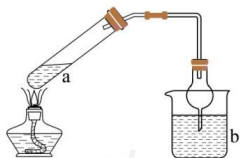


2022 年北京卷部分试题

1. 利用如图所示装置(夹持装置略)进行实验, b 中现象不能证明 a 中产物生成的是



	a 中反应	b 中检测试剂及现象
A	浓 HNO_3 分解生成 NO_2	淀粉-KI 溶液变蓝
B	Cu 与浓 H_2SO_4 生成 SO_2	品红溶液褪色
C	浓 NaOH 与 NH_4Cl 溶液生成 NH_3	酚酞溶液变红
D	$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$ 与 NaOH 乙醇溶液生成丙烯	溴水褪色

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 浓硝酸具有挥发性, 挥发出的硝酸也能与碘化钾溶液反应生成遇淀粉溶液变蓝色的碘, 则淀粉碘化钾溶液变蓝色不能说明浓硝酸分解生成二氧化氮, 故 A 符合题意;

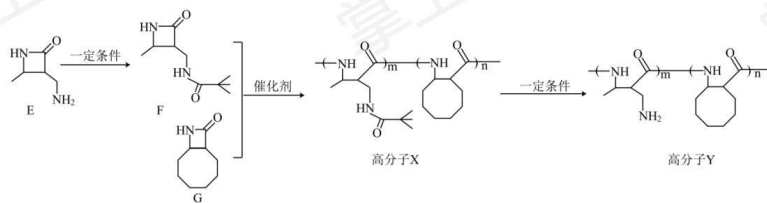
B. 铜与浓硫酸共热反应生成的二氧化硫具有漂白性, 能使品红溶液褪色, 则品红溶液褪色能说明铜与浓硫酸共热反应生成二氧化硫, 故 B 不符合题意;

C. 浓氢氧化钠溶液与氯化铵溶液共热反应生成能使酚酞溶液变红的氨气, 则酚酞溶液变红能说明浓氢氧化钠溶液与氯化铵溶液共热反应生成氨气, 故 C 不符合题意;

D. 乙醇具有挥发性, 挥发出的乙醇不能与溴水反应, 则 2-溴丙烷与氢氧化钠乙醇溶液共热发生消去反应生成能使溴水褪色的丙烯气体, 则溴水褪色能说明 2-溴丙烷与氢氧化钠乙醇溶液共热发生消去反应生成丙烯, 故 D 不符合题意;

故选 A。

2. 高分子 Y 是一种人工合成的多肽, 其合成路线如下。



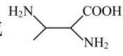
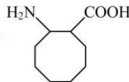
下列说法不正确的是

- A. F 中含有 2 个酰胺基
 B. 高分子 Y 水解可得到 E 和 G
 C. 高分子 X 中存在氢键
 D. 高分子 Y 的合成过程中进行了官能团保护

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由结构简式可知，F 中含有 2 个酰胺基，故 A 正确，

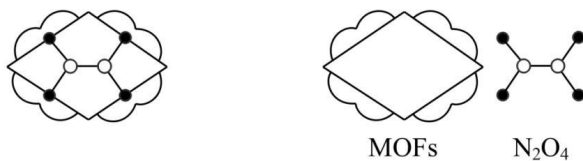
B. 由结构简式可知，高分子 Y 一定条件下发生水解反应生成  和 ，故 B 错误；

C. 由结构简式可知，高分子 X 中含有的酰胺基能形成氢键，故 C 正确；

D. 由结构简式可知，E 分子和高分子 Y 中都含有氨基，则高分子 Y 的合成过程中进行了官能团氨基的保护，故 D 正确；

故选 B。

3. 某 MOFs 的多孔材料刚好可将 N_2O_4 “固定”，实现了 NO_2 与 N_2O_4 分离并制备 HNO_3 ，如图所示：



已知： $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g) \quad \Delta H < 0$

下列说法不正确的是

- A. 气体温度升高后，不利于 N_2O_4 的固定
 B. N_2O_4 被固定后，平衡正移，有利于 NO_2 的去除
 C. 制备 HNO_3 的原理为： $2N_2O_4 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$
 D. 每制备 $0.4 \text{ mol } HNO_3$ ，转移电子数约为 6.02×10^{22}

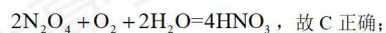
【答案】D

【解析】

【详解】A. 二氧化氮转化为四氧化二氮的反应为放热反应，升高温度，平衡向逆反应方向移动，四氧化二氮的浓度减小，所以气体温度升高后，不利于四氧化二氮的固定，故 A 正确；

B. 四氧化二氮被固定后，四氧化二氮的浓度减小，二氧化氮转化为四氧化二氮的平衡向正反应方向移动，二氧化氮的浓度减小，所以四氧化二氮被固定后，有利于二氧化氮的去除，故 B 正确；

C. 由题意可知，被固定后的四氧化二氮与氧气和水反应生成硝酸，反应的化学方程式为



D. 四氧化二氮转化为硝酸时，生成 1mol 硝酸，反应转移 1mol 电子，则每制备 0.4mol 硝酸，转移电子数约为 $0.4\text{mol} \times 6.02 \times 10^{23} = 2.408 \times 10^{23}$ ，故 D 错误；

故选 D。

4. 利用下图装置进行铁上电镀铜的实验探究。

装置示意图	序号	电解质溶液	实验现象
	①	0.1mol/L CuSO ₄ + 少量 H ₂ SO ₄	阴极表面有无色气体，一段时间后阴极表面有红色固体，气体减少。经检验电解液中有 Fe ²⁺
	②	0.1mol/L CuSO ₄ + 过量氨水	阴极表面未观察到气体，一段时间后阴极表面有致密红色固体。经检验电解液中无 Fe 元素

下列说法不正确的是

- A. ①中气体减少，推测是由于溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减少，且 Cu 覆盖铁电极，阻碍 H^+ 与铁接触
- B. ①中检测到 Fe^{2+} ，推测可能发生反应： $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$
- C. 随阴极析出 Cu，推测②中溶液 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减少， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡逆移
- D. ②中 Cu^{2+} 生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，使得 $c(\text{Cu}^{2+})$ 比①中溶液的小，Cu 缓慢析出，镀层更致密

【答案】C

【解析】

【分析】由实验现象可知，实验①时，铁做电镀池的阴极，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应生成亚铁离子、氢气和铜，一段时间后，铜离子在阴极失去电子发生还原反应生成铜；实验②中铜离子与过量氨水反应生成四氨合铜离子，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，在铁表面得到比实验①更致密的镀层。

【详解】A. 由分析可知，实验①时，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应，当溶液中氢离子浓度减小，反应和放电生成的铜覆盖铁电极，阻碍氢离子与铁接触，导致产生的气体减少，故 A 正确；

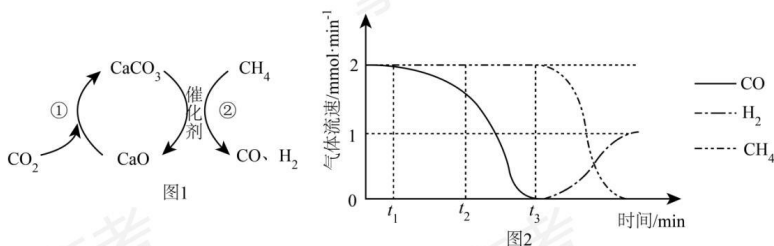
B. 由分析可知，实验①时，铁做电镀池的阴极，铁会先与溶液中的氢离子、铜离子反应生成亚铁离子、氢气和铜，可能发生的反应为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} = \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$ ，故 B 正确；

C. 由分析可知，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，随阴极析出铜，四氨合铜离子浓度减小， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡向正反应方向移动，故 C 错误；

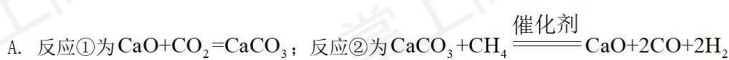
D. 由分析可知，实验②中铜离子与过量氨水反应生成四氨合铜离子，四氨合铜离子在阴极得到电子缓慢发生还原反应生成铜，在铁表面得到比实验①更致密的镀层，故 D 正确；

故选 C。

5. CO_2 捕获和转化可减少 CO_2 排放并实现资源利用，原理如图 1 所示。反应①完成之后，以 N_2 为载气，以恒定组成的 N_2 、 CH_4 混合气，以恒定流速通入反应器，单位时间流出气体各组分的物质的量随反应时间变化如图 2 所示。反应过程中始终未检测到 CO_2 ，在催化剂上有积碳。



下列说法不正确的是



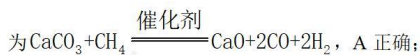
C. t_2 时刻，副反应生成 H_2 的速率大于反应②生成 H_2 速率

D. t_3 之后,生成CO的速率为0,是因为反应②不再发生

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由题干图1所示信息可知,反应①为 $\text{CaO}+\text{CO}_2=\text{CaCO}_3$,结合氧化还原反应配平可得反应②



B. 由题干图2信息可知, $t_1\sim t_3$, $n(\text{H}_2)$ 比 $n(\text{CO})$ 多,且生成 H_2 速率不变,且反应过程中始终未检测到



为1:2, B正确;

C. 由题干反应②方程式可知, H_2 和CO的反应速率相等,而 t_2 时刻信息可知, H_2 的反应速率未变,仍然

为 $2\text{mmol}/\text{min}$,而CO变为 $1\sim 2\text{mmol}/\text{min}$ 之间,故能够说明副反应生成 H_2 的速率小于反应②生成 H_2 速率,

C错误;

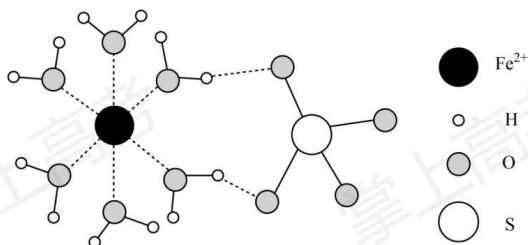
D. 由题干图2信息可知, t_3 之后,CO的速率为0, CH_4 的速率逐渐增大,最终恢复到1,说明生成CO的

速率为0,是因为反应②不再发生,而后副反应逐渐停止反应, D正确;

故答案为: C.

6. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 失水后可转为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$,与 FeS_2 可联合制备铁粉精(Fe_xO_y)和 H_2SO_4 。

I. $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 结构如图所示。



(1) Fe^{2+} 价层电子排布式为_____。

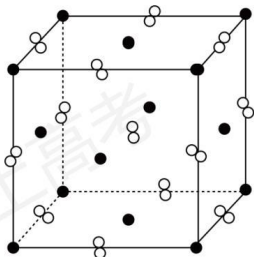
(2) 比较 SO_4^{2-} 和 H_2O 分子中的键角大小并给出相应解释:_____。

(3) H_2O 与 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} 和 H_2O 的作用分别为_____。

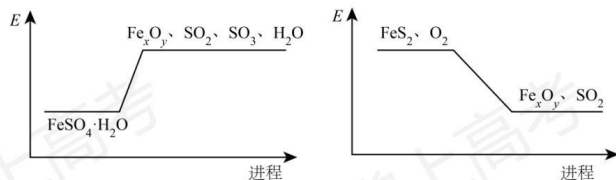
II. FeS_2 晶胞为立方体, 边长为 $a\text{nm}$, 如图所示。

(4) ①与 Fe^{2+} 紧邻的阴离子个数为_____。

②晶胞的密度为 $\rho = \frac{480}{a^3 N_A} \times 10^{21} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(1nm = 10^{-9}m)



(5) 以 FeS_2 为燃料, 配合 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可以制备铁粉精 (Fe_xO_y) 和 H_2SO_4 。结合图示解释可充分实现能源和资源有效利用的原因为_____。



【答案】(1) $3d^6$ (2) SO_4^{2-} 的键角大于 H_2O , SO_4^{2-} 中 S 原子的价层电子对数为 4、孤对电子对数为 0, 离子的空间构型为正四面体形, H_2O 分子中 O 原子的价层电子对数为 4、孤对电子对数为 2, 分子的空间构型为 V 形

(3) 配位键、氢键 (4) ①. 6 ②. $\frac{480}{a^3 N_A} \times 10^{21}$

(5) 由图可知, FeS_2 与 O_2 生成 Fe_xO_y 的反应为放热反应, $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 Fe_xO_y 的反应为吸热反应, 放热反应放出的热量有利于吸热反应的进行, 有利于反应生成的 SO_3 与 H_2O 反应生成 H_2SO_4

【解析】

【小问 1 详解】

铁元素的原子序数为 26, 基态亚铁离子的价电子排布式为 $3d^6$, 故答案为: $3d^6$;

【小问 2 详解】

硫酸根离子中硫原子的价层电子对数为 4、孤对电子对数为 0, 离子的空间构型为正四面体形, 水分子中氧原子的价层电子对数为 4、孤对电子对数为 2, 分子的空间构型为 V 形, 所以硫酸根离子的键角大于水分子,

故答案为： SO_4^{2-} 的键角大于 H_2O ， SO_4^{2-} 中S原子的价层电子对数为4、孤对电子对数为0，离子的空间构型为正四面体形， H_2O 分子中O原子的价层电子对数为4、孤对电子对数为2，分子的空间构型为V形；

【小问3详解】

由图可知，具有空轨道的亚铁离子与水分子中具有孤对电子的氧原子形成配位键，硫酸根离子与水分子间形成氢键，故答案为：配位键；氢键；

【小问4详解】

①由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点的亚铁离子与位于棱上的阴离子 S_2^{2-} 离子间的距离最近，则亚铁离子紧邻的阴离子个数为6，故答案为：6；

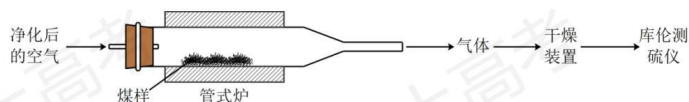
②由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点和面心的亚铁离子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ ，位于棱上和体心的 S_2^{2-} 离子个数为 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$ ，设晶体的密度为 dg/cm^3 ，由晶胞的质量公式可得： $\frac{4 \times (56 + 32 \times 2)}{N_A} = 10^{-21} a^3 d$ ，解得

$$d = \frac{480}{a^3 N_A} \times 10^{21}，故答案为：\frac{480}{a^3 N_A} \times 10^{21}；$$

【小问5详解】

由图可知， FeS_2 与 O_2 生成 Fe_xO_y 的反应为放热反应， $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 Fe_xO_y 的反应为吸热反应，放热反应放出的热量有利于吸热反应的进行，有利于反应生成的 SO_3 与 H_2O 反应生成 H_2SO_4 ，所以以 FeS_2 为燃料，配合 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可以制备铁粉精和 H_2SO_4 可充分实现能源和资源有效利用，故答案为：由图可知， FeS_2 与 O_2 生成 Fe_xO_y 的反应为放热反应， $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 Fe_xO_y 的反应为吸热反应，放热反应放出的热量有利于吸热反应的进行，有利于反应生成的 SO_3 与 H_2O 反应生成 H_2SO_4 。

7. 煤中硫的存在形态分为有机硫和无机硫(CaSO_4 、硫化物及微量单质硫等)。库仑滴定法是常用的快捷检测煤中全硫含量的方法。其主要过程如下图所示。



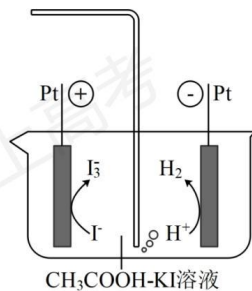
已知：在催化剂作用下，煤在管式炉中燃烧，出口气体主要含 O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 N_2 、 SO_2 。

- (1) 煤样需研磨成细小粉末，其目的是_____。
- (2) 高温下，煤中 CaSO_4 完全转化为 SO_2 ，该反应的化学方程式为_____。
- (3) 通过干燥装置后，待测气体进入库仑测硫仪进行测定。

已知：库仑测硫仪中电解原理示意图如下。检测前，电解质溶液中 $\frac{c(I_3)}{c(I^-)}$ 保持定值时，电解池不工作。待测

气体进入电解池后， SO_2 溶解并将 I_3^- 还原，测硫仪便立即自动进行电解到 $\frac{c(I_3)}{c(I^-)}$ 又回到原定值，测定结束，

通过测定电解消耗的电量的可以求得煤中含硫量。



① SO_2 在电解池中发生反应的离子方程式为_____。

② 测硫仪工作时电解池的阳极反应式为_____。

(4) 煤样为 ag ，电解消耗的电量为 x 库仑，煤样中硫的质量分数为_____。

已知：电解中转移 $1mol$ 电子所消耗的电量为 96500 库仑。

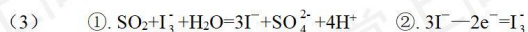
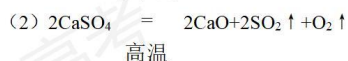
(5) 条件控制和误差分析。

① 测定过程中，需控制电解质溶液 pH ，当 $pH < 1$ 时，非电解生成的 I_3^- 使得测得的全硫含量偏小，生成 I_3^- 的离子方程式为_____。

② 测定过程中，管式炉内壁上有 SO_3 残留，测得全硫量结果为_____。(填“偏大”或“偏小”)

【答案】(1) 与空气的接触面积增大，反应更加充分

催化剂



$$(4) \quad \frac{16x}{965a} \%$$

(5) ①. $I_2 + I^- = I_3^-$ ②. 偏低

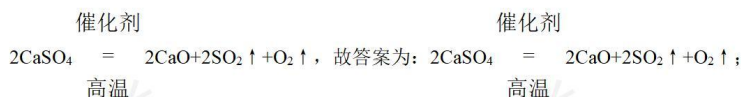
【解析】

【小问1详解】

煤样研磨成细小粉末后固体表面积增大，与空气的接触面积增大，反应更加充分，故答案为：与空气的接触面积增大，反应更加充分；

【小问 2 详解】

由题意可知，在催化剂作用下，硫酸钙高温分解生成氧化钙、二氧化硫和水，反应的化学方程式为



【小问 3 详解】

①由题意可知，二氧化硫在电解池中与溶液中 I_3^- 反应生成碘离子、硫酸根离子和氢离子，离子方程式为



②由题意可知，测硫仪工作时电解池工作时，碘离子在阳极失去电子发生氧化反应生成碘三离子，电极反应式为 $3\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_3^-$ ，故答案为： $3\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_3^-$ ；

【小问 4 详解】

由题意可得如下关系： $\text{S} - \text{SO}_2 - \text{I}_3^- - 2\text{e}^-$ ，电解消耗的电量为 x 库仑，则煤样中硫的质量分数为

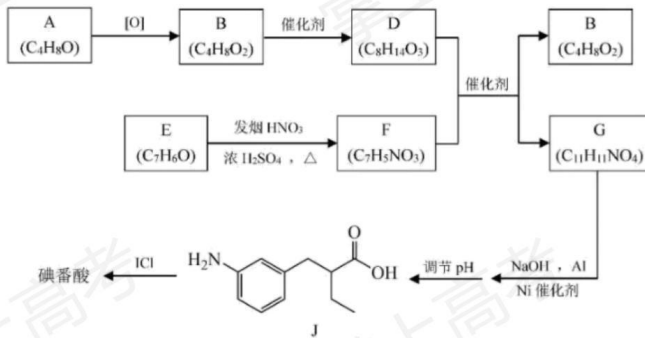
$$\frac{\frac{x}{2 \times 96500} \times 32}{a} \times 100\% = \frac{16x}{965a} \%, \text{ 故答案为: } \frac{16x}{965a} \%;$$

【小问 5 详解】

①当 $\text{pH} < 1$ 时，非电解生成的碘三离子使得测得的全硫含量偏小说明碘离子与电解生成的碘反应生成碘三离子，导致消耗二氧化硫的量偏小，反应的离子方程式为 $\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$ ，故答案为： $\text{I}_2 + \text{I}^- = \text{I}_3^-$ ；

②测定过程中，管式炉内壁上有三氧化硫残留说明硫元素没有全部转化为二氧化硫，会使二氧化硫与碘三离子反应生成的碘离子偏小，电解时转移电子数目偏小，导致测得全硫量结果偏低，故答案为：偏低。

8. 碘番酸可用于 X 射线的口服造影剂，其合成路线如图所示。

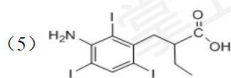
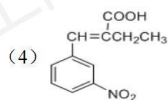
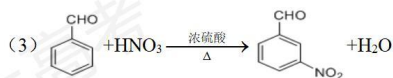


- (1) A 可发生银镜反应，其官能团为_____。
- (2) B 无支链，B 的名称为_____；B 的一种同分异构体中只有一种环境氢，其结构简式为_____。
- (3) E 是芳香族化合物，E \rightarrow F 的方程式为_____。
- (4) G 中有乙基，则 G 的结构简式为_____。
- (5) 碘番酸中的碘在苯环不相邻的碳原子上，碘番酸的相对分子质量为 571，J 的相对分子质量为 193。则碘番酸的结构简式为_____。
- (6) 通过滴定法来确定口服造影液中碘番酸的质量分数。

第一步 取 $a \text{ mg}$ 样品，加入过量 Zn 粉，NaOH 溶液后加热，将 I 元素全部转为 I^- ，冷却，洗涤。

第二步 调节溶液 pH，用 $b \text{ mol} \cdot L^{-1} AgNO_3$ 溶液滴定至终点，用去 $c \text{ mL}$ 。已知口服造影液中无其他含碘物质，则碘番酸的质量分数为_____。


【答案】(1) 醛基 (2) ①. 丁酸 ②.







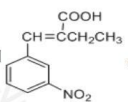
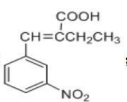
(6) $\frac{57.1cb}{3a} \%$

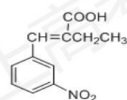
【解析】

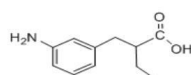
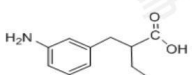
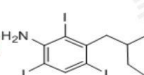
【分析】由题给信息和有机物的转化关系可知， $CH_3CH_2CH_2CHO$ 发生氧化反应生成 $CH_3CH_2CH_2COOH$ ，则 A 为 $CH_3CH_2CH_2CHO$ 、B 为 $CH_3CH_2CH_2COOH$ ； $CH_3CH_2CH_2COOH$ 发生信息反应生成

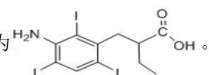
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，则 D 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ ；在浓硫酸作用下， 与发

烟硝酸共热发生硝化反应生成 ，则 E 为 、F 为 ；在催化剂作用下， 与

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 和 ，则 G 为 ；

 与在镍做催化剂条件下，与铝、氢氧化钠发生还原反应后，调节溶液 pH 生成


、 与氯化碘发生取代反应生成 ，则碘番


酸的结构简式为 。

【小问 1 详解】



由分析可知，能发生银镜反应的 A 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ ，官能团为醛基，故答案为：醛基；



【小问 2 详解】



由分析可知，无支链的 B 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ，名称为丁酸，丁酸的同分异构体中只有一种环境氢说明同分异构体分子的结构对称，分子中含有 2 个醚键和 1 个六元环，结构简式为 ，故答案为：

丁酸：；

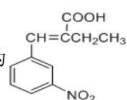
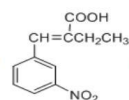
【小问 3 详解】

由分析可知，E→F 的反应为在浓硫酸作用下， 与发烟硝酸共热发生硝化反应生成  和水，

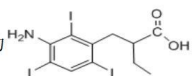
反应的化学方程式为  + $\text{HNO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$  + H_2O ，故答案为：

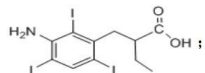
 + $\text{HNO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$  + H_2O ；

【小问 4 详解】

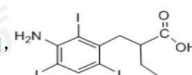
由分析可知，含有乙基的 G 的结构简式为 ，故答案为：；

【小问 5 详解】

由分析可知，相对分子质量为 571 的碘番酸的结构简式为 ，故答案为：



【小问 6 详解】

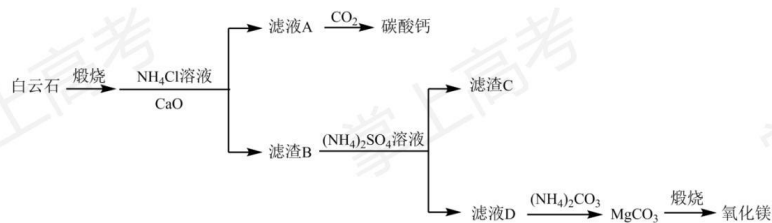
由题给信息可知， 和硝酸银之间存在如下关系： $\sim 3\text{I}^- \sim 3\text{AgNO}_3$ ，

由滴定消耗 cmLbmol/L 硝酸银可知，碘番酸的质量分数为

$$\frac{\text{bmol/L} \times c \times 10^{-3} \text{L} \times \frac{1}{3} \times 571 \text{g/mol}}{\text{ag}} \times 100\% = \frac{57.1cb}{3a}\% , \text{ 故答案为: } \frac{57.1cb}{3a}\% .$$

9. 铵浸法由白云石[主要成分为 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ，含 Fe_2O_3 ， SiO_2 杂质]制备高纯度碳酸钙和氧化镁。其流程

如下：



已知：

物质	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	CaCO_3	MgCO_3
K_{sp}	5.5×10^{-6}	1.8×10^{-12}	2.8×10^{-9}	3.5×10^{-8}

(1) 煅烧白云石的化学方程式为_____。

(2) 根据下表数据分析：

$n(\text{NH}_4\text{Cl}):n(\text{CaO})$	CaO 浸出率 /%	MgO 浸出率 /%	$w(\text{CaCO}_3)$ 理论值 /%	$w(\text{CaCO}_3)$ 实测值 /%
2.1:1	98.4	1.1	99.7	-

2.2:1	98.8	1.5	99.2	99.5
2.3:1	98.9	1.8	98.8	99.5
2.4:1	99.1	6.0	95.6	97.6

已知: i. 对浸出率给出定义

ii. 对 $w(\text{CaCO}_3)$ 给出定义

①“沉钙”反应的化学方程式为_____。

② CaO 浸出率远高于 MgO 浸出率的原因为_____。

③ 不宜选用的“ $n(\text{NH}_4)\text{Cl}:n(\text{CaO})$ ”数值为_____。

④ $w(\text{CaCO}_3)$ 实测值大于理论值的原因为_____。

⑤ 蒸馏时, 随馏出液体积增大, MgO 浸出率可由 68.7% 增加至 98.9%, 结合化学反应原理解释 MgO 浸出率提高的原因为_____。

(3) 滤渣 C 为_____。

(4) 可循环利用的物质为_____。

【答案】(1) $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{MgO} + 2\text{CO}_2 \uparrow$

(2) ①. $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ ②. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶度积大于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 溶液中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 能与 NH_4Cl 反应, 而 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 不能 ③. 2.4: 1 ④. 反应加入的 CaO 也转化为 CaCO_3 ⑤.

$\text{Mg}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{MgSO}_4 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 蒸馏时, NH_3 逸出促进 NH_4^+ 水解, 溶液中 H^+ 浓度增大, 有利于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 完全转化为 MgSO_4

(3) SiO_2 、 Fe_2O_3

(4) NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

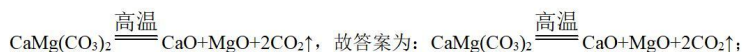
【解析】

【分析】由题给流程可知, 白云石煅烧时, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 高温分解生成氧化钙和氧化镁, 向煅烧后的固体中加入氯化铵溶液和氧化钙, 氧化钙和氯化铵溶液反应生成氯化钙和一水合氨, 氧化镁与水反应生成氢氧化镁, 过滤得到含有氯化钙、一水合氨的滤液 A 和含有氢氧化镁、氧化铁、二氧化硅的滤渣 B; 向滤液 A 中通入二氧化碳, 二氧化碳与滤液 A 反应、过滤得到碳酸钙沉淀和氯化铵溶液; 向滤渣 B 中加入硫酸铵溶液蒸馏, 将氢氧化镁转化为硫酸镁, 氧化铁、二氧化硅与硫酸铵溶液不反应, 过滤得到含有氧化铁、二氧化

硅的滤渣 C 和含有硫酸镁的滤液 D；向滤液 D 中加入碳酸铵溶液，碳酸铵溶液与滤液 D 反应、过滤得到碳酸镁沉淀和硫酸铵溶液，煅烧碳酸镁得到氧化镁，制备分离过程中氯化铵溶液和硫酸铵溶液可以循环利用。

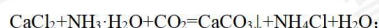
【小问 1 详解】

由分析可知，白云石煅烧时， $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 高温分解生成氧化钙、氧化镁和二氧化碳，反应的化学方程式为



【小问 2 详解】

①由分析可知，“沉钙”时发生的反应为二氧化碳与氯化钙和一水合氨混合溶液反应生成碳酸钙沉淀、氯化铵和水，反应的化学方程式为 $\text{CaCl}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ ，故答案为：



②由题给溶度积数据可知，氢氧化钙的溶度积大于氢氧化镁，溶液中氢氧化钙的浓度大于氢氧化镁，能与氯化铵溶液反应生成氯化钙和一水合氨，而氢氧化镁不能反应，所以氧化钙的浸出率远高于氧化镁，故答案为： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶度积大于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ，溶液中 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 能与 NH_4Cl 反应，而 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 不能；

③由题给数据可知，氯化铵和氧化钙的物质的量比为 2.4: 1 时，氧化镁的浸出率最高，而碳酸钙的质量分数无论是理论值还是实测值都最低，所以不宜选用的物质的量比为 2.4: 1，故答案为：2.4: 1；

④硫酸铵是强酸弱碱盐，铵根离子在溶液中的水解反应为吸热反应，加热蒸馏时，氨气逸出促进铵根离子水解，溶液中氢离子浓度增大，有利于氢氧化镁完全溶解转化为硫酸铵，所以氧化镁浸出率提高，故答案

为： $\text{Mg}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{MgSO}_4 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，蒸馏时， NH_3 逸出促进 NH_4^+ 水解，溶液中 H^+ 浓度增大，

有利于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 完全转化为 MgSO_4 ；

【小问 3 详解】

由分析可知，滤渣 C 为氧化铁、二氧化硅，故答案为： SiO_2 、 Fe_2O_3 ；

【小问 4 详解】

由分析可知，制备分离过程中氯化铵溶液和硫酸铵溶液可以循环利用，故答案为： NH_4Cl 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。

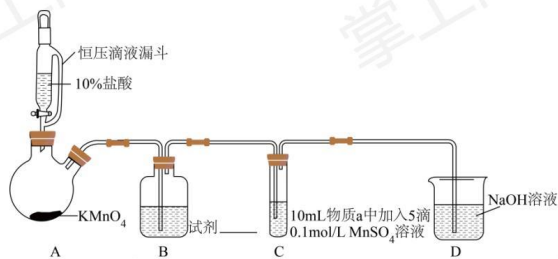
10. 某小组同学探究不同条件下氯气与二价锰化合物的反应

资料：i. Mn^{2+} 在一定条件下被 Cl_2 或 ClO^- 氧化成 MnO_2 (棕黑色)、 MnO_4^{2-} (绿色)、 MnO_4^- (紫色)。

ii. 浓碱条件下， MnO_4^- 可被 OH^- 还原为 MnO_4^{2-} 。

iii. Cl_2 的氧化性与溶液的酸碱性无关， NaClO 的氧化性随碱性增强而减弱。

实验装置如图(夹持装置略)



序号	物质 a	C 中实验现象	
		通入 Cl ₂ 前	通入 Cl ₂ 后
I	水	得到无色溶液	产生棕黑色沉淀，且放置后不发生变化
II	5%NaOH 溶液	产生白色沉淀，在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多，放置后溶液变为紫色，仍有沉淀
III	40%NaOH 溶液	产生白色沉淀，在空气中缓慢变成棕黑色沉淀	棕黑色沉淀增多，放置后溶液变为紫色，仍有沉淀

(1) B 中试剂是_____。

(2) 通入 Cl₂ 前，II、III 中沉淀由白色变为黑色的化学方程式为_____。

(3) 对比实验 I、II 通入 Cl₂ 后的实验现象，对于二价锰化合物还原性的认识是_____。

(4) 根据资料 ii，III 中应得到绿色溶液，实验中得到紫色溶液，分析现象与资料不符的原因：

原因一：可能是通入 Cl₂ 导致溶液的碱性减弱。

原因二：可能是氧化剂过量，氧化剂将 MnO_4^{2-} 氧化为 MnO_4^- 。

①化学方程式表示可能导致溶液碱性减弱的原因_____，但通过实验测定溶液的碱性变化很小。

②取 III 中放置后的 1 mL 悬浊液，加入 4 mL 40%NaOH 溶液，溶液紫色迅速变为绿色，且绿色缓慢加深。

溶液紫色变为绿色的离子方程式为_____，溶液绿色缓慢加深，原因是 MnO_2 被_____ (填“化学式”)氧化，可证明 III 的悬浊液中氧化剂过量；

③取 II 中放置后的 1 mL 悬浊液，加入 4 mL 水，溶液紫色缓慢加深，发生的反应是_____。

④从反应速率的角度，分析实验 III 未得到绿色溶液的可能原因_____。

【答案】(1) 饱和 NaCl 溶液

(2) $2Mn(OH)_2 + O_2 = 2MnO_2 + 2H_2O$

(3) Mn^{2+} 的还原性随溶液碱性的增强而增强

(4) ①. $\text{Cl}_2+2\text{OH}^-=\text{Cl}^-+\text{ClO}^-+\text{H}_2\text{O}$ ②. $4\text{MnO}_4^-+4\text{OH}^-=4\text{MnO}_4^{2-}+\text{O}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ③. Cl_2 ④.

$3\text{ClO}^-+2\text{MnO}_2+2\text{OH}^-=2\text{MnO}_4^-+3\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$ ⑤. 过量 Cl_2 与 NaOH 反应产生 NaClO , 使溶液的碱性减弱,

$c(\text{OH}^-)$ 降低, 溶液中的 MnO_4^- 被还原为 MnO_4^{2-} 的速率减小, 因而不能实验 III 未得到绿色溶液

【解析】

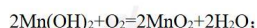
【分析】在装置 A 中 HCl 与 KMnO_4 发生反应制取 Cl_2 , 由于盐酸具有挥发性, 为排除 HCl 对 Cl_2 性质的干扰, 在装置 B 中盛有饱和 NaCl 溶液, 除去 Cl_2 中的杂质 HCl , 在装置 C 中通过改变溶液的 pH, 验证不同条件下 Cl_2 与 MnSO_4 反应, 装置 D 是尾气处理装置, 目的是除去多余 Cl_2 , 防止造成大气污染。

【小问 1 详解】

B 中试剂是饱和 NaCl 溶液, 作用是吸收 Cl_2 中的杂质 HCl 气体; 1

【小问 2 详解】

通入 Cl_2 前, II、III 中 Mn^{2+} 与碱性溶液中 NaOH 电离产生的 OH^- 反应产生 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 白色沉淀, 该沉淀不稳定, 会被溶解在溶液中的氧气氧化为棕黑色 MnO_2 , 则沉淀由白色变为黑色的化学方程式为:



【小问 3 详解】

对比实验 I、II 通入 Cl_2 后的实验现象, 对于二价锰化合物还原性的认识是: Mn^{2+} 的还原性随溶液碱性的增强而增强;

【小问 4 详解】

① Cl_2 与 NaOH 反应产生 NaCl 、 NaClO 、 H_2O , 使溶液碱性减弱, 反应的离子方程式为: $\text{Cl}_2+2\text{OH}^-=\text{Cl}^-+\text{ClO}^-+\text{H}_2\text{O}$;

② 取 III 中放置后的 1 mL 悬浊液, 加入 4 mL 40% NaOH 溶液, 溶液紫色迅速变为绿色, 且绿色缓慢加深。

溶液紫色变为绿色就是由于在浓碱条件下, MnO_4^- 可被 OH^- 还原为 MnO_4^{2-} , 根据电子守恒、电荷守恒及原子守恒, 可知该反应的离子方程式为: $4\text{MnO}_4^-+4\text{OH}^-=4\text{MnO}_4^{2-}+\text{O}_2\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$;

溶液绿色缓慢加深, 原因是 MnO_2 被 Cl_2 氧化, 可证明 III 的悬浊液中氧化剂过量;

③ 取 II 中放置后的 1 mL 悬浊液, 加入 4 mL 水, 溶液碱性减弱, 溶液紫色缓慢加深, 说明 ClO^- 将 MnO_2 氧化为 MnO_4^- , 发生的反应是: $3\text{ClO}^-+2\text{MnO}_2+2\text{OH}^-=2\text{MnO}_4^-+3\text{Cl}^-+\text{H}_2\text{O}$;

④ 从反应速率的角度, 过量 Cl_2 与 NaOH 反应产生 NaClO , 使溶液的碱性减弱, $c(\text{OH}^-)$ 降低, 溶液中的 MnO_4^- 被还原为 MnO_4^{2-} 的速率减小, 导致不能实验 III 未得到绿色溶液。