

# 2021 年天津市普通高中学业水平等级性考试

## 化学试题

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分,考试用时 60 分钟。第 I 卷 1 至 4 页,第 II 卷 5 至 8 页。

答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号、考场号和座位号填写在答题卡上,并在规定位置粘贴考试用条形码。答卷时,考生务必将答案涂写在答题卡上,答在试卷上的无效。考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

祝各位考生考试顺利!

### 第 I 卷

注意事项:

1. 每题选出答案后,用铅笔将答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。
2. 本卷共 12 题,每题 3 分,共 36 分。在每题给出的四个选项中,只有一项是最符合题目要求的。

以下数据可供解题时参考:

相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Fe 56

1. 近年我国在科学技术领域取得了举世瞩目的成就。对下列成就所涉及的化学知识的判断错误的是  
A. 北斗三号卫星搭载了精密计时的铷原子钟,铷(Rb)是金属元素  
B. 奋斗者号潜水器载人舱外壳使用了钛合金,钛合金属于无机非金属材料  
C. 长征五号 B 遥二火箭把天和核心舱送入太空,火箭动力源于氧化还原反应  
D. 天问一号探测器着陆火星过程中使用了芳纶制作的降落伞,芳纶是高分子材料

【答案】B

【解析】

【分析】

- 【详解】A. 铷位于周期表第六周期第 I A 族,属于碱金属,属于铷(Rb)是金属元素,故 A 正确;  
B. 钛合金为合金,属于金属材料,故 B 错误;  
C. 火箭动力源于火箭燃料的燃烧,属于氧化还原反应,故 C 正确;  
D. 芳纶属于合成纤维,是高分子材料,故 D 正确;

故选 B。

2. 下列各组物质的晶体类型相同的是

- A.  $\text{SiO}_2$  和  $\text{SO}_3$       B.  $\text{I}_2$  和  $\text{NaCl}$       C.  $\text{Cu}$  和  $\text{Ag}$       D.  $\text{SiC}$  和  $\text{MgO}$

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A.  $\text{SiO}_2$  为原子晶体， $\text{SO}_3$  为分子晶体，晶体类型不同，故 A 错误；

B.  $\text{I}_2$  为分子晶体， $\text{NaCl}$  为离子晶体，晶体类型不同，故 B 错误；

C.  $\text{Cu}$  和  $\text{Ag}$  都为金属晶体，晶体类型相同，故 C 正确；

D.  $\text{SiC}$  为原子晶体， $\text{MgO}$  为离子晶体，晶体类型不同，故 D 错误；

故选 C。

3. 核聚变发电有望成为解决人类能源问题的重要手段之一、氘( ${}^2_1\text{H}$ )是核聚变反应的主要原料，下列有关叙述正确的是

A.  ${}^2_1\text{H}$  的中子数为 2

B.  ${}^2_1\text{H}$  的核电荷数为 1

C.  ${}^2_1\text{H}$  是自然界中最轻的原子

D.  ${}^2_1\text{H}$  是氢元素的一种同素异形体

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A.  ${}^2_1\text{H}$  的中子数为  $2-1=1$ ，故 A 错误；

B.  ${}^2_1\text{H}$  的质子数为 1，则核电荷数为 1，故 B 正确；

C. 自然界中最轻的原子是  ${}^1_1\text{H}$ ，不是  ${}^2_1\text{H}$ ，故 C 错误；

D.  ${}^2_1\text{H}$  是氢元素的一种同位素，故 D 错误；

故选 B。

4. 关于反应  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  所涉及的物质，下列说法错误的是

A.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  在该反应中为氧化剂

B.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  容易被空气中的  $\text{O}_2$  氧化变质

C.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  是含有共价键的离子化合物

D.  $\text{SO}_2$  是导致酸雨的主要有害污染物

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  中无化合价的变化，不属于氧化还原反应，所以该反应

中无氧化剂，故 A 错误；

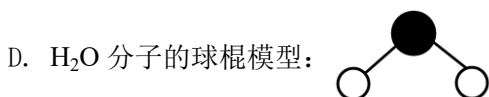
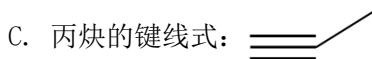
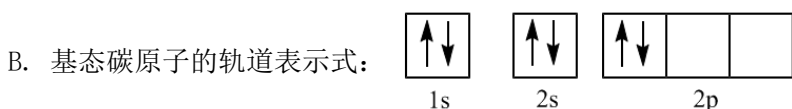
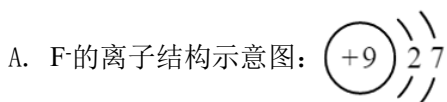
B.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  不稳定，容易被空气中的  $\text{O}_2$  氧化成硫酸钠变质，故 B 正确；

C.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  含有阴阳离子，存在离子键，硫酸根中含有共价键，故 C 正确；

D.  $\text{SO}_2$  在空去中会转化成硫酸，形成酸雨，所以二氧化硫是导致酸雨的主要有害污染物，故 D 正确；

故选 A。

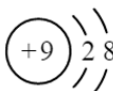
5. 下列化学用语表达正确的是

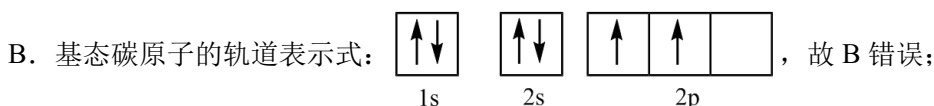


【答案】D

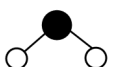
【解析】

【分析】

【详解】A. F<sup>-</sup>最外层有 8 个电子，离子结构示意图：，故 A 错误；



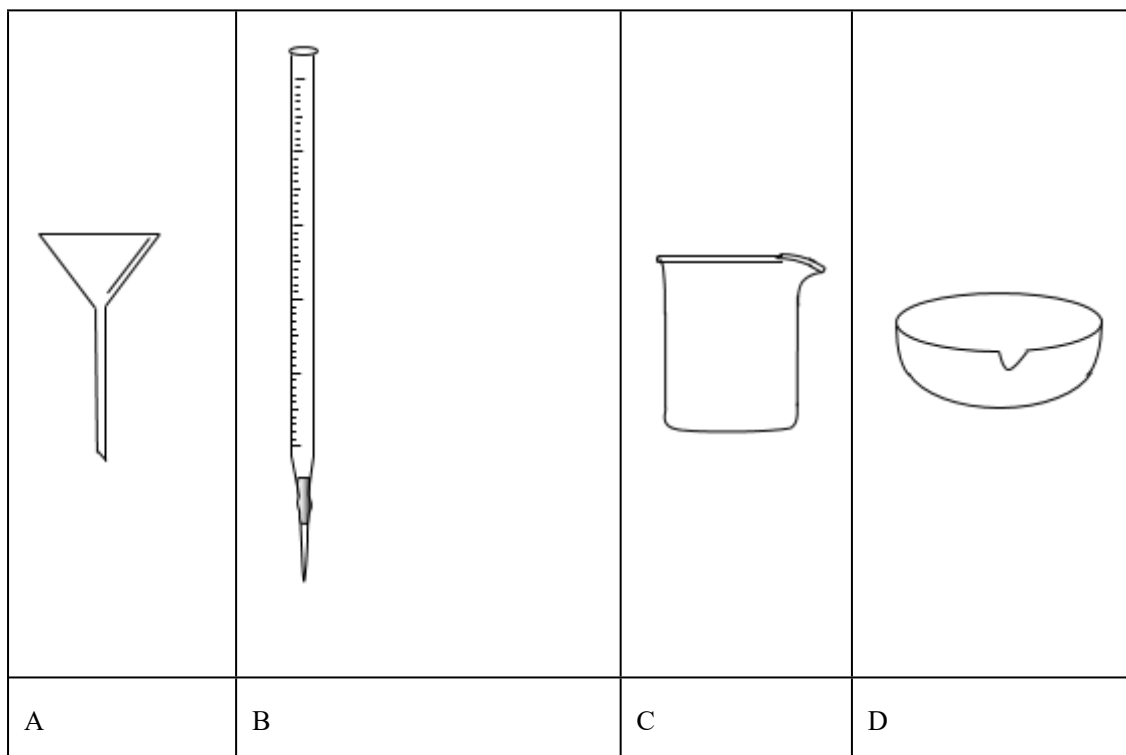
C. 丙炔的三个碳原子在一条线上，故 C 错误；

D.  $\text{H}_2\text{O}$  分子的空间构型为 V 型，所以球棍模型为：，故 D 正确；

故选 D。

6. 进行下列实验操作时，选用仪器正确的是

|         |                            |                     |                     |
|---------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| 提取碘水中的碘 | 量取一定体积的 $\text{KMnO}_4$ 溶液 | 熔化 $\text{NaOH}$ 固体 | 浓缩 $\text{NaCl}$ 溶液 |
|---------|----------------------------|---------------------|---------------------|



A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 提取碘水中的碘应该用萃取的方法，用分液漏斗，A 错误；

B.  $\text{KMnO}_4$  溶液有强氧化性，应该用酸式滴定管，B 错误；

C. 玻璃中的二氧化硅可以和  $\text{NaOH}$  反应，故熔化时不能用玻璃烧杯，C 错误；

D. 浓缩  $\text{NaCl}$  溶液应该用坩埚，D 正确；

故选 D。

7. 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值，下列叙述正确的是

A.  $1\text{mol/LHCl}$  溶液中， $\text{HCl}$  分子的数目为  $N_A$

B.  $22.4\text{L}$  氢气中， $\text{H}_2$  分子的数目为  $N_A$

C.  $180\text{g}$  葡萄糖中，C 原子的数目为  $6N_A$

D.  $1\text{molN}_2$  中， $\sigma$  键的数目为  $3N_A$

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 体积未知， $\text{HCl}$  分子的数目不能计算，故 A 错误；

B. 没有标准状态, 不能计算  $H_2$  分子的数目, 故 B 错误;

C. 葡萄糖的分子式为  $C_6H_{12}O_6$ , 故 180g 葡萄糖的分子的物质的量为 1mol, C 原子的数目为  $6N_A$ , 故 C 正确;

D. 1mol  $N_2$  中有 1mol  $\sigma$  键, 故  $\sigma$  键的数目为  $N_A$ , 故 D 错误;


故选 C。

8. 最理想的“原子经济性反应”是指反应物的原子全部转化为期望的最终产物的反应。下列属于最理想的“原子经济性反应”的是

A. 用电石与水制备乙炔的反应

B. 用溴乙烷与 NaOH 的乙醇溶液共热制备乙烯的反应

C. 用苯酚稀溶液与饱和溴水制备 2, 4, 6-三溴苯酚的反应

D. 用乙烯与氧气在 Ag 催化下制备环氧乙烷()的反应

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 用电石与水制备乙炔, 还生成了氢氧化钙, 原子没有全部转化为期望的最终产物, 不属于最理想的“原子经济性反应”, 故 A 错误;

B. 用溴乙烷与 NaOH 的乙醇溶液共热制备乙烯, 还生成了水和溴化钠, 原子没有全部转化为期望的最终产物, 不属于最理想的“原子经济性反应”, 故 B 错误;

C. 用苯酚稀溶液与饱和溴水制备 2, 4, 6-三溴苯酚, 还生成了溴化氢, 原子没有全部转化为期望的最终产物, 不属于最理想的“原子经济性反应”, 故 C 错误;

D. 用乙烯与氧气在 Ag 催化下制备环氧乙烷() , 原子全部转化为期望的最终产物, 属于最理想的“原子经济性反应”, 故 D 正确;

故选 D。

9. 常温下, 下列各组离子在给定溶液中能大量共存的是

A. pH=1 的溶液:  $Fe^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$

B. pH=12 的溶液:  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $NO_3^-$ 、 $CO_3^{2-}$

C. pH=7 的溶液:  $Na^+$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $S^{2-}$ 、 $Cl^-$

D. pH=7 的溶液:  $Al^{3+}$ 、 $K^+$ 、 $Cl^-$ 、 $HCO_3^-$

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. pH=1 的溶液中， $\text{NO}_3^-$  在酸性条件下与  $\text{Fe}^{2+}$  会发生氧化还原反应，不能大量共存，故 A 错误；

B. pH=12 的溶液中， $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  均不能发生反应，能大量共存，故 B 正确；

C. pH=7 的溶液中， $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{S}^{2-}$  会发生反应生成沉淀，不能大量共存，故 C 错误；

D. pH=7 的溶液中， $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  会发生双水解，不能大量共存，故 D 错误；

故选 B。

10. 常温下，下列有关电解质溶液的叙述正确的是

A. 在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液中  $c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{PO}_4^{3-})$

B. 在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

C. 在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaHCO}_3$  溶液中  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

D. 氨水和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液混合，形成 pH=9 的溶液中  $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】A. 由于磷酸为多元酸，第一步电离大于第二步电离大于第三步电离，所以在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液中，离子浓度大小为： $c(\text{H}_3\text{PO}_4) > c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{HPO}_4^{2-}) > c(\text{PO}_4^{3-})$ ，故 A 正确；

B. 在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中，根据电荷守恒得到  $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，故 B 错误；

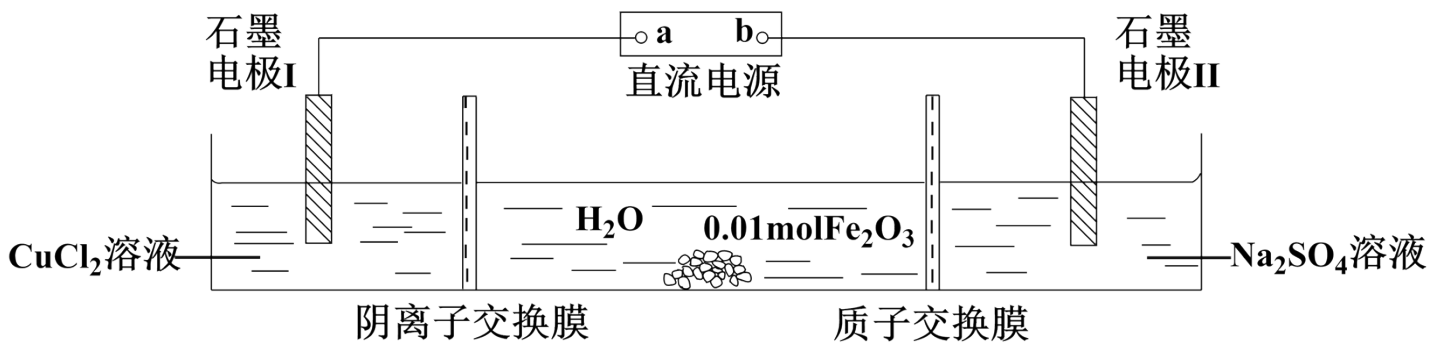
C. 在  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$  溶液中，根据物料守恒得到  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故 C 错误；

D. 氨水和  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液混合，形成 pH=9 的溶液，则  $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，根据电荷守恒

$c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+)$ ，则  $c(\text{Cl}^-) < c(\text{NH}_4^+)$ ，故 D 错误；

故选 A。

11. 如下所示电解装置中，通电后石墨电极 II 上有  $\text{O}_2$  生成， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  逐渐溶解，下列判断错误的是



- A. a 是电源的负极
- B. 通电一段时间后，向石墨电极 II 附近滴加石蕊溶液，出现红色
- C. 随着电解的进行， $\text{CuCl}_2$  溶液浓度变大
- D. 当  $0.01\text{mol Fe}_2\text{O}_3$  完全溶解时，至少产生气体  $336\text{mL}$  (折合成标准状况下)

【答案】C

【解析】

【分析】通电后石墨电极 II 上有  $\text{O}_2$  生成， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  逐渐溶解，说明石墨电极 II 为阳极，则电源 b 为正极，a 为负极，石墨电极 I 为阴极，据此解答。

【详解】A. 由分析可知，a 是电源的负极，故 A 正确；

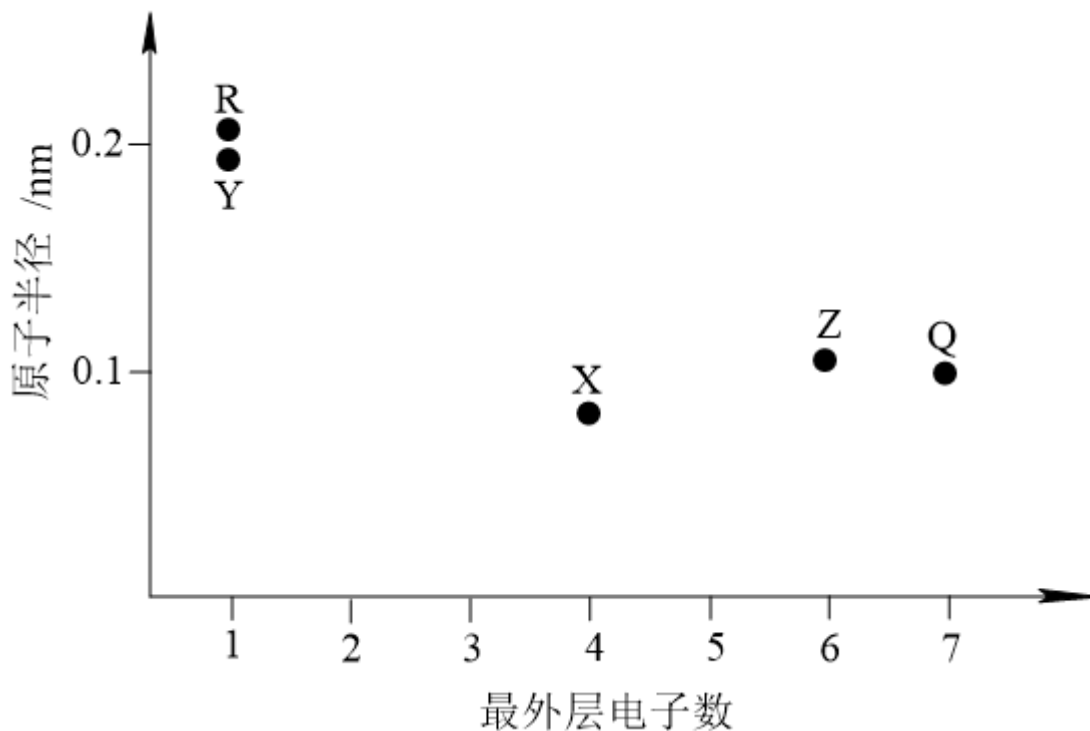
B. 石墨电极 II 为阳极，通电一段时间后，产生氧气和氢离子，所以向石墨电极 II 附近滴加石蕊溶液，出现红色，故 B 正确；

C. 随着电解的进行，铜离子在阴极得电子生成铜单质，所以  $\text{CuCl}_2$  溶液浓度变小，故 C 错误；

D. 当  $0.01\text{mol Fe}_2\text{O}_3$  完全溶解时，消耗氢离子为  $0.06\text{mol}$ ，根据阳极电极反应式  $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$ ，产生氧气为  $0.015\text{mol}$ ，体积为  $336\text{mL}$  (折合成标准状况下)，故 D 正确；

故选 C。

12. 元素 X、Y、Z、Q、R 的原子序数依次增大且小于 20，其原子半径和最外层电子数之间的关系如图所示。下列判断正确的是



- A. X 的电负性比 Q 的大
- B. Q 的简单离子半径比 R 的大
- C. Z 的简单气态氢化物的热稳定性比 Q 的强
- D. Y 的最高价氧化物对应的水化物的碱性比 R 的强

【答案】B

【解析】

【分析】X、Y、Z、Q、R 的原子序数依次增大且小于 20，由图像中最外层电子数和原子半径的关系可知，X 为 C、Y 为 Na、Z 为 S、Q 为 Cl、R 为 K。

【详解】A. C 的电负性比 Cl 的小，故 A 错误；

B. 核外电子数相同时质子数越大半径越小，故 Q 的简单离子半径比 R 的大，故 B 正确；

C. 同周期元素，原子序数越大非金属性越强，则简单氢化物更稳定，则 Z 的简单气态氢化物的热稳定性比 Q 的弱，故 C 错误；

D. 同主族元素，原子序数越大金属性越强，则最高价氧化物对应水化物的碱性越强，则 Y 的最高价氧化物对应的水化物的碱性比 R 的弱，故 D 错误；

故选 B。

## 第 II 卷

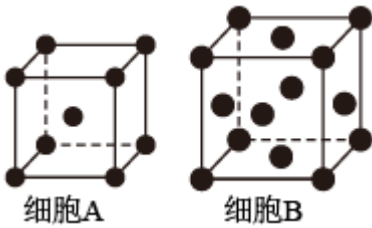
注意事项：

1. 用黑色墨水的钢笔或签字笔将答案写在答题卡上。
2. 本卷共 4 题，共 64 分。

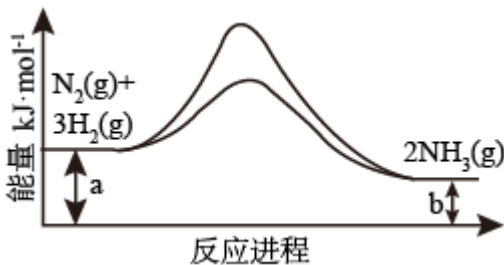
13. 铁单质及其化合物的应用非常广泛。

(1) 基态 Fe 原子的价层电子排布式为\_\_\_\_\_。

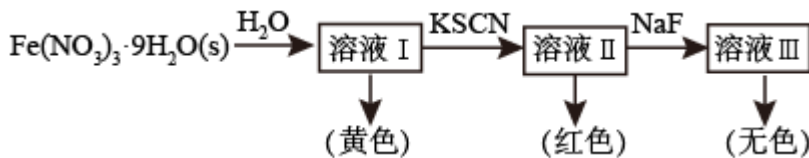
(2) 用 X 射线衍射测定，得到 Fe 的两种晶胞 A、B，其结构如图所示。晶胞 A 中每个 Fe 原子紧邻的原子数为\_\_\_\_\_。每个晶胞 B 中含 Fe 原子数为\_\_\_\_\_。



(3) 合成氨反应常使用铁触媒提高反应速率。如图为有、无铁触媒时，反应的能量变化示意图。写出该反应的热化学方程式\_\_\_\_\_。从能量角度分析，铁触媒的作用是\_\_\_\_\_。



(4)  $\text{Fe}^{3+}$  可与  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{F}^-$  等配体形成配位数为 6 的配离子，如  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 、 $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ 、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 。某同学按如下步骤完成实验：



①  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  为浅紫色，但溶液 I 却呈黄色，其原因是\_\_\_\_\_，为了能观察到溶液 I 中  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  的浅紫色，可采取的方法是\_\_\_\_\_。

② 已知  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$ 、 $\text{F}^-$  的反应在溶液中存在以下平衡： $\text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$   $K_1$ ；

$\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-}$   $K_2$ ，向溶液 II 中加入 NaF 后，溶液颜色由红色转变为无色。若该反应

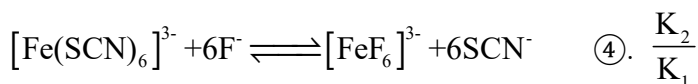
是可逆反应，其离子方程式为\_\_\_\_\_，平衡常数为\_\_\_\_\_ (用  $K_1$  和  $K_2$  表示)。

【答案】(1)  $3d^64s^2$

(2) ①. 8      ②. 4

(3) ①.  $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -(a-b)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$       ②. 降低反应活化能

(4) ①. 由  $\text{Fe}^{3+}$  水解产物的颜色所致 ②. 向该溶液中加入  $\text{HNO}_3$  ③.



【解析】

【分析】

【小问 1 详解】

Fe 为 26 号元素，所以基态 Fe 原子的价层电子排布式为  $3d^64s^2$ ，故答案为： $3d^64s^2$ ；

【小问 2 详解】

由图可知，晶胞 A 中 Fe 的配位数为 8，所以每个 Fe 原子紧邻的原子数为 8。根据原子均摊法，每个晶胞 B

中含 Fe 原子数为  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，故答案为：8；4

【小问 3 详解】

由图可知，1mol  $\text{N}_2$  和 3mol  $\text{H}_2$  反应时，放出的热量为 (a-b)kJ，所以该反应的热化学方程式

$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -(a-b)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。铁触媒是反应的催化剂，作用是降低反应活化能，

故答案为： $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -(a-b)\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；降低反应活化能；

【小问 4 详解】

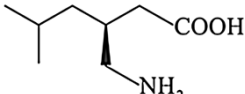
①由于  $\text{Fe}^{3+}$  水解产物的颜色导致溶液 I 却呈黄色，为了能观察到溶液 I 中  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  的浅紫色，可向该溶液中加入  $\text{HNO}_3$ ，抑制铁离子的水解，故答案为：由  $\text{Fe}^{3+}$  水解产物的颜色所致；向该溶液中加入  $\text{HNO}_3$ ；

②向溶液 II 中加入 NaF 后，溶液颜色由红色转变为无色，说明  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$  和氟离子转化为  $[\text{FeF}_6]^{3-}$ ，其

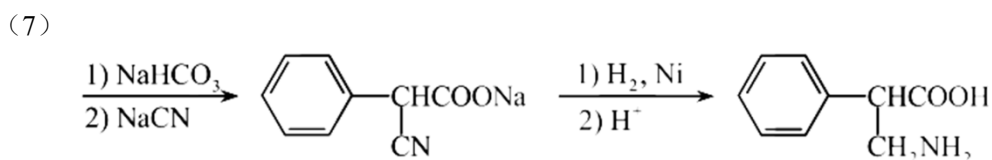
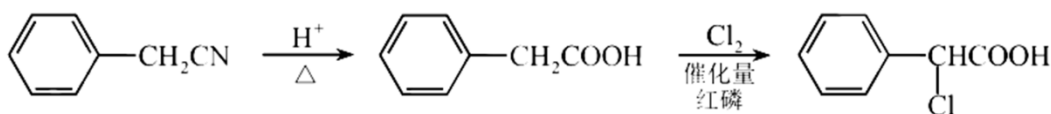
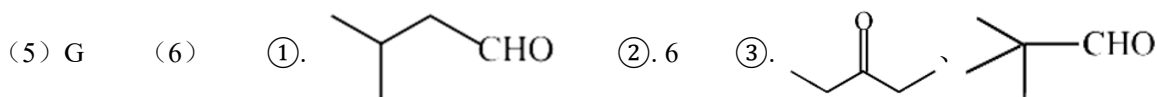
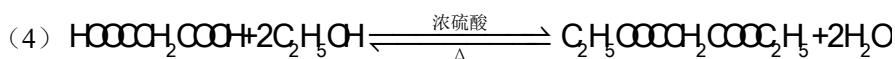
离子方程式为  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{SCN}^-$ ， $\text{Fe}^{3+} + 6\text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} \quad K_1$   
(红色)

和  $\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} \quad K_2$  相减得到  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{SCN}^-$ ，所以平衡常

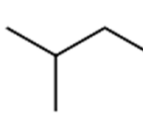
数为  $\frac{K_2}{K_1}$ ，故答案为： $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-} + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 6\text{SCN}^-$ ； $\frac{K_2}{K_1}$ 。

14. 普瑞巴林能用于治疗多种疾病，结构简式为 ，其合成路线如下：





### 【解析】

【分析】根据 B 的结构简式和 A 的分子式，可知 A 为乙酸，分析 E 和 F 的结构简式，在结构物质 X 可以发生银镜反应，则可知物质 X 的结构简式为 ，最后一问在合成的时候要注意题干提供的信息。

#### 【小问 1 详解】

根据普瑞巴林的结构简式可知所含官能团的名称为羧基、氨基；

#### 【小问 2 详解】

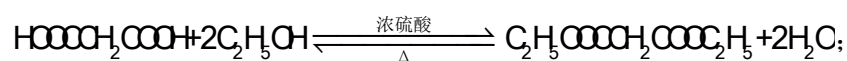
根据分析可知 A 的名称为乙酸；

#### 【小问 3 详解】

根据 B 和 C 的结构简式上的差异可知 B→C 的有机反应类型为取代反应；

#### 【小问 4 详解】

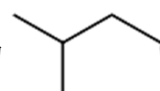
D→E 是 D 和乙醇的酯化反应，其方程式为：

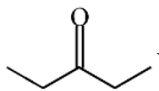
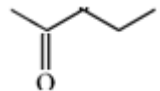
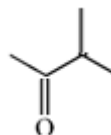


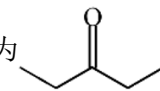
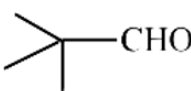
#### 【小问 5 详解】

手性碳是指某一个碳原子所连接的原子或者原子团各不相同，则这个碳为手性碳，分析 E~G 这几种物质的结构可知含手性碳原子的化合物是 G。

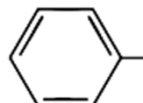
#### 【小问 6 详解】

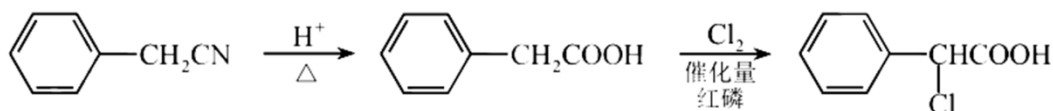
由分析可知物质 X 的结构简式为 ，化合物 X 的含有碳氧双键的同分异构体出 X 外还有 3

种, 另外如果没有醛基, 则可能是羰基, 结构分别为 、、 , 则一共 6

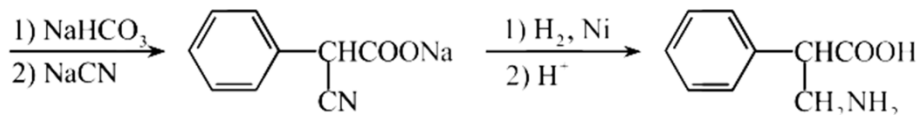
种, 其中核磁共振氢谱中有两组峰的为 、。

【小问 7 详解】

根据以上信息, -CH<sub>2</sub>CN 可以先变成苯乙酸, 然后在支链上再引入一个氯原子, 再进行合成,



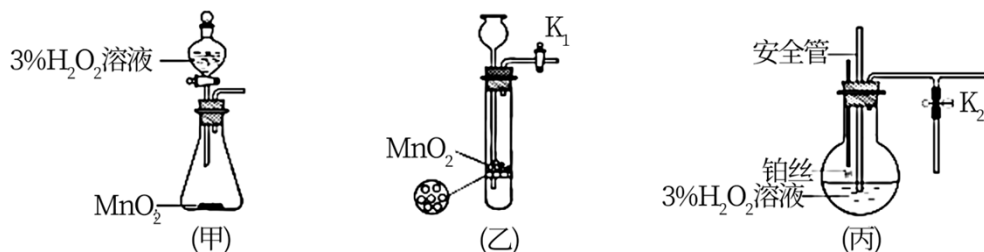
具体路线如下:



15. 某化学小组同学利用一定浓度的 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液制备 O<sub>2</sub>, 再用 O<sub>2</sub> 氧化 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 并检验氧化产物。

I. 制备 O<sub>2</sub>

该小组同学设计了如下气体发生装置(夹持装置省略)



(1) 甲装置中主要仪器的名称为\_\_\_\_\_。

(2) 乙装置中, 用粘合剂将 MnO<sub>2</sub> 制成团, 放在多孔塑料片上, 连接好装置, 气密性良好后打开活塞 K<sub>1</sub>, 经长颈漏斗向试管中缓慢加入 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液至\_\_\_\_\_。欲使反应停止, 关闭活塞 K<sub>1</sub> 即可, 此时装置中的现象是\_\_\_\_\_。

(3) 丙装置可用于制备较多 O<sub>2</sub>, 催化剂铂丝可上下移动。制备过程中如果体系内压强过大, 安全管中的现象是\_\_\_\_\_, 此时可以将铂丝抽离 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液, 还可以采取的安全措施是\_\_\_\_\_。

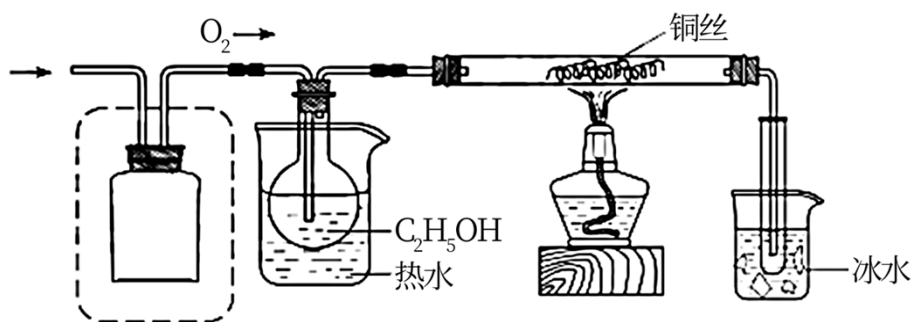
(4) 丙装置的特点是\_\_\_\_\_(填序号)。

- a. 可以控制制备反应的开始和结束
- b. 可通过调节催化剂与液体接触的面积来控制反应的速率

c. 与乙装置相比, 产物中的  $O_2$  含量高、杂质种类少

## II. 氧化 $C_2H_5OH$

该小组同学设计的氧化  $C_2H_5OH$  的装置如图(夹持装置省略)



(5) 在图中方框内补全干燥装置和干燥剂。\_\_\_\_\_

## III. 检验产物

(6) 为检验上述实验收集到的产物, 该小组同学进行了如下实验并得出相应结论。

| 实验序号 | 检验试剂和反应条件          | 现象      | 结论       |
|------|--------------------|---------|----------|
| ①    | 酸性 $KMnO_4$ 溶液     | 紫红色褪去   | 产物含有乙醛   |
| ②    | 新制 $Cu(OH)_2$ , 加热 | 生成砖红色沉淀 | 产物含有乙醛   |
| ③    | 微红色含酚酞的 $NaOH$ 溶液  | 微红色褪去   | 产物可能含有乙酸 |

实验①~③中的结论不合理的是\_\_\_\_\_ (填序号), 原因是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) 分液漏斗 锥形瓶

(2) ①. 刚好没过  $MnO_2$  固体 ②. 试管内的  $H_2O_2$  溶液被压入长颈漏斗中, 与  $MnO_2$  分离

(3) ①. 液面上升 ②. 打开弹簧夹  $K_2$

(4) ab (5)



(6) ①. ① ②. 乙醇也能使酸性  $KMnO_4$  溶液褪色

【解析】

【分析】用双氧水和催化剂制取氧气。制得的氧气经干燥后进入盛有乙醇的圆底烧瓶中, 和热的乙醇一起进入硬质玻璃管中, 在铜的催化作用下发生乙醇的催化氧化反应生成乙醛。生成的乙醛进入试管中, 被冷凝收集。

### 【小问 1 详解】

根据仪器构造可知，甲装置中主要仪器的名称为分液漏斗和锥形瓶；

### 【小问 2 详解】

乙装置是启普发生器的简易装置，可以随时控制反应的发生和停止。用粘合剂将  $\text{MnO}_2$  制成团，放在多孔塑料片上，连接好装置，气密性良好后打开活塞  $\text{K}_1$ ，经长颈漏斗向试管中缓慢加入 3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液至刚好没过  $\text{MnO}_2$  固体，此时可以产生氧气，氧气通过导管导出。欲使反应停止，关闭活塞  $\text{K}_1$ ，此时由于气体还在产生，使容器内压强增大，可观察到试管内的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液被压入长颈漏斗中，与  $\text{MnO}_2$  分离；

### 【小问 3 详解】

丙装置用圆底烧瓶盛装  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，可用于制备较多  $\text{O}_2$ ，催化剂铂丝可上下移动可以控制反应速率。制备过程中如果体系内压强过大， $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液会被压入安全管中，可观察到安全管中液面上升，圆底烧瓶中液面下降。此时可以将铂丝抽离  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，使反应速率减慢，还可以打开弹簧夹  $\text{K}_2$ ，使烧瓶内压强降低；

### 【小问 4 详解】

- 催化剂铂丝可上下移动可以控制制备反应的开始和结束，a 正确；
- 催化剂与液体接触的面积越大，反应速率越快，可通过调节催化剂与液体接触的面积来控制反应的速率，b 正确；
- 丙装置用圆底烧瓶盛装  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，与乙装置相比，可用于制备较多  $\text{O}_2$ ，但产物中的  $\text{O}_2$  含量和杂质种类和乙中没有区别，c 错误；

故选 ab；

### 【小问 5 详解】

氧气可以用浓硫酸干燥，所以可以用一个洗气瓶，里面盛装浓硫酸干燥氧气，如图



### 【小问 6 详解】

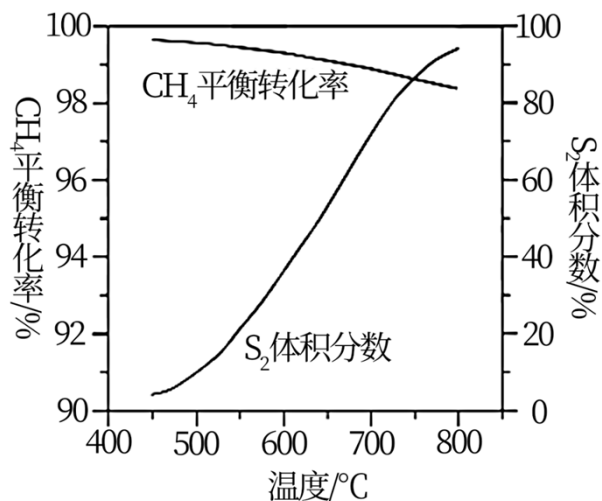
实验①不合理，因为乙醇有挥发性，会混入生成的乙醛中，乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色，所以酸性高锰酸钾溶液褪色不能证明产物中含有乙醛。

16.  $\text{CS}_2$  是一种重要的化工原料。工业上可以利用硫( $\text{S}_8$ )与  $\text{CH}_4$  为原料制备  $\text{CS}_2$ ， $\text{S}_8$  受热分解成气态  $\text{S}_2$ ，发生反应  $2\text{S}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ ，回答下列问题：

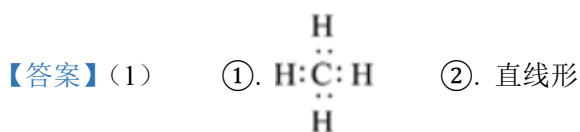
- $\text{CH}_4$  的电子式为\_\_\_\_\_， $\text{CS}_2$  分子的立体构型为\_\_\_\_\_。
- 某温度下，若  $\text{S}_8$  完全分解成气态  $\text{S}_2$ 。在恒温密闭容器中， $\text{S}_2$  与  $\text{CH}_4$  物质的量比为 2 : 1 时开始反应。
  - 当  $\text{CS}_2$  的体积分数为 10% 时， $\text{CH}_4$  的转化率为\_\_\_\_\_。
  - 当以下数值不变时，能说明该反应达到平衡的是\_\_\_\_\_ (填序号)。

a. 气体密度 b. 气体总压 c. CH<sub>4</sub>与S<sub>2</sub>体积比 d. CS<sub>2</sub>的体积分数

(3) 一定条件下, CH<sub>4</sub>与S<sub>2</sub>反应中CH<sub>4</sub>的平衡转化率、S<sub>8</sub>分解产生S<sub>2</sub>的体积分数随温度的变化曲线如图所示。据图分析, 生成CS<sub>2</sub>的反应为\_\_\_\_\_ (填“放热”或“吸热”)反应。工业上通常采用在600~650°C的条件下进行此反应, 不采用低于600°C的原因是\_\_\_\_\_。



(4) 用燃煤废气(含N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、NO<sub>x</sub>等)使尾气中的H<sub>2</sub>S转化为单质硫S, 可实现废物利用, 保护环境, 写出其中一个反应的化学方程式\_\_\_\_\_。



(2) ①. 30% ②. d

(3) ①. 放热 ②. 600°C时甲烷平衡转化率高达99%, 低于600°C时, S<sub>2</sub>浓度明显偏小, 且反应速率慢

(4)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{xH}_2\text{S} + 2\text{NO}_x = 2\text{xS} + 2\text{xH}_2\text{O} + \text{N}_2$ 、 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  写出任意一个

【解析】

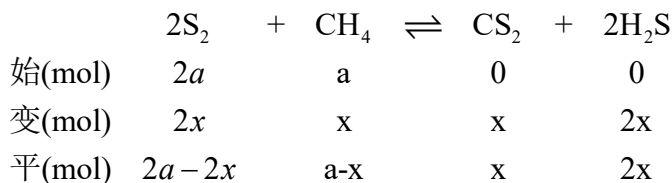
【分析】

【小问1详解】

CH<sub>4</sub>的电子式为:  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$ ; CS<sub>2</sub>和二氧化碳是等电子体故其立体构型为: 直线型;

【小问2详解】

① 在恒温密闭容器中, S<sub>2</sub>与CH<sub>4</sub>物质的量比为2:1时开始反应,



$\text{CS}_2$  的体积分数为 10%，即  $\frac{x}{3a} = 10\%$ ，解得  $x=0.3a$ ，则  $\text{CH}_4$  的转化率为  $\frac{x}{a} = 30\%$ 。

②a.恒容容器，质量不变，故密度一直不变，故密度不变不一定平衡，不选；b.反应前后气体的物质的量不变，故压强也一直不变，故压强不变一定平衡，不选；c. $\text{CH}_4$  与  $\text{S}_2$  体积比一直为 1:2，故不一定平衡，不选；d. $\text{CS}_2$  的体积分数说明反应已经达到了平衡，选；故选 d。

**【小问 3 详解】**

由图可知，随温度升高，甲烷的转化率降低，故反应为放热反应。工业上通常采用在  $600\sim 650^\circ\text{C}$  的条件下进行此反应，不采用低于  $600^\circ\text{C}$  的原因是  $600^\circ\text{C}$  时甲烷平衡转化率高达 99%，低于  $600^\circ\text{C}$  时， $\text{S}_2$  浓度明显偏小，且反应速率慢。

**【小问 4 详解】**

用燃煤废气(含  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}_x$  等)使尾气中的  $\text{H}_2\text{S}$  转化为单质硫(S)发生的化学反应方程式为  $2\text{H}_2\text{S}+\text{SO}_2=3\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2x\text{H}_2\text{S}+2\text{NO}_x=2x\text{S}+2x\text{H}_2\text{O}+\text{N}_2$ 、 $2\text{H}_2\text{S}+\text{O}_2=2\text{S}+2\text{H}_2\text{O}$  写出任意一个。



