全品
— SINCE 1992 —

教育图书 功能学具 学生之家

基础教育行业专研品牌

30+年专注教育行业

全品学练考

主编 肖德好

练习册

高中化学

基础版

必修第二册 RJ

天津出版传媒集团
天津人民出版社

图书介绍

01 导学案精心设计课前自主预习、情境问题思考、核心知识讲解等栏目，梯度任务引导预习，提供课堂导入素材，助力课堂轻负增效。

新课探究　知识导学　素养初识

◆ **学习任务一　化学反应的限度**

【新知自主预习】

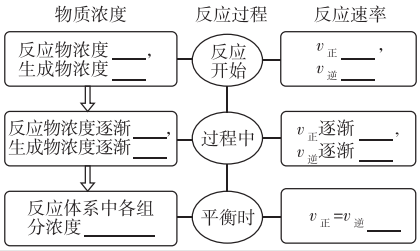
1. 可逆反应特征

(1)可逆反应在一定条件下不能进行到底，只能进行到一定程度，反应有一定限度，即达到_____，此时各物质的量都大于零。

(2)在可逆反应的化学方程式中，用“$\rightleftharpoons$”代替“$=$”。

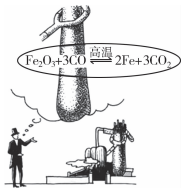
2. 化学平衡的建立

(1)在一定条件下，将某可逆反应的反应物装入密闭容器中，反应中正、逆反应速率随时间的变化情况如下：



【情境问题思考】

炼制 1 t 生铁所需焦炭的实际用量，远高于按照化学方程式计算所需的量，且从高炉中出来的气体中含有没被利用的 CO 气体，炼铁工程师设法增加高炉的高度，高炉尾气中 CO 的比例竟然没有改变，这成了炼铁技术的科学悬念。直到 19 世纪下半叶，人们才认识到 CO 还原 Fe_2O_3 的反应实质，这一谜底才得以揭开。



问题一：炼铁工程师设法增加高炉的高度，高炉尾气中 CO 的比例竟然没有改变，其原因是什么？

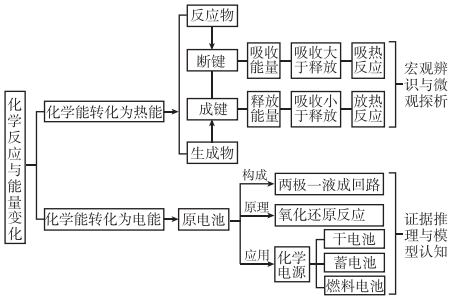
问题二：恒容条件下进行反应 $Fe_2O_3+3CO \overset{高温}{\rightleftharpoons} 2Fe+3CO_2$，试写出四个能反映该反应达到平衡状态的依据。

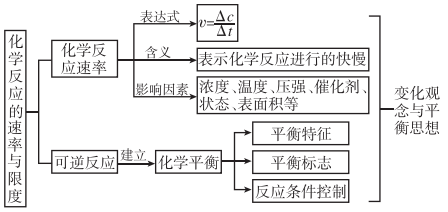
02 重要知识点设置拓展微课，深化重要知识，章末设计思维导图，梳理知识脉络，帮助学生构建知识网络，助力能力提升。

▶本章素养提升

知识网络

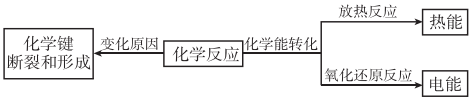
一、本章知识体系





二、从不同角度认识化学反应

1. 从能量变化的角度认识化学反应



拓展微课 7　“变量控制法”在化学反应速率中的应用

【必备知识】

在研究影响化学反应速率的因素时，由于外界影响因素较多，故为搞清某个因素的影响均需控制其他因素相同或不变，再进行实验。因此，常用变量控制思想解决该类问题。

1. 常见考查形式

(1)以表格形式给出多组实验数据，让学生找出每组数据的变化对化学反应速率的影响。

(2)给出影响化学反应速率的几种因素，让学生设计实验分析各因素对化学反应速率的影响。

03 **课时作业分层设置基础对点练和综合应用练，试题难度逐级递增，满足不同学情需求，精准培养学生能力。**

第 2 课时　硫酸　硫酸根离子的检验

（时间：30 分钟　总分：65 分）

（选择题每题 3 分，共 30 分）

基础对点练

◆ **知识点一　硫酸及工业制法**

1. 下列气体中不能用浓硫酸作干燥剂的是（　）

①HCl　②HI　③Cl_2　④H_2　⑤H_2S　⑥SO_2

A. ②⑤　　B. ①②⑤

C. ②④⑤⑥　　D. ①②④⑤

2. ［2024·北京师大附中高一期中］下列事实与浓硫酸表现出的性质（括号中）对应关系正确的是（　）

A. 在空气中敞口久置的浓硫酸，溶液变稀（挥发性）

B. 在加热条件下铜与浓硫酸反应（脱水性）

C. 浓硫酸在白纸上书写的字迹变黑（氧化性）

D. 浓硫酸可用来干燥某些气体（吸水性）

3. ［2024·湖南名校高一联考］在实验室中，几位同学围绕浓硫酸的化学性质进行了如下实验探究：将适量的蔗糖放入烧杯中，加入几滴水，搅拌均匀，然后加入适量浓硫酸，迅速搅拌，观察到蔗糖逐渐变黑，体积膨胀，并产生有刺激性气味的气体。下列说法错误的是（　）

A. 生成的黑色物质是 C

B. 生成具有刺激性气味气体的化学方程式为

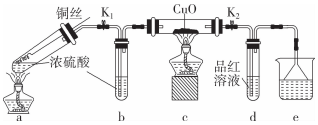
$$C+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\triangle}2SO_2\uparrow+CO_2\uparrow+2H_2O$$

C. 该刺激性气味的气体通入紫色石蕊溶液中，溶液只变红不褪色

D. 上述实验表明浓硫酸具有酸性、吸水性、脱水性和强氧化性

综合应用练

9. ［2025·安徽郎溪中学高一月考］探究金属与过量浓硫酸反应的装置（固定装置已略去）如图所示。下列有关实验操作或叙述错误的是（　）



A. 上下抽动铜丝，可控制反应的发生与停止

B. e 中可以选用 NaOH 溶液或酸性 $KMnO_4$ 溶液

C. 其他条件不变，用铁丝代替铜丝，c、d 中两次实验现象相同

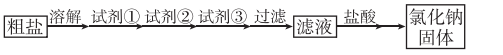
D. 为确定 a 中白色固体是否是硫酸铜，可向冷却后的试管中注入水，振荡后观察现象

10. ［2025·山东滕州一中高一月考］用 25 mL 18.4 mol·L^{-1}的浓硫酸与铜共热一段时间后，冷却，过滤除去多余的铜，将滤液稀释到 100 mL，所得溶液中 SO_4^{2-} 浓度为 3 mol·L^{-1}，则此时溶液中 $CuSO_4$ 的物质的量浓度为（　）

A. 0.5 mol·L^{-1}　　B. 1.6 mol·L^{-1}

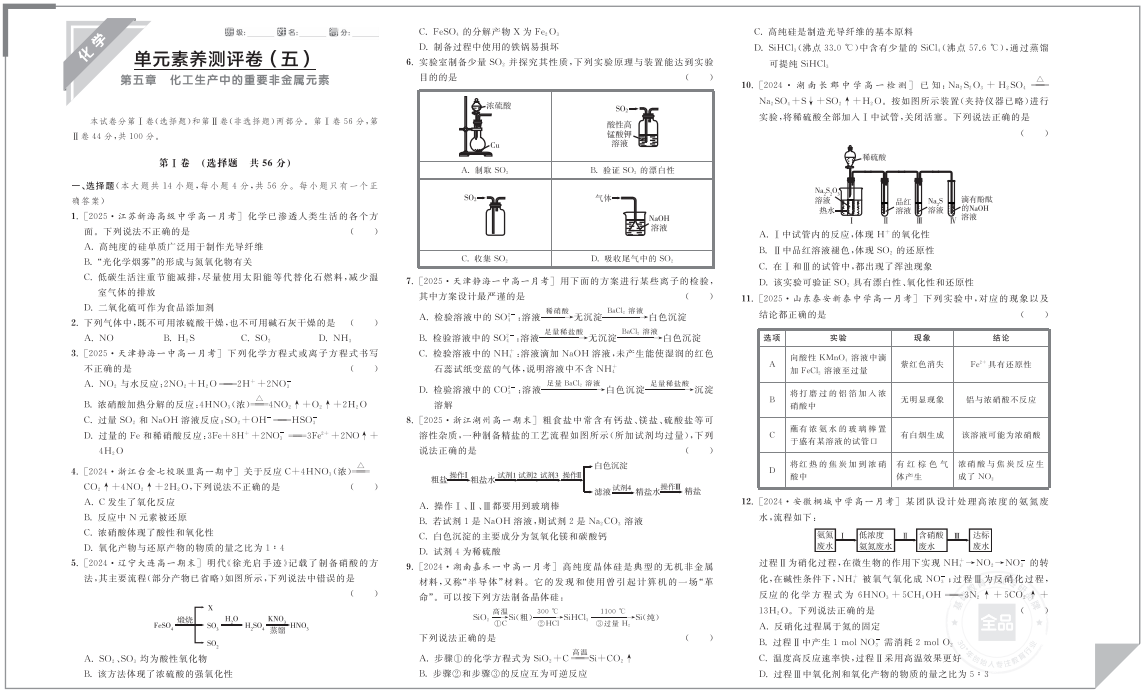
C. 2.6 mol·L^{-1}　　D. 3 mol·L^{-1}

11. （18 分）［2024·北京九中高一期中］去除粗盐中的 Ca^{2+}、Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 等杂质离子，过程如图所示。



（1）（4 分）上述精制过程中，加入的试剂①②③依次为过量的_____溶液、过量的_____溶液和过量的 NaOH 溶液。

04 **单元测评卷优选新教材地区最新名校试题，精准诊断学情，辅助教学策略调整，实现“以测促教”高效反馈。**



化学

班级：_____　姓名：_____　分数：_____

单元素养测评卷（五）

第五章　化工生产中的重要非金属元素

本试卷分第Ⅰ卷（选择题）和第Ⅱ卷（非选择题）两部分。第Ⅰ卷 56 分，第Ⅱ卷 44 分，共 100 分。

第Ⅰ卷　（选择题　共 56 分）

一、选择题（本大题共 14 小题，每小题 4 分，共 56 分。每小题只有一个正确答案）

1. ［2025·江苏新海高级中学高一月考］化学已渗透人类生活的各个方面。下列说法不正确的是（　）
A. 高纯度的硅单质广泛用于制作光导纤维
B. “光化学烟雾”的形成与氮氧化物有关
C. 低碳生活注重节能减排，尽量使用太阳能等代替化石燃料，减少温室气体的排放
D. 二氧化硫可作为食品添加剂

2. 下列气体中，既不可用浓硫酸干燥，也不可用碱石灰干燥的是（　）
A. NO　　B. H_2S　　C. SO_2　　D. NH_3

3. ［2025·天津静海一中高一月考］下列化学方程式或离子方程式书写不正确的是（　）
A. NO_2 与水反应：$2NO_2+H_2O=2H^++2NO_3^-$
B. 浓硝酸加热分解的反应：$4HNO_3(浓)\xlongequal{\triangle}4NO_2\uparrow+O_2\uparrow+2H_2O$
C. 过量 SO_2 和 NaOH 溶液反应：$SO_2+OH^-=HSO_3^-$
D. 过量的 Fe 和稀硝酸反应：$3Fe+8H^++2NO_3^-=3Fe^{2+}+2NO\uparrow+4H_2O$

4. ［2024·浙江台金七校联盟高一期中］关于反应 $C+4HNO_3(浓)\xlongequal{\triangle}CO_2\uparrow+4NO_2\uparrow+2H_2O$，下列说法不正确的是（　）
A. C 发生了氧化反应
B. 反应中 N 元素被还原
C. 浓硝酸体现了酸性和氧化性
D. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1∶4

5. ［2024·辽宁大连高一期末］明代《徐光启手迹》记载了制备硝酸的方法，其主要流程（部分产物已省略）如图所示，下列说法中错误的是（　）

$$FeSO_4\xrightarrow{煅烧}\begin{cases}SO_3\xrightarrow{H_2O}H_2SO_4\xrightarrow[蒸馏]{KNO_3}HNO_3\\SO_2\end{cases}$$

A. SO_3、SO_2 均为酸性氧化物
B. 该方法体现了浓硫酸的强氧化性
C. $FeSO_4$ 的分解产物 X 为 Fe_2O_3
D. 制备过程中使用的铁锅易损坏

6. 实验室制备少量 SO_2 并探究其性质，下列实验原理与装置能达到实验目的的是（　）

A. 制取 SO_2	B. 验证 SO_2 的漂白性
C. 收集 SO_2	D. 吸收尾气中的 SO_2

7. ［2025·天津静海一中高一月考］用下面的方案进行某些离子的检验，其中方案设计是严谨的是（　）
A. 检验溶液中的 SO_4^{2-}：溶液$\xrightarrow{稀硝酸}$无沉淀$\xrightarrow{BaCl_2\ 溶液}$白色沉淀
B. 检验溶液中的 SO_4^{2-}：溶液$\xrightarrow{足量稀盐酸}$无沉淀$\xrightarrow{BaCl_2\ 溶液}$白色沉淀
C. 检验溶液中的 NH_4^+：溶液滴加 NaOH 溶液，未产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体，说明溶液中不含 NH_4^+
D. 检验溶液中的 CO_3^{2-}：溶液$\xrightarrow{足量\ BaCl_2\ 溶液}$白色沉淀$\xrightarrow{足量稀盐酸}$沉淀溶解

8. ［2025·浙江湖州高一期末］粗食盐中常含有钙盐、镁盐、硫酸盐等可溶性杂质，一种制备精盐的工艺流程如图所示（所加试剂均过量），下列说法正确的是（　）

$$粗盐\xrightarrow{操作Ⅰ}粗盐水\xrightarrow{试剂1\ 试剂2\ 试剂3\ 操作Ⅱ}\begin{cases}白色沉淀\\滤液\xrightarrow{试剂4}精盐水\xrightarrow{操作Ⅲ}精盐\end{cases}$$

A. 操作Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ都要用到玻璃棒
B. 若试剂 1 是 NaOH 溶液，则试剂 2 是 Na_2CO_3 溶液
C. 白色沉淀的主要成分为氢氧化镁和硫酸钙
D. 试剂 4 为稀硫酸

9. ［2024·湖南嘉禾一中高一月考］高纯度晶体硅是典型的无机非金属材料，又称“半导体”材料。它的发现和使用曾引起计算机的一场“革命”。可以按下列方法制备晶体硅：

$$SiO_2\xrightarrow[①C]{高温}Si(粗)\xrightarrow[②HCl]{300\ ℃}SiHCl_3\xrightarrow[③过量\ H_2]{1100\ ℃}Si(纯)$$

下列说法正确的是（　）
A. 步骤①的化学方程式为 $SiO_2+C\xlongequal{高温}Si+CO_2\uparrow$
B. 步骤②和步骤③的反应互为可逆反应
C. 高纯硅是制造光导纤维的基本原料
D. $SiHCl_3$（沸点 33.0 ℃）中含有少量的 $SiCl_4$（沸点 57.6 ℃），通过蒸馏可提纯 $SiHCl_3$

10. ［2024·湖南长郡中学高一检测］已知：$Na_2S_2O_3+H_2SO_4\xlongequal{\triangle}Na_2SO_4+S\downarrow+SO_2\uparrow+H_2O$。按如图所示装置（夹持仪器已略）进行实验，将稀硫酸全部加入Ⅰ中试管，关闭活塞。下列说法正确的是（　）

A. Ⅰ中试管内的反应，体现 H^+ 的氧化性
B. Ⅱ中品红溶液褪色，体现 SO_2 的还原性
C. 在Ⅰ和Ⅲ的试管中，都出现了浑浊现象
D. 该实验可验证 SO_2 具有漂白性、氧化性和还原性

11. ［2025·山东泰安新泰中学高一月考］下列实验中，对应的现象以及结论都正确的是（　）

选项	实验	现象	结论
A	向酸性 $KMnO_4$ 溶液中滴加 $FeCl_2$ 溶液至过量	紫红色消失	Fe^{2+} 具有还原性
B	将打磨过的铝箔加入浓硝酸中	无明显现象	铝与浓硝酸不反应
C	蘸有浓氨水的玻璃棒置于盛有某溶液的试管口	有白烟生成	该溶液可能为浓硝酸
D	将红热的焦炭加到浓硝酸中	有红棕色气体产生	浓硝酸与焦炭反应生成了 NO_2

12. ［2024·安徽桐城中学高一月考］某团队设计处理高浓度的氨氮废水，流程如下：

$$氨氮废水\xrightarrow{Ⅰ}低浓度氨氮废水\xrightarrow{Ⅱ}含硝酸废水\xrightarrow{Ⅲ}达标废水$$

过程Ⅱ为硝化过程，在微生物的作用下实现 $NH_4^+\rightarrow NO_2^-\rightarrow NO_3^-$ 的转化，在碱性条件下，NH_4^+ 被氧气氧化成 NO_3^-，过程Ⅲ为反硝化过程，反应的化学方程式为 $6NO_3^-+5CH_3OH=3N_2\uparrow+5CO_2\uparrow+13H_2O$。下列说法正确的是（　）
A. 反硝化过程属于氮的固定
B. 过程Ⅱ中产生 1 mol NO_3^- 需消耗 2 mol O_2
C. 温度高反应速率快，过程Ⅱ采用高温效果更好
D. 过程Ⅲ中氧化剂和氧化产物的物质的量之比为 5∶3

CONTENTS 目录

05 第五章 化工生产中的重要非金属元素 PART FIVE

第一节 硫及其化合物 …… 001

第 1 课时 硫和二氧化硫 …… 001

第 2 课时 硫酸 硫酸根离子的检验 …… 003

第 3 课时 不同价态含硫物质的转化 …… 005

夯实训练（十） 硫及其化合物的性质 …… 007

第二节 氮及其化合物 …… 009

第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮 …… 009

第 2 课时 氨和铵盐 …… 011

第 3 课时 硝酸 酸雨及防治 …… 013

夯实训练（十一） 氮及其化合物的性质 …… 015

第三节 无机非金属材料 …… 017

06 第六章 化学反应与能量 PART SIX

第一节 化学反应与能量变化 …… 019

第 1 课时 化学反应与热能 …… 019

第 2 课时 化学反应与电能（一） 原电池 …… 021

第 2 课时 化学反应与电能（二） 化学电源 …… 023

夯实训练（十二） 化学反应与能量变化 …… 025

第二节 化学反应的速率与限度 …… 027

第 1 课时 化学反应的速率（一） 化学反应速率的计算及比较 …… 027

第 1 课时 化学反应的速率（二） 影响化学反应速率的因素 …… 029

第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制 …… 031

夯实训练（十三） 化学反应速率与限度 …… 033

07 第七章 有机化合物 PART SEVEN

第一节 认识有机化合物 …… 035

第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构 …… 035

第 2 课时 烷烃的性质 …… 037

第二节　乙烯与有机高分子材料 …… 039
第 1 课时　乙烯 …… 039
第 2 课时　烃　有机高分子材料 …… 041
夯实训练（十四）　烃的结构与性质 …… 043
第三节　乙醇与乙酸 …… 045
第 1 课时　乙醇 …… 045
第 2 课时　乙酸　官能团与有机化合物的分类 …… 047
夯实训练（十五）　乙醇和乙酸的性质 …… 049
第四节　基本营养物质 …… 051
第 1 课时　糖类 …… 051
第 2 课时　蛋白质　油脂 …… 053
夯实训练（十六）　有机化合物的性质与转化关系 …… 055

08 第八章　化学与可持续发展
PART EIGHT
第一节　自然资源的开发利用 …… 057
第 1 课时　金属矿物和海水资源的开发利用 …… 057
第 2 课时　煤、石油和天然气的综合利用 …… 059
第二节　化学品的合理使用 …… 061
第三节　环境保护与绿色化学 …… 063
夯实训练（十七）　化学与可持续发展 …… 065

■ **参考答案**（练习册）［另附分册 P067～P098］　■ **导学案**［另附分册 P099～P240］

>> 测　评　卷

单元素养测评卷（五）［第五章　化工生产中的重要非金属元素］　卷 001
单元素养测评卷（六）［第六章　化学反应与能量］　卷 003
单元素养测评卷（七）［第七章　有机化合物］　卷 005
单元素养测评卷（八）［第八章　化学与可持续发展］　卷 007
模块素养测评卷　卷 009
参考答案　卷 011

第五章　化工生产中的重要非金属元素

第一节　硫及其化合物

第 1 课时　硫和二氧化硫

（时间：30 分钟　总分：60 分）

（选择题每题 3 分，共 33 分）

基础对点练

◆ 知识点一　硫和二氧化硫

1. 下列有关硫的性质的叙述正确的是（　）

A. 质脆易粉碎，易溶于二硫化碳

B. 微溶于水，黄色晶体

C. 硫与 Fe 反应生成 FeS，与 Cu 反应生成 CuS

D. 硫在空气中燃烧的产物是 SO_2，在氧气中燃烧的产物是 SO_3

2. ［2024·浙江台州十校联盟高一期中］下列能使湿润的蓝色石蕊试纸变红的是（　）

A. SO_2　　B. H_2O

C. Cl_2　　D. CO

3. 下列关于 SO_2 的叙述，正确的是（　）

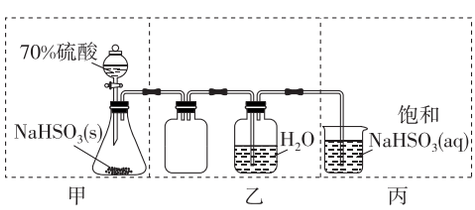
A. SO_2 既可以是含硫物质的氧化产物，也可以是含硫物质的还原产物

B. SO_2 是硫酸的酸酐

C. 大气中 SO_2 的主要来源是汽车排出的尾气

D. SO_2 具有漂白性，因而可以使紫色石蕊溶液褪色

4. ［2024·江苏南通高一调研］实验室制取少量 SO_2 水溶液并探究其酸性，下列实验装置和操作不能达到实验目的的是（　）



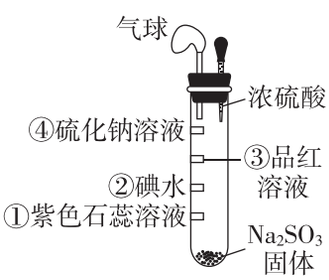
A. 用装置甲制取 SO_2 气体

B. 用装置乙制取 SO_2 水溶液

C. 用装置丙吸收尾气中的 SO_2

D. 用干燥的 pH 试纸检验 SO_2 水溶液的酸性

5. 如图所示为探究 SO_2 性质的微型实验，微型实验药品用量少，绿色环保。滤纸①～④分别浸泡了相关试剂，实验时向试管中滴入几滴浓硫酸。下列说法正确的是（　）



A. 滤纸①先变红后褪色，体现了 SO_2 具有漂白性和酸性氧化物的性质

B. 滤纸②③褪色均证明 SO_2 具有还原性

C. 滤纸④上有黄色固体生成，证明 SO_2 具有氧化性

D. 若滤纸④上析出了 9.6 g 固体，则在滤纸④上发生的反应转移了 0.6 mol 电子

6. ［2025·山东滕州一中高一月考］将足量的 SO_2 通 $BaCl_2$ 溶液中无明显现象，当加入某试剂 X 后，有沉淀生成。试剂（或气体）X 可能是（　）

①NaOH 溶液　②H_2O_2 溶液　③CO_2

④K_2SO_4 溶液　⑤新制氯水　⑥H_2S

A. ①②③　　B. ②③⑤⑥

C. ④⑤⑥　　D. ①②④⑤⑥

◆ 知识点二　二氧化硫的检验、鉴别与除杂

7. 下列实验中能证明某气体为 SO_2 的是（　）

①使澄清石灰水变浑浊

②使湿润的蓝色石蕊试纸变红

③使品红溶液褪色

④通入足量 NaOH 溶液中，再滴加 $BaCl_2$ 溶液，有白色沉淀生成，该沉淀溶于稀盐酸

⑤通入溴水中，能使溴水褪色，再滴加 $Ba(NO_3)_2$ 溶液有白色沉淀产生

A. 都能证明　　B. 都不能证明

C. ③④⑤均能证明　　D. 只有⑤能证明

8. [2025·山东枣庄八中高一期末] 下列关于 SO_2 和 CO_2 的相关说法中，错误的是 （ ）

A. 鉴别 SO_2 和 CO_2 可用品红溶液

B. 可用酸性 $KMnO_4$ 溶液除去 CO_2 中的 SO_2

C. SO_2 和 CO_2 均为酸性氧化物，均能使澄清石灰水变浑浊后再变澄清

D. 检验 SO_2 中含有 CO_2 的操作为先通过过量的碳酸氢钠溶液，再通过澄清石灰水

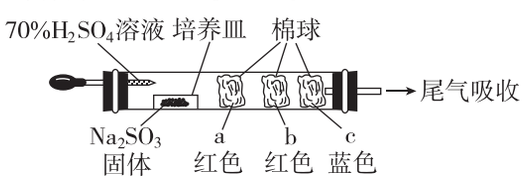
9. 我国的煤炭中常含硫的杂质，煤燃烧后产生的 CO_2 中常混有 SO_2，若要除去 CO_2 中混有的少量 SO_2 气体，应使用下列哪种溶液 （ ）

A. NaOH 溶液　　B. $Ca(OH)_2$ 溶液

C. Na_2CO_3 溶液　　D. 饱和 $NaHCO_3$ 溶液

综合应用练

10. [2025·福建龙岩一中高一月考] 某微型实验装置（夹持仪器已省略）如图所示，其中 a 棉球蘸有品红溶液，b 棉球蘸有紫色石蕊溶液，c 棉球蘸有 I_2 与淀粉的混合溶液。实验时将 70% H_2SO_4 溶液滴入装有 Na_2SO_3 固体的培养皿中。（已知氧化性强弱：$Cl_2 > IO_3^-$）



下列说法错误的是 （ ）

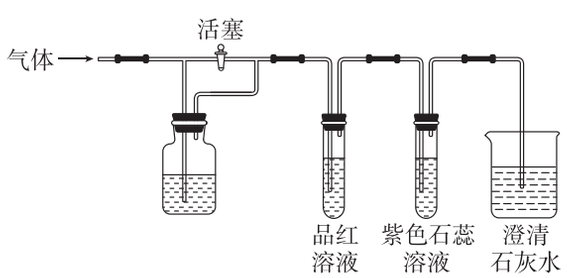
A. a 棉球会变白，微热后变红

B. b 棉球先变红后褪色

C. c 棉球变为白色，说明 SO_2 具有还原性

D. 若将试剂改为浓盐酸和 $Ca(ClO)_2$ 固体，a、b、c 处棉球最终均变白色

11. [2024·浙江宁波九校高一联考] 如图所示装置（夹持仪器略），若关闭活塞，则品红溶液无变化，紫色石蕊溶液变红，澄清石灰水变浑浊。若打开活塞，则品红溶液褪色，紫色石蕊溶液变红，澄清石灰水变浑浊。据此判断该气体和广口瓶中盛放的物质分别是 （ ）



A. Cl_2 和饱和氯化钠溶液

B. SO_2 和 $NaHCO_3$ 溶液

C. Cl_2 和 $NaHSO_3$ 溶液

D. CO_2 和浓 H_2SO_4

12. (14 分)分类和核心元素的化合价是研究物质性质的两个重要角度，通过分类和化合价的分析，可以解释和预测物质的性质，设计物质间的转化途径。回答下列问题：

(1)(2 分)S 元素只体现还原性的物质是_____。(填序号)

A. SO_4^{2-}　　B. SO_2　　C. S　　D. H_2S

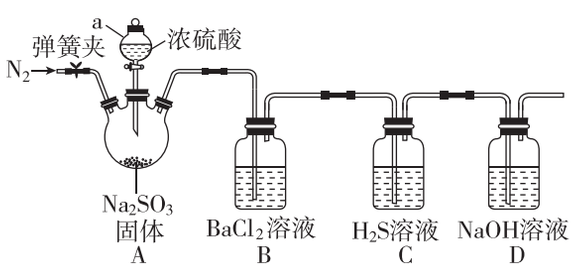
(2)(4 分)SO_2 与 CO_2 的化学性质相似，SO_2 属于_____(填“酸性”或“碱性”)氧化物，将少量 SO_2 通入澄清石灰水，可观察到生成白色沉淀，发生反应的化学方程式为_____。

(3)(2 分)SO_2 能防止葡萄酒中的一些成分被氧化，起到保质作用，说明 SO_2 具有_____性。

(4)(2 分)工业制备硫酸的过程中，由 SO_2 制备 SO_3 的化学方程式为_____。

(5)(4 分)火山口附近 H_2S 与 SO_2 反应的化学方程式为_____，反应中氧化产物与还原产物的物质的量之比为_____。

13. (13 分)某同学设计了如图所示的装置制备 SO_2 并研究其性质。



(1)(6 分)向仪器 a 中滴加浓硫酸之前，需先通入一段时间 N_2，此操作的目的是_____。反应结束后，仍需要通一段时间 N_2 的目的是_____。

(2)(2 分)实验时，装置 B 中没有明显变化。实验结束后向 B 中滴加适量氨水，生成白色沉淀，该白色沉淀的化学式为_____。

(3)(5 分)装置 C 中的现象是_____，说明二氧化硫具有_____性。

第2课时　硫酸　硫酸根离子的检验

（时间：30分钟　总分：65分）

（选择题每题3分，共30分）

基础对点练

◆ 知识点一　硫酸及工业制法

1. 下列气体中不能用浓硫酸作干燥剂的是（　）

①HCl　②HI　③Cl_2　④H_2　⑤H_2S　⑥SO_2

A. ②⑤　　B. ①②⑤

C. ②④⑤⑥　　D. ①②④⑤

2. [2024·北京师大附中高一期中] 下列事实与浓硫酸表现出的性质（括号中）对应关系正确的是（　）

A. 在空气中敞口久置的浓硫酸，溶液变稀（挥发性）

B. 在加热条件下铜与浓硫酸反应（脱水性）

C. 浓硫酸在白纸上书写的字迹变黑（氧化性）

D. 浓硫酸可用来干燥某些气体（吸水性）

3. [2024·湖南名校高一联考] 在实验室中，几位同学围绕浓硫酸的化学性质进行了如下实验探究：将适量的蔗糖放入烧杯中，加入几滴水，搅拌均匀，然后加入适量浓硫酸，迅速搅拌，观察到蔗糖逐渐变黑，体积膨胀，并产生有刺激性气味的气体。下列说法错误的是（　）

A. 生成的黑色物质是C

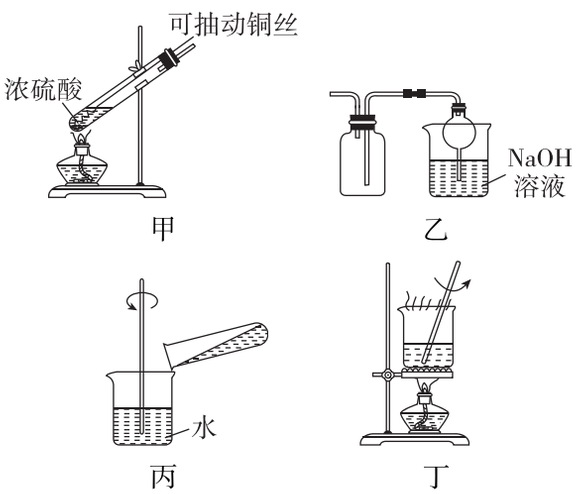
B. 生成具有刺激性气味气体的化学方程式为

$C+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\triangle}2SO_2\uparrow+CO_2\uparrow+2H_2O$

C. 该刺激性气味的气体通入紫色石蕊溶液中，溶液只变红不褪色

D. 上述实验表明浓硫酸具有酸性、吸水性、脱水性和强氧化性

4. 探究铜和浓硫酸的反应，下列装置或操作不能达到实验目的的是（　）



甲　　乙

丙　　丁

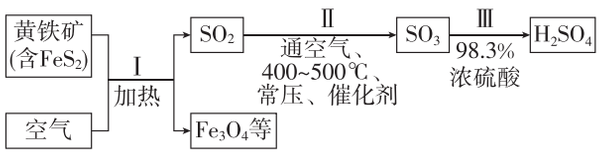
A. 上下移动装置甲中的铜丝可以控制反应的发生和停止

B. 装置乙可用于收集SO_2气体

C. 将装置甲试管中的液体经图丙操作稀释，观察稀释液颜色可确定铜与浓硫酸反应有$CuSO_4$的生成

D. 利用装置丁将硫酸铜溶液加热浓缩、冷却结晶，可析出$CuSO_4\cdot5H_2O$

5. [2024·北京卷改编] 硫酸是重要的化工原料，工业生产制取硫酸的原理示意图如图所示。



下列说法不正确的是（　）

A. 过程Ⅰ的化学方程式：$3FeS_2+8O_2\xlongequal{\triangle}Fe_3O_4+6SO_2$

B. 若过程Ⅱ中通入足量空气，可将SO_2全部转化为SO_3

C. 将黄铁矿换成硫黄可以减少废渣的产生

D. 生产过程中产生的尾气可用碱液吸收

◆ 知识点二　SO_4^{2-}的检验

6. 已知：稀硝酸具有强氧化性。在检验SO_4^{2-}的过程中，下列操作中正确的是（　）

A. 先加稀硝酸，没有产生沉淀，然后加硝酸钡溶液，产生白色沉淀，证明有SO_4^{2-}存在

B. 先加硝酸钡溶液，产生白色沉淀，然后加稀硝酸，沉淀不溶解，证明有SO_4^{2-}存在

C. 先加稀盐酸，没有产生沉淀，然后加氯化钡溶液，产生白色沉淀，证明有SO_4^{2-}存在

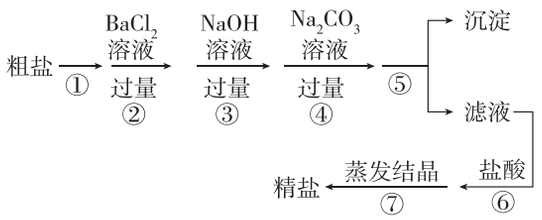
D. 先加氯化钡溶液，产生白色沉淀，然后加稀盐酸，沉淀不溶解，证明有SO_4^{2-}存在

7. [2024·湖南雅礼中学高一月考] 向某溶液中滴加足量$BaCl_2$溶液，产生白色沉淀，再滴加过量稀盐酸，沉淀完全不溶解。对该溶液的判断错误的是（　）

A. 可能含SO_4^{2-}　　B. 可能含Ag^+

C. 一定含CO_3^{2-}　　D. 一定不含SO_3^{2-}

8. [2024·山东日照高一期末] 粗盐(含 $MgCl_2$、$CaCl_2$、Na_2SO_4 及少量泥沙等杂质)制备精盐的流程如图所示。下列说法错误的是 (　)



A. 步骤①⑤⑦中均需用到玻璃棒

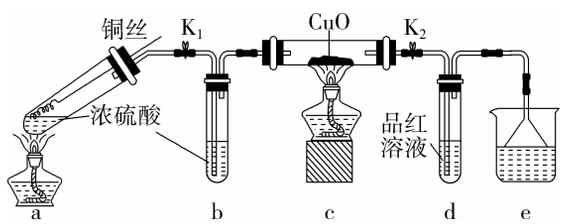
B. 步骤②③可以互换

C. 步骤④生成的沉淀是 $CaCO_3$

D. 步骤⑥发生的离子反应至少有 2 个

综合应用练

9. [2025·安徽郎溪中学高一月考] 探究金属与过量浓硫酸反应的装置(固定装置已略去)如图所示。下列有关实验操作或叙述错误的是 (　)



A. 上下抽动铜丝,可控制反应的发生与停止

B. e 中可以选用 NaOH 溶液或酸性 $KMnO_4$ 溶液

C. 其他条件不变,用铁丝代替铜丝,c、d 中两次实验现象相同

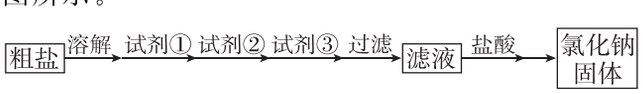
D. 为确定 a 中白色固体是否是硫酸铜,可向冷却后的试管中注入水,振荡后观察现象

10. [2025·山东滕州一中高一月考] 用 25 mL 18.4 mol·L^{-1}的浓硫酸与铜共热一段时间后,冷却,过滤除去多余的铜,将滤液稀释到 100 mL,所得溶液中 SO_4^{2-} 浓度为 3 mol·L^{-1},则此时溶液中 $CuSO_4$ 的物质的量浓度为 (　)

A. 0.5 mol·L^{-1}　　B. 1.6 mol·L^{-1}

C. 2.6 mol·L^{-1}　　D. 3 mol·L^{-1}

11. (18 分)[2024·北京九中高一期中] 去除粗盐中的 Ca^{2+}、Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 等杂质离子,过程如图所示。



(1)(4 分)上述精制过程中,加入的试剂①②③依次为过量的_____溶液、过量的_____溶液和过量的 NaOH 溶液。

(2)(3 分)检验 SO_4^{2-} 沉淀完全的方法:取适量滤液,_____。

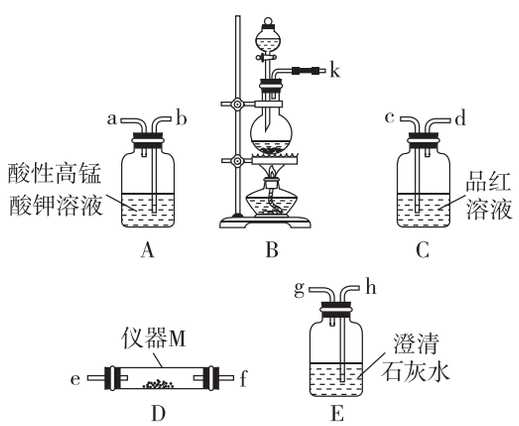
(3)(4 分)向滤液中加入盐酸至溶液呈微酸性。写出加入盐酸后溶液中发生反应的离子方程式:_____和_____。

(4)(4 分)加入盐酸至溶液呈微酸性后,经_____(填操作名称)可得氯化钠固体,需要用到的仪器有_____(填字母)。

a. 蒸发皿　b. 漏斗　c. 玻璃棒　d. 酒精灯

(5)(3 分)先过滤再加入盐酸的操作顺序不能颠倒,原因是若在过滤前加入盐酸,_____,达不到除杂效果。

12. (17 分)[2024·湖南宁乡一中高一期中] 浓硫酸与木炭在加热条件下可发生化学反应,为了检验反应产物,选用了如图所示实验装置进行实验,回答下列问题。



(1)(6 分)装置 B 中发生反应的化学方程式为_____,装置 B 中盛放木炭的仪器名称是_____,装置 D 中盛放的物质是_____。

(2)(3 分)为验证反应产物,将混合气体依次通过上述装置(某装置可重复使用),装置接口的连接顺序是 k→_____→c→d→h。

(3)(3 分)证明反应中有二氧化碳生成的现象是_____。

(4)(2 分)装置 A 中发生反应后溶液酸性增强,其离子方程式为_____。

(5)(3 分)氯气和 SO_2 按照 1∶1 的比例通入 C 中,未发生明显现象,用离子方程式解释其原因:_____。

第3课时　不同价态含硫物质的转化

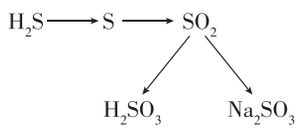
（时间：30分钟　总分：50分）

（选择题每题3分，共30分）

基础对点练

◆ 知识点一　不同价态含硫物质的转化

1. [2024·山西晋城高一期中] 不同含硫物质之间的转化关系如图所示，其中属于氧化还原反应的有（　）



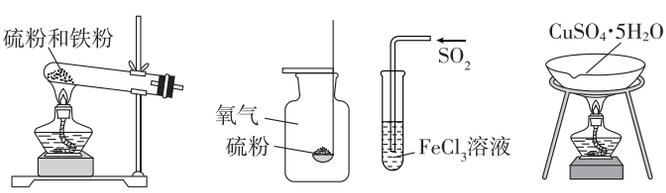
A. 1个　　B. 2个　　C. 3个　　D. 4个

2. 下列有关含硫物质的转化中，需要加入还原剂才能实现的是（　）

A. $Na_2S \rightarrow S$　　B. $SO_2 \rightarrow SO_3$

C. $SO_2 \rightarrow S$　　D. $H_2S \rightarrow SO_2$

3. [2024·广东茂名高一联考] 下列关于不同价态含硫物质的转化实验，硫元素的化合价变化合理的是（　）



甲　　乙　　丙　　丁

A. 图甲：0价→+2价

B. 图乙：0价→+6价

C. 图丙：+4价→+6价

D. 图丁：+6价→+4价

4. 下列有关硫及其化合物的说法正确的是（　）

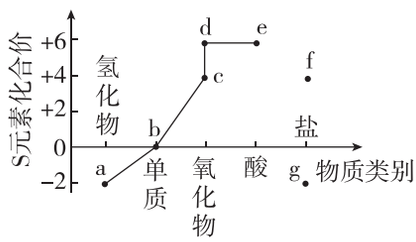
A. SO_2、H_2SO_3均具有还原性，故浓硫酸能氧化SO_2和H_2SO_3

B. H_2S与浓硫酸在不同的条件下反应的氧化产物只能是SO_2

C. 单质$\xrightarrow{+O_2}$氧化物$\xrightarrow{+H_2O}$酸或碱$\xrightarrow{+NaOH\text{或}HCl}$盐，能按照上述转化关系直接转化的可以是硫

D. 硫黄制备硫酸经历两步：$S \xrightarrow{O_2/点燃} SO_3 \xrightarrow{H_2O} H_2SO_4$

5. [2025·湖北沙市中学高一月考] S元素的“价—类”二维图如图所示。下列说法正确的是（　）



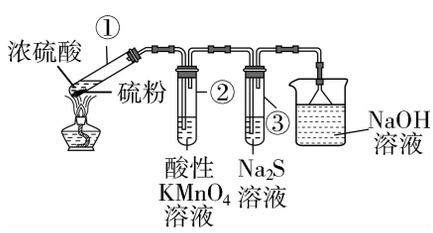
A. a在O_2中燃烧可以生成d

B. b可存在于火山口附近或地壳的岩层中

C. c因具有漂白作用可以使滴有酚酞的NaOH溶液褪色，也可使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. e的浓溶液长时间暴露在空气中，质量增大，质量分数增大

6. 某小组同学利用反应：$S+2H_2SO_4(浓) \xlongequal{\triangle} 3SO_2\uparrow+2H_2O$，进行如图所示含硫物质的转化实验（夹持装置略）。下列说法中正确的是（　）



A. 试管①中，浓硫酸体现了强氧化性和脱水性

B. 试管②中，溶液褪色，体现+4价硫元素的氧化性

C. 试管③中，有淡黄色沉淀出现，体现−2价硫元素的还原性

D. 烧杯中的反应为$SO_3+2NaOH=\!=\!=Na_2SO_4+H_2O$

◆ 知识点二　含硫物质间转化的应用

7. [2024·浙江宁波高一期末] 几种含硫物质的转化如图所示（部分产物可能略去）。下列说法不正确的是（　）

$$SO_2 \xrightarrow[①]{X} Na_2SO_3\text{ 溶液} \xrightarrow[②]{Y} Na_2SO_4\text{ 溶液}$$

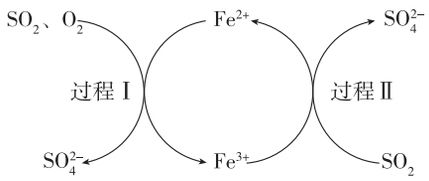
A. X可以是Na_2CO_3溶液

B. Y一定是O_2

C. 反应①的离子方程式可能为$SO_2+2OH^-=\!=\!=SO_3^{2-}+H_2O$

D. SO_2、Na_2SO_3都能使酸性高锰酸钾溶液褪色

8. [2024·北京海淀区高一期末] 用 $FeSO_4$ 溶液、空气除去烟气中的 SO_2，主要物质的转化如图所示。下列说法不正确的是 (　)



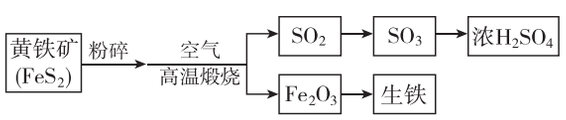
A. 过程Ⅰ、Ⅱ中，SO_2 均发生氧化反应

B. 过程Ⅱ中，发生反应：$2Fe^{3+}+SO_2+2H_2O=2Fe^{2+}+SO_4^{2-}+4H^+$

C. SO_2 最终转化成 SO_4^{2-}

D. $FeSO_4$ 溶液吸收 SO_2 后，所得溶液酸性减弱

9. 黄铁矿是生产硫酸和冶炼钢铁的重要原料，以黄铁矿为原料生产硫酸和冶炼生铁的简要流程如图所示。



下列有关叙述正确的是 (　)

A. FeS_2 中硫元素的化合价为−2 价

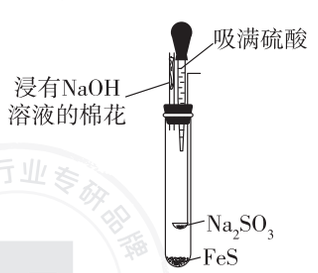
B. 黄铁矿高温煅烧过程中，硫元素被氧化

C. 高温煅烧黄铁矿时若将空气改为氧气，则含硫产物为 SO_3

D. 上述流程中，SO_2 可以完全转化为 SO_3

综合应用练

10. [2024·湖北襄阳一中高一月考] 利用如图所示微型实验装置制取 H_2S 和 SO_2，并探究硫元素之间的转化。实验时挤压胶头滴管使硫酸滴到药匙中，然后倾斜试管使硫酸滴到药匙外与 FeS 反应。下列说法错误的是 (　)



A. 实验开始一段时间后，试管内壁上有黄色颗粒出现

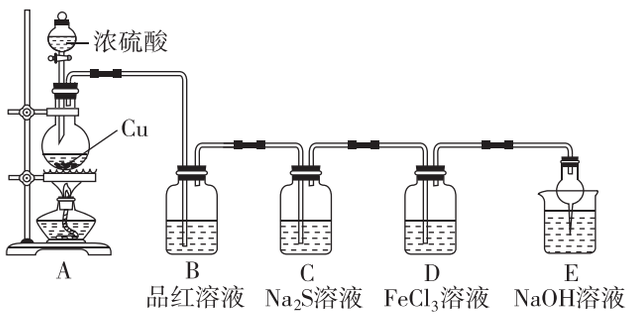
B. 玻璃导气管中塞蘸有 NaOH 溶液棉花的目的是吸收尾气

C. 实验过程中发生的反应均可用离子方程式表示

D. 生成 H_2S 的离子方程式为 $FeS+2H^+=H_2S\uparrow+Fe^{2+}$

11. (20 分)某研究小组为研究不同价态含硫物质的转化，设计实验如下，请回答有关问题。

[实验方案]按如图所示装置进行实验：



(1)(2 分)A 中发生反应的化学方程式为_____。

(2)(2 分)B 中品红溶液褪色，说明 A 中反应硫元素的价态由+6 价转化为_____价。

(3)(2 分)C 中出现淡黄色沉淀，该反应中 Na_2S 作_____(填“氧化剂”或“还原剂”，下同)，SO_2 作_____。

(4)(6 分)若 D 中有 SO_4^{2-} 生成，则可说明硫元素的化合价由+4 价转化为+6 价，检验 D 中有 SO_4^{2-} 生成的方法是_____，写出 D 中发生反应的离子方程式：_____，D 中 $FeCl_3$ 溶液也可用_____(填序号)代替。

a. NaCl 溶液　　b. 酸性 $KMnO_4$ 溶液

c. 氯水　　d. $BaCl_2$ 溶液

(5)(4 分)E 的作用是_____，所发生反应的化学方程式为_____。

[实验总结]

(6)(4 分)硫元素常见的化合价有−2 价、0 价、+4 价、+6 价，可以通过_____(填反应类型，下同)反应实现不同价态含硫物质的相互转化；可以通过_____反应实现同一价态不同类别含硫物质的相互转化。

基础教育行业专研品牌 全品 专注教育行业

夯实训练（十）　硫及其化合物的性质

（时间：30 分钟　总分：50 分）

（选择题每小题 3 分，共 27 分）

1.（7 分）判断正误：对的打“√”，错的打“×”。

(1)[2023·重庆卷] SO_2 分别与 H_2O 和 H_2S 反应，反应的类型相同（　）

(2)[2023·重庆卷] 浓 H_2SO_4 分别与 Cu 和 C 反应，生成的酸性气体相同（　）

(3)[2023·浙江 6 月选考] 向硫化钠溶液通入足量二氧化硫：$S^{2-}+2SO_2+2H_2O=\!=\!=H_2S+2HSO_3^-$（　）

(4)[2023·浙江 1 月选考] 工业上煅烧黄铁矿(FeS_2)生产 SO_2（　）

(5)[2023·浙江 1 月选考] SO_2 能使某些色素褪色，可用作漂白剂（　）

(6)[2021·辽宁卷] SO_2 与 KClO 溶液反应：$SO_2+2ClO^-+H_2O=\!=\!=2HClO+SO_3^{2-}$（　）

(7)[2022·江苏卷] 验证 SO_2 具有漂白性：向盛有 SO_2 水溶液的试管中滴加几滴品红溶液，振荡，加热试管，观察溶液颜色变化（　）

2.[2024·浙江诸暨中学高一检测] 下列含硫物质的说法正确的是（　）

A. H_2S 中 S 元素处于最低价态，因此 H_2S 只有还原性

B. S 在空气中燃烧生成 SO_2，在氧气中燃烧生成 SO_3

C. SO_2、SO_3 通入紫色石蕊溶液中，溶液均变红色

D. 浓 H_2SO_4 有脱水性，因此可以用作干燥剂

3. 下列叙述正确的是（　）

A. 硫可以制成硫黄软膏用于治疗皮肤病

B. 氯气和二氧化硫均可作漂白剂，若同时使用它们漂白某一湿润的物质，漂白效果将明显增强

C. 浓 H_2SO_4 有强氧化性，常温下能与 Cu 发生剧烈反应

D. 将 SO_2 通入品红溶液，溶液褪色后加热恢复原色；SO_2 通入 $KMnO_4$ 溶液，褪色后加热也能恢复原色

4. 下列关于物质性质的描述正确的是（　）

A. SO_2 能使酸性高锰酸钾溶液褪色，说明 SO_2 具有漂白性

B. H_2S 不能和 $CuSO_4$ 溶液反应，因为弱酸不能制强酸

C. 常温下，浓硫酸可以用铁罐储存和运输，说明铁在常温下与浓硫酸不反应

D. SO_3 可溶于 H_2SO_4，所以浓 H_2SO_4 可用于实验室除去 SO_2 中混有的 SO_3

5. 下列离子方程式或化学方程式书写正确的是（　）

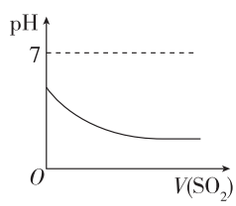
A. SO_2 通入少量 NaClO 溶液中：$SO_2+ClO^-+H_2O=\!=\!=SO_4^{2-}+Cl^-+2H^+$

B. 过量的 SO_2 通入 Na_2CO_3 溶液中：$CO_3^{2-}+SO_2=\!=\!=CO_2+SO_3^{2-}$

C. 铁与硫混合加热：$2Fe+3S\xlongequal{\triangle}Fe_2S_3$

D. 浓硫酸与 FeS 混合：$FeS+H_2SO_4(浓)=\!=\!=FeSO_4+H_2S\uparrow$

6. 常温下，将 SO_2 气体逐渐通入某溶液，溶液 pH 随通入 SO_2 气体体积变化如图所示，该溶液是（　）



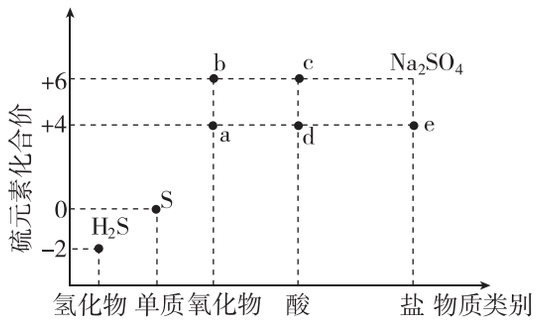
A. 氨水　　B. 碳酸钠溶液

C. 氢硫酸　　D. 氯水

7.[2025·福建长乐一中高一月考] 下列实验结论与实验现象相符合的一组是（　）

	实验操作	实验现象	实验结论
A	向盛有少量酸性 $KMnO_4$ 溶液的试管中通入 SO_2	溶液褪色	SO_2 具有漂白性
B	向品红溶液中通入某气体	品红褪色	该气体一定是 SO_2
C	向蔗糖中滴加浓硫酸	蔗糖变黑	浓硫酸具有吸水性
D	向某溶液中先加入盐酸，无明显现象，再加入氯化钡溶液	产生白色沉淀	该溶液中一定含有 SO_4^{2-}

8. 硫元素的“价—类”二维图如图所示，下列说法正确的是 （ ）



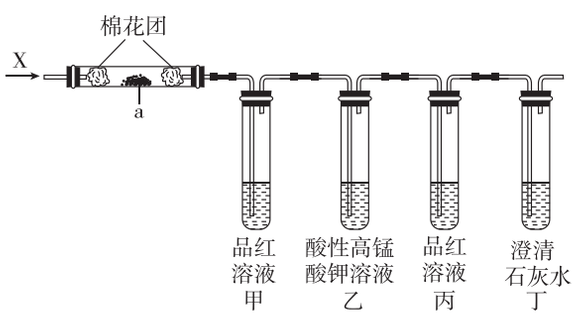
A. H_2S 气体在过量 O_2 中燃烧，可生成 S 单质

B. 1 mol a 与足量 O_2 在一定条件下充分反应时生成 80 g b

C. 硫酸型酸雨样品在空气中放置时 d 转化为 c，样品的酸性增强

D. 若 e 为 Na_2SO_3，则 e 转化成 Na_2SO_4 的反应一定是氧化还原反应

9. [2024·四川成都蓉城名校联盟高一期中] 蔗糖和浓硫酸的反应被称为“黑面包实验”。某兴趣小组将该反应生成的气体 X 收集起来，设计如图所示装置验证其组成成分。下列说法正确的是 （ ）



A. 蔗糖和浓硫酸反应，蔗糖固体由白变黑，体现浓硫酸的吸水性

B. 物质 a 是碱石灰，用于检验生成的水

C. 装置乙用于除去 SO_2，SO_2 被还原

D. 装置丙中溶液不褪色，装置丁中溶液变浑浊，说明有 CO_2 生成

10. [2024·山东聊城高一期中] 通过海水晾晒可以得到粗盐，粗盐中除含有 NaCl 外，还含有 $MgCl_2$、$CaCl_2$、Na_2SO_4 以及泥沙等杂质，其除杂过程如下：

粗盐 $\xrightarrow{\text{溶解}}$ $\xrightarrow{\text{试剂①}}$ $\xrightarrow{\text{试剂②}}$ $\xrightarrow{\text{试剂③}}$ $\xrightarrow{\text{过滤}}$ 滤液 $\xrightarrow{\text{盐酸}}$ 氯化钠固体

下列有关说法不正确的是 （ ）

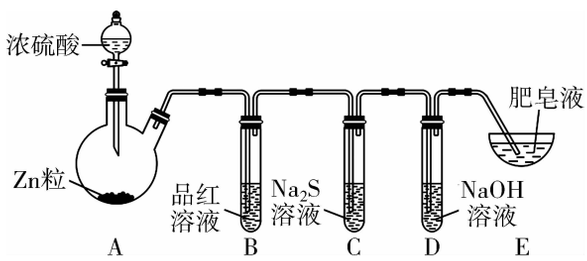
A. 该粗盐除杂过程不涉及氧化还原反应

B. 盐酸的作用是调节溶液 pH，使溶液呈中性或微酸性，可以用硫酸替代

C. 检验 SO_4^{2-} 是否除尽：取少量滤液，加稀盐酸酸化，再加 $BaCl_2$ 溶液

D. 该除杂过程分别在溶解、过滤、蒸发操作中 3 次用到玻璃棒

11. (16 分)[2025·北京海淀区高一期末] 用如图所示实验装置对足量的锌与浓硫酸在加热条件下反应产生的气体进行研究(夹持和加热装置已略去)。



(1)(4 分)某同学认为 A 中会有 SO_2 和 H_2 两种气体产生，理由是浓硫酸具有_____和酸性，发生如下反应：_____，

$Zn+H_2SO_4 \xlongequal{} ZnSO_4+H_2\uparrow$。

(2)实验证明了 SO_2 和 H_2 两种气体的产生。

①(4 分)B 中品红溶液褪色，证明有_____生成；C 中溶液_____(填现象)也证明有该气体生成。

②(2 分)证明有 H_2 生成的操作是_____

_____。

(3)(2 分)用离子方程式说明 D 的作用：_____

_____。

(4)该同学又设计实验测定 0.448 L(标准状况下)混合气体中 SO_2 的体积分数。将混合气体通入过量的试剂 F 中，反应完全后，向溶液中加入足量 $BaCl_2$ 溶液生成白色沉淀，过滤、洗涤、干燥后得到固体 a g。

①(2 分)F 可以是_____(填序号)。

a. 水　　b. KI 溶液　　c. 新制氯水

②(2 分)混合气体中 SO_2 的体积分数为_____(用含 a 的代数式表示)。

第二节　氮及其化合物

第 1 课时　氮气与氮的固定　一氧化氮和二氧化氮

（时间：30 分钟　总分：55 分）

（选择题每题 3 分，共 33 分）

基础对点练

◆ 知识点一　氮气和自然界中氮的循环

1. [2025·山东菏泽鄄城一中高一月考] 下列过程不属于氮的固定的是（　）

A. 雷雨天气中的 N_2 转化为氮氧化物

B. 豆科植物的根瘤菌把空气中的氮气转化为氨

C. 植物的根从土壤中吸收铵根离子和硝酸盐

D. 高温、高压、催化剂的条件下用 N_2 和 H_2 合成 NH_3

2. [2024·山西晋城高一期末] 下列关于自然界中氮循环的说法错误的是（　）

A. 氮肥的有效成分均为铵盐

B. 雷电作用固氮中氮元素被氧化

C. 人工固氮主要是通过控制条件将氮气转化为氮的化合物

D. 动物排泄物中的氮元素被细菌分解进入大气

3. [2025·北京清华附中高一期末] 下列说法中，不正确的是（　）

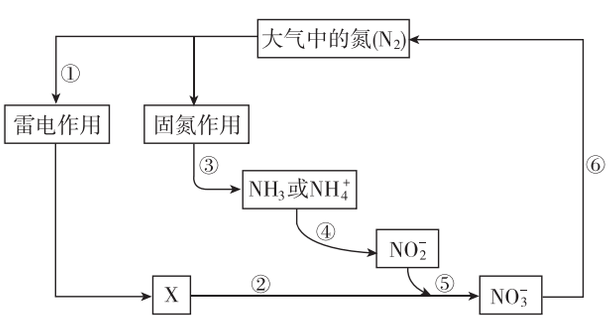
A. 工业合成氨属于人工固氮

B. 氮循环中，氮气只发生氧化反应

C. 二氧化氮分散在大气中会污染环境

D. 汽车尾气中的氮氧化物由氮气与氧气反应得到

4. 氮是动植物生长不可缺少的元素，含氮化合物也是重要的化工原料。自然界中存在如图所示氮元素的循环过程，下列说法不正确的是（　）



A. 过程①“雷电作用”中发生的反应是 $N_2+O_2 \xlongequal{放电} 2NO$

B. 过程③“固氮作用”中，氮气被还原

C. 过程⑤中涉及的反应可能有 $2NO_2^- + O_2 = 2NO_3^-$

D. 过程⑥中涉及的反应可能有 $2NO_3^- + 12H^+ = N_2\uparrow + 6H_2O$

◆ 知识点二　一氧化氮和二氧化氮

5. 下列气体中颜色为红棕色的是（　）

A. Cl_2　　B. NO_2　　C. NO　　D. NH_3

6. 一氧化氮是最简单的分子之一，尽管它的结构简单，但对机体健康至关重要，它能起到防止心血管系统的老化，促进血管扩张等作用。下列关于 NO 的叙述不正确的是（　）

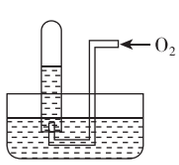
A. NO 不溶于水，是一种大气污染物

B. NO 是一种红棕色的有毒气体

C. NO 结合血红蛋白的能力比 CO 还强

D. NO 与氧气反应生成 NO_2，体现其还原性

7. 如图所示，试管中盛装的是红棕色气体，当倒扣在盛有水的水槽中时，试管内水面上升，但不能充满试管，当向试管内鼓入氧气后，可以观察到试管中水柱继续上升，经过多次重复后，试管被水充满，关于原来试管中盛装的气体叙述正确的是（　）



A. 肯定是 NO_2 气体

B. 肯定是 O_2 和 NO_2 的混合气体

C. 肯定是 NO 气体

D. 可能是 NO 和 NO_2 的混合气体

8. [2025·山东聊城一中高一月考] 现有 NO_2、O_2 的混合气体 22 mL，通入足量水中，充分反应后剩余气体 2 mL（同温同压下），则原混合气体中氧气的体积是（　）

①2 mL　②3.2 mL　③6 mL　④18.8 mL

A. ①②　　B. ②③　　C. ①④　　D. ③④

综合应用练

9. [2024·江苏常州高一调研] 利用石灰乳、尿素等吸收硝酸工业的尾气(含 NO、NO_2),石灰乳吸收时主要反应为 $NO+NO_2+Ca(OH)_2=Ca(NO_2)_2+H_2O$。下列关于氮氧化物的形成、吸收等说法正确的是 (　　)

A. 由上述反应可知,NO 和 NO_2 都是酸性氧化物

B. 用石灰乳吸收硝酸工业的尾气时,NO 是氧化剂,NO_2 是还原剂

C. 收集 NO_2 气体时采用排水法,可提高 NO_2 气体的纯度

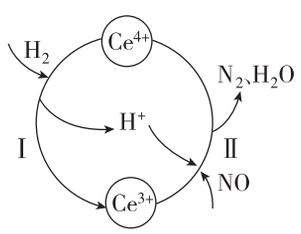
D. 用 $CO(NH_2)_2$ 可将 NO_2 转化为 N_2,是利用了 $CO(NH_2)_2$ 的还原性

10. 某无色混合气体中可能含有 N_2、O_2、SO_2、NO、NO_2,现将此混合气体通过品红溶液后,品红溶液褪色,把剩余气体排入空气中,很快变为红棕色。下列判断中不正确的是 (　　)

A. 肯定没有 NO_2　　B. 肯定有 SO_2

C. 可能有 N_2 和 O_2　　D. 肯定有 NO

11. [2025·江苏南通高一期末] Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 可用于将烟气中的大量氮氧化物 NO_x 转化为无害物质。将 NO 与 H_2 的混合气体通入 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 的混合溶液中,发生如图所示转化,下列说法正确的是 (　　)



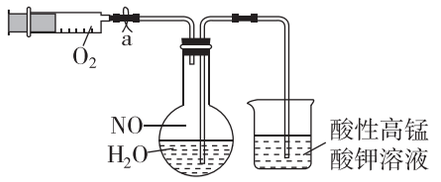
A. 反应前后溶液中 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 的总物质的量浓度始终不变

B. 参加反应Ⅰ的氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1∶2

C. 反应Ⅱ的离子方程式为 $4Ce^{3+}+2NO+2H_2O=4Ce^{4+}+N_2+4OH^-$

D. 反应过程中消耗的 H_2 与 NO 的物质的量相等

12. (12 分)[2024·重庆黔江中学高一月考] 为了有效实现 NO 和 NO_2 的相互转化,设计如图所示实验。按图组装好实验装置,并检查装置气密性,实验前用排水法收集大约半烧瓶的 NO 气体。



(1)(4 分)打开弹簧夹 a,推动注射器活塞,使氧气进入圆底烧瓶,观察到的现象是_____,产生此现象的原因是_____(用化学方程式表示)。

(2)(6 分)关上弹簧夹 a,轻轻摇动圆底烧瓶,观察到的现象为_____、_____,产生此现象的原因是_____(用化学方程式表示)。

(3)(2 分)烧杯中盛放的是酸性高锰酸钾溶液,能吸收尾气,已知 NO 能与 MnO_4^- 在酸性条件下反应生成 NO_3^- 和 Mn^{2+},写出该反应的离子方程式:_____。

13. (10 分)[2025·湖北华中师大一附中高一期末] 氮的氧化物和硫的氧化物是导致酸雨的主要物质。回答下列问题:

(1)(2 分)下列不属于氮的固定的是_____。

A. $N_2+O_2\xlongequal{放电}2NO$

B. $2NO+O_2=2NO_2$

C. $N_2+3H_2\underset{催化剂}{\overset{高温、高压}{\rightleftharpoons}}2NH_3$

D. $3Mg+N_2\xlongequal{点燃}Mg_3N_2$

(2)可用 NaOH 溶液吸收空气中的氮氧化物,主要反应为 $NO+NO_2+2OH^-=2NO_2^-+H_2O$;$2NO_2+2OH^-=NO_2^-+NO_3^-+H_2O$。

①(3 分)现有 V L 某 NaOH 溶液,能完全吸收 n mol NO_2 和 m mol NO 组成的大气污染物。所用烧碱溶液的物质的量浓度至少为_____ $mol\cdot L^{-1}$。

②(3 分)若所得溶液中 $c(NO_3^-)∶c(NO_2^-)=1∶9$,则原混合气体中 NO_2 和 NO 的物质的量之比 $n∶m=$_____。

(3)(2 分)氮氧化物也可以用尿素[$CO(NH_2)_2$]水溶液吸收。用尿素水溶液吸收体积比为 1∶1 的 NO 和 NO_2 混合气体,可将 N 元素转变为对环境无害的气体,该反应的化学方程式为_____。

第 2 课时　氨和铵盐

（时间：30 分钟　总分：50 分）

（选择题每题 3 分，共 33 分）

基础对点练

◆ 知识点一　氨的性质及实验室制法

1. 下列物质中，既含有氨分子，又含有铵根离子的是（　）

A. 氨　　B. 氨水

C. 硝酸铵晶体　　D. 液氨

2. ［2024·浙江诸暨中学高一期中］氨是工业制取硝酸的原料，制备硝酸时利用的氨的性质是（　）

A. 无色无味气体　　B. 极易溶于水

C. 具有还原性　　D. 氨气易液化

3. 下列反应中，说明氨有还原性和碱性的是（　）

A. $2NH_3+3CuO\xlongequal{\triangle}3Cu+N_2+3H_2O$

B. $8NH_3+3Cl_2=6NH_4Cl+N_2$

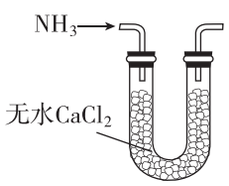
C. $4NH_3+6NO\xlongequal[\triangle]{\text{催化剂}}5N_2+6H_2O$

D. $NH_3+HCl=NH_4Cl$

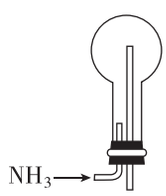
4. 下列实验装置能达到实验目的的是（　）



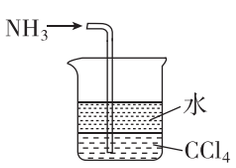
A. 制备 NH_3



B. 干燥 NH_3

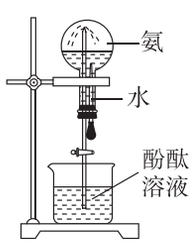


C. 收集 NH_3



D. 吸收 NH_3 尾气

5. ［2024·河北张家口高一期中］如图所示是探究有关 NH_3 性质的两个实验，下列说法正确的是（　）



实验一



实验二

A. 两个实验均说明了氨极易溶于水

B. 实验一能说明氨的水溶液呈碱性

C. 实验二中白烟的成分属于共价化合物

D. 实验二中将浓盐酸换成浓硫酸也能产生白烟

◆ 知识点二　铵盐　NH_4^+ 的检验

6. ［2025·黑龙江鹤岗高一期末］下列有关氨和铵盐的叙述正确的是（　）

A. NH_4Cl 中含有少量的 I_2，可通过加热的方法除去

B. NH_3 易液化，液化时要吸收周围大量热，液氨常用作制冷剂

C. 所有铵盐都易溶于水，铵盐中的氮元素均为 -3 价

D. 加热 NH_4HCO_3 固体，观察到固体逐渐减少，试管口有液滴产生，说明 NH_4HCO_3 具有热不稳定性

7. 下列关于铵盐的叙述不正确的是（　）

A. 加热盛有少量 NH_4HCO_3 固体的试管，并在试管口放置湿润的红色石蕊试纸，石蕊试纸变蓝

B. 可用 $Ba(OH)_2$ 溶液鉴别 $(NH_4)_2SO_4$ 和 $(NH_4)_2CO_3$

C. 可用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨

D. 实验室不能直接加热 NH_4Cl 或 NH_4NO_3 固体制取氨

8. 一种盐 X 与烧碱混合共热，可放出无色气体 Y，Y 经一系列氧化后再溶于水可得 Z 溶液，Y 和 Z 反应又生成 X，则 X 是（　）

A. $(NH_4)_2SO_4$　　B. NH_4NO_3

C. NH_4Cl　　D. NH_4HCO_3

9. 检验某晶体中是否含有 NH_4^+，下列方案正确的是（　）

A. 将此晶体放入试管中，加热，将湿润的红色石蕊试纸放到试管口

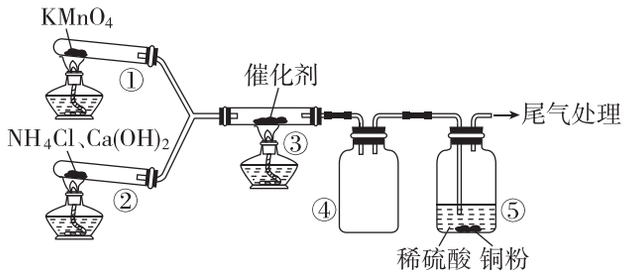
B. 取少量晶体加水溶解，用 pH 试纸检验溶液的酸碱性

C. 取少量晶体加入 NaOH 溶液中，加热，用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体

D. 取少量晶体放入试管中，加热，用蘸有浓盐酸的玻璃棒接近试管口

综合应用练

10. [2025·山东临朐一中高一开学考] 某小组探究 NH_3 的催化氧化，实验装置如图所示。③中气体颜色无明显变化，④中收集到红棕色气体，一段时间后，④中产生白烟，⑤中溶液变蓝。



下列分析中正确的是 （ ）

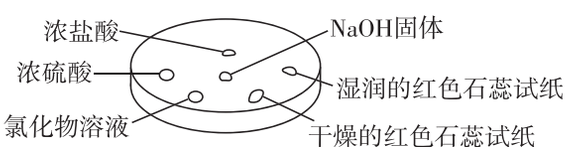
A. ②中只放 NH_4Cl 也能制备 NH_3

B. ③中的反应是 $4NH_3+7O_2 \xrightarrow[\triangle]{\text{催化剂}} 4NO_2+6H_2O$

C. ④中白烟的主要成分是 NH_4NO_3

D. ⑤中只发生一个氧化还原反应

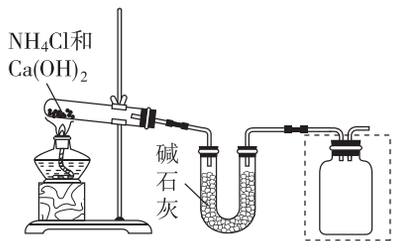
11. [2024·辽宁葫芦岛高一期中] 如图所示利用培养皿探究氨的性质。实验时向 NaOH 固体上滴几滴浓氨水，立即用另一表面皿扣在上面。下表中对实验现象的解释不正确的是 （ ）



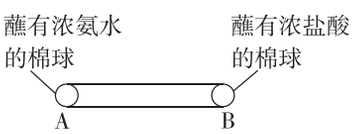
选项	实验现象	解释
A	浓盐酸附近产生白烟	NH_3 与挥发出来的 HCl 反应产生了 NH_4Cl 固体
B	浓硫酸附近无明显现象	NH_3 与浓硫酸不发生反应
C	氯化物溶液中有红褐色沉淀	该溶液是 $FeCl_3$ 溶液
D	干燥的红色石蕊试纸不变色，湿润的红色石蕊试纸变蓝	NH_3 是一种可溶性的碱性气体

12. (17分)[2025·黑龙江大庆铁人中学高一开学考] 氮是自然界中生物体生命活动不可缺少的元素，其化合物种类丰富。

Ⅰ. 氨是重要的化工原料，实验室可通过图甲装置制取。



甲



乙

已知：相同条件下，相对分子质量小的气体，运动速率较快。

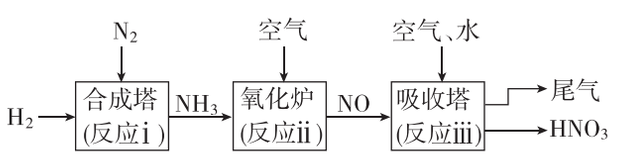
(1)(2分)写出实验室制取 NH_3 的化学方程式：_____。

(2)(3分)请将图甲方框中收集 NH_3 的装置补充完整。

(3)(3分)图乙中，玻璃管内可观察到的现象是_____（用不超过20字表述）。

(4)(3分)图乙反应的生成物溶于水得到溶液 A，取溶液 A 少许于试管中，_____，则证明溶液 A 中含有 NH_4^+。

Ⅱ. 氨的循环和转化对生产、生活有重要价值。某工厂制硝酸的流程如图所示。



(5)(2分)写出“氧化炉”中发生反应的化学方程式：_____。

(6)(2分)写出吸收塔中合成 HNO_3 的化学方程式：_____。

(7)(2分)汽车尾气中的氮氧化物常用氨还原法(加催化剂)去除。用 NH_3 还原汽车尾气中的 NO_2，只生成 N_2 和 H_2O，则该反应的化学方程式为_____。

第3课时　硝酸　酸雨及防治

（时间：30分钟　总分：50分）

（选择题每题3分，共33分）

基础对点练

◆ 知识点一　硝酸的性质

1. ［2025·浙江湖州吴兴高级中学高一月考］常温下不能用铁质容器盛放的是（　）

A. 液氯　　B. 浓硫酸

C. 浓硝酸　　D. 稀硝酸

2. ［2025·浙江平湖高级中学高一月考］硝酸是无色、易挥发、有刺激性气味的液体，具有强氧化性，浓硝酸见光易分解。下列有关硝酸的说法正确的是（　）

A. NO_2 与 H_2O 发生反应生成 HNO_3，NO_2 为酸性氧化物

B. 浓硝酸保存在棕色带橡胶塞的试剂瓶中

C. 用蘸有浓氨水的玻璃棒靠近浓硝酸有白烟产生

D. 硝酸可与活泼金属反应生成盐和氢气

3. 硝酸被称为“国防工业之母”，是因为它是制取炸药的重要原料。下列实验事实与硝酸的性质相对应的是（　）

A. 浓硝酸使紫色石蕊溶液先变红后褪色——不稳定性

B. 稀硝酸可以溶解金属铜——酸性和强氧化性

C. 浓硝酸要用棕色瓶盛装并避光保存——挥发性

D. 稀硝酸能使滴有酚酞的氢氧化钠溶液的红色褪去——强氧化性

4. ［2024·湖南卷］某学生按图示方法进行实验，观察到以下实验现象：

①铜丝表面缓慢放出气泡，锥形瓶内气体呈红棕色；

②铜丝表面气泡释放速度逐渐加快，气体颜色逐渐变深；

③一段时间后气体颜色逐渐变浅，至几乎无色；

④锥形瓶中液面下降，长颈漏斗中液面上升，最终铜丝与液面脱离接触，反应停止。



下列说法正确的是（　）

A. 开始阶段铜丝表面气泡释放速度缓慢，原因是铜丝在稀 HNO_3 中表面钝化

B. 锥形瓶内出现了红棕色气体，表明铜和稀 HNO_3 反应生成了 NO_2

C. 红棕色逐渐变浅的主要原因是 $3NO_2+H_2O=\!=\!=2HNO_3+NO$

D. 铜丝与液面脱离接触，反应停止，原因是硝酸消耗完全

5. ［2024·河南郑州四十七中高一期末］下述实验中均有红棕色气体产生，对比分析所得结论不正确的是（　）

灼热碎玻璃 浓HNO_3	红热木炭 浓HNO_3	红热木炭 浓HNO_3
①	②	③

A. 由①中的红棕色气体，推断产生的气体含有 NO_2

B. 红棕色气体不能表明②中木炭与浓硝酸发生了反应

C. 由③说明浓硝酸具有挥发性，生成的红棕色气体为还原产物

D. ③的气体产物中检测出 CO_2，由此说明木炭一定与浓硝酸发生了反应

6. 将 0.1 mol Cu 与 40 mL 10 mol·L^{-1} HNO_3 溶液充分反应后，溶液中含 a mol H^+。由此可知（　）

A. 生成气体的体积为 4.48 L（折算为标准状况）

B. 生成气体的体积为 1.49 L（折算为标准状况）

C. 被还原 HNO_3 的物质的量为（0.2−a）mol

D. 反应后溶液中所含 NO_3^- 的物质的量为 0.2 mol

◆ 知识点二　酸雨及防治

7. ［2024·浙江湖州中学高一检测］下列与氮氧化物无关的环境问题是（　）

A. 臭氧层空洞　　B. 白色污染

C. 光化学烟雾　　D. 酸雨

8. [2024·黑龙江大庆中学高一期中] 硫、氮的氧化物是主要的大气污染物，对大气的影响之一是导致酸雨，下列有关酸雨的说法不正确的是 （ ）

A. 二氧化硫、二氧化氮是形成酸雨的主要因素

B. 在酸雨形成过程中没有发生氧化还原反应

C. 煤和石油的燃烧、汽车尾气等是酸雨的主要成因

D. 酸雨的危害有破坏农作物，使土壤、湖泊酸化以及加速建筑物、桥梁的腐蚀等

9. 下列说法正确的是 （ ）

A. pH 小于 7 的雨水为酸雨

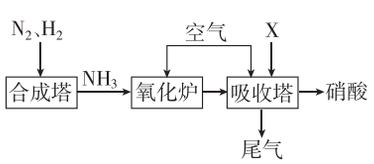
B. 减少 CO_2 的排放可有效遏制酸雨的形成

C. 燃煤中加入石灰石可减少 SO_2 和 CO_2 的排放

D. 机动车尾气中的氮氧化物是形成酸雨的原因之一

综合应用练

10. [2025·北京丰台区高一期末] 工业上制备硝酸的主要流程如图所示。下列说法不正确的是 （ ）



A. 氧化炉中发生的化学反应是 $4NH_3+5O_2 \xrightarrow[\triangle]{\text{催化剂}} 4NO+6H_2O$

B. 物质 X 是 H_2O

C. 上述流程中，理论上用 N_2 合成 1 mol HNO_3，至少需要 2.5 mol O_2

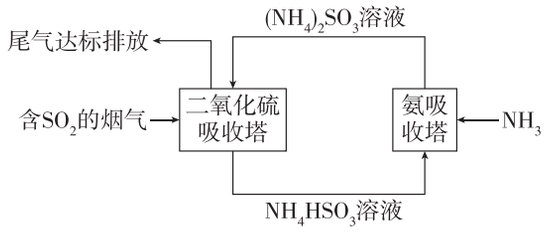
D. 吸收塔中为提高氮原子的利用率，可通入过量空气和循环利用尾气中 NO

11. [2025·浙江杭州二中高一期末] 一定量 Cu 和 Fe_2O_3 的混合物投入 200 mL 1 mol·L^{-1}的稀硝酸中，固体完全溶解后，生成标准状况下0.672 L NO（HNO_3 的还原产物仅此一种）。再向反应后的溶液中加入 2 mol·L^{-1}的 NaOH 溶液，要使铜元素与铁元素完全转化为 $Cu(OH)_2$、$Fe(OH)_2$ 或 $Fe(OH)_3$ 沉淀，所加入的 NaOH 溶液的体积最少是 （ ）

A. 75 mL　　B. 85 mL

C. 100 mL　　D. 120 mL

12. （6 分）某企业利用下列流程综合处理工厂排放的含有 SO_2 的烟气，以减少其对环境造成的污染。



试回答下列问题：

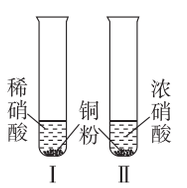
（1）（2 分）二氧化硫吸收塔中发生反应的离子方程式为_____。

（2）（2 分）氨吸收塔中发生反应的离子方程式为_____。

（3）（2 分）上述流程中，可以循环利用的物质为_____。

a. SO_2　　b. NH_4HSO_3　　c. $(NH_4)_2SO_3$

13. （11 分）[2025·安徽郎溪中学高一月考] 某学习小组探究稀硝酸、浓硝酸与铜的反应。

装置（尾气处理装置略）	现象
	Ⅰ中开始无明显现象，渐有小气泡生成，越来越剧烈，液面上方出现浅红棕色气体，溶液呈蓝色
	Ⅱ中反应剧烈，迅速生成大量红棕色气体，溶液呈绿色

（1）（2 分）试管Ⅰ中 Cu 与稀硝酸反应的化学方程式是_____。

（2）（3 分）Ⅱ中反应的速率比Ⅰ中的快，原因是_____。

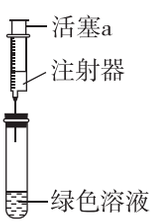
（3）针对Ⅱ中溶液呈绿色的原因，提出假设。

假设 1：Cu^{2+}的浓度较大所致；

假设 2：溶解了生成的 NO_2。

探究如下：取Ⅱ中绿色溶液，分为两等份。

①（3 分）取一份于如图所示装置中，_____（填操作和现象），证实Ⅱ中溶解了 NO_2。



②（3 分）向另一份溶液中加入_____（填化学试剂），溶液变为蓝色。

证实假设 1 不成立，假设 2 成立。

夯实训练（十一）　氮及其化合物的性质

（时间：30 分钟　总分：50 分）

（选择题每小题 3 分，共 36 分）

1. ［2025·浙江杭州学军中学高一期末］关于合成氨工艺，下列说法不正确的是（　）

A. 合成氨是一种重要的人工固氮方法

B. 该反应过程中氮元素被氧化

C. 合成的 NH_3 可以用于化肥工业

D. 反应采用高温、高压等苛刻条件，与 N_2 化学性质很稳定有关

2. 下列反应中，硝酸既表现氧化性，又表现酸性的是（　）

A. $H_2S+2HNO_3(浓)=\!=\!=S\downarrow+2NO_2\uparrow+2H_2O$

B. $Fe_2O_3+6HNO_3=\!=\!=2Fe(NO_3)_3+3H_2O$

C. $3FeO+10HNO_3=\!=\!=3Fe(NO_3)_3+NO\uparrow+5H_2O$

D. $4HNO_3(浓)\xlongequal{\triangle}4NO_2\uparrow+O_2\uparrow+2H_2O$

3. ［2025·江苏南通高一期末］下列化学反应表示正确的是（　）

A. 雷雨天气空气中的氮气和氧气反应：$N_2+2O_2\xlongequal{放电}2NO_2$

B. 用水吸收二氧化氮制硝酸：$2NO_2+H_2O=\!=\!=HNO_3+NO$

C. 用烧碱溶液吸收硝酸工业尾气：$NO+NO_2+2OH^-=\!=\!=2NO_2^-+H_2O$

D. 铜粉和稀硝酸反应：$4H^++2NO_3^-+Cu=\!=\!=Cu^{2+}+2NO_2\uparrow+2H_2O$

4. NH_3 在化学工业中既是重要产品，又是重要的原料。下列说法正确的是（　）

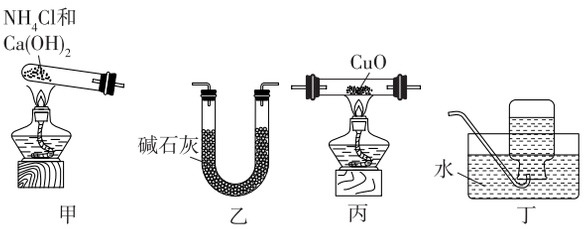
A. 侯氏制碱法的原理可表示为饱和食盐水 $\xrightarrow{先通\ CO_2}\xrightarrow{再通\ NH_3}\xrightarrow{过滤}NaHCO_3$

B. NH_3、CO_2 在一定条件下制备高效氮肥尿素，是氧化还原反应

C. 氨气在催化剂作用下与 O_2 反应制得 NO，NO 是还原产物

D. 氮气和氢气在一定条件下合成氨是人工固氮过程

5. ［2024·江苏无锡高一期末］实验室制备氨气并探究其还原性。下列实验装置（夹持仪器已略）或操作不能达到实验目的的是（　）



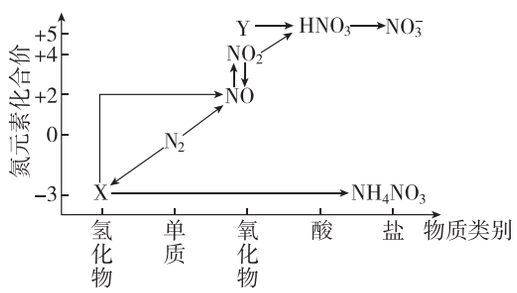
A. 用装置甲制取 NH_3

B. 用装置乙干燥 NH_3

C. 用装置丙探究 NH_3 还原性

D. 用装置丁收集未反应的 NH_3

6. ［2025·北京房山区高一期末］物质类别和元素价态是研究物质性质的两个重要角度。氮元素的“价—类”二维图如图所示。下列说法不正确的是（　）



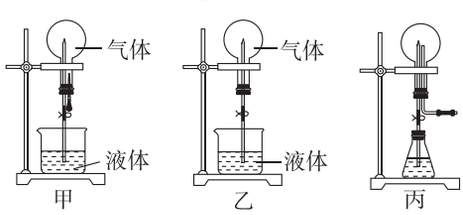
A. 从 $N_2\rightarrow X$ 的转化是人工固氮的重要方法

B. Y 的化学式为 N_2O_5

C. 从 $NO_2\rightarrow HNO_3$，必须加入氧化剂

D. 使用 HNO_3 和 X 制备硝酸铵氮肥时，氮元素的化合价没有发生变化

7. ［2024·浙江浙南名校高一联考］下列关于喷泉实验的说法错误的是（　）



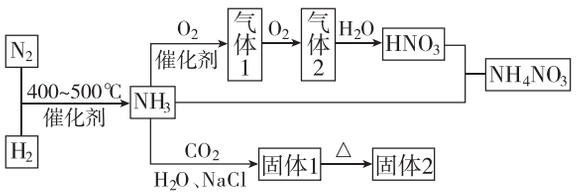
A. 甲、乙和丙三个装置必须要用极易溶于水的气体才能完成喷泉实验

B. 甲装置烧瓶中装满纯净干燥的氨气，打开止水夹，挤压胶头滴管，使水进入烧瓶，可引发喷泉

C. 乙装置中的液体为 NaOH 溶液时，气体可以是 CO_2、SO_2、Cl_2、NO_2 等

D. 丙装置的原理是锥形瓶中产生不溶于水的气体，气压增大，液体迅速流入烧瓶，形成喷泉

8. [2025·浙江杭州源清中学高一期末] 合成氨及其衍生物工业是化工生产的重要门类，请结合图示判断下列说法正确的是 （ ）



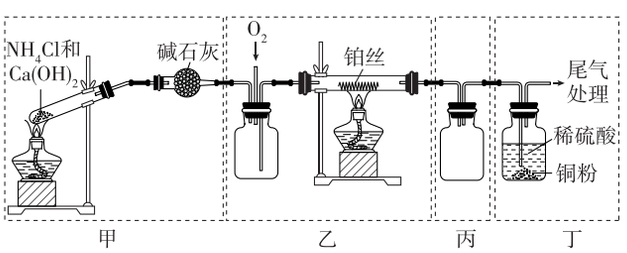
A. 湿润的淀粉-KI试纸可以鉴别气体2和溴蒸气

B. 饱和NaCl溶液中先通入过量CO_2再通入过量NH_3可以得到固体1

C. 1 L气体1、2的混合气与1 L NH_3在一定条件下转化为对环境无害的物质，混合气中二者的体积比为1∶1

D. 气体2能与水反应生成HNO_3，故气体2是酸性氧化物

9. [2024·江苏徐州高一期末] 下列关于含氮化合物的制备、性质等实验原理及装置、现象正确的是 （ ）



A. 装置甲可用于制备并干燥NH_3

B. 装置乙用于制备NO_2气体

C. 装置丙仅起到安全瓶作用

D. 反应一段时间后装置丁中溶液变蓝色

10. [2024·江苏锡山高级中学高一期中] SO_2通入足量的$Fe(NO_3)_3$稀溶液中，溶液由棕黄色变为浅绿色，但立即又变成棕黄色，这时若滴入$BaCl_2$溶液，会产生白色沉淀。针对上述一系列变化，下列说法不正确的是 （ ）

A. 上述过程中，最终被还原的是NO_3^-

B. 从上述反应可以得出结论，氧化性：HNO_3＞Fe^{3+}＞稀硫酸

C. 上述过程中，会产生一种无色难溶于水的气体

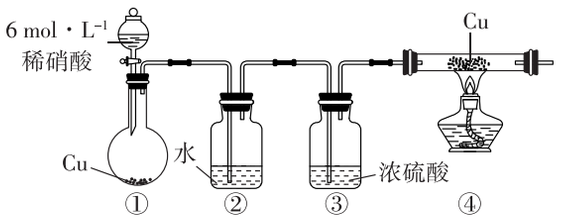
D. 假设SO_2完全反应，同温同压下，SO_2和逸出气体的体积比为1∶1

11. [2025·河北保定唐县一中高一月考] 6.4 g Cu在某浓硝酸中完全溶解，反应产生NO_2和NO混合气体2.24 L(折算为标准状况)，则混合气体中NO_2和NO的体积比为 （ ）

A. 1∶1　　B. 1∶2

C. 1∶3　　D. 2∶1

12. [2024·浙江金华一中高一期中] 利用如图所示实验装置(夹持仪器略)，探究NO与Cu能否发生氧化还原反应。下列说法错误的是 （ ）



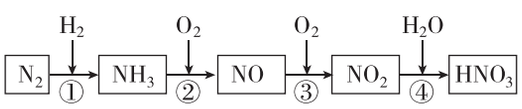
A. ②中的水可除去NO_2和硝酸蒸气

B. 当④中红棕色气体消失时，再点燃酒精灯

C. 因反应生成N_2，故无需尾气处理

D. ④中红色固体变黑说明NO能氧化Cu

13. (14分)已知氮元素及其化合物的转化关系如图所示，回答下列问题。



(1)(2分)①～④各步转化中，属于氮的固定的是_____(填序号)。

(2)(6分)氨水中含有_____、_____、_____三种分子，以及含有_____、_____、_____三种离子。

(3)(2分)检验NH_4^+的实验所依据的原理是_____。

①铵根离子与OH^-发生反应产生氨气

②氨气极易溶于水

③$NH_3\cdot H_2O$电离产生NH_4^+和OH^-

④石蕊在碱性环境中变为蓝色

A. ②④　　B. ①③④

C. ①②④　　D. ①②③④

(4)(2分)除去下列物质中含有的少量杂质(括号中的物质)的方法中错误的是_____。

A. H_2(HCl)：通过水洗涤

B. NO_2(NO)：通入过量氧气

C. NO(NH_3)：通过水洗涤

D. NaCl(I_2)：加热

(5)(2分)为让氨气尽可能地转化为硝酸，通入氧气与氨气物质的量之比理论最佳为_____。