2024 北京丰台高三（上）期末

化　　学

2024．01

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。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　O 16　Ni 59　Pr 141

第一部分 选择题（共 42 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．《本草经集注》中记载：“其黄黑者名鸡屎矾[$Cu_2(OH)_2CO_3$或$Cu_2(OH)_2SO_4$]，不入药用，惟堪镀作，以合熟铜（铜单质）。投苦酒（醋酸）中，涂铁皆作铜色，外虽铜色，内质不变。”下列说法不正确的是（　）

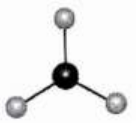
A．“不入药用”是因鸡屎矾可溶于胃酸，产生的Cu^{2+}可使蛋白质变性

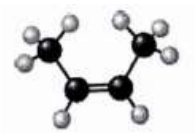
B．鸡屎矾“投苦酒（醋酸）中”，反应前后各元素化合价不变

C．“苦酒（醋酸）”中碳原子均为sp^3杂化

D．“涂铁皆作铜色，外虽铜色，内质不变”是指Fe从溶液中置换出Cu，且覆盖在Fe表面的Cu阻止反应继续进行

2．下列化学用语或图示表达正确的是（　）

A．NO_3^-的VSEPR模型：

B．反$-2-$丁烯的分子结构模型：

C．NH_3的电子式：$H:\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{N}}:H$

D．基态Cr原子的价层电子排布式：$3d^44s^2$

3．下列过程与取代反应无关的是（　）

A．用油脂生产肥皂　　B．葡萄糖在酶的作用下转化为二氧化碳

C．氨基酸形成多肽　　D．核糖核苷酸分子间脱水形成核糖核酸

4．下列方程式与所给事实不相符的是（　）

A．人工固氮：$N_2+3H_2 \underset{\text{催化剂}}{\overset{\text{高温高压}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$

B．$NaHCO_3$用于焙制糕点：$2NaHCO_3 \xlongequal{\triangle} Na_2CO_3+H_2O+CO_2\uparrow$

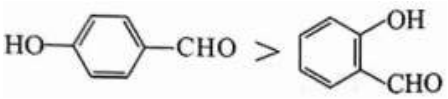
C．向$NaHSO_4$溶液中加入$Ba(OH)_2$至溶液显中性：$H^++SO_4^{2-}+OH^-+Ba^{2+} \xlongequal{} BaSO_4\downarrow+H_2O$

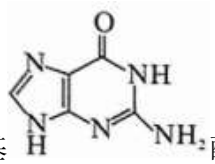
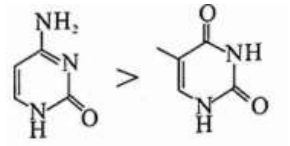
D．久置氯水变为无色：$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons H^++Cl^-+HClO$、$2HClO\xlongequal{光照}2H^++2Cl^-+O_2\uparrow$

5．下列物质性质的比较，与氢键无关的是（　）

A．密度：水>冰

B．熔点：$NH_4Cl>HCl$

C．沸点：

D．与碱基配对的能力：

6．用N_A表示阿伏加德罗常数。下列说法正确的是（　）

A．$1molN_2H_4$含有π键的数目为N_A

B．$1L0.1mol\cdot L^{-1}NH_4Cl$溶液含$NH_4^+$的数目为$0.1N_A$

C．14g 乙烯和丙烯的混合气体含有的极性共价键数为$2N_A$

D．22.4L（标准状况）Cl_2与足量$NaOH$溶液充分反应，电子转移数为$2N_A$

7．已知：$2NO_2(g)\rightleftharpoons N_2O_4(g)$　$\Delta H<0$，利用装有NO_2和N_2O_4混合气体的平衡球（如图），探究温度对化学平衡的影响。



实验如下：

实验	实验操作	实验现象
①	将两组平衡球室温放置	平衡球均为红棕色且颜色相同
②	将一组平衡球的两端分别浸入冷水和热水中	——
③	将另一组平衡球的一端靠近酒精灯火焰	加热一段时间后，该平衡球颜色变浅，直至接近无色；停止加热后，平衡球颜色恢复

下列说法不正确的是（　）

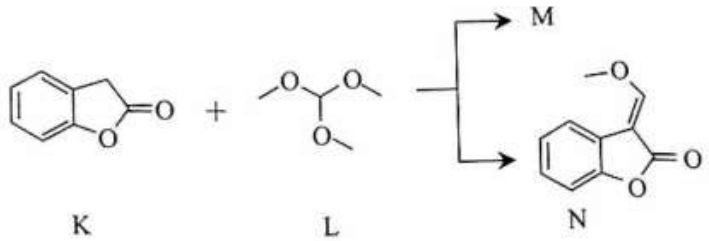
A．断裂$2molNO_2$中的共价键所需能量小于断裂$1molN_2O_4$中的共价键所需能量

B．实验②，浸入冷水中的平衡球颜色变浅，浸入热水中的平衡球颜色加深

C．实验③，平衡球颜色变浅，可能是温度过高，导致NO_2分解生成NO和O_2

D．实验③，停止加热，平衡球颜色恢复，是$2NO_2(g)\rightleftharpoons N_2O_4(g)$逆向移动导致的

8．嘧菌酯是一种新型的高效、广谱农用杀菌剂，合成其中间体N的路线如下：



K　　L　　N

下列说法不正确的是（　）

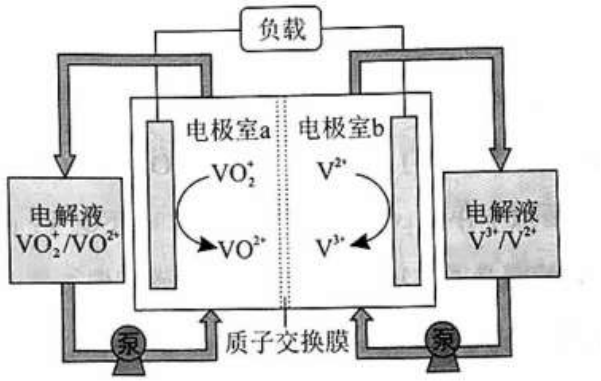
A．1molK 最多可以与 2molNaOH 发生反应

B．L 的核磁共振氢谱有两组峰

C．N 中含有两种含氧官能团

D．生成物 M 与 N 的化学计量数之比是 1:1

9．液流电池是储能领域的研究热点，能将剩余的电能存储起来，需要时再释放。一种钒液流电池放电状态时的结构和工作原理如下图所示。



下列说法不正确的是（　）

A．放电时，电极室 a 为正极室

B．放电时，H^+ 由电极室 b 移向电极室 a

C．充电时，电极室 a 的电极与电源的负极连接

D．充电时，总反应为 $VO^{2+}+V^{3+}+H_2O \overset{\text{通电}}{=\!=\!=} VO_2^++V^{2+}+2H^+$

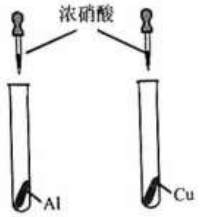
10．下列实验方案能达到相应目的的是（　）



A．检验溴乙烷消去产物中的乙烯



B．制乙炔并检验乙炔具有还原性

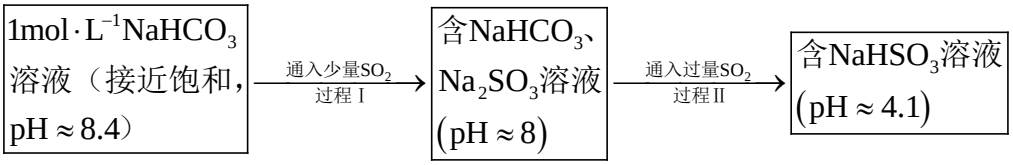


C．比较 Al 和 Cu 的金属活动性



D．由 $FeCl_3\cdot 6H_2O$ 制取无水 $FeCl_3$ 固体

11．某同学进行如下实验：



已知：在实验温度下，

H_2SO_3 的电离平衡常数：$K_{a_1}=1.3\times10^{-2}$，$K_{a_2}=6.3\times10^{-8}$；

H_2CO_3 的电离平衡常数：$K_{a_1}=4.2\times10^{-7}$，$K_{a_2}=5.6\times10^{-11}$。

下列说法不正确的是（　）

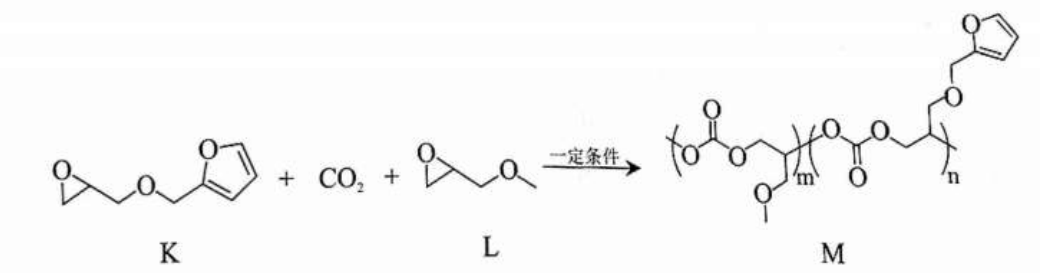
A．饱和 $NaHCO_3$ 溶液可以除去 CO_2 中的 SO_2

B．依据 $K_{a_2}\left(H_2SO_3\right)<K_{a_1}\left(H_2CO_3\right)$ 可推知，向 $NaHCO_3$ 溶液中加入 $NaHSO_3$，不能生成 H_2CO_3 或 CO_2

C．过程I所得溶液中存在 $c\left(Na^+\right)+c\left(H^+\right)=2c\left(SO_3^{2-}\right)+c\left(HSO_3^-\right)+c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(OH^-\right)$

D．过程II所得溶液中存在 $c\left(Na^+\right)<c\left(HSO_3^-\right)+c\left(SO_3^{2-}\right)+c\left(H_2SO_3\right)$

12．二氧化碳基聚碳酸酯是通过环氧化物和二氧化碳共聚得到的一种绿色高分子材料，一种聚碳酸酯M的合成方法如下：



下列说法不正确的是（　）

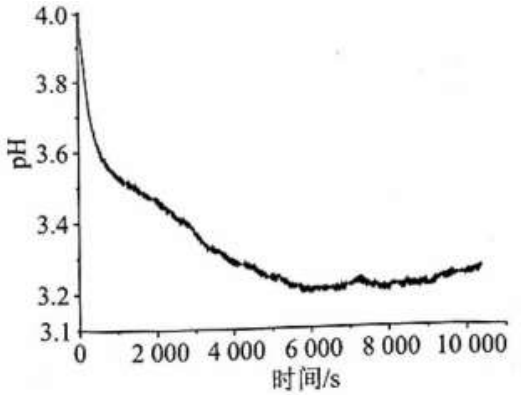
A．K和M中均含有手性碳原子

B．使用该材料时应避免接触强酸或强碱

C．生成1molM参加反应的 CO_2 的物质的量为 $\left(m+n\right)mol$

D．依据M的合成原理，可推测合成M的过程中会产生含六元环的副产物

13．某兴趣小组将4g铁钉放入30mL4%$CuSO_4$溶液中，溶液pH变化如下图所示。一段时间后，取出铁钉，过滤，取反应后的滤液，加适量KSCN溶液，溶液立即变红，但红色很快褪去，产生白色沉淀。下列说法不正确的是（　）



已知：

①CuSCN：白色固体，不溶于水；

②室温下，$K_{sp}\left[Cu\left(OH\right)_2\right]=2.2\times10^{-20}$，$K_{sp}\left[Fe\left(OH\right)_2\right]=4.9\times10^{-17}$，$K_{sp}\left[Fe\left(OH\right)_3\right]=4.0\times10^{-38}$。

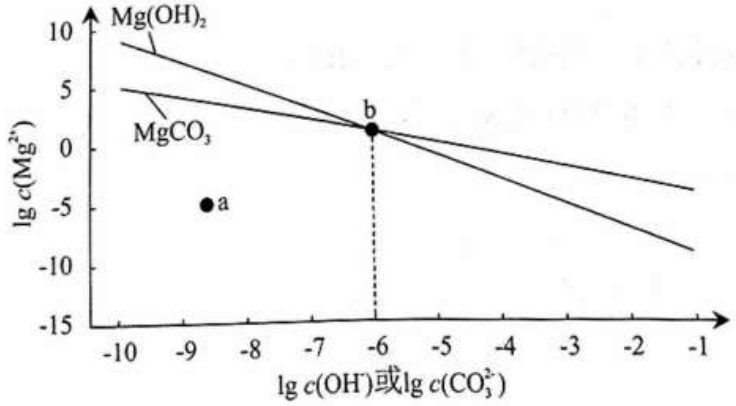
A．$CuSO_4$ 溶液 $pH<7$ 的原因是 $Cu^{2+}+2H_2O\rightleftharpoons Cu\left(OH\right)_2+2H^+$

B．$0\sim6000s$，随着反应进行，溶液pH下降的原因可能是 Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe^{3+}

C．反应后期溶液pH略有上升的可能原因是 $Fe+2H^+=\!=\!=Fe^{2+}+H_2\uparrow$

D．溶液先变红后又褪色的可能原因是 $Fe^{3+}+3SCN^-\rightleftharpoons Fe\left(SCN\right)_3$ 的反应速率快，$2Cu^{2+}+4SCN^-\rightleftharpoons 2CuSCN\downarrow+\left(SCN\right)_2$ 的反应限度大

14．一定温度下，$MgCO_3$ 和 $Mg(OH)_2$ 的沉淀溶解平衡曲线如下图所示，其中浓度的单位均为 $mol\cdot L^{-1}$。



下列说法正确的是（　）

A．a 点条件下能生成 $MgCO_3$ 沉淀，也能生成 $Mg(OH)_2$ 沉淀

B．b 点时，$c(OH^-)=c(CO_3^{2-})$，$K_{sp}[MgCO_3]=K_{sp}[Mg(OH)_2]$

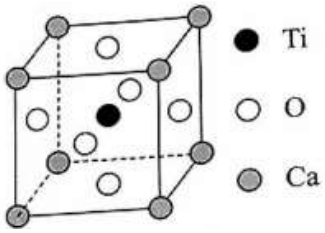
C．向 $NaOH$、Na_2CO_3 均为 $0.1mol\cdot L^{-1}$ 的混合溶液中滴加 $MgCl_2$ 溶液，优先产生 $MgCO_3$ 沉淀

D．$MgCO_3(s)+2OH^-(aq)\rightleftharpoons Mg(OH)_2(s)+CO_3^{2-}(aq)$ 的平衡常数 $K=10^6$

第二部分 非选择题（共 58 分）

15．（10 分）钙钛矿（通式为 ABX_3）是一类与钛酸钙（$CaTiO_3$）具有相似晶体结构的新型材料。

（1）$CaTiO_3$ 的晶胞形状为立方体，如图所示。

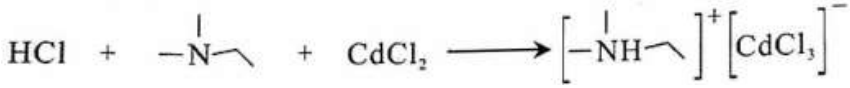


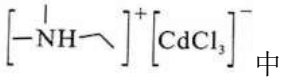
①基态 O 原子的价层电子轨道表示式为_____。

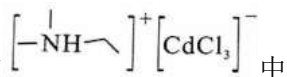
②该晶胞中，每个 Ca 周围与它最近且相等距离的 O 有_____个。

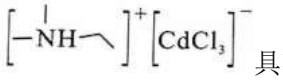
③该晶胞结构的另一种表示中，Ti 处于各顶角位置，则 O 处于_____位置。

（2）有机-无机杂化钙钛矿材料具有良好的光致发光、半导体性能，其中  的合成过程如下：

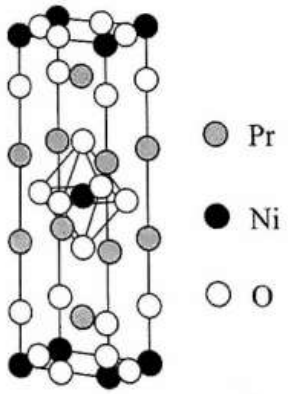


①  中存在配位键，接受孤电子对的中心离子或原子是_____。

②比较  和  中 $C-N-C$ 键角的大小并解释原因_____。

③  具有较低的熔点。从结构角度解释原因_____。

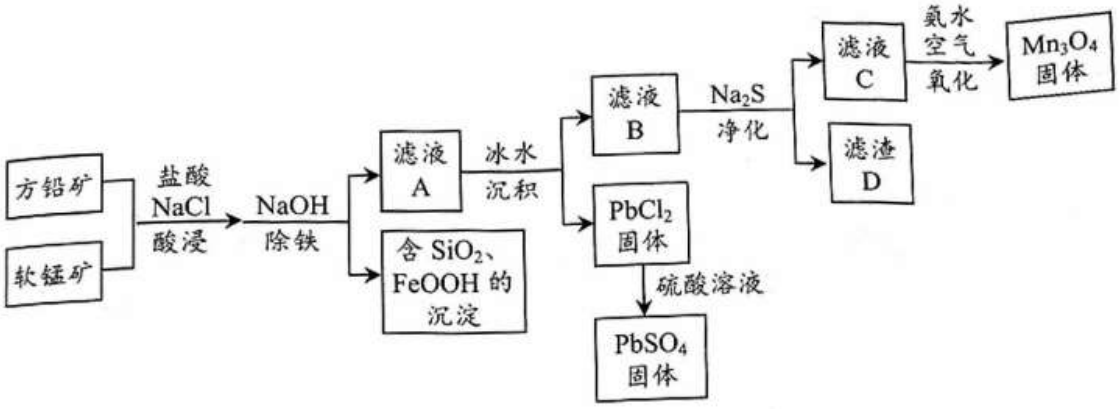
（3）相较于钙钛矿，类钙钛矿结构材料具有高温稳定性等优点。一种类钙钛矿结构材料含 Pr（镨）、Ni 和 O 元素，晶胞形状为长方体，边长分别为 anm、anm、bnm，如图所示：



①该物质的化学式为_____。

②阿伏加德罗常数为N_A，该晶体的密度为_____$g\cdot cm^{-3}$。（$1nm=10^{-7}cm$）

16.（10 分）以方铅矿（主要含PbS、FeS_2、ZnS）和软锰矿（主要含MnO_2、SiO_2及铁的氧化物）为原料联合制取$PbSO_4$和Mn_3O_4的一种流程示意图如下。



已知：$PbCl_2(s)+2Cl^-(aq)\rightleftharpoons[PbCl_4]^{2-}(aq)\quad \Delta H>0$

（1）“酸浸”过程使矿石中的金属元素浸出，铅和锰分别以$[PbCl_4]^{2-}$和Mn^{2+}的形式浸出。

①加快浸出速率可采取的措施有_____（写出 2 条）。

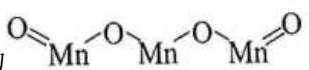
②补全PbS与MnO_2反应的离子方程式。

$$\square PbS+\square MnO_2+\square_____+\square_____=\!=\!=[PbCl_4]^{2-}+\square SO_4^{2-}+\square_____+\square_____$$

③加酸时，方案 1：将盐酸一次性加入，硫元素主要转化为S单质；方案 2：将盐酸间隔一定时间分两次加入，硫元素主要转化为SO_4^{2-}。该工艺流程采用方案 2，理由是_____。

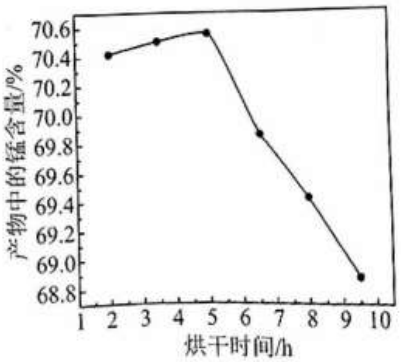
（2）“除铁”时，加入$NaOH$至溶液$pH\approx3$，过量的软锰矿将Fe^{2+}氧化生成沉淀。写出发生反应的离子方程式_____。

（3）滤渣 D 的主要成分是PbS和ZnS，滤液 C 中$c(Pb^{2+})=7.7\times10^{-7}mol\cdot L^{-1}$，$c(Zn^{2+})=1.3\times10^{-6}mol\cdot L^{-1}$。则可推断$K_{sp}(PbS)$、$K_{sp}(ZnS)$、$K_{sp}(MnS)$的大小关系为_____。

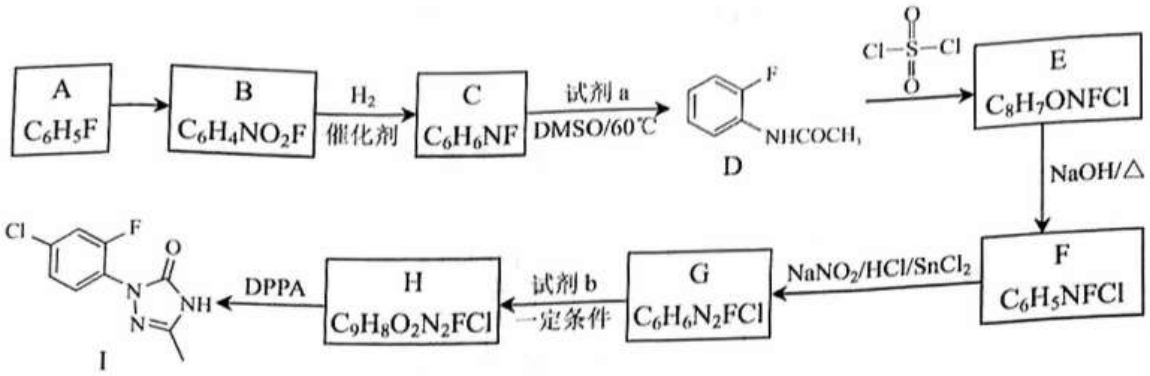
（4）“氧化”过程，生成Mn_3O_4时参加反应的氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____（Mn_3O_4的结构式为）。

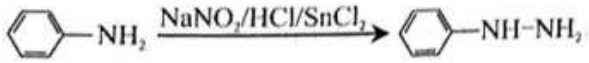
（5）干燥温度为$90℃$，对产品Mn_3O_4进行鼓风烘干，得到的产物中锰含量结果如下图所示。5h 后随干

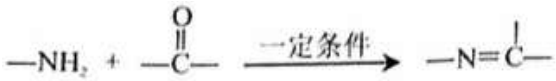
燥时间的延长，产品中的锰含量下降的原因可能是_____。

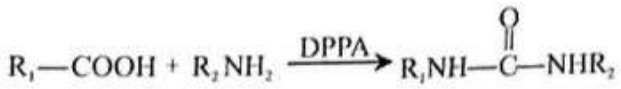


17.（12 分）化合物 I 是合成唑啉酮类除草剂的一种中间体，其合成路线如下。



已知：i. 

ii. 

iii. 

（1）$A \rightarrow B$ 反应所需的试剂和条件是_____。

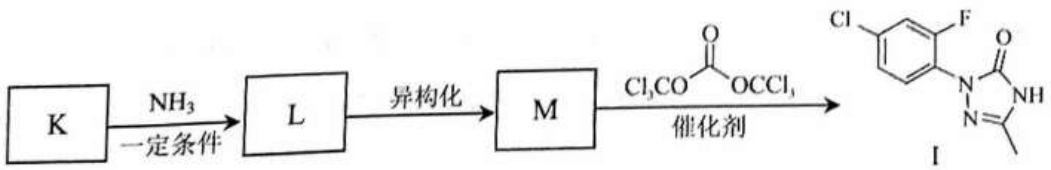
（2）已知：$2CH_3COOH \rightarrow a + H_2O$。$C \rightarrow D$ 的化学方程式为_____。

（3）$E \rightarrow F$ 的反应类型是_____。

（4）由 C 合成 F 的过程中，$C \rightarrow D$ 的目的是_____。

（5）$G \rightarrow H$ 的化学方程式为_____。

（6）化合物 I 的另一种合成路线如下：



已知： 

①K 的结构简式为_____。

②$M \rightarrow I$ 的过程中，还可能生成高分子化合物 N。写出 N 的一种结构简式_____。

18.（12 分）回收废旧锂离子电池中的金属元素，可以有效缓解原料供应紧张、环境污染等问题。

I．碳还原焙烧-水浸法可实现三元锂离子电池正极材料中锂的优先提取：将正极材料与一定量炭粉充分混

合、焙烧，得到 Ni 、 Co 、 MnO 和 Li_2CO_3 等；再浸于水，得到含 Li^+ 的浸出液。

已知： Li_2CO_3 微溶于水；溶解度： $LiHCO_3 > Li_2CO_3$ 。

（1）焙烧过程中未得到 Mn 单质，若计算 $2MnO(s)+C(s)=\!=\!=2Mn(s)+CO_2(g)$ 的 ΔH ，需要知道哪些反应的 ΔH ：_____。

（2）水浸过程中通入 CO_2 可提高锂的浸出率。用化学方程式解释原因_____。

II．$LiCoO_2$ 是钴酸锂电池正极材料的主要成分，某研究小组以柠檬酸（ $C_6H_8O_7$ ，三元弱酸）和 H_2O_2 作为浸出剂，浸出 Co^{2+} ，并用电解的方法从浸出液中回收 Co 。

已知：

i．在浸出过程中，柠檬酸表现出酸性，同时电离产生的阴离子与 Co^{2+} 形成配合物，有利于钴的浸出。与 Co^{2+} 形成配合物的能力： $C_6H_6O_7^{2-} > C_6H_7O_7^-$ ；

ii．浸出液 $pH \approx 4$ 时， $\left[Co\left(C_6H_6O_7\right)\right]$ 是 $Co(II)$ 的主要存在形式；

稳定性： $\left[Co\left(C_6H_6O_7\right)\right] < \left[Co\left(C_6H_6O_7\right)_2\right]^{2-} < \left[Co\left(C_6H_6O_7\right)_3\right]^{4-}$ ；

iii．电流效率 $= \dfrac{n(\text{生成钴所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})}$

（3） H_2O_2 的作用是_____。

（4）相同时间内，柠檬酸起始浓度对钴浸出率的影响如图 1 所示。当柠檬酸浓度从 $1.25mol\cdot L^{-1}$ 增加到 $1.75mol\cdot L^{-1}$ 时，钴的浸出率逐渐下降，可能的原因是_____。

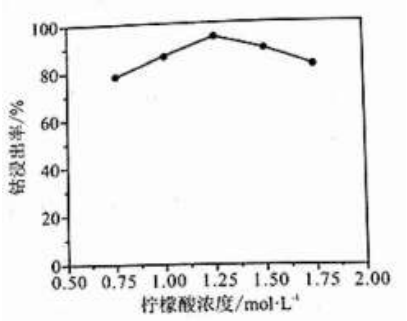


图 1

（5）电解法回收钴的简易装置如图 2 所示。

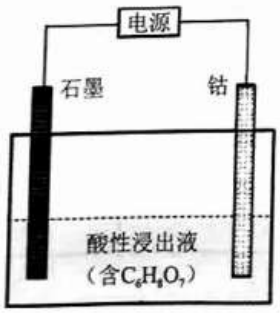


图 2

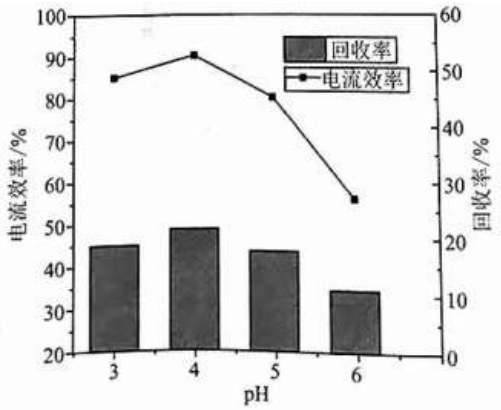


图 3

①石墨为_____（填“阳极”或“阴极”）。

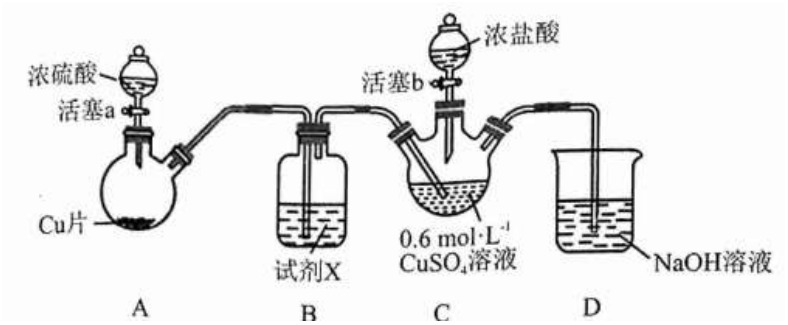
②[$Co(C_6H_6O_7)$]在电极放电的电极反应式为_____。

③电解时间相同时，电解液初始pH对Co回收率和电流效率的影响如图 3 所示。随着pH的升高，Co的回收率先增加后下降的可能原因是_____。

19.（14 分）某小组探究SO_2在盐酸中分别与铜单质和铜离子的反应，从电极反应角度分析物质氧化性和还原性的变化规律。

I. 探究SO_2在盐酸中与Cu^{2+}的反应

用如下装置（夹持、加热仪器略）制备SO_2，将SO_2通入$0.6mol\cdot L^{-1}CuSO_4$溶液。



通SO_2一段时间，C 中无明显现象；打开活塞b，加入一定体积浓盐酸后，持续通入SO_2，C 中溶液变棕黄色。

（1）装置A 中反应的化学方程式为_____，B 中试剂X 是_____。

（2）资料：CuCl 难溶于水，在水溶液中存在平衡：$CuCl(白色)+2Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_3]^{2-}$。补充实验证实了棕黄色溶液中含$[CuCl_3]^{2-}$，实验方案为_____。

（3）SO_2与$CuSO_4$溶液反应生成SO_4^{2-}和Cu^+的电极反应式为：

氧化反应：_____

还原反应：$Cu^{2+}+e^- \xlongequal{} Cu^+$

根据电极反应式，分析加入浓盐酸前后实验现象有差异的可能原因_____。

（4）综上分析，SO_2在盐酸中与Cu^{2+}反应生成$[CuCl_3]^{2-}$的离子方程式为_____。

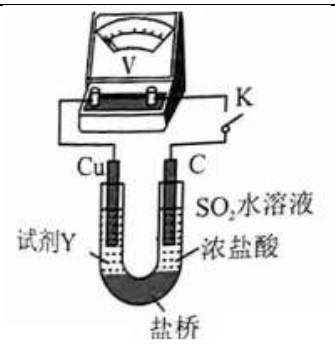
II. 探究SO_2在盐酸中与Cu 单质的反应

将装置C 中$CuSO_4$溶液替换成Cu 片和Na_2SO_4溶液，重复上述操作。未加浓盐酸之前，无明显现象。加浓盐酸之后，溶液变为棕黄色，并有黑色固体生成。

（5）经检验黑色固体是Cu_2S，SO_2在盐酸中与Cu 单质反应的离子方程式为_____。

（6）为了进一步探究影响铜单质还原性的因素，进行了如下实验：

序号	实验装置图	试剂Y	电压表
i		H_2SO_4溶液	指针几乎不偏转
ii		a	指针明显偏转

iii		a + b	指针偏转幅度更大

实验ii中，Cu 片附近溶液变棕黄色。b 是_____。

（7）综合上述实验可知，还原反应中，降低生成物浓度，氧化剂的氧化性增强；氧化反应中，降低生成物浓度，还原剂的还原性增强。

参考答案

第一部分（选择题 共 42 分）

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

第二部分（非选择题 共 58 分）

15.（10 分）

（1）①  ②12 ③棱心

（2）① H^+ Cd^{2+}

②孤电子对有较大斥力，使  中的 $C-N-C$ 键角更小

③  是离子晶体，但阴、阳离子体积较大，使得二者之间的作用力相对较弱

（3）① Pr_2NiO_4 ② $\dfrac{810}{N_A \times a^2 b \times 10^{-21}}$

16.（10 分）

（1）①加热、粉碎原料

②$1___ + 4___ + 4Cl^- + 8H^+ = 1___ + 1___ + 4Mn^{2+} + 4H_2O$

③防止单质 S 覆盖在矿物表面，阻碍反应进行或方铅矿量一定时，提高 Mn^{2+} 浸出量

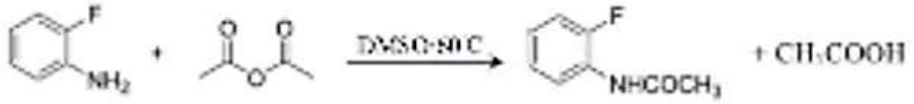
（2）$MnO_2 + 2Fe^{2+} + 2OH^- = 2FeOOH + Mn^{2+}$

（3）$K_{sp}(MnS) > K_{sp}(ZnS) > K_{sp}(PbS)$

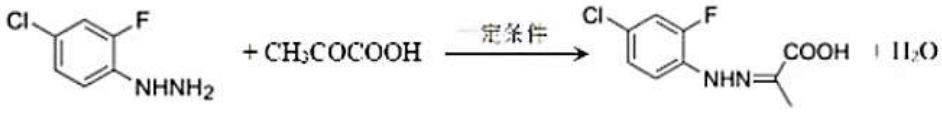
（4）$1:4$ （2）Mn_3O_4 被 O_2 氧化

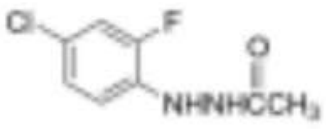
17.（12 分）

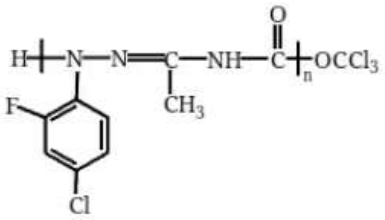
（1）浓硝酸、浓硫酸/△

（2） 

（3）取代反应 （4）保护氨基

（5） 

（6）① 

②  （合理给分）

18.（12 分）

（1）$C(s)+O_2(g)=\!=\!=CO_2(g)$、$2Mn(s)+O_2(g)=\!=\!=2MnO(s)$（合理给分）

（2）$CO_2+H_2O+Li_2CO_3=\!=\!=2LiHCO_3$

（3）还原剂

（4）当柠檬酸浓度过高时，浸出过程中 H^+ 不能明显被消耗，剩余的 H^+ 会抑制 $C_6H_6O_7^{2}$ 的形成，不利于 Co^{2+} 形成配合物

（5）①阳极

②$\left[Co(C_6H_6O_7)\right]+2e^-+C_6H_8O_7=\!=\!=Co+2C_6H_7O_7^-$

③pH3～4 时，随 pH 增大，$c(H^+)$ 降低，H^+ 竞争放电能力减弱，Co 的回收率增加；pH4～6 时，随 pH 增大，促进 $C_6H_8O_7$ 电离，$c(C_6H_6O_7^{2-})$ 增大，形成的 $\left[Co(C_6H_6O_7)_2\right]^{2-}$、$\left[Co(C_6H_6O_7)_3\right]^{4-}$ 更稳定，不易放电，Co 的回收率下降

19.（14 分）

（1）$Cu+2H_2SO_4(浓)\xlongequal{\triangle}CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$　饱和 $NaHSO_3$ 溶液

（2）取少量棕黄色溶液于试管中，加水稀释，观察到有白色沉淀产生

（3）$SO_2-2e^-+2H_2O=\!=\!=SO_4^{2-}+4H^+$

加入浓盐酸前，Cu^{2+} 氧化性弱，不能氧化 SO_2；加入浓盐酸后，Cu^+ 与 Cl^- 形成 $\left[CuCl_3\right]^{2-}$，促进 $Cu^{2+}+e^-=\!=\!=Cu^+$ 发生，Cu^{2+} 氧化性增大，能够氧化 SO_2

（4）$SO_2+2Cu^{2+}+6Cl^-+2H_2O=\!=\!=SO_4^{2-}+2\left[CuCl_3\right]^{2-}+4H^+$

（5）$SO_2+6Cu+4H^++12Cl^-=\!=\!=Cu_2S+4\left[CuCl_3\right]^{2-}+2H_2O$

（6）Na_2S（合理给分）