2022 北京房山高三二模

化　　学

可能用到的相对原子质量：H-1　C-12　O-16　N-14　V-51

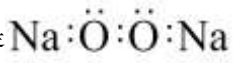
第一部分选择题(每小题 3 分，共 42 分)

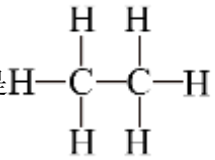
1. 2022 年 4 月 16 日，神州十三号返回舱成功着陆，我国在探索太空的征程上又迈出了坚实的一步。下列涉及的系列材料中，主要成分为金属的是

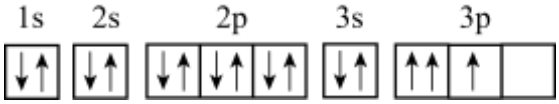
			
A.返回舱与推进舱分离时使用的推进剂——液氧和液氢	B.航天员返回途中穿着的航天服——合成纤维及尼龙膜	C.返回舱减速伞材料——高强度锦纶纤维	D.返回舱侧壁壳体——高强度铝合金

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

2. 下列化学用语书写正确的是

A. 过氧化钠的电子式是 

B. 乙烷的结构式是 

C. 基态磷原子的轨道表示式：

D. 中子数为 7 的碳原子是 $^{7}_{6}C$

3. 下列实验操作中，符合操作规范的是

A. 向试管中滴加试剂时，将滴管下端紧靠试管内壁

B. 用托盘天平称量药品时，右盘放药品，左盘放砝码

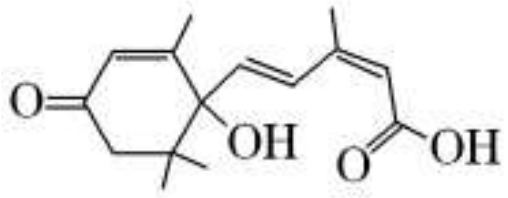
C. 用 pH 试纸检验溶液的酸碱性时，将试纸浸入溶液中

D. 萃取操作中倒转分液漏斗用力振荡时，应关闭玻璃塞和活塞

4. 实验室用锌与稀硫酸反应制氢气，下列做法能加快反应速率的是

A. 选用纯度更大的金属锌　B. 改用浓硫酸　　C. 改用粗锌(含铜、银)　　D. 降低温度

5. 脱落酸是一种抑制生长的植物激素，可延长鲜花盛开的时间，其结构简式如图所示。下列关于脱落酸的说法不正确的是



A. 分子式为 $C_{15}H_{20}O_4$　　B. 存在酯类同分异构体

C. 一定条件下可以发生酯化、加聚、氧化反应　　D. 1mol 脱落酸能与 2mol$NaHCO_3$ 发生反应

6. 根据元素周期律，由下列事实进行推测，不合理的是

选项	事实	推测
A	Na、Al 能够与盐酸反应置换出 H_2	Mg 也一定能与盐酸反应置换出 H_2
B	H_3PO_4 是中强酸，H_2SO_4 是强酸	$HClO_4$ 是强酸
C	Si 是半导体材料，Ge 也是半导体材料	IVA 族元素的单质都是半导体材料
D	Ca 与冷水较易反应，Mg 与冷水较难反应	Be 与冷水更难反应

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

7. 下列解释事实的方程式不正确的是

A. 用食醋清洗水垢：$CO_3^{2-}+2CH_3COOH=2CH_3COO^-+H_2O+CO_2\uparrow$

B. 84 消毒液与洁厕灵混用产生有毒气体：$ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$

C. 用小苏打治疗胃酸过多：$HCO_3^-+H^+=CO_2\uparrow+H_2O$

D. 用硫化钠除去废水中的汞离子：$Hg^{2+}+S^{2-}=HgS\downarrow$

8. 下列颜色变化与氧化还原无关的是

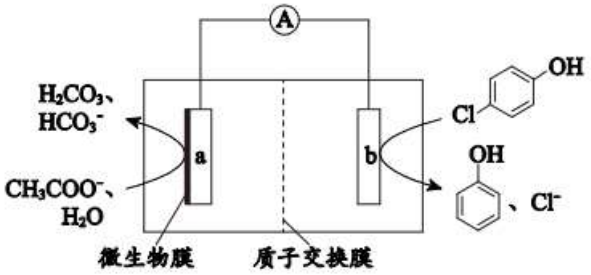
A. 湿润的红色布条遇到氯气褪色

B. 棕黄色的 $FeCl_3$ 饱和溶液滴入沸水中变红褐色

C. 紫色酸性 $KMnO_4$ 溶液通入乙烯气体后褪色

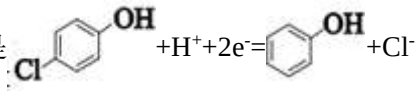
D. 浅黄色 Na_2O_2 固体露置于空气中逐渐变为白色

9. 微生物电池可用来处理废水中的对氯苯酚，其工作原理示意图如图。关于该电池的说法不正确的是



A. a 极是负极

B. H^+向 b 极迁移

C. b 电极上发生的反应是  $+H^++2e^-=$ $+Cl^-$

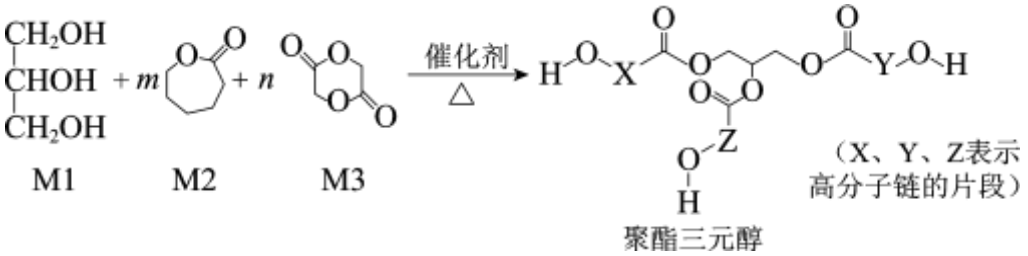
D. 生成 0.1molH_2CO_3，电池反应电子转移数目　0.4mol

10. 根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是

选项	实验操作	实验现象	结论
A	向某盐溶液中先加入氯水，再滴加 KSCN 溶液	溶液变红色	一定含有 Fe^{2+}
B	SO_2 缓慢通入滴有酚酞的 NaOH 溶液中	溶液红色褪去	SO_2 具有漂白性
C	少量 Zn 粉加入 1.0mol/L $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中	溶液颜色变浅	金属 Zn 比 Fe 活泼
D	取少量某无色溶液，先滴加氯水，再加入少量 CCl_4，振荡、静置	溶液分层，下层呈紫红色	原无色溶液中一定有 I^-

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

11. 聚酯三元醇应用于制备医用高分子材料，合成聚酯三元醇的原理如图：



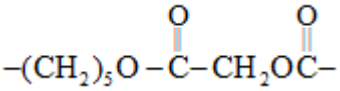
已知：$R_1COOR_2+R_3{}^{18}OH \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} R_1CO^{18}OR_3+R_2OH$

下列说法不正确的是

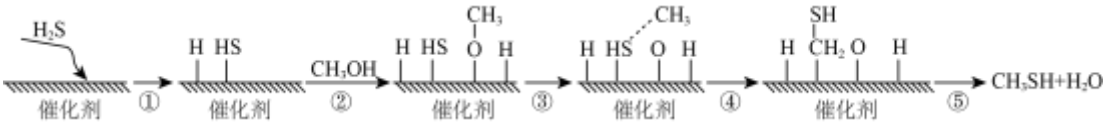
A. 单体 M1 属于醇类

B. 改变 M1 在三种单体中的比例，可调控聚酯三元醇的相对分子质量

C. 该合成反应为缩聚反应

D. X、Y、Z 中包含的结构片段可能有 

12. 甲硫醇是一种重要的化工原料，硫化氢与甲醇合成甲硫醇的催化过程如图。下列说法中不正确的是



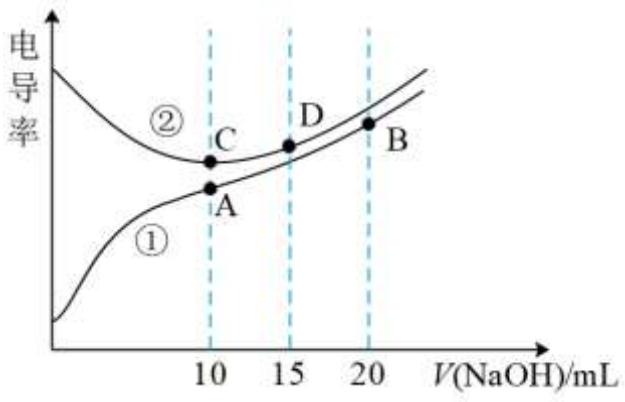
A. 上述过程中总反应是取代反应

B. 反应前后碳原子的成键数目没有发生变化

C. 若 CD_3OD 和 H_2S 参与，则可能生成 CHD_2SH 和 D_2O

D. 催化剂的使用可大大提升反应物硫化氢和甲醇的转化率

13. 用 $0.100mol\cdot L^{-1}$ 的 NaOH 溶液分别滴定体积均为 10.00mL、浓度均为 $0.100mol\cdot L^{-1}$ 的 HCl 和 CH_3COOH 溶液。利用传感器测得滴定过程中溶液的电导率(电导率越大表示溶液导电性越强)变化如图所示。下列说法正确的是



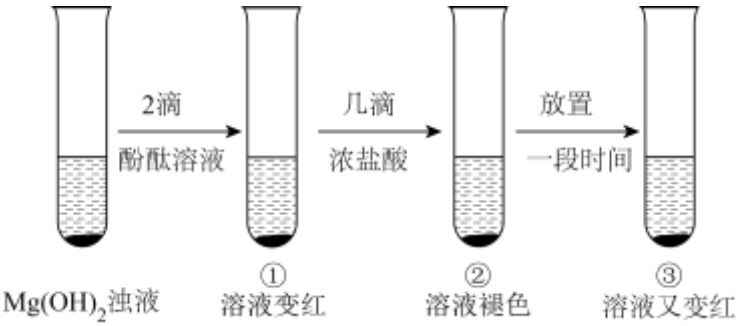
A. 曲线①代表向 HCl 中滴加 NaOH

B. A 点溶液的 pH 小于 C 点溶液的 pH

C. A、B 两点水的电离程度：A>B

D. C→D 发生了反应：$H^+ + OH^- = H_2O$

14. 小组进行如下实验。



下列说法不正确的是

A. ①中存在沉淀溶解平衡：$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$

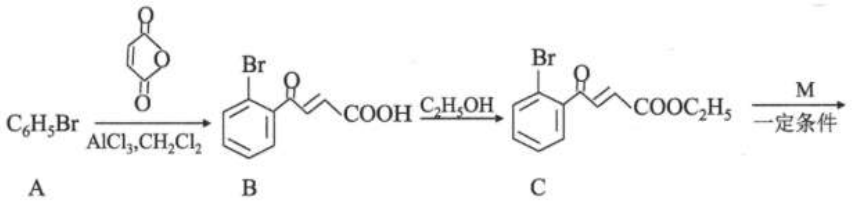
B. ③中溶液又变红　原因：沉淀溶解平衡正向移动

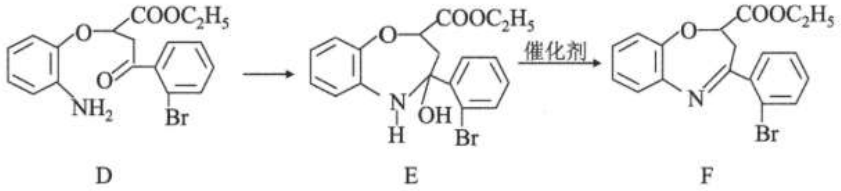
C. $c(OH^-)$：③=①

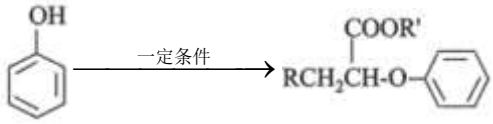
D. ③中存在：$2c(Mg^{2+})>c(Cl^-)$

第二部分(非选择题共 58 分)

15. 氧氮杂环是新药研制过程中发现的一类重要活性物质，有抗肿瘤功效。下面是某研究团队提出的一种氧氮杂环类化合物 F 的合成路线：





已知：RCH=CHCOOR′+ 

回答下列问题：

（1）A 的名称是____，B 中含氧官能团的名称是____。

（2）B→C 的化学方程式是____。

（3）C 与 M 一定条件下反应生成 D，M 的结构简式是____。

（4）D→E 的反应类型是____。

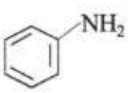
（5）B 有多种同分异构体，写出满足以下条件的一种同分异构体的结构简式____。

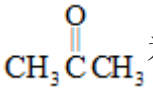
①不含—CH_3

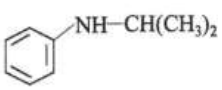
②含 2 种官能团

③含苯环，且苯环上仅有 2 个取代基

④核磁共振氢谱有三组吸收峰，峰面积之比为 3∶2∶2

（6）参照上述合成路线和信息，写出由 

和 

为原料合成 

的路线(用结构简式表示有机物，用箭头表示转化关系，箭头上注明试剂和反应条件，无机试剂任选)____。

16. 氨对人类的生存和发展有着重要意义，1909 年哈伯在实验室中首次利用氮气与氢气反应合成氨，实现了人工固氮。

（1）反应 $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$　化学平衡常数表达式为____。

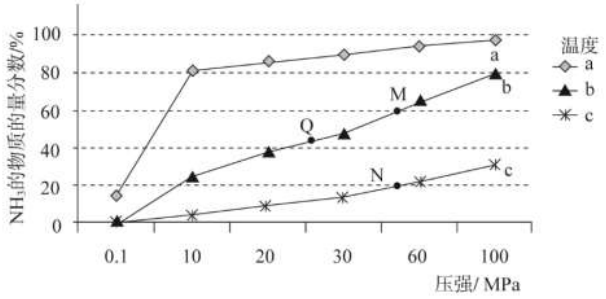
（2）在一定条件下氨的平衡含量如表。

温度/℃	压强/MPa	氨的平衡含量
200	10	81.5%
550	10	8.25%

①该反应为____(填“吸热”或“放热”)反应。

②哈伯选用的条件是 550℃、10MPa，而非 200℃、10MPa，可能的原因是____。

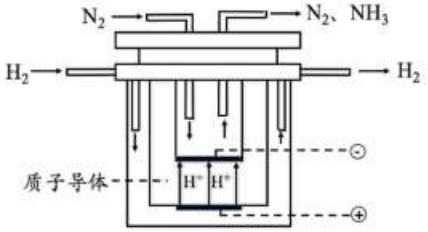
（3）实验室研究是工业生产的基石。如图中的实验数据是在其它条件不变时，不同温度(200℃、400℃、600℃)、压强下，平衡混合物中 NH_3 的物质的量分数的变化情况。



①曲线 a 对应的温度是____。

②M、N、Q 点平衡常数 K 的大小关系是____。

（4）尽管哈伯的合成氨法被评为“20 世纪科学领域中最辉煌的成就”之一，但仍存在耗能高、产率低等问题。因此，科学家在持续探索，寻求合成氨的新路径。如图为电解法合成氨的原理示意图，阴极的电极反应式为____。



（5）NH_3 转化为 NO 是工业制取硝酸的重要一步。已知：100kPa、298K 时：

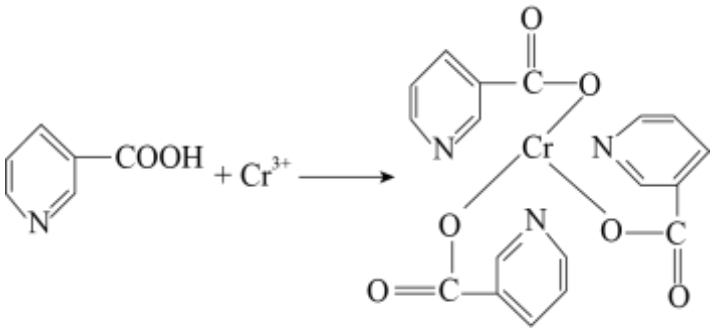
$4NH_3(g)+3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g)+6H_2O(g) \Delta H=-1268kJ\cdot mol^{-1}$

$2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g)+O_2(g) \Delta H=-180.5kJ\cdot mol^{-1}$

请写出 NH_3 转化为 NO 的热化学方程式____。

17. 金属铬及其化合物广泛应用于工业生产中。

（1）烟酸铬是铬的一种化合物，可促进生物体内的蛋白质合成，提高生物体的免疫力，其合成过程如图：



烟酸　　烟酸铬

①H、C、N、O 的电负性由大到小的顺序是____。

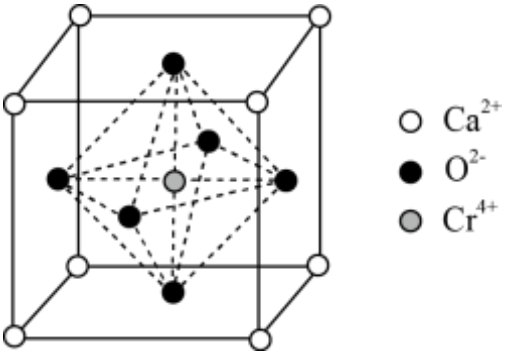
②烟酸中碳原子的杂化方式为____。

（2）基态铬原子的核外电子排布式为____，有____个未成对电子。

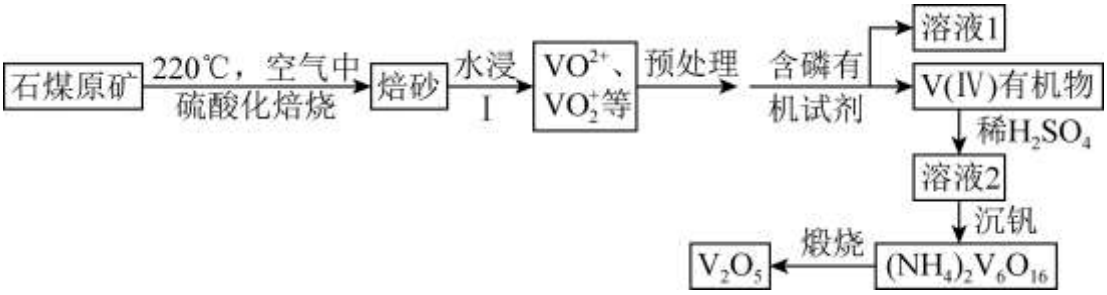
（3）铬元素的一种配合物$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl\cdot 2H_2O$，配离子中提供孤电子对的原子为____，配位数为____。

（4）Cr_2O_3 晶体的熔点为 2435℃，而 $CrCl_3$ 晶体易升华，其主要原因是____。

（5）铬、钙和氧组成一种特殊的导电材料(复合氧化物)，其晶胞如图所示。该晶体的化学式为____。



18. 工业上用含三价钒(V_2O_3)为主的某石煤为原料(含有 Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3 等杂质)，低温硫酸化焙烧—水浸工艺制备 V_2O_5，其流程如图：



资料：

i.$VOSO_4$ 高温易分解

ii.含磷有机试剂对溶液中离子萃取能力为 Fe(III)>V(IV)>V(V)>Fe(II)

iii.含磷有机试剂萃取过程中溶液的 H^+浓度越高，萃取率越低，萃取钒效果越差

iv.$10VO_2^+ + 8H_2O \rightleftharpoons H_2V_{10}O_{28}^{4-} + 14H^+$

v.氢氧化物完全沉淀时溶液的 pH 表

沉淀物	$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_2$	$Al(OH)_3$
完全沉淀	3.2	9.0	4.7

（1）焙烧过程中向石煤中加硫酸焙烧，将 V_2O_3 转化为 $VOSO_4$ 的化学方程式是____。

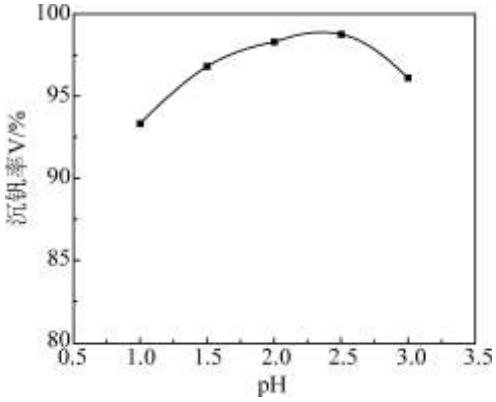
（2）预处理过程中先加入 Na_2SO_3 溶液进行还原预处理，加入 Na_2SO_3 溶液的第一个作用是将 V(V)还原为 V(IV)减少钒的损失，再用氨水混合并调节溶液 pH。

①请结合相关离子方程式，说明加入 Na_2SO_3 的第二个作用____。

②解释加氨水调节 pH≈5 的原因是____。

（3）上述 I 的具体操作为____。

（4）沉钒过程中先加入 $NaClO_3$ 进行氧化，再加氨水调节 pH，铵盐会将 $H_2V_{10}O_{28}^{4-}$ 中的钒元素以多钒酸铵($(NH_4)_2V_6O_{16}$)的形式沉淀。溶液 pH 值与沉钒率的关系如图，请结合反应原理解释沉钒的 pH=2.5 的原因是____。

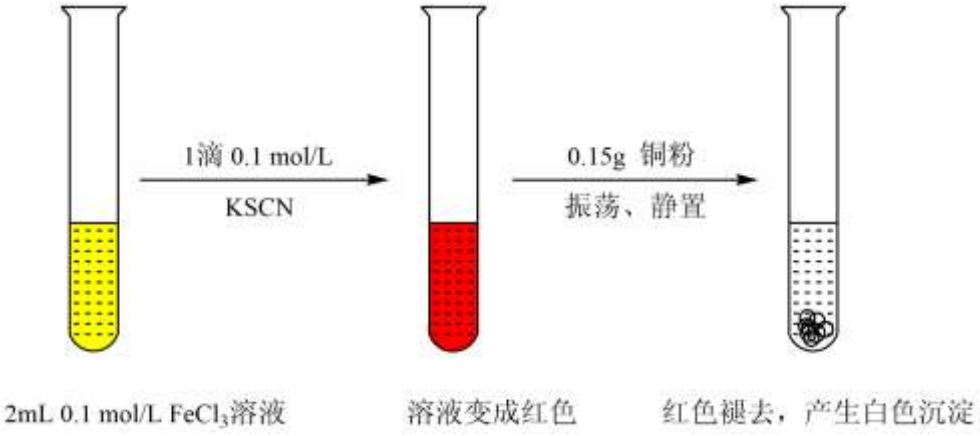


（5）测定产品中 V_2O_5 的纯度：

称取 ag 产品，先用硫酸溶解，得到 $(VO_2)_2SO_4$ 溶液。再加入 $b_1mLc_1mol\cdot L^{-1}(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液($VO_2^+ +2H^+ +Fe^{2+}=VO^{2+}+Fe^{3+}+H_2O$)最后用 $c_2mol\cdot L^{-1}KMnO_4$ 溶液滴定过量 $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 至终点，消耗 $KMnO_4$ 溶液的体积为 b_2mL。已知 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+}，假设杂质不参与反应。则产品中 V_2O_5 的质量分数是____。(V_2O_5 的摩尔质量：$182g\cdot mol^{-1}$)

19. 某小组用实验 1 探究 $FeCl_3$ 与 Cu 的反应，观察到有白色沉淀产生。

实验 1：

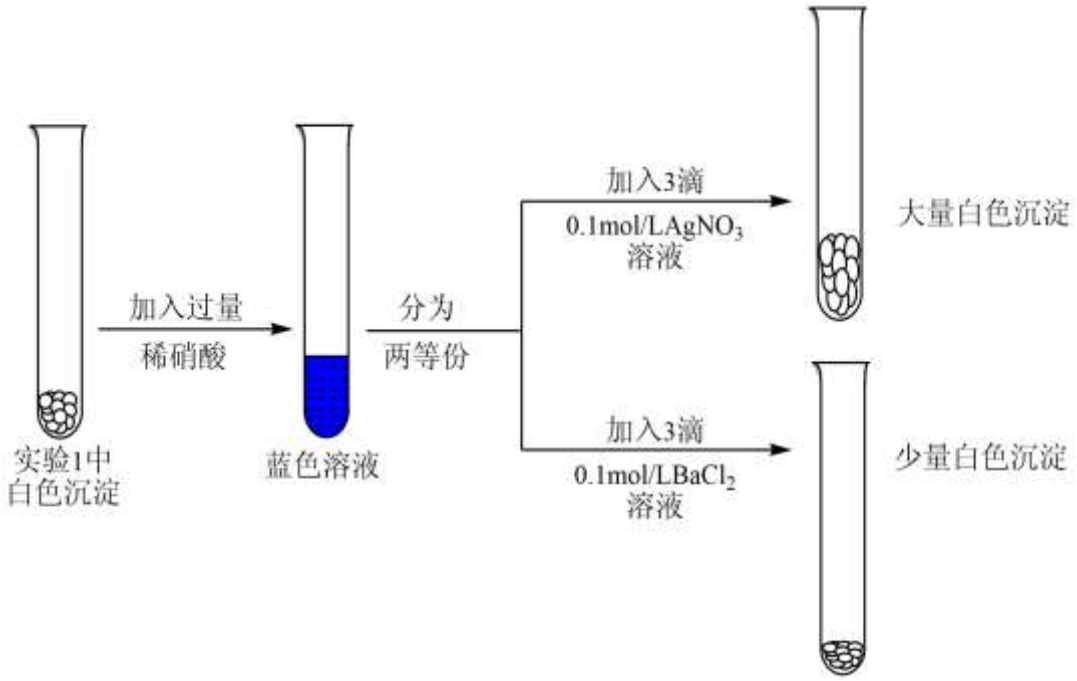


资料：i.CuSCN、CuCl 均为难溶于水的白色固体；均能与硝酸反应，分别生成 Cu^{2+} 与 SO_4^{2-}、Cu^{2+} 与 Cl^-。

ii.$(SCN)_2$ 性质与卤素单质相似，其水溶液呈黄色。

（1）$FeCl_3$ 溶液与 Cu 反应的离子方程式为____。

（2）小组同学推测白色沉淀中的 Cu(I)(I 表示+1 价铜元素)可能是由 Fe^{3+} 氧化 Cu 得到的，为探究实验 1 中白色沉淀的成分，小组同学实施了实验 2：



由实验 2 可知，实验 1 中白色沉淀的成分是___。

（3）该小组欲进一步探究实验 1 中白色沉淀产生的原因，实施了实验 3：

步骤	实验操作	实验现象
I	_____	溶液变　蓝色，澄清透明，底部只有少量红色固体剩余
II	取 I 中上层清液于试管中，滴加 1 滴 0.1mol/L KSCN 溶液	立刻出现红色，同时有白色沉淀生成
III	振荡 II 中试管，静置	白色沉淀变多，红色逐渐褪去

①步骤 I 的实验操作是____。

②根据实验 3 的现象，小组同学认为 Fe^{3+}与 Cu 反应的氧化产物不含 Cu(I)，他们的判断依据是____。

③步骤II中加入 KSCN 溶液后出现红色的可能原因是____。

④解释步骤 III 中实验现象产生的可能原因：____。

参考答案

可能用到的相对原子质量：H-1　C-12　O-16　N-14　V-51

第一部分选择题(每小题 3 分，共 42 分)

1. 2022 年 4 月 16 日，神州十三号返回舱成功着陆，我国在探索太空的征程上又迈出了坚实的一步。下列涉及的系列材料中，主要成分为金属的是

			
A.返回舱与推进舱分离时使用的推进剂——液氧和液氢	B.航天员返回途中穿着的航天服——合成纤维及尼龙膜	C.返回舱减速伞材料——高强度锦纶纤维	D.返回舱侧壁壳体——高强度铝合金

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A．液氧和液氢属于非金属单质，A 不符合；

B．合成纤维及尼龙膜属于有机高分子材料，B 不符合；

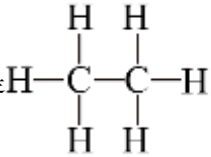
C．高强度锦纶纤维属于有机高分子材料，C 不符合；

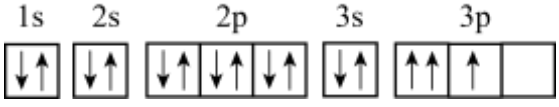
D．高强度铝合金的主要成分为金属单质，D 符合；

答案选 D。

2. 下列化学用语书写正确的是

A. 过氧化钠的电子式是 

B. 乙烷的结构式是 

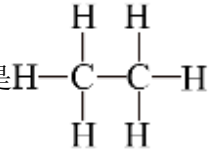
C. 基态磷原子的轨道表示式： 

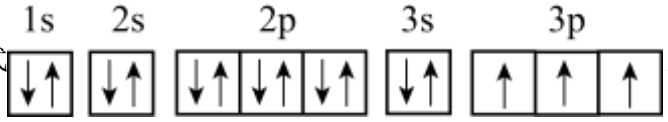
D. 中子数为 7 的碳原子是 $^{7}_{6}C$

【答案】B

【解析】

【详解】A．过氧化钠是离子化合物，电子式是$Na^+[:\ddot{O}:\ddot{O}:]^{2-}Na^+$，故 A 错误；

B．乙烷中碳碳以单键连接，碳的其它键都与 H 原子连接，结构式是，故 B 正确；

C．根据洪特规则，基态磷原子的轨道表示式

，故 C 错误；

D．中子数为 7 的碳原子，质量数是 13，该原子表示为$^{13}_{6}C$，故 D 错误；

选 B。

3. 下列实验操作中，符合操作规范的是

A. 向试管中滴加试剂时，将滴管下端紧靠试管内壁

B. 用托盘天平称量药品时，右盘放药品，左盘放砝码

C. 用 pH 试纸检验溶液的酸碱性时，将试纸浸入溶液中

D. 萃取操作中倒转分液漏斗用力振荡时，应关闭玻璃塞和活塞

【答案】D

【解析】

【详解】A．向试管中滴加试剂时，滴管下端不能试管内壁，否则容易组成试剂的污染，故不选 A；

B．用托盘天平称量药品时，右盘放砝码，左盘放药品，故不选 B；

C．使用试纸检验溶液的性质时，不可将试纸浸入溶液中，否则会造成试剂污染，可以使用玻璃棒蘸取少量溶液进行检验，故不选 C；

D．萃取操作中倒转分液漏斗用力振荡时，应关闭玻璃塞和活塞，防止漏液，故选 D。

选 D。

4. 实验室用锌与稀硫酸反应制氢气，下列做法能加快反应速率的是

A. 选用纯度更大的金属锌 B. 改用浓硫酸　　C. 改用粗锌(含铜、银)　　D. 降低温度

【答案】C

【解析】

【详解】A．若金属锌中含有不如锌活泼的金属杂质，则可以形成原电池加快反应速率，选用纯度更大的金属锌会降低反应速率，A 不符合题意；

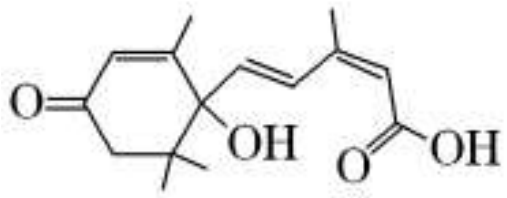
B．浓硫酸与锌反应会生成 SO_2，不产生 H_2，B 不符合题意；

C．铜、银不如锌活泼，反应过程中会形成原电池，锌为负极被氧化，可以加快反应速率，C 符合题意；

D．降低温度会减慢反应速率，D 不符合题意；

综上所述答案为 C。

5. 脱落酸是一种抑制生长的植物激素，可延长鲜花盛开的时间，其结构简式如图所示。下列关于脱落酸的说法不正确的是



A. 分子式为 $C_{15}H_{20}O_4$　　B. 存在酯类同分异构体

C. 一定条件下可以发生酯化、加聚、氧化反应　　D. 1mol 脱落酸能与 2mol$NaHCO_3$ 发生反应

【答案】D

【解析】

【详解】A．根据该物质的结构简式可知其分子式为 $C_{15}H_{20}O_4$，A 正确；

B．该物质中含有羧基，所以存在酯类同分异构体，B 正确；

C．该物质含有羧基，可以发生酯化反应，含有碳碳双键，可以发生加聚反应、氧化反应，C 正确；

D．该物质中只有羧基可以碳酸氢钠反应，所以 1mol 脱落酸只能与 1mol$NaHCO_3$ 发生反应，D 错误；

综上所述答案为 D。

6. 根据元素周期律，由下列事实进行推测，不合理的是

选项	事实	推测
A	Na、Al 能够与盐酸反应置换出 H_2	Mg 也一定能与盐酸反应置换出 H_2
B	H_3PO_4 是中强酸，H_2SO_4 是强酸	$HClO_4$ 是强酸
C	Si 是半导体材料，Ge 也是半导体材料	IVA 族元素的单质都是半导体材料
D	Ca 与冷水较易反应，Mg 与冷水较难反应	Be 与冷水更难反应

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A．Mg 的活泼性介于 Na 和 Al 之间，Na、Al 能够与盐酸反应置换出 H_2，可知 Mg 也一定能与盐酸反应置换出 H_2，A 合理；

B．同周期主族元素的最高价含氧酸的酸性依次增强，H_3PO_4 是中强酸，H_2SO_4 是强酸，而 $HClO_4$ 的酸性要强于 H_2SO_4，所以 $HClO_4$ 是强酸，B 合理；

C．Si 是半导体材料，Ge 也是半导体材料，是因为二者均位于金属和非金属元素的分界线上，并不是 IVA 族元素的单质都是半导体材料，如 C 元素位于 IVA 族，但不是半导体，C 不合理；

D．同主族自上而下金属性增强，所以 Be 的活泼性不如 Mg，Mg 与冷水较难反应，则 Be 与冷水更难反应，D 合理；

综上所述答案为 C。

7. 下列解释事实的方程式不正确的是

A. 用食醋清洗水垢：$CO_3^{2-}+2CH_3COOH=2CH_3COO^-+H_2O+CO_2\uparrow$

B. 84 消毒液与洁厕灵混用产生有毒气体：$ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$

C. 用小苏打治疗胃酸过多：$HCO_3^-+H^+=CO_2\uparrow+H_2O$

D. 用硫化钠除去废水中的汞离子：$Hg^{2+}+S^{2-}=HgS\downarrow$

【答案】A

【解析】

【详解】A．碳酸钙为沉淀，不能拆成离子，正确离子方程式为 $CaCO_3+2CH_3COOH=2CH_3COO^-+H_2O+CO_2\uparrow+Ca^{2+}$，A 错误；

B．84 消毒液主要成分为 NaClO，洁厕灵主要成分为盐酸，二者混合后发生归中反应生成氯气，离子方程式为 $ClO^-+Cl^-+2H^+=Cl_2\uparrow+H_2O$，B 正确；

C．小苏打为 $NaHCO_3$，可以和胃酸即 HCl 反应生成二氧化碳和水，离子方程式为 $HCO_3^-+H^+=CO_2\uparrow+H_2O$，C 正确；

D．硫化钠可以和汞离子生成硫化汞沉淀，离子方程式为 $Hg^{2+}+S^{2-}=HgS\downarrow$，D 正确；

综上所述答案为 A。

8. 下列颜色变化与氧化还原无关的是

A. 湿润的红色布条遇到氯气褪色

B. 棕黄色的 $FeCl_3$ 饱和溶液滴入沸水中变红褐色

C. 紫色酸性 $KMnO_4$ 溶液通入乙烯气体后褪色

D. 浅黄色 Na_2O_2 固体露置于空气中逐渐变为白色

【答案】B

【解析】

【详解】A．氯气与水反应生成盐酸和次氯酸，其反应方程式为：$Cl_2+H_2O\rightleftharpoons HCl+HClO$，生成的次氯酸具有强氧化性，能使红色布条褪色，该反应为氧化还原反应，颜色变化与氧化还原有关，A 不符合题意；

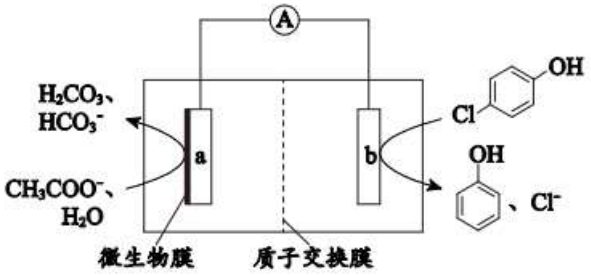
B．Fe^{3+}在水溶液中呈棕黄色，$FeCl_3$ 饱和溶液滴入沸水中，Fe^{3+}水解生成红褐色的氢氧化铁胶体，其离子反应方程式为：$Fe^{3+}+3H_2O\rightleftharpoons Fe(OH)_3$(胶体)$+3H^+$，该反应为不是氧化还原反应，颜色变化与氧化还原无关，B 符合题意；

C．酸性 $KMnO_4$ 溶液具有强氧化性，乙烯分子中含有碳碳双键，被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化，使紫色褪色，该反应为氧化还原反应，颜色变化与氧化还原有关，C 不符合题意；

D．Na_2O_2 固体露置于空气中，易与空气中的水和二氧化碳反应，其反应方程式为:$2Na_2O_2+2H_2O=4NaOH+O_2\uparrow$，$2Na_2O_2+2CO_2=2Na_2CO_3+O_2$，NaOH 也易与二氧化碳反应，其反应方程式为：$2NaOH+CO_2=Na_2CO_3+H_2O$，$Na_2CO_3$ 是白色粉末，所以浅黄色逐渐变为白色，该过程存在氧化还原反应，颜色变化与氧化还原有关，D 不符合题意；

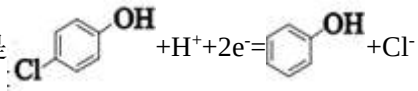
综上所述答案为：B

9. 微生物电池可用来处理废水中的对氯苯酚，其工作原理示意图如图。关于该电池的说法不正确的是



A. a 极是负极

B. H^+向 b 极迁移

C. b 电极上发生的反应是  $+H^++2e^-=$ $+Cl^-$

D. 生成 0.1molH_2CO_3，电池反应电子转移数目为 0.4mol

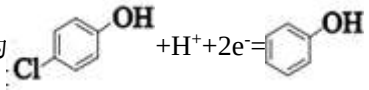
【答案】D

【解析】

【分析】据图可知 CH_3COO^-在 a 电极上转化为 H_2CO_3 和 HCO_3^-，C 元素失电子被氧化，所以 a 电极为负极，则 b 电极为正极，对氯苯酚在正极得到电子发生还原反应生成苯酚和氯离子。

【详解】A．根据分析可知，a 极是原电池的负极，A 正确；

B．原电池中阳离子向正极迁移，b 极为正极，所以 H^+向 b 极迁移，B 正确；

C．b 电极上对氯苯酚在正极得到电子发生还原反应生成苯酚和氯离子，电极反应为  $+H^++2e^-=$ $+Cl^-$，C 正确；

D．a 电极上 CH_3COO^-被氧化为 H_2CO_3 和 HCO_3^-，只知道 H_2CO_3 的物质的量，而不知 HCO_3^- 的物质的量，无法确定转移电子数，D 错误；

综上所述答案为 D。

10. 根据下列实验操作和现象所得到的结论正确的是

选项	实验操作	实验现象	结论
A	向某盐溶液中先加入氯水，再滴加 KSCN 溶液	溶液变红色	一定含有 Fe^{2+}
B	SO_2 缓慢通入滴有酚酞的 NaOH 溶液中	溶液红色褪去	SO_2 具有漂白性
C	少量 Zn 粉加入 1.0mol/L $Fe_2(SO_4)_3$ 溶液中	溶液颜色变浅	金属 Zn 比 Fe 活泼
D	取少量某无色溶液，先滴加氯水，再加入少量 CCl_4，振荡、静置	溶液分层，下层呈紫红色	原无色溶液中一定有 I^-

A. A　　B. B　　C. C　　D. D

【答案】D

【解析】

【详解】A．若原溶液中只含有 Fe^{3+}，现象相同，应先加 KSCN 溶液，无明显现象，再加氯水，A 错误；

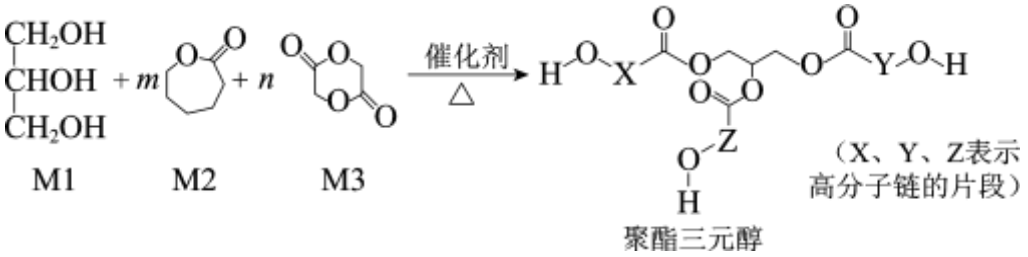
B．SO_2 为酸性气体，通入 NaOH 溶液中发生反应，消耗 NaOH，溶液碱性减弱，红色褪去，并不是 SO_2 的漂白性，B 错误；

C．锌粉少量，发生反应 $2Fe^{3+}+Zn=2Fe^{2+}+Zn^{2+}$，该反应并不能体现 Fe 和 Zn 的金属性强弱关系，C 错误；

D．根据现象可知有碘单质生成，说明原无色溶液中有 I^-，被 Cl_2 氧化为 I_2，D 正确；

综上所述答案为 D。

11. 聚酯三元醇应用于制备医用高分子材料，合成聚酯三元醇的原理如图：



已知：$R_1COOR_2+R_3{}^{18}OH \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} R_1CO^{18}OR_3+R_2OH$

下列说法不正确的是

A. 单体 M1 属于醇类

B. 改变 M1 在三种单体中的比例，可调控聚酯三元醇的相对分子质量

C. 该合成反应为缩聚反应

D. X、Y、Z 中包含的结构片段可能有 $-(CH_2)_5O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2O\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$

【答案】C

【解析】

【分析】由信息中的已知反应可知，三种单体再生成聚酯三元醇时主要反生信息中的酯交换反应，其反应原理为醇羟基断开 H 原子，酯基断开碳氧单键，断开处相互结合生成新的物质。

【详解】A．据图可知 M1 所含官能团只有羟基，所以属于醇类，A 正确；

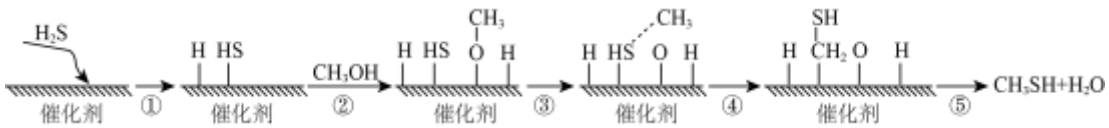
B．改变 M1 在三种单体中的比例，则产物的结构简式会改变，相对分子质量也会改变，B 正确；

C．缩聚反应有小分子生成，根据题目所给信息可知该反应中无小分子生成，不是缩聚反应，C 错误；

D．根据信息　反应原理，若涉及 M2、M3 之间的取代，X、Y、Z 中包含的结构片段可能有 $-(CH_2)_5O-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-CH_2O\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$，D 正确；

综上所述答案为 C。

12. 甲硫醇是一种重要的化工原料，硫化氢与甲醇合成甲硫醇的催化过程如图。下列说法中不正确的是



A. 上述过程中总反应是取代反应

B. 反应前后碳原子的成键数目没有发生变化

C. 若 CD_3OD 和 H_2S 参与，则可能生成 CHD_2SH 和 D_2O

D. 催化剂的使用可大大提升反应物硫化氢和甲醇的转化率

【答案】D

【解析】

【详解】A．据图可知总反应为 $CH_3OH+H_2S \xrightarrow{催化剂} CH_3SH+H_2O$，-HS 取代了甲醇中-OH 的反应，属于取代反应，A 正确；

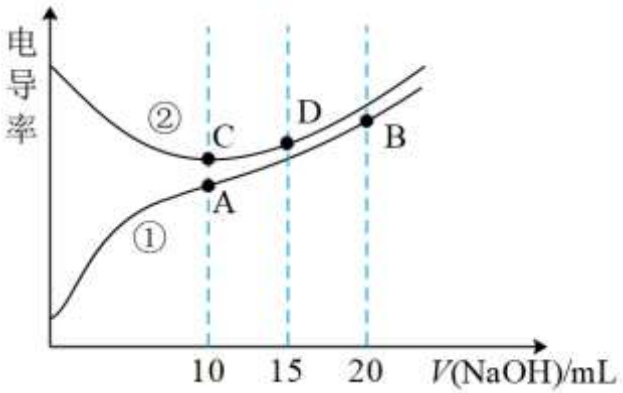
B．甲醇反应生成 CH_3SH，反应前后碳原子的成键数目均为 4，没有发生变化，B 正确；

C．若 CD_3OD 和 H_2S 参与，则在第④步反应后，催化剂表面会吸附有 H、OD、D，若 OD 和 D 结合，H 与 CD_2 结合，则可能生成 CHD_2SH 和 D_2O，C 正确；

D．催化剂可以加快反应速率，但不能改变平衡转化率，D 错误；

综上所述答案为 D。

13. 用 $0.100mol\cdot L^{-1}$ 的 NaOH 溶液分别滴定体积均为 10.00mL、浓度均为 $0.100mol\cdot L^{-1}$ 的 HCl 和 CH_3COOH 溶液。利用传感器测得滴定过程中溶液的电导率(电导率越大表示溶液导电性越强)变化如图所示。下列说法正确的是



A. 曲线①代表向 HCl 中滴加 NaOH

B. A 点溶液的 pH 小于 C 点溶液的 pH

C. A、B 两点水的电离程度：A>B

D. C→D 发生了反应：$H^+ + OH^- = H_2O$

【答案】C

【解析】

【详解】A．HCl 为强电解质，CH_3COOH 为弱电解质，浓度相同时，HCl 溶液的导电能力更强，所以曲线②代表向 HCl 中滴加 NaOH，A 错误；

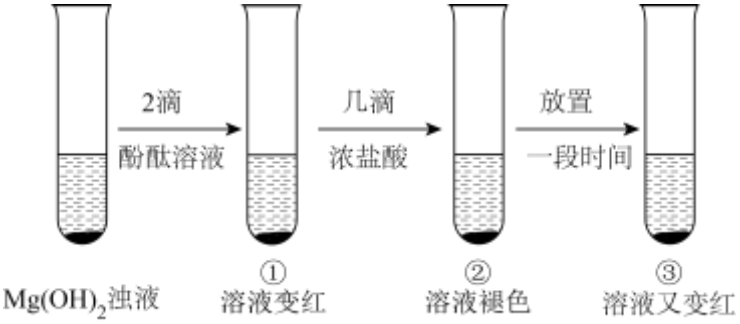
B．曲线①为向 CH_3COOH 中滴加 NaOH，当滴加的 NaOH 为 10.00mL 时，恰好与醋酸中和，所以 A 点溶质为 CH_3COONa，同理 C 点溶质为 NaCl，由于醋酸根的水解，A 点溶液显碱性，而 C 点溶液显中性，所以 A 点溶液的 pH 大于 C 点溶液的 pH，B 错误；

C．A 点溶质为 CH_3COONa，B 点溶质为等物质的量的 CH_3COONa 和 NaOH，醋酸根的水解促进水的电离，而 NaOH 的电离会抑制水的电离，所以 A 点水的电离程度更大，C 正确；

D．C 点溶质为 NaCl，继续滴加 NaOH 溶液时不发生化学反应，D 错误；

综上所述答案为 C。

14. 小组进行如下实验



下列说法不正确的是

A. ①中存在沉淀溶解平衡：$Mg(OH)_2(s)\rightleftharpoons Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$

B. ③中溶液又变红的原因：沉淀溶解平衡正向移动

C. $c(OH^-)$：③=①

D. ③中存　：$2c(Mg^{2+})>c(Cl^-)$

【答案】C

【解析】

【详解】A．向 $Mg(OH)_2$ 悬浊液中滴加酚酞，溶液变红说明①中存在沉淀溶解平衡：$Mg(OH)_2(s)\rightleftharpoons Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$，故 A 正确；

B．加入盐酸消耗 OH^-，使 $Mg(OH)_2(s)\rightleftharpoons Mg^{2+}(aq)+2OH^-(aq)$正向移动，过一段时间又补充了 OH^-，溶液又变红，故 B 正确；

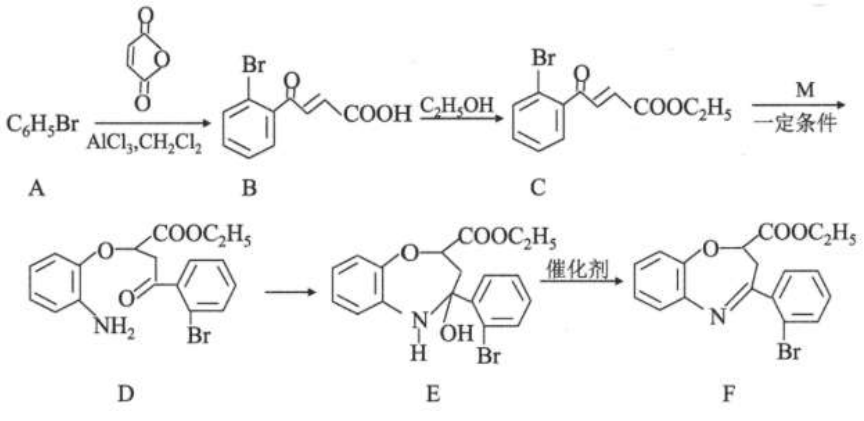
C．温度不变 K_{sp} 不变，①变为②加入了稀盐酸，$c(Mg^{2+})$增大，根据 $K_{sp}= c(Mg^{2+})\times c^2(OH^-)$，$c(Mg^{2+})$增大，$c(OH^-)$减小，故 C 错误；

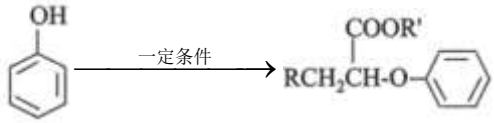
D．根据电荷守恒 $2c(Mg^{2+})+ c(H^+)=c(Cl^-)+ c(OH^-)$，③中溶液显碱性 $c(OH^-)> c(H^+)$，故 $2c(Mg^{2+})>c(Cl^-)$，故 D 正确；

故答案为 C。

第二部分(非选择题共 58 分)

15. 氧氮杂环是新药研制过程中发现的一类重要活性物质，有抗肿瘤功效。下面是某研究团队提出的一种氧氮杂环类化合物 F 的合成路线：



已知：RCH=CHCOOR′+ 

回答下列问题：

（1）A 的名称是____，B 中含氧官能团的名称是____。

（2）B→C 的化学方程式是____。

（3）C 与 M 一定条件下反应生成 D，M 的结构简式是____。

（4）D→E 的反应类型是____。

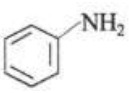
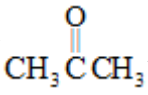
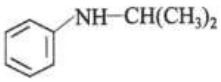
（5）B 有多种同分异构体，写出满足以下条件的一种同分异构体的结构简式____。

①不含—CH_3

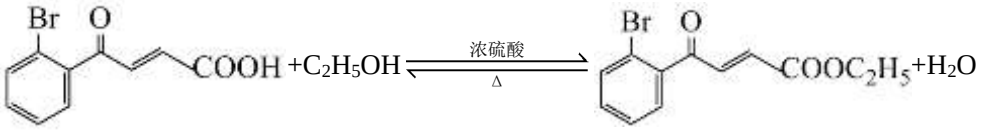
②含 2 种官能团

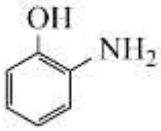
③含苯环，且苯环上仅有 2 个取代基

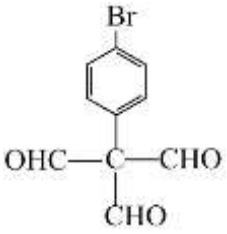
④核磁共振氢谱有三组吸收峰，峰面积之比为 3∶2∶2

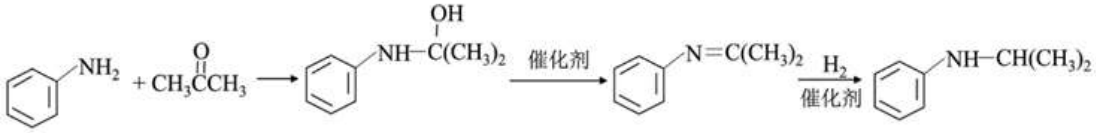
（6）参照上述合成路线和信息，写出由和为原料合成的路线(用结构简式表示有机物，用箭头表示转化关系，箭头上注明试剂和反应条件，无机试剂任选)____。

【答案】（1） ①. 溴苯 ②. 羰基、羧基

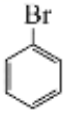
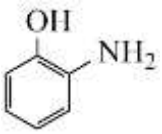
（2）

（3） （4）加成

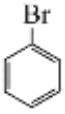
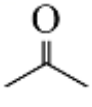
（5） （6）



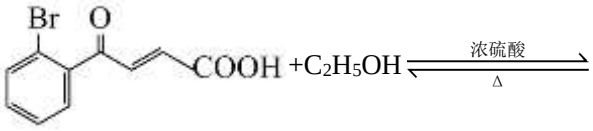
【解析】

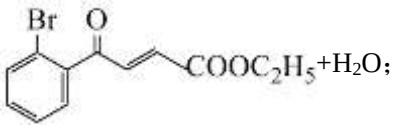
【分析】根据后续产物的结构可知 A 中应含有苯环，再结合 A 的分子式可知 A 的结构简式应为；B 与乙醇发生酯化反应生成 C，C 中存在结构-CH=CHCOOC$_2$H$_5$，C 转化成 D 过程中碳碳双键变为单键，则该反应应与题目所给信息类似，可知 M 中存在酚羟基，M 与 C 发生加成反应生成 D，M 结构应为：。

【小问 1 详解】

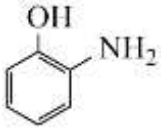
A 为，名称为溴苯；B 中含氧官能团为：、-COOH，名称是羰基、羧基。

【小问 2 详解】

B 生成 C 为酯化反应，故反应方程式为：



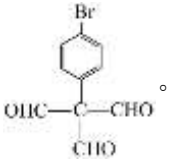
【小问 3 详解】

根据分析可知 M 的结构简式为：；

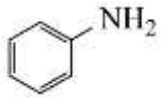
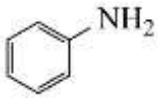
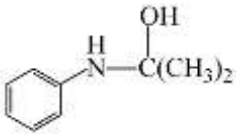
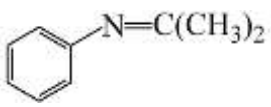
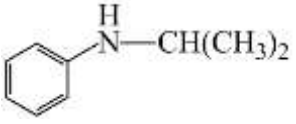
【小问 4 详解】

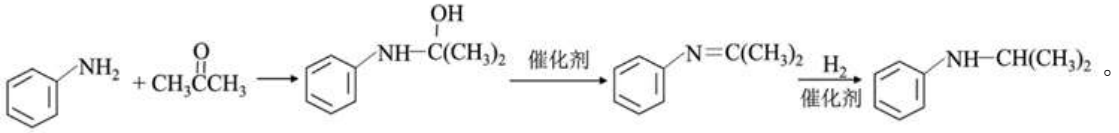
D 中存在碳氧双键，E 中变为碳氧单键同时形成羟基，$-NH_2$ 转化为-NH-连接到了之前存在羰基的碳原子上，由此可知$-NH_2$ 少的 H 应该转移成为羟基氢，故 D 转化成 E 的反应为加成反应。

【小问 5 详解】

观察 B 结构，B 中存在一个溴和三个氧，故 B 的同分异构体中应有三个相同的含氧官能团，想要满足条件①②，此官能团只能是-CHO，则 B 的同分异构体中的两种官能团分别是-Br 和-CHO，其中核磁共振氢谱有三组峰，且峰面积之比为 3：2：2 的结构简式为：。

【小问 6 详解】

参照题干信息，中存在与苯环直接相连的$-NH_2$，存在羰基，故可参照 D 与 E 的加成反应，则与反应会生成，再参照 E 生成 F 的过程，一定条件下发生消去反应可生成，再与氢气加成即可得到；合成路线为

。

16. 氨对人类的生存和发展有着重要意义，1909 年哈伯在实验室中首次利用氮气与氢气反应合成氨，实现了人工固氮。

（1）反应 $N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$的化学平衡常数表达式为____。

（2）在一定条件下氨的平衡含量如表。

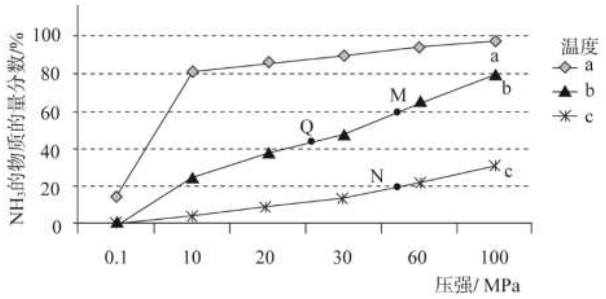
温度/℃	压强/MPa	氨的平衡含量

200	10	81.5%
550	10	8.25%

①该反应为____(填“吸热”或“放热”)反应。

②哈伯选用的条件是 550℃、10MPa，而非 200℃、10MPa，可能的原因是____。

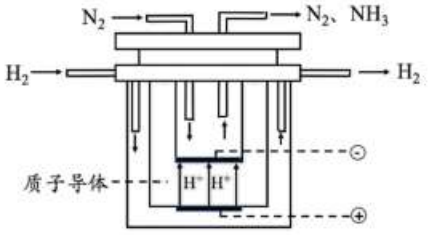
（3）实验室研究是工业生产的基石。如图中的实验数据是在其它条件不变时，不同温度(200℃、400℃、600℃)、压强下，平衡混合物中 NH_3 的物质的量分数的变化情况。



①曲线 a 对应的温度是____。

②M、N、Q 点平衡常数 K 的大小关系是____。

（4）尽管哈伯的合成氨法被评为“20 世纪科学领域中最辉煌的成就”之一，但仍存在耗能高、产率低等问题。因此，科学家在持续探索，寻求合成氨的新路径。如图为电解法合成氨的原理示意图，阴极的电极反应式为____。



（5）NH_3 转化为 NO 是工业制取硝酸的重要一步。已知：100kPa、298K 时：

$4NH_3(g)+3O_2(g) \rightleftharpoons 2N_2(g)+6H_2O(g) \Delta H=-1268kJ\cdot mol^{-1}$

$2NO(g) \rightleftharpoons N_2(g)+O_2(g) \Delta H=-180.5kJ\cdot mol^{-1}$

请写出 NH_3 转化为 NO 的热化学方程式____。

【答案】（1）$K=\frac{c^2(NH_3)}{c(N_2)c^3(H_2)}$

（2） ①. 放热 ②. 温度过低反应速率太慢；温度过高不利于反应平衡正向移动

（3） ①. 200℃ ②. $K_Q=K_M>K_N$

（4）$N_2+6e^-+6H^+=2NH_3$

（5）$4NH_3(g)+5O_2(g) \rightleftharpoons 4NO(g)+6H_2O(g)$ $\Delta H=-907kJ\cdot mol^{-1}$

【解析】

【小问 1 详解】

根据平衡常数的表达式可知，该反应的平衡常数 $K=\frac{c^2(NH_3)}{c(N_2)c^3(H_2)}$；

【小问 2 详解】

①根据表格数据可知，压强不变，升高温度氨的平衡含量降低，说明升高温度平衡逆向移动，所以该反应为放热反应；

②温度过低反应速率太慢；温度过高不利于反应平衡正向移动，所以选用的条件是 550℃、10MPa；

【小问 3 详解】

①该反应为放热反应，压强相同时，温度越低 NH_3 的物质的量分数越大，所以曲线 a 对应的温度为 200℃；

②该反应　放热反应，温度越高，平衡常数越小，温度：Q=M＜N，所以平衡常数：$K_Q=K_M>K_N$；

【小问 4 详解】

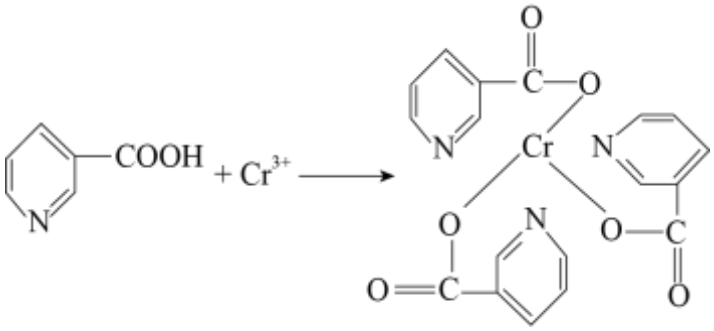
据图可知，阴极上 N_2 被还原为 NH_3，环境为酸性环境，所以阴极的电极反应式为 $N_2+6e^-+6H^+=2NH_3$；

【小问 5 详解】

NH_3 转化为 NO 的化学方程式为 $4NH_3(g)+5O_2(g)\rightleftharpoons 4NO(g)+6H_2O(g)$，依次将所给两个热化学方程式标号为①、②，根据盖斯定律，①-②×2 可得 $4NH_3(g)+5O_2(g)\rightleftharpoons 4NO(g)+6H_2O(g)$的 ΔH=-1268kJ·mol^{-1}-(-180.5kJ·mol^{-1})×2=−907kJ·mol^{-1}。

17. 金属铬及其化合物广泛应用于工业生产中。

（1）烟酸铬是铬的一种化合物，可促进生物体内的蛋白质合成，提高生物体的免疫力，其合成过程如图：



烟酸　　烟酸铬

①H、C、N、O 的电负性由大到小的顺序是____。

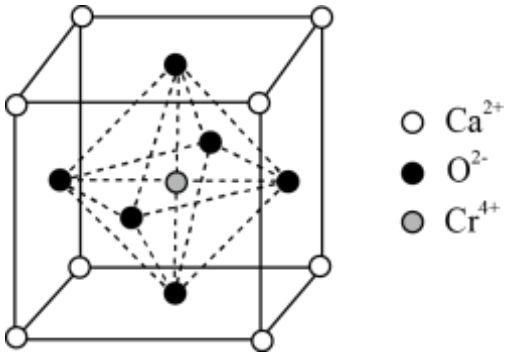
②烟酸中碳原子的杂化方式为____。

（2）基态铬原子的核外电子排布式为____，有____个未成对电子。

（3）铬元素的一种配合物$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl\cdot 2H_2O$，配离子中提供孤电子对的原子为____，配位数为____。

（4）Cr_2O_3 晶体的熔点为 2435℃，而 $CrCl_3$ 晶体易升华，其主要原因是____。

（5）铬、钙和氧组成一种特殊的导电材料(复合氧化物)，其晶胞如图所示。该晶体的化学式为____。



【答案】（1）　①. O>N>C>H　②. sp^2

（2）　①. $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2 3p^6\,3d^5 4s^1$　②. 6

（3） ①. O、Cl ②. 6

（4）Cr_2O_3是离子晶体，$CrCl_3$是分子晶体，离子键比分子间作用力强得多，所以Cr_2O_3晶体的熔点高，而$CrCl_3$晶体的熔点低，易升华

（5）$CaCrO_3$

【解析】

【小问 1 详解】

①C、N、O 的氢化物中 H 元素均显正价，所以 H 的电负性最小，而同周期元素自左至右电负性依次增大，所以电负性 O>N>C>H；

②烟酸中的碳原子为苯环上的碳、形成碳氧双键的碳，均为 sp^2 杂化；

【小问 2 详解】

Cr 为 24 号元素，核外有 24 个电子，排布式为 $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^5 4s^1$，有 3d 和 4s 轨道上共 6 个未成对电子；

【小问 3 详解】

H_2O 中的 O 原子、Cl 原子均有孤电子对，可以提供孤电子对，根据该配合物的分子式可知有 4 个 H_2O 和 2 个 Cl 原子配位，所以配位数为 6；

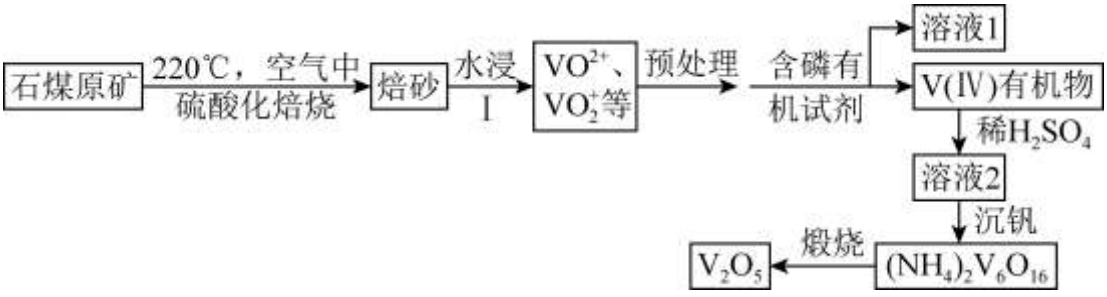
【小问 4 详解】

$CrCl_3$晶体易升华，说明其熔沸点低，而Cr_2O_3晶体的熔点很高，可见二者的晶体种类不同，Cr_2O_3是离子晶体，$CrCl_3$是分子晶体，离子键比分子间作用力强得多，所以Cr_2O_3晶体的熔点高，而$CrCl_3$晶体的熔点低，易升华；

【小问 5 详解】

根据均摊法，该晶胞中 Cr^{4+}的个数为 1，Ca^{2+}的个数为 $8\times\frac{1}{8}=1$，O^{2-}的个数为 $6\times\frac{1}{2}=3$，所以化学式为 $CaCrO_3$。

18. 工业上用含三价钒(V_2O_3)为主的某石煤为原料(含有 Al_2O_3、SiO_2、Fe_2O_3等杂质)，低温硫酸化焙烧—水浸工艺制备 V_2O_5，其流程如图：



资料：

i.$VOSO_4$高温易分解

ii.含磷有机试剂对溶液中离子萃取能力为 Fe(III)>V(IV)>V(V)>Fe(II)

iii.含磷有机试剂萃取过程中溶液的 H^+浓度越高，萃取率越低，萃取钒效果越差

iv.$10VO_2^+ + 8H_2O \rightleftharpoons H_2V_{10}O_{28}^{4-} + 14H^+$

v.氢氧化物完全沉淀时溶液的 pH 表

沉淀物	$Fe(OH)_3$	$Fe(OH)_2$	$Al(OH)_3$

完全沉淀	3.2	9.0	4.7

（1）焙烧过程中向石煤中加硫酸焙烧，将 V_2O_3 转化为 $VOSO_4$ 的化学方程式是____。

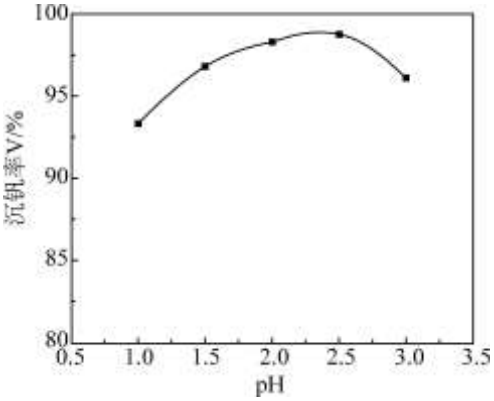
（2）预处理过程中先加入 Na_2SO_3 溶液进行还原预处理，加入 Na_2SO_3 溶液的第一个作用是将 V(V)还原为 V(IV)减少钒的损失，再用氨水混合并调节溶液 pH。

①请结合相关离子方程式，说明加入 Na_2SO_3　第二个作用____。

②解释加氨水调节 pH≈5 的原因是____。

（3）上述 I 的具体操作为____。

（4）沉钒过程中先加入 $NaClO_3$ 进行氧化，再加氨水调节 pH，铵盐会将 $H_2V_{10}O_{28}^{4-}$ 中的钒元素以多钒酸铵（$(NH_4)_2V_6O_{16}$)的形式沉淀。溶液 pH 值与沉钒率的关系如图，请结合反应原理解释沉钒的 pH=2.5 的原因是____。



（5）测定产品中 V_2O_5 的纯度：

称取 ag 产品，先用硫酸溶解，得到$(VO_2)_2SO_4$ 溶液。再加入 $b_1mLc_1mol\cdot L^{-1}(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 溶液($VO_2^+ +2H^+ +Fe^{2+}=VO^{2+}+Fe^{3+}+H_2O$)最后用 $c_2mol\cdot L^{-1}KMnO_4$ 溶液滴定过量的$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ 至终点，消耗 $KMnO_4$ 溶液的体积为 b_2mL。已知 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+}，假设杂质不参与反应。则产品中 V_2O_5 的质量分数是____。(V_2O_5 的摩尔质量：$182g\bullet mol^{-1}$)

【答案】（1）$2V_2O_3+O_2+4H_2SO_4=4VOSO_4+4H_2O$

（2）　①. $2Fe^{3+}+SO_3^{2-}+H_2O=2Fe^{2+}+2H^++SO_4^{2-}$（或者写 H_2SO_3）　②. 除去 $Al(OH)_3$，提高 VO_2^+ 在有机试剂中的萃取率

（3）过滤　（4）pH<2.5，$10VO_2^+ +8H_2O \rightleftharpoons H_2V_{10}O_{28}^{4-}+14H^+$，该平衡逆向移动，不利于形成多钒酸铵沉淀

（5）$\dfrac{91(c_1b_1-5c_2b_2)}{1000a}$

【解析】

【分析】石煤在 220℃条件下，空气中硫酸化焙烧，V_2O_3 转化为 $VOSO_4$，Al_2O_3、Fe_2O_3 转化为相应的硫酸盐，SiO_2 不反应，得到的焙砂经水浸、过滤后得到含有 VO^{2+}、VO_2^+ 以及 Fe^{3+}、Al^{3+}杂质的滤液，先加入 Na_2SO_3 溶液进行还原预处理，将 Fe^{3+}和 V(V)还原，然后再用氨水混合并调节溶液 pH，除去 Al^{3+}，过滤后加入含磷有机试剂萃取 V(IV)，静置分液得到含有 V(IV)的有机物，加入 H_2SO_4 降低 pH，使 V(IV)从有机溶液中析出，之后进行沉钒得到 $(NH_4)_2V_6O_{16}$，煅烧得到 V_2O_5。

【小问 1 详解】

V_2O_3转化为 $VOSO_4$的过程中 V 元素被氧化，氧化剂应是空气中的氧气，结合电子守恒、元素守恒可得化学方程式为 $2V_2O_3+O_2+4H_2SO_4=4VOSO_4+4H_2O$；

【小问 2 详解】

①含磷有机试剂对溶液中的 Fe^{3+}也有很强的萃取能力，所以加入 Na_2SO_3的第二个作用是将 Fe^{3+}还原为 Fe^{2+}，离子方程式为 $2Fe^{3+}+SO_3^{2-}+H_2O=2Fe^{2+}+2H^++SO_4^{2-}$；

②根据题目所给信息可知加氨水调节 pH≈5 可以使 Al^{3+}完全沉淀，除去 $Al(OH)_3$，提高 VO_2^+在有机试剂中的萃取率；

【小问 3 详解】

水浸后会有一些难溶于水的杂质，所以操作 I 为过滤；

【小问 4 详解】

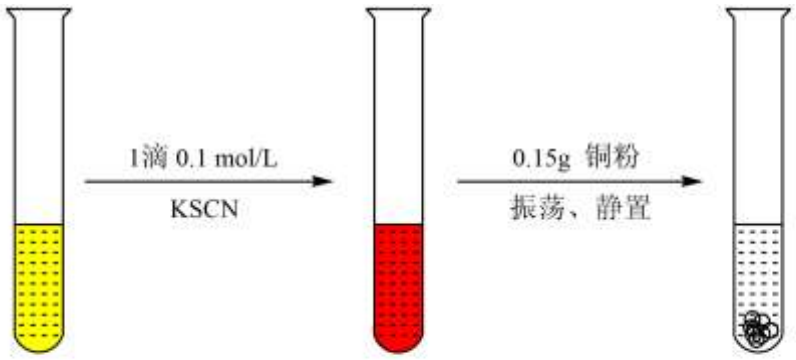
溶液中存在反应 $10VO_2^++8H_2O\rightleftharpoons H_2V_{10}O_{28}^{4-}+14H^+$，pH<2.5，氢离子浓度过高，该平衡逆向移动，不利于形成多钒酸铵沉淀；

【小问 5 详解】

根据电子守恒，存在数量关系 $n(Fe^{2+})=5n(MnO_4^-)$，所以剩余的 $n[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2]=5b_2c_2\times10^{-3}mol$，则 VO_2^+消耗的 $n[(NH_4)_2Fe(SO_4)_2]=(b_1c_1-5b_2c_2)\times10^{-3}mol$，$n(V_2O_5)=\frac{1}{2}n(VO_2^+)=\frac{1}{2}\times(b_1c_1-5b_2c_2)\times10^{-3}mol$，所以 V_2O_5的质量分数是 $\frac{\frac{1}{2}\times(b_1c_1-5b_2c_2)\times10^{-3}mol\times182g\cdot mol^{-1}}{ag}=\frac{91(c_1b_1-5c_2b_2)}{1000a}$。

19. 某小组用实验 1 探究 $FeCl_3$与 Cu 的反应，观察到有白色沉淀产生。

实验 1：

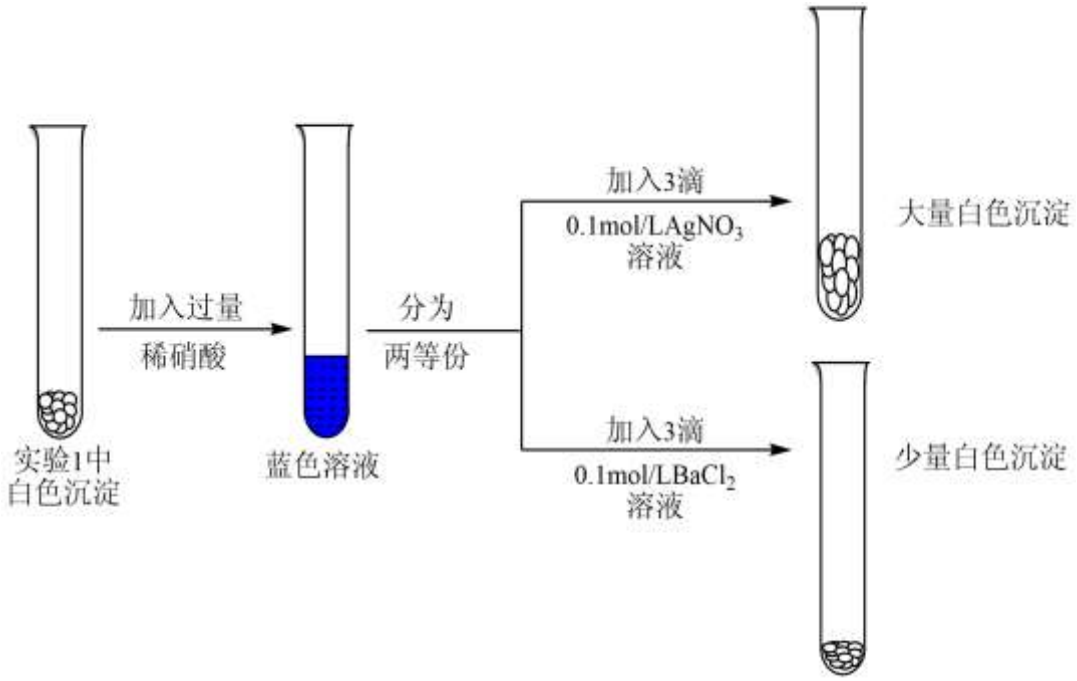


资料：i.CuSCN、CuCl 均为难溶于水的白色固体；均能与硝酸反应，分别生成 Cu^{2+}与 SO_4^{2-}、Cu^{2+}与 Cl^-。

ii.$(SCN)_2$性质与卤素单质相似，其水溶液呈黄色。

（1）$FeCl_3$溶液与 Cu 反应的离子方程式为____。

（2）小组同学推测白色沉淀中的 Cu(I)(I 表示+1 价铜元素)可能是由 Fe^{3+}氧化 Cu 得到的，为探究实验 1 中白色沉淀的成分，小组同学实施了实验 2：



由实验 2 可知，实验 1 中白色沉淀的成分是___。

（3）该小组欲进一步探究实验 1 中白色沉淀产生的原因，实施了实验 3：

步骤	实验操作	实验现象
I	_____	溶液变为蓝色，澄清透明，底部只有少量红色固体剩余
II	取 I 中上层清液于试管中，滴加 1 滴 0.1mol/L KSCN 溶液	立刻出现红色，同时有白色沉淀生成
III	振荡 II 中试管，静置	白色沉淀变多，红色逐渐褪去

①步骤 I 的实验操作是____。

②根据实验 3 的现象，小组同学认为 Fe^{3+}与 Cu 反应的氧化产物不含 Cu(I)，他们的判断依据是____。

③步骤II中加入 KSCN 溶液后出现红色的可能原因是____。

④解释步骤 III 中实验现象产生的可能原因：____。

【答案】（1）$2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$

（2）CuCl 和 CuSCN

（3） ①. 向 2mL 0.1mol/L $FeCl_3$溶液中加入 0.15g 铜粉，振荡、静置 ②. 若有 Cu(I)生成，步骤 I 中应产生 CuCl 白色沉淀，但步骤 I 中无白色沉淀产生 ③. Cu^{2+}与 SCN^-反应生成$(SCN)_2$，Fe^{2+}被$(SCN)_2$氧化为 Fe^{3+} ④. Cu^{2+}与 SCN^-发生反应：$2Cu^{2+}+4SCN^-=2CuSCN\downarrow+(SCN)_2$，CuSCN 与 Cl^-发生沉淀转化反应：$CuSCN+Cl^-=CuCl+SCN^-$，SCN^-继续与 Cu^{2+}反应，导致白色沉淀变多；随着反应进行，SCN^-逐渐被消耗，平衡 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$逆向移动，导致红色逐渐褪去

【解析】

【分析】向 $FeCl_3$ 溶液中加入 KSCN 溶液，溶液变为红色，溶液中存在平衡：$Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$；向红色溶液中加入铜粉，红色褪去，产生白色沉淀，根据题干信息可知，该白色沉淀可能是 CuCl 或 CuSCN，白色沉淀的 Cu(I)(I 表示+1 价铜元素)可能是由 Fe^{3+}氧化 Cu 得到的；但是$(SCN)_2$性质与卤素单质相似，$(SCN)_2$具有氧化性，SCN^-具有还原性，故白色沉淀的 Cu(I)(I 表示+1 价铜元素)还可能是 Cu^{2+}和 SCN^-反应得到。

【小问 1 详解】

$FeCl_3$ 溶液与 Cu 反应的离子方程式为 $2Fe^{3+}+Cu=2Fe^{2+}+Cu^{2+}$。

【小问 2 详解】

CuSCN、CuCl 均为难溶于水的白色固体；均能与硝酸反应，分别生成 Cu^{2+}与SO_4^{2-}、Cu^{2+}与 Cl^-；取实验 1 中的白色沉淀于试管中，加入过量稀硝酸溶解得到蓝色溶液，将蓝色溶液分为两等份，向一份蓝色溶液中加入 $AgNO_3$ 溶液，产生白色沉淀 AgCl，说明实验 1 所得白色沉淀含有 CuCl，向另外一份蓝色中加入 $BaCl_2$ 溶液，产生白色沉淀 BaSO4，说明实验 1 所得白色沉淀含有 CuSCN；综上所述，实验 1 中白色沉淀的成分是 CuCl 和 CuSCN。

【小问 3 详解】

①为了进一步探究实验 1 中白色沉淀产生的原因，结合题干信息可知，步骤 I 的实验操作为向 2mL 0.1mol/L $FeCl_3$ 溶液中加入 0.15g 铜粉，振荡、静置，观察到溶液变为蓝色，澄清透明，底部只有少量红色固体剩余；

②向 2mL 0.1mol/L $FeCl_3$ 溶液中加入 0.15g 铜粉，若有 Cu(I)生成，步骤 I 中应产生 CuCl 白色沉淀，但步骤 I 中无白色沉淀产生，依此判断 Fe^{3+}与 Cu 反应的氧化产物不含 Cu(I)；

③由②题可知，步骤 I 中无 Cu(I)生成，在步骤 II 中，向步骤 I 所得溶液中加入 KSCN 溶液，反应立刻出现红色，说明步骤 II 中有 Fe3+生成，同时产生白色沉淀，说明加入了 SCN-后，有 Cu(I)生成；由于$(SCN)_2$的性质与卤素单质相似，即$(SCN)_2$有氧化性，则 SCN^-有还原性，故步骤II中加入 KSCN 溶液后出现红色的可能原因是 Cu^{2+}与 SCN^-反应生成$(SCN)_2$（$2Cu^{2+}+4SCN^-=2CuSCN\downarrow+(SCN)_2$），$Fe^{2+}$被$(SCN)_2$氧化为 Fe^{3+}（$2Fe^{2+}+(SCN)_2=2Fe^{3+}+2SCN^-$）；

④振荡 II 中试管，静置，观察到白色沉淀变多，红色逐渐褪去，可能的原因是 Cu^{2+}与 SCN^-发生反应：$2Cu^{2+}+4SCN^-=2CuSCN\downarrow+(SCN)_2$，CuSCN 与 Cl^-发生沉淀转化反应：$CuSCN+Cl^-=CuCl+SCN^-$，SCN^-继续与 Cu^{2+}反应，导致白色沉淀变多；随着反应进行，SCN^-逐渐被消耗，平衡 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$ 逆向移动，导致红色逐渐褪去。