

高二化学 精编教案

目录

第一讲	电解质溶液.....	2
第二讲	离子方程式.....	7
第三讲	化学键 金属键.....	13
第四讲	铁及合金.....	18
第五讲	铁的氧化物 铁的氢氧化物.....	21
第六讲	+2 价铁与+3 价铁的相互转化.....	26
第七讲	铁元素及其化合物综合练习.....	31
第九讲	铝.....	36
第十讲	氧化铝.....	41
第十一讲	氢氧化铝和铝盐.....	44
第十二讲	铝的相关实验.....	50
第十三讲	铝综合练习.....	54
第十五讲	元素周期律.....	58
第十六讲	元素周期表.....	63

第一讲 电解质溶液

核心知识梳理：

一、电解质与非电解质

例 1. 下列物质中：

①NaCl 溶液 ②NaOH ③H₂SO₄ ④Cu ⑤CH₃COOH ⑥NH₃·H₂O ⑦CO₂ ⑧乙醇 ⑨水
属于电解质的有_____，属于非电解质的有_____。
既不是电解质也不是非电解质的有_____。

注意点：

二、强电解质与弱电解质

例 1. 下列物质中：A. NaOH 溶液 B. Cu C. 液态 HCl D. CH₃COOH E. 蔗糖溶液
F. 液氨 G. 氨水 H. CuSO₄ 晶体 I. 石墨 J. 无水乙醇 K. BaSO₄

(1) 属于电解质的是_____；(2) 属于非电解质的是_____；
(3) 属于强电解质的是_____；(4) 属于弱电解质的是_____。
(5) 能导电的是_____。

注意点：

例 2. 甲酸的下列性质中，可以证明它是弱电解质的是 ()

A. 1mol/L 甲酸溶液的 $c(\text{H}^+)=10^{-2}\text{mol/L}$ B. 1mol 甲酸恰好与 1molNaOH 溶液完全反应
C. 甲酸以任意比与水互溶 D. 在相同条件下，甲酸溶液的导电性比一元强酸溶液的弱

例 3. 下列事实能说明亚硝酸是弱电解质的是 ()

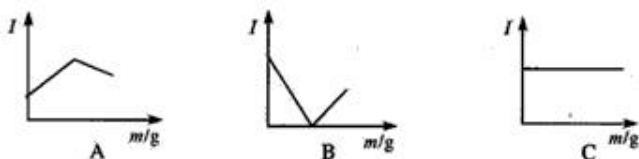
A. 亚硝酸钠溶液的 pH 大于 7 B. 用亚硝酸溶液做导电试验，灯泡很暗
C. 亚硝酸溶液不与硫酸钠溶液反应 D. 0. 1mol · L⁻¹ 亚硝酸溶液的 pH 为 2. 1

三、电解质溶液的导电性和导电能力

思考：解释电解质溶液导电的原因，说明金属导电和电解质溶液导电的异同点。

电解质溶液导电能力的强弱取决于什么因素？

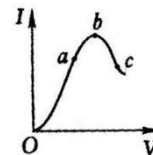
例 1. 在一定温度下向不同电解质溶液中加入新物质时溶液的导电性能发生变化。下图所示是其电流(I)随新物质加入量(m)的变化曲线。



以下 4 个导电性实验，其中与 A 图变化趋势一致的是____，与 B 图变化一致的是____，与 C 图变化趋势一致的是____。 ①Ba(OH)₂ 溶液中滴入 H₂SO₄ 溶液至过量；②醋酸溶液中滴入氨水至过量；③澄清石灰水中通入 CO₂ 至过量；④NH₄Cl 溶液中逐渐加入适量 NaOH 固体

例 2：在一定温度下，无水醋酸加水稀释的过程中，溶液的导电能力 I 随加入水的体积 V 变化的曲

线如图所示。



- (1) “O”点导电能力为 0 的理由是_____。
- (2) a、b、c 三点处，溶液的 c(H⁺)由小到大的顺序为_____。
- (3) a、b、c 三点处，电离程度最大的是_____。

四、电离和电离方程式

1. 写出下列物质在水溶液中的电离方程式：

- (1) HI_____， (2) H₂CO₃_____
- (3) HF_____， (4) NaHSO₄_____
- (5) Ba(OH)₂_____， (6) Fe(OH)₃_____
- (7) NH₃ · H₂O_____， (8) CH₃COONH₄_____，
- (9) NaHCO₃_____，
- (10) Al(OH)₃_____

归纳电离方程式书写的注意点：

五、弱电解质的电离平衡

例 1. 稀氨水中存在着下列平衡：NH₃ · H₂O ⇌ NH₄⁺ + OH⁻

	平衡 移动	c(NH ₃ · H ₂ O)	c(OH ⁻)	c(NH ₄ ⁺)	pH	电离度 α	溶液的导 电能力
通入 NH ₃							
加 NaOH							
加 NH ₄ Cl							
加水稀释							
微热							
温度降低							
加盐酸							

例 2. 当 CH₃COOH ⇌ CH₃COO⁻ + H⁺ 已达平衡，若要使醋酸的电离平衡向右移动和溶液的 pH 值减小，应加入的试剂是（ ）

- A. 冰醋酸 B. NH₃·H₂O C. HCl D. H₂O

例 3. 用水稀释 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水时, 溶液中随着水量的增加而减小的是 ()

- A. $c(\text{OH}^-) / c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$ B. $c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}) / c(\text{OH}^-)$
C. $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 的乘积 D. OH^- 的物质的量

基础练习:

★1、下列物质属于电解质的是 ()

- A. SO_2 B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ C. Na D. H_2SO_4

★2、判断下列说法中正确的是 ()

- ①氯气的水溶液导电, 所以氯气是电解质。
②二氧化碳的水溶液能导电, 二氧化碳是电解质。
③硫酸钡的水溶液不导电, 但是硫酸钡是电解质。
④氯化钠的水溶液能导电, 氯化钠溶液是电解质。

- A. ①③ B. ③ C. ①③④ D. 都不正确

★3、下列三种化合物由左到右是按强电解质、弱电解质、非电解质的顺序排列的是 ()

- A. HCl 、 CaCO_3 、 SO_2 B. HClO 、 H_2S 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
C. KNO_3 、 CH_3COOH 、 NH_3 D. BaSO_4 、 H_3PO_4 、 H_2O

★4、对于强电解质, 正确的说法是 ()

- A. 离子化合物不一定是电解质 B. 在水溶液里全部电离的化合物
C. 熔化状态下能够导电的物质 D. 离子化合物和共价化合物都是强电解质

★5、下列电离方程式正确的是 ()

- A. $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{O}^{2-} + \text{H}^+$ B. $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$
C. $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{H}^+$ D. $\text{CH}_3\text{COONH}_4 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$

★6、电解质溶液导电能力的强弱决定于 ()

- A. 溶液中离子的浓度 B. 溶液的浓度 C. 溶液的体积 D. 电解质本身的化学性质

★7、只能在水溶液中导电的强电解质是 ()

- A. NaOH B. SO_2 C. HCl D. CH_3COOH

★★8、现有以下物质:①NaCl 晶体 ②液态 SO_3 ③液态的醋酸 ④汞 ⑤ BaSO_4 固体 ⑥纯蔗糖 ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ⑦酒精($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) ⑧熔化 KNO_3 , 请回答下列问题(用序号):

- (1) 以上物质中能导电的是_____ (2) 以上物质属于电解质的是_____
(3) 以上物质中属于非电解质的是_____
(4) 以上物质中属于强电解质的是_____
(5) 以上物质中溶于水后形成的水溶液能导电的是_____

★★9、下列各组物质反应后, 溶液的导电性比反应前明显增强的是 ()

- A. 醋酸里加入氢氧化钠 B. 向硝酸银溶液中通入少量氯化氢
C. 向氢氧化钠溶液中通入少量氯气 D. 向硫化氢饱和溶液中通少量二氧化硫

★★10、在 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 中，要使电离平衡向右移动，应采取的措施是（ ）

- A. 降温 B. 加入浓盐酸 C. 加催化剂 D. 加热

★★11、在 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ 中，要使 $c(\text{H}^+)$ 减小，应采取的措施是（ ）

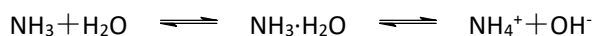
- A. 降温 B. 加入浓盐酸 C. 加催化剂 D. 加热

★★★12、25℃时，水的电离达到平衡： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^- - Q$ ，下列叙述正确的是（ ）

- A. 将水加热至沸腾后测得 $\text{pH}=6$ ，呈酸性
B. 向水中加入稀盐酸，促进水的电离
C. 向水中加入少量固体 NaCl ，平衡逆向移动
D. 向水中加入稀氨水，平衡逆向移动

拓展练习：

★★★1. 化学平衡移动原理，同样也适用于其他平衡，已知在氨水中存在下列平衡。



- (1) 向氨水中加入 MgCl_2 固体时，平衡向_____移动（选填“正向”、“逆向”或“不”），
 OH^- 的浓度_____， NH_4^+ 的浓度_____。（填“增大”、“减小”或“不变”）
(2) 向氨水中加入浓盐酸，平衡向_____移动，此时溶液中浓度减小的微粒有 _____、_____、_____。
(3) 向浓氨水中加入少量 NaOH 固体，平衡向_____移动，此时发生的现象 _____。

★★★2. 今有① $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ；② NaOH ；③ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 三种溶液，填空：

- (1) 请写出 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离方程式_____。
(2) 当它们的物质的量浓度相同时，其 pH 的关系是_____。
(3) 当它们 pH 相同时，其溶液中水的电离程度_____。
(4) 中和等体积、等物质的量浓度的三种碱溶液，需同物质的量浓度的盐酸溶液的体积关系为_____。

★★★★3. (1) 将等质量的 Zn 粉分别投入：a:10ml $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 和 b:10ml $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 醋酸中。

- ①若 Zn 不足量，则反应速率 a_____b（填“>”或“=”）
②若 Zn 过量，产生 H_2 的量 a_____b（填“>”或“=”）

(2) 将等质量 Zn 粉分别投入 $\text{pH}=1$ 体积均为 10ml 的 a:盐酸 b:醋酸中

- ①若 Zn 不足量，则反应速率 a_____b（填“>”或“=”）
②若 Zn 过量，产生 H_2 的量 a_____b（填“>”或“=”）

★★★★4. 白云石的主要成份是 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ，在我国有大量的分布。以白云石为原料生产的钙镁系列产品有广泛的用途。白云石经煅烧、熔化后得到钙镁的氢氧化物，再经过碳

化实现 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的分离。碳化反应是放热反应，

化学方程式如下： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2 + 3\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

完成下列填空

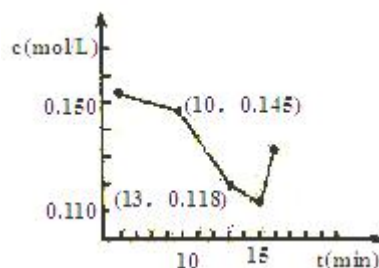
(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的碱性比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的碱性_____ (选填“强”或“弱”)

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度_____ (选填“大”或“小”)

(2) 碳化温度保持在 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 。温度偏高不利于碳化反应，原因是_____、
_____。温度偏低也不利于碳化反应，原因是_____。

(3) 已知某次碳化时溶液中钙离子浓度随时间的变化如右图所示，在 10 min 到 13 min 之内钙离子的反应速率为_____。15 min 之后钙离子浓度增大，原因是_____

(用化学方程式表示)。



★★★★★ 5. 碳酸： H_2CO_3 ， $K_{i1}=4.3\times 10^{-7}$ ， $K_{i2}=5.6\times 10^{-11}$

草酸： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， $K_{i1}=5.9\times 10^{-2}$ ， $K_{i2}=6.4\times 10^{-5}$

0.1 mol/L Na_2CO_3 溶液的 pH _____ 0.1 mol/L $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH。(选填“大于”“小于”或“等于”)

等浓度广东草酸溶液和碳酸溶液中，氢离子浓度较大的是_____。

若将等浓度的草酸溶液和碳酸溶液等体积混合，溶液中各种离子浓度大小的顺序正确的是_____。(选填编号)

a. $[\text{H}^+] > [\text{HC}_2\text{O}_4^-] > [\text{HCO}_3^-] > [\text{CO}_3^{2-}]$

b. $[\text{HCO}_3^-] > [\text{HC}_2\text{O}_4^-] > [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > [\text{CO}_3^{2-}]$

c. $[\text{H}^+] > [\text{HC}_2\text{O}_4^-] > [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] > [\text{CO}_3^{2-}]$

d. $[\text{H}_2\text{CO}_3] > [\text{HCO}_3^-] > [\text{HC}_2\text{O}_4^-] > [\text{CO}_3^{2-}]$

第二讲 离子方程式

核心知识梳理：

一、离子方程式的书写方法：

- 1、写：写出正确的化学方程式；
- 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除；
- 4、查：检查方程式两端各元素的原子个数和电荷是否相等。

二、书写离子方程式应注意的问题

- 1、凡非溶液中进行的反应一般不能写离子方程式。如： NH_4Cl 固体与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体
- 2、表示各物质的化学用语是否正确：

(1) 以下物质在离子方程式书写时写“离子”符号。

强酸： H_2SO_4 、 HNO_3 、 HCl 、(HBr 、 HI) HClO_4 等

强碱： NaOH 、 KOH 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [见注]等

可溶性盐：钾盐、钠盐、铵盐、硝酸盐，大多数硫酸盐（除 BaSO_4 、 PbSO_4 等外）

大多数卤盐（除 AgX 、 CaF_2 等外）

注：当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 作为生成物时，由于微溶些化学式 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ；

当 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 作为反应物时，称“石灰乳”是写化学式，“澄清石灰水”时写离子形式。

其它微溶物如： CaSO_4 、 Ag_2SO_4 等同上。

(2) 以下物质在离子方程式书写时写“化学式”。

金属与非金属单质： Na 、 Cu 、 Fe 、 P_4 、 Cl_2 等。

金属与非金属氧化物： CuO 、 Na_2O 、 CO_2 、 SO_2 、 SiO_2 、 NO 、 NO_2 等。

弱酸： HF 、 H_2S 、 HClO 、 H_2SO_3 、 H_3PO_4 、 H_2SiO_3 、 H_2CO_3 等。

弱碱： $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等。

难溶性盐： CO_3^{2-} 盐、 SO_3^{2-} 盐、 SiO_3^{2-} 盐、 PO_4^{3-} 盐、 S^{2-} 盐等除了与 K^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 成盐可溶外，

其余都为沉淀。

气体或挥发性物质： NH_3 、 CO_2 、 SO_2 、 H_2S 等。

注：①多元弱酸根书写如： HCO_3^- 不能写成 CO_3^{2-} 和 H^+ ，类似的有 HS^- 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、

H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-}

②溶液中形成络合物时，应写化学式。如： $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 。

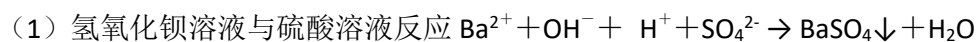
3、必须遵循“三大守恒”：

- (1)方程式两边元素种类和原子个数守恒；
- (2)方程式两边各离子所带电荷的代数和应守恒；
- (3)如果某个化学方程式为氧化—还原反应，应满足得失电子守恒。

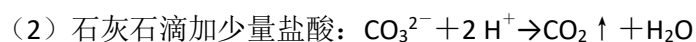
4. （拓展提升）定量离子方程式的书写方法：

书写这类离子方程式时，要搞清反应物物质的量之比，若没告诉比例关系，则要弄清滴加顺序。开始滴加时，滴管中的反应物是不足量的，而烧杯其它等反应容器中反应物过量。若碱过量，中和产物为正盐；若酸或酸性气体在与碱反应时过量，可能生成酸式盐(对多元酸来说)。

例：指出以下离子方程式的错误。



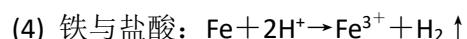
错误是_____。



错误是_____。



错误是_____。



错误是_____。

例：请写出下列离子方程式：



（拓展）例：请写出下列（定量）离子方程式：

(1) 氢氧化钠溶液中通入二氧化碳

少量 CO_2 ：

过量 CO_2 ：

(2) 氢氧化钠溶液中通入二氧化硫

少量 SO_2 :

过量 SO_2 :

(3) 碳酸钠溶液中滴加盐酸

少量 $\text{HCl}(\text{aq})$:

过量 $\text{HCl}(\text{aq})$:

(4) 硫酸氢铵溶液中加入氢氧化钠溶液

少量 $\text{NaOH}(\text{aq})$:

过量 $\text{NaOH}(\text{aq})$:

(5) 在碳酸氢铵溶液中滴加氢氧化钠:

少量 $\text{NaOH}(\text{aq})$:

过量 $\text{NaOH}(\text{aq})$:

(6) 在碳酸氢钠溶液中滴加氢氧化钙 (澄清):

少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$:

过量 $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq})$ 反应:

基础练习:

★1、写出下列反应的离子方程式。

1) 氢氧化铜与盐酸_____

2) 醋酸和氢氧化钠溶液_____

3) 碳酸钙溶液与醋酸_____

B. 用氢氧化钠溶液吸收少量二氧化硫气体: $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

C. 硫酸铵溶液和氢氧化钡溶液反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$

D. 醋酸和碳酸钙反应: $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

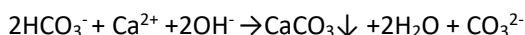
★★★2. 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

A. 氨气溶于醋酸溶液: $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$

B. 将硫化氢气体通入足量氢氧化钠溶液中, $\text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 向氯化亚铁溶液中加入溴水: $\text{Fe}^{2+} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$

D. 碳酸氢钠溶液中加入足量的石灰水:



★★★3. 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. $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$

B. $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

C. $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BaCO}_3 \downarrow$

D. $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

★★★4. 下列化学反应中, 不能用离子反应 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 表示的是

A. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与少量的 NaHCO_3

B. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与少量的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

C. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 与足量的 NaOH

D. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与足量的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

★★★5. 向等物质的量浓度的 NaOH 和 Na_2CO_3 的混合溶液中加入稀硫酸, 下列离子方程式与事实不相符的是 ()

A. $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

B. $2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$

C. $2\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{HCO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$

D. $\text{OH}^- + \text{CO}_3^{2-} + 3\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

★★★★6. 已知同温度下的溶解度: $\text{Zn}(\text{OH})_2 > \text{ZnS}$, $\text{MgCO}_3 > \text{Mg}(\text{OH})_2$; 就溶解或电离出 S^{2-} 的能力而言, $\text{FeS} > \text{H}_2\text{S} > \text{CuS}$, 则下列离子方程式错误的是 ()

A. $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{Ca}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

B. $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

C. $\text{FeS} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

D. $\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2\text{S} \uparrow$

★★★★7. 在复盐 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 可能发生的反应的离子方程式是 ()

A. $\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

B. $\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

C. $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

D. $3\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightarrow 3\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

★★★★8. 20°C , 两种一元弱酸的钠盐 NaX 和 NaY , 已知往 NaX 溶液中通入 CO_2 只能生成 HX 和 NaHCO_3 ; 往 NaY 溶液中通入 CO_2 能生成 HY 和 Na_2CO_3 , 下列说法正确的是 ()

A. 酸性 $\text{HX} > \text{HY}$

B. 溶液的碱性 $\text{NaX} > \text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaY} > \text{NaHCO}_3$

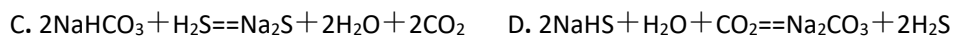
C. 结合 H^+ 的能力: $\text{Y}^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{X}^- > \text{HCO}_3^-$

D. HX 和 HY 酸性相同, 但比 H_2CO_3 弱

★★★★★9. 已知同温同浓度时① H_2CO_3 比 H_2S 电离度大, ② H_2S 比 HCO_3^- 电离度大, 则下列反应不正确的是 ()

A. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaHS}$

B. $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{NaHS} + \text{NaHCO}_3$

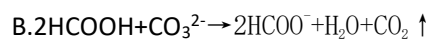
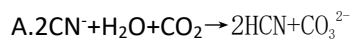


★★★★★10. 部分弱酸的电离平衡常数如下表：

弱酸	HCOOH	HCN	H ₂ CO ₃
电离平衡常数 (25℃)	$K_i = 1.77 \times 10^{-4}$	$K_i = 4.9 \times 10^{-10}$	$K_{i1} = 4.3 \times 10^{-7}$ $K_{i2} = 5.6 \times 10^{-11}$

下列选项错误的是

()



C. 中和等体积、等 pH 的 HCOOH 和 HCN 消耗 NaOH 的量前者小于后者

D. 等体积、等浓度的 HCOONa 和 NaCN 溶液中所含离子总数前者小于后者

第三讲 化学键 金属键

知识回顾

1、化学键包括有_____、_____和_____。

	共价键	离子键
微粒	原子	离子
对象	非金属物质	含金属的化合物（离子化合物）
晶体	原子、分子晶体	离子晶体

2、离子键：离子键是指_____之间通过_____形成的化学键。

①、成键微粒：_____和_____。

②、相互作用：_____（包括_____和_____）。

3、共价键：原子间通过_____所形成的化学键叫做共价键

①、成键微粒：_____

②、相互作用：_____

③、共价键可分为_____和_____

核心知识梳理

一、应用广泛的金属材料——钢铁

1、由石器、青铜器到铁器：人类使用工具的顺序由_____决定。

2、金属键和金属晶体

（1）金属键：_____与_____之间的较强的相互作用。

（2）金属晶体的构成微粒：金属晶体由_____与_____构成

（3）金属晶体熔沸点、硬度比较规律：

3、金属的性质和用途

性质	用途
金属光泽	
导电性	
导热	
延展性	

讨论：金属为什么可以导电、导热，简述原因。

4、金属的分类：

（1）按密度分为_____、_____

（2）冶金工业分为_____、_____

（3）按含量分为_____、_____

5、了解金属之最：

密度最小的金属是：_____ 密度最大的是：_____；

熔点最高的金属：_____ 熔点最低的金属：_____

地壳中含量最高的金属：_____ 人类冶炼最多的金属：_____

人体内含量最多的金属：_____

6、合金：两种或两种以上的金属（或金属跟非金属）熔合而成的具有金属特性的物质。（混合物）

（1）合金比纯金属的硬度大、熔点低。

（2）生铁和钢都是铁的合金

二、金属的化学性质

金属的结构特点：金属通常最外层电子数_____（“较多”或“较少”），在化学反应中易_____（“得”或“失”）电子，金属原子成为金属离子，因此在化学反应中，常作_____（“氧化剂”或“还原剂”）。

1、跟非金属反应

例：铁和氯气反应_____

2、与水反应

例：钠和水反应_____

3、与酸反应

例：锌和稀硫酸反应_____

4、金属间的置换反应

例：铁和硫酸铜溶液反应_____

例题解析

【例 1】金属原子一般具有的结构特点是（ ）；金属晶体具有的性质特点是（ ）

- A. 有金属光泽，能导电，有延展性
- B. 核外电子个数少，容易失去
- C. 熔点和沸点较低
- D. 最外层电子个数少，容易失去

【例 2】下列各组物质发生状态变化时，所克服的微粒间的相互作用，属于同种类型的是（ ）

- A. 钠和硫的熔化
- B. 食盐和石蜡的熔化
- C. 碘和干冰的升华
- D. 二氧化硅和氧化钠的熔化

【例 3】在自然界中能以游离态形式存在的金属元素是（ ）

- A. Al
- B. Na
- C. Au
- D. Mg

【例 4】在金属晶体中，不存在的微粒是（ ）

- A. 原子
- B. 阴离子
- C. 阳离子
- D. 自由电子

【例 5】所谓合金，就是不同种金属（也包括一些非金属）在熔化状态下形成的一种熔合物，根据下列四种金属的熔沸点：其中不能形成合金的是（ ）

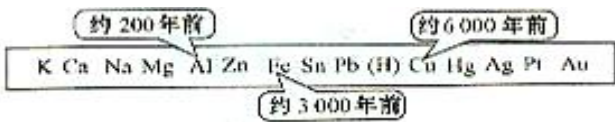
	Na	Cu	Al	Fe
熔点（ $^{\circ}\text{C}$ ）	97.5	1083	660	1535
沸点（ $^{\circ}\text{C}$ ）	883	2595	2200	3000

- A. Cu 和 Al
- B. Fe 和 Cu
- C. Fe 和 Na
- D. Al 和 Na

基础练习:

- ★1、人类历史上,冶炼出金属的年代的先后顺序排列正确的是 ()
- A. 铁、铜、铝 B. 铝、铁、铜 C. 铁、铝、铜 D. 铜、铁、铝
- ★2、工农业生产中用途最广,用量最多的金属是 ()
- A. 铜 B. 铝 C. 金 D. 铁
- ★3、下列物质不属于合金的是 ()
- A. 不锈钢 B. 硬铝 C. 氧化铜 D. 黄铜
- ★4、在下列有关晶体的叙述中错误的是 ()
- A. 离子晶体中,一定存在离子键 B. 原子晶体中,只存在共价键
- C. 金属晶体的熔沸点均很高 D. 稀有气体的原子能形成分子晶体
- ★5、人体内所必需的下列元素中,因摄入量不足而导致骨质疏松的是 ()
- A. K B. Ca C. Na D. Fe
- ★6、属于有色金属的是 ()
- A. 锌 B. 铁 C. 铬 D. 锰
- ★★7、用 4.5g 某金属投入稀硫酸中,完全反应后,生成的气体在标准状况下体积为 5.6L,该金属是 ()
- A. Al B. Mg C. Fe D. Zn
- ★★8、物质的性质决定了物质的用途,下面列出了金属的几种性质(1)导热性(2)导电性(3)还原性(4)延展性(5)具有金属光泽。请在下面金属用途的横线上填上金属性质对应的序号
- ①用铝锭制成包装用的铝箔_____
- ②用铝制成的高压铝锅_____
- ③用铁粉回收照相业废液中的银_____
- ④电信业中大量使用的铜丝、金属电缆_____

拓展训练:

- ★★1、下列性质中,不属于金属共同特性的是 ()
- A. 高熔点 B. 延展性 C. 导电性和导热性 D. 金属光泽
- ★★2、从石器、青铜器到铁器时代,金属的冶炼体现了人类文明的发展水平。如下图所示表示了三种金属被人类开发利用的大致年限,之所以有先后,主要取决于
- 
- A. 金属的导电性强弱 B. 金属在地壳中的含量多少
- C. 金属活动性大小 D. 金属化合价的高低
- ★★3、下列对金属键的理解,错误的是 ()
- A. 它是金属晶体中自由电子与金属离子间的强烈作用
- B. 它能使金属晶体中的金属离子相互结合在一起

C. 金属的许多物理性质都可以用金属键来解释

D. 金属键表现出金属与金属的相互作用

★★4、金属的下列性质中，不能用金属键解释的是 ()

A. 易传热 B. 加工易变形但不碎 C. 易锈蚀 D. 有特殊的金属光泽

★★★5、按照金属键强弱分析，关于金属 Na、Mg、Al 的性质叙述中，错误的是 ()

A. 熔点逐渐升高 B. 硬度逐渐增大 C. 密度逐渐增大 D. 金属活动性逐渐增强

★★★6、 HgCl_2 稀溶液作为手术刀的消毒剂，已知有如下性质：① HgCl_2 晶体熔点较低；② HgCl_2 在熔融状态下不能导电；③ HgCl_2 在水溶液中可发生微弱电离，关于 HgCl_2 的叙述中正确的是 ()

A. HgCl_2 属于离子化合物

B. HgCl_2 属于共价化合物

C. HgCl_2 属于非电解质

D. HgCl_2 属于弱电解质

★★★7、下列指定粒子的个数比不为 1:1 的是 ()

A. Na_2O_2 固体中阳离子和阴离子

B. NaHCO_3 固体中阳离子和阴离子

C. KO_2 固体中阳离子和阴离子

D. NH_4Cl 固体中阳离子和阴离子

★★★8、下列数据是对应物质的熔点，有关的判断错误的是()

Na_2O	Na	AlF_3	AlCl_3	Al_2O_3	BCl_3	CO_2	SiO_2
920°C	97.8°C	1291°C	190°C	2073°C	-107°C	-57°C	1723°C

A. 只要含有金属阳离子的晶体就一定是离子晶体

B. 在共价化合物分子中各原子都形成 8 电子结构

C. 同族元素的氧化物可形成不同类型的晶体

D. 金属晶体的熔点不一定比分子晶体的高

★★★★9、A、B 两元素的原子，分别获得两个电子形成稀有元素原子的电子层结构时，A 放出的能量大于 B 放出的能量。C、D 两元素的原子，分别失去一个电子，形成稀有元素原子的电子层结构时，D 吸收的能量大于 C 吸收的能量。则 B、A 和 C、D 分别形成的化合物，属于离子化合物可能性最大的是 ()

A. C_2A

B. C_2B

C. D_2A

D. D_2B

★★★★10、近年科学家热衷于超原子的研究，美国《Science》上有论文宣布，发现了一种 Al 的超原子结构，这种超原子 (Al_{13}) 是以 1 个 Al 原子在中心，12 个 Al 原子在表面形成的三角二十面体结构。这种超原子具有 40 个价电子时最稳定。请预测稳定的 Al_{13} 所带的电荷为 ()

A. +3

B. +2

C. 0

D. -1

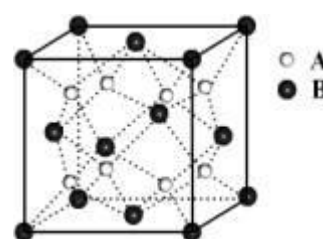
★★★★★11、某离子晶体的晶体结构中最小重复单元如图所示：A 为阴离子，在正方体内，B 为阳离子，分别在顶点和面心，则该晶体的化学式为 ()

A. B_2A

B. BA_2

C. B_7A_4

D. B_4A_7



★★★★★12. 化学键的键能是指气态原子间形成 1mol 化学键时释放的能量。如：

$\text{H(g)} + \text{I(g)} \rightarrow \text{H-I(g)} + 297\text{KJ}$ 即 H—I 键的键能为 $297\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，也可以理解为破坏 1mol H—I 键需要吸收 297KJ 的热量。化学反应的发生可以看成旧化学键的破坏和新化学键的形成。下表是一些键能数据。（单位： $\text{KJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ） 阅读上述信息，回答下列问题：

	键能		键能		键能
H—H	436	Cl—Cl	243	H—Cl	432
S=S	255	H—S	339	C—F	427
C—Cl	330	C—I	218	H—F	565
C—O	347	H—O	464		

（1）表中数据判断 CCl_4 的稳定性_____（填“大于”或“小于”） CF_4 的稳定性。试预测 C—Br 键的键能范围_____<C—Br 键能<_____。

*（2）结合表中数据和热化学方程式 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HCl}(\text{g}) + \text{QKJ}$ ；通过计算确定热化学方程式中 Q 的值为_____。（列出计算式）

第四讲 铁及合金

核心知识梳理

一、铁和铁合金

1、铁位于第四周期，第Ⅷ族，原子结构示意图：



2、铁的物理性质：银白色，金属光泽，密度大（7.86g/cm³），熔点 1535℃，沸点 2750℃，能被磁体吸引

3、铁的化学性质（活泼的金属，主要体现还原性）

（1）与非金属反应（遇强氧化剂生成+3 价，遇到弱氧化剂生成+2 价）

①铁和氧气反应： $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ 现象：剧烈燃烧，火星四射，黑色固体

②铁和硫反应： $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS} + \text{Q}$ （黑色固体）

③铁和氯气反应： $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{FeCl}_3$ （棕色的烟）

（2）与酸反应

①与非氧化性酸反应，显+2 价：

如：铁和稀盐酸或稀硫酸反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$

②与强氧化性酸反应，显+3 价：

如：铁和足量稀硝酸反应： $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3(\text{稀}) (\text{过量}) \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

③常温下 Fe 在浓 H₂SO₄、浓 HNO₃ 中钝化

（3）与盐溶液反应： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

（4）与水反应： $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

例题解析

【例 1】将铁粉撒入下列溶液中充分反应后，溶液的质量增加但无气体放出的是（ ）

- A、CuCl₂ B、H₂SO₄ C、KNO₃ D、Fe₂(SO₄)₃

【例 2】下列物质中，不能由两种单质直接化合制得的是（ ）

- A、Al₂S₃ B、FeS C、FeCl₂ D、Fe₃O₄

【例 3】下列物质在常温下接触时无明显现象的是（ ）

- A、铁和浓盐酸 B、铁和稀硫酸 C、铁和浓硫酸 D、铁和稀硝酸

【例 4】某金属单质 0.10mol，直接与氯气反应，固体质量增加 10.65g，该金属单质是（ ）

- A、钠 B、镁 C、铁 D、铜

【例 5】某两种金属粉末的混合物 12g，投入足量稀硫酸中，在标准状态下产生氢气 5.6L，则该混合物可能是（ ）

- A、铝和镁 B、镁和铁 C、铁和铜 D、铁和锌

【例 6】将 8.4g 铁粉和 1.6g 硫的混合物隔绝空气加热，完全反应后投入足量的稀硫酸中，生成气体在标准状态下的体积为_____升。

基础练习：

- ★1、下列物质中，不属于铁合金的是（ ）
A. 生铁 B. 不锈钢 C. 氧化铁 D. 碳素钢
- ★2、最近，科学家冶炼出了纯度高达 99.9999%的铁，你估计它不会具有的性质是（ ）
A. 硬度比生铁低 B. 与 4mol/L 的 HCl 反应时速率比生铁快
C. 在冷的浓硫酸中可钝化 D. 在潮湿的空气中不易生锈
- ★3、常温下，铁投入下列溶液后，铁皮质量增加，但无气体产生的是（ ）
A. 氯化锌 B. 稀硝酸 C. 盐酸 D. 硫酸铜
- ★4、将两块相同的纯铁片，一片放入冷的浓 HNO_3 中浸泡一段时间后，取出洗净，另一片示不作任何处理，而后两块铁片分别放入硫酸铜溶液中，则下列说法正确的是（ ）
A、两块铁片上均有铜析出 B、两块铁片上均无铜析出
C、浸过浓 HNO_3 的铁片上有铜析出， D、浸过浓 HNO_3 的铁片上无铜析出
- ★5、生铁和稀硫酸充分反应后，总会产生不溶性残渣，残渣的主要成分是（ ）
A. 铁 B. 氧化铁 C. 硫酸铁 D. 碳
- ★★6、下列金属各 1 克，分别与足量稀盐酸反应，产生氢气最多的是（ ）
A. 铁 B. 锌 C. 铝 D. 镁
- ★★7、质量相同的两份铁，分别跟足量的稀盐酸和稀硫酸反应，生成氢气的质量（ ）
A. 与盐酸反应生成的多 B. 与硫酸反应生成的多 C. 生成的一样多 D. 无法判断
- ★★8、将铁片分别投入下列溶液中，充分反应后溶液的质量减少的是（ ）
A. 硫酸铜溶液 B. 稀硫酸 C. 稀盐酸 D. 硫酸亚铁
- ★★9、在电子工业中，制印刷电路时，常用氯化铁溶液作为铜的“腐蚀液”，该过程发生的反应为： $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ 。该反应利用了铜的什么性质（ ）
A. 氧化性 B. 还原性 C. 导电性 D. 导热性

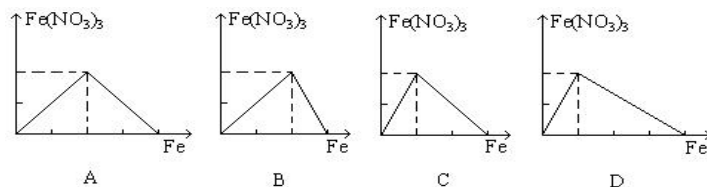
拓展练习：

- ★★★1、根据以下反应① $\text{Fe} + \text{CuCl}_2 = \text{Cu} + \text{FeCl}_2$ ② $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$ ，
判断： Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 氧化性强弱的顺序是（ ）
A. $\text{Fe}^{3+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+}$ B. $\text{Fe}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{3+}$ C. $\text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Fe}^{3+}$ D. $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$
- ★★★2、欲除去 FeSO_4 溶液中含有的 CuSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 等少量杂质，应选用的试剂是（ ）
A、氨水 B、铝粉 C、铁粉 D、NaOH 溶液
- ★★★3、由 Zn、Fe、Mg、Al 四种金属中的两种组成的混合物 10g，跟足量的盐酸反应，反应后生成氢气为 11.2L（标准状况），则该混合物中一定含有的金属是（ ）
A. Zn B. Fe C. Mg D. Al
- ★★★4、把铁片投入到下列物质的溶液中，铁片溶解，质量减轻，但不产生气体的是（ ）
A、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ B、 CuSO_4 C、 H_2SO_4 D、冷、浓 HNO_3
- ★★★5、将 8.4 g 铁粉与 3.2 g 硫粉混合隔绝空气加热，使之充分反应，再将反应后的物质与足量的稀硫酸反应，可得到气体体积（标况下）是（ ）
A. 1.12 L B. 2.24 L C. 3.36 L D. 以上都不对

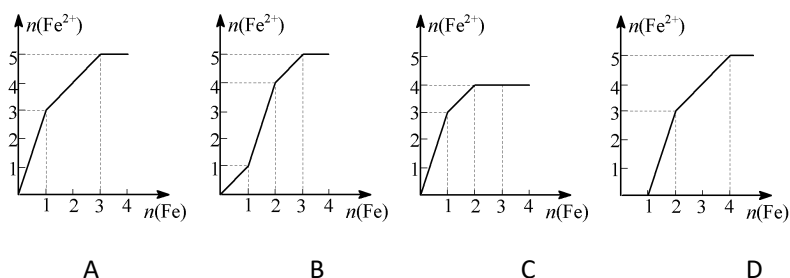
★★★★6、所有氮的氧化物都能跟灼热的铁粉按下式反应： $4N_xO_y \xrightarrow{\Delta} 3yFe + yFe_3O_4 + 2xN_2$ 若将 0.2 mol N_xO_y 通过灼热的铁粉，反应完全后恰好生成 0.1 mol N_2 和 0.1mol Fe_3O_4 ，则 N_xO_y 的分子式为（ ）

- A. NO B. NO_2 C. N_2O D. N_2O_5

★★★★7、下列图象是表示铁跟一定量硝酸反应时，铁和硝酸铁之间物质的量(mol)的关系，其中正确的是（ ）



★★★★8. 某稀溶液中含有等物质的量的 $ZnSO_4$ 、 $Fe_2(SO_4)_3$ 、 H_2SO_4 、 $CuSO_4$ ，向其中逐渐加入铁粉。下列各图表示溶液中 Fe^{2+} 的物质的量和加入铁粉的物质的量之间的关系，其中可能正确的是（ ）

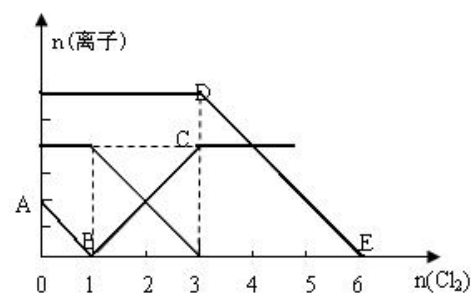


★★★★★9、用稀硫酸溶解 FeS 和 $Fe(OH)_3$ 的混合物 28.3g，可得到 1.6g 硫单质，则原混合物中 FeS 的质量可能是（ ）

- A、10.7g B、4.4g C、23.9g D、17.6g

★★★★★10、向含有 Fe^{2+} 、 I^- 、 Br^- 的溶液中通入适量氯气，溶液中各种离子的物质的量变化如下图所示。有关说法正确的是（ ）

- A. 线段 BC 代表 Cl^- 数目的变化情况
 B. 原混合溶液中 $c(FeBr_2) = 6\text{mol/L}$
 C. 当通入 $Cl_2 2\text{mol}$ 时，溶液中已发生的离子反应可表示为： $2Fe^{2+} + 2I^- + 2Cl_2 \rightarrow 2Fe^{3+} + I_2 + 4Cl^-$
 D. 原溶液中 $n(Fe^{2+}) : n(I^-) : n(Br^-) = 2 : 1 : 3$



第五讲 铁的氧化物 铁的氢氧化物

知识回顾

- 1、纯净的铁是_____色金属，抗腐蚀能力_____。
- 2、铁原子的最外层有_____个电子，是较_____(填“活泼”或“不活泼”)的金属
- 3、铁在一定条件下可以分别与氧、硫、氯、酸、水、盐等进行反应，写出反应方程式：
 - (1) 铁与氧气反应_____；
 - (2) 铁与硫反应_____
 - (3) 铁与氯气反应_____；
 - (4) 铁与水反应_____
 - (5) 铁与盐酸反应_____；
 - (6) 铁与硫酸铜反应_____
- 4、常温下铁在浓硫酸或_____中，表面会形成一层致密氧化膜，这种现象称为_____

核心知识梳理

一、铁的氧化物

		FeO	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄
俗名				
色、态				
化合价				
物质类别				
与酸反应	盐酸 (HCl)			
	稀硝酸			
	氢碘酸 (HI)			
铁的氧化物与 CO 反应				

二、铁的氢氧化物

	Fe(OH) ₂	Fe(OH) ₃
色、态		

稳定性			
相互转化			
与酸 反应	盐酸 (HCl)		
	稀硝酸		
	氢碘酸 (HI)		

三、制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

思考：制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 时，采取哪些措施可防止 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧化？（提示：隔绝空气）

方法：①配制溶液的蒸馏水加热煮沸，除去 O_2 ；

②胶头滴管伸入到液面以下加入液体；

③溶液表面覆盖植物油(或苯)，以隔绝空气。

例题解析

【例 1】下列物质长期暴露在空气中不会变质的是（ ）

- A 氢氧化亚铁 B 氢硫酸 C 碳酸钠 D 石灰水

【例 2】下列关于四氧化三铁说法错误的是（ ）

- A. 是由 FeO 和 Fe_2O_3 固定组成的混合物
 B. 是黑色晶体，且是磁铁矿石的主要成分
 C. 铁元素的化合价是+2 和+3
 D. +2 价的铁元素与+3 价的铁元素之比是 1：2

【例 3】由 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 组成的混合物，测得其铁元素与氧元素的质量比为 21：8，则混合物中 FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 的物质的量之比可能是（ ）

- A. 1：2：1 B. 2：1：1 C. 1：2：3 D. 2：2：1

【例 4】稀硫酸中加入适当铁粉，反应完全后再加入适量的 NaOH 溶液，放置片刻，从反应体系中观察到的颜色变化是（ ）

- A. 无色—灰绿色—红褐色 B. 无色—浅绿色—白色—灰绿色—红褐色
 C. 灰绿色—红褐色—蓝色 D. 灰绿色—白色—浅绿色—灰绿色—红褐色

【例 5】用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备。

（1）用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需要加入_____。

（2）除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用_____的方法。

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

基础练习：

- ★1、以下实验需在集气瓶里加少量水或细沙的是 ()
- A. 铜丝在氯气中燃烧 B. 铁丝在氧气中燃烧 C. 磷硫在氧气中燃烧 D. 氢气在氯气中燃烧
- ★2. 下列铁的化合物可作颜料的是 ()
- A. Fe_2O_3 B. FeO C. FeCl_3 D. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- ★3. 下列物质中，铁元素质量分数最大的是 ()
- A. FeS B. Fe_2O_3 C. Fe_3O_4 D. FeO
- ★4、可用来制造贮存浓硫酸和浓硝酸容器的金属材料是 ()
- A. 铜 B. 铁 C. 锌 D. 镁
- ★5、下列物质能通过化合反应直接制得的是① FeCl_3 ② H_2SO_4 ③ NH_4NO_3 ④ HCl ()
- A. 只有①②③ B. 只有②③ C. 只有①③④ D. 全部
- ★6、以下叙述错误的是 ()
- A. 硫化氢在氧气中燃烧发出蓝紫色火焰
- B. 铁在氯气中燃烧发出褐色的烟，溶于水得浅绿色溶液
- C. 铁在氧气中剧烈燃烧，火星四射，并有黑色固体颗粒生成
- D. 氢气在氯气中燃烧发出苍白色火焰
- ★★7. 下列变化必须加入还原剂才能实现的是 ()
- A. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ B. $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$ C. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$ D. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{O}_2$
- ★★8. 2.8g CO 在高温下与 5.8g 某种铁的氧化物完全反应，这种氧化物是 ()
- A. Fe_3O_4 B. Fe_2O_3 C. FeO D. Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 的混合物

拓展练习：

- ★★1、铁屑溶于过量的稀硫酸，过滤后向滤液中加入适量硝酸，再加入过量的氨水，有红褐色沉淀生成。过滤，加热沉淀物至质量不再发生变化，得到红棕色的残渣。上述沉淀和残渣分别为 ()
- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Fe_2O_3 B. $\text{Fe}(\text{OH})_2$; FeO C. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Fe_3O_4 D. Fe_2O_3 ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- ★★2. 铁与下列物质反应是，生成的产物中不含有三价铁的是 ()
- A. 铁在氧气中燃烧 B. 铁粉和灼热的水蒸气

C. 铁在氧气中燃烧

D. 过量铁粉与稀硝酸

★★★3、由 FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 组成的混合物,测得含铁元素与氧元素的质量比为 21:8,此混合物中, FeO 、 Fe_2O_3 和 Fe_3O_4 物质的量之比是 ()

A、1:1:1

B、2:1:1

C、1:2:1

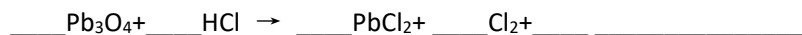
D、任意比

★★★4、铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁,已知: Fe_3O_4 的化学式可改写成为 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

(1) 实验室常用铁粉与水蒸气来制备 Fe_3O_4 其化学方程式为: _____

(2) 现将 Fe_3O_4 溶于浓盐酸,其化学方程式为: _____

(3) 与 Fe_3O_4 类似, Pb_3O_4 是一种橘红色的粉末,可溶于盐酸,完成配平以下化学方程式并标出电子转移方向及数目:



(4) 若以氧化物形式表示, Pb_3O_4 (+2、+4 价的 Pb) 化学式为: _____。

★★★★5、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中会迅速转变为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 反应得化学方程式为

_____, 现象为: _____。

用下面两种方法可以制得白色的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀:

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

(1) 用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需加入_____。

(2) 除去蒸馏水中溶解的 O_2 常采用_____的方法。

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

方法二: 在如图的装置中, 用 NaOH 溶液、铁屑、稀 H_2SO_4 等试剂来制备。

(1) 加入的试剂: 试管 I _____; 试管 II _____。

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

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

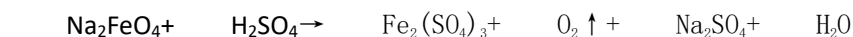


★★★★6、高铁酸盐具有极强的氧化性, 可作水处理剂。低温下, 在 Na_2FeO_4 溶液中加入 KOH 浓溶液可析出 K_2FeO_4 。

完成下列填空:

(1)、写出上述得到 K_2FeO_4 的化学方程式_____。

(2)、 Na_2FeO_4 和稀 H_2SO_4 发生如下反应:



配平上述化学方程式。

若反应中产生 3.36L (标准状况) 的氧气, 则转移电子数为_____。

(3)、实验室配制 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液时，需加入少量稀硫酸，结合离子方程式用化学平衡移动原理解释其原因。

(4)、在 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中滴加 NaHSO_3 溶液， $n(\text{SO}_4^{2-})$ 增大，则还原产物是_____。
写出检验上述反应中 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 是否消耗完全的方法。

(5)、已知 HSO_3^- 在水中既能水解也能电离。

NaHSO_3 溶液呈酸，溶液中 $c(\text{H}_2\text{SO}_3)$ _____ $c(\text{SO}_3^{2-})$ 。(选填“>”、“<”或“=”)

★★★★★7、在由 FeO 、 Fe 和 Fe_2O_3 组成的混合物中加入 100ml 2mol/L 的盐酸，恰好使混合物完全溶解，并放出 448ml 气体（标况），此时溶液中无 Fe^{3+} ，则下列判断正确的是（ ）

- A、混合物里三种物质反应时消耗盐酸的物质的量之比 1:1:3
- B、混合物所得溶液中的 Fe^{2+} 与 Cl^- 物质的量之比约 1:2
- C、混合物里， FeO 的物质的量无法确定，但 Fe 比 Fe_2O_3 的物质的量多
- D、混合物里， Fe_2O_3 的物质的量无法确定，但 Fe 比 FeO 的物质的量多

★★★★★8、由 5mol Fe_2O_3 、4mol Fe_3O_4 和 3mol FeO 组成的混合物，加入纯铁 1mol 并在高温下和 Fe_2O_3 反应。若纯铁完全反应，则反应后混合物中 FeO 与 Fe_2O_3 的物质的量之比可能是（ ）

- A 4:3 R. 3:2 C, 3: 1 D. 2: 1

第六讲 +2 价铁与+3 价铁的相互转化

核心知识梳理

一、亚铁盐与铁盐

亚铁盐 FeCl_2 、 FeSO_4 、绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 等, Fe^{2+} 的溶液呈绿色

铁盐 FeCl_3 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 等, Fe^{3+} 的溶液呈棕黄色

(1) 与金属反应

①与铁反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightarrow 3\text{Fe}^{2+}$

②与铜反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$

(2) Fe^{3+} 与还原性物质反应

① Fe^{3+} 氧化 H_2S 或 S^{2-}

$2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$

$2\text{Fe}^{3+} + \text{S}^{2-} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{S}$

(现象: 在 FeCl_3 溶液中滴加适量的 Na_2S 溶液, 溶液变浑浊, 滤去沉淀则滤液为浅绿色)

② Fe^{3+} 氧化 I^-

$2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$

(3) Fe^{2+} 与氧化性物质反应

$2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (在亚铁盐溶液中通入氯气, 溶液由浅绿色变为棕黄色)

$4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (Fe^{2+} 易被溶液中氧气氧化为 Fe^{3+} 离子, 如 FeSO_4 溶液久置变成棕黄色溶液) 如绿矾露置于空气中: $12\text{FeSO}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 4\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$

【讨论 1】铁与硝酸 (足量、不足量) 反应, 生成的铁的价态?

Fe 与足量硝酸反应: _____

Fe 与不足量硝酸反应: _____

【讨论 2】配制硫酸亚铁溶液, 为防止亚铁被氧化可采取哪些措施?

【讨论 3】除杂方法:

Fe^{2+} (Fe^{3+}): _____; ② FeCl_3 (FeCl_2): _____;

③ FeCl_2 (CuCl_2): _____

【讨论 4】 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 不能与什么离子共存?

(1) Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 会水解, 与 HCO_3^- 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-} 等因水解相互促进在溶液中不能大量共存

(2) Fe^{3+} 与_____不能大量共存 (S^{2-} 、 I^- 、 HS^- 、 SO_3^{2-})

(3) Fe^{2+} 与_____不能大量共存 (NO_3^- (H^+)、 ClO^- 、 MnO_4^- (H^+))

二、 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的检验

1、 Fe^{3+} 的检验

Fe^{3+} 能使 KSCN 溶液变为血红色 (血红色溶液) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{SCN})_3$

2、 Fe^{2+} 的检验: _____

三、Fe、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 间的相互转化关系 (铁三角)

例题解析

【例 1】为检验 FeCl_2 是否变质, 可向溶液试样中加入 ()

- A、NaOH 溶液 B、铁片 C、KSCN D、石蕊试液

【例 2】将铁屑溶于过量盐酸后, 再加入下列物质, 会有三价铁生成的是 ()

- A. 硫酸 B. 硝酸钠 C. KSCN D. 氯化铜

【例 3】要证明某溶液中不含 Fe^{3+} 而可能含 Fe^{2+} , 进行如下实验操作时的最佳顺序为 ()

①加入足量氯水, ②加入足量碘水, ③加入少量 KSCN 溶液

- A. ①③ B. ③② C. ③① D. ①②③

【例 4】向含有 KI 和 FeSO_4 的混合溶液中加入足量氯水, 充分反应后, 溶液中可能存在的微粒是 ()

- A. I^- 、 Cl_2 B. Fe^{2+} 、 I_2 C. Fe^{3+} 、 I_2 D. Fe^{2+} 、 I^-

【例 5】在 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入一定量铁粉, 充分反应后仍有固体存在, 下列判断中错误的是 ()

- A. 加入 KSCN 溶液一定不变红色 B. 溶液中一定含 Fe^{2+}
C. 溶液中一定含 Cu^{2+} D. 剩余固体中一定含铜

基础练习:

★1、以下物质的颜色正确的是 ()

① FeSO_4 溶液: 浅绿色 ② Fe^{3+} 盐溶液: 棕黄色 ③ Fe_2O_3 : 棕红色 ④ Fe_3O_4 : 黑色

- A. ①②③④ B. ①② C. ①②③ D. ①②④

★2、以下有关物质用途的叙述错误的是 ()

- A. 明矾: 净水剂 B. 绿矾: 补血剂原料 C. 氧化铁: 红色颜料 D. 碳酸钡: 检查肠胃病

★3、下列微粒既具有氧化性, 又具有还原性的是 ()

- A、Fe B、 Fe^{2+} C、 Fe^{3+} D、 H^+

★4. 下列物质在空气中放置较长时间, 因发生氧化反应而变质的是 ()

- A. 氢氧化铁 B. 氢氧化钠 C. 氢氧化亚铁 D. 硫酸铁

★★5. 为除去 FeSO_4 溶液中的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 CuSO_4 , 最好选用 ()

- A. 烧碱溶液 B. 浓氨水 C. 镁粉 D. 铁粉

★★6. 实验室配制的氯化铁溶液经常浑浊, 为了配制澄清的氯化铁溶液, 可采取的方法是

- A. 加少量的盐酸 B. 用热水配制 C. 加入大量的水 D. 用过滤方法除去浑浊物

★★7. 在 0.1mol/L 的氯化铁溶液中, $c(\text{Fe}^{3+})$ 跟 $c(\text{Cl}^-)$ 的比值是 ()

- A. 等于 $1/3$ B. 大于 $1/3$ C. 小于 $1/3$ D. 等于 3

★★★8. 现有铁粉和铝粉均匀混合物, 取质量不同的该混合物三份, 分别加入 500mL 相同浓度的盐酸, 进行①②③组实验, 实验记录如下表:

实验序号	①	②	③
取用盐酸的体积(mL)	500	500	500
取用混合物的质量(g)	9.65	13.51	15.44
生成氢气的体积(标准状况 L)	7.28	8.96	8.96

根据以上实验数据:

(1) 判断在反应中盐酸过量的一组实验是_____组

(2) 该盐酸的物质的量浓度是_____

(3) 该混合物中铁和铝的物质的量之比是_____

拓展练习:

★★1. 在酸性溶液中除去氯化亚铁里少量的氯化铁杂质时, 可选用的试剂是: ①加入铁屑 ②加入 NaOH 溶液 ③加入铜屑 ④通入 Cl_2 ⑤加入浓盐酸 ()

- A. ① B. ②⑤ C. ①③ D. ①③④

★★★2. 已知: $2\text{Fe}+3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{FeBr}_3$, $2\text{Fe}^{3+}+2\text{I}^- \rightarrow 2\text{Fe}^{2+}+\text{I}_2$ 现将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液分别滴入到以下溶液中: ① H_2SO_4 、② HNO_3 、③ 溴水、④ 碘水, 其中能使 Fe^{2+} 转变成 Fe^{3+} 的是 ()

- A. 只有②③ B. ①②③ C. ②③④ D. 全部

★★★3. 将 Cu 片放入 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeCl}_3$ 溶液中, 反应一段时间后取出 Cu 片, 溶液中 $c(\text{Fe}^{3+}) : c(\text{Fe}^{2+}) = 2 : 3$, 则 Cu^{2+} 与 Fe^{3+} 的物质的量之比为 ()

- A. $3 : 2$ B. $3 : 5$ C. $4 : 3$ D. $3 : 4$

★★★4. Fe 和 Fe_2O_3 的混合物, 加入 200ml 5mol/L 的盐酸, 恰好完全溶解, 再向其中加入 KSCN 溶液, 未见血红色, 则所得溶液中 Fe^{2+} 的物质的量浓度为 (假设反应后溶液体积为 200ml) ()

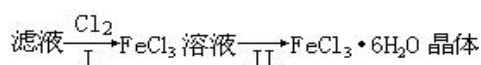
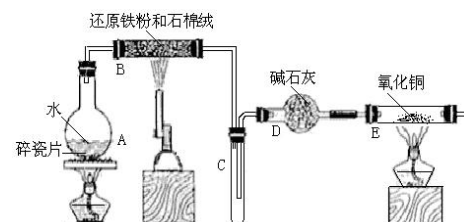
- A. 2.5mol/L B. 1mol/L C. 2mol/L D. 5mol/L

★★★5. 在由 FeCl_3 和 FeCl_2 组成的混合液中加入铁粉和铜粉，用玻璃棒搅拌使之充分反应后，若不考虑阴离子，根据下列情况回答：

- (1) 若最终余下铁粉和铜粉，则溶液中没有_____离子，只有_____离子
- (2) 若只剩余铜粉，则溶液中没有_____离子，而又_____离子，还可能有_____离子
- (3) 若铁粉和铜粉全部溶解，则溶液中一定还有_____离子，可能还有_____离子。

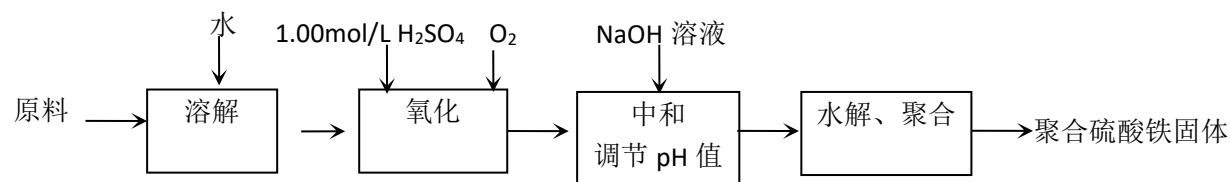
★★★★6. 某校化学小组学生利用下图所列装置进行“铁与水反应”的实验，并利用产物进一步制取 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体。（图中夹持及尾气处理装置均已略去）

- (1) 装置 B 中发生反应的化学方程式是_____。
- (2) 装置 E 中的现象是_____。
- (3) 停止反应，待 B 管冷却后，取其中的固体，加入过量稀盐酸充分反应，过滤。简述检验滤液中 Fe^{3+} 的操作方法：_____。
- (4) 该小组学生利用上述滤液制取 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体，设计流程如下：



- ① 步骤 I 中通入 Cl_2 的作用是_____。
- ② 该流程中需保持盐酸过量，从水解平衡角度分析主要原因：_____。

★★★★7. 聚合硫酸铁是一种新型高效的无机高分子絮凝剂。用硫酸亚铁晶体及硫酸为原料催化氧化法生成硫酸铁，再水解、聚合成产品。实验室模拟生产过程如下：



- (1). ①用原料配制 2.50 mol/L 的 FeSO_4 溶液时用到的定量仪器有：_____
- ②写出氧化过程中的离子方程式：_____

(2). 综合考虑实际投料硫酸亚铁与硫酸的物质的量之比为 $1/1.25$ 左右最佳。加入的硫酸比理论值稍多,但不能过多的原因是_____

(3). 硫酸铁溶液水解可以得到一系列具有净水作用的碱式硫酸铁 ($x\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SO}_3 \cdot z\text{H}_2\text{O}$), 现采用重量法测定 x 、 y 、 z 的值。

①测定时所需的试剂_____。

(a) NaOH (b) Ba(OH)₂ (c) BaCl₂ (d) FeSO₄

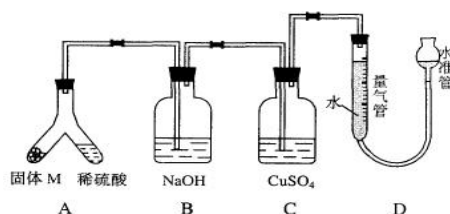
②需要测定_____和_____的质量 (填写化合物的化学式)。

(4). 选出测定过程中所需的基本操作_____ (按操作先后顺序列出)。

(a) 过滤、洗涤 (b) 蒸发、结晶 (c) 萃取、分液
(d) 冷却、称量 (e) 烘干或灼烧

★★★★★ 8、用右图装置测定 M 中各组分的含量。

固体 M 的成分为 FeS、Fe 和 S。倾斜 A 使足量稀硫酸与固体 M 充分反应, 待反应停止后, B 装置增重, C 装置中溶液无变化, 反应后进入量气管的 R 气体体积为 V mL。



(1). 检查该装置气密性的简单操作是_____。

(2). C 装置的作用是_____。

(3). 以下操作会使测得的 R 气体体积偏低的是_____ (选填编号)。

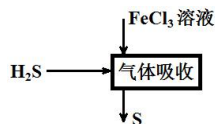
- a. 产生气体的反应放热, 未冷却至恒温即读数 c. 将水换成四氯化碳
b. 测定气体体积时水准管的水面高于量气管的水面

(4). 若操作规范, 用该装置测得的 FeS 的质量仍然偏低, 原因是_____。

H₂S 转化为硫单质的回收方案。

(5). H₂S 可被 FeCl₃ 溶液氧化为硫单质, 再用热空气将还原产物重新转化为 FeCl₃。以下是部分流程。

①请完成该流程 (用框和箭头绘制)。



②指出该回收方案的优点_____。

第七讲 铁元素及其化合物综合练习

核心知识梳理：

一、亚铁盐与铁盐

	亚铁盐（以 FeCl_2 为例）	铁盐（以 FeCl_3 为例）
颜色		
显酸性的原因		
与 Fe 的反应		
与 Cu 的反应		
与 Cl_2 的反应		
与 H_2S 的反应		
与 KI 的反应		
与 KSCN 反应		
与 NaOH 反应		

例题解析：

【例 1】把少量废铁屑溶于过量稀硫酸中，过滤，除去杂质，再加入过量的氨水，有沉淀 I 生成。过滤，在空气中加热沉淀物至质量不再发生变化，得到残渣 II。上述沉淀 I 和残渣 II 分别为（ ）

- A. $\text{Fe}(\text{OH})_3$; FeO B. $\text{Fe}(\text{OH})_2$; Fe_2O_3
C. $\text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{Fe}(\text{OH})_3$; Fe_3O_4 D. Fe_2O_3 ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$

【例 2】向 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入铁粉，充分反应后仍有固体存在，则下列判断不正确的（ ）

- A. 加入 KSCN 溶液一定不变红色 B. 溶液中一定含 Fe^{2+}
C. 溶液中一定含 Cu^{2+} D. 剩余固体中一定含铜

【例 3】将铁片加到 1L0.5mol/L FeCl_3 溶液中，当 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的浓度相等时，铁片的质量减少（ ）

- A、2.8g B、5.6g C、11.2g D、1.4g

【例 4】测知由 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 FeSO_4 组成混合物中含硫 a%，则其含铁量应为（ ）

- A. $(100-4a)\%$ B. $(100-2a)\%$ C. $(100-a)\%$ D. $(100-3a)\%$

【例 5】有 4 g 铁的氧化物，用足量的 CO 在高温下将其还原，把生成的 CO_2 全部通入足量

澄清石灰水中,得到 7.5 g 沉淀。这种铁的氧化物的化学式是 ()

- A. FeO B. Fe₂O₃ C. Fe₃O₄ D. FeO 和 Fe₂O₃

【例 6】铁及其化合物在生产、生活中存在广泛用途。

1). 右图是铁元素在元素周期表中的有关信息。

补全铁原子的核外电子排布式_____3p⁶3d⁶4s²。

“55.85”是_____。

自然界中存在的 ⁵⁴Fe 和 ⁵⁶Fe, 它们互称为_____。

26	Fe
铁	
3d ⁶ 4s ²	
55.85	

2). 将铁片放入冷浓硫酸中,片刻后将铁片移入硫酸铜溶液中,发现铁片表面无明显变化,原因是_____。

通常证明某溶液中含 Fe²⁺的化学方法是_____。

3). SO₂有强还原性,写出其与 FeCl₃ 溶液反应的离子方程式_____。

若有 0.4mol FeCl₃ 发生反应,则需要标准状况下的 SO₂_____升。

4). 发黄的深井水通常含 Fe³⁺,若向水中加入 Na₂CO₃ 溶液,则产生红褐色沉淀和无色无味的气体。请从平衡移动角度解释这一现象_____。

基础练习

★1. 下列能通过置换反应得到铁的是 ()

- A. 氢气通入硫酸亚铁溶液 B. 一氧化碳通过灼热的三氧化二铁
C. 铜与氯化亚铁常温下混合 D. 铝和四氧化三铁混合加热至高温

★2. 某金属单质 0.1mol,直接跟氯气反应,固体质量增加 10.65g,该金属单质是 ()

- A. 钠 B. 镁 C. 铁 D. 铜

★3. 某两种金属粉末的混合物 12g,投入足量的稀硫酸中,在标准状况下产生氢气 11.2L,则该混合物可能是 ()

- A. 铝和铁 B. 铝和镁 C. 铁和铜 D. 铁和镁

★★4. 能与 Fe³⁺反应,且能证明 Fe³⁺具有氧化性的试剂是 ()

- ①SCN⁻ ②Fe ③Fe²⁺ ④Cu ⑤H₂S ⑥OH⁻

- A. ①②③ B. ②④⑤ C. ①③⑥ D. ①②⑤

★★5. 下列变化必须加入还原剂才能实现的是 ()

- A. Fe—Fe₃O₄ B. C—CO₂ C. Fe₂O₃—Fe D. NaCl—HCl

★★6. 下列离子方程式正确的是 ()

- A. Fe³⁺+Fe→2Fe²⁺ B. Fe³⁺+2Fe→3Fe²⁺ C. Cu+Fe³⁺→Cu²⁺+Fe²⁺ D. Fe+2H⁺→Fe²⁺+H₂↑

★★7. 在复杂体系中,确定化学反应先后顺序有利于解决问题。已知氧化性 Fe³⁺>Cu²⁺>Fe²⁺。

若在氯化铁溶液蚀刻铜印刷电路板后所得的溶液里加入过量锌片。下列说法正确的是()

- A. Fe^{3+} 首先反应, 转化为 Fe B. 反应开始时 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增大, 然后又减小
C. Fe^{2+} 首先反应, 转化为 Fe D. 存在反应 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$

★★ 8. 一定条件下, 通过单质间化合可得到的是 ()

- A. FeCl_3 B. SO_3 C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ D. HClO

★★9. 在含有 CuCl_2 、 FeCl_3 和 NaCl 的混合溶液中, 加入过量的铁粉, 充分反应后进行过滤, 滤液中含有阳离子是_____; 在滤液中再加入过量 NaOH 溶液充分振荡, 滤液中含有的阴离子是_____。

拓展练习

★★★1. 工业上以铬铁矿(主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$)、碳酸钠、氧气和硫酸为原料生产重铬酸钠($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 其主要反应为① $4\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3 + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{CO}_2$,

② $2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$, 下列说法正确的是 ()

- A. 反应①和②均为氧化还原反应
B. 反应①的氧化剂是 O_2 , 还原剂是 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$
C. 高温下, O_2 的氧化性强于 Fe_2O_3 , 弱于 Na_2CrO_4
D. 反应①中每生成 1 mol Na_2CrO_4 时转移电子 3 mol

★★★2. 将 1.12g 铁粉加入 25mL $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氯化铁溶液中, 充分反应后, 其结果是 ()

- A. 铁有剩余, 溶液呈浅绿色, Cl^- 浓度基本不变
B. 往溶液中滴入无色 KSCN 溶液, 显黄色
C. Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的物质的量之比为 6: 1
D. 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 2: 5

★★★3. 铁粉和氧化铁粉末的混合物共 48.8 克, 加入到 500 毫升的稀硫酸中, 恰好完全反应, 得到氢气 2.24 升(标准状况)向反应后的溶液中滴入 KSCN 溶液, 搅拌均匀, 溶液未见红色。求:

- (1) 混合物中铁的质量是_____克, 氧化铁的质量是_____克
(2) 原稀硫酸的物质的量浓度是_____

★★★4. 在加热条件下, 使 140 g 铁粉与标准状况下 67.2 L 的氯气充分反应, 将所得固体混合物在适量水中完全溶解后, 无固体剩余, 再加入稀释为 2 L。

- (1) 请写出铁与氯气反应的化学方程式_____。
(2) 固体溶解在溶液中反应的离子方程式为_____。
(3) 最后所得溶液中 $c(\text{FeCl}_3) =$ _____。
(4) 需要通入标准状况下氯气_____L, 可使 2 L 溶液中只含有氯化铁一种溶质。

★★★★★5. 为测试一铁片中铁元素的含量,某课外活动小组提出下面两种方案并进行了实验(以下数据为多次平行实验测定结果的平均值):

方案一:将 ag 铁片完全溶解于过量稀硫酸中,测得生成氢气的体积为 $580mL$ (标准状况);

方案二:将 $\frac{a}{10}g$ 铁片完全溶解于过量稀硫酸中,将反应后得到的溶液用 $0.02000mol/L$ 的 $KMnO_4$ 溶液滴定,达到中点时消耗了 $25.00mL KMnO_4$ 溶液。

请回答下列问题:

(1) 配平下面的化学方程式:



(2) 根据方案一和方案二测定的结果计算,铁片中铁的质量分数依次为和_____。(铁的相对原子质量以 55.9 计)

(3) 若排除实验仪器和操作的影响因素,试对上述两种方案测定结果的相对准确性做出判断和分析。

①方案一:(填“准确”、“不准确”或“不一定准确”),理由

是:_____。

②方案二:(填“准确”、“不准确”或“不一定准确”),理由

是:_____。

★★★★★6. 某小组同学设计并进行了一系列 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的相关实验。

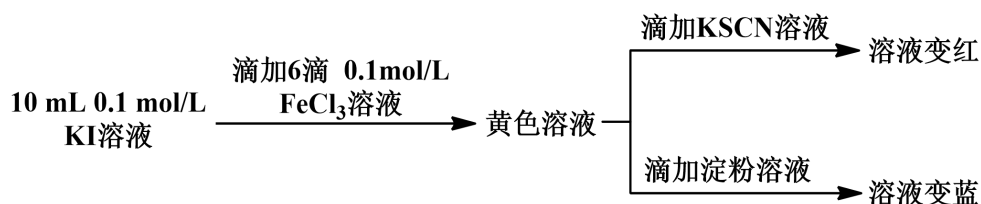
【实验 I】配制 $FeCl_2$ 溶液

取部分变质的氯化亚铁固体[含有难溶性杂质 $Fe(OH)_2Cl$],向其中加入稀盐酸,使其完全溶解,再加入稍过量的铁粉。

【实验 II】 Fe^{2+} 与 H_2O_2 的反应



【实验 III】 Fe^{3+} 与 I^- 的反应



回答下列问题:

(1) 写出实验 I 中 $Fe(OH)_2Cl$ 与盐酸反应的离子方程式_____。

加入稍过量 Fe 粉的作用是_____。

(2) 请用离子方程式解释实验 II 中滴加少量 H_2O_2 后溶液变红的原因。

(3) 综合分析实验 III 的现象,推测黄色溶液中含有的溶质微粒有 K^+ 、 Cl^- 和_____。

据此该小组同学提出, Fe^{3+} 与 I^- 反应写成 $2Fe^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{2+} + I_2$ 是不符合实际情况的,正确的书写方式应为:_____。

(4) 某同学取 2 mL 黄色溶液用 6 mL CCl_4 分三次洗涤后，再往水层中滴加 KSCN 溶液，发现溶液未变红。洗涤时所用的主要玻璃仪器是_____。
请解释为何最终溶液不变红的原因。

(已知 Fe^{3+} 用 KSCN 检验时最低显色浓度为 $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$)

第九讲 铝

核心知识梳理：

一、铝的存在及冶炼：

铝在地壳含量(7.7%)仅次于____和____，是地壳中含量最多的金属元素。

铝以____态存在，广泛分布在岩石、泥土和动植物体内，含铝矿物有长石、铝土矿 Al_2O_3 、明矾石 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 等。冶炼：_____
(化学方程式)

二、物理性质及用途：

铝是____的____金属(密度： 2.7g/cm^3)；熔点 660.4°C ，沸点 2467°C ；硬度____。

铝和铝合金用途广泛：制反射镜、电缆、炊具或热交换器材料、 0.01mm 铝箔、“银粉”涂料等

常见铝合金（硬、轻）：硬铝（铝、镁、铜等），用于飞机、火箭等制造业。

三、铝原子的结构示意图：

四、化学性质：

1. 与非金属反应：

(1) 与氯气反应：_____

现象：反应剧烈，火星四溅，放出大量热

(2) 与氧气反应：_____

常温下铝在空气中很快被氧化形成_____，抗腐蚀能力强。

【毛刷反应】去掉氧化膜后的铝插入硝酸汞中，稍后取出，用滤纸将表面吸干，放在干燥滤纸上，置于空气中，可以看到_____

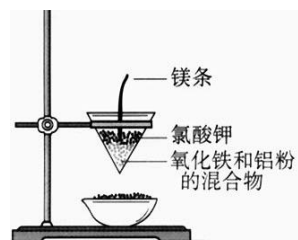
(1) 铝条插入硝酸汞中：_____，常温下在铝的表面形成了铝-汞合金，俗称铝汞齐。

(2) 在空气中放置长出白毛：_____。

【讨论 1】铝很活泼，为什么通常不易被腐蚀？_____

【讨论 2】为什么不能用金属刷擦洗铝锅里的污垢？_____

2. 铝热反应：



铝热剂：铝粉和氧化铁的混合物

化学方程式：_____

实验现象：_____

铝与 Fe_2O_3 ， V_2O_5 ， Cr_2O_3 ， MnO_2 等混合都能发生铝热反应

应用：焊接铁轨、冶炼难熔的金属(Fe 、 V 、 Cr 、 Mn 等)



铝热法

铝与 MnO_2 反应：_____

3. 与酸反应：

(1) 与非氧化性酸反应的离子方程式：_____ 钝化：常温下，

(2) 与氧化性酸反应：

① 常温时，_____、_____使铝钝化；

② 与稀硝酸反应的离子方程式：_____

4. 与热水反应：

化学方程式：_____

5. 与强碱反应：

化学方程式：_____

反应本质：(1)

(2)

标出电子转移方向和数目：_____

本反应的氧化剂是_____。

例题解析：

【例 1】某无色透明的溶液中，放入铝后产生大量氢气，下列可以大量存在的是 ()

- A Na^+ B Fe^{3+} C HCO_3^- D MnO_4^-

【例 2】铝在空气中能够稳定存在的原因是 ()

- A. 铝的活泼性差 B. 铝的还原性差 C. 铝与氧气不反应 D. 铝表面有氧化膜

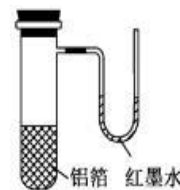
【例 3】为了除去铁粉中的少量铝粉，可以选取下列哪种溶液 ()

- A. 浓盐酸 B. 浓硝酸 C. 浓硫酸 D. 浓氢氧化钠溶液

【例 4】在铝和 NaOH 溶液的反应中，作为还原剂的是 ()

- A. 水 B. 铝 C. 氢氧化钠 D. 氢氧化钠和水

【例 5】用一张已除去表面氧化膜的铝箔紧紧包裹在试管外壁（如右图），将试管浸入硝酸汞溶液中，片刻取出，然后置于空气中，不久铝箔表面生出“白毛”，红墨水柱右端上升，根据实验现象判断下列说法错误的是（ ）



- A. 实验中发生的反应都是氧化还原反应
B. 铝是一种较活泼的金属
C. 铝与氧气反应放出大量的热量
D. 铝片上生成的白毛是氧化铝和氧化汞的混合物

基础练习：

- ★1. Na、Al、Fe 都是重要的金属元素。下列说法正确的是
A. 氧化物都是碱性氧化物 B. 氢氧化物都是白色固体
C. 单质都可以与水反应 D. 单质在空气中都形成致密氧化膜
- ★2. 下列反应中调节反应物用量或浓度不会改变反应产物的是（ ）
A. 铜粉加入硝酸中 B. 溴化亚铁溶液中通氯气
C. AlCl_3 溶液中滴入 NaOH 溶液 D. 铁粉在硫蒸气中燃烧
- ★3. 某无色溶液能与铝作用生成氢气，则溶液中可能大量共存的离子组是（ ）
A. H^+ 、 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} B. Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Cu^{2+} 、 Mg^{2+}
C. NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Na^+ D. NO_3^- 、 HCO_3^- 、 Ba^{2+} 、 Cl^-
- ★4. 下列各项应用涉及的化学原理完全相同的是
A. 用氯化铁或液氯处理废水 B. 用铁槽车或铝槽车运输浓硫酸
C. 用二氧化硫或氯气漂白织物 D. 用亚硫酸钠或氨水处理二氧化硫尾气
- ★5. 下列关于铝热剂的说法中错误的是（ ）
A. 铝热剂不主要是指铝和氧化铁的混合物 B. 铝氧化后，生成熔点很低的氧化铝
C. 铝还原性强，且反应中放出大量的热 D. 铝热剂常用于冶炼高熔点金属和焊接钢轨
- ★6. 称取甲、乙两份等质量的铝粉，分别与足量的盐酸及浓苛性钠溶液反应，放出气体在同温、同压下的体积之比为（ ）
A. 1:2 B. 1:3 C. 3:2 D. 1:1
- ★★7. 足量的铝粉，分别与等物质的量浓度、等体积的 HCl 溶液和 NaOH 溶液反应产生的 H_2 ，在同温、同压下的体积比是（ ）
A. 1:1 B. 1:3 C. 2:3 D. 1:2
- ★★8. 近年来，科技人员研究得到一种新型材料——泡沫铝。它是把发泡剂加到熔融或固体粉末的铝合金中而制成的，其优点是硬度高，密度小（约 $0.16 \text{ 克/厘米}^3 \sim 0.5 \text{ 克/厘米}^3$ ），比木材还轻，可浮于水面，又有很大的刚性，且隔音、保温，是一种良好的

建筑材料和轻质材料，可大批量投放市场。

(1) 铝制成铝箔作食品包装，是利用它的()。

A. 金属光泽 B. 延展性 C. 导电性 D. 导热性

(2) 铝在空气中会被氧化生成一层致密的氧化膜(氧化物)而对铝起保护作用，但这层氧化膜(氧化物)遇到强酸或强碱都会溶解，且酸、碱均与铝制品发生反应，故不能用铝制品盛放酸性、碱性食品。

①写出铝与盐酸、NaOH 溶液反应的化学方程式：_____，
_____。

②等质量的 Al 分别加入 0.3 L 1 mol / L 的盐酸和 NaOH 溶液中，生成氢气的体积比为 1 : 2，则加入 Al 的质量为_____。

A. 2.7 g B. 5.4 g C. 8.1 g D. 10 g

★★★9. 为测定某种铝镁混合物的组成，进行甲、乙、丙三组实验，三组实验都取用相同浓度的盐酸 30mL，加入不同质量的同种镁铝混合物，产生的气体为标准状态下的体积。有关数据如下表：

实验序号	甲	乙	丙
美铝混合物的质量(mg)	255	385	459
生成气体的体积(mL)	280	336	336

(1) 甲组实验中，盐酸(填“过量”、“适量”或“不足”)，选择组计算盐酸的浓度为。

(2) 选择组数据，求该镁铝混合物中镁铝的物质的量之比为。

拓展练习：

★★1. 一定量且相同质量的铝粉，分别与等物质的量浓度、等体积的 HCl 溶液和 NaOH 溶液反应，下列情况不可能出现的是()

A. 铝在两种溶液中反应均不足 B. 铝在两种溶液中反应时均过量
C. 铝在 HCl 中反应时过量，在与 NaOH 溶液反应时铝不足
D. 铝在 HCl 中反应时不足，在与 NaOH 溶液反应时铝过量

★★2. 等质量的钠、镁、铝分别与等了稀硫酸反应，金属均过量，生成的氢气是()

A. 钠最多 B. 镁最多 C. 铝最多 D. 一样多

★★3. 下列各组金属混合物的质量相同，它们分别与足量盐酸反应，在相同状况下产生的氢气体积也相同，则其中含铝的质量最少的是()

A. 铁和铝 B. 锌和铝 C. 镁和铝 D. 铜和铝

★★★4. 镁、铝两种金属分别与同体积、同浓度的稀硫酸反应，同温同压下生成 H_2 的体积相同，则金属镁、铝两种金属之间的量的关系一定正确的是()

A. 两反应中，转移的电子数目相等 B. 溶解的镁和铝的质量比是 4 : 3
C. 溶解的镁和铝的物质的量相等 D. 加入的两种金属的质量不相等

★★★5. 等量的钠进行下列实验，生成氢气最多的是()

A. 钠投入水中 B. 钠投入稀硫酸中

C.钠投入稀盐酸中

D.钠用铝箔包好并刺些小孔，再放入水中

★★★★6. 某化学兴趣小组用回收的镁铝合金制取氢气。现有 10.8 g 镁铝合金，下列说法正确的是 ()

- A. 常温下与足量 18mol/L H_2SO_4 溶液反应，最多可放出 0.6 mol H_2
- B. 常温下与足量 2mol/L HNO_3 溶液反应，最少可放出 0.45 mol H_2
- C. 常温下与足量 2 mol/L H_2SO_4 溶液反应，放出 H_2 的物质的量在 0.45 mol-0.6 mol 之间
- D. 常温下与足量 2mol/L NaOH 溶液反应，放出 H_2 的物质的量在 0.45 mol-0.6 mol 之间

★★★★7. 将 a mol 钠和 a mol 铝一同投入 m g 足量的水中，所得溶液的密度为 dg/cm^3 该溶液的质量分数为 ()

- A. $\frac{82a}{46a + m} \%$
- B. $\frac{8200a}{46a + 2m} \%$
- C. $\frac{8200a}{46a + m} \%$
- D. $\frac{8200a}{69a + m} \%$

第十讲 氧化铝

核心知识梳理：

一、物理性质：

(1) Al_2O_3 是_____色难熔物质，_____溶于水，熔点 2054°C ，沸点 2980°C ，可用作_____。

(2) 天然氧化铝晶体，俗称_____，硬度很大，仅次于金刚石和碳化硅，用于制造机械轴承、砂轮等。

红宝石：刚玉中含微量氧化铬；蓝宝石：含铁、钛氧化物

二、化学性质：

1.两性：

氧化铝与盐酸反应的离子方程式：_____

氧化铝和氢氧化钠溶液的离子方程式：_____

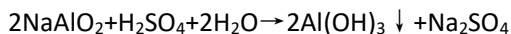
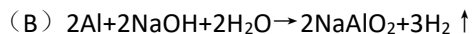
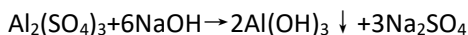
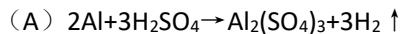
2.制备：_____

例 1. 高温熔化烧碱时，可用作熔融烧碱的坩埚的物质材料是（ ）

A.铁 B.陶瓷 C.氧化铝 D.玻璃

例 2.怎样将氧化铁中的氧化铝除去？怎样将二者分离？

例 3.今用铝、稀硫酸和氢氧化钠溶液为原料，在实验室制备一定量的氢氧化铝。可分别采用如下化学方程式所表示的两种方法：



(1) 上述哪一种方法比较节约试剂？

(2) 原料相同，请设计一种更为节约试剂的方法（以方程式表示，并说明其可以节约试剂

的根据。)

基础练习:

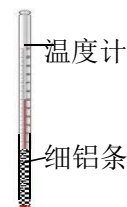
- ★1. 下列操作不能在氧化铝坩埚中进行的是 ()
- A. 加热分解 NH_4HCO_3 B. 熔化 K_2O
C. 熔化烧碱 D. 加热 NaCl
- ★2. 除去 MgO 中的 Al_2O_3 可选用的试剂是 ()
- A. NaOH 溶液 B. 硝酸 C. 浓硫酸 D. 稀盐酸
- ★3. 下列溶液不能溶解新制的氢氧化铝的是 ()
- A. 氨水 B. 氢氧化钾溶液 C. 硝酸 D. 硫酸
- ★4. 下列离子在酸性溶液中能大量存在的是 ()
- A. 亚硫酸根离子 B. 偏铝酸根 C. 铝离子 D. 硫离子
- ★★5. 某溶液中加入过量的氢氧化钠溶液或过量的氨水均能生成白色沉淀, 该溶液中所含的阳离子可能是 ()
- A. Na^+ B. Mg^{2+} C. Al^{3+} D. Fe^{3+}
- ★★6. 用于治疗胃酸过多的药物中常常含有的是 ()
- ①氢氧化钠; ②氢氧化铝; ③小苏打; ④氯化钠
- A. ①② B. ②③ C. ③④ D. ②④
- ★★7. 用下列一种试剂就可以将氯化钠、硝酸镁、氯化铝、硫酸铵四种溶液鉴别出来的 ()
- A. 硝酸银溶液 B. 苛性钠溶液 C. 紫色石蕊试液 D. 盐酸
- ★★8. 除去氯化铝中的氯化铁, 选用的试剂和加入试剂的顺序正确的是 ()
- A. NaOH 、 H_2SO_4 、 HCl B. NH_3 、 H_2O 、 HCl
C. NaOH 、 CO_2 、 HCl D. NH_3 、 CO_2 、 HCl

拓展练习:

- ★★★1. 下列各组混合物, 使用氢氧化钠溶液和盐酸两种试剂不能分离的是 ()
- A. 氧化镁中混有氧化铝 B. 氯化铝溶液中混有氯化铁
C. 氧化铁中混有二氧化硅 D. 氯化亚铁溶液中混有氯化铜

- ★★★2. 用除去表面氧化膜的细铝条紧紧缠绕在温度计上 (如图), 将少许硝酸汞溶液滴到铝条表面, 置于空气中, 很快铝条表面产生“白毛”, 且温度明显上升。下列分析错误的是 ()

- A. Al 和 O_2 化合放出热量 B. 硝酸汞是催化剂
C. 涉及了: $2\text{Al} + 3\text{Hg}^{2+} \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Hg}$ D. “白毛”是氧化铝



- ★★★3. 已知 $\text{NaOH} + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 。向集满 CO_2 的铝制易拉罐中加入过量 NaOH 浓溶液, 立即封闭罐口, 易拉罐渐渐凹瘪; 再过一段时间, 罐壁又重新凸起。上述实验过程中没有发生的离子反应是 ()
- A. $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ B. $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
C. $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2\uparrow$ D. $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

★★★4、用铝热法还原下列化合物，制得金属各 1mol，需消耗铝最少的是 ()

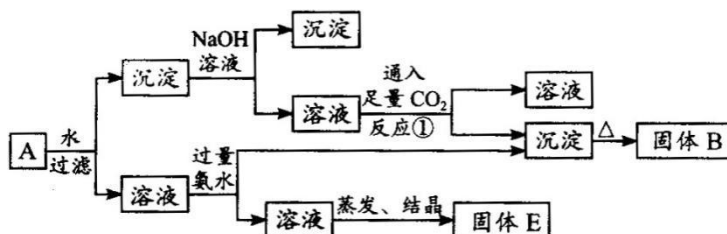
- A. MnO_2 B. WO_3 C. Co_3O_4 D. Cr_2O_3

★★★★5、2007 年 7 月 2 日,美、德两国成功合成出具有化学特性的氢铝化合物 $(\text{AlH}_3)_n$ 。

最简单的氢铝化合物是 Al_2H_6 ，它的熔点为 150°C ，燃烧热极高。下列关于氢铝化合物的推测不正确的是

- A. 氢铝化合物与水反应生成氢氧化铝和氢气
- B. 氢铝化合物中铝显+3 价, H 显-1 价
- C. 氢铝化合物中不可能存在 $\text{Al}_n\text{H}_{2n+2}$ (n 为正整数)
- D. 氢铝化合物具有强还原性

★★★★6、某混合物 A 含有明矾、 Al_2O_3 、 CuO ，在一定条件下可实现如下图所示的物质之间的转化：



据此判断：

- (1) 固体 B 所含物质的化学式为_____。
- (2) 固体 E 所含物质的化学式为_____。
- (3) 反应①的离子方程式为_____。

第十一讲 氢氧化铝和铝盐

核心知识梳理：

一、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ：

1. 物理性质：

$\text{Al}(\text{OH})_3$ 是_____溶于水的_____色胶状物质，能凝聚水中的悬浮物（明矾可以做_____剂）

2. 化学性质：

（1）两性：

氢氧化铝与盐酸反应的离子方程式：_____

氢氧化铝和氢氧化钠溶液的离子方程式：_____

从电离角度解释两性的原因：_____

思考：（1）向氯化铝溶液中逐滴滴加氢氧化钠溶液，实验现象是_____

（2）向硫酸铝溶液中逐滴滴加氨水溶液，实验现象是_____

（3）受热易分解：_____

3. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 实验室制备：_____

4. 用途：胃舒平、净水剂等

例 1. 下列关于 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的性质叙述中错误的是（ ）

- A. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 既能进行酸式电离是酸，又能进行碱式电离是碱
- B. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是难溶于水的白色胶状（或絮状）物质，是弱电解质
- C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶状物表面积大，能吸附水中悬浮物，起净水作用
- D. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 既溶于 NaOH 溶液、氨水，又能溶于盐酸、氢硫酸、碳酸

例 2. 下列离子方程式中，书写正确的是（ ）

A. 铝溶解在 NaOH 溶液中： $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

B.氨水滴入氯化铝溶液中: $Al^{3+} + 3OH^{-} \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$

C. MgO 溶于稀盐酸: $MgO + H^{+} \rightarrow Mg^{2+} + H_2O$

D.氢氧化铝溶于稀硫酸: $OH^{-} + H^{+} \rightarrow H_2O$

二、铝盐:

1.复盐: 由两种不同的_____离子和一种_____离子组成的盐。**复盐是纯净物**。如:

2.水解呈酸性: _____

3.与碱反应:

氯化铝溶液中滴加少量氢氧化钠溶液: _____

氯化铝溶液中滴加过量氢氧化钠溶液: _____

氯化铝溶液中滴加氨水: _____

4.双水解: (1) 泡沫灭火器的原理: _____

(2) 铝盐与偏铝酸盐: _____

例 3. 将 $0.2mol/L$ 的 $AlCl_3$ 溶液跟 $0.2mol/L$ 的 $NaOH$ 溶液等体积混合, 混合后溶液中不可能大量存在的离子是 ()

A. Al^{3+}

B. AlO_2^{-}

C. Cl^{-}

D. Na^{+}

三、偏铝酸盐:

偏铝酸钠溶液中滴加少量盐酸: _____

偏铝酸钠溶液中滴加过量盐酸: _____

偏铝酸钠溶液中通入少量二氧化碳反应: _____

偏铝酸钠溶液中通入过量二氧化碳反应: _____

例 4. 下列操作中, 适宜在实验室用来制备氢氧化铝的较好的方法是 ()

A.将氧化铝放入水中加热

B.将氢氧化钠滴入氯化铝溶液中

C.将足量氨水滴入氯化铝溶液中

D.将稀盐酸滴入偏铝酸钠溶液中

例 5. 有 $100mL 3mol/L$ 氢氧化钠溶液和 $100mL 1mol/L$ 氯化铝溶液, 按如下两种方式进行实验: (1) 将氢氧化钠溶液逐滴加入到氯化铝溶液中; (2) 将氯化铝溶液逐滴加入到氢氧化钠溶液中。比较两次实验的结果是 ()

A.现象相同, 最终沉淀质量相等

B.现象不同, 最终沉淀质量不相等

C.现象相同,最终沉淀质量不相等

D.现象不同,最终沉淀质量相等

例 6. 按下列操作得到的物质正确的是 ()

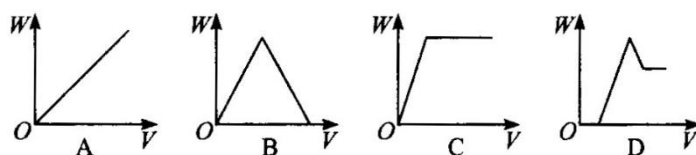
A. 铝粉与足量的盐酸完全反应,将溶液蒸干可得到纯净的 AlCl_3

B. 向 NaAlO_2 溶液中加入 AlCl_3 溶液,将沉淀过滤洗涤,加热灼烧可得到纯 $\text{Al}(\text{OH})_3$

C. 向只含 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 离子的溶液中加入过量 NaOH 溶液,将沉淀过滤洗涤,加热灼烧可得到 MgO

D. 将 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液蒸干可得到固体 Al_2O_3

例 7. 在 AlCl_3 溶液中逐滴加入过量的氨水至溶液呈碱性,下列图中,能表示该反应产生的沉淀质量 W 与加入氨水的体积 V 关系正确的是 ()



基础练习:

★1. 要使溶液里的 Al^{3+} 全部沉淀下来,应选用 ()

A. 氢氧化钠溶液

B. 稀硫酸

C. 氨水

D. 氢氧化铜

★★2. 同量的镁铝合金粉末分别加入足量的下列溶液中,产生氢气最多的是 ()

A. 98%浓硫酸

B. 1 mol/L NaOH 溶液

C. 0.3 mol/L 的盐酸

D. 1 mol/L 的 HNO_3

★★3. 2.3g 金属钠投入 100mL 2 mol/L 的氯化铝溶液中,得到的含铝产物是 ()

A. 铝

B. 氧化铝

C. 氢氧化铝

D. 偏铝酸钠

★★4. 将表面已完全钝化的铝条,插入下列溶液中,不会发生反应的是 ()

A. 稀硝酸

B. 稀盐酸

C. 硝酸铜

D. 氢氧化钠

★★★5. 15g 金属混合粉末投入足量的稀硫酸中,产生 11.2L 氢气(标准状态下),则此金属混合物的组成可能是 ()

A. Zn、Fe

B. Zn、Cu

C. Mg、Fe

D. Mg、Al

★★★6. 在加入铝粉能产生氢气的溶液中,下列各组离子可能大量共存的是 ()

A. Fe^{2+} 、 K^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

B. Na^+ 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-

C. Na^+ 、 Mg^{2+} 、 AlO_2^- 、 CO_3^{2-}

D. NH_4^+ 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+

★★★7. 下列能将硫化钠、硝酸钡、氯化铝、偏铝酸钠、碳酸氢钠五种无色透明溶液区别出来的一种试剂是 ()

A. 硫酸

B. 盐酸

C. 氨水

D. 氢氧化钠

★★★8. 欲测定某铁铝合金中铁的含量,将样品溶于盐酸,然后加入足量的烧碱溶液,

待沉淀全部转化为红褐色时，过滤，将沉淀灼烧，最后得到红棕色粉末，经称量恰好跟原来合金的质量相等，则合金中铁的质量分数为（ ）

- A. 70% B. 52.4% C. 47.6% D. 30%

★★★9. 现有 200mL MgCl_2 、 AlCl_3 的混合液，其中 $C(\text{Mg}^{2+})=0.2\text{mol/L}$ ， $C(\text{Cl}^-)=1.3\text{mol/L}$ 。要使 Mg^{2+} 转化成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，并使 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 分离开来，至少需要 0.4mol/L 的 NaOH 溶液的体积（ ）

- A. 140mL B. 120mL C. 100mL D. 80mL

★★★10 A 是一种无色透明的晶体，进行如下实验。

- ①取少量 A 晶体做焰色反应实验，透过蓝色钴玻璃观察，火焰呈紫色。
- ②取少量 A 晶体溶于水可以得到无色的溶液，该溶液使石蕊变红。
- ③取少量 A 的溶液加过量氨水，有白色沉淀 B 生成。
- ④过滤除去③中的 B 后，在滤液中滴加氯化钡溶液，有白色沉淀 C 生成，C 不溶于稀硝酸。
- ⑤取少量 B 滴加氢氧化钠溶液，得无色溶液 D。
- ⑥取少量 B 滴加盐酸，得无色溶液 E。
- ⑦将 47.4 g A 晶体在 120°C 下加热脱水，剩余物的质量为 25.8 g。

根据上述实验和结果确定 A、B、C、D、E，写出它们的化学式。

A _____； B _____； C _____； D _____； E _____。

★★★11. 已知有关物质的熔沸点数据如下表：

	MgO	Al_2O_3	MgCl_2	AlCl_3
熔点 ($^\circ\text{C}$)	2852	2045	714	190($2.5 \times 10^5 \text{Pa}$)
沸点 ($^\circ\text{C}$)	3600	2980	1412	177.8

请参考上述数据回答问题：

(1) 工业上常用电解熔融 MgCl_2 的方法生产金属镁；用电解 Al_2O_3 与冰晶石熔融混合物的方法生产铝。不用电解 MgO 的方法生产镁的原因是：_____；不用电解 AlCl_3 的方法生产铝的原因是：_____。

(2) 请设计可靠的实验证明 MgCl_2 、 AlCl_3 所属化合物的类型，其实验方法是_____。

(3) AlCl_3 具有以下_____性质（请填序号）

- ①液化 ②挥发 ③升华

拓展训练：

★★★1. 在 0.1mol/L 硫酸铝溶液 100mL 中，滴入 0.5mol/L 氢氧化钠溶液，若要得到

1.17g 沉淀，则需要消耗氢氧化钠溶液的体积是 ()

- A. 50mL B. 90mL C. 100mL D. 130mL

★★★2. 向含有 1mol 硫酸铝钾 $[KAl(SO_4)_2]$ 的溶液中加入适量氢氧化钡溶液，使 SO_4^{2-} 恰好完全转化为沉淀，此时生成 $Al(OH)_3$ 的物质的量是 ()

- A. 1.33mol B. 1mol C. 0.335mol D. 0mol

★★★3. 含有 amol 氯化铝的溶液中加入 b mol 氢氧化钠，生成沉淀的物质的量不可能的是 ()

- A. $\frac{a}{3}$ mol B. amol C. b mol D. $\frac{b}{3}$ mol

★★★4. 下列各组溶液，只用胶头滴管和试管，不用任何其他试剂就可以鉴别的是 ()

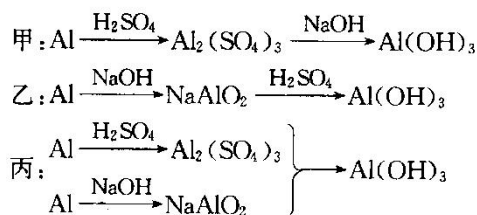
① KOH 和 $Al_2(SO_4)_3$ ；② $MgCl_2$ 和 NaOH；③ HCl 和 $NaAlO_2$ ；

- A. ①②③ B. ①③ C. ①② D. ②

★★★5. 用稀 H_2SO_4 、NaOH 溶液和金属铝为原料，制取 $Al(OH)_3$ ，甲、乙、丙三个学生的制备途径分别如右图，若要得到等量的 $Al(OH)_3$ ，则

()

- A. 三者消耗原料相同
B. 甲消耗的原料最少
C. 乙消耗的原料最少
D. 丙消耗的原料最少



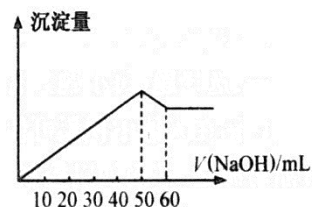
★★★6. 将 3.9g 镁铝合金，投入到 500mL $2mol \cdot L^{-1}$ 的盐酸中，金属完全溶解，再加入 4mol/L 的 NaOH 溶液，若要生成的沉淀最多，加入的这种 NaOH 溶液的体积是 ()

- A. 125mL B. 200mL C. 250mL D. 560mL

★★★7. 在 $Al_2(SO_4)_3$ 和 $MgSO_4$ 的混合溶液中，滴加 NaOH 溶液，生成沉淀的量与滴入 NaOH 溶液的体积关系如下图所示，则原混合液中 $Al_2(SO_4)_3$ 与 $MgSO_4$ 的物质的量浓度之比为

()

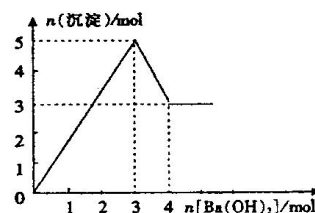
- A. 6 : 1 B. 3 : 1 C. 2 : 1 D. 1 : 2



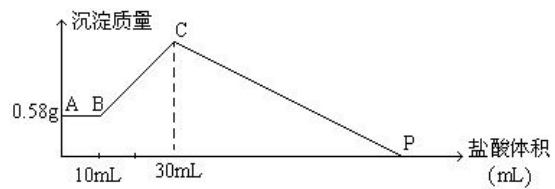
★★★★8. 右图表示在某溶液中滴加 $Ba(OH)_2$ 溶液时，沉淀的物质的量随 $Ba(OH)_2$ 的物质的量的变化关系。该溶液的成分可能是

()

- A. $MgSO_4$ B. $KAl(SO_4)_2$
C. $Al_2(SO_4)_3$ D. $NaAlO_2$



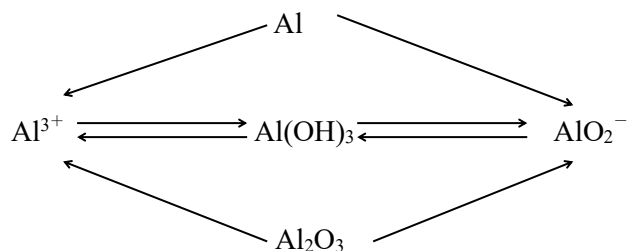
★★★★9、把由 NaOH 、 AlCl_3 、 MgCl_2 三种固体组成的混合物溶于足量水中，有 0.58 克白色沉淀，在所得的浊液中逐渐加入 0.5mol/L 盐酸，加入盐酸的体积与生成沉淀的质量关系如下图所示



- 求：①混合物中 NaOH 质量多少克？
 ②混合物中 AlCl_3 的物质的量
 ③混合物中 MgCl_2 的物质的量
 ④P 点所示的盐酸体积为多少毫升

第十二讲 铝的相关实验

知识回顾:



核心知识梳理:

一、与量有关的计算:

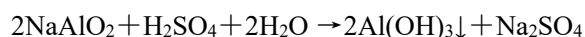
【例 1】含有 $a \text{ mol}$ 氯化铝溶液中加入 $b \text{ mol}$ 氢氧化钠，生成的沉淀的物质的量不可能是 ()

- A. $a \text{ mol}$ B. $b \text{ mol}$ C. $a/3 \text{ mol}$ D. $b/3 \text{ mol}$

【例 2】用铝、稀硫酸和氢氧化钠为原料，制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。可采用如下方法:

方法一: $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\uparrow$; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} \rightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$

方法二: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\uparrow$;

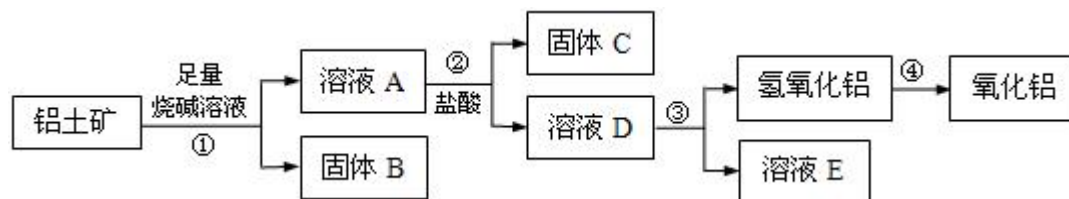


- (1) 上述哪一种方法比较节约试剂?
(2) 原料相同，设计一种更为节约试剂的方法。

二、从铝土矿中提取铝:

铝土矿(主要成分为 Al_2O_3)中杂质为 Fe_2O_3 和 SiO_2

(提示: SiO_2 不溶于强酸, 但溶于强碱 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)



请设计实验步骤: 铝土矿 $\longrightarrow$

实验现象: _____

OA 发生的离子反应为: _____

AB 发生的离子反应为: _____

A 点的意义: _____

A 点溶液中的离子有 _____

【例 1】在 100mL 1mol/L 的 AlCl_3 溶液中, 滴加 NaOH 溶液。

完全沉淀时, $n\text{NaOH} =$ _____ mol; 沉淀恰好消失时, $n\text{NaOH} =$ _____ mol。

【例 2】在 100mL 1mol/L 的 AlCl_3 溶液中, 滴加 2 mol/L NaOH 溶液

完全沉淀时, $V\text{NaOH} =$ _____ mL ; 沉淀恰好消失时, $V\text{NaOH} =$ _____ mL。

【例 3】在 AlCl_3 溶液中, 滴加 2 mol/L NaOH 溶液, 完全沉淀时用去 NaOH 30mL, 沉淀恰好消失时, 用去 NaOH 40mL, 则 $n\text{Al}(\text{OH})_3 =$ _____ mol; $n\text{AlCl}_3 =$ _____ mol。

四、在 100mL 1mol/L 的偏铝酸钠溶液中, 滴加盐酸直至过量。

实验现象: _____

OA 发生的离子反应为: _____

AB 发生的离子反应为: _____

A 点的意义: _____

基础练习:

★1. 下列关于金属铝的叙述中, 说法不正确的是 ()

- A. Al 是地壳中含量最多的金属元素
- B. Al 是比较活泼的金属, 在化学反应中容易失去电子, 表现还原性
- C. Al 箔在空气中受热可以熔化, 且发生剧烈燃烧
- D. Al 箔在空气中受热可以熔化, 由于氧化膜的存在, 熔化的 Al 并不滴落

★2. 常温下不能与铝反应的物质是 ()

- A. 氧化铁
- B. 烧碱溶液
- C. 硫酸铜溶液
- D. 稀盐酸

★3. 200mL 混合溶液中氯化镁溶液的浓度为 2 mol/L, 氯化铝的浓度为 3 mol/L, 要使其其中 Mg^{2+} 转化为氢氧化镁沉淀分离析出, 至少需要 1.6mol/L 的 NaOH 的体积是 ()

- A. 3.2 L
- B. 2L
- C. 1.5L
- D. 1.8L

★4. 下列物质中, 不属于合金的是 ()

- A. 硬铝
- B. 黄铜
- C. 钢铁
- D. 金箔

★5. 铝在人体中积累可使人慢性中毒，世界卫生组织将铝确定为食品污染源之一而加以控制。铝在下列使用场合中，必须加以控制的是（ ）

- A. 制造炊具 B. 制防锈油漆 C. 制电线 D. 炼铝厂制造铝锭

★6. 下列物质中可用于治疗胃酸过多的是（ ）

- A. 碳酸钠 B. 氢氧化铝 C. 氧化钙 D. 碳酸钡

★★7. 在铝和 NaOH 溶液的反应中，作为还原剂的是（ ）

- A. 水 B. 铝 C. 氢氧化钠 D. 氢氧化钠和水

★★8. 既能跟盐酸反应，又能跟氢氧化钠溶液反应的氧化物是（ ）

- A. Al B. MgO C. NaHCO₃ D. Al₂O₃

★★9. 下列物质中既能跟稀 H₂SO₄ 反应，又能跟氢氧化钠溶液反应的是（ ）

- ①NaHCO₃ ②Al₂O₃ ③Al(OH)₃ ④Al

- A. ③④ B. ②③④ C. ①③④ D. 全部

★★10. 镁铝合金投入盐酸中，待完全溶解后，再加入过量氢氧化钠溶液，得到的沉淀是（ ）

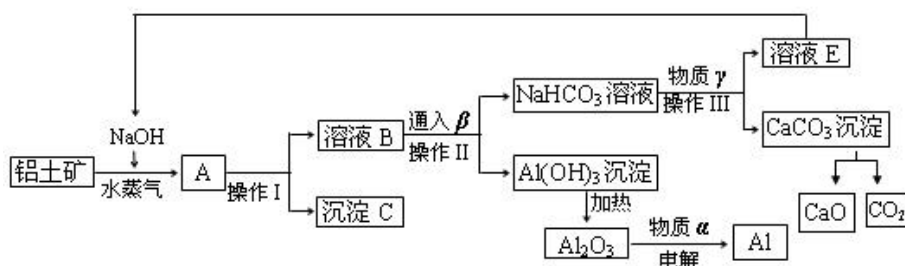
- A. Mg(OH)₂ B. Al(OH)₃ C. NaAlO₂ D. MgO

拓展练习：

★★★1、铝及其化合物在日常生活、工业上有广泛的应用。

- 1) 铝原子结构示意图为_____，铝离子电子式为_____。
- 2) 铝能溶解在氢氧化钠溶液中，请写出反应的化学方程式并在方程式上标出电子转移方向和数目_____。
- 3) 若向 AlCl₃ 溶液中逐滴加入氢氧化钠溶液，先生成沉淀，然后沉淀逐渐消失。用电离平衡移动原理解释沉淀消失的原因_____。
- 4) 以 NaAlO₂ 溶液、AlCl₃ 溶液、氨水溶液、CO₂ 气体为原料，选择合适试剂，书写实验室制备 Al(OH)₃ 的离子方程式：（任意两条途径）
_____、_____。

★★★2、工业上用铝土矿（含氧化铝、氧化铁）制取金属铝的生产过程如下框图



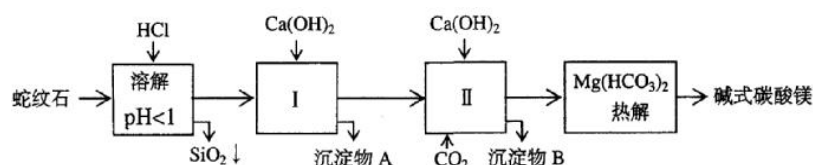
请回答下列问题：

- 1) 写出铝土矿与氢氧化钠溶液反应的离子方程式_____。
- 2) 沉淀 C 的化学式为_____，该物质除了用于金属冶炼以外，还可用作_____。
电解熔融的氧化铝时，物质 α 是_____，其作用是_____。
- 3) 生产过程中，可以循环使用的物质有四种，除 NaOH、H₂O 以外，另外两种物质是_____、_____。

_____ (填化学式)。用此法制取铝的副产品是_____ (填化学式)。

4) 某制铝工厂已经投产使用, 若工厂每月生产中参加反应的 NaOH 为 20 吨, 生产过程中损失的 NaOH 为 0.1 吨, 则该工厂每月要购买的 NaOH 为_____ 吨。

★★★★3、蛇纹石矿可看作由 MgO、Fe₂O₃、Al₂O₃、SiO₂ 组成。由蛇纹石制取碱式碳酸镁的实验步骤如下



(1) 蛇纹石矿加盐酸溶解后, 溶液里除了 Mg²⁺ 外, 还含有的金属离子是_____

(2) 进行 I 操作时, 控制溶液 pH=7-8 (有关氢氧化物沉淀的 pH 见右表)

氢氧化物	Fe(OH) ₃	Al(OH) ₃	Mg(OH) ₂
开始沉淀 pH	1.5	3.3	9.4

Ca(OH)₂ 不能过量, 若 Ca(OH)₂ 过量可能会导致_____ 溶解、_____ 沉淀。

(3) 从沉淀混合物 A 中提取红色氧化物作颜料, 先向沉淀物 A 中加入_____ (填入物质的化学式), 然后_____ (依次填写实验操作名称)。

(4) 物质循环使用, 能节约资源。上述实验中, 可以循环使用的物质是_____ (填写物质化学式)。

(5) 现设计一个实验, 确定产品 aMgCO₃·bMg(OH)₂·cH₂O 中 a、b、c 的值, 请完善下列实验步骤(可用试剂: 浓硫酸、碱石灰):

- ①样品称量 ②高温分解 ③_____ 11 _____
④_____ ⑤MgO 称量

第十三讲 铝综合练习

★★1. 将 $a\text{ mL } 0.1\text{ mol/L}$ 硫酸铝溶液与 $b\text{ mL } 0.5\text{ mol/L}$ 氢氧化钠溶液混合, 得到 $c\text{ mol}$ 氢氧化铝沉淀, 若已知 abc 中任意两个值, 求另一个值, 所求的值不止一个解的是(各选项中, 单位均略去不写)()。

- A. $a=100, b=90, c=$ B. $a=100, c=0.015, b=$
C. $b=90, c=0.015, a=$ D. $a=75, c=0.015, b=$

★★2. 2.3 g 钠投入 100 mL 硫酸铝溶液中, Al^{3+} 全部变为 AlO_2^- , 再滴入一滴盐酸立即产生白色沉淀, 则硫酸铝溶液的物质的量的浓度是()。

- A. 0.5 mol/L B. 0.125 mol/L C. 0.25 mol/L D. 0.1 mol/L

★★3. $1\text{ mL } 0.25\text{ mol/L}$ 的 AlCl_3 溶液中加入金属钾, 完全反应后, 恰好只形成 KCl 和 KAlO_2 溶液, 则加入钾的物质的量()。

- A. $2.5 \times 10^{-4}\text{ mmol}$ B. $5.0 \times 10^{-4}\text{ mmol}$ C. $7.5 \times 10^{-4}\text{ mmol}$ D. $1 \times 10^{-3}\text{ mmol}$

★★4. 向 $50\text{ mL } 1\text{ mol/L}$ AlCl_3 溶液中加入 1.5 mol/L NaOH 溶液 $a\text{ mL}$, 充分反应后, 生成的沉淀为 0.02 mol , 则 a 的数值可能是()。

- A. 40 B. 65 C. 90 D. 120

★★5. 往 $100\text{ mL } 1\text{ mol/L}$ 的 AlCl_3 溶液中滴加 1 mol/L 的 NaOH 溶液得沉淀 3.9 g , 则加入溶液的体积可能是()。

- A. 150 mL B. 200 mL C. 300 mL D. 350 mL

★★6. 把等质量的金属镁分别放在(1)纯氧中 (2)空气中 (3) CO_2 气体中完全燃烧, 得到固体物质的质量分别是 W_1 、 W_2 、 W_3 , 三者的大小关系是 ()

- A. $W_1 > W_2 > W_3$ B. $W_1 = W_2 = W_3$ C. $W_3 > W_1 > W_2$ D. $W_3 > W_2 > W_1$

★★7. 称取两份铝粉, 第一份加足量的浓 NaOH 溶液, 第二份加足量盐酸, 如要放出等体积的气体(同温同压下), 两份铝粉的质量之比为 ()

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

★★8. 铝和铍的性质十分相似。下列关于铍(特征电子构型为 $2s^2$)性质推断正确的是

- A. 铍能与强酸或强碱溶液起反应 B. 氢氧化铍可溶于水
C. 氯化铍溶液显酸性 D. 氧化铍的分子式 Be_2O_3

★★9. AlCl_3 溶液和 Na_2CO_3 溶液混和发生水解反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 NaCl 和 CO_2 , 现将 0.4 mol/L 的 AlCl_3 和 0.6 mol/L 的 Na_2CO_3 溶液各 500 mL 混和, 若完全反应放出的 CO_2 在标

准状况下的体积是 ()

- A. 2.24 升 B. 4.48 升 C. 6.72 升 D. 8.96 升

★★10. 往 20 毫升 1 摩 / 升的 AlCl_3 溶液中滴加 0.2 摩 / 升的 NaOH 溶液, 最后有 0.78 克沉淀生成, 问加入 NaOH 溶液是()

- A. 150 毫升 B. 100 毫升 C. 300 毫升 D. 350 毫升

★★11. 已知部分被氧化的镁 1.6 克, 和足量的盐酸反应, 在标准状况下生成氢气 1.12 升。在跟盐酸反应前被氧化的镁是()

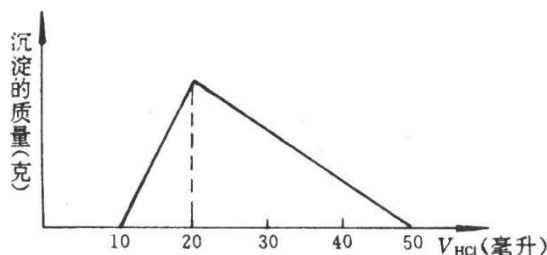
- A. 1.2 克 B. 0.64 克 C. 0.4 克 D. 0.24 克

★★12. 100 毫升 0.1 摩 / 升的 AlCl_3 溶液中投入 0.46 克金属钠, 反应后铝元素的存在形式是()

- A. $\text{Al}(\text{OH})_3$ B. Al^{3+} 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 AlO_2^- D. AlO_2^-

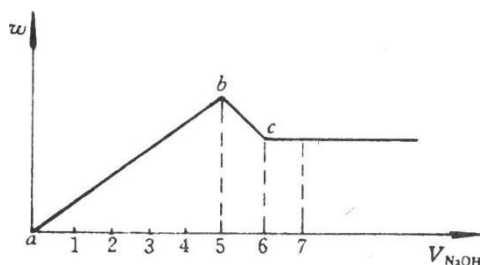
★★★13. 100 毫升 0.1 摩 / 升 AlCl_3 溶液中, 加入 1 摩 / 升 NaOH V 毫升后, 再滴加 1 摩 / 升盐酸。滴加盐酸的体积(横坐标)与形成沉淀的质量(纵坐标)有图示关系, 则加 NaOH 溶液的体积为()

- A. 10 毫升 B. 30 毫升 C. 40 毫升 D. 50 毫升



★★★14. 向 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 MgSO_4 的混合溶液中, 加入 NaOH 溶液时, 其沉淀的质量 W 和所加 NaOH 体积 V 之间的关系如图所示。则混合溶液中 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 MgSO_4 的物质的量之比为

- (A)1: 1 (B)1: 2 (C)2: 1 (D)1: 3



★★★15. 向含有 a mol AlCl_3 溶液中加入含有 b mol KOH 溶液, 生成沉淀的物质的量可能是()。

- ①a mol, ②b mol, ③ a/3mol, ④ b/3 mol, ⑤0 mol, ⑥(4a—b)mol。

- A. ①、③、④、⑤、⑥ B. ①、②、③、④、⑤
C. ①、④、⑤、⑥ D. ①、④、⑤

★★★16. 向 $a \text{ mol NaOH}$ 溶液中逐滴加入 $b \text{ mol AlCl}_3$ 溶液，试回答：

(1)依次写出溶液中发生反应的化学方程式_____；

(2)若 $a+b=1$ ，当 a 取不同值时，生成物可能有以下情况：

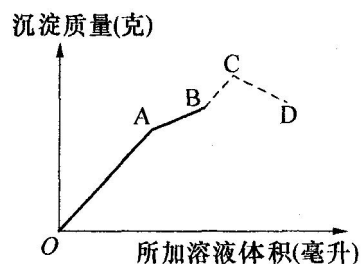
①全部是 Al(OH)_3 时， a 的取值范围是_____；

②全部是 NaAlO_2 时， a 的取值范围是_____；

③部分是 NaAlO_2 ，部分是 Al(OH)_3 ， a 的取值范围是_____，反应所生成的 Al(OH)_3 的物质的量为_____ mol ，反应所生成的各物质的总物质的量(包括水)为_____ mol (用含 b 的式子表示)；

④在上述条件下，若要生成 7.8 g 沉淀，则 a 的值等于_____ 或 _____。

★★★★17. 在盛有 0.2 mol/L 50 mL $\text{KAl(SO}_4)_2$ 溶液的烧杯中，不断慢慢加入 0.1 mol/L Ba(OH)_2 溶液，沉淀质量随加入的 Ba(OH)_2 溶液体积变化如图实线部分。当产生的沉淀最多时(即图中点 B)，改加 0.5 mol/L 盐酸，沉淀总质量又发生如图虚线部分的变化。计算 A、B、C、D 各点



所加 Ba(OH)_2 溶液，盐酸体积及沉淀总质量。将结果填入表中：

	A	B	C	D
$V(\text{Ba(OH)}_2)(\text{mL})$				
$V(\text{HCl})(\text{mL})$	—	—		
W 沉淀(g)				

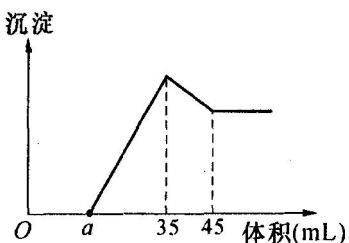
★★★★18. 将标准状况下 11.2 L NH_3 气体溶于 100 mL 水中，得到密度为 0.868 g/cm^3 的氨水。取上述氨水 30 mL 与 70 mL 2 mol/L 的 AlCl_3 溶液相混合，生成 $a \text{ g}$ 沉淀，则 a 数值为_____；往上述反应后未过滤的浊液中加入 $V \text{ mL}$ 5 mol/L 的 NaOH 溶液后，沉淀物的质量仍为 $a \text{ g}$ 。则 V 的取值范围(或某一确定值)为_____。

19. 将一定量的铝和过氧化钠混和物投入一盛有 20 mL 蒸馏水的烧杯中，反应终止时得一澄清溶液，并释放出 $m \text{ g}$ 气体。再向所得溶液中滴加 3.5 mol/L 盐酸直至产生的沉淀刚好溶解，消耗盐酸 200 mL 。

★★★★ (1)如果 $m=3.5$ ，求原混和物中 Al 和 Na_2O_2 的物质的量；

★★★★★ (2)确定 m 的取值范围: _____。

★★★★★20.准确称取 6 g 铝土矿样品(含 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2)，放入 100 mL ，某浓度的 H_2SO_4 溶液中，充分反应后过滤，向滤液中加入 10 mol / L 的 NaOH 溶液，产生沉淀与加入 NaOH 溶液的体积的关系如图所示，求：



(1) H_2SO_4 溶液的物质的量浓度为_____；

(2)若 $a=2.3 \text{ mL}$ ，计算各组分的质量分数；

(3)计算 a 值的取值范围。

第十五讲 元素周期律

核心知识梳理

元素周期律

(1) 原子结构的周期性变化规律

原子序数	1~2	3~10	11~18
电子层数			
最外层电子数			

(2) 原子半径的周期性变化

①电子层数相同，从左至右，随原子序数递增，原子半径逐渐_____；

②最外层电子数相同，从上至下，随原子序数递增，原子半径逐渐_____；

③元素的原子半径随着_____的递增，而呈现周期性变化。

(3) 主族元素主要化合价的周期性变化

_____元素无正价，_____元素只有正价。主族元素的最高正价_____最外层电子数。最低负价与最高正价的关系：_____。主族元素的化合价随着_____的递增，而呈现_____变化。

原子序数	1~2	3~10	11~18
主要化合价变化			

(4) 元素的金属性和非金属性的周期性变化

元素		Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
常见化合价								
气态氢化物	化学式	/	/	/				
	稳定性							
最高价氧化物	化学式							
最高价氧化物对应水化物	化学式							
	酸碱性变化	碱性：			酸性强弱顺序：			
金属性与非金属性								

金属性： 元素的金属性表示元素原子_____（失、得）电子能力的强弱。

非金属性：元素的非金属性表示元素原子_____（失、得）电子能力的强弱。

判断金属性强弱的实验依据：

- 1、金属与酸或水反应置换氢气的难易：越_____金属性越强
- 2、最高价氧化物对应水化物碱性强弱：碱性_____金属性强
- 3、与盐溶液的置换反应：一般_____金属置换_____金属（但 K、Ca、Na 除外）
- 4、原电池正负极中，_____极的金属较活泼
- 5、单质的还原性越_____，阳离子的氧化性越_____，金属性越强

判断非金属性强弱的实验依据：

- 1、与 H_2 化合的难易及氢化物的稳定性：化合越_____，氢化物越_____，非金属性越强
- 2、最高价氧化物对应水化物酸性强弱：酸性_____，非金属性强
- 3、与盐溶液之间的置换反应（除 F_2 外）：_____非金属可置换出_____非金属
- 4、与同种金属反应的难易，越易反应，非金属性越_____
- 5、单质的氧化性越_____，阴离子的还原性越_____，非金属性越强。

例题解析：

【例 1】下列粒子半径大小的比较中，正确的是

- A. $Na^+ < Mg^{2+} < Al^{3+} < O^{2-}$ B. $S^{2-} > Cl^- > Na^+ > Al^{3+}$ C. $Na < Mg < Al < S$ D. $Cs > Rb > K > Na$

【例 2】下列各元素，按原子半径依次增大，元素最高正价逐渐降低的顺序排列是

- A. F、Cl、Br、I B. Al、Mg、Na C. N、S、Cl D. Cl、S、P

【例 3】原子序数从 3~10 的元素，随着核电荷数的递增而逐渐增大的是

- A. 电子层数 B. 电子数 C. 原子半径 D. 化合价

【例 4】某元素气态氢化物的分子式为 H_2R ，该元素的最高价氧化物的分子式为_____。

【例 5】在元素周期表中有个“对角线规则”，即某些左上方和右下方的元素的性质相似，如 Li 与 Mg 元素，Be 与 Al 元素。

（1）完成反应的化学方程式：

① $Li + N_2$ ：_____ ② $BeO + NaOH$ ：_____。

（2）将 $MgCl_2$ 加热蒸干后将固体灼烧，可得 MgO ，若将 $LiCl$ 溶液加热蒸干后灼烧，再电解所得固体的熔融态，所得气体是_____。

【例 6】某学习小组为比较 Mg、Al 元素金属性的强弱，设计了以下方案，其中可行的是
_____（填序号，多项选择）。

- A. 将在空气中放置一段时间的 Mg、Al 分别与热水反应，比较产生 H_2 的速率。
B. 将颗粒大小相同的 Mg、Al 分别与同浓度的稀 H_2SO_4 反应，比较产生 H_2 的速率。

C. 将 AlCl_3 , MgCl_2 的溶液分别与过量 NaOH 溶液反应, 观察沉淀的生成和溶解的情况

基础练习:

★★1. 以下比较 S、Cl 非金属性强弱的方案可行的是_____ (填序号, 多项选择)。

A. 将 H_2S 气体通入氯水中, 观察是否产生淡黄色沉淀。

B. 分别测定同物质的量浓度的 H_2SO_4 , HClO_4 的 pH

C. 分别测定 NaCl , Na_2S 溶液的 pH

D. 分别将 H_2 与 Cl_2 , S 反应, 比较难易程度

E. 分别将 Fe 与 S, Cl_2 反应, 比较生成物中 Fe 元素的化合价

★★2. 甲、乙是周期表中同一主族的两种元素, 若甲原子序数为 x, 则乙的原子序数不可能是 ()

A. $x + 2$

B. $x + 4$

C. $x + 8$

D. $x + 18$

★★3. 国际无机化学命名委员会在 1989 年作出决定: 把现行的长式周期表原有的主、副族及族序号取消, 由左到右改为 18 列, 碱金属族为第 1 列, 稀有气体为第 18 列。按这个规定, 下列说法中不正确的是 ()

A. 第 2 列中肯定没有非金属元素

B. 第 3 列中元素种类最多

C. 第 17 列的第一种元素对应的最高氧化物的水化物是最强的含氧酸

D. 第 15 列元素的氢化物组成通式可用 RH_3 表示

★★★4. (1) 在下面元素周期表中画出金属元素与非金属元素的分界线。

(2) 表中全部是金属元素的区域为_____。

(a) A (b) B (c) C (d) D

(3) 根据 NaH 的存在, 有人提议可将氢元素放在 VIIA 族, 那么根据其

最高正价与最低负价的绝对值相等, 又可将氢元素放在周期表中的_____ 族。

(4) 现有甲、乙两种短周期元素, 室温下, 甲元素单质在冷的浓硫酸或空气中, 表面都生成致密的氧化膜, 乙元素原子核外 M 电子层与 K 电子层上电子数相等。

① 用元素符号将甲、乙两元素填写在上面元素周期表中对应的位置。

② 甲、乙两元素相比较, 金属性较强的是_____ (填名称), 可以验证该结论的实验是_____。

(a) 将在空气中放置已久的这两种元素的块状单质分别放入热水中

(b) 将这两种元素的单质粉末分别和同浓度的盐酸反应

(c) 将这两种元素的单质粉末分别和热水作用, 并滴入酚酞溶液

A																C	D

(d)比较这两种元素的气态氢化物的稳定性

拓展练习:

★★1. X、Y 两种非金属元素, 非金属性 X 比 Y 强, 下列对 X、Y 的描述中正确的是 ()

- A. X 原子的电子层数一定比 Y 原子的电子层数少
- B. Y 的单质能将 X 从其形成的盐溶液中置换出来
- C. X 的单质比 Y 的单质更容易与氢气反应
- D. X 氢化物水溶液的酸性一定比 Y 氢化物水溶液的酸性强

★★2. 某金属元素 R 原子的质量数为 52。已知每个 R 离子含有 28 个中子和 21 个电子。

由这种离子组成的化合物的分子式正确的是 ()

- A. $R(OH)_2$ B. RCl_3 C. RO_2 D. $K_2R_2O_7$

★★3. 下列化合物中阳离子与阴离子的半径比最小的是 ()

- A. NaBr B. LiBr C. NaF D. LiF

★★4. 与 Ne 的核外电子排布相同的离子跟与 Ar 的核外电子排布相同的离子所形成的化合物是 ()

- A. $MgBr_2$ B. Na_2S C. PCl_5 D. KCl E. KF

★★5. 下列性质中, 可证明某化合物内一定存在离子键的是 ()

- A. 可溶于水
- B. 具有较高的熔点
- C. 水溶液能导电
- D. 熔融状态能导电

★★★6. 氢化钠(NaH)是一种白色的离子晶体, 它与水反应放出氢气。下列叙述中正确的是 ()

- A. NaH 的水溶液显酸性
- B. NaH 中氢离子可被还原成氢气
- C. NaH 中氢离子的半径比锂离子大
- D. NaH 中氢离子的电子层排布与氢原子相同

★★★7. A、B、C、D、E 是同一周期的五种主族元素。A 和 B 的最高价氧化物对应的水化物均呈碱性, 且碱性 $B > A$; C 和 D 的最高价氧化物的水化物均呈酸性, 且酸性 $C > D$; E 是这五种元素中原子半径最小的元素。它们的原子序数由小到大的顺序是 ()

- A. ABCDE B. CDABE C. BADCE D. ECDBA

★★★8. 同一周期 X、Y、Z 三种元素, 已知最高价氧化物对应水化物的酸性是 $HXO_4 > H_2YO_4 > H_3ZO_4$, 则下列判断错误的是 ()

- A. 原子半径 $X > Y > Z$
- B. 气态氢化物的稳定性 $HX > H_2Y > ZH_3$
- C. 非金属性 $X > Y > Z$
- D. 阴离子的还原性 $Z^{3-} > Y^{2-} > X^-$

★★★9. A、B 都是短周期元素，原子半径 $B > A$ ，它们可以形成化合物 AB_2 ，下列判断正确的 ()

- A. A、B 可能在同一周期 B. A 肯定是金属元素
C. A、B 的单质都不可能是原子晶体 D. A 可能在第二周期的 IIA 或 IVA

★★★10. 能说明氯的非金属性比溴强的事实是 ()

- ① $BrCl$ 中溴为 +1 价、氯为 -1 价 ② 酸性: $HClO_3 > HBrO_3$
③ 还原性: $HCl < HBr$ ④ 单质与 H_2 反应的难易程度
⑤ 与单质铁反应生成物的价态

- A. ①③④ B. ①②③④ C. ①③④⑤ D. 全部

★★★11. 两种短周期元素 X 和 Y 能与氢气反应生成 HX 和 HY ，反应热分别为 Q_1 和 Q_2 ，已知 $Q_1 > Q_2$ ，则下列判断不正确的是 ()

- A. 沸点: $HX > HY$ B. 热稳定性: $HX > HY$
C. 水溶液的酸性: $HY > HX$ D. 还原性: $HX > HY$

★★★12. 无机化学命名委员会在 1989 年做出决定：把长式周期表原来的主、副组号取消，由左至右按原顺序编为 18 列，如碱金属为第 1 列，稀有气体为第 18 列。按这个规定，下列说法正确的是 ()

- A. 只有第 2 列元素的原子最外层有 2 个电子
B. 第 13 列元素中没有非金属元素
C. 第 3 列元素种类最多，第 14 列元素的化合物种类最多
D. 从上到下，第 1 列元素的单质熔沸点逐渐升高，而第 17 列元素的单质熔沸点逐渐降低

★★★13. 各组物质比较中，正确的是 ()

- A. 酸性: $H_2CO_3 > H_3PO_4 > H_2SO_4 > HClO_4$ B. 熔点: $Na > K > Rb > Cs$
C. 半径: $K^+ > Na^+ > O^{2-} > F^-$ D. 热稳定性: $H_2O > PH_3 > NH_3 > SiH_4$

第十六讲 元素周期表

核心知识梳理

元素周期表结构

周期：具有相同电子层数的元素按照_____递增的顺序排列的一行，叫做周期。

周期序数=_____=元素周期表的行序数。元素周期表有 7 行，共有 7 个周期；

第一、二、三周期，分别所排元素数为 2、8、8，叫做_____；

第四、五、六、七周期，所排元素数分别为 18、18、32、32，叫做_____；

族：(1) 元素周期表共有_____列，除 8、9、10 三列为一族外，其余 15 列各为一族；

(2) 由长、短周期共同组成的族，叫做_____，用 A 表示；完全由长周期元素构成的族，叫做_____，用 B 表示，并用罗马数字 (IA、IIA、IIIA、IVA、VA、VIA、VIIA) 表示族序号；_____所在的列为零族，计作“0”；填写下表：

族类	A	B	VIII	0
族数				
列序号	1、2、13、14、15、16、17	3、4、5、6、7、11、12	8、9、10	18
族序号				

(3) 我们把IIIB 族到IIB 族共 10 列统称为_____元素，包括VIII族和七个副族，是从左边主族向右边主族过渡的元素。

	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
1	→						
2		Be	B				
3			Al	Si			
4				Ge	As		
5					Sb	Te	
6						Po	At
7							

左下角的 Cs：①半径最_____②金属性最_____③最高价氧化物对应水化物碱性最_____

右上角的 F：①半径除 H 外最小的是_____②气态氢化物热稳定性最强的是_____

③非金属性最强的是_____

④最高价氧化物对应水化物酸性最强的是_____

元素周期表的左下部分是_____区，可以寻找_____；右上部分

是_____区,可以寻找_____;阶梯状周围是_____,可以制造_____。

【例 1】在周期表中找到第三周期,第ⅢA 的元素,回答下列问题:

(1)该元素的符号是_____,属于_____ (填金属或)元素。

(2)写出下列反应的化学方程式

①该元素的单质与水_____

②该元素的单质与氢氧化钠_____

【例 2】右图是短元素周期表的一部分。

(1)从原子结构角度分析,①、②、③三种元素的

_____相同,②、④位于元素周期表

的第_____族;

...	①	②	③	
...		④	⑤	

(2)科学家通过对①~⑤元素的化合物进行研究,从而寻找_____ (选填序号)。

a. 高效农药 b. 催化剂 c. 耐高温、耐腐蚀的合金材料 d. 半导体材料

(3)研究①~⑤元素的气态氢化物(用化学符号回答):②的气态氢化物的电子式

_____,能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的是_____ (填化学式)。

(4)④和⑤的元素最高价氧化物对应水化物的酸性_____ > _____ (填化学式)。

【例 3】已知 A、B、C 为同一短周期的三种元素,它们的原子序数依次增大且和为 40; A 是该周期中(除稀有气体元素外)原子半径最大的元素, B 元素的原子核外 M 层上的电子数比 K 层上的电子数多 1。回答下列问题:

(1)A 原子的结构示意图为_____ ; A 元素位于周期表的第_____ 周期、第_____ 族。

(2)A 和 C 形成的化合物的电子式为_____,该化合物的水溶液呈_____ 性(填“酸”或“碱”)。

(3)写出 B 的最高价氧化物与 A 的最高价氧化物对应水化物的溶液之间反应的离子方程式

_____。

基础练习:

★★1. 填“<”、“>”

(1)比较下列物质的还原性。

Na_____Al, Li_____Cs, K_____Mg, Na_____Zn

(2)比较下列物质的氧化性。

Cl₂_____P, N₂_____O₂, F₂_____I₂, S_____Cl₂

(3)比较下列物质的碱性。

KOH_____Ca(OH)₂, NaOH_____Al(OH)₃, CsOH_____Cu(OH)₂,

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ ___ RbOH

(4)比较下列物质的酸性。

H_2SO_4 ___ H_3PO_4 , H_2SiO_3 ___ H_3PO_4 , H_2CO_3 ___ HClO_4

★★2. 下列单质中, 还原性最强的是: ()

A. K B. Li C. Mg D. Al

★★3. 下列单质中, 氧化性从弱到强顺序排列的是: ()

A. F_2 、 Cl_2 、 I_2 B. P、S、 Cl_2 C. Br_2 、 Cl_2 、S D. O_2 、S、 Cl_2

★★4. 下列气态氢化物中, 最不稳定的是: ()

A. CH_4 B. NH_3 C. HF D. H_2O

★★5. 下列各组气态氢化物, 稳定性从强到弱排列的是: ()

A. H_2S 、HCl、HBr B. HF、 H_2S 、HCl C. HF、HCl、 H_2S D. HCl、 H_2S 、HF

★★6. 下列各组物质中, 酸性最强的是: ()

A. H_2CO_3 B. H_3PO_4 C. H_4SiO_4 D. HClO_4

★★7. 下列各组物质中, 碱性最强的是: ()

A. KOH B. NaOH C. $\text{Al}(\text{OH})_3$ D. LiOH

★★8. 下列各组性质比较中, 错误的是: ()

A. 酸性 $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SiO}_3$ B. 熔沸点 $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{Cl}_2$

C. 热稳定性 $\text{HF} > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{Se}$ D. 熔沸点 $\text{K} > \text{Na} > \text{Li}$

★★9. 下列对金属铯(Cs)性质推测中, 错误的是: ()

A. 它是一个很强的还原剂 B. 它遇水能剧烈反应, 甚至爆炸

C. 它的碳酸盐溶液 $\text{pH} > 7$ (常温下) D. 常温下是液体

★★10. 下列元素的单质, 最难跟氢气形成气态氢化物的是: ()

A. P B. S C. Cl D. N

拓展练习:

★★★1、元素周期表是指导我们系统学习化学的重要工具。下表是元素周期表的一部分:

9	F
	氟
2s ² 2p ⁵	
19.00	

(1)元素周期表中每种元素的具体信息如右图例示。从中可以获得氟元素的有关信息有(至少写出两点)

①_____

②_____。

(2)从原子结构角度分析, C、N、O、F 四种元素处于同一行, 是由于它们的_____相同。处于同一列的 N 和 P 位于元素周期表的第_____族。

C	N	O	F
Si	P	S	Cl
			Br
			I

(3)通过元素周期表, 我们可以知道:

①氮元素的最低化合价为_____ , 其气态氢化物的电子式为_____。

②写出证明 Cl₂ 比 S 非金属性强的化学方程式: _____。

③在右表所列元素的最高价氧化物对应水化物中酸性最强的是_____ (写化学式)。

(4)阅读下表:

元素性质	元素			
	①	②	③	④
原子半径(nm)	0.152	0.099	0.186	0.064
最高正价	+1	+7	+1	
最低负价		-1		-1

①请分析锂、氟、钠、氯四种短周期元素与表中编号①②③④之间的对应关系, 推断②是___元素, 画出元素③的原子结构示意图_____

②根据周期表中对角线原则, Li 的化学性质与 Mg 相似, 写出 Li 在空气中中燃烧的产物_____。

★★★★2、下表是元素周期表的一部分, 对于表中①~⑩种元素, 按要求填空回答:

族 周期	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
二					①	②	③	
三	④	⑤	⑥				⑦	⑧
四	⑨						⑩	

(1)在这些元素中, 化学性质最活泼的非金属原子的电子式为_____。

(2)以上元素的最高价氧化物对应的水化物, 其中碱性最强的水化物是_____, 酸性最弱的水化物是_____。(写化学式)

(3)写出②与⑤形成的化合物的电子式_____

(4)在以上元素中, 原子半径最大的是(写元素的名称)_____, 单质氧化性最强的是(写

分子式) _____

(5) 写出⑥的单质与④的最高价氧化物对应的水化物的溶液发生反应的离子方程式:

(6) 写出⑥的最高价氧化物对应水化物与①的最高价氧化物对应的水化物的溶液发生反应的离子方程式: _____

★★★★3. 现有部分短周期元素的性质或原子结构如下表:

元素编号	元素性质或原子结构
T	M 层上有 2 对成对电子
X	最外层电子数是次外层电子数的 2 倍
Y	常温下单质为双原子分子, 其氢化物水溶液呈碱性
Z	元素最高正价是 +7 价

(1) 元素 T 的原子最外层共有 _____ 种不同运动状态的电子。元素 X 的一种同位素可测定文物年代, 这种同位素的符号是 _____

(2) 元素 Y 与氢元素形成一种离子 YH_4^+ , 写出该微粒的电子式 _____ (用元素符号表示)

(3) 元素 Z 与元素 T 相比, 非金属性较强的是 _____ (用元素符号表示), 下列表述中能证明这一事实的是 _____

a 常温下 Z 的单质和 T 的单质状态不同 b Z 的氢化物比 T 的氢化物稳定

c 一定条件下 Z 和 T 的单质都能与氢氧化钠溶液反应

(4) 探寻物质的性质差异性学习的重要方法之一。T、X、Y、Z 四种元素的最高价氧化物的水化物中化学性质明显不同于其他三种酸的是 _____, 理由是 _____。