2023 北京东城高三（上）期末

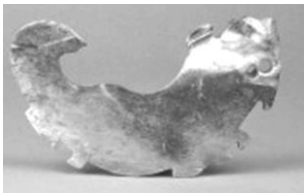
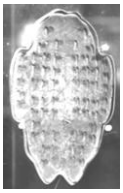
化　　学

可能用到的相对原子质量： H – 1　C – 12　O – 16　Na – 23　Al – 27　Fe – 56

第一部分

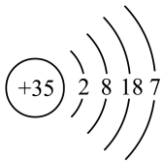
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的 4 个选项中，选出最符合题目要求的一项。

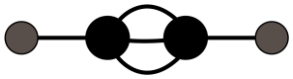
1. 文物是人类宝贵的历史文化遗产。按制作文物的主要材料分类，下列文物属于金属文物的是

文物				
选项	A.青铜亚长牛尊	B.虎形玉佩	C.甲骨片	D.竖线划纹黑陶尊

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

2. 下列化学用语或图示表达不正确的是

A. Br 的原子结构示意图： 

B. 乙炔的分子结构模型： 

C. 氮分子的电子式：$:\ddot{N}\vdots\ddot{N}:$

D. 基态 $_{24}Cr$ 的简化电子排布式：$[Ar]3d^4 4s^2$

3. 表示下列反应的方程式正确的是

A. 铁粉与水蒸气共热，生成可燃性气体：$2Fe+3H_2O(g)\overset{高温}{=\!=\!=}Fe_2O_3+3H_2$

B. 向 $FeCl_3$ 溶液中加入铜片，溶液由黄色变成蓝色：$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$

C　向 $Mg(OH)_2$ 浊液中加入 $FeCl_3$ 溶液，生成红褐色沉淀：$Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$

D. 向 $FeSO_4$ 溶液中滴加 H_2O_2 溶液，溶液由浅绿色变成黄色：$Fe^{2+}+H_2O_2=Fe^{3+}+O_2\uparrow+2H^+$

4. 用 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

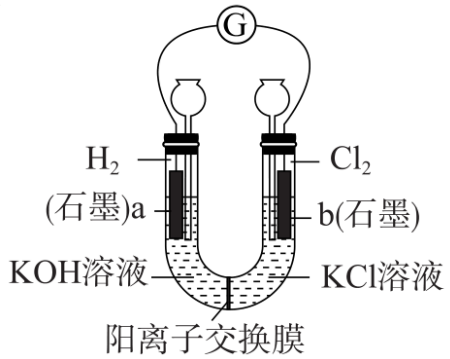
A. $4g\ {}^2_1H_2$ 中含有的原子数为 N_A

B. 1L $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $AlCl_3$ 溶液含有的 Al^{3+} 个数为 $0.1N_A$

C. 标准状况下，11.2L O_2 和 N_2 的混合气体中分子数为 N_A

D. 0.1mol Na 与 10mL $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸充分反应，转移电子数为 $0.1N_A$

5. 用如图装置进行实验，电流计指针偏转。下列说法不正确的是



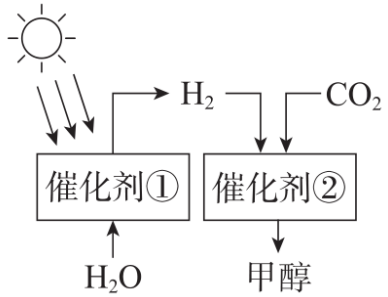
A. 该装置将化学能转化为电能

B. K^+ 从 a 极经阳离子交换膜移向 b 极

C. 工作一段时间，a 极附近溶液 pH 会减小

D. 该装置的总反应为 $H_2+Cl_2=2HCl$

6. 我国科学家分别攻克了两大催化技术，使合成“液态阳光”的两个生产环节效率大幅提高。“液态阳光”的合成示意图如下。下列说法不正确的是



A. 甲醇的沸点远远高于乙烷，是由于甲醇分子之间存在氢键

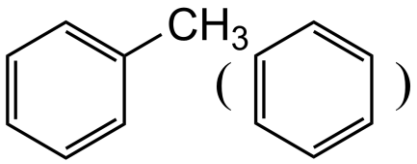
B. 催化剂通过降低相应反应的活化能使化学反应速率增大

C. 理论上生成 1mol CH_3OH 时，光催化过程至少转移 4mol 电子

D. 作燃料时，1mol CH_3OH 充分燃烧消耗 1.5mol O_2

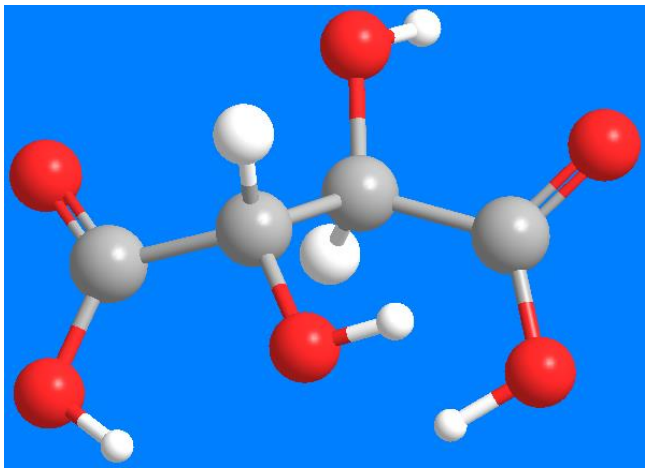
7. 下列除杂试剂选用正确且除杂过程涉及氧化还原反应的是

选项	物质(括号内为杂质)	除杂试剂
A	$NO(NO_2)$	蒸馏水、碱石灰
B	$Al_2O_3(Fe_2O_3)$	盐酸、 NaOH 溶液、二氧化碳

C	$NaCl(Na_2SO_4)$	$BaCl_2$ 溶液、Na_2CO_3 溶液、盐酸
D		酸性 $KMnO_4$ 溶液

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

8. 酒石酸$(C_4H_6O_6)$是一种有机弱酸，其分子结构模型如图。下列说法不正确的是



A. 酒石酸中各元素的电负性由大到小的顺序为 O>C>H

B. 酒石酸中碳原子有 sp^2、sp^3 两种杂化方式

C. 1mol 酒石酸最多能与 2mol 金属钠发生反应

D. 常温下，酒石酸氢钾水溶液 $pH<7$，说明酒石酸氢根的电离程度大于其水解程度

9. 因生产金属铁的工艺和温度等因素不同，产生的铁单质的晶体结构也不同。两种铁晶胞(均为立方体，边长分别为以 anm 和 1.22anm)的结构示意图如下。

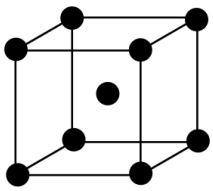


图1

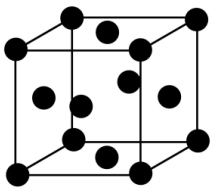


图2

下列说法不正确的是

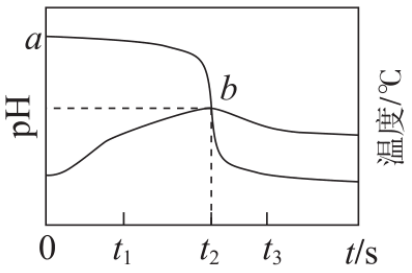
A. 用 X 射线衍射可测定铁晶体的结构

B. 图 2 代表的铁单质中，一个铁原子周围最多有 4 个紧邻的铁原子

C. 图 1 与图 2 代表的铁单质中，原子之间以金属键相互结合

D. 图 1 与图 2 代表的铁单质的密度不同

10. 向 NaOH 溶液中持续滴加稀盐酸，记录溶液 pH 及温度随时间的变化如图所示。下列说法正确的是



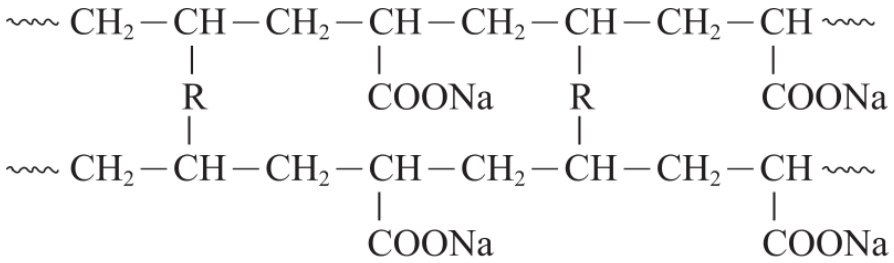
A. NaOH 溶液的起始浓度为$10^{-a}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

B. 在滴定至终点的过程中，水的电离程度不断减小

C. $t_1\text{s}\longrightarrow t_3\text{s}$ 对应的溶液中均存在：$c\left(\text{Na}^+\right)+c\left(\text{H}^+\right)=c\left(\text{Cl}^-\right)+c\left(\text{OH}^-\right)$

D. 由 t_2 s 后溶液的温度变化可推知， NaOH 与 HCl 的反应是吸热反应

11. 交联聚合物 P 的结构片段如图所示。[图中 ～～～ 表示链延长，R 为 $-\left(\text{CH}_2\right)_n-$]



下列说法不正确的是

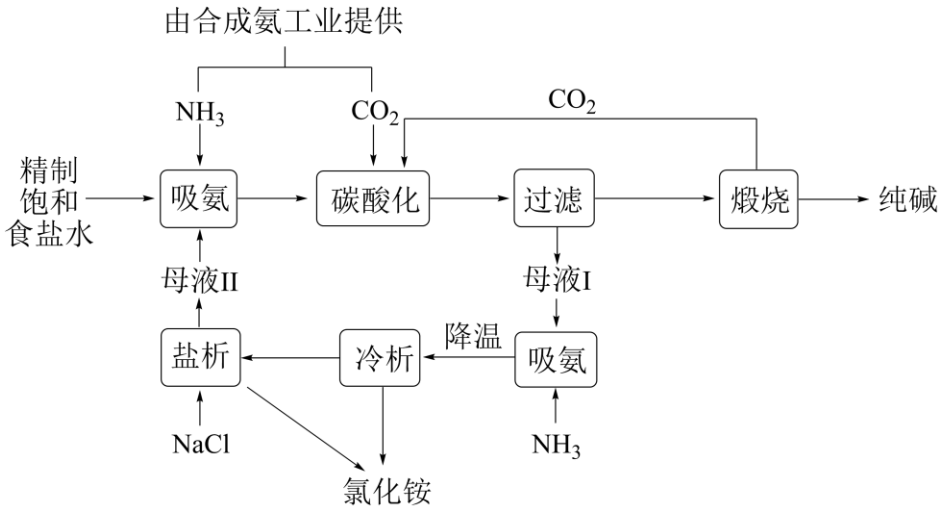
A. 聚合物 P 难溶于水，但有高吸水性

B. 合成聚合物 P 的反应为加聚反应

C. 聚合物 P 的单体之一存在顺反异构现象

D. 1，4-戊二烯与丙烯共聚也可形成类似聚合物 P 骨架的交联结构

12. 侯氏制碱法工艺流程如图所示。



下列说法不正确的是

A. 饱和食盐水“吸氨”的目的是使“碳酸化”时产生更多的 HCO_3^-

B. 煅烧时发生反应 $2NaHCO_3 \overset{\Delta}{=} Na_2CO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$

C. “盐析”后溶液 pH 比“盐析”前溶液 pH 大

D. 母液II与母液I所含粒子种类相同，但前者 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^- 的浓度更大

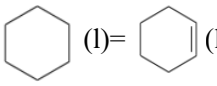
13. 环已烯是有机合成的重要中间体，可由环已烷氧化脱氢制备。已知几种物质的燃烧热(25℃，$101kPa$)：

名称	氢气	环已烯	环已烷
化学式(状态)	$H_2(g)$	$C_6H_{10}(l)$	$C_6H_{12}(l)$
$\Delta H/(kJ\cdot mol^{-1})$	-285.8	-3786.6	-3953.0

下列说法正确的是

A. 氢气燃烧的热化学方程式为 $2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(l)$ $\Delta H=-285.8kJ\cdot mol^{-1}$

B. 由燃烧热可知，环已烯的能量小于环已烷的能量

C.  (l)= (l)+H_2(g) $\Delta H=+119.4kJ\cdot mol^{-1}$

D. 环已烷氧化脱氢制备环已烯时，氧气和高锰酸钾均可作氧化剂

14. 研究碘在不同溶剂中的溶解性。进行实验：

①向试管中放入一小粒碘晶体，再加入蒸馏水，充分溶解后，得到黄色溶液 a 和少量不溶的碘；

②取 5mL 溶液 a，加入 $1mL$ 四氯化碳，振荡，静置，液体分层，下层呈紫色，上层无色；

③将②所得下层溶液全部取出，加入 $1mL$ KI 溶液，振荡，静置，下层溶液紫色变浅，上层溶液 b 呈黄色(颜色比溶液 a 深)。

已知：i. $3I_2+3H_2O \rightleftharpoons 6H^+ + 5I^- + IO_3^-$；

ii. $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$ 。

下列说法不正确的是

A. H_2O 是极性溶剂，CCl_4 是非极性溶剂，非极性的 I_2 更易溶于 CCl_4

B. ②中的下层溶液为碘的四氯化碳溶液

C. 溶液 b 中 $c(I_2)$ < 溶液 a 中 $c(I_2)$

D 向①所得浊液中加入 KI，使 $c(I^-)$ 增大，反应i平衡逆向移动，析出 I_2

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 硅烷广泛应用在现代高科技领域。制备硅烷的反应为 $SiF_4 + NaAlH_4 = SiH_4 + NaAlF_4$ 。

（1）①基态硅原子的价层电子轨道表示式为_____。

②SiF_4中，硅的化合价为+4 价。硅显正化合价的原因是_____。

③下列说法正确的是_____(填序号)。

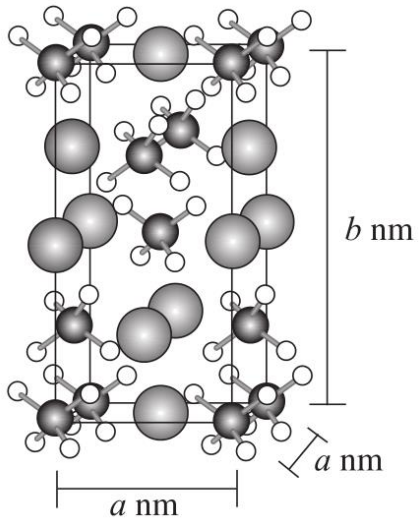
a.SiF_4的热稳定性比CH_4的差

b.SiH_4中 4 个$Si-H$的键长相同，$H-Si-H$的键角为$90°$

c.SiH_4中硅原子以 4 个sp^3杂化轨道分别与 4 个氢原子的$1s$轨道重叠，形成 4 个$Si-H$ σ键

④SiF_4的沸点(-86℃)高于SiH_4的沸点(-112℃)，原因是_____。

（2） $NaAlH_4$的晶胞结构如图所示，晶胞的体积为$a^2b\times10^{-21}cm^3$。



①AlH_4^-的 VSEPR 模型名称为_____。

②用N_A表示阿伏加德罗常数的值。$NaAlH_4$晶体密度为_____$g\cdot cm^{-3}$(用含 a、b、N_A的代数式表示)。

③$NaAlH_4$是一种具有应用潜能的储氢材料，其释氢过程可用化学方程式表示为：

$3NaAlH_4=Na_3AlH_6+2Al+3H_2\uparrow$。掺杂$_{22}Ti$替换晶体中部分$Al$，更利于$NaAlH_4$中 H 的解离，使体系更容易释放氢。从结构的角度推测其可能原因：_____。

16. 乙二醛是一种重要的精细化工产品，可由乙醛硝酸氧化法制备。

I.研究其他条件相同时，仅改变一个条件对乙二醛制备的影响，获得如下数据。

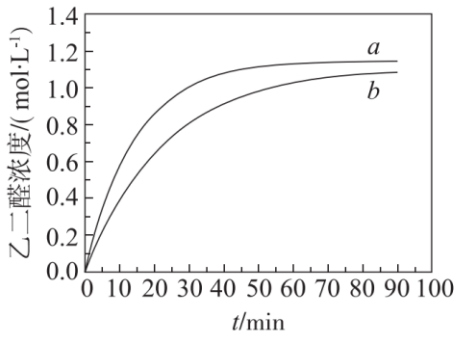


图 1　37 ℃和 45 ℃时，乙二醛的浓度随时间的变化

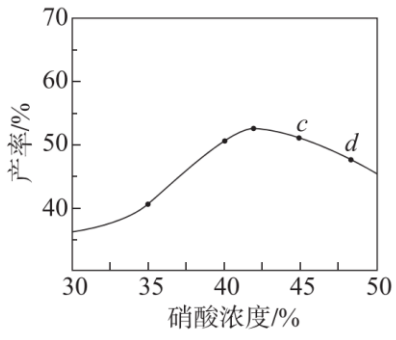


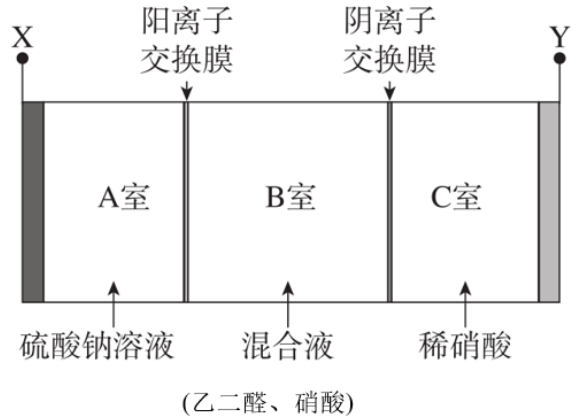
图 2　相同时间内，乙二醛的产率随硝酸浓度的变化

（1）乙二醛的结构简式是_____。

（2）图 1 中，曲线 a 对应的温度是_____，判断的依据是_____。

（3）图 2 中，c→d 乙二醛的产率降低，并检测出较多的副产物，如乙二酸。产生较多乙二酸的原因是_____。

II.运用电化学原理设计分离纯化乙二醛并回收硝酸的装置示意图如下(电极均为惰性电极)。



（4）与电源负极相连的是_____(填“X”或“Y”)。

（5）结合电极反应分析硝酸回收原理：_____。

（6）测定纯化后溶液中乙二醛的含量。

i.移取 VmL 纯化后　溶液于锥形瓶中，加入 2 滴酚酞溶液，用浓度为$0.20mol\cdot L^{-1}$ NaOH 溶液滴定至溶液恰好由无色变为粉红色。

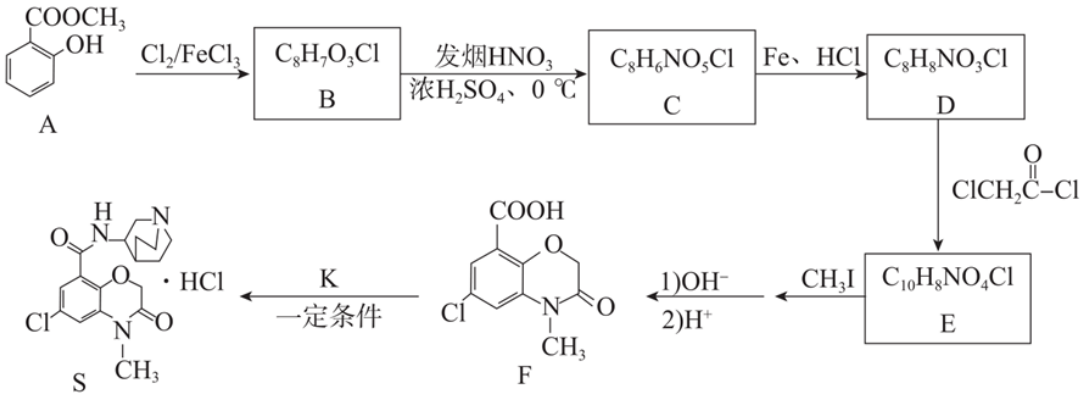
ii.向i所得溶液加入过量$0.50mol\cdot L^{-1}$ NaOH 溶液V_1 mL，充分反应。

iii.试用$0.50mol\cdot L^{-1}$硫酸滴定ii中溶液至终点，消耗硫酸体积为V_2 mL。

已知：乙二醛在强碱性溶液中发生反应生成$CH_2OHCOONa$。

该纯化后的溶液中乙二醛的含量为_____$g\cdot L^{-1}$(乙二醛摩尔质量：$58g\cdot mol^{-1}$)。

17. 盐酸阿扎司琼(S)是一种高效$5-HT3$受体拮抗剂，其合成路线如下。



已知：$R_1-NH\xrightarrow{CH_3I}R_1-N(R_2)-CH_3$

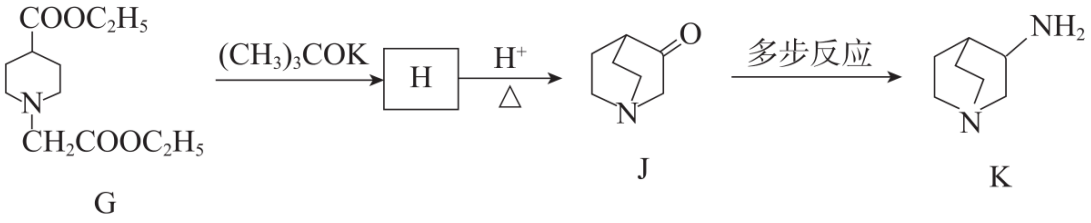
（1）A 中官能团的名称是_____。

（2）A→B 的反应类型是_____。

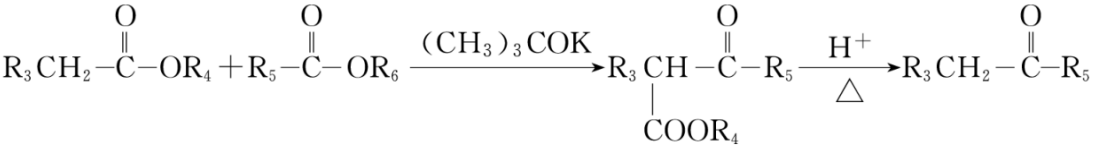
（3）B→C 的化学方程式是_____。

（4）E 的结构简式是_____。

（5）K 的合成路线如下。



G　　J　　K

已知： 

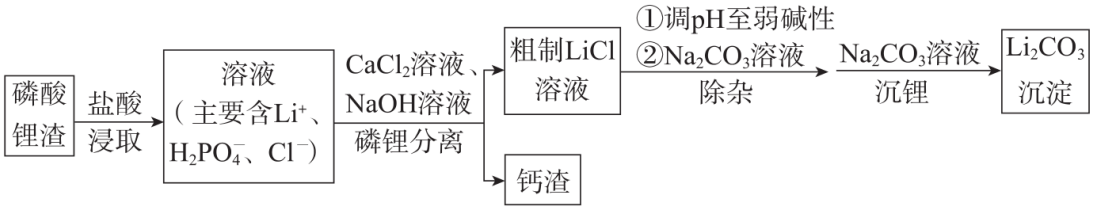
①K 分子中有_____个手性碳原子，在结构简式上用“*”标记出来(如没有，填“0”，不用标记)。_____

②H 的结构简式为_____或_____。

③参考上述流程中的信息，以乙醇、乙酸为起始原料，两步合成乙酰乙酸乙酯

()，写出相应的化学方程式：_____、_____。

18. 碳酸锂是制备其他锂化合物的关键原料。一种以磷酸锂渣(主要成分 Li_3PO_4)为原料制备碳酸锂的工艺流程示意图如下。



已知：部分物质　溶解性表(20℃)

阳离子	阴离子		
	PO_4^{3-}	HPO_4^{2-}	$H_2PO_4^-$
Li^+	难溶	可溶	易溶
Ca^{2+}	难溶	难溶	可溶

（1）写出浸取时 Li_3PO_4 与盐酸反应的化学方程式：_____。

（2）加入盐酸的量不宜过多的原因是_____。

（3）钙渣的主要成分是_____。

（4）磷锂分离时，需要不断加入适量$NaOH$溶液以维持溶液的pH基本不变。结合离子方程式解释其原因是_____。

（5）沉锂时，反应的离子方程式是_____。

（6）若粗制$LiCl$溶液中$c\left(Li^{+}\right)=4mol\cdot L^{-1}$，$c\left(Ca^{2+}\right)=2\times10^{-4}mol\cdot L^{-1}$。则沉锂前溶液中能达到的$Ca^{2+}$的最小浓度是_____$mol\cdot L^{-1}$。(已知：25℃时，$CaCO_3$的$K_{sp}=3.4\times10^{-9}$，$Li_2CO_3$的$K_{sp}=2\times10^{-2}$)

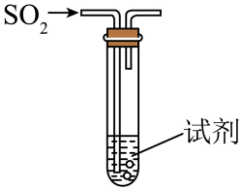
19. 某小组根据SO_2既有还原性又有氧化性，探究其能否实现$Cu^{2+}\rightarrow Cu$或$Cu\rightarrow Cu^{2+}$的转化。

已知：i.水合Cu^{+}既易被氧化也易被还原，因此水溶液中无法生成水合Cu^{+}。

ii.$CuCl$为白色固体，难溶于水，可溶于$c\left(Cl^{-}\right)$较大的溶液生成$\left[CuCl_3\right]^{2-}$，也可溶于氨水生成$\left[Cu\left(NH_3\right)_2\right]^{+}$(无色)。

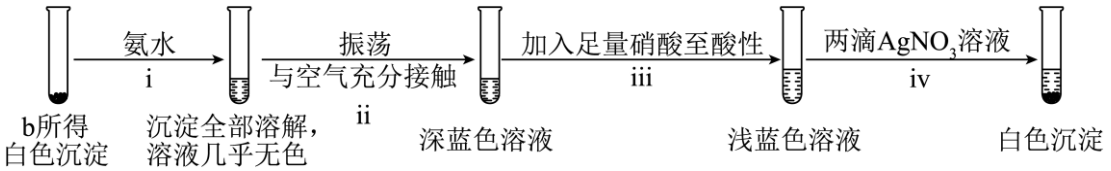
I.SO_2与Cu^{2+}的反应

向试管中通入足量SO_2(尾气处理装置已略)，记录如下。

装置	编号	试剂	实验现象
	a	$1mol\cdot L^{-1}CuSO_4$溶液	始终无明显变化
	b	$1mol\cdot L^{-1}CuCl_2$溶液	溶液变绿，进而变棕黄色，一段时间后出现白色沉淀

（1）基态$_{29}Cu^{+}$的价层电子排布式为_____。

（2）将b所得沉淀过滤，充分洗涤，进行下列实验，证实该沉淀为$CuCl$。



①证明白色沉淀中有Cu^{+}，推理过程是_____。

②iii排除了干扰Cl^{-}检验的因素。写出iii中反应的离子方程式：_____；

$\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}+4H^{+}=Cu^{2+}+4NH_4^{+}$。

（3）进一步证实b中SO_2作还原剂，补全实验方案和预期现象：取b中反应后的上层清液于试管中，_____。

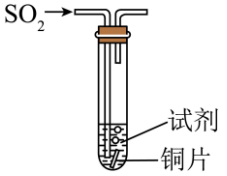
（4）由实验I可推知，该条件下：①a 中SO_2不能将Cu^{2+}还原为Cu^+或Cu；

②SO_2、$CuCl$、Cu的还原性由强到弱的顺序为_____。

综上所述，改变还原产物的价态或形态可以影响氧化还原反应能否发生。

II.SO_2与Cu的反应

向试管中通入足量SO_2(尾气处理装置已略)，记录如下

装置	编号	试剂	实验现象
	c	$3mol\cdot L^{-1}$稀硫酸	始终无明显变化
	d	$3mol\cdot L^{-1}$稀盐酸	铜片表面变黑，溶液变为棕色

（5）证明 d 所得棕色溶液含有$[CuCl_3]^{2-}$：用滴管吸取少量棕色溶液，滴入蒸馏水中，出现白色沉淀。用平衡移动原理解释产生该现象的原因：_____。

（6）经进一步检验，铜表面黑色物质为Cu_2S。补全 d 中反应的离子方程式：_____

□$Cu+SO_2+$□Cl^-+□_____$=Cu_2S+$□$[CuCl_3]^{2-}+$□_____。

（7）与 c 对比，d 能发生反应　原因是_____。

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 4 个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 【答案】A

【解析】

【详解】A．青铜主要由铜、锡含有少量铅的合金，属于金属文物，故 A 选；

B．玉佩主要成分为玉石，属于矿物质，为含硅化合物，不属于金属文物，故 B 不选；

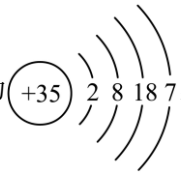
C．胛骨片主要成分为动物骨骼，属于无机非金属文物，故 C 不选；

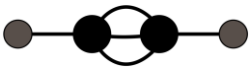
D．竖线划纹黑陶尊主要成分为硅酸盐等含硅化合物，不属于金属制品，故 D 不选；

故选 A。

2. 【答案】D

【解析】

【详解】A．Br 元素原子序数 35，根据核外电子排布规律，Br 原子结构示意图为  ，故 A 正确；

B．乙炔的结构简式为$CH\equiv CH$，C 原子采用 SP 杂化，为直线形分子，其分子结构模型为  ，故 B 正确；

C．氮气分子属于共价型分子，最外层满足 8 电子稳定结构，电子式为$:N\vdots\vdots N:$，故 C 正确；

D．Cr 元素原子序数 24，原子核外 24 个电子，基态$_{24}Cr$的简化电子排布式：$[Ar]3d^5 4s^1$，故 D 错误；

故选 D。

3. 【答案】B

【解析】

【详解】A．铁粉与水蒸气共热生成 Fe_3O_4 和 H_2，A 错误；

B．向$FeCl_3$溶液中加入铜片，Fe^{3+}与 Cu 反应生成 Fe^{2+}和 Cu^{2+}，溶液由黄色变成蓝色，离子方程式为$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$，B 正确；

C．$Mg(OH)_2$ 离子方程式中不能拆开，应该保留化学式，C 错误；

D．向$FeSO_4$溶液中滴加H_2O_2溶液的离子方程式为 $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=2Fe^{3+}+2H_2O$，D 错误 ；

故答案为：B。

【点睛】判断离子方程式是否正确，一般先看产物是否符合客观事实，二看化学式拆分是否正确，三看是否漏离子反应，四看反应物的配比是否正确，五看各种符号是否齐全。

4. 【答案】D

【解析】

【详解】A. $4\mathrm{g}\ {}_1^2\mathrm{H}_2$ 的物质的量为 $n=\frac{m}{M}=\frac{4\mathrm{g}}{4\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}^{-1}}=1\mathrm{mol}$，含有的原子数为 $2N_\mathrm{A}$，A 错误；

B．由于 Al^{3+}的水解，溶液含有的 Al^{3+} 个数小于 $0.1N_\mathrm{A}$，B 错误；

C．标准状况下，$11.2\mathrm{L}\ \mathrm{O}_2$ 和 N_2 的混合气体的物质的量为 $n=\frac{V}{V_\mathrm{m}}=\frac{11.2\mathrm{L}}{22.4\mathrm{L}\cdot\mathrm{mol}^{-1}}=0.5\mathrm{mol}$，分子数为 0.5 N_A，C 错误；

D．Na 在反应过程中转移 1 个电子，因此 $0.1\mathrm{mol\ Na}$ 与 $10\mathrm{mL}\ 0.5\mathrm{mol}\cdot\mathrm{L}^{-1}$ 盐酸充分反应，转移电子数为 $0.1N_\mathrm{A}$，D 正确；

故答案为：D。

5. 【答案】D

【解析】

【分析】没有外加电源，故此装置为原电池，电流计指针偏转说明原电池中发生了化学反应。a 极 H_2 发生氧化反应，为负极；b 极 Cl_2 发生还原反应，为正极。

【详解】A．该装置为原电池，可将化学能转化为电能，A 项正确；

B．原电池中阳离子从负极移向正极，因此 K^+ 从 a 极经阳离子交换膜移向 b 极，B 项正确；

C．a 极电极反应为：$\mathrm{H}_2-2\mathrm{e}^-+2\mathrm{OH}^-=2\mathrm{H}_2\mathrm{O}$，因为 OH^-被消耗，因此 a 极附近溶液 pH 会减小，C 项正确；

D．因为 H_2 在 a 极放电后消耗了 OH^-，K^+ 从 a 极经阳离子交换膜移向 b 极，与生成的 Cl^-形成 KCl，因此总反应不是 $\mathrm{H}_2+\mathrm{Cl}_2=2\mathrm{HCl}$，D 错误。

本题选 D。

6. 【答案】C

【解析】

【分析】由合成示意图可知 H_2O 在催化剂①和光照条件下生成 H_2，然后 H_2 和 CO_2 在催化剂②催化下生成甲醇。

【详解】A．甲醇中存在醇羟基，能够形成氢键，所以甲醇的沸点远远高于乙烷，是由于甲醇分子之间存在氢键，A 正确；

B．催化剂可以降低相应反应的活化能，使化学反应速率加快，B 正确；

C．由示意图可知 H_2 和 CO_2 在催化剂②催化下生成甲醇，CO_2 的化合价由+4 价降低到甲醇的-2 价，理论上生成 $1\mathrm{mol}\ \mathrm{CH}_3\mathrm{OH}$ 时，光催化过程至少转移 $6\mathrm{mol}$ 电子，C 错误；

D． 根据 CH_3OH 燃烧方程式 $2CH_3OH+3O_2\xlongequal{\text{点燃}}2CO_2+4H_2O$，$1\mathrm{mol}\ \mathrm{CH}_3\mathrm{OH}$ 充分燃烧消耗 O_2 的物质的量

为 1.5 mol，D 正确；

故答案为：C。

7. 【答案】A

【解析】

【分析】除杂时，加入的试剂或使用的方法不能影响主体物质，且不能引入新杂质；氧化反应中存在元素的化合价升高或者降低；

【详解】A．除去 NO 中的 NO_2，先通入蒸馏水中，发生反应 $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$，再通过碱石灰干燥得到纯净的 NO，其除杂过程涉及氧化还原反应，故 A 选；

B．除去 Al_2O_3 中含有的 Fe_2O_3，先加入盐酸，涉及反应 $Al_2O_3+6H^+=2Al^{3+}+3H_2O$、$Fe_2O_3+6H^+=2Fe^{3+}+3H_2O$，再加入过量 NaOH 溶液，过滤，向滤液中通入过量二氧化碳，得到 $Al(OH)_3$ 沉淀，加热分解得到纯净的 Al_2O_3，涉及反应 $Al^{3+}+4OH^-=AlO_2^-+2H_2O$、$Fe^{3+}+3OH^-=Fe(OH)_3\downarrow$、$AlO_2^-+CO_2+2H_2O=Al(OH)_3\downarrow+HCO_3^-$、$2Al(OH)_3\xlongequal{\Delta}Al_2O_3+3H_2O$，其中不涉及氧化还原反应，故 B 不选；

C．除去 NaCl 中含有 Na_2SO_4，先加过量 $BaCl_2$ 溶液发生反应 $Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$，再加过量 Na_2CO_3 溶液发生反应 $Ba^{2+}+CO_3^{2-}=BaCO_3\downarrow$，过滤，最后向滤液中加入盐酸调 pH 至中性，发生反应 $CO_3^{2-}+2H^+=CO_2\uparrow+H_2O$，然后蒸发结晶得到 NaCl，其中不涉及氧化还原反应，故 C 不选；

D．除去甲苯的苯，加入酸性 $KMnO_4$ 溶液，主体物质甲苯被氧化，没有达到除杂目的，故 D 不选；

故选 A。

8. 【答案】C

【解析】

【详解】A．同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强，元素的电负性变强；同主族由上而下，金属性增强，非金属性逐渐减弱，元素电负性减弱；酒石酸中各元素的电负性由大到小的顺序为 O>C>H，故 A 正确；

B．酒石酸中饱和碳原子为 sp^3 杂化，羧基中碳原子为为 sp^2 杂化，故 B 正确；

C．羧基和羟基均可以和钠单质反应，故 1mol 酒石酸最多能与 4mol 金属钠发生反应，故 C 错误；

D．常温下，酒石酸氢钾水溶液 $pH<7$，说明酒石酸氢根的电离程度大于其水解程度，导致氢离子浓度大于氢氧根离子浓度，故 D 正确；

故选 C。

9. 【答案】B

【解析】

【详解】A．晶体与非晶体的最可靠的科学方法是 X 射线衍射法；X 射线衍射可测定铁晶体的结构，故 A 正确；

B．图 2 代表的铁单质中，以底面中心的原子为例，上层、同层、下层各有 4 个紧邻的原子，故一个铁原子周围最多有 12 个紧邻的铁原子，故 B 错误；

C．铁为金属晶体，铁单质中，原子之间以金属键相互结合，故 C 正确；

D．图 1 中，据“均摊法”，晶胞中含 $8\times\frac{1}{8}+1=2$ 个 Fe，则晶体密度为 $\frac{m}{V}=\frac{\frac{2\times56}{N_A}}{a^3}\times10^{21}g\cdot cm^{-3}=\frac{2\times56}{a^3N_A}\times10^{21}g\cdot cm^{-3}$；同理图 2 中，晶体密度为 $\frac{4\times56}{(1.22a)^3N_A}\times10^{21}g\cdot cm^{-3}$；故铁单质的密度不同，故 D 正确；

故选 B。

10. 【答案】C

【解析】

【分析】向 NaOH 溶液中持续滴加稀盐酸，如图，曲线 a 到 b 为中和曲线，b 点时刚好反应完全，此时反应温度最高；

【详解】A．如图，未滴加盐酸时，溶液 pH 最大，NaOH 属于强碱，起始时 NaOH 溶液 pH=a，$c(H^+)=10^{-a}mol\cdot L^{-1}$，常温下，根据 $K_W=c(OH^-)\cdot c(H^+)=10^{-14}$，得 $c(OH^-)=\frac{K_W}{c(H^+)}=\frac{10^{-14}}{10^{-a}}=10^{a-14}mol/L$，NaOH 溶液的起始浓度为 $10^{a-14}mol\cdot L^{-1}$，故 A 错误；

B．任何酸或碱均抑制水的电离，在滴定至终点的过程中，NaOH 浓度减小，水的电离程度不断增大。刚好反应时，达到最大，故 B 错误；

C．t_1s 时，NaOH 过量，溶质为 NaOH 和 NaCl；t_3s 时，盐酸过量，溶质为 HCl 和 NaCl，所以根据电荷守恒，$t_1s\longrightarrow t_3s$ 对应的溶液中均存在：$c(Na^+)+c(H^+)=c(Cl^-)+c(OH^-)$，故 C 正确；

D．如图，曲线 a 到 b 为中和曲线，b 点时刚好反应完全，此时反应温度最高，由此可知，NaOH 与 HCl 的反应是放热反应，故 D 错误；

故选 C。

11. 【答案】C

【解析】

【详解】A．聚合物 P 中虽然含有-COONa 结构，但由于碳原子数较多，所以难溶于水，但由于-COONa 有强极性，所以聚合物 P 有高吸水性，故 A 正确；

B．聚合物 P 高分子链全部为碳原子，所以合成聚合物 P 的反应为加聚反应，故 B 正确；

C．根据聚合物 P 的结构可知，合成聚合物 P 的单体为 CH_2=CH-R-CH=CH_2 和 CH_2=CH-COONa，不存在顺反异构，故 C 错误；

D．1，4-戊二烯与丙烯与聚合物 P 的单体结构相似，能形成类似交联结构，故 D 正确；

故选 C。

12. 【答案】D

【解析】

【详解】A. 氨气极易溶于水使溶液显碱性，饱和食盐水“吸氨”的目的是可以吸收更多二氧化碳，使“碳酸化”时产生更多的HCO_3^-，故 A 正确；

B．碳酸氢钠受热分解为碳酸钠、水、二氧化碳，故 B 正确；

C．铵根离子水解生成氢离子，溶液显酸性；加入氯化钠“盐析”后溶液中铵根离子浓度减小，溶液酸性减弱，故pH比“盐析”前溶液pH大，故 C 正确；

D．母液Ⅱ为加入氯化钠晶体，析出氯化铵后得到的；与母液Ⅰ所含粒子种类相同，但母液Ⅱ中碳酸氢根离子的浓度没有变的更大，故 D 错误；

故选 D。

13. 【答案】C

【解析】

【详解】A．燃烧热是在 101 kPa 时，1 mol 物质完全燃烧生成稳定的氧化物时所放出的热量；氢气燃烧的热化学方程式为$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(l)\quad \Delta H=-285.8kJ\cdot mol^{-1}$，A 错误；

B．等量的环已烯、环已烷燃烧耗氧量、生成水的量不同，由燃烧热不能判断环已烯的能量小于环已烷的能量，B 错误；

C．由燃烧热可知，①$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)=H_2O(l)\quad \Delta H=-285.8kJ\cdot mol^{-1}$

②$C_6H_{10}(l)+\frac{17}{2}O_2(g)=6CO_2(g)+5H_2O(l)\quad \Delta H=-3786.6kJ\cdot mol^{-1}$

③$C_6H_{12}(l)+9O_2(g)=6CO_2(g)+6H_2O(l)\quad \Delta H=-3953.0kJ\cdot mol^{-1}$

由盖斯定律可知，③-①-②得：  (l)=  (l)+H_2(g)　$\Delta H=+119.4kJ\cdot mol^{-1}$，C 正确；

D．环已烯中含有碳碳双键，会被高锰酸钾氧化，D 错误；

故选 C。

14. 【答案】D

【解析】

【详解】A．根据相似相溶原理，H_2O是极性溶剂，CCl_4是非极性溶剂，非极性的I_2更易溶于CCl_4，A 正确；

B．四氯化碳密度大于水且与水互不相溶，②中的下层溶液为碘的四氯化碳溶液，B 正确；

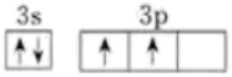
C．加入碘化钾，$I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$，使得碘单质转化为$I_3^-$，故溶液 b 中$c(I_2)<$溶液 a 中$c(I_2)$，C 正确；

D．向①所得浊液中加入KI，使$c(I^-)$增大，$I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$，反应生成溶解性更大的$I_3^-$，故不会析出$I_2$，D 错误；

故选 D。

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

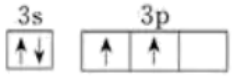
15. 【答案】（1） ①. 

②. SiF_4 中 Si 原子和 F 原子之间共价键连接，其中 F 原子的吸电子能力强，共用电子对偏向 F 因此硅显正化合价； ③. ac; ④. SiF_4 的相对分子质量大于 SiH_4，SiF_4 的范德华力大于 SiH_4；

（2） ①. 正四面体； ②. $\frac{216\times10^{21}}{a^2bN_A}$； ③. $_{22}Ti$ 可以使基团中的 H 原子处于近自由的状态，$_{22}Ti$ 替代 Al 时占位能最小；

【解析】

【小问 1 详解】



；SiF_4 中 Si 原子和 F 原子之间共价键连接，其中 F 原子的吸电子能力强，共用电子对偏向 F 因此硅显正化合价；

a．热稳定性决定于该分子中的化学键的强度，化学键越强，热稳定性越强，SiF_4 的热稳定性比 CH_4 的差，a 项正确；

b．SiH_4 中 4 个 Si-H 的键长相同，H-Si-H 键角是 109°28′，b 项错误；

c．SiH_4 分子中的 Si 原子以 4 个 SP^3 杂化轨道，分别与 4 个氢原子的 1s 轨道重叠，形成 4 个 Si-Hσ 键，且四个 Si-H 完全相同，c 项正确；

答案选 ac

组成和结构相似的分子，相对分子质量越大，范德华力越大，熔沸点越大，SiF_4 的相对分子质量大于 SiH_4，因此 SiF_4 的沸点高于 SiH_4；

【小问 2 详解】

AlH_4^- 中有 4 个 σ 键，0 个孤电子对，因此其 VSEPR 模型为正四面体构型；根据均摊法可知，晶胞中 AlH_4^- 的数目为 $1+8\times\frac{1}{8}+4\times\frac{1}{2}=4$，$Na^+$ 数目为 $6\times\frac{1}{2}+4\times\frac{1}{4}=4$，则二者配位数为 1：1，以体心的 AlH_4^- 研究，与之紧密且等距的 Na^+ 位于晶胞棱之间，晶胞中上面立方体左右侧面面心，晶胞中下面立方体的前后面的面心，与 AlH_4^- 紧密且等距的 Na^+ 有 8 个，则与 Na^+ 紧密且等距的 AlH_4^- 有 8 个，晶胞质量为 $\frac{4\times54}{N_A}g$，则晶胞密度为 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{54}{N_A}\times4}{a^2b\times10^{-21}}=\frac{216\times10^{21}}{a^2bN_A}$；$_{22}Ti$ 可以使基团中的 H 原子处于近自由的状态，$_{22}Ti$ 替代 Al 时占位能最小；

16. 【答案】（1）HCOCHO

（2）　①. 45℃　②. 起始阶段相同时间内曲线 a 对应的乙二醛浓度变化更大

（3）硝酸具有强氧化性，硝酸浓度增大，导致副反应速率增大使得乙二醛被氧化为乙二酸

（4）X　（5）Y 极上水放电发生氧化反应生成氧气和氢离子，$2H_2O-4e^-=4H^++O_2\uparrow$，B 中硝酸根离子向 C 室移动，氢离子和硝酸根离子在 C 室得到硝酸

（6）$\frac{58\left(0.50V_1-V_2\right)}{V}$

【解析】

【小问 1 详解】

乙二醛的结构简式是 HCOCHO；

【小问 2 详解】

温度越高，化学反应速率越快，根据先拐先平数值大，可知曲线 a 对应的温度是 137℃，原因是起始阶段相同时间内曲线 a 对应的乙二醛浓度变化更大；

【小问 3 详解】

硝酸具有强氧化性，硝酸浓度增大，导致副反应速率增大使得乙二醛被氧化为乙二酸；

【小问 4 详解】

运用电化学原理设计分离纯化乙二醛并回收硝酸，则 B 中硝酸根离子向 C 室移动，电解池中阴离子向阳极移动，则 Y 为阳极、X 为阴极，X 与电源负极相连；

【小问 5 详解】

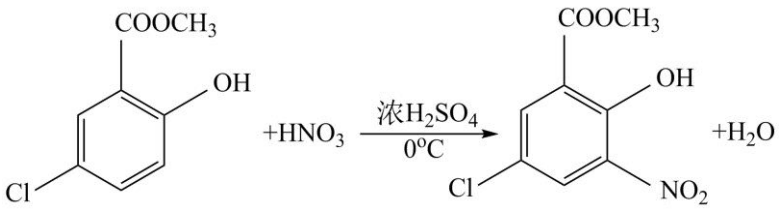
Y 极上水放电发生氧化反应生成氧气和氢离子，$2H_2O-4e^-=4H^++O_2\uparrow$，B 中硝酸根离子向 C 室移动，氢离子和硝酸根离子在 C 室得到硝酸；

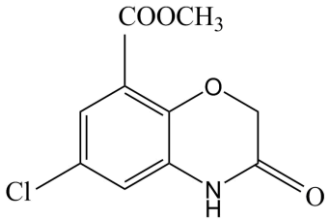
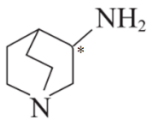
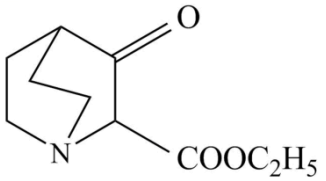
【小问 6 详解】

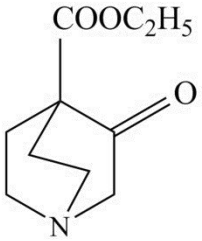
$2NaOH+H_2SO_4=Na_2SO_4+2H_2O$，则根据题意与乙二醛反应的氢氧化钠的物质的量为 $0.50mol\cdot L^{-1}\times V_1\times10^{-3}L-2\times0.50mol\cdot L^{-1}\times V_2\times10^{-3}L=\left(0.50V_1-V_2\right)\times10^{-3}mol$，已知：乙二醛在强碱性溶液中发生反应生成 $CH_2OHCOONa$，根据钠元素、碳元素守恒可知，纯化后的溶液中乙二醛的含量为 $\frac{\left(0.50V_1-V_2\right)\times10^{-3}mol\times58g\cdot mol^{-1}}{V\times10^{-3}L}=\frac{58\left(0.50V_1-V_2\right)}{V}g\cdot L^{-1}$。

17. 【答案】（1）酯基、酚羟基

（2）取代反应　（3）

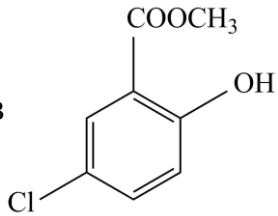
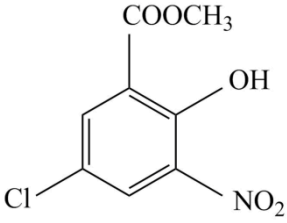
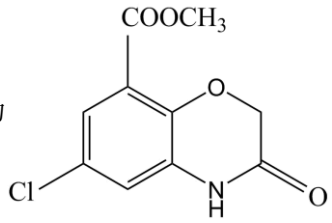


（4）  （5） ①. 1 ②.  ③. 

④.  ⑤. $CH_3CH_2OH+CH_3COOH \underset{\Delta}{\overset{\text{浓硫酸}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOCH_2CH_3+H_2O$ ⑥.

$2CH_3COOCH_2CH_3 \xrightarrow[(CH_3)_3COK]{} CH_3COCH_2COOC_2H_5+ CH_3CH_2OH$

【解析】

【分析】A 和氯单质在酚羟基对位发生取代反应引入氯原子得到 B  ；B 发生硝化反应在酚羟基邻位引入-NO_2 得到 C  ；C 和铁反应硝基被还原为氨基得到 D，D 和 $ClCH_2COCl$ 反应得到 E，结合 E 化学式可知，E 为  ；E 通过反应转化为 F，F 和 K 生成 S；

【小问 1 详解】

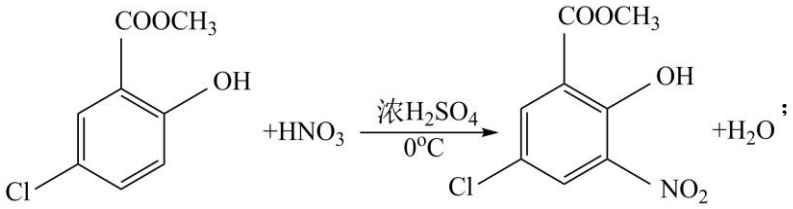
A 中官能团的名称是酯基、酚羟基；

【小问 2 详解】

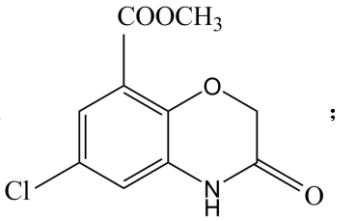
由分析可知，A→B 的反应类型是取代反应；

【小问 3 详解】

B 发生硝化反应在酚羟基邻位引入-NO_2 得到 C，反应为

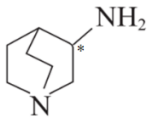


【小问 4 详解】

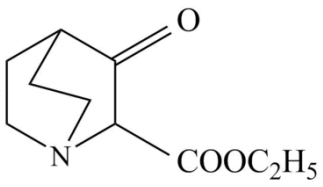
E 的结构简式是 

；

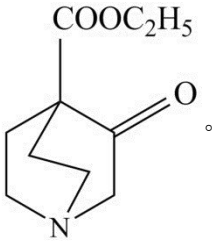
【小问 5 详解】

①手性碳原子是连有四个不同基团的碳原子； 

，如图 K 分子中有 1 个手性碳原子；

②G 跟着存在 2 个酯基，根据已知反应原理，则 H 的结构简式为 

或



。

③乙醇和乙酸反应发生酯化反应生成乙酸乙酯，$CH_3CH_2OH+CH_3COOH \underset{\Delta}{\overset{\text{浓硫酸}}{\rightleftharpoons}} CH_3COOCH_2CH_3+H_2O$；

乙酸乙酯反应已知反应原理生成 $CH_3COCH_2COOC_2H_5$，反应为 $2CH_3COOCH_2CH_3 \xrightarrow[(CH_3)_3COK]{} CH_3COCH_2COOC_2H_5+ CH_3CH_2OH$。

18. 【答案】（1）$Li_3PO_4+2HCl=LiH_2PO_4+2LiCl$

（2）尽量减少后序磷锂分离时 NaOH 的用量

（3）$CaHPO_4$

（4）溶液中存在反应 $Ca^{2+}+H_2PO_4^-=CaHPO_4+H^+$，反应后后溶液酸性增强，需要不断 NaOH 溶液以维持溶液的 pH 基本不变，避免溶液酸性增强影响磷的沉淀

（5）$2Li^++CO_3^{2-}=Li_2CO_3\downarrow$

（6）2.72×10^{-6}

【解析】

【分析】磷酸锂渣加入盐酸浸取时生成LiH_2PO_4和 LiCl，加入 $CaCl_2$ 溶液生成$CaHPO_4$，期间不断加入 NaOH 溶液保持 pH 基本不变，避免溶液酸性增强影响磷的沉淀，磷锂分离后钙渣中主要是$CaHPO_4$，调节溶液中 pH 至弱碱性，向粗制 LiCl 溶液中加入 Na_2CO_3 溶液除去 Ca^{2+}杂质，然后再加入 Na_2CO_3 溶液进行沉锂，最后得到 Li_2CO_3 沉淀。

【小问 1 详解】

磷酸锂渣加入盐酸浸取时生成 Li^+、$H_2PO_4^-$、Cl^-，因此Li_3PO_4与盐酸反应的化学方程式为Li_3PO_4 +2HCl=LiH_2PO_4+2LiCl；

【小问 2 详解】

在磷锂分离时还需要加入 NaOH 调节 pH，因此浸取时加入盐酸的量不宜过多，减少后序磷锂分离时 NaOH 的用量；

【小问 3 详解】

根据溶解性表可知，磷锂分离时加入 $CaCl_2$ 溶液和 NaOH 溶液，生成可溶性的 LiCl 和难溶性的$CaHPO_4$，钙渣的主要成分是$CaHPO_4$；

【小问 4 详解】

在溶液中存在反应 $Ca^{2+}+H_2PO_4^-=CaHPO_4+H^+$，反应后后溶液酸性增强，需要不断 NaOH 溶液以维持溶液的pH 基本不变，避免溶液酸性增强影响磷的沉淀；

【小问 5 详解】

沉锂时，Li^+与CO_3^{2-}结合生成 Li_2CO_3 沉淀，反应的离子方程式是 $2Li^++CO_3^{2-}=Li_2CO_3\downarrow$；

【小问 6 详解】

要求 Li^+不能沉淀，Ca^{2+}形成沉淀 $CaCO_3$ 而除去，则

$c\left(Cl^-\right)<\frac{K_{sp}\left(Li_2CO_3\right)}{c\left(Li^+\right)^2}=\frac{2\times10^{-2}}{\left(4mol\cdot L^{-1}\right)^2}=1.25\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$，则沉锂前溶液中能达到的$Ca^{2+}$的最小浓度是$c\left(Ca^{2+}\right)=\frac{K_{sp}\left(CaCO_3\right)}{c\left(CO_3^{2-}\right)}=\frac{3.4\times10^{-9}}{1.25\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}}=2.72\times10^{-6}mol\cdot L^{-1}$。

19. 【答案】（1）$3d^{10}$

（2） ①. 深蓝色溶液中含$\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}$，是无色溶液中的$\left[Cu\left(NH_3\right)_2\right]^+$被 O_2 氧化的产物，说明浓氨水溶解出了白色沉淀中的Cu^+ ②. $NH_3\cdot H_2O+H^+=H_2O+NH_4^+$

（3）滴加$BaCl_2$溶液，出现白色沉淀

（4）Cu>SO_2>CuCl

（5）棕色溶液滴入蒸馏水后离子浓度减小，使$CuCl(s)+2Cl^-(aq)\rightleftharpoons\left[CuCl_3\right]^{2-}(aq)$，$Q>K$，反应逆向

移动，析出 CuCl 沉淀

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

（7）Cl^- 与 Cu^+ 结合成 $[CuCl_3]^{2-}$，其氧化性弱于 SO_2，使 Cu 能够被 SO_2 氧化

【解析】

【小问 1 详解】

根据题意，Cu 元素原子序数 29，Cu^+ 核外 28 个电子，基态 $_{29}Cu^+$ 的价层电子排布式为 $3d^{10}$；

故答案为：$3d^{10}$；

【小问 2 详解】

①根据如图所示的实验，将实验 b 中所得固体加入氨水后，白色沉淀溶解，变为无色溶液，最终生成深蓝色溶液，根据已知信息，其中深蓝色溶液中含 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$，是无色溶液中的 $[Cu(NH_3)_2]^+$ 被 O_2 氧化的产物，说明浓氨水溶解出了白色沉淀中的 Cu^+；

故答案为：深蓝色溶液中含 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$，是无色溶液中的 $[Cu(NH_3)_2]^+$ 被 O_2 氧化的产物，说明浓氨水溶解出了白色沉淀中的 Cu^+；

②步骤 i 中氨水过量，所以步骤 iii 中加入稀硝酸后，发生的反应有

$[Cu(NH_3)_4]^{2+}+4H^+=Cu^{2+}+4NH_4^+$；$NH_3\cdot H_2O+H^+=H_2O+NH_4^+$；

故答案为：$NH_3\cdot H_2O+H^+=H_2O+NH_4^+$；

【小问 3 详解】

进一步证实 b 中 SO_2 作还原剂的操作为：取 b 中反应后的上层清液于试管中，滴加 $BaCl_2$ 溶液，出现白色沉淀，说明 SO_2 被氧化为 SO_4^{2-}；

故答案为：滴加 $BaCl_2$ 溶液，出现白色沉淀；

【小问 4 详解】

根据氧化还原反应规律，还原性：还原剂>还原产物，向硫酸铜溶液中通入 SO_2，无明显现象，说明 a 中 SO_2 不能将 Cu^{2+} 还原为 Cu^+ 或 Cu，即还原性：Cu>SO_2；根据实验证实，b 中 SO_2 能将 Cu^{2+} 还原为 Cu^+，发生反应 $SO_2+2Cu^{2+}+2Cl^-+2H_2O=2CuCl+SO_4^{2-}+4H^+$，即还原性：$SO_2$>CuCl，综上所述，$SO_2$、CuCl、Cu 的还原性由强到弱的顺序为：Cu>SO_2>CuCl；

故答案为：Cu>SO_2>CuCl；

【小问 5 详解】

由题，CuCl 为白色固体，难溶于水，可溶于 $c(Cl^-)$ 较大的溶液生成 $[CuCl_3]^{2-}$，棕色溶液滴入蒸馏水后离子浓度减小，使 $CuCl(s)+2Cl^-(aq)\rightleftharpoons[CuCl_3]^{2-}(aq)$，$Q>K$，反应逆向移动，析出 CuCl 沉淀；

故答案为：棕色溶液滴入蒸馏水后离子浓度减小，使 $CuCl(s)+2Cl^-(aq)\rightleftharpoons[CuCl_3]^{2-}(aq)$，$Q>K$，

反应逆向移动，析出 CuCl 沉淀；

【小问 6 详解】

根据氧化还原反应的电子守恒规律，该反应中，S 元素化合价降低 6，得到 6 个电子，即 Cu 元素化合价也升高 6，失去 6 个电子，结合元素守恒，等式坐标补上氢离子，右边补上水，再由原子守恒，配平该反应为$6Cu+SO_2+12Cl^-+4H^+=Cu_2S+4\left[CuCl_3\right]^{2-}+2H_2O$；

故答案为：$6Cu+SO_2+12Cl^-+4H^+=Cu_2S+4\left[CuCl_3\right]^{2-}+2H_2O$；

【小问 7 详解】

根据以上实验可知，再硫酸作用下，Cu^+不能单独存在，在盐酸中，Cl^-与Cu^+结合成$\left[CuCl_3\right]^{2-}$，其氧化性弱于SO_2，使 Cu 能够被SO_2氧化；

故答案为：Cl^-与Cu^+结合成$\left[CuCl_3\right]^{2-}$，其氧化性弱于SO_2，使 Cu 能够被SO_2氧化。