2023 北京昌平高三（上）期末

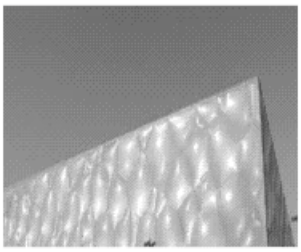
化　　学

可能用到的相对原子质量：H 1　O 16　Cl 35.5　Mn 55　Cu 64

第一部分　选择题(共 42 分)

本部分共 14 道小题，每小题 3 分，共 42 分。请在每小题列出的 4 个选项中，选出符合题目要求的 1 个选项。

1. 下列有关“双奥之城——北京”在奥运会系列设计中的说法不正确的是

			
A.“水立方”采用的四氟乙烯与乙烯的共聚物属于有机材料	B.“鸟巢”的主体框架为钢结构，钢属于金属材料	C.“飞扬”火炬所用的燃料氢气为还原性气体	D.冰壶场馆采用分布式光纤温度检测仪监测温度，光纤主要成分是硅

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

2. 据报道，火星和金星大气层中可能存在一种非常特殊的气态化合物，这种化合物会导致温室效应，它的结构式为 $^{16}O=C=^{18}O$。下列说法中不正确的是

A. CO_2 的电子式是：$:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:C:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{O}}:$

B. ^{16}O 和 ^{18}O 互　同位素

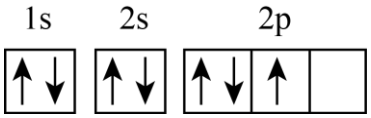
C. $^{16}O=C=^{18}O$ 分子中存在极性键

D. $^{16}O=C=^{18}O$ 分子呈直线形

3. 利用原子结构及元素周期律表相关知识得到的以下结论中不正确的是

A. 第 IA 族元素的原子半径：r(K)>r(Na)>r(Li)

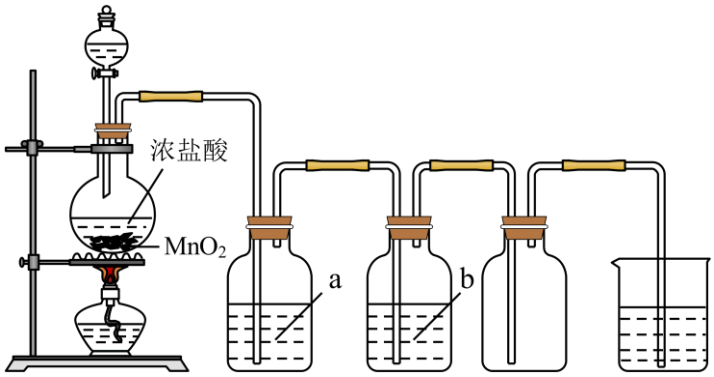
B. 基态 N 原子的轨道表示式：



C. 酸性：$H_3PO_4 < H_2SO_4 < HClO_4$

D. 电负性：$C < N < O$

4. 以下关于 Cl_2 的制备、干燥、收集、吸收(如图所示)的说法正确的是



A. 生成氯气的同时，MnO_2 可能转化为 MnO_4^-

B. a 中加入饱和食盐水，b 中加入浓硫酸

C. 用 $NaOH$ 溶液吸收 Cl_2 时，Cl_2 体现氧化性，$NaOH$ 体现还原性

D. 每消耗 8.7 克 MnO_2，生成氯气 $1.12L$

5. 下列反应中出现的颜色变化不是由于氧化还原反应引起的是

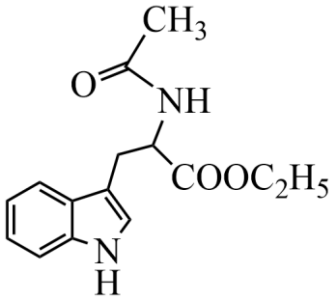
A. 向氢氧化镁悬浊液中滴加氯化铵溶液，白色沉淀溶解

B. 向 $CuSO_4$ 溶液中加入足量 Zn 粉，溶液蓝色消失

C. 乙醇使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. Na_2O 在空气中加热，白色变为淡黄色

6. 吲哚生物碱具有抗菌、抗炎、抗肿瘤等多种活性，其一种中间体结构简式如图所示，下列关于吲哚生物碱中间体的说法不正确的是



A. 该物质属于芳香族化合物　　B. 该物质能发生加成、取代反应

C. 分子中不含有手性碳原子　　D. 分子中含有酰胺基

7. 下列过程中的化学反应对应的离子方程式正确的是

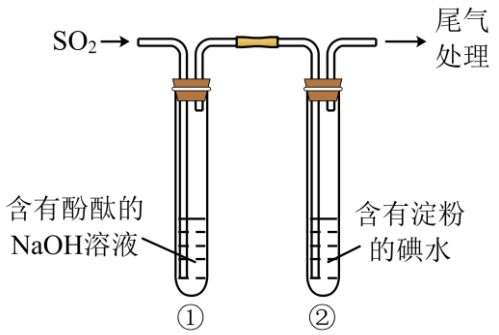
A. 硫酸铜溶液中加少量的铁粉：$Cu^{2+}+Fe=Fe^{2+}+Cu$

B. $AgNO_3$ 溶液中滴加过量稀氨水：$Ag^++OH^-=AgOH\downarrow$

C. 硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液：$Al^{3+}+4OH^-=\left[Al(OH)_4\right]^-$

D. 用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙：$CO_3^{2-}+Ca^{2+}=CaCO_3\downarrow$

8. 某小组利用下图装置探究 SO_2 的性质。下列关于实验现象的解释中，不正确的是



A. 通入SO_2前，①中溶液显红色的原因：$NaOH=Na^+ + OH^-$

B. 通入SO_2后，①中溶液颜色褪去的原因：SO_2具有漂白性

C. 通入SO_2前，②中溶液显蓝色的原因：淀粉遇碘单质变蓝

D. 通入SO_2后，②中溶液颜色褪去的原因：$SO_2 + I_2 + 2H_2O=SO_4^{2-} + 2I^- + 4H^+$

9. 下列对物质性质解释合理的是

选项	性质	解释
A	热稳定性：$H_2O(g) > H_2S(g)$	H_2O中存在氢键
B	熔点：晶体硅<碳化硅	碳化硅中分子间作用力较大
C	酸性：$F-CH_2-COOH > Cl-CH_2-COOH$	电负性：$F > Cl$
D	熔点：$Br_2 < I_2$	$Br-Br$键较强

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

10. Ca_3SiO_5是硅酸盐水泥的重要成分之一，其相关性质的说法不正确的是

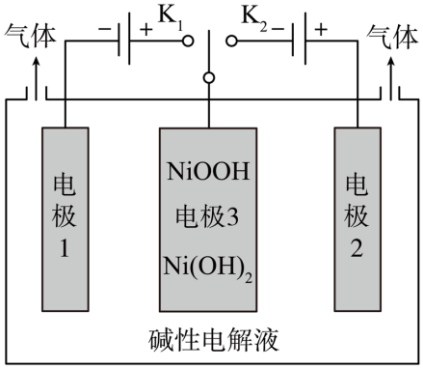
A. 可发生反应：$Ca_3SiO_5 + 4NH_4Cl \overset{\Delta}{=\!=} CaSiO_3 + 2CaCl_2 + 4NH_3\uparrow + 2H_2O$

B. 具有吸水性，需要密封保存

C. 能与SO_2，反应生成新盐

D. 与足量盐酸作用，所得固体产物主要为SiO_2

11. 可利用太阳能光伏电池电解水制高纯氢，工作示意图如图所示。通过控制开关，可得到H_2或O_2。下列说法正确的是



A. 连接K_1时，阳极反应物为$NiOOH$

B. 连接K_1时，可制备O_2

C. 连接K_2时，阳极发生反应：$2H_2O-4e^-=O_2\uparrow+4H^+$

D. 连接K_2时，当电路中通过$4mol$电子时，电极 3 的质量增加$4g$

12. 已知物质的相关数据如下表，下列说法正确的是

物质	HF	H_2CO_3	CaF_2	$Ca(OH)_2$
相关数据	$K_a=6.8\times10^{-4}$	$K_{a_1}=4.5\times10^{-7}$ $K_{a_2}=4.7\times10^{-11}$	$K_{sp}=3.5\times10^{-11}$	$K_{sp}=5.6\times10^{-5}$

A. NaF不与盐酸溶液反应

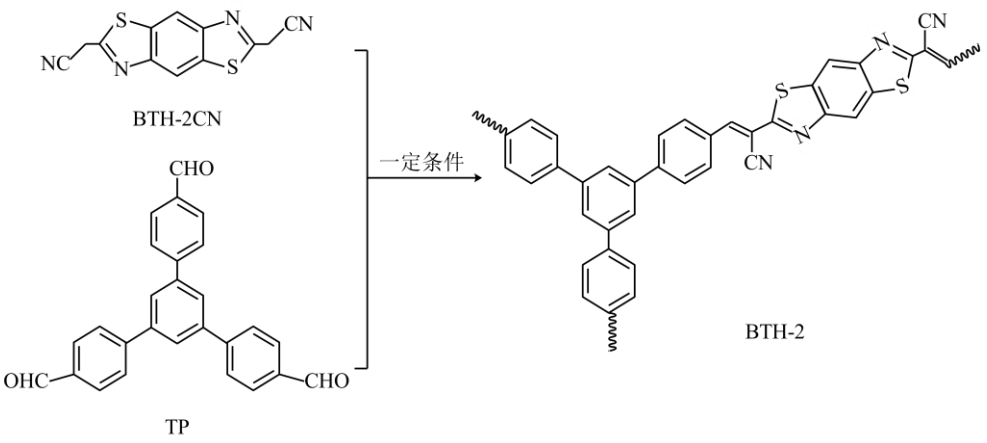
B. NaF溶液中存在的所有微粒有：H_2O、Na^+、F^-、OH^-、H^+

C. HF与碳酸钠溶液反应，可能产生气体

D. 向石灰水悬浊液中加入NaF溶液，溶液可能变澄清

13. 共价有机框架(COFs)是一类具有平面、多孔网状结构　材料，其在催化、能量储存等领域有潜在的应用。一种COFs材料的合成如图所示。(图中$\sim\sim$表示链延长)。

已知：$R-CHO+R'\text{-}CH_2CN\xrightarrow{\text{一定条件}}R-CH=\underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{C}}-R'+H_2O$



下列说法正确的是

A. BTH-2CN 分子中碳原子有两种杂化方式

B. TP 的核磁共振氢谱有 4 组峰

C. 合成 BTH-2 的过程中发生了取代反应

D. 乙二醛也可与 $BTH-2CN$ 合成 COFs 材料

14. 某小组同学进行了以下 3 个实验：

	实验 1	实验 2	实验 3
操作	滴加0.001mol/L Na_2CO_3溶液 4mL0.05mol/L $CaCl_2$溶液	滴加0.5mol/L $NaHCO_3$溶液 4mL饱和 $CaCl_2$溶液	滴加0.5mol/L $CaCl_2$溶液 4mL饱和 Na_2CO_3溶液
现象	无沉淀及气体产生	有沉淀及气体产生	现象 a

下列说法正确的是

A. 实验 1 中发生了反应 $Ca^{2+}+CO_3^{2-}=CaCO_3\downarrow$

B. 实验 2 中 Ca^{2+} 促进了 HCO_3^- 的电离平衡

C. 实验 3 中现象 a 可能是：有沉淀及气体产生

D. 推测：可用 $0.5mol/L CaCl_2$ 溶液鉴别浓度均为 $0.001mol/L$ 的 Na_2CO_3 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液

第二部分　非选择题(共 58 分)

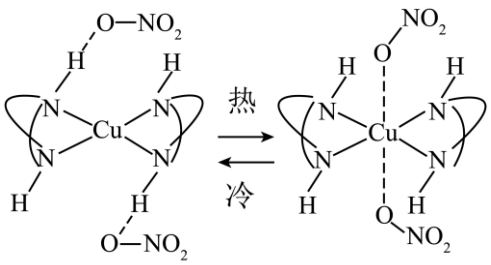
15. Cu (II)可形成多种配合物，呈现出多样化的性质和用途。

（1）向盛有硫酸铜水溶液的试管中加入少量氨水生成蓝色沉淀，继续加入过量氨水，得到深蓝色透明溶液，最后向该溶液中加入一定量的乙醇，析出 $\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]SO_4\cdot H_2O$ 晶体。

①产生蓝色沉淀的离子方程式是_____。

②$\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]SO_4$ 在水中电离的方程式是_____。

（2）如下图所示，Cu (II)配合物 A 和 B 可发生配位构型的转变，该转变可带来颜色的变化，因此可用作热致变色材料，在温度传感器、变色涂料等领域应用广泛。

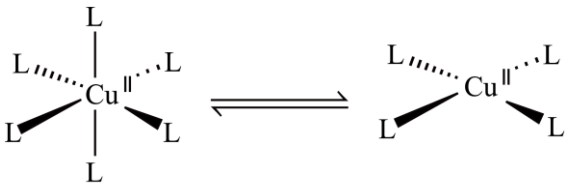


Cu(II)配合物A　　Cu(II)配合物B

①Cu^{2+} 的价层电子排布式为_____。

②A 中氮原子与其它原子(或离子)之间存在的作用力类型有_____，氢原子与其它原子之间存在的作用力类型有_____。

③已知：当 Cu (II)配合物 A 和 B 配位构型由八面体转变为四方平面时，吸收光谱蓝移，配合物颜色紫色变为橙色。



八面体　　四方平面

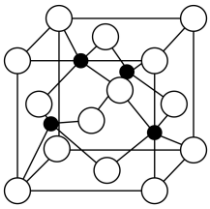
想将配合物的颜色由紫色调整为橙色，需要进行的简单操作为_____。

（3）已知：①

物质	颜色
$\left[CuCl_4\right]^{2-}$	黄色
$\left[Cu\left(H_2O\right)_4\right]^{2+}$	蓝色

②蓝色溶液与黄色溶液混合为绿色溶液。在 $CuCl_2$ 溶液中加入 $MgCl_2$ 浓溶液，颜色从蓝色变为绿色，请结合化学用语解释原因_____。

（4）$CuCl_2$ 和 $CuCl$ 是铜常见的两种氯化物，如图表示的是_____的晶胞。已知晶胞的边长为 apm，阿伏伽德罗常数为 $N_A mol^{-1}$，则该晶体的密度为_____ $g\cdot cm^{-3}$。(已知：$1pm=10^{-10}cm$)



16. 利用氢氧化钡沉淀-碘量法对锰酸钾 $\left(K_2MnO_4\right)$ 和高锰酸钾 $\left(KMnO_4\right)$ 共存时的离子浓度进行分别测定，方法如下。

已知：① $K_{sp}\left(BaMnO_4\right)=2.5\times10^{-10}$，$Ba\left(MnO_4\right)_2$ 易溶于水

② $2S_2O_3^{2-}+I_2=S_4O_6^{2-}+2I^-$

③溶液中 $c\left(H^+\right)$ 较高时，I^- 易被空气氧化

④该条件下，MnO_4^- 和 MnO_4^{2-} 的还原产物都是 Mn^{2+}

I.取 $KMnO_4$ 和 K_2MnO_4 共存液 $20mL$ 于烧杯中，加入过量 $Ba(OH)_2$ 溶液，产生灰绿色沉淀，过滤。

II.取 I 中的滤液于碘量瓶中，加入 KI 溶液和浓硫酸，此时溶液颜色发生变化，盖上盖子后至黑暗处放置 5 分钟。

III.用$c_1mol/L Na_2S_2O_3$溶液滴定，待溶液颜色变为淡黄色时，加入淀粉指示剂，达到滴定终点时，消耗$Na_2S_2O_3$溶液V_1mL。

IV.另取一份相同共存液$20mL$于碘量瓶中，重复II、III操作，记录消耗$Na_2S_2O_3$溶液V_2mL。

（1）I中灰绿色沉淀是_____，同时生成的另一种产物的化学式是_____。

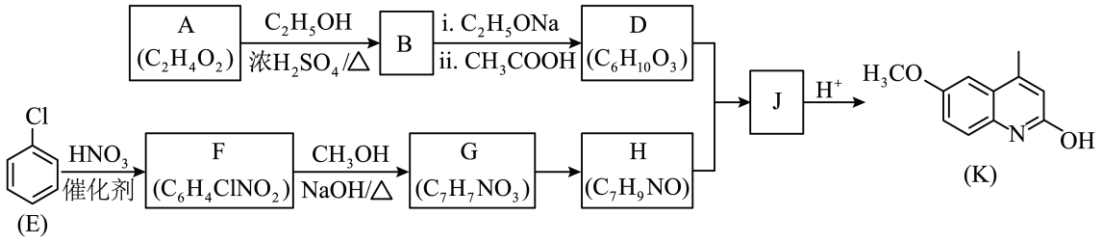
（2）II中反应的离子方程式是_____。

（3）III中滴定终点时的现象是_____。

（4）II中加入浓硫酸要适量，防止溶液中$c(H^+)$较高发生副反应：_____(写出反应的离子方程式)。

（5）该溶液中锰酸钾的物质的量浓度为_____mol/L。

17. 他非诺喹是一种抗疟疾新药。其中间体K的合成路线如下(部分条件已省略)



已知：

①$R_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_2+R_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_4 \xrightarrow[ii.CH_3COOH]{i.C_2H_5ONa} R_1-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\underset{R_3}{\underset{|}{C}}H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_4+R_2OH$

②$R_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OR_6+R_7-NH_2 \longrightarrow R_5-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{H}{\overset{|}{N}}-R_7+R_6OH$

（1）A可以与$NaHCO_3$溶液反应放出CO_2，A中官能团为_____。

（2）$E \rightarrow F$的反应类型为_____。

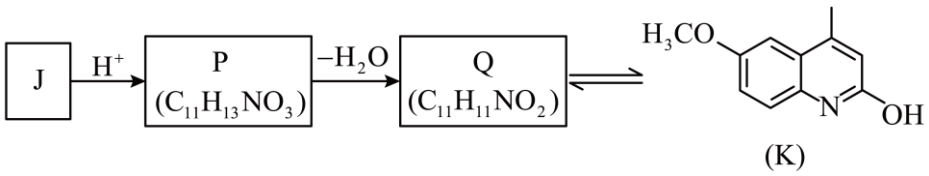
（3）$B \rightarrow D$的化学方程式为_____。

（4）X是D的同分异构体，符合下列条件的X的结构简式是_____。

①$1molX$能与足量银氨溶液生成$4molAg$

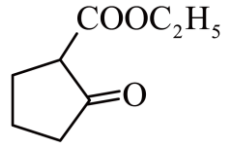
②X中核磁共振氢谱中出现3组吸收峰，峰面积比为1∶1∶3

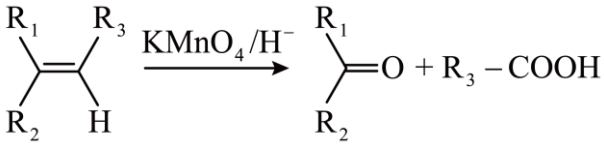
（5）由J生成K可以看作三步反应，如图所示。



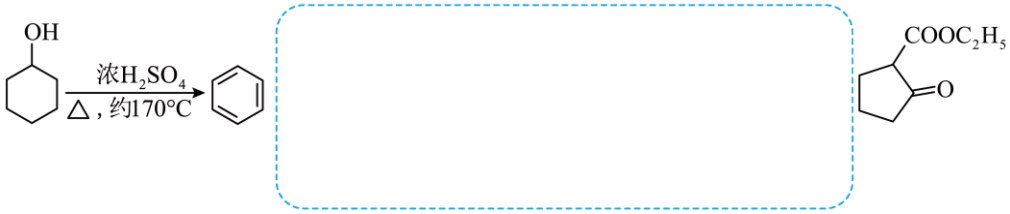
P中有两个六元环结构。Q的结构简式为_____。

（6）一种由G制备H的电化学方法：在H_2SO_4和CH_3OH混合水溶液中加入G，通电。$G \rightarrow H$电极反应为_____。

（7）
具有水果香味，在化妆品行业有一定用途。以环己醇为原料合成路线如下，补全剩余片段。(其余所需材料任选)：

已知：

合成路线：_____



18. 我国出口球状氯化镁融雪剂时，对产品色度(白度)要求很高，因此研究脱色及显色离子的去除有现实意义。以水氯镁石为原料生产符合白度要求的融雪剂的流程如下。

已知：①水氯镁石的主要成分是$MgCl_2 \cdot H_2O$，还含有少量有色有机物、可溶性

Fe^{2+}、Mn^{2+}、Pb^{2+}、Cu^{2+}等杂质离子及少量不溶物。

物质	CuS	PbS
K_{sp}	6×10^{-36}	8×10^{-28}

I.去除泥沙及脱除有机物颜色

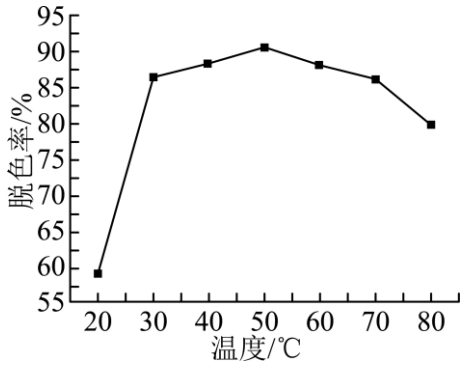
水氯镁石 $\xrightarrow[\text{操作1}]{H_2O}$ $MgCl_2$ 饱和溶液 $\xrightarrow[\text{过量}H_2O_2]{\text{活性炭、}}$ 脱色后的 $MgCl_2$ 饱和溶液

（1）操作 1 的名称是_____。

（2）活性炭的作用是_____。

（3）部分有机物可与H_2O_2反应脱氢，在该反应中，H_2O_2体现的性质是_____。

（4）其它条件都不变的情况下，得到温度对脱色率的影响如图所示。50℃后，随温度升高，脱色率下降的原因是_____。



II.去除显色离子

向脱色处理后的氯化镁溶液中加入氨水反应 30 分钟，再将溶液升温至$90℃$保持 30 分钟，恢复至室温，最后加入适量的$(NH_4)_2S$溶液反应一段时间，过滤得到氯化镁精制溶液。

（5）过滤得到的滤渣中含有$Fe(OH)_3$、MnO_2、_____。

①将横线补充完整_____。

②将生成MnO_2的离子方程式补充完整：_____、$MnO(OH)_2=MnO_2+H_2O$

（6）将溶液升温至$90℃$的目的是_____。

III.制备产品

氯化镁精制溶液$\xrightarrow{操作2}\xrightarrow{造粒}$球状氯化镁融雪剂

（7）操作 2 是_____。

19. 铜片与浓硝酸反应后溶液呈现鲜草绿色，小组同学探究其成因。

（1）铜片溶解的化学方程式为_____。

【初步实验】

甲同学提出猜想：仅仅是因为气体溶解后，溶液颜色和气体颜色叠加形成鲜草绿色，进行实验 1-1 及 1-2 予以验证。

实验 1-1：取$5mL$反应后混合液于一支试管内，按一定的气体流速将N_2和CO_2混合气体通入，有大量红棕色气体逸出，约 25min 后溶液转为蓝色。

实验 1-2：取$5mL$反应后混合液于另一支试管内，按与实验 1-1 中相同的气体流速将空气通入，有大量红棕色气体逸出，约$5min$后溶液转为蓝色。

（2）乙同学根据以上 2 个实验现象证明甲同学猜想不成立，理由是_____。

深入研究】

分别向四支试管内依次加入下列试剂后，同时插入铜丝并记录实验现象，如下表。

编号	浓硝酸/mL	蒸馏水/滴	$30\%\ H_2O_2$/滴	4mol/L 尿素溶液/滴	现象
2-1	1	0	0	0	快速反应，异常剧烈，溶液为鲜草绿色
2-2	1	3	0	0	快速反应，异常剧烈，溶液为鲜草绿色
2-3	1	0	3	0	反应较慢，溶液为蓝色，没有绿色出现
2-4	1	0	0	3	反应较慢，溶液为蓝色，没有绿色出现

已知：①尿素的化学式为$CO(NH_2)_2$，其中 C 的化合价为+4 价

②该条件下，浓硝酸与尿素溶液不反应

③金属和浓硝酸反应过程中有HNO_2生成，可大大加快金属与浓硝酸反应的速率。其原理为：

第一步：$4NO_2+2H_2O \rightleftharpoons 2HNO_2+2H^++2NO_3^-$

第二步：$Cu+\cdots$

第三步：$2NO+4H^++4NO_3^- \rightleftharpoons 6NO_2+2H_2O$

（3）补全上述原理的第二步反应：_____。

（4）因为发生化学反应：$\square CO(NH_2)_2+____=\square N_2\uparrow+____+______$，因此实验 2-4 中反应速率较慢。上述实验可以说明反应过程中 HNO_2对反应速率有一定影响。丙同学设计实验 3，能证明反应混合液的鲜草绿色也与HNO_2也有关。

（5）实验 3：向一支试管内加入 5 滴稀H_2SO_4，加入$NaNO_2$溶液振荡后再滴加$CuSO_4$溶液，现象是_____。

（6）实验 2-3 和实验 2-4 分别证明了HNO_2具有_____性、_____性，这与其核心元素化合价密切相关。

（7）解释实验 1-1 和 1-2 现象差异_____。

参考答案

第一部分　选择题(共 42 分)

本部分共 14 道小题，每小题 3 分，共 42 分。请在每小题列出的 4 个选项中，选出符合题目要求的 1 个选项。

1. 【答案】D

【解析】

【详解】A．四氟乙烯与乙烯的共聚物为有机高分子材料，A 正确；

B．钢是最常用的金属材料，B 正确；

C．氢气燃烧产生水，氢元素的化合价由 0 价变为+1 价，化合价升高，为还原剂，故氢气为还原性气体，C 正确；

D．光导纤维的主要成分是二氧化硅，D 错误；

故本题选 D。

2. 【答案】A

【解析】

【详解】A．CO_2 的电子式是 $\ddot{\mathrm{C}}::\mathrm{O}::\ddot{\mathrm{C}}$ ，A 错误；

B．同位素是指质子数相同，中子数不同的同一种元素的不同原子，则 ^{16}O 和 ^{18}O 互为同位素，B 正确；

C．不同非金属元素之间形成的共价键为极性键，则 $^{16}O=C=^{18}O$ 分子中存在极性键，C 正确；

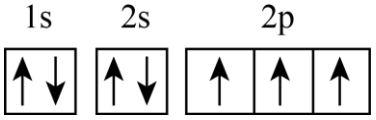
D．$^{16}O=C=^{18}O$ 为 CO_2，其分子呈直线形，D 正确；

故选 A。

3. 【答案】B

【解析】

【详解】A．同一主族元素，从上到下原子半径增大，则第 IA 族元素的原子半径：r(K)>r(Na)>r(Li)，A 正确；

B．N 的原子序数为 7，则基态 N 原子的轨道表示式：

，B 错误；

C．P、S、Cl 均为第三周期元素，且原子序数依次增大，同一周期元素从左到右元素非金属性增强，则非金属性：Cl>S>P，元素非金属性越强其最高价氧化物对应的水化物的酸性越强，则酸性：$H_3PO_4<H_2SO_4<HClO_4$，C 正确；

D．元素非金属性越强，其电负性越大，C、N、O 均为第二周期元素，且原子序数依次增大，同一周期元素从左到右元素非金属性增强，则电负性：$C<N<O$，D 正确；

故选 B。

4. 【答案】B

【解析】

【详解】A．生成氯气的同时，是MnO_2将盐酸中的氯元素由-1 价氧化为 0 价，MnO_2为氧化剂，本身被还原，化合价降低，不可能转化为MnO_4^-，选项 A 错误；

B．浓盐酸易挥发，制得的氯气中含有氯化氢及水蒸气，通过 a 中加入饱和食盐水除去氯化氢，再通过 b 中加入浓硫酸干燥得到纯净干燥的氯气，选项 B 正确；

C．用$NaOH$溶液吸收Cl_2时，发生反应$2NaOH+Cl_2$=NaCl+NaClO+H_2O，反应中只有氯元素化合价由 0 价变为-1 价和+1 价，Cl_2既体现氧化性也体现还原性，而$NaOH$既没有体现氧化性也没有体现还原性，选项 C 错误；

D．根据反应MnO_2+4HCl(浓)$\overset{\Delta}{=}$$MnCl_2$+$Cl_2$+2$H_2O$可知，每消耗 8.7 克$MnO_2$，生成氯气 0.1mol,且没有说明标准状况，不能确定气体的体积，选项 D 错误；

答案选 B。

5. 【答案】A

【解析】

【详解】A．$Mg(OH)_2(s)\rightleftharpoons Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$，加入氯化铵，铵根与 OH-结合，$Mg(OH)_2+2NH_4^+=2NH_3\uparrow H_2O+Mg^{2+}$，与氧化还原无关，A 符合题意；

B．$CuSO_4+Zn=ZnSO_4+Cu$，发生氧化还原，B 不符合题意；

C．乙醇具有还原性，高锰酸钾具有强氧化性，发生氧化还原，C 不符合题意；

D．$2Na_2O+O_2\overset{\Delta}{=}2Na_2O_2$，发生氧化还原，D 不符合题意；

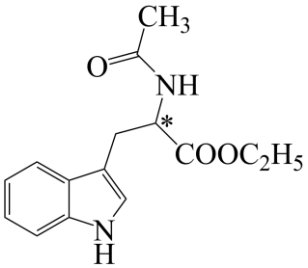
故答案为：A。

6. 【答案】C

【解析】

【详解】A．该有机物含苯环，属于芳香族化合物，故 A 正确；

B．该有机物含有双键，可发生加成反应，苯环上可发生取代反应；故 B 正确；

C．分子中含有手性碳原子为：，故 C 错误；

D．分子中含有酰胺结构，含有酰胺基，故 D 正确；

故答案选 C。

7. 【答案】A

【解析】

【详解】A．铁具有还原性，与铜离子反应生成亚铁离子和单质铜，A 正确；

B．$AgNO_3$ 溶液中滴加氨水，开始生成沉淀，氨水过量时，沉淀溶解，

$Ag^+ + 2NH_3 \cdot H_2O = Ag\left(NH_3\right)^{2+} + 2OH^-$，B 错误；

C．硫酸铝溶液中滴加少量氢氧化钾溶液，$Al^{3+} + 3OH^- = Al\left(OH\right)_3 \downarrow$，氢氧化钾的物质的量少，不能溶解氢氧化铝沉淀，C 错误；

D．用碳酸钠溶液处理水垢中的硫酸钙，$CaSO_4\left(s\right) + CO_3^{2-}\left(aq\right) \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow \left(s\right) + SO_4^{2-}\left(aq\right)$，D 错误；

故答案为：A。

8. 【答案】B

【解析】

【详解】A．酚酞遇碱变红，NaOH 在水中能电离：$NaOH=Na^++OH^-$，溶液显碱性，所以①中溶液显红色，故 A 正确；

B．通入 SO_2 后，SO_2 能与 NaOH 溶液反应生成亚硫酸钠或亚硫酸氢钠，消耗了 NaOH，溶液碱性减弱，溶液红色褪去，体现了 SO_2 的酸性氧化物的性质，不是漂白性，故 B 错误；

C．淀粉遇碘变蓝，所以②中溶液显蓝色，故 C 正确；

D．通入 SO_2 后，②中溶液颜色褪去是 SO_2 和碘发生了氧化还原反应，I_2 被还原为 I^-，溶液蓝色褪去，故 D 正确；

故选 B。

9. 【答案】C

【解析】

【详解】A．气体分子之间距离太大，此时分子间氢键不存在，A 错误；

B．晶体硅和碳化硅都不是分子，不存在分子间作用力，B 错误；

C．酸性 $F-CH_2-COOH > Cl-CH_2-COOH$ 是因为电负性：$F > Cl$，C 正确；

D．Br_2 的熔点较高是因为其分子间作用力较大，D 错误。

本题选 C。

10. 【答案】D

【解析】

【分析】将 Ca_3SiO_5 改写为氧化物形式后的化学式为：$3CaO \cdot SiO_2$，性质也可与 Na_2SiO_3 相比较，据此解答。

【详解】A.Ca_3SiO_5 与 NH_4Cl 反应的方程式为：$Ca_3SiO_5+4NH_4Cl \overset{\Delta}{=} CaSiO_3+2CaCl_2+4NH_3\uparrow+2H_2O$，A 正确；

B.CaO 能与水反应，所以需要密封保存，B 正确；

C.亚硫酸的酸性比硅酸强，当二氧化硫通入到 Ca_3SiO_5 溶液时，发生反应：$3SO_2+H_2O+ Ca_3SiO_5=3$

$CaSO_3+H_2SiO_3$，C 正确；

D.盐酸的酸性比硅酸强，当盐酸与 Ca_3SiO_5 反应时，发生反应：$6HCl+ Ca_3SiO_5=3CaCl_2+H_2SiO_3+2H_2O$，D 不正确；

故选 D。

11. 【答案】D

【解析】

【分析】电解水生成氢气和氧气，氧气在阳极生成，氢气在阴极生成，电极 3 可分别连接 K_1 或 K_2，分别发生氧化、还原反应，实现 $NiOOH \rightleftharpoons Ni(OH)_2$ 的转化，且可循环使用，以此解答该题。

【详解】A．连接 K_1 时，电极 3 为阳极，发生 $Ni(OH)_2\text{-}e^-+OH^-=NiOOH+H_2O$，$NiOOH$ 为产物，故 A 错误；

B．电解时，氧气在阳极生成，氢气在阴极生成，连接 K_1 时，可制备 H_2，故 B 错误；

C．溶液为碱性电解液，所以连接 K_2 时，阳极发生反应：$4OH^- - 4e^- = O_2\uparrow + 2H_2O$，故 C 错误；

D．连接 K_2 时，电极 3 发生 $NiOOH+H_2O+e^-=Ni(OH)_2+OH^-$，当电路中通过 $4mol$ 电子时，电极 3 的质量增加 $4g$，故 D 正确；

故答案选 D。

【点睛】本题考查非常温下水的电离问题及电解知识等，侧重考查学生的分析能力和理解能力，注意把握图像分析以及电解池的判断，掌握电极方程式的书写，题目难度中等。

12. 【答案】C

【解析】

【详解】A．HF 为弱酸，NaF 与盐酸反应生成 $NaF + HCl = NaCl + HF$，符合强酸制弱酸，A 错误；

B．$NaF = Na^+ + F^-$，$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$，则溶液中的微粒有，

Na^+，HF，F^-，H^+，OH^-，H_2O，B 错误；

C．根据电离平衡常数，$HF > H_2CO_3 > HCO_3^-$，$HF + Na_2CO_3 = NaF + H_2O + CO_2\uparrow$。符合强酸制弱酸，C 正确；

D．根据 Ksp 可知，$Ksp(CaF_2) < Ksp[Ca(OH)_2]$，$Ca(OH)_2$ 转化为 CaF_2 沉淀，D 错误；

故答案为：C。

13. 【答案】B

【解析】

【详解】A．BTH-2CN 分子中存在碳原子形成的全部是单键、碳碳双键和碳氮三键，因此碳原子有 sp^3、sp^2、sp 三种杂化方式，A 错误；

B．TP 分子中存在 4 种不同环境的 H，其核磁共振氢谱有 4 组峰，B 正确；

C．合成 BTH-2 的过程中发生了缩聚反应，C 错误；

D．乙二醛含有两个醛基(-CHO)，可用已知信息中的反应与 BTH-2CN 分子合成链状结构，不能形成平面、

多孔网状结构，D 错误；

故答案为：B。

【点睛】如果碳原子形成的全部是单键，则是 sp^3 杂化，如果是含有碳碳双键，则就是 sp^2 杂化，如果含有碳碳三键，则就是 sp 杂化。

14. 【答案】B

【解析】

【详解】A．根据实验 1 中的现象可知，没有沉淀生成，故没有发生反应 $Ca^{2+}+CO_3^{2-}=CaCO_3\downarrow$，A 错误；

B．实验 2 中有沉淀及气体产生说明，钙离子结合了碳酸氢根电离产生的碳酸根离子，同时，碳酸氢根离子电离产生的氢离子和另一个碳酸氢根离子结合生成水和二氧化碳，B 正确；

C．由实验 1 和 2 可知，当钙离子浓度较小时，不容易和碳酸根离子结合生成沉淀，故现象 a 不会出现沉淀，C 错误；

D．由实验 1 和 2 可知，饱和氯化钙可以和碳酸氢钠反应生成沉淀和气体，不饱和的氯化钙溶液，无法反应，故不能用 $0.5mol/L CaCl_2$ 溶液鉴别浓度均为 $0.001mol/L$ 的 Na_2CO_3 溶液和 $NaHCO_3$ 溶液，D 错误；

故选 B。

第二部分　非选择题(共 58 分)

15. 【答案】（1）　①. $Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$　②. $\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]SO_4=\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}+SO_4^{2-}$

（2）　①. $3d^9$　②. 共价键、配位键　③. 共价键、氢键　④. 降温

（3）在 $CuCl_2$ 溶液中存在平衡：$\left[Cu\left(H_2O\right)_4\right]^{2+}+4Cl^-\rightleftharpoons\left[CuCl_4\right]^{2+}+4H_2O$，加入 $MgCl_2$ 浓溶液，$c(Cl^-)$ 增大，平衡向右移动，$\left[CuCl_4\right]^{2+}$ 的浓度增大，黄色与蓝色混合会呈现绿色

（4）　①. CuCl　②. $\frac{398\times10^{30}}{N_A a^3}$

【解析】

【小问 1 详解】

①向盛有硫酸铜水溶液的试管中加入少量氨水生成蓝色沉淀为氢氧化铜，所以产生蓝色沉淀的离子方程式是 $Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$；

②$\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]SO_4$ 为离子化合物，在水中电离生成 $\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}$ 和 SO_4^{2-}，其电离方程式是 $\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]SO_4=\left[Cu\left(NH_3\right)_4\right]^{2+}+SO_4^{2-}$；

【小问 2 详解】

①Cu 为 29 号元素，其基态原子价层电子排布式：$3d^{10}4s^1$，则 Cu^{2+} 的价层电子排布式为 $3d^9$；

②根据图示可知，N 的最外层电子数为 5，则应形成 3 对共用电子对达到满 8 电子稳定结构，所以 A 中氮原子与其它原子(或离子)之间存在的作用力类型有共价键和配位键；氢原子与其它原子之间除了存在共价键以外，还和电负性较强的 O 原子形成了氢键，所以存在的作用力类型有共价键和氢键；

【小问 3 详解】

当 Cu (II)配合物 A 和 B 配位构型由八面体转变为四方平面时，能量会降低，吸收光谱蓝移，配合物颜色紫色变为橙色，所以若实现上述操作，可从平衡角度考虑，最简单的方法是降低温度，使平衡向正向移动，实现配合物颜色由紫色变为橙色，故答案为：降低温度；

【小问 4 详解】

图中白球所在位置是顶点和面心，晶胞内原子个数为$8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}$=4，黑球在晶胞内部，原子个数为 4，所以化学式为 AB 型，即上述晶胞表示的是 CuCl；则晶胞的质量为$\frac{4\times99.5}{N_A}\mathrm{g}$，则晶胞的密度=$\frac{\frac{4\times99.5}{N_A}\mathrm{g}}{(a\times10^{-10}cm)^3}=\frac{398\times10^{30}}{N_Aa^3}$。

16. 【答案】（1） ① $BaMnO_4$ ②. KOH

（2）$H^++OH^-=H_2O,2MnO_4^-+I^-+16H^+=5I_2+Mn^{2+}+8H_2O$

（3）溶液由蓝色变为无色，且半分钟不褪色

（4）$4I^-+O_2+4H^+=2I_2+2H_2O$

（5）$0.1(c1V2-c1V1)mol/L$

【解析】

【分析】将 $KMnO_4$ 和 K_2MnO_4 共存液 20mL 于烧杯中，加入过量 $Ba(OH)_2$ 溶液，$KMnO_4$ 不反应，$K_2MnO_4+Ba(OH)_2=2KOH+BaMnO_4\downarrow$，所以第I步的滤液为 $KMnO_4$、KOH、$Ba(OH)_2$，加入 KI 和浓硫酸，中和反应，$H^++OH^-=H_2O$，及$2MnO_4^-+I^-+16H^+=5I_2+Mn^{2+}+8H_2O$，用 $Na_2S_2O_3$ 滴定时，$2S_2O_3^{2-}+I_2=S_4O_6^{2-}+2I^-$，用淀粉作指示剂，观察到现象，溶液由蓝色变为无色，且半分钟不褪色则说明到达滴定终点，以此分析；

【小问 1 详解】

根据分析，灰绿色沉淀时 $BaMnO_4$，生成的另一种产物是 KOH；

故答案为：$BaMnO_4$；KOH；

【小问 2 详解】

根据分析，II中发生的反应，$H^++OH^-=H_2O$，$2MnO_4^-+I^-+16H^+=5I_2+Mn^{2+}+8H_2O$；

故答案为：$H^++OH^-=H_2O$；$2MnO_4^-+I^-+16H^+=5I_2+Mn^{2+}+8H_2O$；

【小问 3 详解】

根据分析，滴定终点现象，溶液由蓝色变为无色，且半分钟不褪色；

故答案为：溶液由蓝色变为无色，且半分钟不褪色；

【小问 4 详解】

在酸性条件下，碘离子易易发生氧化反应，$4I^- + O_2 + 4H^+ = 2I_2 + 2H_2O$；

故答案为：$4I^- + O_2 + 4H^+ = 2I_2 + 2H_2O$；

【小问 5 详解】

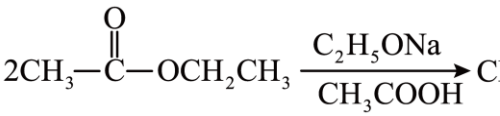
高锰酸钾与锰酸钾均与硫代硫酸钠反应，$8MnO_4^- + 5S_2O_3^{2-} + 14H^+ = 10SO_4^{2-} + 8Mn^{2+} + 7H_2O$，

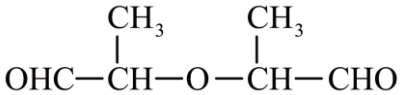
$2MnO_4^{2-} + S_2O_3^{2-} + 6H^+ = 2SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$，高锰酸钾和锰酸钾共消耗 $n\left(Na_2S_2O_3\right) = c1V2$，在第一份溶液中，高锰酸钾消耗的 $n\left(Na_2S_2O_3\right) = c1V1$，则锰酸钾消耗的 $n\left(Na_2S_2O_3\right) = c1V2 - c1V1$，根据反应式的关系，可知 $n\left(MnO_4^{2-}\right) = 2\left(c1V2 - c1V1\right)$，

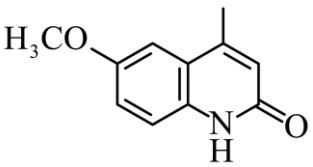
$c\left(MnO_4^{2-}\right) = \dfrac{n}{V} = \dfrac{2\left(c1V2 - c1V1\right) \times 10^{-3} mol}{20 \times 10^{-3} L} = 0.1\left(c1V2 - c1V1\right) mol / L$；

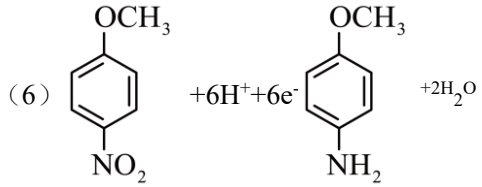
故答案为：$0.1\left(c1V2 - c1V1\right) mol / L$。

17. 【答案】（1）羧基　　（2）取代反应

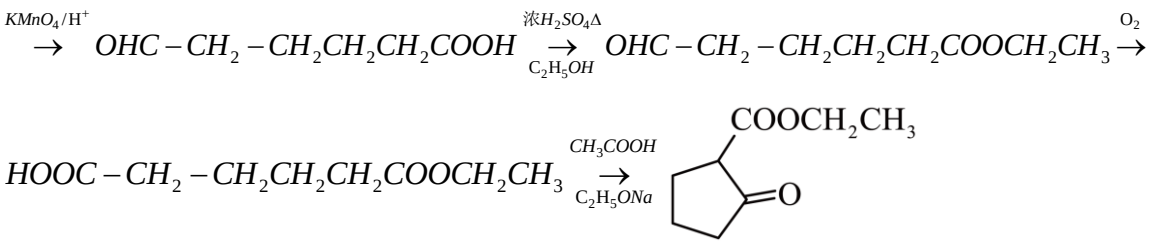
（3）

（4）

（5）

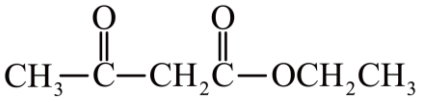
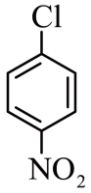
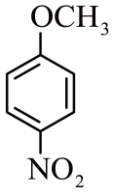
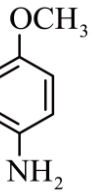
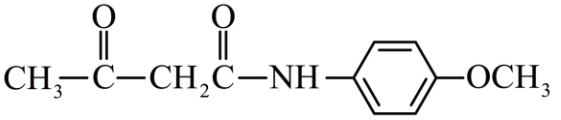
（6）

（　　7　　）



【解析】

【分析】A 与乙醇在浓硫酸加热条件下反应生成 B，结合 A 的分子式可知，A 为乙酸，B 为乙酸乙酯，根据

信息①可知，2 分子乙酸乙酯发生信息①中的反应生成 D 为 ，E 发生氯苯的硝化反应生成 F 为 ，F 与 CH_3OH 在氢氧化钠加热条件下反应生成 G 为 ，G 发生还原反应生成 H 为 ，H 和 D 发生信息②中的反应生成 J 为 ，J 反应生成 K。

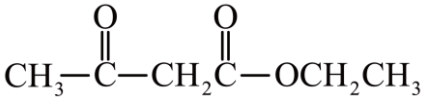
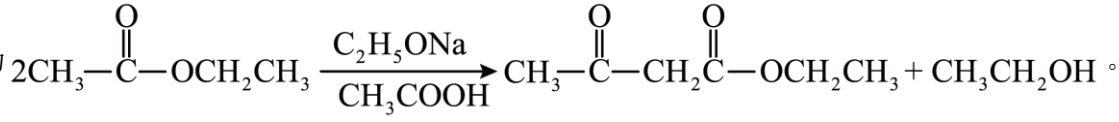
【小问 1 详解】

根据分析可知，A 为乙酸，A 中的官能团为羧基。

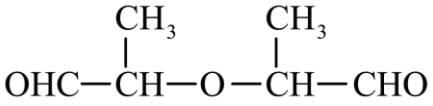
【小问 2 详解】

根据分析可知，E→F 为氯苯的硝化反应，反应类型为取代反应。

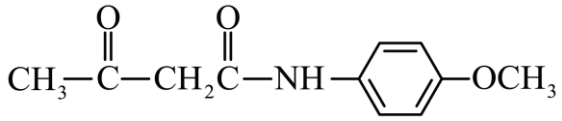
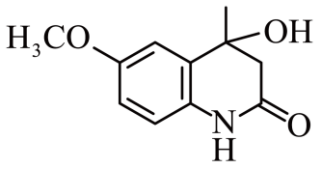
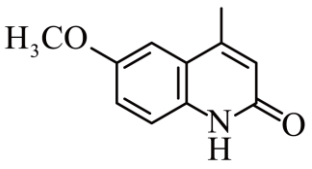
【小问 3 详解】

B→D 发生的是信息①中的反应，2 分子乙酸乙酯反应生成  和乙醇，化学方程式为 。

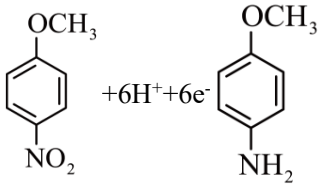
【小问 4 详解】

X 是 D 的同分异构体，1molX 能与足量银氨溶液反应生成 4molAg，说明 X 中含有 2 个醛基，X 中有 3 种不同化学环境的氢原子，峰面积比为 1：1：3，则 X 一定是对称结构，两个醛基中有两个氢原子，则 X 中一定有两个甲基，故 X 的结构简式为 。

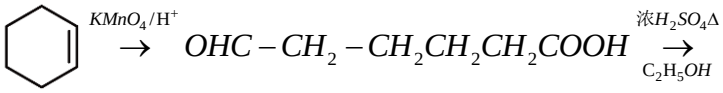
【小问 5 详解】

J 为 ，P 中有两个六元环，结合 K 的结构和 P 的分子式可知，P 为 ，P 发生消去反应生成 Q 为 。

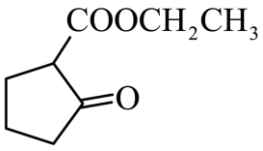
【小问 6 详解】

G→H 为还原反应，则其电极反应为 。

【小问 7 详解】

根据题干信息，环己烯与酸性高锰酸钾反应生成 OHC—CH_2—$CH_2CH_2CH_2COOH$，羧基与乙醇发生酯化反应生成 OHC—CH_2—$CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$，OHC—CH_2—$CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$ 中醛基氧化生成 HOOC—CH_2—$CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$，HOOC—CH_2—$CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$ 发生信息①的反应得到目标产物，合成路线为

$$OHC-CH_2-CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3 \xrightarrow{O_2} HOOC-CH_2-CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3 \xrightarrow[C_2H_5ONa]{CH_3COOH}$$



18. 【答案】（1）过滤　　（2）吸附少量有色有机物

（3）氧化性　　（4）当温度高于 50℃时，过氧化氢分解，从而导致脱色率下降

（5）　①. CuS　②. CuS　③. $Mn^{2+}+2NH_3\cdot H_2O+H_2O_2=MnO(OH)_2\downarrow+2NH_4^+ +H_2O$

（6）除去溶液中过量的 H_2O_2，防止其氧化后续加入的硫化铵

（7）蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，同时加入 HCl 防止镁离子水解

【解析】

【分析】水氯镁石加水溶解，操作 1 为过滤除去其中　少量不溶物得到氯化镁溶液，氯化镁溶液中加入活性炭吸附少量有色有机物，加入过量过氧化氢氧化亚铁离子为铁离子得到脱色后的氯化镁饱和溶液。脱色后的氯化镁溶液中加入氨水将铁离子、铜离子、锰离子转化为氢氧化物沉淀，其中氢氧化锰先被氧化生成 $MnO(OH)_2$，$MnO(OH)_2$ 进一步分解生成二氧化锰，最后加入硫化铵生成硫化铅沉淀同时氢氧化铜沉淀会转化成更难溶的硫化铜沉淀，得到氯化镁精制溶液，氯化镁精制溶液经蒸发浓缩冷却结晶得到球状氯化镁融雪剂。

【小问 1 详解】

根据分析可知，操作 1 名称为过滤。

【小问 2 详解】

活性炭具有吸附能力，其作用为吸附少量有色有机物。

【小问 3 详解】

部分有机物与 H_2O_2 反应脱氢，发生了氧化反应，在该反应中，过氧化氢表现出氧化性。

【小问 4 详解】

从第三小问可知，部分有机物被过氧化氢氧化从而脱色，当温度高于 50℃时，过氧化氢分解，从而导致脱

色率下降。

【小问 5 详解】

①根据分析可知，过滤得到的滤渣中除了氢氧化铁、二氧化锰还含有硫化铜。

②锰离子先与过氧化氢、一水合氨反应生成 $MnO(OH)_2$，$MnO(OH)_2$ 分解生成二氧化锰，离子方程式为 $Mn^{2+}+2NH_3\cdot H_2O+H_2O_2=MnO(OH)_2\downarrow+2NH_4^+ +H_2O$。

【小问 6 详解】

将温度升高到 90℃目的是除去溶液中过量的 H_2O_2，防止其氧化后续加入的硫化铵。

【小问 7 详解】

氯化镁精制溶液经过蒸发浓缩，冷却结晶，过滤，造粒得到球状氯化镁融雪剂，同时加入 HCl 防止镁离子水解。

19. 【答案】（1）$Cu+4HNO_3(浓)=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$

（2）相同气体流速下，溶液变　蓝色所用时间不同

（3）$Cu+2H^++2HNO_2=Cu^{2+}+2NO\uparrow+2H_2O$

（4）$1CO(NH_2)_2+2HNO_2=2N_2\uparrow+CO_2\uparrow+3H_2O$

（5）溶液为为鲜草绿色

（6）　①. 还原　②. 氧化

（7）1-2 中，空气中的氧气将产生的 HNO_2 氧化，因此鲜草绿色较快消失

【解析】

【分析】利用铜与浓硝酸反应生成的产物进行探究，通过对比实验，利用硝酸、蒸馏水、双氧水、尿素等设计不同介质条件下铜与之反应的现象进行分析，探究 HNO_2 具有还原性、氧化性，与其核心元素化合价密切相关的原理。

【小问 1 详解】

铜片与浓硝酸反应生成硝酸铜、二氧化氮和水，反应的化学方程式为 $Cu+4HNO_3(浓)=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$；

【小问 2 详解】

相同气体流速下，溶液变为蓝色所用时间不同，所以不仅仅是因为气体溶解后，溶液颜色和气体颜色叠加形成鲜草绿色，乙同学根据以上 2 个实验现象证明甲同学猜想不成立；

【小问 3 详解】

已知：总反应为 $Cu+4HNO_3(浓)=Cu(NO_3)_2+NO_2\uparrow+2H_2O$；

第一步：$4NO_2+2H_2O\rightleftharpoons 2HNO_2+2H^++2NO_3^-$；

第三步：$2NO+4H^++4NO_3^-\rightleftharpoons 6NO_2+2H_2O$；

将总反应减去第一步反应和第三步反应得到第二步反应：$Cu+2H^++2HNO_2=Cu^{2+}+2NO\uparrow+2H_2O$；

【小问 4 详解】

根据描述可知，HNO_2参与反应，反应生成氮气，HNO_2中氮元素化合价降低 3，$CO(NH_2)_2$中氮元素化合价升高 3，最小公倍数为 3，结合氧化还原反应及质量守恒配平得反应

$1CO\left(NH_2\right)_2+2HNO_2=2N_2\uparrow+CO_2\uparrow+3H_2O$；

【小问 5 详解】

向一支试管内加入 5 滴稀H_2SO_4，加入$NaNO_2$溶液振荡后产生HNO_2，再滴加$CuSO_4$溶液，现象是溶液为为鲜草绿色；

【小问 6 详解】

实验 2-3 和实验 2-4 分别是过氧化氢将HNO_2氧化和尿素将HNO_2还原，证明了HNO_2具有还原性、氧化性，这与其核心元素化合价密切相关；

【小问 7 详解】

实验 1-1 和 1-2 的现象差异是因为 1-2 中，空气中的氧气将产生的HNO_2氧化，因此鲜草绿色较快消失。