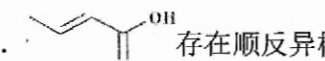


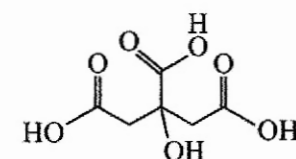
注意事项:

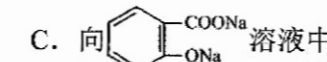
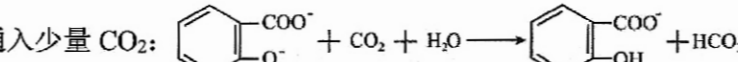
- 答题前,先将自己的姓名、准考证号、考场号、座位号填写在试卷和答题卡上,并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
- 选择题的作答:每小题选出答案后,用2B铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 非选择题的作答:用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
- 考试结束后,请将本试卷和答题卡一并上交。

可能用到的相对原子质量 H-1 N-14 B-11 O-16 Si-28 S-32 Fe-56 Zr-91
本卷涉及的实验均需专业人员在专业人士指导和安全得到充分保障的条件下完成。

一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45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。

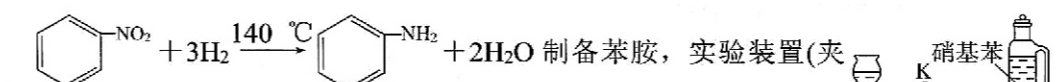
- 湖北是“千湖之省”、“鱼米之乡”,人杰地灵,物产丰富。下列说法错误的是
 - 科学家在梁子湖湖底种植水草帮助水体净化,是因为水草生长过程中可以吸收水体中的氮、磷等元素
 - 房县黄酒是国家地理标志产品,制作原料糯米的主要成分是天然高分子
 - 在宣城大虾烹饪过程中,虾壳会变红,是因为蛋白质发生了变性
 - 出土于钟祥郢靖王墓的“元青花四爱图梅瓶”,其主要成分是二氧化硅
- 下列对相应物质表述正确的是
 - 氮原子价电子的电子云轮廓图为哑铃形
 - FeS₂属于离子化合物,仅含离子键
 - 存在顺反异构
 - 环状结构的葡萄糖不具有还原性
- 柠檬酸常用作天然防腐剂和食品添加剂,也用于除水垢,其结构如图所示。下列说法错误的是
 - 柠檬酸的酸性强于碳酸
 - 可以利用淀粉经微生物发酵制取柠檬酸
 - 1mol柠檬酸最多可以消耗3molNa₂CO₃
 - 柠檬酸的核磁共振氢谱可显示6组峰

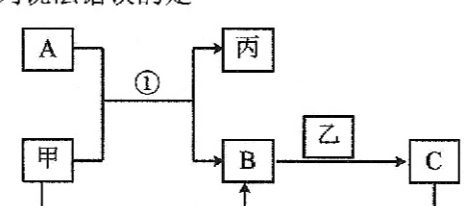
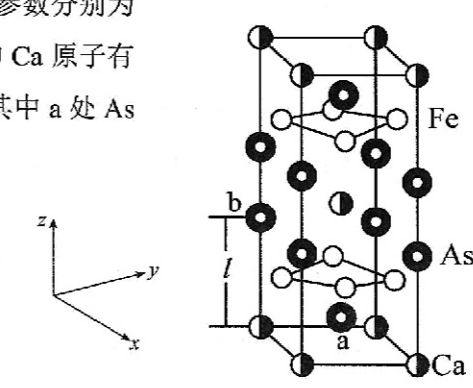
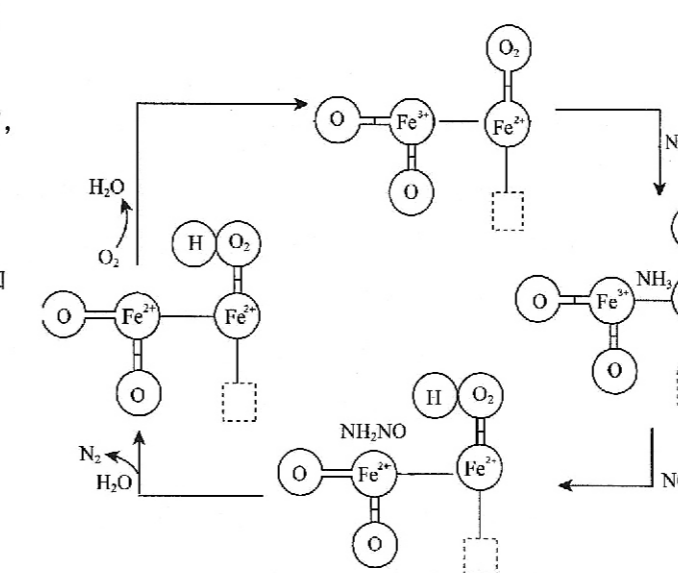
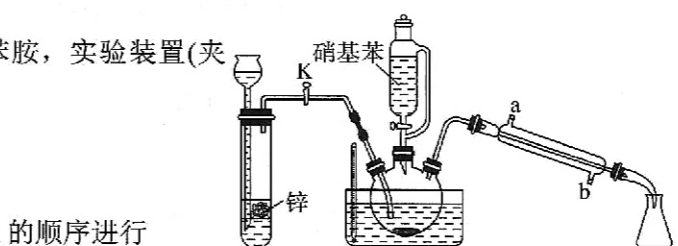


- 假设N_A为阿伏加德罗常数的值,下列说法正确的是
 - 1L0.1mol·L⁻¹K₂Cr₂O₇溶液中Cr₂O₇²⁻离子数为0.1N_A
 - 标准状况下,11.2L乙烷和丙烯的混合气体中所含σ键数目为3N_A
 - 铅蓄电池工作时,理论上电路中每转移2N_A个电子,正极增重64g
 - 常温下,5.6g铁与100mL1mol·L⁻¹的硝酸反应,铁失去的电子数为0.2N_A
- 下列反应的离子方程式书写错误的是
 - NaAlO₂溶液中加入足量Ca(HCO₃)₂溶液: AlO₂⁻+HCO₃⁻+H₂O=Al(OH)₃↓+CO₃²⁻
 - 少量I₂加入Na₂CO₃溶液中: 3I₂+6CO₃²⁻+3H₂O=IO₃⁻+5I⁻+6HCO₃⁻
 - 向溶液中通入少量CO₂: 
 - 向酸性KMnO₄溶液中滴加少量H₂O₂溶液: 2MnO₄⁻+5H₂O₂+6H⁺=2Mn²⁺+5O₂↑+8H₂O
- 下列有关物质的结构、性质与用途的说法正确的是
 - 低温石英结构中有顶角相连的硅氧四面体形成的螺旋上升的长链,具有手性,可以用作压电材料
 - 纳米晶体相对于通常的晶体常会呈现新的特性,是因为晶体内部微粒的排列方式发生了变化
 - 可燃冰的化学组成可以表示为CH₄·8H₂O,CH₄与H₂O形成了分子间氢键
 - 制造耐高温、耐腐蚀材料的元素一般在元素周期表的p区寻找
- 室温下,下列实验探究方案能达到探究目的的是

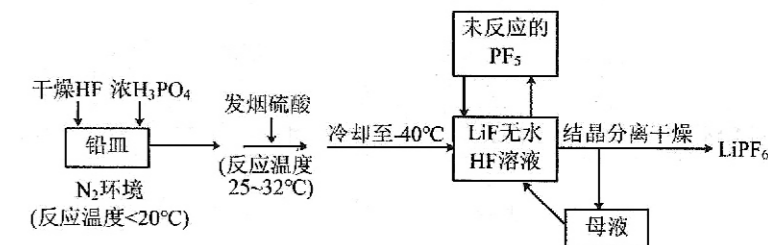
选项	探究方案	探究目的
A	取适量乙醇于试管中,加入一小块儿钠,观察是否有气泡生成	验证乙醇中含有水
B	将制备乙酸乙酯后剩余的反应液加入碳酸钠溶液中,观察是否有气泡产生	验证乙醇与乙酸生成乙酸乙酯的反应是可逆反应
C	向0.1mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液中加入适量NaCl固体并搅拌,观察溶液颜色是否由蓝色变为黄绿色	验证Cl ⁻ 与Cu ²⁺ 形成配位键的能力比H ₂ O强
D	用pH计测量醋酸、盐酸的pH,比较溶液pH大小	验证CH ₃ COOH是弱电解质

- 在分析化学上,测定含TiO₂⁺酸性溶液中钛元素的含量通常涉及两个反应:
 - 用Al粉还原TiO₂⁺得到Ti³⁺;
 - 用FeCl₃溶液滴定,相应的方程式为Ti³⁺+Fe³⁺+H₂O=TiO₂⁺+Fe²⁺+2H⁺。
 下列说法错误的是
 - 基态Ti³⁺的核外电子排布式为[Ar]3d¹
 - 反应I中氧化产物和还原产物的物质的量之比为1:3
 - 滴定实验时可选用K₃[Fe(CN)₆]溶液作指示剂
 - 实验前后溶液中n(H⁺)可能不变

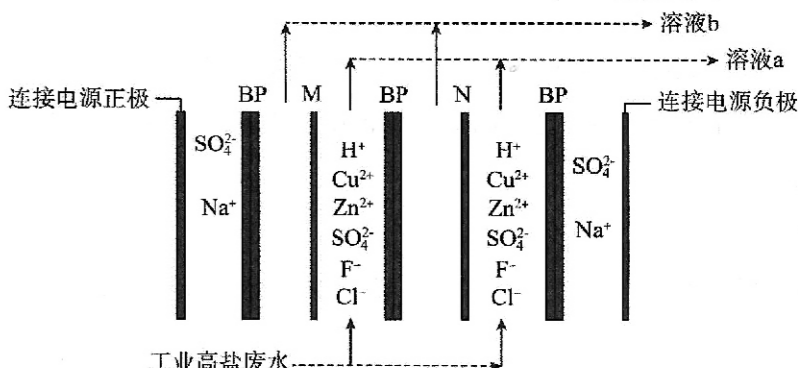
- 苯胺为无色油状液体,沸点184℃,易被氧化。实验室以硝基苯为原料通过反应:
 
 制备苯胺,实验装置(夹持及加热装置略)如图。下列说法正确的是
 - 长颈漏斗内的药品不能用盐酸
 - 实验时,可以按照通冷凝水→加热→打开K的顺序进行
 - 实验中采取水浴加热的方式可以更好的控制反应温度
 - 反应结束后,向锥形瓶中加入生石灰再蒸馏,可以获得较纯净的苯胺
- 某科研团队利用缺陷工程(贫氧环境焙烧)制备了含有大量氧缺陷的α-Fe₂O₃,该α-Fe₂O₃可参与如图所示的NO_x还原反应。下列说法不正确的是
 - α-Fe₂O₃可以降低NO_x还原反应的活化能
 - 图中总反应可以表示为4NH₃+6NO=5N₂+6H₂O
 - 整个流程中铁元素的化合价发生了变化
 - 该催化转化过程中,溶液的pH不宜过小
- 一种含Ca、As的铁基超导材料的晶胞结构如图所示,该晶胞的参数分别为m pm、m pm、n pm,Fe原子位于面上,体心的Ca原子和顶点的Ca原子有着相同的化学环境(化学环境受周围粒子的数目与距离的影响),其中a处As原子的坐标为(0.5, 0.5, 0.128)。下列说法正确的是
 - 与Ca原子距离最近且相等的As原子有4个
 - 晶胞中l=0.372n
 - 该超导材料化学式为Ca₂FeAs₂
 - 晶胞中As形成正十二面体
- 短周期主族元素W、X、Y、Z的原子序数依次增大,W、Z同主族,X原子的最外层电子数是Y原子最外层电子数的6倍。甲、乙、丙分别为W、X、Z的单质,A、B、C是由W、X、Z形成的二元化合物,上述物质的转化关系如图所示(反应条件略去)。下列说法错误的是
 - 同周期第一电离能大小介于Y、Z之间的元素共2种
 - X、Y、Z三种元素形成的一种化合物的水溶液可作防火剂
 - A、C中心原子杂化方式不同
 - 工业上生产Y的主要原料是Y₂X



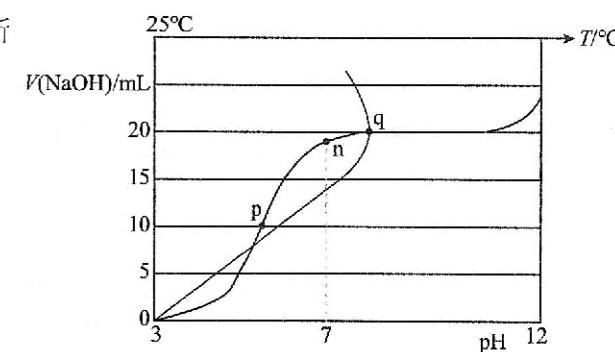
- 六氟磷酸锂(LiPF₆)是锂离子电池的一种关键材料。一种LiPF₆的制备方案如下图所示。
 - 6HF+H₃PO₄=HPF₆+4H₂O,HPF₆、LiPF₆性质不稳定易分解;
 - PF₅沸点为-84.6℃,极易发生水解。
 下列说法正确的是
 - N₂环境中,HF与H₃PO₄反应直接生成PF₅气体
 - 发烟硫酸(H₂S₂O₇)的主要作用是吸收铅皿中的水分
 - 整个流程中,两次用到的HF作用相同
 - PF₅可以不经冷却直接通入LiF的无水HF溶液中



- 某有色金属工业的高盐废水中主要含有H⁺、Cu²⁺、Zn²⁺、SO₄²⁻、F⁻和Cl⁻,利用如图电解装置可回收ZnSO₄、CuSO₄并尽可能除去F⁻和Cl⁻,其中M、N为离子交换膜,双极膜(BP)中间层的H₂O在直流电场作用下解离为H⁺和OH⁻,并分别向两极迁移。下列说法错误的是
 - BP膜中H⁺均向右侧溶液迁移,M膜为一价阴离子交换膜
 - 最终ZnSO₄、CuSO₄主要存在于溶液b中
 - 当阳极产生22.4L气体(标准状况)时,有4mol离子通过N膜
 - 电解过程中,高盐废水的pH不能过高

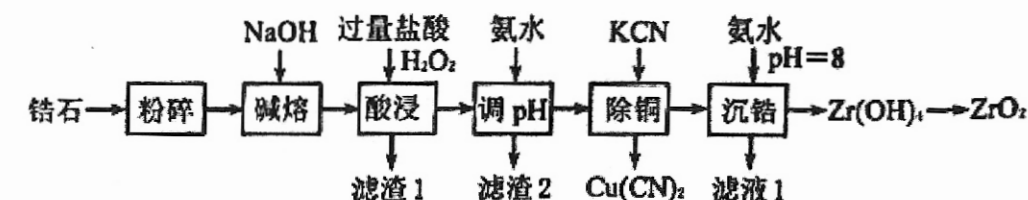


- 四氯金酸(HAuCl₄)可用于工业元件的镀金。常温时,用0.1mol·L⁻¹的NaOH溶液滴定20mL0.1mol·L⁻¹的HAuCl₄溶液,滴定过程中测得混合溶液的温度T、NaOH溶液体积V(NaOH)与pH的关系如图所示。下列叙述错误的是
 - 常温时,HAuCl₄的电离平衡常数约为10⁻⁵
 - n点溶液中,c(Na⁺)=c(AuCl₄⁻)
 - p、n、q三点对应的AuCl₄⁻水解平衡常数:K_a(p)<K_a(n)<K_a(q)
 - p点对应的溶液中,c(AuCl₄⁻)>c(HAuCl₄)



二、非选择题：本题共 4 小题，共 55 分。

16. (14 分) 科学家开发出一种形状记忆陶瓷，它的主要原材料是纳米级 ZrO_2 。用锆石(主要成分为 $ZrSiO_4$ ，含少量 FeO 、 Al_2O_3 和 CuO) 制备纳米级 ZrO_2 的流程设计如图：



已知：① $Cu(CN)_2$ 难溶于水， HCN 易挥发，氰化物有剧毒；

② 部分离子在此工艺条件下开始沉淀和完全沉淀时的 pH 如下表：

金属离子	Al^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	ZrO^{2+}
开始沉淀时	3.3	6.3	2.7	6.2
完全沉淀时	5.2	8.4	3.7	8.0

回答下列问题：

(1) 锆石“碱熔”时生成可溶于水的 Na_2ZrO_3 ，相应的化学方程式为_____。

(2) 理论上“酸浸”后的溶质主要是 $ZrCl_4$ ，实际溶质主要是 $ZrOCl_2$ ，原因是_____ (用化学方程式表示)。

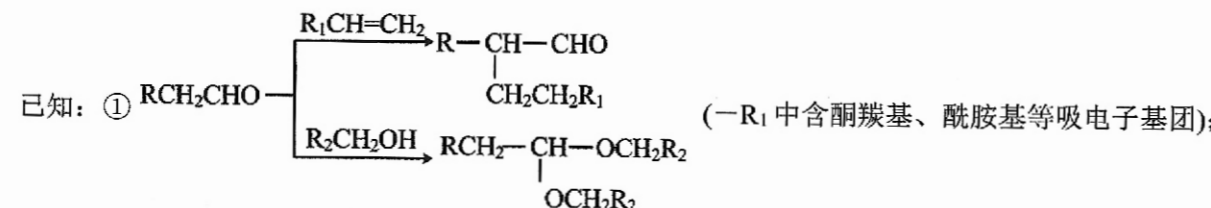
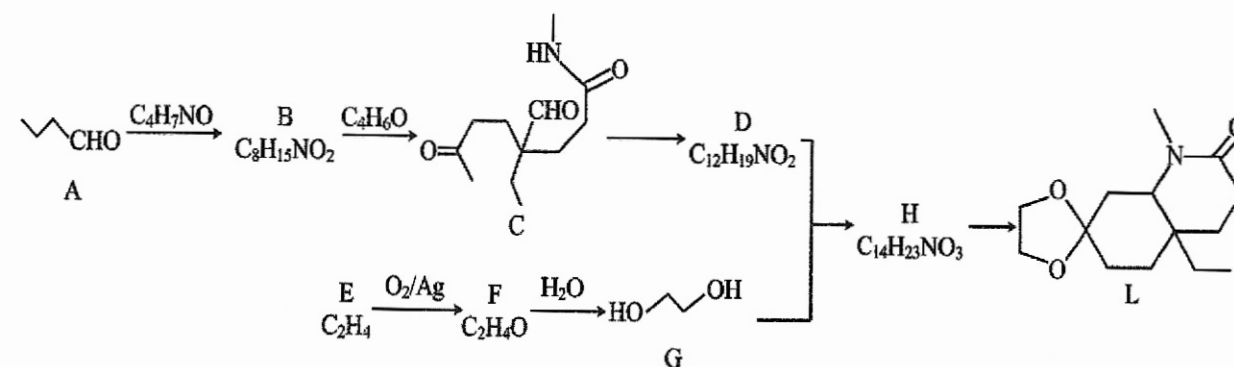
(3) 写出滤渣 1 的一种用途_____。

(4) 加氨水“调 pH”的范围是_____，若省略此操作，可能造成的影响有：① 无法去除 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 杂质；② _____；③ _____。

(5) 滤液 1 需要用双氧水处理之后才能排放，已知双氧水与氰化物反应能生成一种酸式盐和一种有刺激性气味的气体，写出相应的离子反应方程式_____。

(6) 若锆石中含有 $ZrSiO_4$ 的质量分数是 73.2%，在制备 ZrO_2 的过程中损失 10% 的锆元素，则 1t 锆石理论上能够制得 ZrO_2 的质量是_____ t。

17. (14 分) 化合物 L 是一种重要的有机合成中间体，某研究小组按下列路线合成：



② $A \rightarrow B$ 、 $B \rightarrow C$ 的反应类型相同；D 分子中只有一个六元环结构。

请回答：

(1) 化合物 C 所含的官能团名称包括醛基、_____。

(2) 化合物 F 的结构简式是_____，与传统上由 E 生成 F 的方法 (总反应可以表示为：

$E + Cl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow F + CaCl_2 + H_2O$) 相比，此处采用的方法最主要的优点是_____。

(3) $A \rightarrow B$ 的反应物 C_4H_7NO 的结构简式是_____。

(4) 下列说法正确的是_____。

A. 化合物 A 中所有原子可能共平面 B. $B \rightarrow C$ 的反应类型为加成反应

C. 化合物 L 可以发生水解反应 D. 化合物 E 常用于焊接金属

(5) 写出 $D + G \rightarrow H$ 的化学方程式_____。

(6) 写出两种同时符合下列条件的化合物 D 的同分异构体的结构简式_____、_____。

① IR 谱检测表明：分子中含一个苯环，无 O-H、O-C 键。

② ^1H-NMR 谱检测表明：分子中共有 4 种不同化学环境的氢原子。

18. (13 分) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 是合成其他含钴配合物的重要原料，实验室中可由 $CoCl_2$ 及其他原料制备。

已知：① $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ 比 Co^{2+} 更容易被氧化， $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ 对配体交换呈惰性；② Co^{2+} 在 $pH=9.4$ 时恰好完全沉淀为 $Co(OH)_2$ ；③ $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 在水中溶解度随温度升高而增大，加入浓盐酸后溶解度显著减小。

(一) $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 的制备步骤如下：

I. 在 100 mL 锥形瓶内加入 4.5g 研细的 $CoCl_2$ ，3g NH_4Cl 和 5 mL H_2O ，加热溶解后加入 0.3 g 活性炭做催化剂；

II. 冷却后，加入浓氨水混合均匀。控制温度在 $10^\circ C$ 以下并缓慢加入 10 mL H_2O_2 溶液。

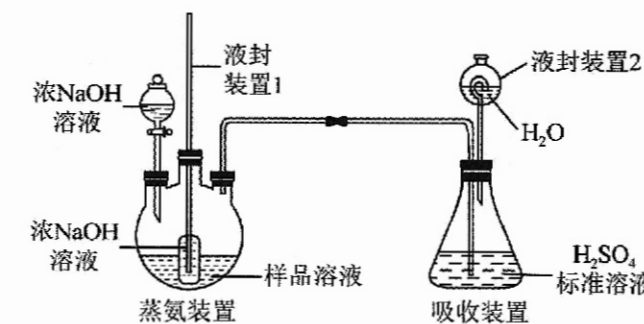
III. 在 $60^\circ C$ 下反应一段时间后，经过_____操作，再向液体中加入浓盐酸，经过滤、洗涤、干燥等操作，得到 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 晶体。

(1) 步骤 I 中研细 $CoCl_2$ 用到的仪器名称是_____。

(2) 在加入浓氨水前，需在步骤 I 中加入 NH_4Cl ，请结合平衡移动原理解释原因_____。

(3) 步骤 III 中的操作名称为_____，由 $CoCl_2$ 生成 $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ 溶液的总反应的化学方程式为_____。

(二) 用如图装置测定产品中 NH_3 的含量(部分装置已省略)：



I. 蒸氨：取 xg 产品加入过量浓 NaOH 溶液后，加热三颈烧瓶，蒸出的 NH_3 通入盛有 V_1 mL c_1 mol·L⁻¹ H_2SO_4 标准溶液的锥形瓶中。

II. 滴定：将液封装置 2 中的水倒入锥形瓶后，用 c_2 mol·L⁻¹ NaOH 标准溶液滴定剩余的 H_2SO_4 ，消耗 V_2 mL NaOH 溶液。

(4) 液封装置 2 的作用是_____。

(5) 产品中 NH_3 的质量分数为_____。若 NaOH 标准溶液在使用前敞口放置于空气中一段时间，测得 NH_3 的含量_____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

19. (14 分) 氢能是极具发展潜力的清洁能源，我国是世界上最大的制氢国。

(1) 氨气中氢含量高，某兴趣小组对此进行了研究。

① 查阅到相关数据： $H-H$ 键键能 436 kJ/mol、 $N \equiv N$ 键键能 946 kJ/mol、 $N-H$ 键键能 391 kJ/mol， $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 反应的活化能 $E_{a1} = 508$ kJ/mol。据此计算氨分解反应 $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ 的活化能 $E_{a2} =$ _____ kJ/mol。

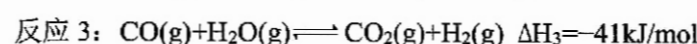
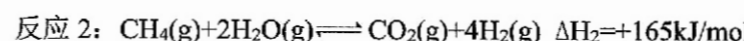
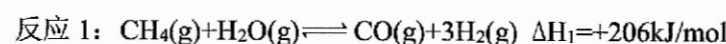
② 在一定温度和催化剂的条件下，将 0.1 mol NH_3 通入 2L 的密闭容器中发生上述氨解反应(容器内起始总压为 200 kPa)，10 min 平衡后测得 H_2 分压 120 kPa。计算在该温度下，反应的标准平衡常数

$K^\theta =$ _____。(已知：分压=总压×该组分的物质的量分数，对于反应 $dD(g) + cE(g) \rightleftharpoons gG(g) + hH(g)$ ，

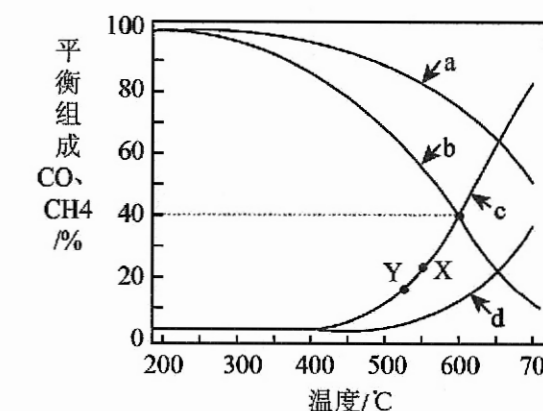
$$K^\theta = \frac{\left(\frac{p_G}{p^\theta}\right)^g \times \left(\frac{p_H}{p^\theta}\right)^h}{\left(\frac{p_D}{p^\theta}\right)^d \times \left(\frac{p_E}{p^\theta}\right)^c}$$

其中 $p^\theta = 100$ kPa， p_G 、 p_H 、 p_D 、 p_E 为各组分的平衡分压)

(2) 甲烷水蒸气重整制氢是目前工业制氢最为成熟的方法。主要发生下列反应：



① 一定温度下，向某密闭容器中充入 1 mol $CH_4(g)$ 和 3 mol $H_2O(g)$ ，分别在 1 MPa 和 5 MPa 下进行上述反应，测得容器中 CO 和 CH_4 的平衡含量随温度的变化如下图所示。



5 MPa 时，表示 CO 和 CH_4 平衡组成随温度变化关系的曲线分别是_____和_____。

② 下列说法正确的是_____。

- A. X 点比 Y 点高的主要原因是温度升高，反应 1 的速率加快
- B. 反应中水碳比 $n(H_2O)/n(CH_4)$ 越高， CH_4 的转化率越高，因此生产中一般适当提高水碳比
- C. 反应过程中可以向转化炉内通入空气或氧气，为甲烷的进一步转化提供能量
- D. 体积不变的情况下充入一定量的稀有气体，可以减小甲烷的分压，有利于提高氢气产率

(3) 氢的储存是一个至关重要的技术，已经成为氢能利用走向规模化的瓶颈。硼氢化钠 ($NaBH_4$) 是研究最广泛的储氢材料之一，向 $NaBH_4$ 水溶液中加入催化剂 Ru/NGR 后，能够迅速反应，生成偏硼酸钠 ($NaBO_2$) 和氢气。

① $NaBH_4$ 的电子式为_____。

② 用惰性电极电解 $NaBO_2$ 溶液可制得 $NaBH_4$ ，实现物质的循环使用，写出阴极电极反应式_____。

③ 某新型储氢材料的晶胞如下图，八面体中心为 A 离子，顶点均为 NH_3 分子；四面体中心为硼原子，顶点均为氢原子。已知该化合物的摩尔质量为 188 g/mol，写出 A 离子最可能的化学式_____。

