



总主编 古之雄

胸有成竹一幅
胜似闲庭信步
赢高考
赢个气定神闲的潇洒

赢高考

根据人教社现行教材 / 2006年《考试大纲》编写

化学



学生用书

内蒙古少年儿童出版社



根据人教社现行教材/2006年《考试大纲》编写

赢 高考

化学

总 主 编:古之雄

本册主编:赵月华

编写人员:赵月华 黄 涛 高凌霄

酬壮志，壮豪情，高考一蹴弹指间。
专家智囊乾坤定，助赢高考莫言闲！

内蒙古少年儿童出版社

图书在版编目(CIP)数据

赢高考. 化学/古之雄主编. 一通辽:内蒙古少年儿童出版社, 2006. 4
(超能学习法丛书)
ISBN 7-5312-2000-8

I. 赢… II. 古… III. 化学课-高中-教学参考资料 IV. G634

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 026648 号

责任编辑/包宏宇

装帧设计/李运平

出版发行/内蒙古少年儿童出版社

地址邮编/内蒙古通辽市霍林河大街西 312 号(028000)

经 销/新华书店

印 刷/北京市鸿鹄印刷厂

字 数/4854 千字

规 格/880×1230 1/16

印 张/202.25

版 次/2006 年 4 月第 1 版

印 次/2006 年 4 月第 1 次印刷

定 价/380.00 元(全 9 册)

版权声明/版权所有 翻印必究

赢

回一片梦想的天空



高考，就像一个约定。

当你第一天跨进校园这片圣土，当你还不知道黑板上方“好好学习，天天向上”那八个大字的真正含义时，高考就已经给了求知若渴的学子们一个无声的约定，虽然你还不知道那是一场什么样的相逢。

于是你用十余年的光阴奔赴而去，任寒来暑往，任风雨飘摇，任关山月小，任柳岸风轻，任孤灯静寂了深夜，任奋斗挥霍了青春……

你像一个等待上战场的斗士，磨砺着自己的兵器，挥舞着驱马的长鞭。

想像着仗一把长剑，立于万峰之巅，任呼啸的风将衣袂拉起，笔直的身躯站出一副赢了天下的傲骨雄魂，站出一个王者归来的英雄神话！

终于走近了，弱化了曾经的神秘，清醒了心中的目标。

终于明白追求的岂是一个约定，那是一个不曾飞翔的梦想啊！

“俱怀逸兴壮思飞，欲上青天览日月”，《赢高考》志在必得，携你共迎2007年高考！

赢 在信息

- ◆ 涵盖高中阶段所有知识点、专题讲解，案例分析。
- ◆ 专家高考预测、命题趋势分析，复习方略指引。
- ◆ 三年高考真题再现，实战练兵，经典好题再现高考真谛。
- ◆ 阶段性复习效果评估，保证高考复习方向。

赢 在团队

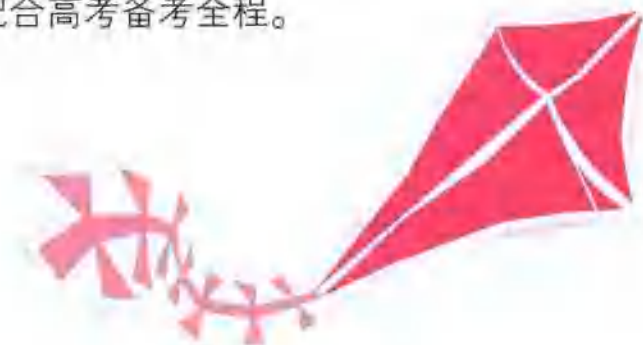
- ◆ 全国一线教学队伍中的学科精英、特级教师、学科带头人执笔。
- ◆ 高考命题研究专家最先备考理念指导，高考阅卷老师审编答案。

赢 在精致

- ◆ 题题精选精审精编，选题素材反映热点问题，命题角度既考查知识点掌握亦反映高考动态。
- ◆ 版式设计美观、大方，避免视觉疲劳。

赢 在科学

- ◆ 讲例结合，激活理论知识，在互动式学习中激发思维潜能。
- ◆ 紧扣应考师生心理，节奏分明，不拖沓不跳跃，以科学的结构架设和信息分布配合高考备考全程。



当倒计时的数字牌挂上黑板，分明听见时间的脚步似在飞奔，还等什么？你需要更高的效率，你才有更多的把握；你需要挖掘更多的潜力，你才有更多的机会。赢，不是一种结果，而是一个过程，一种状态，甚至只是一番准备……

《赢高考》，赢了高考，赢回一片梦想的天空。

《赢高考》丛书编委会
2006年4月于北京

目录

第一章 化学反应及其能量变化

本章复习总览	1
第 1 讲 氧化还原反应	1
第 2 讲 离子反应	6
第 3 讲 化学反应中的能量变化	11

第二章 碱金属

本章复习总览	16
第 4 讲 钠	16
第 5 讲 钠的化合物	19
第 6 讲 碱金属元素	24

第三章 物质的量

本章复习总览	28
第 7 讲 物质的量	28
第 8 讲 气体摩尔体积	30
第 9 讲 物质的量浓度	33

第四章 卤素

本章复习总览	37
第 10 讲 氯气	37
第 11 讲 卤族元素	39
第 12 讲 物质的量在化学方程式计算中的应用	42

第五章 物质结构 元素周期律

本章复习总览	44
第 13 讲 原子结构	44
第 14 讲 元素周期律	46
第 15 讲 元素周期表	47
第 16 讲 化学键	50

第六章 氧族元素 环境保护

本章复习总览	53
第 17 讲 氧族元素	53
第 18 讲 二氧化硫	55

第 19 讲 硫酸	57
第 20 讲 环境保护	60

第七章 碳族元素 无机非金属材料

本章复习总览	62
第 21 讲 碳族元素	62
第 22 讲 硅和二氧化硅	64
第 23 讲 无机非金属材料	65

第八章 氮族元素

本章复习总览	67
第 24 讲 氮和磷	67
第 25 讲 氨 铵盐	70
第 26 讲 硝酸	73
第 27 讲 氧化还原反应方程式的配平	74
第 28 讲 有关化学方程式的计算	76

第九章 化学平衡

本章复习总览	78
第 29 讲 化学反应速率	78
第 30 讲 化学平衡	79
第 31 讲 影响化学平衡的条件	82
第 32 讲 合成氨条件的选择	84

第十章 电离平衡

本章复习总览	86
第 33 讲 电离平衡	86
第 34 讲 水的电离和溶液的 pH	87
第 35 讲 盐类的水解	89
第 36 讲 酸碱中和滴定	91

第十一章 几种重要的金属

本章复习总览	94
第 37 讲 镁和铝	94
第 38 讲 铁和铁的化合物	98
第 39 讲 金属的冶炼	100

第 40 讲	原电池原理及其应用	101
--------	-----------------	-----

第十二章 烃

本章复习总览	104
第 41 讲 甲 烷	104
第 42 讲 烷 烃	105
第 43 讲 乙烯 烯烃	109
第 44 讲 乙炔 炔烃	111
第 45 讲 苯 芳香烃	112
第 46 讲 石油的分馏	115

第十三章 烃的衍生物

本章复习总览	118
第 47 讲 溴乙烷 卤代烃	118
第 48 讲 乙醇 醇类	121
第 49 讲 有机物分子式和结构式的确定	124
第 50 讲 苯 酚	126
第 51 讲 乙醛 醛类	129

第 52 讲	乙酸 羧酸	132
--------	-------------	-----

第十四章 糖类 油脂 蛋白质

本章复习总览	137
第 53 讲 葡萄糖 蔗糖	137
第 54 讲 淀粉 纤维素	139
第 55 讲 油 脂	141
第 56 讲 蛋白质	143

第十五章 合成材料

本章复习总览	146
第 57 讲 合成材料	146

第十六章 化学实验和化学计算

本章复习总览	149
第 58 讲 化学实验	149
第 59 讲 化学计算	173
参考答案及分析	182

目 录

第一章 化学反应及其能量变化	
第1讲复习效果评估卷	1
第2讲复习效果评估卷	5
第3讲复习效果评估卷	9
第一章复习效果检测卷	13
第二章 碱金属	
第4讲复习效果评估卷	15
第5讲复习效果评估卷	17
第6讲复习效果评估卷	19
第二章复习效果检测卷	21
第三章 物质的量	
第7讲复习效果评估卷	23
第8讲复习效果评估卷	25
第9讲复习效果评估卷	27
第三章复习效果检测卷	29
第四章 卤素	
第10讲复习效果评估卷	31
第11讲复习效果评估卷	33
第12讲复习效果评估卷	35
第四章复习效果检测卷	37
第五章 物质结构 元素周期律	
第13讲复习效果评估卷	39
第14讲复习效果评估卷	41
第15讲复习效果评估卷	43
第16讲复习效果评估卷	45
第五章复习效果检测卷	47
第六章 氧族元素 环境保护	
第17讲复习效果评估卷	49
第18讲复习效果评估卷	51
第19讲复习效果评估卷	53
第20讲复习效果评估卷	55
第六章复习效果检测卷	57
第七章 碳族元素 无机非金属材料	
第21讲复习效果评估卷	59
第22讲复习效果评估卷	61
第23讲复习效果评估卷	63
第七章复习效果检测卷	65
第八章 氮族元素	
第24讲复习效果评估卷	67
第25讲复习效果评估卷	69
第26讲复习效果评估卷	71
第27讲复习效果评估卷	73
第28讲复习效果评估卷	75
第八章复习效果检测卷	77
第九章 化学平衡	
第29讲复习效果评估卷	79

第30讲复习效果评估卷	81
第31讲复习效果评估卷	83
第32讲复习效果评估卷	87
第九章复习效果检测卷	89
第十章 电离平衡	
第33讲复习效果评估卷	91
第34讲复习效果评估卷	93
第35讲复习效果评估卷	95
第36讲复习效果评估卷	97
第十章复习效果检测卷	99
第十一章 几种重要的金属	
第37讲复习效果评估卷	101
第38讲复习效果评估卷	103
第39讲复习效果评估卷	105
第40讲复习效果评估卷	109
第十一章复习效果检测卷	111
第十二章 烃	
第41讲复习效果评估卷	115
第42讲复习效果评估卷	117
第43讲复习效果评估卷	119
第44讲复习效果评估卷	121
第45讲复习效果评估卷	123
第46讲复习效果评估卷	125
第十二章复习效果检测卷	127
第十三章 烃的衍生物	
第47讲复习效果评估卷	129
第48讲复习效果评估卷	131
第49讲复习效果评估卷	133
第50讲复习效果评估卷	135
第51讲复习效果评估卷	137
第52讲复习效果评估卷	139
第十三章复习效果检测卷	141
第十四章 糖类 油脂 蛋白质	
第53讲复习效果评估卷	143
第54讲复习效果评估卷	145
第55讲复习效果评估卷	147
第56讲复习效果评估卷	149
第十四章复习效果检测卷	151
第十五章 合成材料	
第57讲复习效果评估卷	153
第十五章复习效果检测卷	155
第十六章 化学实验和化学计算	
第58讲复习效果评估卷	157
第59讲复习效果评估卷	159
第十六章复习效果检测卷	161
第一轮复习效果综合测试卷	163
参考答案	167

第一章 化学反应及其能量变化

本章复习总览

一、考纲要求

1. 理解氧化和还原、氧化剂和还原剂、氧化性和还原性等概念。能分析并表示氧化还原反应中电子转移的方向和数目,并能配平化学方程式。
2. 了解离子反应和离子方程式的含义。掌握离子反应发生的条件和离子方程式的书写方法。
3. 了解化学反应中的能量变化。了解吸热反应和放热反应。

二、高考命题趋势预测

(一)氧化还原反应的考查稳中求新,稳中求活

综观高考新课程理科综合卷、上海卷、江苏卷均有氧化还原反应的典型试题,考查内容全面,几乎覆盖了氧化还原反应的所有考点,形式新颖灵活,题型主要是选择题和填空题。氧化还原反应的试题解法规律性强,有一定的技巧,同时因涉及知识面广,特别是与元素化合物知识综合在一起,会推出新的设问方式,新的题型,特别是与工农业生产、科研等实际相联系的知

识,解题时要灵活作答。

(二)离子方程式的正误判断、离子共存每年必考

离子共存问题会增加限制条件(如强酸性、强碱性等)、定性中有定量(如水电离出 $c(\text{H}^+) = 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中...等),综合元素化合物的大部分知识,题型变化多端,思维强度大。离子反应的问题除保持传统题外,关于信息型离子方程式的书写、离子反应的简单计算、污水的离子反应等必将在理科综合考试中担当重要角色。

(三)能量及其转化的综合利用

能源问题是涉及人类生活和世界发展的热点,随着社会的发展和人类生活水平的提高,对能源的需求会越来越大,而它对环境的影响也越来越显著。从能源问题切入,可引出多科知识,能培养或考查同学们的综合能力。能量及其转化是化学、物理、生物学科中的一个重要内容,是理解综合试题的载体之一,灵活运用能量间的相互转化关系是解决该类问题的关键。

第1讲 氧化还原反应

I. 考点梳理与精讲

一、高基础考点

考点1. 氧化还原反应的本质、特征及判断

精讲: (1) 微观本质: 有电子转移(得失或偏移)。(2) 宏观特征: 反应前后元素的化合价有变化。(3) 氧化还原反应的判断依据是反应前后元素的化合价发生了变化。凡是有元素的化合价升降的化学反应就是氧化还原反应; 元素的化合价反应前后均没有改变的化学反应就是非氧化还原反应。

【例1】 下列化工生产过程所发生的反应不属于氧化还原反应的是()

- A. 用油脂制肥皂
- B. 用铝土矿制金属铝
- C. 用氯气和消石灰制漂白粉
- D. 用氢气和氮气合成氨

分析: 判断氧化还原反应的最简单的方法是看元素的化合价在反应前后有无变化。B中: $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}$; C中: $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2$; D中: $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$, 均发生化合价变化。只有A选项各元素的化合价均未改变, 故答案为A。

提示: 本题以常见化工生产的实际例子考查氧化还原反应的基本概念与判断, 注意熟记常见化工生产

的基本化学反应原理。其他还有如硫酸工业、氯碱工业等。

考点2. 氧化还原反应概念间的相互关系

精讲:

化合价升高	↑	失电子	↑	还原剂	↑	还原性	↑	被氧化	↑	氧化反应	↑	氧化产物
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
宏观特征	↑	微观实质	↑	物质	↑	表现	↑	性质	↑	变化	↑	过程
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
化合价降低	↓	得电子	↓	氧化剂	↓	氧化性	↓	被还原	↓	还原反应	↓	还原产物

简记: 还一升一失一氧, 氧一降一得一还。

注意: ① 电子的得与失, 化合价的升与降是同时进行的, 并且, 还原剂失去的电子数 = 氧化剂得到的电子数(化合价升高总数 = 化合价降低总数)。② 氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物可以是不同物质, 也可以是同一物质。

【例2】 下列叙述中, 正确的是()

- A. 含金属元素的离子不一定是阳离子
- B. 在氧化还原反应中, 非金属单质一定是氧化剂
- C. 某元素从化合态变为游离态时, 该元素一定被还原
- D. 金属阳离子被还原一定得到金属单质

分析: 在氧化还原反应中非金属单质可以做氧化剂(如 O_2 、 Cl_2 等), 也可以做还原剂(如 H_2 、C 等), 故B选项不正确; 元素从化合态变为游离态时, 可能被氧

化,也可能被还原,如 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{H}_2 + \text{O}_2$, 故 C 选项不正确; 变价金属阳离子如 Fe^{3+} 被还原时, 可生成 Fe^{2+} , 也可生成 Fe , 故 D 选项不正确。含金属元素的离子如 AlO_2^- 、 MnO_4^- 等是阴离子, 故 A 选项正确。

考点 3. 常见的氧化剂与还原剂

精讲: 常见的氧化剂有: (1) 活泼的非金属单质如 O_2 、 Cl_2 、 S 等; (2) 高价金属阳离子如 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 等; (3) 高价或较高价含氧化合物如 MnO_2 、 Na_2O_2 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 HNO_3 、 H_2SO_4 (浓)、 HClO 等。

常见的还原剂: (1) 活泼或较活泼的金属如 K 、 Ca 、 Na 、 Mg 、 Al 等; (2) 部分非金属单质如 H_2 、 C 等; (3) 非金属阴离子如 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} 等; (4) 较低价的化合物如 CO 、 SO_2 、 NH_3 、 FeCl_2 等。

【例 3】 对于反应: $\text{XeF}_4 + 2\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow \text{Xe} + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2$, 下列说法正确的是()

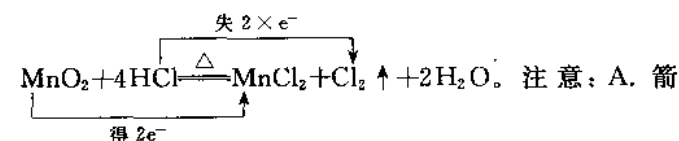
- A. XeF_4 被氧化
- B. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ 是还原剂
- C. 该反应是非氧化还原反应
- D. XeF_4 既是氧化剂, 又是还原剂

分析: 分析元素化合价变化情况: $\text{XeF}_4 \xrightarrow{+4} \text{Xe}$, 则 XeF_4 为氧化剂, 被还原, Xe 为还原产物; $\text{C}_3\text{H}_6 \xrightarrow{-\frac{4}{3}} \text{C}_3\text{H}_6\text{F}_2$, 则 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ 为还原剂, 被氧化, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2$ 为氧化产物, 故选 B。

提示: 解答氧化还原反应的基本概念判断题, 关键是要理清概念间的关系, 即考点 2 中的“还—升—失—氧, 氧—降—得—还”。

考点 4. 常见氧化还原方程式的类型及电子转移的表示方法

精讲: (1) 电子转移的表示方法。① 双线桥法:

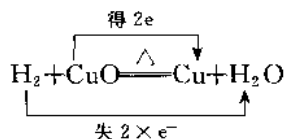


② 单线桥法: $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}.$

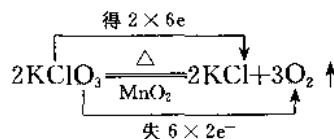
注意: A. 只在反应物一边架桥, 箭头由失电子原子指向得电子原子。B. 线桥上只标电子转移的数目, 不标“得”或“失”字样。C. 单线桥法表示的是还原剂和氧化剂之间电子转移的情况。

(2) 常见的氧化还原反应类型。

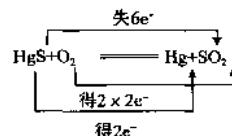
① 简单的不同物质间的氧化还原:



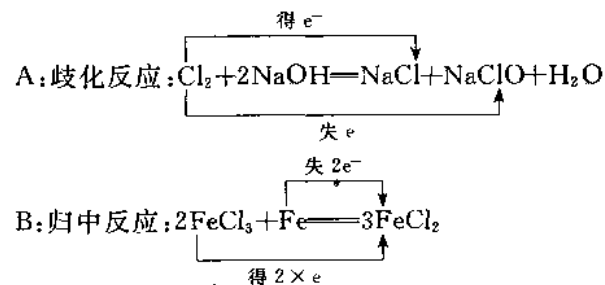
② 同一物质内的氧化还原:



③ 两种以上元素间的氧化还原:



④ 同一元素的氧化还原:



【例 4】 对于司机酒后驾车, 可对其呼出的气体进行检验而查出, 所利用的化学反应如下: 2CrO_3 (红色) + $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ (绿色) + $3\text{CH}_3\text{CHO}$, 被检测的气体成分是 _____, 上述反应中的氧化剂是 _____, 还原剂是 _____, 电子转移的数目是 _____。

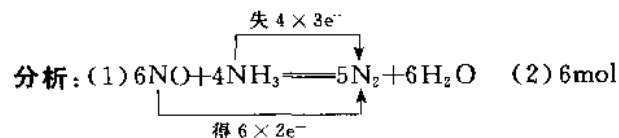
分析: 根据信息以及反应式可知被检测气体是乙醇蒸气, 根据化合价变化判断氧化剂为 CrO_3 , 而还原剂可以从有机物“失氢”得出。从 Cr 元素价态变化总数可计算电子转移数目。

答案: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; CrO_3 ; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; $6e^-$ 。

【例 5】 在一定条件下, NO 跟 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O 。现在 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, 并标明电子转移的方向和数目。

(2) 若以上反应完全进行, 试计算原混合物中 NO 和 NH_3 的物质的量可能各是多少?



NO 还原得 3 mol N_2 , 4 mol NH_3 氧化得 2 mol N_2 , 二者相差 1 mol N_2 。现相差 1.4 g, 即 $n(\text{N}_2) = \frac{1.4 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$



$=0.05\text{mol}$, 则应有 0.3mol NO 和 0.2mol NH_3 相互反应。依题意 NO 和 NH_3 的总物质的量为 1mol , 其中必有一种过量, 所以有两种情况: 若 NO 过量, $n(\text{NH}_3)=0.2\text{mol}$, $n(\text{NO})=0.8\text{mol}$; 若 NH_3 过量, $n(\text{NO})=0.3\text{mol}$, $n(\text{NH}_3)=0.7\text{mol}$ 。

提示: 计算氧化还原反应中电子转移数目时, 一要掌握计算方法[一个原子得(或失)电子数 $\times$ 发生得(或失)电子的原子个数]; 二要注意反应类型(如歧化反应中电子转移从生成物易于判断, 而归中反应从反应物易于判断)。氧化还原反应电子转移表示方法注意不要与化学方程式配平方法相混淆, 线桥上不写化合价升降情况及氧化、还原情况。

考点 5. 氧化还原反应和四种基本反应类型的关系

精讲: 首先, 根据反应前后物质种类分为化合、分解、置换和复分解反应, 此四种无机反应中的典型反应, 未包含所有的反应; 根据反应中是否有化合价升降将所有的反应分为氧化还原和非氧化还原反应。

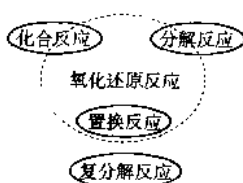


图 1-1-1

其次, 凡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均属于氧化还原反应; 复分解反应均属非氧化还原反应, 关系如图 1-1-1 所示。

【例 6】 下列反应: ① $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, ② $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$, ③ $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, ④ $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$, ⑤ $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, ⑥ $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\Delta} 2\text{CO}$, ⑦ $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, ⑧ $\text{AlCl}_3 + \text{Na}_3\text{P} \xrightarrow{\text{高温}} \text{AlP} + 3\text{NaCl}$ 。属于分解反应的是_____(填序号, 下同), 置换反应的是_____, 复分解反应的是_____, 氧化还原反应的是_____。

分析: 根据考点 5 可知: 分解反应形式是 $\text{AB} \rightleftharpoons \text{A} + \text{B}$, 化合反应形式是 $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$, 置换反应形式是 $\text{AB} + \text{C} \rightleftharpoons \text{AC} + \text{B}$, 复分解反应形式是 $\text{AB} + \text{CD} \rightleftharpoons \text{AC} + \text{BD}$, 从反应形式即可迅速作答。

答案: ①②; ⑤; ⑦⑧; ②③⑤⑥。

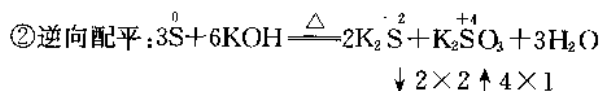
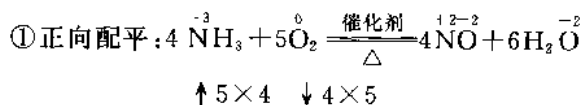
考点 6. 氧化还原反应方程式的配平

精讲: (1) 配平三原则: ①电子守恒, 即电子转移数目相等。②质量守恒, 即反应前后原子的种类和数目相等。③电荷守恒, 即反应前后电荷总数相等。

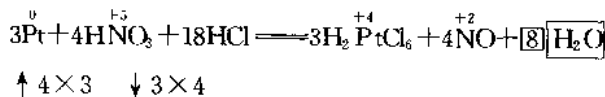
(2) 配平五步骤: ①标变价: 依分子式标明反应前后化合价有变化的元素的化合价。②列变化: 列出元素化合价升高和降低的数值。③求总数: 求元素化合价升降数的最小公倍数, 以确定氧化剂、还原剂、氧化

产物、还原产物的系数。④配系数: 用观察法配平其他物质的系数。⑤守恒定: 根据配平三原则, 检查两边原子是否守恒, 一般用氧原子检查是否配平。

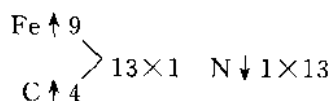
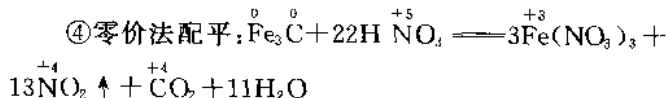
(3) 配平技巧:



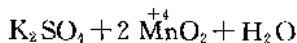
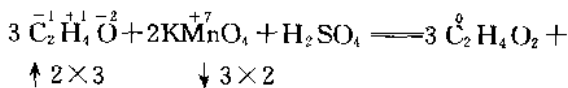
③缺项配平: 一般先确定氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的系数, 再通过比较反应物与生成物, 确定缺项(一般为 H_2O 、 H^+ 或 OH^-), 最后观察配平。



比较两边 H 、 O 原子个数, 可知未知物中含有 H 、 O 元素, 未知物应为水, 由原子个数守恒, 得系数为 8。

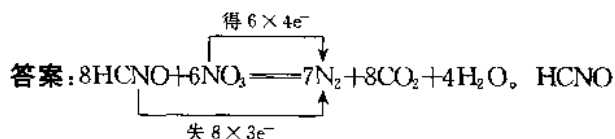


⑤均价法配平: 适用于有机氧化还原方程式的配平。根据 $\overset{+1}{\text{H}}$ 、 $\overset{-2}{\text{O}}$, 确定碳的平均化合价, 再用适当方法配平。



【例 7】 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: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \rightleftharpoons 3\text{HCNO}$ 。HCNO(异氰酸, 其结构是 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$)能和 NO_2 反应生成 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。写出 HCNO 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。

分析: 根据异氰酸结构 $\text{H}-\text{N}=\text{C}=\text{O}$, 其中 H 为 $+1$ 价, N 为 -3 价, O 为 -2 价, C 为 $+4$ 价, HCNO 中氮元素化合价由 -3 价上升为 0 价, NO_2 中氮元素从 $+4$ 价下降为 0 价。



中的氮元素被氧化, NO_2 中的氮元素被还原。

二、延伸考点

考点 7. 氧化性、还原性强弱的判断方法。

精讲: (1) 根据氧化还原反应的方向判断: 强氧化剂 + 强还原剂 $\longrightarrow$ 弱氧化产物 + 弱还原产物。氧化性: 强氧化剂 > 弱氧化产物, 还原性: 强还原剂 > 弱还原产物。如: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} + 2\text{HCl}$ 氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$, 还原性: $\text{H}_2\text{S} > \text{HCl}$ 。

(2) 据金属活动性(或元素的金属性)强弱比较:

$\text{K} \quad \text{Ca} \quad \text{Na} \cdots \text{Fe} \cdots \text{Cu} \quad \text{Hg} \quad \text{Ag} \quad \text{Pt} \quad \text{Au}$
 $\longrightarrow$ 原子(或单质)还原性
 逐渐减弱, 对应阳离子氧化性逐渐增强。

(3) 根据非金属活动性(或元素的非金属性)比较常见元素) $\xrightarrow{\text{F} \quad \text{Cl} \quad \text{Br} \quad \text{I} \quad \text{S}}$ 原子(或单质)氧化性逐渐减弱, 对应阴离子还原性逐渐增强。

(4) 根据反应条件判断。当不同氧化剂跟同一还原剂反应时, 如氧化产物价态相同, 可根据反应条件的难、易进行判断。如: $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 \longrightarrow 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ①, $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ②, $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2 \uparrow$ ③。

上述三个反应中, 还原剂都是浓盐酸, 氧化产物都是 Cl_2 , 而氧化剂分别是 KMnO_4 、 MnO_2 和 O_2 , 反应条件①式常温; ②式加热; ③式加热并加催化剂。综上可知, 氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

(5) 根据使其他物质被氧化或被还原的程度判断。不同氧化剂使同一还原剂被氧化的程度越大, 氧化剂的氧化性越强。如: $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe} \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$, $\text{S} + \text{Fe} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$, 可以判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

(6) 根据同种元素的不同价态判断。元素为最高价态时, 只有氧化性, 为最低价态时, 只有还原性; 为中间价态时既有氧化性, 又有还原性, 且一般随化合价的降低, 其氧化性减弱, 还原性增强。例如:

$\overset{0}{\text{Fe}} \quad \overset{+2}{\text{Fe}} \quad \overset{+3}{\text{Fe}} \longrightarrow$ 氧化性增强, 还原性减弱。

一般来说, 稳定性越差的氧化剂, 其氧化性越强。

例如:

$\text{HClO}_4 \quad \text{HClO}_3 \quad \text{HClO}_2 \quad \text{HClO} \longrightarrow$ 氧化性逐渐增强

(7) 据元素周期表判断:

① 同主族元素(从上到下)。 $\xrightarrow{\text{F} \quad \text{Cl} \quad \text{Br} \quad \text{I}}$ 非金属原子(或单质)氧化性逐渐减弱。对应阴离子还原性逐渐增强。

② 同周期主族元素(从左到右)。
 $\text{Na} \quad \text{Mg} \quad \text{Al} \quad \text{Si} \quad \text{P} \quad \text{S} \quad \text{Cl} \longrightarrow$ 单质还原性逐渐减弱, 氧化性逐渐增强, 对应阳离子氧化性逐渐增强, 阴离子还原性逐渐减弱。

(8) 根据原电池、电解池中的电极反应判断: ①在原电池反应中, 相对活泼的金属为负极, 即还原性: 负极金属 > 正极金属。②在电解池反应中, 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。

(9) 根据元素的原子得到(或失去)相同数目的电子时, 放出(或吸收)的能量多少判断: ①原子获得相同数目的电子时, 放出能量多的原子氧化性相对强, 生成的阴离子还原性相对弱。②原子失去相同数目的电子时, 吸收能量多的原子还原性相对弱, 生成的阳离子氧化性相对强。

如: $\text{H}_2 + \text{X}_2 \longrightarrow 2\text{HX}$; ΔH_1 。 $\text{H}_2 + \text{Y}_2 \longrightarrow 2\text{HY}$; ΔH_2 。若 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, 则氧化性 $\text{X}_2 > \text{Y}_2$; 还原性: $\text{X}^- < \text{Y}^-$ 。

(10) 根据物质浓度大小判断: 具有氧化性(或还原性)的物质浓度越大, 其氧化性(或还原性)越强, 反之, 其氧化性(或还原性)越弱。如氧化性: 浓 $\text{HNO}_3 >$ 稀 HNO_3 。

【例 8】 R、X、Y、Z 四种元素, 其常见化合价均为 +2 价, 且 X^{2+} 与单质 R 不反应; $\text{X}^{2+} + \text{Z} \longrightarrow \text{X} + \text{Z}^{2+}$; $\text{Y} + \text{Z}^{2+} \longrightarrow \text{Y}^{2+} + \text{Z}$ 。这四种离子被还原成 0 价时表现的氧化性大小符合()

- A. $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$
 B. $\text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+}$
 C. $\text{Y}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{X}^{2+}$
 D. $\text{Z}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{R}^{2+} > \text{Y}^{2+}$

分析: 氧化还原反应一般通式为: 氧化剂 + 还原剂 $\longrightarrow$ 氧化产物 + 还原产物, 其中氧化性: 氧化剂 > 氧化产物。据 $\text{X}^{2+} + \text{Z} \longrightarrow \text{X} + \text{Z}^{2+}$ 得, 氧化性 $\text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+}$; 据 $\text{Y} + \text{Z}^{2+} \longrightarrow \text{Y}^{2+} + \text{Z}$ 得氧化性: $\text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$; 据 X^{2+} 与单质 R 不反应得氧化性: $\text{X}^{2+} < \text{R}^{2+}$ 。综合起来氧化性: $\text{R}^{2+} > \text{X}^{2+} > \text{Z}^{2+} > \text{Y}^{2+}$ 。答案为 A。

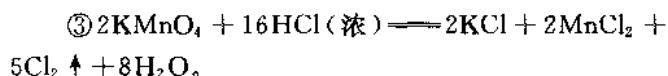
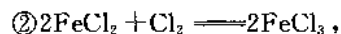
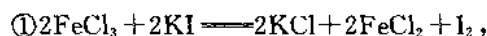
【例 9】 已知 H_2O_2 、I $^-$ 、 SO_2 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 均具有还原性, 它们在酸性溶液中的还原性强弱顺序为: $\text{SO}_2 > \text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{H}_2\text{O}_2 > \text{Cl}^-$ 。判断下列反应不能发生的是()

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

分析: 本题是例 8 的逆向运用, 即已知物质的氧化性(或还原性), 判断氧化还原反应能否发生及如何发生。能发生的应符合题设所给还原性顺序。A、B、D 所给反应可分别判断出还原性: A 中 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+}$, B 中 $\text{SO}_2 > \text{I}^-$, D 中 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, 还原性顺序与题给一致, 而 C 中 $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{SO}_2$, 还原性与题给顺序相反, 故 C 选项错。

误。答案为 C。

【例 10】 有下列三个氧化还原反应：



若某溶液中 Fe^{2+} 和 I^- 共存,要氧化除去 I^- 而又不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- ,可加入的试剂是()

- A. Cl_2 B. KMnO_4
C. FeCl_3 D. HCl

分析:由氧化还原反应进行方向规律可知氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{Cl}_2 > \text{FeCl}_3 > \text{I}_2$,若氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 、 Cl^- ,所加氧化剂氧化性不能强于 Cl_2 和 KMnO_4 ,故应加入 FeCl_3 ,答案为 C。

【例 11】 已知氰 $(\text{CN})_2$ 、硫氰 $(\text{SCN})_2$ 的化学性质和卤素很相似,化学上称为拟卤素。如: $(\text{SCN})_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HSCN} + \text{HSCNO}$ 。它们的阴离子的还原性强弱为: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$ 。

试写出:

(1) $(\text{CN})_2$ 和 KOH 溶液反应的化学方程式。

(2) 向 NaBr 和 KSCN 的混合溶液中加入 $(\text{CN})_2$,反应的离子方程式。

分析:本题为一信息给予题。应抓住两条信息,一是 $(\text{CN})_2$ 、 $(\text{SCN})_2$ 与 X_2 相似,与碱的反应可看作 Cl_2 迁移;二是阴离子还原性顺序: $\text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{CN}^- < \text{SCN}^- < \text{I}^-$,可见 $(\text{CN})_2$ 只能氧化 SCN^- ,不能氧化 Br^- 。

答案:(1) $(\text{CN})_2 + 2\text{KOH} \longrightarrow \text{KCN} + \text{KCNO} + \text{H}_2\text{O}$;(2) $2\text{SCN}^- + (\text{CN})_2 \longrightarrow 2\text{CN}^- + (\text{SCN})_2$ 。

提示:氧化性、还原性强弱判断问题解答应理解并熟记规律,然后用于具体问题情境中。

◆三、综合考点

考点 8. 氧化还原反应的综合分析计算、应用

精讲:(1)主要类型:①求氧化剂与还原剂或氧化产物与还原产物的物质的量之比或质量比。②通过计算确定元素的化合价或氧化产物、还原产物的组成。③根据氧化还原反应的先后次序进行计算。

(2)基本方法—电子得失守恒法。其计算的关系式是:失电子原子的物质的量 $\times$ 化合价升高值 = 得电子原子的物质的量 $\times$ 化合价降低值。

【例 12】 将 10.08g 铁粉溶于过量的稀硫酸中,所得溶液中加入 5.05g KNO_3 氧化溶液中的 Fe^{2+} ,反应完成后,剩余的 Fe^{2+} 尚需 30mL $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溴水

才能全部氧化,请写出上述三个反应的化学方程式。

分析:此题涉及多个氧化还原反应,还原剂是 Fe^{2+} ,氧化剂为 KNO_3 和 Br_2 ,应首先确定 KNO_3 的还原产物。设生成的还原产物中氮元素价态降低 x 价,由得失电子守恒关系知: $\frac{10.08\text{g}}{56\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 1 = 0.03\text{L} \times 0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 + \frac{5.05\text{g}}{101\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times x$ 解得 $x=3$,故还原产物为 NO 。

答案:① $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$; ② $6\text{FeSO}_4 + 2\text{KNO}_3 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{NO} \uparrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$; ③ $6\text{FeSO}_4 + 3\text{Br}_2 \longrightarrow 2\text{FeBr}_3 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。

提示:这是一类已知氧化剂、还原剂的质量比,求氧化产物或还原产物的计算题。应牢牢抓住氧化剂化合价降低的总数等于还原剂化合价升高的总数,即得失电子总数相等。

II. 3 年高考真题回题

【展现 1】 (2003,上海,3分) NaH 是一种离子化合物,它跟水反应的方程式为: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,它也能跟液氮、乙醇等发生类似的反应,并能产生氢气。下列有关 NaH 的叙述错误的是()

- A. 跟水反应时,水作氧化剂
B. NaH 中 H^- 半径比 Li^+ 半径小
C. 跟液氮反应时,有 NaNH_2 生成
D. 跟乙醇反应时, NaH 被氧化

【展现 2】 (2003,上海,6分) 在热的稀硫酸溶液中溶解了 11.4g FeSO_4 。当加入 50mL $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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。
 $\square \text{FeSO}_4 + \square \text{KNO}_3 + \square \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \square \text{K}_2\text{SO}_4 + \square \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \square \text{N}_x\text{O}_y + \square \text{H}_2\text{O}$

(1)推算出 $x=$ _____, $y=$ _____。

(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。

【展现 3】 (2005,全国,6分) 已知 KH 和 H_2O 反应生成 H_2 和 KOH ,反应中 1mol KH ()

- A. 失去 1mol 电子
B. 得到 1mol 电子
C. 失去 2mol 电子
D. 没有电子得失

第2讲 离子反应

I. 考点梳理与精讲

一、基础考点

考点 1. 电解质和非电解质及强电解质和弱电解质的比较

精讲: 表 1-2-1 电解质和非电解质的比较

电解质		非电解质
定义	在水溶液或熔化状态下能够导电的化合物	在水溶液和熔化状态下均不导电的化合物
判断	看其水溶液或熔化状态下能否导电	看其水溶液和熔化状态下是否均不导电
物质类别	酸、碱、盐、水等	大多数有机物、非金属氧化物
电解质和非电解质均是纯净物,是化合物		

表 1-2-2 强电解质、弱电解质的比较

强电解质		弱电解质
物质结构	离子化合物、部分共价化合物	部分共价化合物
电离程度	全部	部分
溶液微粒	离子、水分子	离子、溶质分子、水分子
物质类别	强酸、强碱、大多数盐	弱酸、弱碱、水

注意: 电解质溶液的导电能力强弱取决于溶液中自由移动的离子的浓度及离子所带的电荷; 强弱电解质的根本区别是全部电离还是部分电离, 而不是通过溶液的导电性来划定; BaSO_4 、 CaCO_3 等难溶于水, 其水溶液导电性很弱, 但在熔化或溶于水的部分是完全电离的, 故它们是强电解质。

【例 1】把 0.05 mol NaOH 固体分别加入到 100 mL 下列溶液中, 溶液的导电能力变化最小的是 ()

- A. 自来水
B. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸
C. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CH_3COOH 溶液
D. $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KCl 溶液

分析: 导电能力变化最小, 说明自由离子浓度变化最小。B 中 $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$, 反应前后从 $\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl}$, 离子浓度基本不变, 故 B 正确。

【例 2】下列叙述正确的是 ()

- A. 氯化钠溶液在电流作用下电离成钠离子和氯离子
B. 溶于水后能电离出氢离子的化合物都是酸
C. 硫酸钡难溶于水, 但硫酸钡属于强电解质
D. 二氧化碳溶于水能部分电离, 故二氧化碳是弱电解质

分析: 电解质电离的条件是在水溶液中或熔化状态下, 而非直流电作用, 故 A 错。酸是在电离后产生的阳离子全部是 H^+ 的化合物, 如 NaHSO_4 则为盐, 故 B 错。 BaSO_4 虽然难溶于水, 但溶解的部分完全电离, 故属于强电解质, C 正确。电解质必须是本身能电离出

自由移动的阴阳离子, CO_2 的水溶液能导电, 是因为 CO_2 与 H_2O 反应生成了电解质 H_2CO_3 并发生电离的结果, 故 D 错。 答案: C。

【例 3】向盛有一定量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的溶液中逐滴加入稀硫酸, 直至过量, 整个过程中混合溶液的导电能力 (用电流强度 I 表示) 近似地用如图 1-2-1 表示的是 ()

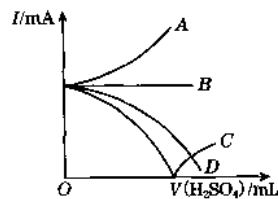


图 1-2-1

分析: 溶液的导电能力强弱取决于溶液中自由移动的离子浓度。 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 是强电解质, 加 H_2SO_4 前有一定导电能力, 加入 H_2SO_4 后因发生反应: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 使溶液中离子浓度减小, 当二者恰好完全反应时, 导电能力几乎为零; 再继续滴加, 因 H_2SO_4 是强电解质, 电离出 H^+ 和 SO_4^{2-} , 而导电性增强。 答案: C。

【例 4】下列物质容易导电的是 ()

- A. 熔融的氯化钠
B. 硝酸钾溶液
C. 硫酸铜晶体
D. 无水乙醇

分析: 电解质导电的前提是溶于水或熔化状态, 无水乙醇是非电解质, 以分子形式存在, 故 D 错。硫酸铜晶体虽由离子构成, 但不能自由移动, 故 C 错。 答案: A、B。

提示: 解答此类题的关键是记清概念, 理解其内涵和外延。

考点 2. 离子反应和离子方程式意义

精讲: 离子反应: 在溶液中进行有离子参加或生成的化学反应。中学化学中只讨论在溶液中进行的复分解反应和有离子参加的氧化还原反应。离子方程式: 是用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子。离子方程式不仅表示某个具体的化学反应, 而且代表所有同一类型的离子反应。如 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 表示所有可溶性银盐和可溶性盐酸盐或盐酸的反应。 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 不表示所有的酸碱中和反应, 而应为强酸跟强碱生成可溶性盐和水的一类离子反应。

【例 5】下列各组中两种溶液间的反应, 均可用同一离子方程式表示的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3$
B. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$, $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{PbCl}_2$
C. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$, $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
D. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2$, $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

分析: A 选项离子方程式分别为 $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CO}_3^{2-} = 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COO}^-$; B 选项

Ag_2SO_4 和 PbCl_2 都为难溶物; C 选项 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 中四种离子都参加反应; 故只有 D 正确。

提示: 解答此类题关键是分析所给离子方程式所表示的意义, 并记清哪些物质要拆成离子, 哪些物质则必须保留分子形式。

考点 3. 离子方程式的书写

精讲: (1) 书写步骤: ①写是基础: 正确写出配平的化学方程式。②拆是关键: 把易溶于水、强电解质拆成离子形式。③删是手段: 删去两边不参加反应的离子。④查是途径: 检查两边原子个数和电荷数是否相等。

(2) 注意的问题: ①抓住两易、两等、两查。两易: 即易溶、易电离的物质用实际参加反应的离子符号表示, 单质、氧化物、气体、难溶物、弱电解质等用分子形式表示。两等: 离子方程式两边的原子个数、电荷总数应相等。两查: 检查各项是否都有公约数, 是否漏写必要的反应条件。

②没有自由移动的离子参加的反应, 不能书写离子方程式。如 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$; $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) + \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$; $\text{NaCl}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$; $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓})$ 等。

③多元弱酸的酸式酸根离子不能拆开写。如 NaHCO_3 溶液和稀盐酸反应: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

④氨水作反应物时写 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 作为生成物, 若有加热条件或浓溶液时, 应写成 NH_3 。如 NaOH 溶液和 NH_4Cl 溶液混合加热: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 稀溶液又不加热: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

⑤微溶物的处理有三种情况: A. 生成物中有微溶物析出时, 微溶物用化学式表示。如 Na_2SO_4 溶液和 AgNO_3 溶液反应: $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ = \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$; B. 当反应物中有微溶物处于溶液状态(稀溶液)应写成离子形式。如 CO_2 通入澄清石灰水: $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; C. 反应物中有微溶物处于悬浊液或固态时, 应写成化学式。如在石灰乳中加入 Na_2CO_3 溶液: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ 。

⑥操作顺序或用量不同时, 离子方程式不同。如少量烧碱溶液滴入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中: $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; 少量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液滴入烧碱溶液中: $2\text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 。

【例 6】 写出下列反应的离子方程式:

- (1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (2) 足量石灰水和 NaHCO_3 溶液
- (3) H_2S 通入 CuSO_4 溶液
- (4) 石灰石和盐酸
- (5) 向 NaOH 溶液中逐滴加入过量的 AlCl_3 溶液

- (6) 向 AlCl_3 溶液中逐滴加入过量的 NaOH 溶液
- (7) 钠粒投入水中
- (8) NaHCO_3 溶液和 AlCl_3 溶液混合
- (9) 用惰性电极电解硝酸铜溶液
- (10) 氯气通入 NaOH 溶液
- (11) 甲酸溶液与 NaOH 溶液
- (12) 过量氨水和 AlCl_3 溶液

答案: (1) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ (2) $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$ (4) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (5) $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}^{3+} + 3\text{AlO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ (6) $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (7) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (8) $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ (9) $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ (10) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (11) $\text{HCOOH} + \text{OH}^- = \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (12) $3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

【例 7】 在含有 $n\text{mol}$ FeBr_2 的溶液中, 通入的 Cl_2 的物质的量为 $x\text{mol}$ 。

- (1) 当 $x \leq 0.5n\text{mol}$ 时, 这一反应的离子方程式是_____。
- (2) 当 $x \geq 1.5n\text{mol}$ 时, 这一反应的离子方程式是_____。
- (3) 当 $x = n\text{mol}$ 时, 这一反应的离子方程式是_____。

分析: 因 Fe^{2+} 还原性大于 Br^- , 由氧化还原反应的先强后弱规律, 通入 Cl_2 时, Fe^{2+} 优先被氧化。

答案: (1) $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$
 (2) $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$
 (3) $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$

【例 8】 在做导电性实验时, 将一定浓度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液逐滴滴入 10mL 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 同浓度(该浓度是指在 1 升溶液中所含的 H_3PO_4 分子数和 Ba^{2+} 离子个数相等)的 H_3PO_4 溶液中, 并不断搅拌, 直至过量, 用电流计记录通过电流强度的大小如图 1-2-2; 试用离子方程式表示由 A→E 所发生的化学反应, 并解释电流强度的变化情况。

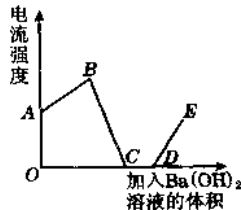


图 1-2-2

[提示: H_3PO_4 为弱电解质, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 和 H_3PO_4 可分步反应依次生成: $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, BaHPO_4 和 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$, 其中只有 $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 为可溶性盐]

(1) A→B 离子方程式: _____



原因:_____。

(2) $B \rightarrow C$ 离子方程式:_____。

原因:_____。

(3) $C \rightarrow D$ 离子方程式:_____。

原因:_____。

(4) $D \rightarrow E$ 电离方程式:_____。

原因:_____。

答案: (1) $Ba^{2+} + 2OH^{-} + 2H_3PO_4 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2H_2PO_4^{-} + 2H_2O$; H_3PO_4 为弱电解质, 与 $Ba(OH)_2$ 反应生成了易溶的强电解质 $Ba(H_2PO_4)_2$, 增加了离子浓度, 从而使电流强度增大 (2) $Ba^{2+} + 2H_2PO_4^{-} + Ba^{2+} + 2OH^{-} \rightleftharpoons 2BaHPO_4 \downarrow + 2H_2O$; 生成了难溶物和弱电解质, 使溶液中的离子浓度下降, 直至为零 (3) $2BaHPO_4 + Ba^{2+} + 2OH^{-} \rightleftharpoons Ba_3(PO_4)_2 \downarrow + 2H_2O$; 溶液中的离子没有变化, 不能导电 (4) $Ba(OH)_2 \rightleftharpoons Ba^{2+} + 2OH^{-}$; 加入过量的 $Ba(OH)_2$, 电离出的能导电的离子数目增多

提示: 离子方程式书写关键是“拆”, 应该熟悉常见的强酸、强碱和可溶性盐(一切钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐、醋酸盐、碳酸氢盐等), 熟悉常见的难溶物(如难溶碱、难溶盐), 记住保留分子的五大类物质(单质、气体、沉淀、氧化物、弱电解质)。

考点 4. 离子方程式正误判断

精讲: 离子方程式所反映的与实际参加反应的离子是有区别的。对于反应物, 离子方程式所要表达的是反应物在溶液中的主要存在形式。这是书写离子方程式的规则的主要出发点。

(1) 看离子反应是否符合客观事实。如 Fe 和稀盐酸反应写成: $2Fe + 6H^{+} \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 是错误的。(2) 看物质是否可拆。如 $CaCO_3$ 和稀盐酸反应写成: $CO_3^{2-} + 2H^{+} \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$ 是错误的。(3) 看是否守恒(电荷、质量守恒)。如 $Cu + Ag^{+} \rightleftharpoons Ag + Cu^{2+}$, $Na + H_2O \rightleftharpoons Na^{+} + OH^{-} + H_2 \uparrow$ 都是错误的。(4) 看是否漏掉离子反应。如稀 H_2SO_4 和 $Ba(OH)_2$ 溶液反应, 写成 $SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow$ 或 $H^{+} + OH^{-} \rightleftharpoons H_2O$ 都是错误的。(5) 量间关系是否正确(二者混合的先后顺序)。如 $FeBr_2$ 溶液中通入 Cl_2 ; Cl_2 不足, 写成 $2Fe^{2+} + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl^{-} + 2Fe^{3+}$, 过量写成 $2Fe^{2+} + 4Br^{-} + 3Cl_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+} + 2Br_2 + 6Cl^{-}$ 。(6) 氧化还原反应是否电子守恒。如在 H_2O_2 中加入酸性 $KMnO_4$ 溶液写成 $2MnO_4^{-} + 3H_2O_2 + 6H^{+} \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 4O_2 \uparrow + 6H_2O$ 是错误的, 正确的是: $2MnO_4^{-} + 5H_2O_2 + 6H^{+} \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 5O_2 \uparrow + 8H_2O$ 。

【例 9】 下列反应的离子方程式正确的是()

A. 二氧化硫使碘水褪色:



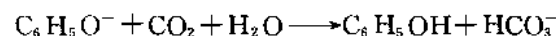
B. 四氧化三铁溶于稀硫酸:



C. 偏铝酸钠溶液中通入过量二氧化碳:



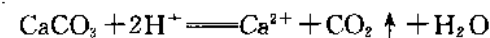
D. 苯酚钠溶液中通入少量二氧化碳:



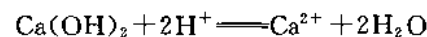
分析: A 中错在未配平; B 项电荷不守恒, 反应产物应是 $Fe^{2+} + 2Fe^{3+} + 4H_2O$; C 中 $Al(OH)_3$ 比 HCO_3^{-} 更难电离, CO_2 过量时生成 HCO_3^{-} ; D 中 HCO_3^{-} 比苯酚更难电离, $C_6H_5O^{-}$ 不能使 HCO_3^{-} 电离平衡右移, 故尽管 CO_2 少量, 也只能生成 HCO_3^{-} , 所以 C、D 正确。

【例 10】 下列反应的离子方程式正确的是()

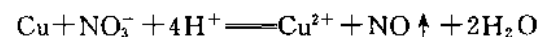
A. 碳酸钙溶于醋酸:



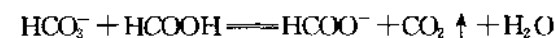
B. 澄清石灰水中加入盐酸:



C. 铜片加入稀硝酸中:



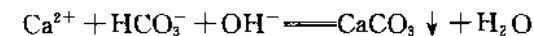
D. 小苏打溶液和甲酸混合:



分析: A 中醋酸为弱酸, 应写分子式; B 中澄清石灰水应写成 $Ca^{2+} + 2OH^{-}$; C 中电荷不守恒(未配平), 故 D 正确。

【例 11】 下列反应的离子方程式书写正确的是()

A. 向饱和碳酸氢钙溶液中加入饱和氢氧化钙溶液:



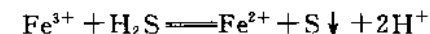
B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液:



C. 用氢氧化钠溶液吸收二氧化碳:



D. $Fe_2(SO_4)_3$ 的酸性溶液中通入足量硫化氢:



分析: B、D 选项中的两个方程式的产物是正确的, 原子个数也都守恒, 但两边的电荷不守恒, 正确答案应为 A、C。

提示: 解答离子方程式正误判断题, 一定要熟悉考点 4 所列的各种注意事项。

◆二、延伸考点

考点 5. 离子共存问题

精讲: 离子能否大量共存的关键就是看离子间是否发生离子反应, 若反应则不能大量共存。

1. 看离子间能否发生复分解反应。

(1) 离子间能否生成难溶物。如: $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow$, 所以 Ca^{2+} 和 CO_3^{2-} 在溶液中不能大量共

存。

(2) 离子间能否反应生成挥发性物质(气体)。如:
 $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-} \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 所以 H^+ 和 CO_3^{2-} 、 H^+ 和 HCO_3^- 、 H^+ 和 SO_3^{2-} 等在水溶液中不能大量共存。

(3) 离子间能否反应生成难电离的物质(弱酸、弱碱、水等)。如: $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}^+ + \text{F}^- \longrightarrow \text{HF}$ 、 $\text{H}^+ + \text{ClO}^- \longrightarrow \text{HClO}$ 、 $\text{OH}^- + \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 所以 H^+ 和 OH^- 、 H^+ 和 F^- 、 H^+ 和 ClO^- 、 OH^- 和 NH_4^+ 等在水溶液中不能大量共存(HF 、 HClO 均为弱酸)。

(4) Ag^+ 、 NH_4^+ 与 OH^- ; Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

2. 看离子间能否发生氧化还原反应。一般地说典型的氧化性离子(如 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 ClO^- 等)和典型的还原性离子(如 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等)因在溶液中(特别是在酸性溶液中)发生氧化还原反应而不能大量共存。 H^+ 中有 NO_3^- 时, Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- 不能存在。

3. 看清题目, 审准题意, 挖掘出隐蔽条件。

有的离子虽不在离子组中存在, 但有时在条件中隐蔽出现, 如某强酸性(或强碱性)溶液中, 说明溶液中除离子组内各离子外, 还应有 H^+ (或 OH^-)。此外还要注意溶液是否有颜色。如 Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 等都有颜色, 若为无色溶液, 则说明这些离子不存在。

应记住如下知识: (1) 所有的弱酸根离子(如 CO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CH_3COO^- 、 ClO^- 、 F^- 、 HCO_3^- 等)均不能跟 H^+ 大量共存。(2) 所有的弱碱根离子(如 NH_4^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 等)均不能跟 OH^- 大量共存。

(3) 所有的多元弱酸的酸式酸根(如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 HS^- 、 HPO_4^{2-} 等)既不能跟 H^+ 又不能跟 OH^- 大量共存。例: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 相互间反应生成沉淀或微溶性物质的有: SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ag^+ ; CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ag^+ ; Cl^- 与 Ag^+ ; OH^- 与 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Ca^{2+} 等。

【例 12】 下列各组离子在溶液中既可以大量共存, 且加入氨水后也不产生沉淀的是()

- A. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}
 B. K^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^- 、 OH^-
 C. H^+ 、 NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
 D. H^+ 、 Cl^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^-

分析: A 中 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成 BaSO_4 沉淀; C 中四种离子可大量共存, 但加入氨水后, 溶液由酸性变为碱性, 则有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 生成; D 中 H^+ 与 CH_3COO^- 结合生成弱电解质 CH_3COOH 。 **答案:** B。

【例 13】 某无色透明溶液, 跟金属铝反应放出

H_2 , 试判断下列离子: Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ba^{2+} 、 H^+ 、 Ag^+ 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^- 、 NO_3^- 何者能大量共存。

(1) 当生成 Al^{3+} 时, 可能存在_____。

(2) 当生成 AlO_2^- 时, 可能存在_____。

分析: 与 Al 反应放 H_2 , 溶液可能呈酸性, 也可能呈碱性, 须分两种情况讨论。而且有 H^+ 时, 与 NO_3^- 共存, 与 Al 反应时会产生氮的氧化物, 故当有 H^+ 时, 不能有 NO_3^- , 同时 HCO_3^- 、 OH^- 也与 H^+ 反应不能共存, 阴离子只有 SO_4^{2-} , 而阳离子除 H^+ 外, Cu^{2+} 为蓝色, 不合题意, Ba^{2+} 、 Ag^+ 与 SO_4^{2-} 反应产生沉淀, 所以存在 Mg^{2+} 。当有 OH^- 时, 生成 AlO_2^- , 与 OH^- 反应的 Mg^{2+} 、 H^+ 、 Ag^+ 、 HCO_3^- 不存在, 仅存阳离子 Ba^{2+} , 故 SO_4^{2-} 也不存在。 **答案:** (1) H^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} (2) OH^- 、 NO_3^- 、 Ba^{2+} 。

【例 14】 用含有① Fe^{3+} 、② I^- 、③ I_2 、④ H_2S 的四种溶液进行如下实验:

(1) 将②和③混合后再加入①, 反应后溶液中有 Fe^{3+} , 则溶液中还有_____离子, 没有_____离子。

(2) 将②和③混合后再加入④, 反应后溶液中没有 I_2 , 则溶液中肯定有_____离子, 可能有_____离子。

(3) 取①的酸性溶液和④混合, 反应的离子方程式是_____。

分析: (1) 发生的反应为: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{Fe}^{2+}$, 反应后溶液中有 Fe^{3+} , 一定还有 Fe^{2+} , 没有 I^- 。(2) 发生的反应为: $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow \text{S} \downarrow + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$, 溶液中有 I^- 、 H^+ , 可能有 S^{2-} 、 HS^- 。

答案: (1) Fe^{2+} 、 I^- (2) I^- 、 H^+ 、 S^{2-} 、 HS^-

(3) $2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ 。

提示: 正确解答离子共存问题的题目, 一要牢记离子不能共存的各种情况, 二要正确审题, 注意附加条件的影响, 如溶液的酸碱性、pH 值、溶液颜色、水的电离等。

考点 6. 离子的检验和判断

精讲: 离子的检验方法: 一般根据离子的特征反应, 选择适当的试剂和方法, 再根据其特征现象检验出离子。在中学化学中要学会下列离子的检验方法: H^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 Ag^+ 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 I^- 、 S^{2-} 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 等。

常见阳离子的检验方法: K^+ 通常用焰色反应(要用蓝色的钴玻璃观察, 以免钠造成干扰), 火焰呈紫色。 Na^+ 通常用焰色反应, 火焰呈黄色。 NH_4^+ 用碱和它反应产生有刺激性气味的气体, 该气体能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。 Fe^{3+} 用 KSCN 溶液检验, 溶液呈血红色, 或用苯酚溶液去检验, 溶液呈紫色, 也可以用氢氧