

答案详解

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. 化合 游离

基础过关

(1)√ (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√

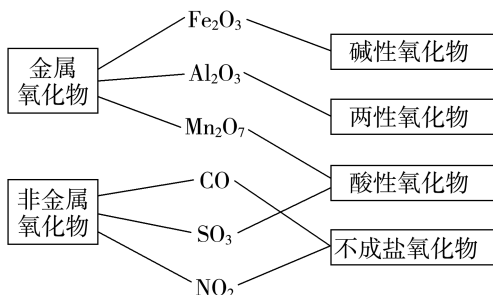
2. (1)① ⑩ ②⑨ ③⑦ ④⑤ ⑥⑫⑬⑭ ⑦ ⑧ ⑩⑮

⑪ (2)钠盐 硫酸盐 碳酸盐

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)× (8)√

2.



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 黄色溶液

(4)胶体 溶液 电解质 加热或搅拌

教材链接

(1)散射

[关键能力·提升]

1. C [CO 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 俗称纯碱, 属于盐, 不是碱, 错误; B. Mn_2O_7 是酸性氧化物, 错误; C. NO 属于不成盐氧化物, 不是酸性氧化物, Al_2O_3 属于两性氧化物, 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, Fe_2O_3 属于碱性氧化物, 正确。]

3. ①⑧⑨⑩⑬⑭⑮⑰⑱⑲ ②③④⑤⑥⑦⑪⑫⑯ ⑬

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 $1 \sim 100 \text{ nm}$), 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]

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)√ (6)×

2. ①④⑥⑦⑧

2. (1) $\text{Na}, \text{K}, \text{Ca}, \text{Ba} \quad \text{C}, \text{S}, \text{P} \quad \text{N}, \text{Si}, \text{Cl} \quad \text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \quad \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \quad \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3 \quad 3\text{MgCl}_2 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \quad [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2] \text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
(2)化合 分解 置换 复分解 氧化还原 非氧化还原 吸热 放热

基础过关

(1)①④⑤ ⑥⑩ ③⑧⑨⑩

(2) $\text{CO} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2 \quad \text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$
 $\text{AgCl}(\text{s}) + \text{KI} \rightleftharpoons \text{AgI}(\text{s}) + \text{KCl} \quad 2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$

[关键能力·提升]

1. C [钠的焰色为黄色, 钾的焰色需透过蓝色钴玻璃观察, 呈紫色, A 错误; SO_2 的漂白是暂时性的, Cl_2 遇水生成的 HClO 才有漂白性且为永久性的, 而 Cl_2 不具有漂白性, B 错误; 醋酸铅(重金属盐)和甲醛均能使蛋白质不可逆变性, C 正确; 铜在常温浓硫酸中表现出惰性, 加热才能反应, 故在常温下浓硫酸无法刻蚀铜板, 而 FeCl_3 溶液可以, D 错误。]

真题变式 (1)焰色试验 (2) Cl_2 与 H_2O 反应生成的 HClO 具有强氧化性, 使有色物质被氧化而褪色 SO_2 与有色物质化合为不稳定的无色物质而褪色 (3)不是 该反应的化学方程式为 $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$, 无单质生成

2. D [常温下, 铁遇浓硫酸钝化生成致密的氧化膜, 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: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$, 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 [二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠, 碳酸钠和过量二氧化碳反应生成碳酸氢钠, 碳酸氢钠受热分解为碳酸钠, 碳酸氢钠和盐酸反应生成二氧化碳, A 不符合题意; 氧化亚铜可被硝酸氧化为硝酸铜, 硝酸铜和氢氧化钠反应生成氢氧化铜, 氢氧化铜和硝酸反应生成硝酸铜, 氢氧化铜和乙醛反应生成氧化亚铜, B 不符合题意; 氧化铝和氢氧化钠反应生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 和二氧化碳反应生成氢氧化铝沉淀, 氢氧化铝和氢氧化钠生成 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 氢氧化铝加热生成氧化铝, 故 C 不符合题意; 铁和氧气反应得到氧化铁, 氧化铁不能一步转化为氢氧化铁沉淀, D 符合题意。]

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, 不可能存在置换反应, D 项正确。]

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 ②强电解质 弱电解质 (2) $\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{HClO} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{ClO}^-$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ (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) $\rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{HSO}_4^-$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ $[\text{B}(\text{OH})_4]^- \rightleftharpoons \text{RNH}_3^+$
- 自由电子 离子 减弱 显著增强 基本不变

基础过关

- (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) × (6) ×
- (1) ②⑤⑦⑪⑫ ①⑨⑩ ⑬⑭
(2) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ $\text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{BaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$ $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

[关键能力·提升]

- 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。]
- 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加。(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降低至 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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加。
答案: (1) D (2) B (3) C (4) B (5) C (6) A

考点二

[必备知识·夯实]

基础过关

- (1) ①③④⑤⑥⑦⑧⑪ (2) ①③④⑥⑧ (3) ⑤⑦⑨⑫
(4) ④⑥ (5) ⑧
- (1) ① $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ② $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
(2) ① $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (合理即可)

[关键能力·提升]

- (1) ① $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
② $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(2) ① $\text{HS}^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} \uparrow$
② $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
③ $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$
(3) ① $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
② $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
③ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
(4) ① $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$
② $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- (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 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$
- (1) $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$
(2) $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- (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) $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
- (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 $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2 + 4\text{Cl}^-$
- (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) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{ClO}^- \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$

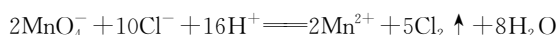
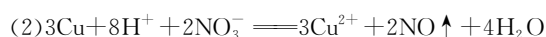
考点三

[关键能力·提升]

- C** [NO 不溶于水, 不能大量存在于废液中, 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。]

真题变式 (1) A 项, NO 难溶于水, NO 不会大量存在; B 项,

HSO_3^- 与 H^+ 不能大量共存; D 项, H_2O_2 与 Fe^{2+} (H^+) 反应



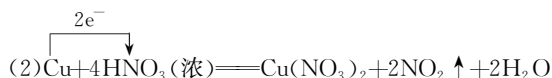
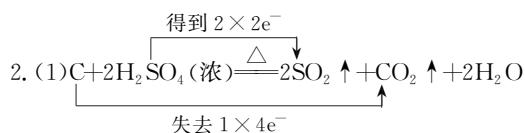
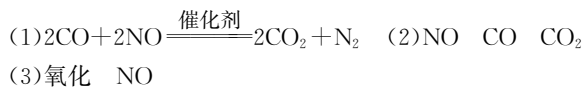
- C** [无色溶液中不能存在有色离子, 而高锰酸根在溶液中呈紫色, 不能大量存在, A 不符合题意; 强酸性溶液中, 碳酸氢根与 H^+ 反应生成二氧化碳和水, 碳酸氢根在该溶液中不能大量存在, B 不符合题意; 强碱性溶液中, 四种离子相互间不反应, 且均不与 OH^- 反应, 可以大量共存, C 符合题意; 强碱性溶液中, 镁离子与 OH^- 会形成氢氧化镁沉淀, 不能大量存在, D 不符合题意。]

学案3 氧化还原反应的概念与规律

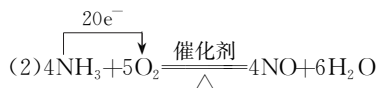
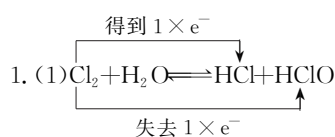
考点一

[必备知识·夯实]

教材链接



基础过关

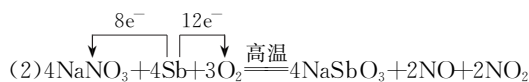


2. D B C A

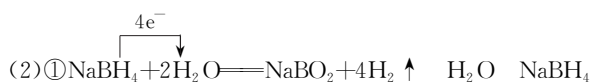
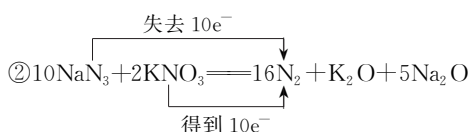
[关键能力·提升]

1. C [反应中氧化剂为 NaNO_3 (4 mol) 中的 N 和 O_2 (3 mol), 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。]

真题变式 (1) NaSbO_3 0.8 mol



2. (1) ① N_2 N_2 15 : 1



② 0.2

(3) 6

考点二

[必备知识·夯实]

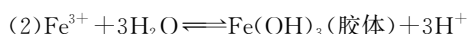
1. (1) 得电子 失电子 难易 (2) 氧化性 还原性 氧化性 还原性

2. (1) > > (3) > >

基础过关

1. (1) × (2) × (3) × (4) × (5) × (6) ×

2. (1) 还原 Fe^{3+} 物理



(3) ① +1 -1 > ② 杀菌消毒 吸附悬浮物

[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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{Fe}^{3+} > \text{SO}_4^{2-}$, 还原性强弱顺序为 $\text{SO}_2 > \text{Fe}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ 。由分析知, A、B 均正确; 由分析知氧化性: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$, 则 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 能将 Na_2SO_3 氧化成 Na_2SO_4 , C 正确; 在第一个反应中, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 是反应物, 其中铁元素化合价降低, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 作氧化剂, 在第二个反应中, Fe^{3+} 是生成物, 是由 Fe^{2+} 被氧化而得, Fe^{3+} 作氧化产物, 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 $3\text{Cl}_2 + 6\text{FeI}_2 \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeI}_3$, A 错误; Co_2O_3 在酸性溶液中易得电子而被还原成 Co^{2+} , 所以 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: $\text{SO}_3^{2-} > \text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$ 。(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) $\text{SO}_3^{2-} > \text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$

(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: $\text{I}^- > \text{SO}_3^{2-}$; 若溶液中有白色沉淀产生, 则说明还原性: $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^-$
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: $\text{SO}_3^{2-} > \text{I}^-$; 若溶液变蓝色, 说明还原性: $\text{I}^- > \text{SO}_3^{2-}$
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: $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$; 若溶液变蓝色, 说明还原性: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$
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: $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+}$; 若溶液变红色, 说明还原性: $\text{Fe}^{2+} > \text{I}^-$

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 $X \rightarrow W + O_2$ 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: $X > W$; ② $Y + SO_2 \rightarrow Z + SO_3$ 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: $Y > Z$; ③ $Z + Y + NaOH \rightarrow H_2O + W$ 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 $Q + Y \rightarrow Z + H_2O$ 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 $X + Cu + H_2SO_4(\text{浓}) \rightarrow Cu^{2+} + Y + SO_4^{2-}$, 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_4NO_3 中-3价的N全部失去电子变成 N_2 中0价的N, +5价的N部分得到电子变成 N_2 中0价的N。 HNO_3 中的N是 NH_4NO_3 中+5价的N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。]

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]

[示例] 解析: ①标价变: $C + H_2\overset{+6}{S}\overset{+4}{O}_4(\text{浓}) \rightarrow \overset{+4}{C}O_2 \uparrow + \overset{+4}{S}O_2 \uparrow + H_2O$

②列变化, 求总数: $C + H_2\overset{+6}{S}\overset{+4}{O}_4(\text{浓}) \rightarrow \overset{+4}{C}O_2 \uparrow + \overset{+4}{S}O_2 \uparrow + H_2O$

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

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

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]

[示例] 解析: $SO_3^{2-} \xrightarrow{(6-4)e^-} SO_4^{2-}$ (还原剂 → 氧化产物)
 $Cr_2O_7^{2-} \xrightarrow{2 \times (6-x)e^-} Cr^{x+}$ (氧化剂 → 还原产物)
 列式: 得失电子守恒

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

答案: B

[关键能力·提升]

1. 解析: $1 \times (2+6x) = 16 \times (1+1)$, $x=5$ 。

答案: 5

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

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: $Fe^{3+} \sim \frac{1}{2} I_2 \sim S_2 O_3^{2-}$ 。

$n(Fe) = n(Fe^{3+}) = n(S_2 O_3^{2-}) = 0.02 \text{ L} \times 0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.002 \text{ mol}$, 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

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

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

基础过关

(1) × (2) × (3) √ (4) × (5) ×

[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 $2.4 N_A$ $1.6 N_A$

2. 解析: (1) 根据电离方程式: $Na_2R = 2Na^+ + R^{2-}$ 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 , $M(Na_2R) = \frac{m(Na_2R)}{n(Na_2R)} = \frac{12.4 \text{ g}}{0.2 \text{ mol}} = 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 R 的相对原子质量 = $62 - 2 \times 23 = 16$ 。 $n(R) = \frac{m(R)}{M(R)} = \frac{1.6 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则含 R 的质量为 1.6 g 的 Na_2R 的物质的量为 0.1 mol。 (2) $M(D_2O) = 20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $n(D_2O) = \frac{2.0 \text{ g}}{20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 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 $0.1 \text{ mol} \times 3 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 0.3 N_A$ 。(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 $0.3 N_A$ (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 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$) 和 m^3/mol (或 $\text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) $\frac{V}{n}$ (2) 0°C 101 kPa 22.4 $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\checkmark$

2. (1) 3:17 (2) 2:3 (3) 11:16 (4) 3:2

[关键能力·提升]

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

$$V = \left(\frac{n}{m N_A} \times 22.4 \right) \text{ L} = \frac{22.4 n b}{m N_A} \text{ L}.$$

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

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

答案: (1) $\frac{m N_A}{b} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\frac{22.4 n b}{m N_A} \text{ L}$ (2) 64 (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 $\frac{28}{2} = 14$ 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 $m \text{ g}$ 的 O_2 和 SO_2 物质的量与摩尔质量成反比, 即 $n(\text{O}_2) : n(\text{SO}_2) = 64 : 32 = 2 : 1$, 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 $n(\text{O}_2) : n(\text{SO}_2) = 2 : 1$, 即温度相同时, 代表氧气的曲线压强较大, B 正确; $n(\text{O}_2) : n(\text{SO}_2) = 2 : 1$, 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、乙中气体密度比为 1:1, 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. (1) 溶液 物质的量 (2) $c_B \cdot V \frac{n_B}{c_B}$ (3) mol/L

2. (1) 溶质 溶液 (2) $\frac{m(\text{溶质})}{m(\text{溶液})} \times 100\%$

3. (2) $1\,000\rho \times w \text{ g} \frac{1\,000\rho w}{M} \text{ mol} \frac{1\,000\rho w}{M} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\times$ (6) $\times$

2. 解析: (1) $n(\text{NH}_3) = \frac{V}{22.4} \text{ mol}$, $m(\text{NH}_3) = \frac{V}{22.4} \text{ mol} \times 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \frac{17V}{22.4} \text{ g}$ 。

$$(2) m(\text{溶液}) = \left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000 \right) \text{ g},$$

$$V(\text{溶液}) = \frac{\left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000 \right)}{\rho \times 1\,000} \text{ L} = \frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}.$$

$$(3) c(\text{NH}_3) = \frac{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}{\frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}} = \frac{1\,000\rho V}{17V + 22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$w(\text{NH}_3) = \frac{\frac{V}{22.4} \times 17 \text{ g}}{\left(\frac{V}{22.4} \times 17 + 1\,000 \right) \text{ g}} \times 100\% = \frac{17V}{17V + 22\,400} \times 100\%.$$

$$\text{答案: (1)} \frac{V}{22.4} \text{ mol} \frac{17V}{22.4} \text{ g}$$

$$(2) \left(\frac{17V}{22.4} + 1\,000 \right) \text{ g} \frac{17V + 22\,400}{22\,400\rho} \text{ L}$$

$$(3) \frac{1\,000\rho V}{17V + 22\,400} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \frac{17V}{17V + 22\,400} \times 100\%$$

[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. 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 $n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{Ba}^{2+}) = b \text{ mol}$; 根据氮元素守恒, 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 $n(\text{Al}^{3+}) = \frac{2b - c}{3} \text{ mol}$, $c(\text{Al}^{3+}) = \frac{\frac{2b - c}{3} \text{ mol}}{a \text{ L}} = \frac{2b - c}{3a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。]

3. 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 $\frac{a}{144V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.5V \text{ L} = 2V \text{ L} \times c(\text{稀})$, $c(\text{稀}) = \frac{a}{576V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。]

4. (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

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)√

2. 解析:(2)操作 a 为洗涤烧杯和玻璃棒,并将洗涤液转移到容量瓶中,目的是避免溶质损失;定容后应盖好瓶塞,反复上下颠倒、摇匀。

答案:(1)bc (2)避免溶质损失 盖好瓶塞,反复上下颠倒、摇匀

[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,通过玻璃棒引流转移到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,否则溶液体积会偏大,所得溶液浓度会偏低,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。

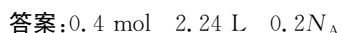
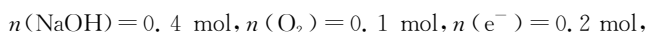
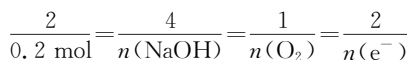
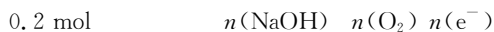
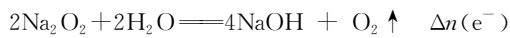
答案:Ⅰ. 检查容量瓶是否漏液 Ⅱ. 2.0 g 5.3 g 烧杯 500 胶头滴管 Ⅲ. (1)偏大 (2)偏小 (3)偏大

学案 7 物质的量在化学反应中的计算

考点一

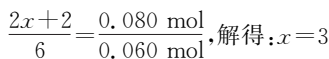
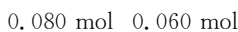
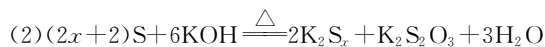
[必备知识·夯实]

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

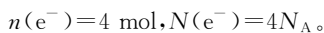
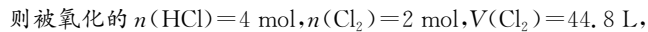
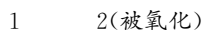
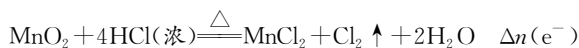


[关键能力·提升]

1. (1)30.0



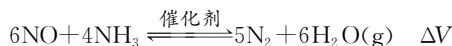
2. 解析: $n(\text{MnO}_2) = \frac{200 \text{ g} \times 87\%}{87 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$,



考点二

[必备知识·夯实]

[示例 1] C [根据反应前后气体的总体积,可用差量法直接求解。



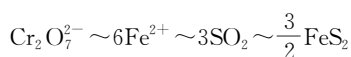
由此可知共消耗 15 mL 气体,还剩余 1 mL 气体,假设剩余的气体全部是 NO,则 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3) = (9 \text{ mL} + 1 \text{ mL}) : 6 \text{ mL} = 5 : 3$,假设剩余的气体全部是 NH_3 ,则 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3) = 9 \text{ mL} : (6 \text{ mL} + 1 \text{ mL}) = 9 : 7$,但因该反应是可逆反应,剩余气体实际上是 NO、 NH_3 的混合气体,故 $V(\text{NO}) : V(\text{NH}_3)$ 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。]

[示例 2] A [3.2 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 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 $n(\text{e}^-) = 2n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ mol}$,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,根据氮元素守恒得 $0.05 \times 2 + a + x + y = 0.24$ 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。]

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



$$\frac{1}{(0.0200 \times 0.025) \text{ mol}} \times \frac{\frac{3}{2} m(\text{FeS}_2)}{120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$m(\text{FeS}_2) = 0.0900 \text{ g}$, 样品中 FeS_2 的质量分数为 $\frac{0.0900 \text{ g}}{0.1000 \text{ g}} \times 100\% = 90.0\%$ 。

(2) 由硫元素守恒得



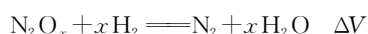
$$\frac{10 \times 10^6 \times 90.0\%}{120} \text{ mol } n(\text{SO}_2) \quad m(\text{H}_2\text{SO}_4) \times 98\%$$

则 $n(\text{SO}_2) = 1.5 \times 10^5 \text{ mol}$, 标准状况下 $V(\text{SO}_2) = 3.36 \times 10^6 \text{ L}$, $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1.5 \times 10^7 \text{ g} = 15 \text{ t}$ 。

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 $\text{N}_2\text{O}_x + x\text{H}_2 = \text{N}_2 + x\text{H}_2\text{O}$, 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,



$$\frac{1}{15.6 \text{ L}} \quad \frac{x}{46.8 \text{ L}}$$

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 $n(\text{Fe}) = \frac{1}{2} \times (0.12 \times 4 \text{ mol} - \frac{1.344}{22.4} \text{ mol}) = 0.21 \text{ mol}$, 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: (1) $n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{28.8 \text{ g}}{144 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{NO}_x) =$

$$\frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$$

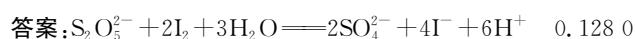
, 在反应中, Cu_2O 中的 Cu 元素化合价由 +1 价升高到 +2 价, HNO_3 中生成 NO_x 的 N 元素化合价由 +5 价降低为 +2x 价, 依据得失电子守恒可得: $0.2 \text{ mol} \times 2 = 0.2 \text{ mol} \times (5-2x)$, 解得 $x=1.5$ 。(2) 向反应后的溶液中加入 $4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液, 当沉淀质量达到最大时, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 及过量 HNO_3 刚好与 NaOH 完全反应, 生成 NaNO_3 等, 则 $n(\text{NaOH}) = n(\text{NO}_3^-)$, 从而得出

$$4.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V(\text{NaOH}) = n(\text{HNO}_3) - n(\text{NO}_x) = 0.100 \text{ L} \times 12.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.2 \text{ mol}$$

, $V(\text{NaOH}) = 0.25 \text{ L} = 250 \text{ mL}$ 。

答案: (1) 1.5 (2) 250

4. 解析: 根据得失电子守恒、电荷守恒及元素守恒可得关系式 $2\text{SO}_2 \sim \text{S}_2\text{O}_5^{2-} \sim 2\text{I}_2$, $n(\text{SO}_2) = n(\text{I}_2) = 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 1 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 该样品中 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的残留量(以 SO_2 计)为 $\frac{1 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.1280 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。



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) $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{Na} + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $4\text{Na} + \text{TiCl}_4 \xrightarrow{\text{熔融}} \text{Ti} + 4\text{NaCl}$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$

2. ①③④⑥

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

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\checkmark$

2. 干燥的沙土或专用灭火剂

[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) 使钠与水反应, 放出的热量引发钠与硫反应 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$, $2\text{Na} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{S}$ (2) Na_2S 放热 钠与硫的反应引发后, 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 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ (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 $\text{S}^{2-} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow$ ③浸润 CuSO_4 溶液的滤纸上有蓝色固体析出 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow$

考点二

[必备知识·夯实]

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



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

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)√ (4)× (5)√ (6)√
 2. 有气泡生成,溶液中有红褐色沉淀生成 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Na}^+ + 4\text{OH}^- + \text{O}_2 \uparrow$, $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

[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) $\text{Na}^+ [\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}]^{2-} \text{Na}^+$ 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
 (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 Na_2O 与 78 g Na_2O_2 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 NaHCO_3 分解生成 0.5 mol CO_2 、0.5 mol H_2O 和 0.5 mol Na_2CO_3 ,生成的 CO_2 和 H_2O 分别与 Na_2O_2 反应: $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$,0.5 mol 二氧化碳首先与 0.5 mol Na_2O_2 反应生成 0.5 mol Na_2CO_3 ,然后 0.4 mol Na_2O_2 与 0.4 mol H_2O 反应生成 0.8 mol NaOH ,因此容器内残留的固体是 1 mol Na_2CO_3 和 0.8 mol NaOH 。]

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) $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ($x=1$ 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) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$
 (3) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{HCO}_3^- + \text{Ca}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ > (5) $2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3 \downarrow$

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)√ (7)×
 2. CO_2 NaOH
 3. (1) $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
 (2) 小苏打水具有碱性,能中和酸性物质 (3) 酸 CO_2

教材链接

(1) NH_3 CO_2

[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) $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ **D** (3) NaHCO_3
 (4) CaCl_2 溶液或 BaCl_2 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,反应方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。(2) 若 $V_1=100$,消耗 HCl 的物质的量是 0.05 mol,生成二氧化碳的物质的量是 $0.672 \text{ L} \div 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.03 \text{ mol} < 0.05 \text{ mol}$,即生成 CO_2 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 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 ,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 $n(\text{NaCl})=0.08 \text{ mol}$ 。(3) 若白色固体由 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 组成, $V_2=100$,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 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ 可知 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.02 \text{ mol}$, $V_1=0.02 \text{ mol} \div 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.04 \text{ L} = 40 \text{ mL}$ 。(4) 白色固体由 NaHCO_3 、 NaOH 组成,溶于水发生反应 $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$,若 $2V_1=V_2$,根据 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,可知所得溶液为 Na_2CO_3 溶液,即 NaHCO_3 与 NaOH 恰好完全反应,则 $m(\text{NaHCO}_3):m(\text{NaOH})=84:40=21:10$;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 $c(\text{Na}^+)=0.06 \text{ mol} \div 0.1 \text{ L} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1) $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2) Na_2CO_3 、 NaHCO_3 0.08 (3) 0.02 40 (4) 21:10 0.6

3. **D** [氨盐水中通入气体 X(CO_2) 后得到含 NaHCO_3 晶体的悬浊液,其离子方程式为 $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$,D 错误。]

4. **解析**: (1) 装置 B 中发生的反应为 NaHCO_3 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 CO_2 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 NaHCO_3 的质量为 $x \text{ g}$,根据反应的化学方程式

$$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$

$$2 \times 84 \quad 44$$

$$x \text{ g} \quad (m_3 - m_2) \text{ g}$$

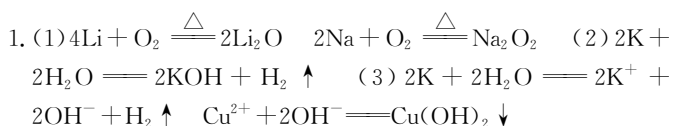
建立关系式: $\frac{84 \times 2}{x} = \frac{44}{m_3 - m_2}$, 解得 $x = \frac{42(m_3 - m_2)}{11}$, 混合物中 NaHCO_3 的质量分数为 $\frac{42(m_3 - m_2)}{11m_1} \times 100\%$.

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 CO_2 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]



2. (1) 特征颜色 定性分析操作 物理

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\times$ (6) $\times$
2. (1) 煤油 石蜡 锂的密度小于煤油的密度 (2) Na、K
- (3) Li_2O Li 与水反应生成 LiOH 和 H_2 (4) H_2O

[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 Fr_2O .]
2. B [某些非金属单质燃烧时火焰也有颜色, 如 H_2 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, Na_2SO_4 、 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) $\text{K}^+ [\text{H} :]^-$ $\text{KH} + \text{H}_2\text{O} = \text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- N_A (3) $3\text{NaH} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + 3\text{NaOH}$ (4) 强

学案 10 铁及其重要化合物

考点一

[必备知识·夯实]

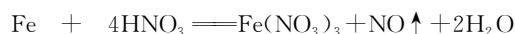
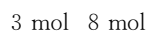
1. 四 化合态 陨铁 $3d^6 4s^2$ VIII 银白 磁体
2. (1) 排除装置中的空气, 防止 Fe 与 O_2 反应 提供反应物水蒸气 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ 将铁粉置于疏松的石棉绒上 否 产物 Fe_3O_4 也能被磁铁吸引
- (3) S、 I_2 Cl_2 、 Br_2 (4) $\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ Fe 表面生成一层致密的氧化物薄膜 (5) $\text{Fe} + 2\text{Fe}^{3+} = 3\text{Fe}^{2+}$

基础过关

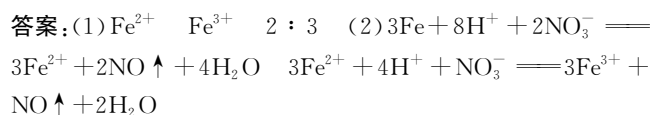
1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\checkmark$
2. (1) $+2$ (2) $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ (3) 黄色 浅绿色 $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$

[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 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 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, 是因为常温下铁在浓硫酸中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+} .



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。



考点二

[必备知识·夯实]

1. 红棕色 $+2$ $+3$ $\text{FeO} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$
2. $3\text{FeO} + 10\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
- $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} + 14\text{H}_2\text{O}$

2. 白色 红褐色 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

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 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。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 $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$, 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 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{FeO}$, 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 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 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 $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$, B 错误; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 与稀硝酸发生复分解反应: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, C 正确; $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 具有较强的还原性,与足量稀硝酸发生氧化还原反应生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 、 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 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 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, B 正确;反应一段时间后,仪器 3 中 FeSO_4 与 NaOH 溶液反应产生 $\text{Fe}(\text{OH})_2$,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 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 白色沉淀,避免后来生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 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。]

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 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$, $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (2) $\text{Fe}^{2+} + \text{Zn} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{Zn}^{2+}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$ $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ (3)铁 酸
2. (1)红 灰绿 红褐 (2)红 紫 (3)蓝

基础过关

1. 先向待提纯的溶液中加入 H_2O_2 溶液将 Fe^{2+} 氧化,再加入足量 CuO [或 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 CuCO_3 等]充分振荡,然后过滤得到 CuSO_4 溶液
2. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$, $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \rightleftharpoons 3\text{Fe}^{2+}$

[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+} ,但还原铁粉有可能被氧化为 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+} ,但不能说明铁粉全部变质, D 错误。]
2. D [FeCl_3 溶液为棕黄色, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体呈红褐色,溶液由棕黄色变为红褐色,说明加热促进了 Fe^{3+} 的水解, A 项结论合

理;实验②与实验①相比较,说明少量的 SO_3^{2-} 促进了 Fe^{3+} 的水解,滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液产生蓝色沉淀,说明溶液中存在 Fe^{2+} ,即 Fe^{3+} 也发生了还原反应, B 项结论合理;实验③是向过量的 Na_2SO_3 溶液中滴加少量的 FeCl_3 溶液,分组实验说明 Fe^{3+} 发生水解,但是未发生还原反应, C 项结论合理;综合分析整个实验,可知 SO_3^{2-} 对 Fe^{3+} 的水解反应和还原反应都有影响, D 项结论不合理。]

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]

教材链接

杀菌消毒 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体

[关键能力·提升]

1. B

真题变式 (1) $\text{e} \rightarrow \text{d}$ $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

(2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$ $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ (合理即可)

2. A [由转化关系可推断出,红棕色粉末为氧化铁,铁分别与盐酸、氯气反应生成氯化亚铁和氯化铁,则 X 是 Fe , a 是 Cl_2 , b 是 FeCl_2 , c 是 FeCl_3 , d 是 Fe_2O_3 。 Cl_2 无漂白性, A 错误; Fe 元素是人体必需的微量元素, B 正确;高温下, Fe 与水蒸气反应可生成 Fe_3O_4 和 H_2 , C 正确;苯酚遇 FeCl_3 的水溶液显紫色, 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。]

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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
2. MgO 、 Mg_3N_2 、 C

[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 的作用是除去氧气,若去掉装置 C,镁与氧气反应生成氧化镁,对产品纯度影响很大, B 正确;氧气会与镁反应,为保证装置内氧气全部除去,实验时应先加热 C,通入一段时间空气除尽氧气,然后加热 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: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}^{2+} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{Ca}^{2+}$, 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

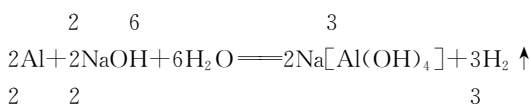
[必备知识·夯实]

1. (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) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)√ (5)×

2. 解析: $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$



答案: (1) 3:1 1:1 (2) 1:3 1:3

2. 方案一 (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{SiO}_3$ (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$ $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ 方案二 (1) $\text{SiO}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{SiO}_3$ (2) $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$

[关键能力·提升]

1. **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 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$,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 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,故 D 正确。]
2. **D** [探究 Al 粉与 Fe_3O_4 发生反应所得黑色固体的成分,由实验可知,黑色固体与稀硫酸反应生成气体,且溶液 b 加 KSCN 溶液不变红,可知溶液 b 不含铁离子;黑色固体与 NaOH 溶液反应无气体,则一定不含 Al,溶液 a 与二氧化碳反应生成的白色沉淀为氢氧化铝,则黑色固体中一定含氧化铝。由上述分析可知,黑色固体一定含氧化铝、Fe,一定不含 Al,可能含 Fe_3O_4 。金属与稀硫酸反应生成 H_2 , A 正确;固体含氧化铝,则反应②为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, B 正确;反应③中 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 与二氧化碳反应,可知白色沉淀是 $\text{Al}(\text{OH})_3$, C 正确;黑色固体中不含 Al,可能含 Fe_3O_4 , D 错误。]
3. **B** [铝土矿加入过量盐酸,氧化铝和氧化铁都可以溶解,二氧化硅不溶解,所以沉淀 I 为二氧化硅,溶液 I 为 FeCl_3 、 AlCl_3 和 HCl 的混合溶液,溶液 I 中加入过量氢氧化钠溶液,得到氢氧化铁沉淀和四羟基合铝酸钠、NaCl、过量 NaOH 的混合溶液,故沉淀 II 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$,溶液 II 为四羟基合铝酸钠、氯化钠和 NaOH 的混合溶液,向溶液 II 中通入过量二氧化碳,四羟基合铝酸钠与 CO_2 反应生成碳酸氢钠和氢氧化铝沉淀,NaOH 和 CO_2 反应生成 NaHCO_3 。沉淀 I 的主要成分为二氧化硅, A 正确;溶液 II 含有的阴离子为四羟基合铝酸根离子、氯离子、氢氧根离子, B 错误;溶液 III 中溶质的主要成分为碳酸氢钠和氯化钠, C 正确;氢氧化铝加热分解生成氧化铝和水,为分解反应, D 正确。]

学案 13 铜及其化合物 金属材料

考点一

[必备知识·夯实]

1. (1) $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 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) $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Cu} \rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2 + \text{CuCl}_2$
2. (1) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$ (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

基础过关

- (1)× (2)× (3)√ (4)√ (5)√ (6)√
- (1)浓硝酸 浓硝酸常温下能溶解 Cu,但 Fe 遇浓硝酸其表面会生成一层致密的氧化物薄膜而钝化
(2)① $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应生成的 Cu^{2+} 能够催化 H_2O_2 分解为 H_2O 和 O_2 ②b

关键能力·提升

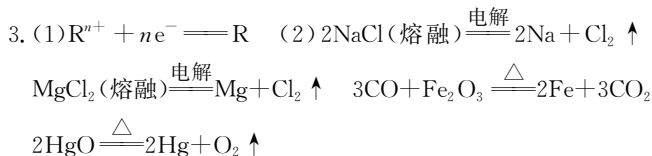
- B [A. 离子方程式不符合电荷守恒,错误;C. $c \rightarrow d$ 不能一步转化,错误;D. Cu^{2+} 与足量氨水反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 错误。]
- D [Cu_2O 中滴加过量 $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HNO}_3$ 溶液并充分振荡,砖红色沉淀转化为另一颜色沉淀,溶液显浅蓝色,说明 Cu_2O 转化成 Cu^{2+} , Cu 元素的化合价由 +1 升至 +2,根据氧化还原反应的特点知, Cu 元素的化合价还有由 +1 降至 0,新生成的沉淀为金属 Cu, A 项正确;试管甲中沉淀的变化为 $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$,后滴加浓硝酸发生的反应为 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,该过程中浓硝酸表现氧化性和酸性, B 项正确; Cu_2O 中滴加过量 $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水并充分振荡,沉淀逐渐溶解得到无色溶液,静置一段时间后,无色溶液变为深蓝色,说明 $\text{Cu}(\text{I})$ 与 NH_3 形成的无色配合物易被空气中的 O_2 氧化成深蓝色的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, C 项正确;试管甲中 Cu_2O 溶于稀硝酸是因歧化生成了 Cu^{2+} 和 Cu 单质,不能说明其为碱性氧化物,试管乙中 Cu_2O 溶于浓氨水时利用的是氨的配位能力而非碱性,不能说明 Cu_2O 属于酸性氧化物, D 项错误。]

真题变式 (1) $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{OH}^- + 3\text{H}_2\text{O}$
 $4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{O}_2 + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$ (3)取样品于试管中,加入稀硫酸,若溶液呈蓝色,则证明 Cu 中含 Cu_2O

考点二

必备知识·夯实

- 金属与非金属 金属特征 低 大
- (1)低碳 Cr, Ni 小 大



基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√
- ① ③ ③ ④

关键能力·提升

- 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。]

- D [Ag 的冶炼可以用加热分解 Ag_2O 的方法制备, D 错误。]

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)棕褐 棕黄 苍白 $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$ $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ Cl_2 、 H^+ 、 Cl^- 、 HClO 、 ClO^- 、 OH^- 棕色 阴凉
 (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{Cl}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- (1) $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{HCl} + \text{O}_2 \uparrow$ 漂白 $\text{NaClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{NaHCO}_3$ (2) $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$
 次氯酸 消毒 漂白 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$

基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×
- (1)干燥的有色布条不褪色,湿润的有色布条褪色 HClO
 (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{ClO})_2$
 (3) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ Cl_2 、 Cl^- 、 HClO 、 ClO^-

关键能力·提升

- 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: $\text{Cl}^- < \text{I}^-$, 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。]

真题变式 $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 、 $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ 、 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

- A [由题图可知, a 为 HCl , b 为 HClO , c 为 HClO_4 , d 为 Cl_2 , e 为 -1 价盐(如 NaCl), f 为 +5 价盐(如 KClO_3), g 为 +7 价盐(如 KClO_4)。a 为 HCl , 可利用难挥发性酸制取挥发性酸来制取 HCl , 发生反应: $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$, A 合理; HCl 、 HClO 发生归中反应生成氯气, 生成 1 mol Cl_2 转移 1 mol 电子, B 不合理; NaClO 是漂白液的主要成分, C 不合理; c 为 HClO_4 , 其稀溶液的氧化性较弱, 和变价金属反应不能生成相应金属的高价盐, D 不合理。]

- A [$\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 是可溶性强电解质, 在溶液中发生电离 $\text{Ca}(\text{ClO})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^-$, ClO^- 会发生水解 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 则溶液显碱性, 故 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, 水解的程度是微弱的, 则 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中存在 $c(\text{ClO}^-) >$

$c(\text{Ca}^{2+}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$, A 正确。 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中存在 $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 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 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液显碱性, B 错误。取少量 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液于试管中, 通入 CO_2 , 生成白色沉淀, 发生反应 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$, 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{HClO}$, C 错误。实验 III 中有黄绿色气体生成, 说明发生归中反应 $\text{Cl}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 则氧化性: $\text{ClO}^- > \text{Cl}_2$, 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 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, B 不相符。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. (1) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \uparrow$ (4) 增大 $c(\text{Cl}^-)$, 使 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ 的平衡逆向移动, 可减少 Cl_2 的溶解 干燥管或 U 形管 (5) 上 饱和食盐水 (6) NaOH $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (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、在水中的溶解性及是否与 H_2O 反应

尾气处理装置: 根据气体的性质

基础过关

(1) e d c b (2) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ MnO_2 与浓盐酸反应, 不与稀盐酸反应, 随着反应进行, 盐酸逐渐变稀, 反应停止, HCl 不能完全反应 (3) 吸收 Cl_2 中的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ (4) 除去氯气中的氯化氢气体 (5) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeCl}_3$ (6) ⑤ ④

[关键能力·提升]

1. D [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。]

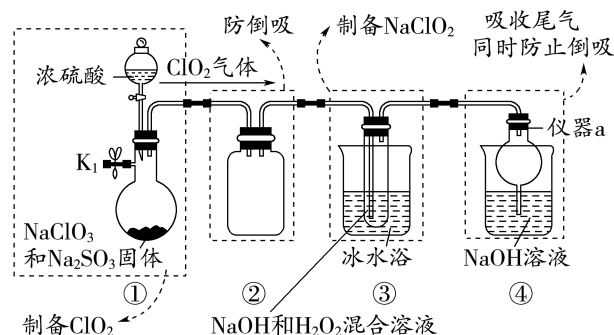
2. 解析: (1) 实验室制备 Cl_2 , 若采用二氧化锰与浓盐酸加热的方法, 根据反应条件结合装置可知乙和丙不能进行加热, 只能在甲装置中进行反应, 发生反应的化学方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 若采用高锰酸钾与浓盐酸常温下制备氯气, 则不需要加热装置, 同时因高锰酸钾易溶于水不能选用丙装置制取, 应该在乙装置中进行, 发生反应的化学方程式为 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。(2) B 装置中仪器 a 为长颈漏斗, B 装置可除去氯气中的氯化氢杂质, 此外因长颈漏斗与外界连通, 可以起到平衡内外压强的作用, 从而能有效的防止倒吸现象, 另外过量的氯气还可以贮存在 B 中。(3) C 瓶溶液中的溶质除 NaCl 外, 还

存在产物次氯酸钠, 但室温下, 饱和 NaClO 溶液 pH 为 11, C 中溶液的 pH 为 12, 从而说明溶液中还存在未反应完的氢氧化钠。

答案: (1) 甲(或乙) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ [或 $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl}(\text{浓}) = 2\text{KCl} + 2\text{MnCl}_2 + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$] (2) 长颈漏斗 作安全瓶或防倒吸 (3) NaClO 、 NaOH

3. A [ClO_2 易溶于水, 不用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的烧杯中加水至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) $2\text{ClO}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 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

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 $\text{HX} + \text{HXO} \rightleftharpoons \text{X}^- + \text{XO}^- + \text{H}_2\text{O}$ (2) 加深 升高 增大 增强 减弱 增强

基础过关

(1) Cl_2 的氧化性强于 I_2 Cl_2 的氧化性强于 Br_2 将溴水滴入淀粉-KI 溶液中 (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = \text{I}_2 + 2\text{KCl}$, $\text{I}_2 + 5\text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 10\text{HCl} + 2\text{HIO}_3$ (3) $\text{HIO}_3 + 5\text{I}^- + 5\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

2. (1) 白色 淡黄色 黄色 (2) Br^- I^- (3) 蓝色

[关键能力·提升]

1. A [元素的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 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 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 萃取后, 分离出 I_2 , 在无色水层中加入 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 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 $3\text{BrCl} + 6\text{FeBr}_2 = \text{FeCl}_3 + 5\text{FeBr}_3$, 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为 2 mol, 故 C 错误; IBr 中溴的电负性较强, 溴显 -1 价, 碘显 +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) $(\text{CN})_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCN} + \text{NaCNO} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$

考点二

[必备知识·夯实]

1. (2) $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = \text{Br}_2 + 2\text{Cl}^-$ $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$

2. (1) $2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 = \text{I}_2 + 2\text{Cl}^-$ CCl_4 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 $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+$, 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, 理论上消耗氯气 2 mol, 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 $5\text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 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, 取上层清液于试管中, 向其中滴加 BaCl_2 溶液, 无沉淀生成 (2) Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$, $\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{BaCO}_3 \downarrow$ (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 取上层清液于试管中, 向其中加 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, 加热析出的固体为 NaCl, 趁热过滤可减少 KCl 杂质, D 项正确。]

真题变式 $\text{BaCl}_2 - \text{NaOH} - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{HCl}$ 或

$\text{NaOH} - \text{BaCl}_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{HCl}$ 或

$\text{BaCl}_2 - \text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH} - \text{HCl}$

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

学案 16 硫及其化合物

考点一

[必备知识·夯实]

基础过关

1. (1) × (2) √ (3) × (4) ×

2. ②③④⑦⑧⑨⑩

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

基础过关

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

2. (1) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ SO_2 、 O_2 、 SO_3 (2) $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

[关键能力·提升]

1. D [CO_2 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; Cl_2 也能使品红溶液褪色, ③错误; CO_2 通入足量 NaOH 溶液中, 再滴加 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀 (BaCO_3) 生成, 该沉淀溶于稀盐酸, ④错误。]

2. 该气体为 CO_2 和 SO_2 的混合气体

(1) B

(2) 验证混合气体中是否含有 SO_2

(3) 验证混合气体中是否含有 CO_2

(4) CO_2 和 SO_2 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 $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow g \rightarrow f \rightarrow d \rightarrow e$ 。②该实验在常温下进行, 用饱和 Na_2SO_3 溶液和 75% 浓硫酸反应制备二氧化硫, 因此反应方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。(2) SO_2 可将 I_2 还原为 I^- , 当 I_2 反应完全后淀粉液由蓝色变为无色。(3) SO_2 有毒, 需用碱液吸收处理防止污染。

答案: (1) ① $c \rightarrow b \rightarrow g \rightarrow f$ ② $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2) 溶液由蓝色变为无色 $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}^+ + 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$ (3) 吸收未反应的 SO_2 , 防止污染空气 (4) $\text{SO}_2 + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$

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与有色物质反应生成无色物质,故 C 错误;SO₂ 与 NaOH 发生反应,溶液因碱性减弱或不呈碱性而褪色,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 正确;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 正确;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 错误;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褪色,次氯酸的漂白不可逆,加热时,不能恢复红色,D 正确。]

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) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$
2. (2) 脱水 SO₂ 强氧化 $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性、酸性 浓 H₂SO₄ 变为稀 H₂SO₄ 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

基础过关

1. (1) × (2) × (3) × (4) × (5) √ (6) × (7) ×
2. (1) 难挥发性(或高沸点) (2) 强氧化性和酸性 (3) 强氧化性 (4) 脱水性

[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;②中在加热条件下,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. (3) H₂ 和 SO₂ 的混合气体 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
4. **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) $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{\Delta} \text{FeS}$ $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$ $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4$

基础过关

- ⑤ 紫色的酸性 KMnO₄ 溶液褪色 还原 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 产生的气体使品红溶液褪色

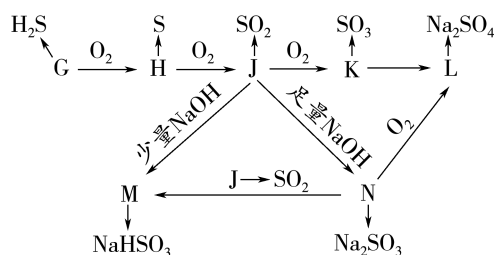
2. (2) $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHSO}_3$

教材链接

- ① 酸性氧化物的通性(与碱、碱性氧化物、水反应)
② 氧化性(化合价: +4 → 0 或 -2)
③ 还原性(化合价: +4 → +6)

[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,结合图中物质转化和所学知识可推断:



H₂S、SO₃ 均能与 NaOH 溶液反应,A 正确;S、Na₂SO₃ 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;NaHSO₃、Na₂SO₃ 溶液中所含离子种类相同,均为 Na⁺、H⁺、OH⁻、SO₃²⁻、HSO₃⁻,C 正确;H₂S 与 SO₂ 发生反应 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,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** [根据图示可知,X 为 SO₂,Y 为 SO₃,Z 为 H₂SO₄,M 为 CuSO₄,N 为 CuS。S 在过量氧气中燃烧生成 SO₂,SO₂ 催化氧化生成 SO₃,故 A 错误;盐酸的酸性强于亚硫酸的酸性,则 SO₂ 通入 BaCl₂ 溶液中,不发生反应,无现象,故 B 错误;根据方程式 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$,2 mol H₂S 失去的电子与 1 mol SO₂ 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 Cu₂S,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; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 由 NaHSO_3 过饱和溶液经结晶脱水制得,则流程中的 Na_2CO_3 饱和溶液和 Na_2CO_3 固体不可互换,否则得不到过饱和的 NaHSO_3 溶液,故C正确;“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) $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$) Na_2S 和 Na_2CO_3 的混合溶液 (2)S (3)NaOH溶液(合理即可) (4)控制反应温度、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

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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)×

2. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$ $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电或高温}} 2\text{NO}$

3. 稳定性 氧化性 沸点低、易汽化吸热

基础过关

1. (1)× (2)× (3)√ (4)× (5)×

2. 无 红棕 红棕 无 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

[关键能力·提升]

1. D [反应①将 N_2 转化为 NO ,属于氮的固定,反应②属于生物固氮,A正确;由题图知,氮循环过程中涉及氢、氧元素,B正确;反应④是 O_2 将 NH_3 氧化为 NO_3^- ,氮元素化合价由-3价升高到+5价,即生成1 mol NO_3^- 失去8 mol 电子,根据得失电子守恒可知每生成1 mol NO_3^- 需要消耗2 mol O_2 ,C正确;反应③中 NO 被氧化为 NO_3^- ,反应⑤中 NO_3^- 被还原为 N_2 ,D错误。]

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。]

3. B [常温常压下,气体体积之比等于其物质的量之比,消耗的氧气为 $30 \text{ mL} \times \frac{1}{5} = 6 \text{ mL}$,根据总反应 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{HNO}_3$ 知,参与反应的一氧化氮为8 mL,最终剩余气体体积约为 $20 \text{ mL} + 30 \text{ mL} - 6 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 36 \text{ mL}$,A项正确;在注射器中发生的反应为气体分子数减小的反应,注射器内压强减小,则活塞缓缓向左移动,B项错误;一氧化氮与氧气发生反应生成二氧化氮,二氧化氮与水发生反应生成硝酸和一氧化氮,可观察到注射器内气体由无色变成红棕色,最后变成无色,

C项正确;由总反应方程式,可以列出:

$\text{NO} \sim \text{HNO}_3$

24.5 L 1 mol

$8 \times 10^{-3} \text{ L} \quad n$

$n \approx 3.27 \times 10^{-4} \text{ mol}$

则硝酸的浓度 $c = \frac{n}{V} = \frac{3.27 \times 10^{-4} \text{ mol}}{5 \times 10^{-3} \text{ L}} \approx 0.07 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,

D项正确。]

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 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 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \rightleftharpoons 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 生成的 NO 遇到试管内的 O_2 被氧化为 NO_2 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 强氧化性、酸性

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)√ (5)× (6)× (7)√

2. $\text{Cu} + 4\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 1:2 1:4

[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 : $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$,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: $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{NaHSO}_3 + \text{CO}_2$ 而使溶液呈酸性,故c中溶液颜色会褪去,D正确。]

真题变式 (1) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ (2) $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$, $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 先上升,后略有下降,并保持稳定

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 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$,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、NO₂和O₂反应最终生成HNO₃,结合B选项,根据得失电子守恒,O₂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0.5 mol; $2n(\text{Cu}) + 2n(\text{Mg}) = 0.5 \text{ mol}$;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 mol:0.15 mol=2:3,A正确;全部沉淀后,溶质为NaNO₃,根据氮原子守恒,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;据得失电子数目守恒可得: $3n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = 0.5 \text{ mol}, n(\text{NO}) + n(\text{NO}_2) = \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$,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NO₂的体积分数为 $\frac{0.05}{0.2} \times 100\% = 25\%$,C正确;据得失电子守恒可知,通入的O₂得电子数与两种金属失电子数相同,两种金属失去电子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。]

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]

基础过关

- (1)√ (2)× (3)√ (4)× (5)× (6)×
- (1) $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$
(2) $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$
- (1) $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ (2) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$, $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^- + 4\text{H}_2\text{O}$

- (1)打开止水夹,挤出胶头滴管中的水 氨溶于水,使烧瓶内压强迅速减小 (2)玻璃管中有空气,水与NH₃无法接触 打开止水夹,用热毛巾包裹烧瓶使其受热,烧瓶内NH₃受热膨胀,将玻璃管中的空气排出,使NH₃与H₂O接触

[关键能力·提升]

- A $[\text{NH}_3 \text{ 与浓 } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 反应生成硫酸铵,B 错误;氯化物溶液遇 } \text{NH}_3 \text{ 变浑浊,氯化物也可以是 } \text{MgCl}_2 \text{ 等盐,C 错误; } \text{NH}_3 \text{ 溶于水生成的 } \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ 是碱, } \text{NH}_3 \text{ 不是碱,D 错误。}]$
- D $[\text{加热 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 分解生成 } \text{NH}_3 \text{ 和 } \text{HCl}, \text{ 但 } \text{NH}_3 \text{ 和 } \text{HCl} \text{ 在试管口遇冷又重新化合生成 } \text{NH}_4\text{Cl}, \text{ 故 A 错误; } \text{③} \text{ 中气体颜色无明显变化,说明此时并未产生 } \text{NO}_2, \text{ ④} \text{ 中收集到红棕色气体,}$

说明NO在④中转化为NO₂,故B错误;④中NO₂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,NO₂通入⑤中,生成硝酸,硝酸将铜氧化为Cu²⁺,因此溶液变为蓝色,故D正确。]

- 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NH₃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 $n(\text{HCl}) = \frac{1}{22.4} \text{ mol}, c(\text{HCl}) = \frac{1}{22.4} \text{ mol/L}, n(\text{NO}_2) = \frac{1}{22.4} \text{ mol}, n(\text{HNO}_3) = \frac{2}{3} \times \frac{1}{22.4} \text{ mol}, V(\text{aq}) = \frac{2}{3} \text{ L}, c(\text{HNO}_3) = \frac{1}{22.4} \text{ mol/L}。$

答案:(1)D (2)B (3)减小 增大 (4)①盛有NH₃的烧瓶内产生大量的白烟 ②打开活塞c (5) $\frac{1}{22.4} \text{ mol/L}$

考点二

[必备知识·夯实]

- (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) $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$ 酸
- $\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 碱石灰 下 防止NH₃与试管外空气的对流 湿润的红色石蕊试纸 蓝 蘸有浓盐酸 白烟

基础过关

- (1)× (2)× (3)× (4)× (5)×
- $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{NH}_3 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$

[关键能力·提升]

- C $[\text{氯化铵是强酸弱碱盐,其水溶液显酸性,会使湿润的 pH 试纸变红,根据 I 中试纸变蓝,说明 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 发生了分解反应, A 正确;根据 I 中试纸颜色变化,说明氨气比氯化氢气体扩散速率快,B 正确; I 中试纸变成红色,是 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 分解产生的氯化氢造成的,C 不正确;根据试管中部有白色固体附着,说明氯化铵分解产生的氨气和氯化氢在扩散过程中又化合生成氯化铵,则不宜用加热 } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 的方法制备 } \text{NH}_3, \text{ D 正确。}]$
- C $[\text{根据流程图可知 A 项正确; } \text{NH}_4\text{Cl} \text{ 水解呈酸性,长期过量使用会导致土壤酸化,也会导致水体富营养化,B 项正确;检验}$

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。

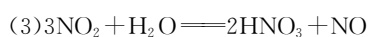
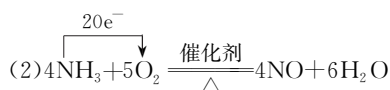
答案: (1) ac 干燥氨 (2) a (3) $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 还原 黑色固体变为红色 无水硫酸铜变蓝 (4) II、III

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 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, 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 氨气, 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。]

真题变式 (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. A [根据题图中 N 元素化合价和物质类别信息, a 为 NH_3 , b 为 N_2 , c 为 NO , d 为 NO_2 , e 为 HNO_3 , f 为 NH_4NO_3 , A 正确; NH_3 在空气中不燃烧, B 错误; 少量的浓 HNO_3 中加入足量铜片, 开始产生的气体为 NO_2 , 由于铜片足量, 硝酸不足, 浓度降低, 此时产生的气体变为 NO , 所以最后得到的气体为 NO_2 和 NO 的混合气体, C 错误; 加热硝酸铵的时候有爆炸的危险, 故实验室中不能用加热消石灰和硝酸铵固体混合物的方法制取氨气, 一般采用加热氯化铵和熟石灰(消石灰)固体混合物的方法来制取氨气, D 错误。]

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

基础过关

1. (1) × (2) √ (3) × (4) × (5) × (6) × (7) ×
2. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

[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



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。]

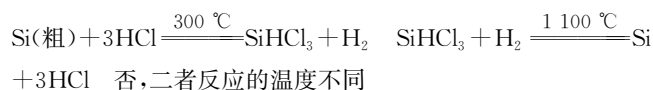
3. B [NaOH 溶液喷成雾状, 可增大反应物接触面积, 提高 CO_2 吸收率, A 正确; 环节 a 为 Na_2CO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成 CaCO_3 沉淀, 需从溶液中过滤出来再高温煅烧, 故环节 a 中物质分离的基本操作是过滤, B 错误; NaOH 和 CaO 在流程中既有消耗, 也有生成, 可循环利用, C 正确; Na_2CO_3 可以和 CO_2 反应, 因此可用 Na_2CO_3 溶液代替 NaOH 溶液, D 正确。]

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



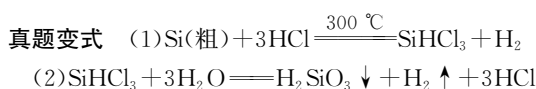
2. (1) $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2) $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightleftharpoons \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
3. (1) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$ (2) 水玻璃 碱 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)√
 2. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ (或 $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$)

[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 $650\text{ }^\circ\text{C}$ 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; 高纯硅可以将太阳能转化为电能, 故可用于制硅太阳能电池, C 正确; SiO_2 和 Mg 在 $650\text{ }^\circ\text{C}$ 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 $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{650\text{ }^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{MgO}$, D 正确。]
 2. **B** [制备粗硅的化学方程式为 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si(粗)} + 2\text{CO} \uparrow$, A 正确; 1 mol Si 中含有 Si-Si 键的数目为 $1\text{ mol} \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1} = 2 \times 6.02 \times 10^{23}$, 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 $\text{Si(s)} + 3\text{HCl(g)} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 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

基础过关

1. (1)√ (2)× (3)× (4)√ (5)√ (6)×
 2. ②③ ①②④

[关键能力·提升]

1. **A** [劳动英雄模范牌由石材制成, 其主要成分为二氧化硅、硅酸盐等, 属于无机非金属材料, A 正确; 红军党员登记表为纸制品, 纸的主要成分为纤维素, 属于有机高分子材料, B 错误; 陕甘红军兵工厂铁工具的主要成分为铁, 属于金属材料, C 错误; 谢觉哉使用过的皮箱主要由皮革制成, 皮革的主要成分为蛋白质, 属于有机高分子材料, D 错误。]
 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; 新型无机非金属材料主要有先进陶瓷、非晶体材料、人工晶体、无机涂层、无机纤维等, 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 $-\text{OH}$ 和 $-\text{COOH}$ 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。]

学案 20 环境保护 化学品的合理使用

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)物理法 化学法 (3) SO_3 H_2SO_3 氮氧化物 氟氯代烃 CO_2 氮、磷元素 2.5×10^{-6}
 2. (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]

1. **B** [燃煤时加生石灰, 可吸收燃烧产生的 SO_2 , 减少其排放, B 错误。]
 2. **B** [$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{KAl(SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 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。]
 3. **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的氧化物, 而是通过吸收铵盐或硝酸盐来实现氮的固定, C 项错误; 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。]
 4. **C** [因为氨气的密度比空气小, 实验室用向下排空气法收集氨气, 氨气溶于水呈弱碱性, 可以使滴有酚酞的水变红, ①符合“绿色化学”; 氯气有毒, 与钠反应后, 多余的氯气被碱液吸收, ②符合“绿色化学”; 浓盐酸和浓氨水都易挥发, ③不符合“绿色化学”; 铜与稀硝酸反应生成的一氧化氮有毒, 一氧化氮可以用气球收集, ④符合“绿色化学”。]
 5. **D** [催化剂能够加快化学反应速率, 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%

基础过关

1. (1)√ (2)√ (3)× (4)√ (5)√ (6)×
 2. (1)⑦ (2)① (3)② (4)③ (5)⑤ (6)④⑥⑧

[关键能力·提升]

1. **A**
 2. **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都不能超标添加,超标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。]
3. 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。]
4. (1) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2)增大药物与胃酸的接触面积,加快反应速率 (3)该药中的 CaCO_3 与胃酸反应生成 CO_2 气体,加重胃溃疡,造成胃穿孔

学案 21 元素及其化合物的综合应用

考点一

[关键能力·提升]

1. A [单晶硅可用于制造芯片是因为其具有半导体的性质,A 错误;金属铝具有强还原性,可利用铝热反应来冶炼某些高熔点金属,B 正确;浓硫酸具有吸水性,可用作干燥剂,C 正确;氧炔焰的温度可达到 $3\ 000\ ^\circ\text{C}$,可用于焊接或切割金属,D 正确。]
2. A [NaHCO_3 可用作餐具洗涤剂,是因为 NaHCO_3 水解使溶液呈碱性,可以使油污水解,与其热分解性无关,A 符合题意;酚醛树脂具有耐高温的性质,可用作飞船外层烧蚀材料,B 不符合题意;离子液体中存在可自由移动的阴、阳离子,具有导电性,可作为原电池的电解质,C 不符合题意;水凝胶是一种亲水性物质,广泛应用于隐形眼镜中,D 不符合题意。]
3. A [向燃煤中加入的生石灰(主要成分为 CaO)可与煤燃烧生成的 SO_2 反应生成 CaSO_3 , CaSO_3 与氧气反应生成 CaSO_4 ,A 错误;可用盐酸酸化的氯化钡溶液来检验粗盐中是否含 SO_4^{2-} ,发生反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$,B 正确;氯化镁为轻金属盐,豆腐中富含蛋白质,点卤制豆腐过程中发生蛋白质的盐析,C 正确;铁、活性炭、氯化钠与空气中的水蒸气形成原电池,铁作负极发生氧化反应,反应放出热量,故其可制暖贴,D 正确。]
4. B [过碳酸钠中含有过氧键,具有较强氧化性,可以漂白衣物,A 正确;酒曲中含有酵母菌和霉菌等微生物,米饭过热会使微生物失活,与乙醇的挥发性无关,B 错误;柠檬酸酸性强于碳酸,可以将水垢中的碳酸钙转化为可溶性的柠檬酸钙,从而达到除水垢的目的,C 正确;油脂在碱性条件下水解生成易溶于水的甘油和高级脂肪酸盐,故可以用碱液清洗厨房油污,D 正确。]

考点二

[必备知识·夯实]

(1)硝酸 氨水 (2)置换 氧化还原 (3)蒸馏 蒸发结晶

[关键能力·提升]

1. A [联合制碱法发生的化学反应为 $\text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$,该过程未发生氧化还原反应,A 符合题意;电解盐酸时 HCl 转化为 H_2 、 Cl_2 ,发生氧化还原反应,B 不符合题意;金属与 O_2 两种单质反应生成化合物,发生氧化还原反应,C 不符合题意;以 N_2 和 H_2 为原料合成 NH_3 ,发生氧化还原反应,D 不符合题意。]

2. D [封是封装,保持干燥,防止氧化,最不可能引起化学变化,D 符合题意。]
3. D [这段话意思即用软浆车榨取甘蔗汁,每石蔗糖汁加半升的石灰,取过滤后的甘蔗汁加热冷却,得到黑色晶体,用黄泥水淋洗可得到白糖。石灰为碱性物质,可与蔗汁中的酸性物质发生中和反应,A 正确;“冷凝成黑沙”即将热蔗糖水冷却结晶,是结晶过程,B 正确;“黄泥水淋下”可将黑色晶体变成白色,即实现脱色目的,C 正确;“白糖”是由蔗糖制得,故其主要成分为蔗糖,D 错误。]
4. B [“钹”,以生铁为之,生铁是铁和碳的合金,A 正确;“白瓷”是硅酸盐产品,主要成分是二氧化硅、氧化铝等,B 错误;“蒸”的条件是高温,是利用高温破坏酶的活性,延长茶的寿命,C 正确;咖啡因能促进大脑思维活跃,提神醒脑,所以“茶茗”具有提神功能,D 正确。]

考点三

[关键能力·提升]

1. D [可利用 ^{14}C 不断衰变的原理测定竹筒的年代,A 不符合题意;X 射线衍射法可用于分析晶体的结构,B 不符合题意;可利用原子光谱上的特征谱线来鉴定元素,C 不符合题意;红外光谱法可测定有机物分子中的化学键或官能团信息,质谱法是快速、精确测定相对分子质量的重要方法,D 符合题意。]
2. B [明矾中 Al^{3+} 水解形成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体可吸附黄河水中的悬浮物,从而达到净水的目的,A 不符合题意;漂白粉的有效成分为 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$,具有强氧化性,会破坏蚕丝的蛋白质结构,B 符合题意;水垢的主要成分为 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等,均可溶于食醋,C 不符合题意;小苏打即 NaHCO_3 ,可与酸反应且受热易分解出 CO_2 ,故可用作烘焙糕点膨松剂,D 不符合题意。]
3. A [生石灰的主要成分为 CaO , CaO 与 O_2 不反应,不能用作脱氧剂,A 错误;硫酸铝中 Al^{3+} 水解生成的氢氧化铝胶体可吸附水中的悬浮物,故硫酸铝可用作净水剂,B 正确;碳酸氢铵可中和酸并受热分解产生大量气体,使面团疏松、多孔,故可用作食品膨松剂,C 正确;苯甲酸及其钠盐是常见的食品防腐剂,D 正确。]
4. D [1 mol H_2O 的质量为 18 g,A 错误; MoS_2 中 S 的化合价为 -2 价,根据化合物中各元素的化合价的代数和为 0 可知,Mo 的化合价为 +4 价,B 错误;借助电动机机械腿行走时,电池将电能转化为动能,C 错误。]
5. C [“84”消毒液的有效成分是次氯酸钠(NaClO),次氯酸钠可水解生成具有强氧化性的次氯酸(HClO),二氧化氯(ClO_2)是一种强氧化剂,二者的作用机制都是通过氧化反应来杀灭微生物,C 错误。]

第三部分 化学实验基础

第五章 化学基础实验

学案 22 化学实验仪器和基本操作

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)外
2. 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 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)②③④⑤⑥ 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药品,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 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 防止液体暴沸 (6)图6中温度计测定馏分的温度,图7中温度计测定反应液的温度
- 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。]
- A [灼烧海带需在坩埚中进行,并用泥三角支撑坩埚于三脚架上加热,仪器选择正确,A正确;加热浓缩 NaCl 溶液应使用蒸发皿(而非表面皿)和玻璃棒,表面皿无法直接加热,B错误;NaOH 易潮解且腐蚀性强,称量时应置于烧杯或表面皿中,而非称量纸上,C错误;量取 25.00 mL 的稀硫酸可以用 25 mL 移液管量取,并注入锥形瓶中,D错误。]
- 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) CS_2 (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

基础过关

- (1)× (2)√ (3)√ (4)√ (5)×
- (1)×,加热结晶水合物时,试管口要略向下倾斜,防止生成的水倒流,导致试管炸裂 (2)×,取放蒸发皿要使用坩埚钳 (3)√ (4)×,蒸发或浓缩溶液时要使用蒸发皿 (5)√

[关键能力·提升]

- B [H_2 为易燃气体,在点燃前需验纯,A 正确;金属 K 为活泼金属,可以与水剧烈反应生成氢气并放出大量热,甚至引发爆炸,不能用湿抹布盖灭,B 错误;Hg 有毒,温度计打碎后应用硫粉覆盖,使 Hg 转化为 HgS ,C 正确;苯酚易溶于乙醇等有机物中,苯酚沾到皮肤上应立即用乙醇冲洗,然后再用水冲洗,D 正确。]

- A [灼烧海带制海带灰应在坩埚中进行,并用玻璃棒搅拌,给坩埚加热时不需要使用陶土网,A 不正确;稀盐酸呈酸性,可用酸式滴定管量取 15.00 mL 稀盐酸,B 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转移到选定规格的容量瓶中,C 正确;电石的主要成分 CaC_2 与水发生反应 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH}\uparrow$ 制取 C_2H_2 ,该制气反应属于固体与液体常温制气反应,D 正确。]

真题变式 (1)坩埚 (2)酸式滴定管 (3)否 电石与 H_2O 反应放出大量的热且形成的糊状物可能造成堵塞

- C [NaOH 溶液滴定盐酸,选用碱式滴定管,此处选用聚四氟乙烯活塞酸碱通用,错在应该用左手操作活塞,此处用右手且握活塞的方式错误,A 错误;吸收氨应防倒吸,苯的密度比水小,应在上层,起不到防倒吸的作用,选用此装置应该把苯换为 CCl_4 溶液,B 错误;通过推拉铜丝,控制反应的发生与停止,C 正确;托盘天平的精确读数为一位小数,不能读取 0.01 g, 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,证明装置气密性良好 (2)不可行 b 为恒压分液漏斗,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

[必备知识·夯实]

基础过关

- (1)√ (2)√ (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)√ (8)√ (9)√ (10)√
- ⑤ ④ ①③ ②⑥ ⑦⑧
- $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

[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 NaHCO_3 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。]

真题变式 (1)立即用大量水冲洗,然后涂上 2% 的硼酸溶液

- (2)用沙土或沙子盖灭
- (3)双氧水或碘伏

- B [液溴应保存在细口试剂瓶中,A 错误; AgNO_3 见光易分解,故 AgNO_3 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。]

4. 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 SiO_2 反应生成 SiF_4 ,应用塑料瓶。

答案:③④⑥⑨

学案 23 物质的分离与提纯

考点一

[必备知识·夯实]

1. (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
2. (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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)× (7)× (8)×
2. (1)④ (2)① ⑦ (3)③ ④ (4)⑤ (5)⑥

[关键能力·提升]

1. 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;将青蒿素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。]

真题变式 (1)先将下层苯酚从分液漏斗的下口放出,再将 NaHCO_3 溶液从上口倒出 (2)冷凝管、温度计 (3)停止加热,冷却后再加沸石

2. B [“侯氏制碱法”涉及的操作:①气体通入(NH_3 、 CO_2 通入饱和食盐水)对应D选项;②过滤(分离 NaHCO_3 沉淀)对应C选项;③灼烧(NaHCO_3 分解得 Na_2CO_3)对应A选项;“侯氏制碱法”不涉及蒸发溶液。]
3. (1)趁热过滤 防止形成 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (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)冷却结晶 使 Na_2SO_4 结晶析出,并防止 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 结晶析出

考点二

[必备知识·夯实]

基础过关

灼热的铜网 灼热的氧化铜 NaOH 溶液(或碱石灰) 饱和 NaHCO_3 溶液 饱和 NaHCO_3 溶液(或酸性 KMnO_4 溶液) 饱和 NaHSO_3 溶液 CO_2 Cl_2 MgO (或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 MgCO_3) NaOH 溶液 过滤、洗涤 NaOH 溶液 过滤、洗涤 精铜、 CuSO_4 溶液 电解精炼

[关键能力·提升]

1. D [A项, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和 H^+ 反应促进 Fe^{3+} 水解形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀,通过过滤即可除去 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和剩余的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$,合理;B项, Na_2S 和 AgCl 反应生成 Ag_2S 沉淀和 NaCl ,过滤除去 Ag_2S 和剩余的 AgCl ,合理;C项,碳酸钙与稀盐酸反应生成可溶的 CaCl_2 ,通过过滤可得到纯净的石英,合理;D项,加入足量氯化钙溶液能除去杂质纯碱,但又引入了新的杂质 CaCl_2 ,不合理。]
2. B [A项,向 FeCl_3 、 CuCl_2 的混合溶液中加入足量铁粉, FeCl_3 会和 Fe 反应生成 FeCl_2 ,错误;B项, Br_2 和 NaOH 溶液反应生成易溶于水的 NaBr 和 NaBrO ,充分振荡、静置、分液可以除去杂质 Br_2 ,正确;C项, KNO_3 的溶解度随温度升高变化较大,而 NaCl 的溶解度受温度影响不大,要提纯 KNO_3 ,将含有少量 NaCl 杂质的 KNO_3 固体溶于水,蒸发浓缩、冷却结晶,然后过滤即可得较纯净的 KNO_3 ,错误;D项,滤液中含有 NaCl ,得不到纯净的 AlCl_3 溶液,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”从上口倒出,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。]

学案 24 物质的检验与鉴别

考点一

[必备知识·夯实]

- 二、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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)× (8)× (9)×
2. 将生成的气体依次通入①品红溶液、② NaOH 溶液、③品红溶液、④溴水中,若①品红溶液褪色证明含有 SO_2 ,若③品红溶液不褪色,且④溴水褪色,证明含有 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 。

[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. (1)取少量产品溶于足量稀盐酸,静置,取上层溶液(或过滤,取滤液)于试管中,滴加 BaCl_2 溶液,若产生白色沉淀,则说明含有 Na_2SO_4 杂质(答案合理即可)
(2)取少量 Fe_3O_4 样品溶于足量稀硫酸中,然后加酸性 KMnO_4 溶液,若紫红色褪去,则证明 Fe_3O_4 中含有+2价铁

{或取少量 Fe_3O_4 样品溶于足量稀盐酸中, 然后加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 若有蓝色沉淀生成, 则证明 Fe_3O_4 中含有 +2 价铁}

(3) 取少量红色物质溶于稀硫酸(或稀盐酸)中, 充分反应, 若溶液呈蓝色, 则证明含 Cu_2O

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气, 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

[必备知识·夯实]

基础过关

①③④⑤⑦⑩

[关键能力·提升]

1. C [乙炔、乙烯均为气体, 均可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 不正确。]
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 会水解使溶液显碱性, 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。]

真题变式 (1) CaCl_2 溶液(或稀盐酸)

(2) KSCN 溶液(或 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液)

(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液

(4) 溴水(或 FeCl_3 溶液)

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。]

学案 25 气体的制备及性质探究

考点一

[必备知识·夯实]

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

基础过关

1. 水 水 水 NaOH 溶液(或碱石灰) 灼热的 CuO CuSO_4 溶液
2. (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)√ (6)× (7)√

[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 $\rightarrow$ 丁 $\rightarrow$ 丙 $\rightarrow$ 乙,气体长进短出,装置中接口的正确连接顺序是 A $\rightarrow$ F $\rightarrow$ E $\rightarrow$ C $\rightarrow$ D $\rightarrow$ 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 $[\text{NH}_4\text{Cl}]$ 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]

[示例] (1) A E F C (2) 关闭分液漏斗活塞,将 D 中导管末端插入水中,对 B 中锥形瓶微热,若导管口有气泡冒出,停止加热,导管中形成一段水柱,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. 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 $\rightarrow$ d $\rightarrow$ e $\rightarrow$ f $\rightarrow$ g $\rightarrow$ b, c $\leftarrow$ g $\leftarrow$ f $\leftarrow$ 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 $2\text{MnO}_4^- + 10\text{Cl}^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Cl}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (2) d $\rightarrow$ e $\rightarrow$ f $\rightarrow$ g g $\leftarrow$ 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

2. 解析: I. 由实验装置图可知,制备草酸亚铁晶体的操作为组装好装置后,检查装置的气密性,添加试剂后,先关闭 K_2 , 打开 K_3 、 K_1 , 将一定量稀硫酸加入锥形瓶中,利用反应生成的氢气排尽装置中的空气,一段时间后,打开 K_2 , 关闭 K_3 、 K_1 , 再利用反应生成的氢气将装置 a 中的硫酸亚铁溶液压入装置 b 中,使硫酸亚铁溶液与草酸铵溶液混合反应制得草酸亚铁,装置 c 中盛有的水用于隔离空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化。

II. 由实验装置图可知,装置 A 为草酸亚铁晶体受热分解装置,盛有无水硫酸铜的干燥管用于检验生成的水蒸气,装置 B 中盛有的澄清石灰水用于检验生成的二氧化碳,装置 C 中盛有的氢氧化钠溶液用于吸收二氧化碳,防止二氧化碳干扰一氧

化碳的检验,装置 D 中盛有的浓硫酸用于干燥气体,装置 E 和装置 F 用于检验生成的一氧化碳,该套装置的设计缺陷是缺少处理一氧化碳尾气的装置。

答案:(1) 分液漏斗 (2) 打开 K_2 , 关闭 K_3 、 K_1 (3) 隔离空气,防止生成的草酸亚铁晶体被空气中的氧气氧化 (4) 碱石灰

(5) 缺少处理 CO 尾气的装置 (6) $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{FeO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

第四部分 物质结构与性质

第六章 物质结构与性质

学案 26 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

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$
2. (1) 核素 同位素 (2) $^{16}_8\text{O}_2$ 、 $^{16}_8\text{O}_3$ (3) 30 24 (4) 5

[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_bX 为 ^6_2He 、 ^m_nY 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,不能用作跟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 HT^{16}O 与 D_2^{16}O 、 HD^{17}O , HT^{17}O 与 D_2^{17}O 、 DT^{16}O , HD^{16}O 与 H_2^{17}O , T_2^{16}O 与 DT^{17}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 $\begin{array}{|c|} \hline 2s \\ \hline \uparrow \downarrow \\ \hline \end{array}$ (3) 单独 平行 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2p \\ \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$
全充满 半充满 全空 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$

基础过关

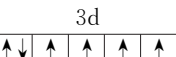
(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ (或 $[\text{Ne}] 3s^2 3p^3$)

$\begin{array}{|c|c|} \hline 3s & 3p \\ \hline \uparrow \downarrow & \uparrow \uparrow \uparrow \\ \hline \end{array}$ ③ 9 ④ 3

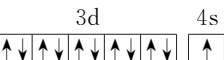
(2)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ (或 $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$)

②  ③15 ④6

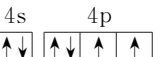
(3)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ (或 $[\text{Ar}]3d^6$)

②  ③14 ④4

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

②  ③15 ④1

(5)① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ (或 $[\text{Ar}]3d^{10} 4s^2 4p^4$)

②  ③18 ④2

4. (1)最低能量 (2)吸收 释放

[关键能力·提升]

1. (2)(4)(5)(6)

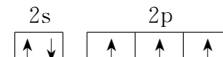
2. (1)9 5 哑铃形 (2)4:5 强 基态 Fe^{3+} 的价层电子排布式为 $3d^5$, 3d 轨道处于半充满状态, 故基态 Fe^{3+} 比基态 Fe^{2+} 更

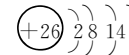
稳定 (3)4s $4f^5$ (4)K, Cu N (5)7 

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 N($1s^2 2s^2 2p^3$), O($1s^2 2s^2 2p^4$), F($1s^2 2s^2 2p^5$), 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

学案 27 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)ⅠA ⅡA ⅢA ⅣA ⅤA ⅥA ⅦA ⅢB ⅣB ⅤB ⅥB ⅦB ⅠB ⅡB 8、9、10 18

3. (2)半导体 农药

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)× (7)×

2. (1) $n=m+1, n=m+11, n=m+25$

(2) $x+2, x+8, x+18, x+32$

(3) $y=x+m$ 或 $y=x+n$

(4)B

[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 元素, X 为 F 元素, 第二周期所含非金属元素最多, C 正确; Z 为 As 元素, 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ⅠA 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 [第 114 号元素和第 116 号元素分别位于第七周期第ⅣA 族和ⅥA 族, 均为金属元素, A、B 正确, C 错误; 依据同周期原子半径递变规律判断 114 号元素的原子半径比 116 号元素的原子半径大, D 正确。]

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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)× (6)×

2. (1)> < (2)> > < > (3)< >

3. (1)> > (2)< < (3)> > (4)< < (5)> > > (6)>

[关键能力·提升]

1. A [由题意可推知, W 为 S 元素, X 为 O 元素, Y 为 N 元素, Z 为 F 元素。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: $\text{O} > \text{N}$, 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: $\text{O} < \text{S}$, 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 故原子半径: $\text{F} < \text{O}$, 故原子半径: $\text{F} < \text{S}$, 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: $\text{N}_2 < \text{F}_2$, C 正确; 同主族元素从上到下, 电负性逐渐减小, 故电负性: $\text{O} > \text{S}$, D 正确。]

真题变式 (1) $S < O < N < F$ $S < N < O < F$ (2) $HF > H_2O > NH_3$ $HF < H_2O < NH_3$ (3) $S^{2-} > N^{3-} > O^{2-} > F^-$ $S^{2-} > N^{3-} > O^{2-} > F^-$

2. **B** [a 为 B, g 为 Na, 二者为不同主族元素, A 错误; g、h、i 分别为 Na、Mg、Al, 同周期主族元素从左到右, 金属性逐渐减小, 故金属性: $Na > Mg > Al$, B 正确; c、d、e 分别为 N、O、F, 同周期主族元素从左到右, 原子半径逐渐减小, 原子半径: $N > O > F$, C 错误; b 为 C, c 为 N, 最简单氢化物分别为 CH_4 、 NH_3 , NH_3 分子间存在氢键, 沸点升高, 故最简单氢化物的沸点: $NH_3 > CH_4$, D 错误。]

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 元素, Z 为 Na 元素, 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 元素, W 为 Cl 元素。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 元素的非金属性强于 Cl 元素, 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 元素的最高价含氧酸, 不能说明非金属性: $S > C$ 。]

考点三

[必备知识·夯实]

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所需的能量, 但这层电子难以失去 (3) $3s^2$ (4)随着电子的失去, 粒子的正电性越来越强, 吸引电子的能力越来越强, 同时后失去的电子能量低, 难失去

3. 右下方

基础过关

(1) $<$ (2)离子键 共价键 (3) $+2$ -1

[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^+ 的价电子排布为 $3d^{10}4s^1$, 较易失去 1 个电子达到稳定状态

(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 元素的 2p 能级为半充满状态, 因此 N 元素的第一电离能比 C、O 两种元素大 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; $BeCl_2$ 、 $AlCl_3$ 、 $SiCl_4$ 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)0.9~1.5 (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更强

学案 28 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

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\checkmark$ (6) $\times$
2. (1)①②⑪ ⑤⑥⑦⑨⑩ (2)①②③④⑧⑪ ③ ⑩
(3)①②③④⑪ (4)③⑧

[关键能力·提升]

1. **B** [CH_4 中的 H 和 BCl_3 中的 B 最外层均未达到 $8e^-$, 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)— E (生成物)

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\checkmark$ (3) $\times$ (4) $\checkmark$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$
2. (1)9:2 (2) $2b-a-\frac{1}{2}c$

[关键能力·提升]

1. **C** [A 项, 其分子内含有碳氧双键、碳氯单键, 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, 单键是 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; 氮因原子半径

小,p轨道有效重叠,能形成稳定的 $\text{N}\equiv\text{N}$ 三键;磷原子半径大,p轨道重叠程度低,难以形成稳定的 $\text{P}\equiv\text{P}$ 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 $\text{O}-\text{H}$ 键极性有关,中心原子电负性越大, $\text{O}-\text{H}$ 键极性越大,越易解离出 H^+ ;氮电负性大于磷,因此 HNO_3 中 $\text{O}-\text{H}$ 键极性大,酸性强; H_3PO_2 中 P 电负性小于 N, $\text{O}-\text{H}$ 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: $\text{N}\equiv\text{N}>\text{N}=\text{N}>\text{N}-\text{N}$,正确;B 项, $\text{H}(\text{g})+\text{Cl}(\text{g})\rightleftharpoons\text{HCl}(\text{g})$ 的焓变为 $\text{H}-\text{Cl}$ 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 $2\text{NH}_3(\text{g})+3\text{Cl}_2(\text{g})\rightleftharpoons\text{N}_2(\text{g})+6\text{HCl}(\text{g})$ $\Delta H=6E(\text{H}-\text{N})+3E(\text{Cl}-\text{Cl})-E(\text{N}\equiv\text{N})-6E(\text{H}-\text{Cl})=-463.9\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,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。]

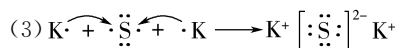
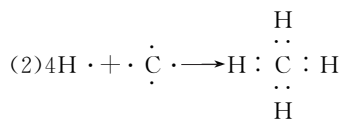
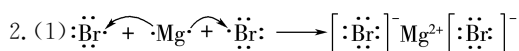
考点三

[必备知识·夯实]

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

[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
- $\text{:}\ddot{\text{Cl}}:\text{B}:\ddot{\text{Cl}}:$,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 $\text{K}^+ [\text{:}\ddot{\text{S}}:]^{2-} \text{K}^+$,故⑤错误;在 N_2H_4 中,N 与 N 之间是单键,故⑥错误。]



3. A

学案 29 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 $109^\circ28'$ 正四面体形 (4) sp 直线 sp V 三角 sp^3 三角锥 四面体

基础过关

1. (1) $\checkmark$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\times$ (5) $\times$ (6) $\checkmark$ (7) $\checkmark$
2. ① 2 0 sp 直线形 直线形 ② 3 0 sp^2 三角形 三角形 ③ 4 0 sp^3 四面体形 四面体形 ④ 4 1 sp^3 四面体形 三角锥形 ⑤ 3 0 sp^2 三角形 三角形 ⑥ 4 0 sp^3 四面体形 正四面体形 ⑦ 5 0 sp^3d ⑧ 6 2 sp^3d^2

[关键能力·提升]

1. C [SO_2 、 SO_3 分子中 S 均为 sp^2 杂化,A 错误; SO_2 的键角 $<120^\circ$, SO_3 的键角为 120° ,B 错误;C 正确; SO_4^{2-} 的空间结构为正四面体形,D 错误。]
2. C [由 As_2O_3 的分子结构可知,As 与 3 个 O 形成三角锥形结构,中心原子 As 上有 1 个孤电子对和 3 个成键电子对,则 As 原子的杂化方式为 sp^3 ,A 项正确; AlH_4^- 的价层电子对数是 $4 + \frac{1}{2} \times (3 - 1 \times 4 + 1) = 4$,价层电子对互斥模型是正四面体形,B 项正确; AsCl_3 中含 1 个孤电子对和 3 个成键电子对,空间结构为三角锥形,C 项错误; AsH_3 中含有 1 个孤电子对和 3 个成键电子对,空间结构为三角锥形,键角小于 $109^\circ28'$,D 项正确。]
3. 解析:(2) $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ 中 B 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) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 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) $\angle 2 > \angle 1 > \angle 3$ (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_3^4 (2) Π_6^6 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

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)√
2. (1)< < (2)> >
(3)F—H...F—, F—H...O—, O—H...O—, O—H...F—

[关键能力·提升]

1. B [NH₂—NH₂ 与 H₂O 形成氢键, NH₂—NH₂ 的水溶性大于 CH₃—CH₃, A 错误; 分子稳定性与氢键无直接关系, C 错误; CH₄ 与 H₂O 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)SiCl₄ SiX₄ 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)H₂O>CH₃OH>CO₂>H₂ H₂O 与 CH₃OH 均为极性分子, H₂O 中氢键比甲醇多; CO₂ 与 H₂ 均为非极性分子, CO₂ 的相对分子质量较大, 范德华力较大
3. 吡咯分子中含  N—H, 分子间形成氢键

学案 30 分子性质 配合物与超分子

考点一

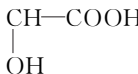
[必备知识·夯实]

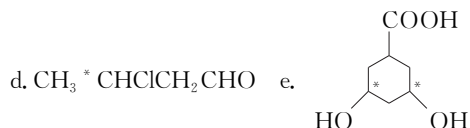
教材链接

- (1)NO、H₂O₂、NO₂、SO₂、CH₂Cl₂、HCN、HCHO、PCl₃
(2)P₄、C₆₀、Cl₂、CS₂、C₂H₂、SO₃、BF₃、PCl₅ (3)CS₂、C₂H₂、SO₃、BF₃、PCl₅ (4)H₂O₂

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)< < <

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)× (5)√ (6)×
2. (1)a. 



- (2)Cl 的电负性大于 Br, ClCH₂COOH 的—COOH 中羟基的极性大于 BrCH₂COOH 中的, 前者—COOH 更易电离出氢离子

[关键能力·提升]

1. D [白磷的分子式为 P₄, 空间结构为正四面体, 每个 P 原子采取 sp³ 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 P₄, 空间结构为正四面体, 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 P₄, 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。]

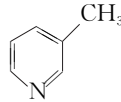
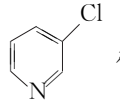
真题变式 (1)P₄ 为正四面体形的非极性分子, 而溶剂水为极性分子, 二者不相溶

(2)NH₃ 与 H₂O 形成分子间氢键

(3)> >

2. B [SO₂ 为 V 形分子, 为极性分子, B 错误。]

3. C [沸点: CH₃CH₂OH>CH₃CH₂Cl>CH₃CH₂CH₃, A 错误; 极性: COS>SO₃, B 错误; C 正确; N 的电子云密度越大, 越易

结合 H⁺, 碱性越强,  碱性最强,  碱性最弱, D 错误。]

考点二

[必备知识·夯实]

1. 空轨道 孤电子对 配位数
2. [实验 1] ①生成蓝色沉淀 Cu²⁺+2NH₃·H₂O=Cu(OH)₂↓+2NH₄⁺ 蓝色沉淀溶解, 形成深蓝色溶液 Cu(OH)₂+4NH₃·H₂O=[Cu(NH₃)₄]²⁺+2OH⁻+4H₂O 析出深蓝色晶体 生成的[Cu(NH₃)₄]SO₄ 在乙醇中溶解度减小析出晶体 ②生成白色沉淀 Ag⁺+Cl⁻=AgCl↓ 白色沉淀溶解得无色溶液 AgCl+2NH₃·H₂O=[Ag(NH₃)₂]⁺+Cl⁻+2H₂O [实验 2] ①溶液变红色 Fe³⁺ 可与 SCN⁻ 形成红色配离子 ②无明显现象 [Fe(CN)₆]³⁻ 难电离出 Fe³⁺ [问题和讨论] Fe³⁺ CN⁻ C 6

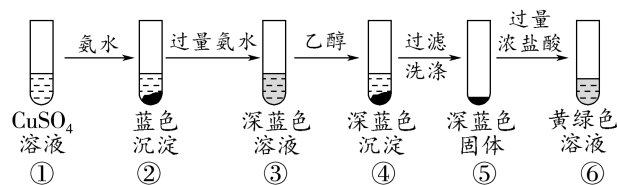
3. (1)分子间相互作用 (4)分子识别 自组装

基础过关

1. (1)× (2)√ (3)× (4)× (5)× (6)× (7)√ (8)√
2. [CuCl₄]²⁻ [Cu(H₂O)₄]²⁺

[关键能力·提升]

1. D [向 CuSO₄ 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(NH₃)₄]SO₄ 深蓝色溶液, 再加入乙醇, 可以降低[Cu(NH₃)₄]SO₄ 的溶解度, 使[Cu(NH₃)₄]SO₄ 析出, 过滤后洗涤可得到[Cu(NH₃)₄]SO₄ 深蓝色固体, 向[Cu(NH₃)₄]SO₄ 固体中加入过量浓盐酸, [Cu(NH₃)₄]SO₄ 固体溶解, 转化为[CuCl₄]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(NH₃)₄]SO₄, 二者不是同一种物质, A 正确; ③中现象说明向 CuSO₄ 溶液 (含有 [Cu(H₂O)₄]SO₄) 加入过量氨水, [Cu(H₂O)₄]SO₄ 可以转化为 [Cu(NH₃)₄]SO₄, 说明配体与 Cu²⁺ 的结合能力: NH₃>H₂O, B 正确; 向 [Cu(NH₃)₄]SO₄

深蓝色溶液中加入乙醇,可以降低 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的溶解度,使 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 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, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 固体溶解,转化为 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ 黄绿色溶液,若改为向⑤中加入稀硫酸, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 中的 NH_3 与 H^+ 反应生成 NH_4^+ ,其反应为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4^+$,最后得到 CuSO_4 蓝色溶液,不能得到黄绿色溶液,D错误。]

真题变式 (1)离子键、共价键、配位键 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ NH_3
N (2) $16N_A$

2. C $[\text{Ga}(\text{CH}_3)_3]$ 形成3个 σ 键,Ga为 sp^2 杂化, $\angle\text{C}-\text{Ga}-\text{C}=120^\circ$,而 $[\text{Ga}(\text{CH}_3)_3(\text{NH}_3)]$ 形成4个 σ 键,Ga为 sp^3 杂化, $\angle\text{C}-\text{Ga}-\text{C}=109^\circ 28'$,C项错误。]

3. B [根据主体分子的结构可知,其中含有的 $-\text{SO}_3\text{H}$ 和 $-\text{OH}$ 可形成分子内氢键,A正确;根据主客体分子之间形成的包合物结构可知,主客体分子之间没有形成化学键,B错误; $\text{S}=\text{O}$ 中存在 σ 键和 π 键, $\text{S}-\text{O}$ 中只含 σ 键,故磺酸基中 $\text{S}-\text{O}$ 键能比 $\text{S}=\text{O}$ 小,C正确; $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 中N形成4个 σ 键,且N上无孤电子对,故N采取 sp^3 杂化, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 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. B [12-冠-4和18-冠-6的孔径不同,络合离子不同,用12-冠-4替换18-冠-6不能起到相应的效果,A正确;KF为离子化合物,不是极性分子,B错误; $\angle 1$ 的中心原子O为 sp^3 杂化,丙酮中 $\text{C}-\text{C}=\text{O}$ 的中心原子C为 sp^2 杂化,故键角 $\angle 1$ 小于 $\text{C}-\text{C}=\text{O}$,C正确;钾离子与18-冠-6之间形成超分子,这种超分子可溶于有机溶剂乙腈,并把阴离子 F^- 带入乙腈中,卤代烃也溶于乙腈,氟离子与卤代烃接触很充分,加之氯离子游离于超分子之外,静电约束减小,反应活性增强,导致反应速率增大,D正确。]

学案 31 晶体结构与性质

考点一

[必备知识·夯实]

1. (2)电子 阳离子 电中性 离子 液 晶
2. (1)有 无 有 无 固定 不固定 各向异性 熔点 X射线衍射

3. (1)任何间隙 (3) $\frac{1}{n}$ 8 $\frac{1}{8}$ 4 $\frac{1}{4}$ 2 $\frac{1}{2}$

基础过关

1. (1) $\times$ (2) $\times$ (3) $\checkmark$ (4) $\checkmark$ (5) $\checkmark$ (6) $\checkmark$
2. 2 2 8 8

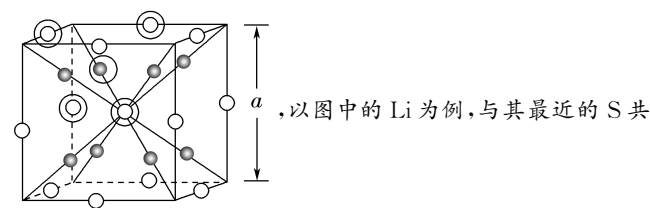
[关键能力·提升]

1. 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。]
2. B [晶体的各向异性和对称性不是矛盾的,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。]
3. D [由题图可知, SO_2 分子位于长方体的棱心和体心,1个晶胞中含 $(12 \times \frac{1}{4} + 1)$ 个 SO_2 分子,则含有8个O原子,A错误;

由题图可知,晶胞中 SO_2 分子的取向不完全相同,如1和2,B错误;1号和2号S原子间的核间距离为上、下面面对角线的一半,即 $\frac{1}{2}\sqrt{a^2+b^2}$ pm,C错误;以体心的S原子为例,由于 $a \neq b \neq c$,每个S原子周围与其等距且紧邻(距离最小)的S原子有4个,D正确。]

4. B [由均摊法得,结构1中含有Co的数目为 $4 + 4 \times \frac{1}{8} = 4.5$,

含有S的数目为 $1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$,Co与S的原子个数比为9:8,因此结构1的化学式为 Co_9S_8 ,故A正确;由题图可知,晶胞2中S与S的最短距离为面对角线的 $\frac{1}{2}$,晶胞边长为 a ,即S与S的最短距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$,故B错误;如图:



4个,故C正确;如图,当2个晶胞2放在一起时,图中以S为晶胞的8个顶角截取的部分就是晶胞3,晶胞2和晶胞3表示同一晶体,故D正确。]

真题变式 (1) Li_2S $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ (2)8 4

考点二

[必备知识·夯实]

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

[关键能力·提升]

1. B [A. NaCl晶体中,每个晶胞中均摊4个 Na^+ 、4个 Cl^- ,不存在分子,A错误;B. 由晶胞结构可知每个 Cs^+ 周围与其最近且等距的 Cl^- 有8个,则每个 Cl^- 周围与其最近且等距的 Cs^+ 有8个,B正确;C. CaF_2 晶胞中,若晶胞棱长为 a ,则 Ca^{2+} 与 F^- 的最短距离为体对角线的四分之一,即 $\frac{\sqrt{3}a}{4}$,C错误;D. 干冰晶体熔化时不会破坏化学键,仅破坏范德华力,D错误。]

2. (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]

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

基础过关

1. (1)× (2)× (3)× (4)√ (5)×

2. (1)共价晶体 (2)分子晶体 (3)分子晶体 (4)离子晶体
(5)分子晶体 (6)共价晶体 (7)分子晶体

[关键能力·提升]

1. D [金刚石的熔、沸点高于晶体硅,说明 C—C 键比 Si—Si 键强度大,D 错误。]

2. 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。]3. (1) N_2H_4 分子间形成的氢键数目多于 NH_3 分子间形成的氢键数目 (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) 升高 三种物质均为分子晶体,结构与组成相似,分子的相对分子质量越大,分子间的范德华力越大,物质的熔、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 中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

学案 32 晶胞参数及其有关计算

考点一

[必备知识·夯实]

典例导航

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

[关键能力·提升]

1. 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

$$\frac{48 + 16 \times 3 + 40}{N_A (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{136}{N_A a^3} \times 10^{30} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}, \text{D 错误。}]$$

2. 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

$$\text{密度为 } \frac{(M_{\text{Cs}} + M_{\text{Pb}} + 3M_{\text{Br}}) \times 10^{30}}{N_A \cdot abc} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}.$$

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

考点二

[关键能力·提升]

1. 解析:由图可知,立方氮化硼中 N 的配位数为 4;面心上 6 个 N 原子构成正八面体,该正八面体的边长等于面对角线的一半,设 BN 晶胞边长为 $a \text{ cm}$, 1 个晶胞中含有 4 个 B 原子,含有 N原子数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$, 所以 $d = \frac{4 \times (11 + 14)}{a^3 N_A}$, 解得 $a =$

$$\sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}}, \text{故正八面体的边长为 } \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}} \times 10^{10} \text{ pm};$$

$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{4 \times (11 + 14)}{d N_A} \text{ cm}^3 = \frac{4 \times (11 + 14)}{d N_A} \times 10^{30} \text{ pm}^3$$

$$V(\text{原子}) = 4 \times (\frac{4}{3} \pi a^3 + \frac{4}{3} \pi b^3) \text{ pm}^3$$

$$\text{原子利用率} = \frac{4 \times (\frac{4}{3} \pi a^3 + \frac{4}{3} \pi b^3)}{\frac{4 \times (11 + 14)}{d N_A} \times 10^{30}} \times 100\% =$$

$$\frac{4 N_A d \pi (a^3 + b^3)}{3 \times (11 + 14) \times 10^{30}} \times 100\%.$$

$$\text{答案: } 4 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt[3]{\frac{100}{d N_A}} \times 10^{10} \times \frac{4 N_A d \pi (a^3 + b^3)}{3 \times (11 + 14) \times 10^{30}} \times 100\%$$

2. 解析:根据晶胞结构 $2r_{\text{C}} = \frac{\sqrt{3}}{4} a$, 故 $r_{\text{C}} = \frac{\sqrt{3}}{8} a$, 利用率为

$$\frac{8 \times \frac{4}{3} \pi r_{\text{C}}^3}{a^3} \times 100\% = \frac{8 \times \frac{4}{3} \times \pi \times (\frac{\sqrt{3}}{8} a)^3}{a^3} \times 100\% = \frac{\sqrt{3}}{16} \pi \times 100\%.$$

$$\text{答案: } \frac{\sqrt{3}}{16} \pi \times 100\%$$

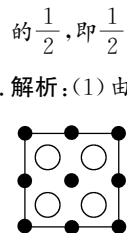
考点三

[关键能力·提升]

1. D [根据均摊法可知,白球位于晶胞体内,数目为 1,黑球位于

晶胞顶点、棱上与体内,数目为 $4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} + 8 \times \frac{1}{4} + 2 =$ 5,结合晶胞化学式 $\text{SmCo}_k (k > 1)$ 可知,白球为 Sm,黑球为 Co,故该物质的化学式为 SmCo_5 , A 正确;体心原子的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, B 正确;该晶胞中含 1 个 Sm 和 5 个 Co, 结合晶胞参数可知,该六方晶胞体积为 $\frac{\sqrt{3}}{2} a^2 c = \frac{\sqrt{3}}{2} \times (500 \times$ $10^{-10} \text{ cm})^2 \times 400 \times 10^{-10} \text{ cm} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-22} \text{ cm}^3$, 则该晶体的密度为 $\frac{(150 + 59 \times 5) \text{ g}}{N_A \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 10^{-22} \text{ cm}^3} = \frac{890 \sqrt{3}}{3 N_A \times 10^{-22}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, C 正确;结合晶胞示意图可知,原子 Q 与体心距离为侧面面对角线长度的 $\frac{1}{2}$, 即 $\frac{1}{2} \sqrt{a^2 + c^2} = 50 \sqrt{41} \text{ pm}$, D 错误。]

2. 解析:(1)由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 $\frac{(27 + 31) \times 4}{N_A \times (a \times 10^{-10})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} =$

$$\frac{2.32 \times 10^{32}}{N_A \times a^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}. (3) 4 \text{ 个 P 的分数坐标分别为 } (\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}),$$

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

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

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