

控江中学新教材二次开发丛书

新课标 化学解析

(第2版)

江 顺 刘晓萍 主编

XINKEBIAO
HUAXUE
JIEXI

供高一学生下学期使用

丛书主编 张 群



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

控江中学新教材二次开发丛书

丛书主编 张 群

新课标化学解析

(第 2 版)

供高一学生下学期使用

主编 江 顺 刘晓萍



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书依据化学知识的内在联系,从认知规律出发,从过程与方法入手,帮助学生系统掌握化学知识与技能要求,实现由知识向能力突破。通过每一章节的“学习内容”,不仅对教材中各章节的知识点进行细致入微、深入浅出的剖析,同时进行适当的学法指导,精选例题,指点迷津,帮助学生明确知识结构和规律,发掘知识的广度和深度;通过问题驱动形式指导学生进行“知识梳理”,构建知识网络,学会归纳总结;通过精要训练,分层同步指导,夯实基础,循序渐进,激活思维,拓宽视野。本书既可以为教师进行相应的教学设计提供参考,也有助于各层次学生的自学和学力的提升。

图书在版编目(CIP)数据

新课标化学解析/江顺,刘晓萍主编.—2版.—上海:同济大学出版社,2014.1

(控江中学新教材二次开发丛书/张群主编)

供高一学生下学期使用

ISBN 978-7-5608-4815-0

I. ①新… II. ①江…②刘… III. ①中学化学课—高中—教学参考资料 IV. ①G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 278303 号

控江中学新教材二次开发丛书

新课标化学解析 供高一学生下学期使用(第2版)

主 编 江 顺 刘晓萍

责任编辑 赵 黎 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市华顺印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 11.5

印 数 4101—9200

字 数 287 000

版 次 2014 年 1 月第 2 版 2014 年 12 月第 2 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-4815-0

定 价 35.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

编写委员会名单

丛书主编 张 群

本书主编 江 顺 刘晓萍

编 者 江 顺 刘晓萍 周 虹 张皓宇 徐 焱
刘 刚 徐 骏 谢征宇 夏 昕 孙雨竹
卫银银 胡元元 肖 飞

前 言

化学研究的对象是丰富多彩的物质和材料。学习化学的目的是为了帮助学生进一步认识物质世界,了解化学过程以及化学技术与社会的联系,提高学生的科学素养,重视人与自然的和谐相处。

本书是以《上海市中学化学课程标准》为依据,结合“二期课改”精神,对上海市“二期课改”的新教材进行二次开发编写的。本教材以化学知识的传授为载体,激发学生学习化学的兴趣,夯实化学基础,培养思维能力,拓展知识视野,引导学生自主的获取知识,逐步完成从“学会”到“会学”的转变。

本套教材有丰富的栏目设计和多种导入形式,基于“课本不但是教本,更是学本”的观点,设计有“课前预习”、“学习内容”、“知识梳理”、“视野拓展”以及“阶段测试”等栏目,其中“学习内容”基于化学学科实践性与创造性的特点,对现行二期课改教材作了较全面的归纳和丰富,有助于学生课前预习,深入探究。“知识梳理”栏目的设计也颇具匠心,克服了“以题代理”和“以练代理”的倾向,适应学生多层次、多角度认识事物的需求,得到了专家的肯定。配合知识梳理、经典解析,每一节都设计了学生练习,其题量和难易度都严格按照课程标准要求分层次精心编写,“基础训练”栏目注重基础知识和基本技能的训练,以达到高中学业水平考试要求;“提高训练”栏目注重基础知识的应用和方法能力的训练,对高考辅修具有较强的针对性和导向性;“视野拓展”栏目有助于学生激活思维,探索新知,力求达到重点高校自主招生考试对化学学科内容与能力两方面的要求。

本套教材分为高一上、下册和高二上、下册及高三册。本书编写的内容是控江中学化学组全体教师集体讨论研究确定的,充分体现了控江中学化学教研组的教学特色。教材编写努力体现二期课改对课程三维目标的要求,教材内容的编排力求从过程与方法入手,落实知识与技能要求,使学生的情感、态度与价值观得以潜移默化的熏陶与升华。在知识的发生与发展过程中,实现人文精神和科学素养的教育。我们相信,本书将有利于提高学生的竞争能力,因为它凝聚了多年来从事高中教学的上海市控江中学化学教师的集体智慧和成功经验。它将使学生的学习目标更加具体,知识网络更加清晰,思维能力得到更加系统的训练。相信从本书获得的能力将帮助学生解答前所未有的新问题。同时,特级教师张长江老师在百忙之中抽出时间精心审校本书,在此表示由衷的感谢!

由于编写时间仓促,编者水平有限,难免存在不足之处,敬请广大读者指正。

江 顺

2013 年 12 月

目 录

前言

第五章 评说硫、氮的“功”与“过”	1
5.1 黑火药 硫和硫化氢	1
5.2 二氧化硫 酸雨	10
5.3 硫酸	19
5.4 化学肥料中的主角 氮气	30
5.5 化学肥料中的主角 硝酸	43
第五章单元测试	59
第六章 揭示化学反应速率和平衡之谜	63
6.1 化学反应为什么有快有慢	63
6.2 反应物如何尽可能转变成生成物	74
6.3 化工生产能否做到又快又多	86
第六章单元测试	98
期中测试卷 A	102
期中测试卷 B	106
第七章 探究电解质溶液的性质	110
7.1 电解质的电离	110
7.2 水的电离和溶液的 pH 值	121
7.3 研究电解质在溶液中的化学反应	131
7.4 盐溶液的酸碱性	138
7.5 电解质溶液在通电情况下的变化	147
第七章单元测试	156
期末测试卷 A	159
期末测试卷 B	163
参考答案	166



第五章^{* 1}

评说硫、氮的“功”与“过”

5.1 黑火药 硫和硫化氢

学习目标

1. 理解硫的物理性质和化学性质。
2. 认识硫化氢的毒性,理解硫化氢水溶液的弱酸性及硫化氢的检验。
3. 了解硫的用途。

课前预习

1. 硫单质的物理性质是_____;
硫的用途是_____。
2. 用化学方程式表达硫单质的化学性质,并标出各元素化合价的变化:(1) 与金属反应_____
_____, _____、_____
_____。
(2) 与非金属反应_____, _____。
(3) 黑火药是如何发挥威力的_____。
3. 从硫的化合价分析其氧化性和还原性,与金属反应硫表现_____性,与氢气反应硫表现_____性,与氧气反应硫表现_____性。氧化性比较:_____强于_____。
4. 硫化氢的物理性质有:_____。
5. 用化学方程式表达其化学性质:(1) 不稳定性_____;
(2) 可燃性_____, _____。硫化氢中硫的化合价是_____价,常表现_____性。
6. 检验硫化氢气体的方法是_____;硫化氢有毒,如何进行尾气处理?_____。
7. 硫化氢和氢硫酸有什么不同?_____。

学习内容

地球是人类和一切生物所共有的家园,环绕地球的大气中存在着维持生物生命所必需的氧气。在初中,我们已学过了氧气的一些性质和用途。在氧原子的结构中,它的最外层有 6 个电子。与氧原子具有相似结构的还有硫、硒(Se)、碲(Te)、钋(Po)等元素,在周期表中位于第ⅥA族,称为氧族元素。本章我们将着重学习这一主族中既具代表性、又具有广泛用途的硫元素及其化合物的性质。

一、除夕爆竹话硫磺

硫元素在地壳中的含量仅有 0.052%,但分布很广。自然界的硫单质分布在火山附近,称天然

* 与教材所用序号表示方法一致。



硫,以化合态存在的硫主要有硫铁矿、黄铜矿(主要成分为 CuFeS_2)、石膏和芒硝等。硫还存在于生物体的蛋白质中,石油和煤中也含有一定量的硫(图 5-1-1)。

黑火药是我国古代最值得骄傲的四大发明之一。烟花爆竹中使用的火药,其主要成分就是硫磺、硝酸钾和木炭。点燃火药后他们会迅速发生反应,放出大量的热和气体,体积急剧膨胀,发生爆炸。主要化学反应方程式为:



(一) 硫的物理性质

纯净的硫是一种淡黄色的固体,俗称硫磺。单质硫不溶于水,微溶于酒精,易溶于二硫化碳(CS_2)。硫的蒸气可以直接转化为固态,这种气态物质不经过液态直接转化为固态的过程称作凝华。

(二) 硫的化学性质

硫原子最外层有 6 个电子,在化学反应中,能获得 2 个电子而具有较弱的氧化性。硫元素常见的化合价有-2、0、+4、+6 价,单质硫的化合价处于中间价态,因此既可表现氧化性,又可表现还原性。硫能与某些金属、非金属以及化合物发生反应。

1. 硫与金属反应

硫可与大多数金属发生反应生成金属硫化物。硫作氧化剂,常还原成为-2 价。

(1) 跟铁反应

[实验活动 5-1-1] 将 4 g 铁粉和 2.5 g 硫粉充分混合后,装入干燥的试管里,加热到混合物开始出现红热时,立即移去酒精灯,观察现象。

可以看到:停止加热后,试管里的反应物仍然保持红热状态,说明该反应为放热反应,放出的大量热使反应继续进行。

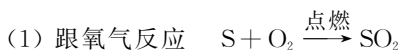


硫的氧化性较氯气弱,它只能将铁和铜氧化生成较低价态的硫化物。



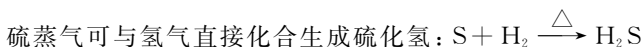
汞具有毒性,汞和硫很容易直接反应,在实验室或在使用汞的生产场合,常用硫粉来处理散落的汞滴。

2. 硫与非金属反应



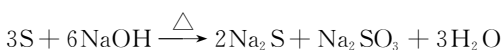
硫在纯氧中燃烧时,呈现蓝紫色火焰,生成无色具有刺激性气味的二氧化硫气体。在该反应中,硫从 0 价氧化至+4 价,表现还原性。说明氧气的氧化性强于硫的氧化性。

(2) 跟氢气反应



在该反应中,硫从 0 价还原至-2 价,表现氧化性。

3. 硫跟某些化合物反应



因此,热的 NaOH 溶液可用于清洗除硫。

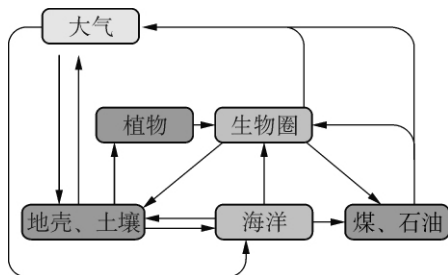


图 5-1-1 硫在自然界中的循环



硫还可被浓硫酸氧化： $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(三) 硫的用途

硫和人们的生产生活有着密切的联系。硫主要用来制造硫酸,天然橡胶的加工过程中要用硫来“硫化”。某些农药(如石灰硫磺合剂)、药物(如硫磺软膏)、火柴以及黑火药中,都广泛用到硫和含硫的化合物。硫磺可治疗皮肤病,硫磺温泉有软化皮肤角质层的作用,有止痒、解毒、镇痛等功效,可减轻慢性皮肤病的症状,市场上售有硫磺香皂等(图 5-1-2)。

例 1 将盛有硫粉的铜质燃烧匙在酒精灯上加热,待硫粉燃烧起来后,伸入盛满氧气的集气瓶中,会有什么现象发生?原因是什么?

解析:分析本题目要考虑到燃烧匙的材质,燃烧匙有铜制或铁制的,当被它们盛装的硫粉燃烧起来时,强烈地放热,此时,不仅硫粉要与氧气发生反应,还会有燃烧匙所用的金属材质与氧气在高温下接触发生的反应。

因此看到的现象有:燃烧时反应剧烈,并产生蓝色火焰。燃烧匙若为铜质,则匙表面由红色变为黑色(CuO),匙内部也有黑色物质(Cu_2S)生成。有关反应的化学方程式为:



二、令人生厌的硫化氢

硫化氢是一种大气污染物。当空气中含有 0.1% 的硫化氢时,就会使人感到头痛、晕眩,吸入大量硫化氢,会造成昏迷甚至死亡。动植物体内含硫,腐败时会产生硫化氢气体。

硫化氢的结构式为 $\begin{array}{c} \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$, 电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{S}}:\text{H}$

(一) 硫化氢的物理性质

硫化氢是硫的氢化物,是一种具有臭鸡蛋气味的无色气体,有毒,密度比空气大,硫化氢微溶于水,其水溶液为氢硫酸。在常温常压下,1 体积水能溶解 2.6 体积的硫化氢气体。

(二) 硫化氢的化学性质

在 H_2S 中硫元素的化合价为 -2 价,处于硫元素的最低价态,因此具有很强的还原性。

1. 不稳定性: $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{300^\circ\text{C} \text{ 以上}} \text{H}_2 + \text{S}$

2. 可燃性:硫化氢是一种可燃性气体,在空气中燃烧产生淡蓝色火焰。

氧气充足时燃烧产生二氧化硫: $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$

氧气不足时燃烧产生硫单质: $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$

3. 还原性:硫化氢能被许多氧化剂氧化,如 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 KMnO_4 、 HNO_3 、浓 H_2SO_4 、 Fe^{3+} 等。如 $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{S} + 2\text{HCl}$ 。该反应也说明氯气的氧化性强于硫。

将硫化氢和二氧化硫气体相混合生成硫和水: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \longrightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

(三) 氢硫酸的性质

硫化氢的水溶液叫氢硫酸,是二元弱酸,具有弱酸性、还原性等。氢硫酸是一挥发性的酸,当氢硫酸受热时,硫化氢会在水里逸出。

1. 弱酸性: $\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HS}^-$; $\text{HS}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{S}^{2-}$

氢硫酸具有酸的一般通性:

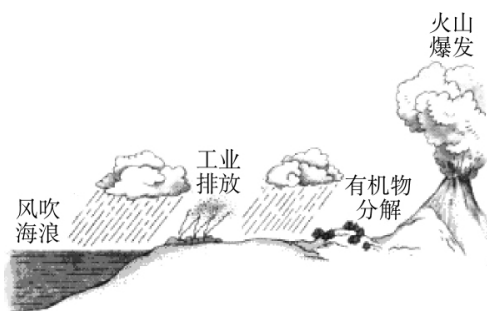


图 5-1-2 硫化物来源示意图



跟碱反应： $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，此反应可作为硫化氢气体尾气吸收的方法。

氢硫酸可跟活泼金属发生反应产生氢气。

氢硫酸还可跟某些盐反应： $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

硫化铜为黑色不溶于水、不与酸反应的沉淀。这一反应可作为检验硫化氢气体的方法之一。

2. 还原性

氢硫酸溶液可被大多数的氧化剂(如硝酸、氯化铁溶液、酸性高锰酸钾溶液、卤素单质等)所氧化。

向氢硫酸的溶液中加入氯水，出现淡黄色的浑浊，为硫沉淀： $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{HCl}$

久置的氢硫酸溶液会变浑浊，这是被空气中的氧气氧化所致： $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(四) 硫化氢的实验室制法

实验室常用硫化亚铁跟稀硫酸或盐酸反应制备硫化氢气体。

$\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ ， $\text{FeS} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

该反应是块状固体和液体不需要加热的反应，发生装置与制取氢气和二氧化碳气体的装置相同，可采用启普发生器制备。

图 5-1-3 所示为实验室制备及检验硫化氢性质的操作过程。

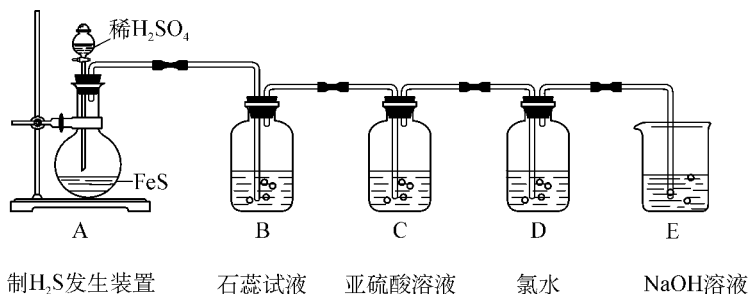


图 5-1-3 硫化氢气体的制备与检验

从实验步骤分析看，石蕊试液用以检验氢硫酸的酸性，它可使石蕊试液变红； H_2S 气体分别通入亚硫酸溶液(SO_2 溶于水的产物，其中含有 SO_2 分子)和氯水中，溶液中均有淡黄色的硫沉淀出现，表现 H_2S 的还原性； NaOH 溶液用以尾气吸收。 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

硫化氢有毒，在制取和使用硫化氢时，必须在密闭系统或通风橱中进行。

(五) 硫化氢的检验

硫化氢跟硫酸铜溶液反应，可生成黑色的硫化铜沉淀，以此检验硫化氢气体的存在。

硫化氢也可与醋酸铅 $[\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ 或硝酸铅 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$ 溶液(或是湿润的醋酸铅、硝酸铅试纸)反应生成黑色的硫化铅(不溶于水，不溶于酸)沉淀。

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$ ， $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{PbS} \downarrow + 2\text{HNO}_3$

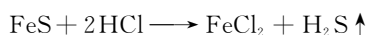
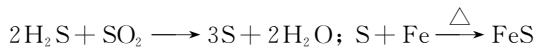
如果试纸变黑，则可以确定所检验的气体是硫化氢，这也是检验硫化氢气体的方法之一(醋酸的分子式为 CH_3COOH ，简写为 HAc)。

例 2 有一种不溶于水的固体物质 A，它跟氢气反应生成化合物 B；跟氧气反应生成化合物 C。B 和 C 都是酸性气体，这两种气体反应后，又能生成固体物质 A。将 A 和铁粉混合后加热，生成不溶于水的黑色固体物质 D，将 D 溶于稀盐酸产生气体 B，B 能使湿润的蓝色石蕊试纸变红。请确定 A、B、C、D 各是什么物质，并写出各步反应的化学方程式。

解析：本题的突破点是，将 A 和铁粉混合后加热，生成不溶于水的黑色固体物质 D，并将 D 溶于稀盐酸产生气体 B，B 能使湿润的蓝色石蕊试纸变红等这些现象来解决问题。B 为酸性气体，且酸性弱于盐酸，可确定这是由不溶于水的黑色固体 D(为 FeS)与盐酸反应得到气体 B(为 H_2S)，从而依次可推导出 A 为硫，它与氧气反应生成化合物 C(为 SO_2)。

答案：A 为硫，B 为硫化氢，C 为二氧化硫，D 为硫化亚铁。

有关反应的化学方程式为：



知识梳理

1. 请分别写出硫与金属钠、铝反应的化学方程式。
2. 铁和硫化氢与铁和氯气化合时铁的价态有何不同,铜跟硫反应与铜跟氯气反应又是什么?为什么?
3. 请用化学方程式来比较氧气与硫的氧化性差异。
4. 请写出 Cl_2 、 Br_2 分别跟 H_2S 反应的化学方程式。
5. 硫化氢和水的稳定性何者强(从生成的条件分析)?
6. 硫化氢和氢硫酸性质有何不同?硫化氢有毒,什么气味?如何尾气吸收?
7. 写出实验室制备硫化氢气体的化学方程式;请画出简易发生装置。
8. 分别写出硫化氢与过量氢氧化钠和不过量氢氧化钠反应的化学方程式。

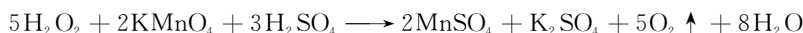
视野拓展

一、过氧化氢的性质

1. 物理性质 过氧化氢(H_2O_2)俗称双氧水,是一种无色粘稠状液体,沸点高于水。市售双氧水中 H_2O_2 的质量分数一般约为 30%。

电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

2. 化学性质 过氧化氢、过氧化钠(Na_2O_2)、臭氧、都具有较强的氧化性,与氯水的漂白原理相同,可氧化色素成为无色。 H_2O_2 中氧的价态为 -1 价,常作氧化剂,可与许多还原剂发生反应,如:
 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。但若遇到强氧化剂,也可作还原剂而被氧化,如酸性 KMnO_4 溶液等:



过氧化氢不稳定,会分解出水和氧气。在它的水溶液中加入少量二氧化锰,可加速其分解,因此,在实验室里,可用过氧化氢来制取氧气:
 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

3. 过氧化氢的用途 医疗上广泛使用稀双氧水(质量分数为 3% 或更小)作为消毒杀菌剂。工业上用 10% 的双氧水漂白毛、丝以及羽毛等。过氧化氢可用作氧化剂、漂白剂、消毒剂、脱氯剂等,也可作为火箭燃料及生产过氧化物的原料。

二、臭氧的性质

在自然界中存在着一种比氧气化学性质更活泼的游离态氧单质,由于它具有刺激性臭味,称之为“臭氧”,化学式为 O_3 。

1. 物理性质 常温、常压下,臭氧是一种有特殊臭味的淡蓝色气体,密度比氧气大,比氧气易溶于水。液态臭氧呈深蓝色,沸点为 -112.4°C ,固态臭氧呈紫黑色,熔点为 -251°C 。臭氧和氧气是同素异形体。

2. 化学性质 臭氧不稳定,在常温下能缓慢分解生成氧气,在高温时可以迅速分解。在空气中高压放电就能产生臭氧:
 $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$

而在二氧化锰、 PbO_2 、铂黑等催化剂的存在下,或经紫外辐射,都会促使臭氧分解:
 $2\text{O}_3 \longrightarrow 3\text{O}_2$

臭氧的氧化性强于氧气:
 $2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{KOH} + \text{I}_2 + \text{O}_2 \uparrow$





臭氧具有极强的氧化性,Ag、Hg等在空气或氧气中不易被氧化的金属,可以与臭氧发生反应。

3. 臭氧对环境的影响 空气中微量的臭氧层能刺激中枢神经,加速血液循环,令人产生爽快和振奋的感觉。但当空气中的臭氧含量超过 $10^{-5}\%$ (体积分数) 时,就会对人体、动植物以及其他暴露在空气中的物质造成伤害。打雷时、高压电机和复印机在工作时都会产生臭氧。因此,在这些地方要注意通风,保持空气流畅。臭氧在地面附近的大气层中含量极少,90%的臭氧主要集中在大气的平流层中。正是臭氧吸收了大量紫外线,才使地球上的生物免遭紫外线的伤害,因此,臭氧层是地球上一切生命的一个保护层。近年来,臭氧层受到氟氯烃(商品名为氟利昂)等气体的破坏,出现了臭氧层空洞现象。这引起了人们的高度重视,并采取了各种措施,减少并逐步停止氟氯烃等的生产和使用,以保护臭氧层。

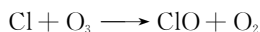
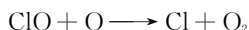
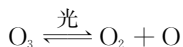


基础训练

1. 在硫与金属的反应中,硫的作用表现为 ()
- A. 得电子,显还原性 B. 失电子,显氧化性
- C. 得电子,显氧化性 D. 失电子,显还原性

2. 硫的非金属性弱于氯的主要事实是 ()
- A. 在通常情况下,硫为浅黄色固体,而氯为黄绿色气体
- B. 硫不溶于水,氯气能溶于水
- C. 跟金属或氢气反应时,硫被还原为-2价,氯被还原为-1价
- D. 跟铁反应时,铁被硫氧化至+2价,被氯氧化至+3价

3. 1995年诺贝尔化学奖授予致力于研究臭氧层被破坏问题的三位环境化学家。大气中的臭氧层可滤除大量的紫外光,保护地球上的生物。氟利昂(如 CCl_2F_2) 可在光的作用下分解,产生Cl原子,Cl原子会对臭氧层产生长久的破坏作用。有关反应为:



根据以上叙述,回答下列问题:

- ① 在上述臭氧变成氧气的反应过程中,Cl是 ()
- A. 反应物 B. 生成物
- C. 中间产物 D. 催化剂
- ② O_3 和 O_2 是 ()
- A. 氧的同位素 B. 同一种单质
- C. 氧的同素异形体 D. 同种元素
4. 下列关于硫化氢性质的说法中,正确的是 ()
- A. 硫化氢具有强还原性,其水溶液在反应中只能作还原剂
- B. 由于硫化氢的不稳定性,所以久置的氢硫酸会变浑浊
- C. 氢硫酸既具有还原性,也具有弱氧化性和弱酸性
- D. 氢硫酸是弱酸,无法通过复分解反应制取强酸
5. 下列有关硫的性质用途叙述中,错误的是 ()
- A. 硫可以用于制造火药、硫酸、火柴和焰火
- B. 消除散落在地面的汞珠的方法是撒些硫粉
- C. 用含硫磺的软膏可以医治某些皮肤病
- D. 硫磺有漂白性,所以,加热硫磺生成的气体可以用来漂白某些物质
6. 以节能减排为基础的低碳经济是保持社会可持续发展的战略举措。下列做法中,违背发展低碳



- 经济的是 ()
- A. 发展氢能和太阳能
B. 限制塑料制品的使用
C. 提高原子利用率,发展绿色化学
D. 尽量用纯液态有机物代替水作溶剂
7. 在一定条件下,下列物质能与硫发生反应且硫作为还原剂的是 ()
- A. Cu
B. H_2
C. Fe
D. O_2
8. 过氧化氢与硫酸酸化的高锰酸钾溶液进行反应,生成硫酸钾、硫酸锰、水和氧气。如果过氧化氢中的氧原子是示踪原子(^{18}O),当反应完成后,含有示踪原子的物质是 ()
- A. 氧气
B. 水
C. 硫酸锰
D. 硫酸钾
9. 向氢硫酸溶液中加入少量下列物质:① O_2 ② Cl_2 ③ SO_2 ④ $CuSO_4$,能使溶液 pH 值减小的是 ()
- A. ①③
B. ②④
C. ②③④
D. ①
10. 下列溶液中,硫化氢体现还原性的是 ()
- A. 向紫色石蕊溶液中通入 H_2S 气体,溶液变红色
B. 向蓝色硫酸铜溶液中通入 H_2S 气体,产生黑色 CuS 沉淀
C. 向氯水中通入 H_2S 气体,黄绿色逐渐变浅,并出现浑浊
D. 久置的氢硫酸会变浑浊
11. 闪电时,空气中有臭氧生成。下列说法中,正确的是 ()
- A. O_3 和 O_2 互为同位素
B. O_2 比 O_3 稳定
C. 等体积 O_3 和 O_2 含有相同质子数
D. O_3 与 O_2 的相互转化是物理变化
12. 写出下列反应的化学方程式
- $Fe + Cl_2 \longrightarrow$ _____ $Cu + S \longrightarrow$ _____
 $Al + S \longrightarrow$ _____ $Fe + S \longrightarrow$ _____
13. 6 g 硫粉与 12 g 铁粉混合加热(不考虑氧气参与反应),再加足量盐酸产生气体的体积在标准状况下是 _____ L,写出反应可能的化学方程式 _____。
14. 如果某电厂每年耗煤 1.0×10^7 t,煤中平均含硫为 1.5%。计算完全燃烧后,全年二氧化硫的排放量为多少吨?



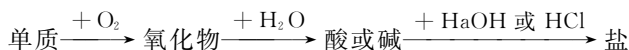
提高训练

1. 下列两物质混合后,发生复分解反应且有沉淀生成的是 ()
- A. $CuSO_4$ 溶液和氢硫酸
B. $FeCl_3$ 溶液和 Na_2S 溶液
C. $Pb(CH_3COO)_2$ 溶液和硫化钾溶液
D. $FeCl_2$ 溶液和氢硫酸
2. 下列反应中,调节反应物的量或浓度不会改变反应产物的是 ()
- A. 硫化氢在氧气中燃烧
B. 铁在硫蒸气中燃烧
C. 二氧化硫通入石灰水
D. 硫酸中加入锌粉
3. 和氢硫酸反应不能产生沉淀的是 ()
- A. $Pb(NO_3)_2$ 溶液
B. Na_2S 溶液
C. $CuSO_4$ 溶液
D. H_2SO_3 溶液





4. 在常温下,向 20 L 真空容器中通入 a mol H_2S 和 b mol SO_2 (a 和 b 都是正整数,且 $a \leq 5, b \leq 5$), 完全反应后,容器中的气体可能达到的最大密度约是 ()
- A. 24.5 g/L B. 14.4 g/L C. 8.0 g/L D. 5.1 g/L
5. 能实现下列物质间直接转化的元素是 ()



- A. 硅 B. 硫 C. 铜 D. 铁
6. 近期,北京大学的两位教授率先发现人体心肺血管中存在微量硫化氢,它对调节心血管功能具有重要作用。下列叙述中,正确的是 ()
- A. 硫化氢分子很稳定,受热难分解
- B. 硫化氢分子中所有原子的最外电子层都达到 8 电子结构
- C. 将硫化氢通入溴水,溴水褪色
- D. 氢硫酸是弱酸,其电离方程式是 $\text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$
7. 下列关于过氧化氢的说法中,正确的是 ()
- A. 过氧化氢具有杀菌消毒作用,是强酸 B. 过氧化氢是离子化合物
- C. 过氧化氢可以发生分解反应 D. 过氧化氢是水的同素异形体
8. 含 8.0 g NaOH 的溶液中通入一定量 H_2S 后,将得到的溶液小心蒸干,称得无水物 7.9 g,则该无水物中一定含有的物质是 ()
- A. Na_2S B. NaHS
- C. Na_2S 和 NaHS D. NaOH 和 NaHS
9. O_3 和 H_2O_2 都是常见的氧化剂,下列有关说法中,错误的是 ()
- A. O_3 和 O_2 互为同位素
- B. O_3 和 H_2O_2 的分子内都含有共价键
- C. H_2O_2 具有氧化性,可用于消毒杀菌
- D. 高空中的 O_3 层,可保护人类免受紫外线的伤害
10. 在一定条件下,完全分解下列某化合物 2 g,产生氧气 1.6 g,此化合物是 ()
- A. $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ B. $^2\text{H}_2^{16}\text{O}$
- C. $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$ D. $^2\text{H}_2^{18}\text{O}$

11. 在标准状况下,向 100 mL 氢硫酸溶液中通入二氧化硫气体,溶液的 pH 变化如图 5-1-4 所示,则原氢硫酸溶液的物质的量浓度为 ()

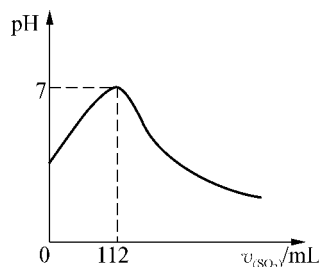


图 5-1-4 pH 与 V 关系图

- A. 0.5 mol/L B. 0.05 mol/L
- C. 1 mol/L D. 0.1 mol/L
12. 某盐 X 和某酸 Y 反应后有气体 Z 产生;Z 和烧碱反应可以生成 X; Z 可以被氧气氧化为 W, W 与烧碱作用后生成 Y 的钠盐。试判断物质: X _____, Y _____, Z _____, W _____; 写出 $\text{W} \longrightarrow \text{X}$ 有关反应的化学方程式: _____

13. A、B、C、D、E 分别代表 5 种微粒,每种微粒中都含有 18 个电子。其中,A 和 C 都是由单原子形成的阴离子,B、D 和 E 都是分子;又知在水溶液中 A 跟 B 应可生成 C 和 D;E 具有强氧化性。请回答:



(1) 用化学符号表示上述 5 种微粒：

A _____, B _____, C _____, D _____, E _____。

(2) 在水溶液中, A 跟 B 反应的化学方程式是: _____。

14. 某课外兴趣小组为了探究铁与硫在隔绝空气的条件下反应所得固体 M 的成分, 设计了如图 5-1-5 所示装置。倾斜 A 使稀硫酸(足量)与固体 M 充分反应, 待反应停止后, B 装置增重, C 装置中溶液无变化, 反应后, 进入量气管气体的体积为 V mL(已折算成标准状况)

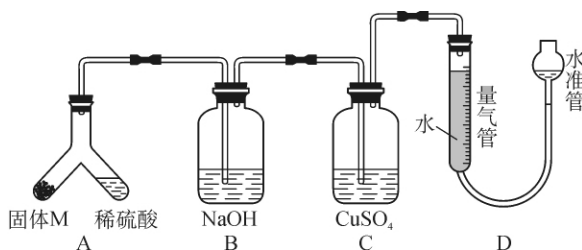


图 5-1-5 实验设计装置

由上述实验事实可知:

(1) ① 固体 M 中一定有的物质是 _____ (填化学式); 理由是 _____。

② 其中一种物质的质量可以确定为 _____ g(用代数式表示)。

(2) B 装置的名称是 _____。写出 B 装置中反应的化学方程式 _____。

(3) C 装置的作用是 _____, 如果实验中没有 B 装置, 则 C 装置中产生的现象是 _____。

(4) 稀硫酸和固体 M 反应后溶液中还残留淡黄色固体, 该固体是 _____, 要分离出该固体, 在实验操作中, 除烧杯外, 还需要用到的玻璃仪器是 _____。

(5) 通过进一步实验, 测得固体 M 中各种成分的质量之和小于反应前铁粉和硫粉的质量之和, 产生这种现象的原因可能是 _____。

- M 中有未反应的铁和硫
- 测定气体体积时水准管的水面高于量气管的水面
- A 中留有反应生成的气体
- 气体进入 D 装置前未用浓硫酸干燥

15. 二氯化二硫(S_2Cl_2)在工业上用于橡胶的硫化。为在实验室合成 S_2Cl_2 , 某化学研究性学习小组查阅了有关资料, 得到如下信息:

① 将干燥的氯气在 $110^\circ\text{C} \sim 140^\circ\text{C}$ 与硫反应, 即可得 S_2Cl_2 粗品。

② 有关物质的部分性质如表 5-1-1 所示:

表 5-1-1

物质	熔点/ $^\circ\text{C}$	沸点/ $^\circ\text{C}$	化学性质
S	112.8	444.6	略
S_2Cl_2	-77	137	遇水生成 HCl、 SO_2 、S; 300 $^\circ\text{C}$ 以上完全分解; $S_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{\Delta} 2SCl_2$

设计实验装置图如图 5-1-6 所示:

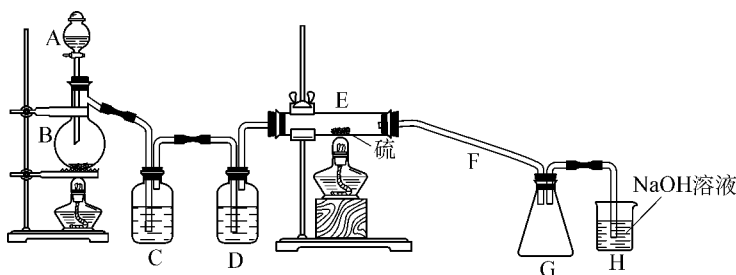


图 5-1-6 实验设计图

(1) 上图中,气体发生和尾气处理装置不够完善,请你提出改进意见

利用改进后的正确装置进行实验,请回答下列问题:

(2) B 中反应的化学方程式: _____;

E 中反应的化学方程式: _____。

(3) C、D 中的试剂分别是 _____、_____。

(4) 仪器 A、B 的名称分别是 _____、_____,F 的作用是 _____。

(5) 如果在加热 E 时温度过高,对实验结果的影响是 _____,在 F 中可能出现的现象是 _____。

(6) S_2Cl_2 粗品中可能混有的杂质是(填写两种) _____、_____,为了提高 S_2Cl_2 的纯度,关键的操作是控制好温度和 _____。

16. 已知硒酸钾和硫酸钾(K_2SO_4)的晶型相同。硫的相对原子质量为 32,硫酸钾中含钾 $a\%$,含硫 $b\%$,硒酸钾中含钾 $d\%$,含硒(Se) $c\%$,试求硒的相对原子质量(不用题外数据计算)。

5.2 二氧化硫 酸雨



学习目标

1. 理解二氧化硫的物理性质和化学性质。
2. 掌握二氧化硫的漂白性及二氧化硫、亚硫酸、亚硫酸盐的还原性。通过类比的方法认识物质的性质,培养推理能力。
3. 应用氧化还原理论理解硫元素不同价态之间的转换,培养逻辑思维能力。
4. 理解酸雨的成因及危害与防治。



课前预习

1. 二氧化硫的物理性质是 _____。
用途是 _____。



2. 用化学方程式表达二氧化硫的化学性质,并标出硫元素化合价的变化:

(1) 与硫化氢反应_____,二氧化硫表现_____性。

(2) 与水反应_____。

(3) 与色素品红作用,二氧化硫表现_____性。

3. 亚硫酸与二氧化硫的不同点是_____。

4. 酸雨的主要成分是_____;

写出形成酸雨的化学方程式:_____。

学习内容

一、全球性的环境问题——酸雨

硫的氧化物有二氧化硫和三氧化硫。硫在氧气中燃烧产生二氧化硫,二氧化硫是形成酸雨的主要物质。

二、二氧化硫

(一) 二氧化硫的物理性质

二氧化硫是一种无色、有刺激性气味的有毒气体。密度比空气大,二氧化硫的沸点是 -10°C ,易液化。可溶于水,在常温、常压下,1 体积水可溶解 40 体积的二氧化硫,是大气污染物之一。

(二) 二氧化硫的化学性质

二氧化硫中硫的化合价为+4 价,也处于硫的中间价态,因此,在化学反应中, SO_2 既可表现氧化性,又可表现还原性。二氧化硫是酸性氧化物,它能与水反应,也能与碱、碱性氧化物等反应。

1. 二氧化硫跟水反应

[实验活动 5-2-1] 收集一试管 SO_2 , 将其倒扣在盛有水的水槽中, 观察现象。取出盛有溶液的试管, 再向其中滴入石蕊试液, 观察现象。

可看到试管中液面上升, 说明 SO_2 溶于水, 并与水发生了反应。滴入石蕊试液后, 可观察到紫色石蕊试液变成红色 (图 5-2-1)。说明二氧化硫溶于水后形成的溶液显酸性。事实是二氧化硫溶于水后生成了亚硫酸。亚硫酸不稳定, 易分解生成 H_2O 和 SO_2 。 SO_2 与水的反应是一个可逆反应:

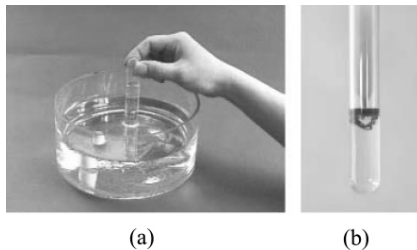
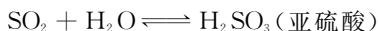


图 5-2-1 SO_2 溶于水再向其中滴入石蕊试液



二氧化硫具有酸性氧化物的一般通性:

可与碱反应 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。因此, 可用氢氧化钠溶液吸收尾气 SO_2 。

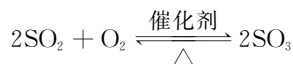
将 SO_2 通入澄清石灰水中, 可使澄清石灰水变浑浊: $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

继续通入 SO_2 又可使浊液变得澄清: $\text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$

它还可与碱性氧化物反应: $\text{SO}_2 + \text{CaO} \longrightarrow \text{CaSO}_3$

2. 二氧化硫跟氧气反应

在 SO_2 中, 硫的化合价是+4 价, 在一定条件下, 可被氧化剂氧化至+6 价, 表现还原性。如 SO_2 与 O_2 在一定温度和催化剂存在的条件下, 反应生成 SO_3 , 同时, SO_3 还会分解生成 SO_2 和 O_2 , 这种在相同条件下, 同时向正、反两个方向进行的反应, 称为可逆反应。



SO_2 常表现还原性, 将 SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液中, 可被 KMnO_4 所氧化, 而使 KMnO_4 溶液的