

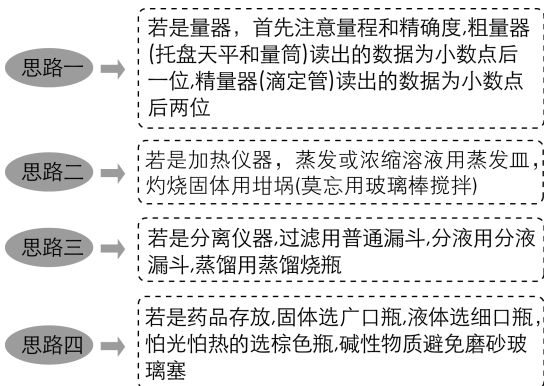
专题 10 化学实验

考点 37 实验仪器及装置的分析

1. D 【解析】蒸发皿用于蒸发浓缩溶液,不用于配制溶液,A 不符合题意;坩埚用于灼烧固体物质,不用于配制溶液,B 不符合题意;蒸馏烧瓶用于分离沸点相差较大的液体混合物,不用于配制溶液,C 不符合题意;容量瓶用于配制一定物质的量浓度的溶液,D 符合题意。
2. D 【解析】纯碱是碱性盐,高温下易与陶瓷坩埚中的二氧化硅发生化学反应,故纯碱不能在陶瓷坩埚中熔融,A 错误;溴水有强氧化性,会腐蚀碱式滴定管下端的胶管,故不能使用碱式滴定管量取溴水,B 错误;配制 NaOH 溶液时不能在容量瓶中溶解 NaOH 固体,C 错误;硝基苯和水不互溶,可以用分液漏斗分离,D 正确。

刷有所得

实验仪器的选择问题常见的解题思路:



3. B 【解析】长颈漏斗用于添加液体,梨形分液漏斗常用于分液操作,蒸发皿常用于蒸发结晶,A 错误;容量瓶带有瓶塞,分液漏斗带有瓶塞和旋塞,使用前均需检查是否漏水,B 正确;容量瓶是精确配制一定浓度溶液的仪器,不能用作反应容器,C 错误;烧杯不能直接加热,需要垫上陶土网,D 错误。
4. D 【解析】为使 CO_2 与氨盐水充分接触反应,应在 m 口通入 CO_2 气体,n 口接尾气处理装置,A 正确;将氨盐水雾化,增大接触面积,可提高 CO_2 的吸收效率,B 正确;若用冷水浴, NaHCO_3 的溶解度降低,有利于 NaHCO_3 晶体析出,C 正确; NaCl 是强电解质,离子反应中要拆成离子形式,生成晶体的离子方程式为 $\text{Na}^+ + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$, D 错误。
5. A 【解析】采用升华法可以提纯碘晶体,A 正确;食盐水呈中性,

该装置可验证铁的吸氧腐蚀, B 错误; 浓硫酸的稀释不能在容量瓶中进行, C 错误; 气体除杂时, 气体应该从洗气瓶的长导管进、短导管出, D 错误。

6. B 【解析】氨气极易溶于水, 装置甲可防倒吸, 不选 A; 氯化氢极易溶于水, 且与 NaOH 反应, 装置乙会发生倒吸, 选 B; 装置丙可通过观察加入 KCl 固体后溶液颜色是否发生变化来探究 KCl 浓度对平衡的影响, 不选 C; 左侧试管内发生析氢腐蚀, 右侧试管内发生吸氧腐蚀, U 形管内液面左低右高, 不选 D。

考点 38 常见气体的制备及其应用

1. B 【解析】二氧化碳的密度大于空气, 二氧化碳应从长导管通入进行收集, A 错误; 稀硫酸与铝反应放出氢气, 氢气的密度小于空气, 从短导管通入进行收集, B 正确; 氧气的密度大于空气, 氧气应从长导管通入进行收集, C 错误; 氯气的密度大于空气, 氯气应从长导管通入进行收集, D 错误。
2. B 【解析】根据制取氨气的发生装置不同, 选择的药品不同, A 正确; 无水硫酸铜不能用于干燥氨气, 可用于检验水的存在, 干燥氨气应用碱石灰, B 错误; 根据氨气的密度小于空气且极易溶于水, 收集装置选④, 进气口为 f, 出气口为 e, C 正确; 装置⑥有倒置漏斗, 可防倒吸, D 正确。

刷有所得

对于气体制备装置, 可归纳为: 固固加热氧甲氨(氧气、甲烷、氨气); 固液加热氯二酸(氯气、HCl、HNO₃); 固液不热氢乙碳(氢气、乙炔、二氧化碳)。



(2)b (3) 除去 Cl₂ 中的 HCl 气体

(4) 导管口有气泡, 溶液变蓝

(5) 加入蒸馏水, Cl₂ 与 H₂O 反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, HClO 漂白有色布条

(6) 吸收尾气氯气, 防止污染空气 取少量反应后的溶液于试管中, 先加 HNO₃ 酸化, 再加入 AgNO₃ 溶液, 有白色沉淀生成, 证明溶液中含有 Cl⁻

【解析】漂白粉与浓盐酸反应可制取氯气, 通过饱和食盐水吸收盐酸挥发出的 HCl, 氯气与淀粉-KI 溶液反应, 溶液变蓝, 通入浓硫酸干燥氯气, 干燥的氯气不能使干燥有色布条褪色, 氯气通入氢氧化钠溶液被吸收, 防止污染空气。

(1) 漂白粉在空气中吸收二氧化碳和水蒸气生成次氯酸, 化学方程式为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HClO} + \text{CaCO}_3$ 。

(2) 漂白粉与浓盐酸反应可制取氯气, 化学方程式为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 应选择固-液加热制备气体的装置, 故选 b。

(3) 装置 B 中饱和食盐水的作用是除去 Cl_2 中的 HCl 气体。

(4) 装置 C 中氯气与碘化钾反应生成碘单质, 碘单质使淀粉溶液变蓝。

(5) 干燥的氯气不能使干燥有色布条褪色, 此时取下 E 装置, 加入少量蒸馏水, 塞紧塞子振荡, Cl_2 与 H_2O 反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$, HClO 漂白有色布条, 有色布条褪色。

(6) 氯气通入装置 F 中, 氢氧化钠溶液吸收尾气, 防止污染空气; 实验结束后为了检验溶液中含有 Cl^- , 实验方案是取少量反应后的溶液于试管中, 先加 HNO_3 酸化, 再加入 AgNO_3 溶液, 有白色沉淀生成, 证明溶液中含有 Cl^- 。

4. B 【解析】浓硫酸具有吸水性, 可干燥 Cl_2 , 但是需要长管进、短管出, A 不能达到实验目的; 氯气和氢氧化钠溶液反应且球形干燥管可防倒吸, B 可以达到实验目的; 应用饱和食盐水除去 Cl_2 中的 HCl , C 不能达到实验目的; 氯化氢极易溶于水, 尾气吸收要防止倒吸, 长导管口应伸入四氯化碳层, D 不能达到实验目的。

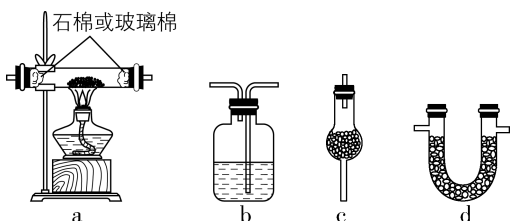
5. A 【解析】使用 NH_4Cl 固体 + $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体制备 NH_3 , 采用装置 a, 用碱石灰干燥 NH_3 , A 正确; MnO_2 和浓盐酸在加热的条件下制备 Cl_2 , 选用发生装置 c, 得到的氯气先用饱和食盐水除去其中的 HCl , 再用浓硫酸进行干燥, B 错误; 大理石和稀硫酸反应生成的 CaSO_4 微溶, 覆盖在 CaCO_3 表面会阻碍反应进行, 故应采用稀盐酸, C 错误; 电石和饱和食盐水反应制取 C_2H_2 , 选用发生装置 b, 得到的 C_2H_2 中混有 H_2S 和 PH_3 等杂质, 应用 CuSO_4 溶液将其除去, D 错误。

归纳总结 常见气体的净化方法

净化方法	举例
液化法	利用液化温度不同从空气中分离出 N_2 和 O_2
水洗法	利用溶解度不同从 N_2 和 NH_3 的混合气体中除去 NH_3
氧化还原法	通过灼热的铜丝网除去某些混合气体中的 O_2 ; 通过灼热的 CuO 除去 H_2 、 CO 等
酸碱法	将 NH_3 和 CO_2 的混合气体通过碱石灰除去 CO_2
沉淀法	除去 CO_2 中的 H_2S 可利用 CuSO_4 溶液, 化学方程式为 $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$

6. B 【解析】使用装置 A 制取氯气,用 D 除去氯气中的氯化氢杂质,重复利用 D 干燥氯气再使用 E 进行收集,C 作为尾气处理装置,A 正确;制备并收集干燥的 NH_3 可选择 $\text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{G}$,应采取向下排空气法收集氨气,正确接口顺序为 $\text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{d} \rightarrow \text{h} \rightarrow \text{g} \rightarrow \text{j}$,B 错误;可选用装置 A 制备 SO_2 并将其通入装置 D 中品红溶液验证其漂白性,再使用装置 G 进行尾气处理,C 正确;装置 G 中的倒置漏斗可以用球形干燥管代替,同样可以起到防倒吸作用,D 正确。

归纳总结 常见气体的除杂装置



a 装置为加热固态试剂以除去气体中杂质的装置,为防止固体“流动”,两端用石棉或玻璃棉堵住,但要使气流通畅;b 装置一般盛液体试剂,用于洗气;c、d 装置一般盛固体试剂,用于气体除杂和定量计算。

7. B 【解析】如果 HCl 极易溶于水,会导致烧瓶中压强急剧减小,则导致气球急剧膨胀,如果 HCl 不易溶于水,则气球体积变化不明显,所以据此可以验证氯化氢在水中的溶解性强弱,A 正确;常温下, NO 易被氧气氧化生成二氧化氮, NO 不易溶于水,所以 NO 应该采用排水法收集,B 错误;如果 X 为四氯化碳,氨气或氯化氢不溶于四氯化碳,能溶于水,气体不与水直接接触,能防止倒吸,C 正确;氨气属于碱性气体,所以能用碱石灰干燥,氨气密度小于空气且常温下和空气不反应,所以可以采用向下排空气法收集,氨气有刺激性气味,不能直接排放,氨气极易溶于水,则尾气可以用水吸收,倒置的漏斗能防止倒吸,D 正确。

8. (1) A $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 B $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$)

(2) $\text{z} \rightarrow \text{m} \rightarrow \text{x} \rightarrow \text{y} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{r} \rightarrow \text{s}$ 装置 H 中的水蒸气会进入装置 F 中,且可能会引起倒吸

(3) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$

(4) 吸收二氧化氯中的氯气

(5) $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】用装置 A 或 B 制备氯气,用装置 D 除氯气中的氯化氢,用装置 C 干燥氯气,装置 G 中氯气和 NaClO_2 反应制备 ClO_2 ,常

温常压下 ClO_2 是一种易溶于水而难溶于有机溶剂的气体,用装置 E 除去 ClO_2 中的氯气,装置 F 收集二氧化氯,装置 I 尾气吸收。

(1) 高锰酸钾和浓盐酸在常温下反应生成氯气,二氧化锰和浓盐酸在加热条件下生成氯气,所以若选用装置 A 制备氯气,则用二氧化锰和浓盐酸反应,反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,若用装置 B 制备氯气,则用高锰酸钾和浓盐酸反应,反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \xrightarrow{\quad} 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 制备 ClO_2 的过程:装置 A 或 B 制备 Cl_2 ,用装置 D 除去 Cl_2 中 HCl 杂质,用装置 C 中的浓硫酸进行干燥,用装置 G 中的 NaClO_2 与 Cl_2 反应生成 ClO_2 和 NaCl ,用装置 E 中的 CCl_4 除去多余的 Cl_2 ,用装置 F 收集 ClO_2 ,用装置 I 吸收有毒尾气,装置 I 还起到防止空气中的水蒸气进入装置 F 中的作用。故导管口的连接顺序为 $\text{a} \rightarrow \text{z} \rightarrow \text{m} \rightarrow \text{x} \rightarrow \text{y} \rightarrow \text{b} \rightarrow \text{c} \rightarrow \text{r} \rightarrow \text{s} \rightarrow \text{n} \rightarrow \text{p} \rightarrow \text{j}$ 。

(3) 装置 G 中 NaClO_2 与 Cl_2 反应生成 ClO_2 和 NaCl ,发生反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ 。

(4) 氯气易溶于有机溶剂,常温常压下 ClO_2 是一种易溶于水而难溶于有机溶剂的气体,故用装置 E 除去 ClO_2 中的氯气。

(5) 二氧化氯还会与 H_2O_2 和 NaOH 的混合溶液反应,其产物之一是 NaClO_2 ,氯元素化合价降低,则二氧化氯是氧化剂、 H_2O_2 是还原剂,氧化产物是氧气,该反应的化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\quad} 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

考点 39 物质的检验、分离与提纯

1. B 【解析】加入硝酸钡溶液有白色沉淀产生,再加稀盐酸,沉淀不消失,由于 NO_3^- 在酸性条件下有强氧化性,则原溶液中可能有 SO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} ,A 错误;某溶液中加入硝酸酸化的硝酸钡溶液,没有白色沉淀产生,说明该溶液中不存在 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} ,再滴加硝酸银溶液,有白色沉淀产生,该沉淀应不溶于硝酸,即该白色沉淀为 AgCl ,原溶液中一定存在 Cl^- ,B 正确;若原溶液中含有铁离子,实验现象相同,应该先加 KSCN 溶液,如果溶液没有变红色,然后加入双氧水后溶液变红色,说明原溶液中含有亚铁离子,C 错误;向某溶液中加入稀 NaOH 溶液,氨气极易溶于水,由于没有加热,导致氨气没有逸出,则不能根据试纸不变蓝判断原溶液中一定不含有 NH_4^+ ,D 错误。

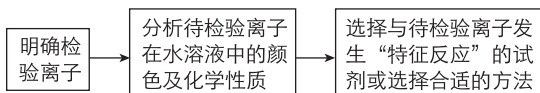
2. A 【解析】钠元素的焰色试验为黄色,A 正确;检验 Cl^- 时需要先加稀硝酸酸化排除 CO_3^{2-} 等的干扰,再加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液排除

SO_4^{2-} 的干扰,利用 AgCl 不溶于酸的性质检验 Cl^- ,B 错误; HCO_3^- 也能和稀盐酸反应产生 CO_2 ,C 错误;检验 SO_4^{2-} 时需要先加稀盐酸酸化排除 SO_3^{2-} 、 CO_3^{2-} 的干扰,利用 BaSO_4 不溶于酸的性质检验 SO_4^{2-} ,D 错误。

关键点拨

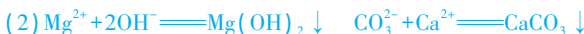
液体物质(或溶液中离子)的检验与鉴别思维

模型



3. C 【解析】向蛋白质溶液中加入浓 KCl 溶液发生的是盐析,A 错误;火柴头中的氯元素以氯酸钾的形式存在,不与稀硝酸酸化的硝酸银溶液反应,B 错误;上层清液中加稀硝酸后再加 KSCN 溶液变红,说明上层清液中存在 Fe^{3+} 或 Fe^{2+} ,则菠菜中存在 Fe 元素,C 正确;含苯环的蛋白质遇浓硝酸变黄,脂肪无此特征反应,D 错误。

4. (1) Cu^{2+}



(4) 取适量实验②反应后的上层清液于试管中,滴加足量盐酸,若产生无色气泡(或滴加 CaCl_2 溶液,若产生白色沉淀),则证明 Na_2CO_3 溶液已过量

【解析】含有铜离子的溶液呈蓝色,自来水无色透明,则不含铜离子;自来水中加入过量 NaOH 溶液,产生白色沉淀,说明含有镁离子;过滤后的滤液中加入足量碳酸钠溶液,又有白色沉淀生成,说明含有钙离子;另取适量自来水于试管中,滴加足量硝酸后再滴加硝酸银溶液,也生成白色沉淀,说明还含有氯离子。

(1) 含铜离子的溶液显蓝色,自来水无色说明其中没有 Cu^{2+} ,无需进行实验就可排除。

(2) 加入 NaOH 溶液生成白色沉淀,说明含有镁离子,即生成氢氧化镁白色沉淀,离子方程式为 $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$,除去镁离子的滤液中加入碳酸钠溶液生成白色沉淀,说明含有钙离子,即生成碳酸钙白色沉淀,离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$ 。

(3) 自来水中加入稀硝酸酸化后再加入硝酸银溶液,生成白色沉淀,说明自来水中含有的阴离子为 Cl^- ,离子方程式为 $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \longrightarrow \text{AgCl} \downarrow$ 。

(4) 要确定实验②中滴加的碳酸钠溶液已过量,只需证明溶液有多余的碳酸根离子即可,检验方法为取适量实验②反

应后的上层清液于试管中,滴加足量盐酸,若产生无色气泡(或滴加 CaCl_2 溶液,若产生白色沉淀),则证明 Na_2CO_3 溶液已过量。

5. C 【解析】浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的三种溶液, NaClO 溶液中次氯酸根离子水解使溶液显碱性, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液为强碱性溶液, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中铝离子水解使溶液显酸性,溶液 pH 不同,测定溶液 pH 可以鉴别, A 正确;滴加甲基橙试剂,次氯酸钠水解生成的次氯酸具有漂白性,滴加甲基橙先变黄色后褪色,氢氧化钡溶液为强碱性溶液,滴加甲基橙变黄色, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性,滴入甲基橙溶液变红色,可以鉴别, B 正确;溶液电导率与离子浓度有关,三种溶液均为强电解质,电导率相差不显著, C 错误;滴加饱和 Na_2CO_3 溶液,次氯酸钠不反应,氢氧化钡溶液和碳酸钠溶液反应生成白色沉淀碳酸钡,硫酸铝和碳酸钠发生双水解反应生成氢氧化铝白色沉淀和二氧化碳气体,可以鉴别, D 正确。

6. A 【解析】乙醛与新制的氢氧化铜作用会产生砖红色沉淀;乙酸与新制的氢氧化铜作用会发生酸碱中和反应,不会分层;己烯与新制的氢氧化铜不会反应,会分层,所以能鉴别, A 正确。苯、甲苯均不与溴水反应,且密度均比水小,分层现象相同,不能鉴别, B 错误。溴水和苯酚反应生成的三溴苯酚又溶于苯,则不能除杂,应利用 NaOH 溶液、分液除去苯中混有的苯酚, C 错误。双键、单键均能使溴水褪色,则加入溴水,若溴水褪色,不能证明含有醛基, D 错误。

7. A 【解析】分别含有 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} 和 K^+ 的三种盐酸盐溶液,只用 NaOH 溶液就可以鉴别,镁离子与氢氧根离子生成白色沉淀,铁离子与氢氧根离子生成红褐色沉淀,钾离子与氢氧化钠不反应,无明显现象, A 正确;加入新制氯水,再滴加 KSCN 溶液后,溶液呈红色,说明加入新制氯水后的溶液含有 Fe^{3+} ,则原溶液中不一定有 Fe^{2+} 存在,可能含有 Fe^{3+} ,应交换硫氰化钾和氯水的加入顺序, B 错误;加入氯化钡溶液有白色沉淀产生,再加盐酸,沉淀不消失,不一定有 SO_4^{2-} ,有可能是银离子, C 错误;加入稀盐酸产生气体,将气体通入澄清石灰水,溶液变浑浊,可能含有 CO_3^{2-} 或者 HCO_3^- 、 SO_3^- 等, D 错误。

8. C 【解析】装置 I 可以根据白色固体与稀盐酸反应产生气泡的快慢鉴别碳酸钠和碳酸氢钠,装置 II 利用碳酸钠受热不分解而碳酸氢钠受热分解产生 CO_2 ,检验是否有 CO_2 生成鉴别碳酸钠和碳酸氢钠。碳酸钠和碳酸氢钠均与盐酸反应生成二氧化碳气体,盛放碳酸氢钠的气球鼓得更快,即产生气体速率快的是碳酸氢钠, A 错误;等质量的碳酸钠和碳酸氢钠与足量盐酸反应时,

碳酸氢钠产生的二氧化碳量多,故气球鼓起体积较大的是碳酸氢钠,B 错误;碳酸氢钠受热分解生成二氧化碳,使澄清石灰水变浑浊,而碳酸钠受热不反应,C 正确,D 错误。

9. C 【解析】实验①得蓝色溶液说明含 CuSO_4 ,焰色试验为黄色,说明含 NaCl ,而溶液澄清,则一定不含 Na_2CO_3 、 AgNO_3 ,实验②Fe 置换出 Cu,生成的 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} ,再水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,久置产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀;实验③有机层为橙红色,说明有 Br_2 ,即 Cl_2 将 Br^- 氧化为溴单质,说明含 KBr 。题述实验发生 3 个氧化还原反应,A 错误;样品中一定含 CuSO_4 、 NaCl 、 KBr ,不含 Na_2CO_3 、 AgNO_3 ,B 错误,C 正确;有机层的橙红色是溴单质的颜色,D 错误。

10. B 【解析】加碱并加热产生气体,说明 X 溶液中有 NH_4^+ ;加碱出现沉淀,且沉淀在空气中迅速变灰绿色,最后变红褐色,所以沉淀 2 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,沉淀 1 为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,说明 X 溶液中有 Fe^{2+} ; NH_4^+ 及 Fe^{2+} 存在的情况下, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 不会存在;加入硝酸及硝酸银出现沉淀,说明 X 溶液中有 Cl^- 。根据题干实验现象描述及分析,可知 X 溶液中一定存在 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- ,A 正确;根据分析,X 溶液中不存在 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,所以最终沉淀不会有 $\text{Al}(\text{OH})_3$,沉淀 3 为 BaCO_3 ,B 错误;可以通过焰色试验,灼烧观察样品对应焰色,证明 X 溶液中是否有 Na^+ ,C 正确;根据分析,不能判断原溶液中是否有 NO_3^- ,D 正确。

11. A 【解析】铁粉将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,过滤后得到氯化亚铁溶液,A 正确;二氧化碳和二氧化硫均能与碳酸钠溶液反应,B 错误;碳酸钠和碳酸氢钠溶液均与氢氧化钙溶液反应,C 错误;二氧化硅和氧化铝均与 NaOH 溶液反应,D 错误。

12. C 【解析】滤液中溶解的 HCl 和 CO_2 会消耗更多的氨水,应煮沸除去,A 正确;向 CaCl_2 溶液中加入双氧水、氨水发生的反应为 $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$,氨水用来调节溶液的 pH,利于 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的生成,B 正确;用玻璃棒轻轻搅动可能会导致滤纸破损,C 错误; $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 难溶于乙醇,醇洗可以减少晶体的溶解,同时乙醇挥发带走水分可使晶体快速干燥,D 正确。

13. B 【解析】乙酸乙酯和乙醇互溶,不能直接采取分液的方法分离,A 错误; SO_2 能与 NaHCO_3 反应生成 CO_2 , CO_2 不与 NaHCO_3 反应,故用饱和 NaHCO_3 溶液可除去 CO_2 中少量的 SO_2 ,B 正确;加入稀盐酸,将生成的无色无味气体通入澄清石灰水,若澄清石灰水变浑浊,不能说明溶液中一定含有 CO_3^{2-} ,也可能含有

HCO_3^- , C 错误; 将 Cl_2 与 HCl 的混合气体通过饱和食盐水, 可以除去 HCl , 但是 Cl_2 中还会混有水蒸气, 得不到纯净的 Cl_2 , D 错误。

14. B

思路分析

甲苯与 KMnO_4 溶液反应生成苯甲酸钾、 MnO_2 、 KOH , 反应后的混合物经过滤, 除去 MnO_2 , 滤液经萃取分液得到液体 I (含甲苯等) 和液体 II (含苯甲酸钾、 KOH 等), 液体 I 经 Na_2SO_4 干燥、蒸馏后获得甲苯, 液体 II 经浓盐酸酸化溶质转化为苯甲酸、 KCl 等, 再经蒸发浓缩、冷却结晶、过滤后可得到苯甲酸晶体。

【解析】苯甲酸分子中含有羧基, 能形成盐、酯、酰胺、酸酐等, A 正确; 由分析知操作 I 为蒸馏, 操作 II 为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤, B 错误; 由分析知甲苯、苯甲酸分别由①、②获取, C 正确; 苯甲酸在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ 左右开始升华, 可用升华方法精制苯甲酸, D 正确。

15. B

思路分析

由题给流程可知, 在微热条件下将草酸溶于去离子水得到草酸溶液, 向草酸溶液中加入适量碳酸钾转化为草酸氢钾, 草酸氢钾溶液与氧化铜在 $50\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下反应转化为二草酸合铜(II)酸钾, 反应所得溶液经趁热过滤除去未参与反应的氧化铜得到二草酸合铜(II)酸钾溶液, 溶液经降温结晶、过滤、洗涤、干燥制得二草酸合铜(II)酸钾晶体。

【解析】由分析可知, 过程①为微热条件下将草酸溶于去离子水得到草酸溶液, 微热的目的是加快草酸溶解, 同时防止温度过高草酸分解, 故 A 正确; 由题给数据可知, 草酸氢根离子的电离常数大于碳酸的电离常数, 所以过程②发生反应 $2\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{KHC}_2\text{O}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $n(\text{K}_2\text{CO}_3) : n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 : 2$ 时, 得到草酸氢钾溶液, 故 B 错误; 由题给信息可知, 二草酸合铜(II)酸钾晶体可溶于热水, 加热时易分解, 所以操作③为趁热过滤除去未参与反应的氧化铜, 操作④为二草酸合铜(II)酸钾溶液经降温结晶、过滤、洗涤、干燥得到产品, 故 C 正确; 由题给信息可知, 二草酸合铜(II)酸钾晶体微溶于冷水、酒精, 用酒精洗涤可以减少二草酸合铜(II)酸钾晶体因溶解造成的损失, 且易干燥, 故 D 正确。

考点 40 简单实验方案的设计与评价

1. A 【解析】加热分解 NaHCO_3 固体应该在试管或坩埚中进行, A 错误; 氨气极易溶于水, 挤压胶头滴管, 氨气溶于水使烧瓶内压强变小, 大气压压着烧杯中的水上升形成“喷泉”, B 正确; 热水中颜色深, 证明温度升高, 平衡 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 发生移动, C 正确; 图④装置为简易量热计, 可测定中和反应的反应热, D 正确。

刷有所得

解答装置类实验选择题, 先看实验装置有无连接错误, 再看文字和反应原理是否正确, 最后看文字和装置之间是否对应。

2. C 【解析】 NaClO 具有强氧化性, 会漂白 pH 试纸, 因此不能用 pH 试纸测定 NaClO 溶液的 pH, A 错误; 由于镁离子会发生水解, 应该在 HCl 气流中加热蒸干 MgCl_2 溶液制备 MgCl_2 固体, B 错误; 测定中和反应的反应热时, 用碎泡沫塑料起保温作用, 两个烧杯杯口齐平, 用温度计测溶液温度, 用玻璃搅拌器搅拌, 有利于充分反应, C 正确; 酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性, 会腐蚀橡胶管, 应装在酸式滴定管中, D 错误。
3. B 【解析】比较元素非金属性需测定元素最高价含氧酸形成的盐溶液的 pH, A 错误; 反应中碘离子过量, 加入 KSCN 溶液, 溶液变红, 说明溶液中仍存在铁离子, 则该反应有一定限度, B 正确; 酸性条件下硝酸根离子氧化 Fe^{2+} , 干扰实验, C 错误; 挥发的乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 干扰实验, D 错误。
4. C 【解析】5 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 溶液中滴加 1 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液, FeCl_3 过量, 再滴加几滴 KSCN 溶液, 溶液变红, 不能说明 FeCl_3 和 KI 的反应为可逆反应, A 错误; 向 NaBr 溶液中滴加过量的氯水, 过量的氯水可直接氧化 KI, 所以由溶液颜色变化并不能说明 Br_2 与 KI 发生了反应, 也就不能得出氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ 的结论, B 错误; 用 $0.55 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$ 溶液分别与等体积的 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液、盐酸反应, 测得反应热 $\Delta H_1 > \Delta H_2$, 则表明 CH_3COOH 与 NaOH 反应放出的热量少, 从而证明 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) \quad \Delta H > 0$, C 正确; 在淀粉溶液中加入稀硫酸, 水浴加热一段时间, 冷却后没有加入 NaOH 溶液中和硫酸, 而是直接加入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液并煮沸, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 被硫酸溶解, 所以没有生成砖红色沉淀, 不能说明淀粉没有水解, D 错误。

刷有所得

表格型实验常见的陷阱:一是有关量的多少;二是物质的挥发性干扰;三是溶液浓度的改变影响;四是是否存在因果关系。

- 5. B** 【解析】鸡蛋清中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液发生盐析,产生白色沉淀,A 错误;滴加稀硫酸后产生能使品红褪色的气体,该气体可能是 SO_2 ,原溶液中可能含有 SO_3^{2-} ,B 正确; AgNO_3 溶液过量,分别与 KCl 、 KI 反应生成沉淀,不能比较 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 和 $K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ 的相对大小,C 错误; H_2O_2 被 KMnO_4 氧化,体现 H_2O_2 的还原性,D 错误。

6. C**思路导引**

化合物 $(\text{ZX}_2\text{Y}_4 \cdot \text{W}_2\text{Y})$ 存在于一些植物的细胞液中,结合其组成可知, W_2Y 为 H_2O ,W 为 H,Y 为 O;该化合物热分解时无刺激性气体逸出,则不含有 N 元素; XO_2 分子总电子数为偶数,X 的原子序数小于 O,则 X 为 C;W、X、Y、Z 原子序数加和为 35,H、C、O 原子序数加和为 15,则 Z 为 Ca;故该物质为 $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

【解析】原子半径: $\text{Ca} > \text{C} > \text{O}$ ($Z > X > Y$),A 错误;Z 和 Y 能形成 CaO 、 CaO_2 等,B 错误; $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 加热时首先失去结晶水,失去

结晶水后质量保留百分数为 $1 - \frac{18}{146} \times 100\% \approx 87.7\%$,则 A 为

CaC_2O_4 ,B 的相对分子质量为 $146 \times 68.5\% \approx 100$,则 B 为 CaCO_3 ,

A→B 段 CaC_2O_4 在氧气中和氮气中受热均生成碳酸钙,反应均为氧化还原反应,C 正确;C 的相对分子质量为 $146 \times 38.4\% \approx 56$,则 $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$ 后得到的固体产物为碳酸钙分解生成的氧化物 CaO ,D 错误。

- 7. C** 【解析】实验前连接好装置后,向水准瓶中注入煤油,使水准瓶液面高于量气管,若一段时间后液面差保持不变,则气密性良好,按照 A 项所述,上下移动水准瓶后,若水准瓶和量气管间存在液面差,且一段时间后液面差不变,才可说明气密性良好,A 错误;量气管采用排液法测定体积,Y 形管内残留气体不影响测定结果,B 错误;量气管(与滴定管类似)的读数越大,说明生成的氨气越多,则 Ca_3N_2 产品的纯度越高,C 正确;若未调整水准瓶的液面高度即读数(液面左低右高),测得气体的体积偏小,造成结果偏低,D 错误。

拓展延伸 量气管使用原理

读数时保持水准瓶液面和量气管液面相平,说明两侧液面上方的压强是一样的,测出来的气体体积是当时大气压下的体积。若一边高,比如量气管的液面高于水准瓶,说明所测量的气体的压强小于大气压,根据 $pV=nRT$, 体积大于实际体积;水准瓶的液面高则所测气体体积偏小,因为此时量气管内气体压强=大气压+液面差对应的液体压强。



(2) 观察 SO_2 的通入速率 吸收过量的 SO_2 , 防止污染环境

(3) 浓硝酸易挥发且受热易分解 反应过程中生成催化剂



(5) 25.4% 偏小

【解析】(1) 装置 A 是用浓硫酸和亚硫酸钠制备二氧化硫, 化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 在装置 B 中有气泡产生, 可以通过气泡产生的速率判断二氧化硫的通入速率, 故装置 B 的作用还有观察 SO_2 的通入速率; 二氧化硫有毒, 会污染空气, 可以用碱石灰进行尾气吸收。

(3) 反应过程中使用了硝酸, 硝酸易挥发且受热容易分解, 故 C 中温度要控制在 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 左右; C 中开始反应缓慢, 但一段时间后反应速率明显加快, 说明有催化剂产生。

(4) 由于溶液中加入稀 H_2SO_4 , 则溶液呈酸性, 且由于 KMnO_4 和 NOSO_4H 反应生成 H_2SO_4 和 HNO_3 , 则溶液中含有大量 H^+ , 步骤 2 中加入的草酸钠先形成草酸, 再与 KMnO_4 反应, 则步骤 3 中滴定过程是酸性 KMnO_4 和 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的反应, 反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(5) 利用关系式 $2\text{MnO}_4^- \sim 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 可以计算出步骤 2 剩余的过

$$\text{量 } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \text{ 的物质的量 } n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2} n(\text{MnO}_4^-) = \frac{5}{2} \times$$

$0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20 \times 10^{-3}\text{ L} = 0.005\text{ mol}$, 则与步骤 1 中剩余的高锰酸钾反应的草酸的物质的量为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \times 10^{-3}\text{ L} - 0.005\text{ mol} = 0.005\text{ mol}$, 步骤 1 中剩余的 KMnO_4 的物质的量为

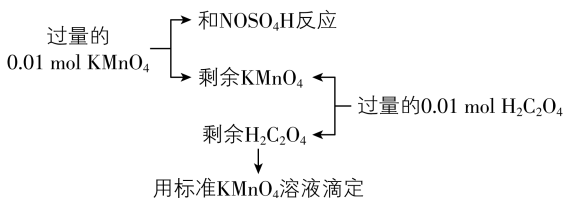
$$0.005\text{ mol} \times \frac{2}{5} = 0.002\text{ mol}, \text{ 则步骤 1 中反应掉的 } \text{KMnO}_4 \text{ 的物质的}$$

量为 $0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 100 \times 10^{-3}\text{ L} - 0.002\text{ mol} = 0.008\text{ mol}$, 根据 $2\text{KMnO}_4 \sim 5\text{NOSO}_4\text{H}$ 可知亚硝酰硫酸的物质的量 $n(\text{NOSO}_4\text{H}) =$

$$0.008\text{ mol} \times \frac{5}{2} = 0.02\text{ mol}, \text{ 其质量 } m(\text{NOSO}_4\text{H}) = 0.02\text{ g} \times$$

$127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.54 \text{ g}$, 则亚硝酰硫酸的质量分数为 $\frac{2.54 \text{ g}}{10 \text{ g}} \times$

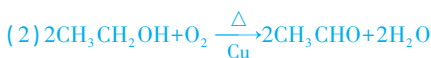
$100\% = 25.4\%$, 相应的关系如图所示。



若在滴定过程中,待测液不小心溅出来,则消耗的标准高锰酸钾溶液体积偏小,计算出的亚硝酰硫酸物质的量偏小,其质量分数偏小。

考点 41 化学实验综合

1. (1) 羟基 加成反应

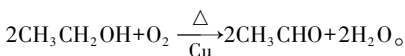


(5) ①直形冷凝管 ②溶解乙醇,中和 2-丁烯酸和硫酸,降低 2-丁烯酸乙酯的溶解度 ③64.2%

【解析】乙烯和水发生加成反应生成乙醇,A 是乙醇;乙醇催化氧化生成乙醛,2 分子乙醛发生羟醛缩合反应(已知信息中反应)生成 C,C 在一定条件下发生消去反应生成 D,D 氧化为 2-丁烯酸,2-丁烯酸和乙醇发生酯化反应生成 2-丁烯酸乙酯。

(1) A 是乙醇,结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,含有的官能团的名称为羟基;2 分子乙醛发生羟醛缩合反应生成 C,化学反应类型是加成反应。

(2) $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 是乙醇发生催化氧化生成乙醛,反应的化学方程式为



(3) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$ 和乙醇发生酯化反应生成 2-丁烯酸乙酯,2-丁烯酸乙酯的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3$ 。

(4) 2-丁烯酸含有碳碳双键、羧基,与 2-丁烯酸具有相同官能团的同分异构体的结构简式有 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 。

(5) ①根据装置图,可知仪器 A 的名称是直形冷凝管。

②步骤 3 中,用饱和 Na_2CO_3 溶液洗涤,其目的是溶解乙醇,中和 2-丁烯酸和硫酸,降低 2-丁烯酸乙酯的溶解度。

③21.5 g 2-丁烯酸的物质的量为 $\frac{21.5 \text{ g}}{86 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.25 \text{ mol}$,理论上

可制取 0.25 mol 2-丁烯酸乙酯, 本实验的产率是

$$\frac{18.3 \text{ g}}{0.25 \text{ mol} \times 114 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% \approx 64.2\%$$

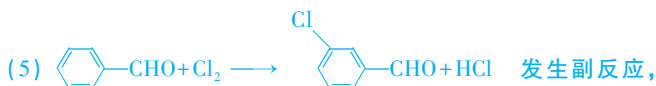
2. (1) 平衡气压, 使液体顺利流出 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow$



(2) 球形冷凝管 D

(3) 浓硫酸 除去水蒸气, 干燥氯气

(4) 水浴



间氯苯甲醛进一步氯化为其他物质

(6) 75%

【解析】高锰酸钾和浓盐酸反应制取氯气, 氯气中混有 HCl 和水蒸气杂质气体, 经装置 B 的饱和食盐水除去 HCl 气体, 装置 C 的浓硫酸除去水蒸气, 氯气进入装置 D 中与苯甲醛发生取代反应生成间氯苯甲醛和 HCl 。

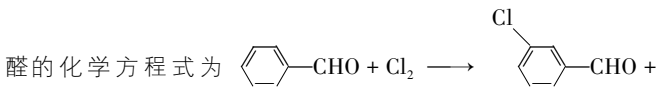
(1) 装置 A 中恒压滴液漏斗中 a 的作用为平衡气压, 使液体顺利流出; A 中高锰酸钾和浓盐酸反应生成氯化钾、氯化锰、氯气和水, 发生反应的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 仪器 b 的名称是球形冷凝管; c 处应连接的仪器名称是球形干燥管, 用于吸收未反应的氯气和反应生成的氯化氢, 防止污染空气, 盛装试剂最好是碱石灰, 选 D。

(3) 装置 C 中试剂的名称为浓硫酸, 其作用为除去水蒸气, 干燥氯气。

(4) 为控制反应温度, 装置 D 处可采用水浴加热的方法。

(5) 苯甲醛发生取代反应生成间氯苯甲醛和 HCl , 制备间氯苯甲



HCl ; 随着反应时间延长, 间氯苯甲醛产率下降的原因是发生副反应, 间氯苯甲醛进一步氯化为其他物质。

(6) 20.4 mL 苯甲醛的质量为 $20.4 \text{ cm}^3 \times 1.04 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} =$

苯甲醛 ~ 间氯苯甲醛

21.216 g , 由关系式 $\frac{106}{140.5}$, 理论上可得到间

$\frac{21.216 \text{ g}}{m}$

氯苯甲醛的质量为 $m = \frac{21.216 \text{ g} \times 140.5}{106} \approx 28.12 \text{ g}$, 实际得到

17 mL 间氯苯甲醛的质量为 $17 \text{ cm}^3 \times 1.24 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 21.08 \text{ g}$, 所

得间氯苯甲醛的产率为 $\frac{21.08 \text{ g}}{28.12 \text{ g}} \times 100\% \approx 75\%$ 。



(2) I、D、B、C

(3) 分液漏斗 吸收多余的 Cl_2 , 防止污染空气, 同时防止水蒸气进入 C 中导致 TiCl_4 水解

(4) F 中黑色固体变红, H 中溶液变浑浊

(5) ①液封并吸收挥发的 HCl ②当加入最后半滴 AgNO_3 溶液时, 出现红色沉淀, 且 30 秒内红色沉淀不消失, 则为滴定终点

③76.0

思路导引

装置 A 中重铬酸钾与浓盐酸反应制备 Cl_2 , Cl_2 中混有的 HCl 、 H_2O 依次用装置 I 的饱和食盐水、装置 D 的浓硫酸除去, 在装置 B 中发生反应制备 TiCl_4 , 装置 C 用于冷凝收集 TiCl_4 , 装置 G 中盛有的碱石灰吸收未反应的 Cl_2 , 并防止水蒸气进入 C 中导致四氯化钛水解, 装置 F、H 用于验证 CO, 装置 E 用于收集未反应的一氧化碳, 连接顺序为 A、I、D、B、C、G、F、H、E。

【解析】(1) 装置 A 中, 重铬酸钾与浓盐酸在加热条件下反应生成氯化钾、氯化铬、氯气和水。

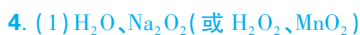
(4) 当 F 中黑色固体变红, H 中溶液变浑浊则证明有一氧化碳生成。

(5) ①安全漏斗中的水能起到液封和吸收挥发的氯化氢的作用; ②当硝酸银溶液与盐酸完全反应时, 再滴入半滴硝酸银溶液, 过量的硝酸银溶液与铬酸钾溶液反应生成红色铬酸银沉淀, 30 秒内红色沉淀不消失即为滴定终点; ③滴定过程中存在如下转化关系: $\text{TiCl}_4 \sim 4\text{HCl} \sim 4\text{AgNO}_3$, 滴定消耗 32.00 mL

$0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸银溶液, 则产品纯度为

$$\frac{0.200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.03200 \text{ L} \times \frac{1}{4} \times \frac{500}{20} \times 190 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{10.0 \text{ g}} \times 100\% =$$

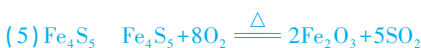
76.0%。



(2) 检验 SO_2 是否被酸性高锰酸钾溶液完全吸收



(4) NaOH 溶液 坩埚



(6) bd

装置 A 制备氧气, O_2 经干燥后, 通入 C 中, 发生氧化还原反应生成二氧化硫, 固体变为红棕色, 说明生成氧化铁, 生成的二氧化硫被 D 中酸性高锰酸钾溶液吸收, 根据消耗高锰酸钾的量可测定二氧化硫的量, E 中品红可检验二氧化硫是否被完全吸收, F 为尾气处理装置, 避免污染环境, 以此解答该题。

【解析】(1) 装置 A 固体和液体不加热制备氧气, 可以选用 H_2O 、 Na_2O_2 或 H_2O_2 、 MnO_2 。

(2) 二氧化硫可以被酸性高锰酸钾溶液吸收, 装置 E 中品红溶液的作用是检验二氧化硫是否被酸性高锰酸钾溶液完全吸收。

(3) 草酸被高锰酸钾氧化为二氧化碳, 同时高锰酸钾被还原为锰离子, 离子方程式为 $5H_2C_2O_4 + 2MnO_4^- + 6H^+ = 10CO_2 \uparrow + 2Mn^{2+} + 8H_2O$ 。

(4) 二氧化硫会引起大气污染, 为了避免尾气污染, 装置 F 中应加入 NaOH 溶液; 对固体进行灼烧应该在坩埚中进行。

(5) 滴定时消耗草酸溶液的体积为 5.0 mL, 根据关系式 $2MnO_4^- \sim$

$5H_2C_2O_4$ 计算: 6 mL 溶液中未反应的 MnO_4^- 的物质的量为 $\frac{2}{5} \times$

$0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 5.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 2 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 30 mL 溶液中未反应的高

锰酸钾的物质的量为 $2 \times 10^{-4} \text{ mol} \times \frac{30 \text{ mL}}{6 \text{ mL}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 装置 D

中反应消耗的高锰酸钾的物质的量为 $30 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} -$

$1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 根据关系式 $2MnO_4^- \sim 5SO_2$ 计算生

成 $n(SO_2) = 2.5 \times 2.0 \times 10^{-3} \text{ mol} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 0.32 g 固体是

Fe_2O_3 , $n(Fe) = \frac{0.32 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.004 \text{ mol}$, 所以 $n(Fe) :$

$n(SO_2) = 4 \times 10^{-3} \text{ mol} : 5 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4 : 5$, 该铁硫簇结构的化学式为

Fe_4S_5 , 与 O_2 反应的化学方程式为 $Fe_4S_5 + 8O_2 \xrightarrow{\Delta} 2Fe_2O_3 + 5SO_2$ 。

(6) 若步骤⑤灼烧滤渣不够充分, 则所测固体残渣质量偏大, 比

值 $x:y$ 偏大, a 错误; 配制草酸标准液时, 定容操作俯视刻度线,

则所配草酸标准溶液浓度偏大, 滴定时消耗草酸体积偏小, 则所

测二氧化硫物质的量偏大, 比值 $x:y$ 偏小, b 正确; 滴定时, 草酸

溶液不小心滴到锥形瓶外几滴, 消耗草酸体积偏大, 则所测二氧

化硫物质的量偏小, 比值 $x:y$ 偏大, c 错误; 放出草酸的滴定管尖

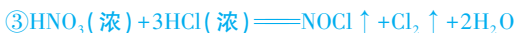
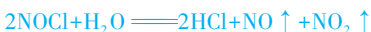
嘴部分滴定前无气泡, 滴定终点时有气泡, 则消耗的草酸溶液体

积偏小, 则所测二氧化硫物质的量偏大, 比值 $x:y$ 偏小, d 正确。

5. (1) ①球形干燥管 $3Cu + 8H^+ + 2NO_3^- = 3Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 4H_2O$

②A 或 B $f \rightarrow g \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow j (-h)$

(2) ①通过观察气泡调节气体的流速 ②冷却并收集液态 NOCl



【解析】(1) ①如图甲中盛有碱石灰的仪器名称是球形干燥管; 实验室制备 NO 是利用铜与稀硝酸反应, 反应的离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

②制得的氯气中含有氯化氢及水蒸气, 所以需要利用饱和食盐水除去氯化氢后再用浓硫酸进行干燥, 然后再根据氯气的密度比空气大的性质, 用向上排空气法收集, 氯气是有毒气体, 需要进行尾气处理, 可以用碱石灰作吸收剂, 故装置连接顺序为 $a \rightarrow f \rightarrow g \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow j (-h)$ 。

(2) ①通过观察洗气瓶中鼓出气泡的快慢, 调节 NO、Cl₂ 气体的流速, 以达到最佳反应比, 提高原料的利用率, 减少有害气体的排放。

②已知 NOCl 沸点为 -5.5°C , 遇水反应生成一种氢化物和两种氧化物, 所以可用冰盐冷却收集液体 NOCl; 装有无水 CaCl₂ 的干燥管 V 防止水蒸气进入装置 IV 中使 NOCl 变质, NOCl 与水反应生成盐酸、一氧化氮和二氧化氮, 反应的化学方程式为 $2\text{NOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCl} + \text{NO} \uparrow + \text{NO}_2 \uparrow$ 。③查阅资料知, 王水是浓硝酸与浓盐酸的混合酸, 一定条件下该混合酸可自身反应生成亚硝酰氯、氯气和水, 该反应的化学方程式为 $\text{HNO}_3(\text{浓}) + 3\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{NOCl} \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

刷有所得

装配仪器的原则: 在装配仪器时, 应从下而上, 从左至右, 先塞好后固定; 先检验装置的气密性再加入试剂; 加入试剂时, 先固后液; 实验开始时, 先验纯, 再点灯; 在连接导管时, 对于洗气装置应“长”进“短”出; 量气装置应“短”进“长”出; 干燥管应“大”进“小”出; 先净化后干燥。

6. (1) ①三颈烧瓶 ②平衡气压, 使液体顺利滴下

(2) 生成的 NOSO_4H 作为反应的催化剂



(4) 装置 C 中的水蒸气会进入装置 B 中使 NOSO_4H 分解, 应在 B、C 间增加一个装有浓硫酸的洗气瓶

(5) ① $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ②溶液颜色恰好由紫红色变为无色且半分钟不恢复 ③92.03%

【解析】装置 A 是利用亚硫酸钠和浓硫酸反应制取 SO_2 : $\text{Na}_2\text{SO}_3 +$

$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 制取的 SO_2 通入装置 B 中, 浓 HNO_3 与 SO_2 在浓 H_2SO_4 作用下在冰水浴中反应制得 NOSO_4H , 由于亚硝酰硫酸 (NOSO_4H) 遇水分解, 所以需对生成的二氧化硫进行干燥, 但是题目中并未进行, 且装置 A 中制得的 SO_2 属于大气污染物, 不能直接排放到大气中, 则装置 C 中氢氧化钠溶液的作用是吸收 SO_2 , 但是会导致部分水蒸气进入装置 B 中, 导致 NOSO_4H 产率降低, 据此分析回答问题。

(1) ①由题干实验装置图可知, 装置 B 中反应仪器的名称为三颈烧瓶; ②导管 b 的作用是平衡气压, 使液体顺利滴下。

(2) 开始反应缓慢, 待生成少量 NOSO_4H 后, 温度变化不大, 但反应速度明显加快, 其原因是生成的 NOSO_4H 作为反应的催化剂。

(3) 由分析可知, 装置 C 中氢氧化钠溶液的作用是吸收 SO_2 , 故涉及反应的离子方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\quad} \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 该实验装置存在可能导致 NOSO_4H 产量降低的缺陷是: 装置 C 中的水蒸气会进入装置 B 中使 NOSO_4H 分解, 应在 B、C 间增加一个装有浓硫酸的洗气瓶。

(5) ①酸性高锰酸钾溶液和草酸钠发生氧化还原反应, 生成二氧化碳, 锰元素化合价由 +7 价降低到 +2 价, 碳元素化合价由 +3 价升高到 +4 价, 由得失电子守恒、原子守恒、电荷守恒配平得到离子方程式: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。②用

$0.250\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸钠标准溶液滴定过量的酸性高锰酸钾溶液, 当溶液颜色由紫红色变为无色且半分钟不恢复时, 说明反应达到终点。③根据反应离子方程式 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ \xrightarrow{\quad} 2\text{Mn}^{2+} +$

$10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 可知, $n(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{5}n(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{2}{5} \times$

$0.25\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.020\text{ L} = 0.002\text{ mol}$, 则与 NOSO_4H 反应的高锰酸钾的物质的量为 $0.100\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.06\text{ L} - 0.002\text{ mol} = 0.004\text{ mol}$, 根据反应化学方程式 $2\text{KMnO}_4 + 5\text{NOSO}_4\text{H} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\quad} \text{K}_2\text{SO}_4 +$

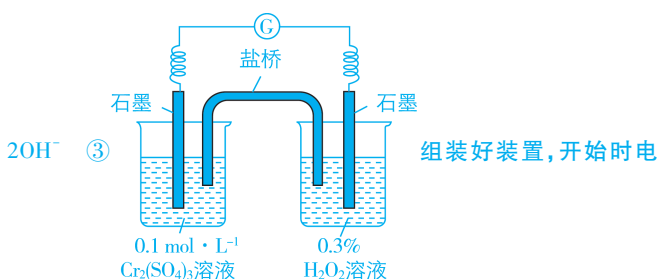
$2\text{MnSO}_4 + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$, $n(\text{NOSO}_4\text{H}) = \frac{5}{2}n(\text{KMnO}_4) = \frac{5}{2} \times$

$0.004\text{ mol} = 0.01\text{ mol}$, 亚硝酰硫酸的纯度为 $\frac{0.01\text{ mol} \times 127\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.380\text{ g}} \times 100\% \approx 92.03\%$ 。

7. (1) $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\quad} \text{Ag}_2\text{CrO}_4$

(2) ① O_2 将 +3 价铬元素氧化为 CrO_4^{2-} ②向 $2\text{ mL } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 $2\text{ mL H}_2\text{O}$ 、 $2\text{ mL } 10\% \text{ NaOH}$ 溶液, 通入 O_2 , 水浴加热

(3) ①碱性增强, +3 价铬元素的还原性增强 ② $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \xrightarrow{\quad}$



流计指针不偏转;向左池中加入较浓 NaOH 溶液,左池有灰绿色沉淀生成,指针偏转显示电子从左向右运动

(4) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ , 滴入稀硫酸, $c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡向左移动, $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 增大, $c(\text{CrO}_4^{2-})$ 减小, 溶液由黄色变为橙色

(5) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$

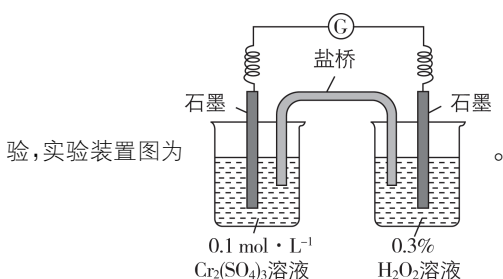
(6) 在碱性条件下, H_2O_2 作氧化剂, 将 +3 价铬元素氧化为 +6 价; 在酸性条件下, H_2O_2 作还原剂, 将 +6 价铬元素还原为 +3 价

【解析】(1) 实验 II 中加入 AgNO_3 溶液, 有砖红色沉淀生成, 且由资料可知, Ag_2CrO_4 为砖红色, 难溶于水, 则实验 II 中加入 AgNO_3 溶液后的离子方程式为 $2\text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ 。

(2) ①实验 II 生成了 O_2 , 实验 II 中溶液变黄生成 CrO_4^{2-} 的原因也可能是 O_2 将 +3 价铬元素氧化为 CrO_4^{2-} 。

②要证明不是 O_2 将 +3 价铬元素氧化为 CrO_4^{2-} , 需要进行对照实验, 变量为 H_2O_2 和 O_2 , 还需进行一组将加 H_2O_2 改为通 O_2 的实验, 则设计实验否定乙的猜想的操作为向 2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入 2 mL H_2O 、2 mL 10% NaOH 溶液, 通入 O_2 , 水浴加热, 溶液未变成黄色, 说明不是 O_2 将 +3 价铬元素氧化为 CrO_4^{2-} 。

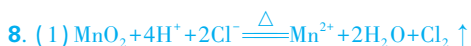
(3) ①实验的目的为研究碱性环境对 +3 价铬元素或 H_2O_2 性质的影响, 假设 a 为碱性增强, H_2O_2 的氧化性增强, 则假设 b 为碱性增强, +3 价铬元素的还原性增强; ②反应发生时, +3 价铬元素被氧化为 CrO_4^{2-} , 铬元素化合价升高, 则 H_2O_2 反应时化合价要降低, 即碱性条件下, H_2O_2 参与的电极反应式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^-$; ③需要证明碱性增强, +3 价铬元素的还原性增强, 设计实



实验操作和现象: 组装好装置, 开始时电流计指针不偏转; 向左池中加入较浓 NaOH 溶液, 左池有灰绿色沉淀生成, 指针偏转显示电子从左向右运动, 则说明碱性增强, +3 价铬元素的还原性增强。

(4) 用化学平衡移动原理解释加入稀硫酸后溶液变为橙色的原因: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙色) + $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-}$ (黄色) + 2H^+ , 滴入稀硫酸, $c(\text{H}^+)$ 增大, 平衡向左移动, $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 增大, $c(\text{CrO}_4^{2-})$ 减小, 溶液由黄色变为橙色。

(5) 实验Ⅲ向实验Ⅱ中的黄色溶液中加入稀硫酸, 溶液变为橙色, 再加入 3% H_2O_2 溶液, 溶液最终变为绿色, 有气泡生成, 则实验Ⅲ中溶液由橙色变为绿色的离子方程式是 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ 。



(2) 饱和 NaCl 溶液 除去 Cl_2 中混有的 HCl 气体

(3) 1 mL 蒸馏水



(5) 取少量试管Ⅱ中上层清液于洁净试管中, 加入两滴稀盐酸 (或 NaCl 溶液等), 观察到有白色沉淀生成

(6) 加入一滴品红 (溶液) 并振荡, 溶液中的红色褪去

【解析】装置 A 为制取氯气的装置, 浓盐酸具有挥发性, 生成的氯气中含有少量 HCl 气体, 为了防止 HCl 对实验干扰, 装置 B 中试剂为饱和食盐水, 用于除去氯气中混有的 HCl; 氯气本身没有漂白性, 因溶于水后产生 HClO, HClO 具有漂白性; 装置 C 中的水用于制备氯水, 装置 D 为尾气处理装置, 其中 NaOH 溶液可以吸收未反应的氯气。

(1) 装置 A 为制取氯气的装置, 其反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(2) 浓盐酸具有挥发性, 生成的氯气中含有少量 HCl 气体, 为了防止 HCl 对实验干扰, 装置 B 中试剂为饱和食盐水, 用于除去氯气中混有的 HCl。

(3) 根据实验②中加入了 1 mL 硝酸银溶液, 又因为实验①的目的是排除稀释对品红褪色的影响, 所以需要保持溶液体积不变, 故试剂 a 是 1 mL 蒸馏水。

(4) 将沉淀滤出、洗涤。向沉淀中加入盐酸, 产生黄绿色气体, 发生反应 $\text{AgClO} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = \text{AgCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

(5) 要验证猜测可能是所加 AgNO_3 溶液不足量使 ClO^- 未完全沉

淀,只需要证明溶液中有银离子即可,即取少量试管Ⅱ中上层清液于洁净试管中,加入两滴稀盐酸(或NaCl溶液等),观察到有白色沉淀生成,证实所加AgNO₃溶液过量。

(6)向沉淀中加入饱和NaCl溶液,发生反应为AgClO+NaCl====NaClO+AgCl↓,滤渣为AgCl,若能证明滤液中含有NaClO,则证明所得沉淀中含AgClO。



(2)排除阴离子种类差异带来的干扰 1 mL 0.3 mol·L⁻¹ NaCl 溶液或 1 mL 0.2 mol·L⁻¹ NaCl 溶液

(3)①实验通过测定酸性高锰酸钾溶液的褪色时间判断反应的快慢,则所加H₂C₂O₄溶液均要过量 ② $\frac{1}{60t}$ 其他条件相同时, H₂C₂O₄溶液浓度越大,反应速率越快

(4)其他条件相同时,硫酸浓度越大,高锰酸钾溶液褪色越快,其化学反应速率加快

【解析】(1)H₂O₂分解的化学方程式是 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

(2)将CuSO₄溶液改为CuCl₂溶液,理由是排除阴离子种类差异带来的干扰;即使改用了CuCl₂溶液,仍不严谨,建议补做对比实验:向2 mL 5%的H₂O₂溶液中滴入1 mL 0.3 mol·L⁻¹或者0.2 mol·L⁻¹NaCl溶液,可排除氯离子的干扰。

(3)①根据反应的原理: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$,由于实验通过测定酸性高锰酸钾溶液的褪色时间判断反应的快慢,则所加H₂C₂O₄溶液均要过量;

②实验1中t min时溶液褪色,由于草酸过量,则根据KMnO₄的物质的量计算消耗H₂C₂O₄的物质的量, $n_{\text{消耗}}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) =$

$0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 4 \times 10^{-3} \text{ L} \times \frac{5}{2}$,故混合溶液中H₂C₂O₄变化浓度为

$\frac{0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 4 \times 10^{-3} \text{ L}}{6 \times 10^{-3} \text{ L}} \times \frac{5}{2}$,用草酸表示的反应速率

$v(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{4}{6}}{t \text{ min}} \times \frac{5}{2} = \frac{1}{60t} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,联系

实验1、2,预期结论是其他条件相同时,H₂C₂O₄溶液浓度越大,酸性KMnO₄溶液褪色越快,反应速率也越快。