

元素丛书



氧

OXYGEN



山东教育出版社

元素丛书

Elements

氧

OXYGEN

出版发行：山东教育出版社

（济南市纬一路321号）

网 址：<http://www.sjs.com.cn>

印 刷：利丰雅高印刷（深圳）有限公司

作 者：（英）布莱恩·奈普

翻 译：王平

责任编辑：赵猛 刘辉

版 次：2006年5月第1版第1次印刷

规 格：16开本

印 张：3.5印张

字 数：60千字

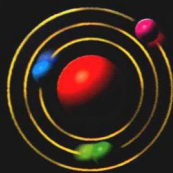
书 号：ISBN 7-5328-4936-8

定 价：18.00元/册

（如印装质量有问题，请与印刷单位联系）

1060968

元素丛书

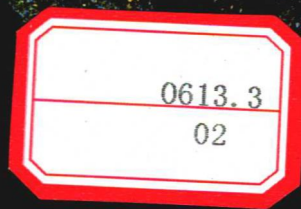


氧

OXYGEN



O



山东教育出版社

阅读指南

你手中的这本书是为帮助你学习与化学元素有关的知识而精心编写的。它将系统而全面地向你介绍每一种化学元素的基本性质。翻开任何一页,除了对科技知识深入浅出的讲解以外,你还可以知道不少科技术语的定义和解释,无论你已经掌握了多少化学知识,都可以受益匪浅!在每一本书的最后,有详细注解的元素周期表,还有出现在这套丛书中的全部科技术语一览表,另外还有一个专门栏目告诉你如何用化学方程式表达化学反应,还有一个栏目帮你提炼有关氧元素的最精华的知识,可谓精彩不断!

元素知识是整个化学科学的基础,大家一起来分享学习化学的快乐吧!

正文对基础知识和概念进行系统的、深入浅出的讲解

科技术语

结合实例,对疑难点进行更加深入的阐述

用元素符号书写化学方程式,有些地方甚至以球-棍模型示意化学反应(参见本书第48页)

通过精心选择、注解清晰的图表,对知识进行更加直观、生动的讲解

多识一点:对相对深奥的知识和概念进行通俗易懂的解释

封面图: 在森林火灾中,植物组织中的含碳化合物发生剧烈的氧化反应(燃烧),并释放出大量的二氧化碳气体。由森林燃烧所产生的二氧化碳是“温室效应”气体的主要来源之一。

扉页图: 大气中的氧气几乎都是由地球上的绿色植物产生的,是植物光合作用的副产品。

图书在版编目 (CIP) 数据

氧 / (英) 布莱恩·奈普 著; 王平译. — 济南: 山东教育出版社, 2005

(元素丛书)

ISBN 7-5328-4936-8

I. 氧... II. ①布... ②王... III. ①氧-基本知识 ②氧化合物-基本知识 IV. 0613.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第046985号

Copyright©Atlantic Europe Publishing Company Limited 1996 and 2002

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form of by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without prior permission of the Publisher.

Suggested cataloguing location

Knapp, Brian

Oxygen

ISBN 1 869860 54 3

- Elements series

540

Chinese edition published by Shandong Education Press. Copyright©1996 and 2002 by Atlantic Europe Publishing Company Limited.

Chinese edition is authorized for sale and distribution in China exclusively.

本书依据英国 Atlantic Europe Publishing Company Limited 1996 和 2002 年国际版权 (C) 翻译。

Atlantic Europe Publishing Company Limited 拥有版权。未经许可, 不得以任何形式, 包括以电子的或机械的方式进行照片复制或录音, 或是将信息存贮在任何检索系统上来翻印书中的任何内容。

中文版由 Atlantic Europe Publishing Company Limited 授权山东教育出版社出版。

该版本的中文版只在中国境内销售。

山东省版权局著作合同登记号:

图字: 15-2004-068

目 录

走进氧的世界	4
空气中的氧	6
水中的氧	8
矿石中的氧	10
臭氧	12
自然界中的氧循环	14
氧气的制备	16
电解法制氧气	18
氧化剂	20
染色剂	22
氧化还原反应	24
钢铁冶炼过程中的氧化还原反应	26
金属的精炼	28
金属的腐蚀	30
钢铁的防锈	32
燃烧和灭火	34
材料为什么能够自燃	36
燃料的燃烧	38
内燃的原理	40
城市烟雾污染	42
长话短说——氧	44
元素周期表	46
理解化学方程式	48
科技术语表	50

1060968

0613.3

02

走进氧的世界

也许你对“元素”这个词并不陌生，但是你知道元素到底是什么吗？简单地说，元素是指含有相同核电荷数的一类原子，是组成物质的基本成分。连绵的山脉、翻腾的云海、变幻的星云，就连你我也都是由各种各样的元素组成的。天然存在的元素只有 92 种，而正是这 92 种元素构成了宇宙万物。本书所要展现给大家的是其中的一种元素——氧。

氧

在地球上，无论按体积还是按质量来衡量，氧都是最普遍的一种元素。空气中含有 12 万亿吨的氧气，你每呼吸一次，吸进的分子中就有五分之一是氧分子。氧气是透明的，无色无味，因此尽管氧气几乎无处不在，我们却很难意识到这种重要物质的存在。

虽然在空气中氧气是以单质形式存在的，但它却极易与其他多种元素结合（反应）成化合物。可以说氧是所有元素中最活泼的之一。由氧形成的物质无处不在，例如，地球上几乎所有的岩石都是含氧的化合物，水是由氧、氢两种元素形成的一种化合物。

氧气可以和燃料反应，放出热量，从这一点来说，氧气是人类生活必需的一种物质。在反应过程中，燃料被氧化成氧化物，它们可能是固体，也可能是像二氧化碳这样的气体。这种释放热量的氧化反应就是通常所说的燃烧。

人类利用氧气与煤、石油、天然气等燃料之间的反





应,可以将燃料中的化学能转化为动能,很多机械就是采用这个原理来工作的。

所有的燃料都可以被氧气氧化而“燃烧”起来,然而并不是所有的“燃烧”都能放出大量的热。例如,食物中所含的碳水化合物被氧化,仅释放出人体所需要的能量。动植物尸体的腐烂,其实也是有机物质的氧化过程。暴露在空气中的食物以及人体细胞内部都在发生着氧化反应。

氧气能与大多数的金属发生氧化反应。有些反应现象不易察觉,例如在铝的表面上就有一层难以辨认出来的氧化物薄膜。而有些金属与氧气的反应现象却非常明显,例如,铁在有水存在的条件下与氧气反应,生成大家所熟悉的铁锈。若把铁换成钾,后者甚至会迅速燃烧起来。

氧气的化学式是 O_2 ,这说明氧气(像其他大多数气体一样)通常是以双原子分子形式存在,而不是由单个的原子构成。在高空大气层中则存在单原子形式的氧。氧还可以以三原子形式存在,化学式为 O_3 ,叫做臭氧。其性质同 O_2 大相径庭,例如,臭氧可以保护人们免受太阳紫外线的灼伤。随着大气中臭氧含量的不断降低,科学家们越来越担心大气中的臭氧层将不能再有效地保护地球上的生命。

◀ 图中的火焰是由丙烷气体和氧气反应产生的。此反应释放的热量足以使热气球中的空气受热膨胀,将气球升起(燃烧产物是二氧化碳气体和水蒸气)。

空气中的氧

空气主要是由氮气和氧气(O_2)组成的。氧气约占空气总体积的21%，总质量(重量)的23%。空气中氧分子的重量参与形成了地表气压，每平方厘米的地表上平均承受一千克氧气的重量。

除氧气外，空气中还含有臭氧(O_3)。尽管臭氧在空气中的浓度大约只有十万分之一，但从高空(见第12页)直到接近地表(见第42页)的大气中都能发现它们的踪影。

大气中的氧气是怎样形成的

远古时期的大气(30亿年前)是由火山喷发所产生的气体形成的。其中含有水蒸气和二氧化碳，并不含有游离态的氧气。科学家们推断，火山气体中的游离态的氧最初一定是由火山气体中的化合物形成的。

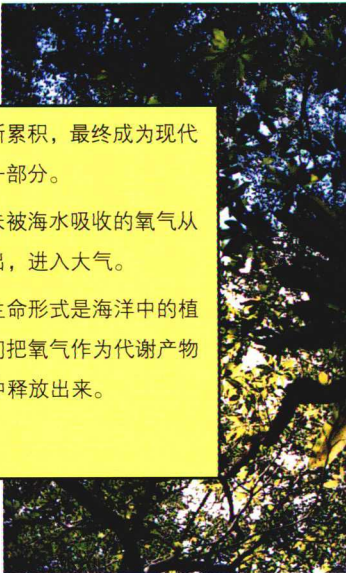
远古时代的岩石也一定是在缺氧环境下形成的，其中不含氧，因为当它们暴露在现代空气中时，就会被迅速地氧化(和氧气发生反应)。

氧气最初很可能是由于水受光能的作用而产生的，该过程释放出游离态的氧气和氢气。然而这样得到的氧气只有现代大气中含氧量的1%，因此其余的氧气一定是通过其他途径形成的。

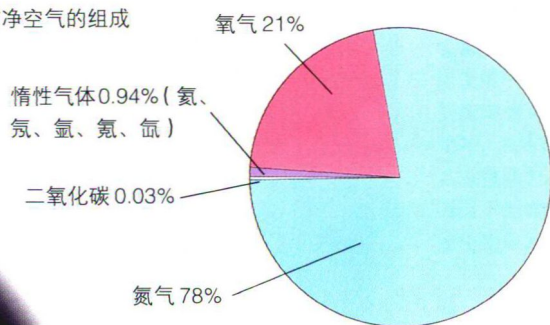
远古大气中的氧气稀少还意味着在高空中也缺乏能阻挡紫外线的臭氧，这一点也许能说明为什么早期的生命都出现在具有一定保护性的海洋中，而不是在陆地上。

大多数的科学家都认为，现代大气中大量的氧气是在地球形成期的最后30亿年中产生的，在那段时期，海洋植物开始通过光合作用产生氧气(见第14页)。氧气逐渐从水中释放出来，进入大气，最终在空气中聚集到一定程度，达到适合生命在地表生活的浓度。



- 
- ① 氧气不断累积，最终成为现代大气的一部分。
 - ② 海洋中未被海水吸收的氧气从水中溢出，进入大气。
 - ③ 最早的生命形式是海洋中的植物，它们把氧气作为代谢产物从海洋中释放出来。

► 洁净空气的组成



极光：在高纬度地区的夜空中出现的彩色光带，包括“北极光”和“南极光”。极光是由宇宙射线和空气中的氧气、氮气相互作用产生的。

氧化：物质得氧的过程。利用可控制的化学反应可以使物质发生氧化。此外，物质暴露在空气中也会发生氧化，而且过程非常缓慢，可能需要几个月甚至几年的时间。



多识一点…

宇宙中氧的含量比氢、氮、氦的都少，但是到目前为止，氧却是地球上最普遍存在的元素。按质量计算的话，氧在水中的含量是90%，地壳中是47%，干燥空气中是23%，人体内是65%。

◀ 绿色植物通过光合作用将二氧化碳和水合成葡萄糖，大气中的氧气几乎全部都是该过程的一种副产物。

▲ 夜空中美丽的极光

极光

极光是出现在高纬度地区夜空中的一种特殊光带。它是由宇宙射线到达外层大气后，与氧分子发生特殊的相互作用而形成的。极光产生时，深红色和淡绿色的色带如同巨幅锦缎飘落夜空，非常美丽。

粉红色和紫色的光带是由宇宙射线与氮气相互作用而产生的，但是现象没有氧气的那样明显。

水中的氧

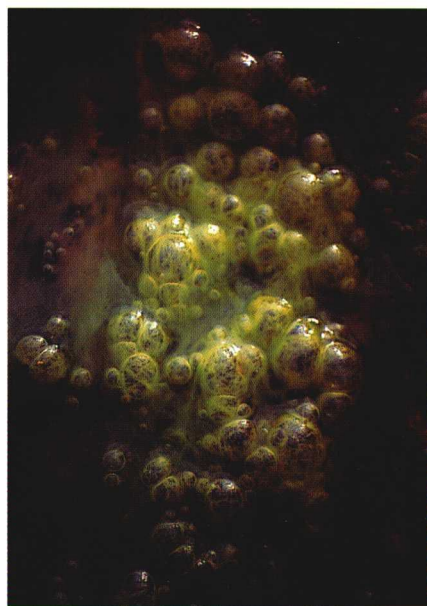
“盘古开天辟地”之时，氧原子与氢原子结合生成了水。氧比氢重（氢的相对原子质量是1，而氧的相对原子质量是16），在海水中氧的质量占到了9/10。

水中的氧原子和氢原子结合得非常牢固，即使在加热的情况下，也不会分开。因此，水沸腾时只能是从液态水变成水蒸气，而不会分解得到氢原子和氧原子。

现代大气和海洋中几乎不含游离态的氢，所以氧不能再与氢结合成水。因此氧原子过剩，在大气中形成游离态的氧气。游离态的氧分子也可以溶解在水中，但它们却不会与水分子化合。每立方米表层水中大约溶解有45克氧气，这些氧气是水生生物维持生命所必需的。

如果海水中的氧气溶解量过低，不能满足鱼类等的正常生存需要，这样的水域就会成为名副其实的“死亡地带”。从上个世纪60年代开始，由于人类活动对海洋造成的污染越来越严重，全世界范围内“死亡地带”的数目大约每10年增加1倍。

► 曝气是污水处理过程中的一个关键环节，是指通过适当设备向生化曝气池中通入空气的过程。利用如右图所示的人工喷泉可增加水的透气性，为水中的细菌提供分解废弃有机物所必需的氧气。



▲ “死水”是指水中含氧很少而且不流动的水体。一旦水中微生物消耗氧气的速度大于氧气溶解于水中的速度，那么就会产生“死水”。由于氧气是缓慢溶解于水中的，所以静止的水中氧气的含量相对较低。在温暖的条件下，微生物生长非常旺盛，能很快地消耗掉水中溶解的氧气，造成水体处于缺氧状态。这就是为什么夏季比冬季更容易产生“死水”的原因。





多识一点…

水的化学式通常写作 H_2O ，表明一个水分子是由三个原子组成的，每两个氢原子与一个氧原子通过化学键结合在一起。氢氧键的键能很大，不易断裂。然而，仍然有部分的水分子可以发生电离，生成所带电荷相反的两种粒子——氢离子 (H^+) 和氢氧根离子 (OH^-)。

液体中因含有离子而使其成为能导电的电解质。水的电离程度很低，因此其导电性很差。纯水不能单独作为电池中的电解质溶液，必须加入像稀硫酸这样容易电离的化合物来提高溶液的导电性。

◀▼ 氧气在静止的水中溶解得非常少，因此可通过物理方法来促使氧气和水的混合。起伏不停的海浪就可以起到这样的作用，此外，湖水表面的波动也能增强其溶氧能力。因此，任何水体的表层都是含氧最丰富的地方，也是生物最经常出现的地方。

河水撞击岩石、随瀑布坠落、在河道中奔流不息，所有这些都会促进氧气与河水的混合。

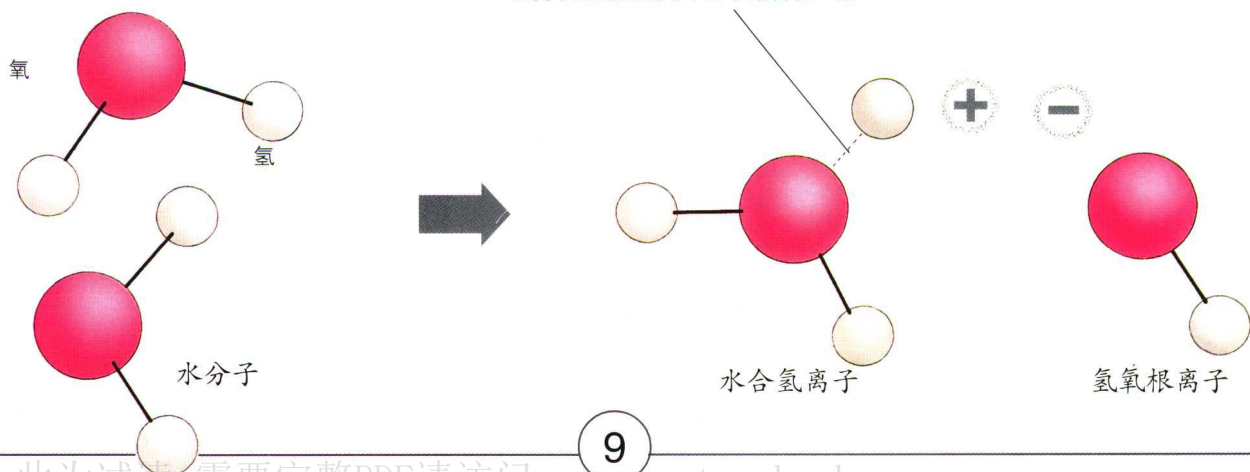
溶解：一种或几种物质分散到另外一种物质中的过程。在溶解过程中不发生化学变化。

电离：呈电中性的分子被分裂成带有正电荷或负电荷的离子，或者原子因失去电子而变成离子的过程。

蒸气：物质（一般是某种液体）的气态存在形式，例如水蒸气就是气态的水。



氢离子通过氢键与水分子结合在一起



矿石中的氧

氧约占地壳总质量的一半,绝大多数的矿物都是含氧化合物,其中以硅酸盐和硅的氧化物居多。在所有的硅酸盐矿物中,约有一半以上的原子是氧原子。总而言之,硅和氧占到了地壳总质量的3/4。也就是说,硅和氧无处不在,当你看到任何土壤或岩石时,你就应该想到它们很可能都是由大量的硅和氧紧密结合而成的。

二氧化硅

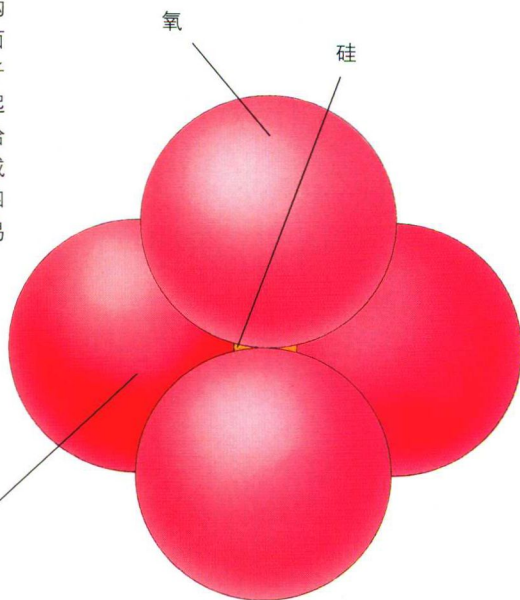
二氧化硅分子是由硅原子与氧原子通过很强的化学键结合而成的,是构成许多矿石的最小单元。天然存在的二氧化硅也叫硅石,是一种坚硬难熔的固体。石英的主要成分也是二氧化硅,透明的石英晶体就是我们常说的水晶。

世界上大多数的宝石,例如蓝宝石、海蓝宝石和祖母绿,都是由金属离子与二氧化硅分子结合形成的硅酸盐。

所有常见的建筑材料——玻璃、砖、陶瓷、水泥等——都是由氧和硅结合在一起而形成的。

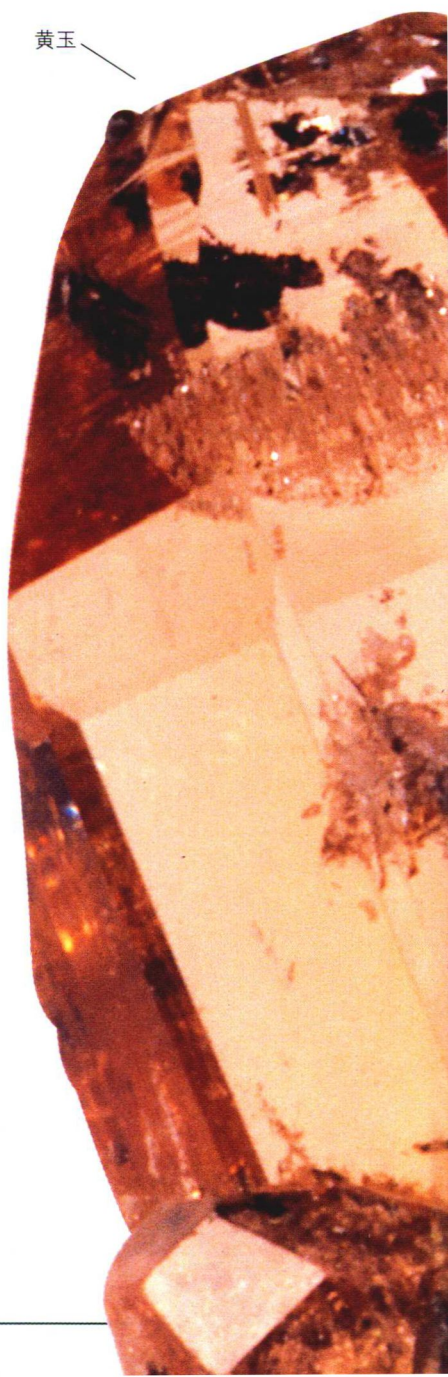
► 在二氧化硅分子中,所有原子紧密结合在一起,这与钻石的结构非常相似。四个氧原子占据了四面体的四个顶角,位于中心的硅原子几乎整个地被氧原子紧密包裹起来。硅原子和氧原子之间的电荷恰好完全平衡,因此它们之间能形成很强的化学键。石英等含有这种四面体结构的矿石都比较稳定,不易发生化学反应。

这是一个二氧化硅分子模型,这种结构叫做四面体结构。它是构成众多矿石的最小结构单元。



黄玉

黄玉是一种含有金属铝和氟的硅酸盐,是一种较为珍贵的宝石,颜色多种多样,有无色、白色、灰色、黄色、橙色、棕色、淡蓝色、淡绿色、紫色、粉红色等。



由碎晶形成的绿色基
质上嵌着的红宝石



红宝石

红宝石是一种深红色的透明晶体，是最珍贵的宝石之一，其主要组成元素是氧和铝(氧化铝)。有时因为含有少量的铬元素而导致颜色会在浅玫瑰红到深红色之间变化。

赤铁矿

赤铁矿是分布最普遍的一种铁矿石。自然界中有块状的赤铁矿石，但更多的赤铁矿还是存在于经河流或海洋作用而形成的沉积岩中。深红色的岩石中很可能就含有赤铁矿。这些岩石大多形成于干湿季节交替出现的热带地区。雨季时，风化剥落下来的矿物质被水流裹挟到内陆盆地、三角洲或海滨地区沉积下来。到了旱季，水分大量蒸发，沉积物中的铁的化合物被氧化成氧化铁。这些岩石(例如页岩)的颗粒通常比较细，由它们所形成的独特地貌俗称“红层”。

宝石：一种因稀有或因外观独特而具有很高的经济价值的矿石，包括钻石、绿宝石、红宝石和蓝宝石等。宝石没有单一的分子式。

离子：由于失去或得到一个或多个电子而带正电或负电的原子或原子团。离子与呈电中性的原子和分子截然不同，它们能够在电场中移动，也能和溶剂(如水)分子结合在一起。带正电的离子叫阳离子，带负电的离子叫阴离子。

矿物：由地质作用形成的结晶态的单质或化合物。矿物只由一种单质或化合物组成。例如，方解石是一种矿物，因为它只由碳酸钙组成；岩盐也是一种矿物，因为它只含有氯化钠。同样，石英也属于矿物，因为它只含有二氧化硅。

硅酸盐：含有硅元素、氧元素和一种或多种金属元素的化合物，是构成地壳岩石的主要成分(化学上常用二氧化硅和其他氧化物的形式来表示其组成，如镁橄榄石 Mg_2SiO_4 常以 $2MgO \cdot SiO_2$ 表示)。



石英晶体中的赤铁矿

臭氧

臭氧 (O₃) 是一种无色、有毒、有强烈刺激性气味的气体。在诸如发动机、电视机等正在工作着的电器周围常常会有一种怪味，这可能就是臭氧的气味。带有催化转化器的机动车在进行冷启动时，尾气中也能检测到臭氧。

臭氧层

臭氧更多地存在于高空大气中，那里聚集了大量的臭氧，人们称之为臭氧层。臭氧层能吸收太阳光里的紫外线，因此能使地球上的生物免遭紫外线的伤害。

臭氧层中臭氧的数量也并不是很多，假设把所有的臭氧都均匀分布到地球表面，其厚度也超不过 3 毫米，因此臭氧层很容易遭到破坏。

化学方程式：臭氧和氟里昂 (CFC) 的反应

① CFC + 紫外线 → 氯



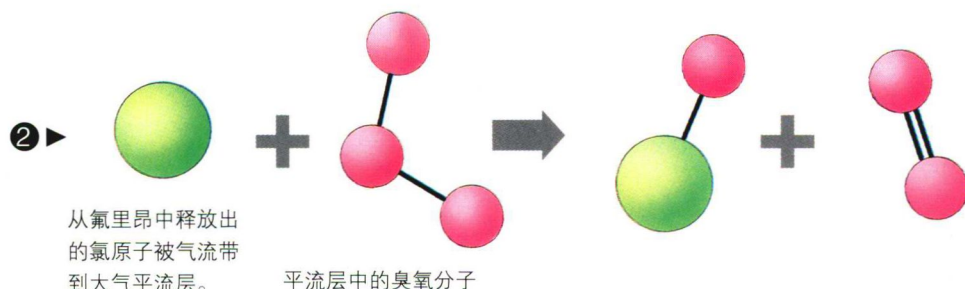
② 氯原子 + 臭氧 → 一氧化氯 + 氧气



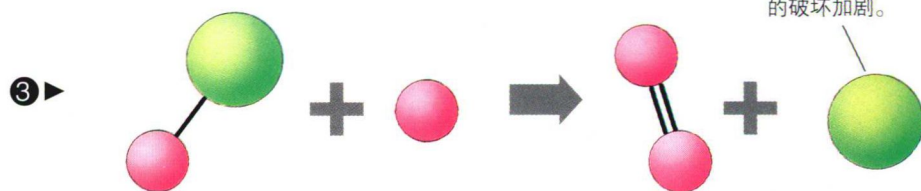
③ 一氧化氯 + 氧原子 → 氯原子 + 氧气



◀▼ 当氟里昂到达大气平流层的时候，在紫外线的作用下分解释放出氯原子。氯原子进攻臭氧分子，经过一连串的反应后仍然释放出自由基状态的氯原子。这样的氯原子可以在平流层中存活 4 至 10 年，在这期间，它可以破坏无数的臭氧分子。



这种非常活泼的氯原子属于一种叫做“自由基”的粒子。它能继续和其他臭氧分子反应，导致对臭氧层的破坏加剧。



平流层中臭氧的破坏

臭氧大多存在于距地面 20~25 千米的高空区，即大气平流层中。数十亿年来，氧分子 (O_2) 和臭氧分子 (O_3) 之间一直在这一区域里维持着一种天然的平衡。

无论是宇宙射线还是像闪电这样的放电过程都能够产生臭氧。上述两种途径提供的能量都可将氧分子分解，释放出氧原子 (O)，氧原子再与周围的氧分子结合生成臭氧。

臭氧受紫外线照射会分解出氧分子和氧原子。

除了受紫外线照射分解之外，臭氧还可以和高空大气中的其他物质发生反应，如氯和氯的化合物。

含氯化合物中有一类叫做氟里昂的物质，它们广泛用于汽雾剂喷罐、冰箱制冷、塑料泡沫和洗涤液中。氟里昂能分解臭氧，夺走一个氧原子，并释放出氧气。这个过程是发生在高空大气自然分解反应之外的，因此使得臭氧的分解速度远远大于其生成速度。

氟里昂导致臭氧浓度逐渐降低，到达地表的紫外线也随之增多，人类皮肤癌的发病率就会随之升高。

催化剂：只改变化学反应速率，而本身并不发生化学变化的物质。

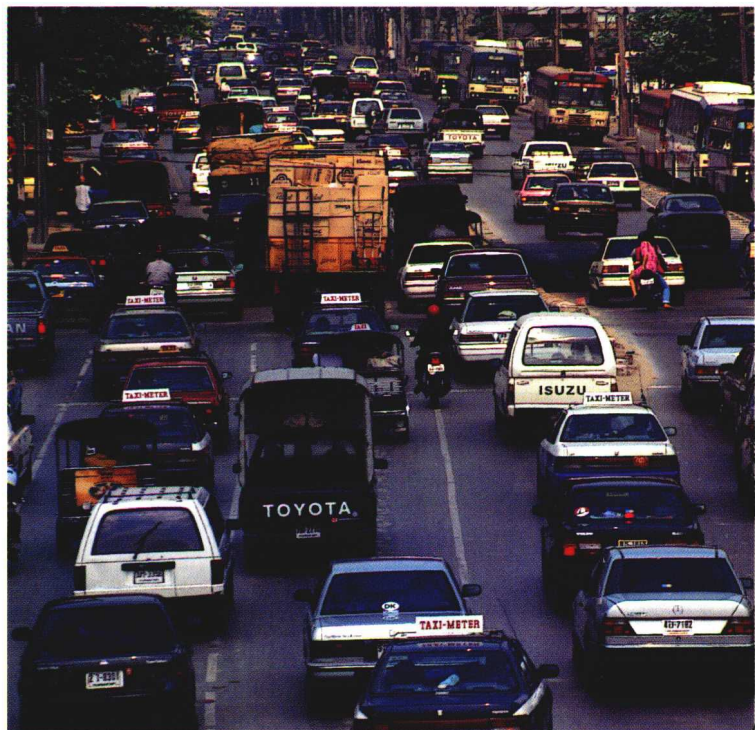
分解反应：通过某种方法（例如加热或借助于催化剂）将一种物质转变成两种或两种以上其他物质的化学过程。

自由基：含有“多余”电子的非常活泼的原子或原子团。

离子：由于失去或得到一个或多个电子而带正电或负电的原子或原子团。离子与呈电中性的原子和分子截然不同，它们能够在电场中移动，也能和溶剂（如水）分子结合在一起。带正电的离子叫阳离子，带负电的离子叫阴离子。



▲ 臭氧虽然看不见摸不着，但却能使人眼睛感觉到刺痛。



◀ 泰国曼谷的街道。汽车发动机在排放烟尘颗粒、二氧化氮、二氧化硫、一氧化碳等污染物的同时，也产生臭氧。臭氧有特殊的刺激性气味。

地面上的臭氧

城市交通也可以产生臭氧，其危害性显而易见。即使周围臭氧的浓度很低，也能使我们的眼睛感觉到刺痛，对于那些患哮喘和其他呼吸系统疾病的人来说，如果到了臭氧浓度比较高的地区就会感到特别不适。

臭氧对植物生长也有一定的危害，生长在高浓度臭氧环境中的树木，遭受酸雨危害的可能性会更大一些。

自然界中的氧循环

在大气和水体、动物和植物以及矿物质之间，都持续不断地进行着氧的交换和传递，我们称其为氧循环。

氧循环起始于大气中的二氧化碳。植物利用二氧化碳和土壤中的水，通过光合作用放出氧气，并生成葡萄糖，葡萄糖聚合在一起形成纤维素。植物就是由纤维素构成的。当夜幕降临，光合作用停止后，植物通过消耗掉一些自身制造的葡萄糖来获取能量，同时将二氧化碳释放回大气中。

动物通过呼吸来摄取空气中的氧气，进而氧化食物中的糖类，获得能量，并向空气中释放二氧化碳。

生物机体组织(含碳化合物)氧化腐烂，以及微生物腐烂后，也都会向大气中释放出二氧化碳。

矿物质氧化过程中的氧循环则比较缓慢，例如岩石的形成。



▲ 树叶的腐烂主要是一个氧化过程。

有机物的氧化分解

如果把新鲜的蔬菜随意放置，它们将逐渐枯萎腐烂，这个过程就是氧化分解。

分解是与燃烧很相似的一个化学过程。废弃食物和枯草中的有机物都能与空气中的氧发生化学反应，这些反应都是在室温条件下进行的，因此比较缓慢。微生物在有机物分解过程中起着很重要的作用，例如黄油或牛奶之所以会变酸，是因为它们被氧化了，而那些看不见的微生物能促进这种氧化过程。

由腐败的植物形成的堆肥是一种很好的绝缘体，能有效保持其内部的热量。扒开堆肥，我们可以明显地感觉到其内部的温热，这说明其中的有机物质正在氧化分解成新的物质，同时放出热量，这也说明氧化反应是一个放热过程。

化学方程式：光合作用

二氧化碳 + 水 $\longrightarrow$ 葡萄糖 + 氧气



化学方程式：有机物被氧化

葡萄糖 + 氧气 $\longrightarrow$ 二氧化碳 + 水

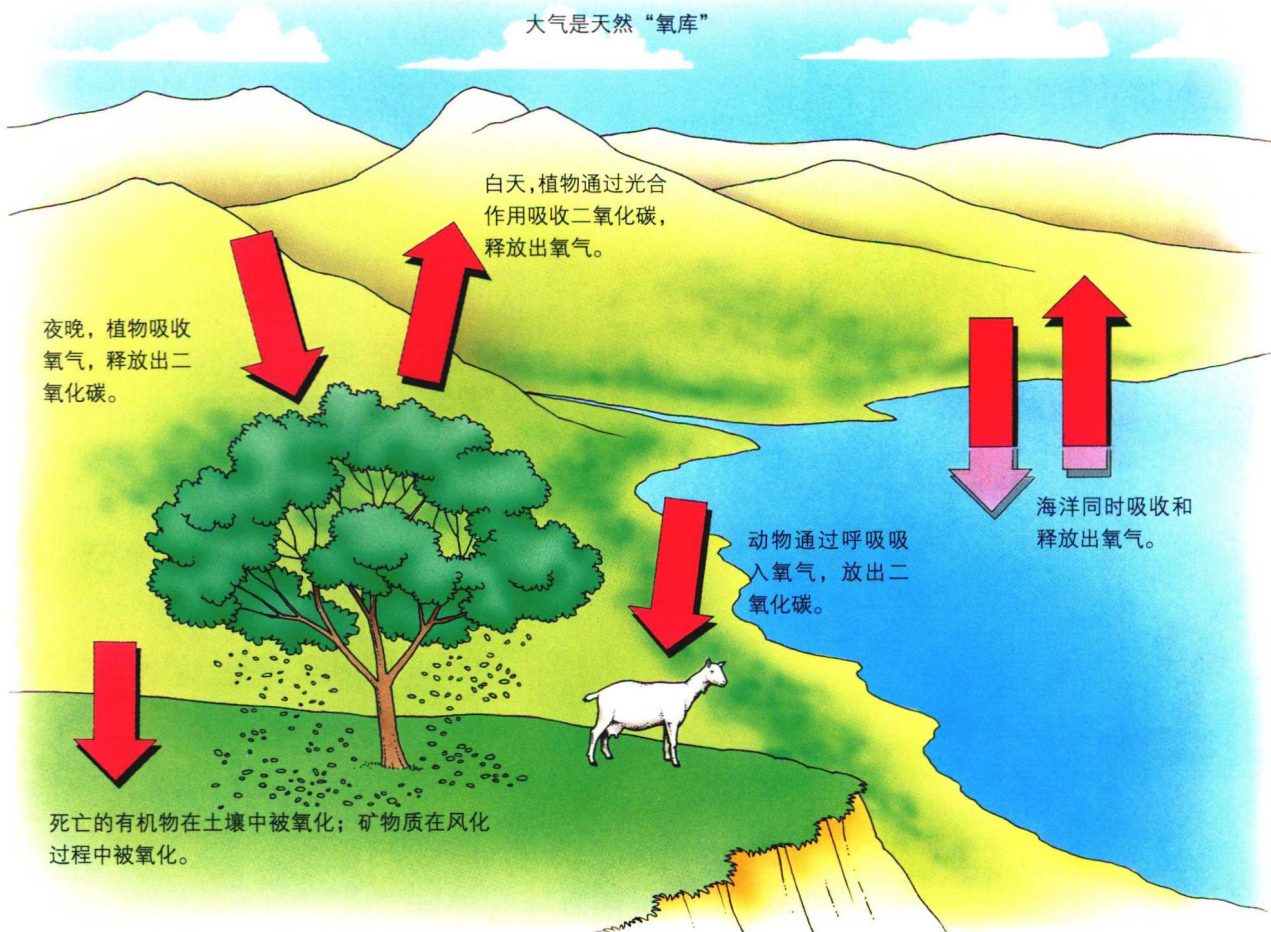


燃烧：通常所说的燃烧是可燃物跟氧气发生的剧烈的发光、放热的氧化反应。

放热反应：向外界环境放热的化学反应。许多氧化反应都放出热量，属于放热反应。

光合作用：植物借助于太阳能来合成生长所必需的化合物的过程。在光合作用中，6个二氧化碳分子与6个水分子结合生成1个葡萄糖分子，并释放出6个氧气分子。

▼ 氧循环示意图



多识一点…

血液有很多重要的功能，其中最重要的一项是为机体提供氧气。心脏将血液送入肺里，通过呼吸作用吸入的氧气扩散到血液中，富含氧的血液流回到心脏，然后又被送入动脉，随之流向全身各处。

血液通过血红蛋白运输氧气，血红蛋白是血液中一种含铁的化学物质。血红蛋白中所含的铁原子能与氧暂时结合在一起，这样就能把氧带到全身各处。每 100 mL 血液中可以溶解 25 mL 氧气。