


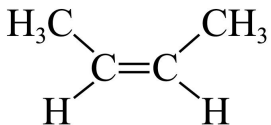
化学试卷

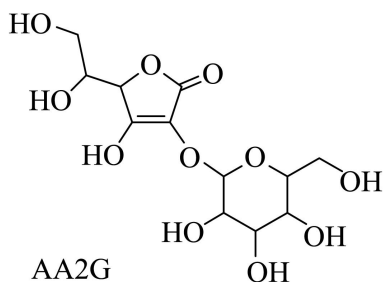
注意事项:

- 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。

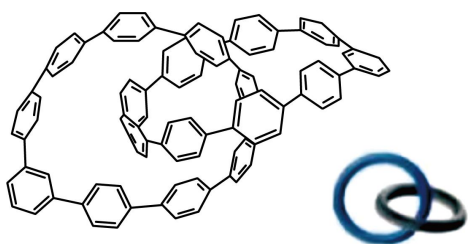
可能用到的相对原子质量: H 1 B 11 C 12 N 14 O 16 Co 59 Ag 108

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 $:\ddot{\text{S}}::\text{C}::\ddot{\text{S}}:$
B. 基态 Be 原子的价电子排布式为 $2s^2 2p^2$
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



- 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

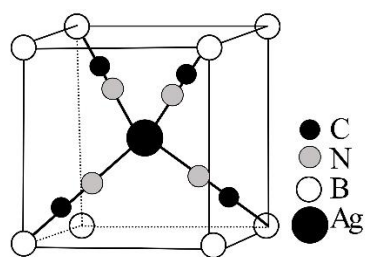
选项	物质性质	解释
A	氯化钠熔点高于氯化铯	氯化钠离子键强于氯化铯
B	碘易溶于四氯化碳	碘和四氯化碳都是非极性分子
C	草酸氢钠溶液显酸性	草酸氢根离子水解程度大于电离程度
D	离子液体导电性良好	离子液体中有可移动的阴、阳离子

- A. A B. B C. C D. D

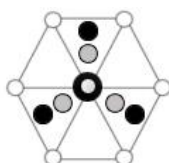
7. 下列有关反应方程式错误的是

- A. 泡沫灭火器反应原理： $6\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{CO}_2 \uparrow$
- B. 用金属钠除去甲苯中的微量水： $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- C. 用 NaOH 溶液吸收尾气中的 NO_2 ： $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 氯气通入冷的石灰乳中制漂白粉： $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

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

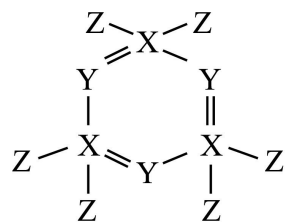


B. Ag 和 B 均为 sp^3 杂化

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 $\frac{\sqrt{3}}{2} \times \sqrt{\frac{223}{N_A d}} \times 10^{10} pm$

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： $X > Z$

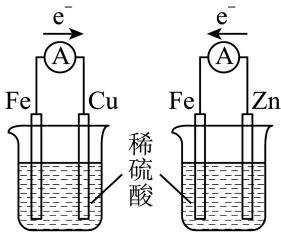
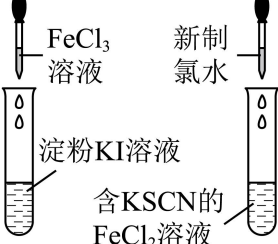
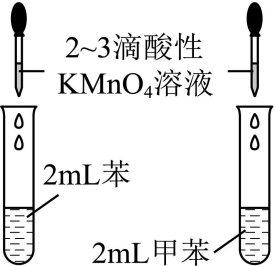
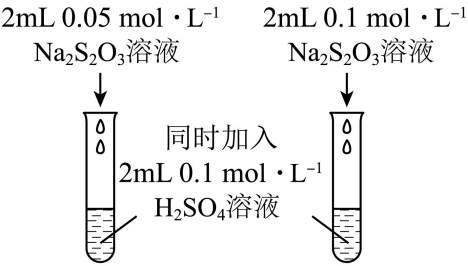
B. X、Y 的简单氢化物的键角： $X > Y$

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
---	---

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

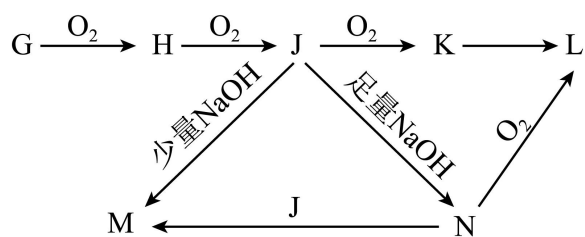
A. A

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



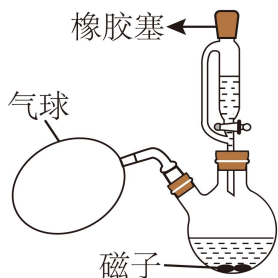
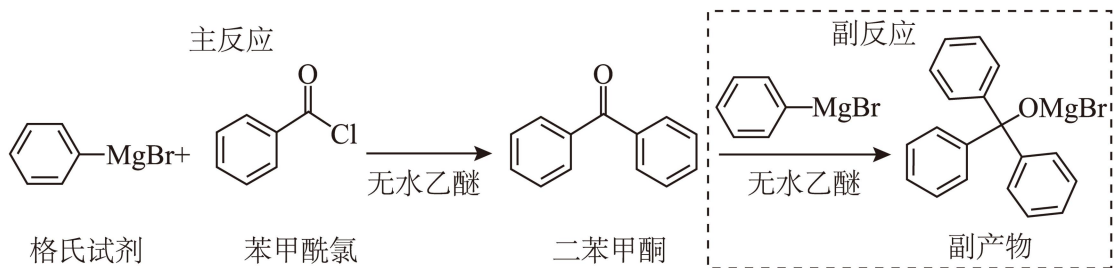
A. G、K 均能与 NaOH 溶液反应

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. 1mol G 与足量的 J 反应，转移电子数为 N_A

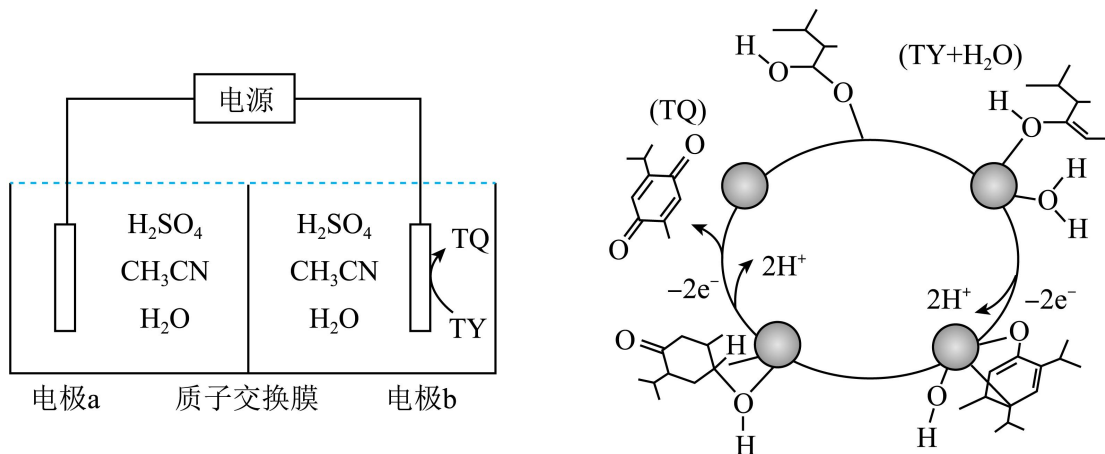
12. 格氏试剂性质活泼，可与空气中的 H_2O 和 O_2 等反应。某兴趣小组搭建了图示无水无氧装置(部分装置略)，以乙醚(沸点 34.5°C)为溶剂，利用下述反应高产率地制备二苯甲酮。



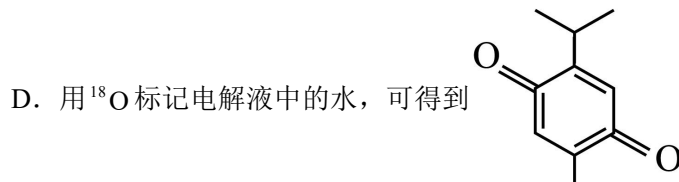
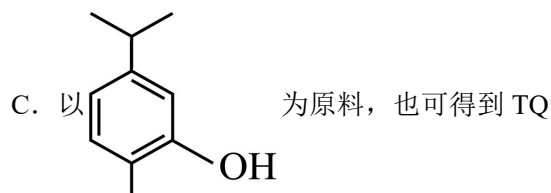
下列说法错误的是

- 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

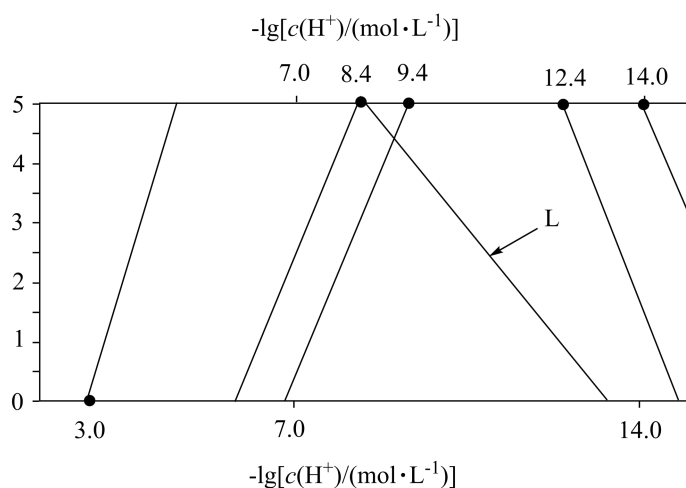
13. 我国科研人员采用图示的电解池，由百里酚(TY)合成了百里醌(TQ)。电极b表面的主要反应历程见图(灰球表示电极表面催化剂)，下列说法错误的是



- A. 电解时， H^+ 从右室向左室移动
- B. 电解总反应： $TY + H_2O \xrightarrow{\text{电解}} TQ + 2H_2 \uparrow$



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



下列说法错误的是

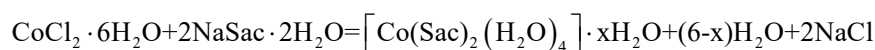
- A. L 为 $-\lg\left[\frac{c(\text{Al}(\text{OH})_4^-)}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 $-\lg\left(\frac{c(\text{H}^+)}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right)$ 的关系曲线
- B. $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 的平衡常数为 $10^{11.2}$
- C. 调节 NaOH 溶液浓度，通过碱浸可完全分离 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$
- D. 调节溶液 pH 为 4.7~6.4，可将浓度均为 $0.1 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 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 $[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，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 $182 \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，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。



(一)制备

- I. 称取1.0g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ，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($\text{NaSac} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，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

A



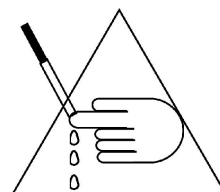
洗手

B



热烫

C



锐器

D

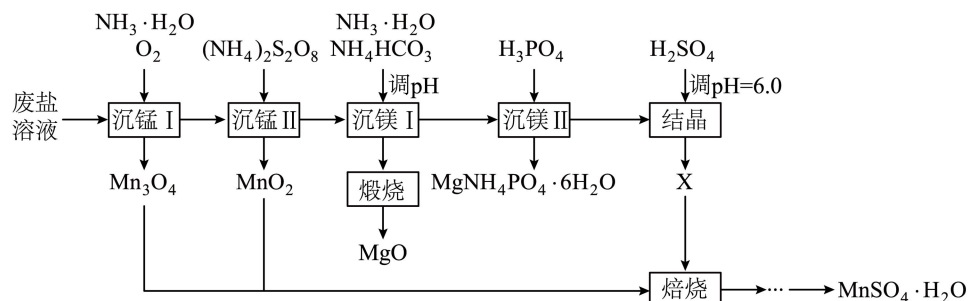
(二)结晶水含量测定

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 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 EDTA 标准溶液滴定。

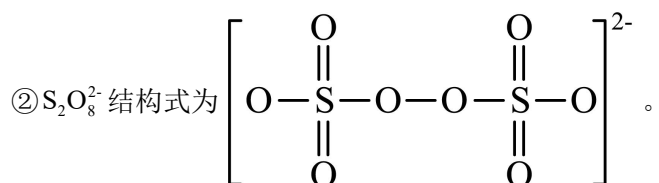
- (6)下列操作的正确顺序为_____ (用字母排序)。
a. 用标准溶液润洗滴定管 b. 加入标准溶液至“0”刻度以上2~3mL 处
c. 检查滴定管是否漏水并清洗 d. 赶出气泡，调节液面，准确记录读数
- (7)滴定终点时消耗标准溶液 V mL，则产品 $[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中 x 的测定值为_____

(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 $K_{sp}(MgCO_3)=10^{-5.17}$, $K_{sp}[Mg(OH)_2]=10^{-11.25}$, $K_{sp}[Mn(OH)_2]=10^{-12.72}$;



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+} ($c=10^{-0.68} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 将要开始沉淀时, 溶液中剩余 Mn^{2+} 浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

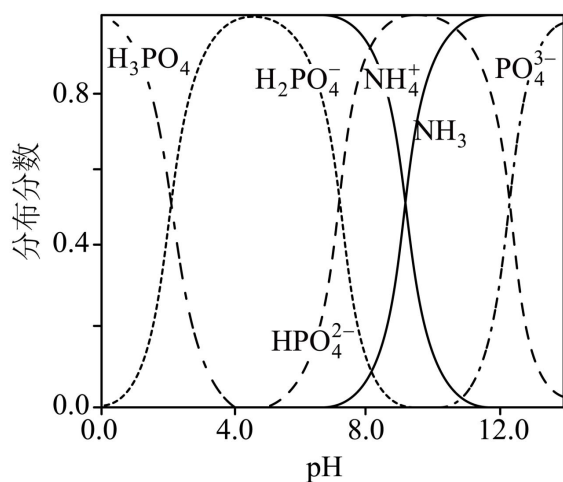
(3)“沉锰 II”中, 过量的 $(NH_4)_2S_2O_8$ 经加热水解去除, 最终产物是 NH_4HSO_4 和_____ (填化学式)。

(4)“沉镁 I”中, 当 pH 为 8.0~10.2 时, 生成碱式碳酸镁 $[xMgCO_3 \cdot yMg(OH)_2 \cdot zH_2O]$, 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_____。

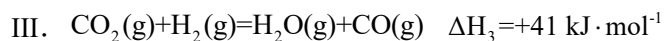
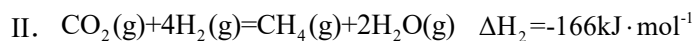
(6)“结晶”中, 产物 X 的化学式为_____。

(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：



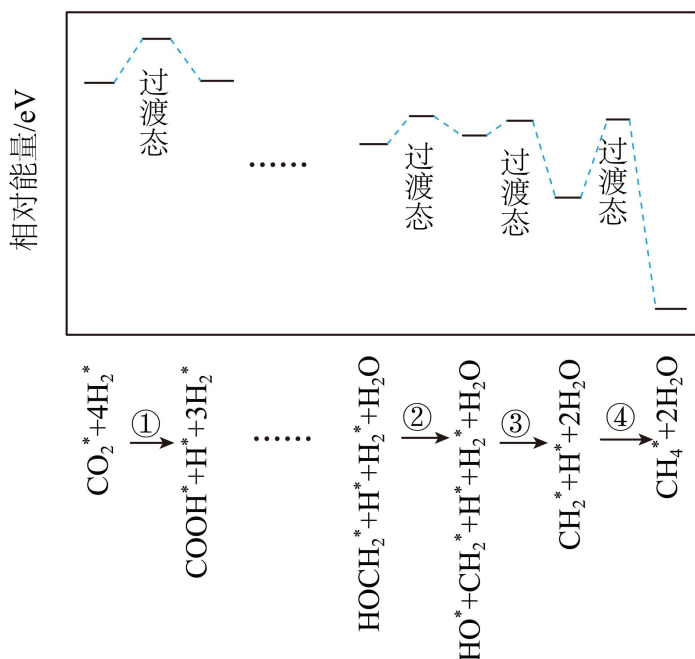
回答下列问题，

(1) 计算 $\text{MgCO}_3(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{MgO}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \quad \Delta H_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

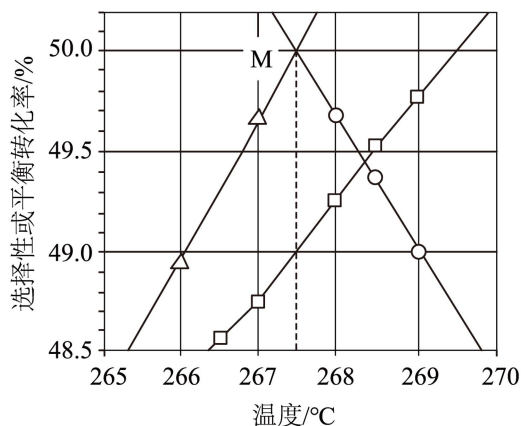
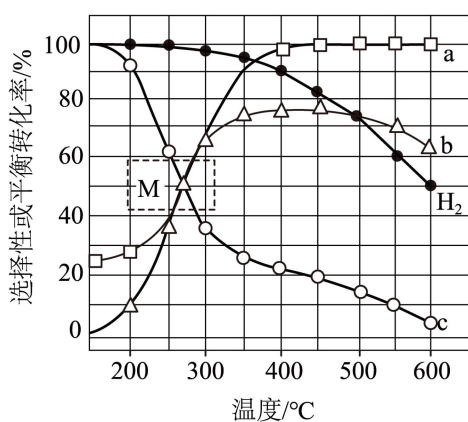
(2) 提高 CH_4 平衡产率的条件是_____。

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 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 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°C 以下不考虑)。



图为左图内点M附近区域放大图

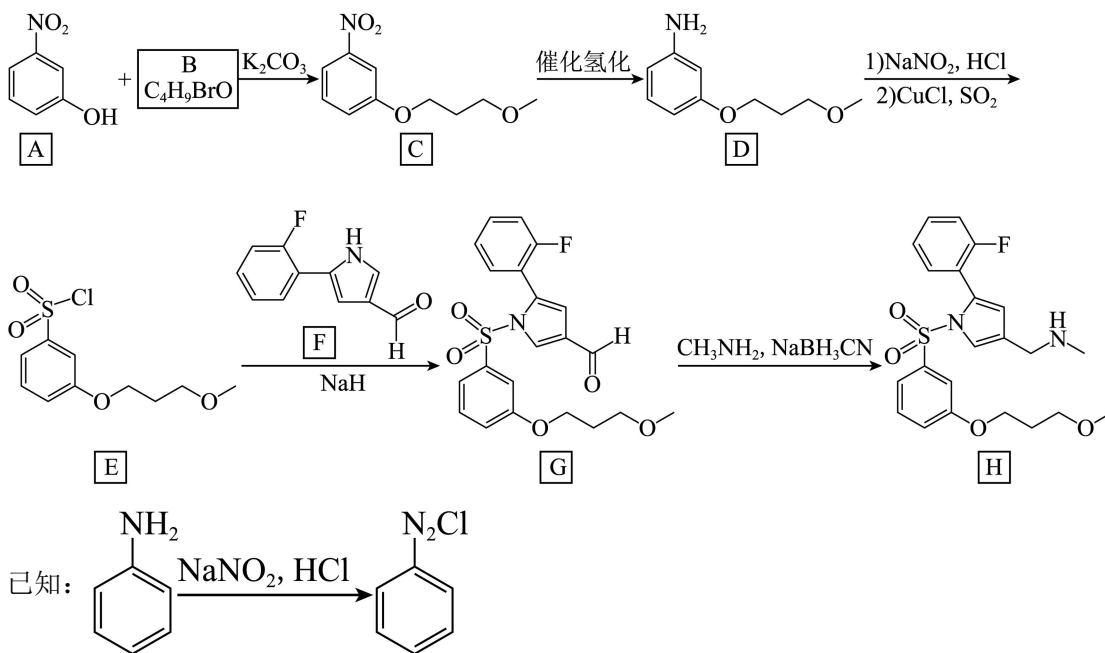
注：含碳生成物选择性 = $\frac{\text{含碳生成物的物质的量}}{\text{MgCO}_3\text{转化的物质的量}} \times 100\%$

①表示 CH_4 选择性的曲线是_____ (填字母)。

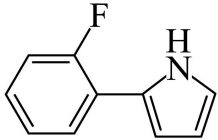
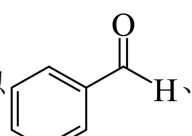
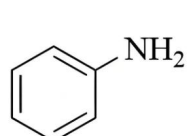
②点 M 温度下，反应II的 $K_p = \text{_____} (\text{kPa})^{-2}$ (列出计算式即可)。

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

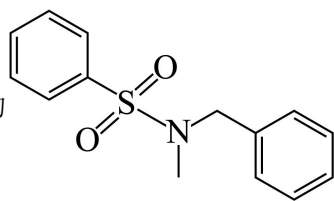
18. 我国某公司研发的治疗消化系统疾病的新药凯普拉生(化合物 H)，合成路线如下(部分试剂、反应条件省略)。



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 $E+F \rightarrow G$ 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；

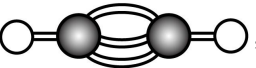
故选 B。

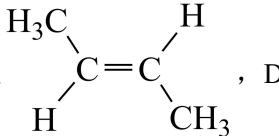
2. A

【详解】

A. CS_2 与 CO_2 结构类似，电子式为 $:\ddot{\text{S}}::\text{C}::\ddot{\text{S}}:$ ，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°C ），可熔化金属进行切割，D 正确；

故选 A。

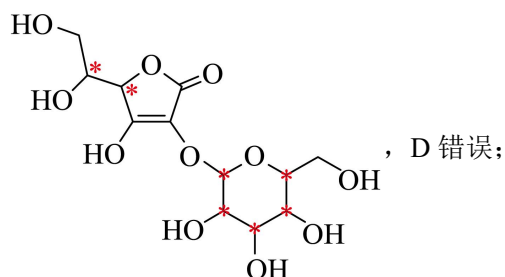
4. B

【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，



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 ($\text{HC}_2\text{O}_4^{2-}$) 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 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 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；

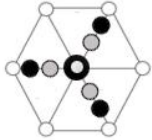
D. 石灰乳 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 悬浊液) 不能拆为 OH^- ，正确反应应为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 错误；

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 原子成键，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 $a = \sqrt[3]{\frac{108 + 11 + 12 \times 4 + 14 \times 4}{N_A d}} \times 10^{10} \text{ pm}$ ，Ag 和 B 的最短距离为体对角线

的一半，即 $\frac{\sqrt{3}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{223}{N_A d}} \times 10^{10} \text{ pm}$ ，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： $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$ ，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：

$\text{HClO}_4 > \text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$ ，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. FeCl₃ 与淀粉 KI 溶液反应，溶液变蓝色，则氧化性：Fe³⁺>I₂，新制氯水加入含 KSCN 的 FeCl₂ 溶液中，溶液变红色，生成了 Fe³⁺，则氧化性：Cl₂>Fe³⁺，故氧化性：Cl₂>Fe³⁺>I₂，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 Na₂S₂O₃ 与相同浓度的稀硫酸反应，浓度大的 Na₂S₂O₃ 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 SO₂，K 为 SO₃，G 为 H₂S，H 为 S，M 为 NaHSO₃，N 为 Na₂SO₃，L 为 Na₂SO₄。

【详解】A. H₂S 和 SO₃ 均能与 NaOH 溶液反应，A 正确；

B. S 和 Na₂SO₃ 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 NaHSO₃，N 为 Na₂SO₃，二者的溶液中离子种类相同，C 正确；

D. 1mol H₂S 和足量的 SO₂ 反应生成 S 单质和水， $2H_2S+SO_2=3S\downarrow+2H_2O$ ，1mol H₂S 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。

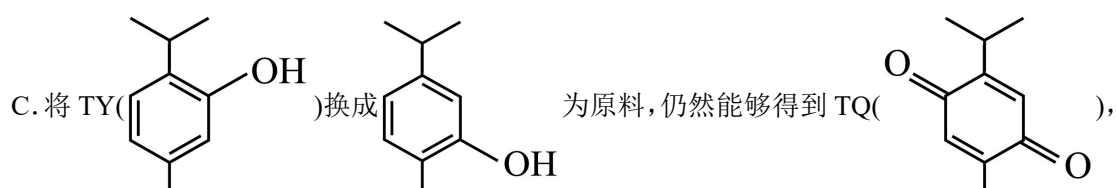
13. D

【分析】电极 b 发生 $TY \rightarrow TQ$ ，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；

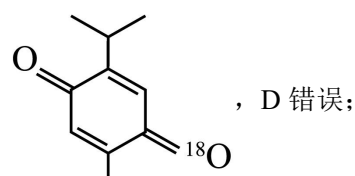
B. 根据转化关系图可知，电极 b 中 TY 是反应物，TQ 是生成物，电极 a 中水是反应物，

H_2 为生成物，总反应方程式为： $TY + H_2O \xrightarrow{\text{电解}} TQ + 2H_2 \uparrow$ ，B 正确；



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



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 $K_{sp}[Al(OH)_3] = c[Al^{3+}] \cdot c^3[OH^-] = 10^{-0} \times [10^{-(14-3)}]^3 = 10^{-0-3 \times 11} = 10^{-33}$ ， $Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2$

的平衡常数为 $K_{sp}[Zn(OH)_2]=c[Zn^{2+}] \cdot c^2[OH^-]=10^{-5} \times [10^{-(14-8.4)}]^2=10^{-5-2 \times 5.6}=10^{-16.2}$,

$Cd^{2+}+2OH^-=Cd(OH)_2$ 的平衡常数为

$K_{sp}[Cd(OH)_2]=c[Cd^{2+}] \cdot c^2[OH^-]=10^{-5} \times [10^{-(14-9.4)}]^2=10^{-5-2 \times 4.6}=10^{-14.2}$, $Al(OH)_3+OH^-=Al(OH)_4^-$

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

$K_{sp}[Zn(OH)_2]=c[Zn^{2+}] \cdot c^2[OH^-]=10^{-5} \times [10^{-(14-8.4)}]^2=10^{-5-2 \times 5.6}=10^{-16.2}$, 则 $Zn^{2+}+4OH^-=Zn(OH)_4^{2-}$

的平衡常数为

$K=\frac{c[Zn(OH)_4^{2-}]}{c[Zn^{2+}] \cdot c^4[OH^-]}=\frac{c[Zn(OH)_4^{2-}]}{K_{sp}[Zn(OH)_2] \cdot c^2[OH^-]}=\frac{10^{-5}}{10^{-16.2} \times [10^{-(14-12.4)}]^2}=10^{6+16.2+2 \times 1.6}=10^4$, 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

$c[Al(OH)_4^-]>1\text{mol/L}$, 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. $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 开始沉淀 pH 为 $14+\lg\left(\sqrt{\frac{10^{-16.2}}{0.1}}\right)=6.4$, $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 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

$$(7) \quad \frac{500m}{9cV} - 27.5 \quad (\text{或: } \frac{m - cV \times 10^{-3} \times 495}{18 \times cV \times 10^{-3}}) \quad \text{偏高}$$

【分析】按照反应 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaSac} \cdot 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O} + (6-x)\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaCl}$ 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，且不引入新的杂质，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，避免直接接触，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。

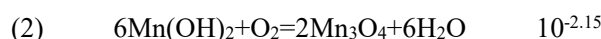
$$(7) \quad \text{滴定消耗的 } n(\text{EDTA}) = \frac{cV}{1000} \text{ mol}, \text{ EDTA 与 } \text{Co}^{2+} \text{ 形成 1: 1 配合物, 则样品溶解后的}$$
$$n(\text{Co}^{2+}) = \frac{cV}{1000} \text{ mol}, \text{ 即样品中的 } n\{[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}\} = \frac{cV}{1000} \text{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

解得 $x = \frac{1000m}{18cV} - \frac{495}{18} = \frac{500m}{9cV} - 27.5 \left(\text{或} = \frac{1000m - 495 cV}{18cV} = \frac{m - 495 cV \times 10^{-3}}{18cV \times 10^{-3}} \right)$; 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

$$x = \frac{500m}{9cV} - 27.5, \text{ 则 } x \text{ 偏高。}$$

16. (1) 搅拌 适当升温等



(3) O_2

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



(6) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

(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 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ，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 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 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 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【详解】(1) 加快废盐的溶解可以采取搅拌、适当升温、粉碎等；

(2) $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 被 O_2 氧化得到 Mn_3O_4 ，化学方程式为： $6\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ ；

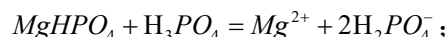
根据 $\frac{c(\text{Mg}^{2+})}{c(\text{Mn}^{2+})} = \frac{K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]}{K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2]} = \frac{10^{-0.68}}{10^{-12.72}} = \frac{10^{-11.25}}{10^{-12.72}}$ ， $c(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-2.15} \text{ mol/L}$ ；

(3) “沉锰 II”中，过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 经加热水解去除， $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 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 ： $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ ， H_2O_2 分解 $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，总反应为 $2(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow$ ，最终产物是 NH_4HSO_4 和 O_2 ；

(4) $[\text{xMgCO}_3 \cdot \text{yMg}(\text{OH})_2 \cdot \text{zH}_2\text{O}]$ 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 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，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:

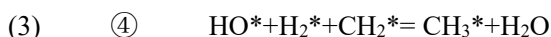


(6) 溶液中存在铵根离子和硫酸根离子, 结晶后 X 为 $(NH_4)_2SO_4$;

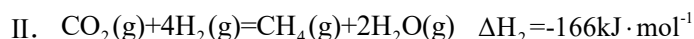
(7) “焙烧”中, Mn_3O_4 和 MnO_2 最终生成 $MnSO_4 \cdot H_2O$, Mn 元素化合价降低, 发生了还原反应。

17. (1)-65

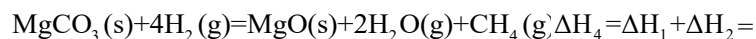
(2)B



【详解】(1) 已知:



将 I+ II 可得



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

(2) 已知反应II. $CO_2(g) + 4H_2(g) = CH_4(g) + 2H_2O(g)$ $\Delta H_2 = -166 kJ \cdot mol^{-1}$ 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, 第四步活化能最高, 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°C 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 CH₄ 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， $P(H_2)=\frac{0.02}{1}\times 100KPa=2KPa$ ，

$P(CO_2)=P(CH_4)=\frac{0.245}{1}\times 100KPa=24.5KPa$ ， $P(H_2O)=\frac{0.49}{1}\times 100KPa=49KPa$ ，则反应 II 的 $K_p=\frac{24.5\times 49^2}{2^4\times 24.5}=\frac{49^2}{2^4}$ ，故答案为： $\frac{49^2}{2^4}$ ；

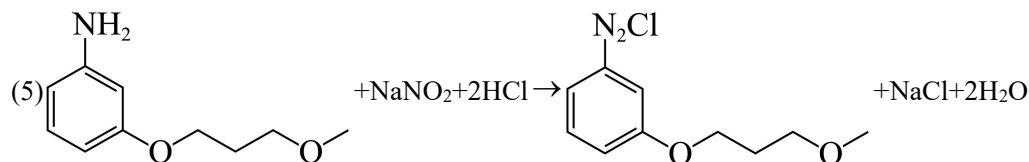
③在 550°C 下达到平衡时，碳酸镁完全转化，二氧化碳的选择性为 70%，甲烷的选择性为 10%，则生成的二氧化碳为 0.7mol，生成的甲烷为 0.1mol，根据碳原子守恒得出 $n(CO)=1-0.7-0.1\text{ mol}=0.2\text{mol}$ ；因为反应 II 是放热的，反应 III 是吸热的。在 500 ~ 600°C，随温度升高，反应 II 逆向移动，反应 III 正向移动，由于反应 II 生成的氢气多于反应 III 消耗的氢气，导致 H₂ 平衡转化率下降，故答案为：0.2；反应 II 生成的氢气多于反应 III 消耗的氢气。

18. (1)硝基、羟基



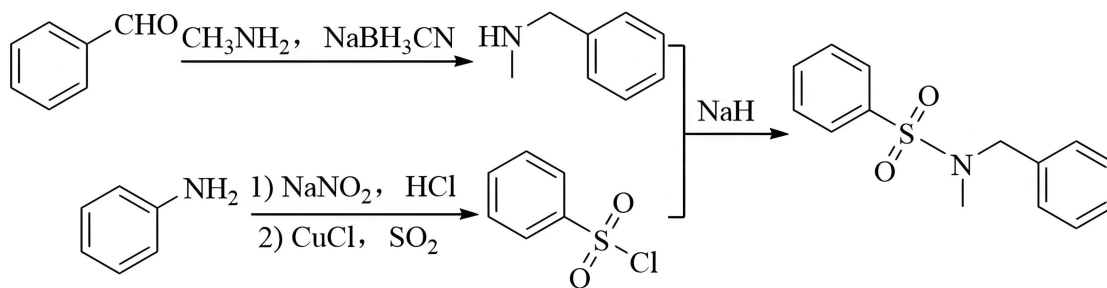
(3)还原反应

(4)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

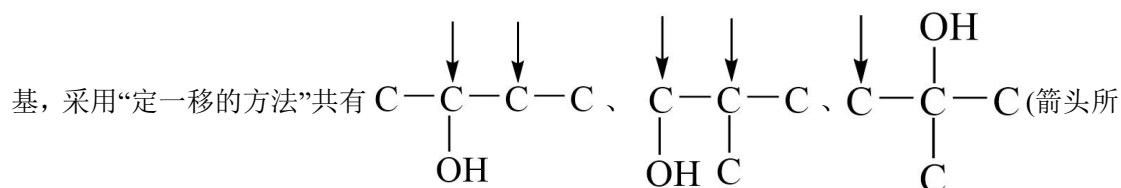
，C 中硝基还原为氨基生成 D，D 经历两步反应生成 E，E 发生取代反应生成 G，据此解答。

【详解】(1) 结合 A 的结构简式可知，官能团的名称是，硝基、羟基；

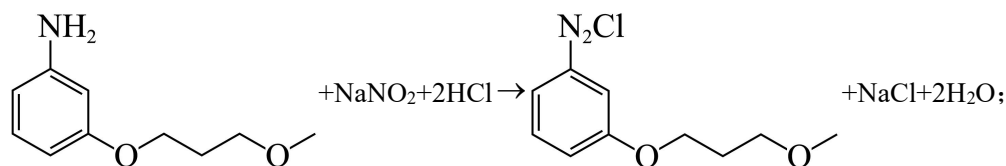
(2) 由分析可知，B 的结构简式为 ；

(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



(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：



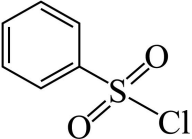
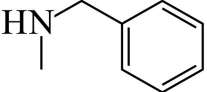
(6) A. F 中含有醛基，能发生银镜反应，A 正确；

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

