



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品学练考

AI智慧
教辅

主编
肖德好

练习册

高中化学2

北京
专版

必修第二册 RJ



本书为AI智慧教辅

“讲题智能体”支持学生聊着学，扫码后哪题不会选哪题；随时随地想聊就聊，想问就问。



天津出版传媒集团
天津人民出版社

01

导学案精心设计课前自主预习、实验活动探究、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。

第1课时 硫和二氧化硫

新课探究

知识导学 素养初识

◆ 学习任务一 硫的性质

【新知自主预习】

1. 硫元素的“位—构—性”

(位) 位于元素周期表的第____周期、第____族
 (构) 有3个电子层，原子最外层有____个电子
 (性) 在化学反应中易得到____个电子，形成-2价硫的化合物；比氧原子多一个电子层，得电子能力相对____，失电子能力则相对____

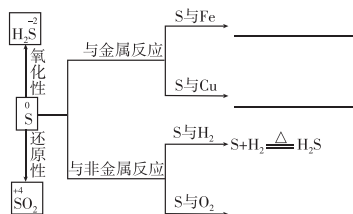
2. 单质硫的性质

(1) 硫的物理性质

色、态	硬度	溶解性	熔点、沸点	密度
____晶体，俗称____	质脆，易研成粉末	难溶于水，____溶于酒精，____溶于二硫化碳	113 ℃ (熔)、445 ℃ (沸)	2.06 g · cm ⁻³

(2) 硫的化学性质

硫单质中 S 元素显 0 价，处于中间价态，故硫单质既具有____又具有____，写出下列反应的化学方程式。



【注意】硫在空气中燃烧，产生微弱的淡蓝色火焰，在氧气中燃烧，产生明亮的蓝紫色火焰。

【实验活动探究】

某校化学兴趣小组通过实验探究硫的化学性质。

02

重要知识点设置拓展微课，提升认知深度与广度，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。



拓展微课6 硫、氮及其化合物为主体的实验“微设计”

◆ 角度一 常见气体的制备、检验及除杂

【必备知识】

1. 常见的气体制备装置

要依据制备气体所需的反应物状态和反应条件，选择制备气体的发生装置。

发生装置	装置特点	制备气体
	固体+固体 $\xrightarrow{\Delta}$ 气体	O ₂ (KMnO ₄)、NH ₃ [NH ₄ Cl+Ca(OH) ₂]

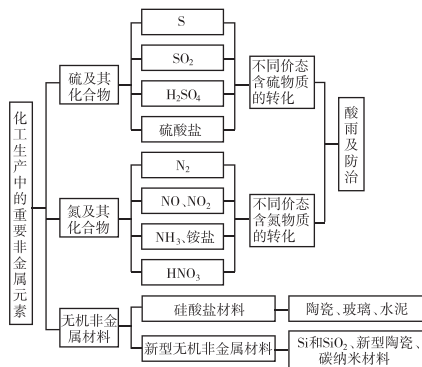
2. 常见气体的除杂方法

气体(括号内为杂质)	除杂试剂	化学方程式或原理
H ₂ (NH ₃)	浓硫酸	NH ₃ +H ₂ SO ₄ ====NH ₄ HSO ₄
Cl ₂ (HCl)	饱和 NaCl 溶液	HCl 极易溶于水，Cl ₂ 在饱和 NaCl 溶液中的溶解度较小
CO ₂ (HCl)	饱和 NaHCO ₃ 溶液	HCl+NaHCO ₃ ====NaCl+H ₂ O+CO ₂

本章素养提升

知识网络

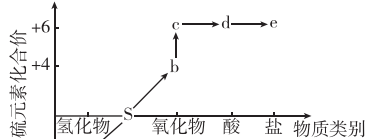
一、本章知识体系



素养提升

◆ 探究点一 硫及其化合物的性质及转化

例1 硫及其化合物的“价—类”二维图体现了化学变化之美。下列有关说法正确的是 ()



- 硫单质在氧气中燃烧可直接生成 c
- b 能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色，体现其漂白性
- 可存在 a→d 的转化关系
- Al 与 d 的浓溶液不反应，可用铝制容器盛装 d 的浓溶液

第一节 硫及其化合物

第1课时 硫和二氧化硫

基础对点练

◆ 知识点一 硫和二氧化硫的性质

- 下列说法不正确的是 ()
 - 由于地壳的岩层里含硫及其化合物，因此火山喷出物中含有 H_2S 、 SO_2 等硫的化合物
 - 化石燃料直接燃烧会产生对大气有严重污染的 SO_2 气体
 - 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
 - 硫是一种黄色晶体，难溶于水，微溶于酒精
- [2025·北京育才学校高一月考] 下列物质中的硫元素不能表现出氧化性的是 ()
 - Na_2S
 - S
 - SO_2
 - H_2SO_4

- [2024·首都师大附中高一期末] 已知 1 体积水可溶解 40 体积 SO_2 气体，实验装置如图所示。下列说法正确的是 ()



- 试管内液面上升能说明 SO_2 与水发生反应
- 一段时间后，液面高度无明显变化，说明 SO_2 在水中已达到饱和
- 向溶液中滴入紫色石蕊溶液，溶液变为红色，与下列反应有关： $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ ； $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ； $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
- 将溶液在空气中放置一段时间后，pH 下降，说明 SO_2 易挥发

夯实训练 (十) 硫及其化合物的性质

- 判断正误：对的打“√”，错的打“×”。

- SO_2 分别与 H_2O 和 H_2S 反应，反应的类型相同 ()
- 浓 H_2SO_4 分别与 Cu 和 C 反应，生成的酸性气体相同 ()
- 向硫化钠溶液中通入足量二氧化硫： $\text{S}^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$ ()
- 接触法制硫酸时，煅烧黄铁矿以得到三氧化硫 ()

- 将 SO_2 和 SO_3 两种气体的混合物通入 BaCl_2 溶液，其结果是 ()
 - 两种气体都被吸收，有 BaSO_4 沉淀生成
 - 只有 BaSO_4 沉淀， SO_2 从溶液中逸出
 - 生成 BaSO_3 和 BaSO_4 两种沉淀
 - 只生成 BaSO_3 沉淀， SO_3 从溶液中逸出
- 硫酸是一种具有强腐蚀性的强矿物酸，浓硫酸是指质量分数大于等于 70% 的硫酸溶液，下列关于硫酸的说法中正确的是 ()

单元测评卷优选好题，精准诊断学情，辅助教学策略调整，实现“以测促教”高效反馈。

单元素养测评卷 (五)

第五卷 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。

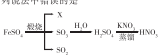
第 I 卷 (选择题 共 56 分)

一、选择题 (本大题共 14 小题，每小题 4 分，共 56 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的)

- 下列物质中，不属于新型无机非金属材料的是 ()
 - 水泥
 - 氮化硅
 - 光导纤维
 - 富勒烯
- [2025·北京六十六中高一月考] 对于下列事实的解释正确的是 ()
 - 在蔗糖中加入浓硫酸后出现发黑现象，说明浓硫酸具有吸水性
 - 浓硝酸在光照下颜色变黄，说明浓硝酸具有挥发性
 - 常温下，浓硝酸可以用铝罐贮存，说明铝与浓硝酸不反应
 - 氨可以完成喷泉实验，说明氨极易溶于水
- 关于反应 $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，下列说法不正确的是 ()
 - C 发生了氧化反应
 - 反应中 N 元素被还原
 - 浓硝酸体现了酸性和氧化性
 - 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 1:4
- [2024·北师大学实验中学高一] 室温下，将充满气体的试管倒立在水中 (如图示意)，下列实验现象描述不正确的是 ()

实验装置	选项	气体	实验现象
	A	Cl_2	试管中液面上升，取试管中溶液滴加紫色石蕊溶液，溶液先变红后褪色
	B	SO_2	试管中液面上升，取试管中溶液滴加紫色石蕊溶液，溶液先变红后褪色
	C	NO_2	试管中液面逐渐上升，停止后，向试管中再缓慢通入一定量的 O_2 ，试管中的液面会继续上升
	D	NO	试管中液面无明显上升，取出试管正立，试管口有红棕色气体出现

- 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 ()



- SO_2 、 SO_3 均为酸性氧化物
- 浓 H_2SO_4 体现了浓硫酸的强氧化性
- FeSO_4 分解的产物 X 为 Fe_2O_3
- 制备过程中使用的铁锅易损坏

- [2024·常州大学附中高一期末] 过量 SO_2 与下列溶液反应，总反应方程式不正确的是 ()

选项	溶液	现象	化学方程式
A	Na_2S	产生淡黄色沉淀	$3\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{Na}_2\text{SO}_3$
B	FeCl_3	溶液由棕黄色变为浅绿色	$2\text{FeCl}_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
C	CuCl_2	溶液褪色，产生白色沉淀	$\text{SO}_2 + 2\text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CuCl} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
D	澄清石灰水	最终得到澄清溶液	$2\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$

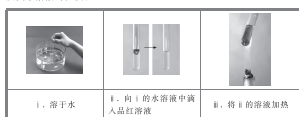
- 下列实验操作及现象与实验结论相符的一组是 ()

选项	实验操作及现象	实验结论
A	向某溶液中加入稀盐酸，产生大量气体	该溶液中一定含有 CO_3^{2-}
B	向某溶液中加入 AgNO_3 溶液，产生白色沉淀	该溶液中一定含有 Cl^-
C	向某溶液中加入 BaCl_2 溶液，产生白色沉淀，再加入盐酸，沉淀不消失	该溶液中一定含有 SO_4^{2-}
D	向某溶液中加入浓 NaOH 溶液并加热，产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体	该溶液中一定含有 NH_4^+

- 鉴别下列各组物质时，若选用括号内的物质不能区分的一组是 ()

- NaCl 、 NaOH 、 NH_4NO_3 三种溶液 (水)
- NaOH 、 NaCl 、 Na_2SO_4 三种溶液 (酚酞溶液)
- 铁粉、炭粉、氧化铜粉末 (稀盐酸)
- K_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 BaCl_2 三种溶液 (稀硫酸)

- [2024·北京五十五中高一调研] 某小组同学用如图所示实验探究 SO_2 及其水溶液的性质。



- 下列说法正确的是 ()

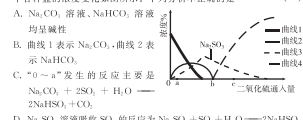
- I 的溶液呈酸性，是由于 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
- II 中品红褪色，不足以证明其具有漂白性的是 SO_2

- II 中溶液恢复红色，一定是 H_2SO_3 分解造成的
- 上述实验涉及 SO_2 的溶解性、酸性氧化物通性及还原性
- 高纯度的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：
 $\text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{焦炭}} \text{Si}(\text{粗}) \xrightarrow{\text{HCl}} \text{SiHCl}_3 \xrightarrow{\text{过量H}_2} \text{Si}(\text{纯})$

- 下列说法正确的是 ()

- 步骤①的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO} \uparrow$
- 步骤②和步骤③的反应均为可逆反应
- 高纯度的硅是制造光导纤维的基本原料
- SiHCl_3 (沸点 33.0°C) 中含有少量的 SiCl_4 (沸点 57.6°C)，通过蒸馏可提纯 SiHCl_3

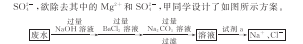
- [2024·重庆大学附中高一期末] Na_2CO_3 溶液吸收烟气中的 SO_2 ，溶液中各物质的浓度变化如图所示，下列分析不正确的是 ()



- 下列说法中，不正确的是 ()

- A 过程 I 中，生成物只有 Na_2SO_3
- B 过程 II 中，硫元素的化合价发生改变
- C 过程 III 中， NaOH 可以循环利用
- D 过程 IV 中， SO_2 的目的是防止污染空气

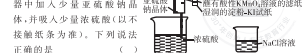
- [2024·北京五十五中高一调研] 某废水中存在大量的 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ，欲除去其中的 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} ，甲同学设计了如图所示方案。



- 乙同学对此方案进行评价，下列评价中，不正确的是 ()

- 过量 NaOH 的作用是除去 Mg^{2+}
- 过量 BaCl_2 的作用是除去 SO_4^{2-}
- 试剂 a 为盐酸，其作用是除去过量的 CO_3^{2-}
- 交换 NaOH 和 BaCl_2 的加入顺序，可达到相同目的

- [2025·北京五十五中高一调研] 某同学在如图所示注射器中加入少量亚硫酸钠晶体，并加入少量浓硫酸 (以不接触纸条为准)，下列说法正确的是 ()



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(十) 硫及其化合物的性质	008
第二节 氮及其化合物	010
第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮	010
第 2 课时 氨和铵盐	012
第 3 课时 硝酸 酸雨及防治	015
夯实训(十一) 氮及其化合物的性质	017
第三节 无机非金属材料	020

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	022
第 1 课时 化学反应与热能	022
第 2 课时 化学反应与电能	024
夯实训(十二) 原电池原理分析及应用	026
第二节 化学反应的速率与限度	028
第 1 课时 化学反应的速率	028
第 2 课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制	030
夯实训(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	036
第 1 课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构	036
第 2 课时 烷烃的性质	038

第二节 乙烯与有机高分子材料	040
第 1 课时 乙烯	040
第 2 课时 烃 有机高分子材料	043
夯实训练(十四) 烃的结构与性质	045
第三节 乙醇与乙酸	047
第 1 课时 乙醇	047
第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类	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(十五) 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(十六) 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

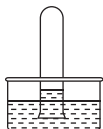
第一节 硫及其化合物

第1课时 硫和二氧化硫

基础对点练

◆ 知识点一 硫和二氧化硫的性质

1. 下列说法不正确的是 ()
- A. 由于地壳的岩层里含硫及其化合物,因此火山喷出物中含有 H_2S 、 SO_2 等硫的化合物
- B. 化石燃料直接燃烧会产生对大气有严重污染的 SO_2 气体
- C. 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
- D. 硫是一种黄色晶体,难溶于水,微溶于酒精
2. [2025·北京育才学校高一月考] 下列物质中的硫元素不能表现出氧化性的是 ()
- A. Na_2S B. S
- C. SO_2 D. H_2SO_4
3. [2024·丰台高一期中] SO_2 是一种酸性氧化物。下列物质中不能与其发生反应的是 ()
- A. H_2SO_4 B. CaO
- C. H_2O D. NaOH
4. [2024·首师大附中高一期末] 已知 1 体积水可溶解 40 体积 SO_2 气体,实验装置如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 试管内液面上升能说明 SO_2 与水发生反应
- B. 一段时间后,液面高度无明显变化,说明 SO_2 在水中已达到饱和
- C. 向溶液中滴入紫色石蕊溶液,溶液变为红色,与下列反应有关: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$;
 $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$; $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

- D. 将溶液在空气中放置一段时间后,pH下降,说明 SO_2 易挥发
5. [2024·北京三中高一期中] 下列关于二氧化硫的说法正确的是 ()
- A. SO_2 能使溴水褪色,说明 SO_2 具有还原性
- B. SO_2 能使品红溶液褪色,说明 SO_2 具有氧化性
- C. SO_2 溶于水后溶液能导电,说明 SO_2 是电解质
- D. SO_2 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,说明 SO_2 具有漂白性
6. [2024·北京日坛中学高一月考] 探究 SO_2 使品红褪色的反应,实验装置(尾气处理装置略)及现象如图所示:

①	②	③	④
不褪色	迅速褪色	较快褪色	较长时间未完全褪色

已知: H_2SO_3 水溶液中存在 HSO_3^- 、 SO_3^{2-} 。

- 下列分析或推测不正确的是 ()
- A. 由①推测, SO_2 使品红褪色的反应需要水参与
- B. 推测 SO_2 使品红水溶液褪色与 H_2SO_3 、 HSO_3^- 或 SO_3^{2-} 有关
- C. 对比②④,分析②中溶液迅速褪色是因为含有大量 SO_3^{2-}
- D. 向③中加入少量 pH=10 的 NaOH 溶液,推测褪色速率将减慢

◆ 知识点二 二氧化硫的检验、鉴别与除杂

7. [2022·北京五中高一期中] 下列实验中能证明有 SO_2 存在的是 ()

- ①使澄清石灰水变浑浊 ②使湿润的蓝色石蕊试纸变红 ③使品红褪色 ④通入足量的 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,且滴加 BaCl_2 溶液有白色沉淀产生

- A. 都能证明 B. 都不能证明
C. ③④⑤能证明 D. 只有⑤能证明

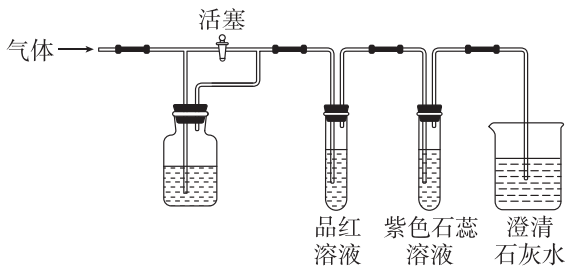
8. 下列溶液中能用于区分 SO_2 和 CO_2 气体的是 ()

- ①澄清石灰水 ②氢硫酸
③氯水 ④酸性高锰酸钾溶液
⑤氯化钡溶液 ⑥品红溶液
A. ①⑤ B. ③④⑤
C. ②③④⑥ D. ②③④⑤

9. 欲除去 CO_2 气体中少量的 SO_2 ,应使气体通过 ()

- A. 饱和 NaHCO_3 溶液 B. 饱和 NaOH 溶液
C. 饱和 NaHS 溶液 D. 饱和 Na_2CO_3 溶液

10. 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,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 ()

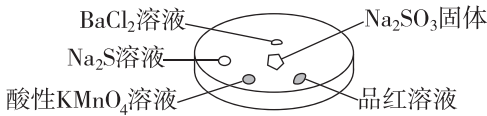


- A. Cl_2 和饱和氯化钠溶液
B. SO_2 和 NaHCO_3 溶液
C. Cl_2 和 NaHSO_3 溶液
D. CO_2 和浓 H_2SO_4

综合应用练

11. [2024·北师大实验中学高一期中] 如图所示利用培养皿探究 SO_2 的性质。实验时向 Na_2SO_3 固体上滴几滴浓硫酸,立即用另一表面皿

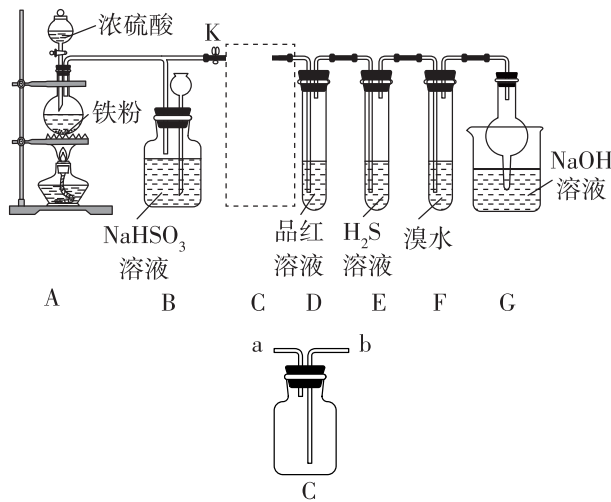
扣在上面。



下表中对实验现象的描述或解释不正确的是 ()

选项	实验现象	解释
A	BaCl_2 溶液变浑浊	SO_2 与 BaCl_2 溶液反应产生了 BaSO_3 沉淀
B	Na_2S 溶液变浑浊	SO_2 与 Na_2S 溶液反应产生了 S 单质
C	酸性 KMnO_4 溶液褪色	SO_2 具有还原性
D	品红溶液褪色	SO_2 具有漂白性

12. 某化学兴趣小组利用铁与浓硫酸的反应制取 SO_2 ,并探究 SO_2 的性质,装置如图所示(某些夹持仪器略)。实验开始时打开 K,结束后关闭 K。请回答下列问题:



- (1)C 装置用于收集 SO_2 ,气体应从_____ (填“a”或“b”)导管口进入。
(2)一段时间后,D 装置中溶液褪色,体现了 SO_2 的_____性,取 D 装置中溶液在酒精灯上加热,可以观察到的现象为_____。
(3)E 装置中发生的反应为氧化还原反应, SO_2 作_____剂,氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。
(4)F 装置中发生反应的离子方程式为_____。
(5)G 装置中球形干燥管的作用为_____,
 NaOH 溶液的作用为_____。

第2课时 硫酸 硫酸根离子的检验

基础对点练

◆ 知识点一 硫酸

1. [2024·丰台高一期末] 下列有关浓硫酸的说法不正确的是 ()

- A. 具有脱水性 B. 加热时能与碳反应
C. 能用于干燥氨 D. 加热时能与铜反应

2. 区分浓硫酸和稀硫酸,既简单又可靠的方法是 ()

- A. 与铜片反应
B. 分别称量相同体积两种酸的质量
C. 用玻璃棒各蘸少许涂在纸上
D. 加入锌片看是否有气体生成

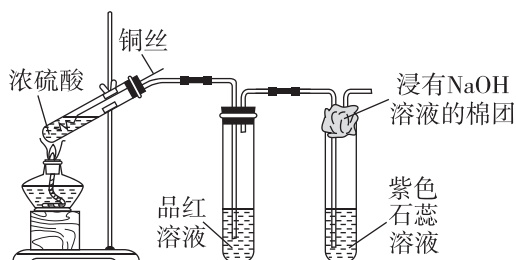
3. [2024·北京师大附中高一期中] 下列事实与浓硫酸表现出的性质(括号中)对应关系正确的是 ()

- 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)

4. [2023·北京五十五中高一期中] 某同学设想用表中所给装置来验证浓硫酸的某些性质,其中不能达到实验目的的是 ()

选项	A	B	C	D
实验目的	吸水性	脱水性	稀释放热	强氧化性
实验装置				

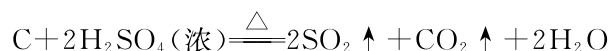
5. [2025·清华附中高一期末] 浓硫酸与铜反应的装置如图所示,下列说法不正确的是 ()



- A. 可通过拉动铜丝控制反应的发生与停止
B. 浸有 NaOH 溶液棉团的作用: $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
C. 品红溶液褪色和紫色石蕊溶液变红均可证明反应发生
D. 若将品红溶液和紫色石蕊溶液调换位置,紫色石蕊溶液变红仍可以证明生成 SO_2

6. 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. 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

◆ 知识点二 SO_4^{2-} 的检验

7. 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

8. 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-}

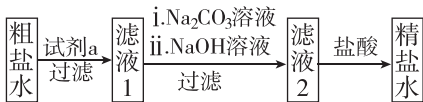
(续表)

选项	①	②	预测②中现象	实验结论
D	浓硫酸	蔗糖	固体由白色变为黑色海绵状,并有刺激性气味气体放出	浓硫酸具有脱水性、强氧化性

9. [2025·北京育才学校高一月考] 为了除去粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} , 可将粗盐溶于水, 然后进行下列操作: ①过滤; ②加过量 NaOH 溶液; ③加适量稀盐酸; ④加过量 Na_2CO_3 溶液; ⑤加过量 BaCl_2 溶液。其中操作顺序正确的是 ()

- A. ①④②⑤③ B. ②④⑤①③
C. ⑤④②③① D. ⑤②④①③

10. [2025·北京六十六中高一月考] 为除去粗盐水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} , 某小组同学设计了如图所示流程。

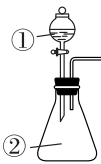


下列说法不正确的是 ()

- A. 试剂 a 可选用 BaCl_2 溶液
B. NaOH 溶液的作用是除去 Mg^{2+}
C. Na_2CO_3 溶液和 NaOH 溶液的加入顺序可以互换
D. 在第二次过滤前加入盐酸, 同样可以达到目的

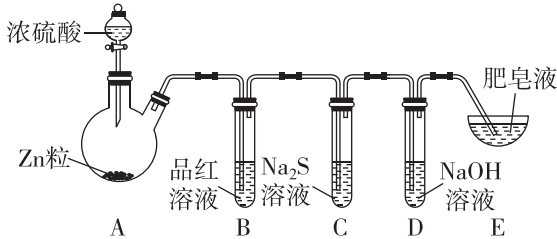
综合应用练

11. 用如图所示装置进行下列实验, 将①中溶液滴入②中, 预测的现象与实验结论相符的是 ()



选项	①	②	预测②中现象	实验结论
A	浓硫酸	浓盐酸	产生大量气体	硫酸的酸性比盐酸强
B	浓硫酸	铜片	铜片溶解, 产生气泡, 底部产生灰白色粉末	浓硫酸表现酸性和强氧化性
C	浓硫酸	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	固体由蓝色变为白色	浓硫酸具有吸水性, 发生物理变化

12. [2024·海淀高一期末] 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) 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, 发生反应: _____, $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 实验证明了 SO_2 和 H_2 两种气体的产生。

① 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 证明有 H_2 生成的操作是 _____。

(3) 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 F 可以是 _____ (填序号)。

a. 水 b. KI 溶液 c. 新制氯水

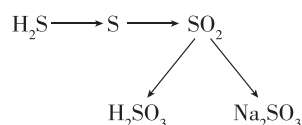
② 混合气体中 SO_2 的体积分数为 _____ (用含 a 的代数式表示)。

第3课时 不同价态含硫物质的转化

基础对点练

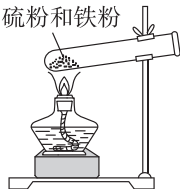
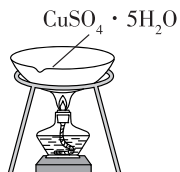
◆ 知识点一 不同价态含硫物质的转化

1. 如图所示是不同含硫物质之间的转化关系,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. 下列关于不同价态含硫物质的转化实验中,硫元素的化合价变化叙述合理的是 ()

选项	实验	化合价变化
A		0 价 → +2 价
B		0 价 → +6 价
C		+4 价 → +6 价
D		+6 价 → +4 价

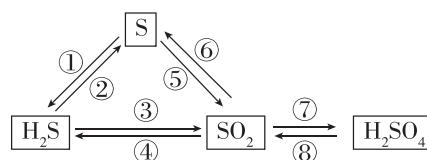
3. 硫在空气中燃烧生成气体 A,把 A 溶于水得 B 的溶液,向 B 的溶液中滴加溴水,溴水褪色,B 变成 C,在 C 溶液中加入 Na_2S 产生气体 D,把 D 通入 B 的溶液中得到浅黄色沉淀 E。A、B、C、D、E 都含同一种元素。按 A、B、C、D、E 顺序排列的物质是 ()

A. SO_2 、 H_2SO_4 、 H_2SO_3 、 H_2S 、S
B. SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 、 H_2S 、S

C. SO_2 、 H_2SO_3 、 H_2SO_4 、 SO_3 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

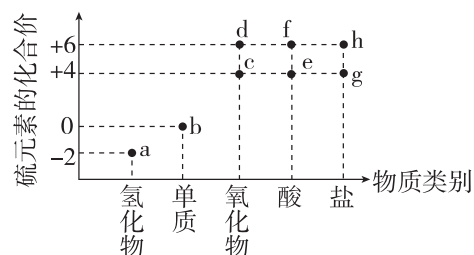
D. SO_3 、 H_2SO_4 、 H_2SO_3 、 SO_2 、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

4. 硫元素及其化合物之间存在如图所示的相互转化,下列说法正确的是 ()



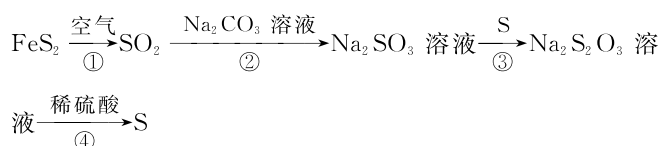
A. 反应③可以在氧气不足的情况下实现
B. 反应⑥可以加入酸性高锰酸钾溶液实现
C. 反应⑦只与水发生化合反应可实现
D. 反应⑧可以通过复分解反应实现

5. 物质的类别和元素的化合价是研究物质性质的两个重要维度。如图所示为硫及其部分化合物的“价—类”二维图。下列说法正确的是 ()



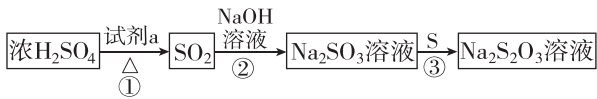
A. a 在氧气中燃烧可以生成 b,在过量的氧气中燃烧也可以生成 d
B. 常温下,Cu 和 f 的浓溶液反应可制备气体 c
C. a、c、e 溶液均可使酸性高锰酸钾溶液褪色,说明它们均具有漂白性
D. 一定条件下,b 和 f 的浓溶液反应可生成 c

6. 硫元素的几种化合物在一定条件下可发生下列转化。下列说法错误的是 ()



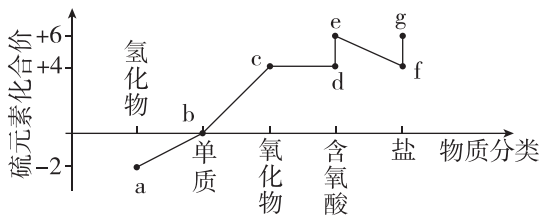
A. 反应①高温煅烧时,另外一种产物为 Fe_2O_3
B. 反应②可以说明 S 元素的非金属性强于 C 元素
C. 反应③实验后附着在试管壁上的硫可以用 CS_2 清洗
D. 反应④中当生成 1 mol 硫时,转移 2 mol 电子

7. [2024·北京五中高一期中] 几种含硫物质的转化如图所示(部分反应条件略去), 下列判断不正确的是 ()



- A. ①中, 试剂 a 可以是 Cu
- B. ②中, 需要确保 NaOH 溶液足量
- C. ③中, 生成 1 mol $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时, 转移 4 mol 电子
- D. ③中, 将 S 换为 Cl_2 , 氧化产物为 Na_2SO_4

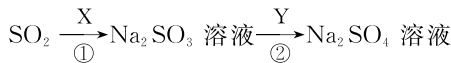
8. [2025·北京六十六中高一月考] “价—类”二维图是学习元素化合物的重要工具, 部分含硫物质的分类与相应硫元素的化合价关系如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 可以用 CS_2 来洗涤试管内壁附着的 b 物质
- B. a 与 g 之间发生反应的化学方程式是 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 还原产物为 S
- C. 从化合价角度看, 盐 f 既具有氧化性又具有还原性
- D. 可用稀盐酸和 BaCl_2 溶液检验 g 中的阴离子

◆ 知识点二 含硫物质间转化的应用

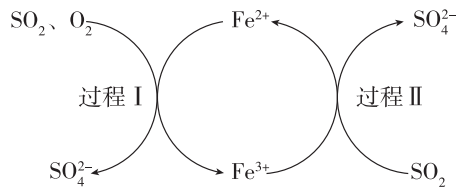
9. 几种含硫物质的转化如图所示(部分产物可能略去)。下列说法不正确的是 ()



- 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 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- D. SO_2 、 Na_2SO_3 都能使酸性高锰酸钾溶液褪色

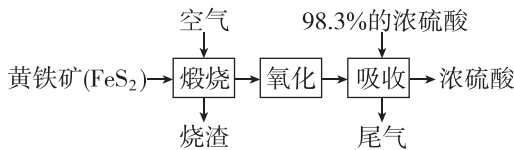
10. [2024·海淀高一期末] 用 FeSO_4 溶液、空气除去烟气中的 SO_2 , 主要物质的转化如图所示。

下列说法不正确的是 ()



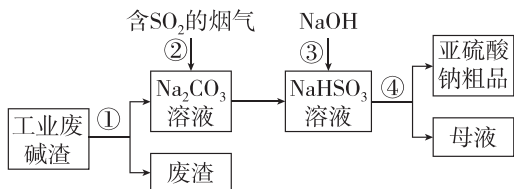
- A. 过程 I、II 中, SO_2 均发生氧化反应
- B. 过程 II 中, 发生反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
- C. SO_2 最终转化成 SO_4^{2-}
- D. FeSO_4 溶液吸收 SO_2 后, 所得溶液酸性减弱

11. [2025·北京六十六中高一月考] 以黄铁矿为原料制备硫酸的工艺流程如图所示:



- A. 黄铁矿煅烧时 FeS_2 中 Fe、S 元素均被氧化
- B. 尾气中含有硫的氧化物, 不能直接排放
- C. 若 1 mol FeS_2 完全转化为硫酸, 理论上至少需要 3.75 mol 的 O_2
- D. 将烧渣加入稀硝酸中溶解, 再向溶解液中滴加 KSCN 溶液显红色, 证明烧渣中含 Fe_2O_3

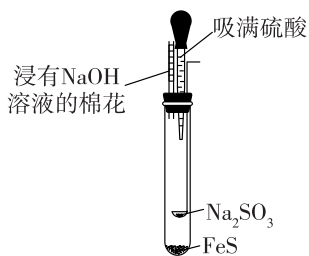
12. “以废治废”是基于“绿色化学”观念治理污染的思路。用工业废碱渣(主要成分为 Na_2CO_3)吸收烟气中的 SO_2 , 得到亚硫酸钠(Na_2SO_3)粗品。其流程如图所示:



- A. 操作①④均为过滤
- B. 步骤②中发生了置换反应
- C. 步骤③发生反应的化学方程式为 $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- D. 亚硫酸钠粗品中不可能含有 Na_2SO_4

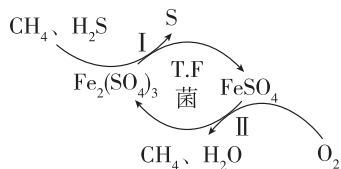
综合应用练

13. 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 ()



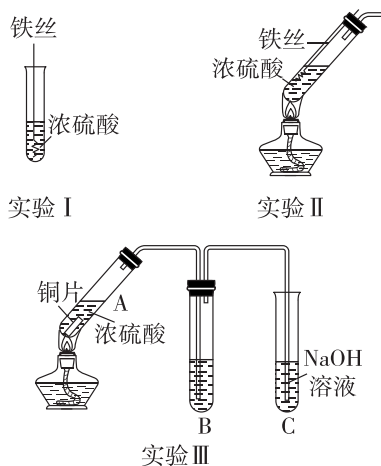
- A. 实验开始一段时间后, 试管内壁上有黄色颗粒出现
- B. 玻璃导气管中塞蘸有 NaOH 溶液棉花的目的是吸收尾气
- C. 实验过程中发生的反应均可用离子方程式表示
- D. 生成 H_2S 的离子方程式为 $\text{FeS} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{Fe}^{2+}$

14. 天然气因含有少量 H_2S 等气体而使开采应用受限, T.F 菌在酸性溶液中可实现天然气的催化脱硫, 其原理如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 自然界游离态的硫广泛存在于各种矿石中
- B. 从元素化合价看, H_2S 既具有氧化性又具有还原性
- C. 该反应 I 的离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$
- D. 在此过程中, 每脱去 6.8 g H_2S 时, 需消耗 0.1 mol O_2

15. 某研究小组用如图所示装置(夹持装置已略去)研究不同价态硫元素之间的转化。



- (1) 实验 I 中铁丝表面迅速变黑, 反应很快停止, 其原因是_____。
- (2) 实验 II 中产生大量气体。甲同学猜测该实验实现了 $\text{S} \xrightarrow{+6} \text{S} \xrightarrow{+4}$ 的转化, 设计实验证明实现该转化的实验操作及现象: _____。
- (3) 实验 III 试管 A 中反应的化学方程式为_____。

- ①若 B 中为紫色石蕊溶液, 现象为_____。
- ②若 B 中为 H_2S 溶液, 观察到试管内部出现淡黄色的固体, 写出反应的化学方程式: _____。
- ③若 B 中为新制氯水, 观察到氯水褪色, 推测该反应中硫元素的化合价由_____价转化为_____价。为证实产物中氯元素的存在形式, 某同学设计实验: 向反应后的试管中加入硝酸酸化的硝酸银溶液, 观察到产生白色沉淀, 由此得出氯水转化为 Cl^- 的结论。该方案是否合理? _____ (填“合理”或“不合理”), 请说明理由: _____。

夯实训练(十) 硫及其化合物的性质

1. 判断正误:对的打“√”,错的打“×”。

- (1) SO_2 分别与 H_2O 和 H_2S 反应,反应的类型相同 ()
- (2) 浓 H_2SO_4 分别与 Cu 和 C 反应,生成的酸性气体相同 ()
- (3) 向硫化钠溶液中通入足量二氧化硫: $\text{S}^{2-} + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$ ()
- (4) 接触法制硫酸时,煅烧黄铁矿以得到三氧化硫 ()
- (5) SO_2 通入 BaCl_2 溶液中生成 BaSO_3 沉淀 ()
- (6) SO_2 与 KClO 溶液反应: $\text{SO}_2 + 2\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HClO} + \text{SO}_3^{2-}$ ()
- (7) 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·西城高一期中] 下列关于硫单质的叙述不正确的是 ()

- A. 硫(俗称硫黄)是一种黄色晶体
- B. 自然界中有单质硫存在
- C. 与金属铜共热生成 CuS
- D. 难溶于水,易溶于 CS_2

3. [2025·房山高一期末] 三氧化硫(SO_3)作为化工生产的中间物质,属于酸性氧化物,下列物质中不能与其发生反应的是 ()

- A. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ B. H_2O C. Na_2O D. HCl

4. [2025·海淀高一期末] 下列关于 Na_2SO_3 性质的预测中,不合理的是 ()

- A. 能与 KOH 溶液反应 B. 能与氯水反应
- C. 能与 BaCl_2 溶液反应 D. 能与稀盐酸反应

5. [2024·北京六十六中高一月考] 已知硝酸具有强氧化性。下列有关硫及其化合物的说法合理的是 ()

- A. 某无色溶液中加入 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,产生沉淀,再加入盐酸,沉淀不溶解,则原溶液中一定有 SO_4^{2-}
- B. SO_2 具有还原性,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- C. SO_2 和 Cl_2 都能漂白某些有色溶液,若将两种

气体同时通入有色溶液中,漂白效果会更好

D. 浓硫酸能够干燥 H_2 、 O_2 、 CO_2 等气体,但不能干燥有还原性的 SO_2 、 H_2S 等气体

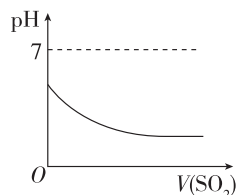
6. 将 SO_2 和 SO_3 两种气体的混合物通入 BaCl_2 溶液,其结果是 ()

- A. 两种气体都被吸收,有 BaSO_4 沉淀生成
- B. 只有 BaSO_4 沉淀, SO_2 从溶液中逸出
- C. 生成 BaSO_3 和 BaSO_4 两种沉淀
- D. 只生成 BaSO_3 沉淀, SO_3 从溶液中逸出

7. 硫酸是一种具有高腐蚀性的强矿物酸,浓硫酸是指质量分数大于等于 70% 的硫酸溶液,下列关于硫酸的说法中正确的是 ()

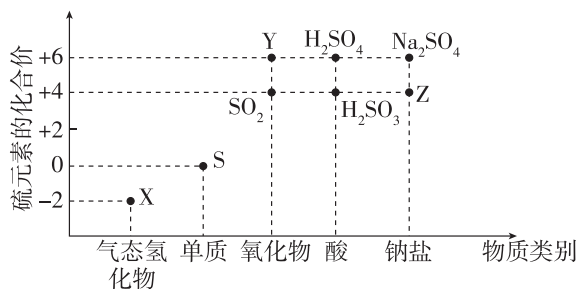
- A. 木棒蘸有浓硫酸的部位会变黑,体现了浓硫酸的吸水性
- B. 浓硫酸具有氧化性,稀硫酸不具有氧化性
- C. 稀释浓硫酸时,应将水注入浓硫酸中并不断搅拌
- D. 热的浓硫酸与过量的铁粉反应,可能涉及三个氧化还原反应

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



- A. 氨水 B. 亚硫酸钠溶液
- C. 氢硫酸 D. 氯水

9. 物质的类别和元素的化合价是研究物质性质的两个重要维度。如图所示为硫及其部分化合物的“价—类”二维图,下列说法正确的是 ()



- A. X、Y 不属于电解质
 B. Z 只能作还原剂,不能作氧化剂
 C. X 的水溶液在空气中放置会变浑浊,能证明非金属性: $O>S$
 D. S 与 O_2 在点燃条件下的产物能使品红溶液褪色是因为其有强氧化性

10. [2024·首师大附中高一月考] 我国的环境空气质量标准中对空气中 SO_2 的最高浓度限值规定如表所示。

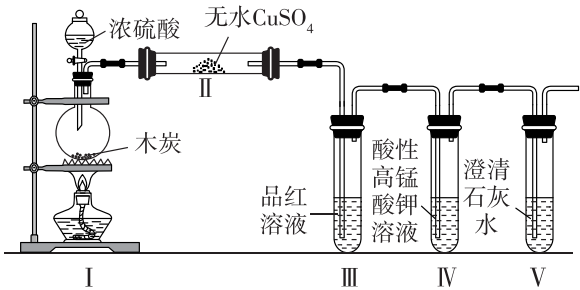
标准等级	一级标准	二级标准	三级标准
浓度限值/ ($mg \cdot m^{-3}$)	0~0.15	0.15~0.50	0.50~0.70

研究人员测定受污染空气中 SO_2 含量的实验方法如下:用 $NaOH$ 溶液吸收 $2 m^3$ 空气,用 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ 硫酸调至恰当 pH;然后将其与 I_2 溶液反应,生成 SO_4^{2-} 和 I^- ,测得恰好完全反应时消耗 I_2 5.08 mg。

下列推断中,不正确的是 ()

- A. 恰好完全反应时消耗 I_2 的物质的量为 $2 \times 10^{-5} mol$
 B. 反应中转移电子的物质的量为 $4 \times 10^{-5} mol$
 C. 被吸收的空气中 SO_2 的质量为 1.28 mg
 D. 被测空气样品中 SO_2 的浓度达到了二级标准

11. 按如图所示装置(部分夹持装置略)检验浓硫酸与木炭反应的产物。下列说法正确的是 ()



- A. I 中烧瓶内的反应体现了浓硫酸的酸性和强氧化性
 B. II 中无水硫酸铜可替换为无水 $CaCl_2$
 C. III 中溶液褪色,证明产物中有 SO_2
 D. IV 中溶液褪色且 V 中产生沉淀,证明产物中一定有 CO_2

12. [2024·丰台高一期中] 某小组同学探究三种价态(S^0 、 S^{+4} 、 S^{+6})硫元素间的相互转化。

可以选用的试剂:① SO_2 水溶液、② 浓硫酸、③ 稀硫酸、④ Na_2SO_3 溶液、⑤ Na_2S 溶液、⑥ 氯水(浅黄绿色)、⑦ 铜片、⑧ 稀盐酸、⑨ $BaCl_2$ 溶液。

实验序号	预期的化合价转化	选择的试剂 (填入试剂编号)	实验现象
1	$+4 \rightarrow +6$	④⑥	—
2		i. _____	ii. _____
3	$+4 \rightarrow 0$	①⑤	出现浑浊
4		④⑤	无明显现象
5	$+6 \rightarrow +4$	iii. _____	—

(1) 补全实验表格。

(2) 实验 5 的化学方程式为 _____。

(3) 为了进一步验证实验 1 中 $S^{+4} \rightarrow S^{+6}$ 的转化,甲同学设计实验 a:向反应后的溶液中加入过量稀盐酸,再加足量 $BaCl_2$ 溶液,观察现象。

① 实验 a 的目的是通过检验 _____,证明转化得以实现。

② 加稀盐酸的作用是 _____。

乙同学认为还需要补充实验 b:取等量的 Na_2SO_3 溶液,向其中先加过量稀盐酸,再加足量 $BaCl_2$ 溶液,观察现象。

③ 补充实验 b 的原因是 _____。

④ 综合实验 a 和 b,实验 1 中 $S^{+4} \rightarrow S^{+6}$ 转化得以实现的证据是 _____。

(4) 分析实验 3 和实验 4 现象不同的可能原因:

_____。

(5) 上述实验中能体现 SO_2 氧化性的是 _____ (填实验序号)。

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

基础对点练

◆ 知识点一 氮气和自然界中氮的循环

1. 下列反应中属于氮的固定的是 ()

- ① N_2 和 H_2 在一定条件下合成 NH_3
- ② NO_2 和 H_2O 反应生成 HNO_3 和 NO
- ③ Mg 在 N_2 中燃烧生成 Mg_3N_2
- ④ NO 被空气氧化为 NO_2

- A. ①②
- B. ②③
- C. ①③
- D. ①④

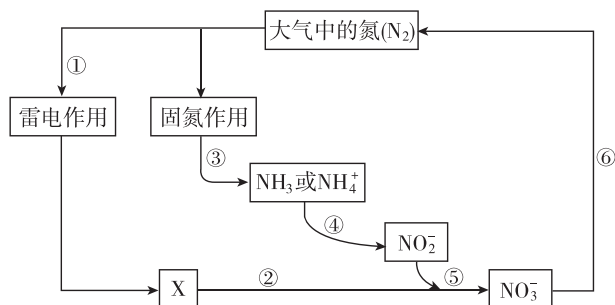
2. 下列关于自然界中氮循环的说法错误的是 ()

- 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. 氮及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是 ()

- A. 自然固氮、人工固氮都是将 N_2 转化为 NH_3
- B. 侯氏制碱法以 H_2O 、 NH_3 、 CO_2 、 NaCl 为原料制备 NaHCO_3 和 NH_4Cl
- C. 在雷雨天,空气中的 N_2 与 O_2 反应可生成 NO
- D. 多种形态的氮及其化合物间的转化形成了自然界的“氮循环”

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 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$

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 $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 \xrightarrow{\quad\quad} 2\text{NO}_3^-$

D. 过程⑥中涉及的反应可能有 $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ \xrightarrow{\quad\quad} \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

◆ 知识点二 一氧化氮和二氧化氮

5. [2025·清华附中高一期末] 下列气体中能用排水法收集的无色气体是 ()

- A. SO_2
- B. NO
- C. NO_2
- D. Cl_2

6. [2024·北京三中高一期中] NO 对于心脑血管系统功能的改善具有重要作用。下列关于 NO 的描述不正确的是 ()

- A. 易溶于水
- B. 可由氮气和氧气在放电条件下反应生成
- C. 常温下能与氧气化合
- D. 无色气体

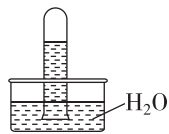
7. [2024·北京育才学校高一期中] 下列关于二氧化氮性质的描述中,不正确的是 ()

- A. 无色气体
- B. 有刺激性气味
- C. 相同条件下密度比空气的大
- D. 能与水反应

8. 发射卫星的运载火箭,其推进剂引燃后发生剧烈反应,产生大量高温气体从火箭尾部喷出。引燃后产生的高温气体主要是 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 NO , 这些气体均为无色,但在卫星发射场看到火箭喷出大量“红烟”,产生“红烟”的原因是 ()

- A. 高温下 N_2 遇空气生成 NO_2
- B. NO 遇空气生成 NO_2
- C. CO_2 与 NO 反应生成 CO 和 NO_2
- D. NO 与 H_2O 反应生成 H_2 和 NO_2

9. [2024·首师大附中高一月考] 室温下,将充满 NO_2 的试管倒立在水中,实验现象如图所示。下列分析不正确的是 ()



- A. NO_2 易溶于水,不能用排水法收集
B. 试管中剩余的无色气体是未溶解的 NO_2
C. 取试管中的溶液,滴加紫色石蕊溶液,溶液显红色,是因为 NO_2 与 H_2O 反应生成了酸
D. 向试管中再缓缓通入一定量的 O_2 ,试管中的液面上升

10. 已知 HNO_3 有强氧化性,下列关于 SO_2 和 NO_2 的说法正确的是 ()

- A. 都是无色有毒的气体
B. 都可用向下排空气法收集
C. SO_2 与过量的 NO_2 混合后通入水中可得到两种常见的酸
D. 盛满 NO_2 的试管倒扣在水槽中,水可充满试管

11. 实验室可用 NaOH 溶液吸收 NO 、 NO_2 的混合气体,发生反应 $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,下列说法错误的是 ()

- A. NaNO_2 中 N 的化合价为 +3 价
B. NO 是还原剂
C. 氧化反应的产物是 NaNO_2
D. 生成 2 mol NaNO_2 时转移 2 mol 电子

12. [2024·北京六十六中高一月考] 将体积比为 3:1 的 NO_2 和 NO 混合气体(共 4 mol)依次通入下列三个分别装有足量① NaHCO_3 饱和溶液、②浓硫酸、③过氧化钠的装置后,用排水法将残余气体收集起来,则收集到的气体(同温同压下测定)是 ()

- A. 0.5 mol O_2

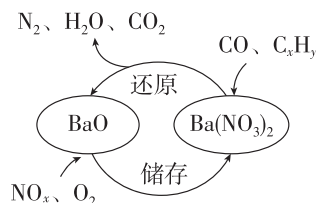
- B. 0.67 mol NO

- C. 1 mol NO 和 0.25 mol O_2

- D. 2 mol O_2

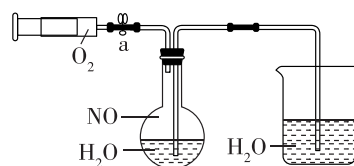
综合应用练

13. 三效催化剂是最为常见的汽车尾气催化剂,其催化剂表面物质转化的关系如图所示,下列说法正确的是 ()



- A. 在转化过程中,氮元素均被氧化
B. 依据图示判断催化剂不参与储存和还原过程
C. 储存过程中,当消耗 2 mol O_2 时,转移 4 mol 电子
D. 三效催化剂能有效实现汽车尾气中 CO 、 C_xH_y 、 NO_x 三种成分的净化

14. 为了有效实现 NO 和 NO_2 的相互转化,设计如图所示实验,按图装好实验装置(夹持仪器略),并检查装置气密性,实验前用排水法收集半瓶 NO 气体。



- (1) 打开止水夹,推动针筒活塞,使 O_2 进入烧瓶。关闭止水夹,首先观察到烧瓶中的现象为 _____

_____,产生此现象的化学方程式为 _____。

- (2) 轻轻摇动烧瓶,观察到烧瓶中的现象为

① _____;

② _____。

产生此现象的化学方程式为 _____

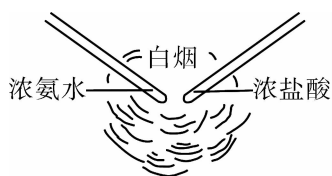
_____。

第2课时 氨和铵盐

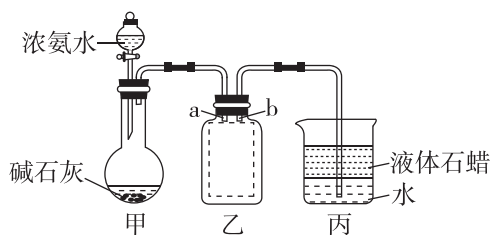
基础对点练

◆ 知识点一 氨的性质及实验室制法

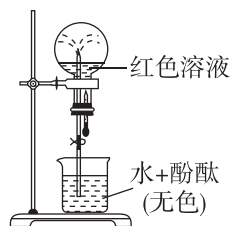
- 下列能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体是 ()
A. NH_3 B. H_2
C. HCl D. CO_2
- 氨是工业制取硝酸的原料,制备硝酸时利用了氨的性质是 ()
A. 无色无味气体 B. 极易溶于水
C. 具有还原性 D. 氨易液化
- 下列关于氨的说法正确的是 ()
A. NH_3 是无色无味的气体
B. 氨和液氨是两种不同的物质
C. NH_3 易溶于水,氨水具有碱性,可用于除去烟气中的 SO_2
D. 利用 NH_3 处理汽车尾气中的氮氧化物,利用了 NH_3 的氧化性
- 下列反应中,说明氨有还原性和碱性的是 ()
A. $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
B. $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$
C. $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
D. $\text{NH}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
- [2024·北京六十六中高一月考] 下列对 NH_3 有关性质的描述,错误的是 ()



- NH_3 极易溶于水
 - 氨的催化氧化体现了 NH_3 的还原性
 - 氨的水溶液呈弱碱性,能使酚酞溶液变红
 - 图中浓盐酸换成浓硫酸时现象也相同
- [2025·北大附中高一期中] 用如图所示装置(夹持装置已略去)进行 NH_3 制备及性质实验。下列说法不正确的是 ()



- 甲中制备 NH_3 利用了 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的分解反应
 - 乙中的集气瓶内 a 导管短、b 导管长
 - 丙装置能防止倒吸
 - 向收集好的 NH_3 中通入少量 Cl_2 , 可能观察到白烟
- [2024·北京五十七中高一期中] 用充有 NH_3 的烧瓶进行“喷泉实验”,装置及现象如图所示。下列关于该实验的分析正确的是 ()



- 产生“喷泉”证明 NH_3 与 H_2O 发生了反应
- 无色溶液变红证明 NH_3 极易溶于水
- 红色溶液中存在含有离子键的含氮微粒
- 加热红色溶液可观察到红色变浅或褪去

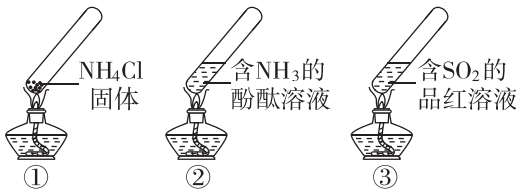
◆ 知识点二 铵盐 NH_4^+ 的检验

- [2025·清华附中高一期末] 现有以下四种溶液:① NH_4Cl ; ② $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; ③ KCl ; ④ K_2SO_4 。下列试剂能将它们区别开的是(可以加热) ()
A. HCl B. BaCl_2
C. NaOH D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- 下列描述中正确的是 ()
A. 氯化铵和氯化钠的固体混合物可用升华法分离
B. 将少量硫酸铵和熟石灰混合在研钵中进行研磨,可以闻到刺激性气味
C. 铵盐不稳定,受热分解均能产生 NH_3
D. 检验某白色固体是铵盐的方法是加氢氧化钠溶液,加热,用湿润的蓝色石蕊试纸在试管口检验,观察试纸是否变红

10. 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

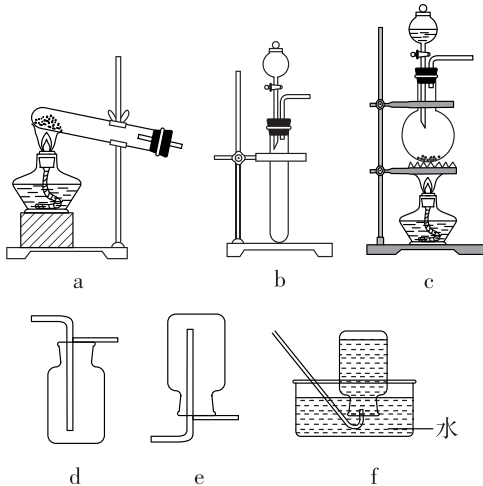
11. [2024·北京十七中高一期中] “封管实验”具有简易、方便、节约、绿色等优点，下列关于三个“封管实验”(夹持装置未画出)的说法正确的是 ()



- A. 加热①时，上部汇集了 NH_4Cl 固体，此现象与碘升华实验原理相似
- B. 加热时，②中溶液变红，冷却后又变为无色
- C. 加热③时溶液红色褪去，冷却后又变红色，体现 SO_2 的漂白性
- D. ②③中都包括溶液褪色的过程，其褪色原理不同

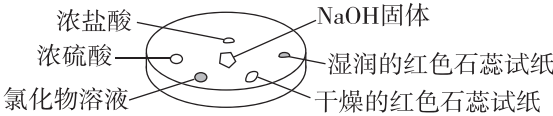
综合应用练

12. [2024·石景山高一期中] 实验室进行氨的制备、收集及性质实验。有如图所示的制备、收集装置可供选择，下列说法正确的是 ()



- A. 选用 b 装置制备氨，试管中加入固体氢氧化钙，分液漏斗中加入氯化铵溶液
- B. 选用 e 装置收集氨，因为氨比空气轻且易溶于水
- C. 氨能发生喷泉实验，利用了氨易液化的性质
- D. 氨可与盐酸反应，体现了氨的还原性

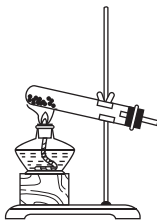
13. [2025·首师大附中高一月考] 如图所示利用培养皿探究氨的性质。实验时向 NaOH 固体上滴几滴浓氨水，立即用另一培养皿扣在上面。表中对实验现象的解释不正确的是 ()



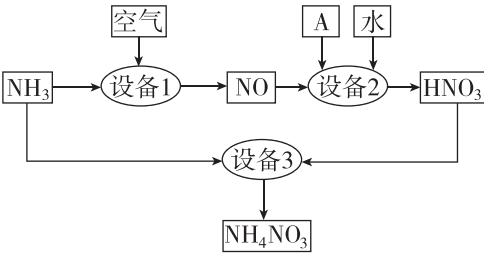
选项	实验现象	解释
A	浓盐酸附近产生白烟	NH_3 与浓盐酸挥发出来的 HCl 反应产生了 NH_4Cl 晶体
B	浓硫酸附近无明显现象	NH_3 与浓硫酸不发生反应
C	氯化物溶液中有红褐色沉淀	该溶液一定是 FeCl_3 溶液
D	干燥的红色石蕊试纸不变色，湿润的红色石蕊试纸变蓝	NH_3 溶于水显碱性

14. [2024·北京五十五中高一期中] 研究氮的循环和转化对生产、生活有重要的价值。

(1) 写出用如图所示装置进行实验室制备氨的化学方程式：_____。



(2) 氨是重要的化工原料。某工厂用氨制硝酸和铵盐的流程如图所示。



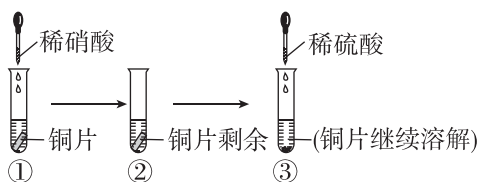
① 设备 1、3 中发生反应的化学方程式分别是 _____；_____。

第3课时 硝酸 酸雨及防治

基础对点练

◆ 知识点一 硝酸的性质

- 下列关于硝酸的叙述正确的是 ()
 - NO_2 溶于水生成硝酸,所以 NO_2 是酸性氧化物
 - 硝酸可与活泼金属反应生成盐和氢气
 - 浓硝酸见光或受热易分解,必须保存在棕色瓶中
 - 硝酸与铜的反应只表现出氧化性
- 下列事实与硝酸性质的对应关系错误的是 ()
 - 打开浓硝酸的试剂瓶,瓶口有白雾——挥发性
 - 用棕色试剂瓶保存浓硝酸——不稳定性
 - 稀硝酸使紫色石蕊溶液变红——酸性
 - 稀硝酸使黑色氧化铜固体溶解——强氧化性
- 下列关于铜跟浓硝酸、稀硝酸反应的说法中错误的是 ()
 - 1 mol HNO_3 (浓)被还原转移 2 mol 电子
 - 铜与浓硝酸反应比与稀硝酸反应剧烈
 - 铜与浓、稀硝酸反应都不需要加热
 - 生成等量的硝酸铜,消耗浓硝酸的量多
- [2025·北大附中高一期中] 下列关于如图所示实验的说法不正确的是 ()



- ①中溶液呈蓝色,试管口有红棕色气体产生
 - ②中溶液中的主要离子有 Cu^{2+} 和 NO_3^-
 - ③中铜片继续溶解,是由于稀硫酸提供的 SO_4^{2-} 增强了溶液的氧化性
 - ①和③中铜片溶解时反应的离子方程式相同
5. [2024·北京九中高一期中] 如图所示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 ()

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

- 由①中的红棕色气体,推断产生的气体一定是混合气体
- 由②中的红棕色气体不能表明木炭与浓硝酸发生了反应
- 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
- 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

◆ 知识点二 金属与硝酸反应的简单计算

6. [2022·北京五中高一期中] 在 100 mL 混合溶液中, HNO_3 和 H_2SO_4 物质的量浓度分别为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 向该溶液中加入 1.92 g 铜粉,待充分反应后,所得溶液中 Cu^{2+} 物质的量浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 为(溶液体积变化忽略不计) ()
- 0.3
 - 0.225
 - 0.6
 - 0.45
7. 3.2 g 铜与过量硝酸 ($8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、30 mL) 充分反应,硝酸的还原产物为二氧化氮和一氧化氮,反应后溶液中含 $a \text{ mol}$ 氢离子,则此时溶液中所含硝酸根离子的物质的量为 ()
- $(0.2+a) \text{ mol}$
 - $(0.1+a) \text{ mol}$
 - $(0.05+a) \text{ mol}$
 - $a \text{ mol}$
8. [2025·清华附中高一期末] 将一定质量的铜溶于 50 mL $11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的浓硝酸中,待铜完全溶解后,生成 0.2 mol NO_2 和 NO 的混合气体,并测得溶液中 H^+ 的浓度为 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,假设反应后溶液的体积仍为 50 mL,则金属铜的质量为 ()
- 6.4 g
 - 9.6 g
 - 11.2 g
 - 12.8 g
9. 在 200 mL 含 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 、 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 的混酸中加入过量的铁粉,充分反应,假设氮的还原产物为 NO ,则消耗铁粉的质量为 ()
- 11.2 g
 - 16.8 g
 - 22.4 g
 - 44.8 g

◆ 知识点三 酸雨及防治

10. 下列现象的成因与二氧化硫的排放有关的是 ()

- A. 温室效应 B. 酸雨
C. 雾霾 D. 臭氧层空洞

11. [2025·北京六十六中高一月考] 酸雨是指因空气污染而造成的酸性降水,在历史上,人类社会曾出现过几次严重的酸雨事件。下列有关酸雨的说法错误的是 ()

- A. pH 小于 5.6 的降雨通常称为酸雨
B. 酸雨的形成和空气中 CO_2 含量增多没有直接关系
C. 植被破坏、水土流失、生态环境破坏导致了酸雨形成
D. 可通过燃煤脱硫、开发新能源等措施防治硫酸型酸雨

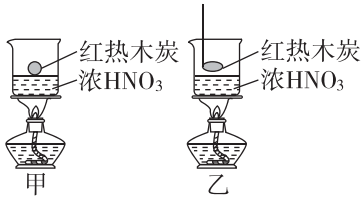
12. 下列与氮氧化物无关的环境问题是 ()

- A. 臭氧层空洞 B. 白色污染
C. 光化学烟雾 D. 酸雨

综合应用练

13. 某实验小组欲探究浓硝酸的性质。

I. 木炭与浓硝酸反应:



(1)甲同学设计了图甲所示装置,认为若有红棕色气体产生就说明木炭与浓硝酸发生了反应。写出木炭与浓硝酸反应的化学方程式:_____。

(2)乙同学认为红棕色气体不能作为木炭与浓硝酸反应的证据,其理由是_____。

(3)乙同学设计了图乙所示装置进行实验,木炭能燃烧,并产生红棕色气体。针对该实验现象,乙同学做出如下假设:

假设 a:_____;

假设 b:红热木炭使 HNO_3 分解产生 NO_2 , NO_2 可能具有助燃性,木炭燃烧;

假设 c:红热木炭使 HNO_3 分解产生 O_2 ,木炭与 O_2 反应燃烧;

假设 d:红热木炭使 HNO_3 分解产生 NO_2 和 O_2 ,共同影响木炭的燃烧……

(4)设计实验证明假设 b 成立,请将实验方案补充完整。

①实验方法:_____。

实验现象:木炭在该气体中持续燃烧,火焰迅速变亮,集气瓶中气体颜色变浅直至无色,产生的气体能使澄清石灰水变浑浊,且遇空气不变色。

②根据实验现象写出木炭与此气体反应的化学方程式:_____。

II. 设计硝酸在不同条件下分解实验,方案见下表:

装置			
操作及现象	先点燃 i 处酒精灯,溶液沸腾后没有观察到红棕色气体产生。然后撤走 i 处酒精灯,点燃 ii 处酒精灯并加热试管中部,很快看到大量红棕色气体产生	光照 8 小时 溶液不变黄	光照几分钟后看到液面上方出现红棕色,溶液变黄

(5)分析上述现象,得出使硝酸成功分解的关键是_____。