



浙江省

稳拿高分

争取满分

化学
听课手册

全品 选考专题

主编：肖德好

“选考标准”为依据
“选考真题”为导向

本册主编

翁伟彬

编者

张尚伟 袁广权 邹 晔

李闻霞 严 茜

主 审

周学工 余永尧



黄河出版传媒集团
阳光出版社

图书在版编目 (CIP) 数据


全品选考专题. 化学 / 肖德好主编. —银川: 阳光出版社, 2016. 10
(2019. 10 重印)
ISBN 978-7-5525-3117-6

I. ①全… II. ①肖… III. ①中学化学课—高中—升学参考资料
IV. ①G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 267214 号

全品选考专题 化学 肖德好 主编

责任编辑 王 燕
封面设计 锦时创意



黄河出版传媒集团
阳光出版社 出版发行

出 版 人 薛文斌
地 址 宁夏银川市北京东路 139 号出版大厦(750001)
网 址 <http://www.ygchbs.com>
网上书店 <http://shop129132959.taobao.com>
电子信箱 yangguangchubanshe@163.com
邮购电话 0951—5014139
经 销 全国新华书店
印刷装订 赵县文教彩印厂

开 本 880mm×1230mm 1/16
印 张 20
字 数 700 千字
版 次 2016 年 10 月第 1 版
印 次 2019 年 10 月第 4 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5525-3117-6

定 价 75.80 元

版权所有 翻印必究

因聚焦而纯粹

化学



本书专为2020年6月高三年级学生二次备考精心打造，聚焦核心、聚焦题型、聚焦题源，在内容与选题方向上体现学与选考分离后考查角度、深度变化调整，而且充分考虑二次备考的侧重点，突出以下几个方面：

一、目的明确。充分考虑到选考二次备考与一次备考的不同，定位稳拿高分，争取满分。做到简单专题学生自主练，查漏补缺；重点专题师生互动，强化提升。

二、双螺旋式训练。设置作业手册“专题限时训练”与限时小卷“题型分项训练”，深度与形式双螺旋提升模式。

三、原汁原味。本书不仅主编为浙江名校名师，而且试题来源于浙江历年选考真题以及2019年浙江各地区统考试题与各名校的大考试题。

01 讲解 · 主次分明



专题篇

【选考考点分布】

以考点为横线，以考题、考频为纵线，明确选考标准，熟知选考卷特点。

【考点互动探究】

梳理主干知识，重点难点拓展，依托选考“标准”“真题”，讲解考点、考法与考向。

题型篇

专题中穿插题型，凸现高频考点，难点针对性突破，确保考场增分。

02 练习 · 原汁原味



练习篇

选题：考点全练排查雷区，重点强化提升技能。

题型：瞄准选考题型，匹配选考难度，定向训练考法。

模式：“作业手册”与“限时小卷”前后倒翻，前者集中突破考点，后者专项突破题型。

03 大卷 · 仿真预测



标准大卷

10套标准卷，最新的选考动态，最全的选考题型，不仅全面练透历次选考题点，而且深入预测最新选题方向。

CONTENTS

化 学

第一部分 选考专题探究

▶ 专题一	丰富多彩的化学物质	听 001
▶ 专题二	常用的化学计量	听 004
微专题 1	阿伏伽德罗常数的综合应用	听 007
▶ 专题三	氧化还原反应	听 009
▶ 专题四	离子反应	听 012
微专题 2	化学反应中的过量判断与计算	听 015
▶ 专题五	微观结构与物质的多样性	听 016
第 1 讲	原子结构 微粒之间的相互作用力	听 016
第 2 讲	从微观结构看物质的多样性	听 018
▶ 专题六	元素周期表 元素周期律	听 020
▶ 专题七	元素及其化合物	听 022
第 1 讲	金属及其化合物	听 022
第 2 讲	非金属及其化合物	听 026
微专题 3	化学与 STSE	听 031
微专题 4	混合物成分的分析与推断	听 033
微专题 5	无机推断与陌生方程式的书写	听 034
▶ 专题八	化学反应原理	听 036
第 1 讲	化学反应中的热量变化	听 036
第 2 讲	化学能与电能	听 041
微专题 6	电化学中的电极反应式书写	听 045
第 3 讲	化学反应速率与化学平衡	听 046
微专题 7	化学反应中的变量探究	听 052
微专题 8	化学平衡图像分析与绘制	听 053
第 4 讲	溶液中的离子反应	听 056

微专题 9	溶液中的离子反应图像分析	听 059
► 专题九 有机化学基础	听 062
第 1 讲	研究有机物的方法	听 062
第 2 讲	化石燃料 烃	听 066
第 3 讲	烃的衍生物 营养物质	听 070
第 4 讲	有机反应类型 有机合成	听 074
微专题 10	有机合成难点突破	听 078
► 专题十 化学实验与实验化学	听 081
第 1 讲	化学实验基础	听 081
第 2 讲	物质的分离与提纯 检验与鉴别	听 084
微专题 11	晶体的析出、过滤、洗涤和干燥	听 088
第 3 讲	物质性质的探究 化学反应条件的控制	听 090
第 4 讲	物质的定量分析	听 092
微专题 12	简单实验方案的设计与评价	听 094
微专题 13	流程分析型综合实验	听 096
参考答案	听 099

第二部分

作业手册 (另附分册)

- 01 作业手册
- 专题训练 (一) ~ 专题训练 (二十一)
- 重点专题细分讲次, 全面复习又不失选考侧重方向
- 02 限时小卷 (请从后翻)
- 微专题训练 (一) ~ 微专题训练 (十三)
- 题型突破 (一) ~ 题型突破 (四)



第三部分

仿真模拟卷 (另附分册)

- 仿真模拟卷 (一) ~ 仿真模拟卷 (十)
- 练题型 练模式 练心态



选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)物质的分类方法	b
(2)单质、氧化物、酸、碱、盐等物质之间的相互转化关系	c
(3)根据化合价的变化判断氧化还原反应	b
(4)四种基本化学反应类型与氧化还原反应之间的关系	b
(5)胶体的本质特征和鉴别方法	a

考点 1 物质的分类方法 胶体

主干整合

1. 物质的组成及简单分类

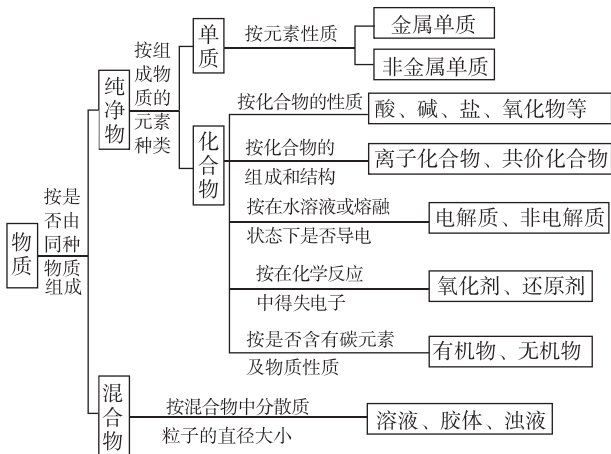


图 1-1-1

2. 常见氧化物的分类

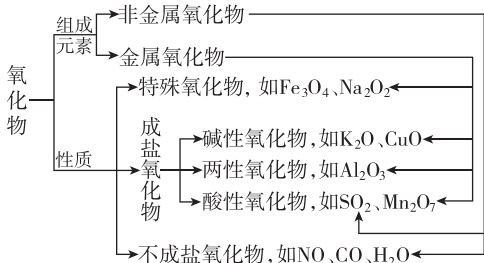


图 1-1-2

3. 胶体性质及应用

- (1)胶体与其他分散系的本质区别是分散质粒子的直径大小(1~100 nm),胶体的特性是丁达尔效应,可利用丁达尔效应区分胶体和溶液。
- (2)在 Fe(OH)₃ 胶体中,Fe(OH)₃ 胶体粒子的数目要远远小于原 FeCl₃ 溶液中 Fe³⁺ 的数目。

(3)胶体净水原理

胶体粒子的直径一般在 1~100 nm 之间,能在水中吸附悬浮固体或色素形成沉淀,从而达到净水的目的,如 KAl(SO₄)₂ · 12H₂O、FeCl₃ · 6H₂O 等,可利用 Al³⁺、Fe³⁺ 发生水解反应生成 Al(OH)₃ 胶体、Fe(OH)₃ 胶体而达到净水的目的。

题组训练

- [2019 · 浙江宁波 3 月选考模拟] 下列物质属于纯净物的是 ()
 - 漂白粉
 - 普通玻璃
 - 氢氧化铁胶体
 - 液氯
- [2019 · 浙江名校协作体联考改编] 共建“一带一路”符合国际社会的根本利益,彰显人类社会的共同理想和美好追求。下列贸易的商品中,其主要成分属于无机物的是 ()
 - 乌克兰葵花籽油
 - 埃及长绒棉
 - 捷克水晶
 - 中国丝绸
- 下列物质分类正确的是 ()
 - 胶体:分散质粒子直径在 1~100 mm 之间的分散系
 - 弱电解质:HClO、NH₃ · H₂O、AgCl、NH₄NO₃
 - 混合物:空气、盐酸、王水、氯水、水玻璃
 - 有机物:丙醇、丙酸、1,2-二溴戊烷、碳酸钠
- 下列物质分类正确的组合是 ()

分类组合	纯净物	盐	碱性氧化物	酸性氧化物
A	碱石灰	烧碱	氧化铝	二氧化碳
B	NH ₃ · H ₂ O	小苏打	氧化镁	二氧化氮
C	五水硫酸铜	纯碱	氧化钠	三氧化硫
D	H ₂ O ₂	苏打	过氧化钠	二氧化硫

(续表)

- ### 【易错警示】关于物质组成和分类认识中的误区

(2)判断氧化物所属类别时要明确以下三点:

③部分酸性氧化物也可以和酸反应,如 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2$ 。

(4)能电离出 H^+ 的化合物不一定是酸,如 NaHSO_4 是盐,但能电离产生 H^+ 。

▼ 主干整合

(1)判断依据



(2) 常见的物理变化和化学变化

变化 比较	物理变化	化学变化
五解	潮解	①分解 ②电解 ③水解 ④裂解
十八化	①溶化 ②汽化 ③液化 ④酸化	①氢化 ②氧化 ③水化 ④风化 ⑤碳化 ⑥钝化 ⑦催化 ⑧皂化 ⑨歧化 ⑩卤化 ⑪硝化 ⑫酯化 ⑬裂化 ⑭油脂的硬化

2. 常见化学反应的分类



3. 四种基本反应类型和氧化还原反应之间的关系

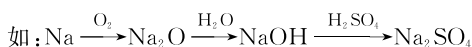
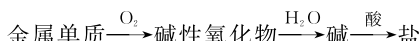


4. 物质间的转化关系

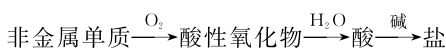
(1) 单质、氧化物、酸(或碱)和盐的转化关系



①金属单质及其化合物的转化



②非金属单质及其化合物的转化



● 题组训练

1. [2019·浙江学军中学4月选考模拟] 下列属于化学变化的是 ()

A. 淀粉遇 I_2 变蓝
B. 海水晒盐
C. 石油分馏得到柴油
D. 从煤焦油中获得苯、甲苯

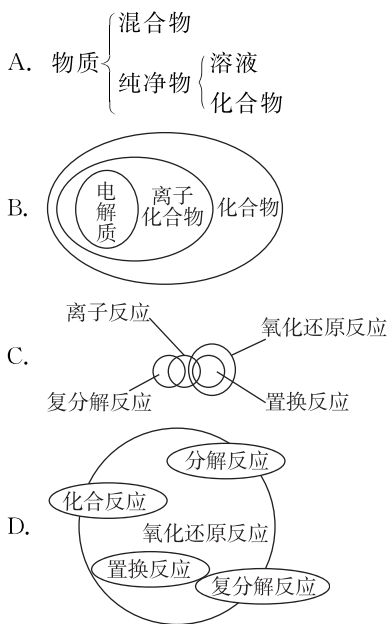
2. [2019·浙江4月选考] 下列属于置换反应的是 ()

A. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4NO + 6H_2O$
B. $2Na_2SO_3 + O_2 = 2Na_2SO_4$
C. $2Na_2O_2 + 2CO_2 = 2Na_2CO_3 + O_2$
D. $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$

3. 下列过程没有发生化学反应的是 ()

A. 用活性炭去除冰箱中的异味
B. 用热碱水清除炊具上残留的油污
C. 用浸泡过高锰酸钾溶液的硅藻土保鲜水果
D. 用含硅胶、铁粉的透气小袋与食品一起密封包装

4. 下列关于物质分类及反应类型关系的示意图正确的是 ()



5. 在给定条件下,下列选项所示的物质间转化均能实现的是 ()

A. $Cu_2S(s) \xrightarrow[\text{高温}]{O_2(g)} Cu(s) \xrightarrow{HCl(aq)} CuCl_2(aq)$
B. $N_2(g) \xrightarrow[\text{高温、高压、催化剂}]{H_2(g)} NH_3(g) \xrightarrow[\text{催化剂, } \Delta]{O_2(g)} NO(g)$
C. $SiO_2(s) \xrightarrow{H_2O} H_2SiO_3(s) \xrightarrow{NaOH(aq)} Na_2SiO_3(aq)$
D. $Al_2O_3(s) \xrightarrow{NaOH(aq)} Al(OH)_3(s) \xrightarrow{H_2SO_4(aq)} Al_2(SO_4)_3(aq)$

6. 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1-1-7所示)。下列叙述错误的是 ()

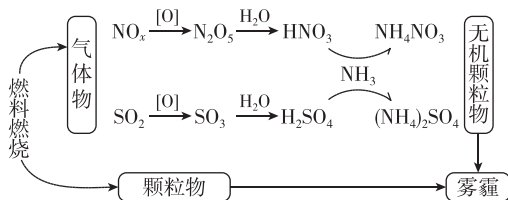


图 1-1-7

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

【易错警示】规避物质变化认识中的误区

- (1) 化学变化一定有新物质生成,但有新物质生成的变化不一定是化学变化。如: ${}^{14}_7N + {}^1_0n \rightarrow {}^{14}_6C + {}^1_1H$ 有新物质生成,但不属于化学变化。
(2) 有化学键断裂的变化也不一定是化学变化,如:加热熔化 $NaCl$ 晶体、 HCl 气体溶于水的电离等都有化学键的断裂,但没有新物质生成,属于物理变化。
(3) 同素异形体之间的转化为化学变化,如: O_2 转化为 O_3 属于化学变化。
(4) 有单质参加的化合反应、有单质生成的分解反应和置换反应一定是氧化还原反应,复分解反应一定是非氧化还原反应。

请完成

专题训练(一)

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)物质的量、阿伏伽德罗常数、摩尔质量、气体摩尔体积的概念、阿伏伽德罗定律及其推论	b
(2)物质的量、微粒数、质量、气体体积之间的简单计算	c
(3)物质的量应用于化学方程式的简单计算	b
(4)固、液、气态物质的一些特性	a
(5)物质的量浓度的概念	b
(6)配制一定物质的量浓度的溶液	b
(7)物质的量浓度的相关计算	c

考点 1 物质的量及有关计算

主干整合

1. 以物质的量为中心的有关计算方法

(1)“一个中心”:必须以物质的量为中心。

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m} = c_B \cdot V(\text{aq})$$

(2)“两个前提”:在应用 $V_m = 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 时,一定要有“标准状况”和“气体状态”两个前提条件(混合气体也适用)。

(3)“三个关系”:

①直接构成物质的粒子与间接构成物质的粒子(质子、电子等)间的关系;

②摩尔质量与相对分子质量间的关系;

③“强、弱、非”电解质与溶质粒子(分子或离子)数之间的关系。

(4)“六个无关”:物质的量、质量、粒子数的多少均与温度、压强的高低无关;物质的量浓度、溶质的质量分数、密度的大小与所取该溶液的体积多少无关(但溶质粒子数的多少与溶液体积有关)。

2. 阿伏伽德罗定律及其推论应用

(1)阿伏伽德罗定律:在同温同压下,相同体积的任何气体都含有相同数目的分子,又称之为“四同定律”,即同温、同压、同体积、同分子数;“四同”相互制约,即“三同”定“一同”。

(2)阿伏伽德罗定律的推论(可通过 $pV = nRT$ 及 $n = \frac{m}{M}$ 、 $\rho = \frac{m}{V}$ 导出)

相同条件	结论	
	公式	语言叙述
T, p 相同	$\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$	同温、同压下,气体的体积与其物质的量成正比

(续表)

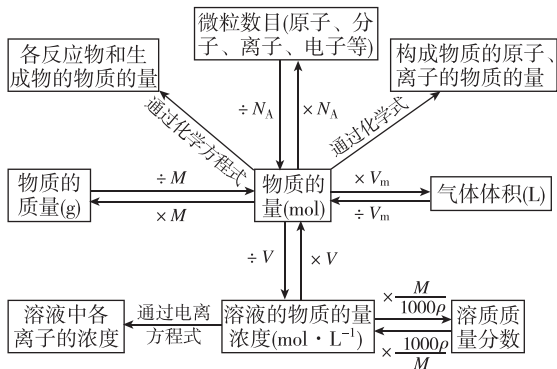
相同条件	结论	
	公式	语言叙述
T, V 相同	$\frac{p_1}{p_2} = \frac{n_1}{n_2}$	温度、体积相同的气体,其压强与其物质的量成正比
T, p 相同	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{M_1}{M_2}$	同温、同压下,气体的密度与其摩尔质量(或相对分子质量)成正比

题组训练

- [2019·浙江学军中学选考模拟] 在下列各组物质中,分子数相同的是 ()
A. 9 g H_2O 和 $0.5N_A$ 个 CO_2 (设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)
B. 2 L CO 和 2 L CO_2
C. 标准状况下 1 mol O_2 和 22.4 L H_2O
D. 2 g H_2 和标准状况下 2.24 L HCl 气体
- [2019·浙江宁波模拟] 下列各组物质中,两种气体的分子数一定相等的是 ()
A. 温度相同,体积相同的 O_2 和 N_2
B. 温度相同,压强相同的 CO 和 N_2
C. 压强相同,质量相同的 O_2 和 O_3
D. 体积相同,密度相同的 CO 和 N_2
- [2019·浙江萧山中学模拟] 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的数值,下列说法正确的是 ()
A. 在标准状况下 11.2 L CH_4 和 22.4 L O_2 充分反应后恢复到原条件,所得气体产物的分子数为 $1.5N_A$
B. 标准状况下 3.36 L CCl_4 中所含碳原子数约为 $0.15N_A$
C. 78 g Na_2O_2 晶体中所含阴、阳离子总数约为 $3N_A$
D. 2 L 1 mol $\cdot \text{L}^{-1}$ 的盐酸中所含氯化氢分子数约为 $2N_A$

4. [2019·浙江杭州八校联盟模拟] 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的数值, 下列说法正确的是 ()
- A. 1 mol C_2H_6 分子中所含共用电子对数目为 $8N_A$
- B. 80 g 由 CuO 和 Cu_2S 组成的混合物中所含铜原子数为 N_A
- C. 56 g 铁与 22.4 L(标准状况下)氯气充分反应, 转移的电子数为 $3N_A$
- D. 标准状况下, 11.2 L 的四氯化碳中含有的氯原子数目为 $2N_A$

【规律小结】物质的量与各物理量之间的关系



考点2 物质的量浓度与溶液配制

主干整合

1. 有关物质的量浓度计算的一般方法

(1) 运用公式 $c = \frac{n}{V}$ 、质量分数 = $\frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$ 进行推理。

(2) 气体溶质溶于水中制得溶液, 其物质的量浓度和质量分数的计算

在标准状况下, 1 L 水中溶解某气体 V L, 所得溶液密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{V}{22.4}}{1000 \times 1 + \frac{V}{22.4} \times M} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{1000\rho V}{22\,400 + MV} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$\omega = \frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\% = \frac{\frac{V}{22.4} \times M}{1000 \times 1 + \frac{V}{22.4} \times M} \times 100\% =$$

$$\frac{MV}{22\,400 + MV} \times 100\%.$$

(3) 根据溶质守恒进行溶液稀释或混合的计算

依据溶质的物质的量不变可得公式: $c_{\text{稀}} \cdot V_{\text{稀}} = c_{\text{浓}} \cdot V_{\text{浓}}$ 。

依据溶质的质量不变可得公式: $m_1 \cdot \omega_1 = m_2 \cdot \omega_2$ 。

2. 配制一定物质的量浓度的溶液

(1) 实验仪器

玻璃棒、容量瓶、胶头滴管、烧杯、药匙、托盘天平、量筒。

(2) 实验步骤

计算→称量(量取)→溶解(稀释)→转移→洗涤→定容→

摇匀→倒出装瓶。

(3) 注意事项

① 如图 2-1-1 所示: 用玻璃棒引流时, 玻璃棒末端应插入刻度线以下, 且玻璃棒靠近容量瓶瓶口处不能接触瓶口。



图 2-1-1

② 在使用容量瓶过程中, 如需要移动容量瓶, 手应握在瓶颈刻度线以上, 以免瓶内液体因受热而发生体积变化, 导致溶液浓度不准确。

③ 定容摇匀后, 液面低于刻度线, 不能再滴加蒸馏水。

(4) 配制过程示意图

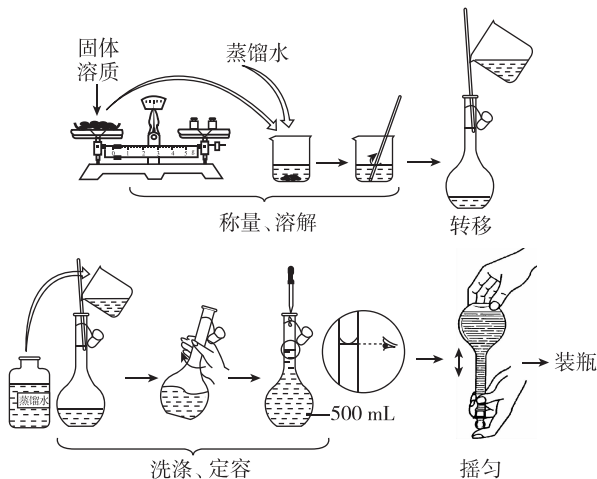


图 2-1-2

3. 根据 $c = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$ 配制一定物质的量浓度的溶液判断误差及影响结果

可能引起误差的一些操作	影响因素		对 $c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 的影响结果
	m	V	
砝码与物品位置颠倒(使用游码)	减小	—	偏低
向容量瓶转移溶液时少量溅出	减小	—	
未洗涤烧杯和玻璃棒	减小	—	
定容时, 加水超过刻度线用滴管吸出	减小	—	
定容摇匀后液面下降再加水	—	增大	
定容时仰视刻度线	—	增大	偏高
砝码沾有其他物质或已生锈	增大	—	
溶液未冷却至室温就注入容量瓶	—	减小	
定容时俯视刻度线	—	减小	不变
称量前小烧杯内有水	—	—	
容量瓶不干燥	—	—	
定容后经振荡、摇匀, 静置液面下降	—	—	

● 题组训练

1. [2019·浙江温州“十五校联合体”模拟联考] 下列说法正确的是 ()
- A. 物质的量浓度是指单位体积溶剂中所含溶质的物质的量
- B. 容量瓶不能作反应的容器,但可以储存配好的溶液
- C. 容量瓶使用前要检漏,方法是加入一定量水倒转过来不漏即可
- D. 定容时,往容量瓶中注入蒸馏水,直到液面接近容量瓶的刻度线 1~2 cm 处时,改用胶头滴管滴加,直到溶液凹液面正好与刻度线相切
2. 欲配制 100 mL 1.0 mol·L⁻¹ Na₂SO₄ 溶液,下列方法中正确的是 ()
- A. 将 14.2 g Na₂SO₄ 溶于 100 mL 水中
- B. 将 32.2 g Na₂SO₄·10H₂O 溶于少量水中,再用水稀释至 100 mL
- C. 将 20 mL 5.0 mol·L⁻¹ Na₂SO₄ 溶液加 80 mL 蒸馏水稀释
- D. 将 14.2 g Na₂SO₄ 溶于 85.8 g 蒸馏水中
3. 用固体 NaOH 配制 250 mL 0.2 mol·L⁻¹ 的 NaOH 溶液,下列操作会导致溶液浓度偏高的是 ()
- A. 定容时仰视刻度线
- B. 将 NaOH 固体在烧杯中溶解后迅速小心转移至 250 mL 容量瓶中
- C. 定容时不小心加水超过了刻度线,此时迅速用胶头滴管吸出一些
- D. 摇匀后发现凹液面最低点低于刻度线,再补加蒸馏水到凹液面最低点与刻度线相平
4. [2019·浙江嘉兴一中模拟] 有未知浓度的 Ba(OH)₂ 和 NaOH 混合溶液,量取四份该溶液分别通入等量的 CO₂ (已折算成标准状况下的体积,不考虑 CO₂ 在水中的溶解),生成沉淀的物质的量如下表:

实验序号	I	II	III	IV
CO ₂ 体积 (mL)	2352	2352	2352	2352
样品体积 (mL)	20.0	30.0	40.0	50.0
沉淀物质的量 (×10 ⁻² mol)	1.50	4.50	6.00	7.50

- (1) 该混合溶液中 Ba(OH)₂ 的物质的量浓度为_____。
- (2) 实验 III 最后所得溶液中碳酸钠的物质的量为_____。

5. (1) 某同学欲使用 18.4 mol·L⁻¹ 浓硫酸配制 920 mL 物质的量浓度为 0.30 mol·L⁻¹ 的稀硫酸,首先选择规格为_____ mL 的容量瓶,然后经理论计算需要量取_____ mL 上述浓硫酸(计算结果保留小数点后一位)。
- (2) 溶液配制的基本步骤如下:

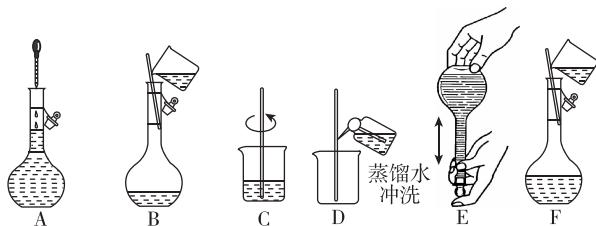


图 2-1-3

- 将上述实验步骤 A 到 F 按实验过程先后顺序排列:_____→_____→_____→_____→_____。(填字母)
- (3) 下列操作会使所配溶液的物质的量浓度偏低的是_____ (填字母)。

- A. 浓硫酸稀释后未冷却即转移
- B. 容量瓶使用前内壁沾有水珠
- C. 加蒸馏水时,不慎超过了刻度线
- D. 某同学定容时观察液面的情况如图 2-1-4 所示



图 2-1-4

【易错提醒】容量瓶的使用中的注意事项

- 容量瓶使用的第一步操作是“查漏”。“查漏”的方法:向容量瓶中加入适量水,盖好瓶塞,左手食指顶住瓶塞,右手托住瓶底,将容量瓶倒转过来看瓶口处是否有水渗出,若没有,将容量瓶正立,将瓶塞旋转 180°,重复上述操作,如果瓶口处仍无水渗出,则此容量瓶不漏水。
- 要选择规格合适的容量瓶。常见容量瓶的规格有 50 mL、100 mL、250 mL、500 mL、1000 mL 等,如配制 480 mL 某浓度溶液,则选用 500 mL 容量瓶。
- 不能用容量瓶直接溶解固体溶质,也不能用于稀释溶液。
- 容量瓶不能用作反应容器,也不能用于长期贮存溶液。

请完成

专题训练(二)



微专题1 阿伏伽德罗常数的综合应用

考向分析	解题关键
阿伏伽德罗常数(N_A)的综合应用通常以 N_A 为载体,涉及物质状态、分子组成、盐类水解、弱电解质电离、化学平衡、胶体制备、晶体结构、氧化还原反应等基本概念、基本理论、元素化合物等多方面知识的综合考查	<p>一是要掌握好以物质的量为中心的各物理量与阿伏伽德罗常数的关系;</p> <p>二是要准确弄清分子、原子、原子核内质子、中子及核外电子的构成关系,以及典型晶体的结构;</p> <p>三是注意常见可逆反应、氧化还原反应、有些特殊反应中的物理量变化</p>

▼重难点一 气体摩尔体积适用条件及物质的聚集状态

- 标准状况下,11.2 L 苯中含有分子的数目为 $0.5N_A$ ()
- 标准状况下,22.4 L 氨水含有 N_A 个 NH_3 分子 ()
- 标准状况下,22.4 L 的 SO_2 中含有的 SO_2 分子数为 N_A ()
- 标准状况下,22.4 L 二氯甲烷的分子数约为 $4N_A$ ()
- 2.24 L CO 和 CO_2 混合气体中含有的碳原子数目为 $0.1N_A$ ()
- 2.24 L CO_2 中含有的原子数为 $0.3\times 6.02\times 10^{23}$ ()
- CO 和 N_2 为等电子体,22.4 L 的 CO 气体与 1 mol N_2 所含的电子数相等 ()
- 常温常压下,22.4 L NO_2 和 CO_2 的混合气体含有氧原子数为 $2N_A$ ()
- 常温常压下,14 g 由 N_2 与 CO 组成的混合气体含有的原子数目为 N_A ()
- 32 g O_2 和 O_3 组成的混合气体中含有的氧原子数目为 $2N_A$ ()

【解题策略】

考查角度	命题分析	注意事项
标准状况下	在标准状况(0 ℃、101 kPa)下,1 mol 任何气体的体积约为 22.4 L,分子数为 N_A ,即 $V_m=22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。非气体不适用	熟记在标准状况下为非气态的常考物质。如单质溴、 H_2O 、苯、 CCl_4 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CH_3OH 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 SO_3 等均不是气体
非标准状况下	<p>①非标准状况(一般考核常温常压)下,气体摩尔体积未必为 $22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$</p> <p>②质量不随条件的改变而改变</p>	<p>①常温常压下,气体体积不能通过 $22.4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 转化计算;</p> <p>②常温常压下,1 mol 的物质的质量不变,如 44 g 二氧化碳中的分子数是 N_A</p>

▼重难点二 物质的组成和结构

- 14 g 乙烯和丁烯混合气体中的氢原子数为 $2N_A$ ()
- 1.7 g H_2O_2 中含有的电子数为 $0.9N_A$ ()
- 10.00 mol NaCl 中含有 6.02×10^{24} 个 NaCl 分子 ()
- 4.5 g SiO_2 晶体中含有的硅氧键的数目为 $0.3N_A$ ()

- 17 g $-\text{OH}$ 与 17 g OH^- 所含电子数均为 $10N_A$ ()
- 相同质量的 N_2O_4 与 NO_2 中所含原子数目相同 ()
- 乙烯和环丙烷(C_3H_6)组成的 28 g 混合气体中含有 $3N_A$ 个氢原子 ()
- 78 g 苯含有碳碳双键的数目为 $3N_A$ ()
- 30 g 甲醛中含共用电子对总数为 $4N_A$ ()
- 常温常压下,124 g P_4 中所含 $\text{P}-\text{P}$ 键数目为 $4N_A$ ()

【解题策略】

考查角度	命题分析	注意事项
分子数	分析物质是否由分子构成,或是否有相应分子存在	如: HCl 溶于水,完全电离,不存在分子; NaCl 是离子化合物,物质中无分子; SiO_2 是原子晶体,物质中也无分子
原子数	<p>①要分析分子中的原子组成,注意单原子分子、多原子分子;</p> <p>②分子中原子数比值相同的混合物,总质量一定,分子数不确定,但原子数确定</p>	<p>①惰性气体是单原子分子,Cl_2、O_2、N_2 等是双原子分子,O_3、P_4 等是多原子分子;</p> <p>②对实验式相同的混合物,按最简式来计算</p> <p>如 NO_2 和 N_2O_4、乙烯与丙烯、同分异构体、乙炔与苯、乙酸与葡萄糖等,只要总质量一定,则其中所含原子数与二者比例无关</p>
电子数	确定核外电子数,要分析微粒的结构	基团与离子的差异: $-\text{OH}$ 与 OH^- 的电子数不同
化学键数	明确结构情况,不能只看化学式来确定化学键数,要分析分子结构和晶体结构来确定	<p>①苯环中的碳碳键是介于单键和双键之间的一种独特的键,不含有碳碳双键;</p> <p>②1 mol 白磷(P_4)中含有的 $\text{P}-\text{P}$ 键的数目为 $6N_A$;1 mol S_8 含 8 mol $\text{S}-\text{S}$ 键;1 mol 金刚石(晶体硅)中含有 2 mol $\text{C}-\text{C}$ ($\text{Si}-\text{Si}$)键;1 mol SiO_2 含有 4 mol $\text{Si}-\text{O}$ 键</p>

●重难点三 氧化还原反应中转移电子数目

- 1. 56 g Fe 与足量的稀盐酸完全反应转移电子数为 $3N_A$ ()
- 2. 1 mol Cl_2 与足量 Fe 反应,转移的电子数为 $3N_A$ ()
- 3. 64 g 铜与一定浓度的硝酸完全反应时,转移的电子数为 $2N_A$ ()
- 4. 1 mol Fe 溶于过量硝酸,转移电子数为 $2N_A$ ()
- 5. 密闭容器中 2 mol NO 与 1 mol O_2 充分反应,产物的分子数为 $2N_A$ ()
- 6. 标准状况下,6.72 L NO_2 溶于足量的水中,转移的电子数为 $0.3N_A$ ()
- 7. 标准状况下,0.1 mol Cl_2 溶于水,转移的电子数目为 $0.1N_A$ ()
- 8. 常温下,1 mol Cl_2 与足量的 NaOH 溶液反应转移的电子数目为 $2N_A$ ()
- 9. 1 mol Na 与足量 O_2 反应,生成 Na_2O 和 Na_2O_2 的混合物,钠失去 N_A 个电子 ()
- 10. 常温常压下, Na_2O_2 与足量 H_2O 反应,共生成 0.2 mol O_2 ,转移电子的数目为 $0.4N_A$ ()

【解题策略】

解题步骤	过程分析	注意事项
第一步:判断反应是否正确	知晓常见反应的反应产物,特别是涉及一些可变价元素的反应	注意常考易错反应,如: $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2FeCl_3$, $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$
第二步:相关物质过量判断	根据化学方程式,计算物质是否过量,按不过量物质计算	如 $FeBr_2$ 和 Cl_2 的反应中,当有部分 Br^- 发生反应时, Fe^{2+} 已完全反应,计算转移电子数时,要把两步的转移电子数合并计算
第三步:判断化合价变化	根据化合价的升降来计算确定氧化、还原产物及转移的电子数	要注意特殊物质,如 ①由 Na_2O_2 、 H_2O_2 制取 1 mol O_2 转移 2 mol 电子; ②Fe 与 S、I、非氧化性酸反应,1 mol Fe 转移 2 mol 电子;1 mol Fe 与足量的 Cl_2 、稀 HNO_3 反应,转移 3 mol 电子

●重难点四 电解质溶液中粒子的数目

- 1. 将 1 mol NH_4NO_3 溶于稀氨水中使溶液呈中性,溶液中 NH_4^+ 数目为 N_A ()
- 2. 1 L 0.1 mol \cdot L⁻¹ 氨水含有 0.1 N_A 个 OH^- ()
- 3. 25 $^{\circ}C$ 时,10 L pH=1 的硫酸溶液中含有的 H^+ 数为 $2N_A$ ()
- 4. 25 $^{\circ}C$ 时,10 L pH=13 的 NaOH 溶液中含有的 OH^- 数为 N_A ()
- 5. 25 $^{\circ}C$ 时,pH=13 的 1.0 L $Ba(OH)_2$ 溶液中含有的 OH^- 数目为 $0.2N_A$ ()
- 6. 0.1 L 3.0 mol \cdot L⁻¹ 的 NH_4NO_3 溶液中含有的 NH_4^+ 的数目为 $0.3N_A$ ()
- 7. 等体积、等物质的量浓度的 NaCl 和 KCl 溶液中,阴、阳离子数目之和均为 $2N_A$ ()

- 8. 0.1 mol \cdot L⁻¹ 的 $NaHSO_4$ 溶液中,阳离子的数目之和为 $0.2N_A$ ()
- 9. 含 1 mol $FeCl_3$ 的溶液水解形成 $Fe(OH)_3$ 胶粒数目为 N_A ()
- 10. 1 L 3.0 mol \cdot L⁻¹ 的氨水中含有的 NH_3 的数目为 $3N_A$ ()

【解题策略】

考查角度	命题分析	注意事项
电离	强电解质在水溶液中完全电离,弱电解质部分电离,计算分子数及离子数时要考虑是否完全电离	H_2SO_4 等强电解质在水中完全电离,稀溶液中不存在硫酸分子;醋酸溶液中, CH_3COOH 部分发生电离, CH_3COOH 分子数减少; CH_3CH_2OH 是非电解质,水溶液中分子数不变
水解	有些盐中弱离子要发生水解,离子数会增加或减少	如在 Na_2CO_3 溶液中,由于水解因素, CO_3^{2-} 会减少,但阴离子数增加
体积因素	计算溶液中微粒数目时要确认题干中是否已明确溶液体积	常见陷阱是溶液的体积未知,则溶质的物质的量无法计算,所含微粒数也无法计算

●重难点五 一些特殊反应

- 1. 1 mol Cl_2 参加反应转移电子数一定为 $2N_A$ ()
- 2. 常温下,1 mol Fe 放入过量的浓硫酸中,转移电子数小于 $3N_A$ ()
- 3. 常温下,1 mol 浓硝酸与足量 Al 反应,转移电子数为 $3N_A$ ()
- 4. 50 mL 12 mol \cdot L⁻¹ 盐酸与足量 MnO_2 共热,转移的电子数为 $0.3N_A$ ()
- 5. 50 mL 18.4 mol \cdot L⁻¹ 浓硫酸与足量铜微热反应,生成 SO_2 分子的数目为 $0.46N_A$ ()
- 6. 某密闭容器盛有 0.1 mol N_2 和 0.3 mol H_2 ,在一定条件下充分反应,转移电子的数目为 $0.6N_A$ ()
- 7. 2 mol SO_2 和 1 mol O_2 在一定条件下充分反应后,混合物的分子数为 $2N_A$ ()

【解题策略】

考查角度	命题分析	注意事项
可逆反应	在可逆反应中,由于反应不完全,计算微粒数时不能按完全反应计算	经常考核的反应有 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 、 $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ 、 $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2NH_3$ 等
浓度影响	某些反应在反应过程中由于溶液浓度发生变化会造成反应发生改变或停止,此类反应在判断转移电子数目、物质的量的变化时均要考虑反应的改变	如 MnO_2 与浓盐酸反应,Cu 与浓 H_2SO_4 反应,Zn 与浓 H_2SO_4 反应,Cu 与浓硝酸反应

选考考点分布

知识内容	考试要求
(1)根据化合价的变化判断氧化还原反应	b
(2)氧化还原反应中电子转移的方向和数目	c
(3)根据氧化还原反应判断物质的氧化性、还原性强弱	c
(4)氧化还原反应方程式的配平	c

考点1 氧化还原反应概念及强弱判断

主干整合

1. 氧化还原反应概念间的联系

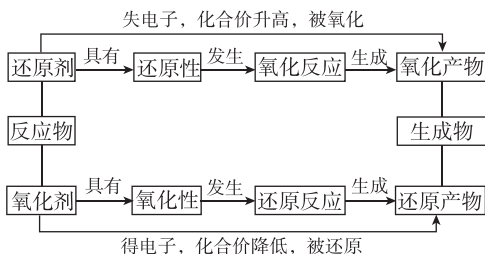
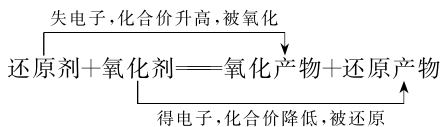


图 3-1-1

2. 氧化性和还原性强弱判断

方法一：依据反应原理判断



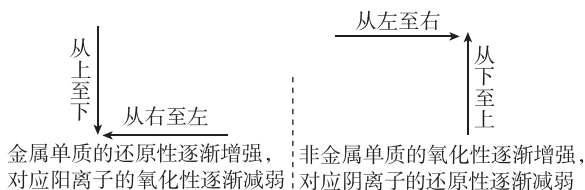
氧化性: 氧化剂 > 氧化产物

还原性: 还原剂 > 还原产物

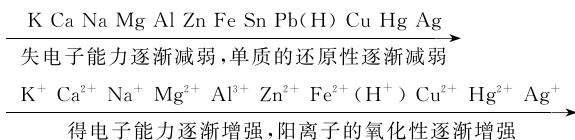
可总结为比什么性, 找什么剂, 产物之性小于剂。

方法二：依据“三表”判断

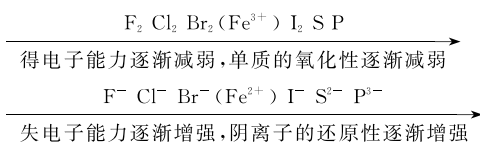
(1)根据元素周期表判断。



(2)根据金属活动性顺序表判断。



(3)根据非金属活动性顺序表判断。



方法三：根据产物价态高低判断

当不同氧化剂作用于同一还原剂时, 如果被氧化的元素在氧化产物中价态不相同, 可根据氧化产物中此元素的价态高低进行判断: 氧化产物的价态越高, 则氧化剂的氧化性越强。如: $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$, $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 则氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

方法四：依据电化学原理判断

(1)原电池: 一般情况下, 两种不同的金属构成原电池的两极, 还原性: 负极 > 正极。

(2)电解池: 用惰性电极电解混合溶液时, 在阴极先放电的阳离子的氧化性较强, 在阳极先放电的阴离子的还原性较强。

题组训练

1. [2019·浙江台州一模] 下列氧化还原反应中, 水作为氧化剂的是 ()

- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
- $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

2. NaClO_2 可用作造纸的漂白剂, 它由反应 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 制得, 下列说法正确的是 ()

- H_2O_2 是氧化剂, H_2O_2 中的氧元素被还原
- 每生成 1 mol O_2 , 转移电子的物质的量为 4 mol
- ClO_2 中的氯元素被氧化
- ClO_2 是氧化剂, H_2O_2 是还原剂

3. [2019·浙江学军中学选考模拟] K_2FeO_4 是优良的水处理剂,一种制备方法是将 Fe_2O_3 、 KNO_3 、 KOH 混合共熔发生反应,反应后 KNO_3 被还原为 KNO_2 。下列关于该反应的说法不正确的是 ()

- A. 反应中 Fe_2O_3 作还原剂, KNO_3 作氧化剂
B. 每生成 1 mol K_2FeO_4 , 转移 6 mol e^-
C. K_2FeO_4 具有氧化杀菌作用
D. 该实验条件下的氧化性: $\text{KNO}_3 > \text{K}_2\text{FeO}_4$

4. [2019·浙江余姚中学模拟] 已知 Co_2O_3 在酸性溶液中易被还原成 Co^{2+} , Co_2O_3 、 Cl_2 、 FeCl_3 、 I_2 的氧化性依次减弱。下列反应在水溶液中不可能发生的是 ()

- A. $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$
B. $\text{Cl}_2 + \text{FeI}_2 = \text{FeCl}_2 + \text{I}_2$
C. $\text{Co}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{CoCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
D. $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

5. [2019·浙江嘉兴一中模拟] 已知反应: ① $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$, ② $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = 3\text{Cl}_2 \uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$, ③ $2\text{KBrO}_3 + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{KClO}_3$, 下列说法不正确的是 ()

- A. 上述三个反应中只有两个是置换反应
B. 氧化性由强到弱的顺序为 $\text{KBrO}_3 > \text{KClO}_3 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2$
C. 反应②中还原剂与氧化剂的物质的量之比为 5:1
D. 反应③中消耗 1 mol 还原剂, 则氧化剂得到电子的物质的量为 2 mol

【方法指导】常见还原剂、氧化剂及对应产物判断

(1) 常见还原剂及对应产物

物质类型	举例	对应氧化产物
活泼的金属单质	M(金属)	M^{n+}
活泼的非金属单质	H_2	H^+ 或 H_2O
	C	CO 或 CO_2
元素处于低化合价时的化合物	CO	CO_2
	SO_2	SO_3 或 H_2SO_4
	H_2S	S
	HI	I_2
	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}
	Fe^{2+}	Fe^{3+}

(2) 常见氧化剂及对应产物

物质类型	举例	对应还原产物
活泼的非金属单质	X_2 (卤素)	X^-
	O_2	H_2O 或 OH^-
元素处于高化合价时的化合物	MnO_2	Mn^{2+}
	浓硫酸	SO_2
	HNO_3	NO_2 、NO
	KMnO_4	K_2MnO_4 、 MnO_2
	Fe^{3+}	Fe^{2+}
过氧化物	Na_2O_2	H_2O
	H_2O_2	H_2O

考点2 氧化还原反应规律及应用

主干整合

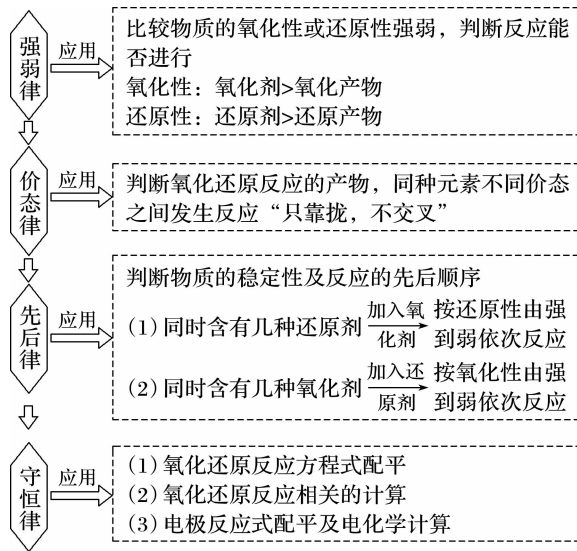


图 3-1-2

题组训练

1. 氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, 向物质的量浓度均为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 CuSO_4 的 500 mL 混合液中加入 $a \text{ mol}$ 铁粉, 充分反应后, 下列说法不正确的是 ()

- A. 当 $a \leq 1$ 时, 发生的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$
B. 当 $a \geq 2$ 时, 发生的反应为 $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cu}^{2+} + 3\text{Fe} = 5\text{Fe}^{2+} + 2\text{Cu}$
C. 当 $1 \leq a < 2$ 时, 溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = (2+a) \text{ mol}$
D. 若有固体剩余, 则可能是铜或铁和铜

2. 向含 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 的溶液中通入过量的氯气, 溶液中四种粒子的物质的量变化如图 3-1-3 所示, 已知: $b-a=5$, 线段 IV 表示一种含氧酸, 且 I 和 IV 表示的物质中含有相同的元素。下列说法不正确的是 ()

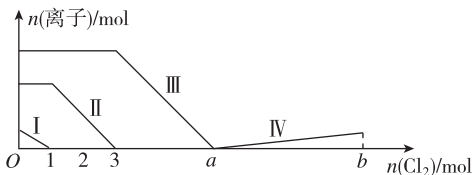


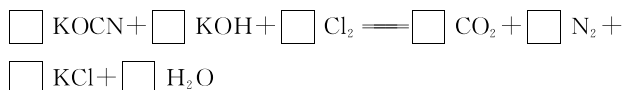
图 3-1-3

- A. 线段 II 表示 Fe^{2+} 的变化情况
B. 线段 IV 发生反应的离子方程式为 $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 12\text{OH}^- = 2\text{IO}_3^- + 10\text{Cl}^- + 6\text{H}_2\text{O}$
C. 根据图像可计算 $a=6$
D. 原溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{I}^-) : c(\text{Br}^-) = 2 : 1 : 3$

3. [2019·浙江萧山中学模拟] 在氯化法处理含 CN^- 的废水过程中, 液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一), 氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1)某厂废水中含 KCN,其浓度为 $650 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。现用氯氧化法处理,发生如下反应(其中 N 均为 -3 价): $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$,被氧化的元素是_____。

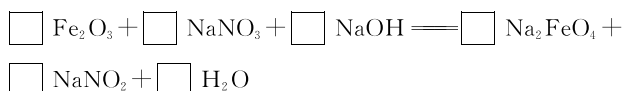
(2)投入过量液氯,可将氰酸盐进一步氧化为氮气。请配平下列化学方程式:



(3)若处理上述废水 100 L,使 KCN 完全转化为无毒物质,至少需液氯_____g。

4. 生活饮用水水质的标准主要有色度、浑浊度、pH、细菌总数等。目前城市自来水处理过程中所使用的主要试剂仍是 Cl_2 (消毒剂)和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (沉降剂),但由于种种原因,用这两种物质处理自来水,总有缺陷。因此,有资料报道: Na_2FeO_4 是一种强氧化剂,可作为一种新型净水剂,在反应中被还原为 Fe^{3+} ,使用该物质可代替 Cl_2 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

(1)配平工业上制备 Na_2FeO_4 的化学方程式:



(2)当反应物中含有 1.4 mol Na^+ ,且上述反应恰好完全进行时,电子转移总数为_____ N_A 。

(3) Na_2FeO_4 代替 Cl_2 是因为它具有_____性,还原为 Fe^{3+} 后净水的原理为(用离子方程式表示)_____。

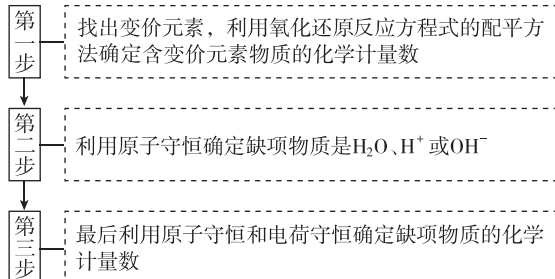
(4)某厂制备 Na_2FeO_4 后的废液中含 NaNO_2 ,直接排放会造成污染,下列试剂中,能使 NaNO_2 转化为 N_2 (不引起二次污染)的是_____ (选填编号),反应的离子方程式为_____。

①NaCl ② NH_4Cl ③ KMnO_4 ④浓硫酸

【方法技巧】氧化还原反应方程式的配平方法

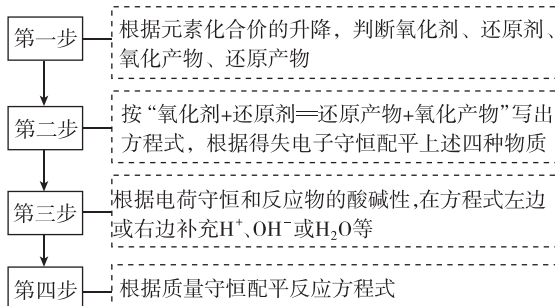
1. 缺项型氧化还原反应方程式的配平

缺项型氧化还原反应方程式的特点是某些反应物或生成物没有写出来,一般为水、酸(H^+)或碱(OH^-),其配平流程可表示为



2. 信息型氧化还原反应方程式的书写与配平

信息型氧化还原反应方程式的特点是需要结合已有知识从题给信息或者流程图中提炼出反应物、生成物,进而分析得到正确的反应,其流程可表示为



请完成

专题训练(三)

选考考点分布

知识内容	考试要求
(1)电解质和非电解质的概念	a
(2)强、弱电解质的概念	a
(3)离子反应的本质及发生的条件	b
(4)离子方程式	b

考点1 离子反应与离子方程式

主干整合

1. 强、弱电解质

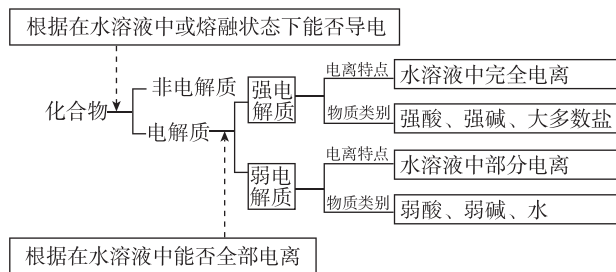


图 4-1-1

2. 离子反应发生条件

(1)复分解反应类型

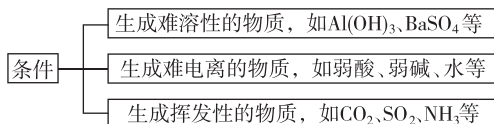


图 4-1-2

(2)氧化还原反应类型

强氧化性物质+强还原性物质 \longrightarrow 弱氧化性物质+弱还原性物质。如 FeCl_3 溶液与 Cu 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 。

3. 离子方程式书写步骤及要求

(1)书写的基本原则及要求

①合事实:

离子反应应符合客观事实,不能臆造产物及反应。

②式正确:

化学式与离子符号使用正确合理。

③号无误:

\longrightarrow 、 \longleftarrow 、 \downarrow 、 \uparrow 等符号正确无误。

④细检查:

写完后再次核实方程式是否正确。

(2)书写步骤(以 CaCO_3 与盐酸的反应为例):

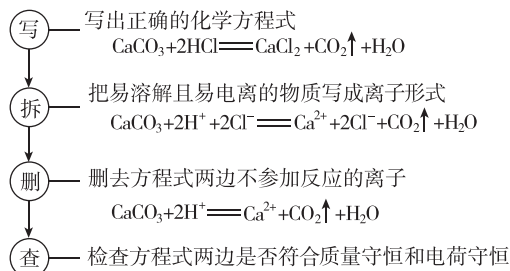


图 4-1-3

题组训练

- 下列物质的水溶液能导电,但属于弱电解质的是 ()
A. CH_3COOH B. Cl_2
C. NH_4HCO_3 D. SO_3
- [2019·浙江4月选考] 不能正确表示下列变化的离子方程式是 ()
A. 二氧化硫与酸性高锰酸钾溶液反应: $5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{MnO}_4^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
B. 酸性碘化钾溶液中滴加适量双氧水: $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 硅酸钠溶液和盐酸反应: $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$
D. 硫酸铜溶液中加入少量的铁粉: $3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe} \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu}$
- [2019·浙江学军中学选考模拟] 下列离子方程式正确的是 ()
A. KClO 碱性溶液与 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 反应: $3\text{ClO}^- + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \longrightarrow 2\text{FeO}_4^{2-} + 3\text{Cl}^- + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$
B. 用稀硫酸除去硫酸钠溶液中少量的硫代硫酸钠: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
C. 硬脂酸与乙醇的酯化反应: $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2^{18}\text{O}$
D. 向碳酸氢铵溶液中加入足量石灰水: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

4. 向分别含 1 mol NaOH 和 1 mol Ba(OH)₂ 的混合溶液中通入 a mol CO₂, 下列说法不正确的是 ()
- A. 当 $a=1.0$ 时, 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- B. 当 $a=2.0$ 时, 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 3\text{OH}^- + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- C. 当 $a=2.5$ 时, 反应的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$
- D. 当 $a=1.75$ 时, 溶液中 HCO_3^- 与 CO_3^{2-} 的物质的量之比为 2 : 1
5. 向含有 a mol FeBr₂ 的溶液中, 通入 x mol Cl₂。下列各项为通 Cl₂ 过程中, 溶液内发生反应的离子方程式, 其中不正确的是 ()
- A. $x=0.4a, 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- B. $x=0.6a, 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- C. $x=a, 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$
- D. $x=1.5a, 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$

【方法点拨】1. 与“量”有关的离子方程式的书写

书写与“量”有关的离子方程式时, 应注意“少量”“过量”“等物质的量”等字眼, 总体原则是以量少的物质定离子方程式中各离子的化学计量数:

(1) 根据相对量将少量物质定为“1 mol”, 若少量物质中有两种或两种以上离子参加反应, 则参加反应离子的物质的量之比与物质组成之比相符。

(2) 依据少量物质中离子的物质的量, 确定过量物质中参加反应的离子的物质的量。

(3) 依据“先中和后沉淀”的思路正确书写离子方程式。

2. 判断离子反应顺序的方法

(1) 复分解型离子反应。判断反应产物与其他成分是否能大量共存。例如, 某溶液中含有 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 H^+ , 向溶液中逐滴加入氢氧化钠溶液, 若先发生反应: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 则生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 H^+ 、 Al^{3+} 都不能大量共存, 因此, OH^- 应先与 H^+ 反应, 再与 Al^{3+} 反应, 最后与 NH_4^+ 反应。判断离子反应先后顺序的总规则是先发生反应的反应产物与其他物质能大量共存。

(2) 氧化还原型离子反应。同一氧化剂(或还原剂)可能与多种还原剂(或氧化剂)反应, 解此类题应抓住三点:

① 确定氧化剂或还原剂强弱顺序。如还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$, 氧化性: $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ 等。

② 根据强弱规律, 判断反应顺序。同一氧化剂与多种还原剂反应, 还原性强的还原剂优先发生反应; 同一还原剂与多种氧化剂反应, 氧化性强的氧化剂优先发生反应。

③ 分步计算。先判断过量, 后计算。

考点 2 离子共存

主干整合

1. 无色溶液中不存在有色离子, 根据溶液的颜色可确定存在的离子。几种常见离子的颜色:

离子	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}	MnO_4^-
颜色	蓝色	棕黄色	浅绿色	紫红色

2. 溶液的酸碱性及共存的离子种类

(1) 在强酸性溶液中, OH^- 及弱酸根阴离子(如 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CH_3COO^- 等)均不能大量存在。

(2) 在强碱性溶液中, H^+ 及弱碱阳离子(如 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 等)均不能大量存在。

(3) 酸式弱酸根离子(如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等)在强酸性和强碱性溶液中均不能大量存在。

3. 特殊情况下不能共存或能共存的离子

(1) “ $\text{NO}_3^- + \text{H}^+$ ”组合具有强氧化性, 能与 S^{2-} 、 Fe^{2+} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等有还原性的离子因发生氧化还原反应而不能大量共存。

(2) NH_4^+ 与 CH_3COO^- 、 CO_3^{2-} , Mg^{2+} 与 HCO_3^- 等组合中, 虽然两种离子都能水解且水解相互促进, 但总的水解程度仍很小, 它们在溶液中能大量共存。

4. 能相互反应的离子不能大量共存

(1) 复分解反应:

如 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- , H^+ 与 CH_3COO^- 等。

(2) 氧化还原反应:

如 Fe^{3+} 与 I^- 、 S^{2-} , $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 与 Fe^{2+} , $\text{MnO}_4^- (\text{H}^+)$ 与 SO_3^{2-} 、 Cl^- 等。

(3) 络合反应:

如 Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

(4) 水解互促反应(又称双水解反应):

如 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 与 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 HS^- 、 PO_4^{3-} 、 AlO_2^- 等之间的反应。

● 题组训练

1. [2019 · 浙江宁波镇海中学模拟] 下列各组离子能够大量共存的是 ()
- A. Ag^+ 、 NO_3^- 、 H^+ 、 Cl^-
- B. H^+ 、 K^+ 、 SiO_3^{2-} 、 ClO^-
- C. Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- D. Fe^{3+} 、 Na^+ 、 CO_3^{2-} 、 I^-
2. [2019 · 浙江萧山中学模拟] 在某无色的强酸性溶液中, 能大量共存的离子组是 ()
- A. NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 Br^-
- B. Na^+ 、 K^+ 、 CO_3^{2-} 、 Cl^-
- C. K^+ 、 Fe^{3+} 、 I^- 、 SO_4^{2-}
- D. K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
3. [2019 · 浙江嘉兴第一中学模拟] 在强酸性溶液中, 下列离子组能大量共存且溶液为无色透明的是 ()
- A. Na^+ 、 K^+ 、 OH^- 、 Cl^-
- B. Na^+ 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- C. Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
- D. Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^- 、 K^+
4. 室温下, 下列各组离子在指定溶液中能大量共存的是 ()
- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水: Cu^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaCl_2 溶液: Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-
- C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液: K^+ 、 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaHCO_3 溶液: K^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 OH^-

【规律小结】常见的溶液的酸碱性的限定条件

(1) 常见表示溶液呈酸性的表述:

- ① 常温下, $\text{pH}=1$ 的溶液;
- ② 使 pH 试纸变红的溶液;
- ③ 使甲基橙呈红色的溶液;
- ④ 与镁粉反应放出氢气的溶液;
- ⑤ $c(\text{OH}^-)=1\times 10^{-14} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液。

(2) 常见表示溶液呈碱性的表述:

- ① 常温下 $\text{pH}=14$ 的溶液;
- ② 使 pH 试纸变蓝的溶液;
- ③ 使酚酞溶液变红的溶液;
- ④ $c(\text{H}^+)=1\times 10^{-14} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液。

(3) 常见表示溶液既能呈酸性也能呈碱性的表述:

- ① 与铝粉反应放出氢气的溶液;
- ② 常温下水电离出的 $c(\text{OH}^-)=1\times 10^{-12} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液;
- ③ 与 NH_4HCO_3 反应能产生气体的溶液。

考点3 常见离子的检验与推断

主干整合

1. 常见离子的特征反应、实验操作与现象

(1) 常见阳离子的检验

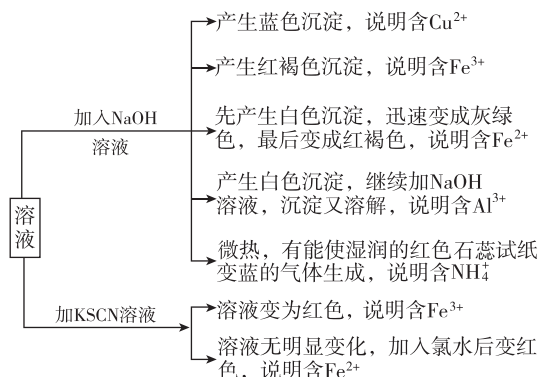


图 4-1-4

(2) 常见阴离子的检验

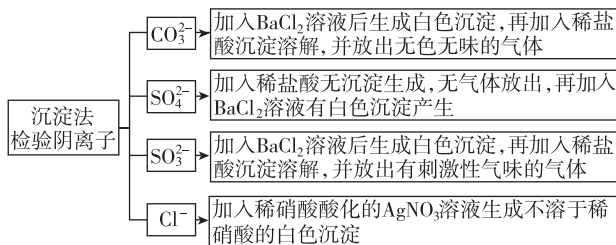


图 4-1-5

2. 离子推断的原则

- (1) 肯定性原则: 结合实验现象推出肯定存在或肯定不存在的离子。
- (2) 互斥性原则: 在肯定某些离子存在的同时, 结合离子共存规律, 确定不存在的离子。
- (3) 进出性原则: 注意实验过程中反应生成的离子或引入的离子对后续实验的干扰。
- (4) 电中性原则: 溶液中既要有阳离子, 也要有阴离子。

● 题组训练

1. [2018·浙江11月选考] 通过实验得出的结论正确的是 ()

- A. 将某固体试样完全溶于盐酸, 再滴加 BaCl_2 溶液, 出现白色沉淀, 则该固体试样中存在 SO_4^{2-}
- B. 将某固体试样完全溶于盐酸, 再滴加 KSCN 溶液, 没有出现血红色, 则该固体试样中不存在 Fe^{3+}
- C. 在某固体试样加水后的溶液中, 滴加 NaOH 溶液, 没有产生使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体, 该固体试样中仍可能存在 NH_4^+
- D. 在某固体试样加水反应后的上层清液中, 滴加盐酸出现白色沉淀, 再加 NaOH 溶液沉淀溶解, 则该固体试样中存在 SiO_3^{2-}

2. [2019·浙江嘉兴一中模拟] 某溶液中可能含有 K^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Br^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 中的若干种离子, 某同学做了如下实验:

- ① 取少量溶液, 滴加足量氯水, 有气泡产生且溶液颜色变成黄色
- ② 另取少量原溶液, 滴加盐酸酸化的氯化钡溶液, 无沉淀生成
- ③ 蘸取原溶液, 做焰色反应实验, 透过蓝色钴玻璃观察到火焰呈紫色

为进一步确定该溶液的组成, 无需进行的实验是 ()

- A. 上述实验③不透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色
- B. 取少量溶液, 滴加氯水和 CCl_4 , 振荡、静置
- C. 取少量溶液, 滴加适量的稀硫酸和品红溶液
- D. 取少量溶液, 滴加适量的 NaOH 浓溶液, 加热, 用湿润的红色石蕊试纸检验气体

3. 某溶液中只可能含有 K^+ 、 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 中的若干种离子。离子浓度均为 $0.3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。某同学进行了如下实验:

图 4-1-6

下列说法正确的是 ()

- A. 无法确定原溶液中是否含有 Al^{3+} 、 Cl^-
- B. 原溶液中存在的离子为 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
- C. 滤液 X 中大量存在的阳离子有 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 和 Ba^{2+}
- D. 无法确定沉淀 C 的成分

【易错警示】离子推断试题一般涉及实验操作、离子反应、离子共存、电荷守恒等知识的综合考查, 可灵活应用“肯定性原则”“互斥性原则”“进出性原则”“电中性原则”进行推断, 特别注意以下几点:

- (1) 注意有颜色的离子与溶液的颜色是否一致。
- (2) 根据某现象推出含有的某种离子, 该离子是否为前面的操作引入。
- (3) 对于根据现象不能直接确定的离子, 需结合电荷守恒进行定量分析进一步确定。



专题训练(四)



微专题2 化学反应中的过量判断与计算

考向分析	解题关键
以元素化合物的性质作为载体,以选择、计算填空为形式,定量考查常见的化学反应,包括多组分同时反应的过量判断与计算、多组分因强弱不同而先后反应的判断与计算	一、熟练掌握并使用元素化合物的酸碱性、氧化还原性强弱比较; 二、灵活应用守恒法、极值法、数值比较法等计算判断方法

●重难点一 选择型过量判断

例1 向含 $a \text{ mol NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 和 $a \text{ mol NH}_4\text{HSO}_4$ 的溶液中逐滴加入 $b \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,下列说法正确的是 ()

- A. $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 是复盐,一种特殊的混合物
 B. $b \leq 0.5a$ 时,发生的离子反应为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. 当 $0.5a < b \leq 2a$ 时可能发生的离子反应为 $2\text{H}^+ + \text{Fe}^{3+} + 2\text{Ba}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 5\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. 当 $2a < b \leq 3a$ 时可能发生的离子反应为 $\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{3+} + \text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 5\text{OH}^- \rightleftharpoons 3\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

【解题策略】

选择型过量判断的解题一般分两个步骤:①数轴法断点;②按不同量,各组分反应叠加。

数轴法是范围讨论型选择题比较常用的解题方法。范围讨论按数学上的知识,必须存在区间—— $a < x < b$ 的形式,所以关键是找到区间的两个端点,所依据的原理则是反应物之间相对含量不同而产物不同。

解题思路一般是:

(1)分析因量不同而可能发生的分段反应,写出相应的化学方程式,这是解题的关键;

(2)依两个反应式恰好完全反应时,反应物的量的比例关系,划分出取值范围的端点(分切点);

(3)依分切点借用数轴展现不同情况下的分段反应,再分区讨论;

(4)在不同的区间内按实际参加反应的量叠加各组分反应式。

本例题由于 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 在 $b \leq 3a$ 时一直在生成硫酸钡沉淀,而 OH^- 与 H^+ 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 按序反应,所以可以划分如下三个数轴分切点: $b=0.5a$ 、 $b=2a$ 、 $b=3a$ 。

变式1 已知氧化性 $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$ 。向含溶质 $a \text{ mol}$ 的 FeBr_2 溶液中通入 $b \text{ mol Cl}_2$,充分反应。下列说法不正确的是 ()

- A. 离子的还原性强弱: $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$
 B. 当 $a \geq 2b$ 时,发生的离子反应: $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
 C. 当 $a = b$ 时,反应后的离子浓度: $c(\text{Fe}^{3+}) : c(\text{Br}^-) : c(\text{Cl}^-) = 1 : 2 : 2$
 D. 当 $3a \leq 2b$ 时,发生的离子反应: $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$

变式2 [2019·浙江衢州教学质量检测] 向含 $a \text{ mol NaOH}$ 和 $a \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ 的混合溶液中通入 $b \text{ mol CO}_2$ 充分反应

(不考虑 CO_2 的溶解),下列说法不正确的是 ()

- A. 当 $a \geq 2b$ 时,发生的离子反应为 $2\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 B. 当 $a = 1.25b$ 时,发生的离子方程式为 $5\text{OH}^- + 4\text{CO}_2 \rightleftharpoons 3\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 C. $\frac{2b}{3} < a < 2b$ 时,溶液中 CO_3^{2-} 与 HCO_3^- 物质的量之比为 $(2b-a) : (2a-b)$
 D. 若反应后溶液中 CO_3^{2-} 与 OH^- 物质的量之比为 $2 : 1$, 则 $5b = a$

●重难点二 填空型过量计算

例2 [2019·浙江嘉兴模拟] 标准状况下,向不同体积 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{HSO}_4$ 溶液中加入等量的 NaOH 固体,充分反应,反应产生的 NH_3 随 NH_4HSO_4 溶液体积的变化如图 W2-1 所示(假设生成的 NH_3 全部逸出),请计算:

(1) x 的值为_____。

(2) NaOH 的物质的量为_____。

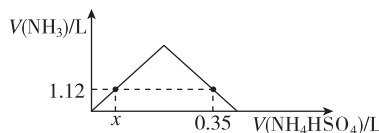


图 W2-1

【解题策略】

填空型过量计算的题型呈现方式有多种:文字表述型、图表呈现型等。此类题目解题需要分两阶段:①过量判断,首先要分析图像或表格数据,得出具体过量反应物,一般少量反应物的数据是计算的切入点;②数据计算,要根据提供的数据(包括图像中的特征点)进行计算。

元素化合物的性质是反应先后的依据,所以在过量判断时要按照元素化合物的性质,按序写出可能的反应,然后进行过量判断。在解题过程中,要充分熟练应用原子守恒、得失电子守恒、电荷守恒,利用极值法、比例法、差值法进行计算。

变式 现有 400 mL FeSO_4 和 Na_2SO_4 的混合溶液,平均分成 4 份,向每份混合溶液中加入相同浓度不同体积的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,均充分反应后过滤,沉淀经洗涤后充分灼烧,所得固体质量与加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积关系如下表:

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的体积/mL	100	200	300	400
固体质量/g	6.26	12.52	17.18	19.51

(1) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液的物质的量浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2)该混合溶液中 FeSO_4 和 Na_2SO_4 物质的量之比为_____。

第1讲 原子结构 微粒之间的相互作用力

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)原子结构模型的演变	a
(2)原子的构成,原子符号	b
(3)核素、同位素的概念	b
(4)常见离子化合物的形成过程	b
(5)原子核外电子排布的基本规律(1~18号元素原子结构)	c
(6)化学键的含义	a
(7)离子键、共价键的概念和成因	b
(8)离子化合物、共价化合物的概念	a
(9)简单离子化合物、共价分子的电子式	b
(10)简单共价分子的结构模型、结构式	a
(11)碳的成键特点与有机化合物的多样性的联系	a
(12)分子间作用力的含义,分子间作用力对分子构成的物质的某些物理性质的影响	b
(13)简单共价分子的空间结构和键能	a
(14)氢键的概念、形成条件和原因,氢键对物质性质的影响	b

考点1 原子结构和核外电子排布

主干整合

1. 原子结构

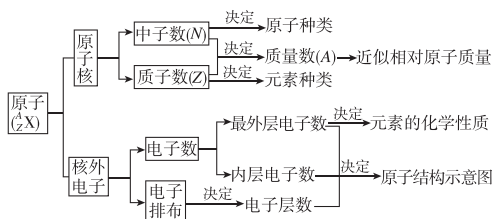


图 5-1-1

2. 符号 ${}_a^bX_c^{d+}$ 中各数字的含义

X元素的化合价为 $+c$
X原子的质量数 $-b$ $+c$ $d+$ 该离子带 d 个单位的正电荷
X原子的质子数 $-a$ X $e-$ 一个分子中含X原子的个数为 e

图 5-1-2

3. 元素、核素、同位素、同素异形体的区别

(1)同素异形体：

同种元素形成的不同单质,比如白磷与红磷,石墨、金刚石和 C_{60} , O_2 与 O_3 等。

(2)元素、核素、同位素：

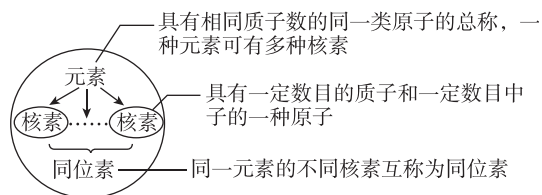
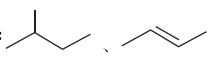


图 5-1-3

4. 化学用语

- (1)四种符号
- ①元素符号： Al 、 S
 - ②离子符号： Al^{3+} 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}
 - ③同位素符号： $^{12}_6C$ 、 $^{13}_6C$
 - ④化合价符号： Al_2O_3

- (2)两种模型
- ①球棍模型：
 - ②比例模型：

- (3) 八种图式
- ① 化学式: Na_2O_2 、 NH_4Cl 、 SiO_2
 - ② 分子式: C_2H_4 、 NH_3
 - ③ 最简式(实验式): CH_2 、 CH_2O
 - ④ 电子式: $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$
 - ⑤ 结构式: $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
 - ⑥ 结构简式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
 - ⑦ 键线式: 
 - ⑧ 原子结构示意图: $\begin{array}{c} (+17) \\ 2 \quad 8 \quad 7 \end{array}$

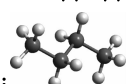
5. 常见化合物的电子式

- ① NaCl : $\text{Na}^+[\text{Cl}]^-$
- ② MgCl_2 : $[\text{Cl}]^-\text{Mg}^{2+}[\text{Cl}]^-$
- ③ Na_2O_2 : $\text{Na}^+[\text{O}:\text{O}]^{2-}\text{Na}^+$
- ④ NaOH : $\text{Na}^+[\text{O}:\text{H}]^-$
- ⑤ NH_4Cl : $[\text{H}:\text{N}:\text{H}]^+[\text{Cl}]^-$
- ⑥ HCl : $\text{H}:\text{Cl}:$
- ⑦ NH_3 : $\text{H}:\text{N}:\text{H}$
- ⑧ H_2O : $\text{H}:\text{O}:\text{H}$
- ⑨ H_2O_2 : $\text{H}:\text{O}:\text{O}:\text{H}$
- ⑩ CO_2 : $:\text{O}::\text{C}::\text{O}:$
- ⑪ HClO : $\text{H}:\text{O}:\text{Cl}:$
- ⑫ CCl_4 : $\begin{array}{c} :\text{Cl}: \\ | \\ :\text{Cl}:\text{C}:\text{Cl}: \\ | \\ :\text{Cl}: \end{array}$

● 题组训练

1. [2019·浙江4月选考] 下列表示不正确的是 ()

A. 次氯酸的电子式: $\text{H}:\text{Cl}:\ddot{\text{O}}:$


B. 丁烷的球棍模型: 

C. 乙烯的结构简式: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

D. 原子核内有8个中子的碳原子: $^{14}_6\text{C}$

2. [2018·浙江11月选考] 下列表示不正确的是 ()

A. Na^+ 结构示意图: $\begin{array}{c} (+11) \\ 2 \quad 8 \end{array}$

B. 乙烷的比例模型: 

C. 乙醛的结构简式: CH_3CHO

D. 氯化钙的电子式: $[\text{Cl}]^-\text{Ca}^{2+}[\text{Cl}]^-$

3. [2019·浙江温州高二模拟] 下列化学用语或说法正确的是 ()

A. 二氧化碳的结构式: $\text{O}=\text{C}=\text{O}$

B. H_2O_2 的电子式: $\text{H}^+[\text{O}:\text{O}]^-\text{H}^+$

C. ^{18}O 和 ^{16}O 是两种不同的核素


D. 氡的放射性同位素 $^{222}_{86}\text{Rn}$, 其原子中的质子数为 136

4. [2019·浙江温州模拟] 下列化学用语表示正确的是 ()

A. 二氧化硅的分子式: SiO_2

B. KCl 的电子式: $\text{K}^+[\text{Cl}]^-$

C. $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 的名称为 2-乙基丁烷

D. CCl_4 的比例模型: 

【易错警示】 电子式书写常见的四大误区

- 误区一: 混淆离子化合物与共价化合物的电子式。如 NaCl 错写成 $\text{Na}:\ddot{\text{Cl}}:$, H_2O 错写成 $\text{H}^+[\text{O}]^{2-}\text{H}^+$
- 误区二: 漏写未参与成键的电子对。如 N_2 错写为 $\text{N}::\text{N}$, NH_3 错写为 $\text{H}:\text{N}:\text{H}$
- 误区三: 错写分子中原子的结合方式。如 HClO 中 H 应与 O 相结合, 而错写成 $\text{H}:\ddot{\text{Cl}}:\ddot{\text{O}}:$
- 误区四: 误合并原子。如 MgCl_2 的电子式错写成 $\text{Mg}^{2+}[\text{Cl}]_2^-$, 正确的为 $[\text{Cl}]^-\text{Mg}^{2+}[\text{Cl}]^-$

考点2 微粒之间的相互作用力

● 主干整合

1. 化学键与分子间作用力

微粒间的作用力	化学键		分子间作用力
类型	离子键	共价键	范德华力、氢键
作用范围	阴、阳离子间	原子与原子间	分子与分子间
存在	分子内或晶体内		分子之间
作用力	较强		与化学键相比弱得多
影响	主要影响化学性质		主要影响物理性质(如熔点、沸点等)

2. 理清化学键类型与物质类型的对应关系

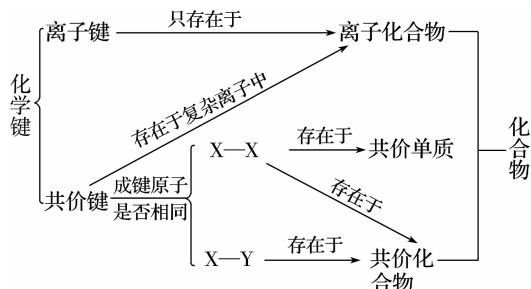


图 5-1-4

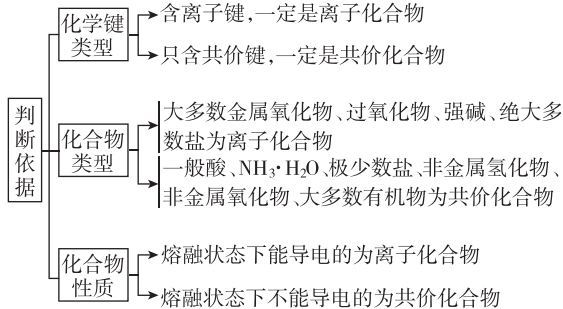
● 题组训练

- [2019·浙江4月选考] 下列说法不正确的是 ()
A. 纯碱和烧碱熔化时克服的化学键类型相同
B. 加热蒸发氯化钾水溶液的过程中有分子间作用力的破坏
C. CO₂溶于水和干冰升华都只有分子间作用力改变
D. 石墨转化为金刚石既有共价键的断裂和生成,也有分子间作用力的破坏
- [2019·浙江宁波北仑中学模拟] 固体A的化学式为NH₅,它的所有原子的最外层电子都符合相应稀有气体原子的结构,则下列有关说法中,不正确的是 ()
A. NH₅中既有离子键又有共价键
B. NH₅的熔沸点高于NH₃
C. NH₅固体投入少量水中,可产生两种气体
D. 0.1 mol NH₅中含有0.5 mol N—H键
- [2018·浙江11月选考] 下列说法正确的是 ()
A. CaO与水反应过程中,有共价键的断裂和形成
B. H₂O的热稳定性比H₂S强,是由于H₂O的分子间作

用力较大

- C. KCl、HCl、KOH的水溶液都能导电,所以它们都属于离子化合物
- D. 葡萄糖、二氧化碳和足球烯(C₆₀)都是共价化合物,它们的晶体都属于分子晶体

【方法技巧】 离子化合物、共价化合物的判断方法



请完成

专题训练(五)

第2讲 从微观结构看物质的多样性

选考考点分布

知识内容	考试要求
(1)NaCl、金刚石、足球烯、干冰、石英中微粒的空间排列方式及相互间作用力	a
(2)离子晶体、分子晶体、原子晶体、金属晶体的形成方式	a
(3)离子晶体、分子晶体、原子晶体、金属晶体的主要特性	a
(4)同素异形体与同素异形现象	b
(5)同分异构体与同分异构现象	b

考点1 同素异形体与同分异构体

● 主干整合

同素异形体、同分异构体、同位素三个概念的异同:

	同素异形体	同分异构体	同位素
同	同一种元素	分子式相同	质子数相同或在元素周期表中的位置相同
异	分子中含有的原子个数或结构	分子的结构	中子数
研究对象	单质	化合物	原子
举例	O ₂ 和O ₃ ,红磷和白磷,石墨、金刚石和C ₆₀ 等	正丁烷和异丁烷、乙醇和二甲醚等	¹² C和 ¹⁴ C、 ¹ H和 ² H等

● 题组训练

- [2019·浙江4月选考] 下列说法正确的是 ()
A. ¹⁸O₂和¹⁶O₃互为同位素
B. 正己烷和2,2-二甲基丙烷互为同系物
C. C₆₀和C₇₀是具有相同质子数的不同核素
D. H₂NCH₂COOCH₃和CH₃CH₂NO₂是同分异构体
- [2018·浙江11月选考] 下列说法不正确的是 ()
A. ¹⁸O和¹⁶O是质子数相同的两种核素
B. 戊烷的一种同分异构体可命名为2-乙基丙烷
C. 丙烷的一氯代物和正丁烷的一氯代物数目相同
D. 金刚石和石墨在氧气中完全燃烧均只生成二氧化碳气体
- 下列说法正确的是 ()
A. ¹²C和¹⁴C是不同种核素,化学性质也不相同
B. H₂O和H₂O₂互为同素异形体
C. CH₃COOCH₂CH₃和CH₃CH₂COOCH₃互为同系物
D. CH₃CH(CH₃)₂的名称叫2-甲基丙烷,也可以叫作异丁烷

4. 下列说法不正确的是 ()
- A. 石墨与 C_{70} 互为同素异形体
- B. 冰醋酸(CH_3COOH)和无水乙醇($C_2H_5^{18}OH$)的混合物中含有 4 种核素
- C. 醋酸和硬脂酸互为同系物, C_6H_{14} 和 C_9H_{20} 也一定互为同系物
- D. 若两种二肽互为同分异构体, 则二者的水解产物一定不相同

【易错警示】

- 同分异构体有三个“相同”和两个“不同”——分子式相同, 同为化合物, 相对分子质量相同; 分子结构不同, 性质不同。
- 同分异构体的性质差别是由分子结构的差别所决定的。
- 同分异构现象在有机物中普遍存在, 这主要是由碳原子的成键特点所决定的。

考点 2 晶体的类型与性质

主干整合

1. 晶体类型及性质的比较

晶体类型	离子晶体	分子晶体	原子晶体	金属晶体
构成晶体的粒子	阳离子、阴离子	分子	原子	金属离子、自由电子
构成晶体粒子间相互作用	离子键	范德华力(有的存在氢键)	共价键	金属键
典型实例	NaCl	冰(H_2O)、干冰(CO_2)	金刚石、晶体硅、 SiO_2 、 SiC 及 Si_3N_4 等大多数新型高温结构陶瓷	除汞外的金属及合金
晶体的物理性质	熔、沸点	熔点较高, 沸点高	熔、沸点低	熔、沸点高
	导热性	不良	不良	不良
	导电性	固态不导电, 熔化或溶于水能导电	固体、熔融不导电, 部分化合物溶于水能导电	不导电
	机械加工性能	不良	不良	不良
	硬度	略硬而脆	硬度低	高硬度

2. 常见晶体

NaCl、金刚石、足球烯、干冰、石英中微粒的空间排列方式及相互作用力

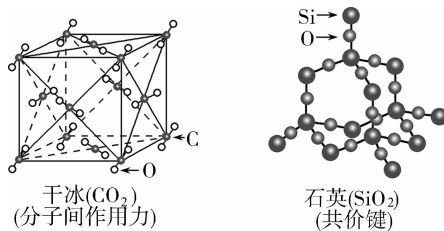
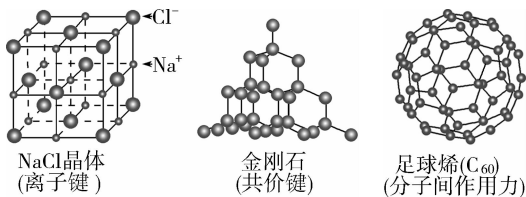


图 5-2-1

题组训练

1. 砷(As)与氮元素位于同一主族, 砷的氧化物 R 的分子结构如图 5-2-2。GaAs 是人工合成的新型半导体材料, 其晶体结构与金刚石相似, 下列说法错误的是 ()

- A. 砷的氧化物 R 是分子晶体
- B. 砷的氧化物 R 的分子式为 As_2O_4
- C. GaAs 是原子晶体
- D. 熔、沸点: $GaAs >$ 砷的氧化物 R



图 5-2-2

2. [2019·浙江温州选考模拟] 下列说法不正确的是 ()
- A. 碘单质升华克服的是分子间作用力
- B. KOH 和 $MgCl_2$ 都是离子晶体, 均含有共价键和离子键
- C. 石英是由硅原子和氧原子构成的原子晶体, 每个原子的最外层都具有 8 电子稳定结构
- D. $KClO_3$ 分解生成 KCl 和 O_2 的过程中有离子键和共价键的断裂和形成

3. [2019·浙江杭十四中选考模拟] 下列说法不正确的是 ()
- A. 某晶体中含有共价键, 则它不可能有很高的熔沸点
- B. Na_2O 、NaOH、 Na_2S 、 Na_2SO_4 分别加热熔化, 需要克服相同类型作用力
- C. 分子间作用力的大小无法决定分子稳定性的高低
- D. $NaHSO_4$ 和 $NaHCO_3$ 两种晶体溶于水时, 被破坏的作用力既有离子键又有共价键

- 【易错警示】
- (1) 离子晶体除含离子键外不一定不含其他化学键。
 - (2) 离子晶体不一定含金属阳离子, 如 NH_4Cl 中含的阳离子是 NH_4^+ 。
 - (3) 离子晶体的熔点不一定低于原子晶体, 如 MgO 的熔点高于 SiO_2 。
 - (4) 含有阳离子的晶体不一定是离子晶体, 如金属晶体中就含有金属阳离子。
 - (5) 离子晶体中不一定不含分子, 如 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 就含水分子($CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 是纯净物, 是化学式而不是分子式, 因为该晶体中不存在 $CuSO_4$ 分子)。
 - (6) 金属与非金属形成的化合物不一定是离子化合物, 如 $AlCl_3$ 就是共价化合物。
 - (7) 具有金属光泽且能导电的单质不一定是金属, 如石墨具有金属光泽且能导电, 却是非金属。
 - (8) 区分离子晶体、分子晶体, 不能只看其溶于水能否导电, 而是看熔融状态下能否导电。

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)元素周期律(核外电子排布、原子半径、元素主要化合价、元素的金属性和非金属性的周期性变化)	b
(2)元素周期表的结构,同主族、同周期元素原子核外电子排布、元素化学性质的递变规律	b
(3)主族元素在周期表中位置、原子结构、元素性质三者的关系	c
(4)元素周期表的发展史、意义与作用	b

考点 1

元素周期律

主干整合

1. 元素周期表中主族元素性质的递变规律

内容	同周期元素(左→右)	同主族元素(上→下)
电子层数	相同	增多
最外层电子数	由 1 个→7 个 (第 1 周期 1 个)	相同
原子半径	减小	增大
元素的主要化合价	一般地,最高正价 +1→+7 最低负价 +最高正价=8	最高正价=族序数 (O、F 除外)
金属性与非金属性	金属性减弱,非金属性增强	金属性增强,非金属性减弱
还原性与氧化性	还原性减弱,氧化性增强	还原性增强,氧化性减弱
非金属元素气态氢化物	生成由难到易,稳定性由弱到强	生成由易到难,稳定性由强到弱
最高价氧化物对应的水化物	酸性增强,碱性减弱	酸性减弱,碱性增强

2. 微粒半径的变化规律

- (1)同周期主族元素随原子序数的递增,原子半径依次减小;

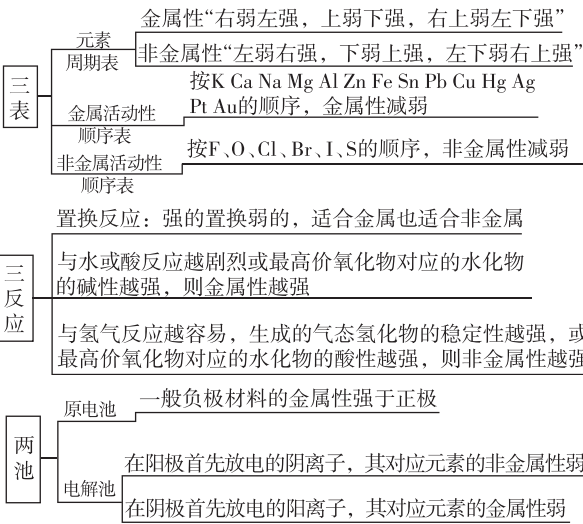
(2)同主族元素随电子层数递增,原子或同价态离子半径均依次增大;

(3)阳离子半径小于对应的原子半径,阴离子半径大于对应的原子半径;

(4)电子层结构相同的微粒,随着核电荷数增大,离子半径减小;

(5)不同价态的同种元素的离子,核外电子数多的半径大。

3. 元素的金属性和非金属性强弱的判断



题组训练

1. [2019·浙江“温州十五校联合体”模拟] A、B、C、D、E 为短周期主族元素,且原子序数依次增大。A 原子的最外层电子数是其电子层数的 3 倍,B 原子的半径在同周期主族元素的原子中最大,A、E 同主族,D 原子的最高正价与负价的绝对值相等。下列说法正确的是 ()

A. 原子半径:D>C

B. 气态氢化物的稳定性:E>A

C. 氢氧化物的碱性:C>B

D. 最高价氧化物对应水化物的酸性:E>D

2. [2019·浙江温州模拟] 几种短周期元素的原子半径及某些化合价见下表,下列说法不正确的是 ()

元素代号	A	B	D	E	G	I	J	K
化合价	-1	-2	+4、-4	-1	+5、-3	+3	+2	+1
原子半径/nm	0.071	0.074	0.077	0.099	0.110	0.143	0.160	0.186

- A. 常温下 B 元素的单质能与 J 元素的单质反应
 B. A、I、J 的离子半径由大到小顺序是 $A > J > I$
 C. G 元素的单质存在同素异形体
 D. J 在 DB_2 中燃烧生成 B 元素的单质
3. 短周期主族元素 R、X、Y、Z、T 的原子半径与原子序数的关系如图 6-1-1 所示。R、T 原子最外层的电子数是电子层数的 2 倍；Y 能与大多数金属或非金属元素形成化合物； Z^{+} 与 Y^{2-} 具有相同的电子层结构。下列说法正确的是 ()

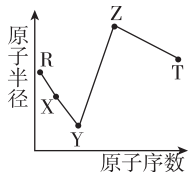


图 6-1-1

- A. 气态氢化物的稳定性： $R > X > Y$
 B. Y 与 Z 形成的化合物中只含离子键
 C. 最高价氧化物对应的水化物的酸性： $T > R$
 D. Y 与 R、X、T 分别形成的常见二元化合物均溶于水

【易错警示】元素周期律和元素性质中的易错点

- (1) 误认为主族元素的最高正价一定等于族序数，忽视了氧元素无最高正价，氟元素无正价。
 (2) 误认为最高正价和最低负价绝对值相等的元素只有第 IV A 族的某些元素，忽视了第 I A 族的 H 的最高正价为 +1，最低负价为 -1。
 (3) 误认为元素的非金属性越强，其氧化物对应水化物的酸性就越强。但 $HClO_4$ 、 H_2SO_3 是弱酸，忽视了关键词“最高价”。
 (4) 误认为失电子难的原子得电子的能力一定强，忽视了稀有气体元素的原子，失电子难，得电子也难。
 (5) 误认为得(失)电子的数目越多，元素的非金属性(金属性)越强。元素原子得失电子的数目与元素的非金属性、金属性强弱没有必然的联系。

考点 2 元素周期表

主干整合

1. 强化记忆元素周期表的结构

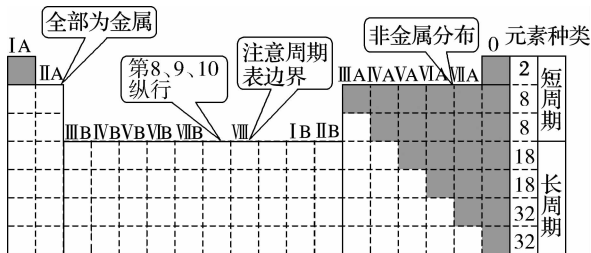


图 6-1-2

2. 注意把握元素周期表的特点

- (1) 短周期元素只有前三周期；
 (2) 主族中只有第 II A 族元素全部为金属元素；
 (3) 第 I A 族元素不等于碱金属元素，H 不属于碱金属元素；
 (4) 元素周期表第 18 列是 0 族，不是第 VIII A 族，第 8、9、10 三列是第 VIII 族，不是第 VIII B 族；
 (5) 长周期不一定是 18 种元素，第 6、7 周期有 32 种元素。

3. 元素周期表、元素周期律的应用

- (1) 根据元素周期表中的位置寻找未知元素
 (2) 预测元素的性质(由递变规律推测)
 ① 比较不同周期、不同主族元素的性质
 如：金属性 $Ca > Mg$ 、 $Mg > Al$ ，则碱性 $Ca(OH)_2 > Mg(OH)_2$ 、

$Mg(OH)_2 > Al(OH)_3$ ，则碱性 $Ca(OH)_2 > Al(OH)_3$ 。

② 推测未知元素的某些性质

如：已知 $Ca(OH)_2$ 微溶， $Mg(OH)_2$ 难溶，可推知 $Be(OH)_2$ 难溶。再如：已知卤族元素的性质递变规律，可推知元素砹(At)的单质应为有色固体，与氢难化合， HAt 不稳定，水溶液呈酸性， $AgAt$ 不溶于水等。

(3) 启发人们在一定区域内寻找新物质

- ① 半导体元素在金属与非金属分界线附近，如：Si、Ge、Ga 等。
 ② 农药中常用元素在右上方，如：F、Cl、S、P、As 等。
 ③ 催化剂和耐高温、耐腐蚀合金材料主要在过渡元素中寻找，如：Fe、Ni、Rh、Pt、Pd 等。

● 题组训练

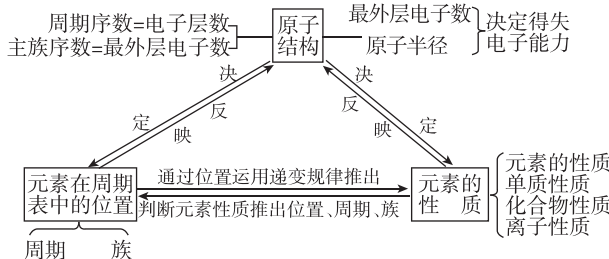
1. [2019·浙江 4 月选考] 2019 年是门捷列夫提出元素周期表 150 周年。根据元素周期律和元素周期表，下列推断不合理的是 ()
 A. 第 35 号元素的单质在常温常压下是液体
 B. 位于第 4 周期第 V A 族的元素为非金属元素
 C. 第 84 号元素的最高化合价是 +7
 D. 第 7 周期 0 族元素的原子序数为 118
2. [2019·浙江名校协作体联考] W、X、Y、Z 四种短周期元素，它们在周期表中位置如下表所示，这 4 种元素的原子最外层电子数之和为 23，下列说法不正确的是 ()
- | | | | |
|---|--|---|---|
| | | X | |
| W | | Y | Z |
- A. W、Y、X 三种元素的原子半径依次减小
 B. X 元素的气态氢化物的沸点比 Y 的高
 C. W 元素与氢元素可能会形成 W_2H_6
 D. Y 元素的单质能从 NaZ 溶液中置换出 Z 元素的单质
3. 2019 年是“国际化学元素周期表年”。1869 年门捷列夫把当时已知的元素根据物理、化学性质进行排列，准确预留了甲、乙两种未知元素的位置，并预测了二者的相对原子质量，部分原始记录如下。下列说法中错误的是 ()

B=11	Al=27.4	?=68(甲)
C=12	Si=28	?=70(乙)
N=14	P=31	As=75
O=16	S=32	Se=79.4
F=19	Cl=35.5	Br=80

图 6-1-3

- A. 甲位于现行元素周期表第 4 周期第 III A 族
 B. 原子半径比较：甲 $>$ 乙 $>$ Si
 C. 乙的气态氢化物的稳定性强于 CH_4
 D. 推测乙的单质可以用作半导体材料

【方法技巧】“位、构、性”三者之间的关系



第 1 讲 金属及其化合物

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1) 钠、镁的物理性质及用途	a
(2) 钠、镁的化学性质(跟非金属、酸、某些氧化物的反应)	c
(3) 钠、镁的生产原理	b
(4) 碳酸钠、碳酸氢钠的性质及检验方法	c
(5) 碳酸钠、碳酸氢钠的用途	a
(6) 过氧化钠的主要性质	c
(7) 有关化学方程式过量问题的计算	b
(8) 地壳中铝的含量及存在形式, 铝合金	a
(9) 从铝土矿中获得铝的方法	b
(10) 铝的重要性质(跟酸、碱反应, 铝热反应, 钝化现象)	b
(11) 两性氧化物、两性氢氧化物的概念, Al_2O_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的重要性质, 铝及其重要化合物之间的转化关系	c
(12) 明矾的组成及净水原理	b
(13) 自然界铁、铜的存在形式, 铁、铜的物理性质	a
(14) 工业炼铁的反应原理	b
(15) 铁、铜的化学性质(跟某些非金属、酸、盐的反应)	b
(16) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的性质及转化	c
(17) 检验 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的常用方法	c
(18) 不锈钢的主要组成元素及其用途	a
(19) 金属活动性与金属冶炼方法的关系	a

考点 1 金属及其化合物的性质与转化

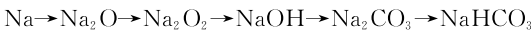
主干整合

金属及其化合物的复习可从物质分类和物质间相互转化关系两个角度理清不同物质性质的区别:

(一) 钠及其化合物

钠是“极其活泼”金属的代表, 复习时需注意:

(1) 理清知识主线



(2) 形成网络构建

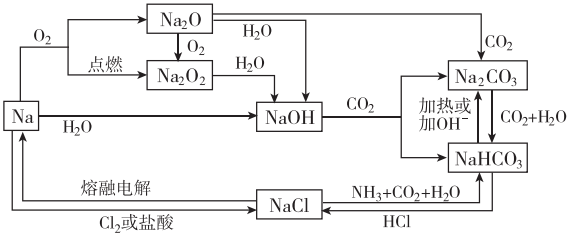
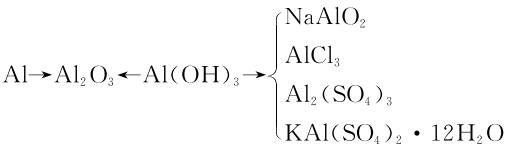


图 7-1-1

(二) 铝及其化合物

铝是“氢前”且氧化物、氢氧化物均具有两性的金属代表, 复习时需注意:

(1) 理清知识主线



5. 某混合物甲中含有明矾 $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O]$ 、 Al_2O_3 和 Fe_2O_3 。在一定条件下由甲可实现如图 7-1-7 所示的物质之间的转化：

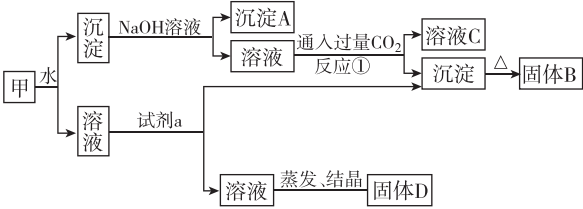


图 7-1-7

请回答下列问题：

(1) 写出 A、B 的化学式：A _____，B _____。

(2) 试剂 a 最好选用下列试剂中的 _____。

- A. NaOH 溶液 B. 稀盐酸
C. 二氧化碳 D. 氨水

请写出相应的离子方程式：_____。

(3) 写出反应①的离子方程式：_____。

(4) 固体 D 可以作为复合性的化学肥料，D 中所含物质的化学式为_____。

【易错警示】金属及其化合物性质中的易错点

- (1) Na_2O_2 的电子式为 $Na^+ [: \ddot{O} : \ddot{O} :]^{2-} Na^+$ ，其中含有离子键和共价键，其中阳离子和阴离子的物质的量之比为 2 : 1。 Na_2O_2 不是碱性氧化物，有强氧化性、漂白性，遇到湿润的石蕊试纸时，先使试纸变蓝，后使其褪色。
- (2) Al_2O_3 、 $Al(OH)_3$ 的两性。铝元素在溶液中有两种存在形式 Al^{3+} 、 AlO_2^- 。有 Al^{3+} 存在的溶液为酸性，有 AlO_2^- 存在的溶液为碱性，二者不能在溶液中同时存在，会因相互促进水解而产生沉淀： $Al^{3+} + 3AlO_2^- + 6H_2O \rightleftharpoons 4Al(OH)_3 \downarrow$ 。
- (3) Fe 与 O_2 或 $H_2O(g)$ 反应的产物都是 Fe_3O_4 而不是 Fe_2O_3 。Fe 在 Cl_2 中燃烧，无论 Cl_2 过量还是不足均生成 $FeCl_3$ 。一定条件下，铁与硝酸、浓硫酸反应时，首先生成的一定是 Fe^{3+} ，当铁过量时，过量的铁将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ： $2Fe^{3+} + Fe \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$ 。
- (4) Fe^{3+} 存在的溶液一定呈酸性，因为 Fe^{3+} 在 pH 为 3.2 左右时已经沉淀完全。
- (5) 配制 $FeCl_2$ 溶液要加入铁粉防氧化；配制 $FeCl_3$ 溶液要加入浓盐酸防止水解。
- (6) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 的同类盐溶液蒸发、灼烧，得到的最终物质为 Fe^{3+} 的盐固体或 Fe_2O_3 。

考点 2 金属及其化合物的性质应用

主干整合

物质	日常应用	原因分析
钠(钠和钾的合金)	核反应堆的传热介质	熔点较低,导热性好
过氧化钠	呼吸面具或潜水艇中作为氧气来源	$2Na_2O_2 + 2CO_2 \rightleftharpoons 2Na_2CO_3 + O_2$ $2Na_2O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4NaOH + O_2 \uparrow$

(续表)

物质	日常应用	原因分析
碳酸氢钠	发酵粉、膨松剂	$2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$
	胃酸中和剂	$HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O + CO_2 \uparrow$
	用于泡沫灭火器	$Al_2(SO_4)_3 + 6NaHCO_3 \rightleftharpoons 2Al(OH)_3 \downarrow + 6CO_2 \uparrow + 3Na_2SO_4$
碳酸钠	清洗油污	水解,溶液显碱性
	制玻璃	$Na_2CO_3 + SiO_2 \xrightarrow{高温} Na_2SiO_3 + CO_2 \uparrow$
氧化铝	耐火材料	熔点高
铝	铝制品	表面易生成致密的氧化膜
	铝热剂(焊接钢轨)	$2Al + Fe_2O_3 \xrightarrow{高温} Al_2O_3 + 2Fe(放出大量热量)$
氢氧化铝	胃酸中和剂	碱性较弱, $Al(OH)_3 + 3H^+ \rightleftharpoons Al^{3+} + 3H_2O$
明矾、铁盐	净水剂	在水中生成 $Al(OH)_3$ [或 $Fe(OH)_3$] 胶体,其可以和悬浮的颗粒形成絮状不溶物沉降下来
氧化铁	红色油漆和涂料	氧化铁是一种红棕色粉末
硫酸铜	配制农药,杀菌消毒	铜离子(重金属离子)能使蛋白质变性

题组训练

1. 下列有关物质性质与用途具有对应关系的是 ()
- A. SiO_2 熔点很高,可用于制造坩埚
- B. NaOH 能与盐酸反应,可用作制胃酸中和剂
- C. $Al(OH)_3$ 是两性氢氧化物,氢氧化铝胶体可用于净水
- D. HCHO 可以使蛋白质变性,可用于人体皮肤伤口消毒
2. 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()
- A. 浓 H_2SO_4 有脱水性,可用作干燥剂
- B. Na_2CO_3 能与酸反应,可用于治疗胃酸过多
- C. $Fe_2(SO_4)_3$ 具有强氧化性,可用于自来水净化
- D. 铝合金的密度小、强度大,可制成飞机构件
3. 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ()
- A. Al_2O_3 的熔点很高,可用作耐火材料
- B. NH_3 具有还原性,可用作制冷剂
- C. SO_2 具有氧化性,可用于漂白纸浆
- D. 钠钾合金的密度小,可用作快中子反应堆的热交换剂
4. [2019·浙江浙南名校联盟模拟] 下列说法正确的是 ()
- A. 碳酸钡可用于医疗上检查肠胃的内服剂
- B. SiO_2 是一种重要的半导体材料
- C. 热的纯碱溶液可以去除物品表面的油污
- D. MgO 可被大量用于制造火箭和飞机的部件

考点3 金属冶炼

主干整合

1. 金属单质活动性及冶炼方法

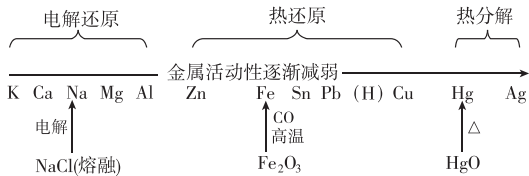


图 7-1-8

2. 常见的金属元素的存在形式及单质的冶炼

元素	存在	单质的制备原理
钠	在自然界以化合态形式存在	从海水中分离出食盐精制后,电解熔融的NaCl: $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$
镁	在自然界以化合态形式存在	从海水中提取镁的生产流程: 贝壳 $\xrightarrow{\text{煅烧}}$ 生石灰 $\xrightarrow{\text{水}}$ 石灰乳 $\xrightarrow{\text{海水沉淀池}}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀 $\xrightarrow{\text{盐酸}}$ MgCl_2 溶液 $\xrightarrow{\text{蒸发结晶}}$ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{HCl气体}}$ MgCl_2 (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}}$ Mg
铝	是地壳中含量最多的金属元素,以化合态存在,主要以铝土矿的形式存在	(1)从铝土矿制备铝的工艺流程: (2)有关化学反应: ① $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$ ③ $2\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ④ $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{熔融}) \xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$
铁	铁在自然界中主要以化合态存在,常见的矿石有磁铁矿、赤铁矿、硫铁矿等	(1)原理:在高温下用还原剂从铁矿石里还原出铁 (2)原料:铁矿石、焦炭、石灰石和空气 (3)设备:炼铁高炉 (4)生产过程: ①还原剂的产生: $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2$; $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ ②铁矿石还原成铁: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ③炉渣的形成: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$; $\text{SiO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSiO}_3$
铜	铜在自然界中以游离态和化合态存在,常见的铜矿有黄铜矿(CuFeS_2)、孔雀石(碱式碳酸铜)等	(1)高温冶炼黄铜矿(CuFeS_2),得粗铜(99.5%~99.7%) (2)电解精炼,得纯度较高的铜(99.95%~99.98%) (3)生物炼铜污染小、成本低: $\text{硫化铜矿石} \xrightarrow{\text{细菌+氧气}} \text{硫酸铜} \xrightarrow{\text{置换}} \text{铜}$

题组训练

1. [2019·浙江浙南名校联盟模拟] 下列说法不正确的是 ()

- A. 工业上铁的冶炼是在沸腾炉中进行
- B. 工业上用焦炭在高温下还原二氧化硅可制得粗硅
- C. 工业上用电解饱和食盐水来制备氯气和烧碱
- D. 生物炼铜是利用某些细菌用空气中的氧气将硫化铜矿石转化为可溶性的硫酸铜

2. [2019·浙江温州模拟联考] 工业上利用无机矿物资源生产部分材料的流程示意图如下。下列说法正确的是 ()

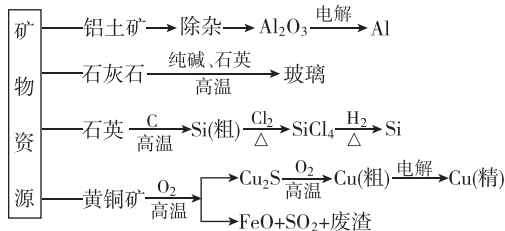


图 7-1-9

注:铝土矿中含有 Al_2O_3 、 SiO_2 、 Fe_2O_3

- A. 在用铝土矿制备较高纯度的Al的过程中,只用到NaOH溶液、 CO_2 气体
 - B. 石灰石、纯碱、石英、玻璃都属于盐,都能与盐酸反应
 - C. 在制粗硅时,氧化剂与还原剂的物质的量之比为1:2
 - D. 黄铜矿(CuFeS_2)与 O_2 反应产生的 Cu_2S 、 SO_2 均只是还原产物
3. 以高硫铝土矿(主要成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 ,少量 FeS_2 和金属硫酸盐)为原料,生产氧化铝并获得 Fe_3O_4 的部分工艺流程如下:

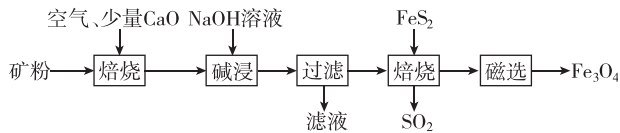


图 7-1-10

- (1)焙烧过程均会产生 SO_2 ,用NaOH溶液吸收过量 SO_2 的离子方程式为_____。
- (2)添加1% CaO和不添加CaO的矿粉焙烧,其硫去除率随温度变化曲线如图7-1-11所示。

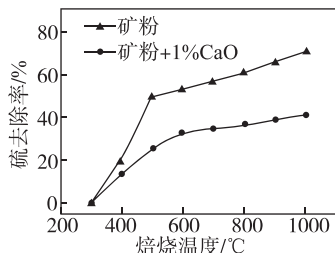


图 7-1-11

已知:多数金属硫酸盐的分解温度都高于600℃

$$\text{硫去除率} = \left(1 - \frac{\text{焙烧后矿粉中硫元素总质量}}{\text{焙烧前矿粉中硫元素总质量}}\right) \times 100\%$$

①不添加CaO的矿粉在低于500℃焙烧时,去除的硫元素主要来源于_____。

②700℃焙烧时,添加1%CaO的矿粉硫去除率比不添加CaO的矿粉硫去除率低,其主要原因是_____。

(3)向“过滤”得到的滤液中通入过量CO₂,铝元素存在的形式由_____ (填化学式)转化为_____ (填化学式)。

(4)“过滤”得到的滤渣中含大量的Fe₂O₃。Fe₂O₃与FeS₂

混合后在缺氧条件下焙烧生成Fe₃O₄和SO₂,理论上完全反应消耗的n(FeS₂):n(Fe₂O₃)=_____。

请完成

专题训练(八)

第2讲 非金属及其化合物

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)氯气的工业制法	b
(2)实验室制取氯气的反应原理及其装置	b
(3)氯气的净化、收集和检验,尾气的处理	b
(4)氯气的物理性质及用途	a
(5)氯气的化学性质(跟某些金属、H ₂ 、H ₂ O、碱的反应),HClO的漂白作用	c
(6)溴、碘单质的物理性质	a
(7)氯、溴、碘单质间的置换反应	b
(8)海水中提取溴、碘	b
(9)检验Br ⁻ 、I ⁻ 的常用方法	b
(10)硅在自然界的存在形式	a
(11)硅及其化合物(以SiO ₂ 和Na ₂ SiO ₃ 为例)的重要性质	b
(12)工业制备高纯硅的方法	b
(13)三大硅酸盐产品:水泥、陶瓷、玻璃	a
(14)硅、二氧化硅在信息技术、材料科学等领域中的应用	a
(15)二氧化硫的性质(酸性氧化物、漂白性、还原性)	c
(16)酸雨的成因和防治	a
(17)硫酸的工业生产	b
(18)浓硫酸的特性(吸水性、脱水性和强氧化性)	b
(19)S、SO ₂ 、H ₂ SO ₄ 等硫及其化合物之间的相互转化	c
(20)几种重要的硫酸盐及其用途	a
(21)化学与人类生活及其他学科的关系	a
(22)化学科学与环境保护	a
(23)温室效应、光化学烟雾、酸雨、臭氧层空洞等产生的原因及对环境的危害	a
(24)氮氧化物的产生、转化及其性质	a
(25)氮及其化合物的相互转化关系	c
(26)氨的性质与用途	b
(27)工业合成氨	b
(28)铵盐的性质与用途	b
(29)硝酸的性质与用途	b
(30)工业制取硝酸的设备和流程	b
(31)氮肥的性质与科学使用	a

考点1 非金属及其化合物的性质与转化

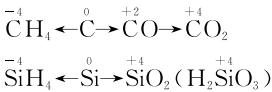
主干整合

非金属及其化合物的复习可从物质分类和物质间相互转化关系两个角度理清不同物质性质的区别：

(一)碳、硅及其化合物之间的转化关系

硅元素的非金属性不强，在自然界中没有游离态，只有化合态，其主要以二氧化硅和硅酸盐的形式存在，复习时需注意：

(1)理清知识主线



(2)形成网络构建

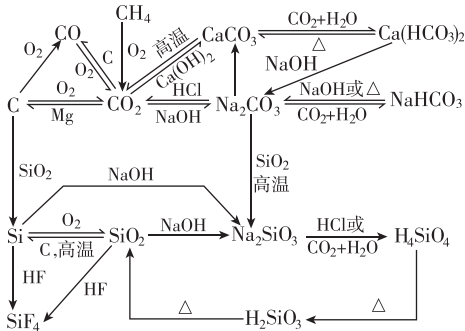


图 7-2-1

(二)卤素及其化合物之间的转化关系

“氯”是典型的活泼非金属元素，在自然界中以化合态形式存在，复习时应注意：

(1)理清知识主线



(2)形成网络构建

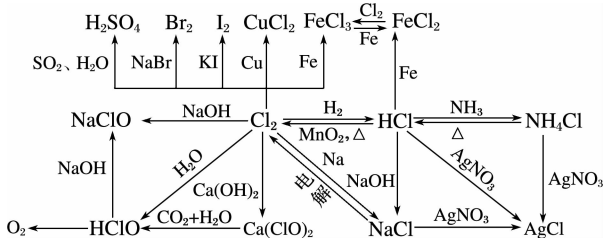
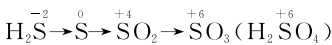


图 7-2-2

(三)硫及其化合物之间的转化关系

硫是与化工生产、生活和生态环境密切相关的元素，在自然界中既可以以化合态存在，又可以以游离态存在。复习时应注意：

(1)理清知识主线



(2)形成网络构建

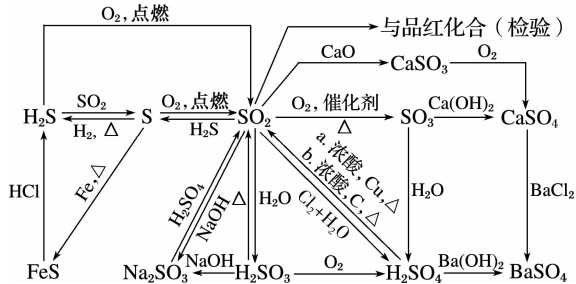
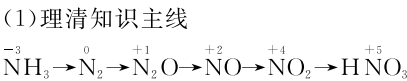


图 7-2-3

(四)氮及其化合物之间的转化关系

“氮”是与化工生产、生活和生态环境密切相关的另一重要元素，在自然界中既可以以游离态存在，又可以以化合态存在。复习时应注意：

(1)理清知识主线



(2)形成网络构建

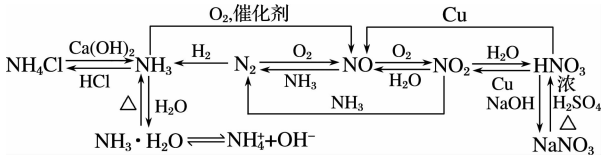


图 7-2-4

题组训练

1. 将氯水加入下列 4 种试剂中。根据实验现象，得出的结论不正确的是 ()

	试剂	现象	结论
A	硝酸酸化的 AgNO ₃ 溶液	产生白色沉淀	氯水中含有 Cl ⁻
B	CaCO ₃ 固体	固体表面有气泡冒出	氯水具有酸性
C	KBr 溶液	溶液变黄	氯水具有氧化性
D	滴加酚酞的 Na ₂ SO ₃ 溶液	红色褪去	Cl ₂ 具有漂白性

2. 根据 SO₂ 通入不同溶液中的实验现象，所得结论不正确的是 ()

	溶液	现象	结论
A	含 HCl、BaCl ₂ 的 FeCl ₃ 溶液	产生白色沉淀	SO ₂ 有还原性
B	H ₂ S 溶液	产生黄色沉淀	SO ₂ 有氧化性
C	酸性 KMnO ₄ 溶液	紫色溶液褪色	SO ₂ 有漂白性
D	Na ₂ SiO ₃ 溶液	产生胶状沉淀	酸性：H ₂ SO ₃ > H ₂ SiO ₃

3. 某城市主要空气污染物为 $\text{PM}_{2.5}$ 、 SO_2 、 NO_x 。科学实验小组为检测空气样本成分,用蒸馏水处理制成待测液,设计实验及所得实验现象如下:

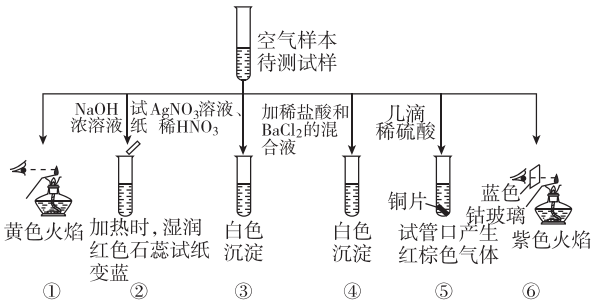


图 7-2-5

下列判断不正确的是

- A. 上述实验中可用 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 代替 BaCl_2 ,以证明待测试样中含 SO_4^{2-}
- B. 由实验②⑤可知待测试样中含有 NH_4^+ 和 NO_3^-
- C. 焰色反应表明待测试样中含 Na 元素和 K 元素
- D. 该城市的污染来源主要是燃煤和机动车尾气排放

4. 依据图 7-2-6 中氮及其化合物的转化关系,请回答下列问题:

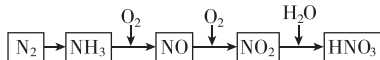


图 7-2-6

- (1)实验室常用加热氯化铵和氢氧化钙的固体混合物的方法制取氨,该反应的化学方程式是_____。
- (2)实验室检验氨时,可选用的试剂是_____ (填字母)。
a. 蓝色石蕊试纸 b. 红色石蕊试纸 c. 浓盐酸
- (3)工业上用氨制取 NO 的化学方程式是_____。
- (4) NO_2 是一种空气污染物,将其通入 Na_2CO_3 溶液进行尾气处理,可以得到 NaNO_2 和另外两种常见物质(其中一种为气体),这一反应的化学方程式是_____。

5. [2019·浙江浙南名校联盟模拟] 为探究无机盐 X(仅含 2 种元素,相对分子质量为 206)的组成和性质,设计并完成如下实验(步骤中所加试剂均足量):

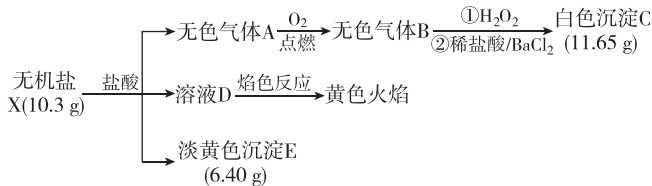


图 7-2-7

已知气体 A 在标准状况下的密度约为 $1.52 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。请回答下列问题:

- (1)写出 X 中含有的元素:_____。
- (2)X 与足量盐酸反应的化学方程式为_____。
- (3)X 溶液在强碱性条件下可与过量次氯酸钠溶液反应生成两种盐,写出该反应的离子方程式:_____。

【易错警示】非金属及其化合物性质中的易错点

- (1)HF 是弱酸,但能够与 SiO_2 反应,其他的强酸都不能与 SiO_2 反应。
- (2)硅单质能够与 NaOH 溶液反应生成 H_2 : $2\text{NaOH} + \text{Si} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 。
- (3)1 mol Cl_2 参加反应,转移电子数可能是 $2N_A$,也可能是 N_A [与 NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应]或小于 N_A (与水反应是可逆反应)。
- (4)具有强氧化性的不一定具有漂白性。氯水可以用于漂白,但 Cl_2 不具有漂白性,起漂白作用的是 HClO 。
- (5) SO_2 能使品红褪色体现其漂白性,但 SO_2 使酸性高锰酸钾溶液、溴水褪色,体现其还原性而不是漂白性。
- (6) NH_3 是中学阶段涉及的唯一碱性气体。利用其碱性可以检验氨的存在,还可用于铵盐的检验。
- (7)浓、稀硝酸均具有强氧化性,故与金属反应时都不能生成 H_2 ,但反应时二者气体产物不同,浓硝酸反应生成的是 NO_2 ,稀硝酸反应生成的是 NO 。

考点 2 非金属及其化合物的性质应用

主干整合

物质	性质	用途
二氧化硅	—	光导纤维、玛瑙饰物
	熔点高	石英坩埚
硅胶	多孔,表面积大,吸附性强	干燥剂、催化剂载体
硅酸钠溶液	—	黏合剂、防火剂、防腐剂
硅	硅是半导体	制作硅芯片、制作光电池
氯气	Cl_2 溶于水产生具有强氧化性的次氯酸	杀菌消毒剂、漂白剂
臭氧、 ClO_2	具有强氧化性	杀菌消毒剂
漂白液(NaClO 溶液)	与空气中的 CO_2 反应,产生具有强氧化性的次氯酸	杀菌消毒剂、漂白剂
漂白粉 [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 CaCl_2]	与空气中的 CO_2 反应,产生具有强氧化性的次氯酸	杀菌消毒剂、漂白剂
漂粉精 [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$]	与空气中的 CO_2 反应,产生具有强氧化性的次氯酸	杀菌消毒剂、漂白剂
碘化银	—	人工降雨
干冰	升华吸热	人工降雨
二氧化硫	与某些有色物质生成不稳定的无色物质	漂白纸浆、毛、丝等
氨	液氨汽化时吸收大量的热	制冷剂
浓硫酸	浓硫酸具有吸水性	干燥剂

● 题组训练

1. [2019·浙江宁波镇海中学模拟] 下列有关物质性质与应用叙述正确的是 ()
- A. 浓硫酸具有吸水性,可用于干燥氨、二氧化碳等气体
 - B. 碳酸钠溶液有碱性,是治疗胃酸过多的一种药剂
 - C. SO₂ 具有漂白性,可用于漂白食用粉丝、银耳等物质
 - D. 浓硫酸具有强氧化性,可用铁制容器存放浓硫酸

2. 下列有关物质性质与用途具有对应关系的是 ()
- A. Si 的熔点高,可用作半导体材料
 - B. 硝酸具有强氧化性,可用作金属除锈剂
 - C. Na₂CO₃ 溶液呈碱性,可用于除去油污
 - D. 苯的密度比水小,可用作提取溴水中溴的萃取剂
3. 化学与我们的生活息息相关。下列说法不正确的是 ()
- A. 玻璃、水晶和陶瓷都是传统硅酸盐材料
 - B. 可溶性铝盐和铁盐可用作净水剂
 - C. SO₂ 和 NO₂ 都能形成酸雨而破坏环境
 - D. CO₂ 和 CH₄ 都是引起温室效应的气体

考点3 常见的非金属单质及其化合物的制备

● 主干整合

1. 氯气和氨的实验室制法

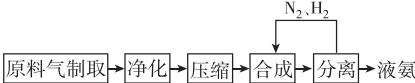
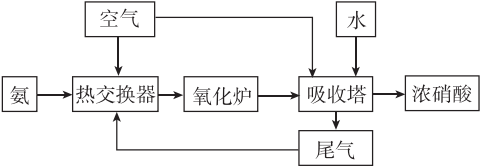
物质	氯气	氨
制备原理	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{浓}) + \text{CaO} \longrightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$
实验装置		
注意事项	①实验前检查装置的气密性 ②净化:先通过饱和食盐水除去氯化氢气体,再通过浓硫酸除去水蒸气 ③收集:一般用向上排空气法收集 ④尾气处理:用 NaOH 浓溶液吸收,反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$	①实验前检查装置的气密性 ②净化:应用碱石灰除去水蒸气,不能用浓硫酸和氯化钙作干燥剂 ③收集:一般用向下排空气法收集 ④尾气处理:用水或酸液吸收,但要防止发生倒吸

2. 常见非金属单质及其化合物的工业制法

(1)单质

	氯气	溴单质	碘单质
制备方法	电解饱和食盐水	海水提溴	海带中提碘
反应原理	$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$	$\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$	$\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$
制备流程	粗盐 $\xrightarrow{\text{除杂}}$ 精盐 \longrightarrow 饱和食盐水 $\xrightarrow{\text{电解}}$ 氯气		

(2)化合物

	氨	硝酸
制备方法	工业合成氨	氨氧化法
反应原理	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$	$4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[500\text{ }^\circ\text{C}]{\text{Pt}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
制备流程		

● 题组训练

1. [2019·浙江温州期末] 下列有关物质制备的说法正确的是 ()
- A. 电解饱和食盐水可以得到金属钠、氢气和氯气
- B. 工业上将氯气通入澄清石灰水中制取漂白粉
- C. 用焦炭在高温下还原二氧化硅可得到粗硅
- D. 高炉炼铁中利用焦炭直接将铁矿石还原为铁单质
2. 海水开发利用的部分过程如图 7-2-8 所示。下列说法错误的是 ()

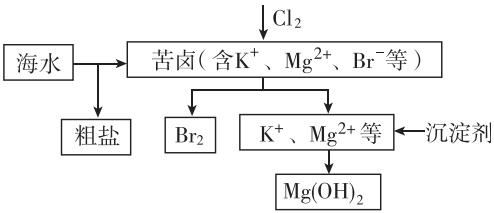


图 7-2-8

- A. 向苦卤中通入 Cl_2 是为了提取溴
- B. 粗盐可采用过滤和重结晶等方法提纯
- C. 工业生产中常选用 NaOH 作为沉淀剂
- D. 富集溴一般先用空气和水蒸气吹出单质溴,再用 SO_2 将其还原吸收
3. 某化学兴趣小组利用如图 7-2-9 装置探究氯气与氨之间的反应。其中 A、F 分别为氨和氯气的发生装置,C 为纯净干燥的氯气与氨发生反应的装置。

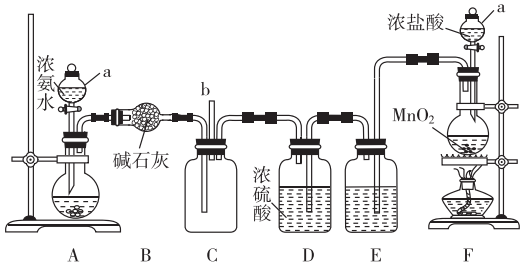


图 7-2-9

回答下列问题:

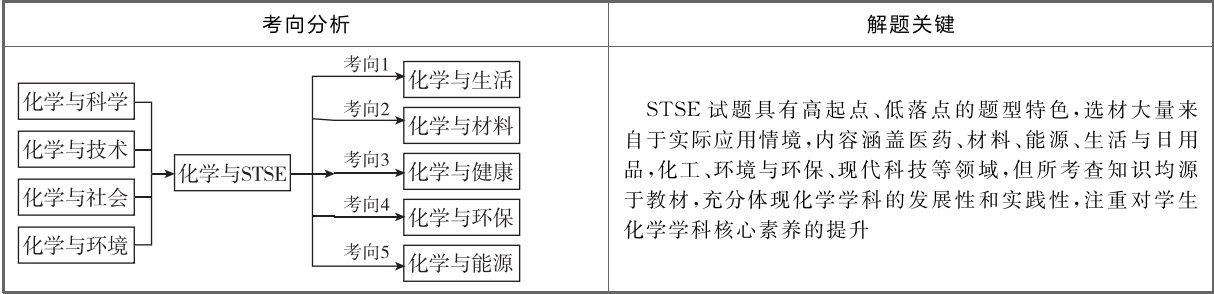
- (1)仪器 a 的名称为_____。装置 A 的圆底烧瓶中盛放的固体物质可选用_____ (填序号)
- a. 氯化钠 b. 氢氧化钠 c. 碳酸钙
- (2)装置 B、D 的作用均为_____。
- 从装置 C 的 b 处逸出的尾气中含有少量 Cl_2 ,为防止其污染环境,可将尾气通过盛有_____溶液的洗气瓶。
- (3)装置 F 的圆底烧瓶中发生反应的离子方程式为_____。
- 装置 E 的作用是除去 Cl_2 中的 HCl ,洗气瓶中盛放的试剂为_____。
- (4)反应过程中,装置 C 的集气瓶中有大量白烟产生,另一种产物为 N_2 。该反应的化学方程式为_____。

请完成

专题训练(九)



微专题3 化学与STSE



●重难点一 化学与生活

例 1 下列说法不正确的是 ()

- A. 纯碱可用于去除物品表面的油污
- B. 二氧化碳可用作镁燃烧的灭火剂
- C. 植物秸秆可用于制造酒精
- D. 氢氧化铁胶体可用作净水剂

【解题策略】该命题角度的问题设置通常体现化学在社会生活中的具体应用,要多从化学视角关注化学与生活、生产的密切联系,常见考查点如下:

性质	用途
硅胶能吸收水分	可作(袋装食品)干燥剂
二氧化氯具有较强的氧化性	可用于自来水的杀菌消毒
次氯酸盐具有强氧化性	可作杀菌消毒剂,还可作漂白剂
碘酸钾在常温下稳定	食盐中的加碘物质
二氧化硫与氧气反应	二氧化硫可用于制作葡萄酒的食品添加剂
NaHCO ₃ 受热分解生成 CO ₂ ,能与酸反应	用作焙制糕点的膨松剂、胃酸中和剂
Na ₂ CO ₃ 水解使溶液显碱性	用热的纯碱溶液洗去油污
Na ₂ O ₂ 与 H ₂ O、CO ₂ 反应均生成 O ₂	作供氧剂
Fe 具有还原性	可用于防止食品氧化变质
Fe ₂ O ₃ 是红棕色粉末	可用作红色颜料
Fe ₂ (SO ₄) ₃ 水解生成的氢氧化铁胶体具有吸附性	可用作净水剂(混凝剂)
K ₂ FeO ₄ 是强氧化剂,还原产物 Fe ³⁺ 水解生成氢氧化铁胶体	作新型净水剂

(续表)

性质	用途
BaSO ₄ 不溶于水,不与胃酸反应	在医疗上进行胃部造影前, BaSO ₄ 用作患者服用的“钡餐”
医用酒精中乙醇的体积分数为 75%	医用酒精用于消毒
35%~45% 的甲醛水溶液(俗称福尔马林),能使蛋白质变性	常用来浸渍生物标本,但不可用于食品的防腐
聚乙烯性质稳定无毒,聚氯乙烯受热易分解出有毒气体	聚乙烯可作为食品包装袋,聚氯乙烯不能

变式 化学与生活、生产密切相关,下列有关说法错误的是

()

- A. 碘酒能使蛋白质变性,涂在人体皮肤上可杀菌消毒
- B. 大米、小米、马铃薯中均含有淀粉,可为人体活动提供能量
- C. 食盐、糖、醋可作调味剂,不可用作食品防腐剂
- D. 船舶外壳装上锌块防腐,采用的是牺牲阳极的阴极保护法

●重难点二 化学与材料

例 2 《现代汉语词典》中,“纤维”一词的释义是“天然的或人工合成的细丝状物质或结构”。下列关于“纤维”的说法不正确的是 ()

- A. 造纸术是中国古代四大发明之一,所用到的原料木材纤维属于糖类
- B. 丝绸是连接东西方文明的纽带,其中蚕丝纤维主要成分是蛋白质
- C. 光纤高速信息公路快速发展,光导纤维的主要成分是二氧化硅
- D. 我国正在大力研究碳纤维材料,碳纤维属于天然纤维

【解题策略】解答该命题角度的问题需要关注最近化学领域的科技发展,能用已经学过的知识解读相关科技进步。如:

		举例	注释
金属材料		铝合金、不锈钢、青铜、黄铜	①铝合金具有强度高、密度小、耐腐蚀等优点 ②保护金属要使被保护的金属作原电池的正极或电解池的阴极
无机非金属材料		水泥、玻璃、陶瓷、光导纤维、新型陶瓷材料	生活中的硅酸盐材料有水泥、玻璃和陶瓷
有机高分子材料	天然材料	棉花、羊毛、蚕丝、天然橡胶	①人造纤维:黏胶纤维、天丝(人造丝)、人造棉等 ②乙烯、氯乙烯都含有碳碳双键能使酸性高锰酸钾溶液和溴水褪色,但聚乙烯、聚氯乙烯都不能使酸性高锰酸钾溶液和溴水褪色
	合成材料	塑料:聚乙烯、聚氯乙烯 合成纤维:涤纶、锦纶、腈纶、尼龙等	

【变式】我国改革开放 40 周年取得了很多标志性成果,下列说法不正确的是 ()

- A. “中国天眼”的镜片材料为 SiC,属于新型无机非金属材料
- B. “蛟龙”号潜水器所使用的钛合金材料具有强度大、密度小、耐腐蚀等特性
- C. 北斗导航专用 ASIC 硬件结合国产处理器打造出一颗真正意义的“中国芯”,其主要成分为 SiO₂
- D. 港珠澳大桥设计使用寿命 120 年,水下钢柱镶铝块防腐的方法为牺牲阳极的阴极保护法

重难点三 化学与环保

【例 3】[2019·浙江宁波二中模拟]“绿色化学”是当今社会提出的一个新概念。在“绿色化学工艺”中,理想状态是指反应物中的原子全部转化为欲制得的产物,即原子利用率为 100%。选用下列哪组物质与甲烷反应制取乙酸乙酯,原子利用率达到最高 ()

- A. CO
- B. CO₂ 和 H₂O
- C. H₂O
- D. CH₃OH 和 O₂

【解题策略】该考查角度主要体现对于化学相关的环境污染问题的考查,如光化学烟雾、酸雨、温室效应、臭氧空洞、白色污染等的形成原因,知晓绿色化学、环境可持续发展的意义:

1. 了解绿色化学的含义:核心是利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染;反应物的原子全部转化为期望的最终产物。

2. 了解常见环境问题

- ① 空气质量评价包括:SO₂、NO₂、CO、可吸入颗粒物
- ② 引起温室效应的气体:CO₂、CH₄、N₂O 等
- ③ 引起酸雨的气体:氮的氧化物、硫的氧化物
- ④ 居室空气污染物:甲醛、苯及其苯的同系物、氡等。
- ⑤ 改善大气质量的措施:减少煤等化石燃料燃烧产生的污染;减小汽车等机动车尾气污染;减少室内空气污染。

【变式】化学与环境密切相关。下列说法错误的是 ()

- A. PM_{2.5}是指粒径不大于 2.5 μm 的可吸入悬浮颗粒物
- B. 绿色化学要求从源头上消除或减少生产活动对环境的污染
- C. 燃煤中加入 CaO 可以减少酸雨的形成及温室气体的排放
- D. 天然气和液化石油气是我国目前推广使用的清洁燃料

重难点四 化学与能源

【例 4】[2019·浙江余姚中学模拟]雾霾与燃煤污染排放关系最为密切,开发新能源成为当前国际能源研究的重要课题,下列属于新能源的是 ()

- ① 天然气 ② 生物质能 ③ 地热能 ④ 石油 ⑤ 太阳能 ⑥ 氢能
- A. ①②③⑥
- B. ②③④⑥
- C. ③④⑤⑥
- D. ②③⑤⑥

【解题策略】该命题角度的考查侧重体现能源开发与利用中的化学知识:

1. 熟知不可再生能源:煤、石油、天然气三大化石燃料等。
2. 掌握清洁能源:液化石油气、氢能、风能、太阳能、地热能等。
3. 了解新能源的开发:太阳能电池、燃料电池及新型燃料、氢能与储氢材料等。
4. 节约利用现有的化石能源。

【变式】下列对于太阳能、生物质能和氢能的利用的说法不正确的是 ()

- A. 芒硝晶体(Na₂SO₄·10H₂O)白天在阳光下曝晒后失水、溶解吸热,夜里重新结晶放热,实现了太阳能转化为化学能继而转化为热能
- B. 将植物的秸秆、枝叶、杂草和人畜粪便加入沼气发酵池中,在富氧条件下,经过缓慢、复杂、充分的氧化反应最终生成沼气,从而有效利用生物质能
- C. 生活、生产中大量应用氢能源,首先要解决由水制备氢气的能耗、氢气的储存和运输等问题
- D. 垃圾焚烧处理厂把大量生活垃圾中的生物质能转化为热能、电能,减轻了垃圾给城市造成的压力,改善了城市的环境



微专题4 混合物成分的分析与推断

考向分析	解题关键
混合物成分的分析着重考查离子的检验与推断,集元素化合物知识、基本概念和基本理论、化学基本计算、化学实验现象等知识于一体,其描述简洁,跨度大,包含信息多,思维能力要求高	一、掌握离子的性质、离子的特征反应、离子之间的共存关系; 二、清楚解题的分析流程,熟知解题的基本原则,善于抓住题目的突破口

●重难点一 固体混合型推断

例 1 [2019·浙江4月选考] 白色固体混合物 A,含有 KCl、CaCO₃、Na₂CO₃、Na₂SiO₃、CuSO₄ 中的几种,常温常压下进行如下实验。

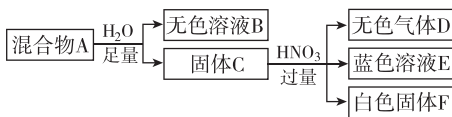


图 W4-1

下列推断不正确的是 ()

- A. 无色溶液 B 的 pH≥7
- B. 白色固体 F 的主要成分是 H₂SiO₃
- C. 混合物 A 中有 Na₂SiO₃、CuSO₄ 和 CaCO₃
- D. 在无色溶液 B 中加 HNO₃ 酸化,无沉淀;再滴加 AgNO₃ 溶液,若有白色沉淀生成,说明混合物 A 中有 KCl

【解题策略】

解题步骤	注意事项
有取有舍	利用题给实验现象判断出一定有某物质,应立即运用已有的知识,将不能与之共存的物质舍去
有进有出	在进行检验或在反应流程中,往往需要加入试剂,这样就会引进新的物质,那么原溶液中是否存在该种物质就无法判断,与此同时还会有一些物质会随着实验过程中产生的沉淀、气体而分离出去,对后续的实验造成影响
有升有降	检验过程中,如果加入了氧化剂、还原剂,就会给体系相关的离子造成化合价的升降,从而形成和原混合物相同的离子,给判断带来干扰

变式 [2018·浙江嘉兴二模] 某固体混合物 X 可能是由 Na₂SiO₃、Fe、Na₂CO₃、BaCl₂ 中的两种或两种以上的物质组成。某兴趣小组为探究该固体混合物的组成,设计实验方案如图 W4-2 所示(所加试剂均过量)。

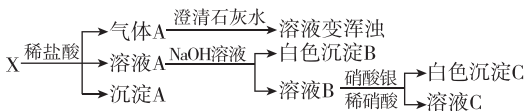


图 W4-2

下列说法不正确的是 ()

- A. 气体 A 一定是混合气体

- B. 沉淀 A 一定是 H₂SiO₃
- C. 白色沉淀 B 在空气中逐渐变灰绿色,最后变红褐色
- D. 该固体混合物一定含有 Fe、Na₂CO₃、BaCl₂

●重难点二 离子混合型推断

例 2 [2018·浙江4月选考] 某绿色溶液 A 含有 H⁺、Na⁺、Mg²⁺、Fe²⁺、Cu²⁺、SO₄²⁻、Cl⁻、CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻ 离子中的若干种,取该溶液进行如下实验(已知 Ag₂SO₄ 微溶于水,可溶于酸):

- ①向溶液中滴加 Ba(OH)₂ 溶液,过滤,得到不溶于酸的白色沉淀和绿色滤液 B;
- ②取滤液 B,先用 HNO₃ 酸化,再滴加 0.001 mol·L⁻¹ AgNO₃ 溶液,有白色沉淀生成。

下列说法不正确的是 ()

- A. 溶液 A 中一定存在 H⁺、SO₄²⁻ 和 Cl⁻
- B. 溶液 A 中不存在 Mg²⁺、CO₃²⁻ 和 HCO₃⁻,不能确定 Na⁺ 的存在
- C. 第②步生成的白色沉淀中只有 AgCl,没有 Ag₂CO₃
- D. 溶液 A 中存在 Fe²⁺ 与 Cu²⁺ 中的一种或两种,且可以用 NaOH 溶液判断

【解题策略】

解题步骤	过程分析	注意事项
直接肯定	根据实验现象推出溶液中肯定存在或肯定不存在的离子	熟记离子的性质,如:酸性反应条件下反应放出气体的离子;与 OH ⁻ 生成沉淀的离子;常见的有色离子:Fe ²⁺ 、Fe ³⁺ 、Cu ²⁺ 、MnO ₄ ⁻ 等
互斥推断	在肯定某些离子的同时,结合离子共存规律,否定一些离子的存在	要注意题目中的隐含条件,如:酸性、碱性、指示剂的变化、与铝反应产生 H ₂ 、水的电离情况等
数据计算	根据题干中提供的数据(沉淀质量、气体体积等)进行计算,确定某些离子是否存在、物质的量	

(续表)

解题步骤	过程分析	注意事项
电荷中性	溶液呈电中性,一定既有阳离子,又有阴离子,且溶液中正电荷总数与负电荷总数相等	这一原则可帮助我们确定一些隐含的离子
进出干扰	通常是在实验过程中使用,是指在实验过程中反应生成的离子或引入的离子对后续实验的干扰	要注意有些现象的产生是由于过程中添加的物质造成的,并非来自于起始的物质

变式 1 某固体可能含有 NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 中的几种离子,取等质量的两份该固体,进行如下实验(不考虑盐类的水解及水的电离):

(1)一份固体溶于水得无色透明溶液,加入足量 BaCl_2 溶液,得沉淀 6.63 g,在沉淀中加入过量稀盐酸,仍有 4.66 g 沉淀。

(2)另一份固体与过量 NaOH 固体混合后充分加热,产生

使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体 0.672 L(标准状况)。

下列说法正确的是 ()

- A. 该固体中一定含有 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Na^+
 B. 该固体中一定没有 Cu^{2+} 、 Cl^- 、 Na^+
 C. 该固体中只含有 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-
 D. 根据以上实验,无法确定该固体中是否有 Na^+

变式 2 [2019·浙江嘉兴选考模拟] 某无色溶液 X 可能含有 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 中的若干种,且离子浓度相同,为确定其组成,依次进行下列实验。

①取少量溶液 X,向其中加入足量的氢氧化钠溶液,有白色沉淀 A 产生;微热,闻到刺激性气味。

②过滤上述混合物,在滤液中加入足量的氯化钡溶液,有白色沉淀 B 产生,再加入足量的稀硝酸,沉淀不溶解。

根据上述实验,以下说法不正确的是 ()

- A. 溶液 X 中一定含有 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ,可能含有 HCO_3^-
 B. 溶液 X 中一定没有 HCO_3^- ,但不能确定是否含有 Cl^-
 C. 溶液 X 中是否含有 Na^+ 、 K^+ 需要通过焰色反应确定
 D. 白色沉淀 A 和白色沉淀 B 都是纯净物



微专题5 无机推断与陌生方程式的书写

考向分析	解题关键
无机推断题具有明显的化学学科特点,是将基本概念、基本理论、元素单质及其重要化合物知识与化学实验及简单计算有机结合起来综合题型	推断题解题时遵循浏览、整体扫描、把握信息(“常见”“过量”等关键字眼)、依物质的特性或特征转化来确定“突破口”,结合实验数据定量分析,进而完成全部未知物的推断

重难点一 无机推断

例 1 [2019·浙江 4 月选考] 固体化合物 X 由 3 种元素组成。某学习小组进行了如下实验:

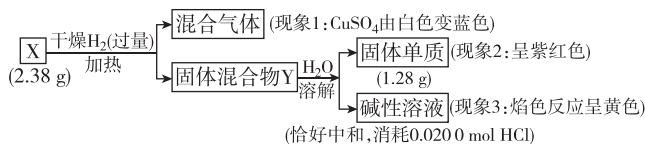


图 W5-1

请回答:

(1)由现象 1 得出化合物 X 含有 _____ (填元素符号) 元素。

(2)固体混合物 Y 的成分 _____ (填化学式)。

(3)X 的化学式 _____。

X 与浓盐酸反应产生黄绿色气体,固体完全溶解,得到蓝色溶液,该反应的化学方程式是 _____。

【解题策略】 无机推断中,最为核心的是要依据条件、现象推断出物质,未知物质化学式的思维过程可概括为

思维起点的选择——推断题中的思维起点应是最具特征的某个条件(包括文字叙述或某个变化过程),即依物质的特性或特征转化来确定“突破口”。

思维过程的展开——解题者在确定思维起点的基础上,利用题目所给信息,结合已有的化学知识和解题经验进行推断。

①可根据关系式法、得失电子守恒法、滴定法等,得出混合物中某一成分的量;

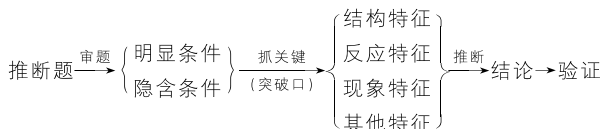
②根据电荷守恒,确定出未知离子的物质的量;

③根据质量守恒,确定出结晶水的物质的量;

④以上各粒子的物质的量之比,即为化学式中各粒子的个数之比等,不断地缩小问题状态与目标状态的距离。

思维过程的检验——将上述思维过程的结果代入题中,检查一下是否符合题中条件。

解题方法及推理过程表示如下:



变式 1 [2018·浙江 4 月选考] 某同学用含结晶水的正盐 X (四种短周期元素组成的纯净物)进行了如下实验:

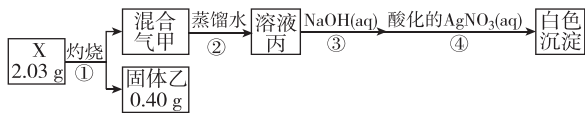


图 W5-2

实验中观测到:混合气甲呈无色并被蒸馏水全部吸收;固体乙为纯净物;在步骤③中,取 $\frac{1}{10}$ 溶液丙,恰好中和需消耗 0.002 00 mol NaOH;另取一定量溶液丙,加入少量 K_2FeO_4 固体,产生黄绿色气体。

请回答:

- (1)X 的化学式是 _____,步骤①的化学方程式是 _____。
- (2)溶液丙与 K_2FeO_4 固体反应的化学方程式是 _____。

变式 2 [2019·浙江温州高二模拟] 已知化合物 A 由两种元素组成,某研究小组按如图 W5-3 所示流程探究其组成,其中 D 是一种能使品红溶液褪色的气体。

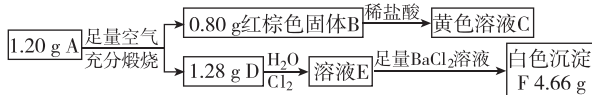


图 W5-3

请回答下列问题:

- (1)化合物 A 的组成元素有 _____ (填元素符号)。
- (2)写出 $A \rightarrow B + D$ 的化学方程式: _____。
- (3)写出 $D \rightarrow E$ 的离子方程式: _____。

重难点二 陌生化学方程式的书写

例 2 [2018·浙江 11 月选考] 已知化合物 X 由 3 种元素组成,某学习小组进行了如下实验:

- ①取适量 X,加水完全溶解,无气体产生,溶液呈碱性;进行焰色反应,透过蓝色钴玻璃观察到火焰呈紫色。
- ②取 1.685 g X 溶于水,加入含 HCl 0.020 00 mol 的盐酸恰好中和;中和后所得溶液与硝酸酸化的过量 $AgNO_3$ 溶液反应,得到 4.305 g 白色沉淀。

请回答:

- (1)X 中 3 种元素是 _____ (用元素符号表示)。
- (2)X 与水反应的化学方程式是 _____。
- (3)X 中一种元素对应的单质,可与足量的 Na_2CO_3 溶液反应得到 Cl_2O 。写出该反应的化学方程式: _____。

【解题策略】

命题方向	过程分析	注意事项
非氧化还原反应	细读题目信息推测可能的反应物、生成物,一般都为复分解反应,初步按 $AB + CD \rightarrow AD + CB$ 书写,然后再验证,最后按原子守恒定律配平	要通过现象、性质、化合价等提示确定反应是非氧化还原反应,这是书写化学方程式的第一步,也是关键点
氧化还原反应	根据题中信息,确定氧化剂和还原剂、氧化产物和还原产物;运用电子守恒、电荷守恒和原子守恒快速配平、计算	如果涉及反应物或生成物缺项,一定要明确是酸性还是碱性溶液,然后按 H^+ 、 OH^- 、 H_2O 补足

变式 1 [2019·浙江金丽衢十二校联考] 为探究不含结晶水的盐 A (仅含三种元素)的组成和性质,设计并完成如下实验:

- ①取少量 A,加水, A 由白色变为蓝色,加热蓝色又变成白色;
- ②另取一定量 A 进行加热分解,加热分解过程中有黄色中间产物 B 产生,同时产生气体 C, B 的质量为 A 质量的四分之三, C 能使盐酸酸化的 $BaCl_2$ 溶液产生白色沉淀。B 遇水生成不溶于水的蓝色固体 D,同时有三分之二的 S 元素溶于水。

- (1)A 的组成元素是 _____ (用元素符号表示)。
- (2)B 的化学式是 _____。
- (3)B 与水反应的化学方程式是 _____。

变式 2 [2019·浙江宁波模拟] 为探究固体 X (仅含两种常见短周期元素)的组成和性质,设计并完成如下实验:

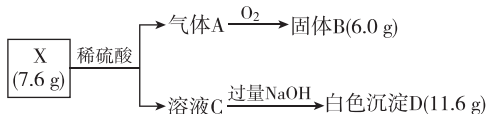


图 W5-4

已知:气体 A 是一种纯净物,在标准状况下的密度为 $1.429 g \cdot L^{-1}$;固体 B 是光导纤维的主要成分。请回答:

- (1)气体 A 分子的电子式为 _____,白色沉淀 D 的化学式为 _____。
- (2)固体 X 与稀硫酸反应的离子方程式是 _____。
- (3)已知 NH_3 与气体 A 在一定条件下反应后可得到一种耐高温陶瓷材料 (仅含两种元素,摩尔质量为 $140 g \cdot mol^{-1}$) 和 H_2 ,写出该反应的化学方程式: _____。

第 1 讲 化学反应中的热量变化

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1) 化学反应中能量转化的主要形式	b
(2) 吸热反应和放热反应	a
(3) 从化学反应中的反应物的总能量与生成物的总能量变化理解反应中的热效应	b
(4) 化学键的断裂和形成与反应中能量变化的关系	c
(5) 热化学方程式的书写	b
(6) 利用热化学方程式进行的简单计算	c
(7) 合理利用化石燃料,提高燃料燃烧效率的方法	a
(8) 太阳能开发利用的途径和方式	a
(9) 生物质能的利用途径	a
(10) 氢能的优点、开发与利用	a
(11) 了解化石燃料的不可再生性及其给环境带来的问题	a
(12) 反应热	a
(13) 焓变的含义	a
(14) 焓变与键能的关系	c
(15) 中和热的测定	b
(16) 标准燃烧热的概念	a
(17) 热值的概念	a
(18) 盖斯定律及其简单计算	b

考点 1

焓变 能源的开发和利用

主干整合

1. 化学反应的特征

(1) 化学反应中的两大变化

物质变化和能量变化。

(2) 化学反应中的两大守恒

质量守恒和能量守恒。

(3) 化学反应中的能量转化形式

主要是化学能转化为热能,还能转化为光能、电能等。
2. 吸热反应和放热反应

(1) 从反应物和生成物的总能量相对大小的角度分析,如下表所示。

类型 比较	放热反应	吸热反应
表示方法	$\Delta H = \text{生成物具有的总能量} - \text{反应物具有的总能量}$ 或 $\Delta H = \text{反应物的键能总和} - \text{生成物的键能总和}$	
	$\Delta H < 0$	$\Delta H > 0$
图示		

(2)常见的放热反应和吸热反应

放热反应:①可燃物的燃烧;②酸碱中和反应;③大多数化合反应;④金属跟酸的置换反应;⑤物质的缓慢氧化等。

吸热反应:①大多数分解反应;②盐的水解和弱电解质的电离;③ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 反应;④碳和水蒸气、C和 CO_2 的反应等。

3. 能源的充分利用

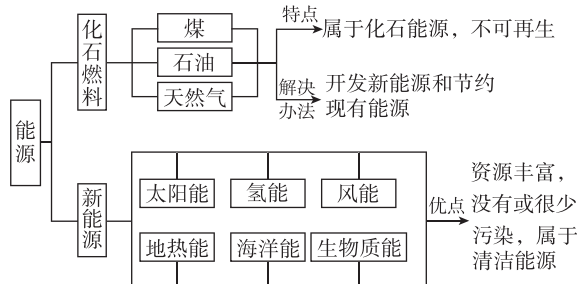


图 8-1-1

● 题组训练

1. [2019·浙江余姚中学模拟] 下列反应属于氧化还原反应,而且 $\Delta H > 0$ 的是 ()

- A. 铝片与稀 H_2SO_4 反应
- B. $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 与 NH_4Cl 的反应
- C. 灼热的炭与 CO_2 反应
- D. 甲烷在 O_2 中的燃烧反应

2. [2019·浙江名校协作体联考] 参照反应 $\text{Br} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{HBr} + \text{H}$ 的能量对应反应历程的示意图,下列叙述中正确的是 ()

- A. 该反应的反应热 $\Delta H = E_2 - E_1$
- B. 正反应为吸热反应
- C. 吸热反应一定要加热后才能发生
- D. 升高温度可增大正反应速率,降低逆反应速率

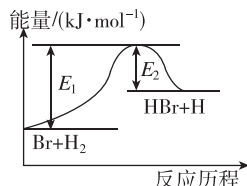


图 8-1-2

3. [2019·浙江杭州二中选考模拟] 肼(N_2H_4)在不同条件下分解产物不同,200℃时在Cu表面分解的机理如图8-1-3。已知200℃时,反应Ⅰ: $3\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H_1 = -32.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;反应Ⅱ: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ $\Delta H_2 = -41.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

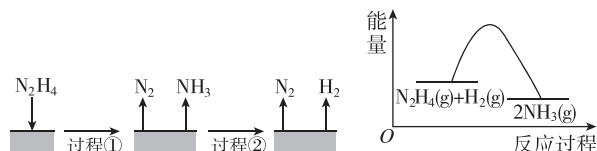


图 8-1-3

图 8-1-4

下列说法不正确的是 ()

- A. 图中所示过程①是放热反应
- B. 反应Ⅱ的能量过程示意图如图8-1-4所示
- C. 断开3 mol $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的化学键吸收的能量大于形成1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和4 mol $\text{NH}_3(\text{g})$ 的化学键释放的能量
- D. 200℃时,肼分解生成氮气和氢气的热化学方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ $\Delta H = +50.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. [2019·浙江台州模拟] 根据能量变化示意图8-1-5,下列说法正确的是 ()

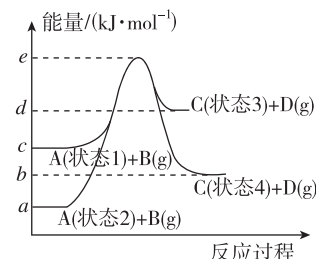


图 8-1-5

- A. 若状态1是液态,则状态3一定是气态
- B. 若状态3是液态,则状态4一定是气态
- C. $\text{A}(\text{状态}2) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{状态}3) + \text{D}(\text{g})$ $\Delta H = (d - a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 断裂1 mol C(状态3)和1 mol D(g)中的化学键需要吸收的能量为 $(e - d) \text{ kJ}$

考点2 燃烧热和中和热 热化学方程式的书写

● 主干整合

1. 反应热、中和热和燃烧热的比较

	反应热	中和热	燃烧热
含义	化学反应过程中放出或吸收的热量	在稀溶液中,酸和碱发生中和反应生成1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时所放出的热量	在101 kPa时,1 mol物质完全燃烧所放出的热量
反应特点	任何反应	中和反应	燃烧反应
物质状态	物质的状态要确定	稀溶液	生成物在常温下为稳定态
方程式配平标准	任意物质的量	以生成1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 为标准	以燃烧1 mol可燃物为标准
ΔH 符号	放热取负值、吸热取正值	负值	负值
能量数值的描述	必须指出反应是放热还是吸热或使用正负值或用 ΔH 表示	直接描述热量的变化时不必再指明是放出的热量,可用 ΔH 表示	
说明	① $\Delta H = \sum E(\text{生成物}) - \sum E(\text{反应物})$; ② ΔH 的数值与方程式书写形式和物质的状态有关,单位一般是“ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”	稀强酸与稀强碱反应的中和热为 $57.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	完全燃烧生成稳定的氧化物,如 CO_2 、 SO_2 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 、 P_2O_5 等

①比较 ΔH 的相对大小时要考虑其数值的“+”“-”问题;②用弱酸或弱碱的稀溶液进行中和反应时,每生成1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 放出的热量小于 57.3 kJ

2. “五步”突破热化学方程式的书写

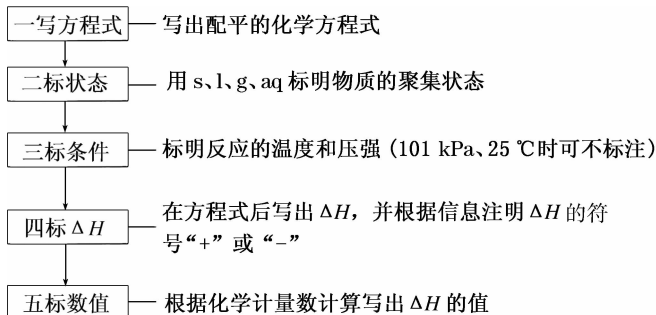


图 8-1-6

3. 书写热化学方程式的注意事项

(1)对于同素异形体,除注明聚集状态外,还要注明名称。因为同素异形体虽然组成元素相同,但属于不同物质,其本身具有的能量不同,所以反应中的 ΔH 也不同。

(2)物质本身具有的能量与物质的聚集状态有关。聚集状态不同,反应热 ΔH 的数值以及符号都可能不同。等量的同一物质,气态时能量最大,其次为液态,最小的为固态。

(3)不论化学反应是否可逆,热化学方程式中的反应热 ΔH 表示反应进行到底(完全转化)时的能量变化。如 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -197 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 是指 2 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 完全转化为 2 mol $\text{SO}_3(\text{g})$ 时放出 197 kJ 的能量。

● 题组训练

1. 化学反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 的能量变化如图 8-1-7 所示,该反应的热化学方程式是 ()

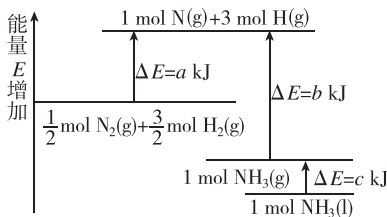


图 8-1-7

- $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{l})$
 $\Delta H = 2(a-b-c) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
 $\Delta H = 2(b-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{l})$
 $\Delta H = (b+c-a) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2}\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$
 $\Delta H = (a+b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

2. 下列有关热化学方程式的叙述正确的是 ()

- 已知 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -221 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 C 的燃烧热为 $110.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 已知 $3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{O}_3(\text{g}) \quad \Delta H = 242.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则臭氧比氧气稳定
- 含 20.0 g NaOH 的稀溶液与稀盐酸完全中和, 放出

28.7 kJ 的热量,则表示该反应中和热的热化学方程式为 $\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -57.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

D. 甲烷的标准燃烧热 $\Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

3. 写出下列反应的热化学方程式。

(1) SiH_4 是一种无色气体,遇到空气能发生爆炸性自燃,生成 SiO_2 和液态 H_2O 。已知室温下 2 g SiH_4 自燃放出热量 89.2 kJ。 SiH_4 自燃的热化学方程式为 _____。

(2)已知拆开 1 mol H—H 键、1 mol N—H 键、1 mol $\text{N} \equiv \text{N}$ 键分别需要的能量是 436 kJ、391 kJ、946 kJ,则 N_2 与 H_2 反应生成 NH_3 的热化学方程式为 _____。

(3)在 25 °C、101 kPa 下,一定质量的乙醇完全燃烧时放出热量 Q kJ,其燃烧生成的 CO_2 用过量饱和石灰水吸收可得 100 g CaCO_3 沉淀,则乙醇燃烧的热化学方程式为 _____。

(4) $\text{CuCl}(\text{s})$ 与 O_2 反应生成 $\text{CuCl}_2(\text{s})$ 和一种黑色固体。在 25 °C、101 kPa 下,已知该反应每消耗 1 mol $\text{CuCl}(\text{s})$, 放热 44.4 kJ,该反应的热化学方程式是 _____。

(5)饮用水中的 NO_3^- 主要来自于 NH_4^+ 。已知在微生物的作用下, NH_4^+ 经过两步反应被氧化成 NO_3^- 。两步反应的能量变化示意图如下:

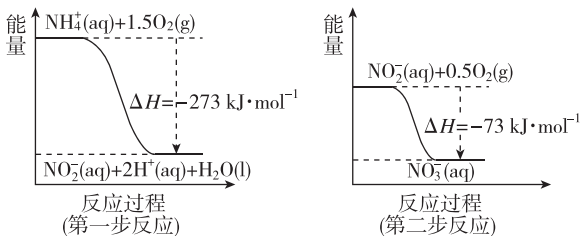


图 8-1-8

1 mol $\text{NH}_4^+(\text{aq})$ 全部被氧化成 $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ 的热化学方程式为 _____。

【易错警示】“五审”突破热化学方程式的正误判断

一审“+”“-”——放热反应一定为“-”,吸热反应一定为“+”

三审单位——单位一定为“ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ”,易错写成“mol”或漏写

三审状态——物质的聚集状态必须正确,特别是溶液中的反应易写错

四审数值对应性——反应热的数值必须与方程式的化学计量数相对应,即化学计量数与 ΔH 成正比。当反应逆向进行时,其反应热与正反应的反应热数值相等,符号相反

五审是否符合概念——如燃烧热、中和热的热化学方程式

图 8-1-9

考点3 反应热的测量与计算

主干整合

1. 反应热的测量

(1)中和反应反应热(简称中和热):
在稀溶液中,酸与碱发生中和反应生成 1 mol $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 时所释放出的热量。

(2)中和反应反应热的测量

①装置如图 8-1-10 所示。

②实验记录

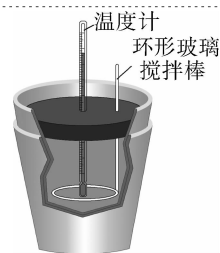


图 8-1-10

盐酸温度	$t_1 / ^\circ\text{C}$
NaOH 溶液温度	$t_2 / ^\circ\text{C}$
反应体系最高温度	$t_3 / ^\circ\text{C}$
反应体系的温度变化	$\Delta t = (t_3 - \frac{t_1 + t_2}{2}) / ^\circ\text{C}$
反应后溶液的质量	$m = (V_{\text{HCl}} \cdot \rho_{\text{HCl}} + V_{\text{NaOH}} \cdot \rho_{\text{NaOH}}) / \text{g}$
反应热计算(以生成 0.025 mol 液态水计算)	$\Delta H = -\frac{c \times m \times \Delta t \times 10^{-3}}{0.025} / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$ (其中,比热容 $c = 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$)

2. 反应热计算的四种方法

(1)利用热化学方程式进行有关计算

根据已知的热化学方程式和已知某反应的反应物或生成物的物质的量,可以计算该反应放出或吸收的热量。

(2)根据燃烧热数据,计算反应放出的热量

计算公式: $Q = \text{燃烧热} \times n(\text{可燃物的物质的量})$

如已知 H_2 的燃烧热为 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,完全燃烧 2 mol H_2 放出的热量为 $2 \text{ mol} \times 285.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 571.6 \text{ kJ}$ 。

(3)根据旧键断裂和新键形成过程中的能量差进行计算

如 H_2 与 Cl_2 燃烧生成 HCl 的反应为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g})$,断裂旧键吸收的总能量为 $679 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,新键形成过程中释放的总能量为 $862 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,故该反应的反应热 $\Delta H = 679 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 862 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -183 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(4)利用盖斯定律求解

根据已知的热化学方程式,若其反应物是所求目标热化学方程式的反应物,调整计量数后作为基础化学方程式或与基础化学方程式各对应部分相加;若其反应物是所求目标热化学方程式的生成物,调整计量数后各对应部分与基础化学方程式相减,整理即可得到求解的热化学方程式和反应热。调整计量数既能与目标相符,又能消除无关物质。常用以下两种方法:

①热化学方程式相加或相减,如已知:

a. $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$;

b. $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_2$ 。

a-b 可得 $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g})$

$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2$ 。

②合理设计反应途径,如图 8-1-11 所示, $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2$ 。

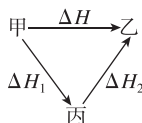


图 8-1-11

题组训练

1. [2019·浙江余姚中学模拟] 肼(H_2NNH_2)是一种高能燃料,有关化学反应的能量变化如图 8-1-12 所示。已知断裂 1 mol 化学键所需的能量(kJ): $\text{N} \equiv \text{N}$ 键为 942、 $\text{O} = \text{O}$ 键为 500、 $\text{N}-\text{N}$ 键为 154,则断裂 1 mol $\text{N}-\text{H}$ 键所需的能量(kJ)是 ()

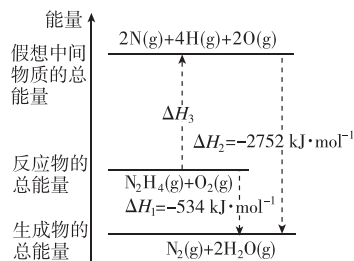


图 8-1-12

- A. 194 B. 391 C. 516 D. 658
2. [2019·浙江学军中学选考模拟] 以太阳能为热源,热化学硫碘循环分解水是一种高效、环保的制氢方法,其流程图如下:

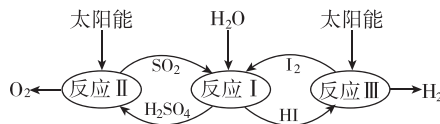


图 8-1-13

相关反应的热化学方程式为:

反应 I: $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{HI}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \quad \Delta H_1 = -213 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 II: $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$

$\Delta H_2 = +327 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

反应 III: $2\text{HI}(\text{aq}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \quad \Delta H_3 = +172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

下列说法不正确的是 ()

- A. 该过程实现了太阳能到化学能的转化
- B. SO_2 和 I_2 对总反应起到了催化剂的作用
- C. 总反应的热化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- D. 该过程降低了水分解制氢反应的活化能,但总反应的 ΔH 不变
3. [2019·浙江 4 月选考] MgCO_3 和 CaCO_3 的能量关系如图 8-1-14 所示($\text{M} = \text{Ca}, \text{Mg}$):

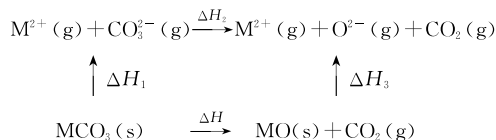


图 8-1-14

已知:离子电荷相同时,半径越小,离子键越强。下列说法不正确的是 ()

- A. $\Delta H_1(\text{MgCO}_3) > \Delta H_1(\text{CaCO}_3) > 0$
- B. $\Delta H_2(\text{MgCO}_3) = \Delta H_2(\text{CaCO}_3) > 0$
- C. $\Delta H_1(\text{CaCO}_3) - \Delta H_1(\text{MgCO}_3) = \Delta H_3(\text{CaO}) - \Delta H_3(\text{MgO})$
- D. 对于 MgCO_3 和 CaCO_3 , $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$

4. 为了探究化学能与热能的转化,某实验小组设计了如图 8-1-15 所示的三套实验装置:

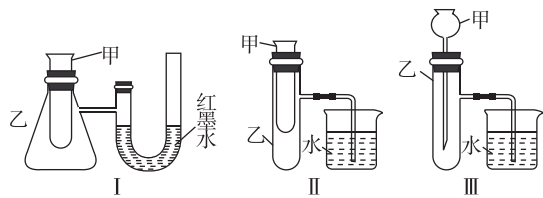


图 8-1-15

(1)上述 3 个装置中,不能证明“铜与浓硝酸的反应是吸热反应还是放热反应”的是(不能用手触摸和使用温度计)_____。

(2)某同学选用装置 I 进行实验(实验前 U 形管里液面左右相平),在甲试管里加入适量氢氧化钠溶液与稀盐酸,U 形管中可观察到的现象是_____,说明该反应属于_____ (填“吸热”或“放热”)反应。

(3)为定量测定(2)中反应的反应热,使 50 mL 0.50 mol · L⁻¹盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹NaOH 溶液在简易量热计中进行中和反应。回答下列问题:

①该实验中 NaOH 溶液的浓度大于盐酸的作用是_____。

②实验中若改用 60 mL 0.50 mol · L⁻¹盐酸与 50 mL 0.55 mol · L⁻¹NaOH 溶液进行反应,与上述实验相比,所求中和热_____ (填“相等”或“不相等”)。

5. 请回答下列问题。

(1)25 °C、1.01×10⁵ Pa 时,实验测得 108 g 液态水完全分解成 H₂ 和 O₂,需要吸收 1716 kJ 的热量,则表示 H₂ 的燃烧热的热化学方程式为_____。

(2)从化学键的角度分析,化学反应的过程就是反应物化学键破坏和生成物化学键形成的过程,已知几种化学键的键能如下:

化学键	H—H	N—H	N≡N
键能/(kJ · mol ⁻¹)	436	391	<i>a</i>

已知:N₂(g)+3H₂(g)====2NH₃(g) Δ*H*=-93 kJ · mol⁻¹。试根据表中所列键能数据计算 *a* 等于_____。

(3)已知:C(s,石墨)+O₂(g)====CO₂(g) Δ*H*₁=-393.5 kJ · mol⁻¹ ①

2H₂(g)+O₂(g)====2H₂O(l) Δ*H*₂=-571.6 kJ · mol⁻¹ ②

2C₂H₂(g)+5O₂(g)====4CO₂(g)+2H₂O(l) Δ*H*₃=-2599 kJ · mol⁻¹ ③

根据盖斯定律,计算反应 2C(s,石墨)+H₂(g)====C₂H₂(g) Δ*H*=_____。

【规律小结】计算反应热的常用分析角度

(1)从宏观角度分析:Δ*H*=*H*₁(生成物的总能量)-*H*₂(反应物的总能量)

(2)从微观角度分析:Δ*H*=*E*₁(反应物的键能总和)-*E*₂(生成物的键能总和)

(3)从活化能角度分析:Δ*H*=*E*₁(正反应活化能)-*E*₂(逆反应活化能)

(4)根据盖斯定律计算:

①计算步骤:

对比	对比分析目标方程式和已知方程式,调整已知方程式的化学计量数与目标方程式的化学计量数一致
叠加	根据目标方程式中的反应物和生成物加减调整方程式
计算	按照叠加步骤中的调整方法,反应热也随之作相应变化

②计算方法:

一例	为了将热化学方程式相加得到目标热化学方程式,可将热化学方程式颠倒过来,反应热的数值不变,但符号相反
二乘	为了将热化学方程式相加得到目标热化学方程式,可把热化学方程式和反应热同时乘以某个化学计量数
三加	上面的两个方面做好了,只要将热化学方程式相加即可得到目标热化学方程式,反应热也相加



专题训练(十)

第 2 讲 化学能与电能

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)原电池的概念	a
(2)铜－锌原电池的原理及电极反应式	b
(3)原电池的构成条件	b
(4)常见化学电源	c
(5)原电池的构造与工作原理,盐桥的作用	b
(6)判断与设计简单的原电池	c
(7)原电池的电极反应式及电池反应方程式	b
(8)原电池的正、负极和电子流向的判断	c
(9)银锌电池、铅蓄电池、燃料电池的工作原理与应用价值	b
(10)电解池的概念	b
(11)电解 CuCl ₂ 溶液的原理及电极反应式	b
(12)电解池的构成条件	b
(13)原电池、电解池的判断	c
(14)电解池的构造与工作原理	b
(15)电解池的电极反应式与电解反应方程式	b
(16)金属冶炼、氯碱工业、电镀在生产生活中的应用	b
(17)金属腐蚀的危害	a
(18)金属发生电化学腐蚀的基本原理	c
(19)金属的防护	b

考点 1 原电池及其工作原理 化学电源

主干整合

1. 原电池的装置特点
化学能转化为电能。
2. 原电池的形成条件
①两个活泼性不同的电极；
②电解质溶液(一般能与活泼性强的电极发生氧化还原反应)；
③形成闭合回路。
3. 原电池的反应原理(以 Cu-Zn-H₂SO₄ 原电池为例)

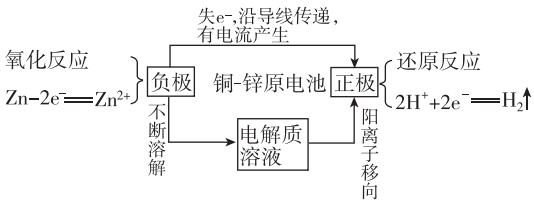


图 8-2-1

4. 化学电源

(1)可充电电池原理示意图

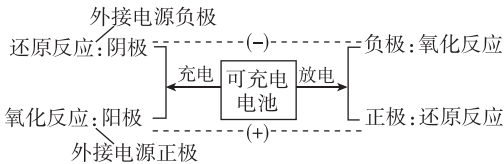


图 8-2-2

(2)燃料电池

氢氧燃料电池是目前最成熟的燃料电池,可分酸性和碱性两种。

	酸性	碱性
负极反应式	$2\text{H}_2 - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+$	$2\text{H}_2 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 4\text{H}_2\text{O}$
正极反应式	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
电池总反应	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	

● 题组训练

1. [2019·浙江4月选考] 化学电源在日常生活和高科技领域中都有广泛应用。

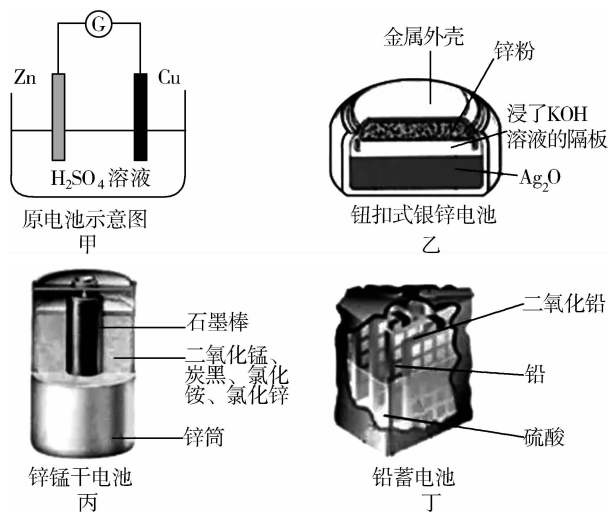


图 8-2-3

下列说法不正确的是 ()

- A. 甲: Zn^{2+} 向 Cu 电极方向移动, Cu 电极附近溶液中 H^+ 浓度增加
 B. 乙: 正极的电极反应式为 $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Ag} + 2\text{OH}^-$
 C. 丙: 锌筒作负极, 发生氧化反应, 锌筒会变薄
 D. 丁: 使用一段时间后, 电解质溶液的酸性减弱, 导电能力下降
2. [2019·浙江浙南名校联盟模拟] 锂锰电池的体积小、性能优良, 是常用的一次电池。该电池反应原理如图 8-2-4 所示, 其中电解质 LiClO_4 溶于混合有机溶剂中, Li^+ 通过电解质的有机溶液迁移入 MnO_2 晶格中, 生成 LiMnO_2 。下列说法正确的是 ()

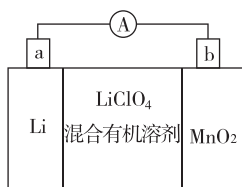


图 8-2-4

- A. 外电路的电流方向是由 a 极流向 b 极
 B. 电池 b 极反应式为 $\text{MnO}_2 + \text{e}^- + \text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiMnO}_2$
 C. 可用水代替电池中的混合有机溶剂
 D. a 极发生还原反应
3. [2019·浙江温州模拟] 2016 年,《Nature》期刊报道了 CH_3OH 、 O_2 在聚合物催化下的原电池, 其工作原理示意图如图 8-2-5。下列说法正确的是 ()

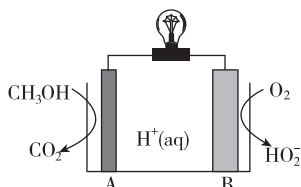


图 8-2-5

- A. 电极 B 的电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HO}_2^-$
 B. 电解质溶液中 H^+ 由 B 极移向 A 极
 C. 电极 A 是负极, 发生还原反应
 D. 外电路中通过 3 mol 电子, 生成 CO_2 11.2 L

4. ZulemaBorjas 等设计的一种微生物脱盐电池的装置如图 8-2-6 所示:

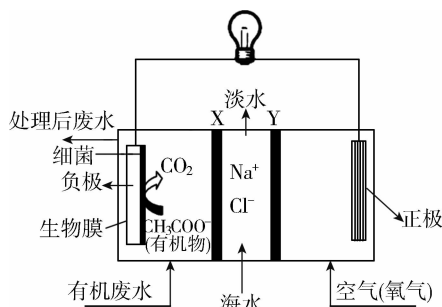


图 8-2-6

下列说法正确的是 ()

- A. 该装置可以在高温下工作
 B. X、Y 依次为阳离子、阴离子交换膜
 C. 负极反应为 $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} - 8\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}^+$
 D. 该装置工作时, 电能转化为化学能

【规律总结】1. 原电池正、负极的判断

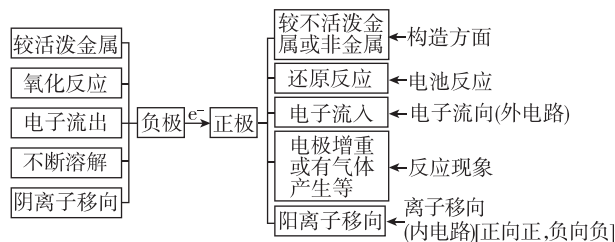


图 8-2-7

2. 原电池电极反应式的书写方法

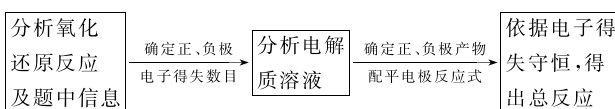


图 8-2-8

考点 2 电解原理及其应用

● 主干整合

1. 电解池的工作原理(以电解 CuSO_4 溶液为例)

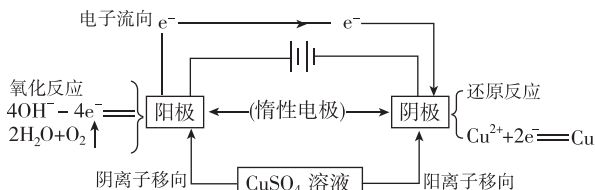


图 8-2-9



2. 阴阳两极上放电顺序

首先明确阳极材料和溶液中存在的所有离子,然后根据如下规律分析判断。

(1) 阳极

①金属活性电极:电极材料失电子,生成相应的金属阳离子。

②惰性电极:溶液中的阴离子失电子,生成相应的单质或高价化合物(阴离子放电顺序: $S^{2-} > SO_3^{2-} > I^- > Br^- > Cl^- > OH^- > \text{含氧酸根离子}$)。

(2) 阴极(与电极材料无关)

溶液中的阳离子得电子,生成相应的单质或低价化合物(阳离子放电顺序: $Ag^+ > Fe^{3+} > Cu^{2+} > H^+ > Fe^{2+} > Zn^{2+}$)。

3. 电解电解质溶液的四种类型

类型	物质举例	pH 变化
放 O_2 生酸型	$CuSO_4$ 、 $AgNO_3$ 、 $Cu(NO_3)_2$	降低
放 H_2 生碱型	KCl 、 $CaCl_2$	升高
电解电解质型	$CuCl_2$	—
	HCl	升高
电解 H_2O 型	$NaNO_3$ 、 Na_2SO_4 、 K_2SO_4	不变
	KOH	升高
	HNO_3	降低

4. 电解的应用

(1)氯碱工业:电解饱和食盐水制取烧碱、氯气、氢气。

(2)电镀铜:镀件作阴极,镀层金属作阳极,电镀液含有镀层金属离子。

(3)铜的电解精炼:粗铜作阳极,纯铜作阴极。

(4)电解冶炼铝、钠、镁等活泼金属。

题组训练

1. [2019·浙江东阳中学模拟] 关于下列装置的说法,正确的是 ()

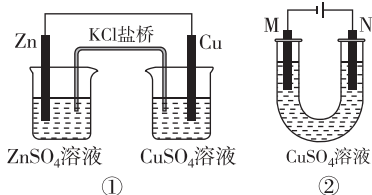


图 8-2-10

- 装置①中盐桥内的 K^+ 移向 $CuSO_4$ 溶液
- 装置①将电能转变为化学能
- 若装置②用于铁棒镀铜,则 N 极为铁棒
- 若装置②用于电解精炼铜,精炼过程溶液中的 Cu^{2+} 浓度保持不变

2. 电解絮凝净水可用如图 8-2-11 装置模拟探究,下列叙述正确的是 ()

- 电子从 X 极经电解液流入 Y 极
- 铝电极表面的反应有 $Al - 3e^- = Al^{3+}$, $4OH^- - 4e^- = O_2 \uparrow + 2H_2O$
- Y 的电极反应: $Pb - 2e^- + SO_4^{2-} = PbSO_4$

D. 电路中每通过 2 mol 电子,理论上电解池阴极上有 22.4 L H_2 生成

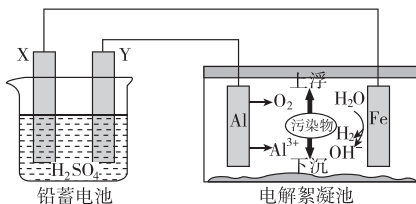


图 8-2-11

3. 如图 8-2-12,电源 A 是氢氧燃料电池(电解质溶液为 KOH 溶液),B 为浸透饱和氯化钠溶液的 pH 试纸,甲为电解池。请填空:

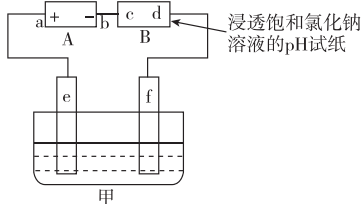


图 8-2-12

(1)电源 A 中 a 极应通入的气体是 _____, b 极上发生的电极反应是 _____。

(2)通电后,试纸上 c 极称为 _____ 极,实验中发现该极周围 pH 试纸变蓝色,原因是 _____ (结合电极反应式说明)。

(3)实验中 d 极周围可能观察到的现象是 _____。

(4)①若利用甲实现铁上镀锌,则 _____ (填“e”或“f”)极为铁电极。

②若利用甲实现粗铜的精炼,f 电极上的反应是 _____。

4. [2018·浙江 4 月选考节选] 以四甲基氯化铵 $[(CH_3)_4NCl]$ 水溶液为原料,通过电解法可以制备四甲基氢氧化铵 $[(CH_3)_4NOH]$,装置如图 8-2-13 所示。

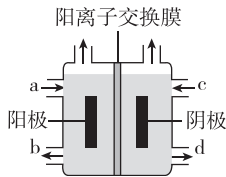


图 8-2-13

(1)收集到 $(CH_3)_4NOH$ 的区域是 _____ (填“a”“b”“c”或“d”)。

(2)写出电池总反应: _____。

【规律小结】1. 阴、阳极的判断方法

- 根据外接电源:正极连阳极,负极连阴极。
- 根据电流方向:从阴极流出,向阳极流入。
- 根据电子流向:从阳极流出,向阴极流入。
- 根据离子移向:阴离子移向阳极,阳离子移向阴极。

(5)根据电极产物:

- 阳极:如电极溶解、逸出 O_2 (或电极区变酸性)或 Cl_2 。
- 阴极:如析出金属、逸出 H_2 (或电极区变碱性)。

2. 书写电极反应式——“三看”和“三注意”

“三看”

(1)一看电极材料,若是金属 (Au 、 Pt 除外)作阳极,阳极金属放电(注: Fe 生成 Fe^{2+})。

- (2)二看介质,介质是否参与电极反应。
- (3)三看是否有特殊信息。如溶液的酸性、熔融盐等。
- “三注意”
- (1)一注意化学用语的正确使用:书写电解池中某一电极反应式时,一般以实际放电离子表示,但是书写总反应方程式时,弱电解质写成化学式。
- (2)二注意遵循守恒原则:电极反应式等号两边满足元素守恒、带电荷总数守恒;阴、阳极电子转移数目相同。
- (3)三注意条件:书写总反应方程式时需注明条件“通电”。

考点3 金属的腐蚀与防护

主干整合

1. 金属腐蚀的本质

金属原子失去电子变为金属阳离子,金属发生氧化反应。

2. 金属腐蚀的类型

类型	化学腐蚀	电化学腐蚀
条件	金属与接触到的物质直接发生反应	不纯金属或合金跟电解质溶液接触发生原电池反应
现象	无电流产生	有微弱电流产生
本质	金属被氧化	较活泼金属被氧化
联系	二者往往同时发生,电化学腐蚀更普遍	

3. 析氢腐蚀与吸氧腐蚀(以腐蚀铁为例)

类型	析氢腐蚀	吸氧腐蚀
条件	水膜酸性较强	水膜酸性很弱或呈中性
电极反应	负极 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	
	正极 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$
总反应方程式	$\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$	$2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (铁锈) + $(3-x)\text{H}_2\text{O}$
普遍性	吸氧腐蚀更普遍	

4. 金属的防护方法

- (1)改变金属的内部结构。
- (2)覆盖保护层。
- (3)使用电化学保护法:
- ①牺牲阳极的阴极保护法——原电池原理;
- ②外加电流的阴极保护法——电解原理。

题组训练

1. 如图 8-2-14 所示是探究铁发生腐蚀的装置图,下列说法正确的是 ()

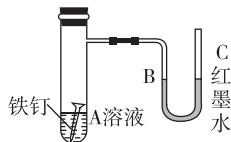


图 8-2-14

- A. 若 B 处液面上升, A 溶液一定是碱性溶液
- B. 若 A 为 NaCl 溶液, B、C 液面始终保持不变
- C. 可能产生 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- D. 腐蚀的总反应方程式一定是 $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$

2. 下列与金属腐蚀有关的说法,正确的是 ()

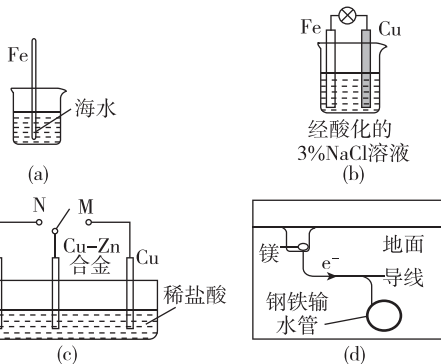


图 8-2-15

- A. 图(a)中,插入海水中的铁棒,越靠近底端腐蚀越严重
- B. 图(b)中,往烧杯中滴加几滴 KSCN 溶液,溶液变血红色
- C. 图(c)中,开关由 M 改置于 N 时,Cu-Zn 合金的腐蚀速率增大
- D. 图(d)中,采用了牺牲阳极的阴极保护法来防止地下钢铁管道的腐蚀
3. 某校活动小组为探究金属腐蚀的相关原理,设计了如图 8-2-16 所示装置,图(a)的铁棒末段分别连上一块 Zn 片和 Cu 片,并静置于含有 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 及酚酞的混合凝胶上。一段时间后发现凝胶的某些区域[如图(b)所示]发生了变化。已知: $3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow$ (蓝色)。则下列说法错误的是 ()

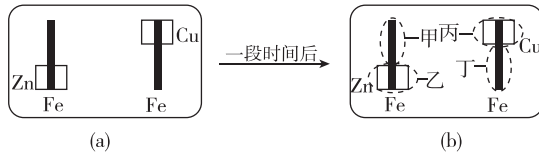


图 8-2-16

- A. 甲区发生的电极反应式: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
- B. 乙区产生 Zn^{2+}
- C. 丙区呈现红色
- D. 丁区呈现蓝色

请完成

专题训练(十一)

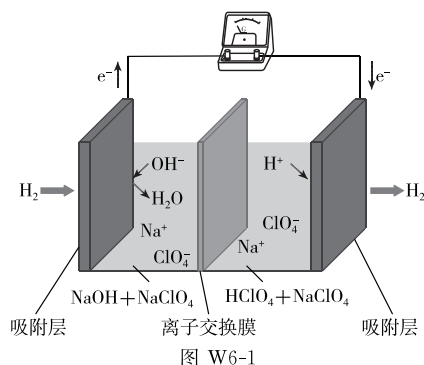


微专题6 电化学中的电极反应式书写

考向分析	解题关键
<p>电化学中电极反应式的书写是电化学中的难点,也是选考中的高频考点,通常会要求学生结合反应装置分析电源或电解池工作原理,进而正确书写电池或电解池中电极反应式,对学生读图分析、信息提取、应用能力要求较高。</p>	<p>一、原电池中电极反应式书写的关键:</p> <p>①准确判断正负极,确定反应类型</p> <p>②留意反应介质,确定介质是否参与反应,总反应是正负极反应之和</p> <p>二、电解池中电极反应式书写的关键:</p> <p>①结合已学知识及题干信息确定反应物、生成物</p> <p>②以氧化还原反应知识为基本切入点,根据氧化还原反应中的陌生方程式书写原则来指导电极反应式书写</p>

重难点一 原电池中电极反应式的书写

例 1 [2018·浙江 11 月选考] 最近,科学家研发了“全氢电池”,其工作原理如图 W6-1 所示。下列说法不正确的是 ()



- 右边吸附层中发生了还原反应
- 负极的电极反应是 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
- 电池的总反应是 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
- 电解质溶液中 Na^+ 向右移动, ClO_4^- 向左移动

【解题策略】 原电池中电极反应式书写的四个注意点

1. 判断正负极

电池的正负极判断是书写电极反应的首要步骤,负极判断要点:活泼金属、发生氧化反应、失电子、化合价升高等,正极反之。判断中最根本的依据还是要回归电池反应的氧化还原本质——发生氧化反应的为负极,发生还原反应的为正极。

2. 注意酸碱性

电极反应是在一定环境中发生的,一般分非水环境(熔融)和水溶液。非水环境中,物质得失电子后可以直接导电。水环境中一定要注意酸碱性,如碱性环境中,如果生成 H^+ , H^+ 要和 OH^- 结合生成水,酸性气体和 OH^- 反应生成酸根离子,金属离子可以与 OH^- 反应生成氢氧化物;同理,酸性环境中, O_2 得电子会与 H^+ 结合生成 H_2O 。

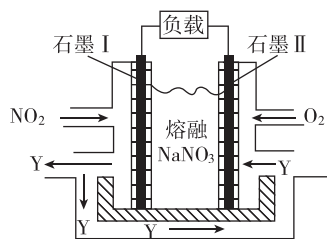
3. 留心电子数

同一电池反应中,负极失电子总数等于正极得电子总数,在书写电极反应时,要留心正负两极得失电子数相等。避免在利用电极反应式叠加得到总反应,或总反应与其中一极反应相消得到另一极反应时产生的错误。

4. 抓住总反应

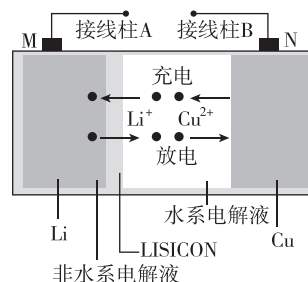
电池反应一般都是自发进行的氧化还原反应,在书写电极反应时,有时未必能直接写出某一极反应式,对于陌生的电极反应,可先写出其中一极的电极反应式和总反应方程式,然后利用两式相消,得出另一极的电极反应式。

变式 1 [2019·浙江嘉兴一中模拟] NO_2 、 O_2 和熔融 NaNO_3 可制作燃料电池,其原理如图 W6-2, 下列判断正确的是 ()



- 石墨电极 II 为电池负极
- 电池中 NO_3^- 从石墨电极 I 向石墨电极 II 作定向移动
- 石墨电极 I 发生的电极反应为 $\text{NO}_2 + \text{NO}_3^- - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_5$
- 每消耗 1 mol NO_2 转移电子 2 mol

变式 2 一种锂铜可充电电池,工作原理如图 W6-3。在该电池中,非水系电解液和水系电解液被锂离子固体电解质陶瓷片(LISICON)隔开。下列说法中不正确的是 ()



- 放电时, N 极的电极反应式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$
- 放电时, M 极的电极反应式为 $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$
- 充电时, 阴极反应为 $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$
- 充电时, 接线柱 A 应与外接电源的正极相连

●重难点二 电解池中电极反应式的书写

例 2 [2019·浙江4月选考节选] 以铂阳极和石墨阴极设计电解池,通过电解 NH_4HSO_4 溶液产生 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$,再与水反应得到 H_2O_2 ,其中生成的 NH_4HSO_4 可以循环使用。

(1)阳极的电极反应式是_____。

(2)制备 H_2O_2 的总反应方程式是_____。

【解题策略】 电解池中电极反应式书写步骤

1. 知得失:电解池中的电极反应,要根据所接电源或提示信息,判断出阴阳两极,知晓得失电子。
2. 清介质:两极反应中,由于产物会与周围的介质进一步发生化学反应,所以当我们作出初步判断后,还要清楚周围介质以及进一步的反应。
3. 明产物:知道反应物得失电子以及关注到两极附近的电解质后,就可以根据氧化还原规律确定反应产物,并根据得失电子守恒,完成氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的配平。
4. 算正负:完成上面步骤后,往往会发现反应式前后正负电荷不等,我们需要进一步根据相差的电荷数,完成缺项配平,一般在水环境中,酸性条件用 H^+ 和水补足,碱性条件下用 OH^- 和水补足。
5. 得结果:完成缺项配平后,再利用原子守恒完成检查,确定产物无误,且得失电子守恒、前后电荷相等、原子守恒。

变式 1 [2018·浙江11月选考节选] 高铁酸钾(K_2FeO_4)可用作水处理剂。某同学通过“化学—电解法”探究 K_2FeO_4 的合成,其原理如图 W6-4 所示。接通电源,调节电压,将

一定量 Cl_2 通入 KOH 溶液,然后滴入含 Fe^{3+} 的溶液,控制温度,可制得 K_2FeO_4 。

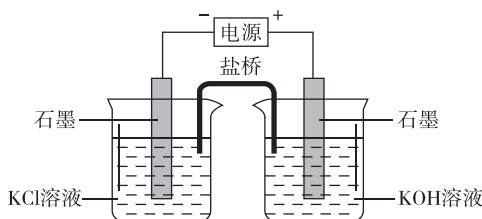


图 W6-4

- (1)请写出“化学法”得到 FeO_4^{2-} 的离子方程式:_____。
- (2)请写出阳极的电极反应式(含 FeO_4^{2-}):_____。

变式 2 利用电解甲醇水溶液制备氢气最大的优点就是需要的电压低,装置如图 W6-5,写出阳极电极反应式:_____。

_____，
电解的总反应方程式为_____。

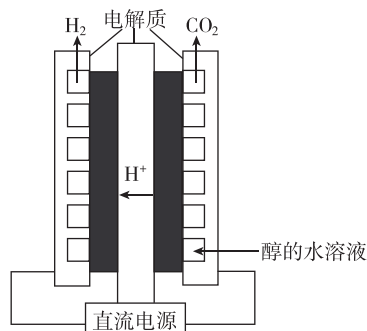


图 W6-5

第 3 讲 化学反应速率与化学平衡

选考考点分布	
知识内容	考试要求
(1)化学反应速率及其简单计算	b
(2)影响化学反应速率的因素,控制反应条件在生产和科学研究中的作用	b
(3)活化分子、活化能、有效碰撞的概念	a
(4)碰撞理论	b
(5)实验数据的记录与处理	c
(6)化学反应的限度	b
(7)化学平衡的概念	b
(8)化学平衡状态的特征	b
(9)自发反应的概念	a
(10)熵变的概念	a
(11)用熵变、焓变判断化学反应的方向	c
(12)化学平衡常数	b
(13)反应物的转化率	b
(14)化学平衡常数与反应限度、转化率的关系	c
(15)化学平衡移动的概念	a
(16)影响化学平衡移动的因素及平衡移动方向的判断	b
(17)用化学平衡移动原理选择和确定合适的生产条件	c