



朝阳区线上课堂·高三年级化学

# 以S元素为主题的概念原理元素化合物融合

北京市朝阳区东北师范大学附属中学

朝阳学校● 赵明名

# 以S元素为主题的概念原理元素化合物融合

第一部分：2010-2019年北京对此部分考查回顾

第二部分：基于北京高考的学习目标

第三部分：典型例题分析——熟练解题思路与技能

第四部分：小结

## 第一部分：2010-2019年北京对此部分考查回顾

| 年份   | 题号               | 涉分  | 知识内容（考点）               | 关联考点        | 核心素养      |
|------|------------------|-----|------------------------|-------------|-----------|
| 2019 | 28               | 16分 | 二氧化硫 亚硫酸盐的性质<br>硫酸根的检验 | 氧化还原反应方程式书写 | 科学探究与创新意识 |
| 2017 | 10               | 6分  | 二氧化硫性质                 |             | 证据推理与模型认知 |
| 2016 | 28               | 16分 | 亚硫酸盐、硫酸盐的性质探究          | 实验方案设计与评价   | 科学探究与创新意识 |
| 2015 | 26<br>(1)        | 2分  | 二氧化硫性质                 |             | 证据推理与模型认知 |
| 2014 | 27<br>(2)<br>(3) | 4分  | 二氧化硫性质                 | 中和滴定的应用     | 证据推理与模型认知 |

## 第一部分：2010-2019年北京对此部分考查回顾

| 年份   | 题号               | 涉分  | 知识内容（考点）         | 关联考点      | 核心素养      |
|------|------------------|-----|------------------|-----------|-----------|
| 2013 | 28<br>(3)<br>(5) | 8分  | 二氧化硫性质           | 实验方案设计与评价 | 证据推理与模型认知 |
| 2012 | 25               | 13分 | 含硫化合物性质          | 盐类水解      | 科学探究与创新意识 |
| 2011 | 27               | 15分 | 二氧化硫的制备与性质<br>探究 | 实验方案设计与评价 | 科学探究与创新意识 |
| 2010 | 9                | 6分  | 硫酸性质             | 化学实验基本操作  | 科学探究与创新意识 |

# 2010-2019年北京高考 以S元素为主题的概念原理元素化合物融合 统计分析

| 卷均分 | 占比   | 考点                                    | 命题特点                                                                           | 核心素养                       |
|-----|------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 8.6 | 8.6% | 二氧化硫的性质与制备<br>浓硫酸性质<br>与二氧化硫相关环境污染与防治 | 硫元素具有多种价态，也是氧化还原反应的重要素材，命题空间广阔，且与生产、生活及社会联系紧密，高考题中常以环境问题为背景，综合考查化学基本概念与化学反应原理。 | 证据推理与模型认知<br><br>科学探究与创新意识 |

## 第二部分、基于高考的学习目标:

### 一、基础知识

1. 联系生产、生活实际考查 $\text{SO}_2$ 的性质与用途。
2. 浓硫酸的性质以及硫酸根的检验。
3. 含硫化合物及其相应工业对环境质量影响。
4. 结合化工流程图或者化学实验考查硫及其化合物的性质以及相互转化。

## 二、解题能力要求

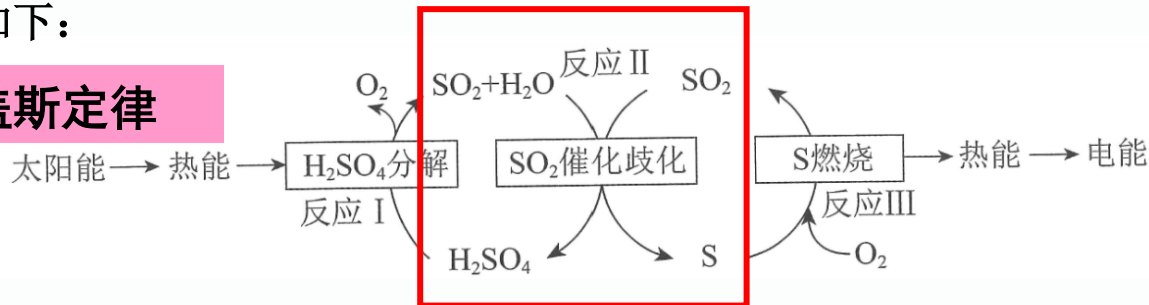
- 1.氧化还原反应方程式书写。
- 2.元素周期律。
3. 反应热、盖斯定律。
- 4.化学反应速率与化学平衡。
- 5.原电池、电解池基本原理。
6. 实验方案设计与评价。

## 第三部分：典型例题分析——熟练解题思路与技能



【18年北京27】（12分）近年来，研究人员提出利用含硫物质热化学循环实现太阳能的转化与存储。过程如下：

**知识：反应热、盖斯定律**

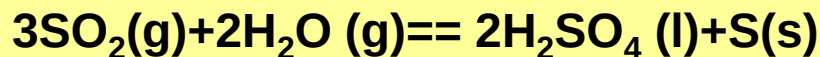


- (1) 反应 I： $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   $\Delta H_1 = +551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 反应 III： $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g})$   $\Delta H_3 = -297 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$   
 反应 II 的热化学方程式：\_\_\_\_\_。

**方法：1. 读信息，写目标反应**

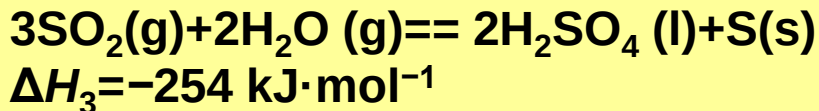
2. 调方向，定系数。  
只叠加，不叠加。

3. 规范表达式：状态，符号，单位，正负号。



$$\Delta H = -\Delta H_1 - \Delta H_3$$

增加设问：画出能量与反应进程图像。  
结合键能的计算。



(2) 对反应Ⅱ，在某一投料比时，两种压强下， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 在平衡体系中物质的量分数随温度的变化关系如图所示。 $p_2$ \_\_\_\_\_  $p_1$  (填“>”或“<”)，得出该结论的理由是\_\_\_\_\_。

知识：勒夏特列原理

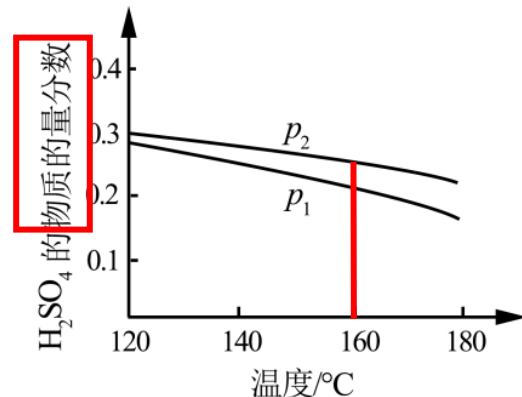
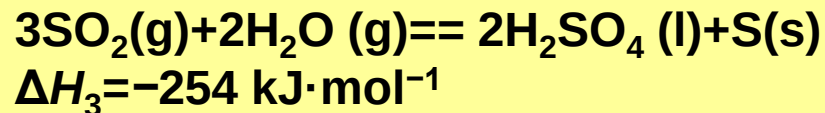
方法：1. 找出坐标。

2. 分析反应特点反应。

3. 控制单一变量。

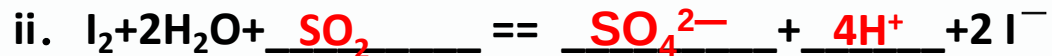
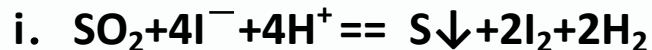
4. 规范表达：

平衡，条件改变，平衡移动，移动结果



反应Ⅱ是气体物质的量减小的反应，温度一定时，增大压强使反应正向移动， $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量增大，**体系总物质的量减小**， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的物质的量分数增大

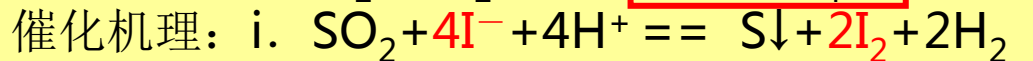
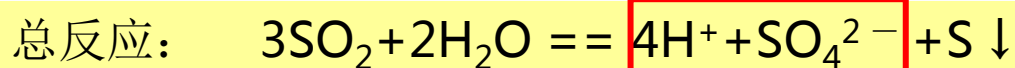
(3)  $\text{I}^-$ 可以作为水溶液中 $\text{SO}_2$ 歧化反应的催化剂，可能的催化过程如下。将ii补充完整。



知识：催化剂 催化机理

方法：1. 参与反应，重新生成。  
分步反应与总反应。

2. 规范表达：  
微粒、三守恒、配平。



增加设问：

1. 催化剂与活化能关系与图像。
2. 催化剂最佳温度、最佳浓度。
3. 催化剂中毒、催化剂失活。

(4) 探究i、ii反应速率与 $\text{SO}_2$ 歧化反应速率的关系，实验目的 分别将18 mL  $\text{SO}_2$ 饱和溶液加入到2 mL下列试剂中，密闭放置观察现象。（已知： $\text{I}_2$ 易溶解在KI溶液中）

①B是A的对比实验，则a=\_\_\_\_\_。

②比较A、B、C，可得出的结论是\_\_\_\_\_。

③实验表明， $\text{SO}_2$ 的歧化反应速率 $\text{D} > \text{A}$ ，结合i、ii反应速率解释原因：\_\_\_\_\_。

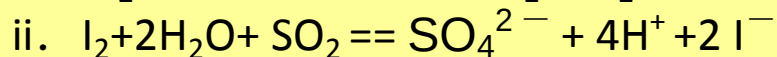
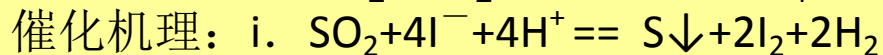
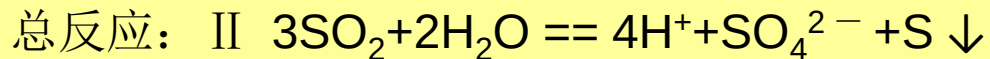
| 序号   | A                                               | B                                                                                                            | C                                                           | D                                                                           |
|------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 试剂组成 | $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ | $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$<br>$0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ | $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ | $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$<br>$0.0002 \text{ mol I}_2$ |
| 实验现象 | 溶液变黄，一段时间后出现浑浊                                  | 溶液变黄，出现浑浊较A快                                                                                                 | 无明显现象                                                       | 溶液由棕褐色很快褪色，变成黄色，出现浑浊较A快                                                     |

知识：实验探究影响化学反应速率

方法：控制变量，系统分析，证据意识，实验证据，原理证据  
规范表达，问什么答什么，问几个答几个。

实验目的：探究i、ii反应速率与SO<sub>2</sub>歧化反应速率的关系

实验原理：

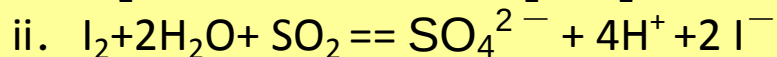
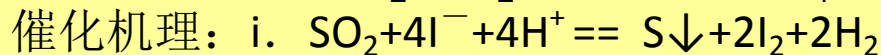
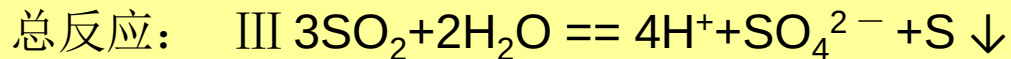


实验方法：对比实验、控制变量

| 序号   | A                          | B                                                                                  | C                                                      | D                                                       |
|------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 试剂组成 | 0.4 mol·L <sup>-1</sup> KI | a mol·L <sup>-1</sup> KI<br>0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> KI<br>0.0002 mol I <sub>2</sub> |
| 实验现象 | 溶液变黄，一段时间后出现浑浊             | 溶液变黄，出现浑浊较A快                                                                       | 无明显现象                                                  | 溶液由棕褐色很快褪色，变成黄色，出现浑浊较A快                                 |

实验目的：探究i、ii反应速率与SO<sub>2</sub>歧化反应速率的关系

实验原理：



实验方法：对比实验、控制变量

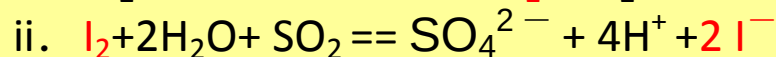
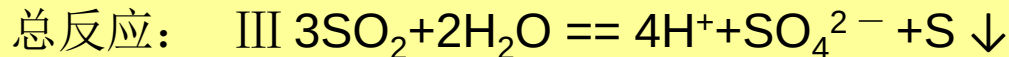
①B是A的对比实验  
则a=\_\_\_\_\_。

②比较A、B、C，  
可得出的结论是  
\_\_\_\_\_。

| 序号   | A                          | ①0.4                                                                               | C                                                      | D                                                       |
|------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 试剂组成 | 0.4 mol·L <sup>-1</sup> KI | a mol·L <sup>-1</sup> KI<br>0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> KI<br>0.0002 mol I <sub>2</sub> |
| 实验现象 | 溶液变黄，一段时间后出现浑浊             | 溶液变黄，出现浑浊较A快                                                                       | 无明显现象                                                  | 溶液由棕褐色很快褪色，变成黄色，出现浑浊较A快                                 |

实验目的：探究i、ii反应速率与SO<sub>2</sub>歧化反应速率的关系

实验原理：



实验方法：对比实验、控制变量

①B是A的对比实验  
则a=\_\_\_\_\_。

②比较A、B、C，  
可得出的结论是  
\_\_\_\_\_。

③实验表明，SO<sub>2</sub>的  
歧化反应速率D>A，

| 序号   | A                                        | ①0.4                                                   | 碘元素总物质的量相等                                             |                                             |
|------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 试剂组成 | 0.4 mol·L <sup>-1</sup> KI               | a mol·L <sup>-1</sup> KI                               | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> KI                  |
|      |                                          | 0.2 mol·L <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |                                                        | 0.0002 mol I <sub>2</sub>                   |
| 实验现象 | 溶液变黄，一段时间后出现浑浊                           | 溶液变黄，出现浑浊较A快                                           | 无明显现象                                                  | 溶液由棕褐色很快褪色，变成黄色，出现浑浊较A快                     |
| 实验结论 | I <sup>-</sup> 是SO <sub>2</sub> 歧化反应的催化剂 | H <sup>+</sup> 可以加快歧化反应速率                              | H <sup>+</sup> 单独存在时不具有催化作用                            | 反应ii比i快；<br>D中由反应ii产生的H <sup>+</sup> 使反应i加快 |

增加设问：  
参考20届朝阳区期中

实验证据

原理分析

例题2【19年朝阳二模27】将 $\text{H}_2\text{S}$ 转化为可再利用的资源是能源研究领域的重要课题。

(1)  $\text{H}_2\text{S}$ 的转化

|     |       |                                                                       |
|-----|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| I   | 克劳斯法  | $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2} \text{S}$                |
| II  | 铁盐氧化法 | $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}} \text{S}$            |
| III | 光分解法  | $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{光、某溶液}} \text{H}_2 + \text{S}$ |

① 反应 I 的化学方程式是  $\underline{2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{S}}$

② 反应 II:  $\underline{2\text{Fe}^{3+}} + \underline{1\text{H}_2\text{S}} == \underline{2\text{Fe}^{2+}} + \underline{1\text{S}}\downarrow + \underline{2\text{H}^+}$  (将反应补充完整)。

知识：氧化还原

- 方法.
1. 找准氧化剂、还原剂。
  2. 看清环境。
  3. 三守恒。
  4. 规范表达。



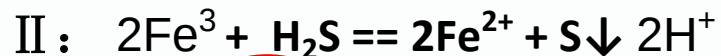
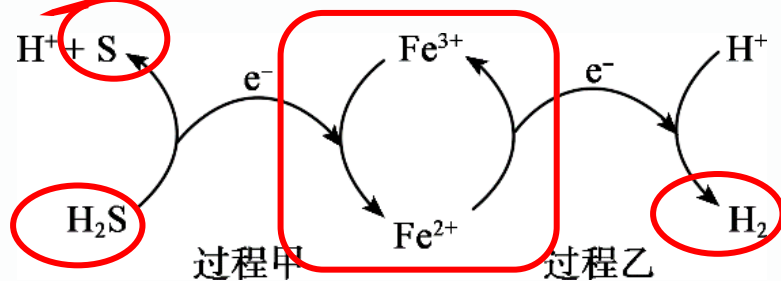
③ 反应Ⅲ体现了 $\text{H}_2\text{S}$ 的稳定性弱于 $\text{H}_2\text{O}$ 。  
结合原子结构解释二者稳定性差异的原因：\_\_\_\_\_。

知识：元素周期律

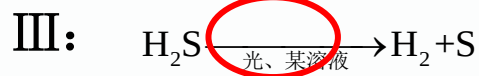
方法. 1. 熟记模板  
2. 规范表达

位置：O与S位于同主族，  
结构：原子半径 $\text{S} > \text{O}$ ，  
性质：得电子能力 $\text{S} < \text{O}$ ，非金属性 $\text{S} < \text{O}$ ，  
氢化物稳定性 $\text{H}_2\text{S} < \text{H}_2\text{O}$

(2) 反应III硫的产率低，反应II的原子利用率低。我国科研人员设想将两个反应耦合，实现由 $\text{H}_2\text{S}$ 高效产生 $\text{S}$ 和 $\text{H}_2$ ，电子转移过程如图。



原子利用率低  
硫的产率低



## 知识：氧化还原

方法. 1. 理清题目信息。

整体：反应物、生成物、中间物质

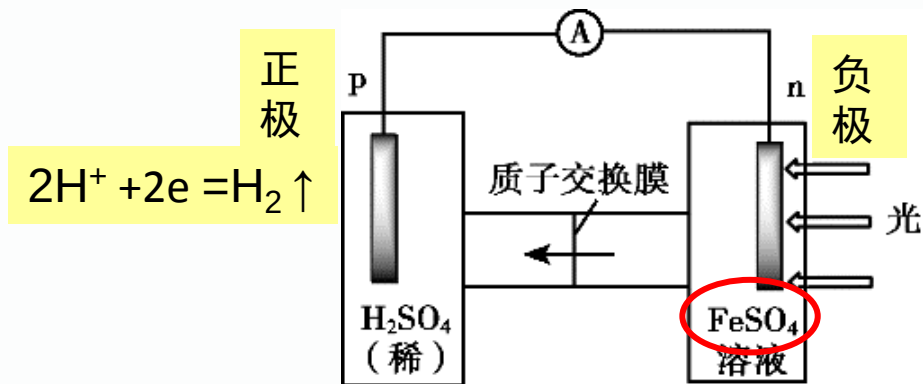
局部：箭头方向找出反应物、生成物。

2. 氧化还原。

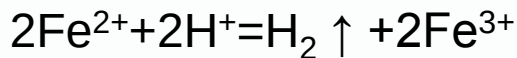
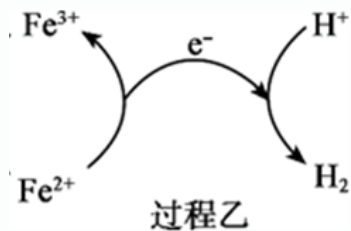
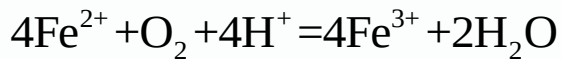
增加设问：总反应，分步反应。

(3) 按照设计, 科研人员研究如下。

① 首先研究过程乙是否可行, 装置如图。经检验, n极区产生了 $\text{Fe}^{3+}$ , p极产生了 $\text{H}_2$ 。n极区产生 $\text{Fe}^{3+}$ 的可能原因:



- i.  $\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$
- ii.  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$  (写离子方程式)
- 经确认, i 是产生 $\text{Fe}^{3+}$ 的原因。过程乙可行。



知识：氧化还原 原电池

- 方法.
1. 理清题目信息。
  2. 找出氧化剂、还原剂。
  3. 看清环境。
  4. 三守恒配平
  5. 规范表达

增加设问：质子交换膜作用。

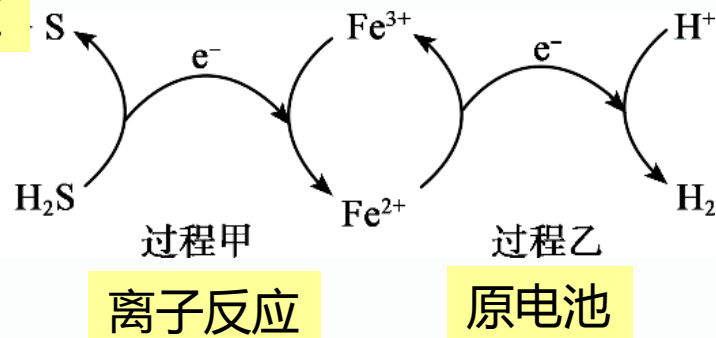
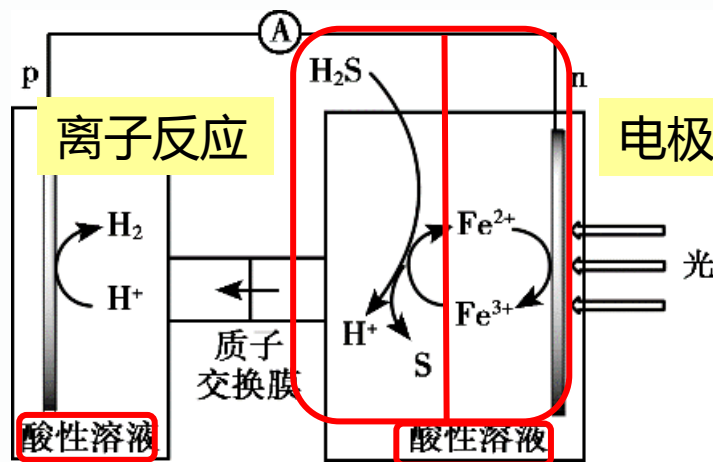
② 光照产生 $\text{Fe}^{3+}$ 后，向n极区注入 $\text{H}_2\text{S}$ 溶液，有S生成，持续产生电流，p极产生 $\text{H}_2$ 。研究S产生的原因，设计如下实验方案：FeSO<sub>4</sub>溶换成H<sub>2</sub>S溶液经确认，S是由 $\text{Fe}^{3+}$ 氧化 $\text{H}_2\text{S}$ 所得， $\text{H}_2\text{S}$ 不能直接放电。过程中可行。

知识：简单实验方案设计

方法：实验目的——实验设计——实验结论



(4) 综上，反应Ⅱ、Ⅲ能耦合，同时能高效产生 $\text{H}_2$ 和 $\text{S}$ ，其工作原理如图。



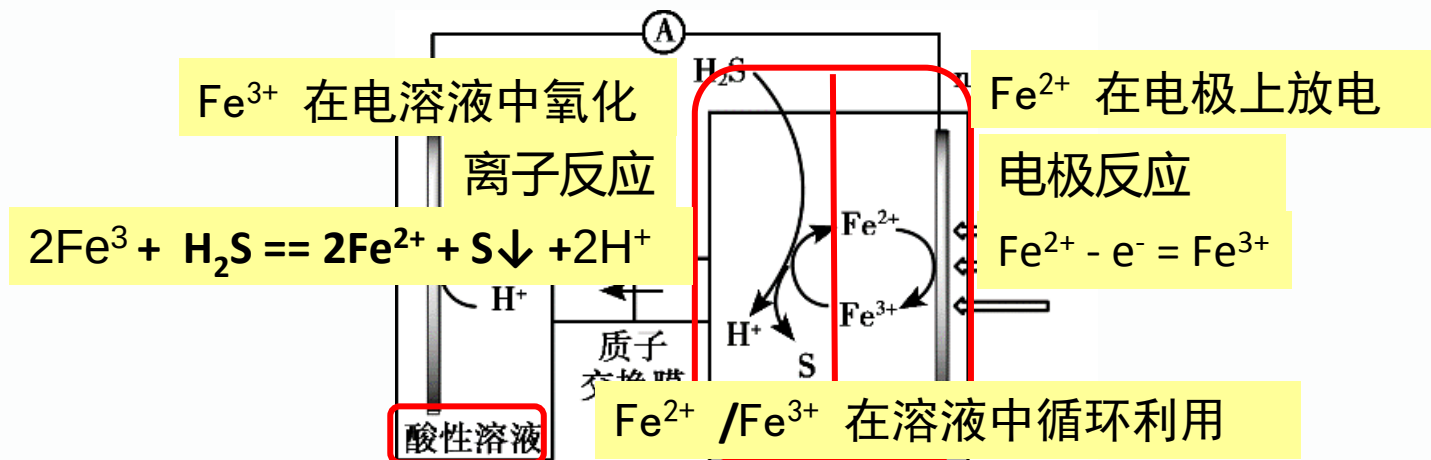
知识：氧化还原 原电池 循环利用

- 方法：
1. 理清题目信息。
  2. 看清环境。
  3. 电极反应 离子反应。
  4. 规范表达

增加设问： $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 循环作用。



(4) 综上，反应Ⅱ、Ⅲ能耦合，同时能高效产生 $\text{H}_2$ 和 $\text{S}$ ，其工作原理如图。



知识：氧化还原 原电池 循环利用

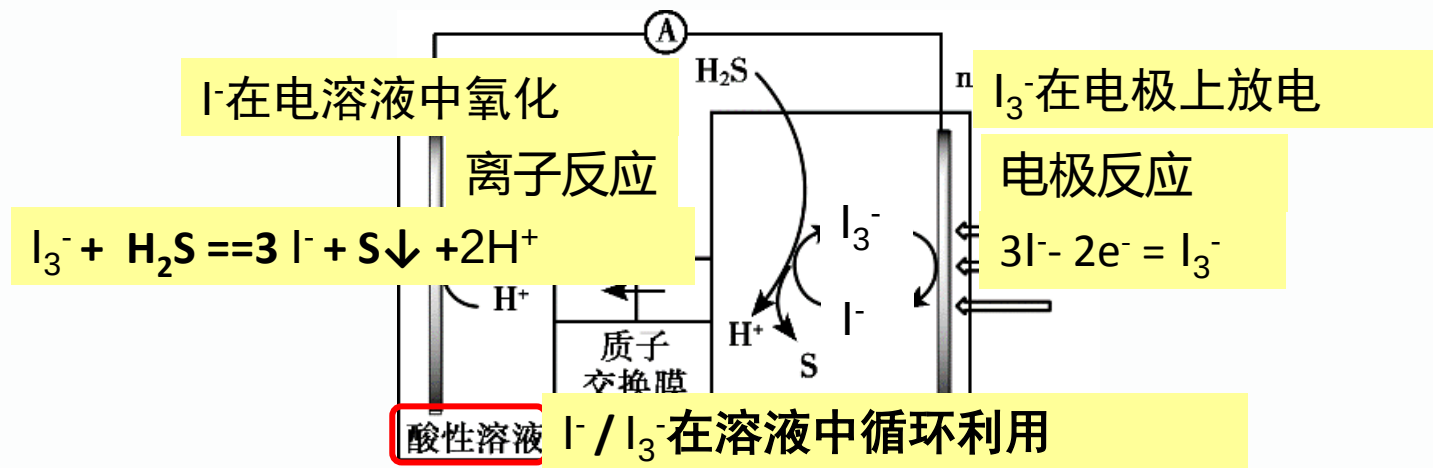
- 方法：
1. 理清题目信息。
  2. 看清环境。
  3. 电极反应 氧还反应。
  4. 规范表达

微粒，场所，反应。  
如何产生？如何消耗？  
达到循环作用

增加设问：Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> 循环作用。



(4) 综上，反应Ⅱ、Ⅲ能耦合，同时能高效产生 $\text{H}_2$ 和 $\text{S}$ ，其工作原理如图。



知识：氧化还原 原电池 循环利用

- 方法.
1. 理清题目信息。
  2. 看清环境。
  3. 电极反应 氧还反应。
  4. 规范表达

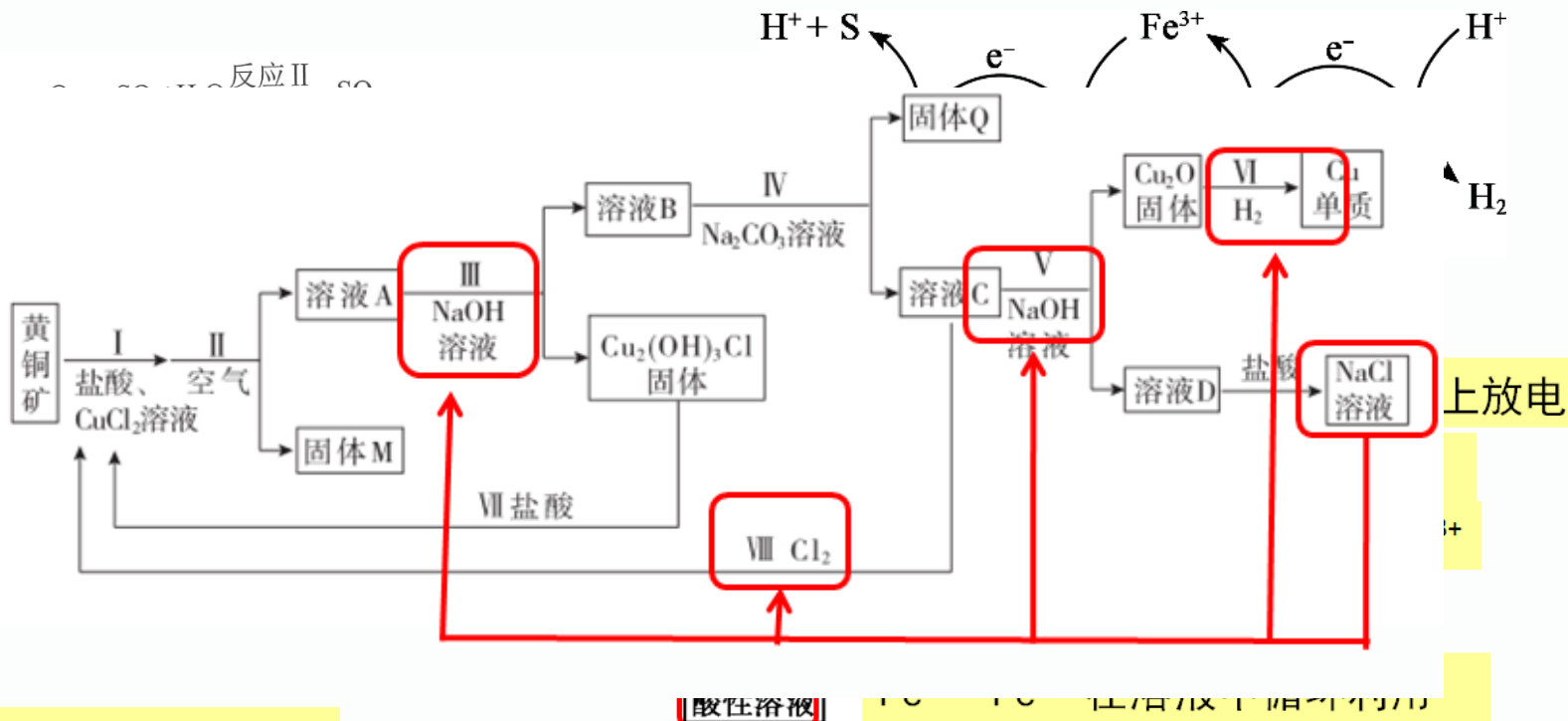
微粒，场所，反应。  
如何产生？如何消耗？  
达到循环作用

## 循环利用

反应 II

太阳能→热能→[

实验原理  
总反应：  
催化机理：

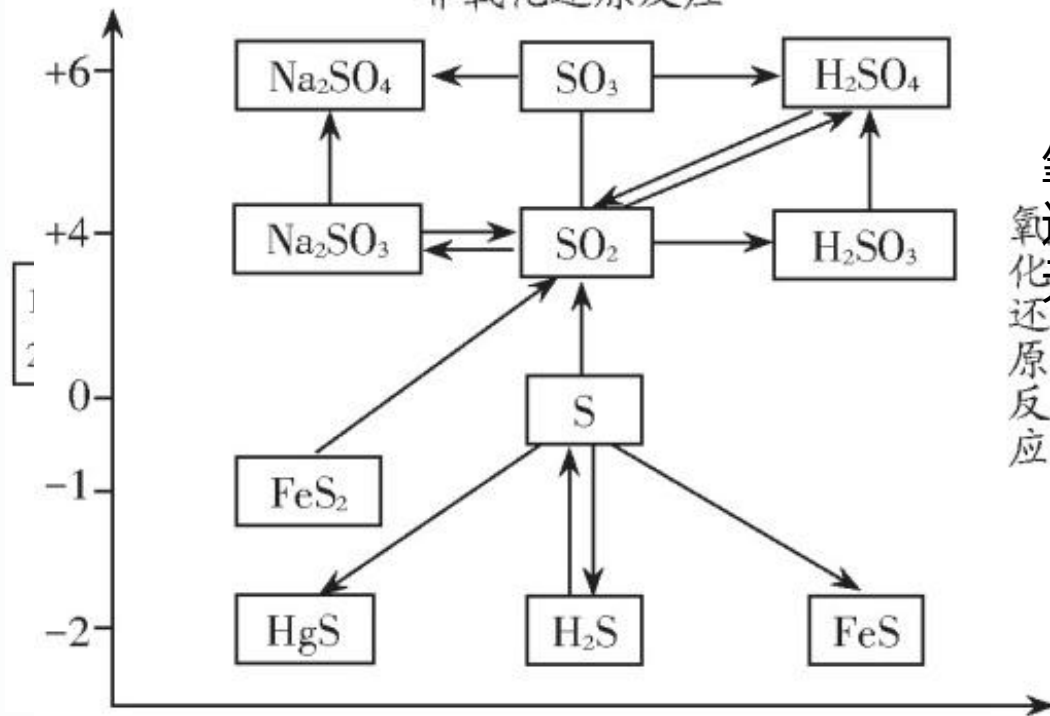


**微粒，场所，反应。  
如何产生？如何消耗？  
达到循环作用。优点！**



# 第四部分·小结

非氧化还原反应



氧化还原 原电池 电解池  
速率与平衡  
元素周期律 化学键  
只；

中。



# 感谢您的观看

北京市朝阳区教育研究中心 制作