2026 北京海淀高三（上）期末

化　　学

2026.01

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

可能用到的相对原子质量：HI　C12　N14　Zn65

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. 我国航空航天事业取得显著成果。下列成果所涉及的材料属于金属材料的是

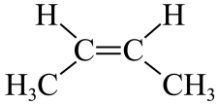
A. 神舟二十一号载人飞船使用的轻质高强度材料——碳纤维

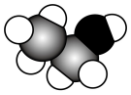
B. 风云四号气象卫星光学系统使用的材料——硅基陶瓷

C. 嫦娥六号探测器的五星红旗使用的耐高温耐低温材料——玄武岩纤维

D. 北斗导航卫星热控制系统使用的内部填充材料——钛合金

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. 顺-2-丁烯的结构简式：

B. 乙醇的球棍模型：

C. Mg 和 Cl 形成 $MgCl_2$ 的过程：$\cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot + \times Mg \times + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\cdot \rightarrow \ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}\,\times Mg \times\,\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}$

D. H_2SO_3 在水中电离：$H_2SO_3 = 2H^+ + SO_3^{2-}$

3. 下列说法正确的是

A. 蔗糖和麦芽糖互为同分异构体，均能发生银镜反应

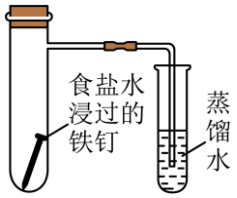
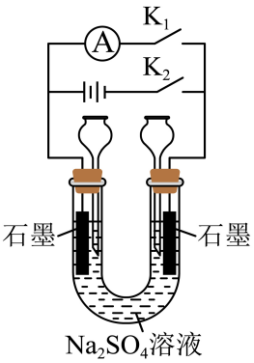
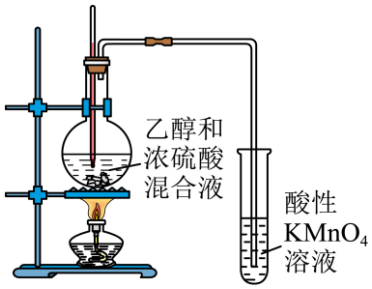
B. 脱氧核糖核苷酸通过磷酯键缩合聚合成 DNA 单链

C. 一定条件下，两种氨基酸混合后脱水缩合最多生成两种二肽

D. 油脂在酸性条件下水解生成甘油和高级脂肪酸的反应又称皂化反应

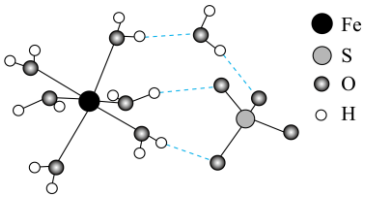
4. 下列实验能达到实验目的的是

A.由 $FeCl_3$ 溶液制备无水 $FeCl_3$	B.验证铁的析氢腐蚀

	
C.制作简单的氢氧燃料电池	D.检验乙烯具有还原性
	

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

5. $FeSO_4\cdot 7H_2O$ 的结构如图。下列说法正确的是



A. Fe 元素位于周期表的 s 区　　B. 第一电离能：$S>O>H$

C. 键角：$SO_4^{2-}<H_2O$　　D. 图中的虚线表示氢键

6. 下列性质差异与解释或推论的对应关系不正确的是

选项	性质差异	解释或推论
A	热稳定性：$HF>HCl$	分子间作用力：$HF>HCl$
B	碱性：$NaOH>Mg(OH)_2$	金属性：Na>Mg
C	酸性：$CF_3COOH>CCl_3COOH$	电负性：$F>Cl$
D	溶解性：I_2 微溶于 H_2O，易溶于 CCl_4	H_2O 为极性分子，CCl_4 为非极性分子

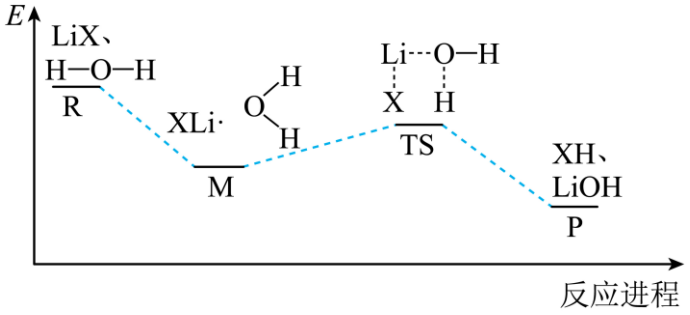
A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 常温下、水电离的 $c_{水}\left(OH^-\right)=10^{-12}\,mol\cdot L^{-1}$ 的溶液中，下列离子可能大量共存的是

A. NH_4^+、K^+、NO_3^-、HCO_3^-　　B. Na^+、K^+、CH_3COO^-、I^-

C. Fe^{2+}、Mg^{2+}、NO_3^-、SO_4^{2-}　　D. Na^+、Ca^{2+}、Cl^-、CO_3^{2-}

8. 氢化锂(LiX，X 为 H、D 或 T)在国防工业等领域有重要应用。LiX 与水反应进程中的能量变化如下图，R、M、TS、P 的相对能量如下表。



相对能量$\left(kJ\cdot mol^{-1}\right)$

	R	M	TS	P
X 为 H	0	-95.7	-81.3	-151.6
X 为 D	0	-98.1	-85.4	-163.2
X 为 T	0	-96.2	-87.3	-165.2

下列说法不正确的是

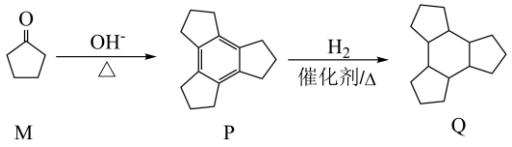
A. H、D、T 的核电荷数相同，但质量数不同

B. LiX 和 H_2O 反应过程中，有极性键的断裂

C. 等物质的量的 LiX 与 H_2O 反应放出的热量：$LiH > LiD > LiT$

D. 该条件下 LiX 与 H_2O 反应的速率：$LiH < LiD < LiT$

9. 化合物 M 可合成航空飞行器液体燃料 Q，转化关系如下图。



下列说法正确的是

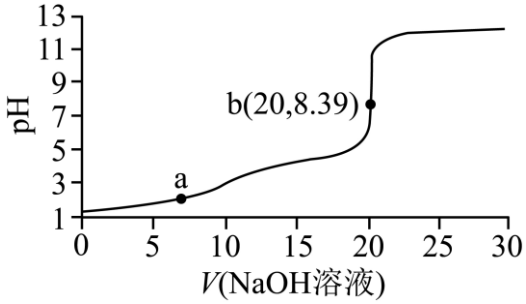
A. 等物质的量的 M 与 H_2 加成生成 1-戊醇

B. Q 的核磁共振氢谱有两组峰

C. 用 Br_2 的 CCl_4 溶液能区分 P 与 Q

D. 1 mol Q 完全燃烧需要 $21mol\ O_2$

10. 向 $10mL0.1mol\cdot L^{-1}$ 草酸$\left(H_2C_2O_4\right)$溶液中逐滴加入 $0.1mol\cdot L^{-1}NaOH$ 溶液。溶液 pH 随加入 NaOH 溶液体积而变化的曲线如图。下列说法不正确的是



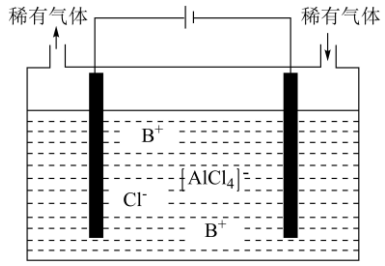
A. 根据图像可判断草酸为二元酸

B. a 点溶液中，$c\left(H_2C_2O_4\right)+c\left(HC_2O_4^-\right)+c\left(C_2O_4^{2-}\right)=0.1mol\cdot L^{-1}$

C. b 点溶液中，$2c\left(C_2O_4^{2-}\right)+c\left(HC_2O_4^-\right)<c\left(Na^+\right)$

D. 可选用酚酞作为用 NaOH 滴定草酸的指示剂

11. 一定条件下，以废铝合金(含有少量 Zn 、 Fe 杂质)做阳极，经电解精炼可得到再生铝，装置如下图，其中的离子导体由 BMIC 和 $AlCl_3$ 组成。



已知：i.BMIC 是一种室温下为液态的离子化合物，其阴离子为 Cl^-，阳离子可记为 B^+ (不参与电极反应)。

ii.在 BMIC 中，Al 和 Zn 的还原性接近、均明显高于 Fe 。

下列说法不正确的是

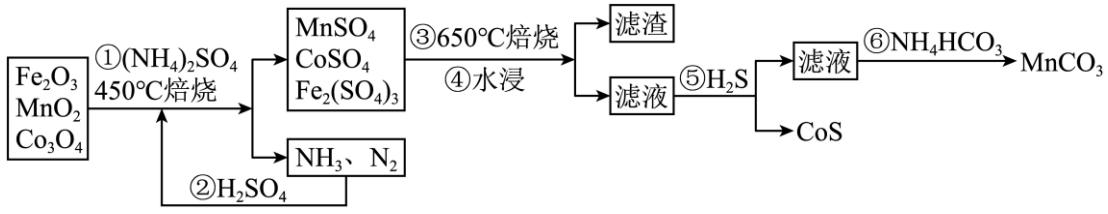
A. 阴极得到再生铝的电极反应为 $\left[AlCl_4\right]^-+3e^-=Al+4Cl^-$

B. 通入稀有气体可以保护生成的铝不被空气氧化

C. $BMIC-AlCl_3$ 液体可用 $H_2SO_4-Al_2\left(SO_4\right)_3$ 混合水溶液代替

D. 长时间电解后得到的再生铝纯度降低，其中的杂质主要为 Zn

12. 利用富锰矿分离提取 Mn 、 Co 元素的流程如下图(部分产物已略去)。



已知：Mn 和 Co 的氧化物均难溶于水。

下列说法不正确的是

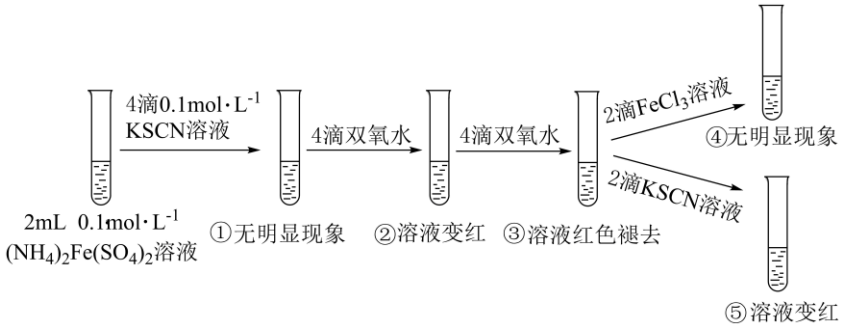
A. 通过②使 NH_3 循环利用，理论上可满足步骤①所需 $\left(NH_4\right)_2SO_4$

B. 由③～⑥可知，热稳定性：$Fe_2\left(SO_4\right)_3$ 小于 $CoSO_4$ 和 $MnSO_4$

C. ⑤中，若升高温度，CoS 产率降低，可能与 H_2S 的溶解度降低有关

D. ⑥中，相较于 $NaHCO_3$，NH_4HCO_3 更有利于资源的循环利用

13. 下图为探究 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液与双氧水反应的实验。



下列说法不正确的是

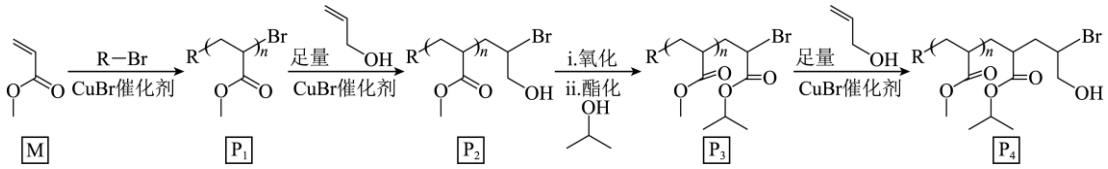
A. $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液中，NH_4^+ 可抑制 Fe^{2+} 水解

B. ②中现象说明加入双氧水后有 Fe^{3+} 生成

C. 对照④和⑤可推测③中 SCN 与双氧水发生了反应

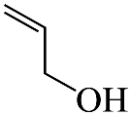
D. 向③中加入盐酸酸化，再加入 $BaCl_2$ 溶液，产生白色沉淀，证明 SCN^- 转化成了 SO_4^{2-}

14. 我国科研团队开发了一种如下图所示的聚合物合成及转化的路线。

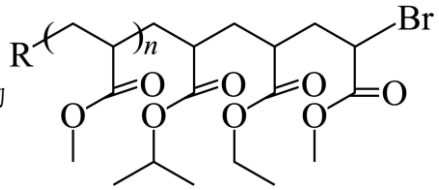


下列说法不正确的是

A. $M \rightarrow P_1$ 过程中，发生了加聚反应

B. $P_1 \rightarrow P_2$ 反应中，理论上生成的 P_2 与消耗的  的物质的量相等

C. P_2 与丁二酸发生酯化反应可进一步交联形成网状结构

D. 应用上述合成原理，理论上可制得聚合物 

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 2025 年诺贝尔化学奖授予三位科学家，他们开创性地合成了金属-有机框架材料(简称 MOF 材料)。MOF 材料具备富含孔隙的空间立体网状结构，可实现气体储存和分离。

I.金刚石、晶体硅是常见的空间立体网状结构的物质。

（1）Si 元素在周期表中的位置是_____。

（2）金刚石熔点高于晶体硅，下列因素可用于解释该事实的有_____(填字母序号)。

A. 相对原子质量　　B. 最外层电子数　　C. 原子半径　　D. 键能

II.科学家用$Cu[BF_4]$与四氰基苯基甲烷［结构简式如图 1，简写为$C(C_6H_4CN)_4$］合成了一种 MOF 材料，其晶胞如图 2。

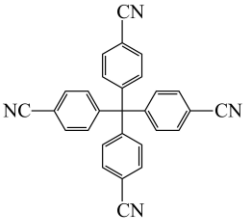
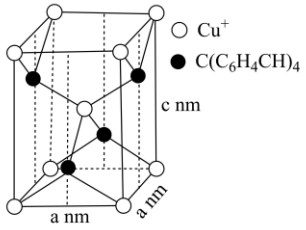


图1



(注：BF_4^-在晶体内可自由移动，图中未画出)

图2

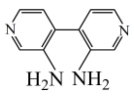
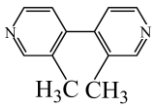
（3）基态Cu^+的价层电子轨道表示式为_____。

（4）$C(C_6H_4CN)_4$中，C 原子的杂化方式有_____种。

（5）①晶胞中与Cu^+形成配位键的配位原子是_____。

②已知：$Cu[BF_4]$、$C(C_6H_4CN)_4$的摩尔质量分别为$M_1 g\cdot mol^{-1}$、$M_2 g\cdot mol^{-1}$，该晶体的密度为_____$g\cdot cm^{-3}$。$(1nm=10^{-7}cm)$

III.科学家利用不同有机化合物与银盐合成结构相似的 MOF 材料，并在$298K$、$100kPa$时测试其对CO_2的吸附能力，不同有机化合物的结构及吸附结果如下表。

材料代号	A	B
有机化合物的结构		
CO_2吸附量 / $(mmol\cdot cm^{-3})$	1.5	1.0

（6）材料 A 比材料 B 的CO_2吸附量大，从微粒间相互作用的角度说明原因：_____。

16. 某黄金冶炼厂的废水中含有毒的氰化物(以CN^-表示)，工厂利用电化学法对其进行无害化处理。

I.电解法：向废水中添加一定量 NaCl，利用图 1 装置处理含氰废水。

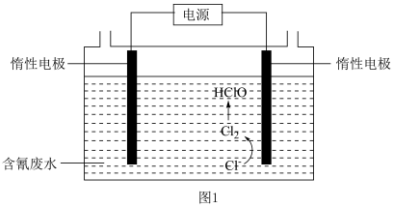


图1

（1）电解时，_____(填“阴极”或“阳极”)产生的Cl_2与水反应，生成强氧化性的 HClO。HClO 将

CN^- 氧化为两种无害气体，两种气体的化学式为_____。

（2）实验测得 CN^- 去除率随 pH 的变化如图 2。

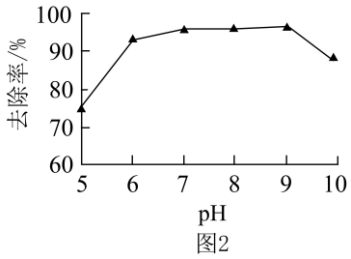


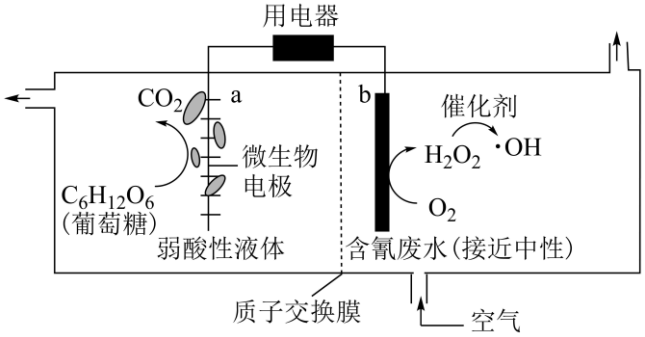
图2

①$pH<6$时，CN^- 的去除率随 pH 的减小而减小，结合水中 Cl 元素的存在形式，利用平衡移动原理解释可能的原因：_____。

②$pH>9$时，CN^- 的去除率随 pH 增大也会减小。进一步研究发现，是由于溶液中部分 Cl 元素通过歧化反应生成了氧化性较弱的 ClO_3^-，反应的离子方程式可能为_____(写出一种即可)。

（3）现有 1L 废水，CN^- 的含量为 $ag\cdot L^{-1}$。电解消耗的电量为 Q 库仑时，CN^- 去除率的计算式为_____。(已知：电解过程中转移 1mol 电子所消耗的电量约为 96500 库仑。不考虑其它副反应)

II.原电池法：借助微生物电极，利用下图装置处理含氰废水。



（4）下列说法正确的是_____(填字母序号)。

A. 从底部通入空气有利于空气与电极的充分接触

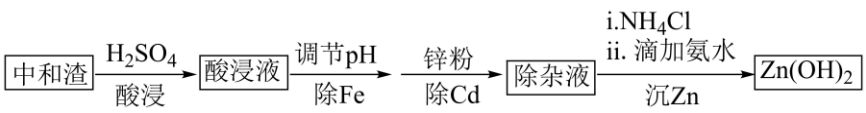
B. 若催化剂为 Fe^{2+}，产生·OH 的反应为 $H_2O_2+Fe^{2+}=Fe^{3+}+2\cdot OH$

C. 质子交换膜可以替换为阴离子交换膜

D. 选择合适的微生物，该装置能实现相应有机废水和含氰废水的联合处理

（5）电池工作过程中，a 极区溶液中的 pH 几乎保持不变，结合电极反应式说明原因：_____(忽略溶液温度、体积变化)。

17. 含锌废水处理后的中和渣主要含 $Zn(OH)_2$、$Mg(OH)_2$，还含少量 $Fe(OH)_3$、$Cd(OH)_2$ 等。利用中和渣回收 Zn 元素的流程如下图。



已知：i.一定条件下，Zn、Mg 的氢氧化物沉淀的 pH 范围如下表。

氢氧化物	$Zn(OH)_2$	$Mg(OH)_2$
开始沉淀	5.3	8.9
沉淀完全	8.2	10.9

ii. $Zn^{2+}+4NH_3 \rightleftharpoons \left[Zn\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}$

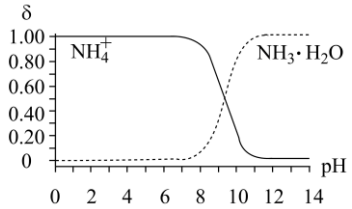
（1）酸浸液中的金属离子主要是_____。

（2）除铁时，可加入 ZnO 调节 pH，结合平衡移动原理解释除铁过程：_____。

（3）实际沉锌过程中，测得锌的沉淀率达 99.98%，所得 $Zn(OH)_2$ 中混有 $Mg(OH)_2$。

①减慢氨水滴加速度能减少 $Mg(OH)_2$ 生成，原因是_____。

②将沉锌后的固液混合物搅拌 30min，能去除 $Mg(OH)_2$，但锌的沉淀率下降。该过程中溶液 pH 稳定在 8.5 左右，$NH_4^+-NH_3\cdot H_2O$ 体系中，含 N 微粒的物质的量分数与 pH 的关系如右图。用离子方程式解释锌沉淀率下降的原因：_____。



（4）利用以下实验测定产品纯度。

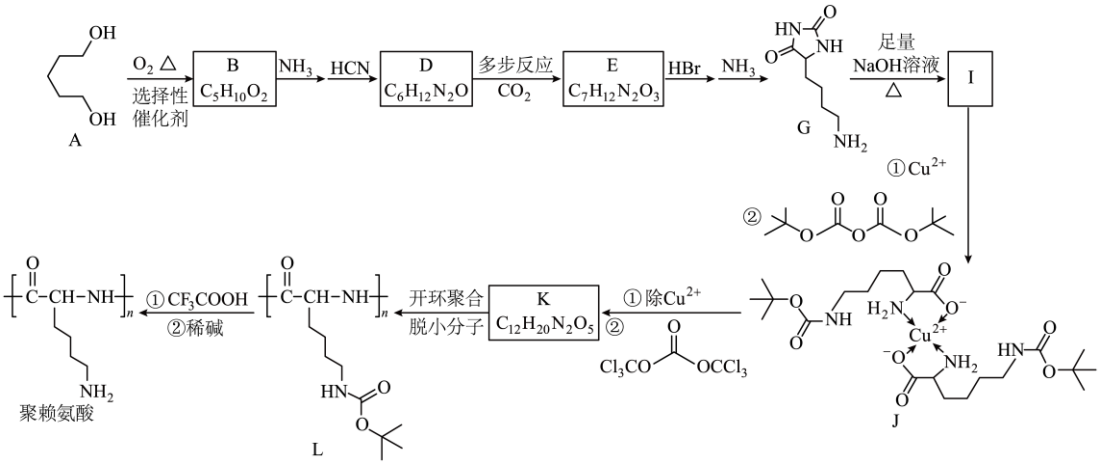
已知：Na_2H_2Y 滴定原理为 $M^{2+}+H_2Y^{2-} \rightleftharpoons MY^{2-}+2H^+$ (M 为 Ca 或 Zn)

步骤 i：标定 Na_2H_2Y 标准液浓度。取 20.00mL，$a\,mol\cdot L^{-1}$ 的 Ca^{2+} 标准液，加入 50mL 蒸馏水、指示剂并调节 pH，用 Na_2H_2Y 标准液滴定至终点，消耗 Na_2H_2Y 标准液 V_1mL。

步骤ii：测定 Zn 元素含量。称取 bg 沉锌所得 $Zn(OH)_2$ 产品，滴加盐酸至完全溶解，加入 NaF、KI(防止其他金属离子干扰)和指示剂，调节 pH，用 Na_2H_2Y 标准液滴定至终点，消耗 Na_2H_2Y 标准液 V_2mL。

$Zn(OH)_2$ 产品中 Zn 元素的质量分数为_____。

18. 聚赖氨酸可作为药物递送载体，一种合成路线如下：



已知：i. $\ce{R1R2C=O ->[NH3] R1R2C=NH ->[HCN] R1R2C(NH2)CN}$

ii. $\ce{R-OH ->[HBr] E-Br ->[NH3] R-NH2}$

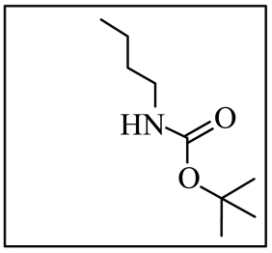
（1）聚赖氨酸重复单元中含有的官能团有氨基和_____(不考虑端基)。

（2）$\ce{A -> B}$ 的化学方程式是_____。

（3）D 的结构简式为_____。

（4）G 与足量 NaOH 溶液加热充分反应可得到 I。用虚线标注出 $\ce{G -> I}$ 时 G 分子中的断键位置_____。

（5）K 中含有五元环状结构(如图)。

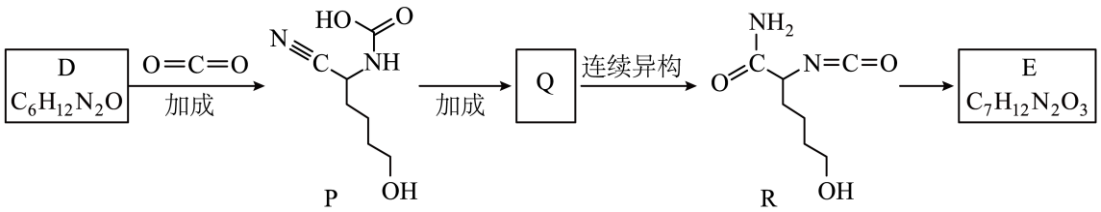


①将图中 K 的结构简式补充完整_____。

② $\ce{K -> L}$ 过程中，脱除的小分子是_____(填化学式)。

（6）有机化合物中有多个相同官能团时，通过控制反应条件，可使反应只在其中一个官能团的位点优先发生，体现了反应选择性。上述聚赖氨酸的合成路线中，有多步体现了反应选择性，例如： $\ce{A -> B}$ 中，单一羟基被氧化；_____(再列举一例即可)。

（7）以 D 和 CO_2 为原料合成 E 的多步反应如下：



已知：$\ce{P -> Q}$ 过程中，有 $\ce{N-H}$ 键生成。

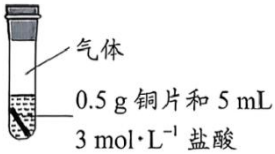
①Q 含有五元环结构，Q 的结构简式为_____。

②$R \rightarrow E$的反应类型为_____。

19. 实验小组发现盛有铜和盐酸的试管放置几天后，其中的溶液变成了蓝色，并有黑色固体生成，于是对铜和盐酸的反应进行探究。

【查阅资料】$\left[Cu\left(NH_3\right)_2\right]^+$在溶液中为无色，容易被空气氧化。

【设计与实施实验 1】按下表进行实验，反应时间为 2 天，记录现象。

实验内容	序号	气体	实验现象
	1-1	空气	溶液变成淡蓝色，铜片上无气泡，有极少量黑色固体
	1-2	O_2	溶液变成蓝色，铜片上无气泡，有少量黑色固体
	1-3	CO_2	溶液无明显变化，铜片无明显变化

（1）实验 1-3 的作用是确证实验 1-1、1-2 中是_____氧化了铜。

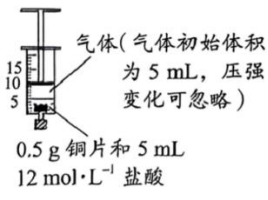
（2）取出实验 1-2 中的铜片，用蒸馏水清洗后放入洁净试管中，滴加 2mL 浓氨水，振荡，黑色固体溶解得无色溶液，稍后溶液逐渐变成蓝色。推测黑色固体中含有$Cu(I)$，理由是_____。查阅资料，黑色固体为纳米级 CuCl。

（3）其他条件不变，将$3mol\cdot L^{-1}$盐酸改为$1.5mol\cdot L^{-1}$硫酸，重复实验$1-2$，发现溶液无明显变化。针对实验 1 中Cl^-对反应$a: 2Cu+O_2+4H^+=2Cu^{2+}+2H_2O$的作用，提出两种假设并验证。

①假设一：反应 a 为可逆反应，在Cl^-作用下，_____(用离子方程式说明)，生成黑色固体促进反应 a 正向进行。结合资料计算得反应 a 的$K>10^{20}$，因此假设一不成立。

②假设二：Cl^-存在时，反应 a 分为两步：i. $4Cu+O_2+4H^++4Cl^-=4CuCl+2H_2O$，ii. $4CuCl+O_2+4H^+=4Cu^{2+}+2H_2O+4Cl^-$，$Cl^-$加快了反应 a 的速率。将证明反应 ii 可发生的实验方案补充完整：取 CuCl 于试管中，_____。

【设计与实施实验 2】按下表进行实验，反应时间为 12 小时，记录现象。

实验内容	序号	气体	实验现象
	2-1	O_2	溶液变黄色，铜片表面有气泡产生，气体体积为 7mL
	2-2	CO_2	溶液变浅黄色，铜片表面有气泡产生，气体体积为 5.5mL
	2-3	N_2	溶液变浅黄色，铜片表面有气泡产生，气体体积为 8mL

经检验，黄色溶液中含$Cu(I)$，不含$Cu(II)$，$Cu(I)$存在形式可表示为$\left[CuCl_x\right]^{1-x}$。

（4）铜片表面产生的气体是_____。

（5）实验 2-2 中气体体积小于实验 2-1、2-3 的，原因是_____。

（6）对比 2-1、2-3 的实验现象，2-1 中溶液的颜色更深、气体体积更小，用离子方程式表示其原因是_____。

【实验总结】

（7）实验 1、实验 2 中铜和盐酸的反应情况不同，由此做出的推断合理的是_____(填字母序号)。

A. 稀盐酸中，O_2 的氧化性强于 Cu^{2+}

B. 稀盐酸中，H^+ 的氧化性弱于 Cu^{2+}

C. 浓盐酸中，H^+ 的氧化性强于 $\left[CuCl_x\right]^{1-x}$

D. CuCl 的还原性强于 $\left[CuCl_x\right]^{1-x}$

参考答案

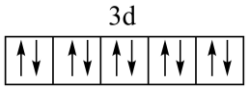
第一部分

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。

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

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15.【答案】（1）第三周期第ⅣA 族　（2）CD　（3）

（4）3

（5）　①. N　②. $\frac{2(M_1+M_2)\times10^{21}}{N_A a^2 c}$

（6）材料 A 的有机配体含氨基（ $-NH_2$ ），可与 CO_2 形成 N-H···O 氢键而吸附 CO_2；材料 B 与 CO_2 仅能通过范德华力相互作用吸附，氢键强于范德华力

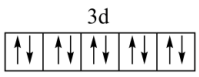
【小问 1 详解】

硅（Si）的原子序数是 14，位于第三周期第ⅣA 族。

【小问 2 详解】

金刚石和晶体硅均为原子晶体，其熔点主要取决于共价键的键长和键能。C 的原子半径小于 Si，C-C 键的键长比 Si-Si 键的键长更短，键能更高，所以金刚石熔点高于晶体硅，故选 CD。

【小问 3 详解】

Cu 的原子序数是 29，其基态电子排布为 $[Ar]3d^{10}4s^1$，失去一个 4s 电子后得到 Cu^+的电子排布为 $[Ar]3d^{10}$，基态 Cu^+的价层电子轨道表示式为：

。

【小问 4 详解】

$C(C_6H_4CN)_4$ 中苯环上的碳原子 sp^2 杂化，-C≡N 中的碳原子形成一个三键（C≡N），属于 sp 杂化，连接四个苯环的中心碳原子，形成四个单键，属于 sp^3 杂化，$C(C_6H_4CN)_4$ 中 C 原子的杂化方式有 sp、sp^2 和 sp^3 共 3 种。

【小问 5 详解】

①根据图 1，$C(C_6H_4CN)_4$ 分子中 C 原子不含孤电子对，但含有氰基（-C≡N），其中 N 原子具有孤对电子，Cu^+含有空轨道，能够接受 N 原子的孤对电子形成配位键，配位原子是 N。

②图 2 中，Cu^+位于晶胞的顶点和体心，个数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$，$C(C_6H_4CN)_4$ 位于晶胞面上，个数为 $4\times\frac{1}{2}$

=2，由电荷守恒可知BF_4^-的个数为2，已知$Cu[BF_4]$、$C(C_6H_4CN)_4$的摩尔质量分别为$M_1g\cdot mol^{-1}$、$M_2g\cdot mol^{-1}$，则晶胞质量为：$m=\frac{2M_1+2M_2}{N_A}g$，晶胞体积为：$V=a\,nm\times a\,nm\times c\,nm=a^2c\times10^{-21}\,cm^3$，密度为：$\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{2M_1+2M_2}{N_A}}{a^2c\times10^{-21}}g\cdot cm^{-3}=\frac{2(M_1+M_2)\times10^{21}}{N_Aa^2c}$ $g\cdot cm^{-3}$。

【小问6详解】

材料A的有机配体含氨基（$-NH_2$），可与CO_2形成N-H···O氢键而吸附CO_2；材料B与CO_2仅能通过范德华力相互作用吸附，氢键强于范德华力，因此材料A比材料B的CO_2吸附量大。

16.【答案】（1） ①. 阳极 ②. CO_2、N_2

（2） ①. pH减小，溶液中的H^+浓度增大，会导致平衡$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons H^++HClO+Cl^-$逆向移动，HClO含量减少，导致$CN^-$的去除率下降 ②. $3ClO^-=2Cl^-+ClO_3^-$

（3）$\frac{26Q}{5\times96500a}\times100\%$ （4）AD

（5）a电极反应（$C_6H_{12}O_6-24e^-+6H_2O=6CO_2\uparrow+24H^+$）和b电极反应方程式（$O_2+2e^-+2H^+=H_2O_2$）可知，a极区产生的$H^+$会等量的定向移动到b极区，使a极区$H^+$浓度基本不变，故pH几乎保持不变；

【分析】Ⅰ．由电解图可知，生成氯气的电极发生了氧化反应，为阳极；

II．电极a发生氧化反应，为负极；负极的电极反应方程式为$C_6H_{12}O_6-24e^-+6H_2O=6CO_2\uparrow+24H^+$；电极b为正极，电极反应方程式为$O_2+2e^-+2H^+=H_2O_2$；a极区产生的$H^+$会通过质子交换膜定向移动到b极区。

【小问1详解】

Cl^-发生氧化反应生成氯气，故应该在电解池的阳极生成氯气；结合CN^-的组成元素可知，被HClO氧化后生成的两种无害气体为CO_2、N_2；

【小问2详解】

①溶液中存在平衡：$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons H^++HClO+Cl^-$，随着溶液pH减小，溶液中的$H^+$浓度增大，会导致平衡逆向移动，HClO含量减少，导致CN^-的去除率下降；

；②依题意，碱性条件下，HClO发生歧化反应生成Cl^-和ClO_3^-，离子方程式为$3ClO^-=2Cl^-+ClO_3^-$（碱性条件下HClO以ClO^-形式存在）；

【小问3详解】

处理废水过程中，CN^-被氧化成CO_2和N_2，从价态变化分析可知，存在如下计量关系：$CN^-\sim5e^-$，故

CN^-的去除率为$\frac{\frac{1}{5}\times\frac{Q}{96500}mol\times 26g\cdot mol^{-1}}{ag\cdot L^{-1}\times 1L}\times 100\%=\frac{26Q}{5\times 96500a}\times 100\%$；

【小问 4 详解】

A．从底部通入空气，气泡会向上扩散，增大了空气与电极的接触面积，有利于反应进行，A 正确；

B．若催化剂为Fe^{2+}，产生·OH 的反应应为$H_2O_2+Fe^{2+}=Fe^{3+}+\cdot OH+OH^-$，B 错误；

C．由上述分析可知，a 极区产生的 H^+会通过质子交换膜定向移动到 b 极区，若换成阴离子交换膜，则 H^+无法向 b 区移动，C 错误；

D．选择合适的微生物，该装置能实现相应有机废水和含氰废水的联合处理（负极区有机物放电，正极区产生强氧化性的·OH，氧化含氰废水），D 正确；

故答案选 AD；

【小问 5 详解】

结合 a 电极反应（$C_6H_{12}O_6-24e^-+6H_2O=6CO_2\uparrow+24H^+$）和 b 电极反应方程式（$O_2+2e^-+2H^+=H_2O_2$）可知，a 极区产生的 H^+会等量的定向移动到 b 极区，使 a 极区 H^+浓度基本不变，故 pH 几乎保持不变；

17.【答案】（1）Zn^{2+}、Fe^{3+}、Cd^{2+}、Mg^{2+}

（2）溶液中存在平衡$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$，加入 ZnO 会消耗 H^+，使得平衡正向移动，得到$Fe(OH)_3$沉淀

（3）①. 避免局部碱性过强，生成$Mg(OH)_2$沉淀 ②. $Zn(OH)_2+2NH_4^++2NH_3\rightleftharpoons[Zn(NH_3)_4]^{2+}+2H_2O$ （4）$\frac{1.3aV_2}{V_1b}\times 100\%$

【分析】硫酸“酸浸”过程中，中和渣中的氢氧化物溶解生成盐，故酸浸液主要含的金属阳离子有 Zn^{2+}、Fe^{3+}、Cd^{2+}、Mg^{2+}；经“除 Fe”（生成$Fe(OH)_3$）、“除 Cd”（生成$Cd(OH)_2$）后，向所得“除杂液”中加入 NH_4Cl、氨水得到 $Zn(OH)_2$沉淀。

【小问 1 详解】

由上述分析可知，主要的金属阳离子为 Zn^{2+}、Fe^{3+}、Cd^{2+}、Mg^{2+}；

【小问 2 详解】

“除 Fe”时，溶液中存在平衡$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons Fe(OH)_3+3H^+$，加入 ZnO 会消耗 H^+，使得平衡正向移动，得到$Fe(OH)_3$沉淀；

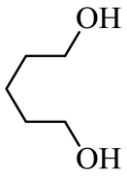
【小问 3 详解】

①$Mg(OH)_2$沉淀产生的 pH 比 $Zn(OH)_2$沉淀产生的 pH 大，减慢氨水滴加速度，可以避免溶液局部碱性过强，生成$Mg(OH)_2$沉淀；②$Zn(OH)_2$存在溶解平衡：$Zn(OH)_2\rightleftharpoons Zn^{2+}+2OH^-$，$OH^-$与$NH_4^+$结合生成$NH_3\cdot H_2O$使得溶解平衡正向移动，又因 Zn^{2+}与 NH_3（$NH_3\cdot H_2O\rightleftharpoons NH_3+H_2O$）结合生成

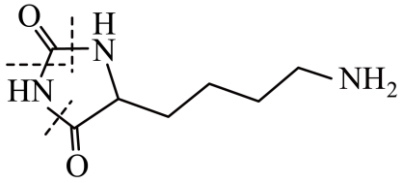
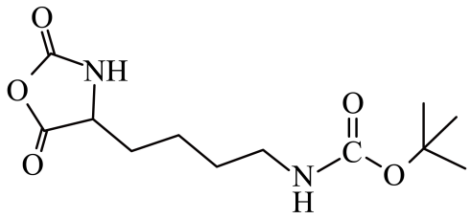
$\left[Zn\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}$ 也会导致溶解平衡正向移动，综上可表述为 $Zn(OH)_2+2NH_4^++2NH_3\rightleftharpoons\left[Zn\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}+2H_2O$；

【小问 4 详解】

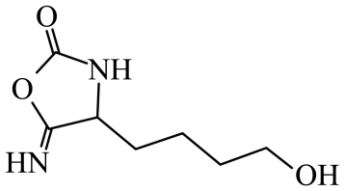
由计量关系：M^{2+}~H_2Y^{2-}，可知，Na_2H_2Y 标准液的浓度为 $\frac{20a}{V_1}$，$Zn(OH)_2$ 产品中 Zn 元素的物质的量为 $\frac{20aV_2}{V_1}\times10^{-3}$，则 $Zn(OH)_2$ 产品中 Zn 元素的质量分数为：$\frac{20aV_2\times10^{-3}\times65}{V_1b}\times100\%=\frac{1.3aV_2}{V_1b}\times100\%$。

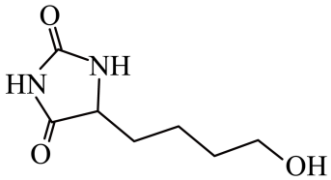
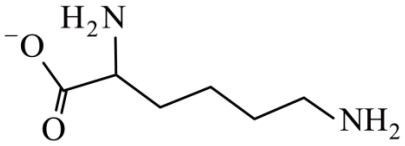
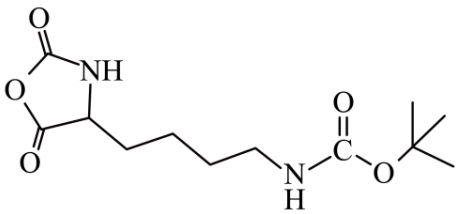
18. 【答案】（1）酰胺键　（2） $+\frac{1}{2}O_2\xrightarrow[\Delta]{\text{选择性催化剂}}HO(CH_2)_4CHO+H_2O$

（3）$HO(CH_2)_4CH(NH_2)CN$

（4）　（5）①. 　②. CO_2

（6）在 E→G 过程中，HBr 选择性只与羟基反应（酰胺键、羟基均能与 HBr 反应）

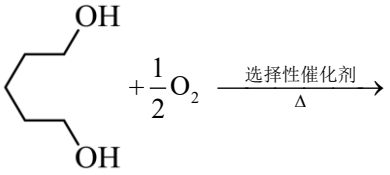
（7）①. 　②. 加成反应

【分析】A 在氧气，加热的条件下生成 B（$CH_2OHCH_2CH_2CH_2CHO$）；结合已知条件 i 可知 D 的结构简式为（$CH_2OHCH_2CH_2CH_2CH(NH_2)CN$）；结合已知条件 ii 和 G 的结构推出 E 的结构简式为 ；G 在 NaOH 条件下发生水解，生成 I（）；结合 L 的结构可推出 K 为 。

【小问 1 详解】

由聚赖氨酸结构可知，其含有的官能团为氨基和酰胺键；

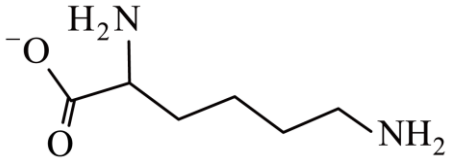
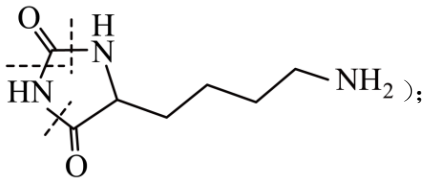
【小问 2 详解】

A 在氧气，加热条件下发生催化氧化反应生成 B，反应的化学方程式为  $HO(CH_2)_4CHO + H_2O$；

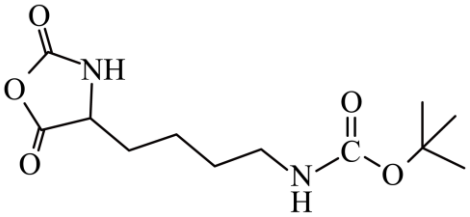
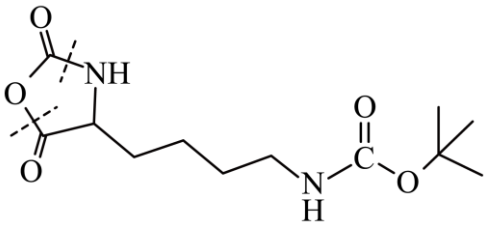
【小问 3 详解】

由上述分析可知 D 的结构简式为 $HO(CH_2)_4CH(NH_2)CN$；

【小问 4 详解】

G 在 NaOH 条件下发生水解，生成 I（），断裂的酰胺键（如图）；

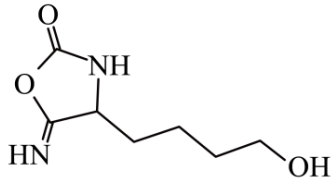
【小问 5 详解】

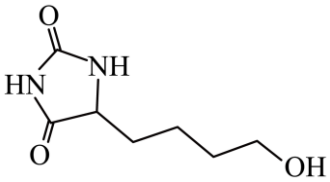
①由上述分析可知 K 的结构为；②由 K 和 L 的结构可知，开环过程中断裂情况如图所示：，脱去的小分子为 CO_2；

【小问 6 详解】

酰胺键、羟基均能与 HBr 反应，但在 E→G 过程中，HBr 选择性只与羟基反应；

【小问 7 详解】

①P→Q 过程中，有 N−H 键生成，且 Q 含有五元环结构，说明该过程中 P 结构上的-COOH 与 $-C\equiv N$ 发生加成反应生成环状结构 Q（）；②Q 经连续异构后得到 R，结

合 R 与 E（）的结构可知，$R \rightarrow E$ 的反应类型为加成反应。

19.【答案】（1）O_2　（2）黑色固体溶解在浓氨水中得到无色溶液，后续溶液由无色（$[Cu(NH_3)_2]^+$）逐渐变蓝，说明生成了易被氧化的$[Cu(NH_3)_2]^+$，黑色固体中含有$Cu(I)$

（3）　①. $Cu^{2+}+Cu+2Cl^-=2CuCl\downarrow$　②. 加入适量稀盐酸，再通入氧气，观察到黑色固体溶解，溶液变为蓝色

（4）H_2　（5）CO_2 溶于水

（6）$4Cu+O_2+4H^++4xCl^-=4\left[CuCl_x\right]^{1-x}+2H_2O$　（7）ABC

【小问 1 详解】

实验 1-3 通入 CO_2，溶液和铜片均无明显现象，证明实验 1-1、1-2 中是 O_2 氧化了 Cu；

【小问 2 详解】

黑色固体溶解在浓氨水中得到无色溶液，结合资料$[Cu(NH_3)_2]^+$为无色且易被空气氧化，溶液由无色（$[Cu(NH_3)_2]^+$）逐渐变蓝（$[Cu(NH_3)_4]^+$），说明黑色固体与氨水反应生成了$[Cu(NH_3)_2]^+$；

【小问 3 详解】

①若反应 a($2Cu+O_2+4H^+=2Cu^{2+}+2H_2O$)为可逆反应，$Cl^-$与 Cu^{2+}结合生成 CuCl 沉淀，促进平衡正向进行，反应的离子方程式为$Cu^{2+}+Cu+2Cl^-=2CuCl\downarrow$；②反应 ii 需要提供 H^+和氧气，故实验方案为取 CuCl 于试管中，加入适量稀盐酸，再通入氧气，观察到黑色固体溶解，溶液变为蓝色，证明反应 ii 可发生；

【小问 4 详解】

实验 2 中溶液含有 Cu(Ⅰ)、无 Cu(Ⅱ)，结合体系中含有 H+、Cl-、Cu 与 H^+发生氧化还原反应，可知气体为 H_2；

【小问 5 详解】

CO_2 溶于水生成碳酸，使溶液中 $c(H^+)$比实验 2-1 和 2-3 低，导致 Cu 与 H^+反应生成氢气的量减少；

【小问 6 详解】

实验 2-1 中通入氧气，氧气将部分 Cu(Ⅰ)氧化为更多的配合物（$\left[CuCl_x\right]^{1-x}$），使溶液更深，同时氧气氧化 Cu(Ⅰ)消耗了部分 Cu 和 H^+，抑制了氢气的生成，反应的离子方程式为

$4Cu+O_2+4H^++4xCl^-=4\left[CuCl_x\right]^{1-x}+2H_2O$；

【小问 7 详解】ABC