



東方智慧
ORIENTAL INTELLIGENCE
WWW.OIEDU.COM

2006 新课程版

高考新知本

丛书主编 杨荣米

◆ 新课程

◆ 新思维

◆ 新知本

◆ 新动力



化学

总复习用书

光明日报出版社

编写说明

信息社会,知识为本。

《高考新知本》丛书是江西东方智慧教育研究所特邀北京、上海、江浙、湖北等教育发达地区的知名专家、教学精英,根据最新《教学大纲》和《考试大纲》编写而成的高三第一轮复习用书。

本书紧扣《考试大纲》对学科能力的要求,既强调科学新颖、内容鲜活,又注重夯实基础、提升素质;由讲究知识点的面面俱到,变为凸显学科能力,既强化重点、捕捉热点、剖析难点,又力求结构严谨、思路清晰、讲解透彻、训练有度。总之,做到博采众家之长,又别开生面,极富个性和特色。

本书以高一、高二、高三教材为主顺序,以考点为结构单元安排体例。无论是对教材的总体把握、考点的准确理解、最新《考试大纲》的参悟,还是对复习方法、思维与技巧及复习过程的总体把握,都有独到之处。可以说是一套不可多得的首轮复习备考用书。

本丛书设置栏目及功能如下:

【高考认知】

1、概念地图:针对本章节的高考要求,以图表的形式将考点系统化,结构化,既激活学生原有知识基础,又使学生大脑中形成一种更加稳定的联系;既锁定高考目标,又累积学科基础知识。

2、知能梳理:对本章节高考要求的重点、难点进行全面辨析,使学生明确高考的知识考查及能力考查,并全面提升应考能力。

【高考顿悟】

1、考题点悟:以近年来的经典考题作例题,评析点悟;透过试题,诠释高考考查知识、考查方式及考查题型,使学生对“怎样高考”做到心中有数。

2、例题点拨:以本节重点、热点作例题,增强学生处理问题的方法和技巧,拓展学生的解题思路。

3、误区点窍:汇集近年高考考题中学生普遍出现的错误,针对出现的思维误区因势疏导,使学生提前纠错,走出误区。

【智慧训练】

紧跟高考命题走势,精选精编前沿习题。致力于培养学生的创新思维能力和综合运用能力,帮助学生巩固本章节知识,检验学生的复习效果。

编写前,我们进行了广泛而深入的调查研究,几经论证、反复酝酿。众多编者矢志砥砺、呕心沥血、殚精竭虑,终成本书。但“金无足赤”,疏漏之处在所难免,尚祈广大读者在使用过程多予指正。同时衷心祝愿广大师生获取新知识,积累新资本,高考一举成功!

《高考新知本》编委

目 录

第一章 化学反应及其能量变化		第二节 硫的氧化物	98
第一节 氧化还原反应	1	第三节 硫酸 硫酸工业	103
第二节 离子反应	8	第四节 环境保护	109
第三节 化学反应中的能量变化	13	第六章 检测题	114
第一章 检测题	18	第七章 碳族元素 无机非金属材料	
第二章 碱金属		第一节 碳族元素	116
第一节 钠	20	第二节 硅和二氧化硅	122
第二节 钠的化合物	25	第三节 无机非金属材料	126
第三节 碱金属元素	31	第七章 检测题	132
第二章 检测题	37	第八章 氮族元素	
第三章 物质的量		第一节 氮和磷	134
第一节 物质的量	39	第二节 氨 铵盐	139
第二节 气体摩尔体积	43	第三节 硝酸	143
第三节 物质的量浓度	49	第八章 检测题	147
第三章 检测题	54	第九章 化学平衡	
第四章 卤素		第一节 化学反应速率	149
第一节 氯气	56	第二节 化学平衡	154
第二节 卤族元素	61	第三节 影响化学平衡的条件	159
第三节 物质的量在化学方程式中的应用	65	第四节 合成氨条件的选择	164
第四章 检测题	69	第九章 检测题	169
第五章 物质结构 元素周期律		第十章 溶液	
第一节 原子结构	70	第一节 溶解度 溶质质量分数	171
第二节 元素周期律	74	第二节 电离平衡	174
第三节 元素周期表	78	第三节 水的电离和溶液的 pH	178
第四节 化学键 极性分子 非极性分子	83	第四节 盐类的水解	181
第五节 离子晶体 分子晶体 原子晶体 金属晶体	88	第五节 酸碱中和滴定	185
第五章 检测题	92	第六节 原电池原理及其应用	189
第六章 氧族元素 环境保护		第七节 电解原理 氯碱工业	194
第一节 氧族元素	94	第八节 胶体 胶体的性质及其应用	199
		第十章 检测题	202



第十一章 几种重要的金属

第一节 镁和铝	204
第二节 铁和铁的化合物	209
第三节 金属的冶炼	214
第十一章 检测题	218

第十二章 烃

第一节 甲烷 烷烃	219
第二节 乙烯 烯烃	224
第三节 乙炔 炔烃	228
第四节 苯 芳香烃	231
第五节 石油的分馏	236
第十二章 检测题	240

第十三章 烃的衍生物

第一节 溴乙烷 卤代烃	242
第二节 乙醇 醇类	247
第三节 苯酚	251
第四节 乙醛 醛类	255

第五节 乙酸 羧酸	259
第六节 有机物分子式和结构式的确定	263
第十三章 检测题	267

第十四章 糖类 蛋白质 合成材料

第一节 葡萄糖 蔗糖	269
第二节 淀粉 纤维素	273
第三节 油脂	276
第四节 蛋白质	279
第五节 合成材料	282
第十四章 检测题	285

第十五章 化学实验方案的设计

第一节 制备实验方案的设计	287
第二节 性质实验方案的设计	294
第三节 物质检验实验方案的设计	299
第四节 化学实验方案设计的基本要求	303
第十五章 检测题	310

高考模拟训练



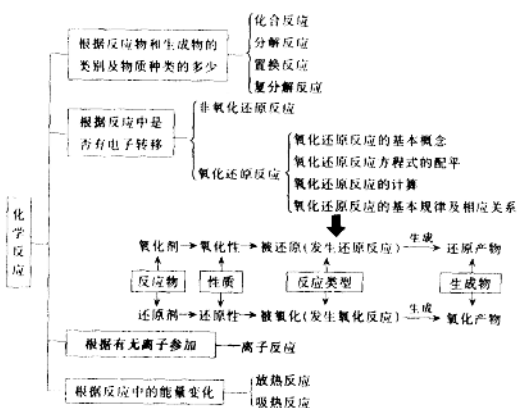

第一章 化学反应及其能量变化

第一节 氧化还原反应



高考认知

一、概念地图



二、知能梳理

考点1 氧化还原反应的基本概念

(一) 基本概念

1. 氧化反应: 物质失去电子的反应, 也称为被氧化。

还原反应: 物质得到电子的反应, 也称为被还原。

凡是有电子转移(电子的得失或电子对的偏移)的化学反应叫氧化还原反应, 氧化还原反应的实质是电子转移, 特征为: 参加反应的元素在反应前后化合价发生了变化。

2. 氧化剂: 氧化还原反应中得到电子的物质(原子或离子)。

还原剂: 氧化还原反应中失去电子的物质(原子或离子)。

3. 氧化性: 得电子的物质所具有的性质; 氧化剂具有氧化性。

还原性: 失电子的物质所具有的性质; 还原剂具有还

原性。

注意事项:

氧化性和还原性的强弱 $\xrightarrow{\text{取决于}}$ 得失电子的难易程度

不取决于 $\downarrow$

取决于 $\downarrow$

得失电子数目的多少 原子结构、最外层电子数等因素

如: Na、Mg、Al 失去电子数增多, 但失电子能力依次减弱, 其还原性强弱顺序为 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$ 。

4. 氧化产物: 发生氧化反应后的生成物。

还原产物: 发生还原反应后的生成物。

注意事项:

① 氧化产物的特征

a. 反应后元素化合价升高。

b. 具有较弱的氧化性(相对于氧化剂)

② 还原产物的特征

a. 反应后元素的化合价降低

b. 具有较弱的还原性(相对于还原剂)

5. 以上概念之间的联系

氧化剂: 具有氧化性 $\rightarrow$ 被还原剂还原 $\rightarrow$ 发生还原反应 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 还原产物

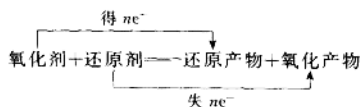
$\downarrow$
反应后化合价降低

还原剂: 具有还原性 $\rightarrow$ 被氧化剂氧化 $\rightarrow$ 发生氧化反应 $\xrightarrow{\text{生成}}$ 氧化产物

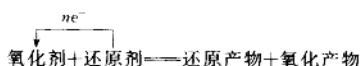
$\downarrow$
反应后化合价升高

(二) 电子转移的方向和数目的表示方法:

1. 双线桥法(双箭头): 表示同一元素在反应前后电子转移的结果。



2. 单线桥法(单箭头): 表示反应中氧化剂和还原剂之间电子转移的情况。



考点2 氧化还原反应方程式的配平。

1. 氧化还原反应方程式配平的原则:

①电子守恒原则:配平后的化学方程式中,还原剂失去电子的总数与氧化剂得到电子的总数相等。

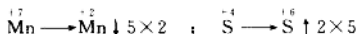
②质量守恒原则:反应前后各元素的原子个数相等。

③电荷守恒原则:若为离子反应,反应前后离子所带正负电荷总数必须相等。

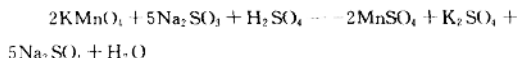
2. 配平步骤:

①“一标”:根据反应物和生成物的化学式,正确标出反应前后变价元素的化合价。例: $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

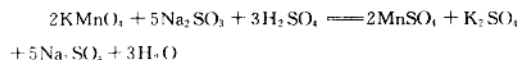
②“二等”:计算出变价元素化合价变化的数值,并使变价元素化合价升降的总数相等(即求出化合价升降的最小公倍数)。



③“三定”:根据求出的最小公倍数,确定氧化剂与还原剂:氧化产物与还原产物的计量数(系数)。



④“四平”:根据原子守恒规律,用观察法配平其它各物质的化学计量数。



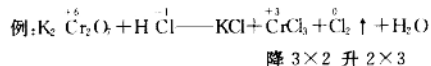
⑤“五查”:检查所配平的化学反应方程式是否遵循质量守恒、电子守恒和电荷守恒原则。

3. 氧化还原反应方程式配平的方法和技巧。

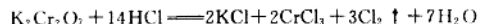
在掌握一般配平方法步骤的基础上,根据反应的不同类型和特点,选择和运用一些不同的配平技巧,可以提高配平的速度和准确率。

①左配法:对于被氧化、被还原的元素分别在不同物质中的氧化还原反应,一般从左边反应物开始配平,步骤同前所述。

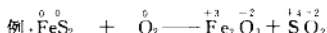
②右配法:对于反应物中的某种物质部分被氧化(或被还原)的氧化还原反应、自身氧化还原反应(包括分解反应和歧化反应),一般采用从右边(生成物)开始配平(又称为逆向配平)。



首先确定 CrCl_3 的化学计量数为 2, Cl_2 的化学计量数为 3, 然后用观察法配平得:

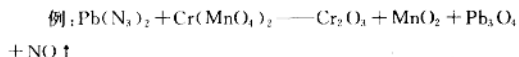


③零价法:对于一些无法计算元素化合价的化合物,可先令物质中各元素的化合价均为零价,然后再进行配平。

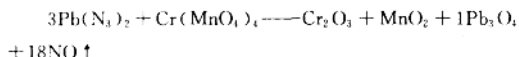


先确定 FeS_2 的计量数为 4; O_2 的化学计量数为 11, 然后用观察法继续配平得: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$

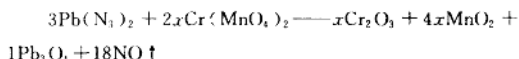
④定“1”和“x”法:先设定反应中某一复杂分子的计量数为 1, 根据已确定的计量数 1 继续配平, 直至配平, 出现困难时, 增设其它分子的系数为 x, 然后根据原子守恒求出 x。



先设定 Pb_3O_4 的计量数为 1, 根据 Pb_3O_4 的计量数求出其它分子的计量数:

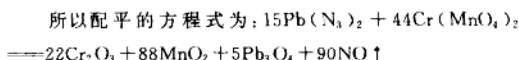


然后增设 Cr_2O_3 的计量数为 x, 根据 x 继续配平。



最后根据两边氧原子数相等列出方程求出 x:

$$2x \times 8 = 3x + 8x + 4 + 18 \quad \text{解得 } x = \frac{22}{5}$$



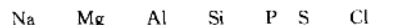
考点3 物质氧化性、还原性强弱的判断

1. 常见的氧化剂和还原剂

氧化剂	还原剂
①活泼的非金属单质:如 O_2 、 O_3 、 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 等	①活泼或较活泼金属:K、Na、Mg、Al、Zn、Fe 等
②高价金属阳离子:如 Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} 等	②某些非金属单质:如 C、 H_2 (高温下)
③高价或较高价含氧化合物:如 MnO_2 、 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KClO_3 、 HNO_3 、 HClO 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、浓 H_2SO_4 等	③低价金属阳离子:如 Fe^{2+} 、 Cu^+ 、 Sn^{2+} 等
④其它:如 Na_2O_2 、 H_2O_2 、 KO_2 、 BaO_2 等	④非金属阴离子: S^{2-} 、 I^- 、 Br^- 、 Cl^- 等
	⑤较低价化合物:如 H_2S 、 NH_3 、 SO_2 、CO

2. 氧化性、还原性相对强弱的判断:

①同周期元素的单质(从左到右)



还原性逐渐减弱, 氧化性逐渐增强

②同主族(自上而下)元素的原子或单质





规律:还原性逐渐增强;氧化性逐渐减弱

例:Li Na K Rb Cs ; F Cl Br I

③元素金属性、非金属性的强弱与粒子氧化性、还原性强弱的关系规律:元素的金属性越强,单质的还原性越强,对应阳离子的氧化性越弱。

如:K Ca Na Mg Al Zn Fe Sn Pb (H) Cu Hg Ag

还原性逐渐减弱

K⁺ Ca²⁺ Na⁺ Mg²⁺ Al³⁺ Zn²⁺ Fe²⁺ Sn²⁺ Pb²⁺ (H⁺) Cu²⁺ Hg²⁺ Ag⁺

氧化性逐渐增强

元素的非金属性越强,单质的氧化性越强,对应阴离子的还原性越弱。

如:非金属性:F>Cl>Br>I>S

单质的氧化性:F₂>Cl₂>Br₂>I₂>S

阴离子的还原性:F⁻<Cl⁻<Br⁻<I⁻<S²⁻

④依据氧化还原反应的方向进行判断:

在自发进行的氧化还原反应中:

氧化性:氧化剂>氧化产物;

还原性:还原剂>还原产物。

即:强氧化剂+强还原剂=(氧化产物)弱氧化剂+(还原产物)弱还原剂

自发进行的反应方向

⑤依据反应条件的难易程度及反应剧烈程度进行比较

如:2KMnO₄+16HCl(浓)====2KCl+2MnCl₂+5Cl₂↑+8H₂O

MnO₂+4HCl(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ MnCl₂+Cl₂↑+2H₂O

4HCl+O₂ $\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ 2Cl₂↑+2H₂O(地康法制Cl₂)

∴氧化性强弱为:KMnO₄>MnO₂>O₂

Na、Mg、Al 分别与水反应:Na(冷水剧烈反应)、Mg(加热才有明显反应)、Al(加热反应现象也不明显),所以,三者的还原性强弱为:Na>Mg>Al

⑥由使其它物质被氧化或被还原的程度比较

不同氧化剂氧化同一还原剂时,还原剂被氧化的程度越大(化合价升高越多),则对应氧化剂的氧化性越强。

如: $\left. \begin{array}{l} \text{Cu} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CuCl}_2 \\ 2\text{Cu} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu}_2\text{S} \end{array} \right\} \text{氧化性 } \text{Cl}_2 > \text{S}$

⑦根据电化学原理进行判断:

原电池中还原性:负极>正极

若两金属作为原电池的两极,负极失电子发生氧化反应提供电子,故负极金属活泼性应相对强于正极。如铜锌原电池中,Zn作负极,Cu作正极,故Zn比Cu活泼,即还原性:Zn>Cu

⑧由元素的原子得失相同数目的电子时放出或吸收能

量的多少比较。

a.原子获得相同数目的电子时放出的能量越多,原子的氧化性相对越强,生成的阴离子的还原性相对越弱。

b.原子失去相同数目的电子时,吸收的能量越多,原子的还原性相对越弱,生成的阳离子的氧化性相对越强。

考点4 氧化还原反应的简单计算及综合运用

1.氧化还原反应中涉及的基本规律

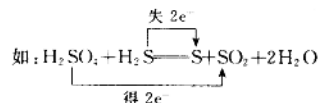
①守恒规律:

a.原子守恒:反应前后同种元素的原子个数相等。

b.电子守恒:失去电子总数与得到电子总数相等。

c.电荷守恒:反应前后离子所带正、负电荷总数相等。

②归中规律:同种元素不同价态间反应遵循:“可靠拢、只相叠、不相交”的规律。即某一元素的高价化合物与低价化合物,只有当有中间价态时才有可能发生反应。



S元素的化合价有+6、+4、0、-2,上述反应物中S元素分别为+6和-2,因此,+6价的S只能变为+4;-2价S只能变为0价,若认为+6→0,-2→+4,明显违背了“不相交”的原则,是错误的。

③“高价氧(化性)、低价还(原性)、中双全”规律。

对一种元素而言,在最高价时只能降,不能升;因此,最高价化合物只表现出氧化性,没有还原性,如K¹⁷MnO₄、Fe¹³Cl₃、H⁺⁵NO₃等。

化合价处于最低价时,只能升,不能降,只表现出还原性,没有氧化性。

如:金属单质、S²⁻、I⁻等。

中间价态化合物,既可升又可降,因此既可表现出氧化性又可表现出还原性,如SO₂、Fe²⁺等。

④强弱规律:氧化还原反应一般是向着氧化性、还原性减弱的方向自发进行。

⑤先后规律:某一氧化剂若遇若干还原剂时,该氧化剂应首先与最强的还原剂反应,反之亦然。

例:在含有Cl⁻、Br⁻、I⁻的混和溶液中,通入一定量Cl₂,Cl₂应先与I⁻反应,待I⁻消耗完后再与Br⁻反应。

在含有Ag⁺、Cu²⁺、Fe³⁺的溶液中加入Zn,反应的先后顺序为:Ag⁺、Fe³⁺、Cu²⁺、Fe²⁺。



高考频道

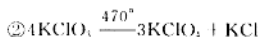
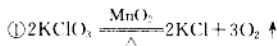
一、考点感悟

【考题 1】(2005 年北京春季高考·13)相等物质的量的 KClO_3 分别发生下述反应:①有 MnO_2 催化剂存在时,受热分解得到氧气;②若不使用催化剂,加热至 470°C 左右,得到 KClO_4 (高氯酸钾)和 KCl 。

下列关于①和②的说法不正确的是 ()

- A. 都属于氧化还原反应
- B. 发生还原反应的元素相同
- C. 发生氧化反应的元素不同
- D. 生成 KCl 的物质的量相同

【点悟】由题意可写出反应①和②的方程式分别为



由方程式可知①②都属于氧化还原反应, A、B、C 正确。

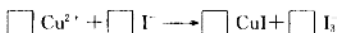
【答案】D

【考题 2】(2003 年上海·23)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: $4\text{CuI} + \text{Hg} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{HgI}_4 + 2\text{Cu}$

(1)上述反应产物 Cu_2HgI_4 中, Cu 元素显_____价。

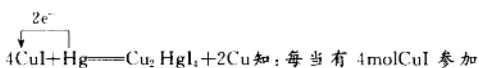
(2)以上反应中的氧化剂为_____, 当有 1mol CuI 参与反应时, 转移电子_____mol

(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:



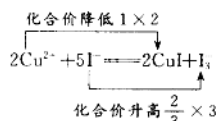
【点悟】(1)反应中 Hg 是还原剂, 化合价由 0 价升到 +2 价, 在反应产物 Cu_2HgI_4 中碘为 -1 价, 由 $2x + 2 + (-1) \times 4 = 0$, 求得 $x = +1$, 即 Cu 显 +1 价。

(2)由所给反应可知: $\text{CuI} \longrightarrow \text{Cu}$, 化合价从 +1 降到 0, 所以 CuI 是氧化剂。由反应方程式:



知: 每有 4mol CuI 参加反应, 电子转移的物质的量为 2mol, 所以, 当 1mol CuI 参与反应时, 电子转移的物质的量为 0.5mol。

(3)用化合价升降法配平:



【答案】(1)+1 (2) CuI ; 0.5mol (3)2, 5, 2, 1

二、例题点拨

氧化还原反应的基本概念

【例 1】从化合价变化分析, 完成下列化学反应类型的填空(填“都是”、“都不是”或“不都是”)

- (1)化合反应_____氧化还原反应;
- (2)分解反应_____氧化还原反应;
- (3)置换反应_____氧化还原反应;
- (4)复分解反应_____氧化还原反应。

【解析】本题考查无机反应四种基本类型与氧化还原反应的关系, 只要掌握了其中的规律就不难得出答案。

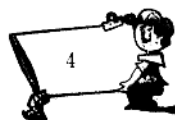
【答案】(1)不都是; (2)不都是; (3)都是; (4)都不是。

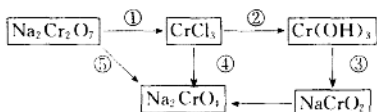
【点评】无机反应的类型与氧化还原反应的关系为:

反应类型	结论	氧化还原反应的实例	非氧化还原反应的实例
化合反应 $A + B \longrightarrow AB$	有单质参加的化合反应是氧化还原反应	$3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$
分解反应 $AB \longrightarrow A + B$	有单质生成的分解反应是氧化还原反应	$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$
置换反应 $A + BC \longrightarrow AC + B$	置换反应都是氧化还原反应	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$	/
复分解反应 $AB + CD \longrightarrow AD + CB$	复分解反应都不是氧化还原反应	/	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$

氧化还原反应方程式的配平

【例 2】化学实验中, 如使某步中的有害产物作为另一步的反应物, 形成一个循环, 就可不再向环境排放该种有害物质。例如:

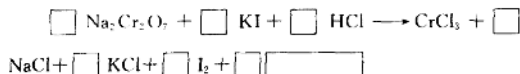




(1)在上述有编号的步骤中,需用还原剂的是_____,需用氧化剂的是_____ (填编号)。

(2)在上述循环中,既能与强酸反应又能与强碱反应的两性物质是_____ (填化学式)。

(3)完成并配平步骤①的化学方程式,标出电子转移的方向和数目:



【解析】 (1)在①变化中,Cr元素由+6价变为+3价,化合价降低,需还原剂;②③两步变化中Cr元素的价态都是+3价,⑤步变化中Cr元素的价态都是+6价,②③⑤都是非氧化还原反应;在④步变化中,Cr元素由+3价变为+6价,化合价升高,需要氧化剂。

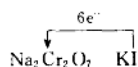
(2) Cr(OH)_3 既能与盐酸反应生成 CrCl_3 ,又能与 NaOH 反应生成 NaCrO_2 ,为两性氢氧化物。

(3)此小考查了化学方程式的配平方法。先找出该反应的氧化剂、还原剂及氧化产物、还原产物,并配出其化学计量数;再由原子守恒配出 NaCl 、 KCl 的计量数,最后补充 H_2O ,并配平其计量数。

【答案】 (1)①④

(2) Cr(OH)_3

(3)1,6,14,2,6,3,7, H_2O



物质氧化性、还原性的判断

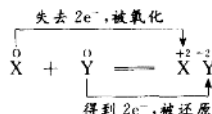
【例3】 单质X和Y相互反应生成化合物 $\text{X}^{2+}\text{Y}^{2-}$ 。有下列叙述:

①X被氧化;②X是氧化剂;③X具有氧化性;④XY既是氧化产物又是还原产物;⑤XY中的 Y^{2-} 具有还原性;⑥XY中 X^{2+} 具有氧化性;⑦Y的氧化性比XY中的 X^{2+} 的氧化性强。

以上叙述中,正确的是 ()

- A. ①④⑤⑥⑦
B. ①③④⑤
C. ②④⑤
D. ①②⑤⑥⑦

【解析】 此题考查了氧化还原反应中较多的基础知识,由题意可知:



因此,X是还原剂,被氧化,具有还原性; X^{2+} 是氧化产物,具有弱氧化性。

Y是氧化剂,被还原,具有氧化性; Y^{2-} 是还原产物,具有弱还原性。

根据氧化还原反应中的基本规律:

氧化性: $\text{Y} > \text{X}^{2+}$; 还原性: $\text{X} > \text{Y}^{2-}$ 。

【答案】 A

氧化还原反应的简单计算

【例4】 氯酸钾和浓盐酸在一定温度下反应会生成黄绿色的易爆物二氧化氯,其变化可表示为: $\text{KClO}_3 + \text{HCl(浓)} \longrightarrow \text{KCl} + \text{ClO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{ }$

(1)配平该化学方程式。

(2)浓盐酸在反应中显示的性质是_____,被氧化的HCl与未被氧化的HCl的物质的量之比为_____。

(3)生成0.1mol Cl_2 转移电子的物质的量为_____mol。

(4) ClO_2 具有很强的氧化性,常用作消毒剂,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】 分析变价元素只有Cl元素, KClO_3 中+5价的Cl变为 ClO_2 中+4价的Cl,而HCl中-1价的Cl变为 Cl_2 中0价的Cl,根据化合价升降法既可配平。其中 KClO_3 为氧化剂,HCl为还原剂,生成物KCl中Cl的化合价为-1,说明HCl未被全部氧化,结合配平可知缺项为 H_2O , ClO_2 和 Cl_2 作为消毒剂时,发生还原反应,最终都为-1价,1mol KClO_3 得电子5mol,单位质量得电子为 $\frac{5\text{mol}}{67.5\text{g}}$; 1mol Cl_2 得电子2mol。单位质量得电子为 $\frac{2\text{mol}}{71\text{g}}$,所以 ClO_2

的消毒效率为 Cl_2 消毒效率的 $\frac{5\text{mol}}{67.5\text{g}} \div \frac{2\text{mol}}{71\text{g}} = 2.63(\text{倍})$

【答案】 (1)2,4,2,2,1,2, H_2O

(2)还原性和酸性;1:1

(3)0.2

(4)2.63倍

三、误区点窍

【本节失分原因】

1.对氧化与还原、氧化性与还原性、氧化剂与还原剂、氧化产物与还原产物四组概念的理解辨析不够。

2.不能准确判断元素化合价的升降以及电子得失的数目。



3. 不理解氧化还原反应之所以发生的条件就不能熟练运用氧化还原反应方程式判断粒子氧化性、还原性的强弱。

【考题】(2003 年理综·11)在一定条件下, PbO_2 与 Cr^{3+} 反应, 产物是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Pb^{2+} , 则与 1molCr^{3+} 反应所需 PbO_2 的物质的量为 ()

- A. 3.0mol B. 1.5mol
C. 1.0mol D. 0.75mol

【误区】考生失误情况: ①想写出 PbO_2 与 Cr^{3+} 反应生成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 Pb^{2+} 的化学方程式, 不仅花费宝贵时间而且容易出现错误; ②误以为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 中 Cr 原子的个数为“2”, 从而得了错误结论, 错选 A 答案。

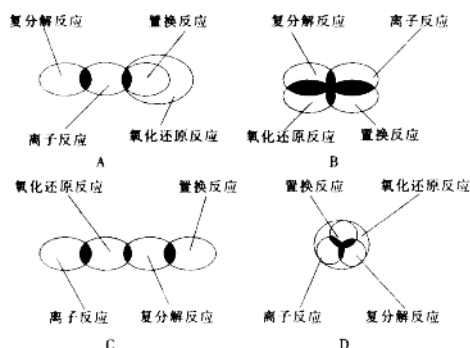
【点拨】本题解题关键是: 认识 PbO_2 与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 之间发生氧化还原反应, 利用电子得失守恒来进行计算, 可得 PbO_2 的物质的量是 1.5mol。

【答案】B



智慧训练

1. 离子反应、复分解反应、置换反应和氧化还原反应之间可用集合关系表示, 下列表示正确的是 ()



2. $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- , 若反应后 $\text{R}_2\text{O}_8^{n-}$ 离子变为 RO_4^{2-} 离子, 又知反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 5:2。则 n 值是 ()

- A. 4 B. 3 C. 2 D. 1

3. 以下关于化学反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} \longrightarrow \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中, 电子转移的方向和数目的表示中, 正确的是 ()

- A. 由 $\overset{+5}{\text{Cl}} \longrightarrow \overset{+5}{\text{Cl}}$ 共 6e^-
B. 由 $\overset{-1}{\text{Cl}} \longrightarrow \overset{+5}{\text{Cl}}$ 共 5e^-
C. 由 $\overset{0}{\text{Cl}} \longrightarrow \overset{+5}{\text{Cl}}$ 共 6e^-
D. 由 $\overset{0}{\text{Cl}} \longrightarrow \overset{+5}{\text{Cl}}$ 共 5e^-

4. 在下列各氧化还原反应中, 水既不作氧化剂也不作还原剂的是 ()

- A. $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
B. $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
C. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
D. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$

5. F_2 与质量分数为 2% 的 NaOH 溶液反应, 放出一无色气体 X, X 由两种元素组成, 其中氧元素占 29.6%。则下列有关叙述正确的是 ()

- A. X 是 OF_2 气体, 它具有强氧化性
B. X 气体是 F_3O_2 , 它具有强还原性
C. 在 F_2 与 NaOH 溶液反应时, F_2 既是氧化剂又是还原剂
D. 在反应中有 NaFO 生成

6. 已知在酸性溶液中, 下列物质氧化 KI 时, 自身发生如下变化: $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$; $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$; $\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Cl}^-$; $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}$ 。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. Fe^{3+} B. MnO_4^- C. Cl_2 D. HNO_2

7. 在一定条件下, 分别以高锰酸钾、氯酸钾、过氧化氢 (H_2O_2) 为原料制取氧气, 当制得同温、同压下相同体积的 O_2 时, 三个反应中转移的电子数之比为 ()

- A. 1:1:1 B. 2:2:1
C. 2:3:1 D. 4:3:2

8. 根据反应 $\text{CuSO}_4 + \text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ 判断 1mol 硫酸铜能氧化硫的物质的量是 ()

- A. $\frac{3}{14}$ B. $\frac{1}{7}$ C. $\frac{5}{7}$ D. $\frac{4}{7}$

9. 在一定条件下, 氯气与碘单质以等物质的量进行反应, 可得到一种红棕色液体 ICl , ICl 有很强的氧化性, ICl 跟 Zn 、 H_2O 反应的化学方程式如下:



下列关于 ICl 性质的叙述正确的是 ()

- A. ZnCl_2 是氧化产物, 又是还原产物
B. ZnI_2 是氧化产物, 又是还原产物
C. ICl 跟 H_2O 的反应, ICl 是氧化剂, H_2O 是还原剂
D. ICl 跟 H_2O 的反应, 是自身氧化还原反应

10. 一个 A 原子转移两个电子给两个 B 原子, 下列有关说法正确的是 ()

- A. 形成化合物的化学式为 AB_2 , A 是氧化剂
B. 形成化合物的化学式为 AB_2 , A 被还原
C. 形成化合物的化学式为 AB_2 , B 发生了还原反应
D. 形成化合物的化学式为 AB_2 , B 具有还原性

11. 已知硫酸锰 (MnSO_4) 和过硫酸钾 ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) 两种盐



溶液在银离子催化下可发生氧化还原反应,生成高锰酸钾、硫酸钾和硫酸。

(1)请写出并配平上述反应的化学方程式:

(2)此反应的还原剂是_____,它的氧化产物是_____。

(3)此反应的离子反应方程式可表示为:

(4)若该反应所用的硫酸锰改为氯化锰,当它跟过量的过硫酸钾反应时,除有高锰酸钾、硫酸钾、硫酸生成外,其他的生成物还有_____。

12. 三聚氰酸 $C_3N_3(OH)_3$ 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:
 $C_3N_3(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} 3HNCN$ 。HNCN(异氰酸,其结构为

$H-N \equiv C-O$)能和 NO_2 反应生成 N_2 、 CO_2 和 H_2O 。

(1)写出 HNCN 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。

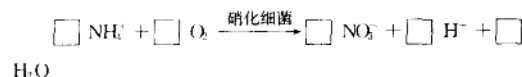
13. 化合物 BrF_x 与水按物质的量之比 3:5 发生反应,其产物为溴酸、氢氟酸、单质溴和氧气。

(1) BrF_x 中, $x =$ _____。

(2)该反应的化学方程式是_____。

(3)此反应中的氧化剂和还原剂各是什么?

14. (1)某反应池中,发生“生物硝化过程”,如果不考虑过程中硝化细菌的增殖,其净反应如下式所示:

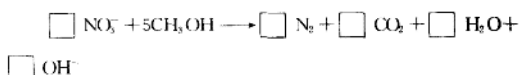


①配平上面化学方程式,将系数填入方框中。

②将铵态氮中的 1 mg 氮转化成硝酸根中的氮,需氧气多少毫克?

③为什么在反应中需要不断添加碱?

(2)3 级反应池中发生的“生物反硝化过程”,通常需要外加甲醇,净反应如下所示:



配平上面化学方程式,将系数填入方框中。

15. (1)一个完整的氧化还原反应方程式可以拆开写成两个“半反应式”,一个是“氧化反应”式,一个是“还原反应”式。如 $2Fe^{3+} + Cu \rightleftharpoons 2Fe^{2+} + Cu^{2+}$ 的拆写结果是:氧化反应为: $Cu - 2e^- \rightleftharpoons Cu^{2+}$; 还原反应为: $2Fe^{3+} + 2e^- \rightleftharpoons 2Fe^{2+}$ 。

①请据此将反应: $Fe + 4H^+ + NO_3^- \rightleftharpoons Fe^{3+} + NO \uparrow + 2H_2O$ 拆写成两个“半反应式”:氧化反应为_____;还原反应为_____。

②已知某一氧化还原反应为: $CH_4 + 2OH^- + 2O_2 \longrightarrow CO_3^{2-} + 3H_2O$; 其中氧化反应的半反应可写为: $CH_4 + 10OH^- - 8e^- \longrightarrow CO_3^{2-} + 7H_2O$, 则还原反应的半反应可写为:_____。

(2)将 K_2MnO_4 溶液酸化可制得 $KMnO_4$: $3MnO_4^{2-} + 4H^+ \rightleftharpoons 2MnO_4^- + MnO_2 + 2H_2O$, 但产率只有 66.7%。所以制取 $KMnO_4$ 常用电解法,即以铁、石墨作电极电解 K_2MnO_4 溶液。此时应以_____材料作阳极,该电极反应式为:_____。



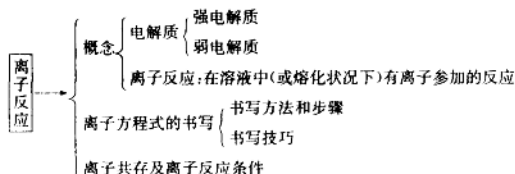


第二节 离子反应



高考认知

一、概念地图



二、知能梳理

考点1 电解质和离子反应的基本概念

1. 电解质: 在水溶液或熔化状态下能够导电的化合物。

非电解质: 水溶液和熔化状态下都不能导电的化合物。

注意事项:

①电解质和非电解质都一定是化合物, 单质既不是电解质, 也不是非电解质。混合物既不是电解质又不是非电解质。

②电解质必须是本身能电离的化合物, 如 SO_3 、 NH_3 、 SO_2 的水溶液虽然可以导电(溶液中存在离子), 但溶液中的离子是它们和水反应后的生成物 H_2SO_4 、 NH_4^+ 、 H_2SO_3 电离出来的, 而 SO_3 、 NH_3 、 SO_2 本身不能电离, 所以 SO_3 、 SO_2 、 NH_3 等都不是电解质(相应的 H_2SO_4 、 NH_4^+ 、 H_2O 、 H_2SO_3 能电离的化合物才是电解质)而是非电解质。

③电解质在水溶液中不一定都能导电, 如 BaSO_4 、 AgCl 等一些难溶于水的盐的水溶液导电性极小, 但在熔化状态下能电离, 属于电解质。

2. 强电解质和弱电解质

强电解质: 在水溶液中或熔化状态下能完全电离的电解质。属于强电解质的化合物有: 强酸、强碱和绝大多数盐。

弱电解质: 在水溶液中部分电离的电解质, 如 H_2O 、弱酸、弱碱等

注意事项:

①强电解质和弱电解质没有绝对的界限, 强弱是相对的。

②强电解质溶液的导电能力不一定强, 因为导电能力

与单位体积内自由移动的离子数及每个离子所带电荷有关。

③某些难溶盐如 BaSO_4 等在水中溶解度极小, 但溶解在水中的部分是完全电离的, 而且在熔化状态下 BaSO_4 是完全电离的, 所以, BaSO_4 属于强电解质。

④电解质溶液的导电性一般随温度升高而增强, 而金属的导电性随温度的升高而降低。

3. 离子反应和离子方程式

离子反应: 电解质在溶液中进行的反应属于离子反应(有离子参加的反应)

离子方程式: 用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子。

注意事项:

①只有在溶液中进行的离子反应才能用离子方程式表示。如固体 NH_4Cl 与固体 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 制氨气的反应; 浓 H_2SO_4 与固体 NaCl 制 HCl 的反应就不宜用离子方程式表示。

②离子方程式表示的是一类本质相同的化学反应的式子, 因此, 一个离子方程式对应着若干个(一类)化学反应。

考点2 离子反应的类型及发生的条件:

1. 离子反应的类型包括: a. 溶液中的复分解反应; b. 溶液中的氧化还原反应; c. 有离子参加的络合反应; d. 溶液中的化合反应

2. 离子反应发生的条件:

①复分解型的离子反应发生的条件(具备下列条件之一即可进行):

- 生成难溶物(如 BaSO_4 、 CaCO_3 等)
- 生成易挥发性的物质——气体(如 CO_2 、 SO_2 等)
- 生成难电离的物质——弱电解质(如 H_2O 、弱酸、弱碱等)

从本质上讲: 只要反应混合液中自由移动的离子浓度发生了变化(减小), 离子间即发生了反应。

②氧化还原型的离子反应发生的条件: 符合氧化还原反应进行的条件即可进行,

即: 氧化性: 氧化剂 > 氧化产物。

还原性: 还原剂 > 还原产物。





考点3 离子方程式的书写

1. 离子方程式的书写步骤

①写：正确书写化学方程式并配平。

②拆(改)：将可溶的强电解质改写成离子形式(能改写成离子形式的化合物有强酸、强碱和可溶盐)，其它物质保留化学式形式。

③删：删去两边没有参加反应的离子(两边等量的相同的离子)。

④查：检查是否配平(原子守恒、电荷守恒)。

2. 离子反应方程式的书写技巧。

离子反应方程式书写的难点是第二步“拆”，技巧也在第二步：

①难溶物、单质、氧化物、气体、弱电解质(水、弱酸、弱碱及少数难电离的盐)仍然用化学式表示。

②强酸、强碱及大多数可溶盐改写成离子形式。

③微溶物(如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 CaSO_4 、 Ag_2SO_4 等)若为反应物时，澄清的稀溶液写成离子；浑浊的溶液或固体写成化学式(如澄清石灰水用 Ca^{2+} 和 OH^- 表示；石灰乳则用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 表示)；若为生成物一般写成化学式。

④酸式盐：除 HSO_4^- 可拆写为 H^+ 和 SO_4^{2-} 外， HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 一律不能拆开书写。

⑤有相对用量的离子方程式，视情况书写，一般不足的一方电离出来的离子要符合化学式的组成关系，过量一方不需要考虑组成关系。

3. 离子方程式的正误判断：

结合离子方程式的书写原则和书写技巧，离子方程式正误判断应注意“六看”：①看是否符合客观事实；②看是否符合书写原则；③看是否符合守恒原理；④看是否漏掉某些条件；⑤看是否约掉了公约数；⑥看是否符合用量比例。

考点4 离子能否大量共存的问题：

离子间可发生反应，说明相互间不能大量共存，常见的不能大量共存的离子有下列几种情况：

1. 结合成难溶物的离子不能大量共存：如 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} ； Ag^+ 与 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 等。

2. 结合成气体的离子不能大量共存：如 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 与 H^+ ； NH_4^+ 与 OH^- 等。

3. 结合生成难电离的物质，不能大量共存：如 H^+ 与 OH^- 、弱酸根离子等。

4. 强氧化性的离子与强还原性的离子因发生氧化还原反应而不能大量共存：如 MnO_4^- 与 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 S^{2-} ；

NO_3^- (H^+) 与 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- ； Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 I^- 等。

5. 因双水解而不能大量共存：如 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 与 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 AlO_2^- 等。

6. 弱酸的酸式酸根离子不能与 H^+ 和 OH^- 大量共存，如 HCO_3^- 、 HS^- 、 HPO_4^{2-} 、 HSO_4^- 等既不能与 H^+ 共存，又不能与 OH^- 共存。

7. 有色离子不能存在于无色溶液中，如 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 等。



高考领悟

一、考点点拨

【考题1】(2004年江苏·12)已知某溶液中存在较多的 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- ，则该溶液中还可能大量存在的离子组是 ()

- A. Al^{3+} 、 CH_3COO^- 、 Cl^-
- B. Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Br^-
- C. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 I^-
- D. Na^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^-

【点拨】离子共存问题是历年高考化学命题的焦点问题，它综合考查了学生对离子反应的条件及本质的把握情况，特别是离子的“有条件”共存问题是考查学生能否全面地观察和思考问题的好题型。本题中A项 CH_3COO^- 与 H^+ 不能大量共存；B项 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能大量共存，在 H^+ 存在的条件下， Br^- 可能被 NO_3^- 氧化；C项在 H^+ 存在的条件下， I^- 可被 NO_3^- 氧化。

【答案】D

【考题2】(1997年全国高考试题)(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_____。

【点拨】 NaHSO_4 是强酸(H_2SO_4)的酸式盐，属于强电解质，其水溶液呈酸性，电离方程式为： $\text{NaHSO}_4 = \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 为强碱，电离方程式： $\text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ 。

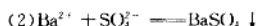
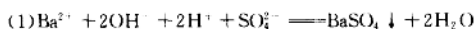
(1)由于题目要求两者反应“至中性”，必须考虑到全部 OH^- 、 H^+ 都转化为 H_2O ，所以离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)由(1)可知，当溶液呈中性时，溶液中仍有大量 SO_4^{2-} 离子存在，继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液，只发生 Ba^{2+} 与



SO_4^{2-} 结合生成 BaSO_4 沉淀的离子反应, 所以此步的离子反应方程式为: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$

【答案】



二、例题点拨

电解质和非电解质的基本概念

【例 1】下列物质中, 属于强电解质的是 _____

(填序号, 下同), 属于弱电解质的是 _____, 属于非电解质的是 _____。

a. 氨气 b. 氨水 c. 盐酸 d. 醋酸 e. BaSO_4 f. HI
g. NaCl h. CO_2 i. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ j. Cl_2 k. 水 l. 乙醇

【解析】氨气, CO_2 本身不电离, 属于非电解质;

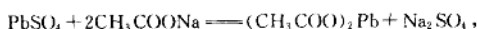
Cl_2 是单质, 氨水、盐酸是混合物, 均不是电解质及非电解质; BaSO_4 虽然溶解度小, 但溶解的部分是完全电离的, 属强电解质。

【答案】efgi k ahl

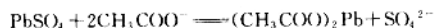
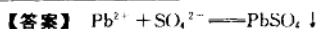
离子方程式的书写

【例 2】向硝酸铅 $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$ 的稀溶液中滴入几滴稀 Na_2SO_4 溶液, 生成白色 PbSO_4 沉淀, 再滴入数滴饱和醋酸钠 $(\text{CH}_3\text{COONa})$ 溶液, 微热, 并不断搅拌, 沉淀慢慢溶解, 生成可溶于水的醋酸铅。以上发生的都是复分解反应, 写出反应过程中的离子方程式: _____。第二步离子反应能发生的原因是 _____。

【解析】因为 PbSO_4 难溶于水, 所以第一步离子方程式为: $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 \downarrow$, 根据题给条件, 第二步 (PbSO_4 溶于 CH_3COONa) 发生的复分解反应为:



此反应既无沉淀又无气体生成, 根据复分解反应进行的条件, 肯定有难电离的物质生成, 而 Na_2SO_4 已知为强电解质, 所以只有 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 为难电离的物质。所以第二步的离子反应为: $\text{PbSO}_4 + 2\text{CH}_3\text{COO}^- \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ 。此反应能发生的原因是 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ 是易溶于水、难电离的弱电解质。

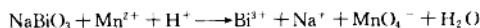


【例 3】已知 NaBiO_3 是黄色不溶于水的固体, Bi^{3+} 为无色离子。将 NaBiO_3 加入到稀 H_2SO_4 酸化的硫酸锰溶液中, 加热, 得到紫色的混合液, 试完成此反应的离子方程式。

【解析】此题为信息给予题, 考查的知识点是氧化还原的离子方程式的书写和配平。

(1) 先确定参加离子反应的物质:

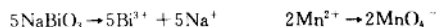
对题干信息分析可知反应物应包括 NaBiO_3 、 Mn^{2+} 和 H^+ , 生成物为 Bi^{3+} 、 Na^+ 、 MnO_4^- 和水。故反应为:



(2) 确定氧化剂、还原剂、氧化产物和还原产物的计量数:

由 $\text{NaBiO}_3 \xrightarrow{+3} \text{Bi}$ 化合价降低 2 $\text{Mn}^{2+} \xrightarrow{+3} \text{MnO}_4^-$ 化合价升高 5

化合价升降的最小公倍数为 10, 故有:



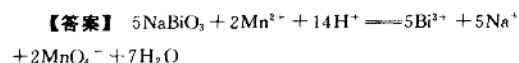
(3) 根据电荷守恒确定 H^+ 前的计量数:

反应方程式左边电荷: $2 \times (+2) + x \times (+1) = +(4+x)$

反应方程式右边电荷: $5 \times (+3) + 5 \times (+1) + 2 \times (-1) = +18$

左右电荷守恒得: $x=14$

(4) 确定 H_2O 前的计量数并配平



离子的共存问题

【例 4】下列各组离子在强碱溶液中能大量共存的是 ()

① I^- 、 Fe^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-}

② Na^+ 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 NO_3^-

③ AlO_2^- 、 Na^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}

④ CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 Br^-

⑤ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 AlO_2^- 、 H^+ 、 Na^+

⑥ Fe^{3+} 、 I^- 、 Cl^- 、 K^+

A. 仅③ B. 仅①②③

C. 仅①②⑤ D. 仅①②④⑥

【解析】本题考查对一些常见阴、阳离子性质的掌握情况, 涉及的知识面较广, 属综合应用的组合型试题, 解题的关键是要了解各组离子能稳定存在的条件, 然后再判断各组中离子间能否发生反应。

① I^- 、 Fe^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 的各种离子中, 其中 I^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 等离子能在碱性条件下存在, 而 Fe^{2+} 却在碱性条件下能转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀, 故就离子组本身是能共存的, 但题示条件却在大量 OH^- 存在时, Fe^{2+} 就不能存在。

② Na^+ 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 NO_3^- 其情况与①相同, 但其中 HPO_4^{2-} 和 H_2PO_4^- 等酸式酸根离子在碱性条件下会转化为正盐酸根离子 PO_4^{3-} 。

③ AlO_2^- 、 Na^+ 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 中的 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 离子存在于碱性环境中, 而 Na^+ 、 Cl^- 等对溶液的酸碱性无任何要





求,故该组离子在碱性环境中能大量共存。

④ CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 、 K^+ 、 Br^- 就离子组本身而言就不能大量共存,其中 CO_3^{2-} 水解后溶液显碱性,说明 CO_3^{2-} 必须存在于碱性环境中,而 Al^{3+} 水解溶液呈酸性,说明 Al^{3+} 必须存在于酸性环境中,这两种离子无法共存于同一溶液中,同时题示条件也决定了 Al^{3+} 无法存在。

⑤ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 AlO_2^- 、 H^+ 、 Na^+ 组中的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 AlO_2^- 都必须存在于碱性条件之下,而所给的离子组中已有 H^+ 存在,即离子组本身就无法共存。

⑥ Fe^{3+} 、 I^- 、 Cl^- 、 K^+ 离子组本身就不能大量共存,原因是 Fe^{3+} 与 I^- 之间能发生氧化还原反应:



【答案】 A

【补充说明】 通过对该题的分析提示我们,对离子共存问题的讨论,除了我们比较熟悉的四点(①离子间能生成难溶性物质,②离子间能生成气体,③离子间能生成水,④离子间能发生氧化还原反应等)以外,我们还应注意以下三点:

- ① 离子间能生成弱电解质;
- ② 离子的水解对反应是否有一定的影响;
- ③ 隐藏在题干中的反应条件。

三、误区点窍

【本节失分原因】

1. 对电解质的概念理解不透彻,电解质和非电解质都是相对于化合物进行分类的,单质、混合物均既不是电解质也不是非电解质。

2. 对离子方程式书写的原则和技巧掌握不牢,造成“该拆的不拆,不该拆的错拆”或违背质量守恒及电荷守恒的原理。书写离子方程式的常见错误有:

① 反应原理错误:如: $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2\text{S} \uparrow$,实际上 Fe^{3+} 与 S^{2-} 不是发生双水解,而是发生氧化还原反应,正确的离子方程式应为: $2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S} \downarrow$

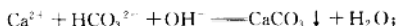
② 该“拆”不拆,不拆错拆(拆留不当)

如: Cl_2 跟水反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{ClO}^-$,由于 HClO 是弱酸,不能改写成离子,正确的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$;再如: NaHCO_3 与 NaHSO_4 反应:错误地写成: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,事实上, HCO_3^- 的电离程度很小,不能拆开书写,正确的离子方程式应该为: $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

③ 电荷不守恒:如 Fe^{3+} 与 Fe 反应的离子方程式写成: $\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 2\text{Fe}^{2+}$,错误的原因是只考虑了原子个数配

平,没有注意电荷守恒及得失电子守恒,正确的离子方程式应为: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$ 。

④ 相对用量未考虑,如:少量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与足量的 NaOH 溶液反应的离子方程式错误地写为:



事实上, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 电离出的 Ca^{2+} 与 HCO_3^- 的物质的量之比为 1 : 2,由于 NaOH 足量, HCO_3^- 应全部变为 CO_3^{2-} ,除与 Ca^{2+} 结合成 CaCO_3 外,溶液中还含有 CO_3^{2-} 。所以,正确的书写方式应该为:



3. 离子共存题型对题给条件没有认真挖掘,出现遗漏情况,如有无色,溶液的酸碱性等条件没有充分考虑。

【考题】 在强酸性溶液中能大量共存并且溶液为无色透明的离子组是 ()

- A. Ca^{2+} 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-}
- B. Mg^{2+} 、 Cl^- 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-}
- C. K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
- D. Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Fe^{3+} 、 NO_3^-

【误区】 ① 对 CaSO_4 微溶 (Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 不能大量共存)考虑不周而错选 A

② 没有充分利用条件溶液呈强酸性而错选 C

③ 忽略了条件无色而多选 D

【点窍】 正确解答离子共存试题应综合考虑题中所给的所有条件,包括溶液颜色、酸碱性等。

【答案】 B



智慧训练

1. 欲配制含一定量下列各组离子的溶液,能够实现的 ()

- A. Ag^+ 、 K^+ 、 I^- 、 NO_3^-
- B. Fe^{3+} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SCN^-
- C. Na^+ 、 HCO_3^- 、 K^+ 、 NO_3^-
- D. S^{2-} 、 K^+ 、 ClO^- 、 NO_3^-

2. 含有下列离子的溶液相混合,肯定有沉淀生成的是 ()

- A. Al^{3+} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 OH^-
- B. Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 OH^-
- C. H^+ 、 Ba^{2+} 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-}
- D. Na^+ 、 Al^{3+} 、 HCO_3^- 、 Cl^-

(提示:实验发现 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 既可溶于一定浓度的 NH_4Cl 溶液,又可溶于一定浓度的 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液)

3. 向一混合溶液中通入过量 NH_3 得到白色沉淀和无



色溶液,过滤后向沉淀中加入过量的烧碱溶液,沉淀部分溶解为无色溶液,则该溶液中含有的阳离子的组合是 ()

- A. Ag^+ 、 Na^+ 、 Mg^{2+}
B. Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Mg^{2+}
C. Ag^+ 、 Al^{3+} 、 Mg^{2+}
D. Cu^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+}

4. 为了更好地表示溶液的酸碱性,科学家提出了酸度 (AG) 的概念, $\text{AG} = \lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)}$ 。已知某无色溶液的 $\text{AG} =$

12, 则在此溶液中能大量共存的离子组是 ()

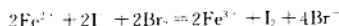
- A. Na^+ 、 AlO_2^- 、 K^+ 、 NO_3^-
B. MnO_4^- 、 K^+ 、 SO_3^{2-} 、 Na^+
C. Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 Na^+
D. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 Al^{3+} 、 Cl^-

5. 下列两种溶液混合时的现象是完全相同的,即都能够产生 BaSO_4 白色沉淀,但不能用离子方程式: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 表示的是 ()

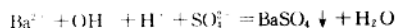
- A. BaCl_2 溶液和 K_2SO_4 溶液
B. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液和稀 H_2SO_4
C. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 Na_2SO_4 溶液
D. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液和 KHSO_4 溶液

6. 下列反应的离子方程式正确的是 ()

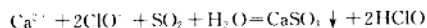
A. 相同物质的量浓度的 FeI_2 溶液与溴水溶液等体积混合:



B. 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中加入 NaHSO_4 溶液至溶液呈中性:



C. 向漂白粉溶液中通入适量的 SO_2 :

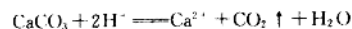


D. 四氧化三铁溶于氢碘酸溶液中:



7. 下列反应的离子方程式正确的是 ()

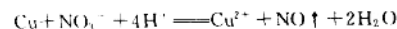
A. 碳酸钙溶于醋酸:



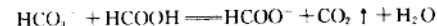
B. NaHSO_3 溶液中加入盐酸:



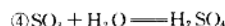
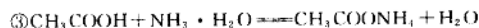
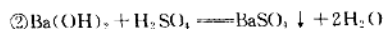
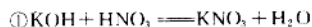
C. 铜片加入稀硝酸:



D. 小苏打溶液和甲酸混合:



8. 下列反应中(不考虑溶液体积变化),前者加入到后者中后,溶液的导电性明显增强的是 ()



A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ①④

9. 在 $x\text{R}^{2+} + y\text{H}^+ + \text{O}_2 = m\text{R}^{3+} + f\text{H}_2\text{O}$ 的离子方程式中,对系数 m 和 R^{2+} 、 R^{3+} 判断正确的是 ()

A. $m=4$, R^{2+} 是还原剂 B. $m=2y$, R^{2+} 被氧化

C. $m=2$, R^{3+} 是还原产物 D. $m=y$, R^{3+} 是还原产物

10. 某溶液中有 NH_4^+ 、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 四种离子,若向其中加入过量的 NaOH 溶液,微热并搅拌后再加入过量盐酸,溶液中大量减少的阳离子是 ()

- A. NH_4^+ 和 Al^{3+} B. Fe^{3+} 和 Mg^{2+}
C. NH_4^+ 和 Fe^{3+} D. Mg^{2+} 和 Al^{3+}

11. 某温度下,将 Cl_2 通入 NaOH 溶液中,反应得到 NaCl 、 NaClO 、 NaClO_3 的混合液,经测定 ClO^- 与 ClO_3^- 的浓度之比为 1:3,则 Cl_2 与 NaOH 溶液反应时,反应的离子方程式为_____。

12. 向 10 mL 0.1 mol/L 的 NaHCO_3 溶液中滴入含有 $0.5 \times 10^{-3} \text{ mol Ba}(\text{OH})_2$ 的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,该反应的离子方程式为_____。

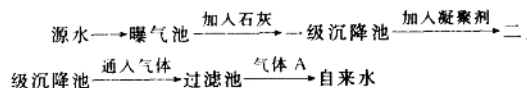
13. 在含有 $n \text{ mol FeBr}_2$ 的溶液中,通入 $x \text{ mol}$ 的 Cl_2 ,写出下列限定条件下发生反应的离子方程式:

- (1) $x \leq 0.5n$ _____
(2) $x \geq 1.5n$ _____
(3) $x = n$ _____

14. 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	$< 0.0045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
细菌总数	$< 100 \text{ 个} \cdot \text{mL}^{-1}$

以下是源水处理成自来水的工艺流程示意图:

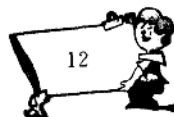


(1) 源水中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 等,加入石灰后生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,进而发生若干复分解反应,写出其中一个反应的离子方程式_____。

(2) 凝聚剂 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 除去悬浮固体颗粒的过程 (填写编号)。

① 只是物理过程 ② 只是化学过程 ③ 是物理和化学过程

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 是常见的凝聚剂,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)。

①Ca(ClO)₂ ②NH₃ ③K₂FeO₄ ④SO₂

15.在某化工生产中,要用到一种无色,可溶于水的晶体——铝铵矾,该晶体是一种复盐,其主要化学成分为十二水合硫酸铝铵,向该复盐的浓溶液中逐滴加入NaOH溶液,将发生一系列变化。

已知NH₄⁺与AlO₂⁻在水溶液中不能大量共存,会发生如下反应:



试回答:

(1)硫酸铝铵在水溶液中的电离方程式为_____。

(2)在逐滴加入浓NaOH溶液过程中,产生的现象有:①溶液中出现白色沉淀;②有刺激性气味的气体逸出;③白色沉淀量逐渐增多;④白色沉淀完全消失;⑤白色沉淀量逐渐减少。请答出各种现象由先后出现的顺序(用序号回答)_____。

(3)写出滴入NaOH溶液过程中,有关反应的离子方程式

- ①_____;
- ②_____;
- ③_____。

第三节 化学反应中的能量变化



高考认知

一、概念地图

化学反应的能量变化

- 吸热反应和放热反应
- 热反应方程式的书写
- 燃料的燃烧及新能源的开发与利用

二、知能梳理

考点1 化学反应中的能量变化

1. 基本概念

化学反应的实质是旧化学键的断裂和新化学键的生成(原子的重新组合)。因此,化学反应在有新物质生成的同时,常伴随着能量的变化及发光发热等现象。能量的变化通常表现为热量的变化。化学反应中有热量放出的反应称为放热反应;吸收热量的反应称为吸热反应。

放热反应可以看成是“贮存”在物质内部的能量转化并释放为热能及其它形式能量的反应过程。反应物的总能量=生成物的总能量+热能+其它形式的能量,即 $\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}} < 0$ (反应物总能量 $E_{\text{反}} >$ 生成物总能量 $E_{\text{生}}$)

吸热反应也可以看成是热能及其它形式的能量转化并“贮存”为生成物内部能量的反应过程。生成物的总能量=

反应物的总能量+热能+其它形式的能量,即 $\Delta H = E_{\text{生成物}} - E_{\text{反应物}} > 0$ (反应物总能量 $E_{\text{反}} <$ 生成物总能量 $E_{\text{生}}$)

2. 反应热(放热或吸热)的本质

①化学反应过程中放出或吸收的热量,用符号 ΔH 表示,单位为kJ/mol。

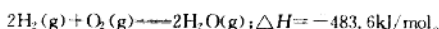
②化学反应不仅遵循质量守恒定律、电子守恒定律,而且也遵循能量守恒定律。

③反应物与生成物的能量差若以热能形式表现即为放热或吸热,如果两者能量比较接近,则放热和吸热不明显。

考点2 热化学方程式及其书写

1. 概念:表明反应所放出或吸收的热量的化学方程式叫热化学方程式。

2. 表示意义:不仅表明了化学反应中的物质变化,也表明了化学反应中的能量变化。例如:



表示2mol气态H₂与1mol气态O₂反应生成2mol气态H₂O,放出483.6kJ的热量。

3. 热化学方程式的书写

书写热反应方程式除了应遵循化学反应方程式书写要求外,还应注意以下五点:

① ΔH 只能写在标有反应物和生成物状态的化学方程式的右边,并用“;”隔开。若为放热反应, ΔH 为“-”;若为吸热反应, ΔH 为“+”。 ΔH 的单位一般为kJ/mol。

