

第一章

化学反应及其能量变化



第一节

氧化还原反应



基础知识归纳

1. 氧化还原反应

氧化反应 :物质所含元素化合价升高的反应是氧化反应。

还原反应 :物质所含元素化合价降低的反应是还原反应。

氧化还原反应 :有电子转移(得失或偏移)的反应都是氧化还原反应。

2. 氧化剂和还原剂

氧化剂 :得到电子或电子对偏向的物质。

还原剂 :失去电子或电子对偏离的物质。

3. 氧化还原反应的判断依据(或特征)

反应前后元素化合价是否有变化 ,有变化的一定是氧化还原反应 ,否则为非氧化还原反应。

4. 氧化还原反应的本质

电子转移(得失或偏移)。

5. 判断氧化还原反应及有关概念的两条线索

氧化剂 $\longrightarrow$ 得到电子 $\longrightarrow$ 化合价降低 $\longrightarrow$ 被还原
(反应物)
 $\longrightarrow$ 发生还原反应 $\longrightarrow$ 还原产物
(生成物)

还原剂 $\longrightarrow$ 失去电子 $\longrightarrow$ 化合价升高 $\longrightarrow$ 被氧化
(反应物)
 $\longrightarrow$ 发生氧化反应 $\longrightarrow$ 氧化产物
(生成物)

6. 氧化性 还原性

氧化性 :物质得电子的一种能力 ,即氧化剂具有氧化性。

还原性 :物质失电子的一种能力 ,即还原剂具有还原性。

7. 氧化还原反应与基本反应类型的关系

凡有单质参加的化合反应、有单质生成的分解反应和置换反应都是氧化还原反应 ;复分解反应都不是氧化还原反应。

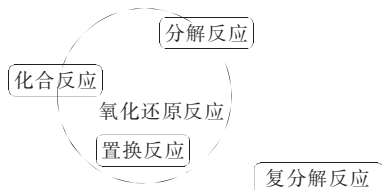


图 1 - 1

8. 常见的氧化剂和还原剂

作为氧化剂的主要物质有 : (1) 非金属单质 , (2) 具有最高或较高化合价的元素的化合物。(如下表)

氧化剂	X_2	O_2	HNO_3	H_2SO_4	$KMnO_4$ (H^+)	Fe^{3+}
常见的 还原 产物	X^-	H_2O	NO , NO_2	SO_2	Mn^{2+}	Fe^{2+}

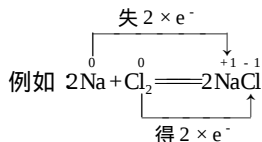
作为还原剂的物质有 : (1) 金属单质 , (2) 某些非金属单质 , (3) 具有最低或较低化合价的元素的化合物。(如下表)

还原剂	M (金属)	H_2	CO	C	I^-	H_2S , S^{2-}	NH_3
-----	-----------	-------	------	-----	-------	----------------------	--------

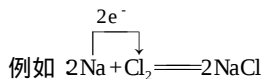
常见的氧化产物	M^{n+}	H_2O	CO_2	CO, CO_2	I_2	S	N_2, NO
---------	----------	--------	--------	------------	-------	---	-----------

9. 氧化还原反应中电子转移的表示方法

(1) 双线桥法 :表示同种元素在反应前后电子的得失。



(2) 单线桥法 :表示反应过程中电子在反应物之间的转移情况。



重点知识讲解

1. 元素的价态与氧化性、还原性的关系

元素处于最高价态时,只具有氧化性;元素处于最低价态时,只具有还原性;处于中间价态的元素既具有氧化性,又具有还原性。

说明:最高价态的元素参与氧化还原反应时,化合价不能再升高,只能得到电子做氧化剂;同理,最低价态元素的化合价不能再降低,只能失去电子做还原剂;处于中间价态的元素的化合价既能升高又能降低,既可失去电子又可得到电子,因此,既具有氧化性又具有还原性。

例如 H^+, Al^{3+}, Fe^{3+} 只能做氧化剂; S^{2-}, Cl^- 只能做还原剂; Fe^{2+}, SO_2, Cl_2 既能做氧化剂又能做还原剂。

2. 氧化还原反应的基本规律及作用

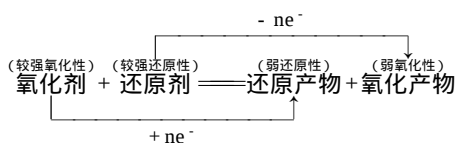
(1) 电子守恒:化合价有升必有降,电子有得必有失。对于一个完整的氧化还原反应,化合价升高总数与降低总数相等,失电子总数与得电子总数相等。除此之外,质量和原子个数也都守恒。

作用:有关氧化还原反应的计算及配平氧化还原方程式。

(2) 价态归中规律:氧化还原反应中,以元素相邻价态间的转化最易。同种元素不同价态之间若发生反应,元素的化合价只靠近而不交叉,同种元素相邻价态间不发生氧化还原反应。

作用:分析判断氧化还原反应中的物质变化及推测变化产物。

(3) 强弱规律:较强氧化性的氧化剂跟较强还原性的还原剂反应,生成弱还原性的还原产物和弱氧化性的氧化产物。



作用:在适宜条件下,用氧化性较强的物质制备氧化性较弱的物质,或用还原性较强的物质制备还原性较弱的物质。亦可用于比较物质间氧化性或还原性的强弱。

(4) 价态规律:元素处于最高价,只有氧化性;元素处于最低价,只有还原性;元素处于中间价态,既有氧化性又

有还原性,但主要呈现一种性质。

物质若含有多种元素,其性质是这些元素性质的综合体现。

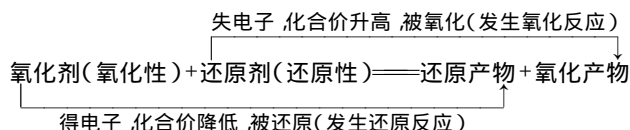
作用:判断元素或物质氧化性或还原性的有无或可能。

(5)难易规律:越易失电子的物质,失电子后就越难得电子;越易得电子的物质,得电子后就越难失去电子。一种氧化剂同时和几种还原剂相遇时,优先与还原性强的还原剂发生反应。同理,一种还原剂遇多种氧化剂时,氧化性最强的氧化剂优先发生反应。

作用:判断物质的稳定性及反应顺序。

3. 物质的氧化性和还原性强弱的判断

(1)根据方程式判断。

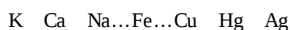


氧化性:氧化剂 > 氧化产物

还原性:还原剂 > 还原产物

(2)根据物质活动性顺序比较判断。

①金属活动性顺序(常见元素)



原子还原性逐渐减弱,对应阳离子氧化性逐渐增强

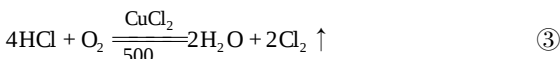
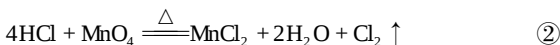
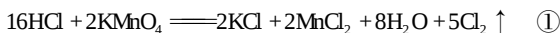
②非金属活动性顺序(常见元素)



原子(或单质)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。

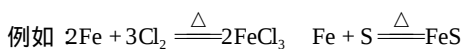
当不同的氧化剂作用于同一还原剂时,如果氧化产物价态相同,可根据反应条件的高、低来进行判断。例如:



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 要在加热条件下才能完成,③式中 O_2 不仅要加热,而且还要有 CuCl_2 做催化剂才能完成。由此我们可以得出结论:氧化性的强弱为 $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$ 。

(4)根据氧化产物的价态的高低判断。

当变价的还原剂在相似的条件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。



可判断氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{S}$ 。

(5)根据外界条件对物质氧化性或还原性强弱的判断。

①物质的浓度越高,氧化性或还原性越强。

②温度越高,氧化性或还原性越强。

③酸性越强,氧化性越强,碱性越强,还原性越强。



易混知识辨析

1. 元素的化合价与物质的氧化性和还原性

元素处于最高价态,只具有氧化性,但不一定氧化性最强,如氧化性 $\text{HClO}_4 < \text{HClO}_3 < \text{HClO}$;元素处于最低价态只具有还原性,但不一定化合价越低还原性越强,如还原性 $\text{S} < \text{SO}_2$ 。

2. 氧化性、还原性的强弱与得失电子数目多少是否有关?

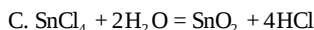
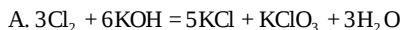
氧化性、还原性指物质得失电子的一种能力,即与得失电子的难易程度有关,而与得失电子数目的多少无关。

例如:一个 Na 只能失去一个电子变为 Na^+ ,而一个 Al 可能失去三个电子变为 Al^{3+} ,但由于 Na 失去电子比 Al 失去电子容易,所以 Na 的还原性大于 Al 。 Cu 与浓 HNO_3 反应时,浓 HNO_3 被还原生成 NO_2 ,与稀 HNO_3 反应时,稀 HNO_3 被还原生成 NO ,但不能说稀 HNO_3 的氧化性比浓 HNO_3 强。

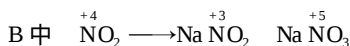
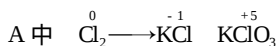


典型例题

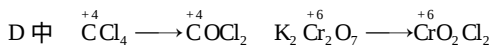
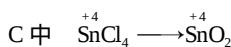
例1 下列反应中,不属于氧化还原反应的是()。



解析 判断一个反应是否是氧化还原反应的关键是看反应前后各元素有无价态的改变,故化合价是分析氧化还原反应的基础。



都有价态变化,所以是氧化还原反应。

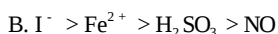
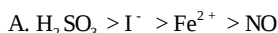
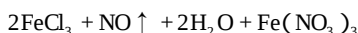
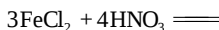
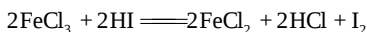
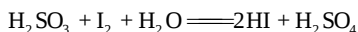


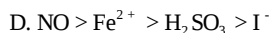
都没有化合价的改变,故都不是氧化还原反应。

答案 C D

评注 化合价是分析一切氧化还原问题的前提和基础,正确标出元素的化合价是分析正误的关键和突破口。

例2 根据下列反应判断有关物质还原性由强到弱的顺序是()。





解析 各反应的还原剂分别为 H_2SO_3 、 HI 和 $FeCl_2$ ；还原产物分别为 HI 、 $FeCl_2$ 、 NO 。然后根据还原性(还原剂 > 还原产物)有 $H_2SO_3 > HI$ 、 $HI > FeCl_2$ 、 $FeCl_2 > NO$ ，归纳起来为 $H_2SO_3 > HI > FeCl_2 > NO$ 。

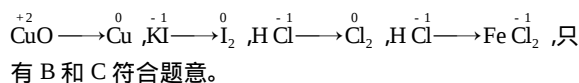
答案 A

评注 判断物质氧化性、还原性是常见题型，要熟练掌握比较物质氧化性和还原性的几种方法。

例 3 下列变化须加入氧化剂才能发生反应的是()。



解析 须加入氧化剂，说明该物质在反应中应该做还原剂，即所含元素化合价升高。分析各选项：



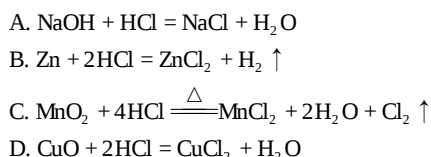
答案 B C

评注 该类题目的解题思路：判断箭头两端相同元素化合价的变化，若化合价升高，则须加氧化剂；若化合价降低，则须加还原剂。



教材例题习题的变形题

例 (P12 二 3) 在下列反应中，盐酸既不做氧化剂又不做还原剂的是()。



解析 此题中“盐酸既不做氧化剂又不做还原剂”，说明反应为非氧化还原反应，即没有元素化合价的升降。

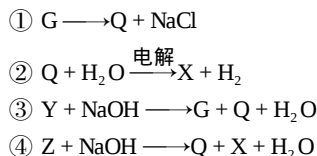
答案 A D

评注 判断氧化还原反应和非氧化还原反应要看是否有元素化合价的升降，所以正确标出元素化合价是解答本题的关键。



学科内综合题

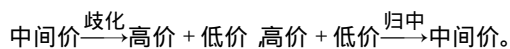
例 1 G 、 Q 、 X 、 Y 、 Z 均为氯的化合物。我们不了解它们的化学式，但知道它们在一定条件下具有如下的转换关系(未配平)：



这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序是()。



解析 该题通过四个未知物的反应，巧妙地考查了氧化还原反应中化合物化合价的变化规律。一般而言，若同种元素具有多种价态，最高价态的元素只有氧化性，最低价态的元素只有还原性，中间价态的元素既有氧化性又有还原性。同种元素间的氧化还原反应规律一般为：



(1) $NaCl$ 中氯元素为最低价 -1 价，此反应为“中间价 $\rightarrow$ 高价 + 低价”型，故 $Q > G > \overset{-1}{Cl}$ 。

(2) H_2O 中氢元素由 $+1$ 价降为 0 价，故 $Q \xrightarrow{\text{升价}} X$ ，即 $X > Q$ 。

(3) 符合“中间价 $\rightarrow$ 高价 + 低价”，即 $Q > Y > G$ 。

(4) 同(3)类型，且 $X > Q$ ，即 $X > Z > Q$ 。

价态由低到高排列为 G, Y, Q, Z, X 。

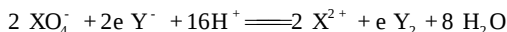
答案 B

评注 本题实质上考查了氧化还原的规律，即氧化还原反应的升降规律——化合价有升必有降。

例 2 在下列反应 $a XO_4^- + b Y^- + c H^+ = d X^{2+} + e Y_2 + 8 H_2O$ 中，化学计量数 b, e 分别为()。



解析 依据质量守恒，可知 $a = 2$ ， $c = 16$ ， $d = a = 2$ ， $b = 2e$ 。离子方程式可写为：



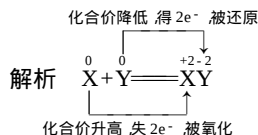
再依据电荷守恒，得 $16 - 2 - 2e = 4$ ，所以 $e = 5$ 。

答案 D

评注 本题应用了化学中的两个基本守恒规律，即质量守恒和电荷守恒规律。这也是解决多类化学题的关键和突破口。

例 3 单质 X 和 Y 相互反应生成 X^{2+} 和 Y^{2-} ，现有下列叙述，其中正确的是()。

① X 被氧化 ② X 是氧化剂 ③ X 具有氧化性 ④ Y^{2-} 是还原产物 ⑤ Y^{2-} 具有还原性 ⑥ X^{2+} 具有氧化性 ⑦ Y 的氧化性比 X^{2+} 的氧化性强



通过以上分析知，在反应过程中， X 化合价升高， X 是还原剂具有还原性，对应产物为氧化产物(X^{2+})， X^{2+} 具有氧化性； Y 元素化合价降低， Y 是氧化剂具有氧化性，对应产物为还原产物(Y^{2-})， Y^{2-} 具有还原性。在同一反应中氧化剂的氧化性比氧化产物的氧化性强，故 D 正确。

答案 D

例 4 $3 \text{ mol } SO_3^{2-}$ 离子恰好将 $2 \text{ mol } XO_4^-$ 离子还原，则 X 元素在还原产物中的化合价是_____。

解析 依据题意， SO_3^{2-} 在反应中做还原剂，失去电

子生成 SO_4^{2-} , 而 XO_4^- 中 $\overset{+7}{\text{X}}$ 将得电子, 化合价要降低。设其反应后化合价为 $+n$ 价, 则依据氧化还原反应中化合价升降总数相等, 可得 $3 \times (6 - 4) = 2 \times (7 - n)$, 所以 $n = 4$ 。

答案 +4 价

评注 此类题目解题依据: 化合价升降总数相等或得失电子数目相等。



综合应用题

例 1 一个体重 50 kg 的健康人, 含铁 2 g。这 2 g 铁在人体中不是以金属单质的形式存在的, 而是以 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的形式存在。二价铁离子易被吸收, 给贫血者补充铁时, 应给予含二价铁离子的铁盐, 如硫酸亚铁(FeSO_4)。服用维生素 C, 可使食物中的三价铁离子还原成二价铁离子, 有利于铁的吸收。

(1) 人体中经常进行 $\text{Fe}^{2+} \xrightleftharpoons[\text{B}]{\text{A}} \text{Fe}^{3+}$ 的转化, A 中 Fe^{2+} 做_____剂, B 中 Fe^{3+} 做_____剂。

(2) “服用维生素 C, 可使食物中的三价铁离子还原成二价铁离子。”这句话指出维生素 C 在这一反应中做_____剂, 具有_____性。

解析 (1) A 中, $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+}$, Fe^{2+} 失电子被氧化, 做还原剂。B 中, $\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$, Fe^{3+} 得电子被还原, 做氧化剂。

(2) 食物中 $\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$ 是得电子被还原的过程, 则维生素 C 是失电子被氧化的过程, 所以维生素 C 在反应中做还原剂, 具有还原性。

答案 (1) 还原剂 氧化剂 (2) 还原剂 还原性

评注 本题考查了氧化剂和还原剂的判断以及氧化还原反应的规律, 即一种物质被氧化的同时一定有一种物质被还原。

例 2 有一种消字灵, 是由甲、乙两瓶溶液组成的: 甲瓶是高锰酸钾溶液(内加少量稀硫酸), 呈紫红色; 乙瓶是将无水亚硫酸钠溶于水(内加少量稀硫酸)配制而成的, 呈无色, 此瓶实际上是亚硫酸溶液, 反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ 。高锰酸钾有氧化性, 而亚硫酸有还原性。先用甲瓶的高锰酸钾溶液将字迹中的色素氧化而消去, 则本身被还原成 +4 价的二氧化锰显棕色; 再用乙瓶亚硫酸溶液将二氧化锰还原成 +2 价的锰而呈无色(同时多余的高锰酸钾也被还原成 Mn^{2+} 呈无色)。有关反应的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{SO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$, 这样便完成了消字的过程。这种消字灵不可消去的是()。

- A. 纯蓝墨水 B. 蓝黑墨水
C. 碳素墨水 D. 墨汁

解析 A、B 两项中的色素是由鞣酸亚铁引起的, 其中 Fe^{2+} 具有还原性, 能与 KMnO_4 溶液反应; C、D 两项中的色素是由极细小的碳粒引起的, 碳在常温下化学性质很稳定, 不能被 KMnO_4 溶液氧化。

答案 C、D

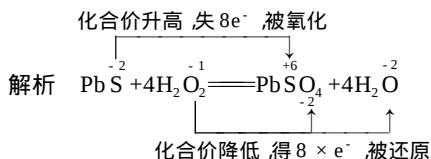
评注 墨水是我们常用的一种物质, 对其成分应有一定的了解。利用氧化还原反应的有关知识便可解决日常生活中的一些问题。

例 3 油画所用燃料含有某种白色铅化合物, 置于空气中, 天长日久会生成黑色的 PbS , 从而使油画的色泽变暗。若用 H_2O_2 来“清洗”, 则可将 PbS 转变成 PbSO_4 , 而使油画复原, 发生反应的化学方程式为 $\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

请填空:

(1) 上述反应的氧化剂是_____; 氧化产物为_____。

(2) 上述反应转移电子为_____。



根据上述分析可知, 得电子的物质做氧化剂被还原, 失电子的物质做还原剂被氧化, 对应的氧化产物为 PbSO_4 , 转移 $8e^-$ 电子。

答案 (1) H_2O_2 PbSO_4 (2) $8e^-$

评注 利用化合价升降判断氧化还原反应的有关概念是解决此类题目的关键。对一个氧化还原反应而言, 正确标注元素化合价是非常重要的。



创新题

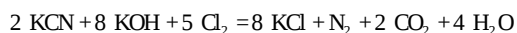
例 1 (信息题) 在用氯氧化法处理含 CN^- 的废水过程中, 液氯在碱性条件下可以将氰化物氧化成氰酸盐(其毒性仅为氰化物的千分之一), 氰酸盐进一步被氧化为无毒物质。

(1) 某厂废水中含 KCN , 其浓度为 650 mg/L 。现用氯氧化法处理, 发生如下反应(其中 N 均为 -3 价): $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。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, 并标出电子转移方向和数目。
 $\text{KOCN} + \text{KOH} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

(3) 若处理上述废水 20 L, 使 KCN 完全转化为无毒物质, 至少用液氯_____ g。

解析 此题以污水处理为知识背景, 考查了氧化还原的概念、氧化还原方程式的配平及氧化还原反应的计算。(1) 在 $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 反应中, 氯元素价态降低, H、N、O、K 四种元素的价态没变, 只有碳元素的价态升高, 故被氧化的为碳元素。(2) 氧化还原方程式的配平, 首先要找准变价元素, 再利用化合价升降法配平。反应物 KOCN 中 N 的价态升高, KOCN 为还原剂, 氯气为氧化剂。(3) 根据两步反应方程式: $\text{KCN} + 2\text{KOH} + \text{Cl}_2 = \text{KOCN} + 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ ①, $2\text{KOCN} + 4\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{N}_2 + 6\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$ ②, 将① $\times 2$ 与②相加可得



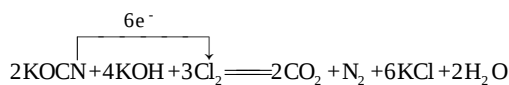
$$2 \times 65 \text{ g} \qquad 5 \times 71 \text{ g}$$

$$m(\text{Cl}_2)$$

$$20 \text{ L} \times 650 \text{ mg/L} \times 10^{-3} \text{ g/mg}$$

$$\text{解得 } m(\text{Cl}_2) = 35.5 \text{ g.}$$

答案 (1)碳(或 C) (2)



(3)35.5

评注 本题利用题给信息先写出化学方程式,再利用氧化还原反应的概念、规律解题,同时还要依据质量守恒找出关系式,简化计算过程。

例2 (探究题)纳米是长度单位($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$),物质的颗粒达到纳米级时具有特殊性质。例如,将单质铜制成“纳米铜”时,“纳米铜”具有非常强的化学活性,在空气中可以燃烧。下列对“纳米铜”与铜片的比较,正确的是()。

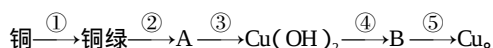
- A. “纳米铜”比铜片的金属性强
- B. “纳米铜”比铜片更易失电子
- C. “纳米铜”与铜片的还原性相同
- D. “纳米铜”比铜片的氧化性强

解析 “纳米铜”所以能在空气中可以燃烧,是因为“纳米铜”的颗粒小,化学反应速率快,反应剧烈,但作为铜,它的化学性质不会改变。

答案 C

评注 纳米材料作为新科技产品,它的性质和用途备受世人关注,它的性质和用途还处于研制和探究阶段。

例3 (开放题)铜器久置于空气中会和空气中的水蒸气、 CO_2 、 O_2 作用产生“绿锈”,俗称“铜绿”,又称“孔雀石”(化学式为 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$)。“铜绿”能跟酸反应生成铜盐、 CO_2 和 H_2O 。某同学利用下述系列反应实现了“铜→铜绿→铜”的转变,过程为:



(1)写出A、B化学式:A _____,B _____。

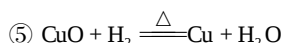
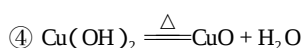
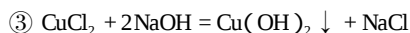
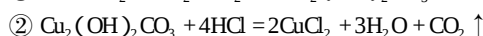
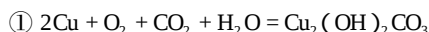
(2)上述反应中,属于复分解反应的是 _____ (填序号),属于氧化还原反应的是 _____ (填序号)。

(3)写出反应①和⑤的化学方程式:

① _____;

⑤ _____。

解析 上述各步反应的方程为:



根据题意,反应②中的试剂有多种,可用HCl,稀 H_2SO_4 , HNO_3 等。

③中的碱用可溶性强碱即可,如KOH,NaOH等。

⑤中可用 H_2 或用CO等。氧化还原反应判断依据

为是否有化合价变化。

答案 (1) A 为 CuCl_2 或 CuSO_4 等 B 为 CuO

(2) ②③ ①⑤

(3) $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

$\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ (其他合理答案亦正确)

评注 围绕 Cu 及其化合物的有关性质展开讨论。根据每步反应写出相关反应的化学方程式是解此类题目的关键。



高考题

例 1 (2004 年全国春季卷) 已知常温下在溶液中可发生如下两个离子反应:



由此可以确定 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Sn^{2+} 三种离子的还原性由强到弱的顺序是()。

- A. Sn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ce^{3+} B. Sn^{2+} 、 Ce^{3+} 、 Fe^{2+}
C. Ce^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Sn^{2+} D. Fe^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Ce^{3+}

解析 由还原剂的还原性大于还原产物的还原性, 得出 $\text{Fe}^{2+} > \text{Ce}^{3+}$, $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$, 所以还原性 $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Ce}^{3+}$ 。

答案 A

评注 应用氧化还原反应规律判断物质的氧化性和还原性强弱是解题的关键。

例 2 (2003 年上海春季卷) 苹果汁是人们喜爱的饮料, 由于此饮料中含有 Fe^{2+} , 现榨的苹果汁在空气中会由淡绿色变为棕黄色。若榨汁时加入维生素 C, 可有效防止这种现象发生。这说明维生素 C 具有()。

- A. 氧化性 B. 还原性
C. 碱性 D. 酸性

解析 苹果汁在空气中由淡绿色变为棕黄色, 是由于 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} 的缘故, 所以可加还原剂预防 Fe^{2+} 被氧化, 说明维生素 C 具有还原性。

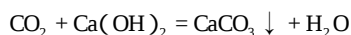
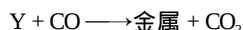
答案 B

评注 通过颜色变化说明 $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, 为防止 Fe^{2+} 被氧化应加入一种还原性比 Fe^{2+} 还强的物质来防止其被氧化。

例 3 (2002 年新课程理综卷) 用足量的 CO 还原 32.0 g 某种金属氧化物 Y, 将生成的气体通入足量澄清石灰水中, 得到 60.0 g 沉淀, 则该氧化物是()。

- A. FeO B. Fe_2O_3 C. CuO D. Cu_2O

解析 用足量 CO 还原 32 g 氧化物 Y 的反应关系如下:



44 g 100 g

26.4 g 60 g

由 $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ 增重的质量即为氧化物中氧元素的质量。

质量。



28 g 44 g

16.8 g 26.4 g

所以金属氧化物中氧元素质量为 $26.4 \text{ g} - 16.8 \text{ g} = 9.6 \text{ g}$ 。

金属元素的质量为 22.4 g, 该氧化物中金属元素的质量分数为 $\frac{22.4 \text{ g}}{32 \text{ g}} = 0.7$ 。

四个选项中金属元素的质量分数分别为: A 项为 $\frac{56}{72} = 0.78$, B 项为 $\frac{112}{160} = 0.70$, C 项为 $\frac{64}{80} = 0.8$, D 项为 $\frac{128}{144} = 0.89$ 。

答案 B

评注 本题可直接依据选项用代入法求解。



第一节同步测试

教材基础知识针对性训练 ● ● ●

一、选择题

1. 下列叙述中正确的是()。

- A. 某元素从化合态变为游离态时, 该元素一定被还原
B. 非金属单质在氧化还原反应中一定做氧化剂
C. 在氧化还原反应中, 失电子数目多的金属其还原性强
D. 化合价升高的元素一定发生氧化反应

2. 要加入还原剂才能实现的变化是()。

- A. $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnO}_4^-$ B. $\text{AlO}_2^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3$
C. $\text{AsO}_4^{3-} \rightarrow \text{AsO}_3^{3-}$ D. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$

3. 下列反应中, 属于复分解反应的是()。

- A. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
B. $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
C. $3\text{FeO} + 10\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
D. $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

4. 下列叙述中, 正确的是()。

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

5. 下列反应既属于氧化还原反应, 又属于置换反应的是()。

- A. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2$
B. $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$
C. $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$
D. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

6. 下列粒子只有还原性的是()。

- A. Fe^{2+} B. S^{2-} C. ClO^- D. S

7. 氢化钙可作为生氢剂, 反应的化学方程式为 $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2 \uparrow$ 。下列说法错误的是

是()。

- A. CaH_2 既是氧化剂,又是还原剂
 B. H_2 既是氧化产物,又是还原产物
 C. CaH_2 是还原剂, H_2O 是氧化剂
 D. 氧化产物与还原产物的质量比为 1:1

8. 在反应 $11\text{P} + 15\text{CuSO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} = 5\text{Cu}_3\text{P} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 15\text{H}_2\text{SO}_4$ 中,铜元素由反应前的 +2 价变为反应后的 +1 价,表现出氧化性,而 P 在反应中表现出()。

- A. 只有还原性 B. 只有氧化性
 C. 既有氧化性又有还原性 D. 既无氧化性又无还原性

9. 在含有 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 和 AgNO_3 的溶液中加入适量锌粉,首先置换出的是()。

- A. Mg B. Cu C. Ag D. H_2

10. 已知 X_2 、 Y_2 、 Z_2 、 W_2 四种物质的氧化能力为 $\text{W}_2 > \text{Z}_2 > \text{X}_2 > \text{Y}_2$,下列氧化还原反应能发生的是()。

- A. $2\text{W}^- + \text{Z}_2 = 2\text{Z}^- + \text{W}_2$
 B. $2\text{X}^- + \text{Z}_2 = 2\text{Z}^- + \text{X}_2$
 C. $2\text{Y}^- + \text{W}_2 = 2\text{W}^- + \text{Y}_2$
 D. $2\text{Z}^- + \text{X}_2 = 2\text{X}^- + \text{Z}_2$

11. 以下关于化学反应 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 电子转移的方向和数目的叙述中,正确的是()。

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

12. 亚硝酸(HNO_2)既可做氧化剂又可做还原剂,当它在反应中做氧化剂时可能生成的产物是()。

- A. N_2 B. N_2O_3 C. NH_4^+ D. NO_2

13. 某工厂排放的酸性废水中含有较多量的重金属 Cu^{2+} 离子,对农作物和人畜均有害。欲采用化学药剂法除掉有害成分,最好加入下列物质中的()。

- A. 食盐和硫酸 B. 胆矾和石灰水
 C. 铁粉和生石灰 D. 苏打和硫酸

14. 根据下列化学方程式:

- (1) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$
 (3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$

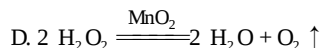
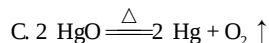
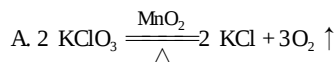
可判断 SO_2 、 Cl_2 、 Br_2 、S 的氧化性强弱的顺序是()。

- A. $\text{SO}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{S}$
 B. $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{S} > \text{SO}_2$
 C. $\text{Br}_2 > \text{Cl}_2 > \text{S} > \text{SO}_2$
 D. $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{SO}_2 > \text{S}$

15. 金属机械加工后的废切削液中含 2% ~ 5% NaNO_2 ,直接排放会造成环境污染。下述试剂中可能使其转化为 N_2 的是()。

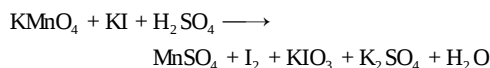
- A. HNO_3 B. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 C. Na_3PO_4 D. 浓 H_2SO_4

16. 用下列方法都可产生氧气,若要制取相同质量的氧气,则反应过程中电子转移的数目最少的是()。



二、填空题

1. 某化学反应的反应物和产物如下:

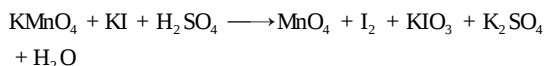


(1) 该反应的氧化剂是_____。

(2) 如果该化学方程式中 I_2 和 KIO_3 的系数都是 5。

① KMnO_4 的系数是_____。

② 在下面的化学式上标出电子转移的方向和数目



2. 在 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} 、 C 、 Cl^- 、 S^{2-} 、 H^+ 等离子或原子中,只有氧化性的是_____,只有还原性的是_____,既有氧化性又有还原性的是_____。

3. 在 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 的反应中,_____是氧化剂,_____是还原剂,_____元素被氧化,_____元素被还原,_____有氧化性,_____有还原性,_____是氧化产物,_____是还原产物,转移_____电子。

4. 已知 $\text{H}_2 + \text{F}_2 \xrightarrow{\text{暗黑}} 2\text{HF}$, $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$, $\text{H}_2 + \text{I}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HI}$, 则 F_2 、 Cl_2 、 I_2 的氧化性顺序为_____。

5. 从下列各组反应中,判断哪种微粒的氧化性最强,哪种微粒的还原性最强。

(1) 铁钉浸入 CuSO_4 溶液中,表面会附有红色物质;铜丝浸入 AgNO_3 溶液中,表面会附有银白色物质。则 Cu 、 Fe 、 Ag 中,_____还原性最强; Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ag^+ 中,_____氧化性最强。

(2) 铁钉在氯气中被锈蚀成棕褐色物质 FeCl_3 ,而在盐酸中生成淡绿色溶液(FeCl_2),则氯分子、氯离子、氢离子中,_____具有氧化性,_____氧化性最强。

三、应用题

1. 已知化学方程式: $7\text{Cl}_2 + 14\text{NaOH} \xrightarrow{70} 9\text{NaCl} + 4\text{NaClO} + \text{NaClO}_3$ 。试求:

(1) 在该反应中,被氧化与被还原的氯原子数之比为多少?

(2) 当有 49.7 g Cl_2 参与反应时,氧化产物的质量为多少克?

2. 用 KMnO_4 氧化密度为 1.19 g/cm³、溶质质量分数为 36.5% 的盐酸,化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。(1) 求 15.8 g KMnO_4 能与多少克 HCl 发生上述反应。(2) 这些 HCl 为多少毫升上述密度的盐酸?(3) 在此反应中,有多少克 HCl 被氧化?

探究应用拓展性训练 ●●●

- (学科内综合题)有三个氧化还原反应:① $2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ② $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$ ③ $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。若某溶液中有 Fe^{2+} 、 I^- 和 Cl^- 共存,要氧化除去 I^- 而不影响 Fe^{2+} 和 Cl^- ,可加入的试剂是()
A. Cl_2 B. KMnO_4 C. FeCl_3 D. HCl
- (学科内综合题)针对以下 A~D 四个涉及 H_2O_2 的反应(未配平)填写空白。
A. $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaCl}$
B. $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Ag} + \text{O}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C. $\text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \downarrow$
D. $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
(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 既能体现氧化性又能体现还原性的反应是(填代号)。
(3) H_2O_2 体现弱酸性的反应是(填代号),其理由_____。
- (学科内综合题)将铁粉投入到盛有 Cu^{2+} 、 Ag^+ 、 Zn^{2+} 的溶液中,反应完毕时,若烧杯底部有铁粉剩余,溶液中一定不含的金属离子是_____;若烧杯中无铁粉剩余,则溶液中一定含有金属离子是_____;若溶液中不含 Cu^{2+} 时,则一定不含有的金属离子是_____。
- (信息题)三聚氰酸 $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3$ 可用于消除汽车尾气中的氮氧化物,如 NO_2 。当加热至一定温度时,它发生如下分解: $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 \longrightarrow 3\text{HNCO}$ 。写出 HNCO 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。
- (与现实生活联系题) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 是一种橙红色且具有强氧化性的化合物,当它被还原成 Cr^{3+} 时,颜色有明显变化。据此,当交通警察发现汽车行驶反常时,就上前拦车,并让司机对填充了吸附有 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的硅胶颗粒的装置吹气。若发现硅胶变色达到一定程度,即证明司机_____。这是因为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 跟(写化学名称)发生了反应。反应中当有 0.06 mol 电子发生转移时,有_____摩 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 被还原。
- (信息题)(1)矿物胆矾就是 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,当它溶于水渗入地下遇到黄铁矿(FeS_2)后,铜将以辉铜矿(Cu_2S)的形式沉积下来,而反应得到的铁和硫则进入溶液,该溶液无臭味、透明、不浑浊、绿色、呈强酸性。在有的矿区常可见到这种具有强腐蚀性的地下水(俗称黑水)渗出地面。上述反应可以用一个化学方程式表示,试写出配平的化学方程式。_____
(2)磁性材料 Fe_2O_3 可由 FeSO_4 分解制得,试写出其反应的化学方程式。_____
(3)a g 铁屑与含 n g HNO_3 的溶液恰好完全反应,若 $a:n=1:2.7$,则该反应的化学方程式为_____。
- (信息题)工业上为了处理含有 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子的酸性废

水,采用以下处理方法:

- (1)加入足量的铁屑,通过一定方法使 Fe 转变为 Fe^{2+} 进入废水中;
 - (2)鼓入足量空气,经过一段时间后,使废水中铬、铁含量降低到可以排放的标准。
其原理是:(1)将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 离子经反应转变为 Cr^{3+} ;(2)余下的 Fe^{2+} 易被氧化转变为 Fe^{3+} , Fe^{3+} 形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀时可在弱酸性条件下形成;(3)在除污过程中溶液的酸性在减弱,从而使各方面达标。根据以上内容回答下列问题:
①在水溶液中将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原为 Cr^{3+} 的还原剂是_____,氧化还原反应的离子方程式是_____。
②处理过程中鼓入空气的目的是_____。
③最后废水中铬元素是形成_____沉淀而除去的,同时还有_____与之共同形成。
- 8.(与现实生活联系应用题)目前,科学家致力于研制高效、安全、无毒的饮用水消毒剂。
- (1)一些自来水厂常用液氯做消毒剂,其原理是_____。
 - (2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 是漂粉精的主要成分,用过量的盐酸和漂粉精作用可生成氯气。 Cl_2 与漂粉精的质量比叫做漂粉精的“有效氯”。现有一种漂粉精的“有效氯”为 0.355,则式中的 n 值约为_____。
 - (3)科研人员发现在氯消毒的饮用水中,含有微量对人体有潜在危害作用的含氯化合物。世界环保联盟即将全面禁止在自来水中加氯气,推广采用广谱性高效杀菌消毒剂二氧化氯(ClO_2 ,黄绿色气体)。目前欧洲和中国主要采用 Kesting 法(原料为氯酸钠和盐酸)制 ClO_2 ,该法的缺点是同时产生 Cl_2 (占 ClO_2 体积的一半),使产物纯度较低。
①试写出该法制 ClO_2 的化学方程式。_____
② Cl_2 和 ClO_2 都是通过氧化作用而消毒杀菌的,其还原产物均为 Cl^- 。试计算在等质量时, ClO_2 的氧化能力是 Cl_2 的_____倍。
- 9.(信息题)早在 1000 多年前,我国劳动人民就发明了黑火药。黑火药的主要成分是硝酸钾、硫磺(S)和木炭。若黑火药爆炸时生成了硫化钾(K_2S)、氮气(N_2)和二氧化碳,所发生反应的化学方程式为 $\text{S} + 2\text{KNO}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{K}_2\text{S} + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$ 。
- (1)在这个反应中,被还原的元素是_____,还原产物是_____。
 - (2)它具有强烈爆炸性的原因是_____ (写要点)。
 - (3)黑火药制成鞭炮,燃放鞭炮对环境产生危害,其中危害比较严重的是:①_____;
②_____ (举出两条)。



第二节 离子反应



基础知识归纳

1. 强电解质和弱电解质

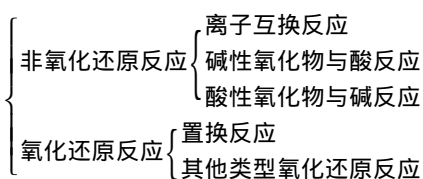
在水溶液或熔融状态下能够导电的化合物叫做电解质,在水溶液和熔融状态下都不导电的化合物,叫非电解质。

在水溶液里全部电离成离子的电解质叫做强电解质,如强酸、强碱、绝大多数盐类;在水溶液里只有一部分电离成离子的电解质叫做弱电解质,如弱酸、弱碱、水和少数盐。

2. 离子反应

在溶液中(或熔化状态)有离子参加或生成的反应。

3. 离子反应类型



4. 离子方程式

用实际参加反应的离子符号表示化学反应的式子。

5. 离子方程式的书写方法

- (1)写 写出反应的化学方程式。
- (2)拆 把易溶于水、易电离的物质拆写成离子形式。
- (3)删 将不参加反应的离子从方程式两端删去。
- (4)查 检查方程式两端各元素的原子个数和电荷数是否相等。



重点知识讲解

1. 电解质和非电解质的判断

(1)电解质和非电解质均指化合物,单质和混合物既不是电解质也不是非电解质。

(2)电解质是指在水溶液或熔融状态下自身能电离出自由移动离子的化合物。例如:CO₂水溶液能导电是由于CO₂与H₂O反应生成H₂CO₃,H₂CO₃电离出H⁺和HCO₃⁻而使溶液导电,不是CO₂自身电离,因而CO₂不是电解质而是非电解质。

(3)电解质包括酸、碱、盐、活泼金属氧化物。

(4)非电解质包括非金属氧化物、NH₃和大多数有机物。

2. 强电解质和弱电解质的判断

(1)判断依据:在水溶液中能否完全电离。与溶液导电能力大小、物质的溶解度等没有关系。

(2)强电解质包括:强酸、强碱、大多数盐及活泼金属氧化物。

注意 ①HNO₃、HCl、H₂SO₄等强酸属于共价化合物,在液态时无离子存在,因而不导电,溶于水才导电,这一点不同于离子化合物。

②难溶性盐,如CaCO₃、BaSO₄等尽管溶解度很小,但溶解部分是完全电离的,难溶性盐属于强电解质。

(3)弱电解质包括弱酸、弱碱和水等。

注意:中等强度酸(如H₃PO₄、H₂SO₃等)不能完全电离,属于弱电解质。

3. 强电解质溶液的导电能力不一定比弱电解质溶液导电能力强

电解质溶液的导电能力与单位体积内自由移动的离子数目和离子所带电荷数多少有关,即单位体积内自由移动离子数目越多,离子所带电荷数越多,则溶液导电性越强,所以强电解质溶液的导电能力不一定比弱电解质的强。

4. 书写离子方程式应注意的问题

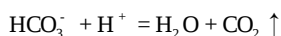
(1)没有自由移动离子参加的反应不能写成离子方程式。

例如:NH₄Cl固体和Ca(OH)₂固体混合加热,虽然也有离子之间的反应,但是固体反应不是自由移动离子的反应,因而不能写离子方程式,只能写化学方程式,即2NH₄Cl + Ca(OH)₂ $\xrightarrow{\Delta}$ CaCl₂ + 2NH₃↑ + 2H₂O。

(2)单质、氧化物、弱酸(如HF、H₂S、CH₃COOH、H₃PO₄、H₂SO₃、HClO等)、弱碱(NH₃·H₂O)、水、难溶于水的物质(如CaCO₃、BaSO₄、Fe(OH)₃、AgCl等)必须写化学式。

(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。

例如:NH₄HCO₃与盐酸反应的离子方程式为:



常见的有HCO₃⁻、HSO₃⁻、H₂PO₄⁻、HPO₄²⁻、HS⁻等。

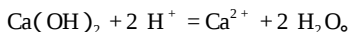
(4)对于微溶物处理有三种情况:

①在生成物中有微溶物析出时,微溶物用化学式表示。例如:Na₂SO₄溶液中加入AgNO₃溶液变浑浊,离子方程式为2Ag⁺ + SO₄²⁻ = Ag₂SO₄↓。

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。例如:CO₂通入澄清石灰水中,离子方程式为Ca²⁺ + 2OH⁻ + CO₂ = CaCO₃↓ + H₂O。

③ 当反应物里微溶物处于浊液时,应写成化学式。

例如 在石灰乳中加入盐酸,离子方程式为



5. 离子方程式正误的判断

(1)看离子反应是否符合客观事实,不可主观臆造产物及反应,如 $2 \text{Fe} + 6 \text{H}^+ = 2 \text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2$ 就不符合客观事实。

(2)看“=”“ $\rightleftharpoons$ ”“ $\uparrow$ ”“ $\downarrow$ ”等是否正确。

(3)看表示各物质的化学式是否正确,如 HCO_3^- 不能写成 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, HSO_4^- 通常应写成 $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$, HCOO^- 不可写成 COOH^- 等。

(4)看是否漏掉离子反应,如 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与硫酸铜溶液反应,既要写 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 的离子反应,又要写 Cu^{2+} 与 OH^- 的离子反应。

(5)看电荷是否守恒,如 FeCl_2 溶液与 Cl_2 反应,不能写成 $\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = \text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,而应写成 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,同时两边各原子数也应相等。

(6)看反应物或产物的配比是否正确,如稀 H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应不能写成 $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,应写成 $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$ 。

(7)看是否符合题设条件及要求,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方式的影响。例如,往 FeBr_2 溶液中通入少量 Cl_2 的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$,往 FeBr_2 溶液中通入过量 Cl_2 的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ 。

6. 离子不能大量共存的规律

离子能否大量共存,关键在于离子间有无反应发生。若离子间有反应发生,则不能大量共存。

(1)结合生成难溶或微溶物质的离子不能大量共存,如 Fe^{2+} 与 S^{2-} , Ca^{2+} 与 PO_4^{3-} , Ag^+ 与 I^- , Ca^{2+} 与 SO_4^{2-} 等。

(2)结合生成气体物质的离子不能大量共存,如 S^{2-} 与 H^+ , H^+ 与 CO_3^{2-} , NH_4^+ 与 OH^- 等。

(3)结合生成难电离物质的离子不能大量共存,如 H^+ 与 OH^- , H^+ 与 ClO^- , Fe^{3+} 与 SCN^- 等。

(4)发生氧化还原反应的离子不能大量共存,如 Fe^{3+} 与 S^{2-} , Fe^{3+} 与 I^- , $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 与 Fe^{2+} , ClO^- 与 S^{2-} 等。

(5)发生双水解反应的离子不能大量共存,如 Al^{3+} , Fe^{3+} 分别与 CO_3^{2-} , HCO_3^- , AlO_2^- , Al^{3+} 与 S^{2-} 等。

(6)弱酸的酸式酸根离子不能与 H^+ , OH^- 共存,如 HCO_3^- 与 H^+ , HCO_3^- 与 OH^- , H_2PO_4^- 与 H^+ , H_2PO_4^- 与 OH^- 等。

(7)若题目中提示酸性溶液 ($\text{pH} < 7$) 或碱性溶液 ($\text{pH} > 7$),应在各待选答案中均加入 H^+ 或 OH^- 考虑。

(8)若题目中告知是无色溶液,应在各待选答案中排除具有颜色的 Fe^{3+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , MnO_4^- 等离子。



易混知识辨析

1. 电解质、非电解质与溶液的导电能力

① 电解质不一定能导电,如固体 NaCl ,能导电的物质不一定是电解质,如金属。

② 导电能力强的溶液不一定是强电解质溶液,弱电解质溶液的导电能力不一定弱,强电解质溶液的导电能力不一定强,如极稀的 NaCl 溶液导电能力很弱。

2. 电解质导电与金属导电过程比较

	电解质	金属
导电微粒	自由移动离子	自由移动电子
是否有新物质生成	化学变化,有新物质生成	物理变化,无新物质生成
温度	升高温度,导电能力增强	升高温度,导电能力减弱



典型例题

例 1 下列说法正确的是()。

- 液态 HCl 、固体 NaCl 均不导电,所以 HCl 和 NaCl 均是非电解质
- NH_3 和 CO_2 的水溶液均导电,所以 NH_3 , CO_2 均是电解质
- 铜、石墨均导电,所以它们是电解质
- 蔗糖、酒精在水溶液或熔化时均不导电,所以它们是非电解质

解析 判断某一物质是电解质还是非电解质时应注意:

(1)无论是电解质还是非电解质,都是化合物。显然,单质不属于该问题的范畴,故 C 不对。

(2)全面理解电解质、非电解质的概念,不能单从能否导电去判断。电解质是溶于水或者熔化状态下能够导电的化合物,在上述情况下都不能导电的化合物叫非电解质。电解质电离成自由移动的离子后才能导电,而电离的条件是电解质溶于水或受热熔化,该题的 A 项中液态 HCl 、固体 NaCl 不导电是因未电离的缘故,当 HCl 溶于水、 NaCl 溶于水或受热熔化时可以导电,所以 HCl , NaCl 都是电解质。由此可知, A 不对, D 正确。

(3)电解质溶液能导电是其本身电离出的离子定向移动并在两极放电所致,否则不属于电解质。B 中 NH_3 , CO_2 的水溶液能导电是由二者溶于水时形成的新物质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, H_2CO_3 电离出的离子所致,

$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 H_2CO_3 是电解质, B 不对。

答案 D

评注 电解质必须是化合物, 电解质必须自身能电离出离子。

例 2 下列各组中的离子能在 $\text{pH} = 1$ 的无色溶液中大量共存的是()。

- A. Ba^{2+} , Na^+ , I^- , ClO^-
 B. Mg^{2+} , Cl^- , Al^{3+} , SO_4^{2-}
 C. K^+ , Cl^- , HCO_3^- , NO_3^-
 D. Ca^{2+} , Na^+ , Fe^{3+} , Br^-

解析 对于 A, 因发生氧化还原反应: $2\text{H}^+ + \text{ClO}^- + 2\text{I}^- = \text{Cl}^- + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 而不能大量共存; 对于 D, Fe^{3+} 溶液呈黄色; C 中 HCO_3^- 与 H^+ 不能共存, 生成弱电解质 H_2CO_3 , 故选 B。

答案 B

评注 $\text{pH} = 1$ 的溶液为酸性溶液, 即本题考查的是与 H^+ 不能共存的无色溶液。

例 3 下列离子方程式中错误的是()。

- A. 铁跟稀硫酸反应:
 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
 B. 碳酸氢钙溶液跟盐酸反应:
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$
 C. 醋酸跟氢氧化钾溶液反应:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
 D. 碳酸镁跟稀硫酸溶液反应:
 $\text{MgCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

解析 离子方程式应与其化学方程式及实际情况相符, 不能主观臆造。浓硫酸与铁作用生成三价铁, 而稀硫酸与铁作用生成二价铁, 故 A 选项不正确; $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 是易溶于水的盐, 应写成离子, 故 B 选项也不正确; 醋酸是弱酸, MgCO_3 难溶于水, 均应写化学式, 故 C、D 两选项正确。

答案 A、B

评注 书写离子方程式时, 必须掌握哪些物质写成离子, 哪些物质写成分子等书写离子方程式的规定。

例 4 下列物质属于强电解质的是()。

- A. CH_3COOH B. 氯化氢
 C. 氨气 D. 硝酸钾溶液

解析 根据电解质的概念可排除 C 和 D 选项, C 项中的 NH_3 在水溶液中自身不能电离, NH_3 是共价化合物, 液态时亦不能电离, 属于非电解质; 硝酸钾溶液属于混合物; A 项中 CH_3COOH 在水溶液中部分电离属于弱电解质; 只有氯化氢溶于水后完全电离成 H^+ 和 Cl^- 。

答案 B

评注 此类题目应抓住纯净物——化合物——能否完全电离这样线索来思考。应记住: 强酸、强碱、大多数盐、活泼金属氧化物属于强电解质。

例 5 下列化合物都是弱电解质的一组是()

- A. CuSO_4 , NaCl , HNO_3 , K_2SO_3
 B. H_2CO_3 , CH_3COOH , H_3PO_4 , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 C. K_2S , BaSO_4 , AgCl , NaOH
 D. H_2O , HCl , Na_2CO_3 , SO_2

解析 强电解质包括强酸、强碱、大多数盐、活泼金属氧化物, 弱电解质包括弱酸、弱碱、 H_2O 。A 选项全部为强电解质, B 选项中, H_2CO_3 , CH_3COOH , H_3PO_4 属于弱酸, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 属于弱碱, 均为弱电解质; C 选项中全部为强电解质; D 选项中 H_2O 为弱电解质, SO_2 为非电解质。

答案 B

评注 记住强弱电解质包含物质的种类是解决此类问题的关键。



教材例题习题的变形题

例 (P18 二, 1) 在下列化学方程式中, 能用离子方程式 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$ 来表示的是()。

- A. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{HNO}_3$
 B. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$
 C. $\text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 D. $\text{BaSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$

解析 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 , H_2SO_4 , BaCl_2 , Na_2SO_4 , NaCl 为易溶的强电解质, 应写成离子; BaCO_3 , BaSO_3 , BaSO_4 为难溶盐, H_2O 为弱电解质, CO_2 和 SO_2 为氧化物, 应写化学式, 不能写成离子。

答案 A、B

评注 强酸、强碱、易溶且易电离的盐写成离子, 其余的写分子, 这是书写离子方程式最基本的要求。



学科内综合题

例 1 A、B、C、D 四种可溶性盐, 它们的阳离子可能分别是 Ba^{2+} , Ag^+ , Na^+ , Cu^{2+} 中的某一种, 阴离子可能分别是 NO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} 中的某一种。

(1) 若把四种盐分别溶解于盛有蒸馏水的四支试管中, 只有 C 盐的溶液呈蓝色。

(2) 若向(1)的四支试管中分别加盐酸, B 盐溶液有沉淀产生, D 盐溶液有无色无味气体逸出。

根据(1)和(2)的实验事实可推断它们的化学式为:

A _____, B _____, C _____, D _____。

解析 有关离子的推断问题是离子反应较高层次的题目, 答好此类题目的关键是熟练掌握好典型离子的性质。

首先, 因 A、B、C、D 都是可溶性盐, 故 Ba^{2+} 不能与 SO_4^{2-} , CO_3^{2-} 组合; Ag^+ 只能与 NO_3^- 组合; Cu^{2+} 不能与 CO_3^{2-} 组合。由(1)可知, C 为铜盐; 由(2)可知, B 盐为 AgNO_3 。D 盐含 CO_3^{2-} , 而 CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+} 均不能共存, 故 D 只可能为 Na_2CO_3 。余下的阳离子为 Ba^{2+} , 故 A 含之; 余下的阴离子为 SO_4^{2-} , Cl^- , 而 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能共存, 故 A 只可能是 BaCl_2 , 因而 C 为 CuSO_4 。

答案 A. BaCl_2 B. AgNO_3 C. CuSO_4 D. Na_2CO_3

评注 离子推断是较高层次的推断题,既考查常见离子的典型性质,又考查同学们的推断能力、综合能力。推断时,除考虑离子的基本性质外,还要兼顾离子大量共存情况,有时还要运用“淘汰和剩余”思维法。

例2 有一包可溶性盐组成的白色粉末,其中可能含有 K^+ 、 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 NO_3^- 。现做如下实验:

(1)将部分粉末加入水中充分混合、振荡,有白色沉淀生成。

(2)向(1)的悬浊液中加入过量稀硝酸,白色沉淀消失,并有气泡生成。

(3)取一定量(2)的溶液,滴入少量稀硫酸,立即有白色沉淀生成。

(4)另取少量(2)的溶液滴入硝酸银溶液,无白色沉淀生成。

根据上述实验现象,试判断原白色粉末的组成是_____写有关反应的离子方程式为_____。

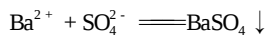
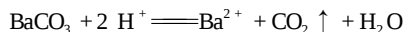
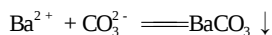
解析 (1)加水有白色沉淀生成,能形成沉淀的离子是 CO_3^{2-} 与 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} 。

(2)加强酸沉淀溶解,并有气泡产生,进一步说明 CO_3^{2-} 存在。

(3)滴入稀硫酸,立即有白色沉淀生成,证明溶液(2)中有钡离子。

(4)与硝酸银反应无白色沉淀,可知不存在氯离子。上述溶液中一定存在钡离子、碳酸根离子和硝酸根离子。由题意知盐都可溶于水, CO_3^{2-} 只能对应 K^+ ,即白色粉末组成为 K_2CO_3 与 $Ba(NO_3)_2$ 。

答案 K_2CO_3 、 $Ba(NO_3)_2$



评注 本题既考查常见离子的典型性质,又考查学生的推断能力、综合能力。

例3 已知反应 $2FeCl_3 + 2KI = 2FeCl_2 + 2KCl + I_2$,往 FeI_2 溶液通入一定量 Cl_2 ,使一半的 Fe^{2+} 被氧化,写出反应的离子方程式。

解析与答案 从题目给出的信息并依据“还原剂的还原性大于还原产物的还原性”,可推断出还原性 $I^- > Fe^{2+}$,所以在通 Cl_2 时,依据优先反应原理, Cl_2 应先将 I^- 全部氧化后再与 Fe^{2+} 反应,因此,反应后溶液中有三种产物 I_2 、 $FeCl_3$ 、 $FeCl_2$,然后依据电子转移总数相等的原则 $2Fe^{2+} + 8I^- + 5Cl_2 = 2Fe^{3+} + 4I_2 + 10Cl^-$

评注 本题还可以有以下几种变换方式:(1)通入少量 Cl_2 ,只将 I^- 氧化,则离子方程式为 $2I^- + Cl_2 = 2Cl^- + I_2$;(2)通入足量的 Cl_2 ,则 Fe^{2+} 、 I^- 均被氧化,离子方程式为 $2Fe^{2+} + 4I^- + 3Cl_2 = 2Fe^{3+} + 6Cl^- + 2I_2$ 。

例4 在 $xR^{2+} + yH^+ + O_2 = mR^{3+} + nH_2O$ 离子方程式中, m 值是_____。

解析 依据电荷守恒可得 $2x + y = 3m$,据质量守恒定律,可知 $m = x$ 、 $y = 2n$ 、 $n = 2$,解得 $m = 4$ 。

答案 4

评注 离子方程式中运用电荷守恒配平方程式及计算是比较简单的一种解题方法。



综合应用题

例1 在世纪交替之时,某国炼金废水泄入尼罗河,导致大量鱼类等水生生物死亡,沿河居民长时期停止使用此水源,酿成世界级污染事件。炼金废水中含有络离子 $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$,其电离出的 CN^- 有毒,当与 H^+ 结合生成 HCN 时,其毒性更强。回答下列问题:

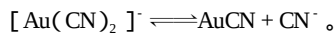
(1)剧毒物 HCN 的结构式为_____,其水溶液酸性很弱,可知 NaCN 溶液 pH _____ 7(填“>”,“=”或“<”)。

(2)与弱电解质碳酸的电离方式相似, $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ 也存在着两步电离,其一级电离方程式为_____。

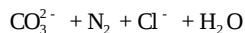
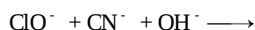
(3)处理这种废水是在碱性条件下, NaClO 将 CN^- 氧化为 CO_3^{2-} 和 N_2 ,其离子方程式为_____。在酸性条件下, ClO^- 也能氧化 CN^- ,但实际处理废水时却不在酸性条件进行的主要原因是_____。

解析 (1) HCN 为共价化合物,根据最外层电子饱和的原则,可写出 HCN 的结构式 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ 。由于 HCN 为弱酸,所以 NaCN 为强碱弱酸盐,其溶液水解显碱性, $\text{pH} > 7$ 。

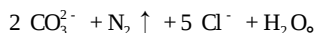
(2)与 H_2CO_3 的一级电离 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 类似, $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ 的一级电离式为:



(3)根据题给信息有

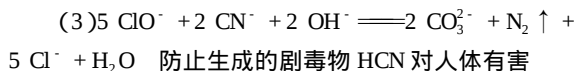
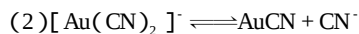


这是一个氧化还原离子反应,配平得



不在酸性条件下处理废水中的 CN^- ,防止生成的剧毒物 HCN 对人体有害。

答案 (1) $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ >



评注 本题考查学生的多种知识:结构式、 pH 大小的判断、离子方程式的书写、环境污染等。要求学生全面、灵活掌握各种知识。

例2 在碎蛋壳上不小心滴上食醋(食醋中含有 CH_3COOH),会产生一种使澄清石灰水变浑浊的无色气体,可推知蛋壳的化学成分中含_____。上述两个反应的离子方程式为_____。

解析与答案 鸡蛋壳的主要成分为 CaCO_3 ,食醋的主要成分为 CH_3COOH (弱酸),反应的离子方程式为:
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
 $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

评注 书写离子方程式的关键是掌握何种物质写

成化学式,何种物质应写成离子的形式。

例3 某河道两旁有甲、乙两厂,它们排放的工业废水中,共含 K^+ , Ag^+ , Fe^{3+} , Cl^- , OH^- , NO_3^- 六种离子。

(1)甲厂的废水中明显呈碱性,故甲厂废水中所含有的三种离子是_____。

(2)乙厂的废水中含有另外三种离子。如果加一定量_____ (选填:“活性炭”、“硫酸亚铁”、“铁粉”),可以回收其中的金属_____ (填写金属元素符号)。

(3)另一种设想是将甲厂和乙厂的废水按适当的比例混合,使废水中的_____ (填写离子符号)转化为沉淀,经过滤后的废水主要含_____,可用来浇灌农田。

解析 甲厂的废水呈碱性,说明含有 OH^- ,则不能含有 Ag^+ 和 Fe^{3+} ,同时 K^+ 与 Cl^- 应在甲厂,乙厂中含有 Ag^+ , Fe^{3+} , NO_3^- ;只能加入铁粉回收银;若甲、乙两厂废水按一定的比例混合,则 Ag^+ 与 Cl^- 生成 AgCl 沉淀, Fe^{3+} 与 OH^- 结合生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,混合后的废水中只有 K^+ , NO_3^- 。

答案 (1) K^+ , OH^- , Cl^- (2)铁粉 Ag

(3) AgCl , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, KNO_3

评注 应用离子共存的有关知识进行判断。

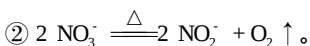


创新题

例1 (探究题)(1)多次加热的开水民间俗称为“千滚水”,不宜饮用,其原因是其中的 NO_2^- 含量比一般开水中偏高。引起其中的 NO_2^- 含量偏高的原因有①_____ ,②_____。

(2)土壤中有一种细菌能分解硝酸盐: $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} \text{N}_2 + \text{O}_2 + \text{X}$ 。其中 X 引起土壤酸碱性变化的情况是_____。

解析 (1)①水的大量蒸发使 NO_2^- 浓度升高;



(2) $4 \text{NO}_3^- + 10 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} 2 \text{N}_2 + 5 \text{O}_2 + \text{X}$ 左边多 20 H 和 12 O ,则右边加 10 H_2O 后左边还多 2 O ,故多氧加 H_2O 生成 OH^- , $4 \text{NO}_3^- + 2 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} 2 \text{N}_2 \uparrow + 5 \text{O}_2 \uparrow + 4 \text{OH}^-$,碱性增强。

答案 (1)①水蒸发使 NO_2^- 浓度增大

② NO_3^- 受热分解成 NO_2^-

(2)碱性增强

评注 本题属信息探究题,考查学生的信息应用能力,然后应用质量守恒写出离子方程式求解。

例2 (信息题)已知硫酸铅难溶于水,也难溶于硝酸,却可溶于醋酸铵(NH_4Ac)溶液中,形成无色溶液,其化学方程式是 $\text{PbSO}_4 + 2 \text{NH}_4\text{Ac} = \text{Pb}(\text{Ac})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

当 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ (醋酸铅)溶液中加入 Na_2S 溶液时,有黑色沉淀 PbS 生成,则其反应的离子方程式为_____。

解析 由题给信息可知 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 应为弱电解质,

若为强电解质,则电离出的 Pb^{2+} 、 Ac^- 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 电离出的 SO_4^{2-} 结合生成 PbSO_4 沉淀,与题给信息不符合。反应的化学方程式为 $\text{Pb}(\text{Ac})_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{NaAc}$, 即离子方程式为 $\text{Pb}(\text{Ac})_2 + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{Ac}^-$ 。

答案 $\text{Pb}(\text{Ac})_2 + \text{S}^{2-} = \text{PbS} \downarrow + 2\text{Ac}^-$

评注 $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ 属于盐类,但难电离,是弱电解质,书写离子方程式时应写化学式。

例 3 (实验探究)为了确认电解质溶液中部分离子之间能否发生反应,做了如下三组实验如图 1-1:

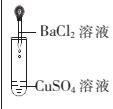
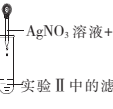
编号	I	II	III
实验	 NaCl 溶液 CuSO ₄ 溶液	 BaCl ₂ 溶液 CuSO ₄ 溶液	 AgNO ₃ 溶液+稀硝酸 实验 II 中的滤液

图 1-1

(1)实验 I 的目的是_____。

(2)实验 II 证明了_____离子和_____离子发生了化学反应,根据_____现象证明溶液中的另两种离子没有发生化学反应。

(3)实验 III 中反应的离子方程式为_____。

解析 实验 I, Na^+ 、 Cl^- 与 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 混合后无沉淀,生成强电解质,即溶液中离子数量没有减少。说明这四种离子不发生反应;实验 II 中 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合生成难溶于水的 BaSO_4 沉淀,过滤后溶液仍呈蓝色,说明滤液中有 Cu^{2+} 和 Cl^- ;实验 III,加 AgNO_3 后, $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$ 。

答案 (1)证明溶液中的 Na^+ 和 SO_4^{2-} 、 Cl^- 和 Ca^{2+} 相互间不发生反应。

(2) Ba^{2+} 、 SO_4^{2-} 反应后过滤得到的溶液呈蓝色

(3) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

评注 该题是离子反应实验,反应后溶液中离子浓度降低,即生成难溶性物质、难电离的 H_2O 、气体等。

评注 要熟练掌握书写离子方程式的法则,同时要能区分强、弱电解质,会应用电荷守恒规律。

例 2 (2004 年全国理综卷)在 $\text{pH} = 1$ 且含 Ba^{2+} 的溶液中,还能大量存在的离子是()。

- A. AlO_2^- B. ClO^-
C. Cl^- D. SO_4^{2-}

解析 $\text{AlO}_2^- + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, 所以 A 不正确。

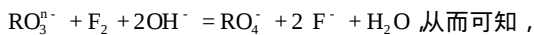
$\text{ClO}^- + \text{H}^+ = \text{HClO}$, 生成弱酸 HClO , 所以 B 不正确。

$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, BaSO_4 不溶于酸, 所以 D 不正确。

答案 C

评注 $\text{pH} = 1$ 的溶液实则为酸性溶液, H^+ 与弱酸根离子不能大量共存。

例 3 (2003 年江苏卷)在一定条件下, RO_3^{n-} 和氟气可发生如下反应:



从而可知, 在 RO_3^{n-} 中, 元素 R 的化合价是()。

- A. +4 价 B. +5 价
C. +6 价 D. +7 价

解析 根据离子方程式两端电荷总数相等, 有 $n + 2 = 1 + 1 \times 2$,

所以 $n = 1$, 即 $\text{RO}_3^{n-} \rightarrow \text{RO}_3^-$, 推出 R 的化合价为 +5 价。

答案 B

评注 所有的离子反应均遵循两个守恒: 质量守恒和电荷守恒。氧化还原反应的离子方程式还遵循得失电子守恒。



第二节同步测试

教材基础知识针对性训练 ● ● ●

一、选择题

1. 下列离子方程式中错误的是()。

- A. 铁跟稀硫酸反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
B. 碳酸氢钙溶液跟盐酸反应:
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
C. 醋酸跟氢氧化钾溶液反应:
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$
D. 碳酸镁跟稀硫酸溶液反应:
 $\text{MgCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

2. 下列离子方程式中不正确的是()。

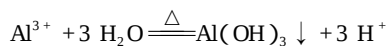
- A. 亚硫酸钡与盐酸反应:
 $\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
B. 铁与足量稀盐酸反应:
 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
C. 澄清的石灰水跟盐酸反应:
 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
D. 亚硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液反应:



高考题

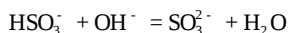
例 1 (2004 年春季卷)下列离子方程式中,正确的是()。

- A. 硫酸亚铁溶液与过氧化氢溶液混合:
 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
B. 小苏打溶液与稀硫酸混合:
 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
C. 大理石溶解于醋酸:
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
D. 明矾溶液加热水解生成沉淀:



解析 离子方程式的正误判断,要对每一选项的离子方程式进行认真审读。A 选项,电荷不守恒;B 选项,小苏打的阴离子应为 HCO_3^- ;C 选项,醋酸是弱酸,弱电解质应写化学式。

答案 D



3. 下列叙述中正确的是()。
- A. 凡是离子化合物在离子方程式中都要以离子来表示
B. 离子互换反应总是向着溶液中离子浓度减小的方向进行
C. 酸碱中和反应的实质是 H^+ 和 OH^- 结合生成水, 故酸碱中和反应的离子方程式都是 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
D. 复分解反应必须具备离子反应生成的三个条件才能进行
4. 下列叙述正确的是()。
- A. 硝酸钾溶液能导电, 所以硝酸钾溶液是电解质
B. 固态氯化钾不导电, 但氯化钾是电解质
C. 氯化氢溶液能导电, 所以氯化氢是电解质
D. SO_2 溶于水能导电, 所以 SO_2 是电解质
E. 铁导电, 所以铁是电解质
F. H_2 不导电, 所以 H_2 是非电解质
5. 下列离子组中, 能大量共存的是()。
- A. Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , OH^-
B. H^+ , Fe^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
C. Cu^{2+} , Ba^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-}
D. Na^+ , Ca^{2+} , NO_3^- , HCO_3^-
6. 下列叙述正确的是()。
- A. CO_2 水溶液的导电性较弱, 故 CO_2 属弱电解质
B. BaSO_4 难溶于水, 属于非电解质
C. 强电解质一定比弱电解质的水溶液导电能力强
D. 向 CH_3COOH 溶液中加入氨水至中和, 溶液导电能力会逐渐增强
7. 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. H^+ , NH_4^+ , Al^{3+} , SO_4^{2-}
C. K^+ , AlO_2^- , NO_3^- , OH^-
D. H^+ , Cl^- , CH_3COO^- , NO_3^-
8. 在无色透明的酸性溶液中, 能大量共存的离子组是()。
- A. Al^{3+} , Ag^+ , NO_3^- , Cl^-
B. Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^-
C. Al^{3+} , K^+ , S^{2-} , Cl^-
D. Na^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} , Fe^{2+}
9. 下列叙述中肯定正确的是()。
- A. 在复分解反应中, 弱酸与强酸盐反应一定不能得到强酸
B. 较不活泼的金属单质不能还原较活泼的金属阳离子
C. 酸与碱之间的反应都是复分解反应
D. ${}_{92}^{235}\text{U}$ 的蜕变反应不属于化学变化
10. 向饱和石灰水中不断通入二氧化碳, 其溶液导电性的变化是()。
- A. 由弱变强 B. 由强变弱
C. 由强变弱再变强 D. 由弱变强再变弱
11. 在以下粒子中, 与酸、碱、水都能发生反应的是()。
- A. CO_3^{2-} B. HCO_3^-



12. 为维持人体内电解质平衡, 人在大量出汗后应及时补充的物质是()。
- A. Mg^{2+} B. Ca^{2+}
C. Na^+ D. Fe^{3+}
13. 下列离子在溶液中因发生氧化还原反应而不能大量共存的是()。
- A. K^+ , Ba^{2+} , OH^- , SO_4^{2-}
B. Cu^{2+} , NH_4^+ , Br^- , OH^-
C. H_3O^+ , NO_3^- , Fe^{2+} , Na^+
D. Ag^+ , NO_3^- , Cl^- , K^+
14. 在允许加热的条件下, 只用一种试剂就可能鉴别硫酸铵、氯化钾、氯化镁、硫酸铝和硫酸铁溶液, 这种试剂是()。
- A. NaOH B. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
C. AgNO_3 D. BaCl_2
15. 下列离子方程式中正确的是()。
- A. 在氯化铁溶液中加入过量氨水:
$$\text{Fe}^{3+} + 3 \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3 \text{NH}_4^+$$
- B. 氢氧化亚铁溶于稀硝酸:
$$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- C. 稀硫酸中加入碳酸氢钠固体:
$$\text{H}^+ + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}^+ + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$
- D. 向碳酸氢钠溶液中加入少量的氢氧化钡溶液:
$$\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$$
16. 下列物质属于电解质的是()。
- ①Cu ② H_2SO_4 ③ NaOH ④稀硫酸 ⑤ CaCO_3 ⑥ CO_2
⑦蔗糖 ⑧酒精 ⑨ H_2O ⑩盐酸
- A. ③④⑥⑩ B. ③④⑤⑨⑩
C. ①②③⑨⑩ D. ②③⑤⑨
17. 下列离子方程式错误的是()。
- A. 过量的硫化氢通入 NaOH 溶液中:
$$\text{H}_2\text{S} + \text{OH}^- = \text{HS}^- + \text{H}_2\text{O}$$
- B. 向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中逐滴加入硫酸氢钠溶液至中性:
$$2 \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$$
- C. 往 100 mL 沸水中滴入饱和 FeCl_3 溶液 2~3 mL:
$$\text{Fe}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3 (\text{胶体}) + 3 \text{H}^+$$
- D. 碳酸氢镁溶液中加入过量石灰水:
$$\text{Mg}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{MgCO}_3 \downarrow + 2 \text{H}_2\text{O}$$
18. 某溶液中含有 Cl^- , OH^- , S^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- 和 AlO_2^- 离子, 往其中加入过量盐酸后, 不会大量减少的离子是()。
- A. SO_4^{2-} , Cl^- B. OH^- , S^{2-}
C. S^{2-} , NO_3^- D. SO_4^{2-} , AlO_2^-
- 二、填空题
1. 下列物质中, 属于强电解质的是_____ (均填序号, 下同), 属于弱电解质的是_____, 属于非电解质的是_____, 水溶液能导电的是_____。
- ①氨气 ②氨水 ③盐酸 ④醋酸 ⑤硫酸钡
⑥氯化银 ⑦氯化钠 ⑧二氧化碳 ⑨醋酸铵

⑩氢气 ⑪水

2. (1)往石灰水中通入 CO_2 至过量,反应过程中观察到的现象是_____,对应的离子方程式为_____。

- (2)某无色溶液中可能有 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等阴离子中的一种或几种。

①当该溶液中有大量 H^+ 存在时,则溶液中可能含有_____。

②当溶液中有大量 OH^- 存在时,则溶液中不可能含有_____。

③当向无色溶液中滴入过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,充分作用后溶液中可能存在的离子是_____。

3. 甲、乙、丙、丁分别是盐酸、碳酸钠、氯化钙、硝酸银四种溶液中的一种,将它们两两混合后,观察到的现象是:

①甲与乙或丙混合都产生沉淀;②丙与乙或丁混合也产生沉淀;③丁与乙混合产生无色气体。回答下列问题:

(1)写出丁与乙反应的离子方程式:_____。

(2)这四种溶液分别是甲:_____,乙:_____,丙:_____,丁:_____(写名称或化学式)。

4. 写出实现下列变化的相应的化学方程式:

(1) $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
_____。

(2) $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
_____。

(3) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$
_____。

(4) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
_____。

5. 写出下列反应的离子方程式。

(1)苛性钠溶液与 CuSO_4 溶液混合:_____。

(2)Zn 粉与稀盐酸反应:_____。

(3)氢氧化铜与盐酸反应:_____。

(4)硫酸与氢氧化钡反应:_____。

(5)过量石灰水加入到 NaHCO_3 溶液中。_____。

(6) Na_2CO_3 溶液与 H_2SO_4 反应。_____。

三、应用题

1. 如何用化学方法确定两瓶没有标签的稀溶液,一瓶为 Na_2CO_3 溶液,另一瓶为稀盐酸?

2. 现有四种无色溶液 a、b、c、d,分别是 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 H_2SO_4 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 中的一种。为确定每种溶液,做如下实验:

(1) $a + b \longrightarrow \text{沉淀} + \text{溶液 e}$

(2) $b + d \longrightarrow \text{沉淀 f} + \text{溶液}$

(3) $e + f \longrightarrow \text{溶液} + \text{气体}$

请根据上述实验推断:

a 是_____, b 是_____。

c 是_____, d 是_____。

3. 在科学实验中,为了研究某种自变量对相应的因变量的影响情况,常常要控制其他因素的变化,这种方法称为控制变量法。电解质的电离会受到诸多因素的影响,其中有电解质本身性质的影响(内部因素),也有外界条件

的影响(外部因素)。如果要证明电解质本身的性质对它的电离能力是否有影响,这时候我们只要变化_____,而必须保持不变的因素有_____,_____,_____等。

探究应用拓展性训练 ●●●

1. (学科内综合题)在一烧杯中盛有稀 H_2SO_4 溶液,同时有一表面光滑的塑料小球悬浮于溶液中央(如图 1-2 所示)。向该烧杯里缓缓注入与稀 H_2SO_4 等密度的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至恰好完全反应。

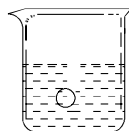


图 1-2

- (1)烧杯里观察到的实验现象有:

①_____;②_____。

- (2)实验过程中反应的离子方程式为_____。

2. (学科内综合题)今有 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 、 AgNO_3 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 的混合液,欲将 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 Fe^{3+} 分离,分别得到三种元素的不溶物。按图 1-3 所示实验:

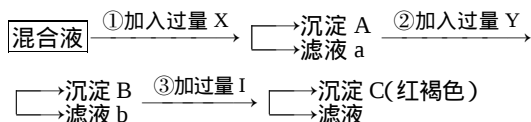


图 1-3

- (1)加入的试剂(写化学式):X_____,Y_____,Z_____.生成沉淀的化学式:A_____,B_____,C_____。

- (2)写出反应①②③中的离子方程式:

①_____。

②_____。

③_____。

3. (学科内综合题)有一固体混合物,可能由 Na_2CO_3 、 Na_2SO_4 、 CuSO_4 、 CaCl_2 、 NaCl 等混合而成。为检验它们做了以下实验:(1)将固体混合物溶于水,搅拌后得无色透明溶液;(2)往此溶液中滴加硝酸钡溶液,有白色沉淀生成;(3)过滤,将沉淀物置于稀硝酸中,发现沉淀全部溶解。试判断:固体混合物中肯定有_____,没有_____,可能有_____,对可能有的物质,可采用滤液中加_____溶液的方法来检验。

4. (实验探究题)选择常用仪器,用较简便的方法证实氢氧化钡与硫酸的反应是离子反应。要求画出简单的实验装置图,并写出实验操作步骤。

5. (推断题)某溶液中可能含有 NH_4^+ 、 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ag^+ 、 OH^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 中的某几种。现用该溶液做以下实验:

(1)取此溶液少许,加足量盐酸无明显现象;