

清华大学“微光育行”暑期支教活动

化学组 第1讲 元素&反应专题

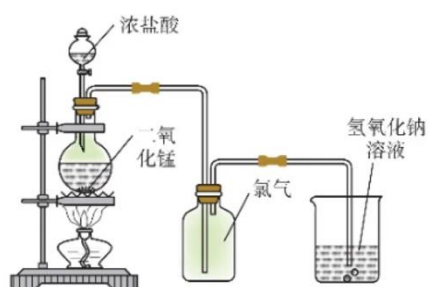
一、知识点梳理

(一) 非金属元素的性质

1. 氯 (活泼非金属, 卤素)

(1) 氯气。实验室制备及电解制备, 方程式:

1786) 把浓盐酸与软锰矿 (主要成分是 MnO_2) 混合在一起加热, 意外地发现了一种具有强烈刺激性气味的黄绿色气体。1810年, 英国化学家戴维 (H. Davy, 1778—1829) 仔细研究了这种黄绿色气体, 并将其命名为氯气。上述反应可用于实验室制备氯气。



氧化性: 干燥时, 氧化性体现 (燃烧等)

水溶液中, 产生 HClO , 氧化性增强 (特征检验: 淀粉-KI 试纸)

(2) 氯离子: 还原性, 特性: AgCl , HCl

(3) 推论: 卤素及非金属的通性

2. 氮

(1) 氮气, 固氮途径:

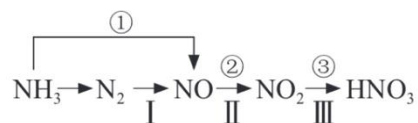
Mg 的燃烧:

(2) 氨气, 催化氧化: (方程式)

(3) 硝酸: 氧化性 (与铜反应) (稀/浓)

(与 C、S 反应)

蛋白质颜色反应



3.氧和硫：硫单质（类比与氧）氧化性：（与铁燃烧）

还原性：和氧气燃烧

SO₂：氧化性（与硫化氢反应）

还原性：催化氧化

（后续制硫酸）

与氯气、液溴反应

使酸性高锰酸钾褪色

（类似）亚硫酸与氧气反应

酸性（类似二氧化碳）与澄清石灰水

与氯化钡反应

（综合）与氯气、氯化钡反应

漂白性：食品添加剂

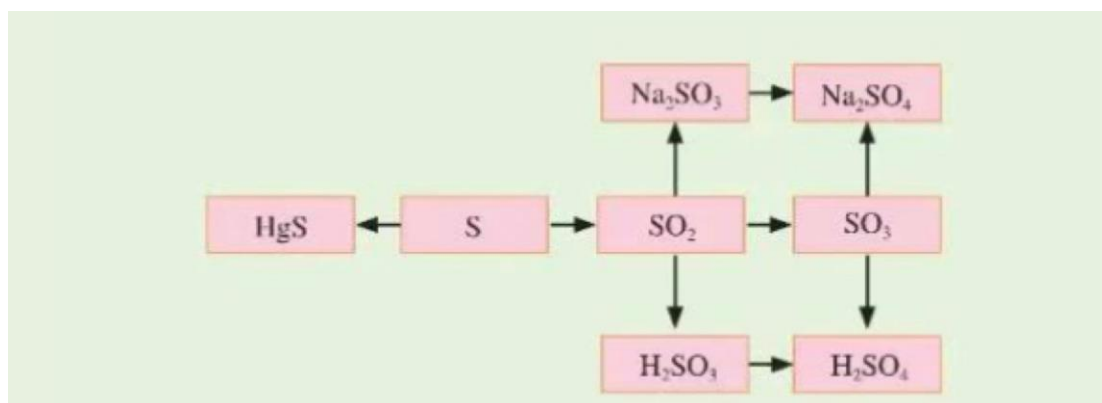
（特征）与品红（化合反应）

硫酸

浓硫酸：吸水性，脱水性

强氧化性：（常温）铝、铁钝化

（加热）与 Cu、C 反应



(二) 金属元素的性质

1. 碱金属与碱土金属，以 Na、Mg 和 Ba 为例

过氧化钠的形成（电子转移）

2. 铝：两性

（推导）铝单质和碱反应

3. 铁：变价金属

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 在空气中氧化

特征反应：KSCN，血红色

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 硝酸亚铁+少量盐酸

(三) 拓展内容：

二、练习题

1. 核酸采样管中的红色液体为病毒核酸保存液，主要成分有盐酸胍、酸碱指示剂——酚红等物质。盐酸胍 $[\text{NH}_2\text{C}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{HCl}]$ 可以破坏病毒表面蛋白外壳，从而使病毒失去活性和感染能力。酚红在中性环境下它是红色的，碱性环境是紫色，酸性环境是黄色。下列说法错误的是

- A. 若病毒核酸保存液存在较多细菌，会进行呼吸作用生成 CO_2 ，使保存液变成黄色而显示失效
- B. 盐酸胍和“84”消毒液使蛋白质变性的原理相同
- C. 禁止将拭子先浸入病毒核酸保存液，然后再采样
- D. 病毒核酸保存液采集样品后应尽快送入专业实验室进行检测

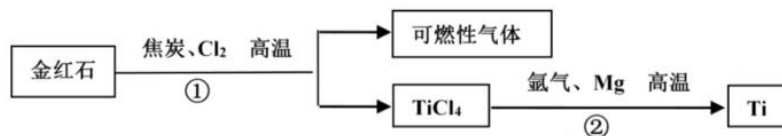
2. 有两个无标签的试剂瓶，分别装有 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 ，有四位同学为鉴别它们采用以下不同方法，其中不可行的是

- A. 分别将它们配制成溶液，再加入澄清石灰水
- B. 分别将它们配制成溶液，逐滴滴加稀盐酸
- C. 分别将它们配制成溶液，再加入 CaCl_2 溶液
- D. 分别加热，再用澄清石灰水检验是否有 CO_2 产生

3. 含氯消毒剂、过氧化物能有效灭活病毒，是常用消毒剂。请回答下列问题：

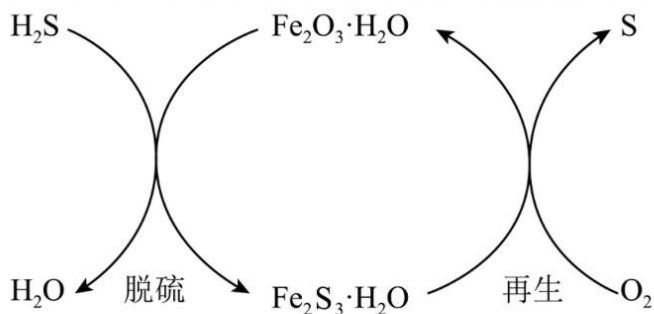
- (1) 消毒剂次氯酸钠可由氯气和 NaOH 溶液反应制得，反应的化学方程式为 _____。
- (2) 亚氯酸钠(NaClO_2)是一种高效氧化剂、漂白剂，可由 Cl_2O 与 ClO_2 按一定比例混合后在 NaOH 溶液中反应制得。
 - ① NaClO_2 中氯元素的化合价是 _____。
 - ② 制备时 Cl_2O 与 ClO_2 完全反应的物质的量理论比为 _____。

4. 我国“蛟龙”号载人潜水器重要部件是用钛合金材料制造的。金属钛(Ti)抗腐蚀性能好,在高温环境下具有强还原性。以金红石(主要成分为 TiO_2)为原料生产钛的工艺流程如下,下列说法不正确的是



- A. ①中发生的反应: $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$
- B. 钛抗腐蚀性好是因为常温下钛与氧气化合生成一层极薄的致密氧化膜
- C. ②中氩气的作用是隔绝空气,防止金属钛被氧化
- D. 高温下,钠可以与 TiCl_4 溶液反应制备金属钛

5. H_2S 是一种有毒气体,可通过再生吸附法除去,原理如下图。



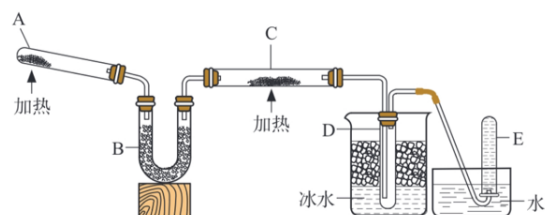
下列说法错误的是

- A. 脱硫过程中的吸附剂是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- B. 脱硫和再生过程总反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 再生吸附法需要不断补充 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- D. 再生过程中每转移 2mol 电子,生成 1mol 单质 S

6. 硫酸厂的烟道气会严重污染环境,为保护环境、变废为宝,有多种脱硫方案,如石灰石-石膏法、氨水法、活性炭法、氧化镁法等。请写出下列反应的化学方程式。

- (1) 二氧化硫与熟石灰反应。
- (2) 亚硫酸钙 (CaSO_3) 与氧气反应。
- (3) 二氧化硫与氨水反应。
- (4) 亚硫酸铵与氧气反应。

8. 已知氨可以与灼热的氧化铜反应生成氮气和金属铜，用下面示意图中的装置可以实现该反应。



A中装有的 NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 混合物在加热条件下，可以发生反应生成 CaCl_2 、 NH_3 和 H_2O 。

试回答下列问题：

(1) B中加入的物质是碱石灰(CaO 和 NaOH 的混合物)，其作用是_____。

(2) 实验时在C中(装有 CuO)观察到的现象是_____，发生反应的化学方程式是_____。

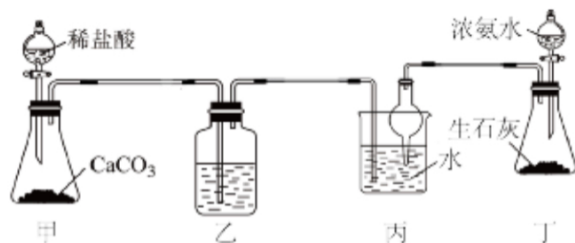
(3) 实验时在D中观察到的现象是_____，收集到的物质是_____。

3. 已知反应： $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

现有 $X\text{molNO}_2$ 和 $Y\text{molNO}(X>Y)$ 组成的混合气体，欲用 $m\text{L}$ 含 $n\text{molNaOH}$ 的溶液吸收，使该混合气体全部转化成盐(NaNO_3 和 NaNO_2)进入溶液，则 n 的值至少是

- A. $X/m\text{mol}$ B. $2X/3\text{mol}$ C. $(X+Y)\text{mol}$ D. $2(X+Y)/3\text{mol}$

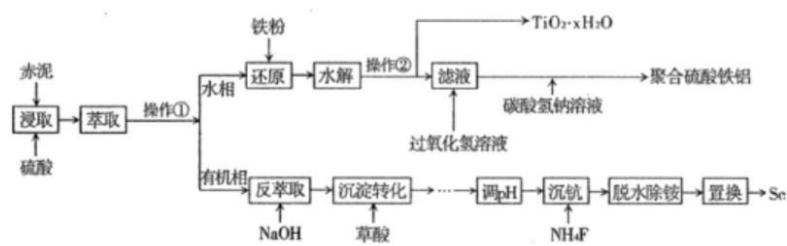
5. 碳酸镧 $[\text{La}_2(\text{CO}_3)_3]$ 可用于治疗终末期肾脏病患者的高磷酸盐血症。以反应 $2\text{LaCl}_3 + 6\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{La}_2(\text{CO}_3)_3\downarrow + 6\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 为原理制备碳酸镧，制备 NH_4HCO_3 溶液的实验装置如图。



下列说法错误的是

- A. 实验时，应向水中先通入 NH_3 ，后通入过量的 CO_2 ，最后向丙中加入 LaCl_3 溶液
B. 装置乙中试剂为浓硫酸，目的是干燥 CO_2
C. 装置丙中的球形干燥管可以用倒置普通漏斗替代
D. 装置丁中的生石灰可以用 NaOH 固体替代

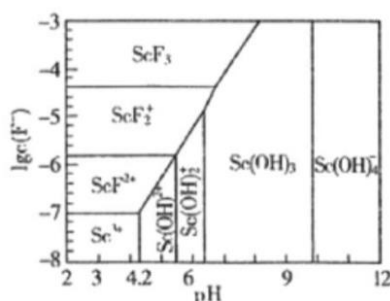
6 钪的价格昂贵，在地壳里的含量只有 0.0005%，化学性质非常活泼。从铝土矿生产 Al_2O_3 的副产品“赤泥”(主要成分为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 Sc_2O_3)中回收钪，同时生产聚合硫酸铁铝 $[\text{AlFe}(\text{OH})_{6-2n}(\text{SO}_4)_n]$ 具有极其重要的工业价值，一种工艺流程如下：



已知：钪离子可以在不同 pH 下生成 $[\text{Sc}(\text{OH})_n]^{3-n}$ ($n=1\sim6$)。

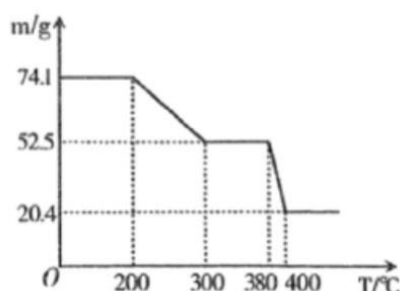
请回答以下问题：

- (1)操作□的名称_____，操作□和操作□中都使用的玻璃仪器是_____。
- (2)加入铁粉的作用_____。
- (3)生成聚合硫酸铁铝 $[\text{AlFe}(\text{OH})_{6-2n}(\text{SO}_4)_n]$ 的离子方程式为_____。
- (4)钪的发现较晚，主要是因为_____。
- (5)“反萃取”时若加的入氢氧化钠过量， $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀会溶解。写出 $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式_____。
- (6)常温下，三价 Sc 的部分存在形式与氟离子浓度的对数 $[\lg c(\text{F}^-)]$ 、pH 的关系如图所示。若溶液中 $c(\text{F}^-)=5\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，“调 pH”过程中控制 $\text{pH}=7$ ，则调节 pH 后三价 Sc 的存在形式为_____ (填化学式)($\lg 5=0.7$)。



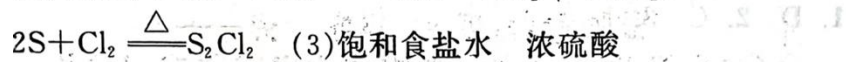
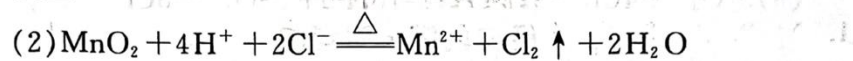
如果 Sc 的沉淀方式主要是 ScF_3 ，则溶液中 $c(\text{F}^-)$ 应该大于 _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($10^{0.6}=4$)

- (7)“脱水除铵”过程中，复盐 $3\text{NH}_4\text{Cl}\cdot\text{ScF}_3\cdot a\text{H}_2\text{O}$ 分解得到 ScF_3 ，固体样品质量与温度的关系如图所示。加热至 380-400℃ 产生白烟，400℃ 以上质量不再改变。则 $a=$ _____ (填数字)。



三、 参考答案

(1)用导管将 A 的上口和 B 相连,在 G 和 H 之间增加干燥装置



(4)分液漏斗 圆底烧瓶 导气、冷凝

(5)产率降低(或 S_2Cl_2 分解) 有固体产生

(6) SCl_2 S 浓盐酸的滴速

(7)吸收多余的氯气,保护环境 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\quad} \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$