

参考答案

化学

复习讲义部分

第一部分 化学基本概念

第一章 物质及其变化

学案1 物质的分类、性质与转化

考点一

[必备知识·夯实]

1. 游离 化合

2. (1)① ⑬ ②⑨ ③⑦ ④⑤ ⑥⑫⑬⑭ ⑰ ⑧ ⑩⑮
⑪ (2)钠盐 硫酸盐 碳酸盐

3. (3) $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{胶体}) + 3\text{HCl}$ 生成红褐色沉淀 红褐色液体变成红褐色沉淀 红褐色沉淀 棕黄色溶液 (4)胶体 溶液

教材链接

(1)散射

[关键能力·提升]

1. **C** [ClO_2 不属于酸性氧化物, A 错误; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 不属于盐, B 错误; HD 为单质, 不是化合物, D 错误。]
2. **D** [A. Na_2CO_3 属于盐, 不是碱, 错误; B. Na_2O_2 不是碱性氧化物, 错误; C. NO 属于不成盐氧化物, 不是酸性氧化物, 错误; D. H_3PO_4 属于酸, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 属于碱, NaHCO_3 属于盐, P_2O_5 属于酸性氧化物, CaO 属于碱性氧化物, 正确。]
3. ①⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯ ②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯
4. **D** [胶体呈电中性, 胶粒可能带电, A 错误; 葡萄糖水溶液不是胶体, 不能发生丁达尔效应, B 错误; 胶体粒子一般是离子、分子或难溶物的聚集体, 1 mol Fe^{3+} 水解得到的胶体粒子数远小于 N_A , C 错误。]
5. **D** [豆浆主要是豆类蛋白质分散在水中形成的胶体分散系(分散质粒子的直径为 1~100 nm), 胶体属于介稳体系, 故 A 正确; 胶体具有丁达尔效应, 故 B 正确; 江河入海口易形成三角洲, 就是含有胶体的江河水接触含电解质的海水发生聚沉, 豆浆中加入盐卤汁或石膏可加快凝聚成豆腐, 两者的原理都为胶体遇电解质易发生聚沉, 故 C 正确; 蛋白质高温蒸煮时发生变性, 失去了生理活性, 故 D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

2. (1)Na、K、Ca、Ba C、S、P N、Si、Cl $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ $3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2)化合 分解 置换 复分解 氧化还原 非氧化还原
吸热 放热

[关键能力·提升]

1. **A** [煤制甲醇是将碳单质转化为甲醇, 属于化学变化, A 符合题意; 石油分馏利用混合物中各组分沸点不同进行分离, 属于物理变化, B 不符合题意; 风力发电将风能转化为机械能, 再将机械能转化为电能, 整个过程只改变能量形式, 没有新物质的生成, 属于物理变化, C 不符合题意; 盐湖晒盐利用了水的蒸发, 属于物理变化, D 不符合题意。]
2. **D** [常温下, 铁遇浓硫酸钝化生成致密的薄膜, 可防止内部的铁继续反应, 因此可用铁罐车运输浓硫酸, 故 A 不符合题意; 烧碱和铝粉可以发生反应: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 利用产生的氢气清通管道, 故 B 不符合题意; 漂粉精主要成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, 其中的 ClO^- 具有强氧化性, 可以作游泳池的消毒剂, 故 C 不符合题意; 小苏打作膨松剂是利用碳酸氢钠受热分解生成碳酸钠、二氧化碳和水的原理, 和碳酸氢钠固体溶于水吸热无关, 故 D 符合题意。]
3. **D** [工业上在高温、高压、催化剂的条件下将氮气和氢气转化为氨, A 正确; 氯碱工业中通过电解饱和食盐水制备 NaOH 与 Cl_2 , 化学方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$, B 正确; 氨与 H_2O 、 SO_2 、 O_2 反应生成硫酸铵, 化学方程式为 $4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 2\text{SO}_2 = 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, C 正确; $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$ (乳酸)在催化剂作用下发生缩聚反应生成聚乳酸, 反应的化学方程式为 $n\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}-[\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})]_n-\text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]
4. **D** [由题图转化关系及已知信息可知, 物质 X 是 CO_2 , 是一种常见的酸性氧化物, A 项错误; 反应②可以是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 与 CO_2 反应, B 项错误; 若 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液是饱和溶液, 则加入 CaO 后所得溶液的溶质质量分数不变, C 项错误; 题图中的所有反应均为酸、碱、盐、氧化物之间的反应, 不存在置换反应, D 项正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 D (1) SO_2 、 CO_2 NaClO 、 NaCl 、 CaSO_4 、 FeCl_3 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ NaClO 、 NaCl 、 CaSO_4 、 FeCl_3 (2) $2\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ (3)胶体粒子直径为 1~100 nm, 浊液粒子直径大于 100 nm (4)观察颜色 丁达尔效应

学案2 离子反应 离子方程式与离子共存

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) 熔融 化合物 强电解质 弱电解质 (2) $\rightleftharpoons$ $\rightleftharpoons$
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ H_2CO_3
 $\rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (主) $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次)
 $\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^-$ $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 $\text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$ (主) $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ (次)
 NaHSO_4 (熔融) $\rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$
 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ RNH_3^+

2. 自由电子 离子 减弱 显著增强 基本不变

[关键能力·提升]

1. B [A项, Na_2CO_3 的电离方程式应为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$, 错误; B项, BOH 为弱碱, 部分电离, 正确; C项, HA 为弱酸, 电离方程式应为 $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, 错误; D项, CaCO_3 难溶于水, 但其溶解的部分全部电离, 属于强电解质, 电离方程式应为 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$, 错误。]

2. 解析: (1) H^+ 与 OH^- 中和生成极弱电解质水, Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 结合成难溶性的 BaSO_4 , 溶液中自由移动的离子浓度降低。(2) 和 (4) 都是因发生离子反应, 使弱电解质生成强电解质, 自由移动的离子浓度增大。(3) 和 (5) 虽然发生了离子反应, 但自由移动离子的浓度基本未发生改变。(6) 开始阶段 CO_2 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀, 自由移动的离子浓度减小至 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 完全反应后, 继续通入 CO_2 , CO_2 、 H_2O 与 CaCO_3 反应生成可溶性的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, 自由移动的离子浓度又增大。

答案: (1) D (2) B (3) C (4) B (5) C (6) A

考点二

[关键能力·提升]

1. (1) ① $\text{SO}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-$
 ② $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
 (3) ① $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 ② $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
 2. (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$
 (2) $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 3. (1) $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$
 (3) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
 4. (1) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$, $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
 (2) ① $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ② $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2 + 6\text{Cl}^-$ ③ $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
 5. (1) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$
 (2) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

考点三

[关键能力·提升]

1. C [NO 不溶于水, 不能大量存在, A 错误; H^+ 与 HSO_3^- 反应生成 SO_2 , 不能大量共存, B 错误; 浓盐酸与 KMnO_4 发生反应: $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 若浓盐酸过量, 则反应结束后的废液中大量存在 H^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Cl^- , C 正确; FeCl_3 在双氧水制 O_2 的反应中作催化剂, 故实验产生的废液中不含 Fe^{2+} , D 错误。]

2. C [无色溶液中不能存在有色离子, 而 MnO_4^- 在溶液中呈紫色, 不能大量存在, A 不符合题意; 强酸性溶液中, HCO_3^- 与 H^+ 反应生成二氧化碳和水, HCO_3^- 在该溶液中不能大量存在, B 不符合题意; 碱性溶液中, 四种离子相互间不反应, 且均不与 OH^- 反应, 可以大量共存, C 符合题意; 强碱性溶液中, 镁离子与 OH^- 会形成氢氧化镁沉淀, 不能大量存在, D 不符合题意。]

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) H_2O 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, $\text{Al}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$ { 或 $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ }, $\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^-$
 (2) A B: $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3$ (胶体) + 3H^+ ,
 C: $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$, D: $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 (3) $\text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{BaSO}_4 \downarrow + [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
 (4) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$

学案3 氧化还原反应的概念与规律

考点一

[必备知识·夯实]

1. 降低 升高

教材链接

- (1) $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$ (2) NO CO CO_2
 (3) 氧化 NO

2. (1) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 得到 $2 \times 2e^-$
 失去 $1 \times 4e^-$
 (2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 失去 $2e^-$

[关键能力·提升]

1. C [反应中氧化剂为 NaNO_3 和 O_2 , 总物质的量为 7 mol, 还原剂为 Sb (4 mol), 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 7:4, 而非 4:7, C 错误。]

2. (1) ① N_2 N_2 15:1

- ② $10\text{NaN}_3 + 2\text{KNO}_3 \rightleftharpoons 16\text{N}_2 + \text{K}_2\text{O} + 5\text{Na}_2\text{O}$
 失去 $10e^-$
 得到 $10e^-$
 (2) ① $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 \uparrow$ H_2O NaBH_4
 ② 0.2
 (3) 6

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 得电子 失电子 难易 (2) 氧化性 还原性 氧化性 还原性
 2. (1) > > (3) > >

[关键能力·提升]

1. D [由第一个反应知, 氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$, 还原性: $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+}$; 由第二个反应知, 氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$, 还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$; 综合两个反应可得氧化性强弱顺序为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+}$

$>SO_4^{2-}$,还原性强弱顺序为 $SO_2 > Fe^{2+} > Cr^{3+}$ 。由分析知,A、B均正确;由分析知氧化性: $Cr_2O_7^{2-} > SO_4^{2-}$,则 $Cr_2O_7^{2-}$ 能将 Na_2SO_3 氧化成 Na_2SO_4 ,C正确;在第一个反应中, $Fe_2(SO_4)_3$ 是反应物,其中铁元素化合价降低, $Fe_2(SO_4)_3$ 作氧化剂,在第二个反应中, Fe^{3+} 是生成物,是 Fe^{2+} 被氧化而得到的,是氧化产物,D错误。]

2. C [Cl_2 、 $FeCl_3$ 、 I_2 的氧化性依次减弱,所以氯气通入 FeI_2 溶液中,先氧化碘离子后氧化亚铁离子,且铁离子可氧化碘离子,所以不可能存在反应 $3Cl_2 + 6FeI_2 = 2FeCl_3 + 4FeI_3$,A错误;1 mol Co_2O_3 在酸性溶液中被还原生成 Co^{2+} 时转移 2 mol e^- ,B错误;氯化铁的氧化性大于碘单质,氯化铁和碘化钾反应生成碘单质,淀粉遇碘变蓝色,所以氯化铁溶液能使淀粉-KI 试纸变蓝,C正确; Co_2O_3 的氧化性强于 I_2 , Co_2O_3 能氧化碘离子生成碘单质,而碘不能将 Co^{2+} 氧化成 Co_2O_3 ,D错误。]

3. 解析:(2)假设 3 可直接分析碘离子的三种位置得出还原性的顺序: $SO_3^{2-} > Fe^{2+} > I^-$ 。(3)对假设 2 的探究应依据假设依次设计几个氧化还原反应,证明物质还原性强弱,基本依据是还原剂的还原性强于还原产物的还原性;步骤 2、4 应该是证明反应进行,检验反应生成的产物(Fe^{3+} 用硫氰化钾溶液检验、 I_2 用淀粉溶液检验、 SO_4^{2-} 用氯化钡溶液检验);答题时,可能出现的几种情形(不能按照氯水过量来设计鉴别方案)。

答案:(2) $SO_3^{2-} > Fe^{2+} > I^-$

(3)

实验步骤	预期的现象和结论
步骤 2:(方法 1)向试管中加入足量的 1 mol · L ⁻¹ 盐酸后再滴入数滴(少许) 1 mol · L ⁻¹ BaCl ₂ 溶液,振荡试管	若溶液中没有白色沉淀产生,则说明还原性: $I^- > SO_3^{2-}$;若溶液中有白色沉淀产生,则说明还原性: $SO_3^{2-} > I^-$
步骤 2:(方法 2)向试管中滴入少量淀粉溶液,振荡试管	若溶液不变蓝色,说明还原性: $SO_3^{2-} > I^-$;若溶液变蓝色,说明还原性: $I^- > SO_3^{2-}$
步骤 4:(方法 1)向试管中滴入少量淀粉溶液,振荡试管	若溶液不变蓝色,说明还原性: $Fe^{2+} > I^-$;若溶液变蓝色,说明还原性: $I^- > Fe^{2+}$
步骤 4:(方法 2)向试管中滴入少量 10% KSCN 溶液,振荡试管	若溶液不变红色,说明还原性: $I^- > Fe^{2+}$;若溶液变红色,说明还原性: $Fe^{2+} > I^-$

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2)S SO_2 (3) Cl_2 5:1

2. (1) Fe^{2+} (2) Fe^{3+} Cu^{2+} 、 H^+

[关键能力·提升]

1. C [① $X \longrightarrow W + O_2$ 中,X 中氧元素化合价升高,则氮元素化合价降低,所以氮元素化合价: $X > W$;③ $Y + SO_2 \longrightarrow Z + SO_3$ 中,硫元素化合价升高,则氮元素化合价降低,所以氮元素化合价: $Y > Z$;② $Z + Y + NaOH \longrightarrow H_2O + W$ 为归中反应,则氮元素化合价:W 处于 Z 和 Y 中间,结合反应③可知,氮元素化合价: $Y > W > Z$;④ $Q + Y \longrightarrow Z + H_2O$ 为归中反应,氮元素化合价:Z 处于 Q 和 Y 之间,结合反应③可知,氮元素化合价: $Y > Z > Q$;⑤ $X + Cu + H_2SO_4(浓) \longrightarrow Cu^{2+} + Y + SO_4^{2-}$ 中,铜元素

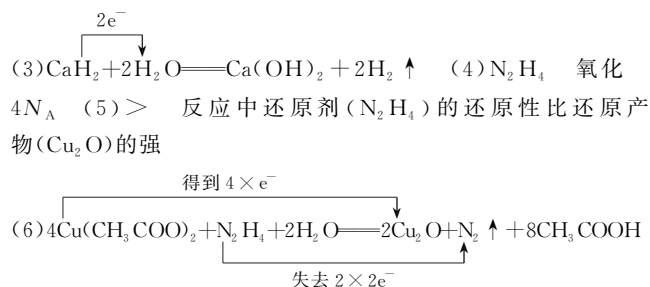
化合价升高,则 X 中氮元素化合价降低生成 Y,所以氮元素化合价: $X > Y$;综上所述,这五种含氮化合物中氮元素的化合价由高到低的顺序为 $X > Y > W > Z > Q$ 。]

2. B [反应 $5NH_4NO_3 \xrightarrow{\Delta} 2HNO_3 + 4N_2 \uparrow + 9H_2O$ 中, NH_4^+ 中 N 元素化合价由 -3 价升高至 0 价, NO_3^- 中部分 N 元素化合价由 +5 价降低至 0 价。 HNO_3 中的 N 元素是 NH_4NO_3 中 +5 价的 N 元素未变价生成的,所以 HNO_3 既不是氧化产物也不是还原产物,故 A 错误;根据题给化学方程式可知,生成 4 mol N_2 时,转移 15 mol 电子,则当有 1 mol N_2 生成时,转移 3.75 mol 电子,故 B 正确;氧化产物与还原产物的物质的量之比为 5:3,故 C 错误; N_2 既是氧化产物又是还原产物,故 D 错误。]

3. C [若金属无剩余,说明铁和铜与氯化铁反应生成氯化亚铁和氯化铜,则溶液中一定存在的金属阳离子有 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ,若氯化铁过量,可能存在 Fe^{3+} ,故 A 正确;若剩余固体中含有铁和铜,说明氯化铜完全与铁反应生成铜单质和氯化亚铁,而 Fe 剩余说明氯化铁一定不存在,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} ,一定不含 Cu^{2+} 和 Fe^{3+} ,故 B 正确;若剩余固体中只有铜,则溶液中一定含有的阳离子是 Fe^{2+} ,不含 Fe^{3+} ,可能含 Cu^{2+} ,故 C 错误;若铜无剩余,则溶液中一定存在 Cu^{2+} ,Fe 能与 Cu^{2+} 反应,则不会只剩余铁粉,故 D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) Na_2O_2 Na_2O_2 2 (2) CaH_2 H_2



学案 4 氧化还原反应方程式的书写与计算

考点一

[必备知识·夯实]

1. [示例] 解析:①标变价: $\overset{0}{C} + \overset{+6}{H_2SO_4}(浓) \longrightarrow \overset{+4}{CO_2} \uparrow + \overset{+4}{SO_2} \uparrow + H_2O$

②列变化,求总数: $\overset{0}{C} + \overset{+6}{H_2SO_4}(浓) \longrightarrow \overset{+4}{CO_2} \uparrow + \overset{+4}{SO_2} \uparrow + H_2O$

③配系数: $C + 2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$

④查守恒: $C + 2H_2SO_4(浓) \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$

答案:1 2 1 2 2

2. (1)3 6 2 1 3 3 2+6 3 2 4 (2)3 10+12 6 10 3 8 (3)2 10 16 2 5 8 (4)1 13+9 3 1 13 11

[关键能力·提升]

1. (1)3 28 9 1 14 (2)1 8 1 2 5 2 (3)6 1 14 6 2 7 (4)1 18 1 2 15 7

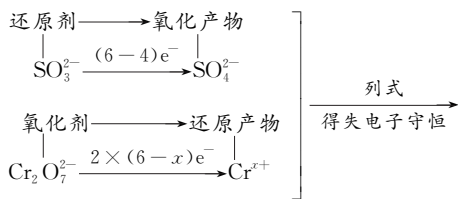
2. (1)2 5 6 H^+ 2 5 8 (2)28 5 24 KOH 28 3 2 12 H_2O (3)4 5 12 H^+ 4 5 11 H_2O

3.1 N_2 6 H_2O

考点二

[必备知识·夯实]

2. [示例] 解析:



$$24 \times 10^{-3} \times 0.05 \text{ mol} \times (6-4) = 20 \times 10^{-3} \times 0.02 \text{ mol} \times 2 \times (6-x), \text{故 } x=3.$$

答案:B

[关键能力·提升]

1. 5

2. 解析: 根据得失电子守恒可知 $[V_1 c_1 \times 10^{-3} \times (3-2)] \text{ mol} = [V_2 c_2 \times 10^{-3} \times (7-2)] \text{ mol} + [20 \times 10^{-3} \times c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) \times 2 \times (6-3)] \text{ mol}$, 故 $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{120} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\text{答案: } \frac{c_1 V_1 - 5c_2 V_2}{120} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3. 解析: 根据得失电子守恒可知关系式: $\text{Fe}^{3+} \sim \frac{1}{2} \text{I}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$.

$$n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.02 \text{ L} \times 0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}, \text{则铁元素的总含量为 } \frac{0.002 \text{ mol} \times 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.02 \text{ L}} = 5.6 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$

答案: 5.6

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析: 铬铁矿与过量 KOH 在空气中煅烧, 生成 K_2CrO_4 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 KAlO_2 、 K_2SiO_3 ; 通入 KHCO_3 — $\text{K}_2\text{CO}_3(\text{aq})/\text{CO}_2$ 浸取, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SiO_3 、 Fe_2O_3 、 MgO 不反应, 故滤渣 I 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SiO_3 、 Fe_2O_3 、 MgO , 通过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤分离出 K_2CrO_4 固体, 滤液 I 中含有少量 K_2CrO_4 ; 向 K_2CrO_4 固体中加水溶解, 并通入过量 CO_2 酸化, 将 K_2CrO_4 转化为 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 同时有副产物 KHCO_3 生成, 将 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 与 KHCO_3 分离, 滤液 II 的主要溶质为 KHCO_3 ; $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 作还原剂, 将滤液 I 中剩余的 K_2CrO_4 还原为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$, 自身转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 进入滤渣 II, 用 KOH 进一步处理得到 K_2CO_3 , 循环使用。(2) $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 作还原剂, 将滤液 I 中剩余的 K_2CrO_4 还原为 $\text{Cr}(\text{OH})_3$, 自身转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 则化学方程式为 $\text{Fe}(\text{CO})_5 + \text{K}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 2\text{KOH} + 5\text{CO} \uparrow$ 。(3) 由得失电子守恒可知: $0.2 \text{ mol} \times (6-3) = n[\text{Fe}(\text{CO})_5] \times (3-0)$, $n[\text{Fe}(\text{CO})_5] = 0.2 \text{ mol}$.

答案: (1) $4 \quad 7 \quad 16 \quad 2 \quad 8 \quad 8$ (2) $\text{K}_2\text{CrO}_4 \quad 4\text{H}_2\text{O} \quad \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow \quad 2\text{KOH} \quad 5$ (3) $0.2 \quad 0.6N_A$

(4) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

微专题 1 新情境下氧化还原反应方程式的书写

[微点精讲]

典例导航



[对点训练]

1. 解析: 精炼铜产生的铜阳极泥富含 Cu、Ag、Au 等元素, 向铜阳极泥中加入硫酸、 H_2O_2 溶液浸取, Cu 转化为 Cu^{2+} 进入“浸出

液 1”中, Ag、Au 不反应, “浸渣 1”中含有 Ag 和 Au; “浸渣 1”中加入盐酸、 H_2O_2 溶液浸取, Au 转化为 HAuCl_4 进入“浸出液 2”, Ag 转化为 AgCl , “浸渣 2”中含有 AgCl ; “浸出液 2”中加入 N_2H_4 将 HAuCl_4 还原为 Au, 同时 N_2H_4 被氧化为 N_2 ; “浸渣 2”中加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 将 AgCl 转化为 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$, 得到“浸出液 3”, 利用电沉积法将 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 还原为 Ag。(4) 设被氧化的 N_2H_4 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 产物 Au 的物质的量为 $y \text{ mol}$, 根据得失电子守恒: $x \times 2 \times 2 = y \times 3$, 故 $x : y = 3 : 4$.

答案: (1) Cu^{2+} (2) $2\text{Au} + 8\text{HCl} + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{HAuCl}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ (3) AgCl (4) $3 : 4$

2. (1) $3\text{ClO}^- + 2\text{NH}_4^+ = \text{N}_2 \uparrow + 3\text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+$

(2) $2\text{NO}_3^- + 5\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

(3) $4\text{FeO}_4^{2-} + 20\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 3\text{O}_2 \uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$

3. 解析: (1) H_2SO_5 可以看成是 H_2O_2 分子中的一个氢原子被磺基($-\text{SO}_3\text{H}$)取代的产物, 即 $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{SO}_3\text{H}$, 故 H_2SO_5 分子中有一个过氧键, 1 mol H_2SO_5 中过氧键的数目为 6.02×10^{23} 。(2) 根据题干信息可知, “氧化”中, Mn^{2+} 被 H_2SO_5 氧化为 MnO_2 , H_2SO_5 被还原为 SO_4^{2-} , 结合 H_2SO_5 的电离第一步完全可知, 反应的离子方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{HSO}_5^- + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ 。(3) “沉钴镍”中得到的 $\text{Co}(\text{II})$ 以 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 形式存在, 可被空气中的 O_2 氧化为 $\text{CoO}(\text{OH})$.

答案: (1) 6.02×10^{23} (2) $\text{Mn}^{2+} + \text{HSO}_5^- + \text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2 \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$ (3) $4\text{Co}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 = 4\text{CoO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O}$

第二章 物质的量

学案 5 物质的量 气体摩尔体积

考点一

[必备知识·夯实]

$$1. 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad \frac{N}{N_A} \quad n \cdot N_A \quad \frac{N}{n}$$

$$2. \text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{相对原子质量或相对分子质量} \quad \frac{m}{n} \quad \frac{m}{M} \quad n \cdot M$$

[关键能力·提升]

1. (1) $60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 60 g (2) 0.1 mol 6 g (3) 0.2 mol $2.4N_A$ $1.6N_A$

2. 解析: (1) 根据电离方程式: $\text{Na}_2\text{R} = 2\text{Na}^+ + \text{R}^{2-}$ 可知, 1 mol Na_2R 电离出 2 mol Na^+ , 题目中有 0.4 mol Na^+ , 则有 0.2 mol Na_2R , $M(\text{Na}_2\text{R}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{R})}{n(\text{Na}_2\text{R})} = \frac{12.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 R 的相对原子质量 $= 62 - 2 \times 23 = 16$. $n(\text{R}) = \frac{m(\text{R})}{M(\text{R})} = \frac{1.6 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则含 R 的质量为 1.6 g 的 Na_2R 的物质的量为 0.1 mol。(2) $M(\text{D}_2\text{O}) = 20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $n(\text{D}_2\text{O}) = \frac{2.0 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 含质子数为 $0.1 \text{ mol} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, 含中子数为 $0.1 \text{ mol} \times 10 \times N_A \text{ mol}^{-1} = N_A$, 含原子数为 $0.1 \text{ mol} \times 3 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.3N_A$ 。(3) 根据 $N = n \times N_A$ 可列方程式, $a \text{ mol} \times N_A \text{ mol}^{-1} \times 2 = b$, 故 $N_A = \frac{b}{2a}$.

答案: (1) $62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 16 0.1 mol (2) N_A N_A $0.3N_A$ (3) $\frac{b}{2a}$

考点二

[必备知识·夯实]

1. 数目

2. (1) 物质的量 V_m L/mol (或 $L \cdot mol^{-1}$) 和 m^3/mol (或 $m^3 \cdot mol^{-1}$) $\frac{V}{n}$ (2) $0^\circ C$ 101 kPa 22.4 L $\cdot mol^{-1}$

$$(3) \frac{V}{V_m} nV_m$$

3. (1) 相同数目的粒子 (2) 体积 物质的量 密度 摩尔质量 压强 物质的量

[关键能力·提升]

1. 解析: (1) $\overline{M} = \frac{m}{b} g \cdot mol^{-1} = \frac{mN_A}{b} g \cdot mol^{-1}$,

$$V = \left(\frac{n}{mN_A} \times 22.4 \right) L = \frac{22.4nb}{mN_A} L.$$

$$(2) M = \frac{1.92 g}{\frac{0.672 L}{22.4 L \cdot mol^{-1}}} = 64 g \cdot mol^{-1}, M_r = 64.$$

$$(3) \overline{M}_r = \frac{44 + 28 \times 2}{3} \approx 33.3.$$

$$\text{答案: (1)} \frac{mN_A}{b} g \cdot mol^{-1} \quad \frac{22.4nb}{mN_A} L \quad (2) 64 \quad (3) 33.3$$

2. B [左右两侧气体温度、压强相同, 则体积之比等于物质的量(分子数)之比, 左右两侧气体体积之比为 4:1, 则左右两侧气体物质的量(分子数)之比为 4:1, A 正确; 右侧气体物质的量为 0.25 mol, 质量为 7 g, B 不正确; 同温同压条件下气体密度与其摩尔质量成正比, 则右侧气体密度是相同条件下氢气密度的 14 倍, C 正确; 若隔板处于容器正中间, 则左右两侧气体的物质的量相同, 还应充入 0.75 mol CO, D 正确。]

3. B [根据 $n = \frac{m}{M}$, 质量均为 m g 的 O_2 和 SO_2 的物质的量与摩尔质量成反比, 即 $n(O_2) : n(SO_2) = 64 : 32 = 2 : 1$, 甲、乙中所含的氧原子物质的量之比为 2:1, A 错误; 由 $pV = nRT$, 体积相等的甲和乙, 压强与温度成正比, 且 $n(O_2) : n(SO_2) = 2 : 1$, 即温度相同时, 代表氧气的曲线压强较大, B 正确; $n(O_2) : n(SO_2) = 2 : 1$, 质子数之比为 $2 \times 16 : 1 \times 32 = 1 : 1$, C 错误; 根据 $\rho = \frac{m}{V}$, 甲、乙容器体积相等, 两种气体的质量相等, 则密度也相等, 即甲、乙中气体密度之比为 1:1, D 错误。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) ④ (2) 0.5 mol 4.5 N_A (3) 1:1 4:3 (4) 11.2 (5) N_A (6) 71:17

微专题 2 阿伏加德罗常数(N_A)的常考角度

[微点精讲]

对点体验

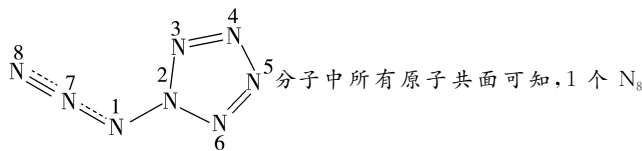
- (1) × (2) × (3) × (4) √
- (1) √ (2) √ (3) ×
- (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) √ (6) √
- (1) × (2) × (3) × (4) √ (5) √ (6) ×
- (1) × (2) √ (3) × (4) √ (5) × (6) ×
- (1) × (2) × (3) × (4) × (5) × (6) ×

[对点训练]

1. C [Z 的分子结构中, 只有 C1 和 C2 两个碳原子是 sp^3 杂化, 则 1.0 mol Z 的 sp^3 杂化碳原子数为 $2N_A$, A 正确; $[Z \cdot]^+$ 中 C1 和 C2 两个碳原子之间的 σ 键电子对失去一个电子, 剩余一

个单电子, 其他的共价键均未被破坏, 即 1 个 $[Z \cdot]^+$ 的未成对电子数为 1, 则 1.0 mol $[Z \cdot]^+$ 的未成对电子数为 N_A , B 正确; Z^{2+} 结构中, 所有碳原子(包括 C1 和 C2)均采取 sp^2 杂化, 故 1.0 mol Z^{2+} 的 sp^2 杂化碳原子数为 $42N_A$, C 错误; 该反应式可表示为 $Z + 3I_2 \rightarrow 2I_3^- + Z^{2+}$, 即 1 个 Z 完全氧化为 Z^{2+} , 生成的阴离子数为 2, 则 0.1 mol Z 完全氧化为 Z^{2+} , 生成的阴离子数为 0.2 N_A , D 正确。]

2. B [1 个 N_8 分子中有 8 个 σ 键, 每个 σ 键含有 2 个电子, 共 16 个电子, 1.0 mol N_8 的 σ 键电子数为 16 N_A , A 正确;



分子 1~6 处的 6 个 N 原子采取 sp^2 杂化, 7、8 两处 N 原子采取 sp 杂化, 其中 8、1、3、4、5、6 六处 N 原子各有一个孤电子对, 即 1 个 N_8 分子有 6 个孤电子对, 1.0 mol N_8 的(价层)孤电子对数为 6 N_A , B 错误; 由 B 项分析可知, 1 个 N_8 分子有 6 个 N 原子采取 sp^2 杂化, 1.0 mol N_8 的 sp^2 杂化 N 原子数为 6 N_A , C 正确; 112.0 g N_8 的物质的量为 $\frac{112 g}{112 g/mol} = 1$ mol, 含有 8 mol N, 根据氮原子守恒, 1 mol N_8 完全分解产生 4 mol N_2 , 产生的 N_2 分子数为 4 N_A , D 正确。]

3. B [D_2O 的摩尔质量 $M(D_2O) = 20 g \cdot mol^{-1}$, 1.8 g D_2O 的物质的量 $n = \frac{1.8 g}{20 g \cdot mol^{-1}} = 0.09$ mol, 1 个 D_2O 分子中含 10 个质子, 因此 1.8 g D_2O 中含有的质子数目为 0.9 N_A , A 错误; 反应②中 As 元素化合价由 -3 升高为 0, 每生成 1 mol As, 转移电子的物质的量为 3 mol, 数目为 3 N_A , B 正确; $ZnCl_2$ 是强电解质, 在水溶液中完全电离, 1.0 L 0.1 mol $\cdot L^{-1}$ $ZnCl_2$ 溶液中 $n(ZnCl_2) = 0.1$ mol, 因此 Cl^- 的总物质的量为 0.1 mol $\times 2 = 0.2$ mol, 数目为 0.2 N_A , C 错误; 25 $^\circ C$ 、101 kPa 为常温常压, 该条件下气体摩尔体积不等于 22.4 L $\cdot mol^{-1}$, 因此 2.24 L AsH_3 的物质的量不等于 0.1 mol, 所含原子数目不等于 0.40 N_A , D 错误。]

4. C [As 是第 VA 族元素, S 是第 VIA 族元素, 结合 8 电子稳定结构原理, 雄黄分子结构中灰球为 As, 白球为 S, 因此, 雄黄分子中不含有 S—S 共价键, A 错误; 没有指明 SO_2 所处的状态, 无法计算转移的电子数目, B 错误; 单键均为 σ 键, 根据题图可知, 1 个雄黄分子中含有 10 个 σ 键, 则 1 mol 雄黄分子中含有 σ 键的数目为 10 N_A , C 正确; 根据元素守恒有 $c(Na^+) = c(H_3AsO_3) + c(H_2AsO_3^-) + c(HAsO_3^{2-}) + c(AsO_3^{3-}) = 1$ mol $\cdot L^{-1}$, 则 1 L 1 mol $\cdot L^{-1}$ NaH_2AsO_3 溶液中 Na^+ 、 H_3AsO_3 、 $H_2AsO_3^-$ 、 $HAsO_3^{2-}$ 、 AsO_3^{3-} 数目之和为 1 mol $\cdot L^{-1} \times 1 L \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$, D 错误。]

学案 6 物质的量浓度及溶液的配制

考点一

[必备知识·夯实]

- (1) 溶液 物质的量 (2) $c_B \cdot V$ (3) mol/L
- (1) 溶质 溶液 (2) $\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\%$
- (2) $1000\rho \times \omega g \quad \frac{1000\rho\omega}{M} \text{ mol} \quad c = \frac{1000\rho\omega}{M} \text{ mol} \cdot L^{-1}$

[关键能力·提升]

1. C [1 g 钙离子的物质的量 $n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.025 \text{ mol}$, 该溶液中含有硝酸根离子的物质的量 $n(\text{NO}_3^-) = 2n(\text{Ca}^{2+}) = 0.025 \text{ mol} \times 2 = 0.05 \text{ mol}$, 20 g 该硝酸钙溶液的体积 $V = \frac{20 \text{ g}}{d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = \frac{1}{50d} \text{ L}$, 所以该溶液中硝酸根离子的物质的量浓度 $c(\text{NO}_3^-) = \frac{0.05 \text{ mol}}{\frac{1}{50d} \text{ L}} = 2.5d \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故选 C。]

2. 解析: (1) $c = \frac{1000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$$(2) \text{ 根据 } c = \frac{1000\rho\omega}{M} \text{ 可知, } \rho = \frac{cM}{1000\omega} = \frac{12 \times 63}{1000 \times 63\%} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1.2 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

答案: (1) $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2) 1.2

3. B [加入 BaCl_2 反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, 溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Ba}^{2+}) = b \text{ mol}$; 根据氮原子守恒, 溶液中 $n(\text{NH}_4^+) = n(\text{NH}_3) = c \text{ mol}$; 原溶液中的电荷守恒为 $3n(\text{Al}^{3+}) + n(\text{NH}_4^+) = 2n(\text{SO}_4^{2-})$, 原溶液中 $n(\text{Al}^{3+}) = \frac{2b-c}{3} \text{ mol}$, $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{\frac{2b-c}{3} \text{ mol}}{a \text{ L}} = \frac{2b-c}{3a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。]

4. A [依题意知, 稀释前 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{a}{96V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Fe}^{3+}) = \frac{a}{96V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{2}{3} = \frac{a}{144V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若稀释后溶液中 Fe^{3+} 的物质的量浓度为 $c(\text{稀})$, 故有 $\frac{a}{144V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5V \text{ L} = 2V \text{ L} \times c(\text{稀})$, $c(\text{稀}) = \frac{a}{576V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。]

5. (1) ① = ② > (2) ① = ② <

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 刻度线 250 mL 500 mL 1 000 mL
4. (1) 40.0 (2) 托盘天平 40.0 量筒 (3) 烧杯 玻璃棒

[关键能力·提升]

1. B [因为固定质量为 1.6 g, 体积为 400 mL 且浓度约为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故不需要 500 mL 容量瓶配 500 mL 溶液, B 符合题意。]
2. B [配制一定物质的量浓度的溶液时, 溶质要放在烧杯中溶解, 不能直接放在容量瓶中溶解, A 不正确; 配制一定浓度的 NaCl 溶液时, 需要将在烧杯中溶解得到的 NaCl 溶液通过玻璃棒引流注入选定规格的容量瓶中, B 正确; 配制一定物质的量浓度的溶液时, 定容阶段用玻璃棒引流, 玻璃棒下端应靠在刻度线以下的内壁上, 且液面离刻度线 1~2 cm 时, 应改用胶头滴管滴加蒸馏水至溶液的凹液面与刻度线相切, C 不正确; 转移溶液时, 应使用玻璃棒引流, D 不正确。]

3. 解析: I. 由于配制一定物质的量浓度的溶液需用到容量瓶, 而容量瓶自身带瓶塞, 故首先需进行容量瓶的检漏操作。
II. b. 配制 480 mL 溶液需选用 500 mL 容量瓶, 需 $n(\text{NaOH}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$, $m(\text{NaOH}) = 0.05 \text{ mol} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.0 \text{ g}$, 需 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5 \text{ L} = 0.05 \text{ mol}$, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.05 \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 5.3 \text{ g}$, 即需称量 2.0 g NaOH 和 5.3 g Na_2CO_3 ; NaOH 容易吸水潮解, 故需放在烧杯中称量; d. 选用 500 mL 容量瓶; g. 定容时向

容量瓶中加水至离刻度线 1~2 cm 时, 改用胶头滴管继续滴加。
III. (1) 若溶液未冷却至室温, 直接转移并定容, 则溶液体积偏小, 导致所配溶液浓度偏大。(2) 转移时有溶液溅出, 则溶质损失, 导致所配溶液浓度偏小。(3) 定容时俯视刻度线, 溶液体积偏小, 导致所配溶液浓度偏大。

答案: I. 检查容量瓶是否漏液 II. 2.0 g 5.3 g 烧杯 500 胶头滴管 III. (1) 偏大 (2) 偏小 (3) 偏大

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析: (1) 配制 250 mL $0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液时需 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的物质的量 $n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.25 \text{ L} = 0.0025 \text{ mol}$, 则需要称量 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的质量 $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0.0025 \text{ mol} \times 294 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.7350 \text{ g}$ 。

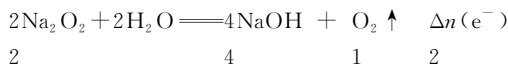
答案: (1) 0.7350 (2) ⑥ (3) 溶解 定容 (4) ① 偏低 ② 偏低 ③ 偏低 ④ 无影响 (5) 重新配制

学案 7 物质的量在化学反应中的计算

考点一

[必备知识·夯实]

2. [示例] 解析: $n(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{15.6 \text{ g}}{78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,



$$\begin{array}{ccccccc} 2 & & 4 & & 1 & & 2 \\ 0.2 \text{ mol} & & n(\text{NaOH}) & & n(\text{O}_2) & & n(e^-) \end{array}$$

$$\frac{2}{0.2 \text{ mol}} = \frac{4}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{n(\text{O}_2)} = \frac{2}{n(e^-)}$$

$$n(\text{NaOH}) = 0.4 \text{ mol}, n(\text{O}_2) = 0.1 \text{ mol}, n(e^-) = 0.2 \text{ mol}, V(\text{O}_2) = 2.24 \text{ L}, N(e^-) = 0.2N_A。$$

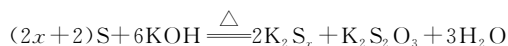
答案: 0.4 mol 2.24 L $0.2N_A$

[关键能力·提升]

1. (1) 30.0

$$(2) n(\text{S}) = \frac{2.560 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.08 \text{ mol}, n(\text{KOH}) = 1.00 \text{ mol} \cdot$$

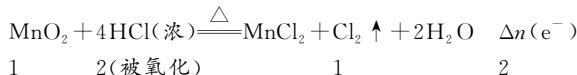
$$\text{L}^{-1} \times 60.0 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.06 \text{ mol},$$



$$\begin{array}{ccc} 2x+2 & & 6 \\ 0.080 \text{ mol} & & 0.060 \text{ mol} \end{array}$$

$$\frac{2x+2}{0.080 \text{ mol}} = \frac{6}{0.060 \text{ mol}}, \text{解得: } x=3$$

2. 解析: $n(\text{MnO}_2) = \frac{200 \text{ g} \times 87\%}{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$,



$$\begin{array}{ccccccc} 1 & & 2(\text{被氧化}) & & 1 & & 2 \\ 2 \text{ mol} & & n(\text{HCl}) & & n(\text{Cl}_2) & & n(e^-) \end{array}$$

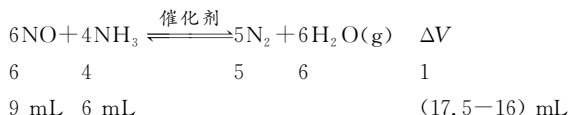
$$\text{则被氧化的 } n(\text{HCl}) = 4 \text{ mol}, n(\text{Cl}_2) = 2 \text{ mol}, V(\text{Cl}_2) = 44.8 \text{ L}, n(e^-) = 4 \text{ mol}, N(e^-) = 4N_A。$$

答案: 4 mol 44.8 L $4N_A$

考点二

[必备知识·夯实]

一、[示例] C [根据反应前后气体的总体积, 可用差量法直接求解。



由此可知共消耗 15 mL 气体,还剩余 1 mL 气体,假设剩余的气体全部是 NO,则 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3) = (9 \text{ mL} + 1 \text{ mL}) : 6 \text{ mL} = 5 : 3$,假设剩余的气体全部是 NH_3 ,则 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3) = 9 \text{ mL} : (6 \text{ mL} + 1 \text{ mL}) = 9 : 7$,但因该反应是可逆反应,剩余气体实际上是 NO 、 NH_3 的混合气体,故 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3)$ 在 $9 : 7$ 与 $5 : 3$ 之间,对照所给的数据知 $3 : 2$ 与 $4 : 3$ 在此区间内。]

二、[示例] A $[3.2 \text{ g Cu 的物质的量 } n(\text{Cu}) = \frac{3.2 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.05 mol , $30 \text{ mL } 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸中含有溶质的物质的量 $n(\text{HNO}_3) = 8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.03 \text{ L} = 0.24 \text{ mol}$, Cu 与 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 、 NO_2 、 NO 和 H_2O ,反应后溶液中含有 $a \text{ mol H}^+$,则溶液中还剩 $a \text{ mol HNO}_3$,反应过程中转移电子的物质的量 $n(e^-) = 2n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ mol}$,假设反应产生 NO_2 、 NO 的物质的量分别是 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$,则根据得失电子守恒得 $x + 3y = 0.1$ ①,根据氮原子守恒得 $0.05 \times 2 + a + x + y = 0.24$ ②,联立①②解得 $x = 0.16 - 1.5a$, $y = 0.5a - 0.02$ 。根据分析,生成的 NO 的物质的量为 $(0.5a - 0.02) \text{ mol}$,A 正确;反应后溶液中含有 $a \text{ mol H}^+$,则溶液中还剩 $a \text{ mol HNO}_3$,同时 Cu 与 HNO_3 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$,因此反应后的溶液中含有 NO_3^- ,B 错误;根据分析,生成的 NO_2 的物质的量为 $(0.16 - 1.5a) \text{ mol}$,其标准状况下的体积为 $22.4 \times (0.16 - 1.5a) \text{ L}$,C 错误;该反应中 Cu 作还原剂,被氧化,D 错误。]

三、[示例] 解析:(1)根据化学方程式: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$; $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$,可得关系式:

$$\begin{array}{ccc} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} & \sim & 6\text{Fe}^{2+} \sim 3\text{SO}_2 \sim \frac{3}{2}\text{FeS}_2 \\ 1 & & \frac{3}{2} \\ (0.020\ 0 \times 0.025) \text{ mol} & & \frac{m(\text{FeS}_2)}{120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{array}$$

$m(\text{FeS}_2) = 0.090\ 0 \text{ g}$,样品中 FeS_2 的质量分数为 $\frac{0.090\ 0 \text{ g}}{0.100\ 0 \text{ g}} \times 100\% = 90.0\%$ 。

(2)由硫元素守恒得

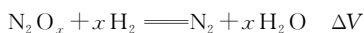
$$\begin{array}{ccc} \text{FeS}_2 & \sim & 2\text{SO}_2 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4 \\ 1 \text{ mol} & & 2 \text{ mol} \quad 196 \text{ g} \\ \frac{10 \times 10^6 \times 90.0\%}{120} \text{ mol} & n(\text{SO}_2) & m(\text{硫酸}) \times 98\% \end{array}$$

则 $n(\text{SO}_2) = 1.5 \times 10^5 \text{ mol}$,标准状况下 $V(\text{SO}_2) = 3.36 \times 10^6 \text{ L}$, $m(\text{硫酸}) = 1.5 \times 10^7 \text{ g} = 15 \text{ t}$ 。

答案:(1)90.0% (2) 3.36×10^6 15

[关键能力·提升]

1. A [设该氮氧化物的分子式为 N_2O_x ,化学方程式为 $\text{N}_2\text{O}_x + x\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + x\text{H}_2\text{O}$,相同条件下参加反应的气体的体积之比等于其物质的量之比也等于其化学计量数之比,



$$\begin{array}{ccc} 1 & & x \\ 15.6 \text{ L} & & 46.8 \text{ L} \end{array}$$

则 $1 : x = 15.6 \text{ L} : 46.8 \text{ L}$, $x = 3$,所以其化学式为 N_2O_3 。]

2. B [根据题意可知反应后的溶液中溶质为 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$,根据元

素守恒可知 $n(\text{Fe}^{2+}) = \frac{1}{2} \times (0.12 \times 4 \text{ mol} - \frac{1.344}{22.4} \text{ mol}) =$

0.21 mol ,故根据铁元素守恒,相同质量的混合物与足量 CO 反应,得到的 Fe 的物质的量为 0.21 mol ,B 项正确。]

3. 解析:根据得失电子守恒、电荷守恒及元素守恒可得关系式 $2\text{SO}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_5^{2-} \sim 2\text{I}_2$, $n(\text{SO}_2) = n(\text{I}_2) = 0.010\ 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$,该样品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的残留量(以 SO_2 计)为 $\frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.128\ 0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: $\text{S}_2\text{O}_5^{2-} + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 4\text{I}^- + 6\text{H}^+$ $0.128\ 0$

第二部分 元素及其化合物

第三章 金属及其化合物

学案 8 钠及其氧化物

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) Na_2O 淡黄 $2\text{Na}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{O}_2$ (2) 小 低 放 热 气体 剧烈 碱(NaOH) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{Na} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{熔融}} \text{Ti} + 4\text{NaCl}$

2. $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 石蜡油或煤油

[关键能力·提升]

1. A [Na 在空气中与空气中的 O_2 反应生成 Na_2O ,切面颜色变暗,最后不是生成淡黄色的 Na_2O_2 ,A 错误。]

2. (1) 钠与水反应放热,放出的热量引发钠与硫的反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}$ (2) Na_2S 放热 钠与硫反应引发后,不需要加热就能继续反应,说明其为放热反应 (3) ①滴有酚酞的水溶液变红 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (或 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$) ②浸润 CuSO_4 溶液的滤纸上有黑色固体析出 $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$ ③浸润 CuSO_4 溶液的滤纸上有蓝色固体析出 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$

考点二

[必备知识·夯实]

1. $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ (1) O_2 (2) $1 : 2$ (3) NaOH H_2O_2 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 强氧化

2. (1) Na_2SO_4 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + 2\text{NaOH}$

[关键能力·提升]

1. D [依题意可知,淡黄色固体为过氧化钠,A 正确;过氧化钠与水反应生成氢氧化钠和氧气,化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$,B 正确;过氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和氧气,氧气助燃,所以“吹气生火”的小魔术中的火不可以用泡沫灭火器扑灭,C 正确;反应过程中有明火,近距离俯视存在安全隐患,D 错误。]

2. (1) $\text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} :]^{2-} \text{Na}^+$ 离子键、非极性共价键

(2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 反应生成的 H_2O_2 具有漂白作用(或反应生成的 H_2O_2 氧化了酚酞)

(3) $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2$ 复分解反应

3. B [62 g Na₂O 与 78 g Na₂O₂ 的物质的量均为 1 mol,投入相同体积的足量水中,生成 NaOH 的物质的量均为 2 mol,且溶液的质量均增加 62 g,所得溶液的浓度相同,B 不正确。]

4. B [由 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 可知,1 mol NaHCO₃ 分解生成 0.5 mol CO₂、0.5 mol H₂O 和 0.5 mol Na₂CO₃,生成的 CO₂ 和 H₂O 分别与 Na₂O₂ 反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$,0.5 mol 二氧化碳首先与 0.5 mol Na₂O₂ 反应生成 0.5 mol Na₂CO₃,然后 0.4 mol Na₂O₂ 与 0.4 mol H₂O 反应生成 0.8 mol NaOH,因此容器内残留的固体是 1 mol Na₂CO₃ 和 0.8 mol NaOH。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)Na₂O₂ NaOH O₂ Na₂CO₃ (2) $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ $\text{Na}^+ [: \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} :]^{2-} \text{Na}^+$ 不属于 (3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ 、 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 2.24 L 0.2 N_A (4) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (5) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ (或 $6\text{Na} + 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \uparrow + 6\text{Na}^+$)

学案 9 碳酸钠与碳酸氢钠 碱金属

考点一

[必备知识·夯实]

1. 纯碱或苏打 易 易 小 (1)Na₂CO₃·xH₂O(x=1 或 7 或 10) 放 吸 (2) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
2. (1) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2)Na₂CO₃ + Ca(OH)₂ = CaCO₃↓ + 2NaOH
(3)Ca²⁺ + 2OH⁻ + 2HCO₃⁻ = CaCO₃↓ + CO₃²⁻ + 2H₂O
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ > (5) $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$
3. (1)NH₃ CO₂

[关键能力·提升]

1. 解析:(1)图 I 所示实验不能达到实验目的,因为碳酸钠和碳酸氢钠均可以与盐酸反应产生二氧化碳气体使澄清石灰水变浑浊;图 II 所示实验可以鉴别碳酸钠和碳酸氢钠,因为等质量的碳酸钠和碳酸氢钠与足量的稀盐酸反应,生成的二氧化碳气体的量不同,可根据气球膨胀程度来判断。(3)试管 B 装入碳酸氢钠,试管 A 装入碳酸钠,这样直接加热的碳酸钠,温度高,不分解,澄清石灰水不变浑浊,而间接加热的碳酸氢钠分解,澄清石灰水变浑浊,表明了碳酸氢钠不稳定。

答案:(1)II (2) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ D (3)NaHCO₃
(4)CaCl₂ 溶液或 BaCl₂ 溶液(合理即可)

2. 解析:(1)AB 段是碳酸氢钠与盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳,反应的化学方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(2)若 V₁=100,消耗 HCl 的物质的量是 0.05 mol,生成二氧化碳的物质的量是 0.672 L ÷ 22.4 L·mol⁻¹ = 0.03 mol < 0.05 mol,即生成 CO₂ 消耗的 HCl 的物质的量为 0.03 mol,由于白色固体中只含有两种物质,所以白色固体中的两种物质肯定不可能是 Na₂CO₃、NaHCO₃,B 点时加入 HCl 的物质的量是 0.08 mol,根据氯元素守恒可知溶液中的

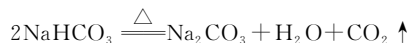
n(NaCl)=0.08 mol。(3)若白色固体由 Na₂CO₃、NaHCO₃ 组成,V₂=100,消耗 HCl 的物质的量是 0.05 mol,生成二氧化碳消耗 HCl 的物质的量是 0.03 mol,所以和碳酸钠反应生成碳酸氢钠消耗 HCl 的物质的量是 0.02 mol,因此根据 Na₂CO₃ + HCl = NaHCO₃ + NaCl 可知 n(Na₂CO₃)=0.02 mol,V₁=0.02 mol ÷ 0.5 mol·L⁻¹ = 0.04 L = 40 mL。(4)白色固体由 NaHCO₃、NaOH 组成,溶于水发生反应 NaHCO₃ + NaOH = Na₂CO₃ + H₂O,若 2V₁=V₂,根据 Na₂CO₃ + HCl = NaHCO₃ + NaCl,NaHCO₃ + HCl = NaCl + H₂O + CO₂↑,可知所得溶液为 Na₂CO₃ 溶液,即 NaHCO₃ 与 NaOH 恰好完全反应,则 m(NaHCO₃):m(NaOH)=84:40=21:10;最终生成二氧化碳的物质的量为 0.03 mol,因此碳酸氢钠和氢氧化钠的物质的量均是 0.03 mol,钠离子的物质的量是 0.06 mol,所以配制的 100 mL 溶液中 c(Na⁺)=0.06 mol ÷ 0.1 L = 0.6 mol·L⁻¹。

答案:(1)NaHCO₃ + HCl = NaCl + H₂O + CO₂↑

(2)Na₂CO₃、NaHCO₃ 0.08 (3)0.02 40 (4)21:10 0.6

3. D [氨盐水中通入气体 X(CO₂)后得到含 NaHCO₃ 晶体的悬浊液,其离子方程式为 NH₃ + CO₂ + Na⁺ + H₂O = NaHCO₃↓ + NH₄⁺,D 错误。]

4. 解析:(1)装置 B 中发生的反应为 NaHCO₃ 加热分解生成碳酸钠、二氧化碳和水,化学方程式为 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(2)干燥管中盛放的是碱石灰,碱石灰能吸收空气中的水蒸气和二氧化碳,所以干燥管的作用是防止空气中的 CO₂ 和水蒸气进入 D 中影响测定结果,如果没有这个装置,空气中的二氧化碳和水蒸气进入装置 D,使装置 D 的质量增加量偏大,导致测定结果偏高。(3)设混合物中 NaHCO₃ 的质量为 x g,根据反应的化学方程式



$$\begin{array}{ccc} 2 \times 84 & & 44 \\ x \text{ g} & & (m_3 - m_2) \text{ g} \end{array}$$

$$\text{建立关系式: } \frac{84 \times 2}{x} = \frac{44}{m_3 - m_2}, \text{ 解得 } x = \frac{42(m_3 - m_2)}{11}, \text{ 混合物}$$

$$\text{中 NaHCO}_3 \text{ 的质量分数为 } \frac{42(m_3 - m_2)}{11m_1} \times 100\%。$$

答案:(1) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2)防止空气中的 CO₂ 和水蒸气进入 D 中影响测定结果 偏高

$$(3) \frac{42(m_3 - m_2)}{11m_1} \times 100\%$$

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $4\text{Li} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{Li}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{O}_2$ (2) $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

2. (1)特征颜色 定性分析操作 物理

[关键能力·提升]

1. B [钫是碱金属中最活泼的金属,在空气中燃烧生成的氧化物很复杂,不是只生成 Fr₂O。]

2. B [某些非金属单质燃烧时火焰也有颜色,如 H₂ 燃烧产生淡蓝色火焰,单质硫在空气中燃烧产生淡蓝色火焰,在纯氧中燃烧产生蓝紫色火焰,A 错误;焰色试验是金属元素的性质,与元素的存在形式(化合态或游离态)无关,同种金属元素的焰色试验相同,Na₂SO₄、NaOH 均含钠元素,灼烧时火焰颜色均为黄

色,B正确;观察钾元素的焰色试验时需要透过蓝色钴玻璃,观察钠元素等的焰色试验不需要,C错误;焰色试验是金属元素的性质,可以是金属单质或金属化合物,D错误。]

3. (1)B (2) $K^+[H:]^-$ $KH+H_2O \rightleftharpoons KOH+H_2 \uparrow$
 N_A (3) $3NaH+Fe_2O_3 \rightleftharpoons 2Fe+3NaOH$ (4)强

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) NH_3 $NaHCO_3$ $2NaHCO_3 \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ (2)饱和食盐水 CO_2 (3) $NH_3+CO_2+H_2O+Na^+ \rightleftharpoons NH_4^++NaHCO_3 \downarrow$ (4)开始没有气体生成,后来有气体生成 立即有气体生成 $CO_3^{2-}+H^+ \rightleftharpoons HCO_3^-$ 、 $HCO_3^-+H^+ \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$ $HCO_3^-+H^+ \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$ (5)焰色试验

学案 10 铁及其重要化合物

考点一

[必备知识·夯实]

1. 四 化合态 陨铁 $3d^64s^2$ VIII 银白 磁体
 2. (1)排除装置中的空气,防止Fe与 O_2 反应 提供反应物水蒸气 $3Fe+4H_2O(g) \xrightarrow{高温} Fe_3O_4+4H_2$ 将铁粉置于疏松的石棉绒上 否 产物 Fe_3O_4 也能被磁铁吸引 (2) Fe_3O_4
 (3) S 、 I_2 Cl_2 、 Br_2 (4) $Fe^{3+}+NO \uparrow +2H_2O \rightleftharpoons 3Fe^{2+}+2NO \uparrow +4H_2O$ 铁遇浓硫酸或浓硝酸会在其表面生成一层致密的氧化物薄膜 (5) $Fe+2Fe^{3+} \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$

[关键能力·提升]

1. B [用布擦干潮湿的自行车是防止铁和氧气、水常温下反应生锈,与红热的铁与水蒸气反应生成 Fe_3O_4 无关,A不符合题意;因铁与 $H_2O(g)$ 高温下反应生成 Fe_3O_4 和 H_2 ,故应将模具干燥后再注入熔融钢水,B符合题意;常温下铁遇浓硝酸会在表面生成一层致密的氧化物薄膜,所以工厂用铁罐车运输浓硝酸,与浓硝酸易分解无关,C不符合题意;生产中可以用铁槽盛放浓硫酸,是因为常温下铁遇浓硫酸会在表面形成致密的氧化膜阻止反应进一步进行,D不符合题意。]
 2. 解析:开始时Fe过量生成 Fe^{2+} ,后期 Fe^{2+} 被 HNO_3 氧化为 Fe^{3+} 。
 $3Fe+8HNO_3 \rightleftharpoons 3Fe(NO_3)_2+2NO \uparrow +4H_2O$
 3 mol 8 mol
 $Fe+4HNO_3 \rightleftharpoons Fe(NO_3)_3+NO \uparrow +2H_2O$
 3 mol 12 mol
 故Fe一定时消耗 HNO_3 的物质的量之比为2:3,即c、b两点的数值比为2:3。
 答案:(1) Fe^{2+} Fe^{3+} 2:3 (2) $3Fe+8H^++2NO_3^- \rightleftharpoons 3Fe^{2+}+2NO \uparrow +4H_2O$ $3Fe^{2+}+4H^++NO_3^- \rightleftharpoons 3Fe^{3+}+NO \uparrow +2H_2O$

考点二

[必备知识·夯实]

1. 红棕色 +2 +3 $FeO+2H^+ \rightleftharpoons Fe^{2+}+H_2O$ $Fe_2O_3+6H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+}+3H_2O$
 2. 白色 红褐色 $Fe^{2+}+2H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 \downarrow$

教材链接

- (1)不能 CCl_4 的密度比 $FeSO_4$ 溶液的大,位于下层,无法隔绝空气
 (2)铁与稀硫酸反应产生氢气,用氢气赶尽装置内空气,当试管B中导管处氢气纯净时,关闭止水夹a,试管A中气体压强增大,将 $FeSO_4$ 溶液压入在氢气保护下的 $NaOH$ 溶液中

[关键能力·提升]

1. C [该氧化物与盐酸反应后得到含有 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 的溶液,通入氯气后溶液中的 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+} ,其反应为 $2Fe^{2+}+Cl_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+}+2Cl^-$ 。步骤①为复分解反应,步骤②为氧化还原反应,A正确;由于盐酸过量,则溶液a中阳离子除了 Fe^{3+} 和 Fe^{2+} 外,还有 H^+ ,B正确;盐酸过量且未知量,故溶液b中 Fe^{3+} 与 Cl^- 的物质的量之比无法计算,C错误;步骤②反应为 $2Fe^{2+}+Cl_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+}+2Cl^-$,其中消耗0.1 mol Cl_2 ,则 Fe^{2+} 的物质的量为0.2 mol,原氧化物中 Fe^{2+} 也为0.2 mol,该氧化物中 Fe^{2+} 可以 FeO 的形式存在,其质量为 $0.2 \text{ mol} \times 72 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.4 \text{ g}$,则其中 Fe^{3+} 可认为以 Fe_2O_3 的形式存在,其质量为 $(30.4 - 14.4) \text{ g} = 16 \text{ g}$,其物质的量为 $\frac{16 \text{ g}}{160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,则该氧化物可以写成 $Fe_2O_3 \cdot 2FeO$,即该氧化物的化学式为 Fe_4O_5 ,D正确。]
 2. B [铁粉与足量稀硝酸反应时,生成 $Fe(NO_3)_3$ 、 NO 和 H_2O ,A正确; Fe_3O_4 中含+2价、+3价铁,与足量稀硝酸反应生成 Fe^{3+} ,正确的离子方程式为 $3Fe_3O_4+28H^++NO_3^- \rightleftharpoons 9Fe^{3+}+NO \uparrow +14H_2O$,B错误; $Fe(OH)_3$ 与稀硝酸发生复分解反应: $Fe(OH)_3+3HNO_3 \rightleftharpoons Fe(NO_3)_3+3H_2O$,C正确; $Fe(OH)_2$ 具有较强的还原性,与足量稀硝酸发生氧化还原反应生成 $Fe(NO_3)_3$ 、 NO 和 H_2O ,D正确。]
 3. C [此实验的目的是制备氢氧化亚铁,先用铁和稀硫酸反应制备硫酸亚铁,此反应在仪器2中进行,稀硫酸是溶液,应盛放在分液漏斗中,即应盛放在1中,A正确;打开B、C,关闭A,利用仪器2中产生的氢气,把仪器3中的空气排尽,使装置处于还原氛围,然后关闭开关B,打开开关A,产生气体压强增大,把仪器2产生的 $FeSO_4$ 压入仪器3中,产生 $Fe(OH)_2$,B正确;反应一段时间后,仪器3中 $FeSO_4$ 与 $NaOH$ 溶液反应产生 $Fe(OH)_2$,故在仪器3中观察到白色沉淀,C错误;本实验利用反应生成的氢气排净装置中的空气,使装置处于还原氛围,故制备的氢氧化亚铁可以相对较长时间的保持白色状态,D正确。]
 4. D [实验A先打开K,旋转活塞使稀硫酸滴入与Fe反应产生氢气,利用氢气将装置中的空气排净,避免后来生成的 $Fe(OH)_2$ 被氧化,A正确;实验B铁粉与滴入的稀硫酸反应产生的氢气可以排尽装置内的空气,再挤压长胶头滴管,生成 $Fe(OH)_2$ 白色沉淀,避免后来生成的 $Fe(OH)_2$ 被氧化,B正确;空气中的氧气能进入实验C的溶液中,因此4个实验中,相对而言,实验C中看到白色沉淀时间较短,C正确;四氯化碳的密度比水大,会处于 $FeSO_4$ 溶液下方,不能隔绝空气,因此不能把苯换成四氯化碳,D错误。]

[课堂小结·一题串知]

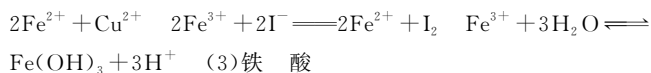
- 一题串所学 (1) FeS_2 Fe_2O_3 FeS $2Fe^{3+}+Fe \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$
 (2)油漆、涂料的颜料 氢氧化铁胶体 (3) $Fe+S \xrightarrow{\Delta} FeS$
 (4) $4Fe(OH)_2+O_2+2H_2O \rightleftharpoons 4Fe(OH)_3$ (5) $Fe^{2+}+S^{2-} \rightleftharpoons FeS \downarrow$ 不是 (6) $4FeS_2+11O_2 \xrightarrow{高温} 2Fe_2O_3+8SO_2$

学案 11 铁盐和亚铁盐 含铁物质的转化

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1)红 浅绿 红 $Fe^{3+}+3SCN^- \rightleftharpoons Fe(SCN)_3$, $2Fe^{3+}+Fe \rightleftharpoons 3Fe^{2+}$, $2Fe^{2+}+Cl_2 \rightleftharpoons 2Fe^{3+}+2Cl^-$ (2) $Fe^{2+}+Zn \rightleftharpoons Fe+Zn^{2+}$ $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+ \rightleftharpoons 2Fe^{3+}+2H_2O$ $MnO_4^-+5Fe^{2+}+8H^+ \rightleftharpoons 5Fe^{3+}+Mn^{2+}+4H_2O$ $2Fe^{3+}+Cu \rightleftharpoons$



2. (1) 红 灰绿 红褐 (2) 红 紫 (3) 蓝

[关键能力·提升]

1. A [取少量样品溶于盐酸,滴加 KSCN 溶液,溶液变红,则含有 Fe^{3+} ,说明铁粉变质,A 正确;滴加 KSCN 溶液,溶液未变红,则不含 Fe^{3+} ,有可能是还原铁粉与 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} ,B 错误;依次滴加氯水、KSCN 溶液,溶液变红,不能判断铁粉是否变质,C 错误;滴加 KSCN 溶液,溶液未变红,再滴加氯水,溶液变红,说明溶液中含有 Fe^{2+} ,可能是 Fe 与盐酸反应生成 Fe^{2+} ,但不能说明铁粉全部变质,D 错误。]
2. B [①→②:水合硫酸铁溶于水得到黄色溶液,结合已知信息可知,溶液呈黄色是由于 Fe^{3+} 水解与 OH^- 配位。②→③:加入 1 滴稀硫酸,溶液中 H^+ 浓度增大, Fe^{3+} 的水解被抑制,溶液黄色变浅。③→④:加入 1 滴 KSCN 溶液, Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成红色配合物 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,使溶液变为红色。④→⑤:加入 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 固体,溶液变为绿色,结合已知信息可知,该过程中 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 转化为 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ 。⑤→⑥:加入适量稀硫酸, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 与 H^+ 结合生成弱电解质 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 浓度减小, $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ 转化为 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,溶液又变为红色。②到③加入稀硫酸,溶液由黄色变为浅黄色,说明稀硫酸能抑制 Fe^{3+} 的水解,A 正确;④中 SCN^- 与 Fe^{3+} 反应生成 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,加入 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 固体后, $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 转化为 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$,释放出 SCN^- ,故溶液中 $c(\text{SCN}^-)$:④<⑤,B 错误;④和⑥中溶液呈现红色均是由于 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成红色配合物 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$,C 正确;③中为硫酸酸化的硫酸铁溶液,向其中加入适量维生素 C,维生素 C 具有还原性,可将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,再加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, Fe^{2+} 与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应生成 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 蓝色沉淀,D 正确。]
3. (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) 取少量溶液 B 于试管中,滴加 KSCN 溶液,若溶液不变红色,说明溶液 B 中不存在 Fe^{3+} (4) 防止被空气氧化

考点二

[必备知识·夯实]

2.

教材链接

杀菌消毒 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体

[关键能力·提升]

1. B
2. C [黄绿色气体 c 为 Cl_2 ,产生红褐色沉淀与深蓝色溶液,结合题中涉及 Fe、Cu 元素,则 g 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、深蓝色溶液 f 中含有 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,则气体 e 为 NH_3 ,溶液 d 中含 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} ,溶液 b 中含 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ;铜铁混合物与溶液 a 反应无气体产生,可推断溶液 a 中含 Fe^{3+} ,则 h 为酸溶液,可以为盐酸、稀硫酸等非氧化性酸。结合上述分析知,溶液 h 可能是盐酸,A 正确;向含 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 的溶液中通入过量 NH_3 ,可产生 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 沉淀,久置后 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被空气中的氧气氧化为红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,B 正确;根据金属的活动性顺序: $\text{Fe} > \text{Cu}$, Fe^{3+} 先与铜铁混合物中的 Fe 反应,后与 Cu 反应,转化过程中生成深蓝色 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,说明 Fe 已反应完全,固体残渣中不可能存在铁,C 错误;结合上述分析知,D 正确。]
3. C [Fe^{3+} 和 Al^{3+} 混合物加入浓盐酸进行酸化,此时 Fe^{3+} 在浓盐酸中生成黄色配离子 $[\text{FeCl}_4]^-$;加入乙醚进行萃取后,该配

离子在乙醚(Et_2O ,沸点 34.6°C)中生成缔合物 $\text{Et}_2\text{O} \cdot \text{H}^+ \cdot [\text{FeCl}_4]^-$,分液后得到含 Al^{3+} 的水溶液;将有机层加水进行反萃取, Fe^{3+} 进入水溶液中,分液后得到乙醚和含 Fe^{3+} 的水溶液;由于少量乙醚溶解在水中,且乙醚可能会影响 Fe^{3+} 的使用或检测,所以需将水溶液进行蒸馏,分离出溶解的少量乙醚,从而得出含 Fe^{3+} 的水溶液。 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 都能与氨水反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀,所以不能用过量的氨水分离 Fe^{3+} 、 Al^{3+} ,A 不正确;反萃取时,加水的目的是破坏缔合物,使 Fe^{3+} 进入水层,但加水量过多会导致乙醚层体积增大或乳化,不利于分离,所以并不是水越多越有利于 Fe^{3+} 分离,B 不正确; Al^{3+} 为无色, Fe^{3+} 在浓盐酸中生成黄色配离子 $[\text{FeCl}_4]^-$,分液后水相为无色,说明 Fe^{3+} 已被萃取完全,达到分离目的,C 正确;蒸馏时应选用直形冷凝管,若使用球形冷凝管,馏出液会滞留在冷凝管内,不易流出,球形冷凝管一般用于回流,D 不正确。]

4. B [废铁屑的主要成分为 Fe,杂质有 Al、C 及油脂,先加入 NaOH 溶液“碱浸”,可除去铁屑中的油脂,A 正确;“酸浸”时加入盐酸,由于 Al 与 NaOH 溶液、盐酸均发生反应,故“滤渣”中不含 Al,B 错误;“操作 1”通入空气的目的是将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,也可用 H_2O_2 溶液代替空气,C 正确;“酸浸”后的滤液呈酸性,若改为先“氧化”后“调 pH”,酸性条件下 Cl^- 、 ClO^- 和 H^+ 发生氧化还原反应生成 Cl_2 ,D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)Fe 稀硫酸 H_2O_2 溶液 (2) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ (3) $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (5)蒸发浓缩 冷却结晶 (6) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 或 KMnO_4 溶液 KSCN 溶液 (7)调节溶液的 pH,使 Fe^{3+} 完全沉淀、 Mg^{2+} 不沉淀

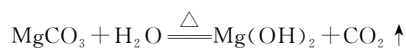
学案 12 镁、铝及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgO}$, $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$, $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{C} + 2\text{MgO}$ (2) $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$
2. (1) $\text{MgO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

教材链接



3. (2) $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$ (3) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

[关键能力·提升]

1. D [镁为活泼金属,能与空气中的氧气、二氧化碳和水蒸气反应,要制备氮化镁,需要去除空气中的氧气、二氧化碳和水蒸气。装置 A、B 中可依次加入 NaOH 溶液、浓硫酸,由于混合气体通过氢氧化钠溶液后带出水蒸气,因此浓硫酸需要放在氢氧化钠溶液后,对气体进行干燥,A 正确;装置 C 的作用是除去氯气,若去掉装置 C,镁与氯气反应生成氯化镁,对产品纯度影响很大,B 正确;氯气会与镁反应,为保证装置内氯气全部除去,实验时应先加热 C,通入一段时间空气再加热 D,C 正确;由于 Mg_3N_2 遇水会发生反应生成 NH_3 ,装置 E 中碱石灰的作用是防止空气中的水蒸气进入装置 D 中,D 错误。]

2. C [“沉镁”是将 Mg^{2+} 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 用 CaO 或者 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 可能发生反应: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$, A 正确; 煅烧固体时应选用耐高温的坩埚, B 正确; “氯化”过程是在氯气氛围中高温煅烧氧化镁和碳混合物将镁转化为氯化镁, 化学方程式为 $\text{MgO} + \text{C} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{MgCl}_2 + \text{CO}$, 反应为气体分子数不变的反应, C 错误; 直接灼烧 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 晶体不能得到无水氯化镁, D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{AlCl}_3$
 (2) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- 方案一 (1) Fe_2O_3 H_2SiO_3 (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 方案二 (1) SiO_2 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
 (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

[关键能力·提升]

- B [根据铝元素“价—类”二维图可知, a 为 Al , b 为 Al_2O_3 , c 为铝盐, e 为 $\text{Al}(\text{OH})_3$, c 与 d、d 与 e 可以相互转化, 则 d 为四羟基合铝酸盐。反应③是铝盐转化为四羟基合铝酸盐, 反应④是四羟基合铝酸盐转化为铝盐, 反应⑤是四羟基合铝酸盐转化为氢氧化铝, 反应⑥是铝盐转化为氢氧化铝, 反应⑦是氢氧化铝转化为四羟基合铝酸盐, 上述反应均为复分解反应, 故 A 正确; 反应①是铝单质转化为铝盐, 加酸可以实现转化, 反应⑥是铝盐转化为氢氧化铝, 加碱可以实现转化, 两反应所加试剂不可能相同, 故 B 错误; 根据题图可知, d 为四羟基合铝酸盐, 故物质类别处“□”代表四羟基合铝酸盐, 故 C 正确; 反应④是四羟基合铝酸盐转化为铝盐, 可通过加入过量盐酸实现转化, 离子方程式为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, 反应⑤是四羟基合铝酸盐转化为氢氧化铝, 可通过加入少量盐酸实现转化, 离子方程式为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, 故 D 正确。]
- D [石灰渣加入碳酸钠、水碱溶, 得到碳酸钙沉淀 1 和 Na_2HPO_3 溶液, 过滤, 滤液加入 H_3PO_3 调节 pH 后加入氯化铝生成亚磷酸铝。因石灰渣主要含亚磷酸钙和少量氢氧化钙, “碱溶”时加入碳酸钠和水反应生成的“沉淀 1”的主要成分为碳酸钙, 碳酸钙和稀盐酸反应可用于实验室制备 CO_2 , A 正确; “调 pH”时加入 H_3PO_3 可除去可能剩余的 Na_2CO_3 , 若未将溶液调至酸性, 后续加入的 AlCl_3 会转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 等杂质, 降低产品纯度与产率, B 正确; “沉铝”时加入氯化铝和 Na_2HPO_3 发生复分解反应生成 $\text{Al}_2(\text{HPO}_3)_3$, 存在反应: $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{HPO}_3 = \text{Al}_2(\text{HPO}_3)_3 \downarrow + 6\text{NaCl}$, C 正确; “滤液 1”为氯化钠溶液, 电解氯化钠溶液可制得氢氧化钠、氢气和氯气, 无法得到金属钠, D 错误。]
- A [A 项, “高温煅烧”时, 若 Al_2O_3 只与 Na_2CO_3 发生反应 $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 \uparrow$, 则 1.0 mol Al_2O_3 参加反应时生成 1.0 mol CO_2 , 但实际上部分 Al_2O_3 会发生其他反应转化为 KAlO_2 , 故 1.0 mol Al_2O_3 发生的反应生成的 CO_2 少于 1.0 mol, 错误; B 项, 由流程分析可知, “酸浸”时硅的化合物以固态物质形式 (H_2SiO_3 、 CaSiO_3) 在浸渣中被除去, 正确; C 项, “酸浸”时 MgO 先溶解得到 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$,

$[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$ 再与 H_2SO_4 反应转化为 Ga^{3+} , 正确; D 项, 类比明矾的化学式 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 可知, “浓缩结晶”时析出晶体的化学式为 $\text{MAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($\text{M} = \text{K}^+$ 或 Na^+), 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{C} + 2\text{MgO}$ (2) Al^{3+} 或 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 两性氧化物 两性氢氧化物 (3) $\begin{pmatrix} +13 \\ 28 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 28 \\ 3 \end{pmatrix}$ 或 $\begin{pmatrix} +26 \\ 28 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 142 \\ 3 \end{pmatrix}$ (4) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

学案 13 铜及其化合物 金属材料

考点一

[必备知识·夯实]

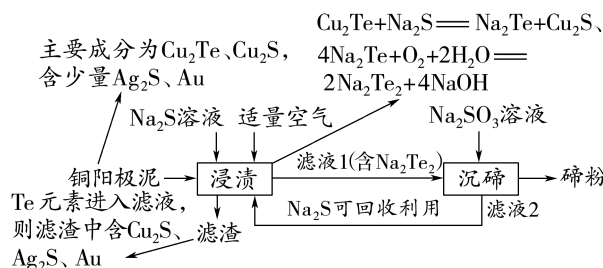
- (1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 碱式 (2) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$
- (1) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

教材链接

胆矾、生石灰、水

[关键能力·提升]

1. C [



若“浸渍”时通入空气过量, 则 Na_2S 中 S^{2-} 会被氧化为高价态的物质, 故会发生副反应, A 项错误; 由上述分析知, 滤渣的主要成分为 Cu_2S 、 Ag_2S 、 Au , 其中 Au 不溶于浓硝酸, B 项错误; Na_2Te 与空气中的氧气发生氧化还原反应, 反应的化学方程式为 $4\text{Na}_2\text{Te} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_2\text{Te}_2 + 4\text{NaOH}$, 反应过程中消耗 H_2O 且有 NaOH 生成, 溶液碱性增强, C 项正确; “沉碲”过程中, Na_2Te_2 与 Na_2SO_3 发生反应, Te 由 -1 价升高为 0 价, 失电子被氧化, 则 Na_2SO_3 被还原, D 项错误。]

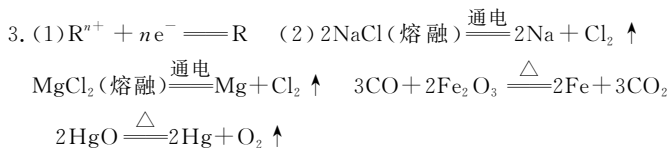
- A [CuCl 加入过量氨水生成无色溶液, 过程中发生反应 $\text{CuCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 其中 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq})$ 为无色, 无色溶液在空气中被氧气氧化为蓝色溶液, 发生反应 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$, 其中 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq})$ 为蓝色, 加入铜粉发生反应 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Cu} = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$, 放置在空气中又发生反应 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ +$

$O_2 + 8NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons 4[Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4OH^- + 6H_2O$, 溶液又变为蓝色。 NH_3 中由 N 原子提供孤电子对用于形成配位键, OH^- 中由 O 原子提供孤电子对用于形成配位键, 电负性: $O > N$, 则 O 给电子能力弱, 则与 Cu^{2+} 的配位能力: $NH_3 > OH^-$, 故 A 错误; 由分析可知, $[Cu(NH_3)_2]^+$ (aq) 无色, 故 B 正确; 氧化剂的氧化性大于氧化产物, 由方程式 $[Cu(NH_3)_4]^{2+} + Cu \rightleftharpoons 2[Cu(NH_3)_2]^+$ 可知, 氧化性: $[Cu(NH_3)_2]^+ < [Cu(NH_3)_4]^{2+}$, 故 C 正确; 由分析可知, 探究整个过程未发生反应②, 故 D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

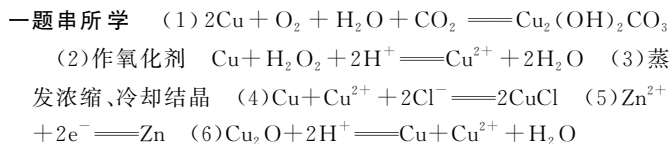
1. 金属与非金属 金属特性 低 大
2. (1) 低碳 Cr、Ni 小 高



[关键能力·提升]

1. A [生铁用于炼钢和制造各种铸件, 是由于生铁具有优良的铸造、切削加工和耐磨性能, A 符合题意; 钠钾合金用于快中子反应堆的热交换剂, 是由于钠钾合金导热性好, B 不符合题意; 镁铝合金用于制造火箭、导弹、航天器等, 是由于镁铝合金具有密度小、硬度和强度大的特点, C 不符合题意; 镍铬铝铜合金用于制备电路中的精密元件, 是由于镍铬铝铜合金具有很高的电阻率, D 不符合题意。]
2. D [“淘洗去土滓”, 使矿石和土分离属于原料的富集, A 正确; 纯铜为紫红色固体, “自然铜……色似干银泥”, 因此自然铜为合金, B 正确; 铜与铅混合物的分离过程中, “铅质先化, 从上孔流出”, 利用了物质的熔点不同, C 正确; 不能用热分解法治炼铜, 应用热还原法治炼铜, D 错误。]
3. C [废线路板先机械粉碎, 可以增加其反应的接触面积, 加入稀盐酸后铝、锌、铁溶解, 进入滤液, 通入氧气和加入氢氧化钠, 可以溶解锡和铅, 最后电解精炼得到铜。机械粉碎的目的是增大接触面积, 加快反应速率, A 错误; 酸溶的过程中 Al、Zn、Fe 转化为对应的 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Zn^{2+} 离子, B 错误; “碱溶”时根据产物中 SnO_3^{2-} , 存在反应: $Sn + 2OH^- + O_2 \rightleftharpoons SnO_3^{2-} + H_2O$, C 正确; “电解精炼”时, 粗铜在阳极发生氧化反应, 逐步溶解, D 错误。]

[课堂小结·一题串知]



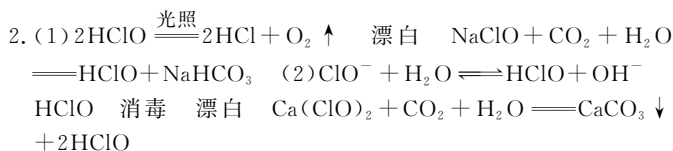
第四章 非金属及其化合物

学案 14 氯及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) 棕红 棕黄 苍白 $Cl_2 + 2KI \rightleftharpoons I_2 + 2KCl$ $Cl_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + 2Cl^- + SO_4^{2-}$ $Cl_2 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + Cl^- + HClO$ Cl_2 、 H^+ 、 Cl^- 、 $HClO$ 、 ClO^- 、 OH^- 棕色 阴凉
 (2) $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Cl^- + ClO^- + H_2O$ $2Ca(OH)_2 + 2Cl_2 \rightleftharpoons CaCl_2 + Ca(ClO)_2 + 2H_2O$



[关键能力·提升]

1. D [闭合 K_1 , 电解饱和食盐水, U 形管两侧生成 Cl_2 和 H_2 , A 错误; Cl_2 与 H_2O 生成 $HClO$, $HClO$ 具有漂白性, B 错误; 还原性: $Cl^- < I^-$, C 错误; 断开 K_1 , 闭合 K_2 , 形成 H_2-Cl_2 燃料电池, 有电流形成, D 正确。]
2. A [Cl 的价层电子排布式为 $3s^2 3p^5$, 最外层电子数为 7, Mn 的价层电子排布式为 $3d^5 4s^2$, 最外层电子数为 2, Mn、Cl 原子的最外层电子数不相等, A 错误; d 为高氯酸盐, 其阴离子 ClO_4^- 的中心 Cl 原子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (7 + 1 - 2 \times 4) = 4$, Cl 的杂化方式为 sp^3 , 无孤电子对, 故 ClO_4^- 的空间结构是正四面体形, B 正确; 由题图可知, a 为 HCl , b 为 Cl_2 , c 中阴离子为 ClO^- , g 中阴离子为 MnO_4^- , 浓盐酸可与 ClO^- 发生归中反应: $2H^+ + Cl^- + ClO^- \rightleftharpoons Cl_2 \uparrow + H_2O$, 浓盐酸可与 MnO_4^- 发生反应: $2MnO_4^- + 16H^+ + 10Cl^- \rightleftharpoons 2Mn^{2+} + 5Cl_2 \uparrow + 8H_2O$, C 正确; MnO_4^- 和 $MnSO_4$ 反应生成 MnO_2 时, MnO_4^- 中 Mn 化合价由 +7 价降低到 +4 价, 被还原, 得 $3e^-$, 生成还原产物, $MnSO_4$ 中 Mn 化合价由 +2 价升高到 +4 价, 被氧化, 失 $2e^-$, 生成氧化产物, 根据得失电子守恒可得 $n(\text{还原产物}) : n(\text{氧化产物}) = 2 : 3$, D 正确。]
3. A [$Ca(ClO)_2$ 是可溶性强电解质, 在溶液中发生电离 $Ca(ClO)_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2ClO^-$, ClO^- 会发生水解 $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$, 则溶液显碱性, 故 $c(OH^-) > c(H^+)$, 水解的程度是微弱的, 则 $Ca(ClO)_2$ 溶液中存在 $c(ClO^-) > c(Ca^{2+}) > c(OH^-) > c(H^+)$, A 正确; $Ca(ClO)_2$ 溶液中存在 $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$, 溶液显碱性, 向其中滴加紫色石蕊溶液, 溶液变为蓝色, 由于 $HClO$ 具有强氧化性, 会将蓝色物质氧化成无色物质, 故不能根据溶液褪色说明 $Ca(ClO)_2$ 溶液显碱性, B 错误; 取少量 $Ca(ClO)_2$ 溶液于试管中, 通入 CO_2 , 生成白色沉淀, 发生反应 $Ca^{2+} + 2ClO^- + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow + 2HClO$, 说明酸性: $H_2CO_3 > HClO$, C 错误; 实验 III 中有黄绿色气体生成, 说明发生归中反应 $Cl^- + ClO^- + 2H^+ \rightleftharpoons Cl_2 \uparrow + H_2O$, 则氧化性: $ClO^- > Cl_2$, D 错误。]
4. B [碳酸的酸性比 $HClO$ 的酸性强, 根据强酸制弱酸原理, 正确的离子方程式为 $HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + H_2O$, B 不相符。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $MnO_2 + 4HCl(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} MnCl_2 + Cl_2 \uparrow + 2H_2O$ $MnO_2 + 4H^+ + 2Cl^- \xrightarrow{\Delta} Mn^{2+} + 2H_2O + Cl_2 \uparrow$ (4) 增大 $c(Cl^-)$, 减少 Cl_2 与 H_2O 的反应, 即减少 Cl_2 的溶解 干燥管或 U 形管
 (5) 上 饱和食盐水 (6) $NaOH$ $Cl_2 + 2OH^- \rightleftharpoons Cl^- + ClO^- + H_2O$ (7) 蓝 蓝色石蕊试纸

教材链接

发生装置: 根据反应物的状态和反应条件



除杂装置: 根据气体及其所含杂质的性质



收集装置: 根据气体的密度、水中溶解性及是否与 H_2O 反应

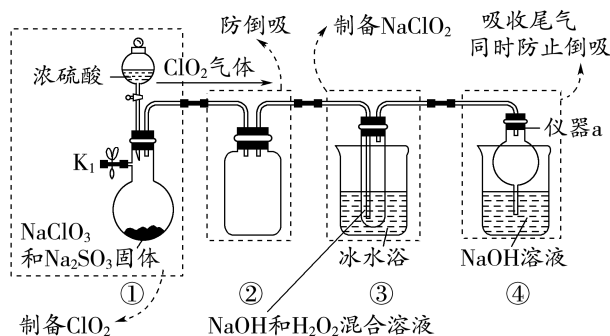


尾气处理装置: 根据气体的性质

[关键能力·提升]

1. D $[\text{ICl}_3]$ 遇水易反应,故装置戊中碱石灰的作用有两个:一是吸收 Cl_2 ,二是防止外界水蒸气进入装置丁中,D 不正确。]
2. D $[\text{Y}$ 形管中 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 和盐酸反应生成氯气, Cl_2 与 KI 发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$,生成 I_2 使溶液变棕黄,饱和食盐水的作用是除去氯气中混有的氯化氢,长颈漏斗在这里起到了平衡气压的作用,防止装置堵塞导致压强过大,浓硫酸的作用是干燥氯气,除去水蒸气。U 形管中铁丝在氯气中剧烈燃烧,产生棕褐色的烟(FeCl_3)。NaOH 溶液用于吸收未反应完的有毒氯气,防止污染空气。生成的 Cl_2 与 KI 发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$, I_2 使溶液变棕黄,I 元素化合价升高, I^- 作还原剂,体现还原性,A 正确;制得的 Cl_2 中混有 HCl 和水蒸气,饱和食盐水除去 HCl ,浓硫酸吸收水分,干燥 Cl_2 ,防止后续加热时水蒸气影响反应,B 正确;加热条件下 Fe 与 Cl_2 反应生成 FeCl_3 ,注入稀硫酸溶解后,溶液中含 Fe^{3+} , Fe^{3+} 遇 KSCN 溶液变红,可说明 Fe^{3+} 存在,C 正确;烧杯中为 NaOH 吸收 Cl_2 后的溶液,根据电荷守恒,溶液中阴离子还有 OH^- ,正确的关系式为 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-)$,D 错误。]
3. A $[\text{ClO}_2]$ 易溶于水,不能用①收集,③无法除去尾气,②可以从 d 口进气 c 口出气来收集 ClO_2 ,故 A 错误。]

4. 解析:



答案:(1)球形干燥管 作安全瓶,防止装置③中的溶液倒吸至装置①中 (2)关闭 K_1 ,关闭分液漏斗活塞,向装置④的烧杯中加水浸没球形干燥管下端,微热装置①中烧瓶,当装置④中出现气泡时停止加热,若装置④中球形干燥管下端有一段水柱,一段时间后水柱高度不变,则装置气密性良好 (3) $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ O_2 (4)从 K_1 处通入空气,将残留气体鼓入装置④中 (5)冷却结晶

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ + 10\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 吸收 Cl_2 中的 HCl 干燥 Cl_2 (2)使 SnCl_4 液化使 SnCl_4 冷凝回流 吸收未反应的 Cl_2 ,防止空气中的水蒸气进入戊中 (3) H^+ 、 Cl^- 、 ClO^- 、 Cl_2 、 HClO 、 OH^- $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ (4)溶液变蓝 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ (5)溶液先变红后褪色

学案 15 卤族元素与提取溴和碘

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) FeI_2 $\text{HX} + \text{HXO}$ $\text{X}^- + \text{XO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2)加深 升高 增大 增强 减弱 增强
2. (1)白色 淡黄色 黄色 (2) Br^- I^- (3)蓝色

[关键能力·提升]

1. A [元素非金属性强弱与其对应的氢化物溶液的酸性强弱无关,可根据其最高价氧化物对应的水化物的酸性强弱进行比较,A 错误。]

2. D [A 项,在 KI 溶液中加入足量新制氯水,也会置换出单质碘而使溶液变色,故不能确定是否含有 Br^- ,错误;B 项, Br^- 和 I^- 均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,错误;C 项,加入少量的碘水,再加入 CCl_4 溶液振荡,有机层萃取 I_2 而显紫色,不能证明含有 Br^- ,错误;D 项,加入足量 FeCl_3 溶液,由于还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$, Fe^{3+} 氧化 I^- 生成 I_2 ,用 CCl_4 溶液萃取后,分离出 I_2 ,在无色的水层中加入 AgNO_3 溶液,有淡黄色沉淀生成,说明有 AgBr 生成,则含有 Br^- ,正确。]
3. D [F 的非金属性比 I 强, IF_5 中 I、F 元素的化合价依次为 +5 和 -1,故 A 错误;氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$, IBr 与 Fe 反应生成 FeI_2 ,故 B 错误; BrCl 与足量 FeBr_2 反应的化学方程式为 $3\text{BrCl} + 6\text{FeBr}_2 \rightleftharpoons \text{FeCl}_3 + 5\text{FeBr}_3$, BrCl 中 Br 元素在反应中由 +1 价变为 -1 价,故 1 mol BrCl 与足量 FeBr_2 溶液完全反应时转移的电子的物质的量为 2 mol,故 C 错误; IBr 中溴元素的电负性较强,溴元素显 -1 价、碘元素显 +1 价, IBr 可以与水反应生成 HIO 和 HBr ,各元素化合价没有改变,不是氧化还原反应,故 D 正确。]
4. (1) $(\text{CN})_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$

考点二

[必备知识·夯实]

1. (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$
2. (1) $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ CCl_4 溶液 蒸馏

[关键能力·提升]

1. C [溴单质沸点低,可用热空气吹出得到含 Br_2 的空气,“吹出塔”步骤利用了溴单质易挥发的性质,A 正确;“吸收塔”内发生的反应是二氧化硫和溴单质反应生成硫酸和溴化氢,反应的离子方程式为 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+$,B 正确;氯气和溴均可以和 NaOH 溶液反应,不能用 NaOH 溶液除去溴中的少量氯气,C 错误;制取过程中需要富集溴,根据反应过程,每提取 1 mol 溴,理论上消耗 2 mol 氯气,标准状况下的体积为 $2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 44.8 \text{ L}$,D 正确。]
2. B [应在坩埚中灼烧干海带,A 错误;操作 a、c 均为过滤,B 正确;操作 b 中用于提取碘的试剂必须与水互不相溶,乙醇与水互溶,C 错误;③的离子方程式为 $5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,D 错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. 搅拌 适当加热 搅拌,加速溶解
2. 问题探究(1)静置后,向上层清液中继续滴加 BaCl_2 溶液,无沉淀生成 (2) Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow$ (3)否,若顺序颠倒则无法除去 Ba^{2+} (4)否,若在过滤前加入盐酸,则 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 CaCO_3 、 BaCO_3 又溶解而引入杂质 (5)蒸发皿 玻璃棒 酒精灯 搅拌,防止溶液局部温度过高导致液滴飞溅 (6)保证杂质离子完全除去 向上层清液中加 BaCl_2 溶液,无沉淀产生

[关键能力·提升]

1. C [用过量的 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-} ,后续用碳酸钠溶液除去过量的 Ba^{2+} ,A 项正确; Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 分别转化为 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 沉淀,通过过滤除去,B 项正确;4 种

试剂中,最后加入盐酸,目的是中和过量的碳酸钠和 NaOH, C 项错误;加盐酸调节 pH 后的溶液中含 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 等离子,蒸发至大量固体析出,趁热过滤、洗涤、干燥后即得 NaCl 纯品, K^+ 留在母液中,D 项正确。]

2. (1) AgNO_3 BaSO_4

(2) 过滤 引流

(3) 使溶液中的 Ag^+ 、 Ba^{2+} 完全沉淀

(4) Na_2CO_3 HNO_3

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) NaOH 溶液— BaCl_2 溶液— Na_2CO_3 溶液—盐酸 (2) 在 HCl 气氛中加热失水 (3) Cl_2 SO_2 的水溶液
 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- \rightleftharpoons \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (4) 萃取分液 蒸馏

学案 16 硫及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

二、2. (2) 褪色 还原 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 褪色 漂白 溶液恢复红色 淡黄色沉淀
 氧化 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ BaSO_4 BaSO_3 SO_2
 $+ 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_3 \downarrow$

[关键能力·提升]

1. D [CO₂ 也能使澄清石灰水变浑浊,①错误;酸性气体均能使湿润的蓝色石蕊试纸变红,②错误;Cl₂ 也能使品红溶液褪色,③错误;CO₂ 通入足量 NaOH 溶液中,再滴加 BaCl₂ 溶液,有白色沉淀(BaCO₃)生成,该沉淀溶于稀盐酸,④错误。]

2. 该气体为 CO₂ 和 SO₂ 的混合气体

(1) B

(2) 验证混合气体中是否含有 SO₂

(3) 验证混合气体中是否含有 CO₂

(4) CO₂ 和 SO₂ 的混合气体

3. 解析: (1) ①制取的二氧化硫含有水蒸气,且二氧化硫为酸性气体,因此用浓硫酸干燥,干燥时气体需长进短出,二氧化硫的密度比空气大,用向上排空气法收集,因此装置连接顺序为 a→c→b→g→f→d→e。②该实验在常温下进行,用饱和 Na₂SO₃ 溶液和 75% 浓硫酸反应制备二氧化硫,因此化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(2) SO₂ 可将 I₂ 还原为 I⁻,当 I₂ 反应完全后溶液由蓝色变无色。(3) SO₂ 有毒,需用碱液吸收处理防止污染。

答案: (1) ① c→b→g→f ② $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2) 溶液由蓝色变无色 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$ (3) 吸收未反应的 SO₂, 防止污染空气 (4) $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

4. B [SO₂ 具有漂白性,能使品红溶液褪色,具有还原性,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,SO₂ 能使紫色石蕊溶液变红,故 A 错误;二氧化硫、次氯酸等物质都能使品红溶液褪色,故 B 正确;漂白粉和过氧化钠的漂白性是利用其氧化性,活性炭的漂白性是利用其吸附性,二氧化硫的漂白性是因为其和有色物质反应生成无色物质,故 C 错误;SO₂ 与 NaOH 发生反应,不能说明 SO₂ 具有漂白性,故 D 错误。]

5. C [装置甲中浓硫酸和亚硫酸钠反应可制备 SO₂,SO₂ 具有漂白性,可以使品红溶液褪色,A 不符合题意;装置乙中的 NaOH 溶液,可以与 SO₂ 和 Cl₂ 反应,可以用于吸收过量的 SO₂ 和 Cl₂,B 不符合题意;实验室制备 Cl₂ 是在加热条件下 MnO₂ 和

浓盐酸反应,即分液漏斗中盛装浓盐酸,C 符合题意;二氧化硫具有漂白性,可以使品红溶液褪色,褪色后的溶液加热时又恢复原来的红色;氯气和水反应生成的次氯酸具有漂白性,因而氯气通入品红溶液中也能使品红溶液褪色,次氯酸的漂白不可逆,加热时,不能恢复红色,D 不符合题意。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{SO}_2 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ (2) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$

2. (2) 脱水 SO₂ 强氧化 C + 2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CO₂ ↑ + 2SO₂ ↑ + 2H₂O Cu + 2H₂SO₄(浓) $\xrightarrow{\Delta}$ CuSO₄ + SO₂ ↑ + 2H₂O 强氧化性、酸性 浓硫酸变为稀硫酸时反应停止 溶液红色褪去 溶液变红 吸收 SO₂, 防止污染空气

教材链接

(1) CaSO₄ · 2H₂O 2CaSO₄ · H₂O (2) 重晶石 (3) H₂O 波尔多液

[关键能力·提升]

1. C [将 Y 形管向左倾斜,使浓硫酸流入含少量水的葡萄糖中,A 正确;CO₂、SO₂ 均不和氯化钡溶液反应,若装置 b 中出现白色沉淀,是因为 SO₂、O₂ 和氯化钡反应生成了 BaSO₄,B 正确;c 中的品红溶液不能完全吸收 SO₂,SO₂、CO₂ 均能使澄清石灰水变浑浊,C 不正确;污染性尾气为 SO₂,可以用 NaOH 溶液或酸性 KMnO₄ 溶液吸收,球形干燥管的作用为防倒吸,D 正确。]

2. C [常温下铁遇浓硫酸发生钝化,可以用铁制容器盛放浓硫酸,故 A 错误;随着反应的进行,浓硫酸的浓度逐渐降低,Cu 与稀硫酸不反应,而 Fe 能与稀硫酸反应生成氢气,则②中铜丝或铁丝均有剩余时,产生气体的物质的量不可能相等,故 B 错误;在加热条件下,②中铜丝或铁丝逐渐溶解,产生大量气体,品红溶液褪色,说明反应生成了 SO₂,故 C 正确;①②中现象的差异还与金属自身性质有关,故 D 错误。]

3. 解析: 检验 SO₄²⁻ 常会受到 Ag⁺、CO₃²⁻、SO₃²⁻ 的干扰,当向待测溶液中滴加氯化钡溶液时,如果待测溶液中存在 Ag⁺,同样会产生一种不溶于酸的白色沉淀氯化银。因此,在检验 SO₄²⁻ 的过程中,为了排除 Ag⁺ 的干扰,常先往溶液中滴加适量稀盐酸后再滴加氯化钡溶液。同时亚硫酸根离子容易被硝酸氧化为硫酸根离子干扰检验,所以常选用稀盐酸不选用硝酸。

答案: (1) Ag⁺ (2) SO₃²⁻ (3) 稀盐酸 无沉淀和气体生成 BaCl₂ 溶液 产生白色沉淀

考点三

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ $5\text{S}^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{S} \downarrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4$

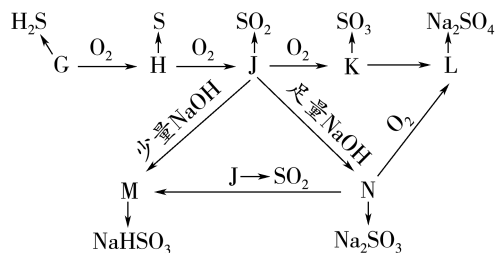
2. (2) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_3$

教材链接

酸性氧化物的通性(与碱、碱性氧化物、水反应)、氧化性、还原性

[关键能力·提升]

1. D [常温常压下 G、J 均为无色气体, J 具有漂白性, 结合题图中物质转化和所学知识可推断:



- H_2S 、 SO_3 均能与 NaOH 溶液反应, A 正确; S 、 Na_2SO_3 中硫元素均处于中间价态, 二者既具有氧化性也具有还原性, B 正确; NaHSO_3 、 Na_2SO_3 溶液中所含离子种类相同, 均为 Na^+ 、 H^+ 、 OH^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- , C 正确; H_2S 与 SO_2 发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 因此 1 mol G 与足量的 J 反应, 转移电子数为 $2N_A$, D 错误。]
2. C [根据题图可知, X 为 SO_2 , Y 为 SO_3 , Z 为 H_2SO_4 , M 为 CuSO_4 , N 为 CuS 。S 在过量氧气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 催化氧化生成 SO_3 , 故 A 错误; 盐酸的酸性强于亚硫酸的酸性, 则 SO_2 通入 BaCl_2 溶液中, 不发生反应, 无现象, 故 B 错误; 根据方程式 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$, 2 mol H_2S 失去的电子与 1 mol SO_2 得到的电子相等, 则氧化产物和还原产物的物质的量之比为 2:1, 故 C 正确; S 具有弱氧化性, 与 Cu 化合生成 Cu_2S , 故 D 错误。]
3. C [制备过程所涉及物质中有 2 种酸性氧化物——二氧化硫和二氧化碳, 故 A 错误; SO_2 作漂白剂时, 未发生氧化还原反应, 没有表现还原性, 故 B 错误; “结晶脱水”是加热固体分解, 应该在坩埚中进行, 故 D 错误。]
4. (1) $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$) Na_2S 和 Na_2CO_3 的混合溶液 (2) S (3) NaOH 溶液 (合理即可) (4) 调节酸的滴加速率 (或调节酸的浓度等) (5) 若 SO_2 过量, 溶液显酸性, 可能使产物分解

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) 溶液红色褪去 漂白 (3) 溶液变浑浊 (或产生淡黄色沉淀) 氧化
 $2\text{SO}_2 + \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{S} + 2\text{HSO}_3^-$ 、 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (或 $5\text{SO}_2 + 2\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{S} \downarrow + 4\text{HSO}_3^-$)
 (4) $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 吸收尾气 SO_2 , 防止污染空气 (5) $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性和酸性 (6) 酸性 KMnO_4 溶液 (或溴水) $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$ (或 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{Br}^- + \text{SO}_4^{2-}$)

学案 17 氮及其氧化物 硝酸

考点一

[必备知识·夯实]

1. 游离 化合
 3. 无色 红棕色

[关键能力·提升]

1. B [C_{60} 分子中含有碳碳共价键, A 正确; 铁为 26 号元素, 处于 d 区, B 错误; 氮的工业合成是将游离态氮转化为化合物氨, 为人工固氮, C 正确; 氨中含氮元素, 是制备多种含氮化合物的基础工业原料, D 正确。]

2. D [NO_2 和氢氧化钠反应生成硝酸钠、亚硝酸钠和水, NO_2 不是酸性氧化物, A 错误; 氮气性质不活泼, 其原因是氮气分子中含有氮氮三键, 键能大, 难断裂, B 错误; 反应③中生成 2 mol N_2 转移 6 mol 电子, 标准状况下每生成 22.4 L N_2 , 转移电子数为 $3N_A$, C 错误; $\text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$, NO 和 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 和水反应生成 HNO_3 和 NO , D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

2. (1) HNO_3 分解生成的 NO_2 溶于硝酸中 保存在棕色带有玻璃塞的试剂瓶中, 置于阴凉处 (2) 向上拉铜丝使其脱离溶液
 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 生成的 NO 遇到试管内的 O_2 被氧化为 NO_2 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性、酸性

[关键能力·提升]

1. C [化合反应是由两种或两种以上物质生成一种新物质的反应, 铜与稀硝酸反应产生蓝色的硝酸铜溶液, 同时生成的无色 NO 与装置中空气发生化合反应生成红棕色的 NO_2 : $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, A 正确; a 中产生的 NO 可与 b 中空气中的氧气反应生成 NO_2 , 同时 NO_2 存在平衡转化: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$, 若 NO 未反应完全, 则 b 中存在 3 种氮氧化物, 若 NO 完全转化为 NO_2 , 则 b 中存在 2 种氮氧化物, B 正确; 酚酞溶液的变色范围为 8.2~10.0, 则 c 中溶液红色刚好褪去时, 溶液仍显碱性, 碳酸氢根离子并未完全反应, C 错误; 将 a 中稀硝酸换为浓硫酸并加热, 生成酸性氧化物 SO_2 , 过量的 SO_2 可与 NaHCO_3 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$ 而使溶液呈酸性, 故 c 中溶液颜色会褪去, D 正确。]
2. D [①中, 过量的 Fe 把 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 错误; ③中, Al 与稀硝酸可以反应, 不发生钝化, 错误。]

3. D [收集到的气体为 NO 、 NO_2 , 其物质的量为 $\frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$, Cu 的物质的量为 $\frac{12.8 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, Cu 反应后生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 结合氮元素守恒, 参加反应的硝酸的物质的量为 $0.15 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.55 \text{ mol}$, 故 A 错误; Cu 的物质的量为 $\frac{12.8 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 故 Cu 失去电子的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.4 \text{ mol}$, 设 NO_2 和 NO 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$, 则有 $x + 3y = 0.4$ 、 $x + y = 0.15$, 解得 $x = 0.025$, $y = 0.125$, 则混合气体中 NO 和 NO_2 的体积比为 $0.125 \text{ mol} : 0.025 \text{ mol} = 5 : 1$, 故 B 错误; 根据 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, 至少需要 NaOH 溶液的体积为 $\frac{0.2 \text{ mol} \times 2}{1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 0.4 \text{ L} = 400 \text{ mL}$, 故 C 错误; NO 、 NO_2 和 O_2 反应最终生成 HNO_3 , 结合 B 选项, 根据得失电子守恒, O_2 得到的电子数等于铜失去的电子数, 则需要氧气的质量为 $\frac{0.4 \text{ mol}}{4} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.2 \text{ g}$, 故 D 正确。]

4. B [$\text{Cu} \xrightarrow{-2e^-} \text{Cu}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Mg} \xrightarrow{-2e^-} \text{Mg}^{2+} \xrightarrow{+2\text{OH}^-} \text{Mg}(\text{OH})_2$, 据此可得 $n(\text{OH}^-)$ 等于金属失去电子的物质的量, 则有 $n(\text{OH}^-) = \frac{18.5 \text{ g} - 10 \text{ g}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 即金属失去电子的物质的量为 0.5 mol ; $2n(\text{Cu}) + 2n(\text{Mg}) = 0.5 \text{ mol}$; 根据质量关系可得: $64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{Cu}) + 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times n(\text{Mg}) = 10.0 \text{ g}$, 联立解得 $n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ mol}$, $n(\text{Mg}) = 0.15 \text{ mol}$, 故合金中铜和镁的物质的量之比为 $0.1 \text{ mol} :$

0.15 mol=2:3, A 正确;全部沉淀后,溶质为 NaNO_3 ,根据氮元素守恒,有 $n(\text{HNO}_3)=n(\text{NaNO}_3)+n(\text{NO}, \text{NO}_2)=370 \times 10^{-3} \text{ L} \times 4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.68 \text{ mol}$,则有 $c(\text{HNO}_3)=\frac{1.68 \text{ mol}}{0.14 \text{ L}}=12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 不正确;据得失电子守恒可得: $3n(\text{NO})+n(\text{NO}_2)=0.5 \text{ mol}$, $n(\text{NO})+n(\text{NO}_2)=\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$,联立解得 $n(\text{NO})=0.15 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_2)=0.05 \text{ mol}$,相同条件下,气体的体积分数等于其物质的量分数,故 NO_2 的体积分数为 $\frac{0.05}{0.15+0.05} \times 100\% = 25\%$, C 正确;根据得失电子守恒可知,通入的 O_2 得电子数与两种金属失电子数相同,两种金属失去电子的物质的量为 0.5 mol,则 $n(\text{O}_2)=\frac{0.5}{4} \text{ mol}=0.125 \text{ mol}$,在标准状况下的体积为 $0.125 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}=2.8 \text{ L}$, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (3) Cu 与稀硝酸的反应为放热反应,温度逐渐升高 (4) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 大

学案 18 氨和铵盐 氮及其化合物的相互转化

考点一

[必备知识·夯实]

2. (1) 打开止水夹,挤出胶头滴管中的水 氨极易溶于水,使烧瓶内压强迅速减小 (2) 玻璃管中有空气,水与 NH_3 无法接触 打开止水夹,用热毛巾包裹烧瓶使其受热,烧瓶内 NH_3 受热膨胀,将导管中的空气排出,使 NH_3 与 H_2O 接触

[关键能力·提升]

1. A [NH_3 与浓硫酸反应生成硫酸铵, B 错误;氯化物溶液遇 NH_3 变浑浊,氯化物也可以是 MgCl_2 等盐, C 错误; NH_3 溶于水生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 是碱, NH_3 不是碱, D 错误。]
2. D [加热 NH_4Cl 分解生成 NH_3 和 HCl ,但 NH_3 和 HCl 在试管口遇冷又重新化合生成 NH_4Cl ,故 A 错误;③中气体颜色无明显变化,说明此时并未产生 NO_2 ,④中收集到红棕色气体,说明 NO 在④中转化为 NO_2 ,故 B 错误;④中 NO_2 与生成的水反应生成硝酸,硝酸再与未反应完全的氨反应生成硝酸铵,因此白烟的主要成分为硝酸铵,故 C 错误;稀硫酸与铜不反应, NO_2 通入⑤中,生成硝酸,硝酸将铜氧化为 Cu^{2+} ,因此溶液变为蓝色,故 D 正确。]
3. 解析: (1) 极易溶于水或气体与溶液易发生化学反应可形成喷泉, A、C 利用气体的溶解性形成喷泉, B 中发生化学反应形成喷泉,而 D 中 NO 不溶于水,也不能和水发生反应,不能形成喷泉。 (2) C、D 项发生钝化, A 项不发生反应,只有 B 项生成 NO ,锥形瓶内气体增多,气体压强增大,则可形成喷泉。 (3) 图 1 和图 2 两套装置,均产生压强差,形成喷泉,图 1 是减小上部烧瓶内气体压强,而图 2 是增大下部锥形瓶内气体压强。 (4) ①如果关闭活塞 c,打开活塞 a、b,再挤压胶头滴管,盛有氨的烧瓶内气压减小, HCl 进入该烧瓶与氨结合生成氯化铵,则观察到盛有 NH_3 的烧瓶内产生大量的白烟;②在①操作的基础上,打开活塞 c,由于两烧瓶内气体减少,外压大于内压,则两烧瓶同时产生喷泉。 (5) 设烧瓶的容积为 1 L,则 $n(\text{HCl})=\frac{1}{22.4} \text{ mol}$, $c(\text{HCl})=\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{NO}_2)=\frac{1}{22.4} \text{ mol}$,

$$n(\text{HNO}_3)=\frac{2}{3} \times \frac{1}{22.4} \text{ mol}, V(\text{aq})=\frac{2}{3} \text{ L}, c(\text{HNO}_3)=\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

答案: (1) D (2) B (3) 减小 增大 (4) ①盛有 NH_3 的烧瓶内产生大量的白烟 ②打开活塞 c (5) $\frac{1}{22.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$ $\text{NH}_4\text{HCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 酸
2. $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 碱石灰 下 防止 NH_3 与空气的对流 湿润的红色石蕊试纸 蓝 蘸有浓盐酸 白烟

[关键能力·提升]

1. C [氯化铵是强酸弱碱盐,其水溶液显酸性,会使湿润的 pH 试纸变红,根据 I 中试纸变蓝,说明 NH_4Cl 发生了分解反应, A 正确;根据 I 中试纸颜色变化,说明氨比氯化氢气体扩散速率快, B 正确; I 中试纸变成红色,是 NH_4Cl 分解产生的氯化氢造成的, C 不正确;根据试管中部有白色固体附着,说明氯化铵分解产生的氨和氯化氢在扩散过程中又化合生成氯化铵,则不宜用加热 NH_4Cl 的方法制备 NH_3 , D 正确。]
 2. C [根据流程图可知 A 项正确; NH_4Cl 水解呈酸性,长期过量使用会导致土壤酸化,也会导致水体富营养化, B 项正确;检验 NH_4^+ 应使用湿润的红色石蕊试纸, C 项错误;由选项 A 可知,生物硝化法处理废水会使水体呈酸性,可以加入石灰石与 H^+ 反应来调节水体的 pH, D 项正确。]
 3. 解析: (1) 装置 A 用于制备氨,利用浓氨水受热易挥发的特点,圆底烧瓶中可盛放碱石灰或生石灰;装置 B 的作用是干燥氨。 (2) 先通一段时间的氨,排出装置中的空气,再点燃酒精灯。 (3) 化学方程式为 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$,氨中 N 的化合价升高,被氧化,则氨作还原剂,具有还原性。 (4) 氨极易溶于水,需防止倒吸,因此选用的装置是 II、III。
- 答案: (1) ac 干燥氨 (2) a (3) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 还原 黑色固体变为红色 无水硫酸铜变蓝 (4) II、III

考点三

[关键能力·提升]

1. B [“反应 1”为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,“反应 2”为 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$,“反应 3”为 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$,“反应 4”为 $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。每消耗 0.1 mol NH_4Cl ,生成 0.1 mol 氨,但是由于不是标准状况,则气体的体积不是 2.24 L, A 错误;“反应 2”每生成 0.1 mol NO ,转移电子数为 $0.5N_A$, B 正确;根据“反应 3”,体系中存在 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$,则最终二氧化氮分子的数目小于 $0.1N_A$, C 错误;根据“反应 4”可知,为使 0.1 mol NO_2 完全转化成 HNO_3 ,至少需要 $0.025N_A$ 个 O_2 , D 错误。]
2. D [a 可以是 N_2 , 1 个 N_2 分子内含 1 个 σ 键和 2 个 π 键,因此分子中可存在 π 键和 σ 键, A 正确; c 可以是 CO_2 , e 可以是碳酸盐(盐类,碳元素为 +4 价),碳酸钙等碳酸盐受热分解可生

成 CO_2 , 因此 c 可由 e 受热分解产生, B 正确; 对应转化为 $\text{N}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}$, 可通过反应实现: N_2 和 O_2 放电生成 NO , NO 与 O_2 反应生成 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 , 稀硝酸与 Cu 反应生成 NO , C 正确; f 为 -1 价的酸, 只能是 HCl , 盐酸没有强氧化性, 不能用于自来水消毒, D 错误。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ NH_3 NO HNO_3
 (2) 降低 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$ 1:2
 (3) 浓硝酸使 Fe 钝化, 在 Fe 表面形成致密的氧化膜
 (4) 吸 (5) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{搅拌}} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{BaCl}_2 + 10\text{H}_2\text{O}$ (6) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ (7) 产生白烟 $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl}$

学案 19 碳、硅及其重要化合物 无机非金属材料

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $3\text{C} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Fe}$ $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
 (2) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

[关键能力·提升]

1. 解析: (1) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 中碳元素的化合价为 +3, 反应中 H、O 元素的化合价均未变化, CO_2 中 C 显 +4 价, CO 中 C 显 +2 价, 无论生成哪种物质都会发生化合价变化, 根据得失电子守恒, 分解产物中 CO 和 CO_2 必须都有, 所以 ①② 两种猜想一定不成立。(2) ①草酸晶体分解的产物中有 H_2O 、 CO 、 CO_2 , 同时还混有草酸蒸气, 所以验证其分解的产物, 要考虑干扰因素, 选择正确的验证方法和合理的验证顺序, 结合提供的装置及其中所盛装的试剂, H_2O 是通过无水硫酸铜来检验的, 而且应当最先检验, CO_2 是用澄清石灰水来检验的, 但要注意草酸蒸气同样能使澄清石灰水变浑浊, 故要先除草酸蒸气(可以用冷凝的方法除去), 检验 CO 的方法是使干燥气体通过灼热的氧化铜, 看到黑色的固体变红且生成的气体能使澄清石灰水变浑浊, 则各装置合理的连接顺序为分解产生的气体 $\rightarrow \text{B} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{F}$ 。

答案: (1) ①② ①②两种猜想均违背了得失电子守恒(其他合理答案均可)

(2) ①E D A E F ②白色粉末变蓝 分解产物中有 H_2O 使升华的草酸蒸气冷凝而除去, 排除对 CO_2 的检验的干扰 ③C 中的黑色固体变红且后面澄清石灰水变浑浊

(3) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} \uparrow$

2. D [“碳中和”实际上就是通过植树造林、节能减排等方法实现二氧化碳的“零排放”。重质油裂解为轻质油, 只是将长链烃变为短链烃, 燃烧产生的二氧化碳的量不会改变, A 错误; 可燃冰作为新能源, 其主要成分为甲烷, 燃烧依旧会产生二氧化碳, B 错误; 清洁煤技术主要是减少二氧化硫、氮氧化物以及可吸入颗粒物等污染物的排放, 但不能减少二氧化碳的排放, C 错误; 将二氧化碳转化为其他能源是实现“碳中和”最直接有效的一种方法, D 正确。]

3. B [NaOH 溶液喷成雾状, 可增大反应物接触面积, 提高 CO_2 吸收率, A 正确; 环节 a 为 Na_2CO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀, 需从溶液中过滤出来再高温煅烧, 故环节 a 中物质分离的基本操作是过滤, B 错误; NaOH 和 CaO 在流程中既有消耗, 也有生成, 可循环利用, C 正确; Na_2CO_3 可以和 CO_2 反应, 因此可用 Na_2CO_3 溶液代替 NaOH 溶液, D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 氧化物 硅酸盐 (2) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$

教材链接

$\text{Si}(\text{粗}) + 3\text{HCl} \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{1\,100^\circ\text{C}} \text{Si} + 3\text{HCl}$ 否, 二者反应的温度不同

2. (1) $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

3. (1) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ (2) 水玻璃 碱 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

[关键能力·提升]

1. B [稻壳在一定条件下制备纳米 SiO_2 , 纳米 SiO_2 和 Mg 在 650°C 发生置换反应生成 MgO 和纳米 Si, 加盐酸将 MgO 转化为 MgCl_2 , 过滤、洗涤、干燥得到纳米 Si。 SiO_2 是酸性氧化物, 与 NaOH 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2O , A 正确; 盐酸参与的反应为 $\text{MgO} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 该反应是非氧化还原反应, 盐酸体现酸性, 没有体现还原性, B 错误; 高纯硅可用于制硅太阳能电池, C 正确; SiO_2 和 Mg 在 650°C 条件下发生置换反应得到 MgO 和纳米 Si, 反应的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{MgO}$, D 正确。]

2. B [制备粗硅的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}(\text{粗}) + 2\text{CO} \uparrow$, A 正确; 1 mol Si 中含有 Si—Si 的数目为 $1\text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$, B 错误; 题给流程图中后面两步反应有 Si 和 SiHCl_3 生成, Si 易与氧气反应, SiHCl_3 易发生水解, 故原料气 HCl 和 H_2 应充分去除水和氧气, C 正确; 生成 SiHCl_3 的反应 $\text{Si}(\text{s}) + 3\text{HCl}(\text{g}) \xrightarrow{300^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 中, 反应前后气体的分子数减少, 即为熵减过程, D 正确。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. 黏土、石灰石 纯碱、石灰石、石英砂 (1) 硬化速率

2. (2) SiO_2

[关键能力·提升]

1. A [硅橡胶为高分子材料, 属于有机物, A 符合题意; 碳化硅属于新型无机非金属材料, B 不符合题意; 石墨烯是碳单质, 属于无机物, C 不符合题意; 光纤主要成分为 SiO_2 , 属于新型无机非金属材料, D 不符合题意。]

2. C [不同的金属氧化物颜色可能不同, 在高温下, 釉料中的金属化合物发生氧化还原反应导致的颜色变化称为窑变, 故 A 正确; 氧化铝陶瓷属于新型无机非金属材料, 故 B 正确; 瓷器的原料主要是黏土, 经高温烧结而成, 瓷器中含有多种硅酸盐和二氧化硅, 是混合物, 故 C 不正确; HF 能与二氧化硅反应, 陶瓷的成分是硅酸盐和二氧化硅, 所以陶瓷不能用来盛装氢氟酸, 故 D 正确。]

3. D [石墨烯为碳的单质, A 错误; 氧化石墨烯中含 C、H、O 三种元素, 不是氧化物, B 错误; 氧化石墨烯不是碳的单质, C 错误; 氧化石墨烯中含有 —OH 和 —COOH 亲水基, 具有一定的亲水性, 结构中的碳原子存在 sp^2 、 sp^3 杂化, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) 过滤 蒸发浓缩 (3) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ 还原 (4) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$ (5) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

学案 20 环境保护 化学品的合理使用

考点一

[必备知识·夯实]

- (2)物理法 化学法 (3) SO_3 H_2SO_3 氮氧化物 氟利昂 CO_2 氮、磷 2.5×10^{-6}
- (3)100%

教材链接

- (1)25.4% 100% (2)化合反应、加成反应、加聚反应

[关键能力·提升]

- B** [燃煤时加生石灰,可吸收燃烧产生的 SO_2 ,但不能减少 CO_2 的排放,B 错误。]
- B** [$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 可用于水的净化处理,但不具备消毒杀菌作用,A 错误;酸性废水不可直接排放,C 错误;微生物处理废水时,将有机物降解为无害物质的过程发生化学变化,D 错误。]
- D** [二氧化硫是一种无色气体,A 项错误;机动车气缸中氮气与氧气反应生成 NO ,燃油不完全燃烧生成 CO 和细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$,二氧化硫不是汽车尾气的主要成分,B 项错误;植物不能直接吸收氮氧化物,而是通过吸收铵盐或硝酸盐来实现氮的固定,C 项错误;生石灰的主要成分为 CaO ,二氧化硫与之反应生成亚硫酸钙, CaSO_3 与空气中 O_2 反应生成 CaSO_4 ,从而除去废气中的 SO_2 ,D 项正确。]
- D** [CO_2 经光电催化转化为有机化合物,有新物质生成,属于 CO_2 参与的化学变化,A 不符合题意; CO_2 与天然气(主要成分为 CH_4)催化制备合成气,发生反应 $\text{CO}_2 + \text{CH}_4 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO} + 2\text{H}_2$, CO_2 参与反应生成新物质,属于化学变化,B 不符合题意;石灰岩溶蚀过程中 CaCO_3 与 CO_2 、 H_2O 反应生成可溶的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$,沉积过程中 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 分解释放 CO_2 ,全程有 CO_2 参与,属于化学变化,C 不符合题意; CO_2 超临界流体是 CO_2 在温度、压强达到临界值后形成的特殊流体状态,仅利用其物理性质传递热量, CO_2 分子本身没有发生改变,无新物质生成,不涉及 CO_2 的化学变化,D 符合题意。]
- D** [催化剂能够增大化学反应速率,但不能提高反应物的转化率,A 错误;反应②是 CH_3OH 与 O_2 反应生成 HCHO 和 H_2O ,原子利用率小于 100%,B 错误;甲醇被氧化为 HCHO 时使用的醇氧化酶是蛋白质,在高温下蛋白质会变性,失去活性,C 错误;“人工合成淀粉”既制得了淀粉,也降低了空气中 CO_2 的含量,因此有助于“双碳”达标和缓解粮食危机,D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

2. (1)OTC (2)0.9% 75%

[关键能力·提升]

- A**
- D** [食品添加剂不都是人工合成的化学品,适量使用不会有副作用,故 A 错误;亚硝酸盐有毒,过度使用能够引起中毒,故 B 错误;无论是天然的食品添加剂还是人工合成的食品添加剂,安全性均取决于使用量,超量使用后就会危害人体健康,需控制用量,故 C 错误;长期饮用含防腐剂、人工色素的饮品会过量摄入食品添加剂,影响人体健康,故 D 正确。]
- D** [胶体中加电解质溶液会发生聚沉,豆浆属于胶体,向豆浆中加入盐卤可制作豆腐,利用了胶体聚沉的性质,D 错误。]

- D** [食用油属于油脂,与水不互溶,面团表面刷油,可以防止面团中的水分子进入空气,A 项不符合题意;高温蒸煮可使“自制番茄酱”中细菌失活,随后密闭保存可防止番茄酱接触空气中的细菌,从而达到保鲜的目的,B 项不符合题意;料酒中的醇类物质与香醋中的乙酸在高温条件下发生酯化反应,生成的酯类物质具有独特香味,可增加菜肴的“风味层次”,C 项不符合题意;蚕丝的主要成分为蛋白质,苏打(Na_2CO_3)溶液呈碱性,碱性条件下加热可使蛋白质发生水解,损坏衣物,D 项符合题意。]

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学** (1)*b* 处石灰厂有碱性物质流入河中,使 pH 变大,*c* 处火力发电厂有酸性物质流入河中,使 pH 变小 (2)*d* 处化肥厂的氮、磷肥流入河中,导致河水富营养化,缺氧,不适合鱼类生存 (3) CaO 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (4) SO_2 、 CO 、固体颗粒物等 (5)三 (6)富营养化

第三部分 化学基础实验

第五章 化学基础实验

学案 21 化学实验仪器和基本操作

考点一

[必备知识·夯实]

- (2)外
- I.** (1)①②③ ④⑤⑥⑦ (2)蒸发皿 坩埚 蒸馏烧瓶 三颈烧瓶 (3)泥三角 坩埚钳 陶土网 **II.** (1)上部 没有 (2)0.1 0.1 0.01 是否漏水 只有一条 (3)10 mL 量筒 酸式滴定管 碱式滴定管 托盘天平 **III.** (1)分液漏斗(球形分液漏斗和梨形分液漏斗) 冷凝管(球形冷凝管和直形冷凝管) (球形)干燥管 (2)下 上 (3)下口 上口 冷凝回流 (4)固体 粗口 细口 (5)**A** **B** **B** **A** (6)②③ ④⑤⑥ **IV.** (1)(2)(3)(5)

[关键能力·提升]

- (1)√ (2)√ (3)√ (4)× (5)×
- (1)(球形)分液漏斗 向反应器中添加液体试剂,并能控制加入液体的多少 锥形瓶 收集气体 (2)长颈漏斗 防止气体逸出 U 形管 (球形)干燥管 (3)漏斗 充分吸收氨,防倒吸 (4)坩埚 泥三角 蒸发皿 (5)(直形)冷凝管 (球形)冷凝管 冷凝后的液体容易残留在球形区域内 防暴沸 (6)图 6 中温度计测定馏分的温度,图 7 中温度计测定反应体系的温度
- C** [从食盐水中得到 NaCl 晶体,需用蒸发皿进行结晶,不能用坩埚,C 符合题意。]
- B** [海带是固体,灼烧固体需要在坩埚中进行,坩埚下方需垫泥三角,A 正确;表面皿不能加热,加热浓缩 NaCl 溶液时应用蒸发皿,B 错误; NaOH 固体有腐蚀性,称量时需盛放在烧杯或称量瓶中,C 正确;移液管可从试剂瓶中精确量取其规格对应体积的液体并转移至锥形瓶中,D 正确。]
- D** [将黑木耳灼烧灰化,应该在坩埚中灼烧,选用的仪器有①②⑥⑦⑨,故 A 正确;用胶头滴管把浓硝酸滴入木耳灰中,使木耳灰溶解,用过滤的方法获得滤液,选用的仪器有④⑤⑦⑩,故 B 正确;检验滤液中的 Fe^{3+} ,取少量滤液于试管中,用胶头滴管滴加几滴 KSCN 溶液,若溶液变红则说明含有 Fe^{3+} ,选用的仪器有③⑧⑩,故 C 正确;进行硫酸铜结晶水含量的测定需要称重,题给仪器中缺少天平,故 D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1)药匙 镊子
- (1)加热 (2)(a) 倒吸 (3)大 小
- (1)向下 炸裂 (2)向上
- (3)CS₂(或热的 NaOH 溶液) 稀硝酸
- (1)碱 酸 酸碱 漂白 氧化 (2)玻璃片或表面皿 洁净的玻璃棒 标准比色卡 润湿 镊子 玻璃棒
- (1)形成一段稳定的水柱 (2)关闭 高于 液面差保持不变 高于 液面差保持不变 (3)水不能持续流下

[关键能力·提升]

- C** [金属钠性质活泼,应用镊子夹取,金属钠质软,可用刀切割,A不符合题意;向试管中加入固体试剂,需将试管横放,用镊子或药匙将试剂送至试管口,再缓慢竖起,B不符合题意;不能用燃着的酒精灯去点燃另一个酒精灯,以防酒精洒出引发火灾,应使用火柴点燃酒精灯,C符合题意;为避免烫伤,同时为保护实验台面,热蒸发皿需要用坩埚钳夹取转移,并放置在陶土网上冷却,D不符合题意。]
- A** [乙醇在浓硫酸作用下,加热到 170 °C 时生成乙烯,温度计测量的是液体的温度,故温度计的液泡需插入液面以下,A 正确;Cl₂ 的密度比空气的大,应采用向上排空气法收集,气体应从长导管进,短导管出,B 错误;NaHCO₃ 受热易分解,除去 Na₂CO₃ 固体中的 NaHCO₃ 应在坩埚中加热,C 错误;将溶液转移至容量瓶时,应使用玻璃棒进行引流,D 错误。]
- B** [容量瓶不能作为溶解固体的容器,A 错误;杂质 HCl 可与饱和 NaHCO₃ 溶液发生反应:NaHCO₃ + HCl = NaCl + CO₂ ↑ + H₂O,除去 HCl 的同时生成目标产物 CO₂,不会引入新杂质,且题给装置采用“长进短出”的洗气方式,符合除杂要求,B 正确;金属钠燃烧的高温实验应在坩埚中进行,C 错误;温度计的水银球质地脆弱,故温度计不能作为搅拌工具使用,搅拌烧杯内的液体应使用玻璃棒,D 错误。]
- (1)将 e 导管下端管口浸入盛水的烧杯中,关闭 b 的活塞,打开 a 处止水夹,微热 d,若 e 导管口有气泡冒出,冷却至室温后,又有一段水柱上升,证明气密性良好 (2)不可行 关闭 a 处止水夹后,无论装置的气密性是否良好,b 中的液体均能顺利滴下

考点三

[关键能力·提升]

- A** [酸、碱废液具有一定的腐蚀性,直接排放会损坏下水道,应分别收集、经处理达标后再排放,A 符合题意;进行化学实验时为防止实验过程中液体溅出对身体造成伤害,需要佩戴护目镜,B 不符合题意;加热操作时应选择合适的工具避免烫伤,C 不符合题意;乙醇易挥发、易燃,应存放在阴凉通风处并远离火种,D 不符合题意。]
- B** [被水蒸气轻微烫伤,先用冷水冲洗一段时间,再涂上烫伤药膏,故 A 合理;稀释浓硫酸时,酸溅到皮肤上,先用大量的水冲洗,再涂上 3%~5% 的 NaHCO₃ 溶液,故 B 不合理;苯酚有毒,对皮肤有腐蚀性,常温下苯酚在水中溶解性不大,但易溶于乙醇,苯酚不慎沾到手上,先用乙醇冲洗,再用水冲洗,故 C 合理;酒精灯打翻着火时,用湿抹布盖灭,湿抹布可以隔绝氧气,也可以降温,故 D 合理。]
- B** [液溴应保存在细口试剂瓶中,A 错误;AgNO₃ 见光易分解,故 AgNO₃ 溶液应保存在棕色细口试剂瓶中,B 正确;高锰

酸钾具有强氧化性,易与具有还原性的苯酚发生氧化还原反应,故不能储存在同一药品柜中,C 错误;金属锂的密度比煤油的小,会漂浮在煤油表面与空气反应,故金属锂应保存在石蜡固体中,D 错误。]

- 解析:①Li 的密度比煤油小,不能保存在煤油中;②碱性溶液不能用玻璃塞;⑤AgBr、AgI 见光均易分解,应放在棕色瓶中;⑦汽油、苯可溶解橡胶,不能用带有橡胶塞的试剂瓶保存;⑧氢氟酸与玻璃瓶的成分 SiO₂ 反应生成 SiF₄,应用塑料瓶。

答案:③④⑥⑧

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析:(4)甲酸脱水所用试剂为液体,且需加热,故生成 CO 的装置需要 D、G、X 的作用是干燥 CO,故 X 中装有浓硫酸。CO 有毒,应收集起来。

答案:(1)长颈漏斗 分液漏斗 (2)AE BD (3)c b

(4)①DG 浓硫酸 dcbe ②红棕色粉末逐渐变黑 收集尾气中的一氧化碳,防止污染环境 (5)止水夹夹紧 D 中橡胶管,向分液漏斗中加入一定量水,打开分液漏斗的活塞,水不能持续流下来,说明气密性良好

学案 22 物质的分离与提纯

考点一

[必备知识·夯实]

- (1)过滤 烧杯 玻璃棒 漏斗 滤纸 漏斗边缘 玻璃棒 三层滤纸 烧杯内壁 (2)蒸发 蒸发皿 玻璃棒 酒精灯 (4)较大
- (1)分液漏斗 溶解度 互不相溶 大 下 上 (2)蒸馏 沸点 支管口 沸石 下 上

[关键能力·提升]

- B** [二氯甲烷和四氯化碳互溶,二者沸点不同,可以用蒸馏的方法将二者分离,A 正确;苯酚和碳酸氢钠都可以溶解在水中,不能用过滤的方法将二者分离,B 错误;将青蒿浸泡在有机溶剂中得到提取液,寻找合适的萃取剂可以利用萃取的方法将提取液中的青蒿素提取出来,也可以利用不同溶质在色谱柱上的保留时间不同将青蒿素固定在色谱柱上,再利用极性溶剂将青蒿素洗脱下来,得到纯净的青蒿素,C 正确;氯化钠和苯甲酸的溶解度随温度变化的差异较大,可以利用重结晶的方法将低温下溶解度较小的苯甲酸提纯出来,D 正确。]
- B** [“侯氏制碱法”涉及的操作:①气体通入(NH₃、CO₂ 通入饱和食盐水)对应 D 选项;②过滤(分离 NaHCO₃ 沉淀)对应 C 选项;③灼烧(NaHCO₃ 分解得 Na₂CO₃)对应 A 选项;“侯氏制碱法”不涉及蒸发溶液。]
- (1)趁热过滤 防止形成 Na₂SO₄ · 10H₂O (2)在不超过 80 °C 的条件下加热浓缩,冷却结晶,过滤,用冷水洗涤 (3)有利于 Na₂SO₄ 结晶析出,又能防止 Na₂Cr₂O₇ · 2H₂O 结晶析出 冷却结晶

考点二

[关键能力·提升]

- C** [DMF 即 N,N-二甲基甲酰胺,对人体有危害,反应须在通风橱中进行,故 A 正确;减压蒸馏利用沸点不同,去除 CH₃OH、5-氧代己酸甲酯和 DMF,可以提纯中间产物,故 B 正确;减压蒸馏后不能趁热加入盐酸,因为盐酸具有挥发性,故 C 错误;1,3-环己二酮在冷水中的溶解度远低于热水,因此过滤后可用少量冰水洗涤产物,除去盐酸等物质,故 D 正确。]

2. D [依据 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 饱和溶液的配制步骤: CuSO_4 溶液 $\xrightarrow{\text{KIO}_3 \text{ 溶液}}$ $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 沉淀 $\xrightarrow[\text{(ii) 洗涤}]{\text{(i) 过滤 1}}$ $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 固体 $\xrightarrow[\text{(ii) 过滤 2}]{\text{(i) 溶解}}$ $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 饱和溶液;可知,硫酸铜与碘酸钾溶液发生复分解反应生成碘酸铜沉淀和硫酸钾,过滤、洗涤除去硫酸钾,剩余碘酸铜固体配制成饱和溶液,据此作答。产生的沉淀表面会吸附 SO_4^{2-} ,若不洗净,会引入杂质,干扰实验,A 正确;“洗涤”后所得的碘酸铜固体无需干燥,因为后续步骤是溶解制备饱和溶液,少量水分不影响饱和溶液的配制,B 正确;“溶解”后得到碘酸铜的过饱和溶液,静置后上层为饱和溶液,为提高过滤效率,故溶解后的悬浊液须静置至固液分层、上层澄清,C 正确;过滤操作中,若用蒸馏水润湿滤纸,会使已制得的碘酸铜饱和溶液被稀释,D 错误。]
3. D [KCl 和 H_3PO_4 反应生成 KH_2PO_4 ,经过萃取和分液后得到含 KH_2PO_4 的水相,经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥得到 KH_2PO_4 。“反应原理”:生成的 HCl 易溶于该有机萃取剂,平衡向正反应方向移动,从而制得 KH_2PO_4 ,A 项错误;操作 X 是分液,需要的玻璃仪器主要有分液漏斗和烧杯,B 项错误;因为有机萃取剂的密度比水小,故“有机相”在上层,分液操作时,“水相”从下口放出,“有机相”从上层倒出,C 项错误;为了得到干燥纯净的 KH_2PO_4 晶体,“一系列操作”是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥,D 项正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)分液 分液漏斗 检查是否漏液 (2)蒸馏 直形冷凝管 (3)重结晶 (4)萃取水相中的苯甲酸乙酯和环己烷 否 (5)漏斗、玻璃棒、烧杯 用玻璃棒引流,向漏斗中加入蒸馏水至没过沉淀,待液体自然流下,重复该操作 2~3 次

学案 23 物质的检验与鉴别

考点一

[必备知识·夯实]

1. 白烟 蓝
2. 复燃 黄绿 变蓝 红棕 变红 变蓝
3. Cu 和 H_2O Cu 和 CO_2 红棕

[关键能力·提升]

1. B [浓盐酸也能与 KMnO_4 发生反应,使溶液紫红色褪去,A 错误;加入稀盐酸,亚硫酸根离子会转化为二氧化硫气体,再加入氯化钡生成的沉淀只能是硫酸钡沉淀,可以说明样品已经变质,B 正确;乙醇和水均会与金属钠发生反应生成氢气,C 错误;先滴加氯水,再加入 KSCN 溶液,溶液变红,说明加入 KSCN 溶液前溶液中存在 Fe^{3+} ,但不能确定 Fe^{3+} 是否由 Fe^{2+} 氧化而来,D 错误。]
2. B [能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应生成砖红色沉淀说明反应物中含有醛基,而麦芽糖中也含有醛基,故不能得出葡萄糖中含有葡萄糖的结论,A 错误;淀粉遇碘变蓝,香蕉泥中滴加碘酒变为蓝色,说明香蕉中含有淀粉,B 正确;能使酸性 KMnO_4 溶液褪色的气体不一定是乙烯,也可能是其他还原性气体,故不能得出熟苹果会释放乙烯的结论,C 错误;柠檬汁中加入碳酸钠产生大量气泡,只能说明柠檬汁中含有酸性强于碳酸的物质,但不能确定就是柠檬酸,D 错误。]
3. A [白色固体样品 X,可能含有 AgNO_3 、 NH_4NO_3 、 BaCl_2 、 KCl 、 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 、 Al_2O_3 之中的几种或全部,在三个烧杯中各加入适量 X,分别加入足量以下三种试剂并微热使之充分

反应。I. 加入蒸馏水,微热生成无色、有刺激性气味的气体,是因为在微热条件下铵根离子和弱酸根离子发生相互促进的水解反应生成了氨,说明一定含 NH_4NO_3 ,反应后的白色不溶物为 AgNO_3 和 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 反应生成的 Ag_2SO_3 、 Ag_2CO_3 沉淀,或 BaCl_2 和 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 反应生成的 BaSO_3 、 BaCO_3 沉淀,可能还包含 Al_2O_3 和生成的 AgCl ;II. 加入稀盐酸反应后的不溶物为白色沉淀,同时生成无色、无味的气体,即二氧化碳气体,说明一定含 Na_2CO_3 ,一定不含 Na_2SO_3 ,白色沉淀可能为 AgNO_3 生成的 AgCl ,可能含 AgNO_3 、 BaCl_2 ,可能存在 Al_2O_3 ;III. 加入 NaOH 溶液,无沉淀,有无色刺激性气味的气体生成,说明一定含 NH_4NO_3 ,可能含 AgNO_3 、 BaCl_2 、 KCl 、 Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 、 Al_2O_3 ,据此分析判断。由分析可知,可能含 Al_2O_3 ,故 A 正确;由分析可知,固体中可能含 BaCl_2 ,故 B 错误;加入盐酸生成无色无味气体,说明不含 Na_2SO_3 ,故 C 错误;由分析可知, KCl 的存在不能确定,故 D 错误。]

4. C [由于含有 Fe^{3+} 的溶液呈黄色,该题干的条件为无色溶液,因此不能存在 Fe^{3+} ;①加入 HNO_3 酸化的 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液产生白色沉淀,由于 BaCO_3 会溶于硝酸,可知该沉淀为 BaSO_4 ,说明该溶液中含有 SO_4^{2-} ;②加入锌粉,有气泡生成,即产生氢气,说明溶液中含有 H^+ ,则不含 CO_3^{2-} ;③加入适量 Na_2O , Na_2O 与 H_2O 反应产生 NaOH , NaOH 与 Mg^{2+} 反应产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 白色沉淀,说明溶液中含有 Mg^{2+} ;根据上述分析可知,溶液中一定含有的离子有: SO_4^{2-} 、 H^+ 、 Mg^{2+} ,由于该溶液中各离子的物质的量相等,溶液为电中性,因此还存在其他阴离子,即 Cl^- ;综合可知,该无色溶液中一定存在的离子是 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和 Cl^- ,一定不存在的离子是 Fe^{3+} 、 CO_3^{2-} 、 K^+ ,据此作答。根据上述分析可知,该无色溶液中一定没有 Fe^{3+} 、 K^+ ,A 错误;根据上述分析可知,由实验①、②可知该无色溶液中一定有 H^+ 、 SO_4^{2-} ,一定没有 CO_3^{2-} ,B 错误;根据上述分析可知,该无色溶液中一定有 H^+ 、 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和 Cl^- ,C 正确;实验③加入适量 Na_2O ,溶液中的 H^+ 也会与 Na_2O 反应,发生的反应为 $\text{Na}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = 2\text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O}$,D 错误。]

考点二

[关键能力·提升]

1. C [向 4% AgNO_3 溶液滴加 2% 氨水反应生成的白色的 AgOH 不稳定分解生成黑色 Ag_2O ,形成棕黑色悬浊液,继续滴加 2% 氨水生成氢氧化二氨合银,均分两份,探究 Na_2CO_3 对银镜反应的影响,需要作对比实验,为控制单一变量,使后续溶液体积相同,则试剂 X 为 1.0 mL 蒸馏水,一份加入蒸馏水后加入乙醛溶液,加热发生银镜反应生成银单质,黑色悬浊液 1 的主要成分为银;另一份加入碳酸钠溶液后加入乙醛溶液发生银镜反应生成银单质,黑色悬浊液 2 的主要成分为银单质。经分析可知 AgOH 不稳定分解生成黑色 Ag_2O ,形成棕黑色悬浊液,棕黑色悬浊液中固体主要为 Ag_2O ,A 正确;探究 Na_2CO_3 对银镜反应的影响,需要作对比实验,一份加入蒸馏水后加入乙醛溶液,另一份加入碳酸钠溶液后加入乙醛溶液,“试剂 X”为 1.0 mL 蒸馏水,B 正确;两份溶液均发生银镜反应生成银单质,黑色悬浊液 1、2 的主要成分均为银单质,C 错误;实验后生成的银单质附着在试管壁上,利用银与稀硝酸反应可用稀硝酸洗去银镜,D 正确。]
2. C [浓度相同的 NaClO 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 三种溶液的 pH 不同,可通过测定溶液 pH 来鉴别,A 不符合题意;酚酞试剂本身是无色的, NaClO 会发生水解使溶液呈碱性,且 NaClO

具有漂白性,故 NaClO 会使酚酞先变红后褪色,酚酞遇强碱氢氧化钡溶液显红色,而遇酸性 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液不变色,可以鉴别,B 不符合题意;KI 具有还原性,NaClO 溶液能将 KI 氧化为 I_2 ,碘水溶液呈黄色, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 均不与 KI 反应,无明显现象,无法鉴别,C 符合题意;分别向题给三种溶液中滴加饱和碳酸钠溶液,次氯酸钠溶液中无明显现象,氢氧化钡溶液中生成白色沉淀,硫酸铝与 Na_2CO_3 发生相互促进的水解反应生成氢氧化铝白色沉淀和二氧化碳气体,三者现象不同,可以鉴别,D 不符合题意。]

3. D [过氧化钠可以与水发生反应生成可溶性的氢氧化钠,硫磺不溶于水,A 可行;水晶为晶体,有独立的晶格结构,玻璃为非晶体,没有独立的晶格结构,可以用 X 射线衍射实验进行鉴别,B 可行;钠的焰色为黄色,钾的焰色为紫色(需透过蓝色钴玻璃观察),二者可以用焰色试验鉴别,C 可行;苯和甲苯都可以溶解溴水中的溴单质且密度都比水小,二者都在上层,不能用溴水鉴别苯和甲苯,D 不可行。]
4. B [FeCl_3 溶液为棕黄色,先鉴别出 FeCl_3 溶液,分别取其他四种溶液少许,滴加 FeCl_3 溶液,反应生成红褐色沉淀的是 NaOH 溶液;再分别取其他三种溶液少许,滴加 NaOH 溶液,先产生白色沉淀后沉淀溶解的是 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液;再利用 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液分别与剩余的两种溶液反应,生成白色沉淀的是 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液,无现象的是 KCl 溶液,所以不加任何试剂就可被鉴别出的物质的先后顺序为④①②③⑤。]

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 将气体通入品红溶液中,若品红溶液褪色,加热又恢复原色,则证明该气体是 SO_2
- (2) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$
- (3) Na_2SO_3 、 Na_2CO_3 在第②步中加入过量稀盐酸时,可能发生反应: $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- (4) 取样品 Na_2SO_3 于试管中,加稀盐酸酸化,然后加入 BaCl_2 溶液,若有白色沉淀生成,则证明 Na_2SO_3 已变质
- (5) 稀盐酸、品红溶液(合理即可)

学案 24 气体的制备及性质探究

考点一

[必备知识·夯实]

一、[示例] a e e e(或 f 或 g) c(或 d) e a e b e

[关键能力·提升]

1. C [饱和 Na_2SO_3 溶液和浓硫酸反应可以制 SO_2 ,使用固液不加热制气装置, SO_2 的密度比空气大,用向上排空气法收集,A 不符合题意; MnO_2 和浓盐酸加热可以制 Cl_2 ,使用固液加热制气装置, Cl_2 的密度比空气大,用向上排空气法收集,B 不符合题意;固体 NH_4Cl 与熟石灰加热可以制 NH_3 ,需要使用固固加热制气装置,图中装置不合理,C 符合题意;石灰石(主要成分为 CaCO_3)和稀盐酸反应可以制 CO_2 ,使用固液不加热制气装置, CO_2 的密度比空气大,用向上排空气法收集,D 不符合题意。]
2. A [甲为反应发生装置,发生反应为 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4 可氧化 SO_2 ,用酸性 KMnO_4 溶液除去 SO_2 ,再通入品红溶液,若品红溶液不褪色,则可确认 SO_2 已除干净,在排除 SO_2 干扰的条件下,气体通入澄清石灰水,若澄清石灰水变浑浊,则可确认 CO_2 的存在。按气流从左向右流向,以上装置的连接顺序为甲→丁→丙→乙,

气体长进短出,装置中接口的正确连接顺序是 A→F→E→C→D→B,A 正确; SO_2 具有漂白性,能使品红褪色,丁装置用酸性 KMnO_4 溶液除 SO_2 ,若丁中溶液褪色, SO_2 可能没有除尽,若丙中品红褪色,则乙中的澄清石灰水变浑浊无法证明甲中反应生成了 CO_2 ,B 错误;若丙中品红溶液褪色,则说明 SO_2 没有除尽, SO_2 也能够使澄清石灰水变浑浊,所以无法证明甲中有 CO_2 生成,C 错误;丁和丙中溶液都褪色,说明 SO_2 没有除尽, SO_2 干扰 CO_2 的检验,不能根据乙中澄清石灰水变浑浊判断甲中生成了 CO_2 ,D 错误。]

3. D

4. B [NH_4Cl 受热分解生成 NH_3 和 HCl 气体,二者在试管口遇冷又重新生成 NH_4Cl ,A 不符合题意;实验室采用 MnO_2 和浓盐酸共热的方法来制备 Cl_2 ,故可选用装置 c,氯气的密度比空气大,采用向上排空气法收集,选用装置 d,B 符合题意; Cu 与浓硫酸需在加热条件下才能反应制得 SO_2 ,应选用装置 c, SO_2 的密度比空气大,采用向上排空气法收集,选用装置 d,C 不符合题意; Cu 和浓硝酸反应不需要加热,故可选择装置 b,但 NO_2 与水会反应,不能采用排水法收集,D 不符合题意。]

考点二

[必备知识·夯实]

3. [示例] (1)A E F C(或 CD) (2)关闭分液漏斗活塞,将 D 中导气管末端插入水中,对 B 中锥形瓶微热,若导气管有气泡冒出,停止加热,导气管中形成一段水柱,则装置气密性良好 (3)②④ (4)吸收过量的二氧化氮气体

[关键能力·提升]

1. C [步骤 I 在氩气氛围中进行,可隔绝空气,防止黑色固体被氧化,结合 a 中有气泡产生、气体能使湿润的醋酸铅试纸变黑及 d 中产生蓝色沉淀可知,a 中发生反应 $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \uparrow$,则 a 中黑色固体成分有 FeS ,A 正确; Fe 与 S 在空气中燃烧生成的 FeS 可与氧气反应生成 Fe_2O_3 ,发生反应的化学方程式为 $4\text{FeS} + 7\text{O}_2 \xrightarrow{\text{燃烧}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$,B 正确;步骤 I 使用煮沸后的稀硫酸,目的是排尽稀硫酸中溶解的氧气,防止反应过程中黑色固体被氧化,C 错误;步骤 II 说明 a 试管中含有 H_2S 气体,若 b 中使用 CuSO_4 溶液代替 NaOH 溶液,则 H_2S 气体与 CuSO_4 溶液发生反应 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$,会生成 CuS 黑色沉淀,无需使用湿润的醋酸铅试纸检验,D 正确。]
2. 解析:(2)A 中得到的 Cl_2 中含有 HCl ,用装置 C 除去 Cl_2 中的 HCl 且起安全瓶的作用,C 中溶液为饱和 NaCl 溶液,根据已知, NOCl 能和水反应,所以 B 中发生反应的氯气必须是干燥的,所以装置 D 的作用是干燥氯气;装置 E 用于生成 NO ,且需要干燥,所以仪器连接顺序为 a→d→e→f→g→b,c←g←f←h。若装置 B 中压强过大,可以观察到的现象为装置 C 中长颈漏斗内液面上升。
- 答案:(1)球形干燥管 $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (2)d→e→f→g g←f 饱和 NaCl 溶液 装置 C 中长颈漏斗内液面上升 (3)排尽装置内的空气,防止 NO 被氧化 (4)缺少尾气处理装置

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1)圆底烧瓶 $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{S} + 2\text{HI}$ (2)c (3) $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$ (4)NaOH (5)先停止加热,再通入一段时间 N_2 后关闭 K_2 (6) $\frac{117 \text{ mL} \times 1.7 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 57\%}{127 \text{ g}} \times \frac{1}{254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 \times 128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100\%$ (或 $\frac{117 \times 1.7 \times 57\%}{128} \times 100\%$) (7)密封的棕色细口瓶中

第四部分 物质结构与性质

第六章 物质结构与性质

学案 25 原子结构与核外电子排布

考点一

[必备知识·夯实]

1. 核素 元素 化学 (1) 质子数 中子数

2. (1) 质子数(核电荷数) 质子 中子 相同 不同 (2) 中子数 质子数 几乎相同 不同 (3) 氢弹

[关键能力·提升]

1. D $[^{174}_{70}\text{Yb}]$ 的质子数为 70, 中子数为 $174-70=104$, 故中子数和质子数之差为 $104-70=34$, A 错误; 核素是指具有一定数目质子和一定数目中子的一种原子, $^{174}_{70}\text{Yb}$ 、 $^{176}_{70}\text{Yb}$ 为两种核素, B 错误; Yb 为 70 号元素, 基态 Yb 原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14} 5s^2 5p^6 6s^2$, 共有 20 个 d 电子, C 错误; 由 Yb 的基态原子价电子排布式为 $4f^{14} 6s^2$ 知, Yb 位于第 6 周期, D 正确。]

2. B [根据质子数和质量数守恒, 可推断出 a_X 为 ^6_2He , m_Y 为 ^4_2He , X 的中子数为 $6-2=4$, A 项错误; ^6_2He 、 ^4_2He 的质子数相同, 中子数不同, 互为同位素, B 项正确; $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短, 不能用作示踪原子研究化学反应历程, C 项错误; 自然界不存在 $^{13}_8\text{O}_2$ 、 $^{15}_8\text{O}_2$ 分子是因为 $^{13}_8\text{O}$ 、 $^{15}_8\text{O}$ 的半衰期很短, D 项错误。]

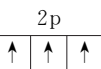
3. (1) $^{12}\text{HT}^{16}\text{O}$ 与 $^{12}\text{D}_2^{16}\text{O}$ 、 $^{12}\text{HD}^{17}\text{O}$ 、 $^{12}\text{HT}^{17}\text{O}$ 与 $^{12}\text{D}_2^{17}\text{O}$ 、 $^{12}\text{DT}^{16}\text{O}$ 、 $^{12}\text{HD}^{16}\text{O}$ 与 $^{12}\text{H}_2^{17}\text{O}$ 、 $^{12}\text{T}_2^{16}\text{O}$ 与 $^{12}\text{DT}^{17}\text{O}$ 不同 几乎相同

$$(2) \frac{a}{2m+A}(m+Z)N_A - \frac{a}{2m+A}(m+A-Z)N_A$$

考点二

[必备知识·夯实]

1. 1 2 8 18 (1) 球 哑铃 增大 相同 (2) 4s 3d 4p (3) 低 高 $2n^2$ 8 2 18

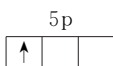
2. (1) 最低 (2) 2 相反  (3) 单独 平行 
全充满 半充满 全空 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

4. (1) 最低能量 (2) 吸收 释放

[关键能力·提升]

1. (2)(5)(6)

2. (1) 9 5 哑铃形 (2) $4:5$ 强 基态 Fe^{3+} 的价层电子排布式为 $3d^5$, 处于半充满状态, 故基态 Fe^{3+} 比基态 Fe^{2+} 更稳定

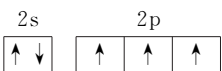
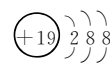
(3) $4s^1 4f^5$ (4) K、Cu N (5) 7  

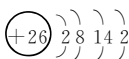
3. 解析: (1) A 元素基态原子的电子排布图由题意可写成

  , 则该元素核外有 7 个电子, 为氮

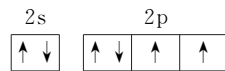
元素, 其元素符号为 N。(2) B^- 、 C^+ 的电子层结构都与 Ar 相同, 即核外都有 18 个电子, 则 B 为 17 号元素 Cl, C 为 19 号元素 K。(3) D 元素原子失去 2 个 4s 电子和 1 个 3d 电子后变成 +3 价离子, 其原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$, 即 26 号元素铁。(4) E 元素基态原子的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$, 故 E 为 Cu。(5) F 元素基态原子的最外层电子排布式为 $2s^2 2p^4$ 。(6) G 元素基态原子的价层电子排布式为 $3d^5 4s^1$, 为 Cr, 其未成对电子数为

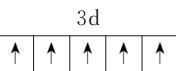
6。(7) 核外电子有 5 种空间运动状态的基态原子有 $\text{N}(1s^2 2s^2 2p^3)$ 、 $\text{O}(1s^2 2s^2 2p^4)$ 、 $\text{F}(1s^2 2s^2 2p^5)$ 、 $\text{Ne}(1s^2 2s^2 2p^6)$ 。

答案: (1) N  (2) Cl 

(3) Fe $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ 

(4) Cu $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

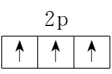
(5) 2  

(6)   6 (7) N、O、F、Ne

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) H N O S (2) M $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

(或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4$) (3) ^1_1H 、 ^2_1H (或 D)、 ^3_1H (或 T)

(4) 3   (5)  6 哑铃形

(6) $3d^{10} 4s^1$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$ (或 $[\text{Ar}] 3d^{10}$)

学案 26 元素周期表 元素周期律

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2) 原子序数 最外层电子数 电子层数

2. (1) 2 8 8 18 18 32 32 2 10 18 36 54

(2) I A II A III A IV A V A VI A VII A VIII A III B IV B V B VI B VII B I B II B 8、9、10 18

3. (2) 半导体 农药

[关键能力·提升]

1. B [Y 元素原子的价层电子排布式中出现了 np 能级, 故其 ns 能级已经充满且只能为 2 个电子, 则 $n-1=2$, $n=3$, 即 Y 元素原子的价层电子排布式为 $3s^2 3p^4$, A 正确, B 错误; Y 为 S, X 为 F, 第二周期所含非金属元素最多, C 正确; Z 为 As, 核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$, 最后 1 个电子填充在 4p 轨道, 故属于 p 区元素, D 正确。]

2. C [由题中所给 5 种元素的位置关系可以看出 D 一定不是第一周期元素(因为如果 D 是第一周期元素, 则 D 一定属于元素周期表最左边的第 I A 族元素或最右边的 0 族元素), A 项错误; 由题意可知 5 种元素在前四周期, 所以 D、B、E 分别为第二、三、四周期的元素, 由元素周期表的结构可知 5 种元素一定在过渡元素右边, 所以 D、E、A、C 的原子序数分别为 $a-8$ 、 $a+18$ 、 $a-1$ 、 $a+1$, B、D 项错误, C 项正确。]

3. C [Ga 位于第四周期第 III A 族, 原子序数为 31, Ga 的价层电子排布为 $4s^2 4p^1$, A 错误; $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 中 N 元素显 -3 价, Ga 和 In 均位于第 III A 族, 最高正化合价均为 +3 价, $3x+3 \times (1-x) + (-3) = 0$, 满足化合物中各元素的正、负化合价代数和为 0, 则 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 中 Ga 与 In 化合价相同, B 错误; $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 是无机非金属材料, D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

2. 相同 增加 相同 逐渐减小 逐渐增大 逐渐减弱 逐渐增强 逐渐增强 逐渐减弱 $+1 \rightarrow +7$ $-4 \rightarrow -1$ 主族序数 大 减小 增大 减小

3. 增强 减弱 减弱 增强 增强 减弱 减弱 增强 增强 减弱 减弱 增强

[关键能力·提升]

1. A [由题意可推知, W 为 S, X 为 O, Y 为 N, Z 为 F。基态 X(O) 原子失去一个电子后核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^3$, 基态 Y(N) 原子失去一个电子后核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, 基态 O 原子失去一个电子后 2p 能级为半充满较稳定结构, 则第二电离能: $O > N$, A 错误; 同主族元素从上到下, 原子半径逐渐增大, 故原子半径: $O < S$, 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 故原子半径: $F < O$, 故原子半径: $F < S$, B 正确; Y 对应的单质为 N_2 , Z 对应的单质为 F_2 , 二者均为分子晶体, 相对分子质量越大, 物质的沸点越高, 故沸点: $N_2 < F_2$, C 正确; 同主族元素从上到下, 电负性逐渐减小, 故电负性: $O > S$, D 正确。]
2. A [W、X、Y、Z、M 为原子序数依次增大的短周期主族元素, X 在同周期基态原子中未成对电子数最多, 则 X 为 N 或 P, 结合原子序数关系, X 只能为 N; W 与 X 位于不同周期, W 的原子序数最小, 则 W 为 H; Y 与 Z 同族, 结合原子序数关系, 则 Y 为 O, Z 为 S, M 为 Cl。同周期主族元素从左到右, 第一电离能整体呈增大的趋势, 但 N 的 2p 能级为半充满较稳定状态, 故其第一电离能大于 O 的, A 错误; 元素的非金属性越强, 对应简单氢化物的热稳定性越强, 元素的非金属性: $O > S$, 故热稳定性: $H_2O > H_2S$, B 正确; SO_2 中中心 S 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 2) = 3$, 含 1 个孤电子对, SO_2 的空间结构为 V 形, ClO_2 中中心 Cl 原子形成 2 个 σ 键, 结合 Cl 原子最外层有 7 个电子知, 中心 Cl 原子上有孤电子对, 则 ClO_2 的空间结构为 V 形, C 正确; SO_2 与水反应生成亚硫酸, 无元素化合价发生变化, 属于非氧化还原反应, NO_2 与水反应生成硝酸和 NO, N 元素化合价发生变化, 属于氧化还原反应, 二者的反应类型不同, D 正确。]
3. C [短周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大, Z 与 X 能形成淡黄色化合物 Z_2X_2 , 该淡黄色化合物应为 Na_2O_2 , 则 X 为 O, Z 为 Na, 基态 O 原子的电子总数是其最高能级电子数的 2 倍; Y 与 W 的最外层电子数相同, 结合 Y 的原子序数在 O 与 Na 之间, 则 Y 为 F, W 为 Cl。同一周期从左向右元素的第一电离能呈增大趋势, 同一主族从上到下元素的第一电离能逐渐减小, 故四种元素中第一电离能从大到小的顺序为 $Y > X > W > Z$, A 错误; 非金属性越强, 元素的电负性越大, 则电负性为 $Y > W > Z$, B 错误; 四种元素的简单离子半径从大到小的顺序为 $Cl^- > O^{2-} > F^- > Na^+$, 即 $W > X > Y > Z$, C 正确; F 的非金属性强于 Cl, 则形成氢化物后, F 原子吸引 H 原子的能力强于 Cl 原子, 在水溶液中 HF 不容易发生电离, 则 HCl 的酸性强于 HF, D 错误。]
4. C [H_2SO_3 比 H_2CO_3 酸性强, 但 H_2SO_3 不是 S 的最高价含氧酸, 不能说明非金属性: $S > C$ 。]

考点三

[必备知识·夯实]

1.

教材链接

- (1) $+2$ II A $I_3 \gg I_2$ (2) I_3 是失去次外层的电子, 但这层电子难以失去 (3) $3s^2$ (4) 随电子失去, 粒子的正电性越来越强, 吸引电子能力越来越强, 同时后失去的电子能量低, 难失去

3. 右下方

[关键能力·提升]

1. (1) Cu Cu 的第一电离能比 Zn 的第一电离能小, 但 Cu 失去 1 个电子后形成的 Cu^+ 的价层电子排布为 $3d^{10}$, 较难失去电子,

Zn 失去 1 个电子后形成的 Zn^+ 的价层电子排布为 $3d^{10} 4s^1$, 较易失去 1 个电子达到稳定状态, Cu 的第二电离能比 Zn 的第二电离能大

(2) a 同周期主族元素第一电离能从左到右呈增大的趋势, 但由于 N 的 2p 能级为半充满状态, 因此 N 的第一电离能较 C、O 两种元素高 b

2. 解析: (2) 根据电负性的递变规律: 一般来说, 同周期元素从左到右, 元素电负性逐渐变大, 同主族元素从上到下, 元素电负性逐渐变小, 可知在同周期中电负性: $Na < Mg < Al$, 同主族: $Be > Mg > Ca$, 最小范围应为 $0.9 \sim 1.5$ 。(3) 根据已知条件及表中数值: Li_3N 中元素的电负性差值为 2.0, 大于 1.7, 形成离子键, 为离子化合物; $BeCl_2$ 、 $AlCl_3$ 、 SiC 中元素的电负性差值分别为 1.5、1.5、0.7, 均小于 1.7, 形成共价键, 为共价化合物。共价化合物和离子化合物最大的区别在于熔融状态下能否导电, 离子化合物在熔融状态下以离子形式存在, 可以导电, 但共价化合物却不能。

答案: (1) 随着原子序数的递增, 元素的电负性呈周期性变化 (2) $0.9 \sim 1.5$ (3) A BCD 测定各物质在熔融状态下能否导电, 若导电则为离子化合物, 反之则为共价化合物 (4) 负 Cl 的电负性大于 P, Cl 对键合电子的吸引能力强

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) 第四周期 VIII 族 $3d^6 4s^2$ d (2) 强 Cu^+ 的 3d 为全充满, 较稳定 (3) $A < C < B < D < E$ $A < B < C < D$ $A < B < C < D$ (4) s ds p (5) $NH_3 < H_2O < HF$ $NH_3 > H_2O > HF$ (6) $>$

学案 27 化学键与电子式

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2) 共用电子对 阴、阳离子 原子 静电 不偏向 偏向
2. 阴、阳离子 原子 离子键 共价键 共价键

[关键能力·提升]

1. B [CH_4 分子中的 H 原子和 BCl_3 分子中的 B 原子最外层均未达到 8 电子稳定结构, A 错误; N_2H_4 的结构为 $\begin{array}{c} H-N-N-H \\ | \quad | \\ H \quad H \end{array}$, B 正确; $NaHSO_4$ 熔化只断裂离子键, C 错误; Cl_2 与 $NaOH$ 反应, 没有非极性键的形成, D 错误。]
2. D [KH 、 NH_4H 均为离子化合物, A 错误; Na 与 O_2 形成的 Na_2O_2 含有离子键和非极性键, B 错误; HCl 属于共价化合物, C 错误; Na_2O_2 和 CaC_2 均为含离子键、非极性键的离子化合物, D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) 大 σ π π 轴 镜面 σ π (2) E (反应物) $\rightarrow E$ (生成物)

[关键能力·提升]

1. C [A 项, 其分子内含有碳氧双键、碳氮单键, 则含有 σ 键和 π 键, 正确; B 项, 反应之后配位键断裂, 生成单质铁, 即有金属键生成, 正确; C 项, 单键只有 1 个 σ 键, 双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键, 所以 1 mol 该分子中含有 7 mol σ 键、1 mol π 键, 错误; D 项, 一个该分子中含有 12 个 σ 键, 则 0.5 mol 三聚三氧化硫分子中含有的 σ 键数目为 $0.5 \text{ mol} \times 12 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 6N_A$, 正确。]
2. A [熔点的差异源于离子键的强度。 K_3PO_4 中一个 PO_4^{3-} 带 3 个单位负电荷, 而 KNO_3 中一个 NO_3^- 只带 1 个单位负电荷;

离子所带电荷数越多,静电引力越强,离子键越强,熔点越高,因此, K_3PO_4 的离子键比 KNO_3 更强, A 错误;氮原子因原子半径小, p 轨道有效重叠,能形成稳定的 $N \equiv N$ 三键;磷原子半径大, p 轨道重叠程度低,难以形成稳定的 $P \equiv P$ 三键,因此倾向于形成 P_4 四面体结构, B 正确;含氧酸的酸性与 O—H 极性有关,中心原子电负性越大, O—H 极性越大,越易解离出 H^+ ;氮电负性大于磷,因此 HNO_3 中 O—H 极性大,酸性强; H_3PO_2 中 P 电负性小于 N, O—H 键极性小,酸性比 HNO_3 弱, C 正确; NF_3 的中心原子 N 为 sp^3 杂化,有 3 个 σ 键和 1 个孤电子对; P 有 3d 轨道可参与 sp^3d 杂化,且原子半径大,能容纳 5 个配体,故形成 PF_5 , D 正确。]

3. C [A 项,氮氮三键键长 < 氮氮双键键长 < 氮氮单键键长,键长越短,键能越大,所以键能: $N \equiv N > N = N > N - N$, 正确; B 项, $H(g) + Cl(g) \rightleftharpoons HCl(g)$ 的焓变为 $H - Cl$ 键能的相反数,则 $\Delta H = -431.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 正确; C 项, NH_3 的沸点高于 HCl 是由于 NH_3 形成分子间氢键,而 HCl 不能,错误; D 项,根据 $\Delta H = E(\text{反应物}) - E(\text{生成物})$,则 $2NH_3(g) + 3Cl_2(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 6HCl(g)$ $\Delta H = 6E(H-N) + 3E(Cl-Cl) - E(N \equiv N) - 6E(H-Cl) = -463.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 正确。]
4. C [CO_2 的熔点比 SiO_2 的低是因为二者晶体类型不同, CO_2 不能用键能判断熔点, C 符合题意。]

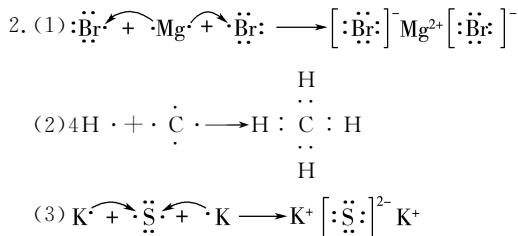
考点三

[必备知识·夯实]

1. (1) $Na \cdot$ $\cdot \ddot{Cl} \cdot$ (2) $Na^+ [\ddot{F} :]^-$ (3) $[H : \ddot{N} : H]^+$
- $[\ddot{O} : H]^-$ (4) $[\ddot{Cl} :]^- Mg^{2+} [\ddot{Cl} :]^-$
- $Na^+ [\ddot{O} :]^{2-} Na^+$ $Na^+ [\ddot{O} : \ddot{O} :]^{2-} Na^+$
- $Na^+ [\ddot{O} : H]^-$ (5) $: N : : N :$ $H : \ddot{O} : H$
- $H : \ddot{O} : Cl :$ (6) $\cdot \ddot{O} : H$ $\cdot \ddot{C} : : \ddot{O} :$
2. (1) $C \equiv O$ $N \equiv N$ (2) $\begin{array}{c} S \\ / \quad \backslash \\ H \quad H \end{array}$ $O = C = O$
- (3) $\begin{array}{c} H-N-H \\ | \\ H \end{array}$ $\begin{array}{c} Cl \\ | \\ N-Cl \\ | \\ Cl \end{array}$ $H-O-O-H$ $H-C \equiv C-H$
- (4) $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-H \\ | \\ H \end{array}$ $\begin{array}{c} H \\ | \\ H-C-Cl \\ | \\ H \end{array}$ (5) $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-N & -N-H \end{array}$
- $\begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ H-C & =C-H \end{array}$

[关键能力·提升]

1. B [硼原子最外层只有 3 个电子, BCl_3 的电子式为 $\ddot{Cl} : B : \ddot{Cl} :$, 故②错误;在离子化合物中阴、阳离子应相间排布,则硫化钾的电子式应为 $K^+ [\ddot{S} :]^{2-} K^+$, 故⑤错误;在 N_2H_4 中, N 与 N 之间是单键,故⑥错误。]

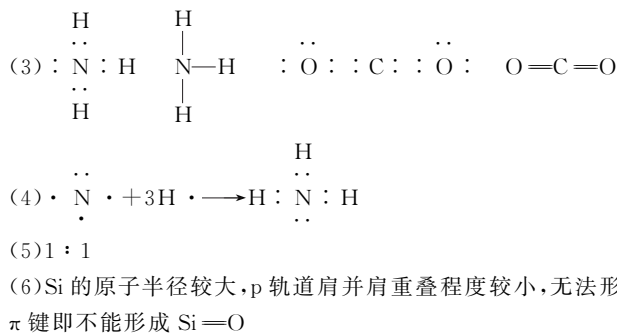


3. A

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) 离子键、极性共价键 离子

(2) NH_3 、 CO_2 、 HCl



学案 28 分子结构与分子间作用力

考点一

[必备知识·夯实]

1. (3) 直线形 平面三角形 V 形 正四面体形 三角锥形 V 形
2. (1) 相等 (2) 1 个 s 轨道 1 个 p 轨道 180° 直线形 1 个 s 轨道 2 个 p 轨道 120° 平面三角形 1 个 s 轨道 3 个 p 轨道 $109^\circ 28'$ 正四面体形 (4) sp 直线 sp^2 V 平面三角 sp^3 三角锥 正四面体

[关键能力·提升]

1. A [SO_2 的中心原子 S 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 2}{2} = 3$, 孤电子对数为 1, VSEPR 模型为平面三角形, 空间结构为 V 形, A 符合题意; CO_2 的中心原子 C 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{4-2 \times 2}{2} = 2$, 孤电子对数为 0, VSEPR 模型和空间结构均为直线形, B 不符合题意; BF_3 的中心原子 B 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{3-3 \times 1}{2} = 3$, 孤电子对数为 0, VSEPR 模型和空间结构均为平面三角形, C 不符合题意; OF_2 的中心原子 O 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{6-2 \times 1}{2} = 4$, 孤电子对数为 2, VSEPR 模型为四面体形, 空间结构为 V 形, D 不符合题意。]
2. B [BF_3 的中心原子 B 原子采取 sp^2 杂化, 则 BF_3 的空间结构为平面正三角形, 正电中心和负电中心重合, 故 BF_3 为极性键构成的非极性分子, A 错误; H_3O^+ 的中心原子 O 原子采取 sp^3 杂化, C 错误; BF_4^- 的中心原子 B 原子采取 sp^3 杂化, BF_3 的中心原子 B 原子采取 sp^2 杂化, 二者的 VSEPR 模型分别为正四面体形和平面正三角形, D 错误。]
3. 解析: (2) $B(OCH_3)_3$ 中 B 原子最外层有 3 个电子, 采用的杂化轨道类型是 sp^2 , 发生 sp^2 杂化的分子或离子有 SO_3 、 CO_3^{2-} 等。
- (3) $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ 的中心原子 Co 周围形成了 6 个 σ 键, 故中心原子杂化后形成了 6 个杂化轨道, 其采取的杂化类型是 sp^3d^2 。

- 答案:(1) sp^2 直线形 sp (2) sp^2 SO_3 、 CO_3^{2-} (其他合理答案均可) (3)C (4) sp 、 sp^2 、 sp^3 sp^3 sp^3 (5) sp^3 sp^2
4. (1)①> < ②< < > ③> > ④< < (2)②>①>③>④ (3)三角双锥形 120° 、 90° 、 180° (4)>
5. (1) Π_3^4 Π_3^4 Π_4^6 Π_4^6 Π_5^4 (2) Π_5^6 Π_5^6 Π_5^6 Π_4^4

考点二

[必备知识·夯实]

1. 相对分子质量 越大 越高
2. (1)很大 氢原子 很大 (2)升高

[关键能力·提升]

1. B $[NH_2-NH_2]$ 与 H_2O 形成氢键, NH_2-NH_2 的水溶性大于 CH_3-CH_3 , A 错误; 分子稳定性与氢键无直接关系, C 错误; CH_4 与 H_2O 分子间无氢键, D 错误。]
2. (1)苯胺分子间存在分子间氢键 (2)FDCA 形成的分子间氢键更多 (3) $SiCl_4$ SiX_4 都是结构相似的分子晶体, 相对分子质量依次增大, 范德华力依次增大 (4) $H_2O > CH_3OH > CO_2$ H_2O 与 CH_3OH 均为极性分子, H_2O 中氢键比甲醇多; CO_2 与 H_2 均为非极性分子, CO_2 的相对分子质量较大, 范德华力较大

3. 吡咯分子中含 $\text{N}-H$, 分子间形成氢键

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1)①2 直线形 直线形 sp ②4 四面体形 三角锥形 sp^3 ③4 四面体形 V 形 sp^3 ④3 平面三角形 平面三角形 sp^2 ⑤4 正四面体形 正四面体形 sp^3 (2) $H_2O > NH_3 > CO_2$ CO_2 之间只存在范德华力, H_2O 、 NH_3 形成分子间氢键且 H_2O 中的氢键键能较大 (3) $CO_2 > CO_3^{2-} > NH_4^+ > NH_3 > H_2O$

学案 29 分子性质 配合物与超分子

考点一

[必备知识·夯实]

1.

教材链接

- (1) NO 、 H_2O_2 、 NO_2 、 SO_2 、 CH_2Cl_2 、 HCN 、 $HCHO$ 、 PCl_3
- (2) P_4 、 C_{60} 、 Cl_2 、 CS_2 、 C_2H_2 、 SO_3 、 BF_3 、 PCl_5 (3) CS_2 、 C_2H_2 、 SO_3 、 BF_3 、 PCl_5 (4) H_2O_2

2. (1)非极性溶剂 极性溶剂
3. 手性异构体 原子或原子团

4. (1)> > > > > (2)< < <

[关键能力·提升]

1. D [白磷的分子式为 P_4 , 空间结构为正四面体, 每个 P 原子采取 sp^3 杂化, 而每个 P 原子有 5 个价电子, 所以每个 P 原子还剩一个孤电子对, A 正确; 白磷在空气中容易自燃, 保存于水中隔绝空气, 故其密度大于水, B 正确; 白磷的分子式为 P_4 , 空间结构为正四面体形, 为非极性分子, 水为极性分子, 根据“相似相溶”原理, 白磷难溶于水, C 正确; 白磷的分子式为 P_4 , 为非极性分子, 属于分子晶体, 分子间作用力较弱, 故其熔点低, 熔点低与其共价键强弱无关, D 错误。]
2. B [SO_2 为 V 形分子, 为极性分子, B 错误。]
3. B [已知电负性: $Cl > Br$, 因此氯在化合物中更容易吸引电子, 导致 $I-Cl$ 比 $I-Br$ 更容易断裂, 所以电离程度: $ICl_2^- > IBr_2^-$, $K < 6.0 \times 10^{-3}$, A 正确; 每个碘离子可以与一个碘分子结合,

形成 I_3^- , 这个过程中, I_3^- 能够离解成碘和碘离子, 形成平衡反应: $I^- + I_2 \rightleftharpoons I_3^-$, 所以溶液中存在 $I_3^- (aq) \rightleftharpoons I_2 (aq) + I^- (aq)$ 的电离平衡, 此变化不是氧化还原反应, ICl_2^- 、 ICl 中碘元素是 +1 价, 氯元素是 -1 价, IBr_2^- 和 IBr 中, 碘元素是 +1 价, 溴元素是 -1 价; 三个变化过程中, 各元素化合价都没有改变, 不是氧化还原反应, B 错误; 同主族元素从上往下, 电负性逐渐减小, 因此氯的电负性大于溴的电负性, 形成共价键的两元素之间的电负性的差值越大, 则键的极性越强, 因此共价键极性的关系为 $ICl > IBr$, C 正确; 已知电负性: $Cl > Br$, 因此氯在化合物中更容易吸引电子, 导致 $Br-Cl$ 容易断裂产生 $BrCl(aq)$ 和 $Cl^- (aq)$, D 正确。]

考点二

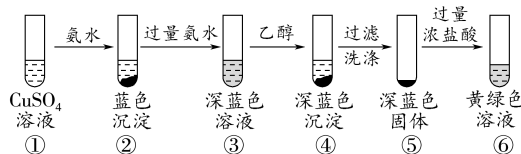
[必备知识·夯实]

1. 孤电子对 空轨道 配位数
2. [实验 1] ①蓝色沉淀生成 $Cu^{2+} + 2NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons Cu(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$ 蓝色沉淀溶解, 形成深蓝色溶液 $Cu(OH)_2 + 4NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + 2OH^- + 4H_2O$ 析出深蓝色晶体 生成的 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 在乙醇中溶解度减小析出晶体 ②白色沉淀生成 $Ag^+ + Cl^- \rightleftharpoons AgCl \downarrow$ 白色沉淀溶解得无色溶液 $AgCl + 2NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons [Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^- + 2H_2O$ [实验 2] ①溶液变红色 Fe^{3+} 可与 SCN^- 形成红色配离子 ②无明显现象 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 难电离出 Fe^{3+} [问题和讨论] Fe^{3+} CN^- C 6

3. (1)分子间相互作用 (4)分子识别 自组装

[关键能力·提升]

1. D [向 $CuSO_4$ 溶液中加入氨水生成蓝色 $Cu(OH)_2$ 沉淀, 继续滴加过量氨水, $Cu(OH)_2$ 沉淀转化为 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 深蓝色溶液, 再加入乙醇, 可以降低 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 的溶解度, 使 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 析出, 过滤后洗涤可得到 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 深蓝色固体, 向 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 固体中加入过量浓盐酸, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 固体溶解, 转化为 $[CuCl_4]^{2-}$ 黄绿色溶液。



由上述分析知, ②中沉淀为 $Cu(OH)_2$, ④中沉淀为 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, 二者不是同一种物质, A 正确; ③中现象说明向 $CuSO_4$ 溶液 (含有 $[Cu(H_2O)_4]SO_4$) 加入过量氨水, $[Cu(H_2O)_4]SO_4$ 可以转化为 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$, 说明配体与 Cu^{2+} 的结合能力: $NH_3 > H_2O$, B 正确; 向 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 深蓝色溶液中加入乙醇, 可以降低 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 的溶解度, 使 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 析出, 即④中深蓝色沉淀在乙醇中的溶解度比在水中的小, C 正确; 向⑤中深蓝色固体中加入过量浓盐酸, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 固体溶解, 转化为 $[CuCl_4]^{2-}$ 黄绿色溶液, 若改为向⑤中加入稀硫酸, $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 中的 NH_3 与 H^+ 反应生成 NH_4^+ , 其反应为 $[Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4H^+ \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4NH_4^+$, 最后得到 $CuSO_4$ 蓝色溶液, 不能得到黄绿色溶液, D 错误。]

2. C [$Ga(CH_3)_3$ 形成 3 个 σ 键, Ga 为 sp^2 杂化, $\angle C-Ga-C = 120^\circ$, 而 $Ga(CH_3)_3(NH_3)$ 形成 4 个 σ 键, Ga 为 sp^3 杂化, $\angle C-Ga-C = 109^\circ 28'$, C 项错误。]
3. B [根据主体分子的结构可知, 其中含有的 $-SO_3H$ 和 $-OH$ 可形成分子内氢键, A 正确; 根据主客体分子之间形成的包含

类型二

[对点训练]

1. A [X、Y、Z、Q、R 为原子序数依次增大的短周期元素,由题图,X 形成 4 个共价键且原子序数小,X 为碳元素,Z 形成 2 个共价键,R 形成 6 个共价键,则 Z 为氧元素、R 为硫元素,那么 Y 为氮元素;Q 形成 1 个共价键且原子序数大于氧元素,则为氟元素;二氧化碳中碳的价层电子对数为 $\frac{4-2 \times 2}{2} + 2 = 2$,为 sp 杂化,为直线形结构,二氧化硫中硫的价层电子对数为 $\frac{6-2 \times 2}{2} + 2 = 3$,为 sp^2 杂化,为 V 形结构,则键角: $CO_2 > SO_2$,A 错误;同周期从左到右,元素金属性减弱,非金属性增强,元素的电负性增强;电负性: $F > O > N$,B 正确;水分子形成氢键数大于氨气分子,则水沸点高于氨气,甲烷不能形成氢键,沸点最低,故最简单氢化物沸点: $H_2O > NH_3 > CH_4$,C 正确;一氧化碳、二氧化碳、一氧化氮、二氧化硫均为标况下的气态化合物,D 正确。]
2. A [由该阴离子结构可知 Z 形成 2 个共价键,Z 的单质为空气的主要成分之一,可知 Z 为 O;Y 形成 4 个共价键,Y 为 C,Q 形成 1 个共价键,Q 为 F,X 得 1 个电子后形成 4 个共价键,则 X 最外层电子数为 3,X 为 B。B、C、O 为同周期元素,从左到右,第一电离能呈增大趋势,则第一电离能: $B < C < O$,故 A 错误; CH_4 不能形成分子间氢键, H_2O 可以形成分子间氢键,沸点: $CH_4 < H_2O$,故 B 正确;原子半径: $C > O > F$,原子半径越小,键长越短,则键长: $C-C > C-O > C-F$,故 C 正确;Y 为 C,其最高价氧化物的水化物为 H_2CO_3 ,碳酸为二元弱酸,分步电离,第一步电离方程式: $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$,故 D 正确。]

类型三

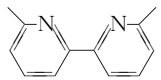
[对点训练]

1. B [M、W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期元素,基态 M 原子最外层电子数是内层的三倍,则其结构为 $(+8) \begin{smallmatrix} 2 \\ 6 \end{smallmatrix}$,M 为 O;基态 W 原子最外层仅有一个电子,结合原子序数关系,则 W 为 Na;X 是地壳中含量最多的金属元素,地壳中元素含量排序为 O、Si、Al、Fe……则 X 为 Al;X 与 Y 相邻,结合原子序数关系,则 Y 为 Si;Z 与 M 同族,则 Z 为 S。核外电子层数越多,离子半径越大,核外电子层数相同时,核电荷数越大,离子半径越小,故简单离子半径: $Na^+ < O^{2-} < S^{2-}$,A 正确; H_2S 为极性分子,分子间作用力较强, SiH_4 为非极性分子,分子间作用力较弱, H_2O 可形成分子间氢键,故简单氢化物沸点: $SiH_4 < H_2S < H_2O$,B 错误;同周期主族元素从左往右,第一电离能呈增大趋势,同主族元素从上到下,第一电离能逐渐减小,故第一电离能: $Al < Si < S < O$,C 正确;元素的非金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的酸性越强,氢氧化铝是两性氢氧化物,非金属性: $Si < S$,故酸性: $Al(OH)_3 < H_2SiO_3 < H_2SO_4$,D 正确。]
2. D [乙为淡黄色固体,乙为 Na_2O_2 ,甲与乙摩尔质量相同,推测甲为 Na_2S ,短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大,Y、W 同主族,则 Y 为 O,W 为 S,根据题图中的转化关系,戊为 $NaHS$ 或 H_2S ,丁为 $NaOH$,丙为 H_2O ,则 X 为 H,Z 为 Na。过氧化钠与水的反应是氧化还原反应,题图中其他反应均不是氧化还原反应,A 错误;丁为 $NaOH$,含有离子键、共价键,没有配位键,B 错误;戊为 $NaHS$ 或 H_2S ,丙为 H_2O ,摩尔质量: $NaHS$ (或 H_2S) $> H_2O$, $NaHS$ 是离子化合物,沸点: $NaHS >$

物结构可知,主客体分子之间没有形成化学键,B 错误; $S=O$ 中存在 σ 键和 π 键, $S-O$ 中只含 σ 键,故磺酸基中 $S-O$ 键能比 $S=O$ 小,C 正确; $(CH_3)_4N^+$ 中 N 形成 4 个 σ 键,且 N 上无孤电子对,故 N 采取 sp^3 杂化, $(CH_3)_3N$ 中 N 形成 3 个 σ 键,且 N 上含有 1 个孤电子对,故 N 采取 sp^3 杂化,D 正确。]

4. D [每个 Ga^{3+} 与 6 个 O 配位,所以 Ga^{3+} 的配位数为 6,A 正确;配合物内部空腔通过分子间作用力等非共价键作用识别特定结构的分子,B 正确;改变配体骨架的基团或链的长短,导致其分子间作用力、极性、疏水作用等改变,则配合物内部空腔可适配不同结构的分子,C 正确; Si^{4+} 替换 Ga^{3+} 后,其价态高、半径小、电负性大,对配体骨架的电子云分布会产生明显影响,D 错误。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)C N O Cl (2) CO, Cl^- 、 (3)C、Cl、N (4)6 (5) sp^2 (6) $>$ CO 为极性分子,范德华力较大 (7) $N > O > C$ (或 $X > Y > W$)

微专题 3 元素的综合推断分类突破

类型一

[对点训练]

1. D [基态 Q 原子的核外电子有 4 种空间运动状态,则基态 Q 原子的核外电子占据 4 个原子轨道,其核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,Q 为 C;结合 $[(QY_3ZX)_2W]^-$ 可知 Y 形成 1 个共价键,且已知 Y 的价层电子数最多,则 Y 位于第 VIIA 族,因为 Q、W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素,则 Y 为 F,进而可得 W、X 分别为 N 和 O;Z 和 X 同族,则 Z 为 S。同周期主族元素从左到右第一电离能呈增大趋势,但第 II A 族、第 VA 族元素的第一电离能比同周期相邻元素的第一电离能大,同主族元素从上到下第一电离能逐渐减小,故第一电离能: $F > N > O > S$,A 正确;Q、X、Z 的最简单氢化物分别为 CH_4 、 H_2O 、 H_2S ,中心原子均采取 sp^3 杂化, CH_4 的中心原子 C 原子上没有孤电子对, H_2O 、 H_2S 的中心原子上都有 2 个孤电子对,电子对之间的斥力:孤电子对—孤电子对 $>$ 孤电子对—成键电子对 $>$ 成键电子对—成键电子对,则 CH_4 的键角最大,而电负性: $O > S$,则键角: $H_2O > H_2S$,B 正确;一般来说,同周期主族元素从左到右电负性逐渐增大,则电负性: $F > O > N > C$,C 正确; H_2O 在常温下呈液态,而 NH_3 、 HF 在常温下呈气态,则 H_2O 的沸点最高,电负性: $F > N$,则 HF 分子间氢键的强度大于 NH_3 分子间氢键的强度,则沸点: $H_2O > HF > NH_3$,D 错误。]
2. D [U、V、W、X、Y、Z 为原子序数依次增大的前 20 号主族元素,U 是原子半径最小的元素,则 U 为 H 元素,V 的 p 轨道电子数是 s 轨道电子数的一半,V 的核外电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$,则 V 为 C 元素,X 的最外层电子数与其 K 层电子数相等,则 X 的核外电子排布式可能为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ (Mg)、 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ (Ca),Y 的氧化物具有两性,Y 为 Al 元素,结合原子序数关系,则 X 为 Mg 元素,Z 与 Mg 同主族,则 Z 为 Ca 元素;Z 的原子序数(20)等于 W 和 X(12)的原子序数之和,故 W 为 8 号元素,即 O 元素。 H_2O 可形成分子间氢键,故沸点: $CH_4 < H_2O$,A 错误;元素金属性越强,其最高价氧化物对应水化物的碱性越强,同主族元素从上到下,元素金属性逐渐增强,故碱性: $Mg(OH)_2 < Ca(OH)_2$,B 错误;同周期主族元素从左到右,第一电离能整体呈增大趋势,第 II A、VA 族反常,故第一电离能: $Mg > Al$,C 错误;H、O 可形成 H_2O 、 H_2O_2 两种常见液态化合物,D 正确。]

H_2O , $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$, C 错误; S^{2-} 核外三层电子, 离子半径最大, O^{2-} 、 Na^+ 核外电子排布相同, 离子半径“序大径小”, H^+ 半径最小, 简单离子半径: $\text{S}^{2-} > \text{O}^{2-} > \text{Na}^+ > \text{H}^+$, D 正确。]

学案 30 晶体结构与性质

考点一

[必备知识·夯实]

- (2) 电子 阳离子 电中性 离子 液 晶
- (1) 有 无 有 无 固定 不固定 各向异性 熔点 X 射线衍射
- (1) 任何间隙 (3) $\frac{1}{n}$ 8 $\frac{1}{8}$ 4 $\frac{1}{4}$ 2 $\frac{1}{2}$

[关键能力·提升]

- B [等离子体是由电子、阳离子和电中性粒子组成的整体上呈电中性的物质聚集体, B 错误。]
- B [晶体的各向异性 and 对称性不是矛盾的, 晶体的对称性是粒子在空间呈周期性有序排列的必然结果, 而各向异性是指粒子的排列具有特定的方向性。]
- A [A 项, 根据 1 号 Cu 所在的位置, 结合原点位置和坐标轴方向, 可知 1 号 Cu 的坐标大致为 $(0, b, \frac{1}{3}c)$, 错误。]
- 解析: (1) 根据 KFeS_2 晶胞在沿 a 轴方向投影图可知, 1 个 Fe 周围有 4 个紧邻的 S, 且 $\text{S}-\text{Fe}-\text{S}$ 键角为 116° , 结合沿 c 轴方向投影图, 可判断 FeS_4 空间结构为四面体形, 通过共边连成链状 $\{\text{FeS}_2\}_\infty$ 单元。
(2) K^+ 与 $\{\text{FeS}_2\}_\infty$ 间存在离子键, $\{\text{FeS}_2\}_\infty$ 内 S 与 Fe 间形成配位键, 无金属键、非极性共价键。故选项 a、c 符合题意。

答案: (1) 四面体形 链 (2) ac

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) 4 sp^3 六 12 2 $\frac{1}{4}$ 8 (2) 4 2 十二 Si 4 sp^3
- (1) 12 4 (2) 4 2 8
- (1) 6 6 6 4 4 (2) 8 8 8 (3) 4 8 4 8
- (1) 范德华力 (2) 2 sp^2 (3) 共价 (4) 高

[关键能力·提升]

- 解析: 根据 LiOH 的晶胞结构及其 x 轴方向投影图可知, 在晶胞中 Li 位于 8 个顶点和上、下底面的 2 个面心, O 位于前、后、左、右 4 个侧面上, 晶体为层状结构。(1) 晶体中与一个 O 紧邻的 Li 有 4 个。(2) 因为 $\angle \text{O}-\text{Li}-\text{O} = 129^\circ$, 故一个 Li 与所有紧邻 O 形成的空间结构为四面体形而非正四面体形。(3) 由于 O 无法提供孤电子对, 且层间距离远, OH^- 间不能形成氢键; LiOH 为离子化合物, 不存在金属键; Li^+ 与 OH^- 间存在离子键; 根据 LiOH 晶体呈层状结构, 层间存在范德华力; $\text{O}-\text{H}$ 属于极性共价键; 故晶体中微粒间作用力有 bde。

答案: (1) 4 (2) 四面体形 (3) bde

- (1) $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ $(\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$
(2) 六 $109^\circ 28'$

考点三

[必备知识·夯实]

- 分子 原子 阴、阳离子 范德华力 共价键 金属键 离子键
- (2) $> > > > > > > > > > >$

[关键能力·提升]

- D [金刚石的熔、沸点高于晶体硅, 说明 $\text{C}-\text{C}$ 比 $\text{Si}-\text{Si}$ 强度大, D 错误。]
- C [熔、沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Te} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$, C 错误。]
- (1) 联氨分子间形成的氢键数目多于氨分子间形成的氢键
(2) $>$ 两者均为离子化合物, 且阴、阳离子的电荷数均为 1, 但后者的离子半径较大, 离子键较弱, 因此其熔点较低
(3) $>$ CO 为极性分子而 N_2 为非极性分子, CO 分子间作用力较大 (4) 增大 三种物质均为分子晶体, 结构与组成相似, 相对分子质量越大, 范德华力越大, 熔、沸点越高 (5) 金刚石为共价晶体而 C_{60} 为分子晶体 (6) 离子键 FeF_3 为离子晶体, FeBr_3 的化学键以共价键为主, 属于分子晶体 (7) 离子晶体 K^+ 的半径大于 Na^+ , K_2O 中离子键较弱

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) 2 4 (2) 8 4 (3) 直线 sp
(4) LiH 、 Li_2CN_2 C N_2 、 H_2 H_2 C (5) 共价 高

学案 31 晶胞参数及其有关计算

考点一

[必备知识·夯实]

典例导航

$$6 \frac{\sqrt{2}}{2} a \frac{4 \times 143.5}{N_A a^3 \times 10^{-30}}$$

[关键能力·提升]

- D [该晶胞中, 钙原子数有 1 个, 氧原子数有 $(12 \times \frac{1}{4})$ 个 = 3 个, 钛原子数有 $(8 \times \frac{1}{8})$ 个 = 1 个, 晶胞密度为 $\frac{48 + 16 \times 3 + 40}{N_A (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{136}{N_A a^3} \times 10^{30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, D 错误。]
- 解析: 据题图可知 Cs 位于晶胞体心, Pb 位于晶胞顶点, 则 Pb 与 Cs 之间的距离为体对角线长度的 $\frac{1}{2}$, 即 $\frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2} \text{ pm}$;
由均摊法可知该晶胞中含 1 个 Cs, 含 Pb 数目为 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$, 含 Br 数目为 $\frac{1}{4} \times 12 = 3$, 故该化合物的化学式为 CsPbBr_3 ; 晶体密度为 $\frac{(M_{\text{Cs}} + M_{\text{Pb}} + 3M_{\text{Br}}) \times 10^{30}}{N_A \cdot abc} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

$$\text{答案: } \frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2} \text{ CsPbBr}_3 \frac{(M_{\text{Cs}} + M_{\text{Pb}} + 3M_{\text{Br}}) \times 10^{30}}{N_A \cdot abc}$$

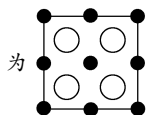
考点二

[关键能力·提升]

- B [根据题给晶胞结构和“均摊法”可知, W 位于晶胞的棱上和面上, 数目为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{1}{2} = 3$, O 位于晶胞面上和体内, 数目为 $16 \times \frac{1}{2} + 1 = 9$, 故该氧化物的化学式为 WO_3 , A 错误; 1 个晶胞中含有 3 个 WO_3 , 晶胞质量为 $\frac{3 \times 184 + 9 \times 16}{N_A} \text{ g}$, 晶胞体积为 $\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c \text{ nm}^3 = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c \times 10^{-21} \text{ cm}^3$, 则晶体的密度为 $\frac{464\sqrt{3}}{N_A \times a^2 c} \times 10^{21} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, B 正确; 3 号 W 位于晶胞下底面的棱上, 根据 2 号 O 的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 及两者的位置关

系可知,3号W的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, 0, 0)$,C错误;1号O的分数坐标为 $(1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$,3号W的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, 0, 0)$,则1号O与3号W的核间距为 $\sqrt{(\frac{a}{2})^2 + (\frac{a}{2})^2 + (\frac{c}{2})^2}$ nm = $\sqrt{\frac{a^2}{2} + \frac{c^2}{4}}$ nm = $\sqrt{\frac{2a^2 + c^2}{4}}$ nm,D错误。]

2. 解析:(1)由题中晶胞结构图可知磷化铝晶胞沿y轴的投影图



为。 (2)根据均摊法可知,晶胞中含有Al和P的数目均为4,所以晶体密度为 $\frac{(27+31) \times 4}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{2.32 \times 10^{32}}{N_A \times a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(3)4个P的分数坐标分别为

$(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4}), (\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$ 。

答案:(1)B (2) $\frac{2.32 \times 10^{32}}{N_A \times a^3}$ (3) $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{3}{4}), (\frac{3}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4}), (\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4})$

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $8+8 \times \frac{1}{8}+6 \times \frac{1}{2}+1+12 \times \frac{1}{4} \text{ BiF}_3$

(2) $\sqrt{2}a, \sqrt{3}a$ (3) $\frac{\sqrt{11}}{4}a, \frac{\sqrt{3}}{4}a$ (4) $(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{3}{4}), (1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$

(5) $\frac{4 \times 266}{N_A a^3 \times 10^{-30}}$ (或 $\frac{1 \ 064}{N_A a^3} \times 10^{30}$) $\frac{2\pi(r_1^3+3r_2^3)N_A d}{3 \times 133 \times 10^{30}} \times 100\%$ (6)8

第五部分 化学反应原理

第七章 化学反应与能量

学案 32 化学反应的热效应

考点一

[必备知识·夯实]

- (1)吸收 等压 等于 (2)放热 吸热 吸热 放热
- (1)正反应 逆反应 E_1-E_2 (2)降低 不改变
- (1)物质 能量 2 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 与1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 反应生成2 mol 液态水时放出的热量为571.6 kJ

[关键能力·提升]

- 解析:(1)Cu位于第四周期ⅠB族,价电子排布式为 $3d^{10}4s^1$,Au位于第六周期且与Cu同族,则基态Au原子的价电子排布式为 $5d^{10}6s^1$ 。(2)根据题意知,位置2处应发生反应: $^* \text{C}_2\text{H}_2 + ^* \text{H} + ^* \text{Cl} \longrightarrow ^* \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$,由题图知,在催化剂A的作用下, $^* \text{C}_2\text{H}_2 + ^* \text{H} + ^* \text{Cl} \longrightarrow ^* \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ 的活化能更小,更易发生,故位置2应选择催化剂A;初始时加入的 C_2H_2 和 $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ 的物质的量相等,位置1中部分HCl会分解生成 $\cdot \text{H}$ 和 $\cdot \text{Cl}$,位置2中 $\cdot \text{H}$ 和 $\cdot \text{Cl}$ 变成 $^* \text{H}$ 和 $^* \text{Cl}$ 参与反应,故位置3中剩余的 C_2H_2 与HCl反应生成 $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$,化学方程式为 $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ 。

答案:(1) $5d^{10}6s^1$ (2)A 在催化剂A的作用下, $^* \text{C}_2\text{H}_2$ 与 $^* \text{Cl}$ 、 $^* \text{H}$ 反应生成 $^* \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ 的活化能小,反应更易发生
 $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$

- 解析:(1)过渡态物质的总能量与反应物总能量的差值为活化能,中间体OMC生成吸附态EO(ads)的活化能为 $(-93 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 83 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2)由题图可知, $\text{EO}(\text{g})$ 生成 $\text{AA}(\text{g})$ 放出热量 $(-117 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-219 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = 102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,放热焓变为负值,故热化学方程式为 $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案:(1)83 (2) $\text{EO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{AA}(\text{g}) \quad \Delta H = -102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 解析: SiCl_4 、 H_2 和HCl分子中共价键的数目容易计算,而产物硅属于共价晶体,可根据共价晶体的结构计算晶体硅中共价键的数目。1 mol晶体硅中所含的Si-Si为2 mol,即该反应的反应热 $\Delta H = 4 \times 360 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2 \times 436 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (2 \times 176 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 4 \times 431 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $+236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 解析:由 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}$ 和 $\text{C}_{40}\text{H}_{18}$ 的结构简式和反应历程可以看出,反应中断裂了2个碳氢键,形成了1个碳碳键,生成1个 H_2 形成了1个氢氢键,所以 $\text{C}_{40}\text{H}_{20}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_{40}\text{H}_{18}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = (431.0 \times 2 - 298.0 - 436.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +128 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $+128$

- 解析:在反应中硅元素的化合价从+4价降低到0价,得到4个电子。当反应中有1 mol电子转移时吸收59 kJ热量,则消耗1 mol氯化硅吸收的热量是 $59 \text{ kJ} \times 4 = 236 \text{ kJ}$,因此该反应的热化学方程式为 $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{SiCl}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Si}(\text{s}) + 4\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = +236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 解析:根据整个流程可知, $\text{CO}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2(\text{g})$ 为反应物,产物为 $\text{HCOOH}(\text{l})$,92 g $\text{HCOOH}(\text{l})$ 的物质的量为 $\frac{92 \text{ g}}{46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$,所以生成1 mol液态 HCOOH 放出31.2 kJ能量,热化学方程式为 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{l}) \quad \Delta H = -31.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH}(\text{l}) \quad \Delta H = -31.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- D [题述循环过程至少涉及四种能量转化方式:太阳能→热能→化学能→热能→电能,A项正确;结合已知条件可知,2 mol $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$ 完全分解为二氧化硫、氧气和水蒸气,吸收热量551 kJ,热化学方程式表示为 $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,B项正确;64 g S相当于2 mol S,已知64 g固态硫完全燃烧放出热量为592 kJ,则1 mol S(s)完全燃烧放出热量296 kJ,热化学方程式为 $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,C项正确;根据盖斯定律, $-(\text{反应 I} + \text{反应 III}) = \text{反应 II}$, $\Delta H = -551 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 296 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -255 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,D项错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1)1 mol (2)最高
- (1)1 mol

[关键能力·提升]

- B [在稀溶液中,强酸和强碱发生中和反应生成1 mol液态 H_2O 时的反应热叫作中和热,中和热是以生成1 mol液态 H_2O 为基准的,A项错误; $\text{CO}(\text{g})$ 的燃烧热是 $283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $\text{CO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -283.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -2 \times$

283.0 kJ·mol⁻¹, 逆向反应时反应热的数值相等, 符号相反, B 项正确; 电解 2 mol H₂O(l) 吸收的热量和 2 mol H₂(g) 在 O₂(g) 中完全燃烧生成液态水时放出的热量相等, C 项中的 ΔH 应为 +571.0 kJ·mol⁻¹, C 项错误; 在 25 °C、101 kPa 时, 1 mol 物质完全燃烧生成指定产物时(水应为液态)所放出的热量是该物质的燃烧热, D 项错误。]

2. A [单位质量(或体积)的燃料完全燃烧时所放出的热量称为热值, 1 g 的 H₂ 完全燃烧放出 $\frac{1}{2} \times 285.8 \text{ kJ} = 142.9 \text{ kJ}$, 1 g 的 C₂H₂ 完全燃烧放出的热量为 $\frac{1}{26} \times 1\,299.6 \text{ kJ} \approx 49.98 \text{ kJ}$, 1 g 的 C₂H₄ 完全燃烧放出的热量为 $\frac{1}{28} \times 1\,411.0 \text{ kJ} \approx 50.39 \text{ kJ}$, 故三种物质中, H₂ 热值最大, A 正确; 根据题意可知, ① C₂H₂(g) + $\frac{5}{2}$ O₂(g) = 2CO₂(g) + H₂O(l) ΔH = -1 299.6 kJ·mol⁻¹, ② H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = H₂O(l) ΔH = -285.8 kJ·mol⁻¹, ③ C₂H₄(g) + 3O₂(g) = 2CO₂(g) + 2H₂O(l) ΔH = -1 411.0 kJ·mol⁻¹, 则 ① + ② - ③ 得 C₂H₂(g) + H₂(g) = C₂H₄(g), ΔH = (-1 299.6 - 285.8 + 1 411.0) kJ·mol⁻¹ = -174.4 kJ·mol⁻¹, B 错误; 断开 H—H 要吸热, 且数值也不是 285.8 kJ, C 错误; C₂H₂(g) 燃烧的热化学方程式为 C₂H₂(g) + $\frac{5}{2}$ O₂(g) = 2CO₂(g) + H₂O(l) ΔH = -1 299.6 kJ·mol⁻¹, D 错误。]

3. A [玻璃搅拌器起搅拌作用, 增大反应速率, 减小实验误差, 选项 A 正确; 温度计水银球应浸入溶液中但不能与烧杯底部接触, 选项 B 错误; 盐酸是强酸, 醋酸是弱酸, 醋酸电离吸热, 测得数值不同, 选项 C 错误; 在测定中和反应反应热的实验中, 不需要滴定管、天平, 选项 D 错误。]
4. 解析: (1) 仪器 A 为环形玻璃搅拌器。(2) ① 第一次测定的温度差为 4.0 °C, 第二次测定的温度差为 6.1 °C, 第三次测定的温度差为 3.9 °C, 第四次测定的温度差为 4.1 °C, 实验 2 的误差太大要舍去, 三次温度差的平均值为 4.0 °C。② 50 mL 0.50 mol·L⁻¹ NaOH 溶液与 30 mL 0.50 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 溶液进行中和反应, 硫酸是过量的, 生成水的物质的量和消耗氢氧化钠的物质的量相等, 所以生成水的物质的量为 0.05 L × 0.50 mol·L⁻¹ = 0.025 mol, 溶液的质量为 80 mL × 1 g·mL⁻¹ = 80 g, 温度变化的值 ΔT = 4.0 °C, 则生成 0.025 mol 水放出的热量 Q = m·c·ΔT = 80 g × 4.18 J·g⁻¹·°C⁻¹ × 4.0 °C = 1 337.6 J, 即 1.337 6 kJ, 所以实验测得的中和反应反应热 ΔH = $\frac{-1.337\,6 \text{ kJ}}{0.025 \text{ mol}} \approx -53.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。③ a. 实验装置保温、隔热效果差, 测得的终止温度偏低, 中和反应反应热 ΔH 偏大; b. 分多次把 NaOH 溶液倒入盛有 H₂SO₄ 溶液的内筒中, 热量散失较多, 测得终止温度偏低, 中和反应反应热 ΔH 偏大; c. 用温度计测定 NaOH 溶液的起始温度后直接测定 H₂SO₄ 溶液的温度, 导致温度计上残留的碱液与稀硫酸反应, 起始温度偏高, 中和反应反应热 ΔH 偏大; d. 量取 NaOH 溶液的体积时仰视读数, 会导致所量的氢氧化钠溶液体积偏大, 放出的热量偏高, 中和反应反应热 ΔH 偏小。(3) 实验中改用 30 mL 0.50 mol·L⁻¹ 硫酸溶液和 60 mL 0.50 mol·L⁻¹ 氢氧化钠溶液进行反应, 与上述实验相比, 生成的水的物质的量不同, 所放出的热量不相等。

答案: (1) 环形玻璃搅拌器 (2) ① 4.0 ② -53.5 kJ·mol⁻¹ ③ abc (3) 不相等

5. C [木材的主要成分为纤维素, 纤维素中含碳、氢、氧三种元素, 煤是古代植物埋藏在地下经历了复杂的变化逐渐形成的固体, 是有机物和无机物组成的复杂混合物, 主要含碳元素, A 正确; 石油裂化是将相对分子质量较大、沸点较高的烃分解为相对分子质量较小、沸点较低的烃的过程, 汽油的相对分子质量较小, 可以通过石油裂化的方式得到, B 正确; 燃料电池是将化学能转化为电能的装置, 不是将热能转化为电能, C 错误; 在催化剂作用下, 利用太阳能光解水可以生成氢气和氧气, D 正确。]

6. B [太阳能、氢能、生物质能等利用过程中无污染, 都属于新能源, A 说法正确; 随着新能源的发现与利用, 煤炭等仍旧可作为能源, B 说法错误; 天然气与煤炭、石油等能源相比具有使用安全、热值高、洁净等优势, C 说法正确; 远古时期生物体吸收利用太阳能, 经过非常复杂的过程和漫长的时间形成煤、石油及天然气, D 说法正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) 快 慢 (2) 小于 (3) B (4) X(g) ⇌ Z(g) ΔH = (ΔH₁ + ΔH₂) (5) 小于

学案 33 盖斯定律与反应热的有关计算

考点一

[必备知识·夯实]

1. 始态 终态

[关键能力·提升]

1. 解析: 燃烧热是指在 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成指定产物时所放出的热量, 则根据已知条件可以写出热化学方程式: ① CO(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = CO₂(g) ΔH₁ = -a kJ·mol⁻¹, ② H₂(g) + $\frac{1}{2}$ O₂(g) = H₂O(l) ΔH₂ = -b kJ·mol⁻¹, ③ HOCH₂CH₂OH(g) + $\frac{5}{2}$ O₂(g) = 2CO₂(g) + 3H₂O(l) ΔH₃ = -c kJ·mol⁻¹, 根据盖斯定律, 题给反应 = 2 × 反应① + 3 × 反应② - 反应③, 故合成反应的 ΔH = (-2a - 3b + c) kJ·mol⁻¹。

答案: -2a - 3b + c (或 c - 2a - 3b)

2. 解析: 根据已知条件分别给题述化学方程式编号, ① CaH₂(s) + 6Fe₂O₃(s) = Ca(OH)₂(s) + 4Fe₃O₄(s) ΔH₁ = m kJ·mol⁻¹ ② 2CaH₂(s) + Fe₃O₄(s) = 2Ca(OH)₂(s) + 3Fe(s) ΔH₂ = n kJ·mol⁻¹ ③ 3CaH₂(s) + 2Fe₂O₃(s) = 3Ca(OH)₂(s) + 4Fe(s) ΔH₃ = $\frac{1}{3} \times ① + \frac{4}{3} \times ②$ 得到反应③, 根据盖斯定律可知 ΔH₃ = $\frac{1}{3} \times m \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + \frac{4}{3} \times n \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{m+4n}{3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- 答案: $\frac{m+4n}{3}$

3. 解析: 根据题给信息可知 N₂H₄(g) + NO₂(g) = $\frac{3}{2}$ N₂(g) + 2H₂O(g) ΔH, 结合盖斯定律, 此反应可由反应② - $\frac{1}{2} \times$ 反应①得出, 所以 ΔH = ΔH₂ - $\frac{1}{2} \Delta H_1 = -534 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - \frac{1}{2} \times 67.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -567.85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。同理可得 N₂H₄(g) + 2F₂(g) = N₂(g) + 4HF(g) ΔH, 此反应可由反应② + 2 × 反应③ - 反应④得出, 所以 ΔH = ΔH₂ + 2ΔH₃ - ΔH₄ = -534 kJ·mol⁻¹ + 2 × (-538 kJ·mol⁻¹) - (-484 kJ·mol⁻¹) = -1 126 kJ·mol⁻¹。

答案: $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{3}{2}\text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -567.85 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g}) + 2\text{F}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g}) \quad \Delta H = -1126 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

4. 解析: 根据盖斯定律, 由 $(\text{I} \times \frac{1}{2}) - \text{II} - \text{III}$ 得反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \quad \Delta H = -213 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: -213

5. C [由题意可知: 反应体系中产物 $n(2\text{-氯丙烷}) : n(1\text{-氯丙烷}) = 3 : 2$, 反应 II 的反应速率小于 I, 反应的活化能越低, 反应速率越快, 故反应 II 的活化能大于 I, A 正确; 键能越小, 越易断裂, 反应生成更多的 2-氯丙烷, 说明丙烷中 $-\text{CH}_2-$ 中的 C—H 键能小于 $-\text{CH}_3$ 的 C—H 键能, B 正确; 根据产物比例, 丙烷消耗 2 mol 时, 有 1.2 mol 参与反应 I, 有 0.8 mol 参与反应 II, 上述反应体系的焓变为 $1.2\Delta H_1 + 0.8\Delta H_2$, C 错误; 正丁烷的结构为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, 存在两种类型的 C—H, 与丙烷类似, 中间的 C—H 更易取代, 且正丁烷中间碳占比更多, 因此取代中间的 C—H 比例更高, D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. 状态
2. 符号
4. 程度

[关键能力·提升]

1. B [对于反应 a、b, 升高温度平衡都向右移动, 故二者均为吸热反应, $\Delta H_a > 0$, $\Delta H_b > 0$ 。根据盖斯定律知 $a = ② - ③$, $\Delta H_a = \Delta H_2 - \Delta H_3 > 0$, 推知 $\Delta H_2 > \Delta H_3$; $b = ③ - 2 \times ①$, 故 $\Delta H_b = \Delta H_3 - 2\Delta H_1 > 0$, 推知 $\Delta H_2 > \Delta H_3 > 2\Delta H_1$ 。]
2. A [将 A 中的热化学方程式依次编号为 ①②, 根据盖斯定律, 由 ①—② 可得 $2\text{S}(\text{s}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 < 0$, 即 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, A 错误; 等量的 $\text{Br}_2(\text{g})$ 具有的能量高于等量的 $\text{Br}_2(\text{l})$ 具有的能量, 故 1 mol $\text{Br}_2(\text{g})$ 与 $\text{H}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{HBr}(\text{g})$ 放出的热量比 1 mol $\text{Br}_2(\text{l})$ 与 $\text{H}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{HBr}(\text{g})$ 放出的热量多, 则有 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, B 正确; 将 C 中的两个反应依次编号为 ①②, 根据盖斯定律, 由 ①—② 得 $4\text{Al}(\text{s}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 4\text{Fe}(\text{s}) \quad \Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 < 0$, 则 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, C 正确; Cl 原子半径比 Br 原子半径小, H—Cl 的键能比 H—Br 的键能大, 断裂 Cl—Cl 吸收的能量比断裂 Br—Br 多, 且形成新键的放热差值远大于断键的吸热差值, 最终 Cl_2 与 H_2 反应放出的热量更多, 故 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, D 正确。]
3. B [卤化铵的分解为吸热反应, 则 $\Delta H_1 > 0$, ΔH_2 对应的为 H—X 的断裂过程, 断裂化学键吸收热量, 则 $\Delta H_2 > 0$, A 错误; HCl 的键能大于 HI, 故 NH_4Cl 的 ΔH_2 大于 NH_4I 的 ΔH_2 , B 正确; ΔH_5 为 $\text{NH}_3(\text{g})$ 与 $\text{H}^+(\text{aq})$ 反应, 与 X^- 无关, C 错误; 途径 6 与途径 1、2、3、4、5 之和的起点和终点相同, 结合盖斯定律可知 $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = \Delta H_6$, D 错误。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \frac{7}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H = -1559.8 \text{ kJ/mol}$ $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -1411 \text{ kJ/mol}$
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$
 (2) H_2
 (3) $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +137 \text{ kJ/mol}$

学案 34 原电池 化学电源

考点一

[必备知识·夯实]

2. 氧化 还原 负 正 负 正
4. 负极 正极 电极材料

[关键能力·提升]

1. B [盐桥的作用是传导离子, 形成闭合电路, A 错误; Zn 片上发生氧化反应, C 错误; K^+ 移向正极 (Cu 电极), D 错误。]
2. C [由题图可知, 电极 A 上氧气转化成水, 氧元素化合价降低得到电子, 发生还原反应, 则电极 A 为正极, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$; 电极 B 为负极, 海泥层中的 HS^- 失电子生成 S, 电极反应式为 $\text{HS}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{H}^+$, 在海泥细菌微生物的作用下还发生反应: $2\text{CH}_2\text{O} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 + \text{HS}^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 产生负极反应物 HS^- 。在原电池中, 正极电势高于负极, 根据分析, A 为正极, B 为负极, 得到电极电势: $B < A$, A 正确; A 为正极、B 为负极, 海泥在电池工作时作为电子导体起到传递电子的作用, B 正确; 根据分析, 负极的电极反应式为 $\text{HS}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{H}^+$, C 错误; 负极产生的 H^+ 由 B 附近移向 A 附近, 被氧气吸收转化为水, D 正确。]
3. (1) a (2) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} + \text{H}^+$
 $\text{NaTi}_2(\text{PO}_4)_3 + 2\text{e}^- + 2\text{Na}^+ \rightleftharpoons \text{Na}_3\text{Ti}_2(\text{PO}_4)_3$ (3) $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$
4. A [由 ① 可知还原性: $\text{M} > \text{N}$, 由 ② 可知还原性: $\text{P} > \text{M}$, 由 ③ 可知还原性: $\text{N} > \text{E}$, 故可推知还原性: $\text{P} > \text{M} > \text{N} > \text{E}$, A 正确。]
5. 解析: (1) a 中加入 CuSO_4 , 消耗一部分 Zn, Cu、Zn 形成原电池, 反应速率增大, 所以 a 放出 H_2 的量减少, 但速率增大。
 (2) a 中加入 CuSO_4 消耗 Zn, 但稀硫酸是定量的, 锌粉均过量, 不影响产生 H_2 的量, 速率也增大。
 (3) CH_3COONa 与 H_2SO_4 反应后生成弱酸 CH_3COOH , H^+ 浓度降低从而减小反应速率, 但产生 H_2 的量没发生变化。

答案: (1) A (2) B (3) C

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_2$ $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$ (2) $\text{Li} - \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}^+$ $3\text{SOCl}_2 + 8\text{e}^- \rightleftharpoons 6\text{Cl}^- + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{S}$
2. (1) $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4$ $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ (2) $\text{Li}_x\text{C}_y - x\text{e}^- \rightleftharpoons x\text{Li}^+ + \text{C}_y$ $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2$ $\text{C}_y + x\text{Li}^+ + x\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{C}_y$
3. (1) $2\text{H}_2 - 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{H}^+$ $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ 左 右
 正极: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ 负极: $2\text{H}_2 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}$ 负极: $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}^+$ 正极: $2\text{O}_2 + 8\text{e}^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}^+$ $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ $\text{CH}_3\text{OH} + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{O}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{O}^{2-}$ $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 3\text{O}^{2-} \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{CO}_3^{2-}$ $\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{CO}_3^{2-} - 6\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

[关键能力·提升]

1. B [石墨具有导电性, 添加石墨可增强 Ag_2CrO_4 电极材料的导电性, A 正确; 由题意知, Ag_2CrO_4 难溶于 LiClO_4 -有机溶剂, 不存在可自由移动的 Ag^+ , 正确的正极反应式为 Ag_2CrO_4

$+2e^- \rightleftharpoons 2Ag + CrO_4^{2-}$, B 错误; 放电时, 带正电荷的 Li^+ 从负极向正极移动, C 正确; 负极的电极反应式为 $Li - e^- \rightleftharpoons Li^+$, 故负极每消耗 2.1 g (0.3 mol) Li, 理论上外电路中通过 0.3 mol e^- , D 正确。]

2. C [高温条件下微生物会死亡, 该电池不能正常工作, A 选项正确; 电池的负极失电子, 发生氧化反应, 即葡萄糖失电子生成二氧化碳气体, B 选项正确; 放电过程中, 电子从负极区向正极区转移, C 选项错误; 结合题给条件分析, D 选项正确。]

3. B [由题中信息可知, 该电池充电时 Li^+ 得电子成为 Li 嵌入电极 A 中, 可知电极 A 在充电时作阴极, 故其在放电时作电池的负极, 而电极 B 是电池的正极。放电时, 外电路通过 a mol 电子时, 内电路中有 a mol Li^+ 通过 LiPON 薄膜电解质从负极迁移到正极, 但是 LiPON 薄膜电解质没有损失 Li^+ , B 不正确。]

4. D [充电时, 与电源正极相连的电极 M 为阳极, 电极 N 为阴极; 放电时, 电极 M 为正极, 电极 N 为负极。 $LiMO_2$ 中 Li 为 +1 价, O 为 -2 价, M 为 +3 价, A 正确; 原电池中正极电势高于负极电势, 放电时, 电极 M 为正极, B 正确; 放电时, 电极 N 为负极, Li_xC_6 失电子发生氧化反应, 根据电池总反应可知, 电极 N 上发生的电极反应为 $Li_xC_6 - xe^- \rightleftharpoons 6C + xLi^+$, C 正确; 充电时, N 为阴极, 阳离子向阴极定向移动, D 错误。]

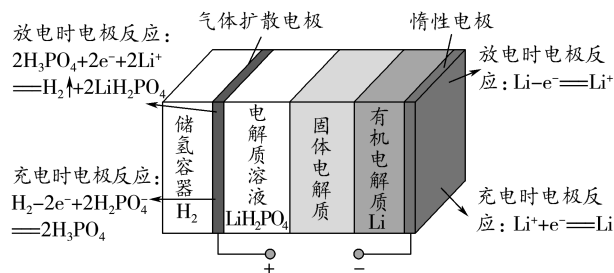
5. C [A 项, 根据题图, 连接负载时, 电极 A 发生氧化反应: $2S_2^{2-} - 2e^- \rightleftharpoons S_4^{2-}$, 故电极 A 为负极, 错误; B 项, 根据题图, 电池工作时, 膜 a、膜 b 之间生成 NaOH, 膜 a 为阳离子交换膜, 膜 b 为阴离子交换膜, 错误; C 项, 根据题图, 连接负载时, 电极 A 发生氧化反应为负极, 负极区的电极反应为 $2S_2^{2-} - 2e^- \rightleftharpoons S_4^{2-}$, 正确; D 项, 连接电源时, 电路中每通过 $2N_A$ 个电子, 有 2 mol Na^+ 通过膜 a 进入阴极区, 有 2 mol OH^- 通过膜 b 进入阳极区, 所以消耗 NaOH 的质量为 80 g, D 错误。]

6. C [Cu^{2+} 易与 NH_3 结合生成 $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ 经低温热解生成 Cu^{2+} , 则甲室电极反应为 $Cu - 2e^- + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}$, 甲室 Cu 电极为负极, 乙室 Cu 电极为正极, A 错误; 乙室中 SO_4^{2-} 通过隔膜迁移到甲室, 隔膜为阴离子膜, B 错误; 负极反应为 $Cu + 4NH_3 - 2e^- \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}$, 正极反应为 $Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$, 总反应为 $Cu^{2+} + 4NH_3 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}$, C 正确; NH_3 扩散到乙室会与 Cu^{2+} 结合, 使甲、乙两室中电解液的浓度差减小, 电池的电动势降低, D 错误。]

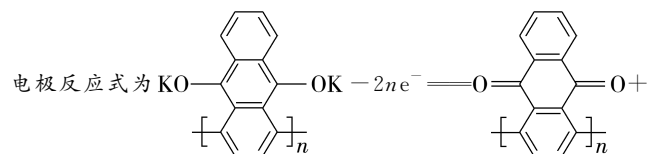
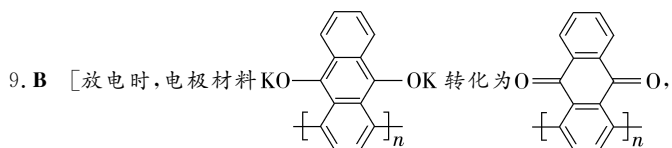
7. C [浓差电池通过改变电解质溶液浓度实现放电, 当浓度相等时停止放电。阴离子交换膜只允许阴离子通过, 所以只能通过电极反应改变电解质溶液浓度, 左侧电解质溶液浓度减小, 右侧电解质溶液浓度增大, $Ag(1)$ 极上析出 Ag, $Ag(2)$ 极上银溶解, 由此推知, $Ag(1)$ 极为正极, 发生还原反应。根据分析知, $Ag(1)$ 极为正极, 发生还原反应, A 错误; 为了维持电荷守恒, 左侧电解质溶液中的 NO_3^- 向右侧迁移, B 错误; 当两电极所在电解质溶液浓度相等时, 达到平衡停止放电, 停止放电时 $c(AgNO_3) = 3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$, 即只转移 2 mol 电子, 负极: $Ag - e^- \rightleftharpoons Ag^+$, 正极: $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$, 起始时, 两电极的质量相等, 停止放电时, 正极增加 2 mol Ag (216 g), 负极减少 2 mol Ag (216 g), 两电极的质量差为 432 g, C 正确; 电池放电时将化学能主要转化成电能, 还有部分化学能转化成热能等, D 错误。]

8. C [根据题目信息“使用前需先充电”及电池装置知, 充电时惰性电极上发生反应: $Li^+ + e^- \rightleftharpoons Li$, 则充电时惰性电极作阴极, 气体扩散电极作阳极, H_2 在阳极失电子生成的 H^+ 与

$H_2PO_4^-$ 结合生成 H_3PO_4 , 放电过程与充电过程相反, 具体分析如下:



由放电时正极发生的反应知, 每 2 mol (14 g) Li^+ 进入电解质溶液, 有 1 mol (2 g) H_2 扩散到储氢容器, 故电解质溶液质量增加, A 错误; 由正、负极发生的反应知, 放电时电池总反应为 $2Li + 2H_3PO_4 \rightleftharpoons H_2 \uparrow + 2LiH_2PO_4$, B 错误; 电解池中阳离子移向阴极, 故充电时 Li^+ 移向惰性电极, C 正确; 电解质溶液体积未知, 且 H_3PO_4 是弱酸, 故 $c(H^+)$ 不能判断, D 错误。]



该电极是原电池的负极, 生成的 K^+ 需要通过阳离子交换膜进入②区, 故该电极反应在③区发生, 即 b 为放电时的负极; 故 a 电极为放电时的正极, 二氧化锰得电子发生电极反应 $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$, 阳离子的消耗多于生成, 故硫酸根离子通过阴离子交换膜进入②区; 且可知①区为酸性, ③区为碱性。充电时, 外电源负极连接原电池负极, 即连接 b 电极, A 正确; 由分析知, 放电时, ①区溶液中的硫酸根离子向②区迁移, 则充电时, 硫酸根离子迁移方向与放电时相反, B 错误; 由分析及电极反应式, 放电时, 转移 $2N_A$ 个电子, 有 2 mol K^+ 和 1 mol 硫酸根离子进入②区, 故②区溶液增重 174 g, C 正确; 由分析, 放电时, a 电极的电极反应式为 $MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

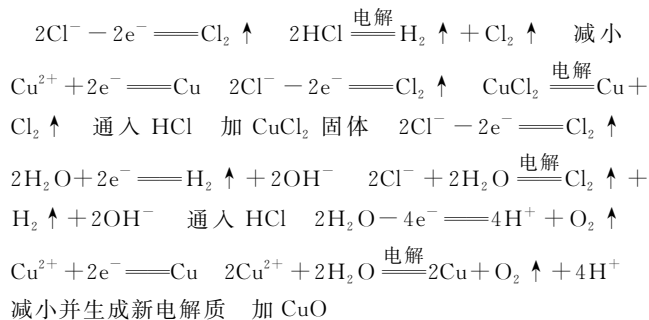
- 一题串所学 (1) ①正 还原 ② $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O - 24e^- \rightleftharpoons 6CO_2 \uparrow + 24H^+$ $6O_2 + 24e^- + 24H^+ \rightleftharpoons 12H_2O$
③正 负 ④ 0.17 或 $\frac{1}{6}$
(2) ① $Zn - O_2 + 4e^- + 2H_2O \rightleftharpoons 4OH^-$
②负 $Zn(OH)_4^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons Zn + 4OH^-$
③负

学案 35 电解池 金属的腐蚀与防护

考点一

[必备知识·夯实]

1. 电流 氧化还原反应 电 化学 电源 电解质 熔融电解质 闭合回路
2. (1) 氧化 还原 $Cu^{2+} + 2Cl^- \xrightarrow{\text{电解}} Cu + Cl_2 \uparrow$ (2) 负 阴 阳 正 阴 阳 正 阳 阴 负
3. (2) $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$ $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons 4H^+ + O_2 \uparrow$
 $2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ 增大 加水 $2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow$



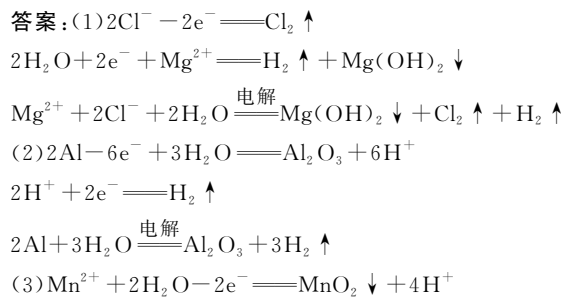
[关键能力·提升]

1. A [由题干电解池装置图可知,电解 NaOH 溶液时,左侧电极为 O₂ 转化为 H₂O₂,电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$,发生还原反应是阴极,即 a 为电源负极,b 为电源正极,即 m 电极为阳极,电极反应为 $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$,而电解 NaCl 溶液时,右侧电极为 Cl⁻ 转化为 ClO⁻,电极反应为 $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$,发生氧化反应是阳极,即 n 电极为阴极,电极反应为 $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$,据此分析解题。由分析可知,a 为电源负极,A 错误;由分析可知,生成 H₂O₂ 的电极发生还原反应,且 H₂O₂ 中 O 为 -1 价,则其可以继续得到电子转化为 -2 价的 O,即 H₂O₂ 实际浓度比理论浓度小的原因可能是其在电极上放电电解,B 正确;由分析可知,电解 NaOH 溶液时,左侧电极反应为 $\text{O}_2 + 2\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$,m 电极反应为 $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$,而电解 NaCl 溶液时,右侧电极反应为 $\text{Cl}^- + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$,n 电极反应为 $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$,根据得失电子守恒,该转化的总反应为 $\text{O}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}_2$,C 正确;由分析可知,m 电极反应为 $\text{Ni}(\text{OH})_2 - \text{e}^- + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O}$,n 电极反应为 $\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$,故充分电解后,将 m、n 对调,能继续合成产物,多次循环实现可持续生产,D 正确。]

2. 解析:(1)电解 CuSO₄ 时,阳极 H₂O 失电子生成 O₂,阴极 Cu²⁺ 得电子生成 Cu,阳极生成 56 mL O₂ (标准状况)即 0.002 5 mol,依据总反应式: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{SO}_4$,溶液中生成 0.01 mol H⁺, $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,pH=1;电解生成 0.002 5 mol O₂ 和 0.005 mol Cu,故要使溶液复原可加 0.005 mol CuO,质量为 0.4 g,或加 0.005 mol CuCO₃,质量为 0.62 g。(2)继续通电电解,电解质为 H₂SO₄ 溶液,故实际被电解的物质为 H₂O;加入 0.1 mol Cu(OH)₂ 可使溶液复原,相当于加入 0.1 mol CuO 和 0.1 mol H₂O,故转移电子的物质的量为 $(0.1 \times 2 + 0.1 \times 2) \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$ 。(3)Cu₂(OH)₂CO₃ 相当于 2CuO · H₂O · CO₂,CO₂ 逸出,故转移电子的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times 2 + 0.1 \text{ mol} \times 2 = 0.6 \text{ mol}$ 。

答案:(1)1 0.4 CuO(或 0.62 CuCO₃) (2)水(或 H₂O) 0.4 (3)0.6

3. 解析:(4)根据电解 NO 制备 NH₄NO₃ 的工作原理示意图知:阴极反应式为 $\text{NO} + 5\text{e}^- + 6\text{H}^+ = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$,阳极反应式为 $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$,总反应式为 $8\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$,为了使电解产生的 HNO₃ 全部转化为 NH₄NO₃,应补充 NH₃。

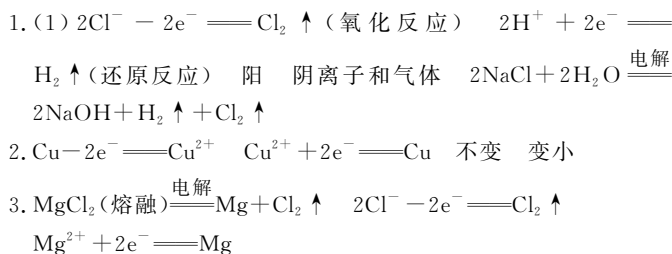


(4)NH₃ 根据总反应 $8\text{NO} + 7\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{HNO}_3$ 可知,要使电解产生的 HNO₃ 转化为 NH₄NO₃,应补充 NH₃。

4. D [该装置为原电池装置,根据题图电子的移动方向,可知石墨电极为负极、铂电极为正极,结合仅石墨电极与铂电极产生气体知,该装置负极(石墨电极)的电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$,正极(铂电极)的电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$,A 正确;电极 a₁、a₃、a_{n-1} 为正极,AgCl 得电子生成 Ag,发生反应 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$,电极 a₂、a_{n-2}、a_n 为负极,发生反应 $\text{Ag} + \text{Cl}^- - \text{e}^- = \text{AgCl}$,则电极 a₁、a₃、a_{n-1} 质量均减小,B 正确;电池组工作时,H⁺ 通过质子交换膜向 a₁、a₃…a_{n-1} 以及铂电极区域移动,即每组装置中左侧盐酸浓度降低、右侧盐酸浓度升高,且 a₁、a₃…a_{n-1} 电极上 AgCl 转化为 Ag,质量减小,a₂…a_{n-2}、a_n 电极上 Ag 转化为 AgCl,质量增加,故欲使整个装置再次运行,需定期互换直接相连的 Ag/AgCl 电极,并恢复溶液浓度,C 正确;将盐酸换为 NaCl 溶液,铂电极发生反应: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,其余各电极反应不变,则 Na⁺ 通过阳离子交换膜移向正极,仅有铂电极区域生成 NaOH,其他各组装置的正极区域得到的是 NaCl,D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]



[关键能力·提升]

1. B [M 极附近析出金属单质,M 极为阴极,与电源的负极相连,A 正确;M 极为阴极,N 极为阳极,电子由阳极流出,经电源流回阴极,B 错误;阳极上溶解的金属有 Pb、Fe、Zn,阴极上析出的金属只有 Pb,两极上得失电子守恒,故工作一段时间后,溶液中 $c(\text{Pb}^{2+})$ 减小,D 正确。]

2. B [由题图可知,左侧发生 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_3$,N 元素化合价下降,则左侧是阴极区,右侧发生 $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2$,Cl 元素化合价上升,则右侧是阳极区,据此解答。电解池中,阳离子向阴极移动,则 K⁺ 向左室迁移,A 正确;电解过程中,NO₂⁻ 先生成,再消耗,是中间产物,其浓度增大还是减小,取决于生成速率与消耗速率,无法得出其浓度持续下降的结论,B 错误;b 处生成氯气,与水反应生成氯化氢和次氯酸,氯化氢能使蓝色石蕊试纸变红,次氯酸能使变红的试纸褪色,故能看到试纸先变红后褪色,C 正确;左侧阴极总反应是 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$,右侧阳极总反应是 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$,根据得失电子守恒,将两电极反应相加即可得到电解总反应,D 正确。]

3. C [根据题图中信息可知,电合成装置左边电极发生氧化反应 $2\text{Br}^- - 2\text{e}^- = \text{Br}_2$, 右边电极发生还原反应 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-$, 即可判断电源 a 极为正极、电源 b 极为负极。由分析可知, A 错误; 从整个反应过程来看, Br^- 在电极 a 转化为 Br_2 后, 又经反应 I、II 等量产生(反应 I 为 $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 + \text{OH}^- = \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{Br}^-$), 故 Br^- 的物质的量未发生变化, B 错误; 以整个电解池为研究对象, 反应物为 C_2H_4 、 CO_2 和 H_2O , 生成物为 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ 和 H_2 , 总反应为 $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + \text{H}_2$, C 正确; “反应 II”反应物为 CO_2 和 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 生成物为 $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ 和 Br^- , 由题干中“无膜”及题图中阴极产生 OH^- 可知, “反应 II”是在碱性介质中进行, 故“反应 II”应为 $\text{CO}_2 + \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{OH}^- = \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}^-$, D 错误。]

4. C [由题图可知, CO_2 在电极 a 上反应转化为 CO , C 元素化合价降低, 故电极 a 为阴极, 阴极反应为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{CO} + 2\text{OH}^-$, 生成的 OH^- 与电解液中的 HCO_3^- 发生反应 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。电极 b 为阳极, H_2O 电离出的 OH^- 在阳极放电, 阳极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, H_2O 电离出的 H^+ 发生反应 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- = \text{H}_2\text{CO}_3$ 。若③为阴离子交换膜, 结合电流方向可知, III 室海水中的 Cl^- 会向右通过膜③迁移至 IV 室中, 并在电极 b 上放电生成 Cl_2 , 故③应为阳离子交换膜, 以阻止 Cl^- 通过, 据此可知实现脱盐的海水不是 III 室海水, 而是 II 室海水, 则①为阳离子交换膜, ②为阴离子交换膜, II 室海水中的 Na^+ 向左通过膜①迁移至 I 室中, II 室海水中的 Cl^- 向右通过膜②迁移至 III 室中, IV 室电解液中的 Na^+ 向左通过膜③迁移至 III 室中, 故电解一段时间后, II 室海水中盐的浓度降低, III 室海水中盐的浓度升高。由分析知, ①为阳离子交换膜, ②为阴离子交换膜, A 正确; 由分析知, 电极 b 为阳极, H_2O 电离出的 OH^- 在阳极放电, 阳极反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 由分析知, 电解一段时间后, II 室海水中盐的浓度降低, III 室海水中盐的浓度升高, C 错误; 根据前述分析, I 室中阴极反应生成的 OH^- 与电解液中的 HCO_3^- 反应生成 CO_3^{2-} , 形成 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ 缓冲体系, 有利于 I 室电解液的 pH 在一段时间内保持稳定, D 项正确。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2) 原电池反应 (3) 酸性较强 弱酸性或中性 $2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$

2. (1) 原电池 (2) 电解池

[关键能力·提升]

1. A [钢制管桩主要成分为铁, 铁的金属活动性强于铜, 二者在海水中形成原电池时, 铁作负极, 失电子被氧化, 会加速钢制管桩腐蚀, 不能达到防腐目的, A 符合题意; 铝表面致密的氧化膜能防止内部的铁被腐蚀, 即使富铝涂层破损, 形成原电池时铝作负极被腐蚀, 可保护钢制管桩, 故能达到防腐目的, B 不符合题意; 该装置为外加电流法, 钢制管桩连接电源负极作阴极被保护, 能达到防腐目的, C 不符合题意; 锌的金属活动性强于铁, 二者在海水中形成原电池时锌作负极被腐蚀, 属于牺牲阳极法, 钢制管桩作正极被保护, 能达到防腐目的, D 不符合题意。]

2. B [题图 1 为牺牲阳极法, 牺牲阳极一般为较活泼金属, 其作为原电池的负极, 失去电子被氧化; 题图 2 为外加电流法, 阳极材料为辅助阳极, 其通常是惰性电极, 其本身不失去电子, 电解质溶液中的阴离子在其表面失去电子, 如海水中的 Cl^- , A 错

误; 题图 2 中, 外加电压偏高时, 钢闸门表面积聚的电子很多, 除了海水中的 H^+ 放电外, 海水中溶解的 O_2 也会竞争放电, 故可发生反应: $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$, B 正确; 题图 2 为外加电流法, 理论上只要能对抗钢闸门表面的腐蚀电流即可, 当钢闸门表面的腐蚀电流为零时保护效果最好; 腐蚀电流会随着环境的变化而变化, 若外加电压保持恒定不变, 则不能保证抵消腐蚀电流, C、D 错误。]

3. A [图 1 中构成原电池, 铁作负极, 开始时 $\text{pH}=1.8$, AB 段溶液 pH 增大, 体系压强增大, 铁主要发生析氢腐蚀; BD 段溶液的 pH 增大, 体系压强减小, 正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$; DE 段溶液 pH 基本不变, 但压强减小, 产生的 Fe^{2+} 被 O_2 氧化。由题图可知, AB 段体系的压强增大, 说明产生了氢气, 故 AB 段主要发生析氢腐蚀, pH 越大, 氢离子浓度越小, 析氢速率越小, A 错误; AD 段内发生铁的电化学腐蚀, 负极的电极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, B 正确; 由题图可知 BC 段 pH 增大、压强减小, 正极上氧气得电子生成水, 电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$, C 正确; 根据分析, DE 段溶液 pH 基本不变的可能原因: 相同时间内, $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 消耗 H^+ 的量与 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 8\text{H}^+$ 产生 H^+ 的量基本相同, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析: (4) 理论上消耗 1 mol Fe_2O_3 , 转移 6 mol 电子, 产生 3 mol Cl_2 , 同时有 6 mol Na^+ 由阳极转移至阴极, 则阳极室溶液减少 $3 \times 71 \text{ g} + 6 \times 23 \text{ g} = 351 \text{ g}$ 。

答案: (1) $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (2) 阳 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{e}^- + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe} + 6\text{OH}^-$ (3) 阴极区 (4) 351

微专题 4 隔膜在电化学装置中的应用

[微点精讲]

1. (1) 阳 (2) 阴 (3) 氢离子

3. (1) 浓 稀 稀 浓

4. (3) H^+ 和 OH^- H^+ 和 OH^-

[对点训练]

1. D [a 电极上 O_2 转化为 H_2O_2 : $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{OH}^-$, 氧元素化合价降低, 发生还原反应, 故 a 电极为阴极; b 电极上 I^- 转化为 I_3^- : $3\text{I}^- - 2\text{e}^- = \text{I}_3^-$, 碘元素化合价升高, 发生氧化反应, 故 b 电极为阳极。a 电极区生成的 H_2O_2 和 b 电极区生成的 I_3^- 分别与 LiFePO_4 发生反应: $2\text{LiFePO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Li}^+ + 2\text{FePO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{LiFePO}_4 + \text{I}_3^- = 2\text{Li}^+ + 2\text{FePO}_4 + 3\text{I}^-$, 从而实现锂元素的回收。结合上述分析可知, A 正确; 电路中通过 2 mol 电子, 可生成 1 mol H_2O_2 和 1 mol I_3^- , 结合回收 Li^+ 的方程式可知, 理论上, 1 mol H_2O_2 和 1 mol I_3^- 可回收 4 mol Li^+ , B 正确; b 电极为阳极, 连接电源正极, C 正确; 理论上, 1 mol I_3^- 可回收 2 mol Li^+ , I_3^- 转化为 I^- 和 IO_3^- 的反应为 $3\text{I}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} = 8\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$, 此时 IO_3^- 与 LiFePO_4 发生反应: $6\text{LiFePO}_4 + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ = 6\text{Li}^+ + 6\text{FePO}_4 + \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$, 则存在关系式 $3\text{I}_3^- \sim \text{IO}_3^- \sim 6\text{Li}^+$, 故锂的理论回收产率不变, D 错误。]

2. D [放电过程中产生 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$, 由题图可知, 放电过程中氮气得到电子发生还原反应生成 Li_3N , Li_3N 又转化为 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 和 LiCl , 则左侧电极为正极, 右侧电极为负极; 放电过程中, 负极锂失去电子形成锂离子, 锂离子通过阳离子交换膜进入左侧生成 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$, A 错误; 锂为活泼金属,

会和水反应,故电解质溶液不能为水溶液,B错误;充电过程中电解LiCl失去电子发生氧化反应产生 Cl_2 : $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$,锂离子在阴极得到电子发生还原反应生成锂单质: $2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{Li}$,则每生成1 mol Cl_2 ,同时生成2 mol Li;放电过程中,消耗6 mol Li,同时生成4 mol LiCl,则整个充放电过程来看,理论上每生成1 mol Cl_2 ,需消耗1 mol Li,C错误;由分析,放电过程中,正极氮气得到电子发生还原反应生成 Li_3N , Li_3N 又转化为 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 和LiCl,负极锂失去电子发生氧化反应生成锂离子,总反应为 $6\text{Li} + \text{N}_2 + 4\text{CF}_3\text{SO}_2\text{Cl} = 2(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi} + 4\text{LiCl}$,D正确。]

3. D [电极M区进入的稀硝酸,出来的是浓硝酸,则M为阳极, H_2O 被氧化得到氧气和氢离子,A为氧气,硝酸根离子向左移动,左侧可制得硝酸,N为阴极, H_2O 放电产生氢气和氢氧根离子,B为氢气,铵根离子向右移动,与氢氧根离子反应得到一水合氨,以此解题。由分析可知,I室中电极产生 H^+ ,电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$,发生氧化反应,电极M为阳极,接外电源的正极,A错误;由分析可知,电极N为阴极,电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$,B错误;每当产生标准状况下22.4 L O_2 ,根据得失电子守恒,Ⅲ室溶液中就要生成2 mol H_2 ,质量减少4 g,同时依据电荷守恒,4 mol NH_4^+ 通过阳离子交换膜进入Ⅲ室,溶液质量增加72 g,所以Ⅲ室溶液的质量理论上共增加68 g,C错误;根据电解装置图中物质的进出以及所要制备的物质,可知Ⅱ室中的 NO_3^- 要进入I室,所以离子交换膜I为阴离子交换膜, NH_4^+ 要进入Ⅲ室,离子交换膜Ⅱ为阳离子交换膜,D正确。]

4. B [根据题图中氢离子的移动方向可知,N为阴极,则M为阳极,在阳极 H_2O 失去电子生成氧气,电极反应为 $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$,氢离子结合硫酸根离子生成硫酸,缓冲室中的硫酸根离子通过膜a向左移动,缓冲室中的钠离子通过膜b向右移动,则膜a为阴离子交换膜,膜b为阳离子交换膜, CrO_4^{2-} 通过膜c进入产品室,膜c是阴离子交换膜,以此解题。由分析可知,膜a为阴离子交换膜,膜b为阳离子交换膜,A错误;依据题图中物质,废水室中 Cr^{3+} 在碱性条件下被 H_2O_2 氧化生成 CrO_4^{2-} ,反应的离子方程式为 $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$,B正确;由分析可知,N为阴极,在阴极氢离子得到电子生成氢气,同时双极膜中的氢离子向阴极移动,则反应一段时间后,阴极区溶液的pH不变,C错误;没有给出气体所处的条件,无法计算氢气的物质的量,则无法计算减少的水的质量,D错误。]

第八章 化学反应速率与化学平衡

学案 36 化学反应速率及其影响因素

考点一

[必备知识·夯实]

1. 减小 增大 正值 常数 $a:b:c:d$

[关键能力·提升]

1. D [本题可以采用归一法进行求解,B物质是固体,一般不用固体表示反应速率;C项中对应的 $v(\text{A}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;D项中对应的 $v(\text{A}) = 3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,故选D。也可以用比值法,比值大者反应速率快。]

2. 解析:根据题给信息列出“三段式”:

	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$		
初始/mol	4	2	0
转化/mol	2	1	2
10 min 时/mol	2	1	2

恒温恒容下,气体总压之比等于气体总物质的量之比,所以10 min 时体系总压 $p_{10 \text{ min}}$ 满足 $\frac{p_0 \text{ kPa}}{p_{10 \text{ min}}} = \frac{6 \text{ mol}}{5 \text{ mol}}$,即 $p_{10 \text{ min}} = \frac{5}{6} p_0 \text{ kPa}$, $p_{\text{初始}}(\text{SO}_2) = \frac{2}{3} p_0 \text{ kPa}$, $p_{10 \text{ min}}(\text{SO}_2) = \frac{5}{6} p_0 \text{ kPa} \times \frac{2}{3} p_0 \text{ kPa} = \frac{1}{3} p_0 \text{ kPa}$,故 $v(\text{SO}_2) = \frac{\frac{2}{3} p_0 \text{ kPa} - \frac{1}{3} p_0 \text{ kPa}}{10 \text{ min}} = \frac{p_0}{30} \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

答案: $\frac{p_0}{30}$

3. D [将第一组数据和第二组数据代入 $v = k \cdot c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})$ 可得 $\left(\frac{0.50}{0.25}\right)^m = \frac{2.8 \times 10^{-3}}{1.4 \times 10^{-3}}$,则 $m=1$,将第二组数据和第四组数据代入 $v = k \cdot c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})$ 可得 $\left(\frac{0.100}{0.050}\right)^n = \frac{2.8 \times 10^{-3}}{2.8 \times 10^{-3}}$,则 $n=0$,A错误;根据 $m=1, n=0$,则 $v = k \cdot c(\text{A})$,代入第一组数据可得 $k = 5.6 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$,B错误;增大反应物的浓度,增大了化学反应速率,并没有改变瞬时速率常数 k (受温度、催化剂、固体表面积等因素的影响,与浓度无关),C错误;存在过量的B时,反应掉87.5%的A可以看作经历3个半衰期,即 $50\% + 25\% + 12.5\%$,因此所需的时间为 $\frac{3 \times 0.7}{5.6 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}} = 375 \text{ min}$,D正确。]

4. 解析:根据阿伦尼乌斯公式 $R \ln k = -\frac{E_a}{T} + C$,将题图中数据代入得 $80 = -8.2 \times 10^{-3} E_a + C$, $20 = -8.4 \times 10^{-3} E_a + C$,两式相减,求得 $E_a = 3 \times 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = 300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;当反应: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 达平衡时, $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} \cdot c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2) = v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \cdot c^2(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)$, $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = \frac{c^2(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{CO}_2)} = K$,该反应为吸热反应,升高温度, K 增大,即 $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}}$ 的值增大。

答案:300 增大

考点二

[必备知识·夯实]

1. (2) E_1 E_3
2. (1)增多 增加 (2)活化分子的百分数 增多 增加 (3)增大 增多 (4)增加 增多

[关键能力·提升]

1. A [A项,恒容容器中通“惰性气体”,反应物浓度没有改变,化学反应速率不变,正确;B项,W为固体,加入W,化学反应速率不改变,错误;C项,升高温度, $v_{\text{正}}、v_{\text{逆}}$ 均增大,错误;D项,改变压强,活化分子百分数不变,错误。]
2. D [增大反应物浓度,正反应速率瞬间增大、逆反应速率不变,A错误;降低温度,正反应速率和逆反应速率都减小,B错误;该反应前后气体分子总数减小,所以增大压强,正反应速率和逆反应速率都增大,但正反应速率增大的程度更大,C错误;使用催化剂能同等程度地改变正反应速率和逆反应速率,题图Ⅱ研究的是 t_0 时刻使用催化剂对反应速率的影响,D正确。]
3. D [苯甲腈在溶液中发生连续水解: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CN} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NH}_3$,有 NH_3 生成,A正确;a点之前 $x(\text{Y})$ 逐渐增大, $v(\text{Y})_{\text{消耗}} <$

$v(Y)_{\text{生成}}$; a 点之后, $x(Y)$ 逐渐减小, $v(Y)_{\text{消耗}} > v(Y)_{\text{生成}}$, a 点是 Y 物质的量分数的最大值, 则生成和消耗的速率相等, 即 $v(Y)_{\text{消耗}} = v(Y)_{\text{生成}}$, B 正确; $x(Z)$ 在 15 min 前基本不变, 15 min 后明显增大, 在没有另加物质、没有改变反应条件的情况下, 可能是水解产物对生成 Z 的反应有催化作用, C 正确; 根据题给图像所示, 反应的前期应该有 $v(X) = v(Y) + v(Z)$, a 点之后, 由于 $v(X)$ 明显减小, $v(Z)$ 显著增大, 三者的速率关系不再满足 $v(X) = v(Y) + v(Z)$, D 错误。]

4. (1) 2.0 3.0 (2) 反应物浓度 其他条件不变, 增大(减小) 反应物浓度, 化学反应速率增大(减小) (3) ②③

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ $0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2) 催化剂 2 催化剂 2 使反应达到平衡的时间少, 反应速率较大, 活化能较小 (3) $>$ 该反应为放热反应, 升温, 平衡逆向移动, $c(\text{CO}_2)$ 增大 (4) 不变 变大 (5) 否 温度不同也影响反应速率

微专题 5 化学反应历程分类突破

[对点训练]

1. **D** [A 项, HCl 会与 Cu^+ 反应生成难溶物 CuCl , 导致催化活性降低, 错误。B 项, CN 键初始氢化所需要克服的能垒为 TS-1 所属的基元反应的能垒, 即 $-1.75 \text{ eV} - (-3.57 \text{ eV}) = 1.82 \text{ eV}$, 错误。C 项, 根据题图中的数据计算可知, TS-1 所属的基元反应的能垒最大, 为决速步骤, 错误。D 项, 由题图可知, TS-2 所属的基元反应的生成物为 $\text{CH}_3\text{CONH}^+ + \text{H}^+$, 故物种①不为 $\text{CH}_3\text{CONH}^+ + \text{H}^+$, 推测 OH^+ 中的 O 直接与 CH_3CNH^+ 中的 C 成键, 形成的物种①为 $\text{CH}_3\text{COHNH}^+$, 正确。]
2. **B** [结合反应机理图可知, 总反应为 $\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_3 \rightleftharpoons 4\text{O}_2 + 2 \cdot \text{OH}$, A 正确; 结合反应机理图可知, 步骤②中水中的 1 个 H 与 O_3 结合形成 $\text{HO}_3 \cdot$, 步骤④中 O_3 与中间体中的 H 结合形成 $\text{HO}_3 \cdot$, $\text{HO}_3 \cdot$ 释放 O_2 形成 $\cdot \text{OH}$, 故 $\cdot \text{OH}$ 中的 O 全部来自于 O_3 , B 错误; 根据步骤①可知, 水分子中的 H 与臭氧分子中的 O 形成了氢键, C 正确; 步骤③中, O_3 中的 O 原子得到催化剂的电子而带负电荷, 发生了电子转移, 故步骤③发生了氧化还原反应, D 正确。]
3. **B** [根据步骤③的反应物与生成物, 结合原子守恒可得 M 为 H_2O , A 正确; 由题给循环图可知, 循环Ⅱ的步骤⑤中有 $\text{C}-\text{N}$ 键的断裂, 但循环Ⅱ中不存在 $\text{C}-\text{N}$ 键的形成, B 错误; 分析题给循环图知, 吗啉和 $\text{N}-\text{Ru}$ 均先参与反应、后再生成, 其性质在反应前后未发生变化, 故二者均作催化剂, C 正确; 分析循环Ⅰ、Ⅱ知, 总反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$, D 正确。]

学案 37 化学平衡状态和平衡常数

考点一

[必备知识·夯实]

1. 正反应 逆反应 同时 小于 $\rightleftharpoons$
 2. (1) 减小 增大 $>$ $=$ 保持不变 (2) 相等 保持不变 限度 (3) 动态 $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 浓度 发生改变
 3. (1) 等于

[关键能力·提升]

1. **D** [平衡时 $c(X) : c(Y) = 2 : 3$, 反应消耗 $\Delta c(X) : \Delta c(Y) = 1 : 3$, 故起始时 $c_1 : c_2 \neq 1 : 3$, A 错误; 平衡时, Y 和 Z 的生成

速率之比为 $3 : 2$, B 错误; 起始时 X 、 Y 的浓度之比与化学计量数之比不相等, 因此 X 、 Y 的转化率不相等, C 错误; 假设 Y 的浓度变为 0, 则 X 的最小浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 假设 Z 的浓度变为 0, 则 X 的最大浓度为 $0.24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

2. 解析: ①达到平衡时, $v_{\text{正}}$ 应保持不变; ②由于是放热反应, 又是绝热容器, 体系温度升高, 平衡逆向移动, K 减小, 当 K 不变时, 温度不变, 达到平衡状态; ③题图中达到平衡时, CO 、 CO_2 的改变量不是 $1 : 1$; ④ $w(\text{NO})$ 逐渐减小, 达到平衡时保持不变; ⑤因正反应放热, 容器绝热, 故反应开始后体系温度升高, 达到平衡状态时, 体系温度不再发生变化; ⑥ ΔH 是一个定值, 不能用于判断可逆反应是否达到平衡状态。

答案: ②④⑤

3. 解析: 该反应为气体体积增大的反应, 气体的总质量 m 不变, n 在改变, 由 $M = \frac{m}{n}$ 可知, 当容器中平均相对分子质量保持不变时, 则 n 保持不变, 反应达到平衡状态, A 符合题意; 根据质量守恒定律, 混合气体的质量始终不变, 容器容积不变, 则恒容容器中混合气体的密度始终不变, 不能说明反应达到平衡状态, B 不符合题意; 随着反应进行, 反应的浓度商 Q 增大, 当反应的浓度商 Q 不变时, 说明 $Q = K$, 反应达到平衡状态, C 符合题意; 混合气体中 CO 与 H_2 的浓度之比始终等于 $1 : 1$, 不能说明反应达到平衡状态, D 不符合题意。

答案: AC

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})}$ $\frac{c^p(\text{C}) \cdot c^q(\text{D})}{c^m(\text{A}) \cdot c^n(\text{B})}$ (2) 越大 越大
 (3) 温度
 2. (1) 正 $>$ 逆 $<$ (2) 吸 放 放 吸

[关键能力·提升]

1. 解析: (2) $K_2' = \frac{1}{K_2} = 5 \times 10^{-82}$ 。
 (3) $K_3' = \sqrt{K_3} = 2 \times 10^{-46}$ 。
 (4) 该反应可以通过 (反应① - 反应③) $\times \frac{1}{2}$ 得到, 故 $K_4 = \left(\frac{K_1}{K_3}\right)^{\frac{1}{2}} = 5 \times 10^{60}$ 。
 答案: (1) $\frac{c(\text{N}_2) \cdot c(\text{O}_2)}{c^2(\text{NO})}$ (2) 5×10^{-82} (3) 2×10^{-46}
 (4) 5×10^{60}
 2. **C** [温度升高, 平衡常数减小, 故正反应为放热反应, A 项正确; 25°C 时, 逆反应的平衡常数 $K' = \frac{1}{K} = \frac{1}{5 \times 10^4} = 2 \times 10^{-5}$, B 项正确; 80°C 时, 若 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 、 CO 的浓度均为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $Q = \frac{c[\text{Ni}(\text{CO})_4]}{c^4(\text{CO})} = \frac{0.5}{0.5^4} = 8 > K$, $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$, C 项错误; 80°C 达到平衡时, 若 $n(\text{CO}) = 0.3 \text{ mol}$, $c(\text{CO}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $c[\text{Ni}(\text{CO})_4] = K \cdot c^4(\text{CO}) = 2 \times 1^4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 项正确。]

3. 解: 设平衡时 CO 转化为 CO_2 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 假设容器的容积为 1 L 。

	$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$			
$c_{\text{始}} / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	2	10	0	0
$\Delta c / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	x	x	x	x
$c_{\text{平}} / (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	$2-x$	$10-x$	x	x

$$K = \frac{x^2}{(2-x)(10-x)} = 1.0, \text{解得 } x = \frac{5}{3}.$$

$$\alpha(\text{CO}) = \frac{\frac{5}{3} \text{ mol}}{2.0 \text{ mol}} \times 100\% \approx 83\%.$$

答:达到平衡时 CO 转化为 CO_2 的转化率为 83%。

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\frac{c^3(\text{H}_2) \cdot c(\text{CO})}{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$ (2) $<$ $>$ (3) $K_a < K_b$
 $= K_c$ (4) $>$ (5) ②③④⑤ (6) 5.47

学案 38 化学平衡移动 化学反应方向

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2) 正反应 逆反应 减小 增大 吸热 放热

2. (2) $<$ $<$

[关键能力·提升]

1. C [该反应为气体分子数减小的反应,减小体系压强,平衡向气体分子数增大的方向移动,即平衡向逆反应方向移动,A 错误;该反应为放热反应,升高温度,平衡向吸热反应方向移动,即平衡向逆反应方向移动,B 错误;增大 H_2 浓度,反应物浓度增大,平衡向正反应方向移动,C 正确;恒容下充入惰性气体,各物质浓度不变,平衡不移动,D 错误。]

2. (1) 正反应 减小 增大 (2) 正反应 不变 不变 (3) 正反应 增大 减小

3. 解析: $K = \frac{1.5}{1 \times 2^2} = 0.375$, 此时 $Q = \frac{2.5}{2 \times 3^2} \approx 0.139 < 0.375$, 平衡向右移动。

答案:向右

4. 解析:(1)甲、乙相比,平衡时,乙中温度高,正向程度小,乙中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较小。(2)丙、丁相比,平衡时,丁中温度高,正向程度小,丁中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较小, $c(\text{SO}_2)$ 较大。(3)甲、丙相比,平衡时甲中压强大,甲中 $\alpha(\text{SO}_2)$ 较大。

答案:(1) $>$ $>$ (2) $>$ $<$ (3) $>$ $<$

5. C [正反应是气体分子数增大的反应,以容器 II 为参照,容器 I 压强增大,相当于对容器 II 加压,平衡向左移动, $\alpha(\text{I}) < \alpha(\text{II})$, 故 A 错误;加压,反应速率增大,达到平衡所用时间缩短, $t(\text{I}) < t(\text{II})$, 故 B 错误;气体总质量不变,容器 I 为恒容,容器 II 为恒压,因反应后气体分子数增大,恒压条件下,只能增大容器 II 的体积,故 $\rho(\text{I}) > \rho(\text{II})$, 故 C 正确;平衡向左移动,气体总物质的量减小,平均摩尔质量增大,即 $\bar{M}(\text{I}) > \bar{M}(\text{II})$, 故 D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 升高温度 增大压强 增大反应物的浓度 使用催化剂 降低温度 增大压强 增大反应物浓度 (2) $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 1:2.8 循环使用 铁触媒

[关键能力·提升]

1. B [由题图可知,“吸附”是放热过程,而“脱附”则是吸热过程,

故 A 错误;由题图可知, $\frac{1}{2} \text{N}_2(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$

$\Delta H = -46 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$ ΔH

$= -92 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 故 B 正确;降温减小反应速率,故 C 错误;

反应历程中反应速率最慢的过程应为活化能最大的过程,由题

图可知, $\frac{1}{2} \text{N}_{2\text{ad}} + \frac{3}{2} \text{H}_2 = \text{N}_{\text{ad}} + 3\text{H}_{\text{ad}}$ 的活化能不是最大,故 D 错误。]

2. C [合成甲醇时压强越大甲醇的产率越高,但对设备的要求也越高,A 错误;增大压强正、逆反应速率都增大,B 错误;由题图乙可知,520 K 时甲醇的产率最大,合成甲醇的最佳温度为 520 K, C 正确;题给图示曲线为反应相同时间,520 K 之前反应未达到平衡状态,升高温度,反应速率增大,单位时间内甲醇的产率增大,D 错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (2) 放热 $<$ 增大 $>$

2. (1) 混乱程度 混乱度 (3) 增加

3. (1) $>$ $<$ (2) $<$ $>$ $>$ $<$ 温度 低温 高温

[关键能力·提升]

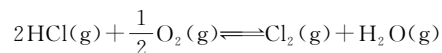
1. C [物质聚集状态不同熵值不同,同一物质:气体 $>$ 液体 $>$ 固体,1 mol H_2O 在不同状态时的熵值: $S[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] < S[\text{H}_2\text{O}(\text{g})]$, 故 A 正确; $\text{CaCO}_3(\text{s}) = \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\Delta H > 0, \Delta S > 0$, 能否自发进行, $\Delta H - T\Delta S < 0$ 与温度有关,故 B 正确;反应自发只能说明 $\Delta H - T\Delta S < 0$, 不能说明 ΔH 和 ΔS 的变化相同,故 C 错误;反应 $\Delta S < 0$, 若能自发进行, $\Delta H - T\Delta S < 0$, 则 ΔH 必须小于 0, 故 D 正确。]

2. 解析:(1)由于 CO 在 O_2 中燃烧生成 CO_2 为放热反应,则二氧化碳分解生成 CO 和 O_2 的反应为吸热反应, $\Delta H > 0$, 根据化学方程式可知,反应前后气体的体积增加, $\Delta S > 0$, 故低温下 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$, 反应不能自发进行。(2) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应自发进行,通过化学方程式可知常温下 $\Delta S < 0$, 常温下反应能够自发进行,则 $\Delta H < 0$ 。(3)该反应的 $\Delta S > 0, \Delta H > 0$, 则高温时 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$, 反应能自发进行。(4) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 1.89 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 298 \times (-3.3 \times 10^{-3}) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.8734 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} > 0$, 该反应不能自发反应。

答案:(1) $>$ $>$ 不能 (2) $<$ (3) 高温 (4) 2.8734 不能

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析:(7)由题给图像可知, N 点 HCl 的平衡转化率为 80%, 设起始 $n(\text{HCl}) = n(\text{O}_2) = 4 \text{ mol}$, 可列出“三段式”:



起始量/mol	4	4	0	0
变化量/mol	3.2	0.8	1.6	1.6
平衡量/mol	0.8	3.2	1.6	1.6

$$\text{则 } K = \frac{\frac{1.6}{7.2} \times \frac{1.6}{7.2}}{\left(\frac{0.8}{7.2}\right)^2 \times \left(\frac{3.2}{7.2}\right)^{\frac{1}{2}}} = 6.$$

答案:(1) $<$ 反应为气体分子数减小的反应, $\Delta S < 0$ 低温 (2) 440°C 360°C (3) 升高温度、使用高效催化剂, 增大压强等 (4) 降低温度、增大压强、增大 O_2 或 HCl 浓度、减小 $c(\text{Cl}_2)$ 等 (5) 反应未达平衡, T_3 温度低, 反应速率小, 转化率小 (6) 当 $n(\text{HCl}) : n(\text{O}_2) = 4 : 3$ 时, O_2 的相对物质的量较小, 相当于减少 O_2 的浓度平衡逆向移动, HCl 的转化率减小 (7) 6

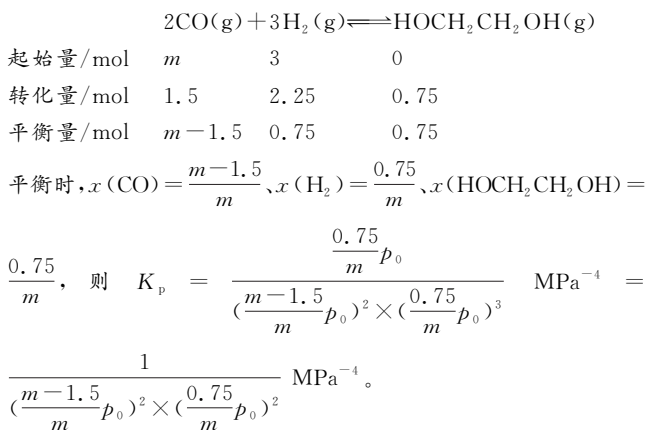
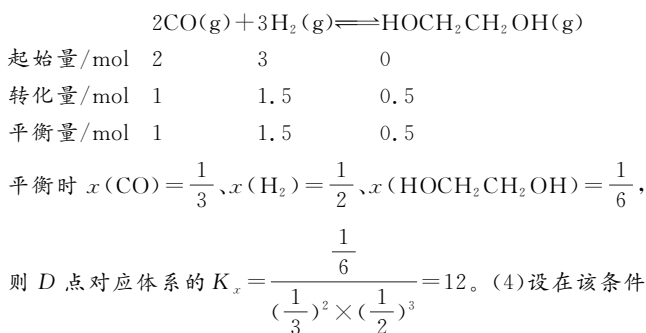
学案 39 化学平衡常数的拓展及有关计算

考点一

[关键能力·提升]

1. 解析:(1)由题目信息知,该反应为气体分子数减小的反应,同一温度下,增大压强,平衡正向移动,则 α 增大,故 L_1 、 L_2 、 L_3 分

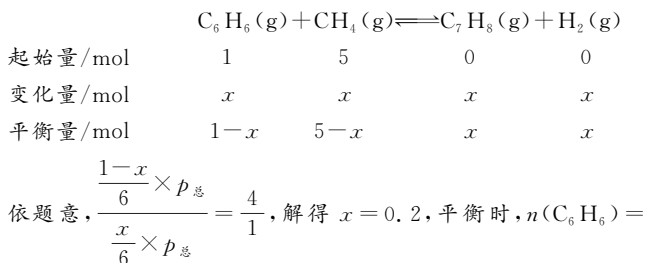
别代表 α 为 0.6、0.5、0.4 的曲线。(2)由题图可知,压强相等时,温度越高则对应的平衡转化率 α 越小,即平衡逆向移动,故该反应为放热反应, $\Delta H < 0$ 。(3)M、N 两点对应平衡转化率相等,则平衡时各组分物质的量分数均相等,故 $K_x(M) = K_x(N)$;D 点对应的平衡转化率为 0.5,根据题给信息知,该反应按化学计量比进料,设起始加入 2 mol CO、3 mol H_2 ,列“三段式”:



答案:(1) L_1 该反应为气体分子数减小的反应,温度相同时,增大压强,平衡正向移动,固定平衡转化率增大 (2)<

$$(3) = 12 \quad (4) \frac{1}{\left(\frac{m-1.5}{m} p_0\right)^2 \times \left(\frac{0.75}{m} p_0\right)^2}$$

2. 解析:设起始时 C_6H_6 的物质的量为 1 mol, CH_4 的物质的量为 5 mol,参加反应的 C_6H_6 的物质的量为 x mol,则可建立如下“三段式”:



0.8 mol, $n(CH_4) = 4.8$ mol, $n(C_7H_8) = 0.2$ mol, $n(H_2) = 0.2$ mol, 则 C_6H_6 的平衡转化率为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 20\%$, 平

$$衡常数 K_p = \frac{\left(\frac{0.2}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right) \times \left(\frac{4.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)} = \frac{\left(\frac{0.2}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)^2}{\left(\frac{0.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right) \times \left(\frac{4.8}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)}$$

答案:20%

考点二

[必备知识·夯实]

典例导航

$$(1) \frac{k_{1正} \cdot k_{2正}}{k_{1逆} \cdot k_{2逆}} < (2) \text{ 小于}$$

[关键能力·提升]

1. 解析: $K_1 = \frac{k_{正}}{k_{逆}} = 1$, $K_2 = \frac{1.5k_{逆}}{k_{逆}} = 1.5 > K_1$, 又因为 $\Delta H > 0$, 故 $T_2 > T_1$ 。

答案:1 >

2. 解析:(1)平衡时 $v_{正}(H_2) = 2v_{逆}(H_2O)$ 则 $k_1 c^4(H_2) \cdot c(CO_2) = 2k_2 c^2(H_2O) \cdot c(CH_4)$, 则 $K = \frac{c^2(H_2O) \cdot c(CH_4)}{c^4(H_2) \cdot c(CO_2)} = \frac{k_1}{2k_2}$;(2)平衡时 $v_{正}(H_2) = 2v_{逆}(H_2O)$, 只有 C 点对应温度下的 $v_{正}(H_2) = 2v_{逆}(H_2O)$ 。

答案:(1) $\frac{k_1}{2k_2}$ (2)C

考点三

[关键能力·提升]

1. 解析:(1)设平衡时 CO 为 x mol, H_2 为 y mol, CH_3OH 为 z mol, 则 CH_3OCH_3 为 $2z$ mol, H_2O 为 $2z$ mol, 根据:

C 守恒: $x + z + 2 \times 2z = 4$

H 守恒: $2y + 4z + 6 \times 2z + 2 \times 2z = 2 \times 8$

O 守恒: $x + z + 2z + 2z = 4$

CO 的转化率为 $\frac{4-x}{4} \times 100\% = 80\%$, 解得 $x = 0.8$, $y = 1.6$, $z =$

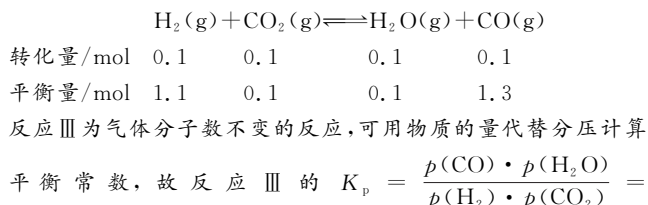
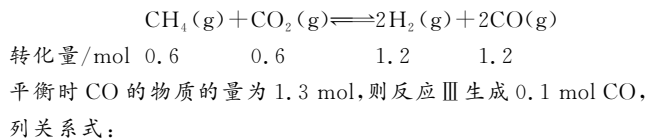
0.64 , $v(H_2) = \frac{(8-1.6) \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 4 \text{ min}} = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(2)反应 I 中 CO 的转化率为 80%, 则生成的 CH_3OH 的物质的量为 $4 \text{ mol} \times 80\% = 3.2 \text{ mol}$, 反应 II 生成的 CH_3OCH_3 的物质的量为 $2z \text{ mol}$, 即 $2 \times 0.64 \text{ mol} = 1.28 \text{ mol}$, 则反应 II 转化的 CH_3OH 的物质的量为 $2 \times 1.28 \text{ mol} = 2.56 \text{ mol}$, 则反应 II 中 CH_3OH 的转化率 $\alpha = \frac{2.56 \text{ mol}}{3.2 \text{ mol}} \times 100\% = 80\%$ 。根据之前

所解方程, 可得平衡时: CH_3OH 、 H_2 、CO 的浓度分别为 $0.32 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应 I 的平衡常数 $K = \frac{0.32}{0.8^2 \times 0.4} = 1.25$ 。

答案:(1) $0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (2) 80% 1.25

2. 解析:(1)反应 II 是吸热反应, 其他条件一定时, 温度升高, 平衡正向移动, CH_4 平衡转化率增大, 由题图可知, 相同压强下, T_1 对应的 CH_4 平衡转化率最高, 故 T_1 温度最高。(2) $CaCO_3$ 平衡转化率为 80%, 则反应 I 生成的 $n(CO_2) = 0.8 \text{ mol}$, CH_4 平衡转化率为 60%, 则反应 II 中 CH_4 转化 $1 \text{ mol} \times 60\% = 0.6 \text{ mol}$ 。列关系式:



$$\frac{n(\text{CO}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2) \cdot n(\text{CO}_2)} = \frac{1.3 \times 0.1}{1.1 \times 0.1} \approx 1.2, \text{ 原位 } \text{CO}_2 \text{ 利用率} = \frac{[n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始}) - n_{\text{CaCO}_3}(\text{平衡}) - n_{\text{CO}_2}(\text{平衡})]}{n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始})} \times 100\% = \frac{1.0 - 0.2 - 0.1}{1.0} \times 100\% = 70\%.$$

答案: (1) T_1 反应 II 是吸热反应, 压强一定时, 温度越高, CH_4 平衡转化率越大

(2) 1.2 70%

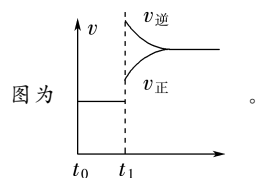
学案 40 化学反应速率与平衡的图像分析

考点一

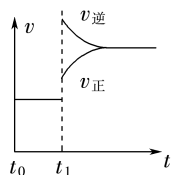
对点训练

1. 解析: (1) t_1 时刻反应速率都增大, 且增大程度相等, 则改变的反应条件为使用催化剂; 由于生成丙烯腈的反应是气体体积增大的放热反应, 而根据题图中信息, t_2 时刻反应速率降低, 则可能为降温, 也可能为减小压强, 无论是降温还是减小压强, 平衡都是正向移动。

(2) 升高温度, 平衡逆向移动, $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 均增大, 但 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$, $v-t$



答案: (1) 使用催化剂 正向 (2)



2. D [根据“先拐先平, 数值大”的原则可知 $T_2 > T_1$, $p_2 > p_1$, 可确定该反应为放热反应, 升温平衡逆向移动, B 为固体, $m < p + q$, 加压平衡逆向移动, D 正确, A、B、C 错误。]

3. B [结合图像可知, 随温度升高, C_3H_8 的平衡转化率逐渐升高, 说明升高温度, 平衡正向移动, 即正反应为吸热反应, A 正确; 设起始时通入 C_3H_8 、 CO_2 、He 的物质的量分别为 1 mol、1 mol、2 mol, 512 °C 下, CO_2 的平衡转化率为 50%, 即消耗 0.5 mol CO_2 , 列三段式:

	$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$				
起始量/mol	1	1	0	0	0
转化量/mol	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
平衡量/mol	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

平衡时容器中气体总物质的量为 $(0.5 \times 5 + 2) \text{ mol} = 4.5 \text{ mol}$, 则平衡时参与反应的各物质的分压均为 $\frac{1}{9} p_0 \text{ kPa}$, 故该反应的

$$K_p = \frac{p(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot p(\text{H}_2\text{O}) \cdot p(\text{CO})}{p(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot p(\text{CO}_2)} = \frac{1}{9} p_0 \text{ kPa}, \text{ B 错误;}$$

543 °C 时, C_3H_8 的平衡转化率为 60%, 结合 B 项分析可知, 该温度下平衡时剩余 0.4 mol C_3H_8 , 反应生成 0.6 mol C_3H_6 , 此

$$\text{时 } \frac{n(\text{C}_3\text{H}_8)}{n(\text{C}_3\text{H}_6)} = \frac{0.4}{0.6} = \frac{2}{3}, \text{ 即 } 3n(\text{C}_3\text{H}_8) = 2n(\text{C}_3\text{H}_6), \text{ 该关系是}$$

反应达到平衡时特有的定量关系, 故 C 正确; 减小通入气体中 He 的占比, 总压不变, 参与反应的气体的分压增大 (等效于加压), 平衡向气体分子数减小的方向移动, 该反应为气体分子数增大的反应, 故平衡逆向移动, 则相同温度下, C_3H_8 的平衡转化率降低, 可能对应曲线 ②, D 正确。]

4. D [结合平衡常数 K_c 与 T 的关系图可知, 平衡常数 K_c 随着温度的升高而增大, 故该反应的正反应为吸热反应。降低温度, 平衡向放热反应方向移动, 即向逆反应方向移动, 顺式氨甲环酸的转化率减小, A 错误; 对于给定的化学反应方程式, 平衡常数仅受温度的影响, 温度不变, 平衡常数不变, B 错误; 温度不变, 加入催化剂, 正、逆反应速率增大程度相同, 故平衡不移动, C 错误; 升高温度, 正、逆反应速率都增大, 但吸热反应 (正反应) 速率增大的程度大于放热反应 (逆反应) 速率增大的程度, D 正确。]

5. D [随着温度升高, 反应 I 平衡逆向移动, COS 的量减少, 而反应 II 平衡正向移动, S 的量增加, 已知曲线 b 表示 COS 的平衡选择性, 所以曲线 c 表示 S 的平衡选择性, 曲线 a 表示 SO_2 的平衡转化率, A 正确; 由题图可知, 升高温度, S 的平衡选择性增大, 说明反应 II 平衡正向移动, 根据勒夏特列原理, 正反应是吸热反应, 即 $\Delta H_2 > 0$, B 正确; 设起始 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 3 \text{ mol}$, 在 1 400 K 下, SO_2 平衡转化率为 80%, 则转化的 $n(\text{SO}_2) = 0.8 \text{ mol}$, COS 平衡选择性为 50%, 则生成 $n(\text{COS}) = 0.8 \text{ mol} \times 50\% = 0.4 \text{ mol}$, 生成 $n(\text{S}) = 0.4 \text{ mol}$, 根据反应 I 生成 $n(\text{CO}_2) = 0.8 \text{ mol} \times 2 = 1.6 \text{ mol}$, 剩余 $n(\text{CO}) = 3 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} \times 3 + 0.4 \text{ mol} = 1 \text{ mol}$, 对于反应 $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{g}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$, 平衡时 $n(\text{SO}_2) = 1 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{S}) = 0.4 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_2) = 1.6 \text{ mol}$, 因为是恒压体系, 体积比等于物质的量之比, 设平衡

$$\text{时总体积为 } V, \text{ 根据平衡常数表达式 } K = \frac{\frac{n(\text{S})}{V} \times (\frac{n(\text{CO}_2)}{V})^2}{\frac{n(\text{SO}_2)}{V} \times (\frac{n(\text{CO})}{V})^2}$$

$$= \frac{0.4 \times 1.6^2}{0.2 \times 1^2} = 5.12, \text{ C 正确; 反应 I 是气体分子数减小的反应, 增大压强, 反应 I 平衡正向移动, 从而使 } \text{SO}_2 \text{ 的平衡转化率增大, D 错误。}]$$

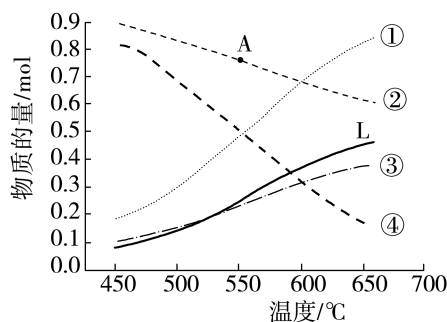
考点二

典例导航

(1) 30 加催化剂 (2) $<$ $>$ $<$

对点训练

1. 解析: (1) 由盖斯定律知, 反应 I = 反应 II + 反应 III, 则 $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = +124 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2) 根据题意可知, 用 0.20 g 催化剂 M 进行催化, 2 h 后得到 0.012 mol C_3H_6 , 则生成 C_3H_6 的平均反应速率 $v = \frac{\Delta n}{m \cdot t} = \frac{0.012 \text{ mol}}{0.20 \text{ g} \times 2 \text{ h}} = 0.030 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ 。按 $n(\text{C}_3\text{H}_8) : n(\text{CO}_2) = 1 : 1$ 通入混合气体, 由反应 I、II、III 中的物质转化知, 任意时刻都存在 $n(\text{C}_3\text{H}_6) = n(\text{H}_2) + n(\text{CO})$, 故 a 错误; C_3H_6 的生成速率和消耗速率相等, 说明正、逆反应速率相等, 反应达到平衡状态, b 正确; 该反应体系中的物质均为气体, 气体总质量不变, 恒容密闭容器中, 气体体积不变, 则气体密度始终恒定, 故 c 错误; 反应 I 是气体分子数增大的反应, 气体总质量不变, 则随着反应进行, 混合气体的平均摩尔质量减小, 当混合气体的平均摩尔质量不再改变时, 反应达到平衡状态, d 正确。(3) ① 反应 I 为吸热反应, 升高温度, 化学平衡向正反应方向移动, C_3H_8 和 CO_2 的物质的量减少, C_3H_6 、 CO 、 H_2O 的物质的量增加, 加入催



化剂 M, 反应 I 分为反应 II、III 两步进行, 且反应 II、III 都为可逆反应, 则体系中还存在 H_2 ; 随着温度升高, H_2 的物质的量也在上升, 则下降的线表示 CO_2 或 C_3H_8 , 上升的线表示 C_3H_6 、 CO 、 H_2O 或 H_2 ; 温度升高, 反应 II、III 平衡均正向移动, $\Delta H_2 > \Delta H_3 > 0$, 则反应 II 受温度影响更大, 随温度升高, $n(C_3H_8)$ 比 $n(CO_2)$ 减少更快, 则②表示 CO_2 、④表示 C_3H_8 , 由方程式可知 $n_{消耗}(CO_2) = n(CO) = n(H_2O)$, $n_{消耗}(C_3H_8) - n_{消耗}(CO_2) = n(H_2)$, $n_{消耗}(C_3H_8) = n_{生成}(C_3H_6)$, 则①表示 C_3H_6 、③表示 CO 或 H_2O 、曲线 L 代表 H_2 。②由①分析知, A 点所在曲线代表 CO_2 , 其他条件不变, 减小压强, 反应 II 的平衡正向移动, H_2 的物质的量增多, 促使反应 III 的平衡正向移动, 故 CO_2 的物质的量减小。

答案: (1)+165 (2)0.030 bd (3)① H_2 ②减小 减小压强, 反应 II 的平衡正向移动, H_2 的物质的量增多, 促使反应 III 的平衡正向移动

2. 解析: (1) 根据盖斯定律可知, $\Delta H_4 = \Delta H_2 + 3\Delta H_1 = -236 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 3 \times (+52 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

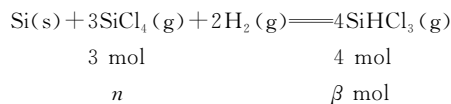
(2) ①压缩平衡体系体积, 相当于增大压强, 重新达到平衡后, 对 II ~ IV 的反应都是平衡向正反应方向移动, 因此 SiH_2Cl_2 和 $SiHCl_3$ 的量增大; 因 $\Delta H_4 < 0$ 、 $\Delta H_3 > 0$, 升高温度, 反应 IV 向逆反应方向进行, 反应 III 向正反应方向进行, $SiHCl_3$ 的产量反而减小。

(3) 在压强为 p_0 的恒压体系中通入 2 mol H_2 和 1 mol $SiCl_4$, 达到平衡时, ①根据反应 I ~ IV 可知, 温度升高, 反应 I 和 III 向正反应方向移动, 产物含量增加, 结合题图可知 n 为 HCl , m 为 $SiHCl_3$; ②750 K 时, 反应 III: $Si(s) + SiCl_4(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons 2SiH_2Cl_2(g)$, 由题图可知, 平衡时 $SiCl_4$ 的物质的量分数为 x , SiH_2Cl_2 的物质的量分数为 z , H_2 的物质的量分数为 w , 则 K_p

$$= \frac{(zp_0)^2}{xp_0(wp_0)^2} = \frac{z^2}{xw^2p_0}; \text{③750 K, 1 mol } SiCl_4 \text{ 的平衡转化率为 } f, \text{ 则转化的 } SiCl_4 \text{ 为 } f \text{ mol, 剩余的 } SiCl_4 \text{ 为 } (1-f) \text{ mol, 平衡时的物质与物质的量分数分别为 } SiCl_4 \rightarrow x, SiH_2Cl_2 \rightarrow z \text{ 和 } SiHCl_3 \rightarrow y, \text{ 设平衡时混合物的总物质的量为 } M \text{ mol, 则可以}$$

$$\text{根据剩余的 } SiCl_4 \text{ 计算出 } M, \frac{1-f}{M} = x \Rightarrow M = \frac{1-f}{x} \text{ mol, 再计算出 } \frac{n(SiHCl_3)}{1-f} = y \Rightarrow n(SiHCl_3) = \frac{(1-f)y}{x} \text{ mol, } \frac{n(SiH_2Cl_2)}{1-f} = z \Rightarrow n(SiH_2Cl_2) = \frac{(1-f)z}{x} \text{ mol, 根据硅原子守恒, 消耗硅的物质的量} = \text{平衡物质中硅的总物质的量} - \text{起始时的 1 mol } SiCl_4, n(Si) = [(1-f) + \frac{(1-f)y}{x} + \frac{(1-f)z}{x}] \text{ mol} - 1 \text{ mol} = [\frac{(1-f)(x+y+z)}{x} - 1] \text{ mol 或者消耗硅的物质的量} = \text{平衡物质中 } SiH_2Cl_2 \text{ 和 } SiHCl_3 \text{ 物质的量之和} - \text{消耗的 } f \text{ mol } SiCl_4, n(Si) = [\frac{(1-f)y}{x} + \frac{(1-f)z}{x}] \text{ mol} - f \text{ mol} = [\frac{(1-f)(y+z)}{x} - f] \text{ mol}。$$

(4) ①由于反应热只和反应物的始态与生成物的终态有关, 与催化剂无关, 所以 ΔH : CuO 催化剂 $= CuCl$ 催化剂; 根据表中数据, 在相同单位时间内, Cu 作催化剂 $SiCl_4$ 的转化率为 7.3%、 $CuCl$ 作催化剂 $SiCl_4$ 的转化率为 22.3%, 由此可以得出 $CuCl$ 作催化剂时活化能更低, 效率更高, 则反应 IV 的活化能: Cu 催化剂 $> CuCl$ 催化剂; ②根据反应 IV: $Si(s) + 3SiCl_4(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons 4SiHCl_3(g)$, 初始投料 α mol $SiCl_4$, 该段时间内得到 β mol $SiHCl_3$, 列式



得出生成 $SiHCl_3$ 所消耗的 $SiCl_4$ 的物质的量 $n = \frac{3\beta}{4} \text{ mol}$, 根据表中的转化率可知所消耗的 $SiCl_4$ 的总物质的量为 $\alpha \times 22.3\% = 0.223\alpha$, 最后根据公式 $SiHCl_3$ 的选择性 =

$$\frac{\text{生成 } SiHCl_3 \text{ 所消耗的 } SiCl_4 \text{ 的物质的量}}{\text{所消耗的 } SiCl_4 \text{ 的总物质的量}} \times 100\% = \frac{\frac{3\beta}{4}}{0.223\alpha} \times 100\% = \frac{3\beta}{4 \times 0.223\alpha} \times 100\%。$$

答案: (1)-80

(2) ①bc ②因 $\Delta H_4 < 0$, 升高温度, 反应 IV 向逆反应方向进行, $SiHCl_3$ 的产量反而减小

$$(3) \text{① } HCl \quad \text{② } \frac{z^2}{w^2 x p_0} \quad \text{③ } \frac{(1-f)(x+y+z)}{x} - 1 \text{ 或 } \frac{(1-f)(y+z)}{x} - f$$

$$(4) \text{①} = > \text{②} \frac{3\beta}{4 \times 0.223\alpha}$$

第九章 水溶液中的离子反应与平衡

学案 41 弱电解质的电离平衡

考点一

[必备知识·夯实]

1. $\neq$

2. (2) 正向 增大 正向 正向 逆向 减小 正向 增大

3. (1) 小 大 相同 (2) 小 少 大 多

[关键能力·提升]

1. B [加入 NH_4Cl 固体, $c(NH_4^+)$ 增大, 平衡向左移动, $c(OH^-)$ 减小, A 不符合题意; 加入 $NaOH$ 固体, $c(OH^-)$ 增大, 平衡向左移动, B 符合题意; 加入水, 稀释溶液, 平衡向右移动, $c(OH^-)$ 减小, C 不符合题意; 电离属于吸热过程, 加热, 平衡向右移动, $c(OH^-)$ 增大, D 不符合题意。]

2. C [加水促进电离, 但氢离子浓度减小, A 项错误; 通入过量 SO_2 气体, 发生反应 $2H_2S + SO_2 \rightleftharpoons 3S \downarrow + 2H_2O$, 当 SO_2 过量时溶液显酸性, 而且酸性比 H_2S 强, pH 减小, B 项错误; 滴加新制氯水, 发生反应 $Cl_2 + H_2S \rightleftharpoons 2HCl + S \downarrow$, 平衡向左移动, HCl 酸性大于 H_2S , 溶液 pH 减小, C 项正确; 加入少量硫酸铜固体, 发生反应 $H_2S + Cu^{2+} \rightleftharpoons CuS \downarrow + 2H^+$, H^+ 浓度增大, D 项错误。]

3. (1) 红色变浅 (2) $a + 2$ (3) 1×10^{-3} (4) $>$ $F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$

4. D [由于稀释过程中 HA 的 pH 变化较大, 故 HA 的酸性强于 HB, 酸的酸性越强, 电离程度越大, 故同浓度的 HA 与 HB 溶液中, $c(B^-)$ 小于 $c(A^-)$, A 项错误, D 项正确; b 点溶液的 pH 小于 a 点溶液的 pH, 说明 b 点溶液中 $c(H^+)$ 和 $c(B^-)$ 较大, 故 b 点溶液的导电性较强, B 项错误; HA 酸性强于 HB, 则相同 pH 的溶液, $c(HA) < c(HB)$, 稀释相同倍数时, a 点的 $c(HA)$ 小于 b 点的 $c(HB)$, C 项错误。]

5. C [根据题图中信息可知, 稀释 10 倍时, ROH 溶液的 pH 由 13 降到 12, 说明 ROH 为一元强碱; MOH 溶液的 pH 由 12 降到 11~12, 说明 MOH 为一元弱碱, A 项正确; x 点 ROH 溶液与 MOH 溶液的 pH 相等, 则两溶液的 $c(OH^-)$ 相等, 根据

ROH $\rightleftharpoons$ R⁺+OH⁻, MOH $\rightleftharpoons$ M⁺+OH⁻ 可得 $c(\text{M}^+) = c(\text{R}^+)$, B 项正确; 稀释前 ROH 的 pH=13, $c(\text{R}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, MOH 溶液的 pH=12, 但 MOH 为弱碱, 则 $c(\text{ROH}) < 10c(\text{MOH})$, C 项不正确; 稀释前 ROH 溶液的 pH=13, 即 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 水电离出的 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; 稀释前 MOH 溶液的 pH=12, 即 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 水电离出的 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 为 ROH 溶液的 10 倍, D 项正确。]

考点二

[关键能力·提升]

1. (1) HCOOH > H₂CO₃ > H₂S > HClO (2) ① > ② > ④ > ③
(3) ① CO₂ + H₂O + ClO⁻ $\rightleftharpoons$ HClO + HCO₃⁻ ② HCO₃⁻ + S²⁻ $\rightleftharpoons$ HS⁻ + CO₃²⁻ ③ CO₃²⁻ + HCOOH $\rightleftharpoons$ HCO₃⁻ + HCOO⁻

2. 解析: (1) $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \frac{n(\text{H}^+)}{n(\text{HF})}$, $\frac{c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} = \frac{n(\text{F}^-)}{n(\text{HF})}$ 或 $\frac{c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} = \frac{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HF}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_a(\text{HF})}{c(\text{H}^+)}$

$$(2) \frac{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = K_a(\text{HF}), \frac{c(\text{HF}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{F}^-)} = \frac{c(\text{HF}) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{F}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a(\text{HF})}$$

答案: (1) 变大 变大 (2) 不变 不变

3. 解析: (1) 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, 根据溶液呈中性可知 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $n(\text{NH}_4^+) = n(\text{NO}_3^-) = a \text{ mol}$. 设所滴加氨水的浓度为 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 混合溶液的体积为 $V \text{ L}$, 由 $K_b =$

$$\frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{\frac{a}{V} \times 10^{-7}}{\frac{bc}{V}} = 2 \times 10^{-5}, \text{ 得 } c = \frac{a}{200b}$$

(2) 溶液中存在电荷守恒: $2c(\text{Ba}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$, 根据溶液的 pH 为 7 可知 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 2c(\text{Ba}^{2+}) = 2 \times \frac{b}{2} \text{ mol}$

$\cdot \text{L}^{-1} = b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{a}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - b \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = (\frac{a}{2} - b) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $K_a =$

$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{b \times 10^{-7}}{\frac{a}{2} - b} = \frac{2b \times 10^{-7}}{a - 2b}$$

答案: (1) $\frac{a}{200b}$ (2) $\frac{2b \times 10^{-7}}{a - 2b}$

4. 解析: (1) 由题中图像可知 pH=1.2 时, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, $c(\text{H}^+) = 10^{-1.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{a1} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 10^{-1.2}$. (2) pH=4.2 时, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, $c(\text{H}^+) = 10^{-4.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{a2} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = 10^{-4.2}$. (3) 由电离常数表达式可知

$$\frac{c^2(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-1.2}}{10^{-4.2}} = 10^3 = 1\,000$$

答案: (1) $10^{-1.2}$ (2) $10^{-4.2}$ (3) 1 000

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 解析: (3) 25 °C 时, $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c\{\text{[B(OH)}_4\text{]}^-\}}{c\{\text{[B(OH)}_3\text{]}\}} =$

$$5.8 \times 10^{-10}, c(\text{H}^+) = \sqrt{K_a \times c\{\text{[B(OH)}_3\text{]}\}} = \sqrt{5.8 \times 10^{-12}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \sqrt{5.8} \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 已知 } \lg \sqrt{5.8} \approx 0.38, \text{ 则 } \text{pH} \approx 6 - 0.38 = 5.62.$$

答案: (1) 水 (2) $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c\{\text{[B(OH)}_4\text{]}^-\}}{c\{\text{[B(OH)}_3\text{]}\}} \quad (3) 5.62$

(4) 碱 (5) $\text{B(OH)}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{[B(OH)}_4\text{]}^-$

(6) $\text{[B(OH)}_4\text{]}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{B(OH)}_3 + \text{HCO}_3^-$

学案 42 水的电离与溶液的 pH

考点一

[必备知识·夯实]

1. $c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 增大 1×10^{-14}
2. 逆向 不变 减小 逆向 不变 正向 不变 增大 正向 不变 正向 增大 增大 逆向 减小 减小

[关键能力·提升]

1. (1) 4 或 10 4 或 10 (2) 1×10^{-10}
2. (1) B > C > A = D = E (2) D (3) 碱 (4) 1×10^{-10} (5) A、B、C (6) $1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (或 $1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
3. (1) 1×10^{-8} (2) 中 碱 (3) 碱 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ (4) 20

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) > = < (2) 酸 碱
2. (2) 12 0.1 10 (3) 玻璃棒 标准比色卡 1~14

[关键能力·提升]

1. (1) ① 不确定 ② 酸性 ③ 中性 ④ 不确定 (2) ① 中性 ② 酸性 (3) ① 酸性 ② 碱性 (4) 不确定 (5) ① 碱性 ② 碱性

2. 解析: (1) $c_{\text{混}}(\text{OH}^-) = \frac{0.15 \times 2 - 0.1}{2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = \frac{1 \times 10^{-12}}{0.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-11} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, pH

= 11. (2) 设氢氧化钡溶液的体积为 $V_1 \text{ L}$, 硫酸氢钠溶液的体积为 $V_2 \text{ L}$, 依题意知, $n(\text{Ba}^{2+}) = n(\text{SO}_4^{2-})$, 由 $\text{Ba(OH)}_2 + \text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ 知, 生成的氢氧化钠的物质的量为 $n(\text{NaOH}) = n[\text{Ba(OH)}_2] = 0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol}$, $\frac{0.5 \times 10^{-2} V_1 \text{ mol}}{(V_1 + V_2) \text{ L}} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $V_1 : V_2 = 1 : 4$.

答案: (1) 11 (2) 1 : 4

3. 解析: (1) 由混合后溶液呈中性可知, 混合前稀硫酸中 H^+ 的物质的量等于 NaOH 溶液中 OH^- 的物质的量, 则 $100 \times 10^{-3} \times 10^{-a} = 10 \times 10^{-3} \times 10^{-14+b}$, $a+b=15$. (2) 由所得溶液呈中性可知, 混合前 NaOH 和 HCl 的物质的量相等, 则 $10^{-14+a} V_a = 10^{-b} V_b$, $\frac{V_a}{V_b} = \frac{10^{-b}}{10^{-14+a}} = 10^{14-a-b} = 10$.

答案: (1) $a+b=15$ (2) 10

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) NaOH、HCOONa HCOONa <
(2) OH^- HCOO⁻ (3) $2c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$
(4) $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCOO}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ (5) 4.24 × 10^{-3} (6) 1×10^{-13} (7) 酸

学案 43 酸碱中和滴定及迁移应用

考点一

[必备知识·夯实]

- (2)=
- (1)酸式 碱式 (2)0.01 (3)是否漏水 2~3 mL “0”刻度 “0”刻度以下某刻度
- (2)甲基橙 (3)酚酞
- (2)锥形瓶内溶液颜色 (3)2~3
- (1)偏大 偏大 (2)偏大 偏大 (3)偏小 偏小 (4)偏小 偏小 (5)无影响 无影响

教材链接

大 小 小 大

[关键能力·提升]

- (1)容量瓶 (2)酚酞溶液 恰好反应时溶液为碱性 (3)滴入最后半滴 NaOH 溶液后,溶液由无色恰好变为浅红色,且半分钟内不恢复原来的颜色 (4)0.75 4.5 (5)①②⑤⑥
- 解析:(2)根据关系式 $\text{HCl} \sim \text{NaOH}$ 可知 $c(\text{HCl}) = \frac{0.5000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{20.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.5500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1)AD (2)0.550 0

考点二

[关键能力·提升]

- C [滴定前,锥形瓶不能用硼砂标准溶液润洗,否则会导致消耗的 HCl 溶液的体积偏大,A 错误;滴定时 H_2BO_3^- 与 HCl 溶液反应生成 H_3BO_3 ,滴定终点溶液呈弱酸性,酚酞不会变红,B 错误;已知 $\text{p}K_a(\text{H}_3\text{BO}_3) = 9.24$,即 $K_a(\text{H}_3\text{BO}_3) = 10^{-9.24}$,根据 $\text{H}_3\text{BO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{BO}_3^-$ 可得, $K_a(\text{H}_3\text{BO}_3) = \frac{c(\text{H}_2\text{BO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{BO}_3)}$,当 $\text{pH} = 8.24$ 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-8.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\frac{c(\text{H}_2\text{BO}_3^-)}{c(\text{H}_3\text{BO}_3)} = \frac{K_a(\text{H}_3\text{BO}_3)}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-9.24}}{10^{-8.24}} = 10^{-1} = 0.1$,C 正确;根据已知反应及滴定时发生的反应,可得关系式: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \sim 2\text{H}_2\text{BO}_3^- \sim 2\text{HCl}$,则 $n(\text{HCl}) = 2 \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.000 \times 10^{-3} \text{ mol}$,故 $c(\text{HCl}) = \frac{2.000 \times 10^{-3} \text{ mol}}{10.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,D 错误。]
- 解析:(2)过量的 Ag^+ 的物质的量为 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ mol}$,沉淀 Cl^- 消耗的 Ag^+ 的物质的量为 $(0.2000 \times 100.00 \times 10^{-3} - 10^{-3}) \text{ mol} = 0.019 \text{ mol}$, $\text{SO}_2\text{Cl}_2 \sim 2\text{Cl}^- \sim 2\text{Ag}^+$, $n(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \times 0.019 \text{ mol} = 0.0095 \text{ mol}$, $m(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 0.0095 \text{ mol} \times 135 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.2825 \text{ g}$,产品中 SO_2Cl_2 的质量分数为 $\frac{1.2825 \text{ g}}{1.5 \text{ g}} \times 100\% = 85.5\%$;若步骤③中不加硝基苯保护 AgCl , AgCl 可转化为 AgSCN ,导致消耗的 NH_4SCN 溶液体积偏大,计算出剩余的 Ag^+ 的物质的量偏大, Cl^- 的物质的量偏小, SO_2Cl_2 的含量偏低。

答案:(1)滴入最后半滴 NH_4SCN 溶液后,溶液变为红色,且半分钟内不恢复原来的颜色 (2)85.5% 偏低

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)C [检验容量瓶是否漏水,应向容量瓶中注入适量水,一手托住瓶底,另一手食指顶住瓶塞,倒置看是否漏水,如果不漏,将容量瓶正放后,把瓶塞旋转 180° ,再倒置看是否漏水,故共需要倒置两次,A 错误;滴入半滴标准溶液,锥形瓶内溶液变色,若 30 s 内溶液颜色不变化,方可判定达到滴定终点,B 错误;滴定读数时,应单手持滴定管上端并保持其自然垂直,C 正确,D 错误。]

锥形瓶内溶液变色,若 30 s 内溶液颜色不变化,方可判定达到滴定终点,B 错误;滴定读数时,应单手持滴定管上端并保持其自然垂直,C 正确,D 错误。]

(2)A [根据题干信息,乙酸酐发生两个反应,一是发生醇解反应: $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{ROH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOR} + \text{CH}_3\text{COOH}$,二是剩余的部分发生水解反应,根据步骤②③可知, $n(\text{NaOH}) = V_1 \times 10^{-3} \text{ L} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = cV_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, $\text{CH}_3\text{COOH} \sim \text{NaOH}$,则步骤②中生成的乙酸总物质的量为 $cV_1 \times 10^{-3} \text{ mol}$,根据步骤④,可计算 $n(\text{NaOH}) = V_2 \times 10^{-3} \text{ L} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol}$,则乙酸酐的物质的量为 $0.5cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol}$,乙酸酐全部水解生成乙酸的总物质的量为 $cV_2 \times 10^{-3} \text{ mol}$,步骤②发生醇解反应生成的乙酸的物质的量为 $c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ mol}$,根据题干所给化学方程式可知有机醇的物质的量也为 $c(V_2 - V_1) \times 10^{-3} \text{ mol}$,ROH 的质量为 $m \text{ g}$,则可得 ROH 样品中羟基含量为 $\frac{c(V_2 - V_1) \times 17}{1000m} \times 100\%$,故选 A。]

(3)B [乙酸与有机醇(ROH)的酯化反应是可逆反应,不能进行到底,不能定量测定消耗的乙酸,故不可以用乙酸代替乙酸酐进行该实验,A 错误;甲醇在该实验中充当溶剂,滴定过程中消耗 NaOH 的物质的量不变,但甲醇挥发会使 NaOH-甲醇标准溶液浓度变大,结合第(2)题分析可知,消耗 NaOH-甲醇标准溶液的体积的差值偏小,导致测定结果偏小,B 正确;步骤③中不慎将锥形瓶内溶液溅出,导致 V_1 偏小,则结合第(2)题分析可知,将导致测定结果偏大,C 错误;步骤④中,若加水量不足,则乙酸酐水解不充分,导致生成的乙酸偏少, V_2 偏小,则结合第(2)题分析可知,将导致测定结果偏小,D 错误。]

学案 44 盐类的水解 溶液中粒子浓度的比较

考点一

[必备知识·夯实]

- (1)弱电解质 H^+ OH^- 电离平衡 增大 中和 (2)酸碱中
- (1) $\rightleftharpoons$ (2) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$

[关键能力·提升]

- C [HSO_3^- 的电离程度大于其水解程度,显酸性,电离出的 H^+ 抑制水电离, $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,C 不正确。]
- (1) $1 \times 10^{-5.2}$ $1 \times 10^{-9.4}$ (2) HCO_3^- 的水解程度小于 CO_3^{2-} 的水解程度 (3)大 (4) HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度 $1 \times 10^{-4.3}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
- 解析:(1) $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HSO}_3^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}$ 。由 $K_h = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ 可得, $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)} = \frac{K_h}{c(\text{OH}^-)}$,加入 I_2 后, HSO_3^- 被氧化为 H_2SO_4 ,溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, $c(\text{OH}^-)$ 减小, K_h 不变,故 $\frac{c(\text{H}_2\text{SO}_3)}{c(\text{HSO}_3^-)}$ 增大。

(2)根据 $K_h = \frac{K_w}{K_b}$ 可得, NH_4Cl 的水解常数 $K_h = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \approx$

5.56×10^{-10} ,又知 $K_h = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{NH}_4^+)}$,由于 NH_4^+

的水解程度较小,近似处理: $c(\text{H}^+) \approx c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, $c(\text{NH}_4^+) \approx 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $c(\text{H}^+) \approx 2.4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案:(1) 1×10^{-12} 增大 (2) 2.4×10^{-5}

4. (1) NH_4^+ 水解使溶液显酸性, 其水解常数 $K_h(\text{NH}_4^+) = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} \approx 5.6 \times 10^{-10}$, HCO_3^- 水解使溶液显碱性, 其水解常数 $K_h(\text{HCO}_3^-) = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{10^{-14}}{4.4 \times 10^{-7}} \approx 2.3 \times 10^{-8}$, HCO_3^- 的水解程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 溶液显碱性
- (2) 酸 HA^- 的 $K_h = \frac{K_w}{K_{a1}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12}$, 而 $K_{a2} = 1 \times 10^{-10} > K_h$, HA^- 的电离程度大于其水解程度

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 增大 增大
2. (1) 升温促进 Na_2CO_3 水解, 溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 增大, 碱性增强
- (2) 盐酸 水 (3) $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 (4) $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀

[关键能力·提升]

1. C [由 BC 盐溶液 $\text{pH} > 7$ 可知, HC 为弱酸, BOH 可能为强碱, 又由 AC 盐溶液 $\text{pH} = 7$ 可知, AOH 为弱碱, 又由 BD 盐溶液 $\text{pH} = 7$ 可知, HD 可能为强酸。]
2. A [加入少量 NaOH 固体, 会增大溶液中 OH^- 的浓度, 使水解平衡向左移动, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 增大, A 项正确; 加入少量 FeCl_3 固体, FeCl_3 水解显酸性, CH_3COONa 水解显碱性, 在同一溶液中二者水解相互促进, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, B 项不正确; CH_3COONa 溶液加水稀释时 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 减小, 溶液的碱性变弱, $c(\text{H}^+)$ 增大, 故 $\frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 增大, C 项不正确; 温度升高, CH_3COONa 的水解程度增大, 水解常数 $K_h = \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}$ 增大, 则 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot c(\text{OH}^-)}$ 减小, D 项不正确。]
3. 解析: (1) 根据流程图, 加入氧化剂 X 可把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 而没有增加新杂质, 所以 X 为 Cl_2 或 H_2O_2 等。(2) 结合提示, 调节 pH 至 4~5, 使 Fe^{3+} 全部沉淀, 同样不引入新杂质, 所以 Y 最好为 CuO 或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 。(3) 将 CuCl_2 溶液加热蒸干, Cu^{2+} 水解生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 灼烧 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 分解生成 CuO 。(4) CuCl_2 溶液在蒸发结晶过程中发生水解, 为抑制其水解, 根据 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$, 可加入盐酸抑制其水解, 在蒸发过程中要不断搅拌且不能蒸干。
- 答案: (1) Cl_2 (或 H_2O_2 等) $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (或 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$) (2) 调节溶液酸性, 使 pH 为 4~5, 且不引入新杂质 CuO [或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$] (3) CuO (4) 通入 HCl 气体 (或加入盐酸) 并不断搅拌, 且不能蒸干

考点三

[关键能力·提升]

1. C [由起点可知 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{XO}_3$ 溶液呈碱性, 说明 Na_2XO_3 为强碱弱酸盐, XO_3^{2-} 存在两步水解反应, 且 H_2O 也存在电离, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{HXO}_3^-)$, 则 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{XO}_3$ 溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{XO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HXO}_3^-) > c(\text{H}^+)$, A 错误; 由电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{HXO}_3^-) + 2c(\text{XO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 常温下当溶液 $\text{pH} = 7$ 时, 溶液呈中性, 即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 溶液中存在: $c(\text{Na}^+) = c(\text{HXO}_3^-) + 2c(\text{XO}_3^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$, B 错误; a 点溶液中溶质为等量的 NaHXO_3 和 NaCl , $\text{pH} > 7$, HXO_3^- 的水解程度大于其

电离程度, $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}_2\text{XO}_3) > c(\text{H}^+) > c(\text{XO}_3^{2-})$, C 正确; b 点溶液中溶质为 H_2XO_3 和 NaCl , 二者的关系为 $n(\text{H}_2\text{XO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{NaCl})$, 故 $n(\text{Cl}^-)$ 是含 X 元素微粒的物质的量的 2 倍, 根据物料守恒, b 点溶液中: $c(\text{Cl}^-) = 2[c(\text{H}_2\text{XO}_3) + c(\text{HXO}_3^-) + c(\text{XO}_3^{2-})]$, D 错误。]

2. A [加水稀释, 体积影响程度较大, 溶液中 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的浓度一定下降, A 正确; 向溶液中加入少量 NaCl 固体, $\text{CuCl} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-$, $[\text{CuCl}_2]^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}$, $\text{CuCl} + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^-$ 平衡均正向移动, $[\text{CuCl}_2]^-$ 的浓度不一定上升, B 错误; $[\text{CuCl}_2]^-$ 不能拆分, 故 $\text{H}[\text{CuCl}_2]$ 的电离方程式为 $\text{H}[\text{CuCl}_2] \rightleftharpoons \text{H}^+ + [\text{CuCl}_2]^-$, C 错误; 体系中存在电荷守恒: $c(\text{Cu}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c([\text{CuCl}_2]^-) + 2c([\text{CuCl}_3]^{2-})$, D 错误。]
3. (1) ① $>$ ③ $>$ ② $>$ ④ ② $>$ ④ $>$ ③ $>$ ① (2) ② $>$ ① $>$ ③ (3) ④ $>$ ② $>$ ③ $>$ ①
4. (1) ② $>$ ③ $>$ ① $>$ ④ (2) ④ $>$ ② $>$ ③ $>$ ① (3) ④ $>$ ① $>$ ③ $>$ ②

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ $1 \times 10^{-2.2}$

(2) $>$ (3) $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{H}^+)$ (4) $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$ (5) HCO_3^- 水解程度大于电离程度 (6) $c(\text{Na}^+) = \frac{3}{2}[c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)]$ $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

学案 45 水溶液中各类图像分析

考点一

[关键能力·提升]

1. B [CH_3COOH 、 CF_3COOH 和 CH_2ClCOOH 的酸性强弱: $\text{CF}_3\text{COOH} > \text{CH}_2\text{ClCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$ 。在相同的浓度下, HA 的酸性越强, 电离出的 $c(\text{H}^+)$ 越大, pH 越小。根据图像, 滴定还未开始时, 溶液的 pH: 曲线 I $>$ 曲线 II $>$ 曲线 III, 则酸性: 曲线 I $<$ 曲线 II $<$ 曲线 III, 可知曲线 I 表示的是 CH_3COOH 溶液的滴定曲线, 曲线 II 和 III 分别表示的是 CH_2ClCOOH 和 CF_3COOH 溶液的滴定曲线。开始时, CF_3COOH 溶液的 $\text{pH} = 1.06$, $c(\text{CF}_3\text{COO}^-) \approx c(\text{H}^+) = 10^{-1.06} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CF}_3\text{COOH}) \approx (0.1000 - 10^{-1.06}) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_a = \frac{c(\text{CF}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CF}_3\text{COOH})} = \frac{10^{-1.06} \times 10^{-1.06}}{0.1000 - 10^{-1.06}} \approx 10^{-0.23}$, B 错误。]
2. A [随着 η 增大, 溶液中 H^+ 浓度减小, OH^- 浓度增大, HA 逐渐转化为 A^- , 则 $p \left[\frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \right]$ 逐渐增大, $p \left[\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \right]$ 逐渐减小, $p \left[\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)} \right]$ 逐渐减小, 故曲线 I、II 为 $p \left[\frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \right]$ 随 η 的变化曲线, 且两弱酸的初始浓度相同, 酸越弱对应的 $p \left[\frac{c(\text{H}^+)}{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \right]$ 越大, 则曲线 I 对应较弱的弱酸、曲线 II 对应较强的弱酸。根据曲线 II 上 $c(0.1, 95)$ 可计算出较强的弱酸的 K_a 约为 $\frac{(10^{-1.95})^2}{0.1 - 10^{-1.95}} \approx 10^{-2.9}$ 。当未滴加 NaOH 溶液时, 较弱的弱酸的 $\text{pH} \approx 2.9$, 则 $\text{pOH} \approx 11.1$, 则 $p \left[\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)} \right] \approx 8.2$, 可

得曲线Ⅲ为较弱的弱酸的 $p\left[\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)}\right]$ 随 η 的变化曲线。当未滴加 NaOH 溶液时, $p\left[\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}\right] \approx 0.95$, 则 $\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} \approx 10^{-0.95}$, 假设此时 $c(\text{H}^+) = 10^{-1.95} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_a = 10^{-2.9}$, 与较强的弱酸的 K_a 相等, 则曲线Ⅳ表示较强的弱酸的 $p\left[\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}\right]$ 随 η 的变化曲线。根据分析可知, 曲线Ⅲ为较弱的弱酸滴定过程中 $p\left[\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{H}^+)}\right]$ 随 η 的变化曲线, A 错误; a、c 两点溶液分别为等浓度的较弱的弱酸和较强的弱酸, 酸性越强, 水的电离程度越弱, 故 a、c 两点溶液中水的电离程度 $c < a$, B 正确; 同种酸的电离常数相等, a、b 两点溶液均为 $0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 较弱的弱酸, 电离常数相等, 根据 a 点 $c(\text{H}^+) = 10^{-2.89} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_a = \frac{(10^{-2.89})^2}{0.1 - 10^{-2.89}} \approx 10^{-4.78}$, C 正确; d 点时 $\eta = 0.5$, 即此时溶液中溶质为等物质的量浓度的 NaA 和 HA, 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$ ①, 存在元素守恒 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{HA})$ ②, ① $\times 2 -$ ② 可得 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HA}) = c(\text{A}^-) + 2c(\text{OH}^-)$, 根据较强的弱酸的 $K_a = 10^{-2.9}$, 则 A^- 的水解平衡常数 $K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-2.9}} < K_a$, 表明溶液中 A^- 的水解程度小于 HA 的电离程度, 则 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{H}^+) + c(\text{HA}) < c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$, D 正确。

3. A [b 点溶液为 NaCl 溶液, c 点溶液中含 Na_2S , a 点溶液中含 CuCl_2 , Na_2S 、 CuCl_2 水解促进水的电离, 故 b 点溶液中水的电离程度不是最大, A 不正确。]

考点二

[关键能力·提升]

1. C $[\text{Cu}^+ + 3\text{L} \rightleftharpoons [\text{CuL}_3]^+]$ 的 $K = \frac{c\{[\text{CuL}_3]^+\}}{c(\text{Cu}^+) \times c^3(\text{L})}$, 当图中

$\delta\{[\text{CuL}_3]^+\} = \delta(\text{Cu}^+)$ 时, $K = \frac{1}{c^3(\text{L})}$, $\lg K = -3\lg c(\text{L})$, 由图像可知, 此时 $-1.6 < \lg c(\text{L}) < -1.2$, 则 $\lg K \neq 0.27$, A 错误; 当 $c(\text{Cu}^+) = c\{[\text{CuL}]^+\}$ 时, 由图像可知, $\delta(\text{Cu}^+) = \delta\{[\text{CuL}]^+\} = 0.48$, $\delta\{[\text{CuL}_3]^+\}$ 可忽略不计, 则 $\delta\{[\text{CuL}_2]^+\} = 0.04$, $c\{[\text{CuL}_2]^+\} = 0.04 \times 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; $[\text{CuL}_n]^+$ 结合 L 的离子方程式为 $[\text{CuL}_n]^+ + \text{L} \rightleftharpoons [\text{CuL}_{n+1}]^+$, 当 $\delta\{[\text{CuL}_n]^+\} = \delta\{[\text{CuL}_{n+1}]^+\}$ 时, $K = \frac{1}{c(\text{L})}$, 由图像交点可知, 随着 n 变大, $c(\text{L})$ 逐渐变大, 则 K 值变小, 说明 $[\text{CuL}_n]^+$ 结合 L 的能力随之减小, C 正确; 若 $c\{[\text{CuL}]^+\} = c\{[\text{CuL}_3]^+\}$, 由图像交点可知, $\delta\{[\text{CuL}]^+\} = \delta\{[\text{CuL}_3]^+\} < 0.2$, $\delta\{[\text{CuL}_2]^+\} > 0.6$, 则 $c\{[\text{CuL}_2]^+\} > 2c\{[\text{CuL}_3]^+\}$, 故 $2c\{[\text{CuL}_2]^+\} > c\{[\text{CuL}]^+\} + 3c\{[\text{CuL}_3]^+\}$, D 错误。

2. D [常温下将 NaOH 溶液滴入 20 mL 0.1 mol/L NaHA 的溶液中, 由 $\text{NaHA} + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{A} + \text{H}_2\text{O}$ 可知, 随着 NaOH 溶液的加入, A^{2-} 的浓度上升, HA^- 浓度下降, 曲线 a 代表 HA^- , 曲线 b 代表 A^{2-} , 剩余曲线为滴定曲线。根据滴定曲线可知, 不加 NaOH 溶液时, $\text{pH} < 7$, NaHA 溶液呈酸性, 说明 HA^- 以电离为主。若加入的 NaOH 等于 10 mL, $c(\text{Na}_2\text{A}) : c(\text{NaHA}) = 1 : 1$, 根据 HA^- 的电离程度大于水解程度, 则有 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{HA}^-)$, 而 m 点时, 存在 $c(\text{A}^{2-}) = c(\text{HA}^-)$, 若是加入 NaOH 溶液的体积大于 10 mL, 则溶液中生成更多的

A^{2-} , 因此到达 m 点需要加入 NaOH 溶液的体积小于 10 mL, A 错误; q 点为 Na_2A 溶液, $\text{A}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA}^- + \text{OH}^-$, 其第一步水解平衡常数 $K_{h1} = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^{2-})} = \frac{1 \times 10^{-14}}{c(\text{HA}^-)}$

$\frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-4.2}} = 10^{-9.8}$, 数量级为 10^{-10} , B 错误; q 点时, 溶液刚好反应生成 Na_2A , 水的电离程度最大, Na_2A 越少, 水的电离程度越小, 故水的电离程度: $m < n < q$, C 错误; n 点时滴入了 10 mL NaOH 溶液, $c(\text{Na}_2\text{A}) : c(\text{NaHA}) = 1 : 1$, 根据物料守恒和电荷守恒可得: $2c(\text{Na}^+) = 3[c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})]$, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HA}^-) + 2c(\text{A}^{2-})$, 消去 $c(\text{Na}^+)$ 可得 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{A}^{2-}) + 2c(\text{OH}^-)$, 此时溶液呈酸性, 则 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{HA}^-) + 3c(\text{H}_2\text{A})$, D 正确。]

3. D [随着 NaOH 溶液的增加, 溶液中 $c(\text{B}^-)$ 逐渐增大, $c(\text{HB})$ 逐渐减小, 则 $\lg c(\text{B}^-)$ 逐渐增大, $\lg c(\text{HB})$ 逐渐减小, 所以曲线 ①、② 分别表示 $\lg c(\text{HB})$ 、 $\lg c(\text{B}^-)$, C 项错误; a 点加入 NaOH 溶液的体积为 10 mL, 得到等物质的量浓度的 HB、NaB, 溶液中存在电荷守恒 $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{B}^-) + c(\text{OH}^-)$ 、存在物料守恒 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{B}^-) + c(\text{HB})$, 所以 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HB}) = c(\text{B}^-) + 2c(\text{OH}^-)$, 溶液显酸性, $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 故 $c(\text{HB}) < c(\text{B}^-)$, A 项错误; b 点时 $\text{pH} = 7$, 如果 $V[\text{NaOH}(\text{aq})] = 20 \text{ mL}$, 则与 HB 溶液恰好完全反应生成 NaB, NaB 为强碱弱酸盐, 溶液的 $\text{pH} > 7$, b 点时, 滴入 $V[\text{NaOH}(\text{aq})] \neq 20 \text{ mL}$, B 项错误; ①、② 交点时 $\lg c(\text{B}^-) = \lg c(\text{HB})$, $c(\text{B}^-) = c(\text{HB})$, 溶液的 $\text{pH} = 5$, HB 的电离平衡常数 $K_a(\text{HB}) = c(\text{B}^-) \times c(\text{H}^+) / c(\text{HB}) = c(\text{H}^+) = 10^{-5}$, D 项正确。]

考点三

[关键能力·提升]

1. B $[\text{CuC}_2\text{O}_4]$ 达到溶解平衡, 则 $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})$ 浓度不变, 故曲线 Ⅲ 代表 $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})$ 的变化曲线; 随着溶液 pH 增大, $c(\text{OH}^-)$ 增大, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$ 平衡逆向移动, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 增大, 有利于 $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ 的生成, $c(\text{Cu}^{2+})$ 减小, $c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\}$ 增大, 故曲线Ⅳ代表 Cu^{2+} 的变化曲线; 将题中反应依次编号为 ①、②、③, 结合 CuC_2O_4 的沉淀溶解平衡 ④ $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ $K_{\text{sp}}(\text{CuC}_2\text{O}_4) = 10^{-9.35}$, 由反应 ③ + 反应 ④ 可得 $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{s}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}(\text{aq})$ $K = \frac{c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\}}{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = K_3 \times K_{\text{sp}}(\text{CuC}_2\text{O}_4) = 10^{8.5} \times 10^{-9.35} = 10^{-0.85}$, 即 $c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\} < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 故曲线Ⅰ代表 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的变化曲线, 曲线Ⅱ代表 $[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}$ 的变化曲线。根据上述分析, 曲线Ⅰ是 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 的变化曲线, A 错误; 由反应 ③ - 反应 ② 可得反应 $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}(\text{aq})$, 故该反应的 $K = \frac{K_3}{K_2}$, 结合图中点 (0.15, 6.16) 可知, 此时 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 10^{-6.16} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cu}^{2+}) = c[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})]$, 故反应 ② 的 $K_2 = \frac{c[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})]}{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{1}{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = 10^{6.16}$, 则 $K = \frac{K_3}{K_2} = \frac{10^{8.5}}{10^{6.16}} = 10^{2.34}$ (快解: B 项反应的 $K = \frac{c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\}}{c[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})] \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}$, 由图中点 (2.87, 2.34) 可知, 此

时 $c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\} = c[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})]$, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 10^{-2.34} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故该反应的 $K = \frac{1}{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = 10^{2.34}$, B 正确; 由反应②+反应④可得反应① $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})$
 $K_1 = c[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})] = K_2 \times K_{\text{sp}}(\text{CuC}_2\text{O}_4) = 10^{6.16} \times 10^{-9.35} = 10^{-3.19}$, 即 $\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})$ 的浓度为 $10^{-3.19} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 由元素守恒可知, 该体系中存在关系式 i. $n(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + n(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + 2n\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\} + n[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{s})] + n[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})] = 1 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,
 ii. $n(\text{Cu}^{2+}) + n[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{s})] + n[\text{CuC}_2\text{O}_4(\text{aq})] + n\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\} = 1 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 i - ii 整理得
 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c\{[\text{Cu}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]^{2-}\} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + c(\text{Cu}^{2+})$, D 错误。]

2. B $[\text{a}: \text{HCrO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \quad K_1$

b: $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \quad K$

随着溶液 pH 增大, a 平衡正向移动, b 平衡逆向移动, CrO_4^{2-} 浓度增大, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 浓度减小, 则曲线 I 代表的组分为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 曲线 II 代表的组分为 CrO_4^{2-} , A 错误; Q 点, pH = 6.3, $c(\text{CrO}_4^{2-}) = c(\text{HCrO}_4^-)$, 则 $\text{HCrO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CrO}_4^{2-}$, $K_1 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{HCrO}_4^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-6.3}$; P 点时, pH = 6.1,

$c(\text{CrO}_4^{2-}) = c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$, 此时 $K_1 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{HCrO}_4^-)} =$

$\frac{10^{-6.1} c(\text{CrO}_4^{2-})}{c(\text{HCrO}_4^-)} = 10^{-6.3}$, $c(\text{HCrO}_4^-) = 10^{0.2} \times c(\text{CrO}_4^{2-}) =$

$10^{0.2} c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$, $\text{Cr}(\text{VI})$ 总浓度始终为 $0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则
 $c(\text{HCrO}_4^-) + c(\text{CrO}_4^{2-}) + 2c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 10^{0.2} \times c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) +$
 $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) + 2c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CrO}_4^{2-}) =$

$c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{0.025}{3+10^{0.2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 结合 B 分析, P 点时,

pH = 6.1, $c(\text{CrO}_4^{2-}) = c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$, $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} +$

H_2O 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})}{c^2(\text{H}^+) \cdot c^2(\text{CrO}_4^{2-})} =$

$\frac{1}{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})} = \frac{1}{10^{-6.1 \times 2} \times \frac{0.025}{3+10^{0.2}}} = \frac{3+10^{0.2}}{0.025} \times 10^{12.2}$,

C 错误; Q 点, $c(\text{CrO}_4^{2-}) = c(\text{HCrO}_4^-)$, 由电荷守恒, $c(\text{HCrO}_4^-) + 2c(\text{CrO}_4^{2-}) + 2c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+)$, 则 $3c(\text{CrO}_4^{2-}) + 2c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+)$, D 错误。]

学案 46 沉淀溶解平衡

考点一

[必备知识·夯实]

- (1)相等 饱和溶液
- 溶解方向 增大 吸热 溶解方向 不变 不变 沉淀方向 溶解方向

教材链接

- (1)否。
- (2)有。

[关键能力·提升]

- A [恒温下, 加 CaO 生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 水减少, 但溶液浓度不变, pH 不变, A 不正确。]

2. C [碳酸钙在水中的溶解度小, 溶于水的碳酸钙在溶液中完全电离, 使溶液中的离子浓度增大, 导致 $a \rightarrow b$ 电导率上升, 故 A 项正确; 由题图可知, $c \rightarrow d$ 、 $e \rightarrow f$ 的电导率下降, 说明溶液中离子浓度减小, 即 c 和 e 对应的时刻分别加入了 10 mL 蒸馏水, 加入蒸馏水, 碳酸钙的溶解平衡正向移动, 故 B 项正确, C 项不正确; g 后的电导率几乎不再改变, 说明溶液中的离子浓度不再改变, 碳酸钙的溶解在溶液达到平衡状态, 故 D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

- $c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ $c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ 沉淀 平衡 未饱和
- 温度 吸热 溶解 增大

[关键能力·提升]

- 解析: (2)高氯水样中 $c(\text{Cl}^-)$ 很高, 滴加 Ag^+ 时会产生 AgCl 沉淀, 则溶液中满足 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$; 生成 Ag_2CrO_4 沉淀时, 溶液中满足 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = c^2(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CrO}_4^{2-})$ 。联立两式可得: $c(\text{Cl}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Ag}^+)} =$

$$\frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{\sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}}} = \frac{1.8 \times 10^{-10}}{\sqrt{\frac{2.0 \times 10^{-12}}{5 \times 10^{-3}}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

(3)利用沉淀溶解平衡原理, 当 $Q > K_{\text{sp}}$ 时, 有沉淀析出。溶液中 Cl^- 、 Br^- 、 CrO_4^{2-} 的浓度均为 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 向该溶液中逐滴加入 $0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液时, 溶解度小的先满足 $Q > K_{\text{sp}}$, 有沉淀析出。比较 K_{sp} , AgBr 、 AgCl 同类型, 溶解度: $\text{AgBr} < \text{AgCl}$ 。再比较 AgCl 、 Ag_2CrO_4 沉淀所需 $c(\text{Ag}^+)$, Cl^- 沉淀时所需 $c(\text{Ag}^+) \geq \frac{K_{\text{sp}}(\text{AgCl})}{c(\text{Cl}^-)} = \frac{1.56 \times 10^{-10}}{0.010} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.56 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, CrO_4^{2-} 沉淀时所需 $c(\text{Ag}^+) \geq$

$$\sqrt{\frac{K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{c(\text{CrO}_4^{2-})}} = \sqrt{\frac{9.0 \times 10^{-12}}{0.010}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

故推知三种阴离子产生沉淀的先后顺序为 Br^- 、 Cl^- 、 CrO_4^{2-} 。

$$(4) K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})} = \frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-)}{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-)} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)} = \frac{5.0 \times 10^{-3}}{3.5 \times 10^{-11}} \approx 1.4 \times 10^8.$$

$$(5) 0.2 \times \frac{1}{1000} \times c^2(\text{OH}^-) = 2 \times 10^{-20}, c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{pH} = 6.$$

$$\text{答案: (1)} c(\text{Ag}^+) = \frac{0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1.00 \text{ L}}{1.00 \text{ L} + 0.50 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol} \cdot$$

$$\text{L}^{-1}, c(\text{Cl}^-) = \frac{0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times 0.50 \text{ L}}{1.00 \text{ L} + 0.50 \text{ L}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 0.02 \times 0.04 = 8.0 \times 10^{-4} > K_{\text{sp}}$, 所以能生成 AgCl 沉淀 (2) 9×10^{-6} (3) Br^- 、 Cl^- 、 CrO_4^{2-} (4) 1.4×10^8 (5) 6

- D [调 pH = 4 后, 根据题给已知信息①可知, Fe^{3+} 会完全沉淀, Al^{3+} 会部分沉淀, 则“沉渣 I”中含有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$, A 说法正确; Na_2S 溶液中 S^{2-} 水解使得溶液呈碱性, 水解的主要离子方程式为 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$, B 说法正确; 当 Cu^{2+} 和 Zn^{2+} 完全沉淀时, 溶液中 $\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Zn}^{2+})} =$

$\frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{K_{\text{sp}}(\text{ZnS})} = \frac{6.4 \times 10^{-36}}{1.6 \times 10^{-24}} = 4.0 \times 10^{-12}$,
C 说法正确;“出水”中含有较多的 Ca^{2+} , 需经阳离子交换树脂软化处理, 否则容易产生水垢, 堵塞管道, D 说法错误。]

3. 解析: (2) 由已知信息可知, SrSO_4 的溶度积比 BaSO_4 的溶度积大, 故“盐浸”时发生沉淀的转化反应, 离子方程式是 $\text{Ba}^{2+} + \text{SrSO}_4 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{BaSO}_4$ 。 BaCl_2 溶液中 Ba^{2+} 的物质的量为 $100 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.011 \text{ mol}$, 由上述离子方程式可知, 0.01 mol SrSO_4 需消耗 0.01 mol BaCl_2 , 则理论上反应后混合液中的 $n(\text{Sr}^{2+}) = 0.01 \text{ mol}$, $n(\text{Ba}^{2+}) = 0.001 \text{ mol}$, 故 $c(\text{Sr}^{2+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 反应后的溶液是 BaSO_4 的饱和溶液, 则溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)}{c(\text{Ba}^{2+})} = \frac{10^{-9.97}}{10^{-2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.97} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10^{-7.97} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-8.97} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ 。
答案: (1) Ca^{2+} 、 Mg^{2+} (2) $\text{Ba}^{2+} + \text{SrSO}_4 \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+} + \text{BaSO}_4$
 $10^{-8.97}$

考点三

[必备知识·夯实]

1. (1) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ (2) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$ $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$ SO_4^{2-} 与钡盐生成的 BaSO_4 比与钙盐生成的 CaSO_4 更难溶, 剩余 SO_4^{2-} 的浓度更小
(1) 减小 < 溶解 (2) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
3. 白 黄 黑 红褐 (3) $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ $\text{ZnS}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$

[关键能力·提升]

1. C [将①中所得氢氧化镁浊液过滤, 氢氧化镁存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 所得滤液中含少量 Mg^{2+} , 故 A 正确;①中浊液中存在氢氧化镁, 存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 故 B 正确;实验②中氯化铁和剩余的氢氧化钠反应生成氢氧化铁, 不能说明 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 比 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 难溶, 实验③中氢氧化镁沉淀转化为红褐色的氢氧化铁沉淀, 发生的反应为 $3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 故 C 不正确;氢氧化镁存在沉淀溶解平衡: $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{OH}^-(\text{aq}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, 加入的氯化铵会和氢氧根离子反应, 所以平衡正向移动, 沉淀溶解, 故 D 正确。]
2. D [因胃酸可与 CO_3^{2-} 反应生成水和二氧化碳, 使 CO_3^{2-} 浓度降低, 从而使平衡 $\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 向溶解方向移动, 使 Ba^{2+} 浓度增大, 与 $K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$ 和 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)$ 的相对大小无关, A 错误; BaCO_3 溶于胃酸, 起不到解毒的作用, B 错误;根据 $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)$, BaSO_4 饱和溶液中 Ba^{2+} 浓度约为 $1.05 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因此 $c(\text{Ba}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液不会引起 Ba^{2+} 中毒, C 错误;用 $0.36 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_4 溶液给钡离子中毒患者洗胃, 反应后 $c(\text{Ba}^{2+}) = \frac{1.1 \times 10^{-10}}{0.36} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 3.06 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时钡离子浓度远低于中毒浓度, 能有效解毒, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]

- 一题串所学 (1) $\text{CdS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+}(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ $K_{\text{sp}} = c(\text{Cd}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$ 右 不变
(2) 8.0×10^{-21}

- (3) 否 金属离子 Cd^{2+} 、 Mn^{2+} 的碳酸盐的 K_{sp} 差别不大, 当 Mn^{2+} 沉淀时 Cd^{2+} 也会沉淀, 无法分开“沉镉”和“沉锰”
(4) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(5) 3.1×10^{13}

学案 47 沉淀溶解平衡图像

考点一

[关键能力·提升]

1. A [因为 a 点和 b 点都在 CuS 的沉淀溶解平衡曲线上, K_{sp} 是定值, A 错误;因为 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) < K_{\text{sp}}(\text{MnS})$, 向 CuSO_4 溶液中加入 MnS , 可以发生沉淀转化反应: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, B 正确;从图像可知, $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 0.01 \times 6 \times 10^{-34} = 6 \times 10^{-36}$, $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 0.01 \times 3 \times 10^{-11} = 3 \times 10^{-13}$, 在含有 CuS 和 MnS 固体的溶液中 $c(\text{S}^{2-})$ 相同, $c(\text{Cu}^{2+}) : c(\text{Mn}^{2+}) = K_{\text{sp}}(\text{CuS}) : K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = (2 \times 10^{-23}) : 1$, C、D 正确。]
2. D [A. 根据图像 $c(\text{I}^-)$ 在 $0 \sim 1.0 (x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 范围内 $c(\text{Cu}^+)$ 不变, 没有 CuI 生成, 错误; B. $x = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuI})}{c(\text{Cu}^+)} = \frac{10^{-12}}{10^{-3}} = 10^{-9}$, 错误; C. CuI 悬浊液中不存在 I_2 , 错误; D. a 点 CuCl 悬浊液中 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Cu}^+) = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) = c(\text{Cl}^-) \cdot c(\text{Cu}^+) = 1.0 \times 10^{-3} \times 1.0 \times 10^{-3} = 1.0 \times 10^{-6}$, 如果 c 点 CuCl 未完全溶解, $c(\text{Cl}^-) : c(\text{I}^-) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuCl})}{c(\text{Cu}^+)} : \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuI})}{c(\text{Cu}^+)} = K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) : K_{\text{sp}}(\text{CuI}) = (1.0 \times 10^{-6}) : (1.0 \times 10^{-12}) = 10^6$, 正确。]

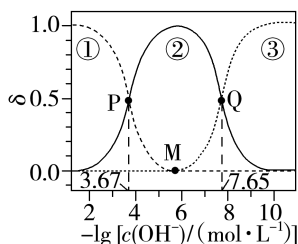
考点二

[关键能力·提升]

1. D [草酸钙为强碱弱酸盐, 其溶液呈碱性, 滴加盐酸过程中体系存在一系列平衡: $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$, 因此曲线 I 代表 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, 曲线 II 代表 HC_2O_4^- , 曲线 III 代表 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 。 $\lg c_0(\text{HCl}) = -1.2$ 时, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, 则 $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = c(\text{H}^+) = 10^{-1.3}$, 溶液的 $\text{pH} = 1.3$, 故 A 正确;草酸钙固体滴加稀盐酸, 任意 $c_0(\text{HCl})$ 下均有元素守恒关系: $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 故 B 正确; $\lg c_0(\text{HCl}) = 1$ 时, $c(\text{H}^+) = 10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 1 \times 10^{-2.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{\text{a2}} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{10 \times c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{1 \times 10^{-2.8}} = 10^{-4.3}$, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 1 \times 10^{-8.1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $K_{\text{a1}} = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = \frac{1 \times 10^{-2.8} \times 10}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 10^{-1.3}$, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 \times 10^{-0.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由题图可知 $\lg c_0(\text{HCl}) = 1$ 时, $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 \times 10^{-0.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = c(\text{Ca}^{2+}) \times c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = 1 \times 10^{-8.6}$; $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \times c(\text{Ca}^{2+})}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \times c(\text{Ca}^{2+}) \times c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c^2(\text{H}^+) \times c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \times c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{K_{\text{a1}} \times K_{\text{a2}}} = \frac{1 \times 10^{-8.6}}{10^{-1.3} \times 10^{-4.3}} = 10^{-3}$, 故 C 正确;溶液中存在

电荷守恒: $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$, $\lg c_0(\text{HCl}) = -4.1$ 时, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, 则存在关系: $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 3c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{Cl}^-)$, 故 D 错误。]

2. C [将题图中曲线从左至右依次编号为①、②、③, 除 M 外两交点从左至右依次标为 P、Q。



H_2CO_3 溶液中存在电离平衡: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$, $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$, 随着 $c(\text{OH}^-)$ 减小, $c(\text{H}^+)$ 增大, $-\lg[c(\text{OH}^-)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大, 上述平衡均逆向移动, CO_3^{2-} 的分布系数减小, HCO_3^- 的分布系数先增大后减小, H_2CO_3 的分布系数增大, 故曲线①代表 CO_3^{2-} , 曲线②代表 HCO_3^- , 曲线③代表 H_2CO_3 , P 点 $\delta(\text{CO}_3^{2-}) = \delta(\text{HCO}_3^-)$, 即 $c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{HCO}_3^-)$, 此时 $-\lg[c(\text{OH}^-)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})] = 3.67$, $c(\text{OH}^-) = 10^{-3.67} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}^+) = 10^{-10.33} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10^{-10.33}$, 同理, 结合 Q 点数据可得 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10^{-6.35}$ 。M 点 $c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3)$, 根据

$$K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = \frac{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)} = 10^{-6.35}$$

$\times 10^{-10.33} = 10^{-16.68}$ 可知, 此时 $c^2(\text{H}^+) = 10^{-16.68} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^2$, $c(\text{H}^+) = 10^{-8.34} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $\text{pH} = 8.34$, A 错误; 由 $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ $K_{sp} = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = 10^{-8.48}$ 知, 若 CO_3^{2-} 不发生水解, 则 $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-}) = \sqrt{10^{-8.48}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-4.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 但 CO_3^{2-} 会发生水解, 导致 CaCO_3 的沉淀溶解平衡正向移动, $c(\text{Ca}^{2+}) > 10^{-4.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故 $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 在纯水中的溶解度大于 $10^{-4.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; CaCO_3 饱和溶液中, 根据元素守恒可得 $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$, 则 $c(\text{Ca}^{2+})$ 、 $c(\text{HCO}_3^-)$ 、 $c(\text{CO}_3^{2-})$ 三者中 $c(\text{Ca}^{2+})$ 最大, CaCO_3 的 K_{sp} 很小, 溶液呈弱碱性, 由题图可知, $\text{pH} = 8 \sim 10$ 即 $\text{POH} = 4 \sim 6$ 时, $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$, 故 CaCO_3 饱和溶液中 $c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$, C 正确; 反应 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}_3$



$$\frac{c^2(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} =$$

$$\frac{K_{sp} \cdot K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)}{K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{10^{-8.48} \times 10^{-6.35}}{10^{-10.33}} = 10^{-4.50}, \text{D 错误。}]$$

3. D [向 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液中逐滴加入 NaHCO_3 溶液, 先后发生反应: $\text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, Ba^{2+} 、 OH^- 浓度均减小, pBa 增大, 溶液 pH 逐渐减小, 故 a、b、c、d 点所在曲线代表 pH 变化曲线, 另一条曲线代表 pBa 变化曲线, 达到滴定终点时 Ba^{2+} 完全沉淀, 此时参加反应的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 NaHCO_3 的物质的量之比为 1:1, 而图中 $V(\text{NaHCO}_3) = 10 \text{ mL}$ 处, pBa 发生突跃, 此时 $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = n(\text{NaHCO}_3)$, 即 $c[\text{Ba}(\text{OH})_2] \cdot V[\text{Ba}(\text{OH})_2] = c(\text{NaHCO}_3) \cdot V(\text{NaHCO}_3)$, 代入数据计算得 $c[\text{Ba}(\text{OH})_2] = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则未滴加

NaHCO_3 溶液时 $\text{pBa} = -\lg c(\text{Ba}^{2+}) = -\lg 0.01 = 2$, 即 $x = 2$, A 正确; $V(\text{NaHCO}_3) = 10 \text{ mL}$ 处溶液中的 Ba^{2+} 恰好全部生成 BaCO_3 沉淀, 可视为 BaCO_3 的饱和溶液, 结合此时 $\text{pH} > 10$, 溶液中 OH^- 较多知, CO_3^{2-} 的水解可忽略, 则 $c(\text{CO}_3^{2-}) = c(\text{Ba}^{2+}) = 10^{-4.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{sp}(\text{BaCO}_3) = c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{Ba}^{2+}) = (10^{-4.3})^2 = 10^{-8.6} = 10^{-8} \times 10^{-0.3 \times 2} = \frac{10^{-8}}{(10^{0.3})^2} =$

$$\frac{10^{-8}}{2^2} = 2.5 \times 10^{-9}, \text{B 正确; 点 c 对应 } V(\text{NaHCO}_3) = 20 \text{ mL},$$

$\text{Ba}(\text{OH})_2$ 与 NaHCO_3 的物质的量之比为 1:2, 发生反应: $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, 所得溶液为 Na_2CO_3 溶液, OH^- 抑制水的电离, CO_3^{2-} 水解促进水的电离, 因此 $V(\text{NaHCO}_3)$ 从 0 mL 到 20 mL, 水的电离程度不断增大, $V(\text{NaHCO}_3) > 20 \text{ mL}$ 后, 新加入的 HCO_3^- 会抑制 CO_3^{2-} 的水解, CO_3^{2-} 水解促进水的电离程度增大减弱, 因此点 c 对应溶液中水的电离程度最大, C 正确; 点 c → 点 d, 溶液体积增大, 根据勒夏特列原理知, $c(\text{CO}_3^{2-})$ 减小, 根据温度不变, $K_{sp}(\text{BaCO}_3)$ 不变知, 点 c → 点 d, $c(\text{Ba}^{2+})$ 应增大, 即点 c 对应溶液中的 $c(\text{Ba}^{2+})$ 最小, D 错误。]

4. D [根据 $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$ 可知, pH 增大, H^+ 的浓度减小, F^- 的浓度增大, $-\lg c(\text{F}^-)$ 减小, 则①为 pH 与 $\text{pc}(\text{F}^-)$ 的关系, 根据 $\text{pc}(\text{F}^-) = 1$ 时, $\text{pH} = 3.2$, 则 $K_a = \frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} =$

$$\frac{10^{-3.2} \times 10^{-1}}{0.1} = 10^{-3.2}, \text{根据③给的点可知, } K_{sp} = 10^{-5.4} \times$$

$$(10^{-1})^2 = 10^{-7.4}, \text{根据②给的点可得, 此时 } K_a = \frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} =$$

$$\frac{10^{-4.2} \times c(\text{F}^-)}{0.1} = 10^{-3.2}, \text{则 } c(\text{F}^-) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{则 } K_{sp} =$$

$$10^{-5.7} \times 1^2 = 10^{-5.7}, \text{根据 } K_{sp}(\text{BaF}_2) > K_{sp}(\text{PbF}_2), \text{所以 } K_{sp}(\text{BaF}_2) = 10^{-5.7}, K_{sp}(\text{PbF}_2) = 10^{-7.4}, \text{③为 } \text{pc}(\text{Pb}^{2+}) \text{ 与 } \text{pH}$$

$$\text{的关系, ②为 } \text{pc}(\text{Ba}^{2+}) \text{ 与 } \text{pH} \text{ 的关系, A、B 正确; ①与②线的交点为 } c(\text{F}^-) = c(\text{Ba}^{2+}) = \sqrt[3]{K_{sp}(\text{BaF}_2)} = 10^{-1.9}, K_a =$$

$$\frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} = \frac{c(\text{H}^+) \times 10^{-1.9}}{0.1} = 10^{-3.2}, c(\text{H}^+) = 10^{-2.3} \text{ mol}$$

$$\cdot \text{L}^{-1}, \text{则 } \text{pH} \text{ 为 } 2.3, \text{C 正确; 当 } \text{pH} = 2 \text{ 时, } K_a = \frac{c(\text{F}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HF})} =$$

$$\frac{10^{-2} \times c(\text{F}^-)}{0.1} = 10^{-3.2}, \text{则 } c(\text{F}^-) = 10^{-2.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} <$$

$$c(\text{H}^+), \text{溶液中 } c(\text{Pb}^{2+}) = \frac{10^{-7.4}}{(10^{-2.2})^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-3} \text{ mol} \cdot$$

$$\text{L}^{-1} < c(\text{F}^-), \text{则 } c(\text{H}^+) > c(\text{F}^-) > c(\text{Pb}^{2+}) > c(\text{OH}^-), \text{D 错误。}]$$

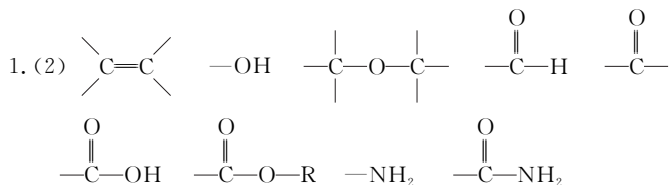
第六部分 有机化学基础

第十章 有机化学基础

学案 48 认识有机化合物

考点一

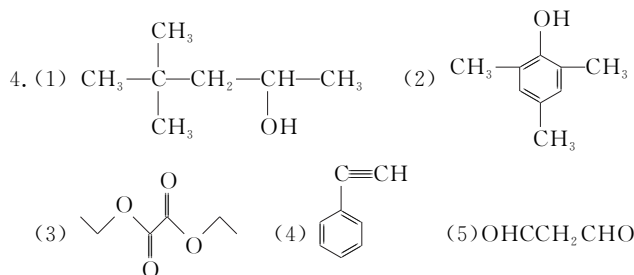
[必备知识·夯实]



2. (1)3,4,5-三甲基-5,6-二乙基辛烷 (2)4-甲基-1-戊炔 2-甲基-1,2-丁二醇 3-甲基-2-氯丁烷 (3)甲苯 乙苯 邻二甲苯 对二甲苯 间二甲苯 对二甲苯 苯环 1-甲基-2-乙基苯

[关键能力·提升]

1. **D** [除⑤外,其余物质都含有 π 键,⑦中含有羧基,⑧中含有酯基,⑦和⑧均不能与 H_2 发生加成反应,D错误。]
 2. **A** [由降糖药格列本脲的分子结构可知,分子中不含酯基,故选A。]
 3. (1)2-甲基-2-戊烯 (2)1,2-二乙基苯 (3)4-甲基-2-戊醇 (4)2-乙基-1,3-丁二烯 (5)4-甲基戊醛



考点二

[必备知识·夯实]

一、1.4 单键 双键 三键 碳链 碳环

3. 官能团

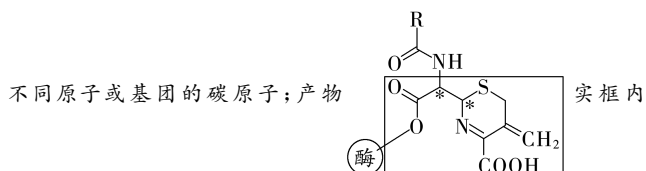
二、2. (1) CH_3CHCH_3 CH_3OCH_3 (2) 连接顺序和方式 空间结构

间结构

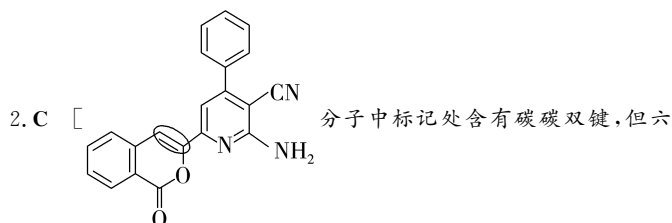
三、1. 相似 CH_2

[关键能力·提升]

1. **B** [头孢菌素中含羧基,故能发生酯化反应,A正确;头孢菌素虚框内有6个 sp^2 杂化碳原子,B错误;手性碳原子是连有四个

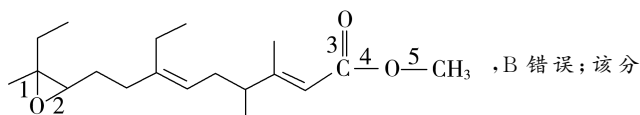


有2个手性碳原子(*标注),C正确; CH_3COOH 中羧基碳为 sp^2 杂化,与其直接相连的原子共面,碳氢单键、氧氢单键可以旋转,则分子中最多有6个原子共平面,D正确。]

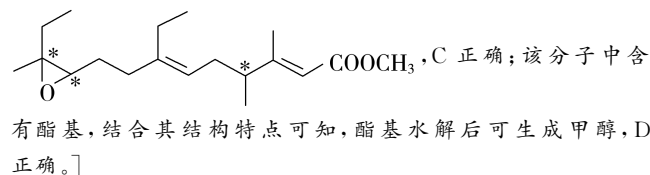


元环内双键无顺反异构,A正确;I分子中 $-CN$ 中的碳原子为 sp 杂化,其余碳原子均为 sp^2 杂化,B正确; $-CN$ 与Hg形成配位键, $-NH-$ 与Hg以共价键相连,由于N的电负性比Hg的强, $-NH-Hg$ 之间的共用电子对偏向N,故II中Hg元素的化合价为+2,C错误;强酸性溶液中, $-NH_2$ 会与酸反应,D正确。]

3. **B** [根据题给物质的结构简式可知,其分子式为 $C_{19}H_{32}O_3$,A正确;分子中的 $C-O$ σ 键共有5个,如图所示:



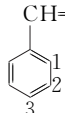
子中含有如图中标“*”所示的3个手性碳原子:



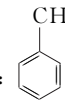
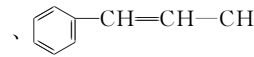
4. **C** [根据X的键线式,可知其分子式为 C_8H_8 ,A项正确;有机化合物X分子的8个顶点上的氢原子处于相同化学环境,则其二氯代物有3种,B项正确;该物质的分子式为 C_9H_8 ,且与X

的结构不相似,则与X不互为同系物,C项错误;

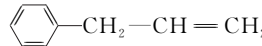
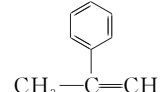
的分子式为 C_8H_8 ,分子式相同而结构不同,与X互为同分异

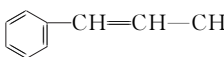
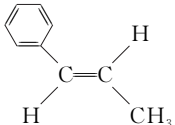
构体,  苯环上含有3种处于不同化学环境的氢原子,D项正确。]

5. 解析:根据官能团(碳碳双键)的位置不同可以确定出两种位置

异构体: 、 ,再把苯环移动到第二个碳原子上可以得到第三种位置异构体:

 ;第二种同分异构体又有两种顺反异构体。

答案:(1)  

(2)  

考点三

[必备知识·夯实]

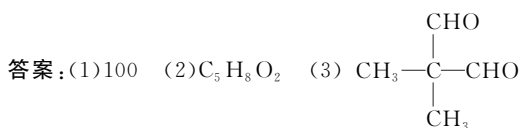
1. (1) CO_2 H_2O 实验式 无水 $CaCl_2$ KOH 溶液 氧元素
 (2)最大
 2. (2)化学键 官能团 氢原子种类 各类氢原子数目比 键长 键角

[关键能力·提升]

1. **C** [由题中质谱图可知M的相对分子质量为74,故A正确;1 mol有机物M在氧气中完全燃烧生成的 CO_2 和 H_2O 的物质的量之比为4:5,可知M中C、H的个数比为2:5,则由相对分子质量可知M中含C、H的个数只能为4、10,根据题中红外光谱可知M中含O,又M的相对分子质量为74,可知M分子中只有1个O,M的分子式是 $C_4H_{10}O$,故B正确;M分子中只含1个O,又含醚键,所以不能是醇,故C错误;由题中图3可知M中含3种处于不同化学环境的氢原子,则M的结构简式为 $(CH_3)_2CHOCH_3$,处于不同化学环境的氢原子的个数比为6:3:1,故D正确。]

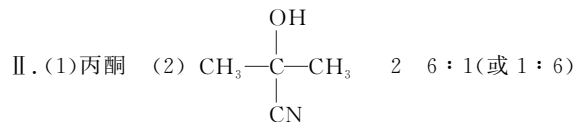
2. 解析:(1)质谱图中的最大质荷比即为X的相对分子质量,所以X的相对分子质量是100。(2)10.0 g X的物质的量 $n = \frac{10.0 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,完全燃烧生成水的质量是7.2 g,

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$, 生成二氧化碳的质量是 22.0 g , $n(\text{CO}_2) = \frac{22.0 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.5 \text{ mol}$, 则 1 mol X 分子中含有 5 mol 碳原子和 8 mol 氢原子, 结合 X 的相对分子质量是 100 知, X 中氧原子个数是 $\frac{100 - 5 \times 12 - 8}{16} = 2$, 因此 X 的分子式是 $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ 。(3) 根据题意, X 分子中含有醛基, 有 2 种处于不同化学环境的氢原子, 且氢原子个数比是 $3:1$, 说明 X 分子中含有 2 个甲基和 2 个 $-\text{CHO}$, 根据分子式确定其不饱和度为 2 , 不含其他官能团, 进一步确认 X 分子中含有 2 个醛基,



[课堂小结·一题串知]

一题串所学 I. (1) 否 (2) $\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_3$ 4 6 9 (3) (酮) 羰基、碳碳双键、酯基 (4) $38N_A$ $4N_A$ (5) 10 (6) 3



(3) 碳碳双键 酯基 氰基 (4) 8

学案 49 烃 化石燃料的综合应用

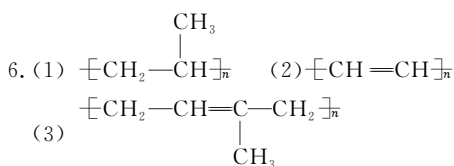
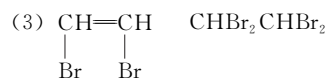
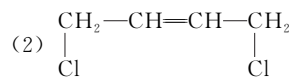
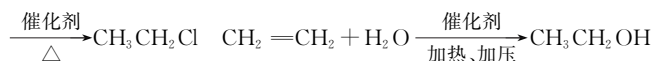
考点一

[必备知识·夯实]

2. $1 \sim 4$ 升高 低 增大 小 难

4. (1) 原子或原子团 (2) 光照 4 9 1 mol

5. 不饱和碳原子 (1) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$

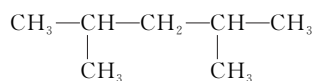


[关键能力·提升]

1. B [二者结构相似, 在分子组成上相差 2 个 CH_2 原子团, 因此二者互为同系物, A 错误; 二者都是由分子构成, 结构相似, 物质的相对分子质量越大, 分子间作用力越大, 物质的熔、沸点就越高, 由于甲的相对分子质量比乙大, 所以甲比乙的沸点高, 密度大, B 正确; 甲、乙分子中均含有 2 种处于不同化学环境的 H

原子, 因此其一氯代物均有 2 种, C 错误; 甲分子式是 C_6H_{14} , 乙分子式是 C_4H_{10} , 物质的分子中含有的 C、H 原子数越多, 等物质的量的物质燃烧反应消耗 O_2 就越多。由于甲分子中含有 C、H 原子数多, 所以甲燃烧消耗的 O_2 多, D 错误。]

2. C [A 项, 它的名称为 $2, 4$ -二甲基- 1 -戊烯, 错误; B 项, 该烯烃的结构不对称, 与 HCl 加成反应可能生成两种产物, 错误; D 项, 该有机物与 H_2 的加成产物为



3. B [根据题意可知该气态烃分子中含有一个碳碳三键或两个碳碳双键且含有 6 个氢原子, 分子式应为 C_4H_6 , B 正确。]

4. D [加热一段时间后, 发现忘了加碎瓷片, 要立即停止加热, 冷却至室温倒出液体, 再补加碎瓷片, A 正确; 制备乙烯时应该使温度迅速上升到 170°C , 减少副产物的生成, 140°C 时会生成乙醚, B 正确; NaOH 溶液的作用是除去产生的 SO_2 、 CO_2 等杂质, 防止影响乙烯的检验, 因为二氧化硫也会使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 正确; 实验时溴的四氯化碳溶液会褪色但不分层, 酸性高锰酸钾溶液会褪色也会分层, D 错误。]

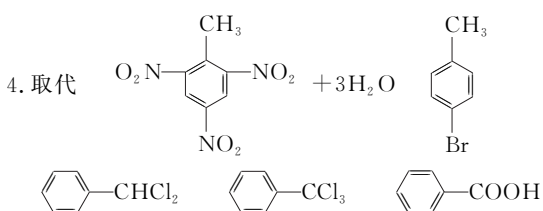
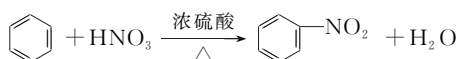
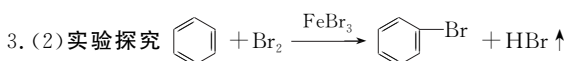
5. A [由制备和研究乙炔性质的实验装置图可知, b 中发生反应: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$, c 中硫酸铜溶液除去杂质 H_2S 和 PH_3 , d 中溴水中的 Br_2 与乙炔发生加成反应, e 中乙炔与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应, 最后点燃气。a 中用饱和食盐水是为了控制反应速率, 避免反应过快, 不易控制, 与制备乙炔的纯净度无关, A 项错误; 由分析可知, c 中硫酸铜溶液的作用是除去杂质 H_2S 和 PH_3 , 防止影响后续实验, B 项正确; 由分析可知, d 中发生加成反应, e 中发生氧化反应, 两者褪色原理不同, C 项正确; 乙炔燃烧产生明亮、伴有浓烟的火焰, D 项正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. 苯环

2. (1) 平面正六边形 sp^2 (2) 无色 液态 有特殊气味 小 易溶 低 易 有毒

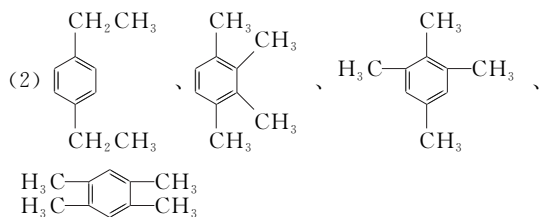
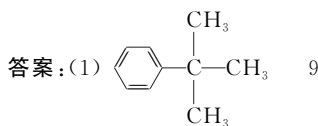


[关键能力·提升]

1. C [$\text{R}(\text{C}_7\text{H}_8)$ 属于芳香烃, 则结构简式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$, 苯环上有 3 种处于不同化学环境的氢原子, 故其一氯代物有 3 种, A 正确; 甲苯与 Cl_2 在光照条件下发生 $-\text{CH}_3$ 上的取代反应, 与 Cl_2 在 FeCl_3 催化下发生苯环上甲基的邻、对位上氢原子的取代反应, 反应条件不同, 所得产物不同, B、D 正确; 甲苯分子中有 4 种处于不同化学环境的氢原子, 核磁共振氢谱有 4 组峰; Z 是 C_6H_{10} , 分子中有 5 种处于不同化学环境的氢原子, 故核磁共振氢谱有 5 组峰, C 错误。]

2. 解析: (1) 若苯的同系物乙能被酸性高锰酸钾溶液氧化为分子式为 $C_8H_6O_4$ 的芳香酸(二元酸), 说明苯环上有两个侧链, 可能是两个乙基, 也可能是一个甲基和一个丙基, 而丙基又有两种结构 ($-CH_2CH_2CH_3$ 和 $-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-CH_3$), 两个侧链在苯环

上的位置又有邻、间、对 3 种, 故乙可能的结构有 $3 \times 3 = 9$ (种)。 (2) 分子式为 $C_{10}H_{14}$ 的苯的同系物苯环上的一溴代物只有一种, 其苯环上可能只有 2 个相同的侧链且位于对位, 或 4 个相同的侧链, 且两两处于对称位置。



3. B [反应完全后, 混合液分层, 先用分液漏斗进行分液, 再利用蒸馏烧瓶、直形冷凝管等进行蒸馏, B 错误。]

考点三

[必备知识·夯实]

1. (1) C (2) 隔绝空气 (3) $C + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO + H_2$
2. (1) C、H

3. (1) 甲烷 (2) $CH_4 + H_2O(g) \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} CO + 3H_2$

[关键能力·提升]

1. C

2. B [装置 II 中逸出的气体通入酸性高锰酸钾溶液, 烯烃将发生氧化反应, A 项正确; 石蜡油分解生成的气体中既有烯烃, 又有烷烃, B 项错误; 根据元素守恒, 可得 $C_{18}H_{38} \xrightarrow{\Delta} C_2H_6 + 8C_2H_4$, 故十八烷完全分解为乙烷和最多乙烯时, 乙烷与乙烯物质的量之比为 1:8, C 项正确; 装置 I 中硫酸铝是催化剂, D 项正确。]

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1) 酯基、酰胺基 (2) sp^2 (3) sp^2 、 sp^3 sp^3
(4) Z (5) 1 7 (6) 5 (7) $C_5H_{11}N$ (8) 否

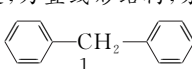
微专题 6 有机物分子的共线、共面分析

[微点精讲]

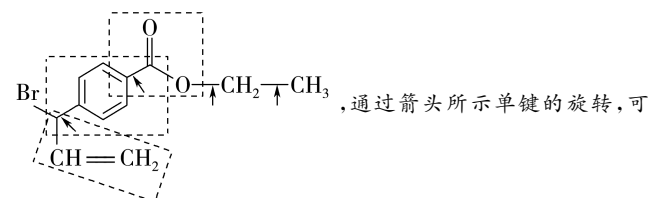
[示例] 11 6 9

[对点训练]

1. D [A 项, 根据乙烯的空间结构可知, $CH_3CH=CHCH_3$ 分子中的四个碳原子处于同一平面, 但不在同一直线上, 错误; B 项, a 与 c 分子中均有连接 3 个碳原子的饱和碳原子, 故所有碳原子不可能共平面, 错误; C 项, 分子中存在连接 4 个碳原子的饱和碳原子, 故所有碳原子不可能共平面, 错误; D 项, d、p 分子中都存在饱和碳原子, 故只有 b 的所有原子处于同一平面, 正确。]

2. D [分子中含有 1 个碳碳三键, 为直线形结构, 分子中至少有 4 个碳原子共直线, A 项错误;  分子中 1 号碳原子为饱和碳原子, 因此该分子中最多有 4 个原子共直线,

B 项错误; 分子中含有碳碳双键、苯环、酯基,



使所有碳原子位于同一平面, C 项错误; 四苯乙烯分子中含有 4 个苯环和 1 个碳碳双键, 均为平面形结构, 则该分子中所有碳原子可能位于同一平面, D 项正确。]

学案 50 卤代烃 醇与酚

考点一

[必备知识·夯实]

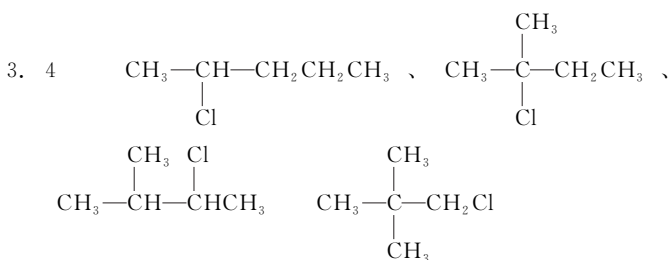
2. (1) 高 升高 不可 小 大

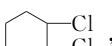
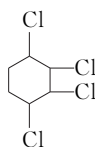
3. (1) 氢氧化钠的水溶液、加热 $C_2H_5Br + NaOH \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} C_2H_5OH + NaBr$ (2) 强碱(如 NaOH 或 KOH)的醇溶液、加热
 $CH_3CH_2Br + NaOH \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} CH_2=CH_2 \uparrow + NaBr + H_2O$
 $CH_2=CHCH_2CH_3$ 或 $CH_3CH=CH-CH_3$ $CH \equiv CH$

4. (1) $CH_3CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{\text{光}} CH_3CH_2Cl + HCl$  + $Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} \text{Benzene ring}-Br + HBr \uparrow$ $C_2H_5OH + HBr \xrightarrow{\Delta} C_2H_5Br + H_2O$ (2) $CH_3-CH=CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_3-CHBr-CH_2Br$

[关键能力·提升]

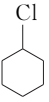
1. C [卤代烃中与卤素原子直接相连的碳原子的邻位碳原子上含氢原子, 能发生消去反应; 卤代烃在氢氧化钠溶液中水解能得到醇。①③⑤不能发生消去反应, 能水解得到醇; ②④⑥既能发生消去反应生成烯烃, 又能发生水解反应生成醇。]
2. C [先取少量 1-溴丁烷, 加入氢氧化钠溶液, 然后加热进行水解, 溶液冷却后, 加入稀硝酸中和过量的氢氧化钠, 再加入硝酸银溶液观察是否有沉淀生成, 故正确的顺序为③⑤②⑥④①, 故选 C。]

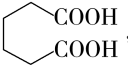


4. D [A 的结构简式为 , 发生消去反应生成 B, B 的结构简式应为 , B 与 Cl_2 发生加成反应生成 ,  发生消去反应生成 C, C 的结构简式为 , 最后 C 与 Cl_2 发生加成反应生成 。据分析可知, A→B 的

反应类型是消去反应, A 正确;  发生消去反应能生成两种产物, 分别为 、, 则同一反应条件下生成

C 的同时,可生成环己炔,B 正确;与 NaOH 溶液发

生水解反应生成的酚羟基也能与 NaOH 溶液反应,而与 NaOH 溶液发生水解反应生成的醇羟基不能与 NaOH 溶液反应,则消耗 NaOH 的物质的量之比为 2:1,C 正确;B 被酸性

高锰酸钾溶液氧化后的有机物为,含有 1 种官能团,D 错误。]

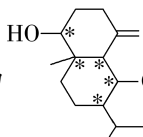
考点二

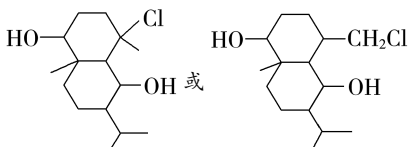
[必备知识·夯实]

- (1)饱和碳原子 $C_n H_{2n+1} OH (n \geq 1)$ (2)脂肪 芳香
- 升高 高于 减小
- CH_3CH_2OH C_2H_5OH 羟基 (1)① $2RCH_2CH_2OH + 2Na \rightarrow 2RCH_2CH_2ONa + H_2 \uparrow$ (2)①③ $2RCH_2CH_2OH + O_2 \xrightarrow{Cu/Ag, \Delta} 2RCH_2CHO + 2H_2O$ (3)② $RCH_2CH_2OH + HBr \xrightarrow{\Delta} RCH_2CH_2Br + H_2O$ (4)②⑤ $RCH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{浓硫酸} RCH=CH_2 + H_2O$ (5)① $R'COOH + RCH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{浓硫酸} R'COOCH_2CH_2R + H_2O$ (6)①② $2RCH_2CH_2OH \xrightarrow[一定温度]{浓硫酸} RCH_2CH_2OCH_2CH_2R + H_2O$

[关键能力·提升]

- D [该物质的分子式应为 $C_{15}H_{26}O_2$, A 错误;该物质分子中有 5

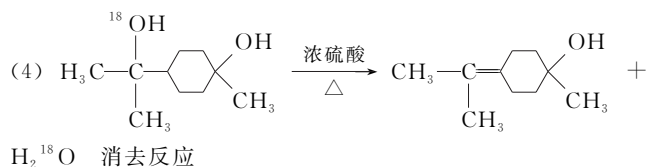
个手性碳原子,用*标注为, B 错误;若其与 HCl

发生加成反应,产物为,

不存在选项中的产物,C 错误;M 中含 2 个—OH,分子之间缩聚形成聚醚,D 正确。]

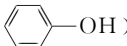
- 解析:(1)由 α -松油醇的结构简式,可确定其分子式为 $C_{10}H_{18}^{18}O$,1 mol $C_{10}H_{18}^{18}O$ 完全燃烧时消耗 O_2 的物质的量为 $(10 + \frac{18}{4} - \frac{1}{2}) mol = 14 mol$ 。(2)A 分子中羟基所连碳原子上没有氢原子,不能被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化,a 符合题意;A 分子中含有羟基,能与 HX 发生取代反应转化为卤代烃,b 不符合题意;A 分子中不含不饱和键,不能发生加成反应,c 符合题意;A 分子中羟基上的氢原子比较活泼,能发生取代反应,d 不符合题意。

答案:(1)1:14 (2)ac (3)浓硫酸、加热



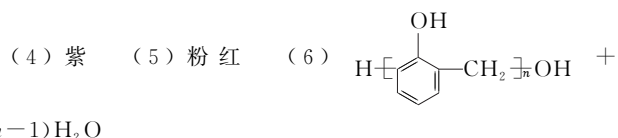
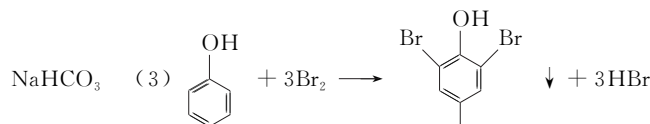
考点三

[必备知识·夯实]

- (1)直接 苯酚() 羟基 (2) C_6H_5O —OH

2.有特殊气味 粉红色 腐蚀性 $65^\circ C$

- (1) $C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$ $C_6H_5ONa + CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_5OH + NaHCO_3$ (2) $C_6H_5ONa +$



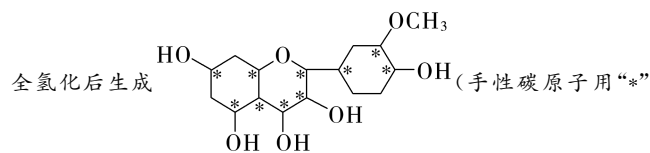
[关键能力·提升]

- B [由阿魏酸的分子结构可知,其分子中存在醇羟基、酚羟基、酯基和碳碳双键共四种官能团。该有机物含有酚羟基,故可看作是酚类物质,酚羟基显酸性,且酸性强于 HCO_3^- ,故该有机物可与 Na_2CO_3 溶液反应,A 正确;由分子结构可知,与醇羟基相连的 C 原子与 3 个不同化学环境的 C 原子相连,且这 3 个 C 原子上均有 H 原子,因此,该有机物发生消去反应时,其消去反应产物最多有 3 种,B 不正确;该有机物在酸性条件下的水解产物有 2 种,其中一种含有碳碳双键和 2 个醇羟基,其能通过加聚反应生成高聚物;另一种水解产物含有羧基和酚羟基,其能通过缩聚反应生成高聚物,C 正确;该有机物分子中含有酚羟基且其邻位 C 原子上有 H 原子,故其可与浓溴水发生取代反应,还含有碳碳双键,故其可与 Br_2 发生加成反应,因此,该有机物与 Br_2 反应时可发生取代和加成两种反应,D 正确。]

- A [B 项,苯酚与溴水反应,说明—OH 对苯环产生影响,不符合题意;C 项,苯酚与 H_2 反应,说明含有不饱和键,不符合题意;D 项,甲苯与硝酸发生三元取代,说明—CH₃ 对苯环产生影响,不符合题意。]

- B [苯酚可与氢氧化钠溶液反应生成可溶于水的苯酚钠,最后与苯混合后溶体分层,该操作能达到实验目的,A 正确;盐酸易挥发,若将盐酸与 $NaHCO_3$ 溶液混合产生的气体直接通入苯酚钠,可能挥发的 HCl 会与苯酚钠反应生成常温下难溶于水的苯酚,不能证明是 CO_2 与其发生的反应,达不到实验目的,应该先除去 CO_2 中可能挥发的 HCl 再进行实验操作,B 错误;酚可与溴水发生取代反应, γ -崖柏素有酚的通性,且 γ -崖柏素的环上有可以被取代的 H,故 γ -崖柏素可与溴水发生取代反应,C 正确;酚类物质不与 $NaHCO_3$ 溶液反应, γ -崖柏素分子中没有可与 $NaHCO_3$ 溶液反应的官能团,故其不可与 $NaHCO_3$ 溶液反应,D 正确。]

- D [分子中含有酚羟基、醇羟基、碳碳双键,能和强氧化性物质反应,故该化合物具有抗氧化、抗衰老功能,A 正确;该化合物含有羟基、醚键、羰基 3 种含氧官能团,B 正确;该化合物完



- 课堂小结·一题串知
一题串所学 (1) $C_{12}H_{18}O_{11}$ 羟基、酯基、醚键、碳碳双键 (2)7

学案 51 醛与酮 羧酸

考点一

[必备知识·夯实]

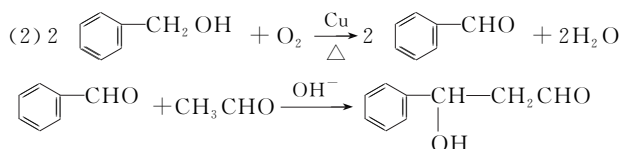
1. 烃基(或氢原子) 醛基 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—H}$ (醛基) 羰基 两个烃基
 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ (酮羰基)
2. (1) $\text{RCHO} + \text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{RCH}_2\text{OH}$ $\text{RCHO} + \text{HCN} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{R—}\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CN}}{\text{C}}}$
 $\text{RCOONH}_4 + 2\text{Ag} \downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{RCOONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{RCHO} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{RCOOH}$
3. HCHO 气体 液体
4. (1) $\text{R—}\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{—CH}_3$ (2) $\text{R—}\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{—CN}$

[关键能力·提升]

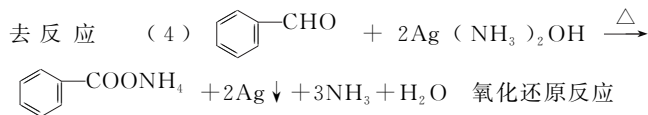
1. B [A项, —CHO 干扰 $\text{C}=\text{C}$ 的检验, 应先用弱氧化剂把 —CHO 除去后, 再加溴水检验 $\text{C}=\text{C}$, 错误; C项, 物质 B 分子中含有醛基, 可以发生银镜反应, 但不含酯基或卤素原子, 不能发生水解反应, 错误; D项, 1 mol B 分子中含有 1 mol 苯环、1 mol 碳碳双键、1 mol 醛基、1 mol 羰基, 最多可与 6 mol H_2 发生加成反应, 错误。]
2. B [乙炔与水发生加成反应生成乙醇, 然后异构化生成乙醛, A 不符合题意; $\text{CH}_2=\text{CHOH}$ 与 H_2 发生加成反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 不存在烯醇式与酮式的互变异构原理, B 符合题意; $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3$ 水解得到 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 不稳定, 会发生题述异构化反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$, C 不符合题意; CH_3COCH_3 含酮式结构, 可发生互变异构转化为 $\text{CH}_2=\text{C(OH)CH}_3$, 即可形成分子内氢键, D 不符合题意。]

3. 解析: 通过反应条件和信息可知, A 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, B 为 CH_3CHO , C 为苯甲醇 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$), D 为苯甲醛 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$), E 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH(OH)CH}_2\text{CHO}$, F 为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH=CHCHO}$ 。

答案: (1) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH=CHCHO}$ 羟基、醛基



(3) 加成反应 取代(或水解)反应 氧化反应 加成反应 消



考点二

[必备知识·夯实]

1. 烃基(或氢原子) $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 (n \geq 1)$
2. $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ HCOOH HOOC—COOH
3. (1) 醛基、羧基 (2) COOH 草酸
4. (1) 减小 不溶于水 (2) 升高 $<$ 高 氢键
5. (2) COOCH_2 COOCH_2 $\text{HO—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—OCH}_2\text{CH}_2\text{—O—}$
 $\text{H—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—CH}_2\text{—OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ (3) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$

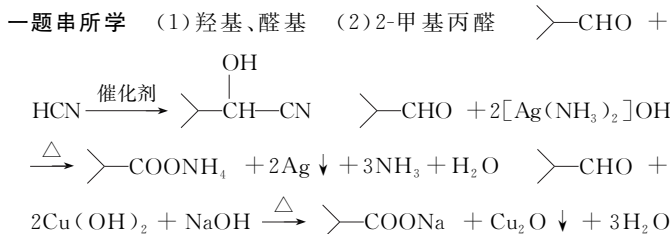
实验探究 (2) 导气兼冷凝 催化和吸水 防止倒吸 乙醇、乙酸挥发

[关键能力·提升]

1. D [分子中存在 —OH 和 —COOH , 可以形成分子间氢键 $\text{—O—H}\cdots\text{O}$, A 正确; 分子中含有 —OH , 可以和乙酸发生酯化反应, 分子中含有 —COOH , 可以和乙醇发生酯化反应, B 正确; 分子中含有 —COOH , 可以和 NaHCO_3 反应产生 CO_2 , C 正确; 分子中只有碳碳双键能和 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, 1 个 Z 分子中含 2 个碳碳双键, 1 mol Z 与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应最多消耗 2 mol Br_2 , D 错误。]
2. D [由结构简式可知, M 的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{O}_5$, 故 A 正确; 有机物分子中含有碳碳双键, 可使溴的四氯化碳溶液、酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 B 正确; 有机物分子中含有碳碳双键, 可以发生加成、加聚、氧化反应, 分子中含有酯基, 能发生水解反应, 水解属于取代反应, 故 C 正确; 1 mol M 与足量 Na 反应生成 1 mol 氢气, 1 mol M 与足量 NaHCO_3 溶液反应生成 1 mol 二氧化碳气体, 产生气体的物质的量之比为 1:1, 故 D 错误。]
3. C [该有机物为羟基羧酸, 分子中含 —OH 和 —COOH , 在浓硫酸存在时加热可发生消去反应, 和分子内酯化反应, A、B、D 产物可以得到; C 产物不可能得到。]

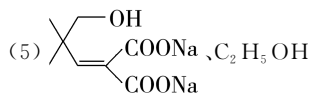
4. C [酯化反应是可逆反应, 适当增加 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 的用量可增大苯甲酸的转化率, A 正确; 球形冷凝管和蛇形冷凝管均可以冷凝回流, 所以仪器 b 可用仪器 c 代替, B 正确; 实验后混合液经饱和碳酸钠溶液吸收多余的 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 和剩余的苯甲酸, 再用水洗涤后可获得粗品, 用 NaOH 溶液会使产物水解造成产率下降, C 错误; 分水器中水层高度不变时表示不再产生水, 即反应达到平衡, 可停止加热, D 正确。]

[课堂小结·一题串知]





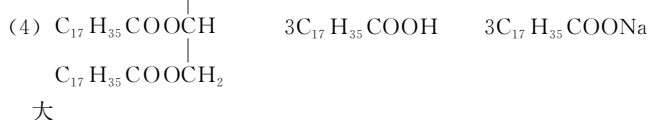
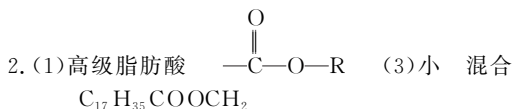
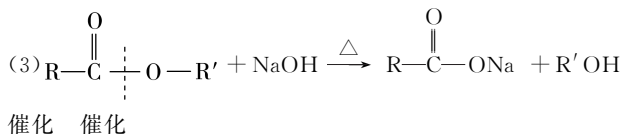
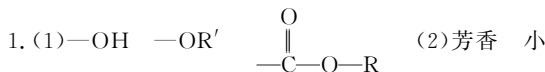
应 (4) 否 银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$



学案 52 羧酸衍生物——酯与酰胺

考点一

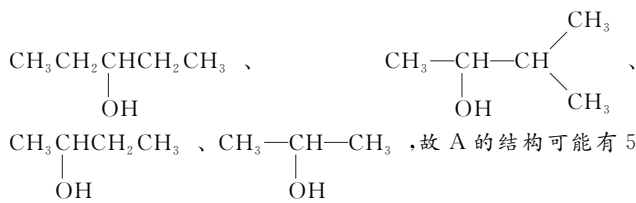
[必备知识·夯实]



[关键能力·提升]

1. **C** [反应①是羧酸和醇的酯化反应,是典型的取代反应,A 正确;反应②是羧酸和烯烃在酸性条件下生成了酯,所以这个反应是合成酯的方法之一,B 正确;产物分子中异丙基中间碳原子为 sp^3 杂化,因此产物分子中所有碳原子不共平面,C 错误;根据酯的命名原则,从该酯的结构特征看,羧酸部分是乙酸,醇是异丙醇,所以其名称是乙酸异丙酯,D 正确。]

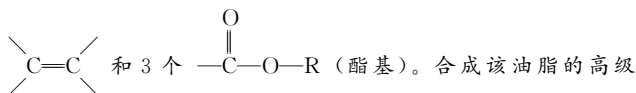
2. **A** [根据题意可知,E 分子至少有 3 个碳原子,故 C 可能为甲酸、乙酸、丙酸,则 D 可能为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、



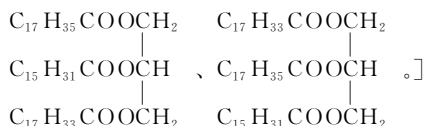
种,A 正确。]

3. **D** [植物油分子中含有不饱和的碳碳双键,碳碳双键性质活泼,容易被酸性高锰酸钾溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 错误。]

4. **C** [根据该油脂的分子结构可知一个油脂分子中含 1 个



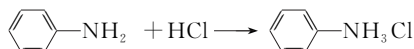
脂肪酸是混酸,和 H_2 加成时得不到硬脂酸甘油酯;一定条件下 1 mol 该油脂只能与 1 mol H_2 发生加成反应;油脂在 NaOH 溶液中水解,得到肥皂的主要成分——高级脂肪酸钠;与该物质互为同分异构体,完全水解后产物相同的油脂均为高级脂肪酸在甘油上的取代位置不同而形成的异构体,有两种:



考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) 烃基 氨基 氢原子 取代的氨基 (2) 碱性

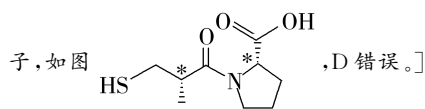


2. (1) 羟基 (2) 酰 酰胺 (3) $\text{RCOOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{RCOONa} + \text{NH}_3 \uparrow$

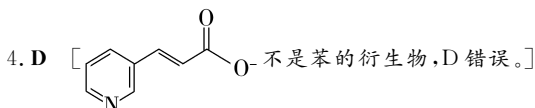
[关键能力·提升]

1. **B** [胺与羧酸反应生成酰胺基的反应和酯化反应均为分子间脱水,属于取代反应,A 错误;B 正确; C_4NH_{11} 的胺类同分异构体共 8 种,C 错误;胺类物质中氮原子均为 sp^3 杂化,D 错误。]

2. **C** [卡托普利的含氧官能团有羧基和酰胺基,A 错误;酰胺基、羧基都能与 NaOH 反应,1 mol 该有机物最多能与 2 mol NaOH 即 80 g NaOH 反应,B 错误;羧基能发生酯化反应,酰胺基能发生水解反应,均属于取代反应,巯基($-\text{SH}$)化学性质类似醇羟基,能发生氧化反应,C 正确;连有四个不同原子或基团的碳原子为手性碳原子,卡托普利分子中有 2 个手性碳原

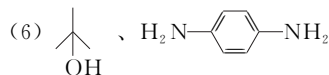
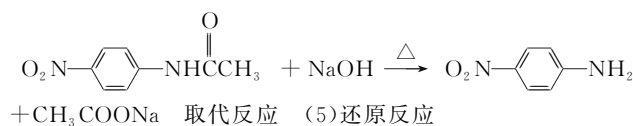
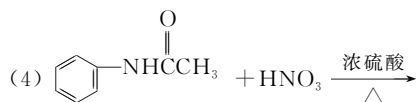
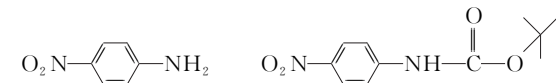
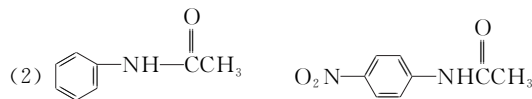


3. **A** [分子中含有酯基、氨基、酰胺基、醚键、碳碳双键 5 种官能团,A 错误。]



[课堂小结·一题串知]

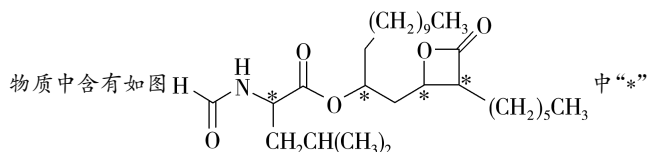
一题串所学 (1) 酯基、酰胺基、氨基



微专题 7 多官能团有机物的结构与性质

[对点训练]

1. **A** [手性碳原子是指连有 4 个不同原子或基团的饱和碳原子,该



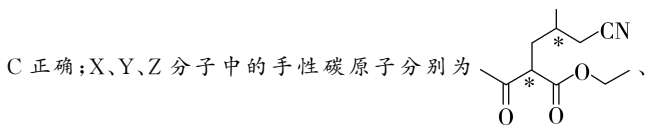
所示的 4 个手性碳原子,A 错误;该物质中 $-\text{NH}-$ 中的 H 可

与 —C(=O)—O— 中的双键 O 形成分子内氢键, B 正确; 该物质中的 —C(=O)—H 结构可与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应, 从而使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 正确; 该物质中含有酯基、酰胺基, 故该物质可发生水解反应, D 正确。]

2. B [该分子中含有羟基、羧基、醚键、酯基共 4 种含氧官能团, A 错误; 羧基和酯基可与 NaOH 发生反应, 1 mol 该分子最多与 2 mol NaOH 发生反应, B 正确; 碳碳双键可以与 H_2 发生加成反应, 但酯基、羧基中的碳氧双键不能, 则与氢气反应, 羧基、酯基中的 π 键不能断裂, C 错误; 分子中 3 个环状结构均有多数 sp^3 杂化的碳原子, 不存在共平面的环状结构, D 错误。]

3. C [对比 X、Y 的结构简式可知, X 中醛基与 $\text{H}_2\text{N—R}$ 中氨基发生加成反应, 故 A 正确; 由 A 项分析可知, X 中参与反应的官能团为醛基, 故 B 正确; 由 Y 的结构简式可知, 原醛基碳原子反应后, 分别连接了苯环、 —OH 、 —H 、 —NHR 四种不同基团, 该碳原子为手性碳原子, 故 C 错误; 苯环为平面结构, 碳氮双键也为平面结构, 因此虚框中所有原子可能共面, 故 D 正确。]

4. B [Y 分子中存在氨基, 氨基能与水形成氢键, 在水中的溶解性增大, 因此水中溶解性: $\text{X} < \text{Y}$, A 正确; Y 分子中的氨基上的氢原子被取代, 因此 $\text{Y} \rightarrow \text{Z}$ 属于取代反应, B 错误; X、Y 分子中含有酯基, Z 分子中含有酰胺基, 因此 X、Y、Z 均能发生水解, C 正确; X、Y、Z 分子中的手性碳原子分别为



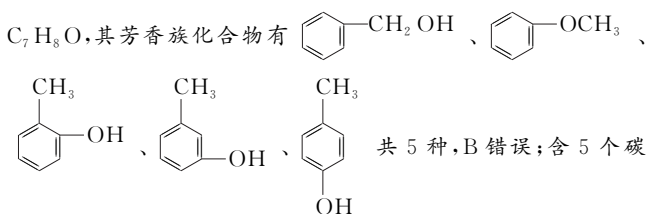
性碳原子, D 正确。]

学案 53 有机物的同分异构体

考点一

[关键能力·提升]

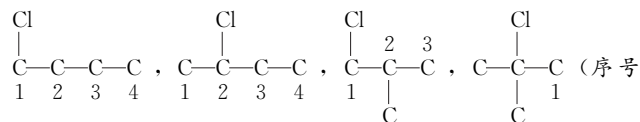
1. B [甲苯苯环上有 3 种处于不同化学环境的氢原子, 丙基有 2 种, 故甲苯苯环上的氢原子被含 3 个碳原子的烷基取代, 所得产物有 $2 \times 3 = 6$ (种), A 正确; $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, 其芳香族化合物有



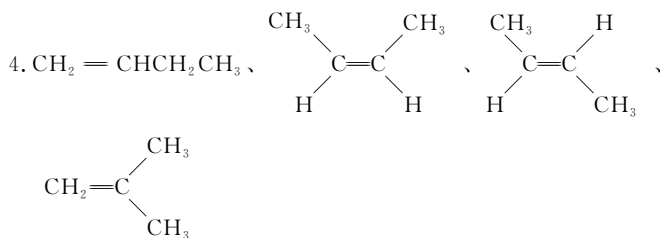
原子的饱和链烃为正戊烷时, 其一氯代物有 3 种, C 正确; 菲分子中有 5 种处于不同化学环境的氢原子, 故一硝基取代物有 5 种, D 正确。]

2. C [分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的醇有 4 种, 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$ 的链状结构的羧酸有 3 种, 二者形成酯 (不考虑立体异构) 有 $3 \times 4 = 12$ (种)。]

3. C [根据碳骨架, 先固定氯原子的位置, 再考虑溴原子的位置, 不考虑立体异构, 则分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{BrCl}$ 的有机物为



表示溴原子的位置), 共 12 种。]



考点二

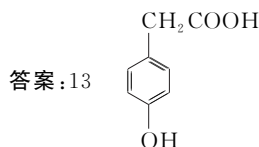
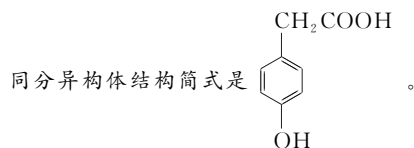
[必备知识·夯实]

[示例] 解析: 第一步: 根据限定条件确定碎片基团或官能团:

- ①加入 FeCl_3 溶液发生显色反应可确定含酚羟基。
- ②与 NaHCO_3 溶液反应有气体放出可确定含 —COOH , 根据上述已确定的两种基团, 进而确定还含有 —CH_3 。

第二步: 将碎片基团或官能团组装确定同分异构体:

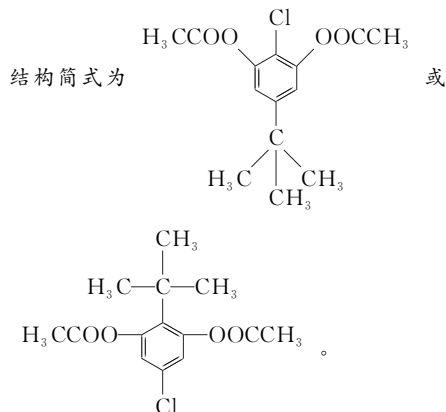
若苯环上有两条支链 $\text{—CH}_2\text{COOH}$ 和 —OH , 有邻、间、对 3 种结构; 若苯环上有三条支链 —OH 、 —CH_3 、 —COOH , 有 10 种结构, 所以满足条件的 F 的同分异构体共有 13 种。其中, 核磁共振氢谱理论上 5 组峰, 且峰面积之比为 2:2:2:1:1 的



答案: 13

[关键能力·提升]

1. 解析: G 分子中含有 14 个 C、1 个 Cl、4 个 O, 不饱和度为 6, 其同分异构体 (记作 G') 在碱性条件下水解后酸化, 生成两种有机产物 X 和 Y, 且 $n(\text{X}):n(\text{Y})=2:1$, 说明 G' 分子中存在两个酯基; Y 分子中含有苯环且能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 说明 Y 分子中含有酚羟基, 则 X 分子中应含有羧基; 结合 X 的相对分子质量为 60 可知, X 为 CH_3COOH ; G' 分子中只有三种不同化学环境的 H 原子, 故 G' 结构对称, 结合剩余碳原子数知, 苯环上的另一个含碳取代基只能是 $\text{—C(CH}_3)_3$, 因此 G' 的



学案 54 生物大分子 合成高分子

考点一

[必备知识·夯实]

- (2) C、H、O (3) 2~10
- (1) 同分异构体 氧化反应 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 己六醇 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ (2)
$$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CHO} \\ | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{HOCH}_2-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHO} \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$$
 还原
- $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 葡萄糖和果糖 葡萄糖
- (1) $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酸或酶}} n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
淀粉 葡萄糖
 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酸或酶}} n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
纤维素 葡萄糖

实验探究 不正确 加入 NaOH 水溶液呈碱性后,加入碘水, I_2 与 NaOH 溶液发生反应,没有 I_2 存在,不能证明淀粉完全水解
不正确 乙实验方案中未用碱中和作催化剂的酸,银镜反应须在碱性条件下才能发生 正确 水解液加入碘水,溶液无现象,说明无淀粉存在,淀粉完全水解。有银镜产生,说明淀粉水解生成葡萄糖

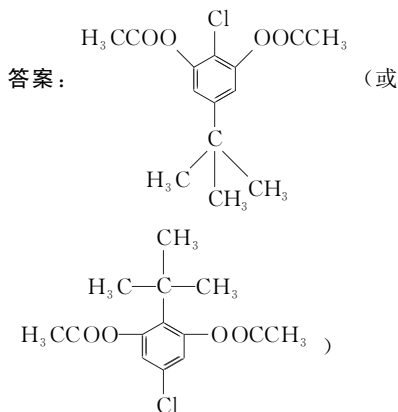
[关键能力·提升]

- B** [淀粉与纤维素的分子通式均为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$,但 n 值不同,故二者不互为同分异构体,B 错误。]
- B** [由题给该物质的结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{O}_6\text{N}$,故 A 错误;该物质结构中含有多个醇羟基,能发生缩聚反应,故 B 正确;结构相似、分子组成相差若干个 CH_2 原子团的化合物互为同系物,葡萄糖分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,该物质的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{O}_6\text{N}$,二者不互为同系物,故 C 错误;单键均为 σ 键,双键含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,该物质结构中含有 $\text{C}=\text{O}$,即分子中存在 σ 键和 π 键,故 D 错误。]
- D** [某糖是否属于还原糖,可通过银镜反应加以证明。银镜反应应该采取水浴加热,同时考虑到银镜反应应该在碱性条件下进行,故蔗糖水解后应先加碱中和作催化剂的酸,然后才能进行银镜反应,综上所述,D 项正确。]
- D** [步骤 1 中 $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硫酸的作用是作催化剂,加快淀粉水解的速率,A 正确;pH 试纸可用来检测溶液酸碱性,B 正确;步骤 3 中产生砖红色沉淀,说明 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 被还原,淀粉水解产物作还原剂,具有还原性,C 正确;氢氧化钠可与碘单质反应, I_2 被消耗,无法说明淀粉是否完全水解,若要验证淀粉是否完全水解,应取步骤 1 的溶液少许,滴入碘水,D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

- (1) 氨基 $-\text{NH}_2$ $-\text{COOH}$ (2)
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CHCOOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{NaOH} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COONa} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$$
$$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array} + \begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{H})-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \quad \quad | \\ \text{NH}_2 \quad \quad \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$$



2. **解析:**由题给 F 的结构简式可知,F 的不饱和度为 8,分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}$,其同分异构体满足条件:含有一 NH_2 ,且无 $\text{N}-\text{O}$,含有 2 个苯环,核磁共振氢谱为 6 组峰,说明其是对称结构,满足条件的有 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$,共 2 种。

答案:2

3. **解析:**D 为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OC}_2\text{H}_5$,其同分异构体与 D 的官能团完全相同,说明有两个酯基,且水解后生成丙二酸,说明主体结构中含有 $-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-$,根据题给 D 的结构简式,剩余的 C 的个数为 5,剩余 H 的个数为 12,因同分异构体中只含有酯基,则不能将 H 单独连接在某一端的 O 上,因此将 5 个碳原子拆分。当一侧连接 $-\text{CH}_3$ 时,另一侧连接 $-\text{C}_4\text{H}_9$,此时 $-\text{C}_4\text{H}_9$ 共有 4 种不同的结构;当一侧连接 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 时,另一侧连接 $-\text{C}_3\text{H}_7$,此时 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 共有 2 种不同的结构,故满足条件的同分异构体有 $4+2=6$ (种)。

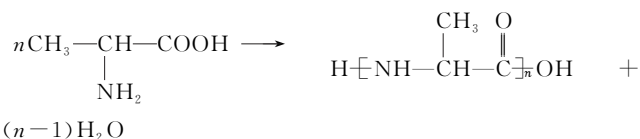
答案:6

4. **解析:**I 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_4$,其不饱和度为 6,其同分异构体中苯环占 4 个不饱和度, $\text{C}=\text{O}$ 和硝基各占 1 个不饱和度,因此满足条件的同分异构体中除了苯环、 $\text{C}=\text{O}$ 和硝基之外没有其他不饱和结构。由题给信息,结构中存在“ $-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ ”,根据核磁共振氢谱中峰面积之比为 3:2:2:2 可知,结构中不存在羟基、存在甲基,结构高度对称,硝基、苯环和 $\text{C}=\text{O}$ 共用 3 个 O 原子,还剩余 1 个 O 原子,因此剩余的 O 原子只能插入两个相邻的 C 原子之间。不考虑该 O 原子,碳骨架的结构有 2 种,且每种都有 3 个位置可以插入该 O 原子,如图: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$,

答案:6

入该 O 原子,如图: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ (序号表示插入 O 原子的位置),因此符合题意的同分异构体共有 6 种。其中,能够水解生成 $\text{H}(\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2)$ 的结构为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ 。

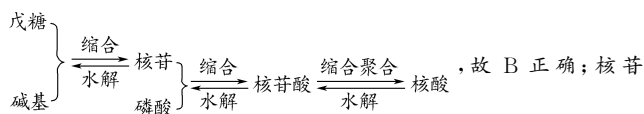
答案:6 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$



2. (1)氨基酸 肽键 (2)氨基酸 $-\text{NH}_2$ $-\text{COOH}$ 可逆 不可逆 黄 烧焦羽毛
3. (1)催化剂 蛋白质 (2)接近体温 7 专一性
4. (1)磷酸 戊糖 碱基 环状 腺嘌呤 鸟嘌呤 胞嘧啶 胸腺嘧啶 (2)碱基 氢键 鸟嘌呤 核苷酸 单链 32% 18% 18%

[关键能力·提升]

1. **C** [谷氨酸分子间可形成两种二肽, A 错误; 谷氨酸分子中有 1 个手性碳原子, B 错误; X 的数目为 8 种(不含立体异构), D 错误。]
2. **B** [鸡蛋清溶液中加入硝酸显黄色, 且蛋白质变性, 加水不可溶解, B 错误。]
3. **A** [由题给 I 和 II 的结构可知, I 中的碳碳双键发生加成反应生成 II, A 错误; I 和 II 中均含有羟基, 均可发生酯化反应, B 正确; I 和 II 中均含有酰胺基, 均可发生水解反应, C 正确; 根据题中反应的反应机理可知, 2 个乙烯分子在 UV 下能生成环丁烷, D 正确。]
4. **A** [脱氧核糖核酸(DNA)的戊糖为脱氧核糖, 碱基为腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶, 核糖核酸(RNA)的戊糖为核糖, 碱基为腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶、尿嘧啶, 两者的碱基不完全相同, 戊糖不同, 故 A 错误; 碱基与戊糖缩合形成核苷, 核苷与磷酸缩合形成了核苷酸, 核苷酸缩合聚合可以得到核酸, 如图:



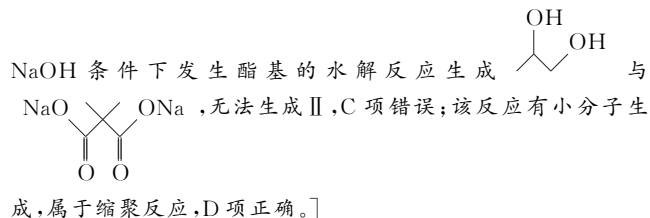
考点三

[必备知识·夯实]

2. (3)单体 链节 聚合度
3. (2)热塑性 热固性
4. (1) $\left[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{R})\right]_n$ $\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{C}(\text{R})-\text{CH}_2\right]_n$
 $\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})\right]_n$ $\left[\text{CH}=\text{C}(\text{R})\right]_n$
(2) $\text{H}-\left[\text{OCH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})\right]_n-\text{OH} + (2n-1)\text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}-\left[\text{OCH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\right]_n-\text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O} \quad (n-1)\text{H}_2\text{O}$
 $\text{H}-\left[\text{NHCH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})\right]_n-\text{OH}$
 $\text{H}-\left[\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\right]_n-\text{OH} \quad \text{H}-\left[\text{OCH}_2\text{CH}_2\right]_n-\text{OH}$

[关键能力·提升]

1. **D** [木质素为纤维素, 属于多糖类, 为有机物, A 错误; 纤维素的分子中有数千个葡萄糖单元, B 错误; 脲醛树脂由尿素和甲醛缩聚而成, 属于合成高分子, C 错误; 酚醛树脂可由苯酚与甲醛缩聚得到, D 正确。]
2. **C** [E 中 C 原子均为 sp^3 杂化, 故 E 中所有原子不可能共平面, A 错误; E 与 F 生成 G 的反应中没有小分子生成, 属于加聚反应, B 错误; F 中酯基在碱性条件下可发生水解: $\text{HO}-\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{HO}-\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2-\text{OH} + \text{NaO}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}\equiv\text{CH}$, C 正确; 发生自身加聚反应生成 $\left[\text{O}-\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}\equiv\text{CH}\right]_n$, 其结构单元与 G 的不同, D 错误。]
3. **D** [元素定量分析用于测定物质中各元素的含量, I、IV 的分子式均为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, 各元素含量相等, 无法通过元素定量分析区分, A 项错误; 由 III 的结构知, 其为线型结构, B 项错误; III 在



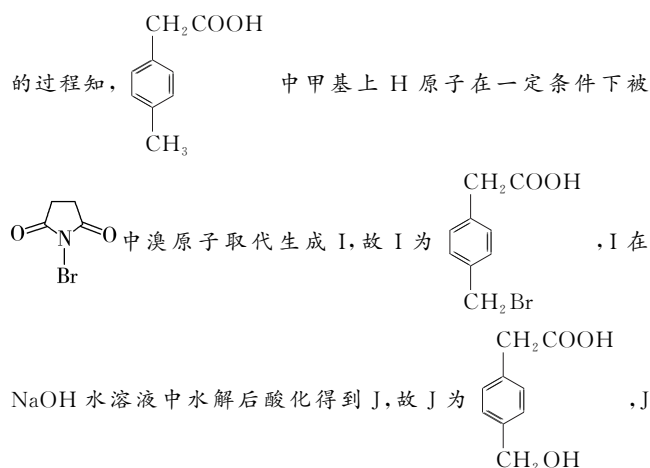
4. **B** [合成 $\text{H}-\left[\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2\right]_n-\text{OH}$ 的单体应为 $\text{NH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ 和 $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, B 错误。]

学案 55 有机合成中的推断

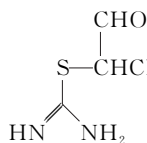
考点一

[关键能力·提升]

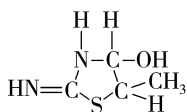
1. 解析: (1) A 能发生银镜反应, 说明含有醛基, 结合 A 的分子式及 B 的结构简式知, A 为丙醛, 结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 。(2) 由 B 的结构简式知, B 中含有醛基和碳溴键(或溴原子)。(3) 比较 F 的分子式和 E、H 的结构简式知, F 为 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{S}-\text{CH}_2\text{Br}$, 则 F→H 发生取代反应。(4) 参照 E→F



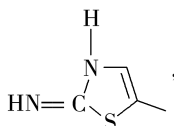
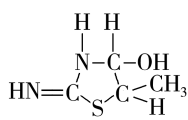
和 CH_3OH 在浓硫酸的催化下发生酯化反应生成 K。(5) $\text{X} \rightarrow \text{Y}$ 发生 $-\text{SH}$ 参与的取代反应,结合 X、B 的结构简式和 Y 的分子式知, Y 为



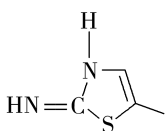
, Y 发生分子内 $-\text{NH}_2$ 与醛基的加成反应生成



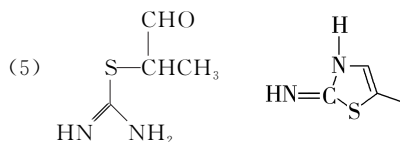
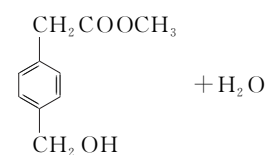
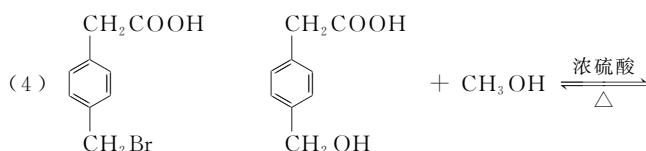
,结合 D 的结构知,发生消去反应生成



异构化后得到 D。

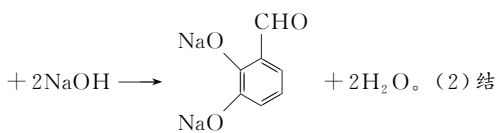
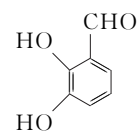
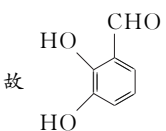


答案:(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ (2) 碳溴键(或溴原子) (3) 取代反应

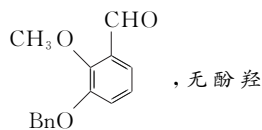
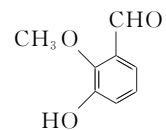


2. 解析:(1)由题中化合物 A 的结构简式可知其含氧官能团是醛基和(酚)羟基。酚羟基具有酸性,能与 NaOH 发生中和反应,

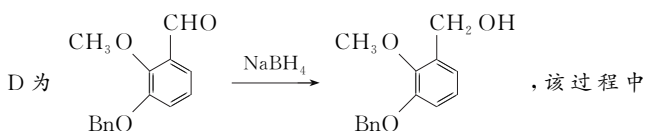
故与足量 NaOH 溶液反应的化学方程式是



合题中 B 的分子式以及 A、C 的结构简式可推知 B 为

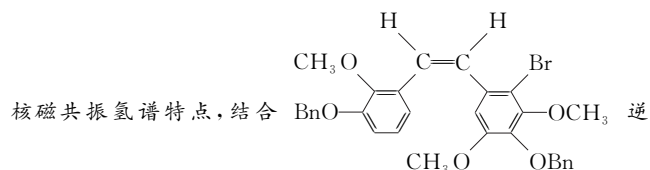


,无酚羟基,不能与 FeCl_3 溶液作用显色,①错误;C 分子中含醛基,能与新制氢氧化铜反应生成氧化亚铜砖红色沉淀,②正确;C 分子中含醛基,D 分子中含羟基,二者不互为同系物,③错误;C 分子中含醛基,能与 HCN 发生加成反应,④正确。(4) $\text{C} \rightarrow$

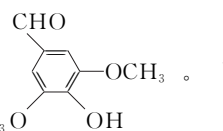


该过程中涉及醛基与 BH_4^- 的亲核加成反应以及还原反应,故涉及的反

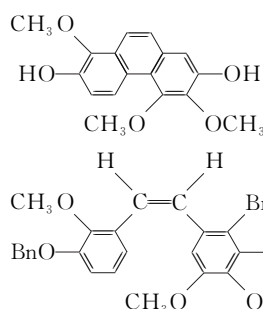
应类型有加成反应和还原反应。(5) CH_3OLi 是甲醇与 Li 反应的产物,其名称是甲醇锂(或甲氧基锂)。(6)结合题干合成路线中的物质变化及反应条件,由多取代苯甲醛 J 的分子式及



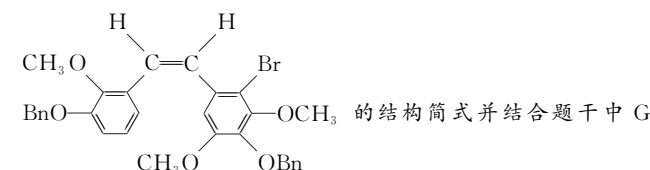
核磁共振氢谱特点,结合



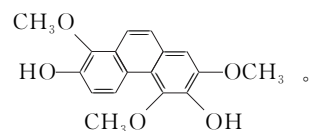
推可知 J 为



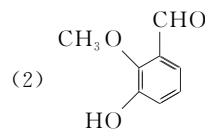
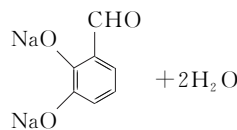
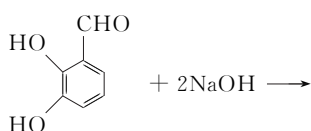
的同分异构体,由



的结构简式并结合题干中 $\text{G} \rightarrow \text{H} \rightarrow$ 毛兰菲的转化可推知 I 为



答案:(1) 醛基、(酚)羟基

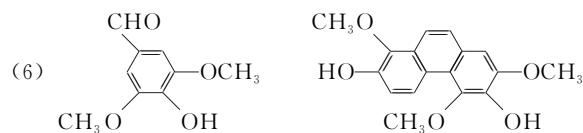


(2)

(3) ②④

(4) 加成反应 还原反应

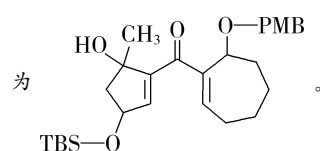
(5) 甲醇锂(或甲氧基锂)



考点二

[关键能力·提升]

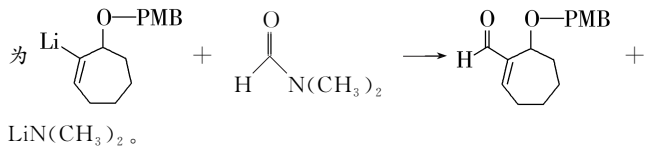
1. 解析:由题干合成流程图可知,A 与 Br_2 在碱性、 CH_2Cl_2 作溶剂条件下发生取代反应生成 B,B 被 NaBH_4 还原为 C,C 经过一系列反应生成 D,D 与 $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ 发生取代反应生成 E,根据 A 到 B 的转化信息可知,F 与 I_2 在碱、 CH_2Cl_2 条件下发生取代反应生成 G,G 经一系列反应转化为 H,H 和 E 先反应后水解生成 J,J 经过反应 VI 生成 K,K 经过反应 VII 生成 L,根据 J 和 L 的结构简式以及题干(5)小问信息可知,K 的结构简式



(1)由合成流程图中B的结构简式可知,B中官能团有碳碳双键、酮羰基、碳溴键(或溴原子)。

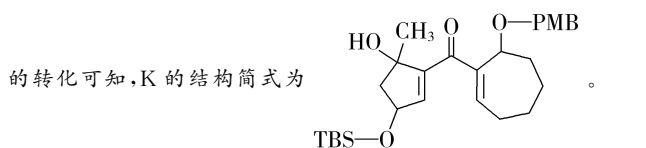
(2)由分析可知,B中的酮羰基转化为C中的羟基,Ⅱ的反应类型为还原反应; BH_4^- 中中心原子B的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2}(3+1-4 \times 1) = 4$,没有孤电子对,故该离子的空间结构为正四面体形。

(3)D与 $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ 发生取代反应生成E,Ⅲ的化学方程式

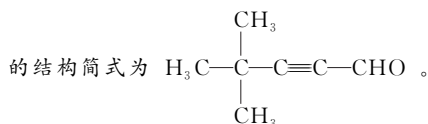


(4)由题干A到B的转化条件可知,Ⅳ的反应条件为 I_2 ,碱, CH_2Cl_2 。

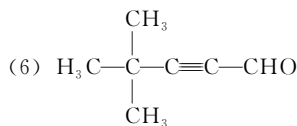
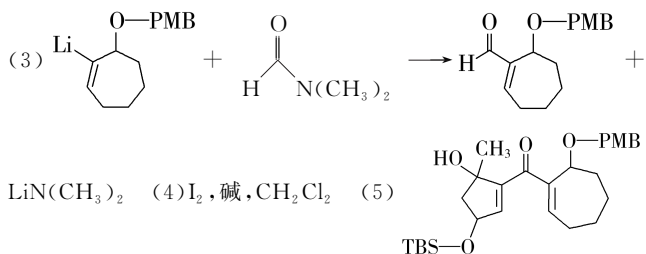
(5)由分析结合题干信息:由J生成L的过程涉及两种官能团

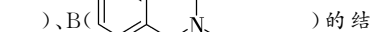


(6)由题干流程图中A的结构简式可知,A的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$,不饱和度为3,Y是A的同分异构体,且满足下述条件:①Y可以发生银镜反应,即含有醛基,②Y的核磁共振氢谱有2组峰,峰面积之比为9:1则可知Y含有3个甲基,故Y

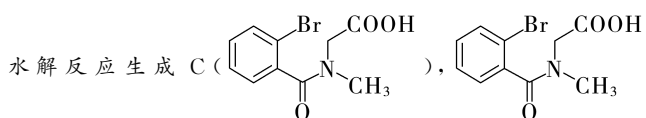
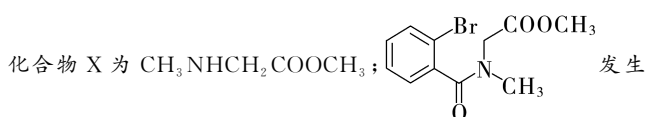


答案:(1)酮羰基 碳溴键(或溴原子) (2)还原反应 正四面体形

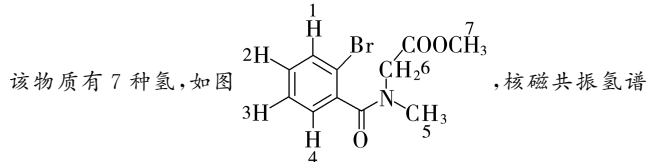
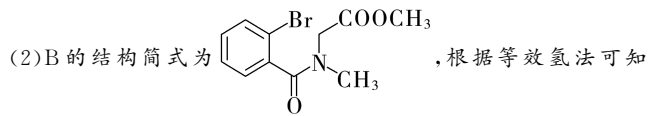
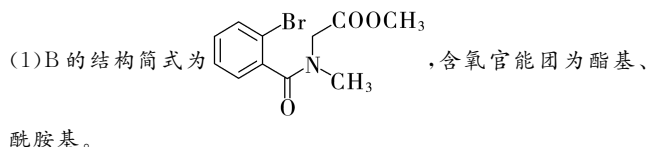


2. 解析:对比A()、B()的结

构简式可知A与 $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{COOCH}_3$ 发生取代反应生成B,



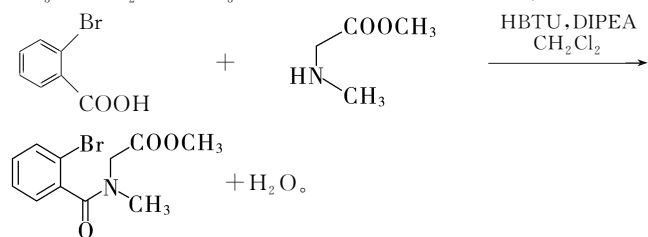
中 $-\text{COOH}$ 与D中 $-\text{NH}_2$ 脱水形成含有酰胺基的E,E先发生加成反应再脱水生成F,F经过一系列反应生成G,G与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 发生加成反应生成H,H发生消去反应生成J。



有7组峰。

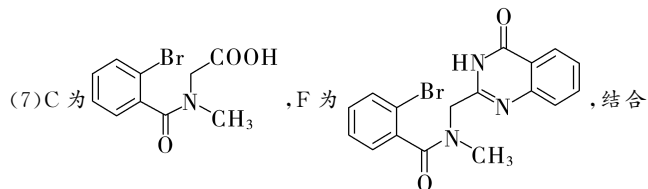
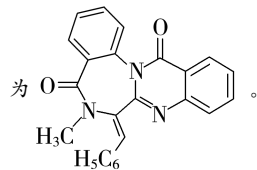
(3)二者均为分子晶体,对比B、C的结构,C中含有的羧基可以形成分子间氢键,使其熔点高于B。

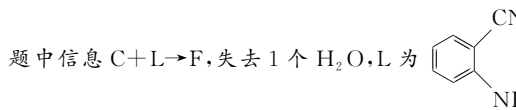
(4)根据分析可知化合物X为 $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{COOCH}_3$,A与 $\text{CH}_3\text{NHCH}_2\text{COOCH}_3$ 发生取代反应生成B的化学方程式为



(5)根据分析可知,Ⅵ中 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$ 的醛基发生加成反应得到羟基。

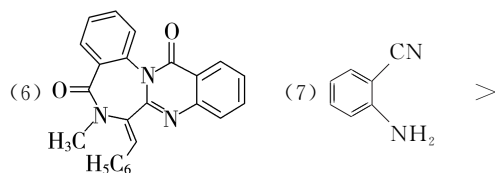
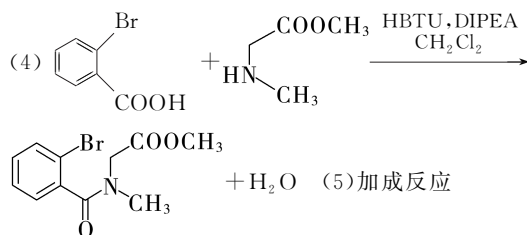
(6)J中因碳碳双键存在顺反异构,其异构体K的结构简式



题中信息 $\text{C}+\text{L}\rightarrow\text{F}$,失去1个 H_2O ,L为  ; $\text{C}\rightarrow\text{F}$ 反

应的原子利用率:以L为反应物一步反应去掉1个 H_2O 得到F,以D为反应物经过两步反应脱去2个 H_2O 得到F, $\text{C}\rightarrow\text{F}$ 反应的原子利用率:以L为反应物 $>$ 以D为反应物。

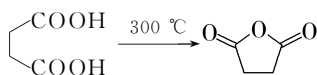
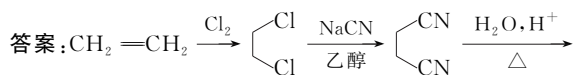
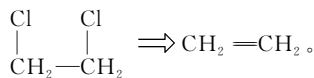
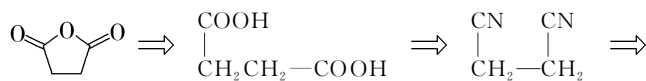
答案:(1)酯基 酰胺基 (2)7 (3) $<$ 二者均为分子晶体,C中含有的羧基可以形成分子间氢键



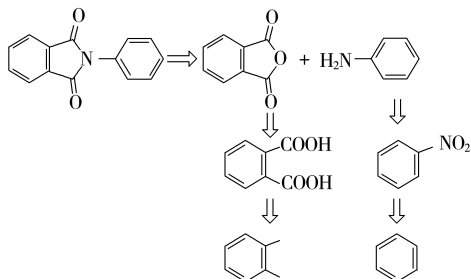
学案 56 有机合成路线的设计

〔关键能力·提升〕

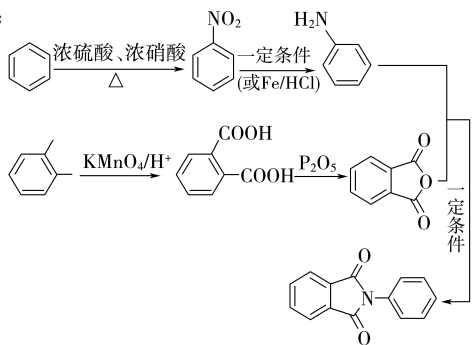
1. 解析: 根据已知信息, 利用逆合成分析法确定合成路线。



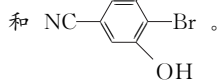
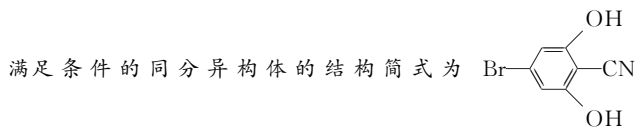
2. 解析:逆合成分析法:



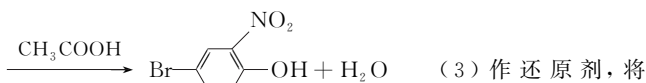
答案：



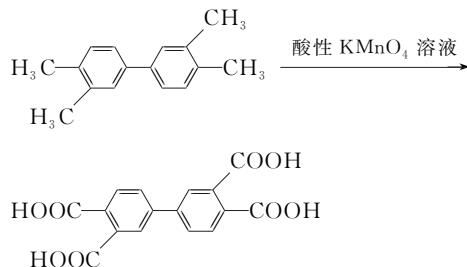
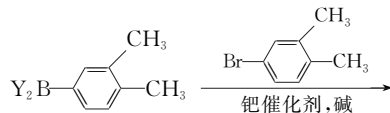
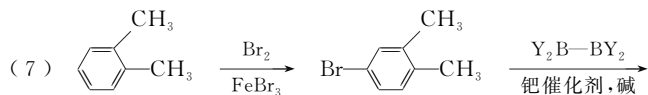
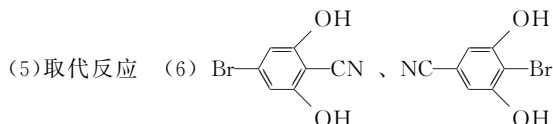
3. 解析: (6) 根据 D 的结构简式可知其分子式为 $C_7H_4O_2BrN$, 除苯环外, 还有 2 个不饱和度、1 个碳原子、2 个氧原子、1 个溴原子和 1 个氮原子 (不计氢原子数), 根据题给信息可知, 其同分异构体中含有酚羟基, 且只有 2 种处于不同化学环境的氢原子, 则含有 2 个处于对称位置的酚羟基, 且含有 1 个 $-CN$, 故



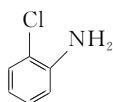
答案: (1) 对溴苯酚 (2) BrC1=CC=C(O)C=C1 + HNO3



—NO₂ 还原为—NH₂ (4)(酚)羟基 碳溴键(或溴原子)

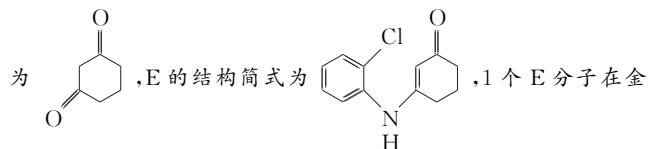


4. 解析: A 发生硝化反应生成 B, B 中磺酸基酸化后生成 C, C 在 $\text{Fe}/\text{HCl}(\text{浓})$ 作用下发生还原反应生成 D, D 的结构简式为

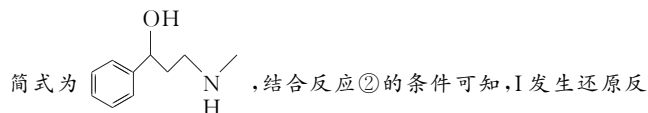


;D 和 X($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$) 发生已知信息的反应生成 E,

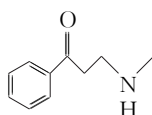
结合题中 X 的分子式可知,其不饱和度为 3,故 X 的结构简式



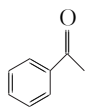
属催化作用下脱去 1 个 HCl 分子得到 F 分子, F 发生取代反应生成 G, G 经过多步合成 H。(5)采用逆合成分析法可知,最后一步 J 和  发生取代反应生成 K, 则 J 的结构



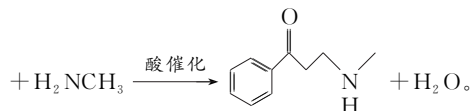
②是羰基被还原为羟基的反应,故 I 的结构简式为



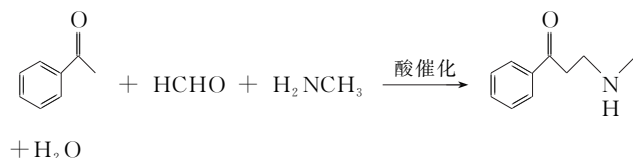
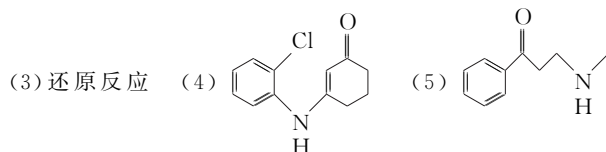
,结合 $F \rightarrow G$ 的反应可知, Y 的结构简式为



,故第①步反应的化学方程式为  + HCHO



答案:(1)对氯苯磺酸(或 4-氯苯磺酸) (2)碳氯键 硝基



第七部分 化学综合实验

第十一章 化学综合实验

学案 57 “微型”实验装置与方案的评价

考点一

[关键能力·提升]

1. A $[\text{Cl}_2]$ 的密度比空气的密度大,采用向上排空气法收集, Cl_2 与 CaCl_2 不反应,应使用 NaOH 溶液吸收 Cl_2 尾气,A 项符合题意;实验室采用电石(CaC_2)与饱和 NaCl 溶液反应制备乙炔,以减缓反应速率,B 项不符合题意; SO_2 可被饱和 NaHCO_3 溶液吸收,而 CO_2 不溶于饱和 NaHCO_3 溶液,故可用饱和 NaHCO_3 溶液除去 CO_2 中的 SO_2 ,C 项不符合题意;镀锌时,镍片连接电源正极,作阳极,待镀铜件连接电源负极作阴极, NiSO_4 溶液作电解液,D 项不符合题意。]
2. B $[\text{酸性 KMnO}_4 \text{ 溶液具有强氧化性,乙炔、H}_2\text{S 均具有还原性,二者都能与酸性 KMnO}_4 \text{ 溶液发生氧化还原反应,不能达到除杂目的,A 错误;加热 NaHCO}_3 \text{ 固体时,试管口略向下倾斜,可避免反应生成的水蒸气冷凝倒流炸裂试管;NaHCO}_3 \text{ 受热分解生成 Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O 和 CO}_2 \text{,将气体通入澄清石灰水,可通过澄清石灰水变浑浊的现象验证其热稳定性弱,B 正确;向容量瓶中转移溶液时,必须使用玻璃棒引流,防止液体洒出瓶外,题图中无玻璃棒引流,C 错误;制备 Fe(OH)}_3 \text{ 胶体的正确操作是向沸水中逐滴滴加 FeCl}_3 \text{ 饱和溶液,煮沸至液体呈红褐色即可;若将 FeCl}_3 \text{ 溶液滴入 NaOH 溶液中,会直接生成 Fe(OH)}_3 \text{ 沉淀,无法得到 Fe(OH)}_3 \text{ 胶体,D 错误。}]$
3. D $[\text{2-溴丁烷在 NaOH 乙醇溶液中加热发生消去反应生成烯烃,IV 中溴的 CCl}_4 \text{ 溶液褪色是因为烯烃与溴发生加成反应,不是取代反应,A 错误;2-溴丁烷在 NaOH 水溶液中加热发生水解反应生成 2-丁醇,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,但不能使溴的 CCl}_4 \text{ 溶液褪色,B 错误;溴乙烷在 NaOH 水溶液中加热水解生成乙醇,乙醇可被酸性 K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 溶液氧化,溶液由橙色变为绿色,颜色有明显变化,C 错误;溴乙烷在 NaOH 乙醇溶液中加热发生消去反应生成 Br}^- \text{,加过量稀硝酸中和过量 NaOH 后,加 AgNO}_3 \text{ 溶液会生成 AgBr 沉淀,D 正确。}]$
4. C $[\text{Fe 与 Cu 形成原电池,电子由 Fe 电极通过导线流入 Cu 电极,说明 Fe 比 Cu 活泼,同理得 Zn 比 Fe 活泼,则金属活动性顺序:Zn>Fe>Cu,A 不符合题意;FeCl}_3 \text{ 溶液滴入淀粉 KI 溶液,溶液颜色变蓝说明氧化性:I}_2\text{<Fe}^{3+} \text{,新制氯水滴入含 KSCN 的 FeCl}_2 \text{ 溶液中,溶液变红,说明氧化性:Cl}_2\text{>Fe}^{3+} \text{,则氧化性顺序:Cl}_2\text{>Fe}^{3+}\text{>I}_2 \text{,B 不符合题意;向苯中滴入酸性高锰酸钾溶液,溶液颜色为紫色,说明苯和酸性高锰酸钾不反应,向甲苯中滴入酸性高锰酸钾溶液,溶液紫色褪去说明甲苯与酸性高锰酸钾反应,故得出结论:苯环使甲基活化,C 符合题意;等体积不同浓度的 Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 溶液中加入等体积等浓度的 H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液中,浓度大的 Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 出现浑浊所用时间较短,能得出结论:增大反应物浓度,该反应速率加快,D 不符合题意。}]$

考点二

[关键能力·提升]

1. C $[\text{在铁制镀件表面镀铜时,待镀件应连接电源负极,铜片应连接电源正极,A 不符合题意;粗盐提纯时,加入 BaCl}_2 \text{ 溶液去除 SO}_4^{2-} \text{,加入 NaOH 溶液去除 Mg}^{2+} \text{,加入 Na}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液去除 Ca}^{2+} \text{与过量的 Ba}^{2+} \text{,Na}_2\text{CO}_3 \text{ 溶液不能先于 BaCl}_2 \text{ 溶液加入,B 不符合题意;K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 溶液中存在平衡:Cr}_2\text{O}_7^{2-} \text{ (橙色)+}$

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} \text{ (黄色)} + 2\text{H}^+ \text{,滴加 NaOH 溶液,} c(\text{H}^+) \text{ 减小,平衡正向移动,滴加 H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液,} c(\text{H}^+) \text{ 增大,平衡逆向移动,故可通过观察溶液颜色变化来探究 } c(\text{H}^+) \text{ 对平衡移动的影响,C 符合题意;乙醇中含有羟基,可与 Na 反应,故无法探究有机物 M 中是否含有羟基,D 不符合题意。}]$

2. A $[\text{根据现象可知稳定性:} [\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} < [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \text{,这是因为 N 的电负性比 O 的电负性小,更容易给出孤电子对,形成的配合物更稳定,A 正确;电解 NaCl 溶液时发生氧化还原反应,生成 NaOH、Cl}_2 \text{ 和 H}_2 \text{,B 错误;乙醇易挥发,产生的气体中会混有乙醇,乙醇也能使酸性 KMnO}_4 \text{ 溶液褪色,题中未排除乙醇的干扰,则不能说明反应生成了丙烯,C 错误;产生 H}_2 \text{ 的物质的量:HA>HB,则 } n(\text{HA})>n(\text{HB}) \text{,又因为 HA 和 HB 两种酸的体积和 pH 相同,则酸性:HA<HB,酸越弱,酸根离子结合质子的能力越强,故结合质子的能力:A}^- > \text{B}^- \text{,D 错误。}]$
3. C $[\text{恒温恒容的平衡体系中通入氩气,各物质浓度不发生变化,平衡不移动,故体系颜色不发生变化,A 不符合题意;HCOO}^- \text{ 水解产生 OH}^- \text{,NH}_4^+ \text{ 水解产生 H}^+ \text{,甲酸铵溶液显酸性,说明 NH}_4^+ \text{ 水解程度更大,由越弱越水解知,} K_a(\text{HCOOH})>K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \text{,B 不符合题意;加入的 NaOH 溶液过量,生成的 Al(OH)}_3 \text{ 可与 NaOH 反应生成可溶的 Na[Al(OH)}_4] \text{,故观察到生成红褐色沉淀不能说明 } K_{sp}[\text{Fe(OH)}_3]<K_{sp}[\text{Al(OH)}_3] \text{,C 符合题意;F}^- \text{ 可与 Fe}^{3+} \text{ 形成配位键,生成无色的 [FeF}_6]^{3-} \text{,[Fe(SCN)}_6]^{3-} \text{ 溶液中加入 NH}_4\text{F,红色的 [Fe(SCN)}_6]^{3-} \text{ 转变为无色的 [FeF}_6]^{3-} \text{,说明稳定性:[Fe(SCN)}_6]^{3-} < [\text{FeF}_6]^{3-} \text{,D 不符合题意。}]$
4. C $[\text{NH}_4\text{Cl 分解生成 NH}_3 \text{ 和 HCl,二者遇冷相遇又重新生成 NH}_4\text{Cl,不能用于制氨,故 A 不符合题意;氨水不溶解银和铜,故 B 不符合题意;在苯酚、苯乙烯、乙苯中分别加入浓溴水,现象依次是生成白色沉淀、溶液褪色、溶液分层且上层呈橙红色,可以区别,故 C 符合题意;SO}_2 \text{ 不能漂白紫色石蕊溶液,D 不符合题意。}]$

[课堂小结·一题串知]

一题串所学 (1)乙、丙、甲 (2)原因是 NaNO_3 分解产生了 O_2 ,且 O_2 在 II 中完全反应生成了 CuO ,造成 III 中的 Cu 不能和 O_2 反应 (3) $2\text{NaNO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ (4)因为 NaNO_3 受热分解产生 O_2 ,具有强氧化性,且 O_2 能助燃 (5)不能;因为 $\text{NO}_3^- (\text{H}^+)$ 具有强氧化性,能氧化 Fe^{2+} 而不能大量共存

学案 58 综合实验试题突破

考点一

[关键能力·提升]

1. 解析:由题干工艺流程图可知,LED 生产废料(主要成分为难溶于水的 GaN ,含少量 In 、 Mg 金属)中加入 2 mol/L NaOH 溶液在 80°C 下反应 3 个小时,将 GaN 转化为 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$, In 和 Mg 不与 NaOH 溶液反应,过滤得到沉淀 1 即为 In 和 Mg ,滤液中主要含有 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 和 NaOH ,加入硫酸将 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 转化为 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀,过滤得到 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀和滤液, $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀加热后分解得到 Ga_2O_3 。
- (1)①已知 Ga 是 31 号元素,故基态镓(Ga)原子的价电子排布式为 $4s^2 4p^1$ 。
- ②I 中 GaN 反应生成 $[\text{Ga}(\text{OH})_4]^-$ 的离子方程式为 $\text{GaN} + \text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{80^\circ\text{C}} [\text{Ga}(\text{OH})_4]^- + \text{NH}_3 \uparrow$ 。

③GaN与NaOH溶液反应时产生 NH_3 , NH_3 极易溶于水,故能用水来吸收 NH_3 ,浓盐酸易挥发,不利于吸收 NH_3 , NH_3 具有碱性,稀硫酸可以吸收 NH_3 , NH_3 为极性分子, CCl_4 为非极性分子, NH_3 难溶于 CCl_4 中,不能用 CCl_4 吸收 NH_3 。

(2)①由题干工艺流程图信息可知,Ⅱ为过滤操作,则需用到的玻璃仪器有烧杯、漏斗和玻璃棒。

②由分析可知,“沉淀1”含金属元素In、Mg。

(3)①由分析可知,Ⅲ加硫酸调节溶液pH的目的是将 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 转化为 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀。

②用pH试纸测定溶液pH的规范操作为用镊子夹取一片干燥的pH试纸放在干燥洁净的玻璃片上,用玻璃棒蘸取少量的待测液于试纸中央,观察试纸颜色变化,并与标准比色卡对照。pH试纸测量溶液的pH时不能用湿润的pH试纸,操作不规范,a符合题意。由上述分析可知,将pH试纸置于干燥洁净的玻璃片上,操作规范,b不符合题意。根据pH试纸的规范性操作可知,应该用玻璃棒蘸取少量的待测液于试纸中央而不能用滴管吸取少量待测液,滴在pH试纸中央,c符合题意。根据pH试纸的规范性操作可知,观察试纸颜色变化,并与标准比色卡比较,读出待测液的pH,d不符合题意。

(4)①终点时消耗 CuSO_4 溶液 V_2 mL,根据反应 $\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = [\text{CuY}]^{2-} + 2\text{H}^+$ 可知,过量的 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 的物质的量为 $c_2V_2 \times 10^{-3}$ mol,则与 Ga^{3+} 反应的 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 的物质的量为 $(c_1V_1 \times 10^{-3} - c_2V_2 \times 10^{-3})$ mol,原样品中含有 Ga_2O_3 的物质的量为 $\frac{1}{2}(c_1V_1 \times 10^{-3} - c_2V_2 \times 10^{-3})$ mol,则 Ga_2O_3 纯度为

$$\frac{\frac{1}{2}V(c_1V_1 \times 10^{-3} - c_2V_2 \times 10^{-3}) \text{ mol} \times 188 \text{ g/mol}}{V_0 \times w \text{ g}} \times 100\% = \frac{V(c_1V_1 \times 10^{-3} - c_2V_2 \times 10^{-3}) \times 188}{2wV_0} \times 100\% = \frac{V(c_1V_1 \times 10^{-3} - c_2V_2 \times 10^{-3}) \times 94}{wV_0} \times 100\%。$$

②未使用标准溶液润洗滴定管,导致标准液的浓度偏小, V_2 偏大,故导致实验结果偏小,a符合题意;称重后样品吸收了空气中水汽,对实验结果没有影响,b不符合题意;终点时滴定管尖端内有气泡,导致标准液的体积 V_2 偏小,故导致实验结果偏大,c不符合题意;终点读数时仰视滴定管刻度线,导致标准液体积 V_2 偏大,故导致实验结果偏小,d符合题意。

答案:(1)① $4s^2 4p^1$ ② $\text{GaN} + \text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{80^\circ\text{C}}$

$[\text{Ga}(\text{OH})_4]^- + \text{NH}_3 \uparrow$ ③ac

(2)①玻璃棒 漏斗 ②In、Mg

(3)①将 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 转化为 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 沉淀 ②ac

(4)① $\frac{188V(c_1V_1 - c_2V_2)}{2wV_0} \times 10^{-3}$ 或 $\frac{94V(c_1V_1 - c_2V_2)}{wV_0} \times 10^{-3}$

②ad

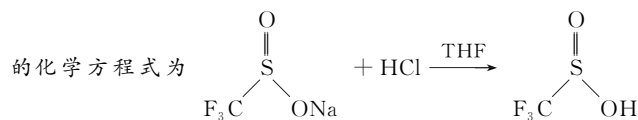
2. 解析:(3) NH_3 是碱性气体,应选择碱性干燥剂干燥,b符合题意;而浓硫酸、 P_2O_5 均为酸性干燥剂。(4)根据已知②可知, B_2H_6 为有毒气体,遇水剧烈反应,在空气中可自燃,实验中 NH_3 过量可完全消耗 B_2H_6 ,防止残留的 B_2H_6 自燃、遇水反应,同时还能提高氨硼烷的产率。(5)由 $\text{B}_2\text{H}_6 \cdot 2\text{NH}_3$ 的结构可知,存在阴、阳离子,即存在离子键,而B—H、B—N、N—H均为共价键,氢键属于分子间相互作用,不属于化学键,因此 $\text{B}_2\text{H}_6 \cdot 2\text{NH}_3$ 中含有的化学键类型为离子键、共价键,a、b正确。(6) NH_3BH_3 在酸性条件下与水反应生成 H_3BO_3 和 H_2 ,反应的离子方程式为 $\text{NH}_3\text{BH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{BO}_3 +$

$\text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。由于气体热胀冷缩,读数时气体未冷却至室温,会导致读数偏大,所测 H_2 体积偏大,a正确;水准管液面高于量气管液面时,量气管内气体的压强大于外界压强,气体被压缩,导致读数偏小,所测 H_2 体积偏小,b错误;未减去硫酸体积,测得的体积包含硫酸占据的体积,会导致读数偏大,所测 H_2 体积偏大,c正确。(7)由晶胞图可知, NH_3BH_3 位于晶胞的顶点和体心,根据均摊法,晶胞中 NH_3BH_3 的数目为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$,每个 NH_3BH_3 中含有6个氢原子,则一个晶胞中含有12个氢原子。

答案:(1)三颈烧瓶 (2)检查装置的气密性 (3)b (4)保证 B_2H_6 完全反应,防止残留的 B_2H_6 自燃,同时提高产品产率

(5)ab (6) $\text{NH}_3\text{BH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2 \uparrow$ ac (7)12

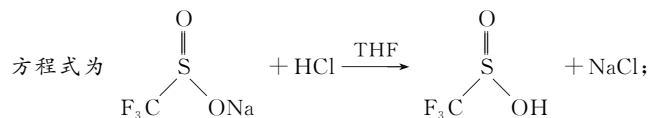
3. 解析:向A中加入3.5 g NaHCO_3 、5.2 g Na_2SO_3 和20.0 mL蒸馏水,搅拌下逐滴加入2.1 mL (3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r = 168.5$),生成了三氟甲基亚磺酸钠、硫酸钠、氯化钠、二氧化碳和水,80℃下反应3 h后,减压蒸馏除溶剂得到浅黄色固体。向上述所得固体加入10.0 mL四氢呋喃(THF),充分搅拌后,加入无水 Na_2SO_4 ,可促进硫酸钠结晶析出,振荡,抽滤,除去硫酸钠,洗涤可使吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中,提高产率。将所得滤液减压蒸除THF,得黏稠状固体。加入适量乙醇进行重结晶。将所得三氟甲基亚磺酸钠和3.0 mL THF加入圆底烧瓶中,搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸,发生



的化学反应式为
+NaCl,析出白色固体。抽滤、洗涤。将滤液转入圆底烧瓶中,加入2.0 mL蒸馏水和过量LiOH,水可作为溶剂,溶解后加快反应速率,室温搅拌反应1 h后,减压蒸除溶剂,得粗产品,加入适量乙醇进行重结晶,得产品。

(2)步骤I反应的化学方程式为 $\text{CF}_3\text{SO}_2\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \text{CF}_3\text{SO}_2\text{Na} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4)由分析可知,将所得三氟甲基亚磺酸钠和3.0 mL THF加入圆底烧瓶中,搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸,发生的化学



方程式为
M分子中的F的电负性较大,使 $\text{F}_3\text{C}-$ 的极性大于 $\text{H}_3\text{C}-$ 的极性,所以使得M分子中的—OH的极性较大,更易电离。(6)已知向A中加入3.5 g NaHCO_3 、5.2 g Na_2SO_3 、20.0 mL蒸馏水和2.1 mL (3.3 g)三氟甲磺酰氯($M_r = 168.5$),三氟甲磺酰氯量不足,以三氟甲磺酰氯计算理论产量为 $\frac{140 \times 3.3}{168.5}$ g,三氟甲基亚磺酸钠的产率为 $\frac{1.1 \times 168.5}{3.3 \times 140} \times 100\%$ 。

答案:(1)恒压滴液漏斗 平衡气压,使液体顺利流下

(2) $\text{CF}_3\text{SO}_2\text{Cl} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{80^\circ\text{C}} \text{CF}_3\text{SO}_2\text{Na} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3)重结晶 (4)NaCl 大于 (5)作溶剂,溶解后加快反应速率 (6) $\frac{1.1 \times 168.5}{3.3 \times 140} \times 100\%$

考点二

[关键能力·提升]

解析:(1)蒸馏水一般会溶有少量氧气,氧气具有氧化性,在探究亚硫酸钠和六价铬盐反应的实验中,亚硫酸钠具有还原性,水中溶解的氧气可能会与亚硫酸钠发生反应,干扰实验,所以使用煮沸的蒸馏水进行实验,是考虑了蒸馏水中溶解的 O_2 对实验的影响。

(2)根据实验中溶液颜色的变化可知,实验 I 中, $K_2Cr_2O_7$ 在酸性条件下具有强氧化性, Na_2SO_3 具有还原性,二者发生氧化还原反应, $K_2Cr_2O_7$ 中 Cr 元素化合价由 +6 价降低到 +3 价, Na_2SO_3 中 S 元素化合价由 +4 价升高到 +6 价,根据得失电子守恒、电荷守恒和元素守恒,可得离子反应为 $Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O$ 。

(3)实验 II 中只做了碱性条件下 Na_2SO_3 与 K_2CrO_4 的反应,没有排除溶液中其他成分(比如水等)对实验的影响,所以需要补做一个空白对照实验。补做实验的步骤为取 2 mL pH=8 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} K_2CrO_4$ 溶液,向其中加入 5 滴蒸馏水,现象为溶液颜色变化和实验 II 相同,这样就可以对比说明在碱性条件下, Na_2SO_3 与 K_2CrO_4 不发生反应。

(4)实验 III 中溶液颜色变化,若已排除实验 III 中溶液体积变化导致溶液颜色变化的可能, Na_2SO_3 是强碱弱酸盐,在水溶液中发生水解反应而呈碱性,即实验 II 颜色变化是因为饱和的 Na_2SO_3 溶液发生水解反应产生的 OH^- ,使得 $2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ 逆向移动所致。

(5)氧化还原反应有氧化剂和还原剂,反应速率与氧化剂的氧化性强弱和还原剂还原性的强弱有关,则由实验 I ~ IV 知,酸性条件下,亚硫酸钠和六价铬发生了氧化还原反应。丙同学提出猜想,猜想①:溶液酸性增强,六价铬的氧化性增强;猜想②:溶液酸性增强,亚硫酸钠的还原性增强。(6)已知对相同反应,氧化剂的氧化性或者还原剂的还原性变化越大,电压变化幅度越大。观察“电压—时间”对比曲线,曲线 AB 的电压变化幅度为 $0.900 \text{ V} - 0.740 \text{ V} = 0.160 \text{ V}$,曲线 AC 的电压变化幅度为 $0.770 \text{ V} - 0.740 \text{ V} = 0.030 \text{ V}$,显然曲线 AB 的电压变化幅度更大,装置①是向左臂(K_2CrO_4 溶液)中滴加稀硫酸,装置②是向右臂(Na_2SO_3 溶液)中滴加稀硫酸。因为装置①中滴加稀硫酸后电压变化幅度大,说明装置①中发生的反应使氧化剂的氧化性或者还原剂的还原性变化更大,所以从电压变化幅度看,(5)中猜想①成立的可能性更大。

答案:(1)溶解 O_2 (2) $Cr_2O_7^{2-} + 3SO_3^{2-} + 8H^+ = 2Cr^{3+} + 3SO_4^{2-} + 4H_2O$ (3)向 2 mL pH=8 的 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} K_2CrO_4$ 溶液中滴加 5 滴蒸馏水,溶液颜色变化和实验 II 相同 (4)水解 $OH^- + 2CrO_4^{2-} + 2H^+ \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ (5)亚硫酸钠的还原性增强 (6)①

考点三

[关键能力·提升]

1. 解析:铁粉、硫粉和过量 K_2CO_3 充分混合后焙烧生成 $KFeS_2$,反应所得混合物置入水中煮沸,倾去上层溶液及浮渣,重复多次后过滤、洗涤和干燥后得到 $KFeS_2$ 粗产品;滴定按照检漏、洗涤、润洗、装液、滴定等顺序操作。

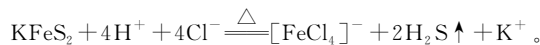
(1)反应需要 900°C 焙烧 1.5 小时,需选用高温反应容器 d 坩埚。

(2)反应中 7.0 g (物质的量为 0.125 mol) 铁粉、 48.0 g (物质的量为 1.5 mol) 硫粉,结合反应方程式,反应中硫粉过量,则淡黄色浮渣为硫粉;二硫化铁酸钾($KFeS_2$)晶体呈紫色,不溶于水,倾去上层溶液及浮渣,重复多次直至上层溶液为无色且无浮渣时,过滤、洗涤和干燥后得到 $KFeS_2$ 粗产品;反应中硫粉

过量,根据铁原子守恒可知理论上生成 $\frac{7.0 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

$0.125 \text{ mol } KFeS_2$,产率为 $\frac{15.9 \text{ g}}{0.125 \text{ mol} \times 159 \text{ g/mol}} \times 100\% = 80\%$ 。

(3)二硫化铁酸钾不溶于水,可被盐酸酸解,过程中有臭鸡蛋味的有毒气体放出,则气体为硫化氢气体,溶液中铁以 $[FeCl_4]^-$ 形式存在,结合质量守恒,反应的离子方程式为



(4)①溶液中 Fe^{3+} 呈黄色,由题意 $Fe^{3+} + 2H_3PO_4 = [Fe(HPO_4)_2]^-$ (无色) $+ 4H^+$ 可知,加入磷酸的目的是掩蔽生成的 Fe^{3+} 颜色,防止其影响终点判断。

②由反应存在 $6Fe^{2+} \sim Cr_2O_7^{2-}$,结合铁元素守恒, $KFeS_2$ 纯度为 $\frac{c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} \times 6 \times 159 \text{ g/mol}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{cV \times 6 \times 159}{m} \times 10^{-3} \times 100\%$ 。

(5)将粗产品置于托盘天平左盘称量,a 错误;酸解 $KFeS_2$ 粗产品过程中生成有毒气体 H_2S ,则在通风橱中酸解 $KFeS_2$ 粗产品,b 正确;配制标准溶液时,定容后反复上下颠倒容量瓶将溶液混合均匀,c 正确;滴定管用蒸馏水洗涤后,应先用标准溶液润洗,然后装入标准溶液调节液面至“0”刻度或“0”刻度以下,d 错误。

答案:(1)d

(2)S 无色无浮渣 80

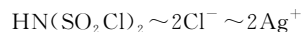


(4)①掩蔽生成的 Fe^{3+} 颜色,防止其影响终点判断

$$\textcircled{2} \frac{cV \times 6 \times 159}{m} \times 10^{-3}$$

(5)bc

2. 解析:(2)装置 B 中的导管为“长进短出”,表明装置 B 中应盛有液体试剂,考虑已知信息提到氯磺酸会水解而装置 C 中的试剂为 H_2O ,则装置 B 中应为干燥试剂浓硫酸,主要目的为防止水蒸气进入反应装置。(3)水解反应为非氧化还原反应, $ClSO_3H$ 中氯元素显 -1 价,硫元素显 +6 价, $ClSO_3H$ 与水反应生成 HCl 和 H_2SO_4 。(4)装置 C 吸收反应生成的 HCl 气体,同时吸收一定量的 SO_2 ,装置 D 吸收残余的 SO_2 ,若装置 C 和 D 位置互换, SO_2 和 HCl 在 $NaOH$ 溶液中溶解度更大,发生倒吸的可能性更大,且会大量消耗 $NaOH$,导致 $NaOH$ 溶液快速失效。(5) $HN(SO_2Cl)_2$ 在高温下易分解,减压蒸馏可降低沸点。(6) 125°C 时才能得到含副产物或反应物较少的产品。(7)设 $m \text{ g}$ 粗品中 $HN(SO_2Cl)_2$ 的质量为 $x \text{ g}$,由题意可列关系式:



$$\frac{214 \text{ g}}{x \text{ g}} = \frac{2 \text{ mol}}{cV \times 10^{-3} \text{ mol}}$$

则 $\frac{214}{x} = \frac{2}{cV \times 10^{-3}}$,解得 $x = 0.107 cV$,产品纯度为 $\frac{0.107 cV}{m} \times 100\% = \frac{10.7 cV}{m} \%$ 。粗品中的杂质可能有 $SOCl_2$ 、 $ClSO_3H$ 等,其中的氯在测定时也会以 Cl^- 形式进入溶液中,导致推算出的粗品纯度偏高。

答案:(1)a (2)防止后端水蒸气进入反应装置,造成氯磺酸水解 (3) $ClSO_3H + H_2O = H_2SO_4 + HCl$ (4)若先经过 $NaOH$ 溶液,易发生倒吸,且会大量消耗 $NaOH$ (5)防止 $HN(SO_2Cl)_2$ 分解 (6) 125°C 120°C 时反应物反应不完全,

130°C 时得不到产品 (7) $\frac{10.7 cV}{m} \%$ 杂质中含有氯

课时提能作业部分

课时提能作业(一)

- A** [熟石灰是 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 为纯净物, 氯化氢为纯净物, 空气为混合物, 胆矾为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 为纯净物, B、C、D 错误。]
- C** [②③④为溶液, 不会出现丁达尔效应, C 符合题意。]
- (1) A 组: CO_2 B 组: 气态非金属单质 C 组: O_2 D 组: 酸
(2) $\text{CO}_2 + 2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
- (1) $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH}$ (2) $2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$ (3) $\text{Zn} + \text{CuCl}_2 = \text{ZnCl}_2 + \text{Cu}$ (或 $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$) (4) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ (合理即可)
- 方法 1: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$
方法 2: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$, $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- (1) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ (2) 酸性氧化物和酸, $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (合理即可)
(3) 否, CaO 易吸水生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 而变质 (4) 取少许于干燥剂于试管中, 加少量水, 若试管外壁不发热, 则说明已失效。(合理即可)
- C** [S 与氢气反应生成 H_2S , H_2S 燃烧生成 SO_2 , SO_2 与 H_2S 反应可生成 S, A 不符合题意; Fe 在氯气中燃烧生成 FeCl_3 , FeCl_3 与 Fe 反应可生成 FeCl_2 , FeCl_2 可被 Zn 等活泼金属还原为 Fe, B 不符合题意; Si 与氧气反应生成 SiO_2 , SiO_2 与 NaOH 反应生成 Na_2SiO_3 , Na_2SiO_3 不能直接转化为 Si, C 符合题意; Al_2O_3 溶于盐酸生成 AlCl_3 , AlCl_3 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 受热分解生成 Al_2O_3 , D 不符合题意。]
- (1) 漏斗 (2) 分解反应、化合反应、复分解反应 (3) CaCO_3
(4) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{KOH}$
(5) $2\text{KOH} + \text{CO}_2 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
(6) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 解析:** (1) 步骤 I 中 FeCO_3 转化为 FeCl_2 , 铁元素化合价没有发生变化, 应使用的试剂为稀盐酸, 发生反应的化学方程式为 $\text{FeCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; 步骤 II 是用氧气作氧化剂, 在酸性条件下将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} , 还原产物为水, 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
(2) 步骤 II 反应前后 Fe 元素化合价由 +2 价变为 +3 价, Fe 元素的化合价升高; 步骤 I 与步骤 IV 发生的反应都是复分解反应, 步骤 III 发生的反应是化合反应, 步骤 II 发生的反应不属于四种基本反应类型中的任何一种, 故选 ab。(3) ① 氢氧化铁胶体的制备方法: 向沸腾的蒸馏水中逐滴加入 1~2 mL 饱和氯化铁溶液, 继续煮沸至液体呈红褐色, 停止加热, 就会得到氢氧化铁胶体, 则方案一能够制得氢氧化铁胶体; 胶体区别于溶液与悬浊液的本质特征为分散质粒子的直径为 1~100 nm, 检验方案一是否成功的方法是利用丁达尔效应, 即用激光笔照射该分散系, 如果呈现一条光亮的“通路”, 则证明该方案成功。
② 盐酸使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体发生聚沉, 生成红褐色沉淀, 继续加入盐酸, 会发生酸碱中和反应, 生成氯化铁和水, 此反应的化学方程式是 $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) 稀盐酸 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) 升高 ab (3) ① 分散质粒子的直径为 1~100 nm 用激光笔照射该分散系, 如果呈现一条光亮的“通路”, 则证明该方案成功 ② $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

课时提能作业(二)

- D** **B** **C**
- (1) 能耗低, 步骤少, 操作方便 (2) $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$ (3) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ (4) 强
- (1) BD (2) H^+ , Cu^{2+}
(3)
 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$, $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$, $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。
- A** [向饱和氨盐水中通入过量 CO_2 即产生 NaHCO_3 沉淀和 NH_4Cl , 反应原理为 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, 离子方程式为 $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{Na}^+ = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$, A 符合题意; 泡沫灭火器的反应原理为碳酸氢钠和硫酸铝的双水解反应, 离子方程式为 $3\text{HCO}_3^- + \text{Al}^{3+} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$, 故 B 不符合题意; 向苯酚钠溶液中通入 CO_2 生成苯酚和碳酸氢钠, 离子方程式为
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCO}_3^-$, 故 C 不符合题意; 酸性 KMnO_4 溶液将 SO_2 氧化为硫酸根离子, 离子方程式为 $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+$, 故 D 不符合题意。]
- B** [硫酸四氨合铜在酸性条件下不稳定, Fe^{3+} 在 pH 为 3.2 左右沉淀完全, 硫酸四氨合铜溶液中 H^+ 、 Fe^{3+} 均不能大量共存, A 错误; 碱性高锰酸钾溶液中 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 CH_3COO^- 、 F^- 均能大量共存, B 正确; FeCl_3 溶液中, Fe^{3+} 与 I^- 和 SCN^- 均能反应, 不能大量共存, C 错误; $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液中, NH_4^+ 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 发生相互促进的水解反应, 不能大量共存, HCO_3^- 与 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 反应生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 CO_3^{2-} , 不能大量共存, D 错误。]
- (1) 4 (2) $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(3) 不可以 Ba^{2+} 是重金属离子, 对人体有害
(4) $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 解析:** (1) 由实验 I 中放出气体可知, 该溶液中一定含有 CO_3^{2-} , 则一定没有 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} , 由生成的白色胶状沉淀判断溶液中一定含有 SiO_3^{2-} , 生成 H_2SiO_3 沉淀, 所以由实验 I 可知, 该溶液中一定含有 CO_3^{2-} 、 SiO_3^{2-} , 一定没有 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 。(2) 由实验 I 可知, 与足量盐酸反应产生气体的阴离子为 CO_3^{2-} , 故反应的离子方程式为 $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(3) 由实验 I、II 可知, $n(\text{CO}_3^{2-}) = 0.025 \text{ mol}$,

$c(\text{CO}_3^{2-}) = 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{SiO}_3^{2-}) = 0.04 \text{ mol}$, $c(\text{SiO}_3^{2-}) = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由实验Ⅲ可知溶液中不含 SO_4^{2-} , 由电荷守恒知, 溶液中一定含有 K^+ , 不能确定 NO_3^- 是否存在。

答案: (1) Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+}

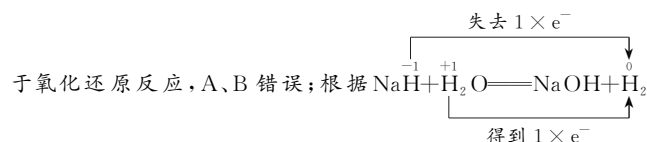
(2) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(3)? 0.25 0.4 0

课时提能作业(三)

1. D 2. B

3. D [根据该反应的特点, 其不属于置换反应和复分解反应, 属



于氧化还原反应, A、B 错误; 根据 $\text{NaH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{H}_2$ 可知, NaH 是还原剂, C 错误; H_2 既是氧化产物又是还原产物, 两者物质的量之比为 1:1, D 正确。

4. (1) 强氧化 (2) ClO^- FeO_4^{2-} (3) >



5. (1) C (2) 钾 (3) BC

6. D [由题干数据可知, $\text{PbO}_2/\text{PbSO}_4$ (或 Pb^{2+}) 的电极电势大于 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 的电极电势, 说明 PbO_2 的氧化性强于 Fe^{3+} , 则向含 0.2 mol FeCl_2 的溶液中加入 0.1 mol PbO_2 , Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 故滴加 KSCN 溶液, 可观察到溶液变红, A 正确; 由题干数据可知, I_2/I^- 的电极电势大于 $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ 的电极电势, 则往淀粉-KI 溶液中滴加 SnCl_4 溶液, I^- 不能被 Sn^{4+} 氧化, 故溶液不变蓝, B 正确; 电极电势: $\text{Cl}_2/\text{Cl}^- > \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} > \text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$, 故可得出还原性: $\text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$, C 正确; 电极电势: $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+} > \text{Cl}_2/\text{Cl}^-$, 即高锰酸根离子能够将 Cl^- 氧化为 Cl_2 , 故酸化高锰酸钾溶液时, 不可使用盐酸, D 错误。]

7. C [反应Ⅲ中, Fe^{2+} 与 NO 结合生成 $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$, 没有元素化合价的变化, 不是氧化还原反应, A 错误; $4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 8\text{SO}_4^{2-}$ 中电荷和原子不守恒, B 错误; 反应Ⅱ中, FeS_2 中 S 元素的化合价由 -1 价升高为 +6 价, 则每消耗 1 mol FeS_2 , 转移电子的物质的量为 14 mol, C 正确; 反应Ⅰ中, $\text{Fe}(\text{NO})^{2+}$ 与 O_2 反应生成 Fe^{3+} 和 NO , 酸性条件下, 没有 OH^- , 所以反应Ⅰ的离子方程式为 $4\text{Fe}(\text{NO})^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 4\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 错误。]

8. D [Na_2FeO_4 中铁元素化合价为 +6 价, 该物质具有强氧化性, 具有消毒杀菌作用, 同时生成的 Fe^{3+} 水解生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体吸附水中悬浮物而净水, A 正确; Na_2FeO_4 中的 Fe 是氧化反应得到的, O 是还原反应得到的, B 正确; Na_2O_2 中的氧化合价既升高又降低, C 正确; Fe 元素化合价由 +2 价升到 +6 价, 6 个 Na_2O_2 中有两个 -1 价氧升到 0 价, 共升高 $4 \times 2 + 2 = 10$ 价, 故生成 1 mol O_2 转移 10 mol 电子, D 不正确。]

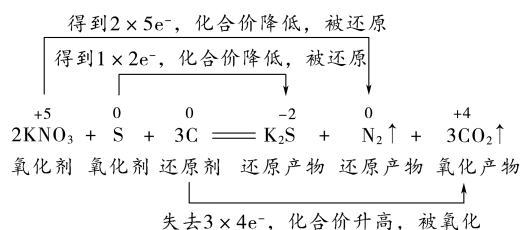
9. 解析: (1) B 中的 Fe^{2+} 被氧化为 Fe^{3+} , 向 Fe^{3+} 的盐溶液中通入二氧化硫, 发生氧化还原反应: $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$; 检验硫酸根离子, 先用稀盐酸酸化排除碳酸根离子和亚硫酸根离子等的干扰, 再加入 BaCl_2 溶液, 如果出现白色沉淀, 说明有 SO_4^{2-} , 反之无 SO_4^{2-} 。(2) SO_2 、 Fe^{2+} 和 Cl^- 还原性强弱的顺序为 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$ 。

答案: (1) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$ 取溶液少许于试管中, 先加入足量稀盐酸酸化, 再滴加少量 BaCl_2 溶液, 若有白色沉淀生成, 证明含有 SO_4^{2-} , 反之无 SO_4^{2-}

(2) 还原性: $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+} > \text{Cl}^-$

课时提能作业(四)

1. D [对该反应的化学方程式分析如下:



由分析知, 只有碳元素被氧化, A 错误; 未指明气体所处状态, 无法计算, B 错误; 由分析知, 氧化产物与还原产物的物质的量之比为 3:2, C 错误; 1 mol C 参与反应时, 共转移 4 mol 电子,

其中 $\frac{1}{3}$ mol S 参与反应, 转移 $\frac{2}{3}$ mol 电子, 所以被 S 氧化生成

的 CO_2 的物质的量为 $\frac{\frac{2}{3}}{\frac{3}{4}} \text{ mol} = \frac{1}{6} \text{ mol} \approx 0.17 \text{ mol}$, D 正确。]

2. C [还原剂氧化性大于还原产物, C 错误。]

3. C ZnCO_3

4. 解析: (1) 二氧化锰和高锰酸钾制备氯气的化学方程式分别为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$, 根据方程式分析解答。

(2) 制备漂白粉的化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 根据方程式分析解答。

(3) 根据得失电子守恒可得: $\frac{3.5 \text{ g}}{71 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = \frac{m(\text{NaClO})}{74.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2$, $m(\text{NaClO}) \approx 3.67 \text{ g}$ 。

答案: (1) 作氧化剂 不一样 因为 HCl 在该反应中只有一部分被氧化为氯气, 当生成 1 mol Cl_2 时, MnO_2 消耗 4 mol HCl ,

KMnO_4 消耗 $\frac{16}{5} \text{ mol HCl}$ (2) $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 1:1 (3) 3.67

5. D [反应①的生成物有 KCl 、 KClO 、 KClO_3 等, 配平化学方程式后知, 每消耗 4 mol KOH , 吸收 2 mol 氯气, 标准状况下 2 mol 氯气的体积为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2 \text{ mol} = 44.8 \text{ L}$, A 错误; 反应②中 K_2FeO_4 为氧化产物, KClO 为氧化剂, 则氧化性: $\text{K}_2\text{FeO}_4 < \text{KClO}$, B 错误; 设 ClO^- 的物质的量为 5 mol, ClO_3^- 的物质的量为 1 mol, 氯气转化成 ClO^- 、 ClO_3^- 被氧化, 转化成 KCl 被还原, 根据得失电子守恒可知, 生成 KCl 的物质的量为 $5 \text{ mol} \times 1 + 1 \text{ mol} \times (5 - 0) = 10 \text{ mol}$, 则氧化剂与还原剂的物质的量之比为 10 mol : (5 mol + 1 mol) = 5:3, C 错误; 根据得失电子守恒可得关系式: $2\text{K}_2\text{FeO}_4 \sim 3\text{KClO} \sim 3\text{Cl}_2$, 则得到 0.2 mol K_2FeO_4 时消耗 0.3 mol Cl_2 , D 正确。]

6. D [Mn^{2+} 为反应物, 生成 MnO_4^- , Mn 元素的化合价升高, 则 Mn^{2+} 作还原剂, IO_4^- 作氧化剂, IO_3^- 为还原产物, 配平后的离子方程式为 $2\text{Mn}^{2+} + 5\text{IO}_4^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{MnO}_4^- + 5\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+$, 1 mol Mn^{2+} 参加反应转移 5 mol 电子, A 项、B 项正确; 氧化剂(IO_4^-)与还原剂(Mn^{2+})的物质的量之比为 5:2, C 项正确; 配平后 Mn^{2+} 、 H^+ 的化学计量数分别为 2、6, D 项不正确。]

7. D [$\text{V}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{NaVO}_3$ 的反应为 $\text{V}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaVO}_3 + \text{CO}_2$, $\text{NaVO}_3 \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5$ 的反应为 $2\text{NaVO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{V}_2\text{O}_5 + 2\text{NaCl} + 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{V}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{VOCl}_2$ 路径 I 的反应为 $\text{V}_2\text{O}_5 + 6\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{VOCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$,

$V_2O_5 \rightarrow VOCl_2$ 路径Ⅱ的反应为 $2V_2O_5 + N_2H_4 \cdot 2HCl + 6HCl = 4VOCl_2 + N_2 \uparrow + 6H_2O$, $VOCl_2$ 与 NH_4HCO_3 反应得到产品。由分析知, A、B 错误; V_2O_5 转化为 $VOCl_2$, 钒元素化合价由 +5 价降低到 +4 价, 被还原, 路径Ⅰ中的还原剂为 HCl , 其氧化产物为氯气, 氯气有毒, 路径Ⅱ中的还原剂为 $N_2H_4 \cdot 2HCl$, 其氧化产物是氮气, 无毒无污染, 因此路径Ⅱ更符合绿色化学思想, C 错误; +4 价的钒在弱酸性环境中具有还原性, 路径Ⅱ中若盐酸浓度过低, 一部分 $VOCl_2$ 可能被氧化为 VO_2Cl , D 正确。]

8. 解析: (3) ①由流程图可知白磷和烧碱溶液反应生成 PH_3 和 NaH_2PO_2 , 产物中 H 原子个数比 O 原子个数多, 因此反应物中除 P_4 、 $NaOH$ 外还应有 H_2O 参与, 据此可写出反应的化学方程式。由于使用的烧碱过量, 所以得到的 NaH_2PO_2 应是次磷酸的正盐, 即次磷酸属于一元酸。②1 mol P_4 与烧碱溶液发生反应: $P_4 + 3NaOH + 3H_2O = PH_3 \uparrow + 3NaH_2PO_2$, 生成 1 mol PH_3 和 3 mol NaH_2PO_2 , 3 mol NaH_2PO_2 与硫酸发生反应: $2NaH_2PO_2 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_3PO_2$, 生成 3 mol H_3PO_2 , 3 mol H_3PO_2 再发生分解反应: $2H_3PO_2 = PH_3 \uparrow + H_3PO_4$, 又生成 1.5 mol PH_3 , 所以整个工业流程中共生成 2.5 mol PH_3 。

答案: (1) $AlP + 3H_2O = PH_3 \uparrow + Al(OH)_3$ (2) 24 11 12 8 3 24 (3) ① $P_4 + 3NaOH + 3H_2O = PH_3 \uparrow + 3NaH_2PO_2$ ② 2.5

课时提能作业(五)

1. D $[CO_2]$ 的摩尔质量为 $44 g \cdot mol^{-1}$, A 错误; 16 g O_2 的物质的量 $n = \frac{m}{M} = \frac{16 g}{32 g \cdot mol^{-1}} = 0.5 mol$, B 错误; 标准状况下, 水不是气体, 不能用 $22.4 L \cdot mol^{-1}$ 计算其体积, C 错误; 0.5 mol Na_2SO_4 中含有 Na^+ 的物质的量为 1 mol, 数目约为 6.02×10^{23} 个, D 正确。]
2. A $[$ 由题意知, $n(CO) \times 28 g \cdot mol^{-1} + n(CO_2) \times 44 g \cdot mol^{-1} = 14.4 g$, $n(CO) + n(CO_2) = \frac{8.96 L}{22.4 L \cdot mol^{-1}} = 0.4 mol$, 联立两式解得: $n(CO) = n(CO_2) = 0.2 mol$ 。混合气体的总物质的量为 0.4 mol, 则所含碳原子总数目为 $0.4 N_A$, A 错误; 混合气体通过 $NaOH$ 溶液时, CO_2 被吸收, 气球中收集到的气体是 CO , 其物质的量为 0.2 mol, 故在标准状况下的体积为 4.48 L, B 正确; $NaOH$ 溶液吸收 CO_2 生成 Na_2CO_3 和 H_2O , 则 $NaOH$ 溶液增加的质量即为 CO_2 的质量, 应为 $0.2 mol \times 44 g \cdot mol^{-1} = 8.8 g$, C 正确; 相同温度和压强下, 气体的体积之比等于其物质的量之比, 则 CO 和 CO_2 的体积之比为 $0.2 mol : 0.2 mol = 1 : 1$, D 正确。]
3. A $[Fe$ 不足, 根据铁的物质的量计算, 则反应转移电子为 0.1 mol, A 正确; HCl 的物质的量为 $0.1 L \times 3 mol \cdot L^{-1} = 0.3 mol$, HCl 溶液中 Cl^- 数目为 $0.3 N_A$, B 错误; 2.8 g ^{56}Fe 的物质的量为 0.05 mol, 含有的中子数为 $0.05 mol \times (56 - 26) \times N_A mol^{-1} = 1.5 N_A$, C 错误; 根据 $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$, HCl 过量, 铁的物质的量为 0.05 mol, 产生 0.05 mol H_2 , 标准状况下体积为 $0.05 mol \times 22.4 L \cdot mol^{-1} = 1.12 L$, D 错误。]
4. A $[$ 溶液体积未知, 不能计算 Co^{2+} 的数目, B 错误; 合成氨是可逆反应, 0.1 mol N_2 不能完全反应, 故生成的 NH_3 分子数目小于 $0.2 N_A$, C 错误; 水中也含有氧原子, 则 $n(O) = \frac{100 g \times 17\%}{34 g \cdot mol^{-1}} \times 2 + \frac{100 g \times (1 - 17\%)}{18 g \cdot mol^{-1}} \approx 5.6 mol$, D 错误。]

5. B $[16 g O_2$ 的物质的量为 0.5 mol, 含有的质子数目为 $0.5 mol \times 8 \times 2 N_A mol^{-1} = 8 N_A$, A 错误; 1 个 SO_2 含有 2 个 σ 键, 则 1 mol SO_2 含有的 σ 键数目为 $2 N_A$, B 正确; 题述反应中, S 元素化合价由 -2 价升高到 +4 价, 失 6 个电子, 1 mol Cu_2S 完全反应转移的电子数目为 $6 N_A$, C 错误; Cu^{2+} 会水解, 故 1 L 0.10 mol $\cdot L^{-1}$ 的 $CuSO_4$ 溶液中含有的 Cu^{2+} 数目小于 $0.1 N_A$, D 错误。]
6. D $[N_2$ 中含有氮氮三键, 1 个 N_2 分子中有 3 个共用电子对, 28 g N_2 的物质的量为 1 mol, 含有的共用电子对数为 $3 N_A$, A 错误; 该反应中 N_2 中 N 元素化合价由 0 价下降到 -3 价, 34 g NH_3 的物质的量为 $\frac{34 g}{17 g \cdot mol^{-1}} = 2 mol$, 每产生 34 g NH_3 , N_2 得到 6 mol 电子, 数目为 $6 N_A$, B 错误; 氨水的体积未知, 无法计算 $NH_3 \cdot H_2O$ 的分子数, C 错误; 标准状况下, 11.2 L N_2 的物质的量为 0.5 mol, 由题干方程式可知, 消耗 0.5 mol N_2 , 产生 0.75 mol O_2 , 数目为 $0.75 N_A$, D 正确。]
7. B $[NH_3$ 分子中 N 原子价层有 $\frac{1}{2} \times (5 - 3 \times 1) = 1$ 个孤电子对, 1 mol NH_3 的 (价层) 孤电子对数为 N_A , A 正确; H_2O_2 溶液中除溶质 H_2O_2 含 O—H 外, 溶剂 H_2O 也含有 O—H, 故 1 L 0.1 mol $\cdot L^{-1}$ H_2O_2 溶液中 O—H 数大于 $0.2 N_A$, B 错误; 反应配平为 $(NH_4)_2CrO_4 + NH_3 + 3H_2O_2 = Cr(NH_3)_3(O_2)_2 \downarrow + O_2 \uparrow + 4H_2O$, 反应中 Cr 元素的化合价从 +6 降为 +4, 每生成 1 mol O_2 , 有 2 mol O 从 -1 价升高为 0 价, 共失去 2 mol 电子, 转移电子数为 $2 N_A$, C 正确; 1 个 $Cr(NH_3)_3(O_2)_2$ 中, 3 个 NH_3 含 9 个 N—H σ 键, 3 个 Cr—N 配位 σ 键, 2 个过氧根含 2 个 O—O σ 键, 4 个 Cr—O 配位 σ 键, 共 18 个 σ 键, 故 0.5 mol 该物质 σ 键数为 $9 N_A$, D 正确。]
8. C $[$ 同素异形体是同种元素形成的不同单质, N_6 和 N_2 都是氮元素组成的单质, 互为同素异形体, A 正确; 3 号位氮原子形成 2 个 σ 键, 还有 1 个孤电子对, 价层电子对数为 $2 + 1 = 3$, 因此杂化方式为 sp^2 杂化, B 正确; N_6 的结构为直链, 单键含 1 个 σ 键, 双键含 1 个 σ 键, 分子中共有 5 个相邻 N—N 连接, 共含 5 个 σ 键, 因此 1 mol N_6 中 σ 键数目为 $5 N_A$, C 错误; N_6 的摩尔质量为 $6 \times 14 g \cdot mol^{-1} = 84 g \cdot mol^{-1}$, 84 g N_6 物质的量为 1 mol, 分解生成 N_2 , 根据 N 原子守恒, 生成 N_2 的物质的量为 $\frac{1 mol \times 6}{2} = 3 mol$, 分子数为 $3 N_A$, D 正确。]
9. C $[Cl_2O$ 在标准状况下为液态, 不能用标准状况下的气体摩尔体积 ($22.4 L \cdot mol^{-1}$) 计算物质的量, 故 A 错误; 87 g Cl_2O 为 1 mol, Cl_2O 的中心原子氧原子上的孤电子对数为 $\frac{6 - 2}{2} = 2$, 1 mol Cl_2O 含 1 mol O 原子, 孤电子对数为 $2 N_A$, 故 B 错误; I 为 Cl_2 的歧化反应: $2Cl_2 + HgO = Cl_2O + HgCl_2$, 可得 $2Cl_2 \sim 2e^-$, 则每消耗 2 mol Cl_2 , 转移电子数为 $2 N_A$, 故 C 正确; $Cl_2O + H_2O = 2HClO$, II 中 1 mol Cl_2O 完全反应时, 生成 2 mol $HClO$, 但 $HClO$ 为弱电解质, 在溶液中部分电离 ($HClO \rightleftharpoons H^+ + ClO^-$), 溶液中 $HClO$ 分子数少于 $2 N_A$, 故 D 错误。]
10. C $[$ 质量的单位是 g, 不是 $g \cdot mol^{-1}$, A 错误; 个数均为 N_A 的 C、H、O 三种原子的物质的量为 1 mol, 分别乘以各自的摩尔质量 $12 g \cdot mol^{-1}$ 、 $1 g \cdot mol^{-1}$ 、 $16 g \cdot mol^{-1}$, 得到质量比为 $12 : 1 : 16$, B 错误; 14.2 g 双氢青蒿素的物质的量为 $14.2 g \div 284 g \cdot mol^{-1} = 0.05 mol$, 由于一个分子中含有的原子个数是 44, 所以 0.05 mol 双氢青蒿素中含有的原子总数为 $2.2 N_A$, C 正确; 一个双氢青蒿素的分子中含有 15 个碳原子,

含有 N_A 个碳原子的双氢青蒿素的物质的量为 $1 \text{ mol} \div 15 \approx 0.067 \text{ mol}$, D 错误。]

11. 解析: (1) 设 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量分别为 $x \text{ mol}$ 、 $y \text{ mol}$, 根据铁、氧原子物质的量之比得 $(x+2y):(x+3y)=4:5$, $x:y=2:1$, Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 物质的量之比 $=x:2y=1:1$ 。(2) 根据催化剂中 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 的物质的量之比为 $1:2$, 可知 FeO 、 Fe_2O_3 的物质的量之比为 $1:1$, 混合物中铁的质量分数为 $\frac{3 \times 56}{72+160} \times 100\% \approx 72.4\%$ 。(3) 8 g 氧气的物质的量为 $\frac{8 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}=0.25 \text{ mol}$, 则该条件下的气体摩尔体积为 $\frac{6 \text{ L}}{0.25 \text{ mol}}=24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(4) 9.5 g 某二价金属的氯化物中含有 0.2 mol Cl^- , 则该氯化物的物质的量为 0.1 mol , 此氯化物的摩尔质量为 $\frac{9.5 \text{ g}}{0.1 \text{ mol}}=95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(5) 标准状况下 6.72 L 一氧化碳的物质的量为 $\frac{6.72 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}=0.3 \text{ mol}$, 0.3 mol CO 完全反应生成二氧化碳失去的电子的物质的量为 $0.3 \text{ mol} \times (4-2)=0.6 \text{ mol}$, 转移电子的数目为 $0.6 N_A$, 根据得失电子守恒, 反应生成铁的物质的量为 $\frac{0.6 \text{ mol}}{3-0}=0.2 \text{ mol}$, 质量为 $56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.2 \text{ mol}=11.2 \text{ g}$ 。
答案: (1) $1:1$ (2) 72.4% (3) $24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ (4) $95 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ (5) $11.2 \quad 0.6 N_A$

课时提能作业(六)

1. B [0.27 kg 质量分数为 10% 的 CuCl_2 溶液中 $m(\text{CuCl}_2)=270 \text{ g} \times 10\%=27 \text{ g}$, 则有 $n(\text{CuCl}_2)=0.2 \text{ mol}$, 又知溶液的体积为 100 mL , 故该溶液中 $c(\text{CuCl}_2)=0.2 \text{ mol} \div 0.1 \text{ L}=2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Cu}^{2+})=2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 与 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ MgCl}_2$ 溶液中 $c(\text{Cl}^-)$ 相等, A 正确; 取出该溶液的一半, 其物质的量浓度不变, 仍为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; 50 mL 该溶液中含有 CuCl_2 的物质的量为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L}=0.1 \text{ mol}$, C 正确; 加入蒸馏水稀释至 200 mL , 体积增大 1 倍, 其浓度减小一半, 则所得溶液中 $c(\text{CuCl}_2)=1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]
2. D [36.5 g HCl 的物质的量为 1 mol , 所得溶液的体积大于 1 L , 则所得溶液的物质的量浓度小于 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误; 题中未指明是否为标准状况下, 故无法计算 1 mol HCl 的体积, B 错误; 盐酸的体积为 $V=\frac{m}{\rho}=\frac{36.5+1\,000}{\rho} \text{ mL}=\frac{36.5+1\,000}{1\,000\rho} \text{ L}$, 根据计算公式 $c=\frac{n}{V}$ 得到 $c=\frac{1}{\frac{36.5+1\,000}{1\,000\rho}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=\frac{1\,000\rho}{36.5+1\,000} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 根据公式 $c=\frac{1\,000\rho\omega}{M}$, 变形即可得到 $\omega=\frac{36.5c}{1\,000\rho}$, D 正确。]
3. A [$c=\frac{1\,000\rho\omega}{M}=\frac{1\,000 \times 1.14 \times 14\%}{40} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 20 mL 该溶液中含有溶质的质量是 $0.02 \text{ L} \times 4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=3.2 \text{ g}$ 。]
4. C [根据稀释过程中溶质的物质的量不变可知, $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L}=0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times a \text{ L}$, 解得 $a=4$ 。]
5. B [该混合溶液中 $n(\text{H}^+)=(0.1 \text{ L} \times 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}+0.3 \text{ L} \times 0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) \times 2=0.21 \text{ mol}$, 所以 $c(\text{H}^+)=\frac{0.21 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}}=0.42 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。]

6. 解析: (1) 利用 $c=\frac{1\,000\rho\omega}{M}$ 计算, $c(\text{H}_2\text{SO}_4)=$

$$\frac{1\,000 \times 1.84 \times 98\%}{98} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}=18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c(\text{NH}_3)=\frac{1\,000 \times 0.88 \times 25\%}{17} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 12.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(2) 硫酸的密度大于水, 氨水的密度小于水, 各取 5 mL 与等质量的水混合后, 所得稀硫酸的体积大于 10 mL , 稀氨水的体积小于 10 mL , 故有 $c(\text{H}_2\text{SO}_4)<9.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{NH}_3)>6.45 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。(3) 5 mL 硫酸和 5 mL 氨水的质量分别为 $1.84 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 5 \text{ mL}=9.2 \text{ g}$, $0.88 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 5 \text{ mL}=4.4 \text{ g}$, 而 5 mL 水的质量约为 5 g , 故各取 5 mL 与等体积的水混合后, $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4)>49\%$, $\omega(\text{NH}_3)<12.5\%$ 。

答案: (1) $18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad 12.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

(2) $< \quad > \quad (3) > \quad <$

7. C [①稀释浓硫酸时, 应该把浓硫酸倒入水中, 用玻璃棒不断搅拌, 故①错误; ②用玻璃棒引流, 符合实验要求, 故②正确; ③不能用蒸馏水洗涤量筒, 洗涤液用玻璃棒引流至 250 mL 容量瓶中, 故③错误; ④向容量瓶中加入蒸馏水至液面距刻度线 $1\sim 2 \text{ cm}$ 处, 改用胶头滴管滴加蒸馏水至凹液面与刻度线相切, 故④错误; 存在的错误共有 3 处, 故本题选 C。]
8. B [葡萄糖不是电解质, 故 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 葡萄糖溶液中溶质的质量物质的量浓度为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 已知 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3=\text{Al}^{3+}+3\text{NO}_3^-$, 故 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中离子的质量物质的量浓度为 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 4=0.2 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 已知 $\text{NaCl}=\text{Na}^++\text{Cl}^-$, 故 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ NaCl}$ 溶液中离子的质量物质的量浓度为 $0.06 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1} \times 2=0.12 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$; 甘油不是电解质, 故 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 甘油溶液中溶质的质量物质的量浓度为 $0.08 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。综上所述可知, B 溶液中 m 最大, 则其凝固点最低。]

9. C [设气体的体积为 $V \text{ L}$, 则 $\frac{V}{22.4} \div \frac{\frac{22.4}{1\,000b} \times M + a}{1\,000b} = c$, 化简整理得: $V=\frac{22.4ac}{1\,000b-Mc}$ 。]

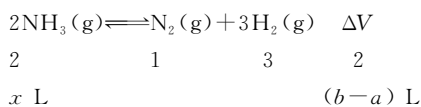
10. B [当等体积混合时, 设浓溶液的密度为 ρ_1 , 稀溶液的密度为 ρ_2 , 体积各为 1 L , 则混合后 $q\%=\frac{\rho_1 \cdot 1 \text{ L} \times 3p\% + \rho_2 \cdot 1 \text{ L} \times p\%}{(\rho_1 + \rho_2) \times 1 \text{ L}} = (\frac{3\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 + \rho_2}) \times p\% = (1 + \frac{2}{1 + \frac{\rho_2}{\rho_1}}) p\%$, 则: 当 $\rho_1 > \rho_2$ 时, 如 H_2SO_4 溶液、 HNO_3 溶液, $q > 2p$; 当 $\rho_1 < \rho_2$ 时, 如氨水、酒精溶液, $q < 2p$ 。]

11. (1) B (2) $5.4 \quad 500 \text{ mL}$ 容量瓶 (3) 将浓硫酸沿烧杯内壁慢慢加入水中, 边加边用玻璃棒搅拌 (4) ACF

课时提能作业(七)

1. D [$27.4 \text{ g Na}_2\text{CO}_3$ 与 NaHCO_3 的混合物与稀盐酸恰好完全反应生成氯化钠, 依据氯元素守恒可知氯化钠的物质的量是 0.4 mol , 质量为 $0.4 \text{ mol} \times 58.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=23.4 \text{ g}$ 。]
2. D [Cu_2S 与 FeO 均与稀硝酸发生氧化还原反应, 铜元素化合价由 $+1$ 价上升至 $+2$ 价, 硫元素化合价由 -2 价上升至 $+6$ 价, 铁元素化合价由 $+2$ 价上升至 $+3$ 价, $1 \text{ mol Cu}_2\text{S}$ 参与反应能够失去 10 mol 电子, 144 g FeO 的物质的量为 2 mol , 参加反应失去 2 mol 电子, 因此 $1 \text{ mol Cu}_2\text{S}$ 与 144 g FeO 共失去 12 mol 电子, 硝酸发生还原反应每生成 1 mol NO 得到电子 3 mol , 故根据得失电子守恒可知共生成 4 mol NO , 故选 D 项。]

3. C [设有 x L NH_3 分解,则



NH_3 的体积分数为 $\frac{a-(b-a)}{b} = \frac{2a-b}{b}$ 。]

4. C [FeSO_4 与 NaOH 反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 加热过程中 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 被氧气氧化成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 受热分解为 Fe_2O_3 和 H_2O , 最后得到的固体为 Fe_2O_3 , 根据 Fe 原子守恒, 得 $2\text{FeSO}_4 \sim \text{Fe}_2\text{O}_3$, 则 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{(200 \times 10^{-3} \times 0.1) \text{ mol}}{2} = 0.01 \text{ mol}$, $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.01 \text{ mol} \times 160 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.6 \text{ g}$ 。]

5. A [根据甲醇处理含氨废水的反应原理可得关系式: $\text{NH}_3 \sim \text{NO}_3^- \sim \frac{5}{6} \text{CH}_3\text{OH}$, 理论上每天所需甲醇的质量为 $\frac{0.034 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 500 \times 10^3 \text{ L}}{17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 95\% \times 96\% \times \frac{5}{6} \times 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.432 \times 10^4 \text{ g} = 24.32 \text{ kg}$ 。]

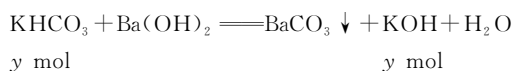
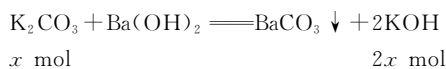
6. 解析: $14.35 \text{ g ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的物质的量为 $\frac{14.35 \text{ g}}{287 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, 由锌原子守恒可知, 七水硫酸锌完全分解生成硫酸锌的质量为 $0.05 \text{ mol} \times 161 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.05 \text{ g}$, 则 100°C 时, 剩余固体带有结晶水, 设剩余固体的化学式为 $\text{ZnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 由固体的质量为 8.95 g 可知, 结晶水 x 的值为 $\frac{8.95 \text{ g} - 8.05 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0.05 \text{ mol}} = 1$, 则剩余固体的化学式为 $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

7. C [混合气体中只有 CO_2 和 Na_2O_2 反应, 设二氧化碳的体积为 $V(\text{CO}_2)$, $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \quad \Delta V$
 $44.8 \text{ L} \quad \quad \quad 22.4 \text{ L} \quad 22.4 \text{ L}$
 $V(\text{CO}_2) \quad \quad \quad (20-16) \text{ L}$
 $44.8 \text{ L} : 22.4 \text{ L} = V(\text{CO}_2) : (20-16) \text{ L}$,
 解得 $V(\text{CO}_2) = 8 \text{ L}$, 则 $V(\text{CO}) = (20-8) \text{ L} = 12 \text{ L}$ 。]

8. A [设原混合物中 $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = x \text{ mol}$, $n(\text{KHCO}_3) = y \text{ mol}$, 根据总质量可得 $138x + 100y = 3.38$ ①
 向溶液中加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 恰好使生成白色沉淀的量最多, 反应后剩余的 OH^- 的物质的量 $n(\text{OH}^-) = 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.05 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$ 。

根据方程式:



可得 $2x + y = 0.04$ ②, 联立①②解方程组得: $\begin{cases} x = 0.01 \\ y = 0.02 \end{cases}$

所以原混合物中 $n(\text{K}_2\text{CO}_3) : n(\text{KHCO}_3) = 0.01 \text{ mol} : 0.02 \text{ mol} = 1 : 2$ 。]

9. C [所得溶液恰好能被 $80 \text{ mL } 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸中和, 中和后的产物是 NaCl , 可知 $n(\text{Na}) = n(\text{HCl}) = 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.08 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$, 若生成物只有 Na_2O_2 , 则 $m(\text{Na}_2\text{O}_2) = \frac{0.04 \text{ mol}}{2} \times 78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.56 \text{ g}$, 若生成物只有 Na_2O , 则 $m(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{0.04 \text{ mol}}{2} \times 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1.24 \text{ g}$, 若生成物只

有 NaO_2 , $m(\text{NaO}_2) = 0.04 \text{ mol} \times 55 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.2 \text{ g}$ 。由以上分析可知, A、B 错误; 若生成物为 Na_2O 和 Na_2O_2 , 质量在 1.24 g 与 1.56 g 之间, C 正确; 生成物若为 Na_2O_2 和 NaO_2 , 质量在 1.56 g 与 2.2 g 之间, D 错误。]

10. D [在溶液中 Cl_2 先与 Fe^{2+} 反应, 再与 Br^- 反应, $n(\text{Cl}_2) = \frac{3.36 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.15 \text{ mol}$; $n(\text{Cl}^-) = 0.3 \text{ mol}$; 假设 FeBr_2 溶液的浓度是 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则在原溶液中 $n(\text{Fe}^{2+}) = 0.1x \text{ mol}$, $n(\text{Br}^-) = 0.2x \text{ mol}$; 根据得失电子守恒, 由题意可得: $0.1x + (0.2x - 0.3) = 0.15 \times 2$, 解得 $x = 2$ 。]

11. 解析: (1) 起始时 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 固体质量为 5.56 g , 物质的量为 $\frac{5.56 \text{ g}}{278 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$, 若完全失去结晶水, 固体质量剩余 $0.02 \text{ mol} \times 152 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.04 \text{ g}$, 180°C 时, 固体质量为 3.40 g , 失去的是部分结晶水, 剩余固体的摩尔质量为 $\frac{3.40 \text{ g}}{0.02 \text{ mol}} = 170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 设剩余物质为 $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $152 + 18x = 170$, $x = 1$, N 的化学式为 $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 用 BaCl_2 溶液检验 SO_3 , 会有 BaSO_4 白色沉淀生成, 用品红溶液检验 SO_2 , 品红溶液褪色即证明有 SO_2 , SO_3 与水反应, 故应先检验 SO_3 后检验 SO_2 , 甲、乙试剂依次是 C、B。

答案: (1) $\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2) C B

12. 解析: (1) 根据关系式 $\text{TiCl}_4 \sim 4\text{HCl} \sim 4\text{AgNO}_3$, $n(\text{TiCl}_4) = \frac{1}{4} n(\text{HCl}) = \frac{1}{4} n(\text{AgNO}_3) = \frac{1}{4} \times 40.00 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则产品纯度为 $\frac{10^{-3} \text{ mol} \times 190 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 5}{1 \text{ g}} \times 100\% = 95.0\%$ 。(2) 未用标准液润洗滴定管, 消耗的标准液偏多, 产品纯度测定结果偏高, A 错误; 安全漏斗吸收挥发的 HCl 气体, 未将安全漏斗中的液体转移到容量瓶中, 产品纯度测定结果偏低, B 正确; 滴定终点时仰视读数, 标准液体积偏大, 产品纯度测定结果偏高, C 错误; 滴加过多的 K_2CrO_4 溶液会让滴定终点提前, 标准液偏少, 产品纯度测定结果偏低, D 正确。

答案: (1) 95.0 (2) BD

课时提能作业(八)

1. D

2. C [NaOH 溶液质量不确定, $b \text{ g}$ 溶液中溶质不确定, C 项符合题意。]

3. (1) 氧化物(或过氧化物或金属氧化物) 焰色试验

(2) 淡黄 Na_2O_2 与 H_2O 反应产生 O_2 , 且放热 (3) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ 既作氧化剂又作还原剂 401

4. (1) 白色固体 (2) 盐 酸、碱、盐

(3) ①产生白色沉淀 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

②产生白色沉淀 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$

③ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

5. A [拔出大头针, 钠粒掉落, 钠与水接触, 可开启实验, A 项正确; 钠与水反应剧烈, 为安全起见, 应取绿豆大小的钠粒, B 项错误; 钠与水反应会生成氢气, 氢气燃烧火焰呈现淡蓝色, 但是在尖嘴玻璃导管处点燃时, 由于受尖嘴玻璃导管影响, 会观察到火焰呈黄色, C 项错误; 该实验实现了废物的利用, 但产生的废液中氢氧化钠的碱性较强, 不能直接排放, D 项错误。]

6. C [粗盐水中先加入的过量试剂 1 为氯化钡, 除去 SO_4^{2-} , 再加入过量 NaOH 溶液, 除去 Mg^{2+} , 最后加入的过量试剂 2 为碳

酸钠溶液,除去过量的 Ba^{2+} 和 Ca^{2+} ,过滤后得到的固体为硫酸钡、氢氧化镁、碳酸钙和碳酸钡,滤液为 NaCl 、 NaOH 、碳酸钠的混合液,随后向滤液中通入的气体 1 为 NH_3 ,使溶液呈碱性,然后通入的气体 2 为 CO_2 ,此时反应生成 NaHCO_3 , NaHCO_3 溶解度较小结晶析出,过滤得到 NaHCO_3 固体,灼烧 NaHCO_3 得到碳酸钠。流程 II 后的滤液中大量存在的离子只有铵根离子和氯离子,大部分钠离子已经随 NaHCO_3 结晶析出,C 错误。]

7. 解析:(3) $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{BaCO}_3) = \frac{y}{197} \text{ mol}$, Na_2CO_3 的质量

$$\text{分数} = \frac{\frac{y}{197} \times 106}{x} \times 100\%$$

答案:(1) Na_2CO_3 分液漏斗 除去 CO_2 中的水蒸气

(2) ①液面上升 ②体积

(3) ①过滤 称量 ② $\frac{106y}{197x} \times 100\%$

课时提能作业(九)

1. B 2. B 3. D

4. ① Fe^{2+} 具有氧化性 ②向 FeCl_2 溶液中加入氯水 溶液由浅绿色变为棕黄色 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ③ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} = 3\text{Fe}^{2+}$

5. 解析:根据 $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$ 可知反应的 Fe^{3+} 与生成的 Fe^{2+} (溶液中 Fe^{3+}) 为 2:3。

答案:2:3

6. (1)防止 Fe^{2+} 被氧化 (2)+2 价是铁元素的中间价态,既可升高也可降低 (3) ①还原 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ ②KSCN 溶液 红色 ③取少许 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_2$ 溶液于试管中,加入锌片,静置一段时间,锌片上有固体析出,溶液的浅绿色消失,则证明 Fe^{2+} 的氧化性

7. D $[\text{Fe}(\text{OH})_2]$ 中+2 价铁元素易被氧化为+3 价,即在空气中加热会生成氧化铁,A 错误;硝酸具有强氧化性,即 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 溶解于足量硝酸可生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$,B 错误;维生素 C 能将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+} ,该过程中维生素 C 失去电子作还原剂,C 错误;高铁酸盐(含 FeO_4^{2-})中铁元素的化合价为+6 价,具有强氧化性,消杀水中细菌时得电子生成 Fe^{3+} , Fe^{3+} 水解可生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体,进而可吸附水中的悬浮物,D 正确。]

8. B [实验 1 中氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$, Cu^{2+} 与 Fe^{3+} 不反应,溶液变浅绿色是 Fe^{3+} 的黄色与 Cu^{2+} 的蓝色混合得到的颜色,A 错误;实验 2 中白色浑浊为 CuSCN ,Cu 元素化合价从+2 降低为+1, Cu^{2+} 被还原,B 正确;氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$,反应 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu}$ 不能自发进行,且实验 2 无 Cu 单质生成,反应原理错误,C 错误;由实验 2 可知,即使原溶液没有 Fe^{3+} ,只要存在 Fe^{2+} ,加入 KSCN 后也会产生 Fe^{3+} 使溶液变红,会干扰 Fe^{3+} 的检验,因此 Fe^{2+} 存在时,不能用 KSCN 检验 CuSO_4 溶液中的 Fe^{3+} ,D 错误。]

9. 解析:(1) ①铁与水蒸气反应的化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 。②产物 Fe_3O_4 也会被磁铁吸引,无法确定产物中有未反应的铁单质,结论错误。(3)通过实验①,说明溶液中没有 KSCN,含有 Fe^{3+} ,假设 I 不正确;实验②:另取同浓度的 FeCl_3 溶液滴加 2 滴 KSCN 溶液,溶液变红,再通入 O_2 ,无明显变化,说明假设 II 不正确,实验②的目的是验证假设 II 是否成立;由实验①②知假设 I 和 II 都不成立,得出假设 III 是正确的。

答案:(1) ① $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ②产物 Fe_3O_4 也会被磁铁吸引,无法确定产物中有未反应的铁单质,结论错误 (2) H_2O_2 氧化 KSCN (3) I 验证假设 II 是否成立 III

课时提能作业(十)

1. A

2. (1) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$

(2)硬度、价格、光泽、耐磨性、耐腐蚀性、易加工程度等(任选三条)

3. (1)NaOH 溶液与 CO_2 气体发生反应,导致易拉罐内压强变小 $\text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2)Al 与 NaOH 溶液反应产生 H_2 ,易拉罐内压强又变大 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

4. (1)石灰乳 过量 $\text{Mg}^{2+} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$

(2)过滤 (3)盐酸 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(4) MgCl_2 (熔融) $\xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (5)HCl

5. $2[2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2] + 3\text{C} \xrightarrow{\Delta} 6\text{Cu} + 7\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ [或 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 3\text{CuO} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C} + 2\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$]

6. A [Fe 的价层电子排布为 $3\text{d}^6 4\text{s}^2$,属于第 VIII 族元素,位于元素周期表 d 区,A 正确;合金是两种或两种以上金属(或金属与非金属)经熔合形成的具有金属特性的物质,“铁骨铜皮”是铁、铜两种材料物理拼接,不属于合金,B 错误;湿法炼铜是铁置换铜的反应,火法炼铜是还原铜的化合物得到铜单质的过程,二者均有元素化合价变化,都属于氧化还原反应,C 错误;铜的活泼性弱于氢,无法发生析氢腐蚀,表面绿色是铜在潮湿空气中先发生吸氧腐蚀,其产物再与空气中的 CO_2 和 H_2O 反应,最终生成碱式碳酸铜导致,D 错误。]

7. D $[\text{CuCl}]$ 难溶于稀硫酸, Cu_2O 与稀硫酸反应生成 Cu,故反应后的固体为 CuCl 与 Cu 的混合物,无法确定 Cu 的量,无法计算试样纯度,D 错误。]

8. C [通入过量的二氧化碳,滤液中的 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 只能转化为氢氧化铝沉淀,C 错误。]

9. 解析:炭渣加入草酸浸取,钼和钒分别转化为 MoO_3^{3+} 和 VO^{2+} ,草酸被氧化为二氧化碳(气体 1),炭不反应,镍、钙转化为草酸镍沉淀、草酸钙沉淀,三者成为滤渣 1,过滤,滤液加入浓硫酸使得钼、钒的草酸盐转化为硫酸盐和草酸,较低温度时草酸溶解度较小得到草酸晶体成为滤渣 2,过滤得到含 VOSO_4 和 $(\text{MoO})_2(\text{SO}_4)_3$ 的滤液,“沉钼”过程中加入 HMT 得到沉淀为 $[\text{MoO}(\text{OH})_3]_4(\text{HMT}-\text{H})_2\text{SO}_4$,结合质量守恒,还生成 H_2SO_4 ,过滤,滤液 1 中含 H_2SO_4 和不反应的 VOSO_4 ,过滤后得到沉淀加入氧化钙、水、空气,“碱浸转化”过程中得到 CaMoO_4 。(1) ①由题图,最佳草酸浓度为 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,此时钼元素浸出率接近 100%,而钙、镍浸出率为 0。②V 为 23 号元素, VO^{2+} 中钒为+4 价,由 V 原子失去 4 个电子得到,其价电子排布式为 3d^1 。③ MoO_3 和草酸发生氧化还原反应生成 $(\text{MoO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$,Mo 化合价由+6 降为+5、部分草酸中碳元素化合价由+3 升为+4,生成二氧化碳,结合原子守恒和得失电子守恒,化学方程式为 $2\text{MoO}_3 + 4\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{100^\circ\text{C}} (\text{MoO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$ 。(2)“酸转化”中加浓硫酸后,转化生成 VOSO_4 和 $(\text{MoO})_2(\text{SO}_4)_3$ 及草酸,根据题中表格,低温有利于草酸析出,则过滤前的操作为冷却结晶;由分析,“滤渣 2”为草酸晶体。(3)结合题中所给 HMT 结构,

HMT 中一个氮原子与氢离子形成配位键得到 $(\text{HMT}-\text{H})^+$, 可形成 $\text{N}-\text{H}\cdots\text{Y}$ 氢键(作为氢键给体), 另有 3 个 N 原子, 均具有 1 个孤电子对, 可形成 $\text{N}\cdots\text{H}-\text{X}$ 氢键(作为氢键受体), 故存在 4 个可形成氢键的位点。(4) $\text{MoO}(\text{OH})_3$ 被氧气氧化为 CaMoO_4 , 反应中 Mo 化合价由 +5 变为 +6、氧气中 O 化合价由 0 变为 -2, 结合原子守恒和得失电子守恒, 该反应的化学方程式为 $4\text{MoO}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + 4\text{CaO} = 4\text{CaMoO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$; $[\text{MoO}(\text{OH})_3]_4(\text{HMT}-\text{H})_2\text{SO}_4$ 在碱作用下会转化生成 HMT 等, 则“滤液 2”中可循环利用的物质为 HMT。(5)a. 由分析, “气体 1”为二氧化碳, 错误; b. “滤渣 1”主要含炭、 NiC_2O_4 和 CaC_2O_4 , 错误; c. “酸转化”时得到的草酸在低温下仍有部分溶于水, 则“滤液 1”含草酸, 正确; d. “碱浸转化”过程中, SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 结合产生 CaSO_4 , 故 CaMoO_4 粗产品含 CaSO_4 , 正确。

答案: (1) ① 2. 0 ② 3d^1 ③ $2\text{MoO}_3 + 4\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{100\text{ }^\circ\text{C}} (\text{MoO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O} \uparrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$
(2) 冷却结晶 草酸晶体
(3) 4
(4) $4\text{MoO}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + 4\text{CaO} = 4\text{CaMoO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ HMT
(5) ab

课时提能作业(十一)

1. C

- (1) $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 氢气在氯气中安静燃烧, 发出苍白色火焰, 瓶口有白雾出现 (2) $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 既作氧化剂、又作还原剂 1: 1 (3) $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 包装是否密封、有无结块、保质期等等
- NaClO 中氯元素的化合价为 +1 价, HCl 中氯元素的化合价为 -1 价, 酸性条件下 ClO^- 与 Cl^- 发生氧化还原反应产生有毒的 Cl_2 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- (1) 1. 426 g (2) 实际实验中不能实现全部转化, 要考虑损耗 (3) 浓盐酸在反应过程中变为稀盐酸, 反应就会停止, 生成 Cl_2 变少
- B** $[\text{NaOH}$ 为强碱, 水溶液中发生电离: $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$, 酚酞溶液遇碱变红, A 正确; ① 中溶液颜色褪去, 也可能是因为氯气与水反应生成的次氯酸具有漂白性, 可以使酚酞溶液褪色, B 错误; 淀粉遇碘单质变蓝, 故 ② 中溶液显蓝色, C 正确; Cl_2 具有氧化性, 可以氧化碘单质, 发生反应: $5\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{IO}_3^- + 10\text{Cl}^- + 12\text{H}^+$, D 正确。]
- A** $[\text{由题图可知, a 为 HCl, b 为 Cl}_2, \text{c 为 ClO}_2, \text{d 为 HClO, f 为次氯酸盐。根据分析可知, a 为 HCl, 是由分子构成的, A 错误; 根据分析可知, a} \rightarrow \text{b 就是 HCl} \rightarrow \text{Cl}_2, \text{f} \rightarrow \text{d 就是次氯酸盐} \rightarrow \text{HClO, 这些转化都能一步反应实现, 故 B 正确; 根据分析可知, c 为 ClO}_2, \text{具有强氧化性, 可作为自来水消毒剂, 故 C 正确; 根据分析可知, d 为 HClO, 结构式为 H}-\text{O}-\text{Cl, 形成的共价键是 H}-\text{O 共价键和 O}-\text{Cl 共价键, O 采用 sp}^3 \text{ 杂化, H}-\text{O 共价键属于 s-sp}^3 \text{ 键, O}-\text{Cl 共价键属于 p-sp}^3 \text{ 键, D 正确。}]$
- B** $[\text{装置 A 中物质是 MnO}_2 \text{ 和浓盐酸, 反应原理确实可以制取氯气, 化学方程式为 MnO}_2 + 4\text{HCl(浓)} \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O, 但是这个反应需要加热, 题图中装置 A 不完整, A 错误; 装置 B 中用 Cl}_2 \text{ 通入 K}_2\text{MnO}_4 \text{ 浓强碱溶液中制备}$

KMnO_4 , 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{MnO}_4^{2-} = 2\text{Cl}^- + 2\text{MnO}_4^-$, B 正确; 装置 C 表示通过蒸发结晶得到 KMnO_4 粗产品, 但 KMnO_4 受热不稳定, 温度过高时容易分解, 导致产品损失或纯度降低, 因此不能直接用普通蒸发结晶的方法得到 KMnO_4 粗产品, 通常应采用浓缩后冷却结晶等更温和的方法, C 错误; 装置 D 的原理是用酸性 KMnO_4 溶液滴定补血剂中的 Fe^{2+} , 反应为 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$; 这个反应原理本身可以用于测定 Fe^{2+} 含量, 但是题图中使用的是碱式滴定管, 酸性 KMnO_4 溶液具有强氧化性, 会氧化腐蚀橡胶管, 酸性 KMnO_4 溶液应装在酸式滴定管中, D 错误。]

- (1) 恒压滴液漏斗 1: 5 (2) 饱和食盐水(或饱和 NaCl 溶液) 降低 (3) 增大反应物的接触面积, 加快反应速率 (4) 蒸发浓缩 冷却结晶

课时提能作业(十二)

1. C 2. D

- (1) acd (2) 过滤 蒸馏 漏斗、玻璃棒、烧杯 (3) $2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) 取待测水溶液于试管中, 加入淀粉溶液, 溶液变蓝, 证明含 I_2 (5) ⑤ 分液漏斗
- (1) 配制食盐的水溶液 A; (2) 取维生素 C 片溶解于水中, 得到维生素 C 溶液 B; (3) 取少许食盐于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 再滴加维生素 C 溶液, 若溶液变蓝, 则证明食盐中含 KIO_3 ; (4) 另取少许食盐于试管中, 加入几滴淀粉溶液, 再加几滴“84”消毒液, 若溶液变蓝, 证明食盐中含 KI 。
- C** $[\text{向海水中通入氯气和酸, 可发生反应 Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2, \text{因为液溴易挥发, 所以可采用热空气吹出溴单质, A 正确; 吸收塔中发生反应 Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4, \text{硫元素由 +4 价升高到 +6 价, SO}_2 \text{ 被氧化, B 正确; 根据 B 项分析, 吸收时 SO}_2 \text{ 作还原剂, 而 Fe}^{3+} \text{ 具有强氧化性, 不与溴单质反应, 因此 Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \text{ 溶液不能代替 SO}_2 \text{ 和水, C 错误; 蒸馏塔中发生反应 Cl}_2 + 2\text{HBr} = 2\text{HCl} + \text{Br}_2, \text{该反应为置换反应, D 正确。}]$
- B** $[\text{F 处棉花球变蓝, 也可能是 Cl}_2 \text{ 与 KI 反应生成了 I}_2, \text{B 错误。}]$
- B** $[\text{A 项, 离子方程式未配平, 错误; C 项, 分液时, 先从下口放出有机相, 再从上口倒出水相, 错误; D 项, 过滤时, 不能搅拌, 待溶液自然流出, 错误。}]$
- A** $[\text{卤水中的 I}^- \text{ 在酸性条件下被氧化成 I}_n, \text{用离子交换树脂吸附后, 用亚硫酸钠溶液将 I}_n \text{ 还原成 I}^-, \text{然后在氯化钠和 HCl 通入后发生离子交换, 将碘离子转移至溶液中, 溶液中的 I}^- \text{ 被 KClO}_3 \text{ 氧化为 I}_2, \text{最后用热空气吹出, 得到碘单质。} \text{“氧化 1”} \text{ 为卤水中 I}^- \text{ 被氯气氧化为 I}_n, \text{发生反应 } 2n\text{I}^- + (n-1)\text{Cl}_2 = 2(n-1)\text{Cl}^- + 2\text{I}_n, \text{A 错误; 根据以上分析, 离子交换树脂的作用是富集碘元素, B 正确; 根据氧化还原反应中得失电子守恒, Cl}_2 \sim 2\text{Cl}^- \sim 2\text{e}^-, \text{Na}_2\text{SO}_3 \sim \text{Na}_2\text{SO}_4 \sim 2\text{e}^-, \text{所以 } n(\text{Cl}_2) : n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 1 : 1, \text{C 正确; 利用 I}_2 \text{ 易升华的性质, 鼓入热空气使碘成为气体从溶液中逸出, D 正确。}]$
- 解析:** (1) 通入热空气吹出 Br_2 , 利用了溴易挥发的性质。(2) 含溴混合物经过蒸馏得到液溴。(3) 实验室检验硫酸根离子的操作为取少量溶液于试管中, 滴加过量的稀盐酸, 无明显现象, 然后加入 BaCl_2 溶液, 若有白色沉淀产生, 则说明有硫酸根离子。(4) 步骤 ④ 为含碘离子的溶液、过氧化氢和稀硫酸反应生成碘单质, 反应的离子方程式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ 。(5) ① 碘单质既是氧化剂, 又是还原剂, 碘单质化合价升

高生成氧化产物 NaIO_3 的部分为还原剂,碘单质化合价降低生成还原产物 NaI 的部分作氧化剂,故还原剂与氧化剂的物质的量之比为 1:5。②操作 2 为过滤,使用的玻璃仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒。③反萃取流程中可循环利用的物质是四氯化碳。

答案:(1)挥发 (2)蒸馏 (3)取少量溶液于试管中,滴加过量的稀盐酸,无明显现象,然后加入 BaCl_2 溶液,若有白色沉淀产生,则说明有 SO_4^{2-} (4) $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$ (5)①1:5 ②烧杯、漏斗、玻璃棒 ③ CCl_4

课时提能作业(十三)

1. C 2. D 3. C

4. (1)C (2) SO_2 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} 2\text{SO}_2 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3)cd

5. C [该流程以晶体硫、亚硫酸钠为原料制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,各操作分析如下:研碎固体可增大反应物接触面积,单质硫难溶于水,用乙醇润湿可改善硫的浸润性,促进硫与亚硫酸钠溶液充分混合,加热反应后生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$,趁热过滤除去硫单质,冷却结晶得到 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,据此解答。题干已知硫代硫酸钠溶解度随温度升高而增大,反应后如果充分冷却再过滤,大量硫代硫酸钠会结晶析出,和未反应的硫单质一同被过滤除去,造成产品损失,正确操作应该是趁热过滤除去硫单质,该操作错误,C 错误。]

6. A [铜与浓硫酸加热反应生成有毒的二氧化硫气体,会污染环境,因此该实验需要在通风橱中进行,A 正确;过滤分离需要使用滤纸,浓硫酸具有脱水性,过量的浓硫酸会使滤纸碳化,且浓硫酸是粘稠状液体,无法通过过滤得到硫酸铜固体,B 错误;实验结束后试管中存在过量浓硫酸,若直接向试管中加水,水密度小于浓硫酸密度,浮在液面,浓硫酸稀释放热会引发液体暴沸溅出,存在安全隐患,操作错误,C 错误;反应后析出无水硫酸铜固体,说明反应生成的水优先被浓硫酸结合,证明 H_2SO_4 和 H_2O 之间的作用力比 CuSO_4 和 H_2O 之间的作用力更强,D 错误。]

7. 解析:(1)通过硫元素的“价—类”二维图可知,X 为硫元素的氢化物,且硫元素的化合价为 -2 价,故 X 的化学式为 H_2S 。将 X 与 SO_2 混合,生成淡黄色固体硫,其反应的化学方程式是 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,通过化学方程式中硫元素的化合价变化可知,S 既是氧化产物又是还原产物,且二者物质的量之比为 2:1,故二者的质量之比也为 2:1。(2)根据硫元素的“价—类”二维图可知,W 是硫酸,则过量的 Fe 粉与一定量浓硫酸混合加热反应首先生成的气体是 SO_2 ,随着反应的进行,浓硫酸浓度变小,所以后期又有 H_2 生成。(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中 S 的化合价为 +2,制备 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 时选用的反应物都含 S 元素,则根据氧化还原反应中的“归中反应”规律,反应物中 S 元素的化合价应一个大于 +2 价、一个小于 +2 价,只有 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{S}$ 符合。

答案:(1) H_2S 2:1 (2) SO_2 和 H_2 $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{S} \xrightarrow{\Delta} 3\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3)B (4)接触室 SO_3 溶于水转化为 H_2SO_4 过程中放热,产生酸雾,会降低 SO_3 的吸收效率

8. I. (3) H_2 和 SO_2 的混合气体

II. (1)变浅 SO_2 (2)由黑色变成红色 由白色变成蓝色 H_2 和 SO_2 的混合气体

III. (1)随着反应的进行,硫酸的浓度变小,铁与稀硫酸反应生成氢气

(2)不能 因为混合气体中可能含水蒸气,会干扰 H_2 的检验

课时提能作业(十四)

1. D 2. C

3. (1)① N_2 NO_2 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ ② $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 属于 ③ $3\text{Ag} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Ag}^+ + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)③ HNO_3 完全转化为 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 且不产生污染气体

4. (1) $4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{光照}} 4\text{NO}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)① $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ ② $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (3)① $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ② $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

5. B [过程①有根瘤菌参与,不能在高温下进行,A 错误;过程②是 $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ 和 O_2 反应生成 NO_2^- ,浇水和松土有利于过程②,B 正确;过程③中 NO_2^- 转化为 NO_3^- ,N 元素的化合价由 +3 价升高到 +5 价, NO_2^- 作还原剂被氧化,C 错误;氮的固定是将大气中游离态的氮转化为含氮化合物的过程,过程④是氮的化合物之间的转化,D 错误。]

6. B [注射器 4 中稀硝酸与铜反应: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,硝酸体现出氧化性和酸性,A 正确;注射器 2 中充满 NO ,与注射器 1 中空气中氧气反应生成红棕色 NO_2 气体,颜色改变,B 错误;装置 4 若换成浓氨水和碱石灰,会生成 NH_3 ,故可进行 NH_3 与空气和水反应的性质探究,C 正确;连通装置 1、2 实验后生成 NO_2 气体,装置 3 中 NaOH 溶液与 NO_2 反应: $2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,可进行尾气的吸收处理,D 正确。]

7. 解析:(1)根据装置特点和实验目的,装置⑤收集 NO ,装置④盛放浓硝酸,装置⑥中盛放 NaOH 溶液吸收 NO_2 ,因为要验证稀硝酸不能氧化 NO ,所以装置③中应该盛放 $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硝酸。(2)由于装置中残存的空气能氧化 NO 而对实验产生干扰,所以滴加浓硝酸之前需要通入一段时间的 CO_2 赶走装置中的空气,同时也需将装置⑤中的导管末端伸入倒置的烧瓶内防止反应产生的 NO 气体逸出。(4) NO 通过稀硝酸后,若无红棕色 NO_2 产生,说明稀硝酸不能氧化 NO ,所以盛放稀硝酸的装置③液面上方没有颜色变化即可说明。装置④中盛放的是浓硝酸,若浓硝酸能氧化 NO ,则装置④的液面上方会产生红棕色气体。(5)要证明是 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 浓度过高或是溶解了 NO_2 导致装置①中溶液呈绿色,可设计将溶解的 NO_2 赶走(a、c 方案),再观察颜色变化,也可在饱和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入 NO_2 ,观察比较反应后的颜色变化(d 方案)。

答案:(1) $3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 稀硝酸、浓硝酸、氢氧化钠溶液 (2)打开弹簧夹,通入一段时间 CO_2 ,关闭弹簧夹,将装置⑤中的导管末端伸入倒置的烧瓶内 (3)将 NO_2 转化为 NO $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ (4)装置③中液面上方气体仍为无色,装置④中液面上方气体由无色变为红棕色 (5)acd

课时提能作业(十五)

1. B 2. D

3. (1) N_2 N_2 分子中含有 $\text{N} \equiv \text{N}$,结构和性质稳定 (2) NH_3 NH_3 易液化,液氨汽化时吸收大量的热 (3) NH_3 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$ (4)铵盐 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

4. (1) $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ O_2
 H
 (2) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$
 (3) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ 40 : 17
5. (1) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{OH}^- + \text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{微生物}} \text{NO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O}$
6. D [由“价—类”二维图可知, a 为 NH_3 、b 为 N_2 、c 为 NO 、d 为 NO_2 或 N_2O_4 、e 为 HNO_3 、f 为 HNO_2 、g 为 NaNO_3 、h 为 NaNO_2 。工业制 HNO_3 是用 NH_3 与 O_2 反应生成 NO , 经过一系列转化最后生成 HNO_3 , D 错误。]
7. C [③装置作用是除去 N_2 中的 O_2 , 但 NaOH 溶液不能吸收 O_2 , C 错误。]
8. 解析: A 装置采用实验室制法产生 NH_3 , 经 B 装置除去水得到干燥的 NH_3 , 在加热条件下和 CuO 反应, D 装置无水硫酸铜检验是否有 H_2O 产生。(1) 结合题目所给信息可知, C 中氨和氧化铜反应, 生成 Cu 、 N_2 和 H_2O , 则 C 装置中反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; 实验后 C 中固体为 Cu , 和浓硫酸混合加热的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 充分反应后浓硫酸变稀, 反应停止, 加入 FeCl_3 溶液, 其中的 Fe^{3+} 可以氧化 Cu ; 加入 KNO_3 溶液, 则和剩余的 H^+ 形成硝酸, 可和 Cu 继续发生反应, 故选 AD。(2) D 装置的名称为干燥管; 氨和二氧化硫在水中生成亚硫酸铵, 亚硫酸铵与氯化钡反应生成亚硫酸钡沉淀。氯气能将二氧化硫氧化为硫酸根离子, 从而与钡离子结合生成硫酸钡白色沉淀, 故 A 符合; 二氧化氮能与水反应生成硝酸, 硝酸能将二氧化硫氧化为硫酸根离子, 硫酸根离子与钡离子结合生成硫酸钡白色沉淀, 故 B 符合; 二氧化碳与二氧化硫、氯化钡均不反应, 无沉淀生成, 故 C 不符合; 硫化氢和二氧化硫反应生成 S 单质黄色沉淀, 不能生成白色沉淀, 故 D 不符合。(3) 氨极易溶于水, 尾气吸收需要防止倒吸, 题图中能用来吸收尾气的装置是 ②④⑤, ①装置没有出气口, ③装置容易发生倒吸。(5) 检验铵根离子的方法是取 E 装置中溶液少许于试管中, 加入少量 NaOH 固体或浓氢氧化钠溶液并加热, 若产生使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体, 则证明溶液中含有 NH_4^+ 。

答案: (1) $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ AD (2) 干燥管 BaSO_3 AB (3) ②④⑤ (4) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (5) 取 E 装置中溶液少许于试管中, 加入少量 NaOH 固体或浓氢氧化钠溶液并加热, 若产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体, 则证明溶液中含有 NH_4^+

课时提能作业(十六)

1. A 2. B
 3. (1) ⑥⑧ (2) ②③④⑤⑦ (3) ①②
 4. (1) acd (2) Si_3N_4 共价 (3) $3\text{SiO}_2 + 6\text{C} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 6\text{CO}$ N_2
 5. D [碳纤维增强环氧树脂属于复合材料, 其中环氧树脂为有机高分子材料, 因此不属于无机非金属材料, A 错误; 金属钝化是金属表面与氧化性物质反应生成致密的薄膜的过程, 有新物质生成, 属于化学变化, 并非只发生物理变化, B 错误; 固态电

池和液态电池都属于化学电源, 能量转化方式均为化学能转化为电能, 能量转化方式相同, C 错误; 石墨烯具有良好的导电性, 作为感知材料时可通过电信号的变化反馈外界刺激, 利用了石墨烯易导电等性质, D 正确。]

6. C [煤的干馏、气化以及液化, 只是将碳转化为另外一种形式的含碳物质, 最后仍会转变为二氧化碳, 并不能减少二氧化碳的排放, C 错误。]
7. C [反应 2 是二氧化硅和碳在高温下反应生成硅和一氧化碳, 其副产物 CO 可作燃料, 故 A 正确; 反应 3 是硅和 HCl 反应生成 H_2 和 SiHCl_3 , 反应 4 是 H_2 和 SiHCl_3 反应生成 Si 和 HCl , 反应 3 的副产物是反应 4 的原料, 反应 4 的副产物是反应 3 的原料, 因此反应 3 和反应 4 的副产物可循环利用, 故 B 正确; 反应 1 是非氧化还原反应, 故 C 错误; 硅的熔点高, 如果反应 3 和反应 4 在同一容器中进行, 不能达到提纯目的, 应通过温度不同, 利用反应 3 除去难溶性杂质(如 SiO_2), 然后将三氯硅烷蒸馏出来, 故 D 正确。]
8. (1) 排出空气, 防止 H_2 遇空气爆炸
 (2) 水浴加热
 (3) $\text{H}_2 + \text{SiHCl}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 3\text{HCl}$
9. 解析: (1) 石英砂不能与碱性物质共同存放的原因是 SiO_2 与碱性物质可以发生反应。(2) 反应①是石英砂与焦炭发生氧化还原反应; 反应②是硅单质与 Cl_2 发生氧化还原反应。(3) 结合题给信息, SiCl_4 与 N_2 、 H_2 反应可得到 Si_3N_4 和 HCl 。
 答案: (1) $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2) ①②
 (3) $3\text{SiCl}_4 + 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 12\text{HCl}$
10. 解析: (3) 根据题图可知, $\text{Fe}_{0.9}\text{O}$ 可以将 CO_2 转化为 Fe_3O_4 和 C, 过程 I 反应的化学方程式为 $10\text{Fe}_{0.9}\text{O} + \text{CO}_2 = 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{C}$, 可知生成 3 mol 的 Fe_3O_4 消耗 1 mol CO_2 , 而 Fe_3O_4 又在太阳能高温作用下分解为 $\text{Fe}_{0.9}\text{O}$ 和氧气, 可实现铁的氧化物的循环利用。
 答案: (1) AB (2) $\text{CO}_2 + \text{Li}_4\text{SiO}_4 \xrightleftharpoons[700\text{ }^\circ\text{C}]{500\text{ }^\circ\text{C}} \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{Li}_2\text{SiO}_3$
 (3) ①氧化 22.4 L ②将 CO_2 转化为 C 和 O_2 ; 利用了太阳能; 铁的氧化物可循环使用

课时提能作业(十七)

1. B 2. C 3. B 4. D
 5. A [木质炊具的主要成分为纤维素, A 错误; 葡萄糖与果糖分子式相同, 结构不同, 故互为同分异构体, B 正确; “沥”中涉及除去不溶性的杂质, 主要操作是过滤, C 正确; “陈”的过程中乙醇和乙酸缓慢地发生了酯化反应, 生成乙酸乙酯, 出现果香味, D 正确。]
6. D [“用浓酒和糟入甑, 蒸令气上……其清如水, 味极浓烈, 盖酒露也。”描述的是蒸馏法, 通过加热使酒精汽化再冷凝收集, 符合烧酒制作工艺, A 正确; 硝石(KNO_3)含钾元素, 焰色试验为紫色, 朴硝(Na_2SO_4)含钠元素, 焰色试验为黄色, 燃烧时观察颜色可鉴别, 涉及焰色试验, B 正确; 井盐通过蒸发水使 NaCl 结晶析出, 属于蒸发结晶操作, C 正确; 硝酸钾的提纯过程是溶解、过滤、蒸发结晶, 未涉及升华, 升华需要直接加热固体成气体, D 错误。]
7. B [太阳能、风能为新能源, 则推广可利用太阳能、风能的城市照明系统利于节能减排和改善环境, A 不选; 不能将未经分类的生活垃圾直接填埋, 不利于节能减排和改善环境, B 选; 地铁、轻轨等轨道交通, 减少氮氧化物的排放, 则利于节能减排和改善环境, C 不选; 推行“限塑令”, 加快研发利用二氧化碳合成

- 的聚碳酸酯类可降解塑料,利于节能减排和改善环境,D不选。]
8. C [铝合金熔点低于各组分金属的熔点,A错误;SiC属于新型无机非金属材料,B错误;环氧树脂不导电,可作为防腐涂料,减小海水与桥体金属间的腐蚀电流,C正确;“歼-35”战斗机机翼所使用的“碳纤维布”是复合材料,与金刚石不是同素异形体,D错误。]
9. B [用铁粉制成的双吸剂包放入食品包装袋中,可防止食品被氧化和受潮,从而延长食品保质期,A做法合理;阴离子表面活性剂主要起清洁作用,不能与水垢发生反应,B做法不合理;“84”消毒液有效成分是次氯酸钠,白醋中含醋酸,醋酸与次氯酸钠反应可生成次氯酸,次氯酸具有强氧化性,能提高消毒效率,C做法合理;水果会释放乙烯,乙烯有催熟作用,高锰酸钾溶液能将乙烯氧化,从而使水果保鲜,D做法合理。]
10. 解析:(1)CaO溶于水生成强碱并放出大量的热,会灼伤和腐蚀人体。(2)患胃溃疡较严重者,不能食用与胃酸反应产生CO₂气体的抗酸药,为避免胃穿孔,可选用(1)中的Al(OH)₃粉。(3)①能发挥药效的是碳酸镁与氢氧化铝。②淀粉水解的最终产物是葡萄糖。③将抗酸药嚼碎后吞服可防止其黏附在胃壁上不能充分起作用,并预防呕吐等不良反应的发生。
- 答案:(1)C (2)B (3)① $\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ②C₆H₁₂O₆ ③将抗酸药嚼碎后吞服,可防止其黏附在胃壁上不能充分起作用,并预防呕吐等不良反应的发生

课时提能作业(十八)

1. B [不慎轻微烫伤时,可先用冷水处理,然后涂上烫伤药膏,A正确;不慎将浓硫酸沾到皮肤上,立即用大量水冲洗,然后用3%~5%的NaHCO₃溶液冲洗,B错误;不慎将烧碱溶液沾到皮肤上,立即用大量水冲洗,然后涂上1%的硼酸,C正确;FeCl₃溶液能使血液发生聚沉,具有应急止血的作用,D正确。]
2. D [NaOH是强碱,可以与玻璃的成分SiO₂反应生成Na₂SiO₃,会将试剂瓶与玻璃塞黏到一起,故不能使用玻璃塞,A、B错误;氢氟酸溶液可以与SiO₂反应从而腐蚀玻璃,应保存在塑料瓶中,C错误;浓硝酸与玻璃中成分不发生反应,可以用玻璃细口瓶和玻璃塞保存,D正确。]
3. C [向滴定管中添加液体的方法是直接将试剂瓶紧挨着滴定管口,缓慢倾倒即可,不需要使用漏斗,A项错误;用pH计测定溶液的pH时,用蒸馏水清洗电极后需再用被测溶液清洗一次,B项错误;蒸馏时蒸馏烧瓶中液体的体积不能超过容积的 $\frac{2}{3}$,液体也不能蒸干,C项正确;容量瓶水洗后不需要润洗,D项错误。]
4. C [实验室制取气体时,组装好装置后,应先检查装置的气密性,然后再装入试剂,以免装入试剂后发现装置气密性不好,再更换部分仪器而浪费试剂,A项错误;闻气体气味时,应用手轻轻在瓶口扇动,让少量气体飘进鼻孔,禁止将鼻子凑到集气瓶口去闻气味,B项错误;蒸发时,用玻璃棒不断搅拌使溶液受热均匀,防止液滴飞溅,C项正确;中和滴定实验时,锥形瓶不能用待测液润洗,D项错误。]
5. D [钠与水反应放热,可能导致液滴飞溅,需佩戴护目镜,反应生成氢氧化钠具有腐蚀性,同时需进行排气,实验后需洗手,图示正确,A说法正确;镁条可与二氧化碳反应,实验室储存的镁条着火时,不可以用泡沫灭火器灭火,B说法正确;Na、K着火可用干沙土灭火,C说法正确;铜与浓硫酸反应后的溶液中可能有浓硫酸残留,加水可能导致液滴飞溅,D说法错误。]

6. A [Na金属性活泼,易与水剧烈反应,因此要先用乙醇与废弃的Na缓慢反应生成乙醇钠,再加水稀释,最后加酸中和至中性才可以排放,故A项符合题意;应将含有浓硫酸的废液加入水中进行稀释,故B项不符合题意;试管中的银镜是银单质,不与浓氨水反应,可与稀硝酸反应,应用稀硝酸清洗,故C项不符合题意;白磷着火点低,用此法处理易自燃,故D项不符合题意。]
7. C [稀硫酸与大理石反应生成微溶的硫酸钙,会覆盖在大理石表面,阻止反应进一步发生,应该用稀盐酸与大理石反应制取CO₂,A项错误;CO₂和HCl都可以与碳酸钠溶液反应,应该用饱和碳酸氢钠溶液除去CO₂中的HCl,B项错误;二氧化碳通入浓硫酸中干燥,并用向上排空气法收集,C项正确;CaCl₂·6H₂O易失去结晶水,因此不能通过加热蒸发得到,可由氯化钙的热饱和溶液冷却结晶析出六水氯化钙结晶物,D项错误。]
8. D [实验室提纯苯甲酸需要用到的操作有过滤、重结晶,需要用到的仪器有烧杯、漏斗、玻璃棒、酒精灯等。]
9. 解析:(6)分析刻度可知①是温度计,②是量筒,读数精确到小数点后一位,③是滴定管,读数精确到小数点后两位,故选B。(7)天平使用时砝码放在右盘,精确度为0.1g。烧杯的实际质量为砝码质量减去游码示数,即30.0g-2.6g=27.4g。
- 答案:(1)容量瓶 (直形)冷凝管 (2)②⑥ (3)试管 (4)②④⑧⑨ (5)⑧⑨ (6)B (7)砝码放在左盘,烧杯放在右盘(或砝码和烧杯的位置放反了) 27.4 (8)胶头滴管伸入试管内 试管口向上倾斜 混合气体从短导管进入洗气瓶

课时提能作业(十九)

1. C [水和酒精是互溶的液体,不能使用过滤分离,A不符合题意;硝酸钾和氯化钠是易溶的固体,不能使用过滤分离,B不符合题意;碳酸钙不溶于水,食盐易溶于水,可以使用溶解、过滤、蒸发的顺序将它们分离,C符合题意;纯碱和食盐都是易溶于水的物质,不能使用过滤分离,D不符合题意。]
2. C [由题表中数据可知,物质A和B均为可溶于水的液体,且沸点相差较大,可用蒸馏的方法分离,不能用萃取、升华、分液的方法分离,故选C。]
3. D [CCl₄、I₂的沸点相差较大,CCl₄先蒸出,I₂留在瓶中,可蒸馏分离,故A正确;苯甲酸在水中的溶解度不大,则提纯苯甲酸可采用重结晶的方法,主要步骤有加热溶解、趁热过滤、冷却结晶,趁热过滤可减少苯甲酸结晶损失,故B正确;碘不易溶于水,易溶于四氯化碳,四氯化碳的密度大于水的密度,且四氯化碳与水不互溶,则萃取分层后,下层液体从下口放出,上层液体从上口倒出,故C正确;乙醇与水互溶,不能萃取溴水中的溴,故D不正确。]
4. D [能用分液漏斗分离的物质必须是两种相互不溶的液体,一般来说,有机溶质易溶于有机溶剂,无机溶质易溶于无机溶剂。溴和四氯化碳互溶,所以不能用分液漏斗分离,故A不符合题意;苯和溴苯互溶,所以不能用分液漏斗分离,故B不符合题意;汽油和苯互溶,所以不能用分液漏斗分离,故C不符合题意;硝基苯和水不互溶,所以能用分液漏斗分离,故D符合题意。]
5. C [加入过量的氢氧化钠可以将镁离子沉淀,加入过量的氯化钡可以将硫酸根离子沉淀,加入过量的碳酸钠可以将钙离子沉淀,但是要在加入氯化钡之后加入碳酸钠,这样碳酸钠才能除去反应剩余的氯化钡,然后进行过滤,最后加入稀盐酸除去反应剩余的氢氧根离子和碳酸根离子,所以第②③④⑥步加入

试剂的正确顺序为 NaOH、BaCl₂、Na₂CO₃、HCl 或 BaCl₂、NaOH、Na₂CO₃、HCl 或 BaCl₂、Na₂CO₃、NaOH、HCl，C 不正确。]

6. A [冷凝水流向应能使水充满冷凝管，故回流装置中冷凝水方向为 a 口进 b 口出，而蒸馏装置中冷凝水方向应为 b 口进 a 口出，A 错误；反应过程中有 HBr 生成，HBr 有毒，需要进行尾气处理，由于 HBr 极易溶于水，所以用较大容积的干燥管防倒吸，B 正确；该反应原理为浓硫酸与 NaBr 反应生成 HBr， $\text{HBr} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ ，浓硫酸吸收水，使反应正向进行，提高 1-溴丁烷的产率，故浓硫酸的作用是作反应物、吸水剂，C 正确；获得的粗产品中含有 1-溴丁烷、1-丁醇、HBr、硫酸、钠盐等，故先用水洗分液除去 HBr 和大部分硫酸、钠盐等，再用饱和 Na₂CO₃ 溶液洗涤除去剩余的酸，最后用水洗分液除去过量的 Na₂CO₃ 等残留物，D 正确。]
7. B [浓氨水与生石灰能制备氨，碱石灰能用于干燥碱性气体氨，则题给装置能达到制备干燥氨的实验目的，故 A 不符合题意；氯化铁在溶液中会水解生成氢氧化铁和盐酸，所以六水氯化铁在氨气氛围中直接加热会因氯化氢挥发使水解平衡不断右移直至趋于完全而得到氢氧化铁，不能制得无水氯化铁，则题给装置不能达到制备无水氯化铁的实验目的，故 B 符合题意；氯化氢能与碳酸氢钠溶液反应生成氯化钠、二氧化碳和水，二氧化碳不溶于饱和碳酸氢钠溶液，则题给装置能达到除去二氧化碳中混有的氯化氢杂质的实验目的，故 C 不符合题意；四氯化碳不溶于水，密度比水大，能萃取溴水中的溴，则题给装置能达到萃取并分离溴水中的溴的实验目的，故 D 不符合题意。]
8. A [向浓硫酸、环己醇的混合液中加入稍过量的 Na₂Cr₂O₇ 溶

液，水浴加热，环己醇被氧化成 ，在液相 1 中加入少量草酸除去过量的 Na₂Cr₂O₇，在 95℃ 蒸馏得到环己酮与水的共沸混合物，在液相 2 中加入 NaCl 固体降低环己酮的溶解度，使环己酮分层析出，在液相 3 中加入无水 K₂CO₃ 除去水分，经过滤得到 K₂CO₃ 水合物，滤液经蒸馏得到环己酮。由于 Na₂Cr₂O₇ 溶液稍过量，且环己酮可被强氧化剂氧化，故反应后加入少量草酸的目的是除去过量的 Na₂Cr₂O₇，而不是调节 pH，A 错误；环己酮可被强氧化剂氧化，故分批加入 Na₂Cr₂O₇ 溶液可防止环己酮被氧化，防止副产物增多，B 正确；由分析可知，①、②、③分别是含有硫酸和 Cr³⁺ 的水相、含 NaCl 的水相、K₂CO₃ 水合物，C 正确；操作 1 为蒸馏，环己酮的沸点为 155℃，故收集 150~156℃ 的馏分得到环己酮，无水碳酸钾易吸收水分，故加入无水碳酸钾除去水分，实验过程中获取③的操作为过滤，D 正确。]

9. 解析：锂云母的主要成分为 K(Li_{1.5}Al_{1.5})(AlSi₃O₁₀)(OH)_xF_{2-x}，加入氢氧化钠、氧化钙、水高压浸出，所得滤渣 1 中主要含铝硅酸盐和氯化钙，滤液加少量氧化钙进一步净化过滤后，所得滤液中主要含氢氧化锂，以及少量的氢氧化钠和氢氧化钙，向滤液中加入磷酸生成磷酸锂，过滤分离，向沉淀中加入氢氧化钙溶液，反应得到磷酸钙和氢氧化锂，过滤，所得滤液 2 中溶质主要为氢氧化锂，还有少量的氢氧化钙，通过加热、趁热过滤除去氢氧化钙，滤液蒸发结晶得到氢氧化锂固体。(1)①“高压浸出”中，加入的 CaO 与水反应生成氢氧化钙，电离出的 Ca²⁺ 与 F⁻ 生成难溶的 CaF₂。②结合题图中曲线，锂的浸出率最大

时，CaO 的最佳用量约为 4.5 g。③只考虑 i 的影响，尺寸越小，颗粒总表面积越大，有利于反应液接触，锂的浸出率越大；只考虑 ii 的影响，尺寸越小，颗粒聚集趋势越大，不利于反应液渗入，锂的浸出率越小；区域 I 中，锂浸出率随颗粒尺寸减小而降低，说明 ii 的影响程度大于 i 的影响程度。(2)净化后的滤液中主要含氢氧化锂，以及少量的氢氧化钠和氢氧化钙，“沉锂”加入磷酸生成磷酸锂的化学方程式为 $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{LiOH} = \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)“沉淀转化”反应 $2\text{Li}_3\text{PO}_4(\text{s}) + 3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{aq}) = 6\text{LiOH}(\text{aq}) + \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s})$ 的平衡常数 $K =$

$$\frac{c^6(\text{Li}^+) \cdot c^6(\text{OH}^-)}{c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^6(\text{OH}^-)} = \frac{c^6(\text{Li}^+) \cdot c^6(\text{OH}^-) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})}{c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^6(\text{OH}^-) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})} =$$

$$\frac{c^6(\text{Li}^+) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})}{c^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{PO}_4^{3-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{Li}_3\text{PO}_4)}{K_{\text{sp}}[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]} = \frac{m^2}{n}。$$

(4)滤液 2 中溶质主要为氢氧化锂，还有少量的氢氧化钙，由于氢氧化钙的溶解度随温度升高而减小，加热升温会析出氢氧化钙晶体，故趁热过滤的主要目的是除去 Ca(OH)₂ 杂质；除杂后的滤液主要含 LiOH，通过蒸发结晶得到 LiOH 固体。

答案：(1)①CaF₂ ②4.5 ③该条件下 ii 的影响程度大于 i 的影响程度

(2) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{LiOH} = \text{Li}_3\text{PO}_4 \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

(3) $\frac{m^2}{n}$

(4)蒸发结晶 除去 Ca(OH)₂ 杂质

课时提能作业(二十)

1. D [D 项，分别加入蒸馏水，四种溶液互滴，只能检验出氯化钡，氯化钡溶液分别滴入另外的三种溶液中时，均有白色沉淀生成，无法鉴别其他三种物质，符合题意。]
2. A [若 NaOH 溶液变质，则溶液中会混有碳酸钠，与氢氧化钡反应会生成白色沉淀，故 A 正确；漂粉精含氯化钙、次氯酸钙，无论是否变质，均含有氯化钙，加入碳酸钠溶液均产生沉淀，不能检验是否变质，故 B 错误；氯水无论是否变质均含氯离子，与硝酸银反应均生成白色沉淀，不能检验是否变质，故 C 错误；Na₂SO₃ 溶液变质后会混有硫酸钠，亚硫酸钠和硫酸钠均与氯化钡反应生成白色沉淀，不能检验是否变质，故 D 错误。]
3. D [先通过足量的溴水除去二氧化硫，再通过澄清石灰水检验是否含有二氧化碳。]
4. B [不能用干燥的试纸检验气体，A、C 错误；能使湿润的淀粉-碘化钾试纸变蓝的气体一定具有氧化性，不一定是氯气，D 错误。]
5. C [若固体中含有 SO₃²⁻，在酸性条件下滴加 Ba(NO₃)₂ 溶液，SO₃²⁻ 会被氧化生成硫酸根离子，也出现白色沉淀，则该固体试样中不一定存在 SO₄²⁻，A 错误；若固体为 FeCl₃ 和 Fe 的混合物，也有相同的现象，则该固体试样中可能存在 Fe³⁺，B 错误；检验 NH₄⁺ 时应加 NaOH 溶液并加热，产生使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体，选项中没有加热，故不能确定该固体试样中有没有铵根离子，C 正确；滴加盐酸出现白色沉淀，再加 NaOH 溶液沉淀溶解，原固体中可能有 [Al(OH)₄]⁻，不一定为 SiO₃²⁻，D 错误。]
6. B [Fe²⁺ 与 KSCN 不反应，不能推断 Fe²⁺ 是否存在，可用铁氰化钾溶液检验 Fe²⁺，A 错误；能与 Ba²⁺ 反应生成沉淀的离子可能是 CO₃²⁻、SO₃²⁻、SO₄²⁻，但先加入盐酸无明显现象，可以排除 CO₃²⁻、SO₃²⁻ 的干扰，然后加入氯化钡溶液，如果产生沉淀，则

溶液中含 SO_4^{2-} , B 正确;玻璃中含有钠离子,用玻璃棒蘸取溶液在酒精灯上灼烧,火焰呈黄色,不能证明溶液中是否含有钠离子, C 错误;盐酸中含有氯离子,故无法判断 W 溶液中是否含有 Cl^- , D 错误。]

7. C [Na_2SO_3 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 溶液颜色由黄色变为浅绿色; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性,加入酚酞溶液,溶液不会变为红色;氨水加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成氢氧化铁红褐色沉淀; BaCl_2 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成硫酸钡白色沉淀, A 不符合题意。 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性, FeO 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中, FeO 会溶解,但溶液不会由黄色变为浅绿色; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液呈酸性,加入石蕊溶液,溶液由黄色变为红色; NaOH 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中反应生成氢氧化铁红褐色沉淀; AgNO_3 溶液加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会生成 Ag_2SO_4 白色沉淀, B 不符合题意。铁粉加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 溶液颜色由黄色变为浅绿色, KSCN 溶液遇 Fe^{3+} 会变红,溶液由黄色变为红色, Na_2O_2 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中先和水反应生成 NaOH 和 O_2 , Fe^{3+} 和 OH^- 反应生成氢氧化铁红褐色沉淀; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中铅离子和硫酸根离子反应生成硫酸铅白色沉淀, C 符合题意。 Fe 加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中会将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 溶液颜色由黄色变为浅绿色; KSCN 溶液遇 Fe^{3+} 会变红,溶液由黄色变为红色;碳酸钠加入 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中 CO_3^{2-} 、 Fe^{3+} 发生双水解反应,生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色沉淀和 CO_2 气体;氯化镁溶液加入硫酸铁溶液中不发生反应,无白色沉淀生成, D 不符合题意。]

8. B [加入 AgNO_3 溶液生成白色沉淀,加入稀盐酸沉淀不溶解,但加入稀盐酸会引入 Cl^- ,即使原溶液中没有 Cl^- ,也会因为加入的稀盐酸而产生不溶于稀盐酸的 AgCl 沉淀,所以不能确定原溶液中一定有 Cl^- 存在, A 错误;通入 Cl_2 后,溶液变为深黄色,加入淀粉溶液后溶液变蓝,则溶液中有 I^- 存在, B 正确; SO_3^{2-} 与 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 反应形成 BaSO_3 沉淀,加入稀盐酸后在 H^+ 、 NO_3^- 的作用下可转化为 BaSO_4 沉淀, C 错误;能使澄清石灰水变浑浊的气体是 CO_2 或 SO_2 ,原溶液中可能存在的离子是 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 或 HSO_3^- , D 错误。]

9. C [A 项,加入 BaCl_2 溶液得到白色沉淀,原溶液中可能含有 SO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} 或 Ag^+ ; B 项, HSO_3^- 也有同样的现象; C 项,观察钾元素的焰色试验应透过蓝色钴玻璃,排除钠元素的干扰; D 项,检验 NH_4^+ 应加入浓 NaOH 溶液,且需要加热。]

10. A [步骤①中, NH_4^+ 加入浓的碱溶液并加热会产生无色的气体 NH_3 , Fe^{3+} 加入过量的强碱会产生红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, Al^{3+} 加入过量的强碱会生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, X 为含有 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 的溶液,步骤②中加入 NaHCO_3 溶液发生的反应为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 生成白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。步骤①中所加试剂可以是浓 KOH 溶液, A 正确;无色气体是 NH_3 ,可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝色,所以应该用湿润的红色石蕊试纸检验 NH_3 , B 错误;步骤②中加入 NaHCO_3 溶液发生的反应为 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 生成白色沉淀 $\text{Al}(\text{OH})_3$, C 错误; Fe^{2+} 遇铁氰化钾会生成蓝色沉淀, D 错误。]

11. D [由(1)可知 4.3 g 固体是 BaCO_3 和 BaSO_4 , 2.33 g 固体是 BaSO_4 , 则 200 mL 原溶液中 $n(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{2.33 \text{ g}}{233 \text{ g/mol}} = 0.01 \text{ mol}$, $n(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{4.3 \text{ g} - 2.33 \text{ g}}{197 \text{ g/mol}} = 0.01 \text{ mol}$; 由(2)可知

该气体是 NH_3 , 则 200 mL 原溶液中 $n(\text{NH}_4^+) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.05 \text{ mol}$; 根据电荷守恒可知,原溶液中一定存在 Cl^- , 可能存在 Na^+ 、 K^+ 中一种或两种。原溶液中一定存在 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NH_4^+ 、 Cl^- , 可能存在 Na^+ 、 K^+ , 故 A 项错误;钾元素的焰色试验需要透过蓝色钴玻璃观察,该操作无法确定原液中是否存在钾元素,故 B 项错误;原溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-}) = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.05 \text{ mol/L}$, 故 C 项错误;如果上述 6 种离子都存在,溶液中存在电荷守恒: $n(\text{Cl}^-) + 2n(\text{SO}_4^{2-}) + 2n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{NH}_4^+) + n(\text{Na}^+) + n(\text{K}^+)$, 带入数据可知 $n(\text{Cl}^-) > 0.01 \text{ mol} = n(\text{SO}_4^{2-})$, 即 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{SO}_4^{2-})$, 故 D 项正确。]

课时提能作业(二十一)

1. A [实验室可以用 MnO_2 和浓盐酸在加热条件下制备 Cl_2 , 故 A 正确;实验室可以用 MnO_2 催化 H_2O_2 分解制备 O_2 , 用浓硫酸干燥 O_2 , O_2 的密度大于空气,可以用向上排空气法收集,应该长管进、短管出,故 B 错误;收集 NH_3 时,导管应伸入试管底部,故 C 错误;铜和浓硫酸在加热的条件下反应生成二氧化硫,二氧化硫可以使石蕊溶液变红,但不能用浸有稀硫酸的棉花团吸收过量的二氧化硫,应该用浸有 NaOH 溶液的棉花团,故 D 错误。]

2. D [反应 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可用于制备氨, A 不符合题意; NH_3 是碱性气体,可用碱石灰进行干燥, B 不符合题意;装置丙中发生反应 $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 可验证氨的还原性, C 不符合题意;氨的密度比空气小,收集时应短管进长管出, D 符合题意。]

3. C [Cu 与稀硝酸反应生成 NO , A 错误;应用向上排空气法收集 NO_2 , 长管进短管出, B 错误; NO_2 和 NaOH 溶液反应生成 NaNO_3 、 NaNO_2 和 H_2O , C 正确;蒸干溶液不能获得含结晶水的 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 应该蒸发浓缩、冷却结晶, D 错误。]

4. D [洗气时气体从长导管通入液体中,再从短导管排出, A 正确;用干燥管干燥气体时应大口进气,小口出气, B 正确;氨极易溶于水,倒扣的漏斗可有效防止倒吸, C 正确;收集 H_2 应该用排水法或者向下排空气法, D 不正确。]

5. B [NH_3 的密度比空气小,应该采用向下排空气法收集,装置 c 中的导管应改为短进长出, A 不符合题意;浓硫酸可以与 Na_2SO_3 反应生成 SO_2 , SO_2 气体的密度比空气大,能使用向上排空气法收集, SO_2 气体能与 NaOH 溶液迅速反应,吸收装置中要防倒吸, B 符合题意;铜与浓硝酸反应生成的气体产物为 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 的同时还生成 NO (有毒气体),不能用水进行 NO_2 的尾气吸收, C 不符合题意;用 MnO_2 与浓盐酸制取 Cl_2 时需要加热, D 不符合题意。]

6. D [光气可由氯仿(CHCl_3)和氧气在光照条件下合成,且光气遇水迅速水解,由题给实验装置可知,装置乙用于制备氧气,然后经装置甲干燥氧气,在装置丁中合成光气,装置丁后面需连接干燥装置,防止水进入装置丁中,最后连接装置丙吸收尾气。装置丁中氯仿和氧气在光照条件下合成光气,反应的化学方程式为 $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$, A 正确;装置丁中生成氯化氢,氯化氢极易溶于水,倒扣的漏斗可防止倒吸,则装置丙的主要作用是吸收尾气中的氯化氢, B 正确; COCl_2 的沸点为 8.2°C , 沸点较低易挥发,则冰水混合物的作用是降温,防止 COCl_2 挥发, C 正确;由上述分析可知,装置的连接顺序为 $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$, D 错误。]

7. B [装置甲中反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, A 错误; 装置丙中溶液先变红后褪色, 是氯气与水反应生成了氯化氢和次氯酸的作用, 不能说明 Cl_2 具有漂白性, B 正确; 装置丁中反应是 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 氧化剂与还原剂的物质的量之比为 1:2, C 错误; 澄清石灰水中氢氧化钙浓度太小, 不适合进行氯气的尾气处理, D 错误。]

8. 解析: 装置 B 中发生反应 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 生成的 NH_3 进入 D 收集氨, 控制氨的流速, 再通入装置 A 发生反应 $2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$, 制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 多余的氨被仪器 C 中的试剂 X 吸收, 防止污染环境。(2) 仪器 C 球形干燥管内装的固体药品能与氨反应, 防止多余的氨污染环境, 故“试剂 X”为 P_2O_5 (或无水 CaCl_2)。(3) 装置 B 中反应生成的 NH_3 进入 D 收集氨, 因氨的密度比空气小, 应从导管短的一端进入即 g 端进入, f 端出来, 进入装置 A, 为了反应物充分混合, 氨从 A 中 b 端进入, 多余的氨从 a 端出来进入尾气处理装置 C 中, 从干燥管的 d 端进入, e 端出来。(4) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 中含有 -1 价的氧元素, 则 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 具有氧化性, 可将 KI 氧化成 I_2 , 发生反应为 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$; $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定生成的 I_2 , 通过碘单质的存在判断滴定终点, 选择淀粉溶液为指示剂; 根据题中信息可列关系式 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 消耗标准液 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = V \times 10^{-4} \text{ mol}$, $n[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8] = \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \times V \times 10^{-4} \text{ mol} = 5V \times 10^{-5} \text{ mol}$, $m \text{ g}$ 产品的纯度为 $\frac{5V \times 10^{-5} \text{ mol} \times 228 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{m \text{ g}} \times 100\% = \frac{1.14V}{m}\%$ 。

答案: (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

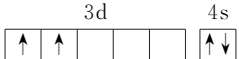
(2) P_2O_5 (或无水 CaCl_2)

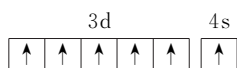
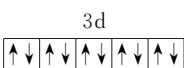
(3) gfbade (或“gfbad”或“g, f→b, a→d”)

(4) $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- = 2\text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$ 淀粉溶液 $\frac{1.14V}{m}$

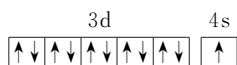
课时提能作业(二十二)

1. A 2. B 3. A 4. A 5. D

6. (1) $[\text{Ar}]3\text{d}^24\text{s}^2$  (2) $[\text{Ar}]3\text{d}^54\text{s}^1$

 (3) $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}$ 

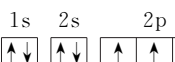
7. (1) C 或 O (2) N (3) Mn $[\text{Ar}]3\text{d}^54\text{s}^2$ (4) Cu

 (5) K, Cl

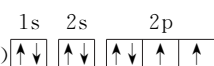
8. D [A. $^{140}_{60}\text{Nd}$ 与 $^{142}_{60}\text{Nd}$ 互为同位素, 是不同的核素, 错误; B. Nd 的相对原子质量不是 140, 14 g Nd 含有的电子不是 6 mol, 错误; C. $^{140}_{60}\text{Nd}$ 原子的中子数为 80, 质子数为 60, 两者之差为 20, 错误。]

9. A [单核 10 电子粒子基态时电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^6$, 每个轨道内排布 2 个电子, 自旋状态相反, A 项正确; B 项电子排布图违背了洪特规则, 错误; 基态 N 原子的价层电子排布图为 $2\text{s}^22\text{p}^3$, C 项错误; D 项电子排布图中的电子没有跃迁到能量更高的轨道上, 错误。]

10. D [基态 Fe^{3+} 的简化电子排布式为 $[\text{Ar}]3\text{d}^5$, A 错误; 基态碳原子核外有 6 个电子, 根据能量最低原理, 先排满 2s 轨道, 再

排 2p 轨道, 其轨道表示式为 , B 错误; 基态 Fe^{2+} 的电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^6$, 其价层电子不包括 3s、3p 能级, 故价层电子轨道表示式为 3d^6 , C 错误。]

11. 解析: 元素周期表前四周期有 A、B、C、D、E 五种元素, B 元素的基态原子价层电子排布式为 ns^2np^2 , B 位于第 IV A 族; C 元素位于第二周期且基态原子中 p 能级与 s 能级电子总数相等, 电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^4$, C 为 O; D 元素基态原子的 M 层的 p 能级中有 3 个未成对电子, 电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^3$, D 为 P; E 元素基态原子有 5 个未成对电子, 电子排布式为 $1\text{s}^22\text{s}^22\text{p}^63\text{s}^23\text{p}^63\text{d}^54\text{s}^2$, E 为 Mn。

答案: (1) 氧 磷 锰 (2) 

(3) $\text{H} \times \text{C} \times \text{H} \quad \text{O}=\text{C}=\text{O} \quad \text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{O} > \text{P} > \text{Si} > \text{Li}$ (5) $3\text{d}^54\text{s}^2$ 第四周期第 VII B 族 Mn_2O_7

课时提能作业(二十三)

1. B 2. C 3. A 4. A 5. C

6. (1) ① H N O Na Al Cu ② O N H ③ N O Al Na (2) Al (3) $ds(n-1)d^{10}ns^{1-2}$, 即次外层 d 轨道全充满, 最外层 s 轨道有 1 或 2 个电子

7. B [已知 X、Y、Z、W、M 是原子序数依次增大的短周期主族元素, X 可形成 +1 价阳离子, 则 X 位于第 I A 族, 由于 M 的质子数是 X 的 3 倍, 故 X 为 Li, M 为 F; Y、Z、W 分别在 -1 价阴离子中形成 4、4、2 个共价键, 则 Y 为 B, Z 为 C, W 为 O。Z 为 C, W 为 O, 同周期主族元素从左到右, 第一电离能呈增大趋势, 因此第一电离能 $\text{C} < \text{O}$, 即 $\text{Z} < \text{W}$, A 错误; W 的简单离子为 O^{2-} , M 的简单离子为 F^- , 电子层结构相同时, 核电荷数越大, 离子半径越小, 因此简单离子半径 $\text{O}^{2-} > \text{F}^-$, 即 $\text{W} > \text{M}$, B 正确; $\angle 1$ 对应结构中碳氧双键与碳氧单键的夹角, C 原子为 sp^2 杂化, 键角约 120° , $\angle 2$ 对应结构中 B—O 与 B—O 的夹角, B 原子为 sp^3 杂化, 因此 $\angle 1 > \angle 2$, C 错误; Y 为 B, Z 为 C, 同周期主族元素从左到右, 元素的非金属性逐渐增强, 元素的非金属性越强, 最高价氧化物对应水化物的酸性越强, 则酸性 $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_3\text{BO}_3$, 即 $\text{Z} > \text{Y}$, D 错误。]

8. A [X 只连接 1 个单键, 原子序数最小, 所以 X 是 H; Z 连接 1 个双键和 1 个单键, W 连接 1 个双键和 3 个单键, 且原子序数: $\text{Z} < \text{W}$, 则 Z 为 N, W 是 P; Y 连接 4 个单键, 原子序数小于 N, 所以 Y 是 C; Q 连接 2 个单键, 且原子序数介于 N、P 之间, 则 Q 是 O; R 连接 1 个单键, 原子序数介于 O、P 之间, 则 R 是 F。Q 的简单氢化物是 H_2O , Z 的简单氢化物是 NH_3 , N 的电负性小于 O, N 原子孤电子对更易给出, 与 Cu^{2+} 配位能力更强, 所以与 Cu^{2+} 配位能力: $\text{H}_2\text{O} < \text{NH}_3$, A 正确; R 是 F, 在第二周期中, 第一电离能最大的是 Ne, B 错误; W 的简单氢化物是 PH_3 , Y 的简单氢化物是 CH_4 , 二者中心原子的价层电子对数都是 4, CH_4 的中心原子上没有孤电子对, PH_3 的中心原子上有 1 个孤电子对, 孤电子对对成键电子对的排斥力更大, 所以键角: $\text{PH}_3 < \text{CH}_4$, C 错误; Z 的最高价氧化物对应的水化物是 HNO_3 , W 的最高价氧化物对应的水化物是 H_3PO_4 , 非金属性: $\text{N} > \text{P}$, 酸性: $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$, D 错误。]

9. 解析: (6) C、Si 和 P 的基态原子的价层电子排布式分别为 $2s^2 2p^2$ 、 $3s^2 3p^2$ 、 $3s^2 3p^3$, P 失去的第四个电子是 $3s^2$ 电子, $3s$ 能级处于全充满状态, 较难失去电子, 故 P 的第三和第四电离能差值较大, 故 b 曲线表示 P。

答案: (1) $N > H > B$ (2) O N (3) Li^+ 的核电荷数较大, 吸引电子能力强, 半径较小 (4) Cu^+ 的 $3d$ 轨道全充满, 能量低, 处于较稳定状态 (5) $As > Se > Ge$ $Se > As > Ge$ (6) b

课时提能作业(二十四)

1. B 2. D 3. A

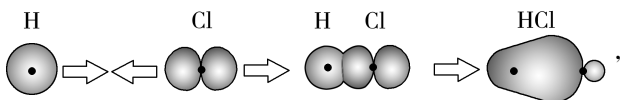
4. $H: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : H$ $H-O-O-H$ 极性 非极性 极性

H_2O_2 、 H_2O 均为极性分子且分子间形成氢键, 而 CCl_4 为非极性分子, 不易溶解极性分子 H_2O_2

5. (1) -184.9 -102.3 (2) $>$ $H-Cl$ 的键能大于 $H-Br$ 的键能 (3) $<$ $<$ $<$

6. C $[HClO]$ 的电子式应为 $H: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :$, A 错误; OF_2 的电子

式应为 $: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{F}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{F}} :$, B 错误; 用电子云轮廓图表示 HCl 中 $s-p$ σ 键的形成:



D 错误。

7. A $[C_2^{2-}]$ 与 O_2^{2+} 结构相似, 所以一个 O_2^{2+} 中含有一个三键, 因此 1 mol O_2^{2+} 中含有 $2N_A$ 个 π 键, A 正确; CO 与 N_2 结构相似, 则一个 CO 分子中含有一个三键, 分子中 σ 键与 π 键数目之比为 1:2, B 错误; CN^- 与 N_2 结构相似, 1 个 $CH_2=CHCN$ 分子中含有一个碳碳双键和一个碳氮三键, 因此 1 个 $CH_2=CHCN$ 分子中含有 6 个 σ 键和 3 个 π 键, σ 键与 π 键的数目之比为 2:1, C 错误; 若该反应中有 4 mol $N-H$ 断裂, 即 1 mol N_2H_4 参与反应, 则生成 1.5 mol N_2 , N_2 中含有 $N \equiv N$, 故形成 π 键的数目是 $3N_A$, D 错误。

8. A $[Na_2O]$ 是离子化合物, 由 Na^+ 和 O^{2-} 构成, 2 个钠离子不

能合并, 应在 O^{2-} 的两侧, 其电子式为 $Na^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} :]^{2-} Na^+$,

A 不正确; $MgCl_2$ 由 Mg 失去最外层的 2 个电子并转移至 Cl

中形成 8 电子稳定结构, 形成过程为 $: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} : + \times Mg \times + : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :$

$\longrightarrow [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :]^- Mg^{2+} [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :]^-$, B 正确; MgO 由 Mg 失去最外

层的 2 个电子并转移至 O 中形成 8 电子稳定结构, 形成过程为

$\cdot \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Mg}} \cdot + \cdot \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} \cdot \longrightarrow Mg^{2+} [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} :]^{2-}$, C 正确; NH_4Cl 中铵根离子

和氯离子间含有离子键, 铵根离子内 N 和 H 间含有共价键, 电

子式为 $[H: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{N}} : H]^+ [: \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{Cl}} :]^-$, D 正确。

9. (1) $C-C$ 和 $C-H$ 的键能较大, 所形成的烷烃较稳定; $Si-Si$ 和 $Si-H$ 的键能较小, 易断裂, 导致长链硅烷难以生成 (2) $C-H$ 的键能大于 $C-O$, $C-H$ 比 $C-O$ 稳定; $Si-H$ 的键能小于 $Si-O$, $Si-H$ 不稳定而倾向于形成稳定性更强的 $Si-O$ (3) Si 的原子半径较大, p 电子肩并肩重叠程度小, 无法形成 π 键

10. 解析: 由 A、C 常温下能形成液态化合物 A_2C 和 A_2C_2 , 可知 A 为 H, C 为 O, 则 D 为 Na, E 在第三周期第 IIIA 族, 为 Al, 由质子数之和为 39 可知, B 为 C。 (1) 由题给信息分析可知, B 为 C, 位于周期表中第二周期第 IVA 族; 由 H、O、Na 三种元素组成的化合物为 $NaOH$, 含有的化学键为离子键、共价键。

(2) BC_2 为 CO_2 , 属于共价化合物, 其电子式为 $:\ddot{O}: : C: : \ddot{O}:$ 。 (3) Al 与氢氧化钠溶液反应生成四羟基合

铝酸钠和氢气, 反应的离子方程式为 $2Al + 2OH^- + 6H_2O$

$\longrightarrow 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$ 。 (4) H_2O 与 Na 单质反应生成

$NaOH$ 和氢气, 所得溶液呈碱性, $pH > 7$ 。 (5) D 为 Na, A 为

H, 化合物 DA 是 NaH , 含钠元素的化合物灼烧时, 火焰呈黄色,

NaH 和水反应的化学方程式为 $NaH + H_2O \longrightarrow NaOH +$

$H_2 \uparrow$, 则该反应中消耗 1 mol NaH 生成 1 mol $NaOH$ 和

1 mol H_2 , 若将 1 mol NaH 和 1 mol Al 混合加入足量的水,

另外还发生反应: $2Al + 2NaOH + 6H_2O \longrightarrow$

$2Na[Al(OH)_4] + 3H_2 \uparrow$, 则又生成 1.5 mol H_2 , 故充分反应

后总共生成 2.5 mol H_2 , 生成的气体在标准状况下的体积是

$22.4 L \cdot mol^{-1} \times 2.5 mol = 56 L$ 。

答案: (1) 第二周期第 IVA 族 离子键、共价键

(2) $:\ddot{O}: : C: : \ddot{O}:$

(3) $2Al + 2OH^- + 6H_2O \longrightarrow 2[Al(OH)_4]^- + 3H_2 \uparrow$

(4) $>$ (5) 黄 56 $Na^+ [: H]^-$

课时提能作业(二十五)

1. A 2. C 3. A 4. A

5. (1) $O-H >$ 氢键 $>$ 范德华力 sp^3 大 H_3O^+ 与 H_2O 的中心原子均为 sp^3 杂化, 但 H_2O 中有两个孤电子对排斥力较大, 键角较小 (2) 平面三角形 sp^2

6. C [基态 W 原子的核外电子有 4 种空间运动状态, 电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, 说明 W 是 C; X、Y、Z、W 同周期, 且第一电离能依次减小, 说明 X、Y、Z 分别是 F、N、O; Z 的原子序数是 Q 的一半, 说明 Q 是 S。 QZ_3^{2-} (SO_3^{2-}) 中 S 的杂化类型为 sp^3 , C 错误。]

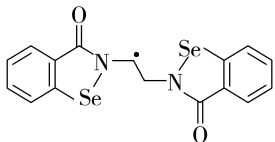
7. A [根据题中结构和成键特点, 已知 Q、R、T、W、X、Y 为原子序数依次增大的短周期元素, 推导得: Q 为 H, R 为 C, T 为 N, W 为 O, X 为 Na, Y 为 S。简单离子半径: $S^{2-} > O^{2-} > Na^+$, 即 $Y > W > X$, A 错误; 第一电离能: $N > O > S$ 即 $T > W > Y$, B 正确; 虚框中的基团分别含有 N 和 O, N、O 电负性大, 都可以和水分子形成氢键, C 正确; R 是 C, 最高价氧化物对应的水化物是碳酸, T 是 N, 最高价氧化物对应的水化物是硝酸, 酸性: $H_2CO_3 < HNO_3$, 即 $R < T$, D 正确。]

8. C $[NCl_3]$ 中的中心 N 原子有孤电子对, 可以与水电离出的氢离子形成配位键, 水解方程式为 $NCl_3 + 3H_2O \rightleftharpoons NH_3 \uparrow + 3HClO$, 而 $SiCl_4$ 的中心原子硅原子有空的 $3d$ 轨道, 可以接受水分子中的孤电子对, 形成一个五配体的中间体, 随后该五配体上的氯原子与羟基上的氢原子逐步结合, 形成具有四羟基的化合物, 故水解方程式为 $SiCl_4 + 4H_2O \longrightarrow H_4SiO_4 \downarrow + 4HCl$, 所以二者的水解反应机理不同, A 错误; $SiCl_4$ 分子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4 \times 1) = 4$, 空间结构为正四面体形;

$SiCl_3(OH)$ 分子的价层电子对数为 $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 4) = 4$, 空间结构是四面体形, 不是正四面体形, B 错误; NH_4Cl_2 和 NH_3 中氮

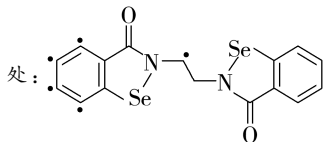
原子连接的氢原子与氮原子间均能形成分子间氢键,所以沸点均较高,C正确;中间体 $\text{SiCl}_4(\text{H}_2\text{O})$ 中成键数为5,孤电子对数为0,所以硅原子的价层电子对数是5,硅原子采用 sp^3d 杂化,D错误。]

9. D [Se原子在周期表的位置是第四周期第ⅥA族,价层电子排布式为 $4\text{s}^2 4\text{p}^4$,位于p区,A正确;乙烷砷分子中,C原子的杂化类型有 sp^2 、 sp^3 ,苯环上的C为 sp^2 杂化,



图中标记的C为 sp^3 杂化,B正

确;乙烷砷分子中有5种不同化学环境的氢原子,如图标记



处:C正确; SeO_3 中硒原子的价

层电子对数为3,孤电子对数为0,分子的空间结构为平面三角形,键角为 120° , SeO_3^{2-} 中硒原子的价层电子对数为4,孤电子对数为1,离子的空间结构为三角锥形,键角小于 120° ,则键角大小:气态 $\text{SeO}_3 > \text{SeO}_3^{2-}$,D不正确。]

10. 解析:根据题意可知D、E、X、Y、Z分别为C、N、Si、S、Cl。

答案:(1)四面体形 $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 1 \times 1 - 1 \times 1)$ V形

(2) $3\text{s}^2 3\text{p}^4$ 平面三角形 (3) SiCl_4 $109^\circ 28'$ (4)c

11. 解析:(1)由 $\text{N}_4\text{H}_6^{2+}$ 的结构可知,每个N原子形成3个 σ 键,且4个N原子失去了2个电子,参与形成大 π 键的电子数为 $5 \times 4 - 2 - 3 \times 4 = 6$,即参与形成大 π 键的电子数为6,原子数为4,可表示为 Π_4^6 。(2)



分子内含有1个大 π 键,该大 π 键由4个C原子和1个O原子参与形成,每个C原子给出1个电子参与形成大 π 键,O原子给出2个电子参与形成大 π 键,则该大 π 键可表示为 Π_5^6 。

(3) NO_2^- 中的离域 π 键为三中心四电子,可表示为 Π_3^4 。

(4)由题图可知,R中阴离子 N_5^- 中有5个N—N,所以 N_5^- 中的 σ 键总数为5; N_5^- 中有5个氮原子参与形成大 π 键,每个N原子形成2个 σ 键,每个N原子还可以提供1个电子参与形成大 π 键,且从外界得到1个电子,故参与形成大 π 键的电子数为 $5 \times 5 + 1 - 2 \times 5 - 2 \times 5 = 6$,则 N_5^- 中的大 π 键应表示为 Π_5^6 。

答案:(1) Π_4^6 (2) Π_5^6 (3) Π_3^4 (4) 5 Π_5^6

课时提能作业(二十六)

1. A 2. C 3. B

4. $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$ CN^- C 4 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ Cl^- Cl 6 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ NH_3 N 6

5. C [根据题意可推知,M、E、F、X、Y、Z分别为C、O、F、Na、Mg、Al。电负性: $\text{F}(\text{F}) > \text{O}(\text{E}) > \text{C}(\text{M})$,A错误;第一电离能: $\text{Mg}(\text{Y}) > \text{Al}(\text{Z}) > \text{Na}(\text{X})$,B错误; Na_3AlF_6 为配合物,含离子键和配位键,C正确; OF_2 的空间结构为V形,是极性分子,D错误。]

6. A $[\text{NH}_3]$ 中N原子存在1个孤电子对,孤电子对对成键电子对的排斥力大于成键电子对之间的排斥力;当 NH_3 作为配体与中心Co原子形成配位键后,原孤电子对变为成键电子对,对N—H的排斥力减小,因此H—N—H键角: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{F}]^{2+}$

$> \text{NH}_3$,A错误;水解最终 H_2O 取代了HF与Co(Ⅲ)配位,说明与Co(Ⅲ)的配位能力: $\text{H}_2\text{O} > \text{HF}$,B正确;转化过程中断裂了Co—F,生成了H—F、Co—O极性配位键,因此涉及极性键的断裂和生成,C正确;F与 H^+ 形成H—F后,F的电子对向H—F偏移,削弱了Co—F,使其更易断裂,促进水解,D正确。]

7. D [18-冠-6醚在水层中结合 K^+ ,形成一个带正电荷的络合物,这个正电荷通过静电吸引,将带负电荷的 MnO_4^- “拉”入有机相(甲苯层)中,A正确;从题图中可以看出,冠醚在水相和有机相之间循环移动,这说明它在两相中都具有一定的溶解度,B正确;冠醚的结构决定了它对特定大小的阳离子有很强的络合能力,18-冠-6醚的空腔大小与 K^+ 的离子半径非常匹配,因此对 K^+ 有很高的选择性,C正确;18-冠-6醚在这里是作为催化剂,催化剂的作用是降低反应的活化能,从而加快反应速率,但它不能改变反应的焓变,反应的焓变只取决于反应物和生成物的始态和终态,与反应路径无关,D错误。]

8. B [4-羧基肉桂酸钠与Co盐形成正方格子状的二维结构配合物,可知中心原子Co不会采用 sp^3 杂化,因为 sp^3 杂化会形成四面体结构,A错误;— COO^- 中存在共轭效应,形成配位键后C—O键间电子云密度减小,C—O键长增大,故配合物中的C—O键长大于4-羧基肉桂酸钠中的,B正确;由题中结构图可知,1个 Co^{2+} 可与4个4-羧基肉桂酸根离子形成配位键,1个4-羧基肉桂酸根离子可与4个 Co^{2+} 形成配位键,二者个数比为1:1,其化学式为 $[\text{Co}(\text{O}_2\text{CCH}=\text{CHC}_6\text{H}_4\text{CO}_2)_n]$,C错误; $[\text{O}_2\text{CCH}=\text{CHC}_6\text{H}_4\text{CO}_2]^{4-}$ 中10个C原子均为 sp^2 杂化,则结构中Co与 sp^2 杂化的C原子个数比为1:10,D错误。]

9. A [超分子通常是指由两种或两种以上分子依靠分子间相互作用结合在一起,组成复杂的、有组织的聚集体,冠醚是单独的一个分子结构,不是超分子,A错误;冠醚能与阳离子作用,将阳离子以及对应的阴离子都带入有机溶剂,冠醚与 K^+ 结合后将 MnO_4^- 带入烯烃中, MnO_4^- 与烯烃充分接触而迅速反应,B正确;烯烃和冠醚的极性都很小,根据相似相溶原理知,烯烃可溶于冠醚,而水分子的极性较大,烯烃难溶于水,C正确;冠醚中氧原子提供孤电子对, K^+ 提供空轨道,两者通过配位键形成超分子,D正确。]

10. 解析:(1)题图中虚线代表氢键,从氢键处断裂,可得 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ 、 H_2O 、 SO_4^{2-} ,故用配合物的形式表示胆矾的化学式为 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。 SO_4^{2-} 的中心原子价层电子对数为4,不含孤电子对,则S原子采取 sp^3 杂化, SO_4^{2-} 的空间结构为正四面体形。(2) $(\text{SCN})_2$ 的结构式为 $\text{N} \equiv \text{C} - \text{S} - \text{S} - \text{C} \equiv \text{N}$,则1 mol $(\text{SCN})_2$ 中含有的 π 键数目为 $4N_A$ 。异硫氰酸易形成分子间氢键,其沸点较高。(3)向硫酸铜溶液中加入NaCl固体, Cu^{2+} 与 Cl^- 形成配离子 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$,溶液由蓝色变为黄绿色。继续滴加浓氨水,先有蓝色沉淀生成,该沉淀为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,继续滴加浓氨水后,沉淀溶解,溶液变为深蓝色,生成配离子 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,离子方程式为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ 。(4)Cu与氨水和过氧化氢的混合溶液反应,生成配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$,离子方程式为 $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:(1) $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 正四面体形 sp^3 杂化 (2) $4N_A$ 异硫氰酸分子之间能形成氢键

(3) $[\text{CuCl}_4]^{2-} + \text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$ (4) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

课时提能作业(二十七)

课时提能作业(二十八)

1. C 2. B 3. C 4. D

5. (1) CO 分子晶体 (2) sp 180° 4 低 SiO₂ 为共价晶体而 CO₂ 为分子晶体, 分子晶体的熔点低于共价晶体
(3) SiC SiC 晶体和硅晶体都是共价晶体, Si 原子半径大于 C 原子半径, Si—C 键长比 Si—Si 键长短, Si—C 键能较大
(4) 3 4a kJ

6. C [离子晶体的配位数与第一电离能无关, A 项不符合题意; 水分子间形成的氢键数目大于氟化氢分子间形成的氢键数目, 故水的沸点高于氟化氢的沸点, B 项不符合题意; 石墨属于混合型晶体, 层内包含大 π 键, 层间为范德华力, 能导电的原因是碳原子中未杂化的 p 轨道重叠, 使 p 轨道上的电子可在整个碳原子平面中运动, C 项符合题意; C₆₀、S₈ 均为分子晶体, C₆₀ 的相对分子质量大于 S₈ 的相对分子质量, 故 C₆₀ 的范德华力更强, 熔点更高, D 项不符合题意。]

7. B [沉淀 A 是 Fe(OH)₂, 具有层状结构, Fe²⁺ 占据由 OH⁻ 堆积形成的所有八面体空隙, 单片层通过八面体共用顶点连接而成, 层间存在离子键和氢键。产品 B 是 Fe(OH)₂ 被空气氧化后的产物, 其中 Fe²⁺ 和 Fe³⁺ 的原子比为 2 : 1, 由于 Fe³⁺ 所带正电荷比 Fe²⁺ 多, 层状结构会带有正电荷。设 Fe²⁺ 个数为 4, Fe³⁺ 个数为 2, 结合结构特点和元素守恒, OH⁻ 个数为 12, SO₄²⁻ 个数设为 y。根据化合物中各元素化合价代数和为零, $(+2) \times 4 + (+3) \times 2 + (-1) \times 12 + (-2) \times y = 0$, 解得 y = 1, 可推出化学式为 Fe₃(OH)₁₂SO₄。]

8. C [由晶胞结构可知, Li 原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$, Fe 原子个数为 $8 \times \frac{1}{2} = 4$, Se 原子个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$, 则该超导材料的化学式为 LiFe₂Se₂, A 正确; 以体内 Se 为观察对象, 距离 Se 原子最近的 Fe 原子的个数为 4, B 正确; 由以上分析可知晶胞中含 2 个 Li、4 个 Fe 和 4 个 Se, 晶胞质量为 $\frac{(7+79 \times 2+56 \times 2) \times 2}{N_A}$ g, 晶胞体积为 $a^2 b \times 10^{-21}$ cm³, 密度为 $\frac{(7+79 \times 2+56 \times 2) \times 2}{a^2 b N_A} \times 10^{21}$ g/cm³, C 不正确; B 为体心, B 点分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, D 正确。]

9. 解析: (1) 从题中晶体结构示意图可以看到, 每个黑色球 (Cu²⁺ 或 Al³⁺) 被 6 个白色球 (OH⁻) 紧密包围, 故该晶体中一个金属离子与所有紧邻的氧原子形成的空间结构为八面体形。(2) a. 氢键: 晶体中存在 H₂O 和 OH⁻, 水分子之间、OH⁻ 与水分子之间可以形成氢键, 因此存在氢键; b. 金属键: 金属键存在于金属晶体中, 该物质是离子化合物 (层状复合氢氧化物), 不存在金属键; c. 配位键: 金属离子 (Cu²⁺、Al³⁺) 有空轨道, OH⁻ 的 O 原子有孤电子对, 二者形成配位键, 因此存在配位键; d. 极性键: O—H (H₂O、OH⁻ 中)、C=O (CO₃²⁻ 中) 都是不同原子形成的极性共价键, 因此存在极性键; e. 非极性键: 该晶体中不存在同种原子之间的共价键, 因此无极性键。(3) 根据化合物中各元素化合价代数和为零可列式 $2 \times 6 + 3 \times 2 = x + 2y$, 即 $18 = x + 2y$; 每层总共有 8 个 OH⁻, 每一层 OH⁻ 又被层与层共用, 均摊为一半, 共有 16 个 OH⁻, x = 16, y = 1 符合题意。

答案: (1) 八面体形 (2) acd (3) 16 1

1. B 2. B

3. (1) CH₄ (2) CH₄ (g) + 2O₂ (g) = CO₂ (g) + 2H₂O (l)
 $\Delta H = -890.3$ kJ/mol

4. I. (1) ① (2) ③ (3) 1 209 kJ

II. (1) C₂H₂ (g) + $\frac{5}{2}$ O₂ (g) = 2CO₂ (g) + H₂O (l)

$\Delta H = -1299.6$ kJ/mol

(2) C₂H₅OH (l) + 3O₂ (g) = 2CO₂ (g) + 3H₂O (l)

$\Delta H = -1366.8$ kJ/mol

5. B [产物越稳定, 对应的反应放热越多, 已知反应 II 产物更稳定, 故 $|\Delta H_2| > |\Delta H_1|$, 又因两反应均为放热反应, 因此 $\Delta H_2 < \Delta H_1$, A 错误; 低温下反应 I 产物占比更高, 说明低温时反应 I 速率更快, 在相同温度下, 反应速率越快则活化能越低, 因此活化能: 反应 I < 反应 II, B 正确; 由反应 I 可知, 该反应为放热反应, 则反应物断键吸收的热量 $[E(C \equiv C \text{ 中的 } \pi \text{ 键}) + E(\text{Br}-\text{Br})]$ 小于形成产物成键释放的热量 $[2E(C-\text{Br})]$, 即 $E(C \equiv C \text{ 中的 } \pi \text{ 键}) < E(C \equiv C \text{ 中的 } \pi \text{ 键}) + E(\text{Br}-\text{Br}) < 2E(C-\text{Br})$, C 错误; 若为 1,4-戊二烯 (CH₂=CH-CH₂-CH=CH₂), 与溴水加成时, 只生成 4,5-二溴-1-戊烯, 产物种类只有 1 种, D 错误。]

6. C [由题图可知, 4HCl (g) + O₂ (g) = 2Cl₂ (g) + 2H₂O (g)
 $\Delta H < 0$, 则断裂旧化学键吸收的总能量小于形成新化学键释放的总能量, A、D 错误; 若 H₂O 由气态变为液态, 则放出热量, 生成物总能量变小, B 错误; 化学反应遵循能量守恒定律, 则该反应发生时向环境释放能量, C 正确。]

7. C [由题图可知, 产物乙的能量更低, 而反应物相同, 生成乙放出的能量更多, 故 $\Delta H_1 > \Delta H_2$ (ΔH 为负值), A 错误; 25 °C 时, $n(\text{甲}) : n(\text{乙}) = 3 : 22$, 即甲占 $\frac{3}{25}$, 乙占 $\frac{22}{25}$, 焓变为 $\frac{3\Delta H_1 + 22\Delta H_2}{25}$, B 错误; -15 °C 时, 由题图可知, 由中间体 M 转化为甲的活化能更低, 故 $v(\text{甲}) > v(\text{乙})$, C 正确; 催化剂只能改变反应速率, 不能改变平衡产物中甲和乙的组成比, D 错误。]

8. 解析: (1) ① 反应热 = 反应物总键能 - 生成物总键能, 故 $\Delta H = (2 \times 803 + 3 \times 436 - 3 \times 414 - 326 - 3 \times 464)$ kJ · mol⁻¹ = -46 kJ · mol⁻¹, 故 CO₂ (g) + 3H₂ (g) = CH₃OH (g) + H₂O (g) $\Delta H = -46$ kJ · mol⁻¹。② 根据燃烧热的概念, 1 mol 氢气完全燃烧生成液态水所释放的能量为 285.8 kJ, 相同条件下水分解是上述过程的逆过程, 热化学方程式为 H₂O (l) = H₂ (g) + $\frac{1}{2}$ O₂ (g) $\Delta H = +285.8$ kJ · mol⁻¹。(2) 观察始态物质的相对能量与终态物质的相对能量知, 终态物质相对能量低于始态物质相对能量, 说明该反应是放热反应, ΔH 小于 0。过渡态物质相对能量与起始态物质相对能量相差越大, 活化能越大, 由题图知, 最大活化能 $E_{\text{正}} = 1.86 \text{ eV} - (-0.16 \text{ eV}) = 2.02 \text{ eV}$, 该步起始物质为 COOH^{*} + H^{*} + H₂O^{*}, 产物为 COOH^{*} + 2H^{*} + OH^{*}。

答案: (1) ① CO₂ (g) + 3H₂ (g) = CH₃OH (g) + H₂O (g)
 $\Delta H = -46$ kJ · mol⁻¹

② H₂O (l) = H₂ (g) + $\frac{1}{2}$ O₂ (g) $\Delta H = +285.8$ kJ · mol⁻¹

(2) 小于 2.02 COOH^{*} + H^{*} + H₂O^{*} = COOH^{*} + 2H^{*} + OH^{*} (或 H₂O^{*} = H^{*} + OH^{*})

课时提能作业(二十九)

1. A
2. $\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = +255.7 \text{ kJ/mol} - (+131.5 \text{ kJ/mol}) = +124.2 \text{ kJ/mol}$
3. (1) 1:1 (2) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 $\Delta H = -2043.9 \text{ kJ/mol}$
4. A [A. ΔH_1 越小,放热越多, HX 能量越低, HX 就越稳定, 正确; B. 根据盖斯定律, $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, 错误; C. 原子半径越小, 键能越大, 按照 Cl、Br、I 的顺序, ΔH_2 依次减小, 错误; D. 过程 III 形成化学键放热, 高温煅烧石灰石吸热, 二者能量变化形式不相同, 错误。]
5. C [题给四个反应都是吸热反应, 反应的 ΔH 都大于 0, 将这四个反应依次编号为①、②、③、④, 结合盖斯定律作答。A. 反应①、②都是吸热反应, 故 $\Delta H_1 > 0$, $\Delta H_2 > 0$, 错误; B. 根据盖斯定律, 反应②+反应③得 $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CoCl}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = \Delta H_2 + \Delta H_3$ (标为⑤), 该反应为吸热反应, 该反应失去 2 mol 结晶水, 反应①失去 4 mol 结晶水, 失去水的物质的量是反应⑤的两倍, 故反应①吸收的热量更多, 则 $\Delta H_1 > \Delta H_2 + \Delta H_3$, 错误; C. 根据盖斯定律, 反应①+反应②+反应③=反应④, 则 $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4$, 则 $\Delta H_4 - \Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, 正确; D. 反应②、③都失去 1 mol 结晶水, 由题意无法判断 ΔH_2 、 ΔH_3 的相对大小, 错误。]
6. C [A. 根据盖斯定律可知, $\Delta H_6 = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 - \Delta H_5$, 错误; B. 原子失去电子变为离子属于吸热过程, Ca 和 Mg 属于同主族, Ca 的金属性强于 Mg, $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}^{2+}$ 吸收的热量比 $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+}$ 吸收的热量少, 即 $\Delta H_7 < \Delta H_8$, 错误; C. 原子得电子变为离子属于放热过程, Cl 的非金属性强于 I, 即 $\text{Cl} \rightarrow \text{Cl}^-$ 放出的热量比 $\text{I} \rightarrow \text{I}^-$ 放出的热量多, 即 $\Delta H_8 > \frac{1}{2} \Delta H_4$, 正确; D. $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g})$ 属于吸热反应, 即 $\Delta H_5 > 0$, $\text{Mg}^{2+}(\text{g})$ 、 $2\text{Cl}^-(\text{g})$ 转化成 $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ 、 $2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 要放出热量, 发生 $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 吸收的热量比 $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{g}) + 2\text{Cl}^-(\text{g})$ 吸收的热量少, 即 $\Delta H_9 < \Delta H_5$, 错误。]
7. A [① $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{HI}(\text{g})$
 $\Delta H_1 = -213 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; ② $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H_2 = +327 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, ①+②得④ $\text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H = +114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 氢气的燃烧热 $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则⑤ $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H = -286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; 由盖斯定律可知, -④-⑤得③ $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{I}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 $\Delta H_3 = -(+114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - (-286 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = +172 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。]
8. 解析: (1) 反应 I - 反应 II 得到“已知反应”, 根据盖斯定律 $\Delta H_1 = \Delta H + \Delta H_2 = -24.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 68.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +44.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2) 根据盖斯定律, 目标反应=反应 I + 反应 II, 则 $\Delta H_4 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +101 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + (-166 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -65 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(3) 根据反应(a)、(b)、(c)的物质转化关系, 由盖斯定律可知, (c) - 2(b) = (a), 故 $\Delta H_1 = +132.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 2 \times (+200.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -267.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

答案: (1) +44.4 (2) -65 (3) -267.8

课时提能作业(三十)

1. B 2. C 3. D 4. A
5. B [由题干原电池装置图可知, 电极 a 上 N_2H_4 转化为 N_2 , 发生氧化反应, 故 a 极为负极, 电极反应为 $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, 则 b 极为正极, 电极反应为 $\text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$ 。 N_2H_4 转化为 N_2 , 失去了电子, a 极为负极, 发生氧化反应, A 错误; b 极为正极, 电极反应式为 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \uparrow + 9\text{OH}^-$, B 正确; a 极上的电极反应式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightleftharpoons \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, OH^- 向 a 极区迁移, C 错误; 生成 28 g N_2 (1 mol) 转移 4 mol 电子, D 错误。]
6. D [已知 Zn 的化学性质与 Al 相似, 电池分为左侧正极区 (NO_3^- 还原为 NH_3)、右侧负极区 {Zn 被氧化为 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ }, 中间为 OH^- 离子交换膜; 负极 (Zn 板): $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$; 正极 $[\text{Ru-Ni}(\text{OH})_2]$: $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + 9\text{OH}^-$ (NO_3^- 得 8e^- 被还原为 NH_3); 充电时, 阴极电极反应为 $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^- + \text{Zn}$, 阳极发生反应: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} - 4\text{e}^- + 5\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + 4\text{H}_2\text{O}$, 据此分析。正极 $[\text{Ru-Ni}(\text{OH})_2]$ 的电势高于负极 (Zn), A 正确; 放电时, 正极发生还原反应。根据题中图示, NO_3^- 被还原为 NH_3 , 同时生成 OH^- , N 元素从 +5 价降为 -3 价, 每个 N 原子转移 8 个电子, 结合电荷守恒和原子守恒, 可以写出: $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + 9\text{OH}^-$, B 正确; 充电时, 原电池的正极 $[\text{Ru-Ni}(\text{OH})_2]$ 变为阳极, 发生氧化反应; 原电池的负极 (Zn) 变为阴极, 发生还原反应。阳极 (左室): $\text{NH}_3 + 9\text{OH}^- - 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O}$; 阴极 (右室): $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn} + 4\text{OH}^-$, 在电解池中, 阴离子 (OH^-) 向阳极移动, 即从右室 (阴极区) 移向左室 (阳极区), C 正确; 结合上述分析可知, 生成 1 mol NH_3 转移 8 mol 电子, 同时消耗 4 mol Zn, 生成 1 mol CH_3COO^- 时又生成 2 mol Zn, 若正极区恰好生成 0.1 mol 醋酸铵, 消耗 0.2 mol Zn, 故理论上负极质量减少 $0.2 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13 \text{ g}$, D 错误。]
7. 解析: (1) ①由题图分析知, 锂在 a 极上失电子生成锂离子, 说明该电池处于放电状态; ②用铅蓄电池给该电池充电时, a 极上锂离子得电子生成金属锂, 则 a 极连接铅蓄电池的负极, 即 Pb 电极, 当锂离子电池中通过隔膜的离子为 0.2 mol 时, 电路中转移电子 0.2 mol, 根据铅蓄电池正极反应 $\text{PbO}_2 + 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 可知每转移 2 mol 电子, 正极增重 64 g, 当锂离子电池中通过隔膜的离子为 0.2 mol 时, 铅蓄电池正极增重 $0.2 \text{ mol} \times \frac{64 \text{ g}}{2 \text{ mol}} = 6.4 \text{ g}$ 。(2) 由题图可知, NO-空气质子交换膜燃料电池中生成 HNO_3 , 总反应为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 。NO 失去电子转化为 HNO_3 , 发生氧化反应, 在负极发生氧化反应, 则负极的电极反应为 $\text{NO} - 3\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$ 。整个装置为一个串联的电路, 任何位置经过的电量都是相同的。若甲装置中消耗标准状况下 22.4 L O_2 , 则整个装置中转移了 4 mol 电子。 SO_2 和 NO 转化为 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 电解方程式为 $2\text{NO} + 5\text{SO}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4$, 消耗 2 mol NO 和 5 mol SO_2 转移了 10 mol 电子; 当电路中转移 4 mol 电子时, 则消耗了 0.8 mol NO 和 2 mol SO_2 , 共 2.8 mol; 任何位置经过的电量都是相同的, 1 个 H^+ 带 1 个单位正电荷, 当整个装置中转移了 4 mol 电子时, 则甲装置中有 4N_A 质子通过交换膜。(3) 在微生物燃料电池中, “厌氧阳极”是发生氧化反应的电极, 而“好氧

阴极”是发生还原反应的电极;根据电化学原理,“厌氧阳极”实际是负极,“好氧阴极”是正极;因此,“厌氧阳极”的电势比“好氧阴极”低;“厌氧阳极”的电极反应式为 $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O - 24e^- \rightleftharpoons 6CO_2 \uparrow + 24H^+$,若流出 1.2 mol 电子,反应生成 0.3 mol CO_2 ,同时有 1.2 mol H^+ 透过质子交换膜向两侧迁移,其总质量为 $1.2 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.3 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 14.4 \text{ g}$,所以当流出 1.2 mol e^- 时,质量减少 14.4 g。

答案:(1)①放电 ②Pb 电极 6.4

(2) $NO - 3e^- + 2H_2O \rightleftharpoons NO_3^- + 4H^+$ 2.8 4

(3)低 14.4

课时提能作业(三十一)

1. A 2. D 3. B

4. (1)①④ (2) $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow + 2OH^-$

(3) $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$

(4)用拇指堵住试管,取出 a 管,管口斜向下,靠近火焰,移开拇指,有轻微的爆鸣声

(5)用拇指堵住 b 管,取出 b 管,管口向上,移开拇指,将带火星的木条伸入 b 管内,木条复燃

5. C [该装置为电解池,左侧 Pt 电极上 Cl^- 失电子生成 Cl_2O ,发生氧化反应,为阳极,右侧 Pt 电极为阴极。阳极 Cl^- 失电子生成 Cl_2O ,配平后电极反应为 $2Cl^- + H_2O - 4e^- \rightleftharpoons Cl_2O + 2H^+$,原子、电荷均守恒,A 正确;乙是 α, α -二氯苯乙酮,与足量 H_2 加成后,分子中的羰基转化为亲水的羟基,羟基增强了

分子的水溶性,B 正确;反应①为 

Cl_2O 中氯为 +1 价,产物中氯为 -1 价,2 mol 氯共得到 4 mol 电子,因此每生成 1 mol 乙转移 4 mol e^- ,不是 2 mol,C 错误;丁是右侧阴极产生的氢气,生成 1 mol 乙对应生成 1 mol Cl_2O ,转移 4 mol 电子,阴极 H^+ 得电子生成 H_2 ,转移 4 mol 电子时生成 2 mol H_2 ,因此乙与丁的物质的量之比为 1:2,D 正确。]

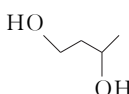
6. D [右侧 Pt 电极上, SO_2 转化为 S_8 ,S 从 +4 价降为 0 价,得电子发生还原反应,因此 Pt 为阴极;则左侧石墨为阳极。根据分析可知,左侧石墨为阳极,阳极发生失电子的氧化反应,A 正确;总反应为 SO_2 与乙二醇反应生成环状亚硫酸酯和水,反应

为 $SO_2 + HOCH_2CH_2OH \xrightarrow{\text{通电}} H_2O + \text{环状亚硫酸酯}$,原子守恒、产物

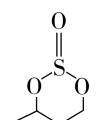
正确,B 正确;左侧电极反应为 $\frac{1}{8}S_8 + HOCH_2CH_2OH + H_2O$

$-4e^- \rightleftharpoons 4H^+ + \text{环状亚硫酸酯}$,1 mol 乙二醇反应转移 4 mol 电子,

因此 0.5 mol 乙二醇对应转移 2 mol 电子,质子交换膜中,每转移 1 mol 电子有 1 mol H^+ 通过,因此通过交换膜的离子数为

$2N_A$,C 正确;反应物二醇为 ,两个羟基分别在

1 号、3 号碳原子上,成环时环骨架共 6 个原子,为六元环,且只

连有 1 个甲基,正确的结构简式应为 ,D 错误。]

7. 解析:(1)③消耗 103.5 g (0.5 mol) Pb,转移电子的物质的量为 1 mol,装置的电流效率为 80%,故装置 II 阴极上参与反应的电子为 0.8 mol,阴极反应式为 $2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2 \uparrow + 2OH^-$,即产生 0.4 mol H_2 。(2)①由题图可知,阴极上 $CO_2 \rightarrow CO$,且固体电解质能传导 O^{2-} ,则阴极反应式为 $CO_2 + 2e^- \rightleftharpoons CO + O^{2-}$ 。②假设生成的乙烯和乙烷的物质的量分别为 2 mol 和 1 mol,由 $2CH_4 \rightarrow C_2H_4 + 2H_2$ 、 $2CH_4 \rightarrow C_2H_6 + H_2$ 知,生成 2 mol 乙烯和 1 mol 乙烷时,共脱去 5 mol H_2 ,转移 10 mol e^- ,根据得失电子守恒可知,此时消耗的 CO_2 为 5 mol,消耗的 CH_4 为 6 mol,即消耗的 CH_4 和 CO_2 的体积比为 6:5。

答案:(1)① $PbO_2 + SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O$ ② $Al - 3e^- + 3H_2O \rightleftharpoons Al(OH)_3 (\text{胶体}) + 3H^+$ 、 $2H_2O - 4e^- \rightleftharpoons O_2 \uparrow + 4H^+$ ③ 0.4 (2)① $CO_2 + 2e^- \rightleftharpoons CO + O^{2-}$ ② 6:5

课时提能作业(三十二)

1. A 2. B

3. 温度、活化能对反应速率的影响 升高温度、降低活化能可以增大反应速率,且活化能改变对反应速率的影响大于温度改变的影响

4. (1)变大 (2)变大 (3)变大 (4)不变

5. II. 280 6.50×10^{-3} 4.00×10^{-3} III. 6.50×10^{-3} 4.00×10^{-3} (1) $3.50 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (2)增大 (3)其他条件不变时,升高温度,汽车尾气的转化速率增大

6. C [根据题图, CH_4 被氧气氧化生成甲醇,总反应为 $2CH_4 + O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CH_3OH$,A 正确;反应过程中,Mo 的成键数目由 5 个变为 6 个发生了变化,则化合价发生了变化,B 正确;物质 I 中硫原子的价层电子对数 = σ 键电子对数 + 孤电子对数 = $2 + \frac{1}{2}(6 - 2 \times 1) = 4$,杂化方式为 sp^3 ,C 错误;物质 II 中氧只共用 1 个电子对,还存在 1 个单电子,故物质 II 中氧的反应活性强于氧气,D 正确。]

7. B [0~20 min 内,②中 M 的分解速率为 $\frac{0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{20 \text{ min}} =$

$0.015 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,A 错误;pH=4 时,③④反应物初始浓度相同,③中不加 Cu^{2+} ,④中加入 Cu^{2+} ,反应速率:④>③,则水样中添加 Cu^{2+} ,能增大 M 的分解速率,B 正确;①③ pH 相同,反应物初始浓度:①>③,反应速率:①>③,说明反应物浓度越大,M 的分解速率越大,C 错误;题图中曲线斜率越大,反应速率越大,pH:①>②,反应物初始浓度相同,斜率:①<②,说明 pH 越大,反应速率越小,D 错误。]

8. 解析:(2) $v(SO_3) = \frac{0.04 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 15 \text{ min}} \approx 1.33 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

答案:(1)减小 (2)减小 $1.33 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (3)15~20 min,25~30 min (4)ab d

课时提能作业(三十三)

1. D 2. C

3. (1)-41.8 $(\frac{a}{b})^{\frac{1}{2}}$ (或 $\sqrt{\frac{a}{b}}$) (2)bd (3)-98.3 $\sqrt{a}$ (或 $a^{\frac{1}{2}}$)

4. (1) $\frac{c(CO) \cdot c(H_2O)}{c(CO_2) \cdot c(H_2)}$ 吸热 (2)等于 (3)逆反应方向

$Q = \frac{4 \times 4}{2 \times 2} = 4 > K = 2.6$

5. C [相同温度下, $n(\text{CO})$ 越大, $x = \frac{n(\text{CO})}{n(\text{NO})}$ 越大, CO 的平衡转化率越小, 则 $x_1 < x_2$, A 错误; 温度升高, CO 的平衡转化率降低, 即升高温度, 平衡逆向移动, 则该反应为放热反应, $\Delta H < 0$, B 错误; 升高温度, CO 的平衡转化率减小, 平衡逆移, 则 K 减小, K 只与温度有关, 则 $K_a < K_b = K_c$, C 正确; 反应温度为 $T_1 \text{ K}$ 时, 向平衡体系充入适量 NO , 平衡正向移动, CO 的平衡转化率增大, 故不能实现由 b 到 c 的转化, D 错误。]

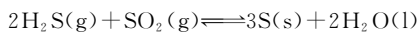
6. B [在 10 min 时, 物质 A 的转化量为 $2.0 \text{ mol} - 1.6 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$, 由化学方程式 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$ 可知物质 B 的转化量为 0.8 mol , 10 min 时, $n(\text{B}) = 2.4 \text{ mol} - 0.8 \text{ mol} = 1.6 \text{ mol}$, 15 min 时, $n(\text{B})$ 仍为 1.6 mol , 故 10 min 时已达到平衡状态, 可能是 5~10 min 内的某一时间达到平衡状态, A 错误; 10 min 时已达到平衡状态, 物质 A 的转化量为 0.4 mol , 由化学方程式 $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g})$ 可知生成 1.2 mol 物质 C, $c(\text{C}) = \frac{1.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 10 min 时反应已达到平衡状态, 物质 B 的转化量为 0.8 mol , 则物质 B 的平衡转化率为 $\frac{0.8 \text{ mol}}{2.4 \text{ mol}} \times 100\% \approx 33.3\%$, C 错误; 10 min 时已达到

平衡状态, 该温度下的平衡常数为 $K = \frac{\left(\frac{1.2}{2}\right)^3}{\frac{1.6}{2} \times \left(\frac{1.6}{2}\right)^2} = \frac{27}{64}$,

D 错误。]

7. 解析: (1) 根据盖斯定律, 该反应可由已知反应 ii - i 得到, 则 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1 = [-b - (-a)] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = (a - b) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $K = \frac{K_2}{K_1} = \frac{d}{c}$; 硫的燃烧为放热反应, $\Delta H < 0$, 则 $a - b < 0$, 故 $a < b$ 。

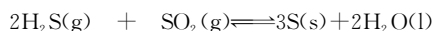
(3) 原平衡时, 列“三段式”得:



起始浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	1	0.5	0	0
变化浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.5	0.25		
平衡浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.5	0.25		

该温度下平衡常数 $K_1 = \frac{1}{c^2(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{SO}_2)} = \frac{1}{0.5^2 \times 0.25} = 16$

压缩容器至 1 L 后, 各气体浓度均增大至原来 2 倍, 体系压强增大, 平衡向正反应方向移动, 设重新平衡时, 二氧化硫的浓度为 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 列“三段式”得:



起始浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	1	0.5	0	0
变化浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$2(0.5 - x)$	$0.5 - x$		
平衡浓度 ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$2x$	x		

温度保持不变, 平衡常数不变, 则 $K_1 = \frac{1}{(2x)^2 \cdot x} = \frac{1}{0.5^2 \times 0.25}$, $x = 0.25$ 。

答案: (1) $a - b < \frac{d}{c}$ (2) $\frac{1}{c^2(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{O}_2)}$ (3) 0.25

8. (1) -49.4 ab (2) $\frac{c(\text{CH}_3\text{OH})}{c(\text{CO}) \cdot c^2(\text{H}_2)}$ 变小 不变

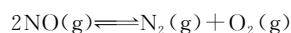
课时提能作业(三十四)

1. C 2. B

3. (1) 可以 该反应的 $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 可知 $\Delta G < 0$ (2) 无法判断 该反应的 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$, 根据 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, 可知 ΔG 不一定小于 0

4. (1) 放热 (2) < (3) 降低温度, 减小压强, 增大 $c(\text{B})$ 等

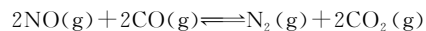
5. D [转化率达到最大, 继续升高温度, ①②的 NO 转化率均减小, 所以 $\Delta H_1 < 0$, $\Delta H_2 < 0$, A 正确; 催化剂具有选择性, 所以 T_1 温度下, 可以通过更换高效催化剂提高 NO 的转化率, B 正确; ①转化量: $0.1 \text{ mol} \times 20\% = 0.02 \text{ mol}$



起始/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.1	0	0
转化/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.02	0.01	0.01
平衡/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.08	0.01	0.01

$$K_1 = \frac{0.01 \times 0.01}{0.08^2} = \frac{1}{64}$$

②转化量: $0.1 \text{ mol} \times 80\% = 0.08 \text{ mol}$



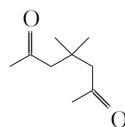
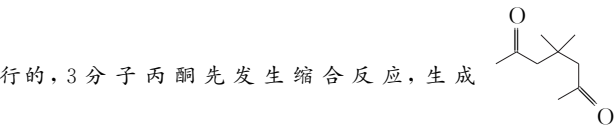
起始/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.1	0.1	0	0
转化/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.08	0.08	0.04	0.08
平衡/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	0.02	0.02	0.04	0.08

$$K_2 = \frac{0.04 \times 0.08^2}{0.02^2 \times 0.02^2} = 1600, 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}), K = \frac{K_2}{K_1} = \frac{1600}{\frac{1}{64}} = 1.024 \times 10^5, \text{C 正确}; Q = \frac{0.04 \times 0.09^2}{0.03^2 \times 0.02^2} = 900$$

$< K_2$, 平衡正向移动, D 错误。]

6. B [根据题干信息可知, 升高温度, 反应 $\beta \rightleftharpoons \alpha$ 的平衡常数减小, 说明升高温度该平衡逆向移动, 因此 $\beta \rightarrow \alpha$ 为放热反应, $\Delta H(\beta \rightarrow \alpha) < 0$, 据此分析。根据盖斯定律, $\beta \rightarrow \alpha$ 的焓变 $\Delta H(\beta \rightarrow \alpha) = \Delta H_1 - \Delta H_2 < 0$, 因此 $\Delta H_1 < \Delta H_2$, A 正确; 升高温度, $\beta \rightleftharpoons \alpha$ 平衡逆向移动, α 的平衡含量降低, 因此不是温度越高, α 产率越高, B 错误; 蒸馏时沸点更低的物质先汽化蒸出, 由题图中信息可知, β 沸点为 184°C , 低于 α 的沸点 215°C , 因此 β 先蒸出, C 正确; 3 分子丙酮缩合为环是逐步进

行的, 3 分子丙酮先发生缩合反应, 生成

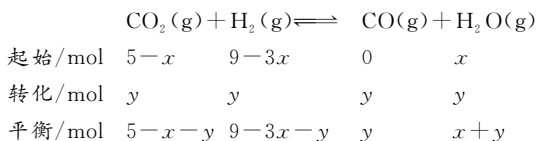
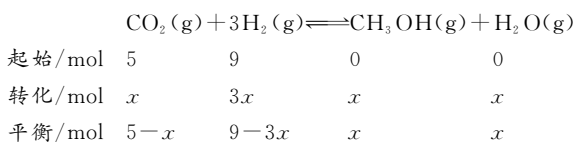


再发生羟醛缩合反应生成目标产物, 因此该中间

产物存在, D 正确。]

7. 解析: (1) 由盖斯定律可知, 反应 i $\times 1.5$ - 反应 ii 可得反应 iii, 则 $\Delta H_3 = 1.5\Delta H_1 - \Delta H_2 = -483.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \times 1.5 + 674.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -51.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 iii 是气体体积减小的反应, $\Delta S < 0$, $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时反应能够自发进行, 则该反应在低温下能自发进行。

(2)根据已知信息列出“三段式”:



$x=2, x+y=3, y=1$, 初始压强为 $1.4p_0$, 则平衡压强为 $\frac{1.4p_0}{14}$

$\times 10 = p_0$, 反应Ⅲ的平衡常数 $K_p = \frac{\frac{3}{10}p_0 \times \frac{2}{10}p_0}{(\frac{2}{10}p_0)^3 \times \frac{2}{10}p_0} = \frac{75}{2p_0^2}$, 反

应Ⅲ的平衡常数 $K = \frac{3 \times 2}{2^3 \times 2} = \frac{3}{8}$, 保持反应条件不变, 再向平

衡体系中加入 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 CO_2 各 1 mol, $Q = \frac{4 \times 2}{2^3 \times 3} = \frac{1}{3} < \frac{3}{8}$,

此时反应正向进行, $v(\text{正}) > v(\text{逆})$, 反应Ⅲ是气体体积减小的放热反应, 降温加压可使平衡正向移动, 提高 CH_3OH 的产率。

(3)①从题图中可以看出, $O \sim T_1$ 温度下, 在相同温度下, M 型催化剂下的 CO_2 转化率更高, 反应速率更快, 所以使用 M 型催化剂效果更好; 正、逆反应活化能差值分别用 $E(\text{M})$ 、 $E(\text{N})$ 表示, 活化能不改变反应热, 则 $\Delta H = E(\text{正}) - E(\text{逆}) = E(\text{M}) - E(\text{N})$;

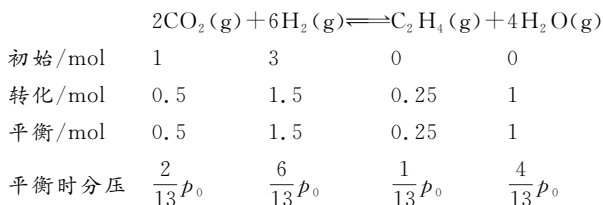
②P 点及右边的点反应均已达平衡, 不同催化剂下, CO_2 的转化率相同的原因是反应达到平衡, 该反应的正反应是放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, 则 CO_2 的转化率降低。

答案: (1)-51.4 低温 (2) $\frac{75}{2p_0^2} >$ 降温加压

(3)①M 型 = ②反应达到平衡, 该反应的正反应是放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, 则 CO_2 的转化率降低

课时提能作业(三十五)

1. D [反应物的投料比恰好等于化学方程式中反应物的系数比, 所以 H_2 转化率随温度的变化关系图与 CO_2 转化率随温度的变化关系图完全相同, A 正确; 反应开始时, CO_2 转化率随温度升高而增大, 反应达到平衡后, 随温度升高, CO_2 转化率减小, 所以该反应的焓变 $\Delta H < 0$, B 正确; N 点容器内压强为 p_0 , $T_2^\circ\text{C}$ 平衡时 CO_2 转化率为 50%, 假设起始时充入 3 mol H_2 和 1 mol CO , 列“三段式”:



反应的 $K_p = \frac{(\frac{4}{13}p_0)^4 \times (\frac{1}{13}p_0)}{(\frac{2}{13}p_0)^2 \times (\frac{6}{13}p_0)^6} = (\frac{13}{9p_0})^3$, C 正确; M、N 两

点对应的温度不同, 所以两容器内压强不相等, D 错误。]

2. C [根据 I: $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 =$

$a \text{ kJ/mol}$; II: $\text{NH}_3(\text{g}) + \frac{3}{4}\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \frac{3}{2}\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \frac{1}{2}\text{N}_2(\text{g})$

$\Delta H = b \text{ kJ/mol}$, 根据盖斯定律可知, $3 \times \text{I} - 2 \times \text{II}$ 得反应:

$3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = (3a - 2b) \text{ kJ/mol}$, A 正

确; 相同条件下, T_1 时氨含量更高, 若 A 点的温度迅速从 T_1 变为 T_2 , 则变化前体系中氨含量高于变化后达到平衡体系中氨含量, 反应逆向进行, 故此时浓度商 $Q > K(T_2)$, B 正确; 反

应中 $K_p = \frac{[p_{\text{总}} \times \alpha(\text{NH}_3)]^2}{[p_{\text{总}} \times \alpha(\text{H}_2)]^3 \times [p_{\text{总}} \times \alpha(\text{N}_2)]} = \frac{1}{p_{\text{总}}^2} \times$

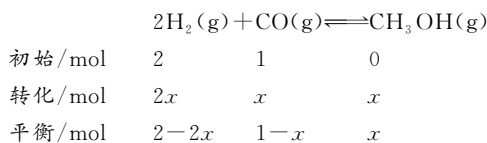
$\frac{\alpha^2(\text{NH}_3)}{\alpha^3(\text{H}_2) \times \alpha(\text{N}_2)}$, 由题图可知, A、B 两点氨、氢气、氮气的物质

的量分数均相同, 则 $\frac{K_p(\text{A})}{K_p(\text{B})} = \frac{p_{\text{总}}^2(\text{B})}{p_{\text{总}}^2(\text{A})} = (\frac{450 \times 10^5}{150 \times 10^5})^2 = 9$, 即

$K_p(\text{A}) : K_p(\text{B}) = 9 : 1$, C 错误; $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} \frac{p_{\text{NH}_3}^2}{p_{\text{H}_2}^3}$, $k_{\text{逆}}$ 只与温度

有关, 从 C 点开始减小压强, 相当于增大体积, 各物质的分压均减小相同的倍数, 由表达式可知, p_{H_2} 减小对 $v_{\text{逆}}$ 影响更大, $v_{\text{逆}}$ 瞬间增大后逐渐减小, 最后不变, D 正确。]

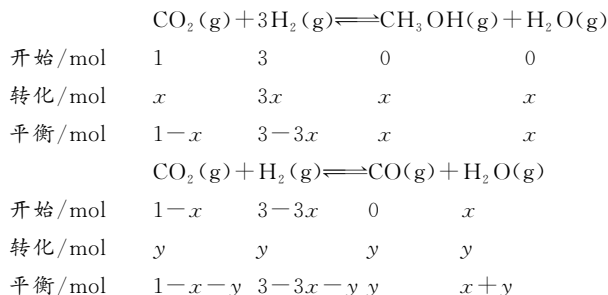
3. C [从题给图像上可以看出温度越高, 甲醇的体积分数越小, 说明升高温度, 平衡逆向移动, 该反应的 $\Delta H < 0$, A 项正确; B 点与 C 点温度相同, 平衡常数相等, B 项正确; 速率常数仅与温度有关, 与压强无关, 则增大体系压强, $k_{\text{正}} - k_{\text{逆}}$ 的值不变, C 项错误; C 点时, 甲醇的体积分数是 50%, 假设起始 $n(\text{CO}) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 2 \text{ mol}$, 消耗的 CO 的物质的量为 $x \text{ mol}$, 列“三段式”:



甲醇的体积分数为 $\frac{x}{2-2x+1-x+x} \times 100\% = 50\%$, $x = 0.75$,

平衡常数 $K_p = \frac{\frac{0.75}{1.5} \times p_2}{(\frac{0.5}{1.5} \times p_2)^2 \times \frac{0.25}{1.5} \times p_2} = \frac{27}{p_2^2}$, D 项正确。]

4. 解析: (2)根据已知信息可知: 反应 1 的正反应是气体体积减小的反应, 反应 2 是反应前后气体物质的量不变的反应, 增大压强, 反应 1 平衡正向移动, CO_2 含量减少, 水蒸气含量增大, 使反应 2 平衡逆向移动, 导致 CO 选择性降低, 因此一定温度下, 题图中 q 表示 CO 的选择性与压强的关系, CH_3OH 的选择性加上 CO 的选择性应为 100%, 因此 m 表示 CH_3OH 的选择性与压强的关系, n 表示 CO_2 的平衡转化率与压强的关系; A 点时 CO_2 的平衡转化率为 30%, CH_3OH 的选择性为 70%,



$x+y = 1 \times 30\%$, $\frac{x}{x+y} \times 100\% = 70\%$, 解得 $x = 0.21$, $y = 0.09$,

此时 H_2 的转化率为 $\frac{3x+y}{3} \times 100\% = \frac{3 \times 0.21 + 0.09}{3} \times 100\% =$

24%; CO_2 的物质的量分数为 $\frac{0.7}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} =$

$$\frac{0.7}{3.58}, \text{H}_2 \text{ 的物质的量分数为 } \frac{2.28}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} =$$

$$\frac{2.28}{3.58}, \text{CO 的物质的量分数为 } \frac{0.09}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21} =$$

$$\frac{0.09}{3.58}, \text{H}_2\text{O 的物质的量分数为 } \frac{0.3}{0.7+2.28+0.09+0.3+0.21}$$

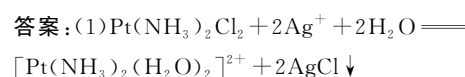
$$= \frac{0.3}{3.58}, \text{反应 2 的压强平衡常数 } K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{H}_2)} =$$

$$\frac{(p_{\text{总}} \times \frac{0.09}{3.58}) \times (p_{\text{总}} \times \frac{0.3}{3.58})}{(p_{\text{总}} \times \frac{0.7}{3.58}) \times (p_{\text{总}} \times \frac{2.28}{3.58})} = \frac{0.09 \times 0.3}{0.7 \times 2.28} \approx 0.017。$$

答案:(1)-91 (2)m 24% 0.017

5. 解析:配合物 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2]$ 的制备: $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 与 AgNO_3 溶液发生反应 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{AgCl} \downarrow$,加入 TH 发生反应 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{TH} \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$,加入 NaOH 中和氢离子,使平衡正向移动,提高产率。(1)“步骤1” $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 与 AgNO_3 溶液发生反应的离子方程式为 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2 + 2\text{Ag}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{AgCl} \downarrow$ 。(2)①将反应i $\times 2 + \text{ii}$ 得到反应 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{TH} \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$,则该反应的平衡常数 $K = K_1^2 \cdot K_2$ 。②加入 NaOH 溶液,中和氢离子,使平衡正向移动,提高产率。(3)根据反应 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{T}^- \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知,与 $\text{Pt}(\text{II})$ 的配位能力: $\text{T}^- > \text{H}_2\text{O}$,再根据反应产物为 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 而不是 PtT_4^{2-} ,说明与 $\text{Pt}(\text{II})$ 的配位能力: $\text{NH}_3 > \text{T}^- > \text{H}_2\text{O}$ 。(4)未酸化的 S1 溶液即 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 溶液中仅有信号峰I,信号峰I代表 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$;酸化时存在下列反应:iii. $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+ + \text{TH}$ iv. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightleftharpoons [\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + \text{TH}$ 增大氢离子浓度反应iii、iv均正向进行, $\text{pH} = 4.4$ 的 S2 溶液中含有 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 、 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+$ 、 TH , $\text{pH} = 1.7$ 的 S3 溶液中含有 TH 、 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+$ 、 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$, S2 、 S3 中均有信号峰II、III,且峰面积 $\text{III} > \text{II}$, TH 来自两个反应, TH 的量多于 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+$ 的量,信号峰II代表的物质是 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})\text{T}]^+$;信号峰III代表的物质是 TH 。(5) pH 保持不变,氢离子浓度不变,各组分的浓度不变,反应处于平衡状态,a正确;峰面积与化学环境相同的H原子数成正比,T总数不变,特征信号峰的总面积一直保持不变,不能作为平衡的标志,b错误; S3 中只有两个特征信号峰,出现3个特征信号峰,只能说明溶液是 S2 溶液,不能说明反应达到平衡,c错误;特征信号峰的数量及其面积保持不变,各组分的浓度不变,反应处于平衡状态,d正确。(6)已知三份 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 溶液起始物质的量浓度均为 Y , $c_{\text{总}}(\text{T}) = 2Y$ 。 S1 溶液中只有 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 信号峰I的面积为 α , $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2$ 浓度为 Y , $c_{\text{总}}(\text{T}) = 2Y$;因峰的面积和T数量呈正比,溶液 S2 信号峰I面积为 β_1 ,与溶液 S2 中 $2c[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2]$ 对应,即 $\frac{\alpha}{\beta_1} = \frac{2Y}{2c[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2]}$,解得 $c[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2] = \frac{\beta_1 Y}{\alpha}$;消耗的 $c[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2] = \frac{(\alpha - \beta_1)Y}{\alpha}$;溶液 S2 信号峰II面积为 β_2 ,则溶液 S2 中 TH 的信号峰III面积应为 $\alpha - \beta_1 - \beta_2$,与溶液 S2 中

$$c(\text{TH}) \text{ 对应,可得溶液 S2 中 } \frac{\alpha}{\alpha - \beta_1 - \beta_2} = \frac{2Y}{c(\text{TH})}, \text{ 解得 } c(\text{TH}) = \frac{2(\alpha - \beta_1 - \beta_2)Y}{\alpha}。$$



(2)① $K_1^2 \cdot K_2$ ②中和氢离子,使平衡正向移动,提高产率

(3) $\text{NH}_3 > \text{T}^- > \text{H}_2\text{O}$

(4)c b

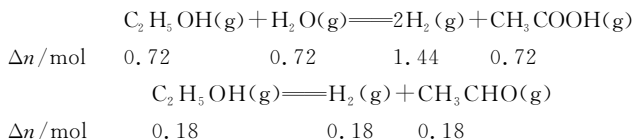
(5)ad

$$(6) \frac{\beta_1 Y}{\alpha} \quad \frac{2(\alpha - \beta_1 - \beta_2)Y}{\alpha}$$

6. 解析:(1)由题中图1可知,曲线R1中 $\lg K_p$ 随温度升高而增大,则该反应的正反应为吸热反应。(2)为了抑制乙苯的生成,提高苯乙烯的选择性,要使R1反应正向移动,而R3反应逆向移动,可采取的措施是及时分离苯乙烯(或“通入惰性气体”等其他答案)。(3)由题图1可知,600 K时, $\lg K_p(\text{R3}) = 4$,则 $K_p(\text{R3}) = 1.0 \times 10^4$,乙苯脱氢制苯乙烯 $K_p = \frac{1}{K_p(\text{R3})} = 1.0 \times 10^{-4}$;根据 $\lg K_p$ 随温度的变化关系可知,制苯乙烯时甲苯侧链甲醇烷基化在较低温度下进行的程度更大。(4)甲苯侧链甲醇烷基化制苯乙烯的最佳温度选择依据是甲苯转化率高,苯乙烯选择率高,由题图2分析,在425℃时,甲苯的转化率、甲醇的转化率高,且在此温度下,苯乙烯的选择性最大。(5)将甲苯和甲醇按物质的量之比为5:1混合,设起始时甲苯的物质的量为5 mol,甲醇的物质的量为1 mol,由题图2可知,425℃时, $\alpha(\text{C}_7\text{H}_8) = 5\%$, $\alpha(\text{CH}_3\text{OH}) = 95\%$, $S(\text{苯乙烯}) = S(\text{乙苯}) = 47.5\%$,消耗的 C_7H_8 的物质的量与生成 H_2O 的物质的量相等,则得到反应R1体系中各组分的物质的量为 C_7H_8 :转化 $5 \text{ mol} \times 5\%$,余 $5 \text{ mol} \times 95\%$; CH_3OH :转化 $1 \text{ mol} \times 95\%$,余 $1 \text{ mol} \times 5\%$;生成 C_8H_8 为 $5 \text{ mol} \times 5\% \times 47.5\%$;生成 C_8H_{10} 为 $5 \text{ mol} \times 5\% \times 47.5\%$;生成 H_2O 为 $5 \text{ mol} \times 5\%$,氢气的分压为 p kPa,代入压强商 $Q_p = \frac{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{H}_2\text{O}) \cdot p(\text{C}_8\text{H}_8)}{p(\text{CH}_3\text{OH}) \cdot p(\text{C}_7\text{H}_8)} = \frac{\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}} \times \frac{n(\text{C}_8\text{H}_8)}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}} \times p}{\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}} \times \frac{n(\text{C}_7\text{H}_8)}{n_{\text{总}}} p_{\text{总}}} = \frac{5 \times 5\% \times 5 \times 5\% \times 47.5\% p}{1 \times 5\% \times 5 \times 95\%} = \frac{p}{8}$ 。(6)甲醇大量分解生成 CO 和 H_2 ,与甲苯反应的量减少,导致甲苯的转化率降低。

- 答案:(1) $>$ (2)及时分离苯乙烯(或“通入惰性气体”等其他合理答案) (3) 1×10^{-4} 较低温度下甲苯侧链甲醇烷基化进行的程度更大 (4)425 (5) $\frac{p}{8}$ (或 $0.125p$) (6)甲醇大量分解生成 CO 和 H_2 ,与甲苯反应的量减少
7. 解析:(1)由题图1可知,反应I最适宜的温度为270℃,原因为乙酸选择性最大且反应速率较快。(2)由题图2可知关键步骤中生成产物1的最大能垒为0.58 eV,生成产物2的最大能垒为0.66 eV,生成产物3的最大能垒为0.81 eV,题图1中乙酸的选择性最大,说明相同条件下生成乙酸的反应速率最大,则乙酸可能是产物1。(3)设投料 $n(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ mol}$, $n(\text{乙醇}) = 1 \text{ mol}$,密闭容器中只发生反应I、II,平衡时乙醇的转化率为90%,乙酸的选择性为80%,则平衡时生成的乙酸的物质的量 $= 90\% \times 80\% \times 1 \text{ mol} = 0.72 \text{ mol}$, $n_{\neq}(\text{乙醇}) = 1 \text{ mol} \times 10\% =$

0.1 mol, 恒温恒压下, 压强之比 = 物质的量之比, 故 $p(\text{CH}_3\text{COOH}) : p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0.72 : 0.1 = 36 : 5$; 列“三段式”:



则平衡时乙醇、 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 、氢气、乙酸、乙醛的物质的量分别为 0.1 mol、8.28 mol、1.62 mol、0.72 mol、0.18 mol, 气体总物质的量为 0.1 mol + 8.28 mol + 1.62 mol + 0.72 mol + 0.18 mol

$$= 10.9 \text{ mol}, \text{ 则 } K_{\text{pl}} = \frac{100 \text{ kPa} \times \frac{0.72}{10.9} \times (100 \text{ kPa} \times \frac{1.62}{10.9})^2}{100 \text{ kPa} \times \frac{0.1}{10.9} \times 100 \text{ kPa} \times \frac{8.28}{10.9}} = \frac{0.72}{10.9} \times 100 \times \left(\frac{1.62}{10.9}\right)^2 \times \frac{10.9}{0.1 \times 8.28} \text{ kPa} = \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9} \text{ kPa}.$$

答案: (1) 乙酸选择性最大且反应速率较快 (2) 产物 1

$$(3) 36 : 5 \quad \frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9}$$

8. 解析: (1) ① 反应 I + 反应 II 得 $\text{BaCO}_3(\text{s}) + 4\text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{BaC}_2(\text{s}) + 3\text{CO}(\text{g})$, 所以其平衡常数 $K = K_{\text{I}} \cdot K_{\text{II}} = \left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5 \text{ Pa}}\right)^3$, 由题

图可知, 1 585 K 时 $K_{\text{I}} = 10^{2.5}$, $K_{\text{II}} = 10^{-1.5}$, 即 $\left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5 \text{ Pa}}\right)^3 = 10^{2.5} \times 10^{-1.5} = 10$, 所以 $p_{\text{CO}}^3 = 10 \times (10^5 \text{ Pa})^3 = 10^{16} \text{ Pa}^3$, 则 $K_{\text{p}} = p_{\text{CO}}^3 = 10^{16} \text{ Pa}^3$. ② 由题图可知, 1 320 K 时反应 I 的 $K_{\text{I}} = 10^0 = 1$, 即 $K_{\text{I}} = \left(\frac{p_{\text{CO}}}{10^5 \text{ Pa}}\right)^2 = 1$, 所以 $p_{\text{CO}}^2 = (10^5 \text{ Pa})^2$, 即 $p_{\text{CO}} = 10^5 \text{ Pa}$. 若将容器体积压缩到原来的 $\frac{1}{2}$, 由于温度不变, 平衡常数不变, 重新建立平衡后 p_{CO} 应不变, 即 $p_{\text{CO}} = 10^5 \text{ Pa}$.

(2) ① 仅发生反应 i, 设初始时 C_2H_6 物质的量为 1 mol, 平衡时 C_2H_6 转化率为 25%, 则消耗 0.25 mol C_2H_6 , 生成 0.25 mol C_2H_4 , 生成 0.25 mol H_2 , $K_{x1} = \frac{0.25 \times 0.25}{1.25 \times 1.25} = \frac{1}{15}$.

② 只发生反应 i 时, 随着反应进行, 气体总物质的量增大, 压强增大促使化学平衡逆向移动, 同时发生反应 i 和反应 ii, 且从题干可知 K_{x2} 远大于 K_{x1} , 反应 ii 为等体积反应, 因为反应 ii 的发生相当于在单独发生反应 i 的基础上减小了压强, 则反应 i 化学平衡正向移动, C_2H_4 平衡产率增大.

(3) HCOOH 的电离方程式为 $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$, HCOOH 溶液中, $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{H}^+)$, 则平衡常数 $K_a = \frac{c(\text{HCOO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCOOH})} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{x}$, 则 $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_a x} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故反应 i 的正反应速率 $v = kx \sqrt{K_a x} = kx^{\frac{3}{2}} K_a^{\frac{1}{2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

答案: (1) ① 10^{16} ② 10^5 10^5 (2) ① $\frac{1}{15}$ ② 增大

(3) $\sqrt{K_a x}$ $kx^{\frac{3}{2}} K_a^{\frac{1}{2}}$

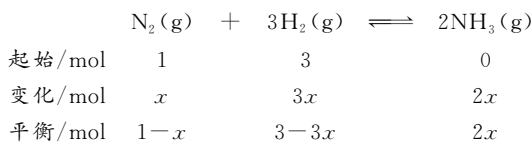
课时提能作业(三十六)

1. C [由题图 1 可知, x 点尚未平衡, 此压强下平衡时 B 的百分含量比 x 点时的要小, 则体系处于从正反应建立平衡的过程

中, 则 x 点的正反应速率大于逆反应速率, 故 A 错误; 该反应是气体体积不变的反应, 由题图 2 可知, t_1 时刻条件改变时, 正、逆反应速率增大, 但依然相等, 说明平衡不移动, 则改变的条件可能是加入催化剂, 也可能是增大压强, 故 B 错误; 由题图 3 可知, M 点时 A 的百分含量最低, 说明 M 点反应达到平衡, M 点前为平衡的形成过程, M 点后为平衡移动过程, 由 M 点后, 温度升高, A 的百分含量增大可知, 平衡向逆反应方向移动, 该反应为放热反应, $\Delta H < 0$, 故 C 正确; 题图 4 中的阴影部分面积表示反应物浓度和生成物浓度的改变值的差值, 即 $(v_{\text{正}} - v_{\text{逆}})t$, 故 D 错误。]

2. B [在反应 I 中, 若 $p_1 > p_2$, 由题图可知, 温度相同时, 增大压强, A 的平衡转化率增大, 说明平衡正向移动, 则 $a + 1 > c$, 即此反应的 $\Delta S < 0$, A 项错误; 在反应 III 中, 同一温度下, 增大压强, A 的转化率不变, 说明反应前后气体分子数相等, 则 $a + 1 = c$, 可认为反应前后熵不变, 若 $T_1 > T_2$, 由题图可知, 升高温度, A 的平衡转化率降低, 说明正反应是放热反应, 所以 $\Delta H < 0$, 则 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$, 反应能自发进行, B 项正确; 在反应 II 中, 在 T_1 温度下反应先达到平衡, 说明 $T_1 > T_2$, 升高温度, C 的物质的量减少, 则平衡逆向移动, 说明该反应的正反应为放热反应, C 项错误; 在反应 II 中, 无法确定化学反应的熵变, 因此无法判断反应自发进行的条件, D 项错误。]

3. D [合成氨反应为气体分子数减小的反应, 其他条件相同时, 增大压强, 平衡时氨的物质的量分数增大, 可知压强: $p_1 < 20 \text{ MPa}$, A 正确; a 点温度高, 压强大, 反应速率快, 速率: $b < a$, B 正确; a 点时, 氨的物质的量分数为 0.20, 设 N_2 的起始物质的量为 1 mol, a 点时, 转化了 x mol, 列“三段式”:



$\frac{2x}{4-2x} = 0.2$, $x \approx 0.33$, N_2 的转化率约为 33%, C 正确; p_1 条件下充入非反应气体, 体积增大, 反应物浓度均减小, 平衡逆向移动, 平衡时氨的物质的量分数减小, D 错误。]

4. B [由题给图示信息可知, 曲线 a 代表 H_2S 的体积分数随温度改变的变化, 则温度越高, H_2S 的体积分数越小, 说明升高温度平衡正向移动, 故 H_2S 高温裂解反应的 $\Delta H > 0$, A 正确; H_2S 分解产生 H_2 和硫蒸气, 随着温度的升高 H_2S 分解率增大, 则其中 H_2S 的含量会逐渐降低, H_2 、硫蒸气含量会逐渐增加, 所以曲线 a 表示 H_2S 的体积分数, 曲线 b、c 表示两种生成物的体积分数, 由于二者的含量比是 2 : 1, 根据原子守恒, 可知曲线 b 表示 H_2 的体积分数, 曲线 c 表示的是 S_2 的体积分数, B 错误; 恒容、恒温条件下, 按勒夏特列原理, 压强增大, 反应向减小压强的方向移动, 即向气体分子数减少的方向移动, 则硫化氢高温裂解反应向生成硫化氢的方向进行, 平衡转化率降低, C 正确; 在 1 300 °C 时, H_2S 的体积分数是 50%, 假设反应开始时 H_2S 物质的量是 1 mol, 平衡时分解的 H_2S 为 x mol, 根据化学方程式: $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ 可知在平衡时 $n(\text{H}_2\text{S}) = (1-x) \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = x \text{ mol}$, $n(\text{S}_2) = 0.5x \text{ mol}$, 则 $\frac{1-x}{(1-x)+x+0.5x} \times 100\% = 50\%$, 解得 $x = 0.4$,

所以 H_2S 的分解率为 $\frac{0.4 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 40\%$, 此时 H_2S 占总

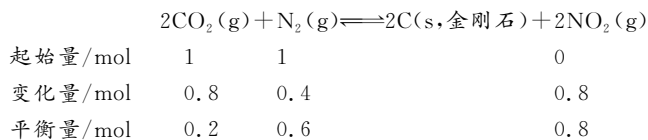
量的 $\frac{0.6 \text{ mol}}{1.2 \text{ mol}} = \frac{1}{2}$, H_2 占总量的 $\frac{0.4 \text{ mol}}{1.2 \text{ mol}} = \frac{1}{3}$, S_2 占总量的

$$\frac{0.2 \text{ mol}}{1.2 \text{ mol}} = \frac{1}{6}, \text{ 则用分压表示的化学平衡常数 } K_p = \frac{\left(\frac{1}{3} \times 100 \text{ kPa}\right)^2 \times \left(\frac{1}{6} \times 100 \text{ kPa}\right)}{\left(\frac{1}{2} \times 100 \text{ kPa}\right)^2} = \frac{2}{27} \times 100 \text{ kPa} \approx 7.4 \text{ kPa},$$

D 正确。]

5. C [正反应吸热, 升高温度平衡正向移动, $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 的物质的量减小, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的物质的量增大, 增大压强, 平衡逆向移动, $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 含量增大, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 含量减小, 所以 X 代表 200 kPa 时 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 的物质的量分数变化的曲线, Z 代表 100 kPa 时 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 的物质的量分数变化的曲线, Y 代表 100 kPa 时 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的物质的量分数变化的曲线, W 代表 200 kPa 时 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的物质的量分数变化的曲线, A 错误; $T^\circ\text{C}$ 反应达到平衡时 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ 的转化率为 60%, 恒温恒压下, H_2 与 CH_4 的体积比为 2:1 即物质的量比为 2:1, 假设生成 2 mol H_2 与 1 mol CH_4 , 需消耗 3 mol $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$, 生成 2.5 mol $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$, 则起始投入 $\frac{3 \text{ mol}}{60\%} = 5 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$, 平衡时剩余 $5 \text{ mol} - 3 \text{ mol} = 2 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$, 平衡时总物质的量为 $2 \text{ mol} + 2.5 \text{ mol} + 2 \text{ mol} + 1 \text{ mol} = 7.5 \text{ mol}$, 平衡时 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ 的体积分数即物质的量分数近似为 $\frac{2.5}{7.5} \times 100\% \approx 33.3\%$, B 错误; 为提高 $\text{H}_2(\text{g})$ 产率, 可提高主反应的反应速率, 实际生产中可使用主反应的选择性催化剂, C 正确; 降低压强平衡正向移动, 可提高乙烯的产率, 但压强减小也会造成反应速率减慢, 实际生产中若尽可能降低压强会影响反应速率, 则单位时间内乙烯的产率可能降低, D 错误。]

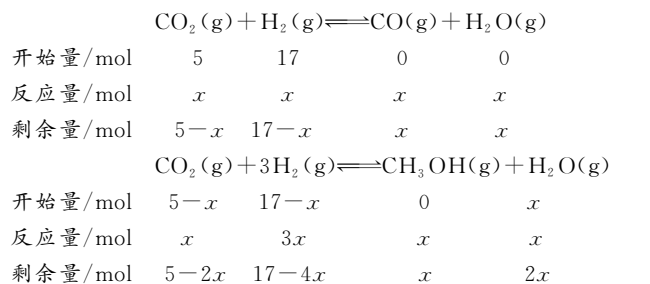
6. D [相同温度下, $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 越大, CO_2 的平衡转化率越小, 则曲线 II 表示 T_2 时 CO_2 的平衡转化率与 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 的关系, 曲线 I 表示 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)} = 1$ 时 CO_2 的平衡转化率与 $\frac{1}{T}$ 的关系。金刚石中, 一个 C 连接 12 个六元环, 1 个 C—C 连接 6 个六元环, A 正确; 反应中 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 是变量, 当 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 不再变化, 能说明该反应达到平衡状态, B 正确; $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{N}_2)} = 1$, T_3 时, CO_2 的平衡转化率为 80%, 设起始投入的 CO_2 和 N_2 的物质的量为 1 mol, 列“三段式”:



$$K_p = \frac{p^2(\text{NO}_2)}{p^2(\text{CO}_2) \times p(\text{N}_2)} = \frac{\left(\frac{0.8}{1.6} \times 100\right)^2}{\left(\frac{0.2}{1.6} \times 100\right)^2 \times \left(\frac{0.6}{1.6} \times 100\right)} \text{ MPa}^{-1} = \frac{32}{75} \text{ MPa}^{-1}, \text{ C 正确; a 点时为平衡状态, 题干为恒压条件, 按照初始投料比向容器中又充入 } \text{CO}_2 \text{ 和 } \text{N}_2, \text{ 重新达到平衡时 } \text{CO}_2 \text{ 和 } \text{N}_2 \text{ 的转化率均不变, D 错误。}]$$

7. 解析: (1) 反应①为吸热反应, 反应③为放热反应, 平衡后升高温度, 甲醇的物质的量减少, CO 的物质的量增加, a 代表甲醇, b 代表 CO, q 曲线代表 CO_2 的转化率随温度的变化。(2) 250 $^\circ\text{C}$ 之前以反应③为主, 升高温度, 反应③逆向移动, CO_2 的转化率降低, 250 $^\circ\text{C}$ 之后以反应①为主, 升高温度, 反应

①平衡正向移动, 反应③平衡逆向进行, 温度对反应①的影响程度大于对反应③的, 导致 CO_2 的转化率增大。(3) 250 $^\circ\text{C}$ 时, 二氧化碳的转化率为 20%, CO 和 CH_3OH 在含碳产物中的物质的量分数相等, 发生反应①和③, 假定初始时 $n(\text{CO}_2) = 5 \text{ mol}$, 则列出“三段式”:



由二氧化碳的转化率为 20% 得出 $5 \text{ mol} \times 20\% = 2x \text{ mol}$, $x = 0.5$, 平衡后各物质的物质的量: $n(\text{CO}_2) = 4 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 15 \text{ mol}$, $n(\text{CO}) = 0.5 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.5 \text{ mol}$, $n(\text{总}) = (4 + 15 + 0.5 + 0.5 + 1) \text{ mol} = 21 \text{ mol}$, 则

$$K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{H}_2) \cdot p(\text{CO}_2)} = \frac{\frac{0.5}{21} \times 5 \times \frac{1}{21} \times 5}{\frac{15}{21} \times 5 \times \frac{4}{21} \times 5} = \frac{1}{120}.$$

答案: (1) CH_3OH (2) 250 $^\circ\text{C}$ 之后, 升高温度, 反应①正向进行, 反应③逆向进行, 但温度对反应①的影响程度大于对反应③的, 导致 CO_2 的转化率增大 (3) $\frac{1}{120}$

8. 解析: (1) 根据盖斯定律, 目标反应可由 (反应 3) $\times 3 -$ (反应 2) $\times 2$ 得到, 故 $\Delta H = 3 \times \Delta H_3 - 2 \times \Delta H_2 = 3 \times (-120.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) - 2 \times (-108.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -145.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 反应 $4\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}_4\text{H}_8(\text{g})$ 中, 气体分子数减少, 系统混乱度降低, 故 $\Delta S < 0$ 。(2) ①反应 1 是吸热反应, 升高温度, 平衡正向移动, 反应 2 和反应 3 是放热反应, 升高温度, 平衡逆向移动, C_2H_4 的平衡浓度会增加, 曲线 Y 随温度升高而增加, 故曲线 Y 表示的物质为 C_2H_4 , 则曲线 X 表示的物质为 C_3H_6 。②从平衡移动的角度分析: 800 K 后, 曲线 Y 表示的物质的量分数增大的原因是升高温度, 反应 1 平衡正向移动, 反应 2、3 平衡逆向移动, 所以 C_2H_4 物质的量分数增大。③由题图可知, 在 T_1 时, 各物质的物质的量分数为 $\varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = 4\%$, $\varphi(\text{C}_3\text{H}_6) = 8\%$, $\varphi(\text{C}_4\text{H}_8) = 8\%$, 设体系中总物质的量为 $n_{\text{总}}$, 根据反应计量关系, 生成 $0.08n_{\text{总}}$ 的 C_3H_6 消耗了 $0.12n_{\text{总}}$ 的 C_2H_4 ; 生成 $0.08n_{\text{总}}$ 的 C_4H_8 消耗了 $0.16n_{\text{总}}$ 的 C_2H_4 , 反应 1 生成的 C_2H_4 总量为 $n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4) = n_{\text{平衡}}(\text{C}_2\text{H}_4) + n_{\text{消耗}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 0.04n_{\text{总}} + 0.12n_{\text{总}} + 0.16n_{\text{总}} = 0.32n_{\text{总}}$, 消耗的 CH_3I 的物质的量为 $n_{\text{消耗}}(\text{CH}_3\text{I}) = 2 \times n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 2 \times 0.32n_{\text{总}} = 0.64n_{\text{总}}$ 。平衡时, $n(\text{HI}) = 2n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4) = 0.64n_{\text{总}}$ 。由 $n_{\text{总}} = n_{\text{平衡}}(\text{CH}_3\text{I}) + n(\text{HI}) + n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{C}_3\text{H}_6) + n(\text{C}_4\text{H}_8)$ 可得, $n_{\text{总}} = n_{\text{平衡}}(\text{CH}_3\text{I}) + 0.64n_{\text{总}} + 0.04n_{\text{总}} + 0.08n_{\text{总}} + 0.08n_{\text{总}}$, 解得 $n_{\text{平衡}}(\text{CH}_3\text{I}) = 0.16n_{\text{总}}$ 。因此, 初始 CH_3I 的物质的量 $n_{\text{初始}}(\text{CH}_3\text{I}) = n_{\text{消耗}}(\text{CH}_3\text{I}) + n_{\text{平衡}}(\text{CH}_3\text{I}) = 0.64n_{\text{总}} + 0.16n_{\text{总}} = 0.8n_{\text{总}}$, 碘甲烷的转化率 $\alpha = \frac{n_{\text{消耗}}(\text{CH}_3\text{I})}{n_{\text{初始}}(\text{CH}_3\text{I})} \times 100\% = \frac{0.64n_{\text{总}}}{0.8n_{\text{总}}} \times 100\% = 80\%$ 。反应 3 的分压平衡常数 $K_p = \frac{p(\text{C}_4\text{H}_8)}{p^2(\text{C}_2\text{H}_4)} \cdot p(\text{C}_2\text{H}_4) = 0.04 \times 0.1 \text{ MPa} = 0.004 \text{ MPa}$, $p(\text{C}_4\text{H}_8) = 0.08 \times 0.1 \text{ MPa} = 0.008 \text{ MPa}$, $K_p = \frac{0.008}{(0.004)^2} \text{ MPa}^{-1} = 500 \text{ MPa}^{-1}$ 。④反应 $2\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{g})$ 是一个气体分子

数减少的放热反应,要提高 C_4H_8 的平衡产率,应使平衡向右移动。可以采取的措施为降低温度或增大压强或及时分离出 C_4H_8 等(任写一条即可)。(3)工业生产需要兼顾催化剂的活性和选择性。镍系催化剂:活性最高,但选择性太低,副产物多,不经济。负载铬系催化剂:选择性最高,但活性最低,生产效率不高。四元铬系催化剂:活性和选择性都处于较高水平,综合性能最优。因此,工业上最好采用四元铬系催化剂。

答案:(1)-145.6 <

(2)① C_3H_6 ②升高温度,反应 1 平衡正向移动,反应 2、3 平衡逆向移动,所以 C_2H_4 物质的量分数增大 ③ 80% 500

④及时分离出 C_4H_8

(3)四元铬

9. 解析:(1)反应的焓变等于生成物能量和减去反应物能量和,则 $\Delta H_1 = (-242 - 200) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-393 + 0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(2)①反应 II 的焓变为 $\Delta H_2 = (-110 - 242) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-393 + 0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = +41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,反应 II 为吸热反应,升高温度,平衡正向移动, K 值增大,题图中表示反应 II 的 $\lg K-T$ 关系的曲线为 m 。②由题图,400 °C 时反应 III 的 $\lg K = -5$,则 $K = 10^{-5}$,反应 III 为放热反应,升高温度,平衡逆向移动, K 值更小,故高于 400 °C 反应 III 可以忽略的依据是高于 400 °C 反应 III 的 K 小于 10^{-5} ,反应几乎不发生。(3)由题图 1,在较低温度下反应 III 进行程度较大,较高温度下反应 III 几乎不能进行;结合题图 2、题图 3,200 °C 时,甲醇选择性更大,使用催化剂 A, CO_2 的转化率更高且 CH_3OH 的选择性更大,故催化剂应选 A;(4)假设二氧化碳、氢气投料分别为 1 mol、3 mol, CO_2 平衡转化率为 10%,则反应的二氧化碳为 0.1 mol,甲醇选择性为 80%,生成甲醇 0.08 mol,三段式为:

	$CO_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) + H_2O(g)$			
起始/mol	1	3	0	0
转化/mol	0.08	0.24	0.08	0.08
平衡/mol				

	$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$			
起始/mol				
转化/mol	0.02	0.02	0.02	0.02
平衡/mol				

平衡时,二氧化碳、氢气、甲醇、水、一氧化碳的物质的量分别为 0.9 mol、2.74 mol、0.08 mol、0.1 mol、0.02 mol,总的物质的量为 3.84 mol,反应 I 在该温度下的分压平衡常数 $K_p =$

$$\frac{0.08}{3.84} p \times \frac{0.10}{3.84} p \times \frac{0.9}{3.84} p \times \left(\frac{2.74}{3.84} p \right)^3; \text{反应 I 为放热反应、反应 II 为吸热反应,}$$

温度升高,反应 II 平衡正向移动程度大于反应 I 平衡逆向移动程度,从而导致 CO_2 的转化率增大,而 CH_3OH 的选择性却下降。

答案:(1)-49 (2)① m ②高于 400 °C 反应 III 的 K 小于 10^{-5} ,反应几乎不发生 (3)A 200 °C 时,使用催化剂 A, CO_2 的转化率更高, CH_3OH 的选择性更大

$$(4) \frac{0.08}{3.84} p \times \frac{0.10}{3.84} p \times \frac{0.9}{3.84} p \times \left(\frac{2.74}{3.84} p \right)^3 \text{ (或 } \frac{0.08}{3.84} \times \frac{0.10}{3.84} \times \frac{0.9}{3.84} \times \left(\frac{2.74}{3.84} \right)^3 p^2 \text{) 温度升高,反}$$

应 II 平衡正向移动程度大于反应 I 平衡逆向移动程度(或其他合理答案)

10. 解析:(1)由盖斯定律可知, $2S(s) + 2Cl_2(g) \rightleftharpoons 2SCl_2(l)$ 的焓变为 $\Delta H_1 + \Delta H_2 = (-59.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) + (-40.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,则 $S(s) + Cl_2(g) \rightleftharpoons SCl_2(l)$ 的

$$\Delta H_3 = \frac{1}{2} \times (-100 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) = -50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}。(2)① \text{ 由}$$

题图可知反应 II 的 $\lg K$ 与 $\frac{1}{T}$ 成正比,则温度升高即 $\frac{1}{T}$ 减小

随之 $\lg K$ 减小,那么 K 值减小,平衡逆向移动,反应 II 为放

热反应;②由题图可知, $\frac{n(SCl_2)}{n(O_2)} = 2.0$ 时,平衡体系物质的量

分数 $x(SCl_2) = x(SO_2Cl_2) = 0.13$,由于 $SCl_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons$

$SO_2Cl_2(g)$ 为非可逆反应,故 O_2 应完全转化,即平衡体系中

不存在 O_2 ,则 $x(SOCl_2) = 1 - x(SCl_2) - x(SO_2Cl_2) = 0.74$,

反应 II $SCl_2(g) + SO_2Cl_2(g) \rightleftharpoons 2SOCl_2(g)$ 是气体体积不变的

反应,则平衡常数可用物质的量分数代替计算,反应 II 的平

衡常数 $K_1 = \frac{0.74^2}{0.13 \times 0.13} \approx 32.4$;保持 T 和 $\frac{n(SCl_2)}{n(O_2)}$ 不变,减

小生成物浓度或加入其他反应物均能使平衡正向移动,增大

SCl_2 平衡转化率的措施有移走 $SOCl_2$ 或加入 SO_2Cl_2 ;③反应

II 为放热反应,改变 T ,使反应 II 的平衡常数 $K_2 = \frac{1}{8} K_1$,其

平衡常数减小,则改变的条件为升高温度,反应 II 平衡逆向移

动,使得 $SOCl_2$ 含量减小、 SCl_2 增加,则题图中 $x(SCl_2)$ 等于

$x(SOCl_2)$ 的新交点将会提前,出现在 d 处。

答案:(1)-50 (2)①放热 ② 32.4 移走 $SOCl_2$ (或加入

SO_2Cl_2) ③ d

课时提能作业(三十七)

1. A 2. C 3. B

4. (1)冰醋酸未电离,无自由移动的离子 (2) $c < a < b$ (3) c (4) ②④

5. C [加相同体积水,曲线 II 对应的 pH 变化较大,代表较强的酸,即 HNO_2 ,A 错误;酸溶液中 pH 越小,水的电离程度越小,即 b 点 $< c$ 点,B 错误;相同体积的 a 点的两溶液,浓度不同,酸的物质的量不同,恰好中和所消耗的 NaOH 物质的量不同, $n(Na^+)$ 不同,D 错误。]

6. C [电离平衡常数: $HCN < HNO_2$,二者均为一元弱酸,则等浓度溶液中 HNO_2 的 pH 更小,A 错误;由 $K_{a2}(H_2CO_3) < K_a(HCN) < K_{a1}(H_2CO_3)$ 可知,酸性: $H_2CO_3 > HCN > HCO_3^-$,因此 NaCN 溶液与少量 CO_2 (可看作 H_2CO_3) 反应的

离子方程式为 $CN^- + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + HCN$,B 错误;

$pH = 2$, $K_a(HNO_2) = \frac{c(H^+) \cdot c(NO_2^-)}{c(HNO_2)} = 7.2 \times 10^{-4} \approx$

$\frac{10^{-2} \times c(NO_2^-)}{0.1}$,则 $c(NO_2^-) \approx 7.2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, HNO_2

电离度 $= \frac{c(NO_2^-)}{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \approx \frac{7.2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% =$

7.2%,C 正确; $K_{a1}(H_2CO_3) > K_a(HCN)$,故结合 H^+ 的能力:

$HCO_3^- < CN^-$,D 错误。]

7. C [反应①和②的反应物和生成物不完全相同,不互为可逆反应,A 项错误;根据电荷守恒,氨水中存在 $c(NH_4^+) + c(H^+) =$

$c(OH^-)$,B 项错误;反应①+反应②可得 $NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons$

$NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$ $K = K_1 \cdot K_2 = \frac{c(NH_4^+) \cdot c(OH^-)}{c(NH_3)}$,则 $c(NH_4^+) = \frac{K_1 K_2 x}{c(OH^-)}$,结合电荷守恒

$c(NH_4^+) + c(H^+) = c(OH^-)$ 以及 $c(H^+) = \frac{K_w}{c(OH^-)}$,可得

$c(OH^-) = \sqrt{K_1 K_2 x + K_w}$,C 项正确;溶液呈中性,则 $c(H^+) =$

$c(OH^-)$,根据电荷守恒: $c(NH_4^+) + c(H^+) = c(OH^-) +$

$2c(SO_4^{2-})$,知 $c(NH_4^+) = 2c(SO_4^{2-})$,D 项错误。]

8. C [由题图可知, $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ROH 稀释 1 000 倍时, 溶液 pH 由 13 减小为 10, 故 ROH 为强碱, 而 MOH 为弱碱, A 项正确; 由题图可知, 稀释 10^4 倍后对应的两溶液 pH: $a > b$, 故水的电离程度: $a < b$, B 项正确; RCl 为强酸强碱盐, R^+ 不水解, 则溶液中不存在 ROH 分子, C 项错误; $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = \frac{c(\text{M}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{MOH}) \cdot c(\text{OH}^-)} = \frac{K_b(\text{MOH})}{c(\text{OH}^-)}$, $\lg \frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = \lg \frac{K_b(\text{MOH})}{c(\text{OH}^-)} = \text{pOH} - \text{p}K_b(\text{MOH})$, 故 $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = 10^{\text{pOH} - \text{p}K_b(\text{MOH})}$, D 项正确。]

9. 解析: (3) 由题图可知, 当 $c(\text{A}^-) = c(\text{HA})$ 时, $\text{pH} = 4.7$, $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})} = c(\text{H}^+) = 10^{-4.7}$ 。(4) 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 已知 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-)$, 故 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$, 所以溶液显中性; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离常数 $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{0.005 \times 10^{-7}}{\frac{a}{2} - 0.005} = \frac{10^{-9}}{a - 0.01}$ 。

答案: (1) 逆向 $c(\text{A}^-)$ 增大, 平衡向 $c(\text{A}^-)$ 减小的方向移动, 即逆向移动 (2) 正向 减小 增大 (3) $10^{-4.7}$ (4) 中 $\frac{10^{-9}}{a - 0.01}$

课时提能作业(三十八)

1. B 2. B 3. C

4. (1) ② < ① < ④ < ③ (2) $\text{HCl} < \text{CH}_3\text{COOH}$ pH 相同的 HCl 溶液和 CH_3COOH 溶液, $c(\text{HCl}) < c(\text{CH}_3\text{COOH})$, CH_3COOH 消耗的 NaOH 较多

5. (1) H_3AsO_3 (2) $\text{H}_3\text{AsO}_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{AsO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ (3) A

6. C [$K_b(\text{BOH}) = \frac{c(\text{B}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{BOH})}$, 两溶液 $c(\text{BOH})$ 相等, 故 $c(\text{OH}^-)$ 越大, $c(\text{B}^+)$ 越小, 电离程度越小, A 正确; 对于溶液 II, $K_b = \frac{c(\text{B}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{BOH})} = 2 \times 10^{-3}$, 代入 $c(\text{OH}^-) = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则有 $\frac{c(\text{B}^+)}{c(\text{BOH})} = 0.02$, 则 $\frac{c(\text{B}^+)}{c_{\text{总}}(\text{BOH})} = \frac{0.02}{1 + 0.02} = \frac{1}{51}$, B 正确; BOH 为弱碱, pH 的改变会造成电离平衡的移动, 不能用强碱混合的方式计算, C 错误; 溶液 I 中加入一定量 NaOH 固体, 导致 I 中 BOH 的电离平衡逆向移动, BOH 浓度增大, BOH 跨膜进入溶液 II 中, 导致 II 中 BOH 增大, BOH 的电离平衡正向移动, OH^- 浓度增大, pH 也增大, D 正确。]

7. B [曲线 II 开始加入盐酸, 压强几乎不变, 开始没有气体产生, 曲线 II 为 Na_2CO_3 溶液反应的曲线, A 错误; a 点是等物质的量浓度的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 混合溶液, 根据电离平衡常数 $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$, 则 CO_3^{2-} 的水解常数为 $K_h = \frac{K_w}{K_{a2}} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.7 \times 10^{-11}} > K_{a2}$, 可知 CO_3^{2-} 水解程度大于 HCO_3^- 的电离程度, 则 $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$, HCO_3^- 的水解程度很弱, H_2CO_3 的浓度最小, B 正确; CO_3^{2-} 的水解促进水的电离, Na_2CO_3 溶液中, 随着盐酸的加入, 水的电离程度减小, 水的电离程度应为

$a > c > d$, b 点、d 点 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 恰好完全反应, b 点压强大, 溶液中溶解二氧化碳浓度较大, 抑制水的电离, 故水的电离程度: $a > c > d > b$, C 错误; c 点溶液中, 因溶液体积增加 1 倍, 故 $c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。]

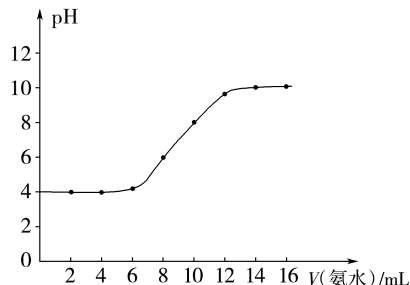
8. D [根据 b 点坐标, 可知 T_2 温度下水的离子积 $K_w = (10^{-7})^2 = 10^{-14}$, 由题图可知, T_1 温度下水的离子积小于 T_2 温度下水的离子积, 故 $T_1 < T_2$, b 点和 d 点的温度相同, 水的离子积相同, 结合上述分析可知, 水的离子积: $K_w(f) < K_w(b) = K_w(d)$, A、B 错误; 向 b 点溶液中加入少量 NaOH 溶液, $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{OH}^-)$ 增大, pH 增大, pOH 减小, 不可能由 b 点向 d 点移动, C 错误; 在 T_2 温度下 $K_w = (10^{-7})^2 = 10^{-14}$, pH = 10 的 NaOH 溶液中 $c_*(\text{H}^+) = c_*(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

9. (1) 强 弱 (2) $\text{X} > \text{Z} > \text{Y}$ (3) ① 3 ② 12 ③ <

课时提能作业(三十九)

1. D

2. (1)



(2) 酸性 (3) 10 $1 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (4) 9 mL

3. (1) 95.3% (2) 偏高 (3) 否 锥形瓶中待测物的物质的量是固定的, 润洗会增大待测物的物质的量, 导致结果偏高

4. 1.8×10^{-5} 6.2×10^{-3}

5. C [向容量瓶中转移溶液时需要用玻璃棒引流, 故 A 错误; 托盘天平的精确度为 0.1 g, 故 B 错误; NaOH 溶液应装在碱式滴定管中, 故 D 错误。]

6. D [滴定反应为碘单质与硫代硫酸钠反应, 因为淀粉遇碘单质变蓝, 则指示剂 X 为淀粉溶液, A 项错误; 滴定结束后俯视读数, 会使读取的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准液体积偏小, 测定结果偏低, B 项错误; 滴定管装液之前最后一步操作是润洗, 即用待装液润洗滴定管, C 项错误; 根据关系式: $2\text{Cu}^{2+} \sim \text{I}_2 \sim 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 可知, 胆矾纯度为 $\frac{250 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} \times c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} \times 250 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100\% = \frac{250cV}{w}\%$, D 项正确。]

7. A [A 项, 邻苯二甲酸氢钾呈弱酸性, 滴定终点时生成强碱弱酸盐, 溶液呈碱性, 所以最好选用酚酞溶液作指示剂, 正确; B 项, 第 1 组数据为 18.60 mL, 与其他三组相差较大, 应该舍弃, 则滴定过程中消耗的 $V_{\text{平均}}$ (邻苯二甲酸氢钾) = $\frac{17.10 \text{ mL} + 16.90 \text{ mL} + 17.00 \text{ mL}}{3} = 17.00 \text{ mL}$, 错误; C 项, 配制邻苯二甲酸氢钾溶液时, 容量瓶洗净后未经干燥处理, 该操作不影响配制结果, 错误; D 项, 中和滴定过程中, 盛放待测液的锥形瓶不能润洗, 否则影响滴定结果, 错误。]

8. 解析: (1) CuCl 具有还原性, FeCl_3 具有氧化性, 两者发生氧化还原反应的离子方程式为 $\text{CuCl} + \text{Fe}^{3+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cl}^- + \text{Fe}^{2+}$; 滴定时发生的反应为 $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} +$

$2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$, 可得关系式 $6\text{CuCl} \sim 6\text{Fe}^{2+} \sim \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, 则产品中 CuCl 的质量分数为

$$\frac{6 \times 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.025 \text{ L} \times \frac{250 \text{ mL}}{25 \text{ mL}} \times 99.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{3.00 \text{ g}} \times$$

$100\% = 99.5\%$ 。(2)锥形瓶水洗后误用稀硫酸润洗 2~3 次, 不影响溶质物质的量, 对滴定结果无影响, A 不选; 配制标准溶液时仰视定容, 则标准溶液浓度偏低, 滴定时消耗更多的标准溶液, 测定结果偏大, B 选; 盛装标准溶液的滴定管水洗后没有润洗, 相当于稀释标准溶液, 滴定时消耗更多的标准溶液, 测定结果偏大, C 选。

答案: (1) 99.5% (2) BC

9. 解析: 乙二胺四乙酸二钠盐(EDTA)和 Bi^{3+} 以 1:1 形成稳定的配合物, 则 $n(\text{EDTA}) = n(\text{Bi}^{3+})$, 得出 $c(\text{EDTA}) \cdot V(\text{EDTA}) = c(\text{Bi}^{3+}) \cdot V(\text{Bi}^{3+})$, $0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.035 \text{ L} = c(\text{Bi}^{3+}) \times 0.025 \text{ L}$, 算出 $c(\text{Bi}^{3+}) = 0.014 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 2.926 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。达到滴定终点时, Bi^{3+} 被消耗完全, 溶液颜色由紫红色变为亮黄色, 故达到滴定终点的现象为当滴入最后半滴 EDTA 溶液时, 溶液由紫红色变为亮黄色, 且半分钟内不恢复紫红色。

答案: 2.926 当滴入最后半滴 EDTA 溶液时, 溶液由紫红色变为亮黄色, 且半分钟内不恢复紫红色

课时提能作业(四十)

1. D 2. C 3. D

4. (1) 相等 (2) 草木灰中 CO_3^{2-} 与铵态氮肥中的 NH_4^+ 发生相互促进的水解反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解放出 NH_3 (3) ①促使 SbCl_3 水解生成 Sb_2O_3 的平衡向右移动 ②将 SbCl_3 溶于较浓的盐酸中, 并用水稀释至所需浓度

5. (1) 海水中的 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 水解呈碱性, $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ (2) 升高水解为吸热过程, 升温促进水解, $c(\text{OH}^-)$ 增大, pH 升高

6. (1) $\text{SOCl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{HCl}$ (2) AlCl_3 溶液直接蒸干, AlCl_3 水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 和 HCl , HCl 挥发, 得到 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 灼烧 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 得到 Al_2O_3 ; 而 SOCl_2 与 $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 混合加热, SOCl_2 与 H_2O 反应生成的 HCl 抑制了 AlCl_3 的水解

7. D [在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中存在: $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 和 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$, 根据以上可知: $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) < c(\text{H}^+)$, A 错误; NaH_2PO_3 溶液中存在电荷守恒和元素守恒: $2c(\text{HPO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$, $c(\text{H}_3\text{PO}_3) + c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) + c(\text{HPO}_3^{2-}) = c(\text{Na}^+)$, 将两式结合处理得: $c(\text{HPO}_3^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_3\text{PO}_3) + c(\text{H}^+)$, B 错误; $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$ 属于正盐, 但是 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$, 二元酸亚磷酸(H_3PO_3)的 $K_{a2} = 2 \times 10^{-7}$, 根据“越弱越水解, 谁强显谁性”, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$ 溶液显碱性, C 错误; 向 $10 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水中滴加等浓度的 H_3PO_3 溶液, 加入 $5 \text{ mL } \text{H}_3\text{PO}_3$ 溶液时, 恰好生成正盐 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_3$, 阴、阳两种离子都水解, 水的电离程度达到最大值, D 正确。]

8. B [CO_3^{2-} 的水解程度大于 HCO_3^- 的水解程度, HCO_3^- 的水解程度大于其电离程度, 所以溶液中 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$, A 项正确; $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离程度大于 NH_4^+ 的水解程度, 溶液中 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) < c(\text{Cl}^-)$, 根据电荷守恒, 溶液中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 可知 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-)$, B 项错误;

CH_3COOH 的电离程度大于 CH_3COO^- 的水解程度, 则溶液中 $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Na}^+) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$, C 项正确; 根据电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$, 根据元素守恒有 $2c(\text{Na}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, 联立上述两式得 $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{Na}^+) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, D 项正确。]

9. 解析: (1) 只存在 OH^- 、 H^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 四种离子的溶液, 可能为氯化铵溶液、氯化铵和盐酸的混合溶液或氯化铵和氨水的混合溶液; ①若溶液中只溶解了一种溶质, 则该溶质是氯化铵, 因铵根离子水解, 溶液显酸性, 则离子浓度为 $c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$; ②若上述关系中 C 是正确的, 则 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ 、 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-)$, 所以溶液中除含有 NH_4Cl 外, 还必须含有 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。若上述关系中 D 是正确的, $c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{OH}^-)$, 则说明溶液中含有 NH_4Cl 和 HCl 。

(2) 根据水解常数表达式判断实验步骤的目的, 步骤 I 是测滴入甲基橙的 NaR 溶液的浓度 c_0 , 步骤 II 是测定 45°C 纯水的 pH, 并根据测得的 pH 数据计算 45°C 时水的离子积。步骤 III 是测定 45°C 下该 NaR 溶液的 pH, 并根据水的离子积计算其溶液中 OH^- 的浓度。 45°C 纯水的 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = c^2(\text{H}^+) = 10^{-2x}$, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaR 溶液中 $c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-2x}}{10^{-y}}$

$$= 10^{(y-2x)} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, c_0 = \frac{0.1V}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{代入公式 } K_h = \frac{10^{2(y-2x)}}{\frac{0.1V}{20} - 10^{(y-2x)}} = \frac{10^{2(y-2x)}}{5 \times 10^{-3}V - 10^{(y-2x)}}$$

答案: (1) ① NH_4Cl A ② NH_4Cl 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ NH_4Cl 和 HCl (2) $\frac{10^{2(y-2x)}}{5 \times 10^{-3}V - 10^{(y-2x)}}$ 增大 增大

课时提能作业(四十一)

1. D [中和百分数为 0, 即滴入 NaOH 溶液前, 三种酸溶液的 pH 关系: $\text{HX} > \text{HY} > \text{HZ}$, 物质的量浓度相同的弱酸溶液, pH 越小, 电离常数越大, 则常温下, 三种酸的电离常数: $K_a(\text{HZ}) > K_a(\text{HY}) > K_a(\text{HX})$, A 错误; T 点时中和百分数为 50%, 则 $c(\text{HY}) + c(\text{Y}^-) = 2c(\text{Na}^+)$, 根据电荷守恒: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Y}^-)$, 整理得 $2c(\text{H}^+) + c(\text{HY}) = 2c(\text{OH}^-) + c(\text{Y}^-)$, B 错误; 由题图可知, pH=7 时, 三种酸的中和百分数 $\text{HX} < \text{HY} < \text{HZ}$, 则 HZ 溶液中 $c(\text{Na}^+)$ 最大, C 错误; 当中和百分数达到 100% 时, 将三种溶液混合后, 由质子守恒得: $c(\text{H}^+) + c(\text{HX}) + c(\text{HY}) + c(\text{HZ}) = c(\text{OH}^-)$, 即 $c(\text{HX}) + c(\text{HY}) + c(\text{HZ}) = c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+)$, D 正确。]

2. D [向溶液中加入 NaOH, pH 升高, 发生反应 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 故 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 随 pH 增大而增大, 而 $p(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = -\lg c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, 故 $p(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 随 pH 增大持续减小。含铜粒子的分布系数: Cu^{2+} 随 pH 增大、配位反应进行, 浓度不断降低, 因此 $\delta(\text{Cu}^{2+})$ 随 pH 增大持续下降, 且下降速率最快; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 随配位反应进行, 浓度先增大后减小, 因此分布系数先升后降。结合题中图像可得: i 是 $\delta(\text{Cu}^{2+})$ 曲线, ii 是 $p(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \sim \text{pH}$ 关系曲线, iii 是 $\delta[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 曲线。由上述分析可知, A 错误; 该反应的平衡常数表达式为 $K = \frac{c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c([\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+})}$, 从题图中曲线 i 和 iii 的交点可知, 当 pH 约为 6.5 时, $c(\text{Cu}^{2+}) =$

$c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_n]^{2+}$), 此时, 从曲线 II 可知, $p(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 约为 2.5, 即 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-2.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 将这些值代入平衡常数表达式: $K = \frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}} \cdot c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1 \times (10^{-2.5})^2 = 10^{-5}$, 该平衡常数的数量级为 10^{-5} , B 错误; 初始溶液中 $n_{\text{总}}(\text{N}) = n_{\text{初始}}(\text{NH}_4^+) = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 根据 N 元素守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_n]^{2+} = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; pH 为 7~8 时, Cu^{2+} 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$, $c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ 先增大后减小, 故 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ 先减小后增大, 并非不变, C 错误; pH=9 时, $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由 $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = 1.8 \times 10^{-5}$, 代入得: $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{OH}^-)} = 1.8 > 1$, 故 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$; 由题中图像知 pH=9 时, $p(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \approx 0.5$, 即 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \approx 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 而溶液中初始 $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 即使全部形成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 也小于 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$, 因此顺序为 $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, D 正确。]

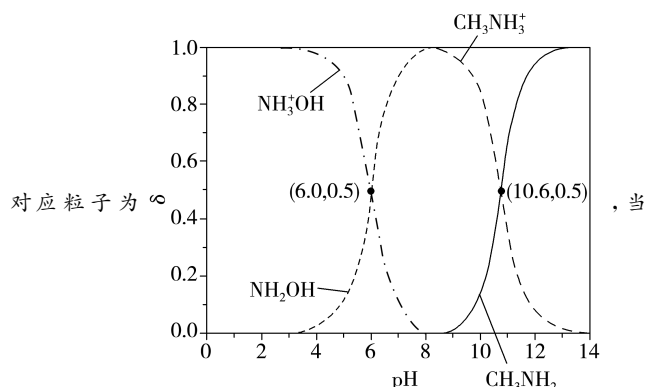
3. D [结合题干和题中图像可知: 从反应开始到 b 点, $c_*(\text{H}^+)$ 随 V 增大而减小, 水的电离被抑制, 为通入 NH_3 的过程; 从 b 点到 e 点为通入 CO_2 气体的过程。由 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离平衡常数 $K_b = \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 可知, $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{K_b}{c(\text{NH}_4^+)}$, a 点到 b 点的过程中, 随着 NH_3 的通入, 溶液中 $c(\text{NH}_4^+)$ 增大, 而 K_b 不变, 则 $\frac{c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}$ 减小, A 错误; 由题图可知, d 点时, 通入 CO_2 的体积恰好为通入 NH_3 体积的一半, 故 d 点时 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与通入的 CO_2 反应恰好生成 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 故 c 点溶液的溶质为 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NaCl , 则 c 点溶液呈碱性, pH 大于 7, B 错误; 根据水的电离程度可知: 起始至 b 点为通入 NH_3 的过程, b 点溶液为氨的 NaCl 饱和溶液, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 为弱碱, 不完全电离; 由 b 点到 d 点过程中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与通入的 CO_2 反应产生 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 为可溶性盐, 完全电离, 所以 $c(\text{NH}_4^+)$: b 点低于 d 点, C 错误; 由上述分析可知, d 点时恰好生成 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 由 d 点到 e 点的过程中, 继续通入 CO_2 , 发生反应: $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{HCO}_3^-$, 溶液中 $c(\text{HCO}_3^-)$ 逐渐增大, D 正确。]

4. D [由图 1 中的信息可知, 当加入 NaOH 标准溶液的体积为 20.00 mL 时到达滴定终点, 由关系式 $4\text{NH}_4^+ \sim [(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ + 3\text{H}^+] \sim 4\text{OH}^-$ 可知, 由于待测液的体积和标准溶液的体积相同, 因此, 浓缩后的 20.00 mL 溶液中 $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) = 0.010\ 00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则原废水中 $c(\text{NH}_4^+) = 0.010\ 00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \frac{1}{10} = 0.001\ 000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 因此, 废水中 NH_4^+ 的含量为 $0.001\ 000 \text{ mol} \times 18\ 000 \text{ mg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{L}^{-1} = 18.00 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误; c 点加入 NaOH 标准溶液的体积过量, 由电荷守恒可知, $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$, Cl^- 和 Na^+ 均不参与离子反应, 则 c 点 $c(\text{Cl}^-) < c(\text{Na}^+)$, $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$, B 错误; a 点为滴定中点, OH^- 先与 H^+ 反应, 该点溶液中溶质有 $c\{[(\text{CH}_2)_6\text{N}_2\text{H}^+]\text{Cl}\} : c(\text{HCl}) = 1 : 1$, 考虑 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_2\text{H}^+$ 的水解与水的电离得 $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] < c(\text{H}^+)$, C 错误;

由 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ \rightleftharpoons (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + \text{H}^+$ 知, 随着溶液 pH 的增大, $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]$ 减小, $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$ 增大, 由图 2 知, 图中实线代表 $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$ 的分布分数随 pH 的变化情况, 则 $K = \frac{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4] \cdot c(\text{H}^+)}{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]} = \frac{0.88 \times 10^{-6}}{0.12} \approx 7.3 \times 10^{-6}$, D 正确。]

5. B $[\text{NH}_4\text{NO}_3]$ 溶液中 NH_4^+ 易水解, 初始溶液显弱酸性, 随着 pH 升高, NH_4^+ 会转化成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_3 , 保持溶液体积和 N 元素总物质的量不变, 故 $c(\text{NH}_3)$ 增大, 则平衡 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 会向右移动, $c(\text{Ag}^+)$ 降低, $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}$ 、 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$ 增大, 故曲线 I 表示 Ag^+ 的变化曲线。已知 $K_b(\text{NH}_4^+) = \frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{NH}_4^+)} = 10^{-9.25}$, 将 pH=4.00, 即 $c(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 代入可得 $\frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \times 10^{-4}}{c(\text{NH}_4^+)} = 10^{-9.25}$, 则 $\frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{NH}_4^+)} = 10^{-5.25}$ ①, 即 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \ll c(\text{NH}_4^+)$, 根据元素守恒可知, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + 2c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$, 结合题图可知, NH_3 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 浓度均小于 $10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故可近似得出 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx c(\text{NH}_4^+)$, 代入 ① 式得 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) \approx 10^{-6.25} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。综上, pH=4.00 时, $p\text{NH}_3 = 6.25$, 刚好为 A 点, 则曲线 IV 代表 NH_3 的变化曲线。由 $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 知, 生成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 消耗的 NH_3 的量比生成 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 的多, 则 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 浓度受 $c(\text{NH}_3)$ 变化影响更大(化学计量数越大的物质对平衡影响越大), 故曲线 II、III 中随 pH 变化幅度较大的曲线 III 代表 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的变化曲线, 曲线 II 代表 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 的变化曲线。由上述分析知, A 正确; D 点对应溶液中的阴离子有 NO_3^- 、 OH^- 、 Cl^- , 阳离子有 NH_4^+ 、 H^+ 、 Ag^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, 而 D 点对应溶液的 pH>7, 呈弱碱性, 说明此时体系中加入了某种碱, 则阳离子中还应还有其他阳离子 M^{n+} , 该溶液中的电荷守恒式为 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Ag}^+) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} + n \cdot c(\text{M}^{n+}) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$, 由于 Cl^- 、 Ag^+ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 均来自 AgCl , 故 $n(\text{Ag}) : n(\text{Cl}) = 1 : 1$, 存在元素守恒: $c(\text{Ag}^+) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\} = c(\text{Cl}^-)$, 两式联立得 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) + n \cdot c(\text{M}^{n+}) = c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, 则 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) < c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, 即 $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{OH}^-) < 0.1 - c(\text{H}^+)$, B 错误; 曲线 I、II 对应的交点处有 $c(\text{Ag}^+) = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}$, 且对应的 pH 为 7.02, $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.24} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 代入得 $K_1 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}}{c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c(\text{NH}_3)} = 10^{3.24}$, C 正确; 曲线 II、III 对应的交点处有 $c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$, 则 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数 $K_3 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}}{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} \cdot c(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c(\text{NH}_3)} = 10^{3.80}$, $K_2 = K_1 \cdot K_3 = 10^{3.24} \times 10^{3.80} = 10^{7.04}$, C 点为曲线 I、III 的交点, $c(\text{Ag}^+) = c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$, 代入得 $K_2 = \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}}{c(\text{Ag}^+) \cdot c^2(\text{NH}_3)} = \frac{1}{c^2(\text{NH}_3)} = 10^{7.04}$, 则此时 $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.52} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。]

6. B [甲基是推电子基团, CH_3NH_2 中 N 原子周围电子密度更大, 碱性更强, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ HCl 标准溶液滴定 20.00 mL NH_2OH 和 CH_3NH_2 时, 先与 CH_3NH_2 反应, 再与 NH_2OH 反应, 结合滴定过程中反应顺序可知, 题图乙中曲线



$\delta(\text{NH}_2\text{OH}) = 0.5$ 时, $\text{pH} = 6.0$, 此时 $c(\text{NH}_2\text{OH}) = c(\text{NH}_3^+\text{OH})$, 可得: $K_b(\text{NH}_2\text{OH}) = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{NH}_3^+\text{OH})}{c(\text{NH}_2\text{OH})} = c(\text{OH}^-) = 10^{-8}$, 同理, 当 $\delta(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 0.5$ 时, $\text{pH} = 10.6$, 此时 $c(\text{CH}_3\text{NH}_2) = c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)$, 可得: $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = c(\text{OH}^-) = 10^{-3.4}$, 据此解答。根据滴定曲线, a 点 (20.00 mL) 对应 CH_3NH_2 的滴定终点, c 点 (60.00 mL) 对应 NH_2OH 的滴定终点。 $n(\text{CH}_3\text{NH}_2) = n(\text{HCl}) = 0.02 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}$, $n(\text{NH}_2\text{OH}) = n_{\text{总}}(\text{HCl}) - n_{\text{CH}_3\text{NH}_2}(\text{HCl}) = 0.06 \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.002 \text{ mol} = 0.004 \text{ mol}$, 原溶液中: $c(\text{NH}_2\text{OH}) : c(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 2 : 1$, A 正确; 在 b 点, 加入的 HCl 体积为 40.00 mL , 此时 $\text{pH} = 6.1$, 由题图乙可知 $c(\text{NH}_3^+\text{OH}) < c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)$, B 错误; 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{NH}_2\text{OH}) \cdot c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2) \cdot c(\text{NH}_3^+\text{OH})}$, $K_b(\text{NH}_2\text{OH}) = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{NH}_3^+\text{OH})}{c(\text{NH}_2\text{OH})} = 10^{-8}$, $K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2) = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2)} = 10^{-3.4}$, 将两式相除: $\frac{K_b(\text{CH}_3\text{NH}_2)}{K_b(\text{NH}_2\text{OH})} = \frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) \cdot c(\text{NH}_2\text{OH})}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2) \cdot c(\text{NH}_3^+\text{OH})} = \frac{10^{-3.4}}{10^{-8}} = 10^{4.6}$, C 正确; 由电荷守恒可知, a、b、c 点均存在 $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) = c(\text{NH}_3^+\text{OH}) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) + c(\text{H}^+)$, D 正确。

课时提能作业(四十二)

1. D 2. B

3. 产生的 H^+ 与 OH^- 反应, 使 $c(\text{OH}^-)$ 减小, 平衡右移, 牙釉质溶解导致龋齿 饭后及时漱口刷牙, 减少糖的食用

4. (1) 否 BaCO_3 溶于胃酸产生有毒的 Ba^{2+}

(2) $\text{FeS} + \text{Hg}^{2+} \rightleftharpoons \text{HgS} + \text{Fe}^{2+}$

(3) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ 石膏与 CO_3^{2-} 反应, CO_3^{2-} 水解平衡左移, $c(\text{OH}^-)$ 减小, 碱性减弱

5. D [生成的硫化氢会与硝酸银反应生成硫化银沉淀, 不能确定是 AgCl 转化成了 Ag_2S , 无法判断 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 与 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$ 的大小, A 错误; AgNO_3 溶液过量, KI 直接与 AgNO_3 反应, 无法判断 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 与 $K_{\text{sp}}(\text{AgI})$ 的大小关系, B 错误; 溶解度大的物质能转化为溶解度小的物质, AgI 悬浊液中滴入 Na_2S 溶液, 固体变黑, 说明 Ag_2S 的溶解度小于 AgI , 故 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S}) < K_{\text{sp}}(\text{AgI})$, C 错误; 难溶的物质先沉淀出来, 说明 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) < K_{\text{sp}}(\text{ZnS})$, D 正确。]

6. C [a→b 段是建立平衡的过程, 反应还未达到平衡, 没有发生平衡移动, A 错误; b→c 段, 当电导率不变时, 向溶液中通 CO_2 气体, $\text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HCO}_3^-$, $c(\text{CO}_3^{2-})$ 减小, $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 平衡正向移动, 溶液中钙离子浓度增大, B 错误; d→e 段, 当电导率不变时, 由 $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$ 得 $c(\text{CO}_3^{2-}) = \sqrt{3.4 \times 10^{-9}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 6.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, CO_3^{2-} 存在水解平衡, 即 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$, $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$, 根据 $K_{\text{a}2} = 4.7 \times 10^{-11}$ 可得 $\frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)} = 4.7 \times 10^{-11}$, 则碳

酸根离子的水解平衡常数 $K_{\text{h}1} = \frac{c(\text{HCO}_3^-) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} = \frac{K_{\text{w}}}{K_{\text{a}2}}$

$\approx 2 \times 10^{-4}$, CO_3^{2-} 以第一步水解为主, 设有 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CO_3^{2-} 水解生成 HCO_3^- , 列三段式有:



起始/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

6.0×10^{-5}

转化/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

x

x

x

平衡/($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)

$6.0 \times 10^{-5} - x$

x

x

则 $\frac{x^2}{6.0 \times 10^{-5} - x} \approx 2 \times 10^{-4}$, $x \approx 4.85 \times 10^{-5}$, 所以 $c(\text{HCO}_3^-) \approx 4.85 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{CO}_3^{2-}) \approx 1.15 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$, C 正确; 由题可知, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) = 4.9 \times 10^{-5}$, 则 $\text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)} = \frac{3.4 \times 10^{-9}}{4.9 \times 10^{-5}} \approx 6.9 \times 10^{-5}$, 故通过加入 Na_2SO_4 固体不可实现 CaCO_3 向 CaSO_4 的有效转化, D 错误。]

7. (1) 对于溶解平衡 $\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$, H^+ 不能减少 Ba^{2+} 或 SO_4^{2-} 的浓度, 平衡不能向溶解的方向移动 2×10^{-10}

(2) ① $\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

② CaSO_4 存在沉淀溶解平衡, 加入 Na_2CO_3 溶液后, CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 结合生成更难溶的 CaCO_3 沉淀, Ca^{2+} 浓度减小, 使 CaSO_4 的沉淀溶解平衡向溶解的方向移动

(3) >

课时提能作业(四十三)

1. B [根据溶度积数值可知曲线 I、II、III 分别是 MnS 、 FeS 、 CuS 的溶解平衡曲线, A 错误; 溶度积仅和温度有关, 所以 XS 在 a 点溶液中的溶度积等于在 b 点溶液中的溶度积, B 正确; c 点溶液中 S^{2-} 的物质的量浓度大于 d 点, C 错误; CuS 难溶于稀硫酸, 向含有 CuS 固体的饱和溶液中加入稀硫酸不能使固体溶解, D 错误。]

2. B [碘化银溶解是吸热的, 温度越高电离出的离子越多, 图像中 $c(\text{I}^-): a > b$, 故 $T > 20^\circ\text{C}$, A 错误; K_{sp} 只受温度影响, 在相同温度下, 曲线上的各点溶度积相同, 温度越高, 溶度积越大, 因此, AgI 的溶度积 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}): c = d = e < f$, B 正确; 20°C 时, AgI 粉末溶于饱和 KI 溶液中, 碘化银溶解被抑制, $c(\text{Ag}^+) < 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 在 d 点饱和 AgI 溶液中加入 AgNO_3 粉末, d 点沿 de 曲线向 e 点移动, D 错误。]

3. B [由溶度积可知, 硫离子浓度相同时, 硫化铜饱和溶液中铜离子浓度小于硫化锌饱和溶液中锌离子浓度, 由题图可知, 硫离子浓度相同时, 曲线 A 中阳离子的浓度小于曲线 B, 则曲线 A 表示的是硫化铜, 曲线 B 表示的是硫化锌, A 正确; 没有明确溶液中锌离子和铜离子的浓度大小, 则向含有锌离子和铜离子

的溶液中逐滴加入 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫化钠溶液,不一定是铜离子先沉淀,B 错误;由题图可知, p 点溶液中的离子积(Q)小于硫化铜的溶度积,由溶度积可知, p 点表示硫化铜或硫化锌的不饱和溶液,C 正确;由题图可知, n 点和 m 点溶液中铜离子浓度相等,向硫化铜饱和溶液中加入 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫化钠溶液时,硫离子浓度增大,铜离子浓度减小,所以不可能实现 n 点到 m 点的转换,D 正确。]

4. D [含磷物种中,根据图示和题意,pH 较小时, FePO_4 较稳定,几乎所有 P 都以 FePO_4 沉淀形式存在,pH 很小时, H_3PO_4 较稳定,故甲乙丙丁分别代表 FePO_4 、 H_3PO_4 、 HPO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} ,A 错误。磷酸的第二步电离: $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$, $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HPO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}$,仅当 $c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = c(\text{HPO}_4^{2-})$ 时, $K_{a2} = c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}}$ 。由题图可知,pH=8.0 是 FePO_4 (甲)和 HPO_4^{2-} (丙)的交点,此时 H_2PO_4^- 的物质的量分数已经很小, $c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) \neq c(\text{HPO}_4^{2-})$,故 $K_{a2} \neq 1.0 \times 10^{-8}$,B 错误。初始加入 $0.01 \text{ mol Na}_3\text{PO}_4$,故 $c(\text{Na}^+) = 0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,pH=0.7 时,几乎所有 P 都沉淀为 FePO_4 ,溶液中游离的 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 H_3PO_4 总浓度远小于 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,因此 $c(\text{Na}^+) > 3[c(\text{PO}_4^{3-}) + c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{H}_3\text{PO}_4)]$,C 错误。对反应 $\text{FePO}_4 + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HPO}_4^{2-}$,平衡常数 $K = \frac{c(\text{HPO}_4^{2-})}{c^2(\text{OH}^-)}$,且已知 $K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = c(\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-)$;磷酸的第三步电离: $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$, $K_{a3} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})}{c(\text{HPO}_4^{2-})}$;水的离子积 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}$;整理后可得: $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) \cdot K_w}{K_{a3} \cdot K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]}$;从题中图像可知,pH=12.2 时, HPO_4^{2-} 和 PO_4^{3-} 的物质的量分数相等,即 $c(\text{HPO}_4^{2-}) = c(\text{PO}_4^{3-})$,因此 $K_{a3} = c(\text{H}^+) = 10^{-12.2}$; $K = \frac{9.9 \times 10^{-16} \times 10^{-14}}{2.8 \times 10^{-39} \times 10^{-12.2}} \approx 3.5 \times 10^{21.2} = 3.5 \times 10^{0.2} \times 10^{21} \approx 5.6 \times 10^{21}$,D 正确。]

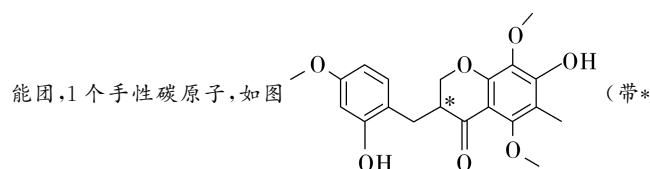
5. C [$c(\text{H}_2\text{S})$ 保持 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 不变,温度不变, $K_{a1}(\text{H}_2\text{S})$ 不变,由 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}$ 可知,随 pH 增大, $c(\text{H}^+)$ 减小, $c(\text{HS}^-)$ 增大,即 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 减小,同理可知随 pH 增大, $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 减小;由 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) > K_{a2}(\text{H}_2\text{S})$ 可知,酸性条件下 $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$,即 $\text{pc}(\text{HS}^-) < \text{pc}(\text{S}^{2-})$,曲线 a 、 b 分别代表 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 、 $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 与 pH 的变化关系。分别将曲线 c 、 d 与曲线 b 交点的数值代入 $K_{\text{sp}}(\text{MS}) = c(\text{M}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$ 的表达式(MS 与 YS 的溶度积表达式类型相同),可得溶度积分别为 $10^{-27.2}$ 与 $10^{-35.2}$,已知 $K_{\text{sp}}(\text{MS}) > K_{\text{sp}}(\text{YS})$,则曲线 c 、 d 分别代表 $\text{pc}(\text{M}^{2+})$ 、 $\text{pc}(\text{Y}^{2+})$ 与 pH 的变化关系。由上述分析可知,A、B 错误;将点 (6.9, 0.9) 代入 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HS}^-)}{c(\text{H}_2\text{S})}$ 中,得 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{10^{-0.9} \times 10^{-6.9}}{0.1} = 10^{-6.8}$,该点 $c(\text{HS}^-) = c(\text{M}^{2+}) = 10^{-6.9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,利用 $K_{\text{sp}}(\text{MS})$ 算得该点的 $c(\text{S}^{2-})$, $c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{\text{sp}}(\text{MS})}{c(\text{M}^{2+})} = \frac{10^{-27.2}}{10^{-6.9}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-20.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{S}^{2-})}{c(\text{HS}^-)} = \frac{10^{-0.9} \times 10^{-20.3}}{10^{-6.9}} = 10^{-14.3}$,C 正确;曲线 a 、 b 分别代表 $\text{pc}(\text{HS}^-)$ 、 $\text{pc}(\text{S}^{2-})$ 与 pH 的变化关系,曲线 c 、 d 分别代表 $\text{pc}(\text{M}^{2+})$ 、 $\text{pc}(\text{Y}^{2+})$ 与 pH 的变化关系,当 pH=5.0 时,横坐标

的值 $a < b < c < d$,故 $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-}) > c(\text{M}^{2+}) > c(\text{Y}^{2+})$,D 错误。]

6. B [$-\lg [c(\text{X})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 随 $-\lg [c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大而增大的曲线从左到右依次为 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} , $-\lg [c(\text{X})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 随 $-\lg [c(\text{H}^+)/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 增大而减小的曲线从左到右依次为 $\text{Al}(\text{OH})_3^-$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 、 $\text{Cd}(\text{OH})_4^{2-}$,L 为 $-\lg c[\text{Al}(\text{OH})_3^-]$ 与 $-\lg c(\text{H}^+)$ 的关系曲线,A 正确;由点 (8.4, 5) 可知 $K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] = 10^{-5} \times (10^{-5.6})^2 = 10^{-16.2}$,根据 $c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}] = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, $-\lg c(\text{H}^+) = 12.4$,知 $c(\text{OH}^-) = 10^{-1.6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 的平衡常数 $K = \frac{c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}]}{c(\text{Zn}^{2+}) \cdot c^4(\text{OH}^-)} = \frac{c[\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}]}{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] \cdot c^2(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-5}}{10^{-16.2} \times (10^{-1.6})^2} = 10^{14.4}$,B 错误; $\text{Al}(\text{OH})_3$ 完全溶解的 pH 小于 14.0,而 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 开始溶解的 pH 为 14.0,故调节 NaOH 溶液浓度,通过碱浸可完全分离 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$,C 正确;由点 (3.0, 0) 可知, $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1 \times (10^{-11})^3 = 10^{-33}$,浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} , Al^{3+} 完全沉淀时 $c(\text{OH}^-) = \sqrt[3]{\frac{10^{-33}}{10^{-5}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 10^{-9.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,此时 pH=4.7, Zn^{2+} 开始沉淀时 $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{10^{-16.2}}{0.1}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,此时 pH=6.4,因此调节溶液 pH 为 4.7~6.4,可将浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} 完全分离,D 正确。]
7. A [$c(\text{Cr}^{3+})$ 与 $c[\text{Cr}(\text{OH})_4^-]$ 的总和为 c ,随着 pH 增大,发生反应: $\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s})$,含铬微粒总浓度下降,随着 pH 继续增大,发生反应: $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Cr}(\text{OH})_4^-](\text{aq})$,含铬微粒总浓度上升,据此解答。M 点时, $c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $K = \frac{c([\text{Cr}(\text{OH})_4^-])}{c(\text{OH}^-)} = 10^{-0.4}$, $c([\text{Cr}(\text{OH})_4^-]) = 10^{-9.4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,几乎可以忽略不计,含 Cr 微粒主要为 Cr^{3+} , $K_{\text{sp}} = c(\text{Cr}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = 10^{-3.2} \times \left(\frac{10^{-14}}{10^{-5}}\right)^3 = 10^{-30.2}$,A 正确; Cr^{3+} 恰好完全沉淀时, $c(\text{Cr}^{3+}) < 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,由 K_{sp} 数据计算可知, $c(\text{OH}^-) > \sqrt[3]{\frac{10^{-30.2}}{10^{-5}}} = 10^{-8.4}$, Cr^{3+} 恰好完全沉淀的 pH 最小为 5.6,B 错误;P 和 Q 溶液中含 Cr 微粒总和相等,生成的 $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s})$ 质量相等,则 P 点溶液质量等于 Q 点溶液质量,C 错误;随着 pH 的增大, $c(\text{Cr}^{3+})$ 减小,而 $c([\text{Cr}(\text{OH})_4^-])$ 增大, $\frac{c(\text{Cr}^{3+})}{c([\text{Cr}(\text{OH})_4^-])}$ 的值减小,D 错误。]

课时提能作业(四十四)

1. C 2. C 3. B 4. C
5. (1) $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 176 54.5% (2)羟基、酯基、碳碳双键 (3)维生素 C 分子中含多个亲水基团—OH,与 H_2O 形成氢键 (4)混合液的蓝色褪去
6. D [由题给结构简式可知,分子中含有羟基、酮羰基、醚键 3 种官



号),A 错误;由题给结构简式可知,分子中有 7 个碳原子采取 sp^3 杂化,B 错误;光照条件下,氯气分子中的氯原子不能取代苯环上的氢原子,C 错误;该物质分子中含有羟基,可发生取代反应,有机物能燃烧,可发生氧化反应,羰基能与氢气发生加成反应(还原反应),所以该物质可发生取代反应、氧化反应、还原反应,D 正确。]

7. A [TCDD 分子中不含手性碳原子,B 错误;TCDD 分子中的碳原子只采用了 sp^2 杂化,C 错误;二氯双苯并二噁英与六氯双苯并二噁英的同分异构体数目相同,D 错误。]

8. B [A 项,该物质命名时主链上碳原子的编号错误,应为 2,2,4,5-四甲基-3-乙基己烷,错误;B 项正确;C 项,该物质命名为 3-甲基-2-乙基戊醛,错误;D 项,该物质命名为 3-羟基苯甲醛,错误。]

9. 解析: I. (1) 由题意分析可知, $n(H_2O) = \frac{8.1 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.45 \text{ mol}$, 则 $n(H) = 0.9 \text{ mol}$, $n(CO_2) = \frac{35.2 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.8 \text{ mol}$, 则 $n(C) = 0.8 \text{ mol}$, $n(N_2) = \frac{1.12 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$, $n(N) = 0.1 \text{ mol}$, $m(C) + m(H) + m(N) = 0.8 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.9 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.1 \text{ mol} \times 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 11.9 \text{ g}$, 故 $m(O) = 15.1 \text{ g} - 11.9 \text{ g} = 3.2 \text{ g}$, $n(O) = 0.2 \text{ mol}$, $n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = 0.8 \text{ mol} : 0.9 \text{ mol} : 0.1 \text{ mol} : 0.2 \text{ mol} = 8 : 9 : 1 : 2$, 该有机物的实验式为 $C_8H_9NO_2$ 。(2) $C_8H_9NO_2$ 的相对分子质量为 151, 质荷比最大值为 151, 则其分子式为 $C_8H_9NO_2$ 。 II. (1) 由分子式可知, 扑热息痛分子的不饱和度 $\Omega = \frac{2 \times 8 + 2 - (9 + 1)}{2} = 5$ 。(4) 用化学方法推断扑热息痛分子中的官能团, ①加入 $NaHCO_3$ 溶液, 无明显变化, 说明不含羧基; ②加入 $FeCl_3$ 溶液, 显紫色, 说明含有酚羟基; ③水解可以得到一种两性化合物, 说明分子中含有酰胺基; 再结合(3)中的波谱分析信息, 可得扑热息痛的结构简式为 $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NHCOCH}_3$ 。

答案: I. (1) $C_8H_9NO_2$ (2) $C_8H_9NO_2$

II. (1) 5 (4) $HO-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NHCOCH}_3$

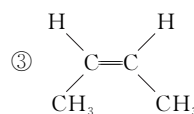
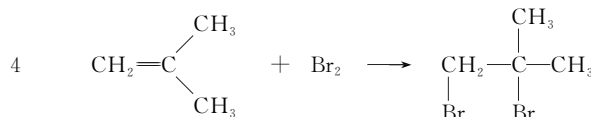
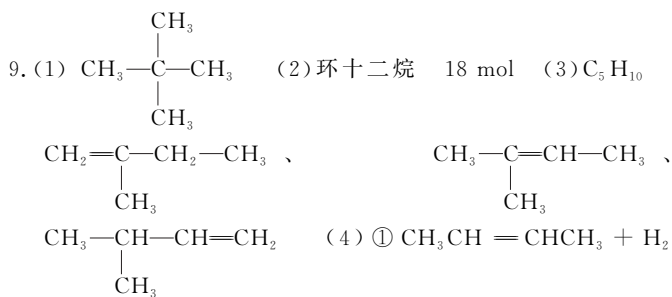
课时提能作业(四十五)

1. D 2. D 3. C 4. C 5. C

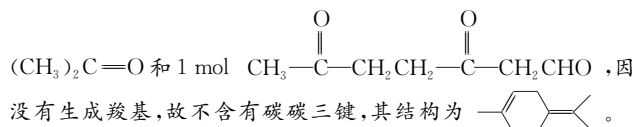
6. D [溴苯提取操作应依次为用大量水洗涤、用 $NaOH$ 溶液洗涤、用水洗涤、加入干燥剂除去水、过滤, 对有机物进行蒸馏、除杂质苯后提纯得到溴苯, 不用“结晶”提纯,D 错误。]

7. D [有机物 X 中含有 3 个手性碳原子(如图用“*”标的碳原子), A 正确; 有机物 Y、Z 含有 10 个 C 原子, 18 个 H 原子, 分子式为 $C_{10}H_{18}$, 分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, B 正确; 该反应为消去反应生成碳碳双键, 消去的是氯原子和邻位碳原子上的氢原子, 由碳碳双键的位置可确定产物 Z 消去的是 ① 号 H 原子, C 正确; Z 的一氯代物为 8 种, D 错误。]

8. D [b 的一氯代物有 4 种, A 错误; d、p 分子的结构中不含苯环, 不属于芳香烃, B 错误; b 分子中所有碳原子共面, C 错误; d 分子中可能发生 1,2-加成, 也可能发生 1,4-加成, 所以最多有 4 种加成产物, D 正确。]

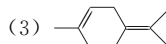


10. 解析: (2) ①由题目提供信息可知, 一个 $C_{10}H_{10}$ 分子中应该含有 1 个 $\text{CH}_3\text{C}\equiv$ 、3 个 $\text{CCH}=\text{}$ 、1 个 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{}$ 结构, 其中 1 个 $\text{CH}_3\text{C}\equiv$ 、1 个 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{}$ 只能在两端, 则 $C_{10}H_{10}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$, 1 个 $C_{10}H_{10}$ 分子中含有 2 个碳碳双键, 2 个碳碳三键。②由①分析可知, $C_{10}H_{10}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$ 。(3) 分子式为 $C_{10}H_{16}$, 则其不饱和度为 3, 已知该化合物的结构中含六元环, 且 1 mol 该化合物催化加氢时最多可消耗 2 mol H_2 , 则该分子中含有 2 个碳碳双键或 1 个碳碳三键且应该还含有 1 个环; 1 mol 该化合物经 $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{O}_3}$ 后可得到 1 mol



答案: (1) $\text{Br}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 不正确, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_3$ 与 H_2 完全加成产物 $\text{C}_6\text{H}_{11}-\text{CH}_3$ 与 Br_2 在 $FeBr_3$ 作用下不能反应

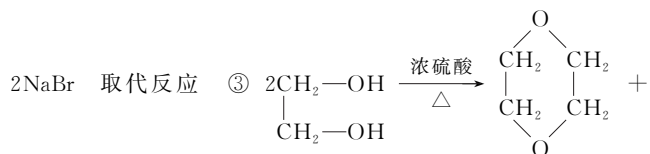
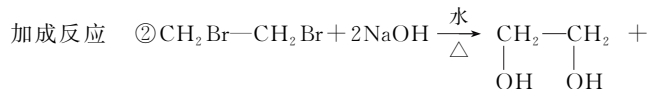
(2) ① 2 ② $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}=\text{CHC}\equiv\text{CCH}=\text{CHCH}_3$



课时提能作业(四十六)

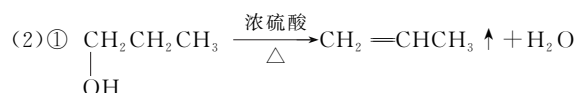
1. A 2. A 3. C

4. (1) ①③⑤ (2) 没食子酸分子中含酚羟基, 遇到铁盐发生显色反应, 呈紫色 (3) ① $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$

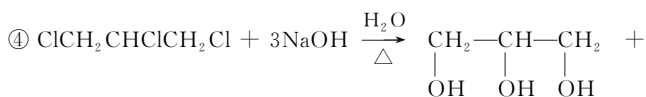
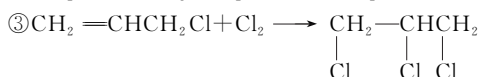
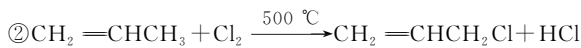


$2\text{H}_2\text{O}$ 取代反应

5. (1) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$ $\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

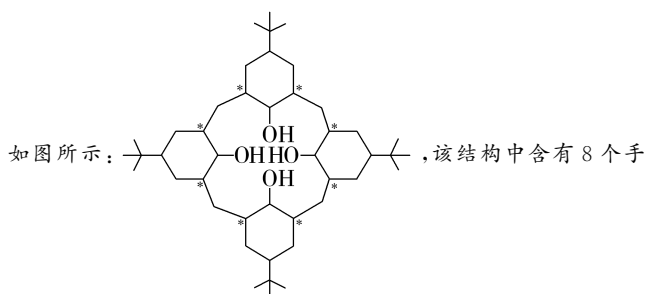


课时提能作业(四十七)



(3)无影响 1-丙醇与 2-丙醇的消去产物均为丙烯

6. A [苯环有 6 个 sp^2 杂化的碳原子,叔丁基有 4 个 sp^3 杂化的碳原子,比例为 3:2,A 正确;Y 与 H_2 完全加成后的产物结构

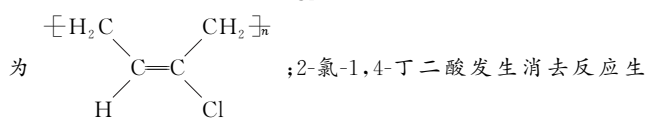


性碳原子(如图中“*”标示的碳原子),B 错误;Y 分子虚线框内的亚甲基($-\text{CH}_2-$)碳原子为 sp^3 杂化,呈四面体结构,因此这些碳原子无法全部共平面,C 错误;X 分子中,酚羟基的邻位有 2 个可被取代的氢原子,因此 1 mol X 与 Br_2 发生取代反应时,最多消耗 2 mol Br_2 ,D 错误。]

7. C [①发生氧化反应,碳碳双键断裂生成羧基,产物中含有 $-\text{COOH}$ 和 $-\text{Br}$;②发生水解反应, $-\text{Br}$ 被 $-\text{OH}$ 取代,产物中含有 $-\text{OH}$ 和碳碳双键;③发生消去反应,产物中官能团只含有碳碳双键;④发生加成反应,产物中官能团只含有 $-\text{Br}$ 。]

8. B [A 项,乙醇被酸性 KMnO_4 溶液氧化成乙酸;C 项,铜丝由黑色变成红色;D 项,导管不能伸入液面以下且 X 是饱和的 Na_2CO_3 溶液。]

9. 解析:B 为 $\text{HOCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$,A 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$,2-氯-1,3-丁二烯发生加聚反应生成的高分子 D 为 $[\text{CH}_2-\text{C}(\text{Cl})=\text{CH}-\text{CH}_2]_n$,D 的顺式结构

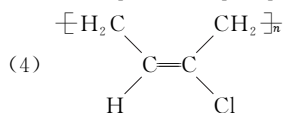


成 C,则 C 为 $\text{NaOOCCH}=\text{CHCOONa}$,然后酸化得富马酸,富马酸的结构简式为 $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$ 。(6)①为加成反应、②为水解反应或取代反应、③为加成反应、④为消去反应、⑤为加聚反应、⑥为氧化反应、⑦为消去反应,以上反应中属于消去反应的是④⑦。

答案:(1)加成反应

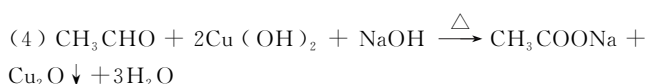
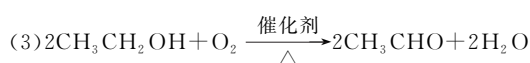
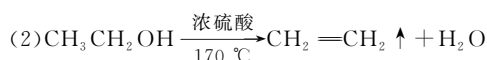
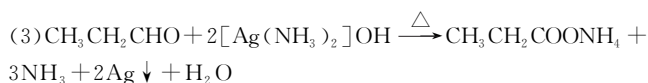
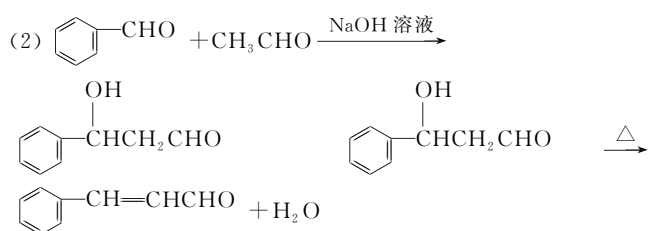
(2)NaOH 的水溶液

(3) $\text{HOCH}_2\text{CHClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



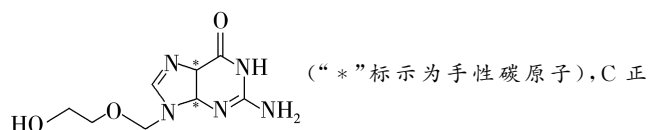
(6)④⑦

1. D 2. D 3. D



6. B [X 分子中含有一 $-\text{CF}_3$,为四面体结构,因此所有原子不可能共平面,A 错误;X 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,Z 中含有碳碳双键,碳碳双键能使酸性高锰酸钾溶液褪色,因此可以用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Z,B 正确;Y 的结构为苯环上连有 3 个不同取代基: $-\text{COCH}_3$ 、 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{COOCH}_3$,处于不同化学环境的氢原子种类:苯环上 3 种,3 个取代基中各 1 种,共 3+3=6(种),核磁共振氢谱有 6 组峰,C 错误;该反应为羟醛缩合反应,会脱去 1 分子水,并非所有原子都进入目标产物 Z,原子利用率小于 100%,D 错误。]

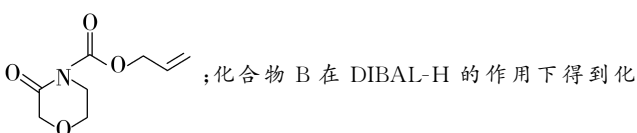
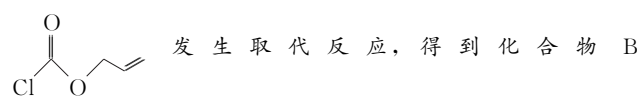
7. A [该分子的官能团有羟基、醚键、氨基、酰胺基,共 4 种,A 错误;分子中的羟基可发生酯化(取代)反应,羟基可被氧化,B 正确;该结构中五元环的 2 个饱和碳原子均满足手性碳原子条件,因此有 2 个手性碳原子,位置如图:



确;分子中含有氨基,氨基可与 HCl 发生反应,D 正确。]

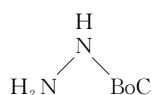
8. D [两个苯环、碳碳双键、碳氧双键各自确定一个平面,单键可以旋转,和苯环直接相连的原子在苯环确定的平面上,则邻羟基查尔酮分子中所有原子可能共平面,A 正确;黄酮醇分子中碳原子都是 sp^2 杂化,B 正确;题述转化过程为加氧去氢,属于氧化反应,C 正确;两个苯环、碳碳双键、碳氧双键都可以和氢气发生加成反应,则 1 mol 邻羟基查尔酮最多能与 8 mol H_2 反应,D 错误。]

9. 解析:根据化合物 B 的结构简式可知,化合物 A 和



合物 C,化合物 C 和甲醇发生取代反应,得到化合物 D;化合物

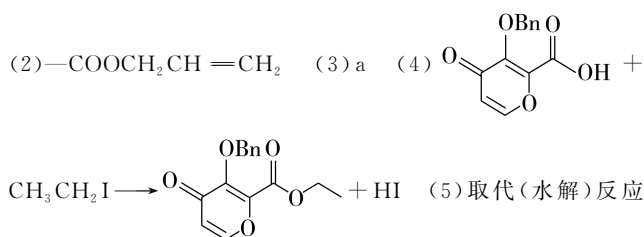
E和碘乙烷发生取代反应得到化合物F;化合物F和



反应得到化合物G,化合物G在盐酸作用下

得到化合物H;化合物H和化合物D在 SnCl_4 作用下,得到化合物I,依次进行分析。(3)化合物B在DIBAL-H的作用下得到化合物C,对比B和C的结构简式可知,此过程发生还原反应,因此DIBAL-H属于还原剂;间氯过氧苯甲酸是氧化剂, NaBH_4 常温常压下通常不能还原酰胺基, LiAlH_4 会过度还原,DIBAL-H最有可能为a(二异丁基氢化铝)。(5)化合物G在HCl条件下先发生水解反应得到H、 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 和 CO_2 ,随后 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 发生消去反应生成异丁烯,涉及有机反应为取代(水解)反应和消去反应。(7)A的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_7\text{NO}_2$,满足条件:a.含硝基;b.存在顺反异构(碳碳双键两个碳原子均连接不同原子或原子团);c.核磁共振氢谱有4组峰(4种处于不同化学环境的氢原子),符合要求的结构有 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{NO}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHNO}_2$ 。

答案:(1)醚键 羰基(或酮羰基)、酰胺基(任写两个)

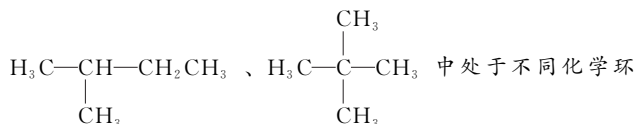


消去反应 (6)不能 胍中的两个氨基都会参与反应(或其他合理答案) (7) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHNO}_2$ (或 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{NO}_2$)

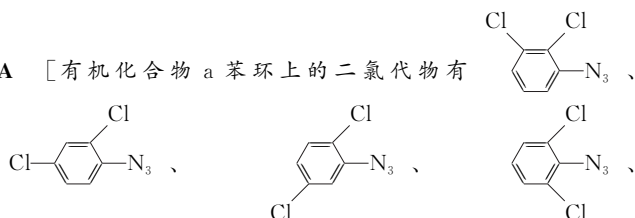
课时提能作业(四十八)

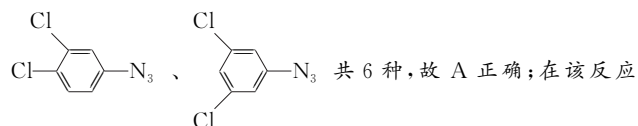
1. D [对二甲苯、邻二甲苯与氢气的加成产物分别为对二甲基环己烷、邻二甲基环己烷,邻二甲基环己烷分子中有手性碳原子,A错误;有机高分子的聚合度 n 值不确定,属于混合物,顺-1,4-聚异戊二烯与反-1,4-聚异戊二烯可能不互为同分异构体,B错误;2-甲基-2-丁烯分子中2号不饱和碳原子连有2个甲基,不存在顺反异构体,C错误;3-甲基-2-丁醇分子中2号饱和碳原子为连有4个不同原子或基团的手性碳原子,存在对映异构体,D正确。]

2. C [环己烯与螺[2,3]己烷的分子式相同、结构不同,二者互为同分异构体,故A正确;b分子中的苯环上含3种处于不同化学环境的H原子,固定1个Cl在R的邻位,移动另一个Cl有4种,再固定1个Cl在R的间位,移动另一个Cl有2种,共6种,故B正确; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、



中处于不同化学环境的H原子种数分别为3、4、1,则R为 C_5H_{11} 时,a的结构有8种,故C错误;R为 C_4H_9 时,为饱和烃基,b分子中只有苯环与氢气发生加成反应,则1 mol b加成生成 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ 至少需要3 mol H_2 ,故D正确。]

3. A [有机化合物a苯环上的二氯代物有
- 

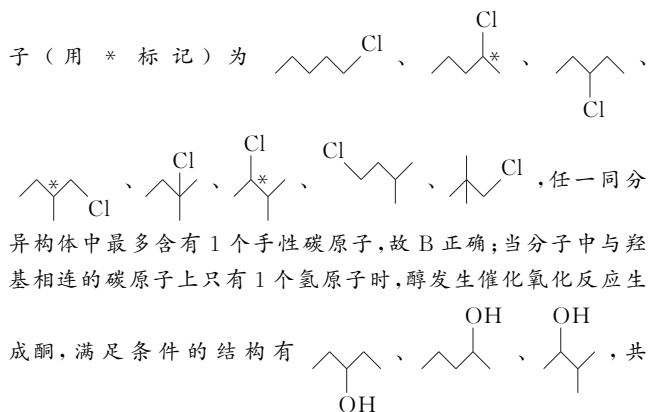


共6种,故A正确;在该反应中,有机化合物b分子中的碳碳三键断开一个键,与氮原子加成形成五元环结构,故为加成反应,故B错误;有机化合物b分子中共线的原子最多有6个,如图所示

$$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{H}$$

故C错误;有机化合物c的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{13}\text{N}_3$,故D错误。]

4. A $[\text{M}(\text{C}_2\text{H}_5-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3)]$ 在浓硫酸作催化剂、加热条件下反应生成 $\text{C}_2\text{H}_5-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$ 或 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$,二者都不存在顺反异构,故A错误;L的同分异构体结构及手性碳原子(用*标记)为

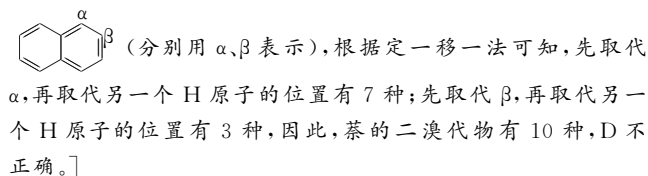


3种,故C正确;由B项分析可知,L的同分异构体中,含有处于两种不同化学环境的氢原子的结构为

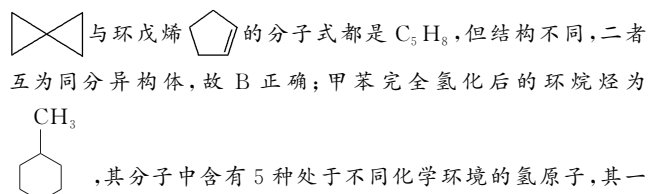


故D正确。]

5. D [戊二醛可以看作两个醛基取代了丙烷分子中的两个氢原子,丙烷的二取代物有4种,所以戊二醛有4种不同的结构,A错误;戊二醛能使酸性高锰酸钾溶液褪色,B错误;1 mol 戊二醛与足量的银氨溶液反应,最多生成4 mol 银,C错误。]
6. C [由题中信息可知,M和N均为二异丙基萘,二者分子式相同,结构不同,故二者互为同分异构体,A不正确;萘分子中的10个碳原子是共平面的,由于单键可以旋转,每个异丙基中最多可以有2个碳原子与萘环共平面,因此,M分子中最多有14个碳原子共平面,B不正确;N分子中有5种处于不同化学环境的H原子,因此其一溴代物有5种,C正确;萘分子中有8个H原子,但是只有2种处于不同化学环境的H原子:



7. A $[\text{C}_5\text{H}_8]$ 的二氯代物中,两个氯原子可以在同一个碳原子上,有1种位置异构;两个氯原子可以在不同碳原子上,有2种位置异构,所以符合条件的同分异构体有3种,故A错误;

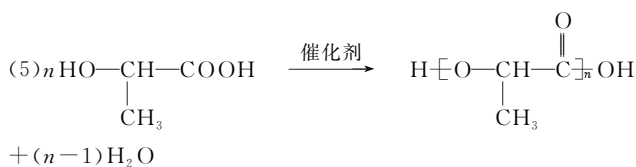
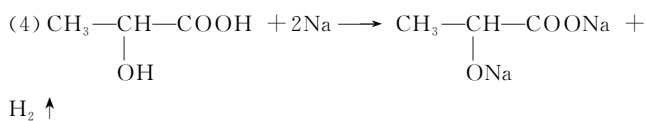


ADP 过程为放热的熵增反应, $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$, 所以 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$, 该过程是自发的, C 错误; 由 ATP 生成 ADP 的反应是取代反应, D 错误。]

9. 解析: (1) 淀粉和纤维素的分子式均可表示为 $(C_6H_{10}O_5)_n$, 其中 n 值不同, 不互为同分异构体, A 错误; 二者都是混合物, C 错误。 (2) 乳酸分子的结构简式为 $CH_3CH(OH)COOH$, 所含官能团为羟基和羧基。 (3) 聚乳酸分子中含有酯基, 可以发生水解反应(取代反应), 聚乳酸降解生成无毒无害物质, 对环境无污染。 (4) 乳酸与足量 Na 反应, 乳酸中的羟基和羧基都能与钠反应生成氢气, 反应的化学方程式为
- $$CH_3-CH(OH)-COOH + 2Na \longrightarrow CH_3-CH(ONa)-COONa + H_2 \uparrow$$

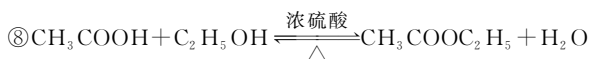
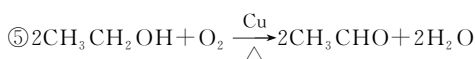
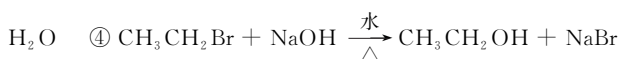
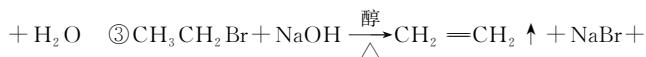
答案: (1) BD (2) 羟基、羧基 (3) 水解反应(或取代反应)

聚乳酸可降解, 生成无毒无害物质, 对环境无污染

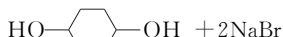
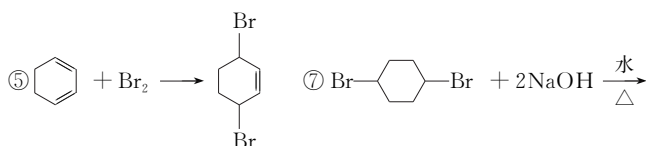
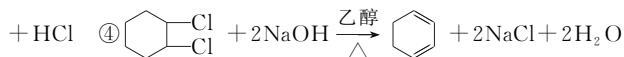
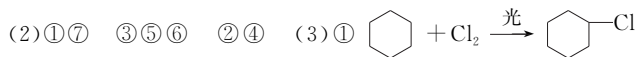


课时提能作业(五十)

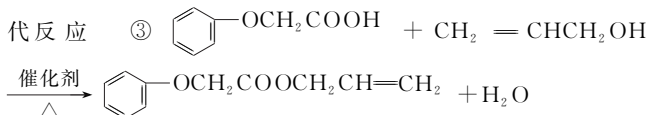
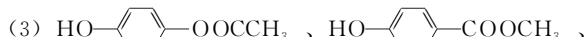
1. (1) CH_3CH_2OH $CH_2=CH_2$ CH_3CHO $CH_3COOC_2H_5$



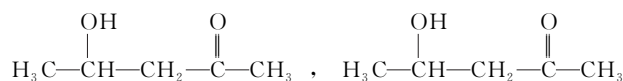
2. (1)



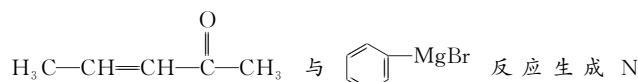
3. (1) 羟基 (2) $CH_2=CH-CH_2OH$



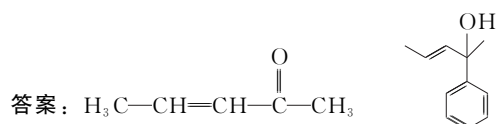
4. 解析: 根据题中信息, CH_3CHO 与丙酮反应生成



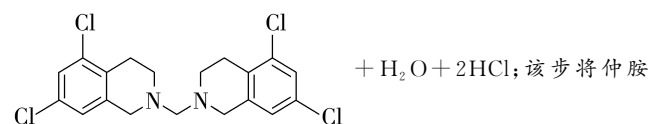
加热发生消去反应生成 M ($H_3C-CH=CH-\overset{\text{O}}{\underset{||}{C}}-CH_3$),



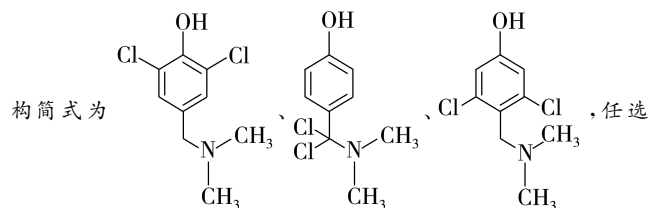
(), 然后在浓硫酸条件下加热发生消去反应生成目标产物。



5. 解析: 结合 A 和 C 的结构简式可知, A $\rightarrow$ C 发生了取代反应, 可得 B 的结构简式为 $H_2NCH_2CH_2OH$ 。C $\rightarrow$ D 的过程中, 酰胺基变为了亚氨基, 发生还原反应。D 的亚氨基中的氮原子的孤电子对和 HCl 中 H^+ 的空轨道形成配位键, 发生反应得到 E。E 在 $AlCl_3$ 、 $165^\circ C$ 的条件下发生分子内环化反应得到 F, 两分子的 F 和一分子的甲醛缩合, 生成 G, G 通入 CO_2 , 在 $n-BuLi$ 、THF、LiCl 条件下向苯环所连的两个 Cl 之间的碳原子上引入一个羧根离子, 发生取代反应生成 H, 再酸化复原得到仲胺盐酸盐, 即 I。 (5) F 为仲胺盐酸盐, 两分子 F 与一分子甲醛缩合生成 G, 脱去一分子水和两分子 HCl, 化学方程式为

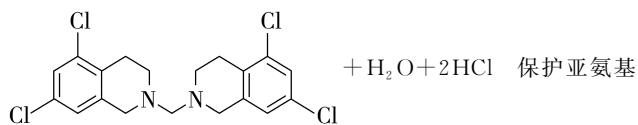
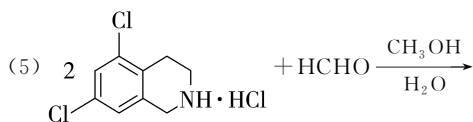


转化为叔胺, 避免 N—H 与强碱 $n-BuLi$ 反应, 起到保护亚氨基的作用。 (6) ①位 C—H 处于两个 Cl 之间, 两个 Cl 的吸电子作用比②位(仅邻位一个 Cl)更强, 因此 C—H 极性更强。 (7) D 的不饱和度为 4, 其同分异构体 J 能和 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应, 必含有酚羟基, 苯环的不饱和度为 4。核磁共振氢谱有四组峰, 面积之比为 1:2:2:6; 结构必须对称, 含有两个对称的甲基。N 与 3 个 C 直接相连, 说明其中两个为甲基, 其中一个 C 连了 N 之后与苯环相连。还剩两个 Cl, 可以连在苯环上, 也可以连在与苯环相连的 C 上。综上所述, 可写出 J 的结

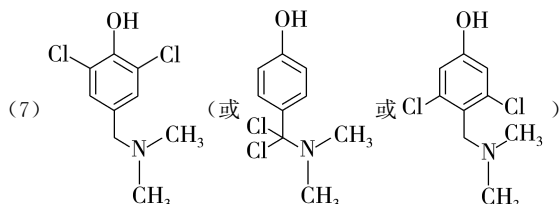


其一即可。

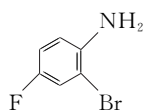
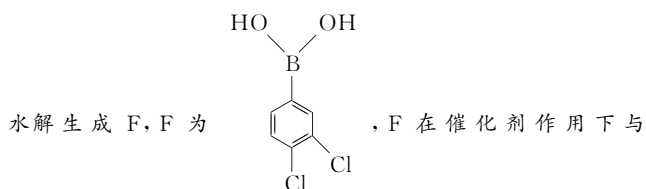
- 答案: (1) $H_2NCH_2CH_2OH$ (2) 羟基 酰胺基 (3) 还原反应 (4) C 中酰胺基会在酸性条件下水解



(6)① 氯原子是吸电子基团,①位 C—H 相邻连接两个氯原子,吸电子作用更强,使 C—H 电子对更偏向碳原子,因此极性更强



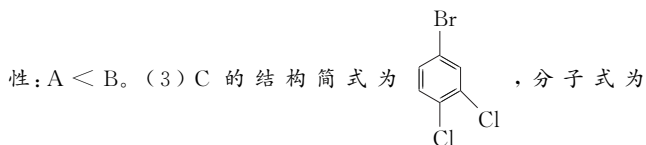
6. 解析: A 在 NaNO₂、HBr 作用下生成 B, B 在 HBr、CuBr 作用下反应生成 C, C 和 Mg 在 THF 作用下生成 D, D 和 B(OCH₃)₃ 发生取代反应生成 E, 结合 F 的分子式可知, E 在酸性条件下



发生取代反应生成 G, G 在 CH₂Cl₂、三乙胺作

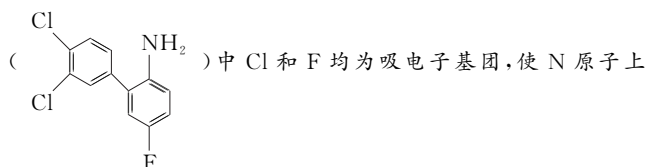
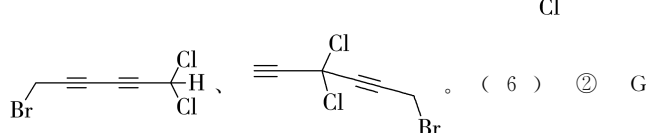


不是盐类, B 为盐类, 极性大, 在水溶液中溶解性更好, 故水溶



C₆H₃Cl₂Br, C 的同分异构体中, ①不存在立体异构; ②核磁共振氢谱中有 2 组峰, 则有两种处于不同化学环境的 H 原子;

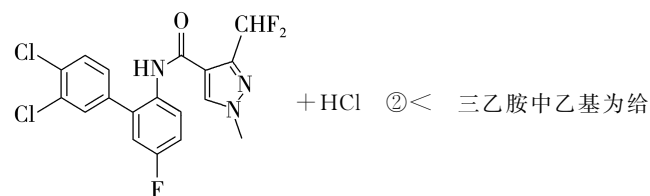
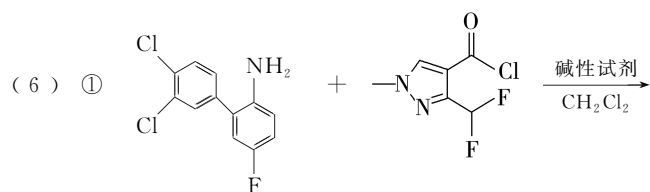
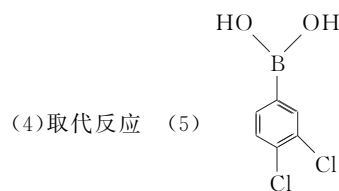
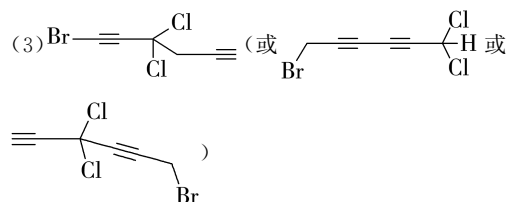
③碳原子的杂化形式为 sp、sp³, 说明分子中没有碳碳双键, 综



电子云密度降低, 碱性弱; 三乙胺中乙基是推电子基团, 使 N 原子上电子云密度增大, 碱性强, 故 G 的碱性 < 三乙胺的碱性; 三乙胺为推电子基团, 碱性更强, 可中和反应生成的 HCl, 使平衡正向移动, 从而提高 H 的产率。

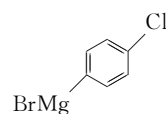
答案: (1) 氨基 碳氯键(或氯原子)

(2) < B 为盐类, 极性大, 在水溶液中溶解性更好



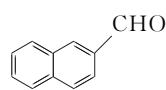
电子基碱性更强, 有利于平衡正向移动

7. 解析: A 发生已知信息(i)的反应机理得到 B 为



, B 和 CH₃CHO 发生已知信息(i)的反应机

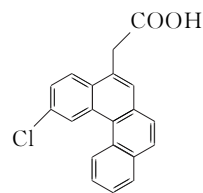
理生成 C, C 和 PBr₃ 发生取代反应生成 D, D 和



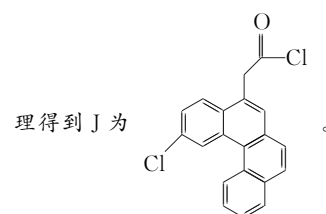
反应生成 E, E 发生已知信息(ii)的反应机

理得到 F, F 和 NBS 发生取代反应生成 G, G 和 KCN 发生取代

反应生成 H, H 酸化后氰基转化为羧基, I 为



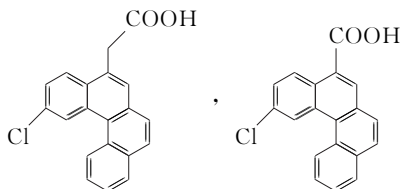
, I 和 SOCl₂ 发生已知信息(iii)的反应原



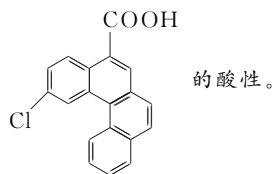
(1) PBr₃ 中心原子价层电子对数为 $3 + \frac{1}{2}(5 - 3 \times 1) = 4$, 且含有 1 个孤电子对, 空间结构为三角锥形, 由 C 和 D 的结构简式可知, C → D 的反应类型为取代反应。

(3) E 发生已知信息(ii)的反应机理得到 F, 由 E 和 F 的结构简式可以推知该过程中 E 分子脱去了 H 原子, I₂ 的作用是氧化剂或氧化脱氢或结合氢原子生成 HI。

(4)由分析可知,I为

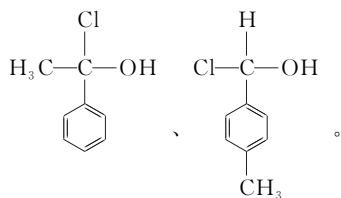


中碳碳双键与羧基形成共轭体系,增强了羧基中氢离子的解离能力,更加容易电离产生 H^+ ,酸性更强,则 I 的酸性 <



的酸性。

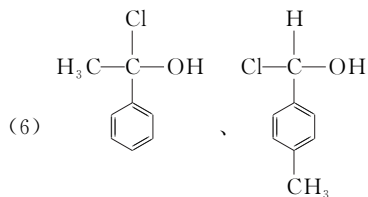
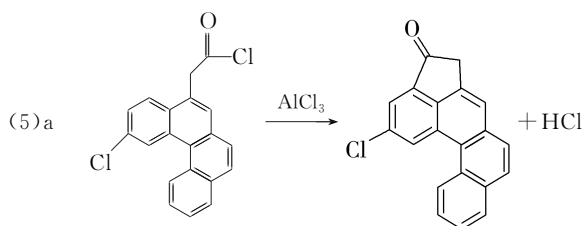
(6)C 的同分异构体满足条件:①含有苯环;②属于醇类,含有一OH;③含有手性碳原子;④有 5 组核磁共振氢谱峰,说明其分子中含有 5 种处于不同化学环境的 H 原子;若苯环上只有 1 个取代基为 $-CHCl(OH)CH_3$,若苯环上有 2 个取代基为 $-CH_3$ 、 $-CHClOH$,且处于对位的关系,满足条件的同分异



构体为

答案:(1)三角锥形 取代 (2)Br 原子半径大,C—Br 的键能小于 C—Cl (3)氧化剂或氧化脱氢(结合氢原子生成 HI)

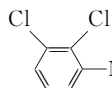
(4)<



(6)

课时提能作业(五十一)

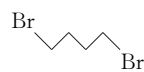
1. 解析:A 与 1,4-二溴丁烷在 DMF 作用下发生反应生成 B,B 和 NaI 发生取代反应生成 C,D 与 $SOCl_2$ 在 $CHCl_3$ 作用下发生取代反应生成 E,E 和 X 在 KOH 作用下发生取代反应生成 F,由



F 的结构简式可知,X 为

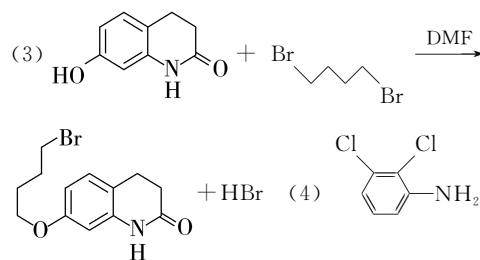
由 A 的结构简式可知,分子中苯环上的碳原子为 sp^2 杂化, $-C=O$ 中的碳原子为 sp^2 杂化,亚甲基碳原子为 sp^3 杂化,A 中碳原子的杂化方式为 sp^2 和 sp^3 ,A 的结构不对称,共有 7 种处于不同化学环境的 H 原子,核磁共振氢谱有 7 组峰。(6)a. D 分子中存在多个 sp^3 杂化的碳原子和氮原子,不可能所有原子共面,错误;b. D 中 N 原子连接两个 $-CH_2CH_2OH$ 和 1 个 H 原子,N 原子为 sp^3 杂化,且含有

1 个孤电子对,E 中 N 原子形成 3 个 σ 键,孤电子对形成配位键,N 原子不含孤电子对,孤电子对对成键电子对的斥力较大,则 D 中 $H-N-C$ 键角小于 E 中 $H-N-C$ 的键角,正确;c. D 含有一OH,E 含有一Cl,红外光谱中—OH 的伸缩振动与—Cl 的不同,红外光谱图不同,可以区分,错误。(7)由“减碳法”分析,



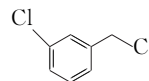
的同分异构体共有 8 种,其中核磁共振氢谱图峰面积比为 3:1 的结构简式为 $CH_3CHBrCHBrCH_3$ 。

答案:(1) sp^2 、 sp^3 7 (2)醚键、酰胺基

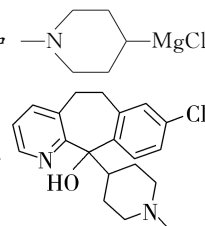


(5)取代反应 (6)b (7)8 $CH_3CHBrCHBrCH_3$

2. 解析:A 在 $n-BuLi$ 的作用下和



发生取代反应生成 B,B 在 HCl 水溶液中加热,酰胺基发生水解反应,生成 C,C 发生取代反应生成 D,D 和 $-N-MgCl$ 发生已知

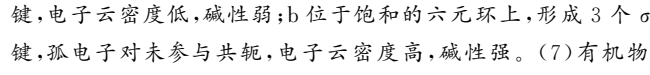


信息的反应生成化合物 E,E 为

去反应生成 F,F 和 G 发生取代反应生成 H。(3)C 分子含有羧基($-COOH$),羧基是强亲水基团,能与水分子形成氢键,且

可部分电离,增强水溶性;D 分子中含酮羰基($-C=O$),虽具有极性,但亲水能力弱于羧基,所以水中的溶解性: $C>D$ 。(4)F 分子中存在两个氮原子:a 位于吡啶环上,孤电子对参与形成大 π 键,电子云密度低,碱性弱;b 位于饱和的六元环上,形成 3 个 σ 键,孤电子对未参与共轭,电子云密度高,碱性强。(7)有机物 Q 是试剂 X 的同系物,且比 X 多一个碳原子,Q 的分子式为 $C_8H_8Cl_2$,Q 的同分异构体满足:①是芳香族化合物,说明其中含有苯环;②核磁共振氢谱峰面积之比 3:1,说明其是对称的结构,且含有 2 个对称的甲基,Cl 原子直接连在苯环上;满足条

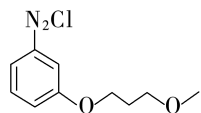
件的同分异构体有:



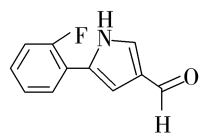
共 5 种。

答案:(1)酰胺基 (2)取代反应 (3)> C 含有羧基,羧基为强亲水基团,能与水分子形成氢键,而 D 不含羧基等强亲水基

子上氢原子化学环境相同,1号和4号碳原子作为两个甲基,B的同分异构体能与钠反应产生 H_2 ,则分子含有羟基,将羟基连在2号碳原子上,溴原子可以在2号碳原子上,也可以在3号碳原子上,共有2种;第2种1,2,3号碳原子上氢原子化学环境相同,由于只能存在2个甲基,故其中一个碳原子上必须要连羟基或溴原子,让1号、3号碳原子作为两个甲基,在2号碳原子上连羟基,则2号、4号碳原子上可以连溴原子,有2种;若在4号碳原子上连羟基,则在2号碳原子上连溴原子,有1种,故共有5种符合条件的同分异构体。(5)由已知信息可知,D转变为E的第一步为D与 $NaNO_2$ 、 HCl 反应生成



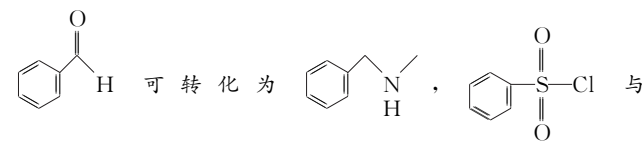
由元素守恒可知,产物中还有 $NaCl$ 和 H_2O ,由此可得反应的化学方程式。(6)F分子中含有醛基,可以发生银镜反应,A正确;F分子中含有的 $-NH-$ 中的H可以与苯环上的F原子形成分子内氢键,B错误; $E+F \rightarrow G$ 的反应机理为E中Cl原子与F中 $-NH-$ 中的H结合生成 HCl , HCl 与 NaH 反应生成 $NaCl$ 和 H_2 ,C正确;



中醛基为吸电子基团,会使得 $N-H$ 键的极性增强,D错误。(7)目标产物的结构

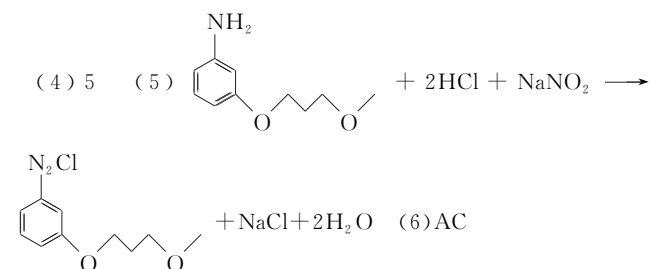
中含有“ $O=S=O$ ”,类比流程中 $D \rightarrow E$,可将原料转化为;目标产物中含有

$-N-$,类比流程中 $G \rightarrow H$,醛基可转化为 ,即

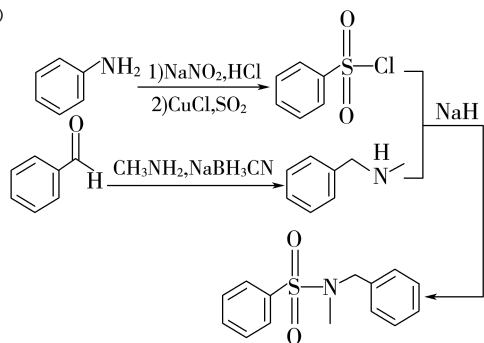


发生类似 $E \rightarrow G$ 的反应生成。

答案:(1)硝基、(酚)羟基 (2) (3)还原反应



(7)



5.解析:(1)根据A的结构简式可知,A中的官能团名称为碳碳双键。(2)B的结构对称,两个甲基上的H(共6个)化学环境相同,中间两个C上的H(共2个)化学环境相同,因此核磁共振氢谱峰面积之比为3:1(或1:3)。(3) $B \rightarrow C$ 为卤代烃的消去反应,试剂和反应条件为 $NaOH$ 的醇溶液、加热。(4) $C \rightarrow E$ 为共轭二烯烃和碳碳双键的加成反应。(5)C为 ,分子中

存在2个碳碳双键,该分子中虽然存在共轭结构,但2号碳原子和3号碳原子处共轭程度不大,单键可以旋转,因此分子中所有的原子可能共平面,a正确;C与丙烯酸发生类似 $C \rightarrow E$ 的反应生成 ,其中“*”标记的碳原子为手性碳原子,

该分子存在对映异构,因此可得到两种产物,b正确;C中只含有碳碳双键,只能发生加聚反应,不能发生缩聚反应,c错误;C与 Br_2 发生1,2-加成生成 ,其中“*”标记的C原子为手性碳原子,存在对映异构(两种),C与 Br_2 发生1,

4-加成反应生成 (反式)、 (顺式)两种产物,故共得到四种产物,d错误。(6)与1号碳原子相比,2号碳原子距分子左上方的羰基(吸电子基)更远,其 $C-H$ 键的极性更小,从产物来看,1号碳原子上的H被脱去,也说明1号碳 $C-H$ 键的极性更大。(7)F中1号碳原子脱去两个H、2号碳原子所连醛基脱去O生成G,若2号碳原子脱去两个H、1号碳原子所连醛基脱去O,则生成G的同分异构

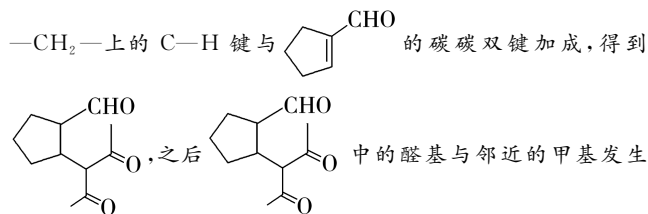
体M,故M的结构简式为。(8)中间体

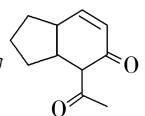
与G的右半部分完全相同,比较两者的转化过程及条件知,J、K的结构可参考E、F的右半部分,分别为、

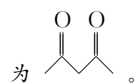
;将Q沿如图虚线切开 ,左半部分与中

间体相似,中间体发生的变化是碳碳双键被加成、

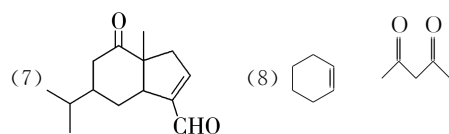
醛基O被脱去,由此猜测右半部分结构由产生,两者先发生类似已知①的反应,中两个羰基之间



类似已知②的反应,得到产物 ,故 L 的结构简式



答案:(1)碳碳双键 (2)3:1(或1:3) (3)NaOH 的醇溶液、加热 (4)加成反应 (5)ab (6)较小



课时提能作业(五十二)

- A** [由于浓硫酸具有强氧化性,导致反应原理发生改变,故不能探究浓度对反应速率的影响,B不符合题意;由于乙醇易挥发,且乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故在通入酸性高锰酸钾溶液之前需通过盛水的洗气瓶来除去乙烯中的乙醇,且还可能产生还原性气体 SO₂,C不符合题意;直接蒸干 FeSO₄ 饱和溶液,亚铁离子被氧化生成铁离子,则不能制备 FeSO₄ 固体,D不符合题意。]
- A** [标准 NaOH 溶液滴定醋酸溶液,生成醋酸钠,溶液呈碱性,应选酚酞溶液作指示剂,A符合题意。]
- D** [对比②和③中的铁丝球一个用水润湿的、一个干燥的,故试剂 X 就是用于防止用水润湿的铁丝球挥发出的水蒸气干扰对干燥的铁丝球的探究,氯化钙可以达到干燥的目的,A正确;①中有 NaCl 溶液,有空气,此时铁丝球发生吸氧腐蚀,适当升高水浴温度,速率加快,②是用水润湿的铁丝球,铁丝球发生吸氧腐蚀,生锈速率会随着温度升高而加快,B正确;根据化学反应速率的影响因素,增大铁丝球与空气的接触面积可加快生锈速率,C正确;①②④处铁丝球均以吸氧腐蚀为主,但①中有电解质存在,腐蚀速率最快,对比②、④,②同时接触到空气和水蒸气,④只接触到水,氧气的含量低于②,故腐蚀速率②>④,D错误。]
- A** [KI 过量,萃取 I₂ 后,需要用 KSCN 溶液证明 Fe³⁺ 未完全反应(上层清液滴加 KSCN 溶液变红),才能说明 2Fe³⁺ + 2I⁻ ⇌ 2Fe²⁺ + I₂ 是可逆反应,存在反应限度,A错误;萃取遵循“少量多次”效率更高的原则,4 mL CCl₄ 萃取一次,萃取率低于 2 mL CCl₄ 萃取两次,上层溶液 b 中残留 I₂ 浓度不同,因此颜色深浅不同,B正确;该反应左边粒子总计量数为 4,右边为 3,加水稀释后,浓度商 Q>K,平衡向逆反应方向移动,即使平衡逆移,但由于稀释导致 Fe³⁺ 浓度反而减小,C正确;实验②加入 1 mL 水,实验③加入 1 mL (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ 溶液,两者体积变化相同,仅实验③增大了生成物 Fe²⁺ 的浓度,对比 c 和 d 的颜色,可判断生成物浓度对化学平衡的影响,D正确。]
- B** [电镀时待镀铁件应连接电源负极作阴极,镀层铜应连接电源正极作阳极,选项电极连接错误,A错误;Fe³⁺ 存在水解平衡:Fe³⁺ + 3H₂O ⇌ Fe(OH)₃ + 3H⁺,正反应吸热,加热时平

衡正向移动,溶液颜色加深,可探究温度对化学平衡的影响,B正确;醋酸与 NaOH 滴定终点生成醋酸钠,溶液呈碱性,甲基橙变色范围为 3.1~4.4(酸性区间),会导致测定误差大,应选酚酞作指示剂,C错误;CH₂=CHCH₂OH 中的碳碳双键和醇羟基都能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色,无法验证是否含有碳碳双键,D错误。]

- C** [蔗糖水解需在酸性条件下进行,水解产物为葡萄糖和果糖,但银镜反应需在碱性环境中进行,未中和硫酸直接加入银氨溶液无法反应,因此未出现银镜不能证明蔗糖未水解,A错误;菠菜中的铁元素可能以 Fe²⁺ 形式存在,而 KSCN 仅能检测 Fe³⁺,未变红只能说明不含 Fe³⁺,不能推断铁元素完全不存在,B错误;Fe³⁺ 与 SCN⁻ 结合生成血红色 Fe(SCN)₃,若现象未显红色,说明 Fe³⁺ 优先与 F⁻ 结合形成更稳定的无色配合物 FeF₆³⁻,表明 F⁻ 结合 Fe³⁺ 的能力强于 SCN⁻,现象与结论一致,C正确;KMnO₄ 溶液和 H₂C₂O₄ 溶液反应的化学方程式为 2KMnO₄ + 5H₂C₂O₄ + 3H₂SO₄ = 2MnSO₄ + K₂SO₄ + 10CO₂↑ + 8H₂O,分别向盛有 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ 酸性 KMnO₄ 溶液和 2 mL 0.2 mol·L⁻¹ 酸性 KMnO₄ 溶液的甲、乙两支试管中,加入 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ H₂C₂O₄ 溶液,KMnO₄ 是过量的,溶液中颜色不会完全褪去,无法判断反应速率大小,D错误。]
- B** [硫酸四氨合铜是离子型配合物,极性较强,在极性较低的乙醇-水混合溶剂中溶解度会降低,便于晶体析出,A正确;滤液中含有氨水,直接蒸馏会使氨随乙醇蒸出,无法有效分离,直接蒸馏无法得到纯净的乙醇,B错误;得到硫酸四氨合铜晶体后,要测定解离平衡常数,需要先配制准确浓度的硫酸四氨合铜溶液,因此步骤②为配制溶液,C正确;根据总反应 2Ag + 2Cl⁻ + [Cu(NH₃)₄]²⁺ = 2AgCl + Cu + 4NH₃,Ag 发生失电子的氧化反应,原电池中负极发生氧化反应,因此银作负极,D正确。]
- C** [甲苯能被酸性高锰酸钾溶液氧化为苯甲酸而苯不能,该反应中是苯环活化了甲基,使甲基易被氧化,并非甲基使苯环活化,A错误;NaClO 具有强氧化性,会漂白 pH 试纸,无法用 pH 试纸测定其 pH,实验操作错误,B错误;酸性 KMnO₄ 溶液具有强氧化性,滴加 H₂O₂ 溶液后,溶液褪色,说明 MnO₄⁻ 被 H₂O₂ 还原,证明 H₂O₂ 具有还原性,C正确;向 0.1 mol·L⁻¹ ZnSO₄ 溶液中加入过量 Na₂S 溶液,Na₂S 过量,剩余的 S²⁻ 会直接与 Cu²⁺ 反应生成 CuS 沉淀,没有发生沉淀转化,无法比较 K_{sp}(CuS) 和 K_{sp}(ZnS) 的大小,D错误。]
- C** [硫酸铜溶液加入氨水后得到的天蓝色悬浊液主要成分为 Cu(OH)₂,均分两份后,一份继续加入氨水,发生反应 Cu(OH)₂ + 4NH₃·H₂O = [Cu(NH₃)₄]²⁺ + 2OH⁻ + 4H₂O,得到深蓝色溶液,将此溶液放入装有试剂 X 的保干器中,可以得到浅蓝色固体,说明试剂 X 是一种能结合氨的固体干燥剂,符合条件的固体干燥剂可以是无水氯化钙或者固体硅胶,再向氢氧化铜固体中加入氨水,沉淀难以溶解,从已知①可知,这个反应的平衡常数比较小,正向程度不大,因此沉淀难溶解。对另一份悬浊液进行过滤洗涤得到天蓝色固体,加入氨水难以溶解的原因也是已知中反应①的平衡常数过小,而加入氯化铵溶液后可以溶解,则是已知中的反应②,铵根离子的加入,使反应的平衡常数明显增加,正向更容易进行。试剂 X 需要能吸水且结合氨,碱石灰无法结合氨,A错误;天蓝色固体未洗净则最后一次洗涤液中会含有 NH₄⁺,通常取少量最后一次洗涤液于试管中,加入浓氢氧化钠并加热后,用红色石蕊试纸进

行检验,B错误;铵根离子的加入,消耗了已知中反应①的氢氧根离子,促使反应①正向进行,C正确;反应 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$ $K = 1.2 \times 10^{-6}$,若氨水浓度变成 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,溶解产生的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 浓度为 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, OH^- 浓度为 $2x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,根据 $K = \frac{c^2(\text{OH}^-) \cdot c\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}}{c^4(\text{NH}_3)} = \frac{(2x)^2 \times x}{4^4} = 1.2 \times 10^{-6}$, $x \approx 4.25 \times 10^{-2}$,氢氧化铜固体在其中难溶,D错误。]

10. C [管式炉中存在氧气和水蒸气, SnCl_2 具有还原性,且易水解,故应先将管式炉中的氧气和水蒸气排尽再开始反应,A正确; SnCl_2 高于 652°C 易分解,控温 630°C 有利于其以蒸气形式被导出且不会分解,B正确;氯气具有氧化性,而 SnCl_2 具有还原性,会将产品氧化,C错误; SnCl_2 易水解,需要在导气管a处接一个装有碱石灰的干燥管,避免水蒸气进入,D正确。]

11. B [向淀粉水解液中加入碘水,溶液显蓝色,淀粉可能没有水解或部分水解,A错误;该钾盐也可能为 KClO 、 KMnO_4 、 KClO_3 等,加入浓盐酸,产生 Cl_2 也可使品红溶液褪色,C错误;常温下,铁片遇浓硝酸会发生钝化,导致现象不明显,故不能通过该实验现象比较浓硝酸和稀硝酸的氧化性强弱,D错误。]

12. C [CaO 与水反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 使 $c(\text{OH}^-)$ 增大,溶剂(水)减少,且反应放热,促使 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解,试管口放一团用水或稀硫酸浸湿的棉花球,既可以减小空气对流,使 NH_3 充满试管,又可以吸收多余的 NH_3 ,防止污染空气,故A正确;硫化氢能和硫酸铜溶液反应生成硫化铜沉淀,所以图②可用于除去 C_2H_2 中少量的 H_2S ,故B正确; CH_2Cl_2 和 CCl_4 沸点不同,应采用蒸馏的方法分离,蒸馏时温度计水银球应置于蒸馏烧瓶支管口处,故C错误; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液有强氧化性,会腐蚀碱式滴定管的乳胶管,应选用酸式滴定管量取,图为酸式滴定管,故D正确。]

13. B [用蓝色石蕊试纸检验某无色溶液,试纸变红,该溶液显酸性,但不一定是酸溶液,也有可能是显酸性的盐溶液,A不符合题意;动物纤维的主要成分是蛋白质,灼烧后有类似烧焦羽毛的味道,若用酒精灯灼烧织物产生类似烧焦羽毛的味道,说明该织物含有动物纤维,含有蛋白质,B符合题意;乙醇和浓硫酸共热,会得到很多产物,如乙醚、乙烯、 SO_2 、 CO_2 等,其中的 SO_2 也能使溴水褪色,不能说明产生的气体就是乙烯,C不符合题意;氯化镁溶液中滴入氢氧化钠溶液,会发生复分解反应,生成难溶的氢氧化镁,与氢氧化钠和氢氧化镁的碱性无关,不能由此得出氢氧化钠的碱性比氢氧化镁强,D不符合题意。]

14. D [将 Zn 和 ZnSO_4 溶液与 Cu 和 CuSO_4 溶液组成双液原电池, Zn 作负极,电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}$, Cu 作正极,电极反应为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$,连通后铜片上有固体沉积,A错误;新制银氨溶液与乙醛反应,乙醛具有还原性被新制银氨溶液氧化, $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} \downarrow + \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,试管壁上出现银镜,B错误;向苯酚浊液中加入足量 Na_2CO_3 溶液,溶液由浑浊变澄清,说明苯酚与 Na_2CO_3 反应生成苯酚钠与 NaHCO_3 ,酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{苯酚} > \text{HCO}_3^-$,C错误;向 BaCl_2 溶液中先通入适量 SO_2 ,无明显现象,不能用弱酸制强酸,加入稀硝酸可以氧化 SO_2 生成 SO_4^{2-} , SO_4^{2-} 可以和 Ba^{2+} 产生白色沉淀,D正确。]

15. D [从含有 I_2 的 NaCl 固体中提取 I_2 ,应用升华法,A错误;乙酸乙酯在碱性条件下可以发生水解反应,故提纯乙酸乙酯不能用氢氧化钠溶液洗涤,B错误;用 NaOH 标准溶液滴定未知浓度的 CH_3COOH 溶液,反应到达终点时生成 CH_3COONa , CH_3COONa 溶液显碱性,应用酚酞溶液作指示剂,C错误;从明矾过饱和溶液中快速析出晶体,可以用玻璃棒摩擦烧杯内壁,在烧杯内壁产生微小的损伤可促进晶体的形成,D正确。]

课时提能作业(五十三)

1. 解析:(3)①目标产物难溶于冷水,可向反应液中加入冷水,降低溶解度析出粗产品。②用硝酸银溶液检验 Br^- ,反应生成淡黄色沉淀 AgBr ,离子方程式为 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$ 。(4)1-(3,4-二硝基-1H-吡唑-1-基)丙酮在浓硫酸、浓硝酸的作用下生成1-三硝基甲基-3,4-二硝基吡唑,在 KI 甲醇溶液作用下生成1-二硝基甲基-3,4-二硝基吡唑阴离子。浓硫酸滴入浓硝酸中会放热,温度升高会促进硝酸挥发和分解,因此可采取冰水浴冷却,控制温度。(5)①减压蒸馏可降低溶剂甲醇的沸点,在较低温度下蒸馏出甲醇,减压蒸馏降低甲醇沸点避免产品发生爆炸。②初始原料3,4-二硝基吡唑的物质的量为 $\frac{m_1}{A} \text{ mol}$,理论上生成产物的物质的量也为 $\frac{m_1}{A} \text{ mol}$,理论产物的质量为 $\frac{m_1 B}{A} \text{ g}$,因此产率 = 实际质量/理论质量 $\times 100\% = \frac{m_2}{m_1 B} = \frac{A \times m_2}{m_1 \times B} \times 100\%$ 。(6)对二维晶胞用均摊法,取最小重

复单元, Rb^+ 位于顶点,共4个,每个 Rb^+ 贡献 $\frac{1}{4}$,总 Rb^+ 数为

$4 \times \frac{1}{4} = 1$,阴离子位于单元中心,完全属于该单元,共1个,因

此阴、阳离子个数比为1:1,电荷也满足+1和-1平衡。

(7)a. K^+ 半径小于 Rb^+ ,所带电荷相同,因此1-二硝基甲基-3,4-二硝基吡唑钾盐晶格能大,离子键更强,故分解温度高于1-二硝基甲基-3,4-二硝基吡唑铷盐,错误;b.由二维晶体结构可知,每个 Rb^+ 周围结合4个阴离子,每个阴离子提供2个O配位,配位数为8,错误;c.存在大 π 键时,共轭会使碳碳键键长平均化,键长介于单键和双键之间,正确;d.构成晶体的微粒是阴、阳离子,微粒(阴、阳离子)之间存在离子键,非极性键存在阴离子的碳碳键之间,正确。

答案:(1)球形冷凝管

(2)不再产生气泡

(3)①冷水 ② $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$

(4)冷水浴

(5)①回收甲醇,降低甲醇沸点避免产品发生爆炸

② $\frac{100A \times m_2}{m_1 \times B} \%$

(6)1:1

(7)cd

2. 解析:装置A先通氮气排除空气,再控制气体流速和两种气体的体积比,装置B中进行过硫酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8]$ 液相氧化法去除 NO ,装置C对从装置B中出来的气体进行干燥,装置D为尾气处理装置。(1)装置内原空气中含有 O_2 , O_2 可氧化 NO 干扰实验测定,因此用氮气吹扫除去 O_2 。(2)反应温度为 $333 \text{ K} \approx 60^\circ\text{C}$,温度低于 100°C ,可采用水浴加热,受热均匀且易控温,故选b。(4)① BaS_2O_8 和 BaSO_4 均难溶,用 BaCl_2 溶

液不能检验过硫酸铵溶液是否已变质, a 不符合题意; 过硫酸铵变质生成 NH_4HSO_4 , 1 mol $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 变质生成 2 mol NH_4HSO_4 , NH_4HSO_4 电离出更多 H^+ , 溶液酸性增强, pH 减小, 可用 pH 计检验, b 符合题意; 过硫酸铵(强氧化剂)和过氧化氢均能氧化 I^- , 均能使试纸变蓝, 用 KI-淀粉试纸不能检验过硫酸铵溶液是否已变质, c 不符合题意; 原溶液和变质溶液都含 NH_4^+ , 加入氢氧化钠均能产生氨, 不能用 NaOH、红色石蕊试纸来检验过硫酸铵溶液是否已变质, d 不符合题意; ②温度越低, 水解速率越小, 低温减慢过硫酸铵的水解变质反应, 因此利于保存。(5)该结构中共有 6 个配位键, Fe^{2+} 带 2 个单位正电荷, EDTA 中 4 个羧基均脱质子共带 4 个单位负电荷, 总电荷为 $+2-4=-2$, 因此 $x=2$ 。(6)①实验 III 清除了 $\cdot\text{OH}$ 和 $\cdot\text{SO}_4^-$, 仅剩下 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 氧化 NO, NO 去除率最低, 对应曲线 c; ②总去除率为 40.0%, 清除 $\cdot\text{OH}$ 后去除率为 27.1%, 因此 $\cdot\text{OH}$ 的贡献率为 $\frac{40.0\%-27.1\%}{40.0\%}\times 100\%=32.25\%$ 。

答案: (1) O_2 (2) b (3) $3\text{S}_2\text{O}_8^{2-}+2\text{NO}+4\text{H}_2\text{O}\longrightarrow 6\text{SO}_4^{2-}+2\text{NO}_3^-+8\text{H}^+$ (4) ① b ② 温度越低, $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 水解速率越小 (5) 2 (6) ① c ② 32.25%

3. 解析: 制取十二钨硅酸晶体 ($\text{H}_4[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$) 时, 先将适量 $\text{Na}_2\text{WO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SiO}_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 加入三颈烧瓶中, 加适量水, 加热, 溶解; 然后在持续搅拌下加热混合物至近沸, 缓慢滴加浓盐酸至 pH 为 2, 反应 30 分钟, 冷却; 将反应液转至萃取仪器中, 加入乙醚, 再分批加入浓盐酸, 萃取; 静置后液体分上、中、下三层, 下层是油状钨硅酸醚合物; 将下层油状物转至蒸发皿中, 加少量水, 加热至混合液表面有晶膜形成, 冷却结晶, 抽滤, 干燥, 得到十二钨硅酸晶体 ($\text{H}_4[\text{SiW}_{12}\text{O}_{40}]\cdot n\text{H}_2\text{O}$)。

(1) 实验中使用浓盐酸, 浓盐酸具有挥发性, 会挥发出氯化氢气体, 为了防止氯化氢污染空气, 仪器 a 中应盛装能吸收氯化氢气体的试剂, 所以仪器 a 中的试剂是碱石灰。(3) 题给仪器中, 用于“萃取、分液”操作的有烧杯、分液漏斗。“萃取、分液”时, 应: c. 涂凡士林, a. 检查旋塞、玻璃塞是否漏水, b. 将溶液和乙醚转入分液漏斗并逐滴加入盐酸, e. 倒转分液漏斗, 小心振荡, d. 旋开旋塞放气, f. 经几次振荡并放气后, 将分液漏斗置于铁架台上静置, g. 打开旋塞, 向蒸发皿放出下层液体。故合适操作(操作不重复使用)并排序为 $c\rightarrow a\rightarrow b\rightarrow e\rightarrow d\rightarrow f\rightarrow g$ 。(5) 采用热重分析法测得失去全部结晶水时失重 $w\%$, 即结晶水的含量为 $w\%$, 由此可得: $\frac{18n}{M}\times 100\%=w\%$, $n=\frac{wM}{1800}$ 。若样品未充分干燥, 则 $w\%$ 偏大, 会导致 n 的值偏大。

答案: (1) 碱石灰 (2) 滴速过快可能导致反应体系局部 pH 过低产生沉淀 (3) 烧杯、分液漏斗 a b g (4) 乙醚沸点低易挥发, 明火加热易燃 (5) $\frac{wM}{1800}$ 偏大

4. 解析: (1) 步骤 I 中在 60°C 下搅拌反应 30 min, 可使用水浴加热; 浓硫酸参与 $\text{D}-\text{SO}_3\text{H}$ 的合成, 为反应物, 对比 D 与 $\text{D}-\text{SO}_3\text{H}$ 的结构可知, 反应过程中有 H_2O 生成, 浓硫酸可用于吸收反应产生的水, 促进反应正向进行, 作吸水剂; 由已知①可知, D 可溶于浓硫酸, 故浓硫酸也可作溶剂。(2) 由题干信息及已知①知, 大豆胥元难溶于水, 可溶于浓硫酸, 磺化生成的大豆胥元磺酸易溶于水, 故将 I 中反应液滴入水中, 若有未反应完的大豆胥元, 则会产生白色浑浊。(3) 步骤 I 中加入浓硫酸较多, 类比浓硫酸的稀释, 将步骤 I 反应液与饱和 NaCl 溶液混合时, 应遵循“酸入水, 缓慢倒, 不断搅”, 即将反应液沿烧杯内

壁缓慢倒入盛有饱和 NaCl 溶液的烧杯中, 并用玻璃棒不断搅拌。(4) 与普通过滤相比, 抽滤可加快过滤速度, 且所得产物更干燥; $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 易溶于水, 在饱和 NaCl 溶液中溶解度较小, 若用蒸馏水洗涤, 易导致产品损失, 降低 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 产率。(5) 重结晶首先需要把物质溶解在热的溶剂中达到饱和, 冷却时由于溶解度降低, 溶液过饱和而析出晶体, 故加热溶解时, 应制成 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 饱和溶液, a 错误; 加入活性炭可吸附有色杂质, b 正确; 过滤无法除去可溶性杂质, c 错误; 重结晶时, 冷却结晶, 可使 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 从溶液中析出, d 正确。(6) X 射线衍射技术可以获得晶体中原子的数目和位置等信息。(7) 由题意得关系式: $\text{D}\sim\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$, 则理论上 10.0 g D 完全反应生成 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 的质量为 $\frac{10.0\times 356}{254}$ g, 实际得到的纯净 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 的质量为 $11.0\times 99.5\%$ g, 则 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 的产率为 $\frac{11.0\times 99.5\%}{\frac{10.0\times 356}{254}}\times 100\%$ 。

答案: (1) 水浴加热 作反应物(磺化剂)、作吸水剂、作溶剂(任写两种即可) (2) 产生白色浑浊 (3) 将反应液沿烧杯内壁缓慢倒入盛有饱和氯化钠溶液的烧杯中, 并用玻璃棒不断搅拌 (4) 过滤速度快, 得到的产品更干燥 $\text{D}-\text{SO}_3\text{Na}$ 易溶于水, 用蒸馏水洗涤会使其大量溶解导致产率降低 (5) ac (6) X 射线衍射 (7) $\frac{11.0\times 99.5\%}{\frac{10.0\times 356}{254}}\times 100\%$

5. 解析: (2) 检查装置气密性时, 需使装置处于密闭状态, 故应先关闭 K_1 、 K_2 , 再微热 C, 若 D 中导管口有气泡冒出, 停止加热, 冷却后 D 中导管内上升一段水柱, 并保持一段时间不下降, 则证明装置气密性良好。(3) 步骤 II 中, 氨水和 Br_2 发生氧化还原反应生成 NH_4Br , Br 元素化合价降低, 则有元素化合价升高, 结合 D 中导管口有无色气泡冒出及各元素化合价变化规律知, N 元素化合价升高生成 N_2 , 结合得失电子守恒、原子守恒配平可得制备 NH_4Br 的化学方程式为 $8\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}+3\text{Br}_2\longrightarrow 6\text{NH}_4\text{Br}+\text{N}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$ 。(4) 步骤 II 结束时, C 中溶液呈橙黄色, 说明 Br_2 过量, 步骤 III 中向 C 中逐滴加入氨水, 当 Br_2 完全反应时, 溶液由橙黄色变为无色, 此时反应恰好完成。(5) D 中溶液应能吸收挥发出来的 NH_3 和 Br_2 , 步骤 IV 将 C 和 D 中溶液混合, 再经一系列操作得到产品, 则 D 中溶液中不能引入新的杂质, 故 D 中应盛放蒸馏水, b 正确。(6) 由加热蒸发、冷却结晶得粗品知, NH_4Br 在水溶液中的溶解度受温度影响大, 故进一步提纯可采用重结晶法。(7) 投入原料 Br_2 的质量为 32.0 g, 物质的量为 $\frac{32.0}{160}\text{mol}=0.2\text{mol}$, 根据(3)中反应的化学方程式知, 理论上可制备 0.4 mol NH_4Br , 质量为 $0.4\text{mol}\times 98\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}=39.2\text{g}$, 故 NH_4Br 的产率为 $\frac{29.4}{39.2}\times 100\%=75\%$ 。(8) 根据两种制备方案的步骤和原理可知, 方案 I 不需要多次蒸馏, 操作简单, 方案 II 以高腐蚀性的 70% 浓硫酸为原料, 而方案 I 以氨水和液溴为原料, 原料易得, 腐蚀性小, 对设备材质要求低, 成本较低, 缺点是产物纯度较低, 尾气中含有未反应的溴和氨气, 必须经过吸收处理才能排放。

答案: (1) 分液漏斗 (2) 关闭 K_1 、 K_2 (3) $8\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}+3\text{Br}_2\longrightarrow 6\text{NH}_4\text{Br}+\text{N}_2\uparrow+8\text{H}_2\text{O}$ (4) 由橙黄色变为无色 (5) b (6) 重结晶 (7) 75% (8) 优点: 操作简单, 原料易得, 成本较低; 不足: 产物纯度低, 尾气必须经过吸收处理才能排放