**2024年福建高考化学试题**

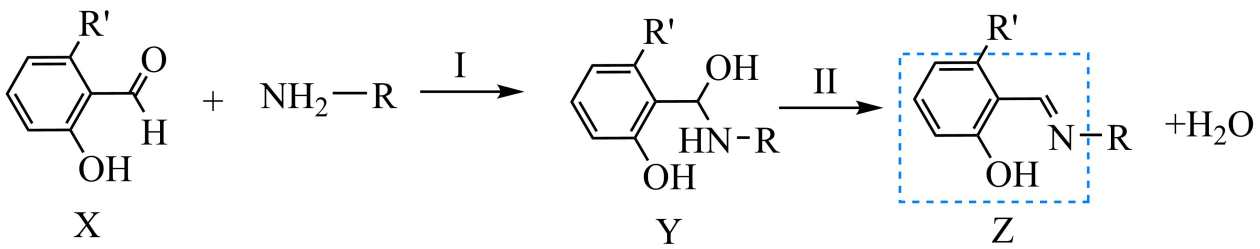
1. 福建某科研团队发现，木材中交联纤维素的木质素可替代酚醛树脂、脲醛树脂等作为木材黏合剂。下列说法正确的是

A. 木质素是无机物 B. 纤维素的分子中有数千个核糖单元

C. 脲醛树脂属于天然高分子 D. 酚醛树脂可由苯酚与甲醛缩聚得到

【答案】D

2. 药物X与病毒蛋白对接的原理如图。下列说法错误的是

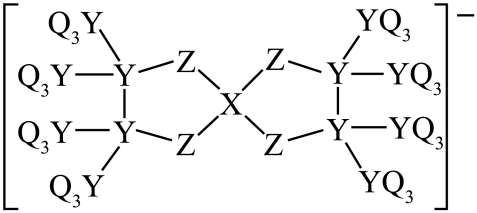


A. Ⅰ为加成反应 B. X中参与反应的官能团为醛基

C. Y无手性碳原子 D. Z中虚框内所有原子可能共平面

【答案】C

3. 某电解质阴离子的结构如图。X、Y、Z、Q为原子序数依序增大的同周期元素，Z的单质为空气的主要成分之一。下列说法错误的是



A. 第一电离能：

B. 最简单氢化物沸点：

C. 键长：

D. Y的最高价氧化物对应水化物在水中电离：

【答案】A

【解析】A．B、C、O为同周期元素，从左到右，第一电离能呈增大趋势，则第一电离能：B<C<O，故A错误；

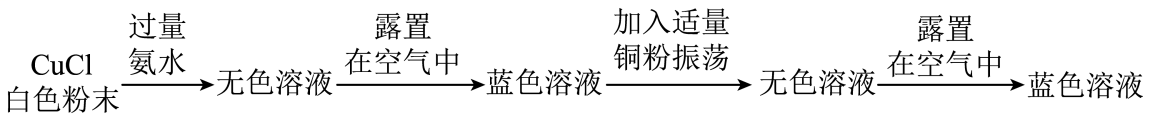
B．CH4不能形成分子间氢键，H2O可以形成分子间氢键，沸点CH4<H2O，故B正确；

C．原子半径：C>O>F，原子半径越小键长越短，则键长：C-C>C-O>C-F，故C正确；

D．Y为C，其最高价氧化物的水化物为H2CO3，碳酸为二元弱酸，分步电离，电离方程式为：，故D正确；

故选A。

4. 用探究性质，实验步骤及观察到的现象如下：



该过程中可能涉及的反应有：

①

②

③

④

下列说法错误的是

A. 与的配位能力： B. 无色

C. 氧化性： D. 探究过程未发生反应②

【答案】A

【解析】A．中由N原子提供孤对电子用于形成配位键，中由O原子提供孤对电子用于形成配位键，电负性O＞N，则O给电子能力弱，则与的配位能力：，故A错误；

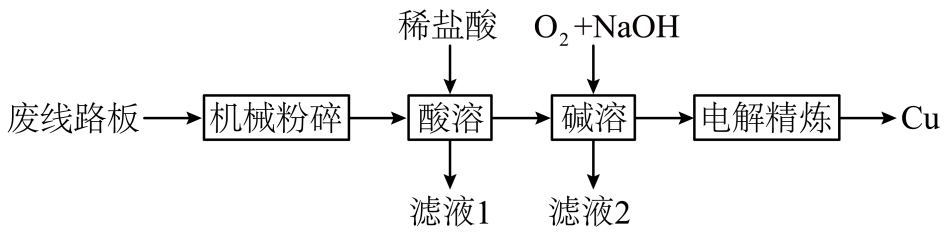
B．由分析可知，无色，故B正确；

C．氧化剂的氧化性大于氧化产物，由方程式可知，氧化性：，故C正确；

D．由分析可知，探究整个过程未发生反应②，故D正确；

故选A。

5. 从废线路板(主要成分为铜，含少量铅锡合金、铝、锌和铁)中提取铜的流程如下：



已知“滤液2”主要含和。下列说法正确的是

A. “机械粉碎”将铅锡合金转变为铅和锡单质

B. “酸溶”时产生和离子

C. “碱溶”时存在反应：

D. “电解精炼”时，粗铜在阴极发生还原反应

【答案】C

【解析】A．机械粉碎的目的是增大接触面积，加快反应速率，A错误；

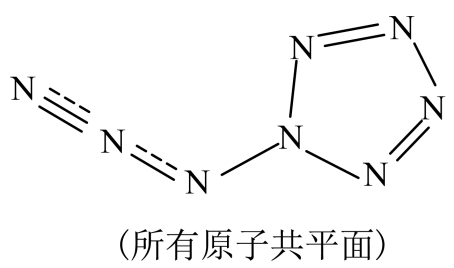
B．酸溶的过程中Al、Zn、Fe转化为对应的和离子，B错误；

C．“碱溶”时根据产物中，存在反应：，故C正确；

D．电解精炼时粗铜在阳极发生氧化反应，逐步溶解，故D错误；

故选C。教九科星网学

6. 我国科学家预测了稳定的氮单质分子(结构如图)。设为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是



A. 的键电子数为

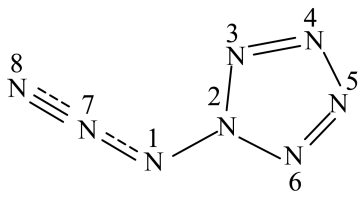
B. 的(价层)孤电子对数为

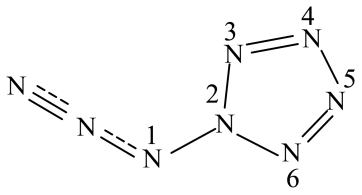
C. 的杂化N原子数为

D. 完全分解，产生的分子数为

【答案】B

【解析】A．1个分子中有8个键，每个键含有2个电子，共16个电子，的键电子数为，A正确；

B．分子中所有原子共面可知1个分子1~6处的6个N原子采取sp2杂化，7、8两处N原子采取sp杂化，其中8、1、3、4、5、6六处N原子各有一对孤电子对即1个分子有6对孤电子对，的(价层)孤电子对数为，B错误；

C．分子中所有原子共面可知，1个分子有6个N原子采取sp2杂化，的杂化N原子数为，C正确；

D．为，含有8molN，根据氮原子守恒，完全分解产生4mol ，D正确；

故答案为：B。

7. 多卤离子在水溶液中的分解反应及平衡常数值如下：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 离子 | 分解反应 | 平衡常数值 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  | K |

下列说法错误的是

A. 

B. 上述分解反应均为氧化还原反应

C. 共价键极性：

D. 可分解为和

【答案】B

【解析】A．已知电负性，因此氯在化合物中更容易吸引电子，导致比更容易断裂，所以电离程度＞，，A正确；

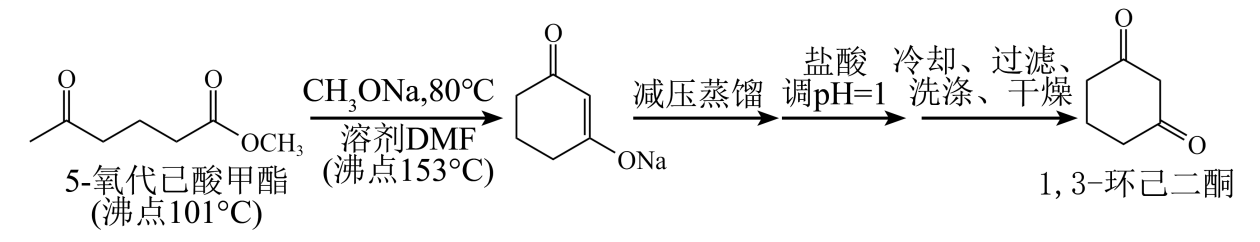
B．每个碘离子可以与一个碘分子结合，形成，这个过程中，离子能够离解成碘和碘离子，形成平衡反应：，所以溶液中存在的电离平衡，此变化不是氧化还原反应，、中碘元素是价，氯元素是价，和中，碘元素是价，溴元素是价；三个变化过程中，各元素化合价都没有改变，不是氧化还原反应，B错误；

C．同主族元素从上往下，电负性逐渐减小，因此氯的电负性大于溴的电负性，形成共价键的两元素之间的电负性的差值越大，则键的极性越强，因此共价键极性的大小关系为，C正确；

D．已知电负性，因此氯在化合物中更容易吸引电子，导致容易断裂产生为和，D正确；

故答案选B。

8 药物中间体1，3-环己二酮可由5-氧代己酸甲酯合成，转化步骤如下：



下列说法或操作错误的是

A. 反应须在通风橱中进行

B. 减压蒸馏去除、5-氧代己酸甲酯和

C. 减压蒸馏后趁热加入盐酸

D. 过滤后可用少量冰水洗涤产物

【答案】C

【解析】A．DMF即N，N-二甲基甲酰胺，对人体有危害，反应须在通风棚中进行，故A正确；

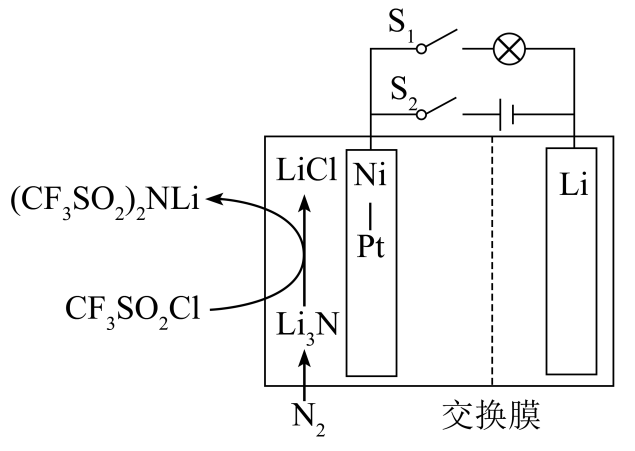
B．减压蒸馏利用沸点不同，去除CH3OH、5-氧代己酸甲酯和DMF，可以提纯中间产物，故B正确；

C．减压蒸馏后不能趁热加入盐酸，因为盐酸具有挥发性，故C错误；

D．1，3-环己二酮不含有亲水基团，不溶于水，可用少量冰水洗涤产物，除去盐酸等物质，故D正确；

故选C

9. 一种兼具合成功能的新型锂电池工作原理如图。电解质为含有机溶液。放电过程中产生，充电过程中电解LiCl产生。下列说法正确的是



A. 交换膜为阴离子交换膜

B. 电解质溶液可替换为LiCl水溶液

C. 理论上每生成，需消耗2molLi

D. 放电时总反应：

【答案】D

【解析】A．放电过程中负极锂失去电子形成锂离子，锂离子通过阳离子交换膜进入左侧生成，A错误；

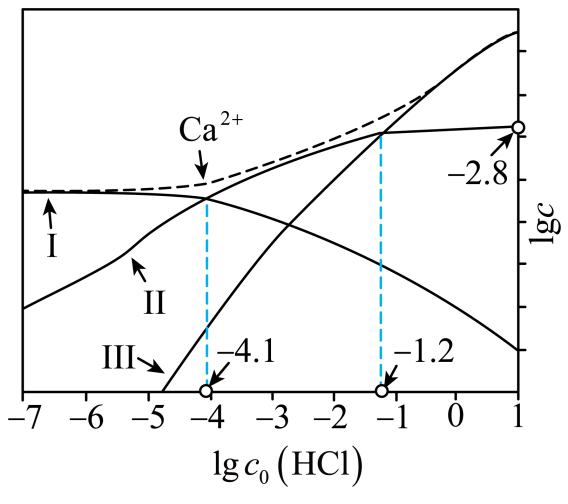
B．锂为活泼金属，会和水反应，故电解质溶液不能为水溶液，B错误；

C．充电过程中电解LiCl失去电子发生氧化反应产生：，锂离子在阴极得到电子发生还原生成锂单质：，则理论上每生成，同时生成2molLi，C错误；

D．由分析，放电过程中，正极氮气得到电子发生还原反应生成Li3N，Li3N又转化为和LiCl，负极锂失去电子发生氧化反应生成锂离子，总反应为，D正确；

故选D。

10. 将草酸钙固体溶于不同初始浓度的盐酸中，平衡时部分组分的关系如图。已知草酸。下列说法错误的是



A. 时，溶液的

B. 任意下均有：

C. 的平衡常数为

D. 时，

【答案】D

【解析】草酸钙为强碱弱酸盐，其溶液呈碱性，滴加盐酸过程中体系中存在一系列平衡、、，因此曲线Ⅰ代表，曲线Ⅱ代表，曲线Ⅲ代表，据此解题。

A．时，c()=c()，则，溶液的，故A正确；

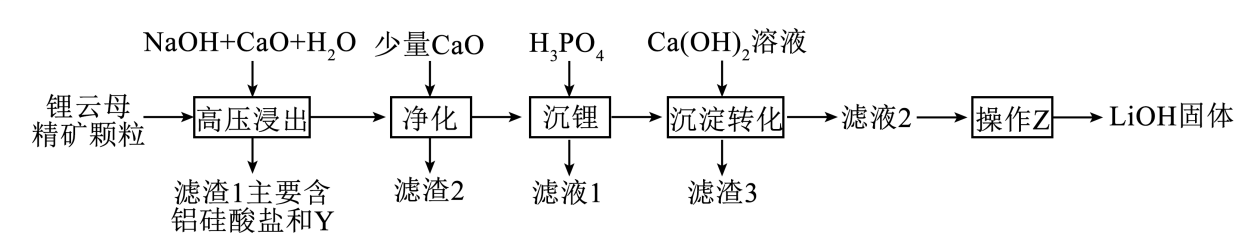
B．草酸钙固体滴加稀盐酸，任意下均有物料守恒关系，故B正确；

C．时，，c()=，，c()=；，c()=，由图可知时，c(Ca2+)=c()=，则Ksp()= c(Ca2+)×c()=；的平衡常数K====，故C正确；

D．溶液中存在电荷守恒，时，c()=c()，则存在关系，故D错误；

故选D。

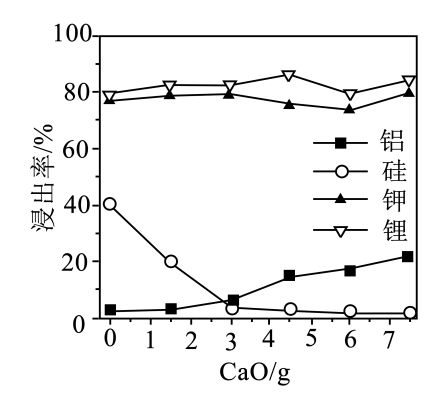
11. 锂云母的主要成分为，实验室探索一种碱浸分解锂云母制备的工艺流程如下：



（1）“高压浸出”中：

①“滤渣1”中卤化物Y为\_\_\_\_\_\_\_。(填化学式)

②一定条件下，元素浸出率与用量的关系如图，为提高锂浸出率，最佳用量为\_\_\_\_\_\_\_g。(保留小数点后一位)

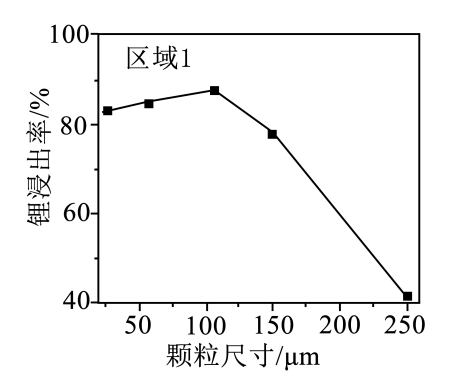


③精矿颗粒尺寸对锂浸出率的主要影响如下：

i．尺寸越小，颗粒总表面积越大，有利于反应液接触

ii．尺寸越小，颗粒聚集趋势越大，不利于反应液渗入

一定条件下，颗粒尺寸与锂浸出率关系如图。区域Ⅰ中，锂浸出率随颗粒尺寸减小而降低的原因是\_\_\_\_\_\_\_。

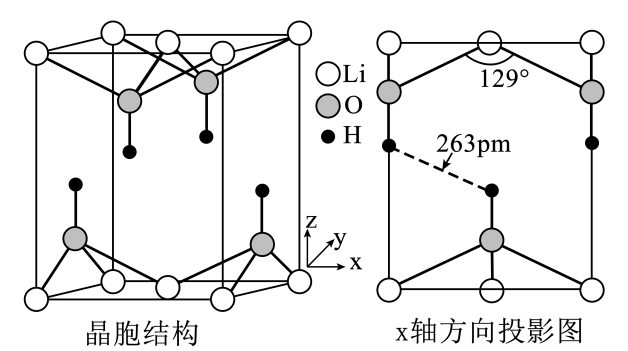


（2）“沉锂”生成磷酸锂的化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_。

（3）“沉淀转化”反应的平衡常数\_\_\_\_\_\_\_。(列出计算式)已知：时，。

（4）“操作Z”为加热、趁热过滤和\_\_\_\_\_\_\_；趁热过滤的主要目的是\_\_\_\_\_\_\_。(分解温度约为)

（5）的晶胞结构如图所示。



①晶体中与一个O紧邻的有\_\_\_\_\_\_\_个。

②一个与所有紧邻O形成的空间结构为\_\_\_\_\_\_\_。

③晶体中微粒间作用力有\_\_\_\_\_\_\_。(填标号)

a．氢键 b．离子键 c．金属键 d．范德华力 e．极性共价键 f．非极性共价键

【答案】（1） ①.  ②. 4.5 ③. 该条件下ii的影响程度大于i的影响程度

（2）

（3）

（4） ①. 蒸发结晶 ②. 除去杂质

（5） ①. 4 ②. 四面体形 ③. bde

【解析】

【分析】锂云母的主要成分为，加入氢氧化钠、氧化钙、水高压浸出，得到铝硅酸盐沉淀和氟化钙沉淀，所得滤液加少量氧化钙进一步净化过滤后，所得滤液中主要含氢氧化锂，以及少量的氢氧化钠和氢氧化钙，向滤液中加入磷酸生成磷酸锂沉淀，过滤分离，向沉淀中加入氢氧化钙溶液，转化得到磷酸钙沉淀和氢氧化锂溶液，过滤所得滤液2中溶质主要为氢氧化锂，还有少量的氢氧化钙，通过加热、趁热过滤除去氢氧化钙，滤液蒸发结晶得到氢氧化锂固体，据此分析。

【小问1详解】

①“高压浸出”中，加入的与水反应生成氢氧化钙，电离出的与生成难溶的；

②结合图中曲线，锂的浸出率最大时，的最佳用量约为4.5g；

③只考虑i影响，尺寸越小，颗粒总表面积越大，有利于反应液接触，锂的浸出率越大；只考虑ii的影响，尺寸越小，颗粒聚集趋势越大，不利于反应液渗入，锂的浸出率越小，区域Ⅰ中，锂浸出率随颗粒尺寸减小而降低，说明ii的影响程度大于i的影响程度；

【小问2详解】

净化后的滤液中主要含氢氧化锂，以及少量的氢氧化钠和氢氧化钙，“沉锂”加入磷酸生成磷酸锂的化学方程式为：；

【小问3详解】

“沉淀转化”反应的平衡常数；

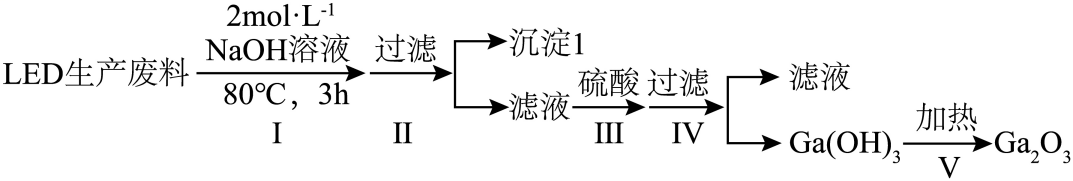
【小问4详解】

滤液2中溶质主要为氢氧化锂，还有少量的氢氧化钙，由于氢氧化钙的溶解度随温度升高而减小，加热升温会析出氢氧化钙晶体，故趁热过滤的主要目的是除去杂质；除杂后的滤液主要含，通过蒸发结晶得到固体；

【小问5详解】

根据的晶胞结构及其x轴方向投影图可知，在晶胞中Li位于8个顶点和上、下底面的2个面心，O位于前、后、左、右4个侧面上，晶体为层状结构。①晶体中与一个O紧邻的有4个，①晶体中与一个紧邻的O也有4个；②因为∠O-Li-O=129°，故一个与所有紧邻O形成的空间结构为四面体形而非正四面体形；③由于O无法提供价层孤电子对，且层间距离远，间不能形成氢键；为离子化合物，不存在金属键；与间存在离子键；根据晶体呈层状结构，层间存在范德华力；O-H属于极性共价键；故晶体中微粒间作用力有bde。

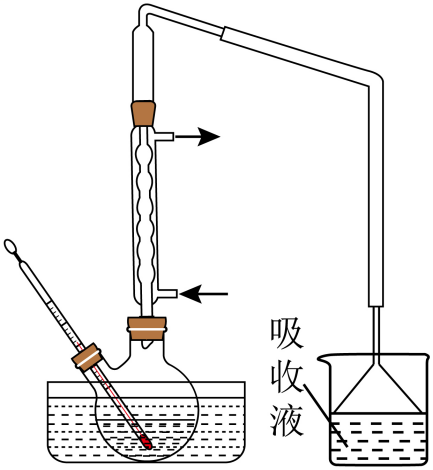
12. 实验室用发光二极管(LED)的生产废料(主要成分为难溶于水的GaN，含少量In、Mg金属)制备Ga2O3，过程如下。已知：Ga与In为同族元素，In难溶于NaOH溶液。



（1）①基态镓(Ga)原子的价电子排布式为\_\_\_\_\_\_\_。

②Ⅰ中GaN反应生成[Ga(OH)4]-的离子方程式为\_\_\_\_\_\_\_。

③Ⅰ使用装置如图(加热及夹持装置省略)，吸收液可用\_\_\_\_\_\_\_。(填标号)



a．水 b．浓盐酸 c．稀硫酸 d．四氯化碳

（2）①Ⅱ需用到的玻璃仪器有烧杯、\_\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_。

②“沉淀1”含金属元素\_\_\_\_\_\_\_。(填元素符号)

（3）①Ⅲ加硫酸调节溶液pH的目的是\_\_\_\_\_\_\_。

②按下列操作顺序测定溶液pH，不规范的是\_\_\_\_\_\_\_。(填标号)

a．用镊子夹取湿润的pH试纸

b．将pH试纸置于干燥清净玻璃片上

c．用滴管吸取少量待测液，滴在pH试纸中央

d．观察试纸颜色变化，并与标准比色卡比较

（4）Ga2O3纯度测定：称取Ga2O3样品wg，经处理配制成VmL溶液，从中移取V0mL于锥形瓶中，一定条件下，加入V1mLc1mol/LNa2H2Y溶液(此时镓以[GaY]-存在)，再加入PAN作指示剂，用c2mol/L CuSO4标准溶液滴定过量的Na2H2Y，滴定终点为紫红色。

该过程涉及反应：Cu2++H2Y2-=[CuY]2-+2H+

①终点时消耗CuSO4溶液V2mL，则Ga2O3纯度为\_\_\_\_\_\_\_。(列出计算式)

②滴定时会导致所测Ga2O3纯度偏小的情况是\_\_\_\_\_\_\_。(填标号)

a．未使用标准溶液润洗滴定管 b．称重后样品吸收了空气中水汽

c．终点时滴定管尖嘴内有气泡 d．终点读数时仰视滴定管刻度线

【答案】（1） ①. 4s24p1 ②.  ③. ac

（2） ①. 玻璃棒 ②. 漏斗 ③. 

（3） ①. 将转化为沉淀 ②. ac

（4） ①. 或 ②. ad

【解析】

【分析】由题干工艺流程图可知，LED生成废料(主要成分为难溶于水的GaN，含少量In、Mg金属)中加入2mol/LNaOH溶液在80℃下反应3个小时，将GaN转化为[Ga(OH)4]-，In和Mg不与NaOH溶液反应，过滤得到沉淀1即为In和Mg，滤液中主要含有Na[Ga(OH)4]和NaOH，加入硫酸将Na[Ga(OH)4]转化为Ga(OH)3沉淀，过滤得到Ga(OH)3沉淀和滤液，Ga(OH)3沉淀加热后分解得到Ga2O3，据此分析解题。

【小问1详解】

①已知Ga是31号元素，故基态镓(Ga)原子的价电子排布式为：4s24p1，故答案为：4s24p1；

②Ⅰ中GaN反应生成[Ga(OH)4]-的离子方程式为：GaN+3H2O+OH-[Ga(OH)4]-+NH3↑，故答案为：GaN+3H2O+OH-[Ga(OH)4]-+NH3↑；

③GaN与NaOH溶液反应时产生NH3，NH3极易溶于水，故能用水来吸收NH3，浓盐酸易挥发，不利于吸收NH3，NH3具有碱性，稀硫酸可以吸收NH3，NH3为极性分子，CCl4为非极性分子，NH3难溶于CCl4中，不能用CCl4吸收NH3，故答案为：ac；

【小问2详解】

①由题干工艺流程图信息可知，Ⅱ为过滤操作，则需用到的玻璃仪器有烧杯、漏斗和玻璃棒，故答案为：漏斗；玻璃棒；

②由分析可知，“沉淀1”含金属元素In、Mg，故答案为：In、Mg；

【小问3详解】

①由分析可知，Ⅲ加硫酸调节溶液pH的目的是将Na[Ga(OH)4]转化为Ga(OH)3沉淀，故答案为：将Na[Ga(OH)4]转化为Ga(OH)3沉淀；

②用pH试纸测定溶液pH的规范操作为：用镊子夹取一片干燥的pH试纸放在干燥洁净的玻璃片上，用玻璃棒蘸取少量的待测液于试纸中央，观察试纸颜色变化，并与标准比色卡对照，据此解题：

a．pH试纸测量溶液的pH时不能用湿润的pH试纸，操作不规范，a符合题意；

b．由上述分析可知，将pH试纸置于干燥清净的玻璃片上，操作规范，b不符合题意；

c．根据pH试纸的规范性操作可知，应该用玻璃棒蘸取少量的待测液于试纸中央而不能用滴管吸取少量待测液，滴在pH试纸中央，c符合题意；

d．根据pH试纸的规范性操作可知，观察试纸颜色变化，并与标准比色卡比较，读出待测液的pH值，d不符合题意；

故答案为：ac；

【小问4详解】

①终点时消耗CuSO4溶液V2mL，根据反应Cu2++H2Y2-=[CuY]2-+2H+可知，过量的Na2H2Y的物质的量为：c2V2×10-3mol，则与Ga3+反应的Na2H2Y的物质的量为：(c1V1×10-3- c2V2×10-3)mol，原样品中含有Ga2O3的物质的量为：(c1V1×10-3- c2V2×10-3)mol，则Ga2O3纯度为：==，故答案为：或；

②a．未使用标准溶液润洗滴定管，导致标准液的浓度偏小，V2偏大，故导致实验结果偏小，a符合题意；

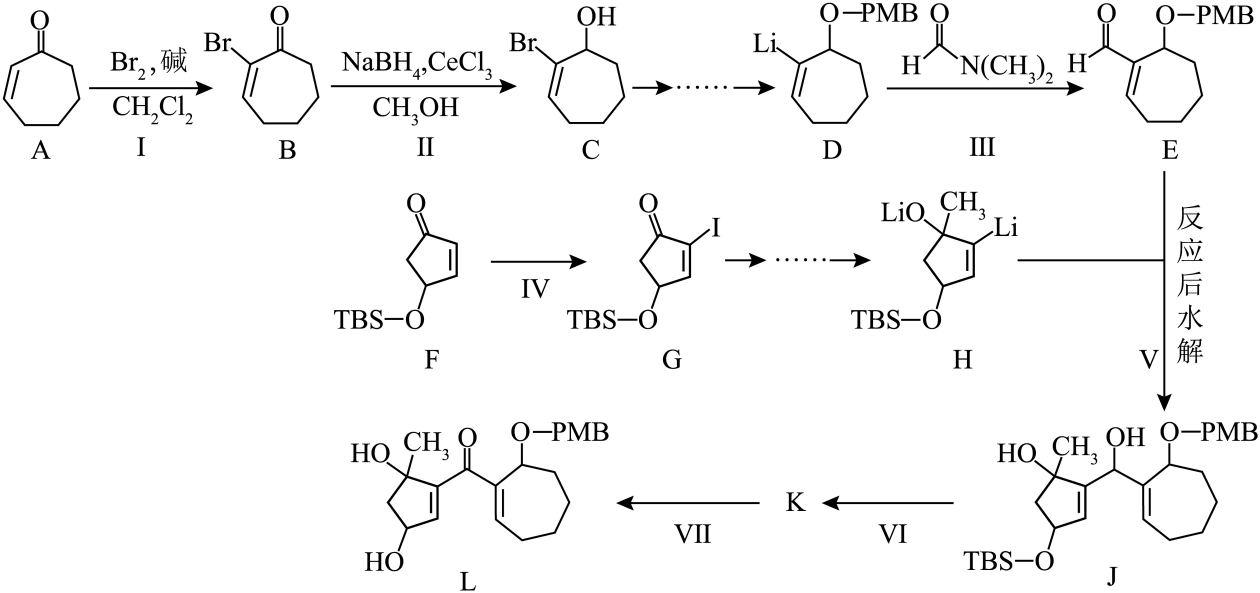
b．称重后样品吸收了空气中水汽，对实验结果没有影响，b不符合题意；

c．终点时滴定管尖嘴内有气泡，导致标准液的体积V2偏小，故导致实验结果偏大，c不符合题意；

d．终点读数时仰视滴定管刻度线，导致标准液体积V2偏大，故导致实验结果偏小，d符合题意；

故答案为：ad。

13. 软珊瑚素的关键中间体(L)的某合成路线如下。(不考虑立体异构)



已知：和为保护基团。

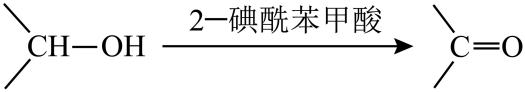
（1）B中官能团有碳碳双键、\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_。(写名称)

（2）Ⅱ的反应类型为\_\_\_\_\_\_\_；的空间结构为\_\_\_\_\_\_\_。

（3）Ⅲ的化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_。

（4）Ⅳ的反应条件为\_\_\_\_\_\_\_。

（5）由J生成L的过程涉及两种官能团的转化，分别示意如下：

① ②

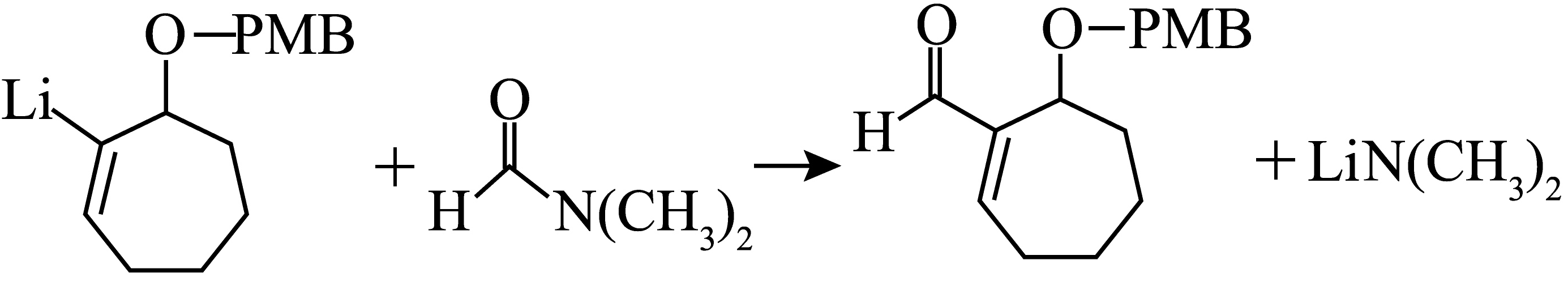
K的结构简式为\_\_\_\_\_\_\_。

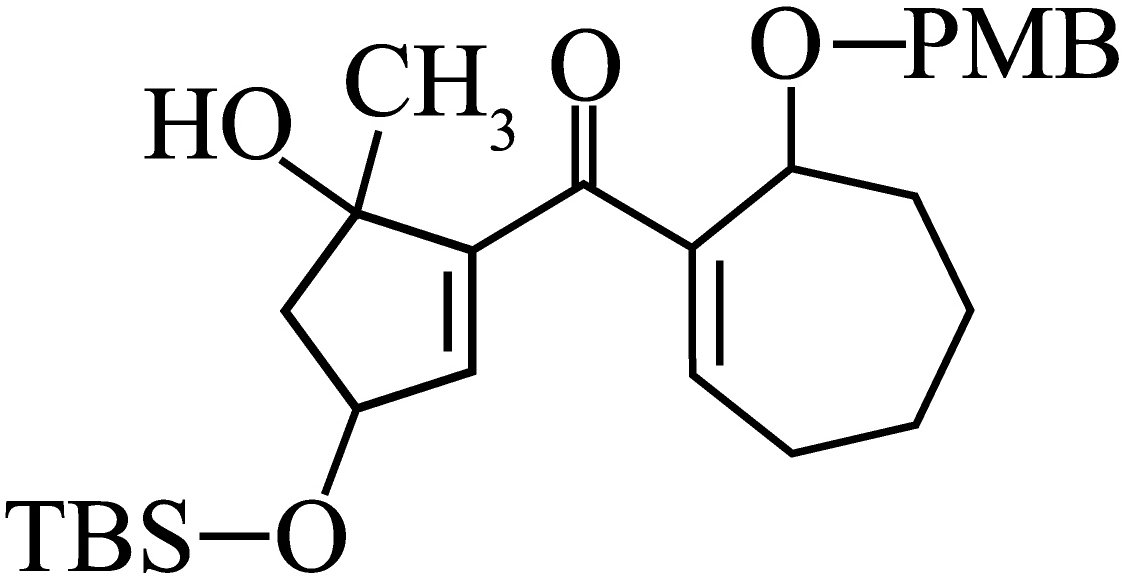
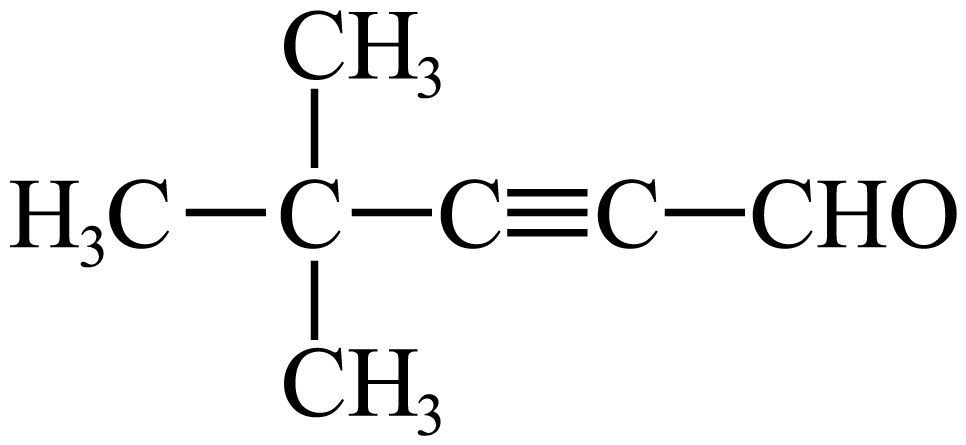
（6）Y是A的同分异构体，且满足下述条件。Y的结构简式为\_\_\_\_\_\_\_。

①Y可以发生银镜反应。②Y的核磁共振氢谱有2组峰，峰面积之比为9:1。

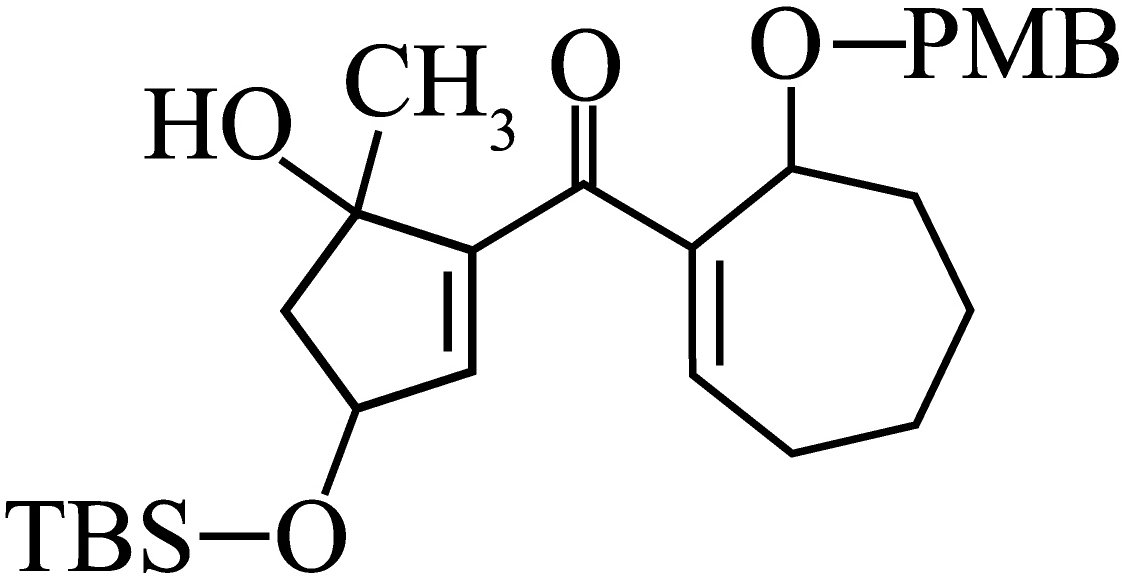
【答案】（1） ①. 酮羰基 ②. 碳溴键

（2） ①. 还原反应 ②. 正四面体形

（3） （4）I2，碱，CH2Cl2

（5） （6）

【解析】

【分析】由题干合成流程图可知，A与Br2在碱性、CH2Cl2作溶剂条件下发生取代反应生成B，B被NaBH4还原为C，C经过一系列反应生成D，D与HCON(CH3)2发生取代反应生成E，根据A到B的转化信息可知，F与在I2、碱、CH2Cl2条件下发生取代反应生成G，G经一系列反应转化为H，H和E先反应后水解生成J，J经过反应Ⅵ生成K，K经过反应Ⅶ生成L，根据J和L的结构简式以及题干(5)小问信息可知，K的结构简式为：，据此分析解题。

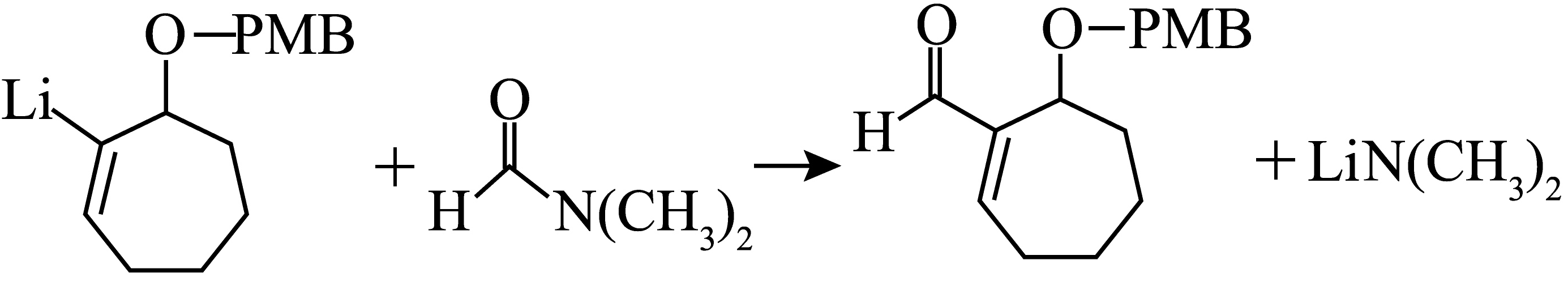
【小问1详解】

由合成流程图中B的结构简式可知，B中官能团有碳碳双键、酮羰基、碳溴键；

【小问2详解】

由分析可知，Ⅱ即B中的酮羰基转化为C中的羟基，该反应的反应类型为还原反应；中中心原子B周围的价层电子对数为：4+=4，没有孤电子对，故该离子的空间结构为正四面体形；

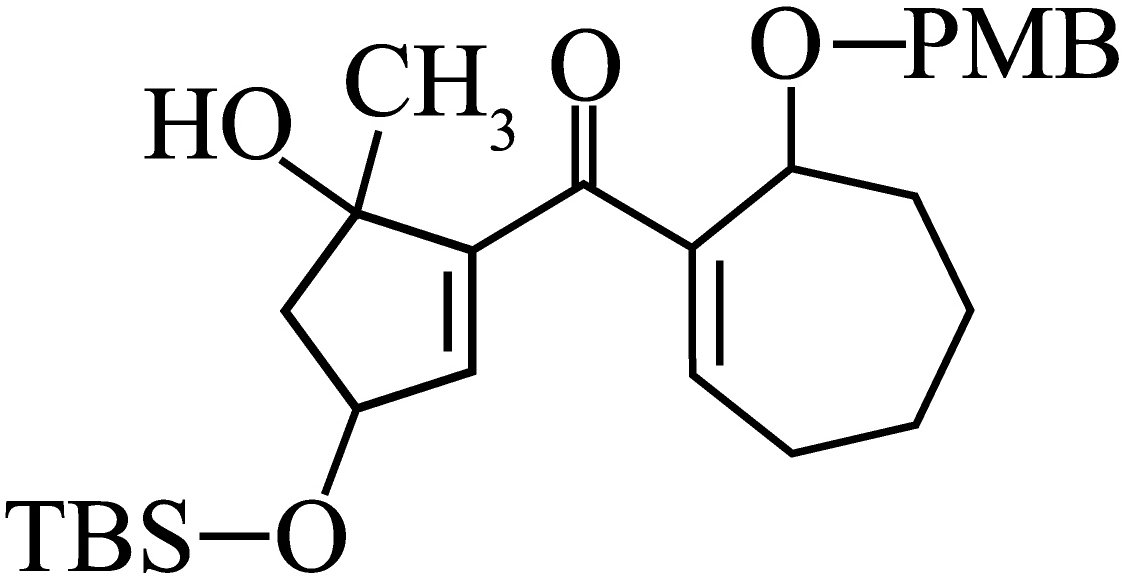
【小问3详解】

由题干合成路线图可知，根据D和E的结构简式可知，Ⅲ即D与HCON(CH3)2发生取代反应生成E的化学方程式为：；

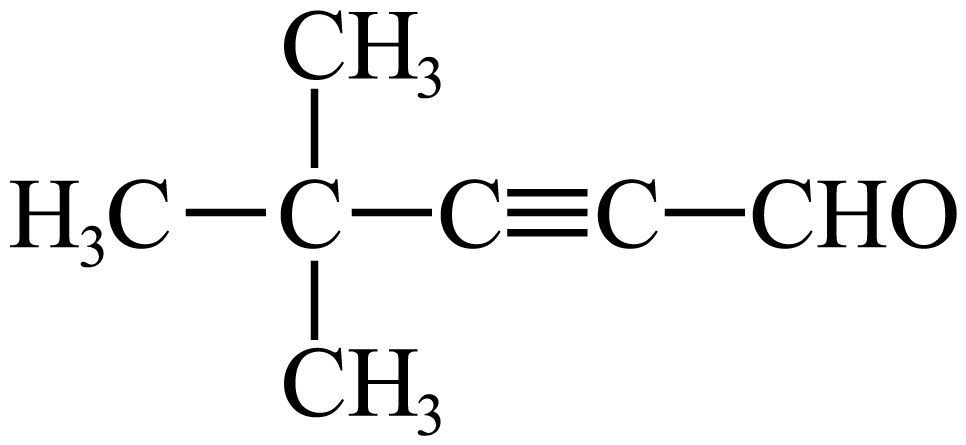
【小问4详解】

由题干A到B的转化条件可知，Ⅳ的反应条件为：I2，碱，CH2Cl2；

【小问5详解】

由分析结合题干信息：由J生成L的过程涉及两种官能团的转化可知，K的结构简式为；

【小问6详解】

由题干流程图中A的结构简式可知，A的分子式为：C7H10O，不饱和度为3，故Y是A的同分异构体，且满足下述条件①Y可以发生银镜反应即含有醛基，②Y的核磁共振氢谱有2组峰，峰面积之比为9:1则可知含有3个甲基，故Y的结构简式为。

14. 是制造多晶硅的原料，可由和耦合加氢得到，相关反应如下：

Ⅰ．

Ⅱ．

Ⅲ．

（1）生成的总反应：

Ⅳ．\_\_\_\_\_\_\_

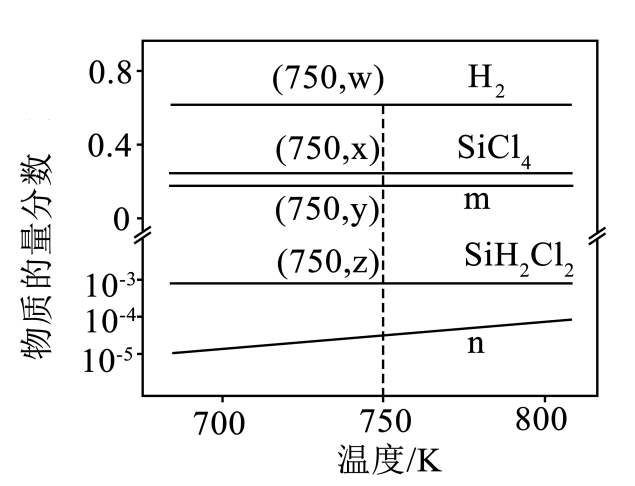
（2）体系达到平衡状态且其他条件不变时：

①压缩平衡体系体积，重新达到平衡后物质的量分数增大的组分为\_\_\_\_\_\_\_。(填标号)

a． b． c． d．

②反应温度升高不利于提高平衡时产物选择性的原因是\_\_\_\_\_\_\_。

（3）在压强为的恒压体系中通入和，达到平衡时，气体组分的物质的量分数随温度变化如图所示(忽略气体组分在硅表面的吸附量)。已知：为用气体分压表示的平衡常数，分压=物质的量分数×总压。



①图中n代表的组分为\_\_\_\_\_\_\_。(填化学式)

②时，反应Ⅲ的平衡常数\_\_\_\_\_\_\_。(列出计算式)

③时，的平衡转化率为f，消耗硅的物质的量为\_\_\_\_\_\_\_。(列出计算式)

（4）下、其他条件相同时，用和分别催化上述反应，一段时间内的转化率如下表所示。(产物选择性均高于98.5%)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 催化剂 |  |  |  |
| 的转化率/% | 7.3 | 14.3 | 22.3 |

①使用不同催化剂时，反应Ⅳ的催化剂\_\_\_\_\_\_\_催化剂(填“>”“<”或“=”)；反应Ⅳ的活化能：催化剂\_\_\_\_\_\_\_催化剂(填“>”“<”或“=”)。

②使用催化剂，初始投料该段时间内得到，则的选择性\_\_\_\_\_\_\_。(列出计算式)

【答案】（1）

（2） ①. bc ②. 因，升温反应向逆反应方向进行，的产量反而减小

（3） ①.  ②.  ③. 或

（4） ①. = ②. > ③. 

【解析】

【小问1详解】

根据盖斯定律可知，。

故答案为：-80。

【小问2详解】

①压缩平衡体系体积，相当于增大压强，重新达到平衡后，对于反应，除压强对反应I无影响，对反应都是平衡向正反应方向移动，因此和的量增大；因、，升温反应向逆反应方向进行，反应向正反应方向进行，的产量反而减小。

故答案为：bc；因，升温反应向逆反应方向进行，的产量反而减小。

【小问3详解】

在压强为的恒压体系中通入和，①根据反应可知，温度升高反应和向正反应方向进行，产物含量增加，结合图可知n为HCl，m为；②时按照反应进行：，由图中可知道平衡时，，，则；③，1mol的平衡转化率为f，则转化的为fmol，剩余的为()mol，平衡时的物质与物质的量分数分别为：x、z和y，设平衡时混合物的总物质的量为Mmol，则可以根据剩余的计算出M，mol，再计算出、，根据硅原子守恒，消耗硅的物质的量=平衡物质中硅的总物质的量-起始时的1mol，或者消耗硅的物质的量=平衡物质中和物质的量之和-消耗的fmol，。

故答案为：；；或。

【小问4详解】

①使用不同催化剂时，反应的催化剂与催化剂相比较，由于反应热只和反应物的始态与生成物的终态有关，与催化剂无关，所以催化剂=催化剂；根据表中数据，在相同单位时间内，作催化剂的转化率为7.3%、作催化剂的转化率为22.3%，由此可以得出作催化剂时活化能更低，效率更高，则反应的活化能：催化剂催化剂；②根据反应：，初始投料该段时间内得到，列式，得出生成所消耗的的物质的量，根据表的转化率可知所消耗的的总物质的量为，最后根据公式。

故答案为：=；>；。