

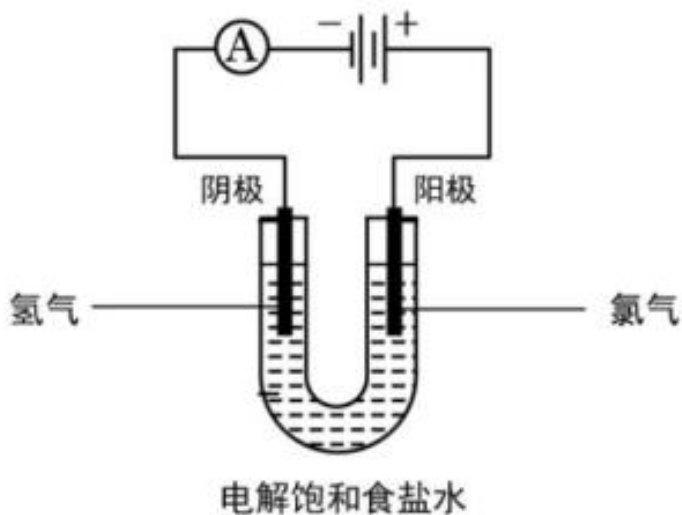


粗盐提纯与氯碱工业

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒



学习目标 & 重难点	1. 掌握海水晒盐、粗盐提纯的过程 2. 简单认识电解质的概念，会基本的电离方程式的书写 3. 掌握氯碱工业及其应用
	1. 粗盐提纯 2. 氯碱工业 3. 氯碱工业的应用和相关计算



根深蒂固

一、粗盐提纯

1. 除去难溶性杂质

(1) 主要步骤：_____、_____、_____。

(2) 过滤注意：“_____”

(3) 玻璃棒的作用：

①溶解：

②过滤：

③蒸发：

【答案】溶解、过滤、蒸发

一贴二低三靠

搅拌加速溶解

引流液体

使液体受热均匀以免固体飞溅

2. 除去可溶性杂质

(1) 主要杂质离子：_____、_____、_____。

(2) 方法：将杂质离子转化为沉淀过滤除去

(3) 为了有效出去粗盐中的可溶性杂质离子，可选择加入试剂_____、_____、_____，其中上述试剂加入的合理顺序可以是_____。

为确保可溶性杂质离子被除尽，其中每一步加入的除杂试剂需_____。

待沉淀完全后，_____，再加入过量的_____，最后_____。

【答案】 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} ；NaOH、 Na_2CO_3 、 $BaCl_2$ ；

NaOH、 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 （ $BaCl_2$ 、NaOH、 Na_2CO_3 或 $BaCl_2$ 、 Na_2CO_3 、NaOH）

过量；过滤；盐酸；蒸发

二、电离方程式

1. 电解质：_____。酸、碱、盐是常见的电解质。

2. 电离方程式：表示电解质如酸、碱、盐在溶液中或受热熔化时电离成自由移动离子的式子。

3. 书写电离方程式应注意的原则：

(1) 原子个数守恒；

(2) 阴阳离子所带的电荷总数相等。

4. 强电解质和弱电解质

(1) 强电解质：在水溶液中或融化状态下能完全电离的电解质

如：_____、_____、绝大多数的盐

(2) 弱电解质：在水溶液中或融化状态下部分电离的电解质。

如：_____、_____、_____。

【答案】在水溶液中或融化状态下能导电的化合物

强酸、强碱

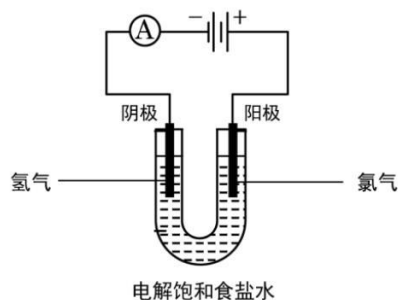
弱酸、弱碱、水。

三、氯碱工业

1. 食盐作为化工原料可以生产____、____、____、____，并加工成含氯和钠的制品如____、____、氯化铁、聚氯乙烯等。

【答案】氢气、氯气、烧碱和纯碱 盐酸、漂粉精

2. 电解饱和食盐水：



(1) 原理：_____，

(2) 现象：两极产生气体的体积____，在溶液中滴入____，阴极附近溶液____，说明阴极生成了_____。

(3) 阳极：电极材料____，产生____色的____，用_____试纸检验，试纸变____，检验原理：_____。

(4) 阴极：电极材料____，产生____色的____，点燃发出_____火焰，验纯方法：_____，

【答案】 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2\uparrow + \text{Cl}_2\uparrow$

相同，酚酞溶液，变红，NaOH。

炭棒，黄绿， Cl_2 ，湿润的淀粉碘化钾，蓝， $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{I}_2$ ，碘单质遇淀粉显蓝色。

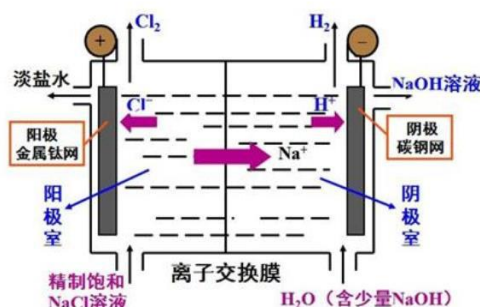
铁棒，无，氢气，淡蓝色，收集一试管的气体，管口向下移至火焰处，听到轻微爆鸣声。

3. 氯碱工业

思考：直接电解饱和食盐水，阳极产生的氯气与阴极产生的氢氧化钠溶液混合而得不到对应的产品，因此我们如何改进原有的电解饱和食盐水的装置，来避免这样的情况发生？

工业制备方法——离子交换膜法

(1) 离子交换膜电解槽的组成：由阳极（金属钛网）、阴极（碳钢网）、离子交换膜、电解槽和导电铜棒等组成。



(2) 阳离子交换膜的作用：

将电解槽隔成阴极室和阳极室，只允许阳离子（ Na^+ ）通过，而阻止阴离子（ OH^- 、 Cl^- ）和气体通过。

- ①防止阴极产生的氢气和阳极产生的氯气混合引起爆炸
- ②避免氯气和生成的氢氧化钠反应生成次氯酸钠而影响烧碱的纯度



枝繁叶茂



考点 1： 粗盐提纯

题型 1： 除去难溶性杂质的基本实验操作

例 1： 下列有关粗盐提纯的操作中，正确的是（ ）

- A. 蒸发必须至所有溶质全部结晶析出才可停止加热
- B. 溶解粗盐时，应尽量使溶液稀一些，以免食盐不溶解
- C. 将制得的晶体转移到新制过滤器中，用大量水进行洗涤
- D. 滤去不溶性杂质后，将滤液移至蒸发皿内加热浓缩并不断搅拌

【难度】★

【答案】D

变式 1： 在“粗食盐的提纯”实验中，用蒸发皿蒸发滤液时（ ）

- A. 把浑浊的滤液倒入蒸发皿里，进行加热
- B. 等到开始出现固体时，用玻璃棒不断搅拌液体
- C. 等到出现大量固体时，停止加热
- D. 待滤液完全蒸干后，停止加热
- E. 若滤液较多时，可换作烧杯来进行蒸发操作

【难度】★

【答案】C

变式 2: 欲在铁架台上用蒸发皿加热蒸发氯化钠溶液, 下列操作中应最先进行的是 ()

- A. 固定铁圈
- B. 将蒸发皿放在铁圈上
- C. 放置酒精灯
- D. 点燃酒精灯

【难度】★

【答案】C

变式 3: 粗盐提纯时需要用到的仪器和用品有_____。(填序号)

- ①烧杯 ②试管 ③玻璃棒 ④蒸发皿 ⑤坩埚
- ⑥酒精灯 ⑦漏斗 ⑧滤纸 ⑨烧瓶

【难度】★★

【答案】①③④⑥⑦⑧

题型 2: 除去可溶性杂质的基本实验操作

例 2: 在电解食盐水之前, 需要提纯食盐水。为了除去粗盐中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 及泥沙, 可将粗盐溶于水, 然后进行下列五项操作, 正确的操作顺序是 ()

- ①过滤
- ②加过量的 NaOH 溶液
- ③加适量的盐酸
- ④加过量的碳酸钠溶液
- ⑤加过量的氯化钡溶液

A、①④②⑤③

B、④①②⑤③

C、②⑤④①③

D、⑤②④③①

【难度】★★

【答案】C

变式 1: 如果粗盐中 SO_4^{2-} 含量较高, 必须添加过量钡试剂除去 SO_4^{2-} , 该钡试剂是_____。

【难度】★★

【答案】 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 BaCl_2

考点 2：氯碱工业

题型 1：氯碱工业

例 3：工业上，利用电解饱和食盐水制备氢氧化钠、氢气、氯气等重要的化工产品、电解时，与电源负极相连的电极称为阴极，与电源正极相连的电极称为阳极。回答下列问题。

- (1) 阴极的电极材料是_____，阳极的电极材料_____。
- (2) 电解过程中，阳极上有_____色的气体产生，可用湿润的_____试纸检验该气体的生成，观察到的现象是_____；阴极观察到的现象是_____，检验该产物的方法是_____。
- (3) 电解一段时间后，阴极区附近的溶液中滴加几滴无色酚酞溶液，观察到的现象是_____，说明阴极区附近的溶液显_____（选填“酸”、“碱”或“中”）性
- (4) 电解饱和食盐水所得的产物中，将其中两种产物化合又可制得盐酸，其过程是将_____在_____中燃烧，把产物溶于水后即可制得，其反应方程式为_____。
- (5) 为了防止 Cl_2 和 NaOH 溶液反应，工业上常采用隔膜法电解食盐水，电解槽分割为阳极区和阴极区。若采用无隔膜电解冷的食盐水时， Cl_2 和 NaOH 充分接触反应，生成次氯酸钠（化学式为 NaClO ）和氢气，试写出反应的化学方程式：_____。

【难度】★★

【答案】

- (1) 铁 碳
- (2) 黄绿色 淀粉-碘化钾 试纸变蓝 有无色的气体生成 用小试管收集气体，做爆鸣实验
- (3) 溶液变红色 碱
- (4) 氢气 氯气 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$
- (5) $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{直流电}} 2\text{H}_2 + 2\text{NaClO}$

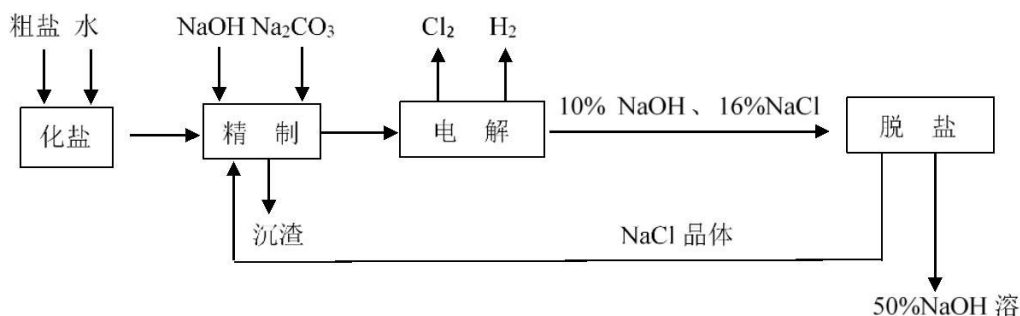
变式 1：某同学将粗盐配成饱和溶液，然后以石墨为电极电解该溶液，电解过程中可能出现的现象是（ ）

- A. 阴极区溶液变浑浊
- B. 在阳极区滴入石蕊试液，电极附近出现蓝色
- C. 在阴极区滴入酚酞溶液，电极附近颜色不变
- D. 阳极与阴极产生的气态物质的物质的量之比为 1:2

【难度】★★

【答案】A

例 4：氯碱厂电解饱和食盐水溶液制取 NaOH 的工艺流程示意图如下：



依据上图，完成下列填空：

- (1) 工业食盐含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等杂质，精制过程发生反应的离子方程式为_____，
_____。
- (2) 如果粗盐中 SO_4^{2-} 含量较高，必须添加钡试剂除去 SO_4^{2-} ，该钡试剂可以是_____（选填 A、B、C）
A. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ B. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ C. BaCl_2
- (3) 判断钡试剂已经过量的方法是_____。
- (4) 为有效除去 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} ，加入试剂的合理顺序为_____（选填 A、B、C）
A. 先加 NaOH，后加 Na_2CO_3 ，再加钡试剂
B. 先加 NaOH，后加钡试剂，再加 Na_2CO_3
C. 先加钡试剂，后加 NaOH，再加 Na_2CO_3
- (5) 与电源负极相连的电极附近，溶液的 pH 值_____（选填“不变”、“升高”或“下降”），与电源正极相连的电极叫_____极，检验该极上产物的方法是_____。电解饱和食盐水的总反应方程式为_____。
- (6) 脱盐工序中利用 NaOH 和 NaCl 在溶解度上的差异，通过蒸发、_____、冷却、结晶、_____（填写操作名称）除去 NaCl。

【难度】★★

【答案】

- (1) $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ $\text{Mg}^{2+} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$
- (2) AC
- (3) 静置，取上层清液继续加氯化钡溶液，如果不产生白色沉淀，则证明钡试剂已经过量
- (4) BC
- (5) 升高 阳极 湿润的淀粉-KI 试纸变蓝，则证明为 Cl_2

$$2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$$
- (6) 浓缩；过滤

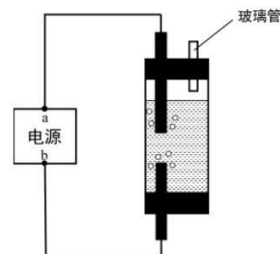
题型 2：氯碱工业的应用

例 5：某学生想制作一种家用环保型消毒液发生器，用石墨作电极电解饱和氯化钠溶液，通电时，为使 Cl_2 被完全吸收，制得有较强杀菌能力的消毒液，设计了如图的装置，则对电源名称和消毒液的主要成分判断正确的是 ()

- A、a 为正极，b 为负极； NaClO 和 NaCl
- B、a 为负极，b 为正极； NaClO 和 NaCl
- C、a 为阳极，b 为阴极； HClO 和 NaCl
- D、a 为阴极，b 为阳极； HClO 和 NaCl

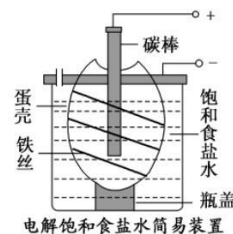
【难度】★★★

【答案】B



例 6：下图为电解饱和食盐水的简易装置，下列有关说法正确的是 ()

- A、电解一段时间后，往蛋壳内溶液中滴加几滴酚酞，呈红色
- B、蛋壳表面缠绕的铁丝发生氧化反应
- C、铁丝表面生成的气体能使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝
- D、蛋壳可阻止生成的氯气与氢气、氢氧化钠溶液接触



【难度】★★★

【答案】D

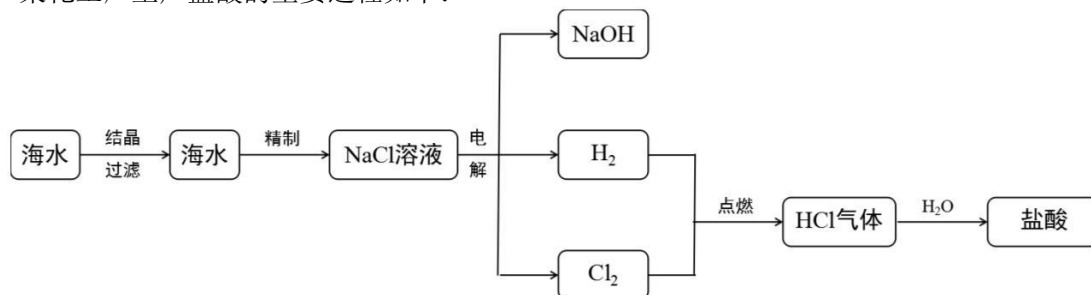
题型 3：氯碱工业的相关计算

例 7：70℃时，某氯碱厂电解 4.27 t 饱和食盐水，最多可得 42% 的 NaOH 溶液多少吨？同时可生成 Cl_2 多少摩尔？（已知 70℃时食盐溶解度为 37.8g/100g 水）

【难度】★★★

【答案】1.9 $1 \times 10^4 \text{ mol}$

变式 1: 某化工厂生产盐酸的主要过程如下:



工业上要制得 100t 35%的盐酸, 理论上需要 NaCl 多少吨?

【难度】★★★

【答案】56.1t

例 8: 用惰性电极电解某浓度的 NaCl 溶液 (NaCl 足量), 在阴极收集到 aL (标准状况) H_2 , 停止电解, 并将阳极产生的 Cl_2 全部与电解液趁热充分反应。有关的电极反应和化学方程式为:

阴极: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow$,

阳极 $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2 \uparrow$,

Cl_2 与热 NaOH 溶液的反应: $6NaOH + 3Cl_2 \rightarrow NaClO_3 + 5NaCl + 3H_2O$ 。

据此回答:

(1) 此电解反应的最终产物中, 氧化产物与还原产物分别是_____和_____;

反应的总化学方程式是: _____。

(2) 生成的 $NaClO_3$ 的物质的量为_____mol (不考虑其他副反应)。

【难度】★★★

【答案】(1) ClO_3^- H_2 (2) a 1

22.4 3



瓜熟蒂落

1. 含难溶性杂质的粗盐提纯一般分为以下七个步骤：

①称量→②_____→③_____→④_____→⑤洗涤→⑥烘干→⑦称量。

需要使用玻璃棒的步骤是_____（选填步骤序号，下同），除去可溶性杂质的步骤是_____。

【难度】★

【答案】溶解 过滤 蒸发 ②③④ ⑤

2. 现有物质提纯的方法：①过滤；②蒸发（溶剂）；③蒸馏；④（重）结晶。

除去下列各物质中的少量杂质，应采取何种方法？将相应提纯方法的字母填在横线上。

（1）除去氯化钠溶液中的水分：_____；

（2）除去水中溶解的氯化钠：_____；

（3）除去氯化钠固体中的泥沙：溶解、_____、_____；

（4）除去硝酸钾溶液中的氯化钠：_____、_____。

【难度】★

【答案】（1）② （2）③ （3）① ② （4）④ ①

3. 工业电解饱和食盐水，要精制盐水以除去 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 杂质粒子，试剂加入次序不正确的是（ ）

A. NaOH 、 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 HCl

B. Na_2CO_3 、 BaCl_2 、 NaOH 、 HCl

C. BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 NaOH 、 HCl

D. BaCl_2 、 NaOH 、 Na_2CO_3 、 HCl

【难度】★★

【答案】B

4. 人们把氯碱工业称为中国现代化学工业之母，这是因为氯碱工业（ ）

A. 用到电解的生产方法

B. 不会造成大气污染

C. 在中国发展得最早最快

D. 制备的产物都是重要的化工原料

【难度】★★

【答案】D

5. 电解饱和食盐水，被还原的元素是 ()

- A. 钠元素
- B. 氯元素
- C. 氢元素
- D. 氧元素

【难度】★★

【答案】C

6. 关于电解食盐水溶液，下列叙述正确的是 ()

- A. 电解时在阳极得到氯气，在阴极得到金属钠
- B. 若在阴极附近的溶液中滴入酚酞试液，溶液呈无色
- C. 若在阳极附近的溶液中滴入淀粉碘化钾试液，溶液呈蓝色
- D. 电解一段时间后，将全部电解液转移到烧杯中，充分搅拌后溶液呈中性

【难度】★★

【答案】C

7. 下列关于电解饱和食盐水的说法正确的是 ()

- A. 电解饱和食盐水的工厂可以生产盐酸
- B. 与电源正极相连的电极区有 NaOH 生成
- C. 与电源的负极相连的电极上有氯气生成
- D. 电解饱和食盐水的过程中 Na^+ 浓度减小

【难度】★★

【答案】A

8. 在 V 型管内电解用粗盐配制的食盐水溶液时，在某一电极附近出现浑浊现象，该难溶物主要是 ()

- A. 硫酸钡
- B. 碳酸钡
- C. 氢氧化镁
- D. 碳酸镁

【难度】★★

【答案】C

9. 写出下列物质在水溶液中的电离方程式。

- (1) HNO_3 : _____。
- (2) H_2SO_4 : _____。
- (3) NaOH : _____。
- (4) $\text{Ba}(\text{OH})_2$: _____。
- (5) NaCl : _____。
- (6) Na_2CO_3 : _____。
- (7) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: _____。

【难度】★★

【答案】

- (1) $\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
- (2) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- (3) $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- (4) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- (5) $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- (6) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
- (7) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$

10. 某氢氧化钠固体已露置在空气中一段时间，取该样品 4.3g 放入 50g 7.3% 的盐酸中恰好反应，并产生气泡，将生成的溶液蒸发至干，可以得到固体 _____ 克。

【难度】★★

【答案】5.85

11. 某固体混合物可能由 KNO_3 、 K_2SO_4 、 KCl 、 CuCl_2 、 CaCl_2 和 Na_2CO_3 中的一种或几种组成，依次进行下列五步实验，观察到的现象记录如下：

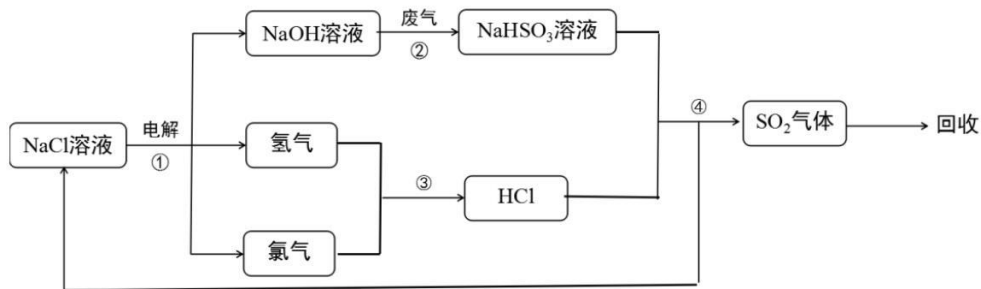
- (1) 混合物加水得无色透明溶液。
- (2) 向上述溶液中滴加 BaCl_2 溶液，有白色沉淀生成，待沉淀不再增加后，过滤
- (3) 向白色沉淀中加入足量稀盐酸，沉淀完全溶解。
- (4) 向滤液中加入 AgNO_3 溶液，有白色沉淀生成，钙沉淀不溶于稀硝酸。

根据以上实验，可以判断出混合物中肯定含有 _____；但不能确定是否含有 _____。

【难度】★★

【答案】 Na_2CO_3 ； KNO_3 、 KCl

12. 近年来,有人提出了一种利用氯碱工业产品来治理含二氧化硫的废气,并回收二氧化硫气体的方法,该方法的流程如下:



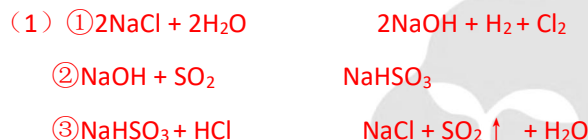
(1) 写出①②④反应的化学方程式:

① _____; ② _____; ③ _____。

(2) 上述流程中,可以循环使用的物质是_____。(填名称)

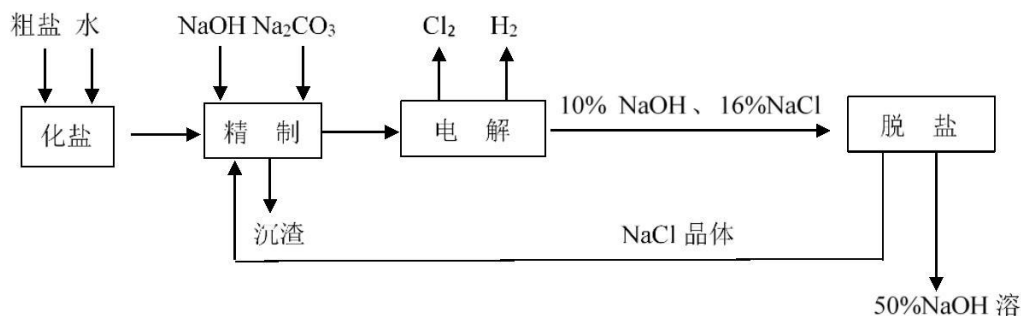
【难度】★★

【答案】



(2) 氯化钠

13. 氯碱厂电解饱和食盐水溶液制取 NaOH 的工艺流程示意图如下:



依据上图,完成下列问题:

(1) 在电解过程中,与电源正极相连的电极上所发生的电极反应式为:_____。

与电源负极相连的电极附近,溶液的 pH _____ (填“不变”、“升高”、“下降”)

写出电解饱和食盐水的化学方程式:_____。

(2) 工业食盐中含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂离子,精制过程中要将它们以沉淀的形式除去,则加入试剂的合理顺序为_____ (填编号)。

A. 先加入 NaOH, 后加入 Na_2CO_3 , 再加入 BaCl_2 溶液

B. 先加入 NaOH, 后加入 BaCl_2 溶液, 再加入 Na_2CO_3

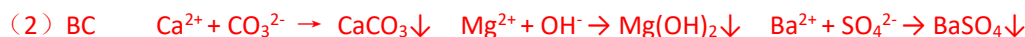
C. 先加入 BaCl_2 溶液, 后加入 NaOH, 再加入 Na_2CO_3

对应的离子方程式: _____; _____; _____。

- (3) 如果粗盐中 SO_4^{2-} 含量较高, 必须添加钡试剂除去 SO_4^{2-} , 该钡试剂可以使_____。
(填序号, 多选扣分)
- A、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ B、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ C、 BaCl_2
- (4) 脱盐工序中利用 NaOH 和 NaCl 在溶解度上的差异, 通过_____ (填写操作名称)、冷却结晶、
_____ (填写操作名称), 除去 NaCl
- (5) 为了防止 Cl_2 和 NaOH 溶液反应, 工业上常采用隔膜法电解食盐水, 电解槽分割为阳极区和阴极区。若采用无隔膜电解食盐水时, Cl_2 和 NaOH 充分接触反应, 产物仅是 NaClO 和 H_2 , 试写出反应的化学方程式: _____。
- (6) 由图示可知在电解制碱过程中 _____ 可以循环使用, 以提高反应物利用率; 在制碱的同时, 还产生 H_2 和 Cl_2 , 工业上常常利用它们生产_____。
- (7) 如图所示, 目前电解法制烧碱通常采用离子交换膜法, 阳离子交换膜不允许阴离子通过, 阴离子交换膜不允许阳离子通过。则以下叙述正确的是_____ (填编号)。
- A. NaOH 、 H_2 均在 I 区产生
B. 图中 a 为阴离子交换膜, b 为阳离子交换膜
C. III 区炭棒上的电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$
D. 取少量 III 区中的溶液, 滴加酚酞, 溶液变红色
- (8) 在实际生产中, 经过脱盐后得到含溶质质量分数约为 50% 的 NaOH 溶液 (密度为 $1.92\text{g}/\text{cm}^3$), 则该烧碱溶液的物质的量浓度为_____。

【难度】★★★

【答案】



(3) AC

(4) 蒸发浓缩、过滤



(6) NaCl ; 盐酸;

(7) A. 根据电解的工作原理: 阳极放电的是氯离子, 生成氯气, 阴极放电的是氢离子, 生成氢气, 氢氧根和钠离子结合生成氢氧化钠, 故 A 正确;

B. 图中 I 区产生了氢氧化钠, 是氢离子放电的电极区域, 钠离子可以通过 a, 所以 a 为阳离子交换膜, b 为阴离子交换膜, 故 B 错误;

C. III 区炭棒是阳极, 该极上的电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow$, 故 C 正确;

D. III 区中生成的是氯气, 和水反应生成盐酸和次氯酸, 溶液显酸性, 该溶液滴加酚酞, 溶液无色, 故 D 错误, 故选 AC;

(8) $24\text{mol}/\text{L}$