2022 北京房山高三一模

化　　学

本试卷共 11 页，共 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，将答题卡交回，试卷自行保存。

能用到的相对原子质量：H-1 C-12 O-16 N-14 Ag-108

第一部分(选择题 共 42 分)

每小题只有一个选项符合题意，共 14 小题，每小题 3 分。

1. 近年来我国取得让世界瞩目的科技成果，化学功不可没。下列说法不正确的是

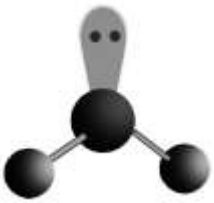
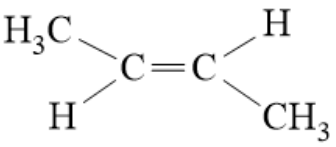
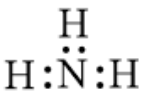
A. “天和核心舱”电推进系统中的腔体采用氮化硼陶瓷属于有机物

B. “北斗系统”组网成功，北斗芯片中的半导体材料为硅

C. “嫦娥五号”运载火箭用液氧液氢推进剂，产物对环境无污染

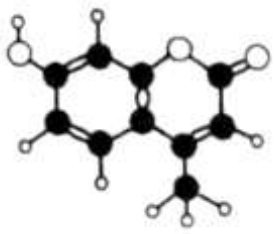
D. “奋斗者”号潜水器外壳材料为钛合金，22 号钛元素属于过渡元素

2. 下列图示或化学用语表示不正确的是

			
A．乙炔的空间结构模型	B．SO_2 的 VSEPR 模型	C．反-2-丁烯的结构简式	D．氨分子的电子式

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

3. 香豆素—4 是一种激光染料、应用于激光器。香豆素—4 由 C、H、O 三种元素组成，分子的球棍模型如图所示。下列有关叙述不正确的是



A. 属于芳香族化合物

B. 分子中有 3 种官能团

C. 能与饱和溴水发生取代反应

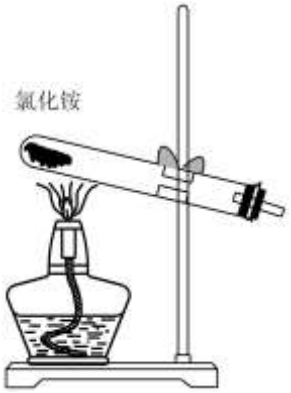
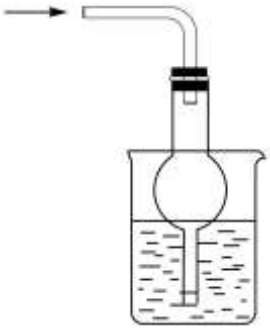
D. 1mol 香豆素-4 最多能与含 2molNaOH 的溶液反应

4. 下列关于元素或物质性质的比较中，不正确的是

A. 稳定性：HF>HCl>HBr>HI　　B. 第一电离能：C>N>O>F

C. 酸性：$HNO_3>H_3PO_4>H_2SiO_3$　　D. 电负性：C<N<O<F

5. 下列实验能达到对应目的的是

A．配制一定物质的量浓度的 $NaOH$ 溶液	B．实验室制取氨气	C．含氨气的尾气吸收	D．除去 CO_2 中的少量 HCl
			

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

6. 下列措施不能加快 Zn 与 $1mol/LH_2SO_4$ 反应产生 H_2 的速率的是

A. 用 Zn 粉代替 Zn 粒　　B. 滴加少量的 $CuSO_4$ 溶液

C. 升高温度　　D. 再加入 $1mol/LCH_3COOH$ 溶液

7. 下列有关海水及海产品综合利用的离子方程式不正确的是

A. 海水提镁中用石灰乳沉镁：$Mg^{2+}+2OH^-=Mg(OH)_2\downarrow$

B. 海水提溴中用 SO_2 水溶液富集溴：$SO_2+Br_2+2H_2O=4H^++SO_4^{2-}+2Br^-$

C. 氯碱工业中电解饱和食盐水：$2Cl^- + 2H_2O \xlongequal{\text{通电}} Cl_2\uparrow + 2OH^- + H_2\uparrow$

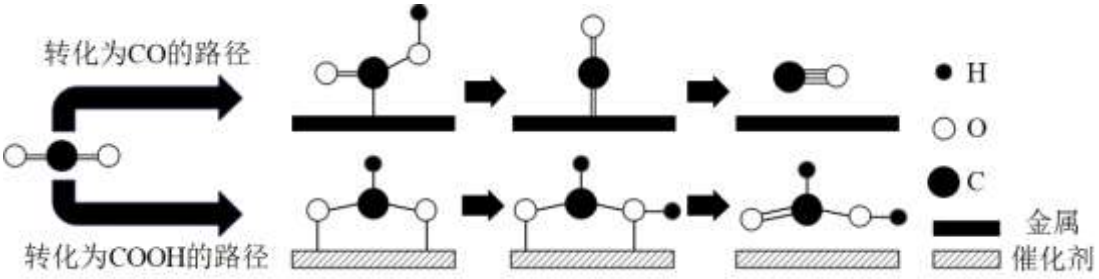
D. 海产品中提取碘单质：$2I^-+Cl_2=I_2+2Cl^-$

8. 以 $[Cu(H_2O)_4]^{2+}$(蓝)$+4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$(黄)$+4H_2O$　$\Delta H>0$ 为例，探究影响平衡移动的因素。取相同浓度的 $CuCl_2$ 溶液，分别进行下列实验，对实验现象的分析不正确的是

	操作和现象	分析
A	观察溶液为绿色	$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$和$[CuCl_4]^{2-}$同时存在
B	升高温度，溶液变为黄绿色	平衡正移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度增大
C	加几滴 $AgNO_3$ 溶液，静置，上层清液为蓝色	平衡逆移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度减小
D	加少量 Zn 片，静置，上层清液为浅黄绿色	平衡正移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度增大

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

9. CO_2的转化一直是世界范围内的研究热点。利用两种金属催化剂，在水溶液体系中将CO_2分别转化为CO和HCOOH的反应过程示意图如图所示，下列说法正确的是



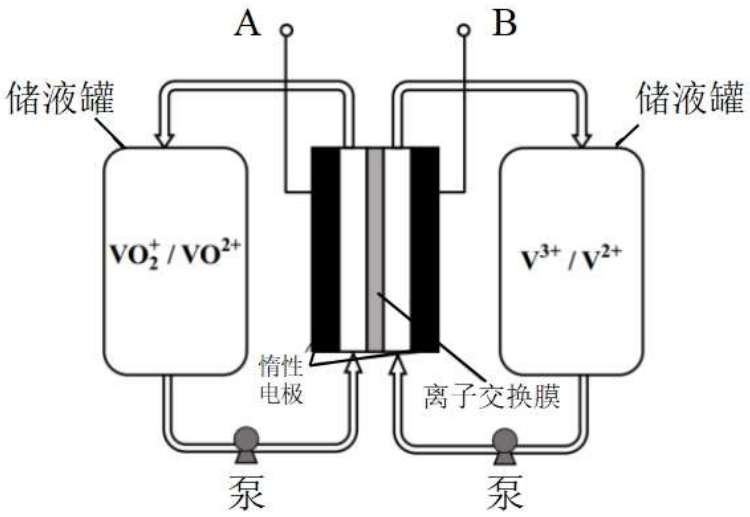
A. 在转化为CO的路径中，只涉及碳氧键的断裂和氧氢键的形成

B. 在转化为HCOOH的路径中，CO_2被氧化为HCOOH

C. 两个转化路径均有非极性键的形成

D. 上述反应过程说明催化剂具有选择性

10. 钒电池是目前发展势头强劲的绿色环保储能电池之一，其工作原理如图所示，放电时电子由B极一侧向A极移动，电解质溶液含硫酸。下列说法不正确的是



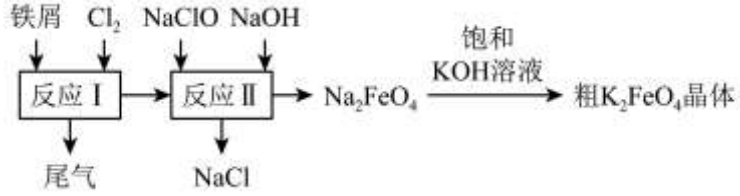
A. 放电时，负极上发生反应的电极反应是：$V^{2+}-e^-=V^{3+}$

B. 放电时，H^+通过离子交换膜由B极一侧向A极移动

C. 充电时A极为阳极

D. 充电时，电池总反应为：$VO_2^++V^{2+}+2H^+=VO^{2+}+V^{3+}+H_2O$

11. 高铁酸钾(K_2FeO_4)是一种环保、高效、多功能饮用水处理剂，在水处理过程中，高铁酸钾转化为$Fe(OH)_3$胶体，制备高铁酸钾流程如图所示。



下列叙述不正确的是

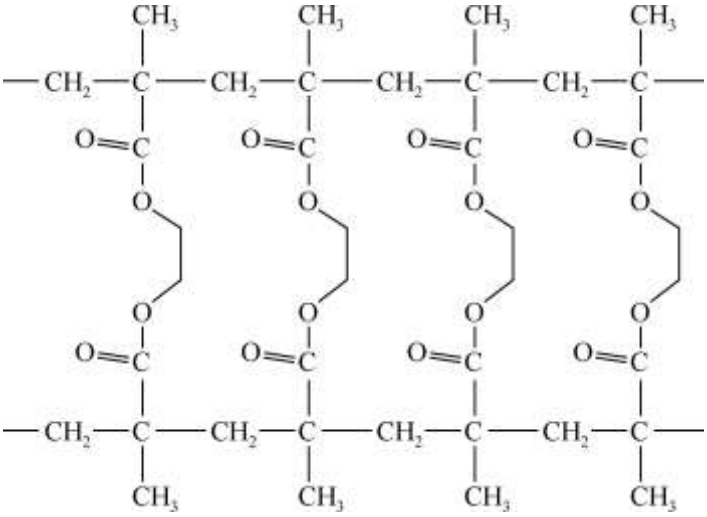
A. 反应 I 的化学方程式是 $2Fe+3Cl_2\overset{\Delta}{=}2FeCl_3$

B. 用 $FeCl_2$ 溶液吸收反应 I 中尾气所得产物可再利用

C. 反应 II 中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2∶3

D. 用 K_2FeO_4 对饮用水杀菌消毒的同时，$Fe(OH)_3$ 胶体吸附杂质净化水

12. 甲基丙烯酸甲酯($CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-COOCH_3$) 一定条件下发生聚合反应得到线型聚合物 a，再通过和交联剂 b 作用形成网状结构聚合物，其结构片段如下图所示。



已知：$R_1COOR_2+R_3OH\longrightarrow R_1COOR_3+R_1OH$

下列说法不正确的是

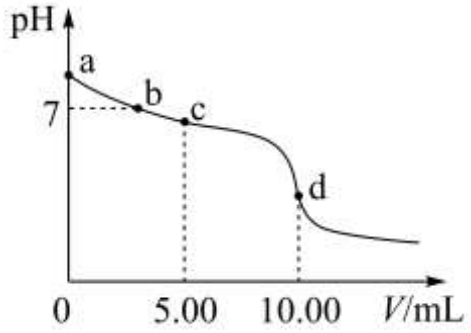
A. 形成线型聚合物 a 的过程发生了加聚反应

B. 线型聚合物 a 能通过和乙二醇交联形成网状结构

C. 在一定条件下网状结构聚合物水解，可实现交联剂 b 的回收再利用

D. 交联过程中有水生成

13. 25℃时，向 $10.00mL0.1000mol/L$ 的 $NaHCO_3$ 溶液中滴加 $0.1000mol/L$ 的盐酸，溶液的 pH 随加入的盐酸的体积 V 变化如图所示。下列有关说法不正确的是



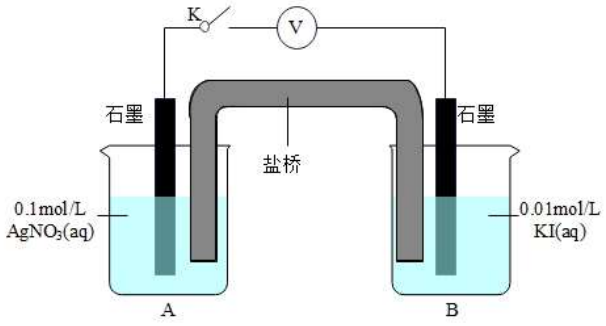
A. a 点，溶液 $pH>7$ 是由于 HCO_3^- 水解程度大于电离程度

B b 点，$c\left(Na^+\right)=c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(Cl^-\right)$

C. c 点，溶液中 H^+ 的主要来自 HCO_3^- 的电离

D. d 点，$c\left(\mathrm{Na}^{+}\right)=c\left(\mathrm{Cl}^{-}\right)=0.0500\mathrm{mol}/\mathrm{L}$

14. 某同学为探究 AgI 是否可以转化为 AgCl，进行如下实验：

装置	步聚	电压表读数
	i。如图连接装置并加入试剂，闭合 K	a
	ii。向 B 中滴入 $\mathrm{AgNO_3(aq)}$，至沉淀完全	b
	再向 B 中投入一定量 $\mathrm{NaCl(s)}$	c
	iv。重复 i，再向 B 中投入一定量 $\mathrm{NaCl(s)}$	a
	v。重复 i，再向 A 中加入与适量 $\mathrm{AgNO_3(s)}$	d

已知：①其他条件不变时，参与原电池反应的氧化剂(或还原利)的氧化性(或还原性)越强，原电池的电压越大。

②电压表读数：a＞c＞b＞0

下面说法不正确的是：

A. 由 a＞0 可知，KI 一定是被 $\mathrm{AgNO_3}$ 氧化

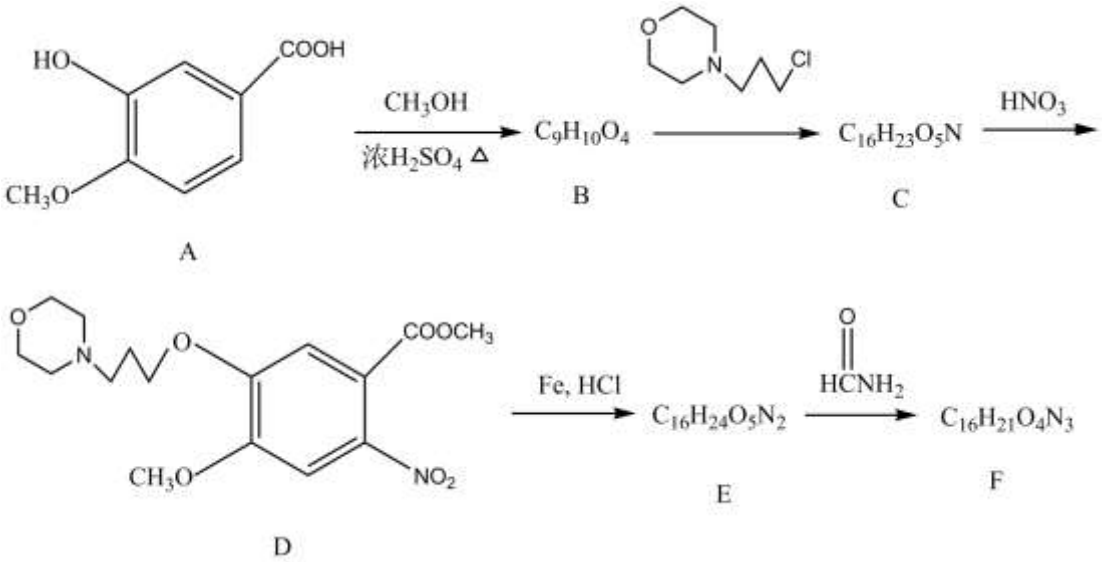
B. 由 a＞b 可知，$\mathrm{I^-}$ 离子的还原性与其浓度有关

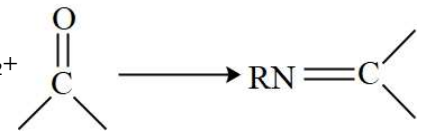
C. 由 c＞b 可知，增加 $\mathrm{Cl^-}$ 的浓度。可使 $\mathrm{AgCl(s)+I^-(aq)\rightleftharpoons AgI(s)+Cl^-(aq)}$ 平衡逆向进行

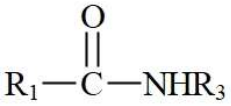
D. 推测 d＞a

第二部分(非选择题 共 58 分)

15. 有机物 F 是合成抗肿瘤药物吉非替尼的重要中间体，其合成路线如下：



已知：i.RNH_2+ 

ii.R_1-$COOR_2$+H_2N-R_3→  +R_2OH

（1）A 分子中含氧官能团有醚键、_____和_____。(填名称)

（2）A→B　反应方程式是_____。

（3）C→D 的条件是_____。

（4）D→E 的反应类型是_____。

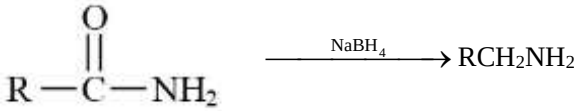
（5）关于物质 A 下列说法正确的是_____(填字母)

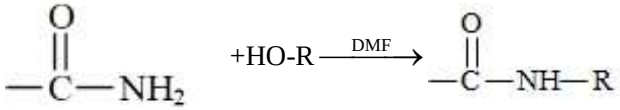
a．核磁共振氢谱有 6 组峰

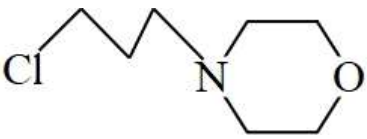
b．1 mol A 能与 2 mol$NaHCO_3$ 发生反应

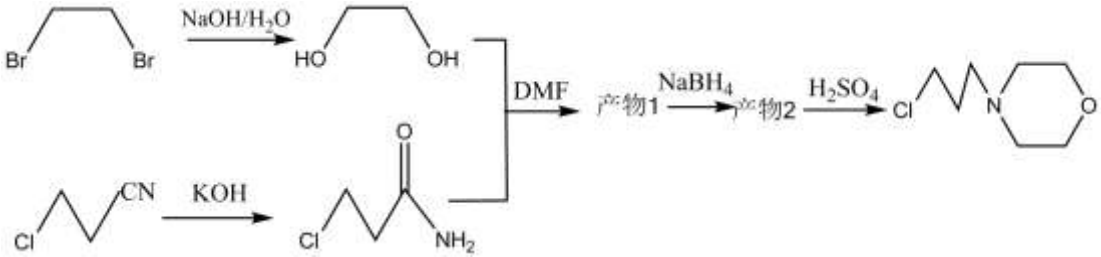
c．一定条件下可发生缩聚反应

（6）已知分子 F 中含有 3 个六元环，写出 E→F 的反应方程式_____。

（7）已知：i. 

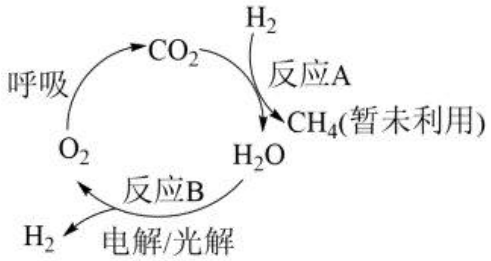
ii. 

以  和  为原料合成  的步骤如下：



请写出产物 1 及产物 2 的结构简式_____、_____。

16. 回收利用 CO_2 是目前解决空间站供氧问题的有效途径，其物质转化如图：



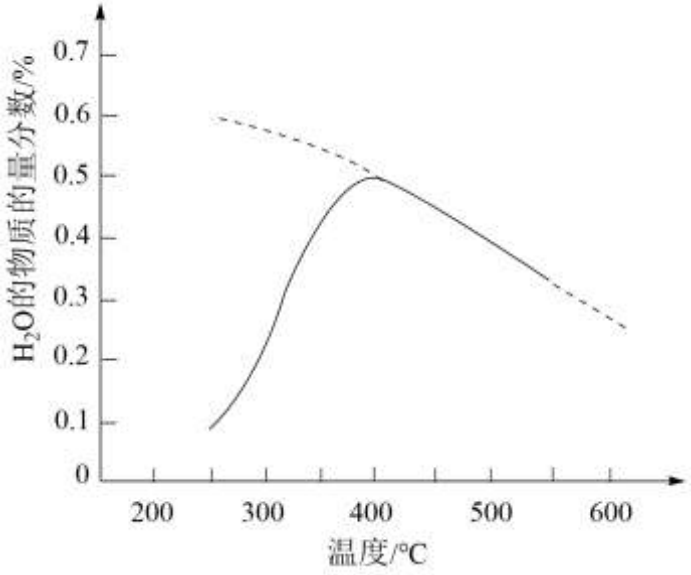
（1）反应 A 为 $CO_2(g)+4H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)+2H_2O(g)$，是回收利用 CO_2 的关键步骤。

已知：$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\quad \Delta H=-483.6kJ\cdot mol^{-1}$

$CH_4(g)+2O_2(g)=2H_2O(g)+CO_2(g)\quad \Delta H=-802.3kJ\cdot mol^{-1}$

反应 A 的 $\Delta H=$_____ $kJ\cdot mol^{-1}$

（2）将原料气按 $n(CO_2):n(H_2)=1:4$ 置于恒容密闭容器中发生反应 A，在相同时间内测得 H_2O 的物质的量分数与温度的变化曲线如图所示(虚线为平衡时的曲线)。



①理论上，能提高 CO_2 平衡转化率的措施有_____(写出一条即可)。

②温度过高或温度过低均不利于该反应的进行，原因是_____。

（3）下列关于空间站内物质和能量变化的说法中，不正确的是_____(填字母)。

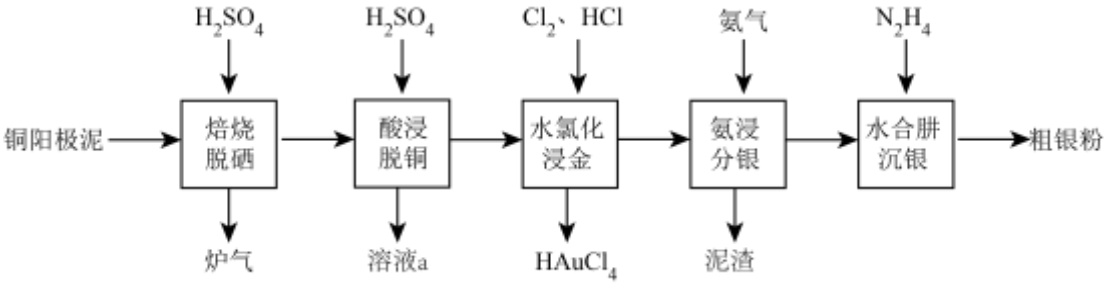
a．反应 B 的能量变化是电能→化学能或光能→化学能

b．物质转化中 O、H 原子的利用率均为 100%

c．不用 Na_2O_2 作供氧剂的原因可能是 Na_2O_2 不易实现循环利用

（4）用 $CO_2(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons C(s)+2H_2O(g)$ 代替反应 A，可实现氢、氧元素完全循环利用，缺点是使用一段时间后催化剂的催化效果会明显下降，其原因是_____。

17. 铜阳极泥含有金属(Au 、 Ag 、 Cu 等)及它们的化合物，其中银在铜阳极泥中的存在状态有 Ag_2Se 、 Ag 、 AgCl 等。下图是从铜阳极泥提取银的一种工艺：



已知：$Ag^++2NH_3\rightleftharpoons\left[Ag(NH_3)_2\right]^+\quad K=1.7\times10^7$；$K_{sp}(AgCl)=1.8\times10^{-10}$

（1）基态 Cu 原子的核外电子排布式是_____。

（2）炉气中的SeO_2可与SO_2、H_2O反应生成硒单质。写出该反应方程式_____。

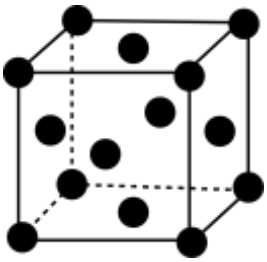
（3）溶液 a 的主要成分是_____。

（4）水氯化浸金过程中，$2Au+3Cl_2+2HCl=2HAuCl_4$。$[AuCl_4]^-$配离子中提供空轨道的是_____，配位数是_____。

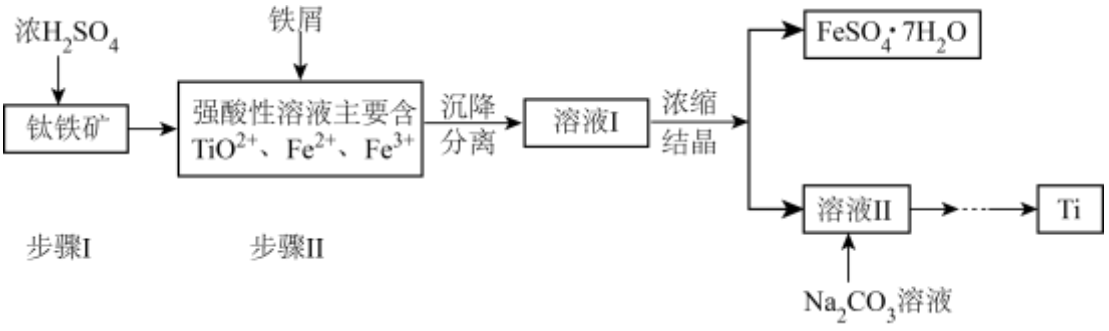
（5）加入氨气后，$AgCl$溶解，请写出氨浸分银的离子方程式_____，该反应的平衡常数 K=_____。

（6）N_2H_4分子中 N 原子的杂化类型为_____、在沉银过程中的作用是_____。

（7）Ag的晶胞为面心立方体结构、如图所示棱长为 apm(1pm=1×10^{10}cm)晶体银的密度ρ= _____g/cm^3。



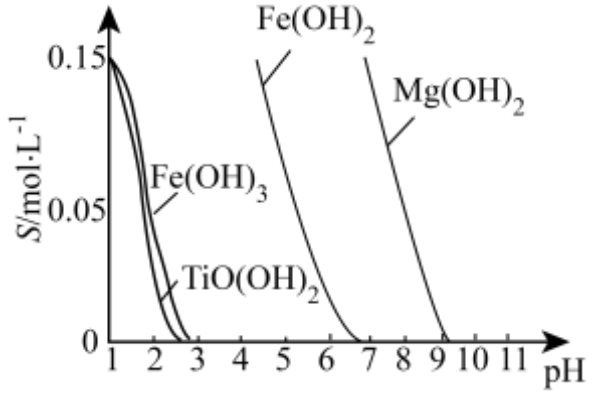
18. 金属钛(Ti)性能优越，被称为继铁、铝之后的“第三金属”。工业上以钛铁矿(主要成分$FeTiO_3$，含FeO_2等杂质为主要原料冶炼金属钛，其生产的工艺流程图如下：



已知：$2H_2SO_4(浓)+FeTiO_3=TiOSO_4+FeSO_4+2H_2O$

（1）$_{22}Ti$该元素位于周期表_____区

（2）已知：TiO^{2+}易水解，只能存在于强酸性溶液中。25℃时，难溶电解质溶解度(S)与 pH 关系如图。$TiO(OH)_2$溶度积$K_{sp}=1\times10^{-29}$



①步骤II加入铁屑的目的是_____。

②TiO^{2+}水解的离子方程式为_____。

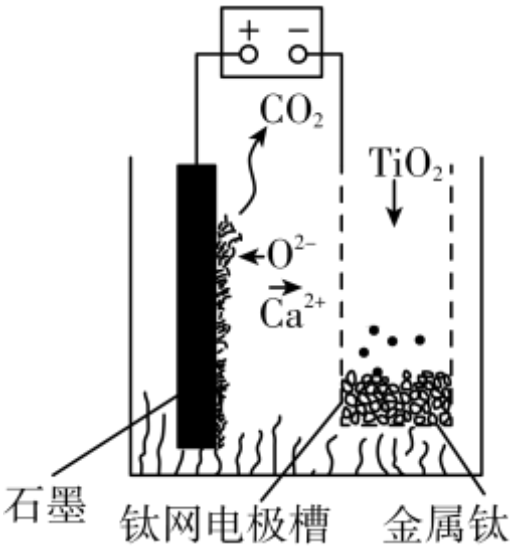
③溶液II中加入Na_2CO_3溶液　作用是_____。

④结合图像，当溶液pH接近_____时，$TiO(OH)_2$已沉淀完全。

（3）$TiCl_4 \xrightarrow{Mg} Ti$反应后得到Mg、$MgCl_2$、Ti的混合物，可采用真空蒸馏的方法分离得到Ti，依据下表信息，需加热的温度略高于_____℃即可。

	$TiCl_4$	Mg	$MgCl_2$	Ti
熔点/℃	-25.0	648.8	714	1667
沸点/℃	136.4	1090	1412	3287

（4）研究发现，可以用石墨作阳极、钛网作阴极、熔融CaF_2-CaO作电解质，利用图示所示装置获得金属钙，并以钙为还原剂，还原二氧化钛制备金属钛。写出阳极上所发生的反应式：_____。



19. 某实验小组在研究硝酸与铜的反应时，发现稀硝酸和铜反应后的混合液为蓝色，而浓硝酸和铜反应后的混合液为绿色，为此对产生绿色的原因开展探究。按要求完成下列问题：

[猜想假设]

（1）假设1：_____

假设2：硝酸铜溶液中溶解了NO_2

[实验操作及现象分析]

实验一：向蒸馏水中不断加入硝酸铜晶体，最终配成饱和溶液。配制过程中溶液颜色始终是蓝色，未见绿色出现。甲同学根据实验一的现象证明了假设1不成立，请补全假设。

实验二：

（2）甲同学在实验一的基础上继续开展了实验二，并初步验证了假设2成立，他的实验操作及现象是_____。

乙同学认为假设2不严谨，用以下实验对假设2进行了深入探究：

实验三：

操作及试剂	现象
向浓硝酸和铜反应后的混合液中通入 N_2	大量红棕色气体放出，短时间内溶液仍保持绿色。长时间后变成蓝色

（3）结合实验三，乙同学认为假设 2 不严谨的证据是_____

（4）乙同学查阅资料发现：

①铜与浓硝酸反应后溶液呈现绿色是由于 HNO_2 (或 NO_2^-)与铜离子作用的结果。

②金属和浓 HNO_3 的反应一旦发生后速率不断加快。原因是过程中有 HNO_2 生成。如 Cu 和浓 HNO_3 反应，开始生成的 NO_2 溶于水形成 HNO_2，它再和 Cu 反应，速率就大大加快。

请依据资料完成以下离子反应方程式。

i. $\square NO_2 + \square H_2O = \square HNO_2 + \square$_____$+ \square$_____；_____

ii. $Cu + 2HNO_2 + \square$_____ $= \square$_____$+ \square$_____$+ \square$_____；_____

iii. $2NO + 4H^+ + 4NO_3^- = 6NO_2 + 2H_2O$

实验四：乙同学通过以下实验证实了反应过程中 HNO_2 的生成。

实验	操作	现象
1	向试管 a 中加入 lmL 浓硝酸，再插入铜丝	快速产生红棕色气体，溶液变为绿色
2	向试管 b 中加入 1mL 浓硝酸，3 滴蒸馏水，再插入铜丝	快速产生红棕色气体溶液变为绿色
3	向试管 c 中加入 1mL 浓硝酸，3 滴 $30\%H_2O_2$，再插入铜丝	反应较慢，溶液变为蓝色

（5）结合化学用语，解释实验 3 产生该现象的原因是_____。

参考答案

1. 近年来我国取得让世界瞩目的科技成果，化学功不可没。下列说法不正确的是

A. “天和核心舱”电推进系统中的腔体采用氮化硼陶瓷属于有机物

B. “北斗系统”组网成功，北斗芯片中的半导体材料为硅

C. “嫦娥五号”运载火箭用液氧液氢推进剂，产物对环境无污染

D. “奋斗者”号潜水器外壳材料为钛合金，22 号钛元素属于过渡元素

【答案】A

【解析】

【详解】A．氮化硼陶瓷属于无机物，A 说法错误；

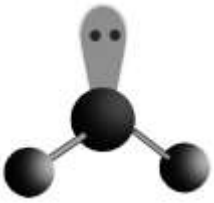
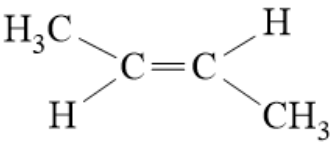
B．硅单质是常用的半导体材料，可用于制作芯片，B 说法正确；

C．液氧液氢作推进剂，产物是水，对环境没有污染，C 说法正确；

D．钛位于元素周期表第四周期第IIB 族，属于过渡金属元素，D 说法正确；

答案选 A。

2. 下列图示或化学用语表示不正确的是

			
A．乙炔的空间结构模型	B．SO_2 的 VSEPR 模型	C．反-2-丁烯的结构简式	D．氨分子的电子式

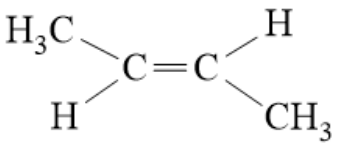
A. A　　B. B　　C. C　　D. D

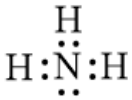
【答案】D

【解析】

【详解】A．乙炔的分子式为 C_2H_2，为直线型， 为其空间结构模型，A 正确；

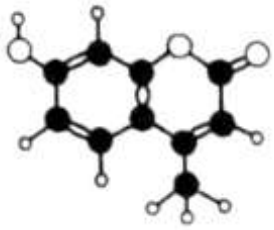
B．根据 VSEPR 理论，二氧化硫中 S 提供 6 个价电子，O 不提供电子，故 6/2=3，即 SO_2 为角型或者叫 V 型，B 正确；

C．反-2-丁烯中两个甲基位于双键的异侧，结构简式为 ，C 正确；

D．氨分子中 N 和 H 原子形成共用电子对，N 原子含有 1 对孤对电子，其电子式为：，D 错误；

答案选 D。

3. 香豆素—4 是一种激光染料、应用于激光器。香豆素—4 由 C、H、O 三种元素组成，分子的球棍模型如图所示。下列有关叙述不正确的是



A. 属于芳香族化合物

B. 分子中有 3 种官能团

C. 能与饱和溴水发生取代反应

D. 1mol 香豆素-4 最多能与含 2molNaOH 的溶液反应

【答案】D

【解析】

【详解】A．由结构可知，分子中含有苯环，属于属于芳香族化合物，A 正确；

B．分子中含有酚羟基、酯基、碳碳双键，共 3 种基团，B 正确；

C．分子中含有碳碳双键能与溴水发生加成反应，C 正确；

D．酚羟基、酯基都可以和氢氧化钠反应，该分子中酯水解以后形成的酚羟基也能与氢氧化钠反应，故 1mol 香豆素-4 最多能与含 3molNaOH 的溶液反应，D 错误；

故选 D。

4. 下列关于元素或物质性质的比较中，不正确的是

A. 稳定性：HF>HCl>HBr>HI　　B. 第一电离能：C>N>O>F

C. 酸性：$HNO_3>H_3PO_4>H_2SiO_3$　　D. 电负性：C<N<O<F

【答案】B

【解析】

【详解】A．同主族由上而下，金属性增强，非金属性变弱；根据非金属性越强，其简单氢化物稳定性越强，则最简单氢化物　稳定性：HF>HCl>HBr>HI，A 正确；

B．同一周期随着原子序数变大，第一电离能变大，但是 N 的 2p 轨道为半充满稳定状态，第一电离能大于同周期相邻元素，故第一电离能大小：F >N>O> C，B 错误；

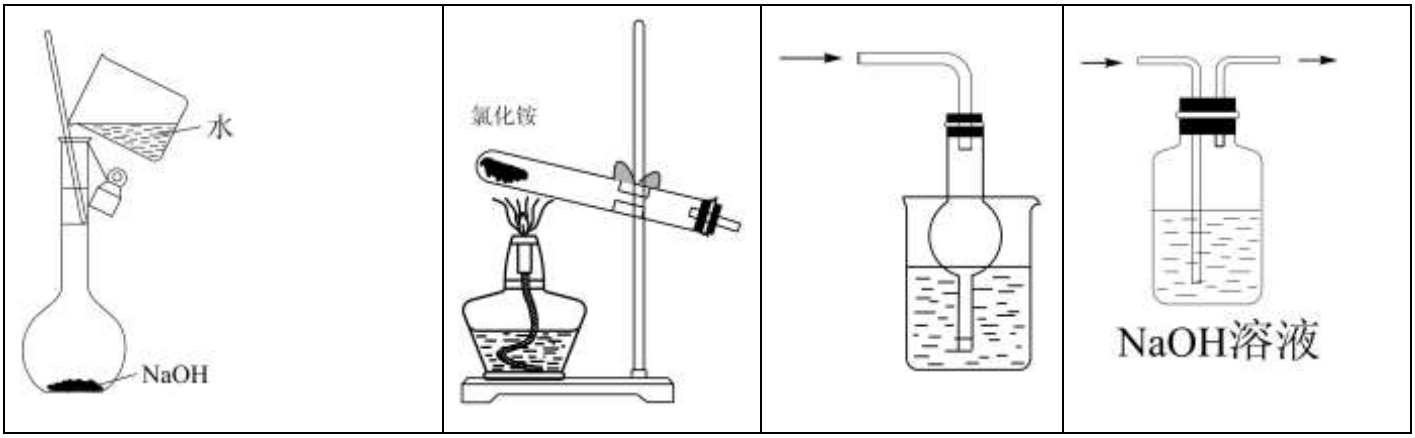
C．同周期从左到右，金属性减弱，非金属性变强，最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐变强，碱性减弱；同主族元素从上到下，最高价氧化物对应水化物的酸性减弱；酸性：$HNO_3>H_3PO_4>H_2SiO_3$，C 正确；

D．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；电负性：C<N<O<F，D 正确；

故选 B。

5. 下列实验能达到对应目的的是

A．配制一定物质的量浓度的 NaOH 溶液	B．实验室制取氨气	C．含氨气的尾气吸收	D．除去 CO_2 中　少量 HCl



A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A．配制溶液时，应先在烧杯中溶解，再转移，而不能直接在容量瓶中溶解，A 错误；

B．实验室加热氯化铵和氢氧化钙(熟石灰)的混合物制取氨气，若直接加热氯化铵生成的 HCl 和 NH_3 在试管口又重新反应生成 NH_4Cl，不能达到实验目的，B 错误；

C．氨气极易溶于水，尾气处理时需要防倒吸，装置能达到实验目的，C 正确；

D．CO_2 和 HCl 均会和 NaOH 反应，可用饱和的 $NaHCO_3$ 溶液除去 CO_2 中的少量 HCl，D 错误；

答案选 C。

6. 下列措施不能加快 Zn 与 1mol/LH_2SO_4 反应产生 H_2 的速率的是

A. 用 Zn 粉代替 Zn 粒　　B. 滴加少量的 $CuSO_4$ 溶液

C. 升高温度　　D. 再加入 1mol/LCH_3COOH 溶液

【答案】D

【解析】

【详解】A．用 Zn 粉代替 Zn 粒，可以增大接触面积，加快反应速率，A 不符合题意；

B．滴加少量的 $CuSO_4$ 溶液，Zn 会先置换出铜，之后形成原电池，可以加快反应速率，B 不符合题意；

C．升高温度可以加快反应速率，C 不符合题意；

D．CH_3COOH 为弱酸，1mol/LCH_3COOH 溶液溶液中 $c(H^+)<1mol/L$，加入后相当于稀释，会使氢离子浓度变小，减慢反应速率，D 符合题意；

综上所述答案为 D。

7. 下列有关海水及海产品综合利用的离子方程式不正确的是

A. 海水提镁中用石灰乳沉镁：$Mg^{2+}+2OH^-=Mg(OH)_2\downarrow$

B. 海水提溴中用 SO_2 水溶液富集溴：$SO_2+Br_2+2H_2O=4H^++SO_4^{2-}+2Br^-$

C. 氯碱工业中电解饱和食盐水：$2Cl^- + 2H_2O \xlongequal{通电} Cl_2\uparrow + 2OH^- + H_2\uparrow$

D. 海产品中提取碘单质：$2I^-+Cl_2=I_2+2Cl^-$

【答案】A

【解析】

【详解】A．石灰乳在离子方程式中应写化学式，该离子方程式为：$Mg^{2+}+Ca(OH)_2=Mg(OH)_2\downarrow+Ca^{2+}$，A 错误；

B．溴单质与二氧化硫在溶液中反应生成强酸硫酸和 HBr，离子方程式为：$SO_2+Br_2+2H_2O=4H^++SO_4^{2-}+2Br^-$，B 正确；

C．电解饱和食盐水生成氯气、氢气和 NaOH，离子方程式为：$2Cl^- + 2H_2O \xlongequal{通电} Cl_2 \uparrow +2OH^- + H_2 \uparrow$，C 正确；

D．海产品中通入 Cl_2 可将 I^- 氧化为 I_2 从而提取碘单质，离子方程式为：$2I^-+Cl_2=I_2+2Cl^-$，D 正确；

答案选 A

8. 以$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$(蓝)$+4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$(黄)$+4H_2O$　$\Delta H>0$ 为例，探究影响平衡移动的因素。取相同浓度的 $CuCl_2$ 溶液，分别进行下列实验，对实验现象的分析不正确的是

	操作和现象	分析
A	观察溶液为绿色	$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$和$[CuCl_4]^{2-}$同时存在
B	升高温度，溶液变为黄绿色	平衡正移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度增大
C	加几滴 $AgNO_3$ 溶液，静置，上层清液为蓝色	平衡逆移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度减小
D	加少量 Zn 片，静置，上层清液为浅黄绿色	平衡正移，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度增大

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A．由$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$(蓝)$+4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$(黄)$+4H_2O$ $\Delta H>0$ 可知，$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$呈现蓝色，$[CuCl_4]^{2-}$呈现黄色，由光学知识可得黄色光+蓝色光=绿色光，所以溶液为绿色，是因为$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$和$[CuCl_4]^{2-}$同时存在，故 A 正确；

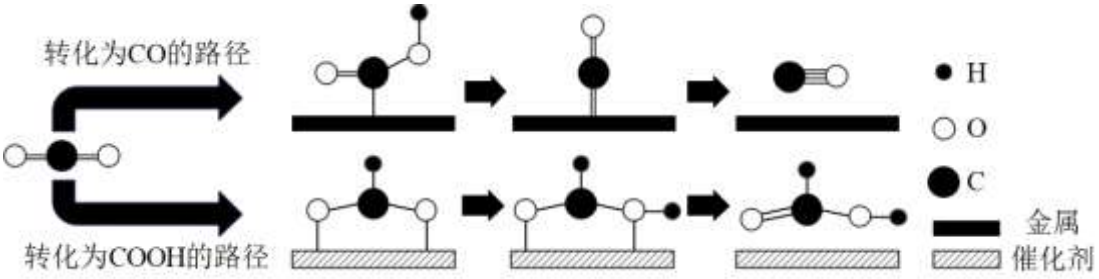
B．由$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$(蓝)$+4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$(黄)$+4H_2O$ $\Delta H>0$ 可知，该反应是一个吸热反应，升高温度，平衡正向移动，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度增大，溶液变为黄绿色，故 B 正确；

C．由$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$(蓝)$+4Cl^- \rightleftharpoons [CuCl_4]^{2-}$(黄)$+4H_2O$ $\Delta H>0$ 可知，加几滴 $AgNO_3$ 溶液，Cl^-与 Ag^+反应，即 $Ag^++Cl^-=AgCl\downarrow$，Cl^-浓度减小，平衡向逆反应方向移动，$[CuCl_4]^{2-}$的浓度减小，$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$浓度增大，上层清液为蓝色，故 C 正确；

D．在 $CuCl_2$ 溶液中加入少量 Zn 片，会发生 Zn 置换出 Cu，即 $Cu^{2+}+Zn=Zn^{2+}+Cu$，Cu^{2+}浓度减小，则$[Cu(H_2O)_4]^{2+}$、$[CuCl_4]^{2-}$浓度均减小，上层清液为浅黄绿色，故 D 错误；

答案为 D。

9. CO_2 的转化一直是世界范围内的研究热点。利用两种金属催化剂，在水溶液体系中将 CO_2 分别转化为 CO 和 $HCOOH$ 的反应过程示意图如图所示，下列说法正确的是



A. 在转化为 CO 的路径中，只涉及碳氧键的断裂和氧氢键的形成

B. 在转化为 $HCOOH$ 的路径中，CO_2 被氧化为 $HCOOH$

C. 两个转化路径均有非极性键的形成

D. 上述反应过程说明催化剂具有选择性

【答案】D

【解析】

【详解】A．由图看出路径中有碳氧单键断裂和碳氧三键的形成，A 错误；

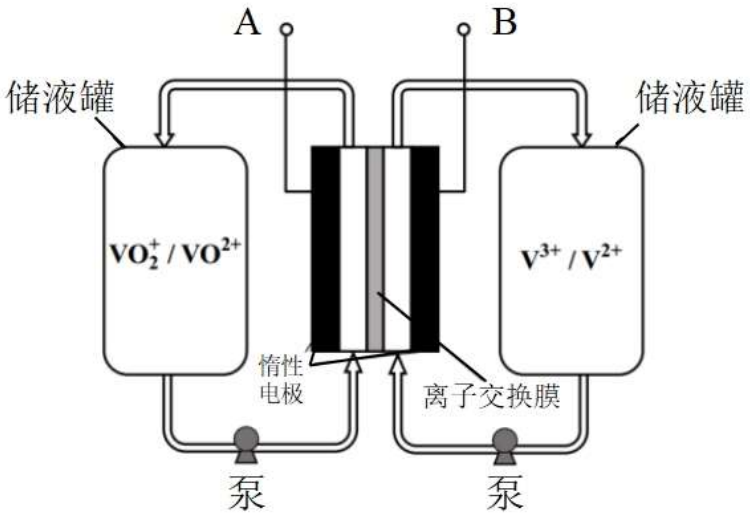
B．HCOOH 的 C 元素化合价为+2，CO_2 为+4 价，化合价降低，CO_2 被还原为 HCOOH，B 错误；

C．根据转化示意图可知，两个转化路径中，不存在着非极性键的形成，C 错误；

D．该机理图可知 CO_2 在两种金属催化剂作用下生成两种不同产物，即催化剂具有选择性，D 正确；

答案选 D。

10. 钒电池是目前发展势头强劲的绿色环保储能电池之一，其工作原理如图所示，放电时电子由 B 极一侧向 A 极移动，电解质溶液含硫酸。下列说法不正确的是



A. 放电时，负极上发生反应的电极反应是：$V^{2+}-e^-=V^{3+}$

B. 放电时，H^+ 通过离子交换膜由 B 极一侧向 A 极移动

C. 充电时 A 极为阳极

D. 充电时，电池总反应为：$VO_2^++V^{2+}+2H^+=VO^{2+}+V^{3+}+H_2O$

【答案】D

【解析】

【分析】原电池中电子由负极流出，向正极移动；已知，放电时电子由 B 极一侧向 A 极移动，则 A 为正极、B 为负极；

【详解】A．负极发生氧化反应，由图可知，电极反应为V^{2+}-e^-=V^{3+}，A 正确；

B．放电时，阳离子向电源正极运动，H^+通过离子交换膜由 B 极一侧向 A 极移动，B 正确；

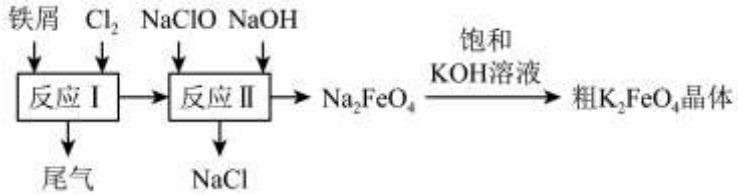
C．A 极为电池的正极，则充电时为阳极，C 正确；

D．充电时，阳极发生氧化反应VO^{2+}转化为VO_2^+，阴极发生还原反应V^{3+}转化为V^{2+}，故电池总反应为：

$VO^{2+}+V^{3+}+H_2O=VO_2^++V^{2+}+2H^+$，D 错误；

故选 D。

11. 高铁酸钾(K_2FeO_4)　一种环保、高效、多功能饮用水处理剂，在水处理过程中，高铁酸钾转化为 $Fe(OH)_3$ 胶体，制备高铁酸钾流程如图所示。



下列叙述不正确的是

A. 反应 I 的化学方程式是 $2Fe+3Cl_2\overset{\Delta}{=}2FeCl_3$

B. 用 $FeCl_2$ 溶液吸收反应 I 中尾气所得产物可再利用

C. 反应 II 中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2∶3

D. 用 K_2FeO_4 对饮用水杀菌消毒的同时，$Fe(OH)_3$ 胶体吸附杂质净化水

【答案】C

【解析】

【详解】A．铁与氯气反应生成氯化铁，化学方程式是 $2Fe+3Cl_2\overset{\Delta}{=}2FeCl_3$，故 A 正确；

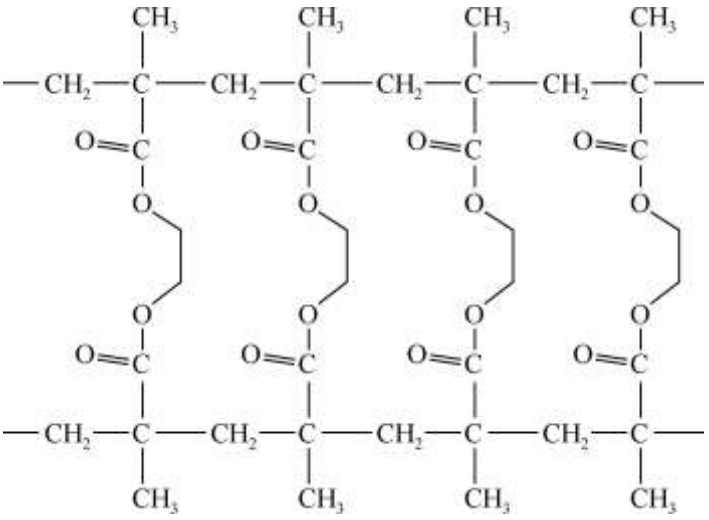
B．反应I中尾气氯气，因此可用 $FeCl_2$ 溶液作为反应I中尾气吸收剂，生成 $FeCl_3$，且反应后溶液进入到反应II进行反应，故 B 正确；

C．反应中 Cl 元素化合价由 +1 价降低为 −1 价，Fe 元素化合价由 +3 价升高到 +6 价，则氧化剂与还原剂的物质的量之比为 3:2，故 C 错误；

D．K_2FeO_4 中 +6 价铁具有强氧化性，用于饮用水杀菌消毒，得到的还原产物铁离子水解生成氢氧化铁胶体，氢氧化铁胶体吸附杂质达到净化水，故 D 正确。

故答案为 C。

12. 甲基丙烯酸甲酯($CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-COOCH_3$)在一定条件下发生聚合反应得到线型聚合物 a，再通过和交联剂 b 作用形成网状结构聚合物，其结构片段如下图所示。



已知：$R_1COOR_2+R_3OH\longrightarrow R_1COOR_3+R_1OH$

下列说法不正确的是

A. 形成线型聚合物 a 的过程发生了加聚反应

B. 线型聚合物 a 能通过和乙二醇交联形成网状结构

C. 在一定条件下网状结构聚合物水解，可实现交联剂 b 的回收再利用

D. 交联过程中有水生成

【答案】D

【解析】

【详解】A．结合网状聚合物的结构片段可知，甲基丙四酸甲酯生成线型聚合物 a 过程中，碳碳双键发生了加聚反应，A 正确；

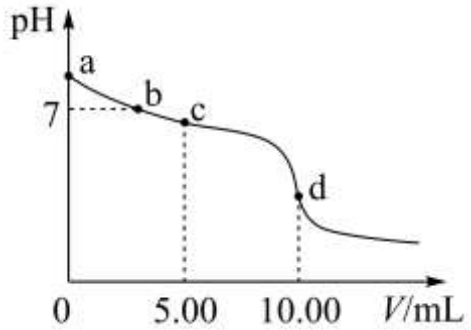
B．结合已知信息，线型聚合物 a 中含有酯基，能够和乙二醇交联形成网状结构，B 正确；

C．一定条件下网状聚合物水解可以得到交联剂 b，实现交联剂 b 的回收再利用，C 正确；

D．根据已知信息可推知，线型聚合物 a 与交联剂 b 作用形成网状结构聚合物和醇，没有水生成，D 错误；

答案选 D。

13. 25℃时，向$10.00mL0.1000mol/L$的$NaHCO_3$溶液中滴加$0.1000mol/L$的盐酸，溶液的pH随加入的盐酸的体积 V 变化如图所示。下列有关说法不正确的是



A. a 点，溶液$pH>7$是由于HCO_3^-水解程度大于电离程度

B. b 点，$c\left(Na^+\right)=c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(Cl^-\right)$

C. c 点，溶液中H^+的主要来自HCO_3^-的电离

D. d 点，$c\left(\mathrm{Na}^{+}\right)=c\left(\mathrm{Cl}^{-}\right)=0.0500\mathrm{mol}/\mathrm{L}$

【答案】C

【解析】

【详解】A．a 点为 0.1000mol•L^{-1} 的 $NaHCO_3$ 溶液，溶液中存在 HCO_3^- 的水解平衡和电离平衡，溶液的 pH＞7，呈碱性，说明 HCO_3^- 水解程度大于电离程度，A 正确；

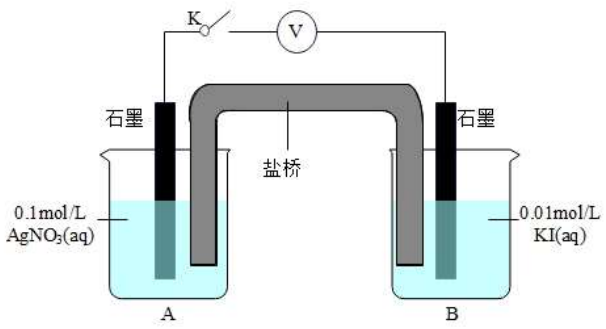
B．25℃时，b 点溶液的 pH=7，呈中性，则 $c(H^+)=c(OH^-)$，结合电荷守恒 $c(H^+)+c(Na^+)=c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})+c(Cl^-)+c(OH^-)$可知：$c(Na^+)=c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})+c(Cl^-)$，B 正确；

C．c 点加入 5.00mL 等浓度的盐酸，反应后溶质为碳酸氢钠、氯化钠和碳酸，此时溶液 pH＜7，呈酸性，溶液中的 H^+主要来自碳酸的电离，C 错误；

D．d 点 $n(NaHCO_3)=n(HCl)=0.01L\times0.1000mol\cdot L^{-1}=0.001mol$，二者恰好完全反应，混合液体积为 20.00mL，则反应后溶液中满足 $c(Na^+)=c(Cl^-)=\frac{n}{V}=\frac{0.001mol}{0.02L}=0.05mol/L$，D 正确；

答案选 C。

14. 某同学为探究 AgI 是否可以转化为 $AgCl$，进行如下实验：

装置	步聚	电压表读数
	i。如图连接装置并加入试剂，闭合 K	a
	ii。向 B 中滴入 $AgNO_3(aq)$，至沉淀完全	b
	再向 B 中投入一定量 $NaCl(s)$	c
	iv。重复 i，再向 B 中投入一定量 $NaCl(s)$	a
	v。重复 i，再向 A 中加入与适量 $AgNO_3(s)$	d

已知：①其他条件不变时，参与原电池反应的氧化剂(或还原利)的氧化性(或还原性)越强，原电池的电压越大。

②电压表读数：a＞c＞b＞0

下面说法不正确的是：

A. 由 a＞0 可知，KI 一定是被 $AgNO_3$ 氧化

B. 由 a＞b 可知，I^- 离子的还原性与其浓度有关

C. 由 c＞b 可知，增加 Cl^- 的浓度。可使 $AgCl(s)+I^-(aq)\rightleftharpoons AgI(s)+Cl^-(aq)$ 平衡逆向进行

D. 推测 d＞a

【答案】A

【解析】

【详解】A．原电池中，Ag^+在正极得到电子，被还原，I^-在负极失去电子，被氧化，因此闭合 K 时，电压表读数 a＞0，但 I^-不一定是被 $AgNO_3$ 所氧化，A 错误；

B．步骤 ii 向 B 中滴入 $AgNO_3(aq)$，至沉淀完全，溶液中 I^-浓度减小，已知其他条件不变时，参与原电池反应的氧化剂(或还原利)的氧化性(或还原性)越强，原电池的电压越大，a＞b，说明溶液中 I^-浓度减小，还原性减弱，因此 I^- 离子的还原性与其浓度有关，B 正确；

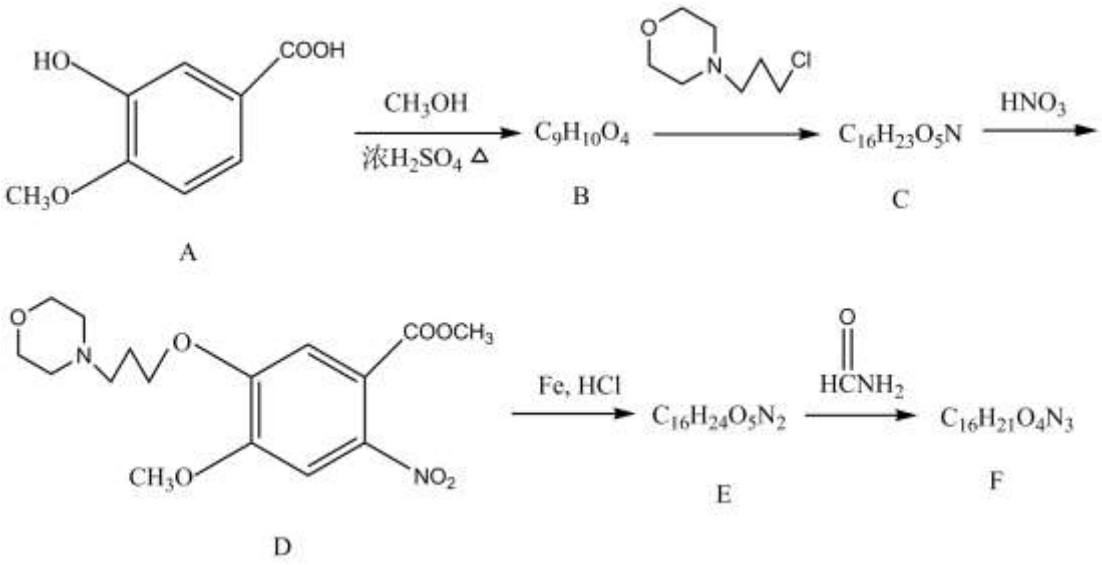
C．c＞b，说明投入一定量 NaCl(s)使得 B 中 I^-浓度增大，还原性增强，则推知增加 Cl^- 的浓度，可使 $AgCl(s)+I^-(aq)\rightleftharpoons AgI(s)+Cl^-(aq)$ 平衡逆向进行，C 正确；

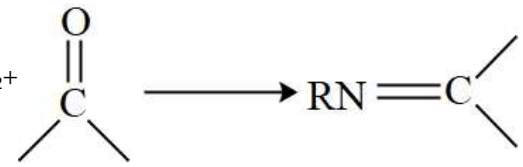
D．重复 i，再向 A 中加入与适量 $AgNO_3(s)$，Ag^+浓度增大，氧化性增强，电压越大，故 d＞a，D 正确；

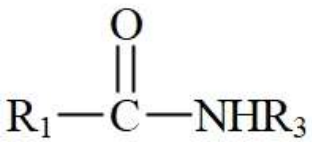
答案选 A。

第二部分(非选择题 共 58 分)

15. 有机物 F 是合成抗肿瘤药物吉非替尼的重要中间体，其合成路线如下：



已知：i.RNH_2+ 

ii.R_1-$COOR_2$+H_2N-R_3→  +R_2OH

（1）A 分子中含氧官能团有醚键、_____和_____。(填名称)

（2）A→B 的反应方程式是_____。

（3）C→D 的条件是_____。

（4）D→E 的反应类型是_____。

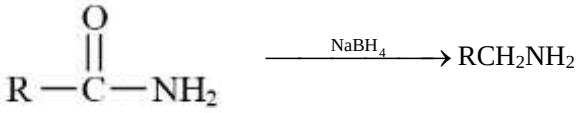
（5）关于物质 A 下列说法正确的是_____(填字母)

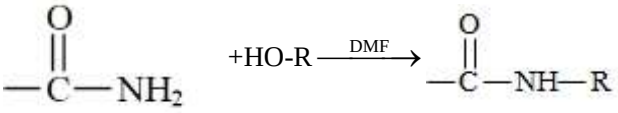
a．核磁共振氢谱有 6 组峰

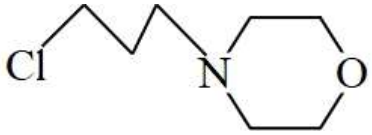
b．1 mol A 能与 2 mol$NaHCO_3$ 发生反应

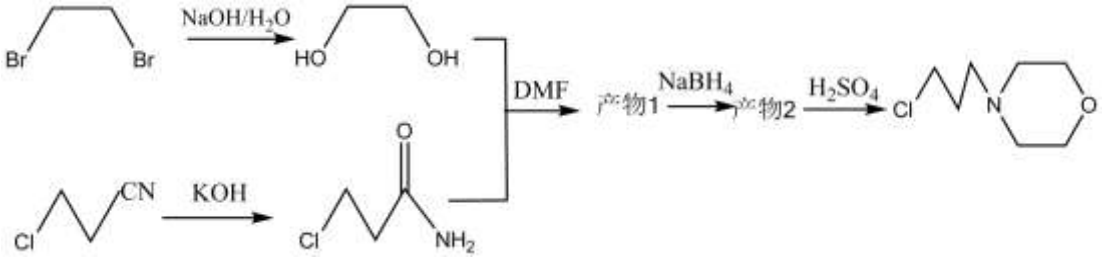
c．一定条件下可发生缩聚反应

（6）已知分子 F 中含有 3 个六元环，写出 E→F 的反应方程式_____。

（7）已知：i. 

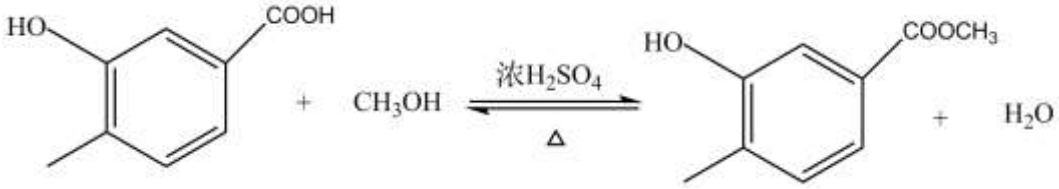
ii. 

以  和  为原料合成  的步骤如下：

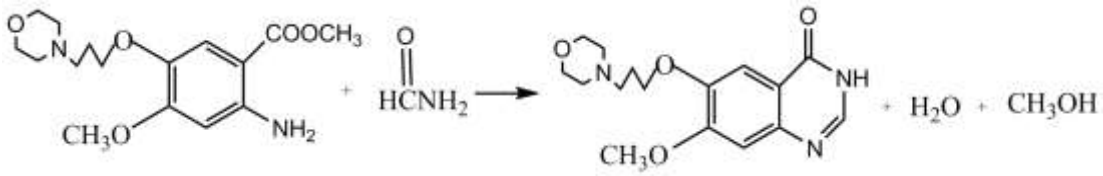
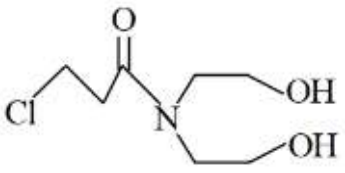
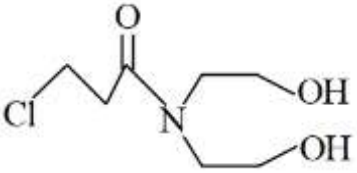


请写出产物 1 及产物 2 的结构简式_____、_____。

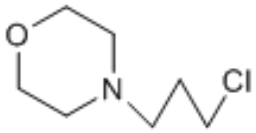
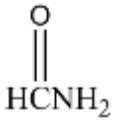
【答案】（1） ①. 酚羟基 ②. 羧基

（2）  （3）浓硝酸、浓硫酸、55～60℃

（4）还原反应 （5）ac

（6）  （7） ①.  ②. 

【解析】

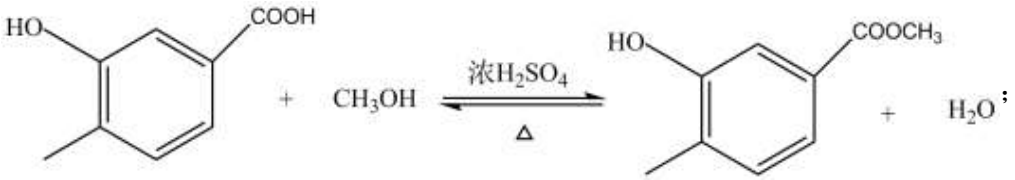
【分析】A 中含有羧基和甲醇发生酯化反应生成 B，B 中酚羟基和  发生取代反应生成 C，C 反应硝化反应生成 D，D 中硝基被还原为氨基生成 E，E 和  反应生产最终产物 F。

【小问 1 详解】

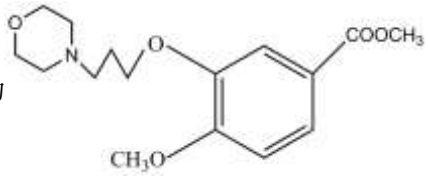
由 A 结构简式可知，A 分子中含氧官能团有醚键、酚羟基、羧基；

【小问 2 详解】

A→B 的反应为浓硫酸加热、甲醇，结合 B 化学式可知，反应为醇和酸的酯化反应，方程式为



【小问 3 详解】

B 生成 C，C 生成 D，比分析 D 结构可知，C 结构简式为 ，C 生成 D 为在苯环上引入硝基的反应，故 C→D 的条件是浓硝酸、浓硫酸、55～60°C；

【小问 4 详解】

D 结构中含有硝基，结合 E 化学式可知，D 中硝基为被铁还原为氨基，D→E 的反应类型是为还原反应；

【小问 5 详解】

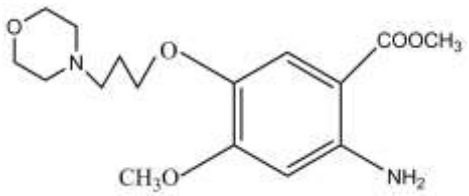
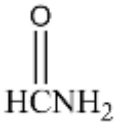
a．A 中有 6 种不同环境的氢原子，核磁共振氢谱有 6 组峰，a 正确；

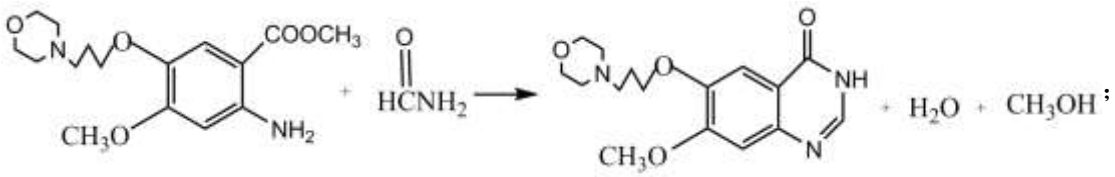
b．酚羟基不能和碳酸氢钠反应，羧基能和碳酸氢钠反应，则1 mol A 能与$1molNaHCO_3$发生反应，b 错误；

c．A 中含有酚羟基和羧基，一定条件下可发生缩聚反应，生成高分子化合物同时生成小分子水，c 正确；

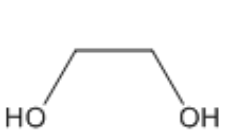
故选 ac；

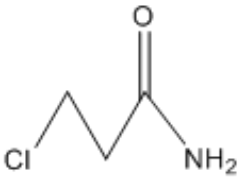
【小问 6 详解】

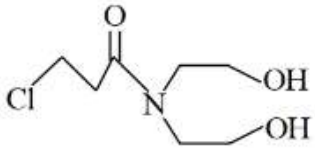
D 中硝基为被铁还原为氨基生成 E：，E 中含有氨基和酯基，与  发生已知 i、ii 的反应原理生成一个六元环同时生成甲醇，反应为：

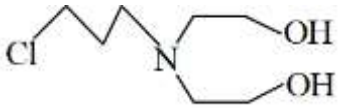


【小问 7 详解】



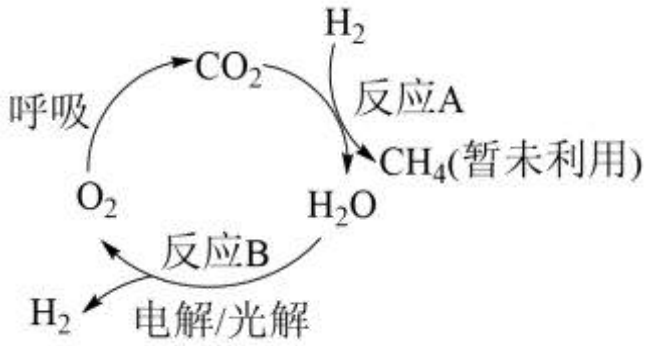
和


发生已知 ii 的反应，氨基中氢与醇中羟基发生取代反应，生成产物 1，故产物 1 结构简式为：


；产物 1 由发生已知 i 的反应，结构中羰基被还原生成产物 2，故产物 2 结构简式为：


；产物 2 中 2 个羟基在浓硫酸作用下生成醚键得到最终产物。

16. 回收利用CO_2是目前解决空间站供氧问题的有效途径，其物质转化如图：



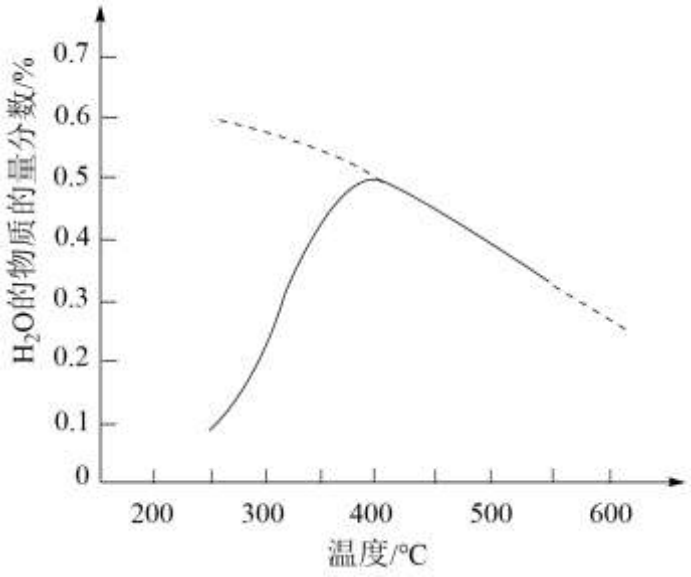
（1）反应 A 为$CO_2(g)+4H_2(g)\rightleftharpoons CH_4(g)+2H_2O(g)$，是回收利用$CO_2$的关键步骤。

已知：$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\quad \Delta H=-483.6kJ\cdot mol^{-1}$

$CH_4(g)+2O_2(g)=2H_2O(g)+CO_2(g)\quad \Delta H=-802.3kJ\cdot mol^{-1}$

反应 A 的$\Delta H=$_____$kJ\cdot mol^{-1}$

（2）将原料气按$n(CO_2):n(H_2)=1:4$置于恒容密闭容器中发生反应 A，在相同时间内测得H_2O的物质的量分数与温度的变化曲线如图所示(虚线为平衡时的曲线)。



①理论上，能提高CO_2平衡转化率的措施有_____(写出一条即可)。

②温度过高或温度过低均不利于该反应的进行，原因是_____。

（3）下列关于空间站内物质和能量变化的说法中，不正确的是_____(填字母)。

a．反应 B 的能量变化是电能→化学能或光能→化学能

b．物质转化中 O、H 原子的利用率均为 100%

c．不用 Na_2O_2 作供氧剂的原因可能是 Na_2O_2 不易实现循环利用

（4）用 $CO_2(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons C(s)+2H_2O(g)$ 代替反应 A，可实现氢、氧元素完全循环利用，缺点是使用一段时间后催化剂的催化效果会明显下降，其原因是_____。

【答案】（1）-164.9

（2） ①. 增大压强(或前段加热、后段冷却，或合理的控制气流速度) ②. 温度过低，反应速率太慢；温度过高，平衡逆向进行，CO_2 的平衡转化率低

（3）b （4）生成物碳颗粒会附着在催化剂表面，影响催化剂效果

【解析】

【小问 1 详解】

已知：①$2H_2(g)+O_2(g)=2H_2O(g)\quad \Delta H=-483.6kJ\cdot mol^{-1}$，②

$CH_4(g)+2O_2(g)=2H_2O(g)+CO_2(g)\quad \Delta H=-802.3kJ\cdot mol^{-1}$，则反应①×2-②可得反应 A，根据盖斯定律可得反应 A 的 $\Delta H=\left(-483.6kJ\cdot mol^{-1}\times 2\right)-\left(-802.3kJ\cdot mol^{-1}\right)=-164.9kJ\cdot mol^{-1}$；

【小问 2 详解】

①反应 A 为 $CO_2(g)+4H_2(g)\rightleftharpoons CH_4(g)+2H_2O(g)$，该反应为气体分子数减少的反应，可通过增大压强的方法使得平衡正向移动，从而提高 CO_2 的平衡转化率；根据图像分析，升高温度，H_2O 的物质的量分数减小，说明升温该反应逆向进行，该反应为放热反应，因此采用前段加热，后段冷却的方法也可以使得平衡正向移动，从而提高 CO_2 的平衡转化率；或合理的控制气流速度，使得反应更加充分，从而提高 CO_2 的平衡转化率；

②若反应的温度过低，化学反应速率慢，不利于反应的进行，由①可知，该反应是放热反应，若温度过高，平衡逆向移动，导致 CO_2 的平衡转化率将低；

【小问 3 详解】

a．反应 B 为 H_2O 光解/电解得到 O_2 和 H_2 的过程，能量变化为电能/光能→化学能，a 正确；

b．物质转化过程中，有甲烷和氢气产生，因此 H、O 原子的的利用率没有达到 100%，b 错误；

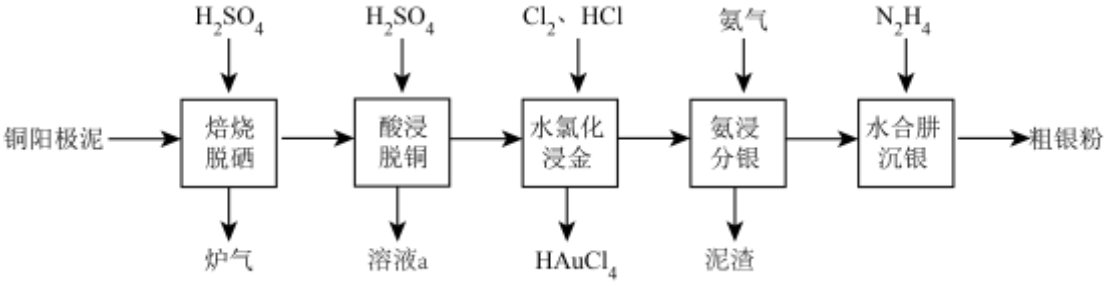
c．Na_2O_2 作供氧剂时，消耗之后无法再产生，不可循环利用，c 正确；

故答案选 b；

【小问 4 详解】

用 $CO_2(g)+2H_2(g)\rightleftharpoons C(s)+2H_2O(g)$ 代替反应 A，可实现氢、氧元素完全循环利用，缺点是使用一段时间后，生成物碳颗粒会附着在催化剂表面，影响催化剂效果，从而催化剂的催化效果会明显下降。

17. 铜阳极泥含有金属(Au 、 Ag 、 Cu 等)及它们的化合物，其中银在铜阳极泥中的存在状态有 Ag_2Se 、 Ag 、 AgCl 等。下图是从铜阳极泥提取银的一种工艺：



已知：$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag(NH_3)_2\right]^+$　$K = 1.7\times10^7$；$K_{sp}(AgCl) = 1.8\times10^{-10}$

（1）基态 Cu 原子的核外电子排布式是_____。

（2）炉气中的 SeO_2 可与 SO_2、H_2O 反应生成硒单质。写出该反应方程式_____。

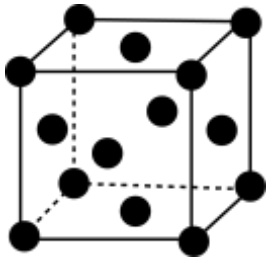
（3）溶液 a 的主要成分是_____。

（4）水氯化浸金过程中，$2Au + 3Cl_2 + 2HCl = 2HAuCl_4$。$\left[AuCl_4\right]^-$ 配离子中提供空轨道的是_____，配位数是_____。

（5）加入氨气后，AgCl 溶解，请写出氨浸分银的离子方程式_____，该反应的平衡常数 K=_____。

（6）N_2H_4 分子中 N 原子的杂化类型为_____、在沉银过程中的作用是_____。

（7）Ag 的晶胞为面心立方体结构、如图所示棱长为 apm(1pm=1×10^{10}cm)晶体银的密度ρ= _____ g/cm^3。



【答案】（1）$1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$ 或[Ar]$3d^{10}4s^1$

（2）$SeO_2+2SO_2+2H_2O=Se+2H_2SO_4$

（3）$CuSO_4$　（4）　①. Au　②. 4

（5）　①. $AgCl+2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag(NH_3)_2\right]^+ + Cl^-$　②. 3.06×10^{-3}

（6）　①. sp^3 杂化　②. 作还原剂

（7）$\dfrac{432}{a^3N_A}\times10^{30}$

【解析】

【分析】铜阳极泥含有金属(Au、Ag、Cu 等)及它们的化合物，其中银在铜阳极泥中的存在状态有 Ag_2Se、Ag、AgCl 等，铜阳极泥在酸性环境中焙烧脱硒得到含 SeO_2 的炉气，接着再加入硫酸酸浸，分离后得到主要成分为 $CuSO_4$ 的溶液 a，再向滤渣中通入 Cl_2、HCl，发生反应 $2Au + 3Cl_2 + 2HCl = 2HAuCl_4$，接着通入氨气，AgCl 溶解：$AgCl+2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag(NH_3)_2\right]^+ + Cl^-$，过滤后加入 N_2H_4 沉银，得到粗银粉，据此分析解答。

【小问 1 详解】

Cu 为 29 号元素，原子核外有 29 个电子，其基态原子的核外电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^{10}4s^1$ 或[Ar]$3d^{10}4s^1$；

【小问 2 详解】

SeO_2 可与 SO_2 、H_2O 反应生成硒单质，SO_2 被还原生成 H_2SO_4，反应的化学方程式为：

$SeO_2+2SO_2+2H_2O=Se+2H_2SO_4$；

【小问 3 详解】

由分析可知，溶液 a 的主要成分是 $CuSO_4$；

【小问 4 详解】

$\left[AuCl_4\right]^+$ 配离子中 Au 提供空轨道，是中心原子，Cl 提供孤对电子，是配位原子，因此配位数为 4；

【小问 5 详解】

根据分析可知，AgCl 溶解的化学方程式为：$AgCl+2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+ +Cl^-$，已知

$Ag^+ + 2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+ \quad K=1.7\times10^7$；$K_{sp}\left(AgCl\right)=1.8\times10^{-10}$，又 AgCl 的沉淀溶解平衡为：

$AgCl \rightleftharpoons Ag^+ +Cl^-$，则反应 $AgCl+2NH_3 \rightleftharpoons \left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+ +Cl^-$ 的平衡常数为

$K\cdot K_{sp}\left(AgCl\right)=1.7\times10^7\times1.8\times10^{-10}=3.06\times10^{-3}$；

【小问 6 详解】

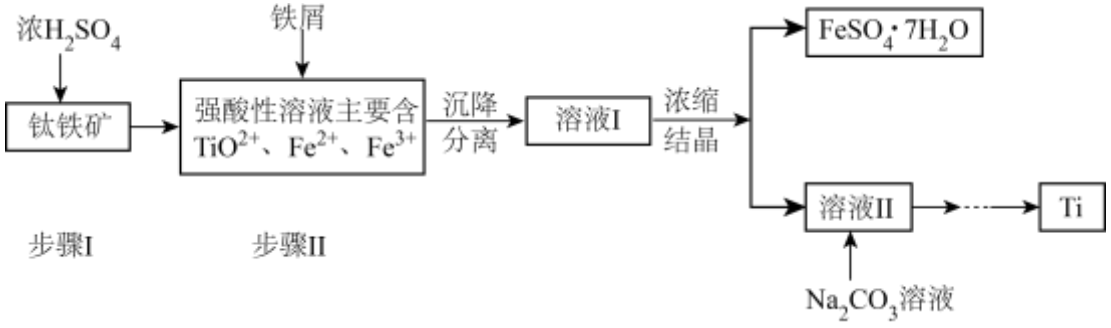
N_2H_4 中 N 原子的价层电子对个数为 4，因此 N 原子的杂化类型是 sp^3 杂化，沉银过程中，加入 N_2H_4 沉银，

$\left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+$ 被还原为 Ag 单质，得到粗银粉，因此 N_2H_4 的作用是作还原剂；

【小问 7 详解】

由晶胞结构可知，Ag 原子位于晶胞的面心和顶点，则 1 个晶胞含有 Ag 原子的个数为 $6\times\frac{1}{2}+8\times\frac{1}{8}=4$，则 1 个 Ag 的晶胞的质量为 $m=\left(\frac{4}{N_A}\times108\right)g=\frac{432}{N_A}g$，又晶胞的棱长为 a pm，则晶胞的体积为 $V=a^3\times10^{-30}cm^3$，因此晶体银的密度 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{432}{N_A}g}{a^3\times10^{-30}cm^3}=\frac{432}{a^3N_A}\times10^{30}g\cdot cm^{-3}$。

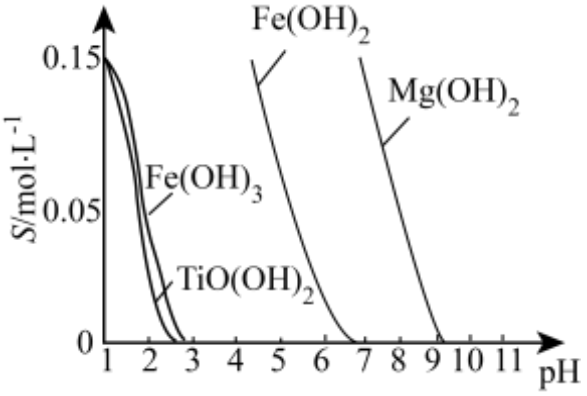
18. 金属钛(Ti)性能优越，被称为继铁、铝之后的“第三金属”。工业上以钛铁矿(主要成分 $FeTiO_3$，含 FeO_2 等杂质为主要原料冶炼金属钛，其生产的工艺流程图如下：



已知：$2H_2SO_4(浓)+FeTiO_3=TiOSO_4+FeSO_4+2H_2O$

（1）$_{22}Ti$ 该元素位于周期表_____区。

（2）已知：TiO^{2+} 易水解，只能存在于强酸性溶液中。25℃时，难溶电解质溶解度(S)与 pH 关系如图。$TiO(OH)_2$ 溶度积 $K_{sp}=1\times10^{-29}$



①步骤II加入铁屑的目的是_____。

② TiO^{2+} 水解的离子方程式为_____。

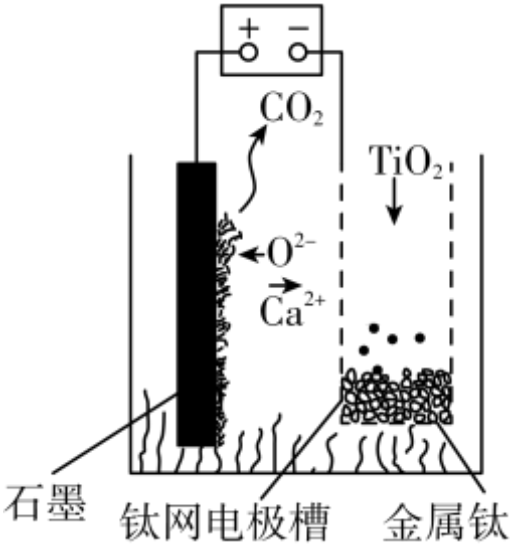
③溶液II中加入 Na_2CO_3 溶液的作用是_____。

④结合图像，当溶液 pH 接近_____时，$TiO(OH)_2$ 已沉淀完全。

（3）$TiCl_4 \xrightarrow{Mg} Ti$ 反应后得到 Mg 、$MgCl_2$ 、Ti 的混合物，可采用真空蒸馏的方法分离得到 Ti，依据下表信息，需加热的温度略高于_____℃即可。

	$TiCl_4$	Mg	$MgCl_2$	Ti
熔点/℃	-25.0	648.8	714	1667
沸点/℃	136.4	1090	1412	3287

（4）研究发现，可以用石墨作阳极、钛网作阴极、熔融 CaF_2-CaO 作电解质，利用图示所示装置获得金属钙，并以钙为还原剂，还原二氧化钛制备金属钛。写出阳极上所发生的反应式：_____。



【答案】（1）d　（2）　①. 将 Fe^{3+}还原为 Fe^{2+}，防止 Fe^{3+}与 TiO^{2+}同时生成沉淀　②. $TiO^{2+}+2H_2O=TiO(OH)_2+2H^+$　③. 调 pH，消耗溶液中的 H^+　④. 3

（3）1412　（4）$2O^{2-}-4e^-=O_2\uparrow$；$C+O_2=CO_2$；或写为：$C+2O^{2-}-4e^-=CO_2\uparrow$

【解析】

【分析】钛铁矿主要成分为$FeTiO_3$，含FeO_2等杂质，加入浓硫酸，

$2H_2SO_4(浓)+FeTiO_3=TiOSO_4+FeSO_4+2H_2O$，得到主要含有 TiO^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}的强酸性溶液，向该溶液中加入铁屑，Fe^{3+}被还原为 Fe^{2+}，经沉降分离后得到主要含有 TiO^{2+}、Fe^{2+}的溶液I，溶液I经浓缩结晶后得到溶液II和 $FeSO_4\cdot7H_2O$，再向溶液II中加入 Na_2CO_3 溶液调 pH 得到 $TiO(OH)_2$，最后得到 Ti 单质，据此分析解答。

【小问 1 详解】

$_{22}Ti$ 为 22 号元素，位于元素周期表的第四周期第IIB 族，核外电子排布式为$[Ar]3d^24s^2$，属于 d 区；

【小问 2 详解】

①由分析，加入浓硫酸，$2H_2SO_4(浓)+FeTiO_3=TiOSO_4+FeSO_4+2H_2O$，得到主要含有 TiO^{2+}、Fe^{2+}、Fe^{3+}的强酸性溶液，加入铁屑可将 Fe^{3+}还原为 Fe^{2+}，防止 Fe^{3+}与 TiO^{2+}同时生成沉淀；

②TiO^{2+}水解生成 $TiO(OH)_2$，其离子方程式为 $TiO^{2+}+2H_2O=TiO(OH)_2+2H^+$；

③根据分析可知，加入 Na_2CO_3 溶液的作用为调 pH，消耗溶液中的 H^+；

④根据图像可知，当溶液 pH 接近 3 时，$TiO(OH)_2$ 已沉淀完全；

【小问 3 详解】

$TiCl_4$ 在隔绝空气时加入 Mg 发生置换反应产生 Ti、$MgCl_2$，同时还有过量的金属 Mg，根据混合物中 Mg、Ti、$MgCl_2$ 的熔沸点关系可知当加热的温度略高于 1412℃时，Mg、$MgCl_2$ 变为气体逸出，而 Ti 则恰好刚刚熔化，因此可以达到分离提纯的目的。

【小问 4 详解】

由于用惰性电极石墨电极作阳极，所以电解质中的阴离子在阳极放电，该电极的电极式是：$2O^{2-}-4e^-=O_2\uparrow$；

$C+O_2=CO_2$；或写为：$C+2O^{2-}-4e^-=CO_2\uparrow$。

19. 某实验小组在研究硝酸与铜的反应时，发现稀硝酸和铜反应后的混合液为蓝色，而浓硝酸和铜反应后的混合液为绿色，为此对产生绿色的原因开展探究。按要求完成下列问题：

[猜想假设]

（1）假设 1：_____

假设 2：硝酸铜溶液中溶解了NO_2

[实验操作及现象分析]

实验一：向蒸馏水中不断加入硝酸铜晶体，最终配成饱和溶液。配制过程中溶液颜色始终是蓝色，未见绿色出现。甲同学根据实验一的现象证明了假设 1 不成立，请补全假设。

实验二：

（2）甲同学在实验一的基础上继续开展了实验二，并初步验证了假设 2 成立，他的实验操作及现象是

_____。

乙同学认为假设 2 不严谨，用以下实验对假设 2 进行了深入探究：

实验三：

操作及试剂	现象
向浓硝酸和铜反应后的混合液中通入 N_2	大量红棕色气体放出，短时间内溶液仍保持绿色。长时间后变成蓝色

（3）结合实验三，乙同学认为假设 2 不严谨的证据是_____

（4）乙同学查阅资料发现：

①铜与浓硝酸反应后溶液呈现绿色是由于 HNO_2 (或 NO_2^-)与铜离子作用的结果。

②金属和浓 HNO_3 的反应一旦发生后速率不断加快。原因是过程中有 HNO_2 生成。如 Cu 和浓 HNO_3 反应，开始生成的 NO_2 溶于水形成 HNO_2，它再和 Cu 反应，速率就大大加快。

请依据资料完成以下离子反应方程式。

i. $\square NO_2+\square H_2O=\square HNO_2+\square$_____$+\square$_____；_____

ii. $Cu+2HNO_2+\square$_____ $=\square$_____$+\square$_____$+\square$_____；_____

iii. $2NO+4H^++4NO_3^-=6NO_2+2H_2O$

实验四：乙同学通过以下实验证实了反应过程中 HNO_2 的生成。

实验	操作	现象
1	向试管 a 中加入 lmL 浓硝酸，再插入铜丝	快速产生红棕色气体，溶液变为绿色
2	向试管 b 中加入 1mL 浓硝酸，3 滴蒸馏水，再插入铜丝	快速产生红棕色气体溶液变为绿色
3	向试管 c 中加入 1mL 浓硝酸，3 滴 $30\%H_2O_2$，再插入铜丝	反应较慢，溶液变　蓝色

（5）结合化学用语，解释实验 3 产生该现象的原因是_____。

【答案】（1）硝酸铜溶液颜色与溶液浓度有关

（2）加热硝酸铜溶液，温度升高，放出红棕色气体，溶液颜色变为蓝色

（3）向混合溶液中通入氮气会将溶液中溶解的二氧化氮气体带出，而溶液仍保持一段时间绿色

（4）　①. $2NO_2+H_2O=HNO_2+H^++NO_3^-$　②. $Cu+2HNO_2+2H^+=Cu^{2+}+2H_2O+2NO\uparrow$

（5）过氧化氢具有强氧化性，和亚硝酸反应生成硝酸，导致溶液中亚硝酸的浓度降低

【解析】

【小问 1 详解】

结合实验一操作可知，实验探究的是硝酸铜溶液浓度对溶液颜色的影响，故假设 1：硝酸铜溶液颜色与溶液浓度有关；

【小问 2 详解】

猜想 2 为硝酸铜溶液中溶解了 NO_2 且甲同学初步验证了假设 2 成立，则实验设计可以为：加热硝酸铜溶液，温度升高二氧化氮气体溶解度减小而逸出，放出红棕色气体，溶液颜色变为蓝色，说明颜色的变化与溶解了二氧化氮气体有关；

【小问 3 详解】

实验三向混合溶液中通入氮气会将溶液中溶解的二氧化氮气体带出，而溶液仍保持一段时间绿色，说明绿色的产生不是溶解二氧化氮气体的原因，假设 2 不严谨；

【小问 4 详解】

由资料可知，NO_2 溶于水形成 HNO_2，反应中氮元素化合价降低则必须有元素化合价升高，则部分氮元素化合价升高生成硝酸，反应 i 为：$2NO_2+H_2O=HNO_2+H^++NO_3^-$；

由反应 iii 可知，一氧化氮参与可反应，则在反应 ii 中生成了一氧化氮气体，故反应 ii 为：

$Cu+2HNO_2+2H^+=Cu^{2+}+2H_2O+2NO\uparrow$；

【小问 5 详解】

已知：①铜与浓硝酸反应后溶液呈现绿色是由于 HNO_2 (或 NO_2^-)与铜离子作用的结果；②金属和浓 HNO_3 的反应一旦发生后速率不断加快，原因是过程中有 HNO_2 生成。实验 3 中反应较慢，溶液变为蓝色的原因是过氧化氢具有强氧化性，和亚硝酸反应生成硝酸，导致溶液中亚硝酸的浓度降低，反应速率减慢，溶液变蓝。