

2005年 高考总复习



高考三人行

高考三人行 状元直通车

- ◎ 根据2004年《考试大纲》课程标准编写
- ◎ 由国家特、高级教师担纲编辑审定

学生用书

Chemistry

丛书主编 孙继民



化学



表師世萬

● 孔子曰：三人行，必有我师焉
择其善者而从之。

远方出版社

决胜高三——与巨人同行

子曰“三人行，必有我师焉！”《高考三人行》正是以先哲的至理名言为契机蕴育成书的。三人者，致力于高考命题研究的专家、耕耘在一线的名校名师、努力拼搏的莘莘学子也！只有这三者的完美结合，高考战场上你才能所向披靡，气势如虹！

牛顿曾经说过这样一句话：“我是站在巨人肩膀上看世界的”。一个人的学识、精力和时间是极有限的，只有擅于吸收他人的研究成果，你才能站得更高、看得更远。《高考三人行》正是深怀这个理念，力邀高考命题研究方面的资深专家担纲策划，众多名校一线教师参与编写，因此它能够紧跟高考的命题趋势，把握高考的最新动向。同时，针对学习中常见的薄弱环节，有的放矢的进行强化训练，使学生在高三复习中“会当凌绝顶，一览众山小”。而学生在使用本丛书的过程中所产生的疑问会及时地反馈回来，在《高考三人行》的修订中得以体现。如此互动、循环往复、生生不息，使《高考三人行》得到不断的完善。

十载寒窗、一朝决战，生死一线、成王败寇，其中的激烈和残酷是不难想象的。怎样才能立于不败之地？怎样才能脱颖而出？当你拥有和别人同样的天赋和内因时，《高考三人行》能助你一臂之力，让你达到内因和外因的完美结合。

站在巨人的肩膀上！

与巨人同行！！

决胜高三!!!

GAOKAOSANRENXING

修 订 说 明

已经与广大师生见面的《高考三人行》(历史分册)得到了众多考生的赞誉,这对于参与编撰此书的一线教师来说,是莫大的信任和支持。为了让关心本书的青年朋友梦圆高考、金榜题名,我们依据教学大纲、新版教材、最新《考试大纲》以及最新高考命题趋向,再次对原书进行了修订。

为了保持原版“三人行”的编写风格,这次修订未作体例上的变化,只是进行了局部调整。删减了与新版教材(人教版)不一致的内容,变动较多的是中国近现代史部分和世界近现代史部分;替换了过时的题型(如根据材料、限制字数的论文式的题型),充分体现了近几年高考历史试题的变化与创新的命题意识;吸纳了最新的高考试题和名校的模拟试题,使得本书更加贴近高考,同时也扩展了学生的解题思路和视野。

本书修订后具有如下特点:

(1)立意新:从能力立意的角度对学科知识进行梳理,注重方法的引导与规律的总结,介绍适合不同层面学生备考复习的学习方略,指导学生学会学习、学会应用、学会创造。

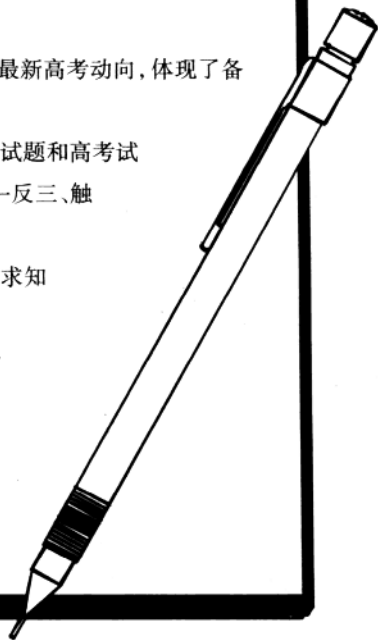
(2)内容新:与新版教材同步,渗透最新高考信息,预测最新高考动向,体现了备考复习与教学的导向性、超前性和可操作性。

(3)题型新。我们筛选了所能收集到的一些省份的模拟试题和高考试题中的新颖题型或代表高考趋势的题型,借以培养学生举一反三、触类旁通的综合能力。

本书点面结合、重点突出、详略得当、省时高效,能帮助求知若渴的莘莘学子达到复习备考的最优境界。

由于时间仓促,本书难免会有不妥之处,我们真诚地希望广大读者批评指正。

——编者





目 录

第一章 化学反应及其能量变化

第一节 氧化还原反应	(1)
第二节 离子反应	(7)
第三节 化学反应中的能量变化	(11)
第一章检测题	(15)

第二章 碱金属

第一节 钠	(18)
第二节 钠的化合物	(21)
第三节 碱金属元素	(25)
第二章检测题	(29)

第三章 物质的量

第一节 物质的量	(32)
第二节 气体摩尔体积	(35)
第三节 物质的量浓度	(38)
第三章检测题	(42)

第四章 卤素

第一节 氯气	(44)
第二节 卤族元素	(48)
第三节 物质的量应用于化学方程式的计算	(52)
第四章检测题	(55)

第五章 物质结构 元素周期律

第一节 原子结构	(58)
第二节 元素周期律	(61)
第三节 元素周期表	(64)
第四节 化学键	(69)
第五节 非极性分子和极性分子	(72)
第五章检测题	(75)

第六章 硫和硫的化合物

第一节 氧族元素	(78)
第二节 二氧化硫	(81)
第三节 硫酸	(85)





第四节 环境保护	(89)
第六章检测题	(92)
第七章 硅和硅酸盐工业	
第一节 碳族元素	(95)
第二节 硅酸盐工业简介	(99)
第三节 新型无机非金属材料	(101)
第七章检测题	(103)
第八章 氮族元素	
第一节 氮和磷	(106)
第二节 氨 铵盐	(110)
第三节 硝酸	(113)
第四节 有关化学方程式的计算	(117)
第八章检测题	(120)
第九章 化学反应速率、化学平衡	
第一节 化学反应速率	(123)
第二节 化学平衡	(127)
第三节 影响化学平衡的条件	(131)
第四节 合成氨条件的选择	(135)
第九章检测题	(138)
第十章 电离平衡	
第一节 电离平衡	(141)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(144)
第三节 盐类的水解	(148)
第四节 酸碱中和滴定	(151)
第十章检测题	(155)
第十一章 几种重要的金属	
第一节 镁和铝	(158)
第二节 铁和铁的化合物	(163)
第三节 金属的冶炼	(167)
第四节 原电池原理及其应用	(169)
第十一章检测题	(173)
第十二章 烃	
第一、二节 甲烷、烷烃	(176)
第三节 乙烯、烯烃	(180)
第四节 乙炔、炔烃	(183)
第五节 苯、芳香烃	(185)
第六节 石油、煤	(188)
第十二章检测题	(191)





第十三章 烃的衍生物

第一节 溴乙烷 卤代烃	(194)
第二节 乙醇、醇类	(197)
第三节 有机物分子式和结构式的确定	(201)
第四节 苯酚	(203)
第五节 乙醛、醛类	(206)
第六节 乙酸、羧酸	(210)
第十三章检测题	(214)

第十四章 糖类、油脂、蛋白质

第一节 葡萄糖、蔗糖	(218)
第二节 淀粉、纤维素	(221)
第三节 油脂	(223)
第四节 蛋白质	(226)
第十四章检测题	(229)

第十五章 合成材料

第一节 有机高分子化合物简介	(232)
第二节 合成材料	(235)
第三节 新型有机高分子材料	(237)
第十五章检测题	(240)

第一单元 晶体的类型与性质

1.1~1.2 离子晶体、分子晶体、原子晶体、金属晶体	(244)
第一单元检测题	(248)

第二单元 胶体的性质及其应用

2.1~2.2 胶体、胶体的性质及其应用	(251)
第二单元检测题	(254)

第三单元 化学反应中的物质变化和能量变化

3.1~3.2 重要的氧化剂、还原剂及离子反应的本质	(257)
3.3~3.4 化学反应中的能量变化、燃烧热和中和热	(260)
第三单元检测题	(263)

第四单元 电解原理及其应用

4.1~4.2 电解原理、氯碱工业	(266)
第四单元检测题	(270)

第五单元 硫酸工业

5.1~5.2 接触法制硫酸及综合经济效益的讨论	(273)
第五单元检测题	(276)

第六单元 化学实验方案的设计

6.1 制备实验方案的设计	(279)
6.2 性质实验方案的设计	(283)



6.3 物质检验实验方案的设计	(285)
6.4 化学实验方案设计的基本要求	(292)
第六单元检测题	(296)
理科综合能力测试	(299)
2004 年普通高等学校春季招生考试(北京卷)	(304)



第一章 化学反应及其能量变化

考本·章·学·法·指·南

1. 主要内容:

①化学反应的类型、四种基本反应类型(化合、分解、置换和复分解反应)与氧化还原反应的关系。氧化反应和还原反应,氧化剂和还原剂,用双线桥法分析元素化合价变化及标出电子转移的方向和总数。

②电解质和非电解质,强电解质和弱电解质,离子反

应和离子方程式,离子反应发生的条件和离子方程式书写的步骤。

③化学反应中的能量变化,放热反应和吸热反应,燃料充分燃烧的条件以及研究燃料充分燃烧对于节约能源、减少燃烧产物对大气污染的重要意义。

2. 学习重点:

氧化还原反应,离子反应和离子反应方程式的书写,化学反应中的能量变化。

第一节 氧化还原反应

考·点·与·命·题

氧化还原反应是化学反应中的主要内容,它基本上是年年出现在高考的试题中,题型以选择题和填空题为主。

主要考查点为:

1. 氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的判断;
2. 计算电子转移的数目;
3. 判断反应是否属于氧化还原反应;
4. 比较氧化剂的氧化性或还原剂的还原性的强弱;
5. 氧化还原反应方程式的配平;
6. 依据质量守恒、电子守恒、电荷守恒等解决一些计算型问题。

展望今后命题会继续在上述几方面进行,同时因涉及知识面广,有可能推出新的题型、新的设问方式,特别是与工农业生产、日常生活、科学实验等实际相结合的知识。

考·点·知·识·归·纳

1. 基本概念

(1)氧化还原反应:

定义:凡有电子转移(得失或共用电子对偏离、偏向)或化合价升降的反应叫氧化还原反应。

实质:电子转移(微观)。

特征:化合价升降(宏观)。

(2)氧化剂与还原剂:

所含元素化合价降低的反应物叫氧化剂。

所含元素化合价升高的反应物叫还原剂。

(3)氧化反应与还原反应:

氧化剂所发生的反应叫还原反应。

还原剂所发生的反应叫氧化反应。

(4)氧化产物与还原产物:

由还原剂变化而来所含元素化合价升高的生成物叫氧化产物。

由氧化剂变化而来所含元素化合价降低的生成物叫还原产物。

2. 中学常见的氧化剂和还原剂

(1)氧化剂:

- ①非金属性较强的单质: F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 、 O_2 、 O_3 ;
- ②变价元素中高价态化合物: $KClO_3$ 、 $KMnO_4$ 、 $K_2Cr_2O_7$ 、浓 H_2SO_4 、浓 HNO_3 、稀 HNO_3 、固体硝酸盐;
- ③高价态金属阳离子: Fe^{3+} 、 Ag^+ 、 Cu^{2+} ;
- ④能电离出 H^+ 的物质: 稀 H_2SO_4 、稀 HCl 、 $NaHSO_4$ 溶液;
- ⑤其他: $HClO$ 、漂白粉、 MnO_2 、 Na_2O_2 、 NO_2 、 H_2O_2 、银氨溶液、新制 $Cu(OH)_2$ 。

(2)还原剂:

- ①金属性较强的单质: K 、 Na 、 Mg 、 Al 、 Fe 、 Zn ;
- ②某些非金属单质: H_2 、 C 、 Si 等;
- ③变价元素中某些低价态化合物: CO 、 H_2S 及硫化物、 Fe^{2+} 盐、 $Fe(OH)_2$ 、 HBr 、 HI 及其盐、 SO_2 及亚硫酸盐;
- ④其他: 单质 S 、 Sn^{2+} 盐、浓 HCl 、 NH_3 气。

3. 氧化性、还原性的强弱判断方法

(1)根据方程式判断

得电子,化合价降低,被还原(发生还原反应)
氧化剂(氧化性)+还原剂(还原性)→还原产物+氧化产物
失电子,化合价升高,被氧化(发生氧化反应)





氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

(2)根据物质活动性顺序比较

①金属活动性顺序(常见元素)

K Ca Na...Fe...Cu Hg Ag
单质(或原子)还原性逐渐减弱,对应阳离子氧化性逐渐增强

②非金属活动性顺序(常见元素)

F Cl Br I S
单质(或原子)氧化性逐渐减弱,对应阴离子还原性逐渐增强

(3)根据反应条件判断(反应进行的难易程度):

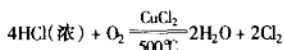
当不同的氧化剂作用于同一还原剂时,如氧化产物价态相同,可根据反应条件的难易来进行判断。例如:



①



②



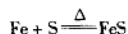
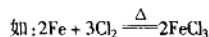
③

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 、 O_2 ,①式中 KMnO_4 常温时可把浓盐酸中的氯离子氧化成氯原子。②式中 MnO_2 需要在加热条件下才能完成,③式中 O_2 不仅需要加热,而且还需要 CuCl_2 做催化剂才能完成。由此我们可以得出结论:

氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$

(4)根据氧化产物的价态高低判断:

当变价的还原剂在相似的条件作用下作用于不同的氧化剂时,可根据氧化产物价态的高低来判断氧化剂氧化性的强弱。



可以判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$

(5)根据元素周期表判断:

①同主族元素(从上到下)

F Cl Br I
非金属单质氧化性逐渐减弱,对应阴离子还原性逐渐增强

Li Na K Rb Cs
金属原子还原性逐渐增强,对应阳离子氧化性逐渐减弱

②同周期主族元素(从左到右)

如: Na Mg Al Si P S Cl

单质还原性逐渐减弱,氧化性逐渐增强

阳离子氧化性逐渐增强,阴离子还原性逐渐减弱

(6)根据元素最高价氧化物的水化物酸碱性强弱比较:

例如,酸性: $\text{HClO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{CO}_3$,可判断氧化性: $\text{Cl} > \text{S} > \text{P} > \text{C}$

(7)根据原电池、电解池的电极反应比较

①两种不同的金属构成原电池的两极。负极金属是电子流出的极,正极金属是电子流入的极。其还原性:负极>正极。

②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。

(8)根据物质的浓度大小比较

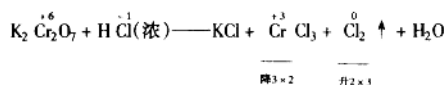
具有氧化性(或还原性)的物质的浓度越大,其氧化性(或还原性)越强,反之,其氧化性(或还原性)越弱。如:氧化性: $\text{HNO}_3(\text{浓}) > \text{HNO}_3(\text{稀})$

4. 氧化还原反应方程式的配平

(1)掌握两个原则:①质量守恒——反应前后各元素的原子(离子)个数相等。②电荷守恒——反应前后得失电子总数相等,因而各带电微粒所带电荷总数(代数和)相等;化合价升降总数相等。

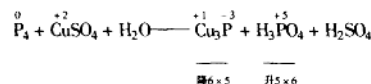
(2)抓住一个关键:准确判断变价元素化合价升降数及其最小公倍数,从而求得氧化剂、还原剂的基准计量数。

(3)灵活运用技巧: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方法和技巧,以提高配平的速度和准确度。如部分氧化还原反应、自身氧化还原反应、歧化反应等宜选用逆向配平法,即选择氧化产物、还原产物为基准物。如:



首先确定 CrCl_3 和 Cl_2 的计量数分别是2和3,然后用观察法配平得: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl(浓)} = 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$

若某些反应物或生成物分子内有两种或两种以上元素的化合价发生了变化,可将该分子看作一个整体作为基准物进行配平,可称为整体归一法。如:



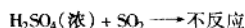
首先确定 Cu_3P 和 H_3PO_4 的计量数分别是5和6,其次确定 P_4 和 CuSO_4 的计量数分别是 $\frac{11}{4}$ 和15,用观察法配平后将两边各计量数都乘以4,得 $11\text{P}_4 + 60\text{CuSO}_4 + 96\text{H}_2\text{O} = 20\text{Cu}_3\text{P} + 24\text{H}_3\text{PO}_4 + 60\text{H}_2\text{SO}_4$

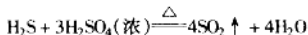
此外还有零价法、拆分法等,可灵活进行选择。



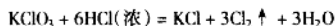
1. 同种元素相邻价态的微粒之间能发生氧化还原反应吗?

【解析】同种元素不同价态之间的氧化还原反应元素价态变化“只靠拢不交叉”即高价态要降低,不可能越过中间价态生成更低价态;反之,低价态要升高,也不可能越过中间价态生成更高价态。同种元素相邻价态的微粒中间无价态,无法靠拢,所以不能发生氧化还原反应。如:

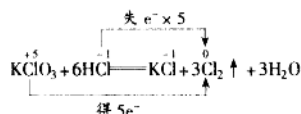




例 分析下列氧化还原反应中化合价变化的关系,标出电子转移的方向和数目,并指出氧化剂和还原剂。



【解析】解题时,应弄清同种元素不同价态间发生氧化还原反应价态变化的规律,只能相靠,不能相交。



KClO_3 是氧化剂 HCl 是还原剂

2. 电子守恒法解题

例 硫酸铵在强热条件下分解,生成氨、二氧化硫、氮气和和水,反应中生成的氧化产物和还原产物的物质的量之比是 ()

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

【解析】依据在氧化还原反应中得失电子数相等,当 2NH_4^+ 转变为 1mol N_2 时,失电子为 $2 \times 3\text{mol}$,而每摩 SO_4^{2-} 生成 1mol 还原产物 SO_2 时得电子为 2mol ,由此可得:

$$2 \times 3 \times n_{\text{氧化产物}} = 2 \times n_{\text{还原产物}}$$

$$\therefore n_{\text{氧化产物}} : n_{\text{还原产物}} = 1:3$$

【答案】A

3. 整体标价法配平

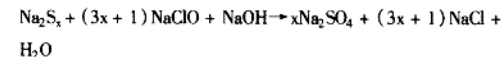
当某一元素的原子在某化合物中有数个时,可将它作为一个整体对待,根据化合物中元素化合价代数和为零的原则予以整体标价。

例 (上海市高考题)配平方程式: $\text{Na}_2\text{S}_x + \text{NaClO} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

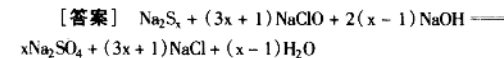
【解析】多硫化物可用整体标价法配平。把 Na_2S_x 中的“ S_x ”中的“ S_x ”看成一个整体,共为 -2 价。发生反应后,每个 S 都变成 SO_4^{2-} ,因此在配系数前首先在“ SO_4^{2-} ”前加系数 x 。在 SO_4^{2-} 中每个 S 的化合价为 $+6$ 价, x 个 S 共升高价为 $(6x+2)$, $\text{S}_x^{2-} \rightarrow x\text{SO}_4^{2-}$ 化合价升高 $(6x+2) \times 1$



配平“ Cl ”的系数:

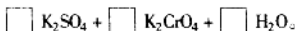
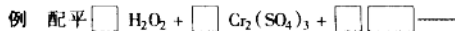


用观察法配平其他物质的计量数。



4. 缺项配平法

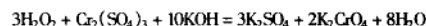
所谓缺项方程式,即某反应物或生成物的化学式未写出,它们一般为水、酸、碱,这类方程式的配平,不仅要配平化学计量数,还要写出未知物的化学式。配平的方法是先配平含变价元素物质的化学计量数,再通过比较反应物与生成物,观察增减的原子或离子数确定未知物,并配平。



【解析】先配平含变价元素物质的化学计量数:



观察:左边也应有 10mol K^+ ,两边元素不变,含 K^+ 的物质不是 H_2O 也非酸,故为 KOH ,且化学计量数为 10 ,故最后配平方程式为:



考题解析

例 1 (2000·全国)硫代硫酸钠可作为脱氯剂,已知 $25.0\text{ml } 0.100\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224ml (标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- 离子,则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化成 ()

- A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}

【解析】根据电子得失守恒原理,反应中氯气所获得电子的物质的量等于反应中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 失去电子的物质的量。

$$\frac{0.224\text{L}}{22.4\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.025\text{L} \times 0.100\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2(x-2), \text{解得 } x = 6.$$

【答案】D

例 2 (2001·全国)已知在酸性溶液中,下列物质氧化 KI 时,自身发生如下变化:



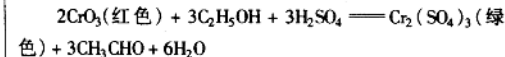
如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的 KI ,得到 I_2 最多的是 ()

- A. Fe^{3+} B. MnO_4^- C. Cl_2 D. HNO_3

【解析】根据电子得失守恒原理判断产物量的多少。在等物质的量 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 、 Cl_2 和 HNO_3 中,得电子数最多的是 MnO_4^- ,所以氧化足量的 KI 时,得到 I_2 的量也最多。

【答案】B

例 3 (2000·理科综合)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:



被检测的气体成分是_____,上述反应中的氧化剂是_____,还原剂是_____。

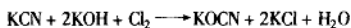
【解析】 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 中 C 元素的化合价为 -2 , CH_3CHO 中 C 元素的化合价为 -1 ,显然 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 是还原剂;则 CrO_3 是氧化剂。

【答案】 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CrO_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。

例 4 (2002·上海)用氯氧化法处理含 CN^- 的废水过程中,液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一),氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

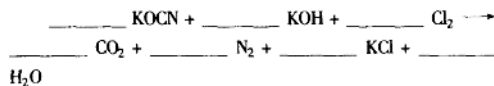


(1)某厂废水中含 KCN,其浓度为 $650\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。现用氯氧化法处理,发生如下反应(其中 N 均为 -3 价):



被氧化的元素是_____。

(2)投入过量液氯,可将氰酸盐进一步氧化为氮气,请配平下列化学方程式,并标出电子转移方向和数目:



(3)若处理上述废水 20L,使 KCN 完全转化为无毒物质,至少需液氯_____g。

【解析】(1)在反应 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 中,碳元素的化合价从 +2 上升到 +4,失电子被氧化。

(2)从 $\text{KCN} + \text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 可知,N、C 两元素的化合价从 -3、+2 分别升至 0、+4,而 Cl 元素的化合价从 0 降至 -1,根据氧化还原反应中元素化合价升降数相等的规律,即可配得 $2\text{KCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

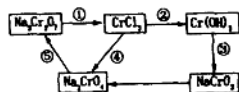
(3)从 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 和 $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知, $2\text{KCN} + 8\text{KOH} + 5\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 10\text{KCl} + 4\text{H}_2\text{O}$,即 $2\text{KCN} \longrightarrow 5\text{Cl}_2$,处理上述 20L 废水,使 KCN 完全转化为无毒物质,至少需液氯:

$$\frac{20\text{L} \times 650\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \times 10^{-3}}{65\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}} \times \frac{5}{2} \times 71\text{g}\cdot\text{mol}^{-1} = 35.5\text{g}$$

【答案】(1)碳(或 C);(2)2、4、3、2、1、6、2;(3)35.5。

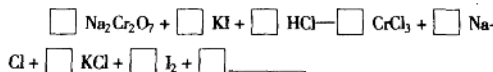
例 5 (2001·上海)化学实验中,如使某步中的有害产物作为另一步的反应物,形成一个循环,就可以不再向环境排放该种有害物质。例如:

(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)。

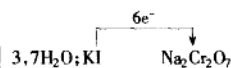
(3)完成并配平步骤①的化学方程式,标出电子转移的方向和数目:



【解析】本题以 Cr 的化合物相互转化为题材,考核学生对无机物的氧化还原反应规律、酸碱反应规律等掌握情况。(1)对于氧化还原反应中,需用还原剂的转化,可推知铬元素化合价下降了,故选①;而用氧化剂的转化,可推知铬元素化合价上升了,故选④。(2) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 是碱能与强酸反应,从题述的转化关系看, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 可转化为

NaCrO_2 ,发生了如下反应 $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,故两性物质是 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 。(3)根据电子守恒和质量守恒,可配得 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 6\text{KI} + 14\text{HCl} \longrightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{NaCl} + 6\text{KCl} + 3\text{I}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$,6molKI 失去 6mol e^- 。

【答案】(1)①,④;(2) $\text{Cr}(\text{OH})_3$;(3)1、6、14、2、2、6、



例 6 (2003·全国理科综合)用下面两种方法可以制得白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀。

方法一:用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与用不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备。

(1)用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需加入_____。

(2)除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用_____的方法。

(3)生成白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀的操作是用长滴管吸取不含 O_2 的 NaOH 溶液,插入 FeSO_4 溶液液面下,再挤出 NaOH 溶液。这样操作的理由是_____。

方法二:在如图装置中,用 NaOH 止水夹溶液、铁屑、稀 H_2SO_4 等试剂制备。

(1)在试管 I 里加入的试剂是_____。

(2)在试管 II 里加入的试剂是_____。

(3)为了制得白色 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀,在试管 I 和 II 中加入试剂,打开止水夹,塞紧塞子后的实验步骤是_____。

(4)这样生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀能较长时间保持白色,其理由是_____。



【解析】本题以 Fe^{2+} 易被氧化成 Fe^{3+} 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 易被氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 为题材,考核了学生对实验室中配制含 Fe^{2+} 的溶液和制取 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的有关要求及操作的掌握情况。(1) FeSO_4 是强酸弱碱盐为了防止其水解在配制 FeSO_4 溶液时常加入稀 H_2SO_4 ,另外 Fe^{2+} 不稳定易被氧化成 Fe^{3+} ,而 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$,所以为了防止 Fe^{2+} 的氧化要加入少量铁屑。(2)根据气体物质溶解度随温度升高而降低这一性质,应选择煮沸的方法。(3)实验中一系列的操作都应避免试剂与空气接触,防止 Fe^{2+} 的氧化,这样操作避免了 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 与空气中 O_2 的接触。

【答案】方法一:(1)稀 H_2SO_4 ,铁屑 (2)煮沸 (3)避免生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀接触 O_2 。

方法二:(1)稀 H_2SO_4 ,铁屑 (2)NaOH 溶液 (3)检验试管 II 出口处排出的 H_2 的纯度。当排出的 H_2 纯净时,再夹紧止水夹。

(4)试管 I 中反应生成的 H_2 充满了试管 I 和试管 II,



外界空气不易进入。

元素、结构、性质、训练

巩固双基

一、选择题(每小题有1-2个选项符合题意)

- 下列各组物质中只具有还原性的是 ()
A. F^- 、 CO 、 Na B. Na 、 I^- 、 Zn
C. Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- D. Fe^{3+} 、 O_2 、 H_2O_2
- 下列反应一定属于氧化还原反应的是 ()
A. 化合反应 B. 分解反应
C. 置换反应 D. 复分解反应
- 氯化钙可作为生石灰,反应方程式为: $CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2 \uparrow$,其中水的作用是 ()
A. 溶剂 B. 还原剂
C. 氧化剂 D. 既作氧化剂,又作还原剂
- 在相同条件下所列的离子中,哪一个是最强的氧化剂
A. Ag^+ B. Mg^{2+}
C. H^+ D. Cu^{2+}
- 在相同条件下,下列所列的离子中,哪一个是最强的还原剂
A. F^- B. Cl^-
C. Br^- D. I^-
- 通过以下两个氧化还原反应(1) $A + BSO_4 = ASO_4 + B$
(2) $C + ASO_4 = CSO_4 + A$ 选择合适的答案填入括号内 ()
A. 氧化性 $C > A > B$
B. 氧化性 $BSO_4 > ASO_4 > CSO_4$
C. 还原性 $C > A > B$
D. 还原性 $C < A < B$
- 下列有关氧化反应本质的叙述中,正确的是 ()
A. 化合价升高
B. 化合价降低
C. 得到电子
D. 失去电子或电子对偏离
- 下列反应中,属于非氧化还原反应的是 ()
A. $3CuS + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO \uparrow + 3S \downarrow + 4H_2O$
B. $3Cl_2 + 6KOH = 5KCl + KClO_3 + 3H_2O$
C. $3H_2O_2 + 2K_2CrO_4 + 2KOH = 2K_2CrO_4 + 4H_2O$
D. $3CCl_4 + K_2Cr_2O_7 = 2CrO_2Cl_2 + 3COCl_2 + 2KCl$
- 下列反应 $X + Y_2 = XY_2$ 的叙述中,正确的是 ()
A. X 被氧化, Y_2 显氧化性
B. Y_2 被还原, X 显氧化性
C. X 是还原剂, Y_2 被氧化
D. Y_2 被还原, X^{2+} 是氧化产物
- 亚硝酸(HNO_2)既可作氧化剂,又可作还原剂,当它在反应中作氧化剂时,可能生成的产物是 ()
A. N_2 B. N_2O_3 C. NH_3 D. NO_2

11. 下列过程中,在常温下加入还原剂就能实现的是 ()

- A. $Ag^+ \rightarrow Ag$
B. $S_2O_8^{2-} \rightarrow S_2O_8^{2-}$
C. $CuO \rightarrow Cu$
D. $Cr_2O_7^{2-} \rightarrow CrO_4^{2-}$

12. 下列反应中属于氧化还原反应,但水既不作氧化剂又不作还原剂的是 ()

- A. $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
B. $2Na_2O_2 + 2H_2O = 4NaOH + O_2 \uparrow$
C. $2F_2 + 2H_2O = 4HF + O_2$
D. $2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2 \uparrow$

13. 在 $3Cl_2 + 8NH_3 = 6NH_4Cl + N_2$ 反应中,还原性最强的物质是 ()

- A. Cl_2 B. NH_3 C. NH_4Cl D. N_2

二、填空题

14. 在 $K_2Cr_2O_7 + 14HCl = 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2 \uparrow + 7H_2O$ 反应中,_____是氧化剂;_____是还原剂;_____元素被氧化;_____元素被还原;_____是氧化产物;_____是还原产物;电子转移的总数为_____。

15. 根据反应: (1) $2P + 5Br_2 + 8H_2O = 2H_3PO_4 + 10HBr$
 $Cl_2 + 2HBr = 2HCl + Br_2$

$2KMnO_4 + 16HCl(浓) = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$

推断氧化性(氧化剂)由强到弱的顺序是_____。

还原性(还原剂)由强到弱的顺序是_____。

16. 现有 9.6 克 Cu 恰好能与适量的氯气反应,制得无水氯化铜;若将这些氯气用来与铁反应,可氧化_____g 铁。(提示: $Cu + Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CuCl_2$, $2Fe + 3Cl_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2FeCl_3$)

17. 高锰酸钾与浓盐酸反应,可以产生氯气,反应式为 $2KMnO_4 + 16HCl(浓) = 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$ 在该反应中,锰元素的化合价由_____价变为_____价,若参加反应的氯化氢是 146g,那么被氧化的氯化氢是_____g。

能力培养

一、选择题(每小题有1-2个选项符合题意)

1. 单质 X 和 Y 相互反应生成化合物 $X^{2+}Y^{2-}$ 。有下列叙述:① X 被氧化;② X 是氧化剂;③ X 具有氧化性;④ XY 既是氧化产物也是还原产物;⑤ XY 中的 Y^{2-} 具有还原性;⑥ XY 中 X^{2+} 具有氧化性;⑦ Y 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

2. 下列叙述正确的是 ()

- A. 金属单质在氧化还原反应中总是做还原剂
B. 非金属单质在氧化还原反应中总是做氧化剂
C. 钠原子在氧化还原反应里失去 1 个电子,而铝原子失去了 3 个电子,所以钠的还原性小于铝





D. 氯原子在氧化还原反应中得到 1 个电子, 而硫原子得到 2 个电子, 所以氯的氧化性小于硫

3. 已知 $M_2O_8^{2-} + 3S^{2-} + 14H^+ = 2M^{3+} + 3S \downarrow + 7H_2O$, 又 $M_2O_8^{2-}$ 中的 M 的化合价为 ()

A. +2 价 B. +3 价 C. +4 价 D. +6 价

4. $R_2O_8^{n-}$ 离子在一定条件下可以把 Mn^{2+} 离子氧化为 MnO_4^- , 若反应后 $R_2O_8^{n-}$ 离子变为 RO_4^{2-} 离子, 又知反应中氧化剂与还原剂的离子数之比为 5:2, 则 n 的值是 ()

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

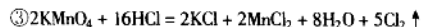
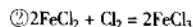
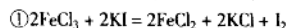
5. 在 $H_2SO_3 + 2H_2S = 3H_2O + 3S$ 反应中, 被氧化元素与被还原元素的质量比为 ()

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

6. 在 $5NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} 2HNO_3 + 4N_2 \uparrow + 9H_2O$ 的反应中, 发生氧化反应的氮原子与发生还原反应的氮原子的个数比是 ()

A. 3:5 B. 5:4
C. 5:8 D. 5:3

7. 今有下列三个氧化还原反应:



若某溶液中有 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

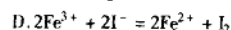
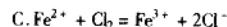
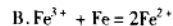
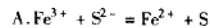
8. 稀 HNO_3 还原产物可以是: ① NO 、② N_2O 、③ N_2 、④ NH_4NO_3 。在稀 HNO_3 和 Zn 的反应中, 若有 1 mol 的 HNO_3 参加反应, 则有 0.8 mol 电子转移, 由此推断稀 HNO_3 的还原产物为 ()

A. 仅④ B. ②和④
C. ③和④ D. 仅②

9. ClO_2 是一种广谱型的消毒剂, 根据世界环保联盟的要求 ClO_2 将逐渐取代 Cl_2 成为生产自来水的消毒剂。工业上 ClO_2 常用 $NaClO_2$ 和 Na_2SO_3 溶液混合并加 H_2SO_4 酸化后反应制得, 在以上反应中 $NaClO_2$ 和 Na_2SO_3 的物质的量之比为 ()

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

10. 下列氧化还原反应的方程式配平正确的是 ()



11. Zn 与稀 HNO_3 反应的物质的量之比为 5:12, 则 HNO_3 被还原的产物为 ()

A. NO

B. NO_2

C. N_2

D. NH_4NO_3

二、填空题

12. 高锰酸钾和氢溴酸溶液可以发生下列反应: $KMnO_4 + HBr \rightarrow Br_2 + MnBr_2 + KBr + H_2O$, 其中还原剂是_____. 若消耗 15.8 g 氧化剂, 则被氧化的还原剂的质量是_____ g, HBr 的作用是_____.

13. 录像用的高性能磁粉, 主要材料之一是由三种元素组成的化学式为 $Co_xFe_{3-x}O_3$ 的化合物。已知氧为 -2 价, 钴 (Co) 和铁可能呈现 +2 价或 +3 价, 且上述化合物中, 每种元素只有一种化合价。则 x 值为_____, 铁的化合价为_____, 钴的化合价为_____.

14. 2003 年 10 月 17 日晨 6 时许, 载着航天英雄杨利伟的“神舟”五号飞船在内蒙古大草原成功着陆, 我国首次载人航天飞行取得圆满成功。发射“神舟”飞船的长征 2 号火箭用了肼 (N_2H_4) 作燃料, N_2H_4 与 NH_3 有相似的化学性质。

(1) 写出肼与盐酸反应的离子方程式_____.

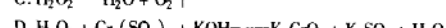
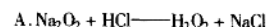
(2) 用拉希希法制备肼, 是将 $NaClO$ 和 NH_3 按物质的量之比 1:2 反应生成肼, 试写出该反应的化学方程式_____. 该反应中_____是氧化产物。

(3) 发射火箭时肼 (N_2H_4) 为燃料, 二氧化氮作氧化剂, 两者反应生成氮气和气态水。已知 $4g N_2H_4(g)$ 在上述反应中放出 71 kJ 的热量, 写出热化学方程式_____.

(4) 为使宇航员有良好的生存环境, 宇宙飞船中装有盛 Na_2O_2 颗粒的供氧装置, 如用 KO_2 (超氧化钾) 代替 Na_2O_2 , 能达到同样的目的。写出 KO_2 与 CO_2 反应的方程式_____.

若仅从飞船携带物品宜轻便考虑, 这两种物质中哪种更好, 请用计算结果加以说明。_____.

15. 针对以下 A~D 四个涉及 H_2O_2 的反应 (未配平), 填写空白:

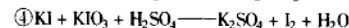
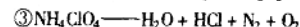
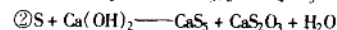
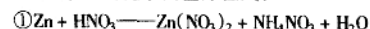


(1) H_2O_2 仅体现氧化性的反应是 (填代号)_____, 该反应配平的化学方程式为_____.

(2) H_2O_2 既体现氧化性又体现还原性的反应是 (填代号)_____.

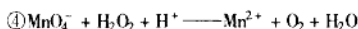
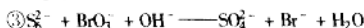
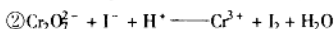
(3) H_2O_2 体现酸的反应是 (填代号)_____, 其理由是_____.

16. 配平下列化学反应方程式:

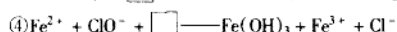
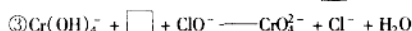
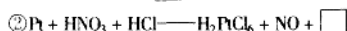




17. 配平下列氧化还原反应的离子方程式



18. 缺项配平



跨学科综合

19. 黑火药是我国古代四大发明之一,它是硫粉、木炭和硝石(KNO_3)分别研细后的混合物。由于三种物质的配方比例不同,主要反应有区别,爆炸力也有所不同。

(1) 黑火药的一种配方是将三种物质混合后爆炸时产生 K_2S 及两种窒息性气体—— N_2 和 CO_2 。写出并配平该反应的化学方程式,然后标出电子转移的方向和数目。

(2) 第二种配方中 KNO_3 与 C 的质量之比为 101:12,而硫与碳的原子个数之比为 5:16,爆炸后的生成物有 K_2CO_3 、 K_2SO_4 、 K_2S_2 、 N_2 和 CO_2 。

① 写出(该配方)点燃黑火药时反应的化学方程式:

② 反应中的氧化产物有三种,它们是(写化学式):

_____, _____, _____; 还原产物有两种,它们是 _____ 和 _____; 产物 K_2S_2 中硫元素的化合价为 _____。

(3) 无论哪种配方的黑火药,爆炸时总伴随着浓烟,其原因是 _____。

(4) 两种配方相比,第 _____ 种配方爆炸力更强,其原因是 _____。

第二节 离子反应

命题点与命题

1. 离子共存问题是高考中的常见题型,是每年必考的题型。今后命题的发展趋势是:

(1) 增加限制条件,如强酸性、无色透明、碱性、 $\text{pH} = 1$ 、甲基橙呈红色、发生氧化还原反应等;

(2) 定性中有定量,如“由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中……”。

2. 离子方程式的正误书写也是历年高考必出的试题。从命题的内容看,存在着三种特点:

(1) 所考查的化学反应均为中学化学教材中的基本反应;错因大都属于化学式能否拆分、处理不当、电荷未配平、产物不合理和漏掉部分反应等;

(2) 所涉及的化学反应类型以复分解反应为主,而溶液中的氧化还原反应约占 15%;

(3) 一些重要的离子反应方程式,在历年考卷中多次重复。如 Na 与 H_2O 的反应、 Fe 与盐酸或稀 H_2SO_4 的反应、 Fe^{3+} 和 Fe 的反应自 1992 年以来分别考过多次。

考查离子方程式的目的主要是了解学生使用化学用语的准确程度和熟练程度,具有一定的综合性,预计今后的考题还会保留。

基础·知识·归纳

1. 基本概念

(1) 离子反应:

在溶液里或熔化状态下,有离子参加或离子生成的反应。

(2) 电解质:

在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物。

(3) 非电解质:

在水溶液和熔化状态都不导电的化合物。

(4) 强电解质:

在水溶液里全部电离成离子的电解质。

(5) 弱电解质:

在水溶液里只有一部分分子电离成离子的电解质。

(6) 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。

2. 强电解质与弱电解质的区别

(1) 电解质的强弱与其在水溶液中的电离程度有关,与其溶解度的大小无关。例如:难溶的 BaSO_4 、 CaSO_3 等和微溶的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等在水中溶解的部分是完全电离的,故是强电解质。而易溶于水的 CH_3COOH 、 H_3PO_4 等在水中只有部分电离,故归为弱电解质。

(2) 电解质溶液的导电能力的强弱只与自由移动的离





子浓度及离子所带的电荷数有关,而与电解质的强弱没有必然的联系。例如:一定浓度的弱酸溶液的导电能力也可能比较稀的强酸溶液强。即强电解质的导电能力不一定强。

(3)强电解质包括:强酸(如 HCl 、 HNO_3 、 H_2SO_4)、强碱(如 NaOH 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$)和大多数盐(如 NaCl 、 MgCl_2 、 K_2SO_4 、 NH_4Cl)及所有的离子化合物;弱电解质包括:弱酸(如 CH_3COOH)、弱碱(如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)、中强酸(如 H_3PO_4),注意:水也是弱电解质。

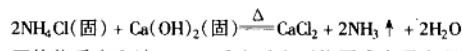
3. 溶液中常见的离子反应包括的两种类型

(1)离子互换的非氧化还原反应:当有难溶物(如 CaCO_3)难电离物(如 H_2O 、弱酸、弱碱)以及挥发性物质(如 CO_2)生成时离子反应可以发生。

(2)离子间的氧化还原反应:取决于氧化剂和还原剂的相对强弱,氧化剂和还原剂越强,离子反应越完全。反应过程符合以强制弱规律。

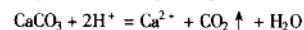
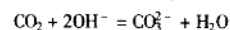
4. 书写离子方程式时应注意的问题

(1)离子反应是在溶液中或熔融状态时进行的反应,凡非溶液中进行的反应一般不能写离子方程式,即没有自由移动离子参加的反应,不能写离子方程式。如 NH_4Cl 固体和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合加热,虽然也有离子和离子反应,但不能写成离子方程式,只能写化学方程式。即:



固体物质在和浓 H_2SO_4 反应时也不能写成离子方程式,只能写化学方程式。如: $\text{NaCl}(\text{固}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$

(2)单质、氧化物在离子方程式中一律写化学式;弱酸(HF 、 H_2S 、 HClO 、 H_2SO_3 等)、弱碱(如 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)等难电离的物质必须写化学式;难溶于水的物质(如 CaCO_3 、 BaSO_3 、 FeS 、 PbS 、 BaSO_4 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等)必须写化学式。如:



(3)多元弱酸的酸式盐的酸根离子在离子方程式中不能拆开写。如 NaHSO_4 溶液和稀硫酸反应: $\text{HSO}_4^- + \text{H}^+ = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。而 HSO_4^- 在溶液中的反应一般要拆开。

(4)对于微溶物的处理有三种情况:

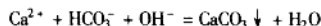
①在生成物中有微溶物析出时,微溶物用化学式表示。如 Na_2SO_4 溶液中加入 AgNO_3 溶液: $2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$ 。

②当反应物里有微溶物处于溶液状态(稀溶液),应写成离子的形式。如 CO_2 气体通入澄清石灰水中: $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

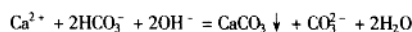
③当反应物里有微溶物处于悬浊液或固态时,应写成化学式。如在石灰乳中加入 Na_2CO_3 溶液: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ 。

(5)操作顺序或反应物相对量不同时离子方程式不同,例如少量烧碱滴入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液[此时 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

过量],有



少量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液滴入烧碱溶液(此时 NaOH 过量),有



重·点·难·点·释·疑

1. 离子共存问题

(1)“不共存”情况归纳

①离子之间相互结合呈沉淀析出时不能大量共存。如形成 BaSO_4 、 CaSO_4 、 H_2SiO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 MgSO_3 、 MgCO_3 、 PbCl_2 、 H_2SiO_3 、 Ag_2SO_4 等。

②离子之间相互结合呈气体逸出时不能大量共存,如: H^+ 与 S^{2-} 、 HS^- 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 和 OH^- 与 NH_4^+ 等,由于逸出 H_2S 、 CO_2 、 SO_2 、 NH_3 等气体或 S^{2-} 变成 HS^- 、 CO_3^{2-} 变成 HCO_3^- 而不能大量共存。

③离子之间相互结合成弱电解质时不能大量共存。如: H^+ 与 CH_3COO^- 、 OH^- 、 PO_4^{3-} 等离子,由于生成 CH_3COOH 、 H_2O 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 H_3PO_4 而不能大量共存。

④离子之间发生双水解析出沉淀或逸出气体时不能大量共存,如 Al^{3+} 与 AlO_2^- 、 Fe^{3+} 与 HCO_3^- 、 Al^{3+} 与 HS^- 、 S^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 等离子。

⑤离子之间发生氧化还原反应时不能大量共存,如: Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 Fe^{3+} 与 I^- 等。

⑥离子之间相互结合成络离子时不能大量共存。如: Fe^{3+} 与 SCN^- 生成 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$, Ag^+ 、 NH_4^+ 、 OH^- 生成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, Fe^{3+} 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ (H^+) 也络合等。

(2)离子在酸性或碱性溶液中存在情况的归纳

①某些弱碱金属阳离子,如: Zn^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Pb^{2+} 、 Ag^+ 等。在水溶液中发生水解,有 OH^- 则促进水解生成弱碱或难溶的氢氧化物。故上述离子可和 H^+ (在酸性溶液中)大量共存,不能与 OH^- (在碱性溶液中)共存。但有 NO_3^- 存在时的酸性溶液, Fe^{2+} 等还原性离子不与之共存。

②某些弱酸的酸式酸根离子,如 HCO_3^- 、 HS^- 等可和酸发生反应,由于本身是酸式酸根,故又可与碱反应,故此类离子与 H^+ 和 OH^- 都不能共存。

③某些弱酸的阴离子,如: CH_3COO^- 、 S^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 AlO_2^- 、 SO_3^{2-} 、 ClO^- 、 SiO_3^{2-} 等离子在水溶液中发生水解,有 H^+ 则促进其水解,生成难电离的弱酸或弱酸的酸式酸根离子。所以这些离子可和 OH^- (在碱性溶液中)大量共存,不能与 H^+ (在酸性溶液中)大量共存。

④强酸的酸根离子和强碱的金属阳离子,如: Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 K^+ 、 Na^+ 等离子,因为在水溶液中不发生水解,所以不论在酸性或碱性溶液中都可以大量共存。但 SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 不共存。

⑤某些络离子,如 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, 它们的配位体能与





H^+ 结合成 NH_4^+ , $[Ag(NH_3)_2]^+ + 2H^+ \rightleftharpoons Ag^+ + 2NH_4^+$, 所以, 它们只能存在于碱性溶液中, 即可与 OH^- 共存, 而不能与 H^+ 共存。

分析: “共存”问题, 还应考虑到题目附加条件的影响, 如溶液的酸碱性、pH值、溶液颜色、水的电离情况等。常见的有颜色的离子: Cu^{2+} (蓝色)、 Fe^{3+} (棕黄色)、 Fe^{2+} (浅绿色)、 MnO_4^{2-} (紫红色)。

例 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^-

[解析] 对于A, 因生成微溶物 $CaSO_4$ 而不能大量共存: $Ca^{2+} + SO_4^{2-} \rightleftharpoons CaSO_4 \downarrow$; 对于C, 因生成气体而不能大量共存: $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$; 对于D, Fe^{3+} 溶液呈黄色, 选B。

2. 检查离子方程式书写是否正确的方法
必须考虑以下六条原则。

(1) 依据物质反应的客观事实

释例1: 铁与稀盐酸反应: $2Fe + 6H^+ = 2Fe^{3+} + 3H_2 \uparrow$ (错误), 正确的是: $Fe + 2H^+ = Fe^{2+} + H_2 \uparrow$ 。

(2) 必须遵守质量守恒定律。

释例2: 过量锌与 $FeCl_3$ 溶液反应: $Zn + 2Fe^{3+} = Fe + 3Zn^{2+}$ (错误), 正确的是: $3Zn + 2Fe^{3+} = 2Fe + 3Zn^{2+}$ 。

(3) 必须遵守电荷平衡原则。

释例3: 铝与稀硫酸反应: $Al + 2H^+ = Al^{3+} + H_2 \uparrow$ (错误), 正确的是: $2Al + 6H^+ = 2Al^{3+} + 3H_2 \uparrow$ 。

(4) 氧化还原反应还必须遵守得失电子守恒原理。

释例4: 在双氧水(H_2O_2)中加入酸性 $KMnO_4$ 溶液: $2MnO_4^- + 3H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 4O_2 \uparrow + 6H_2O$ (错误), 正确的是: $2MnO_4^- + 5H_2O_2 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 5O_2 \uparrow + 8H_2O$ 。

(5) 必须遵守定组成原理(即阴、阳离子的配比关系)。

释例5: $Ba(OH)_2$ 溶液和稀 H_2SO_4 混合: $Ba^{2+} + OH^- + H^+ + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow + H_2O$ (错误), 正确的是: $Ba^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$ 。

(6) 反应必须能用离子方程式表示。



例1 (2001·上海) 在pH=1的无色溶液中能大量共存的离子组是 ()

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

[解析] pH=1表明溶液呈较强的酸性, 在酸性溶液

中不存在大量的 OH^- , C项因 Cu^{2+} 呈蓝色而不符合题意要求, D项中因 AlO_2^- 在酸性溶液中发生 $AlO_2^- + H^+ + H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3$ 或 $AlO_2^- + 4H^+ \rightleftharpoons Al^{3+} + 2H_2O$ 而不能大量共存。审视各项, 只有A项符合题意。

[答案] A

例2 (2001·上海) 下列反应的离子方程式错误的是 ()

- A. 向碳酸氢钙溶液中加入过量氢氧化钠
 $Ca^{2+} + 2HCO_3^- + 2OH^- \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2H_2O + CO_3^{2-}$
B. 等体积等物质的量浓度的氢氧化钡溶液与碳酸氢氨溶液混合

$Ba^{2+} + 2OH^- + NH_4^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons BaCO_3 \downarrow + NH_3 \cdot H_2O + H_2O$

C. 氢氧化铝与足量盐酸反应

$Al(OH)_3 + 3H^+ \rightleftharpoons Al^{3+} + 3H_2O$

D. 过量 CO_2 通入氢氧化钠溶液中

$CO_2 + 2OH^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O$

[解析] 对于D组的离子方程式, 主要不符合反应事实。因为过量的二氧化碳通入 $NaOH$ 溶液, 反应产物不是碳酸钠而是碳酸氢钠。其他各项均符合要求。

[答案] D

例3 (2000·全国) 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

$Ca^{2+} + HCO_3^- + OH^- \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + H_2O$

B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液

$Al + 2OH^- \rightleftharpoons AlO_2^- + H_2 \uparrow$

C. 用氢氧化钠溶液吸收二氧化碳

$2OH^- + CO_2 \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H_2O$

D. $Fe_2(SO_4)_3$ 的酸性溶液中通入足量硫化氢

$Fe^{3+} + H_2S \rightleftharpoons Fe^{2+} + S \downarrow + 2H^+$

[解析] 尽管B、D两选项的两个反应方程式的产物是正确的, 方程式两边的各元素的原子个数也都相等, 但是这两个方程式的等号两边的电荷数却不相等。

[答案] AC

例4 (2003·全国理科综合) 下列反应的离子方程式正确的是

A. 铝片跟氢氧化钠溶液的反应:

$Al + 2OH^- \rightleftharpoons AlO_2^- + H_2 \uparrow$

B. 硫酸镁溶液跟氢氧化钡溶液反应:

$SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow$

C. 碳酸钙跟醋酸反应:

$CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2CH_3COO^- + H_2O + CO_2 \uparrow$

D. 铜片跟稀硝酸反应:

$Cu + NO_3^- + 4H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + NO \uparrow + 2H_2O$

[解析] A组答案不符合反应实际, 因为该反应有水参加, 且转移的电子数也不相等; B组中的 Mg^{2+} 和 OH^- 也要





参加离子反应生成 $Mg(OH)_2$ 沉淀; D 组答案方程式两边的电荷数不相等。

[答案] C

素质培养训练

巩固双基

一、选择题(每小题有 1-2 个选项符合题意)

1. 不足量的 CO_2 通入到下列哪种溶液中有沉淀生成 ()

- A. 石灰水 B. $CaCl_2$ 溶液
C. $Ba(NO_3)_2$ 溶液 D. Na_2SiO_3

2. 加入 $NaOH$ 溶液后, 溶液中哪种离子数目会减少 ()

- A. CO_3^{2-} B. Al^{3+}
C. SO_4^{2-} D. HCO_3^-

3. 下列物质中导电性最差的是 ()

- A. 熔融的氢氧化钠 B. 石墨棒
C. 盐酸溶液 D. 固态氢氧化钾

4. (全国高考题) 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

5. 下列物质中属于电解质的是 ()

- A. 蔗糖 B. 金属铝 C. 碳酸钙 D. 冰醋酸

6. 某固体化合物 A 不导电, 但熔化或溶于水都能完全电离。下列关于物质 A 的说法中, 正确的是 ()

- A. A 为非电解质 B. A 是强电解质
C. A 是离子化合物 D. A 为弱电解质

7. 在强酸性溶液中能大量共存且溶液为无色透明的离子组是 ()

- A. NH_4^+ 、 Al^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
B. K^+ 、 Na^+ 、 S^{2-} 、 NO_3^-
C. K^+ 、 NH_4^+ 、 MnO_4^- 、 SO_4^{2-}
D. Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 HSO_3^-

8. 下列各组离子中, 在碱性溶液中能大量共存且溶液为无色透明的离子组是 ()

- A. K^+ 、 MnO_4^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} B. Na^+ 、 AlO_2^- 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-}
C. K^+ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 H^+ D. Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^-

9. 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 硝酸汞溶液和铝反应: $Hg^{2+} + Al = Al^{3+} + Hg$
B. 氧化铜和硫酸溶液反应: $CuO + 2H^+ = Cu^{2+} + H_2O$
C. 锌和稀硝酸反应: $Zn + 2H^+ = Zn^{2+} + H_2 \uparrow$
D. 醋酸和氢氧化钠溶液反应: $H^+ + OH^- = H_2O$

10. 下列物质的水溶液能导电, 但属于非电解质的是 ()

- A. CH_3COOH B. Cl_2
C. NH_4HCO_3 D. SO_2

二、填空题

11. 用一种试剂除去下列各物质中的杂质(括号内物

质), 写出所用试剂及离子方程式。

(1) $BaCl_2$ (HCl): 试剂 _____, 离子方程式 _____。

(2) CO_2 (HCl): 试剂 _____, 离子方程式 _____。

(3) O_2 (CO_2): 试剂 _____, 离子方程式 _____。

(4) Cu 粉 (Al 粉): 试剂 _____, 离子方程式 _____。

12. 写出下列物质电离方程式:

- ① $NaOH$ ② CH_3COOH
③ KH_2PO_4 ④ NH_4HSO_4

13. 用溶质的质量分数为 10% 的盐酸做导电性实验, 然后均匀通入氨气, 随着氨气的通入, 电流计的读数 _____, 其原因是 _____。用溶质的质量分数为 10% 的氨水做导电性实验, 然后均匀通入氯化氢气体, 随着 HCl 的通入, 电流计的读数 _____, 其原因是 _____。

能力培养

一、选择题(每小题有 1-2 个选项符合题意)

1. 下列关于电解质电离的叙述中正确的是 ()

A. $CaCO_3$ 在水中的溶解度很小, 其溶液的电阻率很大, 故 $CaCO_3$ 是弱电解质

B. $CaCO_3$ 在水中的溶解度虽小, 但溶解的 $CaCO_3$ 全部电离, 所以 $CaCO_3$ 是强电解质

C. SO_2 和 NH_3 的水溶液导电性都很好, 所以它们是强电解质。

D. 水难电离, 纯水几乎不导电, 所以水是弱电解质

2. (2001 广东、河南) 下列反应的离子方程式正确的是 ()

A. $Al_2(SO_4)_3$ 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液混合
 $Al^{3+} + 3HCO_3^{2-} = 3CO_2 \uparrow + Al(OH)_3 \downarrow$

B. 向 $Ca(ClO)_2$ 溶液通入 SO_2
 $Ca^{2+} + 2ClO^- + SO_2 + H_2O = CaSO_3 \downarrow + 2HClO$

C. FeS 中加入盐酸
 $S^{2-} + 2H^+ = H_2S \uparrow$

D. Na 和冷 H_2O 反应
 $Na + 2H_2O = Na^+ + 2OH^- + H_2 \uparrow$

3. 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^-

4. 在 $pH = 14$ 的无色透明溶液中能大量共存的一组离子是 ()

- A. K^+ Al^{3+} Cl^- SO_4^{2-}

