

同步最新试题

早引最新导向



黄冈★高考教练

第一轮复习用书

2006年高考必备

高中化学总复习

丛书主编 周益新

本册主编 施辉国



龍門書局

www.lmbook.com.cn



黄冈高考教练

HUANGGANG GAOKAO ZHIAOLIAN

高中化学总复习 (第一轮复习用书)

- | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|
| □ 主编 | 施辉国 | | | |
| □ 撰稿 | 郭 坊 | 胡泽全 | 徐知彬 | 周晓祥 |
| | 刘泽宏 | 肖开武 | 秦祖啟 | 程长春 |
| | 冯兴安 | 董启文 | 秦 晖 | 吴德明 |
| | 吴吉祥 | 熊本明 | 黄学才 | 王世坤 |
| | 陈义善 | 邵百花 | 张绍利 | 吴丽娟 |
| | 余仲涛 | 陈凤文 | 郑常波 | 秦桂芳 |
| | 毛志生 | 刘进军 | 陈梅胜 | 曹春梅 |
| | 兰国刚 | 阮成志 | 徐春容 | 何秋珍 |
| | 胡均林 | 朱浩强 | 郭伟胜 | 郭艳超 |
| | 李龙强 | 熊 高 | 宋喜庆 | 文介凡 |

龍 門 書 局

北 京

版权所有 翻印必究

举报电话: (010)64034160, 13501151303(打假办)

邮购电话: (010)64034160

图书在版编目(CIP)数据

黄冈高考教练. 高中化学总复习(第一轮复习用书). /周益新
丛书主编;施辉国分册主编. —北京:龙门书局, 2005

ISBN 7-80191-463-5

I. 黄… II. ①周… ②施… III. 化学课—高中—升学参
考资料 IV. G634.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 033600 号

责任编辑:田 旭 刘 涛 / 封面设计:郭 建

龙 门 书 局 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.longmen.com.cn>

世界知识印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地书店经销

*

2004 年 4 月第 一 版 开本:880×1230 大 16 开

2005 年 3 月修 订 版 印张:17 1/4

2005 年 3 月第二次印刷 字数:577 000

印数:25 001~50 000

定 价: 22.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前言

教辅书界的“超级大国”

在全国各地的教辅书店中,走进任何一家,你都能发现龙门书局出版的辅导书。

近年来,龙门书局出版的教辅精品在社会各界广受好评,其推出的《三点一测丛书》、《双色笔记》、《发散思维大课堂》、《龙门新教案》轰动一时,受到无数中小学生的热爱。其中,《三点一测丛书》累计发行160余万套、7000多万册,创造了教辅图书的奇迹。

2000年,龙门书局被誉为教辅书界“三驾马车”之一;2001年,龙门书局被权威媒体《中国图书商报》列为“文教新六家”之首;2003年,龙门书局以集团滚动式的发展模式遥遥领先,一枝独秀,被许多业界人士誉为“教辅书界的超级大国”。

多年来,龙门书局一直秉承“面向社会、服务大教育”的理念,为莘莘学子出版了大量精品。龙门品牌,已经成为了众多学生心目中的第一教辅品牌。

“状元之乡”的黄冈教练

巍巍大别山南麓,浩浩长江之滨,孕育了一个历史悠久的古城——黄冈。

“仁者乐山,智者乐水。”人常说地杰人灵,山水的灵性造就了黄冈深厚的文化底蕴。在不到3万平方千米的土地上,涌现了多个“院士教授县”、“高考状元县”、“留洋博士村”、“奥赛金牌乡”,在中华大地上书写了“黄冈神话”的奇迹。

人们禁不住要问:“为什么单单会是在黄冈涌现出这样的奇迹?”这引起了一大批记者、教育工作者的极大兴趣。通过大量的实地考察,人们发现,在黄冈,有一大批教育理念超前、教学务实、身怀绝技的教师。正是他们对教育部颁布的《教学大纲》和教育部考试中心颁布的《考试大纲》研究透彻,对重点、难点、疑点、考点突破方法研究透彻,对高考试题变化趋势和各种题型及其同类变式的解题方法、技巧、规律、误区研究透彻,对教育部考试中心高考命题方向预测研究透彻,对培养学生能力升级的步骤和途径研究透彻,有一整套独特的教育手段,黄冈每年才会有大批的学子考入清华北大等著名大学。在黄冈的重点中学中,高考升学率、重点大学录取率比例之高,全国罕见,有的班级能够达到95%以上。

黄冈教练,确有独到之处。

快速提升的“双栏链接”

多年来培养高考状元的黄冈教练们对不同类型的学生进行快速提升,培养思维的灵活性、流畅性、发散性的试验,创造了一种独特的互动互通、学考轻松的快速学习方法——双栏链接。只要找到正确学习方法的按钮,学习就会一点而通,《黄冈高考教练》所倡导的学习方法和技巧将给你带来前所未有的体验:

1. 高考教练——教你轻松考高分

“掌握一种方法比做一百道题更有用。”不少学生解难题时常感到束手无策,关键是思维处于封闭状态,找不到问题的切入点,不能将方法技巧灵活地应用在解题之中,找不到知识点与解题规律之间的内在联系。

黄冈高考教练总结了历届指导学生考取北大、清华等著名大学的成功经验,其一就是将每课时学生思维的活动过程与信息处理过程有机地统一起来,紧扣考点,边讲边练,师生双向交流,合作探究。将考点分类细化,点点对应精典例题,题题点拨思维技巧,总结解题方法规律,点燃创新思维的火花,实现“掌握知识——培养能力——发展智力”的飞跃。

2. 双程链接——教、学、练、考一一对应

黄冈高考教练的成功经验之二是将每一个主要考点与典型例题及其同类变式——对应,将每种典型例题以及多种拓展迁移变式的解题规律、方法、技巧及其易错点、易忽略点、易混淆点的解题方略——对应,使用《黄冈高考教练》,教师备考不走弯路,学生复习不搞“题海战役”,节省大量时间,轻轻松松考取重点大学。

高考“状元之乡”的黄冈教练们预测每年高考试题成功率很高的秘诀是——系统地研究国家教育部考试中心颁布的《考试大纲》和近几年高考试题命题思路的变化趋势;系统地研究历届高考试题在各章节的分布规律、题型、难易度、能力测试要求及其变化趋势,甚至将每一个考点所对应的各章节题型,在历届高考试题中出现难度系数、命题规律和预测趋势——对应,因而往往出现凡是高考复习用过他们所命试题的考生,当年参加高考见到高考试题时,一看“面熟”,一解即通。

黄冈重点中学的考生爱学习,会学习,在复习过程中每位考生探索各学科复习方法、技巧。考生自发地成立各种学习小组,定期交流复习秘诀,取长补短。本丛书“高考状元复习秘诀”栏目系统地总结了黄冈重点中学优秀学生成功考取国内著名大学的复习秘诀。

强强联合 打造精品

2002年,龙门书局首次与黄冈重点中学强强联合,特约一大批在职特级教师(占全部作者的80%),倾全力推出大型丛书《黄冈教练》。经过三年来全国数百万学生的使用,大家普遍认为,该丛书对实现主干知识的教、练、学、考互通互动,在短时间内实现能力三级跳,轻松快速提升学习成绩,有独特的功能。

在一片赞誉声中,在广泛征求各地师生建议的基础上,龙门书局与丛书作者们今年新推出《黄冈高考教练》,将简练务实高考总复习的教学风格、扎实的训练模式以及教育改革的最新思路成功融会其中。

我们追求的目标是——

启迪发散思维的灵感

点燃创新能力的火花

让你在独特的方法中快速提升



编委会

黄冈高考教练

总策划：龙门书局

丛书主编：周益新

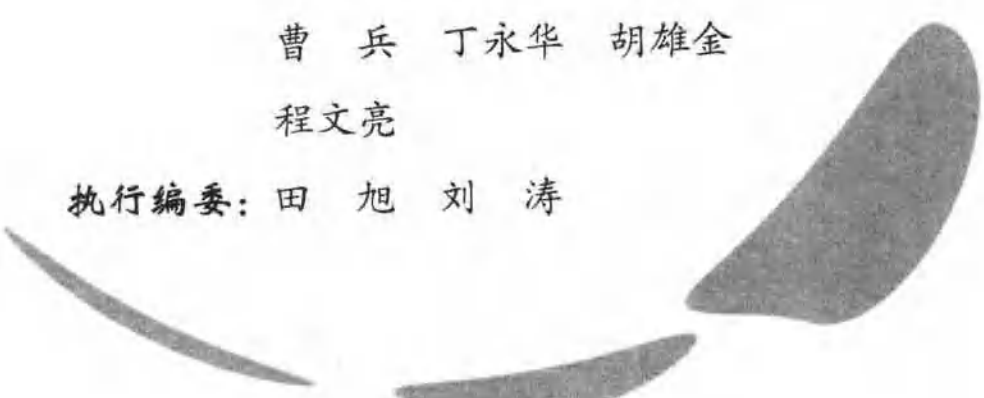
编委：刘祥 龚霞玲 施辉国

汪芳慧 余文祥 张建中

曹兵 丁永华 胡雄金

程文亮

执行编委：田旭 刘涛



目录



第一章 化学反应及其能量变化	(1)
第1讲 氧化还原反应及配平	(1)
第2讲 离子反应与离子共存	(7)
第3讲 化学反应中的能量变化	(12)
单元综合能力测试一	(16)
第二章 碱金属	(19)
第4讲 钠及其化合物	(19)
第5讲 碱金属元素	(24)
单元综合能力测试二	(27)
第三章 物质的量	(30)
第6讲 物质的量及其单位	(30)
第7讲 气体摩尔体积	(33)
第8讲 物质的量浓度	(37)
第9讲 溶液 胶体	(41)
单元综合能力测试三	(45)
第四章 卤素	(49)
第10讲 氯及其化合物	(49)
第11讲 卤族元素	(54)
单元综合能力测试四	(58)
第五章 物质结构、元素周期律	(63)
第12讲 原子的组成 结构与同位素	(63)
第13讲 元素周期律与元素周期表	(67)
第14讲 化学键 分子结构与晶体结构	(72)
单元综合能力测试五	(77)
第六章 硫 硫酸	(80)
第15讲 氧族元素	(80)
第16讲 硫 硫的氢化物和氧化物	(83)
第17讲 硫酸及其盐	(88)
单元综合能力测试六	(93)
第七章 碳族元素 无机非金属材料	(97)
第18讲 碳族元素 碳及其化合物	(97)
第19讲 硅和硅的化合物 无机非金属材料	(101)
单元综合能力测试七	(105)
第八章 氮族元素	(109)
第20讲 氮和磷	(109)
第21讲 氨 铵盐	(113)
第22讲 氮的氧化物与硝酸	(118)
单元综合能力测试八	(123)
第九章 化学反应速率和化学平衡	(127)
第23讲 化学反应速率	(127)



第 24 讲	化学平衡	(131)
第 25 讲	化学平衡及其应用	(135)
单元综合能力测试九		(140)
第十章	电离平衡	(144)
第 26 讲	电离平衡	(144)
第 27 讲	水的电离和溶液的 pH	(148)
第 28 讲	盐类水解	(152)
第 29 讲	酸碱中和滴定	(156)
单元综合能力测试十		(160)
第十一章	几种重要的金属	(164)
第 30 讲	金属元素概述 金属的冶炼	(164)
第 31 讲	镁和铝及其化合物	(168)
第 32 讲	铁和铁的化合物	(173)
第 33 讲	电化学原理及其应用	(178)
单元综合能力测试十一		(182)
第十二章	烃	(186)
第 34 讲	甲烷和烷烃	(186)
第 35 讲	乙烯和烯烃	(190)
第 36 讲	乙炔和炔烃	(194)
第 37 讲	苯和芳香烃、石油的分馏	(198)
单元综合能力测试十二		(202)
第十三章	烃的衍生物	(206)
第 38 讲	溴乙烷 卤代烃	(206)
第 39 讲	乙醇和醇类	(210)
第 40 讲	苯酚	(214)
第 41 讲	乙醛和醛类	(218)
第 42 讲	羧酸、酯和油脂	(222)
第 43 讲	糖类和蛋白质	(228)
第 44 讲	有机高分子化合物与合成材料	(234)
第 45 讲	同系物和同分异构体	(238)
第 46 讲	有机反应与有机合成	(242)
单元综合能力测试十三		(247)
第 47 讲	化学工业、绿色化学与环境保护	(251)
第 48 讲	化学实验及实验方案设计	(259)

第一章 化学反应及其能量变化

第1讲 氧化还原反应及配平

本讲内容涉及的考点有:理解氧化还原反应;明确氧化剂和还原剂等概念;用单线桥或双线桥法分析和判断氧化还原反应中电子转移方向和数目;掌握重要的氧化剂、还原剂的常见反应;配平氧化还原反应方程式;运用氧化还原反应相关规律解决实际问题。本讲内容在对学生思维能力的考查中占有重要地位,是高考热点内容之一。在历届高考中,常以选择、填空、简答、实验和计算等多种题型形式出现,主要考查对氧化还原反应相关知识的灵活运用,约占试题分值的2%~4%。

考点诠释 对号入座

考点聚焦

1. 氧化还原反应的有关概念、本质和特征

(1)氧化还原反应:凡是有电子转移(得失或偏移)的反应。

(2)氧化反应:物质失去电子(或共用电子对偏离)的反应。

(3)还原反应:物质得到电子(或共用电子对偏向)的反应。

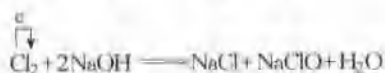
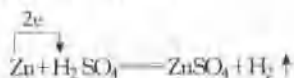
(4)氧化剂和还原剂:得到电子的反应物叫氧化剂。失去电子的反应物叫还原剂。

(5)氧化还原反应的本质:电子转移(得失或共用电子对偏移)。

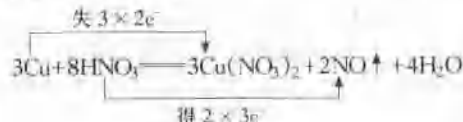
(6)氧化还原反应的特征:反应前后元素化合价发生变化。

2. 氧化还原反应的表示法

(1)单线桥法:表明不同元素原子间得到或失去电子的情况。如



(2)双线桥法:表明同一元素原子得到或失去电子的情况。如



警示解题误区

用双线桥法分析氧化还原反应,首先根据化合价升降确定氧化剂和还原剂,氧化产物和还原产物,从而确定箭头的起始和指向,然后由箭头反映如下关系:(氧化剂)—得电子—(化合价降低)—(被还原)—(还原产物);(还原剂)—失电子—(化合价升高)—(被氧化)—(氧

考题巧解

【例1】(黄冈市·2005)下列有关氧化还原反应的叙述正确的是()

- A. 有元素化合价变化的反应一定属于氧化还原反应
- B. 在反应中不一定所有元素的化合价发生变化
- C. 肯定有一种元素被氧化,另一种元素被还原
- D. 某元素由化合态变为游离态,该元素一定被还原

【解析】氧化还原反应的特征是有元素化合价的变化。因此有元素化合价变化的反应一定属于氧化还原反应,但不一定所有元素的化合价都发生变化。在氧化还原反应中有氧化,必有还原,氧化和还原相互对立,相互依存,同时存在,但同一种元素被氧化的同时,也可能被还原。元素由化合态变为游离态,元素的化合价既可能升高(由负价到零价)被氧化,也可能降低(由正价到零价)被还原。

【答案】 A、B

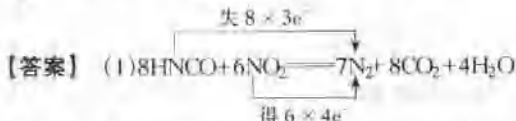
【例2】(北京春季高考题)三聚氰酸 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ 可用于消除汽车尾气中的氮氧化物(如 NO_2)。当加热至一定温度时,它发生如下分解反应: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 = 3\text{HNCO}$, HNCO (异氰酸,其结构式是 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$)能和 NO_2 反应生成 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。

(1)写出 HNCO 和 NO_2 反应的化学方程式。分别指明化合物中哪种元素被氧化? 哪种元素被还原? 标出电子转移的方向和数目。

(2)如按上述反应式进行反应,试计算吸收 1.0 kg NO_2 气体所消耗的三聚氰酸的质量。

【解析】根据异氰酸结构式 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$, 其中 H 为 +1 价, N 为 -3 价, C 为 +4 价, O 为 -2 价, HNCO 中氮元素从 -3 价上升为 0 价, NO_2 中氮元素从 +4 价下降到 0 价。设 HNCO 的分子数为 x , NO_2 分子数为 y , 由得失电子数守恒, $3x = 4y$ $x:y = 4:3$ 。考虑 N_2 中 N 原子数为偶数, $x:y = 8:6$, 据此写出化学方程式: $8\text{HNCO} + 6\text{NO}_2 = 7\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。设需三聚氰酸质量为 z , 则

$$\frac{8}{3} \times 129 \text{ kg} : 276 \text{ kg} = z : 1 \text{ kg} \quad z = 1.25 \text{ kg}$$



【答案】 (1) $8\text{HNCO} + 6\text{NO}_2 = 7\text{N}_2 + 8\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

HNCO 中的氮元素被氧化, NO_2 中氮元素被还原。

(2) 1.25 kg

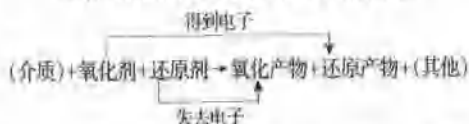


化产物)。单线桥法箭头由还原剂中变价元素指向氧化剂中变价元素,反映电子转移关系。

3. 氧化还原反应与四种基本类型的关系

- (1) 置换反应一定属于氧化还原反应。
- (2) 有单质参加的化合反应一定是氧化还原反应;没有单质参加的化合反应一般是非氧化还原反应。
- (3) 有单质生成的分解反应一定是氧化还原反应;没有单质生成的分解反应一般是非氧化还原反应。
- (4) 复分解反应一定是非氧化还原反应。

4. 氧化还原反应相关概念间的关系



- (1) 氧化剂(具有氧化性) → 得到电子 → 化合价降低 → 被还原(发生还原反应) → 生成还原产物(具有弱还原性)。
- (2) 还原剂(具有还原性) → 失去电子 → 化合价升高 → 被氧化(发生氧化反应) → 生成氧化产物(具有弱氧化性)。

5. 重要的氧化剂和还原剂(括号内为氧化产物或还原产物)

氧化剂	还原剂
(1) 活泼的非金属单质: O_2 (O^2-), Cl_2 (Cl^-), Br_2 (Br^-), I_2 (I^-), O_3 (O^2-) (2) 高价金属阳离子: Fe^{3+} (Fe^{2+}), Cu^{2+} (Cu), Ag^+ (Ag), Sn^{4+} (Sn^{2+}) (3) 高价或较高含氧化合物: MnO_2 (酸性, Mn^{2+}), KMnO_4 (酸性, Mn^{2+}), $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (酸性, Cr^{3+}), HNO_3 (浓, NO_2 ; 稀, NO), 浓 H_2SO_4 (SO_2), KClO_3 (Cl^-), HClO (Cl^-), $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (Cl^-) (4) 其他: Na_2O_2 (O^2-), H_2O_2 (O^{2-}), KO_2 (O^{2-}), BaO_2 (O^{2-})	(1) 活泼或较活泼金属: K , Ca , Na , Mg , Al , Zn , Fe (2) 某些非金属单质: C (CO , CO_2), H_2 (H^+ 或 H_2O) (3) 低价金属阳离子: Cu^+ (Cu^{2+}), Fe^{2+} (Fe^{3+}), Sn^{2+} (Sn^{4+}) (4) 非金属阴离子: S^{2-} , (S) , I^- (I_2), Br^- (Br_2), Cl^- (Cl_2) (5) 较低价化合物: CO (CO_2), SO_2 (SO_3^{2-}), H_2S (S), NH_3 (N_2), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (CO_2), NO (NO_2), N_2H_4 (N_2)

6. 重要的氧化还原反应基本规律

- (1) 守恒律: 氧化还原反应中, 元素的化合价有升必有降, 电子有得必有失。对于一个完

【例 3】(海淀·2005) 下列叙述中正确的是 ()

- A. 在氧化还原反应中, 非金属单质一定是氧化剂
- B. 分解反应一定属于氧化还原反应
- C. 金属阳离子被还原不一定得到金属单质
- D. 复分解反应和化合反应中不可能有氧化还原反应

【解析】非金属单质有的可作氧化剂如 Cl_2 、 O_2 等, 有的可作还原剂如 C 、 H_2 等。有变价的金属阳离子在反应中被还原不一定得到金属单质如 $\text{Fe}^{3+} \xrightarrow{+e^-} \text{Fe}^{2+} \xrightarrow{+2e^-} \text{Fe}$ 。根据左栏知识, 选项 B 不正确, 选项 D 对化合反应的叙述是错误的。

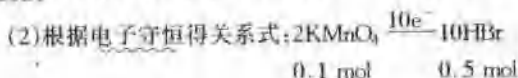
【答案】C

【例 4】(上海高考题) 高锰酸钾和氢溴酸溶液可以发生如下反应:



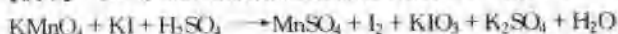
- (1) 其中还原剂_____, 氧化产物是_____。
- (2) 若消耗 0.1 mol 氧化剂, 则被氧化的还原剂的物质的量为_____ mol。

【解析】(1) 根据“氧化剂—得、低、还—还原产物, 还原剂—失、高、氧—氧化产物”可知: KMnO_4 为氧化剂, HBr 为还原剂, 对应产物 Br_2 为氧化产物。



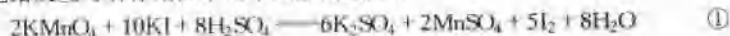
【答案】(1) HBr ; Br_2 (2) 0.5

【例 5】(上海·2004) 某化学反应的反应物和产物如下:



- (1) 该反应的氧化剂是_____。
- (2) 如果该反应方程式中 I_2 和 KIO_3 的系数都是 5
 ① KMnO_4 的系数是_____。
 ② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目
 $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{_____}$
- (3) 如果没有对该方程式中的某些系数作限定, 可能的配平系数有许多组。原因是_____。

【解析】分析该反应前后元素化合价变化, 氧化剂是 KMnO_4 。 KMnO_4 中锰元素化合价由 +7 降至 +2, 1 mol KMnO_4 得到 5 mol e^- , 负一价碘元素分别被氧化为 I_2 和 KIO_3 , 若 I_2 和 KIO_3 的系数均为 5, 则 10 mol I^- 被氧化为 5 mol I_2 , 失去 10 mol e^- , 5 mol I^- 被氧化为 KIO_3 失去 30 mol e^- , 根据得失电子数守恒原理得, $5n(\text{KMnO}_4) = (10 + 30) \text{ mol}$, $n(\text{KMnO}_4) = 8 \text{ mol}$ 。分析题给反应可看作是如下两个反应的叠加:



由于氧化剂用量和还原剂用量不同, 上述反应发生的比例关系不同, 总反应式会出现多组配平系数:

【答案】(1) KMnO_4 (2) ① 8 ② $8\text{KMnO}_4 + 15\text{KI}$

(3) 反应式中含两种氧化产物, 两者的比例和氧化剂的量都可以发生变化。

【例 6】(高考科研题) $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- 离子, 若反应后 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子变成 RO_4^{2-} , 又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2, 则 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 中的 R 元素的化合价为 ()



整的氧化还原反应来讲,化合价升高总数与降低总数相等,失电子总数与得电子数相等。

命题方向预测

(1)运用守恒律推算反应前或反应后元素的化合价、化学式及物质的量等以考查灵活运用知识的能力。

(2)运用守恒律配平化学方程式及进行综合计算考查综合运用知识的能力。

(2)强弱律:氧化还原反应中较强的氧化剂跟较强的还原剂反应生成弱还原性的还原产物和弱氧化性的氧化产物。

思维拓展延伸

比较物质氧化性或还原性大小的方法可概括为:

(1)利用金属活动顺序表比较金属单质的还原性强弱;利用非金属活动性顺序比较非金属单质氧化性强弱。

(2)根据化学方程式判断(如例7)。

(3)根据反应条件(温度、浓度等)判断(如浓、稀 HNO_3 ; MnO_2 、 KMnO_4 分别与盐酸反应)。

(4)根据元素周期律规律判断。

(5)根据反应的剧烈程度判断(如 Na 、 K 与水反应现象)。

(3)转化律:氧化还原反应中,以元素相邻价态间的转化最容易;同种元素不同价态之间若发生反应,元素的化合价只靠近而不交叉;同种元素相邻价态间不发生氧化还原反应。

方法技巧归纳

(1)同种物质中同种元素的化合价既升高又降低的反应称为歧化反应。

例: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(2)同种元素的不同化合价的物质化合价靠近而生成同种物质的反应称为归中反应。例: $5\text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(3)运用转化律可判断: SO_2 与 SO_3 、 SO_2 与浓 H_2SO_4 间不发生氧化还原反应, HCl 不能将 KClO_3 中 +5 价氯还原到 -1 价氯, Na_2SO_3 与 KMnO_4 和浓 H_2SO_4 混合液反应, H_2SO_4 只起介质作用。

7. 氧化还原反应方程式配平

(1)原则:氧化剂化合价降低总数等于还原剂化合价升高总数。

(2)步骤:写、标、找、求、配、看、查。

(3)方法:

①观察法配平(或整体法配平)

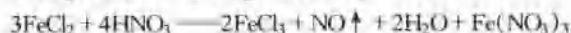
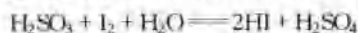


A. +3 B. +5 C. +6 D. +7

【解析】 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 中 R 元素的化合价为 $\frac{16-n}{2}$, 若参加反应的 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 的物质的量为 5 mol, 则 Mn^{2+} 的物质的量为 2 mol, 则 Mn^{2+} 失电子数等于 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 得电子数。 $5 \times [\frac{1}{2}(16-n) - 6] \times 2 = 2 \times 5$, $n=2$, 则 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 的符号为 $\text{R}_2\text{O}_8^{2-}$, 故 R 元素的化合价为 +7。

【答案】 D

【例7】 (南京·2004)根据下列反应:



判断有关物质还原性由强到弱的顺序是 ()

A. $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{NO}$ B. $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$

C. $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^- > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$ D. $\text{NO} > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NO}$

【解析】 在氧化还原反应中,氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性,还原剂的还原性大于还原产物的还原性,概括为:左>右。在第一个反应中, H_2SO_3 是还原剂, HI 是还原产物,还原性 $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^-$; 在第二个反应中, HI 是还原剂, FeCl_2 是还原产物,还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$; 在第三个反应中, FeCl_2 是还原剂, NO 是还原产物,还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{NO}$ 。故有还原性顺序为: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{NO}$ 。

【答案】 A

【例8】 (上海高考题) KClO_3 和浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物二氧化氯,其变化可表述为: $\square \text{KClO}_3 + \square \text{HCl}(\text{浓}) \rightarrow \square \text{KCl} + \square \text{ClO}_2 \uparrow + \square \text{Cl}_2 \uparrow + \square \square$

(1)请完成该化学方程式的配平(未知物化学式和系数填入方框内)。

(2)浓盐酸在反应中显示出来的性质是_____。

A. 只有还原性 B. 还原性和酸性
C. 只有氧化性 D. 氧化性和酸性

(3)产生 0.1 mol Cl_2 , 则转移的电子的物质的量为_____ mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性。因此,常被用作消毒剂,其消毒效率(以单位质量得到的电子数表示)是 Cl_2 的_____倍。

【解析】 (1)由转化律知:氧化产物是 Cl_2 , 还原产物为 ClO_2 , KCl 中的 Cl^- 来源于盐酸,然后依据化合价升降法配平。(2)由配平的方程式可知,参加反应的浓盐酸有一半被氧化,另一半起酸性作用。(3) Cl_2 来源于盐酸,一个 Cl^- 失一个电子变为氯原子,所以产生 0.1 mol Cl_2 转移电子 0.2 mol。

(4)消毒后, Cl 元素的价态变为 -1 价,对 ClO_2 单位质量得电子: $\frac{5 \text{ mol}}{67.5 \text{ g}}$; 对 Cl_2 单位质量得电子: $\frac{2 \text{ mol}}{71 \text{ g}}$; 两者的比值为 2.63。

【答案】 (1)2, 4, 2, 2, 1, 2, H_2O (2)B (3)0.2 (4)2.63

【例9】 (湖南·2005)某一反应体系中共有 As_2S_3 、 HNO_3 、 H_2SO_4 、 NO 、 H_3AsO_4 、 H_2O 六种物质。试回答:

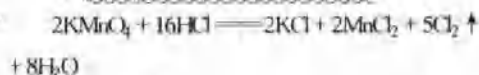
(1)已知 As_2S_3 是反应物之一,则该反应的氧化剂是_____,氧化产物是_____。

(2)写出并配平这个反应的化学方程式

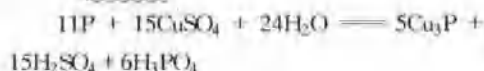
(3)用双线桥法标出电子数转移方向和总数



②化合价升降法配平(正向配平)



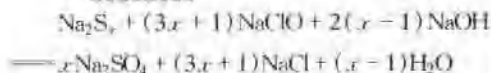
③逆向配平



④零价法配平



⑤代数法配平

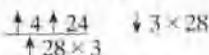
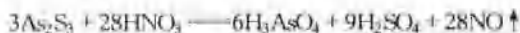


⑥归一法配平



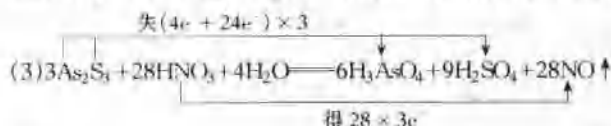
(4)若反应中有 1 mol NO 生成,则转移的电子总数是 _____ mol。

【解析】由题给条件知 As_2S_3 是反应物之一,则其对应的氧化产物是 H_3AsO_4 和 H_2SO_4 ,氧化剂是 HNO_3 ,还原产物是 NO。由于 As_2S_3 中 As 和 S 的化合价均升高可用整体法配平。



由质量守恒定律知, H_2O 应为反应物。28 mol NO 生成时,转移的电子数为 3×28 mol。故生成 1 mol NO 转移电子总数为 3 mol。

【答案】(1) HNO_3 ; H_3AsO_4 ; H_2SO_4



(4)3



高考闯关 名师点拨

高考闯关

1. 名题 (全国高考题)已知一定条件下, NH_4NO_3 受热分解的化学方程式为 $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (未配平),对此的一些说法中正确的是 ()

- A. H_2O 是氧化产物
- B. HNO_3 是还原产物
- C. 反应中被氧化的原子与被还原的原子个数比为 5:3
- D. 若有 2 mol N_2 生成,则反应中发生转移的电子数目是 3 mol

2. 预测题 已知硫酸锰(MnSO_4)和过量过硫酸钾($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$)两种盐溶液在 Ag^+ 催化下可发生氧化还原反应,生成高锰酸钾、硫酸钾和硫酸。则下列说法正确的是 ()

- A. 反应中有水参加
- B. 反应后溶液呈紫红色
- C. 该反应的氧化剂是 MnSO_4
- D. MnSO_4 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的化学计量数分别为 5 和 2

3. 名题 (华东竞赛题)已知 I^- 、 Fe^{2+} 、 SO_2 、 Cl^- 和 H_2O_2 均有还原性,它们在酸性溶液中还原性的强弱顺序为 $\text{Cl}^- < \text{H}_2\text{O}_2 < \text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{SO}_2$ 。则下列反应不能发生的是 ()

- A. $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$
- B. $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$
- C. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{SO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. $2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^-$

4. 预测题 已知氧化性 $\text{BrO}_3^- > \text{ClO}_3^- > \text{Cl}_2 > \text{IO}_3^- > \text{I}_2$,现将饱和氯水逐滴滴入 KI 淀粉溶液中直至过量

- (1)可观察到的现象是① _____;② _____。
- (2)写出有关的离子方程式① _____;
- ② _____。

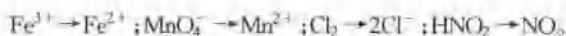
名师点拨

第 1、2 题考查有关氧化还原概念间的关系。解题的关键是写出反应的方程式并配平,然后根据氧化还原概念的关系:“失—高—氧—还;得—低—还—氧”的规律分析反应物和产物与化学计量数之间的关系寻找答案。

第 3、4 题考查氧化剂、还原剂之间常见反应规律。通常的思维步骤是:利用强弱律分析,正向或逆向推理解答。由于此处两题具有逆向思维的特点,难度相对较大,容易在推理过程中出错。



5. **名题** (上海·2003)已知在酸性溶液中,下列物质氧化KI时,自身发生如下变化:



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. Fe^{3+} B. MnO_4^- C. Cl_2 D. HNO_2

6. **预测题** 在外界提供相同电量的条件下, Cu^{2+} 或 Ag^+ 分别按 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 或 $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ 在电极上放电,若析出铜的质量为1.92 g,则析出银的质量为 ()

- A. 1.62 g B. 6.48 g C. 3.24 g D. 12.9 g

7. **名题** (全国高考题)还原 $2.4 \times 10^{-3} \text{ mol} [\text{XO}(\text{OH})_3]^+$ 到X元素的低价态时,消耗 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 溶液30 mL,则X元素的低价态是 ()

- A. +1 B. -1 C. 0 D. -2

8. **预测题** 0.8 mol 锌跟稀硝酸反应,消耗2 mol HNO_3 ,则还原产物可能是

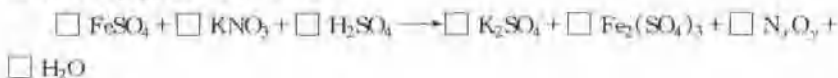
- ①NO ② NO_2 ③ N_2O ④ NH_4NO_3 ()

- A. ①④ B. ①② C. ②③ D. ③④

9. **预测题** Na_2S_x 在碱性溶液中可被 NaClO 氧化为 Na_2SO_4 ,而 NaClO 被还原为 NaCl ,若反应中 Na_2S_x 与 NaClO 的物质的量之比为1:16,则x值是 ()

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

10. **名题** (上海高考题)在热的稀硫酸溶液中溶解了11.4 g FeSO_4 。当加入50 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KNO_3 溶液后,其中的 Fe^{2+} 全部转化成 Fe^{3+} , KNO_3 也反应完全,并有 N_2O_y 氮氧化物气体逸出。



(1)推算出 $x = \underline{\hspace{1cm}}$, $y = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

(2)配平该化学方程式(化学计量数填写在上式方框内)。

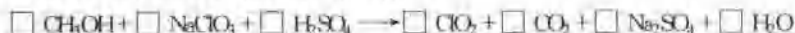
(3)反应中氧化剂为 。

(4)用短线和箭头标出电子转移的方向和总数。

11. **预测题** 目前新一代高效、无污染的消毒剂二氧化氯(ClO_2)已经被许多发达国家广泛应用在饮用水的处理上。

(1)实验室制备 ClO_2 的方法是用亚氯酸钠与氯气反应: $2\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$,反应中的氧化产物是 。

(2)工业制备 ClO_2 的一种方法是用甲醇在酸性介质中还原氯酸钠。请配平下列反应方程式,并标出电子转移的方向和数目:



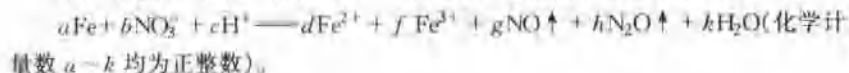
(3)若上述两个反应中转移等量的电子,则两种方法制得的 ClO_2 的物质的量之比为 $n(1):n(2) = \underline{\hspace{1cm}}$ 。

12. **名题** (全国高考·2000)在一定条件下, NO 跟 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O 。现有 NO 和 NH_3 的混合物1 mol,充分反应后所得产物中,若经还原得到的 N_2 比经氧化得到的 N_2 多1.4 g。

(1)写出反应的化学方程式并标出电子转移的方向和数目。

(2)若以上反应进行完全,试计算原反应混合物中 NO 与 NH_3 的物质的量可能各是多少。

13. **预测题** 已知单质铁溶于一定浓度的硝酸溶液中反应的离子方程式为:



回答下列问题:

第5、6题考查电子转移数目的分析和运用。采取的方法是物质的量应用于化学方程式计算联系起来,运用比较(如第5题)推理、守恒(如第6题)推理等关系解题。

第7~9题考查氧化还原反应本质的灵活运用。解题的方法是运用守恒律建立得失电子的等量关系,将化合价数值代入表达式中,从而求出化学式等相关量。解题的易错点在于忽视化学式中角标的意义,运算中漏掉角标使结果出现偏差。

第10、11题是氧化还原规律应用于实际问题的综合考查。此类试题往往通过一个反应过程,一个图示流程、图像、图表等多种形式反映工业生产,日常生活或科学研究中的实际问题来命题,试题综合程度较高。通常采取的思维步骤是整体把握、分块思考、各个击破。运用氧化还原反应相关知识和规律,根据试题设计要求,逐个作答。这是近年来高考化学命题的常见题型。解题的关键往往在于对化学方程式的配平和守恒方法的熟练运用。容易出错的考点在于配平时反应物或生成物的推断以及运用守恒法建立关系式找得失电子数时角标的疏漏。

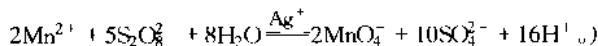
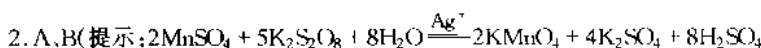
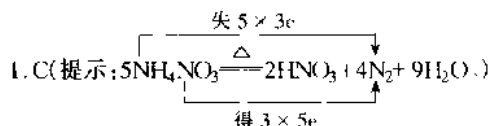
第12、13题考查氧化还原反应,物质的量与气体体积的综合计算。先配平方程式并分析反应物和生成物得失电子情况,然后利用物质的量应用于化学方程式的计算,采取讨论、推理计算等多种方法解答。解题的关键是如何建立已知量与待求量之间的关系式进行计算,而部分读者往往容易在此处落入命题者设计的陷阱不能自拔而导致错解。



- (1) 根据反应中氮、氢、氧三种元素的原子个数守恒,可得 c 、 g 、 h 的关系式是 (用一个代数式表示,下同)_____。
- (2) 根据反应中电荷守恒,可得 b 、 c 、 d 、 f 的关系式是_____。
- (3) 根据反应中电子转移的总数相等,可得 d 、 f 、 g 、 h 的关系式是_____。
- (4) 若 $a=12$,且铁和稀硝酸恰好完全反应,则 b 的取值范围是_____; c 的取值范围是_____。

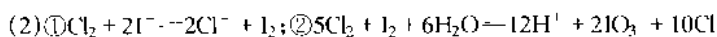


参考答案 解析提示



3. C、D (提示: 根据强弱律逆向思考,氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2 > \text{H}_2\text{SO}_4$,故选项 A、B 可以发生。)

4. (1) ①溶液由无色变为蓝色;②溶液蓝色褪去



5. B (提示: 若氧化剂的物质的量均为 1 mol,则 1 mol Fe^{3+} 、1 mol MnO_4^- 、1 mol Cl_2 、1 mol HNO_2 得到的电子数分别为 1 mol、5 mol、2 mol、1 mol,故得到 I_2 最多的是 MnO_4^- 。)

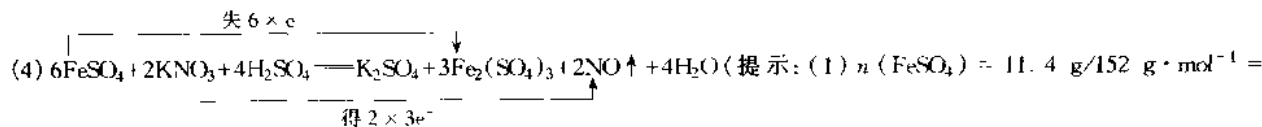
6. B (提示: $n(\text{Cu}) = \frac{1.92 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{e}^-) = 0.06 \text{ mol}$, $n(\text{Ag}) = n(\text{e}^-) = 0.06 \text{ mol}$, $m(\text{Ag}) = 0.06 \text{ mol} \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.48 \text{ g}$ 。)

7. A (提示: 由得失电子数守恒原理,设 x 元素的低价态为 n ,则 $2.4 \times 10^{-3} \times (6-n) = 0.2 \times 0.03 \times 2$, $n=1$ 。)

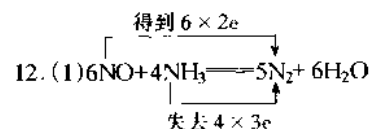
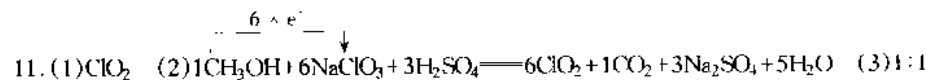
8. D (提示: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 根据得失电子守恒: ①若 HNO_3 被还原为氧化物,设其化合价为 x ;则: $0.8 \times 2 = (2-1.6) \times (5-x)$ $x=1$; ②若硝酸被还原为 NH_4NO_3 ,则: $0.8 \times 2 = [2-1.6-(2-1.6) \times \frac{1}{2}] \times 8$,此式成立。)

9. D (提示: Na_2S_x 是还原剂, S 元素的价态为 $-\frac{2}{x}$, NaClO 是氧化剂,根据得失电子数守恒原理得: $1 \times (6 + \frac{2}{x}) \cdot x = 16 \times 2$ $x=5$ 。)

10. (1) 1, 1 (2) 6, 2, 4, 1, 3, 2, 4 (3) KNO_3



(4) $6\text{FeSO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (提示: (1) $n(\text{FeSO}_4) = 11.4 \text{ g} / 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.075 \text{ mol}$, KNO_3 的物质的量为 $0.05 \text{ L} \times 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.025 \text{ mol}$, 设 NO_3^- 与 N_xO_y 中 N 元素化合价差为 a , 根据得失电子总数相等的原理,可得关系式: $0.075 \times 1 = 0.025 \times a$ $\therefore a=3$ 即 N_xO_y 中 N 元素化合价为 +2 价, N_xO_y 为 NO $\therefore x=y=1$ 。)



(2) 6 mol NO 还原得到 3 mol N_2 , 4 mol NH_3 氧化得到 2 mol N_2 , 两者相差 1 mol N_2 , 现在相差 1.4 g, $\frac{1.4 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 相当于 0.3 mol NO 和 0.2 mol NH_3 反应。

依题意 NO 和 NH_3 的总物质的量为 1 mol, 其中必有 1 种为过量, 所以有两种情况: 0.3 mol NO 和 0.7 mol NH_3 ; 0.2 mol NH_3 和 0.8 mol NO

13. (1) $c=4g+10h$ (2) $c-b=2d+3f$

(3) $2d+3f=3g+8h$ (4) $6 < b < 12$ $30 < c < 48$



第2讲 离子反应与离子共存

本讲内容涉及的考点有:理解离子反应;掌握离子互换反应发生的条件和离子方程式的书写;明确离子大量共存条件和规律;运用离子反应相关知识回答元素及其化合物相关问题。本讲内容在对溶液中反应本质的考查中占有十分重要地位,是高考热点内容之一。



考点诠释 对号入座

考点聚焦

1. 离子反应的概念和本质

- (1)离子反应:有离子参加或生成的反应。
- (2)范围:电解质在水溶液中发生的反应属于离子反应。离子反应包括离子互换反应及有离子参加的氧化还原反应。
- (3)本质:离子反应总是向着使溶液中某些离子浓度减小的方向进行。

2. 离子反应发生的条件

- (1)离子之间的互换反应(复分解反应)若满足下列条件之一,反应就能完成。
 - ①有难溶的物质生成。
 - ②有难电离的弱电解质(如 H_2O 、 CH_3COOH 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 等)生成。
 - ③有易挥发性物质(如 CO_2 、 NH_3 、 SO_2 等)生成。
- (2)溶液中发生的氧化还原反应,当满足较强的氧化剂与较强的还原剂混合时,反应就会发生。

3. 离子方程式及其书写

- (1)概念:用实际参加反应的离子符号表示化学反应的式子。
- (2)书写方法:
 - ①写:写出反应的化学方程式。
 - ②拆:把易溶于水、易电离的物质拆写成离子形式。
 - ③删:将不参加反应的离子从方程式两端删去。
 - ④查:检查方程式两端各元素的原子个数和电荷数是否相等。
 - (3)意义:不仅表示一定物质间的某个反应,而且还能表示同一类物质间的反应。

警示解题误区

- (1)易溶强电解质应拆写为离子形式,难溶物不应拆开而用化学式表示。
- (2)非电解质、单质、弱电解质、气体、氧

考题巧解

【例1】(湖北初赛·2004)某溶液中含有 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 CH_3COO^- 4种阴离子。向其中加入足量的 Na_2O_2 固体后,溶液中离子浓度基本保持不变的是(假设溶液体积无变化) ()

A. CH_3COO^- B. SO_3^{2-} C. CO_3^{2-} D. HCO_3^-

【解析】 Na_2O_2 溶于水后发生如下反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$; 在溶液中: $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 由于上述反应发生使得 $c(\text{HCO}_3^-)$ 减小, $c(\text{CO}_3^{2-})$ 增大。对于 SO_3^{2-} , $2\text{SO}_3^{2-} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_4^{2-}$ 由于此反应发生, $c(\text{SO}_3^{2-})$ 减小。 CH_3COO^- 不参与反应浓度不变。

【答案】 A

【例2】(浙江·2005)在稀硝酸铅 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$ 溶液中滴入几滴稀 Na_2SO_4 溶液,生成白色 PbSO_4 沉淀,再滴入数滴饱和醋酸钠溶液,微热并不断搅动,沉淀慢慢溶解。以上发生的都是复分解反应。回答:

- (1)写出反应过程的离子方程式_____。
- (2)试推测第二步离子反应发生的原因是_____。

【解析】根据左栏知识:难溶 PbSO_4 与 CH_3COONa 反应生成了更难电离的弱电解质 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 。

【答案】(1) $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 \downarrow$ $\text{PbSO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COO}^- \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ (2)生成了更难电离的弱电解质 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$

【例3】(北京海淀·2005)下列各组中两种溶液间的反应,均可用同一离子方程式来表示的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ 与 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3$
- B. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$ 与 $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{PbCl}_2$
- C. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- D. $\text{KOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$ 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$

【解析】根据左栏知识: CH_3COOH 、 PbSO_4 、 BaSO_4 、 AgCl 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 应写成分子形式; Na_2CO_3 写成 Na^+ 和 CO_3^{2-} 形式,而 NaHCO_3 应写成 Na^+ 和 HCO_3^- 的形式。因此选项 A 分别是 CH_3COOH 与 CO_3^{2-} 和 CH_3COOH 与 HCO_3^- 反应。选项 B 前者只生成 AgCl ,后者生成 AgCl 和 PbSO_4 。选项 C 前者只生成 BaSO_4 ,后者生成 BaSO_4 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【答案】 D

【例4】(全国高考题)能正确表示下列化学反应的离子方程式是 ()

- A. 用碳酸钠溶液吸收少量二氧化硫: $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$



化物等用化学式表示。

(3)微溶物作反应物,一般用离子符号表示;若是悬浊液写成化学式。微溶物作生成物,一般用化学式表示。

(4)非水溶剂中的离子反应,不用离子方程式表示。(如 C_{10} 与浓 H_2SO_4 , 固体 $Ca(OH)_2$ 与 NH_4Cl 固体反应)。

(5)水溶液中生成氨用 $NH_3 \cdot H_2O$ 形式表示;若加热或在强碱液中反应,可用 NH_3 表示,并注明“↑”符号。

(6)多元弱酸酸式根离子,本身难电离,在离子方程式中不能拆开写。

4. 与量有关的离子方程式的书写

(1)含义:某些物质之间的离子反应,由于反应物用量关系不同,会出现不同的离子方程式。

(2)书写方法步骤:

- ①定义完全反应物质的物质的量为 1 mol。
- ②找出完全反应物质各组成微粒的物质的量。
- ③计算参加反应的过量物质的物质的量。
- ④运用离子反应完成的条件完成反应离子方程式的书写。

命题方向预测

(1)从离子方程式正误判断的角度命题。考查对化学反应本质的理解能力。

(2)从与量有关的离子方程式书写角度命题。考查对元素及化合物知识关系的运用能力。

(3)从环境保护的角度命题。考查运用离子反应知识解决实际问题的能力。

5. 离子方程式正误判断

- (1)看反应原理是否正确,是否尊重客观事实。
- (2)看弱电解质、难溶物、氧化物、强电解质等物质化学式书写是否符合离子反应的要求。
- (3)看反应物或生成物中阴、阳离子配比是否正确。
- (4)看反应物用量关系是否正确。
- (5)看是否符合质量守恒和电荷守恒或得失电子数守恒关系。
- (6)看“—”“=”“↑”“↓”等使用是否正确。

B. 金属铝溶于盐酸中: $Al + 2H^+ \longrightarrow Al^{3+} + H_2 \uparrow$

C. 硫化钠溶于水中: $S^{2-} + 2H_2O \longrightarrow H_2S \uparrow + 2OH^-$

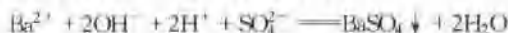
D. 碳酸镁溶于硝酸中: $CO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$

【解析】解本题时采用整体把握,各个击破的思维方法,对每一个离子方程式进行分析。选项 A 中 $CO_3^{2-} \xrightarrow{SO_2, H_2O} HCO_3^- \xrightarrow{\text{过量 } SO_2} CO_2$, 故选项 A 正确。选项 B 中式子两边原子个数相等,电荷不等,故选项 B 不正确。选项 C 中 Na_2S 溶于水发生水解, S^{2-} 的水解分步进行: $S^{2-} + H_2O \rightleftharpoons HS^- + OH^-$; $HS^- + H_2O \rightleftharpoons H_2S + OH^-$ 生成 H_2S 不易挥发,故选项 C 不正确。选项 D 中 $MgCO_3$ 难溶于水,应用化学式表示,不能写成离子形成,故选项 D 不正确。

【答案】A

【例 5】(上海六校·2005)下列离子方程式正确的是 ()

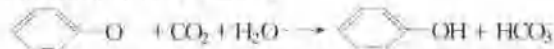
A. 过量的 $NaHSO_4$ 与 $Ba(OH)_2$ 溶液反应



B. NH_4HCO_3 溶液与过量 $NaOH$ 溶液反应



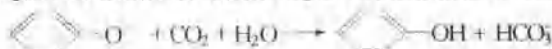
C. 苯酚钠溶液中通入少量 CO_2



D. $FeBr_2$ 溶液中通入过量 Cl_2



【解析】选项 A 中 1 mol $Ba(OH)_2$ 电离生成 2 mol OH^- 和 1 mol Ba^{2+} , 过量 $NaHSO_4$ 中应有 2 mol H^+ 中和 2 mol OH^- , 1 mol SO_4^{2-} 与 1 mol Ba^{2+} 生成 $BaSO_4$, 故选项 A 正确。选项 B 的离子方程式应为 $NH_4^+ + HCO_3^- + 2OH^- \longrightarrow NH_3 \uparrow + CO_3^{2-} + 2H_2O$; 选项 D 的离子方程式应为: $Fe^{2+} + 2Br^- + \frac{3}{2}Cl_2 \longrightarrow Fe^{3+} + Br_2 + 3Cl^-$, 式子两边同时乘“2”得: $2Fe^{2+} + 4Br^- + 3Cl_2 \longrightarrow 2Fe^{3+} + 2Br_2 + 6Cl^-$; 选项 C 酸性: $H_2CO_3 > C_6H_5OH > HCO_3^-$ 。因此, 少量 CO_2 通入苯酚钠溶液与过量 CO_2 通入苯酚钠溶液均可用下式表示:



【答案】A、C

【例 6】(太原·2005)下列离子方程式书写正确的是 ()

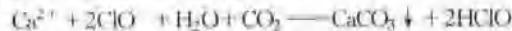
A. 碳酸氢钙溶液中加入过量的氢氧化钠溶液



B. 氯化铁溶液中通入硫化氢气体



C. 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳



D. 氯化亚铁溶液中加入硝酸



【解析】根据左栏知识:选项 A 的反应物用量关系不正确且有难溶物 $CaCO_3$ 生成。选项 B 的 H_2S 化学式书写不符合离子反应要求,不应拆写为 H^+ 和 S^{2-} 形式。选项 C 的反应原理不正确,过量 CO_2 通入, $CaCO_3$ 应转化为 $Ca(HCO_3)_2$ 。

【答案】D



6. 离子共存问题判断

(1)相互间结合生成难溶物或微溶物,不能大量共存。如 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} ; Ag^+ 与 Cl^- ; Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 与 OH^- 等。

(2)相互间结合生成难电离的物质,不能大量共存。如 H^+ 与 OH^- ; NH_4^+ 与 OH^- ; CH_3COO^- 与 H^+ ; PO_4^{3-} 与 H^+ 等。

(3)相互结合生成气体而不能大量共存。如 CO_3^{2-} 与 H^+ ; SO_3^{2-} 与 H^+ ; S^{2-} 与 H^+ 等。

(4)离子间能发生氧化还原反应而不能大量共存。如 Fe^{3+} 与 I^- ; MnO_4^- 与 Cl^- 、 Br^- 、 I^- ; MnO_4^- 与 S^{2-} ; Fe^{2+} 与 H^+ 和 NO_3^- 等。

(5)发生双水解反应的离子不能大量共存。如 Al^{3+} 与 S^{2-} ; I^- 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 等。

思维拓展延伸

(1)强酸性溶液中大量存在 H^+ , 弱酸阴离子和 OH^- 不能大量共存。

(2)强碱性溶液中大量存在 OH^- , 与 OH^- 能反应的 H^+ 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 不能大量共存。

(3)无色透明溶液中有色离子: Fe^{3+} (黄色)、 Cu^{2+} (蓝色)、 MnO_4^- (紫红色)、 Fe^{2+} (浅绿色) 不能大量共存。

(4)某些能发生络合反应的离子: Fe^{3+} 与 SCN^- 、 Fe^{2+} 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 不能大量共存。

(5)弱酸酸式根离子不能与 H^+ 、 OH^- 离子大量共存。如 HCO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 HS^- 、 HSO_3^- 与 H^+ 或 OH^- 等。

【例7】(黄冈·2005)下列各组离子:

(1) I^- 、 ClO^- 、 NO_3^- 、 H^+ ; (2) K^+ 、 NH_4^+ 、 HCO_3^- 、 OH^- ; (3) SO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 OH^- ; (4) Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- ; (5) H^+ 、 K^+ 、 AlO_2^- 、 HSO_3^- ; (6) Ca^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 。在水溶液中能大量共存的是 ()

- A. (1)和(6) B. (3)和(4)
C. (2)和(5) D. (1)和(4)

【解析】根据左栏知识:(1)中 H^+ 与 ClO^- 可生成 HClO , HClO 是弱电解质,且 HClO 、 HNO_3 是强氧化剂,而 I^- 是还原剂, HClO 、 HNO_3 与 I^- 之间能发生氧化还原反应。(2)中 NH_4^+ 与 OH^- 反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, HCO_3^- 与 OH^- 反应生成 CO_3^{2-} 和 H_2O 而不能共存。(5)中 H^+ 与 AlO_2^- 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 Al^{3+} , H^+ 与 HSO_3^- 生成 SO_2 而不能共存。(6)中 Ca^{2+} 与 CO_3^{2-} 生成 CaCO_3 , Ca^{2+} 与 SO_4^{2-} 生成 CaSO_4 而不能共存。只有(3)(4)中的离子能大量共存。

【答案】B

【例8】(春季高考题)某河道两旁有甲、乙两厂,它们排放的工业废水中,共含 K^+ 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 NO_3^- 六种离子。

甲厂的废水明显呈碱性,故甲厂废水中所含的三种离子是 _____、_____、_____。

乙厂的废水中含有另外三种离子。如果加一定量 _____ (填“活性炭”、“硫酸亚铁”或“铁粉”),可以回收其中的金属 _____ (填写元素符号)。

另一种设想是将甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合,可以使废水中的 _____ (填写离子符号)转化为沉淀,经过滤后的废水主要含 _____,可用来浇灌农田。

【解析】甲厂排放的工业废水明显呈碱性,一定含有 OH^- , 与 OH^- 可以共存的离子有 K^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- , 考虑到 Ag^+ 与 Cl^- 不能共存,所以甲厂废水中含 OH^- 、 K^+ 和 Cl^- , 乙厂废水中含 Ag^+ 、 Fe^{3+} 和 NO_3^- 。在乙厂废水中加入一定量的铁粉可得到 Ag 。

【答案】 OH^- 、 Cl^- 、 K^+ ; 铁粉; Ag ; Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- ; KNO_3



高考闯关 名师点拨

高考闯关

1. 名题 (全国高考题)(1)向 NaHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性,请写出发生反应的离子方程式 _____。

(2)在以上中性溶液中,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,请写出此步反应的离子方程式 _____。

2. 预测题 对应于离子方程式 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ 的化学方程式是 _____。

- A. $3\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$
B. $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
C. $\text{FeCl}_3 + 3\text{KOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{KCl}$
D. $\text{FeCl}_3 + 3\text{NaHCO}_3 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NaCl} + 3\text{CO}_2 \uparrow$

名师点拨

第1~3题考查离子反应概念和离子方程式相关知识。此处三题命题角度不同,方法使用上亦有差异。第1题可采用先写化学方程式,然后再改写成离子方程式的方法,易出现的错误是对“中性”一词容易理解不清。第2题采用逆向推理方法解答。第3题根据题给信息,可利用氧化还原反应的规律,考虑与量有关的问题,根据还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{Cl}^-$ 或 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ 的顺序,利用先后氧化规律写出反应的离子方程式。