

目揺录

第一章揺化学反应及其能量变化 (员
第二章揺碱金属 (员
第三章揺物质的量 (圆
第四章揺卤揺素 (猿
第五章揺物质结构揺元素周期律 (源
第六章揺硫和硫的化合物揺环境保护 (缘
第七章揺硅和硅酸盐工业 (猿
第八章揺氮和氮的化合物 (愿
第九章揺化学平衡揺电离平衡 (愿
第十章揺几种重要的金属 (员
第十一章揺烃 (员
第十二章揺烃的衍生物 (员
第十三章揺糖类揺油脂揺蛋白质 (员
第十四章揺合成材料 (员
第十五章揺晶体的类型与性质 (员
第十六章揺胶体的性质及其应用 (员
第十七章揺化学反应中的物质变化和能量变化 (员
第十八章揺电解原理及其应用 (圆
第十九章揺硫酸工业 (圆
第二十章揺化学实验方案的设计 (圆
第二十一章揺物质的检验 (圆
高考化学综合测试题(一) (圆
高考化学综合测试题(二) (圆

猿垣載金榜考典※高中理科三科导学与综合测试(化学)揺揺

第一章 化学反应及其能量变化

目标要求

一、掌握化学反应的四种基本类型：化合、分解、置换和复分解。

二、理解氧化还原反应，掌握氧化和还原、氧化性和还原性、氧化剂和还原剂等概念。能判断氧化还原反应中电子转移的方向和数目。

三、了解电解质、非电解质、强电解质、弱电解质等概念，理解离子反应和离子方程式的含义，掌握离子反应发生的条件和离子方程式的书写方法。

四、了解化学反应中的能量变化（放热反应和吸热反应）及燃料充分燃烧的条件。

要点精述

一、化学反应的四种基本类型

1. 化合反应：由两种或两种以上的物质生成另一种物质的反应，叫做化合反应。

2. 分解反应：由一种物质生成两种或两种以上其他物质的反应，叫做分解反应。

3. 置换反应：由一种单质跟一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的反应，叫做置换反应。

4. 复分解反应：由两种化合物相互交换成分生成另外两种化合物的反应，叫做复分解反应。

二、氧化还原反应

1. 定义：有电子转移（得失或偏移）的反应都是氧化还原反应。

在氧化还原反应中，得电子总数必等于失电子总数，我们不妨称之为电子守恒，可用如下等式表示：

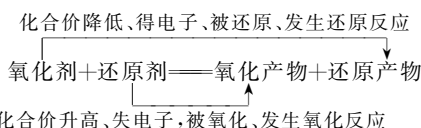
$$N_{\text{得}} = N_{\text{失}}$$

2. 特征：氧化还原反应中电子的转移表现为化学方程式中元素化合价的升降。这是判断一个化学反应是否属于氧化还原反应的依据。

在一个氧化还原方程式中，元素化合价升高的总数必等于元素化合价降低的总数，也可用如下等式表示：

$$N_{\text{升}} = N_{\text{降}}$$

3. 判断：在一个具体的氧化还原反应中，我们如何进行分析和判断？首先，必须正确标出元素的化合价，在此基础上，可以采取如下的格式进行分析：



上式可以这样理解：如果某物质中的某元素的化合价升高，则这种物质失电子，本身是还原剂，被氧化，发生氧化反应，转化为氧化产物；反之，如果化合价降低，则此物质得电子，本身是氧化剂，被还原，发生还原反应，转化为还原产物。我们把上述方法总结为如下规律：

“升、失、氧”

“降、得、还”

必须指出：六字诀中的“氧”指的是被氧化及发生氧化反应，而不是氧化剂；同理，“还”是指被还原及发生还原反应，而非还原剂。

4. 表示方法

(1) 双线桥法：表明相同元素的原子在反应前后电子得失情况和数目。由反应物指向生成物，同时应在线桥上注明得、失及电子数目。此法还可以表示化合价升降的情况。

(2) 单线桥法：表明反应物间电子转移的方向和数目。由失电子的元素指向得电子的元素，同时在线桥上只注明电子转移的数目。

另外，不管是单线桥还是双线桥，必须在确定的元素符号之间连线，而不能连在其他地方。

三、离子反应

1. 强电解质和弱电解质

(1) 电解质：在水溶液里或熔化状态下能够导电的化合物。

非电解质：在水溶液或熔化状态下都不导电的化合物。

(2) 强电解质：在水溶液中全部电离成离子的电解质。

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。

2. 离子反应

(1) 定义：有离子参加的反应统称为离子反应。电解质在溶液里所起的反应实质是离子之间的反应，这样的反应属于离子反应。

(2)离子反应(复分解型)发生的条件:生成难溶的物质、生成难电离的物质或生成易挥发的物质。上述三个条件居其一即可。

3. 离子方程式

(1)定义:用实际参加反应的离子的符号表示离子反应的式子叫做离子方程式。

(2)离子方程式的书写步骤:

- ①写:写出化学反应方程式,注意配平。
- ②拆:把可溶性强电解质拆写成离子形式。
- 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遵循质量守恒和电荷守恒。

四、化学反应中的能量变化

1. 化学反应都伴随着能量变化,通常表现为热量变化
放热反应:放出热的化学反应,其反应物的总能量大于生成物的总能量。

吸热反应:吸收热的化学反应,其反应物的总能量小于生成物的总能量。

2. 燃料充分燃烧的条件

- (1)要有足够的空气;
- (2)燃料与空气要有足够大的接触面。



一、氧化还原反应和四种基本反应之间的关系

氧化还原反应是从有无电子得失的角度看化学反应,可以把化学反应分为两类:氧化还原反应和非氧化还原反应。而四种基本反应是从物质的构成形式上把化学反应划分为:置换、化合、分解和复分解反应。具体关系为:置换反应肯定是氧化还原反应,复分解反应肯定不是氧化还原反应,化合和分解反应可能是也可能不是氧化还原反应。而四种基本反应并不包括所有的化学反应。

二、物质氧化性强弱、还原性强弱的比较

1. 根据化学方程式比较

对于已发生的氧化还原反应,存在如下关系:

氧化性:氧化剂>氧化产物

还原性:还原剂>还原产物

如: $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

氧化性: $\text{MnO}_2 > \text{Cl}_2$

还原性: $\text{HCl} > \text{MnCl}_2$

2. 根据元素的金属或非金属性比较

(1)金属单质的还原性越强,其阳离子的氧化性越弱。
如还原性: $\text{Fe} > \text{Cu}$,氧化性: $\text{Fe}^{2+} < \text{Cu}^{2+}$ 。

(2)非金属单质的氧化性越强,其阴离子的还原性越弱。

如氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$,还原性: $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$ 。

3. 根据反应条件的难易比较

一般情况下,不同氧化剂与同一还原剂反应,反应条件越易,氧化性越强;不同还原剂与同一氧化剂反应,反应条件越易,还原性越强。如根据 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 与 H_2 的反应条件,可以得出氧化性: $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$;根据 Li 、 Na 、 K 与 H_2O 的反应条件,可以得出还原性 $\text{K} > \text{Na} > \text{Li}$ 。

4. 根据氧化还原的程度比较

当不同的还原剂与同一氧化剂反应时,一般是氧化剂被还原的程度越大,还原剂的还原性越强。同理,当不同的氧化剂与同一还原剂反应时,还原剂被氧化的程度越大,氧化剂的氧化性越强。如氯气、硫两种氧化剂分别与同一还原剂铁起反应,氯气可把铁氧化为 FeCl_3 ,硫只能把铁氧化成为 FeS ,由此可知氯气的氧化性比硫强。

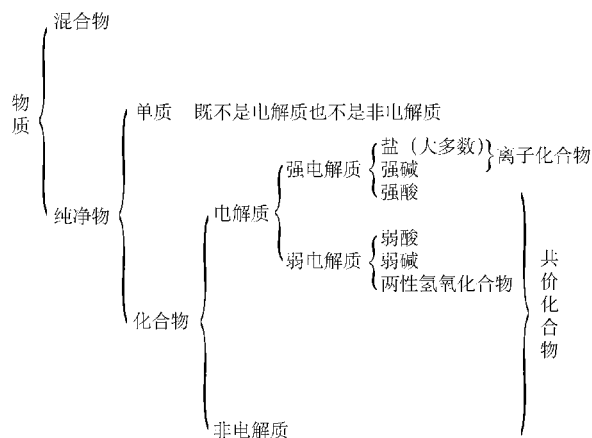
三、氧化还原反应中电子转移数目的计算

一个氧化还原反应方程式电子转移数目可由下式进行计算:

电子转移总数=化合价升或降的总数=某元素一个原子的化合价变化 $\times$ 变化了的原子个数

如在反应 $4\text{H}^{-1}\text{Cl} + \text{Mn}^{+4}\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{+2}\text{Cl}_2 + \text{Cl}_2^0 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 中,可根据 Mn 和 Cl 的化合价变化来计算:电子转移总数= $(4-2) \times 1 = [0 - (-1)] \times 2 = 2$ 。在此需要说明的是:Cl 化合价变化的原子个数是 2 而不是 4,因为有两个 Cl 的化合价没有变化。

四、物质与电解质之间的关系



五、电解质与非电解质的区别和联系

电解质与非电解质都是化合物,二者的区别在于溶于水或熔化状态下能否导电。另外,还需要注意以下三个问题:

1. 电解质不一定导电,导电物质不一定是电解质。

如:氯化钠固体、金属单质。

2. 非电解质不导电,不导电的物质不一定是非电解质。如:氯化钠固体。

3. 电解必须是化合物本身电离出离子,如果不是则不属于电解质。如: SO_2 、 NH_3 等物质的水溶液虽然能够导电,但并不是电解质,因为它们与水反应生成了电解质,才使溶液导电的。

六、在离子方程书写中应注意的几个问题

1. 必须符合化学反应原理。如:铁与稀硫酸反应不能写成 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

2. 不在水溶液中进行的反应不能写离子方程式。如:铜和浓硫酸、氯化钠固体和浓硫酸、氯化铵固体和氢氧化钙固体等反应。

3. 有离子生成的反应可写离子方程式。如:钠和水、二氧化硫通入溴水、碳酸钙溶于乙酸等反应。

4. 把强电解质(易溶于水)拆写成离子形式,其他如难溶于水的物质、气体、单质、氧化物、弱电解质、非电解质等一律写成化学式。

5. 微溶物的处理原则:生成物中的微溶物一般写化学式;反应物中的微溶物如果处于溶液状态时写离子符号,如处于浊液或固体状态写化学式。

6. 强酸的酸式盐在溶液中全部电离,拆写成金属阳离子、氢离子和酸根,而多元弱酸的酸式根不能拆开写。

7. 注意反应物之间量的关系,因为有些反应属于量不同产物不同的反应。如二氧化碳和澄清石灰水、氯化铝溶液和氢氧化钠溶液的反应。

8. 要注意配平,即要遵守质量守恒、电荷守恒和得失电子守恒。

9. 不能约简局部系数,因为这样会破坏各反应物的关系量。如:稀硫酸和氢氧化钡溶液的反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$,不能约简掉 OH^- 和 H^+ 前面的系数写成 $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,这样就不符合生成 1 摩硫酸钡的同时生成 2 摩水的反应事实。

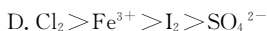
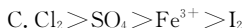
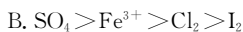
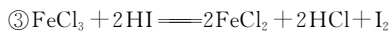
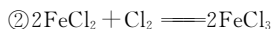
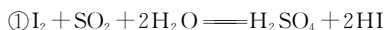
七、判断离子方程式书写正误的方法

1. 检查是否符合化学反应原理。
2. 检查化学符号书写是否正确。
3. 检查等号(=)、可逆号($\rightleftharpoons$)、沉淀号($\downarrow$)、↑)应用是否合理。
4. 检查质量是否守恒、电荷是否守恒及电子是否守恒。
5. 检查是否漏掉有关的离子反应。
6. 检查离子方程式和所给出的反应物之间的关系是否统一。



例题解析

例 1 根据下列三个化学方程式,判断有关物质氧化性的强弱顺序()



解析:在氧化还原反应中,氧化剂的氧化性总是强于氧化产物,还原剂的还原性也总是强于还原产物。知道上述这个原理后,这道题其实转化为对一个氧化还原方程式的基本分析,运用“升、失、氧、降、得、还”这一氧化还原反应的分析方法,很容易可以判断出反应①中,氧化性 $\text{I}_2 > \text{SO}_4^{2-}$,同理从反应②可知氧化性 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+}$,由反应③可知氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$ 。所以正确答案为 D。

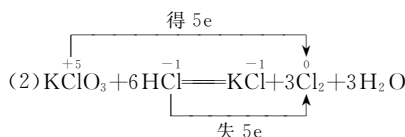
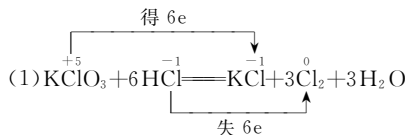
例 2 24ml 浓度为 0.05mol/L 的 Na_2SO_3 溶液,恰好和 20ml 浓度为 0.02mol/L 的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液完全反应,则元素 Cr 在被还原的产物中的化合价是()



解析:此题的解决必须依靠氧化还原反应中电子得失守恒原理,即得电子总数 = 失电子总数。根据题意, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 中 +6 价的 Cr 被还原,化合价降低,设其化合价变为 x 。由以上还可推知, Na_2SO_3 中 +4 价的 S 必然被氧化为 +6 价。根据上述条件,可以列出下面这个等式: $0.024 \times 0.05 \times (6 - 4) = 0.02 \times 0.02 \times 2 \times (6 - x)$,得 $x = 3$ 。所以答案为 B。

例 3 在 $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 的反应中,当有 6 摩电子发生转移时,被氧化的 HCl 为 _____ 摩。

解析:解决这道题首先要对这个反应的电子转移的方向和数目作出正确的分析。对此题的分析会出现下列两种结果。



其中第(1)种表示方法是错误的,因为在这种同种元素

不同价态物质间进行的氧化还原反应中,氧化剂被还原(化合价降低)到的价态不能低于还原剂被氧化(化合价升高)到的价态,即化合价不能出现交叉。在正确分析这个化学方程式之后,还必须进一步得到得失电子的数目与各物质间的关系。在这个方程式中,当有 5 个电子发生转移时,有 1 个 KClO_3 被还原,有 5 个 HCl 被氧化(不是 6 个),即当有 5 摩电子转移时,有 5 摩 HCl 被氧化。现在有 6 摩电子转移,则有 6 摩 HCl 被氧化。

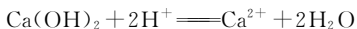
解答:被氧化的 HCl 为 6 摩。

例 4 下列反应的离子方程式正确的是()

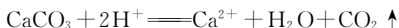
A. 碳酸氢钙溶液跟稀硝酸反应



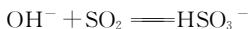
B. 饱和石灰水跟稀硝酸反应



C. 碳酸钙溶于醋酸中



D. 把少量的二氧化硫通入氢氧化钠溶液中



解析:离子方程式的正误判断是一种很典型的题型,离子方程式的书写必须符合其书写规则和原理。反应 A 中的 HCO_3^- 不能拆开,硝酸是强酸,要写成 H^+ ,所以选项 A 是正确的;反应 B 中的饱和石灰水是微溶物的溶液,应写成 Ca^{2+} 和 OH^- 的形式,其正确的离子方程式是 $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$;反应 C 中的醋酸是弱酸,不能写成 H^+ 的形式,其正确的离子方程式是 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;反应 D 中氢氧化钠溶液是过量的,应生成 Na_2SO_3 而不是 NaHSO_3 ,其正确的离子方程式是 $2\text{OH}^- + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。所以,答案选 A。

例 5 下列各组离子,能在强酸性溶液中大量共存,并且溶液呈无色透明的是()

A. MnO_4^- 、 K^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-}

B. Na^+ 、 K^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^-

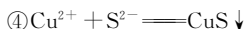
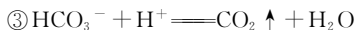
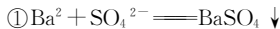
C. Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 NO_3^-

D. Ba^{2+} 、 K^+ 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-}

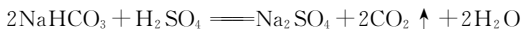
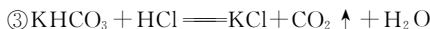
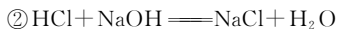
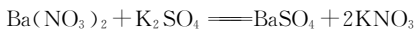
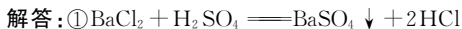
解析:离子能否共存,关键是看离子间能否发生反应;能反应的,不能大量共存,不反应的,可以大量共存。离子间的反应,包括复分解反应、氧化还原反应、综合反应等。同时还要看是否满足题干要求,如强酸性(或强碱性),说明溶液中除离子组内各离子外,还包括 H^+ (或 OH^-);溶液无色透明,说明有色离子 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^- 、 Cu^{2+} 等不能存在。典型的氧化性的离子 Fe^{3+} 、 MnO_4^- 、 NO_3^- (H^+)等和典型的还原性离子 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等在溶液中会发生氧化还原反应。 Fe^{3+} 与 SCN^- 会发生综合反应。A 选项中 MnO_4^- 为有色离子,不符合题意;B 选项中 HCO_3^- 与 H^+ 可反应生成 CO_2 和水,也不符合题意;D 选项中 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 、 S^{2-} 和 H^+ 会发生反应,也不符合题意;C 选项中这

些离子互不反应。所以,答案选 C。

例 6 写出与下列每一个离子方程式对应的两个化学方程式



解析:每个离子方程式可代表着同一类型的一组反应。 H^+ 只表示强酸不表示弱酸; OH^- 对应的是强碱而不是弱碱; SO_4^{2-} 对应稀硫酸或可溶性的硫酸盐; S^{2-} 对应可溶性的硫化物,但不对应硫化氢(或氢硫酸),也不对应硫氢化物; Cu^{2+} 对应可溶性的铜盐,但不对应 $\text{Cu}(\text{OH})_2$; Ba^{2+} 对应 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或可溶性的钡盐; HCO_3^- 只对应可溶性的碳酸氢盐,不对应碳酸和碳酸盐。



1. (2000 年) 硫代硫酸钠可作为脱氯剂, 已知 25.0 mL 0.100 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液恰好把 224 mL (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()。

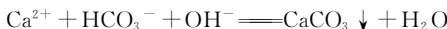
A. S^{2-} B. S C. SO_3^{2-} D. SO_4^{2-}

2. (1999 年) 一定条件下硝酸铵受热分解的未配平的化学方程式为: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightleftharpoons \text{HNO}_3 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 在反应中被氧化与被还原的氮原子数之比为()

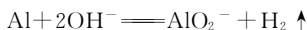
A. 5 : 3 B. 5 : 4 C. 1 : 1 D. 3 : 5

3. (2000 年) 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



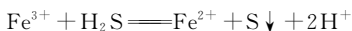
B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液



C. 用氢氧化钠吸收少量二氧化碳



D. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的酸性溶液中通入少量硫化氢

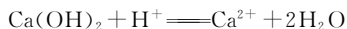


4. (1999 年) 下列反应的离子方程式正确的是()

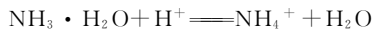
A. 碳酸氢钙溶液跟稀硝酸反应



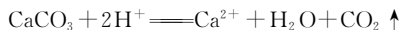
B. 饱和石灰水跟稀硝酸反应



C. 向稀氨水中加入稀盐酸

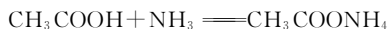


D. 碳酸钙溶于醋酸中

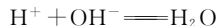


5. (1997 年)下列反应的离子方程式正确的是()

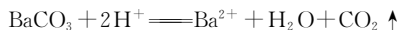
A. 氨气通入醋酸溶液中



B. 澄清石灰水跟盐酸反应



C. 碳酸钡溶于醋酸



D. 金属钠跟水反应



6. (1999 年)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-}

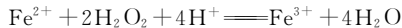
D. H^+ 、 Cl^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^-

7. (1998 年)下列反应的离子方程式正确的是()

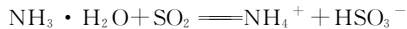
A. 次氯酸钙溶液中通入过量二氧化碳



B. 硫酸亚铁溶液中加过氧化氢溶液



C. 用氨水吸收少量二氧化硫

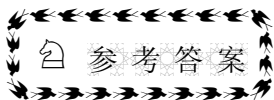


D. 硝酸铁溶液中加过量氨水

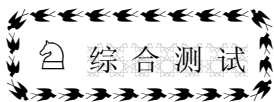
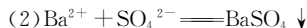
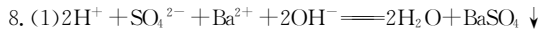


8. (1997 年)(1)向 NaHSO_4 溶液中,逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至中性,请写出发生反应的离子方程式:

(2)在以上中性溶液中,继续滴加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液,请写出此步反应的离子方程式:



1. D 2. A 3. AC 4. AC 5. BD 6. B 7. D



一、选择题

1. 某溶液中 Cl^- 和 I^- 的物质的量浓度相同,为了氧化

I^- 而不使 Cl^- 被氧化,试依据下列三个反应:① $\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$; ② $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$; ③ $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。判断可选用下列哪个氧化剂()

A. FeCl_2

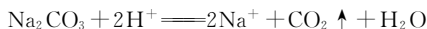
B. KMnO_4

C. 浓盐酸

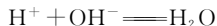
D. FeCl_3

2. 下列离子方程式正确的是()

A. 碳酸钠溶液跟硝酸反应



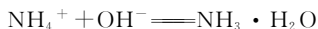
B. 氢氧化铜溶于盐酸中



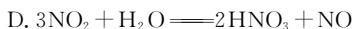
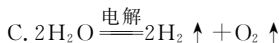
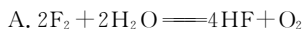
C. 过量的氯化铁跟锌反应



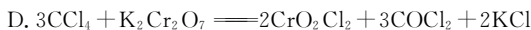
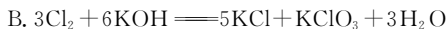
D. 硫酸铵溶液跟氢氧化钠溶液反应



3. 下列氧化还原反应都有水参加,但水既不是氧化剂又不是还原剂的是()

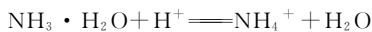


4. 下列反应中,属于非氧化还原反应的是()

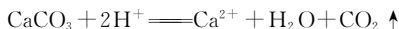


5. 下列离子方程式正确的是()

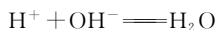
A. 氨水与醋酸反应



B. 石灰石与盐酸反应



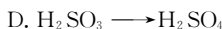
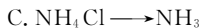
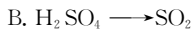
C. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与稀硫酸反应



D. 向 FeCl_2 溶液中通入 Cl_2



6. 下列变化过程中,需要加入氧化剂的是()



7. 对于反应 $\text{XeF}_4 + 2\text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2 \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2 + \text{Xe}$,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

8. 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. 金属阳离子被还原一定得到金属单质

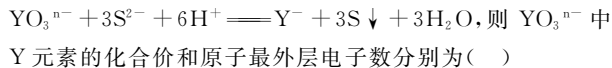
9. 下列物质混合后不能发生离子反应的是()

- A. 硫酸铜溶液与氢硫酸
B. 硫酸溶液与氯化钠溶液
C. 铜粉投入氯化铁溶液中
D. 二氧化硫通入氯水中

10. 下列离子方程式书写正确的是()

- A. 过量 Cl_2 通入 FeBr_2 溶液中
 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- \rightleftharpoons 6\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2$
B. 过量 CO_2 通入 NaAlO_2 溶液中
 $\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{AlO}_2^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$
C. 在溶液中 NH_4HSO_3 与 NaOH 等物质的量混合
 $\text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
D. $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中加入过量石灰水
 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{MgCO}_3 \downarrow$

11. 在水溶液中, YO_3^{n-} 和 S^{2-} 发生的离子反应如下:



- A. +4, 6 B. +7, 7
C. +5, 7 D. +5, +5

12. 下列叙述中, 可以说明金属甲的活动性比金属乙的活动性强的是()

- A. 在氧化还原反应中, 甲原子失去的电子比乙原子失去的电子多
B. 同价态的阳离子, 甲比乙的氧化性强
C. 甲能跟稀盐酸反应放出氢气而乙不能
D. 将甲、乙组成原电池时, 甲是正极

13. 下列制取单质的反应中, 化合物作还原剂的是()

- A. 用溴与碘化钠反应制取碘
B. 用锌和稀硫酸反应制取氢气
C. 在电炉中用碳和二氧化硅反应制硅
D. 铝和二氧化锰反应冶炼锰

14. 下列反应中, 通入的气体物质只作氧化剂的是()

- A. 二氧化硫通入氢硫酸中
B. 氯气通入氢氧化钠溶液中
C. 二氧化硫通入品红溶液中
D. 硫化氢通入溴水中

15. 下列有关氧化还原反应的叙述正确的是()

- A. 肯定有一种元素被氧化, 另一种元素被还原
B. 在反应中所有元素的化合价都发生变化
C. 置换反应一定属于氧化还原反应

D. 化合反应一定不属于氧化还原反应

16. 在 $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ 的反应中, 下列说法正确的是()

- A. Cl_2 是氧化剂、 NaOH 是还原剂
B. Cl_2 既是氧化剂又是还原剂
C. 被氧化的氯原子与被还原的氯原子的物质的量之比为 5 : 1

D. 氧化剂得电子数与还原剂失电子数之比为 1 : 5

17. 下列离子方程式正确的是()

- A. 亚硫酸钡与盐酸反应
 $\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
B. 二氧化硫使溴水褪色
 $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$
C. 四氧化三铁溶于稀硫酸
 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
D. 亚硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液反应
 $\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

18. 已知: $3\text{Br}_2 + 6\text{FeCl}_2 \rightleftharpoons 4\text{FeCl}_3 + 2\text{FeBr}_3$, 则将 112ml Cl_2 (标准状况下) 通入 10ml/mol · L⁻¹ 的 FeBr_2 溶液中, 完全反应后, 发生反应的离子方程式书写正确的是()

- A. $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$
B. $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$
C. $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
D. $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 6\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$

19. 下列离子方程式中错误的是()

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

20. 下列微粒不具有还原性的是()

- A. H^+ B. Cl_2 C. H_2 D. S^{2-}

21. 在反应 $11\text{P} + 15\text{CuSO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 5\text{Cu}_3\text{P} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 15\text{H}_2\text{SO}_4$, 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. 既无氧化性又无还原性
D. 既有氧化性又有还原性

22. 下面有关氧化还原的叙述正确的是()

- A. 金属单质在反应中只作为还原剂
B. 非金属单质在反应中只作为氧化剂
C. 金属原子失电子越多其还原性越强
D. Cu^{2+} 比 Fe^{2+} 氧化性强, Fe 比 Cu 还原性强

23. 在含有下列离子的溶液中,分别加入氢氧化钠溶液,能引起该离子浓度减小的是()

- A. CO_3^{2-} B. Al^{3+} C. AlO_2^- D. HCO_3^-

24. 下列各种条件下的离子组合,能够大量共存的是()

- A. 中性溶液中: Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 、 SO_4^{2-} 、 Ba^{2+}
 B. $\text{pH}=0$ 的溶液中: Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 、 NO_3^-
 C. $[\text{H}^+]=10^{-14} \text{ mol/L}$ 的溶液中: Na^+ 、 AlO_2^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-}
 D. pH 试纸变红的溶液中: Fe^{2+} 、 I^- 、 NO_3^- 、 ClO^-

25. 下列各组中两种物质相互反应,不能用离子方程式表示其反应的是()

- A. 氢氧化钡溶液与稀硫酸
 B. 固体氯化钠与浓硫酸混和加热
 C. 硫化钠与盐酸
 D. 铜与浓硫酸共热

26. 对于盐酸的叙述中,正确的是()

- A. 将盐酸氧化可制氯气,将盐酸还原可制氢气
 B. 因为氯化氢中各元素都呈中间价态,所以盐酸既有氧化性又有还原性
 C. 盐酸具有酸性、氧化性、还原性
 D. 盐酸只有酸性和氧化性

27. 在下列化学方程式中,能用离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ 来表示的是()

- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 B. $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 C. $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
 D. $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

28. 工业制造金刚砂(SiC)的化学方程式是 $\text{SiO}_2 + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SiC} + 2\text{CO} \uparrow$,在这个反应中,氧化剂与还原剂的质量比是()

- A. 2:1 B. 1:2 C. 5:3 D. 3:5

29. 下列叙述中正确的是()

- A. 元素的单质可以由含有该元素的化合物来制得
 B. 失电子越多的还原剂,其还原性越强
 C. 阳离子只能得电子被还原,作氧化剂
 D. 含有最高价元素的化合物一定具有强氧化性

30. 氢化钠(NaH)是一种生氢剂,可发生如下反应: $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$,对这一反应的描述正确的是()

- A. NaH 是氧化剂
 B. NaOH 是氧化产物
 C. NaOH 是还原产物
 D. 氧化产物和还原产物的质量比是 1:1

31. 下列说法中正确的是()

- A. 物质发生反应时放出的热量才是反应热

B. 化学反应除了生成新物质外,还发生能量变化

C. 反应过程中放出或吸收的热都是反应热

D. 化学反应总是放出热量

32. 下列说法正确的是()

- A. 强电解质溶液的导电性一定比弱电解质溶液强
 B. 强电解质的水溶液中不存在溶质分子
 C. 强电解质都是离子化合物,而弱电解质都是共价化合物
 D. 不同的弱电解质只要物质的量浓度相同,电离程度也相同

33. 下列叙述中,证明某物质是弱电解质的是()

- A. 熔化时不导电
 B. 不是离子化合物,是极性共价化合物
 C. 水溶液的导电能力很差
 D. 溶液中存在电解质分子和离子

34. 下列叙述中正确的是()

- A. 氯化钠溶液在电流作用下电离成钠离子和氯离子
 B. 溶于水电离出氢离子的化合物都是酸
 C. 硫酸钡难溶于水,但硫酸钡是强电解质
 D. 二氧化硫溶于水能够导电,所以二氧化硫是电解质

35. 下列物质的水溶液能导电,但不是电解质的是()

- ① NH_3 ; ② H_2S ; ③ Cl_2 ; ④ SO_2 ; ⑤ Na_2O ; ⑥ NO_2
 ⑦ H_2SO_4 ; ⑧ NaOH

- A. ①②⑤ B. ③⑥⑧
 C. ①③④⑥ D. ②⑤⑥⑦

36. 下列物质属于电解质的是()

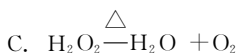
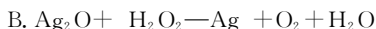
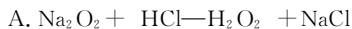
- A. HCl B. CO_2
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ D. H_2O

37. 下列属于强电解质的是()

- A. H_2SO_4 B. H_2SO_3
 C. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ D. $\text{Cu}(\text{OH})_2$

二、填空题

1. 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)_____,该反应配平的化学反应方程式为_____。

(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 体现弱酸性的反应是(填代号)_____。

理由为_____。

2. (1)写出实验室里用二氧化锰跟浓盐酸反应制取氯气的化学方程式,并注明反应条件:_____。

(2)高锰酸钾(KMnO_4)是常用的氧化剂,在酸性条件下, MnO_4^- 被还原成 Mn^{2+} 。试写出用高锰酸钾跟浓盐酸在室温下制取氯气的反应的化学方程式_____。

(3)历史上曾用“地康法”制氯气,这一方法是用 CuCl_2 作催化剂,在 450°C 用空气中的氧气跟氯化氢反应制氯气。这一反应的化学方程式为_____。

(4)从氯元素化合价的变化看,以上三种方法的共同点是_____。

(5)比较以上三个反应,可认为氧化剂的氧化能力从强到弱的顺序为_____。

3. 阅读下列材料后,回答相应问题

一个体重 50 公斤的健康人,含铁 2 克。这 2 克铁在人体中不是以单质金属的形式存在,而是以 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的形式存在。二价铁离子易被吸收,给贫血者补铁时,应给予含二价铁离子的二价铁盐,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 $\text{Fe}^{2+} \xrightleftharpoons[\text{②}]{\text{①}} \text{Fe}^{3+}$ 的转化,①中的 Fe^{2+} 作_____剂,②中的 Fe^{3+} 作_____剂。

(2)“服用维生素 C,可使食物中的三价铁离子还原为二价铁离子”这句话指出,维生素 C 在这一反应中作_____剂,具有_____性。

4. 实验室可用加热高锰酸钾来制取少量氧气的化学方程式为_____,在此反应中,氧化剂是_____,还原剂是_____,被氧化的原子数与被还原的原子数之比是_____。

5. 溶液中可能有下列阴离子中的一种或几种: SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 Cl^- 。

(1)当溶液中有大量 H^+ 存在时,则不可能有_____存在。

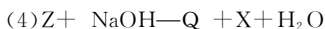
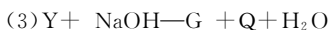
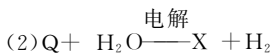
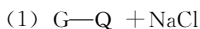
(2)当溶液中有大量 Ba^{2+} 存在时,溶液中不可能有_____存在。

(3)当溶液中有_____和_____阳离子存在时,上述所有阴离子都不可能存在。

(4)当溶液中通入足量氯气时,_____在溶液中不可能存在。

6. 将明矾晶体溶于水后,在溶液中滴入甲基橙试液,溶液显_____色,有关的离子方程式为_____;在溶液中加入饱和小苏打溶液,则观察到的现象是_____,有关的离子方程式为_____。工业上常用明矾和纯碱作膨化剂,因为两者发生反应,并在受热时生成_____气体,有关的离子方程为_____。

7. 已知 G、Q、X、Y、Z 均为氯的含氧化合物。我们不了解它们的化学式,但知道它们在一定条件下具有下列转化关系(未配平):



这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序是_____。

8. 有下列物质:

①金属钠;②石墨;③食盐晶体;④蔗糖;⑤二氧化碳;⑥氯化氢气体;⑦硫酸钡;⑧乙酸;⑨氨气,其中

(1)能导电的有_____。

(2)属于电解质的有_____。

(3)属于非电解质的有_____。

(4)属于强电解质的有_____。

(5)属于弱电解质的有_____。

9. 写出下列反应的离子方程式

(1)氯化铜溶液中通入硫化氢_____

(2)硫酸铝溶液中加入氨水_____

(3)氯化铵溶液与饱和石灰水共热_____

(4)碳酸氢钙溶液中加入盐酸_____

(5)碳酸钙溶于乙酸中_____

(6)向氢氧化钠溶液中通入过量的二氧化碳_____

(7)硫酸铜溶液中加入氢氧化钡溶液_____

(8)碳酸氢钠的水解_____

10. 在碘化钾和硫酸的混和液中加入 H_2O_2 溶液,迅速反应放出大量气体,反应过程可表示如下:① $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$; ② $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}$; ③ $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HIO} \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (以上反应均未配平)

(1) H_2O_2 在反应③中的作用是_____。

A. 氧化剂 B. 还原剂

C. 既是氧化剂又是还原剂

D. 既不是氧化剂又不是还原剂

(2)有人认为:上述反应②③可说明 I_2 是 H_2O_2 分解的催化剂,你认为_____ (填“对”或“不对”),其理由是_____。

11. 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。

甲厂的废水明显呈碱性,故甲厂废水中所含的三种离子是_____、_____、_____。

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

另一种设想是将甲厂和乙厂的废水选择适当的比例混

合,可以使废水中的_____ (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。

12. 在碎蛋壳上不小心滴上食醋,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_____ (填化学式),完成上述两个反应的离子方程式

_____,
_____。

13. 铁酸钠(Na_2FeO_4)是水处理过程中使用的一种新型净水剂,它的氧化性比高锰酸钾还强,本身在反应中被还原为 Fe^{3+} 离子。制取它的化学方程式为 $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 16\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NaFeO}_4 + 6\text{NaNO}_3 + 6\text{NaCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(1)在上述反应中,_____元素被氧化,转移电子总数为_____。

(2)铁酸钠之所以能净水,除了能消毒杀菌外,另一个原因是_____。

14. 若白磷跟热硫酸铜溶液反应,其方程式为:

$11\text{P} + 15\text{CuSO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 5\text{Cu}_3\text{P} + 6\text{H}_3\text{PO}_4 + 15\text{H}_2\text{SO}_4$,在反应中:

(1)氧化剂是_____。

(2)还原剂是_____。

(3)若有 1 摩 CuSO_4 参加反应, CuSO_4 氧化的还原剂的物质的量为_____。

15. 在 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\quad} \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} + 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应中,电子转移总数是_____,还原剂是_____,还原产物是_____,当反应中有 80 克硫析出时,有_____摩 KMnO_4 被还原,同时有_____摩 H_2S 被氧化。

三、计算题

1. 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 1 摩,充分反应后所得产物中,若经还原得到的 N_2 比经氧化得到的 N_2 多 1.4 克。

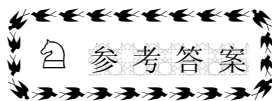
(1)写出反应的化学方程式并标出电子转移的方向和数目。

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

2. 汽油的不完全燃烧要用下列化学方程式表示:

$2\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{l}) + 23\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{点燃}} 12\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{CO}(\text{g}) + 18\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

(1). 人体吸进 CO 后, CO 会与人体血红蛋白结合,从而引起中毒。如果每辆汽车满负荷行驶,每天约有 28.5 克汽油不完全燃烧。现有 40 万人口的某中等城市,如达到中等发达国家水平,平均每 10 人拥有一辆汽车,计算这些汽车满负荷行驶时,每天可产生多少千克 CO 。



一、选择题

1. D 2. D 3. D 4. D 5. B 6. D 7. B 8. A
9. B 10. AB 11. C 12. C 13. A 14. A 15. C
16. B 17. AD 18. B 19. AB 20. A 21. D
22. AD 23. BD 24. BC 25. BD 26. AC 27. B
28. B 29. A 30. D 31. BC 32. B 33. D 34. C
35. C 36. AD 37. A

二、填空题

1. (1) $\text{D}; 3\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 10\text{KOH} \xrightarrow{\quad} 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ (2) C
(3) A; 这一反应可以看做是强酸制弱酸的反应
2. (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$
(3) $4\text{HCl} + \text{O}_2 \xrightarrow[450^\circ\text{C}]{\text{催}} 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
(4) 氯元素的化合价由 -1 升到 0
(5) $\text{KMnO}_4 > \text{MnO}_2 > \text{O}_2$
3. (1) 还原; 氧化 (2) 还原; 还原
4. $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$; KMnO_4 ; KMnO_4 ; 1 : 1
5. (1) SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 CO_3^{2-} (2) SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-}
(3) Ag^+ 、 Pb^{2+} (4) SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 S^{2-}
6. 红; $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$; 有白色胶状沉淀和无色无味气体产生; $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\quad} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$; CO_2 ; $2\text{Al}^{3+} + 3\text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$
7. G、Y、Q、Z、X
8. (1) ①②⑧ (2) ③⑥⑦⑧
(3) ④⑤⑨ (4) ③⑥⑦ (5) ⑧
9. (1) $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\quad} \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$
(2) $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$
(3) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(4) $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \xrightarrow{\quad} \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(5) $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \xrightarrow{\quad} \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(6) $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \xrightarrow{\quad} \text{HCO}_3^-$
(7) $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$
(8) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
10. (1) B

(2)对; I_2 在反应前后的质量和化学性质未改变

11. OH^- 、 Cl^- 、 K^+ ; 铁粉; Ag ; Ag^+ 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 OH^- 、 KNO_3

12. $CaCO_3$; $CaCO_3 + 2CH_3COOH \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2CH_3COO^- + CO_2 \uparrow + H_2O$; $CO_2 + H_2O + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$

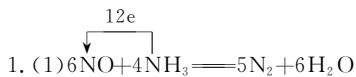
13. (1) Fe ; $6e$

(2)还原产物 Fe^{3+} 发生水解生成 $Fe(OH)_3$ 胶体, 能吸附杂质

14. (1) P 、 $CuSO_4$ (2) P (3)0.2

15. 10; H_2S ; $MnSO_4$; 1; 85

三、计算题



(2) 0.3molNO 和 0.7molNH₃ 或 0.8molNO 和 0.2

molNH₃

2. 560kg

第二章 碱金属

目标要求

一、掌握钠的物理性质、化学性质(跟氧气、硫等非金属的反应、跟水的反应)。了解钠的用途。

二、掌握钠的重要化合物:过氧化钠(跟水、二氧化碳的反应)、碳酸钠、碳酸氢钠、硫酸钠、氢氧化钠等。

三、掌握碱金属元素的通性和递变规律。

四、掌握焰色反应的原理和操作。

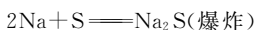
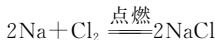
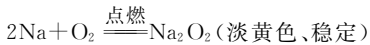
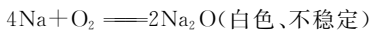
要点精述

一、钠

1. 钠的物理性质:钠是一种银白色的金属,质地很软(可用小刀切开)。密度是 0.97 克/厘米^3 ,比水的密度小,能浮在水面上。熔点是 97.81°C ,沸点是 882.9°C ,是热和电的良导体。

2. 钠的化学性质:钠是 11 号元素,原子的最外层只有 1 个电子,钠很容易失去这个电子,所以钠的化学性质非常活泼,具有很强的还原性。

(1) 跟非金属的反应



(2) 跟水的反应



反应现象是:浮、熔、游、响、红。

3. 钠的存在和用途:钠的性质很活泼,在自然界里只能以化合态存在。钠的化合物广泛存在于自然界,主要以氯化钠的形式存在,同时还有硫酸钠、碳酸钠和硝酸等。钠的用途很广,可用来制造钠的化合物及钠钾合金等,还可用来冶炼金属和制造高压钠灯。

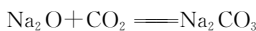
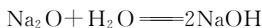
4. 钠的保存:由于钠跟空气里的氧气和水能很容易反应,所以钠在保存时应隔绝空气和水,通常保存在煤油中

(钠的密度比煤油大)。

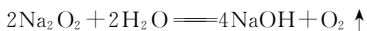
二、钠的化合物

1. 钠的氧化物

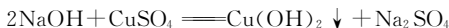
(1) 氧化钠:白色固体,是一种碱性氧化物。



(2) 过氧化钠:淡黄色固体,是一种复杂氧化物,具有很强的氧化性和漂白性。



2. 氢氧化钠:白色固体,俗名苛性钠、火碱或烧碱,极易溶解于水,同时放出大量的热,具有很强的腐蚀性。吸水性很强易潮解,可做干燥剂。氢氧化钠是一元强碱,具有碱的通性。是一种重要的化工原料,广泛应用于肥皂、石油、造纸、纺织、印染等工业。

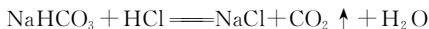
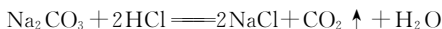


3. 硫酸钠: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 俗名芒硝,在玻璃、造纸、纺织、染色、制水玻璃等工业广泛应用;医药上用作缓泻剂。主要分布于盐湖及海水中。

4. 碳酸钠和碳酸氢钠:碳酸钠俗称纯碱或苏打,白色粉末,其晶体的化学式是 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$,常温时,在干燥的空气中易失去结晶水而风化。碳酸氢钠俗名小苏打,是一种细小的白色晶体。下面将碳酸钠和碳酸氢钠的性质比较如下:

(1) 溶解性。碳酸钠和碳酸氢钠均易溶解于水,碳酸钠的溶解性更大。向饱和碳酸钠溶液中通入足量的二氧化碳气体,就会析出碳酸氢钠晶体。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad\quad} 2\text{NaHCO}_3$

(2) 与酸反应。碳酸钠、碳酸氢钠都能和盐酸等反应放出二氧化碳,碳酸氢钠与酸反应放出气体更快,反应更剧烈。



(3) 热稳定性。碳酸钠很稳定,碳酸氢钠受热易分解,可用此性质鉴别碳酸钠和碳酸氢钠,也可用来除去碳酸钠中混有的碳酸氢钠。



三、碱金属元素

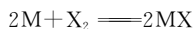
1. 组成: 锂(Li)、钠(Na)、钾(K)、铷(Rb)、铯(Cs)、钫(Fr)

2. 碱金属性质的相似性

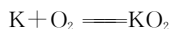
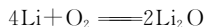
(1) 物理性质 碱金属都是银白色金属(除铯略带金色光泽外), 都比较软且具有延展性。它们的密度都较小, 熔点都较低, 都易导热导电。

(2) 化学性质 碱金属的原子最外层都只有一个电子, 均易失去, 化学性质很活泼, 表现出很强的金属性。能够和大多数非金属起反应。

① 跟卤素反应 碱金属都能跟卤素反应生成金属卤化物。



② 跟氧气反应 碱金属能和氧气反应生成氧化物、过氧化物等。



③ 跟水反应 碱金属都能跟水起反应生成氢氧化物, 放出氢气。



3. 碱金属元素性质的递变性

碱金属元素由锂到铯, 随着核电荷数依次增多, 电子层数依次增多, 原子半径依次增大, 核对核外电子的吸引能力依次减弱, 失电子能力依次增强, 金属性依次增强。其单质

的密度依次增大, 熔沸点依次降低, 与水反应越来越剧烈, 还原性依次增强。其最高价氧化物对应的水化物(氢氧化物)的碱性依次增强。

四、焰色反应

1. 焰色反应

(1) 定义: 很多金属或它们的化合物在灼烧时会使火焰呈现出特殊的颜色, 这在化学上叫做焰色反应。

(2) 焰色反应的实验操作: 把装在玻璃棒上的铂丝(或光亮无锈的铁丝、镍、铬、钨丝)放在酒精灯(最好用煤气灯)火焰里灼烧到与原来的火焰颜色相同时, 用铂丝蘸取或粘取待测试液或固体粉末, 放在火焰上灼烧, 观察火焰的颜色。每次试完后, 都要用稀盐酸洗净铂丝, 再在火焰上灼烧到与原来的火焰颜色相同时, 再蘸取或粘取其他待测物进行焰色反应。

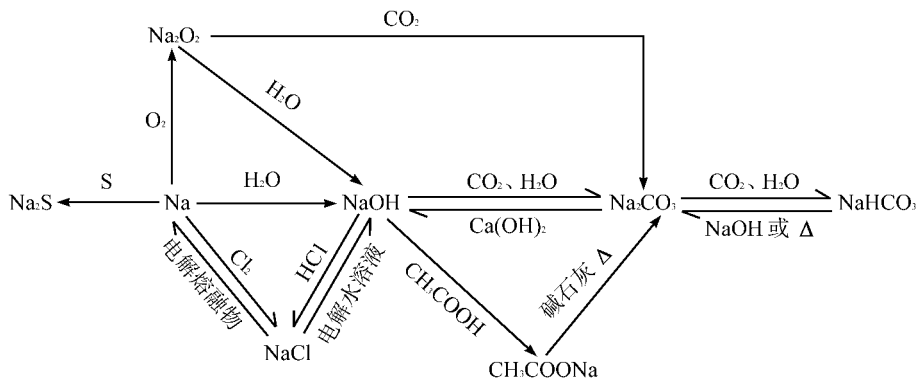
2. 钠、钾的焰色反应

(1) 钠及钠的化合物会使火焰呈黄色。

(2) 钾及钾的化合物会使火焰呈紫色。但由于紫色易受黄色光的干扰, 所以在观察钾的焰色时, 必须透过蓝色钴玻璃以滤去黄光。



一、钠及其重要化合物的相互转化



二、关于钠、钾等活泼金属的几个问题

1. 钠、钾等活泼金属与水的反应是其原子与水电离出的氢离子的反应。如钠与水反应的离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 。酸在水中电离出氢离子, 所以钠和酸直接反应, 如果酸不足, 再与水反应。

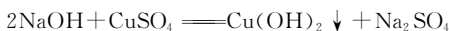
2. 钠、钾等活泼金属不能在金属活动性顺序表中排在它们之后的金属盐溶液中置换出金属单质, 而是先与水

反应。如果盐能与生成的碱反应, 反应会继续进行而发生复分解反应, 否则, 它们只和水反应。只有在熔融状态下, 才有可能发生金属间的置换反应。

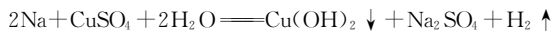
如: 钠与氯化钡溶液的反应:



钠与硫酸铜溶液的反应:



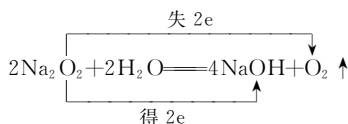
总反应为:



三、过氧化钠

1. 过氧化钠不是碱性氧化物, 因为碱性氧化物与酸反应只生成盐和水, 而过氧化钠跟酸反应还生成氧气。如 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow 4\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。碱金属的氧化物均是碱性氧化物, 而过氧化物, 超氧化物均不是碱性氧化物。

2. 过氧化钠与水反应时, 过氧化钠既是氧化剂又是还原剂, 而水既不是氧化剂又不是还原剂, 此反应属氧化还原反应中的歧化反应。



四、氢氧化钠与二氧化碳的反应

给氢氧化钠溶液中通入二氧化碳, 产物可能是碳酸钠, 也可能是碳酸氢钠, 还可能是二者的混合物。具体如何, 要根据所给出的氢氧化钠与二氧化碳的量而定, 即此反应属于量不同产物不同的反应。其反应方程式如下:



上面两个方程式是二氧化碳与氢氧化钠分步反应的方程式, 即可以看做二氧化碳与氢氧化钠反应先生成碳酸钠, 如二氧化碳有剩余, 剩余的二氧化碳再与碳酸钠反应生成碳酸氢钠。

如果二氧化碳是过量的, 反应方程式还可以写成:



根据①、②两式可以完成氢氧化钠与二氧化碳反应的分步计算。根据①、③两式可以完成对氢氧化钠与二氧化碳反应的产物讨论。具体讨论如下:

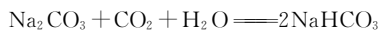
当 $n_{\text{NaOH}} : n_{\text{CO}_2} \geq 2 : 1$ 时, 产物为 Na_2CO_3

当 $n_{\text{NaOH}} : n_{\text{CO}_2} \leq 1 : 1$ 时, 产物为 NaHCO_3

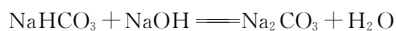
当 $1 < n_{\text{NaOH}} : n_{\text{CO}_2} < 2$ 时, 产物中既有 Na_2CO_3 又有 NaHCO_3

五、 Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的相互转化

1. Na_2CO_3 与 CO_2 和 H_2O 反应生成 NaHCO_3



2. NaHCO_3 受热或与 NaOH 反应会生成 Na_2CO_3



3. Na_2CO_3 与 NaHCO_3 的鉴别

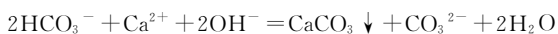
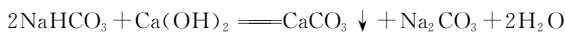
固体: 加热, 产生气体通入澄清石灰水

溶液: 加 BaCl_2 溶液 (或 CaCl_2 溶液)

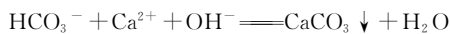
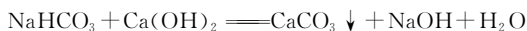
六、 NaHCO_3 与澄清石灰水的反应

NaHCO_3 与石灰水的反应, 其生成物决定于反应物量的多少:

NaHCO_3 足量:



石灰水足量:



七、关于碱金属的几个问题

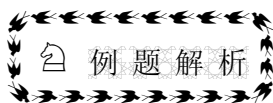
1. 密度: Li 的密度小于煤油, Na 、 K 的密度大于煤油而小于水, Rb 、 Cs 的密度大于水。

2. 熔点: 碱金属中只有 Li 的熔点高于水的沸点 (100°C), 其余均低于水的沸点, K 稍高于人的体温, Cs 低于人的体温。

3. 碱金属单质的保存: 碱金属单质 (除锂外) 通常保存在煤油中。由于锂的密度比煤油小, 所以通常封存在固体石蜡中。

八、焰色反应

焰色反应是一种物理现象, 是元素的一种性质。不是所有元素都有特征的焰色。



例 1 将 a 克钠投入 b 克水中 (水过量), 反应后所得溶液中溶质的质量分数是 ()

A. $\frac{a}{a+b} \times 100\%$ B. $\frac{40a}{a+b} \times 100\%$

C. $\frac{20a}{a+b} \times 100\%$ D. $\frac{40a}{22a+23b} \times 100\%$

解析: 此题的关键之一是要明确: 溶质是氢氧化钠而不是金属钠; 关键之二是要明确: 溶液的质量是钠的质量加上水的质量再减去生成氢气的质量。明确上述两点之后, 此题就转化成了有关钠和水反应的计算。



2×23	2×40	2
a	$\frac{40}{23}a$	$\frac{1}{23}a$

$$\text{质量分数} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{40}{23}a}{a+b-\frac{1}{23}a} \times 100\%$$

$$= \frac{40a}{22a+23b} \times 100\%$$

(2)从草木灰中提取钾盐,过滤时要用到的主要仪器有_____,过滤后的溶液在蒸发皿里加热可以得到钾盐晶

体,加热过程中要_____,当蒸发到_____时,停止加热。

(3)如何检验得到晶体中含有K,写出具体的操作过程_____。

解析:此题需要同学们掌握从草木灰中提取钾盐的全部实验(包括仪器和操作),以及焰色反应的有关操作。

答案:(1)B,A,E,C

(2)漏斗、滤纸、玻璃棒、烧杯,不断用玻璃棒搅拌溶液,只剩下少量溶液。

(3)把装在玻璃棒上的铂丝放在酒精灯火焰里灼烧,等到跟原来的火焰颜色相同时,再粘取少量晶体放在火焰里灼烧,透过蓝色钴玻璃,观察火焰的颜色呈紫色。

例 8 向 200 克 8% 的 NaOH 溶液中通入一定量的 CO₂,待反应完全后,将得到的溶液低温蒸干,得干燥的固体 27.4 克,则通入的 CO₂ 在标准状况下的体积是多少升?

解析:此题是关于 NaOH 与 CO₂ 反应的比较复杂的计算题。要计算通入的 CO₂ 的量,必须首先知道得到的固体的成分,此固体的成分有以下几种情况:NaOH 和 Na₂CO₃ 的混合物,Na₂CO₃,Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的混合物,NaHCO₃。要判断固体的成分,可以采取极值讨论法:假设 NaOH 完全转化为 Na₂CO₃,计算出 Na₂CO₃ 的质量,假设 NaOH 完全转化为 NaHCO₃,计算出 NaHCO₃ 的质量,然后结合题中的已知条件加以判断。

解:如果 NaOH 全部转化为 Na₂CO₃,则 Na₂CO₃ 的质量为: $200 \times 8\% \times \frac{106}{80} = 21.2$ (克)

如果 NaOH 全部转化为 NaHCO₃,则 NaHCO₃ 的质量为: $200 \times 8\% \times \frac{84}{40} = 33.6$ (克)

∵ $21.2 < 27.4 < 33.6$

∴ 可知固体为 NaHCO₃ 和 Na₂CO₃ 的混合物。

设固体中含 Na₂CO₃ x 摩、含 NaHCO₃ y 摩,根据题意可列出方程组如下:

$$\begin{cases} 106x + 84y = 27.4 \\ 2x + y = \frac{200 \times 8\%}{40} \end{cases}$$

解之,得 $\begin{cases} x = 0.1 \text{ (摩)} \\ y = 0.2 \text{ (摩)} \end{cases}$

∴ CO₂ 的物质的量等于 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的总物质的量。

∴ CO₂ 的体积为 $(0.1 + 0.2) \times 22.4 = 6.72$ (升)

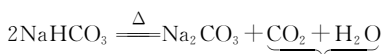
答:通入的 CO₂ 的体积为 6.72 升

例 9 把 a 克 Na₂CO₃ 和 NaHCO₃ 的混合物加热到质量不再减小时,称得剩余固体的质量为 b 克。求原混合物中含 Na₂CO₃ 多少克?

解析:固体质量的减小是因为 NaHCO₃ 分解生成了 CO₂ 和 H₂O,所以,固体质量的减小量就是生成的 CO₂ 和

H₂O 的质量。

解:设原混合物中含有 NaHCO₃ x 克



$$\begin{array}{ccc} 2 \times 84 & & 44 + 18 \\ x & & a - b \end{array}$$

$$x = \frac{2 \times 84}{44 + 18} (a - b) = \frac{84}{31} (a - b)$$

则 Na₂CO₃ 的质量为:

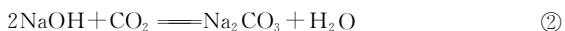
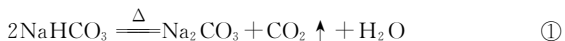
$$a - \frac{84}{31} (a - b) = \frac{84}{31} b - \frac{53}{31} a$$

答:Na₂CO₃ 的质量为 $(\frac{84}{31} b - \frac{53}{31} a)$ 克。

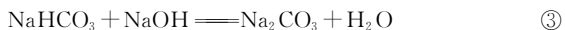
例 10 18.4 克 NaOH 和 NaHCO₃ 的固体混合物,在密闭容器中加热到约 250℃,经充分反应后排出气体,冷却,称得剩余固体质量为 16.6 克,试计算原混合物中 NaOH 的百分含量。

解析:该题作为一种比较复杂的过量计算题。

NaOH 和 NaHCO₃ 的固体混合物在密闭容器中发生的反应有:

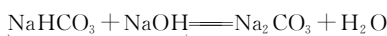


①、②式合并为:



由③式可知:当 NaHCO₃ 与 NaOH 的物质的量之比为 1 : 1 时,剩余固体物质为 Na₂CO₃,排出的气体物质为水气;当 NaHCO₃ 与 NaOH 的物质的量之比大于 1 : 1 时,NaHCO₃ 过量,除按③式反应外,过量的 NaHCO₃ 按①式分解,排出的气态物质为二氧化碳和水气;当 NaHCO₃ 与 NaOH 的物质的量之比小于 1 : 1 时,剩余固体是 Na₂CO₃ 和 NaOH 的混合物,排出的气态物质仍为水气。所以应根据所给出的数据判断哪一种反应物过量,才能进行正确的计算。

解:假定 18.4 克固体混合物全部转化为 Na₂CO₃,设生成的 Na₂CO₃ 为 x 克



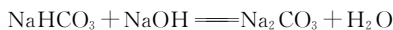
$$\begin{array}{ccc} 84 + 40 & & 106 \\ 18.4 & & x \end{array}$$

$$x = 15.7 \text{ (克)}$$

∵ $15.7 < 16.6$

∴ NaOH 是过量的(若 NaHCO₃ 过量,因过量的 NaHCO₃ 会分解,剩余固体的质量会小于 15.7 克)

设混合物中含 NaHCO₃ y 克



$$\begin{array}{ccc} 84 & & 18 \\ y & & 18.4 - 16.6 \end{array}$$

$$y=8.4(\text{克})$$

则原混合物中 NaOH 的质量为:

$$18.4-8.4=10(\text{克})$$

NaOH 的百分含量为:

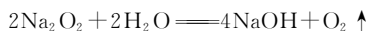
$$\frac{10}{18.4} \times 100\% = 54.3\%$$

答:原混合物中 NaOH 的百分含量为 54.3%。

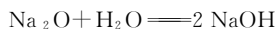
例 11 将 70 克 Na_2O_2 和 Na_2O 的混合物跟 98 克水充分反应后,所得的氢氧化钠的质量分数为 50%。试计算原混合物中过氧化钠和氧化钠各为多少克?

解析:此题是一道典型的二元混合问题,解决这类题的关键在于寻找等量关系建立方程或方程组。

解:设原混合物中含过氧化钠 x 克,含氧化钠 y 克。



$$\begin{array}{ccc} 2 \times 78 & 4 \times 40 & 32 \\ x & \frac{40}{39}x & \frac{8}{39}x \end{array}$$



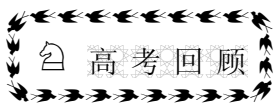
$$\begin{array}{ccc} 62 & 2 \times 40 & \\ y & \frac{40}{31}y & \end{array}$$

由已知条件得方程组:

$$\begin{cases} x+y=70 \\ \frac{40}{39}x + \frac{40}{31}y = (70+98-\frac{8}{39}x) \times 50\% \end{cases}$$

$$\text{解之,得} \begin{cases} x=39 \\ y=31 \end{cases}$$

答:原混合物中含过氧化钠 39 克,氧化钠 31 克。



1. (2001 年)将 a 克含 NaOH 样品溶解在 b 毫升 0.1 摩·升⁻¹的硫酸中,再加入 c 毫升 0.1 摩·升⁻¹的氢氧化钡溶液,反应后所得溶液恰好呈中性,则样品中 NaOH 的纯度是(NaOH 式量为 40)()

- A. $[(b-c)/125a] \times 100\%$
 B. $[(b-2c)/125a] \times 100\%$
 C. $[(b-c)/250a] \times 100\%$
 D. $[(8b-8c)/a] \times 100\%$

2. (1999 年上海)下列俗称表示同一物质的是()

- A. 苏打、小苏打

- B. 胆矾、绿矾

- C. 三硝酸甘油酯、硝化甘油

- D. 纯碱、烧碱

3. (1997 年)某溶液中含有较多的 Na_2SO_4 和少量的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 。若用该溶液制取芒硝,可供选择的操作有:①加适量 H_2SO_4 溶液;②加金属 Na;③结晶;④加过量 NaOH 溶液;⑤加强热脱结晶水;⑥过滤。正确的操作步骤是()

- A. ②⑥③ B. ④⑥①③
 C. ④⑥③⑤ D. ②⑥①③⑤

4. (1996 年上海)下列灭火剂能用于扑灭金属钠着火的是()

- A. 干冰灭火剂
 B. 黄砂
 C. 干粉(含 NaHCO_3)灭火剂
 D. 泡沫灭火剂

5. (1996 年上海)某 K_2CO_3 样品中含有 Na_2CO_3 、 KNO_3 和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 三种杂质中的一种或二种。现将 13.8 克样品加入足量水,样品全部溶解。再加入过量的 CaCl_2 溶液,得到 9 克沉淀。对样品所含杂质的正确判断是()

- A. 肯定有 KNO_3
 B. 肯定有 KNO_3 ,可能还含有 Na_2CO_3
 C. 肯定没有 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$,可能有 KNO_3
 D. 肯定没有 Na_2CO_3 和 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

6. (1995 年上海)等体积等物质的量浓度的 NaHCO_3 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合,离子方程式正确的是()

- A. $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
 B. $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
 C. $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$
 D. $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

7. (1998 年上海)在 10ml 0.01mol·L⁻¹的纯碱溶液中,不断搅拌并逐滴加入 1.2ml 0.05mol·L⁻¹盐酸,完全反应后在标准状况下生成二氧化碳的体积为()

- A. 1.344ml B. 2.240ml
 C. 0.672ml D. 0ml

8. (1997 年上海)某课外活动小组模拟呼吸面具中的原理(过氧化钠与潮湿的二氧化碳反应),计划用下列仪器来制取氧气并测量氧气的体积。