2026 北京房山高三（上）期末

化　　学

本试卷共 11 页，满分 100 分，考试时长 90 分钟。考生务必将答案填涂或书写在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H1 C12 N14 O16 Pb207

第一部分　选择题(共 42 分)

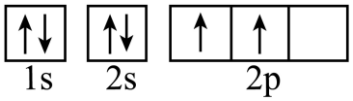
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

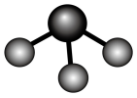
1. 最新研究发现，将 C_{60} 与过渡金属 Mo(VIB 族)结合形成的新型催化剂，能促进合成 NH_3 反应高效进行，下列说法不正确的是

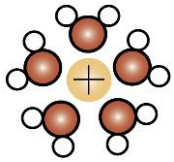
A. C_{60} 与石墨均为共价晶体　　B. 元素 Mo 位于周期表的 d 区

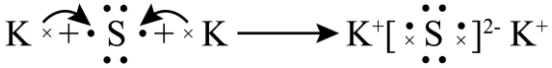
C. 元素的电负性：C<N　　D. 使用新型催化剂可以降低反应的活化能

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是

A. 基态 C 原子的轨道表示式：

B. NH_3 分子的 VSEPR 模型：

C. 水合钠离子的示意图：

D. 用电子式表示 K_2S 的形成：

3. 下列在化学史上产生重要影响的成果中，不涉及氧化还原反应的是

A. 侯德榜发明了以 NH_3、CO_2 和 NaCl 为原料的联合制碱法

B. 戴维电解盐酸得到 H_2 和 Cl_2，从而提出了酸的含氢学说

C. 舍勒通过 MnO_2 与浓 HCl 反应首次发现 Cl_2

D. 菲利普以 S 为原料利用接触法制得 H_2SO_4

4. 下列说法不正确的是

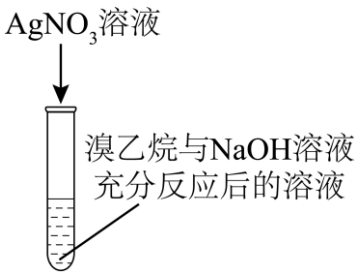
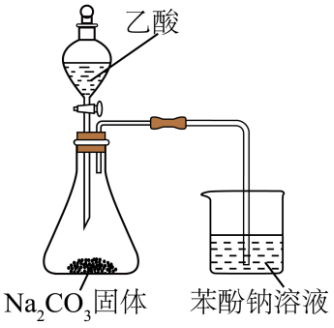
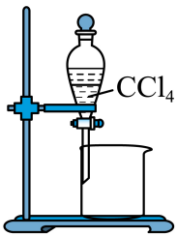
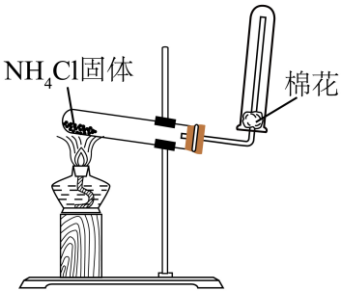
A. 利用盐析的方法可将蛋白质从溶液中分离

B. 利用新制氢氧化铜悬浊液鉴别苯、乙醛和醋酸溶液

C. 植物油通过催化加氢可提高其饱和度

D. 葡萄糖与果糖为同分异构体，葡萄糖与蔗糖为同系物

5. 下列实验，能达到实验目的的是

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>A 检验溴乙烷中的溴元素</td><td>B 比较乙酸、碳酸和苯酚的酸性强弱</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>C 萃取碘水中的碘</td><td>D 实验室制取氨气</td></tr>
</table>

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

6. 物质的性质决定用途，下列物质的性质与用途对应关系不成立的是

选项	物质的性质	用途
A	SO_2能使高锰酸钾溶液褪色	用作漂白剂
B	酚醛树脂具有耐高温、隔热性	用作飞船外层烧蚀材料
C	Na_2O_2能与CO_2发生反应制得氧气	用作供氧剂
D	金刚石硬度大	制作切削刀具

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 下列方程式与所给事实相符的是

A. 试管壁上的银镜用稀硝酸清洗：$Ag+2H^++NO_3^-=Ag^++NO_2\uparrow+H_2O$

B. Cl_2制备 84 消毒液(主要成分是 NaClO)：$Cl_2+OH^-=Cl^-+ClO^-+H_2O$

C. 海水提溴过程中将溴吹入 SO_2 吸收塔：$Br_2+SO_2+2H_2O=2Br^-+SO_4^{2-}+4H^+$

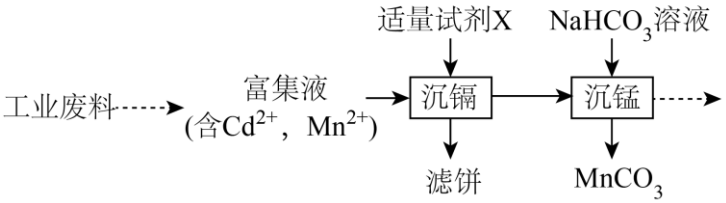
D. 用草酸标准溶液测定高锰酸钾溶液的浓度：$2MnO_4^-+5C_2O_4^{2-}+16H^+=2Mn^{2+}+10CO_2\uparrow+8H_2O$

8. 下列事实与解释不对应的是

选项	事实	解释
A	第一电离能：Na>K	Na与K位于同一主族，原子半径：K>Na，原子核对外层电子的吸引能力：Na>K
B	熔点：$CO_2<SiO_2$	键能：C-O<Si-O
C	键角：$NH_4^+>H_2O$	中心原子均采取sp^3杂化，H_2O分子中有2个孤电子对，孤电子对有较大的斥力
D	酸性：$CF_3COOH>CCl_3COOH$	电负性：F>Cl，极性：$F_3C->Cl_3C-$，导致CF_3COOH中O-H键的极性更大，更易电离出H^+

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

9. 工业废料的综合处理有利于减少环境污染并实现资源循环利用。从某工业废料中回收镉、锰的部分工艺流程如下：



已知：①富集液中两种金属离子浓度相当；②常温下，金属化合物的K_{sp}如下表，下列说法错误的是

金属化合物	CdS	$CdCO_3$	MnS	$MnCO_3$
K_{sp}	8.0×10^{-27}	1.0×10^{-12}	2.5×10^{-13}	2.3×10^{-11}

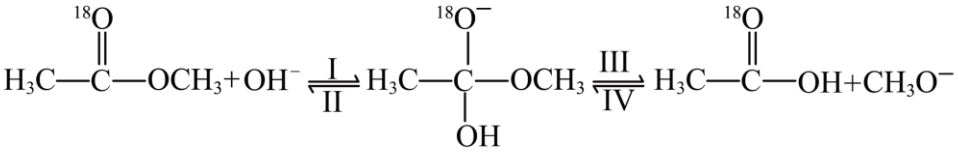
A. 粉碎工业废料有利于提高金属元素的浸出率

B. 试剂X可以是Na_2S溶液

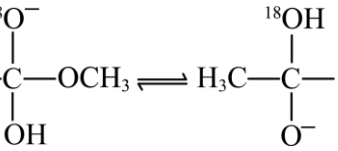
C. “沉镉”和“沉锰”的顺序可以对换

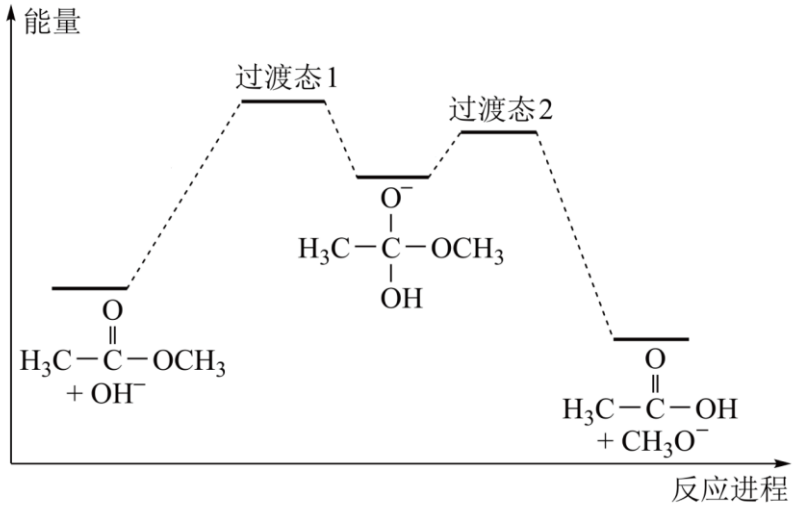
D. “沉锰”时，发生反应的离子方程式为$Mn^{2+}+2HCO_3^-=MnCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$

10. ^{18}O标记的乙酸甲酯在足量NaOH溶液中发生水解，部分反应历程可表示为：



，能量变化如图所示。已

知为快速平衡，下列说法不正确的是



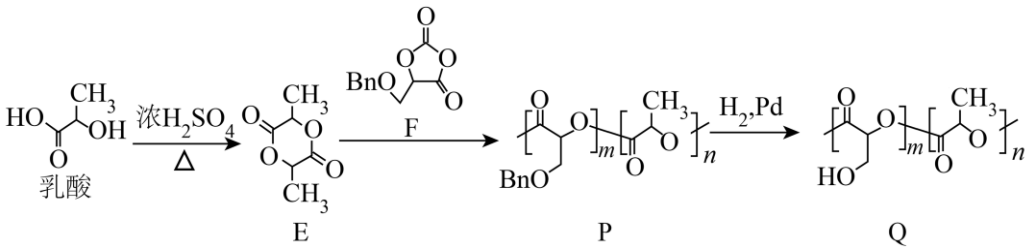
A. 反应 I 为决速步

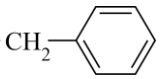
B. 反应结束后，溶液中存在 $^{18}OH^-$

C. 反应结束后，溶液中不存在 $CH_3{}^{18}OH$

D. 反应 I 与反应 III 活化能的差值等于图示总反应的焓变

11. 由乳酸合成果可降解高分子材料 Q 的流程如下：



注：Bn 是苯甲基：

下列说法不正确的是

A. Q 的重复单元中含有两种官能团

B. P 水解可以得到 E 和 F

C. E→P 中，参与聚合的 E 和 F 的物质的量之比是 n：2m

D. 合成过程中 Bn 的作用是保护羟基，防止羟基参与聚合反应

12. 二氧化碳氧化乙烷制备乙烯，主要发生如下两个反应：

I. $C_2H_6(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons C_2H_4(g)+CO(g)+H_2O(g)\quad \Delta H_1>0$

II. $C_2H_6(g)+2CO_2(g)\rightleftharpoons 4CO(g)+3H_2(g)\quad \Delta H_2>0$

向容积为 10 L 的密闭容器中投入 2 mol C_2H_6 和 3 mol CO_2，不同温度下，测得 5 min 时(反应均未平衡)的相

关数据见下表，下列说法正确的是

温度(℃)	400	500	600
乙烷转化率(%)	2.2	10.0	17.8
乙烯选择性(%)	92.6	80.0	61.8

已知：乙烯选择性$=\dfrac{n(\text{生成乙烯所用的乙烷})}{n(\text{转化的乙烷})}\times100\%$

乙烯产率$=\dfrac{n(\text{生成乙烯所用的乙烷})}{n(\text{起始投入的乙烷})}\times100\%$

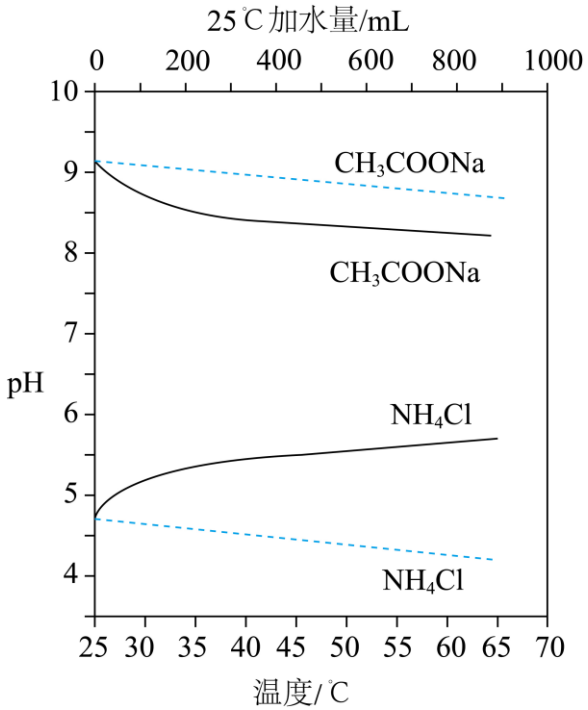
A. 400℃时，0~5min 内反应速率：I<II

B. 500℃时，0~5min 反应 I 的平均速率为：$v(C_2H_4)=3.2\times10^{-2}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$

C. 5min 时，600℃乙烯的产率大于 500℃乙烯的产率

D. 其他条件不变，增大投料比[$n(C_2H_6)/n(CO_2)$]，平衡后可提高乙烷转化率

13. 实验测得 10 mL 0.50 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4Cl 溶液、10 mL 0.50 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CH_3COONa 溶液的 pH 分别随温度与稀释加水量的变化如图所示。已知 25℃时 CH_3COOH 和 $NH_3\cdot H_2O$ 的电离常数均为1.8×10^{-5}，下列说法正确的是



A. 图中实线表示 pH 随温度的变化，虚线表示 pH 随加水量的变化

B. 25℃时，CH_3COONH_4 稀溶液 pH 约等于 7

C. 随温度升高，CH_3COONa 溶液中 $c(OH^-)$ 减小，$c(H^+)$ 增大，pH 减小

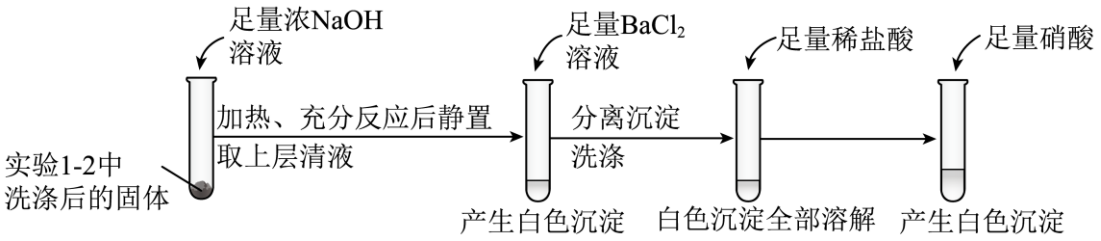
D. 0.50 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4Cl 溶液中，$c(NH_4^+)+c(NH_3\cdot H_2O)<0.50\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

14. 某实验小组对 $CuSO_4$ 溶液和 Na_2S 溶液的反应进行探究。

【实验 1】

序号	实验操作	实验现象
1-1	向 2 mL 0.02 $mol\cdot L^{-1}$ $CuSO_4$ 溶液中加入 2 mL 0.04 $mol\cdot L^{-1}$ Na_2S 溶液	产生黑色固体
1-2	向 2 mL 1 $mol\cdot L^{-1}$ $CuSO_4$ 溶液中加入 2 mL 2 $mol\cdot L^{-1}$ Na_2S 溶液	迅速产生大量黑色固体、少量红色固体(Cu)和黄色固体

【实验 2】为了证明黄色固体为 S，进行如下实验



资料：BaS 为白色固体，易溶于水。

下列说法不正确的是

A. 实验 1 中生成的黑色固体为 CuS

B. 实验 1-2 中生成了 Cu，与 Cu^{2+}、S^{2-} 的浓度增大后氧化性或还原性增强有关

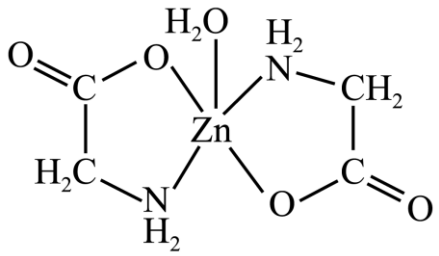
C. 实验 2 中加入足量浓 NaOH 发生的反应：$3S+6OH^- = 2S^{2-}+SO_3^{2-}+3H_2O$

D. 实验 2 中，加足量 HNO_3 溶液产生的白色沉淀成分为 $BaSO_3$

第二部分　非选择题(共 58 分)

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 一水合甘氨酸锌[$Zn(H_2NCH_2COO)_2$]·H_2O 是一种有机锌源，广泛用于医药和食品添加剂中，结构简式如图。



（1）Zn^{2+}的价层电子排布式为_____。

（2）Zn^{2+}与水能形成配位键的原因是_____。

（3）下列关于甘氨酸(H_2NCH_2COOH)的说法不正确的是_____。

A. 是两性化合物，能与 NaOH 溶液、盐酸反应

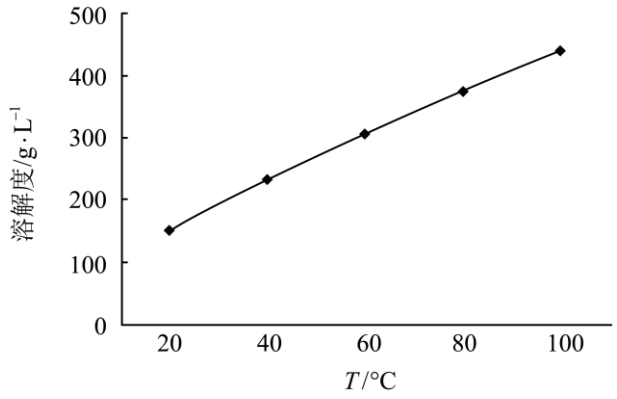
B. 分子中有手性碳原子，存在对映异构体

C. 2 分子甘氨酸只能形成 1 种二肽

D. 分子中的 C 原子杂化方式均为 sp^2

（4）以甘氨酸与氧化锌为原料，在约 80℃环境中搅拌 1 h，可制得甘氨酸锌。

资料：甘氨酸锌的溶解度曲线如图所示



①制备甘氨酸锌的化学反应方程式是_____。

②从甘氨酸锌溶液中得到一水合甘氨酸锌晶体的操作是_____、过滤。

16. 空气中 CO_2 含量的控制和 CO_2 资源利用具有重要意义。

（1）合成尿素[$CO(NH_2)_2$]是利用 CO_2 的途径之一、尿素合成主要通过下列反应实现：

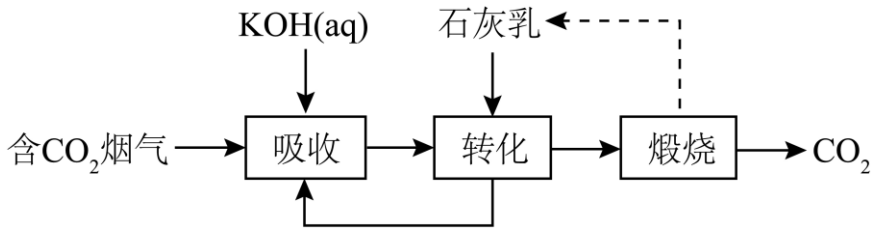
反应 I：$2NH_3(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons H_2NCOONH_4(s)\quad \Delta H_1=-159.5kJ\cdot mol^{-1}$

反应 II：$H_2NCOONH_4(s)\rightleftharpoons CO(NH_2)_2(s)+H_2O(g)\quad \Delta H_2=+72.5kJ\cdot mol^{-1}$

①反应 I 中有利于提高 CO_2 平衡转化率的条件是_____。(写出两条)

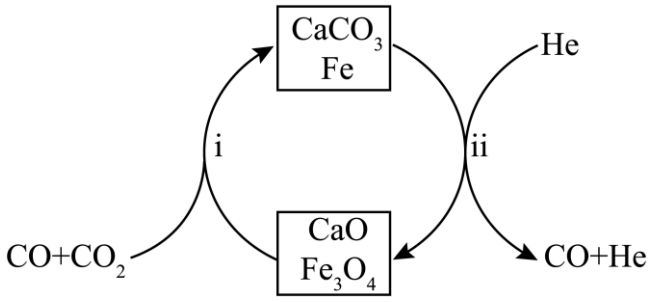
②合成尿素总反应的热化学方程式为_____。

（2）燃煤烟气中 CO_2 的捕集可通过如图所示的过程实现。



“吸收”后所得的 $KHCO_3$ 溶液与过量石灰乳反应的化学方程式为_____。

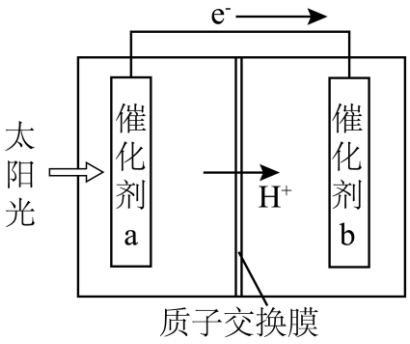
（3）恒压、750℃时，经如下流程(主要产物已标出)可实现 CO_2 高效转化。



①过程 i 中发生的主要反应有 $CO_2+CaO=CaCO_3$、_____。

②过程 ii 平衡后通入 He，测得一段时间内 CO 物质的量上升，结合平衡移动原理，解释 CO 物质的量上升的原因_____。

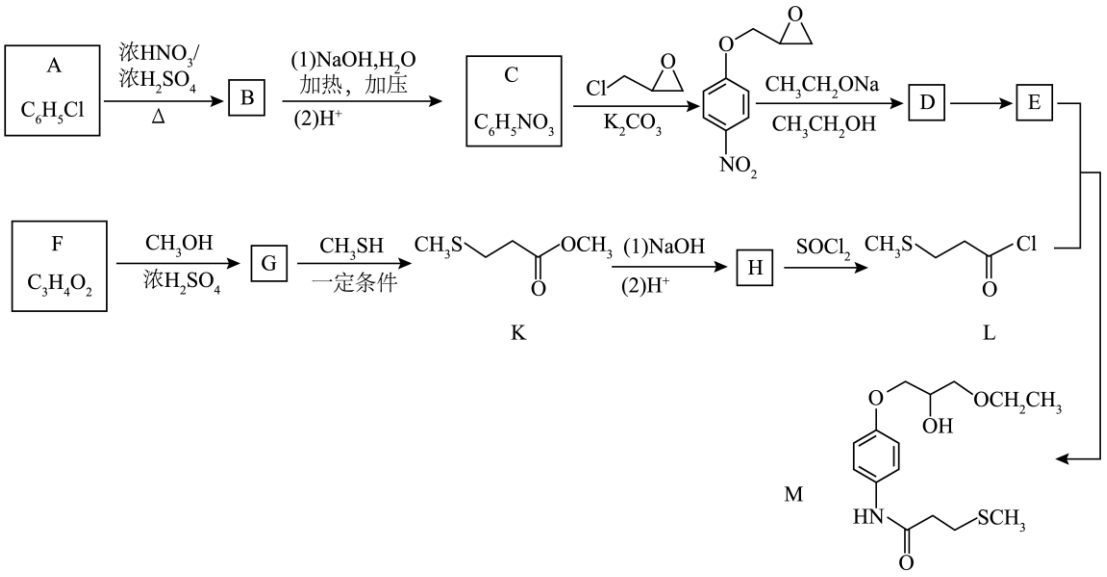
（4）通过人工光合作用，以 CO_2 和 H_2O 为原料制备 HCOOH 和 O_2，原理如图所示。

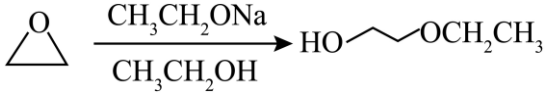


①催化剂 a 表面发生_____反应。(填“氧化”或“还原”)

②催化剂 b 表面发生的反应式为_____。

17. 有机化合物 M 是合成治疗支气管哮喘药物的中间体。M 的一种合成路线如下(部分试剂和条件省略)。



已知：

回答下列问题：

（1）A→B 的化学方程式是_____。

（2）B 和 C 相比，C 的熔、沸点更高，原因是_____。

（3）D 的结构简式是_____。

（4）F 中含氧官能团的名称是_____。

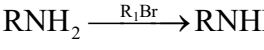
（5）下列说法正确的是_____。

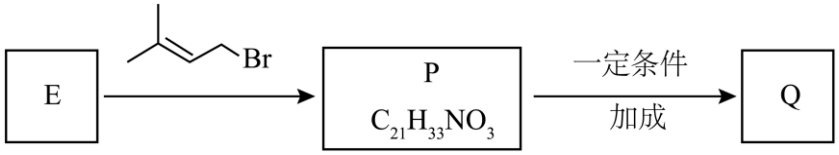
a. C 的核磁共振氢谱为三组峰，峰面积之比为 2∶2∶1

b. D→E、G→K 的反应类型分别是还原反应和取代反应

c. H 可与碳酸钠溶液反应生成气体

（6）以 E 为原料可合成有机化合物 Q。

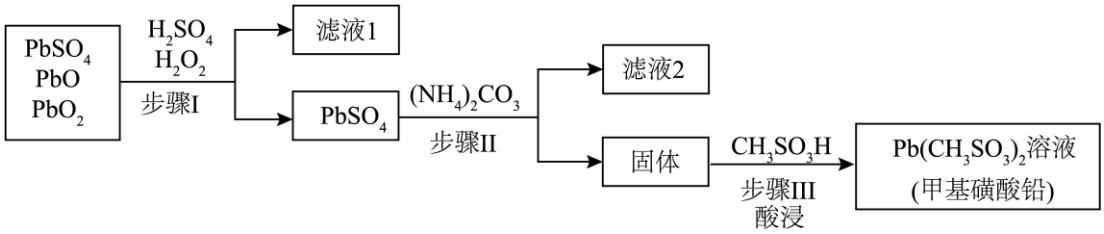
已知：



①P 的结构简式为_____。

②Q 分子中含有 3 个六元环，写出其结构简式_____。

18. 回收废旧电池(主要含 $PbSO_4$、PbO、PbO_2)材料，能够实现资源的再利用。一种通过甲基磺酸(CH_3SO_3H)溶液酸浸得到甲基磺酸铅的工艺流程如下：



已知：①常温下，$K_{sp}\left(PbSO_4\right)=1.6\times10^{-8}$；$K_{sp}\left(PbCO_3\right)=1.6\times10^{-13}$

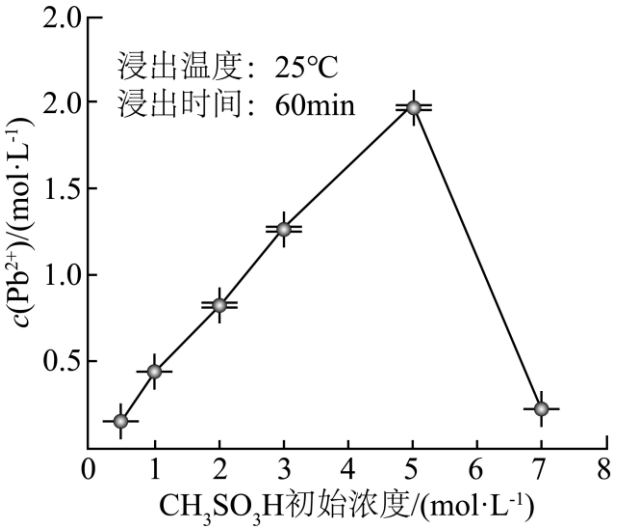
②甲基磺酸(CH_3SO_3H)易溶于水，是有机强酸。

（1）步骤 I 开始前需将固体物质粉碎，目的是_____。

（2）PbO_2 发生反应的离子方程式_____。

（3）步骤II加入$(NH_4)_2CO_3$ 溶液的目的是_____。

（4）步骤III中，浸出的 Pb^{2+}浓度受 CH_3SO_3H 初始浓度影响如图所示。当 CH_3SO_3H 初始浓度高于 5 $mol\cdot L^{-1}$时，$c(Pb^{2+})$急剧下降的可能原因是_____。



（5）电解 $Pb(CH_3SO_3)_2$ 溶液，同时产出可用于铅酸电池制造的精铅和二氧化铅。

①生成 PbO_2 的电极反应式_____。

②电解时，产生 a 库仑电量，$\eta(Pb)=96.5\%$，

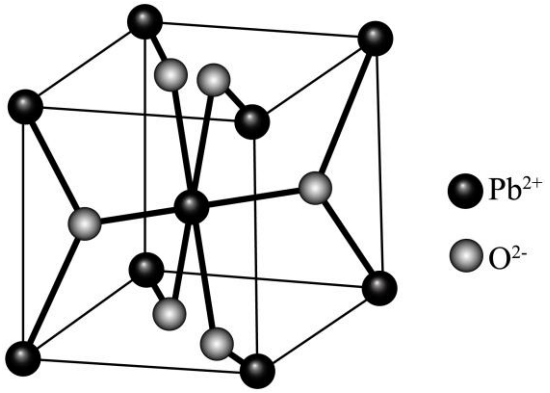
已知：i．转移 1 mol 电子所产生的电量为 96500 库仑。

ii．电解效率 η 的定义：

$$\eta(\mathrm{B})=\frac{n(\text{生成B所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})}\times 100\%$$

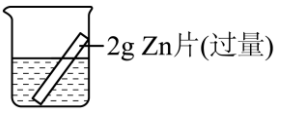
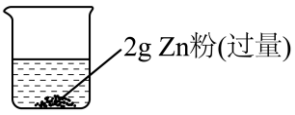
阴极生成 Pb 的物质的量为_____mol。

③β-PbO_2 晶胞结构如图所示，边长为 apm，晶体的密度 ρ=_____$\mathrm{g\cdot cm^{-3}}$。(设阿伏加德罗常数的值为 N_A，$1\mathrm{pm}=10^{-10}\mathrm{cm}$)



19. 某小组同学探究 Zn 和 $FeCl_3$ 溶液的反应现象及产物

(一)探究 Zn 片、Zn 粉分别和 $FeCl_3$ 溶液反应的现象

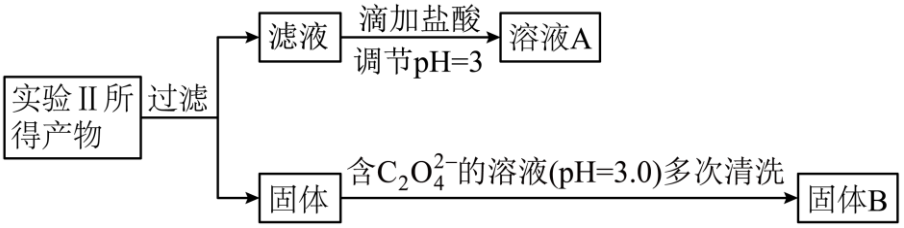
序号	实验	现象
I	 15 mL 0.5 $\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ $FeCl_3$ 溶液 (pH=1)	Zn 片表面有气泡，且速率逐渐变大，出现红褐色沉淀，浸没在溶液里的 Zn 片表面覆盖一层黑色物质
II	 15 mL 0.5 $\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ $FeCl_3$ 溶液 (pH=1)	有气泡产生，pH 逐渐增大，产生大量红褐色沉淀后，无气泡冒出，此时溶液 pH 为 3~4

（1）用离子方程式解释实验 I 中气泡产生的原因_____。

（2）结合平衡移动原理解释II中红褐色沉淀生成的原因_____。

（3）经检验，实验 I 中 Zn 片表面覆盖的黑色物质为铁，由此推测，实验 I 中产生气泡的速率逐渐变大可能的原因是_____。

(二)探究实验II产物



资料：①$C_2O_4^{2-}$ 可以与 Fe^{3+}、Fe^{2+}形成稳定的络合离子；

②0.5 $mol\cdot L^{-1}$ Fe^{3+}开始沉淀的 pH 约为 1.2，完全沉淀的 pH 约为 3。

实验	操作	现象
III	向 V_1 mL 溶液 A(pH=3)中加入 2 g 新的 Zn 片	Zn 片表面无气泡产生，也无黑色物质覆盖
IV	向 V_1 mL 1.5 $mol\cdot L^{-1}$ KCl 溶液(pH=3)中加入 2 g 新的 Zn 片(大小和材质与实验III相同)	Zn 片表面有气泡产生

（4）溶液 A 中主要含有的金属阳离子有_____。

（5）解释实验III中 Zn 片表面无气泡产生的原因_____。

（6）取用含草酸根离子的溶液(pH=3.0)清洗后固体 B 于试管中，_____(填实验操作及现象)，证明固体 B 中存在 Fe 单质。

（7）检验 Fe 单质前，需用含 $C_2O_4^{2-}$ 的溶液(pH=3.0)清洗固体表面附着的 $Fe(OH)_3$，目的是_____。

参考答案

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。

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

第二部分　非选择题(共 58 分)

本部分共 5 题，共 58 分。

15.【答案】（1）$3d^{10}$

（2）Zn^{2+}提供空轨道，H_2O 的 O 原子提供孤电子对形成配位键　（3）BD

（4）　①. $ZnO+2H_2NCH_2COOH\overset{80℃}{=\!=\!=}Zn\left(H_2NCH_2COO\right)_2+H_2O$　②. 蒸发浓缩、冷却结晶

【小问 1 详解】

Zn 的原子序数为 30，Zn^{2+}的价层电子排布式为$3d^{10}$，故答案为$3d^{10}$。

【小问 2 详解】

Zn^{2+}的价层电子排布式为$3d^{10}$，含有$4s$、$4p$ 空轨道，H_2O 的 O 原子含有孤电子对， 因此 Zn^{2+}提供空轨道，H_2O 的 O 原子提供孤电子对形成配位键，故答案为 Zn^{2+}提供空轨道，H_2O 的 O 原子提供孤电子对形成配位键。

【小问 3 详解】

A．甘氨酸分子中含有氨基和羧基，羧基能与 NaOH 溶液反应，氨基能与盐酸反应，属于两性化合物，A 正确；

B．手性碳原子是指连有四个不同的原子或原子团的碳原子，甘氨酸结构中不含手性碳原子，不存在对映异构体，B 错误；

C．2 分子甘氨酸形成二肽时只能通过“羧基与氨基脱水”形成 1 种二肽，结构为

$H_2NCH_2CONHCH_2COOH$，C 正确；

D．甘氨酸分子中还含有饱和碳原子，其杂化方式为 sp^3，D 错误；

故答案为 BD。

【小问 4 详解】

①甘氨酸与氧化锌反应生成甘氨酸锌和水，化学反应方程式为

$ZnO+2H_2NCH_2COOH\overset{80℃}{=\!=\!=}Zn\left(H_2NCH_2COO\right)_2+H_2O$，故答案为

$ZnO+2H_2NCH_2COOH\overset{80℃}{=\!=\!=}Zn\left(H_2NCH_2COO\right)_2+H_2O$。

②由图可知，温度升高，甘氨酸锌的溶解度升高，因此从甘氨酸锌溶液中得到一水合甘氨酸锌晶体的操作是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥，故答案为蒸发浓缩、冷却结晶。

16.【答案】（1） ①. 低温、高压、增大 NH_3 的浓度 ②. $2NH_3(g)+CO_2(g)=CO(NH_2)_2(s)+H_2O(g)\quad \Delta H=-87kJ\cdot mol^{-1}$

（2）$KHCO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+KOH+H_2O$

（3） ①. $Fe_3O_4+4CO=3Fe+4CO_2$ ②. $3Fe(s)+4CaCO_3(s)\rightleftharpoons Fe_3O_4(s)+4CO(g)+4CaO(s)$，恒压时充入 He，各物质的浓度减小，Q<K，平衡向正方向移动

（4） ①. 氧化 ②. $CO_2+2e^-+2H^+=HCOOH$

【小问 1 详解】

① 反应I是气体分子数减少的放热反应，根据勒夏特列原理：增大压强、降低温度、增大反应物 NH_3 浓度，都能使平衡正向移动，提高 CO_2 的平衡转化率；

②根据盖斯定律，总反应=反应 I+反应II，

$\Delta H=\Delta H_1+\Delta H_2=-159.5kJ\cdot mol^{-1}+72.5kJ\cdot mol^{-1}=-87.0kJ\cdot mol^{-1}$，总热化学方程式为 $2NH_3(g)+CO_2(g)=CO(NH_2)_2(s)+H_2O(g)\quad \Delta H=-87kJ\cdot mol^{-1}$；

【小问 2 详解】

石灰乳过量，$KHCO_3$ 完全反应，HCO_3^- 与 OH^-、Ca^{2+} 反应生成 $CaCO_3$ 沉淀、H_2O，配平即可得到化学方程式为 $KHCO_3+Ca(OH)_2=CaCO_3\downarrow+KOH+H_2O$；

【小问 3 详解】

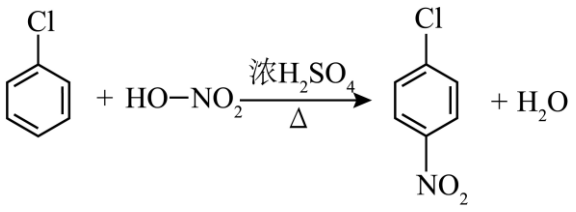
① 过程 i 中，反应物为 Fe_3O_4 和 CO，生成物为 Fe 和 CO_2，CO 还原 Fe_3O_4，配平得反应方程式为 $Fe_3O_4+4CO=3Fe+4CO_2$；

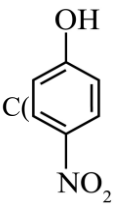
② 恒压条件下通入不参与反应的 He，体系总体积增大，所有气态物质的浓度降低，反应：$3Fe(s)+4CaCO_3(s)\rightleftharpoons Fe_3O_4(s)+4CO(g)+4CaO(s)$ 的 $Q<K$，正向移动，即生成更多 CO；

【小问 4 详解】

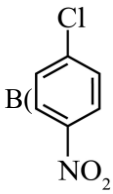
① 由图可知，电子从催化剂 a 经外电路流向催化剂 b，说明催化剂 a 是负极，发生失电子的氧化反应；

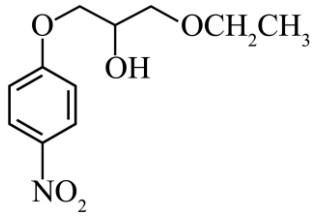
② 催化剂 b 是正极，CO_2 得到电子，结合迁移过来的氢离子生成 HCOOH，电极反应式：$CO_2+2e^-+2H^+=HCOOH$。

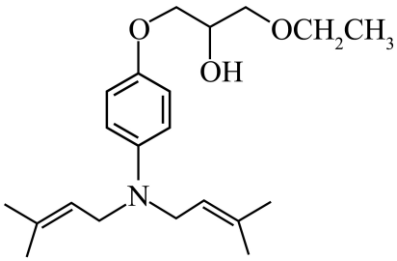
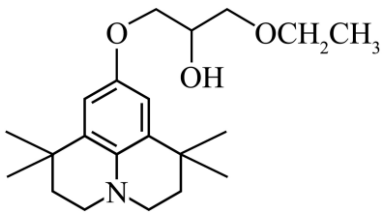
17.【答案】（1）

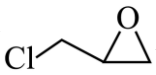
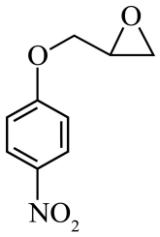
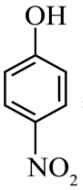
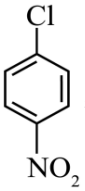
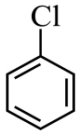
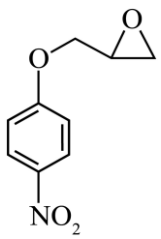
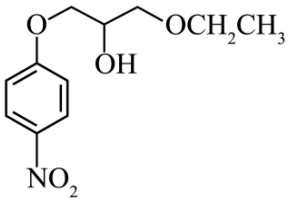
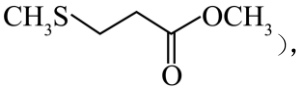
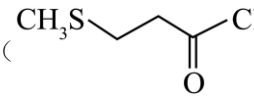
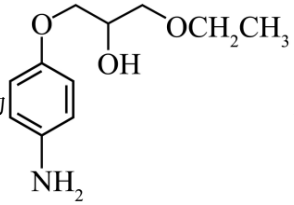
（2）C(

)分子间存在氢键，

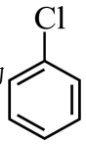
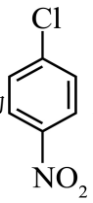
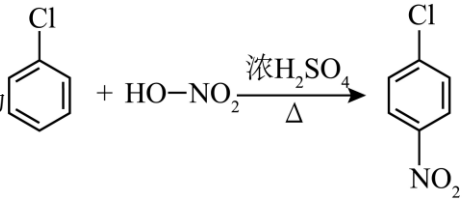
B()分子间不能形成氢键

（3）　　（4）羧基

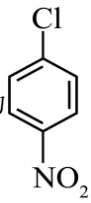
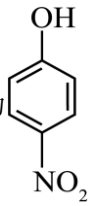
（5）ac　（6）　①.　②.

【分析】A(C_6H_5Cl)与浓硫酸、浓硝酸发生取代反应生成 B，B 在 NaOH 溶液下水解后酸化得到 C（$C_6H_5NO_3$），C 与发生取代反应生成，对比结构知 C 为，B 为，A 为，发生已知的反应生成 D，则 D 为；F（$C_3H_4O_2$）与CH_3OH在浓硫酸的作用下发生酯化反应生成 G，G 与CH_3SH发生反应生成 K（），结合 F 的分子式可知，G 为CH_2=CHCOOCH$_3$，F 为CH_2=CHCOOH，K 在碱性条件下发生水解反应后酸化得到 H，H 与$SOCl_2$发生取代反应生成 L（），则 H 为$CH_3SCH_2CH_2COOH$，L 与 E 发生取代反应生成 M，对比 L 和 M 的结构可知，E 为，据此分析。

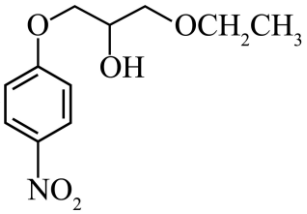
【小问 1 详解】

由分析知，A 为，B 为，A 与浓硝酸在浓硫酸催化下发生取代反应生成 B 和水，化学反应方程式为。

【小问 2 详解】

由分析知，B 为，C 为，C 能形成分子间氢键，B 不能形成分子间氢键，所以 B 和 C 相比，C 的熔、沸点更高。

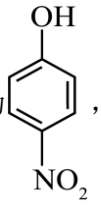
【小问 3 详解】

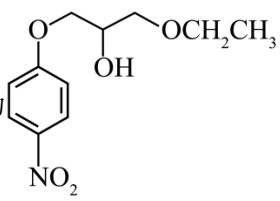
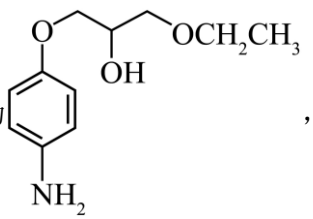
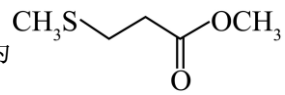
由分析知，D 的结构简式为。

【小问 4 详解】

由分析知，F 为CH_2=CHCOOH，F 中含氧官能团的名称是羧基。

【小问 5 详解】

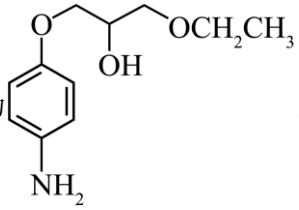
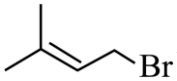
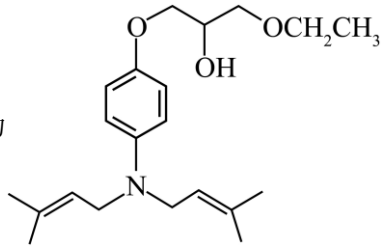
a．由分析知，C 为，共有三种氢原子，故核磁共振氢谱为三组峰，峰面积之比为 2∶2∶1，a 正确；

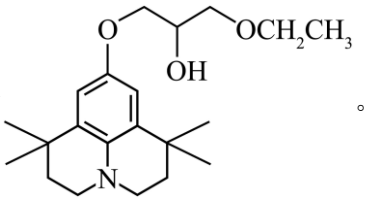
b．由分析知，D 为，E 为，D→E 发生的反应为还原反应，G 为CH_2=CHCOOCH$_3$，K 为，G→K 发生的反应为加成反应，b 错误；

c．由分析知，H 为$CH_3SCH_2CH_2COOH$，含有羧基，可与碳酸钠溶液反应生成二氧化碳气体，c 正确；

故答案为 ac。

【小问 6 详解】

①由分析知，E 为，E 与发生已知反应“$RNH_2 \xrightarrow{R_1Br} RNHR_1$”生成 P，结合 P 的分子式可知，P 的结构简式为。

②P 发生加成反应生成 Q，Q 分子中含有 3 个六元环，则 Q 的结构简式为。

18.【答案】（1）提高反应速率

（2）$PbO_2+H_2O_2+2H^++SO_4^{2-}=PbSO_4\downarrow+O_2\uparrow+2H_2O$

（3）$PbSO_4(s)\rightleftharpoons Pb^{2+}(aq)+SO_4^{2-}(aq)$，加入$(NH_4)_2CO_3$，消耗 Pb^{2+}，使平衡正向移动，将难溶的 $PbSO_4$ 转化为 $PbCO_3$，便于后续溶解

（4）$Pb(CH_3SO_3)_2(s)\rightleftharpoons Pb^{2+}(aq)+2CH_3SO_3^-(aq)$，当初始甲基磺酸浓度高于 5 $mol\cdot L^{-1}$ 时，$CH_3SO_3^-$ 的浓度增大，使平衡逆向移动，抑制了甲基磺酸铅的溶解。(或者其他合理答案，如析出的 $Pb(CH_3SO_3)_2$ 覆盖碳酸铅，也会导致溶液中的 Pb^{2+} 浓度下降)

（5）①. $Pb^{2+}-2e+2H_2O=PbO_2+4H^+$　②. $5\times10^{-6}a$　③. $\dfrac{478}{N_Aa^3\times10^{-30}}$

【分析】废旧电池(主要含 $PbSO_4$、PbO、PbO_2)，加入 H_2O_2、H_2SO_4，将 Pb(IV)还原为 Pb(II)，得到 $PbSO_4$，加入 $(NH_4)_2CO_3$ 发生沉淀转化，将 $PbSO_4$ 转化为溶解度更小的 $PbCO_3$，加入 CH_3SO_3H 酸浸，得到甲基磺酸铅，据此解答。

【小问 1 详解】

粉碎固体增大接触面积，是化工流程中常见的加快反应、提高浸出率的操作。

【小问 2 详解】

步骤 I 中 PbO_2 作氧化剂，H_2O_2 作还原剂被氧化为 O_2，Pb 从+4 价降为+2 价，结合原子守恒、电荷守恒配平反应为：$PbO_2+H_2O_2+2H^++SO_4^{2-}=PbSO_4\downarrow+O_2\uparrow+2H_2O$；

【小问 3 详解】

由 K_{sp} 可知 $PbCO_3$ 溶解度远小于 $PbSO_4$，加入碳酸铵发生沉淀转化，将 $PbSO_4$ 转化为 $PbCO_3$，方便后续用

甲基磺酸酸浸提取铅；

【小问 4 详解】

存在溶解平衡$Pb\left(CH_3SO_3\right)_2\left(s\right)\rightleftharpoons Pb^{2+}\left(aq\right)+2CH_3SO_3^-\left(aq\right)$，$CH_3SO_3H$ 浓度高于 5 $mol\cdot L^{-1}$时，$CH_3SO_3^-$浓度增大，平衡逆向移动，甲基磺酸铅溶解度降低，铅离子浓度下降；

【小问 5 详解】

①Pb^{2+} 失电子被氧化为 PbO_2，阳极发生氧化反应，由电荷、原子守恒配平为：

$Pb^{2+}-2e+2H_2O=PbO_2+4H^+$；

②总转移电子物质的量$n\left(e^-\right)=\frac{a}{96500}mol$，生成铅实际用电子$n\left(e^-\right)=\left(\frac{a}{96500}\times96.5\%\right)mol$，生成 1 mol Pb 转移 2 mol 电子，故$n\left(Pb\right)=\left(\frac{a}{96500}\times96.5\%\times\frac{1}{2}\right)mol=5\times10^{-6}amol$；

③Pb 的个数：$8\times\frac{1}{8}+1=2$ 个，O 的个数$4\times\frac{1}{2}+2=4$，晶胞的质量为$\frac{207\times2+16\times4}{N_A}g=\frac{478}{N_A}g$，晶胞的体积为$(a\times10^{-10}cm)^3$，$\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{478g/mol}{N_A}}{\left(a\times10^{-10}cm\right)^3}=\frac{478}{N_Aa^3\times10^{-30}}g/cm^{-3}$。

19.【答案】（1）$Zn+2H^+=Zn^{2+}+H_2\uparrow$

（2）$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$，Zn 与 H^+反应生成 H_2，使 $c(H^+)$降低，平衡正向移动，产生红褐色沉淀

（3）锌与铁在溶液中构成原电池，锌做负极，加快了锌与酸反应产生氢气的速率

（4）Zn^{2+} Fe^{2+}

（5）A 中 Zn^{2+}的浓度较大，使 Zn 的还原性降低，不易和 H^+反应

（6）加入过量稀盐酸，待固体完全溶解后，向试管中滴加少量铁氰化钾溶液，产生蓝色沉淀

（7）排除 Fe^{3+}对后续检验 Fe 单质的干扰

【分析】由题意可知，该实验的实验目的是探究锌和氯化铁溶液的反应现象及设计实验确定反应所得产物。

【小问 1 详解】

实验 I 中气泡产生的原因是锌与溶液中的氢离子反应生成锌离子和氢气，反应的离子方程式为：$Zn+2H^+=Zn^{2+}+H_2\uparrow$；

【小问 2 详解】

氯化铁是强酸弱碱盐，铁离子在溶液中水解生成氢氧化铁和氢离子，反应的离子方程式为：$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$，则实验II中红褐色沉淀生成的原因是加入的锌粉与溶液中的氢离子反应，溶液中氢离子浓度减小，平衡向正反应方向移动，促进溶液中铁离子的水解转化为氢氧化铁红褐色沉淀；

【小问 3 详解】

实验 I 中反应生成的铁与锌在溶液中构成原电池，比铁活泼的锌作原电池的负极，原电池反应加快了锌与酸反应产生氢气的速率；

【小问 4 详解】

由题意可知，pH 为 3 溶液中铁离子完全转化为氢氧化铁沉淀，则由题给流程可知，实验 II 所得产物过滤得到含有锌离子、亚铁离子的滤液和含有锌、铁的滤渣；

【小问 5 详解】

由题意可知，pH 为 3 溶液中铁离子完全转化为氢氧化铁沉淀，则实验 III 中锌片表面无气泡产生是因为溶液 A 中锌离子浓度较大，使锌的还原性降低，不易和溶液中氢离子反应所致；

【小问 6 详解】

证明固体 B 中存在铁单质的实验方案为：取用用含草酸根离子的溶液(pH=3.0)清洗后的固体 B 于试管中，加入过量稀盐酸，待固体完全溶解后，向试管中滴加少量铁氰化钾溶液，产生蓝色沉淀说明固体 B 中存在铁单质；

【小问 7 详解】

检验铁单质前，需用含草酸根离子的溶液(pH=3.0)清洗固体表面附着的氢氧化铁目的是防止氢氧化铁溶解生成的铁离子与金属单质反应生成的亚铁离子干扰铁单质的检验。