

机密★本科目考试启用前

## 北京市 2025 年普通高中学业水平等级性考试

## 化学

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Cl 35.5

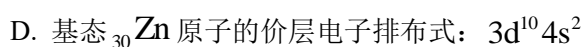
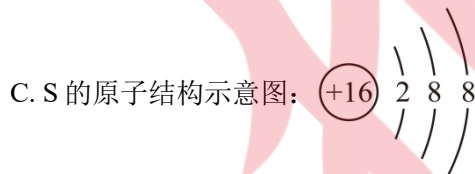
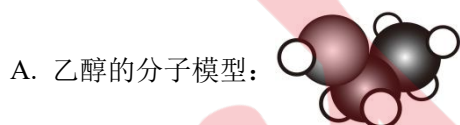
## 第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 我国科研人员在研究嫦娥五号返回器带回的月壤时，发现月壤钛铁矿( $\text{FeTiO}_3$ )存在亚纳米孔道，吸附并储存了大量来自太阳风的氢原子。加热月壤钛铁矿可生成单质铁和大量水蒸气，水蒸气冷却为液态水储存起来以供使用。下列说法不正确的是

- A. 月壤钛铁矿中存在活泼氢
- B. 将地球上开采的钛铁矿直接加热也一定生成单质铁和水蒸气
- C. 月壤钛铁矿加热生成水蒸气的过程中发生了氧化还原反应
- D. 将获得的水蒸气冷却为液态水的过程会放出热量

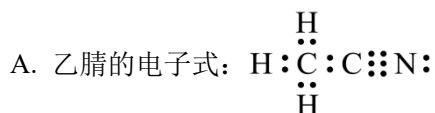
2. 下列化学用语或图示表达不正确的是



3. 下列说法不正确的是

- A. 糖类、蛋白质和油脂均为天然高分子
- B. 蔗糖发生水解反应所得产物互为同分异构体
- C. 蛋白质在酶的作用下水解可得到氨基酸
- D. 不饱和液态植物油通过催化加氢可提高饱和度

4. 物质的微观结构决定其宏观性质。乙腈( $\text{CH}_3\text{CN}$ )是一种常见的有机溶剂，沸点较高，水溶性好。下列说法不正确的是



B. 乙腈分子中所有原子均在同一平面

C. 乙腈的沸点高于与其分子量相近的丙炔

D. 乙腈可发生加成反应

5. 下列反应中，体现  $\text{NH}_4^+$  还原性的是

A.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  加热分解有  $\text{NH}_3$  生成

B.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{NaNO}_2$  的混合溶液加热有  $\text{N}_2$  生成

C.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  固体在  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中溶解

D.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液出现白色沉淀

6. 下列方程式与所给事实不相符的是

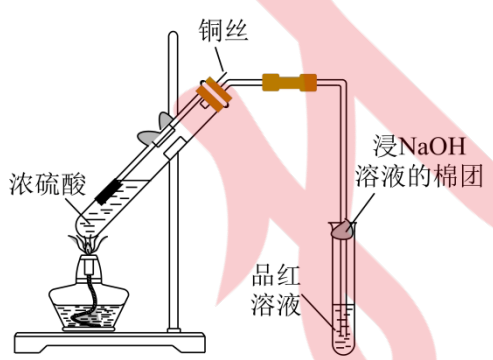
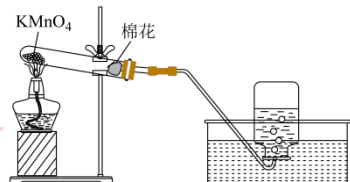
A. 用盐酸除去铁锈： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + (3+x)\text{H}_2\text{O}$

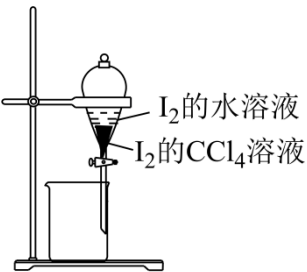
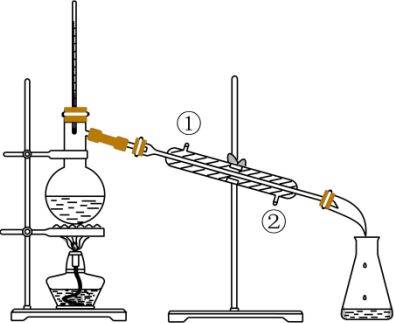
B. 用  $\text{CuSO}_4$  溶液除去乙炔中的  $\text{H}_2\text{S}$ ： $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$

C. 用乙醇处理废弃的  $\text{Na}$ ： $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$

D. 将  $\text{NO}_2$  通入水中制备硝酸： $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

7. 下列实验的相应操作中，不正确的是

|   |  |
|---|--|
| A. 制备并检验 $\text{SO}_2$  | B. 实验室制取 $\text{O}_2$  |
|  |  |
| 为防止有害气体逸出，先放置浸 $\text{NaOH}$ 溶液的棉团，再加热  | 实验结束时，先把导管移出水面，再熄灭酒精灯  |
| C. 分液   | D. 蒸馏  |

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>先打开分液漏斗上方的玻璃塞，再打开下方的活塞</p>   | <p>冷却水从冷凝管①口通入，②口流出</p>  |

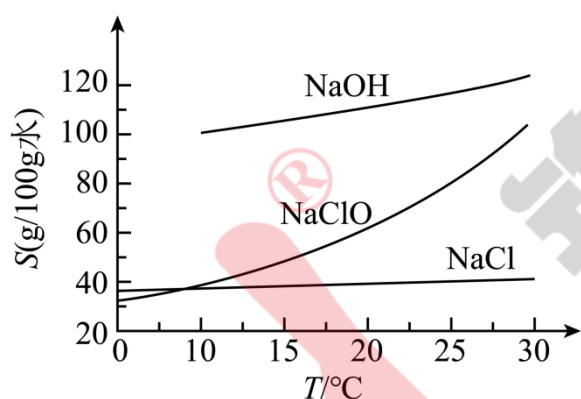
A. A

B. B

C. C

D. D

8. 25℃时，在浓 NaOH 溶液中通入过量  $\text{Cl}_2$ ，充分反应后，可通过调控温度从反应后的固液混合物中获得 NaCl 和 NaClO 固体。已知：NaOH、NaClO、NaCl 溶解度(S)随温度变化关系如下图。



下列说法不正确的是

A. 通入  $\text{Cl}_2$  后开始发生反应： $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

B. 25℃时，随反应进行 NaCl 先析出

C. 将反应后的固液混合物过滤，滤液降温可析出 NaClO 固体

D. 在冷却结晶的过程中，大量 NaOH 会和 NaClO 一起析出

9. 依据下列事实进行的推测正确的是

|   | 事实                      | 推测                    |
|---|-------------------------|-----------------------|
| A | NaCl 固体与浓硫酸反应可制备 HCl 气体 | NaI 固体与浓硫酸反应可制备 HI 气体 |

|   |   |   |
|---|---|---|
| B | $\text{BaSO}_4$ 难溶于盐酸，可作“钡餐”使用                  | $\text{BaCO}_3$ 可代替 $\text{BaSO}_4$ 作“钡餐” |
| C | 盐酸和 $\text{NaHCO}_3$ 溶液反应是吸热反应                  | 盐酸和 $\text{NaOH}$ 溶液反应是吸热反应               |
| D | $\text{H}_2\text{O}$ 的沸点高于 $\text{H}_2\text{S}$ | $\text{HF}$ 的沸点高于 $\text{HCl}$            |

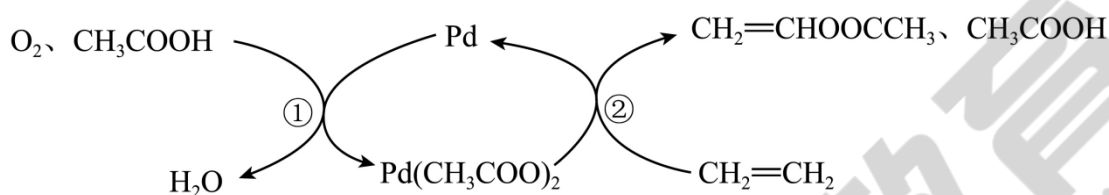
A. A

B. B

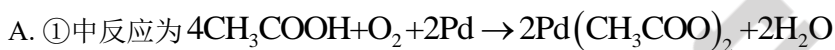
C. C

D. D

10. 乙烯、醋酸和氧气在钯(Pd)催化下高效合成醋酸乙烯酯( $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$ )的过程示意图如下。



下列说法不正确 是

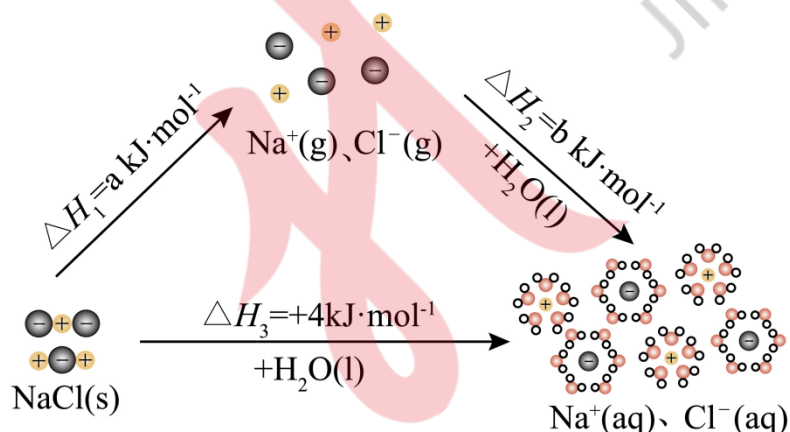


B. ②中生成  $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$  的过程中，有  $\sigma$  键断裂与形成

C. 生成  $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$  总反应的原子利用率为100%

D. Pd 催化剂通过参与反应改变反应历程，提高反应速率

11. 为理解离子化合物溶解过程的能量变化，可设想  $\text{NaCl}$  固体溶于水的过程分两步实现，示意图如下。



下列说法不正确的是

A.  $\text{NaCl}$  固体溶解是吸热过程

B. 根据盖斯定律可知：  $a+b=4$

C. 根据各微粒的状态，可判断  $a > 0$ ，  $b > 0$

D. 溶解过程的能量变化，与  $\text{NaCl}$  固体和  $\text{NaCl}$  溶液中微粒间作用力的强弱有关

12. 为研究三价铁配合物性质进行如下实验(忽略溶液体积变化)。

滴加数滴浓盐酸      滴加1滴KSCN溶液      加NaF固体      滴加KI溶液、淀粉溶液

①      ②      ③      ④

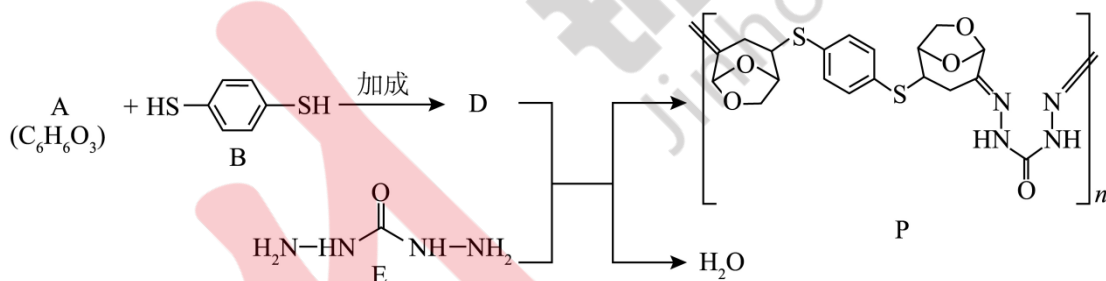
溶液黄色加深      溶液变为红色      溶液红色褪去变为无色      无色溶液未见明显变化

已知： $[\text{FeCl}_4]^-$  黄色、 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  为红色、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$  为无色。

下列说法不正确的是

- A. ①中浓盐酸促进  $\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^-$  平衡正向移动
- B. 由①到②，生成  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  并消耗  $[\text{FeCl}_4]^-$
- C. ②、③对比，说明  $c(\text{Fe}^{3+})$ ：②>③
- D. 由①→④推断，若向①深黄色溶液中加入KI、淀粉溶液，溶液也无明显变化

13. 一种生物基可降解高分子P合成路线如下。



下列说法正确的是

- A. 反应物A中有手性碳原子
- B. 反应物A与B的化学计量比是1:2
- C. 反应物D与E生成P的反应类型为加聚反应
- D. 高分子P可降解的原因是由于C—O键断裂

14. 用电解  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液(图1)后的石墨电极1、2探究氢氧燃料电池，重新取  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液并用图2装置按 i→iv 顺序依次完成实验。

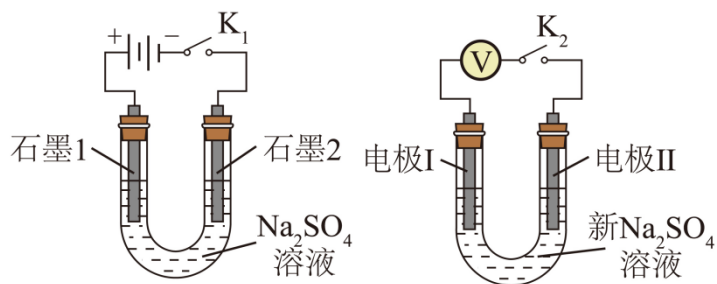


图1

图2

| 实验  | 电极 I | 电极 II | 电压 /V | 关系                  |
|-----|------|-------|-------|---------------------|
| i   | 石墨 1 | 石墨 2  | a     | $a > d > c > b > 0$ |
| ii  | 石墨 1 | 新石墨   | b     |                     |
| iii | 新石墨  | 石墨 2  | c     |                     |
| iv  | 石墨 1 | 石墨 2  | d     |                     |

下列分析不正确的是

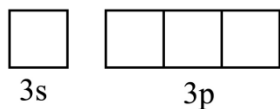
- A.  $a > 0$ ，说明实验 i 中形成原电池，反应为  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
- B.  $b < d$ ，是因为 ii 中电极 II 上缺少  $\text{H}_2$  作为还原剂
- C.  $c > 0$ ，说明 iii 中电极 I 上有  $\text{O}_2$  发生反应
- D.  $d > c$ ，是因为电极 I 上吸附  $\text{H}_2$  的量：iv > iii

## 第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

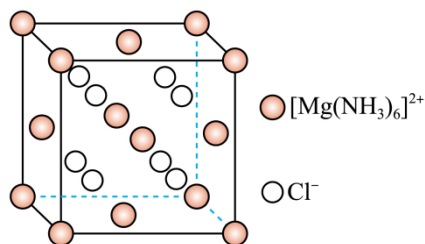
15. 通过  $\text{MgCl}_2$  和  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  的相互转化可实现  $\text{NH}_3$  的高效存储和利用。

(1) 将 Mg 的基态原子最外层轨道表示式补充完整：\_\_\_\_\_。



(2)  $\text{NH}_3$  分子中  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  键角小于  $109^\circ 28'$ ，从结构角度解释原因：\_\_\_\_\_。

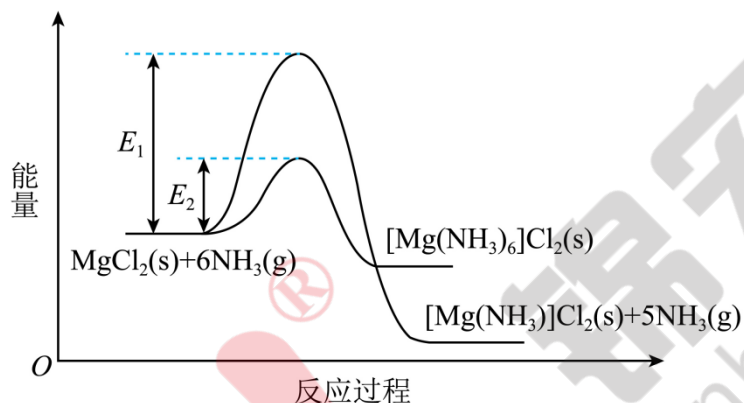
(3)  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  的晶胞是立方体结构，边长为  $a\text{nm}$ ，结构示意图如下。



①  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  的配体中，配位原子是\_\_\_\_\_。

② 已知  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  的摩尔质量为  $M\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，阿伏加德罗常数为  $N_A$ ，该晶体的密度为\_\_\_\_\_  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。(1nm=10<sup>-7</sup>cm)

(4)  $\text{MgCl}_2$  和  $\text{NH}_3$  反应过程中能量变化示意图如下。



① 室温下， $\text{MgCl}_2$  和  $\text{NH}_3$  反应生成  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  而不生成  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)]\text{Cl}_2$ 。分析原因：\_\_\_\_\_。

② 从平衡的角度推断利于  $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  脱除  $\text{NH}_3$  生成  $\text{MgCl}_2$  的条件并说明理由：\_\_\_\_\_。

16. 铅酸电池是用途广泛并不断发展的化学电源。

(1) 十九世纪，铅酸电池工作原理初步形成并延续至今。

铅酸电池工作原理： $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

① 充电时，阴极发生的电极反应为\_\_\_\_\_。

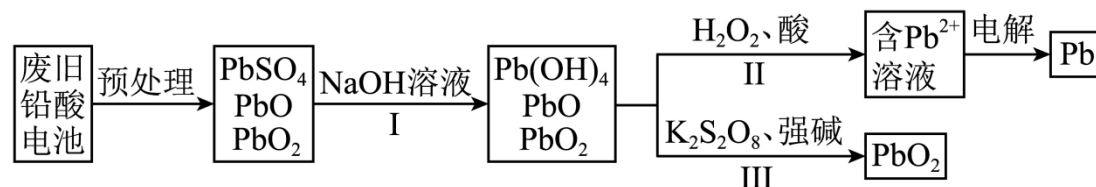
② 放电时，产生  $a$  库仑电量，消耗  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的物质的量为\_\_\_\_\_ mol。已知：转移 1mol 电子所产生的电量为 96500 库仑。

③ 35% ~ 40%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作为电解质溶液性质稳定、有较强的导电能力， $\text{SO}_4^{2-}$  参与电极反应并有利于保持电压稳定。该体系中  $\text{SO}_4^{2-}$  不氧化  $\text{Pb}$ ， $\text{SO}_4^{2-}$  氧化性弱与其结构有关， $\text{SO}_4^{2-}$  的空间结构是\_\_\_\_\_。



④铅酸电池储存过程中，存在化学能的缓慢消耗： $\text{PbO}_2$  电极在  $\text{H}_2\text{SO}_4$  作用下产生的  $\text{O}_2$  可将  $\text{Pb}$  电极氧化。 $\text{O}_2$  氧化  $\text{Pb}$  发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 随着铅酸电池广泛应用，需要回收废旧电池材料，实现资源的再利用。回收过程中主要物质的转化关系示意图如下。



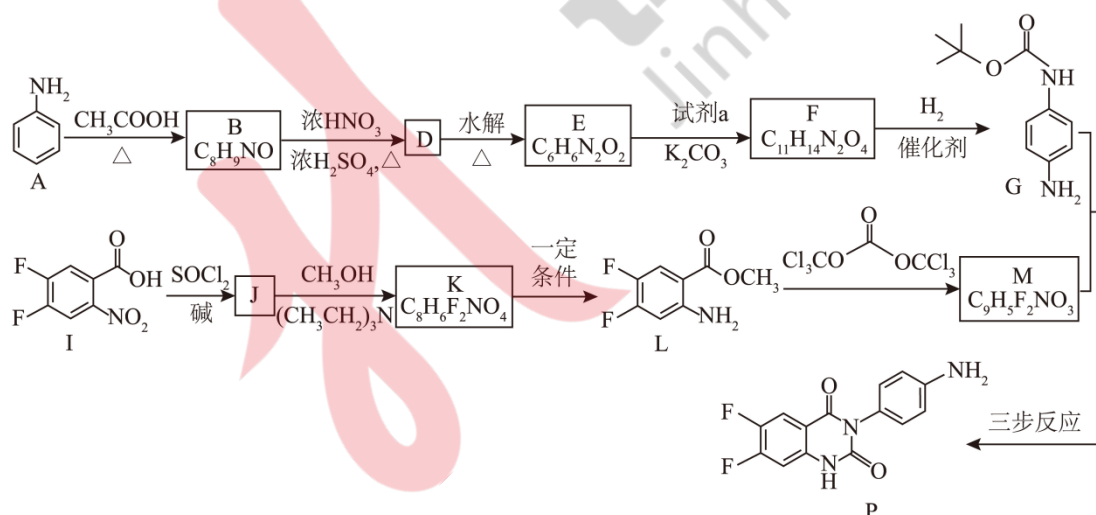
①将  $\text{PbSO}_4$  等物质转化为  $\text{Pb}^{2+}$  的过程中，步骤 I 加入  $\text{NaOH}$  溶液的目的是\_\_\_\_\_。

②步骤 II、III 中  $\text{H}_2\text{O}_2$  和  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  作用分别是\_\_\_\_\_。

(3) 铅酸电池使用过程中，负极因生成导电性差的大颗粒  $\text{PbSO}_4$ ，导致电极逐渐失活。通过向负极添加石墨、多孔碳等碳材料，可提高铅酸电池性能。碳材料的作用有\_\_\_\_\_ (填序号)。

- a. 增强负极导电性
- b. 增大负极材料比表面积，利于生成小颗粒  $\text{PbSO}_4$
- c. 碳材料作还原剂，使  $\text{PbO}_2$  被还原

17. 一种受体拮抗剂中间体 P 合成路线如下。



已知：①  $\text{RCOOH} \xrightarrow[\text{碱}]{\text{SOCl}_2} \text{RCOCl}$

②试剂 a 是

(1) I 分子中含有的官能团是硝基和\_\_\_\_\_。



(2) B→D 的化学方程式是\_\_\_\_\_。

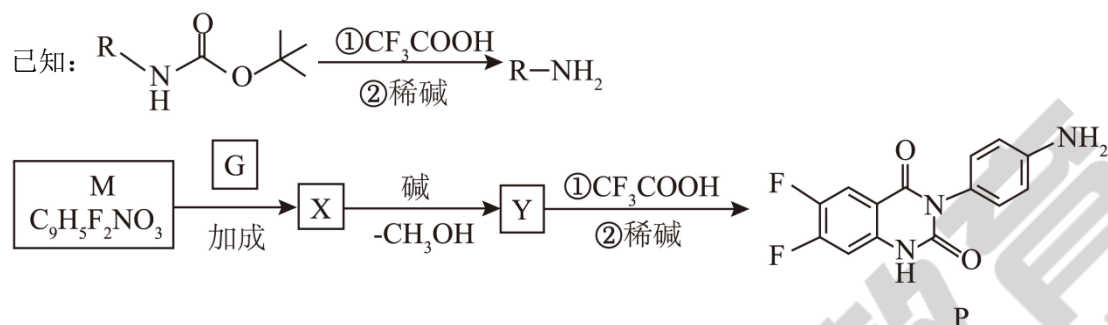
(3) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_(填序号)。

a. 试剂 a 的核磁共振氢谱有 3 组峰

b. J→K 的过程中, 利用了  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$  的碱性

c. F→G 与 K→L 的反应均为还原反应

(4) 以 G 和 M 为原料合成 P 分为三步反应。



①M 含有 1 个  $\text{sp}$  杂化的碳原子。M 的结构简式为\_\_\_\_\_。

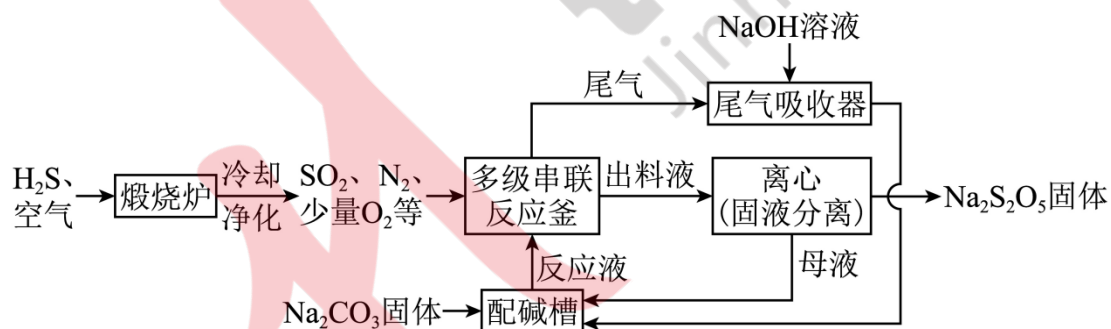
②Y 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(5) P 的合成路线中, 有两处氨基的保护, 分别是:

①A→B 引入保护基, D→E 脱除保护基;

②\_\_\_\_\_。

18. 利用工业废气中  $\text{H}_2\text{S}$  制备焦亚硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) 的一种流程示意图如下。

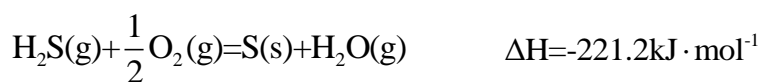


已知:

| 物质                      | $\text{H}_2\text{CO}_3$                                  | $\text{H}_2\text{SO}_3$    |                            |
|-------------------------|--|----------------------------|----------------------------|
| $K_a(25^\circ\text{C})$ | $K_{a1}=4.5\times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}=4.7\times 10^{-11}$ | $K_{a1}=1.4\times 10^{-2}$ | $K_{a2}=6.0\times 10^{-8}$ |

(1) 制  $\text{SO}_2$

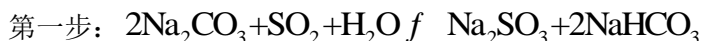
已知:



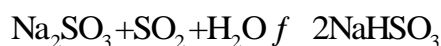
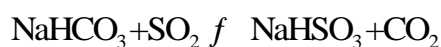
由  $\text{H}_2\text{S}$  制  $\text{SO}_2$  的热化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 制  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

I. 在多级串联反应釜中,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  悬浊液与持续通入的  $\text{SO}_2$  进行如下反应:



第二步:



II. 当反应釜中溶液 pH 达到 3.8~4.1 时, 形成的  $\text{NaHSO}_3$  悬浊液转化为  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  固体。

① II 中生成  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  的化学方程式是\_\_\_\_\_。

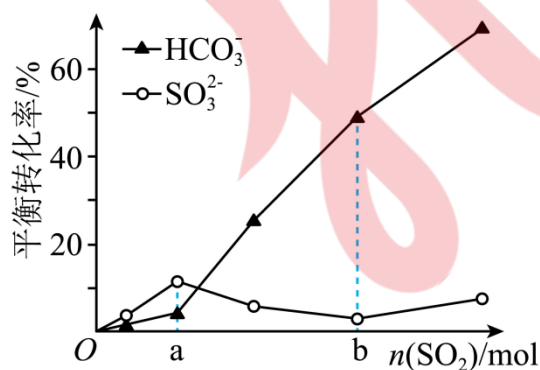
② 配碱槽中, 母液和过量  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  配制反应液, 发生反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

③ 多次循环后, 母液中逐渐增多的杂质离子是\_\_\_\_\_, 需除去。

④ 尾气吸收器中, 吸收的气体有\_\_\_\_\_。

(3) 理论研究  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  与  $\text{SO}_2$  的反应。一定温度时, 在 1L 浓度均为  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  和

$\text{NaHCO}_3$  的混合溶液中, 随  $n(\text{SO}_2)$  的增加,  $\text{SO}_3^{2-}$  和  $\text{HCO}_3^-$  平衡转化率的变化如图。



① 0~a mol, 与  $\text{SO}_2$  优先反应的离子是\_\_\_\_\_。

② a~b mol,  $\text{HCO}_3^-$  平衡转化率上升而  $\text{SO}_3^{2-}$  平衡转化率下降, 结合方程式解释原因: \_\_\_\_\_。

19. 化学反应平衡常数对认识化学反应的方向和限度具有指导意义。实验小组研究测定

“ $\text{MnO}_2 + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ”平衡常数的方法，对照理论数据判断方法的可行性。

### (1) 理论分析

①  $\text{Br}_2$  易挥发，需控制生成  $c(\text{Br}_2)$  较小。

② 根据  $25^\circ\text{C}$  时  $K=6.3 \times 10^4$  分析，控制合适  $\text{pH}$ ，可使生成  $c(\text{Br}_2)$  较小；用浓度较大  $\text{KBr}$  溶液与过量  $\text{MnO}_2$  反应，反应前后  $c(\text{Br}^-)$  几乎不变； $c(\text{Mn}^{2+})=c(\text{Br}_2)$ ，仅需测定平衡时溶液  $\text{pH}$  和  $c(\text{Br}_2)$ 。

③  $\text{Br}_2$  与水反应的程度很小，可忽略对测定干扰；低浓度  $\text{HBr}$  挥发性很小，可忽略。

### (2) 实验探究

| 序号  | 实验内容及现象  |
|-----|--|
| I   | $25^\circ\text{C}$ ，将 $0.200\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液 ( $\text{pH} \approx 1$ ) 与过量 $\text{MnO}_2$ 混合，密闭并搅拌，充分反应后，溶液变为黄色，容器液面上方有淡黄色气体。         |
| II  | $25^\circ\text{C}$ ，将 $0.200\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液 ( $\text{pH} \approx 2$ ) 与过量 $\text{MnO}_2$ 混合，密闭并搅拌，反应时间与 I 相同，溶液变为淡黄色，容器液面上方未观察到黄色气体。 |
| III | 测定 I、II 反应后溶液的 $\text{pH}$ ；取一定量反应后溶液，加入过量 $\text{KI}$ 固体，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，测定 $c(\text{Br}_2)$ 。   |

已知： $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ ； $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  和  $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$  溶液颜色均为无色。

① III 中，滴定时选用淀粉作指示剂，滴定终点时的现象是\_\_\_\_\_。用离子方程式表示  $\text{KI}$  的作用：

\_\_\_\_\_。

② I 中，与反应前的溶液相比，反应后溶液的  $\text{pH}$  \_\_\_\_\_ (填“增大”、“减小”或“不变”)。平衡后，

按  $\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$  计算所得值小于  $25^\circ\text{C}$  的  $K$  值，是因为  $\text{Br}_2$  挥发导致计算时所用\_\_\_\_\_的浓度小于其在溶液中实际浓度。

③ II 中，按  $\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$  计算所得值也小于  $25^\circ\text{C}$  的  $K$  值，可能原因是\_\_\_\_\_。

### (3) 实验改进

分析实验 I、II 中测定结果均偏小的原因，改变实验条件，再次实验。

控制反应温度为  $40^{\circ}\text{C}$ ，其他条件与II相同，经实验准确测得该条件下的平衡常数。

①判断该实验测得的平衡常数是否准确，应与\_\_\_\_\_值比较。

②综合调控 pH 和温度的目的是\_\_\_\_\_。

