



高考密码系列丛书
GAOKAOMIMAXILIECONGSHU



2011高中总复习

高考密码

丛书策划 / 十年高考教育研究院 丛书主编 / 任志鸿



化学



云南出版集团公司
云南教育出版社

打造中国高考第一原创品牌
2011



高考密码系列丛书

GAOKAOMIMAXILIECONGSHU



2011高中总复习

高考密码

丛书策划 / 十年高考教育研究院 丛书主编 / 任志鸿

主 编：冯建设

副主编：尹克贵 纪清玲

编 委：王 东 袁 芳 李向阳

刘树岭 胡 华 杨海滨

曾行洲 张春玲 张继宾

化 学

云南出版集团公司
云南教育出版社

打造中国高考第一原创品牌
2011

图书在版编目(CIP)数据

高考密码:大纲版. 化学/任志鸿主编. —昆明:云南教育出版社, 2009. 3(2010. 3 重印)

ISBN 978-7-5415-3761-5

I. 高… II. 任… III. 化学课—高中—升学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 030818 号

丛书主编:任志鸿

责任编辑:王 璠

封面设计:邢 丽

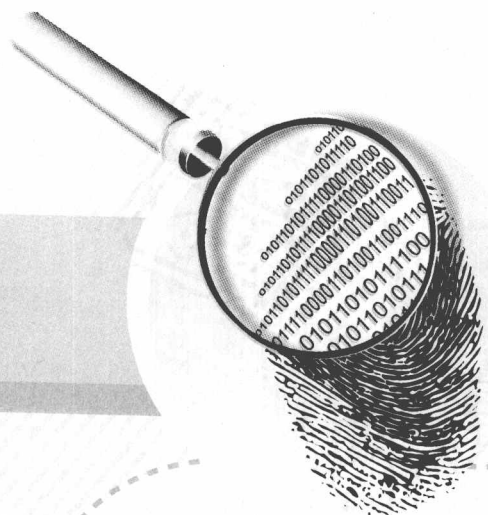
高考密码系列丛书

2011 高中总复习·高考密码·大纲版·化学

出 版:云南出版集团公司 云南教育出版社
地 址:昆明市环城西路 609 号 邮编:650034
电 话:0871-4120382
印 刷:山东滨州汇泉印务有限公司
开 本:890×1240 1/16
印 张:23
字 数:808 千字
版 次:2010 年 3 月第 2 版
印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷
书 号:ISBN 978-7-5415-3761-5

定 价:58.80 元

(如有印装质量问题请与承印厂调换)



Contents

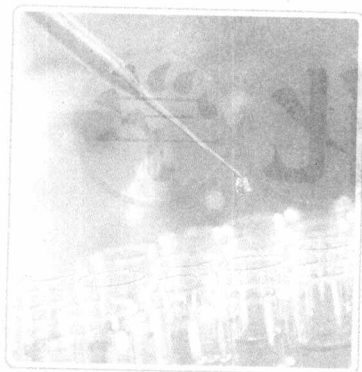
高考密码系列丛书

GAO KAO MI MA XI LIE CONG SHU

目录

>>>>>>>>

第一章 化学反应及其能量变化	1
第一讲 氧化还原反应	1
第二讲 离子反应	5
第三讲 化学反应中的能量变化	10
第二章 碱金属	16
第一讲 钠及其化合物	16
第二讲 碱金属元素	20
• 阶段提升检测(一)(活页试卷)	
第三章 物质的量	25
第一讲 物质的量 气体的摩尔体积	25
第二讲 物质的量浓度 胶体	29
第四章 卤素	35
第一讲 氯气和卤素	35
第二讲 物质的量应用于化学方程式的计算	41
• 阶段提升检测(二)(活页试卷)	
第五章 物质结构 元素周期律	46
第一讲 原子结构	46
第二讲 元素周期律和元素周期表	50
第三讲 化学键与晶体结构	54
• 阶段提升检测(三)(活页试卷)	
第六章 氧族元素 环境保护	61
第一讲 氧族元素 二氧化硫	61
第二讲 硫酸	65

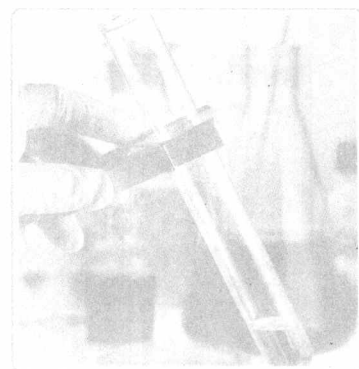
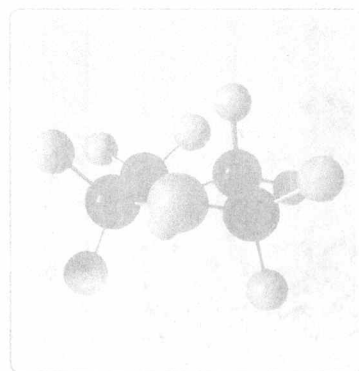


Contents

高考密码

● <<<<<<< GAO KAO MI MA

第三讲 硫酸工业与环境保护	69
• 阶段提升检测(四)(活页试卷)	
第七章 碳族元素 无机非金属材料	75
第一讲 碳族元素	75
第二讲 无机非金属材料	79
• 阶段提升检测(五)(活页试卷)	
第八章 氮族元素	85
第一讲 氮族元素 氮和磷	85
第二讲 氨 铵盐	89
第三讲 硝 酸	94
• 阶段提升检测(六)(活页试卷)	
第九章 化学平衡	98
第一讲 化学反应速率	98
第二讲 化学平衡	102
• 阶段提升检测(七)(活页试卷)	
第十章 电解质溶液	110
第一讲 弱电解质的电离与溶液的酸碱性	110
第二讲 盐类水解	114
第三讲 酸碱中和滴定	117
• 阶段提升检测(八)(活页试卷)	
第十一章 电化学	123
第一讲 原电池	123
第二讲 电解池	127



• 阶段提升检测(九)(活页试卷)

第十二章 几种重要的金属 133

第一讲 镁和铝 133

第二讲 铁和铁的化合物 金属的冶炼 138

• 阶段提升检测(十)(活页试卷)

第十三章 烃 146

第一讲 甲烷 烷烃 146

第二讲 烯烃 炔烃 150

第三讲 苯 芳香烃 石油的分馏 156

第十四章 烃的衍生物 162

第一讲 卤代烃 162

第二讲 醇和酚 166

第三讲 醛和羧酸 170

第四讲 酯 糖 蛋白质及合成材料 175

第五讲 有机物分子式及结构式的确定 182

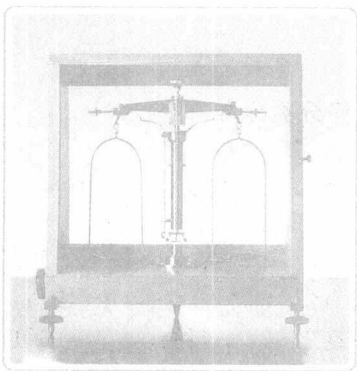
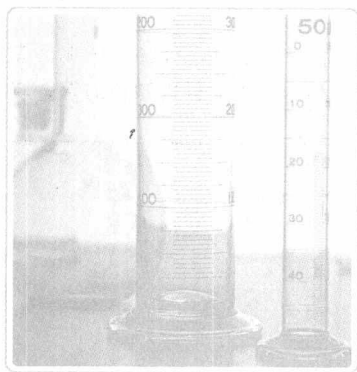
• 阶段提升检测(十一)(活页试卷)

第十五章 化学实验方案的设计 190

第一讲 常用仪器和基本操作 190

第二讲 物质的制备、分离、提纯和鉴别 199

第三讲 定量实验 化学实验的设计与评价 207



第一章

化学反应及其能量变化

复习

• MUBIAOSUODING •

目标锁定

最新考纲提示

1. 掌握化学反应的四种基本反应类型
2. 理解氧化还原反应,了解氧化剂、氧化产物、还原剂、还原产物等概念;掌握重要氧化剂、还原剂之间的常见反应;掌握比较氧化能力、还原能力大小的方法;能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平反应方程式;理解并熟练运用得失电子守恒,进行有关计算
3. 明确电解质、非电解质,强、弱电解质的概念;理解离子反应的概念,准确书写离子方程式,判断离子方程式正误以及离子能否大量共存
4. 了解化学反应中的能量变化,吸热反应、放热反应、反应热、燃烧热、中和热等概念,初步了解新能源的开发;掌握有关燃烧热的计算

命题热点预测

1. 氧化还原反应与四种基本反应类型的关系;依据氧化还原反应的实质判断氧化剂、氧化产物、还原剂、还原产物;利用氧化还原反应的规律判断氧化性(或还原性)的强弱;氧化还原反应的配平与计算(主要应用质量守恒、电子守恒、电荷守恒)
2. 离子的推断;特别注意离子方程式的书写与正误的判断和离子大量共存问题
3. 热化学方程式的书写与正误判断,反应热、燃烧热、中和热的计算和应用也是常考点
4. 将物质的分析判断与氧化还原反应、离子反应、化学反应中的能量的变化进行有机的整合,考查学科内知识的综合应用能力

第一讲 氧化还原反应

基础自主梳理

一、氧化还原反应

1. 氧化还原反应

(1) 定义:有电子_____(或_____)的反应,或有元素化合价_____的反应称为氧化还原反应。

(2) 实质:反应中有电子_____(或_____)。

(3) 表现特征:反应中有元素_____。

(4) 氧化反应:发生_____电子的反应(或元素化合价_____的反应)。

(5) 还原反应:发生_____电子的反应(或元素化合价_____的反应)。

2. 氧化剂和还原剂

(1) 氧化剂:_____电子(或电子对_____)或元素化合价_____的_____。

(2) 还原剂:_____电子(或电子对_____)或元素化合价的_____。

3. 氧化产物和还原产物

(1) 氧化产物:物质_____电子后的_____物或元素化合价_____以后的_____物。

(2) 还原产物:物质_____电子后的_____物或元素化合

价_____以后的_____物。

4. 注意

(1) 氧化反应和还原反应不能_____,必定_____。

(2) 氧化剂和氧化产物均有_____,且氧化性_____大于_____,还原剂的还原性_____还原产物。

(3) 氧化剂和还原剂可以是_____或_____。氧化产物和还原产物也是如此。

(4) 元素被氧化或被还原,对应的物质是_____或_____。

思考感悟 某种物质在氧化还原反应中是否只作氧化剂或只作还原剂?

二、化学反应的不同分类标准

1. 化学反应分类

(1) 四种基本反应类型:_____反应、_____反应、_____反应、_____反应。

(2) 据有无电子转移分:_____反应、_____反应。

(3) 据是否有离子参加分:_____反应、_____反应。

(4) 据反应进行的程度分:_____反应、_____反应。

(5) 据反应的热效应分:_____反应、_____反应。

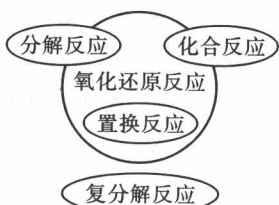
2. 四种基本反应类型和氧化还原反应的关系

置换反应一定是_____ ;复分解反应一定是

化学名家:玛丽·居里,世界著名科学家,研究放射性现象,发现镭和钋两种天然放射性元素,一生两度获诺贝尔奖(第一次获得诺贝尔物理学奖,第二次获得诺贝尔化学奖)。作为杰出的科学家,居里夫人有一般科学家所没有的社会影响,尤其因为是成功女性的先驱,她的典范激励了很多。

_____;化合反应和分解反应_____是氧化还原反应;有_____参加的化合反应和有_____生成的分解反应是氧化还原反应。

3. 四种基本反应类型与氧化还原反应的关系如下图所示

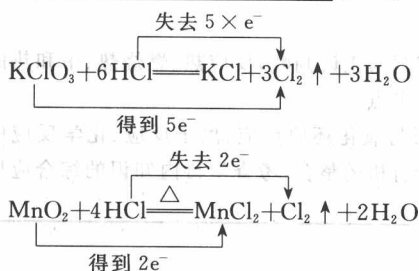


思考感悟 有单质参加的或有单质生成的反应都是氧化还原反应吗?

三、氧化还原反应中电子转移的表示方法

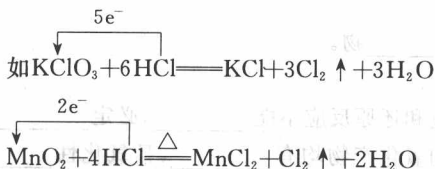
1. 双线桥法

在_____和_____之间表示电子转移结果,该法侧重于表示_____,如:



2. 单线桥法

在反应物中的_____与_____之间,箭头指向氧化剂,具体讲是带箭头的线桥从失电子的元素出发指向得电子的元素。



思考感悟 双线桥法和单线桥法表示电子转移有何区别与联系?

要点归纳 探究

一、氧化还原反应的基本规律探究

1. 氧化性、还原性的判断规律

(1) 氧化性是指得电子的能力,还原性是指失电子的能力。

(2) 氧化性、还原性的强弱取决于得失电子的难易程度,与得失电子的多少无关。

从元素的价态考虑:最高价态只有氧化性;最低价态只有还原性;中间价态既有氧化性又有还原性。

(3) 常用判断方法

① 根据金属活泼性判断

a. 金属的金属性越强,单质的还原性越强,其对应的离子

的氧化性越弱。

b. 单质的还原性:按金属活动性顺序依次减弱。

c. 离子的氧化性:按金属活动性顺序依次增强(铁为 Fe^{2+})。如: $\text{Ag}^+ > \text{Hg}^{2+} > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Fe}^{2+}$ 。

② 根据非金属的活泼性判断

非金属性越强,单质的氧化性越强,其对应离子的还原性越弱。如:氧化性 $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S}$;

还原性 $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{F}^-$ 。

③ 根据氧化还原反应进行的方向以及反应条件或剧烈程度来判断

a. 氧化性:氧化剂>氧化产物。

b. 还原性:还原剂>还原产物。

c. 不同氧化剂(还原剂)与同一还原剂(氧化剂)反应时,反应条件越易,氧化性(还原性)越强。

如:根据浓盐酸分别与 KMnO_4 、 MnO_2 、 O_2 反应的条件分别为常温、加热、催化剂并加热,由反应条件可以判断氧化剂的氧化性顺序为 $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

d. 不同氧化剂(还原剂)与同一还原剂(氧化剂)反应时,反应现象越剧烈,氧化性(还原性)越强。

如:钠和钾分别与水反应时,钾更剧烈,所以还原性: $\text{K} > \text{Na}$ 。

④ 根据原电池或电解池的电极反应判断

a. 两种不同的金属构成原电池的两极,负极金属是电子流出的极,正极金属是电子流入的极,其还原性:负极>正极。

b. 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。

⑤ 某些物质的氧化性或还原性与外界条件有关

a. 温度:如浓硫酸具有强的氧化性,热的浓硫酸比冷的浓硫酸的氧化性更强。

b. 浓度:如硝酸的浓度越高,氧化性越强。

c. 酸碱性:如 KMnO_4 的氧化性随酸性的增强而增强。

2. 相等规律

在任何氧化还原反应中,氧化剂得到电子的总数与还原剂失去电子的总数相等。此规律应用于解氧化还原反应的计算题、氧化还原反应方程式的配平。

3. 先后规律

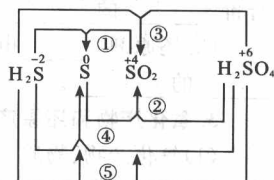
在溶液中如果存在多种氧化剂(或还原剂),当向溶液中加入一种还原剂(或氧化剂)时,还原剂(或氧化剂)先把氧化性(或还原性)强的氧化剂(或还原剂)还原(或氧化)。如把 Cl_2 通入到 FeBr_2 溶液中, Cl_2 先氧化 Fe^{2+} ,然后才氧化 Br^- 。

特别提醒 氧化还原反应价态转化规律:

① 邻位转化规律:某价态元素遇弱氧化剂(或还原剂)时,通常只被氧化(或还原)到相邻价态。如 H_2S 一般被氧化成 S ; Fe^{3+} 一般被还原为 Fe^{2+} 。

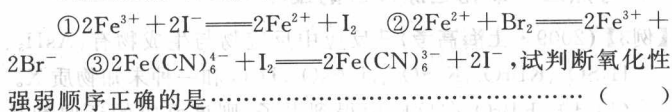
② 归中规律:不同价态的同种元素间发生氧化还原反应,其结果是两种价态只能相互靠近或最多达到相同价态,而决不会出现高价态变低,低价态变高的交叉现象。所以同一元素相邻价态之间不发生氧化还原反应。

例如:硫元素的转化关系如右图所示



趣味故事:硝酸与第一次世界大战(1) 硝酸不仅是工农业生产的重要化工原料,而且也是制造炸药的重要战争物资。当初制造硝酸的方法是普通硝石法,即使硝石与硫酸反应,来制取硝酸的。但是硝石的贮量有限,因此硝酸的产量受到限制。早在1913年之前,人们发现德国发动世界大战的可能,便开始限制德国进口硝石,以为这样世界便可以太平无事了。

【自主探究 1】已知有如下反应：



- A. $\text{Fe}^{3+} > \text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
B. $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
C. $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
D. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} > \text{Fe}^{3+} > \text{Br}_2 > \text{I}_2$

二、常见的氧化剂、还原剂归纳

1. 常见的氧化剂

物质类型	举例	对应还原产物
活泼的非金属单质	$\text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2$	X
	O_2, O_3	H_2O 或 OH^-
元素处于高化合价时的化合物	氧化物	MnO_2
	含氧酸	浓硫酸
		HNO_3
	盐	KMnO_4
		$\text{Fe}^{3+}, \text{Cu}^{2+}$
过氧化物	$\text{Na}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2$	H_2O 或 OH^-

2. 常见的还原剂

物质类型	举例	对应氧化产物
活泼的金属单质	K, Na, Mg	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	氧化物	CO
		SO_2
	酸	H_2S
		HI
	盐	SO_3^{2-}
		Fe^{2+}

【自主探究 2】下列粒子既具有氧化性又具有还原性的是…………… ()

- ① Al^{3+} ② Cl^- ③ N_2 ④ MnO_4^- ⑤ CO_2 ⑥ H_2O_2
⑦ H_2O ⑧ MnO_4^{2-}
A. ①④⑤⑦ B. ③⑥⑦⑧ C. ④⑤⑥⑧ D. ①②③⑥

三、氧化还原反应方程式的配平以及综合计算

1. 氧化还原反应方程式的配平

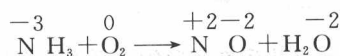
(1) 常规配平

其关键是确定还原剂(或氧化剂)化合价升高(或降低)总数,这就必须弄清还原剂(或氧化剂)中有几种元素发生化合价变化,每一种元素有几个变价原子。

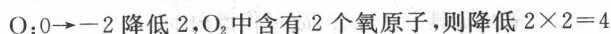
配平的原则是:化合价升降总数相等。

下面以 $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ 为例来说明配平的步骤:

①写出反应物和生成物的化学式,并标出反应前后变价元素的化合价。

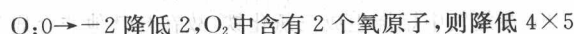
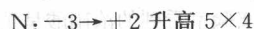


②列出元素化合价升高和降低的数值

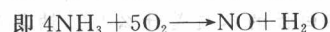


③求出最小公倍数,使化合价升高和降低总价数相等

5 与 4 的最小公倍数为 20, 则



则 4 和 5 即是 NH_3 与 O_2 前的系数,但不一定是最终系数。



④用观察法配平其他物质的系数

由 NH_3 的系数可以确定 NO 的系数为 4, H_2O 的系数为 6, 检查 O 的原子数, 反应物中为 $5 \times 2 = 10$, 生成物中 O 原子个数为 $4 + 6 = 10$ 。则 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$

⑤将“ $\longrightarrow$ ”写为“ $=$ ”, 给定条件的注明反应条件, 标出沉淀、气体符号



(2) 缺项配平

一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物的化学计量数, 利用电子转移守恒配平。再通过比较反应物和生成物, 利用元素守恒和质量守恒确定缺项物质, 缺项的物质一般为 H_2O 、酸或碱, 然后用观察法配平。

2. 氧化还原反应的综合计算

(1) 依据守恒

①得失电子守恒: 氧化还原反应中得失电子的物质的量相等;

②质量守恒: 反应前后各元素原子的物质的量相等;

③电荷守恒: 在离子反应中, 阴阳离子所带电荷总数相等。

(2) 有关氧化还原反应的计算种类

①求氧化剂与还原剂或氧化产物与还原产物的量之间的关系。

②题目给定反应物和生成物, 要求求出氧化剂与还原剂或氧化产物与还原产物的量的关系。

③题目给定氧化剂和还原剂的物质的量之比, 求氧化产物或还原产物的化合价。

④某一氧化还原反应中氧化剂或还原剂不止一种, 求某一部分氧化剂(或还原剂)氧化(或还原)还原剂(或氧化剂)的物质的量。

特别提醒 对于氧化还原反应的表示, 首先要正确

判断元素的化合价, 依据化合价升降作出判断, 一定要注意得失电子守恒。守恒思想是中学化学中最重要的思想之一, 利用得失电子守恒、质量守恒、电荷守恒的思想解题, 可以事半功倍。

【自主探究 3】一定条件下硝酸铵受热分解的未配平化学方程式为 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \longrightarrow \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 在反应中被氧化与被还原的氮原子个数之比为…………… ()

- A. 1:1 B. 5:4 C. 5:3 D. 3:5

趣味故事: 硝酸与第一次世界大战(2) 1914 年德国终于发动了第一次世界大战, 人们又错误地估计, 战争顶多只会打半年, 原因是德国的硝酸不足, 火药生产受到了限制, 由于人们的种种错误分析, 使得第一次世界大战蔓延开来, 战争打了四个多年头, 造成了极大的灾难, 夺去了人们无数的生命财产。

精典考题例析

考点一 氧化还原反应的本质

【例1】(2009·重庆理综)下列叙述正确的是……………()

- A. 二氧化硫具有还原性,故可作漂白剂
- B. 金属钠的金属性比金属镁强,故可用钠与氯化镁溶液反应制单质镁
- C. 浓硝酸见光易分解,故有时在实验室看到的浓硝酸呈黄色
- D. Fe 在氯气中燃烧生成三氯化铁,故在与其他非金属反应时产物中的 Fe 也显+3 价

思维解 ①二氧化硫漂白性的本质是什么? ②钠单质与水溶液反应的本质是什么? ③浓硝酸呈黄色的原因是什么? ④铁单质与不同氧化剂反应,化合价为什么不同?

答案试解:

感悟提升: 物质的氧化性、还原性强弱取决于得失电子的难易,与得失电子的数目无关。元素的化合价处于最高价态只具有氧化性,元素的化合价处于最低价只具有还原性,中间价态既有氧化性,又有还原性。

变式探究 已知在热的碱性溶液中,NaClO 发生如下反应: $3\text{NaClO} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{NaClO}_3$ 。在相同条件下 NaClO₂ 也能发生类似的反应,其最终产物是……………()

- A. NaCl、NaClO
- B. NaCl、NaClO₃
- C. NaClO、NaClO₃
- D. NaClO₃、NaClO₄

考点二 氧化还原反应的计算

【例2】(2009·全国 II, 13)含有 $a \text{ mol FeBr}_2$ 的溶液中,通入 $x \text{ mol Cl}_2$ 。下列各项为通 Cl_2 过程中,溶液内发生反应的离子方程式,其中不正确的是……………()

- A. $x=0.4a, 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$
- B. $x=0.6a, 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
- C. $x=a, 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^-$
- D. $x=1.5a, 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{Cl}^-$

思维解 ①溴离子和亚铁离子谁的还原性较强? ②在 FeBr_2 的溶液中,通入少量氯气,发生什么反应? ③在 FeBr_2 的溶液中,通入过量氯气,发生什么反应? ④含有 $a \text{ mol FeBr}_2$ 的溶液中,通入 $x \text{ mol Cl}_2$,如何讨论?

答案试解:

感悟提升: 越易失电子的物质,失电子后就越难得电子,越易得电子的物质,得电子后就越难失去电子;一种氧化剂同时和几种还原剂相遇时,优先与还原性最强的还原剂发生反应;同理,一种还原剂遇到多种氧化剂时,优先与氧化性最强的氧化剂反应。

变式探究 在实验室当中有一瓶破损标签的 FeBr_2 溶液,为了测定溶液的浓度,首先取 100 mL FeBr_2 的溶液,在标准状况下通入 2.24 L Cl_2 ,则有 $1/3$ 的溴离子被氧化,求原溴化亚铁的物质的量浓度。

考点三 氧化还原反应的配平

【例3】(2009·上海高考)某反应中反应物与生成物有: AsH_3 、 H_2SO_4 、 KBrO_3 、 K_2SO_4 、 H_3AsO_4 、 H_2O 和一种未知物质 X。

(1)已知 KBrO_3 在反应中得到电子,则该反应的还原剂是……………。

(2)已知 0.2 mol KBrO_3 在反应中得到 1 mol 电子生成 X, 则 X 的化学式为……………。

(3)根据上述反应可推知……………。

- a. 氧化性: $\text{KBrO}_3 > \text{H}_3\text{AsO}_4$
- b. 氧化性: $\text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{KBrO}_3$
- c. 还原性: $\text{AsH}_3 > \text{X}$
- d. 还原性: $\text{X} > \text{AsH}_3$

(4)将氧化剂和还原剂的化学式及其配平后的系数填入下列方框中,并标出电子转移的方向和数目:



思维解 ①如何根据题目所给化合物的化合价及其性质确定氧化剂和还原剂? ②利用选定的物质,如何进行配平? ③如何确定未知物质 X 的化学式? ④根据化学方程式,如何判断氧化剂的氧化性强弱和还原剂的还原性强弱?

答案试解:

感悟提升: 对于氧化还原反应的配平,首先要正确判断元素的化合价,依据化合价升降作出判断,配平过程中一定要注意得失电子守恒。

变式探究 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4 g 硫酸亚铁固体,当加入 $50 \text{ mL } 0.5 \text{ mol/L KNO}_3$ 溶液后,使其中的 Fe^{2+} 全部转化成 Fe^{3+} , KNO_3 也完全反应并放出 N_xO_y 气体。

(1)推算出 $x=$ ……………; $y=$ ……………。

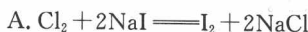
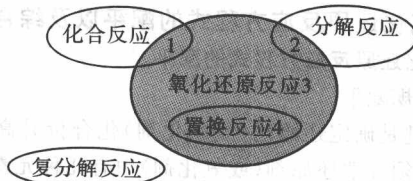
(2)配平该反应的方程式:



(3)反应中氧化产物是……………。

速效提升训练

1. (密码原创)在 2009 化学奥林匹克夏令营期间,某同学绘制了一幅有关氧化还原反应与四种基本反应类型的关系的图,则下列化学反应属于阴影 3 区域的是……………()



趣味故事: 硝酸与第一次世界大战(3) 德国为什么能坚持这么久的战争呢? 是什么力量在支持着它呢? 这就是化学,德国人早就对合成硝酸进行了研究。1908 年,德国化学家哈伯首先在实验室用氢和氮气在 600°C 、200 个大气压下合成了氨,产率虽只有 2%,但也是一项重大的突破。

- C. $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} \longrightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}_2$
- D. $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$
2. 已知:①向 KMnO_4 晶体滴加浓盐酸,产生黄绿色气体;②向 FeCl_2 溶液中通入少量实验①产生的气体,溶液变黄色;③取实验②生成的溶液滴在淀粉 KI 试纸上,试纸变蓝色。下列判断正确的是…………… ()
- A. 上述实验证明氧化性: $\text{MnO}_4^- > \text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
- B. 上述实验中,共有两个氧化还原反应
- C. 实验①生成的气体不能使湿润的淀粉 KI 试纸变蓝
- D. 实验②证明 Fe^{2+} 既有氧化性又有还原性
3. 已知下列分子或离子在酸性条件下都能氧化 KI,自身发生如下变化: $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ $\text{IO}_3^- \longrightarrow \text{I}_2$ $\text{MnO}_4^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}$ $\text{HNO}_2 \longrightarrow \text{NO}$;如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的 KI,得到 I_2 最多的是…………… ()
- A. H_2O_2 B. IO_3^- C. MnO_4^- D. HNO_2
4. 在常温下,发生下列几种反应:① $16\text{H}^+ + 10\text{Z}^- + 2\text{XO}_4^- \longrightarrow 2\text{X}^{2+} + 5\text{Z}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ ② $2\text{A}^{2+} + \text{B}_2 \longrightarrow 2\text{A}^{3+} + 2\text{B}^-$ ③ $2\text{B}^- + \text{Z}_2 \longrightarrow \text{B}_2 + 2\text{Z}^-$ 根据上述反应,判断下列结论错误的是 ()
- A. 溶液中可发生: $\text{Z}_2 + 2\text{A}^{2+} \longrightarrow 2\text{A}^{3+} + 2\text{Z}^-$
- B. Z_2 在①③反应中为还原剂
- C. 氧化性强弱的顺序为: $\text{XO}_4^- > \text{Z}_2 > \text{B}_2 > \text{A}^{3+}$
- D. X^{2+} 是 XO_4^- 的还原产物
5. 硫代硫酸钠(化学式为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)可作为脱氯剂,已知 25.0 mL 0.100 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL(标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- 离子,则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化成… ()
- A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}
6. (密码原创)2009 年 8 月 18 日,北京市大兴区 101 化工总厂突发火灾,经首都消防支队全体官兵的奋力扑救,大火在 2 小时后被成功扑灭。起火原因经专家分析,是储存在该厂实验室的酒精由于管理不善,滴漏到某种化学品上而酿成火灾。请你判断引起火灾的罪魁祸首的化学品可能是… ()
- A. 草酸 B. 氢氧化钾 C. 碳酸氢钾 D. 高锰酸钾

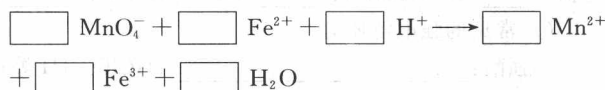
7. 2 g Cu_2S 和 CuS 的混合物在酸性溶液中用 400 mL 0.075 mol/L KMnO_4 溶液处理,发生反应如下:

$$8\text{MnO}_4^- + 5\text{Cu}_2\text{S} + 44\text{H}^+ \longrightarrow 10\text{Cu}^{2+} + 5\text{SO}_2 + 8\text{Mn}^{2+} + 22\text{H}_2\text{O}$$

$$6\text{MnO}_4^- + 5\text{CuS} + 28\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{Cu}^{2+} + 5\text{SO}_2 + 6\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}_2\text{O}$$

反应后煮沸溶液,赶尽 SO_2 ,剩余的 KMnO_4 恰好与 350 mL 0.1 mol/L $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液完全反应。

(1) 配平 KMnO_4 与 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 反应的离子方程式:



(2) KMnO_4 溶液与混合物反应后,剩余 KMnO_4 的物质的量为 _____ mol。

(3) 欲配制 500 mL 0.1 mol/L Fe^{2+} 溶液,需称取 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($M = 392 \text{ g/mol}$) 的质量为 _____ g。

(4) 混合物中 Cu_2S 的质量分数为 _____。

★★★ 探究分析

TANJIUFENXI

8. 六价的铬有剧毒,所以要含 $\text{Cr}(\text{VI})$ (罗马数字表示元素的价态,下同)废水进行化学处理,最常见的是铁氧磁体法,即 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 加入含 $\text{Cr}(\text{VI})$ 的废水中,在 $\text{pH} < 4$ 时, Fe^{2+} 将 $\text{Cr}(\text{VI})$ 还原为 $\text{Cr}(\text{III})$ 。调节溶液 pH 达 8~10,使溶液中的 $\text{Fe}(\text{II})$ 、 $\text{Fe}(\text{III})$ 、 $\text{Cr}(\text{III})$ 析出组成相当于 $\text{Fe}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}} \cdot \text{Cr}_{2-x}]\text{O}_4$ (磁性材料铁氧体的组成)沉淀。请回答:

(1) 若废水中,六价铬以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 存在。试写出在酸性条件下硫酸亚铁还原 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的离子方程式并配平: _____;

(2) 由(1)的结果可确定铁氧磁体中 $x =$ _____;

(3) 据(2)的结果,若废水中 $\text{Cr}(\text{VI})$ 按 CrO_3 计,加入的 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 与 CrO_3 的质量比应为多少才能除去废水中的 $\text{Cr}(\text{VI})$, $m(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) : m(\text{CrO}_3) =$ _____。(已知 Cr 的相对原子质量为 52)

第二讲 离子反应

基础自主梳理

JICHUZIZHUSHULI

一、电解质与非电解质

1. 电解质

凡是在 _____ 或 _____ 能够导电的 _____ 叫电解质。

2. 非电解质

凡是在 _____ 下都不能导电的 _____ 叫非电解质。

3. 电解质溶液的导电性

(1) 内因:电解质的 _____,即电解质在一定条件(_____ 或 _____)下离解出 _____ 的离子。

(2) 外因:电解质溶液与电源构成 _____。

(3) 结果:阴阳离子 _____ 移动,分别在阳极(与电源的 _____ 相连)和阴极(与电源的 _____ 相连) _____ 和 _____ 电子而被 _____ 和 _____。

(4) 导电性强弱

电解质溶液导电能力的强弱只取决于在相同条件下溶液中自由离子的 _____ 及其所带 _____ 的多少。

思考感悟

NaCl 晶体有无离子存在,为什么 NaCl 必须在水溶液中或熔化状态下才能导电?

趣味故事:硝酸与第一次世界大战(4) 后由布什提高了产率,完成了工业化设计,建立了年产 1 000 吨氨的生产装置,用氨氧化法可生产 3 000 吨硝酸,利用这些硝酸可制造 3 500 吨烈性 TNT。这项工作已在大战前的 1913 年便完成了。这就揭开了第一次世界大战中的一个谜。

二、强电解质和弱电解质

1. 强电解质

在溶液中____电离成离子的电解质叫强电解质。它包括大多数的____、____和____。

2. 弱电解质

在溶液中____电离为离子的电解质叫弱电解质。它包括____(HF、HClO)、____(NH₃·H₂O)和____等。

(1)常见的强电解质有:

①强酸:____、____、____、HClO₄、HI等;

②强碱:NaOH、____、____、____等;

③大多数盐类:NaCl、NaHSO₄、NaHCO₃、KNO₃等,注意BaSO₄、CaCO₃、CH₃COONH₄等____(填“是”或“不是”)强电解质。

(2)常见的弱电解质有:

①中强酸和弱酸:中强酸____、____和弱酸____、____等;注意HF为弱酸,也是弱电解质;

②弱碱:____、____、____等;

③水:H₂O。

思考感悟 电解质强弱的决定因素有哪些?

三、离子方程式

1. 定义

用____的离子符号表示离子反应的式子叫离子方程式。

2. 表示的意义

①表示某个具体或特定的反应。

②表示同一类型的离子反应。如“CO₃²⁻ + 2H⁺ = CO₂↑ + H₂O”表示所有可溶性碳酸(正)盐与强酸反应的离子方程式。

3. 离子方程式的书写

(1)书写条件

____或____(即有自由的____存在)

(2)书写规则

①写离子符号:完全____且____的化合物(强酸、强碱、易溶盐完全电离)

强酸:____
强碱:____
多数可溶性盐

②写化学式

非电解质:如____

弱电解质:弱酸:____等
弱碱:____等
复杂离子:弱酸酸式酸根如____等
络离子:(FeSCN)²⁺ [Ag(NH₃)₂]⁺等

单质、氧化物、难溶物和气体:____等

(3)配平规则

应同时满足:①____守恒;②____守恒

(4)书写步骤

①写:正确写出反应的____。

②拆:把____溶于水且____电离的物质拆写成离子形式。

③删:删去方程式两边____的离子。

④查:依据____和____,检查离子方程式两边元素的原子个数和电荷总数是否____。

四、离子共存问题

所谓几种离子在同一溶液中能大量共存,是指离子之间____任何反应;若离子之间____反应,则不能大量共存。

1. 同一溶液中若离子间符合下列任意一个条件就会发生离子反应,离子之间便不能在溶液中大量共存

(1)____;Fe³⁺与I⁻(S²⁻);

MnO₄⁻、ClO⁻、Cr₂O₇²⁻、NO₃⁻(H⁺) $\left\{ \begin{array}{l} \text{I}^{-}(\text{S}^{2-}) \\ \text{SO}_3^{2-} \\ \text{Fe}^{2+} \end{array} \right.$

注意:①溶液中的NO₃⁻必须在酸性介质中才具有强氧化性,而MnO₄⁻、ClO⁻、Cr₂O₇²⁻在酸性、中性或碱性介质中均具有强或较强的氧化性。

②在酸性条件下:S₂O₃²⁻;SO₃²⁻与S²⁻;ClO⁻、ClO₂⁻与Cl⁻;MnO₄⁻与Cl⁻都不能大量共存。

(2)____;NH₄⁺与SiO₃²⁻

Al³⁺与 $\left\{ \begin{array}{l} \text{CO}_3^{2-} \\ \text{HCO}_3^{-} \\ \text{S}^{2-} \\ \text{HS}^{-} \\ \text{AlO}_2^{-} \end{array} \right.$ 、Fe³⁺与 $\left\{ \begin{array}{l} \text{ClO}^{-} \\ \text{CO}_3^{2-} \\ \text{HCO}_3^{-} \\ \text{AlO}_2^{-} \end{array} \right.$ 、AlO₂⁻与 $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fe}^{3+} \\ \text{Al}^{3+} \\ \text{NH}_4^{+} \\ \text{Ag}^{+} \end{array} \right.$

(3)____

①结合生成难溶或微溶物质的离子不能大量共存,如Ca²⁺与PO₄³⁻,Ag⁺与I⁻,Ca²⁺与SO₄²⁻等。

②结合生成气体物质的离子不能大量共存,如S²⁻与H⁺,H⁺与CO₃²⁻,NH₄⁺与OH⁻等。

③结合生成难电离物质的离子不能大量共存,如H⁺与OH⁻,H⁺与CH₃COO⁻,H⁺与F⁻等。

(4)____;Fe³⁺与SCN⁻,Fe³⁺与C₆H₅O⁻不能共存。

2. 离子共存问题应注意一些隐含条件

(1)要抓住溶液的特征:呈酸性、碱性还是中性、是否有颜色。常见有颜色的离子有:____。

(2)对离子的限制条件:因发生氧化还原反应或加入某种物质不会产生气体或沉淀而共存或不共存。

(3)题干中出现pH、某指示剂变化、与Al反应放出H₂等条件时,隐含着还要增加一种或几种离子。

(4)与Al反应能放出H₂的溶液中可能含有____或____。但若溶液中有NO₃⁻,且溶液为____时,与Al反应不放出H₂。

要点归纳 探究

一、电解质与非电解质、强电解质与弱电解质的判断规律

		电解质		非电解质
		强电解质	弱电解质	
判断依据	电离特点	水溶液中完全电离、不可逆、不存在电离平衡	部分电离、可逆、存在电离平衡	熔融态或水溶液不能直接电离
	物质种类	强酸、强碱、大多数盐	弱酸、弱碱、水	多数有机物、非金属氧化物、 NH_3 等
	溶液中的离子种类	水合阳离子、水合阴离子、水分子、无溶质分子	水合阳离子、水合阴离子、溶质的分子、水分子	溶质分子、水分子
	结构特点	离子键或强极性键结合的离子化合物或共价化合物	极性键结合的共价化合物	极性键结合的共价化合物

特别提醒 ①电解质和非电解质都是指化合物，单质既不是电解质也不是非电解质。

②电解质必须是自身能电离出自由移动的离子，使水溶液能导电。 N_2O_5 、 SO_2 、 SO_3 、 NH_3 的水溶液能导电是由于它们和水反应分别生成硝酸、亚硫酸、硫酸和一水合氨所致，只能说硝酸、亚硫酸、一水合氨是电解质， N_2O_5 、 SO_2 、 SO_3 、 NH_3 是非电解质。

③电解质的强弱与其溶解性无关。硫酸钡、氯化银等虽然不溶于水，但是溶于水的部分确是完全电离，所以它们是强电解质。

④强电解质溶液的导电性未必强，弱电解质溶液的导电性未必弱。溶液导电性主要与溶液中自由移动的离子的浓度有关。若强电解质溶液特别稀，自由移动的离子的浓度特别小，导电能力就弱。弱电解质虽然不完全电离，但是溶液中自由移动的离子的浓度较大时，导电能力也可以比较强。

【自主探究 1】下列物质中溶液能够导电但是非电解质的是…………… ()

A. H_2 B. NH_3 C. K_2O D. KCl

二、离子反应以及离子方程式

1. 离子方程式书写基本规律要求

(1) 遵事实勿臆造：必须以客观事实为依据，不能主观臆造产物或漏掉反应。

(2) 化学式要标准：化学式与离子符号使用正确，确定哪些物质拆，哪些物质不拆。

(3) 写符号要准确：连接符号(—或 $\rightleftharpoons$)、物质状态符号($\uparrow$ 、 $\downarrow$)要正确。

(4) 细审题勿遗漏：分清类型，注意少量、过量，注意参加反应的离子。

(5) 记守恒时刻用：注意得失电子守恒、原子个数守恒、电荷守恒。

(6) 细心查把好关：结合离子方程式易出现的错误，以及电荷守恒、原子个数守恒细心检查。

特别提醒 (1) 化学式的拆分

① 易容易电离的物质(可溶性的强电解质)以实际参加反应的离子符号表示，非电解质、弱电解质、难溶物、气体直接用化学式表示。

② 物质中的离子没有处于自由移动状态的不能拆分，如浓硫酸。

③ 单质、氧化物写分子式。

④ 微溶物：若是生成物，写化学式；若是反应物，处于溶液状态时写离子形式，处于浊液或固体时写化学式。

⑤ 多元弱酸的酸式酸根离子，不能拆开。

(2) 注意遵守守恒定律

离子方程式两边原子个数、电荷总数相等，氧化还原反应还要遵守电子转移守恒。

(3) 检查

查条件、查符号、查最简、查守恒。

2. 离子方程式正误判断

离子方程式错误的情况有以下几种：

(1) 与客观事实不符。

这一内容主要涉及元素化合物知识，正确掌握各种物质的性质以及它们在反应中的生成物，则可以避免失误。例如 Fe 与稀盐酸、稀硫酸反应时生成 Fe^{2+} ，放出 H_2 ，而与稀硝酸反应时生成 Fe^{2+} (或 Fe^{3+})，但无 H_2 放出。

(2) 看连接符号(—、 $\rightleftharpoons$)、物质状态符号($\uparrow$ 、 $\downarrow$)是否正确。

(3) 看表示各物质的化学式是否正确，该用离子表示的是否拆成了离子，该用分子式表示的是否写成了分子式。如 HCO_3^- 不能写成 $\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ，而 HSO_4^- 通常应写成 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 等。

(4) 看是否漏掉离子反应，如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 NaHCO_3 溶液反应，既要写 OH^- 与 HCO_3^- 生成 CO_3^{2-} 的反应，又不能漏掉 Ba^{2+} 与 CO_3^{2-} 生成 BaCO_3 的反应。

(5) 看是否遵循守恒规律，离子方程式中符合两个守恒：电荷守恒、质量守恒，如果为氧化还原反应则符合得失电子守恒。

(6) 物质混合时随着量的不同，它们的离子方程式也不同，常见的由于量不同而导致化学方程式不同的情况有：

① 碱与多元弱酸的反应：如 NaOH 与 CO_2 或 SO_2 、 H_2S 等的反应。

② 酸与多元弱酸盐的反应：如 HCl 与 Na_2CO_3 、 K_2SO_3 、 Na_2S 等的反应。

③ 电解质中的每种离子都发生反应的情况：如 NaHSO_4 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 NH_4HCO_3 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 等。

④ 碳酸氢盐与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的反应。

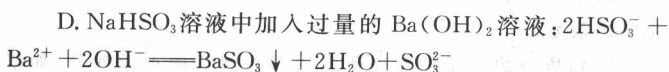
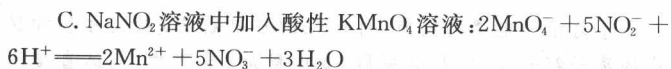
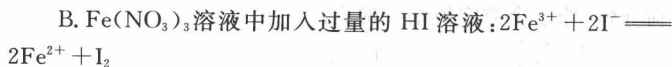
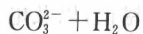
⑤ 一种氧化剂对应几种还原剂时：如在 FeBr_2 或 FeI_2 中通入 Cl_2 ；在含有不同阳离子的溶液中加入一种还原剂。

特别提醒 在书写离子方程式时要特别注意题设

条件：“过量”“少量”“等物质的量”“适量”“任意量”以及滴加的先后顺序。

【自主探究 2】下列离子方程式书写正确的是 …… ()

A. 过量的 CO_2 通入 NaOH 溶液中： $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \longrightarrow$



精典考题例析

考点一 电解质的强弱、电解质溶液的导电能力强

弱判断

【例1】甲酸的下列性质中,可以证明它是弱电解质的是 ()

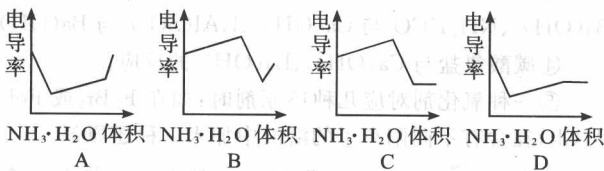
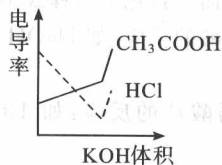
- A. 1 摩尔/升甲酸溶液的 pH 约为 0
- B. 甲酸能与水以任何比例互溶
- C. 10 毫升 1 摩尔/升甲酸恰好与 10 毫升 1 摩尔/升 NaOH 溶液完全反应
- D. 在相同条件下,甲酸溶液的导电性比盐酸溶液的弱

思维解码 ①弱电解质在溶液中完全电离吗? ②pH 与氢离子浓度之间是什么关系? ③电解质溶液的导电性与离子浓度之间是什么关系? ④电解质溶液的导电性强弱与电解质的强弱有关吗?

答案试解: _____

感悟提升: 电解质溶液的导电能力强弱主要是与溶液中自由移动的阴阳离子的浓度大小有关,一般来说,溶液中自由移动的阴阳离子的浓度越大,则溶液的导电能力越强;反之,则弱;与电解质本身的强弱无关。

变式探究 电导率是衡量电解质溶液导电能力大小的物理量,根据溶液电导率变化可以确定滴定反应的终点。下图是 KOH 溶液分别滴定 HCl 溶液和 CH_3COOH 溶液的滴定曲线示意图。下列示意图中,能正确表示用 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液滴定 HCl 和 CH_3COOH 混合溶液的滴定曲线的是 _____ ()



考点二 离子方程式的正误判断

【例2】(2009·宁夏理综,12)能正确表示下列反应的离子方程式是 _____ ()

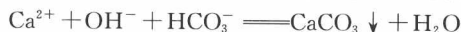
- A. 向次氯酸钙溶液通入过量的二氧化碳:



- B. 向次氯酸钙溶液通入二氧化硫:



- C. 氢氧化钙溶液与碳酸氢镁溶液反应:



- D. 在氯化亚铁溶液中加入稀硝酸:



思维解码 ①离子方程式的书写原则是什么? ②向次氯酸钙溶液通入过量二氧化碳,应该生成碳酸氢钙还是碳酸钙? ③氢氧根和碳酸根遇到镁离子生成什么沉淀? ④氯化亚铁溶液与稀硝酸反应生成什么?

答案试解: _____

感悟提升: 离子方程式的书写及判断正误主要以选择题形式出现。重点考查反应原理、书写规则和规范原则。从命题的内容上看,所考查的化学反应均为中学化学教材中的基本反应,错因大都属于化学式能否拆分、电荷是否配平、产物是否合理和是否漏掉部分反应等;另一个原因是不注意溶液的酸碱性和反应物的量的问题。

变式探究 下列离子方程式正确的是 _____ ()

- A. 向盐酸中滴加氨水: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶于氢碘酸: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. 铜溶于稀硝酸:



- D. 向 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中通入足量氯气:



考点三 离子共存判断

【例3】(2009·四川理综,密码改编)在下列给定条件的溶液中,一定能大量共存的离子组是 _____ ()

- A. 无色溶液: Ca^{2+} 、 H^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^-
- B. 能使 pH 试纸呈红色的溶液: Na^+ 、 NH_4^+ 、 I^- 、 NO_3^-
- C. AlCl_3 溶液: K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 AlO_2^-
- D. pH=13 的溶液: Na^+ 、 K^+ 、 SiO_3^{2-} 、 NO_3^-

思维解码 ①离子不能共存的原因有哪些? ②在溶液中哪些离子有颜色? ③能使 pH 试纸呈红色的溶液呈酸性还是呈碱性? ④ SiO_3^{2-} 在碱性条件下可大量存在吗?

答案试解: _____

感悟提升: 离子共存问题作为高考中的常见问题和必考问题,现在的命题增加了一些限制条件,如强酸性、碱性、无色透明、pH=1、甲基橙呈红色、发生氧化还原反应等。

变式探究 (密码改编)在下列溶液中,各组离子一定能够大量共存的是 _____ ()

- A. 能使酚酞试液变红的溶液: Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Fe^{3+}
- B. 水电离出的氢离子的浓度为 $1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 的溶液: Na^+ 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
- C. 含有大量 Fe^{3+} 的溶液: Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 SCN^-
- D. 碳酸氢钠溶液: K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+

考点四 离子反应的综合推断

【例4】(2009·全国 II,29)现有 A、B、C、D、E、F 六种化合物,已知它们的阳离子有 K^+ 、 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} ,阴

离子有 Cl^- 、 OH^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} ，现将它们分别配成 0.1 mol/L 的溶液，进行如下实验：

- ①测得溶液 A、C、E 呈碱性，且碱性为 $A > E > C$ ；
- ②向 B 溶液中滴加稀氨水，先出现沉淀，继续滴加氨水，沉淀消失；
- ③向 D 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，无明显现象；
- ④向 F 溶液中滴加氨水，生成白色絮状沉淀，沉淀迅速变成灰绿色，最后变成红褐色。

根据上述实验现象，回答下列问题：

- (1)实验②中反应的化学方程式是_____；
- (2)E 溶液是_____，判断依据是_____；
- (3)写出下列四种化合物的化学式：A _____、C _____、D _____、F _____。

思维解码 ①哪些溶液呈碱性？②什么离子与氨水先产生沉淀后沉淀溶解？③什么溶液与硝酸钡溶液有明显的实验现象？④什么离子与氨水生成白色絮状沉淀，沉淀迅速变成灰绿色，最后变成红褐色？

答案试解：

感悟提升：本题考查离子反应、离子共存、盐类水解的综合运用。离子反应在高考命题中主要考查离子方程式书写的准确程度和熟练程度，具有一定的综合性，预计今后的考题还会保留。离子反应的问题除保持传统题型外，关于离子方程式的书写、离子反应的简单计算、析出沉淀或微溶物的计算也会出现。关注知识的现实运用随着环境污染已成为社会问题，污水中的离子反应担负着变废为宝的重担，必将在高考中担任重要角色。

变式探究 某钠盐溶液可能含有阴离子 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 。为了鉴别这些离子，分别取少量溶液进行以下实验：

- ①所得溶液呈碱性；
- ②加 HCl 后，生成无色无味的气体，该气体能使饱和石灰水变浑浊；
- ③加 CCl_4 ，滴加少量氯水，振荡后， CCl_4 层未变色；
- ④加 BaCl_2 溶液产生白色沉淀，分离，在沉淀中加入足量的盐酸，沉淀不能完全溶解；
- ⑤加 HNO_3 酸化后，再加过量的 AgNO_3 ，溶液中析出白色沉淀。

(1)分析上述 5 个实验，写出每一实验鉴定离子的结论与理由。

实验①_____。

实验②_____。

实验③_____。

实验④_____。

实验⑤_____。

(2)上述 5 个实验不能确定是否存在的离子是_____。

速效提升训练

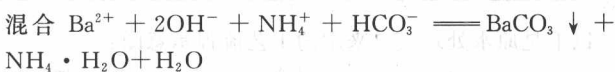
SUXIAOTISHENGXUNLIAN

1. 下列反应的离子方程式错误的是_____ ()

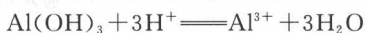
A. 向碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠



B. 等体积等物质的量浓度的氢氧化钡溶液与碳酸氢铵溶液混合



C. 氢氧化铝与足量盐酸反应



D. 过量 CO_2 通入氢氧化钠溶液中



2. 下列离子方程式中不正确的是_____ ()

A. 氢氧化钡溶液跟盐酸反应



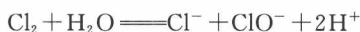
B. 三氯化铁溶液跟过量氨水反应



C. 小苏打溶液跟烧碱溶液反应



D. 氯气通入冷水中



3. 下列离子方程式正确的是_____ ()

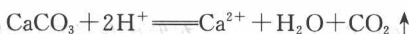
A. 氨水中通入少量二氧化硫



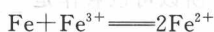
B. NaHCO_3 和足量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合



C. 碳酸钙溶于醋酸



D. Fe 与 FeCl_3 溶液反应

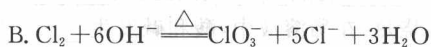


4. (密码原创) 在 $\text{pH}=13$ 的无色溶液中，可以大量共存的一组离子是_____ ()

A. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} B. CO_3^{2-} 、 NO_3^- 、 HCO_3^- 、 Na^+

C. Na^+ 、 ClO^- 、 AlO_2^- 、 NO_3^- D. CrO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}

5. 下列离子方程式正确的是_____ ()

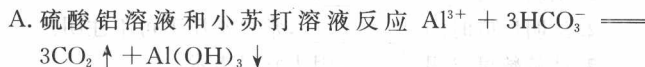


6. 下列离子在溶液中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是_____ ()

A. H_3O^+ 、 NO_3^- 、 Fe^{2+} 、 Na^+ B. Ag^+ 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 K^+

C. K^+ 、 Ba^{2+} 、 OH^- 、 SO_4^{2-} D. Cu^{2+} 、 NH_4^+ 、 Br^- 、 OH^-

7. 下列反应的离子方程式正确的是_____ ()



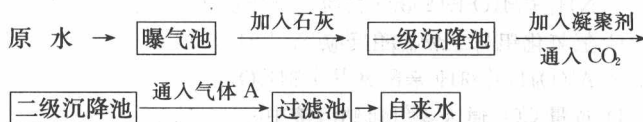
魅力化学：铜器发暗怎么办？铜器在空气中置久会“生锈”。铜在潮湿的空气中会被氧化成黑色的氧化铜，铜器表面的氧化铜继续与空气中的二氧化碳作用，生成一层绿色的碱式碳酸铜 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 。另外，铜也会与空气中的硫化氢发生作用，生成黑色的硫化铜。用蘸有浓氨水的棉花擦洗发暗的铜器的表面，就立刻会发亮。

★★★探究分析

8. (密码改编)我国规定饮用水质量标准必须符合下列要求:

pH	6.5~8.5
Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总浓度	$<0.0045 \text{ mol/L}$
细菌总数	$<100 \text{ 个} \cdot \text{mL}^{-1}$

以下是原水处理成自来水的工艺流程示意图:



(1)原水中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 等,加入石灰后生成

$\text{Ca}(\text{OH})_2$,进而发生若干复分解反应,写出其中一离子方程式_____。

(2)凝聚剂除去悬浮固体颗粒的过程_____ (填写编号,多选倒扣)

①只是物理过程 ②只是化学过程 ③是物理和化学过程
 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 是常用的凝聚剂,它在水中最终生成_____沉淀。

(3)通入二氧化碳的目的是_____和_____。

(4)气体 A 的作用是_____。这种作用是基于气体 A 和水反应的产物具有_____性。

(5)下列物质中,_____可以作为气体 A 的代用品。(填写编号,多选倒扣)

① $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ②浓氨水 ③ K_2FeO_4 ④ SO_2

第三讲 化学反应中的能量变化

基础自主梳理

一、基本概念

1. 在化学反应过程中_____的热量,叫反应热,用来表示,单位是_____。

2. 某化学反应,设反应物总能量为 E_1 ,生成物总能量为 E_2 ,则:

(1)若 $E_1 > E_2$,该反应为_____,该反应过程中可看作是_____过程。

(2)若 $E_1 < E_2$,该反应为_____,在发生化学反应时,反应物需要_____才能转化为生成物,所以可以看作是_____过程。

思考感悟 常见的放热反应和常见的吸热反应有哪些?

3. 在 101 kPa 时,_____物质_____燃烧生成_____时所放出的热量叫燃烧热;在稀溶液中,酸和碱发生_____反应而生成_____的叫中和热。

思考感悟 中和热和燃烧热有什么不同?

二、热化学方程式的书写步骤

1. 正确书写_____。
2. 注明反应时的_____,常温常压下可不注明。
3. 计量数可以用_____,因为它只表示_____。
4. 注明各物质的状态,分别用 s、l、g 表示_____。
5. 在方程式后用 ΔH 表示反应热,_____表示放热,_____表示吸热。其数值要与化学计量数对应。

思考感悟 书写热化学方程式应注意哪几个问题?

三、燃料的燃烧

1. 化石燃料包括:_____以及它们的产品。
2. 燃料充分燃烧的必须条件:_____。
3. 化石燃料使用的弊端:燃料不充分燃烧对环境造成危害,属于_____能源。
4. 预防措施:_____,_____,煤的汽化和液化,转化为水煤气或干馏煤气。

要点归纳探究

一、吸热反应和放热反应的判断方法

1. 根据反应类型判断:通常情况下燃烧反应、中和反应、金属和酸反应制氢气的反应为放热反应;电解质的电离、盐类水解、大多数的分解反应等为吸热反应。若正反应为吸热反应,则逆反应为放热反应。

2. 根据实验现象判断:使反应体系温度升高的反应,为放热反应。反之为吸热反应。

如钠与水反应的现象:钠“熔”成一个小球,可以说明这一反应为放热反应;铁粉与硫的混合物稍微受热后反应继续剧烈进行,且保持红热状态,说明这一反应为放热反应。

在燃烧很旺的炉火中加入煤,炉火马上“暗”下来,说明 CO_2 与 C 反应为吸热反应; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 NH_4Cl 反应,烧杯与玻璃片粘在一起,说明该反应为吸热反应。

3. 由物质的聚集状态判断:同种物质的聚集状态不同,其本身具有的能量也不相同。一般情况下:气态物质所具有的能量大于液态,液态具有的能量大于固态;物质处于稳定状态的能量小于不稳定状态的能量。如:硫蒸气在氧气中完全燃烧放出的能量大于固态硫完全燃烧放出的能量。石墨比金刚石稳

化学名家:约翰·道尔顿(1) 英国化学家、物理学家、近代化学之父。1766年9月6日生于英格兰北方坎伯雷雷田庄,1844年在曼彻斯特过世。终生未娶。幼年时家贫,无钱上学,加上又是一个色盲患者,生活艰辛,但他以惊人的毅力,自学成才。12岁就当上了教师。1778年在乡村小学任教;1781年15岁,应表兄之邀到肯德镇任中学教师。

定,所以由石墨转化为金刚石的反应为吸热反应。

4. 由盖斯定律判断:

如一个反应可分步进行,则各分步反应的反应热之和与该反应一步完成时的反应热相同,通过化学反应的能量变化值来进行计算,若 $\Delta H > 0$, 则反应为吸热反应,反之则为放热反应。

5. 用仪器来测量:量热计。

特别提醒 我们不能通过看一个反应是否需要加热来判断是吸热反应和放热反应,因为需加热的反应不一定是吸热反应,如物质的燃烧一般需要加热来引发反应的进行,但属于放热反应,只有那些需持续加热的反应才是吸热反应,而那些只是通过加热来引起反应,反应开始后则无须加热的反应,则属放热反应。所以注意两点,若一个反应需持续加热才能进行,一旦停止加热,反应则停止,这样的反应肯定是吸热反应;若一个反应虽然需进行加热来引起反应,但只要反应开始后,不需加热继续反应,则这样的反应属放热反应。常见的放热反应有:酸碱中和反应、活泼金属和酸反应、燃烧反应;常见的吸热反应有:大多数分解反应;氯化铵与水合氢氧化钡的反应。

【自主探究 1】 已知某反应是放热反应,下列说法正确的是 ()

- A. 该反应发生时,一定不需要加热
- B. 该反应中反应物的总能量小于生成物的总能量
- C. 该反应中反应物的总能量大于生成物的总能量
- D. 如果该反应开始后停止加热,反应一定不能继续进行

二、热化学方程式的书写

1. 定义

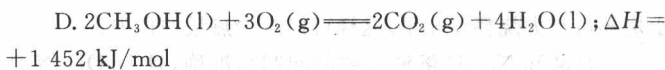
表示参加反应的各物质的物质的量和反应热关系的化学方程式。

2. 书写热化学方程式

- (1) 先书写化学方程式;
- (2) 有 g(气体)、l(液体)、s(固体)标明反应物和生成物的聚集状态;
- (3) 反应热用“ ΔH ”表示,标在化学方程式后面,中间用“;”隔开,吸收热量用“+”,放出热量用“-”;
- (4) ΔH 与测定的条件有关,书写时应注明条件。若条件为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 101.3 kPa , 则可注明;
- (5) 热化学方程式中的计量数只表示物质的量,不表示分子个数,因此热化学方程式中的计量数可以是小数或分数,表示热量的单位“ kJ/mol ”,表示的是对应方程式中的物质的量,所以热量的数值必须与热化学方程式中的计量数相对应;
- (6) 热化学方程式中不注明反应发生的条件。生成物中不能用“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”符号。

【自主探究 2】 在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 101 kPa 下, 1 g 甲醇燃烧生成 CO_2 和液态水时放热 22.68 kJ , 下列热化学方程式正确的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{OH}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l); \Delta H = +725.8\text{ kJ/mol}$
- B. $2\text{CH}_3\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l); \Delta H = -1452\text{ kJ/mol}$
- C. $2\text{CH}_3\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 4\text{H}_2\text{O}(l); \Delta H = -752.8\text{ kJ/mol}$



三、燃烧热

1. 定义

在 101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量,叫做该物质的燃烧热。

2. 注意事项

(1) 燃烧热是以 1 mol 物质完全燃烧所放出的热量来定义的,因此在书写燃烧热的化学方程式时,一般以燃烧物前的化学计量数为 1 作标准来配平其余物质的化学计量数。

(2) 燃烧产物必须是稳定的氧化物,例如 $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$, $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$ 等。

【自主探究 3】 根据热化学方程式(在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 101 kPa 下):
 $\text{S}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g); \Delta H = -297.23\text{ kJ/mol}$, 分析下列说法不正确的是 ()

- A. S 的燃烧热为 297.23 kJ/mol
- B. $\text{S}(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g)$ 放出的热量大于 297.23 kJ/mol
- C. $\text{S}(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{SO}_2(g)$ 放出的热量小于 297.23 kJ/mol
- D. 形成 1 mol SO_2 的化学键所释放的总能量大于断裂 1 mol S 和 1 mol O_2 的化学键所吸收的总能量

四、中和热

1. 中和热

(1) 定义: 在稀溶液中, 酸和碱发生中和反应而生成 $1\text{ mol H}_2\text{O}$, 这时的反应热叫做中和热。

(2) 注意事项

中和反应的实质是 H^+ 和 OH^- 反应生成 H_2O 。若反应过程中有其他物质生成(如生成沉淀或弱电解质), 则其反应热不等于中和热。

(3) 对于强酸强碱的稀溶液反应, 其中和热基本上是相等的, 都约为 57.3 kJ/mol 。

(4) 对于强酸与弱碱或弱酸与强碱的反应, 中和热一般低于 57.3 kJ/mol 。因为弱电解质的电离属于吸热反应。

2. 中和热的测定

(1) 实验步骤

① 保温装置的准备: 大烧杯底部垫泡沫塑料(或纸条)使放入的小烧杯口与大烧杯口相平。在大小烧杯之间也同时填满碎泡沫塑料或纸条, 大烧杯上用泡沫塑料板(或硬纸板)作盖板, 在板中间开两个小孔, 正好使温度计和环形玻璃搅拌棒通过。

② 用量筒量取 50 mL , 0.50 mol/L 盐酸, 倒入小烧杯中, 并用温度计测量其温度(t_{HCl})。

③ 另取一量筒量取 50 mL , 0.55 mol/L NaOH 溶液, 用温度计测量 NaOH 溶液的温度(t_{NaOH})。

④ 将量筒内的 NaOH 溶液全部倒入盛有 HCl 的小烧杯中, 用玻璃搅拌棒轻轻搅动溶液, 准确记录混合溶液的最高温度(t_2)。

⑤ 计算: 起始温度 $t_1\text{ }^{\circ}\text{C} = (t_{\text{HCl}} + t_{\text{NaOH}})/2$, 终止温度 $t_2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 温度差 $= (t_2 - t_1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 注意的几个问题

① 作为量热器的仪器装置, 其保温隔热的效果一定要好, 因此可以用保温杯来做。若按课本中的方法来测定, 一定要使

化学名家: 约翰·道尔顿(2) 1793 年 26 岁时, 任曼彻斯特新学院数学和自然哲学教授; 1796 年任曼彻斯特文学和哲学协会会员; 1800 年担任该会的秘书; 1817 年升为该会会长; 1816 年当选为法国科学院通讯院士; 1822 年选为皇家学会会员。1826 年, 英国政府将英国皇家学会的第一枚金质奖章授予了道尔顿。