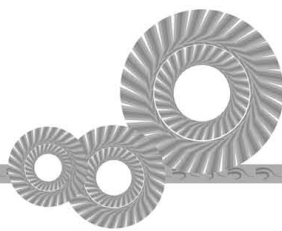


目录

Contents ★★★★★



第1章 认识化学科学 1

第1节 走进化学科学 1

第2节 研究物质性质的方法和程序 4

第1课时 钠的性质 4

第2课时 氯气的性质 8

第3节 化学中常用的物理量——物质的量
..... 14

第1课时 物质的量及其单位——摩尔 ... 15

第2课时 摩尔质量和气体摩尔体积 17

第3课时 物质的量浓度 20

微项目 探秘膨松剂
——体会研究物质性质的方法和程序的
实用价值 26

本章总结 27

本章自我检测 29

第2章 元素与物质世界 31

第1节 元素与物质分类 31

第1课时 物质的组成与分类 31

第2课时 一种重要的混合物——胶体 ... 35

第2节 电解质的电离 离子反应 40

第1课时 电解质的电离 41

第2课时 离子反应 44

第3课时 离子反应的应用 47

第3节 氧化还原反应 52

第1课时 认识氧化还原反应 53

第2课时 氧化剂和还原剂 57

第3课时 氧化还原反应的应用 61

微项目 科学使用含氯消毒剂
——运用氧化还原反应原理解决实际
问题 67

本章总结 68

本章自我检测 70

第3章 物质的性质与转化 72

第1节 铁的多样性 72

第1课时 亚铁盐和铁盐 72

第2课时 铁、铁的氧化物和铁的氢氧化物
..... 75

第3课时 铁及其化合物之间的转化关系
..... 78

第2节 硫的转化 84

第1课时 自然界中的硫 85

第2课时 实验室里研究不同价态硫元素之
间的转化 88

第3课时 浓硫酸及酸雨 92

第3节 氮的循环 98

第1课时 氮气及氮的氧化物 98

第2课时 氨气及铵盐 102

第3课时 硝酸、人类活动对氮循环和环境的
影响 106

微项目 论证重污染天气“汽车限行”的合理性
——探讨社会性科学议题 111

本章总结 112

本章自我检测 115

期末检测(一) 118

期末检测(二) 122

参考答案 126

第2章

元素与物质世界

从物质类别和元素价态两个角度可以建立物质家族,在归纳酸、碱、盐、氧化物等物质组成与性质的基础上,我们将建立电解质概念、氧化还原概念,认识电解质在水中的行为,从离子反应和氧化还原反应的角度进一步认识物质性质,理解反应的实质。通过本章学习,同学们“宏观辨识与微观探析”及“变化观念与平衡思想”等化学学科核心素养将得到进一步发展。

第1节 元素与物质分类

→ 瞄准课标 靶向学习 >

课标内容要求	课标学业要求
1. 认识元素可以组成不同种类的物质,根据物质的组成和性质可以对物质进行分类。 2. 认识同类物质具有相似的性质,一定条件下各类物质可以相互转化。 3. 认识元素在物质中可以具有不同价态。 4. 认识胶体是一种常见的分散系。	1. 能依据物质类别和元素价态列举某种元素的典型代表物。 2. 能举例说明胶体的典型特征。 3. 能列举、描述、辨识典型物质重要的物理和化学性质及实验现象。

第1课时 物质的组成与分类

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 元素的存在状态分几类? 依据元素组成如何对物质进行分类?

2. 如何根据物质类别预测陌生物质的性质?

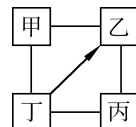
自主检测

1. 现有下列物质:①金刚石,②石墨,③冰水混合物,④纯净无污染的空气,⑤过氧化钠,⑥氧化钠,⑦胆矾,⑧ CuSO_4 溶液。

(1) 属于混合物的是_____,属于单质的是_____,属于化合物的是_____。

(2) 属于由相同元素组成的不同化合物的是_____,属于由同种元素组成的不同单质的是_____。

2. 如图,“—”表示相连的物质在一定条件下可以反应,“→”表示丁在一定条件下可以转化为乙。下列四组选项中,符合图示要求的是()



选项	甲	乙	丙	丁
A	H ₂ SO ₄	Na ₂ SO ₄	NaOH	NaCl
B	KCl	K ₂ CO ₃	KOH	HCl
C	O ₂	CO ₂	CuO	C
D	Fe	CuCl ₂	Zn	HCl

学习体验

素养形成

探究学习(一) 元素与物质的关系

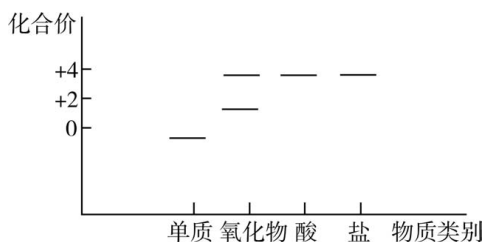
学习化学过程中,你已经接触过许多物质,如钠、镁、铁、氧化镁、氯化钠、氢氧化钠、一氧化碳、二氧化碳、氯气、氢气、氧气、氯化亚铁、三氧化二铁、碳酸钠、碳单质、硫酸、碳酸、氯化铁等。

完成以下任务:

1. 组成这些物质的元素有哪些?

2. 如何从元素组成的角度对这些物质进行分类?

3. 找出含碳元素的物质,将它们的化学式填入下图相应位置:



思维建模

根据元素组成的物质类别和元素化合价,构建元素的物质家族——“价一类”二维图。

典例解析

【例 1】下列有关物质的组成与分类的描述中,正确的是()

A. 仅含一种元素的物质一定是纯净物

B. CO₂ 和 N₂O₅ 都属于酸性氧化物

C. 含 C 元素的化合物一定是有机化合物

D. Na₂CO₃ 溶液呈碱性,故 Na₂CO₃ 是一种碱

解析:物质是由元素组成的,一种元素可形成两种或多种不同单质,如 O₂ 和 O₃,A 项错误;CO₂ 和 N₂O₅ 与碱反应生成盐和水,属于酸性氧化物,B 项正确;含 C 元素的化合物如 CO、CO₂ 及碳酸盐等不是有机化合物,C 项错误;Na₂CO₃ 是盐,不是碱,D 项错误。

答案:B

易错点拨:盐溶液不一定呈中性,可能呈酸性或碱性。

拓展训练

1. 有下列 10 种物质:①水,②空气,③铁,④二氧化碳,⑤ H₂SO₄,⑥ 熟石灰 [Ca(OH)₂],⑦ 胆矾,⑧ FeCl₃ 溶液,⑨ 碳酸氢钠 (NaHCO₃),⑩ 碱式碳酸铜 [Cu₂(OH)₂CO₃]。

其中属于混合物的是_____ (填序号,下同);属于氧化物的是_____ ;属于碱的是_____ ;属于酸的是_____ ;属于盐的是_____ 。

探究学习(二) 物质分类与物质性质

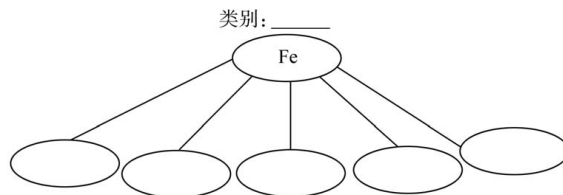
[思考交流]现有物质:金属铁、碳单质、二氧化碳、碳酸钙、氧气、氧化钙、盐酸、氯化钠、氯化钡、硫酸、硫酸铜、氢氧化铜、氢氧化钠、硝酸银。

完成下列任务:

1. 按照物质类别对上述物质进行分类,将其化学式填入表中。

单质	氧化物	酸	碱	盐

2. 若以单质铁为研究对象,找出能够与铁发生反应的物质(可填不满,也可补充)。



类别: _____ 类别: _____ 类别: _____ 类别: _____ 类别: _____

3. 针对铁的性质,选取合适试剂(同类别物质选取一种即可),设计实验方案,进行实验,记录实验报告单。

序号	操作步骤	实验现象	实验结论
.....			

4. 类比单质铁, 总结非金属单质、氧化物、酸、碱、盐所具有的性质。

方法导引

研究一类物质的思路与方法

判断物质类别 → 依据通性, 预测物质性质 → 实验验证。

典例解析

【例 2】下表有三组物质, 每组均有甲、乙、丙三种物质(酸、碱、盐均为溶液)。

	第 I 组	第 II 组	第 III 组
甲	BaCl ₂	Fe	Cu(NO ₃) ₂
乙	Fe ₂ O ₃	K ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄
丙	Mg	NaOH	MgCl ₂

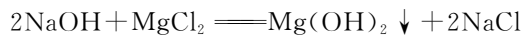
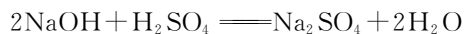
根据该表回答下列问题:

(1) 第 III 组中有一种物质能与第 _____ 组中的所有物质反应, 这种物质是 _____。

(2) 不与第 I 组中所有物质发生反应, 但能与第 III 组中所有物质发生反应的是第 _____ 组中的物质 _____。其化学方程式分别为 _____。

解析: 第 II 组中的 K₂SO₄ 与第 III 组的 H₂SO₄ 含有相同的酸根离子, 不能反应, 与另外两种物质也不具备复分解反应发生的条件, 故排除第 II 组。第 I 组物质分别是金属、碱性氧化物、盐三类, 只有酸类物质能与其都发生反应, 因而第 III 组中的 H₂SO₄ 符合(1)的要求。剩下的第 II 组中的 K₂SO₄ 不能与第 III 组所有物质反应, Fe 和 MgCl₂ 之间也不能发生反应, 只有 NaOH 与 Cu(NO₃)₂、H₂SO₄、MgCl₂ 都可以发生反应, 且 NaOH 与第 I 组所有物质不反应, 符合题意。

答案: (1) I H₂SO₄ (2) II NaOH
 $2\text{NaOH} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaNO}_3$



拓展训练

2. 盐是一种常见物质, 下列物质经一步反应可转化为盐的是()
- ①金属 ②碱性氧化物 ③碱 ④非金属
 ⑤酸 ⑥酸性氧化物
- A. 只有①②③ B. 只有①④⑥
 C. 只有②⑤⑥ D. 全部

分层训练

素养提升

学习·理解

1. 已知碳元素的单质有金刚石、石墨和足球烯(C₆₀)等, 氧元素的单质有 O₂、O₃。下列说法不正确的是()
- A. 一种元素可以形成两种或两种以上不同的单质
 B. 单质的种类一定多于元素的种类
 C. 只含有一种元素的物质不一定是纯净物
 D. 只含有碳元素的物质在氧气中燃烧只能生成一种物质
2. 下列变化不能通过一步反应实现的是()
- A. Na₂CO₃ → NaOH B. CuO → CuCl₂
 C. CaCO₃ → Ca(OH)₂ D. CaO → Ca(OH)₂
3. 下列各选项中后者不属于前者的是()
- A. 酸、硫酸 B. 碳酸盐、Na₂CO₃
 C. 化合物、氧化物 D. 碱、纯碱
4. 下列说法正确的是()
- A. 钢和目前流通的硬币都是金属单质
 B. 生石灰与水混合过程中只发生化学反应
 C. 苛性钠、醋酸钠分别属于碱和盐
 D. CuSO₄ · 5H₂O 是一种混合物
5. 下列有关氧化物的判断正确的是()
- A. 凡是含氧的化合物均可称为氧化物
 B. 依据性质不同, 氧化物只能分为酸性氧化物和碱性氧化物
 C. 酸性氧化物都能与碱反应生成盐和水
 D. 金属氧化物一定是碱性氧化物

6. 下列各组物质中均有一种物质的类别与其他 3 种不同。

A. CaO、Na₂O、CO₂、CuO

B. Si、C、P、Cu

C. O₂、Fe、Cu、Zn

D. HClO、H₂O、H₂SO₄、HNO₃

(1) 以上 4 组物质中类别不同的物质依次是(填化学式):

A _____;

B _____;

C _____;

D _____。

(2) 这 4 种物质相互作用可生成一种新物质碱式碳酸铜, 化学式为 Cu₂(OH)₂CO₃, 该化合物属于 _____ (填物质类别), 该反应中 _____ (填“有”或“无”) 元素化合价变化。

应用·实践

7. 实验室里有 4 个药品橱, 已经存放以下药品:

药品橱	甲橱	乙橱	丙橱	丁橱
药品	盐酸、硫酸	氢氧化钠、氢氧化钙	红磷、硫	铜、锌

实验室新购进一批碘, 应该将碘放在()

A. 甲橱

B. 乙橱

C. 丙橱

D. 丁橱

8. 下面是某加碘食盐包装袋上的部分图表文字。由此, 你得到的信息和作出的推测是()

配料表

氯化钠 (NaCl)	≥98.0% (以NaCl计)
碘酸钾 (KIO ₃)	(35±15) mg·kg ⁻¹ (以I计)

菜未烧熟不宜加入加碘盐

菜烧熟后加入加碘盐最佳

A. 此食盐是纯净物

B. 加碘食盐中的碘是指碘单质

C. 1 kg 此食盐中含 (35±15) mg 碘酸钾

D. “菜未烧熟不宜加入加碘盐”的原因可能是碘酸钾受热不稳定

9. 无机化合物可根据其组成和性质进行分类。



(1) 上图所示的物质分类方法名称是 _____。

(2) 以 Na、K、H、O、C、S、N 中任两种或三种元素组成合适的物质, 分别填在下表②③⑥的后面。

物质类别	化学式
酸	① HCl ② _____
碱	③ _____ ④ Ba(OH) ₂
盐	⑤ Na ₂ CO ₃ ⑥ _____
氧化物	⑦ CO ₂ ⑧ Na ₂ O ₂

(3) 写出⑦转化为⑤的化学方程式: _____。

(4) 呼吸面具中用⑧作为 O₂ 来源的反应原理为 _____。

(5) 实验室制备⑦常用 _____ 和 _____ 反应, 检验该气体的方法是 _____。

迁移·创新

10. 请根据所学知识及下面的信息回答问题:

一辆满载砒霜的大货车因车祸翻下山坡, 滑入河道, 导致 7.0×10^3 kg 砒霜散落到河水中。砒霜的主要成分是 As₂O₃, 有剧毒, 致死量为 0.1 g, 可用于制取杀虫剂和灭鼠剂等。As₂O₃ 是偏酸性氧化物, 微溶于水时生成 H₃AsO₃, 其酸对应的盐也均有毒性, 其中碱金属 (Na、K 等) 对应的盐溶于水, 其他金属对应的盐几乎不溶于水。事情发生后, 当地政府立即采取了紧急措施, 其中一项是向河中投入了 5.0×10^4 kg 某白色固体。由于措施得力, 没有发生人员中毒、死亡事件。

(1) H₃AsO₃ 中 As 元素的化合价为 _____。

(2) 从经济、易得、实用的角度考虑, 投入的 5.0×10^4 kg 白色固体是 _____。

(3) 将此白色固体投入水中都发生了哪些反应? 起到了什么作用?

第2课时 一种重要的混合物——胶体

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 分散系的分类依据是什么?
2. 请列举两个生活中有关胶体应用的实例。

自主检测

1. 下列说法不正确的是()
 - A. Na_2SO_4 溶液是一种分散系,分散质是 Na_2SO_4
 - B. 蔗糖溶液是分散系,分散剂是水
 - C. 烟、雾属于胶体,是分散系的一种
 - D. 碘酒是一种胶体,分散剂是酒精,分散质是碘
2. 鉴别胶体和溶液可以采取的最好方法是()
 - A. 电泳
 - B. 观察
 - C. 稀释
 - D. 丁达尔效应

学习体验 素养形成

探究学习 ① 胶体的本质

[观察思考]对比 KNO_3 溶液、泥土悬浊液、氢氧化铁胶体及碘化银胶体外观,并用激光笔照射。

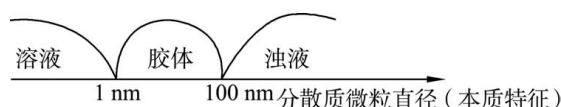


完成下列任务:

1. 对比溶液和浊液,胶体的外观具有怎样的特点? 胶体的本质特征是什么?
2. 丁达尔效应产生的原理是什么? 如何区分溶液和胶体?
3. 生活中常见的胶体有哪些?

归纳总结

胶体区别于其他分散系的根本特征:分散质的微粒直径介于 $1\sim 100\text{ nm}$ 。



典例解析

【例1】物理学家约翰·丁达尔首先发现了入射光透过胶体时,从侧面可以看到一条光亮的通路。下列①~⑥中,不会出现丁达尔效应的分散系是()

- ①鸡蛋白溶液 ②水 ③淀粉溶液 ④硫酸钠溶液 ⑤烟 ⑥肥皂水
- A. ② B. ①③ C. ⑤⑥ D. ④

解析:首先审题,题目要求对应的是分散系,②水是纯净物,不属于分散系,A项错误;①鸡蛋白溶液、③淀粉溶液、⑤烟及⑥肥皂水都是胶体,都能产生丁达尔效应,B、C项均错误;④硫酸钠溶液属于溶液,不能产生丁达尔效应,D项正确。

答案:D

易错点拨:分散系包含分散质和分散剂,属于混合物。

拓展训练

1. 下列关于胶体的说法不正确的是()
 - A. 雾是气溶胶,在阳光下可观察到丁达尔效应
 - B. 纳米材料的微粒直径一般为几纳米到几十纳米,因此纳米材料属于胶体
 - C. 一束平行光线照射蛋白质溶液时,从侧面可以

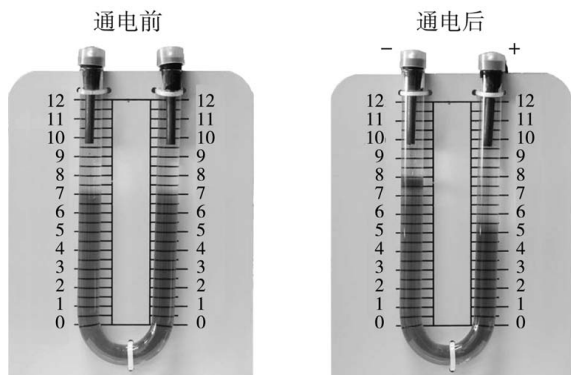
看到一束光亮的通路

D. 胶体分散质的微粒直径介于 $10^{-9} \sim 10^{-7} \text{ m}$

探究学习(二) 胶体的性质及应用

[活动探究] 阅读本书教材“拓展视野”栏目, 观察实验现象。

1. 氢氧化铁胶体电泳实验



氢氧化铁胶体的电泳现象

(1) 实验记录:

实验现象	实验结论

(2) 问题思考:

① 试分析胶体能够比较均一、稳定的原因。

② 电泳在生活中的应用有哪些?

2. 氢氧化铁胶体聚沉实验



氢氧化铁胶体聚沉

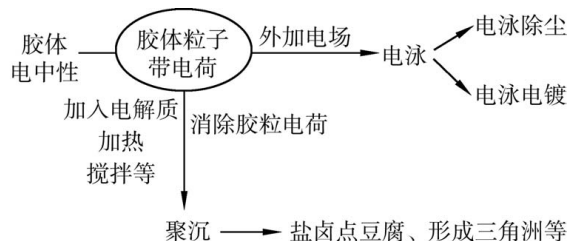
问题思考:

① 氢氧化铁胶体聚沉的原因是什么?

② 聚沉方法有哪些?

③ 胶体聚沉在生活中的应用有哪些?

归纳总结



注意: 并不是所有胶体的胶粒都带有电荷, 如淀粉溶液胶粒不带电。

典例解析

【例2】下列现象或新技术应用中, 不涉及胶体性质的是()

A. 在饱和 FeCl_3 溶液中逐滴加入 NaOH 溶液, 产生红褐色沉淀

B. 使用微波手术刀进行外科手术, 可使开刀处的血液迅速凝固而减少失血

C. 清晨, 在茂密的树林中, 常常可以看到从枝叶间透过的一道道光柱

D. 在河流入海口易形成沙洲

解析: 饱和 FeCl_3 溶液与 NaOH 溶液发生复分解反应, 产生红褐色沉淀, 与胶体性质无关, A 项符合题意; 血液属于胶体, 微波手术刀使开刀处血液凝固应用了胶体聚沉的原理, B 项涉及胶体性质; 清晨树林中的光柱属于胶体的丁达尔现象, C 项涉及胶体性质; 河流入海口, 河水中的泥沙胶体遇海水中的盐分而发生聚沉, D 项涉及胶体性质。

答案: A

易错点拨: 区分胶体的聚沉与复分解反应得到的沉淀。

拓展训练

2. 下列现象可以用胶体的聚沉性质解释的是()

A. 明矾可以净水

B. 水泥厂、冶金厂常用高压电除去烟尘

C. 土壤具有保肥作用

D. 一支钢笔使用两种不同牌子的蓝黑墨水, 易出现堵塞

探究学习(三) 胶体的制备与分离提纯

[实验探究] $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的制备

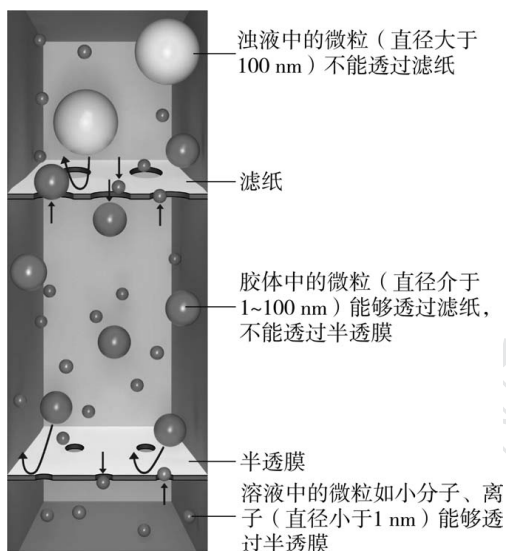
取 25 mL 蒸馏水于小烧杯中, 加热至沸腾, 滴入

5~6 滴饱和 FeCl_3 溶液,继续加热至液体变为红褐色即停止加热,用激光笔检验。

实验问题研讨:

1. 试写出该实验中发生反应的化学方程式。

2. 试分析下图,思考如何从该体系中分离出氢氧化铁胶体?



方法导引

胶体的分离提纯依据胶体粒子直径选择半透膜。

典例解析

【例 3】课外活动时间小丽同学制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,操作如下:首先在烧杯中加入 25 mL 蒸馏水,用酒精灯加热至沸腾,然后向烧杯中逐滴滴加 6 滴饱和 FeCl_3 溶液,并继续煮沸至液体呈透明的红褐色,即得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体。试回答下列问题:

(1)证明小丽同学成功制得胶体的方法是_____。

(2)若小丽同学在滴加饱和 FeCl_3 溶液的同时用玻璃棒不断搅拌,结果没有得到胶体,原因是_____。

(3)小丽同学制得的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中含有少量盐酸,为得到较纯净的胶体,她设计了以下操作,合理的是_____。

- A. 加入 NaOH 溶液进行中和
B. 加入 AgNO_3 溶液,反应后过滤

C. 装入半透膜袋中,扎紧袋口,将其全部浸入蒸馏水中,并每隔一段时间更换一次蒸馏水

解析:(1)检验胶体的方法是丁达尔效应。

(2)搅拌可加快胶粒的运动速率,增加了胶粒之间的碰撞机会,便形成大的颗粒,以沉淀形式析出。

(3) NaOH 为碱, AgNO_3 为盐,二者均会中和胶体粒子电荷而产生沉淀。

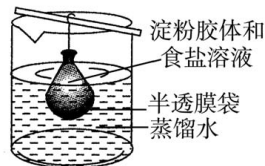
答案:(1)用一束可见光通过所得分散系,在入射光侧面若能看到光亮的通路,则证明已成功制得胶体

(2)搅拌可加快胶粒的运动速率,增加了胶粒之间的碰撞机会,使胶体发生聚沉

(3)C

拓展训练

3. 把淀粉和 NaCl 溶液装入半透膜袋,浸入蒸馏水中进行渗析,如图所示。



试完成下列问题:

(1)证明淀粉未透过半透

膜而 Cl^- 已透过半透膜的实验方法是_____。

(2)证明淀粉与 NaCl 溶液已分离完全的实验方法是_____。

分层训练

素养提升

学习·理解

1. 溶液、胶体和浊液这三种分散系的根本区别是()

- A. 是否是大量分子或离子的集合体
B. 分散质微粒直径的大小
C. 是否能通过滤纸或半透膜
D. 是否均一、稳定、透明

2. 下面三幅图中,与胶体有关的是()

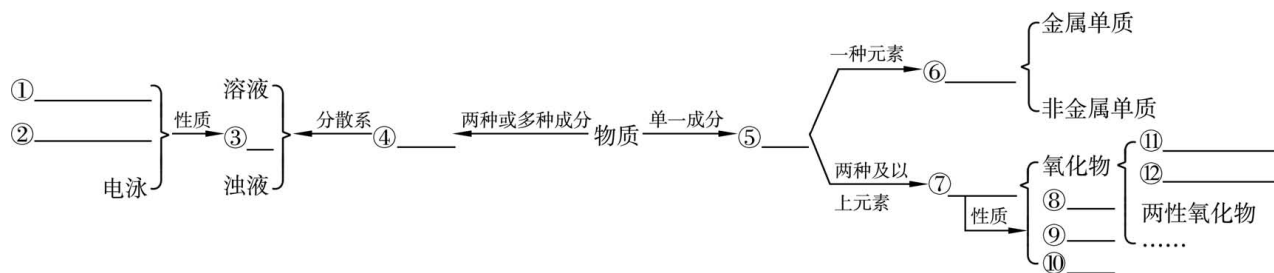


①三角洲



②东方明珠夜景

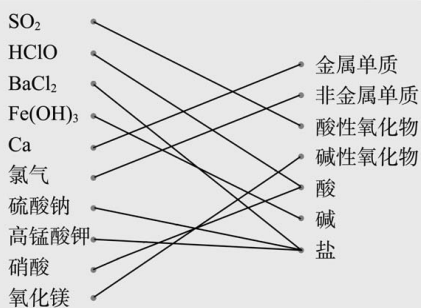
本书建构整合



教材习题分析

教材习题答案

1.



2. BC 3. ACEG 4. D 5. B

6. (1) Na、Na₂O、Na₂O₂、NaOH、NaCl、Na₂CO₃、NaHCO₃、Na₂SO₄、NaNO₃ 等。

(2) 金属钠中钠元素是游离态,其他化合物中钠元素是化合态。

(3) 钠元素

金属单质:	Na
氧化物:	Na ₂ O Na ₂ O ₂
碱:	NaOH
盐:	NaCl Na ₂ CO ₃ NaHCO ₃ Na ₂ SO ₄ NaNO ₃

(4) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ $\text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

7. (1) 1~100 (2) 用一束激光照射溶液,若从侧面观察到光亮的通路,则制备成功。

8. (1) 酸与碱生成水能反应;(3) 碱与盐生成沉淀能

反应;(5) 碱性氧化物与酸生成水能反应;(6) 盐与盐生成沉淀能反应。

9. (1) 氧化钙与盐酸反应;(2) 氢氧化钙与盐酸反应;(3) 碳酸钙与盐酸反应;(4) 氯气与氢氧化钙反应。利用金属钙获得氯化钙的思路也合理,只是成本太高,且条件苛刻。

10. (1) 碱性氧化物 (2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$

(3) 生石灰是碱性氧化物,能够与酸、酸性氧化物和水反应。

 $\text{CaO} + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$

(4) 否;吸收足量水或二氧化碳后失效。

(5) 取出干燥剂称量质量为 a ,在空气中放置一段时间后称量质量为 b 。若 $a=b$,则失效;若 $b > a$,则未失效。(其他合理方法均可)

典型题目深解

第8题

习题目标

通过本习题的练习,进一步认识物质分类的意义,建立解题思路:①判断物质的类别,根据该类别物质的一般性质预测该物质可能会与哪些类别的物质发生反应;②根据相关反应的规律,推断题目中给出的两种物质是否发生反应,并预测可能的反应产物。

任务类型

该题属于推论预测水平的习题。

思路展示

(1) 硫酸属于酸,Ba(OH)₂属于碱。根据酸和碱反应生成盐和水,预测二者能发生化学反应,产物是硫酸钡和水。

(2) CaCl₂属于盐,二氧化碳判断其为氧化物,根

据 C 元素为非金属元素且二氧化碳与水反应生成碳酸,确定其属于酸性氧化物。根据盐的一般性质和酸性氧化物的一般性质,预测二者不发生化学反应。

(3)NaOH 属于碱,MgCl₂ 属于盐。根据盐的一般性质和碱的一般性质,预测二者若能生成沉淀则可以发生化学反应。Mg(OH)₂ 属于沉淀,预测二者可以发生化学反应。

(4)硫酸亚铁属于盐,盐酸属于酸。根据盐的一般性质和酸的一般性质,预测二者可能发生化学反应。若发生化学反应,产物应为硫酸和 FeCl₂。复分解反应发生的条件要求产物中应有水、气体或沉淀。硫酸和 FeCl₂ 均不是气体和沉淀,所以判断化学反应不能发生。

(5)氧化钙属于氧化物,根据 CaO 与水反应生成 Ca(OH)₂ 判断其为碱性氧化物;盐酸属于酸。根据碱性氧化物的一般性质和酸的一般性质,预测二者能发生化学反应生成盐和水。

(6)AgNO₃、NaCl 都属于盐。根据盐的一般性质预测二者若发生化学反应产物应为 AgCl 和 NaNO₃。AgCl 为难溶物质,所以判断化学反应能发生。

(7)铜是金属单质,硫酸锌属于盐。根据金属和盐的一般性质,金属活动性顺序在前的金属可以将金属活动性顺序在后的金属从其盐溶液中置换出来。金属活动性 Zn 比 Cu 强,不符合反应条件。

易错分析

1. 不能准确识别物质的类别,主要包括两类:一是不能识别含有酸根的复杂化合物,如硫酸、硫酸盐、硝酸盐等;二是不能准确确定物质的种类,如二氧化碳是非金属氧化物、属于酸性氧化物。

2. 对酸、碱、盐、氧化物的一般性质掌握不全面、不准确。

3. 未掌握复分解反应发生的规律,不能准确预测反应和反应产物。

4. 不能综合运用已有知识,需要同学们在整合运用多种知识时提高多角度考虑的意识 and 能力。

拓展训练

下面列出的几种物质中,哪两种物质之间可以发生化学反应? 写出相应的物质组合,并说明你的预测依据。

铁、Na₂CO₃ 溶液、盐酸、NaOH 溶液、NaCl 溶液、CuSO₄ 溶液、CO₂。

答案:(1)铁和盐酸,依据:金属活动性顺序在 H 元素前的金属与酸反应产生氢气。

(2)铁和 CuSO₄ 溶液,依据:金属活动性顺序在前的金属能够将金属活动性顺序在后的金属从其盐溶液中置换出来。

(3)Na₂CO₃ 溶液和盐酸。(4)Na₂CO₃ 溶液和 CuSO₄ 溶液。(5)盐酸和 NaOH 溶液。(6)NaOH 溶液和 CuSO₄ 溶液。(3)~(6)依据:均为酸、碱、盐的一般性质及复分解反应发生的条件。

(7)NaOH 溶液和 CO₂,依据:酸性氧化物与碱反应生成盐和水。

第2节 电解质的电离 离子反应

➔ 瞄准课标 靶向学习 ➔

课标内容要求	课标学业要求
1. 认识酸、碱、盐等电解质在水溶液或熔融状态下能发生电离。 2. 通过实验事实认识离子反应及其发生的条件。 3. 了解常见离子的检验方法。	1. 能利用电离、离子反应对常见的反应进行分类和分析说明。 2. 能用电离方程式表示某些酸、碱、盐的电离。

第1课时 电解质的电离

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 电解质包括哪些类别的物质?

2. 电解质在什么条件下能够导电? 导电的原因是什么?

3. 如何书写电离方程式?

自主检测

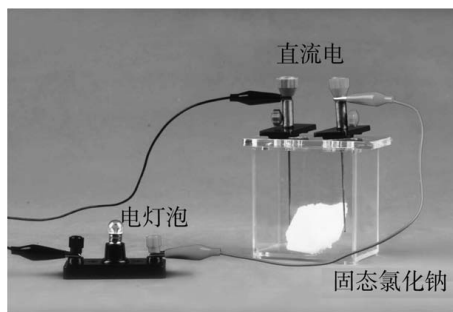
- 下列说法正确的是()
 - 液态 HCl、固态 NaCl 均不导电,所以 HCl 和 NaCl 均不是电解质
 - NH_3 、 SO_3 的水溶液导电,所以 NH_3 、 SO_3 均是电解质
 - 铜丝、石墨均导电,所以它们是电解质
 - 蔗糖、酒精在水溶液中或熔融时均不导电,所以它们不属于电解质
- 下列电离方程式书写不正确的是()
 - $\text{MgSO}_4 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{OH}_2^-$
 - $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$
 - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$

学习体验

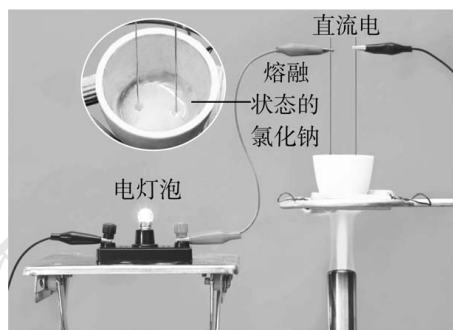
素养形成

探究学习(一) 电解质的电离

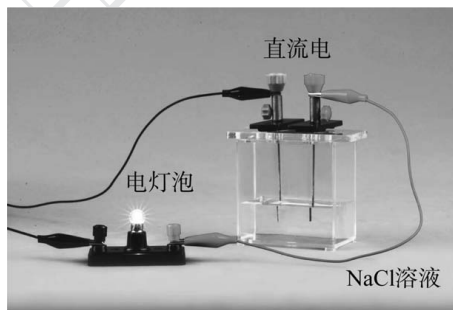
[观察思考]研究氯化钠的导电性



固态氯化钠不能导电



熔融状态的氯化钠能够导电



NaCl溶液能够导电

观察并记录实验现象,思考:

1. 氯化钠在什么条件下能导电? 导电的原因是什么?

2. 何为电解质? 它包含哪些类别的物质?

方法导引

电解质的实质:在“溶”或“熔”的条件下,化合物自身电离出自由移动的离子。

典例解析

【例1】有下列物质:①铜,②稀硫酸,③氯化氢,④氨气,⑤空气,⑥二氧化碳,⑦醋酸,⑧氯化钾,⑨碳酸钙,⑩乙醇。

(1)属于混合物的是_____ (填序号,下同)。

(2)属于电解质的是_____。

(3)能导电的是_____。

解析:解答这类题目的关键是理解好有关概念。稀硫酸是硫酸水溶液,与空气都是混合物;氯化氢、醋酸、氯化钾和碳酸钙属于电解质;氨气、二氧化碳虽然溶于水能导电,但发生电离的是与水反应生成的一水合氨、碳酸,氨气和二氧化碳自身并未发生电离,不属于电解质;乙醇属于有机物,不属于电解质。

答案:(1)②⑤ (2)③⑦⑧⑨ (3)①②

易错点拨:电解质是化合物,且自身电离。

拓展训练

1. 下列状态的物质,既能导电又属于电解质的是()

- A. $MgSO_4$ 晶体 B. NaCl 溶液
C. 熔融 KOH D. 液态氯化氢

探究学习 二 电离方程式

[思考交流]培养水培植物需要配制含有 K^+ 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 的营养液,需要各离子浓度达到以下要求: K^+ $0.01 mol \cdot L^{-1}$, NH_4^+ $0.01 mol \cdot L^{-1}$, NO_3^- $0.015 mol \cdot L^{-1}$, PO_4^{3-} $0.005 mol \cdot L^{-1}$ (不考虑其他离子对植物的影响)。现实验室提供如下物质: KCl 、 NH_4Cl 、 NH_4NO_3 、 KNO_3 、 Na_3PO_4 。完成下列问题:

1. 写出所提供的试剂的电离方程式。

2. 你会选择哪些物质配制营养液? 各营养液的浓度为多少?

[拓展视野]强电解质和弱电解质

1. 书写以下3组物质的电离方程式:① HNO_3 、 H_2SO_4 、 $HClO$;② $NaOH$ 、 $Ba(OH)_2$ 、 $NH_3 \cdot H_2O$ (一元弱碱);③ $FeSO_4$ 、 $NaHCO_3$ 。

2. 试从电离角度认识酸、碱、盐。

方法导引

熟记中学熟悉的六大强酸和四大强碱。

六大强酸:三种含氧酸——高氯酸 $HClO_4$ 、硫酸 H_2SO_4 、硝酸 HNO_3 ;

三种无氧酸——氢氯酸(盐酸) HCl 、氢溴酸 HBr 、氢碘酸 HI 。

四大强碱:氢氧化钾 KOH 、氢氧化钠 $NaOH$ 、氢氧化钙 $Ca(OH)_2$ 、氢氧化钡 $Ba(OH)_2$ 。

典例解析

【例2】下列物质在水溶液中的电离方程式正确的是()

- A. $H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$
B. $HClO = H^+ + ClO^-$
C. $FeCl_3 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 3Cl^-$
D. $KHCO_3 = K^+ + H^+ + CO_3^{2-}$

解析: $HClO$ 是弱酸,需用“ \rightleftharpoons ”,B项错误; $FeCl_3$ 属于盐,是强电解质,应用“ $=$ ”,C项错误; HCO_3^- 是部分电离,不能拆开,应为 $KHCO_3 = K^+ + HCO_3^-$,D项错误。

答案:A

拓展训练

2. 电解质电离时一定相等的是()

- A. 阴、阳离子数
B. 阳离子和阴离子的质量
C. 正电荷总数和负电荷总数
D. 每个阳离子和阴离子所带的电荷数

素养提升

分层训练

学习·理解

- 下列说法正确的是()
 - 氯化钠水溶液在电流作用下电离出 Na^+ 和 Cl^-
 - 硫酸钡难溶于水,但属于电解质
 - 二氧化碳溶于水能部分电离,故二氧化碳属于电解质
 - 硫酸钠在水中的电离方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}^+ + \text{S}^{6+} + 4\text{O}^{2-}$
- 下列物质在水中的电离方程式错误的是()
 - $\text{HNO}_3 = \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
 - $\text{BaCl}_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$
 - $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + (\text{OH}^-)_2$
- 在下列物质中,只有在溶液中才能导电的电解质是()
 - NaCl
 - 酒精
 - H_2SO_4
 - SO_3
- 下列物质的导电性最差的是()
 - 熔融的氢氧化钠
 - 石墨棒
 - 盐酸
 - 固体氯化钾
- 下列叙述正确的是()
 - NaCl 溶液能导电,所以 NaCl 溶液是电解质
 - 固体 NaCl 不导电,但 NaCl 是电解质
 - SO_3 溶于水所得的溶液能导电,所以 SO_3 是电解质
 - Cu 能导电,所以 Cu 是电解质
- 下列物质中,不能电离出酸根离子的是()
 - Na_2S
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 - KMnO_4
 - KCl

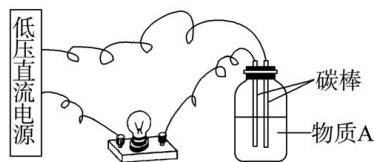
应用·实践

- 今有一种固体化合物 X, X 本身不导电,但熔融状态或溶于水中能够电离出自由移动的离子而导电。下列关于化合物 X 的说法中,正确的是()
 - X 一定为电解质
 - X 可能为非电解质

- X 只能是盐类
 - X 可以是任何化合物
- 下列有关酸、碱、盐的说法中,正确的是()
 - 能电离出 H^+ 的化合物称为酸
 - 水溶液显碱性的化合物是碱
 - 盐中一定含有金属阳离子
 - 酸、碱、盐在一定条件下都能导电
 - 写出下列物质在水中的电离方程式:
 - $\text{Ba}(\text{OH})_2$: _____
 - HClO : _____
 - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: _____
 - NaHCO_3 : _____

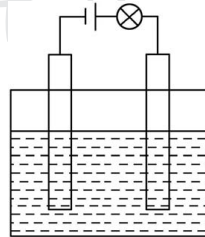
迁移·创新

- 导电性实验可以作为研究电解质电离本质及反应机理的有效方法。
 - 在如图所示的装置里,若灯泡亮,广口瓶内的物质 A 可以是_____ (填序号)。



- 干燥的氯化钠晶体 ②蔗糖晶体 ③氯化钠溶液 ④稀盐酸 ⑤酒精 ⑥氢氧化钠溶液 ⑦硫酸铜溶液

- 在电解质溶液的导电性装置(如图所示)中,若向某一电解质溶液中逐滴加入另一溶液,则灯泡由亮变暗,至熄灭后又逐渐变亮的是_____。



- 盐酸中逐滴加入食盐溶液
- 硫酸中逐滴加入氢氧化钠溶液
- 石灰乳中滴加稀盐酸
- 硫酸中逐滴加入氢氧化钡溶液

第2课时 离子反应

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 什么是离子反应? 离子反应的结果是什么?

2. 如何书写离子方程式?

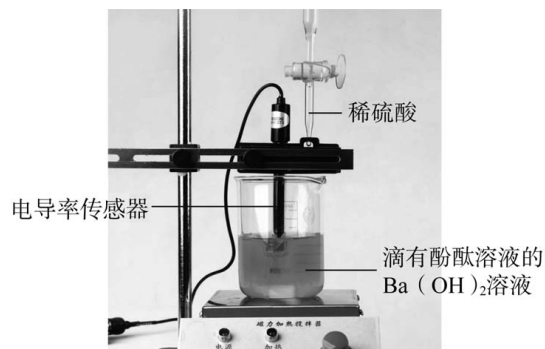
自主检测

- 下列反应中不属于离子反应的是()
 - H_2 与 O_2 的反应
 - 铁与稀硫酸的反应
 - NaOH 溶液与 CO_2 的反应
 - $AgNO_3$ 溶液与盐酸的反应
- 下列离子方程式书写正确的是()
 - 石灰石与盐酸反应制 CO_2 : $CO_3^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$
 - 醋酸与 NaOH 溶液反应: $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$
 - 锌与盐酸反应: $Zn + 2H^+ \rightleftharpoons Zn^{2+} + H_2 \uparrow$
 - 铜与 $AgNO_3$ 溶液反应: $Cu + Ag^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + Ag$

学习体验 素养形成

探究学习 ① 离子反应的含义

[观察思考] 稀硫酸与 $Ba(OH)_2$ 溶液反应的实质: 仔细观察实验, 完成实验记录。



现象	解释	结论
溶液中 _____		
电导率 _____		

思考:

(1) 离子反应的实质是什么?

(2) 复分解型离子反应发生的条件是什么?

[交流研讨] 依据教材第 58 页“交流·研讨”内容, 填写下列表格。

序号	混合前的微粒 (H_2O 忽略)		微粒之间的相互作用	混合后的微粒 (H_2O 忽略)
	溶液	微粒		
(1)	稀硫酸			
	NaOH 溶液			
(2)	$CuSO_4$ 溶液			
	NaOH 溶液			
(3)	Na_2CO_3 溶液			
	稀盐酸			
(4)	NaCl 溶液			
	$AgNO_3$ 溶液			
(5)	KCl 溶液			
	$AgNO_3$ 溶液			

归纳总结



典例解析

【例 1】下列叙述正确的是()

- A. 参加离子反应的物质一定是电解质
B. 离子反应一定使溶液中所有离子的浓度都发生变化
C. 复分解型离子反应只要具备产生沉淀、气体、难电离的物质中之一的条件就能发生
D. 酸碱中和反应都能用离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 表示

解析:单质及许多非电解质如 SO_2 、 NH_3 等都可以参加离子反应, A 项错误; 离子反应使某些离子浓度减少, B 项错误; 弱酸或弱碱参加的中和反应, 离子方程式需要写化学式, D 项错误。

答案: C

拓展训练

1. 下列各组物质相互混合, 不会发生离子反应的是()
- A. Na_2SO_4 溶液和 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液
B. CuSO_4 溶液和 NaOH 溶液
C. CaCl_2 溶液和 Na_2CO_3 溶液
D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 K_2SO_4 溶液

探究学习(二) 离子方程式

[问题解决] 以稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的反应为例, 分析能够反应的微粒, 尝试书写离子方程式。

[交流研讨] 分析下列 5 组物质: (1) NaOH 溶液与稀硫酸; (2) KOH 溶液与稀盐酸; (3) BaCl_2 溶液与 Na_2SO_4 溶液; (4) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液与 Na_2SO_4 溶液; (5) 碳酸钙与稀盐酸。

完成下列任务:

- 找出各组物质能够反应的微粒, 写出离子方程式; 与化学方程式对比, 有哪些区别与联系?
- 对于你写出的每一个离子方程式能再补充一个与之对应的化学反应吗?

方法导引

离子方程式的书写方法

明微粒形式及数量关系 \rightarrow 定能反应的微粒及数量关系 \rightarrow 写方程式。

典例解析

【例 2】下列离子方程式正确的是()

- A. 澄清石灰水与稀盐酸反应: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 钠与水反应: $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
C. 铜片插入 AgNO_3 溶液中: $\text{Cu} + \text{Ag}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Ag}$
D. 大理石溶于醋酸: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

解析:A 项中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 应写成离子形式, 故错误; B、C 项中电荷不守恒, 故错误; 大理石、醋酸均保持化学式形式, 生成的 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 为易溶于水的强电解质, 故 D 项正确。

答案: D

易错点拨: 溶于水且完全电离的物质拆成离子形式, 通常包括强酸、强碱和大部分盐。

拓展训练

2. 下列离子方程式正确的是()
- A. 铁与稀盐酸反应: $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$
B. 小苏打与 NaOH 溶液混合: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C. 氯化钙与 KHCO_3 溶液混合: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$
D. CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合: $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

探究学习 离子共存

[问题解决]甲、乙两个相邻的化工厂,排放的污水经处理后,仍然溶有以下 8 种离子 Ag^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 OH^- 中各不相同的 4 种。若单独排放会造成环境污染,如将甲、乙两个工厂的污水,按适当的比例充分混合,再经沉淀后,排放出的溶液中只含有硝酸钠,污染程度大为降低。又经测定,甲厂污水的 pH 大于 7。

思考并完成下列问题:

1. 8 种离子中能够发生反应的离子有哪些?
2. 试推断甲、乙两厂各含有哪些离子?

归纳总结

离子共存——离子之间不反应即共存。

注意隐含信息:

(1) 无色溶液:不存在有色离子,如 Cu^{2+} (蓝色)、 Fe^{3+} (棕黄色)、 Fe^{2+} (浅绿色)、 MnO_4^- (紫红色) 等。

(2) 酸性溶液:不存在与 H^+ 反应的离子,如 OH^- 、弱酸酸根离子/弱酸酸式酸根离子等。

(3) 碱性溶液:不存在与 OH^- 反应的离子,如 H^+ 、弱碱阳离子、弱酸酸式酸根离子等。

典例解析

【例 3】某工厂排出的废水没有特殊颜色,加入 OH^- 有沉淀生成,加入 H^+ 有气体生成,推测下列各组离子符合这一情况的是()

- A. K^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^-
- B. K^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Na^+
- C. NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 Na^+
- D. NH_4^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 K^+

解析:四种离子均无色,加入 OH^- 与 Mg^{2+} 生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀,加入 H^+ 与 HCO_3^- 生成气体,A 项正确; Cu^{2+} 在溶液中呈蓝色,B 项不正确;加入 OH^- ,无沉淀生成,C 项错误;加入 OH^- ,无沉淀生成,D 项错误。

答案:A

拓展训练

3. 下列各组离子中,能在强酸性溶液中大量共存,并

且溶液呈无色透明的是()

- A. MnO_4^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}
- B. Na^+ 、 H^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
- C. Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- D. Ba^{2+} 、 K^+ 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}

分层训练

素养提升

学习·理解

1. 向饱和石灰水中不断通入二氧化碳,其溶液的导电性的变化是()
 - A. 由弱变强
 - B. 由强变弱
 - C. 由强变弱,再变强
 - D. 由弱变强,再变弱
2. 下列各组离子,能在溶液中大量共存的是()
 - A. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 OH^-
 - B. H^+ 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^-
 - C. Cu^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
 - D. Na^+ 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 Ca^{2+}
3. 下列离子方程式不正确的是()
 - A. 亚硫酸钡与盐酸反应: $\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - B. 将二氧化碳通入足量的 NaOH 溶液中: $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$
 - C. 澄清石灰水与盐酸反应: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$
 - D. NaHCO_3 溶液与 NaOH 溶液反应: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
4. 下列各组离子反应可以用 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 表示的有()
 - A. $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 HNO_3
 - B. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_2SO_4
 - C. CO_2 和 NaOH 溶液
 - D. H_2SO_4 和 NaOH
5. 两种电解质溶液混合后,存在有 Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- ,这两种电解质分别是_____。
6. 溶液中可能含有 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 中的一种或几种。
 - (1) 当溶液中有大量 H^+ 存在时,则不可能有_____存在。
 - (2) 当溶液中有大量 Ba^{2+} 存在时,溶液中不可能有_____存在。
 - (3) 当溶液中有_____和_____阳离子存在时,上述所有阴离子都不可能存在。

应用·实践

7. 某溶液中含有 Ba^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 4 种离子, 先向溶液中加入足量 NaOH 溶液, 再加入足量稀盐酸, 溶液中大量减少的是()
- A. Ba^{2+} B. HCO_3^-
C. Cl^- D. NO_3^-
8. 离子方程式 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 表示()
- A. 碳酸盐与盐酸之间的反应
B. 所有碳酸盐与所有酸之间的反应
C. 可溶性碳酸盐与酸之间的反应
D. 可溶性碳酸盐与强酸之间的反应
9. 在编号为 A、B、C、D 的 4 支试管中分别盛有 NaHSO_4 、 NaHCO_3 、 BaCl_2 、 BaCO_3 固体, 要求在只有蒸馏水和若干试管的条件下, 将它们一一鉴别出来。那么在你设计的实验方案中:
- (1) 最先检验出来的两种固体按先后顺序是_____。
- (2) 后两种固体被检验出来时发生反应的离子方

程式分别是_____。

迁移·创新

10. 有一固体混合物, 可能由 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 CuSO_4 、 CaCl_2 、 NaCl 等物质组成。为了鉴别它们, 做了如下实验:
- ①将固体混合物溶于水, 搅拌后得无色溶液。
②在①所得溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 有白色沉淀生成。
③过滤, 然后在所得白色沉淀上加入过量稀硝酸, 沉淀部分溶解。
- 由此判断:
- (1) 混合物中肯定有_____, 肯定没有_____, 可能含有_____。
- (2) 写出上述过程中可能发生反应的离子方程式: _____
- _____
- _____。

第3课时 离子反应的应用

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材, 思考以下问题:

1. 离子反应有哪些方面的应用?
2. 利用离子反应除去杂质的思路和方法是什么?

自主检测

1. 为除去某物质中所含的杂质, 所选用的试剂或操作方法不正确的是()

选项	物质	杂质	除杂试剂或操作方法
A	NaCl 溶液	Na_2CO_3	加入盐酸, 加热
B	Cl_2	HCl	饱和食盐水, 洗气
C	H_2	CO_2	依次通过盛有 NaOH 溶液和浓硫酸的洗气瓶
D	NaNO_3	CaCO_3	加稀盐酸溶解、过滤、蒸发、结晶

2. 某有色电解质溶液中, 可能存在大量的 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 H^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^- 、 Cl^- 。你认为一定有的离子是_____, 一定没有的离子是_____, 还需进一步确认的离子是_____, 请写出可行的实验方案(包括操作、现象和结论): _____
- _____。

素养形成

学习体验

探究学习(一) 离子检验

[问题解决]回顾初中知识,思考检验溶液中常见离子的方法,完成表格。

离子	检验方法	现象和结论
H ⁺		
OH ⁻		
Cl ⁻		
SO ₄ ²⁻		
CO ₃ ²⁻		

归纳总结

离子检验常用于离子间发生反应时伴随产生的不同现象,如有无沉淀生成、沉淀的颜色变化、有无气体生成、气体的颜色和气味及溶液颜色的变化等。

典例解析

【例 1】某溶液中含有较大量的 Cl⁻、CO₃²⁻、OH⁻ 3 种阴离子,如果只取一次该溶液就能够分别将 3 种阴离子依次检验出来,下列实验操作顺序正确的是()

①滴加 Mg(NO₃)₂ 溶液 ②过滤 ③滴加 AgNO₃ 溶液 ④滴加 Ba(NO₃)₂ 溶液

- A. ①②④②③ B. ④②①②③
C. ①②③②④ D. ④②③②①

解析:先滴加 Ba(NO₃)₂ 溶液检验 CO₃²⁻,过滤;再向滤液中滴加 Mg(NO₃)₂ 溶液检验 OH⁻,过滤;最后向滤液中滴加 AgNO₃ 溶液检验 Cl⁻。所以,实验操作顺序为④②①②③。

答案:B

易错点拨:离子检验的先后顺序依据所加沉淀剂只沉淀一种离子的原则。

拓展训练

1. 离子检验的常用方法有 3 种:

检验方法	沉淀法	显色法	气体法
含义	反应中有沉淀产生或溶解	反应中有颜色变化	反应中有气体产生

下列离子检验的方法不合理的是()

- A. CO₃²⁻ —— 气体法 B. Cl⁻ —— 沉淀法
C. H⁺ —— 显色法 D. Ca²⁺ —— 气体法

探究学习(二) 物质的除杂和分离

[活动探究]食盐的精制

任务:设计实验方案除去粗盐水中的 Ca²⁺、Mg²⁺ 和 SO₄²⁻。

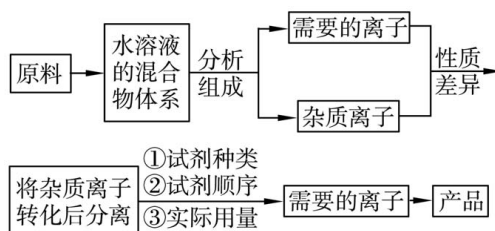
(1)选择何种试剂除去 Ca²⁺、Mg²⁺ 和 SO₄²⁻?

(2)除杂试剂加入的先后顺序是怎样的?

(3)如何确定除杂试剂已加足量?

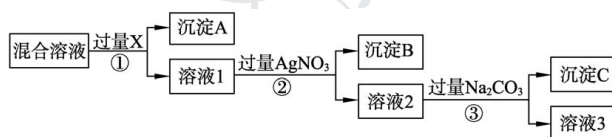
思维建模

除杂的一般思路



典例解析

【例 2】现有含 NaCl、Na₂SO₄ 和 NaNO₃ 的混合物,选择适当的试剂将其转化为相应的沉淀或固体,从而实现 Cl⁻、SO₄²⁻ 和 NO₃⁻ 的相互分离。相应的实验过程如图所示。



请回答下列问题:

(1)写出实验流程中下列物质的化学式:试剂 X _____, 沉淀 C _____。

(2)按此实验方案得到的溶液 3 中肯定有杂质,为了解决这个问题,可以向溶液 3 中加入适量的 _____。

(3)上述实验流程中加入过量的 AgNO₃,确认 AgNO₃ 已过量的实验方法是 _____。

(4)写出步骤①中发生反应的离子方程式: _____。

解析:含 NaCl 、 Na_2SO_4 和 NaNO_3 的混合物,要实现 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 的相互分离。若先加入 AgNO_3 ,则会同时生成 Ag_2SO_4 和 AgCl 沉淀,因此应先加入过量的 BaCl_2 [或 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$],生成 BaSO_4 沉淀(A);然后在滤液中加入过量的 AgNO_3 ,使 Cl^- 全部转化为 AgCl 沉淀(B);过滤后,在所得滤液中加入过量的 Na_2CO_3 ,使溶液中的 Ag^+ 和 Ba^{2+} 完全沉淀,故沉淀 C 为 Ag_2CO_3 和 BaCO_3 的混合物;过滤,最后所得溶液为 NaNO_3 和 Na_2CO_3 的混合物,加入 HNO_3 ,进行蒸发结晶可得固体 NaNO_3 。

答案: (1) BaCl_2 或 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ Ag_2CO_3 和 BaCO_3 (2) HNO_3 (3) 静置,取上层清液继续滴加 AgNO_3 溶液,若无沉淀,则证明 AgNO_3 溶液已过量
(4) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

拓展训练

2. 粗盐中含有可溶性的 CaCl_2 、 MgCl_2 及一些硫酸盐,除去这些杂质的试剂可选用 ① Na_2CO_3 、② NaOH 、③ BaCl_2 、④ HCl ,加入的先后顺序不正确的是()
- A. ②③①④ B. ③②①④
C. ③①②④ D. ①②③④

分层训练

素养提升

学习·理解

1. 粗盐中含有较多的杂质,有不溶性的泥沙,还有可溶性的 CaCl_2 、 MgCl_2 、 Na_2SO_4 等杂质,通过如下几个实验步骤,可制得纯净的食盐水,其中错误的是()
- A. 可以先加入稍过量的 BaCl_2 溶液,以便除去 Na_2SO_4
B. Na_2CO_3 必须在 BaCl_2 溶液之后加入,且稍过量一些
C. 加入的 NaOH 溶液顺序没有要求,只要稍过量就可以了
D. 在上述步骤完成后,不需要任何操作,直接加入盐酸至无气泡产生,即可达到目的
2. 除去下列物质中的杂质(括号内为杂质),所选用的试剂及操作方法均正确的是()

选项	被提纯物质	所选试剂	操作方法
A	$\text{CaO}(\text{CaCO}_3)$	适量稀盐酸	溶解、过滤、结晶
B	$\text{Cu}(\text{CuO})$	足量稀硫酸	溶解、过滤、洗涤、干燥
C	NaCl 溶液 (MgCl_2)	过量 NaOH 溶液	过滤
D	$\text{CO}_2(\text{CO})$	—	点燃

3. 用可溶性钡盐检验 SO_4^{2-} 的存在时,先在待测溶液中加入盐酸,其作用是()
- A. 形成较多的白色沉淀
B. 形成的沉淀纯度更高
C. 排除 CO_3^{2-} 等阴离子及 Ag^+ 的干扰
D. 排除 Ag^+ 以外的其他阳离子的干扰
4. 下列对某些离子的检验及结论一定正确的是()
- A. 向某溶液中加入稀盐酸产生无色无味的气体,澄清石灰水变浑浊,则原溶液中一定含有 CO_3^{2-}
B. 向某溶液中加入 BaCl_2 溶液,有白色沉淀产生,再加入稀盐酸,沉淀不消失,则原溶液中一定含有 SO_4^{2-}
C. 向某溶液中加入 Na_2CO_3 溶液,产生白色沉淀,再加入稀盐酸,沉淀消失,则原溶液中一定含有 Ca^{2+}
D. 向某稀溶液中加入硝酸酸化的 AgNO_3 溶液,产生白色沉淀,则溶液中一定有 Cl^-
5. 某无色溶液中可能大量存在 Ag^+ 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Na^+ 中的几种,回答下列问题:
- (1) 不做任何实验就可以肯定原溶液中不存在的离子是_____。
- (2) 取少量原溶液,加入过量稀盐酸,有白色沉淀生成;再加入过量的稀硝酸,沉淀不消失。说明原溶液中肯定存在的离子是_____,有关反应的离子方程式为_____。
- (3) 取(2)中的滤液,加入过量 NaOH 溶液,出现白色沉淀,说明原溶液中一定存在_____,有关反应的离子方程式为_____。
- (4) 原溶液中可能大量存在的阴离子是_____(填序号)。
① Cl^- ② NO_3^- ③ CO_3^{2-}
6. 用一种试剂除去下列各物质中的杂质(括号内为杂质),并写出离子方程式。
- (1) $\text{BaCl}_2(\text{HCl})$: 试剂_____,离子方程式

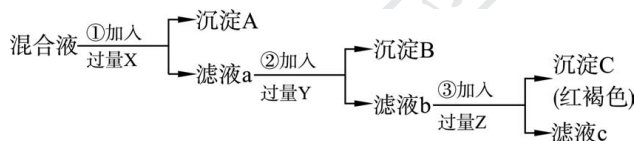
为_____。

(2) O_2 (CO_2): 试剂_____, 离子方程式为_____。

(3) SO_4^{2-} (CO_3^{2-}): 试剂_____, 离子方程式为_____。

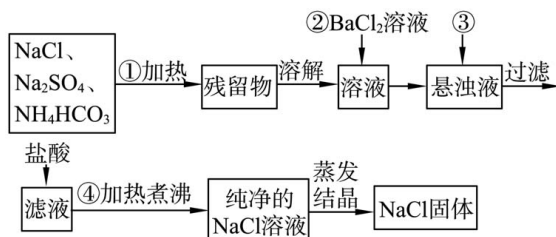
应用·实践

7. 某化学实验小组欲检验 Na_2CO_3 试剂中是否含有 $NaCl$ 和 Na_2SO_4 , 所选用试剂及加入的先后顺序是()
- A. $HCl, BaCl_2, AgNO_3$
 B. $HNO_3, Ba(NO_3)_2, AgNO_3$
 C. $AgNO_3, HNO_3, Ba(NO_3)_2$
 D. $AgNO_3, HCl, BaCl_2$
8. 今有 $Ba(NO_3)_2, AgNO_3, Fe(NO_3)_3$ 的混合液。欲将 Ba^{2+}, Ag^+, Fe^{3+} 分离, 分别得到三种元素的不溶物, 按照下图所示进行实验。[提示: $Fe(OH)_3$ 为红褐色沉淀, X、Y、Z 为常见的酸、碱、盐]



- (1) 加入的试剂分别是(填化学式): X _____, Y _____, Z _____。
- (2) 生成的沉淀(填化学式): A _____, B _____, C _____。
- (3) 第②步和第③步的离子方程式分别是 _____, _____。

9. 实验室里需要纯净的 $NaCl$ 固体, 但现在只有混有 Na_2SO_4, NH_4HCO_3 的 $NaCl$ 固体混合物。某学生设计了如图所示方案提取纯净的 $NaCl$ 固体。(已知 $NH_4HCO_3 \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + CO_2 \uparrow + H_2O$)



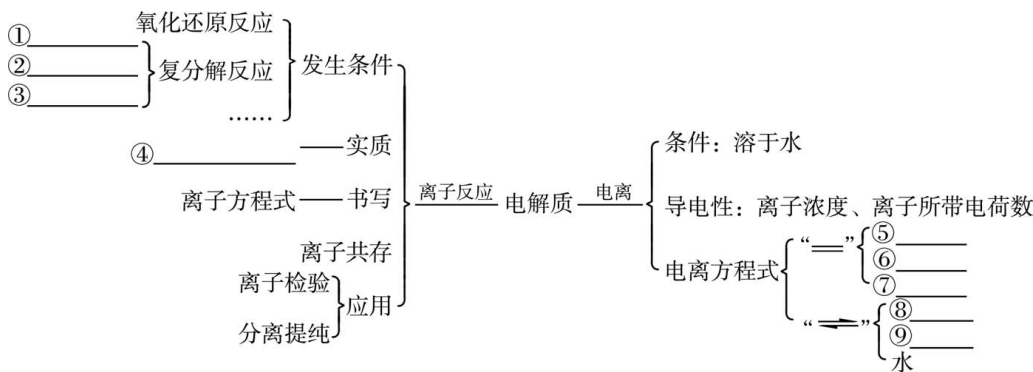
如果此方案正确, 回答下列问题:

- (1) “①加热”操作可选择的主要仪器是_____ (填字母)。
 a. 酒精灯 b. 坩埚 c. 蒸发皿
- (2) 操作②不能用 $Ba(NO_3)_2$ 溶液的原因是_____。
- (3) 操作③加入的试剂是_____。
- (4) 操作④的目的是_____ (填字母)。
 a. 除去过量的 $BaCl_2$ 溶液
 b. 除去溶解在溶液中的 CO_2
 c. 除去溶解在溶液中的 HCl

迁移·创新

10. (双选) 今有一混合物的水溶液, 已测知含有 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NH_4^+$, 此外还可能含有 $K^+, H^+, Cl^-, Mg^{2+}, Ba^{2+}, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}$ 中的若干种。现取两份 100 mL 溶液进行如下实验:
- ① 第一份加入 $AgNO_3$ 溶液有沉淀产生。
 ② 第二份加足量 $BaCl_2$ 溶液后, 得 6.27 g 干燥沉淀, 经足量盐酸洗涤、干燥后, 沉淀的质量为 2.33 g。
- 以下推测正确的是()
- A. 一定存在 K^+ , 不存在 H^+
 B. 100 mL 溶液中含 $0.01 \text{ mol } CO_3^{2-}$
 C. 可能存在 Cl^-
 D. 一定不存在 Ba^{2+} , 可能存在 Mg^{2+}

本书建构整合



教材习题分析

教材习题答案

- (1) 氢氧化钠、氯化氢、氯化钠等。
(2) K^+ 、 Cl^- ； Ag^+ 、 NO_3^- 。
(3) $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$
(4) 盐酸和 $AgNO_3$ 溶液混合； $NaCl$ 溶液和 $AgNO_3$ 溶液混合等。
(5) 从电离的角度看：酸是电离出的阳离子全部是氢离子的化合物，碱是电离出的阴离子全部是氢氧根离子的化合物；盐是能电离金属阳离子（包括铵根离子）和酸根离子的化合物。酸、碱、盐之间发生复分解反应，本质是离子反应。
- (1) $H^+ + OH^- = H_2O$
(2) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$
(3) $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2 \uparrow$
(4) $Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$
- (1) 强酸强碱溶液混合：
 $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$
 $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$
(2) 可溶性钡盐和可溶性硫酸盐溶液混合（或可溶性钡盐和硫酸混合，或氢氧化钡和可溶性硫酸盐溶液混合）：
 $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$
 $Ba(NO_3)_2 + K_2SO_4 = BaSO_4 \downarrow + 2KNO_3$
(3) 可溶性铜盐和强碱溶液混合：
 $CuCl_2 + 2NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$
 $CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$
(4) 强酸和可溶性碳酸盐溶液混合：
 $2HCl + Na_2CO_3 = 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$
 $H_2SO_4 + Na_2CO_3 = Na_2SO_4 + H_2O + CO_2 \uparrow$
- (1) 错误； $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2 \uparrow$
(2) 错误； $Cu^{2+} + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + 2OH^- = BaSO_4 \downarrow + Cu(OH)_2 \downarrow$
(3) 错误；不发生离子反应。
(4) 错误； $Cu(OH)_2 + 2H^+ = Cu^{2+} + 2H_2O$
- (1) Na^+ 的浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， OH^- 的浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
(2) H^+ 的浓度为 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Cl^- 的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， SO_4^{2-} 的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
(3) OH^- 的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Cl^- 的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Ba^{2+} 的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
(4) Na^+ 的浓度为 $0.067 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Cl^- 的浓度为 $0.067 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
(5) Na^+ 的浓度为 $0.067 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， OH^- 的浓度为

$0.133 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， Ba^{2+} 的浓度为 $0.033 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

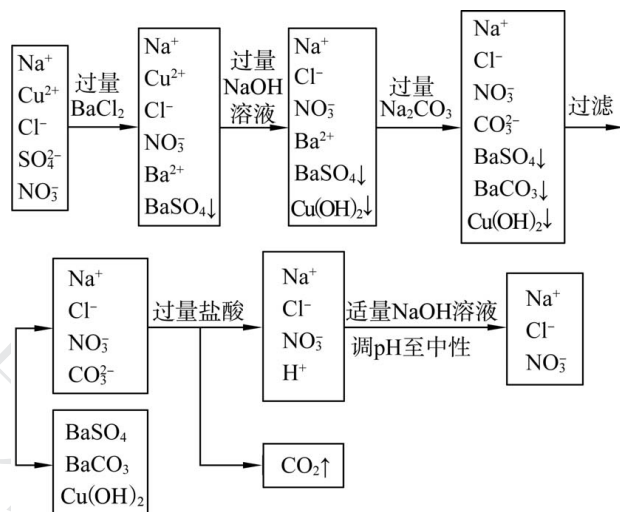
(6) 只取溶液 E。

(7) 等体积混合溶液 A 和 C 或等体积混合溶液 C 和 E；也可选择等体积混合溶液 B 和 D（与溶剂水相比，产物水很少，忽略不计）。

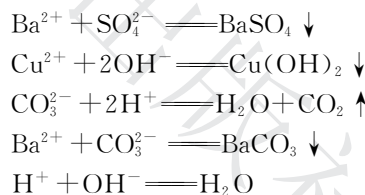
- 三种样品各取少量，分别滴加盐酸，生成气体的为碳酸钠；另取其他两种样品各少量，分别滴加 $BaCl_2$ 溶液，生成白色沉淀的为硫酸钠，无现象的为氯化钠。涉及的离子反应为： $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2 \uparrow$ ； $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$ 。

- (1) BD (2) Cu^{2+} 不存在。

(3) 流程图如下：



可能发生反应的离子方程式如下：



典型题目深解

教材第5题

习题目标

本题以五种具有代表性的强电解质溶液混合为例，从电离角度认识溶液中的酸、碱、盐，进一步加深对溶液中的化学反应的实质——离子反应的认识，学会解决此类问题的共同思路：①判断溶质是否是电解质→②确定电解质电离出的离子种类及数量关系→③判断溶液混合时离子之间是否发生化学反应生成新物质→④推测溶液混合后微粒之间相互作用的结果。

任务类型

该题属于推论预测水平的习题。

思路展示

第(1)空:只需考虑单一电解质 NaOH 的电离,产生 Na^+ 和 OH^- ,且二者浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第(2)空:等体积混合稀硫酸和盐酸,综合考虑两种电解质的电离,并注意混合溶液的体积变为原来的 2 倍。硫酸电离: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$,盐酸电离: $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$,所以混合后 H^+ 浓度为 $(0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 + 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) \div 2 = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, SO_4^{2-} 和 Cl^- 浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 2 = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第(3)空:等体积混合盐酸和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,溶液体积变为原来的 2 倍,且二者发生化学反应 $2\text{HCl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 中 OH^- 反应掉一半,可知反应后溶液中的离子有 Ba^{2+} 、 OH^- 和 Cl^- ,三者浓度都是 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 2 = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第(4)空:等体积混合盐酸、NaCl 溶液和 NaOH 溶液,需要综合考虑盐酸和 NaOH 溶液恰好完全反应生成 NaCl 和水外,还需注意混合后溶液的体积为原来体积的 3 倍。所以混合后的溶液中的离子为 Na^+ 和 Cl^- ,二者浓度均为 $(0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) \div 3 \approx 0.067 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第(5)空:NaOH 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液以 2:1 的体积比混合,二者不反应,混合后溶液中 Na^+ 浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \div 3 \approx 0.067 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, Ba^{2+} 浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \div 3 \approx 0.033 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, OH^- 浓度为 $(0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 + 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2) \div 3 = 0.133 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第(6)(7)空:根据混合溶液中最终离子的种类

及浓度,逆推原溶液的溶质、可能发生的反应及数量关系。第(6)空 Ba^{2+} 和 OH^- 浓度恰好满足 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的配比,故溶液取用情况为只取溶液 E;第(7)空混合溶液中的 Na^+ 和 Cl^- 浓度相等且均为原溶液浓度的一半,则可推知原溶液有 NaCl 溶液(与之混合的溶液不能再提供 Na^+ 和 Cl^-)或反应只生成 NaCl,故溶液的取用情况为等体积混合 A 和 C 或等体积混合 C 和 E 或等体积混合 B 和 D(反应产生的水很少,忽略不计)。

易错分析

1. 看到电解质,不能熟练判断出电离出的离子,对含氧酸根、氢氧根等复杂离子不熟悉。

2. 不能根据溶液中的离子推测发生电离的物质,这需要同学们熟悉阴、阳离子及数量关系。

3. 对混合溶液体积的变化思路不清晰,计算出现混乱。同学们可按如下步骤思考:原溶液中某离子浓度 \rightarrow 原溶液中该离子的物质的量(体积设定为 1) \rightarrow 判断溶液混合后该离子物质的量的变化 \rightarrow 计算混合后该离子物质的量浓度(体积为混合溶液的总体积)。

拓展训练

现有以下五种溶液,怎样取用可以使混合后的溶液中 H^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 的物质的量之比为 1:1:1?

- ① $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸
- ② $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液
- ③ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液
- ④ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{SO}_4$ 溶液
- ⑤ $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液

答案:②和③按 1:1 取用;②和④按 1:1 取用。

第3节 氧化还原反应

➔ 瞄准课标 靶向学习 ➔

课标内容要求	课标学业要求
1. 认识有化合价变化的反应是氧化还原反应。 2. 了解氧化还原反应的本质是电子的转移。 3. 认识元素在物质中可以具有不同价态,可通过氧化还原反应实现含有不同价态同种元素的物质的相互转化。 4. 知道常见的氧化剂和还原剂。	能利用氧化还原的概念对常见的反应进行分类和分析说明。

第1课时 认识氧化还原反应

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 氧化还原反应的特征是什么?

2. 氧化还原反应的实质是什么?

自主检测

判断正误:

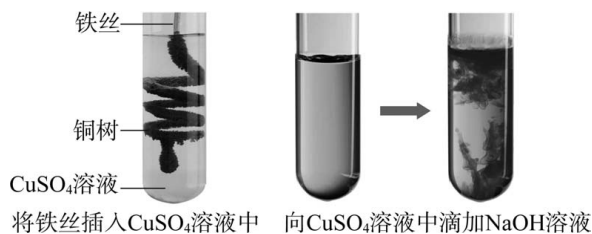
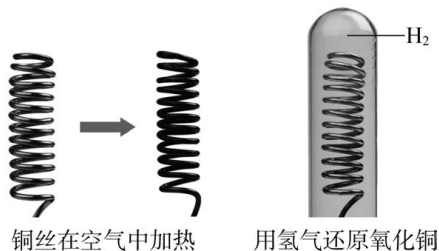
- (1) 氧化还原反应是指有元素化合价升降的化学反应,其实质是有电子转移的反应。()
- (2) 氧化反应是指物质得到电子(或电子对偏向)的反应,还原反应是指物质失去电子(或电子对偏离)的反应。()
- (3) 有单质生成的分解反应属于氧化还原反应。()
- (4) 置换反应全部属于氧化还原反应,复分解反应全部属于非氧化还原反应。()

学习体验

素养形成

探究学习 一 氧化还原反应的判断

[联想质疑]关于铜及其化合物的一些实验



分析完成:

(1) 在这些反应中,铜元素发生了哪些变化? 试写出反应的化学方程式,并标注化合价。

(2) 前三个反应与最后一个反应的特征有什么不同?

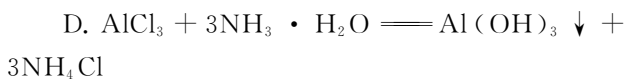
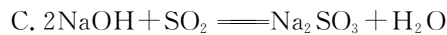
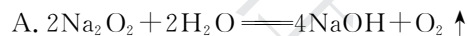
(3) 在第一个反应中铜元素、氧元素的化合价如何变化? 铜发生了什么反应? 氧气发生了什么反应?

归纳总结



典例解析

【例1】下列反应属于氧化还原反应的是()



解析: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, 过氧化钠中氧元素化合价为-1价,氢氧化钠中氧元素化合价为-2价,氧气中氧元素化合价为零,该反应中有化合价的变化,为氧化还原反应,A项符合题意;其余反应中无化合价变化,为非氧化还原反应,B、C、D不符合题意。

答案:A

易错点拨:化合价发生变化是氧化还原反应的特征表现。

拓展训练

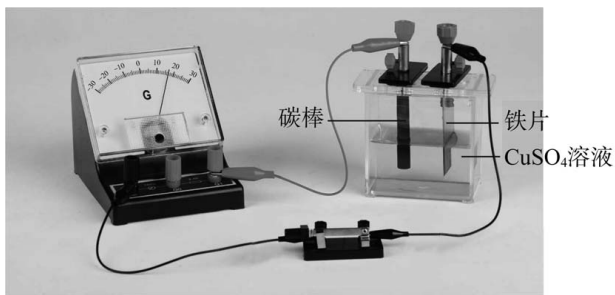
1. 氧化还原反应中,水可以发生氧化反应,也可以发生还原反应,还可以既发生氧化反应又发生还原反应,或既不参与氧化反应又不参与还原反应等。下列反应与 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$ 相比较,水发生反应不相同的是()

- ① $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 ② $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
 ③ $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HF} + \text{O}_2$
 ④ $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
 A. ①③ B. ①④ C. ③④ D. ②④

探究学习(二) 氧化还原反应的实质

[问题思考]金属钠可以在氯气中剧烈燃烧生成氯化钠,这个反应属于氧化还原反应吗?氯气由氯分子构成,一个氯分子由两个氯原子构成。金属钠由钠原子构成。氯化钠由 Na^+ 和 Cl^- 构成。可见在反应过程中,钠原子变成了 Na^+ ,氯原子变成了 Cl^- 。钠原子和氯原子是怎样变化为 Na^+ 和 Cl^- 并进而形成氯化钠的呢?

[实验探究]利用图示实验装置进行铁与 CuSO_4 溶液反应的实验,观察电流表指针是否偏转。这一实验现象对于你认识铁与 CuSO_4 溶液反应的实质有什么启示?



铁与 CuSO_4 溶液的反应

[思考总结]根据以上讨论与现象,你认为氧化还原反应的实质是什么?

归纳总结

氧化还原反应的实质:电子转移。

典例解析

【例2】氧化还原反应的实质是()

- A. 元素化合价发生变化
 B. 反应中有氧的得失
 C. 反应中有电子转移
 D. 反应后生成新物质

解析:元素化合价发生变化是氧化还原反应的特征,A项错误;氧化还原反应不一定有氧的得失,B项错误;电子转移是氧化还原反应的本质,C项正确;生成新物质是化学反应的特征,不是氧化还原反应的实质,D项错误。

答案:C

易错点拨:氧化还原反应的实质是电子转移,包括电子得失或共用电子对的偏移。

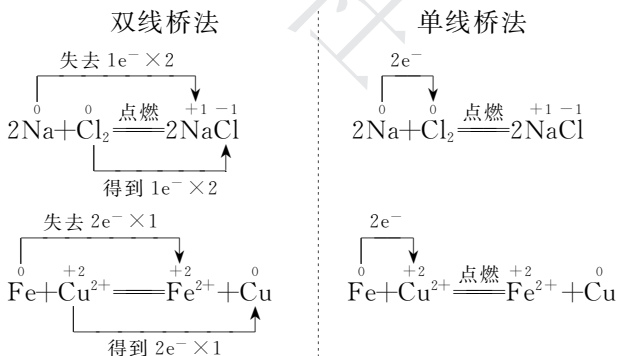
拓展训练

2. 依据你的理解,氧化还原反应的实质是()

- A. 分子中的原子重新组合
 B. 化合价的变化
 C. 氧元素的得失
 D. 电子的得失或共用电子对的偏移

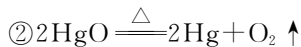
探究学习(三) 氧化还原反应电子转移的表示方法

[交流研讨]下列分别用双线桥法和单线桥法表示了 Na 与 Cl_2 、 Fe 与 CuSO_4 溶液反应的电子转移情况:



对比双线桥法与单线桥法表示氧化还原反应的电子转移情况,回答下列问题:

1. 箭头分布与指向分别有何特点?



若要制得相同质量的氧气,反应中电子转移数目之比为()

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

5. 对于反应 $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + \text{OH}^-$, 下列说法正确的是()

- A. 该反应属于置换反应
B. 若该反应中有 1 mol 电子转移, 则生成 H_2 一定是 22.4 L
C. 水发生还原反应
D. H_2 只是由氧化反应得到的产物

6. 已知砷霜(As_2O_3)与锌可以发生如下反应:



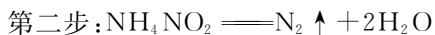
- (1) 请用“双线桥法”标出电子转移的方向和数目。
(2) 该反应中由氧化反应得到的物质是_____，发生还原反应的物质是_____。
(3) 若生成 0.1 mol AsH_3 , 则转移的电子数为_____。

应用·实践

7. 用硫酸酸化的三氧化铬(CrO_3)遇酒精后,其颜色由红色变为蓝绿色,反应为 $2\text{CrO}_3 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。用此反应现象可测得司机是否是酒后驾车。此反应中发生氧化反应的是()

- A. H_2SO_4 B. CrO_3
C. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ D. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

8. 金属加工后的废切削液中含 2%~5% 的 NaNO_2 , 它是一种环境污染物。人们用 NH_4Cl 溶液来处理此废切削液,使 NaNO_2 转化为无毒物质。该反应分两步进行:



下列关于第二步反应的叙述正确的是()

- ① NH_4NO_2 中只有化合价的升高 ② NH_4NO_2

只发生还原反应 ③ NH_4NO_2 发生了分解反应

④ 只有氮元素的化合价发生了变化 ⑤ NH_4NO_2 既发生氧化反应又发生还原反应

- A. ①③ B. ①④
C. ②③④ D. ③④⑤

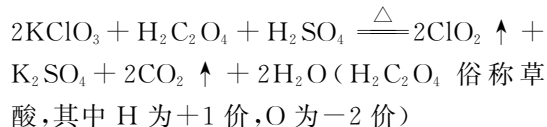
9. 奥运会上发令枪所用“火药”的主要成分是氯酸钾和红磷,撞击时发生的化学反应为 $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} \rightleftharpoons 3\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{KCl}$ 。下列有关该反应的叙述正确的是()

- A. 反应中红磷发生还原反应
B. 发令时产生的白烟只有 KCl 固体颗粒
C. “火药”中的红磷可用白磷代替
D. 反应中消耗 3 mol P 时,转移电子的物质的量为 15 mol

迁移·创新

10. 二氧化氯(ClO_2)是一种消毒杀菌效率高、二次污染小的水处理剂,它在食品保鲜、饮用水消毒等方面有着广泛的应用。

(1) 实验室制备 ClO_2 的方法之一为:



下列说法正确的是_____。

- A. KClO_3 在反应中得到电子
B. ClO_2 是氧化产物
C. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 在反应中发生氧化反应
D. 1 mol KClO_3 参加反应有 2 mol 电子转移

(2) KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应也会生成绿黄色的二氧化氯。其变化可表示为 $2\text{KClO}_3 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

① 浓盐酸在反应中表现出来的性质是_____。

② 已知每产生 0.1 mol Cl_2 , 则发生转移的电子的物质的量为 0.2 mol。 ClO_2 具有很强的氧化性,因此常被用作消毒剂,其消毒后的还原产物是氯离子,则其消毒的效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的_____倍。

第2课时 氧化剂和还原剂

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 什么是氧化剂、还原剂?

2. 什么样的物质具有氧化性? 什么样的物质具有还原性? 请举例说明。

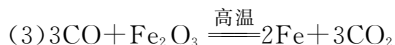
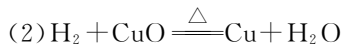
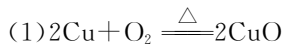
自主检测

- 在反应 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 中, 氧化剂为()
 - CO
 - Fe_2O_3
 - Fe
 - CO_2
- 下列物质常用作还原剂的是()
 - KMnO_4
 - HNO_3
 - FeCl_3
 - SO_2

学习体验 素养形成

探究学习 ① 氧化剂与还原剂

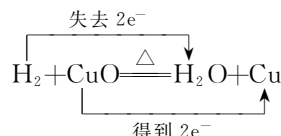
[交流研讨]分析以下氧化还原反应:



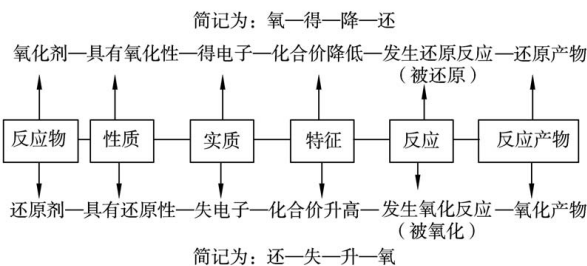
完成下列问题:

1. 3个反应中, 化合价升高的元素有哪些, 化合价降低的元素有哪些?

2. 下面用双线桥法标出了第2个反应的电子转移情况, 说明哪种反应物含有化合价升高的元素, 哪种反应物含有化合价降低的元素?



思维建模



典例解析

【例1】P单质在反应 $4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$ 中()

- 是还原剂
- 是氧化剂
- 既是氧化剂又是还原剂
- 既不是氧化剂又不是还原剂

解析: 在此反应中P单质中P元素的化合价为0, KH_2PO_2 中P元素的化合价为+1, 化合价升高为还原剂; PH_3 中P元素的化合价为-3, 化合价降低为氧化剂。

答案: C

拓展训练

1. 过氧化氢(H_2O_2)俗名双氧水, 医疗上可用作外科消毒剂。

- 向含有酚酞的NaOH溶液中滴加双氧水, 此时溶液由红色褪至无色, 主要原因是双氧水的_____性。
- 将双氧水加入经酸化的高锰酸钾溶液中, 发现溶液的紫红色褪去, 此时双氧水表现出_____性。

探究学习(二) 常见的氧化剂与还原剂

观察上述实验,完成以下问题清单:

1. 建立现象与依据之间的关系。

实验现象	原因分析

2. 写出反应的离子方程式:_____。

3. 常见的氧化剂和还原剂有哪些?请举例说明。这些物质分别属于什么类别?元素化合价有何特点?

归纳总结

常见的氧化剂和还原剂

氧化剂	还原剂
活泼的非金属单质,如 O_2 、 Cl_2 等	活泼的金属单质,如 Na、Zn 等
部分含有较高价态元素的含氧酸,如 HNO_3 等	某些非金属单质,如碳单质、 H_2 等
某些含有较高价态元素的盐,如 $KMnO_4$ 等	含有较低价态元素的化合物,如 CO、KI 等

典例解析

【例2】下列叙述不正确的是()

- 还原剂就是反应中被还原的物质
- 氧化剂是所含元素化合价降低的物质
- 金属单质只能做还原剂
- 元素处于最高价态不一定具有强氧化性

解析:还原剂是反应中被氧化的物质,A项错误;氧化剂是所含元素化合价降低的物质,B项正确;金属元素无负价,所以金属单质只能化合价升高,被氧化,做还原剂,C项正确; Na^+ 、 CO_2 等物质中处于最高价态的元素不具有强氧化性,D项正确。

答案:A

拓展训练

2. 在 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、S、 I^- 、 H^+ 中,只有氧化性的是_____,只有还原性的是_____,既有氧化性又有还原性的是_____。

探究学习(三) 氧化性、还原性强弱比较

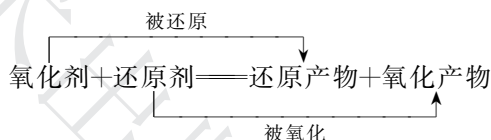
思考讨论以下问题:

- “钠原子能失去1个电子,铝原子能失去3个电子,所以铝的还原性比钠强。”这种说法正确吗?
- 根据 $Fe + Cu^{2+} = Fe^{2+} + Cu$,你能判断 Fe 和 Cu 的还原性谁强吗?

方法导引

比较物质氧化性、还原性强弱的方法

1. 根据氧化还原反应方程式比较



氧化性:氧化剂 > 氧化产物

还原性:还原剂 > 还原产物

提醒:比什么性,找什么剂,产物之性小于剂。

2. 利用金属活动性顺序表比较

K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

还原性逐渐减弱

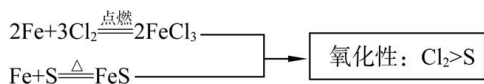
$K^+ \cdots Mg^{2+} Al^{3+} Zn^{2+} Fe^{2+} \cdots H^+ Cu^{2+} Fe^{3+} Ag^+ \cdots$

氧化性逐渐增强

金属单质的还原性越强,对应金属阳离子的氧化性越弱。

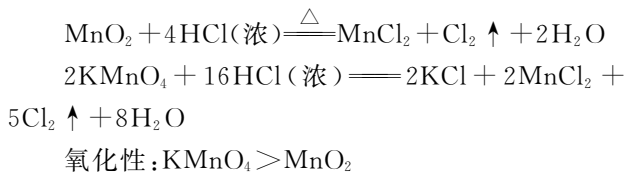
3. 根据氧化还原反应的程度比较

不同氧化剂与相同还原剂作用时,还原剂被氧化的程度越大,氧化剂的氧化性越强。例如:



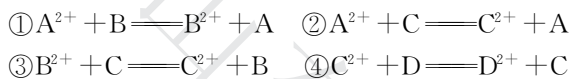
4. 根据反应的条件及反应的剧烈程度比较

反应条件要求越低,反应越剧烈,对应物质的氧化性或还原性越强,如是否加热、反应温度高低、有无催化剂和反应物浓度大小等。例如:



典例解析

【例3】(双选)有A、B、C、D四种物质,已知它们能发生下列反应:



由此可推知,各物质的氧化性、还原性强弱顺序正确的是()

- A. 氧化性: $\text{A}^{2+} > \text{B}^{2+} > \text{C}^{2+} > \text{D}^{2+}$
 B. 氧化性: $\text{D}^{2+} > \text{C}^{2+} > \text{B}^{2+} > \text{A}^{2+}$
 C. 还原性: $\text{A} > \text{B} > \text{C} > \text{D}$
 D. 还原性: $\text{D} > \text{C} > \text{B} > \text{A}$

解析:氧化还原反应中,反应物与生成物之间氧化性与还原性强弱比较的一般规律是,氧化性:氧化剂 > 氧化产物;还原性:还原剂 > 还原产物。

根据上述关系,由①知,氧化性: $\text{A}^{2+} > \text{B}^{2+}$,还原性: $\text{B} > \text{A}$;由②知,氧化性: $\text{A}^{2+} > \text{C}^{2+}$,还原性: $\text{C} > \text{A}$;由③知,氧化性: $\text{B}^{2+} > \text{C}^{2+}$,还原性: $\text{C} > \text{B}$;由④知,氧化性: $\text{C}^{2+} > \text{D}^{2+}$,还原性: $\text{D} > \text{C}$ 。综合①~④可得,氧化性: $\text{A}^{2+} > \text{B}^{2+} > \text{C}^{2+} > \text{D}^{2+}$,还原性: $\text{D} > \text{C} > \text{B} > \text{A}$ 。

答案:AD

拓展训练

3. 有如下反应:① $2\text{BrO}_3^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{ClO}_3^-$; ② $\text{ClO}_3^- + 5\text{Cl}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$; ③ $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$; ④ $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3$ 。下列各微粒氧化能力由强到弱的顺序正确的是()
- A. $\text{ClO}_3^- > \text{BrO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
 B. $\text{BrO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{ClO}_3^- > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$
 C. $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
 D. $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Fe}^{3+} > \text{Cl}_2 > \text{I}_2$

探究学习(四) 氧化还原反应的基本规律

思考讨论以下问题:

1. 在一个氧化还原反应中,氧化剂和还原剂的物质的量一定相等吗?

2. 金属阳离子一定只有氧化性吗?

3. Fe^{2+} 具有较强的还原性, Fe^{3+} 具有较强的氧化性,二者之间能反应吗?为什么?

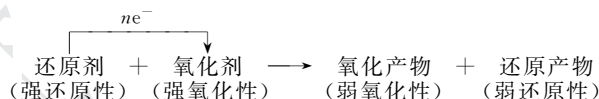
归纳总结

1. 守恒规律

还原剂失电子总数 = 氧化剂得电子总数

应用:氧化还原反应方程式的配平和相关计算。

2. 强弱规律



还原性:还原剂 > 还原产物。

氧化性:氧化剂 > 氧化产物。

物质间氧化性(或还原性)的强弱比较或判断:有氧化性和有还原性的物质在一定条件下是否发生反应。

3. 先后规律

(1)同一氧化剂与多种还原剂混合,还原性强的先被氧化。

(2)同一还原剂与多种氧化剂混合,氧化性强的先被还原。

应用:判断物质的氧化性、还原性强弱或判断反应的先后顺序。

把氯气通入 FeBr_2 溶液中时,还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$,若氯气的量不足时首先氧化 Fe^{2+} ;把氯气通入 FeI_2 溶液中时,还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$,若氯气的量不足时首先氧化 I^- 。

4. 价态规律

(1)高低规律:

元素最高价态:只有氧化性。

元素中间价态:既有氧化性又有还原性。

应用·实践

7. 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种新型、高效的水处理剂,制取高铁酸钾的一种方法为: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Cl}_2 + 10\text{KOH} \rightleftharpoons 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。下列关于该反应的说法错误的是()
- A. K_2FeO_4 中铁元素的化合价为+6
 B. 生成 1 mol K_2FeO_4 时转移 6 mol 电子
 C. Cl_2 是氧化剂
 D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 发生氧化反应
8. Cu_2S 与一定浓度的 HNO_3 反应,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 CuSO_4 、 NO_2 、 NO 和 H_2O 。当产物 $n(\text{NO}_2) : n(\text{NO}) = 1 : 1$ 时,下列说法正确的是()
- A. 1 mol Cu_2S 参加反应时有 8 mol 电子转移
 B. 参加反应的 $n(\text{Cu}_2\text{S}) : n(\text{HNO}_3) = 1 : 5$
 C. 反应中 Cu_2S 既做氧化剂,又做还原剂
 D. 产物 $n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] : n(\text{CuSO}_4) = 1 : 1$
9. 用电弧法合成的储氢纳米碳管常伴有大量的碳纳米颗粒(杂质),这种颗粒可用氧化法提纯。其反应的化学方程式为 $3\text{C} + 2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 3\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O}$ 。请回答下列问题:
- (1) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 Cr 的化合价为_____。
 (2) 反应中的氧化剂为_____,发生_____反

应;还原剂是_____,具有_____性。

(3) 反应中每消耗 1 mol C,转移的电子数为_____。

(4) 若反应过程中转移 4.816×10^{23} 个电子,则生成标准状况下的_____ L CO_2 。

迁移·创新

10. (1) 铁钉在氯气中被锈蚀为棕黄色物质 FeCl_3 ,而在盐酸中生成浅绿色的 FeCl_2 溶液。则在 Cl_2 、 Cl^- 、 H^+ 中,具有氧化性的是_____,其中氧化性强的是_____。
- (2) 盐酸在不同的反应中,可以分别表现出酸性、氧化性和还原性。现有如下四个反应,请写出盐酸在四个反应中分别表现什么性质:
- ① $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ _____;
 ② $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ _____;
 ③ $2\text{HCl} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ _____;
 ④ $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ _____。
- (3) 题(2)④中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____;若有 5 mol 还原剂被氧化,则生成的 Cl_2 为_____ mol。

第3课时 氧化还原反应的应用

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

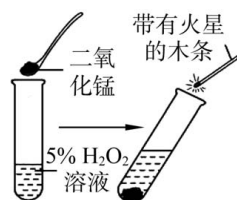
1. 标出 H_2O_2 中 H、O 元素的化合价,从氧化还原的角度,预测过氧化氢具有哪些性质?

2. 研究物质氧化性或还原性的思路是什么?

3. 通过氧化还原反应,人们常可获得何种形式的能量?

自主检测

1. 下列物质在化学反应中常做还原剂的一组是()
- A. HNO_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 KMnO_4
 B. Al 、 CO 、 O_2 、 H_2
 C. Zn 、 C 、 H_2 、 CO
 D. KClO_3 、 MnO_2 、 C 、 Fe
2. 根据下图填空。



(1) 现象:_____。

(2) 化学方程式:_____。

(3) H_2O_2 表现的性质: _____。

学习体验

素养形成

探究学习(一) 研究物质的性质

[活动探究] 研究双氧水的氧化性或还原性

设计实验方案,并选取试剂进行验证,填写实验报告:

实验内容	实验现象	实验结论

思考:

(1) 从氧化还原的角度,总结双氧水具有哪些性质。

(2) 怎样研究一种物质的氧化性或还原性?

方法导引

研究物质氧化性或还原性的思路

确定化合价→预测氧化性或还原性→实验验证预测。

典例解析

【例 1】高锰酸钾(KMnO_4)是一种紫黑色固体,医疗上常用其稀水溶液进行杀菌消毒、清洗伤口等。试回答下列问题:

(1) 高锰酸钾(KMnO_4)中 Mn 的化合价为 _____。

(2) 保存高锰酸钾的试剂瓶上最适合的标签是 _____ (填字母代号)。



A



B



C



D

(3) 实验室可用 KMnO_4 固体与浓盐酸反应制取 Cl_2 , 发生反应: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{X} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。则 X 为 _____ (填化学式,下同),据此可知氧化性: _____ 大于 _____。

解析: (1) 依据化学式各元素化合价代数和为 0, K 为 +1 价, O 为 -2 价, 可知 KMnO_4 中 Mn 表现 +7 价。

(2) 由题干信息及 Mn 表现 +7 价为最高化合价, 可推知 KMnO_4 具有氧化性, “医疗上常用其稀水溶液进行杀菌消毒、清洗伤口” 是利用了其强氧化性, 故最适合的标签为氧化剂。

(3) 结合质量守恒定律, 反应前后各元素原子的种类和个数不变, 可判知 X 是 MnCl_2 。该反应中, KMnO_4 是氧化剂, Cl_2 是氧化产物, 故氧化性 KMnO_4 大于 Cl_2 。

答案: (1) +7 (2) C (3) MnCl_2 KMnO_4
 Cl_2

拓展训练

1. 鲜榨苹果汁是人们喜爱的饮料。由于此饮料中含有 Fe^{2+} , 现榨的苹果汁在空气中会由淡绿色的 Fe^{2+} 变为棕黄色的 Fe^{3+} 。这个变色的过程中的 Fe^{2+} 被 _____ (填“氧化”或“还原”)。若在榨汁的时候加入适量的维生素 C, 可有效防止这种现象的发生。这说明维生素 C 具有 _____。

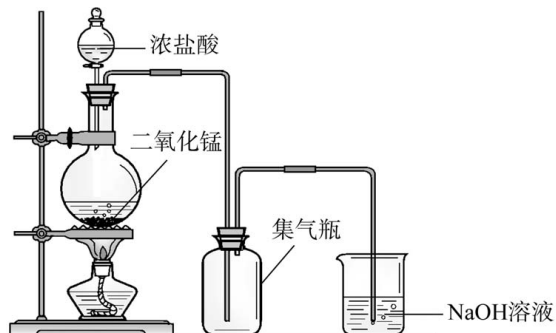
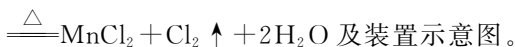
- a. 氧化性 b. 还原性
c. 酸性 d. 碱性

探究学习(二) 实现物质转化与获得能量

[交流研讨] 阅读教材, 完成下列问题:

1. 金属冶炼的方法有哪些? 各举一例, 写出其冶炼的化学方程式, 并分析所写反应中冶炼金属元素的化合价变化, 总结金属冶炼的本质是什么。

2. 分析实验室制氯气的反应 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓})$



实验室制取氯气的装置示意图

分析:

(1) 制备反应属于氧化还原反应吗? 如果属于, 请指出其中的氧化剂和还原剂; 如果不属于, 请说明理由。

(2) 利用该装置制得的 Cl_2 可能混有的杂质是什么? 若想获得纯净 Cl_2 , 对该装置还要进行哪些改进?

(3) 写出实验室 Cl_2 尾气吸收反应的化学方程式, 分析 Cl_2 在该反应中表现出什么性质。

(4) 在实验室中也可以利用高锰酸钾与浓盐酸在常温下反应制取 Cl_2 , 请预测反应产物, 写出该反应的化学方程式。

归纳总结

1. 金属冶炼方法

K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Sn	Pb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
电解法				热还原法				热分解法 或湿法炼铜		物理法			

2. 实验室制氯气

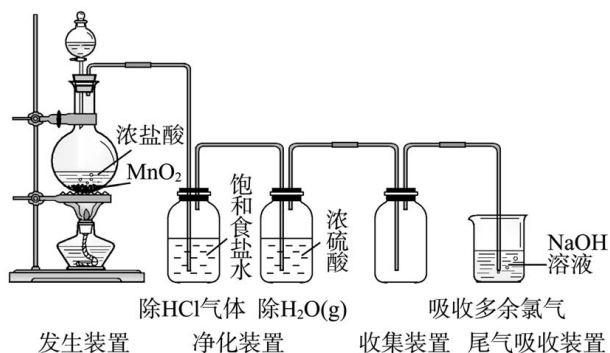
(1) 反应原理:



注意: ① MnO_2 也可换做 KMnO_4 、 KClO_3 等氧化剂。

② 随着反应的进行, 浓盐酸浓度逐渐减小至稀盐酸, 反应将终止。

(2) 实验装置:



① 发生装置: 用分液漏斗、圆底烧瓶等组装的固液加热型制气装置。

② 净化装置: 饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl 气体, 浓硫酸除去 Cl_2 中的水蒸气。

③ 收集装置: 向上排空气法或排饱和食盐水法。

④ 尾气处理: 用 NaOH 溶液吸收多余的 Cl_2 , 以防 Cl_2 污染空气。

(3) 验满: 将湿润的淀粉碘化钾试纸靠近收集 Cl_2 的集气瓶瓶口, 若试纸变蓝, 则证明集满。

典例解析

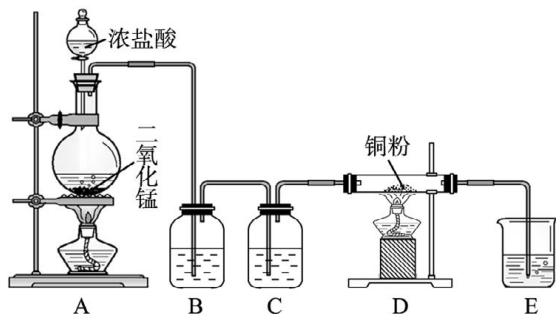
【例 2】 冶炼金属一般有下列四种方法: ①焦炭法; ②水煤气(或 H_2 或 CO)法; ③活泼金属置换法; ④电解法。四种方法在工业上均有应用。古代有 (I) 火烧孔雀石法炼铜, (II) 湿法炼铜; 现代有 (III) 铝热法炼铬, (IV) 从光卤石 ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 中炼镁。对它们的冶炼方法分析不正确的是 ()

- A. (I) 用 ① B. (II) 用 ②
C. (III) 用 ③ D. (IV) 用 ④

解析: 对于 (I) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$, 符合 ①, A 项正确; 对于 (II) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$, 符合 ③, B 项不正确; 对于 (III) $2\text{Al} + \text{Cr}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$, 符合 ③, C 项正确; 对于 (IV) 从光卤石中提取 MgCl_2 , 再电解 $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$, 符合 ④, D 项正确。

答案: B

【例 3】 用 MnO_2 和浓盐酸制取纯净的 Cl_2 , 并让 Cl_2 与铜粉反应制取纯净的无水 CuCl_2 , 装置如图所示。



请回答下列问题:

(1) B 中选用的试剂是饱和食盐水, 其作用是_____; C 中选用的试剂是_____, 其作用是_____。

(2) D 中反应的化学方程式是_____, 将此生成物溶于少量水, 得到_____色溶液。

答案: (1) 吸收氯气中的氯化氢 浓硫酸 干燥氯气 (2) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuCl}_2$ 绿

易错点拨: 氯化铜溶于水, 所得溶液中存在 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ (蓝色) 和 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ (黄色) 两种离子 (了解即可), 因此溶液的颜色依据浓度不同, 两种离子复合的颜色不同而存在差别。CuCl₂ 溶液由浓到稀, 颜色由绿色递变到蓝色。

拓展训练

2. 金属钛是航空、军工、电力等领域的必需材料。目前大规模生产钛的方法如下:

先让金红石(主要成分是 TiO_2)、碳单质在高温下与 Cl_2 反应制得 TiCl_4 , 同时有 CO_2 生成, 化学方程式为_____。

然后在氩气氛围中加热, 使金属 Mg 与 TiCl_4 反应制得金属 Ti, 反应为_____。

3. 实验室里迅速制备少量氯气可利用如下反应: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。此反应不需加热, 常温下就可以迅速进行, 而且对盐酸的浓度要求不高。

(1) 该反应中, 氧化剂是_____, 还原剂是_____。

(2) 当参加反应的氧化剂的物质的量是 1 mol 时, 被氧化的还原剂的物质的量是_____, 产生的氯气在标准状况下的体积为_____, 电子转移数目为_____。

(3) 浓盐酸在该反应过程中表现出的化学性质有()

- A. 酸性 B. 还原性
C. 氧化性 D. 挥发性

分层训练

素养提升

学习·理解

1. 下列变化过程中元素被还原的是()

- A. $\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2$ B. $\text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2$
C. $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ D. $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}$

2. 下列微粒中, 只有还原性的是()

- ① S^{2-} ② Fe^{2+} ③ Fe^{3+} ④ S ⑤ H^+ ⑥ Na^+
⑦ Mg

- A. ①⑦ B. ②④
C. ③⑤⑥ D. ②④⑤⑥

3. 在氧化还原反应 $3\text{S} + 6\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中, 被氧化与被还原的硫原子数之比是()

- A. 1 : 2 B. 2 : 1
C. 1 : 1 D. 3 : 2

4. 实验室用下列方法制取氯气: ①用含 4 mol HCl 的浓盐酸与足量 MnO_2 反应; ②用 87 g MnO_2 与足量的浓盐酸反应。若不考虑 HCl 的挥发, 则反应后所得氯气的物质的量()

- A. 方法①比方法②多
B. 方法②比方法①多
C. 两种方法一样多
D. 无法比较

5. 根据下列反应: ① $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$; ② $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 。判断相关物质的氧化性由强到弱的顺序是()

- A. $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{Br}_2$ B. $\text{I}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Br}_2$
C. $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+}$ D. $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$

6. 钛是一种活泼金属, 具有密度小、熔点高、可塑性强、机械强度高、性能。工业上常用硫酸分解铁钛矿石来制备二氧化钛, 用以冶炼钛, 主要有以下五个反应(FeTiO_3 中铁元素的化合价为 +2 价):

- ① $\text{FeTiO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{TiOSO}_4 + \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
② $\text{TiOSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{TiO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$
③ $\text{H}_2\text{TiO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{TiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
④ $\text{TiO}_2 + \text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$

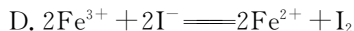
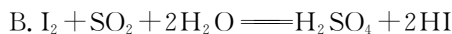


针对以上五个反应,下列叙述错误的是()

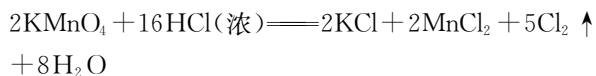
- A. 反应①是非氧化还原反应
 B. 反应②生成了两种酸
 C. 反应④中的 TiO_2 是氧化剂
 D. 反应⑤表现了金属镁比金属钛的还原性强

应用·实践

7. 已知下列反应:① $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \longrightarrow 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$; ② $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$ 。下列说法正确的是()
- A. 反应①中 HCl 是氧化剂
 B. 反应②中 Cl_2 被氧化,发生氧化反应
 C. 还原性: $\text{CoCl}_2 > \text{HCl} > \text{I}_2$
 D. 氧化性: $\text{Co}_2\text{O}_3 > \text{Cl}_2 > \text{HIO}_3$
8. 已知 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 和 H_2O_2 均有还原性,它们在酸性溶液中还原性的强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{I}^- < \text{SO}_2$,则下列反应不能发生的是()
- A. $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$



9. 0.1 mol KMnO_4 与过量浓盐酸充分反应,化学方程式如下:



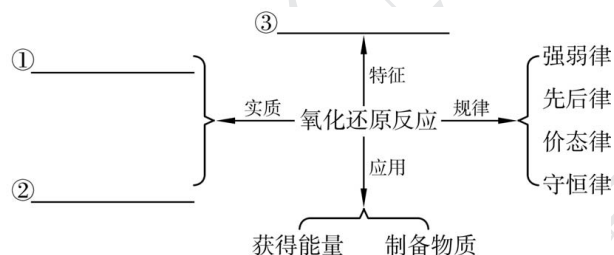
通过计算回答:

- (1) 转移电子数为_____。
 (2) 产生的 Cl_2 (标准状况) 的体积为_____ L, 被氧化的 HCl 的物质的量为_____。

迁移·创新

10. 实验证明,以下六种物质是一个氧化还原反应的反应物和生成物: NO 、 FeSO_4 、 H_2O 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 HNO_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。
- (1) 这六种物质中,_____是反应物。
 (2) 反应物中的氧化剂是_____,被还原的元素是_____。

本书建构整合



教材习题分析

教材习题答案

1. 属于氧化还原反应的是(2)(4)(5)(6)。
 (2) 氧化剂为 O_2 , 还原剂为 CH_4 。
 (4) 氧化剂为 KMnO_4 , 还原剂为 KMnO_4 。
 (5) 氧化剂为 FeCl_3 , 还原剂为 Cu 。
 (6) 氧化剂为 H_2O , 还原剂为 Na 。
2. C ABE
 3. D AB
 4. (1) 从化合价角度看,盐酸中的氢元素为+1价,处于最高价态,盐酸具有氧化性,如盐酸氧化单质

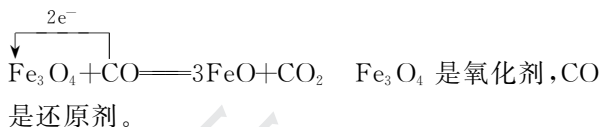
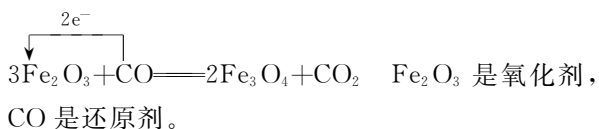
锌;氯元素为-1价,处于最低价态,盐酸具有还原性,如二氧化锰氧化盐酸制氯气。由于氯化氢中氢元素和氯元素分别有降价和升价的趋势,所以氯化氢可以既做氧化剂又做还原剂,分解为氢气、氯气。从物质类别角度看,盐酸属于酸,在水溶液中可以电离出氢离子和酸根离子,与相关离子发生离子反应。

(2) 二氧化硫做氧化剂的是②,做还原剂的是③。可以从物质类别角度认识陌生物质,比如,二氧化硫属于酸性氧化物,可以与碱发生反应;还可以从物质所含元素化合价升降趋势预测物质性质,比

如,二氧化硫的硫是+4价的中间价态,既可以与氧化性强的物质反应也可以与还原性强的物质反应。

5. (1) $C \rightarrow CO_2 \rightarrow CO \rightarrow CO_2$, 碳单质作为还原剂,一氧化碳作为还原剂,二氧化碳作为氧化剂。

(2) 上述反应都是氧化还原反应。分析示例如下:



化合价升高, 失 $2e^- \times 1$, 氧化反应



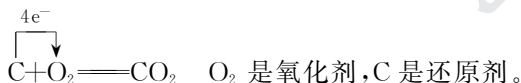
化合价降低, 得 $2e^- \times 1$, 还原反应

原剂。

化合价升高, 失 $2e^- \times 1$, 氧化反应



化合价降低, 得 $2e^- \times 1$, 还原反应



6. (1) C (2) 钾, 因为 1 mol 二氧化铀中的铀原子被还原成铀单质中的铀原子需要得到 4 mol 电子, 而 4 mol 钾(156 g)或 2 mol 钙(80 g)或 2 mol 镁(48 g)能提供 4 mol 电子, 所以钾消耗最多。

(3) BC

7. (1) (示例)

选择试剂	实验方法	关键现象	实验结论
维生素 C 片或维生素溶液, 酸性 $KMnO_4$ 溶液	两支试管中分别取等量酸性 $KMnO_4$ 溶液, 向其中一支试管中加入维生素 C	加入维生素 C 的试管中的酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色	维生素 C 具有还原性

(2) (示例) 将等浓度的酸性 $KMnO_4$ 溶液放置于不同试管中, 向其中加入等量的不同水果或蔬菜的汁液, 观察比较不同水果或蔬菜汁液使等浓度酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色的速率。

典型题目深解

教材第 7 题

习题目标

本题设计实验方案探究维生素 C 的还原性, 需要先设计化学反应体现维生素 C 的还原性, 再寻找化学反应发生的证据, 并通过实验使其显现出来; 比较不同蔬果中维生素 C 的含量, 还要使得相关变化可测量, 有助于发展变化观念和科学探究能力。

任务类型

该题属于简单设计水平的习题。

思路展示

第(1)题: 验证维生素 C 的还原性, 需要选择可能与维生素 C 发生氧化还原反应的氧化剂, 其反应现象有助于判断氧化还原反应的发生, 如选择 $KMnO_4$ 溶液, 利用溶液颜色的变化确定氧化还原反应的发生。

第(2)题: 比较不同蔬果中的维生素 C 含量, 需要拆解问题: 选定果蔬; 明确指标(如一个水果或等质量蔬果); 确定是否需要稀释(如是否需要添加等量的水); 选择可以测定产物生成或反应物消耗的氧化还原反应, 测定数据进行比较。

易错分析

1. 研究物质氧化性或还原性的思路应用不熟练, 不会选择能在溶液中与维生素 C 反应且能产生明显现象的氧化剂。

2. 不能将真实问题转化为化学问题, 不能明确表述化学任务, 不能指定果蔬比较的指标, 不知道要建立让果蔬中的维生素 C 全部参与反应的物质系统。

3. 找不到定量测定的指标。

拓展训练

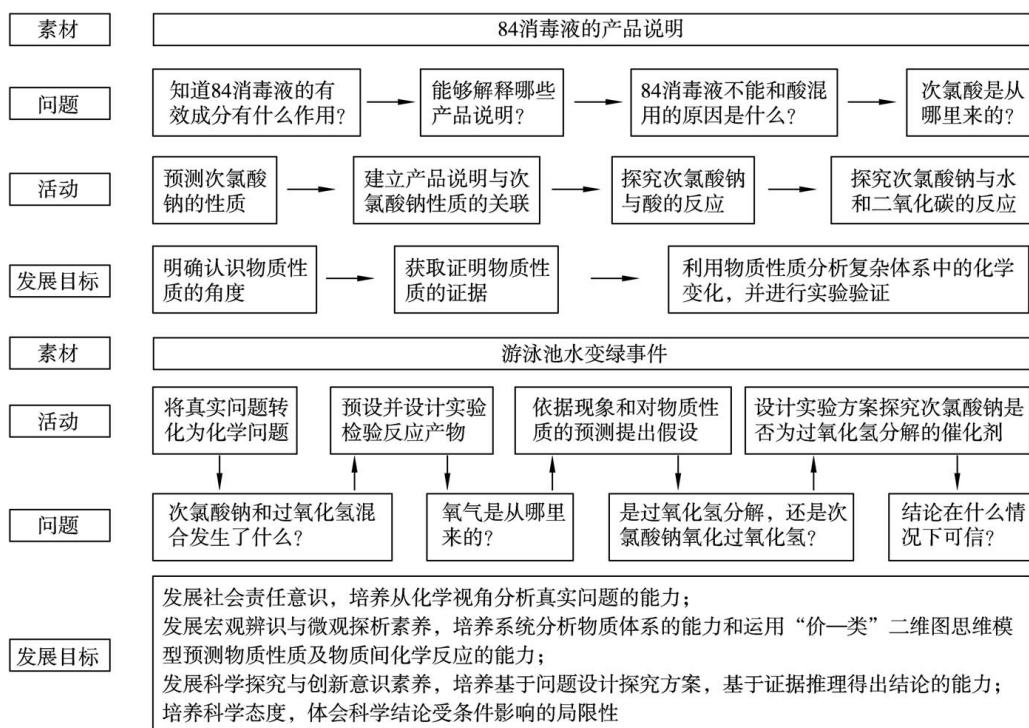
食用含碘盐是解决地区性缺碘的重要方法。含碘盐是指在食盐中添加一定量的含碘元素的物质, 通常添加碘化钾或碘酸钾。某同学买了一袋含碘盐, 配料表中写着“氯化钠、碘酸钾”, 他想验证食盐中添加的确实是碘酸钾而不是碘化钾, 你能帮他设计实验方案吗?

答案: 取两份含碘盐溶液样品, 分别滴加淀粉溶液, 向其中一份滴加 KI 溶液和稀硫酸, 溶液出现蓝色, 证明原溶液中有碘酸钾。

微项目 科学使用含氯消毒剂

——运用氧化还原反应原理解决实际问题

项目拆解



项目达标

1. ClO_2 是一种新型的安全、快速、高效的消毒剂, 下列说法不正确的是()
 - A. ClO_2 属于氧化物
 - B. ClO_2 中 Cl 元素表现 +4 价
 - C. ClO_2 是由一个氯原子和一个氧分子构成的化合物
 - D. ClO_2 消毒原理与双氧水相似, 都是利用氧化性
2. 用储存很久的漂白粉与浓盐酸制得的 Cl_2 中, 可能含有的杂质气体是()
 - ① CO_2 ② HCl ③ H_2O ④ H_2
 - A. ①②③ B. ②③④
 - C. ②③ D. ①④
3. 含氯化合物在生活中应用广泛, 回答下列问题:

(1) 储氯钢瓶外应贴的标签为____(填字母代号)。

a. 易燃品 b. 有毒品 c. 爆炸品

(2) 洁厕灵使用注意事项中特别说明在使用时切勿与漂白剂一同使用, 否则会产生有害气体。84 消毒液的有效成分是次氯酸钠, 写出 84 消毒液与洁厕灵(有效成分为盐酸)混合后反应的离子方程式: _____。

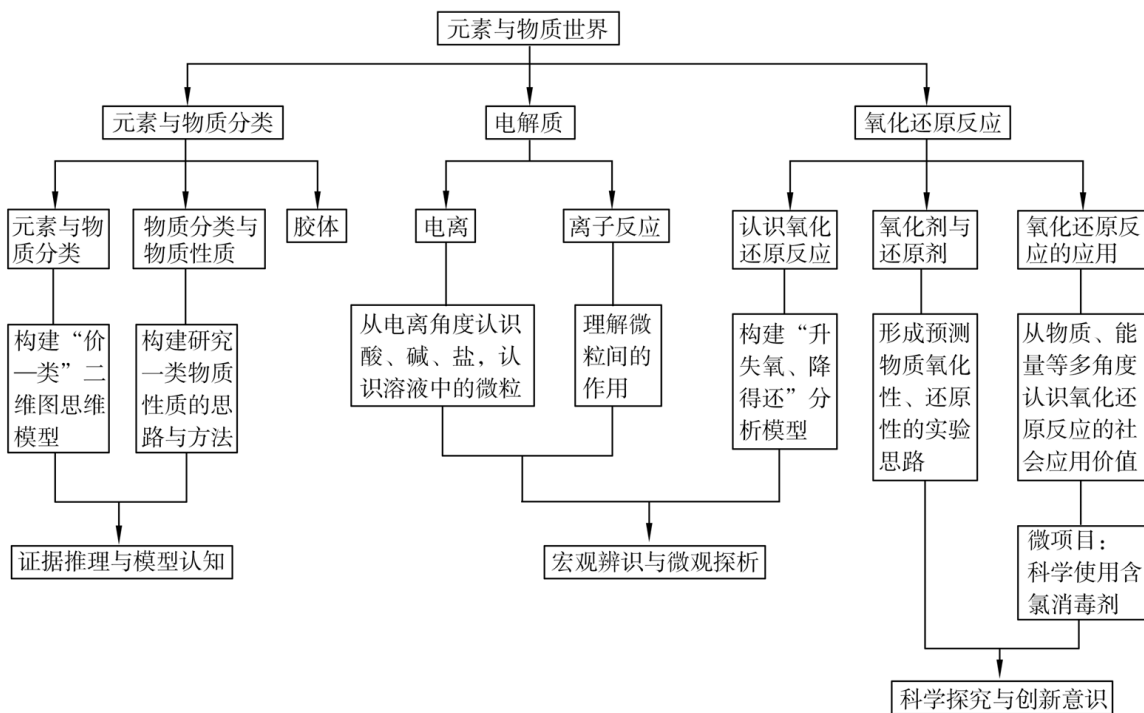
(3) 漂白粉的有效成分是_____(填化学式)。老师新买的漂白粉没有保存说明书, 请你为漂白粉设计一份保存注意事项, 并用化学用语解释设计原因。

注意事项(不超过 30 个字): _____。

解释(用化学用语): _____。

本章总结

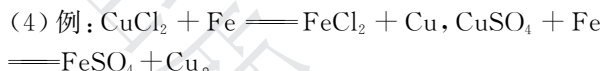
本章建构整合



教材习题分析

教材习题答案

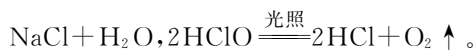
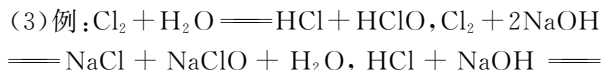
1. (1) 本题答案有多种, 因分类标准不同, 结果也不同。可以按照物质的组成和性质分类:
金属单质: 钠、铜; 非金属单质: 氯气、氢气、氧气、硫、液氮; 酸: 硫酸; 碱: 氢氧化铁; 盐: 氯化钠、硫酸铜、碳酸钙、硫酸钙、氯化铁、硝酸钾、碘化钾; 金属氧化物: 氧化镁; 非金属氧化物: 二氧化硫、二氧化氮、二氧化硅; 氢化物: 氨气。
也可以按照核心元素分类, 如含有氮元素的物质; 或按照可能具有的氧化还原性分类等。分类结果略。
- (2) 略
2. ABCD AC B $\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
3. C
4. (1) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
(2) $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightleftharpoons 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$
(3) 例: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{KOH} +$



5. (1) AC (2) C (3) B (4) D

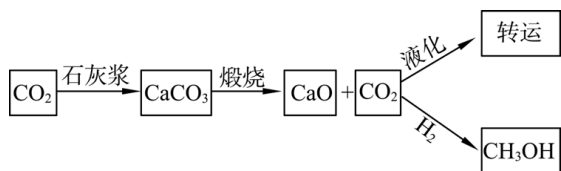
6. (1) 例: HCl 、 Cl_2 、 HClO 、 NaClO 、 NaClO_3 、 NaCl 。

(2) 对上述物质可以按照物质类别分: 单质—— Cl_2 , 酸—— HCl 、 HClO , 盐—— NaClO 、 NaClO_3 、 NaCl ; 也可以按照氯元素化合价分类: 0 价—— Cl_2 , -1 价—— HCl 、 NaCl , +1 价—— HClO 、 NaClO , +5 价—— NaClO_3 。

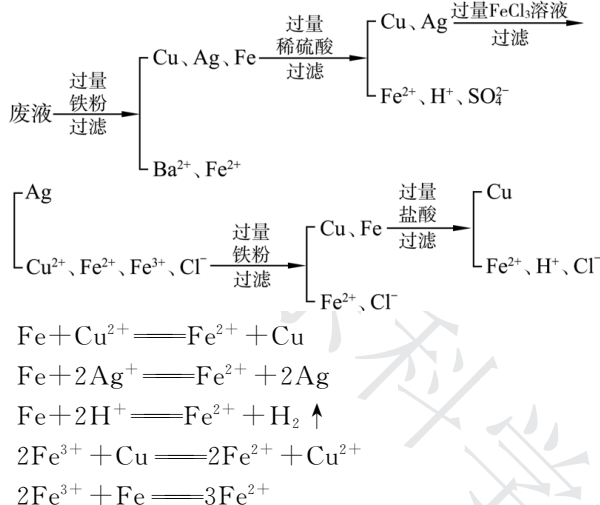


7. AC 8. AE

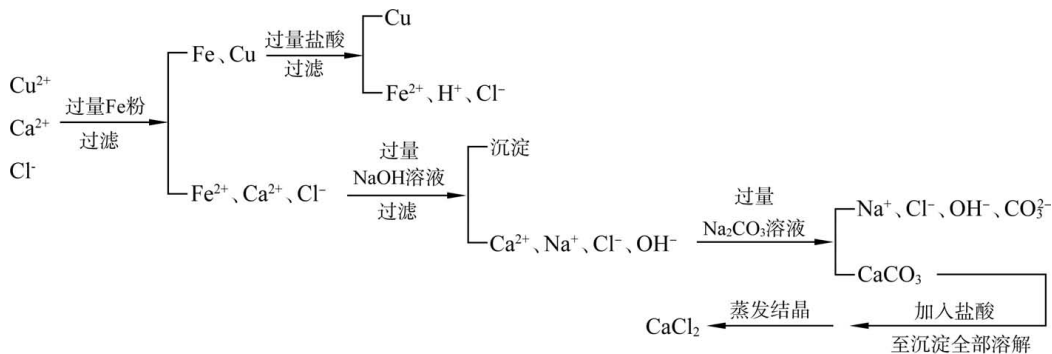
9. 以下是一种工业化方案供参考。



10. (1) 取废液少许置于试管中, 滴入少量 NaCl 溶液, 若产生白色沉淀, 再滴入稀硝酸, 沉淀不溶解, 证明含 Ag^+ 。 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
- (2)



11. (1) 作为反应的氧化剂。根据化学方程式: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnCl}_2$, 可获得等量的 Cl_2 , 消耗 HCl 的物质的量不同。
- (2) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 1:1 (3) 3.73 g
12. 取两支试管, 分别加入少许食盐水溶液, 并滴加淀粉溶液。向其中一支试管中滴加维生素 C 溶液, 若溶液变蓝则证明食盐含有 KIO_3 , 反之不含。向另一支试管中滴加稀释的 84 消毒液, 若溶液变蓝, 则证明食盐含有 KI, 反之不含。



典型题目深解

教材第 10 题

习题目标

通过习题练习, 加深对离子检验、除杂中氧化还原反应及离子反应的理解, 提升运用氧化还原反应实现除杂并回收的能力; 明确分离、提纯的基本原则; 认识到关于离子反应、氧化还原反应在除杂问题中的实际应用, 发展“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养。

任务类型

该题属于简单设计水平的习题。

思路展示

第(1)题: 首先需要明确目的, 即确定废液中是否存在 Ag^+ ; 其次需要考虑实验方案的操作性, 意识到离子检验与除杂不同, 从而实现 Ag^+ 的检验操作及离子方程式的书写。

第(2)题: 首先需要考虑如何把 Cu^{2+} 转化成 Cu、如何把 Ag^+ 转化成 Ag, 以及如何除去 Ba^{2+} ; 其次需要考虑在转化过程中是否会引发其他反应及后续应如何处理(不能引入新的金属污染物), 以及尽可能少地引入其他杂质。

易错分析

第(1)题: 容易出现“仅仅通过加入 NaCl 溶液出现白色沉淀证明 Ag^+ 的存在, 漏掉加入稀硝酸后沉淀不溶解”的错误。

第(2)题: 不知道应采用何种还原剂回收 Cu^{2+} 和 Ag^+ , 忽视加入的除杂试剂的量及过量试剂的后续除去问题。

拓展训练

化学实验室某次实验产生的废液是 CuCl_2 、 CaCl_2 的混合溶液, 现在想回收金属铜并获得氯化钙晶体, 请你设计实验方案对废液进行处理。

答案:

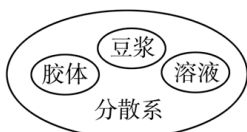
本章自我检测

(时间:45分钟 分值:100分)

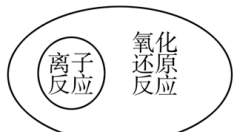
一、选择题(本题共12小题,每小题5分,共60分。

每小题只有一个选项符合题意)

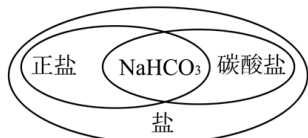
- 将下列各组物质按酸、碱、盐分类顺序排列正确的是()
 - 硫酸、纯碱、石灰石
 - 醋酸、烧碱、硫酸铜
 - 磷酸、熟石灰、苛性钾
 - 醋酸、小苏打、熟石灰
- 实验室利用以下反应制取少量氮气: $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\quad} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。关于该反应的下列说法正确的是()
 - NaNO_2 是氧化剂
 - 每生成 1 mol N_2 转移电子的物质的量为 6 mol
 - NH_4Cl 中的氮元素被还原
 - N_2 既是氧化剂,又是还原剂
- N_A 为阿伏加德罗常数的值,下列有关说法正确的是()
 - N_A 个氧分子与 N_A 个氢分子的质量之比为 8:1
 - 常温、常压下,5.6 L CO_2 气体中含有的氧原子数为 $0.5N_A$
 - 室温下 1 L 0.1 mol L^{-1} 的 H_2SO_4 溶液中, H_2SO_4 电离出的 H^+ 数目为 $0.2N_A$
 - 将 1 mol Cl_2 通入足量 NaOH 溶液中,充分反应时转移的电子数为 $2N_A$
- 物质间存在着联系和区别,下列图示的逻辑关系正确的是()



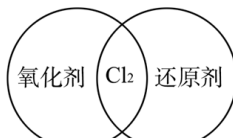
A



B

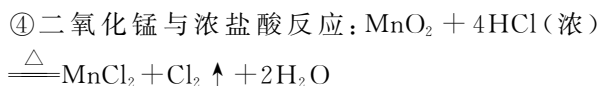
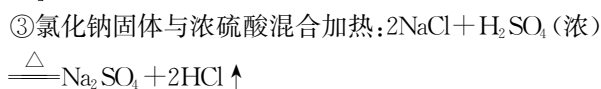
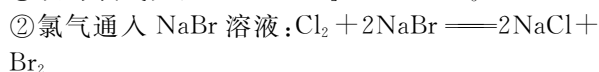
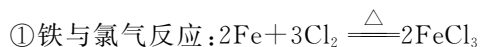


C



D

- 常温下,下列各组离子在溶液中能大量共存的是()
 - K^+ 、 H^+ 、 ClO^- 、 SO_3^{2-}
 - Na^+ 、 Ca^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
 - Mg^{2+} 、 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
 - Na^+ 、 OH^- 、 SO_3^{2-} 、 HCO_3^-
- 下列反应中,既属于化合反应又属于氧化还原反应的是()



- 只有①
 - 只有①②
 - 只有①③
 - 只有①④
- 下列有关反应的离子方程式正确的是()
 - 铁与稀硫酸反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
 - Na 与水反应: $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
 - Cl_2 与水反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$
 - 向漂白粉溶液中通入少量 CO_2 : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$
 - 已知在相同条件下,下列几种微粒的还原性强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{SO}_2$, 由此判断下列反应不能发生的是()
 - $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$
 - $2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
 - $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \xrightarrow{\quad} 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

- 下列关于电解质和电离的说法正确的是()
 - 能导电的物质是电解质
 - 强电解质导电能力一定强
 - 电解质在通电条件下发生电离
 - NaHSO_4 在水溶液中的电离方程式为 $\text{NaHSO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 毒性较强,常用 NaHSO_3 处理工业废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 。反应的离子方程式为 $5\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{HSO}_3^- \xrightarrow{\quad} 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$, 下列关于该反应的说法正确的是()
 - $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在反应中表现氧化性
 - Cr^{3+} 是氧化反应的产物
 - HSO_3^- 发生还原反应
 - 生成 1 mol Cr^{3+} 时转移 6 mol 电子
- 纳米科技已经从概念产品走向日常生活, Fe_3O_4 的纳米颗粒制备可用离子方程式表示: $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{O}_2 + 4\text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{S}_4\text{O}_6^{2-} +$

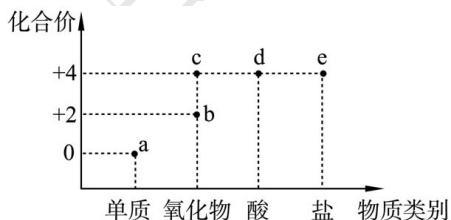
2H₂O。下列说法正确的是()

- A. 该反应的氧化剂是 S₂O₃²⁻
 B. 用一束可见光照射 Fe₃O₄ 纳米颗粒能产生丁达尔效应
 C. 每生成 1 mol S₄O₆²⁻ 转移 4 mol 电子
 D. 每生成 1 mol Fe₃O₄, 被 S₂O₃²⁻ 还原的 O₂ 为 1 mol

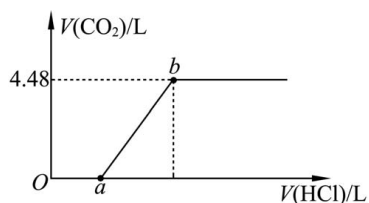
12. 一定条件下, RO₃⁻ 和氟气可发生反应 $RO_3^- + F_2 + 2OH^- \rightleftharpoons RO_4^- + 2F^- + H_2O$, 可知在 RO₃⁻ 中, 元素 R 的化合价是()
 A. +4 B. +7 C. +6 D. +5

二、非选择题(本题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分)

13. “二维图”是我们认识物质性质有效的思维工具, 观察碳及其化合物的“二维图”, 回答相关问题。



- (1) 工业上利用高温下物质 a 与水蒸气反应制取水煤气, 该反应的化学方程式为 _____; 写出物质 a 的一种单质的名称: _____。
 (2) 若 b 和 c 所含的氧原子数相同, 则 $m(b) : m(c) =$ _____。
 (3) d 的水溶液中存在的离子有 _____。
 (4) 若物质 e 是焙制糕点所用发酵粉的成分之一, 请用化学方程式表示其发酵原理: _____。
 (5) 若物质 e 为纯碱, 在 2 L 某浓度的 e 溶液中逐滴滴入盐酸, 测得生成气体的体积(标准状况下)随滴入盐酸的体积变化如图所示。



① 写出 Oa 段发生反应的离子方程式: _____。

② e 溶液的物质的量浓度为 _____。

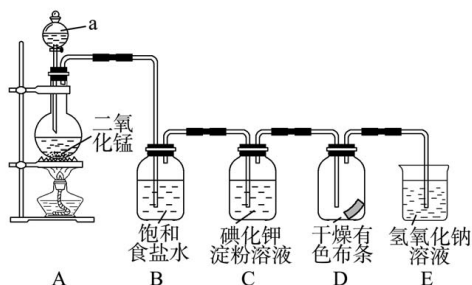
14. 某无色透明溶液只可能含有 Na⁺、Mg²⁺、Fe³⁺、Cl⁻、MnO₄⁻、CO₃²⁻ 和 SO₄²⁻ 离子中的几种。为确定其成分, 进行以下实验(每次取 20 mL 溶液):
 ① 取一份溶液, 加入足量盐酸, 有气泡产生;
 ② 取①所得溶液少许于试管中, 滴加硝酸银溶液, 有白色沉淀产生;
 ③ 另取一份溶液, 加入足量硝酸钡溶液, 过滤, 洗

涤, 干燥, 称得沉淀质量为 10.93 g。

④ 将所得沉淀置于烧杯中, 加入足量稀硝酸, 过滤, 洗涤, 干燥, 称得沉淀质量为 6.99 g。

按照要求回答下列问题:

- (1) 原溶液中一定不存在的离子是 _____, 不能确定是否存在的离子是 _____。
 (2) 写出②④中反应的离子方程式: _____。
 (3) 写出原溶液中一定存在的阴离子并指明其物质的量浓度: _____。
 15. 如图是一套制取并验证氯气部分化学性质的实验装置。



回答下列问题:

- (1) 装置 A 中, 仪器 a 的名称叫 _____, 该仪器中盛放的试剂为 _____, 装置 B 的作用是 _____。
 (2) 装置 A 中发生反应的化学方程式是 _____。
 (3) 当 Cl₂ 持续通过时, 装置 D 中干燥的有色布条能否褪色? 为什么? _____。
 (4) 若要证明 Cl₂ 无漂白性, 则必须在装置 D 之前加一个装有 _____ 的洗气瓶。
 (5) 装置 E 的作用是 _____, 该反应的离子方程式为 _____。
 16. 碘及其化合物在合成杀菌剂、药物等方面具有广泛用途。回答下列问题:
 (1) 大量的碘富集在海藻中, 用水浸取后浓缩, 再向浓缩液中加 MnO₂ 和 H₂SO₄, 即可得到 I₂, 写出该反应的离子方程式: _____, 该反应中还原产物为 _____, 硫酸所具有的作用为 _____ (填“氧化性”“酸性”或“还原性”)。
 (2) 加碘食盐中加入 KIO₃, KIO₃ 中 I 元素的化合价为 _____, KIO₃ 属于 _____ (填“强电解质”或“弱电解质”), 其电离方程式为 _____。
 (3) 向 KI 和 KIO₃ 的混合溶液中滴加稀硫酸酸化, 会产生使淀粉变蓝的物质, 该反应中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 _____。

第3章

物质的性质与转化

本章我们在学习了物质分类、离子反应、氧化还原反应的基础上,应用有关概念、原理学习铁、硫、氮元素及其化合物知识,主要是认识和探讨铁、硫、氮及其化合物的主要性质及其转化关系,了解它们在生产、生活中的应用以及对生态环境的影响。通过学习我们将对无机物的内容有一个总体认识,将对自然界的认识、对社会生活实际的了解与对化学实验探究的掌握三者紧密联系在一起,开阔认识元素与物质的视野。本章内容的学习将促进同学们“变化观念与平衡思想”“科学态度与社会责任”“科学探究与创新意识”等化学学科核心素养的发展。

第1节 铁的多样性

→ 瞄准课标 靶向学习 →

课标内容要求	课标学业要求
<ol style="list-style-type: none">1. 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解铁及其重要化合物的主要性质,了解这些物质在生产、生活中的应用。2. 结合实例认识铁及其化合物的多样性,了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化,认识物质及其转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。	<ol style="list-style-type: none">1. 能列举、描述、辨识铁及其化合物重要的物理和化学性质及实验现象。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。2. 能从物质类别、元素价态的角度,依据复分解反应和氧化还原反应原理,预测铁及其化合物的化学性质和变化,设计实验进行初步验证,并能分析、解释有关实验现象。能设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。3. 能根据物质的性质分析实验室、生产、生活及环境中的某些常见问题,说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。能说明铁元素及其化合物的应用对社会发展的价值。

第1课时 亚铁盐和铁盐

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 自然界中含有铁元素的矿石有哪些,请举例说明。

2. 分析+2价铁的氧化性、还原性。

自主检测

判断正误:

(1) 铁元素在自然界中全部以化合态的形式存在。
()

- (2) Fe^{3+} 遇到 KSCN 溶液会生成红色沉淀。()
 (3) 铜的金属活动性比铁弱,所以铜不能还原铁的化合物。()

学习体验 素养形成

探究学习(一) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 之间的相互转化

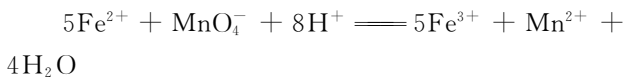
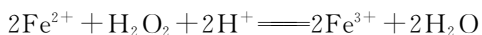
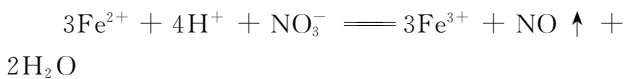
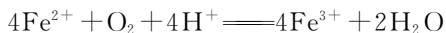
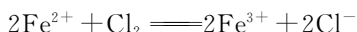
小明在整理实验室的药品时,发现缺少氯化铁(FeCl_3)溶液,请你开动脑筋,帮助小明尽可能多地选择能转化成氯化铁的原料,并写出生成氯化铁的化学方程式。

原料	化学方程式

归纳总结

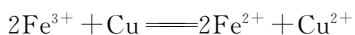
1. Fe^{2+} 处于中间价态具有较强的还原性和氧化性。

(1) 还原性:与氧化剂反应,发生 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, 有关反应的离子方程式为:

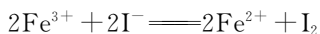


(2) 氧化性:与还原剂反应,发生 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}$, 有关反应为 $\text{FeO} + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe} + \text{CO}_2$ 。

2. Fe^{3+} 处于高价态,具有氧化性,与还原剂反应,发生 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$, 有关反应的离子方程式为:



$2\text{Fe}^{3+} + \text{Zn} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Zn}^{2+}$ (若 Zn 过量,则可继续发生反应: $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$)



典例解析

【例 1】下列物质反应后一定有 +3 价铁生成的是()

①过量的 Fe 与 Cl_2 反应 ②Fe 与过量稀硫酸反应后,再向其中加 H_2O_2 ③ FeCl_2 溶液中通入 Cl_2 ④Fe 和 Fe_2O_3 的混合物溶于盐酸中

- A. 只有① B. 只有①②
 C. 只有①②③ D. 全部

解析:①中的 Cl_2 氧化性强,它可将铁氧化为 +3 价,由于不是在溶液中反应,因此过量的铁不会将氯化铁还原。②中 Fe 与稀硫酸反应只能生成 Fe^{2+} ,加入 H_2O_2 后, H_2O_2 能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 。③ FeCl_2 被 Cl_2 氧化为 FeCl_3 。④中首先发生 Fe 与盐酸反应生成 FeCl_2 的反应、 Fe_2O_3 与盐酸反应生成 FeCl_3 的反应,但题中未给出反应物间相对量的关系,若铁是足量的,则能将生成的 FeCl_3 全部还原为 FeCl_2 。

答案:C

易错点拨:容易混淆反应物量的不同对反应产生的不同影响,其根本是从氧化还原的角度搞清物质之间的转化关系。

拓展训练

1. 在氯化铁、氯化铜和盐酸的混合溶液中加入铁粉,待反应结束,所剩余的固体滤出后能被磁铁吸引,则反应后溶液中存在较多的阳离子是()

- A. Cu^{2+} B. Fe^{3+}
 C. Fe^{2+} D. H^+

探究学习(二) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验

有一些盛茶叶等物品的包装盒中有一个小袋,将小袋打开,可看到灰黑色粉末,将灰黑色粉末溶于稀盐酸中,取上层清液,滴入几滴氯水,再滴入 KSCN 溶液,立即出现红色。请完成以下问题:



1. 请推测小袋中粉末的成分,写出此过程中的离子方程式。

2. 如何检验该粉末是否被氧化,请写出实验过程。

归纳总结

Fe²⁺、Fe³⁺ 的检验

检验方法	Fe ²⁺ (浅绿色)	Fe ³⁺ (棕黄色或黄色)
加 KSCN 溶液	现象:无明显现象,若通 Cl ₂ 则溶液变红色 反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$	现象:溶液变红色 反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$

典例解析

【例 2】向某晶体的水溶液中加入含有 Fe²⁺ 的溶液后,无明显变化,当滴入几滴新制的氯水后,溶液显红色,由此得出的下列结论错误的是()

- A. 该晶体中一定含有 SCN⁻
 B. Fe³⁺ 的氧化性比 Cl₂ 的氧化性强
 C. Fe²⁺ 被 Cl₂ 氧化为 Fe³⁺
 D. Fe²⁺ 与 SCN⁻ 不能形成红色物质

解析: Fe²⁺ 与氯水中的 Cl₂ 发生如下反应:
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 氧化性: Cl₂ > Fe³⁺。
 因 SCN⁻ 与 Fe³⁺ 反应生成红色物质,故原溶液中一定含有 SCN⁻。

答案:B

拓展训练

2. 某班同学用如下实验探究 Fe²⁺、Fe³⁺ 的性质。回答下列问题:

- (1) 分别取一定量氯化铁、氯化亚铁固体,均配制成 0.1 mol · L⁻¹ 的溶液。在 FeCl₂ 溶液中需加入少量铁屑,其目的是_____。
- (2) 甲组同学取 2 mL FeCl₂ 溶液,加入几滴氯水,再加入 1 滴 KSCN 溶液,溶液变红,说明 Cl₂ 可将 Fe²⁺ 氧化。FeCl₂ 溶液与氯水反应的离子方程式为_____。
- (3) 乙组同学认为甲组的实验不够严谨,该组同学在 2 mL FeCl₂ 溶液中先加入 0.5 mL 煤油,再于液面下依次加入几滴氯水和 1 滴 KSCN 溶

液,溶液变红,煤油的作用是_____。

(4) 丙组同学取 10 mL 0.1 mol · L⁻¹ KI 溶液,加入 6 mL 0.1 mol · L⁻¹ FeCl₃ 溶液混合。分别取 2 mL 此溶液于 2 支试管中进行如下实验:

① 第一支试管中加入 1 mL CCl₄ 充分振荡、静置,CCl₄ 层呈紫色;

② 第二支试管中加入 1 滴 KSCN 溶液,溶液变红。

实验①和②说明:在 I⁻ 过量的情况下,溶液中仍含有_____ (填离子符号)。

分层训练

素养提升

学习·理解

- 红珊瑚栖息于 200~2 000 米深的海域,它与琥珀、珍珠统称为有机宝石。红珊瑚是无数珊瑚虫分泌的石灰质大量堆积形成的干支状物,呈红色是因为在海底长期积淀某种元素,该元素可能是()
 A. Na B. Fe C. Si D. Cu
- 下列物质能将 Fe²⁺ 氧化为 Fe³⁺,且能使单质 Fe 由 0 价变为 +3 价的是()
 A. 氢气 B. 氯气 C. 浓盐酸 D. 稀硫酸
- 要证明某溶液中不含 Fe³⁺ 而可能含有 Fe²⁺,进行如下实验操作时最佳顺序为()
 ① 加入足量氯水 ② 加入足量 KMnO₄ 溶液
 ③ 加入少量 NH₄SCN 溶液
 A. ①③ B. ③② C. ③① D. ①②③
- 把铁放入下列溶液中,铁溶解而溶液质量减轻的是()
 A. FeCl₃ 溶液 B. 稀硫酸
 C. 热的 NaOH 溶液 D. CuSO₄ 溶液
- 向硫酸中加入铁粉,待铁粉全部溶解后,再加入酸性 KMnO₄ 溶液, KMnO₄ 溶液紫红色褪去的原因是()
 A. Fe 具有还原性
 B. FeSO₄ 中 Fe²⁺ 具有还原性
 C. KMnO₄ 具有还原性
 D. 硫酸具有还原性
- 随着人们生活节奏的加快,方便的小包装袋食品已被广泛接受,为了防止富脂食品氧化变质,延长

食品的保质期,在包装袋中常放入抗氧化物质。下列不属于抗氧化物质的是()

- A. 生石灰 B. 亚硫酸钠(Na_2SO_3)
C. 还原铁粉 D. 硫酸亚铁

应用·实践

7. 某溶液由相同质量的 CuCl_2 、 FeCl_3 、 AlCl_3 混合而成。向该溶液中加入铁粉,充分搅拌后振荡,铁粉仍有剩余,此时得到的溶液中存在较多的金属阳离子是()

- A. Fe^{3+} 、 Cu^{2+} B. Fe^{2+} 、 Fe^{3+}
C. Fe^{3+} 、 Al^{3+} D. Fe^{2+} 、 Al^{3+}

8. 电子工业常用 30% 的 FeCl_3 溶液腐蚀敷在绝缘板上的铜箔,制造印刷电路板。

(1) 检验溶液中 Fe^{3+} 存在的试剂是 _____, 证明 Fe^{3+} 存在的现象是 _____。

(2) 欲从腐蚀后的废液中回收铜并重新获得 FeCl_3 溶液,下列试剂中,需要用到的一组是 _____ (填字母)。

- ① 蒸馏水 ② 铁粉 ③ 浓硝酸 ④ 浓盐酸
⑤ 浓氨水 ⑥ 氯水

- A. ②④⑥ B. ③④⑥
C. ②④⑤ D. ①④⑥

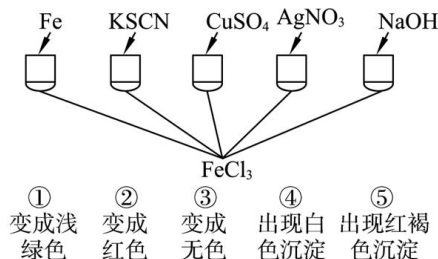
(3) 写出 FeCl_3 溶液与金属铜发生反应的离子方程式: _____。

9. 除去杂质而提纯下列各物质,请写出所选化学试剂的化学式及反应的离子方程式。

提纯物质	化学试剂	离子方程式
FeCl_2 (含少量 FeCl_3 杂质)		
FeCl_3 (含少量 FeCl_2 杂质)		
FeSO_4 (含少量 CuSO_4 杂质)		

迁移·创新

10. 为了验证 Fe^{3+} 的性质,某化学兴趣小组设计了如图所示的一组实验,其中实验方案设计错误的是()



- A. 只有④ B. 只有③
C. ③和④均错误 D. 全部错误

第2课时 铁、铁的氧化物和铁的氢氧化物

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 从铁元素价态的角度将铁的氧化物和铁的氢氧化物分类。

2. 从铁元素价态的角度分析氢氧化亚铁的性质。

自主检测

1. 铁矿石是钢铁生产企业的重要原材料,下列关于铁矿石的说法正确的是()

- A. 赤铁矿的主要成分是 Fe_3O_4
B. 铁矿石的主要成分与铁锈的主要成分相同
C. 赤铁矿粉末溶于盐酸后,加入 KSCN 溶液,溶液变红色
D. FeO 俗称铁红

2. 在我们的日常生活中出现了“增铁酱油”,这里的铁应理解为()

- A. 铁的氢氧化物 B. 铁的氧化物
C. 铁元素 D. 铁屑

学习体验 素养形成

探究学习(一) 铁的氧化物

在四氧化三铁中铁有两种化合价,因它具有磁性又名磁性氧化铁,是一种常用的磁性材料。人们工作中常用的打印机、复印机使用的墨粉的主要成分就是四氧化三铁。氧化铁是铁锈的主要成分,用于油漆、油墨、橡胶等工业中,可用作炼铁原料。氧化铁最大的应用是作为颜料来使用。



思考:你知道故宫的红墙是什么颜料粉刷的吗?



1. 请写出铁与水蒸气在高温条件下生成 Fe_3O_4 的化学方程式。

2. 分析 Fe_2O_3 具有哪些化学性质,并用化学方程式表示。

方法导引

从物质类别、元素价态的角度,认识铁的氧化物的性质,形成研究无机物性质的思路和方法。

典例解析

【例1】(双选)铁红(Fe_2O_3)常用作红色油漆和涂料。下列有关 Fe_2O_3 的叙述正确的是()

- A. 能与盐酸反应
- B. 可溶于水
- C. 在空气中易被氧化
- D. 具有氧化性

解析: Fe_2O_3 是碱性氧化物,能与盐酸反应,其中铁的化合价是高价,具有氧化性,不能被空气氧化。

答案:AD

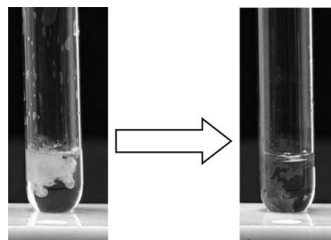
拓展训练

1. 将下列单质跟一定量的金属氧化物粉末混合加热,不能得到相应氧化物中的金属的是()

- A. Fe_3O_4 与铝粉
- B. Al_2O_3 与铁粉
- C. CuO 与碳粉
- D. Fe_2O_3 与碳粉

探究学习(二) 铁的氢氧化物

现向一支装有 FeCl_2 溶液的试管中滴加氢氧化钠溶液,请观察实验现象。



1. 建立现象与依据之间的关系

实验现象	原因分析(有关反应的化学方程式)

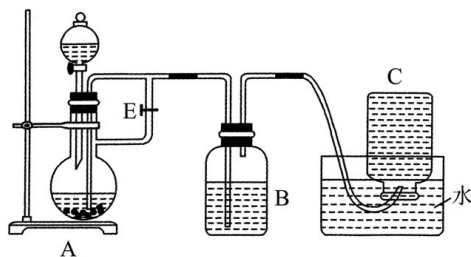
2. 总结 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的检验方法。

方法导引

根据不同价态铁元素的氧化性、还原性,分析实验室中的常见问题,掌握妥善保存、合理使用、正确制备化学品的常见方法。

典例解析

【例2】如图所示装置可用来制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和观察 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中被氧化时的颜色变化。实验时必须使用铁屑、 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液,其他试剂任选。填写下列空白:



(1)B 中盛有一定的量的 NaOH 溶液,A 中应预先加入的试剂是_____,A 中发生反应的化学方程式为_____

_____。
 (2)实验开始时应先将活塞 E _____ (填“打开”或“关闭”),其目的是_____。
 在 C 中收集到的气体主要为_____。

(3)简述生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的操作过程:_____。

(4)拔去装置 B 中的橡皮塞,使空气进入,看到的现象为_____;
 写出有关反应的化学方程式:_____。

解析:因为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中易被氧化,所以在 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的制备过程中要注意隔绝空气。

答案:(1)铁屑 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

(2)打开 排除 B 中的空气 H_2

(3)关闭活塞 E, A 中压强增大,将 FeSO_4 溶液压入 B 瓶中进行反应

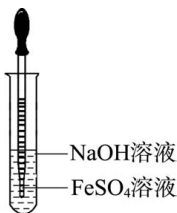
(4)白色沉淀迅速变成灰绿色,最后变成红褐色
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

易错点拨:没有领会题目的核心任务:用来制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 和观察 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中被氧化时的颜色变化,导致分析不出实验原理和注意事项。

拓展训练

2. 下列有关氢氧化亚铁及其制备方法的叙述不正确的是()

- A. 可利用如图所示装置制备氢氧化亚铁
 B. 氢氧化亚铁为灰绿色絮状沉淀
 C. 实验中所用 NaOH 溶液应预先煮沸
 D. 实验室在保存 FeSO_4 溶液时为了防止溶液变质,经常向其中加入铁粉



分层训练

素养提升

学习·理解

1. 下列关于铁及其化合物的说法不正确的是()
 A. 铁是地壳中含量最多的金属元素,因此在日常生活中应用最广
 B. 除去 FeCl_2 溶液中的 FeCl_3 杂质,可以向溶液中加入过量铁粉,然后过滤
 C. 隔绝空气的情况下, FeCl_2 溶液中加入 Na_2O_2

后得到红褐色沉淀 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

- D. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶于 HI 溶液时生成 Fe^{2+}
 2. 下列关于铁及其化合物的说法错误的是()
 A. 实验室保存 FeCl_2 溶液时常加入少量铁粉
 B. 可用 KSCN 溶液检验 FeCl_2 溶液是否变质
 C. 若 FeCl_2 溶液中混有 FeCl_3 , 可通过滴加氯水除去
 D. 向 FeCl_2 溶液中加入 NaOH 溶液,最终可观察到红褐色沉淀
 3. 下列叙述正确的是()
 A. 铁能被磁铁吸引
 B. Fe 在纯氧中燃烧可得 Fe_2O_3
 C. Fe_2O_3 不可与水反应得 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 所以不能通过化合反应制 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 D. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中加热,可得 FeO
 4. (双选)下列溶液能使铁溶解,但不能生成沉淀的是()
 A. 稀硫酸
 B. FeCl_3 溶液
 C. CuSO_4 溶液
 D. FeSO_4 溶液
 5. 下列有关铁的氧化物的说法不正确的是()
 A. 赤铁矿的主要成分是 Fe_2O_3 , Fe_2O_3 是红棕色的,常用作红色油漆和涂料
 B. Fe_3O_4 是黑色晶体,其中 $1/3$ 的铁显 +2 价, $2/3$ 的铁显 +3 价
 C. FeO 、 Fe_2O_3 都不溶于水,但都能和盐酸反应生成相应的盐
 D. FeO 稳定,在空气中加热不会被氧化
 6. 将 Na_2O_2 加入 FeCl_2 溶液中,可观察到的现象是()
 ①有气泡产生 ②生成白色沉淀 ③生成红褐色沉淀 ④无变化
 A. ①③
 B. ①②
 C. ①②③
 D. ④

应用·实践

7. 1 mol 氢氧化亚铁在空气中变质,理论上需要标准状况下的空气(假设氧气占空气体积的 $1/5$) ()
 A. 5.6 L
 B. 22.4 L
 C. 28 L
 D. 2.8 L
 8. 下列实验只能制备氢氧化铁沉淀的是()
 A. 将氧化铁和水直接加热
 B. 将水蒸气通过炽热铁粉

- C. 氧化铁先用盐酸溶解再加烧碱溶液
D. 饱和氯化铁溶液逐滴滴入沸水中
9. 一定条件下,下列物质可通过化合反应制得的共有()
- ①小苏打 ②硫酸铝 ③氯化亚铁 ④磁性氧化铁 ⑤铜绿(碱式碳酸铜) ⑥氢氧化铁
- A. 3种 B. 4种
C. 5种 D. 6种

迁移·创新

10. 黑木耳中含有蛋白质、糖类、脂肪、纤维素、褐藻胶、甘露醇、维生素、有机铁化物等有机物。某探究小组用如下方法检验与测定黑木耳中的铁元素。
- i 灼烧:灼烧黑木耳,使黑木耳有机物中的 C、H、O 以 CO_2 、 H_2O 的形式除去,有机铁转化为铁的氧化物。
- ii 酸溶:将灼烧后的木耳灰溶于过量稀硫酸,过滤去除滤渣,得到含铁的滤液。
- iii 检验:检验滤液中铁元素的存在形式。
- iv 测定:测定铁元素的含量。
- (1)对于灼烧过程中铁元素发生的转变有以下推测:

推测 1:灼烧后铁元素转化为 FeO ,酸溶后铁元素以_____形式存在于滤液中;

推测 2:灼烧后铁元素转化为 Fe_3O_4 ,酸溶后以 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 形式存在于滤液中;

推测 3:灼烧后铁元素被氧化为_____,酸溶后铁元素以_____形式存在于滤液中。

(2)设计实验验证以上推测:

实验步骤	实验现象	结论
		推测 1 成立
		推测 2 成立
		推测 3 成立

- (3)用酸性 KMnO_4 标准液可测定 Fe^{2+} 的含量,原理如下: $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$,根据消耗 KMnO_4 的量计算 Fe^{2+} 的量。反应原理利用了 Fe^{2+} 的_____性。若滤液中同时存在 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ,则应先加入足量的_____(填字母序号),再用 KMnO_4 标准液测定。
- A. Fe B. Cu
C. H_2O_2 D. KSCN

第 3 课时 铁及其化合物之间的转化关系

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

- 画出铁及其化合物的“价—类”二维图。
- 补铁口服液为什么常添加维生素 C?

自主检测

- 腐烂的蔬菜含有亚硝酸钠等亚硝酸盐类,不能食用。这是因为血红蛋白中的铁元素为低价态,亚硝酸钠进入血液后,亚铁血红蛋白会转化为高铁血红蛋白,使血液失去携氧功能,而造成组织缺氧。据此可知,亚硝酸盐有毒是因为()
- A. 亚硝酸盐具有氧化性
B. 亚硝酸盐具有还原性
C. 亚硝酸盐具有碱性
D. 亚硝酸盐含有氮元素
- 铁元素是生物体中含量最高的生命必需微量元素。下列有关说法不正确的是()
- A. 向菠菜汁中加入新制氯水,再加入 KSCN,溶液变红,则证明菠菜中含有 Fe^{3+}
B. 硫酸亚铁片是常用的补铁剂,其包装要求密封,不可与空气接触
C. 食用番茄或橙汁,可以加大对铁质的吸收

D. 人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} , 若 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 则会丧失载氧能力

学习体验 素养形成

探究学习 (一) 生活中铁及其化合物之间的转化

1. 现在市场上各种补铁剂琳琅满目, 其中的 Fe^{2+} 很容易被氧化, 请写出你所了解的能将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 的离子方程式。

2. 服用维生素 C 可使食物中的 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} , 还有哪些物质能将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ? 请书写离子方程式。

方法导引

从物质类别、元素价态的角度, 依据复分解反应规律和氧化还原反应原理, 认识含有铁元素的物质性质及物质之间的转化, 了解物质的转化路径并运用转化关系解决真实复杂的问题。根据物质的性质和检验方法, 设计实验进行验证, 分析、解释实验现象等简单任务。

典例解析

【例 1】 铁是人体必需的微量元素, 含量虽少, 但却起到重要的生理功能。基于铁元素对人体的重要作用, 许多厂家开发出了各种补铁剂。补铁剂中的铁元素大多是以盐的形式存在的, 以硫酸盐为主。某研究性学习小组想要探究补铁剂中铁元素的具体存在形式, 请你帮助他们完成探究任务。

[提出假设]

假设 I: 补铁剂中含有硫酸铁。

假设 II: _____。

假设 III: _____。

[实验验证]

该研究小组找到了某品牌的补铁口服液, 该口服液呈深色, 装在棕色玻璃瓶中。实验方案如下:

步骤	实验操作	现象
I	将该口服液加入小烧杯中, 加入足量的活性炭, 充分搅拌, 过滤	/
II	向步骤 I 所得滤液中加入足量 NaOH 溶液	

(1) 步骤 I 的目的是_____。

(2) 该小组根据上述实验得出结论“补铁剂的成分是硫酸铁”。

①你_____ (填“同意”或“不同意”) 他们的观点。

②若不同意, 你的结论是_____

(若同意可不填)。

(3) 请你设计另外一套方案, 验证上述假设。(表格可以不填满)

步骤	实验操作	现象
I		
II		
III		
IV		

解析: 信息中说明“盐”, 再根据铁及其化合物价态的考虑, 可知是硫酸亚铁或硫酸铁, 或两种都有。口服液呈深色, 所以要确定铁的价态, 应先脱色, 再分别检验 +2 价铁和 +3 价铁。

答案: 假设 II: 补铁剂中含有硫酸亚铁。

假设 III: 补铁剂中同时含有硫酸亚铁和硫酸铁。

(1) 吸附色素, 避免颜色的干扰

(2) ①不同意 ②补铁剂中含有硫酸铁, 但不确定是否含有硫酸亚铁

(3) I. 用活性炭吸附并过滤, 溶液接近无色。

II. 加入 KSCN 溶液, 观察溶液变为红色, 说明含有硫酸铁。

III. 从步骤 I 所得溶液中取出少量, 加入另一支试管中, 向其中加入足量氯水, 观察溶液颜色加深, 说明含有硫酸亚铁。

易错点拨: 只注意了铁的价态而没有关注到题目所给信息: 该口服液呈深色, 装在棕色玻璃瓶中。所以忽视了脱色, 缺少解决实际问题的能力。设计方案时思考问题应系统、全面。

拓展训练

1. 某同学根据铁元素价态特点, 提出这样一个观点:

氯气与铁粉反应,当 Cl_2 足量时生成 FeCl_3 ,当铁粉足量时产物是 FeCl_2 。为验证该观点是否正确,该同学将一定质量的铁粉与 Cl_2 恰好完全反应得到一固体物质,然后通过实验确定其成分。探究过程如下:

(1)提出假设:

假设 1:该固体物质是 FeCl_2 。

假设 2:该固体物质是_____。

(2)设计实验方案:

取少量固体物质于烧杯中,加适量水溶解,得到溶液 A,然后取两份 A 溶液分别进行实验,实验现象与结论如下表:

实验方法	实验现象	实验结论
在 A 溶液中加入 KSCN 溶液		固体物质中含有 FeCl_3
在酸性 KMnO_4 溶液中加入少量 A 溶液	酸性 KMnO_4 溶液颜色无明显变化	固体物质中不含_____

(3)根据上述实验结论,写出 Cl_2 与铁粉加热时发生反应的化学方程式:_____。

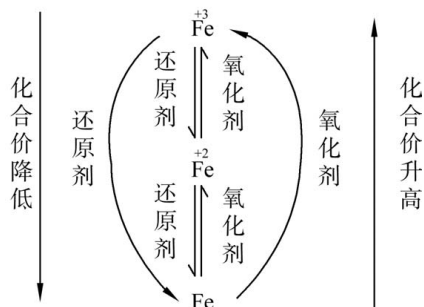
探究学习 (二) 工业中铁及其化合物之间的转化

电路板的制板工艺程序:修整板周边尺寸—复制—钻孔定位—贴膜—腐蚀—清洗—去胶—细砂纸擦光亮—涂松香水。腐蚀一步中,采用 FeCl_3 溶液做腐蚀液,腐蚀速率与腐蚀液的浓度、温度及腐蚀过程中是否抖动有关。

1.请书写 FeCl_3 腐蚀印刷线路板上的铜箔的离子方程式。

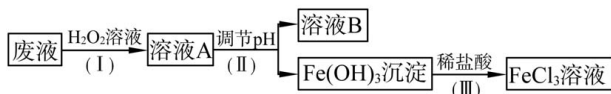
2.腐蚀废液中加入过量铁粉可以回收其中的铜,请写出其中的离子方程式。

归纳总结



典例解析

【例 2】电子工业上常用氯化铁溶液做印刷电路铜板的腐蚀液,使用过的腐蚀废液中的金属离子主要有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} 。化学兴趣小组设计如下流程对废液进行处理并回收氯化铁溶液。



(1)步骤(I)中加入 H_2O_2 溶液的目的是将 Fe^{2+} _____ (填“氧化”或“还原”)成 Fe^{3+} ;取少量溶液 A 于试管中,滴入 1~2 滴 KSCN 溶液,溶液显 _____ 色。

(2)步骤(II)中分离溶液 B 和沉淀的操作名称是 _____;该操作需用到的玻璃仪器有烧杯、普通漏斗和 _____。

(3)写出步骤(III)中 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与稀盐酸反应的化学方程式:_____。

解析: Fe^{2+} 具有还原性,被 H_2O_2 氧化,发生反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。分离溶液和沉淀的方法是过滤。

答案:(1)氧化 红 (2)过滤 玻璃棒

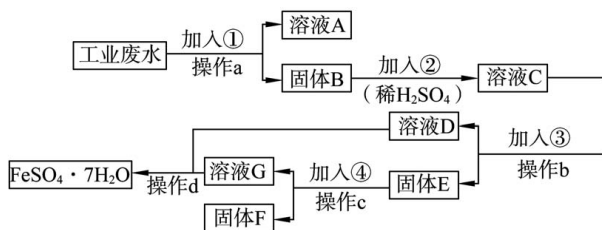
(3) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

易错点拨:(2)的错误回答原因是看不懂流程图,搞不清每一步的目的,如步骤(II)是为了从溶液中分离出 Fe^{3+} ,且容易被信息(调节 pH)干扰。

拓展训练

2.某工厂的工业废水中含有大量的 FeSO_4 、较多的 CuSO_4 和少量的 Na_2SO_4 。为了减少污染并变废为宝,工厂计划从该废水中回收硫酸亚铁和金属铜。请根据流程图,完成回收硫酸亚铁和金属铜的实验方案。(可供选择的试剂为铁粉、稀硫酸、

氢氧化钠溶液等)



- (1)操作 a 的名称为_____，所用的玻璃仪器为_____。
- (2)固体 E 的成分为_____，加入的试剂④为_____，发生的化学方程式为_____。
- (3)加入试剂①的目的是_____。
- (4)从溶液 D 和溶液 G 中得到 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体的操作为_____、冷却结晶、_____、洗涤、干燥。

分层训练

素养提升

学习·理解

- 我国某原创数字科普项目用先进的技术手段展示五彩斑斓的化学之美。下列反应所得最终产物的颜色按红色、红褐色、淡黄色、棕黄色顺序排列的是()
 - 金属钠在纯氧中燃烧
 - FeCl_3 溶液中滴入 KSCN 溶液
 - 金属铁在氯气中燃烧后加水
 - FeSO_4 溶液中滴入 NaOH，并在空气中放置

A. ②④①③ B. ③②①④
C. ②④③① D. ①②③④
- 下列试剂不能使 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} 的是()
 - 氯气
 - 氢氧化钠溶液
 - 高锰酸钾溶液
 - 稀硝酸
 - 稀硫酸
 - 硫化钠溶液

A. ①②③ B. ①③④
C. ④⑤⑥ D. ②⑤⑥
- 用毛笔蘸取少量 30% FeCl_3 溶液在铜片上写出一个“Cu”，放置一段时间，用少量水将铜片上的溶液冲到小烧杯中，下列说法正确的是()

A. 烧杯中的溶液呈棕黄色
B. 铜片无任何变化
C. 铜片上有凹陷的“Cu”字
D. 发生的反应为 $\text{Cu} + \text{Fe}^{3+} = \text{Cu}^{2+} + \text{Fe}^{2+}$
- 将铁片加入下列溶液中，溶液质量增加，但无气体

产生的是()

- A. 盐酸 B. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液
C. 稀硫酸 D. FeCl_3 溶液
5. 下列物质能通过化合反应直接制得的是()
① FeCl_2 ② FeCl_3 ③ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ④ HCl
A. 只有①②③ B. 只有②③
C. 只有①③④ D. 全部
6. 已知下述四个实验均能发生化学反应：

①	②	③	④
将铁钉放入 CuSO_4 溶液中	向 FeSO_4 溶液中滴入几滴氯水	将铜丝放入 FeCl_3 溶液中	向 FeCl_2 溶液中滴入 KSCN 溶液，无明显现象，再滴入氯水，变红

下列判断正确的是()

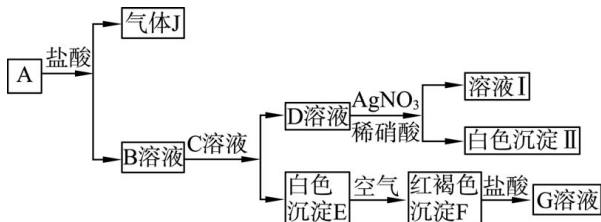
- A. 实验①中铁钉被还原
B. 实验②中 Fe^{2+} 既显氧化性又显还原性
C. 实验③中发生的是置换反应
D. 上述实验证明，氧化性： $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$ ， Fe^{2+} 遇 KSCN 溶液无红色物质生成

应用·实践

- 电子工业中常用 FeCl_3 溶液腐蚀印刷电路板，欲从腐蚀后的废液中回收铜并重新获得 FeCl_3 溶液，下列试剂中需要用到的一组是()
 - 氢氧化钠溶液
 - 铁粉
 - 浓硝酸
 - 浓盐酸
 - 浓氨水
 - 过氧化氢溶液

A. ②④⑥ B. ③④⑥
C. ②④⑤ D. ①④⑥
- 向 Fe_2O_3 、 CuO 、 Fe 、 Cu 的混合粉末中加入过量的稀硫酸，充分反应后，有红色粉末存在，则关于溶液中阳离子的判断正确的是()

A. 只有 Fe^{2+} 和 Cu^{2+}
B. 一定有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ，可能有 Fe^{3+}
C. 一定有 Fe^{2+} ，可能有 Cu^{2+}
D. 只有 Fe^{2+}
- 已知以下几种物质之间相互转化，其中 A 是中学化学中常见的金属单质：

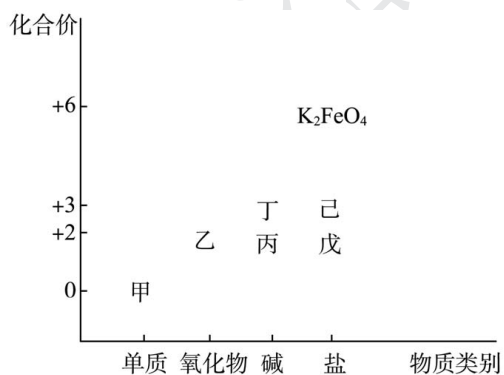


试回答：

- (1) 写出下列物质的化学式：A _____；
B _____。
- (2) 写出由 B 转变成 G 的化学方程式：_____。
- (3) 写出用 KSCN 鉴别 G 溶液的现象：_____。
向 G 溶液中加入 A 的有关反应的离子方程式为 _____。
- (4) 将金属 A 浸入 G 的溶液中，当转移 0.1 mol 电子时，金属 A 减少的质量为 _____ g。

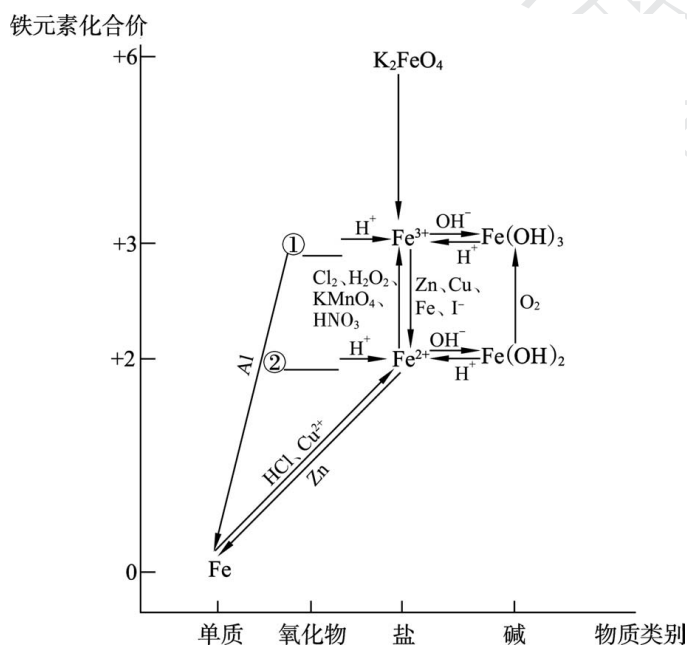
迁移·创新

10. 利用下图可以从不同角度研究含铁物质的性质及其转化关系。图中甲~己均含铁元素。回答下列问题：



- (1) K_2FeO_4 常用作杀菌消毒剂，从铁元素化合价的角度分析是因其具有 _____ 性；下列关于乙的说法正确的是 _____ (填序号)。
- 属于酸性氧化物，能与碱反应
 - 属于碱性氧化物，能与酸反应
 - 属于两性氧化物，既能与酸反应，又能与碱反应
- (2) 已知甲与稀硝酸反应的化学方程式为：甲 + $HNO_3 \rightarrow$ 戊 + 己 + $NO \uparrow + H_2O$ (方程式未配平)。若产物中戊和己的物质的量之比为 3 : 1，则甲与 HNO_3 的物质的量之比为 _____。
- (3) 戊与烧碱溶液反应生成丙，放置一段时间后丙转化为丁。丙转化为丁的化学方程式为 _____，现象为 _____。

本节建构整合



教材习题分析

教材习题答案

1. 具有磁性的黑色固体 — 铁单质
 用于治疗缺铁性贫血 — 三氧化二铁
 涂料中的红色颜料 — 四氧化三铁
 用于保存亚铁盐溶液 — 氢氧化亚铁
 在空气中很不稳定 — 亚铁盐
 遇KSCN溶液变色 — 铁盐
2. A 3. A 4. AD 5. D
6. 从铁元素的化合价、与 Fe^{2+} 相关的实验(如与氯水、酸性 KMnO_4 溶液的反应等),以及补铁剂中增加抗氧化剂等实际应用,说明 Fe^{2+} 的还原性。
7. B 8. B 9. D
10. 将 FeCl_2 溶液加入烧杯中,向其中加入足量铁粉,过滤,则可以除去 FeCl_2 溶液中的氯化铁。将混有氯化亚铁的 FeCl_3 溶液加入洗气瓶中,向其中通入足量氯气,则可以除去 FeCl_3 溶液中的氯化亚铁。
- $$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$$
- $$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$$
11. (1)防止 Fe^{2+} 被氧化
 (2) Fe^{2+} 的铁元素化合价处于中间价态,既有升高趋势又有降低趋势
 (3)①还原 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
 ②KSCN 溶液 红色
 ③取 FeCl_2 溶液于试管中,加入锌片,静置一段时间,若锌片上有铁析出,溶液绿色消失,证明 FeCl_2 溶液与锌片发生了反应, Fe^{2+} 具有氧化性
12. (1) Fe^{3+} 可以氧化单质铜,反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$;产物都以离子形态存在于溶液中,很容易清洗。
 (2)A. ①Fe ② FeCl_2 ③Fe、Cu ④HCl
 ⑤ FeCl_2 ⑥ Cl_2
 B. $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{FeCl}_2$
 $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{Cu}$
 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$

典型题目深解

教材第12题

习题目标

以铁及铁盐的应用为情境,发展“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等学科核心素养;加

深对不同价态铁元素之间转化中氧化还原关系的理解,以及提升运用氧化还原反应实现不同价态铁元素转化的能力;通过习题练习,认识到关于铁及其化合物、氧化还原反应规律的实际应用。具体的练习目标包括:能用化学方程式、离子方程式正确表示典型含铁物质的主要化学性质,能利用典型代表物的性质和反应设计常见物质分离、提纯等简单任务的方案,能从元素价态变化的视角说明物质的转化路径,提升运用氧化还原反应实现不同价态铁元素转化的能力。

任务类型

此题属于简单设计、分析解释水平的习题。多角度利用物质性质进行实际问题的分析解释,并从物质分离和提纯的角度提升系统设计能力。掌握对铁及其化合物发生的有关反应的化学方程式或离子方程式的书写技能,重要的是理解性记忆铁及其化合物性质所涉及的化学方程式或离子方程式。

思路展示

第(1)题:首先需要读懂题目中提供的制造印刷电路板的相关操作,认识到 FeCl_3 溶液能与未被油墨覆盖的铜接触,进而提取出 FeCl_3 与金属铜的反应;其次需要考虑产物 FeCl_2 和 CuCl_2 的性质——能够溶解于水或者酸,意识到它们很容易被清洗掉,金属铜不溶于水或者稀盐酸而保留下来,从而实现线路板的制作。

第(2)A题:首先需要结合第(1)题,系统分析废液的成分;其次需要着重思考如何把 CuCl_2 转化成金属铜、把 FeCl_2 转化成 FeCl_3 ;再次需要考虑在转化过程中是否会引发其他反应和后续应如何处理(如把 CuCl_2 转化成金属铜需要加入铁粉做还原剂,铁粉会与 FeCl_3 反应),以及尽可能少引入其他杂质(除铁、氯之外的元素)。这需要能够熟悉不同价态铁元素之间的转化关系,特别是运用含铁物质、含氯物质实现不同含铁物质之间的转化。第(2)B题:要求书写铁及其化合物的基本反应的化学方程式,重要的是理解性记忆化学方程式及其配平方法。本练习要求运用氧化还原反应的和铁及其化合物的“价—类”二维图来分析、解决不同价态铁元素之间的转化问题。

易错分析

第(1)题:容易仅仅给出反应的化学方程式,缺少利用铜与 FeCl_2 、 CuCl_2 性质差异的后续解释。这表明同学们仅关注化学反应,而缺少实际问题解决

的分析视角。

第(2)A题:容易出现思考得不系统、不全面的问题。例如,对废液成分的分析,容易丢掉 FeCl_3 ;对滤渣成分的分析,容易丢掉“加入的过量试剂”;对加入的试剂缺少非常具体的方向(仅停留在加入氧化剂还是还原剂),缺少考虑该任务的基本原则(不引入其他杂质),进而聚焦在加入含铁、氯元素的还原剂或者氧化剂。

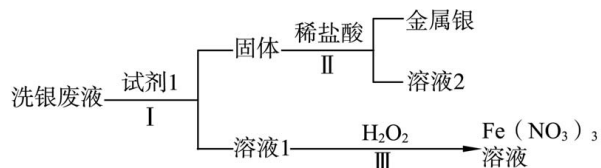
拓展训练

实验证明,利用一定浓度(物质的量浓度大于 $3.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液可以清洗附着在玻璃表面的金属银(所谓银镜)。

(1)下列关于 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液清洗银后所得溶液(不考虑溶液体积变化)的叙述中,正确的是()

- A. Fe^{3+} 的浓度减小
- B. 铁元素的质量减小
- C. 溶液的质量减小
- D. NO_3^- 的浓度减小

(2)某同学欲从洗银废液中回收金属银和再生部分 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液,设计如下路线:



①过程 I 中所用试剂 1 为 _____, 反应的离子方程式为 _____。

②过程 II 中溶液 2 为 _____ 溶液。

③过程 III 中,为什么选用 H_2O_2 而不选用 Cl_2 作为氧化剂?

答案:(1)A (2)① $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$ ② FeCl_2 ③ Cl_2 作为氧化剂,反应生成的 Cl^- 会混入再生的 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中,而 H_2O_2 作为氧化剂,因反应后生成的是水,则不存在这一问题。

第2节 硫的转化

➔ 瞄准课标 靶向学习 ➔

课标内容要求	课标学业要求
1. 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解硫及其重要化合物的主要性质,认识这些物质在生产中的应用和对生态环境的影响。 2. 结合实例认识硫及其化合物的多样性,了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化,认识物质及其转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。	1. 能依据物质类别和元素价态列举硫元素的典型代表物。 2. 能列举、描述、辨识硫及其化合物重要的物理和化学性质及实验现象。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。 3. 能从物质类别、元素价态的角度,依据复分解反应和氧化还原反应原理,预测硫及其化合物的化学性质和变化,设计实验进行初步验证,并能分析、解释有关实验现象。能设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。 4. 能根据物质的性质分析实验室、生产、生活及环境中的某些常见问题,说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。 5. 能说明硫元素及其化合物的应用对社会发展的价值、对环境的影响。能有意识运用所学的知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论(如酸雨和雾霾防治、水体保护、食品安全等)。

第1课时 自然界中的硫

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 硫有哪些重要化合物,自然界中不同价态硫元素之间是如何转化的?

2. 在硫及其化合物的“价—类”二维图中表示硫及其化合物的相互转化。

自主检测

- 下列元素中,不能以游离态存在于自然界中的是()
A. 氧 B. 硫 C. 氮 D. 氯
- 试管壁残留有硫黄,如何清洗?

学习体验 素养形成

探究学习(一) 自然界中的硫

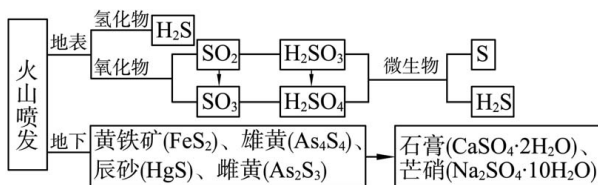


1. 火山喷发时,硫元素转化成硫化氢或二氧化硫,请写出由硫生成硫化氢、二氧化硫的化学方程式。

2. 请写出大气中二氧化硫转化为三氧化硫,进而生成硫酸的化学方程式。

归纳总结

自然界中不同价态硫元素之间的转化



方法导引

通过不同价态硫元素在自然界中转化的过程,逐渐接触含硫元素的物质,建立对含硫元素的物质之间转化的认识。

典例解析

【例1】中国古代药理学专著《神农本草经》中指出:“石硫黄能化金银铜铁,奇物。”以下说法错误的是()

- 当时人们已经知晓硫能与铜、铁等金属反应
- 加热条件下,硫粉与铜反应直接化合生成 Cu_2S
- 硫只能与金属单质反应
- 硫元素在自然界中的存在形式有硫单质、硫化物和硫酸盐等

解析:硫能与铁、铜反应,生成低价化合物,还能与氢气反应,体现硫的氧化性;硫能与氧气反应,体现硫的还原性。

答案:C

拓展训练

- 国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)自2018年7月开始,通过每月评选,向世界介绍118位优秀青年化学家,并形成一张“青年化学家元素周期表”。其中,华东师范大学姜雪峰教授被IUPAC遴选为硫元素代言人,苏州大学刘庄教授被遴选为汞元素代言人,为中国青年化学家赢得了世界

荣耀。下列有关硫、汞及其化合物的说法不正确的是()

- A. S_2 与 S_8 互为同位素
 B. 汞是常温、常压下唯一以液态存在的金属, 俗称水银
 C. 硫单质俗称硫黄, 试管内壁附着的硫可用二硫化碳溶解除去
 D. 在实验室通常会用硫单质去处理撒漏的水银

探究学习(二) 硫单质的性质



老师用如图所示的方法进行硫粉与铁粉反应的实验, 请回答下列问题:

1. 请写出硫粉与铁粉反应的化学方程式。
2. 实验的不足之处是会产生污染, 请分析原因。

归纳总结

1. 硫元素的同素异形体

常见的硫元素的同素异形体有单斜硫、正交硫。

2. 硫单质的物理性质

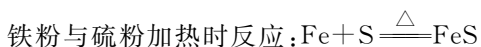
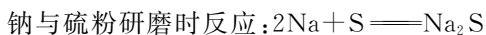
俗称	颜色	状态	硬度	溶解度			熔、沸点
				水	酒精	CS_2	
硫黄	黄色或淡黄色	固体	硬而脆	不溶	微溶	易溶	较低

3. 硫单质的化学性质

硫单质中元素的化合价为 0 价, 处于中间价态, 既能做氧化剂, 又能做还原剂。

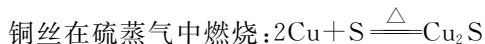
(1) 氧化性:

①与金属单质反应:



反应现象: 铁粉与硫粉的混合物用灼热的玻璃

棒加热局部红热时, 移开玻璃棒后, 混合物仍保持红热状态, 生成黑色物质。

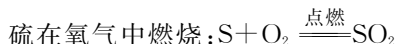


注意: 硫与变价金属反应一般生成低价态的金属硫化物。

②与非金属单质反应:



(2) 还原性:



反应现象: 硫粉在氧气中剧烈燃烧, 发出明亮的蓝紫色火焰。

4. 用途

硫黄主要用于制造硫酸、化肥、火柴、杀虫剂等, 还可用于制造火药、烟花爆竹等。

方法导引

从物质类别、硫元素价态两个视角分析硫单质的化学性质。

典例解析

【例 2】 常温下单质硫主要以 S_8 形式存在。加热时, S_8 会转化为 S_6 、 S_4 、 S_2 等。当温度达到 $750\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 硫蒸气主要以 S_2 形式存在(占 92%)。下列说法不正确的是()

- A. S_8 转化为 S_6 、 S_4 、 S_2 属于化学变化
 B. 不论哪种形式的硫单质, 完全燃烧时都生成 SO_2
 C. S_2 、 S_4 、 S_6 、 S_8 互称同素异形体
 D. 把硫单质在空气中加热到 $750\text{ }^\circ\text{C}$ 即得 S_2

解析: 硫单质之间的转化为化学变化, 相互间称为同素异形体; 硫单质燃烧的产物为 SO_2 ; 硫单质在空气中加热会燃烧, 不可能相互转化。

答案: D

易错点拨: 没有把握好概念“由同一种元素组成的性质不同的几种单质叫作该元素的同素异形体”, 易导致没能判断出 S_2 、 S_4 、 S_6 、 S_8 之间的转化属于化学变化。

拓展训练

2. 0.1 mol 某单质与足量的硫充分反应, 质量增大 3.2 g , 则组成这种单质的元素是()
 A. 铁 B. 铜 C. 铝 D. 钾

素养提升

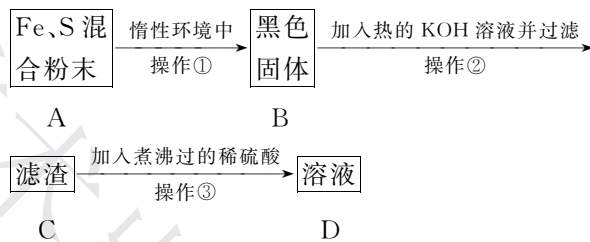
分层训练

学习·理解

- 洗涤试管上附着的硫黄,可以选用的方法是()
 - 加水洗涤
 - 通氧气加热
 - 加热试管使硫熔化
 - 用 CS_2 洗涤
- 下列反应中,硫表现还原性的是()
 - 硫与氧气
 - 硫与氢气
 - 硫与铁
 - 硫与铜
- 下列关于硫的说法正确的是()
 - 游离态的硫存在于火山喷口附近或地壳的岩层里
 - 硫单质与氢气的反应生成硫化氢,体现了硫单质的还原性
 - 硫在过量纯氧中的燃烧产物是三氧化硫
 - 硫与非金属反应均做还原剂
- 下列有关说法正确的是()
 - 因为硫单质具有氧化性,故铁粉和硫粉共热可以生成 Fe_2S_3
 - 硫单质可以在空气中燃烧,其燃烧的方程式有两种: $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$, $2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{SO}_3$
 - 做过硫的燃烧实验的试管内壁附着有一些固体物质,可以用酒精清洗,或用热碱溶液清洗
 - 硫的化合物常存在于火山喷出的气体中和矿泉水中
- 下列关于硫的叙述正确的是()
 - 硫的非金属性较强,所以只能以化合态存在于自然界中
 - 硫单质有多种同素异形体,常见的有斜方硫和单斜硫
 - 在标准状况下,1 mol 硫单质的体积约为 22.4 L
 - 硫在空气中燃烧时,火焰呈明亮的蓝紫色
- 下列关于硫的叙述正确的是()
 - 硫单质是淡黄色固体,易溶于水
 - 分离黑火药中的硝酸钾、炭、硫要用到二硫化碳、水及过滤操作
 - 硫与金属或非金属反应时均做氧化剂
 - 硫的两种单质之间的转化属于物理变化

应用·实践

- 下列化合物不能由两种单质直接化合生成的是()
 - FeS
 - Na_2S
 - FeCl_2
 - FeCl_3
- 下列关于硫的叙述不正确的是()
 - 硫在空气和氧气中燃烧时,火焰颜色不同且产物不相同
 - 将 Na 与 S 在研钵中研磨即可发生反应生成 Na_2S
 - 硫是我国古代四大发明之一——黑火药的重要成分
 - 1.6 g 硫与 6.4 g 铜反应得到 8.0 g 纯净硫化物
- 铁与硫反应的实验主要体现以下几个要点:①反应后固体成分的验证;②产物中铁元素价态的证明;③实验方案的设计与评价。某同学设计实验验证铁和硫反应产物中铁的化合价,下面是实验过程的一部分:



已知:① FeS 固体难溶于水,可与稀盐酸、稀硫酸发生反应 $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$; ② $3\text{S} + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

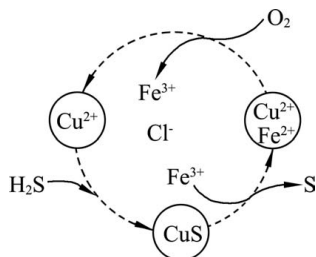
请回答以下问题:

- 混合粉末 A 中硫粉必须过量的原因是_____。
- 反应在“惰性环境”中进行的原因是_____。
- 操作①是用烧热的玻璃棒点触混合粉末,反应可继续进行,说明反应_____ (填“放热”或“吸热”)。
- 操作②的作用是_____,也可改为加入_____。
- 操作③稀硫酸煮沸的目的是_____。

迁移·创新

- 硫化氢的转化是资源利用和环境保护的重要研

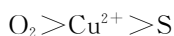
究课题。由硫化氢获得硫单质有多种方法,如将 H_2S 和空气的混合气体通入 FeCl_3 、 FeCl_2 、 CuCl_2 的混合溶液中反应回收 S,其物质转化如图所示。



(1)(双选)下列叙述正确的是()

- A. 在转化过程中化合价不变的元素有 Cu 和 Cl、H

B. 由图示的转化可得出氧化性的强弱顺序:



C. 在转化过程中能循环利用的物质有 FeCl_2

D. 产生 CuS 的离子方程式是 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

(2)反应中当有 34 g H_2S 转化为硫单质时,保持溶液中 Fe^{3+} 的量不变,需要消耗 O_2 的质量为_____。

(3)在温度一定和不补加溶液的条件下,缓慢通入混合气体,并充分搅拌。欲使生成的硫单质中不含 CuS ,可采取的措施有_____。

第 2 课时 实验室里研究不同价态硫元素之间的转化

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 探究不同价态硫元素之间相互转化的思路是什么?

2. 研究物质性质的基本程序是什么?

自主检测

判断正误:

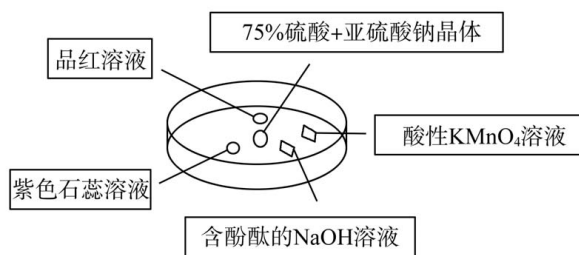
- (1)化石燃料的燃烧是形成酸雨的主要原因。()
- (2) SO_2 只具有氧化性。()
- (3) SO_2 的收集既可以用向上排空气法,也可以用排水法。()
- (4) SO_2 的漂白性主要是利用了 SO_2 具有强氧化性这一性质。()
- (5) SO_2 是酸性氧化物,具有酸性氧化物的通性。()

学习体验

素养形成

探究学习(一) 不同价态硫元素之间的转化

如图是研究二氧化硫性质的微型实验装置(实验时用另一表面皿扣在上面),现用 75% 硫酸溶液和亚硫酸钠晶体反应制取 SO_2 气体并进行实验。



1. 请写出实验现象,并分析原因。

2. 写出相关反应的方程式。

归纳总结

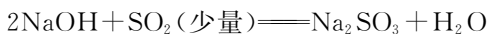
SO₂ 的化学性质

1. 具有酸性氧化物的通性

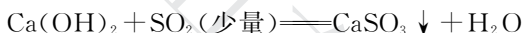
SO₂ 和 CO₂ 一样属于酸性氧化物,具有酸性氧化物的通性。

(1)能与水反应生成相应的酸:SO₂ + H₂O \rightleftharpoons H₂SO₃,故 SO₂ 能使紫色石蕊溶液变红。

(2)能与碱溶液反应生成盐和水:

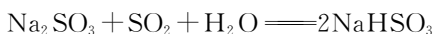
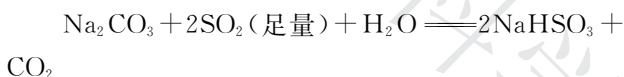


若将 SO₂ 通入澄清石灰水,石灰水先变浑浊,继续通入 SO₂,又变澄清,反应原理为:



(3)能与碱性氧化物反应:CaO + SO₂ \rightleftharpoons CaSO₃

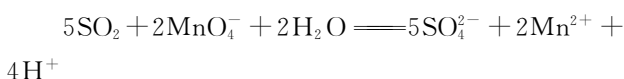
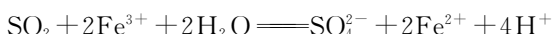
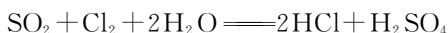
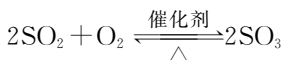
(4)能与某些盐溶液反应:



2. 具有强还原性

SO₂ 中的硫元素为+4价,处于中间价态,因此 SO₂ 既具有氧化性又具有还原性,但以还原性为主,是一种常见的还原剂。

O₂、Cl₂、Br₂、Fe³⁺、酸性高锰酸钾溶液等均可将 SO₂ 氧化成 SO₃ 或 SO₄²⁻。



注意:在 SO₂ 与 O₂ 反应生成 SO₃ 的同时,SO₃ 也在分解生成 SO₂ 和 O₂。像这样同时向正、反两个方向进行的反应称为可逆反应。

3. 具有弱氧化性



4. 具有漂白性

SO₂ 可使品红溶液褪色,加热后恢复红色,是因为 SO₂ 与有色物质化合生成不稳定的无色物质。

方法导引

依靠氧化还原理论的支持探究在实验室如何实

现不同价态硫元素之间的转化,是学生必做实验,学习时必须进一步明确在实验室中开展探究学习的一般方法和步骤,学会对探究学习进行分析、整理和归纳。同时认识其中重要的物质——二氧化硫的重要性质。

典例解析

【例1】某研究性学习小组探究二氧化硫的还原性。

(1)该探究小组提出,把含+4价硫元素的化合物转化为含+6价硫元素的化合物,下列试剂可以实现上述转化的是_____ (填字母)。

- A. 氧气
B. KMnO₄
C. 氯气
D. 浓硫酸

(2)有一瓶 Na₂SO₃ 溶液可能被氧化,检验 Na₂SO₃ 溶液被氧化所使用的试剂是_____。

(3)如果该探究小组想除去 CO₂ 中的 SO₂,并检验是否除尽,下列方案可行的是_____ (填字母)。

- A. 将混合气体通过碘水,再通过品红溶液
B. 将混合气体通过氯化钡和过氧化氢的混合溶液,再通过碘水
C. 将混合气体通过 NaOH 溶液,再通过品红溶液
D. 将混合气体通过浓硫酸,再通过品红溶液

解析:+4价硫元素转化为+6价应加入氧化剂,浓硫酸不能氧化+4价硫元素,因为硫的+6价和+4价没有中间价态。若 Na₂SO₃ 溶液被氧化,会生成 Na₂SO₄,所以检验 SO₄²⁻。CO₂ 也是酸性氧化物,会被氢氧化钠吸收。

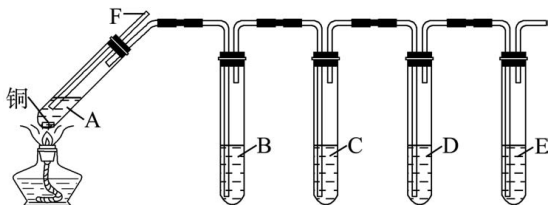
答案:(1)ABC (2)盐酸和氯化钡溶液

(3)AB

易错点拨:第(3)题:由于缺少分析物质性质的角度,导致分不清楚二氧化碳与二氧化硫性质的异同,从而在解决问题时,不能选择正确的方法。

拓展训练

1. 某研究性学习小组利用所示装置探究二氧化硫的性质。(装置中固定仪器未画出)



- (1) A 中所装试剂为铜片和 _____ (填试剂名称), 导管 F 的作用是 _____。
- (2) 装置 B 用于验证 SO_2 的漂白性, 则其中所装溶液可以为 _____。
- A. 酸性高锰酸钾溶液
B. 品红溶液
C. 石蕊溶液
D. 蓝色的碘-淀粉溶液
- (3) 实验时, B 中溶液褪色, 并有大量气泡冒出, 但始终未见 C 中饱和澄清石灰水出现浑浊或沉淀。请推测可能原因, 并设计实验验证。
- 可能原因: _____;
实验验证: _____。
- (4) D 中试剂为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ BaCl}_2$ 溶液, 实验中无明显现象, 若改为同浓度的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 则出现白色沉淀, 此沉淀的化学式为 _____, 证明 SO_2 具有 _____ 性。
- (5) E 中 Na_2S 溶液用于验证 SO_2 的氧化性, 预期观察到的现象为 _____。
- (6) 指出上述装置中一处明显的不足: _____。

探究学习(二) SO_2 含量的测定

我国《食品添加剂使用标准(GB2760-2014)》中部分食品 SO_2 的最大残留量如下:

食品	蜜饯	葡萄酒	食糖	水果干	巧克力	果蔬汁
最大残留量	0.35 g/kg	0.25 g/L	0.1 g/kg	0.1 g/kg	0.1 g/kg	0.05 g/kg

合理使用 SO_2 不会对人体健康造成危害。

1. 可用含有一定量碘的溶液测定食品中的 SO_2 含量, 请写出该反应的化学方程式。

2. 还可将 SO_2 氧化为硫酸, 用氢氧化钠测定生成硫酸的量。请写出过氧化氢氧化二氧化硫的化学方程式。

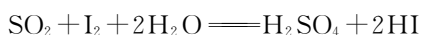
方法导引

探究不同价态硫元素之间的转化, 以价态变化为主线, 运用氧化还原反应知识进行探究, 体会并掌握不同价态硫元素转化的思路与方法, 并学会从价态、类别的角度认识物质的化学性质, 体会定量研究对生产生活的重要意义。

典例解析

【例 2】 在工业生产上规定: 空气中二氧化硫的最大允许排放浓度不得超过 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。为测定某地方的空气中 SO_2 的含量, 甲同学准确移取 $50 \text{ mL } 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的碘溶液, 加 2~3 滴淀粉指示剂, 此时溶液呈蓝色。在指定的测定地点抽气, 直到溶液的蓝色全部褪尽为止, 消耗 10^5 mL 气体, 则该地空气中的 SO_2 含量是否符合排放标准。

解析:



$$\begin{array}{ccc} 25 \times 10^{-6} \text{ mol} & & 50 \times 10^{-3} \times 5 \times 10^{-4} \text{ mol} \\ m = 25 \times 10^{-6} \times 64 \times 10^3 \text{ mg} & & \end{array}$$

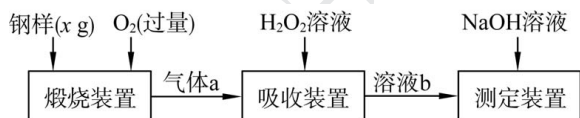
$$\text{含量} = \frac{1.600 \times 10^{-3} \text{ mg}}{10^5 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.016 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$$

答案: 符合排放标准。

易错点拨: 一是没有找到解决问题的本质, 即 SO_2 与 I_2 之间存在的定量关系; 二是计算错误; 三是对浓度不得超过 $0.02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 不理解。

拓展训练

2. 硫的含量影响钢铁性能。一种测定硫含量的方法是将钢样中的硫转化为二氧化硫气体, 再用测硫装置进行测定。某测定硫含量的流程如下:



- (1) 气体 a 的主要成分有 CO_2 、_____、_____。
- (2) 吸收装置中, H_2O_2 氧化 SO_2 的化学方程式是 _____。
- (3) 用 NaOH 溶液中和生成的溶液 b, 消耗 $z \text{ mL}$ NaOH 溶液, 若消耗 1 mL NaOH 溶液相当于硫的质量为 $y \text{ g}$, 则该钢样中硫的质量分数为 _____。

素养提升

分层训练

学习·理解

- 下列反应中,二氧化硫表现出氧化性的是()
 - 二氧化硫催化氧化
 - 二氧化硫和水反应
 - 二氧化硫和硫化氢反应
 - 二氧化硫通入氯水中
- 能证明 SO_2 具有漂白性的是()
 - 酸性 KMnO_4 溶液中通入 SO_2 气体后紫红色褪去
 - 滴有酚酞的 NaOH 溶液中通入 SO_2 气体后红色褪去
 - 品红溶液中通入 SO_2 气体后红色褪去
 - 溴水中通入 SO_2 气体后橙色褪去
- 为了除去 SO_2 中少量的 HCl 气体,应将混合气体通入()
 - 溴水
 - 饱和 NaHSO_3 溶液
 - NaOH 溶液
 - 饱和 NaHCO_3 溶液
- 下列溶液中,不能区别 SO_2 和 CO_2 气体的是()
 - 石灰水
 - H_2S 溶液
 - 酸性 KMnO_4 溶液
 - 溴水
 - 酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液
 - 品红溶液
 - ①
 - ①③
 - ①②③⑤
 - ②③④⑤
- 为了除去 CO_2 气体中的 SO_2 ,下列仪器和药品的组合中合理的是()
 - 洗气瓶
 - 干燥瓶
 - 固态生石灰
 - 苏打溶液
 - 小苏打溶液
 - ①⑤
 - ②⑤
 - ③
 - ①④
- 为检验亚硫酸钠中是否混有硫酸钠应选用的试剂为()
 - BaCl_2 溶液
 - $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液
 - BaCl_2 溶液和稀硫酸
 - BaCl_2 溶液和稀盐酸

应用·实践

- SO_2 和 Cl_2 都具有漂白作用,能使品红溶液褪色,若将等物质的量的 SO_2 、 Cl_2 混合后再通入品红与

BaCl_2 的混合溶液,能观察到的现象是()

- ①溶液很快褪色
- ②溶液不褪色
- ③出现沉淀
- ④不出现沉淀

- ①②
- ①③
- ②③
- ②④

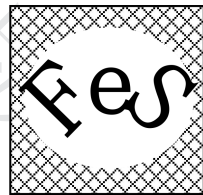
- 下列实验报告记录的实验现象正确的是()

实验	分别通入 SO_2 (至现象明显)			
	a 酚酞溶液	b 品红溶液	c 氯水和 BaCl_2 的混合液	d NaOH 和 BaCl_2 的混合液
A	无色	无色	无现象	无色溶液
B	红色	无色	白色沉淀	白色沉淀
C	无色	无色	溶液变无色,白色沉淀	白色沉淀
D	无色	无色	无色溶液	无色溶液

- 硫是重要的非金属元素,是人类最早认识的化学元素之一。

(1)火山喷发时会有硫化氢气体产生,该硫化氢可被空气氧化为单质硫,该反应的化学方程式为_____。

(2)实验室里把研细的硫粉和铁粉按照一定的比例混合均匀,放在石棉网上堆成如图所示的形状。用灼热的玻璃棒触及一端,当混合物呈红热状态时,移开玻璃棒,观察到的现象是_____。



某同学在实验过程中观察到有蓝色火焰产生,原因是_____。

_____ (用化学方程式表示)。

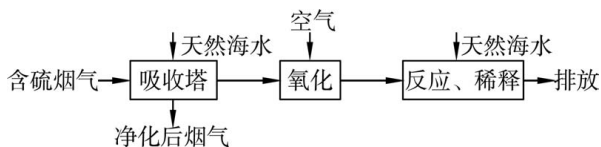
- 下列反应中,能说明 SO_2 具有还原性的是_____。

- SO_2 可使溴水褪色
- SO_2 通入 H_2S 水溶液中产生淡黄色浑浊
- 钙基固硫: SO_2 与 CaO 反应
- 工业制硫酸接触室中: SO_2 与 O_2 反应

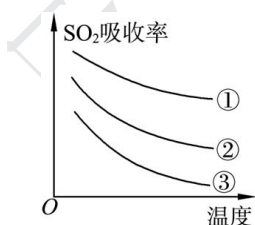
迁移·创新

10. 烟气脱硫是控制二氧化硫污染的主要技术手段。

利用海水脱硫是一种有效的方法,其工艺流程如图所示。



某研究小组为探究提高含硫烟气中 SO_2 的吸收效率的措施,进行了天然海水吸收含硫烟气的模拟实验,实验结果如图所示。



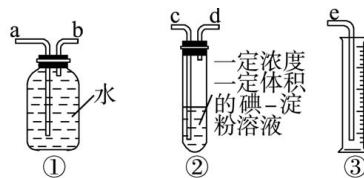
- ① SO_2 浓度 $4.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 烟气流速 $55 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$
 ② SO_2 浓度 $4.1 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 烟气流速 $96 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$
 ③ SO_2 浓度 $6.0 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ 烟气流速 $96 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$

(1) 根据图示实验结果,为了提高一定浓度含硫烟气中 SO_2 的吸收效率,下列措施正确的是

- _____。
- A. 降低通入含硫烟气的温度
 B. 减小通入含硫烟气的流速
 C. 减少天然海水的进入量
 D. 在天然海水中加入生石灰

(2) 天然海水吸收了含硫烟气后会溶有 H_2SO_3 , 使用空气中的氧气将其氧化,写出该反应的离子方程式:_____。

(3) 该小组采用下图装置在实验室测定烟气中 SO_2 的体积分数(假设实验在标准状况下进行):



上述装置组装连接的顺序是:原料气 → _____(填导管接口序号)。下列试剂中(浓度、体积一定),可以用来代替试管中的碘-淀粉溶液的是_____ (填编号)。

- A. 酸性 KMnO_4 溶液 B. NaOH 溶液
 C. 溴水 D. 氨水

第3课时 浓硫酸及酸雨

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 硫酸工业生产中,废气的危害是什么?

2. 如何防治酸雨?

自主检测

1. 浓硫酸不具有的性质是()
- A. 吸水性 B. 脱水性
 C. 氧化性 D. 挥发性

2. 导致下列现象的主要原因与排放 SO_2 有关的是()

- A. 酸雨 B. 光化学烟雾
 C. 臭氧空洞 D. 温室效应

学习体验

素养形成

探究学习(一) 浓硫酸的性质

1. “黑面包”实验体现了浓硫酸的什么性质?

蔗糖与浓硫酸的反应



2. 请书写有关反应的化学方程式。

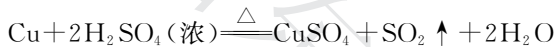
归纳总结

浓硫酸的性质

1. 化学性质——强氧化性

它的氧化作用是硫酸分子中+6价的硫元素引起的,加热时氧化作用更强。

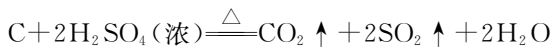
(1)与金属反应:加热时,大多数金属都可被浓硫酸氧化。



该反应中浓硫酸表现氧化性和酸性,随着反应的进行,浓硫酸不断变稀,不再与铜反应。

注意:常温下,浓硫酸与铁、铝接触,会使金属表面生成一层致密的氧化物薄膜而钝化,阻止了内部金属继续与硫酸反应,因此可用铁质或铝质容器储存和运输冷的浓硫酸。

(2)与非金属反应:加热时,浓硫酸可氧化C、S、P等非金属单质。



该反应中浓硫酸只表现氧化性。

另外,浓硫酸还能氧化 H_2S 、 HI 、 HBr 等还原性较强的气体。

2. 特性

(1)吸水性:浓硫酸能吸收游离的水分,常用作干燥剂。由于浓硫酸是一种酸性干燥剂,因而可以干燥中性气体(如 H_2 、 N_2 、 O_2 、 CO 等)和某些酸性气体(如 SO_2 、 CO_2 、 Cl_2 、 HCl 等),但不能用来干燥碱性气体(如 NH_3)和强还原性气体(如 H_2S 、 HI 、 HBr 等)。

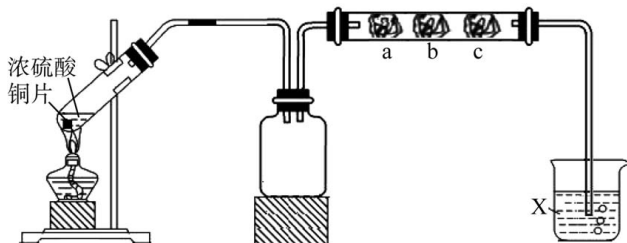
注意:向胆矾中加入浓硫酸后变白色粉末,是利用浓硫酸的吸水性。

(2)脱水性:浓硫酸能将有机物中的氢、氧原子以2:1的比例脱去形成 H_2O 。如向蔗糖中加入浓硫酸变黑,是利用浓硫酸的脱水性。

典例解析

【例1】某实验小组同学探究铜与浓硫酸的反应,设计如图实验装置(部分夹持仪器省略),其中a、

b、c依次为浸有紫色石蕊溶液、品红溶液、酸性高锰酸钾溶液的棉花团。



(1)铜片与浓硫酸反应的化学方程式为_____。

(2)a处的现象是_____,b、c两处均观察到褪色现象,请分析褪色原因:_____。

(3)试剂X可选用_____,其作用是_____。

(4)加热时随浓硫酸温度升高,铜片表面变黑,产生气泡,细小黑色颗粒状物质M从铜片表面进入浓硫酸中,继续加热,黑色颗粒状物质转变成细小白色的颗粒状物质N,同时试管上部内壁冷凝析出淡黄色固体物质Q,再持续加热时,物质Q与浓硫酸反应又慢慢消失了。根据以上现象的描述回答下列问题:

①生成的细小黑色颗粒状物质M可能为_____ (填化学式)。

②若取物质N于试管中,加入适量蒸馏水得到蓝色溶液,则N为_____ (填化学式)。

③物质Q消失时发生反应的化学方程式为_____。

解析:浓硫酸具有强氧化性,能与铜、硫单质反应,被还原为二氧化硫。细小黑色颗粒状物质是被浓硫酸氧化生成的氧化铜。

答案:(1) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)由紫色变为红色 b处因为 SO_2 的漂白性使之褪色,c处因为 SO_2 的还原性使之褪色

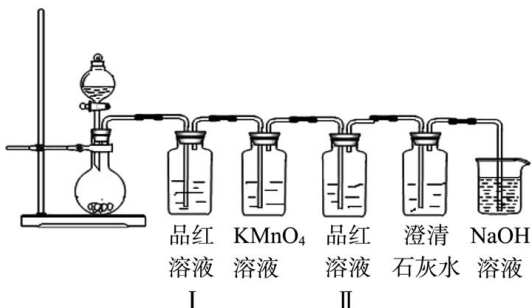
(3) NaOH 溶液 吸收二氧化硫尾气,防止污染环境

(4)① CuO ② CuSO_4 ③ $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

易错点拨:因为忽视题目所给信息,所以第(4)题不会作答:细小黑色颗粒状物质从铜片表面进入浓硫酸中;同时试管上部内壁冷凝析出淡黄色固体物质;加入适量蒸馏水得到蓝色溶液。

拓展训练

1. 某同学到实验室中探究“黑面包”实验——蔗糖与浓硫酸的反应并检验部分产物。



实验步骤为：

- 第一步：按如图安装好实验装置，并检验气密性。
 第二步：称取 5 g 蔗糖，用药匙送入圆底烧瓶底部，向蔗糖内加入 2~3 滴蒸馏水，其作用为_____。
 第三步：将浓硫酸缓慢地从分液漏斗滴入圆底烧瓶中，使浓硫酸与蔗糖充分混合。
 第四步：观察实验现象并记录：
 ①蔗糖从白色变为黄色直至黑色疏松多孔状物质，该过程体现浓硫酸的性质为_____。
 ②KMnO₄ 溶液的作用是_____。
 ③能够说明产物中有 CO₂ 的现象是_____。

探究学习 (二) 酸雨及其防治

酸雨属于空气污染，是指 pH 小于 5.6 的雨雪或其他形式的降水。酸雨主要是人为地向大气中排放大量酸性物质造成的。我国的酸雨主要是因大量燃烧含硫量高的煤而形成的，多为硫酸型酸雨。

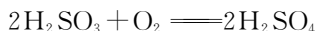
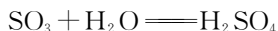
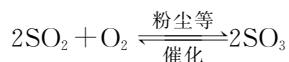
1. 请用化学方程式说明酸雨的形成。

2. 请设计燃煤烟气脱硫的方案。

归纳总结

1. 酸雨的形成

排放到空气中的二氧化硫在氧气和水蒸气的共同作用下，形成酸雾，随雨水降落就成为酸雨。



空气中的二氧化硫主要来自化石燃料的燃烧。酸雨包括雨、雪、雹、霜，其 pH 小于 5.6。酸雨中含有的酸主要是硫酸和硝酸，在我国主要是硫酸。

2. 酸雨的危害

会造成湖泊酸化，土壤贫瘠，树木死亡，饮用水中重金属元素含量增加等。

3. 酸雨的防治措施

- (1) 减少酸性物质的排放。
 (2) 改变能源结构，开发氢能、风能、太阳能等清洁能源。

方法导引

硫的转化，不仅是含有硫元素的物质性质学习所遵循的一条路径，也是研究含有硫元素的物质知识结构的一种驱动，还是解决实际生产、生活中有关实际问题的一种工具。应用含有硫元素的物质性质及其转化关系，分析解决真实问题——探讨酸雨的形成、危害和防治，构建从化学视角解决环境问题的一般思路和方法，体现了从化学视角分析环境问题的基本框架。

典例解析

【例 2】现有雨水样品一份，每隔一段时间测定该雨水样品的 pH 所得数据如下：

测试时间/h	0	1	2	3	4
雨水的 pH	4.73	4.62	4.56	4.55	4.55

分析数据，回答下列问题：

- (1) 雨水样品的 pH 变化的原因是_____ (用化学方程式表示)。
 (2) 如果将刚取样的上述雨水和自来水混合，pH 将变_____，原因是_____ (用化学方程式表示)。

解析:由表中数据可知,随着时间的延长,雨水的pH逐渐变小。从酸雨形成的原因分析可知,是 H_2SO_3 (弱酸)被氧化成 H_2SO_4 (强酸)所致。自来水中含 Cl_2 , Cl_2 会将 H_2SO_3 氧化成 H_2SO_4 。

答案:(1) $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

(2)小 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

拓展训练

2. 某城市雾大无风,家庭和工厂排出的烟雾经久不散,每立方米大气中二氧化硫的含量高达3.8 mg,烟尘高达4.5 mg,居民健康受到严重危害。试回答下列问题:

(1)形成酸雨时发生的主要反应有_____。

(2)为了防止这种污染,工厂用石灰乳来吸收煤燃烧生成的二氧化硫,其化学方程式是_____。

(3)目前一种比较有效的方法是用直升机喷撒石灰石粉来降低其污染,有关反应的离子方程式为_____。

(4)为了保障当地居民免受这种污染的危害,应采取的根本措施是_____。

分层训练

素养提升

学习·理解

- 下列有关环境问题的说法正确的是()
 - 燃煤烟气的脱硫可用氨水($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)做吸收剂
 - 臭氧的体积分数超过 10^{-6} 的空气有利于人体健康
 - pH为5.6~7.0的降水通常称为酸雨
 - 含磷合成洗涤剂易于被细菌分解,故不会导致水体污染
- 在如图的实验装置中,实验开始一段时间后,下列对看到的现象叙述不正确的是()



- 苹果块会干瘪
- 胆矾晶体表面有“白斑”

C. 小试管内有 KNO_3 晶体析出

D. pH试纸变红

3. (2019·山东合格考)下列关于硫及其化合物的说法正确的是()

A. 单质硫易溶于 CS_2 ,实验室常用 CS_2 清洗粘有硫单质的试管

B. 二氧化硫使酸性高锰酸钾溶液褪色,体现了其漂白性

C. 浓硫酸具有吸水性,可用于干燥 HCl 、 NH_3 、 Cl_2 等气体

D. 常温下将铜片插入浓硫酸时无明显现象,说明浓硫酸可使铜钝化

4. 下列说法不正确的是()

A. 用 CaCO_3 除去燃煤烟气中的 SO_2 ,并制得石膏

B. SO_2 有毒,在食品中不允许残留

C. 工业制取硫酸的原料是硫单质或含硫矿石(如黄铁矿)

D. 医疗上常用 BaSO_4 做X射线透视的“钡餐”

5. (双选)下列关于酸雨的分析中,不正确的是()

A. 因空气中无催化剂, SO_2 不能转化成 SO_3 ,酸雨中只含 H_2SO_3

B. SO_2 在空气中有条件形成 SO_3 ,所以酸雨中含 H_2SO_4

C. 酸雨就是指显酸性的雨水

D. H_2SO_4 形成的酸雨比 H_2SO_3 危害大

6. 减少酸雨产生可采取的正确措施是()

A. 把工厂烟囱造高

B. 燃料脱硫

C. 在已酸化的土壤上加石灰水

D. 多用煤做燃料

应用·实践

7. 下列关于浓硫酸的叙述是()

A. 浓硫酸具有吸水性,因而能使蔗糖碳化

B. 浓硫酸在常温下可迅速与铜片反应放出二氧化硫气体

C. 浓硫酸是一种干燥剂,能够干燥氨气、氢气等气体

D. 浓硫酸在常温下能够使铁、铝等金属形成氧化膜而钝化

8. 向50 mL $18\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸中加入足量铜片并加热,充分反应后,被还原的 H_2SO_4 的物质的量()

A. 小于0.45 mol

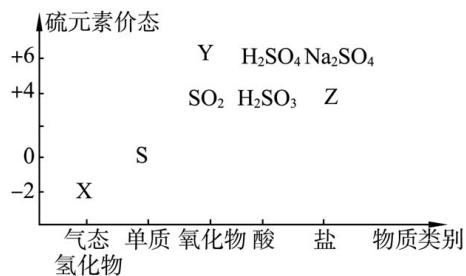
- B. 等于 0.45 mol
- C. 在 0.45 mol 和 0.9 mol 之间
- D. 大于 0.9 mol

9. 下列叙述正确的是()

- A. 浓硫酸是一种干燥剂,能够干燥氢气、氧气、氨气等气体,但不能干燥有较强还原性的 HI、H₂S 等气体
- B. 浓硫酸与单质硫反应的化学方程式为 S + 2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ 3SO₂ ↑ + 2H₂O, 在此反应中,浓硫酸既表现了强氧化性又表现了酸性
- C. 把足量铜粉投入含 H₂SO₄ 2 mol 的浓硫酸中,得到气体的体积在标准状况下为 22.4 L
- D. 常温下能够用铁、铝等容器盛放浓硫酸,是因为浓硫酸的强氧化性使其钝化

迁移·创新

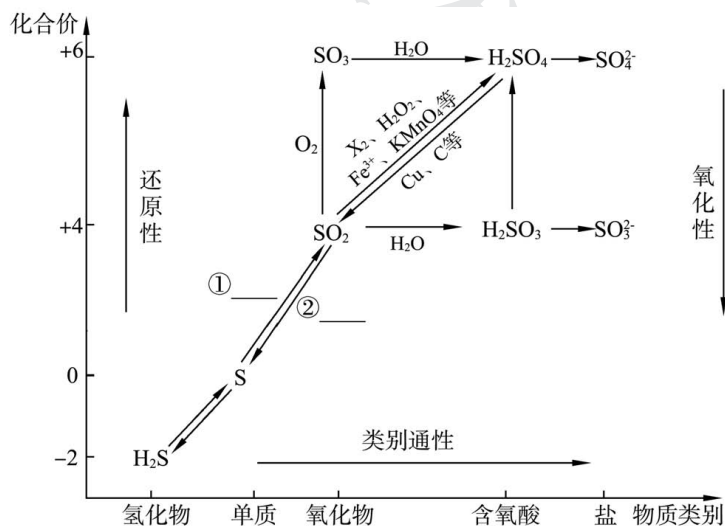
10. 物质的类别和核心元素的化合价是研究物质性质的两个重要视角。以硫及其化合物与价态变化为坐标的二维转化关系如图所示。



完成下列填空:

- (1) 图中 X 的分子式为 _____; 其水溶液在空气中放置易变浑浊, 写出反应的化学方程式: _____。
- (2) 下列物质用于 Na₂S₂O₃ 制备, 从氧化还原反应的角度, 理论上有可能的是 _____ (填字母)。
 - a. Na₂S + S
 - b. Z + S
 - c. Na₂SO₃ + Y
 - d. NaHS + NaHSO₃
- (3) 治理含 CO、SO₂ 的烟道气, 以 Fe₂O₃ 做催化剂, 将 CO、SO₂ 在 380 °C 时转化为 S 和一种无毒气体, 写出该治理烟道气反应的化学方程式: _____。

本节建构整合



教材习题分析

教材习题答案

1. AB 2. B 3. B 4. C 5. A
6. 给出含硫物质的重要应用事实, 列举含硫物质不

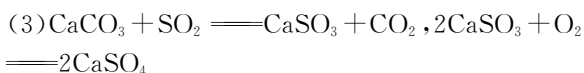
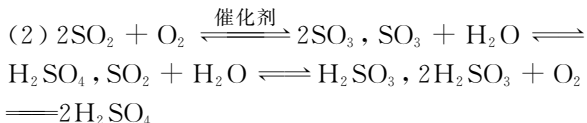
科学使用带来的危害。结合两个方面说明必须科学合理使用含硫物质。

7. AB
8. 不同意。虽然 SO₂ 和 Cl₂ 都可用来漂白某些有色

物质,但是等物质的量的这两种气体同时作用于潮湿的有色物质时,会发生如下反应: $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$,硫酸与盐酸都不具有漂白性,不能使有色物质褪色。

9. CD 10. D

11. (1)空气中 SO_2 含量增多,会导致硫酸型酸雨的发生。



12. 解:依据反应前后硫元素质量不变可知: $\text{FeS}_2 \sim 2\text{SO}_2 \sim 2\text{SO}_3 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。设制备浓硫酸的质量为 m ,则:



$$120 \qquad \qquad 196$$

$$1 \text{ t} \times 75\% \qquad m \times 98\%$$

$$m \times 98\% \times 120 = 1 \text{ t} \times 75\% \times 196$$

$$\text{解得 } m = 1.25 \text{ t}$$

13. 略

典型题目深解

教材第9题

习题目标

培养“科学探究与创新意识”“宏观辨识与微观探析”等学科核心素养。能从问题和假设出发,依据探究目的,分析实验过程和实验现象;能结合宏观的实验现象分析微观的实质,并且基于实验目的对实验方案进行评价。具体的练习目标包括:硫及其化合物性质及其转化,能从物质的类别和元素价态的角度,依据复分解反应和氧化还原反应原理,预测 SO_3^{2-} 的化学性质及其反应产物,知道 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 的反应,提高分析具体实验现象和其中化学反应的能力。

任务类型

本题是分析解释水平的习题。首先要求从化合价角度认识到 SO_3^{2-} 具有还原性,能够被空气中的氧气氧化成 SO_4^{2-} ;其次要求从复分解反应的角度理解 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 的反应以及 BaSO_3 与 H^+ 的离子反应;最后要求结合实验步骤,分析每个阶段的起始的物质成分、发生的反应、对应的实验现象、新的物质成分。

思路展示

要检验“ Na_2SO_3 溶液是否部分被氧化”,首先要知道 SO_3^{2-} 具有还原性,可以被氧化成 SO_4^{2-} ,据此可知这瓶溶液的成分可能存在三种情况:①只有

SO_3^{2-} ,②只有 SO_4^{2-} ,③含有 SO_3^{2-} 和 SO_4^{2-} 。然后逐一分析加入 BaCl_2 和 H_2SO_4 发生的变化和现象,具体分析如下:



本题注重探查对硫及其化合物的性质和转化的掌握情况,训练基于物质性质的系统思维:基于物质性质推断物质成分、所发生的反应、所产生的实验现象、物质成分的变化,建立宏观的物质组成、实验现象与化学反应实质的对应关系,从微观的视角进行系统分析。

此外,本题注重物质检验的实验问题解决。要检验“ Na_2SO_3 溶液是否部分被氧化”,其核心实质是 SO_4^{2-} 的检验方法,且 SO_3^{2-} 的存在会干扰 SO_4^{2-} 的检验。必须明确三点:① BaSO_4 和 BaSO_3 都是白色沉淀,但前者不溶于强酸而后者溶于强酸;②不能从添加的试剂中引入 SO_4^{2-} ,不能用稀硫酸做检验试剂;③防止加入的试剂将 SO_3^{2-} 氧化成 SO_4^{2-} ,不能加入硝酸。可行的实验方案:首先取少量溶液加入 BaCl_2 溶液,产生白色沉淀,再加入足量的稀盐酸,充分振荡。若沉淀完全溶解,则 Na_2SO_3 未被氧化;若沉淀部分溶解,则 Na_2SO_3 部分被氧化;若沉淀不溶解且没有气体(SO_2)产生,则 Na_2SO_3 完全被氧化。

易错分析

本题可能会产生漏选的情况。主要原因是没有明确题目的核心任务是什么、解决本题的关键点在哪里,没有规范的解题思路而导致思考问题不周全造成的。

拓展训练

Na_2SO_3 是亚硫酸盐存在的最常见形式,是优良的还原剂,溶于水得无色溶液。下列关于 Na_2SO_3 的说法中,正确的是()

- A. 向紫色的酸性 KMnO_4 溶液中滴加 Na_2SO_3 溶液,紫色可能褪去
 B. 向 Na_2SO_3 溶液中滴加 CaCl_2 溶液可能会生成沉淀
 C. 向 Na_2SO_3 溶液中滴加过量盐酸可能会生成 SO_2
 D. 向 Na_2SO_3 溶液中通入 H_2S 可能会出现浑浊
 答案:ABCD

第3节 氮的循环

瞄准课标 靶向学习

课标内容要求	课标学业要求
1. 结合真实情境中的应用实例或通过实验探究,了解氮及其重要化合物的主要性质,认识这些物质在生产中的应用和对生态环境的影响。 2. 结合实例认识氮及其化合物的多样性,了解通过化学反应可以探索物质性质、实现物质转化,认识物质及其转化在自然资源综合利用和环境保护中的重要价值。	1. 能依据物质类别和元素价态列举氮元素的典型代表物。 2. 能列举、描述、辨识氮及其化合物重要的物理和化学性质及实验现象。能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质。 3. 能从物质类别、元素价态的角度,依据复分解反应和氧化还原反应原理,预测氮及其化合物的化学性质和变化,设计实验进行初步验证,并能分析、解释有关实验现象。能设计常见物质制备、分离、提纯、检验等简单任务的方案。能从物质类别和元素价态变化的视角说明物质的转化路径。 4. 能根据物质的性质分析实验室、生产、生活及环境中的某些常见问题,说明妥善保存、合理使用化学品的常见方法。 5. 能说明氮元素及其化合物的应用对社会发展的价值、对环境的影响。能有意识运用所学的知识或寻求相关证据参与社会性议题的讨论(如酸雨和雾霾防治、水体保护、食品安全等)。

第1课时 氮气及氮的氧化物

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 自然界中的氮是如何循环的?
2. 自然界中如何实现氮的固定?

自主检测

某生态系统的氮循环如图所示。

- (1) 哪一类生物能将蛋白质转化为氨? ()

A. 微生物 B. 藻类

- (2) 该生态系统的豆科植物不施氮肥,仍能表现出良好的长势,原因是_____。



学习体验

素养形成

探究学习(一) 氮气和氮的固定

在新疆与青海交界处有一山谷,该山谷内经常电闪雷鸣、狂风大作,谷内的牧草非常茂盛,四季常青。

1. 请思考该山谷内为什么牧草茂盛? 写出相关反应的化学方程式。

2. 什么是氮的固定?

归纳总结

一、氮气

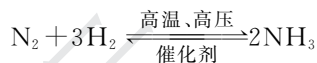
1. 物理性质

氮气是一种无色、无味的气体,难溶于水,密度比空气的小,约占空气体积的 78%。

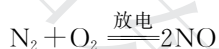
2. 化学性质

常温下,氮气的化学性质很不活泼,可代替稀有气体做保护气。但在高温、放电、点燃等条件下,氮气能与氢气、氧气、镁等发生化学反应。

(1)与氢气反应:



(2)与氧气反应:



注意:①雷雨天,有此反应发生。汽车尾气是 NO 的来源之一。

② N_2 和 O_2 反应后的最初产物是 NO,而不是 NO_2 。

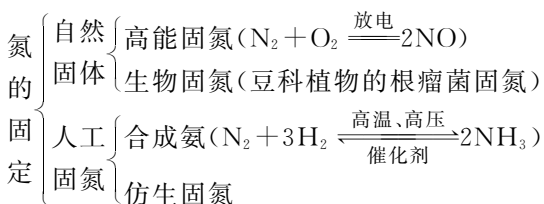
3. 主要用途

(1)氮气是合成氨制硝酸的重要材料。

(2)氮气常用作保护气,用于焊接金属、填充灯泡、保存农副产品等。

(3)液氮可做冷冻剂,应用于医学、高科技领域。

二、氮的固定



典例解析

【例 1】下列有关氮气的说法不正确的是()

A. 氮气可用作氮肥和硝酸的原料
B. N_2 与 H_2 在一定条件下反应生成 NH_3 属于氮的固定

C. 电闪雷鸣的雨天,雨水中会含有一定量的硝酸,首先发生氮气与氧气的反应生成 NO_2

D. 氮气能大量存在于空气中是因为氮气性质稳定,即使高温下也很难和其他物质反应

解析:氮气可用于合成氨,进而生产硝酸和铵态氮肥,A 说法正确;B 选项属于人工固氮; N_2 与 O_2 在放电作用下只能生成 NO,不能生成 NO_2 ,C 说法

错误;D 选项说明氮气的化学性质不活泼。

答案:C

拓展训练

1. 下列关于氮气的说法正确的是()

A. 氮气在氧气中燃烧可生成 NO

B. 镁能在氮气中燃烧生成 Mg_3N_2 ,体现了氮气的还原性

C. 医学上常用液氮做医疗手术中的冷冻剂,是利用氮气化学性质的不活泼性

D. 科学家根据自然界中存在的 N_2 ,制取出 N_3 和 N_5 , N_2 、 N_3 和 N_5 互为同素异形体

探究学习(二) 氮的氧化物

NO 是机体产生的一种生物调节因子,在多种生理和病理环节中发挥着重要作用。呼出气 NO,可作为气道炎症的生物标志物。呼出气 NO 由气道细胞产生,其浓度与炎症细胞数目高度相关联,作为气道炎症生物标志物。目前可通过口呼气 NO 测试和鼻呼气 NO 测试两种测试方法确定呼出气 NO 的浓度。呼出气 NO 的测定广泛应用于呼吸道疾病的诊断与监控中。

1. 你知道哪些氮的氧化物?

2. 它们分别有什么作用?

归纳总结

NO 和 NO_2 的性质比较

物质	NO	NO_2
物理性质	无色、不溶于水、密度比空气略大的有毒气体	红棕色、有刺激性气味、易溶于水、密度比空气大的有毒气体
化学性质	常温下易被空气中的氧气氧化: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	常温下易与水反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
收集方法	只能用排水法收集 NO	只能用向上排空气法收集 NO_2

方法导引

以“氮的固定”作为线索和途径去认识氮气、一氧化氮、二氧化氮的性质。从氮元素价态视角、物质类别视角,考虑自然界中存在的含氮物质,再结合实验现象综合考虑可能的转化过程。围绕转化过程分析,系统总结物质的性质。

典例解析

【例2】下列关于氮的氧化物的说法正确的是()

- A. 在 NO_2 与水的反应中,氧化剂与还原剂的质量之比为 2 : 1
 B. 收集 NO 和 NO_2 都能用向上排空气法
 C. NO_2 是硝酸的酸酐, NO 是亚硝酸(HNO_2)的酸酐
 D. 除去 NO 中少量的 NO_2 可用水洗后再干燥

解析:根据 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 知, NO_2 既是氧化剂又是还原剂,氧化剂与还原剂的质量之比为 1 : 2,A 说法错误;因为 NO 易与空气中的氧气反应,故收集 NO 只能用排水法,B 说法错误;硝酸的酸酐是 N_2O_5 , HNO_2 的酸酐是 N_2O_3 ,C 说法错误; NO 中混有少量的 NO_2 ,可与水反应生成 NO ,干燥后即得纯净的 NO ,D 说法正确。

答案:D

易错点拨:A 和 D 选项都考查了 NO_2 与水的反应,需要对反应及其实质熟练掌握。

拓展训练

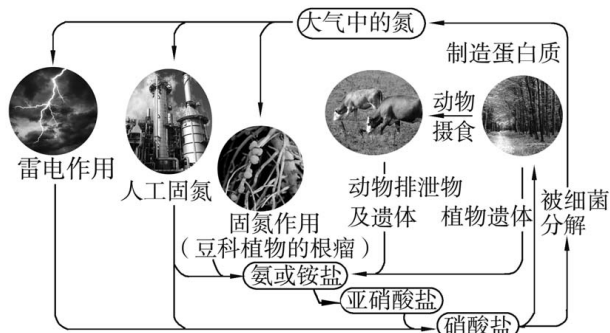
2. 下列关于氮的氧化物的说法不正确的是()
 A. 除去硝酸中的 NO_2 可通入足量 O_2
 B. NO_2 能与人体血液中的血红蛋白作用而引起中毒
 C. NO_2 可用 NaOH 溶液完全吸收
 D. NO 、 NO_2 是造成光化学烟雾和酸雨的因素之一

分层训练

素养提升

学习·理解

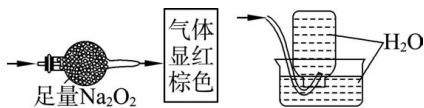
1. 下列关于自然界中氮循环(如图)的说法正确的是()



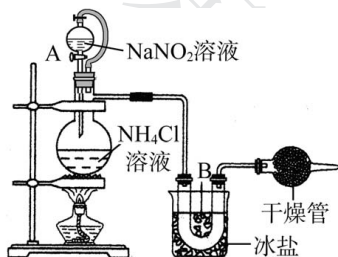
- A. 氮元素均被氧化
 B. 工业合成氨属于人工固氮
 C. 含氮无机物和含氮有机物不可相互转化
 D. 雷电过程中产生的氮氧化物,在大气中均可稳定存在
2. 电解氯化镁所得的镁蒸气在特定的环境里冷却即得固体镁,下列物质中可以用来做镁蒸气冷却剂的是()
 A. 氩气
 B. 氮气
 C. 氧气
 D. 二氧化碳
3. 下列说法错误的是()
 A. N_2 的化学性质不活泼,是因为氮元素不活泼
 B. 利用 N_2 的不活泼性,工业上常用 N_2 代替稀有气体作为焊接金属的保护气
 C. N_2 可跟 H_2 、 O_2 化合
 D. 水体中含氮化合物过多会引起水污染
4. (双选)下列有关氮气的说法正确的是()
 A. 通常状况下,氮气易溶于水
 B. 氮气只有氧化性没有还原性
 C. 镁能在氮气中燃烧生成 Mg_3N_2 ,反应中 N_2 体现氧化性
 D. 工业合成氨的反应是可逆反应
5. 下列对 NO 、 NO_2 的描述正确的是()
 A. NO 是红棕色气体,易溶于水,是酸性氧化物
 B. NO_2 可用排水法收集,且可由 N_2 和 O_2 直接化合而得到
 C. NO 、 NO_2 在一定条件下可相互转化,且二者都是引起光化学烟雾的大气污染物
 D. NO 的密度比空气的大,可用排空气法收集
6. 在 NO_2 与 H_2O 的反应中, NO_2 ()
 A. 只是氧化剂
 B. 既是氧化剂又是还原剂
 C. 只是还原剂
 D. 既不是氧化剂又不是还原剂

应用·实践

7. 无色的混合气体甲,可能含 NO 、 CO_2 、 NO_2 、 N_2 中的几种。将一定量的甲气体经过下图实验的处理,结果得到酸性溶液,而几乎无气体剩余,则甲气体的组成为()



- A. NO_2 、 N_2 B. NO 、 CO_2
C. NO_2 、 CO_2 D. NO 、 CO_2 、 N_2
8. 实验室常用饱和 NaNO_2 与 NH_4Cl 溶液反应制取纯净的氮气,见下图。反应的化学方程式为 $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\quad} \text{NaCl} + \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 反应放热。试回答:



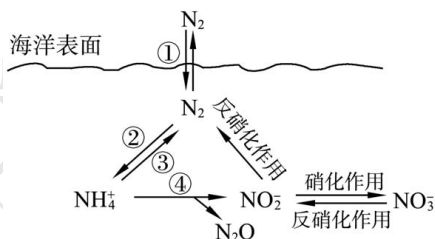
- (1) 装置中 A 部分的分液漏斗与蒸馏烧瓶之间连接的导管所起的作用是_____。
- A. 防止饱和 NaNO_2 溶液蒸发
B. 保证实验装置不漏气
C. 使饱和 NaNO_2 溶液容易滴下
- (2) B 部分的作用是_____。
- ① 冷凝 ② 冷却氮气 ③ 缓冲氮气流
- (3) 实验前必须进行的一个操作步骤是_____。
- 加热片刻后,应立即移去酒精灯以防反应物冲出,其原因是_____。
- (4) 收集 N_2 前,必须进行的步骤是_____ (用文字说明)。
- 收集 N_2 不适宜的方法是_____ (填序号)。
- ① 用排气法收集在集气瓶中
② 用排水法收集在集气瓶中
③ 直接收集在球胆或塑料袋中
9. NO 分子因污染空气而“臭名昭著”。近年来,发现少量的 NO 在生物体的许多组织中存在,它有扩张血管、提高免疫力、增强记忆力的功能,而成为当前生命科学研究热点, NO 亦被称为“明星分子”。

请回答下列问题:

- (1) NO 对环境的危害在于_____。
- A. 破坏臭氧层
B. 高温下能使一些金属被氧化
C. 造成酸雨
D. 与人体血红蛋白结合
- (2) 汽车尾气中含有 CO 和 NO , 消除这两种物质对大气的污染的方法是安装催化转化器,使它们发生反应生成对大气无污染的气体,该反应的化学方程式为_____。
- (3) 在常温下,把 NO 气体压缩到 100 个大气压,在一个体积固定的容器里加热到 50°C , 发现气体的压力迅速下降,压力降至大约为原压力的 $2/3$ 就不再改变,已知其中一种产物为 N_2O , 写出上述变化的化学方程式:_____。

迁移·创新

10. 氮元素在海洋中的循环,是整个海洋生态系统的基础和关键。海洋中无机氮的循环过程可用下图表示。



- (1) 海洋中的氮循环起始于氮的固定,其中属于固氮作用的一步是_____ (填图中数字序号)。
- (2) 下列关于海洋氮循环的说法正确的是_____ (填字母)。
- a. 海洋中存在游离态的氮
b. 海洋中的氮循环起始于氮的氧化
c. 海洋中的反硝化作用一定有氧气的参与
d. 向海洋排放含 NO_3^- 的废水会影响海洋中 NH_4^+ 的含量
- (3) 有氧时,在硝化细菌作用下, NH_4^+ 可实现过程④的转化,将过程④的离子方程式补充完整: $\text{NH}_4^+ + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NO}_2^- + \text{H}^+ + \text{_____}$

第2课时 氨气及铵盐

走进新知

素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 从哪些角度预测氨气的化学性质?

2. 实验室如何制取少量氨气?

自主检测

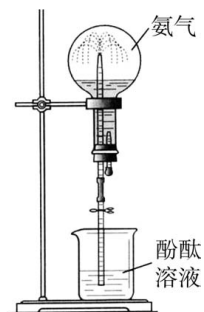
判断正误:

- (1) 液氨就是氨气的水溶液。()
- (2) 氨气与硫酸反应的实验现象和氨气与盐酸反应的实验现象一样,二者均会产生白烟。()
- (3) NH_3 中氮元素为-3价,处于最低价态,具有一定的还原性,在一定条件下可被 O_2 氧化。()
- (4) 铵盐溶液与碱溶液共热反应的离子方程式都可以表示为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。()
- (5) 实验室可用 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应制取少量氨气。()

学习体验

素养形成

探究学习 一 氨气的性质



观察氨气的喷泉实验,回答问题:

1. 描述实验现象。

2. 分析实验原理。

归纳总结

氨气的化学性质

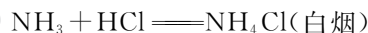
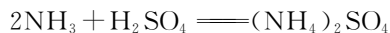
1. 与水反应



注意:①氨气能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。实验室用湿润的红色石蕊试纸检验氨气。

②因氨气极易溶于水,收集时只能用向下排气法。

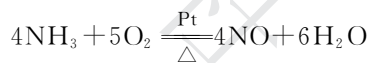
2. 与酸反应(生成铵盐)



注意:① NH_3 与 HCl 两气体相遇时,会产生白烟,也是检验 NH_3 的一种方法。

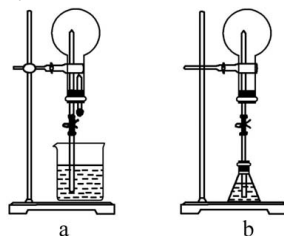
②挥发性的酸与 NH_3 在空气中相遇,都有白烟产生。如 HCl 、 HBr 、 HNO_3 遇 NH_3 都会产生白烟,而 H_2SO_4 、 H_3PO_4 无此现象。

3. 氨的催化氧化



典例解析

【例1】喷泉是一种常见的自然现象,其产生原因是存在压强差。



(1) 图 a 为化学教学中常用的喷泉实验装置。

在烧瓶中充满干燥气体,胶头滴管及烧杯中分别盛有液体。下列组合中可以形成喷泉的是()

- A. O_2 和 H_2O B. HCl 和 H_2O
C. NH_3 和 稀盐酸 D. H_2 和 H_2O

(2)某同学积极思考产生喷泉的其他办法,并设计了图 b 所示的装置。

①在图 b 的锥形瓶中,分别加入足量的下列物质,反应后可能产生喷泉的是()

- A. Cu 与 稀盐酸
B. Na_2CO_3 与 稀盐酸

②在图 b 锥形瓶外放一水槽,锥形瓶中加入酒精,水槽中加入冷水后,再加入足量的下列物质,结果也产生了喷泉。水槽中加入的物质是()

- A. 浓硫酸 B. 食盐

这种方法产生喷泉的原理是_____。

③比较图 a 和图 b 两套装置,从产生喷泉的原理来分析,图 a 是_____ (填“增大”或“减小”,下同)上部烧瓶内气体的压强,图 b 是_____ 下部锥形瓶内气体的压强。

(3)城市中常见的人造喷泉及火山爆发的原理与上述_____ (填“图 a”或“图 b”)装置的原理相似。

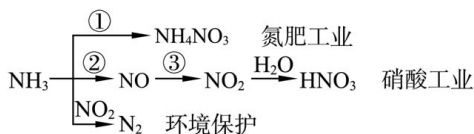
解析:(1)图 a 装置中形成喷泉的条件是烧瓶中的气压减小, O_2 和 H_2 不易溶于水,所以不能使烧瓶中的气压减小,不能形成喷泉。(2)图 b 装置是在锥形瓶中加入的物质能导致锥形瓶中的气压增大形成喷泉, Cu 与 稀盐酸不反应,不能导致锥形瓶中的气压增大。浓硫酸溶于水放出大量的热使酒精蒸发产生大量酒精蒸气,使锥形瓶内的压强增大形成喷泉。(3)人造喷泉是利用增大压强的方法形成喷泉的,与图 b 装置原理相似。

答案:(1)BC (2)①B ②A 浓硫酸溶于水放热,温度升高,酒精挥发加快,锥形瓶内压强增大
③减小 增大 (3)图 b

易错点拨:对题目所提示的信息“压强差”理解不透彻,不能从多个角度分析产生压强差的原因。

拓展训练

1. NH_3 是一种重要的化工产品,是氮肥工业和制造硝酸、铵盐的重要原料,下列有关叙述错误的是()



A. ①是硝酸, NH_4NO_3 是常用化肥,在农业上用作棉花、亚麻和蔬菜等农作物的肥料,不能与草木灰混合施用

B. 在硝酸工业中采用了氨的催化氧化法,②③均为 O_2

C. NH_3 和 NO_2 在一定条件下发生氧化还原反应,其化学方程式为 $8NH_3 + 6NO_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 7N_2 + 12H_2O$

D. 三个过程中均利用氨的还原性

探究学习(二) 铵盐的化学性质

谁动了我的化肥

老王在仓库里存放了一袋氮肥——碳酸氢铵(俗称碳铵),有一天他发现这袋化肥包装袋破损且化肥受潮,就将化肥拿到阳光下晾晒,一段时间后他发现化肥少了很多。请思考是谁“偷”了老王的化肥呢?



1. 请写出相关反应的化学方程式。

2. 铵态氮肥如何保持肥效?

归纳总结

铵盐的化学性质

1. 受热易分解



在储存碳酸氢铵化肥时,应密封包装并放在阴凉通风处。施肥时,应将其埋在地下以保持肥效。



2. 与碱反应

铵盐与碱反应产生氨气,在浓溶液和加热条件下反应的离子方程式为 $NH_4^+ + OH^- \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$ 。

注意:①在浓溶液中,铵盐与碱反应生成氨气;在稀溶液中,铵盐与碱反应生成一水合氨。

②实验室里利用此性质,用氯化铵固体与熟石灰反应制取氨气。

③实验室利用此反应和氨的性质检验 NH_4^+ 的存在。

④铵态氮肥不能与碱性物质,如石灰、草木灰等混合使用。

方法导引

以氮元素价态变化、物质类别的视角构建氮及其化合物的转化关系,并能够应用其分析解释生产生活,实验现象,物质的保存、检验、分离等问题;能够预测陌生含氮物质的性质、反应或实验现象,设计方案制备含有氮元素的物质和研究它们的性质。

典例解析

【例 2】下列关于铵盐的叙述不正确的是()

- A. 都易溶于水形成无色溶液
- B. 受热都能分解产生氨气和相应的酸
- C. 碳酸铵和碳酸氢铵受热分解所得产物种类相同
- D. 与 NaOH 溶液共热都能放出使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体

解析:硝酸铵分解发生氧化还原反应,不能产生氨气,B 说法错误;碳酸铵和碳酸氢铵受热分解产物都是 NH_3 、 H_2O 和 CO_2 ,C 说法正确;铵盐与 NaOH 溶液共热反应都能生成 NH_3 ,使湿润的红色石蕊试纸变蓝,D 说法正确。

答案:B

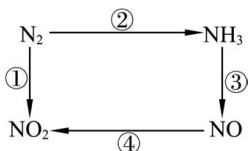
拓展训练

2. 下列物质与水作用形成的溶液能与 NH_4Cl 反应生成 NH_3 的是()
- A. NO_2
 - B. MgSO_4
 - C. Na_2O_2
 - D. SiO_2

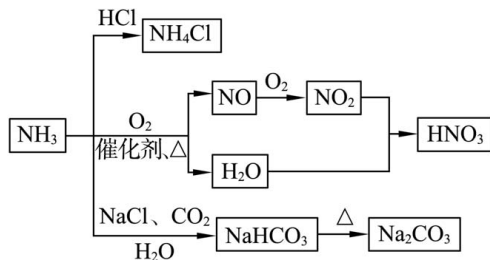
分层训练 素养提升

学习·理解

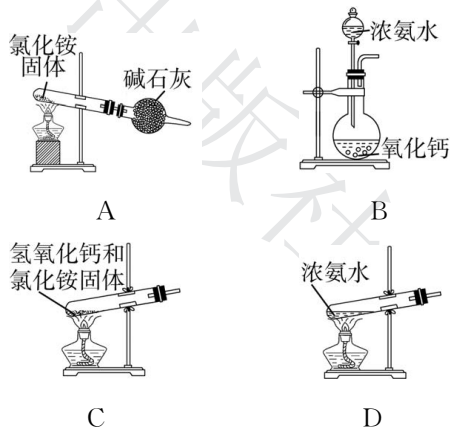
1. 如图所示转化关系中不能一步实现的是()



- A. ①
 - B. ②
 - C. ③
 - D. ④
2. NH_3 是一种重要的化工原料,可以制备一系列物质(如图所示)。下列说法正确的是()



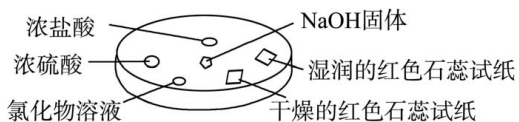
- A. NH_4Cl 和 NaHCO_3 都是常用的化肥
 - B. NH_4Cl 、 HNO_3 和 Na_2CO_3 受热时都易分解
 - C. NH_3 和 NO_2 在一定条件下可发生氧化还原反应
 - D. 图中所涉及的盐类物质均可与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生反应
3. 我国清代《本草纲目拾遗》中记载了药物“鼻冲水”：“贮以玻璃瓶。紧塞其口，勿使泄气，则药力不减，气甚辛烈，触人脑，非有病不可嗅。”“鼻冲水”是指()
- A. 酒精
 - B. 氨水
 - C. 烧碱
 - D. 硫酸
4. 试管中盛有少量白色固体,可能是铵盐,检验的方法是()
- A. 加水,将湿润的红色石蕊试纸放在试管口
 - B. 加氢氧化钠溶液,加热,将湿润的红色石蕊试纸放在试管口
 - C. 加氢氧化钠溶液,加热,滴入酚酞溶液
 - D. 加氢氧化钠溶液,加热,滴入石蕊溶液
5. (双选)下面是实验室制取氨气的装置和选用的试剂,其中正确的是()



6. (双选)下列有关氨气性质的叙述正确的是()
- A. 氨气不能在空气中燃烧
 - B. 氨气溶于水显弱碱性的主要原因是氨水中的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 电离出少量的 OH^-
 - C. 氨气和酸相遇都能产生白烟
 - D. 在反应 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ 中,氨失去电子被氧化

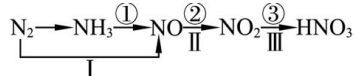
应用·实践

7. 如图所示,利用培养皿探究氨气的性质。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。下表中对实验现象所做的解释正确的是()



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	氯化物溶液变浑浊	该溶液一定是 AlCl_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 是一种可溶性碱

8. 将盛有 NH_4HCO_3 的试管加热,使放出的气体依次通过盛有足量 Na_2O_2 的干燥管、足量浓硫酸的洗气瓶,最后得到的气体是()
A. NH_3 B. O_2 C. H_2O D. CO_2
9. 工业中硝酸的制备和自然界中硝酸的生成既有相同的地方,又有区别。线路①②③是工业生产硝酸的主要途径,线路 I、II、III 是雷电高能固氮过程中硝酸的生成途径。



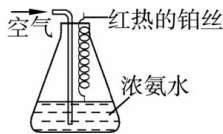
- (1) 完成下列问题:

写出①的化学方程式:_____。

反应 III 的氧化剂和还原剂的物质的量之比是_____。

- (2) 如图是氨的催化氧化的简易装置图。

在锥形瓶上方可能产生的红棕色气体是_____。在锥形瓶内还可能产生少量白烟,反应的化学方程式为_____。



迁移·创新

10. 某小组用传感技术测定喷泉实验中的压强变化来认识喷泉实验的原理(图 1)。

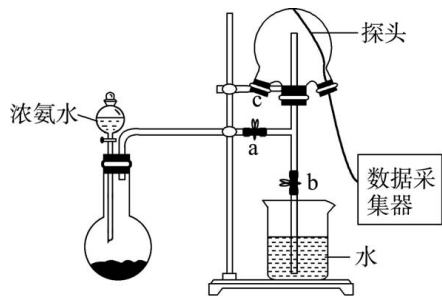


图1 氨气喷泉实验图

- (1) 制取氨。烧瓶中用浓氨水和某固体反应制取氨,该固体可以是_____。

A. CaO B. NaOH
C. CaCl_2 D. P_2O_5

实验室还可以用加热两种固体混合物的方法制取氨气,请写出反应的化学方程式:_____。

检验三颈瓶集满 NH_3 的方法是_____ (填操作和现象)。

- (2) 喷泉实验。关闭 a, 将单孔塞(插有吸入水的胶头滴管)塞紧颈口 c, 打开 b, 完成喷泉实验, 电脑绘制三颈瓶内压强变化曲线(图 2)。

图中_____点时喷泉最剧烈。

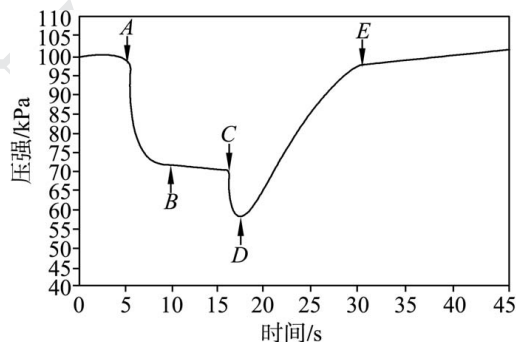


图2 喷泉实验中瓶内压强变化曲线

- (3) 引发喷泉实验的方法有多种,下列操作能引发喷泉的是_____。

A. 用热毛巾捂三颈瓶底部
B. 通入 HCl 气体
C. 加 CH_3COOH 溶液
D. 加 CCl_4

第3课时 硝酸、人类活动对氮循环和环境的影响

走进新知 素养初探

预习导读

阅读教材,思考以下问题:

1. 请谈一谈人类活动对氮循环和环境的影响。

2. 画出氮及其化合物的“价一类”二维图。

自主检测

1. 对于硝酸的物理性质,下列叙述不正确的是 ()

- A. 可以与水以任意比例互溶
- B. 不易挥发
- C. 有刺激性气味
- D. 质量分数在 95% 以上的硝酸为发烟硝酸

2. 什么是光化学烟雾?对环境有什么影响?

学习体验 素养形成

探究学习 ① 硝酸的性质

某地发生硝酸储罐泄漏事故,事发地附近可以看到大量黄褐色烟雾,处置小组调集 10 多辆消防车和运输车,调取石灰、液碱,采取酸碱中和等措施进行处置,防止废酸挥发。

1. 根据以上材料,分析硝酸的性质。

2. 如何除去浓硝酸中的“黄色”?

归纳总结

1. 物理性质

纯硝酸为无色、易挥发、有刺激性气味的液体,熔点为 $-42\text{ }^{\circ}\text{C}$,沸点为 $83\text{ }^{\circ}\text{C}$,密度为 $1.5\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。常用的浓硝酸的质量分数为 69%。95% 以上的硝酸称为发烟硝酸。

2. 化学性质

(1) 强酸性:具有酸的通性,但与金属反应不产生氢气。稀硝酸遇石蕊溶液变红色,浓硝酸遇石蕊溶液先变红(H^+ 的作用),随后慢慢褪色(氧化作用)。

(2) 不稳定性:



注意:①硝酸越浓,越易分解。

②浓硝酸应在带有玻璃塞的棕色试剂瓶中密封保存,并放在阴暗处。

③硝酸分解生成的 NO_2 溶于硝酸中,所以久置的浓硝酸呈黄色。

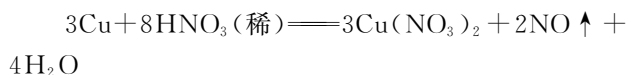
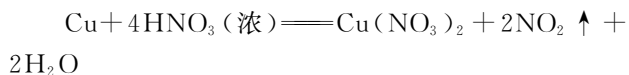
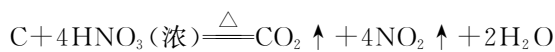
(3) 强氧化性:

①能将几乎所有金属(Au、Pt 除外)溶解,能与大多数非金属单质及某些还原性化合物发生氧化还原反应。

②硝酸越浓,其氧化性越强。

③还原剂一般被氧化为最高价。

例如:



注意:①硝酸做氧化剂时,一般地,浓硝酸的还原产物是 NO_2 ,稀硝酸的还原产物是 NO 。

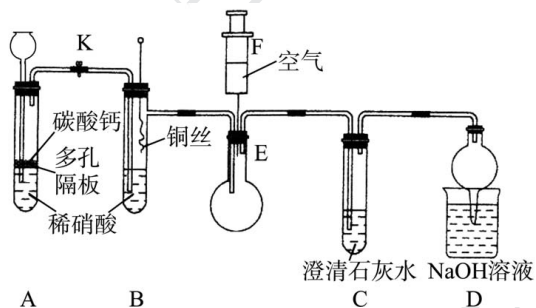
②常温下,浓硝酸使 Al、Fe 钝化。但加热时,保护膜被破坏,所以加热时浓硝酸也可使 Al、Fe 溶解。

方法导引

氧化性酸是指酸根离子中的中心原子在反应中表现出得电子能力的酸。硝酸分子中，+5价氮有很强的得电子能力，所以浓、稀硝酸都具有强氧化性。反应中N得电子，化合价降低被还原，还原产物可能是 NO_2 、 NO 、 N_2O 、 N_2 、 NH_3 、 NH_4NO_3 等。浓、稀硝酸和浓硫酸都是氧化性酸。

典例解析

【例1】某校课外活动小组为了探究铜与稀硝酸反应产生的是 NO 气体，设计了如下实验。实验装置如图所示：(已知 NO 、 NO_2 均能与 NaOH 溶液反应)



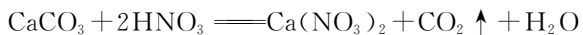
(1)设计装置A的目的是_____，为达此目的应进行的操作是_____；A中反应的化学方程式是_____。

(2)在(1)中的操作后将装置B中的铜丝插入稀硝酸中并微热，观察到装置B中的现象是_____；B中反应的离子方程式是_____。

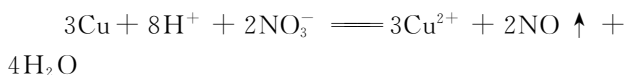
(3)装置E和F的作用是_____。

(4)D装置的作用是_____。

答案：(1)利用生成的 CO_2 将整套装置内的空气赶尽，以排除对 Cu 与稀硝酸反应生成的气体产物观察的干扰 打开K，当装置C中产生白色沉淀时，关闭K



(2)铜丝上产生气泡，稀硝酸液面上气体仍为无色，溶液变为蓝色



(3)验证无色气体为 NO

(4)吸收 NO 、 NO_2 等尾气，防止污染空气

易错点拨：题目的核心任务是“探究铜与稀硝酸反应产生的是 NO 气体”，所以方案要围绕产生 NO ，并证明是 NO 进行。错解的主要原因是没有领会意

图，思维不严密。

拓展训练

1. 向 KNO_3 溶液中滴加少量浓盐酸，分成等量的三份，第一份滴入淀粉碘化钾溶液，溶液将变成_____色；第二份加入小铜片，反应的离子方程式为_____；第三份滴加少量 AgNO_3 溶液，将看到有_____生成。

探究学习(二) 人类活动对氮循环和环境的影响

氮循环是全球生物地球化学循环的重要组成部分，随着城市化进程的不断加快，高强度的人类活动和城市景观格局的改变不仅影响了氮的循环过程，而且加重了氮污染的程度，对城市生态环境造成了严重的影响。

1. 请谈一谈人类活动对氮循环和环境会产生哪些影响。

2. “绿水青山就是金山银山。”请谈一谈减少人类活动对氮循环和环境影响的措施。

方法导引

学会构建含有氮元素的物质之间的转化关系；探讨人类活动对氮循环和环境的影响，体会人类与自然和谐相处的重要性、科学合理使用化学物质的必要性、化学科学在防治环境污染中起到的积极作用，促进“科学态度与社会责任”核心素养的发展。

典例解析

【例2】下列说法符合绿色化学思想的是()

- A. 对工业生产硝酸产生的废气、废水进行严格处理
- B. 开发利用仿生固氮技术以减少氮肥使用
- C. 验证硝酸的强氧化性时在通风橱内进行实验
- D. 建设“花园式工厂”

解析：A项，对废气、废水严格处理是补救措施，没有从源头上减少污染；B项，利用仿生固氮原理能减少氮肥使用，从源头上减少了污染物的排放；C项，在通风橱内进行实验并不能减轻对大气的污染；D项，“花园式工厂”也只是对环境的美化，没有从源头上减少污染。

答案：B

易错点拨：不了解绿色化学，即减少或消除有害

物质的使用和产生。

拓展训练

2. 亚硝酸钠是一种防腐剂和增色剂,但在食品中过量时会对人体产生危害,其在酸性条件下会产生 NO 和 NO₂。下列有关说法错误的是()
- A. NaNO₂ 既具有氧化性又具有还原性
B. 食用“醋熘豆芽”可能会减少亚硝酸钠对人体的危害
C. NaNO₂ 和胃酸作用的离子方程式为 $2\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{NO} \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
D. 1 mol NaNO₂ 在酸性条件下完全反应生成 NO 和 NO₂,转移电子的物质的量为 1 mol

分层训练

素养提升

学习·理解

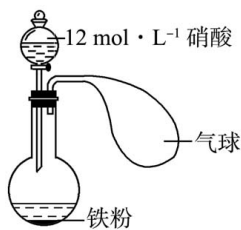
1. 我国清代《本草纲目拾遗》中记叙无机药物 335 种,其中“强水”条目下写道:“性最烈,能蚀五金……其水甚强,五金八石皆能穿滴,惟玻璃可盛。”这里的“强水”是指()
- A. 氨水 B. 硝酸 C. 醋 D. 卤水
2. 下列关于浓硝酸的叙述不正确的是()
- A. 常温下,铁、铝遇浓硝酸钝化,说明铁、铝与浓硝酸不反应
B. 浓硝酸与金属反应时,HNO₃ 常被还原为 NO₂
C. 实验室中浓硝酸要在棕色试剂瓶中密封保存,并放在阴凉处
D. 使石蕊溶液先变红后褪色
3. 从降低成本和减少环境污染的角度考虑,制取硝酸铜最好的方法是()
- A. 铜和浓硝酸反应
B. 铜和稀硝酸反应
C. 氧化铜和硝酸反应
D. 氯化铜和硝酸银反应
4. 下列反应中,硝酸既表现出氧化性又表现出酸性的是()
- A. 氧化铝和硝酸 B. 碳和硝酸
C. 硫化氢和硝酸 D. 铜和浓硝酸
5. 如图是一套实验室制取气体的装置,用于发生、干燥和收集气体。下列各组物质中能利用这套装置进行实验的是()



- A. 铜屑和浓硝酸 B. 铜屑和稀硝酸
C. 锌粒和稀盐酸 D. NH₄Cl 溶液和氧化钙
6. (双选)铁片投入下列溶液中,金属片质量增加的是()
- A. 冷的浓硝酸 B. Cu(NO₃)₂ 溶液
C. 稀硝酸 D. Fe(NO₃)₃ 溶液

应用·实践

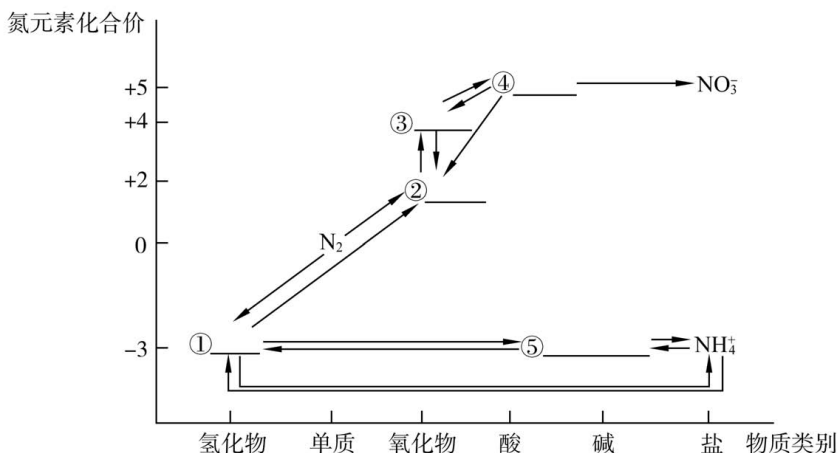
7. 如图所示,向一定量的铁粉中加入一定体积的 12 mol · L⁻¹ 硝酸并加热,待反应结束时,下列微粒在体系中一定大量存在的是()
- ① NO₃⁻ ② Fe³⁺ ③ H⁺
④ NO ⑤ NO₂
- A. ① B. ①⑤
C. ②④⑤ D. ①②③⑤
8. 3.2 g 铜与过量硝酸(8 mol · L⁻¹, 30 mL)充分反应,硝酸的还原产物为 NO₂ 和 NO,反应后溶液中所含 H⁺ 为 a mol,则此时溶液中所含 NO₃⁻ 为()
- A. (0.2+a)mol B. (0.1+a)mol
C. (0.05+a)mol D. a mol
9. 某溶液 100 mL,其中含硫酸 0.03 mol、硝酸 0.04 mol,若在该溶液中加入 1.92 g 铜粉微热,反应后放出一氧化氮气体约为()
- A. 0.02 mol B. 0.01 mol
C. 0.015 mol D. 无法计算



迁移·创新

10. 在浓硝酸中放入铜片:
- (1) 反应开始时的化学方程式为_____。
- (2) 若铜有剩余,则反应快要结束时的化学方程式为_____。
- (3) 待反应停止后,再加入少量 25% 的稀硫酸,这时铜片上又有气泡产生,其原因是_____。
- (4) 若将 12.8 g 铜跟一定质量的浓硝酸反应,铜耗完时,共产生气体 5.6 L(标准状况),则所消耗的硝酸的物质的量是_____。

本书建构整合

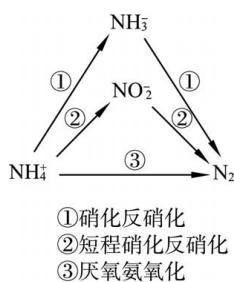


教材习题分析

教材习题答案

- (1)C (2)D D (3)BC (4)A (5)C
- 从氮元素化合价、多个实验事实及其化学方程式论证硝酸具有强氧化性。
- (1)C (2)B (3)C (4)BC (5)A
- (1)氨气在水中的溶解度很大,氨气溶解导致需要更多时间才能收集满氨气,导致浪费药品。
(2)可行。 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,加热浓氨水,随着温度的升高氨气溶解度减小逸出; $\text{CaO} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$,氧化钙与水反应放热,同时生成氢氧化钙,使氨气逸出。
(3)将湿润的红色石蕊试纸置于集气瓶口,若红色石蕊试纸变蓝,说明氨气已收集满。
- (1)①加入强碱并加热,将 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 转化为 NH_3 ,再回收处理;②化学氧化法,利用强氧化剂将 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4^+ 氧化为 N_2 ,进行脱除;③膜分离技术,利用膜的选择性进行氨氮脱除;④生物脱氮法;等等。
(2)氮在自然界中的循环,特别是氨和铵盐转化为硝酸盐,硝酸盐转化为氮气,通过细菌实现生物脱氮。
(3)① $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 + 2\text{OH}^- = \text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
③ 3.01×10^{24} 或 $5N_A$
(4)过程 I 需要消耗氢氧化钠,同时需要加热,增

加了生产成本。过程 II、III 分别进行,耗时较长;过程 III 还需要加入甲醇等还原剂,增加了成本。改进的方案:①在废水絮凝沉降的絮凝体表面氧气浓度大,培养好氧菌,进行氨氧化,而在絮凝体内部,氧气扩散慢,为缺氧区,反硝化菌占优势,可使过程 II、III 整合,实现同步硝化反硝化;②通过控制条件,将 NH_4^+ 氧化为 NO_2^- ,再反硝化为 N_2 ,实现短程硝化反硝化,减少处理时间;③将过程 II、III 循环进行,利用过程 III 产生的 NO_3^- 或 NO_2^- 氧化 NH_4^+ 生成 N_2O ,进一步将其转化为 N_2 排放。



6. 略

典型题目深解

教材第 5 题

习题目标

加深对含有氮元素的物质之间转化的理解,提升实现含有氮元素的物质之间转化的能力,结合生物学知识,提升学科综合水平;通过习题练习,认识到氮及其化合物性质及其转化关系在实际生活和工农业生产中的应用,发展“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养。具体的练习目标包括:结合真实情境中的应用实例,了解氮

及其化合物的主要性质,认识这些物质在生产中的应用和对生态环境的影响;了解通过化学反应实现物质转化,认识物质及其转化在促进社会文明进步、自然资源综合利用和环境保护中的重要价值;能用化学方程式、离子方程式正确表示典型物质的主要化学性质;能从物质类别和元素价态变化的角度说明物质的转化路径;能根据物质的性质分析实验室、生产及环境中的某些常见问题,提升运用所学知识解决实际问题的能力。

任务类型

此题属于系统探究水平的习题。

第(1)(2)题:着重提升运用所学知识,结合题目给出的信息,分析解释和解决实际问题的能力。

第(3)题:对设计出来的氨氮废水处理方案中的各个阶段进行理论性分析,加深对氮气及含氮化合物之间的转化关系的理解,提升运用所学知识分析和解决实际问题的能力以及离子方程式的书写能力和相关计算的能力。

第(4)题:对实际问题解决方案进行评价并提出合理化建议,注重培养创新意识。

思路展示

第(1)(2)题:第(1)题结合关于氮气及含氮化合物的信息以及结合“氮在自然界中的循环示意图”,认识到氨氮是植物生长的基本营养成分之一,为提出生物学处理氨氮废水奠定了基础;另外,氮的各种常见化合物多数有毒有害,氮气是大气主要成分且无毒无害,这就为设计方案解决问题指明了方向,即将氨氮最终转化为氮气而排放到大气中去。第(3)题已经给出一种设计方案,为设计处理方案予以暗示。第(2)题要求从教材中的“氮在自然界中的循环示意图”中寻找氨氮废水的处理方法,也为思考指明了方向。

第(3)题:首先给出一种氨氮废水处理的流程图:一是利用铵盐的性质和氨气制备方法,将溶液中的氨氮在碱性条件下加热,让氨气挥发出来,并用水等溶剂吸收再利用;二是在亚硝酸菌、硝酸菌的作用下,将氨氮氧化为亚硝酸根离子、硝酸根离子,再在反硝化菌作用下,将硝酸根离子、亚硝酸根离子还原为无毒的氮气从而达到排放要求。第②问涉及的离子方程式教材中没有,属于信息给予题型。第③问用甲醇还原硝酸,要求计算出 1 mol HNO_3 完全转化成 N_2 时转移的电子数,需要建立 $\text{HNO}_3 \sim \text{N}_2$ 的数量关系,结合电子转移数量关系进行计算。

第(4)题:需要把化学视角与实际问题解决联系起来,如关注上述方案中的多步氧化、多步还原,意识到能够通过条件控制减少氧化和还原阶段、缩短流程,属于创新思维的发展。

易错分析

第(1)题:没有考虑实际问题,或者没有领会题目的核心任务——除去废水中的含有氮元素的物质。例如,给出方案“加入适量盐酸,可形成 NH_4Cl 做化肥”,主要考虑氨氮废水的成分中有 NH_4^+ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,氨水显碱性,作为排放的水应显中性,所以就加入盐酸中和,中和后形成的 NH_4Cl 是化肥成分,可做化肥使用。这样的方案没有考虑实际问题,仍然没有把含有氮元素的物质从废水中除掉,没有考虑到废水中 NH_4^+ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度较低的实际情况。

第(2)题:可能会因为没看懂教材中的“氮在自然界中的循环示意图”,没有明确其中氨和铵盐的转化路径,导致不能作答。

第(3)题:第①问,书写离子方程式出现的错误形式有“生成物写成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ”“生成的 NH_3 没有气体符号”“反应条件没有写”等,还有的没有仔细审题写成了化学方程式。错解的原因主要是没有看清题意,忽略题干信息“升温至 30°C ,通入空气将氨赶出并回收”等关键信息。第②问,书写离子方程式,写成“ $2\text{NH}_4^+ + 5\text{O}_2 = 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O}$ ”“ $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 = \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ”“ $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 = \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$ ”。错解原因可能是没有关注到题目中的重要信息——碱性条件,没有理解和充分掌握氧化还原反应的离子方程式书写中要遵循的守恒原理:得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒。第③问,误写为 $2.5N_A$ 、 $4N_A$ 、 $10N_A$ 或 10 mol 等。导致错误的原因有:一是没有找到解决问题的本质,即 HNO_3 与 N_2 之间存在的定量关系,采取了先书写化学方程式再找到定量关系,然后再计算,在书写化学方程式、计算两个环节出现错误;二是对题意的理解出现问题,对“1 mol HNO_3 完全转化成 N_2 ”,误以为是生成 1 mol N_2 ;三是表述不准确,题目中要求回答的是“转移的电子数”,这里只能填写其数值而不能填写其物质的量。

第(4)题:回答“同意这种观点”,明显属于题意理解错误,题目是让提供解决问题的方案。

拓展训练

氮肥厂、生活污水中的氮元素多以 NH_4^+ 和

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的形式存在,氨氮废水超标排放是水体富营养化的重要原因。氨氮废水处理的方法有物理法、化学法、生物法等。

(1)吹脱法是在碱性条件下($\text{pH}=11$ 左右),向水中吹入热空气或水蒸气,使氨气挥发并回收利用的方法,过程中的离子方程式为_____。这种方法适合于高浓度的氨氮废水且成本高、脱氮率低,还可能造成二次污染。

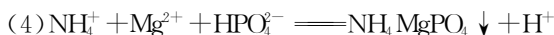
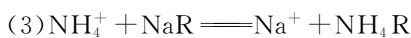
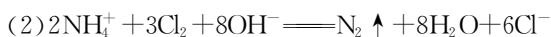
(2)折点加氯法是在碱性条件下,向废水中加入氯气或氯酸钠,将废水中的 NH_4^+ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 氧化为氮气,排放前用活性炭除去水中参与的氯。写出氯气在碱性条件下氧化 NH_4^+ 的反应的离子方程式:_____。

(3)离子交换法是利用钠离子交换树脂,将废水中的 NH_4^+ 转化为 Na^+ 。用 NaR 表示钠离子交换树脂。写出用离子交换树脂处理氨氮废水的离子方程式:_____。

(4)化学沉淀法是向废水中投入氯化镁和磷酸一氢钠,形成 NH_4MgPO_4 沉淀从而除去铵根离子的方法。写出反应的离子方程式:_____。

(5)生物法是先由硝酸菌作用下将 NH_4^+ 氧化为 NO_3^- ,再在反硝化菌作用下利用有机碳源将 NO_3^- 转化为氮气而排放。写出在硝酸菌作用下空气中的氧气将 NH_4^+ 氧化为 NO_3^- 反应的离子方程式:_____。

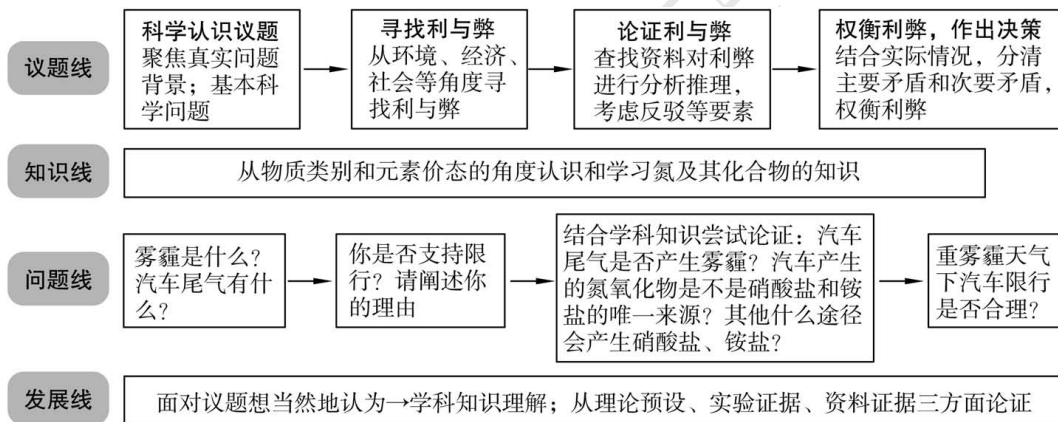
答案:



微项目 论证重污染天气“汽车限行”的合理性

——探讨社会性科学议题

项目拆解



项目达标

1. 下列有关城市各项污染源与其造成的后果对应正确的是()

A. 汽车尾气——光化学烟雾 工业废气——酸

雨 工业废水——“公害病”

B. 汽车尾气——酸雨 工业废气——“公害病”

工业废水——光化学烟雾

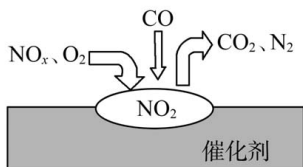
C. 汽车尾气——“公害病” 工业废气——酸雨

工业废水——光化学烟雾

D. 汽车尾气——光化学烟雾 工业废水——“公

害病” 工业废水——酸雨

2. 在汽车尾气净化装置里,气体在催化剂表面吸附与释放的过程如图所示,下列说法正确的是()



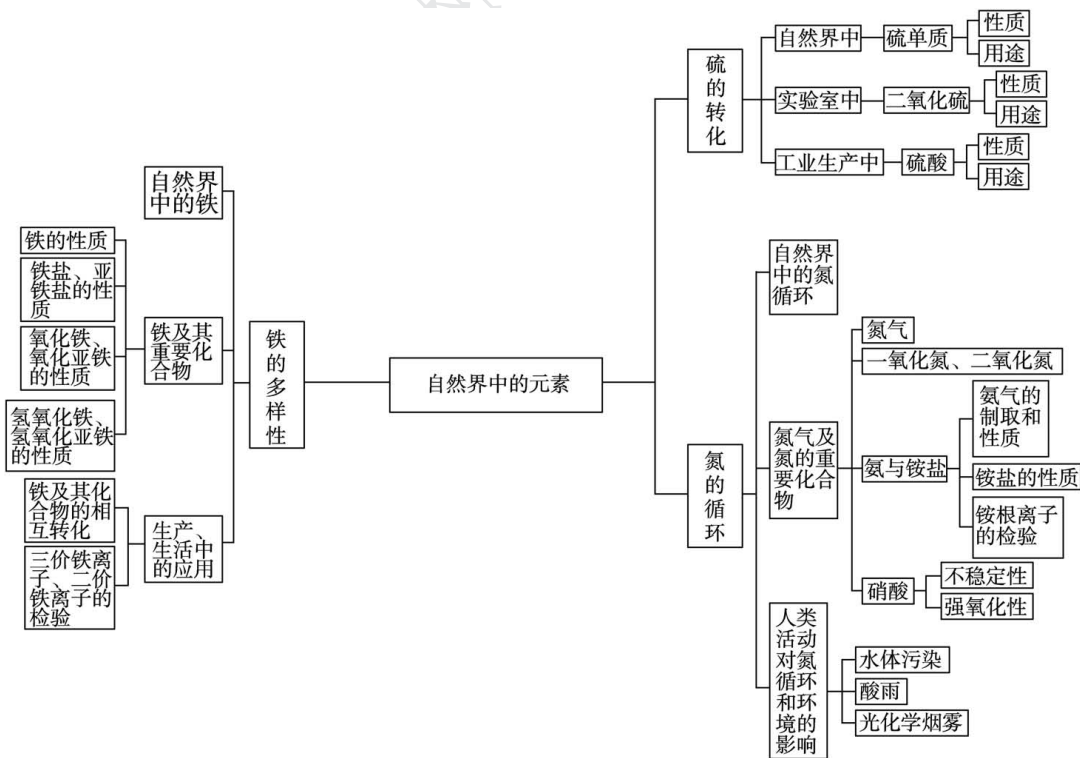
- A. NO 是该过程的中间产物
 - B. NO 和 O_2 必须在催化剂表面才能反应
 - C. 汽车尾气的主要污染成分包括 CO_2 和 N_2
 - D. 汽车尾气的主要污染物是 CO 和 NO
3. 汽车尾气主要含有 CO_2 、CO、 SO_2 、 NO_x 等物质,这

种尾气逐渐成为城市空气污染的主要来源之一。

- (1) 汽车尾气中的 CO 来自 _____, NO 来自 _____. 汽车尾气对环境的危害主要有 _____ (至少填两种)。
- (2) NO_x 能形成酸雨,写出 NO_2 转化为 HNO_3 的化学方程式: _____。
- (3) 汽车尾气中的 CO、 NO_x 在适宜温度下采用催化剂转化法处理,使它们相互反应生成参与大气循环的无毒气体,写出 NO 被 CO 还原的化学方程式: _____。

本章总结

本章建构整合



教材习题分析

教材习题答案

1. (1)C (2)C (3)BD (4)B (5)D (6)BD
(7)B
2. (1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$,
 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$,
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
(2)①CO、NO、SO₂
② $2\text{NO} + 2\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$
③促进 SO₂ 转化为 SO₃, 形成酸雨
④ABC
3. D
4. (1)NO、O₃、FeSO₄ Fe(NO₃)₃、Fe₂(SO₄)₃
(2)O₃ 氧元素
5. D
6. (1) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
(2)将 NO₂ 转化为 NO
 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
(3)稀硝酸 浓硝酸 NaOH 溶液
(4)③中气体不变色, ④中气体由无色变为红棕色
7. A: Fe B: FeCl₂ C: KOH D: KCl
E: Fe(OH)₂ F: Fe(OH)₃ G: FeCl₃
H: AgCl
 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$
 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$
8. (1)因为二氧化硫具有杀菌消毒作用, 有效抑制杂菌生长; 二氧化硫具有较强还原性, 是抗氧化剂, 防止葡萄酒氧化变质。
(2)①先加入氢氧化钠吸收葡萄酒中的二氧化硫, 再加入稀硫酸, 对产生的二氧化硫进行测量。
② $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$; 碘量法, 利用淀粉遇碘变蓝指示碘与二氧化硫的反应终点, 进而由参加反应的碘的物质的量计算二氧化硫的含量。
(3)对人体无害; 属于国家规定的食品添加剂; 具有还原性, 可抑制杂菌生长。

典型题目深解

第6题

习题目标

加深对+2、+4、+5价氮元素之间转化中氧化还原关系的理解, 关注 NO₂ 的制备、NO₂ 与 NO 的相互转化、氮氧化物尾气处理等基本知识, 提高获取信息解决实际问题的能力以及实验设计的能力, 发展“科学探究与创新意识”“科学态度与社会责任”等化学学科核心素养。具体的练习目标包括: 用化学方程式正确表示典型物质的主要化学性质; 依据氧化还原反应原理, 设计实验进行验证, 并能分析解释有关实验现象; 利用典型代表物的性质和反应设计常见物质分离、提纯等简单任务的方案, 能从元素价态变化的角度说明物质的转化路径; 提升运用含氮物质性质完成实验设计的能力, 培养环保意识。

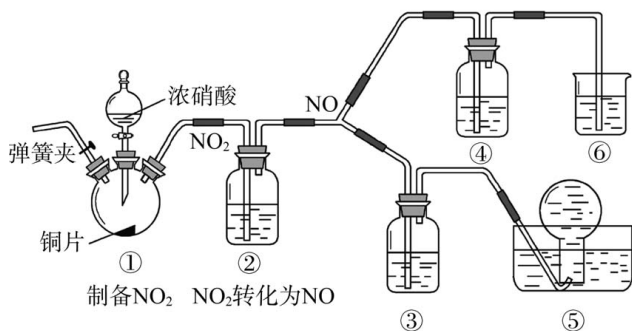
任务类型

该题属于复杂推理水平的习题。

思路展示

首先需要读懂本实验设计的目的是“探究浓、稀硝酸的氧化性相对强弱”, 看懂“浓硝酸能将一氧化氮氧化为二氧化氮, 而稀硝酸不能氧化一氧化氮”的描述, 这样就会理解设计中要求先制备 NO, 再分别通入浓、稀硝酸, 通过观察 NO 能否被氧化成 NO₂ 而出现其特定红棕色来验证实验的结论。但制备装置①中提供的反应物是铜与浓硝酸, 根据所学知识, 这两种物质反应只能制备 NO₂, 不符合实验的要求——制备 NO 并检验其性质。这样, 就需要先制备 NO₂, 并让 NO₂ 通过装置②转化为 NO, 再分别通入浓、稀硝酸, 检验浓、稀硝酸的氧化性强弱, 从而明确③和④是浓、稀硝酸; 但哪种溶液是浓硝酸、哪种溶液是稀硝酸还不能判断, 需要通过后面的装置及其作用才能分析。由于题给补充信息是“NaOH 溶液不与一氧化氮反应, 能与二氧化氮反应”, 可以推理出装置⑥中是 NaOH 溶液, 用来吸收反应中生成的 NO₂。这样, 装置④中溶液就只能是浓硝酸了, 因为如果装置④中是稀硝酸, 其不与 NO 反应, NO 不能被装置⑥中的溶液吸收, 会造成环境污染; 如果装置③中是稀硝酸, 不反应的 NO 可用排水法收集而不排入空气, 从而完整解答本题。本题的分析推理过程如图所示。

若稀硝酸→NO→无法吸收, 污染空气→不合理
若浓硝酸→NO₂→NaOH溶液吸收→合理



若浓硝酸→NO₂→水→NO→合理
若稀硝酸→NO→水→NO→合理

易错分析

第(1)(2)题: 常见错误是将反应的化学方程式写错, 如 $\text{Cu} + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{H}_2 \uparrow$ 等, 不能理解化学反应的含义, 需要加强双基训练, 重视对课本知识的理解和掌握。对装置②的作用, 也有填成“安全瓶”“防倒吸”等, 均属于未理解题意, 不知道装置①只能制备 NO₂, 需要装置②将之转化为题目中需要的反应物 NO。

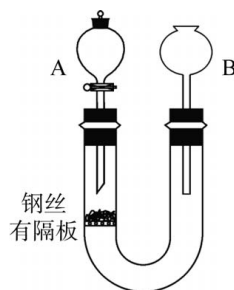
第(3)题: 容易将浓硝酸和稀硝酸顺序填反, 表明已经明确了题目中要达到的目的, 也能分析出装置①和②是制备 NO, 填错的原因可能是思维长度不够。理科思维不但要知道是什么, 更重要的是后面还要怎么做, 有连续的思维过程。化学中填写顺序的题, 思维过程一般长, 没有时间细想, 导致随手填写而功亏一篑; 还有可能是看错题图中③和④的位置, 导致填错顺序。

有填写浓硫酸、浓硝酸、水, 可能原因是误解题意, 误以为要用③和⑤进行干燥并收集 NO 气体。

第(4)题: 常见错误为“⑥中有气泡冒出, ⑤中液面下降”, 表明没有理解题意。题目中要求得出结论的实验现象, 而实验结论是浓硝酸的氧化性强于稀硝酸。回答此题, 只要描述装置③和④中气体颜色变化即可, 而装置⑤和⑥是尾气处理装置, 其中的实验现象与本题无关。

拓展训练

U形管、分液漏斗、胶塞设计如图装置, 证明铜与稀硝酸反应生成 NO。



(1) 检验装置的气密性, 步骤是 _____。

(2) 打开左侧橡胶塞, 加入铜丝, 塞紧橡胶塞, 打开分液漏斗 A 的玻璃塞和活塞, 自长颈漏斗 B 加入稀硝酸至 _____, 关闭 A 活塞, 此时观察到的现象是 _____。写出 U 形管中发生反应的离子方程式: _____。

(3) 如果你要观察 NO 与 O₂ 反应的实验现象, 你将如何操作? _____。写出相关化学方程式: _____。

(4) 从环保角度分析, 本实验存在什么缺陷? _____。改进方法是 _____。

答案: (1) 关闭 A 活塞, 自漏斗 B 加水至 U 形管右侧水面高于左侧。若两侧液面高度差不变, 则装置不漏气

(2) 浸过铜丝 铜丝表面有气泡产生, U 形管左侧溶液变为蓝色, U 形管左侧液面下降, 右侧液面上升 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO} \uparrow$

(3) 打开分液漏斗 A 的活塞, 让 U 形管中的 NO 进入分液漏斗 A 中 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$

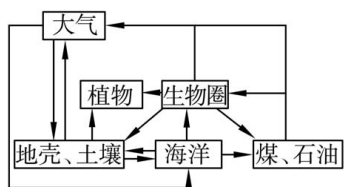
(4) NO 或 NO₂ 自分液漏斗 A 排入空气, 会污染空气 在分液漏斗 A 上口塞一团蘸有 NaOH 溶液的棉花

本章自我检测

(时间:45分钟 分值:100分)

一、选择题(本题共12小题,每小题5分,共60分。
每小题只有一个选项符合题意)

1. 下图是硫在自然界的循环,相关说法不正确的是()



- A. 大气中的硫可能以酸雨的形式进入土壤
B. 煤和石油中的硫燃烧生成三氧化硫进入大气
C. 化石燃料中的硫来自形成化石燃料的生物体
D. 煤和石油燃烧产生颗粒物可能是雾霾的成因之一

2. 下列关于浓硫酸的叙述不正确的是()

- A. 冷的浓硫酸与铁、铝接触时,会使金属表面生成一薄层致密的氧化物而钝化
B. 工业制取硫酸的原料是硫单质或含硫矿石如黄铁矿
C. 浓硫酸受热或光照易分解,故浓硫酸应保存在阴凉处
D. 浓硫酸有强氧化性,一定条件下能与碳等非金属单质反应

3. 下列关于氮及其化合物的说法错误的是()

- A. N_2 的化学性质稳定,可用作保护气
B. NO 、 NO_2 均为大气污染气体,在大气中可稳定存在
C. 可用浓盐酸检测输送 NH_3 的管道是否发生泄漏
D. HNO_3 具有强氧化性,可溶解铜、银等不活泼金属

4. 下列离子方程式书写正确的是()

- A. 铁跟稀硫酸反应: $Fe + 6H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 3H_2 \uparrow$
B. 向氯化亚铁溶液中通入氯气: $Fe^{2+} + Cl_2 \rightleftharpoons Fe^{3+} + 2Cl^-$
C. 向氯化铁溶液中加入适量铁粉: $Fe^{3+} + Fe \rightleftharpoons 2Fe^{2+}$



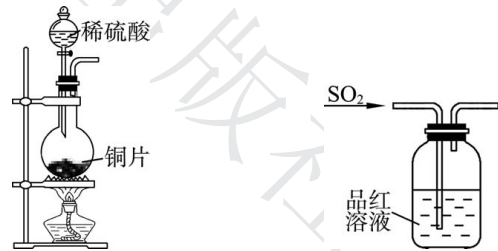
5. 下列有关 Fe、N、S 的化合物的说法正确的是()

- A. 可利用 KSCN 溶液检验 $FeSO_4$ 是否变质
B. 实验室常用向上排空气法收集氨气
C. 二氧化硫具有还原性,不能用浓硫酸干燥
D. 稀硝酸、稀硫酸均能将木炭氧化为二氧化碳

6. 在火星上工作的探测车的一个重要任务就是收集有关 Fe_2O_3 及其硫酸盐的信息,用以证明火星上存在或曾经存在过水。以下叙述正确的是()

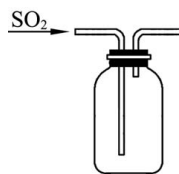
- A. Fe_2O_3 与 Fe_3O_4 互为同素异形体
B. 制备 Al 用电解法,制备 Fe、Cu 可用还原法
C. 将 SO_2 通入 $BaCl_2$ 溶液中至饱和,有沉淀产生
D. 检验从火星上带回来的红色物质是否是 Fe_2O_3 的操作步骤为:样品→粉碎→加水溶解→过滤→向滤液中滴加 KSCN 溶液

7. 下列装置不能实现相应实验目的的是()



A. 制取 SO_2

B. 验证 SO_2 漂白性



C. 收集 SO_2

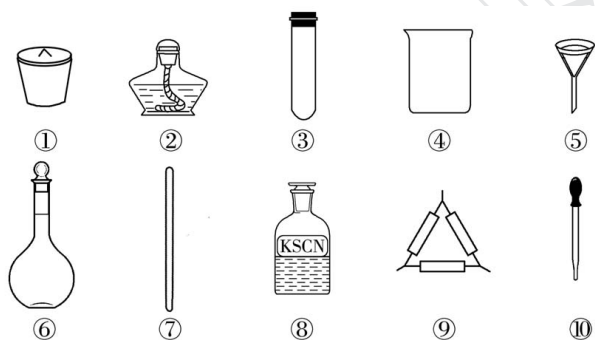


D. 处理含 SO_2 的尾气

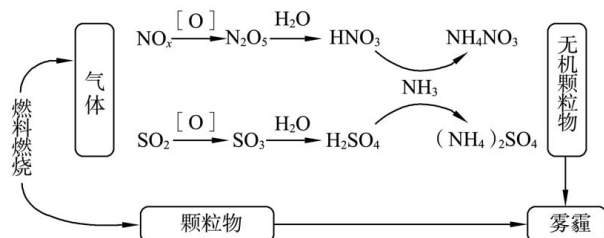
8. 根据下列实验操作及现象,所得结论一定正确的是()

选项	实验操作	现象	结论
A	向某溶液中滴加氯化钡溶液	产生白色沉淀	该溶液中一定含 SO_4^{2-}
B	向某溶液中滴加水和 KSCN 溶液	溶液呈红色	原溶液中含有 Fe^{2+}
C	将某气体通入酸性 KMnO_4 溶液	溶液褪色	该气体一定是 SO_2
D	向某溶液中滴加浓 NaOH 溶液, 加热, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口	试纸变蓝	原溶液中含有 NH_4^+

9. 若将 32.0 g 铜跟一定量的浓硝酸反应, 铜消耗完时, 共产生 13.44 L (标准状况) 气体, 则所消耗硝酸的物质的量为 ()
- A. 0.65 mol B. 0.4 mol
C. 1 mol D. 1.6 mol
10. 茶叶中铁元素的检验可经以下四个步骤完成, 各步骤中选用的实验用品不能都用到的是 ()



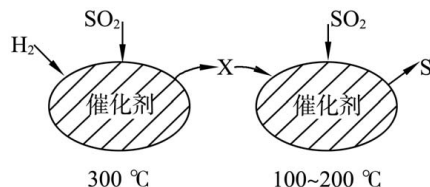
- A. 将茶叶灼烧灰化, 选用①②⑨
B. 用浓硝酸溶解茶叶灰并加蒸馏水稀释, 选用④⑥⑦
C. 过滤得到滤液, 选用④⑤⑦
D. 检验滤液中的 Fe^{3+} , 选用③⑧⑩
11. 研究表明, 氮氧化物和二氧化硫在形成雾霾时与大气中的氨有关(如图所示)。下列叙述错误的是 ()



- A. 雾和霾的分散剂相同

- B. 雾霾中含有硝酸铵和硫酸铵
C. NH_3 是形成无机颗粒物的催化剂
D. 雾霾的形成与过度施用氮肥有关

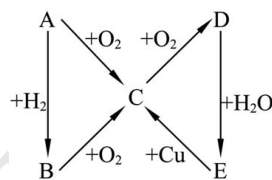
12. SO_2 属于严重的大气污染物, 可用 H_2 与 SO_2 高温反应消除 SO_2 的污染, 其反应原理可分为两步, 过程如图所示:



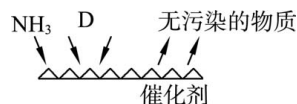
- 下列说法正确的是 ()
- A. SO_2 排放到空气中会形成 $\text{pH} \approx 5.6$ 的酸雨
B. 可用 CuSO_4 溶液检验是否有 X 气体生成
C. 在 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 温度时发生的是置换反应
D. 工业上可用浓硝酸处理工业尾气中的 SO_2

二、非选择题(本题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分)

13. 根据下图所示的 A、B、C、D、E 这 5 种物质的相互转化关系, 按如下要求填写相应的物质和有关的化学方程式。

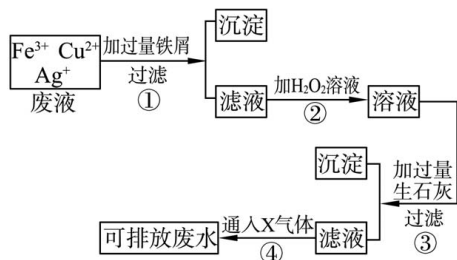


- (1) 当 A 是气体单质时, B 是 _____, C 是 _____, E 是 _____. 由 D 生成 E 的反应的化学方程式为 _____。利用目前应用最广泛 SCR 技术处理机动车尾气时, 在催化条件下利用氨气与 D 反应, 生成无污染的物质。发生反应的化学方程式为 _____。



- (2) 当 A 是固体单质时, B 是 _____, C 是 _____, E 是 _____. 由 E 生成 C 的反应的化学方程式为 _____。

14. 某工厂处理含 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 废水的流程图如图所示。



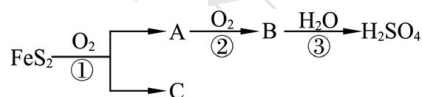
(1) 操作①中发生反应的离子方程式为_____。

(2) 操作②中 H_2O_2 起了_____ (填“氧化”或“还原”)剂的作用。

(3) 操作③中产生的沉淀为_____ (填化学式)。

(4) 操作④中通入的 X 气体为_____ (填化学式)。

15. 工业上利用黄铁矿(主要成分为 FeS_2)生产硫酸的工艺流程如图所示。



回答下列问题:

(1) 反应①②③中,属于氧化还原反应的是_____ (填序号)。

(2) A 能使品红溶液褪色,说明 A 具有的性质是_____。C 为红棕色固体,反应①在高温下进行,该反应的化学方程式为_____。

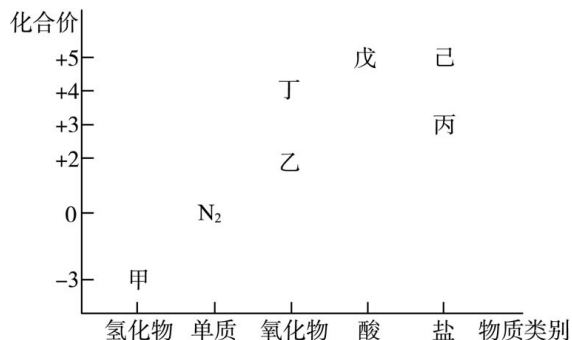
(3) 按照上述流程,1.5 t 黄铁矿(含 FeS_2 80%)理论上可生产 98% 的浓硫酸_____ t。

(4) 生产过程中产生的含 A 废气不能直接排放到大气中,下列试剂可用于吸收 A 的是_____。

a. 氯化钙溶液 b. 稀硝酸 c. 氨水

废渣 C 可用作高炉炼铁的原料,其与 CO 反应的化学方程式为_____。

16. 利用下图可以从不同角度研究含氮物质的性质及其转化关系。图中甲、乙均为含氮化合物。回答下列问题:



(1) 甲是常见的碱性气体,其与氯化氢气体反应的现象是_____;根据甲中氮元素的化合价判断其具有_____性。

(2) 根据戊所属物质类别可知其属于_____ (填“电解质”或“非电解质”);戊的浓溶液与红热的炭反应时,戊为_____ (填“氧化剂”或“还原剂”)。

(3) 红棕色气体丁与 H_2O 反应可转化为乙和戊,反应的化学方程式为_____。

期末检测(一)

——合格考水平测试

(时间:90分钟 分值:100分)

可能用到的相对原子质量: H:1 C:12 O:16

Na:23 S:32 I:127

一、选择题(本题共20小题,每小题3分,共60分。)

每小题只有一个选项符合题意)

1. 以下说法正确的是()
 - A. 纳米材料是指一种称为“纳米”的新物质制成的材料
 - B. 绿色食品是指不含任何化学物质的食品
 - C. 生物固氮是指植物通过叶面直接吸收空气中的氮气
 - D. 二氧化硫、二氧化氮、一氧化氮都属于大气污染物
2. 下列化合物的类别完全正确的是()
 - A. Na_2CO_3 , 碱, 电解质
 - B. MgO , 金属氧化物, 非电解质
 - C. H_2SO_4 , 酸, 电解质
 - D. CO_2 , 酸性氧化物, 电解质
3. 下列关于 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体的说法错误的是()
 - A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体属于混合物
 - B. 可利用丁达尔效应区分 FeCl_3 溶液和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
 - C. 可利用渗析的方法除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中少量的 FeCl_3
 - D. 制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体时应向沸水中滴加 FeCl_3 溶液并快速搅拌
4. 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是()
 - A. 18 g H_2O 中含有的质子数为 $10N_A$
 - B. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液中含有的 H^+ 数为 N_A
 - C. 1 mol NO 与 0.5 mol O_2 反应后的原子数为 $1.5N_A$
 - D. Na_2O_2 与水反应, 生成 1 mol O_2 时转移的电子数为 $4N_A$
5. 下列离子在强酸性溶液中能大量共存的是()
 - A. K^+ 、 I^- 、 MnO_4^-

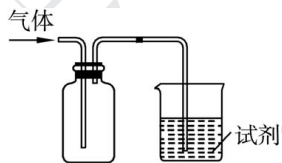
- B. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
 - C. K^+ 、 Cl^- 、 SO_3^{2-}
 - D. Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
6. 下列解释实验过程或事实的方程式不正确的是()
 - A. 84 消毒液(有效成分为 NaClO)和“洁厕灵”(主要成分为盐酸)混合使用放出氯气: $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 - B. 将少量金属钠放入水中: $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$
 - C. 红热的铁丝与水接触, 表面形成黑色保护层: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
 - D. 浓硝酸保存在棕色试剂瓶里, 放置在阴凉处: $4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\text{受热或见光}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 7. 下列有关新制氯水的说法错误的是()
 - A. 加入 CaCO_3 不发生反应
 - B. 具有酸性和氧化性
 - C. 强光照射有气体产生
 - D. 具有漂白性
 8. 下列有关 Na 、 Fe 及其化合物的说法错误的是()
 - A. 实验室中少量金属钠可保存在煤油中
 - B. 常温下可用铁制容器盛装浓硫酸
 - C. Na_2O_2 可与 CO_2 发生化合反应
 - D. 硫酸亚铁片是常用的补铁剂, 其包装要求密封, 不可与空气接触
 9. 日常生活中, 经常用到苏打(又叫纯碱)和小苏打两种物质。下列有关苏打和小苏打的叙述不正确的是()
 - A. 苏打和小苏打都溶于水
 - B. 在受热的条件下, 苏打比小苏打稳定
 - C. 苏打和小苏打都是碳酸盐, 都能与盐酸反应, 都不能与 NaOH 溶液反应

D. 相同质量的苏打和小苏打分别与足量等浓度的盐酸反应, 苏打放出的气体比小苏打少

10. 下列有关说法正确的是()

- A. 铜丝擦亮后伸入硫蒸气中反应, 产物是 CuS
- B. 硫在空气中的燃烧产物是二氧化硫, 在纯氧中的燃烧产物是三氧化硫
- C. 用小木棍蘸少量浓硫酸, 小木棍变黑, 说明浓硫酸有吸水性
- D. 浓硫酸不可用来干燥 H₂S 气体, 因其具有强氧化性

11. 如图所示装置可用于收集 SO₂ 并验证其某些化学性质, 下列说法正确的是()

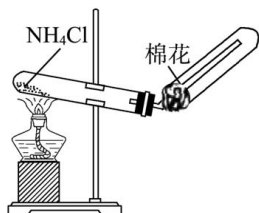


选项	试剂	现象	结论
A	酸性 KMnO ₄ 溶液	溶液褪色	SO ₂ 有氧化性
B	品红溶液	溶液褪色	SO ₂ 有漂白性
C	NaOH 溶液	无明显现象	SO ₂ 与 NaOH 溶液不反应
D	紫色石蕊溶液	溶液变红, 后不褪色	SO ₂ 有酸性, 没有漂白性

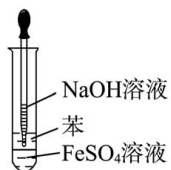
12. 某实验小组组装了下列所示实验装置, 不能达到实验目的的是()



A. 实验室制取 CO₂



B. 实验室制取氨气



C. 制取 Fe(OH)₂ 沉淀



D. 验证氧化性: Cl₂ > I₂

13. 根据下列实验操作与现象得出的结论正确的是()

选项	实验操作	现象	结论
A	向某溶液中滴加澄清石灰水	产生白色沉淀	该溶液中一定含 CO ₃ ²⁻
B	向品红溶液中通入某气体	溶液褪色	该气体一定为 SO ₂
C	向某溶液中滴加淀粉溶液	溶液变为蓝色	该溶液中一定含 I ₂
D	向某溶液中滴加硝酸银溶液	产生白色沉淀	该溶液中一定含 Cl ⁻

14. 《天工开物》记载:“凡火药以硝石、硫黄为主, 草木灰为辅……而后火药成声。”其中涉及的主要反应为 S + 2KNO₃ + 3C = K₂S + 3CO₂ ↑ + N₂ ↑。下列有关说法不正确的是()

- A. 硝石的主要成分为硝酸盐
- B. 硫黄在反应中做还原剂
- C. 该反应为放热反应
- D. 火药可用于制作烟花爆竹

15. 一种盐 X 与氢氧化钠共热, 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 溶液反应又生成 X, 则 X 可能是下列中的()

- A. (NH₄)₂SO₄
- B. NH₄NO₃
- C. NH₄Cl
- D. NH₄HCO₃

16. 下列说法错误的是()

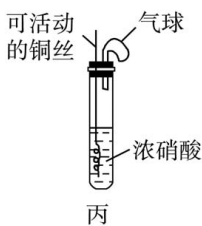
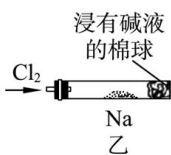
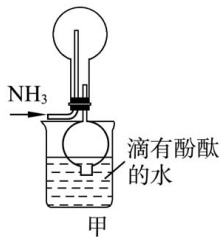
- A. 运用烤蓝技术, 在钢铁表面形成一层致密的氧化物薄膜
- B. 古代“曾青得铁则化为铜”是现代“湿法炼铜”的先驱, 它利用的是铁置换出铜的原理
- C. FeCl₃ 溶液可用于铜质线路板制作, 利用的是 FeCl₃ 能从含有 Cu²⁺ 的溶液中置换出铜
- D. 常温下, 铁遇浓硝酸发生钝化, 所以可用铁质容器盛放浓硝酸

17. 下列说法错误的是()

- A. 浓硫酸加到胆矾上, 蓝色晶体变成白色粉末
- B. 常温下 NH₃ 能与 Cl₂ 反应生成 NH₄Cl 和 N₂, 因此可用浓氨水检查 Cl₂ 管道是否泄漏
- C. Na₂O、Na₂O₂ 组成元素相同, 阳离子与阴离子个数比也相同
- D. 实验室制取氯气时, 为了防止环境污染, 多余的氯气可以用氢氧化钙溶液吸收

18. 下列叙述正确的是()
- A. 将 CO_2 通入 BaCl_2 溶液至饱和, 无沉淀产生; 再通入 SO_2 , 产生沉淀
- B. 在稀硫酸中加入铜粉, 铜粉不溶解; 再加入 KNO_3 固体, 铜粉仍不溶解
- C. 向 AlCl_3 溶液中滴加氨水, 产生白色沉淀; 再加入过量 NaHSO_4 溶液, 沉淀不溶解
- D. 在 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体中逐滴加入稀盐酸, 可观察到先生成红褐色沉淀后沉淀溶解

19. 下列做法符合“绿色化学”理念的是()



- ①实验室收集 NH_3 采用图甲所示装置
- ②实验室中做 Cl_2 与 Na 反应的实验时采用图乙所示装置
- ③实验室中采用图丙所示装置进行 Cu 与浓硝酸的反应
- ④实验室中采用图丁做 NH_3 与 HCl 反应生成铵盐的实验

- A. ①②③ B. ①②④
- C. ②③④ D. ①③④

20. 将一定质量的铁加入 100 mL 稀硫酸中, 为了中和过量的硫酸, 且使 Fe^{2+} 完全转化成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 共消耗掉 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 150 mL, 原硫酸溶液的浓度是()

- A. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

二、非选择题(本题共 4 小题, 每小题 10 分, 共 40 分)

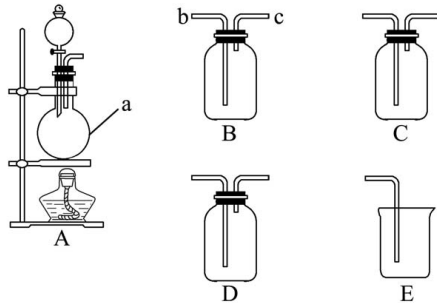
21. 智利硝石矿层中含有碘酸钠, 可用亚硫酸氢钠与其反应来制备单质碘, 其化学方程式为:



- (1) 反应中 _____ 元素被氧化, _____ 是氧化剂。

- (2) 用双线桥法标出电子转移的方向和总数。
- (3) 反应产物中, 所得氧化产物与还原产物的物质的量之比为 _____。

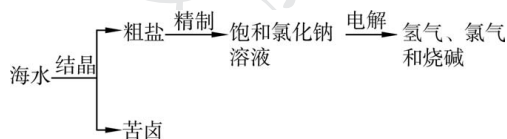
22. 下图所示为实验室常用装置。回答下列问题:



- (1) 仪器 a 的名称为 _____。
- (2) 利用二氧化锰与浓盐酸反应制备并收集 Cl_2 时, 依次连接装置 A、B、C、D、E 并加入适当的试剂。装置 B 中饱和食盐水的作用是 _____; 利用装置 C 干燥 Cl_2 , 选用的试剂是 _____; 装置 E 的作用是 _____。

- (3) 利用铜和稀硝酸反应制备并收集 NO 时, 连接装置 A、B、E 并加入适当的试剂。a 中反应的离子方程式为 _____, A 中导气管应连接 B 的 _____ (填“b”或“c”)端。实验过程中观察到 a 中出现了红棕色, 但收集的气体为无色, 原因是 _____ (用化学方程式表示)。

23. 海水中有非常丰富的化学资源, 从海水中可提取多种化工原料。下图是某工厂对海水资源综合利用的流程简图, 请回答相关问题。



- (1) 粗盐中含有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质, 精制得饱和食盐水过程中, 需要依次加入过量的 _____ (填字母, 下同)、 NaOH 溶液和 Na_2CO_3 溶液, 过滤后向滤液中加入 _____ 至溶液呈中性。

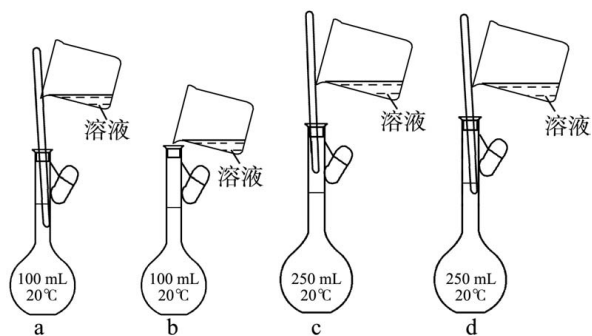
- a. 盐酸 b. BaCl_2 溶液
- c. 硫酸 d. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液

检验精制得到的饱和食盐水中硫酸根离子是否除净的实验操作为 _____。

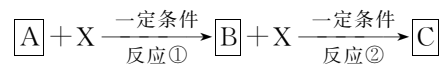
- (2) 电解生成的氯气和烧碱溶液可以用于制取简

易消毒剂,其原理是_____。
(用离子方程式表示)。

- (3)若实验室需要配制 250 mL $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的烧碱溶液,其中“转移”操作正确的是_____ (填字母);若定容时俯视刻度线,则所得溶液的浓度_____ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。



24. A、B、C、X 均为中学化学常见的纯净物,它们之间有如下转化关系(副产物已略去)。试回答:



- (1)若 X 是氧化性单质,则 A 不可能是_____。

a. S b. N_2
c. Na d. Mg

- (2)若 X 是金属单质,向 C 的水溶液中滴加 AgNO_3 溶液,产生不溶于稀硝酸的白色沉淀,则 B 的化学式为_____;C 溶液在储存时应加入少量 X,理由是(用必要的文字和离子方程式表示)_____。

A 与 C 溶液反应的离子方程式为_____。

期末检测(二)

——等级考水平测试

(时间:90分钟 分值:100分)

一、选择题(本题共10小题,每小题2分,共20分)

每小题只有一个选项符合题意)

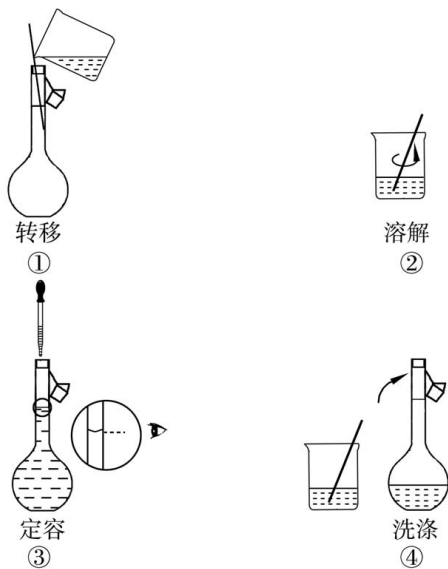
- 化学与生活密切相关。下列叙述错误的是()
 - 二氧化氯可用于生活用水的消毒
 - 碘酒可用于皮肤外用消毒
 - 活性炭具有除异味和杀菌的作用
 - 硫酸钡可用于胃肠 X 射线造影检查
- 关于物质的分类,下列说法正确的是()
 - 碱性氧化物一定是金属氧化物
 - 次氯酸、纯碱和明矾分别属于酸、碱和盐
 - 依据是否产生丁达尔现象,分散系分为溶液、胶体和浊液
 - 氨水、食盐水均能导电,故其溶质 NH_3 和 NaCl 均属于电解质
- 在给定的条件下,下列选项所示的物质间转化均能实现的是()
 - $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}, \Delta]{\text{O}_2} \text{N}_2 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$
 - 海水 $\xrightarrow{\text{熟石灰}} \text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg}$
 - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{盐酸}} \text{FeCl}_3(\text{aq})$
 - $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}, \Delta]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
- 下列指定反应的离子方程式书写正确的是()
 - 向 HNO_3 溶液中滴加 Na_2SO_3 溶液: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$
 - 向 CuSO_4 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
 - 向 FeBr_2 溶液中滴加少量氯水,溶液变黄: $2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
 - 将 4.48 L SO_2 (标准状况)通入 100 mL $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中: $2\text{SO}_2 + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- 二氟化二氧(O_2F_2)可以发生反应 $\text{H}_2\text{S} + 4\text{O}_2\text{F}_2 \rightleftharpoons \text{SF}_6 + 2\text{HF} + 4\text{O}_2$, 下列有关叙述错误的是()
 - H_2S 发生氧化反应

B. O_2F_2 既是氧化剂又是还原剂

C. 还原剂与氧化剂的物质的量之比为 1:4

D. 若生成 4.48 L O_2 (标准状况),则转移 $0.4N_A$ 个电子

- 配制 500 mL $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaCl 溶液,部分实验操作示意图如下:



下列说法正确的是()

- 实验中需用的仪器有:天平、250 mL 容量瓶、烧杯、玻璃棒、胶头滴管等
 - 上述实验操作步骤的正确顺序为①②④③
 - 容量瓶需要用自来水、蒸馏水洗涤、干燥后才可用
 - 定容时,仰视容量瓶的刻度线,使配得的 NaCl 溶液浓度偏低
- 下列关于阿伏加德罗常数(数值用 N_A 表示)的说法正确的是()
 - 4.6 g NO_2 和 N_2O_4 混合气体中含有 $0.3N_A$ 个原子
 - 1 mol Cl_2 被足量 NaOH 溶液吸收,转移 $2N_A$ 个电子
 - 标准状况下,2.24 L 水中共含有 $0.1N_A$ 个分子
 - 常温下, $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中含有 N_A 个 NO_3^-

8. 下列关于元素化合物的叙述正确的是()
- A. 钠久置于空气中最终生成 NaHCO_3
- B. CO_2 和 SO_2 通入 CaCl_2 溶液中均生成白色沉淀
- C. 氯气和二氧化硫均能使紫色石蕊溶液先变红后褪色
- D. CuCl_2 、 FeCl_2 及 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 都可以通过化合反应直接制得
9. 下列离子在所给条件下,一定可以大量共存的是()
- A. 强酸性溶液中: Cl^- 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 Fe^{2+}
- B. 遇酚酞显红色的溶液中: CO_3^{2-} 、 Mg^{2+} 、 Li^+ 、 SO_4^{2-}
- C. 无色透明溶液中: Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- D. 与铁反应能产生大量氢气的溶液中: SO_3^{2-} 、 K^+ 、 Cl^- 、 S^{2-}
10. 某 100 mL 混合溶液中, HNO_3 和 H_2SO_4 的物质的量浓度分别为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。向该混合液中加入 1.92 g 铜粉,加热,待充分反应后,所得溶液中 Cu^{2+} 的物质的量浓度是(忽略反应前后溶液体积的变化)()
- A. $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. $0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

二、选择题(本题共 5 小题,每小题 4 分,共 20 分。每小题有一个或两个选项符合题意,全部选对得 4 分,选对但不全的得 2 分,有选错的得 0 分)

11. 向盛装少量 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液(还原产物为 SO_4^{2-})的试管中依次加入过量的下列试剂,现象如下:

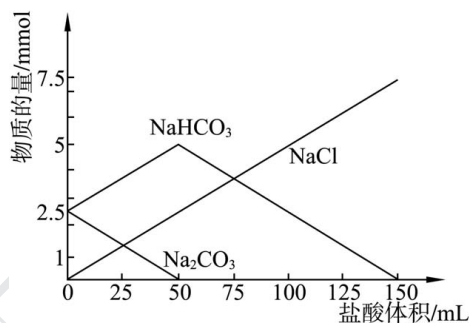
试剂	① MnSO_4 溶液	② 稀硫酸酸化的双氧水	③ 含 KSCN 的 FeCl_2 溶液	④ 淀粉碘化钾溶液
现象	溶液变成紫红色	紫红色褪去,产生气泡	溶液变红色	溶液变蓝色

下列说法不正确的是()

- A. ①中消耗 1 mol Mn^{2+} 时转移 5 mol 电子
- B. ②中双氧水表现氧化性
- C. ③中发生的氧化还原反应为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 氧化性强弱顺序为 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} > \text{MnO}_4^- > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
12. 下列有关实验的操作正确的是()

选项	实验	操作
A	稀释浓硫酸	先将浓硫酸加入烧杯中,然后倒入蒸馏水
B	制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	向饱和 FeCl_3 溶液中滴加 NaOH 溶液
C	CCl_4 萃取碘水中的 I_2	先从分液漏斗下口放出有机层,后从上口倒出水层
D	检验溶液中是否含有 Fe^{2+}	取少量溶液于试管中,先滴入几滴 KSCN 溶液,无明显现象再滴加少量氯水

13. 将一定量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 组成的混合物溶于水,配制成 1 L 溶液。取出其中的 50 mL 溶液,然后滴加一定物质的量浓度的盐酸,得到如图所示图像。下列有关叙述正确的是()

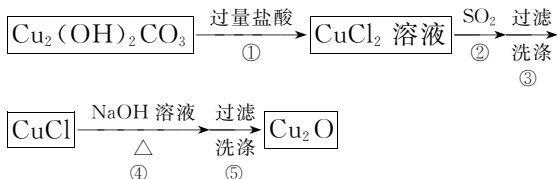


- A. 原混合物中 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 物质的量之比为 1:1
- B. 标注 NaCl 的直线代表产生的 CO_2 的物质的量
- C. 盐酸的浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 加入 150 mL 盐酸时,共产生标准状况下 2.24 L CO_2
14. 有一包白色粉末状混合物,其中可能含有 K_2CO_3 、 NaCl 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 CuSO_4 ,现取少量该固体混合物做如下实验:
- ①取部分固体混合物加入水中,振荡,有白色沉淀生成;
- ②向①的悬浊液中加入过量稀硝酸,白色沉淀消失,并有气泡产生;
- ③取少量②的溶液滴入 Na_2SO_4 溶液,有白色沉淀生成。
- 下列有关判断不正确的是()
- A. 该白色固体中一定不存在 NaCl 和 CuSO_4
- B. 该白色固体中一定存在 K_2CO_3 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$

C. 通过上述实验不能确定该固体是否存在 NaCl

D. 实验①和实验③中的白色沉淀分别是 BaCO₃ 和 BaSO₄

15. 某同学制备氧化亚铜(Cu₂O)的流程如下所示:



已知: CuCl 难溶于水和稀硫酸; $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是()

A. 流程中 Cu 元素相关的四种化合物均属于盐
B. 步骤②中的 SO₂ 起还原剂的作用, 可用 Na₂SO₃ 替换

C. 步骤④发生反应的离子方程式为 $2\text{CuCl} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

D. 若 Cu₂O 中混有 CuO 杂质, 可用稀硫酸检验

三、非选择题(本题共 5 小题, 每小题 12 分, 共 60 分)

16. 碳酸氢钠俗称“小苏打”, 在生活、生产中用途广泛。

(1) NaHCO₃ 在水中电离能产生的离子有 _____, 写出产生它们的电离方程式: _____。

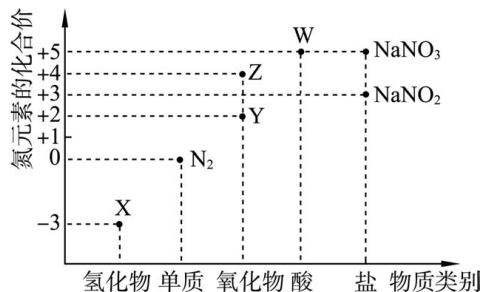
(2) 向 NaHCO₃ 溶液中加入少许 Ba(OH)₂ 溶液, 发生反应的离子方程式为 _____。

(3) NaHCO₃ 是氨碱法和联合制碱法制纯碱的中间产物, 写出联合制碱法制得 NaHCO₃ 的化学方程式: _____。

在滤出小苏打后, 母液提取氯化铵有两种方法: ①通入氨, 冷却后加食盐, 过滤; ②不通入氨, 冷却后加食盐, 过滤。对两种方法的评价正确的是 _____ (填字母)。

- a. ①析出的氯化铵纯度更高
- b. ②析出的氯化铵纯度更高
- c. ①的滤液可直接循环使用
- d. ②的滤液可直接循环使用

17. 利用元素的化合价推测物质的性质是化学研究的重要手段, 氮元素的常见化合价与部分物质类别的对应关系如图所示。



(1) 从氮元素化合价变化的角度分析, X、Y、Z、W 中既具有氧化性又具有还原性的有 _____ (填化学式)。

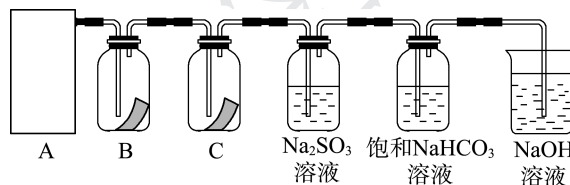
(2) 汽车尾气中含有 CO 和 Y 等有毒气体, 对汽车加装尾气净化装置, 使 CO 和 Y 反应生成参与大气循环的无毒气体。该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 _____。

(3) 将集满红棕色气体 Z 的试管倒置于盛有水的水槽中, 观察到的现象为 _____。

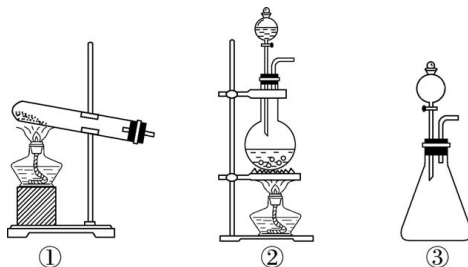
(4) W 的浓、稀溶液的性质既相似又有差别, 若要除去铁制品表面的铜镀层应使用 _____ (填名称), 反应的离子方程式为 _____。

(5) 已知 NaNO₂ 能被酸性 KMnO₄ 溶液氧化为 NaNO₃, 则 50 mL 0.01 mol · L⁻¹ NaNO₂ 溶液与 10 mL 0.02 mol · L⁻¹ KMnO₄ 溶液恰好完全反应时, 还原产物中 Mn 元素的化合价为 _____。

18. 84 消毒液是生活中常用的消毒剂, 可与硫酸溶液反应制取氯气, 反应原理为 $\text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。为探究氯气的性质, 某同学利用此原理制氯气并设计了如图所示的实验装置。



(1) 从①②③装置中选择合适的制氯气装置(A 处): _____ (填标号)。

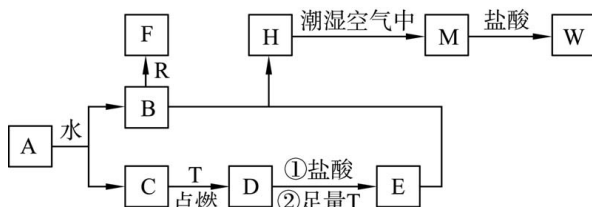


(2)装置 B、C 中依次放的是干燥的红色布条和湿润的红色布条,实验过程中该同学发现装置 B 中的布条也褪色,其原因可能是_____ ;说明该装置存在明显的缺陷,请提出合理的改进方法:_____。

(3)为了验证氯气的氧化性,将氯气通入 Na_2SO_3 溶液中,然后检验反应后溶液中是否含有 SO_4^{2-} ,写出氯气与 Na_2SO_3 溶液反应的离子方程式:_____。检验 SO_4^{2-} 的方法是取少量反应后的溶液于试管中,先加入足量的_____至无明显现象,然后再加入少量_____溶液,有白色沉淀生成,说明含有 SO_4^{2-} 。

(4)氯气通入饱和 NaHCO_3 溶液能产生无色气体,已知酸性:盐酸 > 碳酸 > 次氯酸,该实验证明氯气与水反应的生成物中含有_____ (填“盐酸”或“次氯酸”)。

19. 已知 A 为淡黄色固体, F 是组成膨松剂的基本物质, T 为生活中使用最广泛的金属单质, D 是具有磁性的黑色晶体, C、R 是无色无味的气体, H 是白色沉淀, W 溶液中滴加 KSCN 溶液出现红色。



(1)物质 A 的化学式为_____。
 (2)B 和 R 的溶液中反应生成 F 的离子方程式为_____。
 (3)H 在潮湿空气中变成 M 的实验现象是_____。

_____ , 化学方程式为_____。

(4)A 和水反应生成 B 和 C 的化学方程式为_____ , 由此反应可知 A 有作为_____ 的用途。

20. I. 高铁酸钾 (K_2FeO_4) 是一种新型、高效、多功能绿色水处理剂, 比 Cl_2 、 O_2 、 ClO_2 、 KMnO_4 的氧化性更强, 无二次污染, 工业上是先制得高铁酸钠, 然后在低温下向高铁酸钠溶液中加入 KOH 至饱和, 使高铁酸钾析出。

(1)干法制备高铁酸钠的主要反应为 $2\text{FeSO}_4 + 6\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{FeO}_4 + 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$ 。该反应中的还原剂是_____ (填化学式)。

(2)湿法制备高铁酸钾 (K_2FeO_4) 是在碱性环境中进行的, 反应体系中有六种反应微粒: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 ClO^- 、 OH^- 、 FeO_4^{2-} 、 Cl^- 、 H_2O 。

①请依据上述信息, 写出并配平湿法制高铁酸钾的离子方程式:_____。

_____。

②每生成 2 mol FeO_4^{2-} 转移_____ mol 电子, 若反应过程中转移了 0.5 mol 电子, 则还原产物的物质的量为_____。

II. 同已知: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$ 。

(1)含有 FeI_2 和 FeBr_2 的溶液中通入 Cl_2 , 此时依次被氧化的离子是_____。

(2)若向含 a mol FeI_2 和 b mol FeBr_2 的混合溶液中通入 c mol Cl_2 , 当该混合溶液与通入的 Cl_2 恰好完全反应时, a、b、c 的关系为_____ (用含 a、b、c 的代数式表示)。

参考答案

第1章 认识化学科学

第1节 走进化学科学

自主检测

1. D 2. B

探究学习一

年代	国家及人物	成就
古代		烧制陶瓷、酿酒、冶炼金属
近代	1661年 英国科学家波义耳	波义耳提出化学元素的概念,标志着近代化学的诞生
	1777年 法国科学家拉瓦锡	拉瓦锡提出氧化学说,使近代化学取得了革命性的进展
	1803年 英国科学家道尔顿	道尔顿提出原子论,为近代化学的发展奠定了坚实的基础
	1811年 意大利科学家阿伏加德罗	阿伏加德罗提出分子学说,系统地解决了在物质组成和原子量(现称相对原子质量)测定方面存在的混乱问题
	1869年 俄国科学家门捷列夫	门捷列夫发现元素周期律,把化学元素及其化合物纳入一个统一的理论体系
现代	20世纪	放射性元素的发现、现代量子化学理论的建立、化学热力学与动力学的开创性研究、合成化学、高分子化学、化学工业
	1965年 我国科学家	我国科学家成功地合成了结晶牛胰岛素,在世界上首次实现了蛋白质的人工合成
	2016年 中国屠呦呦	从中药材青蒿中发现抗疟有效成分并成功提取,帮助600多万人摆脱疟疾的威胁

拓展训练

1. B

探究学习二

1. 现代化学已经成为实验与理论并重的科学。化学是在原子、分子水平上研究物质的组成、结构、性质、转化及其应用的一门基础学科,其特征是从宏观和微观两个角度认识物质、以符号形式表征物质、在不同层面上创造物质。

2. 化学科学的创造性

(1)发现物质:从矿物、岩石以及生物体中发现有用物质,并能进行提取。

(2)创造物质:能够根据需要,运用物质结构理论、化学反应规律和现代技术,设计具有特殊性质或功能的新分子,创造出自然界中不存在的物质。

3. (1)农业:合成氨的化工技术,解决了人类面临的饥饿问题。

(2)医药:新药的成功研制,能使人类解决许多疾病。

(3)信息:以硅及其化合物为原料制造的芯片和光导纤维引领我们进入信息时代。

(4)资源、能源:科学、合理地开发与利用。

(5)材料:新型无机非金属材料、金属材料、有机高分子材料等。

(6)环境和治理手段更加快速、灵敏,实现对环境污染的科学防治。

拓展训练

2. D

【分层训练 素养提升】

1. D 2. D 3. AD 4. C 5. A 6. C 7. B 8. D
9. A 10. D

第2节 研究物质性质的方法和程序

第1课时 钠的性质

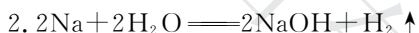
自主检测

1. A 2. 略

探究学习一

1.

实验现象(或操作)	原因分析
钠浮在水面上	钠的密度比水小
钠熔化成小球	钠的熔点低,与水反应放出的热量使之熔化
钠球四处游动	生成的气体推动小球四处游动
发出嘶嘶的响声	说明生成了气体
向溶液中滴入酚酞,溶液变红	说明生成了碱,酚酞遇碱变红
.....



3. 根据元素守恒,除生成 NaOH 外,还剩一个氢原子,只能生成 H_2 。

拓展训练

1. D

探究学习二

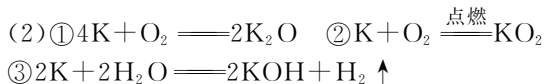
答案参考“归纳总结”。

拓展训练

2. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可以控制反应的发生和停止(其他答案合理均可)
 (2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \longrightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ (3) 吸收未反应的 CO_2 (4) O_2

【分层训练 素养提升】

1. B 2. A 3. D 4. C 5. B 6. D 7. B 8. B
 9. D
 10. (1) 不大 银白色 固体



(4) 观察、类比预测、实验验证

(5) 观察外观性质、预测物质性质、实验和观察、解释和结论

第 2 课时 氯气的性质

自主检测

1. B 2. 略

探究学习一

实验 1 参考“归纳总结”。

实验 2: 试管内黄绿色变浅,水面上升,说明氯气能溶于水。

拓展训练

1. C

探究学习二

答案参考“归纳总结”。

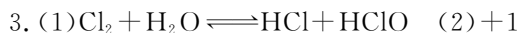
拓展训练

2. D

探究学习三

答案参考“归纳总结”。

拓展训练



(3) 取少量水样,加入硝酸酸化的硝酸银溶液,若生成白色沉淀,则证明矿泉水或纯净水是用自来水假冒的

探究学习四

答案参考“归纳总结”。

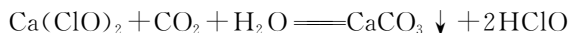
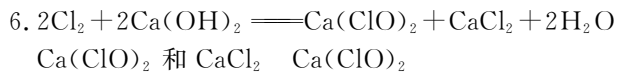
拓展训练

4. B

【分层训练 素养提升】

1. B 2. B 3. C 4. D

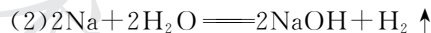
5. (1) Cl_2 (2) Cl^- (3) 漂白 HClO 漂白
 (4) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$



漂白粉与空气中的水和 CO_2 反应生成次氯酸,时间一长次氯酸又分解,故会失效

7. C 8. B

9. (1) Na_2O_2 H_2O



(3) 供氧剂、漂白剂、消毒剂(任答一种即可)

10. (1) 保存在带玻璃塞的棕色试剂瓶中,并置于阴凉处

(2) HClO 将变红的溶液漂白 NaOH 与氯水反应碱性减弱

(3) 向褪色后的溶液中再加入 NaOH 溶液,若变红,说明是原因②,否则是原因①

【本节建构整合】

① 金属 ② 非金属 ③ 水 ④ 碱溶液

第 3 节 化学中常用的物理量——物质的量

第 1 课时 物质的量及其单位——摩尔

自主检测

1. (1) \checkmark (2) \times (3) \checkmark (4) \checkmark 2. D

探究学习一

略

拓展训练

1. B

探究学习二

微粒数:氢原子 1.204×10^{24} 氧原子 6.02×10^{23}

物质的量:氢原子 2 mol 氧原子 1 mol

拓展训练

2. D

【分层训练 素养提升】

1. B 2. D 3. A 4. B 5. A 6. C 7. D 8. D

9. (1) $0.5N_A$ (2) $7N_A$ (3) 2 mol

10. (1) 4 (2) 0.025 mol (3) N_A 9

第2课时 摩尔质量和气体摩尔体积

自主检测

1. D 2. A

探究学习

1. 1 mol 物质的质量以克为单位时,其在数值上等于其相对原子质量或相对分子质量。

2. 在相同的温度和压强下,1 mol 不同气体的体积相同。

拓展训练

32 6.02×10^{22} 1.12

【分层训练 素养提升】

1. C 2. A 3. D 4. C 5. A 6. B 7. C 8. A

9.

物质	粒子数/个	质量/g	物质的量/mol	摩尔质量/($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
氩气	1.204×10^{23}	8	0.2	40
S	1.204×10^{23}	6.4	0.2	32
CO_2	3.01×10^{23}	22	0.5	44
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	1.505×10^{23}	45	0.25	180

10. 0.025 mol $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 32

第3课时 物质的量浓度

自主检测

1. 略 2. 略 3. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 4. 略

探究学习一

答案参考“归纳总结”。

拓展训练

1. (1) C、E、F、G、H 5.6 mL

(2) 使浓硫酸沿烧杯内壁慢慢流下,同时用玻璃棒不断搅拌

(3) 搅拌 引流 (4) A、C、D、E

探究学习二

1. $n = N/N_A$ $n = m/M$ $n = V_{\text{气}}/V_m$ $n = c \cdot V_{\text{液}}$

2. (1) $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

65 g 2×36.5

0.65 g m

$m = 0.71 \text{ g}$

$n = m/M = 0.71 \text{ g} / 36.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.02 \text{ mol}$

$V = 0.02 \text{ mol} / 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.01 \text{ L}$

$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

1 mol 2 mol

0.01 mol x

$x = 0.02 \text{ mol}$

$V = 0.02 \text{ mol} / 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.01 \text{ L}$

比较两者方法,用物质的量计算简便。

(2) 略

拓展训练

2. (1) $1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ (2) $0.28 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

【分层训练 素养提升】

1. B 2. A 3. B 4. C 5. D

6. 8 $4N_A$ 或 2.408×10^{24} 64

7. A 8. B 9. B

10. (1) C (2) 偏低 玻璃棒紧靠容量瓶口,造成洗涤液外溢;玻璃棒从容量瓶移出时,残留在玻璃棒上的洗涤液可能滴在瓶外;玻璃棒移出后放在桌子上,造成残留洗涤液损失(可列举一项) (3) 不一致 因 Na_2CO_3 的计算量为 2.12 g,而托盘天平只能精确至 0.1 g。

【本节建构整合】

① $n \cdot M$ ② $n \cdot V_m$ ③ $\frac{n}{c}$

微项目 探秘膨松剂

项目达标

1. C 2. A

3. (1) $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(2) 碳酸钠可以与酸反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) 碳酸氢铵适合于制品中水分含量较少的产品,如饼干,因为 NH_3 易溶于水,且在水中的溶解度非常大,形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$,使制品有臭味,影响食物口感;建议 NaHCO_3 和 NH_4HCO_3 应尽可能减少单独使用,两者合用能减少一些缺陷。

本章自我检测

1. B 2. A 3. B 4. D 5. A 6. B 7. D 8. B

9. C 10. D 11. D 12. D

13. (1) Cl_2 Fe

(2) $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$

(3) 铁丝在氯气中剧烈燃烧,产生棕红色的烟

(4) 混合气体发生爆炸,瓶口有白雾

14. (1) $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) bc

(3) ① 500 mL 容量瓶 ace ② 10.9 ③ 偏小

偏小

15. (1)有机物
 (2)0.6 mol 1.2N_A(或 7.224×10²³)
 (3)134.4 (4)0.013
16. (1)⑤③④⑥⑦①②⑧(⑥、⑦可换位)
 (2)除去混在 O₂ 中未反应的 CO₂
 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

- (3)吸收 CO₂ 中混有的 HCl
 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 (4)分液漏斗
 ① $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$
 ② $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 (5)偏小 下

第 2 章 元素与物质世界

第 1 节 元素与物质分类

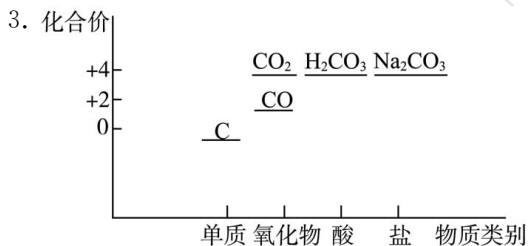
第 1 课时 物质的组成与分类

自主检测

1. (1)④⑧ ①② ③⑤⑥⑦ (2)⑤⑥ ①②
 2. D

探究学习一

1. Na、Mg、Fe、O、H、C、Cl、S。
 2. 游离态元素→单质,分为金属单质和非金属单质;
 化合态元素→化合物,分为酸、碱、盐及氧化物等。



拓展训练

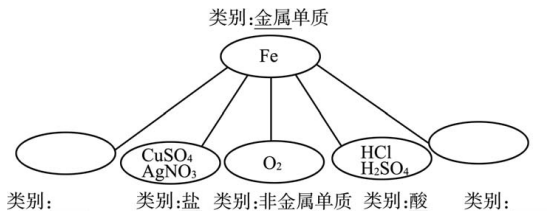
1. ②⑧ ①④ ⑥ ⑤ ⑦⑨⑩

探究学习二

1.

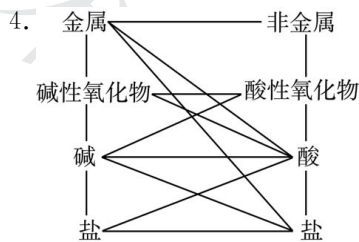
单质	氧化物	酸	碱	盐
Fe、C、O ₂	CO ₂ 、 CaO	HCl、 H ₂ SO ₄	Cu(OH) ₂ 、 NaOH	CaCO ₃ 、NaCl、 BaCl ₂ 、CuSO ₄ 、 AgNO ₃

2.



3.

序号	操作步骤	实验现象	实验结论
1	取一小块铁片于试管中,加入约 2 mL 盐酸,观察现象	铁片表面产生大量气泡,铁片逐渐减小	铁与酸反应,产生 H ₂
2	取 2 mL CuSO ₄ 溶液于试管中,插入一铁丝,观察现象	铁丝表面出现红色物质	铁与 CuSO ₄ 反应,生成铜
3	取一小段螺旋状细铁丝,酒精灯加热至红热,迅速伸入铺有细沙(或少量水)的盛有 O ₂ 的集气瓶中,观察现象	剧烈燃烧,火星四射,产生黑色溅落物	铁与氧气反应



拓展训练

2. D

【分层训练 素养提升】

1. D 2. C 3. D 4. C 5. C
 6. (1)CO₂ Cu O₂ H₂O (2)盐 有
 7. C 8. D
 9. (1)树状分类法
 (2)②H₂SO₄(或 HNO₃ 等) ③NaOH(或 KOH 等)
 ⑥Na₂SO₄(或 K₂CO₃、Na₂SO₃、NaNO₃ 等)
 (3) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2(\text{少量}) = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 (4) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$,
 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 (5)大理石(或石灰石) 稀盐酸 将反应产生的气体通入澄清石灰水中,若变浑浊即可证明

是 CO_2

10. (1)+3 价 (2)生石灰(CaO) (3)生石灰溶于水后与水反应生成了氢氧化钙,氢氧化钙是碱,可与 As_2O_3 或 H_3AsO_3 反应生成盐和水。这样把有毒的 As_2O_3 完全转化为难溶性的钙盐,消除其毒性。

第 2 课时 一种重要的混合物——胶体

自主检测

1. D 2. D

探究学习一

- 均一、比较稳定、大多透明。分散质的微粒直径为 $1\sim 100\text{ nm}$ 。
- 胶体中分散质微粒对可见光散射而形成的。用可见光束(如激光笔)照射,观察是否产生丁达尔效应。
- 蛋白质溶液、淀粉溶液、豆浆、肥皂水、烟、云、雾等。

拓展训练

1. B

探究学习二

1. (1)

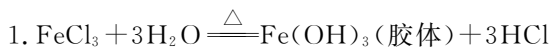
实验现象	实验结论
连接电源负极的一端颜色加深,连接电源正极的一端颜色变浅	氢氧化铁胶体粒子带正电荷

- (2)①胶体分散质比表面积大,吸附能力强,吸附正电荷离子或负电荷离子,形成带电荷的胶体粒子。同一胶体中,胶体粒子带同种电荷,互相排斥,较稳定存在。②电泳电镀、电泳除尘等。
2. ①中和氢氧化铁胶体粒子所带正电荷,使分散质粒子聚集成较大微粒,重力作用下沉淀析出。
②加入可溶性电解质(酸、碱、盐)、加热或搅拌等,从而中和胶体粒子所带电荷。
③应用:盐卤点豆腐、形成三角洲等。

拓展训练

2. D

探究学习三



2. 半透膜渗析

拓展训练

- (1)取渗析后蒸馏水中的少许液体,滴加少量 AgNO_3 溶液,若产生白色沉淀,证明 Cl^- 已透过半透膜;再加入少量碘水,若不变蓝,证明淀粉未能透过半透膜
(2)将半透膜袋再浸入另一份蒸馏水中,片刻后取出半透膜袋,向蒸馏水中滴入 AgNO_3 溶液,无白

色沉淀生成,证明淀粉与 NaCl 已分离完全

【分层训练 素养提升】

1. B 2. D 3. D 4. B 5. D 6. C 7. D 8. B 9. B



(1)逐渐变深 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶粒带正电荷 胶体的电泳

(2)先出现红褐色沉淀,后沉淀消失 H_2SO_4 电离出的 SO_4^{2-} 使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体发生聚沉, H^+ 使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀溶解

(3)渗析 多次更换水或放入流动水中,直至检验不出 Cl^-

【本节建构整合】

- ①丁达尔效应 ②聚沉 ③胶体 ④混合物
⑤纯净物 ⑥单质 ⑦化合物 ⑧酸 ⑨碱
⑩盐 ⑪酸性氧化物 ⑫碱性氧化物

第 2 节 电解质的电离 离子反应

第 1 课时 电解质的电离

自主检测

1. D 2. B

探究学习一

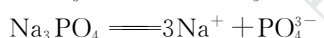
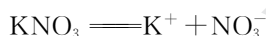
- 水溶液和熔融状态下。产生自由移动的 Na^+ 和 Cl^- 。
- 在水溶液或熔融状态下能够导电的化合物称为电解质。酸、碱、盐和水都是电解质。

拓展训练

1. C

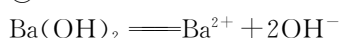
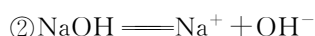
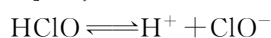
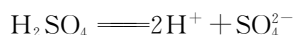
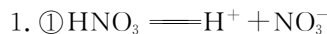
探究学习二

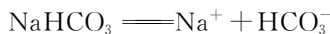
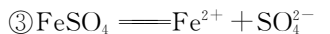
[思考交流]



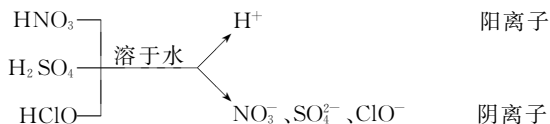
2. KCl $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 KNO_3 $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 NH_4NO_3 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 Na_3PO_4 $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 或 NH_4Cl $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 KNO_3 $0.01\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 NH_4NO_3 $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 Na_3PO_4 $0.005\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

[拓展视野]

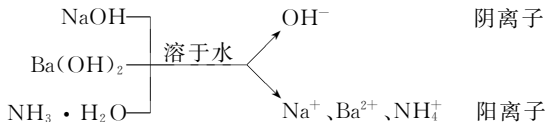




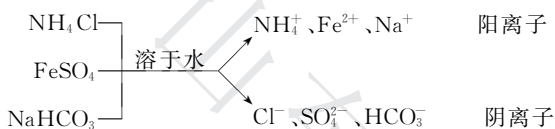
2. 酸: 电离时生成的阳离子全部为 H^+ 的化合物。



碱: 电离时生成的阴离子全部为 OH^- 的化合物。



盐: 电离时生成金属阳离子(或 NH_4^+) 和酸根阴离子的化合物。



拓展训练

2. C

【分层训练 素养提升】

1. B 2. D 3. C 4. D 5. B 6. B 7. A 8. D

9. (1) $\text{Ba(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$

(2) $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

(3) $\text{Ca(NO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$

(4) $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$

10. (1) $\textcircled{3}\textcircled{4}\textcircled{6}\textcircled{7}$ (2) D

第 2 课时 离子反应

自主检测

1. A 2. C

探究学习一

【观察思考】

现象	解释	结论
溶液中产生白色沉淀, 红色逐渐变浅至褪去	硫酸与 Ba(OH)_2 反应生成 BaSO_4 沉淀和水, 溶液碱性逐渐减弱至完全中和	硫酸与 Ba(OH)_2 反应, 使 Ba^{2+} 和 OH^- 浓度降低
电导率先变小至几乎为零, 后逐渐增大		

(1)(2) 答案参考“归纳总结”。

【交流研讨】

序号	混合前的微粒(H_2O 忽略)		微粒之间的相互作用	混合后的微粒(H_2O 忽略)
	溶液	微粒		
(1)	稀硫酸	$\text{H}^+, \text{SO}_4^{2-}$	$\begin{matrix} \text{H}^+ + \text{OH}^- \\ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} \end{matrix}$	$\text{Na}^+, \text{SO}_4^{2-}$
	NaOH 溶液	Na^+, OH^-		

(续表)

序号	混合前的微粒(H_2O 忽略)		微粒之间的相互作用	混合后的微粒(H_2O 忽略)
	溶液	微粒		
(2)	CuSO_4 溶液	$\text{Cu}^{2+}, \text{SO}_4^{2-}$	$\begin{matrix} \text{Cu}^{2+} + \\ 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \\ \text{Cu(OH)}_2 \downarrow \end{matrix}$	$\text{Na}^+, \text{SO}_4^{2-}$
	NaOH 溶液	Na^+, OH^-		
(3)	Na_2CO_3 溶液	$\text{Na}^+, \text{CO}_3^{2-}$	$\begin{matrix} 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \\ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} \\ + \text{CO}_2 \uparrow \end{matrix}$	Na^+, Cl^-
	稀盐酸	H^+, Cl^-		
(4)	NaCl 溶液	Na^+, Cl^-	$\begin{matrix} \text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \\ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow \end{matrix}$	$\text{Na}^+, \text{NO}_3^-$
	AgNO_3 溶液	$\text{Ag}^+, \text{NO}_3^-$		
(5)	KCl 溶液	K^+, Cl^-	$\begin{matrix} \text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \\ \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow \end{matrix}$	$\text{K}^+, \text{NO}_3^-$
	AgNO_3 溶液	$\text{Ag}^+, \text{NO}_3^-$		

拓展训练

1. A

探究学习二

【问题解决】

能够反应的微粒: H^+ 与 OH^- , Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 。

离子方程式: $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【交流研讨】

1. (1)(2) OH^- 与 H^+ : $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$

(3)(4) Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} : $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$

(5) CaCO_3 与 H^+ : $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

联系: 二者都能表示化学反应; 区别: 离子方程式是对一类反应的本质表达。

2. (1)(2) 离子方程式的补充反应: NaOH 与稀硝酸等; (3)(4) 离子方程式的补充反应: BaCl_2 与稀硫酸等; (5) 离子方程式的补充反应: 碳酸钙与稀硝酸等。

拓展训练

2. D

探究学习三

1. Ag^+ 与 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 OH^- 反应; Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应; Fe^{3+} 与 OH^- 反应。

2. 甲厂: $\text{Na}^+, \text{Cl}^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{OH}^-$

乙厂: $\text{Ag}^+, \text{Ba}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{NO}_3^-$

拓展训练

3. C

【分层训练 素养提升】

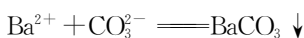
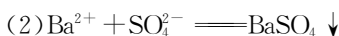
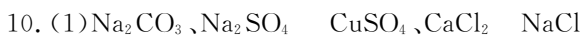
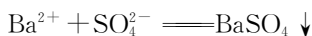
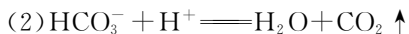
1. C 2. C 3. B 4. D

5. Na_2SO_4 与 KCl 或 K_2SO_4 与 NaCl

6. (1) CO_3^{2-} (2) $\text{SO}_4^{2-}, \text{CO}_3^{2-}$ (3) Ba^{2+} Ag^+

7. B 8. D

9. (1) $\text{BaCO}_3, \text{NaHSO}_4$



第3课时 离子反应的应用

自主检测

1. D

2. Fe^{3+} 、 Cl^- Ag^+ 、 CO_3^{2-} 、 OH^- H^+ 取少量原溶液,滴加石蕊溶液,若溶液变红,则证明原溶液中含有 H^+ (合理即可)

探究学习一

离子	检验方法	现象和结论
H^+	向待测液中滴加几滴紫色石蕊溶液	若溶液变红,说明原溶液中含有 H^+
OH^-	向待测液中滴加几滴无色酚酞溶液	若溶液变红,说明原溶液中含有 OH^-
Cl^-	向待测液中加入稀硝酸酸化,无明显现象,再加入 AgNO_3 溶液	若产生白色沉淀,说明原溶液中含有 Cl^-
SO_4^{2-}	向待测液中加入稀盐酸酸化,无明显现象,再加入 BaCl_2 溶液	若产生白色沉淀,说明原溶液中含有 SO_4^{2-}
CO_3^{2-}	先加入 CaCl_2 或 BaCl_2 ,有沉淀生成,再加入稀盐酸,沉淀溶解且有气体生成,将产生的气体通入澄清石灰水中	若产生无色无味的气体,且能使澄清石灰水变浑浊,说明原溶液中含有 CO_3^{2-}

拓展训练

1. D

探究学习二

略

拓展训练

2. D

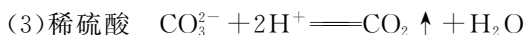
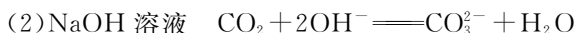
【分层训练 素养提升】

1. D 2. B 3. C 4. D

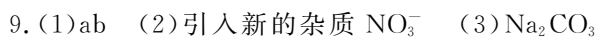
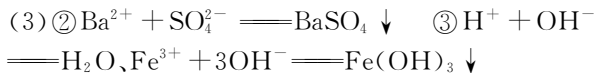
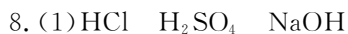


(4) ②

6. (1) BaCO_3



7. B



(4) bc

10. AC

【本节建构整合】

①生成难溶物质 ②生成难电离物质 ③生成挥发性物质 ④离子浓度改变 ⑤强酸 ⑥强碱 ⑦绝大多数盐 ⑧弱酸 ⑨弱碱

第3节 氧化还原反应

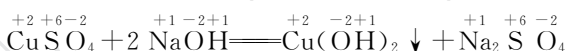
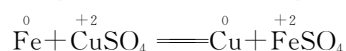
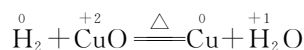
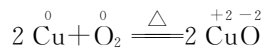
第1课时 认识氧化还原反应

自主检测

(1) \checkmark (2) \times (3) \checkmark (4) \checkmark

探究学习一

(1) 铜元素由铜单质变成氧化铜、氧化铜变为铜单质、硫酸铜变为铜单质、硫酸铜变为氢氧化铜。



(2) 前三个反应都有化合价的变化,最后一个反应没有化合价的变化。

(3) 在第一个反应中铜元素由0价升高为+2价,氧元素由0价降低为-2价。铜元素化合价升高,铜发生氧化反应;氧元素化合价降低,氧气发生还原反应。

拓展训练

1. C

探究学习二

[问题思考] 金属钠与氯气反应时,钠原子失去一个电子形成 Na^+ ,钠元素的化合价由0价变为+1价;氯原子得到一个电子形成 Cl^- ,氯元素的化合价由0价变为-1价。 Na^+ 和 Cl^- 通过静电作用形成氯化钠。

[实验探究] 观察到电流表指针偏转,铁与硫酸铜溶液反应有电子转移。

[思考总结] 氧化还原反应的实质是电子转移。

拓展训练

2. D

探究学习三

1. 双线桥法:箭头连接反应前后同一种元素,由反应物指向生成物,得电子与失电子箭头分别在方程式上下两侧。

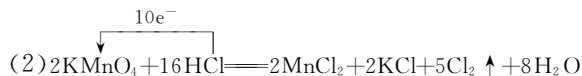
单线桥法:箭头连接反应物中不同元素(特殊反应也可连接同一元素),由失电子元素指向得电子元素。

2. 双线桥法:标注“得到”或“失去”以及转移的电子总数。

单线桥法:不标注“得到”或“失去”,只标注转移的电子总数。

拓展训练

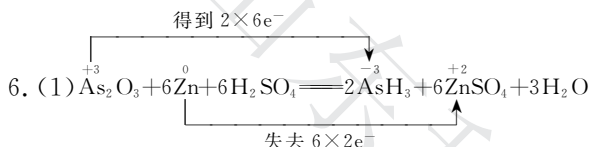
3. (1) KMnO_4 HCl



(3) $5N_A$

【分层训练 素养提升】

1. D 2. A 3. C 4. C 5. C



(2) ZnSO_4 As_2O_3 (3) $0.6N_A$

7. D 8. D 9. D

10. (1) AC (2) ①还原性和酸性 ②2.63

第2课时 氧化剂和还原剂

自主检测

1. B 2. D

探究学习一

- 化合价升高的元素:(1)中的 Cu 元素,(2)中的 H 元素,(3)中的 C 元素;化合价降低的元素:(1)中的 O 元素,(2)中的 Cu 元素,(3)中的 Fe 元素。
- 发生氧化反应的物质中含有化合价升高的元素——还原剂;发生还原反应的物质中含有化合价降低的元素——氧化剂。

拓展训练

1. (1)氧化 (2)还原

探究学习二

- 实验现象:溶液颜色由紫色变成棕黄色。原因分析:高锰酸钾中的锰元素为+7价,为锰元素的最高价态,高锰酸钾具有氧化性;碘化钾中的碘元素为-1价,为碘元素的最低价态,碘化钾具有还原性,二者能够发生氧化还原反应。在反应中锰元素从+7价变为+2价的 Mn^{2+} , -1价的 I^- 变为0价的 I_2 ,所以溶液由紫色变为棕黄色。
- $10\text{I}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{I}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$
- 在中学化学里,常见的氧化剂有氧气、氯气等活泼的非金属单质,硝酸、浓硫酸等含有较高价态元素的含氧酸,以及高锰酸钾、氯酸钾、氯化铁等含有较高价态元素的盐;常见的还原剂有活

泼的金属单质,碳单质、氢气等非金属单质,以及一些含有较低价态元素的氧化物(如一氧化碳、二氧化硫等)和盐(如碘化钾、亚硫酸钠、硫酸亚铁等)。

拓展训练

2. Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 H^+ S^{2-} 、 I^- Fe^{2+} 、 S

探究学习三

- 错误。还原性钠比铝强,还原性强弱与失电子能力强弱有关,而与失电子数多少无关。
- 铁是还原剂,铜是还原产物,还原性铁强于铜。

拓展训练

3. C

探究学习四

- 氧化剂得电子数和还原剂失电子数一定相等,但二者的物质的量不一定相等。
- 金属阳离子若处于中间价态,则既有氧化性又有还原性。
- Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 为相邻价态,无中间价态,二者不能反应。

拓展训练

4. B

【分层训练 素养提升】

- C 2. A 3. D 4. A 5. A 6. A 7. B 8. D
- (1)+6 (2) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 还原 C 还原
- (3) $4N_A$ (4)4.48 L
- (1) Cl_2 、 H^+ Cl_2
(2)①酸性、氧化性 ②酸性 ③氧化性、还原性
④还原性、酸性
(3)1:5:3

第3课时 氧化还原反应的应用

自主检测

1. C 2. 略

探究学习一

实验内容	实验现象	实验结论
取 2 mL 酸性 KMnO_4 溶液于试管中,滴加 5% H_2O_2 溶液	产生气泡,紫红色逐渐褪去	与酸性 KMnO_4 反应产生 O_2 , H_2O_2 具有还原性
取 2 mL KI 溶液于试管中,滴加几滴淀粉溶液,振荡,再滴加 5% H_2O_2 溶液	溶液变蓝	与 KI 反应产生 I_2 , H_2O_2 具有氧化性

拓展训练

1. 氧化 b

探究学习二

1. 电解法: 电解 Al_2O_3 制备 Al , $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 。

热还原法: CO 还原 Fe_2O_3 制备 Fe , $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 。

金属置换法: 湿法炼铜, $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 。

……

冶炼金属元素反应后化合价降低, 被还原。金属冶炼的本质是金属离子得电子被还原为金属单质。

2. (1) 属于, MnO_2 为氧化剂, 浓盐酸为还原剂。
 (2) HCl 和水蒸气。在集气瓶前依次添加盛有饱和食盐水的洗气瓶和盛有浓硫酸的洗气瓶, 以分别除去 HCl 和水蒸气。
 (3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$, Cl_2 既表现氧化性又表现还原性。
 (4) $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + \text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

拓展训练

2. $\text{TiO}_2 + \text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + \text{CO}_2$

$\text{TiCl}_4 + 2\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgCl}_2 + \text{Ti}$

3. (1) KMnO_4 浓盐酸

(2) 5 mol 56 L $5N_A$

(3) AB

【分层训练 素养提升】

1. D 2. A 3. A 4. B 5. D 6. C 7. D 8. C

9. (1) $0.5N_A$ (2) 5.6 L 0.5 mol

10. (1) FeSO_4 , HNO_3 (2) HNO_3 N

【本节建构整合】

① 电子得失 ② 共用电子对偏移 ③ 元素化合价变化

微项目 科学使用含氯消毒剂

项目达标

1. C 2. A

3. (1)b

(2) $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 密封, 在阴凉干燥处保存, 避免与酸性物质接触

$\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$,
 $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$

本章自我检测

1. B 2. A 3. C 4. D 5. C 6. A 7. D 8. B
 9. D 10. A 11. C 12. D

13. (1) $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$ 石墨或金刚石

(2) 14 : 11 (3) H^+ , HCO_3^- , CO_3^{2-} , OH^-

(4) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(5) ① $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HCO}_3^-$ ② $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

14. (1) Mg^{2+} , Fe^{3+} , MnO_4^- Cl^-

(2) ② $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$, ④ $\text{BaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(3) CO_3^{2-} : $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; SO_4^{2-} : $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

15. (1) 分液漏斗 浓盐酸 吸收 HCl

(2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(3) 能褪色 因为 Cl_2 与带出的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 反应生成 HClO , 使有色布条褪色 (4) 浓硫酸

(5) 吸收多余的 Cl_2 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

16. (1) $2\text{I}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Mn^{2+} (或 MnSO_4) 酸性 (2) +5 强电解质

$\text{KIO}_3 = \text{K}^+ + \text{IO}_3^-$ (3) 5 : 1

第3章 物质的性质与转化

第1节 铁的多样性

第1课时 亚铁盐和铁盐

自主检测

(1) × (2) × (3) ×

探究学习一

原料	化学方程式
铁和稀盐酸	$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
氯水	$2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$

(续表)

原料	化学方程式
氢氧化亚铁(氧化亚铁、碳酸亚铁)等和盐酸	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{FeO} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{FeCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
氯水	$2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
铁和氯气	$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$
氢氧化铁(氧化铁)等和盐酸	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

拓展训练

1. C

探究学习二

- 铁粉 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$
- 将少量粉末溶于稀盐酸中,取上层清液,滴入几滴KSCN溶液,若出现红色则该粉末被氧化,否则没被氧化。

拓展训练

- (1)防止 Fe^{2+} 被氧化 (2) $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
(3)隔绝空气(排除氧气对实验的影响)
(4) Fe^{3+}

【分层训练 素养提升】

- B 2. B 3. C 4. D 5. B 6. A 7. D
- (1)KSCN溶液 溶液变为红色 (2)A
(3) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$

9.

提纯物质	化学试剂	离子方程式
FeCl_2 (含少量 FeCl_3 杂质)	Fe	$2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$
FeCl_3 (含少量 FeCl_2 杂质)	Cl_2	$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
FeSO_4 (含少量 CuSO_4 杂质)	Fe	$\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

10. C

第2课时 铁、铁的氧化物和铁的氢氧化物

自主检测

1. C 2. C

探究学习一

- $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- Fe_2O_3 中铁元素为+3价,具有氧化性:高温下被CO、 H_2 、Al、C等还原。
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
 Fe_2O_3 是碱性氧化物,与酸反应生成铁盐和水。
 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

拓展训练

1. B

探究学习二

- 生成白色沉淀 $\text{FeCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$
白色沉淀迅速变成灰绿色,最后变成红褐色
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

2.

检验方法	Fe^{2+} (浅绿色)	Fe^{3+} (棕黄色或黄色)
加KSCN溶液	现象:无明显现象,若通 Cl_2 则溶液变红色 反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$	现象:溶液变红色 反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$
加碱溶液	现象:白色沉淀→灰绿色→红褐色 反应: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$	现象:红褐色沉淀 反应: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

拓展训练

2. B

【分层训练 素养提升】

- A 2. C 3. A 4. AB 5. D 6. A 7. C 8. C
- C
- (1) Fe^{2+} Fe_2O_3 Fe^{3+}
(2)

实验步骤	实验现象	结论
取少量滤液于试管中,滴加KSCN溶液; 继续滴加氯水	无现象; 溶液变红色	推测 1 成立
取少量滤液于试管中,滴加KSCN溶液; 另取滤液,加入少量 KMnO_4 溶液	溶液变为红色; KMnO_4 溶液褪色	推测 2 成立
取少量滤液于试管中,滴加KSCN溶液; 另取滤液,加入少量 KMnO_4 溶液	溶液变为红色; KMnO_4 溶液不褪色	推测 3 成立

(3)还原 B

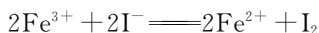
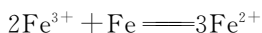
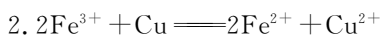
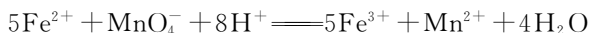
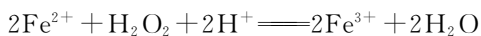
第3课时 铁及其化合物之间的转化关系

自主检测

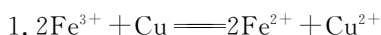
1. A 2. A

探究学习一

- $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$
 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

**拓展训练**

1. (1) FeCl_3 (2) 溶液呈红色 FeCl_2

**探究学习二****拓展训练**

2. (1) 过滤 漏斗、玻璃棒、烧杯



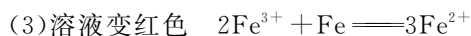
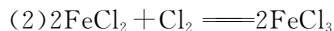
(3) 将溶液中的 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} 转化为沉淀, 便于与含有 Na^+ 的溶液分离

(4) 蒸发浓缩 过滤

【分层训练 素养提升】

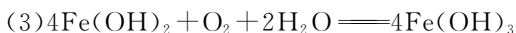
1. A 2. D 3. C 4. D 5. D 6. D 7. A 8. C

9. (1) Fe FeCl_2



(4) 2. 8

10. (1) 氧化 b (2) 1 : 3



白色沉淀迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色

【本节建构整合】

① Fe_2O_3 ② FeO

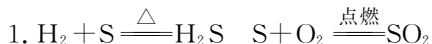
第 2 节 硫的转化

第 1 课时 自然界中的硫

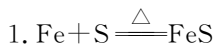
自主检测

1. D

2. 硫易溶于 CS_2 , 可以先用 CS_2 洗涤, 后再用水冲洗。

探究学习一**拓展训练**

1. A

探究学习二

2. 硫与空气中的氧气反应生成二氧化硫。

拓展训练

2. A

【分层训练 素养提升】

1. D 2. A 3. A 4. D 5. B 6. B 7. C 8. A

9. (1) 防止因铁粉过量而使滤渣 C 中所含铁粉与硫酸反应生成 Fe^{2+} 干扰实验, 过量的铁粉还能与可能存在的 Fe^{3+} 反应影响实验检测

(2) 防止环境中的 O_2 参与反应

(3) 放热 (4) 除去混合物中过量的硫粉 CS_2

(5) 防止硫酸中溶解的氧气氧化生成的 Fe^{2+}

10. (1) AD (2) 16 g

(3) 可增大空气的量, 使 S^{2-} 完全转化为单质 S, 使其没有机会和 Cu^{2+} 结合生成 CuS

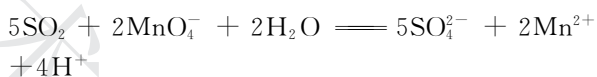
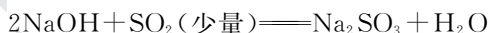
第 2 课时 实验室里研究不同价态硫元素之间的转化

自主检测

(1) \checkmark (2) \times (3) \times (4) \times (5) \checkmark

探究学习一

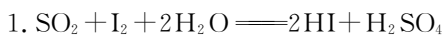
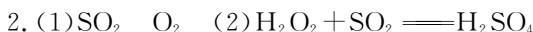
1. 品红溶液褪色, 因为 SO_2 具有漂白性。紫色石蕊溶液变红, 含酚酞的 NaOH 溶液褪色, 因为 SO_2 是酸性氧化物, 与水反应生成酸, 且能与碱反应。酸性 KMnO_4 溶液褪色, 因为 SO_2 具有还原性。

**拓展训练**

1. (1) 浓硫酸 平衡气压以及反应结束后可以从导管中通入空气, 便于排出装置内残余的 SO_2

(2) B

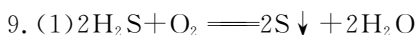
(3) SO_2 产生得快而多且溶解度较大, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解度很小, 饱和石灰水浓度小, 导致迅速生成 $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ 溶液 取适量反应后 C 中的溶液于试管中, 向其中加入少量氢氧化钠溶液, 观察是否有沉淀生成 (4) BaSO_4 还原 (5) 溶液中出现淡黄色浑浊 (6) 缺少尾气处理装置

探究学习二**拓展训练**

(3) $(yz)/x \times 100\%$

【分层训练 素养提升】

1. C 2. C 3. B 4. A 5. A 6. D 7. C 8. C



(2) 混合物保持红热, 继续燃烧, 生成黑色固体



10. (1) ABD (2) $2H_2SO_3 + O_2 = 4H^+ + 2SO_4^{2-}$
 (3) $c \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow e$ AC

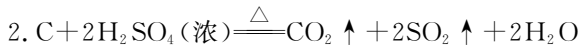
第3课时 浓硫酸及酸雨

自主检测

1. D 2. A

探究学习一

1. 脱水性和强氧化性。



拓展训练

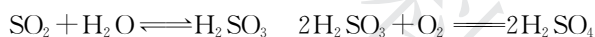
1. 第二步:浓硫酸稀释放热加快蔗糖脱水

第四步:①脱水性、强氧化性

②吸收 SO_2 , 避免对 CO_2 的检验产生干扰

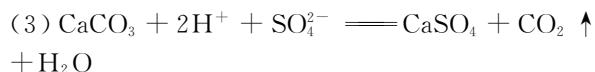
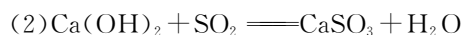
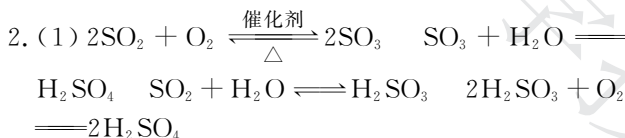
③品红溶液 II 不褪色, 澄清石灰水变浑浊

探究学习二



2. 略

拓展训练

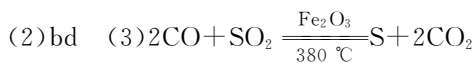


(4) 严格控制污染源

【分层训练 素养提升】

1. A 2. D 3. A 4. B 5. AC 6. B 7. D 8. A

9. D



【本节建构整合】

- ① H_2S ② O_2

第3节 氮的循环

第1课时 氮气及氮的氧化物

自主检测

- (1) A

(2) 豆科植物的根瘤菌能将游离态的氮转化为硝酸盐等含氮化合物, 满足自身营养的需要

探究学习一

1. 雷雨天中, 发生反应 $N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2NO, 2NO + O_2 = 2NO_2, 3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$ 。生成的硝酸随雨水淋洒在土壤中与矿物质结合生成可被植物吸收的硝酸盐, 促进植物生长。

2. 氮的固定是将空气中游离态的氮转化为含氮化合物的过程。

拓展训练

1. D

探究学习二

1.

氮的化合价	+1	+2	+3	+4	+5
对应氧化物	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2, N_2O_4	N_2O_5

其中最为重要的氮的氧化物是 NO 和 NO_2 。

2. NO 分子作为一种传递神经信息的“信使分子”, 在扩张血管、提高免疫力、增强记忆力等方面有着重要的作用。

NO_2 能使多种织物褪色, 损坏多种织物的尼龙制品, 对金属和非金属材料也有腐蚀作用。

NO_2 溶于水时与水反应生成硝酸和 NO(工业上利用这一原理制取硝酸)。

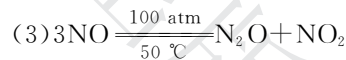
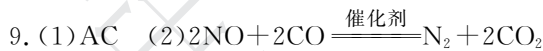
拓展训练

2. B

【分层训练 素养提升】

1. B 2. A 3. A 4. CD 5. C 6. B 7. B

8. (1) C (2) ① (3) 检查装置的气密性 本反应为放热反应 (4) 将系统内的空气排净 ①



10. (1) ② (2) ad (3) 4 6 N_2O $5H_2O$

第2课时 一氧化氮及铵盐

自主检测

- (1) × (2) × (3) √ (4) × (5) √

探究学习一

1. 形成喷泉, 且烧瓶内液体呈红色。

2. 氨气极易溶于水, 且与水反应生成 $NH_3 \cdot H_2O$, 使溶液显碱性, 酚酞溶液显红色, 由于存在压强差而形成喷泉。

拓展训练

1. D

探究学习二

答案参考“归纳总结”。

拓展训练

2. C

【分层训练 素养提升】

1. A 2. C 3. B 4. B 5. BD 6. AB 7. A 8. B

9. (1) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 1:2(2) $\text{NO}_2 + 3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
 $\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3$

10. (1) AB

 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 将湿润的红色石蕊试纸靠近瓶口 c, 试纸变蓝色, 证明 NH_3 已收集满(或将蘸有浓盐酸的玻璃棒靠近瓶口 c, 有白烟生成, 证明 NH_3 已收集满)

(2) D (3) ABC

第 3 课时 硝酸、人类活动对氮循环和环境的影响

自主检测

1. B 2. 略

探究学习一

1. 硝酸具有强酸性、不稳定性、挥发性。
2. 浓硝酸显黄色的原因是 HNO_3 分解生成的 NO_2 溶解在硝酸中; 可通入足量 O_2 , 发生反应 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 使 NO_2 转化为 HNO_3 。

拓展训练

1. 蓝 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 白色沉淀

探究学习二

1. 氮氧化物与碳氢化合物发生反应产生光化学烟雾; 与水反应生成硝酸和亚硝酸, 形成酸雨; 工业废水和农业废水排放造成水体富营养化。
2. 控制进入大气、陆地和海洋的有害物质的数量; 增强生态系统对有害物质的吸收, 如保护森林、植树造林等。

拓展训练

2. D

【分层训练 素养提升】

1. B 2. A 3. C 4. D 5. A 6. AB 7. B 8. B

9. A

10. (1) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (3) 加入稀硫酸后, 硫酸电离的 H^+ 与原溶液中的 NO_3^- 又组成了具有强氧化性的稀硝酸, 稀硝酸又跟过量的铜反应产生气体

(4) 0.65 mol

【本节建构整合】

① NH_3 ② NO ③ NO_2 ④ HNO_3 ⑤ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

微项目 论证重污染天气“汽车限行”的合理性

项目达标

1. A 2. D

3. (1) 汽油的不完全燃烧 N_2 与 O_2 在汽车汽缸内的高温环境下的反应 形成硝酸型酸雨、导致光化学烟雾、产生温室效应 (2) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} =$ $2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (3) $\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$

本章自我检测

1. B 2. C 3. B 4. D 5. A 6. B 7. A 8. D

9. D 10. B 11. C 12. B

13. (1) NH_3 NO $\text{HNO}_3(\text{稀})$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ $8\text{NH}_3 + 6\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ (2) H_2S SO_2 H_2SO_4 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 14. (1) $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ 、 $2\text{Ag}^+ + \text{Fe} = 2\text{Ag} + \text{Fe}^{2+}$ 、 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$ (2) 氧化 (3) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (4) CO_2

15. (1) ①②

(2) 漂白性 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$

(3) 2

(4) c $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

16. (1) 产生白烟 还原

(2) 电解质 氧化剂

(3) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + 2\text{HNO}_3$

期末检测(一)

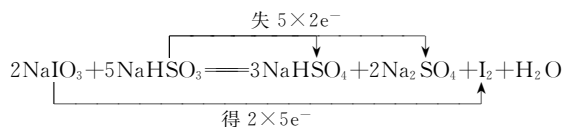
1. D 2. C 3. D 4. A 5. B 6. B 7. A 8. C

9. C 10. D 11. B 12. B 13. C 14. B 15. B

16. C 17. D 18. D 19. A 20. C

21. (1) S NaIO_3

(2)



- (3) 5 : 1
22. (1) 圆底烧瓶
 (2) 吸收 HCl 气体 浓硫酸
 吸收尾气 Cl₂, 防止污染空气
 (3) $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ c $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
23. (1) b a
 取少量精制的食盐水, 加入 BaCl₂ 溶液, 若产生白色沉淀, 则未除净; 反之, 已除净

- (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
 (3) d 偏高
24. (1) d
 (2) $\text{FeCl}_3 + 2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$, 防止 Fe²⁺ 被氧化 用试管取少量 C 溶液, 滴加 KSCN 溶液, 无颜色变化, 再滴加氯水或硝酸等, 溶液变为红色, 证明原溶液中有 Fe²⁺ 存在
 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

期末检测(二)

1. C 2. A 3. D 4. D 5. B 6. D 7. A 8. D
 9. C 10. B 11. B 12. CD 13. AC 14. A
 15. BC
16. (1) Na⁺、HCO₃⁻、H⁺、CO₃²⁻
 $\text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$, $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
 (2) $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (3) NaCl(饱和) + NH₃ + CO₂ + H₂O = NaHCO₃ ↓ + NH₄Cl ad
17. (1) NO、NO₂ (2) 1 : 1
 (3) 试管内液面上升至试管容积的 $\frac{2}{3}$ 左右, 红棕色气体逐渐变为无色气体
 (4) 浓硝酸
 $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (5) +2
18. (1) ②

- (2) 产生的氯气中含有水蒸气, 会反应生成次氯酸 在装置 A、B 之间增加盛有浓硫酸的洗气瓶 (或干燥装置)
 (3) $\text{Cl}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{H}^+$
 稀盐酸 BaCl₂ (或其他合理答案)
 (4) 盐酸
19. (1) Na₂O₂
 (2) $\text{CO}_2 + \text{OH}^- = \text{HCO}_3^-$
 (3) 白色沉淀迅速变为灰绿色, 最终变为红褐色
 $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
 (4) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 供氧剂
20. I. (1) FeSO₄ 和 Na₂O₂ (2) ① $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 5\text{H}_2\text{O}$
 ② 6 0.25 mol
 II. (1) I⁻、Fe²⁺、Br⁻ (2) c = (1.5a + 1.5b)