

2024 北京西城高三二模

化 学

2024.5

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 Si 28 Pb 207

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. 中国科研团队以“C₆₀-Cu-SiO₂”为催化剂，实现较低压强下合成乙二醇。下列说法正确的是

- A. C₆₀、Cu 和 SiO₂ 的晶体类型相同 B. C₆₀ 和乙二醇均极易溶于水
C. 乙二醇和乙醇互为同系物 D. 乙二醇可作合成聚酯纤维的原料

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是

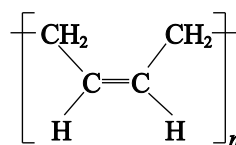
A. 中子数为 1 的氢原子： ${}^2_1\text{H}$

B. H₂O 的 VSEPR 模型：



C. 甲基的电子式： $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \cdot\text{C}:\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

D. 顺丁橡胶的结构简式：



3. 下列说法不正确的是

- A. 淀粉经水解反应可直接生成乙醇
B. 用医用酒精、紫外线杀菌消毒的过程中涉及蛋白质的变性
C. 纤维素与乙酸反应生成纤维素乙酸酯属于酯化反应
D. 核酸水解的最终产物是磷酸、戊糖和碱基

4. 下列方程式与所给事实不相符的是

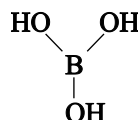
- A. 工业上海水提溴常用 Cl₂ 作氧化剂： $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$
B. 将煤气化生成水煤气： $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
C. 碱性锌锰电池的正极反应： $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2$
D. 铝粉和氧化铁组成的铝热剂用于焊接钢轨： $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightleftharpoons{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$

5. 下列事实不能用平衡移动原理解释的是

- A. FeS 可用于除去废水中的 Hg²⁺
B. 25℃~100℃，随温度升高，纯水的 pH 减小
C. 加热 FeCl₃ 溶液，液体由黄色变为红褐色
D. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ $\Delta H < 0$ ，采用高温提高单位时间内 SO₃ 的产率

6. 硼酸可用于治疗婴儿湿疹。硼酸显酸性的原因： $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + [\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，

硼酸的结构简式如右图所示。下列说法不正确的是



- A. H₃BO₃ 分子中所有的共价键均为极性键

B. H_3BO_3 分子中 B 原子与 3 个 O 原子形成三角锥形结构

C. $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 中存在 B 原子提供空轨道、O 原子提供孤电子对的配位键

D. 根据 H_3BO_3 溶液与 NaHCO_3 溶液是否反应, 可比较 H_3BO_3 与 H_2CO_3 的酸性强弱

7. 金刚石有重要的应用, 科学家不断研究制备金刚石的方法。

方法 I: $\text{C}(\text{石墨}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{C}(\text{金刚石}) \quad \Delta H > 0$

方法 II: $\text{SiC} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow[\text{高压}]{\text{高温}} \text{SiCl}_4(\text{g}) + \text{C}(\text{金刚石})$

下列说法正确的是

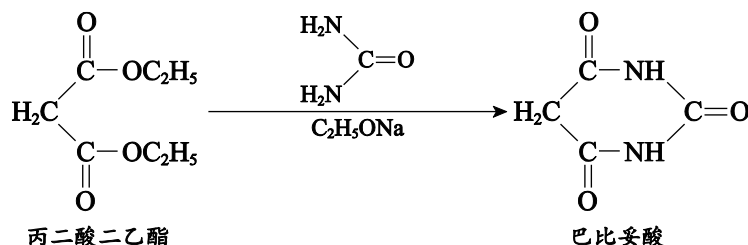
A. 金刚石和石墨互称为同位素

B. 金刚石和石墨中粒子间的作用力类型相同

C. 键长: $\text{Si}-\text{C}$ 键 $<$ $\text{C}-\text{C}$ 键 (金刚石)

D. 熔点: $\text{SiC} <$ C (金刚石)

8. 用丙二酸二乙酯与尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 可以合成重要的有机试剂巴比妥酸, 转化关系如下。



下列说法不正确的是

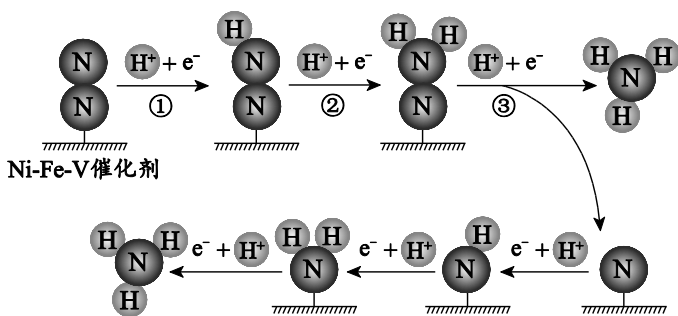
A. 丙二酸二乙酯的核磁共振氢谱有三组峰

B. 丙二酸二乙酯与尿素反应生成巴比妥酸和乙醇

C. 1 mol 巴比妥酸最多可与 2 mol NaOH 反应

D. 一定条件下, 丙二酸二乙酯与尿素可发生缩聚反应

9. 中国科学家使用三元 Ni-Fe-V 催化剂, 通过电催化实现了在温和的条件下人工固氮, 电极上的催化机理的示意图如下图所示。



下列说法不正确的是

A. ①②③中均断开 N 原子间的 π 键, 形成 $\text{N}-\text{H}$ σ 键

B. 电催化过程的电极反应: $\text{N}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_3$

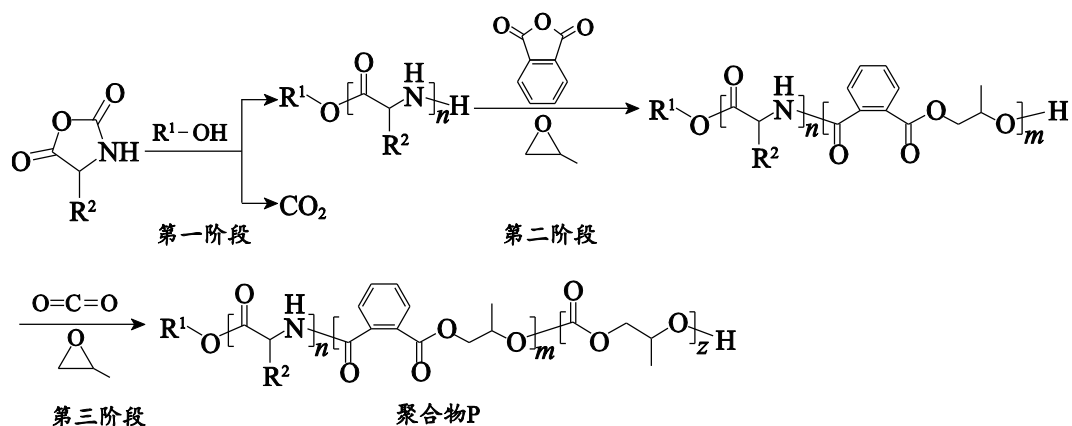
C. 该电极上可能发生生成氢气的反应

D. 三元 Ni-Fe-V 催化剂可降低固氮反应的活化能

10. 下列实验操作能达到对应的实验目的的是

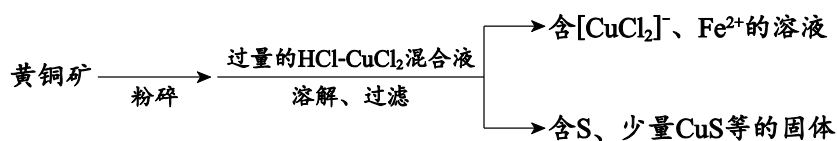
	实验目的	实验操作
A	除去苯中混有的少量苯酚	加入适量的浓溴水，过滤
B	制乙炔并证明其具有还原性	向电石中滴入饱和食盐水，将产生的气体通过 CuSO_4 溶液后通入酸性 KMnO_4 溶液
C	证明纤维素发生水解反应生成还原性糖	将少量脱脂棉与稀硫酸混合加热，冷却后取少量溶液于试管中，加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
D	证明木炭与浓硫酸反应生成 CO_2	木炭与浓硫酸混合加热，将产生的气体通入澄清石灰水

11. 实验表明，相同条件下，钠与乙醇的反应比钠与水的反应缓和得多。下列说法不正确的是
- 常温时，乙醇的密度小于水的密度
 - 向少量的钠与水反应后的溶液中滴加酚酞溶液，显红色
 - 少量相同质量的钠分别与相同质量的乙醇和水反应，水中产生的 H_2 比乙醇中的多
 - 乙基是推电子基，乙醇中 O-H 键的极性比水中的小，故钠与乙醇的反应较与水的缓和
12. 合成聚合物 P，将反应物一次全部加入密闭的反应釜中，转化路线如下，聚合过程包含三个阶段，依次发生。



下列说法不正确的是

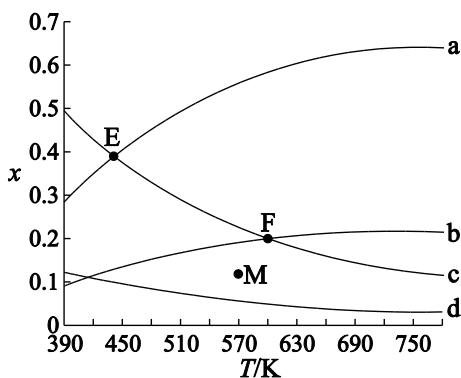
- 第一阶段中有 C-O 键和 C-N 键的断裂
 - 该条件下， 与 聚合的速率可能远大于 与 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ 聚合的速率
 - 聚合物 P 中含有 3 种官能团
 - 加入 $a \text{ mol CO}_2$ ，最多生成 $\frac{a}{2} \text{ mol}$ 聚合物 P
13. 用过量的盐酸和 CuCl_2 溶液的混合液作为浸取剂，将黄铜矿 (CuFeS_2) 中的铜元素以 $[\text{CuCl}_2]^-$ 的形式，铁元素以 Fe^{2+} 的形式浸出，一种流程示意图如下。



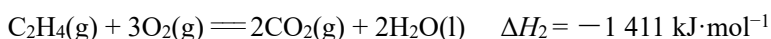
下列说法不正确的是

- A. $[\text{CuCl}_2]^-$ 的中心离子是 Cu^+ ，配体是 Cl^-
- B. 参与反应的 $n(\text{CuCl}_2) : n(\text{CuFeS}_2) = 3 : 1$
- C. 浸取剂中的 Cl^- 有助于 CuFeS_2 固体的溶解
- D. 用浓盐酸和 FeCl_3 溶液的混合液也可能使黄铜矿溶解

14. 二氧化碳与氢气催化合成乙烯具有重要的意义。将 CO_2 和 H_2 按物质的量之比 1 : 3 加入 V L 的密闭容器中，压强为 0.1 MPa，反应达到平衡状态时，各组分的物质的量分数 x 随温度 T 的变化如下图所示。

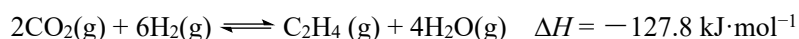


已知：



下列说法不正确的是

- A. CO_2 与 H_2 合成 C_2H_4 反应的热化学方程式：

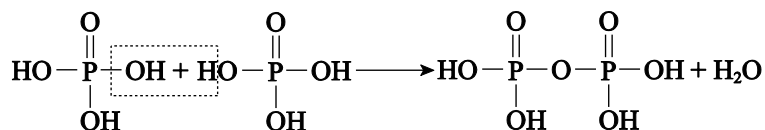


- B. 图中 b、d 分别表示 CO_2 、 C_2H_4 的变化曲线
- C. 570 K、0.2 MPa 反应达到平衡状态时，M 点显示的可能是 C_2H_4 的物质的量分数
- D. CO_2 与 H_2 合成 C_2H_4 反应的 $K_E < K_F$

第二部分

本部分共5题，共58分。

15. (10 分) $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ 作牙膏的添加剂可预防龋齿，通常以氟化钠 (NaF) 与三偏磷酸钠 ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$) 在熔融条件下反应制得。
- (1) 基态 F 原子的价层电子排布式为_____。
- (2) 基态 O 原子中，电子占据的最高能层的符号是_____，处于最高能级的电子的运动状态共有_____个。
- (3) 两个 H_3PO_4 分子间可以通过脱水缩合生成焦磷酸：



三偏磷酸 ($\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$) 可由 H_3PO_4 分子间脱水生成, $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ 分子中 3 个 P 原子的化学环境相同, $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$ 的结构式是_____。

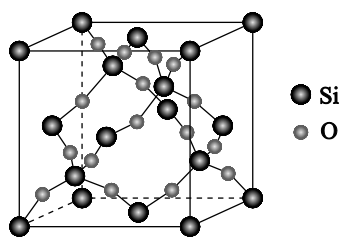
(4) $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$ 溶于水时与水反应, P-F 键断裂, 生成 F^- 。

① PO_3F^{2-} 中磷元素的化合价是_____价。

② 该反应会形成_____ (填 “P-O” 或 “P-H”) 键。

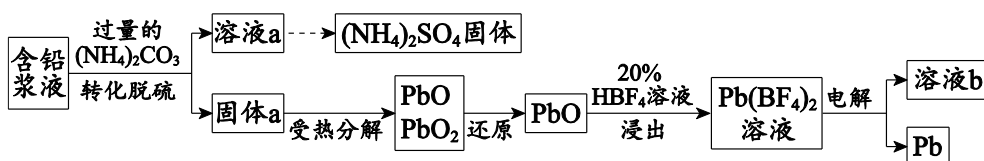
③ 反应后, 溶液中粒子浓度的关系: $2c(\text{F}^-)$ _____ $c(\text{Na}^+)$ (填 “>” “<” 或 “=”)。

(5) 牙膏中可添加 SiO_2 作摩擦剂, 其晶胞结构如下图所示, 晶胞的边长为 a pm。



已知阿伏伽德罗常数为 N_A , 该晶体的密度为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。(1 pm = 10^{-10} cm)

16. (10 分) 处理废旧铅酸电池中的含铅浆液 (主要含 PbO_2 、 PbSO_4) 的一种流程示意图如下。



已知: i. $K_{sp}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \times 10^{-8}$, $K_{sp}(\text{PbCO}_3) = 7.4 \times 10^{-14}$

ii. HBF_4 和 $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$ 均为可溶于水的强电解质。

(1) 向含铅浆液中加入过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 实现转化脱硫。

① 结合离子方程式说明 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液显碱性的原因: _____。

② 转化脱硫反应的离子方程式是_____。

③ 检验 SO_4^{2-} , 证明固体 a 已洗涤干净, 操作和现象是_____。

(2) 受热时, PbCO_3 分解产生 CO_2 , 最终生成 PbO 。

将 80.1 mg PbCO_3 样品置于氩气中加热, 316°C 时, 剩余固体的质量为 71.3 mg, 此时固体中 $n(\text{Pb})$:

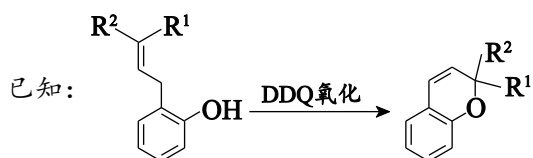
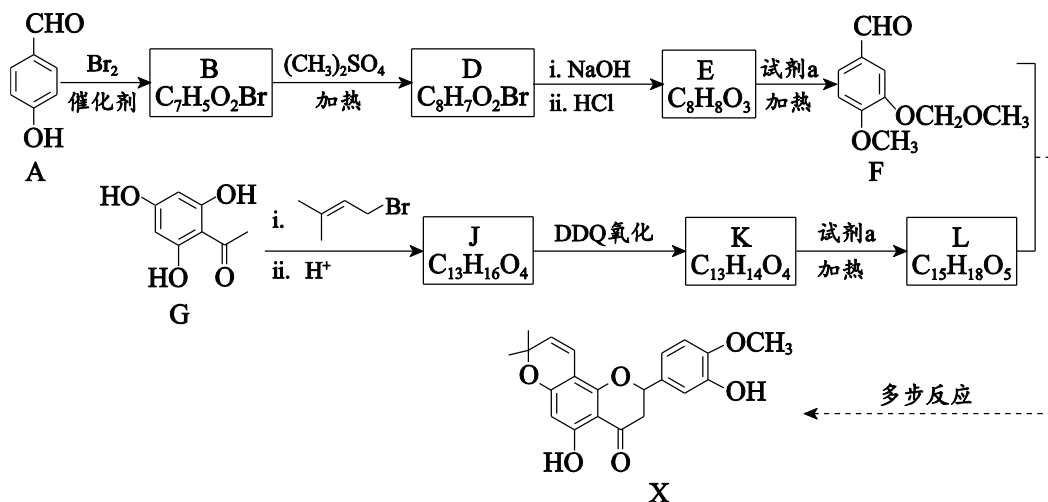
$n(\text{C}) =$ _____。 [$M(\text{PbCO}_3) = 267 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $M(\text{PbO}) = 223 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$]

(3) “还原” 时加入 H_2O_2 溶液, 反应的化学方程式是_____。

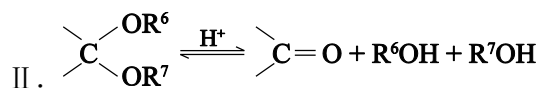
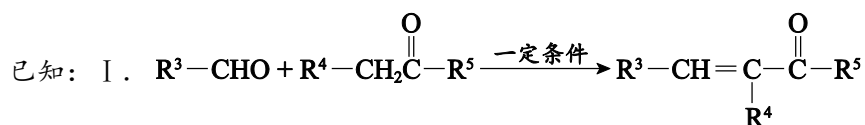
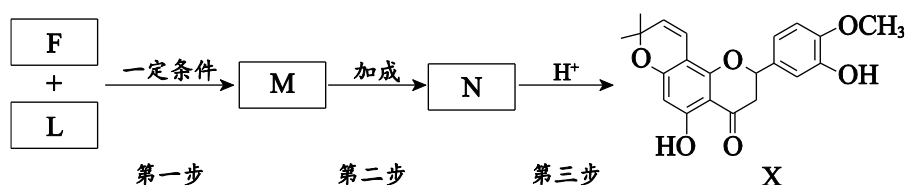
(4) “浸出” 反应的离子方程式是_____。

(5) 以惰性电极电解 $\text{Pb}(\text{BF}_4)_2$ 溶液制得 Pb , 溶液 b 中可循环利用的物质是_____。

17. (13 分) 黄酮类物质 X 具有抗金黄色葡萄球菌、大肠杆菌等活性, 一种合成路线如下。

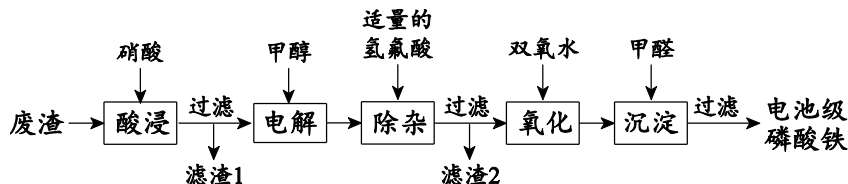


- (1) X中含有的含氧官能团为醚键、_____。
- (2) A→B反应的化学方程式是_____。
- (3) B→D的反应类型是_____。
- (4) E→F的反应同时生成HCl，试剂a的结构简式是_____。
- (5) G转化为J需加入K₂CO₃。
 - ① J的结构简式是_____。
 - ② K₂CO₃的主要作用是_____。
- (6) F和L生成X经历如下多步反应：



- ① M的结构简式是_____。
- ② 三步反应中，涉及生成手性碳原子的为第_____步（填“一”“二”或“三”）。

18. (11分) 废电池中含磷酸铁锂，提锂后的废渣主要含FePO₄、Fe₃(PO₄)₂和金属铝等，以废渣为原料制备电池级FePO₄的一种工艺流程如下。



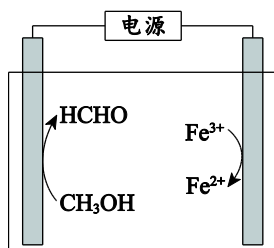
已知：i. FePO_4 、 $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ 均难溶于水。

ii. 将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} 有利于更彻底除去 Al^{3+} 。

(1) 酸浸前，将废渣粉碎的目的是_____。

(2) 从平衡移动的角度解释加入硝酸溶解 FePO_4 的原因：_____。

(3) 在酸浸液中加入 CH_3OH 进行电解，电解原理的示意图如下图所示，电解过程中 $c(\text{Fe}^{2+}) : c(\text{Fe}^{3+})$ 不断增大。结合电极反应说明 CH_3OH 在电解中的作用：_____。



(4) “沉淀”过程获得纯净的 FePO_4 。向“氧化”后的溶液中加入 HCHO ，加热，产生 NO 和 CO_2 ，当液面上方不再产生红棕色气体时，静置一段时间，产生 FePO_4 沉淀。阐述此过程中 HCHO 的作用：_____。

(5) 过滤得到电池级 FePO_4 后，滤液中主要的金属阳离子有_____。

(6) 磷酸铁锂-石墨电池的总反应： $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + \text{Li}_x\text{C}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiFePO}_4 + 6\text{C}$ ($0 < x < 1$)。

① 高温条件下， Li_2CO_3 、葡萄糖 ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 和 FePO_4 可制备电极材料 LiFePO_4 ，同时生成 CO 和 H_2O ，反应的化学方程式是_____。

② 放电时负极的电极反应式是_____。

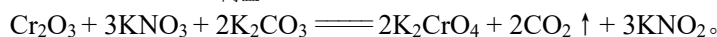
19. (14分) 某小组探究 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的制备。

已知：i. Cr_2O_3 (绿色，不溶于水)、 Cr^{3+} (绿色)、 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (灰绿色，不溶于水)、

$[\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ (玫瑰红色)、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色)、 CrO_4^{2-} (黄色)

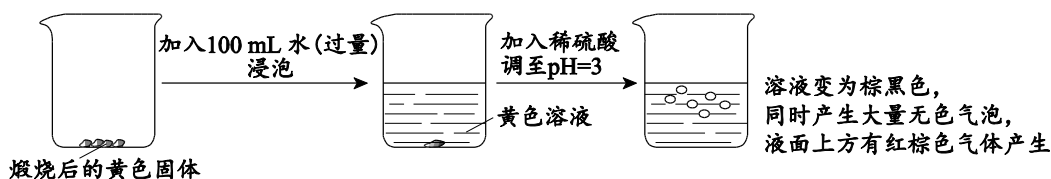
ii. HNO_2 是一种弱酸，易分解： $3\text{HNO}_2 = 2\text{NO} \uparrow + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

将 7.60 g Cr_2O_3 固体和 15.15 g KNO_3 固体 (物质的量之比为 1 : 3) 与过量的 K_2CO_3 固体混合，高温煅烧得含 K_2CrO_4 的黄色固体，反应如下：



(1) KNO_3 受热分解转化为 KNO_2 ，反应的化学方程式是_____。

(2) K_2CrO_4 转化为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，进行实验 I：



① 加入 H_2SO_4 , CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 反应的离子方程式是_____。

② 无色气泡中的气体有_____。

③ 资料显示溶液变为棕黑色是 Cr^{3+} 与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 混合所致。设计实验：取少量棕黑色溶液于试管中，逐滴加入 NaOH 溶液，生成灰绿色沉淀，溶液变为黄色，至不再生成沉淀时，静置，取上清液_____（填操作和现象），证实溶液中存在 Cr^{3+} 与 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 。

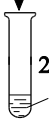
(3) 探究 Cr^{3+} 的来源

来源 1: ……

来源 2: 酸性环境中, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 NO_2^- 发生氧化还原反应生成 Cr^{3+} 。

① 来源 1: _____。

② 进行实验 II 证实来源 2 成立, 实验操作及现象如下:

实验操作	实验现象
逐滴滴加 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaNO}_2$ 溶液  $2 \text{ mL } 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 ($\text{pH}=3$)	溶液由橙色逐渐变为棕黑色, 进而变为绿色, 过程中无红棕色气体产生。 继续加入 NaNO_2 溶液, 溶液变为玫瑰红色, 加入 $1 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液后, 溶液恢复绿色。

溶液由橙色变为绿色、绿色变为玫瑰红色的反应的离子方程式: _____、_____。

从平衡移动的角度解释溶液由玫瑰红色变为绿色的原因: _____。

(4) 为避免 K_2CrO_4 转化为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的过程中产生 Cr^{3+} , 进行实验 III。

将煅烧后的黄色固体浸泡于 100 mL 水中, 过滤后向滤液中加入醋酸溶液, 调至 $\text{pH}=5$, 溶液变为橙色。

实验 III 中溶液的颜色与实验 I 中的不同的原因可能是_____。

参考答案

第一部分（共 42 分）

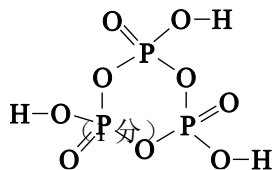
题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	D	B	A	C	D	B	D
题号	8	9	10	11	12	13	14
答案	C	A	B	C	D	B	D

第二部分（共 58 分）其他合理答案参照本标准给分。

15. (10 分)

(1) $2s^2 2p^5$ (2 分)

(2) L (1 分) 4 (1 分) (3)



(4) ① +5 (1 分) ② P-O (1 分) ③ < (1 分)

(5) $\frac{8 \times 60}{N_A (a \times 10^{-10})^3}$ (2 分)

16. (10 分)

(1) ① 溶液中存在: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$,

CO_3^{2-} 的水解程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 溶液显碱性 (2 分)

② $\text{PbSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{PbCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$ (1 分)

③ 取少量最后一次洗涤液于试管中, 先加入稀盐酸, 再加入 BaCl_2 溶液, 无白色沉淀 (1 分)

(2) 3 : 1 (2 分)

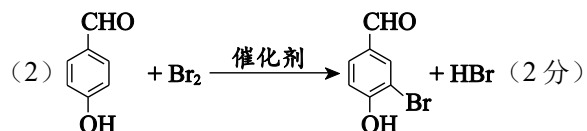
(3) $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{PbO} + \text{O}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(4) $\text{PbO} + 2\text{H}^+ = \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (1 分)

(5) HBF_4 (1 分)

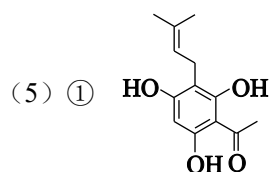
17. (13 分)

(1) 羰基、羟基 (2 分)

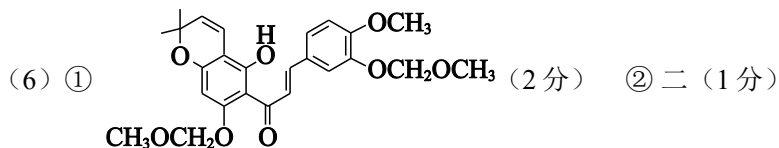


(3) 取代反应 (1 分)

(4) $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{Cl}$ (1 分)



② 消耗反应生成的 HBr , 提高 J 的产率 (2 分)



18. (11分)

(1) 增大反应物的接触面积, 加快浸出速率 (1分)

(2) 加入 HNO_3 , H^+ 与 PO_4^{3-} 结合, $c(\text{PO}_4^{3-})$ 减小, $\text{FePO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$

平衡正向移动, FePO_4 溶解 (2分)

(3) 加入 CH_3OH , 阳极反应: $\text{CH}_3\text{OH} - 2\text{e}^- = \text{HCHO} + 2\text{H}^+$, 防止 H_2O 在阳极放电产生 O_2 氧化 Fe^{2+} , 防止 Fe^{2+} 在阳极放电 (2分)

(4) 在酸性环境中, HCHO 与 NO_3^- 反应, 生成 NO 、 CO_2 和 H_2O , 加热时, 气体逸出, 除去 NO_3^- , 不引入新杂质; 反应消耗 H^+ , $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{PO}_4^{3-})$ 增大, $c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-}) > K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4)$, 生成 FePO_4 沉淀 (2分)

(5) Fe^{3+} (1分)

(6) ① $6\text{FePO}_4 + 3\text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{LiFePO}_4 + 9\text{CO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ (2分)

② $\text{Li}_x\text{C}_6 - x\text{e}^- = 6\text{C} + x\text{Li}^+$ (1分)

19. (14分)

(1) $2\text{KNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (2分)

(2) ① $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (1分)

② NO 、 CO_2 (2分)

③ 加入稀硫酸, 调至 $\text{pH}=3$, 溶液由黄色变为橙色 (1分)

(3) ① 黄色固体中含有 Cr_2O_3 , 溶于稀硫酸生成 Cr^{3+} (1分)

② $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{NO}_2^- + 8\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 4\text{H}_2\text{O}$ (2分)

$\text{Cr}^{3+} + 6\text{NO}_2^- = [\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ (1分)

$[\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 6\text{NO}_2^-$, 加入 H_2SO_4 溶液, $\text{NO}_2^- + \text{H}^+ = \text{HNO}_2$, 且 HNO_2

易分解, $c(\text{NO}_2^-)$ 减小, 平衡正向移动, $[\text{Cr}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ 转化为 Cr^{3+} , 溶液由玫瑰红色变为绿色 (2分)

(4) 实验III中, 过滤除去了 Cr_2O_3 , 溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 比实验 I 中的小, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的氧化性减弱的程度大于 HNO_2 的还原性增强的程度, 使 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 与 HNO_2 不能反应生成 Cr^{3+} , 溶液仍为橙色 (2分)