式，还可以计算物质中某一元素的质量分数。例如，计算化肥尿素 [CO(NH₂)₂] 中氮元素质量分数。

先根据化学式计算出式量：

如物质由分子构成，它们的式量又称相对分子质量。本书只用式量，不用相对分子质量。

$$\begin{aligned} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \text{ 的式量} &= 12 + 16 + 2(14 + 1 \times 2) \\ &= 12 + 16 + 32 \\ &= 60 \end{aligned}$$

再算出氮元素的质量分数：

$$\begin{aligned} \frac{2\text{N}}{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} \times 100\% &= \frac{2 \times 14}{60} \times 100\% \\ &= 46.7\% \end{aligned}$$

要点

1. 用元素符号表示物质组成的式子，叫做化学式。
2. 化学式表示一种物质，表示物质的元素组成，以及组成元素的原子个数比。
3. 化学式的写法和读法。
4. 根据化学式可以算得物质的式量和组成该物质各元素的质量比，也可以求得物质中某元素的质量分数。

习题

1. 下列符号表示什么意义？

(1) H, (2) 2H, (3) H₂, (4) 2H₂

2. 把正确答案的序号填在括号内。

(1) 2N₂ 表示 []
 四个氮原子 二个氮分子

(2) NO₂ 的读法是 []
 一氮化二氧
 二氧化一氮
 二氧化氮

(3) 五氧化二氧化学式的写法是 []
 5O2N O₅N₂ N₂O₅

3. 用元素符号或化学式填空。

(1) 4 个二氧化碳分子_____。(2) 3 个钾原子_____。

(3) 8 个五氧化二磷分子_____。

(4) 7 个氮原子_____。

(5) 1 个氢分子_____。

4. 计算下列物质的式量。

(1) 氯气 (Cl₂)

(2) 硫酸 (H₂SO₄)

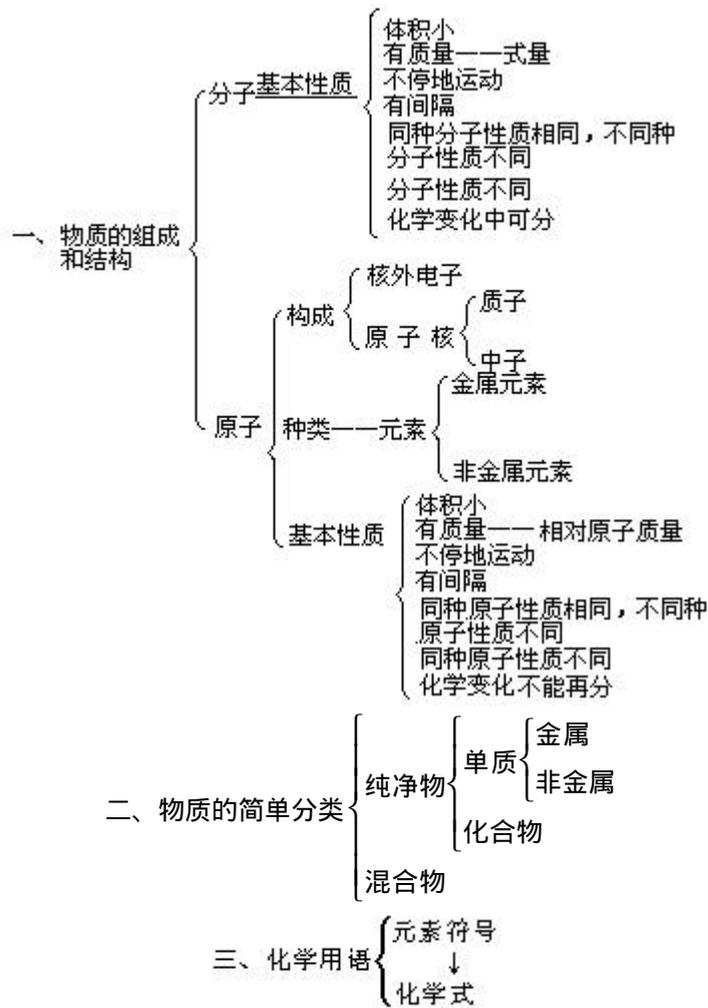
(3) 氢氧化钙 [Ca(OH)₂]。

5. 分别计算 7N₂O₅ 和 8H₂S 的式量和。

6. 计算 Al₂O₃ 中铝元素和氧元素的质量比。

7. 1 千克硝酸铵 (NH₄NO₃) 跟多少千克尿素的肥效相当 (提示：指氮元素质量分数)

本章知识间的关系



复习练习题

1. 下列说法哪一种是正确的？为什么？

- (1) 空气是一种元素。
- (2) 空气是一种化合物。
- (3) 空气是几种元素的混合物。
- (4) 空气是几种化合物的混合物。
- (5) 空气是几种单质和几种化合物的混合物。

2. 判断以下的叙述是否错误，说明理由。

- (1) 自然界的物质都是以化合物的形式存在的。
- (2) 单质可以发生化学变化，化合物不能发生化学变化。
- (3) 单质和单质混合就形成化合物，化合物和化合物混合就形成混合物。

物。

- (4) 溶于水的物质都是纯净物。
- (5) 有固定组成的物质都是纯净物。
- (6) 洁净的糖水 is 纯净物。

3. 下列元素名称或符号有错误，请改正。

- (1) 纳 Ne _____
- (2) 汞 HG _____

- (3) 绿 CL_____ (4) 猛 MN_____

- (5) 美 Mg_____ (6) 钙 Cd_____

4. 根据二氧化碳的化学式，计算：

- (1) 二氧化碳里碳元素和氧元素的质量比。
- (2) 二氧化碳里各元素的质量分数。
- (3) 11 克二氧化碳里含碳多少克。
- (4) 多少克二氧化碳里含有 6 克碳。

5. 从以下两方面对原子和分子加以比较：

- (1) 它们的可分性。
- (2) 它们在构成物质时的关系。

6. 相对原子质量的标准是什么？

相对原子质量跟原子质量有什么区别和联系？举例说明如何求化学式的式量。

第四章 氧气

氧气的性质、制法和用途

催化剂和催化作用

燃烧和灭火缓慢氧化

质量守恒定律

化学方程式

单质的氧（氧气）约占空气体积的 $\frac{1}{5}$ ，以化合物形式存在的氧约占地壳岩石质量的 50%，水的 88.9%，人体的 65%，其它生物体的 50% 以上。估计氧元素的质量约为地壳全部质量的一半，因此，氧是地壳中含量最丰富的元素。

§ 4—1 氧气的性质

一、氧气的物理性质

问题

1. 我们知道空气是无色无味的，那么氧气是否有颜色和气味？
2. 鱼在水中为什么能够生存？氧气能溶于水吗？

[实验 4—1] 取一瓶氧气，仔细观察并做记录。*

物质名称	颜色	状态	气味
氧气			

在通常情况下，氧气是一种无色、无气味的气体，微溶于水（1 升水能溶 30 毫升氧气），比空气略重（标准状况下氧气的密度是 1.429 克/升，空气的密度是 1.293 克/升）。

氧气的三态变化是：



二、氧气的化学性质

工农业生产和日常生活中的许多事物，譬如木炭

燃烧，冶炼钢铁，铁器生锈，人的呼吸等都与氧气有关。根据这些，我们可以猜想，氧气的化学性质一定比较活泼，它可以跟许多物质发生化学反应，上述事实就是有关物质跟氧气发生化学反应的结果。这种猜想对不对，请看一系列实验事实。

[实验 4—2] 按照图 4—1 做木炭在氧气里燃烧的实验，观察现象并做记录。

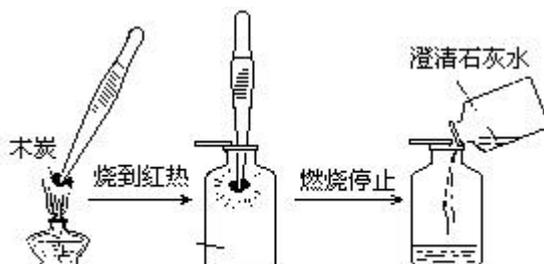


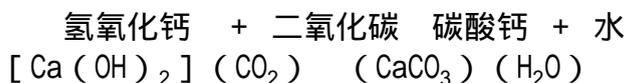
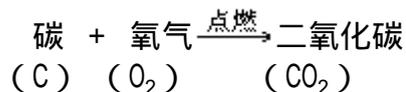
图4—1 木炭在氧气里燃烧

物 质 名 称	反应前		反应现象		
	颜色	状态	在空气中	在氧气中	倒入澄清石灰水并振荡
木 炭 (C)					石灰水变_____

木炭的主要成分是碳，它在氧气里比在空气里燃烧得更旺，发出白光，

指 0 和 1.01×10^5 帕压强下的状况。

并产生热量。木炭燃烧后生成气态产物二氧化碳，它能使澄清的石灰水 [Ca(OH)₂ 的水溶液] 变浑浊。这两个反应可以表示如下：



后一个反应是检验二氧化碳的方法。

[实验 4—3] 在燃烧匙里取豌豆大一撮红磷，点燃，观察磷在空气里燃烧的现象。然后把燃烧匙伸进盛有氧气的集气瓶中，再观察磷在氧气里燃烧的现象（图 4—2），做好记录。



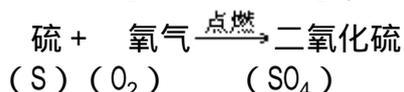
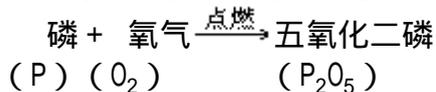
图 4—2 磷在氧气里燃烧

红磷在氧气中比在空气中燃烧得更旺，放出热量，并产生浓厚的白烟，它是五氧化二磷 (P₂O₅)。

物质名称	反应前		反应现象	
	颜色	状态	在空气中	在氧气中
红磷 (P)				

按照同样的方法可以做硫在氧气中燃烧的实验。硫在空气中燃烧发生微弱的淡蓝色火焰。硫在氧气中燃烧比在空气中旺，发出明亮的蓝紫色火焰，生成一种叫做二氧化硫 (SO₂) 的有刺激性气味的气体，并放出热量。

以上两个化学反应可以表示如下：



从上面的实验可以看出，氧气能跟碳、磷、硫等非金属单质起剧烈的化学反应，发生燃烧。除此之外，氧气还能不能跟铁等金属单质起反应，发生燃烧？

[实验 4—4] 取一根细铁丝，用砂纸打光，然后绕成螺旋圈。螺旋圈的一端系在燃烧匙的柄上，另一端系一根火柴。点燃火柴，使其加热铁丝。待火柴烧去 2/3 之后，将铁丝伸入盛有氧气的集气瓶中（瓶底留下少量水或预先放入少量沙子，见图 4—3），观察现象并做记录。

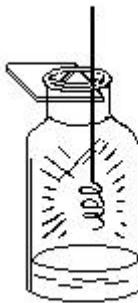


图4—3 铁在氧气里燃烧

反应物			反应条件	反应现象	生成物		
名称	颜色	状态			名称	颜色	状态
铁 (Fe)					四氧化三铁 Fe_3O_4		

· 为什么要先点燃细铁丝螺旋圈上的火柴，并在火柴快燃尽之前插入盛有氧气的集气瓶？

· 生成物能够熔化溅落下来，说明反应_____热。

· 集气瓶底预先要放入少量的水或沙子，是为了_____集气瓶。

· 炼钢时钢花四溅，它是铁在_____中燃烧的现象。反应条件是_____（常温、高温）。

铁跟氧气发生的反应可以表示如下：



从前我们还学过镁在空气中燃烧，发出炫目的白光，放出大量的热。实际上它就是与空气中的氧气发生反应。

不仅铁、镁可以跟氧气发生反应，铝、铜等许多金属单质都可以跟氧气发生反应，放出热量。



4—4 蜡烛在氧气里燃烧

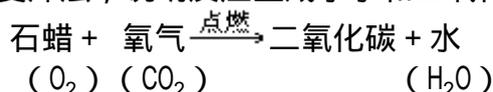
氧气除了跟许多单质发生反应外，还能跟某些化合物发生反应。

[实验 4—5] 将蜡烛固定在燃烧匙上，点燃，观察它在空气里燃烧的情况；然后将燃着的蜡烛伸进盛有氧气的集气瓶，观察现象。蜡烛熄灭后，待

稍冷却，观察瓶壁上有什么现象出现。取出蜡烛，倒入澄清的石灰水，振荡，观察有什么现象发生。做好记录。

物质名称	反应前		反应现象		
	颜色	状态	在空气中	在氧气中	倒入澄清石灰水，振荡后
蜡烛					石灰水变_____

蜡烛(主要成分是碳和氢的化合物石蜡)在氧气中比在空气中燃烧更旺，发白光，放出热量。蜡烛燃烧过的集气瓶瓶壁有水珠，当倒入澄清石灰水并加以振荡后，石灰水变浑浊，说明反应生成了水和二氧化碳。



其它像煤、木材、汽油、酒精、沼气(CH₄)等物质在空气里燃烧，都是这些物质跟空气里的氧气发生反应。

练习 现在大家自我检查一下对氧气的化学性质了解了多少。请不看书填写下表：

物质名称	化学式	物质的类别		能不能与氧气反应	反应有没有热量放出	生成物名称及化学式
		金属	非金属			
碳						

磷						
硫						
镁						
铁						
石蜡	/	/	/			
沼气	CH ₄	/	/			
煤	/	/	/			/

上述实验和生活常识可以证实，氧气的确是一种化学性质比较活泼的气体，它能跟许多物质发生化学反应，同时放出热量。这是氧气的重要化学性质。

本节学习了多种物质跟氧发生的化学反应，这种物质跟氧发生的化学反应，叫做氧化反应。氧化反应的产物，如二氧化碳(CO₂)、五氧化二磷(P₂O₅)、二氧化硫(SO₂)、氧化镁(MgO)、四氧化三铁(Fe₃O₄)等，都是由两种元素组成的化合物，而且其中有氧元素。像这样由两种元素组成且其中一种元素是氧元素的化合物，叫做氧化物。

讨论 本节学习的化学反应，哪些是化合反应？哪些是氧化反应？为什么？

要点

1. 氧气是化学性质比较活泼的气体，它能跟许多物质发生反应，放出热量。
2. 物质跟氧发生的化学反应，叫做氧化反应。
3. 由两种元素组成且其中一种元素是氧元素的化合物，叫做氧化物。

习题

1. 下列关于氧气的物理性质的叙述，哪些是错误的？
 - (1) 在通常情况下，氧气是没有颜色，没有气味的气体。
 - (2) 液态氧是没有颜色的。
 - (3) 氧气微溶于水。
 - (4) 氧气的密度小于空气的密度。
2. 怎样用简单的方法证明集气瓶里盛的是氧气而不是空气。
3. 把正确答案的序号填在括号内。
 - (1) 氧气的化学性质是下列哪种情况 ()
 在通常情况下都能跟其它物质发生剧烈反应
 比较活泼，在点燃或高温的条件下与其它物质发生剧烈反应
 不活泼，难与其它物质发生反应
 - (2) 红磷在氧气中燃烧的现象是 ()。
 产生蓝紫色的火焰，发出黑烟
 产生淡黄色火焰，发出白烟
 产生绿色火焰，发出红烟

4. 填写下表：

反应	反应现象	文字表达式	反应类型
镁条在空气中燃烧			
木条在氧气中燃烧			
硫在氧气中燃烧			
铁在氧气中燃烧			
蜡烛在氧气中燃烧			
碱式碳酸铜受热			

5. 下列说法如有错误，请予以改正。
 - (1) 化合反应一定是氧化反应。
 - (2) 氧化反应不一定是化合反应。
 - (3) 把木炭放入充满氧气的集气瓶中，会剧烈燃烧。
 - (4) 氧化反应不放出热量。

§ 4—2 燃烧与缓慢氧化

一、燃烧

在生产和日常生活中，燃烧是常见的现象。它是可以燃烧的物质跟空气中的氧气发生的一种发热发光的化学反应，由于空气中的氧气被不支持燃烧的氮气冲稀，所以，在空气中的燃烧不如在氧气中的剧烈。

燃烧是可燃物发热、发光的剧烈的氧化反应。

阅读材料

物质燃烧时的现象

物质在燃烧时发生的现象不尽相同。除了所有的物质燃烧时都会发热、发光外，有的物质燃烧时能产生火焰，如磷、硫、蜡烛的燃烧就是这样。科学实验证明，只有气态可燃物燃烧时才有火焰。磷、硫、蜡烛虽都是固态物质，但它们受热时能气化成相应的蒸气，这些蒸气燃烧就产生了火焰。有些物质燃烧时能产生烟。如磷燃烧生成五氧化二磷，它是白色的固体小颗粒，悬浮在空气中就成了白烟；又如煤炭、木材燃烧时往往会产生黑烟。这是由于供氧不足，剩下了一部分未被燃烧的小碳粒，它们是黑色的，悬浮在空气中就成了黑烟。

可燃物燃烧需要什么条件？

[实验 4—6] 在烧杯中盛热水，投入一小块白磷。烧杯上放一块金属片，金属片上放一小块白磷和一小撮干燥的红磷，如图 4—5 所示。观察现象并做

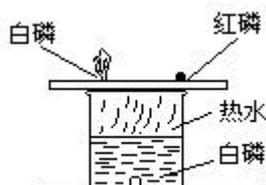


图4—5 白磷燃烧的条件

记录。

- 金属片上的白磷_____，产生_____。
- 金属片上的红磷和水下的白磷均_____燃烧。

上述实验现象如何解释？原来金属片上的白磷因受热的水蒸气加热达到了能够着火温度，而且它又跟空气接触，因而着火燃烧，产生五氧化二磷白烟。红磷虽然所处的条件相同，但由于它着火需要的温度高，本实验未能达到，故不着火。水下的白磷，虽然已达到能着火温度，但水中氧气甚少，故也不能着火。

这个实验告诉我们，可燃物质燃烧必须符合两个条件：

1. 与充足的氧气接触。
2. 要达到着火点，即要达到这种物质可以燃烧所需要的最低温度。

讨论 你能不能根据燃烧的条件，推论出灭火的条件？人们常用泼水、盖沙土、用湿棉被盖等办法灭火，这都是利用的什么原理？

某些物质在有限的空间里发生急速燃烧时，常会发生爆炸。

阅读材料

为什么要“严禁烟火”

在汽车加油站、面粉厂等地方，常设有“严禁烟火”的标志，这是什么原因？这是由于汽油蒸气分子或面粉粉尘等易燃物微粒容易弥散在空气中，跟空气充分混合，这样它们与空气中的氧气接触的总面积就很大，一旦出现火种，引起大面积的急速的燃烧。如果这种燃烧发生在一个有限空间内，放出的热来不及扩散，热量在短时间内大量聚积就产生了很高的温度，使气态生成物的体积骤然膨胀，引起爆炸。所以，我们必须严格遵守规章制度，不在严禁烟火的地方用火。

二、缓慢氧化

物质的氧化反应不一定都发生燃烧。铁生锈也是一种氧化反应，但它进行得很缓慢，单位时间内产生的热量少，而且随时就散失掉了。因此不能使环境产生高温，也就不能发光。正是由于这一点，它往往不易被觉察到。人们把这种氧化作用叫做缓慢氧化。动植物的呼吸作用、植物的腐败、农家肥的腐熟等都包含缓慢氧化。

阅读材料

缓慢氧化在农业生产上的应用

缓慢氧化产生的热可以加以利用。例如农业生产上常把适量未经腐熟的马粪和猪、牛厩肥混合，埋在温室的土层下。这些肥料腐熟过程中放出的热能使土壤温度升高，从而促进蔬菜的生长和发育。

如果在某种情况下，物质在缓慢氧化过程中产生的热量不易散失，以致越积越多，温度逐渐升高，达到那种物质的着火点，这时会发生什么现象？

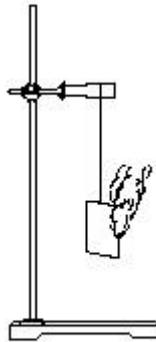


图4—6 白磷的自燃

〔实验 4—7〕取少量白磷（P）溶解在二硫化碳（CS₂）里，把这种溶液滴一些在小块滤纸上，然后把滤纸挂起来晾干（见图 4—6），观察现象。

· 待一会儿，滤纸自行_____。

为什么滤纸会自行燃烧起来呢？这是因为二硫化碳很容易挥发，随着二硫化碳的挥发，白磷就成为小颗粒附着在滤纸上，增大了和空气接触的面积。在这种情况下，小颗粒的白磷很容易发生缓慢氧化，生成的热量越积越多，

一般情况下，物质在高温时才能发光。

使温度上升到白磷的着火点(白磷着火点很低,只有40℃),于是不经点燃就燃起来,烧着了滤纸。像这样由于缓慢氧化而引起的自发燃烧,叫做自燃。

阅读材料

“天火”和“鬼火”

有人见到稻草堆、煤堆自行着火,以为这是“上天的惩罚”,是“天火”,这是迷信。稻草堆、煤堆为什么能自行着火呢?那是由于它们堆放得不合理,不通风,缓慢氧化产生的热不能及时散发,造成环境温度逐渐升高,最后达到物质的着火点,发生自燃。知道了这个道理,就应注意凡是易燃物一般不能堆放得太多,并要使之通风或经常翻动。

有人夜间在坟场上见到一种绿荧荧的火焰,随风飘动,非常害怕,把它叫做“鬼火”。我们知道,世界上根本没有鬼神,哪有“鬼火”?这也是迷信。其实它是一种化学现象。原来人的尸体腐烂后产生出挥发性的含磷化合物,它的着火点较低,弥散在空气中因缓慢氧化而自燃,产生黄绿色的火焰。由于含磷化合物的蒸气可以随着空气的流动而流动,因此可以见到那种绿荧荧的火焰随风飘动的现象。

知道了“鬼火”的本质,就不用害怕了。

三、关于常见易燃物和易爆物的安全知识

化学实验室和日常生活中常见的易燃物有白磷、金属钠、汽油、酒精、油漆、油漆稀料等;常见的易爆物有氢气、煤气、天然气、火药、烟花爆竹、电石等。由于上述物品易燃、易爆,所以在贮存、运输中要特别注意安全。

1. 白磷要贮存在水下,金属钠要贮存在煤油里,目的是隔绝空气,以免氧化燃烧。

2. 电石与金属钠不得与水接触,因为电石遇水反应,生成乙炔气;金属钠遇水反应生成氢气。这两种气体均易燃、易爆。

3. 易燃气体的容器或管道必须严密,不得泄漏。

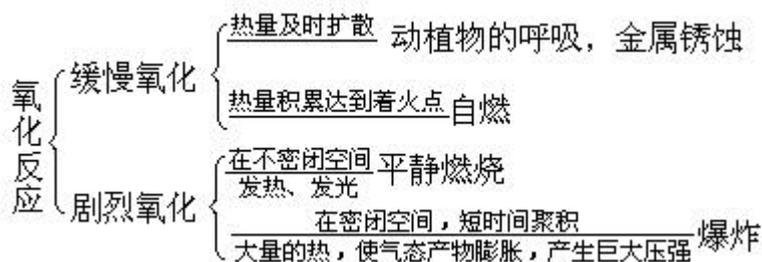
4. 一切易燃、易爆物品的贮存均应远离火源,避免高温。

5. 一切易燃、易爆物品的运输,均应采取严密的安全措施。严禁旅客把易燃、易爆物品带上汽车、火车、轮船和飞机。

要点

1. 燃烧是可燃物发热、发光的剧烈的氧化反应,可燃物只有在充足的氧气和到达着火点时才能燃烧,如果消除这两个条件中的一个,就能灭火。

2. 缓慢氧化、自燃、燃烧、爆炸实质上都是氧化反应,只不过反应进行的条件不同,产生的现象也就不同。它们之间的关系如下:



习题

1. 填空

(1) 燃烧是可燃物_____的氧化反应。

(2) 缓慢氧化只是发热，而不_____。

(3) 一切氧化反应都要_____热量。

(4) 着火点是_____温度。

(5) 可燃物燃烧必须具备两个条件。即：

_____；
_____；

2. 判断下列叙述的正误，凡正确的在括号内画“√”，错误的画“×”。

(1) 凡氧化反应均会发生燃烧。 ()

(2) 灭火与燃烧是相反的过程，因此灭火就要同时消除燃烧必须具备的两个条件才行。 ()

(3) 加强通风，提供充足的氧气，有利于燃烧。所以，不管是炉火，还是烛火，都应该是越扇越旺。 ()

3. 要使煤炭燃烧，为何要先用废纸、木柴引火？

4. 可燃物的自燃是由哪些因素决定的？铁能够自燃吗？为什么？

§ 4—3 氧气的用途

图 4—7 展示了氧气的一些重要用途,想一想它们所依据的化学性质是什么。

从图 4—7 可以看出,氧气的用途根据其性质分为两大类。

1. 供给呼吸

氧气可以供人类和动植物呼吸,本质是氧气跟人和动植物体内的物质发生氧化作用,放出能维持人和动植物生命活动的能量。在通常情况下,呼吸空气中的氧气就行了。但在特殊情况下,如宇航或高空飞行、登山、潜水、抢救危重病人时,往往需要使用高浓度的氧气或纯氧。

阅读材料

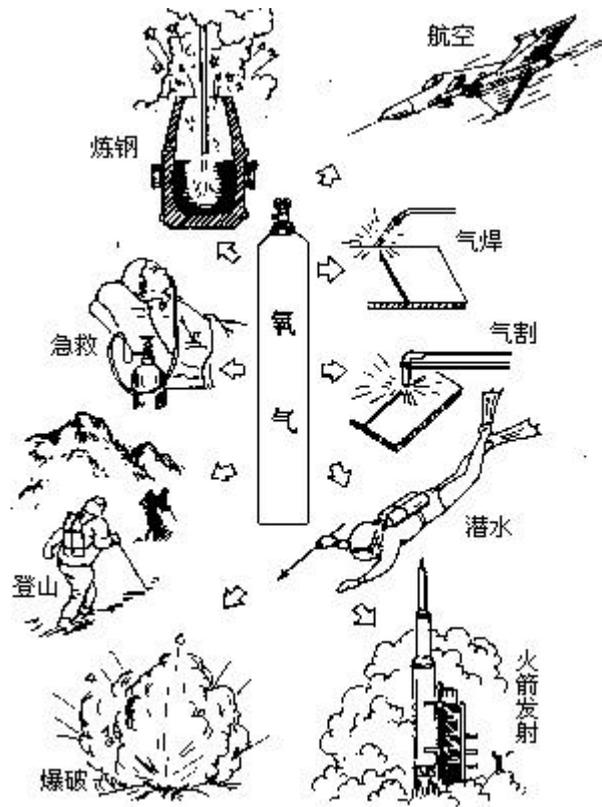


图4—7 氧气的用途

氧气对于人类维持生命的重要性

氧气对于人类维持生命至关重要。因为成年人在安静条件下，每分钟要呼吸 16~18 次，每次大约吸入 0.5 升氧气，这样一天就要吸入约 11,000 升氧气。如果一个人停止呼吸七八分钟，他的脑组织就要停止工作，发生死亡。

2. 支持燃烧

在生产和日常生活中，燃料燃烧需要的氧气由空气供给。在特殊情况下，为了强化燃烧，就必须使用高浓度氧气或纯氧。

冶炼钢铁时，向炼钢炉或炼铁炉通入氧气或富氧空气，就能提高炉温，加快冶炼过程，提高钢铁的产量和质量。

乙炔(C_2H_2) 在氧气中燃烧，可以产生叫做氧炔焰的火焰，温度高达 3000 以上。利用这种火焰，可以焊接或切割金属。

阅读材料

利用氧炔焰焊接和切割金属

焊接金属要使用焊炬(见图 4—8)。焊接的原理是利用焊炬产生的氧炔焰把金属待焊部位烧到红热，同时把焊条烧到熔融，让金属液滴到红热的金属待焊部位的缝中。冷却以后，两块金属就焊到一起了。

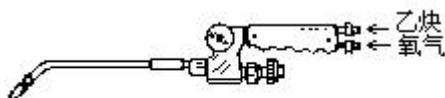


图4—8 焊炬

切割金属要使用割炬(见图 4—9)。切割的原理是利用割炬产生的氧炔焰，把金属待切割部位烧到红热，然后通入过量的氧气，使红热的金属跟过量的氧气起反应，变成熔融的金属氧化物而被氧气流吹掉。这样，金属就被切割开了。

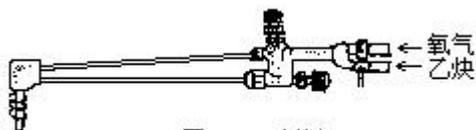


图4—9 割炬

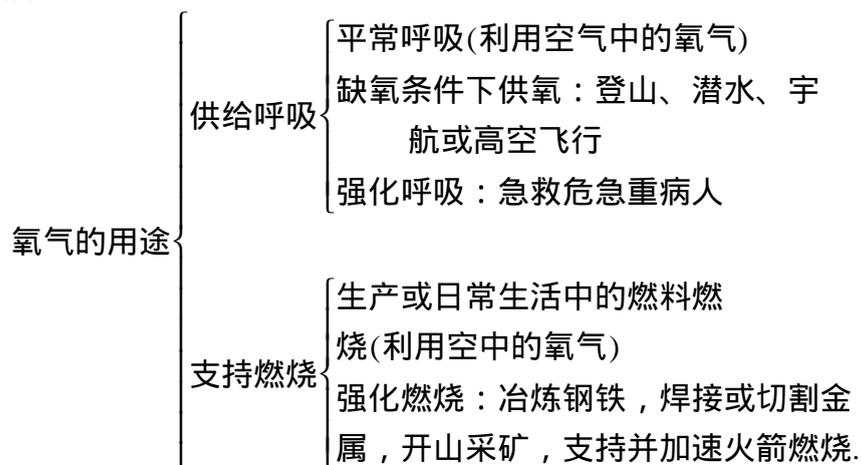
用液态氧浸渍多孔的可燃性物质，如木屑、木炭粉等，可以制成液氧炸药。引燃这种炸药，会发生极猛烈的燃烧，并生成大量的高温气体。这些气体体积膨胀而产生的压力能够将岩石炸开，或扬起大量的泥土。因此这种炸药常用于开山采矿，开沟挖渠。

此外，液态氧还用于火箭发动机里，促使燃料迅速燃烧，推动火箭前进。

氧气对于人类也有许多不利之处，如它引起食物腐败，橡胶老化，金属锈蚀，酿成火灾等。因此，我们要很好地研究它的性质，充分利用它有利于

人类的方面，抑制或避开它不利于人类的方面，让它更好地为人类服务。

要点



习题

请举出氧气在生产、国防或日常生活中的几项用途，并说明是应用它的什么性质。

§ 4—4 氧气的制法

我们知道氧气的用途很广，工业、医疗和国防尖端科学技术都需要氧气，那么如何制取氧气呢？

一、氧气的实验室制法

实验室制取氧气，一般用加热氯酸钾 (KClO_3) 或高锰酸钾 (KMnO_4) 的方法。用氯酸钾制取氧气时，通常要加入少量的二氧化锰 (MnO_2)。这是什么原因呢？让我们通过下面三个实验来求得答案。

[实验 4—8] 照图 4—10 分别做加热氯酸钾、二氧化锰和氯酸钾跟二氧化锰的混合物的实验。观察现象并做记录。

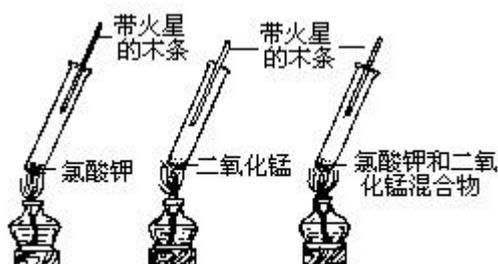


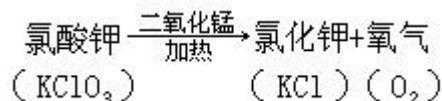
图4—10 分别加热氯酸钾、二氧化锰和氯酸钾跟二氧化锰的混合物

- 给氯酸钾加热，_____产生氧气（能、不能），反应速率（快、慢）。
- 给二氧化锰加热_____产生氧气（能、不能）。
- 给氯酸钾跟二氧化锰的混合物加热，_____产生氧气（能、不能），反应速率_____（快、慢）。

从上面的实验可以看到，给氯酸钾用较长时间加热到较高的温度，有氧气放出；给二氧化锰加热，并没有氧气放出；而氯酸钾跟二氧化锰的混合物，不需要加热到高温就很快有氧气放出。这几个实验说明，受热不放出氧气的二氧化锰，却有使氯酸钾在较低温度下迅速放出氧气的作用。人们还通过实验证明。二氧化锰在这个反应里并没有消耗，反应前加入多少，反应后仍有多少，并且化学性质没有改变，这种在化学反应里能改变其它物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做**催化剂（或触媒）**。催化剂在反应里所起的作用叫做**催化作用**。二氧化锰在氯酸钾分解反应中是催化剂，只起催化作用，是反应条件，并不是反应物或生成物，所以在文字表达式中，把它写在箭头符号的上方。

催化剂和催化作用对于人类生活、社会生产都很重要。例如人体中有许多叫做酶的物质，它们就是人体内部进行的各种化学反应的催化剂。没有它们，人体就无法维持正常的生命活动。在许多化学工业里，如生产硫酸、硝酸、合成氨等都需要使用催化剂来加快化学反应速率，以提高单位时间的产量。

用氯酸钾加热制取氧气的化学反应可以表示如下：



[实验 4—9] 按图 4—11 做加热氯酸钾制取和收集氧气的实验。

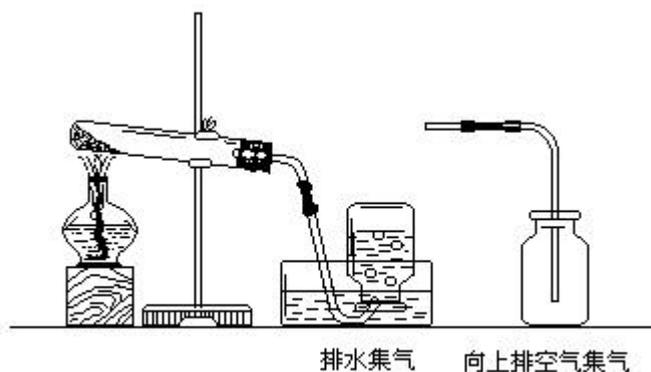
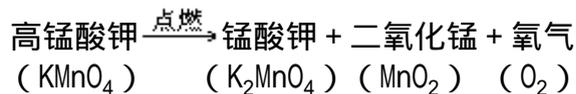


图4—11 制取和收集氧气

操作步骤：

1. 检查装置的气密性。
 2. 将氯酸钾和二氧化锰按 3 : 1 的质量比混匀后放入试管，按图 4—11 装好装置。
 3. 将集气瓶盛满水，倒扣在水槽中。
 4. 预热试管后，加热试管有药品的部位。
 5. 待气泡连续冒出后，将导管伸进集气瓶，用排水法收集氧气。待瓶口有气泡逸出时撤出导管，在水下给集气瓶盖上玻璃片，从水槽取出集气瓶。然后换上直角导管，用向上排空气法收集一瓶氧气（可用带火星的木条在集气瓶口试验氧气是否充满）。
 6. 用排水法收集氧气，反应停止时，应先撤导管，后撤酒精灯。
- 高锰酸钾受热容易分解，不需要使用催化剂。它受热分解的反应可用下式表示：



讨论

1. 制取氧气时为什么试管口要微微向下倾斜？
2. 收集氧气采用排水法和向上排空气法，这是根据氧气的什么性质？

二、氧气的工业制法

工业上大量制备氧气，必须考虑经济效益，因此要求原料廉价易得。而空气是取之不尽、用之不竭的最廉价的原料，所以，工业上广泛采用分离液态空气来制取氧气。

空气中含有 21% 体积的氧气，78% 体积的氮气。氧气的沸点是 -183°C ，氮气的沸点是 -196°C ，我们可以利用它们沸点的不同，把氧气跟氮气分开。生产过程如下：



为了便于贮存和运输，通常将氧气加压到 $150 \times 1.01 \times 10^5$ 帕，贮存在钢

瓶里。

要点

1. 在化学反应里能改变其它物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有改变的物质，叫做催化剂。催化剂在化学反应里所起的作用叫做催化作用。

2. 实验室里常用加热分解氯酸钾（二氧化锰作催化剂）或高锰酸钾的方法制取氧气。生成的氧气用排水法或向上排空气法收集。

3. 工业上用分离液态空气法制取氧气。

习题

1. 实验室里用加热氯酸钾的方法制取氧气和工业上用分离液态空气的方法制取氧气，哪种方法发生的是物理变化，哪种方法发生的是化学变化？为什么？

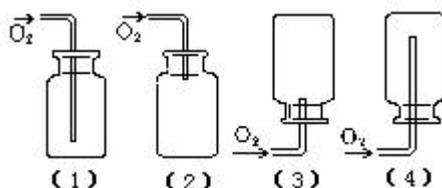
2. 判断下列说法的正误，正确的在括号内画“”，错误的画“”。

(1) 实验室制取氧气并用排水法收集，实验完毕应先撤去酒精灯，再把导管移出水面。 ()

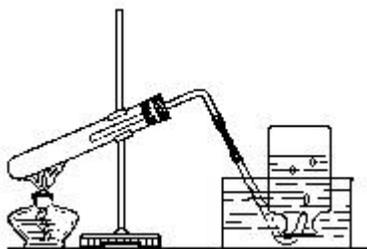
(2) 采用向上排空气法收集氧气，是因为氧气具有比空气重的性质。 ()

(3) 氯酸钾必须在二氧化锰的作用下才能分解放出氧气。 ()

3. 用排空气法收集氧气，应该选用哪一套装置？为什么？



4. 有一位同学画出实验室用高锰酸钾分解制取氧气的装置图，请指出其中的错误，并说明理由。



为了跟其它气体钢瓶相区别，氧气钢瓶涂为天蓝色。

§ 4—5 质量守恒定律

我们已经学过一些化学反应，知道化学变化是生成新物质的变化，那么在反应物与生成物的质量之间存在着什么样的关系呢？

现在让我们来看看历史上几位著名化学家是怎样研究这个问题的。

[研究 1] 17 世纪英国科学家波义耳 (Robert Boyle, 1627—1691) 在一个密闭的容器里煅烧金属，称量时打开了盖，结果发现反应后质量增加了。于是他认为化学反应生成物的质量可能比反应物的质量大。

[研究 2] 著名俄国化学家罗蒙诺索夫 (M.B. Lomonosov, 1711—1765) 也做了煅烧金属的实验，他在密闭的容器里煅烧金属后，不开启容器就进行称量，结果发现尽管金属经过煅烧已经变成灰烬，但是前后质量并无变化。

[研究 3] 1774 年，拉瓦锡用精确的定量实验研究了氧化汞的分解和合成反应中各物质质量之间的变化关系。他将 45 份重的氧化汞加热分解，恰好得到了 41.5 份重的汞和 3.5 份重的氧气，于是他认为化学反应的反应物的质量总和与生成物的质量总和是相等的，而且反应前后，各种元素的质量也保持不变。

下面，我们自己来做两个实验。

[实验 4—10] 照图 4—12 做白磷燃烧的实验。

· 反应物质量_____生成物质量 (等于、不等于)。

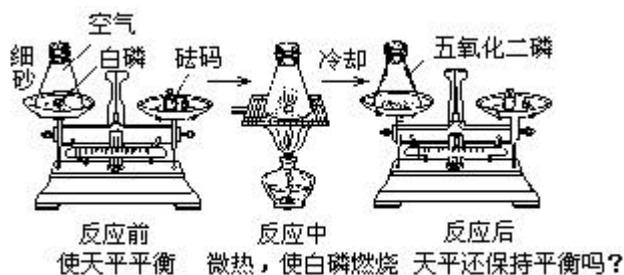


图4—12 称量白磷燃烧前后质量有无变化

[实验 4—11] 照图 4—13 做氢氧化钠和硫酸铜反应的实验。

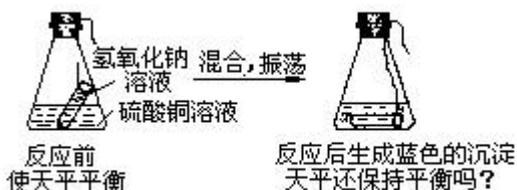


图4—13 称量氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液反应前后质量有无变化

图 4—13 称量氢氧化钠溶液、硫酸铜溶液反应前后质量有无变化

· 反应物质量_____生成物质量 (等于、不等于)。

讨论

1. 通过以上几个实验，你认为化学反应前物质的质量总和跟反应后物质的质量总和有没有变化？

2. 为什么波义耳金属煅烧实验的结果与罗蒙诺索夫、拉瓦锡以及我们的实验结果不一致？

无数实验证明，化学反应中反应物和生成物在质量上存在着一定关系，

即质量守恒。

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。

问题

“有 16 克碳和 32 克氧气发生化学反应，结果只生成 44 克二氧化碳，所以这个化学反应不符合质量守恒定律”。这个判断对不对？

为什么反应前各物质质量的总和跟反应后生成的各物质质量的总和相等？

这是因为化学反应的过程，就是参加反应的各物质的原子重新组合而生成其它物质的过程。也就是说，在一切化学反应前后，原子的种类没有改变，各种原子的数目也没有增减，所以化学反应前后各物质的质量总和相等。

质量守恒定律是化学变化的一个基本定律，依据它，才能进行化学反应中有关反应物和生成物质量的化学计算。

问题

你所使用的化学反应文字表达式能反映质量守恒定律吗？

要点

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. 质量守恒定律是化学变化的一个基本定律，依据它，才能进行化学反应中有关反应物和生成物质量的化学计算。

习题

1. 下列哪种说法是错误的，为什么？

(1) 蜡烛燃烧后生成的各物质质量总和等于蜡烛减少的质量和耗用的氧气质量的总和。

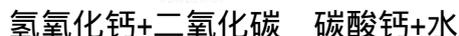
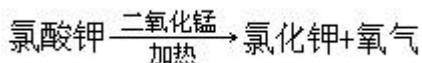
(2) 煤灰的质量小于燃烧前煤炭的质量，所以说煤炭燃烧不符合质量守恒定律。

(3) 镁条在空气里燃烧后生成氧化镁的质量大于原来镁条的质量，所以不符合质量守恒定律。

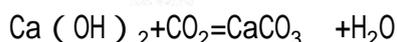
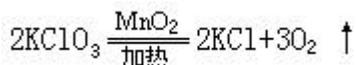
2. 根据质量守恒定律，若生成 44 克 CO_2 ，则需要____克碳和 32 克氧气反应。

§ 4—6 化学方程式

在前面的学习中我们曾多次使用文字表达式来表示化学反应，如



从这些文字表达式可以看出，它们不够简明，不便于国际学术交流，而且也不能反映化学变化中反应物和生成物之间的质量关系。因此，化学上用化学式和一些符号来表示化学反应。这样，上述两个反应可以表示如下：



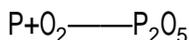
用化学式表示化学反应的式子，叫做化学方程式。

在化学方程式中，“+”表示“和”、“跟”的意思，“=”主要表示“生成”的意思，等号前是反应物，等号后是生成物，等号上、下方写的催化剂、加热等是反应条件。“↑”表示生成物是气态，“↓”表示生成物为沉淀。

书写化学方程式要遵守两个原则：一是必须以事实为依据，不能凭空臆造事实上不存在的化学反应或不存在的物质，也不能任意编造化学式；二是要遵循质量守恒定律，等号两边的各种原子的总数必须相等。

下面以磷在氧气里燃烧生成五氧化二磷为例来说明书写化学方程式的步骤。

1. 根据化学反应的实际情况，写出反应物和生成物的化学式，并在反应物与生成物之间画一短线。



2. 配平化学方程式。化学方程式反映质量守恒定律，因此，需要在化学方程式中各化学式的前面配上适当系数，使式子左、右两边每一种元素的原子总数相等。化学上把这个过程叫做化学方程式的配平。配平的方法很多，一般可采用求最小公倍数的方法来确定系数。

配平这个式子，可先考虑氧元素：

	左边	右边	最小公倍数
氧原子数	2	5	2 × 5 = 10
相关化学式的系数确定为	5	2	

这样就得到 $\text{P} + 5\text{O}_2 \text{——} 2\text{P}_2\text{O}_5$ 这样就得到 $\text{P} + 5\text{O}_2 \text{——} 2\text{P}_2\text{O}_5$

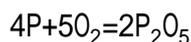
再考虑磷元素：

	左边	右边	最小公倍数
磷原子数	1	4	1 × 4 = 4

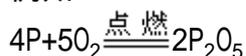
很明显，左边磷的化学式前的系数可确定为 4，这样又得到



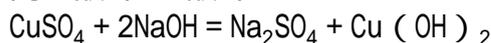
核算式子左右两边，每一种元素的原子总数已经相等，即化学方程式已经配平，此时把短线改为等号。



3. 注明反应条件及某些生成物的状态符号。凡化学反应是在特定条件下进行的，就应把反应条件，如点燃、加热（可用“ Δ ”表示）、催化剂等，写在等号的上方（如有两种以上的条件，可把“ Δ ”写在等号的下方）。如果生成物中有沉淀或者气体产生，一般应该用“ \downarrow ”号或者“ \uparrow ”号表示出来。例如：



高锰酸钾 锰酸钾

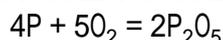


硫酸铜 氢氧化钠 硫酸钠 氢氧化铜

化学方程式能表示下列几种意义：

1. 表示什么物质在什么条件下参加反应，生成什么物质，即表示一个化学反应。

2. 表示化学反应中各反应物和生成物之间的质量比，如



质量比 $\frac{4 \times 31}{124} \quad \frac{5 \times 16 \times 2}{160} \quad \frac{2(31 \times 2 + 16 \times 5)}{284}$

就是说，每 124 份质量的磷跟 160 份质量的氧气化合，能够生成 284 份质量的五氧化二磷。

正是由于化学方程式能够反映出反应物和生成物之间的质量关系，因此化学科学研究和化学生产上就利用它来进行关于原料、产品的计算。

根据不同的需要，化学方程式有两种读法。第一种读法是把反应物、生成物和反应条件统统读出来，如上述反应可读作“磷和氧气在点燃的条件下发生化学反应，生成五氧化二磷”。第二种读法是把参加反应的各反应物和生成物之间的质量比读出来，如上述反应可读为“每 124 份质量的磷跟 160 份质量的氧气起化学反应，能够生成 284 份质量的五氧化二磷”。

要点

1. 用化学式表示化学反应的式子，叫做化学方程式。

2. 书写化学方程式要以事实为依据，不能凭空臆造，同时要遵循质量守恒定律，注意化学方程式的配平。

3. 化学方程式可以表示一个化学反应，也可表示参加化学反应的各反应物及生成物之间的质量比。

习题

1. 写出下列反应的化学方程式：

(1) 镁在氧气里燃烧生成氧化镁。

(2) 木炭在氧气里燃烧生成二氧化碳。

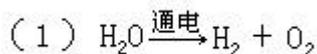
(3) 硫在氧气里燃烧生成二氧化硫。

(4) 铁在氧气里燃烧生成四氧化三铁。

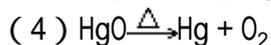
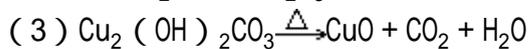
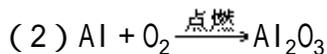
(5) 甲烷 (CH_4) 在氧气里燃烧生成二氧化碳和水。

(6) 乙炔 (C_2H_2) 在氧气里燃烧生成二氧化碳和水。

(7) 氢气跟氮气在一定条件(高温、高压、催化剂)下反应生成氨气(NH₃)。



2. 配平下列化学方程式:



3. 氯酸钾在加热条件下生成氯化钾和氧气, 计算反应物与各生成物的质量比。

4. 化学方程式 $2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} 2H_2 + O_2$ 的正确读法有哪些?

(1) 水等于氢气加氧气。

(2) 水通电生成氢气和氧气。

(3) 两个水生成两个氢气和一个氧气。

(4) 9 份质量的水在通电条件下生成 1 份质量的氢气和 8 份质量的氧气。

5. 请将下列化学方程式符号的意义填在括号内:

+ ()

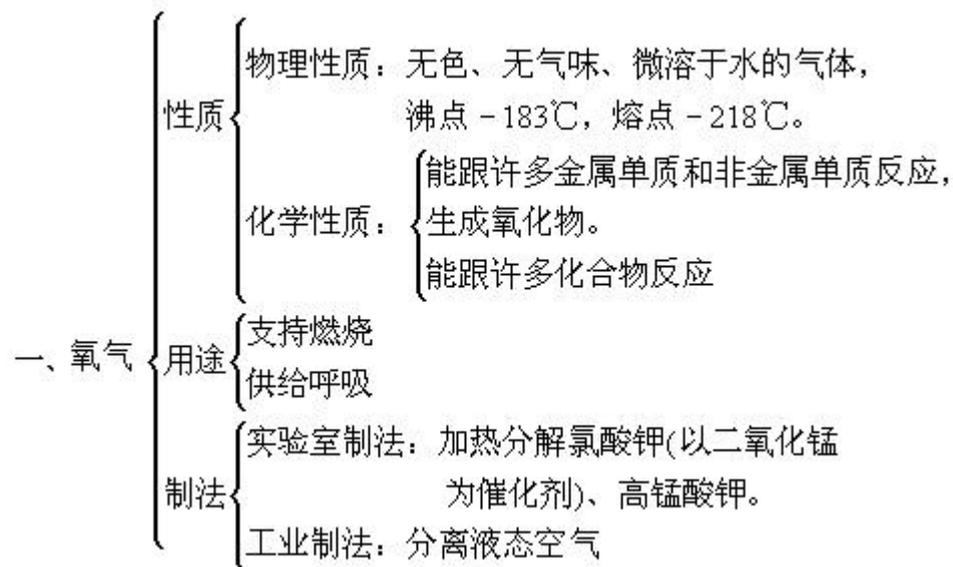
= ()

()

()

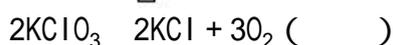
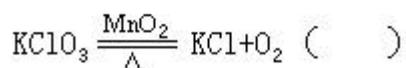
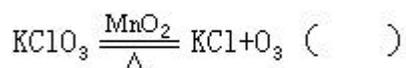
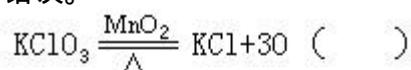
()

本章知识间的关系

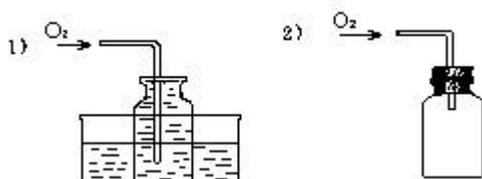


化学式是____；A物质的名称是____，化学式是____，B物质和A物质反应的化学方程式是____。此化学反应属于____反应和____反应。

4. 在括号内指出下列几个表示氯酸钾受热分解放出氧气反应的化学方程式的错误。



5. 下图是某同学设计的实验室收集氧气的方法，试把其中的错误改正过来。



6. 有四个集气瓶，分别装有空气、氧气、氮气和二氧化碳，请通过实验把它们区分开来。

7. 用在空气里燃烧锌的方法生产氧化锌，制得的氧化锌的质量比原有的金属锌大，这是否符合质量守恒定律？写出这个反应的化学方程式，并指出反应物、生成物各物质之间的质量比。

8. 试试看：

一位同学想用氯酸钾制取氧气，但没有二氧化锰。他从参考书上查到氧化铁、氧化铜也可作氯酸钾分解的催化剂，于是他就用氧化铁代替二氧化锰做了实验，效果不错。建议你在课后也不妨用氧化铜代替二氧化锰试试看。

9. 家庭小实验

将小棉球蘸取酒精（或60度白酒）点燃，用一个干冷的玻璃杯罩在火焰上方，观察杯内有什么现象？用另一只蘸有澄清石灰水的玻璃杯罩在酒精棉球的火焰上方，观察又有什么现象？通过这个实验，你能说明酒精燃烧后生成什么物质吗？

第五章 核外电子排布的初步知识 化合价

核外电子的分层排布

元素性质与原子结构的关系

离子化合物与共价化合物 化合价

根据化合价写化学式

§ 5—1 核外电子排布的初步知识

电子在原子核外以很高的速度不停地运动着。电子运动不像行星绕太阳旋转有固定的轨道，但却有经常出现的区域。科学家把这些区域称为电子层。电子层离核的远近与电子具有的能量有关。如果一个原子具有多个电子，则这些电子的能量不完全相同。能量低的电子在离核近的电子层上运动，能量高的在离核远的电子层上运动。我们可以根据电子层离核由近及远的顺序把它们编号，并分别以英文字母表示：电子层 一 二 三 四 五 六 七

英文字母表示 K L M N O P Q

电子能量 低 高

离核距离 近 远

核外电子的分层运动，又叫核外电子的分层排布。经科学研究证明，核电荷数从 1~18 的元素和 6 种稀有气体元素原子的电子层排布情况，如表 5—1 和 5—2 所表示的那样。

表 5—1 部分元素原子的电子层排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数			
			K	L	M	N
1	氢	H	1			
2	氦	He	2			
3	锂	Li	2	1		
4	铍	Be	2	2		
5	硼	B	2	3		
6	碳	C	2	4		
7	氮	N	2	5		
8	氧	O	2	6		
9	氟	F	2	7		
10	氖	Ne	2	8		
11	钠	Na	2	8	1	
12	镁	Mg	2	8	2	
13	铝	Al	2	8	3	
14	硅	Si	2	8	4	
15	磷	P	2	8	5	
16	硫	S	2	8	6	
17	氯	Cl	2	8	7	
18	氩	Ar	2	8	8	

表 5—2 稀有气体元素原子的电子层排布

核电荷数	元素名称	元素符号	各电子层的电子数					
			K	L	M	N	O	P
2	氦	He	2					
10	氖	Ne	2	8				
18	氩	Ar	2	8	8			
36	氪	Kr	2	8	18	8		
54	氙	Xe	2	8	18	18	8	
86	氡	Rn	2	8	18	32	18	8

当我们知道了元素的核电荷数和电子层排布之后，就可以用原子结构示意图把一种元素的原子结构简明形象地表示出来。图 5—1A 是几种元素的原子结构示意图， $(+6)$ 表示碳原子的原子核，圆圈内的数字 6 表示核内有 6 个质子，核外的圆圈表示电子层，圆圈上的黑点表示电子层上的电子。由于画圆圈、打黑点比较麻烦，通常就把它简化，把圆圈改画为弧线，电子数用数字标在弧线上（见图 5—1B）。这两种表示方法都叫做原子结构示意图。

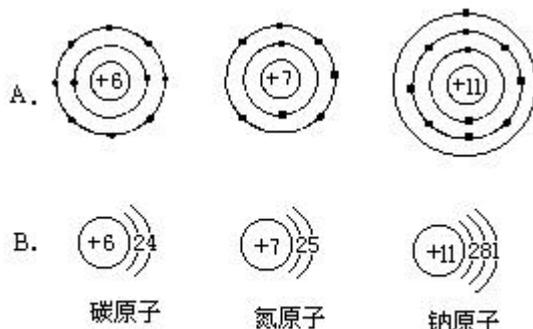


图5—1 几种元素原子结构示意图

讨论 从表 5—1、5—2 中你能否看出，稀有气体元素，金属元素和非金属元素的原子最外层电子数目各有什么特点？

表 5—3 原子电子层结构的特征与变化趋势

元素种类	最外电子层电子的数目	在化学反应中原子电子层结构变化的趋势
稀有气体元素	8 个（He 为 2 个）	不易与其它物质发生化学反应，原子电子层结构不易变化，故称为相对稳定结构。
金属元素	一般少于 4 个	易失电子，使次外层变成最外层，达到 8 电子（对于只剩下 K 层的原子是达到 2 电子）相对稳定结构。
非金属元素	一般多于 4 个	易得电子，使最外层达到 8 电子（对于只有 K 层的原子是达到 2 电子）相对稳定结构。

元素的性质与原子核外电子的排布，特别是最外层上的电子数目有密切的关系。

元素在化学反应中，如果原子易失电子，就说这种元素具有金属性；如果原子易得电子，就说这种元素具有非金属性；如果原子既难失去电子，又

难得到电子，即元素原子的电子层结构难以变化，就说这种元素具有化学惰性。

要点

1. 原子核外电子是分层排布的。
2. 原子的结构可以用原子结构示意图表示。
3. 原子的核外电子排布，特别是最外层的电子数目，跟元素的化学性质有密切关系。

习题

1. 填空

(1) 原子核外的电子是_____排布的。M层表示第_____层，L层表示第_____层，K层表示第_____。这3个电子层的能量由高到低的顺序是_____。

(2) 金属元素的原子最外层电子的数目一般_____4个，这些原子在化学反应中较易电子；氧元素的原子最外层有_____个电子，在化学反应中较易_____电子。

(3) 在化学反应中，金属元素的原子较易失去电子，非金属元素的原子较易得到电子，使最外层通常达到_____个电子的相对稳定结构。所以，元素的化学性质跟它的原子的_____数目有着密切的关系。

2. 参考表5—1 写出下列原子结构示意图所代表原子的元素符号，并根据它们电子层结构的特征，说明哪一种元素是金属元素，哪一种元素是非金属元素，哪一种元素是稀有气体元素。



3. 某元素的原子核含有13个质子，求核电荷数和核外电子数，并参照表5—1 说明它在化学变化中容易得电子，还是容易失电子。

4. 下面表里有四个项目和四列，参照表5—1 在每一列的空缺项目里填入正确的答案。

元素名称	元素符号	核内质子数	核外电子数
氟			
		18	
			15
	Cl		

§ 5—2 化合价

一、化合价

我们知道，纯净物的组成是固定不变的，所以化学式才能代表一种物质的组成。现在我们来分析几种物质组成元素的原子数目比：

	某元素原子	氢原子		某元素原子	氧原子	
HCl (氯化氢)	1	1	MgO	1	1	
H ₂ O		1	2	CO ₂	1	2
NH ₃ (氨)	1	3	P ₂ O ₅	2	5	
CH ₄ (甲烷)	1	4				

从这些原子数目比可以看出，氯、氧、氮、碳几种元素的原子结合氢原子的能力不同，镁、碳、磷几种元素的原子结合氧原子的能力也不同。氯元素一个原子只能跟一个氢原子化合，镁元素一个原子只能跟一个氧原子化合，这是氯元素、镁元素的一种性质。

一种元素一定数目的原子跟其它元素一定数目的原子化合的性质，叫做这种元素的化合价。

化合价有正价和负价，例如在上述化合物中，氢元素是+1价，氯元素是-1价，氧元素是-2价。

二、化合价的实质

化合价的实质是什么？它为什么有正负之分？为了弄清这个问题，就必须知道不同元素的原子之间是怎样形成化合物的。

根据化合物形成过程的不同，可以把化合物分成离子化合物和共价化合物两大类，它们化合价的实质是不同的。

1. 离子化合物及组成元素的化合价

什么是离子化合物？我们用钠跟氯气起反应生成氯化钠为例来说明。



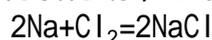
图5—2 钠与氯气反应生成氯化钠

〔实验 5—1〕取一块黄豆大小的、已切去氧化皮金属钠，用滤纸吸净煤油，放在石棉网上，用酒精灯预热。待钠熔融成球状时，将盛氯气的集气瓶倒扣在钠的上方（见图 5—2），观察现象并做记录。

反应物色态	生成物色态	反应现象

问题 钠和氯气是怎样起化学反应生成氯化钠的？你能从分析它们的原子结构特征中获得答案吗？

我们知道，钠原子最外层只有一个电子，容易失去；氯原子最外层有七个电子，容易得到一个电子，这样双方均形成相对稳定结构。图 5—3 表示了氯化钠的形成过程。在这个过程中，钠原子因失去 1 个电子而带上了一个单位的正电荷；氯原子因得到 1 个电子而带上了 1 个单位的负电荷。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之间有静电引力，同时两个离子的核之间以及它们的电子之间又有斥力，当引力与斥力之间达到平衡时，就形成了化合物氯化钠，它不再显电性。



在通常情况下，氯化钠是固体，它是由若干等量的 Na^+ 、 Cl^- 按一定方式排列聚集而成的。像氯化钠这种由阴阳离子相互作用而形成的化合物，叫做离子化合物。

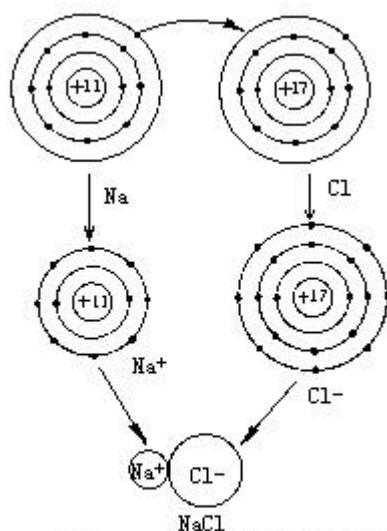


图5—3 氯化钠形成的示意图

在离子化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素的一个原子得失电子的数目。失去电子的原子带正电，这种元素的化合价是正价，得到电子的原子带负电，这种元素的化合价是负价。因此，在氯化钠中钠就是+1价，氯就是-1价。

练习 氧化镁是离子化合物，仿照氯化钠的形成过程，分析镁元素和氧元素的化合价。

2. 共价化合物及组成元素的化合价

什么是共价化合物？用氯气跟氢气反应生成氯化氢来加以说明。

〔实验 5—2〕按照图 5—4 做氢气在氯气中燃烧的实验，观察现象并做记录。

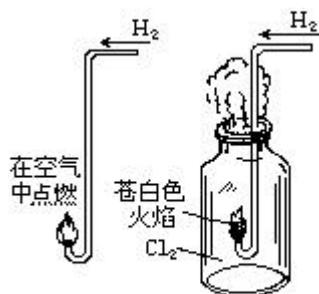
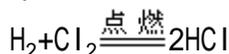


图5-4 氢气在氯气中燃烧

这个反应的化学方程式如下：



反应物色态	生成物色态	反应现象

氯和氢发生化学反应的过程如图 5—5 所示。

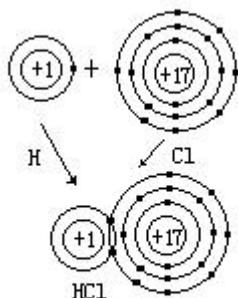


图5-5 氯化氢分子形成的示意图

氯和氢都是非金属元素，在起化学反应时，双方的原子都有从对方获得一个电子以形成相对稳定结构的趋势。但是双方获得电子的难易程度不像钠与氯那样悬殊，所以都不能把对方的电子夺取过来。结果双方各以最外层 1 个电子组成一个电子对，这个电子对为两个原子所共用，在两个原子核外的空间运动，从而使双方最外层都达到相对稳定结构。这种电子对，叫做共用电子对。共用电子对受两个原子核的共同吸引，使两个原子形成化合物氯化氢的分子，像氯化氢这样以共用电子对形成分子的化合物，叫做共价化合物。

在氯化氢分子里，由于氯原子对于电子对的吸引比氢原子强一些，所以电子对偏向氯原子一方。因此，氯原子一方略显负电性，氢原子一方略显正电性，但作为分子整体，仍然显电中性。

在共价化合物里，元素化合价的数值，就是这种元素一个原子跟其它元素的原子形成的共用电子对的数目。化合价的正负由电子对的偏移来决定。电子对偏向哪种原子，那种元素就为负价。电子对偏离哪种原子，那种元素就为正价。因此，在氯化氢分子里，电子对偏向氯原子，氯为-1 价；电子对偏离氢原子，氢为+1 价。

练习 水是共价化合物。仿照氯化氢的形成过程，分析氢元素和氧元素

的化合价。

如果你将 NaCl、HCl、MgO 和 CO₂ 等每种化合物的全部正化合价和全部负化合价相加，你将发现：

不论在离子化合物还是在共价化合物里，
正负化合价的代数和都等于零。

三、常见元素的化合价

表 5—4 列出了一些常见元素的化合价，逐步熟记这些化合价，对于我们今后的化学学习有很大的帮助。

表 5—4 常见元素的化合价

元素名称	元素符号	常见的化合价	元素名称	元素符号	常见的化合价
钾	K	+1	氢	H	+1
钠	Na	+1	氟	F	-1
银	Ag	+1	氯	Cl	-1、+1、+5、+7
钙	Ca	+2	溴	Br	-1
镁	Mg	+2	氧	O	-2
钡	Ba	+2	硫	S	-2、+4、+6
铜	Cu	+1、+2	碳	C	+2、+4
铁	Fe	+2、+3	硅	Si	+4
铝	Al	+3	氮	N	-3、+2、+4、+5
锰	Mn	+2、+4、+6、+7	磷	P	-3、+3、+5
锌	Zn	+2			

从表 5—4 可以看到，许多元素的化合价不是固定不变的。在不同条件下，同一原子既可以失去电子（或电子偏离），也可以得到电子（或电子偏近）；而且失去电子的数目也可以不同，因此元素就显示出可变化合价来。例如，碳在氧气或空气中完全燃烧生成二氧化碳时，碳元素显+4 价，而碳在氧气不充足的条件下，不完全燃烧生成一氧化碳时，碳元素则显+2 价。同样，在不同条件下，铁元素可显+2 价和+3 价，硫元素可显-2 价、+4 价和+6 价，等等。

为了便于确定在化合物中元素的化合价，需要注意以下几点：

1. 氧元素通常显-2 价。
2. 氢元素通常显+1 价。
3. 金属元素跟非金属元素化合时，金属元素显正价，非金属元素显负价。

元素的化合价是元素的原子在形成化合物时表现出来的一种性质，因此，在单质分子里，元素的化合价为零。

要点

1. 化合价是元素的一种重要性质，它表示这种元素与别的元素相化合时原子的个数比。

2. 化合价分为正价和负价，它的数值是这种元素的一个原子在化合时得失电子或形成共用电子对的数目；得电子或吸引电子对能力强的是负价，失电子或吸引电子对能力弱的是正价。

3. 在化合物里，正负化合价的代数和为零。

4. 在单质分子里，元素的化合价为零。

习题

1. 填空

(1) 原子失去电子后，就带有_____电荷，成为_____离子；原子得到电子后，就带有_____电荷，成为_____离子。当_____离子和_____离子相互作用形成_____化合物时，整个化合物就_____电性。

(2) 在离子化合物氯化镁的形成过程中，一个镁原子失去_____个电子，所以镁为_____价；一个氯原子得到_____个电子，所以氯为_____价。

(3) 水分子中_____原子和_____原子之间以共用电子对相结合，属于_____化合物

(4) 在共价化合物水中，一个氢原子通过_____个共用电子对跟氧原子相结合，由于共用电子对偏_____氢原子，偏_____氧原子，所以氢为_____价，氧为_____价。

(5) 在化合物里，各元素正负化合价的_____和等于_____。在单质分子里，元素的化合价为_____。

2. 下列说法是否正确？正确的画“ ”，不正确的画“ × ”。

(1) 一切物质都是由分子组成的。 ()

(2) 钠原子和钠离子都属于钠元素。 ()

(3) 凡是最外层有 8 个电子的微粒，都是稀有气体元素的原子。 ()

(4) 在 H_2 中 H 的化合价是 +1 价。 ()

3. 在下列化合物中 Cl 为 +5 价，Mn 为 +7 价，N 为 -3 价，S 为 +6 价，计算这些化合物中各元素化合价的代数和。

$KClO_3$ $KMnO_4$ $(NH_4)_2SO_4$

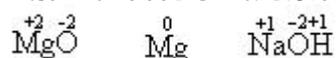
§ 5—3 化合价和化学式

我们知道，化学式是用元素符号来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原子间的个数关系，因此它们之间有密切的关系。根据化合物中各元素正负化合价的代数和为零的原则，我们可以从化学式计算元素的化合价，检查化学式的正误，以及应用化合价写出已知物质的化学式。

〔例题 1〕标出下列物质中各元素的化合价

MgO Mg NaOH

〔解〕在各化学式元素符号的上方标出相应的化合价。



〔例题 2〕已知氧为-2 价，计算三氧化二铝里铝的化合价。

〔解〕写出三氧化二铝的化学式：



根据化合物中各元素正负化合价的代数和为零的原则，铝的化合价 × 铝原子数 + 氧的化合价 × 氧原子数 = 0

$$\text{即铝的化合价} \times 2 + (-2) \times 3 = 0 \quad \text{铝的化合价} = -\frac{(-2) \times 3}{2} = +3$$

答：在三氧化二铝里，铝的化合价是+3。

〔解题 3〕已知磷为+5 价，氧为-2 价，写出五氧化二磷的化学式。

〔解〕(1) 写出组成化合物的两种元素的符号，正价的写在左边，负价的写在右边。



(2) 求两种元素正、负化合价绝对值的最小公倍数，

$$5 \times 2 = 10$$

(3) 求各元素的原子数，

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

$$\text{P} \quad \frac{10}{5} = 2 \quad \text{O} \quad \frac{10}{2} = 5$$

(4) 把原子数写在各元素符号的右下方，即得化学式：



(5) 检查化学式，当正价总数与负价总数的代数和等于零时，化学式才算正确的。

$$(+5) \times 2 + (-2) \times 5 = +10 - 10 = 0 \quad \text{答：五氧化二磷的化学式是 } \text{P}_2\text{O}_5。$$

阅读材料

书写化学式的简捷方法

你在掌握了用例题 3 的方法写化学式之后，还可以采用一种简捷的方法写化学式。

〔例题〕已知锰的化合价是+4，氧的化合价是-2，写出二氧化锰的化学式。

第六章 氢气

氢气的性质、用途和实验室制法

还原反应和置换反应

化学方程式的计算

§ 6—1 氢气的实验室制法

一、氢的存在

氢原子是自然界里最简单的一种原子，它的核内有一个质子，核外有一个电子。

在地球上，氢的含量比氧少，占地壳质量的 0.76%，居第九位，主要以化合物的形式存在。含氢的化合物种类很多，仅次于碳。水是一种最丰富的含氢化合物，石油、天然气、煤以及生物细胞组织里都含有氢。单质的氢（氢气）存在很少，约占大气总体积的千万分之五，在火山喷发气、天然气和石油气中也含有少量氢气。

在整个宇宙中，氢是一种含量很丰富的元素，约占宇宙总质量的 76%。太阳几乎就是一个由氢构成的火球，氢占了它总质量的 78.4% 以上。太阳表面的温度高达 5700℃，它的中心温度在 1500 万到 2000 万度之间。太阳的主要能源来自氢原子核之间的反应。

阅读材料

氢元素的发现史

早在 16 世纪，瑞士医药学家帕拉塞斯（P.A.Paracelsus，1493—1541）曾发现，当金属铁与硫酸作用时，能产生一种可以燃烧的气体。人们一直把它叫做“可燃性空气”。到了 1766 年，英国化学家卡文迪许又发现，许多金属与硫酸或盐酸反应时，都生成这种“可燃性空气”，而且通过实验证明，“可燃性空气”与空气不同，它与空气混合点燃时会发生爆炸；它不能支持动物呼吸；测定它的密度，发现它很轻。于是他认为这是一种与空气完全不同的气体。以后又证实了这种气体燃烧后的产物是水。卡文迪许的发现于 1783 年被拉瓦锡再一次给以证明，并于 1787 年定名为“氢”。“氢”的希腊语意思就是“水之源”。汉字“氢”是从“轻”字演变过来的，因为氢气是最轻的气体。

二、氢气的实验室制法

科学家是从金属跟稀硫酸反应中发现氢气的。直到现在实验室里仍然用

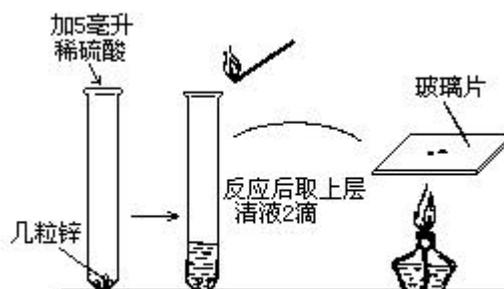


图6—1 金属锌跟稀硫酸反应

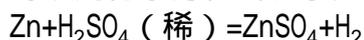
金属锌跟稀硫酸反应来制取氢气。

〔实验 6—1〕按图 6—1 做锌跟稀硫酸反应的实验，观察现象并做记录。

实验内容	现象	结论
1. 往锌粒中加稀硫酸。	有 ____ 生成。	金属锌与稀硫酸反应，可以制取____，同时还有____生成。
2. 燃着的木条靠近试管口。	看到____，听到____。	
3. 将试管中的澄清液滴2滴到玻璃片上，加热蒸干。	有____出现。	

在上面实验中可以看到，试管里有无色气体生成，点燃时产生火焰，它就是氢气。反应后的溶液经过蒸发，得到白色的固体，它是硫酸锌(ZnSO_4)。

这个反应可以用化学方程式表示如下：



除金属锌外，是否还可以用其它金属跟稀硫酸反应制取氢气呢？

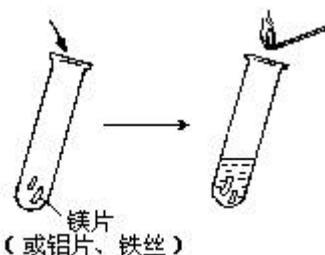


图6—2 镁、铝、铁跟稀硫酸的反应

〔实验 6—2〕取三支试管，按图 6—2 分别做金属镁、铝、铁跟稀硫酸反应的实验，观察现象并做记录。

- 镁跟稀硫酸反应，产生____，点火能_____。
- 铝跟稀硫酸反应，产生____，点火能_____。
- 铁跟稀硫酸反应，产生____，点火能_____。

实验证明，金属镁、铝和铁等金属均可以跟稀硫酸反应，放出氢气。

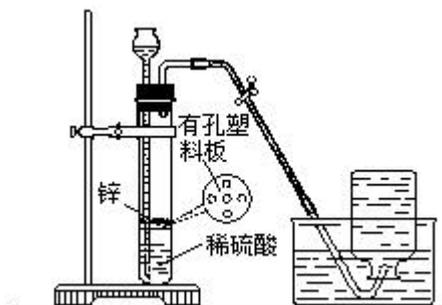
其它的酸跟这些金属反应是否也能生成氢气？

〔实验 6—3〕用稀盐酸代替稀硫酸跟金属锌反应，观察现象。

实验证明，用盐酸代替稀硫酸跟锌反应同样能生成氢气。

上述实验说明，实验室里可以用锌、铁、镁、铝等金属跟稀硫酸或盐酸起反应来制取氢气。

实验室制取少量氢气，常采用图 6—3 的装置。



在这个装置中，锌粒放在多孔塑料隔板上，平常与酸液不接触。当需要氢气时，打开橡皮导管上的弹簧夹，酸即从长颈漏斗流下，与锌粒接触，发生反应，产生的氢气从导管导出。如不再需要氢气时，就用弹簧夹把橡皮导

管夹紧，试管内氢气的压强增大，把酸液压回到长颈漏斗里，使锌粒与酸液脱离接触，反应就自行停止了。

由于氢气难溶于水，所以可用排水法收集；又由于氢气比空气轻，也可用向下排空气法收集（见图6—4）。为了防止氢气逸散，充满氢气的集气瓶必须口朝下放置。

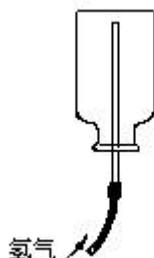


图6—4 用向下排空气法收集氢气

阅读材料

启普发生器

实验室里如果要制取较多的氢气，可以使用启普发生器。这种装置由球形漏斗、容器和导气管三部分组成。锌粒从容器上插导气管的口部加入，稀硫酸或盐酸由球形漏斗注入。制取氢气时，旋开启普发生器的导管活塞，酸液从球形漏斗流下，进入容器内，浸没锌粒。锌跟酸接触发生反应，产生的氢气从导气管放出，如图6—6所示。不需要氢气时，关闭导管活塞，产生的氢气因不能导出而聚集在容器内，使容器内压强增大，最后就会把酸液压回球形漏斗中。由于酸与锌粒分离，反应也就自动停止了，如图6—6所示。用启普发生器制取氢气，可以随开随停，既方便又节省药品。凡利用块状固体跟液体起反应制取气体，只要反应不需要加热，就可以使用这种仪器。

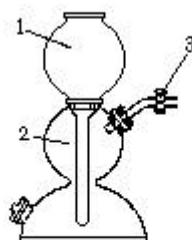


图6—5 启普发生器的构造

1. 球形漏斗 2. 容器 3. 导气管

启普（P.J.Kipp，1808—1864），荷兰人。这种制取气体的发生器是他设计的，因此以他的名字命名。

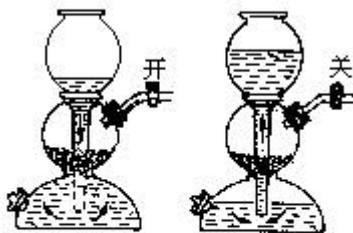


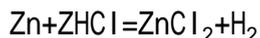
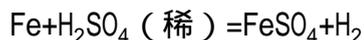
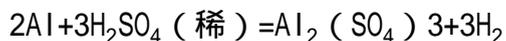
图6—6 启普发生器的工作原理

I、旋开活塞时的情形 II、关闭活塞时的情形

工业生产上使用的大量氢气，主要是利用水煤气（基本成分是一氧化碳和氢气）、天然气（基本成分是甲烷）等来制取。

三、置换反应

实验 6—2 镁、铝、铁跟稀硫酸的反应和实验 6—3 锌跟盐酸的反应，可以用化学方程式表示如下：



讨论 上述反应与化合反应、分解反应比较，有什么特点？

上述反应跟化合反应、分解反应是完全不同的一类反应。

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。

在锌跟稀硫酸的反应中，硫酸分子里由一个硫原子和四个氧原子结合而成的 SO_4 部分，在反应前后并没有变化，通常把硫酸分子里的 SO_4 部分叫做硫酸根。它在许多化学反应里，常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，也叫做根。如氯酸钾 KClO_3 中的氯酸根 ClO_3 ，高锰酸钾 KMnO_4 中的高锰酸根 MnO_4 ，氢氧化钙 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中的氢氧根 OH 等。

元素有化合价，根也有化合价。根价是组成根的各元素化合价的代数和，例如硫酸根 SO_4 的化合价是：

$$(+6) \times 1 + (-2) \times 4 = +6 + (-8) = -2$$

一些常见根的化合价见表 6—1。

表 6—1 一些常见根的化合价

名称	化合价	名称	化合价
NH_4 (铵根)	+1	SO_4 (硫酸根)	-2
OH (氢氧根)	-1	CO_3 (碳酸根)	-2
NO_3 (硝酸根)	-1	ClO_3 (氯酸根)	-1

要点

1. 氢在地壳中的含量居第九位，但它是宇宙中含量最丰富的元素。
2. 实验室一般都用金属锌跟稀硫酸或盐酸反应来制取氢气。氢气用排水法或向下排空气法收集。
3. 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。
4. 根也有化合价，它等于组成根的元素化合价的代数和。

习题

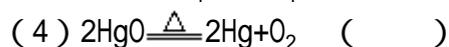
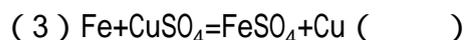
1. 比较实验室制取氢气和氧气在化学反应原理、反应类型、反应条件和气体收集方法等方面的异同。

2. 填空。

(1) 收集氢气时，可用排水法，因为氢气____，还可以用____法，因为氢气____。

(2) 金属跟酸生成氢气的反应，属于____反应。它是由____，生成____的反应。

3. 判断下列反应的反应类型（化合反应、分解反应或置换反应），将答案填在括号内。



4. 在下列物质中，凡含有原子团的，在它的化学式相应部位的上方划一横线，标上原子团的化合价，在原子团的下方注出它的名称。

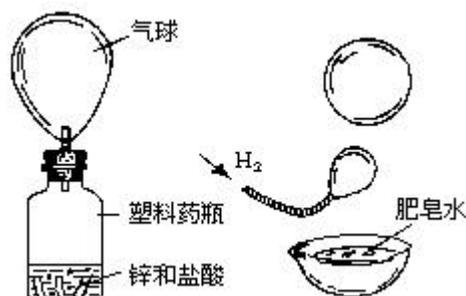
$KClO_3$ 、 MnO_2 、 $KMnO_4$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 P_2O_5 、 SO_2 、 H_2SO_4 、 HCl 、 $ZnSO_4$ 、 NH_4Cl 、 NH_4NO_3 、 HgO

5. 求出下列化合物中所含根的化合价。

$KClO_3$ 、 $KMnO_4$ 、 K_2MnO_4 、 $Ca(OH)_2$ 、 NH_4NO_3 、 $(NH_4)_2SO_4$

6. 家庭小实验

按图示装置制取氢气，并用它吹氢气球和肥皂泡。所需的锌可用废干电池的锌皮，盐酸可用从化工商店购得的工业盐酸。



§ 6—2 氢气的性质

一、氢气的物理性质

〔实验 6—4〕用排水法收集一瓶氢气，观察氢气的颜色、状态，闻一闻它的气味。

· 氢气是一种____色，____气味，____状态的物质。

在通常状况下，氢气是一种没有颜色、没有气味的气体。但在 1.01×10^5 帕的压强下，氢气在 -252.4 时能变成无色的液体，在 -259.1 时，能变成雪状的固体。它难溶于水。

观察与思考 节日和庆祝活动中，常常可以看到很多五颜六色的气球腾空而起，气球里充灌的就是氢气。这是利用了氢气的什么性质？

现在我们来做一个氢气泡升空的实验。

〔实验 6—5〕按照图 6-7 做氢气吹肥皂泡的实验。

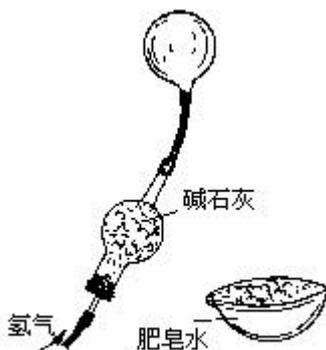


图6—7 氢气吹肥皂泡

注意：吹泡时要控制氢气流速。当肥皂泡吹到足够大时，轻轻摆动导管，让肥皂泡脱离管口。

· 肥皂泡离开管口后_____。

实验说明，氢气比空气轻。用氢气吹出的肥皂泡离开导管口后能迅速上升。氢气跟相同体积的空气相比，质量约是空气的 $1/14$ ，在标准状况下，1 升氢气的质量是 0.0899 克。

讨论 总结氢气的主要物理性质，并与氧气作比较。

二、氢气的化学性质

常温下，氢气是比较稳定的物质，如果是在加热或点燃的情况下，氢气能表现出哪些性质呢？

1. 氢气跟氧气反应

〔实验 6—6〕按照图 6—8 做氢气燃烧的实验，观察现象并做记录。

· 氢气燃烧时，发出____色的火焰。将一个冷而干燥的烧杯罩在火焰上方，过一会儿，烧杯内壁上有____出现，触摸烧杯会感到_____。

纯净的氢气在空气里能安静地燃烧，生成水并放出大量的热。

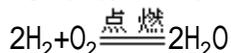




图6-8 氢气在空气里燃烧

氢气燃烧时，火焰呈淡蓝色。

如果氢气不纯，混有空气（或氧气），点燃时会怎样呢？

〔实验 6—7〕按图 6—9 做点燃氢气与空气的混合气的实验，观察在塑料筒口上点燃时，会发生什么现象。

· 点火后发生_____。

混合气一经点火，立即发生爆鸣。

以上两个实验都是氢气跟氧气的反应。纯净的氢气在空气中能安静地燃烧，而氢气跟空气的混合气点燃时却会发生爆炸。这是因为当纯净的氢气燃烧时，氢气只在导管口跟氧气接触，在那里只能是少量的氢分子跟少量的氧分子发生反应，产生的热量少，而且很快就散失在空气中；但在混合气里却是大量的氢分子与氧分子充分接触，点燃后二者迅速发生反应，瞬间就放出大量的热，气体在一个有限的空间里受热，体积急剧膨胀，就发生了爆炸。由于这个反应是在上述大口的容器内进行的，气体能比较顺畅地冲出容器，激动空气，只发生爆鸣，没有危险。如果反应在密闭的或容积大而口小的容器内进行，气体排出不畅，就会炸破容器，发生危险。

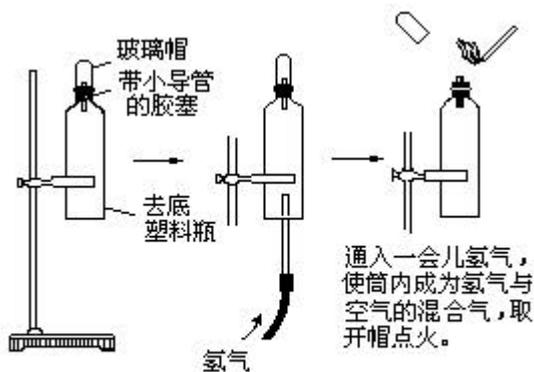


图6-9 点燃氢气与空气的混合气

实验测定，空气里如果混入氢气的体积达到总体积的 4% ~ 74.2% 的范围，点燃时就会爆炸。这个范围叫做爆炸极限。这种点燃时能发生爆炸的氢气与空气（氧气）的混合气也叫爆鸣气。

我们了解了氢气的这个性质，今后在使用氢气时就要特别注意安全。点燃氢气前，一定要先检验氢气的纯度。

怎样检验氢气的纯度呢？

〔实验 6—8〕按照图 6—10 进行氢气纯度的检验。

氢气在玻璃导管口燃烧，因玻璃成分中钠元素的干扰，火焰稍带黄色。

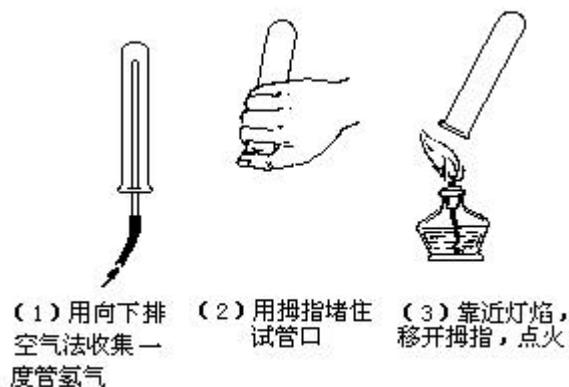


图6—10 检验氢气纯度的操作

试管里的氢气点火后，发出低沉的“噗”声，表明氢气已经纯净，可以点燃使用。如果听到的是尖锐的口哨声，则表明被检验的氢气是不纯的，其中还混有空气，点火时试管里发出的响声是混合气的爆鸣声。验纯不合格的氢气需重新收集，再进行检验。如果仍使用同一支试管用排气法收集氢气，应在集气前先用拇指堵住试管口一会儿，然后再收集，否则容易发生危险。也可更换一支试管收集氢气验纯。

问题

(1) 用排气法收集氢气时，导气管放在试管口处，没有伸到试管底部。这样的操作正确吗？

(2) 集满氢气的试管移向酒精灯时，管口朝上可以吗？为什么？

2. 氢气跟氧化铜反应

氢气不仅能跟氧气反应，也能跟化合物中的氧发生反应。

〔实验 6—9〕按照图 6—11 做氢气跟氧化铜反应的实验，即先向盛氧化铜的试管通氢气，赶走试管内的空气，然后给氧化铜加热，待它由黑色变成红色后，撤去酒精灯，继续通氢气直至试管冷却。观察现象并做记录。

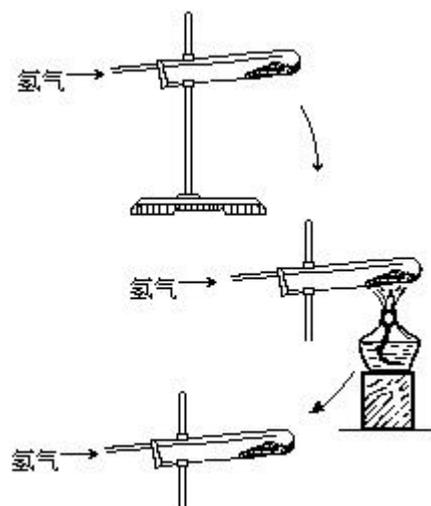


图6—11 氢气跟氧化铜反应

物质名称	颜色	状态	实验现象
反应物			氧化铜由____色逐渐变为____色，同时管口有__生成。
生成物			

· 如果将实验操作顺序改成先给氧化铜加热，后通入氢气行不行？为什么？

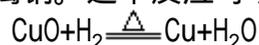
· 为什么实验结束时，要先停止加热，然后继续通入氢气直到试管冷却？

· 试管口处的水珠是从哪里来的？

· 反应后生成的红色物质是什么？

实验说明，氢气不但能跟单质的氧（氧气）发生反应，也能跟化合物中的氧发生反应。

氧化铜跟氢气反应，是氢气夺取了氧化铜里的氧，化合生成水，而氧化铜失去了氧，变成了红色的金属铜。这个反应可以用化学方程式表示如下：



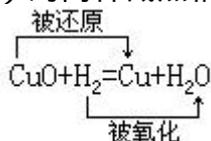
在这个反应里，氧化铜发生的是失去氧的反应。含氧化合物里的氧被夺去的反应，叫做还原反应。

问题 在氢气跟氧化铜的反应里，氢气发生的是什么反应？

阅读材料

氧化还原反应

在氢气和氧化铜的反应里，对氢气来说，它夺取了氧化铜中的氧，结合成水，发生了氧化反应。对于氧化铜来说，它失去了氧，发生了还原反应。显然，在上述反应里同时发生了一种物质被氧化（得到氧），另一种物质被还原（失去氧）的两种截然相反的过程。



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。

要点

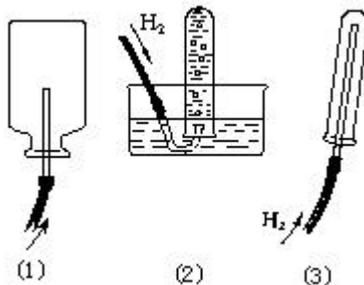
1. 氢气是最轻的气体。在通常状况下，氢气是一种无色、无气味、难溶于水的气体。在低温或加压时，氢气能变成液体或固体。

2. 氢气在常温下性质稳定，在加热或点燃条件下，它与氧气可以化合生成水。纯净的氢气能安静地燃烧，混有空气的氢气点燃会发生爆炸。

3. 氢气也能跟化合物中的氧发生反应。含氧化合物里的氧被夺去的反应叫做还原反应。

习题

1. 列表比较氢气、氧气的物理性质和化学性质。
2. 下图画出了三种收集氢气的操作方法，哪一种是错误的？为什么？



3. [实验 6—7] 点燃塑料筒内的氢气后，虽然发出了一声巨响，但这个实验没有危险，为什么？

4. 用化学方程式表示下列两个在高温下进行的反应，指出氢气发生的是什么反应？

三氧化钨和氧化铁发生的是什么反应？

- (1) 氢气跟三氧化钨 (WO_3) 反应，生成金属钨和水。
- (2) 氢气跟氧化铁 (Fe_2O_3) 反应，生成金属铁和水。

5. 简要说明通过什么实验可以分别证明：

- (1) 氢气比空气轻；
- (2) 氢气燃烧的产物是水；
- (3) 氢气中混有空气；
- (4) 酒精的成分里含有氢元素。

§ 6—3 氢气的用途

从图 6—12 可以看出，氢气有广泛的用途：



图6—12 氢气的用途

氢气的密度小，可以用来充灌研究高空气象的探空气球。

氢气是一种可燃性气体。它在纯氧中燃烧的火焰——氢氧焰可达 3000 的高温，这么高的温度可以使许多金属熔化，因此，用它可以焊接或切割金属，熔化熔点很高的石英或加工石英制品。

氢气是一种理想的燃料。氢气的资源非常丰富，水就是氢的仓库。而氢气的燃烧产物又是水，一旦利用太阳能从水中制取廉价氢气的技术得以突破，氢气就将成为取之不尽用之不竭的能源。氢气燃烧时放出的热量比同质量的汽油高三倍，而且污染少。液态氢是一种高能燃料，可供发射火箭、宇宙飞船使用。因此氢气是一种很有发展前途的燃料。

利用氢气可以从含氧化合物中夺取氧的性质，冶金工业可以冶炼金属。例如，在军事工业和民用工业上都很重要的金属钨、钼等，就是利用氢气炼制出来的。用氢气冶炼金属钨的化学方程式如下：



根据同样的道理，电子工业可以利用氢气来制取半导体材料——高纯硅。

氢气也是重要的化工原料。例如，可以利用氢气来制造氨（ NH_3 ），并进一步制造化肥。也可以用氢气制造盐酸，把液态植物油制成人造黄油等。

要点 氢气的用途

- 充灌气球
- 燃料
- 冶炼金属
- 化工原料

习题

1. 下面所列的氢气用途，是利用了氢气的哪些性质？将答案填在空白中。

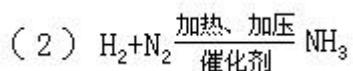
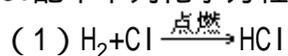
(1) 充灌气象研究用的探空气球，是利用了氢气的_____。

(2) 用氢氧焰焊接或切割金属，是由于氢气_____。

(3) 氢气能冶炼金属，因为氢气能_____。

2. 过去人们用氢气充灌飞艇，现在已改用氦气。你能根据氢气的性质对这种改变做出解释吗？

3. 配平下列化学方程式：



§ 6—4 根据化学方程式的计算

化学方程式不仅能表示出哪些物质发生了化学反应，生成了哪些物质，而且它还能反映出反应物、生成物之间的量的关系。因此，利用化学方程式就可以进行计算。例如，已知反应物的质量可计算反应后生成物的质量，或者要得到一定量的生成物需要多少反应物。工农业生产和科学研究工作经常需要进行这样的计算。

一、已知反应物的质量求生成物的质量

[例题 1] 有 11.6 克氯酸钾，加热使它完全分解样可以生成多少克的氧气？

[解] 设生成氧气为 x

(1) 写出这个反应的化学方程式

(2) 求出已知物质和待求物质之间的质量比

(3) 把已知量和未知量各写在对应的化学式下面

(4) 列出比例式，求出未知量

$$\begin{array}{l} 2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow \\ 2(39+35.5+16 \times 3) \quad 3(16 \times 2) \\ =245 \qquad \qquad \qquad =96 \\ 11.6 \text{ 克} \qquad \qquad \qquad x \\ \frac{245}{11.6 \text{ 克}} = \frac{96}{x} \\ x = \frac{11.6 \text{ 克} \times 96}{245} \\ = 4.55 \text{ 克} \end{array}$$

(5) 简要地写出答案

答：11.6 克氯酸钾完全分解可以生成 4.55 克氧气。

练习 实验室里用 37.5 克锌跟足量的盐酸反应，可以制得多少克氢气和氯化锌？

从上述练习中可以知道，已知一种反应物的质量，可以求出所有生成物的质量。

二、已知生成物的质量求反应物的质量

[例题 2] 用氢气还原氧化铜制取金属铜。若要得，到 8 克铜，需要多少克氢气？这些氢气在标准状况下占有多大体积？（氢气的密度是 0.09 克/升）

[解] 设所需氢气的质量为 x

$$\begin{array}{l} \text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \\ 2 \quad 64 \\ x \quad 8 \text{ 克} \\ 2 \quad x=64 \quad 8 \text{ 克} \\ x = \frac{2 \times 8 \text{ 克}}{64} \\ = 0.25 \text{ 克} \end{array}$$

将 0.25 克氢气换算成体积

$$\frac{0.25\text{克}}{0.09\text{克/升}} = 2.8\text{升}$$

答：要得到 8 克铜需要 0.25 克氢气，这些氢气在标准状况下占 2.8 升。

练习 题设同例题 2，问需要多少克氧化铜？

从例题 2 和这个练习可以知道，已知一种生成物的质量，可以求出所有反应物的质量。

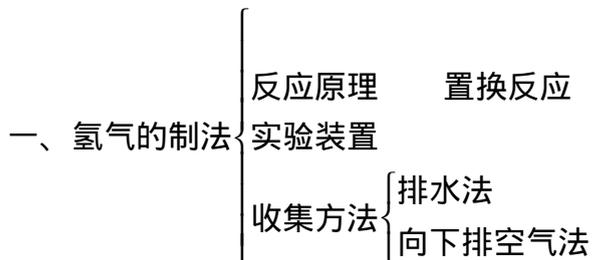
要点

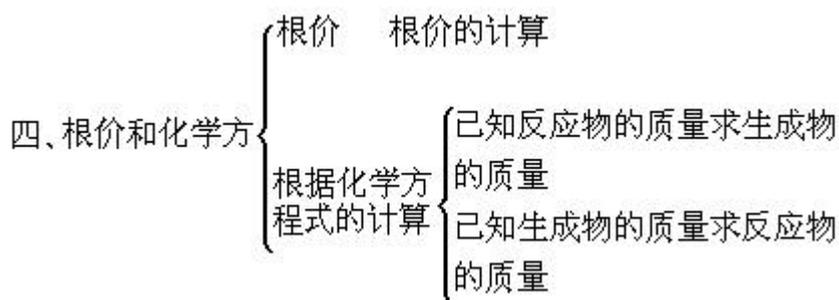
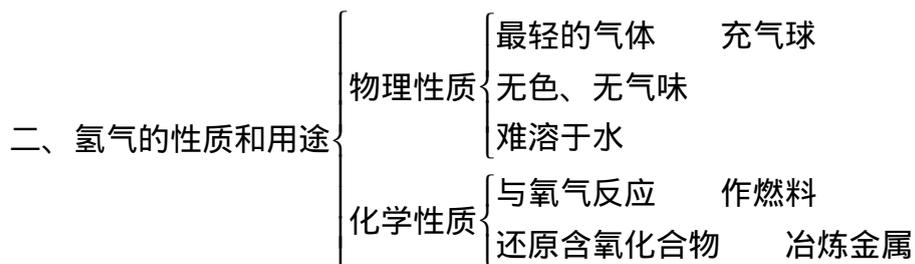
1. 已知一种反应物的质量，可以求得所有生成物的质量。
2. 已知一种生成物的质量，可以求得所有反应物的质量。
3. 根据化学方程式的计算必须注意：(1) 先写出正确的化学方程式；(2) 准确地确定题目中相关项的数量关系；(3) 按书上示范的格式书写。

习题

1. 现有 13.5 克水，完全电解可以生成多少克氢气？多少克氧气？
2. 要制取 56 克五氧化二磷，需燃烧多少克磷？同时还要消耗多少克氧气？这些氧气在标准状况下占多大体积？
3. 工厂里用氢气还原三氧化钨制取钨，现要制取 100 千克钨，需要多少千克的三氧化钨？
4. 填空(1) 完全燃烧 6.4 克硫，需____克氧气，可生成____克二氧化硫。
(2) 在碳燃烧生成二氧化碳的反应中，碳、氧气、二氧化碳的质量比是____，它们的分子个数比是____。
5. 判断正误，把序号填在括号内。
以下结论正确的是()，错误的是()。
(1) 在加热氯酸钾制取氧气的反应中，如果用 24.5 克氯酸钾和 8 克二氧化锰混合，加热完全分解后得到 9.6 克氧气，则试管里剩余的固体质量为 22.9 克。
(2) 在两支试管里都加入 3 克锌，在第一支试管里加入足量的稀硫酸，在第二支试管里加入足量的盐酸，反应完毕，第二支试管里放出的氢气是第一支试管放出氢气的二倍。

本章知识间的关系





复习练习题

1. 下列各混合气体点燃时，哪个可能爆炸，哪个不能？为什么？（假定能爆炸的混合气体组成比均在爆炸极限之内）

- (1) 氢气和氧气的混合气体；
- (2) 氢气和氮气的混合气体；
- (3) 氧气和氮气的混合气体；
- (4) 氢气和空气的混合气体。

2. 判断下列说法是否正确，对错误的说法给予改正。

(1) 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。

(2) 从水电解生成的氢气与氧气的体积比为 2 : 1 可知，水是由二份体积的氢气与一份体积的氧气组成的。

3. 分解多少克的氧化汞所得的氧气和加热 4.9 克氯酸钾放出的氧气的质量相等？

4. 用相同质量的锌分别与足量的盐酸和足量的稀硫酸反应，它们生成的氢气是否一样多？生成的氯化锌和硫酸锌的质量是否一样多？

5. 某化工厂需要 5 吨氧气作原料，这些氧气用电解水的方法制得，需要消耗多少吨水？同时还可以产生多少吨氢气？

6. 用足量的稀硫酸跟 13 克锌反应，能生成多少升氢气（标准状况下）？这些氢气完全燃烧后，可生成多少克水？

7. 把干燥纯净的氯酸钾和二氧化锰的混合物 15.5 克装入大试管里，给试

管加热来制取氧气。反应进行完毕，等试管冷却，称量，得到的固体物质重 10.7 克。问：（1）制得的氧气是多少克？（2）反应后的 10.7 克固体物质里含有哪些物质？各多少克？

