

2025 年普通高中学业水平选择性考试

化学


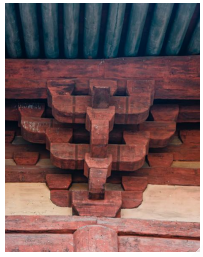


可能用到的相对原子质量：

H—1 C—12 N—14 O—16 F—19 S—32 Co—59 I—127 Sm—150 Pb—207

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 河北省古建筑数量大，历史跨度长，种类齐全，在我国建筑史上占有非常重要的地位。

下列古建筑组件主要成分属于有机物的是

			
A. 基石	B. 斗拱	C. 青瓦	D. 琉璃

A. A

B. B

C. C

D. D

2. 下列不符合实验安全要求的是

A. 酸、碱废液分别收集后直接排放

B. 进行化学实验时需要佩戴护目镜

C. 加热操作时选择合适的工具避免烫伤

D. 乙醇应存放在阴凉通风处，远离火种

3. 高分子材料在生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是

A. ABS 高韧性工程塑料用于制造汽车零配件

B. 聚氯乙烯微孔薄膜用于制造饮用水分离膜

C. 聚苯乙烯泡沫用于制造建筑工程保温材料

D. 热固性酚醛树脂用于制造集成电路的底板

4. 设 N_A 是阿伏加德罗常数的值，下列说法错误的是

A. 18g H_2O 晶体内氢键的数目为 $2N_A$

B. 1L 1mol·L⁻¹ 的 NaF 溶液中阳离子总数为 N_A

C. 28g 环己烷和戊烯的混合物中碳原子的数目为 $2N_A$

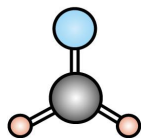
D. 铅酸蓄电池负极增重 96g，理论上转移电子数为 $2N_A$

5. 下列化学用语表述正确的是

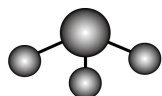
A. 中子数为 12 的氖核素: ${}_{12}^{22}\text{Ne}$

B. 氯化镁的电子式: $:\ddot{\text{Cl}}:\text{Mg}:\ddot{\text{Cl}}:$

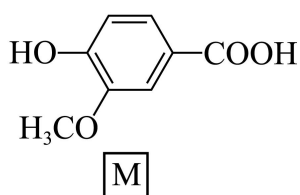
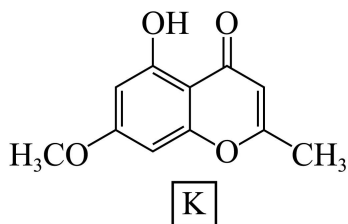
C. 甲醛分子的球棍模型:



D. CO_3^{2-} 的价层电子对互斥模型:



6. 丁香挥发油中含丁香色原酮(K)、香草酸(M), 其结构简式如下:



下列说法正确的是

A. K 中含手性碳原子

B. M 中碳原子都是 sp^2 杂化

C. K、M 均能与 NaHCO_3 反应

D. K、M 共有四种含氧官能团

7. 如图所示装置(加热、除杂和尾气处理装置任选)不能完成相应气体的制备和检验的是



A. 电石与饱和 NaCl 溶液

B. Na_2SO_3 固体与 70% 的浓 H_2SO_4

C. 大理石与稀 HCl

D. Al_2S_3 固体与水

8. 化学研究应当注重宏观与微观相结合。下列宏观现象与微观解释不符的是

选项	宏观现象	微观解释
A	氮气稳定存在于自然界中	氮分子中存在氮氮三键, 断开该共价键需要较多的能量

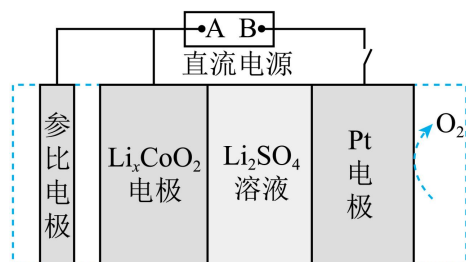
B	苯不能使溴的 CCl_4 溶液褪色	苯分子中碳原子形成了稳定的大 π 键
C	天然水晶呈现多面体外形	原子在三维空间里呈周期性有序排列
D	氯化钠晶体熔点高于氯化铝晶体	离子晶体中离子所带电荷数越少，离子半径越大，离子晶体熔点越低

A. A B. B C. C D. D

9. W、X、Y、Z 为四种短周期非金属元素，W 原子中电子排布已充满的能级数与最高能级中的电子数相等，X 与 W 同族，Y 与 X 相邻且 Y 原子比 X 原子多一个未成对电子，Z 位于 W 的对角线位置。下列说法错误的是

- A. 第二电离能： $X < Y$ B. 原子半径： $Z < W$
 C. 单质沸点： $Y < Z$ D. 电负性： $W < X$

10. 科研工作者设计了一种用于废弃电极材料 Li_xCoO_2 ($x < 1$) 再锂化的电化学装置，其示意图如下：

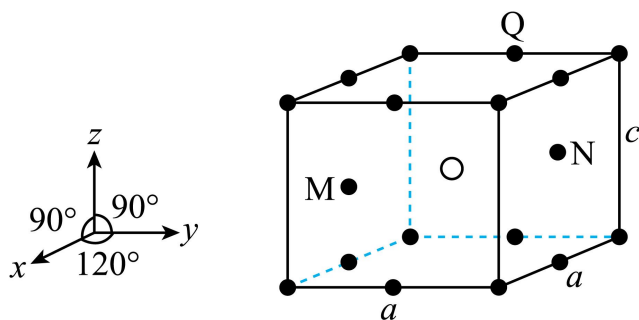


已知：参比电极的作用是确定 Li_xCoO_2 再锂化为 LiCoO_2 的最优条件，不干扰电极反应。下列说法正确的是

- A. Li_xCoO_2 电极上发生的反应： $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + x\text{e}^- + x\text{Li}^+ = \text{LiCoO}_2$
 B. 产生标准状况下 5.6L O_2 时，理论上可转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的 Li_xCoO_2
 C. 再锂化过程中， SO_4^{2-} 向 Li_xCoO_2 电极迁移
 D. 电解过程中，阳极附近溶液 pH 升高

11. SmCo_k ($k > 1$) 是一种具有优异磁性能的稀土永磁材料，在航空航天等领域中获得重要应用。 SmCo_k 的六方晶胞示意图如下，晶胞参数 $a = 500\text{pm}$ 、 $c = 400\text{pm}$ ，M、N 原子的分数

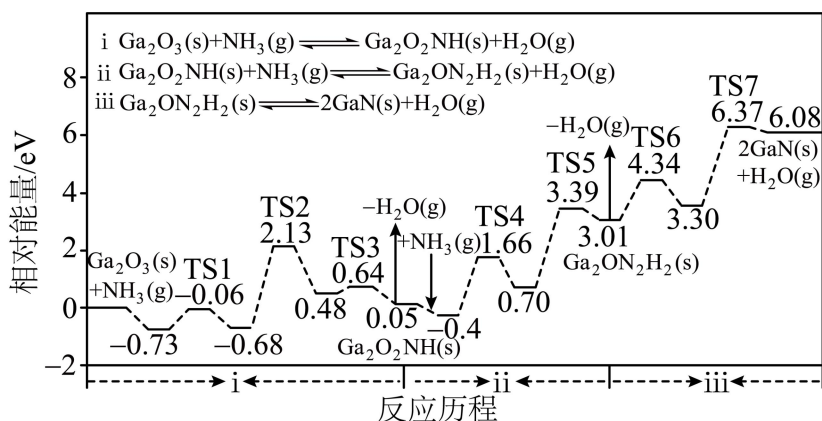
坐标分别为 $\left(\frac{5}{6}, \frac{1}{6}, \frac{1}{2}\right)$ 、 $\left(\frac{1}{6}, \frac{5}{6}, \frac{1}{2}\right)$ 。设 N_A 是阿伏加德罗常数的值。



下列说法错误的是

- A. 该物质的化学式为 SmCo_5 B. 体心原子的分数坐标为 $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$
- C. 晶体的密度为 $\frac{890\sqrt{3}}{3N_A \times 10^{-22}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ D. 原子Q到体心的距离为 $100\sqrt{41} \text{pm}$

12. 氮化镓(GaN)是一种重要的半导体材料, 广泛应用于光电信息材料等领域, 可利用反应 $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{GaN}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 制备。反应历程(TS代表过渡态)如下:



下列说法错误的是

- A. 反应i是吸热过程
- B. 反应ii中 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 脱去步骤的活化能为 2.69eV
- C. 反应iii包含2个基元反应
- D. 总反应的速控步包含在反应ii中

13. 下列实验操作及现象能得出相应结论的是

选项	实验操作及现象	结论

A	向盛有 NO_2 与 N_2O_4 的恒压密闭容器中通入一定体积的 N_2 ，最终气体颜色变浅	化学平衡向 NO_2 减少的方向移动
B	以 K_2CrO_4 为指示剂，用 AgNO_3 标准溶液滴定溶液中的 Cl^- ，先出现白色沉淀，后出现砖红色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
C	向盛有 2mL FeCl_3 溶液的试管中加入过量铁粉，充分反应后静置，滴加 KSCN 溶液无明显变化；静置，取上层清液滴加几滴氯水，溶液变红	Fe^{2+} 具有还原性
D	向盛有 2mL 饱和 Na_2SO_4 溶液的试管中滴加鸡蛋清溶液，振荡，有沉淀析出；加蒸馏水稀释，再振荡，沉淀溶解	蛋白质沉淀后活性改变

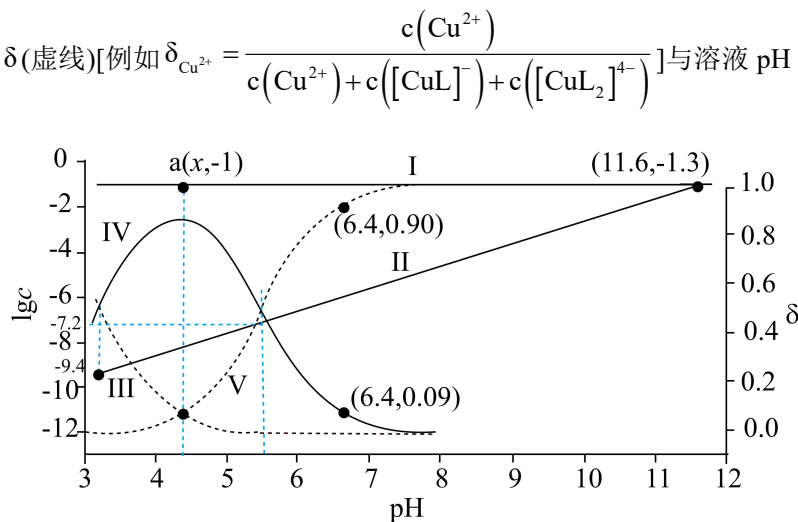
A. A

B. B

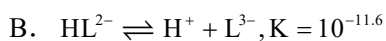
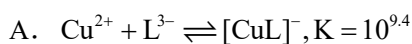
C. C

D. D

14. 已知 Cu^{2+} 和 L^{3-} 结合形成两种配离子 $[\text{CuL}]^-$ 和 $[\text{CuL}_2]^{4-}$ 常温下， $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_3L 和 $0.002\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 混合溶液中， HL^{2-} 和 L^{3-} 的浓度对数 $\lg c$ (实线)、含铜微粒的分布系数 δ (虚线)[例如 $\delta_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+}) + c([\text{CuL}]^-) + c([\text{CuL}_2]^{4-})}$] 与溶液 pH 的关系如图所示：



下列说法错误的是

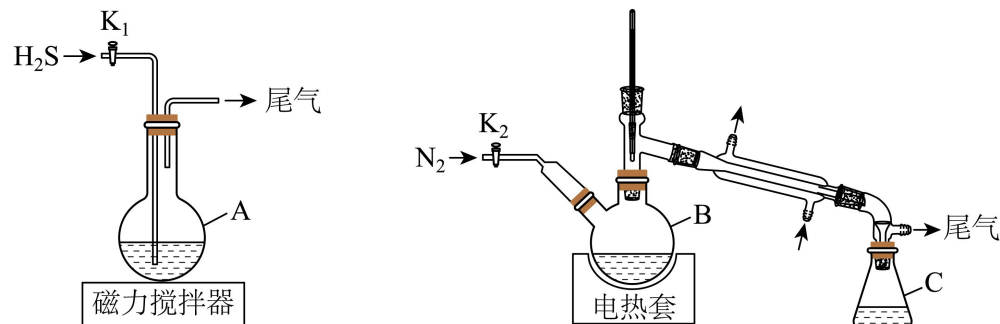


C. 图中 a 点对应的 $\text{pH} = 4.2$

D. 当 $\text{pH} = 6.4$ 时, 体系中 $c(\text{HL}^{2-}) > c([\text{CuL}_2]^{4-}) > c([\text{CuL}]^-) > c(\text{L}^{3-})$

二、非选择题: 本题共 4 题, 共 58 分。

15. 氢碘酸常用于合成碘化物。某化学兴趣小组用如图装置(夹持装置等略)制备氢碘酸。

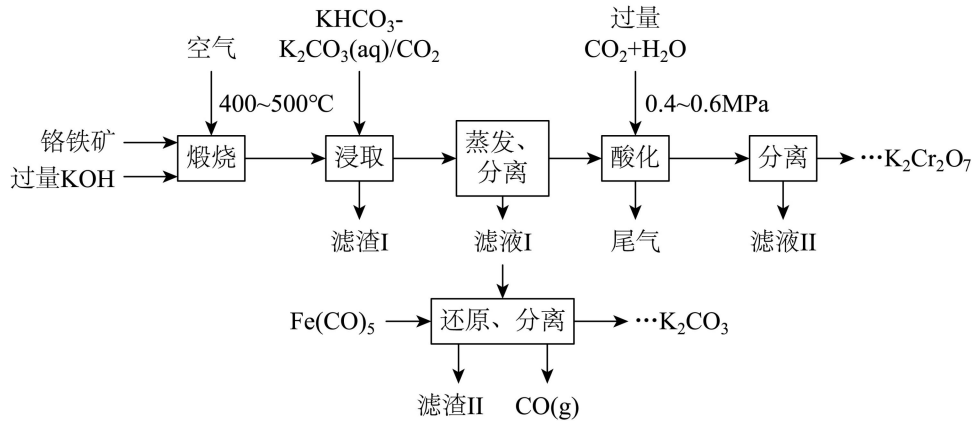


步骤如下:

- i. 在 A 中加入 150 mL H_2O 和 127 g I_2 , 快速搅拌, 打开 K_1 通入 H_2S , 反应完成后, 关闭 K_1 , 静置、过滤得滤液;
- ii. 将滤液转移至 B 中, 打开 K_2 通入 N_2 , 接通冷凝水, 加热保持微沸, 直至 H_2S 除尽;
- iii. 继续加热蒸馏, C 中收集沸点为 $125 \sim 127^\circ\text{C}$ 间的馏分, 得到 117 mL 氢碘酸(密度为 $1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, HI 质量分数为 57%)。

回答下列问题:

- (1) 仪器 A 的名称: _____, 通入 H_2S 发生反应的化学方程式: _____。
 - (2) 步骤 i 中快速搅拌的目的: _____ (填序号)
 - a. 便于产物分离
 - b. 防止暴沸
 - c. 防止固体产物包覆碘
 - (3) 步骤 i 中随着反应的进行, 促进碘溶解的原因 _____ (用离子方程式表示)。
 - (4) 步骤 ii 中的尾气常用 _____ (填化学式) 溶液吸收。
 - (5) 步骤 ii 实验开始时的操作顺序: 先通入 N_2 , 再加热; 步骤 iii 实验结束时相对应的操作顺序: _____。
 - (6) 列出本实验产率的计算表达式: _____。
 - (7) 氢碘酸见光易分解, 易被空气氧化, 应保存在 _____。
16. 铬盐产品广泛应用于化工、医药、印染等领域。通过闭环生产工艺将铬铁矿转化为重铬酸钾同时回收利用钾资源, 可实现绿色化学的目标。过程如下:



已知：铬铁矿主要成分是 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$ 、 Al_2O_3 、 SiO_2 。

回答下列问题：

(1)基态铬原子的价层电子排布式：_____。

(2)煅烧工序中 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 反应生成 K_2CrO_4 的化学方程式：_____。

(3)浸取工序中滤渣I的主要成分： Fe_2O_3 、 H_2SiO_3 、_____、_____ (填化学式)。

(4)酸化工序中需加压的原因：_____。

(5)滤液II的主要成分：_____ (填化学式)。

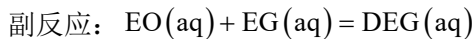
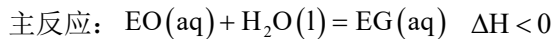
(6)补全还原、分离工序中发生反应的化学方程式_____。



(7)滤渣II可返回_____工序。(填工序名称)

17. 乙二醇(EG)是一种重要的基础化工原料，可通过石油化工和煤化工等工业路线合成。

(1)石油化工路线中，环氧乙烷(EO)水合工艺是一种成熟的乙二醇生产方法，环氧乙烷和水反应生成乙二醇，伴随生成二乙二醇(DEG)的副反应。



体系中环氧乙烷初始浓度为 $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，恒温下反应 30min，环氧乙烷完全转化，产物中

$n(\text{EG}) : n(\text{DEG}) = 10 : 1$ 。

①0~30min 内， $v_{\text{总}}(\text{EO}) = \underline{\hspace{1cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

②下列说法正确的是_____ (填序号)。

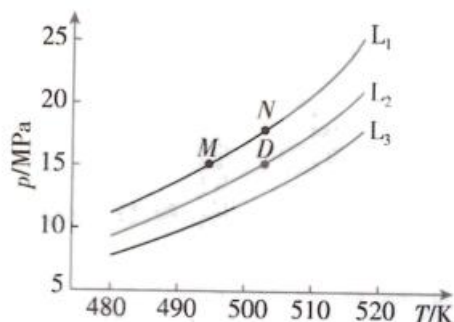
a. 主反应中，生成物总能量高于反应物总能量

b. 0~30min 内, $v_{\text{总}}(\text{EO}) = v_{\text{总}}(\text{EG})$

c. 0~30min 内, $v_{\text{主}}(\text{EG}) : v_{\text{副}}(\text{DEG}) = 11 : 1$

d. 选择适当催化剂可提高乙二醇的最终产率

(2) 煤化工路线中, 利用合成气直接合成乙二醇, 原子利用率可达 100%, 具有广阔的发展前景。反应如下: $2\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H$ 。按化学计量比进料, 固定平衡转化率 α , 探究温度与压强的关系。 α 分别为 0.4、0.5 和 0.6 时, 温度与压强的关系如图:



① 代表 $\alpha = 0.6$ 的曲线为 _____ (填“ L_1 ”“ L_2 ”或“ L_3 ”); 原因是 _____。

② ΔH _____ 0 (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)。

③ 已知: 反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons y\text{Y}(\text{g}) + z\text{Z}(\text{g})$, $K_x = \frac{x^y(\text{Y})x^z(\text{Z})}{x^a(\text{A})x^b(\text{B})}$, x 为组分的物质的量分

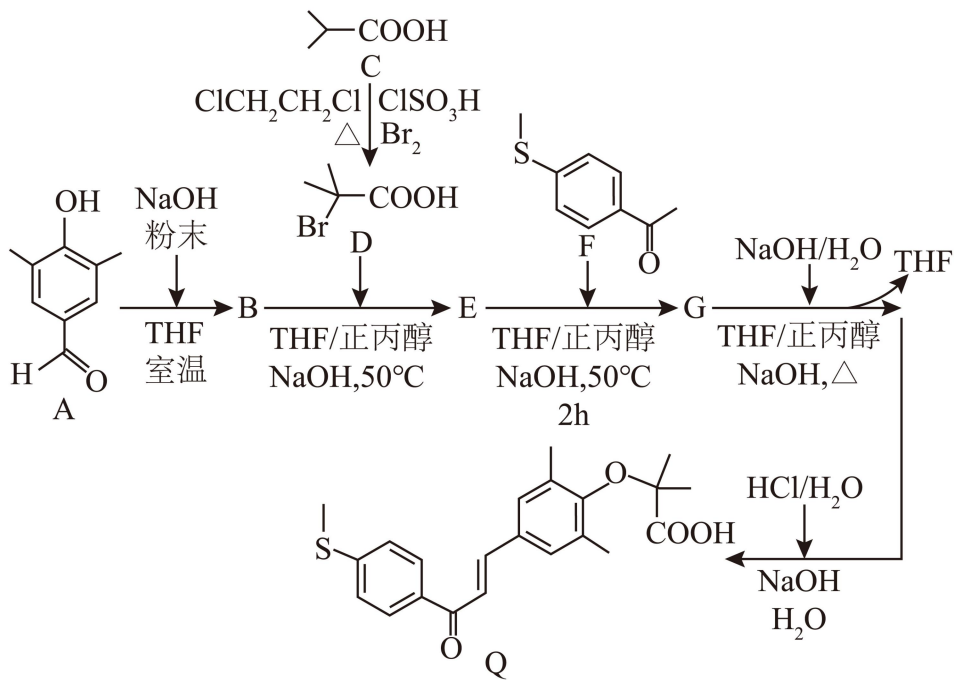
数。M、N 两点对应的体系, $K_x(\text{M})$ _____ $K_x(\text{N})$ (填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”), D 点对应体系的 K_x 的值为 _____。

④ 已知: 反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons y\text{Y}(\text{g}) + z\text{Z}(\text{g})$, $K_p = \frac{p^y(\text{Y})p^z(\text{Z})}{p^a(\text{A})p^b(\text{B})}$, p 为组分的分压。调整

进料比为 $n(\text{CO}) : n(\text{H}_2) = m : 3$, 系统压强维持 $p_0 \text{MPa}$, 使 $\alpha(\text{H}_2) = 0.75$, 此时 $K_p =$ _____

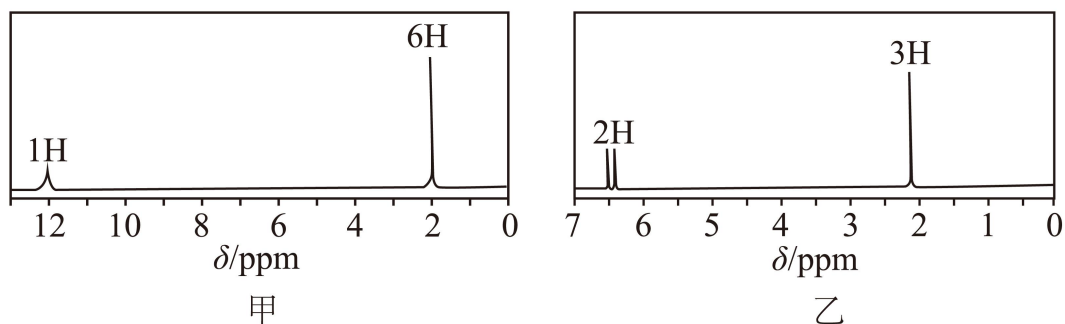
MPa^{-4} (用含有 m 和 p_0 的代数式表示)。

18. 依拉雷诺(Q)是一种用于治疗非酒精性脂肪性肝炎的药物, 其“一锅法”合成路线如下:



回答下列问题：

- (1) Q 中含氧官能团的名称：_____、_____、_____。
- (2) A→B 的反应类型：_____。
- (3) C 的名称：_____。
- (4) C→D 反应中，在加热条件下滴加溴时，滴液漏斗末端位于液面以下的目的：_____。
- (5) “一锅法”合成中，在 NaOH 作用下，B 与 D 反应生成中间体 E，该中间体的结构简式：_____。
- (6) 合成过程中，D 也可与 NaOH 发生副反应生成 M，图甲、图乙分别为 D 和 M 的核磁共振氢谱，推断 M 的结构，写出该反应的化学方程式：_____。



(7) 写出满足下列条件 A 的芳香族同分异构体的结构简式：_____。

- (a) 不与 FeCl₃ 溶液发生显色反应；
- (b) 红外光谱表明分子中不含 C=O 键；
- (c) 核磁共振氢谱有三组峰，峰面积比为 1:1:3；

(d)芳香环的一取代物有两种。

1. B

【详解】A. 古建筑中的基石一般使用石质材料，常用的石材有花岗岩、青石等，花岗岩的主要成分是硅酸盐，青石的主要成分是 CaCO_3 ，均属于无机物，A 错误；

B. 斗拱是由木材制成的，木材的主要成分是纤维素，属于有机物，B 正确；

C. 青瓦是由黏土烧制而成的传统建筑材料，黏土的主要成分为含水的铝硅酸盐，属于无机物，C 错误；

D. 琉璃的主要成分是二氧化硅，属于无机物，D 错误；

故选 B。

2. A

【详解】A. 酸、碱废液需中和处理达标后才能排放，直接排放会污染环境，不符合安全要求，A 错误；

B. 实验时佩戴护目镜是防止化学试剂溅入眼睛的必要防护措施，B 正确；

C. 选择合适的加热工具如坩埚钳，可避免直接接触高温物体导致烫伤，C 正确；

D. 乙醇易燃，存放于阴凉通风处并远离火源是防止火灾的安全措施，D 正确；

故选 A。

3. B

【详解】A. ABS 高韧性工程塑料常用于汽车零配件，因其良好的机械性能，A 正确；

B. 聚氯乙烯 (PVC) 含塑化剂等添加剂，可能释放有害物质，不适合用于饮用水分离膜 (常用材料如聚丙烯)，B 错误；

C. 聚苯乙烯泡沫具有优良保温性能，广泛用于建筑工程保温，C 正确；

D. 热固性酚醛树脂耐高温、绝缘性好，适合制造集成电路底板，D 正确；

故选 B。

4. B

【详解】A. 每个水分子在冰中形成 4 个氢键，但每个氢键被两个分子共享，故每个分子贡献 2 个氢键。18g H_2O 为 1mol，氢键数目为 $2N_A$ ，A 正确；

B. NaF 溶液中阳离子包括 Na^+ 和 H^+ 。 Na^+ 为 1mol，根据电荷守恒：

$c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{F}^-) + c(\text{OH}^-)$ ，钠离子不会水解，并且水电离出少量氢离子，则有

$n(\text{Na}^+) + n(\text{H}^+) > 1\text{mol}$ ，所以阳离子总数大于 N_A ，B 错误；

C. 环己烷和戊烯的最简式均为 CH_2 ，28g 混合物含 $2molCH_2$ 单元，对应 $2mol$ 碳原子，碳原子数目为 $2N_A$ ，C 正确；

D. 铅酸蓄电池负极反应为 $Pb + SO_4^{2-} - 2e^- = PbSO_4 \downarrow$ 。增重 96g 对应生成 $1molPbSO_4$ ，转移 $2mol$ 电子，数目为： $2N_A$ ，D 正确；

故选 B。

5. C

【详解】A. 氖原子的质子数为 10，中子数为 12，故氖核素 $^{22}_{10}Ne$ ，A 错误；

B. 氯化镁为离子化合物，电子式为 $[\ddot{Cl}]^- Mg^{2+} [\ddot{Cl}]^-$ ，B 错误；

C. 甲醛 ($HCHO$) 分子为平面三角形结构，球棍模型中原子大小、连接方式应与实际结构相符。甲醛中 C 原子连接 2 个 H 原子和 1 个 O 原子，且为平面结构，题中模型符合甲醛分子结构特点，C 正确；

D. 对于 CO_3^{2-} ，中心 C 原子的价层电子对数 $= 3 + \frac{4+2-3 \times 2}{2} = 3$ ，孤电子对数为 0，价层电子对互斥模型应为平面三角形，D 错误；

故选 C。

6. D

【详解】A. 由图知，K 中环上碳原子均为 sp^2 杂化，饱和碳原子均为甲基碳原子，所以不含手性碳原子，A 错误；

B. M 中环上碳原子和羧基上的碳原子均为 sp^2 杂化，甲基碳原子为 sp^3 杂化，B 错误；

C. 由于酸性：羧酸 > 碳酸 > 苯酚 > HCO_3^- ，所以 K 中的酚羟基不能与 $NaHCO_3$ 溶液反应，

K 中不含能与 $NaHCO_3$ 溶液反应的官能团，M 中羧基可与 $NaHCO_3$ 溶液反应，C 错误；

D. K、M 中共有羟基、醚键、羰基、羧基四种含氧官能团，D 正确；

故选 D。

7. C

【详解】A. 电石与饱和 $NaCl$ 溶液反应制备 C_2H_2 ， C_2H_2 中含有不饱和键，可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，能完成相应气体的制备和检验，A 不符合题意；

B. Na_2SO_3 固体与 70% 的浓 H_2SO_4 反应制备 SO_2 ， SO_2 可使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，能完成

相应气体的制备和检验，B 不符合题意；

C. 大理石与稀 HCl 反应制备 CO_2 ， CO_2 不可使酸性 KMnO_4 溶液褪色，不能完成相应气体的制备和检验，C 符合题意；

D. Al_2S_3 固体遇水水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 H_2S ， H_2S 可使酸性 KMnO_4 溶液褪色，能完成相应气体的制备和检验，D 不符合题意；

故选 C。

8. D

【详解】A. 氮气的稳定性源于氮分子中的三键，键能高难以断裂，A 正确；

B. 苯因大 π 键结构稳定，难以与溴发生加成或取代，B 正确；

C. 水晶的规则外形由原子三维有序排列（晶体结构）导致，C 正确；

D. 氯化钠熔点高于氯化铝的真实原因是氯化铝为分子晶体而非离子晶体，选项中将二者均视为离子晶体并用离子电荷和半径解释，不符合实际，D 错误；

故选 D。

9. A

【分析】W、X、Y、Z 为四种短周期非金属元素，W 原子中电子排布已充满的能级数与最高能级中的电子数相等，则 W 价电子排布式可能是： $1s^2 2s^2 2p^2$ 或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ，若 W 是 C，X 与 W 同族，则 X 是 Si，Y 与 X 相邻且 Y 原子比 X 原子多一个未成对电子，则 Y 是 P，Z 位于 W 的对角线位置，则满足条件的 Z 是 P，与 Y 重复；故 W 是 S；X 与 W 同族，则 X 是 O；Y 与 X 相邻且 Y 原子比 X 原子多一个未成对电子，则 Y 是 N；Z 位于 W 的对角线位置，则 Z 是 F。

【详解】A. O 的第二电离能高于 N，因为 O^+ 的电子构型为 $2p^3$ （半充满），失去电子需更高能量，而 N^+ 的电子构型为 $2p^2$ ，失去电子相对容易，因此 X(O) 的第二电离能大于 Y(N)，A 错误；

B. 同主族从上到下，原子半径变大，同周期，从左到右原子半径变小，F(Z) 位于第二周期，S(W) 位于第三周期，原子半径 $\text{S} > \text{O} > \text{F}$ ，即： $\text{Z} < \text{W}$ ，B 正确；

C. N_2 与 F_2 都是分子晶体， F_2 范德华力大，沸点高，C 正确；

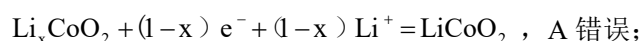
D. 同主族从上到下，电负性逐渐减小，O 的电负性大于 S，D 正确；

故选 A。

10. B

【分析】由装置图可知，该装置中有直流电源，为电解池，则 $\text{Li}_x\text{CoO}_2(x < 1)$ 转化为 LiCoO_2 过程中，Co 元素化合价由 $+(4-x)$ 降为 $+3$ ， Li_xCoO_2 得电子发生还原反应，为阴极，电极反应式为 $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + (1-x)\text{e}^- + (1-x)\text{Li}^+ = \text{LiCoO}_2$ ，Pt 电极为阳极，失电子，发生氧化反应，电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2\uparrow + 4\text{H}^+$ ，据此回答。

【详解】A. 由分析知， Li_xCoO_2 电极上发生的反应：



B. 由电极反应式可知，产生标准状况下 5.6L(即 0.25 mol) O_2 时转移 1 mol 电子，理论上转化 $\frac{1}{1-x}$ mol 的 Li_xCoO_2 ，B 正确；

C. SO_4^{2-} 为阴离子，应向阳极移动，即向 Pt 电极迁移，C 错误；

D. 由阳极电极反应式可知，电解过程中，阳极产生 H^+ 、消耗 H_2O ，酸性增强，则阳极附近 pH 降低，D 错误；

故选 B。

11. D

【详解】A. 由晶胞图知，白球位于体心，晶胞中数目为 1，黑球位于顶角、棱心、体内，晶胞中数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 8 \times \frac{1}{4} + 2 = 5$ ，结合题意知，白球为 Sm、黑球为 Co，该物质化学式为 SmCo_5 ，A 正确；

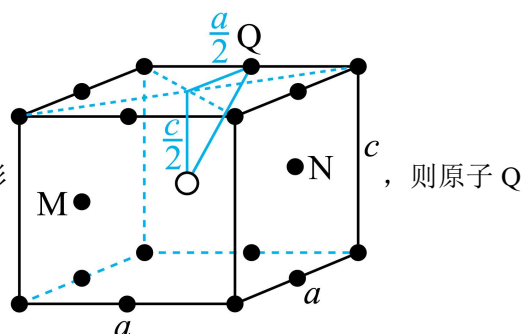
B. 体心原子位于晶胞的中心，其分数坐标为 $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ ，B 正确；

C. 每个晶胞中含有 1 个“ SmCo_5 ”，晶胞底面为菱形，晶胞体积为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a^2c$ ，则晶体密度为

$$\rho = \frac{\frac{1}{N_A} \times (150 + 59 \times 5) \text{g}}{\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c \text{ cm}^3} = \frac{890\sqrt{3}}{3N_A \times 10^{-22}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}, \text{ C 正确};$$

D. 原子 Q 的分数坐标为 $\left(0, \frac{1}{2}, 1\right)$ ，由体心原子向上底面作垂线，垂足为上底面面心，连接

该面心与原子 Q、体心与原子 Q 可得直角三角形



到体心的距离 = $\sqrt{250^2 + 200^2} \text{ pm} = 50\sqrt{41} \text{ pm}$ ，D 错误；

故选 D。

12. D

【详解】A. 观察历程图可知，反应i中 $\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{NH}_3(\text{g})$ 的相对能量为 0，经 TS1、TS2、TS3 完成反应，生成 $\text{Ga}_2\text{O}_2\text{NH}(\text{s})$ 和 H_2O ，此时的相对能量为 0.05eV，因此体系能量在反应中增加，则该反应为吸热过程，A 正确；

B. 反应ii中因 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 脱去步骤需要经过 TS5，则活化能为 0.70eV 与 TS5 的相对能量差，即 $3.39\text{eV} - 0.70\text{eV} = 2.69\text{eV}$ ，B 正确；

C. 反应iii从 $\text{Ga}_2\text{ON}_2\text{H}_2(\text{s})$ 生成 $2\text{GaN}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 经历过渡态 TS6、TS7，说明该反应分两步进行，包含 2 个基元反应，C 正确；

D. 整反应历程中，活化能最高的步骤是反应iii中的 TS7 对应得反应步骤(活化能为 3.07eV)，所以总反应的速控步包含在反应iii中，D 错误；

故选 D。

13. C

【详解】A. 恒压条件下通入 N_2 ，容器体积增大， NO_2 和 N_2O_4 的浓度均降低，平衡向 NO_2 增加颜色的方向移动，A 错误；

B. AgCl 的 K_{sp} (1.8×10^{-10}) 小于 Ag_2CrO_4 的 K_{sp} (1.1×10^{-12})，但 AgCl 先沉淀是因为其溶度积更小，B 错误；

C. Fe^{3+} 被 Fe 还原为 Fe^{2+} ，滴加氯水后 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ，证明 Fe^{2+} 具有还原性，C 正确；

D. 饱和 Na_2SO_4 使蛋白质盐析，加水后沉淀溶解，说明未破坏蛋白质活性，D 错误；

故选 C。

14. C

【分析】 HL^{2-} 和 L^{3-} 之间存在 $\text{HL}^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{L}^{3-}$ 转化关系，则 pH 较小时，平衡逆向移动，以

HL²⁻ 为主, 则 $c(\text{HL}^{2-}) > c(\text{L}^{3-})$, $\lg c(\text{HL}^{2-}) > \lg c(\text{L}^{3-})$, 则曲线 I 代表 $\lg c(\text{HL}^{2-})$, 曲线 II 代表 $\lg c(\text{L}^{3-})$, 随着 pH 增大, $\text{HL}^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{L}^{3-}$ 正向移动, $c(\text{L}^{3-})$ 增大, Cu^{2+} 和 L^{3-} 结合形成配离子的反应依次为 $\text{Cu}^{2+} + \text{L}^{3-} \rightleftharpoons [\text{CuL}]^- K_1$ 、 $\text{L}^{3-} + [\text{CuL}]^- \rightleftharpoons [\text{CuL}_2]^{4-} K_2$, 因此随 pH 增大, $\delta_{\text{Cu}^{2+}}$ 持续减小, 为曲线 III, $\delta_{[\text{CuL}]^-}$, 先增大后减小, 为曲线 IV, $\delta_{[\text{CuL}_2]^{4-}}$ 一直增大, 为曲线 V, 据此回答。

【详解】A. 曲线 III 和曲线 IV 的交点代表 $\delta_{\text{Cu}^{2+}} = \delta_{[\text{CuL}]^-}$, 即 $c(\text{Cu}^{2+}) = c([\text{CuL}]^-)$, 由图可知,

此时 $\lg c(\text{L}^{3-}) = -9.4$, 带入平衡表达式得 $K_1 = \frac{c([\text{CuL}]^-)}{c(\text{Cu}^{2+})c(\text{L}^{3-})} = \frac{1}{10^{-9.4}} = 10^9.4$, A 正确;

B. 曲线 I 和曲线 II 的交点代表 $\lg c(\text{L}^{3-}) = \lg c(\text{HL}^{2-})$, 即 $c(\text{L}^{3-}) = c(\text{HL}^{2-})$, 此时 $\text{pH} = 11.6$, 带

入平衡常数表达式得 $K = \frac{c(\text{L}^{3-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^{2-})} = 10^{-11.6}$, B 正确;

C. 曲线 IV 和曲线 V 得交点代表, $\delta_{[\text{CuL}]^-} = \delta_{[\text{CuL}_2]^{4-}}$, 即 $c([\text{CuL}_2]^{4-}) = c([\text{CuL}]^-)$, 此时

$\lg c(\text{L}^{3-}) = -7.2$, 可得 $\text{L}^{3-} + [\text{CuL}]^- \rightleftharpoons [\text{CuL}_2]^{4-}$ 的平衡常数

$K_2 = \frac{c([\text{CuL}_2]^{4-})}{c(\text{L}^{3-}) \cdot c([\text{CuL}]^-)} = \frac{1}{10^{-7.2}} = 10^{7.2}$, a 点时, $\delta_{\text{Cu}^{2+}} = \delta_{[\text{CuL}_2]^{4-}}$, 带入

$K_1 \times K_2 = \frac{c([\text{CuL}]^-)}{c(\text{L}^{3-}) \cdot c(\text{Cu}^{2+})} \times \frac{c([\text{CuL}_2]^{4-})}{c(\text{L}^{3-}) \cdot c([\text{CuL}]^-)} = \frac{1}{c(\text{L}^{3-})} = 10^4 \times 10^7.2 = 10^{11.2}$, 解得

$c(\text{L}^{3-}) = 10^{-8.3} \text{ mol/L}$, 且 a 点对应 $c(\text{HL}^{2-}) = 0.1 \text{ mol/L}$, 带入 $\text{HL}^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{L}^{3-}$ 的平衡常数

$K = \frac{c(\text{L}^{3-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HL}^{2-})} = 10^{-11.6}$, 计算得 $c(\text{H}^+) = 10^{-4.3} \text{ mol/L}$, 故 $\text{pH} = 4.3$, C 错误;

D. 当 $\text{pH} = 6.4$ 时, $c(\text{HL}^{2-})$ 最大, 接近 10^{-1} mol/L , 结合 B 项中平衡常数可计算得

$c(\text{L}^{3-}) \approx 10^{-6.2} \text{ mol/L}$, $\delta_{[\text{CuL}_2]^{4-}} = 0.90$, $\delta_{[\text{CuL}]^-} = 0.09$ 结合 Cu 元素守恒知,

$c([\text{CuL}_2]^{4-}) = 0.90 \times 0.002 \text{ mol/L} = 1.8 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$,

$c([\text{CuL}]^-) = 0.09 \times 0.002 \text{ mol/L} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$, 因此体系中

$c(\text{HL}^{2-}) > c([\text{CuL}_2]^{4-}) > c([\text{CuL}]^-) > c(\text{L}^{3-})$, D 正确;

故选 C。

15. (1) 圆底烧瓶 $I_2+H_2S=S\downarrow+2HI$

(2)c

(3) $I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$

(4)NaOH

(5)先停止加热，再通一段时间的 N_2 后关闭 K_2

(6) $\frac{117 \times 1.7 \times 57}{128} \%$

(7)密封的棕色细口瓶中，并放在避光低温处

【分析】 I_2 的氧化性比 S 强，A 中发生 $I_2+H_2S=S\downarrow+2HI$ ，过滤除去 S，得到含 H_2S 的 HI 滤液；将滤液转移到 B 中，先通氮气、加热保持微沸除去 H_2S ，升高温度，收集沸点为 $125^\circ C \sim 127^\circ C$ 间的馏分，得到 117mL 密度为 1.7g/mL，质量分数为 57% 的 HI 溶液。

【详解】(1) 仪器 A 的名称为圆底烧瓶； I_2 的氧化性比 S 强，通入 H_2S 发生反应的化学方程式为 $I_2+H_2S=S\downarrow+2HI$ ；

(2) I_2 在水中的溶解度较小，生成的 S 可能包裹在其表面阻止反应的继续进行，故步骤 i 中快速搅拌的目的是防止固体产物包覆碘，选 c；

(3) I_2 和 I^- 会发生反应： $I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$ ，步骤 i 中随着反应的进行，生成的 HI 电离出的 I^- 与 I_2 反应促进 I_2 的溶解，本空答案为 $I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$ ；

(4) 步骤 ii 中的尾气为 H_2S ，有毒，是酸性气体，常用 NaOH 溶液吸收；

(5) 为确保蒸馏装置内的 HI 全部进入 C 中，步骤 iii 实验结束时相对应的操作顺序为：先停止加热，再通一段时间的 N_2 后关闭 K_2 ；

(6) 127g I_2 的物质的量为 0.5mol， $n_{\text{理论}}(HI)=2 \times 0.5\text{mol}=1\text{mol}$ ， $m_{\text{理论}}(HI)=1\text{mol} \times 128\text{g/mol}=128\text{g}$ 、 $m_{\text{实际}}(HI)=117\text{mL} \times 1.7\text{g/mol} \times 57\%$ ，故 HI 的产率=

$$\frac{117\text{mL} \times 1.7\text{g/mol} \times 57\%}{128\text{g}} \times 100\% = \frac{117 \times 1.7 \times 57\%}{128} \times 100\% = \frac{117 \times 1.7 \times 57}{128} \%$$

(7) 氢碘酸见光易分解，易被空气氧化，应保存在密封的棕色细口瓶中，并放在避光低温处。

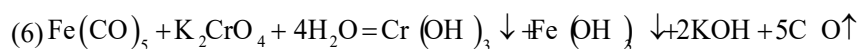
16. (1) $3d^5 4s^1$

(2) $4Fe(CrO_2)_2 + 7O_2 + 16KOH \xrightarrow{400 \sim 500^\circ C} 2Fe_2O_3 + 8K_2CrO_4 + 8H_2O$

(3) $Al(OH)_3$ MgO

(4)增大 CO₂ 的溶解度，保证酸化反应充分进行

(5)KHCO₃

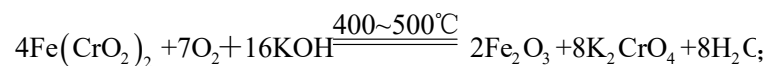


(7)煅烧

【分析】铬铁矿主要成分是 Fe(CrO₂)₂、Mg(CrO₂)₂、Al₂O₃、SiO₂，与过量 KOH 在空气中煅烧，生成 K₂CrO₄、Fe₂O₃、MgO，KAlO₂、K₂SiO₃；通入 KHCO₃-K₂CO₃/CO₂ 浸取，生成 Al(OH)₃、H₂SiO₃，Fe₂O₃、MgO 不反应，故滤渣 I 为：Al(OH)₃、H₂SiO₃，Fe₂O₃、MgO，通过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤分离出 K₂CrO₄ 固体，滤液 I 中含有 K₂CrO₄；将 K₂CrO₄ 中加水溶解，并通入过量 CO₂ 酸化，将 K₂CrO₄ 转化为 K₂Cr₂O₇，同时副产物 KHCO₃ 生成，将 K₂Cr₂O₇ 与 KHCO₃ 分离，滤液 II 的主要溶质为 KHCO₃；Fe(CO)₅ 做还原剂，将滤液 I 中剩余的 K₂CrO₄ 还原为 Cr(OH)₃，自身转化为 Fe(OH)₃ 进入滤渣 II，KOH 进一步处理得 K₂CO₃，循环使用，据此分析；

【详解】(1) Cr 为 24 号元素，基态铬原子的价层电子排布式：3d⁵4s¹；

(2) 煅烧工序中 Fe(CrO₂)₂ 与过量 KOH、空气中氧气反应生成 K₂CrO₄、Fe₂O₃、H₂O，根据得失电子守恒，原子守恒，化学方程式：



(3) 根据分析可知，滤渣 I 的主要成分：Fe₂O₃、H₂SiO₃、Al(OH)₃、MgO；

(4) 向 K₂CrO₄ 中加水溶解，并通入过量 CO₂ 酸化，将 K₂CrO₄ 转化为 K₂Cr₂O₇，加大压强，可以增大 CO₂ 的溶解度，使液体中 CO₂ 浓度增大，保证酸化反应充分进行；

(5) 根据分析可知，滤液 II 的主要溶质为 KHCO₃；

(6) Fe(CO)₅ 做还原剂，将滤液 I 中剩余的 K₂CrO₄ 还原为 Cr(OH)₃，自身转化为 Fe(OH)₃，铁元素由 0 价升高到 +3 价，Cr 由 +6 价降低到 +3 价，根据得失电子守恒，原子守恒，化学方程式：Fe(CO)₅ + K₂CrO₄ + 4H₂O = Cr(OH)₃↓ + Fe(OH)₃↓ + 2KOH + 5CO↑；

(7) 滤渣II含有 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可返回煅烧工序。

17. (1) $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ cd

(2) L_1 该反应为气体体积减小的反应，温度相同时，增大压强，平衡正向移动，

平衡转化率增大 $< = 12 \frac{1}{\left(\frac{m-1.5}{m}p_0\text{MPa}\right)^2\left(\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}\right)^2}$

【详解】(1) ①0~30min 内，环氧乙烷完全转化，

$$v_{\text{总}}(\text{EO}) = \frac{\Delta c_{\text{总}}(\text{EO})}{\Delta t} = \frac{1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}}{30\text{min}} = 0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1};$$

②a. $\Delta H = \text{生成物总能量} - \text{反应物总能量}$ ，主反应中， $\Delta H < 0$ ，则生成物总能量低于反应物总能量，a 错误；

b. 由题中信息可知主反应伴随副反应发生，EG 作为主反应的生成物同时也是副反应的反应物，即 EG 浓度的变化量小于 EO 浓度的变化量，0~30min 内， $v_{\text{总}}(\text{EO}) > v_{\text{总}}(\text{EG})$ ，b 错误；

c. 主反应中， $v_{\text{主}}(\text{EG}) = v_{\text{主}}(\text{EO})$ ，副反应 $v_{\text{副}}(\text{EG}) = v_{\text{副}}(\text{DEG})$ ，同一反应体系中物质一量变化量之比等于浓度变化量之比，产物中 $n(\text{EG}):n(\text{DEG}) = 10:1$ ，即 $c(\text{EG}):c(\text{DEG}) = 10:1$ ，

$v_{\text{总}}(\text{EG}) = v_{\text{主}}(\text{EG}) - v_{\text{副}}(\text{EG})$ ，反应时间相同，则 $v_{\text{总}}(\text{EG}):v_{\text{副}}(\text{DEG}) = 10:1$ ，

$\frac{v_{\text{主}}(\text{EG}) - v_{\text{副}}(\text{EG})}{v_{\text{副}}(\text{DEG})} = 10:1$ ，则 $v_{\text{主}}(\text{EG}):v_{\text{副}}(\text{DEG}) = 11:1$ ，c 正确；

d. 选择适当催化剂可提高主反应的选择性，可提高乙二醇的最终产率，d 正确；

故选 cd；

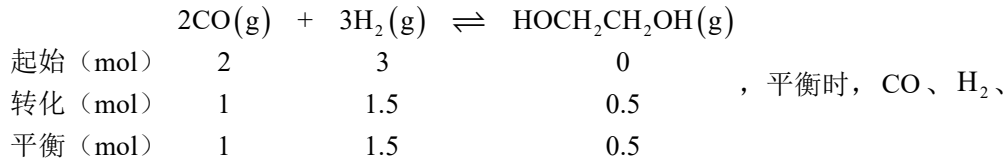
(2) ① $2\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) \Delta H$ 该反应为气体体积减小的反应，温度相同时，增大压强，平衡正向移动，平衡转化率增大， $p(L_1) > p(L_2) > p(L_3)$ ，故 L_1 、 L_2 、 L_3 对应 α 为 0.6、0.5、0.4；

②由图可知，压强相同时，温度升高，平衡转化率减小，说明升高温度平衡逆向移动，则正反应为放热反应， $\Delta H < 0$ ；

③M、N 的进料相同，平衡转化率相等，平衡时各组份物质的量分数分别相等，则

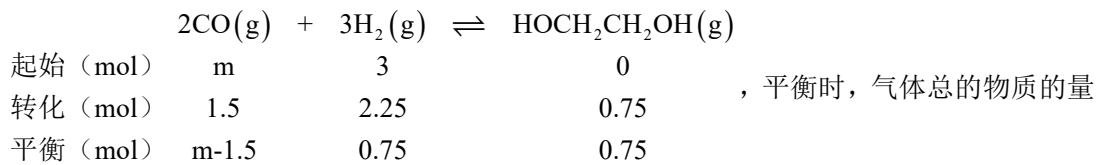
$K_x(\text{M}) = K_x(\text{N})$ ；D 点对应的平衡转化率为 0.5，根据题中信息，该反应按化学计量比进料，

设起始加入 2molCO 和 3molH₂，列三段式：



HOCH₂CH₂OH 的物质的量分数分别为 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{6}$ ， $K_x = \frac{\frac{1}{6}}{\left(\frac{1}{2}\right)^3 \left(\frac{1}{3}\right)^2} = 12$ ；

④设起始加入 mmolCO 和 3molH₂，此时 $\alpha(\text{H}_2) = 0.75$ ，列三段式：



为 mmol，CO、H₂、HOCH₂CH₂OH 平衡分压分别 $\frac{m-1.5}{m}p_0\text{MPa}$ 、 $\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}$ 、 $\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}$ ，

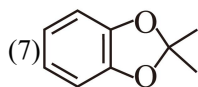
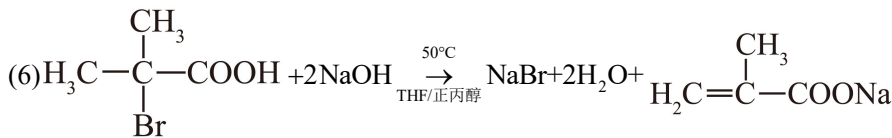
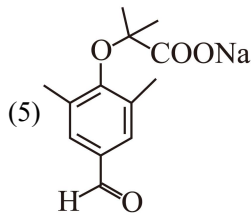
$$K_p = \frac{\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}}{\left(\frac{m-1.5}{m}p_0\text{MPa}\right)^2 \left(\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}\right)^3} = \frac{1}{\left(\frac{m-1.5}{m}p_0\text{MPa}\right)^2 \left(\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}\right)^2} \text{MPa}^{-4}$$

18. (1) 羰基 醚键 羧基

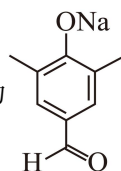
(2)取代反应

(3)异丁酸或 2-甲基丙酸

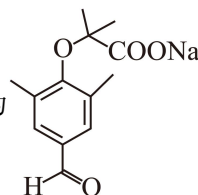
(4)溴易挥发，减少损失，提高利用率



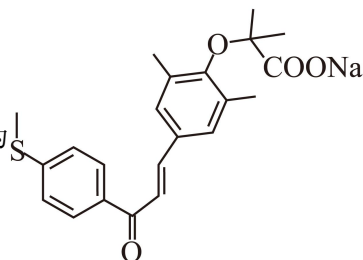
【分析】A 含酚羟基，和氢氧化钠反应生成 B 为



，羧基和氢氧化钠能发生中和反应，B 含羧基和碳溴键，则 B 与 D 反应生成溴化钠和 E，E 为



，E 和 F 发生羟醛缩合反应生成 G 为



，-COONa 经酸化可转化为羧基，则 G

在氢氧化钠、加热下脱氢溶剂 THF、再酸化转化为 Q；

【详解】(1) 据分析，Q 中含氧官能团的名称为羰基、醚键和羧基；

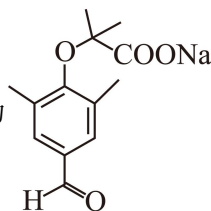
(2) A→B 的反应中，酚羟基转化为-ONa，则反应类型为取代反应；

(3) 根据 C 的结构简式，C 的名称为<>异丁酸或 2-甲基丙酸；

(4) C 与溴单质发生取代反应生成 D，溴易挥发，则 C→D 反应中，在加热条件下滴加溴时，滴液漏斗末端位于液面以下的目的：减少溴的挥发损失，提高利用率；

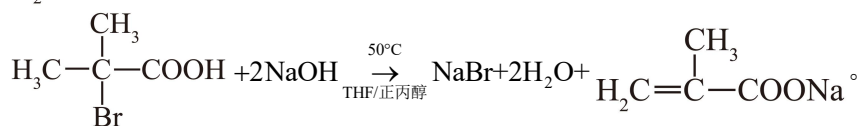
(5) B 与 D 反应生成 E，一方面是羧基和氢氧化钠发生了中和、-COOH 转化为-COONa，

另一方面，酚钠(ONa)和碳溴键发生了取代反应，则 E 为



(6) D 也可与 NaOH 发生副反应生成 M，D 分子内有 2 种氢，1 个是羧基上的氢原子，另一种为 2 个甲基上的 6 个氢原子，则甲为 D，乙为 M，据图，M 分子内有 2 种氢，数目分别为 2 个、3 个，则 M 为碳溴键在氢氧化钠醇溶液中发生消去、羧基发生中和生成，M 为

$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{COONa}$ ，则该反应的化学方程式：



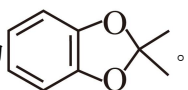
(7) A 的芳香族同分异构体满足下列条件：

(a) 不与 FeCl_3 溶液发生显色反应，则不含酚羟基；

(b) 红外光谱表明分子中不含 C=O 键,

(c) 核磁共振氢谱有三组峰, 峰面积比为 1:1:3, 则分子内有 3 种氢原子, 由于 A 分子式为 $C_9H_{10}O_2$, 则 A 中这 2 种氢原子的数目为 2、2、6 个;

(d) 芳香环的一取代物有两种, 则苯环上有 2 种氢;

结合分子内有 5 个不饱和度, 可知满足条件的同分异构体为 。