

卷 5 ▶ 2025 年普通高中学业水平选择性考试(广东卷)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
答案	D	A	D	A	A	D	B	B	B	D	D	A	A	B	C	C

1. D 【命题点】化学与传统文化,涉及金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料

【深度解析】纸哪吒的材料为纸张,木活字的材料为木材,二者的主要成分都是纤维素,属于有机高分子材料,不属于合金,A、C 不符合题意;石印章的主要成分为硅酸盐,属于无机非金属材料,不属于合金,B 不符合题意;不锈钢针的材料为不锈钢,是铁与铬、镍等元素熔合而成的混合物,属于合金,D 符合题意。

2. A 【命题点】有机物的结构与性质,涉及化学键、反应类型等

【深度解析】共价键是原子间通过共用电子对形成的化学键,C 和 H 均为非金属原子,二者结合时通过共用电子对形成 C—H 共价键,A 正确;该配合物具有芳香性,多烯环上碳碳键介于单键和双键之间,并非孤立的碳碳单键、双键,因此该多烯环上不存在“8 个碳碳双键”,B 错误;根据结构可知,该多烯环上有 10 个氢原子,C 错误;该多烯环上有氢原子,存在 C—H 键,在一定条件下可以发生取代反应,D 错误。

3. D 【命题点】化学与现代科技,涉及化合价的判断、能量转化、物质成分的判断等

【深度解析】水的摩尔质量为 $18\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$,因此 $1\text{ mol H}_2\text{O}$ 的质量为 18 g ,而非 10 g ,A 错误;硫在金属硫化物中通常显 -2 价,因此 MoS_2 中 Mo 的化合价为 $+4$,B 错误;原电池是将化学能转化为电能的装置,电动机机械腿工作时电池放电,将化学能转化为电能,C 错误;鱼肉的主要营养成分是蛋白质,D 正确。

4. A 【命题点】方程式的正误判断、物质的性质与应用

【深度解析】向燃煤中加入生石灰可以减少二氧化硫的排放,是因为 CaO 在高温下能与 SO_2 反应生成 CaSO_3 , CaSO_3 再被氧气氧化为 CaSO_4 ,总反应的化学方程式为 $2\text{CaO}+2\text{SO}_2+\text{O}_2\overset{\text{高温}}{=}2\text{CaSO}_4$,不涉及沉淀的转化,A 错误; SO_4^{2-} 与 Ba^{2+} 反应会生成不溶于酸的 BaSO_4 白色沉淀,反应的离子方程式为 $\text{Ba}^{2+}+\text{SO}_4^{2-}=\text{BaSO}_4\downarrow$,常用 BaCl_2 溶液和盐酸检验 SO_4^{2-} 是否存在,B 正确;豆浆中含大量蛋白质, MgCl_2 溶液可以使蛋白质发生盐析,C 正确;暖贴发挥作用过程中,铁粉在氧气和水的作用下反应最终生成氢氧化铁,该过程中铁粉作还原

剂,被氧化,释放大热量,D 正确。

5. A 【命题点】有机高分子的单体判断、物质的性质与应用、晶体类型等

【深度解析】聚氯乙烯(PVC)的单体为氯乙烯,氯乙烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$,A 错误; Fe_3O_4 具有磁性,常用于制作磁带、磁存储设备的磁性涂层,B 正确;光碟擦写过程中材料在晶态和非晶态间的可逆转换,物质形态发生变化,涉及物理变化,C 正确;单晶硅中硅原子以共价键结合形成空间网状结构,属于共价晶体,D 正确。

6. D 【命题点】实验方案的设计与评价,涉及盐类和酯的水解、铁锈的去除、铜氨溶液的制备、电镀实验

【深度解析】加热能促进 CO_3^{2-} 水解,使 Na_2CO_3 溶液碱性增强,油脂可以在碱性环境中发生水解反应生成可溶于水的高级脂肪酸钠和甘油,从而达到除去铁钉表面油污的目的,A 正确;铁锈的主要成分是 Fe_2O_3 ,稀盐酸可以与 Fe_2O_3 发生反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3+6\text{HCl}=2\text{FeCl}_3+3\text{H}_2\text{O}$,从而除去铁锈,B 正确;向 CuSO_4 溶液中滴加足量氨水,先发生反应 $\text{CuSO}_4+2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow+(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,继续滴加氨水, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 会与氨水反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$,形成铜氨溶液,C 正确;铁钉镀铜时,应该以铁钉为阴极,铜片为阳极,铜氨溶液为电解质溶液进行电解,图示装置为原电池,不是电解池,无法实现铁钉镀铜,D 错误。

7. B 【命题点】元素及其化合物的转化关系

【深度解析】若 X 为铝,铝与氧气反应生成 Al_2O_3 , Al_2O_3 与 O_2 不反应,不能满足题中物质间的直接转化关系,A 错误;若 X 为硫,硫在氧气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 能使品红溶液褪色, SO_2 再与氧气反应生成 SO_3 , SO_3 与水反应生成 H_2SO_4 , H_2SO_4 与 NaOH 反应生成 Na_2SO_4 ,满足题中物质间的转化关系和选项信息,B 正确;若 X 为钠,钠与氧气反应生成 Na_2O , Na_2O 与 O_2 反应生成 Na_2O_2 , Na_2O_2 与水反应生成 NaOH 和 O_2 ,不会生成 H_2 ,C 错误;若 X 为碳,碳与少量氧气反应生成 CO , CO 与氧气反应生成 CO_2 , CO_2 与水反应生成 H_2CO_3 , H_2CO_3 与 NaOH 反应生成 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 等盐, NaHCO_3 不稳定,受热易分解,故稳定性: $\text{Na}_2\text{CO}_3>\text{NaHCO}_3$,D 错误。

归纳总结

强碱可由对应的氧化物和水反应生成,如 Na_2O 与水反应生成 NaOH ,弱碱对应的氧化物与水不反应,如 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 与水均不反应。

8. B 【命题点】因果关系的判断,涉及浓硝酸的性质、浓硫酸的脱水性、 Fe^{2+} 和 Fe^{3+} 的检验、氯气的制备和性质

【深度解析】浓硝酸保存在棕色试剂瓶中是因为浓硝酸见光易分解,而不是因为其具有强氧化性,陈述 I 与陈述 II 均正确但没有因果关系, A 不符合题意;浓硫酸具有脱水性,能将蔗糖中的氢、氧元素按水的组成比例脱去,使蔗糖变黑,陈述 I 与陈述 II 均正确且有因果关系, B 符合题意; Fe^{2+} 与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应生成蓝色沉淀,故 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 可用于检验 Fe^{2+} , Fe^{3+} 与 SCN^- 反应生成红色物质,故 KSCN 溶液可用于检验 Fe^{3+} ,陈述 I 与陈述 II 均正确但没有因果关系, C 不符合题意; MnO_2 与浓盐酸共热生成黄绿色气体氯气,而 $\text{Cl}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ 描述的是氯气和二氧化硫的反应,陈述 I 与陈述 II 均正确但没有因果关系, D 不符合题意。

9. B 【命题点】元素推断与元素周期律,涉及第一电离能、原子半径、最简单氢化物沸点比较等

【深度解析】元素 a~i 为短周期元素,同周期元素的第一电离能随原子序数的增大而呈增大趋势,当元素位于第 II A、V A 族时,其第一电离能大于同周期相邻元素,同主族元素从上到下第一电离能减小,第一电离能: $c > d$,元素 a、b 的第一电离能与原子序数均小于 c,元素 g、h、i 也是短周期元素,故 c 为 N 元素, a~i 原子序数依次增大,则 a~i 依次为 B、C、N、O、F、Ne、Na、Mg、Al。a 是 B,位于第 III A 族, g 是 Na,位于第 I A 族,二者位于不同主族, A 错误; Na、Mg、Al 均为第三周期元素,同周期元素从左到右金属性逐渐减弱,故金属性: $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Al}$, B 正确; N、O、F 均为第二周期元素,同周期元素从左到右原子半径逐渐减小,故原子半径: $\text{N} > \text{O} > \text{F}$, C 错误; C 的最简单氢化物是 CH_4 , N 的最简单氢化物是 NH_3 , NH_3 能形成分子间氢键,其沸点更高, D 错误。

10. D 【命题点】阿伏加德罗常数的应用

【深度解析】一个 ^{18}O 原子的中子数为 $18 - 8 = 10$,则 $1 \text{ mol } ^{18}\text{O}_2$ 的中子数为 $1 \text{ mol} \times 2 \times 10 N_A \text{ mol}^{-1} = 20 N_A$,一个 ^{16}O 原子的中子数为 $16 - 8 = 8$, $1 \text{ mol } ^{16}\text{O}_2$ 的中子数为 $1 \text{ mol} \times 2 \times 8 N_A \text{ mol}^{-1} = 16 N_A$,所以 $1 \text{ mol } ^{18}\text{O}_2$ 的中子数比 $1 \text{ mol } ^{16}\text{O}_2$ 的中子数多 $20 N_A - 16 N_A = 4 N_A$, A 错误; Fe 与水蒸气反应的化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$, 1 mol Fe 与水蒸气完全反应生成 H_2 的物质的量为 $\frac{4}{3} \text{ mol}$,即生成 H_2 的数目为 $\frac{4}{3} N_A$, B 错误; $1 \text{ L } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NH_4Cl 溶液中, NH_4^+ 会发生水解反应,则 NH_4^+ 的数目小于 $0.1 N_A$, C 错误;

Cl_2 与 H_2 反应的化学方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{HCl}$,标准状况下 22.4 L 即 1 mol Cl_2 与足量 H_2 反应生成 2 mol HCl , 1 个 HCl 分子中含有 1 个共价键,所以形成的共价键数目为 $2 N_A$, D 正确。

11. D 【命题点】化学实验基础,涉及氧化还原反应、乙醇和乙醛的性质等

【深度解析】b 中发生的反应是 H_2O_2 在 MnO_2 催化下分解为 H_2O 和 O_2 , a 中溶液变蓝说明有 I_2 生成,即 I^- 在酸性条件下被 b 中生成的 O_2 氧化为 I_2 : $4\text{I}^- + 4\text{H}^+ + \text{O}_2 = 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$,该反应体现了 I^- 的还原性, A 正确; b 中反应化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$,在该反应中, H_2O_2 中 O 元素化合价为 -1 ,生成物 H_2O 、 O_2 中 O 元素化合价分别为 -2 、 0 ,故 O 元素化合价部分升高部分降低, H_2O_2 既作氧化

剂也作还原剂, B 正确; c 中的铜丝由黑变红,即 CuO 转变为 Cu ,发生还原反应,所以 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 发生了氧化反应, C 正确;银镜反应是醛基的性质, d 中可以发生银镜反应说明 c 中产物中含有醛基,即 C 中产物为乙醛, D 错误。

12. A 【命题点】配合物溶液分析,涉及平衡移动、电离方程式、电荷守恒等

【深度解析】加水稀释后, Cl^- 、 $[\text{CuCl}_2]^-$ 、 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的浓度均下降, A 正确; CuCl 完全溶于盐酸后生成 $[\text{CuCl}_2]^-$ 、 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$,溶液中存在平衡: ① $\text{CuCl} + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_2]^-$ 、② $[\text{CuCl}_2]^- + \text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{CuCl}_3]^{2-}$,向溶液中加入少量 NaCl 固体, $c(\text{Cl}^-)$ 增大,若 ② 中平衡正向移动程度更大,则 $[\text{CuCl}_2]^-$ 浓度下降, B 错误;配合物的内界在书写电离方程式时不可拆写,电离方程式为 $\text{H}[\text{CuCl}_2] = \text{H}^+ + [\text{CuCl}_2]^-$, C 错误;电荷不守恒,应为 $c(\text{Cu}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c([\text{CuCl}_2]^-) + 2c([\text{CuCl}_3]^{2-}) + c(\text{OH}^-)$, D 错误。

13. A 【命题点】物质结构与性质,涉及 SO_3 的结构及性质、焰色试验、加聚反应、石墨的导电性

【深度解析】 SO_3 中硫元素的化合价为 $+6$ 价(最高价态),可以得电子,具有氧化性,与其 VSEPR 模型无关, A 错误;钾和钠的原子结构不同,电子跃迁时释放的能量不同,所以焰色不同, B 正确;乙烯或乙炔分子在一定条件均会发生 π 键断裂,分子间相互连接,形成 σ 键,分别生成聚乙烯或聚乙炔, C 正确;物质导电是因为自由电子或离子在外加电场中定向移动,石墨为层状结构,每个碳原子均为 sp^2 杂化,剩余 1 个未杂化的 p 轨道垂直于碳原子平面,所有 p 轨道相互平行且相互重叠,使 p 轨道中的 p 电子可在整个碳原子平面中运动,所以石墨有类似金属的导电性, D 正确。

教材溯源

B 项出自人教版选择性必修 2《物质结构与性质》第一章第一节的“基态与激发态”; D 项出自人教版选择性必修 2《物质结构与性质》第三章第三节的“混合型晶体”。

14. B 【命题点】二次电池工作原理,涉及电极判断、pH 变化、电极反应式、电化学计算

模型解读

放电时,电极 II 上 MnO_2 减少,则电极 II 上 MnO_2 得电子转化为 Mn^{2+} ,作正极,电极 I 为负极, MnS 失电子转化为 S;则充电时,电极 I 为阴极,电极 II 为阳极(A 正确)。电极反应式如下:

	电极 I	电极 II
放电过程	负极: $\text{MnS} - 2\text{e}^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$ (C 正确)	正极: $\text{MnO}_2 + 2\text{e}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
充电过程	阴极: $\text{S} + 2\text{e}^- + \text{Mn}^{2+} = \text{MnS}$	阳极: $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$

【深度解析】根据电极反应式可知,放电时, II 极室即正极室消耗 H^+ 并生成水,所以正极室中的溶液 pH 升高, B 错误;根据电极反应式可知,充电时,每消耗 16 g (即 0.5 mol) S,转移 1 mol 电子,结合题目信息可知转移 1 mol 电子能提供的理论容量为 $26.8 \text{ A} \cdot \text{h}$, D 正确。

15. C 【命题点】元素及其化合物综合

【深度解析】a 中铜与稀硝酸发生反应: $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,反应生成的 NO 极易与空气中的 O_2 发生反应: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$,因此 a 中有化合反应发生,且溶液由无色变为蓝色、气体由无色变为红棕色, A 正确; b 中气体变为红棕色时, b 中一定存在 NO_2 ,且存在平衡: $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$,则 b 中也一定存在 N_2O_4 ,所以 b 中所含氮氧化物至少有两种, B 正确; b 中的 NO_2 进入

c 中,与水发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 反应生成的 HNO_3 与 NaHCO_3 溶液发生反应: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, 因为酚酞呈粉红色的 pH 范围为 8.2~10.0, 所以当溶液红色刚好褪去时, 溶液 pH 约为 8.2, 呈弱碱性, NaNO_3 溶液呈中性, 则此时溶液中还有剩余的 HCO_3^- 未反应, **C 错误**; 若将 a 中的稀硝酸换成浓硫酸并加热, 则 a 中发生反应: $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 反应生成的 SO_2 进入 c 中遇水生成 H_2SO_3 , 酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$, 则 SO_2 足量时, 发生反应: $\text{SO}_2 + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{CO}_2$, 即溶液中溶质为 NaHSO_3 , HSO_3^- 电离程度大于水解程度, NaHSO_3 溶液呈酸性, 故 c 中溶液颜色会褪去, **D 正确**。

16. C 【命题点】燃料电池与催化反应机理综合

【深度解析】由图甲可知, 电极 I 的反应中, O_2 作为反应物, 得电子发生还原反应, 则电极 I 是正极, 正极反应的催化剂是 i, **A 错误**; 已知 O_2 获得第一个电子的过程最慢, 由图甲可知, i 到 ii 为 O_2 获得第一个电子的过程, 所以 i 到 ii 的过程最慢, 该过程的活化能最高, **B 错误**; 由图丙可知该燃料电池的负极反应式为 $\text{H}_2 - 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}^+$, 每转移 2 mol 电子生成 2 mol H^+ , 同时有 2 mol H^+ 通过质子交换膜进入正极室, 因此负极室溶液的质量不变, **C 正确**; 图甲中每次循环得 4 个电子, 图丙中每次循环失 2 个电子, 根据得失电子守恒可知, 相同时间内, 电极 II 上的催化循环完成次数是电极 I 上的催化循环完成次数的 2 倍, **D 错误**。

风向速览 电化学与反应机理图像融合

近几年高考化学命题呈现显著的模块融合趋势, 打破传统模块界限, 强化跨模块知识整合。本题将电化学与反应机理分析相结合: 原电池+电极反应机理, 要求考生在分析电极反应的同时, 结合反应机理图, 综合判断物质转化路径, 对核心知识模块考查深度要求提高, 既有题目“新”的宽度, 又有知识要求的“深”度。备考时, 不建议孤立学习, 应构建反应原理(热力学、动力学)、物质结构与性质间的关联网络, 强化解读多步骤反应路径图的能力, 训练从微观机理角度综合分析能量转化、速率影响因素及反应条件调控策略, 提升在综合情境中灵活迁移、解决复杂问题的能力。

17. (14 分)

(1) 由紫色逐渐变浅至无色

(2) d、a、b

(3) ① 0.028 0 ② $\frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028 0 - 10^{-2.89}}$

(4) ① 增强 极性

③ 三种酸的饱和溶液浓度不同

(5) ① $2\text{HClO} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$

② 用 pH 计测量得到 0.100 mol·L⁻¹ NaClO 溶液的 pH=a; 根据 $K_h \approx \frac{c^2(\text{OH}^-)}{0.100}$ 计算出 ClO^- 的水解平衡常数, 再根据

$K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 计算得到 HClO 的电离平衡常数

【命题点】化学实验综合, 涉及实验方案设计、弱电解质的电离、离子方程式的书写等

【深度解析】(1) 甲苯为无色, 加入的酸性 KMnO_4 溶液为紫色, 反应后的产物苯甲酸为无色, 反应物甲苯不溶于水且过量, 随着反应的进行, 甲苯被氧化为苯甲酸, 故体系中颜色变化为由紫色逐渐变浅至无色。

(2) 利用重结晶法将得到的苯甲酸粗品提纯时, 先将粗品加热溶解, 经趁热过滤除去泥沙, 然后利用苯甲酸与 NaCl 溶解度受温度变化的影响不同, 经冷却结晶使苯甲酸晶体析出, 最后再通过常温过滤得到更纯净的苯甲酸晶体, 重结晶法不涉及蒸馏, 因此操作顺序为 d、a、b。

(3) ① 由图像可知当滴入 14.00 mL NaOH 溶液时滴定曲线

出现突跃点, 即苯甲酸和 NaOH 恰好完全反应, 所以 $c_0 = \frac{0.100 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 14.00 \times 10^{-3} \text{ L}}{50.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 0.028 0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

② 由图像可知 0.028 0 mol·L⁻¹ 苯甲酸溶液的 pH=2.89,

由苯甲酸的电离可知: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}^+$, 忽略水的电离, 所以 $c(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) = c(\text{H}^+) = 10^{-2.89} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则苯甲酸的 $K_a = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})} =$

$\frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028 0 - 10^{-2.89}}$

(4) ① 卤原子的电负性越强, 吸电子诱导效应越强, 羧基中的 O—H 极性越强, 酸性越强。③ 常温下三种酸的饱和溶液的浓度不一定相同, 所以无法通过饱和溶液的 pH 大小比较三种酸的酸性强弱, 需要控制浓度相同再进行测定。

(5) ② NaClO 溶液中存在 ClO^- 水解平衡: $\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HClO} + \text{OH}^-$, 又因为 $K_h = \frac{c(\text{HClO}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{ClO}^-)} =$

$\frac{c(\text{HClO}) \cdot c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{ClO}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_a}$, 所以可通过测量 NaClO 溶液 pH 计算 K_h , 进而计算 K_a , 因为水解是微弱的, 则计算时 $c(\text{ClO}^-) \approx 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

18. (14 分)

(1) 升高温度(或增大 SO_2 分压、降低矿粉的粒度、增大酸的浓度, 写一条即可)

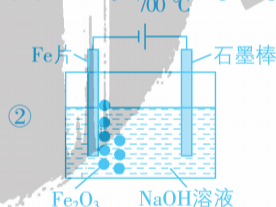
(2) 4Fe^{2+} 4 2 8

(3) 5.00

(4) AD

(5) 3 : 1 : 1 12

(6) ① $2\text{NH}_3 \xrightleftharpoons[700^\circ\text{C}]{\text{Fe}} \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ $3\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightleftharpoons[700^\circ\text{C}]{} 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$



③ 污染性气体排放低(低碳排放)

【命题点】无机工艺流程分析, 涉及反应条件控制、氧化还原反应的一般规律、有关溶度积的计算、配位键与配合物、晶体结构、电解原理等

流程分析

酸浸: 含 Fe、Al、Cu、Ni 等金属元素的化合物在溶液中与 SO_2 反应, 根据后续流程可知四种金属元素分别以 Fe^{2+} 、 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 形式进入浸取液。

高压加热: 向浸取液中通入空气, 高压加热条件下 Fe^{2+} 被空气中的 O_2 氧化为 Fe_2O_3 , 过滤得到含有 Al^{3+} 、 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 的滤液 1, 生成的 Fe_2O_3 通过两种途径被还原为 Fe。

沉铝: 因为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的 K_{sp} 数量级极小, 所以可以通过调节溶液的 pH, 使 Al^{3+} 全部转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀而与 Cu^{2+} 、 Ni^{2+} 分离, 该过程不能使 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 形成相应的氢氧化物沉淀。

选择萃取: 利用萃取剂分离 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} , 最终得到产物 $\text{Ni}_x\text{Cu}_y\text{N}_z$ 。

【深度解析】(1) “酸浸”过程中固体与气体在溶液中反应, 为了加快反应速率可采取升高温度、增大 SO_2 分压、降低矿粉的粒度、增大酸的浓度等方法。

(2) “高压加热”时, Fe^{2+} 被 O_2 氧化为 Fe_2O_3 , Fe 元素化合

价由+2升高至+3,O元素化合价由0降低至-2,根据Fe元素化合价的变化及原子守恒可得 Fe_2O_3 的化学计量数为2,反应物为 4Fe^{2+} ,再根据电荷守恒得 H^+ 的化学计量数为8,根据H原子守恒得 H_2O 的化学计量数为4,最后用O原子守恒检验,可得离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+}+\text{O}_2+4\text{H}_2\text{O}\xrightarrow{\text{高压}}2\text{Fe}_2\text{O}_3\downarrow+8\text{H}^+$ 。

(3)由流程分析可知“沉铝”时不能使 Cu^{2+} 和 Ni^{2+} 沉淀。因为 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的阴、阳离子数目比相同,且 $\frac{K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]}{K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2]}<\frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Ni}^{2+})}$,因此只需要满足不生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀(临界点)即可。当恰好开始生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀时, $c(\text{OH}^-)=\sqrt{\frac{2.2\times 10^{-20}}{0.022}}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}=1\times 10^{-9}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{pOH}=9.00$,此时 $\text{pH}=5.00$,即 pH 最高可调至5.00。

(4)根据配合物的结构(图甲)可知, Ni^{2+} 与N、O原子形成配位键,形成配合物,A符合题意;形成配位键不改变元素的化合价,则配位时 Ni^{2+} 的化合价不变,B不符合题意;配合物能与水形成分子间氢键,使配合物在水中的溶解度增大,不利于 Ni^{2+} 从水相转移至有机相,C不符合题意;该配合物配体中有较长的烷基链,具有疏水性,利于 Ni^{2+} 从水相转移至有机相,D符合题意。

(5)在图乙所示的结构中,已知立方晶胞边长为 a ,顶点到体心的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2}a$,顶点到面心的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$,面心到体心的距离为 $\frac{1}{2}a$,结合相邻原子间最近距离之比 $d_{\text{Ni}-\text{Cu}}$:

$d_{\text{Ni}-\text{N}}=\sqrt{2}:1$,可知Ni原子位于面心,Cu原子位于顶点,N原子位于体心。根据均摊法,1个晶胞中含有Ni、Cu、N原子个数分别为 $\frac{1}{2}\times 6=3$ 、 $\frac{1}{8}\times 8=1$ 、1,因此 $x:y:z=3:1:1$ 。

晶胞中与顶点上的Cu原子距离最近的是位于面心的Ni原子,Cu原子在1个晶胞内与3个Ni原子最近且等距,而位于面心的Ni原子只有一半属于该晶胞,所以实际上Cu原子在1个晶胞内与 $\frac{3}{2}$ 个Ni原子最近且等距,又因为顶点的

Cu原子为8个晶胞共有,所以Cu原子一共与 $\frac{3}{2}\times 8=12$ 个Ni原子最近且等距。

(6)①该反应中 H_2 作为还原剂,根据题目信息可知 H_2 的主要来源是合成氨反应的逆反应,所以该步骤发生反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3\xrightleftharpoons[700\text{ }^\circ\text{C}]{\text{Fe}}\text{N}_2+3\text{H}_2$ 和 3H_2+

$\text{Fe}_2\text{O}_3\xrightarrow{700\text{ }^\circ\text{C}}2\text{Fe}+3\text{H}_2\text{O}$ 。②电解过程中, Fe_2O_3 在阴极被还原为Fe,为了获得纯净的Fe,应使用Fe片作为阴极,使用石墨棒作为惰性阳极,根据题目流程可知,“电解”时加入了NaOH溶液,还需要在图中标注出NaOH溶液,电解池示意图见答案。③传统高炉炼铁通过焦炭与氧气反应产生的CO作还原剂,排放的废气中可能含有未反应完全的CO,从而会造成空气污染,本题中两种新型冶铁方法的污染性气体排放低(低碳排放)。

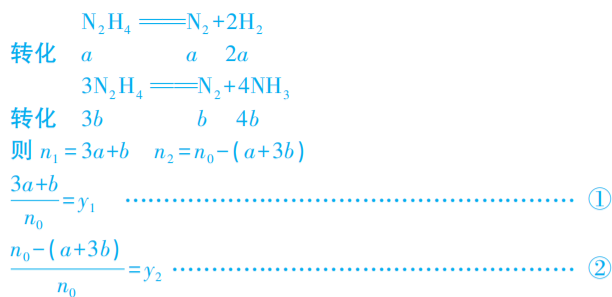
19. (14分)

(1) $3\text{d}^24\text{s}^2$ (2)能

(3)①-267.8 ② $\text{TiCl}_2(\text{s})$ ③ $0.5\frac{(\frac{6.0}{V_0})^4}{(\frac{0.5}{V_0})^3}$

(4)① $(1-y_2)\times 100\%$

②设 $t_0\text{ min}$ 时,反应(e)转化 N_2H_4 的物质的量为 a ,反应(f)转化 N_2H_4 的物质的量为 $3b$,据此列出三段式:



联立①②可得: $a=\frac{3y_1+y_2-1}{8}n_0$, $b=\frac{3-y_1-3y_2}{8}n_0$

$$\frac{3y_1+y_2-1}{8}n_0$$

 则 $0\sim t_0\text{ min}$ 内,催化剂的选择性为 $\frac{\frac{3y_1+y_2-1}{8}n_0}{(1-y_2)n_0}\times 100\%=\frac{3y_1+y_2-1}{8(1-y_2)}\times 100\%$ 。

【命题点】多反应复杂体系反应原理综合分析,涉及反应的自发性、盖斯定律、平衡移动、平衡常数及相关计算等

【深度解析】(1)Ti是22号元素,基态Ti原子的价层电子排布式为 $3\text{d}^24\text{s}^2$ 。

(2)该反应的 $\Delta H<0$, $\Delta S>0$,则 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S<0$,即该反应在任意温度均可自发进行。

(3)①(a)=(c)-2×(b),根据盖斯定律可知, $\Delta H_1=+132.4\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}-2\times(+200.1\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1})=-267.8\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。②(a)(d)均为放热过程,(b)(c)均为吸热过程,温度升高,(a)(d)平衡逆向移动,(b)(c)平衡正向移动, $\text{TiCl}_3(\text{g})$ 物质的量增加, $\text{TiCl}_2(\text{s})$ 物质的量减少,曲线I对应物质为 $\text{TiCl}_2(\text{s})$,曲线II对应物质为 $\text{TiCl}_3(\text{g})$ 。

③初始投料时加入10.0 mol Ti、5.0 mol TiCl_4 ,由图甲可知 $T_0\text{ K}$ 时 $n[\text{Ti}(\text{s})]=8.5\text{ mol}$, $n[\text{TiCl}_3(\text{g})]=6.0\text{ mol}$, $n[\text{TiCl}_3(\text{s})]=n[\text{TiCl}_2(\text{s})]=0\text{ mol}$,根据Ti原子守恒可得 $10.0\text{ mol}+5.0\text{ mol}=8.5\text{ mol}+6.0\text{ mol}+n[\text{TiCl}_4(\text{g})]$,解得 $n[\text{TiCl}_4(\text{g})]=0.5\text{ mol}$ 。容器容积为 $V_0\text{ L}$,则 $c[\text{TiCl}_3(\text{g})]=\frac{6.0}{V_0}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $c[\text{TiCl}_4(\text{g})]=\frac{0.5}{V_0}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,反应(c)的平衡常数 $K=\frac{c^4[\text{TiCl}_3(\text{g})]}{c^3[\text{TiCl}_4(\text{g})]}=\frac{(\frac{6.0}{V_0})^4}{(\frac{0.5}{V_0})^3}$ 。

(4)①初始 $n_2=n_0$,即 $\frac{n_2}{n_0}=1$,随反应的进行,剩余 N_2H_4 的物质的量逐渐减小(n_2 减小),则 $\frac{n_2}{n_0}$ 逐渐减小,对应 (t_0,y_2) 所在曲线, N_2H_4 的转化率= $\frac{\text{消耗的}\text{N}_2\text{H}_4\text{的物质的量}}{\text{起始的}\text{N}_2\text{H}_4\text{的物质的量}}\times 100\%$,
 $y_2=\frac{n_2}{n_0}$,则剩余 N_2H_4 的物质的量 $n_2=y_2n_0$,消耗的 N_2H_4 的物质的量为 $n_0-y_2n_0$,故 $0\sim t_0\text{ min}$ 内 N_2H_4 的转化率= $\frac{n_0-y_2n_0}{n_0}\times 100\%=(1-y_2)\times 100\%$ 。

一题多解

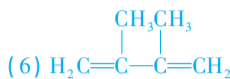
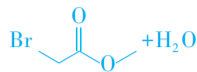
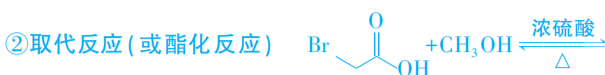
(3)③根据信息可知初始投料时加入10.0 mol Ti、5.0 mol TiCl_4 ,由图示可知 $T_0\text{ K}$ 时Ti(s)物质的量为8.5 mol, $\text{TiCl}_3(\text{g})$ 物质的量为6.0 mol, $\text{TiCl}_3(\text{s})$ 、 $\text{TiCl}_2(\text{s})$ 物质的量为0 mol,根据Cl原子守恒可得 $5.0\text{ mol}\times 4=6.0\text{ mol}\times 3+n[\text{TiCl}_4(\text{g})]\times 4$,解得 $n[\text{TiCl}_4(\text{g})]=0.5\text{ mol}$ 。

20. (14分)

(1)醛基
 (2)① C_8H_8 ②5
 (3)AB

三年真题 高考化学

(4) 新增 1 个吸收峰

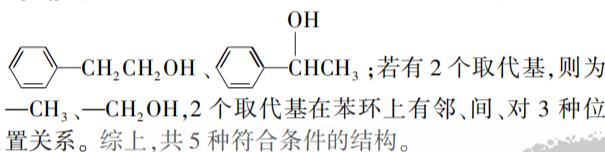


【命题点】有机合成与推断, 涉及官能团名称、同分异构体、核磁共振氢谱、手性碳原子、杂化类型等

【深度解析】(2) ① 化合物 2a 为苯乙烯, 分子式为 C_8H_8 。

② 苯乙烯与 H_2O 发生加成反应生成的化合物 I 为 $\text{Ph}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 或 $\text{Ph}-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, 其分子式均为 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$;

符合条件的结构中若只有一个取代基, 则结构为



(3) 1a、2a 和 3a 生成 4a 的过程中, 1a 中醛基的 $\text{C}-\text{H}$ σ 键断裂, 2a 中的 $\text{C}=\text{C}$ π 键断裂, 3a 中的 $\text{C}-\text{Br}$ σ 键断裂, 形成 4a 中的 $\text{C}-\text{C}$ σ 键, A 正确; 4a 分子中, 手性碳原子如图

* 标记:

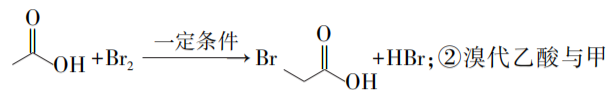
$\text{Ph}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{Ph}-\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$; 若有 2 个取代基, 则为 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2\text{OH}$, 2 个取代基在苯环上有邻、间、对 3 种位置关系。综上, 共 5 种符合条件的结构。

(4) 丙酮分子中 6 个氢原子的化学环境相同, 在核磁共振氢

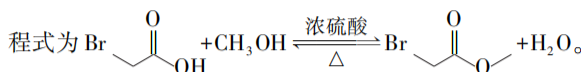
谱中只有 1 组峰, 而 3a 的结构为 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3$, 溴取代丙酮中的 α -H, 使得羰基左右两侧的氢原子化学环境不同, 则在核磁共振氢谱图中, 新增 1 个吸收峰。

(5) 类比 4a 的合成将化合物 II 拆分, 可得 1a、2a 和 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{CH}_3$, 结合题意知, 经①②两步制得 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{OCH}_3$ 。

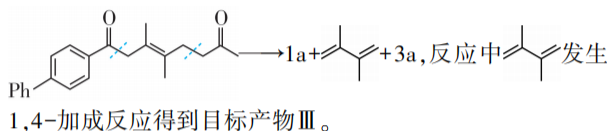
① 先引入溴, 则第一步为乙酸的溴代反应, 化学方程式为



醇发生酯化反应 (或取代反应) 生成溴代乙酸甲酯, 化学方



(6) 类比 4a 的合成对化合物 III 进行拆解:



风向速览 有机化学新情境之内容创新

近年来高考有机化学命题在内容创新上变化显著, 其核心特征是将经典有机反应原理与前沿科研成果、绿色化学理念深度融合, 通过新型合成方法、复杂分子构建及跨学科情境设计, 考查学生在陌生情境中迁移应用知识的能力。例如, 2024 年北京卷第 11 题以 CO_2 为原料合成新型可降解高分子, 要求学生通过断键、成键分析聚合路径, 体现了有机化学与材料科学的交叉创新。这类试题的设计逻辑体现三大创新方向: 一是素材选取聚焦国家战略需求, 如“碳中和”目标下的 CO_2 资源化利用和氢能开发; 二是问题设置强调复杂分子的构建策略; 三是信息呈现方式多元化。此类创新通过模拟科研思维过程, 促使学生构建“前沿情境—反应机理—科学方法”的认知模型, 有效考查高阶思维能力。