2026 北京顺义高三（上）期末

化　　学

本试卷共 9 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，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 O-16 Na-23 Pt-195

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. 我国建成先进的钍基熔盐实验堆并首次实现堆内钍（$^{232}_{90}Th$）、铀（$^{233}_{92}U$）转化，实现了第四代核电的重大突破。熔盐实验堆常以 LiF 和 BeF_2 作为载体盐。下列说法正确的是

A. $^{232}_{90}Th$ 的中子数为 232

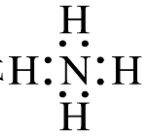
B. $^{232}_{90}Th$ 与 $^{233}_{92}U$ 互为同位素

C. 原子半径：$Li < Be$

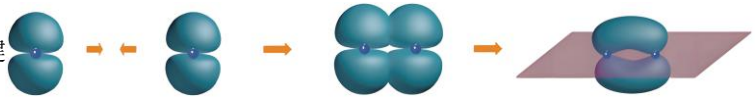
D. LiF 中含有离子键

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. SiO_2 的结构模型 

B. NH_4^+ 的电子式 

C. 基态 $_{28}Ni$ 原子价层电子排布式 $3d^{10}$

D. p 轨道和 p 轨道形成 π 键 

3. 下列物质的用途与其氧化性或还原性无关的是

A. 乙醇用作燃料

B. 过氧化钠用作制氧剂

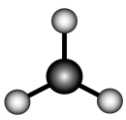
C. 小苏打用作烘焙糕点膨松剂

D. 氯化铁用作覆铜印刷电路板腐蚀液

4. 碱式碳酸铝铵 $\left[NH_4Al(OH)_2CO_3\right]$ 广泛应用于催化剂、阻燃剂和材料工业等领域。下列说法不正确的是

A. 电负性：$C > Al$

B. 第一电离能：$O > N$

C. CO_3^{2-} 的 VSEPR 模型： 

D. 常温常压下在水中的溶解性：$NH_3 > CH_4$

5. 下列说法不正确的是

A. 鸡蛋清溶液中加入 $NaCl$ 溶液会发生变性

B. 油脂在碱性溶液中水解可生成高级脂肪酸盐

C. 碳化钙与水反应得到的气体可使酸性高锰酸钾溶液褪色

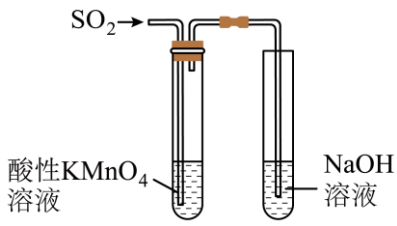
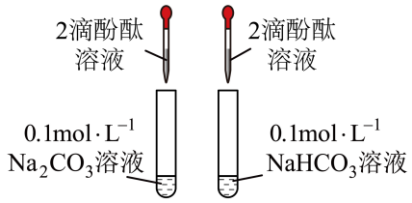
D. 乙酰胺在碱存在并加热条件下生成的气体可使湿润的红色石蕊试纸变蓝

6. 物质的微观结构决定其宏观性质。下列关于物质性质与其解释不对应的是

	性质	解释
A	热稳定性：$HCl > H_2S$	最外层电子数：$Cl > S$
B	熔点：$Na > K$	金属键强度：$Na > K$
C	酸性：$CH_2FCOOH > CH_3COOH$	电负性：$F > H$
D	沸点：$CCl_4 > CH_4$	结构相似，相对分子质量越大，范德华力越大

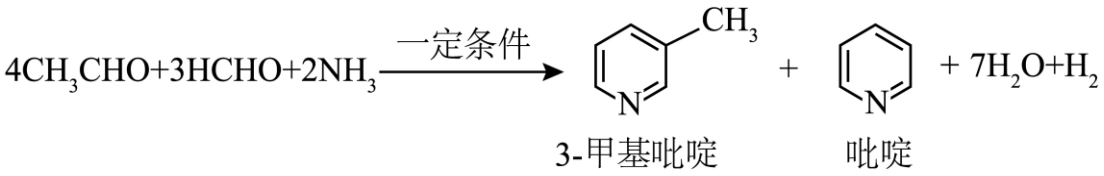
A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 下列实验的相应操作中，正确的是

	
A．验证 SO_2 具有漂白性	B．向容量瓶中转移溶液
	
C．比较 Na_2CO_3 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液的碱性	D．检验溴乙烷中含有溴元素

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

8. 吡啶是一种无色液体，能与水混溶。吡啶类化合物在医药、农药以及化工等领域有广泛应用。某种以乙醛、甲醛和氨为原料生产 3-甲基吡啶同时获得吡啶的方法如下。



下列说法不正确的是

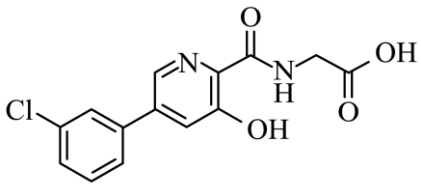
A. 乙醛分子中含有的σ键、π键比值为$5:1$

B. 甲醛、3-甲基吡啶分子均为极性分子

C. 吡啶分子与水分子可形成氢键

D. 键角：$NH_3 > H_2O$

9. 伐度司他可用于治疗慢性肾脏病引起的贫血，分子结构如图。下列说法不正确的是



伐度司他

A. 分子中含有 3 种含氧官能团

B. 分子中含有手性碳原子

C. 该物质可与 Na 反应

D. 该物质可发生水解反应

10. 下列方程式与所给事实不相符的是

A. 向Na_2CO_3溶液中加入盐酸至过量，有无色气体生成：$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2\uparrow + H_2O$

B. 将氯气通入冷的石灰乳中制备漂白粉：$Cl_2 + 2OH^- = ClO^- + Cl^- + H_2O$

C. 将盛有NO_2和N_2O_4混合气体的密闭烧瓶浸泡在冷水中，烧瓶内气体颜色变浅：

$2NO_2(g)(红棕色) \rightleftharpoons N_2O_4(g)(无色)\ \Delta H < 0$

D. 向氯化银悬浊液中加入适量 KBr 溶液，有淡黄色沉淀生成：

$AgCl(s) + Br^-(aq) \rightleftharpoons AgBr(s) + Cl^-(aq)$

11. 测定不同温度下氯化铵溶液的pH，数据如下。下列说法不正确的是

实验序号	测定温度/℃	$0.1mol\cdot L^{-1}NH_4Cl$ 溶液的 pH
i	25	5.12
ii	50	4.83

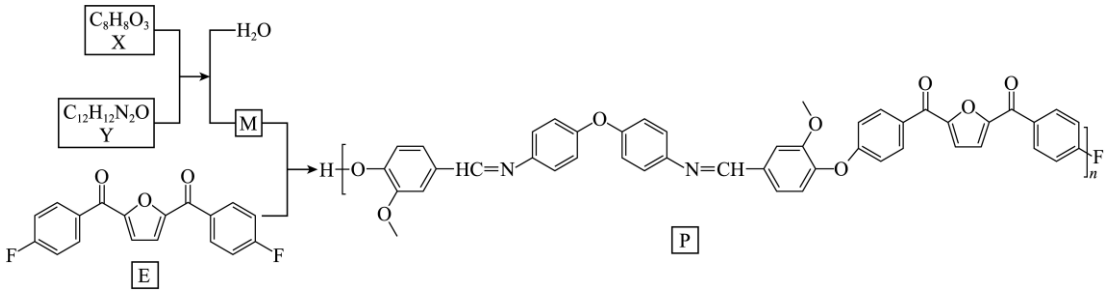
A. 实验 i 中，溶液$pH < 7$的原因：$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3\cdot H_2O + H^+$

B. $25^\circ C$时，$1\ mol\cdot L^{-1}NH_4Cl$溶液的$pH < 5.12$

C. 实验 ii 中，溶液离子浓度存在关系：$c(Cl^-) > c(NH_4^+) > c(H^+) > c(OH^-)$

D. 依据实验 i、ii 可得出结论：温度升高，促进了氯化铵的水解

12. 一种聚芳醚酮树脂 P 合成路线如下：



下列说法不正确的是

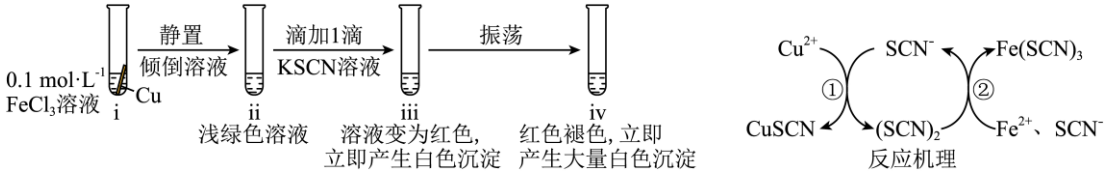
A. X 可发生银镜反应

B. Y 的核磁共振氢谱有四组峰

C. 合成 P 时 X 与 Y 的化学计量比是 2:1

D. M 与 E 合成 P 的反应类型为缩聚反应

13. 某小组设计探究实验如下，查阅文献后提出一种可能的反应机理。



已知：CuSCN 为白色沉淀；非反应体系黄色、蓝色混合通常呈绿色；反应中 O_2 的影响可忽略。

下列说法不正确的是

A. ①的离子方程式为：$2Cu^{2+}+4SCN^{-}=2CuSCN\downarrow+(SCN)_2$

B. 由反应机理可知，总反应为：$Cu^{2+}+Fe^{2+}+4SCN^{-}=CuSCN\downarrow+Fe(SCN)_3$

C. 由实验及反应机理可知，振荡过程中，$Fe^{3+}+3SCN^{-}\rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 逆向移动

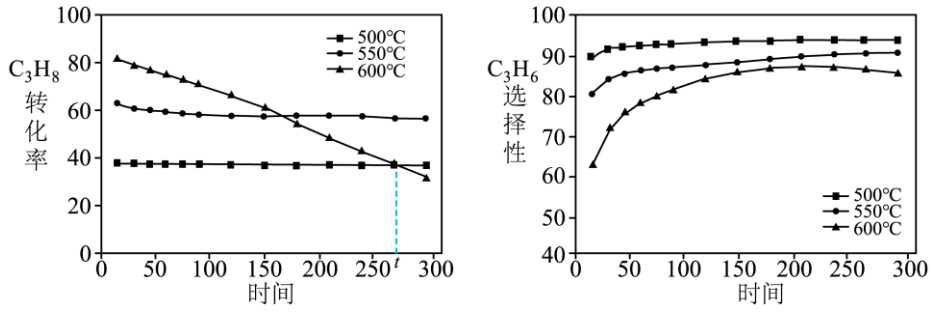
D. 由实验及反应机理可知，有 SCN^{-} 存在时，Cu^{2+} 的氧化性减弱，Fe^{2+} 的还原性增强

14. CO_2 催化氧化丙烷脱氢制丙烯时，主要发生反应 i，同时发生反应 ii 和 iii。其他条件不变，不同反应温度下丙烷的转化率与丙烯的选择性如图。

i. $C_3H_8(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons C_3H_6(g)+CO(g)+H_2O(g)\ \Delta H=+164\,kJ\cdot mol^{-1}$

ii. $C_3H_8(g)+3CO_2(g)\rightleftharpoons 6CO(g)+4H_2(g)\ \Delta H=+621\,kJ\cdot mol^{-1}$

iii. $C_3H_8(g)\rightarrow 3C(s)+4H_2(g)\ \Delta H=+104\,kJ\cdot mol^{-1}$



已知：丙烯的选择性$=\dfrac{n\left(\text{生成丙烯所用的丙烷}\right)}{n\left(\text{转化的丙烷}\right)}\times100\%$；

丙烯的产率$=\dfrac{n\left(\text{生成丙烯所用的丙烷}\right)}{n\left(\text{起始投入的丙烷}\right)}\times100\%$。

下列说法不正确的是

A. C_3H_8的转化率：$500^\circ C<550^\circ C$，可能原因是$500^\circ C$时不利于丙烷$C-H$键断裂

B. $600^\circ C$时，C_3H_8的转化率随时间的增加显著下降，可能与高温下积碳覆盖催化剂有关

C. 反应进行至t时刻时C_3H_6的产率：$600^\circ C>500^\circ C$

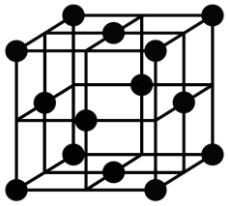
D. 综合考虑转化率与选择性，合成时最佳温度可选择$550^\circ C$

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 铂(Pt)及其化合物广泛应用于工业生产及医疗领域等。

（1）铂晶体的晶胞形状为立方体，边长为$a\text{nm}$，结构如图。



①每个 Pt 原子周围与它最近且距离相等的 Pt 原子有_____个。

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

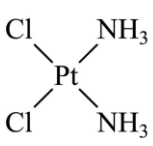
（2）氯铂酸(H_2PtCl_6)常用作石油化工中催化剂的活性成分。

将制备H_2PtCl_6的化学方程式补充完整_____。

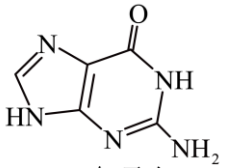
$3Pt+18HCl+4HNO_3=3H_2PtCl_6+□_____+□H_2O$

（3）铂类药物广泛应用于一线抗癌，经历了不同的发展阶段。

①第一代铂类抗癌药物顺铂$\left[Pt\left(NH_3\right)_2Cl_2\right]$的结构如图。研究发现，顺铂主要是通过与 DNA 结合生成 Pt/DNA 结合物，破坏 DNA 结构的方式来阻止细胞的增殖。



顺铂

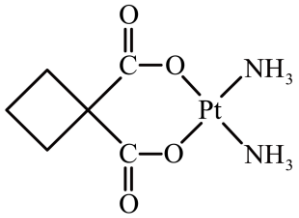


鸟嘌呤

顺铂中含有的化学键类型有_____，从结构角度解释顺铂水解后生成的化合物中，Pt 与 DNA 中鸟嘌呤中 N 原子结合，而不与 O 原子结合的可能原因_____。

②第二代铂类抗癌药物卡铂结构如图。已知卡铂的水溶性约是顺铂的 16 倍。卡铂与顺铂在水中溶解性差

异的可能原因是_____。



卡铂

16. 甲醇是一种用途广泛的重要化工原料，也是一种有前景的新型清洁能源。

（1）煤制甲醇是传统煤化工的重要技术。该合成路线是将煤首先转化为水煤气，再经催化剂合成CH_3OH。

已知：i. $CO_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)+H_2O(g)\Delta H=-49.4\,kJ\cdot mol^{-1}$

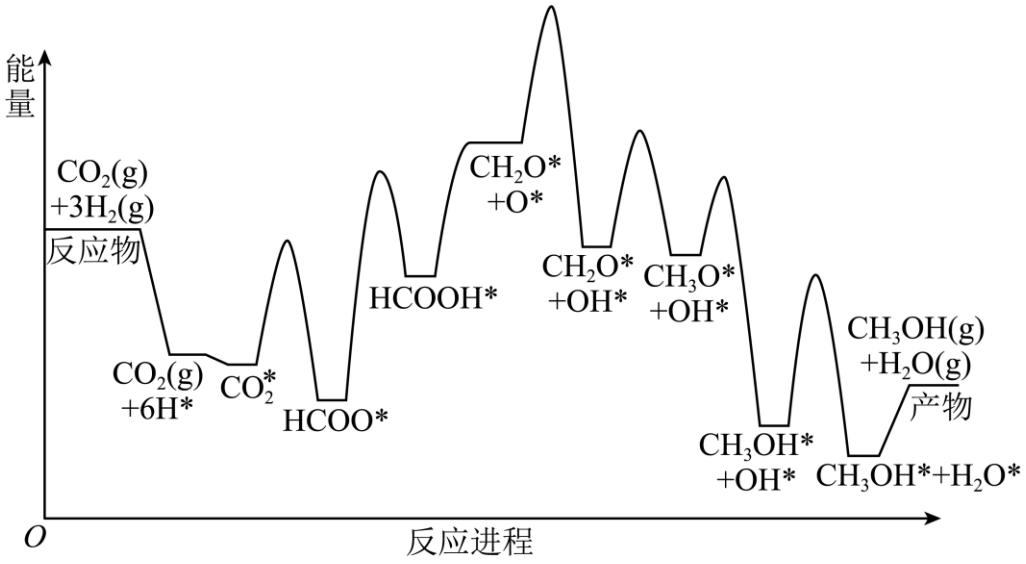
ii. $CO(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)\Delta H=-41.5\,kJ\cdot mol^{-1}$

由CO与H_2合成CH_3OH的热化学方程式是_____。

（2）科研人员研制不同的催化剂以实现利用CO_2与H_2合成CH_3OH。

①CO_2与H_2在催化剂I的作用下只发生反应i。一定温度下使用该催化剂，在体积为1 L的恒温密闭容器中投入1 molCO_2和3 molH_2，达到平衡时CH_3OH在混合气中物质的量分数为10%。该温度下反应的平衡常数为_____。

②使用催化剂II时，反应i过程中能量变化示意图如图(*表示吸附态)。下列说法不正确的是_____(填序号)。



a．反应进程中$HCOO^*\rightarrow HCOOH^*$为反应的决速步

b．反应进程的微粒中，C原子有sp、sp^3两种杂化方式

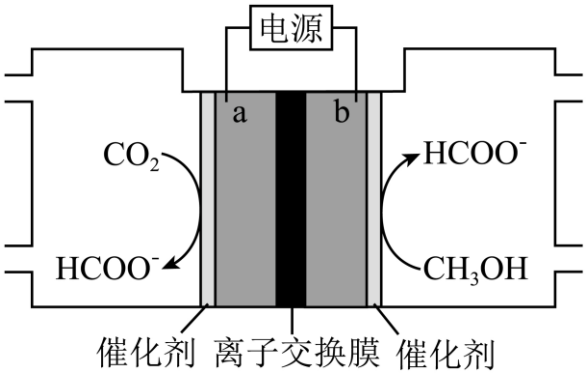
c．反应进程中有极性共价键和非极性共价键的断裂与形成

③使用催化剂III时，同时发生反应i及iii。

iii. $CO_2(g)+H_2(g)\rightleftharpoons CO(g)+H_2O(g)\Delta H=+40.9\,kJ\cdot mol^{-1}$。

在定容密闭容器中充入CO_2与H_2发生反应，单位时间内，未达平衡时，随温度升高，CO_2的转化率增大，但$n(CH_3OH)/n(CO)$减小，可能原因是_____。

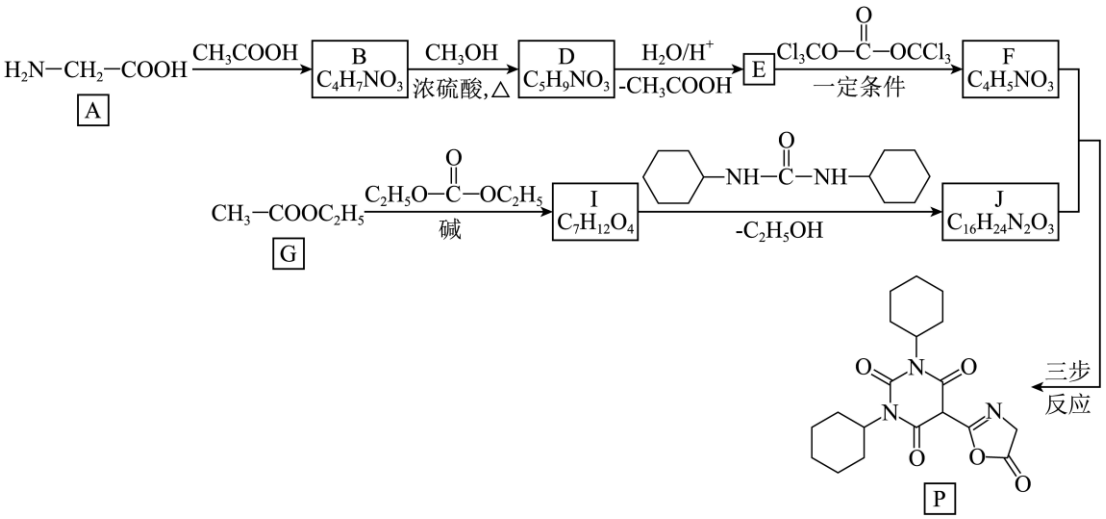
（3）我国科研人员设计装置，通过耦合电解CH_3OH与CO_2，两电极同时生成甲酸盐，实现产品增值。如图为电解装置示意图。



①电极 a 是电解池的_____极。

②电解过程中 b 电极生成甲酸盐的电极反应式是_____。

17. 一种重要医药中间体 P 的合成路线如下。



已知：①
$$R_1-NH_2+R_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_3\xrightarrow{\text{一定条件}}R_1-NH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_2+R_3OH$$

②
$$R_1-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_2+R_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_4\xrightarrow{\text{碱}}R_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{R_1}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_2+R_4OH$$

（1）A 中含有的官能团名称是_____。

（2）B→D 的化学方程式是_____。

（3）I 中只含有酯基，I→J 的反应类型是_____。

（4）J 中含有 3 个六元环，J 的结构简式是_____。

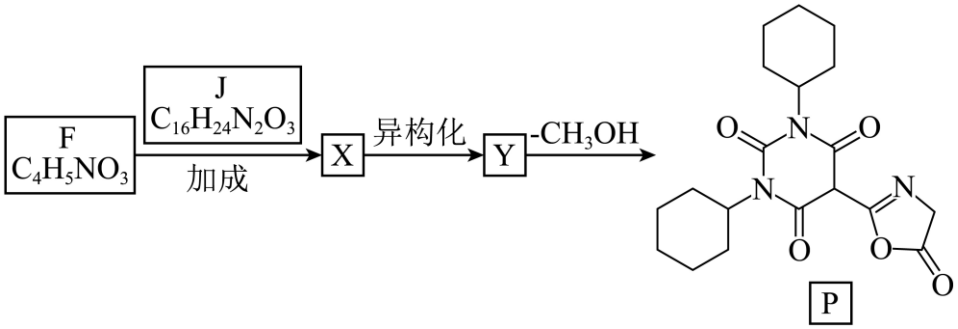
（5）下列说法正确的是_____(填序号)。

a．A 既有酸性，又有碱性

b．$D \rightarrow E$ 的目的是脱除保护基

c．G 的含有相同官能团的同分异构体有 3 种

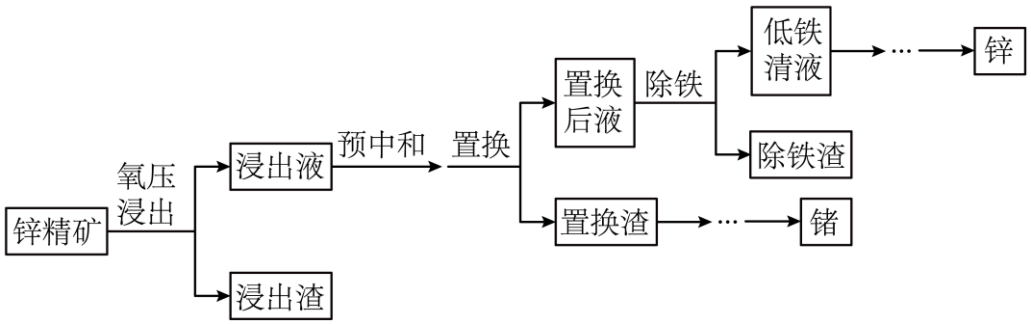
（6）以 F 和 J 为原料合成 P 分三步完成。



①F 中含有 1 个 sp 杂化的碳原子，F 的结构简式是_____。

②Y 的结构简式是_____。

18. 利用锌精矿(主要成分为 ZnS、FeS_2，含有 SiO_2、GeS_2 等杂质)回收锌及锗的一种流程示意图如下。



（1）“氧压浸出”过程是在较浓 H_2SO_4 溶液中通入氧气使矿石中的锌、锗、铁等元素浸出，硫元素主要以 SO_4^{2-} 形式进入溶液；锗元素在浸出液中主要以 H_2GeO_3 的形式存在。

①已知：C 与 Ge 位于同主族，25C 时，H_2CO_3 的 $K_{a1}=4.5\times10^{-7}$；H_2GeO_3 的 $K_{a1}=2.6\times10^{-9}$。从结构角度解释 H_2GeO_3 酸性弱于 H_2CO_3 的原因_____。

②“氧压浸出”过程中，FeS_2 的存在有利于促进 ZnS 溶解。结合方程式解释原因_____。

（2）用 ZnO 进行“预中和”调节 pH 后，加入过量 Zn 进行“置换”。

①用 ZnO 先进行“预中和”调节 pH 的目的是_____。

②Zn 进行“置换”时，H_2GeO_3 被还原为 Ge 进入置换渣。H_2GeO_3 被还原的离子方程式是_____。

③“置换”时，需控制溶液 $pH<5.2$。$pH>5.2$ 时 H_2GeO_3 还原效率降低的可能原因是_____。

（3）低铁清液中含锌量可用滴定分析法测定，步骤如下。

步骤一：取 $10\ mL$ 低铁清液，滴加 3 滴浓盐酸后，加入适量 H_2O_2 溶液及 NH_4F 溶液。

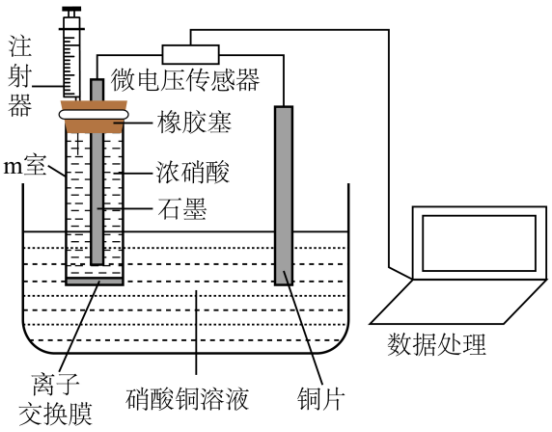
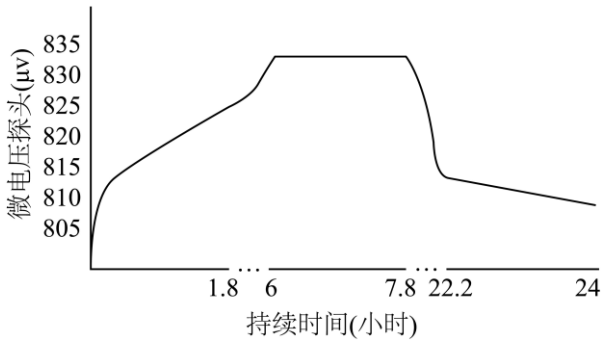
步骤二：调节溶液 pH，用 $0.05\ mol\cdot L^{-1}$ 乙二胺四乙酸盐(阴离子简写为 $EDTA^{4-}$)标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液体积为 amL。

已知：$Zn^{2+}+EDTA^{4-}\Rightarrow[ZnEDTA]^{2-}$；$Fe^{3+}+EDTA^{4-}\Rightarrow[FeEDTA]^{-}$；$Fe^{3+}+6F^{-}\rightleftharpoons[FeF_6]^{3-}$。

①低铁清液中 Zn^{2+} 的浓度为_____ $mol\cdot L^{-1}$。

②测定过程中，若未加入 NH_4F 溶液，测定结果将_____(填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

19. 某小组利用原电池探究铜与浓硝酸的反应。

实验 I	实验现象
	①m 室中溶液颜色由无色变微黄，随时间推移，溶液颜色逐渐变为浅蓝最终变为浅蓝偏绿色；注射器中收集到少量无色气体，吸入空气时无色气体颜色变微红；铜片少量溶解。 ②反应过程中电压曲线如图。(实验中温度变化可忽略，电流强度不变) 

（1）注射器中收集到的少量无色气体是_____。

（2）已知：NO_2 溶于浓硝酸会使溶液显黄色。实验过程中，m 室中溶液颜色由无色变微黄，随时间推移，溶液颜色逐渐变为浅蓝色的原因是_____。

（3）离子交换膜的类型是_____(填“阴离子交换膜”或“阳离子交换膜”)。

小组同学探究溶液最终变为浅蓝偏绿色的原因。分别取 2 份 $1\ mL$ 电压上升阶段及 2 份 $1\ mL$ 电压下降阶段 m 室中的溶液于四支试管中，进行实验II。

实验II所用溶液	实验组别	加入试剂	实验现象
电压上升阶段	a	2 滴稀硝酸银溶液	产生淡黄色沉淀
	b	2 滴稀酸性高锰酸钾溶液	溶液紫色较快褪去

电压下降阶段	c	2 滴稀硝酸银溶液	较 a 淡黄色沉淀量稍少
	d	2 滴稀酸性高锰酸钾溶液	较 b 色褪去稍慢

资料：i．亚硝酸$\left(HNO_2\right)$的$K_a=5.6\times10^{-4}$，有较强的还原性，与稀硝酸银溶液反应生成淡黄色沉淀，与铜离子结合形成$\left[Cu\left(NO_2\right)_4\right]^{2-}$(绿色溶液)。

ii．电流强度及温度不变时，离子浓度越小，电阻越大，电压越大。

（4）小组同学依据实验现象得出结论：m 室有亚硝酸产生。依据的现象是_____；产生亚硝酸的电极反应式是_____。

（5）用离子方程式表示 b 中溶液紫色褪去的原因_____。

（6）依据实验 I、II，结合方程式解释 6～7.8 小时电压稳定的原因_____。

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	D	C	B	A	A	C	A	B	B	D	B	D	C

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 【答案】（1） ①. 12 ②. $\frac{780}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}}$

（2）$3Pt + 18HCl + 4HNO_3 = 3H_2PtCl_6 + 4NO\uparrow + 8H_2O$

（3） ①. 配位键、极性共价键 ②. N 的电负性小于 O，对孤电子对的吸引能力较弱，有利于与 Pt 形成配位键 ③. 卡铂中与 Pt^{2+} 结合的是羧酸根离子，含有多个氧原子，与水可以形成氢键，溶解性增强

【小问 1 详解】

①由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点的 Pt 原子周围与它最近且距离相等的 Pt 原子位于面心，共有 $3\times8\times\frac{1}{2}=12$ 个；

②由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点和面心的 Pt 个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$，则：$\rho=\frac{4?195}{\left(a?10^{-7}\right)^3 N_A}\ g/cm^3$，

故晶胞的密度为 $\rho=\frac{780}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}}\ g/cm^3$。

【小问 2 详解】

Pt 化合价由 0 价升高到+4 价，N 元素化合价由+5 价，降低到+2 价（NO），根据得失电子守恒配平为 $3Pt + 18HCl + 4HNO_3 = 3H_2PtCl_6 + 4NO\uparrow + 8H_2O$；

【小问 3 详解】

①顺铂中含有 $N \to Pt$、$Cl \to Pt$ 配位键，以及 NH_3 内部的 N-H 极性共价键，Pt 与 DNA 中鸟嘌呤是通过配位键的方式结合，而 N 的电负性小于 O，对孤电子对的吸引能力较弱，有利于与 Pt 形成配位键；

②能和水分子形成氢键的话会增大在水中的溶解度，卡铂与顺铂在水中溶解性差异原因是卡铂中与 Pt^{2+} 结合的是羧酸根离子，含有多个氧原子，与水可以形成氢键，溶解性增强。

16. 【答案】（1）$CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)\ \Delta H = -90.9\ kJ\cdot mol^{-1}$

（2） ①. 1/48(0.0208) ②. bc ③. 温度升高，i、iii 速率均增大，但温度对 iii 速率的影响大于对 i 的影响

（3） ①. 阴极 ②. $CH_3OH-4e^-+5OH^-=HCOO^-+4H_2O$

【小问 1 详解】

由盖斯定律，将已知反应 i+ii 可得目标反应：则

$\Delta H=\Delta H_1+\Delta H_2=-49.4kJ\cdot mol^{-1}-41.5kJ\cdot mol^{-1}=-90.9\,kJ\cdot mol^{-1}$，故热化学方程式为

$CO(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons CH_3OH(g)\,\Delta H=-90.9\,kJ\cdot mol^{-1}$；

【小问 2 详解】

① 设平衡时 $n(CH_3OH)=x\,mol$，列三段式：

	$CO_2(g)$	+	$3H_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$CH_3OH(g)$	+	$H_2O(g)$
初始mol	1		3		0		0
变化mol	x		$3x$		x		x
平衡mol	$1-x$		$3-3x$		x		x

；

总物质的量 $n_{总}=(1-x)+(3-3x)+x+x=4-2x$，由 CH_3OH 物质的量分数为 10%：$\dfrac{x}{4-2x}=0.1$，解得 $x=\dfrac{1}{3}$，容器体积为1L，平衡常数：$K=\dfrac{c(CH_3OH)\cdot c(H_2O)}{c(CO_2)\cdot c^3(H_2)}=\dfrac{\left(\frac{1}{3}\right)\times\left(\frac{1}{3}\right)}{\left(\frac{2}{3}\right)\times 2^3}=\dfrac{1}{48}\approx 0.0208$

② a：决速步由活化能最大的步骤决定，图中最大能垒出现 $HCOO^*\rightarrow HCOOH^*$，a 正确；

b：中间体中 $HCOO^*$、$HCOOH^*$ 中 C 为 sp^2 杂化，CO_2 中 C 为 sp 杂化，CH_3OH 中 C 为 sp^3 杂化，共 3 种杂化方式，b 错误；

c：反应过程中只有反应物中 H－H 非极性键断裂，以及极性键的断裂和形成，全程没有非极性键生成，c 错误；

③CO_2 的转化率增大，但 $n(CH_3OH)/n(CO)$ 减小，说明反应 iii 的选择性大于反应 i，即原因是：温度升高，i、iii 速率均增大，但温度对 iii 速率的影响大于对 i 的影响；

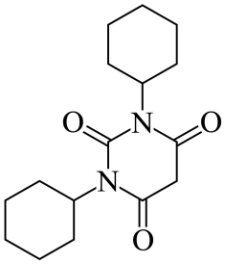
【小问 3 详解】

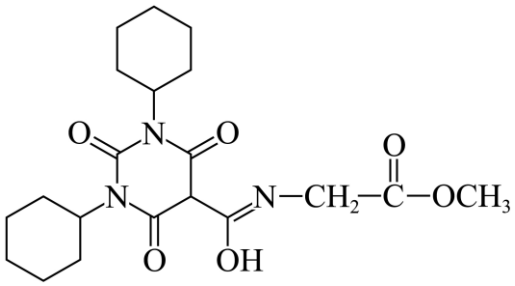
① a 电极上 CO_2 转化为 $HCOO^-$，C 元素化合价从 +4 降低为 +2，得电子，因此 a 是电解池的阴极；

② b 电极上 CH_3OH 失电子生成 $HCOO^-$，C 从 –2 升高为 +2，生成的是甲酸盐，说明是碱性环境，电极反应式为：$CH_3OH-4e^-+5OH^-=HCOO^-+4H_2O$。

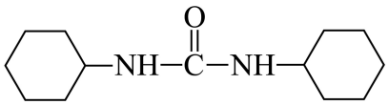
17.【答案】（1）羧基 氨基

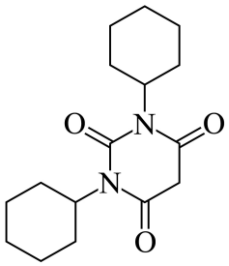
（2） $CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-CH_2-COOH+CH_3OH\underset{\triangle}{\overset{浓硫酸}{\rightleftharpoons}}CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-NH-CH_2-COOCH_3+H_2O$ （3）取代反应

（4）  （5）abc

（6） ①. $O=C=N-CH_2$-$COOCH_3$ ②. 

【分析】甘氨酸 A 与乙酸发生取代反应生成 B 为$CH_3CONHCH_2COOH$，B 和甲醇发生酯化反应生成 D 为$CH_3CONHCH_2COOCH_3$，D 酸化酰胺基水解，再脱去乙酸生成 E 为$NH_2CH_2COOCH_3$，E 发生反应生成 F，F 分子中比 E 多了一个碳，则 F 的结构简式为$O=C=N-CH_2-COOCH_3$，G 发生已知信息②的反应生成 I，则 I 的结构简式为$C_2H_5-O-CO-CH_2-COOC_2H_5$，I 和

发生取代反应，脱去小分子C_2H_5OH，则 J 的结构简式为

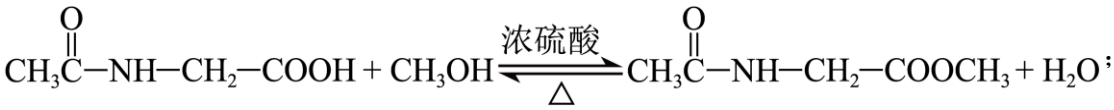
，J 和 F 三步反应生成 P，据此解答。

【小问 1 详解】

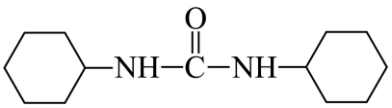
A 为甘氨酸H_2N-CH_2-COOH，含有的官能团为氨基和羧基。

【小问 2 详解】

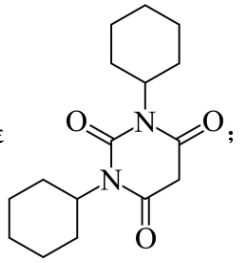
A 和乙酸发生酰化反应生成 B，B 为$CH_3CONHCH_2COOH$，B→D 是羧基和甲醇的酯化反应，生成酯 D，化学方程式为



【小问 3 详解】

I 中的两个酯基和中两个$-NH-$发生反应，脱去 2 分子乙醇，属于取代反应；

【小问 4 详解】

根据分析，J 的结构简式是 ；

【小问 5 详解】

a：A 甘氨酸含羧基（酸性）和氨基（碱性），既有酸性又有碱性，正确；

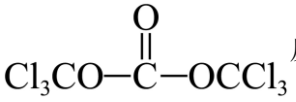
b：A 的氨基被乙酰化保护，D→E 酸性水解脱去乙酰基，目的是脱除保护基，正确；

c：G 为$CH_3COOC_2H_5$，分子式$C_4H_8O_2$，含酯基的同分异构体（不含 G 本身）有

$HCOOCH_2CH_2CH_3$、$HCOOCH(CH_3)_2$、$CH_3CH_2COOCH_3$，共 3 种，正确；

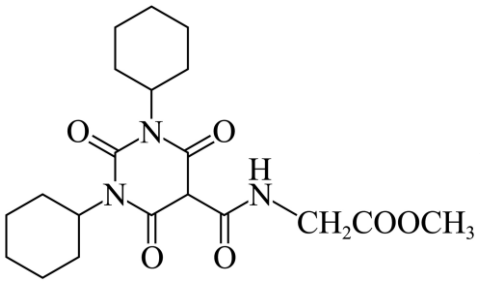
故选 abc；

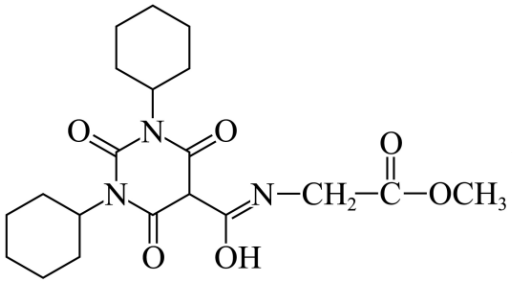
【小问 6 详解】

①E 为$NH_2CH_2COOCH_3$，与  反应生成 F，F 含 1 个 sp 杂化碳原子，

$-N=C=O$ 中的碳原子为 sp 杂化，F 的结构简式是$O=C=N-CH_2-COOCH_3$；

②F 和 J 发生加成反应，J 的活泼亚甲基上氢与碳氮双键发生加成反应生成 X，则 X 的结构简式为

，X 异构化生成 Y，则 Y 的结构简式为

，Y 脱去 1 分子CH_3OH环化得到 P。

18.【答案】（1） ①. C 与 Ge 元素位于同主族，Ge 的电子层数多于 C 的，原子半径 Ge 大于 C，非金属性$C>Ge$，最高价氧化物水化物的酸性：$H_2GeO_3<H_2CO_3$ ②.

$4FeS_2+15O_2+2H_2O=2Fe_2(SO_4)_3+2H_2SO_4$，$Fe^{3+}$氧化$S^{2-}$，最终得到$SO_4^{2-}$，$c(S^{2-})$降低，促进了平衡$ZnS\rightleftharpoons Zn^{2+}+S^{2-}$正向移动，促进 ZnS 溶解

（2） ①. ZnO 可以与H^+反应生成Zn^{2+}，增大了溶液 pH，不引入新杂质，补充了Zn^{2+}，同时减少置换过程中 Zn 与H^+的反应，防止 Zn 的浪费 ②. $2Zn+4H^++H_2GeO_3=2Zn^{2+}+Ge+3H_2O$ ③. pH>5.2

时，Zn^{2+}产生沉淀覆盖在Zn表面，阻止了Zn与H_2GeO_3的反应

（3） ①. $5\times10^{-3}a\ mol\cdot L^{-1}$ ②. 偏大

【分析】锌精矿(主要成分为ZnS、FeS_2，含有SiO_2、GeS_2等杂质)“氧压浸出”过程中锌、锗、铁等元素浸出，硫元素主要以SO_4^{2-}形式进入溶液，浸出渣为SiO_2，用ZnO进行“预中和”调节pH后，加入过量Zn进行“置换”，置换渣得到金属锗，置换后液通过除铁后分别得到锌和铁，据此解答。

【小问1详解】

①Ge与C同主族，Ge的电子层数更多，原子半径Ge大于C，非金属性$C>Ge$，最高价氧化物水化物的酸性：$H_2GeO_3<H_2CO_3$；

②氧压浸出时FeS_2被氧化生成Fe^{3+}，方程式：$4FeS_2+15O_2+2H_2O=2Fe_2(SO_4)_3+2H_2SO_4$，$Fe^{3+}$氧化$S^{2-}$，最终得到$SO_4^{2-}$，$c(S^{2-})$降低，促进了平衡$ZnS\rightleftharpoons Zn^{2+}+S^{2-}$正向移动，促进ZnS溶解；

【小问2详解】

①中和浸出液中过量的H^+，增大了溶液pH，不引入新杂质，避免后续置换过程中消耗过多的Zn，防止Zn的浪费；

②Ge从+4价降为0价，Zn从0价升为+2价，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平为$2Zn+4H^++H_2GeO_3=2Zn^{2+}+Ge+3H_2O$；

③pH升高后，Zn^{2+}会水解生成氢氧化物沉淀，覆盖在反应物表面阻碍反应，阻止了Zn与H_2GeO_3的反应；

【小问3详解】

①Zn^{2+}与$EDTA^{4-}$物质的量1:1反应，$n(Zn^{2+})=n(EDTA)=0.05mol/L\times a\times10^{-3}L$，溶液体积为$10mL=0.01L$，故$c(Zn^{2+})=\dfrac{0.05\times a\times10^{-3}}{0.01}=5\times10^{-3}amol/L$；

②NH_4F的作用是与Fe^{3+}形成$[FeF_6]^{3-}$，用于掩蔽Fe^{3+}，未加NH_4F时，溶液中的Fe^{3+}也会与EDTA结合消耗EDTA，导致测得的消耗EDTA体积偏大，计算得到的Zn^{2+}浓度结果偏大。

19.【答案】（1）NO （2）硝酸放电产生NO_2，NO_2与水反应生成HNO_3与NO，随时间推移，硝酸与NO_2浓度减小，铜离子通过离子交换膜进入m室，使溶液变蓝

（3）阳离子交换膜 （4） ①. 滴加稀硝酸银溶液产生淡黄色沉淀或滴加酸性高锰酸钾溶液，溶液紫色褪去 ②. $NO_3^-+3H^++2e^-=HNO_2+H_2O$

（5）$2MnO_4^-+5HNO_2+H^+=2Mn^{2+}+5NO_3^-+3H_2O$

（6）$NO_3^-+3H^++2e^-=HNO_2+H_2O$，离子浓度减小；$Cu^{2+}+4HNO_2=[Cu(NO_2)_4]^{2-}+4H^+$，离子浓度增大。在6-7.8小时时，$NO_3^-$生成$HNO_2$的反应与$Cu^{2+}$与$HNO_2$反应同时进行，离子增大量与减

小量相等

【分析】根据原电池原理，m 室中石墨电极为正极，铜片为负极，据此解答，

【小问 1 详解】

无色气体遇空气变为红棕色，说明该气体是 NO，NO 与 O_2 反应生成红棕色 NO_2。

【小问 2 详解】

反应初期生成的 NO_2 溶于浓硝酸使溶液呈微黄色，随后 NO_2 与水反应生成 HNO_3 与 NO，随反应进行，硝酸与 NO_2 浓度减小，铜离子通过离子交换膜进入 m 室，使溶液变蓝；

【小问 3 详解】

该原电池中，铜为负极，反应生成 Cu^{2+}，使负极区正电荷增多；石墨为正极，NO_3^- 得电子发生还原反应，消耗 H^+，正极区正电荷减少。原电池内电路中阳离子向正极移动，因此需要阳离子交换膜允许阳离子通过，平衡电荷；

【小问 4 详解】

根据题干资料，HNO_2 可与稀硝酸银生成淡黄色沉淀，且具有还原性，可使酸性高锰酸钾褪色，两个实验现象可证明 m 室有 HNO_2 生成；NO_3^- 得电子生成 HNO_2（N 从 +5 价降为 +3 价，得 $2e^-$），酸性条件配平得到电极反应式为 $NO_3^- + 3H^+ + 2e^- = HNO_2 + H_2O$；

【小问 5 详解】

酸性条件下，MnO_4^- 被 HNO_2 还原为 Mn^{2+}，HNO_2 被氧化为 NO_3^-，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒配平得到离子方程式 $2MnO_4^- + 5HNO_2 + H^+ = 2Mn^{2+} + 5NO_3^- + 3H_2O$；

【小问 6 详解】

根据资料 ii，电流强度、温度不变时，离子浓度不变则电阻不变、电压稳定。此阶段，电极反应：$NO_3^- + 3H^+ + 2e^- = HNO_2 + H_2O$，消耗离子，而络合反应：$Cu^{2+} + 4HNO_2 = \left[Cu\left(NO_2\right)_4\right]^{2-} + 4H^+$ 净增加离子，当离子减少的速率与增加的速率相等时，总离子浓度保持稳定，电压稳定。