2025 北京海淀高三（上）期中

化　　学

2025. 11

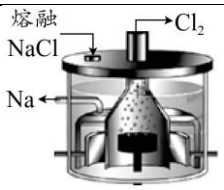
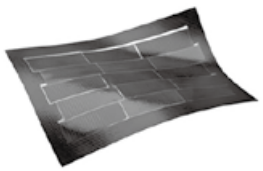
本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题纸上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题纸一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1　C 12　N 14　O 16　Fe 56　Cu 64

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．下列设备或用品工作时，将电能转化为化学能的是

A．碱性锌锰干电池	B．氯化钠电解槽	C．砷化镓太阳能电池	D．一次性暖手宝
			

2．下列化学用语或图示表达正确的是

A．中子数为 8 的碳原子：$_{6}^{8}C$　　B．CO_2 的电子式：O C O

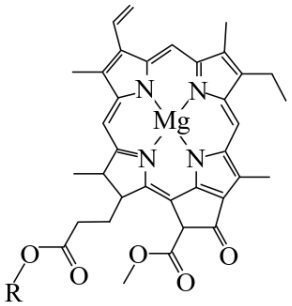
C．K^+ 的结构示意图：+19 2 8 8　　D．$2p_x$ 电子云图：*x*

3．下列事实不能用元素周期律解释的是

A．还原性：Mg＞Al　　B．沸点：H_2O＞HF

C．碱性：NaOH＞LiOH　　D．热稳定性：HCl＞HBr

4．叶绿素是 Mg^{2+} 和卟啉形成的一类配位化合物。某种叶绿素的结构如下图，下列关于该叶绿素的说法不正确的是



注：R 为 $C_{20}H_{39}$

A．含氧官能团有两种

B．所含元素第一电离能：N＞O

C．N 原子是配位原子

D．C 原子均为 sp^2 杂化

5．下列物质用途与其性质的对应关系不正确的是

选项	物质用途	物质性质
A	维生素 C 用作食品抗氧化剂	维生素 C 具有酸性
B	Na_2O_2 用作潜水艇中的供氧剂	Na_2O_2 与 CO_2、H_2O 反应均生成 O_2
C	熟石灰用于处理酸性废水	$Ca(OH)_2$ 能发生中和反应
D	小苏打用作烘焙面包的膨松剂	$NaHCO_3$ 受热或遇酸时生成 CO_2

6．用 N_A 代表阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A．1.8 g D_2O（重水）中所含质子的数目为 N_A

B．0.1 mol · L^{-1} 的 $AlCl_3$ 溶液中，Cl^- 的数目为 $0.3N_A$

C．4.6 g 乙醇中所含 C-H 键的数目为 $0.5N_A$

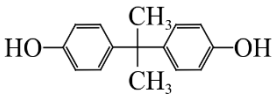
D．1 mol N_2 与 5 mol H_2 充分反应生成 NH_3 分子的数目为 $2N_A$

7．双酚 A 在工业生产中应用广泛，结构如下图。下列关于双酚 A 的说法不正确的是

A．是非极性分子

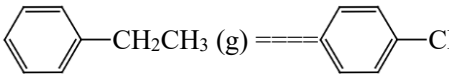
B．分子中不含手性碳原子 C．键的极性：O-H＞C-H

D．与 NaOH 反应产物的水溶性强于双酚 A 的



双酚 A

8．苯乙烯是重要的有机化工原料。工业上用乙苯直接脱氢制备苯乙烯，反应的热化学方程式为



$\Delta H = +124.4\ kJ \cdot mol^{-1}$

该反应的 $\Delta S>0$，实际生产时采用沸石银做催化剂、高温、常压及充入惰性气体的反应条件。

下列关于该反应的说法正确的是

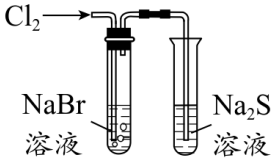
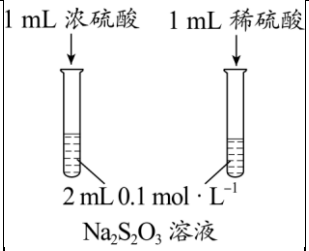
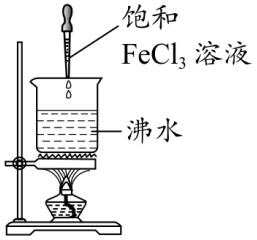
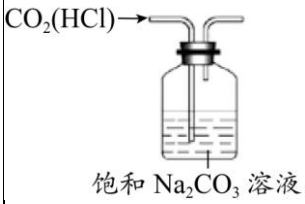
A．在任意温度下均能自发进行

B．断键吸收的总能量小于成键放出的总能量

C．使用催化剂可减小反应的焓变

D．恒压时充入惰性气体，有利于化学平衡向正反应方向移动

9．下列实验能达到对应目的的是

选项	A	B	C	D
实验				
目的	比较 Cl、Br、S 的非金属性强弱	探究浓度对反应速率的影响	制备 $Fe(OH)^3$ 胶体	除去 CO_2 中的 HCl 杂质

10．下列事实所对应的离子方程式正确的是

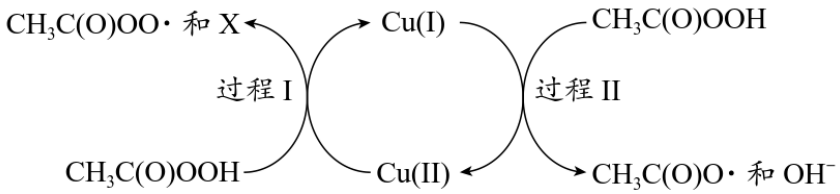
A．用 NaOH 溶液吸收少量 SO_2：$SO_2 + OH^- ===HSO^-_3$

B．用浓硝酸溶解银镜：$Ag + 2H^+ + NO_3^-$ $===Ag^+ + NO_2\uparrow + H_2O$

C．向 $Ca(ClO)_2$ 溶液中通入 CO_2：$2ClO^- + H_2O + CO_2 ===2HClO + CO^2_3^-$

D．向稀硫酸中滴加过量 $Ba(OH)_2$ 溶液：$H^+ + SO_4^{2-} + OH^- + Ba^{2+}=== BaSO_4\downarrow + H_2O$

11．过氧乙酸（$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-O-H$）是一种新型氧化剂，活化后可产生特殊的有机自由基，进而氧化降解水中的污染物。下图为纳米氧化铜催化活化过氧乙酸的过程。



注：化学式中的“·”表示自由基中的未成对电子。

下列说法正确的是

A．X 为 H·

B．过程 I、过程 II 均有过氧键的断裂

C．过程 II 还可能生成 HO·和 CH_3COO^-

D．溶液酸性越强，催化活化效果越好

12．ClO_2 是一种新型高效净水剂。用黄铁矿［主要成分是 FeS_2（二硫化亚铁）］、H_2SO_4 与 $NaClO_3$ 反应制备 ClO_2 的工艺流程如图 1。其他条件相同时，随黄铁矿过量率变化，ClO_2 产率及纯度 变化如图 2。

已知：黄铁矿过量率 =（$\frac{\text{实际投入的黄铁矿物质的量}}{\text{理论需要的黄铁矿物质的量}}$-1）×100%

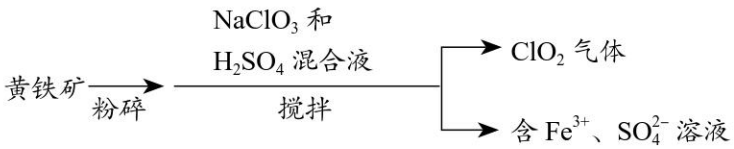


图 1

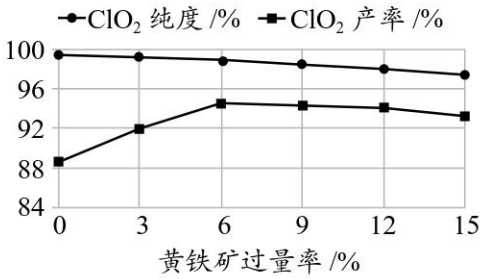


图 2

下列说法不正确的是

A．制备 ClO_2 的反应中，理论上消耗的 $n(FeS_2):n(NaClO_3) = 1:14$

B．黄铁矿过量率过高时，FeS_2 可能会还原生成的 ClO_2

C．制备时需要加入过量 H_2SO_4，防止生成 $Fe(OH)_3$ 覆盖黄铁矿

D．其他条件相同，将 H_2SO_4 换成相同 pH 的盐酸，会影响 ClO_2 的纯度或产率

13．用焦炭还原 NO 的反应为 $2NO(g) + C(s) \rightleftharpoons N_2(g) + CO_2(g)$。向容积均为 2 L 的甲、乙、丙三个 容器中分别加入 0.1 mol 焦炭和一定量 NO，恒温下测得各容器中 n(NO) 随反应时间的变化情况

如下表。

容器	温度 /°C	时间 / min				
		0	40	80	120	160
甲	T_1	4.00	3.00	2.20	1.60	1.60
乙	T_1	2.00	1.60	1.30	1.06	0.90
丙	T_2	4.00	2.90	2.00	2.00	2.00

注：n(NO) 的计量单位为 mmol。

下列说法正确的是

A．乙中 0～40 min 内平均反应速率 $v(N_2) = 0.005\ mmol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}$

B．T_1 时，反应的平衡常数值为 $\frac{9}{16}$

C．该反应为吸热反应

D．增加焦炭的量可提高 NO 的平衡转化率

14．实验小组用下表实验研究 Cu 与 $Fe(NO_3)_3$ 的反应。将 0.3 g Cu 与 10 mL 溶液 A 混合，振荡后 静置 30 min，观察现象。

	溶液 A	实验现象
①	0.6 mol · L^{-1} $Fe(NO_3)_3$ 溶液（未加酸，pH≈1）	溶液由黄色变为棕绿色，未见气泡产生
②	0.3 mol · L^{-1} $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液（未加酸，pH≈1）	溶液由黄色变为蓝绿色
③	HNO_3 和 $NaNO_3$ 混合溶液 ［pH≈1，$c(NO_3^-)$=1.8 mol · L^{-1}］	无明显变化

资料：$Fe^{2+} + NO \rightleftharpoons Fe(NO)^{2+}$，$Fe(NO)^{2+}$ 溶液呈棕色。

下列说法不正确的是

A．结合资料推测，①中 Fe^{3+} 和 NO_3^- 均体现了氧化性

B．②中发生反应的离子方程式为 $2Fe^{3+} + Cu ====2Fe^{2+} + Cu^{2+}$

C．由①③推测，①中直接还原 NO_3^- 的可能是 Fe(II)

D．由②③可知，Cu 还原 Fe^{3+} 反应的限度大于 Cu 还原 NO_3^- 反应的限度

第二部分

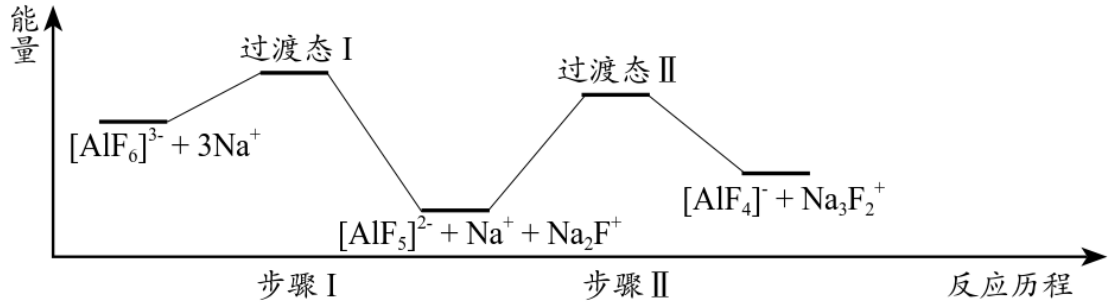
本部分共 5 题，共 58 分。

15．（11 分）冰晶石（Na_3AlF_6）是工业上电解铝的重要助熔剂，在高温条件下会分解成 NaF 和 AlF_3，影响其助熔效果。

（1）基态 Al 原子的价电子排布式为_____。

（2）AlF_3、$AlCl_3$ 的熔点分别为 1090°C 和 192.4°C，从微粒间相互作用的角度解释二者熔点相差较大的原因是_____。

（3）熔融态 Na_3AlF_6 受热分解的部分反应历程能量变化如下图。



① 图中，速率较慢的是步骤_____（填“I”或“II”）。

② 步骤 I、II 的总反应的 ΔH_____0（填“＞”“=”或“＜”）。

③ $[AlF_4]^-$ 的 VSEPR 模型为_____，中心离子的杂化方式为_____。

（4）图 1 为 Na_3AlF_6 的立方晶胞结构示意图，晶胞边长为 a pm，图 2 是晶胞的 $\frac{1}{8}$ 局部结构。

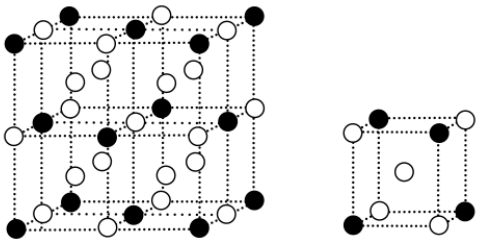


图 1　　图 2

① 表示 $[AlF_6]^{3-}$ 的是__（填“白球”或“黑球”）。

② 图 2 所示结构不能作为 Na_3AlF_6 的晶胞，原因是_____。

③ 已知：Na_3AlF_6 的摩尔质量为 M g·mol^{-1}，阿伏加德罗常数的值为 N_A，该晶体的密度为_____g·cm^{-3}。（1 pm = 10^{-10} cm）

16.（12 分）氮循环是地球生命的基石，工业革命以来，人类活动对氮循环产生了显著影响。

（1）NH_3 是氮循环中的关键物质，在生产中应用广泛。下列说法正确的是_____（填序号）。

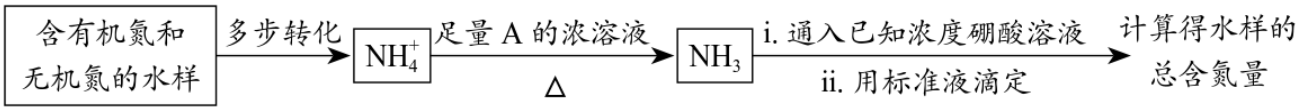
a．氨的催化氧化法制硝酸，利用了 NH_3 的氧化性

b．NH_3 与硝酸反应制高效氮肥，因为 NH_3 具有还原性

c．用 NH_3、CO_2、饱和食盐水制纯碱，利用了 NH_3 极易溶于水且溶液呈碱性

d．用氨水和 $CuSO_4$ 溶液制 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$，因为 NH_3 可作配体

（2）环境中总含氮量的监测对维持氮循环体系稳定运行有重要意义。水样中总含氮量的一 种检测方法如下图。图中，“多步转化”含有机氮的氨化和无机氮（NO_2^-、NO_3^-）的还原等。



① NH^+_4 转化为 NH_3 时，发生反应的离子方程式为_____。

② 已知硼酸（H_3BO_3）的结构简式为 $\begin{matrix}HO-B-OH\\ \quad\ |\\ \quad OH\end{matrix}$ i 中，NH3 与 H3BO3 以物质的量之比 1:1 反应，两种分子通过配位键结合，二者能形成配位键的原因是_____。

③“多步转化”前需去除 Cl^-，否则会影响总含氮量的测定结果。下列试剂可用于去除水 样中 Cl^- 的是_____（填序号）。

a．$AgNO_3$ 溶液　b．Ag_2SO_4 溶液　c．银氨溶液

（3）利用微生物处理氨氮废水（N 元素主要以 NH_4^+ 形式存在）具有高效、节能等优点。下列是三种利用微生物处理氨氮废水的方法。

I. 传统硝化 - 反硝化法 $NH_4^+ \xrightarrow{O_2} 2\ NO_2^- \xrightarrow{O_2} 2\ NO_3^- \xrightarrow{CH_3ON} N_2$

II. 短程硝化 - 反硝化法 $NH_4^+ \xrightarrow{O_2} NO_2^- \xrightarrow{CH_3ON} N_2$

III. 短程硝化 - 厌氧氨氧化法 $NH_4^+ \xrightarrow{O_2} NO_2^- \xrightarrow{NH_4^+} N_2$

（注：每步转化中均需特定反应条件和适宜菌群，I、II 中 CH_3OH 均转化为 CO_2）

① I 中，酸性条件下 CH_3OH 和 NO^-_3 反应的离子方程式为_____。

② II 相较于 I 所具备的主要优点是_____（写出两条）。

③ III 中，将 1 mol NH^+_4 全部转化为 N_2，理论上需要 O_2_____mol。

17.（9 分）乙烯产量是衡量一个国家石油化工生产水平的标志，通过乙烷氧化脱氢生产乙烯的工艺受到广泛关注。

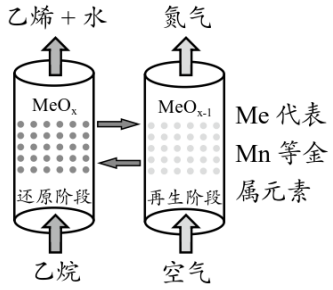
已知：乙烯选择性 $= \dfrac{n(\text{生成乙烯所用的乙烷})}{n(\text{转化的乙烷})} \times 100\%$

乙烯产率 $= \dfrac{n(\text{生成乙烯所用的乙烷})}{n(\text{起始投入的乙烷})} \times 100\%$

I．乙烷化学链氧化脱氢法（CL-ODH）的反应过程如下图。图中，金属氧化物是载氧体，还原阶段、再生阶段为循环反应。

（1）乙烷 CL-ODH 总反应的化学方程式为_____。

（2）锰基载氧体（Me 为 Mn）成本低，但由于其所载的氧活性过高，会导致乙烯的选择性下降，原因是_____。



（3）在锰基载氧体中掺杂适量 SiO_2 能有效降低其氧活性，这与 SiO_2 优异的热稳定性有关，SiO_2 的晶体类型是_____。

II．乙烷的二氧化碳氧化脱氢（CO_2-ODH）中，C_2H_6 和 CO_2 在催化剂作用下主要发生反应 i，还可能发生反应 ii～v，相应热化学方程式如下。

i．$C_2H_6(g) + CO_2(g) ==== C_2H_4(g) + CO(g) + H_2O(g)$　　ΔH_1

ii．$C_2H_6(g) ==== C_2H_4(g) + H_2(g)$　　$\Delta H_2 = +136.5\ kJ\cdot mol^{-1}$

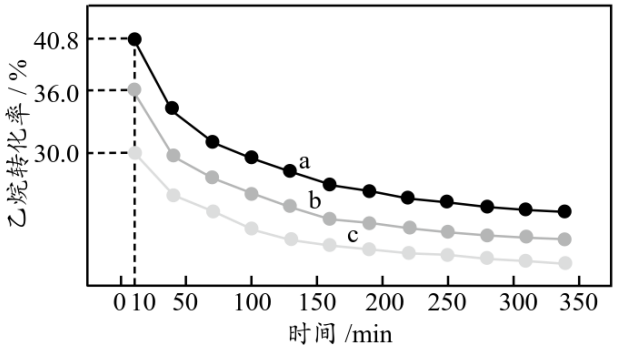
iii．$CO_2(g) + H_2(g) ==== CO(g) + H_2O(g)$　　$\Delta H_3 = +41.2\ kJ\cdot mol^{-1}$

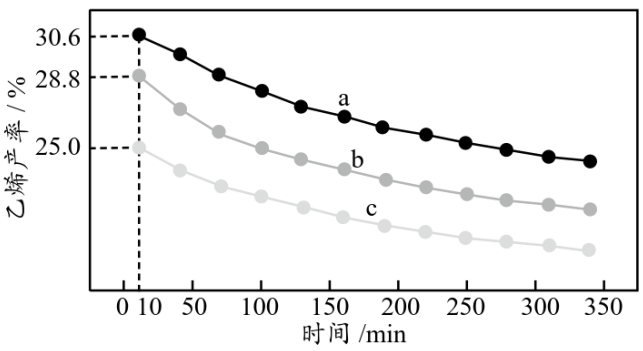
iv．$C_2H_6(g) + 2CO_2(g) ==== 4CO(g) + 3H_2(g)$　　$\Delta H_4 = +428.9\ kJ\cdot mol^{-1}$

v．$C_2H_6(g) ==== 2C(s) + 3H_2(g)$　　$\Delta H_5 = +84.7\ kJ\cdot mol^{-1}$

（4）反应 i 的 ΔH_1 = _____$kJ\cdot mol^{-1}$。

（5）将总物质的量一定的 CO_2、C_2H_6 混合气体通过含催化剂的恒温恒容反应器，测得不同进 气比 $[n(CO_2)/n(C_2H_6)]$ 时，乙烷转化率、乙烯产率随时间的变化情况如下图。



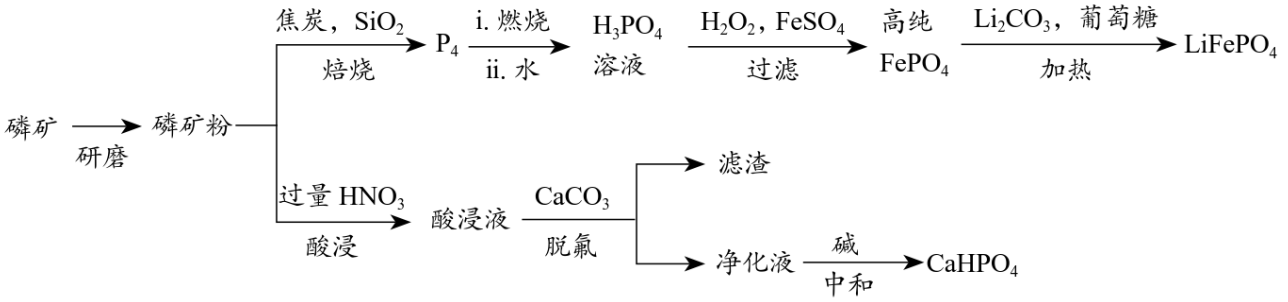


① 图中 a、b、c 三条曲线对应的进气比为 3∶1、1∶1 或 1∶3，进气比为 3∶1 的曲线是_____（填“a”“b”或“c”）。

② 反应 10 min 时，曲线 c 所对应的乙烯选择性 =_____。

③ 实际生产中，进气比不宜过高或过低，结合反应解释原因是_____。

18.（13 分）磷矿可用于制备各种应用广泛的含磷化学品。一种利用磷矿制备电池级 $LiFePO_4$ 和 饲料级 $CaHPO_4$ 的工艺流程如下图。



已知：① 磷矿含 $Ca_5(PO_4)_3F$、Fe_2O_3、Al_2O_3、MgO 等。

② 酸浸液中，Fe^{3+}、Al^{3+}、Mg^{2+} 开始生成相应氢氧化物的 pH 均大于 2。

③ F^- 是常用的配体。

（1）上述工艺流程中，有利于加快反应速率的措施有_____（任写一条）。

（2）焙烧时，发生主要反应的化学方程式如下，请将其补充完整。

4 $Ca_5(PO_4)_3F$ + □_____ + 30 C ==== 3 P_4 + 2 CaF_2 + □_____ + 18 $CaSiO_3$

（3）下列物质在制备 $LiFePO_4$ 的流程中，表现了还原性的有_____（填序号）。

a．P_4　b．H_2O_2　c．$FeSO_4$　d．葡萄糖

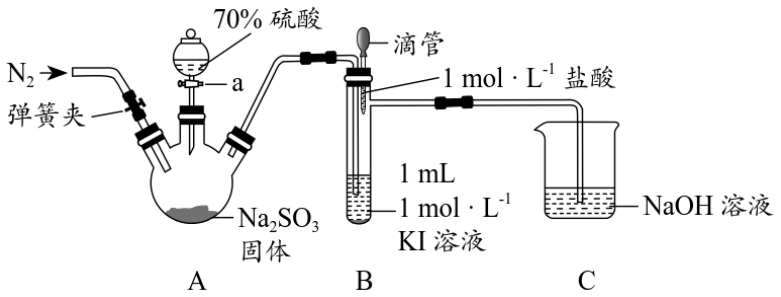
（4）酸浸时，$Ca_5(PO_4)_3F$ 转化为 H_3PO_4、HF 等，反应的化学方程式为_____。

（5）脱氟（将溶液中的 HF 转化为 CaF_2 沉淀）时，酸浸液 pH 始终小于 2。测得氟的脱除率 随溶液中 $c(Fe^{3+})$ 浓度增大而下降，可能的原因是_____。

（6）中和时，若加入适量 $Ca(OH)_2$ 溶液，净化液中的 H_3PO_4、$H_2PO^-_4$ 全部转化为 $CaHPO_4$ 沉 淀。$H_2PO_4^-$ 转化为 $CaHPO_4$ 沉淀的反应的离子方程式为_____。

（7）测定 $LiFePO_4$ 中杂质 Fe^{3+} 的质量分数。取 a g 样品，经酸溶后分为 2 等份。一份先用适 量 $SnCl_2$、$TiCl_3$ 将 Fe^{3+} 恰好还原为 Fe^{2+}，再用 c mol·L^{-1} 的标准 $K_2Cr_2O_7$ 溶液滴定至终 点（$Cr_2O_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+}），消耗 V_1 mL 标准液。另一份直接用同浓度标准 $K_2Cr_2O_7$ 溶液 滴定至终点，消耗 V_2 mL 标准液。样品中杂质 Fe^{3+} 的质量分数为_____。

19.（13 分）实验小组制备 SO_2 并探究其遇酸性 KI 溶液后的变化。

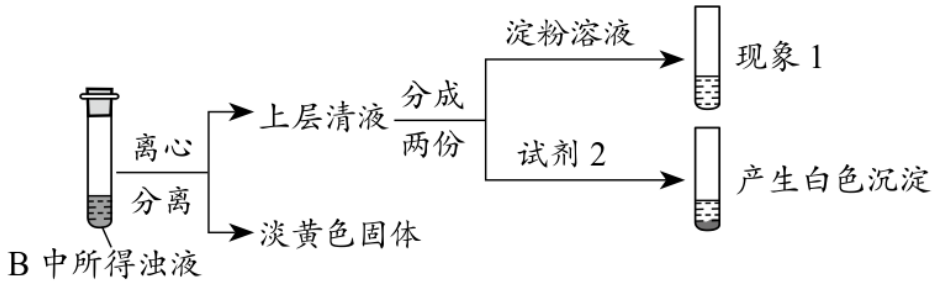


【实验 1】通 N_2 一段时间后，关闭弹簧夹，向 B 的试管中滴入 1 mL 1 mol · L^{-1} 盐酸，打开活 塞 a 加入适量硫酸，B 中溶液迅速变黄，静置一段时间，溶液中出现浑浊。

（1）实验开始时通 N_2 的目的是_____。

（2）A 中制备 SO_2 反应的化学方程式为_____。

【实验 2】推测 B 中可能发生氧化还原反应生成 I_2 和 S，设计如下实验进行验证。



（3）实验 2 证明 B 中未生成 I_2，而是生成了 S 和 SO_4^{2-}。① 现象 1 和试剂 2 分别是_____、_____。

② 推断 SO_2 在该条件下发生了歧化反应，反应的离子方程式为_____。

【实验 3】改变实验 1 中 B 的试剂，重复实验 1 的操作，探究 KI 和盐酸在 SO_2 歧化反应中的作用。

实验	试管中的溶液（1 mL）	滴管中的溶液（1 mL）	B 中现象
3-1	蒸馏水	蒸馏水	无明显现象
3-2	蒸馏水	1mol·L^{-1} 盐酸	
3-3	-1 KI 溶 液 +2 滴 淀粉溶液	蒸馏水	溶液迅速变黄，始终未变蓝， 出现浑浊较实验 1 慢

（4）由实验 3 可得到的结论是_____。

（5）查阅资料：

a．在 I^- 的作用下，SO_2 的歧化反应分两步：i. I^- 与 SO_2 反应生成 I_2 和 S；ii. 生成的 I_2 再 与 SO_2 反应生成 I^- 和 $SO^2{}_4^-$。

b．I^- 结合 SO_2 形成了黄色的中间产物，有利于 i 中的电子转移，I^- 的结合能力与其离子半径密切相关。

① ii 中发生反应的离子方程式为_____。

② 实验 3-3 中始终未检测出 I_2，可推断反应速率：i_____ii（填“＞”或“＜”）。

③ Cl 与 I 同主族，但实验 3-2 表明 Cl^- 无法起到 I^- 的作用，原因可能是_____（写 2 条）。

参考答案

第一部分（共 14 题，每小题 3 分，共 42 分）

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

第二部分（共 5 题，共 58 分）

15.（11 分）

（1） $3s^2 3p^1$

（2） AlF_3 熔化时破坏的是离子键，$AlCl_3$ 熔化时主要破坏分子间作用力，离子键比分子间作用力更强，因此 AlF_3 熔点远高于 $AlCl_3$

（3） ① II

② ＜

③ 正四面体　　sp^3

（4） ① 黑球

② 图 2 所示小立方体平移后无法完全重合（或不能无隙并置）

③ $\frac{4M}{N_A \cdot a^3 \times 10^{-30}}$

16.（12 分）

（1）cd

（2）① $NH_4^+ + OH^- \xlongequal{\triangle} NH_3\uparrow + H_2O$

② H_3BO_3 中 B 原子提供空轨道，NH_3 中 N 原子提供孤电子对

③ b

（3）① $6H^+ + 5CH_3OH + 6NO_3^- \xlongequal{\text{一定条件}} 3N_2 + 5CO_2 + 13H_2O$

② II 反应步骤少；消耗 O_2 和 CH_3OH 的量较少

③ 0.75

17.（9 分）

（1） $2C_2H_6 + O_2 \xlongequal{MeOx} 2C_2H_4 + 2H_2O$

（2）锰基载氧体的氧活性过高，氧化性强，可能将乙烷（或乙烯）氧化为其他产物如 CO、CO_2 等

（3）共价晶体

（4）+177.7 $kJ \cdot mol^{-1}$

（5）① a

② 83.3%

③ 进气比 3:1 时乙烯选择性小，CO_2 比例大，对反应 iv 的促进作用大于对反应 i 的促进；进气比 1：3 时，反应 v 发生使得乙烯产率小

18.（13 分）

（1）研磨、焙烧、加热、提高 HNO_3 的浓度

（2）$4Ca_5(PO_4)_3F + \underline{18SiO_2} + 30C \xlongequal{} 3P_4 + 2CaF_2 + \underline{30CO} + 18CaSiO_3$

（3）acd

（4）$Ca_5(PO_4)_3F + 10HNO_3 \xlongequal{} 3H_3PO_4 + HF + 5Ca(NO_3)_2$

（5）随溶液中的 Fe^{3+} 浓度增大，Fe^{3+} 与 F^- 结合生成较稳定的配离子，消耗 F^-，Ca^{2+} 难与 F^- 形成沉淀

（6）$H_2PO_4^- + OH^- + Ca^{2+} \xlongequal{} CaHPO_4\downarrow + H_2O$

（7）$2[56\times 6c(V_1-V_2)\times 10^{-3}]/a$

19.（13 分）

（1）排除 O_2 对 KI 与 SO_2 反应的干扰

（2）$Na_2SO_3 + H_2SO_4 \xlongequal{} Na_2SO_4 + SO_2\uparrow + H_2O$

（3）① 溶液未变蓝　　$BaCl_2$ 溶液

② $3SO_2 + 2H_2O \xlongequal{\text{一定条件}} 2SO_4^{2-} + S\downarrow + 4H^+$

（4）KI能促进SO_2发生歧化反应，只加盐酸时SO_2的歧化反应难以发生，盐酸和KI同时存在可以加快歧化反应

（5）① $I_2 + SO_2 + 2H_2O \xlongequal{} 2I^- + SO_4^{2-} + 4H^+$

② ＜

③ 相同浓度的 Cl^- 还原性弱于 I^-，反应 i 难以发生；Cl^- 的离子半径小于 I^-，结合能力弱，不易形成中间产物