

2023 年春季高中二年级期终质量评估

化学试题

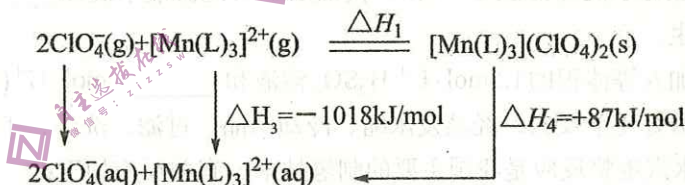
注意事项:

1. 本试卷分第I卷(选择题)和第II卷(非选择题)两部分, 考试时间 90 分钟, 总分 100 分。答题前, 务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡规定的位置上。
2. 答选择题时必须使用 2B 铅笔将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。
3. 答非选择题时, 必须使用 0.5 毫米黑色签字笔将答案书写在答题卡规定的位置上。
4. 所有题目必须在答题卡上作答, 在试题卷上答题无效。
5. 可能用到的相对原子量: H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 P 31 Cl 35.5 Cr 52

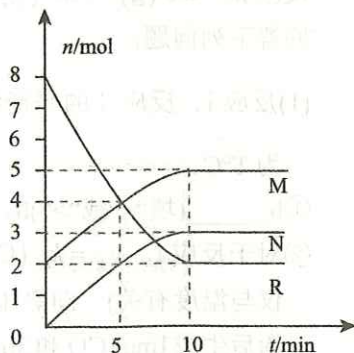
第I卷(选择题, 共 42 分)

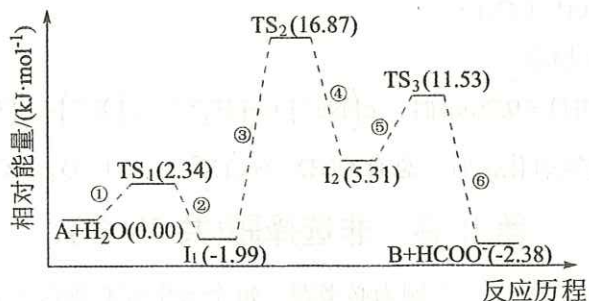
一、选择题(本题包括 14 小题, 每题 3 分, 共 42 分, 每小题只有一个选项符合题意)

1. 化学与生活、生产密切相关, 下列说法不正确的是
 - A. 生活中“卤水点豆腐”的原理是 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等离子使蛋白质胶体发生聚沉
 - B. 废电池要集中处理, 防止其中的重金属盐对土壤和水源造成污染
 - C. 石油裂解的主要目的是得到更多的乙烯、丙烯等气态短链烃
 - D. 用外加电流的阴极保护法防钢铁腐蚀, 需附加惰性电极作阴极
2. “世上无难事, 九天可揽月”, 我国的航空航天事业取得了举世瞩目的成就。碳酰肼类化合物 $[Mn(L)_3](ClO_4)_2$ 是种优良的含能材料, 可作为火箭推进剂的组分, 其相关反应的能量变化如图所示, 已知 $ClO_4^-(g) = ClO_4^-(aq) \Delta H_2 = -299 kJ/mol$, 则 ΔH_1 为

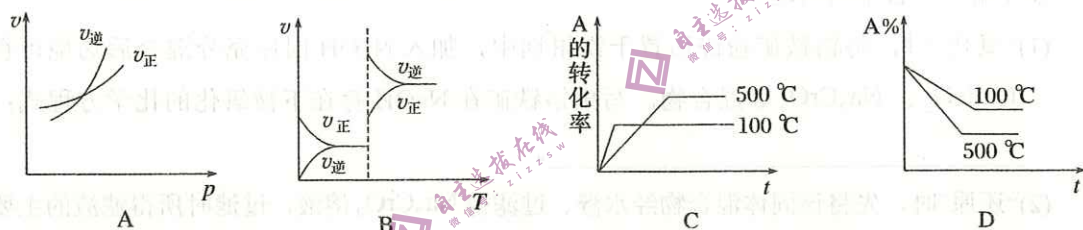


- A. $-1703 kJ/mol$
 - B. $-1529 kJ/mol$
 - C. $-1404 kJ/mol$
 - D. $-1230 kJ/mol$
3. 某温度下, 在容积为 2 L 的恒容密闭容器中, M、N、R 三种气态物质的物质的量随时间变化的曲线如图所示。下列说法正确的是
 - A. 该反应的化学方程式为 $6R(g) \rightleftharpoons 5M(g) + 3N(g)$
 - B. 平衡时, R 的转化率为 75%
 - C. 5min 时, M 的物质的量分数为 50%
 - D. 0~5min 内, $v(M) = 0.4 mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$
 4. 已知化合物 A 与 H_2O 在一定条件下反应生成化合物 B 与 $HCOO^-$, 其反应历程如图所示, 其中 TS 表示过渡态, I 表示中间体。下列说法正确的是





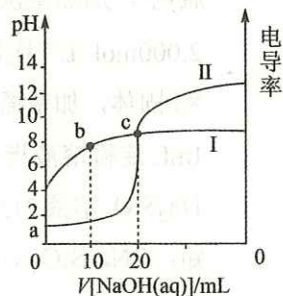
- A. 化合物 A 与 H_2O 之间的碰撞均为有效碰撞
 B. 平衡状态时, 升温使总反应逆向移动
 C. 该历程中的最大活化能 $E_{\text{正}}=16.87\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$
 D. 使用更高效的催化剂可降低反应所需的活化能和反应热
5. 对于可逆反应 $\text{A}(\text{g})+2\text{B}(\text{g})\rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ (正反应吸热), 下列图像正确的是



6. 下列实验能达到实验目的的是

编号	实验内容	实验目的
A	在 $2\text{mL } 0.10\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液中滴加 2 滴等浓度的 NaCl 溶液, 再加入 2 滴等浓度的 KI 溶液, 先产生白色 AgCl 沉淀, 后产生黄色 AgI 沉淀	验证 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$
B	向含有酚酞的 Na_2CO_3 溶液中加入少量 BaCl_2 固体, 有白色沉淀生成, 溶液红色变浅	证明纯碱溶液呈碱性是由 CO_3^{2-} 水解引起的
C	室温下, 用广泛 pH 试纸分别测定 NaClO 溶液和 CH_3COONa 溶液的酸碱性	验证酸性: $\text{HClO} < \text{CH}_3\text{COOH}$
D	测定相同浓度的 Na_2SO_3 溶液与 Na_2CO_3 溶液的 pH, 后者较大	验证非金属性: $\text{S} > \text{C}$

7. 常温下, 用 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴定 $20\text{ mL } 0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 丙酮酸(CH_3COCOOH)溶液, 滴定过程中 pH 及电导率随加入 NaOH 溶液的体积变化曲线如图。下列说法正确的是

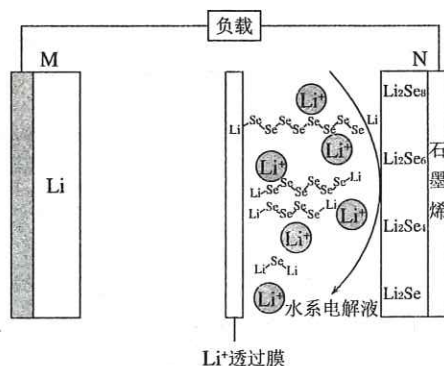
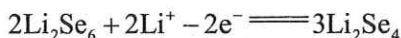


- A. 水的电离程度: $b > c$
 B. 曲线 II 为电导率曲线
 C. b 点溶液中: $2c(\text{OH}^-)+c(\text{CH}_3\text{COCOO}^-)=2c(\text{H}^+)+c(\text{CH}_3\text{COCOOH})$
 D. 若 $a=1.7$, ($10^{-1.7}=0.02$) 则 CH_3COCOOH 的电离常数 K_a 的数量级为 10^{-2}

8. 锂—硒电池因其较高的体积能量密度而具备广阔的应用前景。西北工业大学某科研团队设计的锂—硒电池模型如图所示：

下列叙述正确的是

- A. 左侧室可以选用 Li_2SO_4 溶液作电解质溶液
- B. 放电时， Li^+ 穿过 Li^+ 透过膜向左侧室迁移，维持电荷平衡
- C. 放电过程中若有 $1\text{mol Li}_2\text{Se}_8$ 完全转化为 Li_2Se ，则理论上外电路中转移 14mol e^-
- D. 充电过程中 N 极可能发生的反应有：

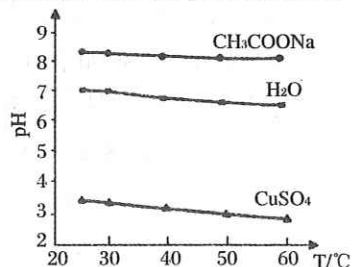


9. 下列离子方程式书写正确的是

- A. 向 NH_4HSO_4 溶液中滴入等物质的量的 NaOH 溶液： $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- B. 用铜片作电极，电解饱和食盐水： $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
- C. 用醋酸清洗水垢： $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 向 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 ： $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$

10. 实验测得 $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液、 $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液以及 H_2O 的 pH 随温度变化的曲线如图所示。下列说法正确的是

- A. 随温度升高，纯水中 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- B. 随温度升高， CH_3COONa 的溶液的 $c(\text{OH}^-)$ 减小
- C. 随温度升高， CuSO_4 的溶液的 pH 变化是 K_w 改变与水水解平衡移动共同作用的结果
- D. 随水温升高， CH_3COONa 溶液和 CuSO_4 溶液的 pH 均降低，是因为 CH_3COO^- 、 Cu^{2+} 水解平衡移动方向不同



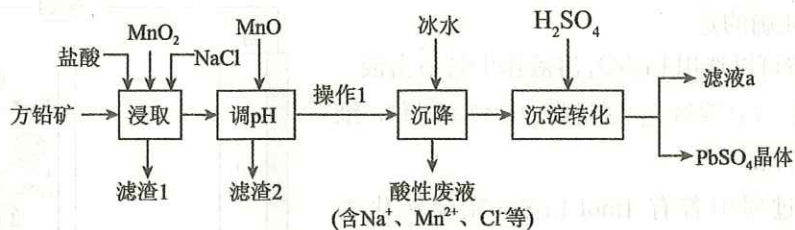
11. 某温度下，在 1L 恒容密闭容器中 2.0mol X 发生反应 $2\text{X}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Y}(\text{g}) + 2\text{Z}(\text{g})$ ，有关数据如下：

时间段/min	产物 Z 的平均生成速率/ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
0~2	0.20
0~4	0.15
0~6	0.10

下列说法错误的是

- A. 1min 时，Z 的浓度大于 $0.20\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- B. 2min 时，加入 0.20mol Z ，此时 $v_{\text{正}}(\text{Z}) < v_{\text{逆}}(\text{Z})$
- C. 3min 时，Y 的体积分数约为 33.3%
- D. 5min 时，X 的物质的量为 1.4mol

12. 工业生产中利用方铅矿(主要成分为 PbS , 含有 FeS_2 等杂质)制备 PbSO_4 晶体的工艺流程如图:



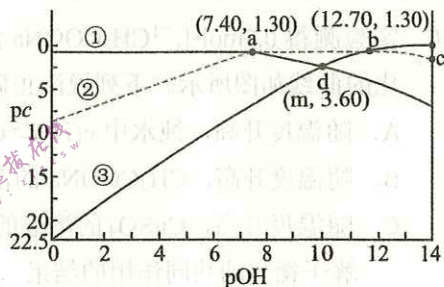
已知: $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$; $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5}$.

下列说法错误的是

- A. 浸取时发生的主要离子反应: $\text{MnO}_2 + \text{PbS} + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- = [\text{PbCl}_4]^{2-} + \text{S} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 B. “沉降”时加入冰水, 是为了减缓反应速率, 防止反应过快
 C. 由该工艺流程可知, $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$ 反应吸热

D. “沉淀转化”过程达平衡时, 溶液中 $\frac{c^2(\text{Cl}^-)}{c(\text{SO}_4^{2-})} = 1.6 \times 10^3$

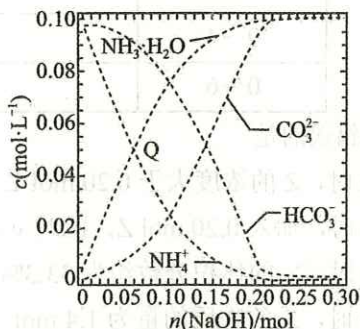
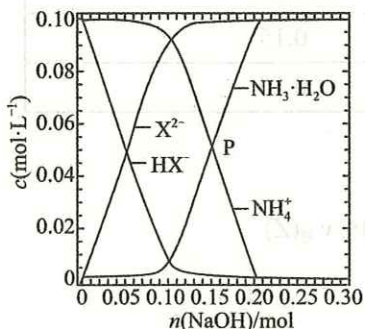
13. 常温下, 在含有 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 二元弱酸 H_3PO_3 的溶液中, 所有含磷元素的微粒 pc 随溶液的 $p\text{OH}$ 的变化关系如图所示。已知 $pc = -\lg c$, $p\text{OH} = -\lg c(\text{OH}^-)$, 下列有关说法中正确的是



- A. 曲线①代表 H_3PO_3
 B. Na_2HPO_3 溶液显碱性的原因是 HPO_3^{2-} 的水解程度大于电离
 C. H_3PO_3 的 $K_{\text{a}1} = 10^{-1.3}$

D. c 点对应的溶液中, $c(\text{H}^+) = c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + 2c(\text{HPO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-)$

14. 已知 H_2X 为二元可溶弱酸。25°C, 分别向 1L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4HX 溶液和 1L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4HCO_3 溶液中加 NaOH 固体(忽略溶液体积变化、溶液中存在 NH_3 和 NH_3 的逸出), 所得结果如下图, 下列说法不正确的是



- A. $K_{a2}(\text{H}_2\text{X}) > K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- B. P、Q 两点 pH 相等
- C. 当如图 $n(\text{NaOH}) = 0.2\text{mol}$ 时, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}_2\text{X}) > c(\text{X}^{2-}) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
- D. 加入相同量的氢氧化钠时, 总有 $C(\text{HX}^-) + C(\text{X}^{2-}) = C(\text{HCO}_3^-) + C(\text{CO}_3^{2-})$

第 II 卷 非选择题(共 58 分)

二、非选择题(共 58 分。第 15~17 题为必考题, 每个考生都必须作答。第 18~19 题为选考题, 考生根据情况选择作答。)

必做题(共 29 分)

15. (9 分) CrCl_3 是常用的媒染剂和催化剂。工业上用铬铁矿(主要成分为 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$) 经氧化、还原、调节溶液 pH 等步骤制取 CrCl_3 。已知: ① NaFeO_2 遇水强烈水解; ② $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 易水解。回答下列问题:

(1)“氧化”时, 将铬铁矿粉碎后置于铁坩埚中, 加入 NaOH 固体充分混合后灼烧可得 NaFeO_2 、 Na_2CrO_4 等混合物。写出铬铁矿在 NaOH 存在下被氧化的化学方程式:

_____。

(2)“还原”时, 先将该固体混合物经水浸、过滤得 Na_2CrO_4 溶液, 过滤时所得滤渣的主要成分是_____ (填化学式), 再向溶液中加入 CH_3OH 与稀盐酸。

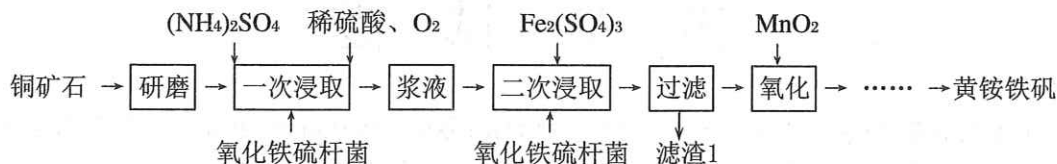
(3)向“还原”所得溶液中加入稀 NaOH 溶液调节 pH 使 Cr^{3+} 转化为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 沉淀, 将所得沉淀溶于盐酸中, 经_____ (填操作方法) 得 $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 固体, 再在_____ (填化学式) 的氛围中加热得 CrCl_3 样品。

(4)某同学利用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、 Na_2O_2 、 H_2SO_4 、 KI 等试剂测定 CrCl_3 样品 CrCl_3 质量分数。

①现需配制 $0.2500\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 100mL , 所需的玻璃仪器除烧杯、玻璃棒、胶头滴管外, 还需_____, 定容过程中若仰视刻度线, 会使所配溶液浓度_____ (填“偏高”或“偏低”)。

②称取 CrCl_3 样品 1.5000g , 配成 100mL 溶液, 移取 20.00mL 于碘量瓶(一种带塞的锥形瓶)中, 加热至沸腾后加入适量的 Na_2O_2 , 充分加热煮沸, 适当稀释, 然后加入过量 $2.000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 至溶液呈强酸性, 此时铬元素全部以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 存在, 再加入一定量 KI 固体, 加塞摇匀, 充分反应后铬元素完全转化为 Cr^{3+} , 于暗处静置 5min 后, 加入 1mL 淀粉溶液指示剂, 用 $0.2500\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定至终点, 消耗标准 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 21.00mL , 则样品中 CrCl_3 的质量分数为_____ % (保留一位小数)。(已知: $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$)

16. (9分)某科研小组以铜矿石(含 CuFeS_2 、 Cu_2S 和少量 SiO_2) 为原料, 采用微生物堆浸技术制备黄铵铁矾 $[\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$ 的实验流程如下:



已知:

①氧化铁硫杆菌可将 S 单质转化为 SO_4^{2-} 。

② Fe^{3+} 完全沉淀时 pH 为 3.7, Cu^{2+} 、 Mn^{2+} 开始沉淀时的 pH 分别为 5.4、8.3。

回答下列问题:

(1)“研磨”的目的是_____。

(2)“一次浸取”时需在低温下进行, 温度过高浸出率会下降, 写出两种可能的原因: _____。

(3)“二次浸取”时加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和氧化铁硫杆菌的目的是把 CuS 全部转化为可溶性的铜盐。检验加入的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中的 Fe^{3+} 是否完全被还原的实验操作是_____;
滤渣 1 的化学式为_____。

(4)“氧化”时发生反应的离子方程式为_____。

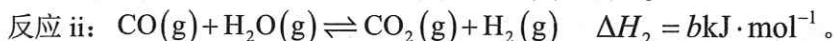
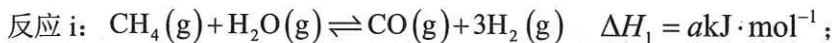
(5)黄铵铁矾的制备:

①将“氧化”后浆液过滤, 边搅拌边向滤液中滴加 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH 溶液, 调节溶液 pH 至 _____ (填数值范围)。

②过滤、用蒸馏水洗涤滤渣 2~3 次。向最后一次洗涤液中滴加 _____ (填试剂), 无沉淀产生。

③向滤渣中加入等体积的 $1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液和 _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液, 搅拌使其恰好完全反应。经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得黄铵铁矾。

17. (11分)甲烷水汽重整反应是我国主要的制氢技术, 有关反应如下:



回答下列问题:

(1)反应 i、反应 ii 的平衡常数分别为 $K_1 = 1.198 \times e^{\frac{-26830}{273+T}}$ 、 $K_2 = 1.767 \times e^{\frac{1000}{273+T}}$, 反应温度为 $T^\circ\text{C}$ 。

①b _____ (填“<”或“>”)0。

②对于反应 i, $v_{\text{正}} = k_{\text{正}}(\text{CH}_4) \cdot c(\text{H}_2\text{O})$, $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}}c(\text{CO}) \cdot c^3(\text{H}_2)$ ($k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数, 仅与温度有关)。向等压密闭容器中充入 2mol CH_4 、 $2\text{mol H}_2\text{O}$ 仅发生反应 i, 达到平衡后生成 1mol CO 和 3mol H_2 。下列说法不正确的是 _____ (填标号)。

线

封

密

- A. CO的体积分数保持不变能判断反应处于平衡状态
 B. 及时分离出CO, 有利于提高甲烷的转化率
 C. 1000°C时, $k_{正}$ 一定小于 $k_{逆}$
 D. 其他条件不变, 达平衡后再向容器中充入1mol CH₄, 1mol H₂O、1mol CO、3mol H₂, 则 $v_{正} > v_{逆}$

(2)一定温度下, 向恒容密闭反应器中通入CH₄和H₂O(g), 起始时CH₄和H₂O(g)的分压分别为1MPa、3MPa, 发生反应i和反应ii。反应进行 t_1 min时达到平衡状态, 此时CO、CO₂的分压分别为mMPa、nMPa。

①H₂(g)的平衡分压为_____MPa(用含m, n的代数式表示, 下同)。

②反应ii的 $K_p =$ _____ (用平衡时各物质的分压代替物质的量浓度)。

(3)复合载氧体可以氧化甲烷制取合成气(CO、

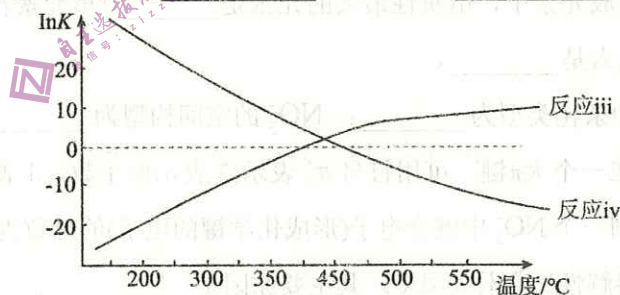
H₂), 如图为350°C时载氧体的质量与时间的关系[一定条件下有积碳反应发生, 反应iii:
 $2CO(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + C(s)$ 或反应iv:
 $CH_4(g) \rightleftharpoons C(s) + 2H_2(g)$]

①从开始到13min的时候, 曲线呈下降趋势的

原因主要是甲烷还原载氧体, 载氧体失去氧

而出现失重的情况; 反应在13~15min时, 出现了一个短暂的小平台, 其主要的原因是_____。

②已知 $\Delta G = -RT \ln K$, 反应iii和反应iv的 $\ln K$ 与温度的关系如图所示, 则350°C时, 主要发生的积碳反应是_____, 共理由是_____。

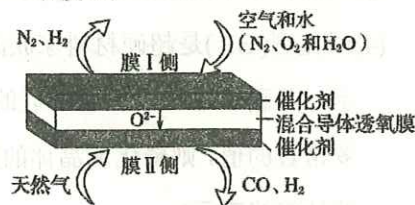
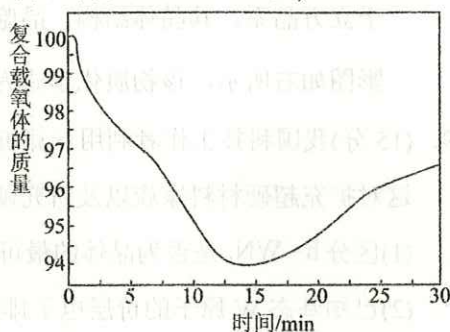


(4)在混合导体透氧膜反应器中只需一步就可同时制备氨合成气(N₂、H₂)和液体燃料合成气(CO、H₂), 其工作原理如图所示。

①膜I侧发生的反应为 $H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow + O^{2-}$ 、

_____。

②膜II侧相当于原电池的_____极, 膜II侧发生的反应为_____。



选做题(共 29 分)

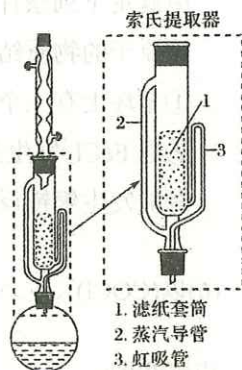
注意：以下的选修 5—有机化学基础和选修 3—物质结构与性质两组试题，考生只能从给出的 A 组(第 18、19 题)或 B 组(第 18、19 题)中任选一组，在答题卷指定区域作答，并用 2B 铅笔在答题卷中把所选的题组对应“□”涂黑。注意：所做的题目必须与所涂题组“□”一致。A 组和 B 组不得交叉答题。全部作答则只按照 A 组给分。

A 组 选择性必修 3—有机化学基础

18. (14 分)咖啡因是一种生物碱(易溶于水及乙醇，熔点 234.5 °C，100 °C 以上开始升华)，有兴奋大脑神经和利尿等作用。茶叶中含咖啡因约 1%~5%、单宁酸(K_a 约为 10^{-6} ，易溶于水及乙醇)约 3%~10%，还含有色素、纤维素等。实验室从茶叶中提取咖啡因的流程如图所示。



索氏提取装置如图所示。实验时烧瓶中溶剂受热蒸发，蒸汽沿蒸汽导管 2 上升至球形冷凝管，冷凝后滴入滤纸套筒 1 中，与茶叶末接触，进行萃取。萃取液液面达到虹吸管 3 顶端时，经虹吸管 3 返回烧瓶，从而实现茶叶末的连续萃取。



回答下列问题：

- (1) 实验时需将茶叶研细，放入滤纸套筒 1 中，研细的目的是_____。圆底烧瓶中加入 95% 乙醇为溶剂，加热前还要加几粒_____。

- (2) 提取过程不可选用明火直接加热，原因是_____。与常规的萃取相比，采用索氏提取器的优点是_____。

- (3) 提取液需经“蒸馏浓缩”除去大部分溶剂。与水相比，乙醇作为萃取剂的优点是_____。“蒸馏浓缩”需选用的仪器除了圆底烧瓶、蒸馏头、温度计、接收管之外，还有_____ (填标号)。

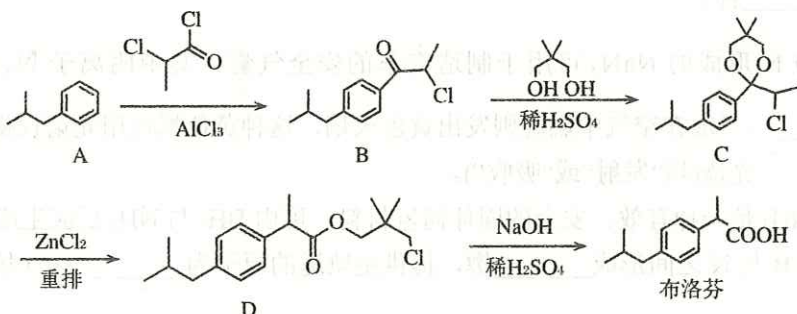
A. 直形冷凝管 B. 球形冷凝管 C. 接收瓶 D. 烧杯

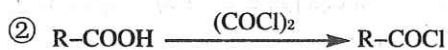
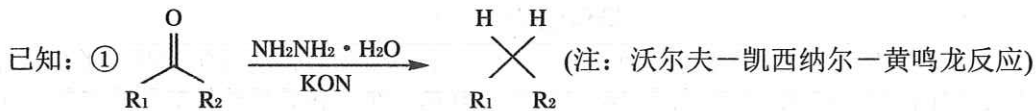
- (4) 浓缩液加生石灰的作用是中和_____和吸收_____。

- (5) 可采用如图所示的简易装置分离提纯咖啡因。将粉状物放入蒸发皿中并小火加热，咖啡因在扎有小孔的滤纸上凝结，该分离提纯方法的名称是_____。



19. (15 分)布洛芬是一种常用的 OTC 类非甾体抗炎镇痛药，我国生产布洛芬最常用的方法是芳基 1,2-转位重排法，其合成路线如下：





回答下列问题：

(1) D 分子的官能团为_____。

(2) A→B 的反应类型为_____，C 物质的分子式为_____。

(3) 经提纯可循环使用的副产物(有机物)是_____ (写结构简式)。

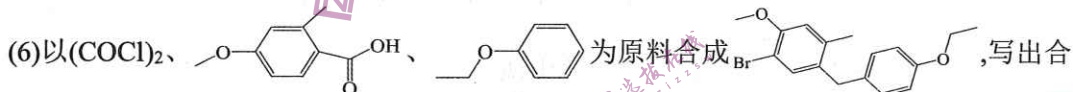
(4) 由 B→C 的反应方程式为_____。

(5) 物质 E 是布洛芬的同系物，其分子比布洛芬少三个碳原子。E 有多种同分异构体，其中满足下列条件的同分异构体共有_____种(不考虑立体异构)，写出分子中有一个手性碳原子的物质结构简式：_____ (写一个即可)。

① 苯环上有三个取代基

② 遇 FeCl_3 发生显色反应

③ 能发生银镜反应



成路线图：_____ (其他无机试剂任选)

B 组 选择性必修 2—物质结构与性质

18. (14 分) 近日，《自然-通讯》发表了我国复旦大学魏大程团队开发的一种共形六方氮化硼修饰技术，可直接在二氧化硅表面生长高质量六方氮化硼薄膜。

(1) 下列 B 原子的电子排布式的状态中，能量最高的是_____ (用字母表示)。

A. $1s^1 2s^2 2p_x^2$

B. $1s^2 2s^1 2p_x^2$

C. $1s^1 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$

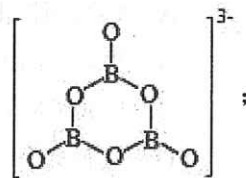
D. $1s^1 2s^1 2p_x^2 2p_y^1$

(2) 第二周期主族元素中，按第一电离能大小排序，第一电离能在 B 和 N 之间的元素有_____种。

(3) Na 与 N 形成的 NaN_3 可用于制造汽车的安全气囊，其中阴离子 N_3^- 的空间构型为_____，Na 在空气中燃烧则发出黄色火焰，这种黄色焰色用光谱仪摄取的光谱为_____光谱(填“发射”或“吸收”)。

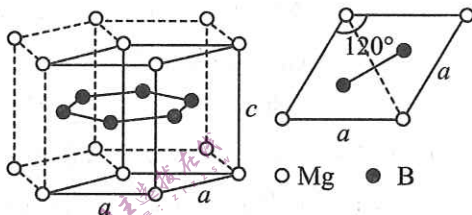
(4) $\text{BH}_3 \cdot \text{NH}_3$ 是一种有效、安全的固体储氢材料，可由 BH_3 与 NH_3 反应生成， $\text{BH}_3 \cdot \text{NH}_3$ 分子中 B 与 N 之间形成_____键，提供空轨道的原子为_____ (填元素符号)，

(5) $\text{BH}_3 \cdot \text{NH}_3$ 在催化剂作用可转化为 $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$, $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ 的结构如图所示:



在该反应中, B 原子的杂化轨道类型由 _____ 变为 _____。 $\text{BH}_3 \cdot \text{NH}_3$ 分子中, 与 N 原子相连的 H 呈正电性($\text{H}^{\delta+}$), 与 B 原子相连的 H 呈负电性($\text{H}^{\delta-}$), $\text{BH}_3 \cdot \text{NH}_3$ 分子中三种元素电负性由大到小的顺序是 _____。

(6) 一种硼镁化合物具有超导性能, 晶体结构属于立方晶系, 其晶体结构、晶胞沿 c 轴的投影图如右所示, 该物质化学式为 _____。



19. (15分) 我国科技工作者利用计算机技术, 预测了超硬钨氮化合物(h-WN_6)并进行合成, 这对扩充超硬材料家族以及研究硬度起源都有重要的科学意义。

(1) 区分 h-WN_6 是否为晶体的最可靠的科学方法为 _____。

(2) 已知基态 W 原子的价层电子排布式为 $5d^4 6s^2$, 则基态 W 原子核外最外层电子占据的能层符号是 _____; 与基态 Cr 原子相比, 基态 W 原子与基态 Cr 原子的未成对电子数之比为 _____。

(3) 常见的含氮微粒有 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 NH_4^+ 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_3 等。

① $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的组成元素中, 电负性最大的元素是 _____ (填元素符号, 下同); 第一电离能最大的元素是 _____。

② NH_4^+ 中心原子的杂化类型为 _____; NO_3^- 的空间构型为 _____。

③ 已知 NO_2 中存在一个大 π 键, 可用符号 π_3^4 表示(3 表示原子数, 4 表示参与形成大 π 键的 p 电子数), 则一个 NO_2 中键合电子(形成化学键的电子)的总数为 _____。

④ NH_3 在水中的溶解性比 PH_3 大很多, 其主要原因是 _____。

(4) 磷化硼(BP)是超硬材料家族的重要成员之一, 其晶胞结构如图所示, 若硼原子与磷原子最近的距离为 $a \text{ nm}$, 设 N_A 表示阿伏加德罗常数的值, 则磷化硼晶体的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含 a 、 N_A 的计算式表示)。

