2022 北京东城高三一模

化　　学

可能用到的相对原子质量：H-1　C-12　O-16

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列说法正确的是

A. 电解质溶液导电　过程发生了化学变化

B. 原子核外电子发生跃迁属于化学变化

C. 石油分馏利用了石油中各组分化学性质的差异

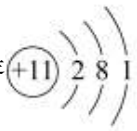
D. “碳中和”是指利用中和反应吸收 CO_2

2. 下列化学用语或图示表示不正确的是

A. HCl 的电子式是 $H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$

B. N_2 的结构式是 N=N

C. 乙醇的结构模型是 

D. Na 的原子结构示意图是 

3. 下列分子中的碳原子为 sp 杂化的是

A. CH_4　　B. HCHO　　C. C_2H_2　　D. C_2H_4

4. 下列实验所用主要仪器合理的是

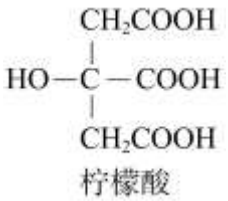
A. 除去粗盐中的少量泥沙——分液漏斗

B. 实验室用自来水制取蒸馏水——冷凝管

C. 配制一定质量分数的 NaCl 溶液——容量瓶

D. 用酸性 $KMnO_4$ 标准溶液滴定草酸溶液——碱式滴定管

5. 柠檬酸是一种食品添加剂，易溶于水，其结构如图所示。下列关于柠檬酸的说法不正确的是



柠檬酸

A. 能与 H_2O 形成氢键

B. 能与 NaOH 反应生成柠檬酸三钠

C. 能在一定条件下发生消去反应

D. 分子中含有手性碳原子

6. 下列方程式与所给事实不相符的是

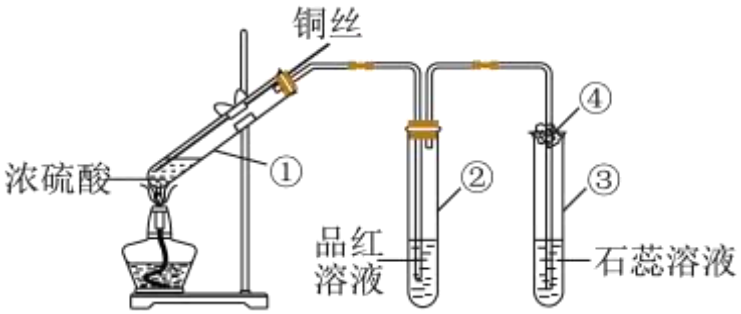
A. 向 $FeBr_2$ 溶液中通入过量 Cl_2：$2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$

B. 实验室制氨气：$2NH_4Cl+Ca(OH)_2 \xlongequal{\Delta} 2NH_3\uparrow+CaCl_2+2H_2O$

C. 铝溶于 NaOH 溶液：$2Al+2OH^-+2H_2O=2AlO_2^-+3H_2\uparrow$

D. 将充满 NO_2 的试管倒扣在水中：$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$

7. 用如图所示实验装置验证 SO_2 的性质。



下列说法不合理的是

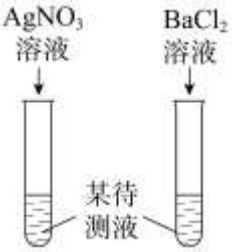
A. ①中铜丝上下移动可控制反应发生或停止

B. ②中品红溶液褪色说明 SO_2 具有漂白作用

C. ③中石蕊溶液变红说明 SO_2 溶于水显酸性

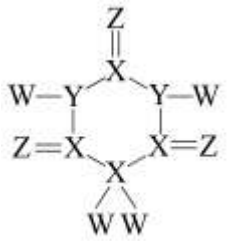
D. ④为浸有 H_2SO_4 的棉团，用于吸收尾气

8. 下列实验对应的结论正确的是

选项	A	B	C	D
实验	$2NO_2(g)$(红棕色) $\rightleftharpoons$ $N_2O_4(g)$(无色)  	 有白色沉淀产生	 均有白色沉淀	 产生白色沉淀(AgSCN)
结论	正反应放热	白色沉淀一定是 $BaSO_3$	待测液中含有 Cl^- 和 SO_4^{2-}	Ag^+ 与 Fe^{2+} 不反应

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

9. 一种对中枢神经有抑制作用的药物结构如图。其中 W、X、Y、Z 原子序数依次增大，X、Y、Z 位于第二周期，Y 的气态氢化物的水溶性显碱性。



下列判断不正确的是

A. 第一电离能：X<Z<Y

B. XZ_2 晶体属于共价晶体

C. W 与 Z 可按原子个数比 2：1 和 1：1 形成两种化合物

D. 该药物在碱性溶液中加热，可水解产生 Y 的气态氢化物

10. 配制 pH 约为 10 的 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 的混合溶液，其中 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 的浓度分别为 $0.06mol\cdot L^{-1}$ 和 $0.04mol\cdot L^{-1}$。下列关于该溶液的说法不正确的是

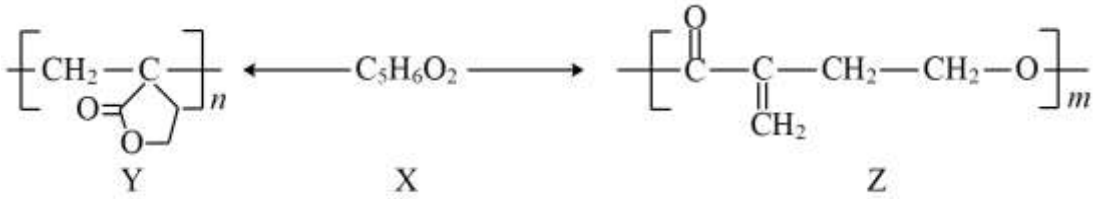
A. $c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(H_2CO_3)=0.10mol\cdot L^{-1}$

B. $2c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)<c(Na^+)$

C. 向其中滴加少量稀盐酸时(保持温度不变)，$CO_3^{2-}+H_2O \rightleftharpoons HCO_3^-+OH^-$ 的平衡常数增大

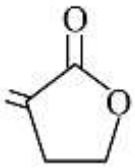
D. 向其中滴加少量 NaOH 溶液时，$\frac{c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}$ 的值增大

11. 有机小分子 X 通过选择性催化聚合可分别得到聚合物 Y、Z。



Y　　X　　Z

下列说法不正确的是

A. X 的结构简式是 

B. Y 中含有酯基，Z 中不含有酯基

C. Y 和 Z 的链节中 C、H、O 的原子个数比相同

D. Y 和 Z 分别通过化学反应均可形成空间网状结构

12. 热激活电池是一种需要达到启动温度才开始工作的电池。一种热激活电池的结构如图 1 所示，其放电后的产物为 Li_7Si_3 和 $LiMn_2O_4$。

已知：LiCl 和 KCl 混合物的熔点与 KCl 的物质的量分数的关系如图 2 所示。

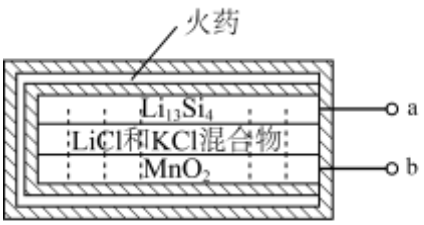


图1

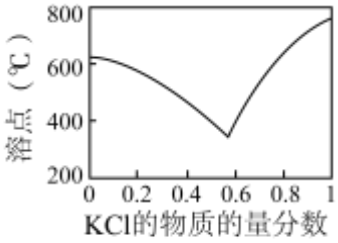


图2

下列说法不正确的是

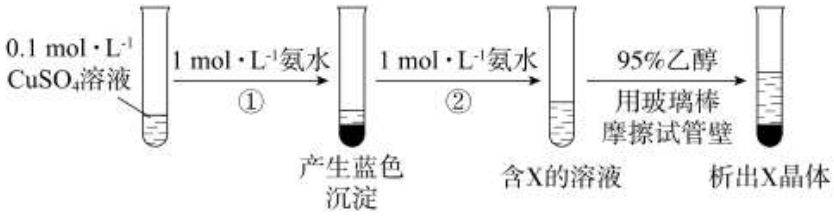
A. 放电时，Li^+向 b 极区移动

B. 放电时，a 极的电极反应是 $3Li_{13}Si_4-1le^-=4Li_7Si_3+11Li^+$

C. 该电池中火药燃烧产生的热能转化为电能

D. 调节混合物中 KCl 的物质的量分数可以改变电池的启动温度

13. X 为含 Cu^{2+}的配合物。实验室制备 X 的一种方法如图。



下列说法不正确的是

A. ①中发生反应：$Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$

B. 在①和②中，氨水参与反应的微粒相同

C. X 中所含阴离子是 SO_4^{2-}

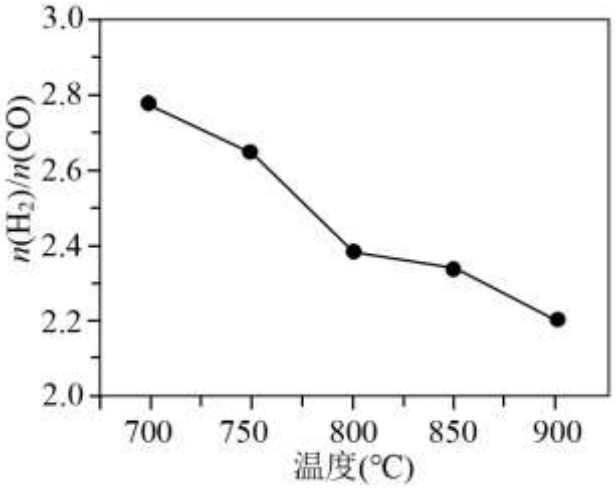
D. X　析出利用了其在乙醇中的溶解度小于在水中的溶解度

14. CH_4联合 H_2O 和 CO_2 制取 H_2 时，发生的主要反应如下：

①$CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$ $\triangle H_1=+206kJ\cdot mol^{-1}$

②$CH_4(g)+CO_2(g)\rightleftharpoons 2CO(g)+2H_2(g)$ $\triangle H_2=+247kJ\cdot mol^{-1}$

将 CH_4、H_2O 和 CO_2 按一定比例通入填充有催化剂的恒容反应器，在不同温度下，反应相同时间内(反应均未达到化学平衡状态)测得 $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 的值如图所示。



下列说法正确的是

A. 由①②可知，$CO(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$ $\triangle H=+41kJ\cdot mol^{-1}$

B. 反应条件不变，若反应足够长时间，①比②先达到化学平衡状态

C. 其他条件不变时，升高温度，①的化学反应速率减小，②的化学反应速率增大

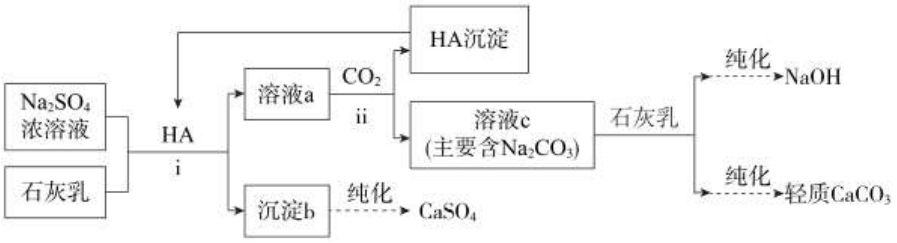
D. 其他条件不变时，增大原料中 H_2O 的浓度可以提高产物中 $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 的值

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 我国芒硝($Na_2SO_4\cdot 10H_2O$)储量居世界第一，由芒硝制备 NaOH 具有重要价值。

I.以芒硝和石灰石为原料生产 NaOH、$CaSO_4$ 和轻质 $CaCO_3$ 的主要流程如图。



（1）i、ii 中涉及到的分离操作是____。

（2）原料石灰石经反应：____、$CaO+H_2O=Ca(OH)_2$，可获得流程中所需的 CO_2 和石灰乳。

（3）HA 是一种弱酸，在上述流程中可以循环使用。

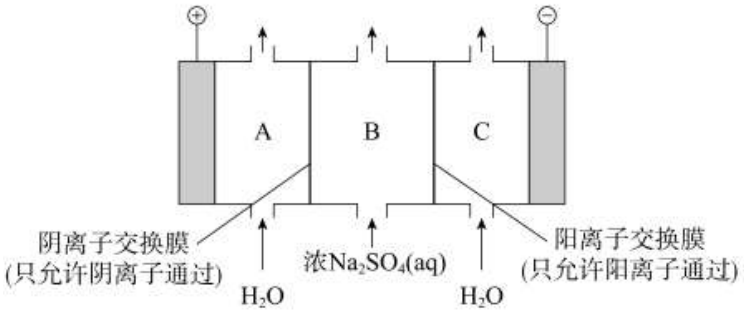
已知：温度相同时，溶解度 $s[Ca(OH)_2]<s(CaSO_4)$

①平衡移动的角度解释 HA 在 i 中反应起到的作用：____。

②本流程中还利用了 HA 的性质是_____。

（4）溶液 c 中会含有少量 $NaHCO_3$，但不会影响钠的利用率，原因是____(用化学方程式表示)。

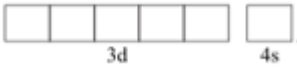
II.利用电解法制备 NaOH(如图所示)。



（5）产生 OH^-的电极反应是____，NaOH 在____(填“A”或“C”)区生成。

（6）若改变上述装置中的阳极材料，并将阴极产生的 H_2 导入阳极，发生反应：$H_2-2e^-=2H^+$。从电能与化学能转化的角度思考：产生等量的 NaOH 时，与原装置相比，消耗的电能____(填“增大”“减小”或“不变”)。

16. 钴及其化合物有重要的用途，研究其结构有重要意义。

（1）基态 Co 的价层电子排布式是 $3d^74s^2$，轨道表示式是

。____在元素周期表中，该元素属于____(填“d”或“ds”)区。

（2）$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ 是 Co^{3+}的一种重要配合物。

①该配合物的一种配体是 NH_3。NH_3 的空间结构呈____形，是_____(填“极性”或“非极性”)分子。

②该配合物中 Co^{3+}参与杂化的 6 个能量相近的空轨道分别是 2 个 3d、1 个_____和 3 个____。

③设计实验证实该配合物溶于水时，离子键发生断裂，配位键没有断裂。

实验如下：称取 2.51g 该配合物，先加水溶解，再加足量 $AgNO_3$ 溶液，____(补全实验操作和数据)。

相对分子质量：$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$-250.5，AgCl-143.5。

（3）钴蓝可用于青花瓷的颜料。钴蓝晶体是由图 1 所示的结构平移构成。图 1 包含I型和II型两种小立方体。图 2 是钴蓝的晶胞。

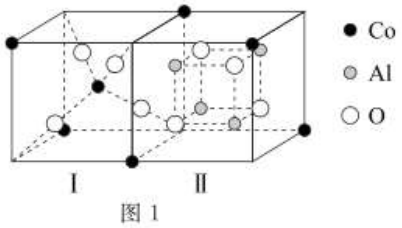


图 1

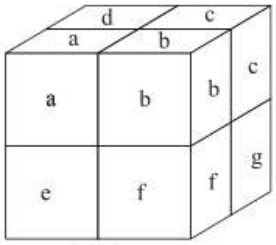
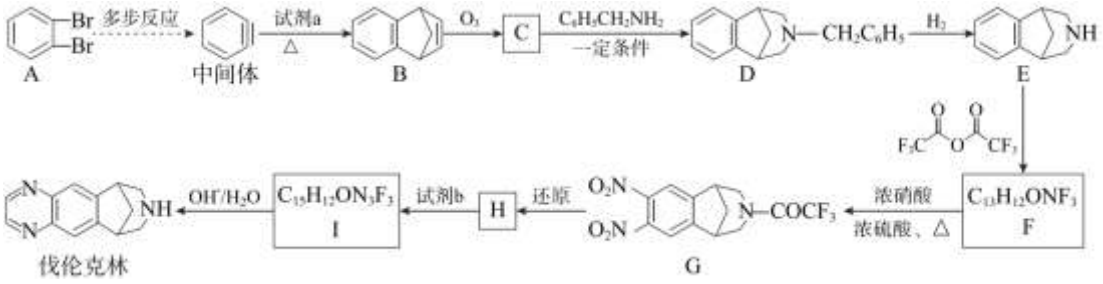


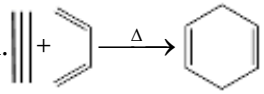
图 2

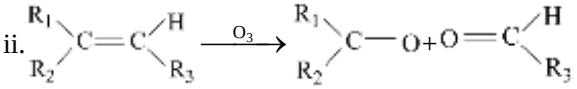
①图 2 中II型小立方体分别是 b、____(填字母序号)。

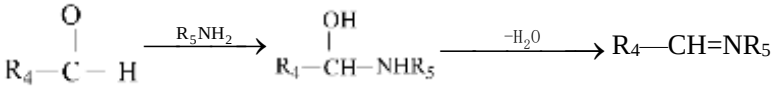
②钴蓝晶体中三种原子个数比 N(Co)：N(Al)：N(O)=____。

17. 伐伦克林是一种拮抗剂，其一种合成路线如图：



已知：i. 

ii. 

iii 

（1）邻二溴苯(A)只有一种结构，是因为苯环中除了 σ 键外，还有____键，使得其中碳碳键完全相同。

（2）试剂 a 的结构简式是____。

（3）C 中含氧官能团　名称是____。

（4）E→F 的化学方程式是____。

（5）试剂 b 的结构简式是____。

（6）I→伐伦克林的反应类型是____。

（7）步骤 E→F 在整个合成路线中起到重要作用。若无此步骤，可能导致在步骤____中有副反应发生。

18. CH_4 在光照条件下与 Cl_2 反应，可得到各种氯代甲烷。

（1）生成 CH_3Cl 的化学方程式是____。

（2）CH_4 氯代的机理为自由基(带有单电子的原子或原子团，如 Cl·、$\cdot CH_3$)反应，包括以下几步：

I.链引发	II.链传递	III.链终止
$Cl_2 \xrightarrow{光照} 2Cl\cdot$	$Cl\cdot+CH_4\rightarrow\cdot CH_3+HCl$ $\cdot CH_3+Cl_2\rightarrow CH_3Cl+Cl\cdot$ ……	$2Cl\cdot\rightarrow Cl_2$ $Cl\cdot+\cdot CH_3\rightarrow CH_3Cl$ ……

①写出由 CH_3Cl 生成 CH_2Cl_2 过程中链传递的方程式：____、____。

②不同卤原子自由基(X·)均可夺取 CH_4 中的 H，反应通式：$X\cdot(g)+CH_4(g)\rightarrow\cdot CH_3(g)+HX(g)$ △H。

已知：25℃，101kPa 时，CH_4 中 C—H 和 HCl 中 H—Cl 的键能分别是 439kJ·mol^{-1} 和 431kJ·mol^{-1}。

a．当 X 为 Cl 时，△H=____kJ·mol^{-1}。

b．若 X 依次为 F、Cl、Br、I，△H 随着原子序数增大逐渐_____(填“增大”或“减小”)，结合原子结构解释原因：____。

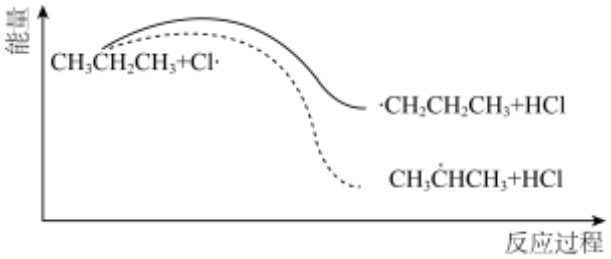
③探究光照对 CH_4 与 Cl_2 反应的影响，实验如表。

编号	操作	结果
A	将 Cl_2 与 CH_4 混合后，光照	得到氯代甲烷
B	将 Cl_2 先用光照，然后迅速在黑暗中与 CH_4 混合	得到氯代甲烷
C	将 Cl_2 先用光照，然后在黑暗中放置一段时间，再与 CH_4 混合	几乎无氯代甲烷
D	将 CH_4 先用光照，然后迅速在黑暗中与 Cl_2 混合	几乎无氯代甲烷

a．由 B 和 D 得出的结论是____。

b．依据上述机理，解释 C 中几乎没有氯代甲烷的原因：____。

（3）丙烷氯代反应中链传递的一步反应能量变化如图。



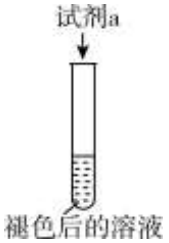
推知—CH_3中 C—H 键能比 CH_2中 C—H 键能____(填“大”或“小”)。

19. 向 KI 溶液中持续通入 Cl_2，发现溶液先由无色变为棕黄色，一段时间后褪色。探究溶液变色的原因。

（1）溶液变为棕黄色的原因是 KI 被 Cl_2 氧化为 I_2，离子方程式是____。

[猜测]棕黄色褪去　原因是 I_2 被氧化，氧化产物中 I 的化合价记为+x。

[实验I]设计如表实验验证 I_2 被氧化

装置	序号	试剂 a	现象
	甲	Na_2SO_3 溶液	溶液均变黄，遇淀粉变蓝
	乙	KI 溶液	

（2）①本实验中，试剂 a 作____剂(填“氧化”或“还原”)。

②甲能证实 I_2 被氧化而乙不能，原因是____。

[实验II]通过如下实验可测定 x

i.取 vmLcmol·L^{-1}KI 溶液于锥形瓶中，通入过量 Cl_2 至棕黄色褪去。

ii.边搅拌边加热锥形瓶中的溶液，一段时间后，操作 A，试纸不变蓝。

iii.冷却至室温后，加入过量 KI 固体，生成大量紫黑色沉淀(I_2)。

iv.立即用 amol·$L^{-1}$$Na_2S_2O_3$ 溶液滴定。滴定过程中沉淀逐渐溶解，溶液颜色逐渐变深再变浅。当溶液变为浅黄色时，加入淀粉溶液，继续滴定至终点，消耗 $Na_2S_2O_3$ 溶液 bmL。

已知：$I_2+2S_2O_3^{2-}=S_4O_6^{2-}+2I^-$

$I^-+I_2 \rightleftharpoons I_3^-$ (棕黄色)

I_2 在纯水中溶解度很小，饱和碘水呈浅黄色

（3）ii 的目的是除去溶液中的 Cl_2，操作 A 是____。

（4）结合数据，计算可得 x=____(用代数式表示)。

[反思]

（5）实验过程中，在未知 x 具体数值的情况下，iii 中为保证所加的 KI 固体过量，理论上加入的 n(KI)应大于 i 中 n(KI)的____(填数字)倍。

（6）从平衡移动的角度解释 iv 中“溶液颜色逐渐变深再变浅”的原因：____。

参考答案

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列说法正确的是

A. 电解质溶液导电的过程发生了化学变化

B. 原子核外电子发生跃迁属于化学变化

C. 石油分馏利用了石油中各组分化学性质的差异

D. “碳中和”是指利用中和反应吸收 CO_2

【答案】A

【解析】

【详解】A． 电解质溶液导电的过程就是电解的过程，在电极上发生氧化还原反应，发生了化学变化，故 A 正确；

B． 原子核外电子发生跃迁不产生新物质，不属于化学变化，故 B 错误；

C． 石油分馏利用了石油中各组分物理性质的差异，主要是沸点的差异，故 C 错误；

D． “碳中和”是指一定时间内 CO_2 吸收和排放的量相当，故 D 错误；

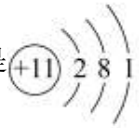
故选 A。

2. 下列化学用语或图示表示不正确的是

A. HCl 的电子式是 $H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$

B. N_2 的结构式是 N=N

C. 乙醇的结构模型是 

D. Na 的原子结构示意图是 

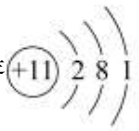
【答案】B

【解析】

【详解】A． HCl 是共价化合物，HCl 的电子式是 $H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}:$ ，故 A 正确；

B． 氮气中形成氮氮叁键，N_2 的结构式是 N≡N，故 B 错误；

C． 乙醇中碳和氧均采用 sp^3 杂化，乙醇的结构模型是 ，故 C 正确；

D． 钠是 11 号元素，有三个电子层，Na 的原子结构示意图是 

，故 D 正确；

故选 B。

3. 下列分子中的碳原子为 sp 杂化的是

A. CH_4　　B. HCHO　　C. C_2H_2　　D. C_2H_4

【答案】C

【解析】

【详解】A．CH_4 中碳形成 4 个 σ 键，为 sp^3 杂化，故 A 不选；

B．HCHO 中碳形成 3 个 σ 键，没有孤电子对，为 sp^2 杂化，故 B 不选；

C．C_2H_2 中碳形成 2 个 σ 键，没有孤电子对，为 sp 杂化，故 C 选；

D．C_2H_4 中碳形成 3 个 σ 键，没有孤电子对，为 sp^2 杂化，故 D 不选；

故选 C。

4. 下列实验所用主要仪器合理的是

A. 除去粗盐中的少量泥沙——分液漏斗

B. 实验室用自来水制取蒸馏水——冷凝管

C. 配制一定质量分数的 NaCl 溶液——容量瓶

D. 用酸性 $KMnO_4$ 标准溶液滴定草酸溶液——碱式滴定管

【答案】B

【解析】

【详解】A． 分离固体和溶液，用过滤法，除去粗盐中的少量泥沙用漏斗，故 A 错误；

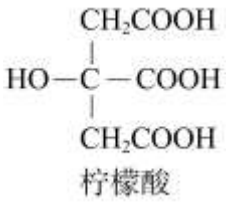
B． 实验室用自来水制取蒸馏水采用蒸馏的方法，仪器要用蒸馏烧瓶、冷凝管等，故 B 正确；

C． 配制一定质量分数的 NaCl 溶液用烧杯、玻璃棒和天平，故 C 错误；

D． 酸性 $KMnO_4$ 溶液具有强氧化性，不能用碱式滴定管盛装，用酸性 $KMnO_4$ 标准溶液滴定草酸溶液要用酸式滴定管，故 D 错误；

故选 B。

5. 柠檬酸是一种食品添加剂，易溶于水，其结构如图所示。下列关于柠檬酸的说法不正确的是



柠檬酸

A. 能与 H_2O 形成氢键

B. 能与 NaOH 反应生成柠檬酸三钠

C. 能在一定条件下发生消去反应

D. 分子中含有手性碳原子

【答案】D

【解析】

【详解】A． 柠檬酸中的羟基和羧基均能与 H_2O 形成氢键，故 A 正确；

B． 柠檬酸中含有三个羧基，能与 NaOH 反应生成柠檬酸三钠，故 B 正确；

C． 柠檬酸与羟基相连的碳的邻碳上有氢，能在一定条件下发生消去反应，故 C 正确；

D． 没有一个碳上连有 4 个不同的原子或原子团的特征碳，柠檬酸分子中不含有手性碳原子，故 D 错误；

故答案选 D。

6. 下列方程式与所给事实不相符的是

A. 向 $FeBr_2$ 溶液中通入过量 Cl_2：$2Fe^{2+}+Cl_2=2Fe^{3+}+2Cl^-$

B. 实验室制氨气：$2NH_4Cl+Ca(OH)_2\xlongequal{\Delta}2NH_3\uparrow+CaCl_2+2H_2O$

C. 铝溶于 NaOH 溶液：$2Al+2OH^-+2H_2O=2AlO_2^-+3H_2\uparrow$

D. 将充满 NO_2 的试管倒扣在水中：$3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$

【答案】A

【解析】

【详解】A．向 $FeBr_2$ 溶液中通入过量 Cl_2，Cl_2 过量，亚铁离子、溴离子都被氧化，反应的离子方程式为 $3Cl_2+2Fe^{2+}+4Br^-=2Fe^{3+}+2Br_2+6Cl^-$，故 A 符合题意；

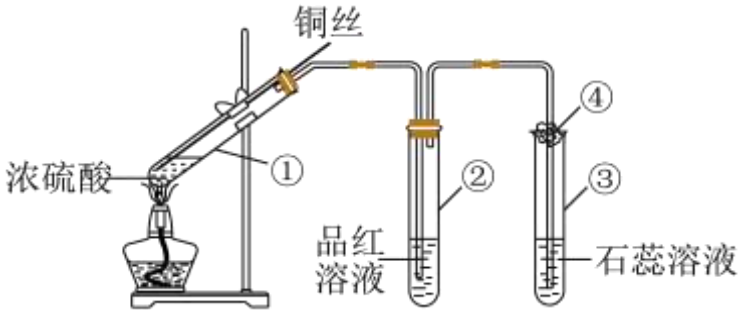
B．氯化铵与氢氧化钙加热反应生成氯化钙、氨气和水，即 $2NH_4Cl+Ca(OH)_2\xlongequal{\Delta}2NH_3\uparrow+CaCl_2+2H_2O$，故 B 不符合题意；

C．铝与碱反应生成偏铝酸钠和氢气，离子方程式为 $2Al+2OH^-+2H_2O=2AlO_2^-+3H_2\uparrow$，故 C 不符合题意；

D．将充满 NO_2 的试管倒扣在水中，NO_2 与水反应生成硝酸和 NO，即 $3NO_2+H_2O=2HNO_3+NO$，故 D 不符合题意；

答案选 A。

7. 用如图所示实验装置验证 SO_2 的性质。



下列说法不合理的是

A. ①中铜丝上下移动可控制反应发生或停止

B. ②中品红溶液褪色说明 SO_2 具有漂白作用

C. ③中石蕊溶液变红说明 SO_2 溶于水显酸性

D. ④为浸有 H_2SO_4 的棉团，用于吸收尾气

【答案】D

【解析】

【分析】在装置①中 Cu 与浓硫酸混合加热，发生氧化还原反应，产生 $CuSO_4$、SO_2、H_2O，反应的化学方程式为 $Cu+2H_2SO_4$（浓）$\xlongequal{\Delta}CuSO_4+SO_2\uparrow+2H_2O$；通过抽动铜丝可控制反应的发生与停止，比 Cu 片更容易控制化学反应的发生与停止；②中观察到的现象为品红溶液褪色，这体现了 SO_2 的漂白性，③中石蕊溶液变红说明 SO_2 溶于水显酸性。

【详解】A． ①中通过抽动铜丝可控制反应的发生与停止，故 A 正确；

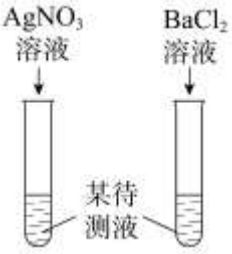
B．②中品红溶液褪色，这体现了 SO_2 的漂白性，故 B 正确；

C．二氧化硫与水反应生成亚硫酸，③中石蕊溶液变红说明 SO_2 溶于水显酸性，故 C 正确；

D．④为浸有 NaOH 或 Na_2CO_3 溶液的棉团，用于吸收尾气，故 D 错误；

故选 D。

8. 下列实验对应的结论正确的是

选项	A	B	C	D
实验	$2NO_2(g)$(红棕色) $\rightleftharpoons$ $N_2O_4(g)$(无色)  	 有白色沉淀产生	 均有白色沉淀	 产生白色沉淀(AgSCN)
结论	正反应放热	白色沉淀一定是 $BaSO_3$	待测液中含有 Cl^- 和 SO_4^{2-}	Ag^+ 与 Fe^{2+} 不反应

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A．$2NO_2(g)$(红棕色) $\rightleftharpoons$ $N_2O_4(g)$(无色)在热水中呈红棕色，说明加热平衡逆向移动，正反应是放热反应，故 A 正确；

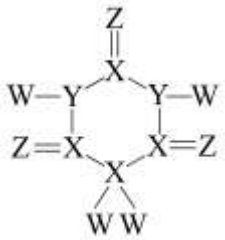
B．$3Ba^{2+}+2NO_3^-+3SO_2+2H_2O=3BaSO_4\downarrow+2NO+4H^+$，产生的白色沉淀是硫酸钡，故 B 错误；

C．碳酸钠加硝酸银和氯化钡产生碳酸银和碳酸钡均为白色沉淀，不一定是待测液中含有 Cl^- 和 SO_4^{2-}，故 C 错误；

D．$Fe^{2+}+Ag^+ \rightleftharpoons Ag+Fe^{3+}$ 是可逆反应，产生白色沉淀(AgSCN)，不能说明 Ag^+ 与 Fe^{2+} 不反应，故 D 错误；

故选 A。

9. 一种对中枢神经有抑制作用的药物结构如图。其中 W、X、Y、Z 原子序数依次增大，X、Y、Z 位于第二周期，Y 的气态氢化物的水溶性显碱性。



下列判断不正确的是

A. 第一电离能：X<Z<Y

B. XZ_2 晶体属于共价晶体

C. W 与 Z 可按原子个数比 2：1 和 1：1 形成两种化合物

D. 该药物在碱性溶液中加热，可水解产生 Y 的气态氢化物

【答案】B

【解析】

【分析】一种对中枢神经有抑制作用的药物，其中 W、X、Y、Z 原子序数依次增大，X、Y、Z 位于第二周期，Y 的气态氢化物的水溶性显碱性，得 Y 为 N 元素，X 能形成 4 个共价键，X 为 C 元素，W 形成 1 个其价键，W 为 H 元素，Z 形成 2 个共价键，Z 为 O 元素。

【详解】A． N 的 2p 能级处于半充满状态，第一电离能大，第一电离能：C<O<N，故 A 正确；

B． CO_2 晶体属于分子晶体，故 B 错误；

C． W 与 Z 可按原子个数比 2：1 和 1：1 形成两种化合物 H_2O、H_2O_2, 故 C 正确；

D． 该药物在碱性溶液中加热，可水解产生 Y 的气态氢化物和碳酸钠和丙二酸钠，故 D 正确；

故选 B。

10. 配制 pH 约为 10 的 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 的混合溶液，其中 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 的浓度分别为 0.06mol·L^{-1} 和 0.04mol·L^{-1}。下列关于该溶液的说法不正确的是

A. $c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(H_2CO_3)=0.10mol\cdot L^{-1}$

B. $2c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)<c(Na^+)$

C. 向其中滴加少量稀盐酸时(保持温度不变)，$CO_3^{2-}+H_2O \rightleftharpoons HCO_3^-+OH^-$ 的平衡常数增大

D. 向其中滴加少量 NaOH 溶液时，$\frac{c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}$ 的值增大

【答案】C

【解析】

【详解】A．混合溶液中 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 的浓度分别为 0.06mol·L^{-1} 和 0.04mol·L^{-1}，依据物料守恒可知：$c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(H_2CO_3)=0.10mol\cdot L^{-1}$，故 A 项正确；

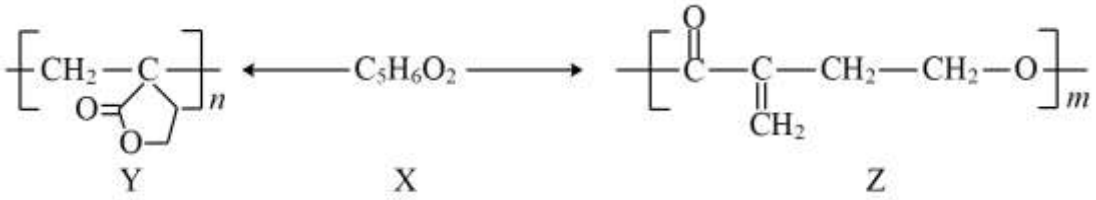
B．依据电荷守恒可知：$c(Na^+)+c(H^+)=2c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)+c(OH^-)$，而溶液的 $pH\approx 10$，即 $c(H^+)<c(OH^-)$，则有 $c(Na^+)>2c(CO_3^{2-})+c(HCO_3^-)$，故 B 项正确；

C．对于某一反应，化学平衡常数只受温度的影响，因此该反应的化学平衡常数不变，故 C 项错误；

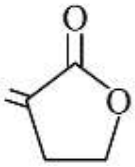
D．向混合溶液中滴加少量 NaOH 溶液时，发生反应：$HCO_3^-+OH^-=H_2O+CO_3^{2-}$，导致 $c(HCO_3^-)$ 减小，$c(CO_3^{2-})$ 增大，所以 $\frac{c(CO_3^{2-})}{c(HCO_3^-)}$ 的值增大，故 D 项正确；

答案选 C。

11. 有机小分子 X 通过选择性催化聚合可分别得到聚合物 Y、Z。



下列说法不正确的是

A. X 的结构简式是

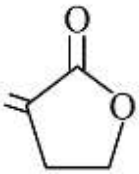
B. Y 中含有酯基，Z 中不含有酯基

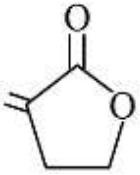
C. Y 和 Z 的链节中 C、H、O 的原子个数比相同

D. Y 和 Z 分别通过化学反应均可形成空间网状结构

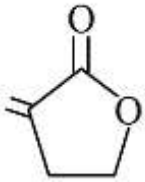
【答案】B

【解析】

【分析】X 的结构简式是，通过选择性催化聚合可分别得到聚合物 X 和 Z，X 是碳碳双键聚合，Y 是酯基开环得到的聚酯。

【详解】A． X 含有碳碳双键和酯基，X 的结构简式是，故 A 正确；

B． Y 中含有酯基，Z 中也含有酯基-COO-R，故 B 错误；

C． Y 和 Z 都是由聚合而成，Y 和 Z 的链节中 C、H、O 的原子个数比相同，故 C 正确；

D． Y 中含有酯基、Z 中含有碳碳双键，分别通过化学反应均可形成空间网状结构，故 D 正确；

故选 B。

12. 热激活电池是一种需要达到启动温度才开始工作的电池。一种热激活电池的结构如图 1 所示，其放电后的产物为 Li_7Si_3 和 $LiMn_2O_4$。

已知：LiCl 和 KCl 混合物的熔点与 KCl 的物质的量分数的关系如图 2 所示。

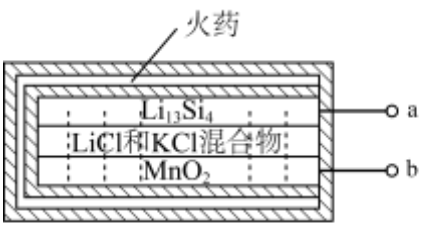


图1

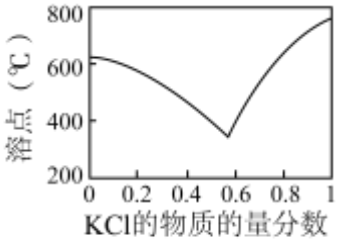


图2

下列说法不正确的是

A. 放电时，Li^+向 b 极区移动

B. 放电时，a 极的电极反应是 $3Li_{13}Si_4-1le^-=4Li_7Si_3+11Li^+$

C. 该电池中火药燃烧产生的热能转化为电能

D. 调节混合物中 KCl 的物质的量分数可以改变电池的启动温度

【答案】C

【解析】

【详解】A． 放电时，Li^+向正极移动，即向 b 极区移动，故 A 正确；

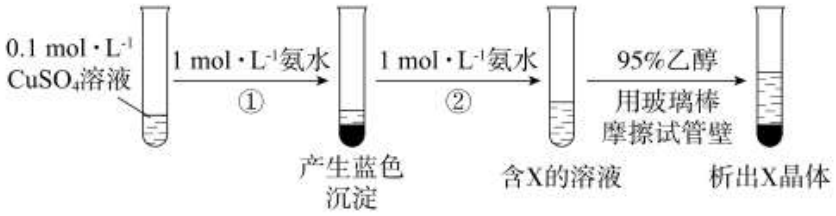
B． 放电时，a 极的 $Li_{13}Si_4$ 失电子发生氧化反应，电极反应是 $3Li_{13}Si_4-1le^-=4Li_7Si_3+11Li^+$，故 B 正确；

C． 该电池中火药反应产生的化学能转化为电能，故 C 错误；

D． LiCl 和 KCl 混合物的熔点与 KCl 的物质的量分数的关系图，调节混合物中 KCl 的物质的量分数为 0.6 时，400℃时就可以启动电池，故 D 正确；

故选 D。

13. X 为含 Cu^{2+}的配合物。实验室制备 X 的一种方法如图。



下列说法不正确的是

A. ①中发生反应：$Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$

B. 在①和②中，氨水参与反应的微粒相同

C. X 中所含阴离子是 SO_4^{2-}

D. X 的析出利用了其在乙醇中的溶解度小于在水中的溶解度

【答案】B

【解析】

【分析】向硫酸铜中加入氨水首先①中发生反应：$Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$，继续添加氨水沉淀溶解②中发生反应 $Cu(OH)_2+4NH_3=[Cu(NH_3)_4](OH)_2$，X 为含 Cu^{2+}的配合物，故 X 为深蓝色晶体$[Cu(NH_3)_4]SO_4\cdot H_2O$。

【详解】A．①中发生反应：$Cu^{2+}+2NH_3\cdot H_2O=Cu(OH)_2\downarrow+2NH_4^+$，A 项正确；

B．在①中，氨水参与反应的微粒是 Cu^{2+}，在②中，氨水参与反应的微粒是 $Cu(OH)_2$，B 项错误；

C．X 为深蓝色晶体$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$，所含阴离子为$SO_4^{2-}$，C 项正确；

D．加入 95%的乙醇析出$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$，利用了其在乙醇中的溶解度小于在水中的溶解度，D 项正确；

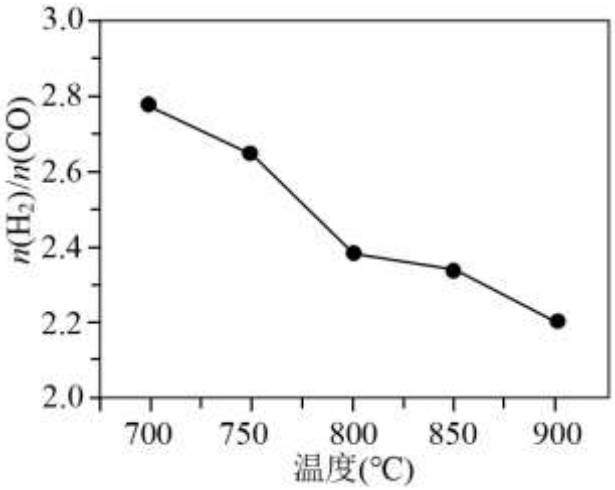
答案选 B。

14. CH_4联合 H_2O 和 CO_2制取 H_2时，发生的主要反应如下：

①$CH_4(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$ $\triangle H_1=+206kJ\cdot mol^{-1}$

②$CH_4(g)+CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)+2H_2(g)$ $\triangle H_2=+247kJ\cdot mol^{-1}$

将 CH_4、H_2O 和 CO_2按一定比例通入填充有催化剂的恒容反应器，在不同温度下，反应相同时间内(反应均未达到化学平衡状态)测得$\frac{n(H_2)}{n(CO)}$的值如图所示。



下列说法正确的是

A 由①②可知，$CO(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$ $\triangle H=+41kJ\cdot mol^{-1}$

B. 反应条件不变，若反应足够长时间，①比②先达到化学平衡状态

C. 其他条件不变时，升高温度，①的化学反应速率减小，②的化学反应速率增大

D. 其他条件不变时，增大原料中 H_2O 的浓度可以提高产物中$\frac{n(H_2)}{n(CO)}$的值

【答案】D

【解析】

【分析】由图可得，在不同温度下，反应相同时间内(反应均未达到化学平衡状态)测得$\frac{n(H_2)}{n(CO)}$的值，随温度升高而减小。

【详解】A. ①$CH_4(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$ $\triangle H_1=+206kJ\cdot mol^{-1}$，②$CH_4(g)+CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)+2H_2(g)$ $\triangle H_2=+247kJ\cdot mol^{-1}$，由①-②可知，$CO(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$ $\triangle H=206kJ\cdot mol^{-1}-247kJ\cdot mol^{-1}=-41kJ\cdot mol^{-1}$，故 A 错误；

B. 反应条件不变，若反应足够长时间，无法确定 2 个反应的速率，无法确定谁先达到化学平衡状态，故 B 错误；

C. 其他条件不变时，升高温度，增大活化分子百分数，化学反应速率增大，①的化学反应速率增大，②的化学反应速率增大，故 C 错误；

D. 其他条件不变时，增大原料中 H_2O 的浓度，①$CH_4(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO(g)+3H_2(g)$平衡正向移动，氢气增大的幅度大于 CO，可以提高产物中 $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 的值，故 D 正确；

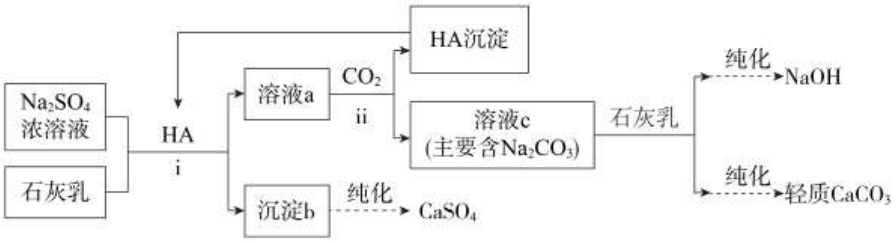
故选 D。

第二部分

本部分共 5 题，共 58 分。

15. 我国芒硝($Na_2SO_4\cdot10H_2O$)储量居世界第一，由芒硝制备 NaOH 具有重要价值

I.以芒硝和石灰石为原料生产 NaOH、$CaSO_4$ 和轻质 $CaCO_3$ 的主要流程如图。



（1）i、ii 中涉及到的分离操作是____。

（2）原料石灰石经反应：____、$CaO+H_2O=Ca(OH)_2$，可获得流程中所需的 CO_2 和石灰乳。

（3）HA 是一种弱酸，在上述流程中可以循环使用。

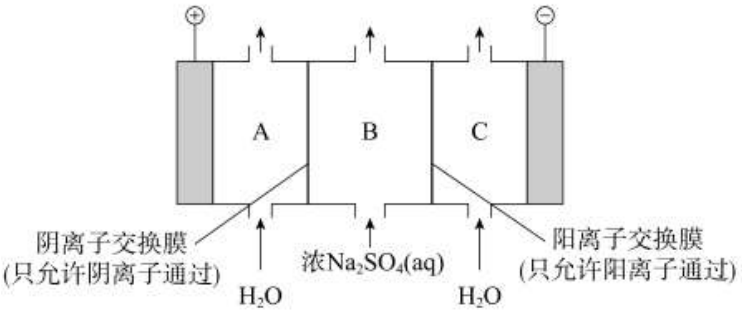
已知：温度相同时，溶解度 $s[Ca(OH)_2]<s(CaSO_4)$

①平衡移动的角度解释 HA 在 i 中反应起到的作用：____。

②本流程中还利用了 HA 的性质是_____。

（4）溶液 c 中会含有少量 $NaHCO_3$，但不会影响钠的利用率，原因是____(用化学方程式表示)。

II.利用电解法制备 NaOH(如图所示)。



（5）产生 OH^- 的电极反应是____，NaOH 在____(填“A”或“C”)区生成。

（6）若改变上述装置中的阳极材料，并将阴极产生的 H_2 导入阳极，发生反应：$H_2-2e^-=2H^+$。从电能与化学能转化的角度思考：产生等量的 NaOH 时，与原装置相比，消耗的电能____(填“增大”“减小”或“不变”)。

【答案】（1）过滤　（2）$CaCO_3\overset{高温}{=\!=}CaO+CO_2\uparrow$

（3） ①. 由于溶解度 s[Ca(OH)₂]<s(CaSO₄)，$Ca(OH)_2+Na_2SO_4 \rightleftharpoons CaSO_4+2NaOH$，正向反应限度小，加入 HA 消耗 NaOH 使上述平衡正向移动，促进 CaSO₄ 生成 ②. 难溶于水

（4）$NaHCO_3+Ca(OH)_2=NaOH+CaCO_3\uparrow+H_2O$

（5） ①. $2H_2O+2e^-=2OH^-+H_2\uparrow$ ②. C

（6）减小

【解析】

【分析】这是一道考查以芒硝和石灰乳制备 NaOH、CaSO₄ 和轻质 CaCO₃ 的工艺路程题，利用平衡移动的原理在原料混合物中加入 HA 再通过过滤制备硫酸钙，向滤液 a 中通入二氧化碳制得碳酸钠溶液，向溶液加入石灰乳得到氢氧化钠和碳酸钙，以此解题。

【小问 1 详解】

根据流程图可知，通过 i、ii 后都是得到溶液和沉淀，故 i、ii 中涉及到的分离操作是过滤；

【小问 2 详解】

石灰石 主要成分是碳酸钙，第二步反应是氧化钙和水反应，生成氢氧化钙，故第一步反应为碳酸钙分解，方程式为：$CaCO_3 \xlongequal{高温} CaO+CO_2\uparrow$；

【小问 3 详解】

①根据题给信息可知，s[Ca(OH)₂]<s(CaSO₄)，由流程可知，在 i 中得到硫酸钙，故 HA 在 i 中反应起到的作用是：由于溶解度 s[Ca(OH)₂]<s(CaSO₄)，$Ca(OH)_2+Na_2SO_4 \rightleftharpoons CaSO_4+2NaOH$，正向反应限度小，加入 HA 消耗 NaOH 使上述平衡正向移动，促进 CaSO₄ 生成；

②通过流程可知通过 ii 后，得到 HA 沉淀，故本流程中还利用了 HA 的性质是难溶于水；

【小问 4 详解】

在溶液 c 中加入石灰乳后碳酸氢钠可以和其反应生成氢氧化钠，化学方程式为：

$NaHCO_3+Ca(OH)_2=NaOH+CaCO_3\uparrow+H_2O$；

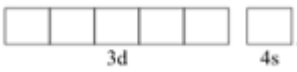
【小问 5 详解】

在阴极水得到电子生成氢气和氢氧根离子，电极反应为：$2H_2O+2e^-=2OH^-+H_2\uparrow$；由图可知右侧为阴极，在电解的过程中，钠离子向阴极移动，且在阴极产生氢氧根离子，故 NaOH 在 C 区生成；

【小问 6 详解】

将阴极产生的 H_2 导入阳极，发生反应：$H_2-2e^-=2H^+$，则此时原来在阳极被电解的水不再被电解，水被电解的总量减少，消耗的电能减少。

16. 钴及其化合物有重要的用途，研究其结构有重要意义。

（1）基态 Co 的价层电子排布式是 $3d^74s^2$，轨道表示式是 

。____在元素周期表中，该元素属于____(填“d”或“ds”)区。

（2）$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ 是 Co^{3+}的一种重要配合物。

①该配合物的一种配体是 NH_3。NH_3 的空间结构呈____形，是_____(填“极性”或“非极性”)分子。

②该配合物中 Co^{3+}参与杂化的 6 个能量相近的空轨道分别是 2 个 3d、1 个_____和 3 个____。

③设计实验证实该配合物溶于水时，离子键发生断裂，配位键没有断裂。

实验如下：称取 2.51g 该配合物，先加水溶解，再加足量 $AgNO_3$ 溶液，____(补全实验操作和数据)。

相对分子质量：$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$-250.5，AgCl-143.5。

（3）钴蓝可用于青花瓷的颜料。钴蓝晶体是由图 1 所示的结构平移构成。图 1 包含I型和II型两种小立方体。图 2 是钴蓝的晶胞。

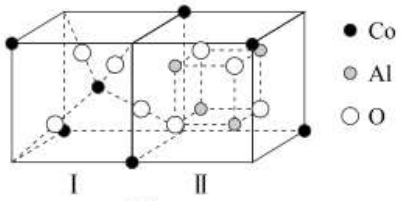


图 1

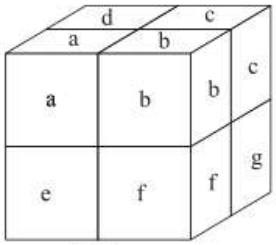
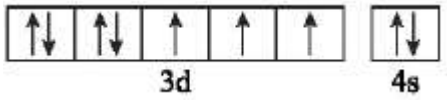


图 2

①图 2 中II型小立方体分别是 b、____(填字母序号)。

②钴蓝晶体中三种原子个数比 N(Co)：N(Al)：N(O)=____。

【答案】（1） ①. 

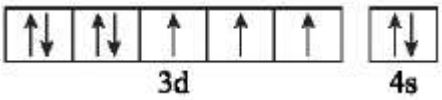
②. d

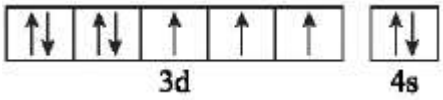
（2） ①. 三角锥 ②. 极性 ③. 4s ④. 4p ⑤. 充分反应后过滤，将沉淀洗涤、干燥后称重，测得其质量为 2.87g

（3） ①. d e g ②. 1:2:4

【解析】

【小问 1 详解】

基态 Co 的价层电子排布式是 $3d^74s^2$，轨道表示式是

。在元素周期表中，第四周期，VIII族，该元素属于 d(填“d”或“ds”)区。故答案为：

；d；

【小问 2 详解】

$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ 是 Co^{3+}的一种重要配合物。

①该配合物的一种配体是 NH_3。NH_3 的 N 原子价层电子对数为 $3+\frac{5-1\times3}{2}$=4，有 1 个孤电子对，空间结构呈三角锥形，正负电荷中心不重叠，是极性(填“极性”或“非极性”)分子。故答案为：三角锥；极性；

②该配合物中 Co^{3+}参与杂化的 6 个能量相近的空轨道分别是 2 个 3d、1 个 4s 和 3 个 4p。故答案为：4s；4p；

③设计实验证实该配合物溶于水时，离子键发生断裂，配位键没有断裂。

实验如下：称取 2.51g 该配合物，$\frac{2.51g}{250.5g\cdot mol^{-1}}$=0.01mol，先加水溶解，$[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2=[Co(NH_3)_5Cl]^{2+}+2Cl^-$，再加足量 $AgNO_3$ 溶液，电离出的氯离子与银离子形成氯化银沉淀，充分反应后过滤，将沉淀洗涤、干燥后称重，测

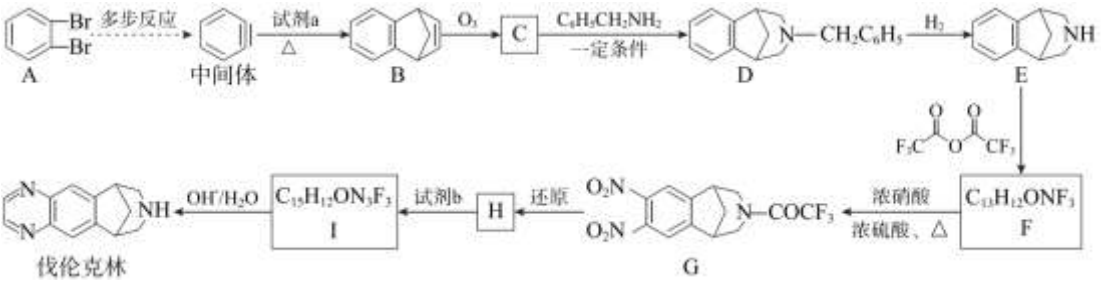
得其质量为 2.87g，$\frac{2.87g}{143.5g?mol^{-1}}$=0.02mol，说明该配合物溶于水时，离子键发生断裂，配位键没有断裂。故答案为：充分反应后过滤，将沉淀洗涤、干燥后称重，测得其质量为 2.87g；

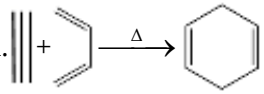
【小问 3 详解】

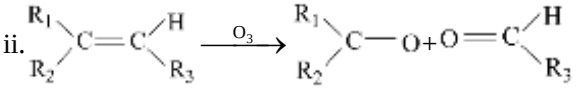
①根据晶胞中I型立体结构、II型小立方体关系，图 2 中II型小立方体分别是 b、d e g(填字母序号)。故答案为：d e g；

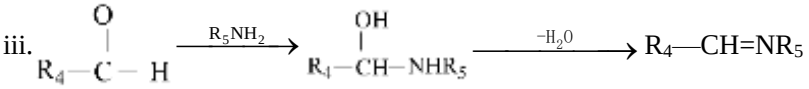
②I型立体结构含有 Co 原子数是 4×$\frac{1}{8}$+1、O 原子数是 4，II型小立方体含有 Co 原子数是 4×$\frac{1}{8}$、O 原子数是 4、Al 原子数是 4，该立方晶胞由 4 个I型和 4 个II型小立方体构成，所以 1 个晶胞含有 Co 原子数是 8、O 原子数是 32、Al 原子数是 16，钴蓝晶体中三种原子个数比 N(Co)：N(Al)：N(O)=8：16：32= 1:2:4，故答案为：1:2:4。

17. 伐伦克林是一种拮抗剂，其一种合成路线如图：



已知：i.

ii.

iii.

（1）邻二溴苯(A)只有一种结构，是因为苯环中除了 σ 键外，还有____键，使得其中碳碳键完全相同。

（2）试剂 a 的结构简式是____。

（3）C 中含氧官能团的名称是____。

（4）E→F 的化学方程式是____。

（5）试剂 b 的结构简式是____。

（6）I→伐伦克林的反应类型是____。

（7）步骤 E→F 在整个合成路线中起到重要作用。若无此步骤，可能导致在步骤____中有副反应发生。

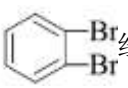
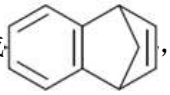
【答案】（1）大 π　（2）

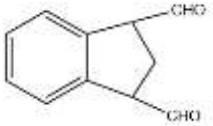
（3）醛基　（4）

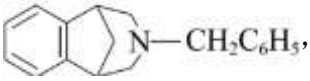
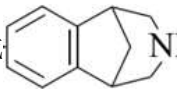
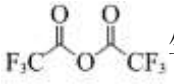
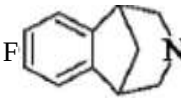
（5）OHC – CHO

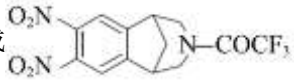
（6）取代反应　（7）H→I（或 F→G）

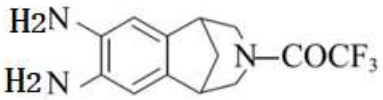
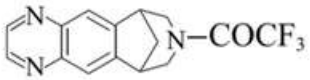
【解析】

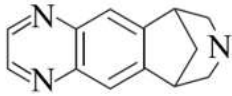
【分析】 经过多步反应得到中间体，中间体与发生加成反应生成，B 在臭氧

作用下发生信息 ii 生成 C，C 为 ，C 在一定条件下与 $C_6H_5CH_2NH_2$ 生成

，D 用氢气还原生成，E 与生成 F，F

在浓硫酸催化作用下与浓硝酸发生硝化反应生成，G 还原得到 H

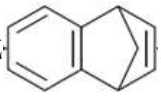
，H 与 b OHC – CHO 反应生成 I ，I 在碱性条件下水

解生成 。

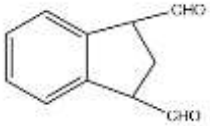
【小问 1 详解】

邻二溴苯(A)只有一种结构，是因为苯环中除了 σ 键外，还有大 π 键，使得其中碳碳键完全相同。故答案为：大 π；

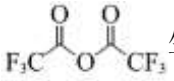
【小问 2 详解】

中间体与发生加成反应生成，试剂 a 的结构简式是。故答案为：；

【小问 3 详解】

C 为 ，C 中含氧官能团的名称是醛基。故答案为：醛基；

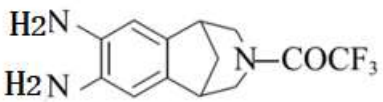
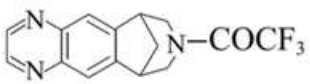
小问 4 详解】

E 与生成 F，E→F 的化学方程式是

 。故答案为：

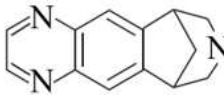
 ；

【小问 5 详解】

 OHC – CHO 反应生成 I ，同时生成水，试剂 b 的结构

简式是 OHC – CHO 。故答案为：OHC – CHO ；

【小问 6 详解】

I ，I 在碱性条件下水解生成  和 CF_3COOH，I→伐伦克林的反应类型是取代反应。故答案为：取代反应；

【小问 7 详解】

步骤 E→F  在整个合成路线中起到重要作用，即保所亚氨基。若无此步骤，可能导致在步骤 H→I（或 F→G）中有副反应发生。故答案为：H→I（或 F→G）。

18. CH_4 在光照条件下与 Cl_2 反应，可得到各种氯代甲烷。

（1）生成 CH_3Cl 的化学方程式是____。

（2）CH_4 氯代的机理为自由基(带有单电子的原子或原子团，如 Cl·、·CH_3)反应，包括以下几步：

I.链引发	II.链传递	III.链终止
$Cl_2 \xrightarrow{光照} 2Cl\cdot$	$Cl\cdot+CH_4\rightarrow\cdot CH_3+HCl$ $\cdot CH_3+Cl_2\rightarrow CH_3Cl+Cl\cdot$ ……	$2Cl\cdot\rightarrow Cl_2$ $Cl\cdot+\cdot CH_3\rightarrow CH_3Cl$ ……

①写出由 CH_3Cl 生成 CH_2Cl_2 过程中链传递的方程式：____、____。

②不同卤原子自由基(X·)均可夺取 CH_4 中的 H，反应通式：$X\cdot(g)+CH_4(g)\rightarrow\cdot CH_3(g)+HX(g)$ △H。

已知：25℃，101kPa 时，CH_4 中 C—H 和 HCl 中 H—Cl 的键能分别是 439kJ·mol^{-1} 和 431kJ·mol^{-1}。

a．当 X 为 Cl 时，△H=____kJ·mol^{-1}。

b．若 X 依次为 F、Cl、Br、I，△H 随着原子序数增大逐渐_____(填“增大”或“减小”)，结合原子结构解释原因：____。

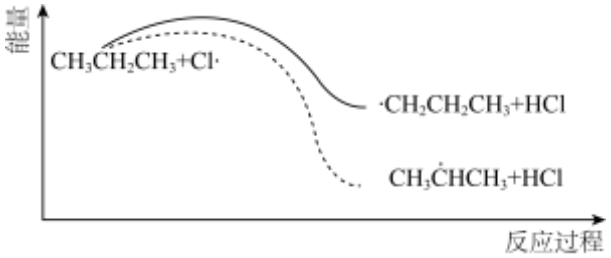
③探究光照对 CH_4 与 Cl_2 反应的影响，实验如表。

编号	操作	结果
A	将 Cl_2 与 CH_4 混合后，光照	得到氯代甲烷
B	将 Cl_2 先用光照，然后迅速在黑暗中与 CH_4 混合	得到氯代甲烷
C	将 Cl_2 先用光照，然后在黑暗中放置一段时间，再与 CH_4 混合	几乎无氯代甲烷
D	将 CH_4 先用光照，然后迅速在黑暗中与 Cl_2 混合	几乎无氯代甲烷

a．由 B 和 D 得出的结论是____。

b．依据上述机理，解释 C 中几乎没有氯代甲烷的原因：____。

（3）丙烷氯代反应中链传递的一步反应能量变化如图。



推知—CH_3 中 C—H 键能比 $\diagdown\!\!\diagup CH_2$ 中 C—H 键能____(填“大”或“小”)。

【答案】（1）$CH_4+Cl_2\xrightarrow{光照}CH_3Cl+HCl$

（2） ①. $CH_3Cl+Cl\cdot\rightarrow\cdot CH_2Cl+HCl$ ②. $\cdot CH_2Cl+Cl_2\rightarrow CH_2Cl_2+Cl\cdot$ ③. +8 ④. 增大 ⑤. 同一主族元素，随着原子序数增大，原子半径逐渐增大，H-X 键能逐渐减小 ⑥. 光照时发生链引发的物质是 $C1_2$ 而不是 CH_4 ⑦. 黑暗中发生 2C1·→$C1_2$，一段时间后体系中几乎无 C1·存在，无法进行链传递

（3）大

【解析】

【小问 1 详解】

甲烷与氯气发生取代反应生成 CH_3Cl 和 HCl，化学方程式是 $CH_4+Cl_2\xrightarrow{光照}CH_3Cl+HCl$。故答案为：$CH_4+Cl_2\xrightarrow{光照}CH_3Cl+HCl$；

【小问 2 详解】

①模仿 Cl·+CH_4→·CH_3+HCl，·CH_3+Cl_2→CH_3Cl+Cl·，由 CH_3Cl 生成 CH_2Cl_2 过程中链传递的方程式：$CH_3Cl+Cl\cdot\rightarrow\cdot CH_2Cl+HCl$ $\cdot CH_2Cl+Cl_2\rightarrow CH_2Cl_2+Cl\cdot$。故答案为：$CH_3Cl+Cl\cdot\rightarrow\cdot CH_2Cl+HCl$ $\cdot CH_2Cl+Cl_2\rightarrow CH_2Cl_2+Cl\cdot$；

②a．25℃，101kPa 时，CH_4 中 C—H 和 HCl 中 H—Cl 的键能分别是 439kJ·mol^{-1} 和 431kJ·mol^{-1}。

X·(g)+CH_4(g)→·CH_3(g)+HX(g) 当 X 为 Cl 时，△H=439kJ·mol^{-1}-431kJ·mol^{-1}= +8kJ·mol^{-1}。故答案为：+8；

b．若 X 依次为 F、Cl、Br、I，生成的卤化物中氢卤键键能逐渐减小，△H 随着原子序数增大逐渐增大(填“增大”或“减小”)，结合原子结构解释原因：同一主族元素，随着原子序数增大，原子半径逐渐增大，H-X 键能逐渐减小。故答案为：增大；同一主族元素，随着原子序数增大，原子半径逐渐增大，H-X 键能逐渐减小；

③a．由 B 将 Cl_2 先用光照，然后迅速在黑暗中与 CH_4 混合得到得到氯代甲烷，D 将 CH_4 先用光照，然后迅速在黑暗中与 Cl_2 混合，却几乎无氯代甲烷，得出的结论是光照时发生链引发的物质是 $C1_2$ 而不是 CH_4。故答案为：光照时发生链引发的物质是 $C1_2$ 而不是 CH_4；

b．依据上述机理，解释 C 中几乎没有氯代甲烷的原因：黑暗中发生 2C1·→$C1_2$，一段时间后体系中几乎无 C1·存在，无法进行链传递。故答案为：黑暗中发生 2C1·→$C1_2$，一段时间后体系中几乎无 C1·存在，无法进行链传递；

【小问 3 详解】

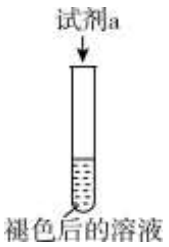
$CH_3\dot{C}H_2CH_3+Cl\cdot$ 生成 $\cdot CH_2CH_2CH_3+HCl$，放出的能量比生成 $CH_3\dot{C}HCH_3+HCl$ 小，推知—CH_3 中 C—H 键能比 $\diagdown\!\!\diagup CH_2$ 中 C—H 键能大(填“大”或“小”)。故答案为：大。

19. 向 KI 溶液中持续通入 Cl_2，发现溶液先由无色变为棕黄色，一段时间后褪色。探究溶液变色的原因。

（1）溶液变为棕黄色的原因是 KI 被 Cl_2 氧化为 I_2，离子方程式是____。

[猜测]棕黄色褪去的原因是 I_2 被氧化，氧化产物中 I 的化合价记为+x。

[实验I]设计如表实验验证 I_2 被氧化

装置	序号	试剂 a	现象
	甲	Na_2SO_3 溶液	溶液均变黄，遇淀粉变蓝
	乙	KI 溶液	

（2）①本实验中，试剂 a 作____剂(填“氧化”或“还原”)。

②甲能证实 I_2 被氧化而乙不能，原因是____。

[实验II]通过如下实验可测定 x

i.取 vmLcmol·L^{-1}KI 溶液于锥形瓶中，通入过量 Cl_2 至棕黄色褪去。

ii.边搅拌边加热锥形瓶中的溶液，一段时间后，操作 A，试纸不变蓝。

iii.冷却至室温后，加入过量 KI 固体，生成大量紫黑色沉淀(I_2)。

iv.立即用 amol·$L^{-1}$$Na_2S_2O_3$ 溶液滴定。滴定过程中沉淀逐渐溶解，溶液颜色逐渐变深再变浅。当溶液变为浅黄色时，加入淀粉溶液，继续滴定至终点，消耗 $Na_2S_2O_3$ 溶液 bmL。

已知：$I_2+2S_2O_3^{2-}=S_4O_6^{2-}+2I^-$

$I^-+I_2 \rightleftharpoons I_3^-$ (棕黄色)

I_2 在纯水中溶解度很小，饱和碘水呈浅黄色

（3）ii 的目的是除去溶液中的 Cl_2，操作 A 是____。

（4）结合数据，计算可得 x=____(用代数式表示)。

[反思]

（5）实验过程中，在未知 x 具体数值的情况下，iii 中为保证所加的 KI 固体过量，理论上加入的 n(KI)应大于 i 中 n(KI)的____(填数字)倍。

（6）从平衡移动的角度解释 iv 中“溶液颜色逐渐变深再变浅”的原因：____。

【答案】（1）$2I^- + Cl_2 = 2Cl^- + I_2$

（2） ①. 还原 ②. 通过还原产物为 I_2 可证明原溶液中含有高价态的含碘物质。甲用 Na_2SO_3 不引入碘元素，则生成的 I_2 一定是还原产物；乙中 I_2 可能是 KI 被其他氧化剂氧化生成

（3）将湿润的淀粉 KI 试纸放于锥形瓶口

（4）$\frac{ab}{cv}-1$

（5）7 （6）随滴定反应进行，$c(I^-)$增大，使$I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$平衡正向移动，促进$I_2$溶解，$c(I_3^-)$增大，溶液颜色变深；$I_2$完全溶解后，c($I_2$)随滴定反应进行而减小，且减小的程度大于$c(I^-)$增大的程度，上述平衡逆向移动，溶液颜色变浅

【解析】

【分析】氯气与 KI 发生反应 $Cl_2+2I^-=I_2+2Cl^-$，以及 $I_2+I^- \rightleftharpoons I_3^-$;氧化性 $Cl_2>I_2$，KI 溶液中通入氯气发生反应 $Cl_2+2KI=KCl+I_2$，溶液变成黄色，继续通入氯气，溶液由黄色变为无色，是因为氯气将 I_2 氧化， Cl_2 可氧化 HIO_3 等，反应的化学方程式为：$I_2+5Cl_2+6H_2O=10HCl+2HIO_3$;$c(I^-)$增大，使$I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$平衡正向移动，促进$I_2$溶解，$c(I_3^-)$增大，溶液颜色变深；$I_2$完全溶解后，c($I_2$)随滴定反应进行而减小，且减小的程度大于$c(I^-)$增大的程度，上述平衡逆向移动，溶液颜色变浅。

【小问 1 详解】

溶液变为棕黄色，说明生成碘单质，说明氯气的氧化性比碘强，原因是 KI 被 Cl_2 氧化为 I_2，离子方程式是 $2I^- + Cl_2 = 2Cl^- + I_2$。故答案为：$2I^- + Cl_2 = 2Cl^- + I_2$；

【小问 2 详解】

①本实验中，要证明 I_2 被氧化，试剂 a 作还原剂(填“氧化”或“还原”)。故答案为：还原；

②甲能证实 I_2 被氧化而乙不能，原因是通过还原产物为 I_2 可证明原溶液中含有高价态的含碘物质。甲用 Na_2SO_3 不引入碘元素，则生成的 I_2 一定是还原产物；乙中 I_2 可能是 KI 被其他氧化剂氧化生成。故答案为：通过还原产物为 I_2 可证明原溶液中含有高价态的含碘物质。甲用 Na_2SO_3 不引入碘元素，则生成的 I_2 一定是还原产物；乙中 I_2 可能是 KI 被其他氧化剂氧化生成；

【小问 3 详解】

ii 的目的是除去溶液中的 Cl_2，操作 A 检验氯有没有除尽，操作 A 是将湿润的淀粉 KI 试纸放于锥形瓶口。故答案为：将湿润的淀粉 KI 试纸放于锥形瓶口；

【小问 4 详解】

结合数据，根据电子得失守恒，vmLcmol·L^{-1}[x-(-1)]=bmLamol·L^{-1}[2.5-2]× 2，计算可得 x=$\frac{ab}{cv}-1$(用代数式表示)。

故答案为：$\frac{ab}{cv}-1$；

【小问 5 详解】

碘原子最外层有 7 个电子，最高价为+7 价，实验过程中，在未知 x 具体数值的情况下，iii 中为保证所加的 KI 固体过量，理论上加入的 n(KI)应大于 i 中 n(KI)的 7(填数字)倍。故答案为：7；

小问 6 详解】

从平衡移动的角度解释 iv 中“溶液颜色逐渐变深再变浅”的原因：随滴定反应进行，$c(I^-)$增大，使$I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$平衡正向移动，促进$I_2$溶解，$c(I_3^-)$增大，溶液颜色变深；$I_2$完全溶解后，c($I_2$)随滴定反应进行而减小，且减小的程度大于$c(I^-)$增大的程度，上述平衡逆向移动，溶液颜色变浅，故答案为：随滴定反应进行，$c(I^-)$增大，使$I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$平衡正向移动，促进$I_2$溶解，$c(I_3^-)$增大，溶液颜色变深；$I_2$完全溶解后，c($I_2$)随滴定反应进行而减小，且减小的程度大于$c(I^-)$增大的程度，上述平衡逆向移动，溶液颜色变浅。