

氧族元素

教学目标

知识技能：通过硫及其化合物转化关系的教学，使学生掌握 H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_4 的性质、制法和用途；通过实验设计的分析与讨论，使学生对硫及其化合物知识网络化、系统化。

能力培养：以硫及其化合物的性质为载体，以实验设计为核心，训练学生对已有知识进行分析综合、归纳演绎的思维能力以及解决实际问题的能力。

科学思想：通过学生自己对实验方案的设计与讨论，培养学生严谨求实的科学态度。

科学品质：通过以学生为主体的探究式教学途径，激发学生的学习兴趣，尝试成功的喜悦，使学生更加喜爱化学。

科学方法：通过实验设计的讨论与分析，使学生领会化学科学研究的一般方法。

重点、难点 硫及其化合物的相互转化关系的实验设计与评价。硫及其化合物各代表物性质的综合运用。

教学过程设计

教师活动

【引言】上节课我们复习了卤族元素的知识，下面我们复习氧族元素。在复习本部分内容时，建议以掌握 S 、 H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_4 代表物的性质为核心，用氧化还原的观点为指导思想。

学生活动

倾听、形成基本的复习思路。

【板书】二、氧族元素

【提问】 请按下表要求填入你所知道的含有硫元素的物质的化学式：

硫元素的 化合价	化学式
-2	
0	
+4	
+6	

再现、讨论后得到：

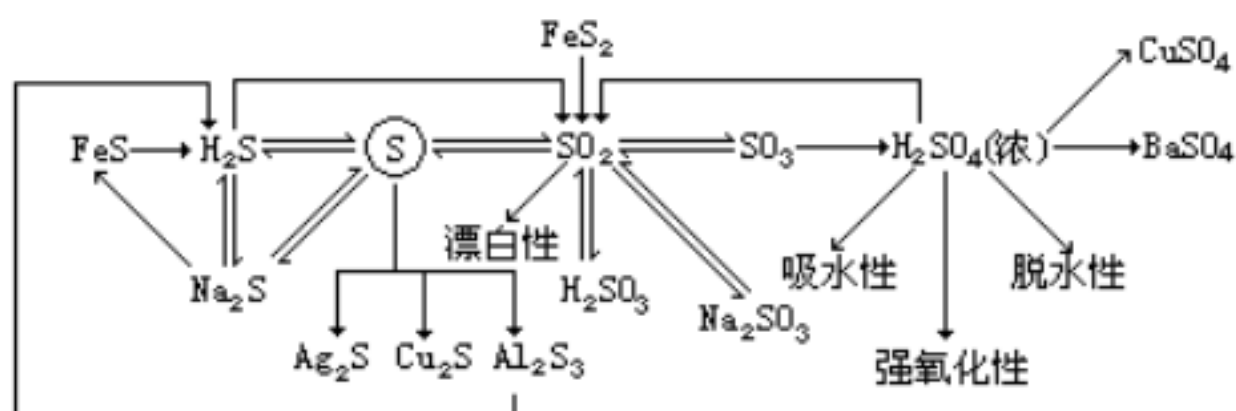
硫元素的 化合价	化学式
-2	H ₂ S、FeS、Cu ₂ S、Na ₂ S
0	S
+4	SO ₂ 、H ₂ SO ₃ 、Na ₂ SO ₃
+6	SO ₃ 、H ₂ SO ₄ 、硫酸盐

【提问】 请根据所学的元素化合物知识， 列出上面表格中的各物质之间的转化关系

讨论逐步完善后得到：

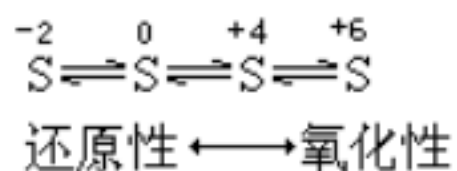
【板书】 1．硫及其重要化合物间相互转化关系

【投影】



要求学生叙述各转化关系的化学方程式。

【板书】 2 . 硫的重要化合物性质的实验设计



结合上面的硫元素的知识网络图做好进行实验设计的心理准备。

【板书】 (1) SO_2 、 H_2S 的制备及性质的实验设计

【投影】 请设计一套实验装置生成 SO_2 并证明 SO_2 有氧化性、还原性和漂白性。

【提问】

该装置应包括几部分？

通过怎样的实验证明 SO_2 有氧化性？写出反应的化学方程式。将观察到怎样的现象。

请确定气体发生装置及所需药品。写出化学方程式。

制 H_2S 时不使用浓硫酸的原因？

如何证明 SO_2 有还原性？将观察到怎样的实验现象？写出化学方程式。

如果证明 SO_2 有漂白性？将观察到怎样的实验现象？

尾气能否排入大气？应如何处理？

装置的各组成部分如何连接最合理？

讨论、设计实验方案。

思考并回答：

气体发生装置、证明还原性的装置、证明漂白性的装置、证明氧化性的装置、尾气吸收装置。

使 SO_2 与 H_2S 反应。

$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，将观察到有淡黄色固体物质生成。

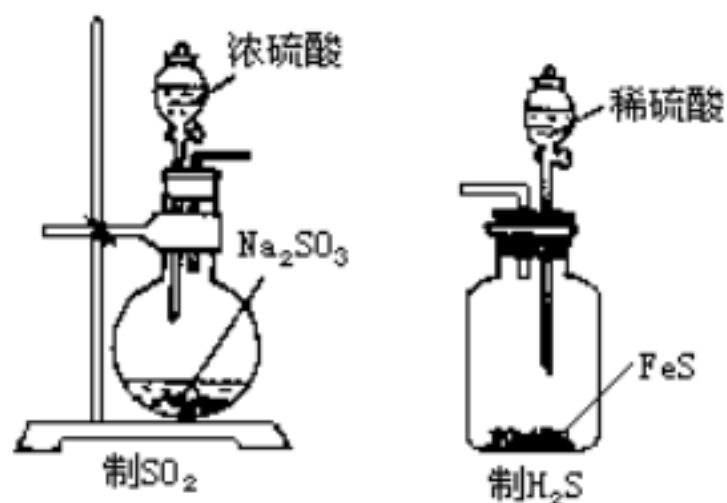
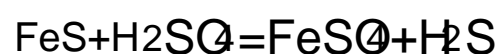


图 3-4



浓硫酸可将 -2 价 S 元素氧化。

使 SO_2 通过装有溴水或酸性 KMnO_4 溶液的洗气瓶。溶液将褪色。



使 SO_2 气体通过装有品红溶液的洗气瓶或与湿润的有色布条接触，品红溶液或布条将褪色。

因 SO_2 和 H_2S 均污染环境，所以不能排入大气，可用碱液吸收。

充分讨论后最终得出下列装置图：（见图 3-5）

【投影】 SO_2 氧化性、还原性、漂白性的验证：

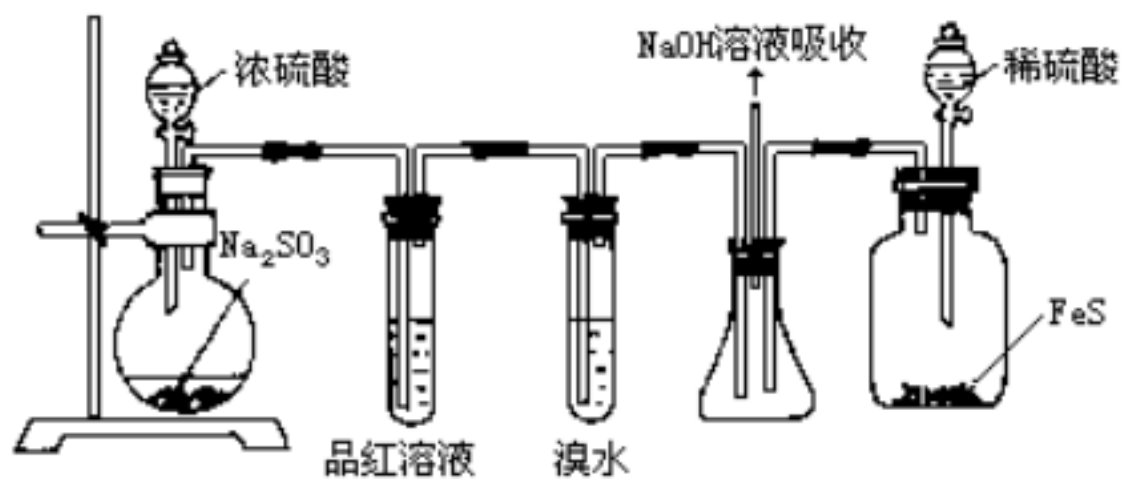


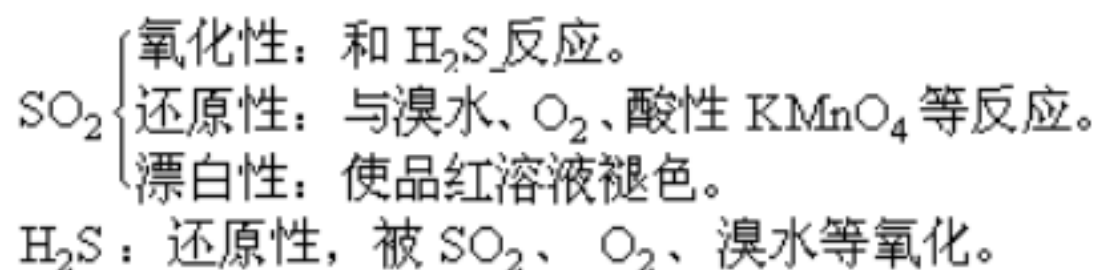
图 3-5

【练习】将等体积的 SO_2 和 Cl_2 的混合气体通入品红溶液中，品红溶液是否褪色？为什么？

思考、讨论并解答：不褪色，原因是发生了如下反应：



【板书】



自我总结与概括。

【板书】（2）浓硫酸性质的实验设计

【提问】浓硫酸有哪些特殊性质？举例说明。（要求学生口述有关反应的化学方程式）。

回忆、再现浓硫酸的特殊性质。思考并回答：吸水性——浓硫酸在空气中放置吸水而增重，浓硫酸可做气体干燥剂。脱水性——浓硫酸使蔗糖炭化，浓硫酸使乙醇脱水转化为乙烯。强氧化性——浓硫酸与金属 Cu 非金属 C 等反应。

【投影】请设计一套实验装置图，用来演示浓硫酸与木炭共热的反应及检验其生成的产物。

【提问】

写出浓硫酸与木炭反应的化学方程式。选择该反应的发生装置。

讨论、设计实验方案。

讨论、思考并确定：

$2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{C} \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，依据反应物的状态和反应条件，选择如下实验装置：

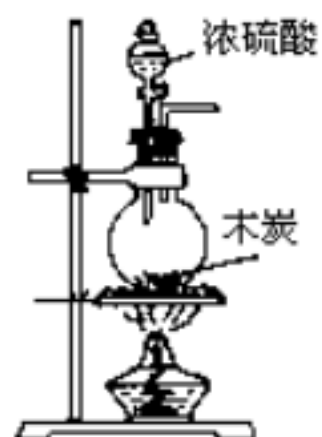


图 3-6

应先检验何种产物？选择实验装置。

应先检验水，选择如下装置：

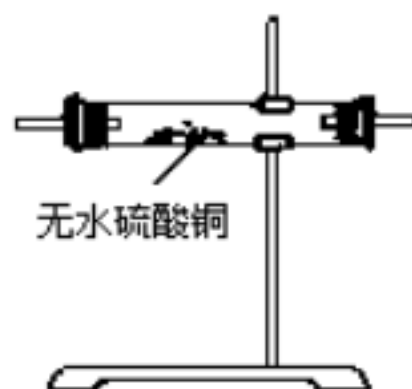


图 3-7

填写下面的表格：

	SO ₂	CO ₂
溴水		
酸性 KMnO ₄		
品红溶液		
石灰水		

	SO ₂	CO ₂
溴水	褪色	不反应
酸性 KMnO ₄	褪色	不反应
品红溶液	褪色	不反应
石灰水	变浑，气体过量时澄清	

据上确定如何检验 SO_2 和 CO_2 ,设计出实验装置图并说明实验现象及得出的结论。

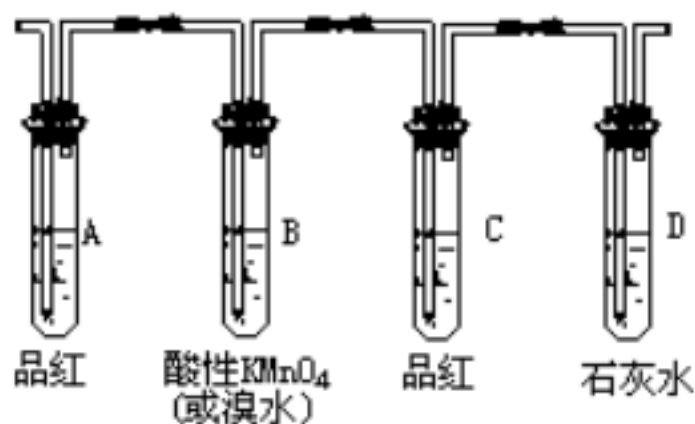


图 3-8

回答：A中的品红溶液褪色，则证明了 SO_2 的存在。B中的酸性 KMnO_4 溶液或溴水用于吸收 SO_2 ，实验过程中颜色将变浅。C中的品红溶液用于证实 SO_2 是否除净。当 C中品红不褪色，D中石灰水变浑则证明了 CO_2 的存在。

师生共同归纳后得出下面的实验装置图：

【投影】浓硫酸与木炭反应的实验设计：

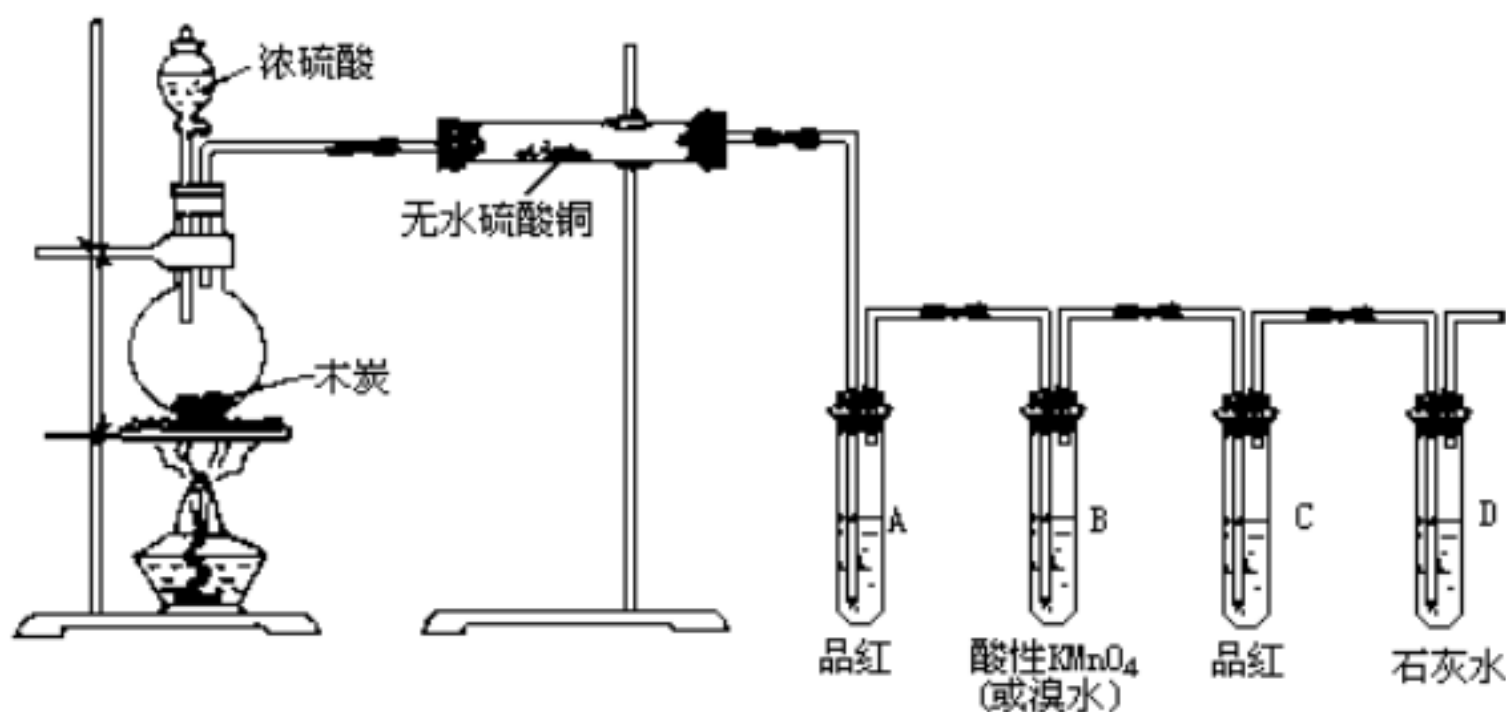
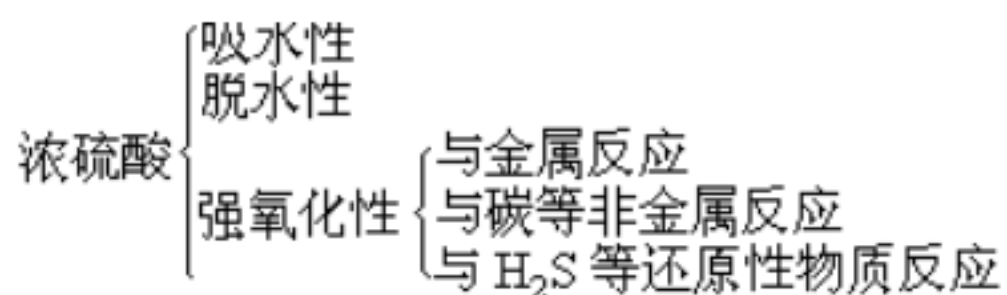


图 3-9

【板书】



【提问】 含硫元素的阴离子主要有哪些？

思考、回忆并归纳出： S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $S_2O_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-} 。

【板书】

(3) S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $S_2O_3^{2-}$ 、 SO_4^{2-} 检验的实验设计

【提问】 各种离子应如何检验？将检验方案填写在下面的表格内：

讨论、总结出各种离子的检验方案，与教师共同完成表格。

【投影】几种含硫离子的检验：

离子	加入试剂	可观察到的现象
S^{2-}	H^+	产生有臭鸡蛋气味的气体
SO_3^{2-}	H^+	产生无色能使品红溶液褪色的气体
SO_4^{2-}	$BaCl_2$ 溶液和稀硝酸	产生不溶于稀硝酸的白色沉淀
$S_2O_3^{2-}$	H^+	产生淡黄色沉淀并放出使品红溶液褪色的气体

【提问】 在某溶液中加入 $BaCl_2$ 溶液和稀硝酸，有白色沉淀产生，原溶液中一定有 SO_4^{2-} 离子吗？为什么？

思考讨论在教师的引导下得出：原溶液中不一定含 SO_4^{2-} ，原因是：

Ag^+ 与 $BaCl_2$ 产生的 $AgCl$ 同样不溶于稀硝酸。

若原溶液中含有 SO_3^{2-} ，则加入 $BaCl_2$ 溶液时产生 $BaSO_3$ 沉淀，该沉淀遇稀硝酸会被氧化成 $BaSO_4$ ，仍然是白色沉淀。

【过渡】由此可见 Ag^+ 、 SO_3^{2-} 对 SO_4^{2-} 的检验有干扰。那么，应如何正确的检验 SO_4^{2-} 呢？

讨论、发表不同见解。最终得出正确的检验方法是：先加稀盐酸排除 Ag^+ 、 SO_3^{2-} 离子的干扰，再加 $BaCl_2$ 溶液，有白色沉淀产生，则证明原溶液含 SO_4^{2-} 。

理解与记忆。

【板书】 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 $S_2O_3^{2-}$ 离子的检验用酸， SO_4^{2-} 离子的检验是先加稀盐酸，再加 $BaCl_2$ 溶液。

【投影】硫和氯是同周期的主族元素，通过哪些事实可以证明氯的非金属性强于硫？
请从原子结构的角度给予解释。

讨论、回忆归纳得出：

Cl_2 与 Fe、Cu 反应生成 FeCl_3 、 CuCl_2 ，而 S 与 Fe、Cu 反应生成 FeS 、 Cu_2S 。

Cl_2 与 H_2 见光可发生爆炸性反应， H_2 可在 Cl_2 中燃烧， H_2 与 Cl_2 极易化合， HCl 很稳定。S 蒸气与 H_2 加热才化合， H_2S 不稳定。

Cl_2 通入 H_2S 溶液中会置换出 S，即 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + 2\text{HCl}$ 。

酸性： HClO_4 （最强酸）> H_2SO_4 （强酸）。

引导学生从原子结构的角度解释这些事实并得出下面结论：

【板书】原子结构 非金属性（氧化性）： $\text{Cl} > \text{S}$

精选题

一、选择题

1. 将下列各种液体分别与溴水混合并振荡，静置后分成两层，溴水层几乎无色的是（ ）

A. 氯水

B. NaOH 溶液

C. 苯

D. 碘化钾溶液

2. 在 NaBr 与 NaI 的混合液中，通入过量的 Cl_2 ，把溶液蒸干后灼烧，最后残留的物质是（ ）

A . NaCl、 Br₂、 I₂

B . NaCl、 NaBr、 I₂

C . NaCl、 I₂

D . NaCl 3 . 除去下列污物的方法正确的是
()

A . 做过碘升华实验的试管用酒精或 CS₂ 洗涤

B . 附有硫的试管可用热 NaOH溶液洗涤

C . 附有 AgCl 固体的试管用稀硝酸洗涤

D . 附有 CuS的试管用稀盐酸洗涤

4 . 对盐酸的下列描述中，正确的是
()

A . 有酸性、有氧化性、无还原性

B . 有酸性、有氧化性、有还原性

C . 浓盐酸在空气中冒白烟

D . 是一种无氧化性酸，所有不具有氧化性

5 . 下列反应或事实能够说明氯的非金属性比硫强的是
()

A . $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} + 2\text{HCl}$

B . $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S} = 2\text{NaCl} + \text{S}$

C . 硫在常温下是固体， Cl₂ 通常是气体

D . 盐酸是强酸，亚硫酸是中强酸

6 . 在反应： $5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{Cl}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中，被氧化的氯元素
与被还原的氯元素的质量比是 ()

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

7 . 已知某溶液中 , Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量之比为 1 2 3 , 现要使溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 的物质的量之比为 3 2 1 , 则通入的 Cl_2 的物质的量与原溶液中 I^- 的物质的量之比为 ()

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

8 . 氯仿 (CHCl_3) 可以作为麻醉剂 , 常因保管不善被空气氧化 , 生成剧毒物质光气 (COCl_2) : $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + 2\text{COCl}_2$, 为防止出现医疗事故 , 使用前要检验其是否变质 , 应选用的试剂是 ()

- A . NaOH 溶液
- B . 溴水
- C . 酚酞试液
- D . AgNO_3 溶液

9 . 下列物质中 , 不能用硫蒸气与金属直接化合得到的是 ()

- A . Cu_2S B . Fe_2S_3 C . FeS D . Na_2S

10 . 除去 SO_2 中的少量 HCl 气体应选用 ()

- A . NaOH 溶液
- B . CuSO_4 溶液
- C . Na_2S 溶液
- D . 饱和 NaHSO_3 溶液

11. H_2S 通入下列溶液中不产生浑浊的有： 溴水， 亚硫酸， FeSO_4 溶液， FeCl_3 溶液， CuSO_4 溶液 ()

A. 、 、

B. 、 、 、 、

C.

D.

12. 铁粉和硫粉的混合物 41g，隔绝空气充分加热后，将所得固体溶于足量的稀硫酸中，可得到标准状况下的气体 11.2L，则原混合物中铁粉的质量是 ()

A. 5.6g

B. 2.8g

C. 28g

D. 11.2g

13. 一种盐 a 和酸 b 反应可放出有刺激性气味的气体 c，c 与 NaOH 溶液反应生成 a，a 可被氧化最终生成 d，d 溶于水可生成 b。则 a 和 b 分别是 ()

A. Na_2S 和 HCl

B. Na_2S 和 H_2SO_4

C. Na_2SO_3 和 H_2SO_4

D. Na_2SO_3 和 HCl

14. 向 50mL 18mol/L 的硫酸中加入足量的铜片加热，充分反应后，被还原的硫酸是 ()

A. 小于 0.45mol

B. 0.45mol

C. 介于 0.45mol 和 0.90mol 之间

D. 大于 0.90mol

15. 常温下，向 20L 真空容器中通入 $a \text{ mol H}_2\text{S}$ 和 $b \text{ mol SO}_2$ (a 和 b 都是不大于 5 的正整数)，反应完毕后，容器内气体可能达到的最大密度约是 ()

A . 14.4 g/L

B . 24.5g/L

C . 8g/L

D . 5.1g/L

二、非选择题

16. 某无色溶液可能含有下列钠盐中的几种： (A) NaCl , (B) Na_2S , (C) Na_2SO_3 , (D) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, (E) Na_2SO_4 , (F) Na_2CO_3 在此溶液中加入适量的稀硫酸，有浅黄色沉淀析出，同时有气体产生，此气体有臭鸡蛋气味，可使澄清石灰水变浑浊，不能使品红溶液褪色。根据上述实验现象回答下列问题：

(1) 不能使品红溶液褪色，说明该气体中不含 _____ (填化学式)。

(2) 此无色溶液中至少存在哪几种钠盐？请写出全部可能的情况 (填写相应的字母)。

第一种情况是 _____，第二种情况是 _____，第三种情况是 _____，第四种情况是 _____。(可不填满，也可补填)。

17. 某亚硫酸钠试剂，已部分被氧化，为确定其纯度，要进行如下实验：
称取 $W_1\text{g}$ 样品，将样品溶解，给溶液加入稍过量的用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液，过滤、洗涤、干燥沉淀，称其质量为 $W_2\text{g}$ 。回答：

(1) BaCl_2 要用盐酸酸化的原因是 _____。

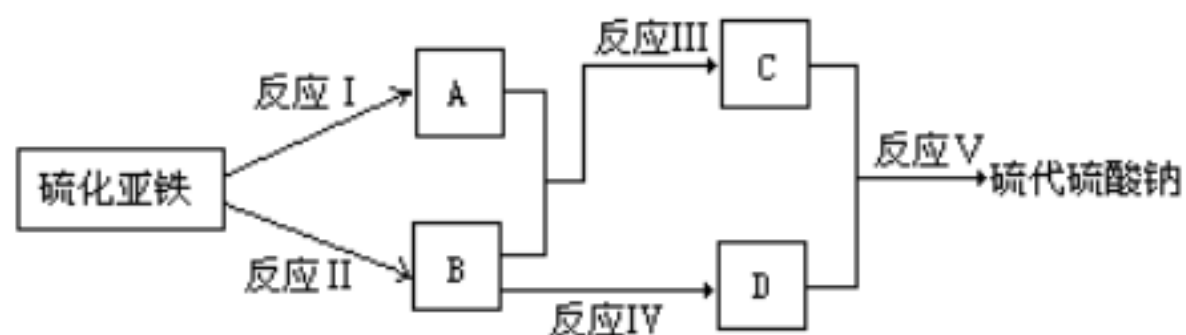
(2) BaCl_2 溶液要稍过量的原因是 _____。

(3) 判断操作是否完成的方法是 _____。

(4) 判定沉淀是否洗涤干净的方法是 _____。

(5) Na_2SO_3 纯度的表达式为： $\text{Na}_2\text{SO}_3\% = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

18. 已知硫粉和亚硫酸钠共热可制得硫代硫酸钠，现以硫化亚铁为主要原料，按下图所示，制取硫代硫酸钠。图中 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，各步反应可添加必要的试剂。



填写下列空白；

(1) 反应 I 的化学方程式为 _____。

(2) 物质 B 的化学式为 _____，物质 D 的化学式为 _____。

19. 将 5.000g NaCl、NaBr、CaCl₂ 的混合物溶于水，通入 Cl₂ 充分反应后将溶液蒸干并灼烧，灼烧后残留物的质量为 4.914g，若将此残留物再溶于水，并加入足量的 Na₂CO₃ 溶液，所得沉淀经干燥后质量为 0.270g。求此混合物中各化合物的质量分数。

20. 1.0 L H₂S 气体和 a L 空气混合后点燃，若反应前后气体的温度和压强都相同 (0℃, 1.01 × 10⁵ Pa)，讨论当 a 的取值范围不同时，燃烧后气体的总体积 V (用含 a 的表达式表示，假设空气中氮气和氧气的体积比为 4 : 1，其它成分忽略不计)。

答 案

一、选择题

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| 1. C | 2. D | 3. A、B | 4. B |
| 5. B | | | |
| 6. A | 7. D | 8. D | 9. B |
| 10. D | | | |
| 11. C | 12. C | 13. B、C | 14. A |
| 15. A | | | |

二、非选择题

16 . (1) SO_3^{2-} (2) F、B C F、B D

17 . (1) 防止 Na_2SO_3 与 BaCl_2 反应生成 BaSO_3 沉淀。 (2) 保证 SO_4^{2-} 全部沉淀。

(3) 充分反应后，静置，向上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液，若不再有沉淀生成，表示所加 BaCl_2 溶液已过量。

(4) 取洗涤沉淀所得滤液，加入稀硫酸，若无沉淀产生，表面沉淀已洗涤干净。

(5) $(1 - 142W/233W) \times 100\%$

18 . (1) $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{稀}) = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$

(2) SO_3^{2-} Na_2SO_3

19 . $w(\text{NaCl}) = 90\%$ $w(\text{NaBr}) = 4.0\%$ $w(\text{CaCl}_2) = 6.0\%$

20 . 若 $a \leq 2.5$ $V = (1 + 2a/5) \text{ L}$

若 $a > 7.5$ $V = (a - 0.5) \text{ L}$

若 $2.5 < a < 7.5$ $V = (a - 0.5) \text{ L}$