



主 编 程 忠

走进大学

ZOUJINDAXUE

化学

西安地图出版社

走进大学·化学

主 编：程 忠

副主编：葛良平

编 委：王万林 管廷河 胡玲清
金丽芳

西安地图出版社

编委会

编委会主任：徐永进

编委会成员：曾传智 金克勤 王建兰
徐三元 徐道鸿 程 忠
沈新宏

前 言

本书是我校校本教材《走进大学》丛书的组成部分,凝结了黄岩中学化学组老师的心血,本书从开始编写到现在已经有近两年时间,是为了本校学生高三复习时更有针对性而编写的,因此在内容安排上更重视学生学科知识体系的构建和高考考点的梳理,可以作为高考复习时的工具书使用。本书已在高三年级复习中使用过一轮,经过多次修改后定稿。

参加本书编写的都是一线教师,其中四位是高级教师,两位是一级教师,他们都担任过多年的高三教学工作,有丰富的高三教学经验,其中管廷河老师负责第一章、第三章编写,胡玲清老师负责第二章、第十章、第十一章编写,葛良平老师负责第四章、第六章编写,程忠老师负责第五章、第十四章编写,金丽芳老师负责第七章、第八章、第九章编写,王万林老师负责第十二章、第十三章编写,全书由程忠老师确定编写内容、体系、结构,由程忠、葛良平老师统稿。

在本书的编写过程中,吸收了组内其他老师的许多意见和建议,并参与修改工作,在此表示衷心的感谢。

编写过程中,难免出现一些差错,欢迎读者批评指正。

本书编写组
2005年7月

目 录

第一章 化学反应及其能量变化	(1)
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	(13)
第一章单元检测	(18)
第二章 碱金属	(21)
第一节 钠及其化合物	(21)
第二节 碱金属元素	(27)
第二章单元检测	(31)
第三章 物质的量	(34)
第一节 物质的量	(34)
第二节 气体摩尔体积	(37)
第三节 物质的量浓度	(41)
第三章单元检测	(45)
第四章 卤素	(47)
第一节 氯气	(47)
第二节 卤族元素	(53)
第四章单元检测	(58)
第五章 物质结构 元素周期律	(61)
第一节 原子结构	(61)
第二节 元素周期律	(67)
第三节 元素周期表	(71)
第四节 化学键、极性分子、非极性分子	(77)
第五节 离子晶体、分子晶体、原子晶体、金属晶体	(85)

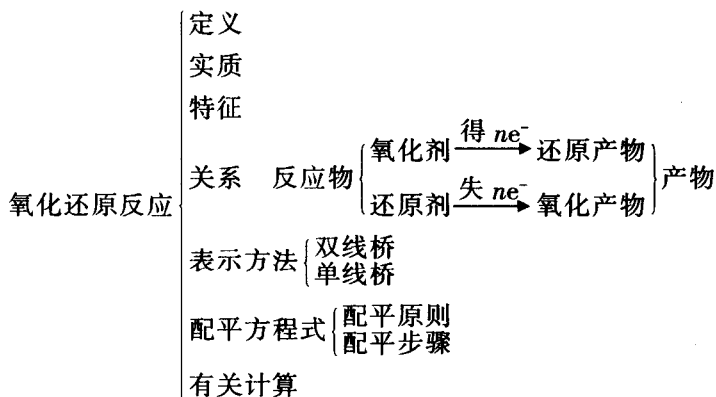
第五章单元检测	(92)
第六章 硫和硫的化合物 环境保护	(96)
第一节 氧族元素	(96)
第二节 硫的氧化物	(101)
第三节 硫酸 硫酸工业	(106)
第四节 环境保护	(113)
第六章单元检测	(117)
第七章 碳族元素	(120)
第一节 碳族元素	(120)
第二节 新型无机非金属材料	(127)
第七章单元检测	(131)
第八章 氮族元素	(134)
第一节 氮 磷	(134)
第二节 氨 铵盐	(141)
第三节 硝酸	(146)
第八章单元检测	(150)
第九章 化学平衡	(154)
第一节 化学反应速率	(154)
第二节 化学平衡	(159)
第三节 合成氨条件的选择	(166)
第九章单元检测	(169)
第十章 电离平衡	(172)
第一节 电离平衡	(172)
第二节 水的电离和溶液的 pH	(176)
第三节 盐类水解	(180)
第四节 酸碱中和滴定	(185)
第五节 电化学	(189)
第六节 分散系与胶体	(199)
第十章单元检测	(203)
第十一章 几种重要的金属	(208)
第一节 镁 铝	(208)
第二节 铁和铁的化合物	(215)

第三节 金属的冶炼	(222)
第十一章单元检测	(227)
第十二章 烃	(230)
第一节 甲烷和烷烃	(230)
第二节 不饱和烃	(236)
第三节 芳香烃	(242)
第四节 石油 煤	(246)
第十二章单元检测	(249)
第十三章 烃的衍生物	(252)
第一节 溴乙烷 卤代烃	(252)
第二节 醇和酚	(256)
第三节 乙醛 醛类	(262)
第四节 乙酸 羧酸	(266)
第十三章单元检测	(270)
第十四章 糖类 油脂 蛋白质 合成材料	(278)
第一节 糖类	(278)
第二节 油脂	(282)
第三节 蛋白质	(284)
第四节 合成材料	(288)
第十五章 化学实验	(292)
第一节 常用化学仪器及使用方法	(292)
第二节 化学实验基本操作	(304)
第三节 常见气体的制备、收集和提纯	(312)
第四节 物质的分离、提纯和检验	(320)
第十五章单元检测	(331)

第一章 化学反应及其能量变化

第一节 氧化还原反应

一、知识链



二、重要考点

考点 1 氧化还原反应的重要概念

1. 氧化还原反应

实质:有电子转移(得失或偏移) 特征:有元素化合价升降

2. 有关概念

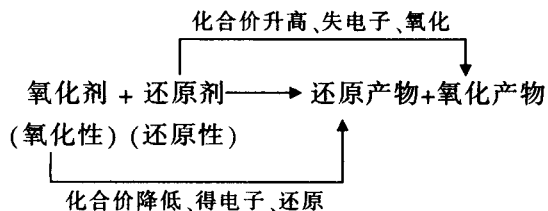
(1)氧化与还原:失去电子(或共用电子对偏离)的变化称为氧化;得到电子(或共用电子对偏向)的变化称为还原。

(2)氧化剂与还原剂:化学反应中,得电子的物质称为氧化剂;失电子的物质称为还原剂。

(3)氧化性与还原性:氧化剂具有氧化性;还原剂具有还原性。

(4)氧化产物与还原产物:氧化剂在反应中得到电子被还原的产物称为还原产物;还原剂在反应中失去电子被氧化的产物称为氧化产物。

小结:氧化还原反应有关概念可用如下式子表示:

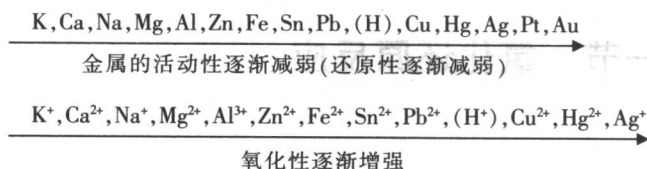


考点2 氧化还原反应的判断

1. 氧化还原反应的判断依据:有元素化合价升降。
2. 四个基本反应类型与氧化还原反应间的关系。

考点3 物质氧化性和还原性相对强弱的判断方法

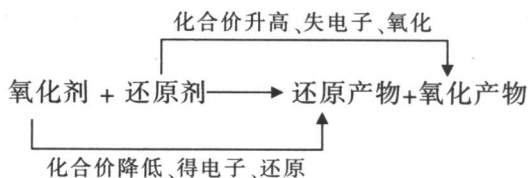
1. 根据金属活动顺序表



2. 根据非金属活动顺序



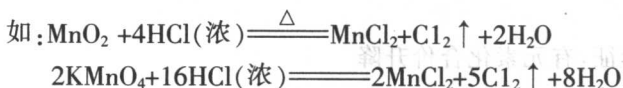
3. 根据反应原理



氧化性:氧化剂>氧化产物

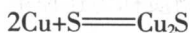
还原性:还原剂>还原产物

4. 根据反应条件:是否加热、有无催化剂、反应温度高低及反应物浓度。



氧化性: $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2$

5. 根据被氧化或被还原的程度



氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$

6. 根据元素周期表

(1)同周期,从左到右,还原性逐渐减弱,氧化性逐渐增强。

(2)同主族,从上到下,还原性逐渐增强,氧化性逐渐减弱。

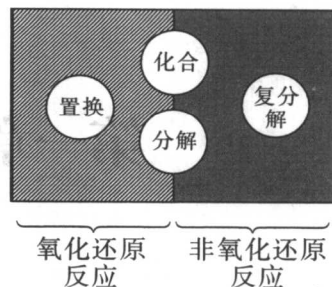
7. 根据电化学原理

(1)原电池:还原性:负极>正极

(2)电解池:(以惰性电极电解为例)

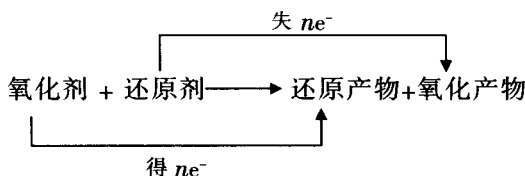
阳极:易失电子的先放电: $\text{S}^{2-} > \text{I}^- > \text{Br}^- > \text{Cl}^- > \text{OH}^-$ (还原性)

阴极:易得电子的先放电: $\text{Ag}^+ > \text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{H}^+$ (氧化性)



考点4 氧化还原反应的表示方法

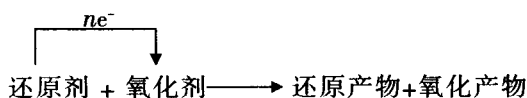
1. 双线桥(双箭头)



注意:

- ①箭头必须由反应物指向生成物,且两端对准同种元素。
- ②在“桥”上标明电子的“得”与“失”,且得失电子总数相等。
- ③箭头方向不代表电子转移方向,仅表示电子转移的前后变化。
- ④电子转移的数目:变价原子个数 $\times$ 每个原子得(失)电子数。

2. 单线桥(单箭头)



注意:

- ①箭头必须由还原剂(失电子)指向氧化剂(得电子),且两端对准得失电子的元素。
- ②箭头方向表明电子转移的方向,因此在“桥”上无需标明电子的“得”与“失”。
- ③电子转移数目的确定方法同双线桥法。

考点5 氧化还原反应的基本规律及应用

1. 价态规律——可判断物质有无氧化性、还原性

当元素具有可变化合价时,一般处于最高价态时只具有氧化性,处于最低价态时只具有还原性,处于中间价态时既具有氧化性又具有还原性。如:浓 H_2SO_4 中的 S 只具有氧化性, H_2S 中的 S 只具有还原性,单质 S 既具有氧化性又具有还原性。

2. 强弱规律——可判断氧化性、还原性强弱

在氧化还原反应中,强氧化剂+强还原剂=弱氧化剂(氧化产物)+弱还原剂(还原产物),即氧化剂的氧化性比氧化产物强,还原剂的还原性比还原产物强。如由反应 $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ 可知, FeCl_3 的氧化性比 I_2 强, KI 的还原性比 FeCl_2 强。

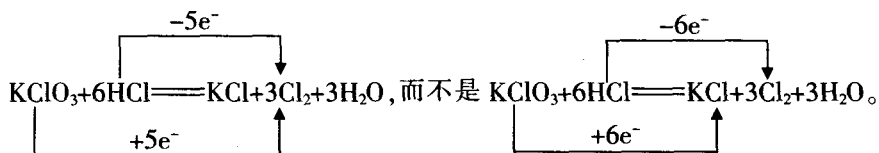
如果已知物质的氧化性、还原性的强弱,可判断氧化还原反应能否发生。如由氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, 可知反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 能发生。

3. 难易规律——可判断氧化还原反应先后顺序

同一氧化剂与含多种还原剂(物质的量浓度相同)的溶液反应时,首先被氧化的是还原性较强的物质;同一还原剂与含多种氧化剂(物质的量浓度相同)的溶液反应时,首先被还原的是氧化性较强的物质。如:将 Cl_2 通入物质的量浓度相同的 NaBr 和 NaI 的混合液中, Cl_2 首先与 NaI 反应;将过量铁粉加入到物质的量浓度相同的 Fe^{2+} 和 Cu^{2+} 的混合溶液中, Fe 首先与 Fe^{3+} 反应。 FeBr_2 溶液中通入 Cl_2 , Cl_2 先与 Fe^{2+} 反应后与 Br^- 反应。

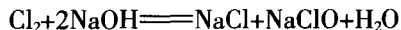
4. 归中规律——可判断氧化还原反应能否发生及可能的产物

含不同价态同种元素的物质间发生氧化还原反应时,该元素价态的变化一定遵循“高价+低价→中间价”,而不会出现交错现象。



5. 歧化规律——可判断反应的可能的产物

发生在同一物质分子内、同一价态的同一元素之间的氧化还原反应,叫做歧化反应。其反应规律是:所得产物中,该元素一部分价态升高,一部分价态降低,即“中间价→高价+低价”。具有多种价态的元素(如氯、硫、氮和磷元素等)均可发生歧化反应,如:



6. 守恒规律——可用于氧化还原反应方程式的配平及计算

在氧化还原反应中,还原剂失电子的总数与氧化剂得电子的总数相等,这是氧化还原反应方程式配平的主要依据及有关计算的基础。

考点 6 氧化还原反应的配平

1. 配平原则:化合价升降总数相等。

2. 配平步骤如下:

①一标:标出反应前后发生价态变化元素的化合价。

②二等:求最小公倍数以使化合价升降总数相等。

③三定:确定氧化剂与还原剂,氧化产物与还原产物的化学计量数。

④四平:根据原子守恒用观察法配平其他物质的化学计量数。

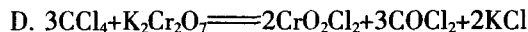
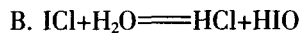
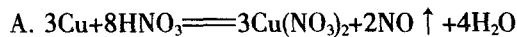
⑤五查:检查是否符合原子守恒和电子守恒。

考点 7 氧化还原反应的有关计算

在氧化还原反应中,氧化剂与还原剂得失电子数相等。这是进行氧化还原反应计算的基本依据。

三、例题

【例 1】下列反应中,不属于氧化还原反应的是 ()



【例 2】人体血红蛋白中含有 Fe^{2+} 离子,如果误食亚硝酸盐,会使人中毒,因为亚硝酸盐会使 Fe^{2+} 离子转化为 Fe^{3+} 离子,生成高铁血红蛋白而丧失与 O_2 结合的能力。服用维生素 C 可缓解亚硝酸盐的中毒,这说明维生素 C 具有 ()

A. 酸性

B. 碱性

C. 氧化性

D. 还原性

【例3】已知在酸性溶液中,下列物质氧化KI时,自身发生如下变化: $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl}^-$ $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}$

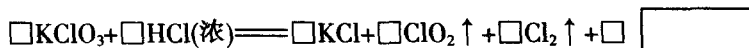
如果分别用等物质的量的这些物质氧化足量的KI,得到 I_2 最多的是 ()

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

【例4】NaH是离子化合物,它跟水反应的方程式为: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,它也能跟液氨、乙醇等发生类似的反应,并都产生氢气。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. 跟液氨反应时,有 NaNH_2 生成 D. 跟乙醇反应时,NaH被氧化

【例5】 KClO_3 与浓盐酸在一定温度下反应会生成绿黄色的易爆物 ClO_2 。其变化可表述为:



(1)请完成该化学方程式并配平(未知物化学式和化学计量数填入框内)。

(2)浓盐酸在反应中显示出来的性质是_____ (填写编号)。

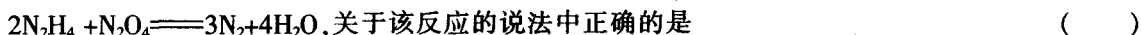
- A. 只有还原性 B. 还原性和酸性 C. 只有氧化性 D. 氧化性和酸性

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

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

四、练习

1. “神舟五号”载人飞船以 N_2H_4 (联氨)和 N_2O_4 为动力源,反应温度达 2700°C ,反应方程式为:



- A. 属于置换反应 B. 联氨是氧化剂
C. 联氨是还原剂 D. 氮气是氧化产物,不是还原产物

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

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

3. 已知反应: $2\text{X}^- + \text{Z}_2 = 2\text{Z}^- + \text{X}_2$ 、 $2\text{W}^- + \text{X}_2 = 2\text{X}^- + \text{W}_2$ 能从左向右进行。则: $2\text{Z}^- + \text{W}_2 = 2\text{W}^- + \text{Z}_2$ 反应进行的方向是 ()

- A. 从左向右 B. 从右向左 C. 不能进行 D. 无法判断

4. X、Y、Z、M代表四种金属元素。金属X和Z用导线连接放入稀硫酸中,X溶解,Z极上有氢气放出;若电解 Y^{2+} 和 Z^{2+} 离子共存的溶液时,Y先析出;又知 M^{2+} 离子的氧化性强于 Y^{2+} 离子。则这四种金属的活动性由强到弱的顺序为 ()

- A. $\text{X} > \text{Z} > \text{Y} > \text{M}$ B. $\text{X} > \text{Y} > \text{Z} > \text{M}$ C. $\text{M} > \text{Z} > \text{X} > \text{Y}$ D. $\text{X} > \text{Z} > \text{M} > \text{Y}$

5. 某强酸溶液中可能存在 NO_3^- 、 Cl^- 、 I^- 、 Fe^{3+} 中的一种或几种。向该溶液中加入溴水,单质溴被还原。由此推断该溶液中 ()

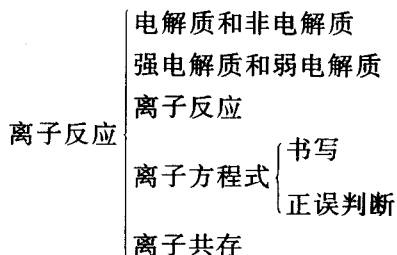
- A. 不含 NO_3^- ,也不含 Fe^{3+} B. 含有 NO_3^- 、 Cl^- 、 I^-
C. 含 I^- ,但不能确定是否含有 NO_3^- 、 Cl^- 、 Fe^{3+} D. 含有 Fe^{3+}

6. 对于反应: $\text{XeF}_4 + 2\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2 + \text{Xe}$, 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
7. RO_3^{n-} 离子在一定条件下可以把 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} , 若反应后 RO_3^{n-} 离子变为 RO_4^{2-} 离子, 又知反应中氧化剂与还原剂的个数比为 2:5。则 n 值是 ()
- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5
8. 硫代硫酸钠可作为脱氯剂, 已知 25.0mL 0.100mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224mL (标准状况下) Cl_2 完全转化为 Cl^- 离子, 则 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 将转化为: ()
- A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}
9. 将 $\text{NO}_3^- + \text{Zn} + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 配平后, 离子方程式中 H_2O 的化学计量数是 ()
- A. 2 B. 4 C. 6 D. 8
10. 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:
 $2\text{CrO}_3(\text{红色}) + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{绿色}) + 3\text{CH}_3\text{CHO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。
 被检测的气体成分是 _____, 上述反应中的氧化剂是 _____, 还原剂是 _____。
11. 在氯氧化法处理含 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 650mg/L。现用氯氧化法处理, 发生如下反应 (其中 N 均为 -3 价): $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$, 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, 并标出电子转移的方向和数目:
 $\square \text{KOCN} + \square \text{KOH} + \square \text{Cl}_2 \rightarrow \square \text{KCl} + \square \text{CO}_2 + \square \text{N}_2 + \square \text{H}_2\text{O}$ 。
- (3) 若处理上述废水 20L, 使氰酸盐完全转化为无毒物质, 至少需液氯 _____ g。
12. 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 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:
 $\square \text{Cu}^{2+} + \square \text{I}^- \rightarrow \square \text{CuI} + \square \text{I}_3^-$
13. 某主族元素 R 的单质可被稀硝酸氧化为 R^{3+} , R^{3+} 最外层有两个电子; 在碱性条件下, R^{3+} 可被 Cl_2 氧化成带一个单位负电荷的含氧酸根阴离子; 该阴离子在酸性条件下能将 Mn^{2+} 氧化成 MnO_4^- , 同时本身又被还原为 R^{3+} 。试写出有关反应的离子方程式 (不必确定 R 为何元素)。
- (1) _____;
 (2) _____;
 (3) _____。
15. 在一定条件下, NO 跟 NH_3 可以发生反应生成 N_2 和 H_2O 。现有 NO 和 NH_3 的混合物 1mol, 充分反应后所得产物中, 若经还原得到的 N_2 比氧化得到的 N_2 多 1.4g。
- (1) 写出反应的化学方程式并标出电子转移的方向和数目。

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

第二节 离子反应

一、知识链



二、重要考点

考点 1 电解质和非电解质

1. 电解质和非电解质:在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物叫电解质。在水溶液和熔化状态下都不导电的化合物叫非电解质。

注意:

- ①电解质和非电解质都是化合物,单质和混合物既不是电解质也不是非电解质。
- ②电解质的导电原理是阴、阳离子的定向移动。电离是电解质导电的前提。在水溶液里或熔化状态下电解质才能电离。
- ③能导电的物质不一定是电解质,如石墨、食盐水等;电解质本身不一定能导电,如食盐晶体。
- ④有些化合物的水溶液能导电,如 SO_2 、 SO_3 、 NH_3 、 CO_2 等,是因为与水反应生成了电解质,它们本身不能电离,属非电解质。
- ⑤电解质溶液中,阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负电荷总数相等,显电中性,称电荷守恒。

2. 强电解质与弱电解质:在水溶液里的分子全部电离成离子的电解质叫强电解质。在水溶液里只有一部分分子电离成离子的电解质叫弱电解质。

注意:

- ①电解质的强弱与其在水溶液中的电离程度有关,而与溶解度的大小无关。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 、 H_2SO_3)。注意:水也是弱电解质。

3. 电解质电离的条件

- (1)离子化合物在溶于水或处于熔融状态下才能电离;
- (2)共价化合物只有在水中才能电离,熔融状态下的共价化合物不能被电离。

4. 电解质与导电的关系

- (1)电解质导电的前提是电离;
- (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。

考点 2 离子反应、离子方程式

1. 定义:有离子参加或离子生成的反应叫离子反应。用实际参加反应和生成的离子的符号来表示离子反应的式子叫离子方程式。

2. 离子反应的类型及反应发生的条件:

①离子互换的复分解反应(包括水解反应):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。(如是电解反应需满足电解池的构成条件)

考点 3 离子方程式的书写步骤

- ①写:写出反应的化学方程式;
- ②改:把易溶于水且易电离的物质改写成离子形式;
- ③删:删去方程式两边不参加反应的离子;
- ④查:检查方程式两边是否符合质量守恒和电荷守恒。

书写熟练时可一步完成,对复杂的离子方程式,建议按部就班,比较稳妥。

注意:

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。

②强酸、强碱和易溶于水的盐改写成离子形式,难溶物质、难电离物质、单质、氧化物、非电解质等均写化学式。

③多元弱酸酸式酸根离子,在离子方程式中不能拆开写。

④微溶物作为反应物,若是澄清溶液写成离子符号;若是悬浊液写成化学式。微溶物作为生成物时,一般用化学式表示。如 CaCl_2 溶液中加入 NaOH 溶液,其反应的离子方程式为: $\text{Ca}^{2+}+2\text{OH}^-=\text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow$ 。

⑤氨水在反应物中通常写成 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 。在生成物中如浓度较大或有加热条件时写作 NH_3 ;如浓度较稀则写成 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 。

⑥操作顺序或反应物相对量不同时,离子方程式可能不同。例如少量烧碱滴入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶

液中,有: $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$; 少量 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液滴入烧碱溶液中,有: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

4. 离子方程式的意义:

不仅表示一定物质间的某个反应,而且还能表示所有同一类型的离子反应。

考点4 离子方程式书写的正误判断

判断一个离子反应方程式是否正确的思维步骤:

1. 看是否符合电离原理

酸、碱、盐是电解质,只有这三类物质才有可能写成离子形式,其中不溶性的酸、碱、盐和弱酸、弱碱要写成化学式;单质、氧化物和气体必须写成化学式。如 CaCO_3 、 BaSO_4 、 AgCl 、 H_2SiO_3 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等不溶物要写成化学式,醋酸、氨水等弱电解质要写成化学式;微溶物处于溶液状态时应写离子,处于浊液或固体时应写化学式等。

2. 看是否符合客观事实

如: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{2+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 是错误的,因为 H^+ 只能将铁氧化成+2价; $\text{Cu} + 2\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 是错误的,因为铜排在金属活动顺序表氢之后,不能置换出酸中的氢; $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2 = \text{Cu} + 2\text{H}^+$ 也是错误的,因为 H_2 不可在水溶液中发生反应。

对未处于自由移动离子状态的反应,如铜与浓硫酸、氯化铵固体与氢氧化钙固体反应等,只能写化学方程式,不能写离子方程式。

3. 看反应物或产物的配比是否正确

如稀硫酸与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应,不能写成 $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$,应写成 $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$ 。

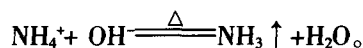
4. 看是否符合题设条件及要求

反应物的用量,如“过量”、“少量”、“等物质的量”、“适量”、“任意量”以及滴加顺序等,对离子反应方程式可能有影响。

①反应物的量不同,离子反应不同。如:碳酸氢钙溶液与氢氧化钠溶液反应,若物质的量之比为1:1时,离子反应方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \downarrow$;若二者物质的量之比为1:2时,离子反应方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$ 。因为不过量的物质会完全反应,所以在离子方程式中不过量的物质电离出的离子的计量数与其化学式中的计量数成比例。这是我们判断和书写此类离子方程式的依据。

②反应物滴加顺序不同,离子反应不同。如:把氯化铝溶液逐滴加入到氢氧化钠溶液中,离子反应方程为 $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- = \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$;若向氯化铝溶液中逐滴加入氢氧化钠溶液,离子反应方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 。

③反应条件不同,离子反应不同。如:氯化铵溶液与氢氧化钠溶液混合,离子反应方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。若氯化铵溶液与氢氧化钠溶液混合并加热,则离子反应方程式为:



5. 看是否遗漏掉参加反应的离子(即漏掉部分离子反应)

如: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与硫酸铜溶液反应,就既要考虑 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 的离子反应,又要考虑 Cu^{2+} 与 OH^- 的离子反应,即 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 。

6. 看电荷是否守恒、质量是否守恒

如: $\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ 中, 电荷不守恒。

7. 看符号的使用是否正确

对于符号“ $\rightleftharpoons$ ”、“ $\rightleftharpoons$ ”、“ $\uparrow$ ”、“ $\downarrow$ ”的使用要恰当。如: 单一弱离子的水解反应式中应用可逆号, 因为水解是可逆的, 水解是微弱的; 而 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{H}^+$ 中的可逆号应改为等号, 因为在加热条件下水解进行得比较彻底。另外, Fe^{3+} 、 Al^{3+} 与弱酸根离子(如 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 等)的促进水解反应用等号。

考点 5 离子共存问题

离子反应发生的条件, 也就是离子不能大量共存的原因。

1. 离子间结合成难溶或微溶物质时不能大量共存。如形成 BaSO_4 、 CaSO_4 、 H_2SiO_3 、 MgSO_3 、 MgCO_3 、 Ag_2SO_4 等。

2. 离子间结合呈气体逸出时不能大量共存。如: H^+ 与 S^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 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. 离子间结合成弱电解质时不能大量共存。如: H^+ 与 ClO^- 、 F^- 、 CH_3COO^- 、 OH^- 等离子, 由于生成 HClO 、 HF 、 CH_3COOH 、 H_2O 而不能大量共存。

4. 离子间发生双水解反应时不能大量共存。如 Al^{3+} 与 AlO_2^- 、 HS^- 、 S^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Fe^{3+} 与 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 等。

5. 离子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^- 、 ClO^- 与 S^{2-} 、 $\text{NO}_3^-(\text{H}^+)$ 与 Fe^{2+} 等。

6. 离子间发生其他复杂反应时不能大量共存。如 Fe^{3+} 与 SCN^- 生成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 、 Ag^+ 、 NH_4^+ 、 OH^- 生成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 、 Fe^{3+} 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 也会反应等。

7. 若题目中提示酸性溶液或碱性溶液时, 应在各选项中加入 H^+ 或 OH^- 进行分析。

8. 若题目中告知是无色溶液, 应排除有色的 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 MnO_4^- 等离子。

9. 若题目附加条件限制, 如“因发生氧化还原反应而不能共存”、“溶液中加铝产生 H_2 ”、“水电离出的 $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ”等条件, 应具体问题具体分析。

10. 某些弱酸的酸式酸根离子, 如 HCO_3^- 、 HSO_3^- 等, 由于是弱酸的酸根, 可与酸发生反应; 由于又是酸式酸根, 故又可与碱反应。故此类离子与 H^+ 和 OH^- 都不能大量共存。

三、例题

【例 1】下列物质的水溶液能导电, 但属于非电解质的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ B. Cl_2 C. NH_4HCO_3 D. SO_2

【例 2】能正确表示下列化学反应的离子方程式是 ()

- A. 用碳酸钠溶液吸收少量二氧化硫: $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$
B. 金属铝溶于盐酸中: $\text{Al} + 2\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$
C. 硫化钠溶于水中: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{OH}^-$
D. 碳酸镁溶于硝酸中: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

【例 3】下列离子方程式中正确的是 ()

- A. 过量的 NaHSO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$