

Mc
Graw
Hill
Education

美国高中主流理科教材

科学发现者

化学

[美] 菲利普 等著 王祖浩 等 译

概念与应用

第二版



Chemistry
Concepts and Applications

下册



浙江教育出版社
ZHEJIANG EDUCATION PUBLISHING HOUSE

美国高中主流理科教材

科学发现者

化学

[美] 菲利普 等著 王祖浩 等 译

概念与应用

第二版



Chemistry
Concepts and Applications

下册

图书在版编目(CIP)数据

科学发现者. 化学: 第二版: 全3册 / (美) 菲利普 (John S. Phillips) 等著; 王祖浩等译. -- 杭州: 浙江教育出版社, 2018.9
ISBN 978-7-5536-7295-3

I. ①科… II. ①菲… ②王… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G634

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第084186号

科学发现者

化学 (第二版)

KEXUE FAXIAN ZHE HUAXUE(DI ER BAN)

出版发行 浙江教育出版社(杭州市天目山路40号 邮编 310013)

原 著 名 Chemistry Concepts and Applications

原 出 版 McGraw-Hill Education

翻 译 王祖浩等

责任编辑 徐荆舒

封面设计 曾国兴

责任校对 沈子清

责任印务 沈久凌

图文制作 杭州兴邦电子印务有限公司

印 刷 杭州富春印务有限公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 57

字 数 1 526 000

版 次 2018年9月第1版

印 次 2018年9月第1次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5536-7295-3

定 价 170.00元(上、中、下册)

联系电话: 0571-85170300-80928

网 址: www.zjeph.com

本书封底贴有McGraw-Hill Education公司激光防伪标签,无标签者不得销售。

贵州师范学院内部使用

版权说明

John S. Phillips, Victor S. Strozak, Cheryl Wistrom

Chemistry Concepts and Applications

ISBN: 978-0-07-663766-9

Copyright © 2014 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and Zhejiang Education Publishing House. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2018 by McGraw-Hill Education and Zhejiang Education Publishing House.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和浙江教育出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾)销售。

版权©2018 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与浙江教育出版社所有。

本书封底贴有 McGraw-Hill Education 公司防伪标签,无标签者不得销售。

浙江省版权局著作权合同登记号:11-2017-14

图片版权说明

本书图片多数由中国图库和站酷海洛 PLUS 提供,特此声明。个别图片未能与图片版权所有人取得联系,深表歉意,请相关人员见此说明后与我社联系,联系电话:0571-88909745。

16

第16章 氧化还原反应 552

起步实验 观察一个氧化还原反应 553

第1节 氧化还原反应的本质 554

迷你实验 16.1 铁的腐蚀 557

化学实验 氧化还原反应 560

第2节 氧化还原反应的应用 563

物理学 链接 固体火箭助推器 566

迷你实验 16.2 酒精测试 568

工作原理 酒驾测试试验 569

生活中的化学 雷电造肥 571

化学与技术 法医学中的血液检测 574



17

第17章 电 化 学 582

起步实验 柠檬电池 583

第1节 原电池:化学能转化为电能 584

迷你实验 17.1 柠檬电池 586

化学实验 氧化还原反应与电化学电池 592

工作原理 心脏起搏器:拯救心脏 595

工作原理 镍镉充电电池 597

工作原理 氢氧燃料电池 598

第2节 电解:电能转化为化学能 600

迷你实验 17.2 电 解 602

化学与技术 从铜矿石到铜导线 606

生活中的化学 高度清晰的化学 611

化学工作者 电镀工程师 612



18



第18章 有机化学 620

起步实验 制作简单的烃的模型 621

第1节 烃 622

迷你实验 18.1 油的不饱和性 630

生物学 链接 视觉与维生素A 632

化学工作者 药剂师 634

第2节 取代烃 640

迷你实验 18.2 合成香料 645

第3节 塑料和其他聚合物 647

化学实验 纺织用聚合物的鉴定 649

迷你实验 18.3 当聚合物遇上水 652

生活中的化学 化学烫发 655

化学与社会 再循环塑料 657

19

第19章 生命化学 664

起步实验 测试单糖 665

第1节 生命分子 666

化学实验 细胞中的催化分解 674

化学工作者 生物化学家 676

生活中的化学 甜味的奥秘 680

生活中的化学 假脂肪与人造脂肪 684

迷你实验 19.1 提取DNA 687

第2节 生命的化学反应 689

医学 链接 血红蛋白的功能 694

迷你实验 19.2 酵母发酵 696



20

第20章 化学反应与能量变化 702

起步实验 加快反应进行 703

第1节 化学反应中的能量变化 704

工作原理 热敷袋和冷敷袋 706

迷你实验 20.1 热量的出入 708

生活中的化学 催化转化器 711

第2节 热效应的测量 715

化学实验 食物中所含的能量 720

迷你实验 20.2 溶解——放热还是吸热 722

地球科学链接 细菌法冶炼金属 723

化学与技术 可再生能源 724

第3节 光合作用 729

21

第21章 核化学 738

起步实验 射线的穿透能力 739

第1节 放射的类型 740

工作原理 烟雾探测器 744

化学实验 放射性衰变的硬币模型 748

化学与技术 考古的放射性化学研究 750

艺术链接 伪造大师范·米格林——恶棍还是英雄 754

第2节 核反应与能量 756

迷你实验 21.1 链式反应的模型 758

第3节 核工具 763

生物学链接 同位素示踪法揭示生物奥秘 766

迷你实验 21.2 测量氧气的浓度 770

生活中的化学 氧气——你身边的“隐形杀手” 771

附 录	778
附录A 学生资源	779
附录B 化学技术手册	783
附录C 补充练习	807
附录D 安全手册	844
附录E 化学数据手册	846
附录F 家庭实验	858



第 16 章 氧化还原反应

本章概要 氧化还原反应涉及电子的转移。

第1节 氧化还原反应的本质

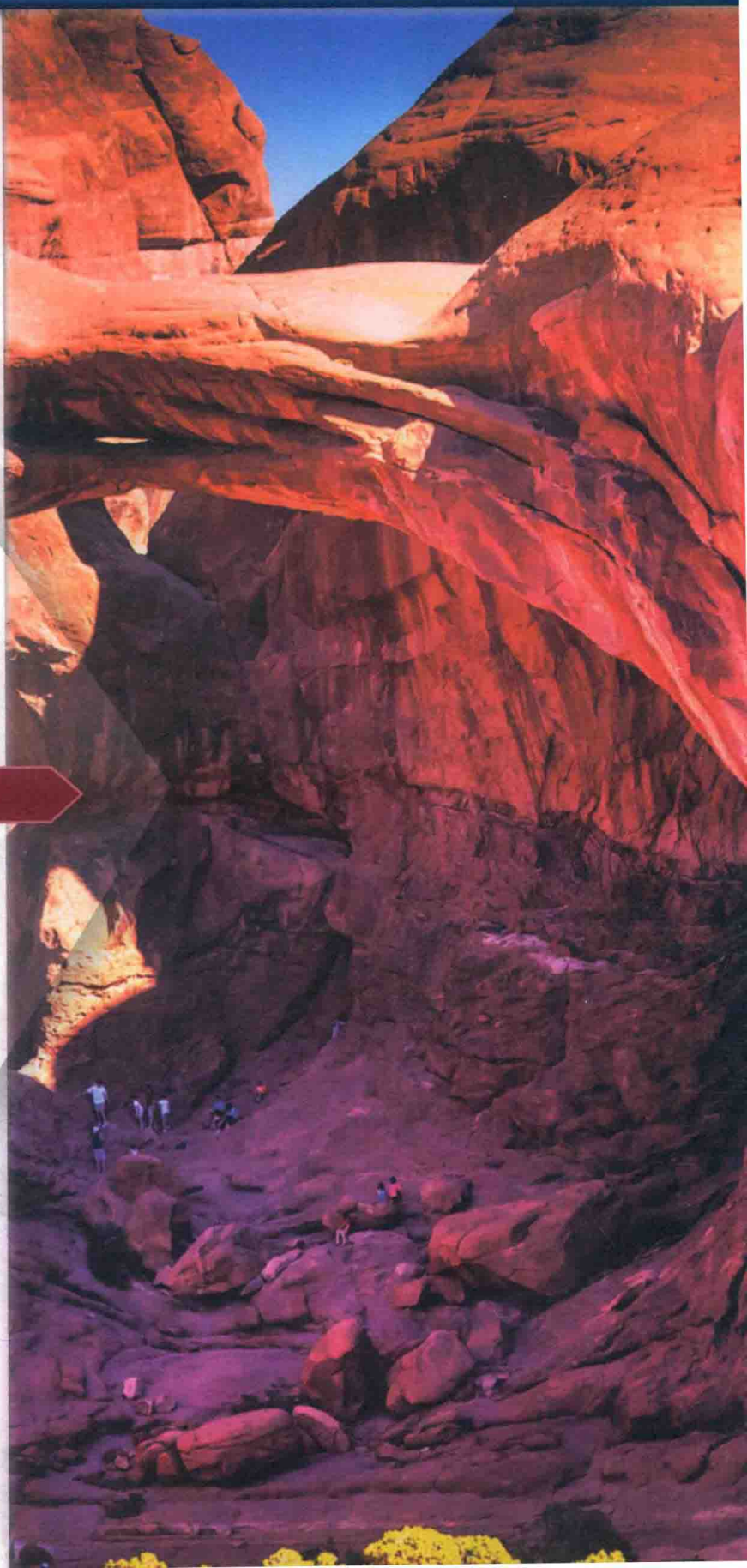
本节主旨 氧化反应与还原反应总是同时发生，一个原子被氧化，就有另一个原子被还原。

第2节 氧化还原反应的应用

本节主旨 氧化还原反应是自然界和工业生产中最常见的反应。

你知道吗？

- 这些“红色石头”之所以看起来如此美丽，是因其富含的铁矿物氧化形成了红色的赤铁矿(Fe_2O_3)。
- 当氧化反应发生时，原子或离子失去电子。在赤铁矿形成时，铁离子从 Fe^{2+} 变成 Fe^{3+} 。
- 氧化的对立面是还原，氧化描述的是原子或离子得到电子。当 Fe^{3+} 转变成 Fe^{2+} 时，“红色石头”会褪色。



起步实验



观察一个氧化还原反应

在汽车和桥梁上看到的铁锈是铁和氧气发生反应形成的。那么,铁钉可以与除氧气外的其他物质反应吗?

实验器材

- 铁钉
- 钢丝球或砂纸
- 量筒
- 试管
- $1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ CuSO}_4$ 溶液

实验步骤



1. 阅读并完成实验安全表格。
2. 用钢丝球擦亮铁钉的尖端。
3. 在试管中加入 $3\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{ CuSO}_4$ 溶液,将铁钉擦亮的尖端竖直放入溶液中,观察 10 分钟,记录观察结果。

实验分析

1. **描述** CuSO_4 溶液的颜色发生了怎样的变化? 铁钉表面吸附了什么物质?
2. **概述** 写出该反应的化学方程式。

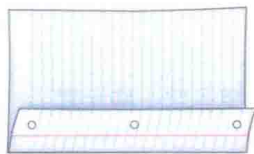
探究 铁钉发生的是化学反应还是物理反应? 你怎么来确定?

折叠式学习卡

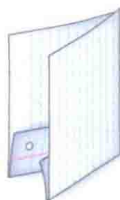
学习组织者

氧化还原反应 按以下图示制作折叠式学习卡,帮助你整理有关氧化还原反应的内容。

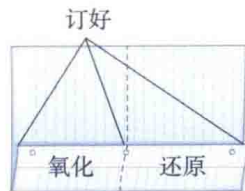
- ▶ **步骤1** 把一张纸沿底边向上折 5 cm。



- ▶ **步骤2** 对折。



- ▶ **步骤3** 展开后,订上底边隔成两个口袋,分别标记为“氧化”“还原”。



折叠式学习卡 在第 1 节和第 2 节中使用该折叠式学习卡。在你阅读的过程中,用小卡片归纳关于氧化还原的内容,并把卡片放入对应口袋中。

第1节

核心问题

- 氧化还原反应的特点是什么?
- 氧化反应的定义是什么? 还原反应的定义呢?
- 你如何鉴别还原反应中被氧化的物质和被还原的物质?
- 氧化还原反应中,氧化剂和还原剂的区别是什么?

术语回顾

氧化数:一个离子或一种元素的电荷数。

关键术语

氧化还原反应
氧化反应
还原反应
氧化剂
还原剂

氧化还原反应的本质

本节主旨 氧化反应与还原反应总是同时发生,一个原子被氧化,就有另一个原子被还原。

链接真实世界 氧气能与许多物质发生反应,并且现象非常明显,如切开的苹果表面变褐色,自行车和汽车生锈。为什么金属会生锈呢?如何预防生锈呢?氧化还原反应为这些问题的回答提供了关键信息。

什么是氧化还原反应

氧是地壳中含量最多的元素。氧气非常活泼,几乎能和其他任何一种元素反应。一种元素与氧元素结合形成的化合物称为氧化物。因为氧的电负性较强,当它与其他元素的原子结合时,通常导致这些原子失去电子。

电负性指的是元素的原子吸引电子的能力。正因为氧具有强烈的吸引电子的能力,因此,反应中其他原子上的电子通常被氧原子“夺”去。早期的化学家将这类与氧结合的反应归为一类,称为氧化反应。

后来,化学家逐渐意识到,许多非金属元素与氧一样,也能与其他物质反应。所以,现代化学中的“氧化反应”指的是任何一种单质或化合物失去电子的反应。

当铁与氧气相遇时,总是铁失去电子,氧气得到电子,从而发生氧化反应。在美国,一般每年要花费数亿美元来防止金属腐蚀,尤其是钢铁腐蚀,如汽车、轮船、桥梁以及其他物质的缓慢氧化。

图 16.1 给出了预防钢铁结构生锈的方法之一。

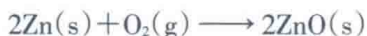
■ **图 16.1** 防止钢铁结构生锈的一种有效方法就是涂上一层油漆或塑料等保护层。保护层可以隔绝参与腐蚀反应的空气和水,但是一旦保护层受损,生锈就会紧随其后。因此,许多钢铁制品就必须经常涂漆。





■ 图 16.2 图中的水桶都是钢铁做的,左边的水桶表面镀了锌。在钢铁表面镀上一层更活泼的金属(如锌),可以防止铁被氧化。锌比铁更容易失去电子,先于铁被氧化,并会形成一层坚硬的氧化锌保护层。锌与氧化锌阻止了钢铁与氧气直接接触,从而防止了钢铁生锈。

氧化还原反应 图 16.2 对比了镀锌的水桶和没镀锌的水桶。镀锌铁桶上的锌与氧气反应生成了氧化锌,反应如下:



我们已经学过,这是一个化合反应。由于形成氧化锌反应的特点是电子从一个原子或离子转移到另一个原子或离子,因此它还属于另一种反应。电子从一个原子或离子转移到另一个原子或离子的反应称为**氧化还原反应 (oxidation-reduction reaction)**。

许多重要的反应都是氧化还原反应,如铁生锈、燃料的燃烧等。在氧化还原反应中,一个原子失去电子,必然伴随着另一个原子得到电子。然而,不是所有氧化还原反应都会涉及氧元素。例如,铁与氯气生成氯化铁的反应也是氧化还原反应,但并没有涉及氧。

追踪电子 如果你仔细分析锌与氧气反应的化学方程式,你可以看出哪一种原子得电子,哪一种原子失电子。通过比较得失电子的原子在反应前后的氧化数,你就能明白电子的转移情况。

我们已经知道,离子的氧化数等于其所带的电荷数。元素处于游离态时不带电荷,氧化数为 0。在形成离子化合物之后,每个氧离子带 2 个单位的负电荷,其氧化数为 -2。因为化合物是呈电中性的,要平衡氧离子 4 个单位的负电荷,就需要 4 个单位的正电荷,所以,每个锌离子一定带正电荷,而且氧化数为 +2。

折叠式学习卡

将本节中的信息
归纳到你的折叠
式学习卡中。

词源

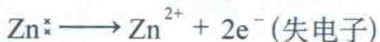
Reduction

还原

re(拉丁语):回去

ducere(拉丁语):引导

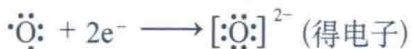
氧化反应 元素的原子失去电子的反应称为**氧化反应** (oxidation reaction)。元素的原子失去电子,意味着带了更多的正电荷,也就是说,它的氧化数增加了,或者说元素被氧化了。在形成氧化锌的过程中,每个锌原子失去2个电子,这个氧化反应可以单独写出以表示锌的转化过程:



还原反应 锌失去电子后又发生了什么变化呢?电子不可能随意游荡,它们必须从一个原子转移到另一个原子或离子,这就是氧化反应和还原反应同时发生的原因。**还原反应** (reduction reaction)是元素的原子获得电子的反应。元素的原子得到电子,意味着带了更多的负电荷,氧化数降低,或者说元素被还原了。因为氧化反应和还原反应同时发生,所以,其中的每个反应都可看成是半反应。

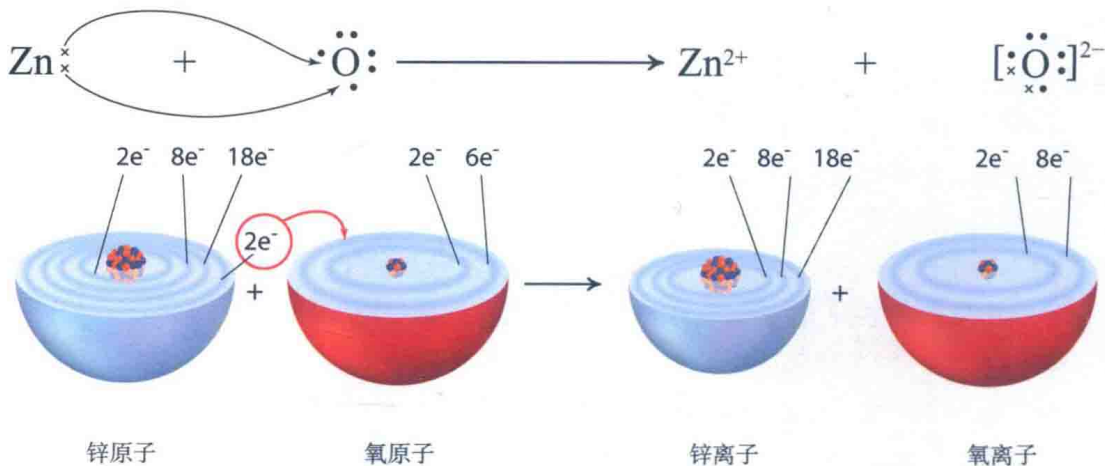
在每个氧化还原反应中,至少有一种元素的原子被还原或被氧化。就像足球比赛中,一名球员接住另一名球员传出的球那样,在氧化还原反应中,一定有一种元素的原子释放电子而另一种元素的原子接受电子,其各自的电子结构在反应中都发生了变化。

图16.3展示了形成氧化锌时电子的转移情况。氧原子接受了锌失去的电子而被还原,每个氧原子可获得2个电子。像氧化反应一样,还原反应也可以单独列出,如:



■ **图16.3** 形成氧化锌的过程中,锌原子失去2个电子,成为锌离子;氧原子得到锌原子失去的2个电子,成为氧离子。

应用 在这个反应中,锌和氧的氧化数是怎么变化的?



迷你实验 1



铁的腐蚀

影响铁钉腐蚀的因素有什么 腐蚀常被用来描述金属在环境中发生氧化反应的过程。这个迷你实验,将研究铁钉的腐蚀以及影响铁钉腐蚀的因素。

实验步骤



1. 阅读并完成实验安全表格。
2. 将1袋干净且没有气味的明胶溶于约200 mL的温水中,再加入2 mL酚酞试剂和2 mL铁氰化钾试剂。将混合均匀的溶液倒进广口瓶或培养皿中,使溶液的高度约为1 cm。
3. 将普通铁钉、铝钉、镀锌铁钉和涂有油漆的铁钉各1枚插在液体明胶中。尽量将各枚钉子分开。
4. 静置几小时或一整夜。

5. 记录明胶中的物质与铁钉相互作用的现象。

分析与讨论

1. **鉴别** 哪种铁钉可与明胶反应? 哪些现象说明铁钉已被腐蚀?
2. **解释** 若明胶中呈现蓝色,则是形成的亚铁离子与铁氰化钾作用的结果;若呈现粉红色或红色,则是由于氧气和水分子得到电子,形成了氢氧根离子,从而使酚酞变红。上述反应中,哪些是氧化反应? 这些反应发生在铁钉的什么部位?
3. **应用** 明胶中有钉子未被腐蚀吗? 通常可以采用哪些方法来阻止或减少腐蚀?

半反应的结合 表示还原反应的半反应中只出现了一个氧原子,可大气中氧元素的存在形式并非单个氧原子,而是由两个氧原子结合而成的氧气分子。因此,还原反应的化学方程式必须乘以2,如下所示:

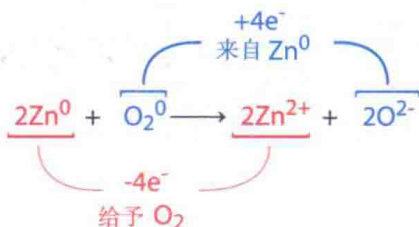


注意:每个氧气分子获得4个电子,而为了产生4个电子,就必须有2个锌原子参与反应,所以,氧化反应的化学方程式可写成:



总反应的化学方程式如图16.4所示。

每个氧原子接受1个锌原子失去的2个电子,被还原。



每个锌原子贡献出2个电子给氧原子,被氧化。

■ **图 16.4** 2个锌原子与1个氧气分子结合,形成2个单位的氧化锌。

解释 为什么化学方程式要根据电子平衡配平?

图 16.4 中的化学方程式与本节开始时列出的化学方程式相同,代表的是净氧化还原反应,是两个半反应(氧化反应和还原反应)之和。一个小窍门可以帮助你记住氧化和还原的区别。失电子是氧化反应,得电子是还原反应,可以记忆成“失电氧,得电还”。

术语还原的起源 为什么一种元素的原子得到电子,就称其发生了还原反应呢?因为物质发生还原反应后,质量并没有增加,反应的实质是电子的转移。因此,还原,指的是一种物质的原子的氧化数或化合价的还原。

历史上,第一次使用“还原”一词,是为了描述在高温下将金属从矿石中分离出来的过程,如图 16.5 所示。一般情况下,矿石中的金属都会与其他元素相结合。在冶炼过程中,炉内会烧至很高的温度使金属与其他元素分离开来。在精制矿石的过程中,与金属结合的氧被移除了。也就是说,金属矿石被还原成了金属单质。矿石中带正电荷的金属离子被还原成金属单质,而氧或其他带负电荷的元素则被氧化。精制的过程使得固体材料的数量减少了,体积也明显减小了。(单词“reduction”兼有“减轻、减少”“还原”之意)

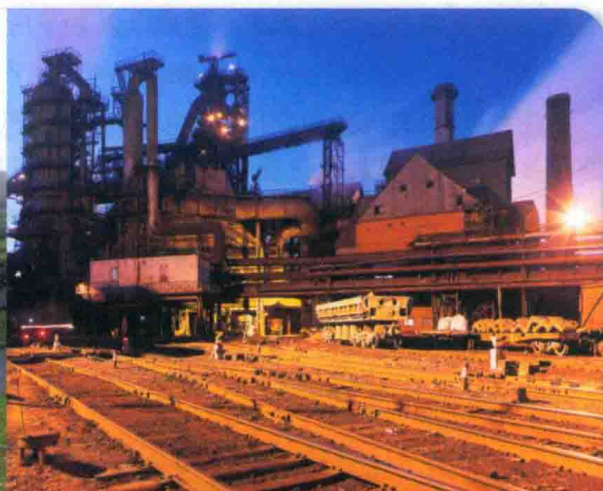
■ 图 16.5 炼铜大约始于 7 000 年前。在炉子里炼铁可以追溯到约 3 000 年前。

氧化还原反应的辨别

在金属锌的氧化这一氧化还原反应中,氧气是反应物。除氧之外,其他元素也能在氧化还原反应中得电子而被还原。



以前用于炼铁的石屋

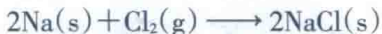


现代化工业高炉炼铁

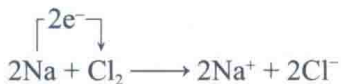


■ 图 16.6 锌和硫酸铜溶液反应, 会有金属铜沉积在锌片上。

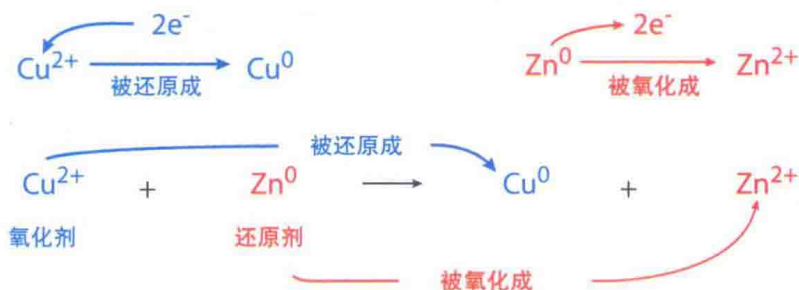
现在, 让我们一起来分析钠与氯气生成食盐这个剧烈的反应。



这个反应中有电子转移吗? 很显然, 在反应中, 每个钠离子失去 1 个电子, 成为带 1 个单位正电荷的钠离子, 氧化数从 0 增为 +1; 每个氯原子得到 1 个电子, 成为带 1 个单位负电荷的氯离子, 氧化数从 0 降为 -1。因此, 它也是一个典型的氧化还原反应。



氧化剂和还原剂 如果把锌片放进硫酸铜溶液中, 就会发生一个没有氧气参与的氧化还原反应。这个反应的现象非常明显, 锌片上会很快沉积大量的金属铜, 如图 16.6 所示。图 16.7 展示了反应的化学方程式。因为有明显的变化发生, 反应的过程很容易跟踪。如果将锌片放入硫酸铜溶液中, 那么蓝色溶液会逐渐变成无色。锌失去电子被氧化成锌离子, 进入溶液中。铜离子则得到锌失去的电子, 被还原成铜原子, 沉积在锌片上。如图 16.6 所示, 金属铜开始在锌片上沉积。



■ 图 16.7 每个氧化还原反应都有氧化剂和还原剂作反应物。氧化剂得电子, 同时还原剂失电子。



氧化还原反应

背景

铜离子和铜原子通过得失电子而参与氧化还原反应。如果铜原子失去电子成为阳离子,则铜被氧化。同时,其他原子或离子因得到铜失去的这些电子而被还原。被还原的这些原子或离子称为氧化剂。在这个实验中,你将观察到两个与铜相关的氧化或还原反应。

问题

金属铜参与的氧化或还原反应有哪些典型特征?

目标

- **观察** 铜的氧化反应和还原反应。
- **分类** 将反应物按照还原剂(被氧化)和氧化剂(被还原)进行分类。

实验准备

实验器材

- 氧化铜
- 炭粉
- 称量纸
- 天平
- 大号硬质试管(2支)
- 有玻璃弯管的单孔塞
- 150 mL烧杯(2只)
- 小号量筒
- 玻璃棒
- 煤气灯
- 试管夹
- 铁架台
- 绝热手套
- 石灰水(氢氧化钙溶液)

安全警示



在处理高温物体或在明火旁操作时,一定要注意安全。演示实验中会产生烟雾,谨防吸入。

实验步骤

1. 阅读并完成实验安全表格。
2. **演示实验** 老师可以在通风橱或在户外演示这个实验。注意:本实验学生不能擅自操作。将 1 cm^2 大小的铜片放在蒸发皿中,先加入5 mL水,再加入5 mL浓硝酸。注意蒸发出的气体以及溶液的颜色,在“实验数据与现象观察”表格中记录观察结果。

