



CANPOINT®

全品 选考复习方案

主编：肖德好

作业手册
化学

新高考

北京专版

CONTENTS

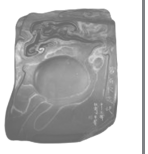
第1讲 物质的分类及转化	435
第2讲 离子反应 离子方程式	437
第3讲 离子共存 离子的检验与推断	439
第4讲 氧化还原反应的基本概念和规律	440
第5讲 氧化还原反应的配平与计算	442
素养提升练(一) 模型认知——情境型方程式的书写	444
第6讲 物质的量 气体摩尔体积	446
第7讲 物质的量浓度及溶液的配制	447
素养提升练(二) 宏观辨析—— N_A 的综合应用	449
素养提升练(三) 模型认知——化学计算的常用方法	451
第8讲 物质的分离提纯	453
第9讲 物质的检验与鉴别	454
第10讲 钠及其化合物	456
第11讲 铁及其化合物	458
第12讲 金属材料 金属矿物的开发和利用	460
素养提升练(四) 科学探究——以金属及其化合物为主体的化学工艺流程分析	462
第13讲 氯及其化合物	464
第14讲 卤素 海水资源的开发和利用	466
第15讲 硫及其化合物	468
第16讲 含硫化合物的转化及应用	470
第17讲 氮及其化合物	472
第18讲 含氮化合物的转化及应用	474
第19讲 无机非金属材料	476
素养提升练(五) 学科价值——化学与 STSE	478
素养提升练(六) 科学探究——以非金属及其化合物为主体的“微实验”和“微流程”	480
第20讲 原子结构 原子核外电子排布	482
第21讲 元素周期表 元素周期律	484
第22讲 化学键 分子结构与性质	486

第 23 讲 晶体结构与性质 配合物与超分子	488
素养提升练(七) 证据推理——应用相关理论解释物质结构与性质的关系	490
第 24 讲 化学反应的热效应	492
第 25 讲 原电池 化学电源	494
第 26 讲 电解池 金属的腐蚀与防护	496
素养提升练(八) 模型认知——反应热的计算	498
第 27 讲 化学反应速率及影响因素	500
素养提升练(九) 化学反应速率与反应历程	502
第 28 讲 化学平衡及影响因素	504
素养提升练(十) 平衡思想——化学平衡常数的计算	506
第 29 讲 化学反应速率与平衡图像分析	507
第 30 讲 化学反应的方向与调控	509
第 31 讲 电离平衡	511
第 32 讲 水的电离和溶液的 pH	513
第 33 讲 酸碱中和滴定及拓展应用	515
第 34 讲 盐类的水解	517
第 35 讲 粒子浓度的大小比较	519
第 36 讲 沉淀溶解平衡	521
第 37 讲 认识有机化合物	523
第 38 讲 烃	525
第 39 讲 烃的衍生物(一) 卤代烃 醇 酚 醛和酮	527
第 40 讲 烃的衍生物(二) 羧酸 羧酸衍生物	529
第 41 讲 有机合成	531
第 42 讲 生物大分子 合成高分子	533
素养提升练(十二) 证据推理——有机推断与合成	535
第 43 讲 实验方案的设计与评价	537
第 44 讲 物质制备综合实验	539
第 45 讲 定量综合实验分析	541
第 46 讲 探究型综合实验	543
参考答案	546

第1讲 物质的分类及转化

» 考点一 物质的组成和分类

1. [2020·北京海淀区适应性训练] 中国文化中的“文房四宝”所用材料的主要成分为单质的是 ()

			
A. 笔	B. 墨	C. 纸	D. 砚

2. [2021·北京延庆区统测] 下列关于物质分类的叙述中,不正确的是 ()

- A. Na 属于单质 B. Na₂O 属于氧化物
C. HClO 属于酸 D. NaClO 属于碱

3. [2024·北京八一学校测试] 下列物质按纯净物、混合物、电解质、非电解质和酸性氧化物顺序排列的是 ()

- A. 盐酸、空气、醋酸、干冰、二氧化氮
B. 冰醋酸、福尔马林、硫酸钠、乙醇、二氧化硅
C. 蛋白质、油脂、苛性钾、石灰石、五氧化二磷
D. 胆矾、漂白粉、硫酸钡、液氯、二氧化硅

» 考点二 物质的性质和转化

4. [2023·北京汇文中学期中] 下列转化不能通过一步反应实现的是 ()

- A. Na₂CO₃→NaOH B. Cu→CuO
C. Al₂O₃→AlCl₃ D. Fe₂O₃→Fe(OH)₃

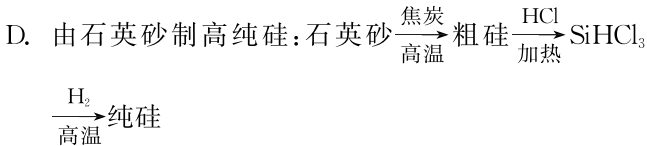
5. [2023·北师大附中月考] 下列物质的转化在给定条件下不能实现的是 ()

- ①Na $\xrightarrow{O_2}$ Na₂O $\xrightarrow{CO_2}$ Na₂CO₃
②MgO $\xrightarrow{HCl}$ MgCl₂ $\xrightarrow{H_2SO_4}$ MgSO₄
③Fe $\xrightarrow[点燃]{O_2}$ Fe₂O₃ $\xrightarrow{H_2SO_4}$ Fe₂(SO₄)₃
④SiO₂ $\xrightarrow{NaOH}$ Na₂SiO₃ $\xrightarrow{HCl}$ H₂SiO₃(弱酸)

- A. ①② B. ③④ C. ②③ D. ①④

6. [2024·北师大附中期中] 工业上制备下列物质的生产流程不合理的是 ()

- A. 由铝土矿冶炼铝: 铝土矿 $\xrightarrow{提纯}$ Al₂O₃ $\xrightarrow{HCl}$ AlCl₃ $\xrightarrow{电解}$ Al
B. 由黄铁矿制硫酸: 黄铁矿 $\xrightarrow{煅烧}$ SO₂ $\xrightarrow{催化氧化}$ SO₃ $\xrightarrow{98\%浓硫酸吸收}$ H₂SO₄
C. 工业制硝酸: N₂→NH₃→NO→NO₂→HNO₃



» 考点三 分散系及其分类

7. [2021·北京五中月考] 下列说法中正确的是 ()

- A. 用高锰酸钾溶液、酒精、双氧水的强氧化性进行杀菌消毒
B. CO 和 NO 都不属于酸性氧化物
C. “霾尘积聚难见路人”, 雾霾所形成的气溶胶没有丁达尔效应
D. 向浓氨水中滴加 FeCl₃ 饱和溶液可制得 Fe(OH)₃ 胶体

8. [2023·北京通州区期中] 航天员王亚平在太空做了油和水“难分难舍”的实验: 她用力摇晃同时装有大致相同体积的植物油和水的瓶子, 静置后发现油水混合不分层, 形成的分散系较均匀但不完全透明, 下列说法正确的是 ()

- A. 在太空, 水由氢、氧两种元素组成
B. 在地面, 油水混合物分层是因为植物油和水各自的熔点不同
C. 将少量的水与大量的植物油混合形成分散系, 分散质一定是植物油
D. 在太空, 植物油和水混合形成的分散系一定不产生丁达尔效应

9. [2023·北京十二中期中] 明矾[KAl(SO₄)₂·12H₂O] 是一种常用的净水剂, 其溶于水后生成的 Al(OH)₃ 胶体用于吸附水中悬浮固体颗粒达到净水目的。以下关于明矾的描述不正确的是 ()

- A. 溶解明矾的水溶液有丁达尔效应
B. Al(OH)₃ 胶体中分散质粒子的直径范围在 1~100 nm
C. Al(OH)₃ 胶体中分散质粒子能够透过半透膜
D. 净水原理是利用胶体分散质具有巨大的比表面积的性质, 形成较强的吸附能力

» 考点四 物质的组成、分类、性质及变化综合考查

10. [2024·北京首师大附中开学考] 下列关于物质的分类中, 正确的是 ()

	酸性氧化物	酸	盐	混合物	电解质
A	SiO ₂	HClO	烧碱	KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	C ₂ H ₅ OH

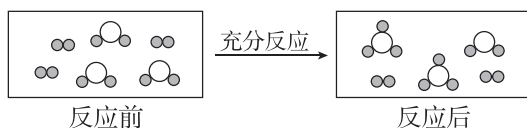
(续表)

	酸性氧化物	酸	盐	混合物	电解质
B	Mn_2O_7	HNO_3	NaHSO_4	漂白粉	Mg
C	SO_3	H_2SiO_3	纯碱	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	NaCl
D	NO	$\text{Al}(\text{OH})_3$	BaCO_3	液氯	NH_3

11. [2023·北京一六六中学期末] 气溶胶是指悬浮在气体介质中的固态或液态颗粒所组成的气态分散系统,分散质颗粒直径大小一般在 $0.001\sim 0.1\ \mu\text{m}$ 之间。下列关于气溶胶的说法不正确的是 ()

- A. 气溶胶是一种化合物
B. 气溶胶可以观察到丁达尔效应
C. N95 口罩可以阻挡气溶胶扩散
D. 气溶胶在一定条件下会沉积为固体或液体

12. [2023·北京十三中期中] 一定条件下某容器中各粒子在反应前后的变化如图所示,其中●和○分别代表两种元素的原子。下列关于此反应的说法中不正确的是 ()



- A. 一定属于吸热反应 B. 一定属于可逆反应
C. 一定属于化合反应 D. 一定属于氧化还原反应

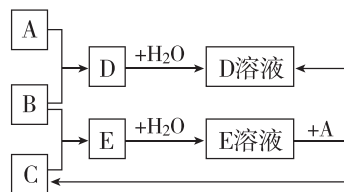
13. [2023·北京丰台区期末] 某小组研究实验室制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的方法。下列说法不正确的是 ()

序号	1	2
实验		
现象	液体变为红褐色后,停止加热,有明显的丁达尔效应,冷却后仍为红褐色	液体变为红褐色后,停止加热,有明显的丁达尔效应,冷却后溶液变黄

- A. 对比实验可知,制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体选用饱和 FeCl_3 溶液效果更好
B. 实验 1 中液体变红褐色后,持续加热可观察到红褐色沉淀
C. 选用饱和溶液以及加热,均为了促进 Fe^{3+} 的水解
D. 对比实验可知,酸根离子不同是造成实验现象差异的重要原因

14. [2023·北京顺义牛栏山一中期中] 已知 A、B、C 为中学化学中常见的单质。室温下,A、D 为固体,B 和

C 均为气体。在适宜的条件下,它们可以按如图所示进行反应。下列说法中正确的是 ()



- A. 如果 E 溶液是一种强酸,则 E 溶液为硫酸
B. A、B、C 中有一种为金属且为 B
C. A、B、C 中三种元素的任意两种元素形成的化合物所属物质类别可能是氧化物
D. A、B、C 中三种元素的任意两种元素形成的化合物所属物质类别一定不是碱

15. [2019·北京中国人民大学附中质检] 以下是有关胶体性质的实验探究,回答相关的问题。

I. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备

(1) 实验室制取 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的方法是 _____

_____ ;
该反应的离子方程式是 _____。

制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体用到的 FeCl_3 溶液是将 FeCl_3 固体溶解在盐酸中制备得到,需要用盐酸的理由是 _____。

(2) 制备得到的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体体系具有的性质是 _____ (填写序号字母)。

- a. 光束通过该液体会形成光亮的“通路”
b. 静止一段时间后,该红褐色液体仍然澄清透明
c. 向该液体中加入硝酸银溶液,无沉淀产生
d. 将该液体加热蒸干、灼烧后,有氧化物生成

(3) 在分离和提纯 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时用到的方法是 _____ (填分离操作的名称)。

II. 制取纳米 Al_2O_3 需要纯净的硫酸铝。现有

$0.05\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硫酸铝酸性溶液,经检验,含有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 。可按下述操作提纯:往溶液中加入足量 H_2O_2 溶液充分反应,再用试剂 X 调节溶液 $\text{pH}=3.5$ 。(室温下, $0.1\ \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 开始沉淀的 pH 分别为 7.0 和 3.7, Fe^{3+} 完全沉淀的 $\text{pH}=3.2$)

(4) 纳米氧化铝分散在分散剂中将形成胶体。则纳米氧化铝的直径约为 _____。

(5) 往溶液中加入 H_2O_2 溶液的作用是 _____ (用离子方程式表示)。

(6) 加入的 X 试剂(填选项编号)是 _____。

- A. CuO B. $\text{Al}(\text{OH})_3$
C. NaOH D. NaHCO_3

若调节后溶液的 pH 偏离 3.5,可能带来的后果是 _____。

第2讲 离子反应 离子方程式

考点一 电解质及其电离

1. [2024·北京房山区期中] 下列物质中,不属于电解质的是 ()
- A. Cu B. H₂CO₃
- C. NaOH D. KNO₃
2. [2024·北京第一〇一中学期末] 下列物质分类的组合正确的是 ()

分类组合	碱性氧化物	弱电解质	非电解质	离子化合物
A	SiO ₂	H ₂ CO ₃	CO ₂	HCl
B	Na ₂ O	氨水	蔗糖	NaCl
C	Al ₂ O ₃	冰醋酸	Cl ₂	NaOH
D	CaO	H ₂ O	CH ₄	NH ₄ F

3. [2024·北京首师大附中期末] 关于下列物质的说法中正确的是 ()
- ①氨水 ②熔融 MgCl₂ ③CuSO₄·5H₂O 固体
- ④NaOH 固体 ⑤铜 ⑥蔗糖
- A. 能导电的有①②③④⑤
- B. 不能导电的有③④⑥
- C. 属于电解质的有①②③④
- D. 属于非电解质的有⑤⑥

考点二 离子反应和离子方程式

4. [2024·北京十一学校月考] 下列方程式能准确解释相应事实的是 ()
- A. 锅炉中的 CaSO₄ 水垢用纯碱溶液浸泡:Ca²⁺ + CO₃²⁻ = CaCO₃↓
- B. 84 消毒液不能与洁厕灵混用:ClO⁻ + Cl⁻ + 2H⁺ = Cl₂↑ + H₂O
- C. 和面时在小苏打中加少量醋酸,增强效果:H⁺ + HCO₃⁻ = H₂O + CO₂↑
- D. 向 Ca(OH)₂ 溶液中加入足量 NaHCO₃ 溶液,得到白色沉淀:Ca²⁺ + OH⁻ + HCO₃⁻ = CaCO₄↓ + H₂O
5. [2024·北京四中月考] 表示下列反应的方程式正确的是 ()
- A. 铁粉与水蒸气共热,生成可燃性气体:2Fe + 3H₂O(g) $\xrightarrow{\text{高温}}$ Fe₂O₃ + 3H₂

- B. 向 FeCl₃ 溶液中加入铜片,溶液由黄色变成蓝色:2Fe³⁺ + Cu = 2Fe²⁺ + Cu²⁺
- C. 向沸水中滴加饱和 FeCl₃ 溶液,生成红褐色胶体:Fe³⁺ + 3OH⁻ $\xrightarrow{\Delta}$ Fe(OH)₃(胶体)
- D. 向 FeSO₄ 溶液中滴加 H₂O₂ 溶液,溶液由浅绿色变成黄色:2Fe²⁺ + H₂O₂ = 2Fe³⁺ + O₂↑ + 2H⁺

考点三 与“量”有关离子方程式的书写

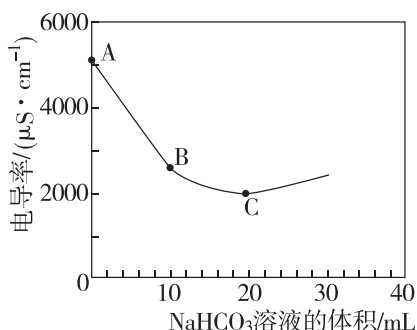
6. [2024·北京交通大学附中月考] 下列解释事实的离子方程式正确的是 ()
- A. 铜丝溶于浓硝酸生成蓝绿色溶液:3Cu + 8H⁺ + 2NO₃⁻ = 3Cu²⁺ + 2NO↑ + 4H₂O
- B. H₂SO₄ 溶液与 Ba(OH)₂ 溶液混合出现浑浊:H⁺ + OH⁻ + Ba²⁺ + SO₄²⁻ = BaSO₄↓ + H₂O
- C. 澄清石灰水中加入过量小苏打溶液出现浑浊:Ca²⁺ + 2HCO₃⁻ + 2OH⁻ = CaCO₃↓ + CO₃²⁻ + 2H₂O
- D. 金属钠和水的反应:Na + 2H₂O = Na⁺ + 2OH⁻ + H₂↑
7. [2024·北师大附中开学考] 下列离子方程式正确的是 ()
- A. 向 BaCl₂ 溶液中通入少量 SO₂:Ba²⁺ + SO₂ + H₂O = BaSO₃↓ + 2H⁺
- B. 过量的 Fe 与稀硝酸反应:Fe + NO₃⁻ + 4H⁺ = Fe³⁺ + NO↑ + 2H₂O
- C. Fe(OH)₃ 溶于氢碘酸:Fe(OH)₃ + 3H⁺ = Fe³⁺ + 3H₂O
- D. 向硫酸氢钠溶液中滴加 Ba(OH)₂ 溶液至 SO₄²⁻ 完全沉淀:H⁺ + SO₄²⁻ + Ba²⁺ + OH⁻ = H₂O + BaSO₄↓
8. [2024·北师大附中开学考] 下列离子方程式书写正确的是 ()
- A. Cl₂ 通入水中制氯水:Cl₂ + H₂O = 2H⁺ + Cl⁻ + ClO⁻
- B. 可用 Na₂SO₃ 溶液吸收少量 Cl₂:3SO₃²⁻ + Cl₂ + H₂O = 2HSO₃⁻ + 2Cl⁻ + SO₄²⁻
- C. 用氨水吸收烟气中的二氧化硫:SO₂ + 2OH⁻ = SO₃²⁻ + H₂O
- D. 向 KAl(SO₄)₂ 溶液中滴加 Ba(OH)₂ 溶液至 SO₄²⁻ 恰好沉淀完全:Al³⁺ + 2SO₄²⁻ + 2Ba²⁺ + 3OH⁻ = 2BaSO₄↓ + Al(OH)₃↓

》考点四 离子反应综合考查

9. [2023·北京延庆区期末] 下列用于解释事实的化学用语书写不正确的是 ()

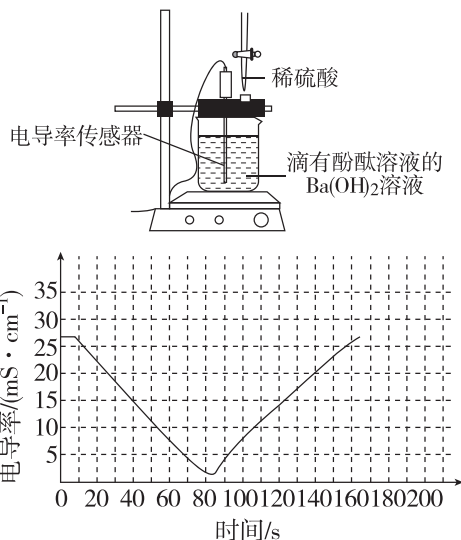
- A. 电解精炼铜的阴极反应: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$
 B. 用 Na_2CO_3 溶液清洗油污的原因: $2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$
 C. 用饱和 Na_2CO_3 溶液处理锅炉水垢中的 CaSO_4 :
 $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
 D. 将纯水加热至较高温度, 水的 $\text{pH} < 7$: $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- \quad \Delta H > 0$

10. [2023·北京八中期中] 向 100 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中滴加 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHCO_3 溶液, 测得溶液电导率的变化如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 NaHCO_3 都是强电解质
 B. $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 电导率下降的主要原因是发生了反应: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
 C. $\text{B} \rightarrow \text{C}$, 溶液中的 $c(\text{OH}^-)$ 减小
 D. B 点以后, 溶液中 Ba^{2+} 几乎完全沉淀

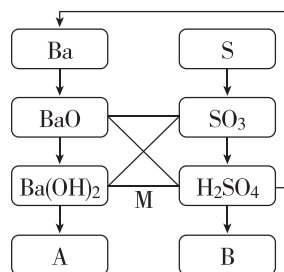
11. [2023·北京广渠门中学期中] 向 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入几滴酚酞溶液, 然后向混合液中匀速、逐滴加入 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液, 滴加过程中测得溶液电导率的变化如图所示, 下列说法不正确的是 ()



- A. 烧杯中红色逐渐变浅直至完全褪去
 B. 由于水存在微弱电离, 理论上电导率不会为 0
 C. 电导率减小的过程中, 发生反应: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. 若用同浓度的 Na_2SO_4 溶液代替稀硫酸重复上述实验, 电导率变化与原实验相同

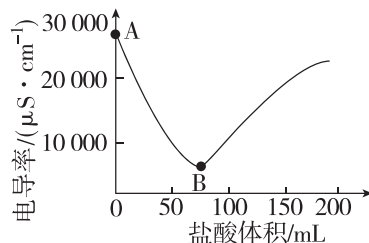
12. [2023·北师大附中期中] 某学习小组想利用无机反应规律来研究钡及其化合物的性质。

(1) 设计方案制备 BaSO_4 (图中的连线表示能够制备的路线)。



- ① 写出图中连线 M 对应反应的离子方程式: _____。
 ② 请写出少量 NaHSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 发生反应制备 BaSO_4 的化学方程式: _____。
 ③ 在现有基础上继续寻找其他制备方案, 写出利用 A 和 B 制备 BaSO_4 的化学方程式: _____。

(2) 某小组探究 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与稀盐酸反应的实质。向 25 mL $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中匀速滴加同浓度盐酸, 测得溶液电导率的变化如图所示。回答下列问题:



- ① $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的电离方程式为 _____。
 ② 下列化学反应与 AB 段发生的反应可以用同一个离子方程式表示的是 _____ (填序号)。
 A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_2SO_4 B. NaOH 和 H_2SO_4
 C. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 HNO_3
 ③ 下列过程的电导率变化趋势与上述图像类似的是 _____ (填序号)。
 A. 向 NaOH 溶液中通入少量 Cl_2
 B. 向 MgSO_4 溶液中持续滴加 KOH 溶液
 C. 向 NaOH 溶液中加入少量 KNO_3 固体
 D. 向 AgNO_3 溶液中持续滴加盐酸

第3讲 离子共存 离子的检验与推断

考点一 离子共存

1. [2023·北京理工大学附中期末] 下列各离子组在指定的溶液中能够大量共存的是 ()

- A. 无色溶液中: Cu^{2+} 、 K^{+} 、 SCN^{-} 、 Cl^{-}
 B. 含有 NO_3^{-} 的溶液中: I^{-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 H^{+}
 C. 使酚酞变红的溶液中: Na^{+} 、 NH_4^{+} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^{-}
 D. pH=11 的 NaOH 溶液中: CO_3^{2-} 、 K^{+} 、 NO_3^{-} 、 SO_4^{2-}

2. [2024·北京通州区期末] 下列各组离子在水溶液中能大量共存,且加入过量稀硫酸时有气体产生的是 ()

- A. Na^{+} 、 Ag^{+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^{-} B. K^{+} 、 Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-}
 C. Na^{+} 、 K^{+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^{-} D. Na^{+} 、 K^{+} 、 Cl^{-} 、 OH^{-}

3. [2024·北京二中期末] 下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是 ()

- A. 遇酚酞变红的溶液中: Na^{+} 、 K^{+} 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-}
 B. 无色透明溶液中: Cu^{2+} 、 Al^{3+} 、 HCO_3^{-} 、 SO_4^{2-}
 C. 能使品红褪色的溶液中: MnO_4^{-} 、 Mg^{2+} 、 I^{-} 、 Ca^{2+}
 D. 与 Al 反应能生成氢气的溶液中: NH_4^{+} 、 Fe^{3+} 、 NO_3^{-} 、 SO_4^{2-}

4. [2024·北师大附中期中] 下列各组离子在给定条件下能大量共存的是 ()

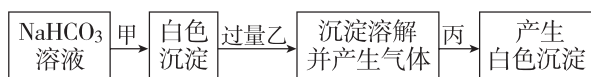
- A. 含有大量 ClO^{-} 的溶液: K^{+} 、 H^{+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-}
 B. 澄清透明的溶液中: Cu^{2+} 、 Na^{+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^{-}
 C. 遇铝能产生 H_2 的溶液: NH_4^{+} 、 K^{+} 、 Cl^{-} 、 CO_3^{2-}
 D. 使紫色石蕊溶液呈红色的溶液: Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^{-}

考点二 离子检验与推断

5. [2023·北京汇文中学期中] 某溶液中大量存在以下五种离子: MnO_4^{-} 、 SO_4^{2-} 、 Fe^{3+} 、 K^{+} 、R,它们的物质的量之比为 $n(\text{MnO}_4^{-}) : n(\text{SO}_4^{2-}) : n(\text{Fe}^{3+}) : n(\text{K}^{+}) : n(\text{R}) = 2 : 2 : 1 : 2 : 1$,则 R 可能是 ()

- A. H^{+} B. SO_3^{2-}
 C. CO_3^{2-} D. Mg^{2+}

6. [2023·北京三中期中] 向 NaHCO_3 溶液中依次加入甲、乙、丙三种溶液,进行如下实验:



则甲、乙、丙中的溶质可能是 ()

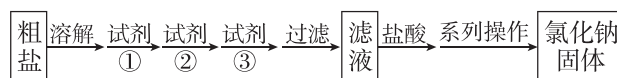
- A. NaOH 、 HCl 、 MgCl_2
 B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 HNO_3 、 FeCl_3
 C. NaOH 、 HNO_3 、 AgNO_3
 D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 HCl 、 Na_2SO_4

7. [2023·北京顺义区九中期中] 下列“实验结论”与“实验操作及现象”相符的一项是 ()

选项	实验操作及现象	实验结论
A	向某溶液中加入 NaOH 溶液,生成白色沉淀	该溶液中一定含有 Mg^{2+}
B	向某溶液中加入 BaCl_2 溶液,生成白色沉淀	该溶液中一定含有 SO_4^{2-}
C	向某溶液中加入 AgNO_3 溶液,生成白色沉淀	该溶液中一定含有 Cl^{-}
D	用玻璃棒蘸取氯水滴到蓝色石蕊试纸上,试纸先变红,随后褪色	氯水中含有酸性物质、漂白性物质

考点三 离子检验与推断综合考查

8. [2024·北京朝阳区期末] 用化学沉淀法去除粗盐水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 等杂质离子,过程如下。



下列说法不正确的是 ()

- A. 试剂①~③依次是过量的 Na_2CO_3 溶液、 NaOH 溶液和 BaCl_2 溶液
 B. 加入 BaCl_2 溶液后,静置,沿烧杯壁向上层清液中继续滴加 2 滴 BaCl_2 溶液,可检验 SO_4^{2-} 是否沉淀完全
 C. 盐酸的作用: $\text{H}^{+} + \text{OH}^{-} = \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^{+} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 D. 过滤与加入盐酸的顺序不能颠倒,否则会使生成的沉淀重新溶解

9. [2023·北师大附中期中] 某无色溶液中只可能含有 K^{+} 、 Ag^{+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^{-} 、 OH^{-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的一种或几种,对其进行如下实验操作:

- (1)取少量溶液,滴加无色酚酞溶液,溶液变红;
 (2)另取少量溶液,加入足量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,产生白色沉淀;
 (3)向(2)所得混合物中加足量硝酸,沉淀部分溶解,并有无色气体生成;
 (4)将(3)所得混合物过滤,向滤液中加入 AgNO_3 溶液,有白色沉淀生成。

下列对溶液的说法正确的是 ()

- A. 一定不含有 Ag^{+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cl^{-}
 B. 可能含有 Cl^{-}
 C. 一定含有 K^{+}
 D. 无法判断

第4讲 氧化还原反应的基本概念和规律

» 考点一 氧化还原反应的基本概念

1. [2023·北京延庆区期末] 下列变化需加还原剂才能完成的是 ()

- A. $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ B. $\text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CO}_2$
C. $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HClO}$ D. $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

2. [2024·北京大兴区期末] 下列物质放置在空气中,因发生氧化还原反应而变质的是 ()

- A. Na_2O 固体 B. NaOH 溶液
C. FeCl_2 溶液 D. 漂白粉

3. [2024·北师大附中开学考] 下列物质的颜色变化与氧化还原反应无关的是 ()

- A. 浓硝酸久置后,显黄色
B. 将 Na_2O_2 粉末露置在空气中,固体由淡黄色变为白色
C. 新制的白色氢氧化亚铁放置在空气中,最终变为红褐色
D. 向黄色的铬酸钾(K_2CrO_4)溶液中加入硫酸,溶液变为橙红色

4. [2023·北京顺义区九中月考] 下列化学反应中,不属于氧化还原反应的是 ()

- A. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
B. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
C. $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$
D. $\text{MnO}_2 + 2\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

5. [2024·北京东城区期末] 下列反应中,水只作还原剂的是 ()

- A. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$
B. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HF} + \text{O}_2$
C. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$
D. $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

6. [2024·北师大附中统练] 水与下列物质反应时,水表现出氧化性的是 ()

- A. Na B. Cl_2 C. NO_2 D. Na_2O_2

» 考点二 氧化还原反应的规律及应用

7. 已知 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$,当把 Cl_2 通入 FeI_2 溶液中时,下列离子方程式一定不正确的是 ()

- A. $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$
B. $4\text{Cl}_2 + 6\text{I}^- + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{I}_2 + 8\text{Cl}^-$
C. $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 6\text{Cl}^-$
D. $2\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

8. [2011·北京朝阳区期末] 水热法制备纳米颗粒 Y (化合物)的反应为 $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{O}_2 + a\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Y} + \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法中不正确的是 ()

- A. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 是还原剂
B. Y 的化学式为 Fe_2O_3
C. $a=4$
D. 每有 1 mol O_2 参加反应,反应转移的电子为 4 mol

9. [2022·北京房山区入学考试] 食盐中的碘元素以碘酸钾(KIO_3)形式存在,可根据反应: $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 验证食盐中存在 IO_3^- ,根据上述反应,下列说法错误的是 ()

- A. IO_3^- 作氧化剂,发生还原反应
B. I_2 既是氧化产物又是还原产物
C. 该条件下氧化性: $\text{IO}_3^- > \text{I}_2$
D. 每生成 3 mol I_2 转移电子的物质的量为 6 mol

10. [2022·北京三十五中期中] 已知由一种阳离子与两种酸根阴离子组成的盐称为混盐。向混盐 CaOCl_2 中加入足量浓硫酸,发生反应: $\text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法不正确的是 ()

- A. CaOCl_2 中的两种酸根阴离子分别为 Cl^- 和 ClO^-
B. CaOCl_2 和 Cl_2 中均含有非极性共价键
C. 在上述反应中,浓硫酸不体现氧化性
D. 每产生标准状况下 2.24 L Cl_2 ,转移电子的数目约为 6.02×10^{22}

11. [2021·北京第一五六中学期中] 常温下,在溶液中能发生如下反应:

- ① $2\text{A}^{2+} + \text{B}_2 \rightleftharpoons 2\text{A}^{3+} + 2\text{B}^-$;
② $2\text{B}^- + \text{Z}_2 \rightleftharpoons \text{B}_2 + 2\text{Z}^-$;
③ $16\text{H}^+ + 10\text{Z}^- + 2\text{XO}_4^- \rightleftharpoons 2\text{X}^{2+} + 5\text{Z}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$,

由此判断下列说法错误的是 ()

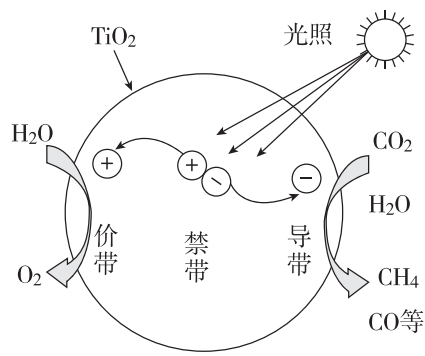
- A. 氧化性从强到弱的顺序是 XO_4^- 、 Z_2 、 B_2 、 A^{3+}
B. 还原性从强到弱的顺序是 A^{2+} 、 B^- 、 Z^- 、 X^{2+}
C. 反应 $\text{Z}_2 + 2\text{A}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{A}^{3+} + 2\text{Z}^-$ 可以进行
D. Z 元素在②③反应中均被还原

» 考点三 氧化还原反应综合考查

12. [2024·北师大附中统练] 已知可用 Co_2O_3 与浓盐酸反应备 Cl_2 ,反应前后存在六种粒子: Co_2O_3 、 H_2O 、 Cl_2 、 H^+ 、 Cl^- 和 Co^{2+} 。下列叙述不正确的是 ()

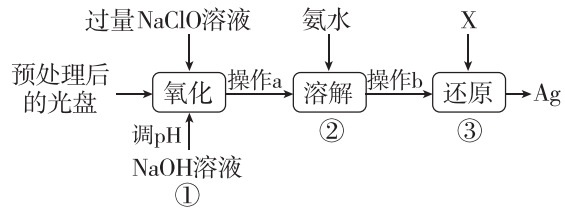
- A. 氧化产物为 Cl_2
B. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:6
C. 该反应条件下, Co_2O_3 的氧化性强于 Cl_2
D. 若反应中有 2 mol 电子转移,则参加氧化还原反应的 HCl 有 2 mol

13. [2024·北京清华附中学考] CO_2 光催化反应机理如图所示,当催化剂受到能量大于禁带宽度的光照时,价带上的电子被激发,跃迁到导带,同时形成空穴。导带上的光生电子($\ominus$)作还原剂,价带上的光生空穴($\oplus$)作氧化剂,下列说法不正确的是 ()



- A. 在价带上 H_2O 被氧化
- B. 推测 TiO_2 起催化作用
- C. 反应过程中光能转化为化学能
- D. 1 mol CO_2 生成 1 mol CH_4 得到 4 mol e^-

14. [2024·北京一〇一中学统练] 回收某光盘金属层中少量 Ag 的方案如下(其他金属含量过低,可忽略)。



- 下列说法不正确的是 ()
- A. “氧化”过程若将 NaOH 改为 H_2SO_4 ,并在加热条件下进行,一定能提高氧化速率
 - B. ①中还生成 O_2 ,则反应的化学方程式可能为 $4\text{Ag} + 4\text{NaClO} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{AgCl} + 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 - C. ②中加入氨水,作用是利用 N 原子上的孤电子对,与 Ag^+ 形成配位键
 - D. ③中,若 X 是肼($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)溶液,氧化产物为无害气体,则理论上消耗 $1\text{ mol N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可提取 432 g Ag

15. [2024·北京一六一中学期中] 资料显示,酸性介质中, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 和 Mn^{2+} 可反应转化为 MnO_4^- 和 SO_4^{2-} 。小组探究利用该反应测定 Mn^{2+} 含量的条件。

- (1)根据实验 II 的现象,氧化性: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ _____ (填“>”或“<”) MnO_4^- 。
- (2)实验 II 中反应的离子方程式是 _____。

实验	序号	物质 a	实验现象
	I	$0.002\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液	无明显变化
	II	$0.002\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ MnSO_4 溶液	加热至沸腾,5 min 后溶液变为紫色
	III	$0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ MnSO_4 溶液	加热至沸腾,生成大量棕黑色沉淀,静置,上层溶液未变紫色

(3)实验 I 的条件下 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 能将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^- ,推测实验 I 未出现紫色的原因: _____。

(4)经检验,棕黑色沉淀为 MnO_2 ,针对实验 III 中的现象,提出以下假设:

- 假设 1: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的浓度较低,不足以将 Mn^{2+} 氧化为 MnO_4^-
- 假设 2:溶液中存在还原剂 Mn^{2+} ,将生成的 MnO_4^- 还原为 MnO_2

- ①甲同学分析上述实验假设,认为假设 1 不成立,理由是 _____。
- ②针对假设 2,乙同学设计实验 IV 证实了推测合理。请写出实验操作和现象: _____。

③实验 III 中生成 MnO_2 的离子方程式是 _____,从化学反应速率的角度分析实验 III 未得到紫色溶液的原因: _____。

(5)资料表明 Ag^+ 可作为 Mn^{2+} 和 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 反应转化为 MnO_4^- 的催化剂。丙同学设计实验 II 的对比实验进行了证实。向 _____。

中滴加 2 滴 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液,再加入 $0.0005\text{ mol (NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 固体,加热至沸腾,观察到溶液很快变为紫色。

(6)根据上述实验,要利用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 将 Mn^{2+} 转化为 MnO_4^- 的反应来快速测定 Mn^{2+} 的含量,应控制的反应条件有加热至沸腾、_____。

第5讲 氧化还原反应的配平与计算

► 考点一 氧化还原反应的配平及分析

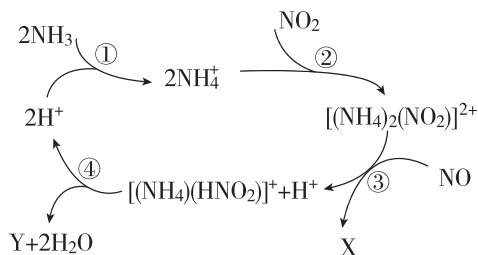
1. [2024·北京四中月考] 为防止废弃的硒单质(Se)造成环境污染,通常用浓硫酸进行氧化处理: $\text{Se} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{SeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平),再用酸性 KI 溶液处理后可回收 Se。下列说法错误的是()

- A. 氧化处理反应中, SO_2 是还原产物, SeO_2 是氧化产物
- B. KI 处理回收 Se 的反应为 $\text{SeO}_2 + 4\text{I}^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow \text{Se} + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 还原性由强到弱的顺序是 $\text{KI} > \text{Se}$
- D. 用 200 mL $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 浓 H_2SO_4 可回收 1.8 mol Se 单质

2. [2023·北京首师大附中阶段练] 去除废水中含氮离子是目前水质改善的热点研究课题,常见的化学方法是用 NH_4^+ 将含氮离子还原为氮气或先用臭氧、双氧水、次氯酸钠等氧化 NO_2^- ,再用还原剂除去。去除废水中含有的 NO_2^- 、 NO_3^- 的一种原理如下: $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_3^-$ (I), $6\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+ + 5\text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow 3\text{N}_2 \uparrow + 5\text{CO}_2 \uparrow + 13\text{H}_2\text{O}$ (II)。下列说法不正确的是()

- A. 氧化性由强至弱的顺序为 $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{NO}_3^-$
- B. 用镁将水中的 NO_3^- 还原成 N_2 的离子方程式为 $2\text{NO}_3^- + 5\text{Mg} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 5\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$
- C. 根据上述资料可知 ClO^- 与 NH_4^+ 不共存,反应为 $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{N}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$
- D. 等物质的量 NO_2^- 分别与臭氧、双氧水、次氯酸钠完全反应转移电子数之比为 3 : 1 : 1

3. [2022·北京首师大附中开学考试] 利用 Cu-ZSM-5 分子筛催化剂, NH_3 可脱除燃煤烟气中的 NO 和 NO_2 ,生成两种无毒物质,其反应历程如图所示。下列说法不正确的是()



- A. 阶段②中各元素的化合价没有发生变化
- B. X 是氮气
- C. 阶段④中的氮元素既被氧化又被还原
- D. 在去除氮氧化物的总反应中,每生成标准状况下 2.24 L 氮气,转移的电子数为 $0.3N_A$ (设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)

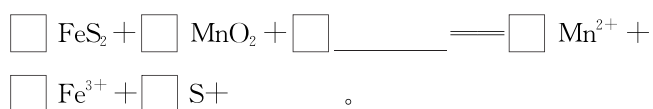
4. [2024·北师大附中统练] 用化学用语表达下列过程中的化学反应。

(1)向淀粉 KI 溶液中滴加稀 H_2SO_4 ,溶液变蓝。写出反应的离子方程式:_____。

(2)用饱和纯碱溶液与 Cl_2 反应制取有效成分为 NaClO 的消毒液(已知酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO} > \text{HCO}_3^-$),其反应的离子方程式是_____。

(3)向饱和 NaHCO_3 溶液中滴加 CaCl_2 溶液,生成白色沉淀和无色气体。写出反应的离子方程式:_____。

(4)用硫酸浸取软锰矿[含 MnO_2 、 FeS_2 (二硫化亚铁)等]中的金属元素,将离子方程式补充完整。



(5)以芒硝($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)和碳酸氢铵为原料,在水溶液中经复分解反应析出 NaHCO_3 晶体,其反应的化学方程式是_____。再将 NaHCO_3 晶体在一定条件下转化为纯碱,其反应的化学方程式是_____。

► 考点二 电子守恒法计算及应用

5. [2021·北京交通大学附中期末] 当溶液中 $\text{X}_2\text{O}_4^{2-}$ 与 MnO_4^- 个数比为 5 : 2 时,溶液中 $\text{X}_2\text{O}_4^{2-}$ 中 X 元素恰好被氧化为较低价态,同时生成 Mn^{2+} ,则反应后 X 元素的化合价为()

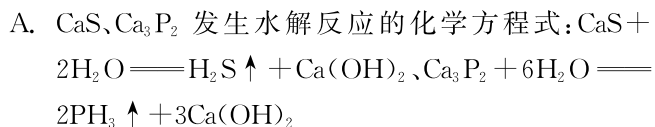
- A. +1
- B. +2
- C. +3
- D. +4

6. [2024·北京中关村中学开学考] 实验室用 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下制取氯气: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,下列对该反应的叙述不正确的是()

- A. MnO_2 发生了还原反应
- B. HCl 表现还原性和酸性
- C. 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1 : 4
- D. 浓盐酸可用一定浓度的 H_2SO_4 和 NaCl 的混合物代替

7. [2024·北师大二附中统练] 用电石(主要成分为 CaC_2 ,含 CaS 和 Ca_3P_2 等)制取乙炔时,常用 CuSO_4 溶液除去乙炔中的杂质。反应为① $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 、② $24\text{CuSO}_4 + 11\text{PH}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 8\text{Cu}_3\text{P} \downarrow + 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 24\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

下列分析不正确的是()

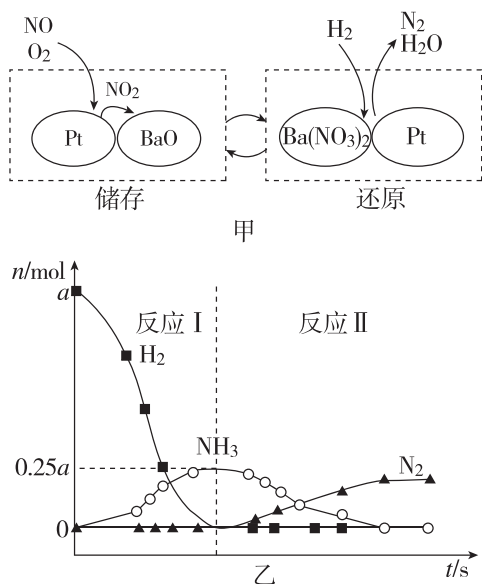


B. 不能依据反应①比较硫酸与氢硫酸的酸性强弱

C. 反应②中氧化剂与还原剂的物质的量之比是 24 : 11

D. 用酸性 KMnO_4 溶液验证乙炔还原性时, H_2S 和 PH_3 有干扰

8. [2024 · 北京东城区一模] 在 Pt-BaO 催化下, NO 的“储存-还原”过程如图甲所示。其中“还原”过程依次发生反应 I 和反应 II, 各气体的物质的量变化如图乙所示。



下列说法不正确的是 ()

A. NO_2 与 BaO 的反应中, NO_2 既是氧化剂, 又是还原剂

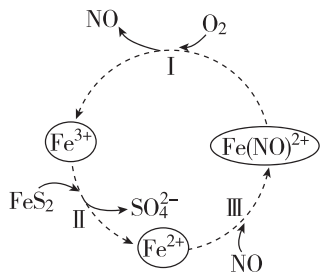
B. 反应 I 为 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 8\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{BaO} + 2\text{NH}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$

C. 反应 II 中, 最终生成 N_2 的物质的量为 $0.2a \text{ mol}$

D. 反应 I 和 II 中消耗的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 的质量比是 3 : 5

考点三 氧化还原反应综合考查

9. [2024 · 北京四中月考] 在酸性条件下, 如图所示物质间的转化可以实现黄铁矿 (FeS_2) 的催化氧化。下列分析错误的是 ()



A. 反应 I 的离子方程式为 $4\text{Fe}(\text{NO})^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$

B. 反应 II 的氧化剂和还原剂的物质的量之比为 14 : 1

C. 该反应的总反应为 $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

D. NO 是 Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe^{3+} 的催化剂

10. 含氯物质在日常生活中具有许多重要用途, 回答下列问题:

(1) 亚氯酸钠 (NaClO_2) 较稳定, 但加热或敲击亚氯酸钠固体时立即爆炸, 爆炸后的产物可能为 _____。

A. NaCl 、 Cl_2 B. NaCl 、 NaClO

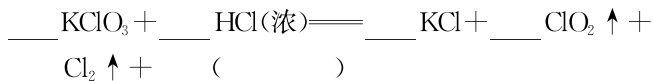
C. NaClO_3 、 NaClO_4 D. NaCl 、 NaClO_3

(2) 我国从 2000 年起逐步用 ClO_2 气体替代氯气进行消毒, 实验室常用 KClO_3 、草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 和稀硫酸制备 ClO_2 , 草酸被氧化成 CO_2 , 则该反应的离子方程式为 _____。

(3) 工业上可利用 ClO_2 制备亚氯酸钠 (NaClO_2), 反应体系中涉及下列物质: NaClO_2 、 ClO_2 、 H_2O_2 、 NaOH 、 H_2O 、 O_2 , 写出反应的化学方程式: _____。

(4) 某温度下, 将氯气通入 NaOH 溶液中, 反应得到 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 的混合溶液, 经测定, 溶液中 ClO^- 与 ClO_3^- 的离子个数比为 1 : 4, 则该反应中被还原与被氧化的 Cl_2 的分子个数比为 _____。

(5) 请完成该过程的化学方程式并配平。



若反应生成 71 g Cl_2 , 则被氧化的 HCl 质量为 _____。

(6) 已知氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, 则:

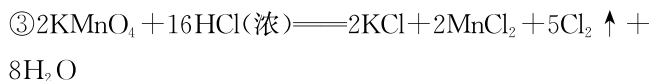
① FeBr_2 溶液中通入一定量的 Cl_2 , 发生反应的离子方程式为 $a\text{Fe}^{2+} + b\text{Br}^- + c\text{Cl}_2 \rightarrow d\text{Fe}^{3+} + e\text{Br}_2 + f\text{Cl}^-$, 下列选项中的数字与离子方程式中的 a 、 b 、 c 、 d 、 e 、 f 一一对应, 其中不符合反应实际的是 _____。

A. 2; 4; 3; 2; 2; 6 B. 0; 2; 1; 0; 1; 2

C. 2; 2; 2; 2; 1; 4 D. 2; 6; 4; 2; 3; 8

② FeI_2 、 FeBr_2 和 Cl_2 的个数之比为 2 : 2 : 5, 在溶液中反应的离子方程式为 _____。

(7) 实验室用下列方法均可制取氯气。



若各反应转移的电子数相同, ①②③④生成的氯气质量比为 _____。

素养提升练(一) 模型认知——情境型方程式的书写

► 探究点一 依据文字信息书写方程式

1. [2024·北京四中月考节选] 中国传统的农具、兵器曾大量使用铁,铁器的修复是文物保护的重要课题。铁器表面氧化层的成分有多种,性质如下:



战国时期的铁制农具

成分	Fe_3O_4	$\text{FeO}(\text{OH})$	FeOCl
性质	致密	疏松	疏松
不溶于水,溶于酸			

(1) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被空气氧化为 Fe_3O_4 的化学方程式是_____。

(2) 在有氧条件下, Fe_3O_4 在含 Cl^- 溶液中会转化为 FeOCl , 写出相关反应的离子方程式:_____。

2. [2024·北京一六一中学开学考] 回收废旧锂离子电池中的金属元素,可以有效缓解原料供应紧张、环境污染等问题。

碳还原焙烧-水浸法可实现三元锂离子电池正极材料中锂的优先提取:将正极材料与一定量炭粉充分混合、焙烧,得到 Ni 、 Co 、 MnO 和 Li_2CO_3 等,再浸于水,得到含 Li^+ 的浸出液。

已知: Li_2CO_3 微溶于水;溶解度: $\text{LiHCO}_3 > \text{Li}_2\text{CO}_3$ 。

(1) 焙烧过程中未得到 Mn 单质,若计算 $2\text{MnO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Mn}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 的 ΔH , 需要知道哪些反应的 ΔH :_____。

(2) 水浸过程中通入 CO_2 可提高锂的浸出率。用化学方程式解释原因:_____。

3. [2024·北京中关村中学学科练习节选] 某含氰废水中氰主要以 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 和少量 CN^- 形式存在,对该废水进行除氰处理的步骤如下:

I. 取一定量处理好的铁屑和活性炭混合物(按照一定的体积比混合);

II. 加入一定体积的含氰废水,调节 pH 为 3.5,控制曝气(即通入空气)时间,静置,反应一段时间后过滤,得滤液 a,总氰去除率接近 70%;

III. 调节滤液 a 的 pH,加入一定量的 30% 的 H_2O_2 溶液,反应一段时间后过滤,得滤液 b,总氰去除率可达 80% 以上;

IV. 向滤液 b 中加入 $\text{NaOH}-\text{Ca}(\text{OH})_2$ 调节 pH 至 8~10,混凝沉淀,经过滤,总氰去除率接近 100%,得到符合排放标准的废水。

(1) I 中,处理过程需用稀硫酸除去铁屑表面的氧化铁,反应的离子方程式是_____。

(2) 步骤 II 中,生成沉淀的主要成分是 $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 。

反应过程中,会有部分 $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 转化为

$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, 补全反应的离子方程式。

_____ $\text{Fe}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6] +$ _____ $+$ _____ $\rightleftharpoons$

_____ $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 +$ _____ $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 步骤 III 中,其他条件不变,研究 pH 不同对滤液 a 中总氰去除效果的影响, H_2O_2 可将 CN^- 氧化为 CO_3^{2-} 和 NH_4^+ , 反应的离子方程式是_____。

► 探究点二 依据实验信息书写方程式

4. [2024·北京西城区一模] 某小组同学探究硫代硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)溶液与某些常见金属离子的反应。

已知:

i. $[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{2-}$ (淡绿色)、 $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]^{3-}$ (紫黑色)、 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ (无色)。

ii. $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 在酸性溶液中转化为 SO_4^{2-} 、 S 和 SO_2 。

iii. BaS_4O_6 可溶于水、 BaS_2O_3 微溶于水。

(1) 将硫粉加入沸腾的 Na_2SO_3 溶液中可制得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 离子方程式是_____。

(2) 研究 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与某些常见金属离子的反应,进行如下实验。

	序号	X 溶液	现象
	I	CuCl_2 溶液	溶液变为淡绿色,水浴加热至 50°C 以上,逐渐析出黑色沉淀

取 I 中的浊液,离心分离,经检验,沉淀是 Cu_2S 和 S 的混合物,清液中存在 SO_4^{2-} 。

i. 补全 I 中生成黑色沉淀的总反应的离子方程式:

$2\text{Cu}^{2+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \square \xrightarrow{\Delta} \square \downarrow + \square \downarrow + \square + 4\text{H}^+$

5. [2024·北师大附中学统练节选] 实验小组探究溶液酸碱性对锰化合物和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 氧化还原反应的影响。

资料:i. MnO_4^{2-} 呈绿色, MnO_2 为棕黑色沉淀, Mn^{2+} 几乎无色。

ii. MnO_4^{2-} 在强碱性溶液中能稳定存在,在酸性、中性或弱碱性溶液中易转化为 MnO_4^- 和 MnO_2 。

iii. BaS_2O_3 为微溶物。

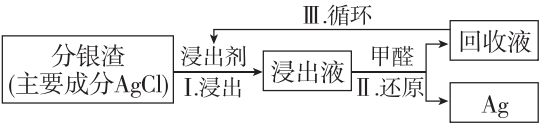
实验	序号	试剂	现象
i. 先加试剂a ii. 再加试剂b 20滴 0.002 mol · L ⁻¹ KMnO ₄ 溶液	I	a. 10 滴 3 mol · L ⁻¹ H ₂ SO ₄ 溶液 b. 20 滴 0.002 mol · L ⁻¹ Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液	溶液紫色变 浅至接近无 色, 静置一段 时间后出现乳 白色浑浊
	II	a. 10 滴蒸馏水 b. 20 滴 0.002 mol · L ⁻¹ Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液	紫色溶液逐 渐褪色, 产生 棕黑色沉淀
	III	a. 10 滴 6 mol · L ⁻¹ NaOH 溶液 b. 2 滴 0.002 mol · L ⁻¹ Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液和 18 滴蒸馏水	溶液变为绿 色, 无沉淀生 成, 静置 5 min, 未见明显变化
	IV	a. 10 滴 6 mol · L ⁻¹ NaOH 溶液 b. 20 滴 0.002 mol · L ⁻¹ Na ₂ S ₂ O ₃ 溶液	溶液变为绿 色, 无沉淀生 成, 静置 5 min, 绿色变浅, 有棕 黑色沉淀生成

(1)用离子方程式解释实验 I 中出现乳白色浑浊的原因:_____。

(2)针对实验 III、IV 进行分析, 实验 III 中“溶液变为绿色”相应反应的离子方程式为_____。

» 探究点三 依据流程信息书写方程式

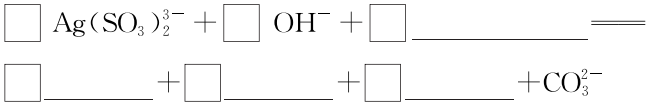
6. [2024 · 北京第一〇一中学统练节选] 某小组模拟工业上回收分银渣中的银, 过程如下:



(1) I 中主要反应: $\text{AgCl} + 2\text{SO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{SO}_3)_2^{3-} + \text{Cl}^-$ 。研究发现: 其他条件不变时, 该反应在敞口容器中进行, 浸出时间过长会使银的浸出率(浸出液中银的质量占起始分银渣中银的质量的百分比)降低, 可能原因是_____。

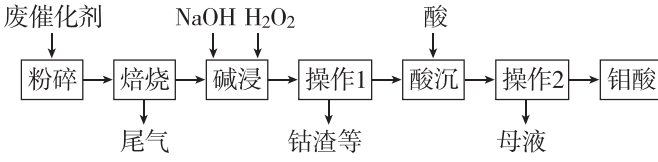
(用离子方程式表示)。

(2)将 II 中反应的离子方程式补充完整。



7. [2024 · 北京中国人民大学附中一模节选] 合成氨工业产生的钴钼废催化剂(主要成分 MoS₂、CoO、Fe₂O₃

等)是一种相当宝贵的二次资源。用碱浸法处理钴钼废催化剂的工艺流程如图所示。



资料:

i. 氧化钼(MoO₃): 熔点 795 °C。易升华(即使在低于熔点的情况下, 也有显著的升华现象)。

ii. 钼酸(H₂MoO₄): 难溶于水和酸的黄色晶体, 可通过酸化钼酸盐溶液而制得。

(1)焙烧:

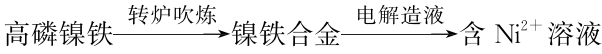
将废催化剂在空气中焙烧可生成氧化钼, 写出反应的化学方程式:_____。

(2)碱浸:

碱浸时杂质钴元素以 Co(OH)₂ 的形式浸出, 加入双氧水可将其氧化为 Co(OH)₃ 沉淀。写出反应的化学方程式:_____。

8. [2024 · 北京清华大学附中检测] 工业上利用生产磷肥的副产品高磷镍铁制备硫酸镍晶体 NiSO₄ · 6H₂O。

I. 制备含 Ni²⁺ 的溶液

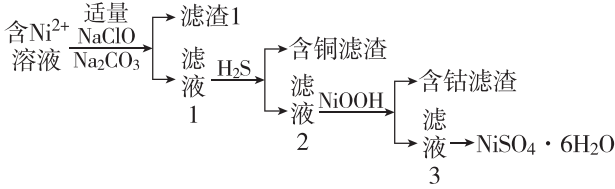


已知:

高磷镍铁和镍铁合金中元素的百分含量:

元素/%	Ni	Fe	P	Co	Cu
高磷镍铁	4.58	70.40	16.12	0.22	0.34
镍铁合金	52.49	38.30	5.58	1.73	1.52

II. 制备 NiSO₄ · 6H₂O



(1)在酸性条件下, NaClO 和 Fe²⁺ 反应生成 Fe³⁺ 和 Cl⁻ 的离子方程式是_____。

(2)滤液 1 中通入 H₂S 后, 发生反应的离子方程式是_____。

(3)滤液 2 中加入 NiOOH 后, 发生反应的离子方程式是_____。