

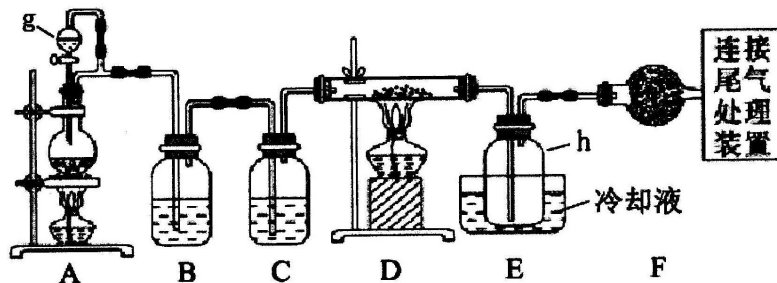
2018 年中国化学奥林匹克福建省赛区预赛试题

(2018 年 4 月 22 日 8:30—11:30 共计 3 小时)

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 总分 |
| 满分值 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 120 |
| 得分 | | | | | | | | | | | | | |
| 评卷人 | | | | | | | | | | | | | |

- ◆ 竞赛时间 3 小时, 迟到超过半小时者不能进考场, 开始考试后 1 小时内不得离场。
- ◆ 试卷装订成册, 不得拆散。所有解答必须写在答题框内, 使用铅笔书写的解答无效。草稿纸在最后 2 页, 不得携带任何其他纸张入场。
- ◆ 姓名、性别、学校、年级、准考证号等必须填写在首页左侧指定位置, 否则视同废卷。
- ◆ 允许使用非编程计算器和直尺等文具。

第 1 题 (10 分) 单晶硅是信息产业中重要的基础材料, 其生产方法是用炭在高温下还原二氧化硅制得冶金级硅(含铁、铝、硼、磷等杂质), 冶金级硅与氯气反应生成四氯化硅(反应温度 450~500℃), 四氯化硅经提纯后用氢气还原可得高纯硅, 最后在单晶炉内拉制而成。以下是实验室用冶金级硅制备四氯化硅的装置示意图。



相关信息如下:

- (1) 四氯化硅遇水极易水解;
- (2) 硼、铝、铁、磷在高温下均能与氯气直接反应生成相应的氯化物;
- (3) 有关物质的物理常数见下表:

| 物 质 | SiCl ₄ | BCl ₃ | AlCl ₃ | FeCl ₃ | PCl ₅ |
|--------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| 沸点/℃ | 57.7 | 12.8 | — | 315 | — |
| 熔点/℃ | -70.0 | -107.2 | — | — | — |
| 升华温度/℃ | — | — | 180 | 300 | 162 |

1-1 写出装置 A 中发生反应的离子方程式。

1-1

2-3 写出操作 B 和 C 的名称

| | |
|-----------|-----------|
| B: | C: |
|-----------|-----------|

2-4 上述流程中, A 氧化后、加热蒸发之前, 需取少量氧化产物检验 Fe^{2+} 是否已全部被氧化, 写出检验所需试剂的名称。能否用酸性 KMnO_4 溶液检验? 请说明理由。

| | |
|-------|-----------------------|
| 试剂名称: | KMnO_4 检验问题: |
|-------|-----------------------|

2-5 如何检验硫酸铁铵中的 NH_4^+ ?

2-6 称取 14.00 g 所得样品, 将其溶于水配制成 100 mL 溶液, 分成两等份, 向其中一份中加入足量 NaOH 溶液, 过滤洗涤得到 2.14 g 沉淀; 向另一份溶液中加入 0.05 mol $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 恰好完全反应。写出该硫酸铁铵的化学式。

第 3 题 (10 分) 溴在自然界中和其他卤素一样, 基本没有单质状态存在。它的化合物常常和氯的化合物混杂在一起, 但是数量少得多, 在一些矿泉水、盐湖水和海水中含有它的化合物存在。

3-1 盐卤和海水是提取溴的主要来源, 工业上制取 Br_2 , 先将海水日照浓缩, 调成酸性, 通入某气体, 将溴氧化, 之后鼓入空气将溴吹出, 用 Na_2CO_3 溶液吸收, 最后加酸制得 Br_2 , 写出各步化学反应方程式。

3-2 已知 $\varphi^\ominus(\text{BrO}_3^-/\text{Br}_2) = 1.52 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.07 \text{ V}$, 计算标准状态下, 最后一步酸化反应正向能够进行的最大 pH 值。

3-3 分别比较高氯酸与高溴酸的酸性和氧化性强弱。

| | |
|-------|--------|
| 酸性比较: | 氧化性比较: |
|-------|--------|

3-4 卤素可形成互化物 IBrCl_3^- , 请说明该离子的杂化方式、画出几何构型并标出孤对电子位置, 比较 IBrCl_3^- 中 $\angle\text{ClICl}$ 和 $\angle\text{ClIBr}$ 的大小。

| | | |
|-------|-------|--|
| 杂化方式: | 几何构型: | $\angle\text{ClICl}$ 和 $\angle\text{ClIBr}$ 的大小: |
|-------|-------|--|

第 4 题 (10 分) 碳是一种很常见的元素, 它以多种形式广泛存在于自然界中。

4-1 已知 C 的电负性为 2.5, O 的电负性为 3.5, 判断 CO 分子的偶极矩大小, 说明原因。

| |
|--|
| |
|--|

4-2 乙烯($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$)分子能存在, 判断硅乙烯($\text{SiH}_2 = \text{SiH}_2$)是否稳定存在, 说明原因。

| |
|--|
| |
|--|

4-3 用计算说明, 在 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 Cu^{2+} 盐溶液中加入等浓度、等体积的 Na_2CO_3 溶液, 将得到什么产物?

$$K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20} \quad K_{\text{sp}}[\text{CuCO}_3] = 1.4 \times 10^{-10} \quad \text{碳酸 } K_{\text{a}1} = 4.36 \times 10^{-7} \quad K_{\text{a}2} = 5.6 \times 10^{-11}$$

| |
|--|
| |
|--|

4-4 碳酸盐 A、B、C 的分解温度如下: (已知 $p_{\text{CO}_2} = 100 \text{ kPa}$)

| | | | |
|--------------------------|------|------|-----|
| MCO_3 | A | B | C |
| 分解温度/ $^{\circ}\text{C}$ | 1172 | 1633 | 562 |

已知它们是 Ca、Cd、Ba 的盐, 鉴别出这些化合物, 并叙述鉴别的理由。

| | |
|---|-----|
| A: B: C: | 理由: |
|---|-----|

第 5 题 (10 分) 水解是无机化合物的重要性质, 回答下列问题:

5-1 碳与硅为同族元素, SiCl_4 和 CCl_4 结构相似, 且根据:



$\text{CCl}_4(\text{l})$ 的水解比 $\text{SiCl}_4(\text{l})$ 的水解在热力学上趋势更大。然而, 在实际上, SiCl_4 能激烈水解, 而 CCl_4 不发生水解, 试阐明理由。

5-2 判断 NF_3 、 NCl_3 是否可以发生水解, 写出有关反应方程式, 并说明水解机理。

5-3 将 BF_3 通入 Na_2CO_3 溶液中, 写出化学反应方程式。

5-4 Fe^{3+} 水解性很强, 且分步水解, 水解过程会发生缩合生成双核离子, 画出该双核离子的结构简图。

第 6 题 (10 分) 氧的化合物在生活中用途广泛。请回答下列问题:

6-1 医药上常用 H_2O_2 (30% 或 3%) 消毒灭菌, 它与 84 消毒液组成与使用上有何不同?

6-2 稀 H_2O_2 可使已变暗的古油画恢复原来的白色, 写出化学反应方程式。

6-3 画出 O_2F_2 结构简图, 比较 O_2F_2 与 H_2O_2 中 O-O 键长, 说明原因。

6-4 比较 O_3 、 O_2 、 H_2O_2 中 O-O 键能大小, 说明原因。

6-5 为了测量大气中 SO_2 的含量, 设计一个选用 $H_2O_2(aq)$ 及 $NaOH(aq)$ 作试剂的实验方法, 简要写出实验步骤并列式计算大气中 SO_2 含量(以质量分数表示)的计算公式。

(设 $NaOH$ 浓度为 $0.00250 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, O 和 S 的相对原子质量分别为 16.0 和 32.0)

第 7 题 (10 分) 回答以下结构问题:

7-1 应用 18 电子规则推测 $Fe_6(CO)_{18}$ 分子的结构。

7-2 画出 $B_2(Cl)_6$ 的分子构型, 指出 B 的杂化轨道类型, 并判断分子所属的对称点群。

| | | |
|-------|---------|-------|
| 分子构型: | 杂化轨道类型: | 对称点群: |
| | | |

第 8 题 (10 分) 为测定某火力发电厂上空中二氧化碳的含量, 在一定压力、流速和温度下, 将该区之空气通入 100.0 mL $0.02040 \text{ mol/L Ba(OH)}_2$ 溶液。当溶液不再生成沉淀时, 采用酚酞指示剂, $0.03311 \text{ mol/L HCl}$ 溶液返滴定剩余的 $Ba(OH)_2$, 到达终点时消耗 25.45 mL HCl 溶液。总的空气取样量 4.125 L, 于当时控制条件下, CO_2 的密度是 1.799 mg/mL 。(CO_2 分子量 44.01)

8-1 写出测定过程的有关反应的化学方程式。

8-2 求该地区上空中每立方米空气中含多少毫升 CO₂?

8-3 指出终点时指示剂的颜色变化。

第 9 题 (10 分) 在较高温度下, $C(\text{石墨}) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ 的平衡常数, 可用下面方法测量将足量 SrO (s), SrCO₃(s)和 C (石墨)放入抽空的石英球中, 并加热到 1123K; 当达平衡时, 三种固态物质上方气相压力为 22.5 kPa。已知反应 $SrCO_3(s) \rightleftharpoons SrO(s) + CO_2(g)$ 在该温度下的平衡常数为 3.25×10^{-3} 。今在 1123K 及 100 kPa 时, 使 CO₂ (g)通过石墨并保持压力不变。

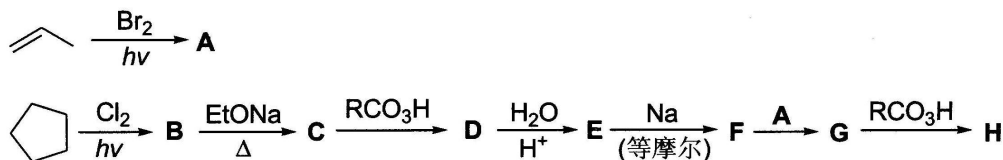
9-1 石英球中, 存在几个独立反应?

9-2 计算反应 $C(\text{石墨}) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$ 的热力学平衡常数。

9-3 总压为 100 kPa 的气相中, CO (g)与 CO₂ (g)的比例为多少?

9-4 为促使 $\text{SrCO}_3(\text{s})$ 的分解, 可采取哪些措施?

第 10 题 (10 分) 化合物 H 的合成方法如下:

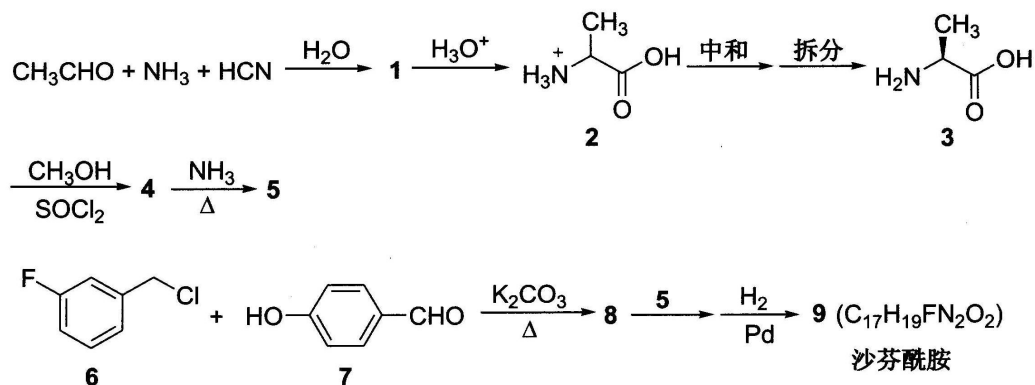


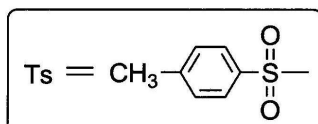
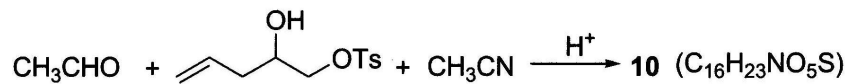
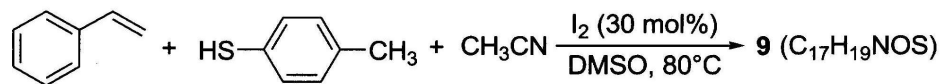
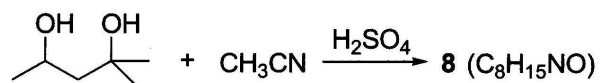
10-1 写出上述合成路线中各步反应产物 A ~ H 的结构式(其中 E~H 用虚线-楔线式表示立体结构)。

10-2 指出环戊烷→B、B→C、F→G 分别属于什么反应类型。

| | | |
|----------|----------|-------------------------------------|
| A | B | C |
| D | E | F |
| G | H | 反应类型 环戊烷→B B→C F→G |

第 11 题 (10 分) 沙芬酰胺(化合物 9)是 2017 年批准上市的一种治疗帕金森病的新药, 文献报道的合成方法如下:





| | | |
|----------|----------|-----------|
| 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | | 10 |

自主招生在线创始于 2014 年，是专注于自主招生、学科竞赛、全国高考的升学服务平台，旗下拥有网站和微信两大媒体矩阵，关注用户超百万，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学老师、家长和考生，引起众多重点高校的关注。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主招生在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信扫一扫，快速关注