2023 北京石景山高三（上）期末

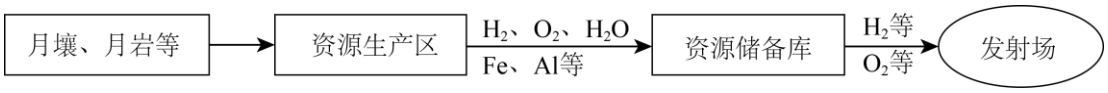
化　　学

可能用到的相对原子质量：H 1　Li 7　C 12　O 16　F 19　Fe 56　Co 59　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. 如图是月球基地运行功能愿景图的一部分。下列说法不正确的是



A. 可以通过热还原法得到 Fe

B. H_2 分子的共价键是 $s-s\sigma$ 键

C. 可以通过电解法得到 Al

D. 水是非极性分子

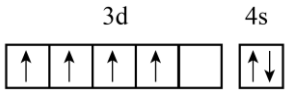
2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. HCN 的结构式：H−C≡N

B. 质量数为 3 的氢原子：$_3H$

C. NaOH 的电子式：$Na^+[:O:H]^-$

D. 基态 Cr 原子的价层电子的轨道表示式：



3. 25℃、101kPa 下，①$H_2O(l)=H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\quad \Delta H_1=+285.8kJ/mol$

②$H_2O(l)=H_2O(g)\quad \Delta H_2=+44.0kJ/mol$

下列说法不正确的是

A. 液态水变为水蒸气破坏的是分子间作用力

B. 水分解为氢气和氧气，断键吸收的总能量大于成键放出的总能量

C. 标准状况下，11.2L 水中含共用电子对总数约为 6.02×10^{23}

D. 25℃、101kPa 下，$H_2O(g)=H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\quad \Delta H=+241.8kJ/mol$

4. 下列关于 SO_2 的叙述正确的是

A. SO_2 是无色、无臭、有毒的气体

B. SO_2 能使紫色的 $KMnO_4$ 溶液褪色

C. SO_2 与 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_4

D. SO_2 不能用作食品添加剂

5. 已知 X、Y、Z 为三种原子序数相邻的主族元素，其最高价氧化物对应水化物的酸性相对强弱是：$HXO_4>H_2YO_4>H_3ZO_4$。下列说法不正确的是

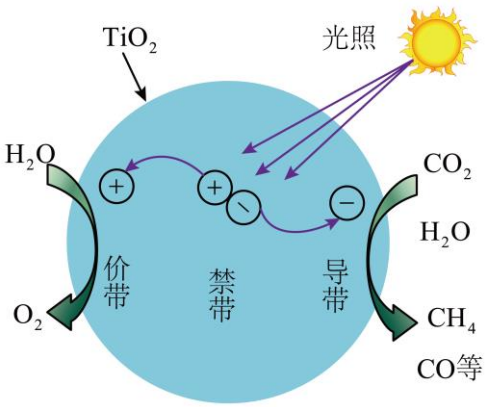
A. 电负性：$X<Y<Z$

B. 气态氢化物的稳定性：$X>Y>Z$

C. 原子半径：$X<Y<Z$

D. 单质的氧化性：$X>Y>Z$

6. CO_2光催化反应机理如图所示，当催化剂受到能量大于禁带宽度的光照时，价带上的电子被激发，跃迁到导带，同时形成空穴。导带上的光生电子(⊖)作还原剂，价带上的光生空穴(⊕)作氧化剂，下列说法不正确的是



A. 在价带上H_2O被氧化

B. 推测TiO_2起催化作用

C. 反应过程中光能转化为化学能

D. $1mol\ CO_2$生成$1mol\ CH_4$得到$4mol$电子

7. 下列方程式与所给事实相符的是

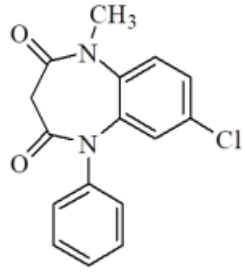
A. 氯化铵的水溶液显酸性：$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$

B. 氯气溶于水，水溶液显酸性：$Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons 2H^+ + Cl^- + ClO^-$

C. 钠和水反应：$Na + 2H_2O = Na^+ + 2OH^- + H_2\uparrow$

D. 向ZnS浊液中滴加$CuSO_4$溶液，白色浑浊变为黑色：$ZnS(s) + Cu^{2+}(aq) \rightleftharpoons CuS(s) + Zn^{2+}(aq)$

8. 2022年9月国产药物氯巴占片获批上市，氯巴占的分子结构如图所示，下列说法不正确的是



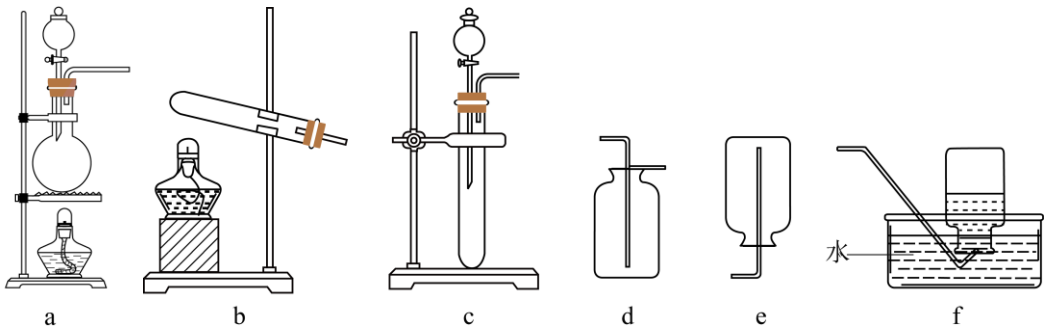
A. 分子中不含手性碳原子

B. 分子中氧原子有孤电子对

C. 氯巴占的分子式为：$C_{16}H_{14}ClN_2O_2$

D. 氯巴占可以发生加成反应、取代反应

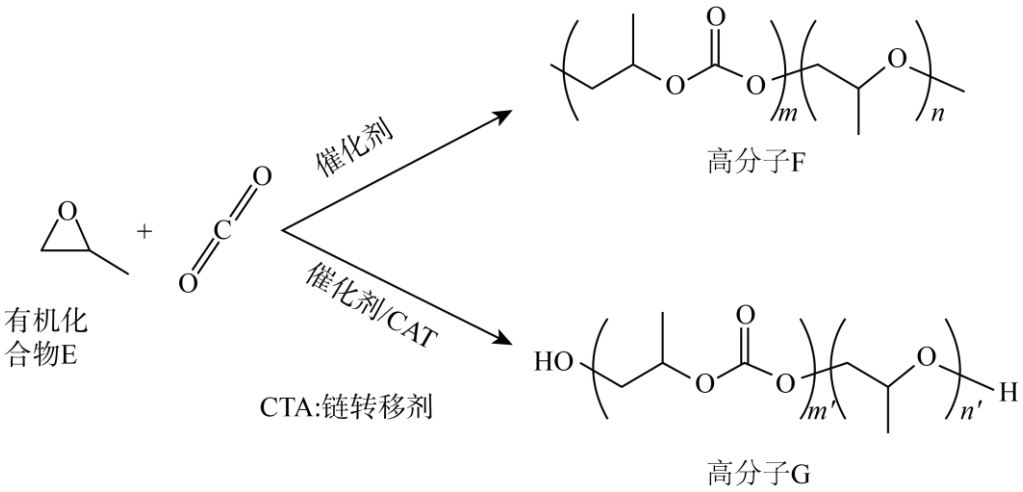
9. 实验室制备下列气体所选试剂、制备装置及收集方法均合理的是



	气体	试剂	制备装置	收集方法
A	CO_2	石灰石+稀 H_2SO_4	c	d
B	NH_3	NH_4Cl+$Ca(OH)_2$	b	f
C	SO_2	Na_2SO_3+浓 H_2SO_4	c	e
D	Cl_2	MnO_2+浓盐酸	a	d

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

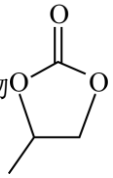
10. 环氧化物与CO_2开环共聚反应是合成高附加值化学品的一种有效途径，两类CO_2共聚物的合成路线如下(副产物为环状碳酸酯)。下列说法不合理的是



A. 有机化合物 E 的分子式为C_3H_6O

B. 高分子 F 和高分子 G 均能发生水解反应

C. 由结构简式可以确定高分子 G 的相对分子质量比 F 的大

D. 有机化合物 E 和CO_2通过加成反应生成副产物

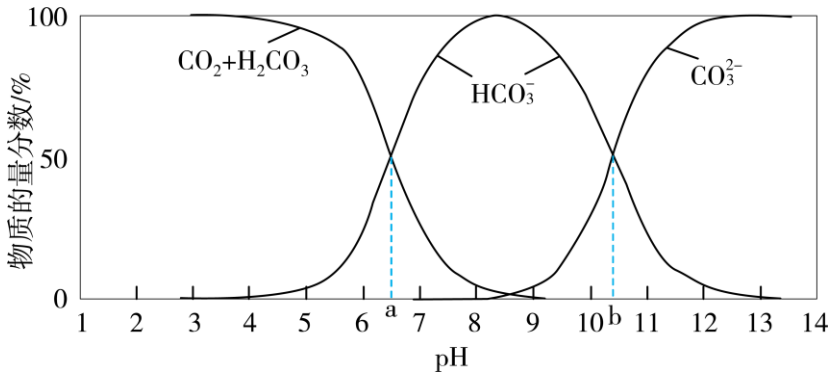
11. 利用下列实验药品，能达到实验目的的是

	实验目的	实验药品
A	证明Fe^{3+}具有氧化性	$FeCl_3$溶液、$KSCN$溶液
B	证明CuS比FeS更难溶	$FeSO_4$溶液、Na_2S溶液、铜粉
C	证明氧化性$Cl_2 > Br_2 > I_2$	KBr溶液、KI溶液、新制氯水、溴水、水

D	证明木炭和浓硫酸能生成CO_2	浓硫酸、木炭、饱和$NaHCO_3$溶液、澄清石灰水

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

12. 某温度下，水溶液中CO_2、H_2CO_3、HCO_3^-和CO_3^{2-}的物质的量分数随pH变化如图所示。下列说法不正确的是



A. 碳酸的电离方程式为：$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$，$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$

B. 该温度下，$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$　$K_{a1} > 1\times10^{-a}$

C. 该温度下，$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$　$K_{a2} = 1\times10^{-b}$

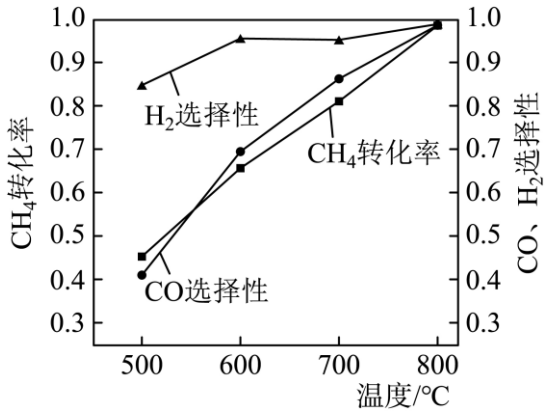
D. Na_2CO_3溶液中，$2c(Na^+)+c(H^+)=c(HCO_3^-)+c(OH^-)+c(CO_3^{2-})$

13. 下列事实的解释不正确的是

	事实	解释
A	气态Mn^{2+}再失去一个电子比气态Fe^{2+}再失去一个电子更难	Mn^{2+}的价层电子排布为$3d^5$，3d轨道为半充满比较稳定；Fe^{2+}的价层电子排布为$3d^6$，再失去一个电子可达到3d轨道半充满的比较稳定状态
B	H_3O^+中H-O-H键角比H_2O中的大	H_3O^+的中心原子的孤电子对数为1，H_2O的中心原子的孤电子对数为2，孤电子对之间的斥力<孤电子对与成键电子对之间的斥力<成键电子对之间的斥力
C	晶体熔点：$HF > HCl$	HF分子间能形成氢键
D	酸性：$CF_3COOH > CCl_3COOH$	氟的电负性大于氯的电负性，$F-C$的极性大于$Cl-C$的极性，使F_3C-的极性大于Cl_3C-的极性，导致CF_3COOH的羧基中的羟基的极性更大，更易电离出H^+

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

14. 甲烷催化氧化为合成气的主反应为：$2CH_4(g)+O_2(g)\overset{催化剂}{=\!=\!=}2CO(g)+4H_2(g)\quad \Delta H<0$。$CH_4$ 转化率、H_2 选择性$\left(\dfrac{n(H_2)}{n(H_2)+n(H_2O)}\right)$和 CO 选择性$\left(\dfrac{n(CO)}{n(CO)+n(CO_2)}\right)$随温度变化如图所示。下列说法不正确的是



A　800℃时，副反应①$CH_4+2O_2 \rightleftharpoons CO_2+2H_2O$进行程度很小

B. 对比图中H_2和 CO 的选择性，推测可能存在副反应②$CH_4+H_2O \rightleftharpoons CO+3H_2$

C. CH_4 转化率随温度升高而增大，可以用勒夏特列原理解释

D　增大压强使容器容积减小，可使单位体积内活化分子数增多，化学反应速率增大

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 我国科学家制备了一种 ZnPc/C_{60} 太阳能电池，其结构示意图如下。



（1）铝元素属于_____区(填“s”“d”“ds”或“p”)。

（2）C_{60} 分子中 60 个碳原子都是等价　，均以近似_____杂化的方式形成 3 个不共平面的 σ 键，余下的 1 个 p 轨道电子互相重叠形成闭壳层电子结构，π 电子云分布在 C_{60} 分子笼的内外层表面上。循环伏安测试表明：C_{60} 在溶液中可以逐步可逆地接受 6 个电子形成负离子，却很难失去电子变为阳离子。

（3）①ZnPc 中 Zn^{2+} 的价层电子排布式是_____。

②ZnPc 中存在配位键的原因是_____。

（4）某溶剂中，ZnPc 可以和 C_{60} 形成分子间电荷转移复合物，反应方程式可表示为：ZnPc+C_{60} $\rightleftharpoons$ ZnPc−C_{60}，不同温度下生成电荷转移复合物的平衡常数如下表。

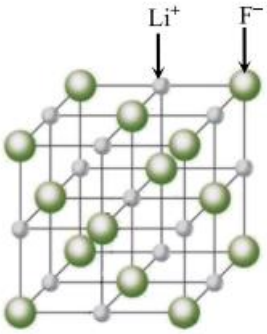
温度	生成 $ZnPc-C_{60}$ 的 K
24℃	1 2329
44℃	0.9674
64℃	0.4923

反应：$ZnPc+C_{60} \rightleftharpoons ZnPc-C_{60}$ $\triangle H$_____0(填“＞”或“＜”)，$ZnPc-C_{60}$ 中 ZnPc 是电子_____(填“给体”或“受体”)。

（5）LiF 晶体结构属于氯化钠型，其晶胞结构如图所示。

①LiF 的熔点和沸点比 NaCl 的高，请解释原因_____。

②LiF 晶体的密度约为 2.6g/cm^3，LiF 晶胞的体积约为_____cm^3(计算结果保留一位有效数字)。



16. 锂及其化合物广泛应用于玻璃、陶瓷和航空航天等领域，全球锂资源一半以上赋存于盐湖卤水中。

I．盐湖联合开发兑卤提锂

我国科学家以高锂卤水(BI)为原料，富碳酸根卤水(BII)为天然沉淀剂，提出盐湖联合开发兑卤提锂(Li_2CO_3)的新方法。两种卤水的部分化学组成如下表。

离子浓度/(g/L)	Li^+	Na^+	K^+	Cl^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}
BI	16.20	91.04	45.02	194.5	7.10	26.43
BII	1.26	146.7	33.80	136.2	39.51	56.06

（1）用化学用语解释卤水(BII)显碱性的原因_____。

（2）90℃时，卤水混合沉锂的离子方程式是_____。

（3）不同兑卤比所得混盐中，锂收率和 Li_2CO_3 含量(质量百分数)如图 1 所示，最佳兑卤比为_____，Li_2CO_3 含量随兑卤比先增大后减小的原因是_____。

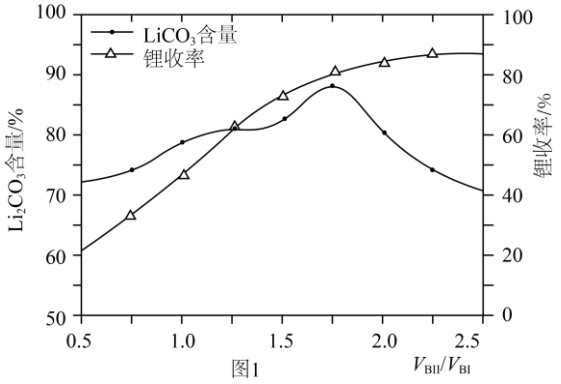


图1

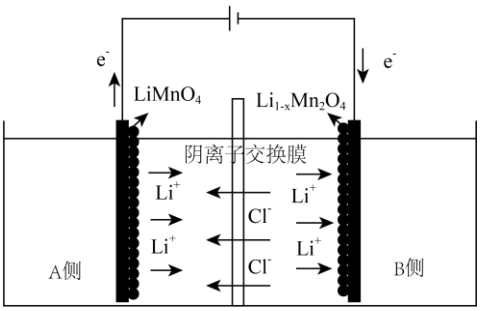


图2

II．电化学提锂

（4）我国专家通过$LiMn_2O_4 / Li_{1-x}Mn_2O_4$电极体系，实现锂资源的高效选择性提取，其原理如图 2 所示。当两电极分别完成其对应的氧化(脱锂)反应和还原(嵌锂)反应后，将两电极进行互换，实现锂资源由原料液侧向回收液侧的转移。

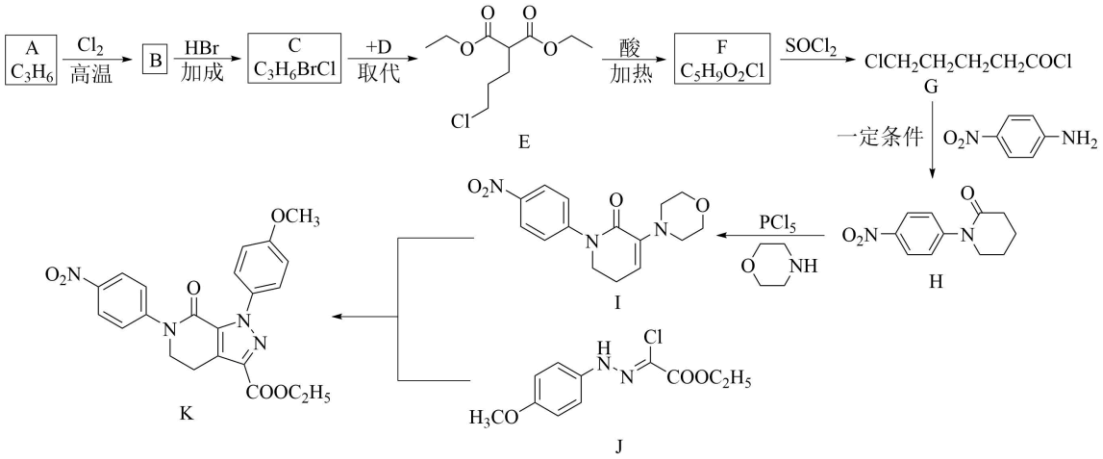
①A 侧是_____(填“原料液”或“回收液”)。

②补全电极反应式

阳极：$LiMn^{III}Mn^{IV}O_4 - xLi^+ - xe^- = Li_{1-x}Mn^{III}_{1-x}Mn^{IV}_{1+x}O_4 (0 \le x \le 1)$

阴极：$Li_{1-x}Mn^{III}_{1-x}Mn^{IV}_{1+x}O_4 + yLi^+ + ye^- =$_____。$(0 \le y \le x \le 1)$

17. 阿哌沙班(Apixaban)可用于预防膝关节置换手术患者静脉血栓栓塞的发生。如图是阿哌沙班中间体 K 的一种合成路线。



已知：ⅰ．$RCOOH \xrightarrow{SOCl_2} RCOCl$

ⅱ．$RCOOR' \xrightarrow[CH_3OH]{NH_3} RCONH_2$

ⅲ．$\bigcirc\!\!-NO_2 \xrightarrow[CH_3CH_2OH]{Pd\text{-}C/H_2} \bigcirc\!\!-NH_2$

（1）$A \to B$ 的反应类型是_____。

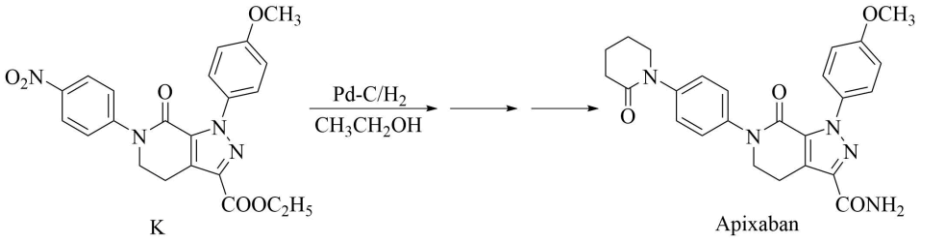
（2）$B \to C$ 的化学方程式是_____。

（3）D 的分子式为$C_7H_{12}O_4$，D 的结构简式是_____。

（4）$G \to H$ 的化学方程式是_____。

（5）与 F 含有相同官能团的同分异构体有_____种(不考虑手性异构，不含 F)。

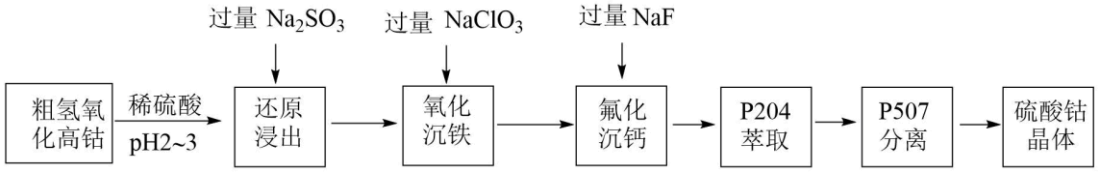
（6）K 经多步合成阿哌沙班，结合 K 的合成路线图，在箭头上补全试剂和反应条件



（7）通常用酯基和 NH_3 生成酰胺基，不用羧基和 NH_3 直接反应，结合电负性解释原因_____。

元素	H	C	O
电负性	2.1	2.5	3.5

18. 我国科学家用粗氢氧化高钴[$Co(OH)_3$]制备硫酸钴晶体($CoSO_4·7H_2O$)，其工艺流程如下。



已知：ⅰ．还原浸出液中的阳离子有：Co^{2+}、H^+、Fe^{2+}和 Ca^{2+}等

ⅱ．部分物质的溶度积常数如下(25℃)

物质	Ksp
CaF_2	4.0×10^{-11}
$Fe(OH)_3$	2.8×10^{-39}

ⅲ．$CoSO_4·7H_2O$ 溶解度随温度升高而明显增大

（1）氢氧化高钴溶于硫酸的化学方程式是_____。

（2）浸出 Co^{2+}时，理论上氧化剂和还原剂物质的量之比为_____。

（3）写出“氧化沉铁”的离子方程式_____；

25℃时，浊液中铁离子浓度为_____mol/L(此时 pH 为 4)。

（4）结合平衡移动原理解释“氟化沉钙”步骤加入过量 NaF 的原因_____。

（5）P507 萃取后，经反萃取得到硫酸钴溶液，将硫酸钴溶液经_____操作，得到硫酸钴晶体。

（6）用滴定法测定硫酸钴晶体中的钴含量，其原理和操作如下。

在溶液中，用铁氰化钾将 Co(II)氧化为 Co(III)，过量的铁氰化钾以 Co(II)标准液返滴定。反应的方程式为：

$Co^{2+}+\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}=Co^{3+}+\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$。

已知：铁氰化钾标准液浓度为 c mol/L，Co(II)标准液质量浓度为 ρg/L。

取 mg 硫酸钴晶体，加水配成 200mL 溶液，取 20mL 待测液进行滴定，消耗 V_1mL 铁氰化钾标准液、V_2mL

Co(II)标准液。

计算样品中钴含量 ω=_____(以钴的质量分数 ω 计)。

19. 某实验小组探究 Cu 与 $Fe(NO_3)_3$ 溶液的反应。取 $3g$ 铜粉加入 $100mL\ 0.6mol/L\ Fe(NO_3)_3$ 溶液(用 HNO_3 调 $pH=1$)中，振荡、静置 30 分钟，铜粉减少，溶液呈棕绿色，未见有气泡产生。

已知：$CuSCN$ 是难溶于水的白色固体

（1）预测铜粉可能发生的反应

反应 I　$3Cu+2NO_3^-+8H^+=3Cu^{2+}+2NO\uparrow+4H_2O$　$K_I=6.3\times10^{62}$

反应 II　_____　$K_{II}=5\times10^{14}$

（2）探究反应 I 是否发生

①取 $3g$ 铜粉加入 $100mL$ _____溶液中，振荡、静置 30 分钟，无明显现象。(所用试剂：硝酸钠和硝酸溶液)

②用传感器检测 Cu 与 $Fe(NO_3)_3$ 溶液反应过程中 NO_3^- 浓度的变化，发现 NO_3^- 浓度逐渐减少。有同学认为：Fe^{2+} 催化了铜和稀硝酸的反应，可能的催化过程如下，写出 i 的离子方程式。

i．_____

ii．反应 II

总反应：$3Cu+2NO_3^-+8H^+\xlongequal{Fe^{2+}}3Cu^{2+}+2NO\uparrow+4H_2O$

（3）探究反应 II 是否发生

取 $3g$ 铜粉加入_____中，溶液迅速变为蓝绿色。取上层清液，滴加 $KSCN$ 溶液，出现白色浑浊且溶液变红，振荡后红色褪去，$KSCN$ 溶液过量后浊液呈深红色。结合离子方程式解释溶液开始呈现白色浑浊最终浊液呈深红色的原因_____。

（4）分析“溶液呈棕绿色，未见有气泡产生”的原因

小组讨论认为，棕绿色可能是因为 NO 与 Cu^{2+}、Fe^{2+} 或 Fe^{3+} 形成配合物，设计实验证明棕绿色是 $[Fe(NO)]^{2+}$ 的颜色，实验操作是_____。

（5）从化学反应速率和限度角度简述对 Cu 与 $Fe(NO_3)_3$ 溶液反应的认识_____。

参考答案

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. 【答案】D

【解析】

【详解】A．工业冶炼铁常用方法是高炉炼铁，原理是高温下用 CO 还原氧化铁，A 正确；

B．H 原子的核电子排布式是 $1s^1$，H 原子间以 1s 轨道的电子共用形成共价键，因此是 $s-s\sigma$ 键，B 正确；

C．Al 是比较活泼的金属，不能用一般的还原剂通过热还原法制得，通常用熔融下电解法制取，C 正确；

D．水分子中 O 原子有 2 个孤电子对，VSEPR 模型为四面体形，分子空间结构为 V 形，正、负电中心不重合，是极性分子，D 错误；

故选 D。

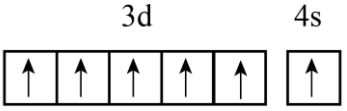
2. 【答案】A

【解析】

【详解】A．HCN 的电子式为 $H:C\vdots\vdots N:$，则结构式为 H−C≡N，A 正确；

B．氢原子的质子数为 1，则质量数为 3 的氢原子为 ${}^{3}_{1}H$，B 不正确；

C．NaOH 为离子化合物，O、H 原子间通过一对共用电子构成 OH^-，电子式为 $Na^+[:\ddot{O}:H]^-$，C 不正确；

D．基态 Cr 原子的价层电子排布式为 $3d^54s^1$，则其轨道表示式为 

，D 不正确；

故选 A。

3. 【答案】C

【解析】

【详解】A．液态水变为水蒸气是气化，破坏的是分子间作用力，A 正确；

B．水分解是吸热反应，断键吸收的总能量大于成键放出的总能量，B 正确；

C．标准状况下，水是液态，不适用气体摩尔体积相关计算，C 错误；

D．根据盖斯定律，$H_2O(g)=H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)$ 可由①-②合并而成，其 $\Delta H=(+285.8kJ/mol)-(+44.0kJ/mol)=+241.8kJ/mol$，D 正确；

故选 C。

4. 【答案】B

【解析】

【详解】A．SO_2 是无色、有刺激性气味的有毒气体，A 项错误；

B．SO_2具有还原性，能使紫色的$KMnO_4$溶液褪色，发生的反应为

$5SO_2+2KMnO_4+2H_2O=K_2SO_4+2MnSO_4+2H_2SO_4$，B项正确；

C．SO_2属于酸性氧化物，SO_2与NaOH溶液反应生成Na_2SO_3，C项错误；

D．食品中添加适量的二氧化硫可以起到漂白、防腐和抗氧化等作用，SO_2能用作食品添加剂，为保证消费者健康，我国在食品添加剂使用标准中规定了二氧化硫在食品中的使用范围和最大使用量，D项错误；

答案选B。

5. 【答案】A

【解析】

【分析】X、Y、Z为三种原子序数相邻的主族元素，最高价氧化物对应水化物的酸性相对强弱是：HXO_4＞H_2YO_4＞H_3ZO_4，则X、Y、Z同周期，且原子序数X＞Y＞Z，电负性X＞Y＞Z，非金属性X＞Y＞Z，非金属性越强，气态氢化物越稳定、单质氧化性越强，据此解答。

详解】A．根据分析，电负性：X＞Y＞Z，A错误；

B．非金属性越强，氢化物越稳定，则氢化物稳定性X＞Y＞Z，B正确；

C．根据分析，X、Y、Z同周期，且原子序数X＞Y＞Z，则原子半径：$X<Y<Z$，C正确；

D．非金属性越强，单质氧化性越强，则单质的氧化性：X＞Y＞Z，D正确；

故选A。

6. 【答案】D

【解析】

【分析】如图，在催化剂TiO_2作用下，H_2O在价带上生成O_2，其中氧元素化合价升高，H_2O被氧化；CO_2和H_2O在导带上生成CH_4和CO；

【详解】A．如图，H_2O在价带上生成O_2，其中氧元素化合价升高，H_2O被氧化，故A正确；

B．如图，TiO_2在反应前后性质不变，可推测整个过程中可推测TiO_2起催化作用，故B正确；

C．如图，该反应是在TiO_2和光共同作用下进行，反应过程中光能转化为化学能，故C正确；

D．CO_2生成CH_4，C元素化合价降低8，即$1mol\ CO_2$生成$1mol\ CH_4$得到$8mol$电子，故D错误；

故选D。

7. 【答案】D

【解析】

【详解】A．氯化铵的水溶液显酸性是由于NH_4^+的水解：$NH_4^+ +H_2O \rightleftharpoons NH_3\cdot H_2O+H^+$，A不符合题意；

B．HClO属于弱酸，在离子方程式中不能拆开，应保留化学式，B不符合题意；

C．钠和水反应生成NaOH和H_2，其离子方程式为$2Na+2H_2O=2Na^++2OH^-+H_2\uparrow$，C不符合题意；

D．向ZnS浊液中滴加$CuSO_4$溶液，生成更难溶性的黑色 CuS，白色浑浊变为黑色，其离子方程式为$ZnS(s)+Cu^{2+}(aq) \rightleftharpoons CuS(s)+Zn^{2+}(aq)$，D符合题意；

故答案为：D。

8. 【答案】C

【解析】

【详解】A．分子中只有$-CH_3$、$-CH_2-$中碳原子连接 4 个原子，但至少连有 2 个相同的原子(氢原子)，所以不含手性碳原子，A 正确；

B．1 个分子中含有 2 个氧原子，且都含有 2 个孤电子对，B 正确；

C．氯巴占分子中含有 16 个 C、2 个 N、2 个 O、1 个 Cl，不饱和度为 11，则 H 原子数应为 13 个，分子式为$C_{16}H_{13}ClN_2O_2$，C 不正确；

D．氯巴占分子中含有苯环，可以发生加成反应、取代反应，羰基也能发生加成反应，Cl 原子、$-CH_3$、$-CH_2-$等可以发生取代反应，D 正确；

故选 C。

9. 【答案】D

【解析】

【详解】A．石灰石与稀H_2SO_4反应生成的$CaSO_4$微溶于水，会覆盖在石灰石表面，阻碍反应的继续进行，所以用石灰石与稀硫酸不能制取二氧化碳，A 不正确；

B．用NH_4Cl与$Ca(OH)_2$反应制取NH_3时，采用“固+固、加热”型制气装置，但由于NH_3极易溶于水，所以不能采用排水法收集NH_3，B 不正确；

C．用Na_2SO_3与浓H_2SO_4反应制SO_2气体，可采用简易气体发生装置，但由于SO_2的密度比空气大，所以应采用向上排空气法收集，C 不正确；

D．MnO_2与浓盐酸在加热条件下才能反应制取Cl_2，由于Cl_2的密度比空气大，所以采用向上排空气法收集，D 正确；

故选 D。

10. 【答案】C

【解析】

【详解】A．有机化合物 E 的分子式为C_3H_6O，A 合理；

B．高分子 F 和高分子 G 均含有酯基，都能发生水解反应，B 合理；

C．高分子 F 中的m、n和高分子 G 中的m'、n'的相对大小不确定，因此两者的相对分子质量不能比较大小，C 不合理；

D．对比化合物 E 与环状碳酸酯的结构简式，可以确定化合物 E 与CO_2是通过加成反应生成环状碳酸酯，D 合理；

故选 C。

11. 【答案】C

【解析】

【详解】A．用 KSCN 溶液可检验Fe^{3+}，但不能证明Fe^{3+}具有氧化性，A 错误；

B．证明 CuS 比 FeS 更难溶，需要向 FeS 沉淀中加入Cu^{2+}使 FeS 转化成 CuS 沉淀来证明，不能用 Cu 粉，

B 错误；

C．向 KBr 溶液中滴加新制氯水，溶液变成橙黄色，证明 Br^-被氧化成 Br_2，Cl_2 氧化性比 Br_2 强。向 KI 溶液中加入溴水，溶液变黄褐色，证明 I^- 被氧化成 I_2，Br_2 氧化性比 I_2 强，综合起来可证明氧化性 $Cl_2>Br_2>I_2$，C 正确；

D．木炭与浓硫酸反应生成 CO_2 和 SO_2，需要先除去 SO_2 再检验 CO_2，用饱和 $NaHCO_3$ 溶液除去 SO_2 同时会生成 CO_2，影响证明结论，D 错误；

故选 C。

12. 【答案】D

【解析】

【详解】A．碳酸为二元弱酸，分两步电离，其电离方程式为：$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$，$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$，A 正确；

B．由图可知 pH=a 时，$x(CO_2+H_2CO_3)=x(HCO_3^-)$，$K_{a1}=\frac{c(H^+)c(HCO_3^-)}{c(H_2CO_3)}=\frac{c(H^+)x(HCO_3^-)}{x(H_2CO_3)}>\frac{c(H^+)x(HCO_3^-)}{x(CO_2+H_2CO_3)}>1\times10^{-a}$，B 正确；

C．由图可知 pH=b 时，$x(CO_3^{2-})=x(HCO_3^-)$，$K_{a2}=\frac{c(H^+)c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}=\frac{c(H^+)x(CO_3^{2-})}{x(HCO_3^-)}=1\times10^{-b}$，C 正确；

D．根据电荷守恒有 $c(Na^+)+c(H^+)=c(HCO_3^-)+c(OH^-)+2c(CO_3^{2-})$，D 错误；

故选 D。

13. 【答案】B

【解析】

【详解】A．由 Mn^{2+}转化为 Mn^{3+}时，3d 能级由较稳定的 $3d^5$ 半充满状态转为不稳定的 $3d^4$ 状态，需要的能量较多；而 Fe^{2+}到 Fe^{3+}时，3d 能级由不稳定的 $3d^6$ 到稳定的 $3d^5$ 半充满状态，需要的能量相对要少，故气态 Mn^{2+}再失去一个电子比气态 Fe^{2+}再失去一个电子更难，A 正确；

B．H_2O 中孤电子对为 2，价层电子对数为 4，O 采用 sp^3 杂化。H_3O^+中 H-O-H 键角比 H_2O 中 H-O-H 键角大，因为 H_2O 中氧原子有 2 对孤电子对，H_3O^+中氧原子只有 1 对孤电子对，排斥力较小，成键电子对之间的斥力<孤电子对与成键电子对之间的斥力<孤电子对之间的斥力，B 错误；

C．氟化氢能形成分子间氢键，氯化氢不能形成分子间氢键，所以氟化氢的分子间作用力大于氯化氢，沸点高于氯化氢，C 正确；

D． F 和 Cl 为同主族元素，F 的电负性大于 Cl，电负性越大形成的共价键极性越强，因此 F-C 的极性大于 Cl-C，从而使得 F_3C-的极性大于 Cl_3C-的极性，导致三氟乙酸的羧基中的羟基的极性更大，更易电离出氢离子，D 正确；

故选 B。

14. 【答案】C

【解析】

【详解】A．结合图示信息，800℃时，CH_4转化率、H_2选择性和CO选择性接近1，主要发生甲烷催化氧化为合成气的主反应，副反应①$CH_4+2O_2 \rightleftharpoons CO_2+2H_2O$进行程度很小，A正确；

B．对比图中H_2和CO的选择性，H_2选择性变化较为平缓，CO选择性变化较大，推测可能存在副反应②$CH_4+H_2O \rightleftharpoons CO+3H_2$，B正确；

C．主反应为放热反应，根据勒夏特列原理，升高温度，反应逆向进行，CH_4转化率应减小，不可以用勒夏特列原理解释，C错误；

D．增大压强使容器容积减小，反应物浓度增大，可使单位体积内活化分子数增多，化学反应速率增大，D正确；

故选C。

第二部分

本部分共5题，共58分。

15. 【答案】（1）p　　（2）sp^2

（3）　①. $3d^{10}$　②. N原子能给出孤电子对，Zn^{2+}有能接受孤电子对的空轨道

（4）　①. ＜　②. 给体

（5）　①. 阴、阳离子的带电荷分别相同，但Li^+半径小于Na^+半径、F^-半径小于Cl^-半径，所以LiF的晶格能大于NaCl的晶格能　②. 7×10^{-23}

【解析】

【小问1详解】

铝原子的价电子排布式为$3s^23p^1$，则铝元素属于p区。答案为：p；

【小问2详解】

C_{60}分子中60个碳原子都是等价的，且每个C原子形成3个σ键、最外层不存在孤电子对，则均以近似sp^2杂化的方式形成3个不共平面的σ键。答案为：sp^2；

【小问3详解】

①基态Zn的价电子排布式为$3d^{10}4s^2$，则ZnPc中Zn^{2+}的价层电子排布式是$3d^{10}$。

②ZnPc中，N原子的最外层具有孤电子对，Zn^{2+}具有空轨道，则存在配位键的原因是：N原子能给出孤电子对，Zn^{2+}有能接受孤电子对的空轨道。答案为：$3d^{10}$；N 原子能给出孤电子对，Zn^{2+}有能接受孤电子对的空轨道；

【小问4详解】

从表中数据可以看出，升高温度，K值减小，则平衡逆向移动，正反应为放热反应，所以反应：ZnPc+C_{60} $\rightleftharpoons$ ZnPc-C_{60} $\triangle H<0$；题中信息显示：C_{60}在溶液中可以逐步可逆地接受6个电子形成负离子，却很难失去电子变为阳离子，则ZnPc-C_{60}中C_{60}是电子受体，ZnPc是电子给体。答案为：＜；给体；

小问5详解】

①LiF 和 NaCl 都形成离子晶体，LiF 的熔点和沸点比 NaCl 的高，则表明 LiF 的晶格能比 NaCl 大，原因是：LiF 和 NaCl 的阴、阳离子的带电荷分别相同，但 Li^+半径小于 Na^+半径、F^-半径小于 Cl^-半径，所以 LiF 的晶格能大于 NaCl 的晶格能。

②在 1 个晶胞中，含 Li^+个数为$12\times\frac{1}{4}+1$=4，含 F^-个数为$8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}$=4，则 1 个晶胞中含有 4 个“LiF”，LiF 晶体的密度约为 2.6g/cm³，LiF 晶胞的体积约为$\frac{4\times 26\text{g/mol}}{6.02\times10^{23}\text{mol}^{-1}\times 2.6\text{g/cm}^3}\approx7\times10^{-23}\text{cm}^3$。答案为：阴、阳离子的带电荷分别相同，但 Li^+半径小于 Na^+半径、F^-半径小于 Cl^-半径，所以 LiF 的晶格能大于 NaCl 的晶格能；7×10^{-23}。

【点睛】计算晶胞中所含微粒的个数时，可采用均摊法。

16. 【答案】（1）$CO_3^{2-}+H_2O\rightleftharpoons HCO_3^-+OH^-$

（2）$2Li^++CO_3^{2-}=Li_2CO_3\downarrow$

（3）　①. 1.75　②. 当兑卤比为 1.75 时，卤水中 Li^+与 CO_3^{2-} 之比接近碳酸锂沉淀所需的化学计量数之比；小于 1.75 时 Li^+未沉淀完全，大于 1. 75 时会有更多杂质析出。

（4）　①. 回收液　②. $Li_{1-x+y}Mn^{III}_{1-x+y}Mn^{IV}_{1+x-y}O_4$

【解析】

【小问 1 详解】

卤水(BII)中 CO_3^{2-} 水解使溶液显碱性，反应的离子方程式为$CO_3^{2-}+H_2O\rightleftharpoons HCO_3^-+OH^-$；

【小问 2 详解】

高锂卤水(BI)中 Li^+ 与富碳酸根卤水(BII)中 CO_3^{2-} 反应生成 Li_2CO_3，离子方程式为

$2Li^++CO_3^{2-}=Li_2CO_3\downarrow$；

【小问 3 详解】

由图 1 可知，当兑卤比为 1.75 时，所得混盐中 Li_2CO_3 含量最高，则最佳兑卤比为 1.75；当兑卤比小于 1.75 时，随着兑卤比的增大，溶液中 CO_3^{2-} 浓度增大，$Li_2CO_3(s)\rightleftharpoons 2Li^+(aq)+CO_3^{2-}(aq)$，平衡左移，有利于 Li_2CO_3 沉淀；当兑卤比大于 1.75 时，随着兑卤比的增大，所得混盐中氯化钠等含量增大程度大于 Li_2CO_3，使得 Li_2CO_3 含量减小；

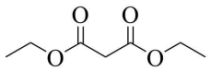
【小问 4 详解】

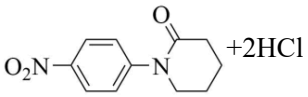
①由图 2 可知，A 侧电极与电源正极相连，作阳极；B 侧电极与电源负极相连，作阴极；溶液中的 Li^+ 从阳极移向阴极，即从 A 侧移向 B 侧，则 A 侧为回收液，B 侧为原料液；

②由阳极电极反应式可知，Li 元素化合价不变为+1 价，$Mn^{III}\rightarrow Mn^{IV}$，Mn 失电子化合价升高，则阴极 $Mn^{IV}\rightarrow Mn^{III}$，Mn 得电子化合价降低，由此可得阴极电极反应式为 $Li_{1-x}Mn^{III}_{1-x}Mn^{IV}_{1+x}O_4+yLi^++ye^-=Li_{1-x+y}Mn^{III}_{1-x+y}Mn^{IV}_{1+x-y}O_4$。

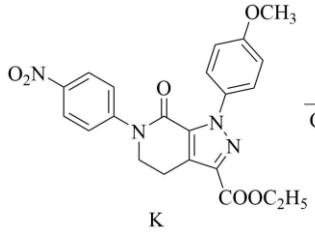
17. 【答案】（1）取代反应

（2）$ClCH_2CH=CH_2+HBr \xrightarrow{一定条件} ClCH_2CH_2CH_2Br$

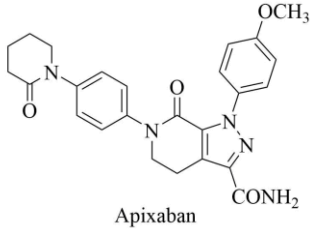
（3）

（4）$ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl+$ $+2HCl$

（5）11

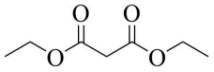
（6）
K

$\xrightarrow[CH_3CH_2OH]{Pd\text{-}C/H_2}$ $\xrightarrow[ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl]{一定条件}$ $\xrightarrow[CH_3OH]{NH_3}$


Apixaban

（7）酯基中碳氧元素电负性差值最大，最容易断裂，形成酰胺比较容易；羧基中氧氢元素电负性差值最大，比碳氧键更容易断裂，羧基与 NH_3 难生成酰胺

【解析】

【分析】根据分子式 C_3H_6 计算得该有机物不饱和度 $\Omega=1$，只含碳、氢元素且应存在碳碳双键，故该有机物 A 为丙烯。由转化反应得 B 为 $CH_2=CHCH_2Cl$，C 为 $ClCH_2CH_2CH_2Br$，C 和 D 发生取代反应生成 E，由 E 的结构简式可知 D 为 ，由 F 到 G 为羧基变为酰氯，结合 F 的分子式可确定 F 为 $ClCH_2CH_2CH_2CH_2COOH$，G 在一定条件下和 O_2NNH_2 反应得到 H，H 经后续反应得到阿哌沙班中间体 K，据此分析解答。

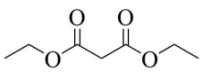
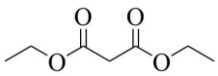
【小问 1 详解】

$A \rightarrow B$ 的反应是丙烯与 Cl_2 在高温下发生取代反应生成 $ClCH_2CH=CH_2$，反应类型是取代反应，故答案为：取代反应；

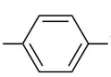
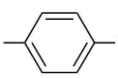
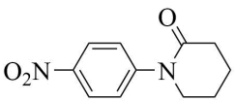
【小问 2 详解】

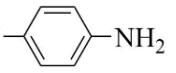
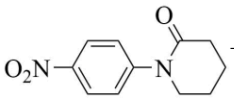
$B \rightarrow C$ 的反应是 $ClCH_2CH=CH_2$ 和 HBr 在一定条件下发生加成反应，反应的化学方程式为 $ClCH_2CH=CH_2+HBr \xrightarrow{一定条件}$ 空白公式 $ClCH_2CH_2CH_2Br$，故答案为：$ClCH_2CH=CH_2+HBr \xrightarrow{一定条件} ClCH_2CH_2CH_2Br$；

【小问 3 详解】

D 的分子式为 $C_7H_{12}O_4$，C 和 D 发生取代反应生成 E，由 E 的结构简式可知 D 为 ，故答案为：；

【小问 4 详解】

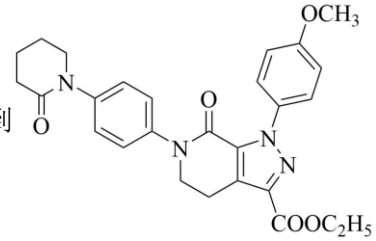
$G \rightarrow H$ 的反应是 $ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl$ 和 O_2NNH_2 发生取代反应生成 H 和 HCl，反应的化学方程式为 $ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl+$ O_2N$NH_2 \xrightarrow{一定条件}$ $+2HCl$，故答案为：

$ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl+$  $\xrightarrow{\text{一定条件}}$  $+2HCl$；

【小问 5 详解】

F 为 $ClCH_2CH_2CH_2CH_2COOH$，与 F 含有相同官能团的同分异构体含有羧基和氯原子，可看成是含 4 个碳原子的碳骨架的二取代物，由于含 4 个碳原子的碳骨架有 2 种，所以符合题意的同分异构体有 $ClCH_2CH_2CH(COOH)CH_3$、$ClCH_2CH(COOH)CH_2CH_3$、$ClCH(COOH)CH_2CH_2CH_3$、$CH_3CHClCH_2CH_2COOH$、$CH_3CH_2CHClCH_2COOH$、$ClCH_2CH_2CH(COOH)CH_3$、$CH_3CH_2CCl(COOH)CH_3$、$CH_3CHClCH(COOH)CH_3$、$(CH_3)_2CHCHClCOOH$、$(CH_3)_2CClCH_2COOH$、$(CH_3)_2C(CH_2Cl)COOH$ 共 11 种，故答案为：11；

【小问 6 详解】

对比 K 和阿哌沙班的结构可知，K 在 pd-C/H_2，CH_3CH_2OH 条件下发生还原反应，硝基被还原为氨基，产物和 $ClCH_2CH_2CH_2CH_2COCl$ 发生信息中的 G⟶H 的反应得到 ，最后在 NH_3，CH_3OH 条件下发生取代反应得到阿哌沙班，补全试剂和反应条件为：



，故答案为：

；

【小问 7 详解】

通常用酯基和 NH_3 生成酰胺基，不用羧基和 NH_3 直接反应，原因是酯基中碳氧元素电负性差值最大，最容易断裂，形成酰胺比较容易；羧基中氧氢元素电负性差值最大，比碳氧键更容易断裂，羧基与 NH_3 难生成酰胺，故答案为：酯基中碳氧元素电负性差值最大，最容易断裂，形成酰胺比较容易；羧基中氧氢元素电负性差值最大，比碳氧键更容易断裂，羧基与 NH_3 难生成酰胺。

18. 【答案】（1）$2Co(OH)_3+3H_2SO_4=Co_2(SO_4)_3+6H_2O$

（2）2:1　　（3）　　①. $6Fe^{2+}+ClO_3^-+15H_2O=6Fe(OH)_3\downarrow+Cl^-+12H^+$　　②. 2.8×10^{-9}

（4）加入 NaF 后，发生反应 $Ca^{2+}(aq)+2F^-(aq)\rightleftharpoons CaF_2(s)$，增大 $c(F^-)$，有利于平衡正向移动，从而使 Ca^{2+} 沉淀更充分

（5）蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥

（6）$\frac{59cV_1-\rho V_2}{m}\%$

【解析】

【分析】粗氢氧化高钴加入稀硫酸溶解，然后加入过量 Na_2SO_3 进行还原浸出，还原浸出液中的阳离子有：Co^{2+}、H^+、Fe^{2+}和 Ca^{2+}等；加入过量 $NaClO_3$ 氧化沉铁，此时 Fe^{2+}被氧化为 Fe^{3+}并转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀；加入过量 NaF 氟化沉钙，此时 Ca^{2+}转化为 CaF_2 沉淀；加入 P204 进行萃取，加入 P507 萃取后，经反萃取得到硫酸钴溶液；将所得溶液蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥，便可得到硫酸钴晶体。

【小问 1 详解】

氢氧化高钴溶于硫酸，生成 $Co_2(SO_4)_3$ 等，化学方程式是 $2Co(OH)_3+3H_2SO_4=Co_2(SO_4)_3+6H_2O$。答案为：$2Co(OH)_3+3H_2SO_4=Co_2(SO_4)_3+6H_2O$；

【小问 2 详解】

用过量 Na_2SO_3 还原浸出 Co^{2+}时，发生反应 $SO_3^{2-}+2Co^{3+}+H_2O=SO_4^{2-}+2Co^{2+}+2H^+$，则理论上氧化剂和还原剂物质的量之比为 2:1。答案为：2:1；

【小问 3 详解】

“氧化沉铁”时，Fe^{2+}被 ClO_3^- 氧化后转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀，ClO_3^- 被还原为 Cl^-，离子方程式为 $6Fe^{2+}+ClO_3^-+15H_2O=6Fe(OH)_3\downarrow+Cl^-+12H^+$；

25℃时，pH=4，$c(OH^-)=1\times10^{-10}$mol/L，浊液中 $c(Fe^{3+})=\frac{2.8\times10^{-39}}{(1\times10^{-10})^3}=2.8\times10^{-9}$mol/L。答案为：$6Fe^{2+}+ClO_3^-+15H_2O=6Fe(OH)_3\downarrow+Cl^-+12H^+$；$2.8\times10^{-9}$；

【小问 4 详解】

用 F^-沉淀 Ca^{2+}是一个平衡体系，增大一种反应物浓度，有利于提高另一种反应物的转化率，则加入过量 NaF 的原因：加入 NaF 后，发生反应 $Ca^{2+}(aq)+2F^-(aq)\rightleftharpoons CaF_2(s)$，增大 $c(F^-)$，有利于平衡正向移动，从而使 Ca^{2+}沉淀更充分。答案为：加入 NaF 后，发生反应 $Ca^{2+}(aq)+2F^-(aq)\rightleftharpoons CaF_2(s)$，增大 $c(F^-)$，有利于平衡正向移动，从而使 Ca^{2+}沉淀更充分；

【小问 5 详解】

从硫酸钴溶液中提取硫酸钴晶体时，由于硫酸钴的溶解度随温度升高而明显增大，所以将硫酸钴溶液经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥操作，得到硫酸钴晶体。答案为：蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥；

【小问 6 详解】

设所配 200mL 溶液中 Co^{2+}浓度为 x，则依据得失电子守恒，可建立如下等量关系式：$0.02x=cV_1\times10^{-3}-\frac{V_2\times10^{-3}\text{L}\times\rho\text{g/L}}{59\text{g/mol}}$，$x=0.05(cV_1-\frac{\rho V_2}{59})$mol/L，则样品中钴含量 ω=

$\frac{0.2\text{L}\times 0.05(\text{cV}_1-\frac{\rho\text{V}_2}{59})\times 59\text{g/mol}}{\text{mg}}\times 100\%=\frac{59\text{cV}_1-\rho\text{V}_2}{\text{m}}\%$。答案为：$\frac{59\text{cV}_1-\rho\text{V}_2}{\text{m}}\%$。

【点睛】为防止硫酸钴晶体干燥过程中失去结晶水，洗涤晶体时，可用酒精洗涤。

19. 【答案】（1）$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$

（2） ①. 1.8mol/L 硝酸钠溶液(用HNO_3调$\text{pH}=1$) ②. $NO_3^-+3Fe^{2+}+4H^+=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$

（3） ①. 0.3mol/L$Fe_2(SO_4)_3$溶液(用H_2SO_4调$\text{pH}=1$) ②. $Cu^{2+}+Fe^{2+}+SCN^-=CuSCN\downarrow+Fe^{3+}$，当$SCN^-$较少时$Fe(SCN)_3$转化为CuSCN，过量的$SCN^-$和溶液中的$Fe^{3+}$反应，浊液最终呈深红色

（4）分别向$Cu(NO_3)_2$、$Fe(NO_3)_2$和$Fe(NO_3)_3$溶液中通入NO

（5）反应I比反应II限度大，反应II比反应I速率快

【解析】

【小问1详解】

溶液中含有Fe^{3+}，所以除发生反应I外，还有Fe^{3+}氧化Cu生成Cu^{2+}和Fe^{2+}，即反应II的离子方程式为$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，故答案为：$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$；

【小问2详解】

①探究反应I是否发生，需要排除Fe^{3+}的影响，而且保证其他条件应相同，根据所提供的试剂，取3g铜粉加入100mL 1.8mol/L 硝酸钠溶液(用HNO_3调$\text{pH}=1$)中，振荡、静置 30 分钟，无明显现象，故答案为：1.8mol/L 硝酸钠溶液(用HNO_3调$\text{pH}=1$)；

②由总反应减反应 II 可得 i 的离子方程式为 $NO_3^-+3Fe^{2+}+4H^+=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$，故答案为：$NO_3^-+3Fe^{2+}+4H^+=3Fe^{3+}+NO\uparrow+2H_2O$；

【小问3详解】

探究反应II是否发生，需要排除NO_3^-的影响，而且保证其他条件应相同，取3g铜粉加入0.3mol/L$Fe_2(SO_4)_3$溶液(用H_2SO_4调$\text{pH}=1$)中，溶液迅速变为蓝绿色。取上层清液，滴加KSCN溶液，出现白色浑浊且溶液变红，振荡后红色褪去，KSCN溶液过量后浊液呈深红色，$Cu^{2+}+Fe^{2+}+SCN^-=CuSCN\downarrow+Fe^{3+}$，当$SCN^-$较少时$Fe(SCN)_3$转化为CuSCN，过量的$SCN^-$和溶液中的$Fe^{3+}$反应，浊液最终呈深红色，故答案为：0.3mol/L$Fe_2(SO_4)_3$溶液(用H_2SO_4调$\text{pH}=1$)；$Cu^{2+}+Fe^{2+}+SCN^-=CuSCN\downarrow+Fe^{3+}$，当$SCN^-$较少时$Fe(SCN)_3$转化为CuSCN，过量的$SCN^-$和溶液中的$Fe^{3+}$反应，浊液最终呈深红色；

【小问4详解】

分析“溶液呈棕绿色，未见有气泡产生”的原因可能是因为NO与Cu^{2+}、Fe^{2+}或Fe^{3+}形成配合物，证明棕绿色是$[Fe(NO)]^{2+}$的颜色，实验操作是分别向$Cu(NO_3)_2$、$Fe(NO_3)_2$和$Fe(NO_3)_3$溶液中通入NO，故答案为：分别向$Cu(NO_3)_2$、$Fe(NO_3)_2$和$Fe(NO_3)_3$溶液中通入NO；

【小问5详解】

通过比较反应现象及反应I、反应II的平衡常数可知，反应I比反应II限度大，反应II比反应I速率快，故答案为：反应I比反应II限度大，反应II比反应I速率快。