

第三部分 元素及其重要化合物

在奋斗者的眼里,理想是岸,生命是船,命运就是手中的双桨。

考点 17 卤素

高考考点检索

卤族元素——典型的非金属

(1)以氯为例,了解卤族元素的物理性质和化学性质。

(2)从原子的核外电子排布,理解卤族元素(单质、化合物)的相似性和递变性。

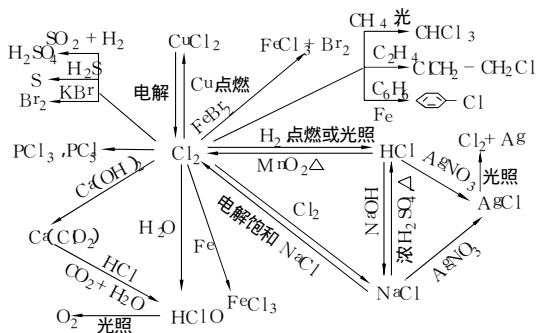
(3)以氯化氢为例,了解卤化氢的性质和用途。

(4)了解几种重要的金属卤化物的性质和用途。

(5)了解 HClO(次氯酸)的重要性质和用途,并掌握漂白粉的组成、性质和用途。

要点综合归纳

一、知识网络



二、 Cl_2

1. 分子结构

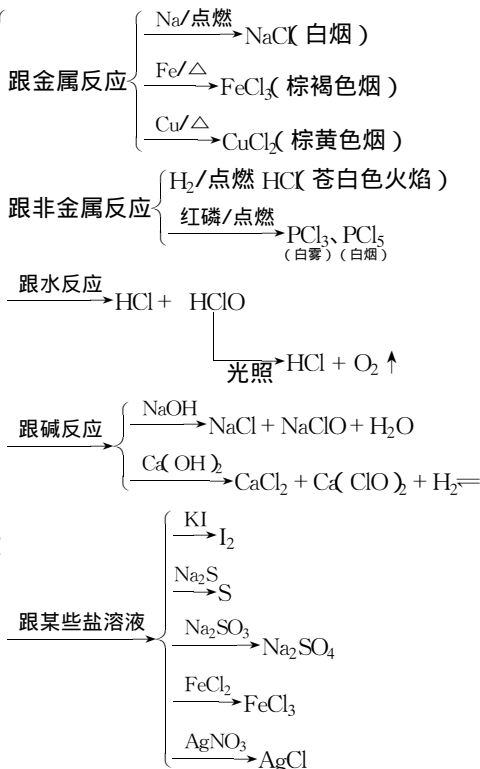
电子式 $\text{Cl}:\text{Cl}:$ 结构式 $\text{Cl}-\text{Cl}$

2. 物理性质

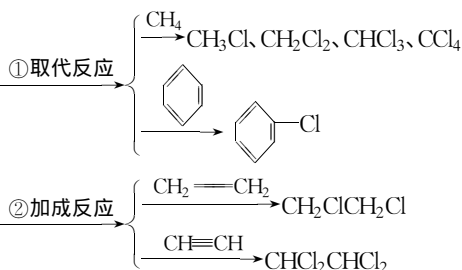
通常状况下,氯气呈黄绿色,密度大于空气,氯气有毒,有剧烈的刺激性气体(嗅闻时要招气入鼻)易液化得液氯,能溶于水(约 1:2)得氯水。

3. 化学性质

Cl_2



跟有机物



4. 用途 消毒、制盐酸、漂白粉、农药、氯仿等

5. 制取

工业制法 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

实验室制法:



①原理：



注意： MnO_2 还可利用其他氧化剂（如 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、 KClO_3 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 O_2 等）代替；浓盐酸还可利用 NaCl 和浓 H_2SO_4 的混合物代替，但不可利用稀 HCl 代替③

②装置 固—液加热制气装置③

③操作“连—检—装—制—集”

“连”根据装置图，按从下到上，从左到右的顺序连接装置。

“检”检验装置的气密性，此操作一般按照“形成水封、微热观察、冷却观察”的步骤进行。

“装”：向容器中装药品。先向烧瓶中添加固体 MnO_2 ，再用分液漏斗添加浓 HCl 。

“制”：当一切准备就绪后，点燃酒精灯，加热制气。

“集”：用向上排空法收集 Cl_2 ，多余的 Cl_2 应用 NaOH 溶液吸收，以防止空气污染。

6. 净化 Cl_2 (HCl 、 H_2O)

饱和食盐水洗气（除 HCl ），浓 H_2SO_4 干燥。

7. 检验：用淀粉 KI 试纸或 AgNO_3 溶液检验。

8. 贮存：工业上将 Cl_2 干燥、液化后贮存于钢瓶中，实验室一般现制现用，收集在集气瓶中。

三、 HCl 和盐酸

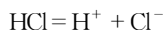
1. 分子结构



2. HCl 和盐酸的比较

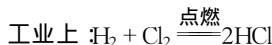
	氯化氢	盐酸
微粒种类	HCl 分子	H_2O 分子、 H^+ 、 Cl^- 离子
物质类别	纯净物	混合物
物理性质	常温下为无色刺激性气味的气体，比空气稍重，极易溶于水（1:500）。	无色有刺激性气味的液体，具有挥发性，能导电。
化学性质	不能使干燥的蓝色石蕊试纸变红。	具有酸的通性和 Cl^- 的性质，为一元强酸。
相互联系	氯化氢 $\xrightleftharpoons[\text{挥发}]{\text{溶于水}}$ 盐酸	

3. 盐酸的化学性质



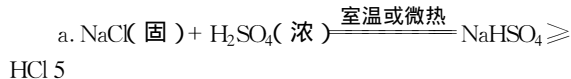
- H^+ 的性质（酸的通性）
- 使指示剂变色：紫色石蕊试液变红
 - 跟金属反应： $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$
 - 跟碱反应： $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - 跟碱性氧化物反应： $\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - 跟盐反应： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- Cl^- 的性质
- 沉淀反应： $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$
 - 还原反应：
- $$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$$

4. HCl 的制取



实验室制法：

①原理



②装置 固—液加热制气装置（与制 Cl_2 同）③

③操作“连—检—装—制—集”

5. 净化：若 HCl 中混有 Cl_2 、 H_2O （g）可用活性炭吸附 Cl_2 、浓 H_2SO_4 干燥除水。

6. 检验：可用湿润的蓝色石蕊试纸、浓氨水（沾在玻璃棒上）、 AgNO_3 溶液等检验。

四、卤族元素

1. 原子最外层都有 7 个电子而表现出的相似性

（1）原子结构：最外层都有 7 个电子，易获得一个电子达到稳定结构，形成 X^- 离子；形成的单质均为双原子分子（ X_2 ），是典型的非金属元素。

（2）化合价：最低负价 -1 价；最高正价 +7 价（除氟无正价外）

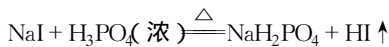
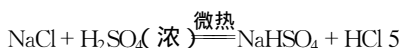
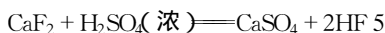
（3）物理性质：单质均有颜色，熔沸点皆不高，都有气味，易溶于有机溶剂。

（4）化学性质

- 跟金属反应，生成金属卤化物
- $$2\text{M} + \text{nX}_2 = 2\text{MX}_\text{n}$$
- 跟氢气反应，生成卤化氢
- $$\text{H}_2 + \text{X}_2 = 2\text{HX}$$
- 跟水反应，生成氢卤酸，次卤酸（ F_2 除外）
- 单质（ X_2 ）
- $$\text{X}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HX} + \text{HXO}$$
- 跟碱反应，生成金属卤化物等
- $$\text{X}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaX} + \text{NaXO} + \text{H}_2\text{O}$$
- 跟卤化物反应，把较不活泼的卤素从它的卤化物溶液中置换出来（ F_2 除外）
- $$\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$$

（5）制法

- X_2 主要用氧化阴离子法
- HX ：用金属卤化物与不挥发性酸（浓 H_2SO_4 或 H_3PO_4 ）反应



（6）存在：因化学性质活泼，在自然界无游离态

（7）化合物

氢化物(HX)均为无色气体,易溶于水成无氧酸。
银盐除 AgF 外,AgX 均难溶于水,也难溶于 HNO₃,
且见光分解 $2Ag \xrightarrow{\text{光照}} 2Ag + X_2$

2. 随核电荷数增大电子层数增多性质表现出递变性

难点剖析透视

1. 液氯和氯水的比较

	液氯	氯水
形成过程	将氯气冷至 -34.6℃	将氯气溶于水
成分	Cl ₂	Cl ₂ 、H ₂ O、H ⁺ 、Cl ⁻ 、HClO
导电性	无	导电
漂白性	无	有
AgNO ₃ (固)	不反应	有白色沉淀生成

(1) 原子结构: 电子层数增多, 原子半径增大, 原子得电子渐难。

(2) 物理性质

单质的颜色, 由浅至深
单质的密度, 由小到大
单质的状态, 由气态、液态到固态

(3) 化学性质: 卤素的非金属性依次减弱, 单质的氧化性逐渐减弱。

a. 与 H₂ 反应, 由易到难, 形成氢化物(HX)的稳定性由强到弱。

b. 与 H₂O 反应程度由大到小, I₂ 与 H₂O 反应很弱, 以致于常常忽略。

c. 与铁反应, 氯、溴生成三价铁盐, 碘则生成 FeI₂。

d. 卤素间置换能力: Cl₂ > Br₂ > I₂。

(4) 化合物

a. 卤离子的还原性: F⁻ < Cl⁻ < Br⁻ < I⁻

b. HX: 热稳定性: HF > HCl > HBr > HI
还原性: HF < HCl < HBr < HI
水溶液的酸性: HF < HCl < HBr < HI

c. Ag: 颜色: 由浅到深(白 → 浅黄 → 黄)
水溶性: Ag < BA < Cl < Br < AgI

d. 含氧酸(除氟外)

酸性: HXO₄ > HXO₃ > HXO₂ > HXO
氧化性: HXO₄ > HXO₃ > HXO₂ > HXO

2. 有关氯水参加的反应

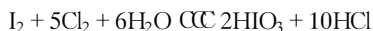
(1) 氯水中的氯气作氧化剂, 氯水滴入碘化钾淀粉溶液中变蓝色△



碘遇淀粉变蓝。

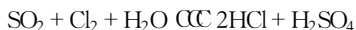
在淀粉碘化钾试纸上滴几滴氯水显示出蓝色, 若把淀粉碘化钾试纸投入氯水中, 则看不到蓝色, 因为氯

水过量发生如下反应:

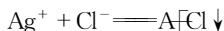


因单质碘被氯气氧化而看不到蓝色。

将二氧化硫通入氯水中可生成硫酸:



(2) 将氯水滴入硝酸银溶液中, 由氯水中的 Cl⁻ 与 Ag⁺ 反应生成白色沉淀:



(3) 新制的氯水与碱的反应实质为:



(4) 将新制的氯水滴入紫色石蕊试液, 由于 HCl 的作用而变红, 由于次氯酸的作用而褪色。

3. 氯气的漂白

干燥的氯气不能漂白, 说明氯气本身无漂白性, 氯气与水反应生成次氯酸, 次氯酸是一种强氧化剂, 能把色素分子氧化变成无色物质。被次氯酸漂白的物质, 不能再恢复原来的颜色。次氯酸的漂白性只能对有机色素起作用, 而对无机颜料不能漂白。

4. 氯气与金属溴化物或碘化物的反应

氯气与金属溴化物或碘化物反应时, 通常是 Cl₂ 氧化 Br⁻ 或 I⁻, 但金属离子如果处于低价态(如 Fe 有 Fe³⁺ 和 Fe²⁺, Fe²⁺ 为低价态)金属离子也会被氧化。如 3Cl₂ + 6FeBr₂ = 2FeCl₃ + 4FeBr₃ (Cl₂ 不足)

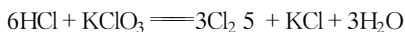
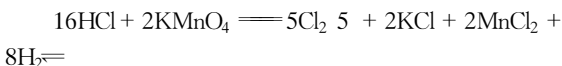


5. 制氯气用的盐酸必须是浓的

一方面浓盐酸酸性较强可增强氧化剂的氧化性, 同时因浓度大而增强 Cl⁻ 的还原性, 使上述氧化还原反应更易进行。

6. 制氯气的原理是将 -1 价的化合态的氯氧化为 0 价的氯, 在实验室制取氯气时通常用二氧化锰。

除 MnO₂ 外其他的氧化剂如 KMnO₄、KClO₃ 等也可与浓盐酸反应制得氯气:



若 KMnO₄、MnO₂ 分别与同浓度的盐酸反应, 常温下 KMnO₄ 就能剧烈反应, 而 MnO₂ 在加热的条件下也不如 KMnO₄ 反应快, 反应缓慢易控制反应速率和产生的 Cl₂ 的量, 所以通常用 MnO₂ 而不用 KMnO₄ 等其他强氧化剂。

7. 溴和碘的单质在不同的溶剂中颜色不同

溴和碘的单质在不同的溶剂中的颜色见下表:

	水	四氯化碳 苯 汽油
溴	黄 → 橙	橙 → 橙红
碘	深黄 → 褐	浅紫 → 紫

因为溴和碘的分子都是有颜色的,它们在非极性溶剂中(如 CS_2 、 CCl_4 、苯)要比在水中的溶解度大,溴或碘的溶液仍保持它们分子的颜色,若溶剂是极性的(如水)则溴分子或碘分子由于电性作用而发生变形,分子量越大,越易变形,因而出现上表中的颜色。

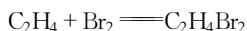
8. 能使溴水褪色的反应

新制的溴水中存在着 Br_2 、 H_2O 、 HBrO 、 Br^- 、 H^+ 、 BrO^- 、 OH^- 等多种微粒,主要成分是 Br_2 ,溴水显色就是 Br_2 的存在,要使溴水褪色就是与 Br_2 起反应且生成物无色,主要反应有:

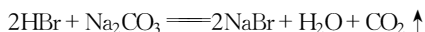
- ①与较活泼的金属反应 $\text{Zn} + \text{Br}_2 = \text{ZnBr}_2$
- ②与还原性物质反应 $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{S}$
- ③与强碱反应 $2\text{NaOH} + \text{Br}_2 = \text{NaBr} + \text{NaBrO} + \text{H}_2\text{O}$

III

④不饱和的有机物与 Br_2 的加成:



⑤与某些盐的反应



使溴水中存在的平衡向右移动而使溴水褪色。



9. 制取 HBr 、 HI 能否用浓 H_2SO_4 ?

实验室制 HF 、 HCl 都可用浓 H_2SO_4 ,而制 HBr 、 HI 则不能用浓 H_2SO_4 ,因为浓 H_2SO_4 能将其氧化成 Br_2 或 I_2 ,所以 HBr 、 HI 常用浓 H_3PO_4 制取。

10. 氟化氢的特性

①制取 HF 时不能用 H_2 与 F_2 直接化合,因反应太剧烈,在冷暗处就会爆炸,通常用以下方法: $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{CaSO}_4 + 2\text{HF} \uparrow$,要在铅皿中进行,不能用玻璃仪器,同时,由于氢氟酸能与玻璃、陶瓷的成份 SiO_2 反应,所以盛放氢氟酸时常用塑料瓶③

②氢氟酸呈弱酸性

氢卤酸中除氢氟酸外皆为强酸,这是因为氟原子半径小, $\text{H}-\text{F}$ 键能大,电离度小,故呈弱酸性③

③液态卤化氢的沸点随着分子量的增大而升高,但氟化氢的沸点比碘化氢的还高,这是因为氟化氢分子间能形成氢键,增强了分子间的作用力而使沸点升高。

11. Cl_2 和 SO_2 混合使用能否使漂白作用增强

Cl_2 、 SO_2 都具有漂白作用,若将 Cl_2 和 SO_2 按 1:1 的体积比混合,漂白能力反而减弱,其原因是因为发生了如下反应:



不再具有漂白能力。

12. 氟及氟化物的特性:

(1)氟无正化合价(次氟酸、次氟酸钠、高氟酸、高氟酸钠不存在)

(2) F_2 遇水剧烈反应并生成 HF 与 $\text{O}_2 \uparrow$

(3) F_2 不能从 NaCl 溶液中置换出 Cl_2

(4) F_2 一般不能用氟化物与氧化剂反应来制取

(5)氢氟酸是弱酸,其他 HX 为强酸

(6)氢氟酸能形成氢键沸点反常高

(7)氢氟酸腐蚀玻璃,应保存在塑料瓶内

(8) AgF 可溶, CaF_2 难溶

(9) $2\text{F}_2 + 2\text{OH}^- = 2\text{F}^- + \text{OF}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(10) F_2 可跟稀有气体反应生成 XeF_2 、 XeF_4 、 XeF_6 等

典型例题追踪

例1 甲、乙、丙三种溶液各含有一种 X^- (X^- 为 Cl^- 、 Br^- 、 I^-) 离子,向甲中加入淀粉溶液和氯水,则溶液变为橙色,再向这溶液中加入丙溶液,颜色无明显变化,则甲、乙、丙溶液中依次含有 ()

- A. Br^- 、 I^- 、 Cl^- B. Br^- 、 Cl^- 、 I^-
C. I^- 、 Br^- 、 Cl^- D. Cl^- 、 I^- 、 Br^-

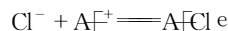
解析 向溶液中加入氯水,溶液变橙色,这是因为氯水中的 Cl_2 将 Br^- 氧化为 Br_2 的原因,再加丙无变化,说明加入的溶液中含有 Cl^- ,若含有 I^- 则被氧化为 I_2 遇淀粉要显蓝色。

答案 A

例2 自来水可用 Cl_2 消毒,若用这种自来水去配制下列物质的溶液,不会产生明显的药品变质问题的是 ()

- A. AgNO_3 B. FeCl_2 C. Na_2SO_3 D. AlCl_3

解析 自来水中存在的 Cl_2 可发生如下反应:



$\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ 此四种物质中不反应的只有 AlCl_3

答案 D

例3 氯气在溶于水过程中,可与水发生化学反应,并存在如下平衡:



试通过简单实验证明在氯水中存在盐酸和次氯酸。

解析 本题要求通过实验证明在氯水里存在 H^+ 离子、 Cl^- 离子和 HClO 分子,根据已有化学知识可设计以下实验:

(1) 在新制氯水中加入镁粉,可见有无色气体生成 (H_2),说明氯水中有 H^+ 离子。

(2) 在新制氯水中加入硝酸银溶液,可见有白色沉淀生成 (AgCl),证明氯水中有 Cl^- 离子。

(3) 在新制氯水中加入有色布条,可见有色布条褪

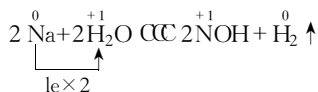
色,说明氯水中有 HClO 分子。

点评 在新制氯水中加入石蕊试液,开始溶液呈现红色(酸性),随后,又可见石蕊褪色(HClO 的漂白性),也可证明氯水中存在盐酸和次氯酸。

例 4 在有水参加的下列氧化还原反应中,水作为还原剂的是 ()

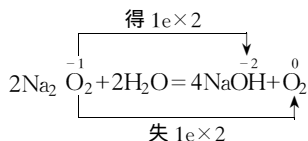
- A. $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
 B. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$
 C. $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{光}} 4\text{HCl} + \text{O}_2$
 D. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$

解析 在有水参加的氧化还原反应中,只要水是失电子的物质便是还原剂。在钠跟水的反应中,电子转移方向和总数是:

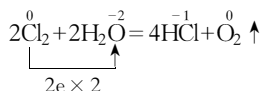


在这个氧化还原反应中,水是得电子的物质,是氧化剂。

在 Na_2O_2 跟 H_2O 发生的氧化还原反应中,电子转移方向和总数是:



这个反应是 Na_2O_2 发生的自身氧化还原反应,水既不是氧化剂,也不是还原剂。在 Cl_2 跟 H_2O 发生的氧化还原反应中,电子转移方向和总数是:



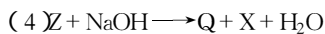
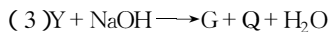
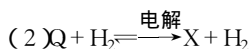
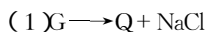
在这个氧化还原反应中, H_2O 是失电子的物质,是还原剂。在 Cl_2 跟 H_2O 生成 HCl 和 HClO 的反应中,电子转移方向和总数是:



这个反应是 Cl_2 发生的自身氧化还原反应,水既不是氧化剂也不是还原剂。

答案 C。

例 5 G、Q、X、Y、Z 均为氯的含氧化合物,我们不了解它们的分子式(化学式),但知道它们在一定条件下具有如下的转换关系(未配平):

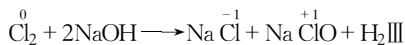


这五种化合物中氯的化合价由低到高的顺序为

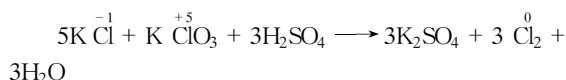
()

A. QGZX B. GYQZX C. GYZQX D. ZXGYQ

解析 题给 X、Y 等均为氯的含氧化合物,这些化合物里氯应都呈正价。同种元素间发生氧化还原反应的该元素价态变化规律主要有:①中间价态发生自身氧化还原,转化为—更高价和—更低价,即歧化反应。如:



②反应物中不同价态的同种元素氧化还原时,都转化为生成物里该元素的同一价态。有人称它为反歧化反应。如:



运用上述规律分析所给的五個反应:

(1)中 G 生成 NaCl 和 Q,因 NaCl 中氯为 $\overset{-1}{\text{Cl}}$,Q 中 Cl 价态必高,G 为中间价态。结论为氯价态: B $\overset{-1}{\text{Cl}}$ 。

(2)中 Q 与水电解得 H_2 和 X, H_2 是还原产物,X 一定是氧化产物,它只能由 Q 失电子而来。结论为氯的价态: B Q。结合(1)得 B $\overset{-1}{\text{Cl}}$ B G。

(3)中显然是歧化反应,Y 是中间价态,Q 和 G 的氯价态应—比 Y 中的高,—比 Y 中的低,又知前面的 B G,所以得出结论,氯价态: B $\overset{-1}{\text{Cl}}$ B G。

(4)中也是歧化反应,Z 为中间价态,同理得氯的价态 B $\overset{-1}{\text{Cl}}$ B Q。综合四个反应而得氯的价态 B $\overset{-1}{\text{Cl}}$ B B B G。

答案 B

例 6 将一定量的 Cl_2 通入 250mL 溴化钾溶液中,然后将所得的溶液蒸干,并将残渣微热,最后得干燥的固体 40g。经分析固体中含有 25% 的溴元素(溴的质量分数)。求(1)通入原溶液中的 Cl_2 为多少克?(2)最初的溴化钾溶液中含溴化钾的质量。

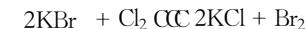
解析 40g 固体中含有溴元素说明是 KCl 和 KBr 的混合物,进而可求出 KCl、KBr 各多少克。根据反应方程式可求出通入的 Cl_2 和反应了的 KBr。

固体中含 KBr 的质量:

$$40\text{g} \times 25\% \times \frac{\text{KBr}}{\text{Br}} = 14.875\text{g}$$

$$\text{含 KCl 为 } 40\text{g} - 14.875\text{g} = 25.125\text{g}$$

(1)设通入的 Cl_2 质量为 x,反应的 KBr 的质量为 y。



$$2 \times 119\text{g} \quad 71\text{g} \quad 2 \times 74.5\text{g}$$

$$y \quad x \quad 25.125\text{g}$$

$$x = 12\text{g} \quad y = 40\text{g}$$

$$(2) 40\text{g} + 14.875\text{g} = 54.875\text{g}$$

例 7 (2000 年京、皖春季)用实验室制氧气(以氯酸钾为原料,二氧化锰作催化剂)的残渣为原料,制取氯化氢气体。



(1)某学生提出的实验步骤依次是:溶解、蒸发、结晶、制取气体.其中还缺少的必要步骤_____.

(2)某学生开列的实验用品为:烧杯、圆底烧瓶、蒸发皿、量筒、集气瓶、分液漏斗、酒精灯、药匙、托盘天平、铁架台、铁夹、铁圈、双孔橡皮塞、玻璃导管、橡皮管、火柴、蒸馏水.所缺少的必要试剂是_____,还缺少的必要的实验用品是(错答要倒扣分)_____.

(3)写出本实验中制取氯化氢气体的化学方程式:_____.

(4)本实验吸收尾气的装置所用的仪器是_____.

解析 据题意知制取氯化氢气体所用到的方程式为 $\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{HCl} \uparrow + \text{KHSO}_4$ 或 $2\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$, 但 KCl 需要提取, 即从 KClO_3 、KCl、 MnO_2 的混合物中分离出来, 因 MnO_2 不溶于水, 必须过滤除去; 若不除去, 则发生反应: $2\text{KCl} + \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$. 尾气的吸收装置是用倒扣漏斗, 原因是溶解度大, 这样既可保证气体吸收充分, 又可防止倒吸. 综上所述, 我们就不难得出答案.

答案 (1) 过滤 (2) 浓硫酸 玻璃棒、滤纸、漏斗、石棉网 (3) $2\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ (只回答 $\text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{KHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ 亦可) (4) 漏斗、烧杯

例 8 对某宇航员从太空某星球外层空间取回的气体样品进行如下分析:

①将样品溶于水, 发现其主要成分气体 A 极易溶于水③

②将 A 的浓溶液与 MnO_2 共热产生一种黄绿色气体单质 B, 将 B 通入 NaOH 溶液中生成两种钠盐③

A 的稀溶液与锌粒反应生成气体 C, C 与 B 的混合气体经光照发生爆炸又生成气体 A, 实验测得反应前后气体体积不变.

据此回答下列问题:

(1)写出 A、B、C 的化学式: A _____、B _____、C _____.

(2)A 的浓溶液与 MnO_2 共热的化学反应方程式: _____.

(3)气体 B 与 NaOH 溶液反应的化学方程式: _____.

(4)科研资料表明, 若该星球上有生命活动, 则这些生物可能从该星球上液态氨的海洋中产生, 因为那里的液氨相当于地球上的水. 据此推测, 该星球上是否有生命活动? 简述理由.

解析 信息给予题又叫新情境试题, 在高考试题中占很大比重. 其基本形式为: 给出全新的情境(最新科研成果等信息), 冗长的题干、频繁的设问. 题示的信息新但具有启发性, 经处理后可以迁移或灵活运用.

本题是将 Cl_2 、HCl 等有关基础知识置于新情景之中, 只要紧紧抓住 HCl 气体极易溶于水和 HCl 和 MnO_2 共热制得 Cl_2 (1)~(3)即可迎刃而解. (4)所给信息虽然没见过, 但通过阅读学习可产生如下联想: HCl 和 NH_3 不能共存, 进而得出正确结论.

答案 (1) HCl Cl_2 H_2 (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ (4) 不可能有生命活动. 因为该星球外层空间的 HCl 与星球上的 NH_3 不能共存: $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

基础过关检测

一、选择题(每小题①2 2 个正确答案)

- 下列关于氯气的叙述中正确的是 ()
 - 氯气是无色、有刺激性气味、有毒的气体
 - 氯气在常压时, 冷却到 -34.6°C , 变成液氯, 它是容易液化的气体之一
 - 点燃是使氯气和氢气化合的唯一条件
 - 红热的铜丝放入氯气中生成绿色的氯化铜
- 下列各组的物质起反应, 能产生烟雾的是 ()

1 $\text{Na} + \text{Cl}_2$ 7 $\text{K} + \text{Cl}_2$. $\text{P} + \text{Cl}_2$ 3 $\text{H}_2 + \text{Cl}_2$

4 $\text{P} + \text{O}_2$ 5 $\text{Cu} + \text{Cl}_2$ $\text{HFe} + \text{Cl}_2$

 - ④⑤
 - ⑤⑥⑦
 - ①②③
 - .
- 实验室干燥氯气可用 ()
 - 固体烧碱
 - 生石灰

C. 浓硫酸 D. 五氧化二磷

- 下列物质中, 不能由两种单质直接化合而成的有 ()
 - FeCl_3
 - CuCl_2
 - FeS
 - FeCl_2
 - CuS
- 除去 Cl_2 中含有的少量氯化氢气体, 可选用的试剂是 ()
 - 水
 - 浓 H_2SO_4
 - 饱和食盐水
 - 碱溶液
- 下列各物质中, 按氯元素化合价由低到高排列正确的是 ()

1 Cl_2 7 HCl . $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 3 KClO_3

4 HClO_4

 - ①②③④⑤
 - ①③⑤④②

C. ②①③④⑤ D. ④⑤③①②

7. 现有 9 克某元素的单质直接与氯气反应后, 质量增加 35.5 克, 此元素是 ()

A. P B. Mg C. Fe D. Al

8. 将一条湿润的蓝色石蕊试纸投入盛有氯气的集气瓶中, 试纸 ()

A. 由蓝变白 B. 由蓝变紫
C. 由蓝变红 D. 由蓝变红再变白

9. 为加速漂白粉的消毒作用, 最好的方法是 ()

A. 加入 NaOH 溶液
B. 用水潮湿
C. 加热干燥后作用
D. 加入少量稀 HCl

10. 实验室制备下列各组气体, 所用气体发生装置相同的是 ()

A. H_2 、 O_2 B. O_2 、HCl
C. O_2 、 Cl_2 D. Cl_2 、HCl

11. 湿润的淀粉碘化钾试纸接触某气体而显蓝色, 该气体中可能有

1 Cl_2 7 NO_2 . H_2 3 SO_2 ⑤ HCl ⑥ 溴蒸气中的 ()A. ①③④ B. ①②⑤
C. ①②⑥ D. ②④⑤

12. 区别氯化氢和氯气应选用的试剂是 ()

A. $AgNO_3$ 溶液
B. 淀粉溶液
C. Na_2CO_3 溶液
D. 湿润的淀粉 KI 试纸

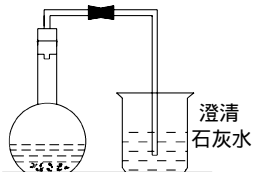
二、填空题:

13. 由 H_2 、 O_2 、 Cl_2 在同温同压下按 9:4:1 的体积比混合, 在一定条件下使其完全反应, 冷却后所得溶液的百分比浓度为_____.

14. 将一束铜丝灼烧至红热, 冷却后插入盐酸中反复几次溶液颜色如何变化? _____. 反应方程式_____.

15. 某同学用下图所示的装置, 使用浓盐酸跟足量的石灰石反应来制取 CO_2 与澄清的石灰水反应. 实验现象记录如下, 试解释产生实验现象的原因.

(1) 较长时间该生未发现澄清的石灰水变浑浊其原因是: _____.



(2) 当该生观察到石灰水变浑浊后, 很快又变澄清了, 浑浊现象消失很快的原因是: _____.

16. 向盛有溴水的试管中撒入镁粉振荡发生反应的化学方程式为: _____.

_____ 过滤将滤液分装 a、b、c 三支试管, 分别进行如下操作, 试填写下列空白:

(1) 向 a 试管中加入 $AgNO_3$ 溶液观察到的现象是: _____ 反应的化学方程式是: _____.

(2) 向 D 试管中加入氯水, 观察到的现象是 _____, 反应的化学方程式是: _____.

(3) 向 C 试管中加入 NaOH 溶液观察到的现象是: _____, 反应的化学方程式是: _____.

17. 实验室用浓 H_2SO_4 和食盐晶体加热制备 HCl 时若食盐中混有少量 Na_2SO_4 晶体是否影响制得 HCl 气体的纯度? _____ 其有关反应的化学方程式是: _____.

18. 向碘化钾的淀粉溶液中滴入氯水振荡后, 观察到的现象是: _____, 向碘化钾溶液中加入氯水后再加入 CCl_4 溶液, 振荡静置后观察到的现象是: _____, 有关反应的化学方程式: _____.

三、计算题

19. 把 36% 的浓盐酸(密度为 1.18 克/厘米³) 与 MnO_2 共热, 将生成的 Cl_2 通入足量的 KI 溶液中生成 6.35 克碘, 求反应中被氧化的浓盐酸的体积是多少毫升?

20. 将 192.5 克食盐与 150 克 98% 的浓 H_2SO_4 加强热充分反应后, 生成的氯化氢气体是多少克? 若将生成的 HCl 全部溶于水, 能得到 30% 的盐酸多少克?

基础过关检测答案

一、1. B 2. D 3. C、D 4. D、E 5. C 6. C 7. D

8. A 9. D 10. D 11. C 12. D

二、13. 33.6%

14. 溶液由无色变蓝色; $2Cu + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CuO$, $CuO + 2HCl \rightleftharpoons CuCl_2 + H_2O$

15. 1) 浓盐酸挥发出的 HCl 气体进入石灰水中阻止了 CO_2 与 $Ca(OH)_2$ 的作用

2) 由于大量的 $Ca(OH)_2$ 已被 HCl 中和, 故生成的 $CaCO_3$ 较少, 很快与继续通入的 CO_2 作用生成 $Ca(HCO_3)_2$

16. $Mg + Br_2 \rightleftharpoons MgBr_2$ 1) 浅黄色沉淀; $MgBr_2 + 2AgNO_3 \rightleftharpoons 2AgBr \downarrow + Mg(NO_3)_2$

2) 溶液由无色变橙色; $MgBr_2 + Cl_2 \rightleftharpoons MgCl_2 + Br_2$

3) 生成白色沉淀; $MgBr_2 + 2NaOH \rightleftharpoons Mg(OH)_2 \downarrow + 2NaBr$

17. 不影响; $2NaCl + H_2SO_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl$
5 $Na_2SO_4 + H_2SO_4$ 不反应



18. 变蓝, 溶液分层, 上层无色, 下层紫色;



三、计算题

19. 解: 由 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$



得关系式 $2\text{HCl} \sim 2\text{Cl}_2 \sim \text{I}_2$

73 克 254 克

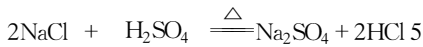
x 克 6.35 克

$$73 : x = 254 : 6.35 \quad \therefore x = 1.825$$

$$\frac{1.825 \div 36\%}{1.18} = 4.3 \text{ ml}$$

答: 被氧化的浓 HCl 体积是 4.3 ml

20. (1) 设浓 H_2SO_4 完全反应, 需 NaCl x 克



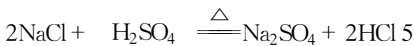
$$58.5 \times 2 \quad 98$$

$$x \quad 150 \times 98\%$$

$$\therefore x = 175.5 \text{ 克}$$

$\therefore 175.5 \text{ r } 192.5 \quad \therefore \text{NaCl 过量, 用 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 计算}$

2) 设生成 HCl 气体 y 克



$$98 \quad 36.5 \times 2$$

$$150 \times 98\%$$

$$\therefore y = 109.5 \text{ 克}$$

能制得 30% 的 HCl: $109.5 \div 30\% = 365 \text{ 克}$

考点 18 氧族元素

高考考点检索

1. 了解硫元素的单质和氢化物的重要性质.

2. 了解硫元素的氧化物的重要性质.

3. 掌握硫酸的制备原理、性质、用途.

4. 了解常见硫酸盐类的性质和用途.

5. 了解硫的氧化物对大气的污染及其防护.

主要考点:

1. 硫磺的物理性质、化学性质和主要用途.

2. 硫化氢的物理性质和化学性质.

3. 二氧化硫的物理性质、化学性质和实验室制法.

4. 三氧化硫的物理性质、化学性质.

5. 硫酸的物理性质、化学性质, 浓硫酸的吸水性、脱水性和氧化性, 硫酸的用途、制法.

6. 重要的硫酸盐(石膏、硫酸钡、硫酸锌、胆矾等)的某些性质和用途.

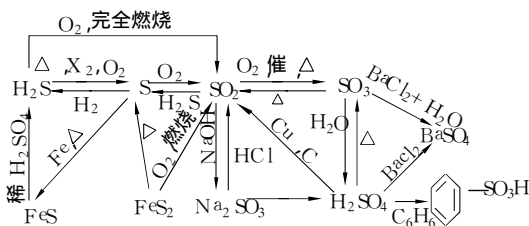
7. 环境保护与环境污染、硫的氧化物对大气的污染及其防护.

8. 氧族元素简况.

要点综合归纳

一、知识网络

硫及其化合物



二、氧族元素

1. 8O 、 16S 、 34Se 、 52Te 的相似性

① 最外层电子数都为 6, 除氧外, 硫、硒、碲均有可变化价: -2 、 $+4$ 、 $+6$.

② 都有气态氢化物: H_2O 、 H_2S 、 H_2Se 、 H_2Te . 除 H_2O 外, 都有恶臭、有毒, 其水溶液显酸性③

③ 都有两种氧化物及对应水化物(氧除外), 氧化物 SO_2 、 SO_3 ; SeO_2 、 SeO_3 ; TeO_2 、 TeO_3 , 对应水化物, H_2SO_3 、 H_2SO_4 ; H_2SeO_3 、 H_2SeO_4 ; H_2TeO_3 、 H_2TeO_4

④ 都能跟大多数金属直接化合

2. O、S、Se、Te 的递变性

① 电子层数逐渐增加, 原子半径逐渐增大

② 单质的颜色渐变: 无色、淡黄色、浅灰色、银白色; 熔沸点依次升高; 导电性依次增强

③ 气态氢化物的稳定性逐渐减弱; 最高价氧化物对应水化物的酸性较特殊:



④ 单质的氧化性逐渐减弱; 非金属性逐渐减弱

⑤ 单质的还原性逐渐增强; 金属性逐渐增强

3. 跟卤素的比较

① 相似性——非金属性

a. 都能跟大多数金属直接化合

b. 都能跟 H_2 直接化合(Te 除外), 其氧化物水溶液都显酸性(O 除外).

c. 都存在酸性氧化物和对应的含氧酸(O、F 除外)③

② 递变性——同周期比较

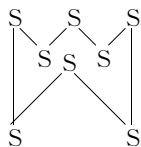
a. 原子半径: $r_{\text{O}} < r_{\text{F}}$ 、 $r_{\text{S}} < r_{\text{Cl}}$

b. 氢化物稳定性: $\text{H}_2 = r$ HF、 $\text{H}_2 = r$ HCl

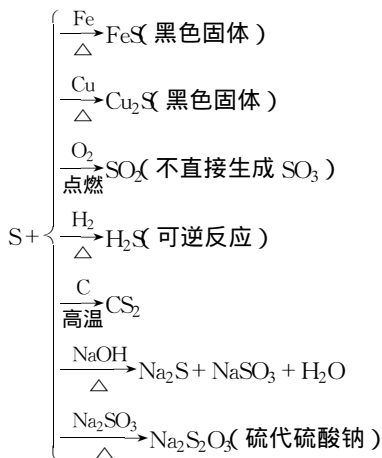
c. 最高价含氧酸酸性: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HClO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{SeO}_4 > \text{HBrO}_4$

④氧化性和非金属性 $\equiv r F, [VII] Cl$ ⑤还原性 $S^{2-} > I^{-} > Br^{-} > Cl^{-}$

三、硫

(1) 分子结构 硫有多种分子 通常用 S 表示 如 S_8 还有 S_6 、 S_4 、 S_2 等(2) 物理性质 淡黄色晶体、密度大约为水的 2 倍, 质硬而脆 熔点: $112.8^{\circ}C$, 沸点: $444.6^{\circ}C$. 不溶于水, 微溶于酒精, 易溶于 CS_2 .

(3) 化学性质

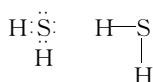


(4) 用途 制硫酸、橡胶、火药、焰火、火柴、农药等.

(5) 存在 化合态、游离态.

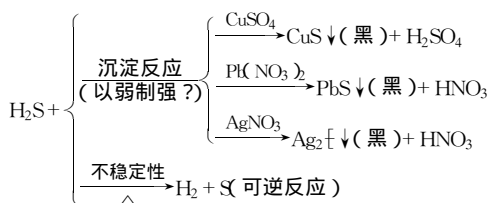
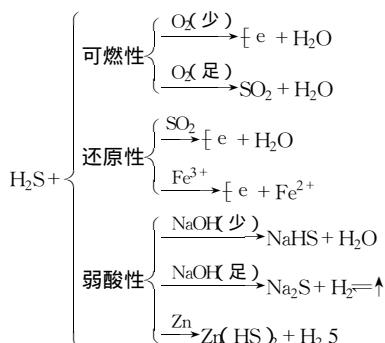
四、硫化氢

(1) 分子结构



(2) 物理性质 无色而有臭鸡蛋气味的气体, 密度比空气略大, 有剧毒, 可溶于水 (1:2.6).

(3) 化学性质



(4) 用途 混于煤气中起警报作用

(5) 制取

实验室制法: $FeS + 2HCl \rightleftharpoons FeCl_2 + H_2S \uparrow$ 或 $FeS + H_2SO_4 \rightleftharpoons FeSO_4 + H_2S \uparrow$ ⑥①可用启普发生器或制气装置与制 H_2 、 CO_2 相同③②不用浓盐酸, 否则制得的 H_2S 中混入 HCl .③不能用氧化性酸: 浓硫酸、硝酸, 否则 H_2S 被氧化③

④在通风橱中进行, 以防止空气污染③

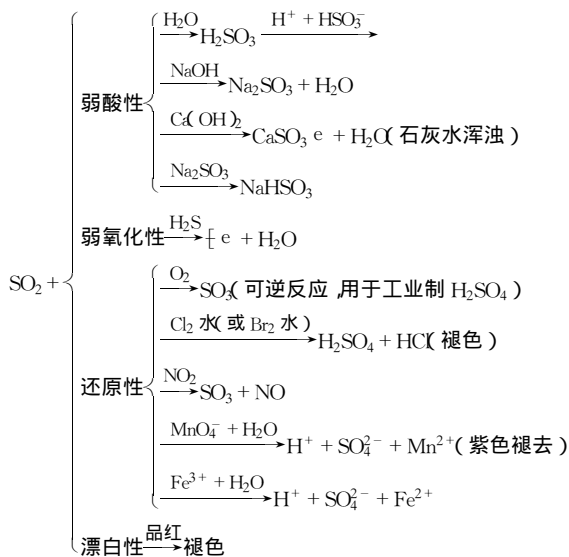
⑤净化: H_2S 、 HCl 、 H_2O (括号中为杂质成分) 饱和 $NaHS$ 洗气, P_2O_5 或 $CaCl_2$ 干燥③⑥检验: 用 $CuSO_4$ 溶液或 $(CH_3COO)_2Pb$ 试纸检.

五、二氧化硫与三氧化硫

(1) 分子结构 (不要求)

(2) 物理性质 无色而有刺激性气味的有毒气体. 密度比空气大, 易溶于水 (1:40), 易液化.

(3) 化学性质

(4) 用途 制 H_2SO_4 、作漂白剂

(5) 制取

实验室制法:

 $Na_2SO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 \uparrow + H_2O$

①固液不加热装置, 但不能用启普发生器

②硫酸若太浓, 则反应慢; 太稀, 则 SO_2 难逸出, 常以 75% 硫酸为宜.(6) 净化: SO_2 、 HCl 、 H_2O (括号中为杂质成分) 饱和 $NaHSO_3$ 洗气, 浓硫酸干燥.

(7) 检验:可用品红或澄清石灰水检验.

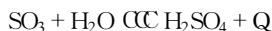
简介:三氧化硫

SO_3 又名硫酐,是一种无色易挥发的晶体,熔点 16.8°C ,沸点 44.8°C .遇水剧烈反应生成硫酸,并放出大量的热.工业上用于制硫酸.

化学性质 ①强氧化性

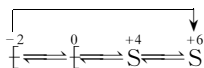


②酸的通性

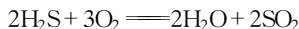
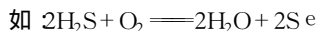


难点剖析透视

1. 硫元素各种价态的变化规律

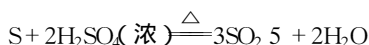
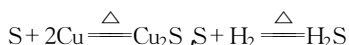


(1) S^{-2} 是硫的最低价态,只表现强还原性,代表物是 H_2S 及溶液中 S^{2-} .

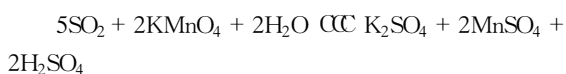
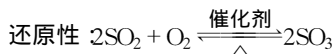
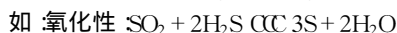


硫化氢的水溶液比硫化氢的还原性强,露置在空气中就缓慢氧化而析出硫使溶液浑浊.

(2) S^0 是硫单质,在不同条件下表现氧化性,也表现出还原性,但以表现非金属性,弱氧化性为主.

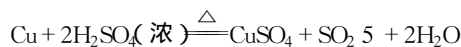
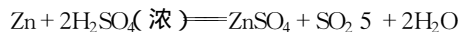
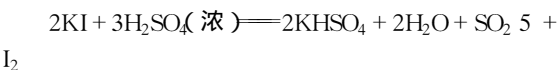
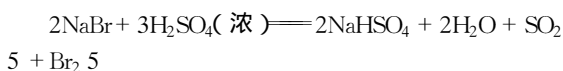
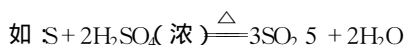


(3) S 是指 SO_2 ,在溶液中是 SO_3^{2-} .在不同条件下既表现氧化性,又表现出还原性,但以表现还原性为常见,其还原性顺序: $\text{Na}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_3 > \text{SO}_2$.



SO_2 的水溶液比 SO_2 气体的还原性强,常温下 SO_2 的水溶液可缓慢地被空气氧化而成 H_2SO_4 , SO_3^{2-} 在溶液中若滴入用硝酸化的 BaCl_2 溶液,会有白色沉淀(BaSO_4)产生.

(4) S^{+6} 是指浓硫酸所表现的强氧化性.而 SO_4^{2-} 在稀溶液中则无氧化性.



2. 硫与汞的反应

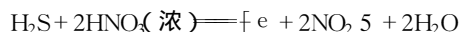
硫与物质作用一般需要加热,但与汞作用,常温下即可完成: $\text{H}_2\text{S} + \text{Hg} \xrightarrow{\Delta} \text{HgS}$,当不小心将水银洒在地上(汞蒸气有剧毒),应尽量回收,残余部分可覆盖硫粉处理.

3. 氢硫酸发生的一些特殊的反应

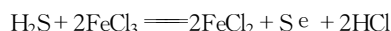
(1) $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ 此反应表现了弱酸制强酸的特殊性,因生成了极难溶于水又难溶于酸的黑色 CuS 沉淀,使反应中的 Cu^{2+} 不断减少,而使化学反应向生成硫酸方向进行.

(H_2S 与 FeCl_2 则不反应,因 FeS 可溶于酸)

(2) 氢硫酸可与某些酸反应(与氧化性酸反应,体现还原性)



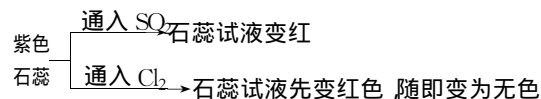
(3) 氢硫酸与 FeCl_3 溶液反应



因 FeCl_3 具有强氧化性而 H_2S 有强还原性,所以两者不发生复分解反应,而发生以上氧化还原反应.

4. 氯气与二氧化硫的漂白原理

氯气本身不具有漂白作用,氯气溶于水生成次氯酸,次氯酸将有色物质氧化,使有色物质变为无色物质,此过程属于破坏性的氧化作用,反应是不可逆的.二氧化硫本身也不具备漂白作用,二氧化硫溶于水生成亚硫酸,亚硫酸直接与有色物质结合成不稳定的无色物质,例如,把二氧化硫通入品红溶液中,溶液颜色褪去,若将溶液再加热,红色又出现,此反应是可逆的.将 Cl_2 、 SO_2 通入紫色石蕊试液则发生如下变化:



5. 硫化物小结:

硫化物一般指金属硫化物.重金属的硫化物不仅难溶而且有特征颜色,如: CuS 黑色, Ag_2S 灰黑色, PbS 黑色, Sb_2S_3 桔红色, Cr_2S_3 黄色等.化学实验中常利用它们的难溶性和特征颜色进行阳离子的分离和检验.

硫化物是弱酸的盐,但在水中或酸中的溶解性不同于一般的弱酸盐,有些弱酸的盐不溶于水,但溶于酸,如 BaCO_3 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 等.但某些硫化物不溶于水也不溶于酸,如 CuS 、 PbS 、 Ag_2S 等;有些硫化物不溶于水而溶于酸,如 FeS 不溶于水但溶于盐酸或稀硫酸.

6. 浓硫酸跟金属的反应

加热时, 绝大多数的金属(Au、Pt 除外)都能跟浓硫酸发生反应, 由于不是 H^+ 与金属的反应, 而是硫酸分子与金属的反应, 故都没有氢气放出。在金属活动顺序表中, 由于氢前面的金属的还原性不同, 因此硫酸中的 S^{+6} 可被还原成不同的产物: SO_2 、 S 、 H_2S 等。在一般情况下被还原成 SO_2 。在金属活动顺序表中氢后面的金属, 在加热的情况下跟浓硫酸反应, 都生成 SO_2 。

7. 浓硫酸的吸水性和脱水性的区别

浓硫酸的吸水性和脱水性是两种不同的情况。吸水性是吸收结晶水、湿存水, 或空气中的水分, 生成一系列的水合物: $H_2SO_4 \cdot H_2O$ 、 $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ 、 $H_2SO_4 \cdot 4H_2O$ 。这些化合物能稳定存在。脱水性是浓硫酸将有机物分子中的氢原子和氧原子按相当于水中氢原子与氧原子的个数比(2:1)从有机物中脱出, 这些氢、氧原子重新组合成水分子。浓硫酸吸水时, 水是反应物($H_2SO_4 + xH_2O \rightleftharpoons H_2SO_4 \cdot xH_2O$); 浓硫酸脱水时, 水是生成物。浓硫酸脱水一般使有机物炭化, 如浓硫酸可使蔗糖、棉花变黑。在浓硫酸的脱水反应中, 有的时候它也兼作催化剂。如醇的脱水、苯的硝化、磺化等。

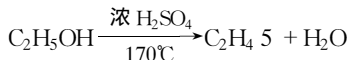
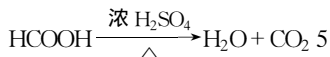
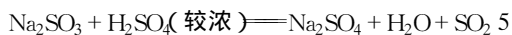
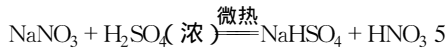
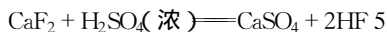
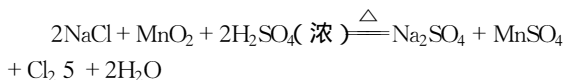
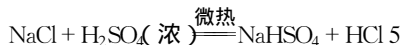
8. 浓硫酸可以用来干燥哪些气体? 可用浓硫酸干燥的气体有: H_2 、 Cl_2 、 CO_2 、 CO 、 SO_2 、 NO 、 O_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_2 等, 而碱性气体或能被浓 H_2SO_4 氧化的气体, 如 NH_3 、 H_2S 、 HBr 、 HI 则不能用其干燥。

9. 浓 H_2SO_4 为何可用于制 HF 、 HCl 而不能用于制 HBr 和 HI ?

前者是利用了难挥发性酸制挥发性酸的原理, 且 F^- 、 Cl^- 不易被氧化, 而 Br^- 、 I^- 还原性强可被 H_2SO_4 氧化成 Br_2 、 I_2 , 所以 HBr 、 HI 不用浓 H_2SO_4 制取, 常用浓 H_3PO_4 。

10. 可用硫酸制取的气体

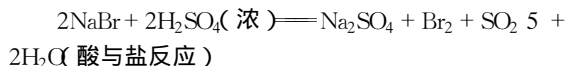
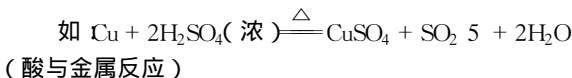
(1) 用浓硫酸制取的气体有:



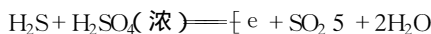
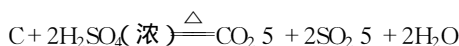
(2) 用稀 H_2SO_4 制取的气体有:

11. 浓 H_2SO_4 的酸性和氧化性

浓 H_2SO_4 的强氧化性体现在 S^{+6} 获得电子, 化合价降低, 表现酸性是 H^+ 的性质, 是 H 化合价改变。



以上两个反应中浓 H_2SO_4 既表现了氧化性又表现了酸性。



以上两个反应中, 浓 H_2SO_4 只表现氧化性, 而未表现酸性。

12. 制 H_2SO_4 时为何用 98.3% 的 H_2SO_4 吸收而不用水?

SO_3 极易溶于水。如果把 SO_3 溶于水会剧烈反应生成 H_2SO_4 , 同时放出大量的热量。虽然有一部分的 SO_3 被水吸收了, 但是大部分 SO_3 分子在吸收塔内遇到水蒸气, 立即形成硫酸酸雾, 不易进入水中, 随尾气排出造成损失, 同时吸收塔内形成浓度较大的硫酸溶液, 阻碍了对 SO_3 的吸收, 使一部分 SO_3 气体也随尾气排入大气, 造成损失和危害。

实验证明用 98.3% 的浓 H_2SO_4 吸收 SO_3 , 既可防止因水蒸气多形成酸雾, 又无 SO_3 蒸气, 吸收后可得到浓度大于 98.3% 的硫酸, 或发烟硫酸, 然后用水稀释成所需要的各种浓度的硫酸。

13. 硫酸生产过程中, 硫的损失率等于 FeS_2 的损失率, 今有 FeS_2 Wt , 在煅烧过程中损失 $a\%$ 的硫, 则损失的硫的质量为 $Wt \times \frac{2S}{FeS_2} \times a\% = W \times \frac{64}{120} \times a\%$, 将损失的硫换算成相当于损失的 FeS_2 的质量 x

$$\begin{array}{ccc} 2S & \longrightarrow & FeS_2 \\ 64 & & 120 \\ Wt \times \frac{64}{120} \times a\% & & x \end{array}$$

$$x = Wt \cdot a\%$$

即 损失的 FeS_2 的质量 = FeS_2 的质量 $\times$ 硫的损失率

所以硫的损失率也就等于 FeS_2 的损失率。

典型例题追踪

例 1 将相等物质的量的 SO_2 和 H_2S 于常温下在定容的密闭容器中反应, 待反应充分后恢复至原温度, 容器内的压强是原压强的 ()

- A. 1/2 B. 1/4 C. 1/4 D. 1/4



解析: SO_2 与 H_2O 两气体的反应按反应式 $2\text{H}_2\text{S}(\text{气}) + \text{SO}_2(\text{气}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{液}) + 3\text{S}(\text{固})$ 的比例是 $\text{H}_2\text{S}:\text{SO}_2$ 为 2:1, 反应后没有气体物质, 气体压强可视为 0. 按题设 SO_2 与 H_2S 两气体的物质的量可设为 1:1 共 2mol, 反应后 SO_2 剩余 0.5mol, 其气体物质的量是原来的 $0.5/2$, 即 $1/4$.

定温下定容容器内气体的物质的量比等于气体的压强比, 即:

$$p_A/p_B = n_A/n_B$$

所以题中气体在反应前后的压强比为 4:1. 但因常温下水中溶 SO_2 的体积比是 1:40, SO_2 部分溶于水后, 尚未溶解的 SO_2 远不到原体积的 $1/4$, 所以压强小于原来的 $1/4$.

答案 C

例 2 在常温常压下, 将 20mL H_2S 与 O_2 的混合气点燃, 反应完毕后仍恢复至常温常压, 若有 5mL SO_2 生成, 试问原混合气体中 H_2S 的体积是多少?

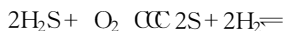
解析: 氧过量时, 硫化氢完全燃烧生成 SO_2 和水:



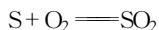
生成的 SO_2 的体积等于原硫化氢的体积即为 5mL.

当氧气不足时, 一部分氧气使 H_2S 不完全燃烧, 剩余的氧气可使硫继续燃烧生成 SO_2 5mL.

设原混合气中 H_2S 的体积为 x, O_2 为 $(20\text{mL} - x)$.



$$x \quad 0.5x$$



$$20\text{mL} - x - 0.5x \quad 20\text{mL} - x - 0.5x = 5\text{mL}$$

$$x = 10\text{mL}$$

例 3 常温下, 向 20L 真空容器内通入 amol H_2S 和 b mol SO_2 (a 和 b 都是正整数, 且 $1 \leq a \leq 5, 1 \leq b \leq 5$), 反应完全后, 容器内气体可能达到的最大密度约是 ()

A. 24.5g/L B. 14.4g/L C. 8g/L D. 5.1g/L

解析: 根据反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 常温下, 当剩余气体最多时, 反应后气体密度最大, 可用极值法求解. 假定容器内余下 5mol SO_2 , 此时密度为 $5 \times 64\text{g}/20\text{L} = 16\text{g/L}$. 假定容器内余下 5mol H_2S , 此时气体密度为 $5 \times 34\text{g}/20\text{L} = 8.5\text{g/L}$.

故 $8.5\text{g/L} < \text{反应后气体密度} < 16\text{g/L}$

答案 B

例 4 有某混合粉末由无水硫酸铁和无水硫酸亚铁组成. 经测定其中含有铁元素的质量分数是 $1 - 3a\%$, 求其中含硫的质量分数.

解析: 粉末含 $\text{FeI} - 3a\%$, 则含 SO_4^{2-} 必为 $100\% - (1 - 3a\%) = 3a\%$. SO_4^{2-} 中硫元素与氧元素的关系

固定为 1 个硫原子配比 4 个氧原子, 其质量比为 $32:4 \times 16 = 1:2$. 所以 $3a\%$ 的 SO_4^{2-} 中含有 $a\%$ 的硫、 $2a\%$ 的氧.

答案: 含硫 $a\%$

例 5 有 0.15L 浓硫酸, 加入铜片后加热, 使铜全部溶解, 冷至室温后加水稀释至 1L. 取出 50mL 加入还原铁粉 7g, 充分反应后共生成气体 1.68L (标准状况), 溶液中留有 3.04g 残渣, 所得溶液为硫酸亚铁的溶液. 求原硫酸溶液的物质的量浓度.

解析: 硫酸与铜反应生成硫酸铜, 剩余 H_2SO_4 与 Fe 反应放出 H_2 , 最后得 FeSO_4 溶液, 且有残余固体, 说明硫酸全反应完. 根据 H_2 可算出 Fe 反应的 H_2SO_4 , 根据固体质量的改变可算出溶液中 CuSO_4 的量, 进而算出与 Cu 反应的 H_2SO_4 的量, 由硫酸的总的物质的量和溶液的体积可得硫酸的物质的量浓度.

设 50mL 稀 H_2SO_4 中与 Fe 反应的 H_2SO_4 的物质的量为 x, 消耗 Fe 的质量为 y, 溶液中 CuSO_4 的物质的量为 z, 生成这些 CuSO_4 需 H_2SO_4 的物质的量为 W.



$$1\text{mol} \quad 56\text{g} \quad 22.4\text{L}$$

$$x \quad y \quad 1.68\text{L}$$

$$x = 0.075\text{mol} \quad y = 4.2\text{g}$$



$$1\text{mol} \quad 64\text{g} - 56\text{g}$$

$$z \quad 3.04\text{g} - (7\text{g} - 4.2\text{g})$$

$$z = 0.03\text{mol}$$



$$2\text{mol} \quad 1\text{mol}$$

$$0.03\text{mol}$$

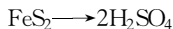
$$W = 0.06\text{mol}$$

原硫酸的物质的量浓度为

$$\frac{(0.06 + 0.075) \times \frac{1000}{50} \text{mol}}{0.15\text{L}} = 18\text{mol/L}$$

例 6 用含 FeS_2 75% 的硫铁矿制硫酸, 若煅烧时硫损失 5%, 由 SO_2 氧化成 SO_3 的转化率为 90%, 求制 1t 98% 的硫酸需这种硫铁矿多少吨?

解: 设需此硫铁矿的质量为 x.



$$120\text{t} \quad 2 \times 98\text{t}$$

$$x \times 75\% \times (1 - 5\%) \times 90\% \quad 1 \times 98\% \text{t}$$

$$x = 0.94\text{t}$$

例 7 在二氧化碳中混有少量的二氧化硫、三氧化硫、氯化氢杂质. 设计一种一步只除去一种杂质而得干燥纯净二氧化碳的实验方案. 试回答:

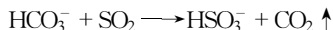
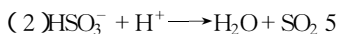
(1) 使气体经过各试剂 (自选) 的顺序.

(2) 写出有关的离子方程式.



解析 首先确定除各种杂质时应采用的试剂③①除去 SO_3 可选用浓硫酸使它溶解, 这样不影响 CO_2 、 SO_2 和 HCl 。②除去 SO_2 的试剂在 CO_2 为主气体时, 不能用 NaOH , 可用酸性高锰酸钾溶液, 但 HCl 也溶于其中, 甚至会使 HCl 被氧化又杂入氯气。若选用 NaHCO_3 虽能除 SO_2 , 但同时也除去了 HCl , 所以也不能选用。但若在除 SO_3 之后除去 HCl , 可选用 NaHSO_3 饱和溶液, 可不影响 CO_2 、 SO_2 。其后再用饱和 NaHCO_3 除 SO_2 即可。气体经用溶液洗气后必然杂入水蒸气, 可用干燥剂除之。

答案 (一) 浓硫酸 $\rightarrow$ 饱和 NaHSO_3 $\rightarrow$ 饱和 NaHCO_3 $\rightarrow$ 浓硫酸 (或无水氯化钙等酸性或中性干燥剂)。



点评 题中除 HCl 、 SO_2 选用酸式盐溶液是为避免不必要的干扰。比如用 Na_2CO_3 除去 CO_2 中的 SO_2 会因 CO_2 与 Na_2CO_3 作用生成 NaHCO_3 而损失主气体。用 Na_2SO_3 除去 SO_2 中的 HCl , 也会因 SO_2 与 Na_2SO_3 生成 NaHSO_3 而损失 SO_2 。

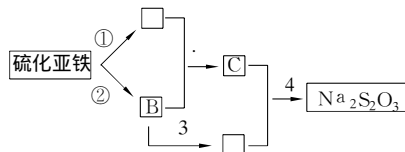
例 8 已知硫粉跟 Na_2SO_3 共热可制得硫代硫酸钠。现以 FeS 为主要原料, 按下图制取硫代硫酸钠, 图中的 A、B、C、D 是硫单质或硫的化合物, 其它不含硫的产物已被略去, 各步反应可以添加必要试剂。

请填写下列空白:

(1) 反应①的化学方程式_____。

(2) 物质 B 的化学式_____。

(3) 物质 D 的化学式_____。



解析 因反应⑤是生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的反应, 所以 C、D 是硫和 Na_2SO_3 两物质, 又因 FeS 可与盐酸反应生成 H_2S , FeS 煅烧可生成 SO_2 , H_2S 和 SO_2 反应可得 S, 故 C 为硫, D 为 Na_2SO_3 , B 为 SO_2 , SO_2 与 NaOH 反应而得到 Na_2SO_3 。

所以反应①为 $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$, B 为 SO_2 , D 为 Na_2SO_3 。

例 9 某次采集酸雨样品, 每隔一段时间测定一次 pH, 得到的数据如下:

时间	开始	8 小时	16 小时	24 小时	32 小时	40 小时	48 小时
pH	5.0	4.8	4.5	4.3	4.2	4.0	4.0

简答:

(1) 放置时, 雨水样品 pH 变化的主要原因。

(2) pH 变化的离子方程式。

解析 酸雨的形成主要是因雨水中溶入 SO_2 、 SO_3 和一些硫酸盐, 但以 SO_2 为主。 SO_3 的形成是因为在空气中的飘尘作用下, 一部分 SO_2 被 O_2 氧化, 或污染空气的 NO_2 与 SO_2 作用而产生 SO_3 , 在降水时 SO_3 也溶于雨水形成 H_2SO_4 。由各阶段 pH 的数据观察结果, 在 40 小时之前放置的雨水样品 pH 逐渐降低, 溶液的酸性渐强。至 40 小时之后, pH 不再变化, 表明使 pH 降低的反应已停止。在酸雨中 SO_2 溶解生成中强酸 SO_3 则生成强酸, 但强酸 H_2SO_4 不再变化, 只能是 H_2SO_3 被氧化生成 H_2SO_4 , 使溶液酸性增强, 至 SO_2 和 H_2SO_3 全被氧化成 H_2SO_4 后, pH 不再发生变化。

答案 (1) 雨水样品里中强酸 H_2SO_3 和 SO_2 不断被空气中氧气氧化生成强酸 H_2SO_4 , 所以 pH 随时间延长而 H^+ 浓度增大, pH 下降。至全部氧化后, 溶液中形成的 H_2SO_4 不会氧化和挥发, pH 不再发生变化。

基础过关检测

一、选择题

1. 将 SO_2 和 SO_3 混合气通入 BaCl_2 溶液, 其结果是 ()
 - A. 两种气体都被吸收, 并有 BaSO_4 沉淀生成
 - B. 生成 BaSO_3 和 BaSO_4 两种沉淀
 - C. 生成 BaSO_3 沉淀, SO_2 从溶液中逸出
 - D. 只有 BaSO_4 沉淀生成, SO_2 从溶液中逸出
2. 只用一种试剂即可鉴别下列五种溶液: Na_2S 、 Na_2SO_3 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 、 AgNO_3 , 此试剂是 ()
 - A. NaOH
 - B. 盐酸
 - C. 酚酞
 - D. BaCl_2 溶液

3. 常温下, 某密闭容器内充入 H_2S aL 和 SO_2 bL, 未反应时的压强为 pPa, 完全反应后压强为 p/2Pa, 则 a:b 可能是 ()
 - A. 1:2
 - B. 2:3
 - C. 4:5
 - D. 5:1
4. 下列反应中, 既能说明浓硫酸具有脱水性, 又能说明浓硫酸具有强氧化性的是 ()
 - A. C 和浓 H_2SO_4
 - B. Cu 和浓 H_2SO_4
 - C. 蔗糖和浓硫酸
 - D. H_2S 和浓 H_2SO_4
5. 向①石蕊试液、②品红试液、③饱和硫化氢溶液、④碘水中分别加入 H_2SO_3 饱和溶液至现象明显, 则下列实验记录正确的一组是



实 验	①	②	③	④
A	无色	无色	乳白色浑浊	无色
B	红色	无色	乳白色浑浊	无色
C	红色	无色	乳白色浑浊	棕红色
D	无色	无色	乳白色浑浊	棕红色

6. 两份硫粉各 ag 分别与 H_2 、 O_2 在一定条件下完全化合, 将生成的气体混合, 有关叙述正确的是 ()

A. 析出 $2ag$ 硫 B. 析出 $3a/64mol$ 硫
C. 剩余 $0.5a mol$ 气体 D. 剩余 $a/64mol$ 气体

7. 将各 $90mL$ 的 H_2S 与 O_2 混合, 在一定条件下使充分反应后, 生成 SO_2 在同温同压下的体积是 ()

A. $90mL$ B. $60mL$ C. $45mL$ D. $40mL$

8. 把硫和强碱性溶液加热至沸, 反应后硫转化为 S^{2-} 和 SO_3^{2-} 离子, 根据电子得失情况, 判断此反应的化学方程式中, 下列三种物质的系数比 $S:S^{2-}:SO_3^{2-}$ 是 ()

A. $2:1:1$ B. $3:1:2$
C. $3:2:1$ D. $4:1:3$

9. 将 $nmol K_2SO_3$ 和 $mmol Na_2S$ 溶于水, 用稀硫酸酸化后, 若生成物分别是 $1 SO_2$ 和 S ; $7 S$ 和 H_2S ; ③只有 S . 则 n 与 m 之比从 (I) $1:2$ (II) 大于 $1:2$ (III) 小于 $1:2$ 中选出符合上述情况的组合是 ()

A. (I) (II) (III) B. (II) (III) (I)
C. (III) (II) (I) D. (II) (I) (III)

10. 已知 NO_2 能将 SO_2 氧化成 SO_3 , 在常温下把等体积的 NO 、 SO_2 、 O_2 依次通入一密闭容器内, 完全反应后, 瓶中气体对氢气的相对密度是 ()

A. 21 B. 23 C. 31.5 D. 42

11. 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. 硫化氢在氧气中燃烧
B. 铁在硫蒸气中燃烧
C. 二氧化硫通入石灰水
D. 硫酸中加入锌粉

12. 你认为减少酸雨产生的途径可采取的措施是 ()

①少用煤作燃料 ②把工厂烟囱造高 ③燃料脱硫 ④在已酸化的土壤上加石灰 ⑤开发新能源

A. ①②③ B. ②③④⑤
C. ①③⑤ D. ①③④⑤

13. 下列反应发生后, 溶液中的 H^+ 浓度显著增大的

是 ()

A. 将 SO_2 通入溴水中
B. 将 SO_2 通入品红溶液中
C. 将 H_2S 通入 $CuSO_4$ 溶液中
D. 将 Cl_2 通入 KI 溶液中

14. 将等物质的量的 SO_2 气体和 Cl_2 同时作用下湿润的红色布条, 则布条的颜色 ()

A. 变白 B. 不变
C. 先褪色后又复原 D. 变为无色

15. 向含 $a mol Na_2S$ 、 $b mol Na_2S_2O_3$ 的混合溶液中加入足量的稀硫酸后, 充分反应, 能够得到沉淀的最大值是 ()

A. $(a+b)mol$ B. $(2a+b)mol$
C. $(2a+2b)mol$ D. $(a+2b)mol$

二、填空题

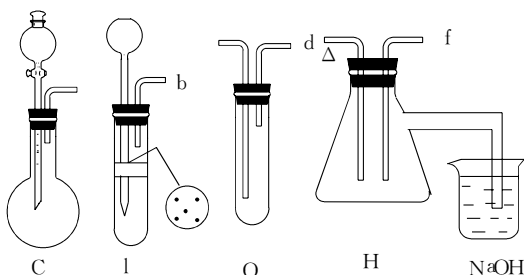
16. 有 A、B、C 三种物质, A 是无色气体, 它在氧气中燃烧可得到无色气体 B 和水, 一定条件下 B 能再与氧气反应生成 C, C 在标况时是无色晶体, A、B、C 分别溶于水得三种酸性溶液, 且酸性依次增强, 则 (写分子式) A 是 _____, B 是 _____, C 是 _____.

17. 长期使用劣质香粉, 在脸上有时出现一些黑色斑点. 这是因为劣质香粉里含有铅白 $[2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2]$ 与皮肤中的硫化物产生黑色的硫化铅的缘故. 除去这种黑色斑点的主要方法是选用合宜的氧化剂将其氧化为难溶于水和酸的白色化合物. 供选择的氧化剂有: ①漂白粉 ②高锰酸钾 H_2O_2 (双氧水), 试回答:

(1) 应选用何种氧化剂去掉 PbS , 理由是

(2) 去掉 PbS 时可能的化学方程式是

18. 根据下图的实验装置和试剂进行实验:



试剂: ①盐酸 ②溴水 ③亚硫酸钠 ④硫化亚铁 ⑤硫酸铜 ⑥品红溶液.

(1) 装置 I 主要是由仪器 _____ 等组合起来的, 该装置作为反应器适用于制备 O_2 、 CH_4 、 H_2S 、 SO_2 、 NH_3 、 Cl_2 、 C_2H_2 等几种气体中的

_____ 气体.

(2)要制取 SO_2 气体,证明它既有氧化性又有还原性,并组装一套装置.

A.按实验装置连接的顺序,把 2 f 各导管口连接起来_____.

B.上述 I ~ III 装置中,加入的试剂是(填代号) I _____,II _____,O _____.

C.表现 SO_2 氧化性的实验是_____装置(代号).

D.表现 SO_2 还原性的实验是_____装置(代号)③

E. IV 装置烧杯中 NaOH 溶液的作用是_____.

三、计算题

19.将 34.0g 硫化氢气体和 20.16L 氧气(标准状况)混合后点燃使反应.反应完全后恢复至原来的温度和压强,求生成几升二氧化硫(标准状况)和生成几克硫单质.

20.用接触法制取 100 吨浓度为 98% 的浓硫酸,理论上需要多少吨含 FeS_2 70% 的硫铁矿?(参看例题 6)

基础过关检测答案

一、1.D 2.B 3.AD 4.C 5.B 6.BD 7.C 8.C
9.B 10.B 11.B 12.C 13.AC 14.B 15.D

二、16. H_2S 、 SO_2 、 SO_3

17.1 选用适宜浓度的 H_2O_2 ,理由是只把 PbS 氧化成 PbSO_4 ,不留下其它难消除的固体,也不伤害皮肤. $2\text{PbS} + 4\text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

18.1 圆底烧瓶 分液漏斗 SO_2 、 H_2S 、 Cl_2 、 C_2H_2

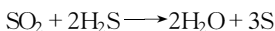
2)A. $a \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow b$ B. I ①
③,II ①④,III ② C. H D. O E. 吸收过量的 H_2S 或 SO_2

三、19. 给 34g H_2S 为 1mol 20.16L O_2 为 0.9mol.它们之

间可以发生两种燃烧反应:



当然也可能因 H_2S 过量发生反应:



但不论怎样反应,其最终均为 SO_2 和 S 产生.这种情况可将上述反应“合并”来算“总帐”:



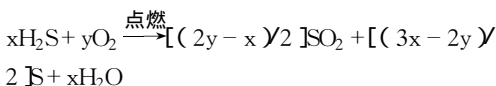
上面化学方程式中的 H_2S 、 O_2 的系数是根据题中 1mol H_2S 和 0.9mol O_2 而定的.以假定均恰反应完全.从观察上面总方程式的系数关系很易看出,应生成 SO_2 0.4mol,体积为:

$$0.4 \times 22.4 = 8.96(\text{L})$$

又易看出,应生成 S 0.6mol,其质量为:

$$0.6 \times 32 = 19.2(\text{g})$$

若用代数法,将题意所述得 SO_2 与 S 的反应可列式为:



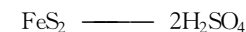
将 $x=1(\text{mol})$, $y=0.9(\text{mol})$ 代入而得:

$$n(\text{SO}_2) = (2y-x)/2 = (2 \times 0.9 - 1)/2 = 0.4(\text{mol}) \text{ 其体积为 } 8.96\text{L}.$$

$$n(\text{S}) = (3x-2y)/2 = (3 \times 1 - 2 \times 0.9)/2 = 0.6(\text{mol}) \text{ 其质量为 } 19.2\text{g}.$$

答案:生成 8.96L SO_2 , 19.2g S .

20.解:设需含 FeS_2 70% 的硫铁矿 X 吨,则



$$120 \qquad\qquad\qquad 2 \times 98$$

$$X \cdot 70\% \qquad\qquad\qquad 100 \times 98\%$$

$$X = \frac{120 \times 100 \times 98\%}{2 \times 98 \times 0.7} = 85.71(\text{吨})$$

能力拓展研练

(测试时间 100 分钟 满分 120 分)

一、选择题(15×3=45分)

1.若已发现了 116 号元素 R,则下列叙述正确的是 ()

①其钠盐的分子式为 Na_2 ②其最高价氧化物的水化物是强酸 R 是金属元素 ③ R 是非金属元素 ④其最高价氧化物的分子式为 RO_3

A. ①③⑤ B. ②④ C. ③⑤ D. ②③⑤

2.30mL 0.1mol/L 的 Na_2SO_3 溶液,恰好将 2×10^{-3} mol 的 XO_4^- 离子还原,则元素 X 在还原产物中的化合价是 ()

A. +1 B. +2 C. +3 D. +4

3.鉴别无色溶液 KCl 、 K_2SO_3 、 K_2SO_4 、 K_2S 的可行方案是 ()

A. 先加稀 HNO_3 再加 AgNO_3 溶液
B. 先加盐酸再加 BaCl_2 溶液
C. 先加盐酸再加稀品红溶液
D. 先加溴水再加 BaCl_2 溶液

4.0.15mol 某一元碱 ROH 恰与 10g 98% H_2SO_4 反应完全,生成盐类,则该盐类是 ()

A. 酸式盐 B. 碱式盐



C. 正盐

D. 正盐和酸式盐的混合物

5. 混有少量 H_2S 、 CO_2 、 HCl 、 H_2O (气) 杂质的氢气, 为使其纯净和干燥, 正确的操作顺序是 ()

①用浓硫酸洗气; ②用盛水的洗气瓶洗气; ③用 NaOH 溶液洗气; ④通过灼热 CuO ; ⑤用 CuSO_4 溶液洗气; ⑥用无水氯化钙干燥; ⑦用稀 KMnO_4 溶液洗气.

A. ②⑥⑤①

B. ①③④⑥

C. ②④③①

D. ④③⑤⑦

6. 将木炭与浓硫酸共热后得到的气体通入下述溶液不会得到无色澄清溶液的是 ()

A. 稀品红溶液

B. 饱和 H_2S 溶液

C. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

D. 溴水

7. 向 $50\text{mL } 18\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的硫酸中加入足量的 Cu 片并加热, 被还原的硫酸的物质的量 ()

A. 大于 0.45mol 小于 0.9mol

B. 等于 0.45mol

C. 等于 0.9mol

D. 小于 0.45mol

8. 用稀硫酸溶解 FeS 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的混合物 56.6g , 可得到 3.2g 硫, 原混合物中 FeS 的质量可能是 ()

18.8 72.4 35.2 347.8g

A. 只有 1

B. ①③

C. ②④

D. 只有 7

9. 在常温常压下, 将 $100\text{mL } \text{H}_2\text{S}$ 与 O_2 混合使充分燃烧后再恢复到原温度和压强, 剩余 25mL 气体, 则原来混合气体中 H_2S 、 O_2 的体积分别是 ()

A. 30mL 和 70mL

B. 55mL 和 45mL

C. 75mL 和 25mL

D. 85mL 和 15mL

10. 下列各组中两种溶液间的反应, 均可用同一离子方程式表示的是 ()

A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$; $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3$

B. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl}$; $\text{AgNO}_3 + \text{MgCl}_2$

C. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$; $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

D. $\text{KOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$; $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$

11. 足量浓 H_2SO_4 加入 $a\text{g}$ 铜, 完全反应后放出 $b\text{L}$ 气体, 足量稀盐酸中放入 $m\text{g}$ FeS 完全反应后放出 $n\text{L}$ 气体 (标况) 二者生成的气体恰好完全反应则 $a:m$ 为 ()

A. $40:110$

B. $40:14$

C. $20:55$

D. $20:7$

12. 充分煅烧黄铁矿 $W\text{g}$, 反应后冷却, 经称量固体质量为 $N\text{g}$, 生成 SO_2 $P\text{g}$, 则黄铁矿中 FeS_2 的质量分数是 (设杂质受热不分解且不与空气作用): ()

A. $\frac{15P}{16N} \times 100\%$

B. $\frac{15N}{16W} \times 100\%$

C. $\frac{3(W-N)}{W} \times 100\%$

D. $\frac{(W-N)}{W} \times 100\%$

13. 下列物质中, 既能跟硫化氢反应又能使溴水褪色的是 ()

①硫化钾溶液, ②二氧化硫, ③硫酸铜溶液, ④硝酸银溶液, ⑤小苏打溶液, ⑥烧碱溶液

A. ①②③

B. ①②④⑥

C. ③④⑤⑥

D. ②④⑥

14. 下面的离子方程式正确的是 ()

A. 亚硫酸钡与盐酸反应: $\text{BaSO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B. 二氧化硫使碘水褪色: $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^-$

C. 四氧化三铁溶于稀硫酸: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

D. 亚硫酸氢钠溶液与 NaOH 溶液反应: $\text{HSO}_3^- + \text{OH}^- \longrightarrow \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

15. 下面的叙述正确的是 ()

A. 硫与热强碱的反应: $3\text{S} + 6\text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ 中硫既是氧化剂又是还原剂

B. 反应 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \longrightarrow \text{SO}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$ 体现出浓硫酸的不挥发性和氧化性

C. 在反应 $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} \downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 中硫酸未参加氧化还原

D. 无水氯气与干燥二氧化硫化合为 SO_2Cl_2 的反应中氧化产物与还原产物的物质的量比为 $2:1$

二、填空题 (40 分)

16. 某无水亚硫酸钠粉末已有部分氧化成硫酸钠, 经测定该粉末中硫的质量分数为 25% , 则其中 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 的物质的量比是_____, 质量比是_____.

17. 硫酸在下列用途或反应中表现的性质是

A. 高沸点

B. 强酸性

C. 吸水性

D. 脱水性

E. 强氧化性

F. 催化作用

(1) 实验室制取硫化氢气体_____;

(2) 实验室制取氯化氢气体_____;

(3) 实验室制取乙烯气体_____;

(4) 可用作 H_2 、 SO_2 、 Cl_2 等气体的干燥剂_____;

(5) 铝制品容器可盛放浓硫酸_____;

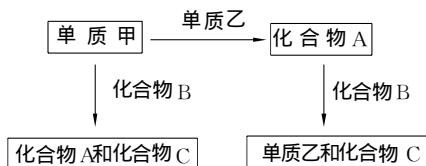
(6) 生产过磷酸钙化肥_____;

(7) 与乙醇和乙酸共热制取乙酸乙酯_____;

(8) 清洗镀件_____;

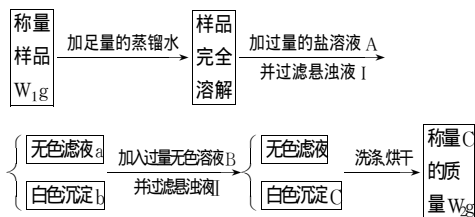
(9) 浓硫酸能使湿润蓝色石蕊试纸变红, 后来又变黑_____.

18. A、B、C 是在中学中常见的三种化合物,它们各由两种元素组成,甲、乙是两种单质.这些化合物和单质之间存在如下的关系:



据此判断:

- (1) A、B、C 这三种化合物中,必定含有乙元素的是_____(用 A、B、C 字母填写)
 - (2) 单质乙必定是_____(填“金属”或“非金属”),其理由是_____.
 - (3) 单质乙的分子式可能是_____,则化合物 B 的分子式是_____.
19. 将 a mol H_2S 和 1 mol O_2 置于一个容积可变的容器内进行反应.维持容器内气体的压强不变(101kPa),在 $120^\circ C$ 下测得反应前后容器内气体的密度分别为 d_1 和 d_2 .若 a 的取值不同,则 H_2S 的氧化产物可能有如下三种情况:
- (1) 全部是 SO_2 ,此时 a 的取值范围是_____.
 - (2) 全部是 S,此时 a 的取值范围是_____,并且 d_1 _____ d_2 .(填“小于”、“大于”或“等于”).
 - (3) 部分是 SO_2 ,部分是 S,此时 a 取值范围是_____.反应所生成 SO_2 的物质的量为_____mol.容器内气体的物质的量之和为_____mol(以含 a 的代数式表示).
20. 有一 Na_2SO_3 晶体因部分被氧化而变质,为了测定样品中杂质的质量分数,根据下图的实验步骤进行测定.按要求填写下面各空白:



- (1) 在用托盘天平称样品时,应先在天平两盘中各放一张_____.
- (2) A 的化学式为_____,A 必须过量的原因是_____.
- (3) 确定 A 是否过量的方法是:①静置悬浊液 I,然后在上层澄清液中继续滴入几滴_____溶液,若_____,则证明 A 已过量;②在滤液 a 中滴加_____,若无白色沉淀生成,则证明 A 不足,则继续在滤液 a 中加入 A 并过滤.
- (4) 白色沉淀 b 含有_____.

(5) 无色溶液 B 通常是_____.

(6) 通过以上测定可得到样品中杂质的质量分数的计算关系为_____.

21. 据报道:1952 年 2 月,某城市雾大无风,家庭和工厂排出的烟雾经久不散,每立方米大气中 SO_2 的含量高达 3.8mg,尘达 4.5mg,居民健康普遍受到危害.4 天之内死亡约 4000 人.请回答:

- (1) 流经该城市的主要河道也因此而受到污染,引起鱼类死亡,这与此种类型大气污染能形成_____有关.
- (2) 这种大气污染对人体_____系统的危害最大,将会造成_____,_____等病症(举出 2 种主要病症).
- (3) 大气中 SO_2 将直接危害陆生高等植物的_____组织.
- (4) 要防止类似悲剧的再演,应采取的措施是_____.

22. 根据要求写出化学方程式,标明电子转移的方向和数目.

- (1) H_2S 在反应中作还原剂_____
- (2) 氢硫酸在反应中作氧化剂_____
- (3) S 在反应中作氧化剂_____
- (4) 硫在反应中作还原剂_____
- (5) SO_2 在反应中作氧化剂_____
- (6) SO_2 在反应中作还原剂_____

23. 在氧化硫中灼烧 0.22 克某种铁和硫的化合物,使其中的硫全部转化为 SO_2 ,把 SO_2 气体通入过量的氯水和 $BaCl_2$ 的混合液, SO_2 全部被吸收,得到 $BaSO_4$ 白色沉淀 0.005mol,则原化合物中硫的质量分数为_____.

24. 下列溶液中可能含有 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 S^{2-} 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 NO_3^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 等离子③

- ①滴入溴水后,溶液由无色变为棕黄色,并出现浑浊,则溶液中一定含有_____③
- ②若加入硝酸钡溶液,有白色沉淀生成,再加入盐酸,沉淀部分溶解,则原溶液中一定含有_____③
- ③若加氯化钡溶液及盐酸的混合溶液无沉淀生成.若先加入氯水,然后再加入氯化钡溶液和盐酸,有白色沉淀生成,则原溶液中一定含有_____③
- ④若加入氢氧化钡溶液无沉淀生成,加入硝酸银溶液也无沉淀生成,则原溶液中阴、阳离子只可能是_____.

三、计算题(35分)

25. 将室温常压下的 100mL 氧气与硫化氢的混合气体点燃.待反应完全后恢复到原来的温度和压

