化学试卷

注意事项：

1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上，并将自己的姓名、准考证号、座位号填写在本试卷上。

2.回答选择题时，选出每小题答案后，用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。涂写在本试卷上无效。

3.作答非选择题时，将答案书写在答题卡上，书写在本试卷上无效。

4.考试结束后：将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量： H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 Co 59 Ag 108

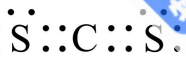
一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

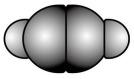
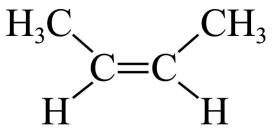
1．“国之重器”是我国科技综合实力的结晶。下述材料属于金属材料的是

A．“C919”大飞机用的氮化硅涂层　　B．“梦想”号钻探船钻头用的合金

C．“望宇”登月服用的聚酰亚胺隔热层　　D．“雪龙 2”号破冰船制淡水用的反渗透膜

2．下列化学用语或图示表达正确的是

A．CS_2 的电子式为  　　B．基态 Be 原子的价电子排布式为 $2s^22p^2$

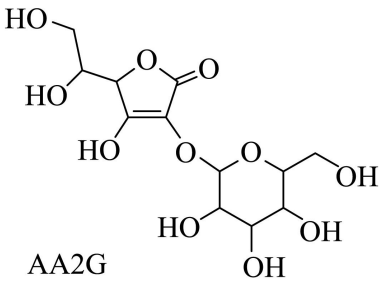
C．C_2H_2 的球棍模型为  　　D．反-2-丁烯的结构简式为 

3．下列有关物质性质与用途对应关系错误的是

A．单晶硅熔点高，可用于制造芯片　　B．金属铝具有还原性，可用于冶炼金属

C．浓硫酸具有吸水性，可用作干燥剂　　D．乙炔燃烧火焰温度高，可用于切割金属

4．抗坏血酸葡萄糖苷(AA2G)具有抗氧化功能。下列关于 AA2G 的说法正确的是

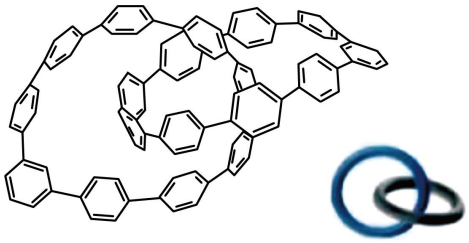


AA2G

A．不能使溴水褪色　　B．能与乙酸发生酯化反应

C．不能与 NaOH 溶液反应　　D．含有 3 个手性碳原子

5．“机械键”是两个或多个分子在空间上穿插互锁的一种结合形式。我国科研人员合成了由两个全苯基大环分子组成的具有“机械键”的索烃，结构如图，下列说法错误的是



索烃及其示意图

A．该索烃属于芳香烃　　B．该索烃的相对分子质量可用质谱仪测定

C．该索烃的两个大环之间不存在范德华力　　D．破坏该索烃中的“机械键”需要断裂共价键

6．下列对物质性质的解释错误的是

选项	物质性质	解释
A	氯化钠熔点高于氯化铯	氯化钠离子键强于氯化铯
B	碘易溶于四氯化碳	碘和四氯化碳都是非极性分子
C	草酸氢钠溶液显酸性	草酸氢根离子水解程度大于电离程度
D	离子液体导电性良好	离子液体中有可移动的阴、阳离子

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

7．下列有关反应方程式错误的是

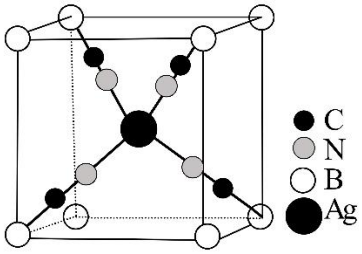
A．泡沫灭火器反应原理：$6NaHCO_3+Al_2(SO_4)_3=3Na_2SO_4+2Al(OH)_3\downarrow+6CO_2\uparrow$

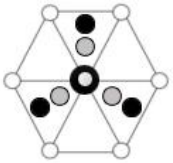
B．用金属钠除去甲苯中的微量水：$2Na+2H_2O=2NaOH+H_2\uparrow$

C．用 NaOH 溶液吸收尾气中的 NO_2：$2NO_2+2OH^-=NO_3^-+NO_2^-+H_2O$

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

8．一种负热膨胀材料的立方晶胞结构如图，晶胞密度为$dg\cdot cm^{-3}$，阿伏加德罗常数的值为N_A，下列说法错误的是



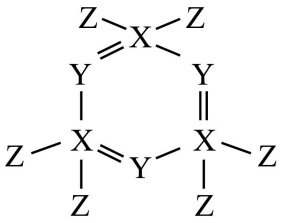
A．沿晶胞体对角线方向的投影图为 

B．Ag 和 B 均为sp^3杂化

C．晶体中与 Ag 最近且距离相等的 Ag 有 6 个

D．Ag 和 B 的最短距离为$\frac{\sqrt{3}}{2}\times\sqrt[3]{\frac{223}{N_A d}}\times10^{10}pm$

9．一种高聚物$(XYZ)_n$被称为“无机橡胶”，可由如图所示的环状三聚体制备。X、Y 和 Z 都是短周期元素，X、Y 价电子数相等，X、Z 电子层数相同，基态 Y 的 2p 轨道半充满，Z 的最外层只有 1 个未成对电子，下列说法正确的是

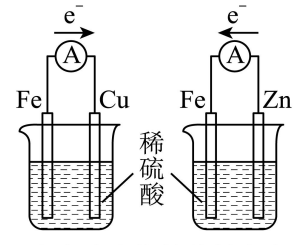
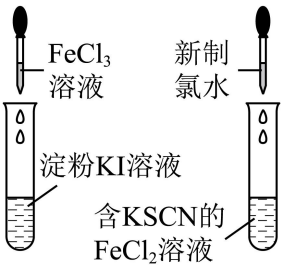
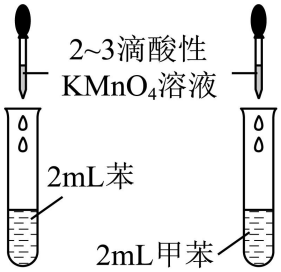
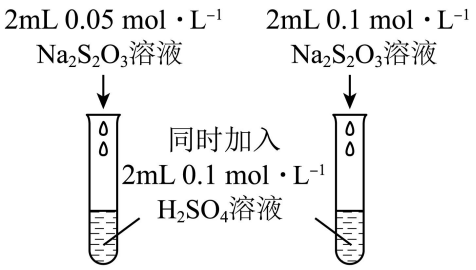


A．X、Z 的第一电离能：X>Z　　B．X、Y 的简单氢化物的键角：X > Y

C．最高价含氧酸的酸性：Z>X>Y　　D．X、Y、Z 均能形成多种氧化物

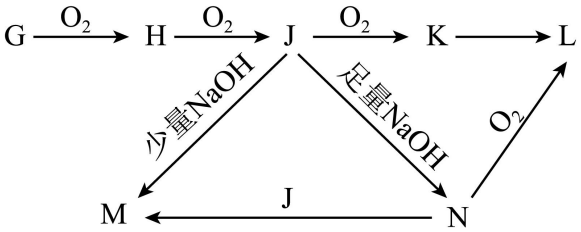
10．下列实验方案不能得出相应结论的是

A	B

 观察电流表指针偏转方向	 观察溶液颜色变化
结论：金属活动性顺序为Zn>Fe>Cu	结论：氧化性顺序为$Cl_2>Fe^{3+}>I_2$
C	D
 观察溶液颜色变化	 观察出现浑浊所用时间
结论：甲基使苯环活化	结论：增大反应物浓度，该反应速率加快

A．A　　B．B　　C．C　　D．D

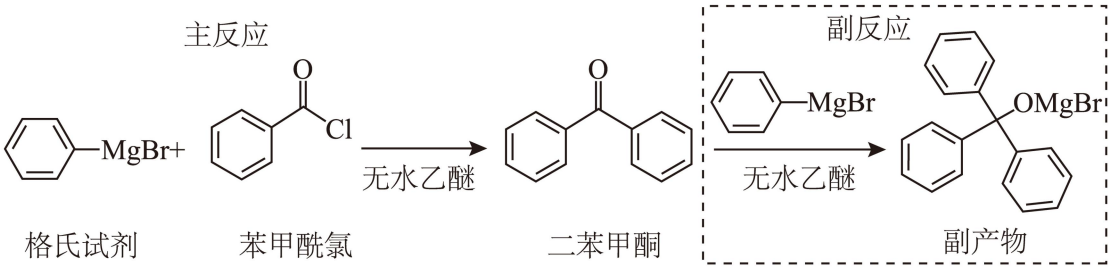
11．某元素的单质及其化合物的转化关系如图。常温常压下 G、J 均为无色气体，J 具有漂白性。阿伏加德罗常数的值为N_A。下列说法错误的是

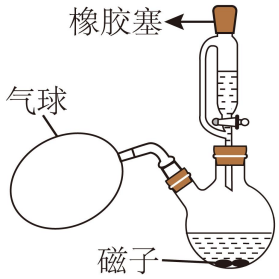


A．G、K 均能与 NaOH 溶液反应　　B．H、N 既具有氧化性也具有还原性

C．M 和 N 溶液中的离子种类相同　　D．1molG 与足量的 J 反应，转移电子数为N_A

12．格氏试剂性质活泼，可与空气中的H_2O和O_2等反应。某兴趣小组搭建了图示无水无氧装置(部分装置略)，以乙醚(沸点34.5℃)为溶剂，利用下述反应高产率地制备二苯甲酮。





下列说法错误的是

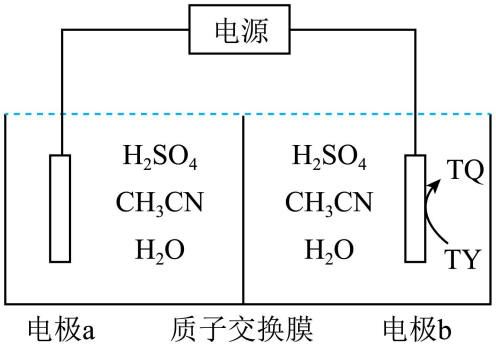
A．气球中填充保护气，并起缓冲压力的作用

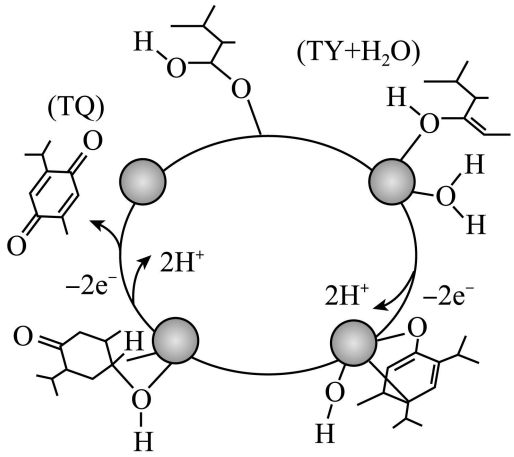
B．烧瓶中液体是格氏试剂的乙醚溶液

C．图中的漏斗不能用球形分液漏斗代替

D．产率高表明苯甲酰氯比二苯甲酮更易与格氏试剂反应

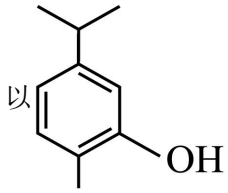
13．我国科研人员采用图示的电解池，由百里酚(TY)合成了百里醌(TQ)。电极 b 表面的主要反应历程见图(灰球表示电极表面催化剂)，下列说法错误的是

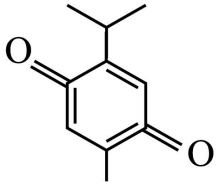




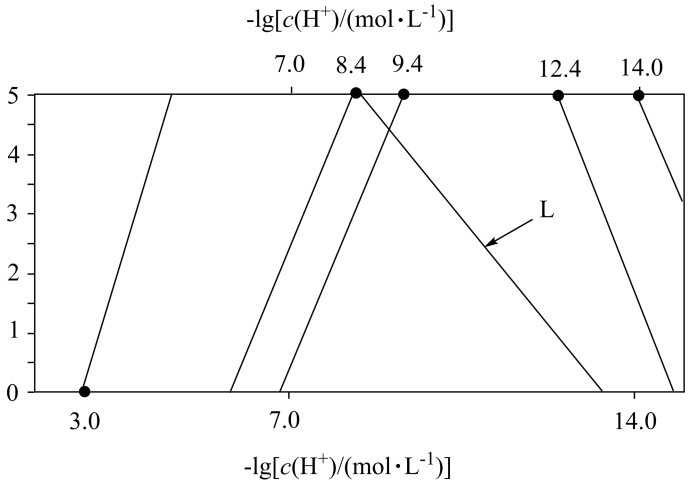
A．电解时，H^+从右室向左室移动

B．电解总反应：$TY+H_2O \overset{电解}{=\!=} TQ+2H_2\uparrow$

C．以  为原料，也可得到 TQ

D．用 ^{18}O 标记电解液中的水，可得到 

14．常温下，溶液中 Al^{3+}、Zn^{2+}、Cd^{2+} 以氢氧化物形式沉淀时，$-\lg\left[c(X)/\left(mol\cdot L^{-1}\right)\right]$ 与 $-\lg\left[c\left(H^{+}\right)/\left(mol\cdot L^{-1}\right)\right]$ 的关系如图[其中 X 代表 Al^{3+}、Zn^{2+}、Cd^{2+}、$Al(OH)_4^-$、$Zn(OH)_4^{2-}$ 或 $Cd(OH)_4^{2-}$]。已知：$K_{sp}\left[Zn(OH)_2\right]<K_{sp}\left[Cd(OH)_2\right]$，$Zn(OH)_2$ 比 $Cd(OH)_2$ 更易与碱反应，形成 $M(OH)_4^{2-}$；溶液中 $c(X)\le 10^{-5}mol\cdot L^{-1}$ 时，X 可忽略不计。



下列说法错误的是

A．L 为 $-\lg c\left[Al(OH)_4^-\right]$ 与 $-\lg c\left(H^{+}\right)$ 的关系曲线

B．$Zn^{2+}+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$ 的平衡常数为 $10^{11.2}$

C．调节 NaOH 溶液浓度，通过碱浸可完全分离 $Cd(OH)_2$ 和 $Al(OH)_3$

D．调节溶液 pH 为 4.7~6.4，可将浓度均为 $0.1mol\cdot L^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} 完全分离

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

15．某实验室制备糖精钴 $\left[Co(Sac)_2\left(H_2O\right)_4\right]\cdot xH_2O$，并测定其结晶水含量。

已知：Sac^- 表示糖精根离子，其摩尔质量为 $182g\cdot mol^{-1}$，糖精钴的溶解度在热水中较大，在

冷水中较小；丙酮沸点为56°C，与水互溶。

$CoCl_2 \cdot 6H_2O+2NaSac \cdot 2H_2O=\left[Co(Sac)_2\left(H_2O\right)_4\right] \cdot xH_2O+(6-x)H_2O+2NaCl$

(一)制备

I．称取1.0g $CoCl_2 \cdot 6H_2O$，加入18mL蒸馏水，搅拌溶解，得溶液1。

II．称取2.6g(稍过量)糖精钠($NaSac \cdot 2H_2O$)，加入10mL蒸馏水，加热搅拌，得溶液2。

III．将溶液2加入到接近沸腾的溶液1中，反应3分钟后停止加热，静置，冷却结晶。

IV．过滤，依次用三种不同试剂洗涤晶体，晾干得产品。

回答下列问题：

(1)I和II中除烧杯外，还需用到的玻璃仪器有_____、_____(写出两种)

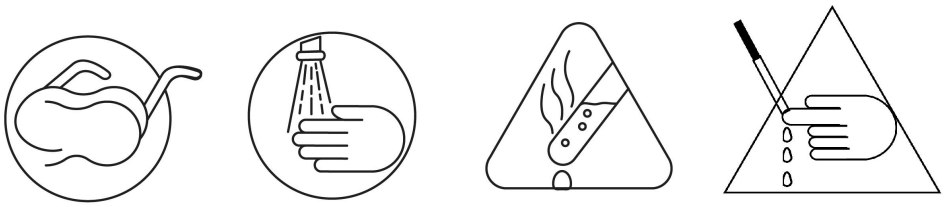
(2)III中静置过程有少量晶体出现时，可将烧杯置于_____中，以使大量晶体析出。

(3)IV中用①丙酮、②冷水、③冷的1% NaSac溶液洗涤晶体，正确顺序为_____。

A．①③②　　B．③②①　　C．②①③

(4)IV中为了确认氯离子已经洗净，取水洗时的最后一次滤液于试管中，_____(将实验操作、现象和结论补充完整)。

(5)与本实验安全注意事项有关的图标有_____。



护目镜　　洗手　　热烫　　锐器

A　　B　　C　　D

(二)结晶水含量测定

EDTA和Co^{2+}形成1:1配合物。准确称取m g糖精钴产品于锥形瓶中，加蒸馏水，加热溶解，再加入缓冲溶液和指示剂，在50~60°C下，用c $mol \cdot L^{-1}$的EDTA标准溶液滴定。

(6)下列操作的正确顺序为_____(用字母排序)。

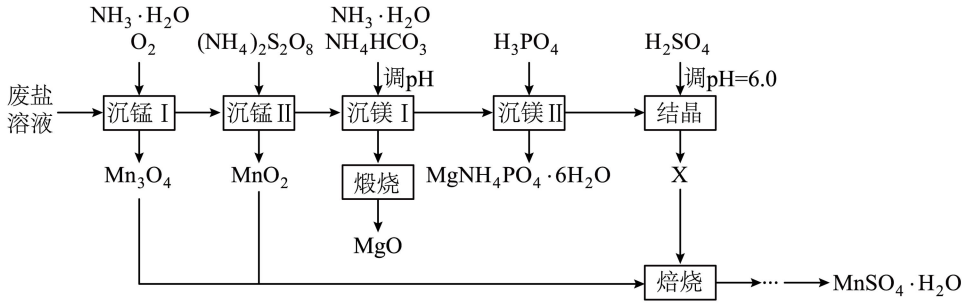
a．用标准溶液润洗滴定管　　b．加入标准溶液至“0”刻度以上2～3mL处

c．检查滴定管是否漏水并清洗　d．赶出气泡，调节液面，准确记录读数

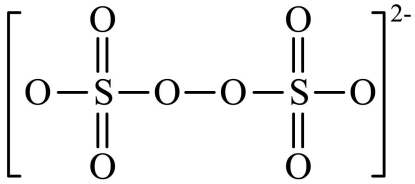
(7)滴定终点时消耗标准溶液V mL，则产品$\left[Co(Sac)_2\left(H_2O\right)_4\right] \cdot xH_2O$中x的测定值为_____

(用含 m、c、V 的代数式表示)；若滴定前滴定管尖嘴处无气泡，滴定后有气泡，会导致 x 的测定值_____(填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

16. 一种综合回收电解锰工业废盐(主要成分为Mn^{2+}、Mg^{2+}、NH_4^+的硫酸盐)的工艺流程如下。



已知：①常温下$K_{sp}\left(MgCO_3\right)=10^{-5.17}$，$K_{sp}\left[Mg(OH)_2\right]=10^{-11.25}$，$K_{sp}\left[Mn(OH)_2\right]=10^{-12.72}$；

②$S_2O_8^{2-}$结构式为  。

回答下列问题：

(1)制备废盐溶液时，为加快废盐溶解，可采取的措施有_____、_____。(写出两种)

(2)“沉锰 I”中，写出形成的$Mn(OH)_2$被氧化成Mn_3O_4的化学方程式_____。当$Mg^{2+}\left(c=10^{-0.68}mol\cdot L^{-1}\right)$将要开始沉淀时，溶液中剩余$Mn^{2+}$浓度为_____$mol\cdot L^{-1}$。

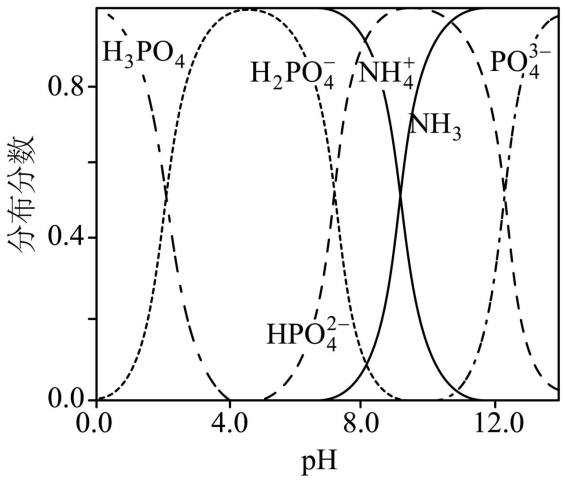
(3)“沉锰II”中，过量的$\left(NH_4\right)_2S_2O_8$经加热水解去除，最终产物是$NH_4HSO_4$和_____(填化学式)。

(4)“沉镁 I”中，当 pH 为 8.0~10.2 时，生成碱式碳酸镁$\left[xMgCO_3\cdot yMg(OH)_2\cdot zH_2O\right]$，煅烧得到疏松的轻质 MgO。pH 过大时，不能得到轻质 MgO 的原因是_____。

(5)“沉镁II”中，加H_3PO_4至 pH=8.0 时，Mg^{2+}沉淀完全；若加至 pH=4.0 时沉淀完全溶解，据图分析，写出沉淀溶解的离子方程式_____。

(6)“结晶”中，产物 X 的化学式为_____。

(7)“焙烧”中，Mn 元素发生了_____(填“氧化”或“还原”)反应。



17．$MgCO_3/MgO$循环在CO_2捕获及转化等方面具有重要应用。科研人员设计了利用$MgCO_3$与H_2反应生成CH_4的路线，主要反应如下：

I．$MgCO_3(s)=MgO(s)+CO_2(g)\quad \Delta H_1=+101kJ\cdot mol^{-1}$

II．$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)\quad \Delta H_2=-166kJ\cdot mol^{-1}$

III．$CO_2(g)+H_2(g)=H_2O(g)+CO(g)\quad \Delta H_3=+41\ kJ\cdot mol^{-1}$

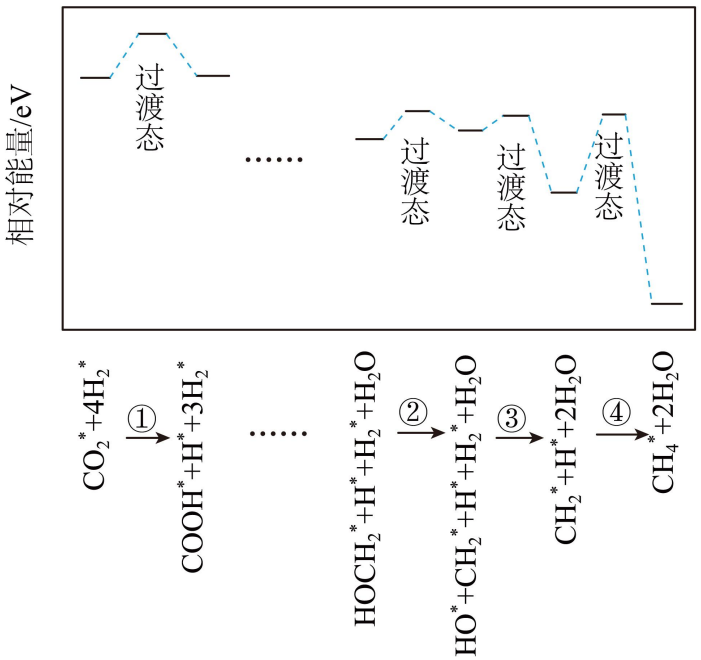
回答下列问题，

(1)计算$MgCO_3(s)+4H_2(g)=MgO(s)+2H_2O(g)+CH_4(g)\quad \Delta H_4=$_____$kJ\cdot mol^{-1}$。

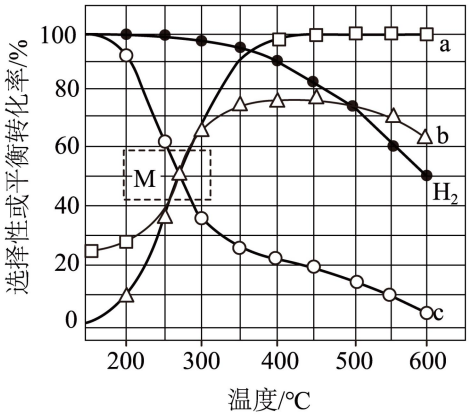
(2)提高CH_4平衡产率的条件是_____。

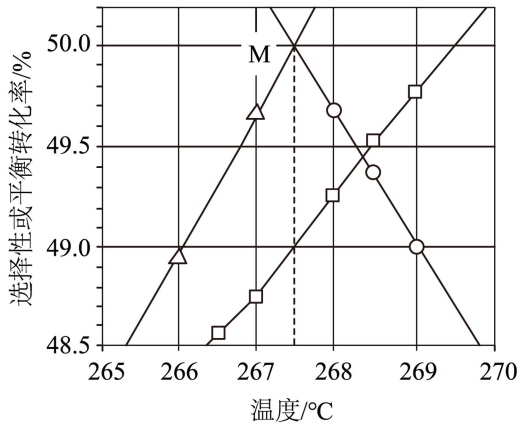
A．高温高压　　B．低温高压　　C．高温低压　　D．低温低压

(3)高温下$MgCO_3$分解产生的MgO催化CO_2与H_2反应生成CH_4，部分历程如图，其中吸附在催化剂表面的物种用*标注，所示步骤中最慢的基元反应是_____(填序号)，生成水的基元反应方程式为_____。



(4)100kPa 下，在密闭容器中 $H_2(g)$ 和 $MgCO_3(s)$ 各1mol 发生反应。反应物(H_2 、 $MgCO_3$)的平衡转化率和生成物(CH_4 、 CO_2)的选择性随温度变化关系如下图(反应 III 在 360℃ 以下不考虑)。





图为左图内点M附近区域放大图

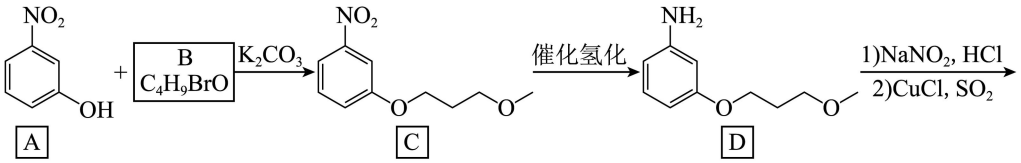
注：含碳生成物选择性 $=\dfrac{\text{含碳生成物的物质的量}}{MgCO_3\text{转化的物质的量}}\times 100\%$

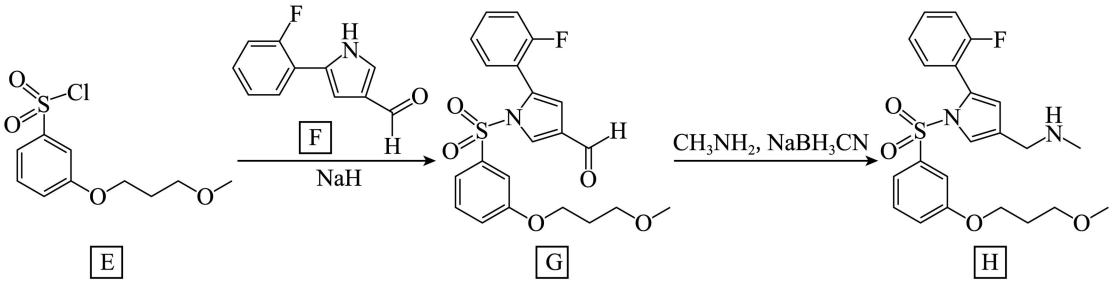
①表示 CH_4 选择性的曲线是_____(填字母)。

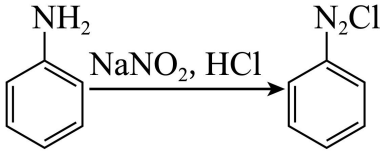
②点 M 温度下，反应II的 K_p=_____ $(kPa)^{-2}$ (列出计算式即可)。

③在 550℃ 下达到平衡时， n(CO)=_____ mol 。 500～600℃ ，随温度升高 H_2 平衡转化率下降的原因可能是_____。

18．我国某公司研发的治疗消化系统疾病的新药凯普拉生(化合物 H)，合成路线如下(部分试剂、反应条件省略)。





已知： 

回答下列问题：

(1)A 中官能团的名称是_____。

(2)B 的结构简式为_____。

(3)由 C 转变为 D 的反应类型是_____

(4)同时满足下列条件的 B 的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)。

①含有两个甲基；②与钠反应产生氢气。

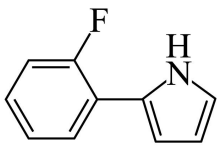
(5)由 D 转变为 E 的过程中经历了两步反应，第一步反应的化学方程式是：_____(要求配平)。

(6)下列关于 F 说法正确的有_____。

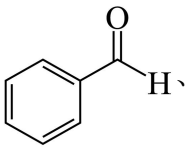
A．F 能发生银镜反应

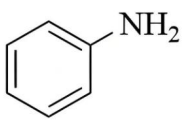
B．F 不可能存在分子内氢键

C．以上路线中 E+F→G 的反应产生了氢气

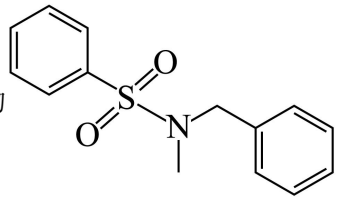
D．已知醛基吸引电子能力较强，与 

相比 F 的 N-H 键极性更小

(7)结合合成 H 的相关信息，以 

、 

和含一个碳原子的有机物(无

机试剂任选)为原料，设计化合物  的合成路线_____。

1．B

【详解】A．氮化硅涂层属于新型陶瓷材料，属于无机非金属材料，A 不符合题意；

B．合金是金属与其他元素熔合而成的材料，属于金属材料，B 符合题意；

C．聚酰亚胺是高分子有机材料，不属于金属材料，C 不符合题意；

D．反渗透膜通常由高分子聚合物制成，属于有机材料，D 不符合题意；

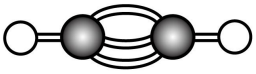
故选 B。

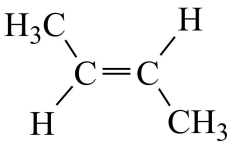
2．A

【详解】

A．CS_2 与 CO_2 结构类似，电子式为 ，A 正确；

B．Be 是 4 号元素，基态 Be 原子的价电子排布式为 $2s^2$，B 错误；

C．乙炔的球棍模型为  ，图中表示乙炔的空间填充模型，C 错误；

D．反-2-丁烯的分子中，两个甲基位于双键的不同侧，结构简式是  ，D 错误；

故选 A。

3．A

【详解】A．单晶硅用于制造芯片主要因其半导体性质，而非熔点高，熔点高与用途无直接关联，A 错误；

B．金属铝还原性强，可通过铝热反应冶炼金属（如 Fe、Mn 等），B 正确；

C．浓硫酸吸水性使其可干燥中性/酸性气体（如 H_2、CO_2），C 正确；

D．乙炔燃烧产生高温氧炔焰（约 3000℃），可熔化金属进行切割，D 正确；

故选 A。

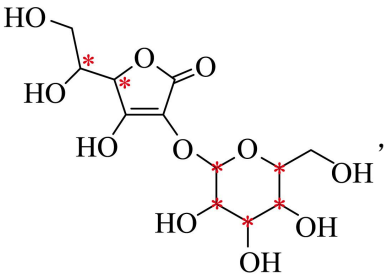
4．B

【详解】A．由物质的结构可知，该物质含有碳碳双键，能和溴水发生加成反应而褪色，A 错误；

B．由物质的结构可知，该物质含有羟基，能和乙酸在浓硫酸催化下，发生酯化反应，B 正确；

C．该物质中含有一个酯基，能与 NaOH 溶液反应，C 错误；

D．手性碳原子为连接 4 个不同基团的碳原子，该物质中含有 7 个手性碳，



，D 错误；

故选 B。

5．C

【详解】A．该物质是由两个全苯基大环分子组成的具有“机械键”的索烃，含有苯环，属于芳香烃，A 正确；

B．质谱仪可测定相对分子质量，质谱图上最大质荷比即为相对分子质量，B 正确；

C．该物质为分子晶体，分子间存在范德华力，C 错误；

D．该物质含有共价键，破坏 “机械键”时需要断裂共价键，D 正确；

故选 C。

6．C

【详解】A．氯化钠中的钠离子半径（Na^+）比氯化铯中的铯离子半径（Cs^+）小，离子键强度更大，因此熔点更高，解释正确，A 正确；

B．碘和四氯化碳均为非极性分子，符合“相似相溶”原理，解释正确，B 正确；

C．草酸氢钠溶液显酸性是因为草酸氢根（$HC_2O_4^{2-}$）的电离程度（释放 H^+）大于水解程度（生成 OH^-），解释错误，C 错误；

D．离子液体的导电性源于其内部可自由移动的阴、阳离子，解释正确，D 正确；

故选 C。

7．D

【详解】A．泡沫灭火器中 Al^{3+}与 HCO_3^-发生双水解，生成 $Al(OH)_3$和 CO_2，方程式配平正确，A 正确；

B．金属钠优先与水反应生成 NaOH 和 H_2，甲苯不参与反应，方程式正确，B 正确；

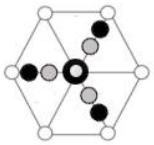
C．NO_2与 NaOH 反应生成 NO_3^-和 NO_2^-，方程式配平及产物均正确，C 正确；

D．石灰乳（$Ca(OH)_2$悬浊液）不能拆为 OH^-，正确反应应为 $2Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$，D 错误；

故选 D。

8．A

【详解】

A．由晶胞图可知，晶胞中 Ag 位于体心，B 位于顶点，C、N 位于体对角线上，沿晶胞体对角线方向投影，体对角线上的原子投影到中心(重叠)，其余 6 个顶点原子分别投影到六元环的顶点上，其他体内的 C、N 原子抽影响到对应顶点原子投影与体心的连线上，则投影图为  ，A 错误；

B．Ag 位于体心，与周围 4 个 N 原子原键，价层电子对数为 4，且与 4 个 N 原子形成正四面体，则 Ag 为sp^3杂化；由晶胞中成键情况知，共用顶点 B 原子的 8 个晶胞中，有 4 个晶胞中存在 1 个 C 原子与该 B 原子成键，即 B 原子的价层电子对数为 4，为sp^3杂化，B 正确；

C．晶胞中 Ag 位于体心，与 Ag 最近且距离相等的 Ag 就是该晶胞上、下、左、右、前、后 6 个相邻的晶胞体心中的 Ag 原子，为 6 个，C 正确；

D．B 位于顶点，其个数为$8\times\frac{1}{8}=1$，Ag、C、N 均位于晶胞内，个数分别为 1、4、4，由晶胞密度可知晶胞参数 $a=\sqrt[3]{\frac{108+11+12\times4+14\times4}{N_Ad}}\times10^{10}pm$，Ag 和 B 的最短距离为体对角线的一半，即$\frac{\sqrt{3}}{2}\times\sqrt[3]{\frac{223}{N_Ad}}\times10^{10}pm$，D 正确；

故选 A。

9．D

【分析】X、Y 价电子数相等，X、Y 属于同一主族，且 X 形成 5 个键，Y 形成 3 个键，基态 Y 的 2p 轨道半充满，则 X 为 P 元素，Y 为 N 元素，X、Z 电子层数相同， Z 的最外层只有 1 个未成对电子，Z 形成 1 个键，Z 为 Cl 元素，以此分析。

【详解】A．第一电离能同周期从左到右有增大趋势，第一电离能：Cl>P，A 错误；

B．X、Y 的简单氢化物分别为：PH_3 和 NH_3，电负性：N>P，共用电子对距 N 近，成键电子对斥力 N-H 大于 P-H，键角：$NH_3>PH_3$，B 错误；

C．元素的非金属性越强，其最高价含氧酸酸性越强，非金属性：Cl>N>P，酸性：$HClO_4>HNO_3>H_3PO_4$，C 错误；

D．P、N、Cl 均能形成多种氧化物，D 正确；

答案选 D。

10．C

【详解】A．Fe、Cu、稀硫酸原电池中，电子由活泼金属 Fe 流向 Cu，Fe、Zn、硫酸原电池中，电子有 Zn 流向 Fe，活泼性：Zn>Fe>Cu，A 正确；

B．$FeCl_3$ 与淀粉 KI 溶液反应，溶液变蓝色，则氧化性：$Fe^{3+}>I_2$，新制氯水加入含 KSCN 的 $FeCl_2$ 溶液中，溶液变红色，生成了 Fe^{3+}，则氧化性：$Cl_2>Fe^{3+}$，故氧化性：$Cl_2>Fe^{3+}>I_2$，B 正确；

C．酸性高锰酸钾分别滴入苯和甲苯中，甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色，说明了苯环使甲基活化，C 错误；

D．不同浓度的 $Na_2S_2O_3$ 与相同浓度的稀硫酸反应，浓度大的 $Na_2S_2O_3$ 先出现浑浊，说明增大反应物浓度，反应速率加快，D 正确；

答案选 C。

11．D

【分析】

根据转化关系：$G \xrightarrow{O_2} H \xrightarrow{O_2} J \xrightarrow{O_2} K \longrightarrow L$，常温常压下 G、J 均为无色气体，J 具有漂白性，J 为 SO_2，K 为 SO_3，G 为 H_2S，H 为 S，M 为 $NaHSO_3$，N 为 Na_2SO_3，L 为 Na_2SO_4。

【详解】A．H_2S 和 SO_3 均能与 NaOH 溶液反应，A 正确；

B．S 和 Na_2SO_3 中 S 的化合价处于 S 的中间价态，既具有氧化性又有还原性，B 正确；

C．M 为 $NaHSO_3$，N 为 Na_2SO_3，二者的溶液中离子种类相同，C 正确；

D．1mol H_2S 和足量的 SO_2 反应生成 S 单质和水，$2H_2S+SO_2=3S\downarrow+2H_2O$，1mol H_2S 参加反应，转移 2mol 电子，转移 $2N_A$ 个电子，D 错误；

答案选 D。

12．B

【详解】A．当气球被充入气体时，气体在气球内产生了一定的压力，这将均匀地作用在气球内外的表面上，使得外壳可以均匀分担气体的压力，故 A 正确；

B．格氏试剂性质活泼，为避免反应过于剧烈，烧瓶中应加入苯甲酰氯，格氏试剂通过滴液漏斗缓慢滴加，故 B 错误；

C．反应体系为无水、无氧的密封装置，需要用图中的漏斗保持体系能压强不变，保证液体顺利滴下，而不能用分液漏斗，故 C 正确；

D．苯甲酰氯比二苯甲酮与格氏试剂反应速率快，导致苯甲酰氯与与格氏试剂产率高，故 D 正确；

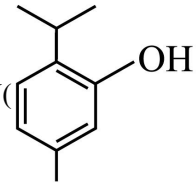
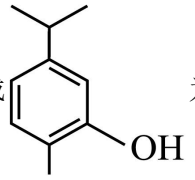
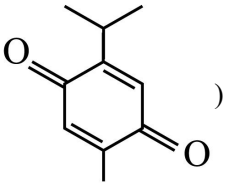
故答案为 B。

13．D

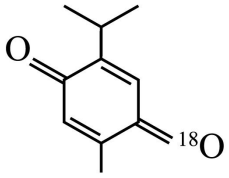
【分析】电极 b 发生 TY→TQ，发生加氧去氢的反应，发生氧化反应，b 为阳极，a 为阴极，阴极上氢离子得电子生成 H_2，以此解题。

【详解】A．电解时阳离子向阴极移动，H^+从右室向左室移动，A 正确；

B．根据转化关系图可知，电极 b 中 TY 是反应物，TQ 是生成物，电极 a 中水是反应物，H_2为生成物，总反应方程式为：$TY+H_2O\overset{电解}{=\!=\!=}TQ+2H_2\uparrow$，B 正确；

C．将 TY()换成  为原料，仍然能够得到 TQ()，C 正确；

D．根据右图可知，用 ^{18}O 标记电解液中的水，可得到的 ^{18}O 在环上甲基的邻位上

 ，D 错误；

答案选 D。

14．B

【分析】Zn^{2+}和Cd^{2+}沉淀形成$Zn(OH)_2$和$Cd(OH)_2$，Al^{3+}沉淀形成$Al(OH)_3$，则Zn^{2+}和Cd^{2+}的曲线平行，根据$K_{sp}[Zn(OH)_2]<K_{sp}[Cd(OH)_2]$，$Zn(OH)_2$比$Cd(OH)_2$更易与碱反应，因此$Zn(OH)_4^{2-}$生成的 pH 低于$Cd(OH)_4^{2-}$，故从左到右曲线依次为：$Al^{3+}$、$Zn^{2+}$、$Cd^{2+}$、$Al(OH)_4^-$、$Zn(OH)_4^{2-}$或$Cd(OH)_4^{2-}$。如图可知：$Al^{3+}+3OH^-=Al(OH)_3$的平衡常数为$K_{sp}[Al(OH)_3]=c[Al^{3+}]\cdot c^3[OH^-]=10^{-0}\times[10^{-(14-3)}]^3=10^{-0-3\times11}=10^{-33}$，$Zn^{2+}+2OH^-=Zn(OH)_2$

的平衡常数为$K_{sp}[Zn(OH)_2]=c[Zn^{2+}]\cdot c^2[OH^-]=10^{-5}\times[10^{-(14-8.4)}]^2=10^{-5-2\times5.6}=10^{-16.2}$，

$Cd^{2+}+2OH^-=Cd(OH)_2$的平衡常数为

$K_{sp}[Cd(OH)_2]=c[Cd^{2+}]\cdot c^2[OH^-]=10^{-5}\times[10^{-(14-9.4)}]^2=10^{-5-2\times4.6}=10^{-14.2}$，$Al(OH)_3+OH^-=Al(OH)_4^-$

的平衡常数为$K=\frac{10^{-5}}{10^{-(14-8.4)}}=10^{-5+5.6}=10^{0.6}$，$Zn(OH)_2+2OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$的平衡常数为

$K=\frac{10^{-5}}{10^{-(14-12.4)}}=10^{-5+1.6}=10^{-3.4}$，$Cd(OH)_2+2OH^-=Cd(OH)_4^{2-}$的平衡常数为

$K=\frac{10^{-5}}{10^{-(14-14)}}=10^{-5+0}=10^{-5}$。据此分析：

【详解】A．据分析，L 为$-\lg c[Al(OH)_4^-]$与$-\lg c(H^+)$的关系曲线，故 A 正确；

B．如图可知，$Zn^{2+}+2OH^-=Zn(OH)_2$的平衡常数为

$K_{sp}[Zn(OH)_2]=c[Zn^{2+}]\cdot c^2[OH^-]=10^{-5}\times[10^{-(14-8.4)}]^2=10^{-5-2\times5.6}=10^{-16.2}$，则$Zn^{2+}+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$

的平衡常数为

$K=\frac{c[Zn(OH)_4^{2-}]}{c[Zn^{2+}]\cdot c^4[OH^-]}=\frac{c[Zn(OH)_4^{2-}]}{K_{sp}[Zn(OH)_2]\cdot c^2[OH^-]}=\frac{10^{-5}}{10^{-16.2}\times[10^{-(14-12.4)}]^2}=10^{5+16.2+2\times1.6}=10^{24.4}$，故 B

错误；

C．如图可知，pH=14 时$Cd(OH)_2$开始溶解，pH=8.4 时$Al(OH)_3$开始溶解，且 pH=14 时

$c[Al(OH)_4^-]>1mol/L$，即可认为$Al(OH)_3$完全溶解，并转化为$Al(OH)_4^-$，因此调节 NaOH 溶

液浓度，通过碱浸可完全分离$Cd(OH)_2$和$Al(OH)_3$，故 C 正确；

D．$0.1mol\cdot L^{-1}$的Zn^{2+}开始沉淀 pH 为$14+\lg\left(\sqrt{\frac{10^{-16.2}}{0.1}}\right)=6.4$，$0.1mol\cdot L^{-1}$的$Al^{3+}$完全沉淀 pH

为$14+\lg\left(\sqrt[3]{\frac{10^{-33}}{10^{-5}}}\right)=4.7$，因此调节溶液 pH 为 4.7~6.4，可将浓度均为$0.1mol\cdot L^{-1}$的Zn^{2+}和

Al^{3+}完全分离，故 D 正确；

故答案为 B。

15．(1)　　玻璃棒　　量筒（或胶头滴管等，合理即可）

(2)冰水浴

(3)B

(4)加稀硝酸酸化，再滴加$AgNO_3$溶液，无白色沉淀生成，说明Cl^-已洗净

(5)ABC

(6)cabd

(7) $\frac{500\mathrm{m}}{9cV}-27.5$（或：$\frac{\mathrm{m}-cV\times10^{-3}\times495}{18\times cV\times10^{-3}}$） 偏高

【分析】按照反应$CoCl_2\cdot6H_2O+2NaSac\cdot2H_2O=\left[Co(Sac)_2\left(H_2O\right)_4\right]\cdot xH_2O+(6-x)H_2O+2NaCl$制备糖精钴，然后在冰水浴中结晶，再按照“冷的 1% NaSac 溶液、冷水、丙酮”顺序进行洗涤，得到糖精钴晶体，最后将糖精钴晶体溶解后用 EDTA 标准溶液滴定测定含有结晶水的数量。

【详解】（1）步骤 I、II中需要使用量筒、胶头滴管量取蒸馏水，并用玻璃棒搅拌以加快固体溶解速率。

（2）因为糖精钴在冷水中溶解度较小，所以为了尽快让大量晶体析出，应降低溶液温度，可将烧杯置于冰水浴中。

（3）先用冷的 1% NaSac 溶液洗涤，可降低糖精钴溶解度，减少晶体损失，还能将晶体表面吸附的Co^{2+}转化为晶体析出，且不引人新的杂质，再用冷水洗涤，可降低晶体溶解度并洗去溶液中存在的可溶性离子，丙酮可以与水互溶且沸点比关键水的低，故最后用丙酮洗涤以除去残留的水且能使晶体快速干燥，故答案为 B。

（4）IV中为了确认氯离子已经洗净的步骤为：取水洗时的最后一次滤液于试管中，加稀硝酸酸化，再滴加 $AgNO_3$ 溶液，无白色沉淀生成，说明 Cl^-已洗净。

（5）进行化学实验需要佩戴护目镜，以保护眼睛，同时化学实验结束后，离开实验室前需用肥皂等清洗双手，该实验涉及加热操作，因此需要防止热烫，要选择合适的工具进行操作，避免直接触碰，故 A、B、C 符合题意；该实验中未涉及锐器的操作，D 不符合题意，故答案为 ABC。

（6）使用滴定管前首先要检漏，确定不漏液之后用蒸馏水清洗(c)，再用待装的标准溶液进行润洗(a)，待润洗完成后 装入标准溶液至“0”刻度以上 2~3 mL 处(b)，放液赶出气泡后调节液面至“0”刻度或“0”刻度下，准确记录标准溶液体积的初始读数(d)，故答案为 cabd。

（7）滴定消耗的$\mathrm{n}\left(EDTA\right)=\frac{cV}{1000}mol$，EDTA 与 Co^{2+}形成 1：1 配合物，则样品溶解后的$\mathrm{n}\left(Co^{2+}\right)=\frac{cV}{1000}mol$，即样品中的$\mathrm{n}\left\{\left[Co\left(Sac\right)_2\left(\mathrm{H_2O}\right)_4\right]\cdot xH_2O\right\}=\frac{cV}{1000}mol$，而$\mathrm{M}\left\{\left[Co\left(Sac\right)_2\left(\mathrm{H_2O}\right)_4\right]\cdot xH_2O\right\}=\left(495+18\mathrm{x}\right)\mathrm{g}mol^{-1}$，所以$\frac{cV}{1000}mol\times\left(495+18\mathrm{x}\right)\mathrm{g}\cdot mol^{-1}=mg$，

解得 $x=\frac{1000m}{18cV}-\frac{495}{18}=\frac{500m}{9cV}-27.5$ $\left(或=\frac{1000m-495cV}{18cV}=\frac{m-495cV\times10^{-3}}{18cV\times10^{-3}}\right)$；若滴定前滴定管尖嘴处无气泡，滴定后有气泡，测得消耗 EDTA 溶液体积偏小，即 V 偏小，根据 $x=\frac{500m}{9cV}-27.5$，则 x 偏高。

16．(1)　　搅拌　　适当升温等

(2)　　$6Mn(OH)_2+O_2=2Mn_3O_4+6H_2O$　　$10^{-2.15}$

(3)O_2

(4)pH 过大，沉淀为 $Mg(OH)_2$，不能分解产生 CO_2，不能得到疏松的轻质 MgO

(5) $MgHPO_4+H_3PO_4=Mg^{2+}+2H_2PO_4^-$

(6)$(NH_4)_2SO_4$

(7)还原

【分析】废盐溶液加入氨水，通入氧气沉锰 I 得到 Mn_3O_4，溶液再加入$(NH_4)_2S_2O_8$，进行沉锰II得到 MnO_2，产生有气体 O_2，溶液再加入 NH_4HCO_3 和 $NH_3\cdot H_2O$ 调节 pH 沉镁 I，得到 $MgCO_3$，煅烧得到 MgO，溶液再加入 H_3PO_4 沉镁II，得到 $MgNH_4PO_4\cdot6H_2O$ 沉淀，溶液加入 H_2SO_4 调节 pH=6.0 结晶得到 X 硫酸铵，最后与 MnO_2 和 Mn_3O_4 焙烧，经过多步处理得到 $MnSO_4\cdot H_2O$。

【详解】（1）加快废盐的溶解可以采取搅拌、适当升温、粉碎等；

（2）$Mn(OH)_2$ 被 O_2 氧化得到 Mn_3O_4，化学方程式为：$6Mn(OH)_2+O_2=2Mn_3O_4+6H_2O$；

根据 $\frac{c\left(Mg^{2+}\right)}{c\left(Mn^{2+}\right)}=\frac{K_{sp}[Mg(OH)_2]}{K_{sp}[Mn(OH)_2]}=\frac{10^{-0.68}}{c\left(Mn^{2+}\right)}=\frac{10^{-11.25}}{10^{-12.72}}$，$c\left(Mn^{2+}\right)=10^{-2.15}mol/L$；

（3）“沉锰II”中，过量的$\left(NH_4\right)_2S_2O_8$经加热水解去除，$\left(NH_4\right)_2S_2O_8$中存在过氧键，在加热和水存在下发生水解，生成$NH_4HSO_4$和$H_2O_2$：$\left(NH_4\right)_2S_2O_8+2H_2O=2NH_4HSO_4+H_2O_2$，$H_2O_2$ 分解 $2H_2O_2=2H_2O+O_2\uparrow$，总反应为$2\left(NH_4\right)_2S_2O_8+2H_2O=4NH_4HSO_4+O_2\uparrow$，最终产物是$NH_4HSO_4$和 O_2；

（4）$\left[xMgCO_3\cdot yMg(OH)_2\cdot zH_2O\right]$煅烧有 CO_2 生成，可以得到疏松的轻质氧化镁，pH 过大，沉淀为 $Mg(OH)_2$，不能分解产生 CO_2，不能得到疏松的轻质 MgO；

（5）由图可知，pH=8 时，阴离子为 HPO_4^{2-}，阳离子为 Mg^{2+}，产生的沉淀为 $MgHPO_4$，调

节到 pH=4，磷元素存在形式为$H_2PO_4^-$，磷酸不是强酸，不能拆，离子方程式为：

$MgHPO_4+H_3PO_4=Mg^{2+}+2H_2PO_4^-$；

（6）溶液中存在铵根离子和硫酸根离子，结晶后 X 为$(NH_4)_2SO_4$；

（7）“焙烧”中，Mn_3O_4和MnO_2最终生成$MnSO_4\cdot H_2O$，Mn 元素化合价降低，发生了还原反应。

17．(1)-65

(2)B

(3)　　④　　HO*+H₂*+CH₂*= CH₃*+H₂O

(4)　　c　　$\frac{49^2}{2^4}$　　0.2　　反应II生成的氢气多于反应III消耗的氢气

【详解】（1）已知：

I．$MgCO_3(s)=MgO(s)+CO_2(g)\quad \Delta H_1=+101kJ\cdot mol^{-1}$

II．$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)\quad \Delta H_2=-166kJ\cdot mol^{-1}$

将 I+ II可得

$MgCO_3(s)+4H_2(g)=MgO(s)+2H_2O(g)+CH_4(g)\quad \Delta H_4=\Delta H_1+\Delta H_2=$

$+101kJ\cdot mol^{-1}+(-166kJ\cdot mol^{-1})=-65kJ\cdot mol^{-1}$，故答案为：-65；

（2）已知反应II．$CO_2(g)+4H_2(g)=CH_4(g)+2H_2O(g)\quad \Delta H_2=-166kJ\cdot mol^{-1}$为放热反应，要提高$CH_4$平衡产率，要使平衡正向移动。

A．高温会使平衡逆向移动，不利于提高CH_4平衡产率，A 错误；

B．低温使平衡正向移动，高压也使平衡正向移动，可提高CH_4平衡产率，B 正确；

C．高温会使平衡逆向移动，低压会使平衡逆向移动，不利于提高CH_4平衡产率，C 错误；

D．低压会使平衡逆向移动，不利于提高CH_4平衡产率，D 错误；

故选 B。

（3）反应活化能越高，反应速率越慢，从图中可以看出，第四部活化能最高，速率最慢，基元反应为$CH_3*+H*+2H_2O=CH_4*+2H_2O$；由图可知，在第三步时生成了水，基元反应为：$HO*+H_2*+CH_2*= CH_3*+H_2O$，故答案为：④；$HO*+H_2*+CH_2*= CH_3*+H_2O$；

（4）已知反应 I 为吸热反应，　II为放热反应，III 为吸热反应，根据图像，温度逐渐升高，

则碳酸镁的转化率逐渐升高，氢气的转化率下降，在360℃以下不考虑反应III，则二氧化碳的选择性上升，甲烷的选择性下降，所以 a 表示碳酸镁的转化率，b 表示二氧化碳的选择性，c 表示甲烷的选择性。

①表示CH_4选择性的曲线是 c，故答案为：c；

②点 M 温度下，从图中看出碳酸镁的转化率为 49%，则剩余的碳酸镁为 0.51mol，根据碳原子守恒，甲烷和二氧化碳中碳原子的物质的量之和为 0.49mol，又因为此时二氧化碳的选择性和甲烷的选择性相等，则二氧化碳和甲烷的物质的量为 0.245mol，根据氧原子守恒得出水的物质的量为 0.49mol，根据氢原子守恒得出 氢气的物质的量为 0.02mol，总的物质的量为 0.02+0.245+0.245+0.49=1mol，$P(H_2)=\frac{0.02}{1}\times100KPa=2KPa$，

$P(CO_2)=P(CH_4)=\frac{0.245}{1}\times100KPa=24.5KPa$，$P(H_2O)=\frac{0.49}{1}\times100KPa=49KPa$，则反应II的 $K_p=\frac{24.5\times49^2}{2^4\times24.5}=\frac{49^2}{2^4}$，故答案为：$\frac{49^2}{2^4}$；

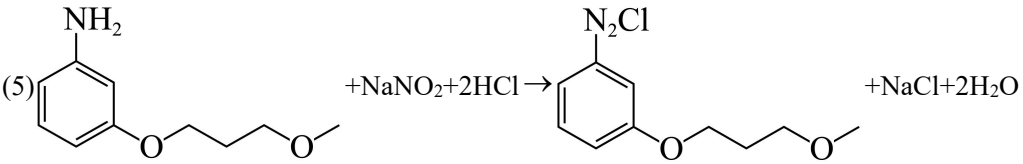
③在 550℃ 下达到平衡时，碳酸镁完全转化，二氧化碳的选择性为 70%，甲烷的选择性为 10%，则生成的二氧化碳为 0.7mol，生成的甲烷为 0.1mol，根据碳原子守恒得出 n(CO)= 1-0.7-0.1 mol=0.2mol；因为反应II是放热的，反应III是吸热的。在 500～600℃，随温度升高，反应II逆向移动，反应III正向移动，由于反应II生成的氢气多于反应III消耗的氢气，导致H_2平衡转化率下降，故答案为：0.2；反应II生成的氢气多于反应III消耗的氢气。

18．(1)硝基、羟基

(2)

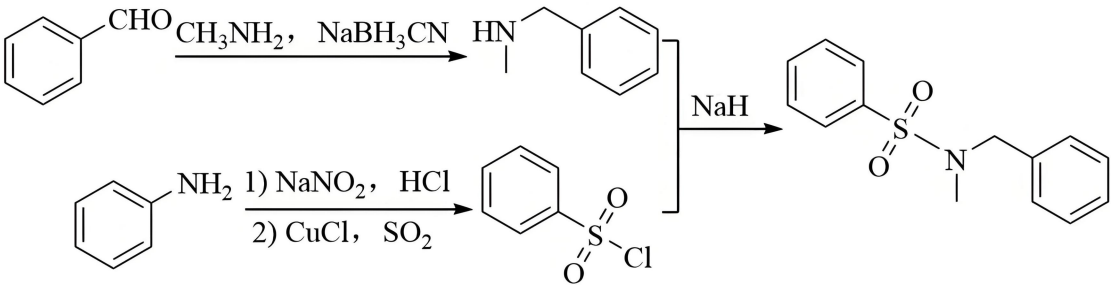
(3)还原反应

(4)5

(5) 

(6)AC

(7)

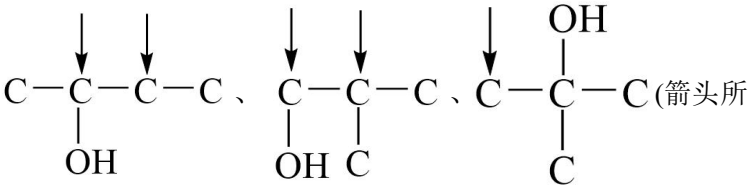


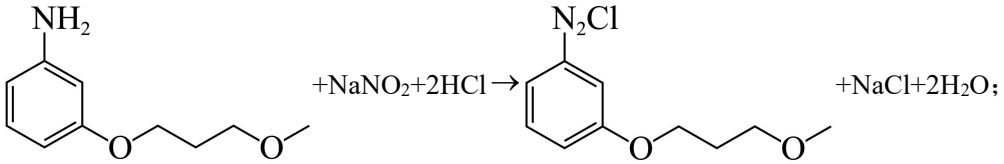
【分析】A 和 B 发生反应生成 C，K_2CO_3的作用是与 A 和 B 反应生成的 HBr 反应，促进反应正向进行，结合 B 的分子式C_4H_9BrO，以及 C 的结构简式，可知 B 的结构简式为 ，C 中硝基还原为氨基生成 D，D 经历两步反应生成 E，E 发生取代反应生成 G，据此解答。

【详解】（1）结合 A 的结构简式可知，官能团的名称是，硝基、羟基；

（2）由分析可知，B 的结构简式为 ；

（3）C 中硝基还原为氨基生成 D，反应类型是还原反应；

（4）B 的分子式C_4H_9BrO，含有两个甲基，与与钠反应产生氢气，则官能团为碳溴键和羟基，采用“定一移的方法”共有  (箭头所指溴原子位置)，共有 5 种；

（5）由 D 转变为 E 的第一步反应是已知条件的反应，化学方程式为： 

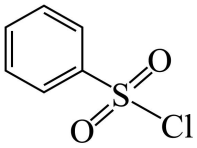
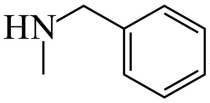
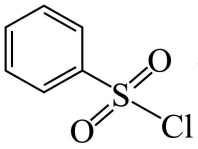
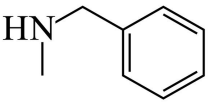
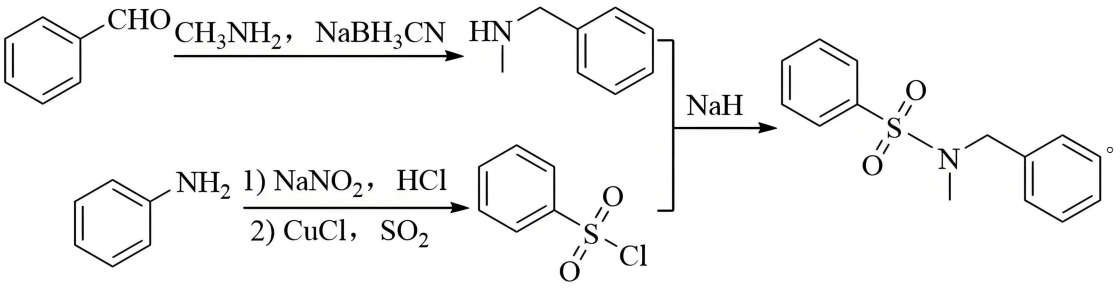
（6）A．F 中含有醛基，能发生银镜反应，A 正确；

B．F 中亚氨基上的 H 原子与 F 原子距离较近，能形成分子内氢键，B 错误；

C．E 与 F 发生取代反应生成 HCl，$HCl+NaH=NaCl+H_2\uparrow$，故有氢气生成，C 正确；

D．F 中的氟原子以及醛基都是吸电子基，则 F 的 N-H 键极性更大，D 错误；

故选 AC；

（7）目标产物的结构简式与 G 类似，则其是由  和  发生取代反应而合成，而  可由苯胺发生 D→E 的反应合成，  可由苯甲醛发生 G→H 的反应合成，故合成路线为