

国际奥赛金牌教练 +
国家奥赛命题研究专家
联袂编写

科学技术文献出版社



金牌奥赛高级教程

高一化学

· 修订版 ·



◎ 金牌奥赛

金牌奥赛高级教程

高一化学

(修订版)

总主编:耿立志 全国中学奥林匹克竞赛金牌教练
中科国际奥赛研究中心执行主任
国家首批骨干教师、全国特级教师

总审定:王永胜 中学奥林匹克竞赛研究专家
教育部新课程标准研制专家
重点大学教授、博士生导师

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

金牌奥赛高级教程. 高一化学(修订版)/赵广柱主编. -北京:科学技术文献出版社,2008.2

(金牌奥赛)

ISBN 978-7-5023-4784-0

I. 金… II. 赵… 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(2004)第 093910 号

出 版 者 科学技术文献出版社

地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038

图书编务部电话 (010)51501739

图书发行部电话 (010)51501720,(010)51501722(传真)

邮 购 部 电 话 (010)51501729

网 址 <http://www.stdph.com>

E-mail: stdph@istic.ac.cn

策 划 编 辑 科 文

责 任 编 辑 孙江莉

责 任 校 对 赵文珍

责 任 出 版 王杰馨

发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销

印 刷 者 北京高迪印刷有限公司

版 (印) 次 2008 年 2 月第 2 版第 1 次印刷

开 本 787×1092 16 开

字 数 413 千

印 张 18

印 数 1~8000 册

定 价 24.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

《金牌奥赛——高级教程》编委会

主 任	石丽杰	耿立志	
副 主 任	刘翠霞	何秀勤	陈正宜
委 员	纪立伏	张 菁	冯彦国
	王爱军	李宇峰	陈世泽
	刘晓静	张沈坤	
总 主 编	耿立志		

本册主编	赵广柱		
编 委	谷丽英	冯彦国	李 军
	李洪磊	吴文华	王浩生

向您推荐我社部分
优秀畅销书

高考引擎

高考热点物理总复习	15.00
高考热点政治总复习	15.00
高考热点化学总复习	15.00
高考热点历史总复习	15.00
高考热点生物总复习	15.00
高考热点数学总复习	15.00
高考热点语文总复习	15.00
高考热点英语总复习	15.00
高考热点地理总复习	15.00

注：邮费按书款总价另加 20%

《金牌奥赛——高级教程》

前言

为了满足广大师生对中学奥林匹克竞赛培训教材的迫切需求,充分体现国家新课程改革的精神,由著名奥赛研究专家耿立志老师精心策划、组织编著了《金牌奥赛——高级教程》丛书。高中部分包括数学、物理、化学、生物4个学科,共7个分册,涵盖高考和奥赛的全部重点内容。

本丛书特点是

权威性

丛书作者由来自全国奥赛名校的国际奥赛金牌教练;参加奥赛命题研究的全国重点大学知名教授、博士生导师;从事奥赛一线辅导的国家高级教练及主持高考命题研究的特级教师组成。

科学性

根据国家“十五规划”教育科研课题《研究性学习与奥林匹克竞赛的有效整合》的研究成果,参考全国奥林匹克竞赛规程,对最新考试内容进行标准解读与科学诠释,是全国第一部将奥赛与高考有效整合,并经实践证明既适合奥赛又适合高者的培优宝典。



高效性

丛书注重实战,特聘请来自教学一线的骨干教练执笔各分册的编写工作。关注全国奥赛动向,力求所选试题具有代表性、时代性和实用性。鼎力打造完全实战性丛书,迅速提升学生的竞赛成绩。

谨以此书,献给在求学路上奋力拼搏的莘莘学子们!

《金牌奥赛——高级教程》丛书编委会

2007年12月于清华园

目 录

第一章 化学反应及其能量变化	(1)
第二章 碱金属	(25)
第三章 物质的量	(63)
第四章 卤素	(94)
第五章 物质结构 元素周期律	(130)
第六章 氧族元素 环境保护	(164)
第七章 碳族元素 无机非金属材料	(196)
全国化学竞赛初赛模拟试卷(一)	(227)
全国化学竞赛初赛模拟试卷(二)	(234)
全国化学竞赛初赛模拟试卷(三)	(241)
参考答案	(249)

第一章 化学反应及其能量变化



目标菜单

【基础目标】

1. 氧化还原反应、氧化剂和还原剂的概念。
2. 离子反应、强弱电解质。
3. 化学反应中的能量变化、燃料的充分燃烧。

【拓展目标】

1. 氧化还原反应方程式的分析和书写。
2. 离子反应方程式的书写。



备考链接

【高考点击】

1. 氧化还原反应

(1) 定义：有一种物质被氧化，同时另一种物质被还原的反应。

(2) 从不同角度分析：

得失氧	化合价升降	得失电子
氧化反应：物质得氧的反应	物质所含元素化合价升高的反应	物质所含元素失去电子(偏离)的反应
还原反应：物质失氧的反应	物质所含元素化合价降低的反应	物质所含元素得到电子(偏向)的反应

(3) 特征：有化合价升降且升降总数相等。

(4) 本质：电子转移(得失或电子对偏移)总数相等。

2. 氧化剂、还原剂

(1) 从不同角度分析



得失氧

化合价升降

电子转移

氧化剂:失氧的反应物

所含元素化合价降低的反应物

得电子的反应物

还原剂:得氧的反应物

所含元素化合价升高的反应物

失电子的反应物

(2)相互关系

氧化剂 得电子化合价降低 发生还原反应 对应生成还原产物

还原剂 失电子化合价升高 发生氧化反应 对应生成氧化产物

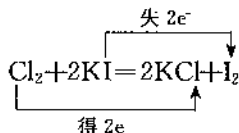
(3)氧化性、还原性

氧化性:得电子的能力

还原性:失电子的能力

3. 氧化还原反应电子转移的表示方法——双线桥法

(1)定义:在反应物和产物之间表示电子转移的情况,是同一元素的原子或离子得失电子的情况。如:



(2)书写方法

a. 写出完整的化学方程式。

b. 标出反应物及生成物中有化合价改变的元素化合价。

c. 箭头的起点是化合价升高(降低)前的元素,箭头指向化合价降低(升高)后的元素,指的是同一元素。

d. 元素的一个原子化合价升高(降低)的数目乘以发生化合价变化的原子个数,所得的结果就是电子转移的总数。

e. 线桥上要注明失去、得到的字样。

4. 氧化性、还原性强弱的判定

(1)根据金属活动顺序表。

(2)根据反应方向:

同一反应中:氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

如在 $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$ 的反应中

氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{I}_2$ 还原性: $\text{KI} > \text{KCl}$

(3)氧化性强弱与得电子数多少无关,如 1 个 Cl_2 得 2 个 e^- , 1 个 N_2 得 6 个 e^- , 但氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{N}_2$ 。

还原性强弱与失电子数多少无关,如 1 个 Na 失 1 个 e^- , 1 个 Mg 失 2 个 e^- , 但还原性 $\text{Na} > \text{Mg}$ 。

(4)根据反应的难易剧烈程度



- a. F_2 与 H_2 冷暗爆炸, Cl_2 与 H_2 需在点燃或光照下发生爆炸, 所以氧化性: $F_2 > Cl_2$
 b. Na 与冷水剧烈反应, Mg 与冷水反应缓慢, 所以还原性: $Na > Mg$
 c. Fe 与 S 反应生成二价铁 FeS , Fe 与 Cl_2 反应生成三价铁 $FeCl_3$, 所以氧化性: $Cl_2 > S$

5. 强电解质、弱电解质

(1) 定义

强电解质: 在水溶液里全部电离成离子的电解质, 如强酸 HCl 、 H_2SO_4 、 HNO_3 等, 强碱 $NaOH$ 、 $Ba(OH)_2$ 等, 大多数盐 KNO_3 、 $NaCl$ 、 $CaCO_3$ 等。

弱电解质: 在水溶液里部分电离成离子的电解质, 如弱酸 HF 、 H_3PO_4 、 H_2SO_3 、 CH_3COOH 、 $HClO$ 、 H_2SiO_3 等; 弱碱 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $Cu(OH)_2$ 等; 水 H_2O 。

(2) 弄清楚几个问题

- a. 溶液导电能力如何判定: 可自由移动的电荷浓度大小。
 b. 强弱电解质与溶液导电能力的关系: 强电解质溶液导电能力不一定比弱电解强。
 c. 强弱电解质与溶解度的关系: 溶解度小的不一定是弱电解质, 如 $CaCO_3$ 。
 d. 强弱电解质与电离的关系: 在水溶液中完全电离是强电解质, 部分电离是弱电解质。
 e. SO_3 溶于水, 水溶液导电, 但不能说 SO_3 是电解质。因为 SO_3 溶于生成 H_2SO_4 , H_2SO_4 是电解质。

(3) 电离方程式

强电解质 $HCl = H^+ + Cl^-$

弱电解质 $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

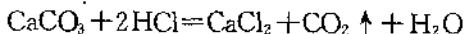
注意: 强电解质用“=”号, 弱电解质用“ $\rightleftharpoons$ ”号, 多元弱酸分步写。

6. 离子反应

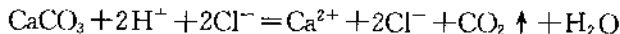
(1) 离子方程式定义: 用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子。

(2) 离子方程式书写:

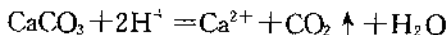
a. 写 正确书写化学方程式



b. 改 易溶且完全电离的拆成离子



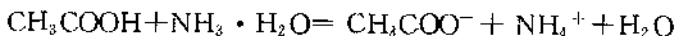
c. 删 删不参加反应的离子

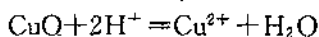
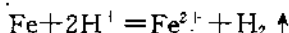
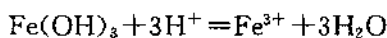


d. 检 检查方程式两边元素是否守恒, 电荷守恒, 转移电子守恒

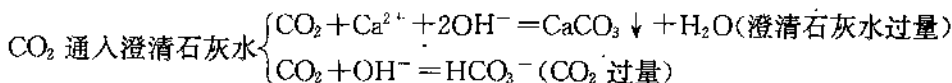
(3) 书写离子方程式注意事项

a. 难溶物、气体、单质、氧化物、弱电解质写分子式

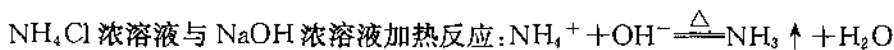
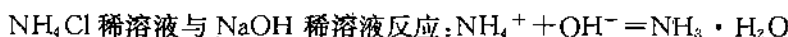




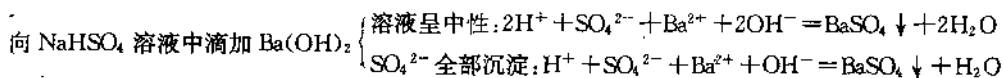
b. 微溶物 澄清液拆开写成离子



c. 氨水处理



d. 量的关系



7. 吸热反应: 放热反应

(1) 定义

放热反应: 有热量放出的化学反应。

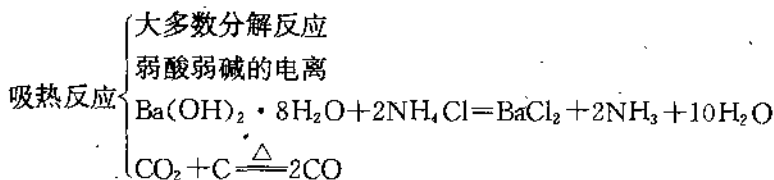
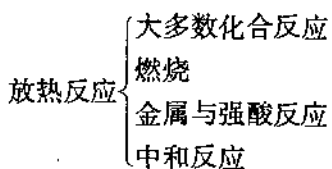
吸热反应: 吸收热量的化学反应。

(2) 原因

放热反应是由于反应物所具有的总能量高于生成物所具有的总能量。

吸热反应是由于反应物所具有的总能量低于生成物所具有的总能量。

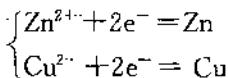
(3) 常见放热反应, 吸热反应



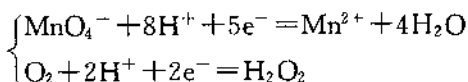
【竞赛拓展】

1. 电极电势

一个氧化还原反应可分解为两个半反应, 如 $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$ 分解为



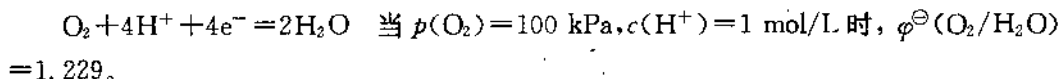
$2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$ 分解为



由半反应可设计成半电池,用盐桥或隔膜相连的半电池用导线相连,就会在导线上产生电流,这表明相连的两个半电池具有不同的电势,称为电极电势用 φ 表示。

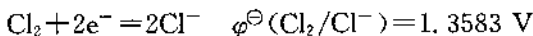
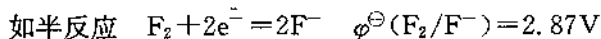
电极电势没有绝对值,其高低是相对的,正像山峰的高低以海平面为标准一样,电极电势的标准是“标准氢电极”,相应的半反应是: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 当溶液中氢离子浓度为 1 mol/L , 氢气的压力为 1 标准压力(老标准 $p^\ominus = 101325 \text{ Pa}$, 新标准 $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$), 并以涂铂黑的铂为电极时,电极电势定为零, $\varphi^\ominus(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0.0000 \text{ V}$ 。与标准氢电极相连的半电池为正极时,电极电势为正值,为负极时,电极电势取负值,如 $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1.3583 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Na}^+/\text{Na}) = -2.71 \text{ V}$

半电池的电极电势不仅与半反应本身反应物性质有关,还与物质的浓度和压力、温度有关,当半反应中所有存在于水溶液的分子或离子的浓度为 1 mol/L , 所有气态物质的压力(分压)为一个标准压力时,测得的电极电势为“标准电极电势”。如半反应



如何求非标准状况下的电极电势,需要用能斯特方程: $\varphi = \varphi^\ominus + \left(\frac{RT}{nF}\right) \ln J$, 式中 R 是气体常数 $8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, T 是绝对温度(K), n 是半反应中转移电子数, F 是法拉第常数, J 的表达式同标准平衡常数 $K^\ominus$, 不同的是,平衡常数是平衡态下的浓度或分压, J 是非平衡状态下的浓度和分压,需要注意的是 J 的表达式中需要除以 $c^\ominus = 1 \text{ mol/L}$, $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$, 化学初赛阶段不要求能斯特方程的计算,决赛阶段要求。

电极电势越大,半反应中的氧化剂的氧化性越强,还原剂的还原性越弱。



所以氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2$, 还原性 $\text{Cl}^- > \text{F}^-$ 。反之,电极电势越小,半反应中的氧化剂的氧化性越差,还原剂的还原性越强。

2. 氧化还原反应方程式的配平

化学竞赛对氧化还原方程式的配平要求体现在对信息分析上,竞赛中的题目需要分析反应物是什么,产物是什么,对知识的要求与高中是完全相同的,主要区别是对能力要求不同。



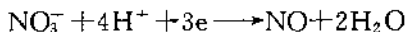
题型扫描

【基础示例】

例 1 (2007 上海 24) 氧化还原反应中实际上包含氧化和还原两个过程。下面是一



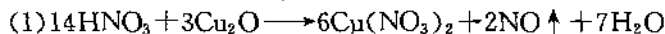
个还原过程的反应式:



KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 四种物质中的一种物质(甲)能使上述还原过程发生。

- (1) 写出并配平该氧化还原反应的方程式: _____
- (2) 反应中硝酸体现了 _____、_____ 性质。
- (3) 反应中若产生 0.2 mol 气体, 则转移电子的物质的量是 _____ mol。
- (4) 若 1 mol 甲与某浓度硝酸反应时, 被还原硝酸的物质的量增加, 原因是: _____。

参考答案:



(2) 酸性 氧化性

(3) 0.6 mol

(4) 使用了较浓的硝酸, 产物中有部分二氧化氮生成

思路启迪: 还原反应是得电子的反应, 氧化反应是失电子的反应, 这是氧化还原的本质, 是考查氧化还原反应的重点, 同时得电子数等于失电子数也是经常考查的重点。此题要从 KMnO_4 、 Na_2CO_3 、 Cu_2O 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中找出发生氧化反应的物质甲。很明显 Cu_2O 中 Cu 为 +1 价, 能够失电子, 发生氧化反应。由于反应中 HNO_3 得电子, 所以 HNO_3 是氧化剂, 同时 HNO_3 与 Cu_2O 反应后生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 所以 HNO_3 起酸性作用。浓 HNO_3 和稀 HNO_3 起氧化作用时, 分别生成 NO_2 和 NO , 所以被还原 HNO_3 的量不同, 浓 HNO_3 被还原的更多一些。

例 2 (2003 上海) 实验室为监测空气中汞蒸气的含量, 往往悬挂涂有 CuI 的滤纸, 根据滤纸是否变色或颜色发生变化所用去的时间来判断空气中的含汞量, 其反应为: $4\text{CuI} + \text{Hg} = \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$

- (1) 上述反应产物 Cu_2HgI_4 中, Cu 元素显 _____ 价。
- (2) 以上反应中的氧化剂为 _____, 当有 10 mol CuI 参与反应时, 转移电子 _____ mol。

(3) CuI 可由 Cu^{2+} 与 I^- 直接反应制得, 请配平下列反应的离子方程式。



参考答案: (1) +1 (2) CuI 、5 (3) 2、5、2、1

思路启迪: 此题借一个实际问题考查氧化还原的基本概念及配平。第一问分析 Cu 的化合价, 我们熟知 Cu 有 +1、+2 价, Cu_2HgI_4 中 I 呈 -1 价, 综合分析知 Cu 显 +1 价, Hg 显 +2 价。第二问考查氧化剂的概念, 氧化剂中所含元素化合价降低, CuI 中的铜元素从 +1 价降低到 0 价, 所以 CuI 是氧化剂, Hg 从 0 价升高到 +2 价, 所以 Hg 是还原剂。无论是氧化剂, 还是还原剂都需从反应物中找。第三问是考查配平, 依据氧化还原反应化



化合价升降总数相等, I_3^- 是由 I_2 和 I^- 形成的, 每生成 1 个 I_3^- 化合价升高 2 价, 所以需要 2 个 Cu^{2+} , 再依据 Cu 原子守恒知, CuI 前面系数为 2, 由此推出 I^- 前面的系数为 5, 在第一章不要求复杂的配平。

例 3 (1993 全国) 根据反应式: (1) $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- = 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ (2) $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Br}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 可判断离子的还原性从强到弱的顺序是()

A. Br^- 、 Fe^{2+} 、 I^-

B. I^- 、 Fe^{2+} 、 Br^-

C. Br^- 、 I^- 、 Fe^{2+}

D. Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^-

参考答案: B

思路启迪: 判断物质氧化性, 还原性强弱方法很多, 最主要的方法之一是同一反应中: 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物; 还原性: 还原剂 > 还原产物。依题知第一反应中, 还原性 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$, 第二反应中, 还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, 所以 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ 。

例 4 (1994 全国) 在一定条件下, RO_3^{n-} 与 I^- 可发生如下反应: $\text{RO}_3^{n-} + 6\text{I}^- + 6\text{H}^+ = \text{R}^- + 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

(1) 求 RO_3^{n-} 中 R 的化合价

(2) 求 R 元素原子的最外层电子数

参考答案: (1) +5 价 (2) 7 个

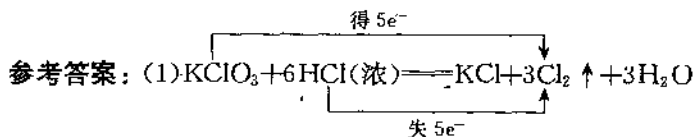
思路启迪: (1) 在有离子参加的氧化还原反应中, 反应前后离子所带电荷总数相等, 可知 $n=1$, 从而推得 R 的化合价为 +5 价。

(2) 这一问很容易得出答案为 5 个电子, 原因是受第 (1) 问的影响, 认为化合价为 +5 价, 则最外层电子为 5 个, 这是一种错误做法, 原因是思考不全面, 除了最外层有 5 个电子可以显 +5 价外, 最外层 7 个电子时, 也可以显 +5 价, 这时关键要看 R 形成的阴离子为 R^- , 带 1 个负电荷可形成 8 电子所以 R 的最外层为 7 个电子。

例 5 已知反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}(\text{浓}) = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 回答下列问题:

(1) 标出反应的电子转移方向和数目。

(2) 求被氧化和未被氧化的 HCl 的质量之比。



(2) 5 : 1

思路启迪: 该反应是同种元素不同价态之间的氧化还原反应。反应物中 KClO_3 中 +5 价氯元素为高价, 是氧化剂, HCl 中 -1 价氯元素为低价, 是还原剂。产物中既有一 1 价氯元素 (HCl 中), 又有 0 价 $\text{Cl}(\text{Cl}_2)$, 根据不相交原则 $\text{Cl} \xrightarrow{+5} \text{Cl} \xrightarrow{-1} \text{Cl}$, 该反应氧化产物和还原产物都是 Cl_2 , 参加反应的 KClO_3 中 Cl 从 +5 价变到 0 价, 得 $5e^-$, HCl 中 Cl 从 -1 价变到 0 价, 失 e^- , 为了使失去电子总数与得电子总数相等, 每个 KClO_3 氧化 5 个 HCl 分



子,生成 3 个 Cl_2 分子,起反应的 6 个 HCl 分子中,有 5 个是还原剂,有 1 个起酸作用。

例 6 (1997 全国)(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)在上述中性溶液中,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,请写出此步反应的离子方程式_____。

参考答案: (1) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

思路启迪: (1)此问关键是分析溶液呈中性时,两反应物之间量的关系,要想使溶液中性,需 2 个 NaHSO_4 与 1 个 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 反应,得化学方程式 $2\text{NaHSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 由此写出离子反应方程式。

(2)继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,是 Na_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 的反应,化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 可写出相应的离子反应方程式。

例 7 在酸性溶液中能大量共存的离子组是()

- A. Mg^{2+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- B. NH_4^+ 、 Ag^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-
C. Al^{3+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- D. Na^+ 、 Ca^{2+} 、 I^- 、 NO_3^-

参考答案: A、C

思路启迪: 此题有两处是易错点,一是认为 Mg^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能大量共存;二是认为在酸性条件下 NO_3^- 与 I^- 可以大量共存,实际上 MgSO_4 不是沉淀,可以大量共存。在酸性条件下 HNO_3 可以氧化 I^- 而不能大量共存。

【竞赛示例】

例 1 (湖南竞赛)向 KMnO_4 溶液中(不用稀 H_2SO_4 酸化),加入固体 NaOH ,再加热至沸腾一段时间,可观察到的现象是紫红色溶液变成透明的绿色溶液,试写出发生反应的化学方程式。

参考答案: $4\text{KMnO}_4 + 4\text{NaOH} = 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

规律探究: 解此题最好先做实验,观察现象,取得经验,此题用现象——得到绿色透明溶液来暗示反应产物之一是 MnO_4^{2-} ,可见锰酸根是绿色是本题的必备知识基础,锰酸根呈绿色在中学化学中是出现过的,初中化学中通过加热高锰酸钾固体制取氧气,产物之一是锰酸根,若读者确实做过该实验,实验后洗涤试管时,可看到溶解锰酸根的洗涤水呈绿色。在此基础上,我们就必然要问,还原高锰酸根的还原剂是什么?从溶液的组成看,除了 O_2^- 别无它物,又根据基本知识可以得知 O_2^- 在反应中将被高锰酸根氧化,氧化产物除氧气外别无它物,因此可以写出 $4\text{MnO}_4^- + 4\text{OH}^- = 4\text{MnO}_4^{2-} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 此题是化学竞赛书写方程式的典型例子。

例 2 1962 年, N. Bartlett 用 PtF_6 与 Xe 在一定条件下反应,制得了一种稀有气体化合物,这种化合物含 F 的质量分数为 0.259。它极易与水反应,0.440 g 该化合物与水反应时,可得标准状况下氙和氧气物质的量比 2:1 的混合气体 33.6 mL。



请根据上述条件写出该化合物与水反应的化学方程式。

参考答案: $2\text{XePtF}_6 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Xe} \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{PtO}_2 + 12\text{HF}$

规律探究: 本题要求写出有关反应的化学方程式, 由于部分反应物和生成物未知, 有一定难度。其中稀有气体化合物的化学式可通过如下方式求得:

设有 1 g 该化合物, 则含 F 为 0.259 g, 含 Xe:

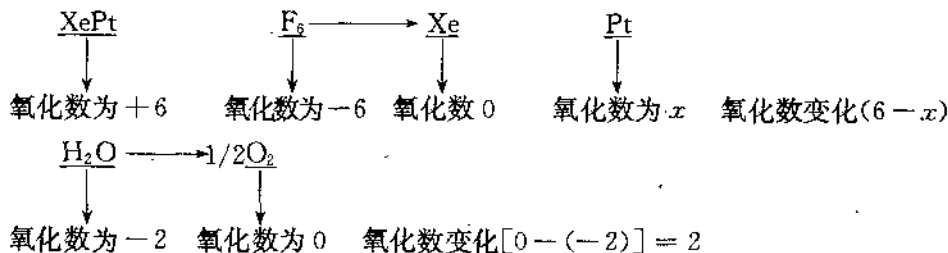
$$m(\text{Xe}) = \frac{33.6 \times 10^{-3} \times \frac{2}{3}}{22.4} \times \frac{1}{0.440} \times 131.3 = 0.298 \text{ g}$$

含 Pt 质量: $m(\text{Pt}) = 1 - (0.259 + 0.298) = 0.443 \text{ g}$

$$n(\text{Xe}):n(\text{Pt}):n(\text{F}) = \frac{0.298}{131.3} : \frac{0.443}{195} : \frac{0.259}{19} = 1:1:6$$

则稀有气体化合物的化学式为 XePtF_6 。

不难想像在反应中 XePtF_6 是强氧化剂, 这可以从两方面理解, 一方面作为稀有气体的化合物, 很容易被还原, 不够稳定, Xe 是还原产物; 另一个方面反应产物有 O_2 放出, 即水被氧化了, 问题是 XePtF_6 被还原成何物? 由题意知 Xe 是其中之一, Pt 是否被还原?



所以 $6-x=2$ $x=4$, 即反应后 Pt 的氧化数为 +4, 因为是水解产物, 可写成 PtO_2 。所以反应式为: $2\text{XePtF}_6 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Xe} \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{PtO}_2 + 12\text{HF}$ 当然仅从氧化数考虑, 将 PtO_2 写成 PtF_4 也可以, 但实际上 PtF_4 遇水也会强烈水解。

例 3 (1990 全国初赛题) 已知四种物质在水中、液氨中的溶解度 (g 溶质/100 g 溶剂) 如下表, 这几种化合物在两溶剂中能发生复分解反应分别是 _____ 和 _____。

	AgNO_3	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	AgCl	BaCl_2
水	170	9.3	1.5×10^{-4}	33.3
液氨	86	97.2	0.8	0

参考答案: 在水中: $\text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}$

在液氨中: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl} = \text{BaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3$

规律探究: 物质在水或非水溶剂中发生复分解反应的方向都遵循向更难电离的物质方向进行。从上表可以看出, 在水中, 由于 AgCl 溶解度最小, 应为生成物, 根据复分解反应的特点, 反应物为 AgNO_3 和 BaCl_2 , 而在液氨中, BaCl_2 的溶解度最小, 应为生成物。因此, 根据复分解反应特点知, 反应物应为 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgCl 。