2025 北京丰台高三二模

化　　学

本试卷共 10 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：N：14 Na：23 Cl：35.5 Ti：48 I：127

第一部分 选择题(共 42 分)

1. 我国首次制备出丰度超过 99%的 ^{64}Ni。^{64}Ni 经质子束流轰击可获得具有放射性的医用核素 ^{64}Cu。下列说法不正确的是

A. Ni 属于 d 区元素

B. ^{64}Ni 原子核内中子数是 36

C. ^{64}Ni 与 ^{64}Cu 互为同位素

D. ^{64}Ni 经质子束流轰击获得 ^{64}Cu 的过程不属于化学变化

2. 用硝酸银测定水质中砷元素的含量，涉及反应：

$AsH_3+6AgNO_3+3H_2O=H_3AsO_3+6HNO_3+6Ag$。下列说法正确的是

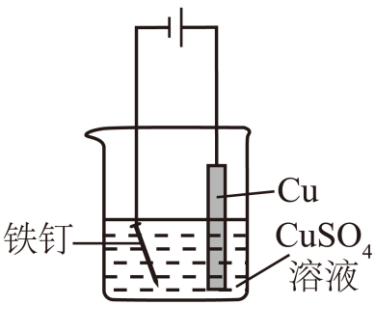
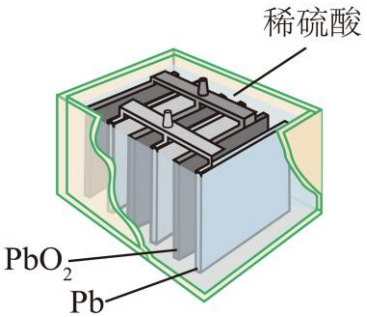
A. AsH_3 的电子式：$H\!:\!\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{As}}\!:\!H$

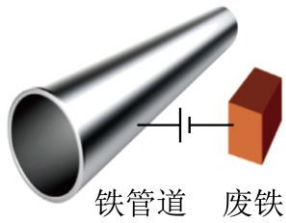
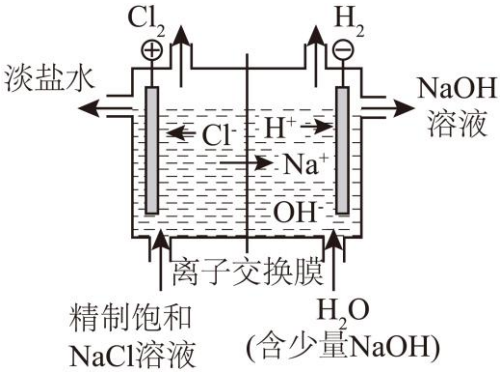
B. 热稳定性：$AsH_3>H_2O$

C. 氧化性：$AgNO_3>H_3AsO_3$

D. 依据元素周期律，可推断酸性：$HNO_3>H_3AsO_3$

3. 下列关于电化学装置的说法中不正确的是

	
A．在铁钉表面镀铜	B．铅蓄电池放电时 PbO_2 作正极

	
C．采用外加电流阴极保护法保护铁管道	D．电解饱和食盐水制烧碱和氯气

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

4. 下列过程不能用平衡移动原理解释的是

A. 中和等体积、等 pH 的盐酸和醋酸，醋酸所需 NaOH 的物质的量更多

B. 将 CO_2 通入饱和氨盐水(溶质为 NH_3 、NaCl)中，有固体析出

C. 将 $NaHCO_3$ 浓溶液与 $Al_2\left(SO_4\right)_3$ 浓溶液混合，迅速产生气泡

D. 将锌片插入 pH=4 的硫酸中无明显现象，加入少量 $CuSO_4$ 固体，有气泡产生

5. 下列方程式与事实相符的是

A. 过量铁粉与稀硝酸反应，产生无色气体(该气体遇空气变红棕色)：

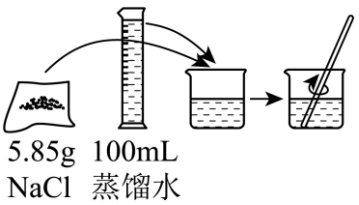
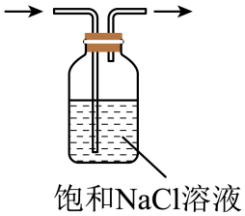
$3Fe+2NO_3^-+8H^+=3Fe^{2+}+2NO\uparrow+4H_2O$

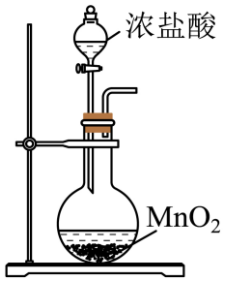
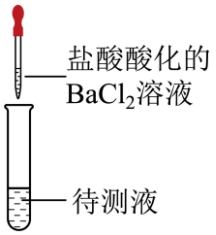
B. 次氯酸不稳定，在光照下容易分解：$2HClO\overset{光照}{=\!=}H_2O+Cl_2\uparrow$

C. $0.1mol\cdot L^{-1}$ 草酸($H_2C_2O_4$)的 $pH=1.3$：$H_2C_2O_4\rightleftharpoons 2H^++C_2O_4^{2-}$

D. FeS 去除废水中的 Hg^{2+}：$Hg^{2+}+S^{2-}=HgS\downarrow$

6. 下列实验中，能达到实验目的的是

	
A．配制 $100mL1.00mol\cdot L^{-1}$ NaCl 溶液	B．除去 Cl_2 中的 HCl

	
C．实验室制Cl_2	D．检验待测液中是否含有SO_4^{2-}

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 25℃、101kPa 下：①$2Na(s)+\frac{1}{2}O_2(g)=Na_2O(s)\quad \Delta H_1=-414kJ\cdot mol^{-1}$

②$2Na(s)+O_2(g)=Na_2O_2(s)\quad \Delta H_2=-511kJ\cdot mol^{-1}$

关于Na_2O和Na_2O_2的下列说法中，正确的是

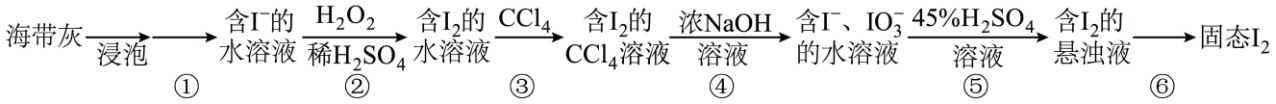
A. Na_2O和Na_2O_2均为离子化合物，阴、阳离子个数比不相等

B. 随温度升高，反应①、②的速率加快，反应①的速率大于反应②的

C. 向$H_2{}^{18}O$中投入Na_2O_2固体：$H_2{}^{18}O+2Na_2O_2=4Na^++4OH^-+{}^{18}O_2\uparrow$

D. 25℃、101kPa 下：$Na_2O(s)+\frac{1}{2}O_2(g)=Na_2O_2(s)\quad \Delta H=-97kJ\cdot mol^{-1}$

8. 实验室模拟海带提碘的流程如下，下列说法正确的是



A. 步骤①、③、⑥的操作分别是过滤、萃取和分液、蒸馏

B. 步骤④中反应消耗 7.62gI_2时，转移 0.05mol 电子

C. 步骤⑤中主要发生反应的离子方程式为$IO_3^-+I^-+6H^+=I_2\downarrow+3H_2O$

D. 理论上，步骤④消耗的 NaOH 和步骤⑤消耗的H_2SO_4的物质的量相等

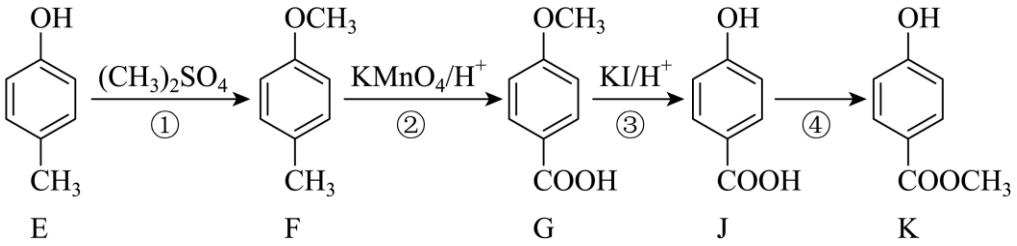
9. 下列依据相关事实作出的推断或解释中，不正确的是

选项	事实	推断或解释
A	$Al(OH)_3$与盐酸、NaOH 溶液均能反应，而$Mg(OH)_2$只能与盐酸反应	碱性：$Mg(OH)_2>Al(OH)_3$
B	常温下，一元弱酸的电离常数：$K_a(HCN)=6.2\times10^{-10}$，	常温下，同浓度溶液的 pH：NaCN>NaF

	$K_a(HF)=6.8\times10^{-4}$	
C	乙二醇、丙三醇都是黏稠液体	与分子间形成氢键有关
D	升高温度，Na_2SO_3 溶液的 pH 减小	升高温度促进了 SO_3^{2-} 的水解

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

10. 有机化合物 K 主要用作杀菌防腐剂，其合成路线如下(部分条件已省略)。



E　　F　　G　　J　　K

下列说法不正确的是

A. F 能被酸性 $KMnO_4$ 氧化是-CH_3 对苯环影响的结果

B. J 中最多有 16 个原子共平面

C. 过程①、③和④中均发生取代反应

D. K 的合成过程中进行了官能团的保护

11. 一定条件下，在 3 个容积均为 1L 的恒容密闭容器中，加入一定量的反应物，发生反应：

$H_2(g)+I_2(g)\rightleftharpoons 2HI(g)$　$\Delta H<0$。T_1℃时，该反应的平衡常数 K=4，反应体系中相关数据见下表：

容器	温度/℃	起始时物质的量/mol		t min 时物质的量/mol
		$H_2(g)$	$I_2(g)$	$HI(g)$
甲	T_1	1	1	0.8
乙	T_2	1	1	0.6
丙	T_1	2	2	a

下列说法中，正确的是

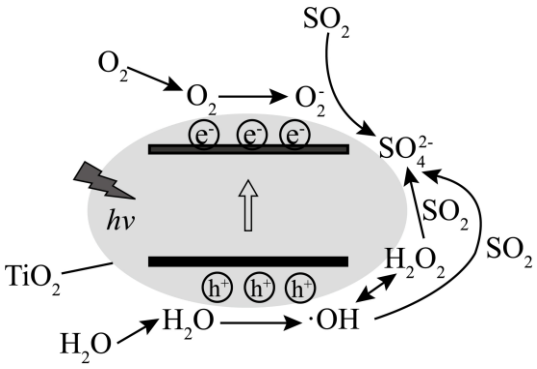
A. a=1.6

B. 若 $T_2>T_1$，则乙中，t min 时消耗 H_2 的速率等于生成 H_2 的速率

C. 当容器内压强不变时，反应达到化学平衡状态

D. 当丙中反应达到化学平衡时，I_2 的转化率大于 50%

12. 在光照条件下，空气中的二氧化硫二氧化钛颗粒物表面发生催化氧化生成硫酸气溶胶，下列说法不正确的是



A. TiO_2 受到光激发产生的空穴(h^+)带正电，能将 H_2O 氧化成·OH

B. SO_2 在 TiO_2 颗粒物表面形成 SO_4^{2-} 有多种途径，其中一种为 $SO_2+2\cdot OH=SO_4^{2-}+2H^+$

C. 上述形成硫酸气溶胶的总反应为 $2SO_2+O_2+2H_2O\xlongequal[TiO_2]{h\nu}2SO_4^{2-}+4H^+$

D. 空气的湿度越大，硫酸气溶胶的形成速率越快

13. 某小组用 H_2O_2 、HI 和 KI 探究外界条件对化学反应速率的影响。室温下，按下列初始浓度进行实验。

实验I.

实验编号	①	②	③	④	⑤
$c(H_2O_2)/(mol\cdot L^{-1})$	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
$c(HI)/(mol\cdot L^{-1})$	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1
出现棕黄色的时间/s	13	6.5	4.3	6.6	4.4

实验II．用 KI 替代 HI 做上述 5 组实验，观察到有无色气体产生，一段时间内溶液均未见棕黄色。

下列说法不正确的是

A. 由实验I可知，H_2O_2 氧化 HI 的反应速率与 $c(H_2O_2)$ 和 $c(HI)$ 的乘积成正比

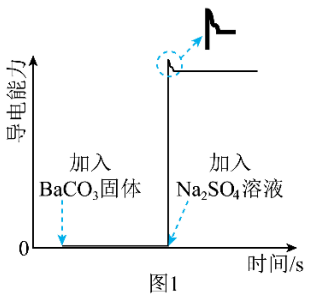
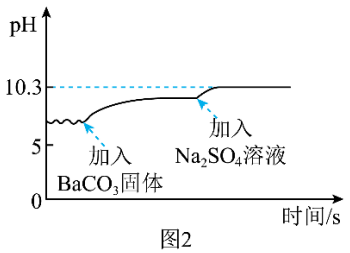
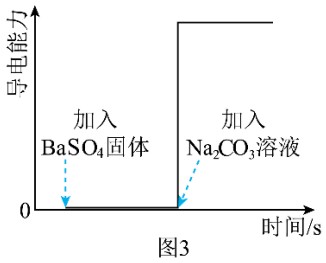
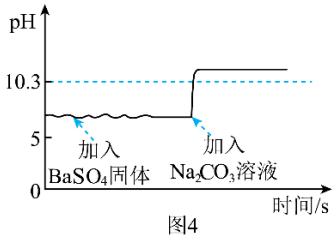
B. 实验①中反应继续进行，20s 时测得 $c(H_2O_2)$ 为 $0.08mol\cdot L^{-1}$，则 0～20s 的平均反应速率：$v(H_2O_2)=0.001mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$

C. 实验II中的现象可能是因为 H_2O_2 分解的速率大于 H_2O_2 氧化 KI 的速率

D. 对比实验I和II，I^-的还原性随酸性减弱而减弱

14. 常温下探究 $BaCO_3$ 与 $BaSO_4$ 之间的转化，进行如下实验。

实验	实验过程	电导率变化图像	pH 变化图像

I	向盛有 60mL 蒸馏水的烧杯中，加入适量 $BaCO_3$ 固体，用磁力搅拌器搅拌，待数据稳定后，加入 1 滴管饱和 Na_2SO_4 溶液	图1	图2
II	向盛有 60mL 蒸馏水的烧杯中，加入适量 $BaSO_4$ 固体，用磁力搅拌器搅拌，待数据稳定后，加入 1 滴管饱和 Na_2CO_3 溶液	图3	图4

下列说法正确的是

A. 由图 1 可知，相同条件下，同浓度的 Na_2SO_4 溶液比 Na_2CO_3 溶液导电能力强

B. 由图 2 可知，加入 Na_2SO_4 溶液后，水电离产生的 $c(H^+)=1\times10^{-10.3}mol\cdot L^{-1}$

C. 实验II中，加入 1 滴管饱和 Na_2CO_3 溶液后， $BaSO_4$ 转化为 $BaCO_3$

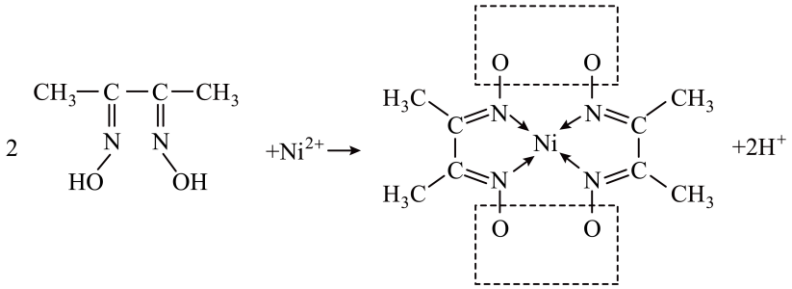
D. 实验I、II的混合溶液中均存在：$2c(Ba^{2+})+c(Na^+)+c(H^+)=2c(SO_4^{2-})+2c(CO_3^{2-})+c(OH^-)$

第二部分 非选择题(共 58 分)

15. 氮元素及其化合物在各领域中应用广泛。

（1）基态 N 原子核外电子轨道表示式是_____。

（2）丁二酮肟可用于检验溶液中的 Ni^{2+}，原理如图。



丁二酮肟　　二（丁二酮肟）合镍

①丁二酮肟中 N 原子的杂化轨道类型是_____。

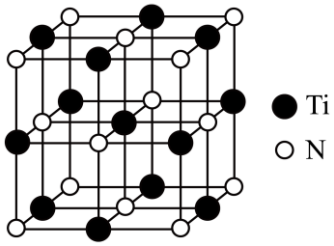
②二(丁二酮肟)合镍为非极性分子，结构稳定，含有共价键、配位键、氢键等作用力，请在图中方框内补全其结构_____。

（3）乙二胺(用“en”表示)可用于电镀镍工艺。向 $NiSO_4$ 电解液中加入乙二胺，可将 Ni^{2+} 转化为

$\left[\mathrm{Ni(en)_3}\right]^{2+}$，使得电解时 $\mathrm{Ni^{2+}}$ 放电速率缓慢且平稳，得到的镀层更加致密、细腻，原因是

_____。

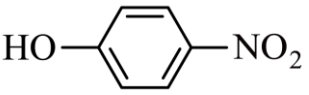
（4）氮化钛(TiN)是一种优良的高温结构材料，晶胞结构如图所示。



①与每个 Ti 原子等距且紧邻的 Ti 原子数目是_____。

②已知，晶体密度为 $\rho \mathrm{g\cdot cm^{-3}}$，阿伏加德罗常数为 N_{A}。该晶胞边长为_____cm(列出计算式)。

③碳化钛(TiC)与 TiN 晶胞结构类似，且均为过渡晶体，其中所含离子键百分数更大的是_____(填“TiC”或“TiN”)。

16. 纳米零价铁可将废水中的对硝基苯酚( ，简称 PNP)还原成毒性更小的物质，同时自身被氧化成 $\mathrm{Fe^{2+}}$。

已知：电负性 B 2.0 H 2.1

I．利用硼氢化钠($\mathrm{NaBH_4}$)还原 $\mathrm{Fe^{2+}}$ 制备纳米零价铁。

（1） $\mathrm{NaBH_4}$ 中 B 的化合价为_____。

（2）制备纳米零价铁的离子方程式为 $\mathrm{Fe^{2+}+2BH_4^-+6H_2O=Fe+2H_3BO_3+7H_2\uparrow}$，其中氧化剂为

_____。

II．利用纳米零价铁还原法去除 PNP。

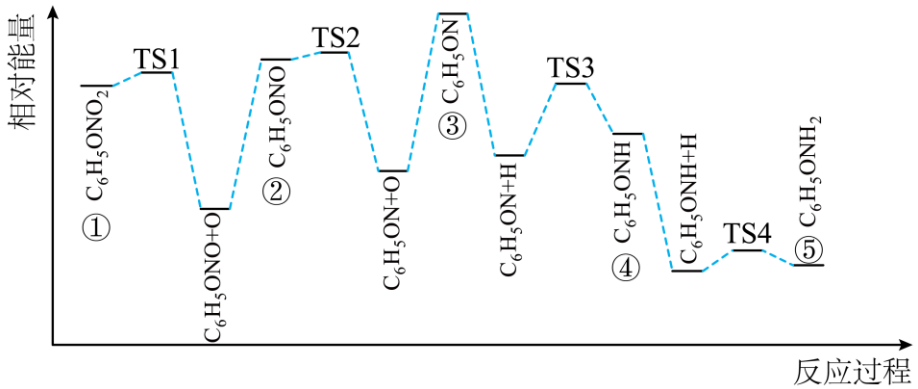
（3）相同时间内，废水中含有较高浓度的 $\mathrm{HCO_3^-}$ 会降低 PNP 的去除率，结合离子方程式解释原因

_____。

（4）如果将纳米零价铁均匀分散在生物炭(主要成分为碳单质)上会明显加速 PNP 的还原，可能的原因是

_____。

（5）PNP 被还原的反应过程及相对能量变化如图所示，TS 表示过渡态。下列说法正确的是_____。

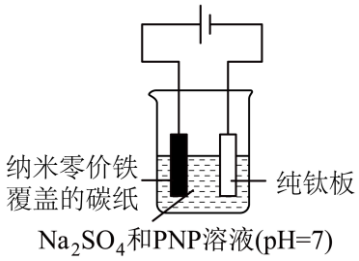


a．整个反应中断键吸收的总能量大于成键放出的总能量

b．推测物质稳定性顺序为⑤>④>①>②>③

c．PNP 被还原的反应过程存在极性键的断裂和形成

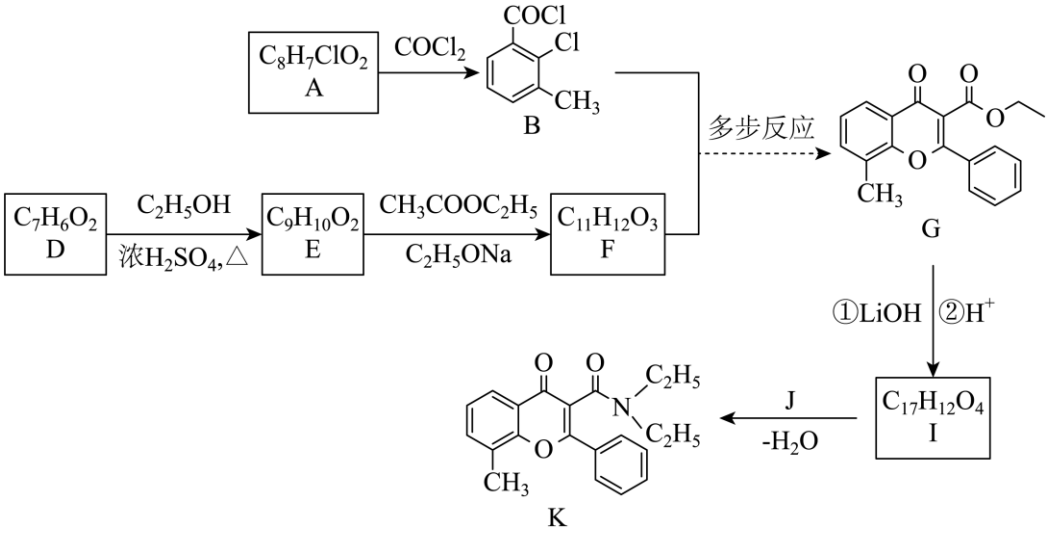
III．采用电化学絮凝法去除 PNP，装置示意图如下。



已知：电化学絮凝法是在合适的电流下电解产生氢氧化物胶体来去除水中污染物的技术手段。

（6）解释电化学絮凝法去除 PNP 的原理_____。

17. 有机化合物 K 作为高活性农用杀菌剂，其合成路线如下。



已知：

i.$RCOOH \xrightarrow{COCl_2} RCOCl$

ii. $R^1COOR^2 + CH_3COOR^3 \xrightarrow{C_2H_5ONa} R^1CH(\alpha)COOR^3 + R^2OH$

（1）A 分子含有的官能团名称是_____。

（2）D→E 的化学方程式是_____。

（3）F 的结构简式是_____。

（4）依据 E→F 的反应原理，F 在一定条件下缩聚成高分子的化学方程式为_____。

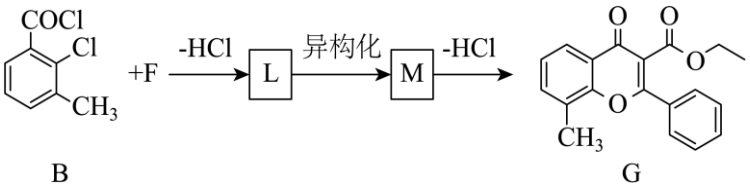
（5）下列说法正确的是_____(填序号)。

a．I 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应

b．J 的分子式为 $C_4H_{11}N$，核磁共振氢谱显示峰面积比为 1：4：6

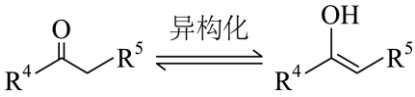
c．1molK 最多能与 7mol H_2 发生加成反应

（6）B 与 F 合成 G 过程如下。



B　　G

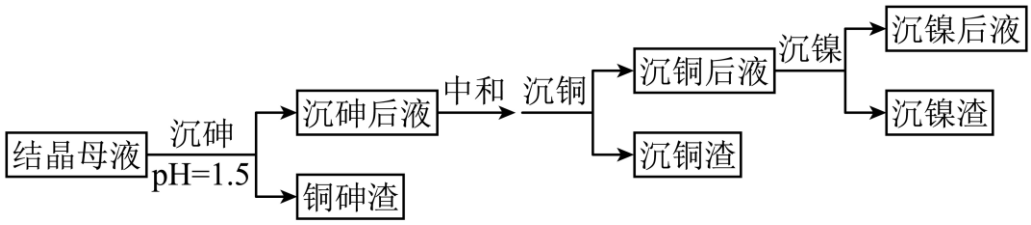
①判断并解释 F 中基团对 α-H 活泼性的影响_____。

②已知：

，L 和 M 的结构简式分别为_____、_____。

18. 某厂硫酸铜结晶母液成分复杂，含高浓度 H_2SO_4、H_3AsO_4、$CuSO_4$ 和 $NiSO_4$，两种处理工艺流程如下。

I. 新型 NaOH 三段沉淀工艺：该工艺通过分步加入浓 NaOH 溶液实现砷、铜、镍的分离。



已知：随温度升高，$Cu(OH)_2$ 的溶解度减小，$Ni(OH)_2$ 的溶解度增大。

（1）生成铜砷渣($CuHAsO_4$)的离子方程式为_____。

中和、沉铜阶段溶液温度随时间的变化曲线如图 1，常温时镍沉淀率随 pH 的变化曲线如图 2。

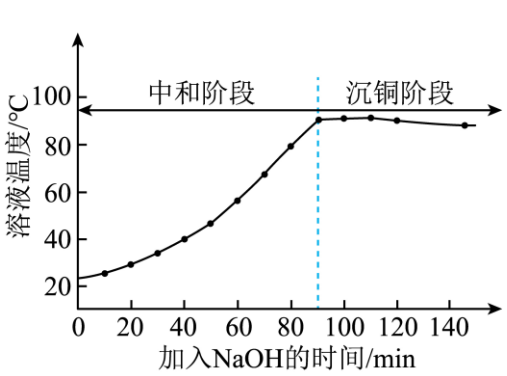


图1

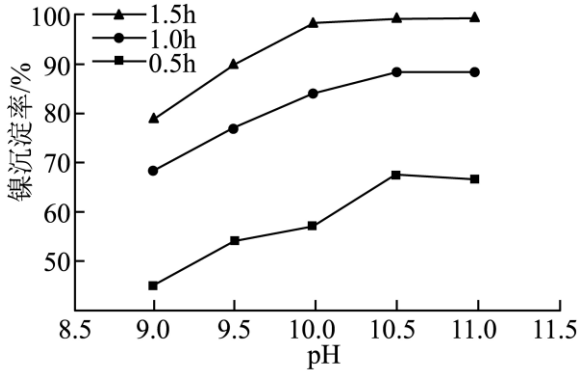


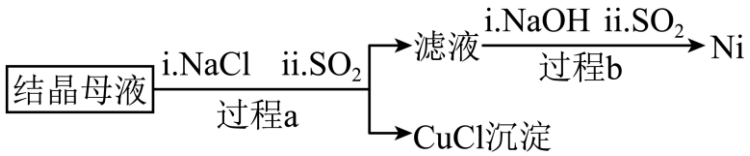
图2

（2）中和阶段，溶液温度升高的原因是_____。

（3）在沉铜的过程中，需维持在较高温度，原因是_____。

（4）理论计算得出常温时 Ni^{2+} 沉淀完全的 pH 约为 9.0，实际沉镍时 pH 选择 10.0，结合图 2 从化学反应速率的角度分析原因_____。

II. 传统 SO_2 还原工艺

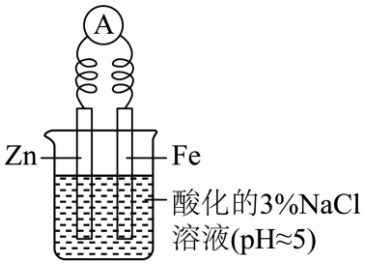
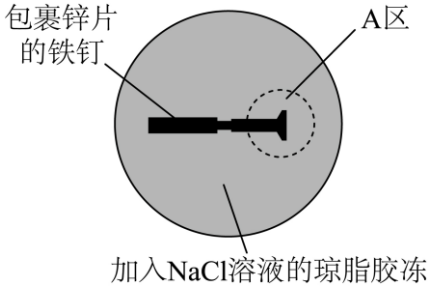


（5）写出过程 a 中发生反应的离子方程式_____。

（6）过程 b 中加入 NaOH 后，Ni^{2+} 以 $Ni(OH)_2$ 形式存在，但氧化性减弱，从电极反应角度分析加入 NaOH 的作用_____。

（7）与传统 SO_2 还原工艺相比，新型 NaOH 三段沉淀工艺的优势有_____。

19. 船舶的外壳常用镶嵌锌块的方法避免船体遭受腐蚀，实验室模拟该过程如下。

<table>
<tr><td>实验</td><td>实验装置</td><td>实验步骤及现象</td></tr>
<tr><td>I</td><td>
</td><td>电流表指针偏转，Fe 电极上未见气泡生成；一段时间后，向 Fe 电极附近滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀</td></tr>
<tr><td>II</td><td rowspan="2">
</td><td>向 A 区滴加酚酞溶液，出现红色</td></tr>
<tr><td>III</td><td>向 A 区滴加 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液，生成蓝色沉淀，一段时间后，与铁钉接触的蓝色沉淀消失</td></tr>
</table>

（1）实验I中，Zn 作_____极。

（2）蓝色沉淀为 $KFe[Fe(CN)_6]$，说明有 Fe^{2+} 产生。

①对实验I中 Fe^{2+} 产生的原因作出如下猜想：

猜想 a．H^+ 将 Fe 氧化；

猜想 b．$K_3[Fe(CN)_6]$ 将 Fe 氧化；

猜想 c．_____将 Fe 氧化；

猜想 d．$K_3[Fe(CN)_6]$ 被 Zn 还原；

依据实验I中的现象否定了猜想 a.

②理论分析：

资料 i：实验I条件下，$Fe^{2+}+6CN^- \rightleftharpoons [Fe(CN)_6]^{4-}$ $K=1.0\times10^{35}$，

$Zn^{2+}+4CN^- \rightleftharpoons [Zn(CN)_4]^{2-}$ $K=5.0\times10^{16}$。

若 $K_3[Fe(CN)_6]$ 将 Fe 氧化，写出生成 Fe^{2+} 的离子方程式为_____。

若 $K_3[Fe(CN)_6]$ 被 Zn 还原，还原产物为_____，无法生成蓝色沉淀。

因此，猜想 b 可能成立，猜想 d 不成立。

③设计实验_____(填操作和现象)，证明了猜想 c 不成立，则猜想 b 成立。

（3）结合电极反应式，分析实验II中出现红色的原因_____。

资料 ii：实验III条件下，Fe 与 $KFe\left[Fe(CN)_6\right]$ 很难发生反应。

（4）结合平衡移动原理，解释实验III中“一段时间后，与铁钉接触的蓝色沉淀消失”的可能原因_____。

（5）将实验III装置中的锌片换成铜片，重复实验III的操作，推测其与实验III现象的差异_____。

由上述实验可知：比铁活泼的锌可以保护铁不被腐蚀。

参考答案

第一部分 选择题(共 42 分)

1.【答案】C

【详解】A．Ni 元素价层电子排布式为：$3d^84s^2$，所以 Ni 属于 d 区元素，A 不符合题意；

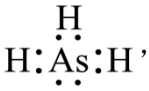
B．原子中满足：质子数＋中子数＝质量数，^{64}Ni 的原子序数为 28，^{64}Ni 原子的质量数为 64，原子中满足：原子序数＝核电荷数＝质子数＝核外电子数，^{64}Ni 中中子数为 64-28＝36，所以 ^{64}Ni 的中子数为 36，B 不符合题意；

C．同位素的定义是质子数相同，中子数不同的原子间互称同位素，同位素一定是同种元素，而 ^{64}Ni 与 ^{64}Cu 不是同一元素，所以不是同位素，C 符合题意；

D．化学变化的最小粒子是原子，而 $^{64}\mathrm{Ni}$ 经质子束流轰击获得 $^{64}\mathrm{Cu}$ 是在原子核层面上发生的变化，其不属于化学变化，正确，D 不符合题意；

故选 C。

2.【答案】C

【详解】A．AsH_3 的电子式：，A 错误；

B．元素的非金属性越强，简单气态氢化物的稳定性越强，非金属性 O>As，热稳定性：$AsH_3 < H_2O$，B 错误；

C．在 $AsH_3 + 6AgNO_3 + 3H_2O = H_3AsO_3 + 6HNO_3 + 6Ag$ 反应中，$AgNO_3$ 是氧化剂，H_3AsO_3 是氧化产物，氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，氧化性：$AgNO_3 > H_3AsO_3$，C 正确；

D．H_3AsO_3 不是 As 元素的最高价氧化物对应的水化物，N 与 As 为同主族元素，根据元素周期律，非金属性 N>As，最高价氧化物对应水化物的酸性 HNO_3>H_3AsO_4，D 错误；

答案选 C。

3.【答案】C

【详解】A．电镀时，镀层金属作阳极，镀件作阴极。在铁钉表面镀铜，应该是铜作阳极，与电源正极相连；铁钉作阴极，与电源负极相连，A 选项正确；

B．铅蓄电池放电时，PbO_2 得电子发生还原反应，作正极，电极反应式为 $PbO_2+4H^++SO_4^{2-}+2e^-=PbSO_4+2H_2O$，B 选项正确；

C．外加电流阴极保护法中，被保护的金属与电源的负极相连作阴极，能防止金属被腐蚀。图中铁管道与电源正极相连，C 选项错误；

D．电解饱和食盐水时，阳极发生氧化反应，Cl^- 失去电子生成 Cl_2；阴极发生还原反应，H_2O 得到电子生成 H_2 和 OH^-，总反应为 $2NaCl+2H_2O \overset{电解}{=} 2NaOH+Cl_2\uparrow+H_2\uparrow$，可以制得烧碱和氯气，D 选项正确；

故答案为：C。

4.【答案】D

【详解】A．等 pH 的盐酸和醋酸中氢离子浓度相等，醋酸是弱酸，在水溶液中不完全电离，加入氢氧化钠会促进醋酸电离产生氢离子、进一步被中和，则醋酸所需 NaOH 的物质的量更多，能用化学平衡移动原理解释，A 错误；

B．二氧化碳与水反应生成碳酸，碳酸是弱酸、一水合氨是弱碱，弱酸和弱碱在水溶液中均不完全电离，将CO_2通入饱和氨盐水(溶质为NH_3、NaCl)中，氢离子和氢氧根离子发生中和反应，促进碳酸和一水合氨电离，增大了铵离子和碳酸氢根的浓度，导致溶解度小的碳酸氢钠以晶体析出，能用化学平衡移动原理解释，B 错误；

C．$NaHCO_3$浓溶液中碳酸氢根水解程度大于电离程度呈碱性，$Al_2(SO_4)_3$溶液中铝离子水解呈酸性，将$NaHCO_3$浓溶液与$Al_2(SO_4)_3$浓溶液混合，碳酸氢根和铝离子相互促进水解，迅速产生二氧化碳气体和氢氧化铝沉淀，能用化学平衡移动原理解释，C 错误；

D．硫酸铜与锌发生置换反应，析出的铜、锌和稀硫酸构成原电池，原电池总反应为$Zn+2H^+=Zn^{2+}+H_2\uparrow$，原电池反应加快了气泡产生，不能用化学平衡移动原理解释，D 正确；

故选 D。

5.【答案】A

【详解】A．Fe 和稀HNO_3反应生成 NO 气体和$Fe(NO_3)_3$，而过量的 Fe 能与$Fe(NO_3)_3$反应生成$Fe(NO_3)_2$，则反应的方程式为：$3Fe+2NO_3^-+8H^+=3Fe^{2+}+2NO\uparrow+4H_2O$，A 正确；

B．次氯酸不稳定，在光照下容易分解成盐酸和氧气，分解的方程式为：$2HClO\xlongequal{光照}2HCl+O_2\uparrow$，B 错误；

C．草酸($H_2C_2O_4$)为二元弱酸，不能完全电离而且属于多元弱酸的分步电离，则电离方程式为：$H_2C_2O_4\rightleftharpoons H^++HC_2O_4^-$、$HC_2O_4^-\rightleftharpoons H^++C_2O_4^{2-}$，C 错误；

D．FeS 为固体难溶于水，则用 FeS 去除废水中Hg^{2+}的离子方程式为：$Hg^{2+}(aq)+FeS(s)\rightleftharpoons HgS(s)+Fe^{2+}(s)$，D 错误；

故答案为：A。

6.【答案】B

【详解】A．配制$100mL\ 1.00mol\cdot L^{-1}$NaCl 溶液，不是直接量取 100mL 蒸馏水溶解 5.85gNaCl 固体，应用适量蒸馏水在烧杯中溶解，冷却后再转移至 100mL 容量瓶定容，A 项不能达到目的；

B．HCl 极易溶于水，Cl_2在饱和 NaCl 溶液中溶解度很小，通过饱和 NaCl 溶液可除去 Cl_2中的 HCl，B 项能达到目的；

C．实验室用 MnO_2和浓盐酸制 Cl_2需要加热，图中缺少加热装置，C 项不能达到目的；

D．若待测液中含有Ag^+，加入盐酸酸化的$BaCl_2$溶液也会产生白色沉淀，不能确定一定含有SO_4^{2-}，应先加盐酸酸化排除干扰离子，再加入$BaCl_2$溶液检验，D项不能达到目的；

故选B。

7.【答案】D

【详解】A．Na_2O含有Na^+和O^{2-}，Na_2O_2含有Na^+和O_2^{2-}，阴、阳离子比例均为1：2，故A错误；

B．反应①的放热小于反应②，温度升高，反应①的速率小于反应②，故B错误；

C．过氧化钠与水反应中产物的氧气来源于过氧化钠，故C错误；

D．反应②−反应①得：$Na_2O(s)+\frac{1}{2}O_2(g)=Na_2O_2(s)\Delta H=-97kJ\cdot mol^{-1}$，故D正确；

故答案为D。

8.【答案】B

【分析】海带灰溶于水浸泡并过滤得到海带浸取液，加入H_2O_2，氧化碘离子生成碘单质，加入四氯化碳萃取分液，得到上层为水溶液，下层为四氯化碳的碘单质溶液，在下层溶液中加入浓NaOH溶液，反应原理为：$3I_2+6NaOH=NaIO_3+5NaI+3H_2O$，分液得到上层溶液中含有$IO_3^-$、$I^-$，加入稀硫酸得到含$I_2$的悬浊液，过滤得到碘单质，反应原理为：$NaIO_3+5NaI+3H_2SO_4=3Na_2SO_4+3I_2+3H_2O$，据此分析判断。

【详解】A．由分析知，步骤①、③的操作分别是过滤、萃取和分液，操作⑥是分离难溶性固体与可溶性液体混合物，方法为过滤，A错误；

B．步骤④中反应为$3I_2+6NaOH=NaIO_3+5NaI+3H_2O$，在该反应中I元素的化合价分别升高为+5价，降低为-1价，当3mol I_2反应时，转移5mol电子，7.62g I_2物质的量为0.03mol，故转移0.05mol电子，B正确；

C．由分析知，步骤⑤中主要发生反应的离子方程式为$IO_3^-+5I^-+6H^+=3I_2\downarrow+3H_2O$，C错误；

D．由分析知，步骤④中反应为$3I_2+6NaOH=NaIO_3+5NaI+3H_2O$，步骤⑤中反应为$NaIO_3+5NaI+3H_2SO_4=3Na_2SO_4+3I_2+3H_2O$，故理论上，步骤④消耗的NaOH和步骤⑤消耗的$H_2SO_4$的物质的量之比为2：1，D正确；

故选B。

9.【答案】D

【详解】A．$Al(OH)_3$具有两性，与盐酸、NaOH溶液均能反应，而$Mg(OH)_2$只能与盐酸反应，说明碱性：$Mg(OH)_2>Al(OH)_3$，A正确；

B．$K_a(HCN)<K_a(HF)$，根据$K_h=\frac{K_w}{K_a}$可知，同浓度的NaCN和NaF溶液，NaCN水解程度更大，溶液碱性更强，pH更大，B正确；

C．乙二醇、丙三醇分子中含有多个羟基，羟基之间可以形成分子间氢键，使得它们的沸点升高，表现为黏稠液体，C正确；

D．升高温度，Na_2SO_3溶液的pH减小，是因为升高温度，水的离子积增大的程度更大，D错误；

故选 D。

10.【答案】A

【详解】A．在酸性 $KMnO_4$ 的强氧化条件下，F 中与苯环直接相连的甲基被氧化为羧基，从而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色，不是甲基对苯环影响的结果，而是苯环对甲基影响的结果，故 A 错误；

B．苯环平面与羧基的-COO 平面可能一起共面，羟基和羧基中 H 原子也可能与苯环共面，即所有原子都可共平面，共 16 个原子可能共面，故 B 正确；

C．对比 E、F 的结构简式，G、J 的结构简式，J、K 的结构简式，以及各过程中所用试剂，过程①、③和④中均发生取代反应，故 C 正确；

D．-OH 易被氧化，E→F 将-OH 首先转化为-OCH_3，然后氧化-CH_3 为-COOH，G→J 再把-OCH_3 转化为-OH，可保护-OH 避免氧化，故 D 正确；

故答案为 A。

11.【答案】B

【分析】将 0.8molHI 转化成 $H_2(g)$ 和 $I_2(g)$ 为 0.4mol，列三段式：

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	2HI(g)
起始(mol)	1		1		0
转化(mol)	x		x		2x
平衡(mol)	1-x		1-x		2x

，$K=\frac{c^2(HI)}{c(H_2)c(I_2)}=\frac{\left(\frac{2x}{1L}\right)^2}{\left(\frac{1-x}{1L}\right)^2}=4\Rightarrow x=0.5$，据此分析；

【详解】A．由分析可知，容器甲未达到平衡状态，且 $v_{正}>v_{逆}$，容器丙浓度比容器甲，速率快，故 a>1.6，A 错误；

B．若 $T_2>T_1$，反应为放热反应，温度升高，K 值减小，则乙中，K 值小于 4，故 tmin 时可能消耗 H_2 的速率等于生成 H_2 的速率，B 正确；

C．容器内气体气体的总质量与容器体积为恒量，故压强不变不能说明达到平衡状态，C 错误；

D．当丙中反应达到化学平衡时，列三段式：

	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	$\rightleftharpoons$	2HI(g)
起始(mol)	2		2		0
转化(mol)	y		y		2y
平衡(mol)	2-y		2-y		2y

，

$K=\frac{c^2(HI)}{c(H_2)c(I_2)}=\frac{\left(\frac{2y}{1L}\right)^2}{\left(\frac{2-y}{1L}\right)^2}=4\Rightarrow y=1$，$I_2$ 的转化率等于 50%，D 错误；

故选 B。

12.【答案】D

【详解】A．观察可知，TiO_2 受到光激发产生的空穴$\left(h^+\right)$带正电，H_2O 中氧元素为-2 价，具有还原性，空穴$\left(h^+\right)$能将 H_2O 氧化成$\cdot OH$，A 选项正确；

B．从图中反应过程可以看出，SO_2在TiO_2颗粒物表面形成SO_4^{2-}有多种途径，其中一种途径中，$\cdot OH$具有强氧化性，能将SO_2氧化，根据得失电子守恒和原子守恒可得反应为$SO_2+2\cdot OH=SO_4^{2-}+2H^+$，B 选项正确；

C．由图中整个反应过程可知，二氧化硫、氧气和水在TiO_2作催化剂、光激发的条件下反应生成硫酸根离子和氢离子，总反应为$2SO_2+O_2+2H_2O\overset{TiO_2}{\underset{h\nu}{=}}2SO_4^{2-}+4H^+$，C 选项正确；

D．空气中湿度大时，水的含量高，可能会稀释反应体系中的反应物浓度，导致硫酸气溶胶的形成速率减慢，而不是越快，D 选项错误；

故答案为：D。

13.【答案】D

【详解】A．对比实验①、②、③：HI 浓度增加反应速率增加，对比实验①、④、⑤：H_2O_2浓度增加反应速率增加，因此，H_2O_2氧化 HI 的反应速率与$c(H_2O_2)$和$c(HI)$的乘积成正比，故 A 正确；

B．0～20s 的平均反应速率：$v(H_2O_2)=\dfrac{0.1mol\cdot L^{-1}-0.08mol\cdot L^{-1}}{20s}=0.001mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$，故 B 正确；

C．实验 II 向H_2O_2加入 KI 产生氧气，而未产生I_2，说明H_2O_2分解的速率大于H_2O_2氧化 KI 的速率，故 C 正确；

D．实验 II 引入了K^+，K^+对H_2O_2的分解有影响，不能说明酸性对I^-还原性的影响，故 D 错误；

故答案为 D。

14.【答案】A

【详解】A．由实验 1 可知，$BaCO_3$转化成$BaSO_4$，由图 1 可知，加入Na_2SO_4导电能力增强，当沉淀转化后后生成Na_2CO_3导电能力下降，故相同条件下，同浓度的Na_2SO_4溶液比Na_2CO_3溶液导电能力强，A 正确；

B．由图 2 可知，加入Na_2SO_4溶液后，$BaCO_3$转化成$BaSO_4$，生成Na_2CO_3，Na_2CO_3为强碱弱酸盐，水溶液中水解，水电离产生的$c(OH^-)_{水}=c(H^+)_{水}=1\times10^{-3.7}mol\cdot L^{-1}$，B 错误；

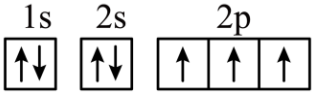
C．实验II中，加入 1 滴管饱和Na_2CO_3溶液后，导电能力没变化，故$BaSO_4$没有转化为$BaCO_3$，C 错误；

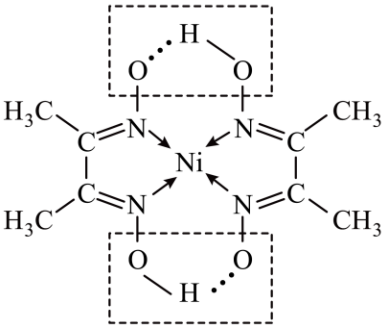
D．实验I、II的混合溶液中均存在电荷守恒：

$2c(Ba^{2+})+c(Na^+)+c(H^+)=2c(SO_4^{2-})+2c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(OH^-)$，D 错误；

故选 A。

第二部分 非选择题(共 58 分)

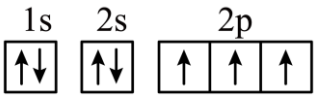
15. 【答案】（1） 

（2） ①. sp^2 ②. 

（3）通过反应 $Ni^{2+}+3en \rightleftharpoons [Ni(en)_3]^{2+}$ 降低 $c(Ni^{2+})$，使得 Ni^{2+} 放电速率减缓，同时通过平衡移动补充放电消耗的 Ni^{2+}，使其浓度保持稳定，达到放电速率平稳的作用。

（4） ①. 12 ②. $\sqrt[3]{\frac{4\times(48+14)}{\rho N_A}}$ ③. TiN

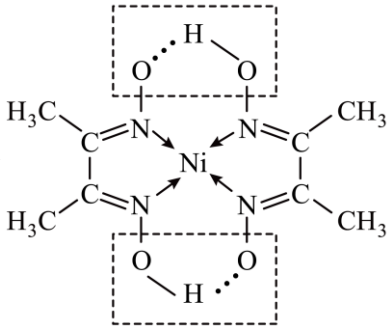
【小问 1 详解】

N 为 7 号元素，基态 N 原子核外电子轨道表示式是 

。

【小问 2 详解】

①丁二酮肟中 N 原子的 σ 键电子对数为 2，孤电子对数为 1，则价层电子对数为 3，故 N 的杂化轨道类型是 sp^2。

②丁二酮肟中两个羟基间形成氢键，故其结构为  。

【小问 3 详解】

通过反应 $Ni^{2+}+3en \rightleftharpoons [Ni(en)_3]^{2+}$ 降低 $c(Ni^{2+})$，使得 Ni^{2+} 放电速率减缓，同时通过平衡移动补充放电消耗的 Ni^{2+}，使其浓度保持稳定，达到放电速率平稳的作用，得到的镀层更加致密、细腻。

【小问 4 详解】

①由晶胞结构图可知，与体心的 Ti 等距且紧邻的 Ti 位于棱心，原子数目是 12，故与每个 Ti 原子等距且紧邻的 Ti 原子数目是 12。

②一个晶胞中 Ti 的个数为 $12\times\frac{1}{4}+1=4$，N 的个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$，则晶胞的质量为 $\frac{4\times(48+14)}{N_A}g$，故晶胞的体积为 $\frac{4\times(48+14)}{\rho N_A}cm^3$，则该晶胞边长为 $\sqrt[3]{\frac{4\times(48+14)}{\rho N_A}}$ cm。

③N 的电负性比 C 的电负性更大，与 Ti 的电负性差值更大，故所含离子键百分数更大的是 TiN。

16.【答案】（1）+3　（2）Fe^{2+}、H_2O

（3）$Fe^{2+}+2HCO_3^-=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$，$FeCO_3$ 包裹在纳米零价铁表面，减小反应接触面积，降低去除速率

（4）纳米零价铁与生物炭之间形成微小原电池，加快反应速率；防止纳米零价铁团聚减小反应接触面积

（5）bc　（6）阳极反应为 $Fe-2e^-=Fe^{2+}$，阴极反应为 $2H_2O+2e^-=2OH^-+H_2\uparrow$，$Fe^{2+}$ 和 OH^- 结合生成 $Fe(OH)_2$ 胶体吸附沉淀 PNP

【小问 1 详解】

根据各元素化合价代数和为 0，$NaBH_4$ 中 Na 元素的化合价为+1 价，且 H 的电负性比 B 大，即 H 显负价，则 H 元素的化合价为-1 价，故 B 的化合价为+3，故答案为：+3；

【小问 2 详解】

反应 $Fe^{2+}+2BH_4^-+6H_2O=Fe+2H_3BO_3+7H_2\uparrow$ 中 Fe 元素化合价降低被还原，H 元素化合价从-1 价升高到 0 价和从+1 价降低到 0 价，氧化剂为 Fe^{2+}、H_2O，故答案为：Fe^{2+}、H_2O；

【小问 3 详解】

HCO_3^- 会与 Fe^{2+}会发生双水解反应，反应方程式为 $Fe^{2+}+2HCO_3^-=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$，生成的 $FeCO_3$ 包裹在纳米零价铁表面，减小反应接触面积，降低去除速率，故答案为：$Fe^{2+}+2HCO_3^-=FeCO_3\downarrow+CO_2\uparrow+H_2O$，$FeCO_3$ 包裹在纳米零价铁表面，减小反应接触面积，降低去除速率；

【小问 4 详解】

纳米零价铁与生物炭之间形成微小原电池，加快反应速率，还可以防止纳米零价铁团聚减小反应接触面积，故答案为：纳米零价铁与生物炭之间形成微小原电池，加快反应速率；防止纳米零价铁团聚减小反应接触面积；

【小问 5 详解】

a．整个反应是放热反应，故整个反应中断键吸收的总能量小于成键放出的总能量，a 错误；

b．能量越低越稳定，故物质稳定性顺序为⑤＞④＞①＞②＞③，b 正确；

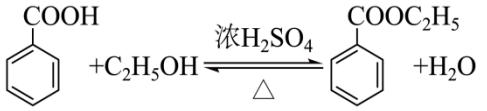
c．PNP 被还原的反应过程存在 N－O 键的断裂和 N－H 键的形成，PNP 被还原的反应过程存在极性键的断裂和形成，c 正确；

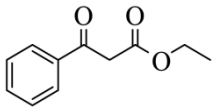
故答案为：bc；

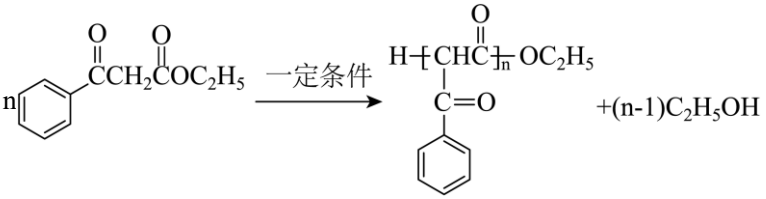
【小问 6 详解】

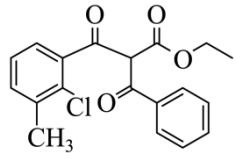
阳极反应为 $Fe-2e^-=Fe^{2+}$，阴极反应为 $2H_2O+2e^-=2OH^-+H_2\uparrow$，$Fe^{2+}$和 OH^-结合生成 $Fe(OH)_2$ 胶体吸附沉淀 PNP，故答案为：阳极反应为 $Fe-2e^-=Fe^{2+}$，阴极反应为 $2H_2O+2e^-=2OH^-+H_2\uparrow$，$Fe^{2+}$和 OH^-结合生成 $Fe(OH)_2$ 胶体吸附沉淀 PNP。

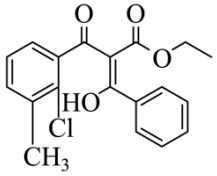
17.【答案】（1）羧基、氯原子或碳氯键

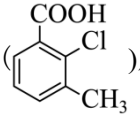
（2）

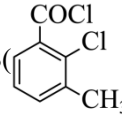
（3）

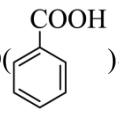
（4）n

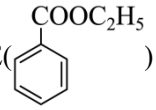
（5）ab　（6）　①. 增强 α-H 的活泼性，酯基和羰基均为吸电子基团，可以使 α 位 C－H 极性增强，易断裂　②.

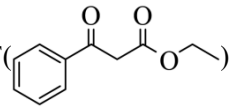
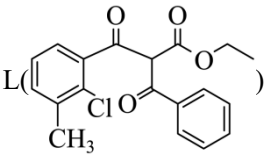
③.

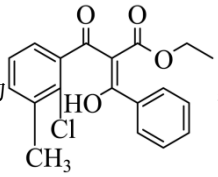
【分析】A(

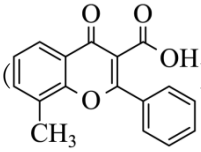
)反应生成 B(

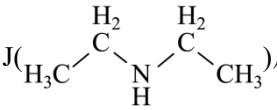
)，D(

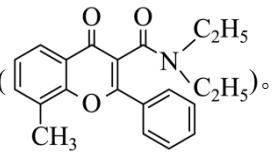
)与 C_2H_5OH 在浓硫酸、加热条件下反应生成 E(

)，E 与 $CH_3COOC_2H_5$ 在 C_2H_5ONa 的条件下反应，生成 F()，B 与 F 反应生成 L(

)，异构化为

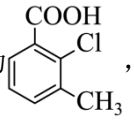
，再脱去 HCl 生成 G，G 反应生成 I(

)，I 与 J(

)反应脱水生成 K(

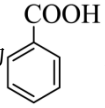
)。

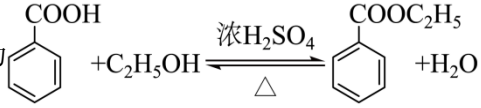
【小问 1 详解】

根据已知 i 以及 B 的结构简式可知，A 的结构简式为

，官能团名称是羧基、氯原子或碳氯键；

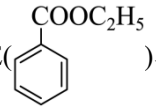
【小问 2 详解】

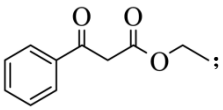
D($C_7H_6O_2$)与 C_2H_5OH 在浓硫酸、加热条件下反应生成 E($C_9H_{10}O_2$)，这是一个酯化反应，D 为羧酸，其结构简式为

，反应的化学方程式为

；

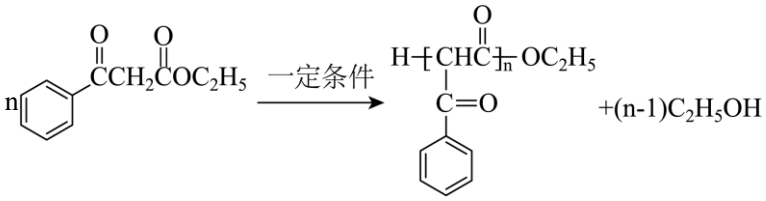
【小问 3 详解】

E(

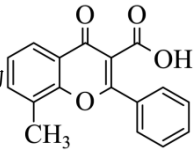
)与 $CH_3COOC_2H_5$ 在 C_2H_5ONa 的条件下反应，结合已知条件 ii 生成 F， F 的结构简式为
；

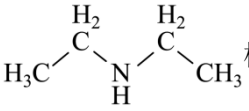
【小问 4 详解】

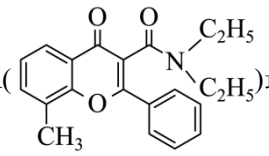
依据 E→F 的反应原理，F 在一定条件下缩聚成高分子的化学方程式为



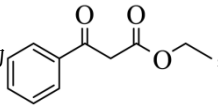
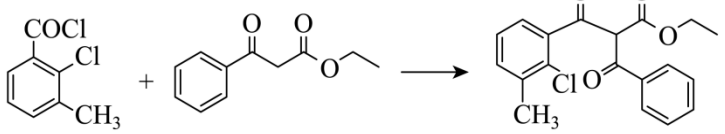
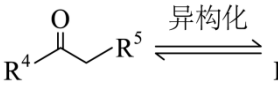
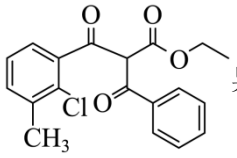
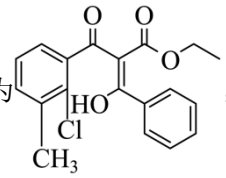
【小问 5 详解】

a．I 的结构简式为，含有的羧基能与 $NaHCO_3$ 溶液反应，a 正确；

b．J 的分子式为 $C_4H_{11}N$，结构简式为：核磁共振氢谱显示峰面积比为 1：4：6，b 正确；

c．1molK()最多能与 8mol H_2 发生加成反应，c 错误；

【小问 6 详解】

F 的结构简式为，酯基和羰基均为吸电子基团，可以使 α 位 C－H 极性增强，易断裂，B 与 F 反应生成 L，反应方程式为：+HCl，根据已知：可得，异构化为，再脱去 HCl 生成 G。

18.【答案】（1）$Cu^{2+}+H_3AsO_4+2OH^-=CuHAsO_4\downarrow+2H_2O$

（2）反应放出大量的热

（3）随温度升高，$Cu(OH)_2$ 的溶解度减小，$Ni(OH)_2$ 的溶解度增大。因此较高温度有利于 $Cu(OH)_2$ 的析出，不利于 $Ni(OH)_2$ 的析出，使 $Cu(OH)_2$ 的产率高、纯度高

（4）沉镍反应 $Ni^{2+}+2OH^-=Ni(OH)_2\downarrow$，当 pH<10 时，随 $c(OH^-)$ 增大，速率明显加快；当 pH>10、沉淀 1.5h 时，随 $c(OH^-)$ 增大，镍沉淀率基本保持不变

（5）$Cu^{2+}+SO_2+2Cl^-+2H_2O=2CuCl\downarrow+SO_4^{2-}+4H^+$

（6）氧化反应：$SO_2+2OH^--2e^-=SO_4^{2-}+2H_2O$，加入 NaOH，$c(OH^-)$ 增大，SO_2 的还原性增强，

且增大程度大于$Ni(OH)_2$氧化性降低的程度，更有利于Ni的析出

（7）绿色无污染，中和阶段为沉铜阶段提供能量等

【分析】I. 加入浓NaOH溶液，依据溶液pH变化和各金属化合物性质差异，实现砷、铜、镍的分离。首先在$pH=1.5$沉砷，此时Cu^{2+}与H_3AsO_4和OH^-反应生成铜砷渣（$CuHAsO_4$）。沉砷后液经中和后进行沉铜。沉铜后液再进行沉镍。图1，中和阶段，溶液中含高浓度H_2SO_4，加入NaOH发生酸碱中和反应，这是放热反应，所以溶液温度随加入NaOH时间增加而升高。当达到一定时间（约 90min）进入沉铜阶段，此时温度基本保持在较高水平，这是因为沉铜过程维持较高温度可减少$Cu(OH)_2$溶解（已知$Cu(OH)_2$溶解度随温度升高而减小），有利于铜的沉淀。图2，不同曲线代表不同反应时间（0.5h、1.0h、1.5h）下镍沉淀率随pH的变化情况。可以看出，在常温下，随着 pH 值升高，镍沉淀率逐渐增大 。比如在相同时间下，pH从 9.0 升高到 10.0 左右，镍沉淀率明显上升。这表明提高 pH 能促进镍离子沉淀，且反应时间越长，在相同pH下镍沉淀率越高，说明反应越充分。

II. 结晶母液中加入NaCl和SO_2，发生氧化还原反应，Cu^{2+}被还原为$CuCl$沉淀析出，实现铜元素的初步分离。此时镍元素等留在滤液中，滤液中先加入NaOH，使镍元素以$Ni(OH)_2$形式存在，再通入SO_2，将$Ni(OH)_2$还原为Ni。

【小问1详解】

结晶母液中Cu^{2+}、H_3AsO_4与加入的OH^-反应生成$CuHAsO_4$沉淀，根据离子反应规律，结合原子守恒和电荷守恒写出该离子方程式为$Cu^{2+}+H_3AsO_4+2OH^-=CuHAsO_4\downarrow+2H_2O$。

【小问2详解】

结晶母液中含有高浓度H_2SO_4，加入NaOH溶液后，H_2SO_4与NaOH发生中和反应，中和反应为放热反应，放出热量使溶液温度升高。

【小问3详解】

已知随温度升高，$Cu(OH)_2$的溶解度减小，$Ni(OH)_2$的溶解度增大。在沉铜过程中，维持较高温度，能降低$Cu(OH)_2$的溶解损失，使更多的铜以沉淀形式析出，提高铜的沉淀率。

【小问4详解】

化学反应速率受反应物浓度等因素影响，在沉镍反应中，OH^-浓度（由pH体现）越大，反应速率越快。从图2能看到pH增大镍沉淀率升高，选择$pH=10.0$可加快反应速率，促进Ni^{2+}沉淀完全。故答案为：沉镍反应$Ni^{2+}+2OH^-=Ni(OH)_2\downarrow$，当pH<10时，随$c(OH^-)$增大，速率明显加快；当pH>10、沉淀1.5h时，随$c(OH^-)$增大，镍沉淀率基本保持不变。

【小问5详解】

结晶母液中Cu^{2+}具有氧化性，SO_2具有还原性，在Cl^-存在下发生氧化还原反应。Cu^{2+}被还原为$CuCl$沉淀，SO_2被氧化为SO_4^{2-}，根据氧化还原反应配平规则，结合原子守恒和电荷守恒写出离子方程式为

$Cu^{2+}+SO_2+2Cl^-+2H_2O=2CuCl\downarrow+SO_4^{2-}+4H^+$。

【小问 6 详解】

从电极反应角度，Ni^{2+} 转化为 $Ni(OH)_2$ 后，氧化性减弱，则从电极反应角度分析加入 NaOH 的作用为：二氧化硫发生氧化反应，$SO_2+2OH^--2e^-=SO_4^{2-}+2H_2O$，加入 NaOH，$c(OH^-)$ 增大，SO_2 的还原性增强，且增大程度大于 $Ni(OH)_2$ 氧化性降低的程度，更有利于 Ni 的析出。

【小问 7 详解】

新型 NaOH 三段沉淀工艺通过分步加 NaOH 溶液能分步分离砷、铜、镍，得到相对纯净的含砷、铜、镍产品；不引入 SO_2 等污染性气体，更环保；操作相对简单，且中和阶段为沉铜阶段提供能量，能耗较低等。

19.【答案】（1）负　（2）　①. O_2　②. $Fe+2\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}=2\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}+Fe^{2+}$　③. $\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$　④. 取实验I中 Fe 电极附近未滴加 $K_3\left[Fe(CN)_6\right]$ 的溶液于试管中，滴入 $K_3\left[Fe(CN)_6\right]$ 溶液，无蓝色沉淀产生

（3）$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$，A 区 $c(OH^-)$ 增大，使酚酞溶液变红

（4）$KFe\left[Fe(CN)_6\right](s)\rightleftharpoons K^+(aq)+Fe^{2+}(aq)+\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}(aq)$，$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}\rightleftharpoons Fe^{3+}+6CN^-$，$Fe^{3+}$ 或 $\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$ 被 Zn 还原，使其浓度降低(随着 $O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$ 反应的进行，铁钉附近 $c(OH^-)$ 增大，Fe^{2+}、Fe^{3+} 或 $\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$ 与 OH^- 反应，使 Fe^{2+}、Fe^{3+} 或 $\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$ 浓度降低)，平衡正向移动，蓝色沉淀溶解

（5）该反应比实验III产生的蓝色沉淀更快、更多；一段时间后，与铁钉接触的蓝色沉淀不消失

【小问 1 详解】

在锌铁原电池中，活泼的金属作负极，锌比铁活泼，所以实验Ⅰ中锌作负极；

故答案为：负；

【小问 2 详解】

在酸性的氯化钠溶液中存在氧气，氧气具有氧化性，能把铁氧化，所以猜想为：O_2 能将 Fe 氧化；

若 $K_3[Fe(CN)_6]$ 将 Fe 氧化，$K_3[Fe(CN)_6]$ 中 Fe 为+3 价，被还原为 Fe^{2+}，Fe 被氧化为 Fe^{2+}，根据得失电子守恒和电荷守恒，离子方程式为：$Fe+2\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}=2\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}+Fe^{2+}$；若 $K_3[Fe(CN)_6]$ 被 Zn 还原，$K_3[Fe(CN)_6]$ 中 Fe 为+3 价，被还原为 Fe^{2+} 后，Fe^{2+} 再与 CN^- 结合为 $\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$，所以还原产物为 $\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$；要证明猜想 c 不成立，即证明不是 O_2 将 Fe 氧化，可采用排除 $K_3[Fe(CN)_6]$ 的方法，具体操作和现象为：取实验I中 Fe 电极附近未滴加 $K_3\left[Fe(CN)_6\right]$ 的溶液于试管中，滴入

$K_3\left[Fe(CN)_6\right]$溶液，无蓝色沉淀产生；

故答案为：O_2；

$Fe+2\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}=2\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}+Fe^{2+}$；

$\left[Fe(CN)_6\right]^{4-}$；

取实验I中 Fe 电极附近未滴加$K_3\left[Fe(CN)_6\right]$的溶液于试管中，滴入$K_3\left[Fe(CN)_6\right]$溶液，无蓝色沉淀产生；

【小问 3 详解】

实验II中，电解质溶液为氯化钠溶液，铁钉发生了吸氧腐蚀，锌比铁活泼，锌做负极，裸漏的铁钉（A 区）做正极，正极发生的电极反应为：$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$，A 区附近生成OH^-，导致$c(OH^-)$增大，显碱性，使酚酞溶液变红；

故答案为：$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$，A 区$c(OH^-)$增大，使酚酞溶液变红；

【小问 4 详解】

蓝色沉淀为$KFe\left[Fe(CN)_6\right]$，其在溶液中存在着沉淀溶解平衡，$KFe\left[Fe(CN)_6\right](s)\rightleftharpoons K^+(aq)+Fe^{2+}(aq)+\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}(aq)$，$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}\rightleftharpoons Fe^{3+}+6CN^-$溶液中阴离子向负极移动，所以$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$移动到负极附近被 Zn 还原，使其浓度降低，随着正极$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$反应的进行，铁钉附近$c(OH^-)$增大，Fe^{2+}、Fe^{3+}与OH^-反应，使Fe^{2+}、Fe^{3+}、$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$浓度降低，根据勒夏特列原理，上述沉淀溶解平衡正向移动，蓝色沉淀溶解，

故答案为：$KFe\left[Fe(CN)_6\right](s)\rightleftharpoons K^+(aq)+Fe^{2+}(aq)+\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}(aq)$，$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}\rightleftharpoons Fe^{3+}+6CN^-$，$Fe^{3+}$或$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$被 Zn 还原，使其浓度降低(随着$O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$反应的进行，铁钉附近$c(OH^-)$增大，$Fe^{2+}$、$Fe^{3+}$或$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$与$OH^-$反应，使$Fe^{2+}$、$Fe^{3+}$或$\left[Fe(CN)_6\right]^{3-}$浓度降低)，平衡正向移动，蓝色沉淀溶解；

【小问 5 详解】

当把锌片换成铜片时，因为铜的活泼性比铁弱，此时形成的原电池中，A 区的铁作负极，铜作正极。负极反应为$Fe\text{-}2e^-=Fe^{2+}$，向 A 区滴加$K_3\left[Fe(CN)_6\right]$溶液，因为有Fe^{2+}生成，会生成蓝色沉淀。但与实验 I 不同的是，因为铁持续作负极被氧化产生Fe^{2+}，所以该反应比实验III产生的蓝色沉淀更快、更多；一段时间后，与铁钉接触的蓝色沉淀不消失；

故答案为：该反应比实验III产生的蓝色沉淀更快、更多，一段时间后，与铁钉接触的蓝色沉淀不消失。