2022 北京朝阳高三（上）期末

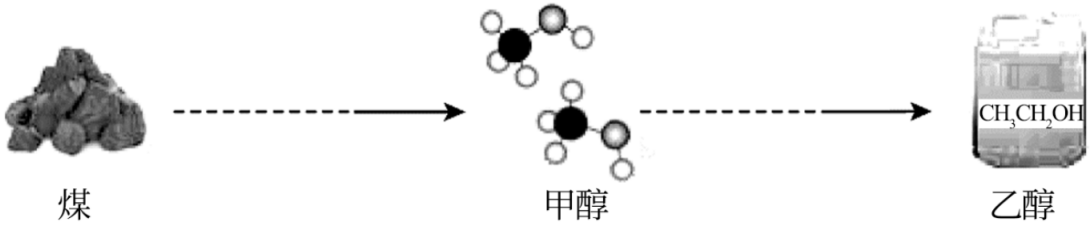
化　　学

可能用到的相对原子质量：H1 B10.8 C12 N14 O16 K39 Fe56 Br80

第一部分(选择题，共 42 分)

一、每小题只有一个选项符合题意。共 14 个小题，每小题 3 分，共 42 分

1. 我国在煤炭综合利用领域成就斐然。以煤为原料制备乙醇的过程示意如下：



下列说法不正确的是

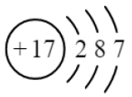
A. 煤是一种纯净物

B. 乙醇可作为燃料使用

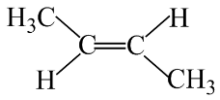
C. 乙醇可用于生产消毒剂

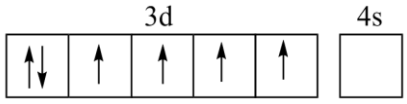
D. 甲醇与乙醇互为同系物

2. 下列图示或化学用语表达不正确　是

A. 氯原子的结构示意图：

B. 二氧化碳的电子式：$:\ddot{O}::C::\ddot{O}:$

C. 反-2-丁烯的结构简式：

D. 基态 $_{24}Cr$ 原子的价层电子轨道表示式：

3. 下列实验的颜色变化不涉及氧化还原反应的是

A. 用刀切开金属钠，新切开的钠的表面很快变暗

B. 向含 $Fe(SCN)_3$ 的溶液中加入铁粉，溶液颜色变浅

C. 露置在潮湿空气中的钢铁制品，表面产生红色物质

D. 向 $CuSO_4$ 溶液中持续滴加氨水，溶液变为深蓝色

4. 下列性质的比较，不正确的是

A. 热稳定性：HCl>HBr>HI

B. 酸性：$HNO_3>H_3PO_4>H_2SiO_3$

C. 碱性：$KOH>Al(OH)_3>Mg(OH)_2$

D. 电负性：F>O>C

5. 对浓度均为 $0.1mol\cdot L^{-1}$①CH_3COOH 溶液、②CH_3COONa 溶液，下列判断不正确的是

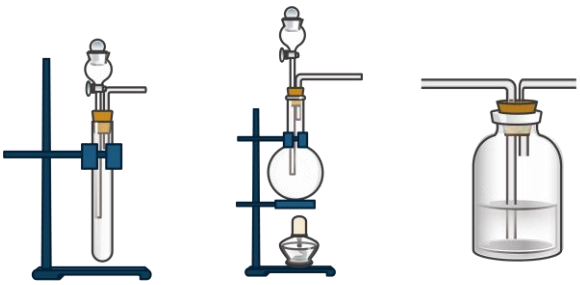
A. 向①中滴加石蕊溶液，溶液变红，说明 CH_3COOH 是弱电解质

B. 向②中滴加石蕊溶液，溶液变蓝，说明 CH_3COOH 是弱电解质

C. 向①中滴加 Na_2CO_3 溶液，产生气泡，说明 $K_a(CH_3COOH)>K_{a1}(H_2CO_3)$

D. ①、②中的 $c(CH_3COOH)$与 $c(CH_3COO^-)$之和相等

6. 实验室制备下列气体所选装置，除杂试剂不正确的是(干燥、收集装置略)



a　　b　　c

	气体	制备试剂	除杂试剂	所选装置
A	SO_2	Cu+浓 H_2SO_4	饱和 $NaHSO_3$ 溶液	b、c
B	Cl_2	MnO_2+浓 HCl	饱和 NaCl 溶液	b、c
C	C_2H_4	C_2H_5OH+浓 H_2SO_4	$KMnO_4$ 溶液	b、c
D	C_2H_2	电石+饱和 NaCl 溶液	$CuSO_4$ 溶液	a、c

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 将 Cl_2 通入过量石灰乳[$Ca(OH)_2$]中即可制得以 $Ca(ClO)_2$ 为有效成分的漂白粉。下列解释事实的方程式中，不正确的是

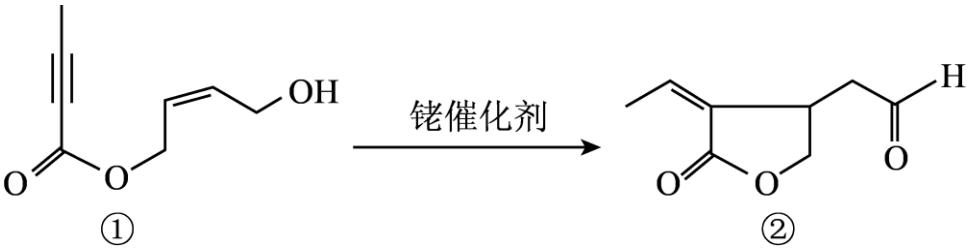
A. 生成 $Ca(ClO)_2$：$2Ca(OH)_2+2Cl_2=Ca(ClO)_2+CaCl_2+2H_2O$

B. 漂白粉溶液与盐酸混合产生 Cl_2：$ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$

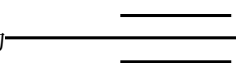
C. 漂白粉溶液吸收 CO_2 后产生白色沉淀：$Ca^{2+}+CO_2+H_2O=CaCO_3\downarrow+2H^+$

D. 漂白粉溶液加入适量醋酸在短时间内能达到漂白效果：$Ca(OH)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2H_2O$、$Ca(ClO)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2HClO$

8. “张-烯炔环异构化反应”被《NameReactions》收录。该反应可高效构筑五元环状化合物，应用在许多药物的创新合成中，如：



①　　②

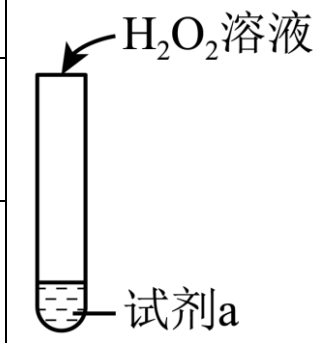
资料：有机物结构可用键线式表示，如 H_3-C≡CH 的键线式为。

下列分析不正确的是

A. ①、②均能发生加成反应　　B. ①、②均含有三种官能团

C. ①、②互为同分异构体　　D. ①、②均能与 NaOH 溶液反应

9. 探究 H_2O_2 溶液的性质，根据实验所得结论不正确的是

	实验	试剂 a	现象	结论
A		溶有 SO_2 的 $BaCl_2$ 溶液	产生沉淀	H_2O_2 有氧化性
B		酸性 $KMnO_4$ 溶液	紫色溶液褪色	H_2O_2 有氧化性
C		KI 淀粉溶液	溶液变蓝	H_2O_2 有氧化性
D		盐酸酸化的 $FeCl_2$ 溶液	溶液变黄	H_2O_2 有氧化性

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

10. 下列变化中，不能用盐类水解原理解释的是

A. 用 KI 溶液将 AgCl 转化为 AgI

B. 用热饱和 Na_2CO_3 溶液清洗试管壁上附着的植物油

C. 向 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中加入浓 $NaHCO_3$ 溶液，产生沉淀和气体

D. 向沸水中滴加 $FeCl_3$ 溶液制备 $Fe(OH)_3$ 胶体

11. $2SO_2+O_2 \underset{\Delta}{\overset{\text{催化剂}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$ $\Delta H<0$。实验发现，一定条件下向一密闭容器中充入 SO_2 和 $^{18}O_2$，反应一段时间后，核素 ^{18}O 存在于 SO_2、O_2、SO_3 中。下列分析不正确的是

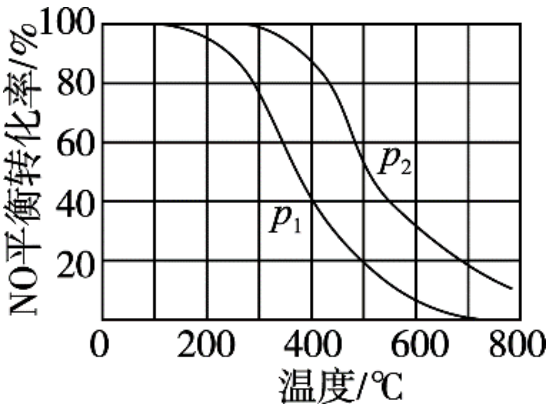
A. $^{18}O_2$ 与 O_2 的化学性质基本相同

B. 断裂 $2molSO_2+1molO_2$ 中的共价键的能量小于断裂 $2molSO_3$ 中的共价键的能量

C. 化合反应与分解反应可同时发生，说明反应存　可逆性

D. 平衡时，$^{18}O_2$ 初始浓度 $c_0(^{18}O_2)$与平衡时各组分浓度 c 之间一定存在：$2c_0(^{18}O_2)=2c(S^{18}O_2)+3c(S^{18}O_3)+2c(^{18}O_2)$

12. 一定条件下，按 $n(NO)：n(O_2)=2：1$ 的比例向反应容器充入 NO、O_2，发生反应 $2NO(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$。温度、压强(p)对 NO 平衡转化率的影响如下，



下列分析正确的是

A. 压强大小关系：$p_1>p_2$

B. 其他条件相同时，随温度升高该反应的平衡常数增大

C. 400℃、p_1 条件下，O_2 的平衡转化率为 40%

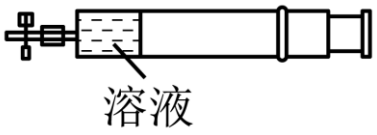
D. 500℃、p_1 条件下，该反应的化学平衡常数一定为 $\frac{5}{64}$

13. 用体积相同的 $15mol\cdot L^{-1}HNO_3$、$4mol\cdot L^{-1}HNO_3$ 分别将两份等质量的铜片完全溶解，发生如下反应：

①$4HNO_3(浓)+Cu=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$，所得溶液为绿色

②$8HNO_3(稀)+3Cu=3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$，所得溶液为蓝色

用注射器分别取①、②中的少量溶液，夹上弹簧夹，完成如下实验：

<table>
<tr><td>I</td><td rowspan="2">
</td><td rowspan="2">向外拉动注射器活塞</td><td>①中液面上方呈红棕色，……</td></tr>
<tr><td>II</td><td>②中无明显变化</td></tr>
</table>

下列分析正确的是

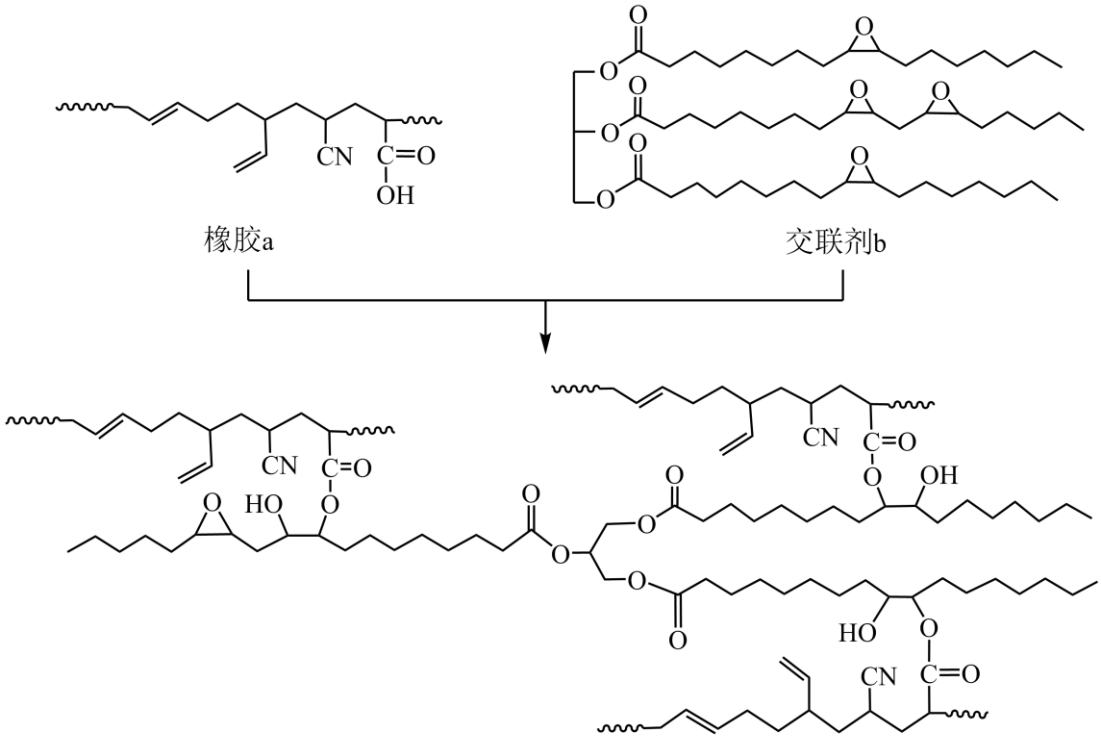
A. ①中产生 NO_2，②中产生 NO，说明氧化性：稀 HNO_3>浓 HNO_3

B. 溶解等量的 Cu，消耗 HNO_3(浓)的物质的量多于 HNO_3(稀)

C. I 中溶液上方呈红棕色是因为发生反应 $2NO+O_2=2NO_2$

D. 向外拉动注射器活塞时，①中溶液颜色不会发生变化

14. 橡胶 a 与交联剂 b 反应，得到交联橡胶 L。(图中 ∿∿∿ 表示链延长)



交联橡胶L

下列说法不正确的是

A. 由 1，3-丁二烯、$CH_2=CHCN$、$CH_2=CHCOOH$ 可制备橡胶 a

B. 在一定条件下水解交联橡胶 L，橡胶 a 可回收再利用

C. 交联剂 b、交联橡胶 L 在一定条件下水解均可得到丙三醇

D. 制备交联橡胶 L 的反应是缩聚反应

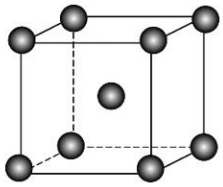
第二部分(非选择题，共 58 分)

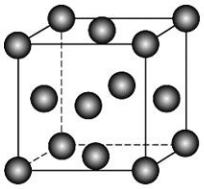
15. NH_3具有易液化、含氢密度高、应用广泛等优点，NH_3的合成及应用一直是科学研究的重要课题。

（1）以 H_2、N_2合成 NH_3，Fe 是常用的催化剂。

①基态 Fe 原子的电子排布式为_____。

②实际生产中采用铁的氧化物 Fe_2O_3、FeO，使用前用 H_2和 N_2的混合气体将它们还原为具有活性的金属铁。铁的两种晶胞(所示图形为正方体)结构示意如下：





i.两种晶胞所含铁原子个数比为_____。

ii.图 1 晶胞的棱长为 apm(1pm=1×10^{-10}cm)，则其密度 ρ=_____$g\cdot cm^{-3}$。

③我国科学家开发出 Fe—LiH 等双中心催化剂，在合成 NH_3中显示出高催化活性。第一电离能(I_1)：I_1(H)＞I_1(Li)＞I_1(Na)，原因是___。

（2）化学工业科学家侯德榜利用下列反应最终制得了高质量的纯碱：$NaCl+NH_3+CO_2+H_2O=NaHCO_3\downarrow+NH_4Cl$

①1 体积水可溶解 1 体积 CO_2，1 体积水可溶解约 700 体积 NH_3。NH_3极易溶于水的原因是_____。

②反应时，向饱和 NaCl 溶液中先通入_____。

③$NaHCO_3$分解得 Na_2CO_3。CO_3^{2-}空间结构为_____。

（3）NH_3、NH_3BH_3(氨硼烷)储氢量高，是具有广泛应用前景的储氢材料。

元素	H	B	N
电负性	2.1	2.0	3.0

①NH_3的中心原子的杂化轨道类型为_____。

②NH_3BH_3存在配位键，提供空轨道的是_____。

③比较熔点：NH_3BH_3_____CH_3CH_3(填“＞”或“＜”)。

16. 将天然气(主要成分为 CH_4)中的 CO_2、H_2S 资源化转化在能源利用、环境保护等方面意义重大。

（1）CO_2转化为 CO、H_2S 转化为 S 的反应如下：

i.$2CO_2(g)=2CO(g)+O_2(g)$　$\triangle H_1=+566kJ/mol$

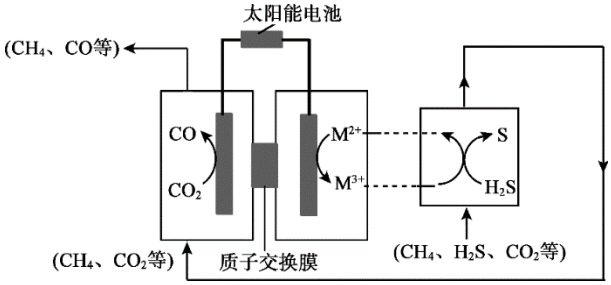
ii.$2H_2S(g)+O_2(g)=2H_2O(l)+2S(s)$　$\triangle H_2=-530kJ/mol$

iii.CO_2、H_2S 转化生成 CO、S 等物质的热化学方程式是_____。

（2）CO_2性质稳定，是一种“惰性”分子。对于反应iii，通过设计合适的催化剂可以降低_____，提高反应速率。

a.活化能　　b.△H　　c.平衡常数

（3）我国科学家研制新型催化剂，设计协同转化装置实现反应iii，工作原理如下所示。



【方案 1】若 $M^{3+}/M^{2+}=Fe^{3+}/Fe^{2+}$

①所含 Fe^{3+}、Fe^{2+}的溶液需为较强的酸性，原因是_____。

②结合反应式说明生成 S、CO 的原理：_____。

【方案 2】若 M^{3+}/M^{2+}=EDTA-Fe^{3+}/EDTA-Fe^{2+}(配合物)

已知：电解效率 η 的定义：$\eta(B)=\frac{n(\text{生成B所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})}\times 100\%$

③测得 η(EDTA-Fe^{3+})≈100%，η(CO)≈80%。阴极放电　物质有_____。

④为进一步确认 CO_2、H_2S 能协同转化，对 CO 的来源分析如下：

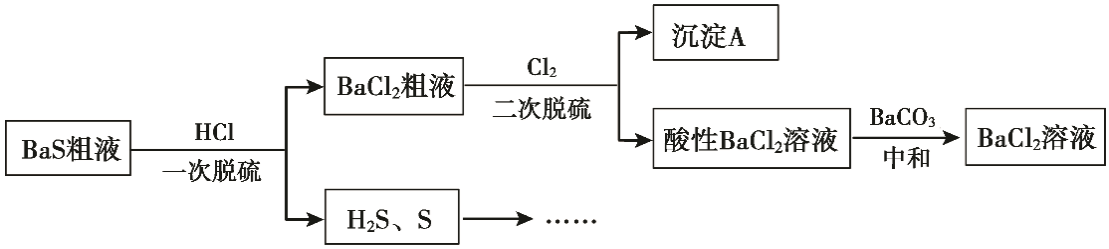
来源 1：CO_2 通过电极反应产生 CO

来源 2：电解质(含碳元素)等物质发生降解，产生 CO

设计实验探究，证实来源 2 不成立。实验方案是_____。

结论：方案 2 明显优于方案 1，该研究成果为天然气　净化、资源化转化提供了工业化解决思路。

17. 以 BaS 粗液(含少量 $BaSO_3$、$BaCO_3$)为原料制备 $BaCl_2$ 溶液。



已知：BaS 易溶于水。

（1）一次脱硫

①反应体现出酸性关系：HCl_____H_2S(填“>”或“＜”)。

②产生 S 的方程式是_____。

（2）经一次脱硫后，$BaCl_2$ 粗液依然含有少量 H_2S、SO_2 等含硫微粒。沉淀 A 只含一种物质，沉淀 A 是_____。

（3）二次脱硫

通入 Cl_2 需适量，避免造成资源浪费。因此，需测量 $BaCl_2$ 粗液中 H_2S、SO_2 等的含量，方法如下：

I.取 v_1mL$BaCl_2$ 粗液，沉淀 Ba^{2+}。过滤，滤液备用；

II.取 v_2mL amol·L^{-1} $KBrO_3$ 标准溶液，加过量 KBr，加 HCl 酸化，溶液呈棕黄色；

III.向 II 所得溶液中加入滤液，得到澄清溶液；

IV.向 III 中澄清溶液加入过量 KI；

V.用 bmol·L^{-1}$Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定中IV溶液至浅黄色时，滴加 2 滴淀粉溶液，继续滴定至终点，共消耗 $Na_2S_2O_3$ 溶液 v_3mL。

已知：$I_2+2Na_2S_2O_3=2NaI+Na_2S_4O_6$；$Na_2S_2O_3$ 与 $Na_2S_4O_6$ 均无色

①II 中加入 KBr 的质量＞_____g(KBr 的摩尔质量为 119g/mol)。

②III 中发生的离子反应有 $Br_2+SO_2+2H_2O=4H^++2Br^-+SO_4^{2-}$、_____。

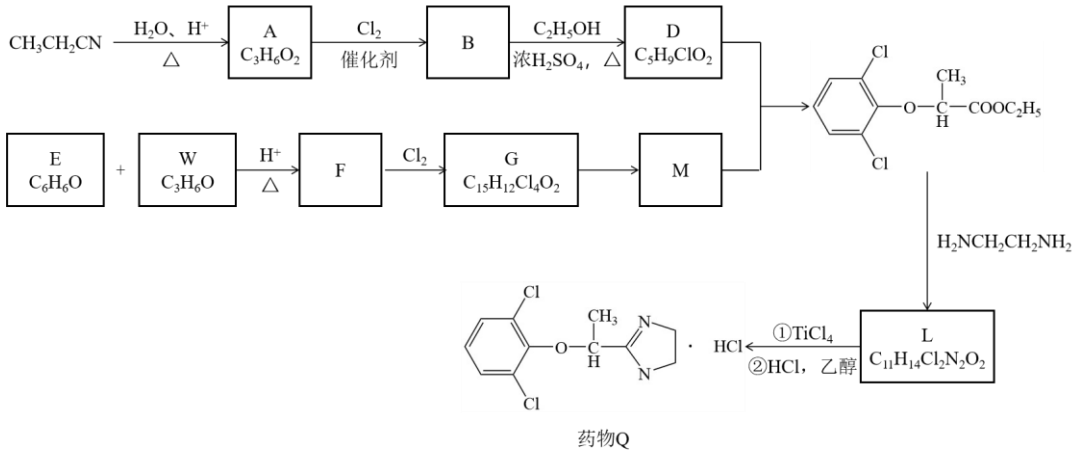
③V 中滴定至终点的现象是_____。

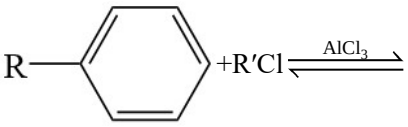
④1L$BaCl_2$ 粗液二次脱硫，需通入 Cl_2_____mol。

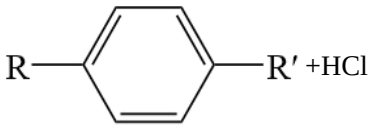
⑤由于 Br_2 易挥发，II～IV 中反应须在密闭容器中进行，否则会造成测定结果_____(填“偏高”或“偏低”)。

将中和后的精制 $BaCl_2$ 溶液蒸发浓缩，可得成品 $BaCl_2·2H_2O$。

18. 用于治疗高血压的药物 Q 的合成路线如下。



已知：芳香族化合物与卤代烃在 $AlCl_3$ 催化下可发生如下可逆反应：



（1）A 的结构简式是_____。

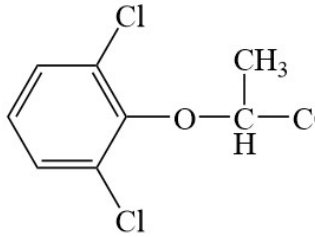
（2）B→D 的化学方程式是_____。

（3）E 与 $FeCl_3$ 溶液作用显紫色，与溴水作用产生白色沉淀。E 的结构简式是_____。

（4）G 分子中含两个甲基。F→G 的反应类型是_____。

（5）G 的结构简式是_____。

（6）L 分子中所含的官能团有碳氯键、酰胺基、_____。

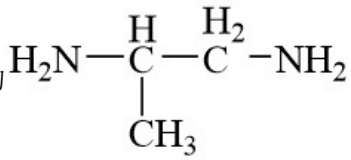
（7）

有多种同分异构体，写出一种符合下列条件的同分异构体的结构简式：

_____。

a.属于戊酸酯；含酚羟基；

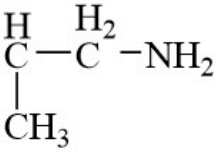
b.核磁共振氢谱显示三组峰，且峰面积之比为 1∶2∶9。

（8）$H_2NCH_2CH_2NH_2$ 的同系物  (丙二胺)可用于合成药物。

已知：i.$R^1HC=CHR^2 \xrightarrow[①O_3]{②Zn/H_2O} R^1CHO+R^2CHO$

ii.$ROH+NH_3 \xrightarrow{\Delta} RNH_2+H_2O$

如下方法能合成丙二胺，中间产物 X、Y、Z 的结构简式分别是_____、_____、_____。

$CH_3CH=CHCH_3 \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow$ 

19. 某小组探究 $CuSO_4$ 溶液、$FeSO_4$ 溶液与碱的反应，探究物质氧化性和还原性的变化规律。将一定浓度 $CuSO_4$ 溶液，饱和 $FeSO_4$ 混合溶液加入适量氨水，产生红褐色沉淀，经检验，红褐色沉淀含 $Fe(OH)_3$。

（1）分析 $Fe(OH)_3$ 产生的原因：O_2 氧化所致。

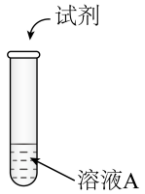
验证：向 $FeSO_4$ 溶液中滴入氨水，生成的白色沉淀迅速变为灰绿色，一段时间后有红褐色沉淀生成。

①生成白色沉淀的离子方程式是_____。

②产生红褐色沉淀：$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$。电极反应式：还原反应：$O_2+2H_2O+4e^-=4OH^-$。氧化反应：_____。

（2）提出问题：产生 $Fe(OH)_3$ 的原因可能是 Cu^{2+} 氧化所致。

验证如下(溶液 A：饱和 $FeSO_4$ 溶液+$CuSO_4$ 溶液；已排除空气的影响)：

序号	实验	试剂	现象
I		氨水	生成沉淀，一段时间后，产生红褐色沉淀和灰黑色固体物质
II		水	溶液无明显变化

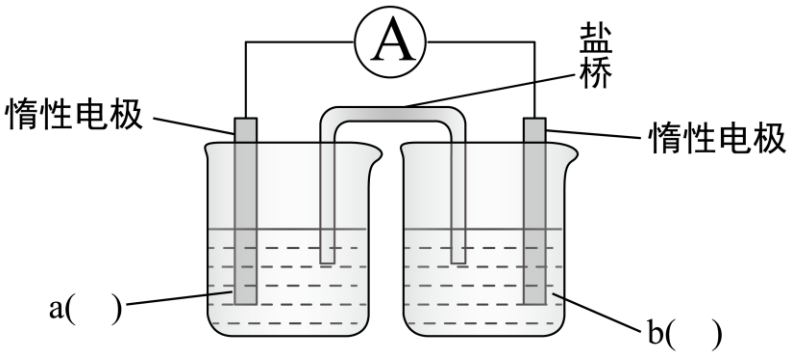
①I 中可能产生 Cu，运用氧化还原反应规律分析产生 Cu 的合理性：_____。

②检验：滤出 I 中不溶物，用稀 H_2SO_4 溶解，未检出 Cu。分析原因：

i.I 中未生成 Cu。

iiI 中生成了 Cu。由于_____(用离子方程式表示)，因此未检出 Cu。

（3）设计实验(III)确认 $CuSO_4$ 的作用(已排除空气的影响)，装置示意图如下所示。



①补全电化学装置示意图_____。经检验，实验中产生了 $Fe(OH)_3$、Cu。

②II、III 中均含 Cu^{2+}。III 中产生了 Cu，II 中未产生 Cu，试解释原因_____。

（4）CH_3CHO 分别与 $AgNO_3$ 溶液、银氨溶液混合并加热，CH_3CHO 与 $AgNO_3$ 溶液混合物无明显现象，但与银氨溶液混合能产生银镜　试解释原因：_____。

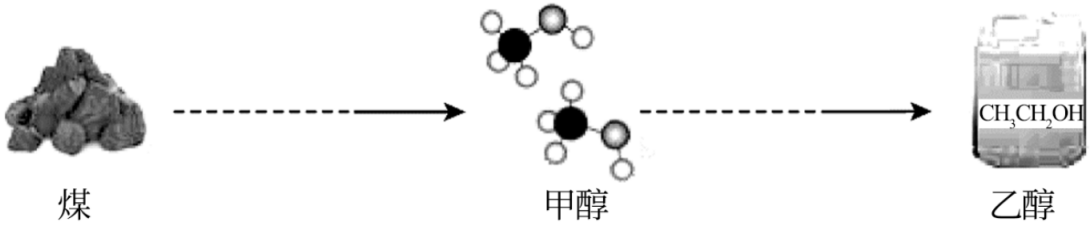
参考答案

可能用到的相对原子质量：H1 B10.8 C12 N14 O16 K39 Fe56 Br80

第一部分(选择题，共 42 分)

一、每小题只有一个选项符合题意。共 14 个小题，每小题 3 分，共 42 分

1. 我国在煤炭综合利用领域成就斐然。以煤为原料制备乙醇的过程示意如下：



下列说法不正确的是

A. 煤是一种纯净物

B. 乙醇可作为燃料使用

C. 乙醇可用于生产消毒剂

D. 甲醇与乙醇互　同系物

【答案】A

【解析】

【详解】A．煤是多种复杂的有机物和无机物组成的混合物，故 A 错误；

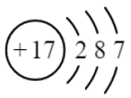
B．乙醇燃烧生成二氧化碳和水，即 $C_2H_5OH+3O_2 \overset{点燃}{=} 2CO_2+3H_2O$，并放出大量的热量，所以乙醇可作为燃料使用，如实验室酒精灯常用乙醇作燃料，故 B 正确；

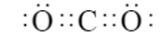
C．由于乙醇能使蛋白质变性，所以 75%(体积分数)的乙醇溶液可用于医疗消毒，故 C 正确；

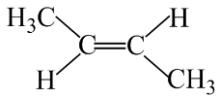
D．甲醇的结构简式为 CH_3OH，乙醇的结构简式为 CH_3CH_2OH，二者符合结构相似，在分子组成上相差一个或若干个 CH_2，所以甲醇与乙醇互为同系物，故 D 正确；

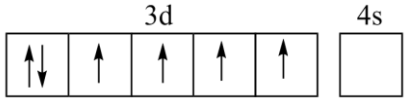
答案为 A。

2. 下列图示或化学用语表达不正确的是

A. 氯原子的结构示意图：

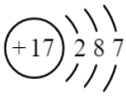
B. 二氧化碳的电子式：

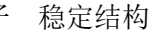
C. 反-2-丁烯的结构简式：

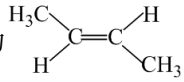
D. 基态 $_{24}Cr$ 原子的价层电子轨道表示式：

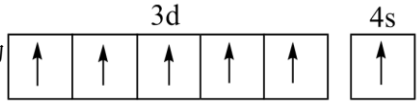
【答案】D

【解析】

【详解】A．Cl 元素的原子序数为 17，核内有 17 个质子，核外有 17 个电子，各电子层上电子依次为 2，8，7，则氯原子的结构示意图为，故 A 正确；

B．CO_2 中 C 原子最外层有 4 个电子，O 原子最外层有 6 个电子，C 原子与每个 O 原子形成两对共用电子对，使每个原子达到 8 电子　稳定结构，则二氧化碳的电子式为，故 B 正确；

C．反-2-丁烯中两个甲基位于双键的异侧，结构简式为，故 C 正确；

D．Cr 元素的原子序数为 24，根据核外电子排布规则，其电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^54s^1$，基态 Cr 原子的价层电子排布式为 $3d^54s^1$，则基态 $_{24}Cr$ 原子的价层电子轨道表示式为

，故 D 错误；

答案为 D。

3. 下列实验的颜色变化不涉及氧化还原反应的是

A. 用刀切开金属钠，新切开的钠的表面很快变暗

B. 向含 $Fe(SCN)_3$ 的溶液中加入铁粉，溶液颜色变浅

C. 露置在潮湿空气中的钢铁制品，表面产生红色物质

D. 向 $CuSO_4$ 溶液中持续滴加氨水，溶液变为深蓝色

【答案】D

【解析】

【详解】A．用刀切开金属钠，新切开的钠的表面很快变暗，变为氧化钠，发生了氧化还原反应，故 A 不符合题意；

B．向含 $Fe(SCN)_3$ 的溶液中加入铁粉，溶液颜色变浅，铁和铁离子反应生成亚铁离子，发生了氧化还原反应，故 B 不符合题意；

C．露置在潮湿空气中的钢铁制品，表面产生红色物质，生成氧化铁，发生了氧化还原反应，故 C 不符合题意；

D．向 $CuSO_4$ 溶液中持续滴加氨水，溶液变为深蓝色，得到硫酸四氨合铜，没有发生氧化还原反应，故 D 符合题意。

综上所述，答案为 D。

4. 下列性质的比较，不正确的是

A. 热稳定性：HCl>HBr>HI　　B. 酸性：$HNO_3>H_3PO_4>H_2SiO_3$

C. 碱性：$KOH>Al(OH)_3>Mg(OH)_2$　　D. 电负性：F>O>C

【答案】C

【解析】

【详解】A．元素非金属性越强，其气态氢化物稳定性越强，同族非金属元素原子序数递增，非金属性递减，描述正确，不符题意；

B．元素非金属性越强，其最高价氧化物对应水化物(即最高价含氧酸)酸性越强，同周期主族元素原子序数递增，非金属性增强，所以三种元素非金属性由强到弱是 N>P>Si，描述正确，不符题意；

C．元素金属性越强，其最高价氧化物对应水化物(即最高价氢氧化物)碱性越强，同周期主族元素原子序数递增，金属性减弱，同主族金属元素原子序数递增，金属性增强，所以利用 Na 元素做过渡四种元素金属性由强到弱是 K>Na>Mg>Al，所以三种氢氧化物碱性强弱应是 $KOH>Mg(OH)_2>Al(OH)_3$，描述错误，符合题意；

D．非金属性越强，电负性越大，描述正确，不符题意；

综上，本题选 C。

5. 对浓度均为 0.1mol·L^{-1}①CH_3COOH 溶液、②CH_3COONa 溶液，下列判断不正确的是

A. 向①中滴加石蕊溶液，溶液变红，说明 CH_3COOH 是弱电解质

B. 向②中滴加石蕊溶液，溶液变蓝，说明 CH_3COOH 是弱电解质

C. 向①中滴加 Na_2CO_3 溶液，产生气泡，说明 $K_a(CH_3COOH)>K_{a1}(H_2CO_3)$

D. ①、②中的 $c(CH_3COOH)$与 $c(CH_3COO^-)$之和相等

【答案】A

【解析】

【详解】A．向 0.1mol·L^{-1}CH_3COOH 溶液中滴加石蕊溶液，溶液变红，只能说明溶液呈酸性，不能判断 CH_3COOH 的电离是完全电离还是部分电离，即不能说明 CH_3COOH 是弱电解质，故 A 错误；

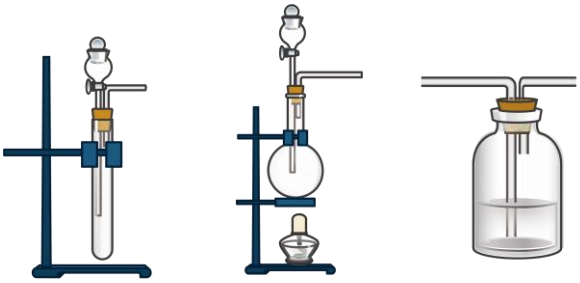
B．向 0.1mol·L^{-1} CH_3COONa 溶液中滴加石蕊溶液，溶液变蓝，说明溶液呈碱性，即弱酸根离子水解了，可以说明 CH_3COOH 是弱酸，属于弱电解质，故 B 正确；

C．向 0.1mol·L^{-1}CH_3COOH 溶液中滴加 Na_2CO_3 溶液，产生气泡，发生反应生成 CO_2 气体，即 $2CH_3COOH+Na_2CO_3=2CH_3COONa+CO_2\uparrow+H_2O$，符合强酸制弱酸原理，即酸性 $CH_3COOH>H_2CO_3$，酸性越强，电离常数越大，则可以说明 $K_a(CH_3COOH)>K_{a1}(H_2CO_3)$，故 C 正确；

D．①0.1mol·L^{-1}CH_3COOH 溶液和②0.1mol·L^{-1}CH_3COONa 溶液，两溶液中遵循物料守恒，即①中有 $c(CH_3COOH)+c(CH_3COO^-)=0.1mol·L^{-1}$，②中有 $c(CH_3COOH)+c(CH_3COO^-)=0.1mol·L^{-1}$，则①、②中的 $c(CH_3COOH)$与 $c(CH_3COO^-)$之和相等，故 D 正确；

答案为 A。

6. 实验室制备下列气体所选装置，除杂试剂不正确的是(干燥、收集装置略)



a　　b　　c

	气体	制备试剂	除杂试剂	所选装置
A	SO_2	Cu+浓 H_2SO_4	饱和 $NaHSO_3$ 溶液	b、c
B	Cl_2	MnO_2+浓 HCl	饱和 NaCl 溶液	b、c
C	C_2H_4	C_2H_5OH+浓 H_2SO_4	$KMnO_4$ 溶液	b、c

D	C_2H_2	电石+饱和 NaCl 溶液	$CuSO_4$溶液	a、c

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A．铜与浓硫酸在加热条件下反应得到二氧化硫，生成的二氧化硫中可能会带出硫酸，可用饱和亚硫酸钠溶液除去硫酸得到二氧化硫气体，装置可选 b、c，故 A 正确；

B．二氧化锰与浓盐酸加热生成氯气，氯气中混有挥发出的 HCl 气体，可用饱和食盐水除去，装置可选 b、c，故 B 正确；

C．乙烯能被高锰酸钾氧化，不能用高锰酸钾溶液除去乙烯中的杂质气体，故 C 错误；

D．电石和饱和食盐水常温下反应生成乙炔，因电石中含有硫化物，同时会生成硫化氢，可用硫酸铜溶液将硫化氢沉淀除去，装置应选 a、c，故 D 正确；

故选：C。

7. 将 Cl_2 通入过量石灰乳[$Ca(OH)_2$]中即可制得以 $Ca(ClO)_2$ 为有效成分的漂白粉。下列解释事实的方程式中，不正确的是

A. 生成 $Ca(ClO)_2$：$2Ca(OH)_2+2Cl_2=Ca(ClO)_2+CaCl_2+2H_2O$

B. 漂白粉溶液与盐酸混合产生 Cl_2：$ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$

C. 漂白粉溶液吸收 CO_2 后产生白色沉淀：$Ca^{2+}+CO_2+H_2O=CaCO_3\downarrow+2H^+$

D. 漂白粉溶液加入适量醋酸在短时间内能达到漂白效果：$Ca(OH)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2H_2O$、$Ca(ClO)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2HClO$

【答案】C

【解析】

【详解】A．将 Cl_2 通入过量石灰乳[$Ca(OH)_2$]中，发生氧化还原反应，生成 $Ca(ClO)_2$、$CaCl_2$ 和 H_2O，其化学方程式为 $2Ca(OH)_2+2Cl_2=Ca(ClO)_2+CaCl_2+2H_2O$，故 A 正确；

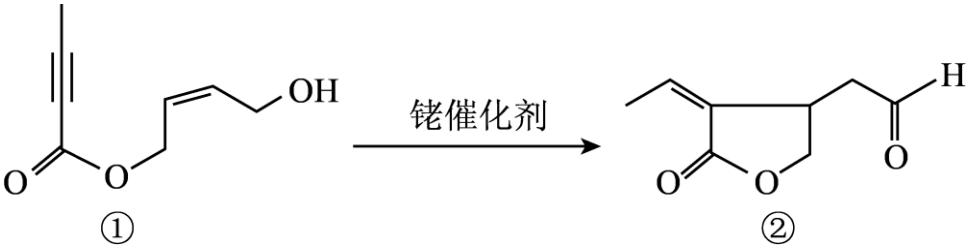
B．漂白粉溶液与盐酸混合，氯离子和次氯酸根离子在酸性溶液中发生氧化还原反应生成氯气和 H_2O，其离子方程式为 $ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$，故 B 正确；

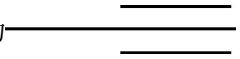
C．漂白粉溶液中吸收二氧化碳反应生成碳酸钙和次氯酸，HClO 是弱酸，在离子方程式中不能拆开，其反应的离子方程式为 $Ca^{2+}+2ClO^-+CO_2+H_2O=CaCO_3\downarrow+2HClO$，故 C 错误；

D．漂白粉溶液加入适量醋酸，会发生 $Ca(OH)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2H_2O$、$Ca(ClO)_2+2CH_3COOH=Ca(CH_3COO)_2+2HClO$，在短时间内 HClO 的浓度增大，能提高其漂白效率，故 D 正确；

答案为 C。

8. “张-烯炔环异构化反应”被《NameReactions》收录。该反应可高效构筑五元环状化合物，应用在许多药物的创新合成中，如：



资料：有机物结构可用键线式表示，如 H_3-C≡CH 的键线式为。

下列分析不正确的是

A. ①、②均能发生加成反应　　B. ①、②均含有三种官能团

C. ①、②互为同分异构体　　D. ①、②均能与 NaOH 溶液反应

【答案】B

【解析】

【详解】A．①、②中均含有碳碳双键，所以可以发生加成反应，故 A 不符合题意；

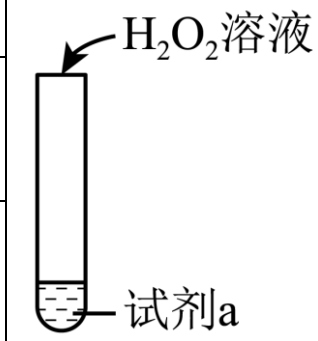
B．①中的官能团有：碳碳三键、酯基、碳碳双键、羟基；②中的官能团有酯基、碳碳双键、羰基；故 B 符合题意；

C．①、②分子式相同结构不同所以①和②互为同分异构体，故 C 不符合题；

D．①和②中都含有酯基，所以均可以和 NaOH 溶液发生水解反应，故 D 不符合题意；

答案为 B。

9. 探究 H_2O_2 溶液　性质，根据实验所得结论不正确的是

	实验	试剂 a	现象	结论
A		溶有 SO_2 的 $BaCl_2$ 溶液	产生沉淀	H_2O_2 有氧化性
B		酸性 $KMnO_4$ 溶液	紫色溶液褪色	H_2O_2 有氧化性
C		KI 淀粉溶液	溶液变蓝	H_2O_2 有氧化性
D		盐酸酸化的 $FeCl_2$ 溶液	溶液变黄	H_2O_2 有氧化性

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A．将 H_2O_2 溶液加入溶有 SO_2 的 $BaCl_2$ 溶液中，H_2O_2 先与 SO_2 发生氧化还原反应，即 $H_2O_2+SO_2=H_2SO_4$，H_2O_2 作氧化剂，体现氧化性，$BaCl_2$ 与生成的 H_2SO_4 反应生成 $BaSO_4$ 沉淀，即 $H_2SO_4+BaCl_2=BaSO_4\downarrow+2HCl$，故 A 正确；

B．将 H_2O_2 溶液加入酸性 $KMnO_4$ 溶液中，发生氧化还原反应，即 $2MnO_4^-+5H_2O_2+6H^+=2Mn^{2+}+5O_2\uparrow+8H_2O$，$MnO_4^-$ 中 Mn 元素由+7 价得电子变成+2 价，发生还原反应，作氧化剂，生成了 Mn^{2+}，紫色溶液褪色，H_2O_2 中氧元素由-1 价失电子变成 0 价，发生氧化反应，作还原剂，体现还原性，故 B 错误；

C．将 H_2O_2 溶液加入 KI 淀粉溶液中，发生氧化还原反应，即 $H_2O_2+2I^-+2H^+=I_2+2H_2O$，$H_2O_2$ 中氧元素由-1 价得电子变成-2 价，发生还原反应，作氧化剂，体现氧化性，生成的 I_2 遇淀粉变蓝，故 C 正确；

D．将 H_2O_2 溶液加入盐酸酸化的 $FeCl_2$ 溶液中，发生氧化还原反应，即 $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=2Fe^{3+}+2H_2O$，$H_2O_2$ 中氧元素由-1 价得电子变成-2 价，发生还原反应，作氧化剂，体现氧化性，生成了 Fe^{3+}，溶液变黄，故 D 正确；

答案为 B。

10. 下列变化中，不能用盐类水解原理解释的是

A. 用 KI 溶液将 AgCl 转化为 AgI

B. 用热饱和 Na_2CO_3 溶液清洗试管壁上附着的植物油

C. 向 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中加入浓 $NaHCO_3$ 溶液，产生沉淀和气体

D. 向沸水中滴加 $FeCl_3$ 溶液制备 $Fe(OH)_3$ 胶体

【答案】A

【解析】

【详解】A．用 KI 溶液将 AgCl 转化为 AgI，该反应是难溶物的相互转化，与水解无关，故 A 符合题意；

B．用热饱和 Na_2CO_3 溶液清洗试管壁上附着的植物油，碳酸根水解呈碱性，植物油在碱性条件下水解，故 B 不符合题意；

C．向 $Al_2(SO_4)_3$ 溶液中加入浓 $NaHCO_3$ 溶液，产生沉淀和气体，碳酸氢根与铝离子发生双水解生成氢氧化铝和二氧化碳气体，故 C 不符合题意；

D．向沸水中滴加 $FeCl_3$ 溶液制备 $Fe(OH)_3$ 胶体，是铁离子水解生成氢氧化铁胶体，故 D 不符合题意。

综上所述，答案为 A。

11. $2SO_2+O_2 \underset{\Delta}{\overset{\text{催化剂}}{\rightleftharpoons}} 2SO_3$ $\Delta H<0$。实验发现，一定条件下向一密闭容器中充入 SO_2 和 $^{18}O_2$，反应一段时间后，核素 ^{18}O 存在于 SO_2、O_2、SO_3 中。下列分析不正确的是

A. $^{18}O_2$ 与 O_2 的化学性质基本相同

B. 断裂 $2molSO_2+1molO_2$ 中的共价键的能量小于断裂 $2molSO_3$ 中的共价键的能量

C. 化合反应与分解反应可同时发生，说明反应存在可逆性

D. 平衡时，$^{18}O_2$ 初始浓度 $c_0(^{18}O_2)$ 与平衡时各组分浓度 c 之间一定存在：$2c_0(^{18}O_2)=2c(S^{18}O_2)+3c(S^{18}O_3)+2c(^{18}O_2)$

【答案】D

【解析】

【详解】A．$^{18}O_2$ 与 O_2 的结构相同，化学性质基本相同，故 A 正确；

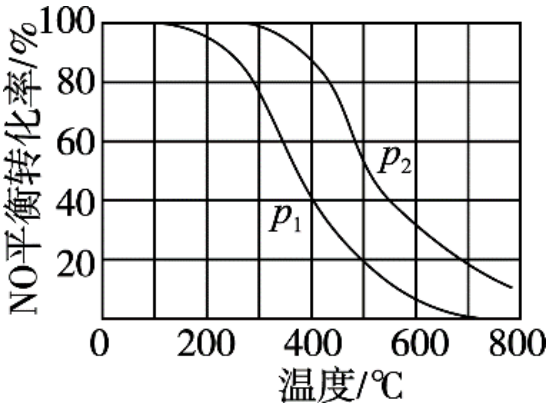
B．该反应为放热反应，反应物的键能和小于生成物的键能和，故 B 正确；

C．该反应正向为化合反应，逆向为分解反应，在相同的条件下，反应既可以正向进行，也可以逆向进行，可说明反应存在可逆性，故 C 正确；

D．在反应过程中还可能存在只含一个 ^{18}O 原子的二氧化硫，只含一个 ^{18}O 原子的三氧化硫等分子，故 D 错误；

故选：D。

12. 一定条件下，按 $n(NO)：n(O_2)=2：1$ 的比例向反应容器充入 NO、O_2，发生反应 $2NO(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$。温度、压强(p)对 NO 平衡转化率的影响如下，



下列分析正确的是

A. 压强大小关系：$p_1>p_2$

B. 其他条件相同时，随温度升高该反应的平衡常数增大

C. 400℃、p_1 条件下，O_2 的平衡转化率为 40%

D. 500℃、p_1 条件下，该反应的化学平衡常数一定为 $\frac{5}{64}$

【答案】C

【解析】

【详解】A．400℃时，从下到上，NO 转化率增大，说明平衡正向移动即增大压强，因此压强大小关系：$p_2>p_1$，故 A 错误；

B．其他条件相同时，随温度升高，NO 转化率降低，平衡逆向移动，因此该反应的平衡常数减小，故 B 错误；

C．根据加入的量之比等于计量系数之比，则转化率相等，因此在 400℃、p_1 条件下，O_2 的平衡转化率为 40%，故 C 正确；

D．该反应是体积减小的反应，500℃、p_1 条件下，由于缺少容器体积，因此无法计算该反应的化学平衡常数，故 D 错误；

答案为 C。

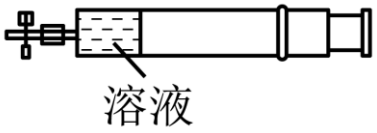
13. 用体积相同的 $15mol·L^{-1}HNO_3$、$4mol·L^{-1}HNO_3$ 分别将两份等质量的铜片完全溶解，发生如下反应：

①$4HNO_3(浓)+Cu=Cu(NO_3)_2+2NO_2\uparrow+2H_2O$，所得溶液为绿色

②$8HNO_3(稀)+3Cu=3Cu(NO_3)_2+2NO\uparrow+4H_2O$，所得溶液为蓝色

用注射器分别取①、②中的少量溶液，夹上弹簧夹，完成如下实验：

I			①中液面上方呈红棕色，……

II		向外拉动注射器活塞	②中无明显变化

下列分析正确的是

A. ①中产生 NO_2，②中产生 NO，说明氧化性：稀 HNO_3>浓 HNO_3

B. 溶解等量的 Cu，消耗 HNO_3(浓)的物质的量多于 HNO_3(稀)

C. I 中溶液上方呈红棕色是因为发生反应 $2NO+O_2=2NO_2$

D. 向外拉动注射器活塞时，①中溶液颜色不会发生变化

【答案】B

【解析】

【详解】A．①中产生 NO_2，②中产生 NO，说明浓硝酸的得电子能力强，氧化性：稀 HNO_3<浓 HNO_3，故 A 错误；

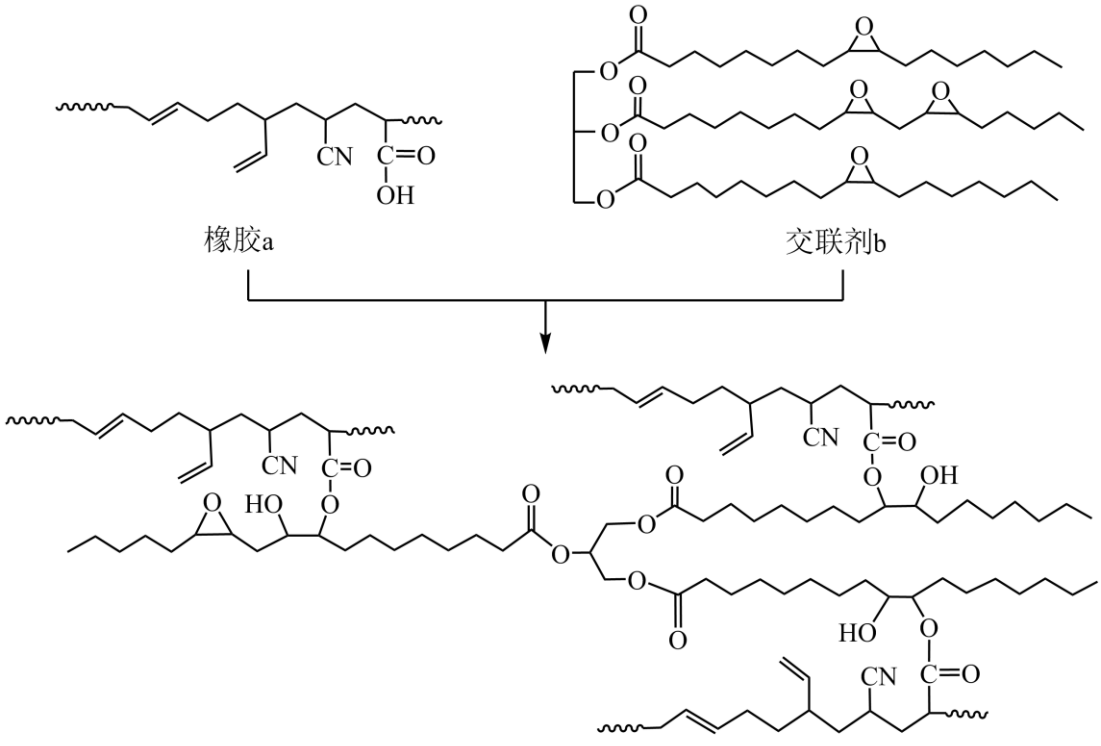
B．由反应可知，消耗 1molCu 消耗的浓硝酸为 4mol，消耗的稀硝酸为$\frac{8}{3}$mol，由此可知溶解等量的铜消耗的浓硝酸更多，故 B 正确；

C．I 中溶液溶有二氧化氮，当抽动针筒时压强减小，二氧化氮从溶液中逸出，从而出现红棕色，而不是 NO 与氧气反应的结果，故 C 错误；

D．向外拉动注射器活塞时，①中溶液中溶解的二氧化氮逸出，会使溶液的颜色发生变化，故 D 错误；

故选：B。

14. 橡胶 a 与交联剂 b 反应，得到交联橡胶 L。(图中 ∿∿ 表示链延长)



下列说法不正确的是

A. 由 1，3-丁二烯、CH_2=CHCN、CH_2=CHCOOH 可制备橡胶 a

B. 在一定条件下水解交联橡胶 L，橡胶 a 可回收再利用

C. 交联剂 b、交联橡胶 L 在一定条件下水解均可得到丙三醇

D. 制备交联橡胶 L 的反应是缩聚反应

【答案】D

【解析】

【详解】A．三种物质发生加聚反应合成橡胶 a；

B．交联橡胶 L 中酯基发生水解后会生成橡胶 a；

C．交联剂 b、交联橡胶 L 中的酯基水解后会生成丙三醇；

D．制备交联橡胶 L 的反应是加成反应；

答案为 D。

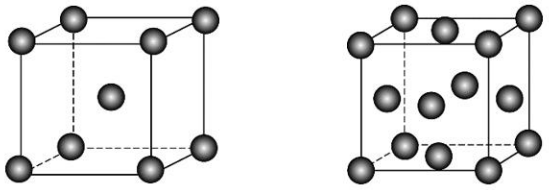
第二部分(非选择题，共 58 分)

15. NH_3 具有易液化、含氢密度高、应用广泛等优点，NH_3 的合成及应用一直是科学研究的重要课题。

（1）以 H_2、N_2 合成 NH_3，Fe 是常用的催化剂。

①基态 Fe 原子的电子排布式为_____。

②实际生产中采用铁的氧化物 Fe_2O_3、FeO，使用前用 H_2 和 N_2 的混合气体将它们还原为具有活性的金属铁。铁的两种晶胞(所示图形为正方体)结构示意如下：



i.两种晶胞所含铁原子个数比为_____。

ii.图 1 晶胞的棱长为 apm(1pm=1×10^{-10}cm)，则其密度 ρ=_____$g\cdot cm^{-3}$。

③我国科学家开发出 Fe—LiH 等双中心催化剂，在合成 NH_3 中显示出高催化活性。第一电离能(I_1)：I_1(H)＞I_1(Li)＞I_1(Na)，原因是___。

（2）化学工业科学家侯德榜利用下列反应最终制得了高质量的纯碱：$NaCl+NH_3+CO_2+H_2O=NaHCO_3\downarrow+NH_4Cl$

①1 体积水可溶解 1 体积 CO_2，1 体积水可溶解约 700 体积 NH_3。NH_3 极易溶于水的原因是_____。

②反应时，向饱和 NaCl 溶液中先通入_____。

③$NaHCO_3$ 分解得 Na_2CO_3。CO_3^{2-} 空间结构为_____。

（3）NH_3、NH_3BH_3(氨硼烷)储氢量高，是具有广泛应用前景的储氢材料。

元素	H	B	N
电负性	2.1	2.0	3.0

①NH_3 的中心原子的杂化轨道类型为_____。

②NH_3BH_3 存在配位键，提供空轨道的是_____。

③比较熔点：NH_3BH_3_____CH_3CH_3(填“＞”或“＜”)。

【答案】（1） ①. $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$ 或 $[Ar]3d^64s^2$ ②. 1:2 ③. $\frac{112}{N_A\left(a\times10^{-10}\right)^3}$ ④. H、Li、Na 位于同一主族，价电子数相同，自上而下，原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱，失电子能力增强，第一电离能逐渐减小

（2） ①. NH_3 与 H_2O 分子间能形成氢键 ②. NH_3 ③. 平面三角形

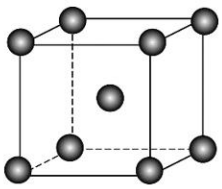
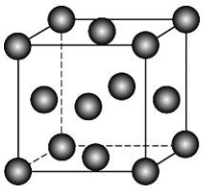
（3） ①. sp^3 ②. B ③. ＞

【解析】

【分析】根据 Fe 的原子序数，结合核外电子排布规则写出 Fe 的电子排布式；根据晶胞的结构，利用“均摊法”进行晶胞的有关计算；根据同主族元素性质递变规律解释 H、Li、Na 的第一电离能的关系；根据 NH_3 分子与 H_2O 分子之间会形成氢键解释 NH_3 极易溶于水的原因；根据 NH_3 极易溶于水，CO_2 在水中溶解度不大，解释侯氏制碱法先通入 NH_3 再通入 CO_2；根据 VSEPR 理论，判断其空间结构和杂化类型；根据形成配位健的条件判断提供空轨道的原子；根据 NH_3BH_3(氨硼烷)分子间形成氢键判断其熔点较高；据此解答。

【小问 1 详解】

①Fe 元素的原子序数为 26，核外有 26 个电子，根据核外电子排布规则，基态 Fe 原子的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$ 或 $[Ar]3d^64s^2$；答案为 $1s^22s^22p^63s^23p^63d^64s^2$ 或 $[Ar]3d^64s^2$；

②由晶胞的结构   可知，图 1 结构中，Fe 位于顶点和体心，Fe 原子的个数为 $8\times\frac{1}{8}+1=2$，图 2 结构中，Fe 位于顶点和面心，Fe 原子的个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$，则两种晶胞所含铁原子个数比为 2:4=1:2；又图 1 晶胞的棱长为 apm(1pm=1×10^{-10}cm)，其体积为 $V=(a\times10^{-10}cm)^3$，晶胞的质量为 $m=\frac{2\times56}{N_A}g=\frac{112}{N_A}g$，其密度 $\rho=\frac{m}{V}=\frac{\frac{112}{N_A}g}{\left(a\times10^{-10}cm\right)^3}=\frac{112}{N_A\left(a\times10^{-10}\right)^3}$ $g\cdot cm^{-3}$；答案为 1:2；$\frac{112}{N_A\left(a\times10^{-10}\right)^3}$；

③第一电离能(I_1)为 $I_1(H)>I_1(Li)>I_1(Na)$，原因是 H、Li、Na 位于同一主族，价电子数相同，自上而下，原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱，失电子能力增强，第一电离能逐渐减小；答案为 H、Li、Na 位于同一主族，价电子数相同，自上而下，原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引作用逐渐减弱，失电子能力增强，第一电离能逐渐减小；

【小问 2 详解】

①NH_3 极易溶于水的原因是 NH_3 与 H_2O 分子间能形成氢键；答案为 NH_3 与 H_2O 分子间能形成氢键；

②因为二氧化碳在水中溶解度不大，氨气极易溶于水，饱和氨盐水显碱性，比饱和食盐水更容易吸收二氧化碳，所以要先向饱和食盐水中通入氨气，制成饱和氨盐水，再向其中通入二氧化碳即反应时，向饱和 NaCl 溶液中先通入氨气，再通入二氧化碳；答案为 NH_3；

③CO_3^{2-} 中中心原子 C 原子的价层电子对个数=3+$\frac{4+2-3\times2}{2}$=3+0=3，且无孤电子对，采取 sp^2 杂化，其空间结构为平面三角形；答案为平面三角形；

【小问 3 详解】

①NH_3 分子中中心原子 N 原子的价层电子对个数=3+$\frac{5-3\times1}{2}$=3+1=4，且含有一个孤电子对，所以中心原子 N 原子的杂化轨道类型为 sp^3 杂化；答案为 sp^3；

②在 NH_3BH_3 结构中，N 原子存在孤电子对，B 原子为缺电子原子，在配位键的形成中 B 原子提供空轨道；答案为 B；

③NH_3BH_3(氨硼烷)与 CH_3CH_3 互为等电子体，由于 NH_3BH_3 分子中 N 原子的电负性较大，分子间会形成氢键，所以 NH_3BH_3 熔点高于 CH_3CH_3；答案为>。

16. 将天然气(主要成分为 CH_4)中的 CO_2、H_2S 资源化转化在能源利用、环境保护等方面意义重大。

（1）CO_2 转化为 CO、H_2S 转化为 S 的反应如下：

i.$2CO_2(g)=2CO(g)+O_2(g)$　$\triangle H_1=+566kJ/mol$

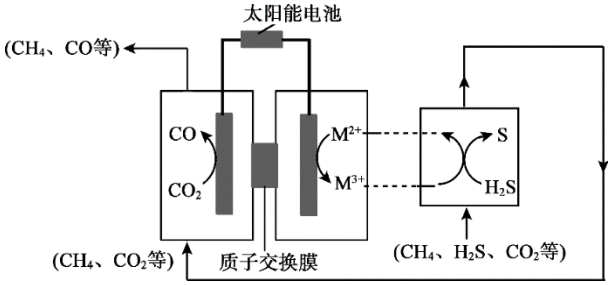
ii.$2H_2S(g)+O_2(g)=2H_2O(l)+2S(s)$　$\triangle H_2=-530kJ/mol$

iii.CO_2、H_2S 转化生成 CO、S 等物质的热化学方程式是_____。

（2）CO_2 性质稳定，是一种“惰性”分子。对于反应iii，通过设计合适的催化剂可以降低_____，提高反应速率。

a.活化能　　b.△H　　c.平衡常数

（3）我国科学家研制新型催化剂，设计协同转化装置实现反应iii，工作原理如下所示。



【方案 1】若 $M^{3+}/M^{2+}=Fe^{3+}/Fe^{2+}$

①所含 Fe^{3+}、Fe^{2+}的溶液需为较强的酸性，原因是_____。

②结合反应式说明生成 S、CO 的原理：_____。

【方案 2】若 M^{3+}/M^{2+}=EDTA-Fe^{3+}/EDTA-Fe^{2+}(配合物)

已知：电解效率 η 的定义：$\eta(B)=\frac{n(\text{生成B所用的电子})}{n(\text{通过电极的电子})}\times100\%$

③测得 η(EDTA-Fe^{3+})≈100%，η(CO)≈80%。阴极放电的物质有_____。

④为进一步确认 CO_2、H_2S 能协同转化，对 CO 的来源分析如下：

来源 1：CO_2 通过电极反应产生 CO

来源 2：电解质(含碳元素)等物质发生降解，产生 CO

设计实验探究，证实来源 2 不成立。实验方案是_____。

结论：方案 2 明显优于方案 1，该研究成果为天然气的净化、资源化转化提供了工业化解决思路。

【答案】（1）$CO_2(g)+H_2S(g)=CO(g)+S(s)+H_2O(l)$　$\triangle H=+18$ kJ/mol

（2）a　（3）　①. 抑制 Fe^{3+}、Fe^{2+} 水解，防止产生氢氧化物沉淀　②. 阳极电极反应式为 $Fe^{2+}-e^-=Fe^{3+}$，Fe^{3+} 与 H_2S 发生氧化还原反应，即 $2Fe^{3+}+H_2S=2Fe^{2+}+S+2H^+$；$H^+$ 通过质子交换膜移向阴极区，阴极发生电极反应为 $CO_2+2e^-+2H^+=CO+H_2O$，从而产生 S、CO；　③. CO_2、H^+　④. 阴极区通入不含 CO_2 的原料气，重复上述实验，无 CO 产生

【解析】

【分析】根据题中所给热化学方程式，结合盖斯定律，写出所求热化学方程式；根据催化剂只降低反应的活化能，对△*H* 和平衡移动无影响，选取正确选项；根据 Fe^{3+}、Fe^{2+}会发生水解反应，所以应在酸性较强环境中存在；根据题中图示信息，结合电解池的电极反应加以解释说明；根据题中信息，判断阴极放电的物质；根据题中来源 1 和来源 2，设计实验方案证明来源 2 不成立；据此解答。

【小问 1 详解】

由 i.$2CO_2(g)=2CO(g)+O_2(g)$ △H_1=+566kJ/mol，ii.$2H_2S(g)+O_2(g)=2H_2O(l)+2S(s)$△$H_2$=﹣530kJ/mol 可知，根据盖斯定律(i+ii)×$\frac{1}{2}$ 得，$CO_2(g)+H_2S(g)=CO(g)+S(s)+H_2O(l)$△H=$\frac{(+566kJ/mol)+(-530kJ/mol)}{2}$=+18kJ/mol；答案为 $CO_2(g)+H_2S(g)=CO(g)+S(s)+H_2O(l)$ △H = +18 kJ/mol。

【小问 2 详解】

根据题中信息，选取合适的催化剂可以降低反应的活化能，增大活化分子百分数，提高反应速率，对△*H* 无影响，对平衡移动无影响，即对平衡常数无响影，选项 a 符合题意；答案为 a。

【小问 3 详解】

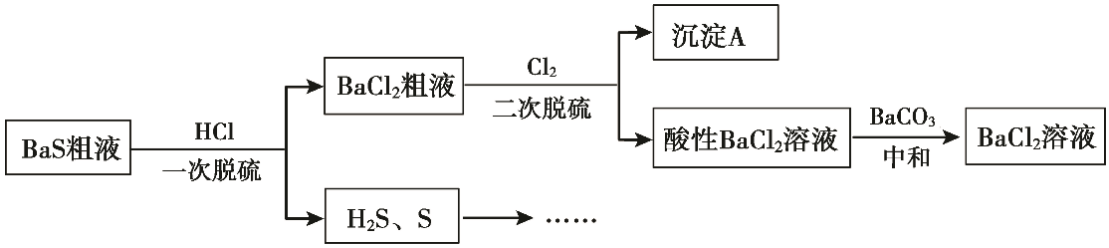
①因为 Fe^{3+}、Fe^{2+}会发生水解反应，所以 Fe^{3+}、Fe^{2+}的溶液需为较强的酸性，为了抑制 Fe^{3+}、Fe^{2+} 水解，防止产生氢氧化物沉淀；答案为抑制 Fe^{3+}、Fe^{2+} 水解，防止产生氢氧化物沉淀。

②由题中图示可知，阳极电极反应式为 $Fe^{2+}-e^-=Fe^{3+}$，Fe^{3+}与 H_2S 发生氧化还原反应，即 $2Fe^{3+}+H_2S=2Fe^{2+}+S+2H^+$；$H^+$ 通过质子交换膜移向阴极区，阴极发生电极反应为 $CO_2+2e^-+2H^+=CO+H_2O$，从而产生 S、CO；答案为阳极电极反应式为 $Fe^{2+}-e^-=Fe^{3+}$，Fe^{3+}与 H_2S 发生氧化还原反应，即 $2Fe^{3+}+H_2S=2Fe^{2+}+S+2H^+$；$H^+$ 通过质子交换膜移向阴极区，阴极发生电极反应为 $CO_2+2e^-+2H^+=CO+H_2O$，从而产生 S、CO。

③由题中信息可知，EDTA-Fe^{3+}的电解效率接近 100%，CO 的电解效率为 80%，说明在阴极区除了 CO_2 放电，还有 H^+放电；答案为 CO_2、H^+。

④为了证实来源 2 不成立，实验方案是阴极区通入不含 CO_2　原料气，重复上述实验，无 CO 产生；答案为阴极区通入不含 CO_2 的原料气，重复上述实验，无 CO 产生。

17. 以 BaS 粗液(含少量 $BaSO_3$、$BaCO_3$)为原料制备 $BaCl_2$ 溶液。



已知：BaS 易溶于水。

（1）一次脱硫

①反应体现出酸性关系：HCl_____H_2S(填“>”或“＜”)

②产生 S 的方程式是_____。

（2）经一次脱硫后，$BaCl_2$ 粗液依然含有少量 H_2S、SO_2 等含硫微粒。沉淀 A 只含一种物质，沉淀 A 是_____。

（3）二次脱硫

通入 Cl_2 需适量，避免造成资源浪费。因此，需测量 $BaCl_2$ 粗液中 H_2S、SO_2 等的含量，方法如下：

I.取 v_1mL$BaCl_2$ 粗液，沉淀 Ba^{2+}。过滤，滤液备用；

II.取 v_2mL$amol\cdot L^{-1}KBrO_3$ 标准溶液，加过量 KBr，加 HCl 酸化，溶液呈棕黄色；

III.向 II 所得溶液中加入滤液，得到澄清溶液；

IV.向 III 中澄清溶液加入过量 KI；

V.用 $bmol\cdot L^{-1}Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定中IV溶液至浅黄色时，滴加 2 滴淀粉溶液，继续滴定至终点，共消耗 $Na_2S_2O_3$ 溶液 v_3mL。

已知：$I_2+2Na_2S_2O_3=2NaI+Na_2S_4O_6$；$Na_2S_2O_3$ 与 $Na_2S_4O_6$ 均无色

①II 中加入 KBr 的质量＞_____g(KBr 的摩尔质量为 119g/mol)。

②III 中发生的离子反应有 $Br_2+SO_2+2H_2O=4H^++2Br^-+SO_4^{2-}$、_____。

③V 中滴定至终点的现象是_____。

④1L$BaCl_2$ 粗液二次脱硫，需通入 Cl_2_____mol。

⑤由于 Br_2 易挥发，II～IV 中反应须在密闭容器中进行，否则会造成测定结果_____(填“偏高”或“偏低”)。

将中和后的精制 $BaCl_2$ 溶液蒸发浓缩，可得成品 $BaCl_2\cdot 2H_2O$。

【答案】（1） ①. ＞ ②. $BaSO_3+2BaS+6HCl=3BaCl_2+3S\downarrow+3H_2O$

（2）$BaSO_4$ （3） ①. $0.595\ av_2$ ②. $H_2S+4Br_2+4H_2O=SO_4^{2-}+8Br^-+10H^+$ ③. 溶液蓝色恰好消失，且 30s 不恢复

④. $\frac{6aV_2-bV_3}{2V_1}$ ⑤. 偏高

【解析】

【分析】根据题中图示可知，BaS 粗液(含少量 $BaSO_3$、$BaCO_3$)中加入 HCl，进行一次脱硫，硫元素转化成 H_2S、S 除掉，得到 $BaCl_2$ 粗液(有少量 H_2S、SO_2 等含硫微粒)，在粗液中加入 Cl_2，进行二次脱硫，过滤，由于沉淀 A 只含一种物质，所以发生反应有 $SO_2+Cl_2+2H_2O=H_2SO_4+2HCl$，$H_2S+4Cl_2+4H_2O=H_2SO_4+8HCl$，$Ba^{2+}+SO_4^{2-}=BaSO_4\downarrow$，则沉淀 A 为 $BaSO_4$，滤液为酸性 $BaCl_2$ 溶液，再加入 $BaCO_3$ 中和，得到 $BaCl_2$ 溶液，将中和后的精制 $BaCl_2$ 溶液蒸发浓缩，可得成品 $BaCl_2\cdot 2H_2O$；据此解答。

【小问 1 详解】

①由题中信息可知，BaS 中加入 HCl，发生反应生成 $BaCl_2$ 和 H_2S，即 $BaS+2HCl=BaCl_2+H_2S\uparrow$，符合强酸制弱酸的原理，所以酸性 $HCl>H_2S$；答案＞。

②由题中信息可知，BaS 中有 $BaSO_3$，加入 HCl 产生 S 的方程式为 $BaSO_3+2BaS+6HCl=3BaCl_2+3S\downarrow+3H_2O$；答案为 $BaSO_3+2BaS+6HCl=3BaCl_2+3S\downarrow+3H_2O$。

【小问 2 详解】

由上述分析可知，沉淀 A 是 $BaSO_4$；答案为 $BaSO_4$。

【小问 3 详解】

①由题中信息可知，v_2mLamol·$L^{-1}$$KBrO_3$标准溶液，加过量 KBr，加 HCl 酸化，溶液呈棕黄色，发生反应为 $KBrO_3+5KBr+6HCl=6KCl+3Br_2+3H_2O$，则 v_2mLamol·$L^{-1}$$KBrO_3$的物质的量为 $n(KBrO_3)=a\ mol\cdot L^{-1}\times v_2\times10^{-3}L=av_2\times10^{-3}mol$，需要 KBr 的质量为 $m(KBr)=5\times av_2\times10^{-3}mol\times119g/mol=0.595\ av_2g$，由于 KBr 过量，所以 II 中加入 KBr 的质量＞$0.595\ av_2g$；答案为 $0.595\ av_2$。

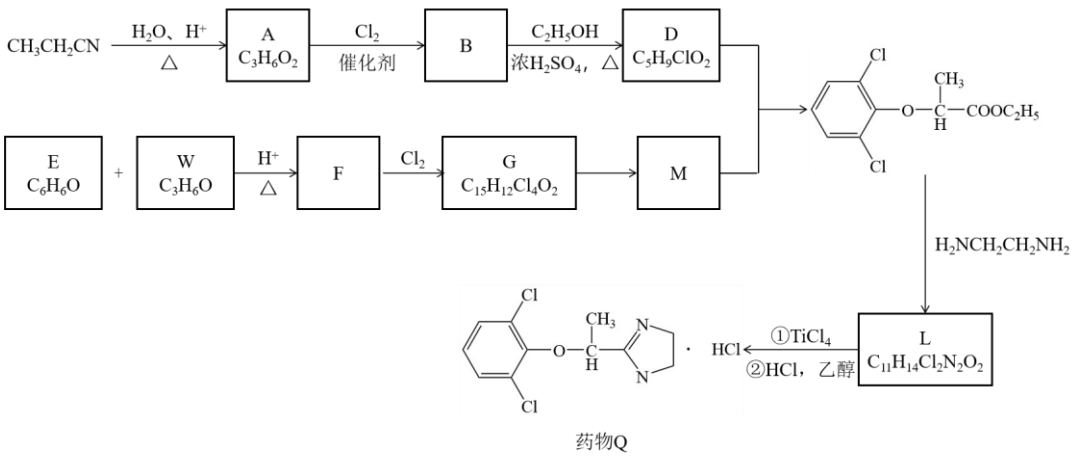
②向 II 所得溶液中加入滤液，得到澄清溶液，即滤液中的 H_2S、SO_2 分别与 Br_2 反应，得到澄清溶液，那么发生的离子反应有 $Br_2+SO_2+2H_2O=4H^++2Br^-+SO_4^{2-}$、$H_2S+4Br_2+4H_2O=SO_4^{2-}+8Br^-+10H^+$；答案为 $H_2S+4Br_2+4H_2O=SO_4^{2-}+8Br^-+10H^+$。

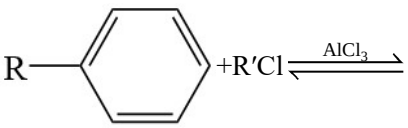
③用 bmol·$L^{-1}$$Na_2S_2O_3$ 标准溶液滴定中IV溶液至浅黄色时，滴加 2 滴淀粉溶液，继续滴定至终点，终点的现象为溶液蓝色恰好消失，且 30s 不恢复；答案为溶液蓝色恰好消失，且 30s 不恢复。

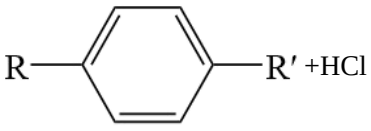
④由实验 II 可知，v_2mLamol·$L^{-1}$$KBrO_3$ 的物质的量为 $n(KBrO_3)=av_2\times10^{-3}mol$，产生 Br_2 的物质的量为 $n(Br_2)=3av_2\times10^{-3}mol$，$Br_2$ 分别与滤液中的 H_2S、SO_2 反应，过量的 Br_2 与 KI 发生置换反应生成 I_2，即 $Br_2+2KI=2KBr+I_2$，则由 $I_2+2Na_2S_2O_3=2NaI+Na_2S_4O_6$ 可知，I_2 的物质的量为 $n(I_2)=\dfrac{bv_3\times10^{-3}}{2}mol$，$Br_2$ 分别与滤液中的 H_2S、SO_2 反应的物质的量为 $n(Br_2)=\left(3av_2\times10^{-3}mol-\dfrac{bv_3\times10^{-3}}{2}mol\right)=\dfrac{(6av_2-bv_3)}{2}\times10^{-3}mol$，所以 v_1mLBaCl_2 粗液中，H_2S、SO_2 消耗 Br_2 的物质的量与消耗 Cl_2 的物质量相等，即 1LBaCl_2 粗液二次脱硫，需通入 Cl_2 的物质的量为 $n(Cl_2)=\dfrac{\dfrac{(6av_2-bv_3)}{2}\times10^{-3}mol}{v_1}\times1000=\dfrac{6aV_2\text{-}bV_3}{2V_1}$ mol；答案为 $\dfrac{6aV_2\text{-}bV_3}{2V_1}$。

⑤由于 Br_2 易挥发，II～IV 中反应须在密闭容器中进行，否则部分 Br_2 挥发后，生成 I_2 减小，滴定时消耗 $Na_2S_2O_3$ 减小，使粗液中 SO_2、H_2S 偏高；答案为偏高。

18. 用于治疗高血压的药物 Q 的合成路线如下。



已知：芳香族化合物与卤代烃在 $AlCl_3$ 催化下可发生如下可逆反应：



（1）A 的结构简式是_____。

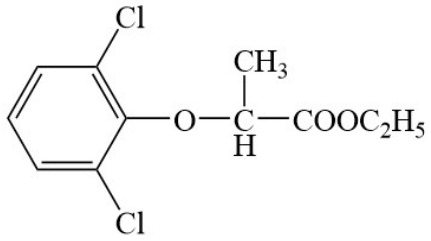
（2）B→D 的化学方程式是_____。

（3）E 与 $FeCl_3$ 溶液作用显紫色，与溴水作用产生白色沉淀。E 的结构简式是_____。

（4）G 分子中含两个甲基。F→G 的反应类型是_____。

（5）G 的结构简式是_____。

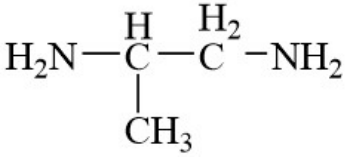
（6）L 分子中所含的官能团有碳氯键、酰胺基、_____。

（7） 有多种同分异构体，写出一种符合下列条件的同分异构体的结构简式：

_____。

a.属于戊酸酯；含酚羟基；

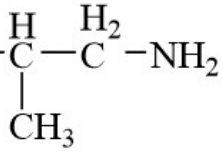
b.核磁共振氢谱显示三组峰，且峰面积之比为 1∶2∶9。

（8）$H_2NCH_2CH_2NH_2$ 的同系物  (丙二胺)可用于合成药物。

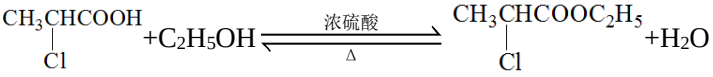
已知：i.$R^1HC=CHR^2 \xrightarrow[①O_3]{②Zn/H_2O} R^1CHO+R^2CHO$

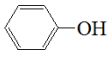
ii.$ROH+NH_3 \xrightarrow{\Delta} RNH_2+H_2O$

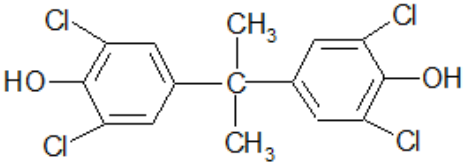
如下方法能合成丙二胺，中间产物 X、Y、Z 的结构简式分别是_____、_____、_____。

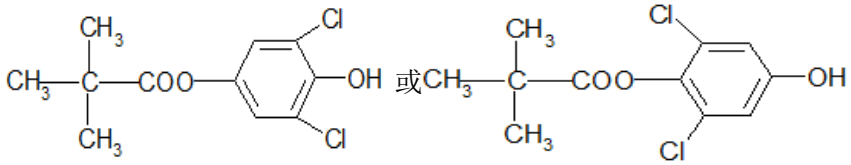
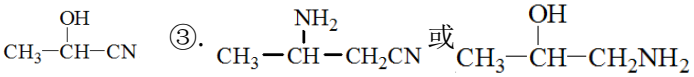
$CH_3CH=CHCH_3 \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow$ 

【答案】（1）CH_3CH_2COOH

（2）

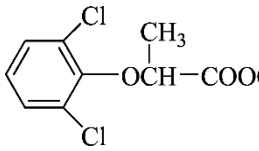
（3） （4）取代反应

（5） （6）醚键、氨基

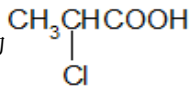
（7） （8） ①. CH_3CHO ②.  ③.

【解析】

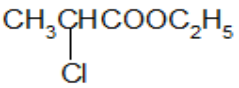
【分析】根据题中药物 Q 的合成路线可知，CH_3CH_2CN 在酸性条件下发生水解反应，即基团-CN 变化为-COOH，生成 A，A 的分子式为 $C_3H_6O_2$，则 A 的结构简式为 CH_3CH_2COOH，A 与 Cl_2 在催化剂条件发生反应生成 B，B 与 C_2H_5OH 在浓 H_2SO_4 加热条件下发生酯化反应，生成 D，D 的分子式为 $C_5H_9ClO_2$，结合后续产物



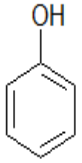
结构，可推知 B 的结构简式为



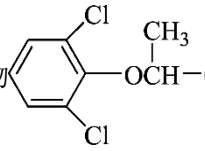
，D 的结构简式为



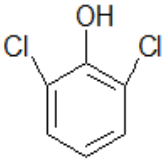
，E 的分子式为 C_6H_6O，E 与 $FeCl_3$ 溶液作用显紫色，与溴水作用产生白色沉淀，E 具有酚羟基，则 E 的结构简式为



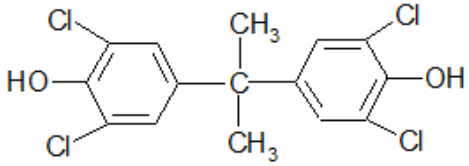
，E 与 W(C_3H_6O)在酸性条件下反应生成 F，F 与 Cl_2 发生反应生成 G，G 的分子式为 $C_{15}H_{12}Cl_4O_2$，G 与 HCl 在 $AlCl_3$ 条件下发生信息反应的逆反应，生成 M，结合后续产物



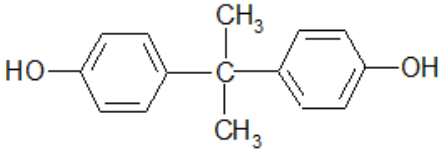
逆推，则 M 的结构简式为



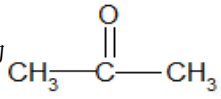
，G 分子中含两个甲基，结合 G 的分子式为 $C_{15}H_{12}Cl_4O_2$，所以 G 的结构简式为



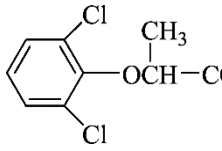
，逆推 F 的结构简式为



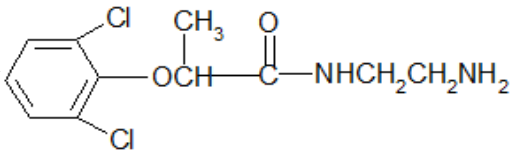
，逆推 W 的结构简式为



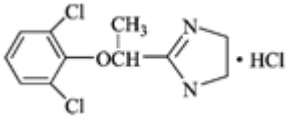
，



与 $H_2NCH_2CH_2NH_2$ 发生取代反应生成 L，L 的分子式为 $C_{11}H_{14}Cl_2N_2O_2$，则 L 的结构简式为



，L 经过①TiCl4、②HCl、乙醇反应生成药物 Q，Q 的结构简式为

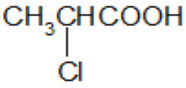
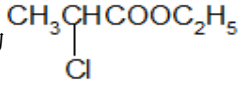
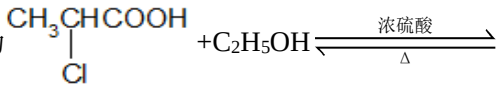
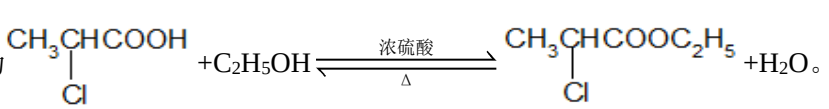


；据此解答。

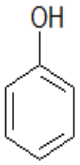
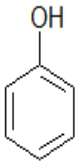
【小问 1 详解】

由上述分析可知，A 的结构简式为 CH_3CH_2COOH；答案为 CH_3CH_2COOH。

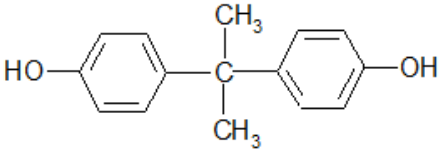
【小问 2 详解】

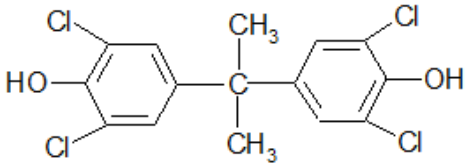
由上述分析可知，B 的结构简式为，D 的结构简式为，B 与 C_2H_5OH 在浓 H_2SO_4 加热条件下发生酯化反应，生成 D，则 B→D 的化学方程式为；答案为。

【小问 3 详解】

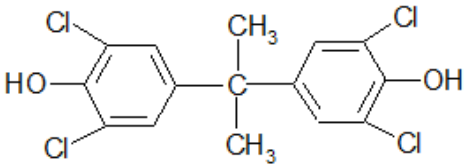
由上述分析可知，E 的结构简式为；答案为。

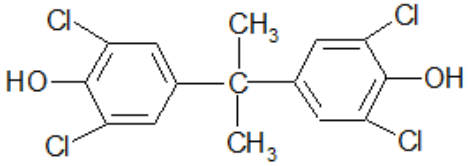
【小问 4 详解】

由上述分析可知，F 的结构简式为，G 的结构简式为

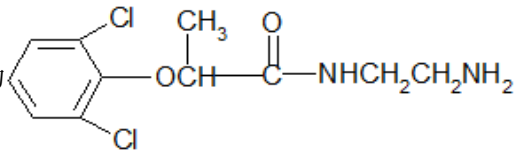
，则 F 与 Cl_2 发生取代反应生成 G；答案为取代反应。

【小问 5 详解】

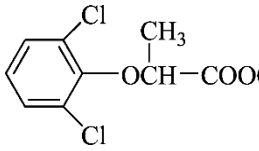
由上述分析可知，G 的结构简式为；答案为

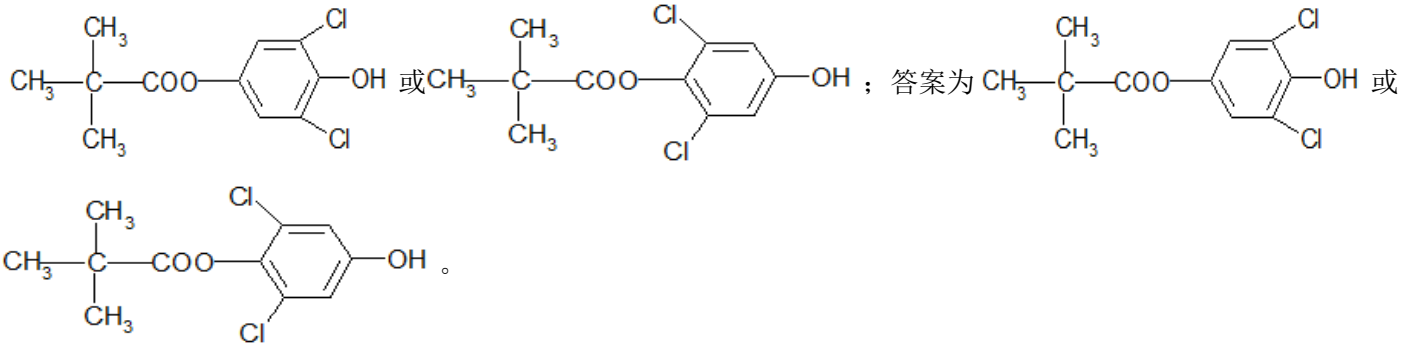
。

【小问 6 详解】

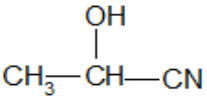
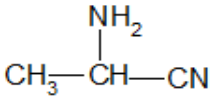
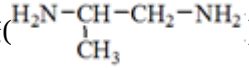
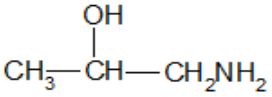
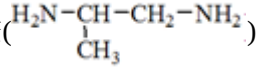
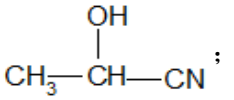
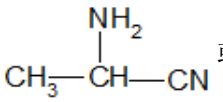
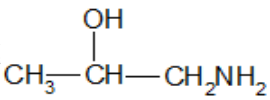
由上述分析可知，L 的结构简式为，该结构中所含的官能团有碳氯键、酰胺基、醚键、氨基；答案为醚键、氨基。

【小问 7 详解】

有多种同分异构体，其中满足下列条件 a．属于戊酸酯；含酚羟基；b．核磁共振氢谱显示三组峰，且峰面积之比为 1:2:9，则含三个等效的甲基(-CH_3)，则该有机物的结构简式为



【小问 8 详解】

由题中信息可知，$CH_3CH=CHCH_3$ 发生已知 i 反应，生成 X，则 X 的结构简式为 CH_3CHO，X 与 HCN 发生加成反应生成 Y，Y 的结构简式为 ，Y 与 NH_3 发生已知 ii 反应生成 Z，Z 的结构简式为 ，Z 与 H_2 反应生成丙二胺()或者 Y 先与 H_2 反应生成 Z，Z 的结构简式为 ，Z 再与 NH_3 发生已知 ii 反应生成丙二胺()；答案为 CH_3CHO；；或。

19. 某小组探究 $CuSO_4$ 溶液、$FeSO_4$ 溶液与碱的反应，探究物质氧化性和还原性的变化规律。将一定浓度 $CuSO_4$ 溶液，饱和 $FeSO_4$ 混合溶液加入适量氨水，产生红褐色沉淀，经检验，红褐色沉淀含 $Fe(OH)_3$。

（1）分析 $Fe(OH)_3$ 产生的原因：O_2 氧化所致。

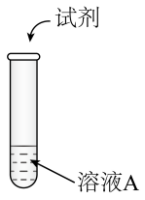
验证：向 $FeSO_4$ 溶液中滴入氨水，生成的白色沉淀迅速变为灰绿色，一段时间后有红褐色沉淀生成。

①生成白色沉淀的离子方程式是_____。

②产生红褐色沉淀：$4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O=4Fe(OH)_3$。电极反应式：还原反应：$O_2+2H_2O+4e^-=4OH^-$。氧化反应：_____。

（2）提出问题：产生 $Fe(OH)_3$ 的原因可能是 Cu^{2+} 氧化所致。

验证如下(溶液 A：饱和 $FeSO_4$ 溶液+$CuSO_4$ 溶液；已排除空气的影响)：

序号	实验	试剂	现象
I		氨水	生成沉淀，一段时间后，产生红褐色沉淀和灰黑色固体物质
II		水	溶液无明显变化

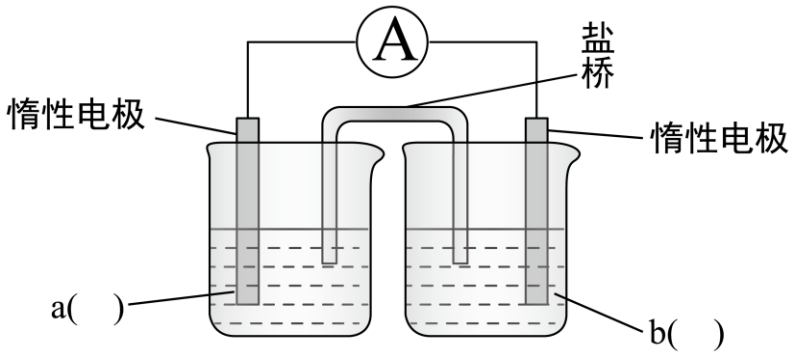
①I 中可能产生 Cu，运用氧化还原反应规律分析产生 Cu 的合理性：_____。

②检验：滤出 I 中不溶物，用稀 H_2SO_4 溶解，未检出 Cu。分析原因：

i.I 中未生成 Cu。

iiI 中生成了 Cu。由于_____(用离子方程式表示)，因此未检出 Cu。

（3）设计实验(III)确认 $CuSO_4$ 的作用(已排除空气的影响)，装置示意图如下所示。



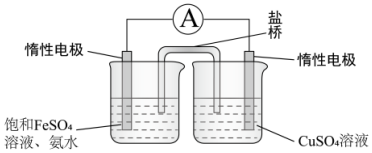
①补全电化学装置示意图_____。经检验，实验中产生了 $Fe(OH)_3$、Cu。

②II、III 中均含 Cu^{2+}。III 中产生了 Cu，II 中未产生 Cu，试解释原因_____。

（4）CH_3CHO 分别与 $AgNO_3$ 溶液、银氨溶液混合并加热，CH_3CHO 与 $AgNO_3$ 溶液混合物明显现象，但与银氨溶液混合能产生银镜。试解释原因：_____。

【答案】（1）　①. $Fe^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O = Fe(OH)_2\downarrow + NH_4^+$　②. $Fe(OH)_2 - e^- + OH^- = Fe(OH)_3$

（2）　①. 溶液中发生了氧化还原反应，升价产物有 $Fe(OH)_3$，降价产物有 Cu 是合理的　②. $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$、$Cu + 2Fe^{3+} = Cu^{2+} + 2Fe^{2+}$

（3）　①. 

②. II 中 Fe^{2+} 的还原性较弱，不能将 Cu^{2+} 还原为 Cu；III 中 $NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$，产生氢氧化亚铁，$Fe(OH)_2 - e^- + OH^- = Fe(OH)_3$，碱性增强及产生 K_{sp} 更小的 $Fe(OH)_3$ 使亚铁盐的还原性增强，能将 Cu^{2+} 还原为 Cu

（4）$CH_3CHO - 2e^- + 3OH^- = CH_3COO^- + 2H_2O$，加入氨水提高了 CH_3CHO 的还原性，能与银氨溶液产生银镜

【解析】

【小问 1 详解】

①硫酸亚铁与氨水反应生成白色的氢氧化亚铁沉淀，其离子方程式为：$Fe^{2+}+2NH_3 \cdot H_2O=Fe(OH)_2\downarrow + NH_4^+$。。

②用总反应减去还原反应，得到氧化反应为：$Fe(OH)_2 - e^- + OH^- = Fe(OH)_3$。

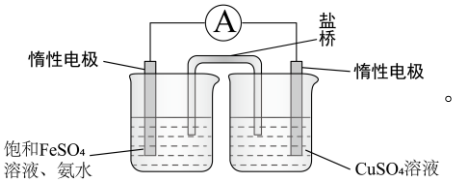
【小问 2 详解】

①由现象可知，反应生成了氢氧化铁沉淀，从氧化还原的角度看，氢氧化铁可为升价产物，铜可为降价产物，因此有铜生成从氧化还原的角度看是合理的。

②不溶物中有氢氧化铁，氢氧化铁与硫酸反应生成三价铁离子，三价铁离子又可以与铜反应生成二价铁离子和铜离子，因此未检出铜，其离子方程式为：$Fe(OH)_3+3H^+=Fe^{3+}+3H_2O$、$Cu+2Fe^{3+}=Cu^{2+}+2Fe^{2+}$。

【小问 3 详解】

①若要确认 $CuSO_4$ 的作用，应把硫酸铜溶液和饱和硫酸亚铁溶液分别放在两个烧杯中，因此其装置示意图应为：



。

②II 中 Fe^{2+}的还原性较弱，不能将 Cu^{2+}还原为 Cu；III 中 $NH_3·H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$，氢氧根离子与亚铁离子反应产生氢氧化亚铁，$Fe(OH)_2-e^-+OH^-=Fe(OH)_3$，碱性增强及产生 K_{sp}更小的 $Fe(OH)_3$使亚铁盐的还原性增强，能将 Cu^{2+}还原为 Cu。

【小问 4 详解】

银氨溶液呈碱性，$CH_3CHO-2e^-+3OH^-=CH_3COO^-+2H_2O$，往硝酸银溶液中加入氨水提高了 CH_3CHO 的还原性，能与银氨溶液产生银镜。