2022 北京海淀高三一模

化　　学

本试卷共 8 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。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　C 12　O16　Na 23　Si 28　Fe 56

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. 北京 2022 年冬奥会中使用了大量新材料。下列属于金属材料的是

A	B	C	D
			
速滑冰刀中的钛合金	“飞扬”火炬中的聚硅氮烷树脂	颁奖礼服中的石墨烯发热材料	可降解餐具中的聚乳酸材料

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. N_2 的结构式：$N \equiv N$

B. 顺-2-丁烯的球棍模型： 

C. CO_2 的空间填充模型： 

D. 基态氮原子的轨道表示式： 

3. 下列说法正确的是

A. 标准状况下，$1mol H_2O$ 的体积为 22.4L

B. 同温同压下，等体积的 N_2 和 CO 所含分子数相同

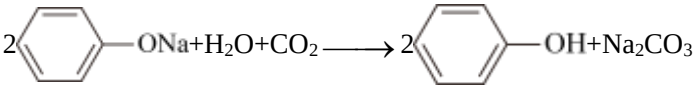
C. 丁烷所含碳原子数是相同质量乙烷的 2 倍

D. $pH=1$ 的盐酸中，$c\left(H^+\right)$ 为 $1mol \cdot L^{-1}$

4. 下列方程式能准确解释事实的是

A. 呼吸面具中用 Na_2O_2 吸收 CO_2 并供氧：$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$

B. 自然界的高能固氮：$N_2+3H_2 \underset{\text{催化剂}}{\overset{\text{高温、高压}}{\rightleftharpoons}} 2NH_3$

C. 苯酚钠溶液通入 CO_2 后变浑浊： 

D. 白醋可除去水壶中的水垢：$2H^+ + CaCO_3 = Ca^{2+} + CO_2\uparrow + H_2O$

5. 下列实验现象中的颜色变化与氧化还原反应无关的是

	A	B	C	D
实验	$NaOH$ 溶液滴入 $FeSO_4$ 溶液中	SO_2 通入 Na_2S 溶液中	KI 溶液滴入 $AgCl$ 浊液中	铜丝加热后，伸入无水乙醇中
现象	产生白色沉淀，最终变为红褐色	产生淡黄色沉淀	沉淀由白色逐渐变为黄色	先变黑，后重新变为红色

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

6. 铋可改善钢的加工性能。周期表中铋与砷 (As) 同主族，其最稳定的同位素是 $^{209}_{83}Bi$ 。下列说法不正确的是

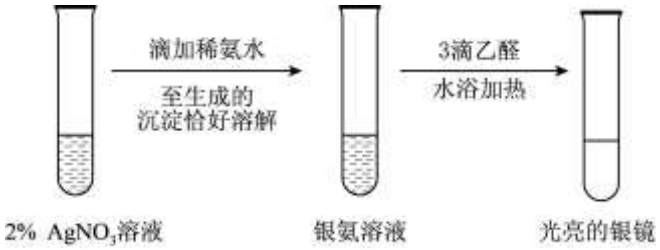
A. Bi 是第六周期元素

B. $^{209}_{83}Bi$ 的中子数是 126

C. Bi 的原子半径比 As 的小

D. $^{209}_{83}Bi$ 和 $^{208}_{83}Bi$ 具有相同的电子数

7. 配制银氨溶液并进行实验，过程如下图。



下列对该实验的说法不正确的是

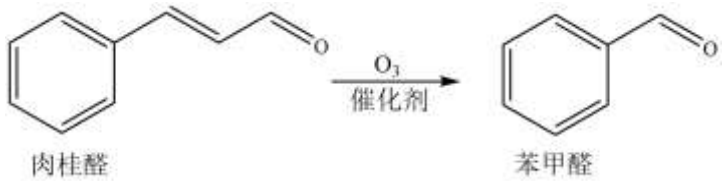
A. 用银镜反应可以检验醛基

B. 滴加稀氨水后沉淀溶解，是因为生成了 $\left[Ag(NH_3)_2\right]^+$

C. 实验后，可以用硝酸洗掉试管上的银镜

D. 将乙醛换成蔗糖，同样可以得到光亮的银镜

8. 某科研团队研究用不同金属氧化物催化肉桂醛制苯甲醛(反应如下，部分产物略去)。反应时间和其它条件相同时，测得实验数据如下表。



催化剂	金属元素的电负性	肉桂醛转化率/%	苯甲醛选择性/%

BaO	0.9	80.79	71.93
CaO	1.0	78.27	60.51
Al_2O_3	1.5	74.21	54.83
ZnO	1.6	76.46	48.57
CuO	1.9	75.34	41.71

已知：i．选择性$S(B)=\frac{n(\text{生成B所用的原料})}{n(\text{转化的原料})}\times100\%$

ii．Ba 与 Ca 同主族。

下列说法不正确的是

A. 肉桂醛制苯甲醛的反应属于氧化反应

B. 用 ZnO 作催化剂可以获得比用 Al_2O_3 更大的主反应速率

C 使用 CuO 作催化剂时，反应后副产物最多

D. 金属氧化物中金属元素的电负性越小，苯甲醛选择性越好

9. 硅橡胶是一种兼具有机物和无机物性质、热稳定性好的高分子材料。两种硅橡胶 L 和 M 的结构如下图(图中~表示链延长)。

二甲基硅橡胶L: $\sim X_m \sim$

甲基乙烯基硅橡胶M: $\sim X_n—Y_p—X_q \sim$



已知：Si 的性质与 C 相似，L 可由$(CH_3)_2SiCl_2$，在酸催化下水解、聚合制得。下列关于硅橡胶的说法不正确的是

A. L、M 的热稳定性好与 $Si-O$ 键键能大有关

B. 由$(CH_3)_2SiCl_2$制得 L 的过程中，有 HCl 产生

C. M 可通过加成反应实现交联，得到网状结构

D. 硅橡胶的抗氧化性：$L < M$

10. 下列有关实验现象的解释或所得结论正确的是

选项	实验操作	现象	解释或结论

A	向某补血口服液中滴加几滴酸性 $KMnO_4$ 溶液	酸性 $KMnO_4$ 溶液紫色褪去	该补血口服液中一定含有 Fe^{2+}
B	用蒸馏水溶解 $CuCl_2$ 固体，并继续加水稀释	溶液由绿色逐渐变为蓝色	$[CuCl_4]^{2-}+4H_2O \rightleftharpoons [Cu(H_2O)_4]^{2-}+4Cl^-$ 正向移动
C	将 25℃ $0.1mol\cdot L^{-1}Na_2SO_3$ 溶液加热到 40℃，用传感器监测溶液 pH 变化	溶液的 pH 逐渐减小	温度升高，Na_2SO_3 水解平衡正向移动
D	将铜与浓硫酸反应产生的气体通入 $BaCl_2$ 溶液中	产生白色沉淀	该气体中一定含有 SO_2

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

11. 实验小组用双指示剂法准确测定 NaOH 样品(杂质为 Na_2CO_3)的纯度。步骤如下：

①称取 m g 样品，配制成 100mL 溶液；

②取出 25mL 溶液置于锥形瓶中，加入 2 滴酚酞溶液，用浓度为 $cmol\cdot L^{-1}$ 的盐酸滴定至溶液恰好褪色(溶质为 $NaCl$ 和 $NaHCO_3$)，消耗盐酸体积为 V_1mL；

③滴入 2 滴甲基橙溶液，继续滴定至终点，消耗盐酸体积 V_2mL。

下列说法正确的是

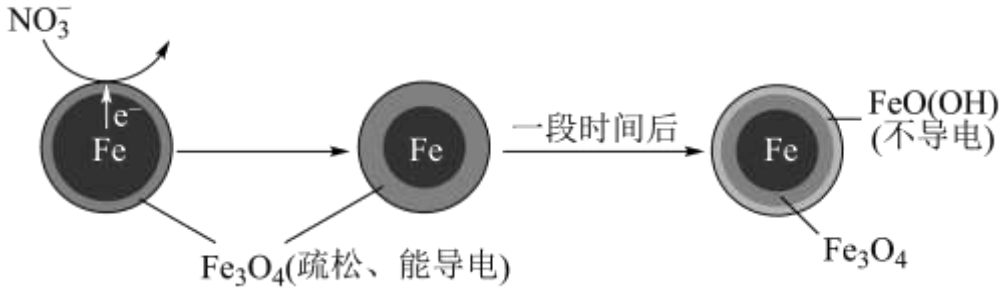
A. ①中配制溶液时，需在容量瓶中加入 100mL 水

B. ②中溶液恰好褪色时：$c(Na^+)=c(HCO_3^-)+2c(CO_3^{2-})+c(Cl^-)$

C. NaOH 样品纯度为 $\frac{4c(V_1-V_2)\times 40}{1000m}\times 100\%$

D. 配制溶液时放置时间过长，会导致最终测定结果偏高

12. 铁粉在弱酸性条件下去除废水中 NO_3^- 反应原理如下图。



下列说法正确的是

A. 上述条件下加入的 Fe 能完全反应

B. 正极的电极反应式：$NO_3^- + 8e^- + 9H^+ = NH_3 + 3H_2O$

C. $FeO(OH)$ 的产生与 Fe^{2+} 被氧化和溶液 pH 升高有关

D. 废水中溶解氧的含量不会影响 NO_3^- 的去除率

13. 合成氨原料气中的 CO 可通过水煤气变换反应 $CO(g)+H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$ 除去。某合成氨原料气中 N_2、H_2、CO、CO_2 的体积分数分别为 20%、50%、25%、5%。一定温度下按不同投料比 $\left[\frac{n(H_2O)}{n(CO)}\right]$ 通入水蒸气，平衡后混合气体中 CO 的体积分数如下表。

投料比 CO 的体积分数/% 温度/℃	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=3$	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=5$
200	1.70	0.21	0.02
250	2.73	0.30	0.06
300	6.00	0.84	0.43
350	7.85	1.52	0.80

下列说法不正确的是

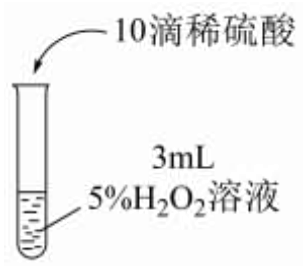
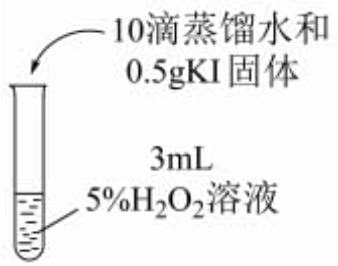
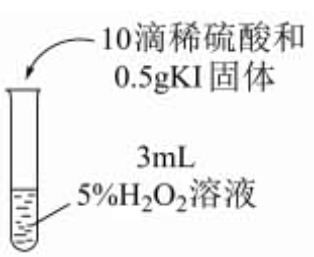
A. 从表中数据可知，水煤气变换反应的 $\Delta H<0$

B. 温度相同时，投料比 $\frac{n(H_2O)}{n(CO)}$ 大，CO 的转化率高

C. 按 $\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$ 通入水蒸气后，反应前 CO 在混合气体中的体积分数为 20%

D. 根据 $\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$ 时数据推算，300℃时水煤气变换反应的平衡常数 K 为 46

14. 实验小组探究双氧水与 KI 的反应，实验方案如下表。

序号	①	②	③
实验装置及操作			
实验现象	溶液无明显变化	溶液立即变为黄色，产生大量无色气体；溶液温度升高；最终溶液仍为黄色	溶液立即交为棕黄色，产生少量无色气体；溶液颜色逐渐加深，温度无明显变化；最终有紫黑色沉淀析出溶液无明显变化

下列说法不正确的是

A. KI 对 H_2O_2 分解有催化作用

B. 对比②和③，酸性条件下 H_2O_2 氧化 KI 的速率更大

C. 对比②和③，②中的现象可能是因为 H_2O_2 分解的速率大于 H_2O_2 氧化 KI 的速率

D. 实验②③中的温度差异说明，H_2O_2 氧化 KI 的反应放热

第二部分

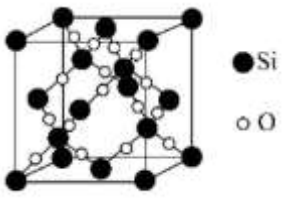
本部分共 5 题，共 58 分。

15. 硅是地壳中储量仅次于氧的元素，在自然界中主要以 SiO_2 和硅酸盐的形式存在。

（1）基态硅原子的价电子排布式为_____。

（2）硅、金刚石和碳化硅晶体的熔点从高到低依次为_____。

（3）晶态 SiO_2 的晶胞如图。



①硅原子的杂化方式为_____。

②已知 SiO_2 晶胞的棱长均为 a pm，则 SiO_2 晶体的密度 $\rho=$ _____ $g\cdot cm^{-3}$ (列出计算式)。

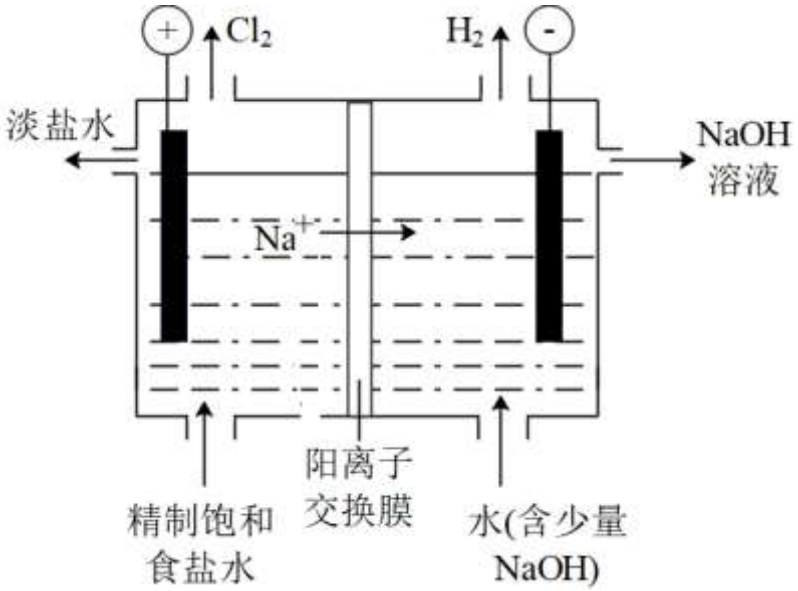
（4）硅元素最高价氧化物对应的水化物为原硅酸 (H_4SiO_4)。

资料：原硅酸($HO-\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{OH}{|}}{Si}}-OH$)可溶于水，原硅酸中的羟基可发生分子间脱水，逐渐转化为硅酸、硅胶。

①原硅酸钠$\left(Na_4SiO_4\right)$溶液吸收空气中的CO_2会生成H_4SiO_4，结合元素周期律解释原因：_____。

②从结构的角度解释H_4SiO_4脱水后溶解度降低的原因：_____。

16. 氯碱工业是化工产业的重要基础，其装置示意图如图。生产过程中产生的氯酸盐副产物需要处理。



已知：pH 升高时，ClO^-易歧化为ClO_3^-和Cl^-。

（1）电解饱和食盐水的离子方程式为_____。

（2）下列关于ClO_3^-产生的说法中，合理的是_____(填序号)。

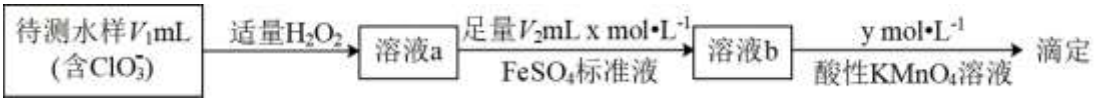
a．ClO_3^-主要在阴极室产生

b．Cl^-在电极上放电，可能产生ClO_3^-

c．阳离子交换膜破损导致OH^-向阳极室迁移，可能产生ClO_3^-

（3）测定副产物ClO_3^-含量的方法如下图。

待测水样 V_1mL 适量 H_2O_2 足量 V_2mLxmol^{-1} 溶液 a



①加入H_2O_2的目的是消耗水样中残留的Cl_2和ClO^-。若测定中未加入H_2O_2，则测得的水样中ClO_3^-的浓度将_____(填“偏大”“偏小”或“不受影响”)。

②滴定至终点时消耗V_3mL 酸性$KMnO_4$溶液，水样中$c\left(ClO_3^-\right)$的计算式为_____。

（4）可用盐酸处理淡盐水中的ClO_3^-并回收Cl_2。

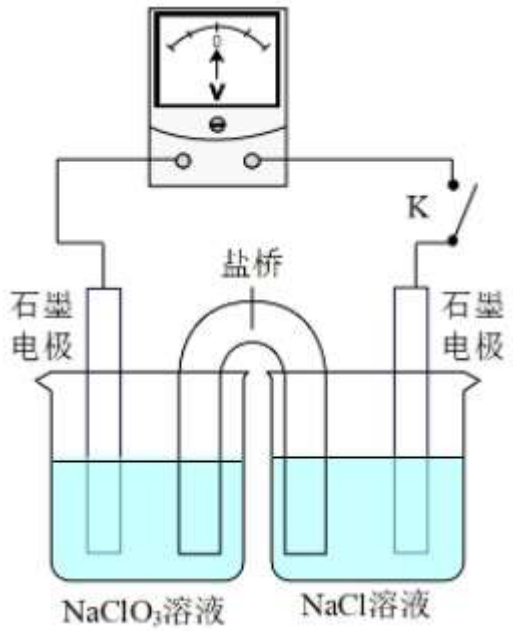
①反应的离子方程式为_____。

②处理ClO_3^-时，盐酸可能的作用是：

i．提高$c\left(H^{+}\right)$，使ClO_3^-氧化性提高或Cl^-还原性提高；

ii．提高$c\left(Cl^{-}\right)$，_____。

③用如图装置验证 i，请补全操作和现象：闭合 K，至指针读数稳定后，_____。



17. MnO_2在电池中有重要应用。以软锰矿(主要成分为MnO_2)为原料制备粗二氧化锰颗粒的过程如下：



（1）浸出

①用硫酸和$FeSO_4$可溶解软锰矿，请补全该反应的离子方程式：_____

□MnO_2+□_____+□_____=□Mn^{2+}+□Fe^{3+}+□_____

②浸出时可用SO_2代替硫酸和$FeSO_4$。下列说法正确的是_____(填序号)。

a．SO_2在反应中作氧化剂

b．用SO_2浸出可减少酸的使用

c．该法可同时处理烟气中的SO_2，减少大气污染

（2）净化、分离

①软锰矿浸出液中的Fe^{3+}、Al^{3+}可通过加碱转化为沉淀去除，分离出清液的方法是_____。

②为减少碱用量，可以通过稀释浸出液除去Fe^{3+}，结合离子方程式解释原理：_____。

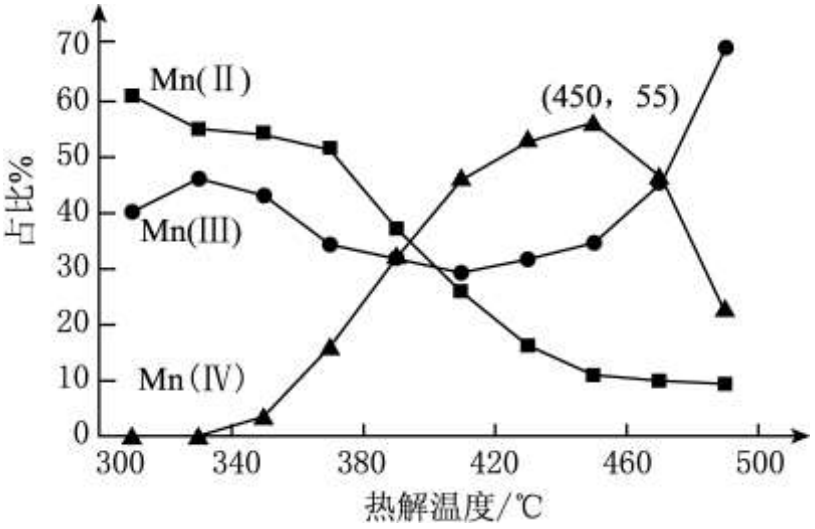
（3）热解

在一定空气流速下，相同时间内$MnCO_3$热解产物中不同价态Mn的占比随热解温度的变化如图。$MnCO_3$热解过程中涉及如下化学反应：

i．$MnCO_3(s)=MnO(s)+CO_2(g)$

ii. $4MnO(s)+O_2(g)\rightleftharpoons 2Mn_2O_3(s)\quad \Delta H<0$

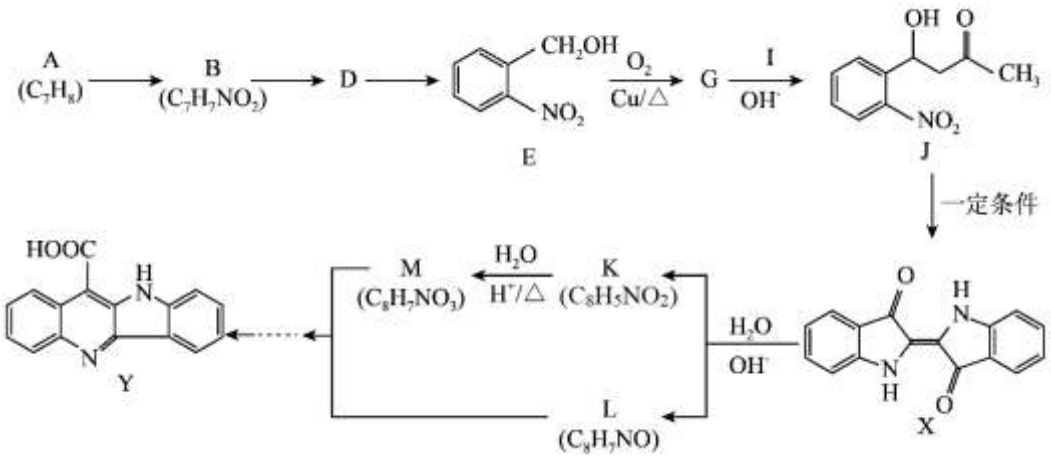
iii. $2Mn_2O_3(s)+O_2(g)\rightleftharpoons 4MnO_2(s)\quad \Delta H<0$



①为了增大产物中 MnO_2 的占比，可以采用的措施是_____(答出两条)。

②温度升高，产物中 MnO 的占比降低，可能的原因是_____。

18. 多环化合物 Y 是一种药物合成的中间体，它的一种合成路线如下图(部分反应条件或试剂略去)。



已知：

i. $R_1\text{-CHO}+R_2-CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_3 \xrightleftharpoons{OH^-} R_1-\underset{R_2}{\underset{|}{CH}}-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_3 \xrightleftharpoons{OH^-} R_1-CH=\underset{R_2}{\underset{|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-R_3$

（1）A 的名称是_____。

（2）下列说法中，正确的是_____(填序号)。

a. 由 A 制备 B 时，需要使用浓硝酸和浓硫酸

b. D 中含有　官能团只有硝基

c. D→E 可以通过取代反应实现

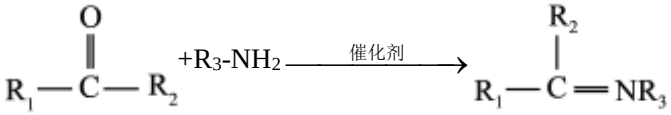
（3）E→G 的化学方程式是_____。

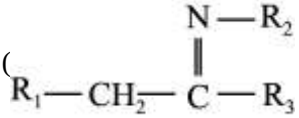
（4）I 的结构简式是_____。

（5）J 在一定条件下发生反应，可以生成化合物 X、乙酸和水，生成物中化合物 X 和乙酸的物质的量之比是_____。

（6）K 中除苯环外，还含有一个五元环。K 的结构简式是_____。

（7）知：

ii. 

iii. 亚胺结构()中 C = N 键性质类似于羰基，在一定条件下能发生类似 i 的反应。

M 与 L 在一定条件下转化为 Y 的一种路线如下图。



写出中间产物 1、中间产物 2 的结构简式：_____、_____。

19. 某兴趣小组同学探究 $KMnO_4$ 溶液与草酸($H_2C_2O_4$)溶液反应速率的影响因素。配制 1.0×10^{-3}mol/L$KMnO_4$ 溶液、0.40mol/L 草酸溶液。将 $KMnO_4$ 溶液与草酸溶液按如下比例混合。

【设计实验】

序号	$V(KMnO_4)$/mL	V(草酸)/mL	$V(H_2O)$/mL	反应温度/℃
①	2.0	2.0	0	20
②	2 0	1.0	1.0	20

（1）实验①和②的目的是_____。

（2）甲认为上述实验应控制 pH 相同，可加入的试剂是_____(填序号)。

a．盐酸　b．硫酸　c．草酸

【实施实验】

小组同学将溶液 pH 调至 1 并进行实验①和②，发现紫色并未直接褪去，而是分成两个阶段：

i．紫色溶液转变为青色溶液，ii．青色溶液逐渐褪至无色溶液。

资料：(a) Mn^{2+} 无色，在草酸中不能形成配合物；

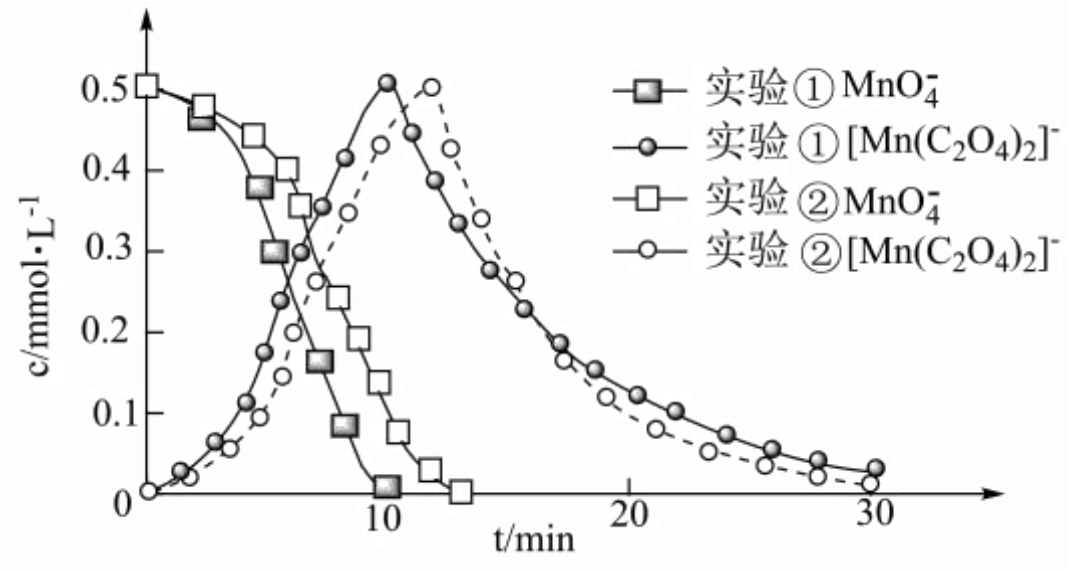
(b) Mn^{3+} 无色，有强氧化性，发生反应 $Mn^{3+}+2C_2O_4^{2-}\rightleftharpoons\left[Mn(C_2O_4)_2\right]^-$ (青绿色)后氧化性减弱；

(c) MnO_4^{2-} 呈绿色，在酸性条件下不稳定，迅速分解产生 MnO_4^- 和 MnO_2。

（3）乙同学从氧化还原角度推测阶段 i 中可能产生 MnO_4^{2-}，你认为该观点是否合理，并说明理由：_____。

【继续探究】

进一步实验证明溶液中含有$\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$，反应过程中$MnO_4^-$和$\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$浓度随时间的变化如下图。



（4）第i阶段中检测到有CO_2气体产生，反应的离子方程式为_____。

（5）实验②在第ii阶段的反应速率较大，可能的原因是_____。

（6）据此推测，若在第ii阶段将$c\left(H^+\right)$调节至$0.2mol\cdot L^{-1}$，溶液褪至无色的时间会_____(填“增加”“减少”或“不变”)。

【结论与反思】

（7）上述实验涉及的反应中，草酸的作用是_____。

结论：反应可能是分阶段进行的。草酸浓度的改变对不同阶段反应速率的影响可能不同。

参考答案

1. 北京 2022 年冬奥会中使用了大量新材料。下列属于金属材料的是

A	B	C	D
			
速滑冰刀中的钛合金	“飞扬”火炬中的聚硅氮烷树脂	颁奖礼服中的石墨烯发热材料	可降解餐具中　聚乳酸材料

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A．钛合金属于金属材料，故 A 选；

B．聚硅氮烷树脂属于无机聚合物，是一种新型无机非金属材料,故 B 不选；

C．石墨烯是碳的同素异形体，属于非金属材料，故 C 不选；

D．聚乳酸是有机材料，故 D 不选；

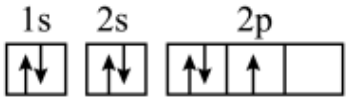
答案选 A。

2. 下列化学用语或图示表达正确的是

A. N_2 的结构式：$N \equiv N$

B. 顺-2-丁烯的球棍模型： 

C. CO_2 的空间填充模型： 

D. 基态氮原子的轨道表示式： 

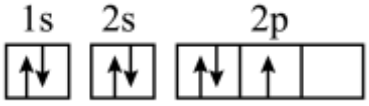
【答案】A

【解析】

【详解】A．结构式是指用一根短线表示一对共用电子对的式子，则 N_2 的结构式为：$N \equiv N$，A 正确；

B．由于碳碳双键两端的甲基分别位于双键平面的两侧，则  是反-2-丁烯的球棍模型，B 错误；

C．已知 CO_2 是直线形分子，故 CO_2 的空间填充模型为：  ，C 错误；

D．根据洪特规则及特例可知，基态氮原子 轨道表示式为： 

，D 错误；

故答案为：A。

3. 下列说法正确的是

A. 标准状况下，$1molH_2O$ 的体积为 22.4L

B. 同温同压下，等体积的 N_2 和 CO 所含分子数相同

C. 丁烷所含碳原子数是相同质量乙烷的 2 倍

D. $pH=1$的盐酸中，$c\left(H^+\right)$为$1mol\cdot L^{-1}$

【答案】B

【解析】

【详解】A．标准状况下，水为液态，$1molH_2O$ 的体积不能按照气体计算公式$V=n\times V_m$ 计算体积，则$1molH_2O$ 的体积不为$22.4L$，故 A 错误；

B．同温同压下，计算公式$n=\frac{V}{V_m}$ 计算，相同体积的N_2和CO物质的量相同，故含有分子数目相等，故 B 正确；

C．依据$n=\frac{m}{M}$分析相同质量乙烷与丁烷的物质的量不同，故 C 错误；

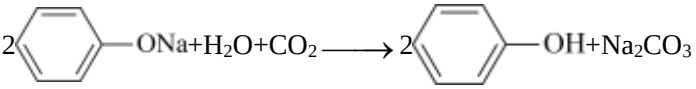
D．温度未知，水的离子积无法确定，故 pH=1 的盐酸中氢离子浓度无法计算，故 D 错误；

故答案为 B。

4. 下列方程式能准确解释事实的是

A. 呼吸面具中用 Na_2O_2 吸收 CO_2 并供氧：$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$

B. 自然界的高能固氮：$N_2+3H_2\underset{催化剂}{\overset{高温、高压}{\rightleftharpoons}}2NH_3$

C. 苯酚钠溶液通入 CO_2 后变浑浊： 

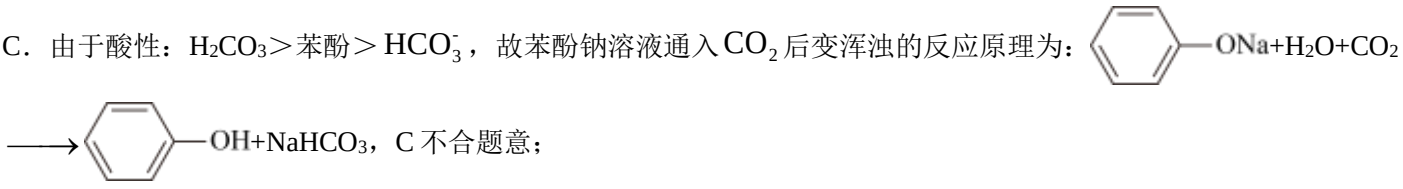
D. 白醋可除去水壶中的水垢：$2H^++CaCO_3=Ca^{2+}+CO_2\uparrow+H_2O$

【答案】A

【解析】

【详解】A．根据反应$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$可知呼吸面具中用 Na_2O_2 吸收 CO_2 并供氧，A 符合题意；

B．$N_2+3H_2\underset{催化剂}{\overset{高温、高压}{\rightleftharpoons}}2NH_3$是人工固氮，自然界的高能固氮是 N_2 和 O_2 在高温或放电条件下反应生成 NO 的过程，B 不合题意；

C．由于酸性：H_2CO_3＞苯酚＞HCO_3^-，故苯酚钠溶液通入CO_2后变浑浊的反应原理为： 

，C 不合题意；

D．由于醋酸是弱酸，则白醋可除去水壶中　水垢的离子方程式为：

$2CH_3COOH+CaCO_3=Ca^{2+}+CO_2\uparrow+H_2O+2CH_3COO^-$，D 不合题意；

故答案为：A。

5. 下列实验现象中的颜色变化与氧化还原反应无关的是

	A	B	C	D
实验	$NaOH$ 溶液滴入 $FeSO_4$ 溶液中	SO_2 通入 Na_2S 溶液中	KI 溶液滴入 $AgCl$ 浊液中	铜丝加热后，伸入无水乙醇中
现象	产生白色沉淀，最终变为红褐色	产生淡黄色沉淀	沉淀由白色逐渐变为黄色	先变黑，后重新变为红色

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A．氢氧化钠和硫酸亚铁生成白色氢氧化亚铁沉淀，氢氧化亚铁迅速被空气中氧气为氢氧化铁，沉淀变为灰绿色最终变为红褐色，A 不符合题意；

B．二氧化硫和硫离子发生氧化还原反应生成硫单质，产生黄色沉淀，B 不符合题意；

C．KI 溶液滴入 $AgCl$ 浊液中，沉淀由白色逐渐变为黄色，说明碘化银沉淀更难溶，是沉淀的转化，与氧化还原无关，C 符合题意；

D．铜加热和氧气反应生成氧化铜，氧化铜和乙醇发生反应生成乙醛和铜，与氧化还原有关，D 不符合题意；

故选 C。

6. 铋可改善钢的加工性能。周期表中铋与砷(As)同主族，其最稳定的同位素是 $^{209}_{83}Bi$。下列说法不正确的是

A. Bi 是第六周期元素　　B. $^{209}_{83}Bi$ 的中子数是 126

C. Bi 的原子半径比 As 的小　　D. $^{209}_{83}Bi$ 和 $^{208}_{83}Bi$ 具有相同的电子数

【答案】C

【解析】

【详解】A．由题干信息可知，Bi 是 83 号元素，54＜83＜86，则 Bi 属于第六周期元素，A 正确；

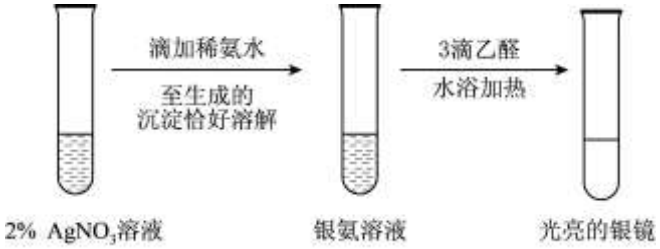
B．已知质量数等于质子数加中子数，则 $^{209}_{83}Bi$ 的中子数是 209-83=126，B 正确；

C．已知 As 位于第 4 周期第 VA 族，而 Bi 位于第 6 周期第 VA 族，根据同一主族从上往下原子半径依次增大，即 Bi 的原子半径比 As 的大，C 错误；

D．$^{209}_{83}Bi$ 和 $^{208}_{83}Bi$ 的核外电子数为 83，故相同，D 正确；

故答案为：C。

7. 配制银氨溶液并进行实验，过程如下图。



下列对该实验的说法不正确的是

A. 用银镜反应可以检验醛基

B. 滴加稀氨水后沉淀溶解，是因为生成了$\left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+$

C. 实验后，可以用硝酸洗掉试管上的银镜

D. 将乙醛换成蔗糖，同样可以得到光亮的银镜

【答案】D

【解析】

【详解】A．银氨溶液和醛基反应会产生光亮的银镜，因此可以用银镜反应可以检验醛基，故 A 正确；

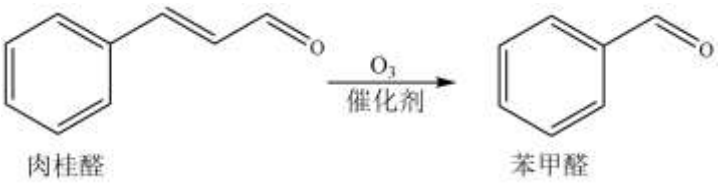
B．滴加稀氨水后沉淀溶解，是因为发生了反应$AgOH+2NH_3\cdot H_2O=\left[Ag(NH_3)_2\right]^+ +OH^- +2H_2O$生成了$\left[Ag\left(NH_3\right)_2\right]^+$，故 B 正确；

C．硝酸具有强氧化性，可以和银反应，将银溶解，因此实验后，可以用硝酸洗掉试管上的银镜，故 C 正确；

D．蔗糖分子中不含醛基，不具有还原性，不能发生银镜反应，故 D 错误；

答案选 D。

8. 某科研团队研究用不同金属氧化物催化肉桂醛制苯甲醛(反应如下，部分产物略去)。反应时间和其它条件相同时，测得实验数据如下表。



催化剂	金属元素的电负性	肉桂醛转化率/%	苯甲醛选择性/%
BaO	0.9	80.79	71.93
CaO	1 0	78.27	60.51
Al_2O_3	1.5	74.21	54.83
ZnO	1.6	76.46	48.57
CuO	1.9	75.34	41.71

已知：i. 选择性$S(B)=\frac{n\text{(生成B所用的原料)}}{n\text{(转化的原料)}}\times100\%$

ii. Ba 与 Ca 同主族。

下列说法不正确的是

A. 肉桂醛制苯甲醛的反应属于氧化反应

B. 用 ZnO 作催化剂可以获得比用 Al_2O_3 更大的主反应速率

C. 使用 CuO 作催化剂时，反应后副产物最多

D. 金属氧化物中金属元素的电负性越小，苯甲醛选择性越好

【答案】B

【解析】

【详解】A．该反应中，臭氧作氧化剂，将肉桂醛氧化成苯甲醛，该变化属于氧化反应，故 A 正确；

B．由表中数据可知 ZnO 作催化剂时，苯甲醛的选择性比 Al_2O_3 作催化剂时小，生成苯甲醛的反应为主反应，所以 ZnO 作催化剂时主反应速率小，故 B 错误；

C．氧化铜作催化剂时苯甲醛的选择性最小，生成的副产物最多，故 C 正确；

D．结合表中数据可知，随着金属元素电负性增大，苯甲醛的选择性逐渐减小，因此可以得出结论：金属氧化物中金属元素的电负性越小，苯甲醛选择性越好，故 D 正确；

答案选 B。

9. 硅橡胶是一种兼具有机物和无机物性质、热稳定性好的高分子材料。两种硅橡胶 L 和 M 的结构如下图(图中~表示链延长)。

二甲基硅橡胶L: $\sim X_m \sim$

甲基乙烯基硅橡胶M: $\sim X_n—Y_p—X_q \sim$



已知：Si 的性质与 C 相似，L 可由$(CH_3)_2SiCl_2$，在酸催化下水解、聚合制得。下列关于硅橡胶的说法不正确的是

A. L、M 的热稳定性好与 $Si-O$ 键键能大有关

B. 由$(CH_3)_2SiCl_2$制得 L 的过程中，有 HCl 产生

C. M 可通过加成反应实现交联，得到网状结构

D. 硅橡胶的抗氧化性：$L < M$

【答案】D

【解析】

【详解】A．L、M 中构成高分子的链节是通过硅氧键链接起来的，其热稳定性好与 $Si-O$ 键键能大有关，A 正确；

B．L 可由$(CH_3)_2SiCl_2$在酸催化下水解、聚合制得，$(CH_3)_2SiCl_2$水解会生成$(CH_3)_2Si(OH)_2$和 HCl，B 正确；

C．M 中还含有碳碳双键，可通过碳碳双键的加成反应实现交联，得到网状结构，C 正确；

D．M 中还含有碳碳双键，碳碳双键容易被氧化，故硅橡胶的抗氧化性：L>M，D 错误；

故选 D。

10. 下列有关实验现象的解释或所得结论正确的是

选项	实验操作	现象	解释或结论
A	向某补血口服液中滴加几滴酸性$KMnO_4$溶液	酸性$KMnO_4$溶液紫色褪去	该补血口服液中一定含有Fe^{2+}
B	用蒸馏水溶解$CuCl_2$固体，并继续加水稀释	溶液由绿色逐渐变为蓝色	$[CuCl_4]^{2-}+4H_2O\rightleftharpoons[Cu(H_2O)_4]^{2-}+4Cl^-$正向移动
C	将 25℃ $0.1mol\cdot L^{-1}Na_2SO_3$溶液加热到 40℃，用传感器监测溶液 pH 变化	溶液的 pH 逐渐减小	温度升高，Na_2SO_3水解平衡正向移动
D	将铜与浓硫酸反应产生的气体通入$BaCl_2$溶液中	产生白色沉淀	该气体中一定含有SO_2

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A．酸性$KMnO_4$溶液紫色褪去，也可能口服液中含有其它还原性物质，不确定一定会含有亚铁离子，A 错误；

B．用蒸馏水溶解$CuCl_2$固体，并继续加水稀释，$[CuCl_4]^{2-}+4H_2O\rightleftharpoons[Cu(H_2O)_4]^{2-}+4Cl^-$，溶液浓度减小，导致平衡向离子数目增大的方向移动，溶液由绿色逐渐变为蓝色，B 正确；

C．将 25℃$0.1mol\cdot L^{-1}Na_2SO_3$溶液加热到 40℃，溶液酸性变强，也可能是亚硫酸根离子被空气中氧气氧化导致，C 错误；

D．二氧化硫不能和氯化钡反应生成白色沉淀，D 错误；

故选 B。

11. 实验小组用双指示剂法准确测定 NaOH 样品(杂质为 Na_2CO_3)的纯度。步骤如下：

①称取 m g 样品，配制成 100mL 溶液；

②取出 25mL 溶液置于锥形瓶中，加入 2 滴酚酞溶液，用浓度为 $c mol\cdot L^{-1}$ 的盐酸滴定至溶液恰好褪色(溶质为 $NaCl$ 和 $NaHCO_3$)，消耗盐酸体积为 $V_1 mL$；

③滴入 2 滴甲基橙溶液，继续滴定至终点，消耗盐酸体积为 $V_2 mL$。

下列说法正确的是

A. ①中配制溶液时，需在容量瓶中加入 100mL 水

B. ②中溶液恰好褪色时：$c\left(Na^+\right)=c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(Cl^-\right)$

C. NaOH 样品纯度为 $\frac{4c\left(V_1-V_2\right)\times 40}{1000m}\times 100\%$

D. 配制溶液时放置时间过长，会导致最终测定结果偏高

【答案】C

【解析】

【详解】A．①中配制溶液时，在容量瓶中定容时溶液总体积为 100mL，A 错误；

B．②中溶液恰好褪色时溶质为 $NaCl$ 和 $NaHCO_3$，由电荷守恒可知，

$c\left(Na^+\right)+c\left(H^+\right)=c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(Cl^-\right)+c\left(OH^-\right)$，此时溶液显碱性，则氢氧根离子浓度大于氢离子浓度，故，$c\left(Na^+\right)>c\left(HCO_3^-\right)+2c\left(CO_3^{2-}\right)+c\left(Cl^-\right)$；B 错误；

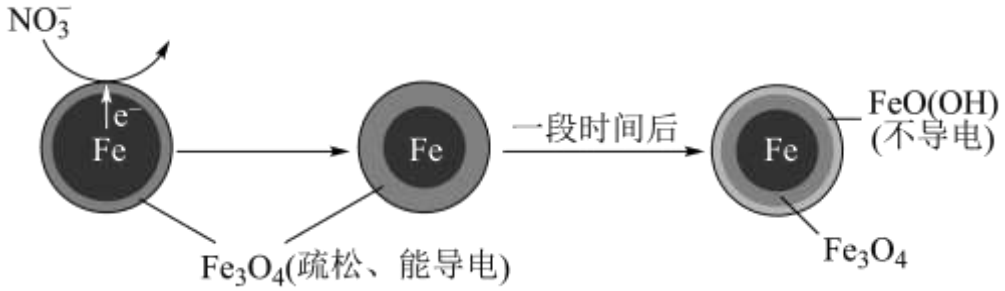
C．第 1 次滴定反应为 $OH^-+H^+=H_2O$、$CO_3^{2-}+H^+=HCO_3^-$，第 2 次滴定反应为 $HCO_3^-+H^+=H_2O+CO_2\uparrow$，则通过第 2 次滴定可知，$n(CO_3^{2-})=n(HCO_3^-)=cV_2\times10^{-3}mol$，第 1 次滴定中氢氧化钠消耗 HCl 的物质的量的为 $n(HCl)=cV_1\times10^{-3}mol-cV_2\times10^{-3}mol=c(V_1-V_2)\times10^{-3}mol=n(NaOH)$，故 NaOH 样品纯度为

$\frac{c\left(V_1-V_2\right)\times10^{-3}mol\times\frac{100mL}{25mL}\times40g/mol}{mg}\times100\%=\frac{4c\left(V_1-V_2\right)\times40}{1000m}\times100\%$，C 正确；

D．配制溶液时放置时间过长，氢氧化钠吸收空气中二氧化碳生成碳酸钠，会导致最终测定结果偏低，D 错误；

故选 C。

12. 铁粉在弱酸性条件下去除废水中 NO_3^- 的反应原理如下图。



下列说法正确的是

A. 上述条件下加入的 Fe 能完全反应

B. 正极的电极反应式：$NO_3^- + 8e^- + 9H^+ = NH_3 + 3H_2O$

C. $FeO(OH)$ 的产生与 Fe^{2+} 被氧化和溶液 pH 升高有关

D. 废水中溶解氧的含量不会影响 NO_3^- 的去除率

【答案】C

【解析】

【详解】A．由题干信息可知，当 Fe 表面形成一层 FeO(OH)时，由于 FeO(OH)不导电，则上述原电池反应不再进行，则上述条件下加入的 Fe 不能完全反应，A 错误；

B．在酸性条件下，得到的 NH_3 将转化为 NH_4^+，即正极的电极反应式为：$NO_3^- + 8e^- + 10H^+ = NH_4^+ + 3H_2O$，B 错误；

C．已知 FeO(OH)中 Fe 的化合价为+3，故 $FeO(OH)$ 的产生与 Fe^{2+} 被氧化和溶液 pH 升高即溶液中 OH^- 浓度增大有关，C 正确；

D．废水中溶解氧的含量高时将加快 FeO(OH)的生成，故会影响 NO_3^- 的去除率，D 错误；

故答案为：C。

13. 合成氨原料气中的 CO 可通过水煤气变换反应 $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$ 除去。某合成氨原料气中 N_2、H_2、CO、CO_2 的体积分数分别为 20%、50%、25%、5%。一定温度下按不同投料比 $\left[\frac{n(H_2O)}{n(CO)}\right]$ 通入水蒸气，平衡后混合气体中 CO 的体积分数如下表。

投料比 CO 的体积分数/% 温度/℃	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=3$	$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=5$
200	1.70	0.21	0.02
250	2.73	0.30	0.06
300	6.00	0.84	0.43
350	7.85	1.52	0.80

下列说法不正确的是

A. 从表中数据可知，水煤气变换反应的 $\Delta H<0$

B. 温度相同时，投料比 $\frac{n(H_2O)}{n(CO)}$ 大，CO 的转化率高

C. 按 $\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$ 通入水蒸气后，反应前 CO 在混合气体中的体积分数为 20%

D. 根据$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}$=1 时数据推算，300℃时水煤气变换反应的平衡常数 K 为 46

【答案】D

【解析】

【详解】A．由表中数据可知，当$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}$一定时，升高温度，平衡后混合气体中CO的体积分数增大，说明升高温度平衡逆向移动，则水煤气变换反应的$\Delta H<0$，故 A 正确；

B．由表中数据可知，温度一定时，反应物投料比$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}$越大，平衡时 CO 的体积分数越小，说明 CO 的转化率高，故 B 正确；

C．原料气中N_2、H_2、CO、CO_2的体积分数分别为 20%、50%、25%、5%，设反应前 CO 的物质的量为 1mol，则N_2为 0.8mol，H_2为 2mol，CO_2为 0.2mol，又因$\frac{n(H_2O)}{n(CO)}=1$，则 $H_2O(g)$为 1mol，总物质的量为 5mol，所以 CO 的体积分数为$\frac{1mol}{5mol}\times100\%=20\%$，故 C 正确；

D．设反应前 CO 的物质的量为 1mol，则N_2为 0.8mol，H_2为 2mol，CO_2为 0.2mol，$H_2O(g)$为 1mol，假设反应达到平衡时 CO 转化了 x mol，则有三段式：

$$CO(g)+H_2O(g)\rightleftharpoons CO_2(g)+H_2(g)$$
$$起始量(mol)\ 1\ 1\ 0.2\ 2$$
$$转化量(mol)\ x\ x\ x\ x$$
$$平衡量(mol)\ 1-x\ 1-x\ 0.2+x\ 2+x$$

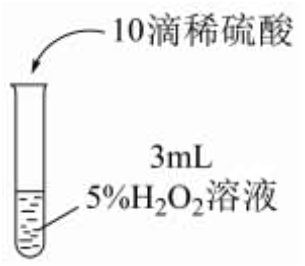
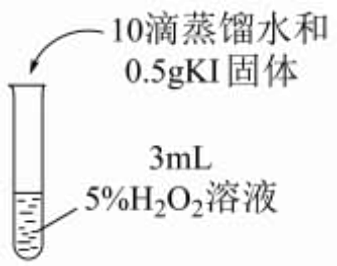
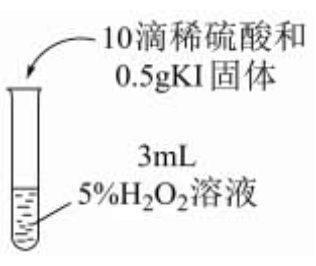
300℃时 CO 占 6%，所以$\frac{1-x}{5}\times100\%=6.00\%$，解得$x=0.7$，因此 $CO(g)$、$H_2O(g)$、$CO_2(g)$、$H_2(g)$平衡时的物质的量分别为 0.3、0.3、0.9、2.7，反应前后气体体积不变，则平衡常数为

$$K=\frac{c(CO_2)\times c(H_2)}{c(CO)\times c(H_2O)}=\frac{n(CO_2)\times n(H_2)}{n(CO)\times n(H_2O)}=\frac{0.9\times2.7}{0.3\times0.3}=27$$，故 D 错误；

答案选 D。

14. 实验小组探究双氧水与 KI 的反应，实验方案如下表。

序号	①	②	③

实验装置及操作			
实验现象	溶液无明显变化	溶液立即变为黄色，产生大量无色气体；溶液温度升高；最终溶液仍为黄色	溶液立即交为棕黄色，产生少量无色气体；溶液颜色逐渐加深，温度无明显变化；最终有紫黑色沉淀析出溶液无明显变化

下列说法不正确的是

A. KI 对 H_2O_2 分解有催化作用

B. 对比②和③，酸性条件下 H_2O_2 氧化 KI 的速率更大

C. 对比②和③，②中的现象可能是因为 H_2O_2 分解的速率大于 H_2O_2 氧化 KI 的速率

D. 实验②③中的温度差异说明，H_2O_2 氧化 KI 的反应放热

【答案】D

【解析】

【详解】A．比较实验①②的现象可知，KI 对 H_2O_2 分解有催化作用，A 正确；

B．对比②和③，由实验③的现象溶液立即交为棕黄色，产生少量无色气体；溶液颜色逐渐加深，温度无明显变化；最终有紫黑色沉淀析出溶液无明显变化，可知酸性条件下 H_2O_2 氧化 KI 的速率更大，B 正确；

C．对比②和③，②中的现象为溶液立即变为黄色，产生大量无色气体；溶液温度升高；最终溶液仍为黄色，实验③现象为：溶液立即交为棕黄色，产生少量无色气体；溶液颜色逐渐加深，温度无明显变化；最终有紫黑色沉淀析出溶液无明显变化，故可能是因为 H_2O_2 分解的速率大于 H_2O_2 氧化 KI 的速率，C 正确；

D．实验②中主要发生 H_2O_2 分解，温度明显升高，而实验③中主要发生 H_2O_2 氧化 KI 的反应，温度无明显变化，说明 H_2O_2 催化分解是一个放热反应，不能说明 H_2O_2 氧化 KI 的反应放热，D 错误；

故答案为：D。

第二部分

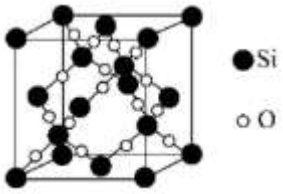
本部分共 5 题，共 58 分。

15. 硅是地壳中储量仅次于氧的元素，在自然界中主要以 SiO_2 和硅酸盐的形式存在。

（1）基态硅原子的价电子排布式为_____。

（2）硅、金刚石和碳化硅晶体的熔点从高到低依次为_____。

（3）晶态SiO_2的晶胞如图。



①硅原子的杂化方式为_____。

②已知SiO_2晶胞的棱长均为 a pm，则SiO_2晶体的密度ρ=_____$g\cdot cm^{-3}$(列出计算式)。

（4）硅元素最高价氧化物对应的水化物为原硅酸(H_4SiO_4)。

资料：原硅酸($HO-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{OH}{|}}{Si}}-OH$)可溶于水，原硅酸中的羟基可发生分子间脱水，逐渐转化为硅酸、硅胶。

①原硅酸钠(Na_4SiO_4)溶液吸收空气中的CO_2会生成H_4SiO_4，结合元素周期律解释原因：_____。

②从结构的角度解释H_4SiO_4脱水后溶解度降低的原因：_____。

【答案】（1）$3s^23p^2$

（2）金刚石、碳化硅、硅

（3） ①. sp^3 ②. $\frac{4.80\times10^{32}}{a^3N_A}$

（4） ①. 碳、硅为同主族，碳的非金属性大于硅，则最高价氧化物对应水化物的酸性：H_2CO_3大于H_4SiO_4，故CO_2可与原硅酸钠溶液反应生成H_4SiO_4 ②. H_4SiO_4脱水后，分子中羟基相对数量减少，与水形成氢键的数目减少，同时可能会发生交联形成空间网状结构，导致H_4SiO_4脱水后溶解度降低

【解析】

【小问 1 详解】

硅为 14 号元素，基态硅原子的价电子排布式为$3s^23p^2$。

【小问 2 详解】

原子的电子层数越多，其半径越大，即碳的原子半径小于硅；原子的半径越小，其形成共价键键能越大，硅、金刚石和碳化硅晶体均为共价晶体，键能：碳碳键＞碳硅键＞硅硅键，共价晶体的熔点高低与共价键键能有关，故从高到低依次为金刚石、碳化硅、硅。

【小问 3 详解】

①由图可知，硅原子与 4 个氧原子形成共价键，价层电子对数为$4+\frac{4-1\times4}{2}=4$，杂化方式为sp^3；

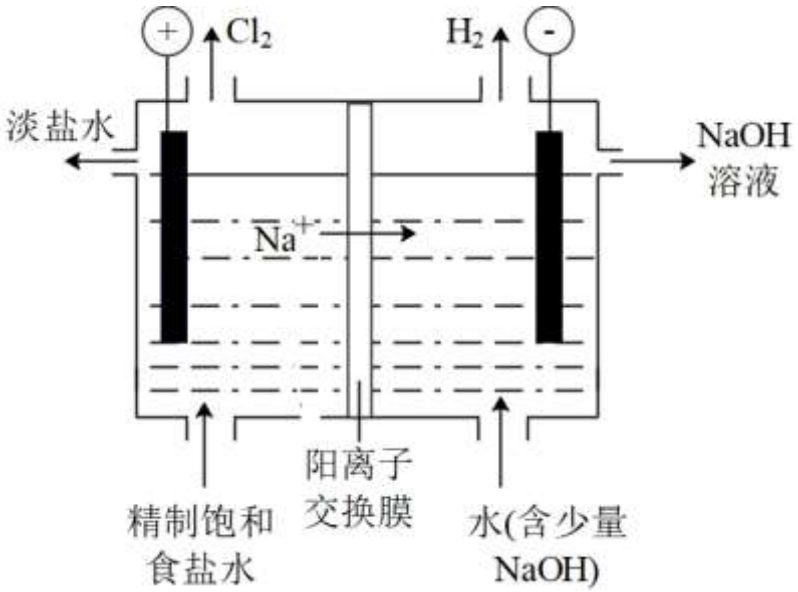
②晶胞中 Si 原子位于顶点和面心、体心，一个晶胞中 Si 原子数目为$8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}+4=8$，O 原子位于晶胞内部，一个晶胞中 O 原子数目为 16，则晶胞质量为$\frac{8\times28+16\times16}{N_A}\text{g}=\frac{480}{N_A}\text{g}$；已知$SiO_2$晶胞的棱长均为 a pm，则晶胞体积为$(\text{a pm})^3=\text{a}^3\times10^{-30}\text{cm}^3$，所以密度$\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{480}{N_A}\text{g}}{\text{a}^3\times10^{-30}\text{cm}^3}=\frac{4.80\times10^{32}}{\text{a}^3N_A}\ \text{g/cm}^3$。

【小问 4 详解】

①碳、硅同主族，碳　非金属性大于硅，则最高价氧化物对应水化物的酸性：H_2CO_3大于H_4SiO_4，故CO_2可与原硅酸钠溶液反应生成H_4SiO_4；

②H_4SiO_4脱水后，分子中羟基相对数量减少，与水形成氢键的数目减少，同时可能会发生交联形成空间网状结构，导致H_4SiO_4脱水后溶解度降低。

16. 氯碱工业是化工产业的重要基础，其装置示意图如图。生产过程中产生的氯酸盐副产物需要处理。



已知：pH 升高时，ClO^-易歧化为ClO_3^-和Cl^-。

（1）电解饱和食盐水的离子方程式为_____。

（2）下列关于ClO_3^-产生的说法中，合理的是_____(填序号)。

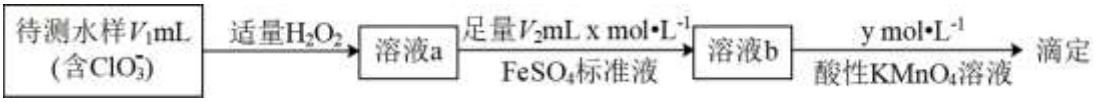
a．ClO_3^-主要在阴极室产生

b．Cl^-在电极上放电，可能产生ClO_3^-

c．阳离子交换膜破损导致OH^-向阳极室迁移，可能产生ClO_3^-

（3）测定副产物ClO_3^-含量的方法如下图。

待测水样 V_1mL 适量 H_2O_2 足量 V_2mLxmol^{-1} 溶液 a



①加入H_2O_2的目的是消耗水样中残留的Cl_2和ClO^-。若测定中未加入H_2O_2，则测得的水样中ClO_3^-的浓度将_____(填“偏大”“偏小”或“不受影响”)。

②滴定至终点时消耗V_3mL酸性$KMnO_4$溶液，水样中$c\left(ClO_3^-\right)$的计算式为_____。

（4）可用盐酸处理淡盐水中的ClO_3^-并回收Cl_2。

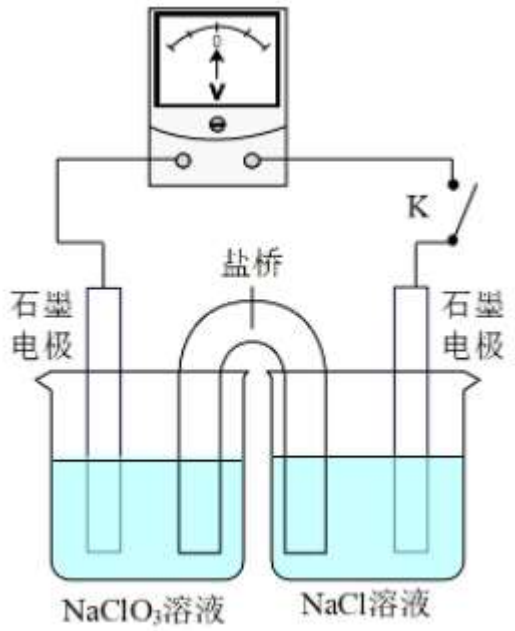
①反应的离子方程式为_____。

②处理ClO_3^-时，盐酸可能的作用是：

i．提高$c\left(H^+\right)$，使ClO_3^-氧化性提高或Cl^-还原性提高；

ii．提高$c\left(Cl^-\right)$，_____。

③用如图装置验证i，请补全操作和现象：闭合K，至指针读数稳定后，_____。



【答案】（1）$2H_2O+2Cl^- \xlongequal{电解} H_2\uparrow+Cl_2\uparrow+2OH^-$

（2）bc　（3）　①. 偏大　②. $\frac{xV_2-5yV_3}{6V_1}$

（4）　①. $ClO_3^-+6H^++5Cl^-=3H_2O+3Cl_2\uparrow$　②. 使Cl^-还原性增强　③. 先向左侧烧杯中加入少量硫酸，观察电压表示数是否变化，再向右侧烧杯中加入等量硫酸，观察电压表示数是否变化

【解析】

【小问1详解】

业上电解饱和食盐水生成氢氧化钠、氢气和氯气，反应的离子方程式为$2H_2O+2Cl^- \xlongequal{电解} H_2\uparrow+Cl_2\uparrow+2OH^-$；

【小问2详解】

a．氯元素都在阳极室，所以ClO_3^-应该在阳极室生成，故a错误；

b．氯离子在阳极发生氧化反应，化合价升高，有可能生成ClO_3^-，故b正确；

c．阳离子交换膜破损导致 OH^- 向阳极室迁移，阳极室氢氧根浓度变大，阳极生成的氯气与氢氧根反应生成次氯酸根，当 pH 升高时，ClO^- 易歧化为 ClO_3^- 和 Cl^-，故 c 正确；

答案选 bc；

【小问 3 详解】

①加入过氧化氢消耗水样中残留的 Cl_2 和 ClO^-，再加入硫酸亚铁，与氯酸根反应，最后计算出与氯酸根反应后剩余的亚铁离子。未加入过氧化氢，水样中残留的 Cl_2 和 ClO^- 也会在第二步中消耗亚铁离子，使亚铁离子消耗的量增大，这些消耗的亚铁离子也会认为是氯酸根消耗的，所以 ClO_3^- 浓度将偏大。

②高锰酸钾和硫酸亚铁反应的离子方程式为 $MnO_4^-+5Fe^{2+}+8H^+=Mn^{2+}+5Fe^{3+}+4H_2O$，则有关系式 $MnO_4^-\sim5Fe^{2+}$，因此与高锰酸钾反应的亚铁离子为 $n(Fe^{2+})_2=5y\times V_3\times10^{-3}mol$，$ClO_3^-$ 与亚铁离子反应的离子方程式为 $ClO_3^-+6Fe^{2+}+6H^+=Cl^-+6Fe^{3+}+3H_2O$，则有关系式 $ClO_3^-\sim6Fe^{2+}$，与 ClO_3^- 反应的亚铁离子的物质的量为 $n(Fe^{2+})_1=n(Fe^{2+})_{总}-n(Fe^{2+})_2=xV_2\times10^{-3}-5y\times V_3\times10^{-3}mol$，设 ClO_3^- 的物质的量为 a，

$a=\dfrac{xV_2\times10^{-3}-5y\times V_3\times10^{-3}}{6}$，则 $c(ClO_3^-)=\dfrac{n}{V}=\dfrac{xV_2-5yV_3}{6V_1}mol/L$；

【小问 4 详解】

①盐酸和 ClO_3^- 反应生成 Cl_2，反应的离子方程式为 $ClO_3^-+6H^++5Cl^-=3H_2O+3Cl_2\uparrow$；

②盐酸与 ClO_3^- 的反应中，盐酸作还原剂，因此盐酸的作用可能是提高 $c\left(Cl^-\right)$，使 Cl^- 还原性增强；

③用如图装置验证 i，具体的操作为：闭合 K，至指针读数稳定后，先向左侧烧杯中加入少量硫酸，观察电压表示数是否变化，再向右侧烧杯中加入等量硫酸，观察电压表示数是否变化。

17. MnO_2 在电池中有重要应用。以软锰矿(主要成分为 MnO_2)为原料制备粗二氧化锰颗粒的过程如下：



（1）浸出

①用硫酸和 $FeSO_4$ 可溶解软锰矿，请补全该反应的离子方程式：_____

□ MnO_2 +□_____+□_____=□ Mn^{2+} +□ Fe^{3+} + □_____

②浸出时可用 SO_2 代替硫酸和 $FeSO_4$。下列说法正确的是_____(填序号)。

a．SO_2 在反应中作氧化剂

b．用 SO_2 浸出可减少酸的使用

c．该法可同时处理烟气中的 SO_2，减少大气污染

（2）净化、分离

①软锰矿浸出液中的 Fe^{3+}、Al^{3+} 可通过加碱转化为沉淀去除，分离出清液的方法是_____。

②为减少碱用量，可以通过稀释浸出液除去 Fe^{3+}，结合离子方程式解释原理：_____。

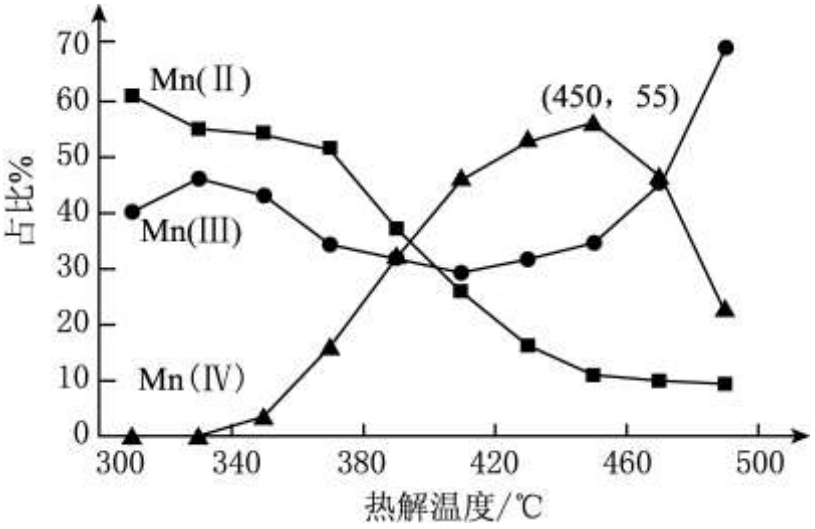
（3）热解

在一定空气流速下，相同时间内$MnCO_3$热解产物中不同价态Mn的占比随热解温度的变化如图。$MnCO_3$热解过程中涉及如下化学反应：

i．$MnCO_3(s)=MnO(s)+CO_2(g)$

ii．$4MnO(s)+O_2(g)\rightleftharpoons 2Mn_2O_3(s)$　$\Delta H<0$

iii．$2Mn_2O_3(s)+O_2(g)\rightleftharpoons 4MnO_2(s)$　$\Delta H<0$



①为了增大产物中MnO_2的占比，可以采用的措施是_____(答出两条)。

②温度升高，产物中MnO的占比降低，可能的原因是_____。

【答案】（1）　①. $MnO_2+2Fe^{2+}+4H^+=Mn^{2+}+2Fe^{3+}+2H_2O$　②. bc

（2）　①. 过滤　②. 稀释浸出液，使得溶液的pH升高，导致$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons 3H^++Fe(OH)_3$正向移动

（3）　①. 控制温度在450$^\circ C$左右、增大空气的流速　②. 反应速率ii大于反应速率i

【解析】

【分析】软锰矿通过浸出操作得到含$MnSO_4$的浸出液，加热碳酸氢铵通过净化分离得到$MnCO_3$，$MnCO_3$热解得到二氧化锰粗颗粒。

【小问1详解】

①二氧化锰具有氧化性，亚铁离子具有还原性，用硫酸和$FeSO_4$可溶解软锰矿，离子方程式：为$MnO_2+2Fe^{2+}+4H^+=Mn^{2+}+2Fe^{3+}+2H_2O$；

②a．二氧化锰和SO_2反应生成硫酸根离子，硫元素化合价升高，在反应中作还原剂，a错误；

b．用SO_2代替硫酸浸出，减少了硫酸的使用量，b正确；

c．该法可充分利用二氧化硫，将二氧化硫转化为盐溶液，可同时处理烟气中的SO_2，减少大气污染，c正确；

故选bc；

【小问2详解】

①软锰矿浸出液中的Fe^{3+}、Al^{3+}可通过加碱转化为沉淀去除，过滤是分离固液的一种实验操作，故分离出清液的方法是过滤；

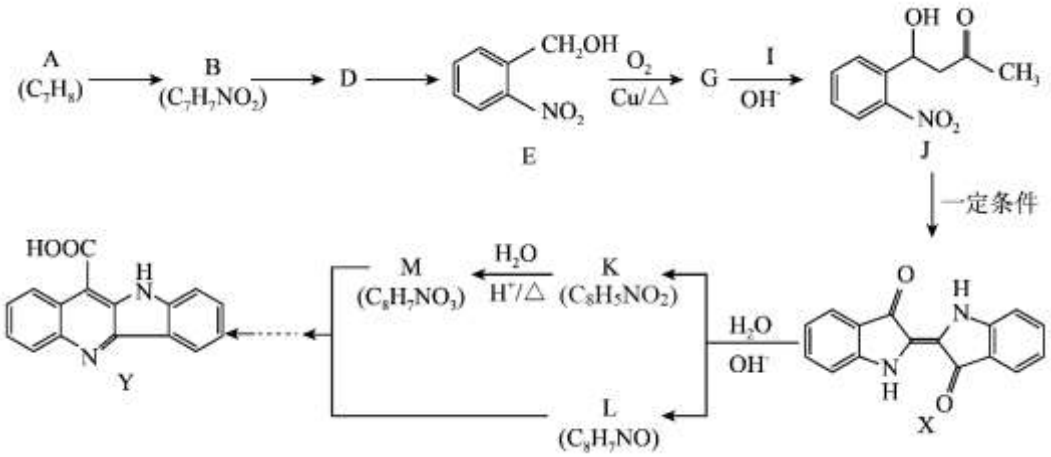
②通过稀释浸出液，使得溶液的 pH 升高，导致 $Fe^{3+}+3H_2O \rightleftharpoons 3H^++Fe(OH)_3$ 正向移动，利于除去铁离子；

【小问 3 详解】

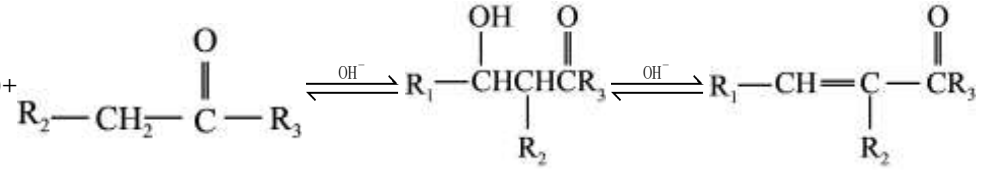
①由图可知，在 $450^\circ C$ MnO_2 的含量最大且其它价态锰含量较低；由涉及反应可知，通入更多氧气利于二氧化锰的生成；故为了增大产物中 MnO_2 的占比，可以采用的措施是控制温度在 $450^\circ C$ 左右、增大空气的流速。

②反应中首先生成 MnO，然后 MnO 再转化为其它价态锰，温度升高，产物中 MnO 的占比降低，可能的原因是由于反应速率 ii 大于反应速率 i（或者反应 i 已经完成，ii 反应速率更快）

18. 多环化合物 Y 是一种药物合成的中间体，它的一种合成路线如下图(部分反应条件或试剂略去)。



已知：

i. $R_1\text{-CHO}+$ 

（1）A 的名称是_____。

（2）下列说法中，正确的是_____(填序号)。

a．由 A 制备 B 时，需要使用浓硝酸和浓硫酸

b．D 中含有的官能团只有硝基

c．D→E 可以通过取代反应实现

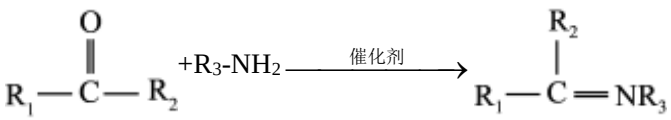
（3）E→G 的化学方程式是_____。

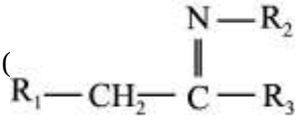
（4）I 的结构简式是_____。

（5）J 在一定条件下发生反应，可以生成化合物 X、乙酸和水，生成物中化合物 X 和乙酸的物质的量之比是_____。

（6）K 中除苯环外，还含有一个五元环。K 的结构简式是_____。

（7）知：

ii. 

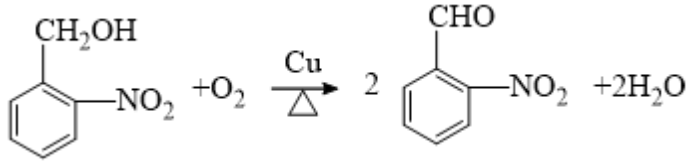
iii．亚胺结构()中C = N键性质类似于羰基，在一定条件下能发生类似i的反应。

M与L在一定条件下转化为Y的一种路线如下图。



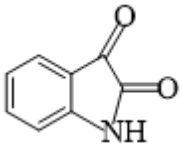
写出中间产物1、中间产物2的结构简式：_____、_____。

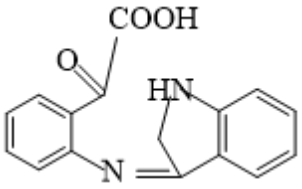
【答案】（1）甲苯　（2）ac

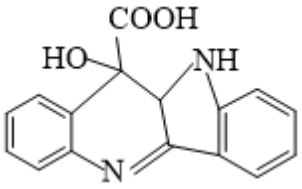
（3） 

（4） 

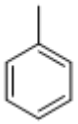
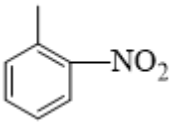
（5）1:2

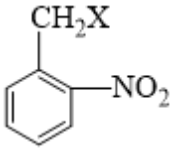
（6） 

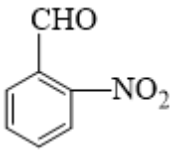
（7）①. 

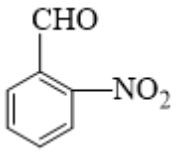
②. 

【解析】

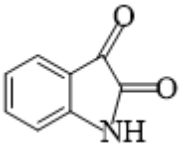
【分析】A的分子式为C_7H_8，A发生硝化反应生成B，B和卤素单质发生取代反应生成D，D水解生成E，由E的结构简式逆推，可知A是  ，B是 

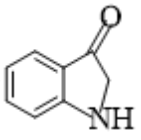
，D是 

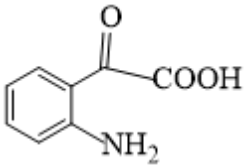
；E发生催化氧化生成G，G是 

； 

和I反应生成J，由信息i可知I是 

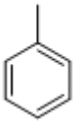
；X水解为K、L，根据K、L的分子式，K是 

、L是 

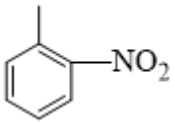
，K水解为M，M是 

。

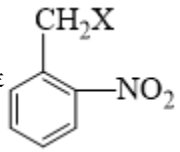
【小问1详解】

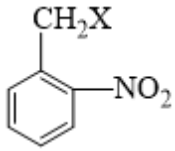
A是  ，名称为甲苯；

【小问2详解】

a．甲苯和浓硫酸、浓硝酸的混合液发生硝化反应生成 

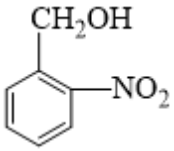
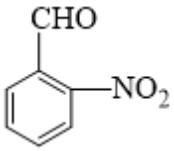
，需要使用浓硝酸和浓硫酸，故a正确；

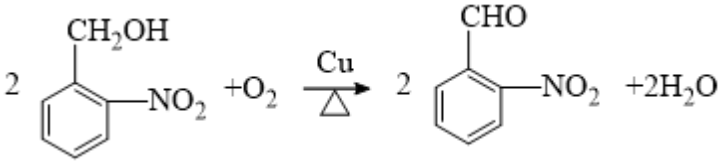
b．D 是  ，含有的官能团有硝基、卤素原子，故 b 错误；

c．  中 X 原子被羟基代替生成 E，反应类型是取代反应，故 c 正确；

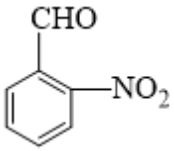
选 ac。

【小问 3 详解】

 发生催化氧化生成  ，反应的化学方程式是



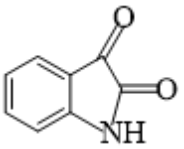
【小问 4 详解】

 和 I 反应生成 J，由信息 i 可知 I 是  ；

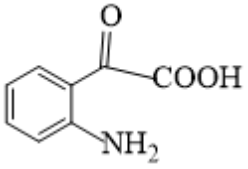
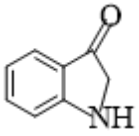
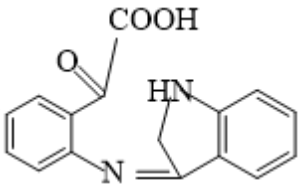
【小问 5 详解】

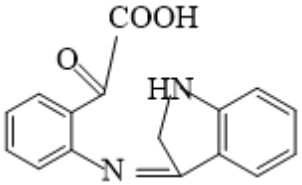
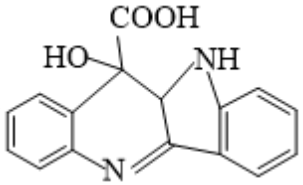
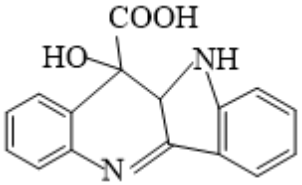
J 在一定条件下发生反应，可以生成化合物 X、乙酸和水，根据碳原子守恒，生成物中化合物 X 和乙酸的物质的量之比是 1:2；

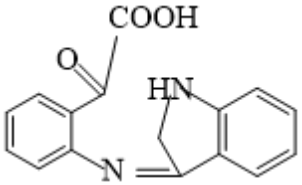
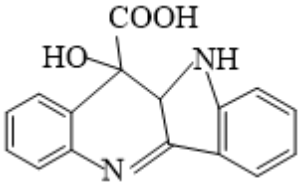
【小问 6 详解】

X 水解为 K、L，K 中除苯环外，还含有一个五元环。根据 K、L 的分子式，K 是  ；

【小问 7 详解】

根据信息 ii，  和  ，反应生成  ，根据信息 iii，

 生成  ，  脱水生成 Y，则中间产物 1 是

 、中间产物 2 是  。

19. 某兴趣小组同学探究 $KMnO_4$ 溶液与草酸($H_2C_2O_4$)溶液反应速率的影响因素。配制 1.0×10^{-3}mol/L$KMnO_4$ 溶液、0.40mol/L 草酸溶液。将 $KMnO_4$ 溶液与草酸溶液按如下比例混合。

【设计实验】

序号	$V(KMnO_4)$/mL	V(草酸)/mL	$V(H_2O)$/mL	反应温度/℃
①	2.0	2.0	0	20
②	2.0	1.0	1.0	20

（1）实验①和②的目的是_____。

（2）甲认为上述实验应控制 pH 相同，可加入的试剂是_____(填序号)。

a．盐酸　b．硫酸　c．草酸

【实施实验】

小组同学将溶液 pH 调至 1 并进行实验①和②，发现紫色并未直接褪去，而是分成两个阶段：

i．紫色溶液转变为青色溶液，ii．青色溶液逐渐褪至无色溶液。

资料：(a) Mn^{2+} 无色，在草酸中不能形成配合物；

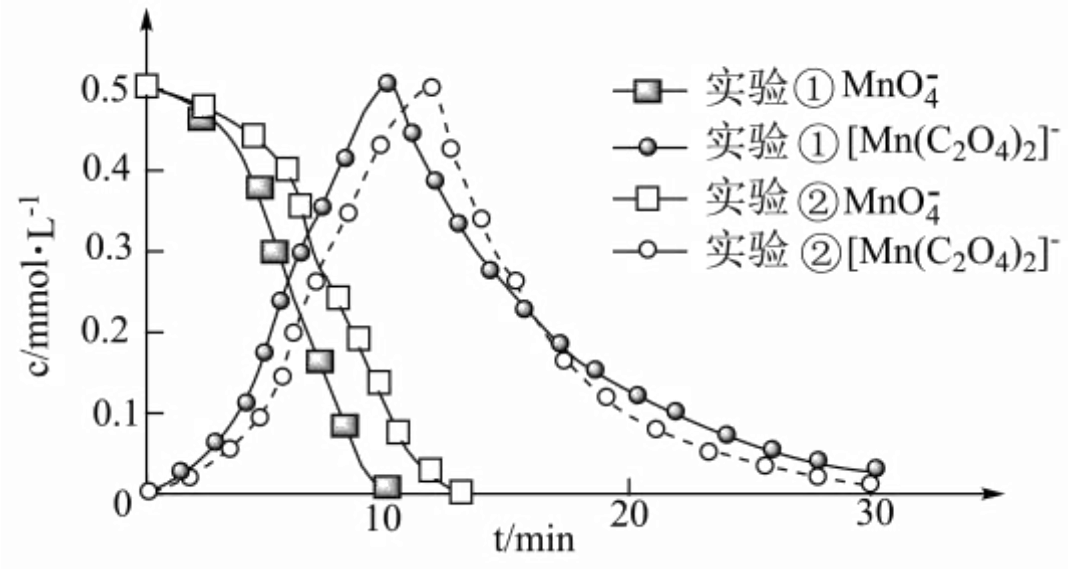
(b) Mn^{3+} 无色，有强氧化性，发生反应 $Mn^{3+}+2C_2O_4^{2-}\rightleftharpoons\left[Mn(C_2O_4)_2\right]^-$ (青绿色)后氧化性减弱；

(c) MnO_4^{2-} 呈绿色，在酸性条件下不稳定，迅速分解产生 MnO_4^- 和 MnO_2。

（3）乙同学从氧化还原角度推测阶段 i 中可能产生 MnO_4^{2-}，你认为该观点是否合理，并说明理由：_____。

【继续探究】

进一步实验证明溶液中含有 $\left[Mn(C_2O_4)_2\right]^-$，反应过程中 MnO_4^- 和 $\left[Mn(C_2O_4)_2\right]^-$ 浓度随时间的变化如下图。



（4）第 i 阶段中检测到有 CO_2 气体产生，反应的离子方程式为_____。

（5）实验②在第 ii 阶段的反应速率较大，可能的原因是_____。

（6）据此推测，若在第 ii 阶段将 $c\left(H^+\right)$ 调节至 $0.2mol\cdot L^{-1}$，溶液褪至无色的时间会_____(填“增加”“减少”或“不变”)。

【结论与反思】

（7）上述实验涉及的反应中，草酸的作用是_____。

结论：反应可能是分阶段进行的。草酸浓度的改变对不同阶段反应速率的影响可能不同。

【答案】（1）探究草酸浓度对反应速率的影响

（2）b　（3）否，MnO_4^{2-} 在酸性条件下不稳定，迅速分解产生 MnO_4^- 和 MnO_2

（4）$MnO_4^-+4H_2C_2O_4=4CO_2+\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-+4H_2O$

（5）实验②中所加草酸的物质的量比实验①的更少，导致阶段 i 形成的 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 实验②比实验①的更少，生成的 Mn^{3+} 实验②比实验①的更多，且 Mn^{3+} 的氧化性比 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 强

（6）减少　（7）还原剂和酸性

【解析】

【小问 1 详解】

由题干表中数据可知，实验①和②只有草酸的浓度不同，故该组实验的目的是探究草酸浓度对反应速率的影响，故答案为：探究草酸浓度对反应速率的影响；

【小问 2 详解】

a．盐酸能与酸性高锰酸钾反应，影响实验结论，a 不合题意；

b．硫酸不与草酸和酸性高锰酸钾反应，不会影响实验结论，b 符合题意；

c．草酸实验中本身就是探究草酸与酸性高锰酸钾反应速率的影响因素，c 不合题意；

故答案为：b；

【小问 3 详解】

由题干信息(c)可知， MnO_4^{2-} 呈绿色，在酸性条件下不稳定，迅速分解产生 MnO_4^- 和 MnO_2，而阶段 i 溶液呈酸性，故不可能产生，故答案为：否， MnO_4^{2-} 在酸性条件下不稳定，迅速分解产生 MnO_4^- 和 MnO_2；

【小问 4 详解】

由题干图示信息可知，第 i 阶段中检测到有 CO_2 气体产生同时生成 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$，则该阶段反应的离子方程式为： $MnO_4^-+4H_2C_2O_4=4CO_2+\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-+4H_2O$，故答案为： $MnO_4^-+4H_2C_2O_4=4CO_2+\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-+4H_2O$；

【小问 5 详解】

比较实验②中所加草酸的物质的量比实验①的更少，导致阶段 i 形成的 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 实验②比实验①的更少，根据已知信息 (b) Mn^{3+} 无色，有强氧化性，发生反应 $Mn^{3+}+2C_2O_4^{2-}\rightleftharpoons\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ (青绿色)后氧化性减弱可知，形成的 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 越少则生成的 Mn^{3+} 越多，由于 Mn^{3+} 有强氧化性而 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 氧化性减弱，则导致实验②在第 ii 阶段的反应速率较大，故答案为：实验②中所加草酸的物质的量比实验①的更少，导致阶段 i 形成的 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 实验②比实验①的更少，生成的 Mn^{3+} 实验②比实验①的更多，且 Mn^{3+} 的氧化性比 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$ 强；

【小问 6 详解】

据此推测，若在第 ii 阶段将 $c\left(H^+\right)$ 调节至 $0.2mol\cdot L^{-1}$，即增大溶液中的 H+浓度，则溶液中的草酸根离子浓度减小，不利于形成 $\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-$，则溶液中 Mn^{3+} 的浓度增大，反应速率加快，溶液褪至无色的时间会减少，故答案为：减少；

【小问 7 详解】

在反应 $MnO_4^-+4H_2C_2O_4=4CO_2+\left[Mn\left(C_2O_4\right)_2\right]^-+4H_2O$ 中草酸既作还原剂又表现出酸性，同时提供 $C_2O_4^{2-}$ 与 Mn^{3+} 形成络离子，故答案为：还原剂和酸性。