

2024年普通高等学校招生全国统一考试（甲卷）

理科综合能力测试

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上，并将自己的姓名、准考证号、座位号填写在本试卷上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用2B铅笔把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。涂写在本试卷上无效。
- 3.作答非选择题时，将答案书写在答题卡上，书写在本试卷上无效。
- 4.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 S 32 Zn 65 Pb 207

一、选择题：本题共13小题，每小题6分，共78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。

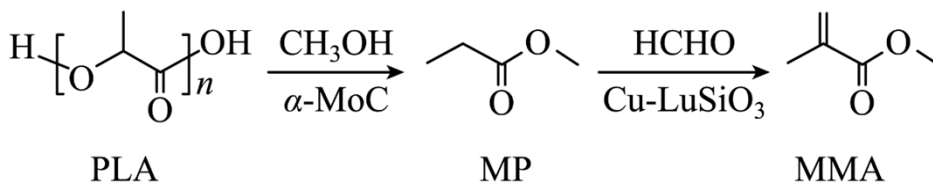
1. 人类对能源的利用经历了柴薪、煤炭和石油时期，现正向新能源方向高质量发展。下列有关能源的叙述错误的是

- A. 木材与煤均含有碳元素
B. 石油裂化可生产汽油
C. 燃料电池将热能转化为电能
D. 太阳能光解水可制氢

2. 下列过程对应的离子方程式正确的是

- A. 用氢氟酸刻蚀玻璃： $\text{SiO}_2 + 4\text{F}^- + 6\text{H}^+ = \text{SiF}_4 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
B. 用三氯化铁溶液刻制覆铜电路板： $2\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cu} = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}$
C. 用硫代硫酸钠溶液脱氯： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}^+$
D. 用碳酸钠溶液浸泡锅炉水垢中的硫酸钙： $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$

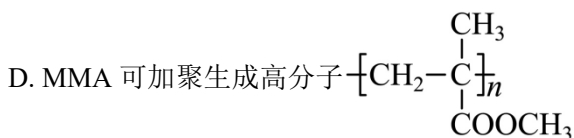
3. 我国化学工作者开发了一种回收利用聚乳酸(PLA)高分子材料的方法，其转化路线如下所示。



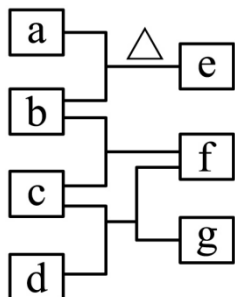
下列叙述错误的是

- A. PLA在碱性条件下可发生降解反应
B. MP的化学名称是丙酸甲酯

C. MP 的同分异构体中含羧基的有 3 种



4. 四瓶无色溶液 NH_4NO_3 、 Na_2CO_3 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 AlCl_3 ，它们之间的反应关系如图所示。其中 a、b、c、d 代表四种溶液，e 和 g 为无色气体，f 为白色沉淀。下列叙述正确的是



A. a 呈弱碱性

B. f 可溶于过量的 b 中

C. c 中通入过量的 e 可得到无色溶液

D. b 和 d 反应生成的沉淀不溶于稀硝酸

5. W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素。W 和 X 原子序数之和等于 Y 的核外电子数，化合物 $\text{W}^+[\text{ZY}_6]^-$ 可用作化学电源的电解质。下列叙述正确的是

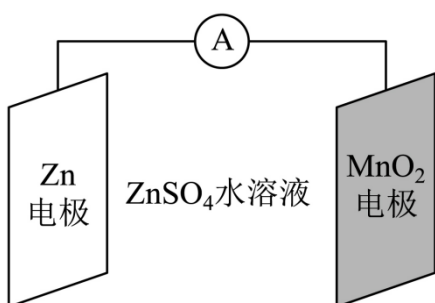
A. X 和 Z 属于同一主族

B. 非金属性：X>Y>Z

C. 气态氢化物的稳定性：Z>Y

D. 原子半径：Y>X>W

6. 科学家使用 $\delta\text{-MnO}_2$ 研制了一种 $\text{MnO}_2\text{-Zn}$ 可充电电池(如图所示)。电池工作一段时间后， MnO_2 电极上检测到 MnOOH 和少量 ZnMn_2O_4 。下列叙述正确的是



A. 充电时， Zn^{2+} 向阳极方向迁移

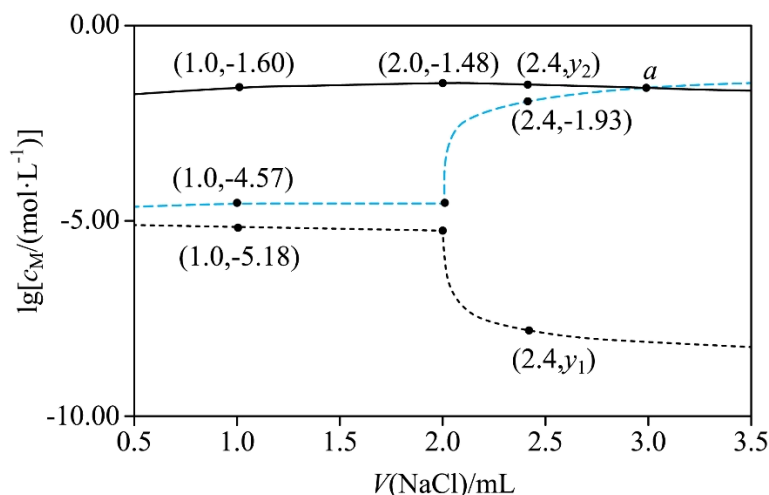
B. 充电时，会发生反应 $Zn+2MnO_2=ZnMn_2O_4$

C. 放电时，正极反应有 $MnO_2+H_2O+e^-=MnOOH+OH^-$

D. 放电时，Zn 电极质量减少 0.65g， MnO_2 电极生成了 0.020mol MnOOH

7. 将 0.10mmol Ag_2CrO_4 配制成 1.0mL 悬浊液，向其中滴加 $0.10mol \cdot L^{-1}$ 的 NaCl 溶液。

$lg\left[c_M/(mol \cdot L^{-1})\right]$ (M 代表 Ag^+ 、 Cl^- 或 CrO_4^{2-}) 随加入 NaCl 溶液体积(V)的变化关系如图所示。



下列叙述正确的是

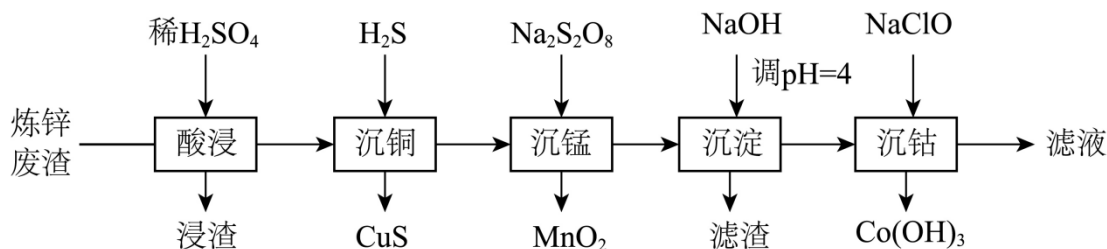
A. 交点 a 处: $c(Na^+)=2c(Cl^-)$

B. $\frac{K_{sp}(AgCl)}{K_{sp}(Ag_2CrO_4)}=10^{-2.21}$

C. $V \leq 2.0mL$ 时, $\frac{c(CrO_4^{2-})}{c(Cl^-)}$ 不变

D. $y_1=-7.82, y_2=-lg34$

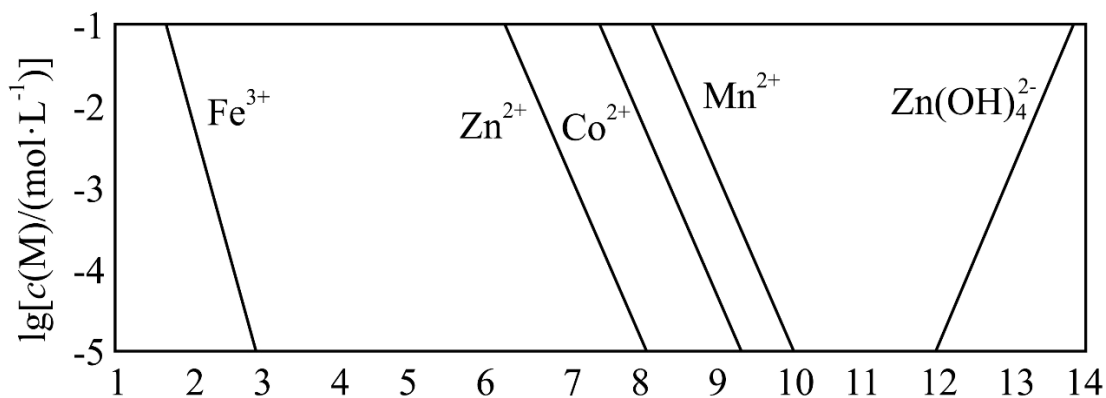
8. 钴在新能源、新材料领域具有重要用途。某炼锌废渣含有锌、铅、铜、铁、钴、锰的 +2 价氧化物及锌和铜的单质。从该废渣中提取钴的一种流程如下。



注：加沉淀剂使一种金属离子浓度小于等于 $10^{-5}mol \cdot L^{-1}$ ，其他金属离子不沉淀，即认为完全分离。

已知：① $K_{sp}(CuS)=6.3 \times 10^{-36}, K_{sp}(ZnS)=2.5 \times 10^{-22}, K_{sp}(CoS)=4.0 \times 10^{-21}$ 。

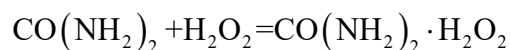
②以氢氧化物形式沉淀时， $\lg\left[\frac{c(M)}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 和溶液pH的关系如图所示。



回答下列问题：

- (1) “酸浸”前，需将废渣磨碎，其目的是_____。
- (2) “酸浸”步骤中， CoO 发生反应的化学方程式是_____。
- (3) 假设“沉铜”后得到的滤液中 $c(\text{Zn}^{2+})$ 和 $c(\text{Co}^{2+})$ 均为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，向其中加入 Na_2S 至 Zn^{2+} 沉淀完全，此时溶液中 $c(\text{Co}^{2+})=$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，据此判断能否实现 Zn^{2+} 和 Co^{2+} 的完全分离_____ (填“能”或“不能”)。
- (4) “沉锰”步骤中，生成 1.0mol MnO_2 ，产生 H^+ 的物质的量为_____。
- (5) “沉淀”步骤中，用 NaOH 调 $\text{pH}=4$ ，分离出的滤渣是_____。
- (6) “沉钴”步骤中，控制溶液 $\text{pH}=5.0\sim 5.5$ ，加入适量的 NaClO 氧化 Co^{2+} ，其反应的离子方程式为_____。
- (7) 根据题中给出的信息，从“沉钴”后的滤液中回收氢氧化锌的方法是_____。

9. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{H}_2\text{O}_2$ (俗称过氧化脲)是一种消毒剂，实验室中可用尿素与过氧化氢制取，反应方程式如下：



(一)过氧化脲的合成

烧杯中分别加入 $25\text{mL}30\%\text{H}_2\text{O}_2$ ($\rho=1.11\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)、 40mL 蒸馏水和 12.0g 尿素，搅拌溶解。 30°C 下反应 40min ，冷却结晶、过滤、干燥，得白色针状晶体 9.4g 。

(二)过氧化脲性质检测

I. 过氧化脲溶液用稀 H_2SO_4 酸化后，滴加 KMnO_4 溶液，紫红色消失。

II. 过氧化脲溶液用稀 H_2SO_4 酸化后, 加入 KI 溶液和四氯化碳, 振荡, 静置。

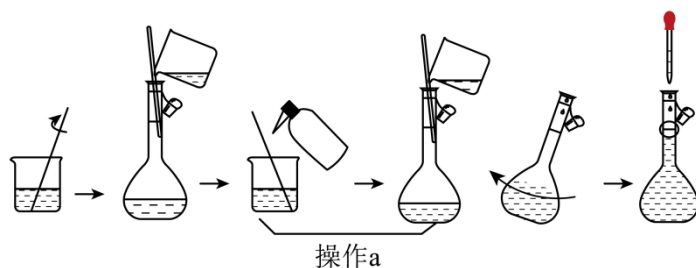
(三) 产品纯度测定

溶液配制: 称取一定量产品, 用蒸馏水溶解后配制成 100mL 溶液。

滴定分析: 量取 25.00mL 过氧化脲溶液至锥形瓶中, 加入一定量稀 H_2SO_4 , 用准确浓度的 KMnO_4 溶液滴定至微红色, 记录滴定体积, 计算纯度。

回答下列问题:

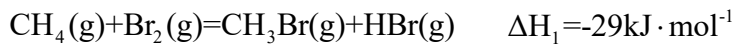
- (1) 过滤中使用到的玻璃仪器有 _____ (写出两种即可)。
- (2) 过氧化脲的产率为 _____。
- (3) 性质检测 II 中的现象为 _____。性质检测 I 和 II 分别说明过氧化脲具有的性质是 _____。
- (4) 下图为“溶液配制”的部分过程, 操作 a 应重复 3 次, 目的是 _____, 定容后还需要的操作为 _____。



- (5) “滴定分析”步骤中, 下列操作错误的是 _____ (填标号)。
 - A. KMnO_4 溶液置于酸式滴定管中
 - B. 用量筒量取 25.00mL 过氧化脲溶液
 - C. 滴定近终点时, 用洗瓶冲洗锥形瓶内壁
 - D. 锥形瓶内溶液变色后, 立即记录滴定管液面刻度
- (6) 以下操作导致氧化脲纯度测定结果偏低的是 _____ (填标号)。
 - A. 容量瓶中液面超过刻度线
 - B. 滴定管水洗后未用 KMnO_4 溶液润洗
 - C. 摇动锥形瓶时 KMnO_4 溶液滴到锥形瓶外
 - D. 滴定前滴定管尖嘴处有气泡, 滴定后气泡消失

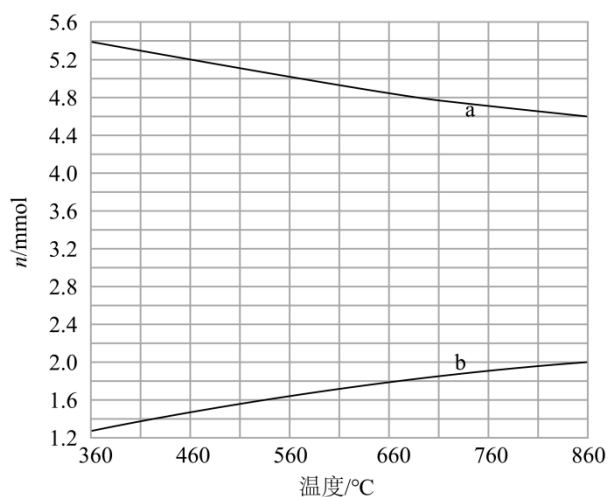
10. 甲烷转化为多碳化合物具有重要意义。一种将甲烷溴化再偶联为丙烯 (C_3H_6) 的研究所获得的部分数据如下。回答下列问题:

- (1) 已知如下热化学方程式:



计算反应 $3\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Br}_2(\text{g}) = \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 6\text{HBr}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) CH_4 与 Br_2 反应生成 CH_3Br ，部分 CH_3Br 会进一步溴化。将 8 mmol CH_4 和 8 mmol Br_2 通入密闭容器，平衡时， $n(\text{CH}_4)$ 、 $n(\text{CH}_3\text{Br})$ 与温度的关系见下图(假设反应后的含碳物质只有 CH_4 、 CH_3Br 和 CH_2Br_2)。

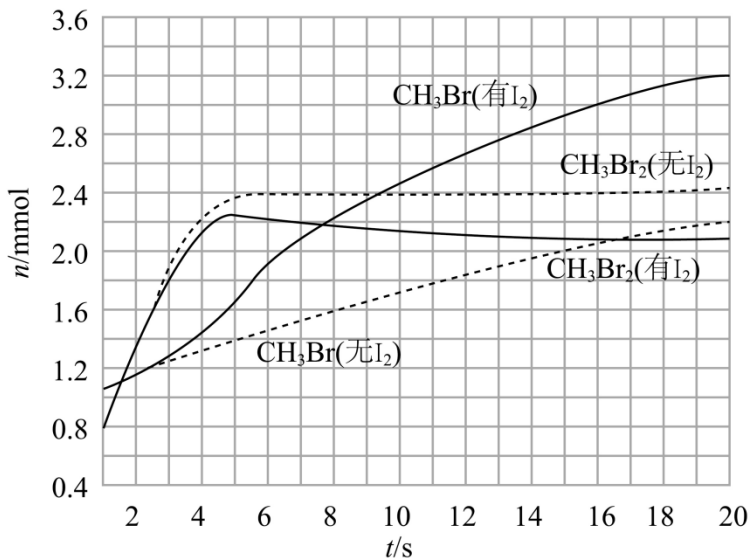


(i) 图中 CH_3Br 的曲线是 _____ (填“a”或“b”)。

(ii) 560°C 时， CH_4 的转化 $\alpha =$ _____， $n(\text{HBr}) =$ _____ mmol 。

(iii) 560°C 时，反应 $\text{CH}_3\text{Br}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) = \text{CH}_2\text{Br}_2(\text{g}) + \text{HBr}(\text{g})$ 的平衡常数 $K =$ _____。

(3) 少量 I_2 可提高生成 CH_3Br 的选择性。 500°C 时，分别在有 I_2 和无 I_2 的条件下，将 8 mmol CH_4 和 8 mmol Br_2 通入密闭容器，溴代甲烷的物质的量(n)随时间(t)的变化关系见下图。



(i) 在 11~19s 之间, 有 I_2 和无 I_2 时 CH_3Br 的生成速率之比 $\frac{v(\text{有}I_2)}{v(\text{无}I_2)} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(ii) 从图中找出 I_2 提高了 CH_3Br 选择性的证据: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(iii) 研究表明, I_2 参与反应的可能机理如下:

- ① $I_2(g) = \cdot I(g) + \cdot I(g)$
- ② $\cdot I(g) + CH_2Br_2(g) = IBr(g) + \cdot CH_2Br(g)$
- ③ $\cdot CH_2Br(g) + HBr(g) = CH_3Br(g) + \cdot Br(g)$
- ④ $\cdot Br(g) + CH_4(g) = HBr(g) + \cdot CH_3(g)$
- ⑤ $\cdot CH_3(g) + IBr(g) = CH_3Br(g) + \cdot I(g)$
- ⑥ $\cdot I(g) + \cdot I(g) = I_2(g)$

根据上述机理, 分析 I_2 提高 CH_3Br 选择性的原因: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

[化学—选修 3: 物质结构与性质]

11. IVA 族元素具有丰富的化学性质, 其化合物有着广泛的应用。回答下列问题:

(1) 该族元素基态原子核外未成对电子数为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 在与其他元素形成化合物时, 呈现的最高化合价为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) CaC_2 俗称电石, 该化合物中不存在的化学键类型为 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填标号)。

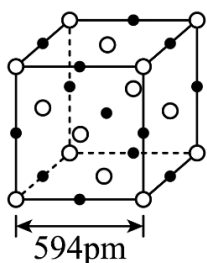
- a. 离子键 b. 极性共价键 c. 非极性共价键 d. 配位键

(3) 一种光刻胶薄膜成分为聚甲基硅烷 $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{---}[\text{Si}]_n\text{---} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$, 其中电负性最大的元素是____, 硅原子的杂化轨道类型为_____。

(4) 早在青铜器时代, 人类就认识了锡。锡的卤化物熔点数据如下表, 结合变化规律说明原因: _____。

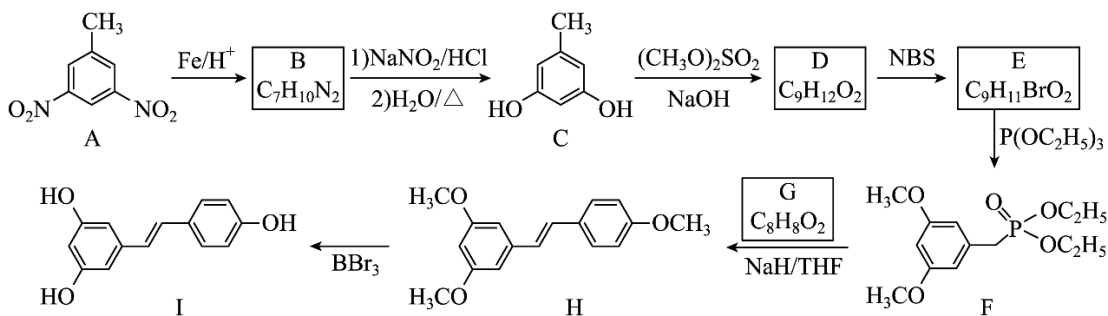
物质	SnF ₄	SnCl ₄	SnBr ₄	SnI ₄
熔点/°C	442	-34	29	143

(5) 结晶型 PbS 可作为放射性探测器元件材料, 其立方晶胞如图所示。其中 Pb 的配位数为____。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 则该晶体密度为____g·cm⁻³ (列出计算式)。



[化学—选修 5: 有机化学基础]

12. 白藜芦醇(化合物 I)具有抗肿瘤、抗氧化、消炎等功效。以下是某课题组合成化合物 I 的路线。



回答下列问题:

- (1) A 中的官能团名称为_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (4) 由 E 生成 F 的化学方程式为_____。
- (5) 已知 G 可以发生银镜反应, G 的化学名称为_____。
- (6) 选用一种鉴别 H 和 I 的试剂并描述实验现象_____。
- (7) I 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有_____种(不考虑立体异构)。

- ①含有手性碳(连有 4 个不同的原子或基团的碳为手性碳);
②含有两个苯环; ③含有两个酚羟基; ④可发生银镜反应。