



详
解
码
详
析
取

第五章 化工生产中的重要非金属元素

第一节 硫及其化合物

第1课时 硫和二氧化硫

1. C 【解析】 S_8 转化为 S_6 、 S_4 、 S_2 有新物质产生,故属于化学变化,A 错误;不论哪种硫分子,组成元素只有硫元素,燃烧产物都是二氧化硫,B 错误; S_8 、 S_6 、 S_4 、 S_2 是硫元素组成的不同单质,互为同素异形体,C 正确;硫单质在空气中加热到 $750\text{ }^{\circ}\text{C}$,会被空气中的 O_2 氧化生成二氧化硫,不能得到 S_2 ,D 错误。
2. C 【解析】硫单质为黄色晶体,难溶于水,A 正确;硫与金属反应生成硫化物,表现硫的氧化性,B 正确;二氧化硫漂白浆利用二氧化硫的漂白性,C 错误;二氧化硫属于酸性氧化物,可与氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸钠和水,D 正确。
3. C 【解析】由信息可知, SO_2 易溶于水,也能使试管中液面上升,A 错误;若 SO_2 气体中混有不溶于水的杂质气体,则试管中会剩余少量气体,B 错误;滴入紫色石蕊溶液,溶液变为红色,说明溶液显酸性, SO_2 与水反应生成亚硫酸, H_2SO_3 电离产生 H^+ ,C 正确; H_2SO_3 中 S 元素显 +4 价,具有较强的还原性,易被氧化为硫酸,弱酸变强酸,能使 pH 下降,D 错误。
4. C 【解析】70% 硫酸和 $NaHSO_3(s)$ 可发生反应: $H_2SO_4 + 2NaHSO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$,装置甲可以制取 SO_2 气体,A 正确;气体通入液体时“长进短出”,装置乙可以制取 SO_2 水溶液,B 正确; SO_2 不与饱和 $NaHSO_3$ 溶液发生反应,装置丙不能吸收尾气中的 SO_2 ,C 错误; SO_2 水溶液显酸性,可用干燥的 pH 试纸检验其酸性,D 正确。
5. C 【解析】98% 浓硫酸中 H^+ 浓度很小,不能与亚硫酸钠反应制取二氧化硫,A 错误;二氧化硫使氯水褪色是由于二氧化硫具有还原性,与漂白性无关,B 错误;二氧化硫溶于水生成亚硫酸,溶液呈酸性,可以使紫色石蕊溶液变红,C 正确;二氧化硫与过氧化氢溶液反应生成硫酸,无明显现象,D 错误。
6. A 【解析】硫粉在氧气中燃烧生成 SO_2 , SO_2 具有漂白性,可使湿润的品红试纸褪色,A 正确; SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 , H_2SO_3 使湿润的蓝色石蕊试纸变红,不能证明硫的燃烧产物是酸类物质,B 错误;湿润的 Na_2S 试纸上出现淡黄色固体,说明 S^{2-} 被氧化生成单质硫,证明硫的燃烧产物有氧化性,C 错误;加入 $BaCl_2$ 溶液产生白色沉淀,该沉淀是 $BaSO_4$,其原因是 SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 ,继而被 O_2 氧化为 H_2SO_4 ,滴入 $BaCl_2$ 溶液后发生复分解反应生成 $BaSO_4$,不能证明硫燃烧的产物是 SO_3 ,D 错误。
7. D 【解析】根据二氧化硫具有酸性氧化物的性质,也具有还原性进行检验。① CO_2 也能使澄清石灰水变浑浊;② 酸性气体均能使湿润的蓝色石蕊试纸变红;③ Cl_2 也能使品红溶液褪色;④ CO_2 也有此现象;⑤ 二氧化硫具有还原性,能与溴单质发生氧化还原反应而使溴水褪色, SO_2 被氧化为 SO_4^{2-} ,滴加硝酸钡溶液,硫酸根离子与钡离子反应生成硫酸钡沉淀;因此只有 ⑤ 能证明该气体为二氧化硫,D 符合题意。
8. C 【解析】 SO_2 和 CO_2 都能使澄清石灰水变浑浊,且气体过量时溶液又都变澄清,不能区分,① 错误; SO_2 通入氢硫酸中生成 S 和 H_2O ,产生淡黄色浑浊, CO_2 则不能,② 正确; SO_2 与氯水发生氧化还原反应而使氯水褪色, CO_2 则不能,③ 正确; SO_2 能将 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} 而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, CO_2 则不能,④ 正确;由于 HCl 的酸性强于 H_2SO_3 、 H_2CO_3 , SO_2 或 CO_2 通入 $BaCl_2$ 溶液,均无明显现象,不能区分,⑤ 错误; SO_2 能使品红溶液褪色, CO_2 则不能,⑥ 正确。
9. A 【解析】由于 H_2SO_3 的酸性强于 H_2CO_3 ,欲除去 CO_2 气体中少量的 SO_2 ,应将混合气体通过盛有饱和 $NaHCO_3$ 溶液的洗气瓶进行洗气。
10. B 【解析】选项中能使品红褪色的气体可能是 SO_2 或 Cl_2 ,能使澄清石灰水变浑浊的气体可能是 CO_2 或 SO_2 ,以此进行分析。氯气不能使澄清石灰水变浑浊,A 错误;二氧化硫能使品红溶液褪色,和水反应生成亚硫酸,亚硫酸呈酸性,其

酸性比碳酸强,所以 SO_2 和 $NaHCO_3$ 溶液反应产生 CO_2 气体, CO_2 溶于水反应产生碳酸而使石蕊溶液变红, CO_2 与 $Ca(OH)_2$ 反应产生难溶性 $CaCO_3$,能使澄清石灰水变浑浊,B 正确;当打开活塞时,氯气和水反应生成盐酸和次氯酸,酸性溶液使石蕊溶液变红,次氯酸使石蕊溶液褪色,C 错误;二氧化碳不能使品红溶液褪色,D 错误。

11. B 【解析】该实验中利用 70% 的浓硫酸、 Na_2SO_3 固体反应制备 SO_2 ,并用 $NaOH$ 溶液进行 SO_2 尾气的吸收,A 正确。 SO_2 水溶液呈酸性,湿润的 pH 试纸变红; SO_2 具有漂白性,使鲜花、品红溶液褪色; SO_2 具有还原性,将 MnO_4^- 还原为 Mn^{2+} 而使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色; SO_2 具有氧化性,将 Na_2S 氧化生成单质 S,溶液出现淡黄色浑浊,B 错误,C 正确。点燃酒精灯加热,品红溶液重新变红,而酸性 $KMnO_4$ 溶液无明显颜色变化,可证明 SO_2 使品红溶液褪色具有可逆性,使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色不具有可逆性,D 正确。
12. C 【解析】利用红热氧化铜检验 CO ,利用酸性高锰酸钾溶液检验并除去 SO_2 ,利用品红溶液检验 SO_2 是否除净,利用澄清石灰水检验 CO_2 ,利用无水硫酸铜检验 $H_2O(g)$,考虑排除干扰因素,操作顺序为混合气 $\rightarrow$ 检验 $H_2O(g) \rightarrow$ 检验并除去 $SO_2 \rightarrow$ 检验是否仍有 $SO_2 \rightarrow$ 检验 $CO_2 \rightarrow$ 干燥气体(生石灰) $\rightarrow$ 检验 CO ,故正确顺序为混合气 $\rightarrow a \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c$ 。
13. (1)分液漏斗 (2)饱和 $NaHSO_3$ 溶液 (3)储存 SO_2 (4)防倒吸 (5)氧化性 $Na_2S_2 \longrightarrow S \downarrow + Na_2S$ (6)进行尾气处理,吸收多余的 SO_2 ,防止其污染环境

【解析】装置 A 用于制取 SO_2 ,装置 B 中盛有 $NaHSO_3$ 溶液,用于除去 SO_2 中的硫酸酸雾,装置 C 用于暂时储存 SO_2 ,当弹簧夹关闭时, SO_2 储存于装置 C 中,打开弹簧夹,二氧化硫进入 D 中与碱性的 Na_2S 溶液发生氧化还原反应,生成 S,S 溶解于 Na_2S 溶液中生成 Na_2S_2 , Na_2S_2 在碱性溶液中很稳定,在酸性溶液中易歧化分解析出单质 S,当 SO_2 通入过量时,溶液呈酸性,此时 Na_2S_2 发生歧化反应 $Na_2S_2 \longrightarrow S \downarrow + Na_2S$ 。

(1)装置 A 中仪器 a 的名称为分液漏斗。(2)装置 B 的作用是除去 SO_2 中的硫酸酸雾,则 B 中所装试剂为饱和 $NaHSO_3$ 溶液, $NaHSO_3$ 可与硫酸反应生成二氧化硫。(3)装置 C 用于暂时储存 SO_2 ,当弹簧夹关闭时, SO_2 储存于装置 C 中,打开弹簧夹,二氧化硫进入 D 中与碱性的 Na_2S 溶液发生氧化还原反应。(4) SO_2 易溶于水,装置 D 中导气管在液面上是为了防倒吸。(5)装置 D 中不断通入 SO_2 ,溶液的颜色由无色变为黄色,此时 SO_2 与碱性的 Na_2S 溶液发生氧化还原反应生成 S,S 溶解于 Na_2S 溶液中得到黄色的 Na_2S_2 溶液, SO_2 为氧化剂,体现了其氧化性; SO_2 过量时,溶液中产生淡黄色沉淀,是由于此时溶液呈酸性, Na_2S_2 发生歧化反应: $Na_2S_2 \longrightarrow S \downarrow + Na_2S$ 。(6)装置 E 的作用是进行尾气处理,吸收多余的 SO_2 ,防止其污染环境。

14. (1)品红溶液 氧化性 $2H_2S + SO_2 \longrightarrow 3S \downarrow + 2H_2O$
(2) $5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O \longrightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 4H^+$
(3)平衡压强,使分液漏斗中的液体顺利流下 稀硫酸中的水比较多, SO_2 易溶于水而不易逸出
(4)①偏小 ②0.067%

【解析】(2)将装置 C 中的溶液换成酸性 $KMnO_4$ 溶液, SO_2 被氧化生成 SO_4^{2-} , MnO_4^- 则被还原为 Mn^{2+} ,反应的离子方程式为 $5SO_2 + 2MnO_4^- + 2H_2O \longrightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 4H^+$ 。

(3)装置乙中 a 导管的作用是平衡压强,使分液漏斗中的液体顺利流下; SO_2 易溶于水,稀硫酸中水比较多,故所用硫酸溶液为 70% 浓硫酸。(4)①洗气瓶 H 中溶液蓝色消失后,若没有及时关闭活塞 F,则通入空气的量增大,测得 SO_2 的体积分数将偏小。②实验中若通入空气的体积为 33.6 L(标准状况),最终所得固体的质量为 0.233 g,则 $m(BaSO_4) = 0.233\text{ g}$, $n(SO_2) = n(BaSO_4) = \frac{0.233\text{ g}}{233\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.001\text{ mol}$, $V(SO_2) =$

$0.001 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0224 \text{ L}$, 该空气中 SO_2 的体积分数为 $\frac{0.0224 \text{ L}}{33.6 \text{ L}} \times 100\% \approx 0.067\%$ 。

第2课时 硫酸 硫酸根离子的检验

- C 【解析】** 常温下, 铝在浓硫酸中发生钝化, 表面生成致密氧化膜, 保护内层铝, 防止被腐蚀, 故常用铝槽车储存和运输浓硫酸, 体现浓硫酸的强氧化性, A 不符合题意; 在实验室中利用浓硫酸作干燥剂, 利用了其吸水性, B 不符合题意; 实验室用硫酸酸化高锰酸钾溶液, 未发生化学反应, 没有体现浓硫酸的三大特性, C 符合题意; 蔗糖中加入浓硫酸产生“黑面包”, 蔗糖脱水碳化, 生成的碳与浓硫酸反应生成 CO_2 , 体现浓硫酸的脱水性和强氧化性, D 不符合题意。
- C 【解析】** 浓硫酸与氯化钠的反应中, 各元素化合价无变化, 浓硫酸只提供 H^+ , 表现为酸性, A 正确; 甲酸中的 H 和 O 能被浓硫酸以 H_2O 的形式脱出, 浓硫酸表现为脱水性, B 正确; 金属与浓硫酸的反应, 浓硫酸既表现氧化性又表现酸性, C 错误; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中的水分子被浓硫酸夺取, 浓硫酸表现吸水性, D 正确。
- D 【解析】** ①中浓 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4$, 体现浓 H_2SO_4 的酸性; 浓 $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2$, 体现浓 H_2SO_4 的氧化性, A 正确。a 处 SO_2 溶于紫色石蕊溶液中, 并与水反应生成 H_2SO_3 , 则 a 处棉花变红; b 处 SO_2 将品红溶液漂白褪色; c 处 SO_2 将 KMnO_4 还原为 Mn^{2+} 而使溶液褪色, B 正确。理论上, 若 0.1 mol 浓硫酸完全反应, 产生 0.05 mol SO_2 , 但随着反应进行, 浓硫酸变为稀硫酸后反应停止, 有硫酸剩余, 故产生的 $n(\text{SO}_2) < 0.05 \text{ mol}$, C 正确。反应后①中硫酸的浓度仍较大, 不能向①中直接加水, 易引起暴沸, 要将①中混合物倒入盛水的烧杯中, 观察颜色变化, D 错误。
- C 【解析】** 浓硫酸将蔗糖脱水碳化, 同时与生成的碳反应生成 CO_2 和 SO_2 , SO_2 具有漂白性, 使品红溶液褪色, A 错误; 漂白粉的有效成分是 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 具有氧化性, 通入 CO_2 和 SO_2 后反应生成 CaCO_3 和 CaSO_4 沉淀, B 错误; CO_2 和 SO_2 均不能与 BaCl_2 反应, 故装置 IV 中无明显现象, C 正确; 木炭与浓硫酸反应需要加热, 仅将装置 I 中的蔗糖换成木炭, 不能出现相同的现象, D 错误。
- D 【解析】** 浓硫酸具有吸水性, 浓盐酸具有挥发性, 浓硫酸吸收浓盐酸中的水, 且吸水时放热使溶液温度升高, 导致浓盐酸挥发, 硫酸和盐酸都是强酸, 该实验体现浓盐酸的挥发性和浓硫酸的吸水性, A 错误; 常温下, 浓硫酸和 Cu 不反应, 没有明显现象, B 错误; 浓硫酸具有吸水性, 能吸收五水硫酸铜中的结晶水, 使五水硫酸铜变为无水硫酸铜, 固体由蓝色变为白色, 发生的是化学变化, C 错误; 浓硫酸能将蔗糖中的 H、O 元素以水的组成比脱去而体现脱水性, 脱水时放出大量的热, 浓硫酸将单质碳氧化成二氧化碳而体现强氧化性, 同时还生成刺激性气味的二氧化硫, D 正确。
- C 【解析】** 黄铁矿“煅烧”时反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, A 错误; 根据煅烧的反应, 可以确定 0.05 mol FeS_2 反应生成 0.1 mol SO_2 , 转移 0.55 mol 电子, 0.1 mol SO_2 被完全氧化生成 SO_3 时转移 0.2 mol 电子, SO_3 与水反应时不发生电子转移, 若 SO_2 的催化氧化为彻底反应, 则反应生成 $0.1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 时, 共转移 0.75 mol 电子, B 错误; SO_3 溶于水会产生大量热量, 这个热量会使得水蒸发变成水蒸气, 然后 SO_3 气体溶解在水蒸气中, 从而产生酸雾 (H_2SO_4), C 正确; 标准状况下, 三氧化硫为固体, 难以计算 22.4 L SO_3 的物质的量和原子总数, D 错误。
- D 【解析】** 原硫酸溶液中 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.2 \text{ L} \times 18.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 3.68 \text{ mol}$, 反应后的溶液中 $n(\text{H}^+) = 0.8 \text{ L} \times 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.16 \text{ mol}$, 则参加反应的 $n(\text{H}^+) = 3.68 \times 2 \text{ mol} - 0.16 \text{ mol} = 7.2 \text{ mol}$, 根据反应: $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, 反应产生气体为 $n(\text{X}) = \frac{44.8 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2 \text{ mol}$, 设反应生成 $n(\text{H}_2) = x$, $n(\text{SO}_2) = y$, 列出关系式: $\begin{cases} x + y = 2 \text{ mol} \\ 2x + 4y = 7.2 \text{ mol} \end{cases}$, 解得 $x = 0.4 \text{ mol}$, $y = 1.6 \text{ mol}$ 。气体 X 为 SO_2 和 H_2 的混合物, 其体积之比为 $V(\text{SO}_2) : V(\text{H}_2) = n(\text{SO}_2) : n(\text{H}_2) = 1.6 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} = 4 : 1$, A、C 正确; 若生成相同物质的量的 SO_2 和 H_2 , 转移的

电子数相同, 则共转移电子为 $2 \text{ mol} \times 2 = 4 \text{ mol}$, B 正确; 反应中共消耗锌的质量为 $2 \text{ mol} \times 65 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 130 \text{ g}$, D 错误。

- C 【解析】** 先加入稀硝酸, 由于硝酸具有强氧化性, 溶液中若含有亚硫酸根离子, 则会被硝酸氧化为硫酸根离子, 再加入硝酸钡溶液生成硫酸钡沉淀, 因此不能排除亚硫酸根离子的干扰, A 错误; 先加入硝酸钡溶液, 产生白色沉淀, 然后再加稀硝酸, 沉淀不溶解, 不能排除亚硫酸根离子的干扰, 亚硫酸根离子易被硝酸氧化为硫酸根离子而生成硫酸钡沉淀, B 错误; 先加入稀盐酸, 没有产生沉淀, 排除银离子等的干扰, 然后再加氯化钡溶液, 产生白色沉淀, 证明有 SO_4^{2-} 存在, C 正确; 先加入氯化钡溶液, 产生白色沉淀, 然后加稀盐酸, 沉淀不溶解, 不能排除银离子的干扰, D 错误。
- C 【解析】** 某溶液中滴入 BaCl_2 溶液, 产生白色沉淀, 白色沉淀可以是氯化银、硫酸钡、碳酸钡、亚硫酸钡等, 再滴入稀盐酸, 沉淀不溶解, 则一定不含有碳酸钡、亚硫酸钡沉淀, 至少含有氯化银和硫酸钡中的一种, 即溶液中含有 SO_4^{2-} 或 Ag^+ , 一定不含 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 。
- C 【解析】** 步骤①⑤⑦的操作分别是溶解、过滤、蒸发结晶, 均需用到玻璃棒, 作用分别是搅拌、引流、搅拌, A 正确; 实验中步骤②③可以互换, 不影响除杂效果, 但②④不能互换, 否则过量的 Ba^{2+} 无法除去, B 正确; 步骤④加入过量 Na_2CO_3 溶液用于除去 Ca^{2+} 及过量的 Ba^{2+} , 故生成的沉淀是 CaCO_3 和 BaCO_3 , C 错误; 步骤⑥中加入盐酸除去过量的 OH^- 、 CO_3^{2-} , 二者与盐酸中的 H^+ 均发生离子反应, 故步骤⑥发生的离子反应至少有 2 个, D 正确。
- D 【解析】** 向粗食盐水中加入过量氢氧化钡溶液可以除去 SO_4^{2-} 、 Mg^{2+} 和部分 Ca^{2+} , 过滤后得到滤液, 加入过量碳酸钠溶液, 可以除去 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} , 过滤后, 向滤液中加入适量盐酸除去 CO_3^{2-} 、 OH^- 。A 中含有 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ②中加入过量 Na_2CO_3 溶液的主要目的是除去 Ba^{2+} 、 Ca^{2+} , A 错误; D 中含有的离子有 CO_3^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ 、 OH^- , ③中发生的反应有 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O}$, $2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, B 错误; 将精盐水倒入蒸发皿中, 用酒精灯加热, 同时用玻璃棒不断搅拌, 当蒸发皿中出现较多固体时, 应停止加热, 利用余热将滤液蒸干, C 错误; 蒸发结晶后, 蒸发皿温度较高, 应用预热过的坩埚钳将蒸发皿夹持到陶土网上冷却, 从而得到精盐, D 正确。
- C 【解析】** 试管①中, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow$, S 元素由 +6 价降低到 +4 价, 发生还原反应, 故浓硫酸体现了强氧化性, A 错误; 试管②中 SO_2 将 KMnO_4 还原为 Mn^{2+} 而使溶液褪色, 体现 SO_2 的还原性, B 错误; 试管③中 Na_2S 被氧化生成 S, 体现其还原性, C 正确; 烧杯中 NaOH 溶液用于吸收 SO_2 尾气, 反应为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, D 错误。
- B 【解析】** 加热时木炭与浓硫酸反应生成 SO_2 、 CO_2 和 H_2O , 欲检验 CO_2 要排除 SO_2 的干扰, 要先通过酸性 KMnO_4 溶液除去 SO_2 , 再用品红溶液检验 SO_2 是否除净, 最后通入澄清石灰水中, 故仪器接口顺序为 A→E→F→C→D→B, A 错误; 装置丁中酸性 KMnO_4 溶液用于除去 SO_2 , 装置丙中品红溶液用于证明 SO_2 除净, B 正确; 丁和丙中溶液都褪色, 乙中溶液变浑浊, 不能说明甲中有 CO_2 生成, 只有丙中溶液不褪色, 才能得出该结论, C 错误; SO_2 、 CO_2 都能使澄清石灰水变浑浊, 故只选用甲和乙装置, 乙中溶液变浑浊, 不能说明甲中生成 CO_2 , D 错误。

- (1) $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) 滴加 KSCN 溶液, 反应后溶液显红色
(3) ① SO_2 ② U 形管 b 侧棉花不褪色 (或紫红色变浅)
(4) ab (5) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 80%

【解析】 (1) 铸铁的主要成分为 Fe 和 C, 浓硫酸具有强氧化性, 加热条件下, Fe、C 都可与浓硫酸发生反应, 浓硫酸被还原生成 SO_2 , C 则被氧化生成 CO_2 。

(2) 利用 KSCN 溶液检验 A 中所得溶液中的 Fe^{3+} , 滴加 KSCN 溶液后, 溶液变成红色。

(3) ①酸性 KMnO_4 溶液具有强氧化性, 可被 SO_2 还原为 Mn^{2+} 而使溶液的紫红色褪去, 故 U 形管 a 侧棉花的紫红色褪去, 证明有 SO_2 生成。②利用澄清石灰水检验生成的 CO_2 , 但要利用酸性 KMnO_4 溶液除去 SO_2 , 防止产生干扰, 当 U 形管 b 侧棉花不褪色 (或颜色变浅), 且澄清石灰水变浑浊, 证明反应生成了 CO_2 。

(4) SO_2 具有弱氧化性, 可将 Na_2S 氧化生成 S , 溶液出现淡黄色浑浊, 可用 Na_2S 溶液检验 SO_2 , a 正确; SO_2 具有漂白性, 可使品红溶液褪色, b 正确; SO_2 与 KI 溶液不发生反应, 不能检验 SO_2 , c 错误; CO_2 、 SO_2 都能使紫色石蕊溶液变红, 不能检验 SO_2 , d 错误。

(5) 混合气体中含有 SO_2 、 CO_2 , 通入足量 H_2O_2 溶液中, SO_2 与 H_2O_2 溶液发生氧化还原反应: $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4$ 。反应完全后, 向溶液中加入足量 BaCl_2 溶液, 生成白色沉淀 BaSO_4 , 据 S 元素守恒可得关系式: $\text{SO}_2 \sim \text{H}_2\text{SO}_4 \sim \text{BaSO}_4$, 则有

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{BaSO}_4) = \frac{4.66 \text{ g}}{233 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}, \text{故标准状况下混合气体中 } \text{SO}_2 \text{ 的体积分数为}$$

$$\frac{0.02 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.56 \text{ L}} \times 100\% = 80\%。$$

15. (1) 先产生白色沉淀, 后白色沉淀部分溶解且产生气泡
 $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$
 (2) ③分液漏斗(恒压滴液漏斗) ④使反应生成的二氧化硫全部被 C 装置吸收 ⑥ $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 偏大

【解析】 (1) 步骤 1: 证明溶液中有 Na_2SO_3 ; 步骤 2: 另取样品于试管中, 滴加足量氯化钡溶液, 再滴加足量稀盐酸, 先产生白色沉淀, 后白色沉淀部分溶解且产生气泡, 证明溶液中含有 Na_2SO_4 ; 实验结论: 样品部分变质。样品在空气中变质是亚硫酸钠被氧气氧化为硫酸钠, 反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

(2) ③关闭活塞, 用注射器推入浓硫酸至不再产生气泡, 注射器可以换为分液漏斗(恒压滴液漏斗), 也能控制液体试剂的滴加速率。④打开活塞 K 再缓缓鼓入一定量的 N_2 , 继续通入 N_2 的作用是使反应生成的二氧化硫全部被 C 装置吸收。⑥C 装置增加的质量为产生的二氧化硫的质量, 故二氧化硫的质量为 $135.2 \text{ g} - 128.8 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$, 原溶液中 $c(\text{Na}_2\text{SO}_3) =$

$$\frac{6.4 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; \text{若没有 D 装置, 空气中的水蒸气和二氧化碳被装置 C 吸收, 导致计算的二氧化硫质量偏大, 从而导致实验结果将偏大。}$$

第 3 课时 不同价态含硫物质的转化

1. B
 2. D **【解析】** H_2S 完全燃烧生成 SO_2 , 氧气不足, H_2S 会被氧气氧化为硫单质, A 错误; 二氧化硫具有还原性, 酸性高锰酸钾溶液具有氧化性, 两者反应生成硫酸根离子, B 错误; 二氧化硫需被氧化剂氧化, 硫元素由 +4 价转化为 +6 价, 二氧化硫只和水反应不能生成硫酸, C 错误; 硫酸和亚硫酸钠反应生成硫酸钠、二氧化硫和水, 为复分解反应, D 正确。
 3. D **【解析】** 由图可知, a 是 H_2S , 在少量氧气中燃烧生成 S (b), 在足量氧气中燃烧生成 SO_2 (c), 不能生成 SO_3 (d), A 错误; 常温下, 铜与浓硫酸不发生反应, 需要加热才生成 SO_2 , B 错误; H_2S 、 SO_2 、 H_2SO_3 都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 体现这些物质的还原性, C 错误; b 是 S, f 是 H_2SO_4 , c 是 SO_2 , 加热条件下 S 与浓硫酸反应生成 SO_2 , D 正确。
 4. B **【解析】** 反应①高温煅烧时, 反应的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$, 则另一种产物为 Fe_2O_3 , 故 A 正确; 反应②可以说明酸性: $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$, 要想证明硫元素的非金属性强于碳元素, 应比较最高价氧化物对应水化物的酸性强弱, 故 B 错误; 硫难溶于水, 微溶于酒精, 易溶于二硫化碳, 则反应③实验后附着在试管壁上的硫可以用 CS_2 清洗, 故 C 正确; 反应④为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}$, 部分硫元素化合价从 +2 价降低到 0 价, 则当生成 1 mol S 时, 转移电子为 2 mol, 故 D 正确。
 5. B **【解析】** 由图可知, a 为 H_2S , b 为 S, c 为 SO_2 , d 为 SO_3 , e 为 H_2SO_4 。自然界中存在 S 单质, A 错误; a 与 c 混合可得到 S, 化学方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确; 常温下 SO_2 与足量 O_2 混合不发生反应, 不能得到 SO_3 , C 错误; 加热时 H_2SO_4 的浓溶液与 Cu 反应生成硫酸铜、二氧化硫和水, D 错误。
 6. D **【解析】** 过程 I、II 中, $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$, S 元素化合价由 +4 价升高到 +6 价, 故 SO_2 均发生氧化反应, A 正确; 过程 II 中 SO_2 和 Fe^{3+} 反应生成 Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} , 离子方程式为 $2\text{Fe}^{3+} + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+$, B 正确; 由图可知, 过

程 I、II 中, SO_2 最终转化成 SO_4^{2-} , C 正确; 由图可知, FeSO_4 溶液吸收 SO_2 的总反应为 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4$, 由于反应生成 H_2SO_4 , 故所得溶液的酸性增强, D 错误。

7. B **【解析】** 在图示的转化中, 化合价改变的元素有铁、硫、氧, 化合价不变的元素有铜、氯、氢, 故 A 正确; 在图示的转化中, FeCl_2 、 CuCl_2 是催化剂, 参与了化学反应, 故 B 错误; 将 H_2S 和空气的混合气体通入 FeCl_2 、 CuCl_2 的混合溶液中反应回收 S, 硫化氢在催化剂作用下被氧气氧化为硫, 图示转化总反

应的化学方程式是 $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{2+}, \text{Cu}^{2+}} 2\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 C 正确; 根据总反应可知, 硫元素的化合价由 -2 价升高为 0 价, 当回收得到 1 mol 硫单质时, 转移电子的物质的量为 2 mol, 故 D 正确。

8. B **【解析】** FeS_2 中 Fe 元素显 +2 价, 硫元素的化合价为 -1 价, A 错误; 黄铁矿煅烧过程中, 硫元素化合价升高, 被氧化, B 正确; 黄铁矿煅烧时, 将空气改为 O_2 , 含硫产物仍为 SO_2 , C 错误; SO_2 转化为 SO_3 的反应是可逆反应, SO_2 不能完全转化为 SO_3 , D 错误。

9. C **【解析】** 操作①是过滤, 操作④从 NaHSO_3 溶液与 NaOH 溶液反应后的溶液中获得 Na_2SO_3 粗品, 涉及蒸发浓缩、冷却结晶和过滤等操作, A 错误; 步骤②中 Na_2CO_3 溶液吸收 SO_2 , 没有单质参加和生成, 故不是置换反应, B 错误; 步骤③中 NaHSO_3 溶液与 NaOH 溶液反应生成 Na_2SO_3 和 H_2O , C 正确; 步骤④操作中 Na_2SO_3 可能被空气中的 O_2 氧化为 Na_2SO_4 , 故亚硫酸钠粗品中可能含有 Na_2SO_4 , D 错误。

10. C **【解析】** 硫酸与 Na_2SO_3 反应生成 SO_2 , 倾斜试管时硫酸与 FeS 反应生成 H_2S , 实验开始一段时间后, SO_2 和 H_2S 在试管内发生归中反应生成 S 单质和水, 所以试管内壁上有黄色颗粒出现, 故 A 正确; SO_2 和 H_2S 都有毒, 且 SO_2 和 H_2S 都能与氢氧化钠反应, 玻璃导气管中塞蘸有 NaOH 溶液棉花的目的是吸收尾气, 防止污染, 故 B 正确; SO_2 和 H_2S 在试管内反应生成 S 单质和水, 不能用离子方程式表示, 故 C 错误; 硫酸与 FeS 反应生成 H_2S 气体, 反应的离子方程式为 $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{Fe}^{2+}$, 故 D 正确。

11. A **【解析】** 游离态的硫存在于火山口附近或地壳的岩层里, A 错误; H_2S 中 H 元素处于最高价, S 元素处于最低价, 推测 H_2S 既具有氧化性又具有还原性, B 正确; 过程 I, 硫化氢与硫酸铁反应生成硫酸亚铁和 S, 离子方程式为 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S} \downarrow$, C 正确; 过程 II, 反应的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$, 根据关系式 $2\text{H}_2\text{S} \sim 4\text{FeSO}_4 \sim \text{O}_2$, $n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{m}{M} = \frac{6.8 \text{ g}}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 则消耗 0.1 mol O_2 , D 正确。

12. (1) SO_2 、 SO_3 (2) 2 : 1 (3) A
 (4) a. ①⑤ 酸性 KMnO_4 溶液褪色 b. 4N_A
 c. $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】 (2) 将 SO_2 气体通入 H_2S 的水溶液中, 溶液变浑浊, 反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 3 个 S 中有 2 个是氧化产物, 1 个是还原产物, 氧化产物和还原产物的质量之比为 2 : 1。(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 中硫元素化合价为 +2 价, 从氧化还原角度分析, 化合价有升高也有下降; Na_2SO_3 和 S 生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Na_2SO_3 中 S 由 +4 价下降到 +2 价, 硫单质中 S 由 0 价上升到 +2 价, 故 A 合理。(4) a. 实验 i 欲实现 +4 价硫元素转化为 +6 价硫元素, 即硫元素被氧化, 必须加入强氧化剂, 所给试剂中, 酸性 KMnO_4 溶液符合题意, 该转化中利用了 Na_2SO_3 的还原性, 实验现象是酸性 KMnO_4 溶液褪色。b. 实验 ii 实现了 +4 价和 -2 价 S 向 0 价 S 的转化, 即可以向 Na_2SO_3 与 Na_2S 的混合溶液中加入稀硫酸, 发生归中反应, 离子方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} + 6\text{H}^+ = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, 亚硫酸钠中硫元素化合价由 +4 价降低到 0 价, 硫化钠中硫元素化合价由 -2 价升高到 0 价, 则每生成 3 mol 硫单质, 转移的电子数为 4N_A 。c. 实验 iii 中 Cu 和浓 H_2SO_4 发生反应生成 CuSO_4 、 SO_2 、 H_2O , 根据原子守恒和得失电子守恒, 可得反应的化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

13. (1) 常温下, 铁遇浓硫酸发生钝化
 (2) 将气体通入品红溶液中, 使得品红溶液褪色, 并且在加热的条件下, 溶液又恢复红色



①溶液变红 ② $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

③+4 +6 不合理 氯水中本身含 Cl^- 氯水中含有 HClO , HClO 分解产生 Cl^-

【解析】(3) 实验Ⅲ试管 A 中铜和浓硫酸加热反应生成 SO_2 : $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。① SO_2 通入紫色石蕊溶液中, 会与水反应生成 H_2SO_3 , 溶液呈酸性, 紫色石蕊溶液会变红。②若 B 中为 H_2S 溶液, 淡黄色的固体为 S, 化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。③若 B 中为新制氯水, 观察到氯水褪色, SO_2 具有还原性, 氯水具有氧化性, 所以该反应中硫元素的化合价由 +4 价转化为 +6 价。为证实产物中氯元素的存在形式, 向反应后的试管中加入硝酸酸化的硝酸银溶液, 观察到产生白色沉淀, 由此得出氯水转化为 Cl^- 的结论, 这是不合理的, 因为氯水中本身含 Cl^- , 而且氯水中含有 HClO , HClO 分解产生 Cl^- , 故不能说明氯水转化为 Cl^- 。

第二节 氮及其化合物

第 1 课时 氮气与氮的固定 一氧化氮和二氧化氮

- C 【解析】** 氮的固定是将游离态的氮转化为化合态的氮。
- A 【解析】** 氮肥有铵态氮肥、硝态氮肥、有机氮肥, 故有效成分不一定是铵盐, A 错误。
- A 【解析】** 自然固氮与人工固氮是将 N_2 转化为含氮化合物, 但不一定是转化为 NH_3 , 如自然固氮中, 雷电作用下可将 N_2 转化为 NO , A 错误; 侯氏制碱法首先以 H_2O 、 NH_3 、 CO_2 、 NaCl 为原料制备 NaHCO_3 和 NH_4Cl , 化学方程式为 $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$, NaHCO_3 受热分解转化成纯碱, B 正确; 放电条件下, N_2 与 O_2 反应可生成 NO , C 正确; 氮元素在自然界中既有游离态又有化合态, 多种形态的氮及其化合物间的转化形成了自然界的“氮循环”, D 正确。
- D 【解析】** 大气中的 N_2 和 O_2 在“雷电作用”下发生反应生成 NO , 化学方程式为 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$, A 正确; 过程③“固氮作用”中, $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3$ (或 NH_4^+), N 元素的化合价降低, 故 N_2 被还原, 发生还原反应, B 正确; 过程⑤中 $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$, 发生氧化反应, 可能有 O_2 参与, 故可能发生反应: $2\text{NO}_2^- + \text{O}_2 = 2\text{NO}_3^-$, C 正确; 过程⑥中 $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$, 发生还原反应, 根据氧化还原反应规律, 必定有物质发生氧化反应, 故不可能发生反应: $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ = \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$, D 错误。
- A 【解析】** N_2 的化学性质稳定, 但在一定条件下可与 O_2 反应生成一氧化氮, 与 H_2 反应生成氨气, 与 Mg 在点燃的条件下反应生成氮化镁, 故 A 正确; NO 、 NO_2 均为大气污染气体, 在大气中不能稳定存在, NO 易被 O_2 氧化生成 NO_2 , NO_2 易与水反应生成硝酸, 故 B 错误; NO 不溶于水、 NO_2 易溶于水且与水发生反应, 故 C 错误; 与碱反应只生成一种盐和水的氧化物称为酸性氧化物, 且酸性氧化物与碱的反应不属于氧化还原反应, NO_2 与 NaOH 溶液发生反应生成两种盐, 且属于氧化还原反应, 故 D 错误。
- C 【解析】** NO_2 是红棕色有毒气体, A 错误; SO_2 和 NO_2 的密度均大于空气的密度, 均采用向上排空气法收集, B 错误; SO_2 与过量的 NO_2 混合后通入水中, 先分别与 H_2O 反应生成 H_2SO_3 和 HNO_3 , HNO_3 具有氧化性, 可将 H_2SO_3 氧化为 H_2SO_4 , 而 HNO_3 过量, 故可得 H_2SO_4 和 HNO_3 两种酸, C 正确; 盛满 NO_2 的试管倒扣在水槽中, 发生反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 反应生成不溶于水的 NO , 水不能充满试管, D 错误。
- D 【解析】** NaNO_2 中 Na 的化合价为 +1 价, O 的化合价为 -2 价, 则 N 的化合价为 +3 价, A 正确; NO 中 N 的化合价上升, 是还原剂, B 正确; NO 中 N 的化合价上升, 生成 NaNO_2 , 则氧化产物为 NaNO_2 , C 正确; 根据得失电子守恒可知, 生成 2 mol NaNO_2 时转移 1 mol 电子, D 错误。
- D 【解析】** 试管中盛装的是红棕色气体, 则该气体中一定含有 NO_2 , C 项错误; 倒扣在盛有水的水槽中, 试管中液面上升, 但不能充满试管, 向试管内鼓入氧气后, 试管中水柱继续上升, 经过多次重复后, 试管被水充满, 则原气体可能是 NO_2 , 或 NO_2 和 O_2 的混合气体, 或 NO_2 和 NO 的混合气体等。
- D 【解析】** 根据反应 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 分析, 若

剩余的气体是 O_2 (2 mL), 则 $V(\text{NO}_2) = \frac{4}{5} \times (12 - 2) \text{ mL} = 8 \text{ mL}$, $V(\text{O}_2) = 12 \text{ mL} - 8 \text{ mL} = 4 \text{ mL}$ 。若剩余的气体是 NO (2 mL), 由反应 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 得, $V_{\text{剩}}(\text{NO}_2) = 6 \text{ mL}$, 则有 $V(\text{O}_2) = \frac{1}{5} \times (12 - 6) \text{ mL} = 1.2 \text{ mL}$ 。

- D 【解析】** 酸性氧化物与碱反应生成一种盐和水, 且发生非氧化还原反应, 题中反应 N 元素化合价发生变化, 属于氧化还原反应, 故 NO 和 NO_2 都不是酸性氧化物, A 错误; $\text{NO} \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ 中 N 元素被氧化, $\text{NO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ 中 N 元素被还原, 故 NO 是还原剂, NO_2 是氧化剂, B 错误; NO_2 能和水反应生成硝酸和 NO , 不能采用排水法收集, C 错误; 用 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 将 NO_2 转化为 N_2 过程中, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \rightarrow \text{N}_2$ 中 N 元素由 -3 价升高到 0 价, 故 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 作还原剂, 利用了 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的还原性, D 正确。
- B 【解析】** 二氧化氮是红棕色的气体, 所以混合气体甲中一定不存在, 硫酸和碱性气体能反应, 所以 100 mL 甲气体经过足量的浓硫酸, 剩余气体 80 mL, 说明一定有 NH_3 存在且体积为 20 mL, 二氧化碳可以和过氧化钠反应生成碳酸钠和氧气, 反应的化学方程式为 $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$, 一氧化氮无色, 与氧气立即反应变为红棕色的二氧化氮, 通过足量的过氧化钠后气体显红棕色, 说明有 NO 、 CO_2 , 排水法收集气体, 广口瓶被上升的水注满, 说明没有 N_2 , 因此甲气体的组成可能是 NH_3 、 NO 、 CO_2 , 故选 B。
- (1)① (2) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ (3)① $2\text{OH}^- + 2\text{NO}_2 = \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ ② $\alpha < 50\%$ 时, 过量的 NO 不能被 NaOH 溶液反应吸收, 加入 H_2O_2 后, H_2O_2 将 NO 氧化成 NO_2 , NO_2 的含量增大, 使得氮氧化物的吸收率增大
③ NO_2 与水反应会生成有毒的 NO 气体, 氮氧化物不能被吸收除尽
【解析】 N_2 和 H_2 在高温、高压、催化剂条件下转化为 NH_3 , NH_3 经催化氧化反应转化为 NO , NO 与氧气反应转化为 NO_2 , NO_2 与水反应转化为 HNO_3 和 NO 。
(1) 氮的固定是游离态的氮转化为化合态的氮, ①~④各步转化中, 属于氮的固定的是①。
(2) 工业上制备氨气的化学方程式为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ 。
(3) ① NaOH 溶液吸收尾气时发生的反应有 $2\text{NaOH} + \text{NO} + \text{NO}_2 = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, NaOH 溶液吸收 NO_2 的离子方程式为 $2\text{OH}^- + 2\text{NO}_2 = \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ 。②反应中, $n(\text{NO}) = n(\text{NO}_2)$ 时, 气体刚好能被充分吸收, 当 $n(\text{NO}_2) > n(\text{NO})$ 时, 多余的 NO_2 可以被 NaOH 吸收, 即 $\alpha \geq 50\%$ 时, 氮氧化物可被 NaOH 溶液充分吸收, $\alpha < 50\%$ 时, 过量的 NO 不能被 NaOH 溶液吸收, 加入 H_2O_2 后, H_2O_2 将 NO 氧化成 NO_2 , NO_2 的含量增大, 使得氮氧化物的吸收率提高。③ NO_2 与水反应会生成有毒的 NO 气体, 氮氧化物不能被吸收除尽, 故不用水吸收处理 NO_2 。
- (3) 气体先变为红棕色, 然后逐渐变浅, 直至无色 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$

$$(4) \text{①NO} \quad \text{②} \frac{V}{11.2}$$

【解析】 NO 是不溶于水的无色气体, 用排水量气法测定 NO 的体积, 滴定管液面变化的示数为 NO 的体积; NO 遇氧气生成红棕色的 NO_2 , NO_2 溶于水生成硝酸和一氧化氮。

(3) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, NO 是无色气体, NO_2 是红棕色气体, 停止通入 NO 后关闭 K_1 、 K_3 , 打开 K_2 , 从导管 b 缓缓通入 O_2 , 可观察到的现象是气体先变为红棕色, 然后逐渐变浅, 直至无色。

(4) ①根据 $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 总反应方程式为 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 当通入氧气的体积为 $\frac{1}{2}V \text{ L}$ 时, O_2 不足, NO 过量, 广口瓶中剩余的是 NO 气体。

②当广口瓶中刚好充满液体时, NO 完全转化为硝酸, 根据 N 元素守恒, 生成硝酸的物质的量为 $\frac{V}{22.4} \text{ mol}$, 所

得溶液的物质的量浓度为 $\frac{\frac{V}{22.4} \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = \frac{V}{11.2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

第2课时 氨和铵盐

1. A **【解析】** 氨的水溶液显弱碱性,故 A 正确;液氨是纯净物,故 B 错误;氨气和挥发性酸挥发出的蒸气反应,生成对应的盐产生白烟,若不是挥发性的酸则不会产生白烟,故 C 错误;反应 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{NH}_4^+$ 中没有元素的化合价发生变化,不存在失去电子被氧化的微粒,故 D 错误。
2. B **【解析】** 反应 $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} \xrightarrow{\Delta} 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中 N 元素化合价升高,无铵盐生成, NH_3 只表现还原性, A 不符合题意;反应 $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 6\text{NH}_4\text{Cl} + \text{N}_2$ 中, NH_3 表现还原性和碱性, B 符合题意;反应 $4\text{NH}_3 + 6\text{NO} \xrightarrow{\Delta} 5\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ 中由 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$, N 元素化合价升高,无铵盐生成, NH_3 只表现还原性, C 不符合题意; $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, N 元素化合价不变,生成铵盐, NH_3 只表现碱性, D 不符合题意。
3. B **【解析】** 将熟石灰和氯化铵混合,加水调成泥状后加热,发生反应: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 从而制得氨气, A 不符合题意;加热试管中的氯化铵固体后,氯化铵分解为氨气和氯化氢,在试管口两种气体遇冷又化合重新生成氯化铵,附着在试管内壁上,不能制得氨气, B 符合题意;加热浓氨水,一水合氨分解生成氨气和水,发生反应: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 从而制得氨气, C 不符合题意;将分液漏斗中的浓氨水滴入装有生石灰的烧瓶中,生石灰与水化合生成氢氧化钙,放出大量的热,一水合氨分解放出氨气,同时 CaO 与一水合氨发生反应: $\text{CaO} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$, D 不符合题意。
4. C **【解析】** 氯化铵受热分解生成氨气和氯化氢,氯化氢和氨气在冷处又反应生成氯化铵,因此不能用加热氯化铵的方法来制取氨气,而是加热氯化铵和氢氧化钙固体来制取氨气, A 错误;氨气与硫酸反应,因此不能用装置乙除去氨气中的水蒸气,用碱石灰干燥氨气, B 错误;氨气与氧化铜在加热条件下发生反应,根据氧化铜由黑色变为红色,说明氨气具有还原性, C 正确;氨气易溶于水,装置丁中氨气直接通入水中,会产生倒吸, D 错误。
5. D **【解析】** 该气体能形成喷泉,溶液充满烧瓶,且溶液显红色。二氧化氮溶于水生成硝酸和一氧化氮,溶液无色,且不能充满烧瓶, A 错误;氯气和氢氧化钠溶液反应,可以形成喷泉,溶液充满烧瓶,但不是红色, B 错误;氯化氢和氢氧化钠溶液反应生成氯化钠, HCl 过量使溶液显酸性,可以形成喷泉,溶液充满烧瓶,但不是红色, C 错误;氨气极易溶于水,可形成喷泉,生成一水合氨,溶液显碱性,遇酚酞变红色, D 正确。
6. B **【解析】** 向 NaOH 固体上滴几滴浓氨水, NaOH 固体遇水放热,促进 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解,挥发出 NH_3 , 浓盐酸挥发出来的 HCl 与 NH_3 反应生成 NH_4Cl 固体,产生白烟, A 正确; NH_3 与浓 H_2SO_4 反应,但因浓 H_2SO_4 难挥发,故无明显现象, B 错误; NH_3 遇到 FeCl_3 溶液生成红褐色 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀, C 正确;干燥的红色石蕊试纸不变色,而湿润的红色石蕊试纸变蓝,可说明 NH_3 溶于水生成的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 显碱性,能说明 NH_3 是一种可溶性的碱性气体, D 正确。
7. B **【解析】** 加热盛有少量 NH_4HCO_3 固体的试管,受热分解生成氨气,在试管口放置湿润的红色石蕊试纸,石蕊试纸变蓝, A 正确; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液反应均生成氨气和白色沉淀,不能鉴别, B 错误;烧碱可与 NH_4^+ 反应生成氨气,故可用烧碱处理含高浓度 NH_4^+ 的废水并回收利用氨, C 正确;加热 NH_4Cl 生成的氨气和 HCl 遇冷又化合为氯化铵,加热 NH_4NO_3 固体易爆炸,不能用于实验室制取氨气, D 正确。
8. B **【解析】** $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 受热分解生成 NH_3 、 H_2O 、 CO_2 , 通过足量 Na_2O_2 固体, H_2O 、 CO_2 被吸收同时生成 O_2 , 再通过足量浓硫酸, NH_3 被吸收,只剩下 O_2 , 答案选 B。
9. B **【解析】** 盐 X 与烧碱混合共热,放出无色气体 Y,则 X 是铵盐, Y 是 NH_3 。Y(NH_3)经氧化生成 NO , NO 被氧化生成 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 , 则 Z 是 HNO_3 。 NH_3 和 HNO_3 反应生成 NH_4NO_3 , 则 X 是 NH_4NO_3 。
10. C **【解析】** NaOH 能与铵盐在加热条件下反应生成氨气,可以用湿润的红色石蕊试纸检验产生的气体,若试纸变蓝,则原晶体中含有 NH_4^+ , 故 C 正确。
11. B **【解析】** 氨气不能使用浓硫酸干燥,应该使用固体碱石灰等干燥,故 A、C 为生成并干燥氧气的装置, A 中圆底烧瓶内

盛装的固体为 MnO_2 , A 正确; E 中的反应是 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, B 错误; F 中 NO 和过量的氧气转化

为二氧化氮,二氧化氮和生成的水反应生成硝酸,硝酸可能和氨气反应生成硝酸铵,故可能会产生白烟,其主要成分是 NH_4NO_3 , C 正确; NO 和过量的氧气反应转化为二氧化氮,二氧化氮和水反应生成硝酸,硝酸和铜反应生成硝酸铜,故一段时间后, G 中溶液可能变蓝, D 正确。

12. D **【解析】** 装置 A 中应盛放均匀混合后的氯化铵和氢氧化钙固体, A 错误;实验时,应先点燃装置 A 处酒精灯排尽装置内的空气,再点燃装置 C 处酒精灯, B 错误;装置 C 中发生反应的化学方程式为 $2\text{NH}_3 + 2\text{Na} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2 \uparrow$, C 错误;氨基钠易吸收水分而失效,故连接尾气处理装置时要防止空气中的水蒸气进入, D 正确。
13. C **【解析】** 氨气产生的量随着铵盐的加入先增加后不变,所以固体 a 为硫酸铵,故 A 正确;铵盐为硫酸铵和硫酸氢铵时,首先发生 $2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 然后才发生 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, NaOH 过量时,随铵盐增多,产生 NH_3 的量增大,达到最大时,铵盐与 NaOH 恰好反应,随后,混合物的质量增多,硫酸氢铵增多,第一个反应后剩余的氢氧化钠的量减少,第二个反应生成的氨气的量必定减少,当产生 NH_3 再次为 0 时,仅发生第一个反应,即 H^+ 与 OH^- 的反应,根据此份铵盐中 $n(\text{NH}_4^+) > n(\text{H}^+)$, 符合 b 的图像,故 B 正确;混合物中只有硫酸氢铵时,先发生反应 $2\text{NH}_4\text{HSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 再发生反应 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, 依据 $n(\text{NH}_4^+) = n(\text{H}^+)$, 可知 c 对应的是 NH_4HSO_4 , $1\text{ L } 0.1\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氢氧化钠溶液完全反应,加热条件下生成氨气的物质的量小于 0.1 mol , 故 C 错误;根据硫酸铵、硫酸氢铵与氢氧化钠反应的顺序可知,混合物中含有硫酸氢铵越多,与相同质量的氢氧化钠反应生成的氨气越少,质量相同的 b 和 c 铵盐,得到氨气的物质的量不同,故 D 正确。
14. (1) NH_3 (2) ① $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$ ② 烧杯中的水倒吸入试管中 ③ 该反应是气体体积减小的反应,试管内压强减小,在大气压的作用下烧杯中的水发生倒吸 **【解析】** (1)为使两气体充分混合,则应使密度小的 NH_3 从注射器经长导管进入试管底部, NH_3 上升的过程中,与 Cl_2 充分混合。(2)打开 K_1 ,缓缓推动注射器活塞,向试管中注入约 3 倍于 b 气体的 a 气体,氨过量,关闭 K_1 ,恢复室温,试管中可观察到的现象是生成白烟,而后有白色固体凝结在试管内壁,发生反应的化学方程式为 $8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$ 。再打开 K_2 ,可观察到的现象是烧杯中的水倒流进入试管中,原因是该反应是气体体积减小的反应,试管内压强减小,在大气压的作用下烧杯中的水发生倒吸。
15. (1) a (2) 碱石灰 (3) 2.24 (4) D (5) 产生白烟 (6) 防止倒吸 (7) bc (8) 还原性 作制冷剂、氮肥(或化肥)的原料、硝酸的原料、化工原料(写出一种,其他合理答案也可) **【解析】** (3) $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{5.35\text{ g}}{53.5\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1\text{ mol}$, 根据反应的化学方程式可知, $n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.1\text{ mol}$, 所以 $V(\text{NH}_3) = 0.1\text{ mol} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.24\text{ L}$ 。(4) 氨能使湿润的红色石蕊试纸变蓝,所以 D 中试纸颜色发生变化。(6) 氨极易溶于水,利用 F 装置中的倒置漏斗可防止倒吸。(7) 利用氨和滴加酚酞的水溶液进行喷泉实验,烧瓶内产生红色喷泉,说明氨极易溶于水且氨与水反应生成碱性物质。(8) 在反应 $8\text{NH}_3 + 6\text{NO} \rightleftharpoons 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ 中, NH_3 中氮元素化合价升高,被氧化,体现还原性。氨的常见用途有作制冷剂、氮肥(或化肥)的原料、硝酸的原料、化工原料等。

第3课时 硝酸 酸雨及防治

1. C **【解析】** NO_2 与碱反应生成两种盐和水,不属于碱性氧化物, A 错误;硝酸属于强氧化性的酸,与金属反应会生成氮的氧化物,不会生成氢气, B 错误;浓硝酸见光或受热易分解,必须保存在棕色瓶中, C 正确;硝酸与铜反应表现出氧化性和酸性, D 错误。

2. D 【解析】浓硝酸具有挥发性,挥发出的 $\text{HNO}_3(\text{g})$ 溶于水蒸气产生白雾, A 正确; HNO_3 见光或受热易分解,故实验室常用棕色试剂瓶保存浓硝酸,并置于阴凉处,防止分解, B 正确;稀硝酸中含有 H^+ ,使紫色石蕊溶液变红,体现其酸性, C 正确;稀硝酸与 CuO 反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 和 H_2O ,体现稀硝酸的酸性, D 错误。
3. D 【解析】过量的铁粉中加入稀 HNO_3 生成 Fe^{2+} ,加入 KSCN 溶液时颜色不变,故①错误;浓 HNO_3 久置或光照变黄是因为浓 HNO_3 分解产生的 NO_2 溶于浓 HNO_3 ,故②正确;常温下铝箔遇浓 HNO_3 发生钝化,稀 HNO_3 会使铝箔溶解,故③错误;浓硝酸具有酸性和强氧化性,可使蓝色石蕊试纸先变红后褪色,故④正确。
4. D 【解析】①中灼热碎玻璃起加热作用,浓硝酸受热分解生成红棕色气体,推断产生的气体中含有 NO_2 和 O_2 , A 正确;由①可知,浓硝酸受热分解可生成红棕色气体,故②中产生的红棕色气体不一定是木炭与浓硝酸发生反应产生的, B 正确;③中浓硝酸挥发才能与红热木炭接触,无论 NO_2 是由浓 HNO_3 分解产生,还是由浓 HNO_3 与木炭反应产生, NO_2 均为还原产物, C 正确;红热的木炭还可与空气中的 O_2 反应生成 CO_2 ,不一定是木炭与浓硝酸发生反应生成的 CO_2 , D 错误。
5. B 【解析】②中铁片剩余,则溶液中不可能含大量 H^+ ,且 Fe^{2+} 、 NO_3^- 和 H^+ 发生氧化还原反应,不能大量共存, A 错误;①产生的气体为 NO ,③中加入稀硫酸后, NO_3^- 在酸性条件下能继续氧化 Fe 或 Fe^{2+} ,若形成的 HNO_3 足量,则只产生 NO 气体,若形成的 HNO_3 不足,则过量的 Fe 与稀硫酸反应产生 H_2 ,①③中产生气体的组成可能不同, B 正确;若稀硝酸足量,能将所有 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,则③溶液中不一定有 Fe^{2+} , C 错误;稀硝酸的氧化性大于稀硫酸, D 错误。
6. B 【解析】3.2 g Cu 的物质的量为 0.05 mol,生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 的物质的量也为 0.05 mol,又因为反应后溶液中含 a mol H^+ ,则溶液中所含 NO_3^- 的物质的量为 $0.05 \text{ mol} \times 2 + a \text{ mol} = (0.1 + a) \text{ mol}$ 。
7. B 【解析】铁铝合金溶于过量稀硝酸后分别变为铁离子和铝离子,加入过量氢氧化钠溶液,铝离子会转化为四羟基合铝酸钠,铁离子会转化为氢氧化铁沉淀,氢氧化铁的质量为 10.7 g,则 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的物质的量为 $\frac{10.7 \text{ g}}{107 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,依据原子守恒,合金中 Fe 的物质的量为 0.1 mol,质量为 5.6 g,则铝的质量为 $8.0 \text{ g} - 5.6 \text{ g} = 2.4 \text{ g}$, Al 的物质的量为 $\frac{2.4 \text{ g}}{27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \frac{4}{45} \text{ mol}$,则合金中 Fe 与 Al 的物质的量之比为 0.1 mol : $\frac{4}{45} \text{ mol} = 9 : 8$ 。
8. D 【解析】酸性条件下,氧化性为 $\text{NO}_3^- > \text{Fe}^{3+} > \text{H}^+$ 。OA 段稀硝酸足量,反应生成 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$,发生反应 $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;由于 Fe^{3+} 的氧化性强于 H^+ ,AB 段发生反应 $2\text{Fe}^{3+} + \text{Fe} \longrightarrow 3\text{Fe}^{2+}$;BC 段铁与 H^+ 发生反应 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 。由上述分析知,OA 段产生 NO ,BC 段产生 H_2 , A 正确;A 点时 NO_3^- 恰好完全反应,溶液中含 SO_4^{2-} ,溶质为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 H_2SO_4 , B 正确;A 点时 NO_3^- 恰好完全反应,消耗 11.2 g Fe (即 0.2 mol),结合反应①可知同时消耗 0.2 mol NO_3^- ,故原混合溶液中含 0.2 mol NO_3^- , C 正确;反应①消耗 0.2 mol Fe 和 0.8 mol H^+ ,反应③消耗 $22.4 \text{ g} - 16.8 \text{ g} = 5.6 \text{ g}$ Fe (即 0.1 mol)和 0.2 mol H^+ ,则溶液中硫酸提供的 H^+ 为 $0.8 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} - 0.2 \text{ mol} = 0.8 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.8 \text{ mol}}{2} = 0.4 \text{ mol}$,故原混合液中 $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.4 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 错误。
9. D 【解析】酸雨是指 pH 小于 5.6 的雨水, A 错误; CO_2 不会引起酸雨,减少 CO_2 的排放无法有效遏制酸雨的形成, B 错误;燃煤中加入石灰石,二氧化硫与碳酸钙、氧气反应生成硫酸钙,可减少 SO_2 的排放,但是不能减少 CO_2 的排放, C 错误;机动车尾气中的氮氧化物能形成硝酸型酸雨,是形成酸雨的原因之一, D 正确。
10. D 【解析】酸雨是指 pH 小于 5.6 的雨水, A 正确;“静电除尘”可以除去空气中的固体小颗粒,“燃煤脱硫”可以降低空气中 SO_2 的含量,从而可减少酸雨的形成,“汽车尾气催化净化”可以降低 CO 、 NO 的产生与排放,因此这些措施都能提高空气质量, B 正确;燃煤中含有 S 元素,燃烧时产生 SO_2 ,容易引起酸雨,加入 CaO ,发生 $\text{CaO} + \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSO}_3$, $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CaSO}_4$,减少酸雨的形成, C 正确;硫的氧化物能形成酸雨,不能形成光化学烟雾, D 错误。
11. B 【解析】由图可知, a 为 NH_3 , b 为 N_2 , c 为 NO , d 为 NO_2 , e 为 HNO_3 。工业上制备硝酸以 NH_3 为原料,经催化氧化生成 NO , NO 被氧化生成 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 , A 正确;氮的固定是指 N_2 转变为含氮化合物的过程,故 $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2$ 不属于氮的固定, B 错误;液氨汽化时吸收大量的热,故常用液氨作制冷剂, C 正确;浓硝酸见光或受热易发生分解,因此实验室中常将浓硝酸保存在棕色细口瓶中, D 正确。
12. C 【解析】铜和浓硝酸发生氧化还原反应生成红棕色二氧化氮气体,步骤 1 观察到试管 a 中充满红棕色气体,说明铜和浓硝酸反应生成 NO_2 , A 正确;铜和稀硝酸发生氧化还原反应生成无色的一氧化氮气体,步骤 2 观察到反应变平缓而且气体颜色从下方开始变浅,说明浓硝酸已经变成稀硝酸, B 正确;步骤 2 得到溶液中含有硝酸根离子,步骤 3 加入稀硫酸,酸性条件下,硝酸根离子继续氧化铜单质生成 NO ,而不是 Cu 被 H^+ 氧化, C 错误; NO_2 为红棕色气体,溶解在蓝色硝酸铜溶液中,从而使得溶液显绿色, D 正确。
13. (1)①bc ②不能 红热木炭与空气中的氧气也能反应生成 CO_2 ,使澄清石灰水变浑浊 (2)不能 挥发出的硝酸和生成的 NO_2 消耗了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- (3)①排尽装置中的空气 ② $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ③ C 中澄清石灰水变浑浊 ④ $5\text{NO} + 3\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{NO}_3^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 【解析】(1)①红热木炭伸入装有浓硝酸的试管中,液面上方出现红棕色 NO_2 气体, NO_2 气体可能是硝酸蒸气遇热分解产生的,证明浓硝酸具有挥发性、不稳定性,故选 bc。②红热木炭与空气中的氧气能反应生成二氧化碳,与浓硝酸也能反应生成二氧化碳,所以沾有澄清石灰水的玻璃片出现浑浊,不能证明木炭与浓硝酸发生了反应。(2)挥发出的硝酸和反应生成的 NO_2 都能与石灰水反应而消耗 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,所以沾有澄清石灰水的玻璃片无明显变化,不能证明木炭与浓硝酸未反应。(3)①为防止装置内部的空气对实验产生干扰,加热木炭与浓硝酸前需先通一段时间 N_2 ,将装置中的空气排尽。②木炭与浓硝酸共热反应生成二氧化碳、二氧化氮、水,反应的化学方程式为 $\text{C} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 4\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。③若澄清石灰水变浑浊,可证明木炭被氧化为二氧化碳。④在装置 B 中 NO_2 与 H_2O 反应生成了 NO ,装置 D 中 NO 被氧化为 NO_3^- , MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} ,发生反应的离子方程式为 $5\text{NO} + 3\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{NO}_3^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
14. (1)第二周期第 V A 族 (2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (3)①大 ②氧化 (4)①试管内液面上方出现红棕色气体 ② CuO 或者 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (5)①CD ②BCD ③ $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaNO}_2$
- 【解析】(1)氮在元素周期表中的位置为第二周期第 V A 族。(2)实验 I 中浓硝酸与铜反应生成硝酸铜和 NO_2 ,化学方程式是 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(3)①硝酸浓度越稀,溶液中单位体积内的 NO_3^- 数目越少。被还原时,每个 NO_3^- 从铜片处获得较多电子的机会越大,因此越易被还原为较低价态的含氮物质,实验 II 得到 NO 。②浓硝酸具有较强的氧化性,可将 NO 转化为 NO_2 。(4)①如果溶液中溶解了 NO_2 ,向上拉动活塞 a,试管内压强减小,溶解的 NO_2 会逸出,会看到在试管液面上方出现红棕色气体。②向另一份溶液加入 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (或 CuO 等),溶液变为蓝色。证实假设 1 不成立,假设 2 成立。(5)①酸雨与氮氧化物、二氧化硫的排放有关,故 A 不选;氮氧化物的排放能引起光化学烟雾,故 B 不选;温室效应主要

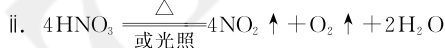
是空气中 CO_2 含量过高而引起的,故 C 选;白色污染与塑料的使用有关,与氮氧化物的排放无关,故 D 选。② $n(\text{Fe}) = \frac{b}{56} \text{ mol}$, $n(\text{HNO}_3) = \frac{a}{63} \text{ mol}$, 有 0.25a g HNO_3 被还原,故 $n(\text{NO}) = \frac{1}{4} \times \frac{a}{63} \text{ mol}$ 。恰好反应,若铁被氧化成 Fe^{3+} , 根据电子守恒: $3 \times \frac{b}{56} \text{ mol} = \frac{1}{4} \times \frac{a}{63} \text{ mol} \times (5-2)$, 整理得 $a:b = 9:2$; 恰好反应,若铁被氧化成 Fe^{2+} , 根据电子守恒: $2 \times \frac{b}{56} \text{ mol} = \frac{1}{4} \times \frac{a}{63} \text{ mol} \times (5-2)$, 整理得 $a:b = 3:1$; 恰好反应,若铁被氧化成 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} , 根据化学反应的极限可知, $a:b$ 介于上述两种情况之间,故 $3:1 < a:b < 9:2$; 答案为 BCD。③对于尾气中的 NO_2 , 使用具有碱性的 Na_2CO_3 溶液吸收,同时生成 CO_2 , 根据得失电子守恒和质量守恒写出化学方程式为 $2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{NaNO}_2$ 。

拓展微课 6 硫、氮及其化合物为主体的实验 “微设计”

- C 【解析】** NH_4Cl 加热分解产生 NH_3 和 HCl , NH_3 和 HCl 遇冷又生成 NH_4Cl , 不能用加热 NH_4Cl 的方法制备氨气, 故 A 错误; 纯碱是 Na_2CO_3 , 小苏打是 NaHCO_3 , NaHCO_3 不稳定受热分解产生 CO_2 , CO_2 能使澄清石灰水变浑浊, Na_2CO_3 受热不分解, 可以通过加热的方法鉴别纯碱与小苏打, 但加热固体时, 试管应该略向下倾斜, 故 B 错误; SO_2 可以和 NaOH 溶液发生反应, 向圆底烧瓶中挤入 NaOH 溶液, 打开止水夹, 可以引发喷泉实验, 故 C 正确; NO 在空气中易被氧化成 NO_2 , 不能通过排空气法收集, 故 D 错误。
- D 【解析】** 浓盐酸与高锰酸钾溶液反应制氯气, 用饱和食盐水除氯化氢, 应该再用浓硫酸干燥, A 错误; 浓硫酸与金属铜的反应需在加热条件下进行, 而本实验缺少加热装置, B 错误; 碱石灰是固体干燥剂, 应放在干燥管中, 氨气的密度比空气小, 不能用向上排空气法收集, C 错误; 双氧水在二氧化锰催化下分解产生氧气, 不需要加热, 氧气可用浓硫酸干燥净化, 并且氧气的密度大于空气, 可用向上排空气法收集, D 正确。
- C 【解析】** 氯化氢可以和亚硫酸氢钠反应生成二氧化硫, 即通过饱和的 NaHSO_3 溶液可以除去二氧化硫中的氯化氢, A 正确; 氯化氢可以和碳酸氢钠反应生成二氧化碳, 即通过饱和的 NaHCO_3 溶液可以除去二氧化碳中的氯化氢, B 正确; 氮气和氨气都不和灼热的铜丝反应, 即通过灼热的铜丝网不能除去氮气中的氨气, C 错误; 二氧化氮会和水反应生成硝酸和一氧化氮, 浓硫酸可干燥一氧化氮气体, 即依次通过水、浓硫酸可以除去一氧化氮中的二氧化氮, D 正确。
- A 【解析】** KClO_3 和 MnO_2 加热时反应生成氧气, 符合“固固加热”制备气体, 即选择制备装置 a, 氧气能用碱石灰干燥且密度大于空气, 可以选择向上排空气法收集, 收集方法正确, A 正确; 生成的氨气和氯化钙反应而被吸收, 故不能使用无水氯化钙干燥氨气, B 错误; 二氧化锰和浓盐酸在加热条件下生成氯气, 反应中不需使用温度计, C 错误; 二氧化硫易溶于水, 不能用排水法收集, 其密度比空气大, 可以用向上排空气法收集, D 错误。
- B 【解析】** 由题图可知, ①中发生的反应为 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 打开 K_1 , Cl_2 能和 NaOH 溶液反应生成 NaCl 、 NaClO , ⑤用来制取 NH_3 , ④装置作安全瓶, 能防倒吸, 在③中 NH_3 和 NaClO 反应生成 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{ClO}^- + 2\text{NH}_3 = \text{N}_2\text{H}_4 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$, 最后关闭 K_1 , ②中盛装 NaOH 溶液, 用于吸收多余的 Cl_2 。装置①中浓盐酸换成 H_2O_2 溶液, 制备氧气时不需要加热, A 错误; Cl_2 有毒, 不能排放到环境中, 则②中盛装 NaOH 溶液, 用于吸收多余的 Cl_2 , B 正确; ③中分液漏斗内应该盛装 NaOH 溶液, 利用 Cl_2 与 NaOH 溶液反应制备 NaClO , C 错误; 反应结束后, 关闭 K_2 , 多余的 NH_3 可收集在④中, 但 NH_3 中混有水蒸气, D 错误。
- D 【解析】** 硫化氢与浓硝酸发生氧化还原反应生成单质硫, 故试管内壁上“黄霜”的成分是硫, A 正确; 试管内壁上有“黄霜”生成说明硝酸有氧化性和挥发性, B 正确; 烧杯内氢氧化钠溶液能够吸收过量的硫化氢、挥发出来的硝酸以及硫化氢与硝酸发生氧化还原反应生成的氮氧化物, 防止尾气污染环境,

C 正确; 硫化氢不能与浓盐酸发生氧化还原反应, 浓硝酸不能用浓盐酸代替, D 错误。

- D 【解析】** 利用铜与稀硝酸反应生成 NO , 由于硝酸具有挥发性, 制得的 NO 中会混有硝酸蒸气和产生的 NO_2 , 故先通过装置 D 除去挥发出来的 HNO_3 等气体, 然后再通过 F 干燥, 得到纯净干燥的 NO , 再进入 E 中与铁粉反应, 最后处理多余的 NO , 由于 NaOH 溶液不与 NO 反应, 而浓硝酸可氧化 NO 生成 NO_2 , 先通过 B 氧化 NO , 再通过 C 吸收, 故题述装置的连接顺序为 $a \rightarrow f \rightarrow e \rightarrow j \rightarrow i \rightarrow h \rightarrow g$ (或 $g \rightarrow h$) $\rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$, A 正确; 装置 E 中 NO 被灼热的铁粉还原为 N_2 , 同时生成 FeO , 反应的化学方程式为 $2\text{NO} + 2\text{Fe} \xrightarrow{\Delta} 2\text{FeO} + \text{N}_2$, B 正确; 装置 D 盛放的是水, 其作用是除去挥发出来的 HNO_3 和产生的 NO_2 , C 正确; 装置 B 盛放的是浓硝酸, 可以将 NO 氧化为 NO_2 , 便于氢氧化钠溶液充分吸收, D 错误。
- A 【解析】** 浓氨水和 NaOH 固体反应放出氨气, 氯化钡溶液中通入氨气使溶液呈碱性, 碱性条件下, 二氧化硫和氯化钡反应生成亚硫酸钡沉淀, A 正确; 玻璃管的作用是连通大气, 平衡气压, 使甲、乙生成的气体能进入广口瓶, B 错误; 若乙中产生 NH_3 , 为防止倒吸, 导管 d 不能插入 BaCl_2 溶液中, C 错误; 若 Y 形管乙中产生的是氧化性气体, 可将二氧化硫氧化为 SO_4^{2-} , Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 反应生成 BaSO_4 沉淀, D 错误。
- (1) 打开止水夹、挤压胶头滴管使水进入烧瓶
(2) ①图 II ②和水蒸气反应生成氧气
(3) ①i. $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{NO} + 2\text{HNO}_3$, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ (或 $4\text{NO} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 或 $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$, 合理即可) ii. 过量的氨与生成的硝酸反应生成了硝酸铵(合理即可)



【解析】 (1) 干燥的圆底烧瓶里充满 NH_3 , 欲观察到烧瓶中产生喷泉, 需进行的操作是打开止水夹、挤压胶头滴管使水进入烧瓶。(2) ①用浓氨水滴入 NaOH 固体制氨气不需加热, 操作简单, 且不需要用碱石灰干燥, 装置 a 的最佳选择为图 II。②装置 b 中 Na_2O_2 的作用是和 H_2O 反应生成氧气, 提供氨催化氧化的原料。(3) ①常温下, 同学甲在图示实验结束后, 用 pH 计测装置 e 中溶液的 pH=1.00, 说明 e 中产生了硝酸。ii. 同学乙做同样实验, 测得 e 中溶液的 pH=6.00, 可能原因是过量的氨与生成的硝酸反应生成了硝酸铵(合理即可)。

综合提能 (五) “价一类”二维角度认识 硫和氮的转化

- B 【解析】** 根据硫元素的“价一类”二维图, a 为 H_2S , b 为 S, c 为 SO_2 , d 为 H_2SO_3 , e 为 H_2SO_4 , f 为亚硫酸盐, g 为硫酸盐。硫化氢和二氧化硫发生归中反应生成硫单质, 反应为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 其中还原剂为 H_2S , 还原剂和氧化剂的物质的量之比为 2:1, 则氧化产物和还原产物的物质的量之比为 2:1, A 错误; 常温下, CS_2 可以溶解 S, 附着在试管中的 S 可用 CS_2 洗涤, B 正确; 在水中, SO_2 和 Cl_2 会发生氧化还原反应, SO_2 被氧化后生成硫酸根离子, 氯气被还原为氯离子, 若二者恰好反应, 品红溶液不褪色, C 错误; 浓硫酸能作为干燥剂是因为其具有吸水性, D 错误。
- D 【解析】** 由题干“价一类”二维图信息可知, a 为 H_2S , b 为 H_2SO_3 , c 为 H_2SO_4 , d 为 S, e 为硫化物, f 为亚硫酸盐(或亚硫酸氢盐), g 为硫酸盐(或硫酸氢盐)。b 为 H_2SO_3 , 其中 S 的化合价为 +4 价, 处于中间化合价, 故其既具有氧化性又具有还原性, A 正确; 硫酸型酸雨的形成过程为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$, $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{尘埃}} 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 即涉及 b 到 c 的转化, B 正确; a 溶液(H_2S 溶液)与 b 溶液(H_2SO_3 溶液)反应的离子方程式为 $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 = 3\text{S} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$ 对应氧化产物, 故氧化产物占含硫产物总量的 $\frac{2}{3}$, C 正确; d(S 单质)在加热下与强碱溶液反应生成 e(硫化物)和 f(亚硫酸盐), 反应的化学方程式为 $3\text{S} + 6\text{OH}^- = 2\text{S}^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$, 则有 $n(\text{e}):n(\text{f}) = 2:1$, D 错误。

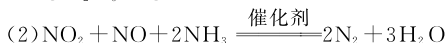
3. C 【解析】酸性氧化物是指能与碱反应生成对应的盐和水的氧化物, NO_2 与碱反应不能生成对应的盐, 不是酸性氧化物, 故 A 错误; NH_3 与水反应生成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 在水溶液中发生电离, 可以导电, NH_3 自身不能发生电离而导电, 是非电解质, 故 B 错误; 联氨 (N_2H_4) 中 N 的化合价为 -2 价, 氢叠氮酸 (HN_3) 中 N 的化合价为 $-\frac{1}{3}$ 价, 亚硝酸 (HNO_2) 中 N 的化合价为 +3 价, 从化合价角度看, 联氨可能被亚硝酸氧化生成氢叠氮酸, 故 C 正确; 稀硝酸不能溶解 Au, 故 D 错误。

4. B 【解析】由图可知, a 为 NH_3 , b 为 N_2 , c 为 NO , d 为 NO_2 , e 为 HNO_3 , f 为铵盐, g 为亚硝酸盐。氮的固定是指 N_2 转变为含氮化合物的过程, 故 $\text{NH}_3 \rightarrow$ 铵盐不属于氮的固定, A 错误; 从化合价角度预测, 亚硝酸铵可以分解生成氮气和氨气, B 正确; 工业上制备硝酸以 NH_3 为原料, 经催化氧化生成 NO , NO 被氧化生成 NO_2 , NO_2 与水反应生成 HNO_3 , C 错误; c 是 NO , d 是 NO_2 , 排放到大气中的氮氧化物, 可形成光化学烟雾及酸雨, 与温室效应无关, D 错误。

5. A 【解析】由图可知, X 是 SO_2 , Y 是 SO_3 , Z 是 H_2SO_4 , M 是 CuSO_4 , H_2S 和 CuSO_4 反应生成 CuS 沉淀, N 是 CuS 。在煤中添加石灰石, 碳酸钙分解为氧化钙和二氧化碳, 氧化钙和 SO_2 反应生成亚硫酸钙, 亚硫酸钙被氧气氧化为硫酸钙, 可以减少 SO_2 的排放, 故 A 正确; SO_2 不能使指示剂褪色, SO_2 和水反应生成亚硫酸, SO_2 能使石蕊溶液变红, 故 B 错误; 常温下, 浓硫酸与铁反应时, 铁发生钝化, 故 C 错误; Cu 和 S 反应生成 Cu_2S , CuS 不能由其相应单质直接化合生成, 故 D 错误。

6. D 【解析】a 为 NH_3 , c' 为 SO_2 , 将二者同时通入水中, 可以生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 或 NH_4HSO_3 两种盐, A 正确; 工业制取硫酸以 S 为原料, 先被氧化生成 SO_2 , 再被氧化成 SO_3 , 最后与水反应制得硫酸, B 正确; d 为 NO_2 , d' 为 SO_3 , 二者与 H_2O 反应可得到 HNO_3 和 H_2SO_4 , 二者均属于强酸, C 正确; a' 为 H_2S , f' 的浓溶液为浓硫酸, 二者的反应可以为 $\text{H}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 4\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = 4\text{S} \downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 产物不一定同时生成 S 和 SO_2 , D 错误。

7. (1) ① N_2O_5 ② bc



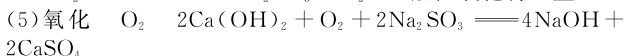
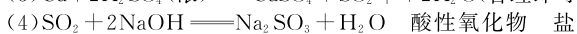
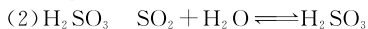
(3) 10.5 溶解速率快, 生成 NO_x 的体积小

【解析】(1) ①图中 X 为 +5 价氮的氧化物, 则 X 为 N_2O_5 。②氮的固定是指氮气转化为含氮化合物的过程, 由 NO_2 转化为 HNO_3 , 不是氮的固定, a 错误; 工业上以氨为原料制备 HNO_3 , 发生转化: $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$, b 正确; 浓 HNO_3 见光或受热分解生成 NO_2 、 O_2 和 H_2O , 可实现 HNO_3 转化为 NO_2 , c 正确; 浓硝酸与碳或铜反应时, 若生成等物质的量 NO_2 则转移电子数相同, 根据关系式: $\text{C} \sim \text{CO}_2 \sim 4\text{e}^-$ 、 $\text{Cu} \sim \text{Cu}^{2+} \sim 2\text{e}^-$ 可知, 消耗碳单质和铜单质的物质的量之比为 1:2, d 错误。

(2) 由图可知, 反应物为 NO_2 、 NO 和 NH_3 , 生成物为 N_2 和 H_2O , 若 NO_2 与 NO 的物质的量之比为 1:1, 根据得失电子守恒和元素守恒可得 $\text{NO}_2 + \text{NO} + 2\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 由图可知, 金属溶解速率最大时, 混合溶液中 HNO_3 的质量分数为 10.5%, 此时生成 NO_x 的体积较小。

8. (1) $\text{Na}_2\text{S} = 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$ 作氧化剂



(6) NaOH

【解析】(1) A 是一种钠盐, 且为正盐, 结合硫元素的化合价可知, A 为 Na_2S , 电离方程式为 $\text{Na}_2\text{S} = 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$, 加入氯水, 可完成从 A $\rightarrow$ B 的转化, 氯水将 S^{2-} 氧化为 S, 自身被还原, 作氧化剂。(2) C 为 SO_2 , D 为 H_2SO_3 , C $\rightarrow$ D 的反应为可逆反应, 化学方程式为 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_3$ 。(3) E 为硫酸, C 为二氧化硫, 可以通过 Cu 与浓硫酸的反应来完成, 化学方程式为 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 由题图可知, 过程①的化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 二氧化硫为酸性氧化物, 亚硫酸钠为盐。(5) 过程②中 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4$, 硫元素化合价升高, 含硫元素物质被氧化, 反应中氧化剂是 O_2 , 化学方程式为 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_3 = 4\text{NaOH} + 2\text{CaSO}_4$ 。(6) 由题图及反应原理可知, NaOH 可以循环利用。

第三节 无机非金属材料

1. D 【解析】传统无机非金属材料是指玻璃、水泥、陶瓷等硅酸盐材料, A 正确; 石灰石、石英砂和纯碱是制备玻璃的主要原料, 高温条件下, 二氧化硅与碳酸钙反应生成硅酸钙和二氧化碳, 与碳酸钠反应生成硅酸钠和二氧化碳, B 正确; 水泥是常见的硅酸盐材料, 制备水泥的主要原料为黏土和石灰石, C 正确; 水泥、玻璃、陶瓷是三大传统硅酸盐产品, 它们均为混合物, D 错误。

2. A 【解析】氧化铁是红棕色粉末, 故瓷器的青色不可能来自氧化铁, A 错误; 陶瓷是以黏土为主要原料, 经高温烧制而形成的硅酸盐产品, 秦兵马俑是陶制品, B、C 正确; 陶瓷的主要成分是硅酸盐, 其化学性质稳定, 耐腐蚀、抗氧化, D 正确。

3. B 【解析】玻璃是混合物, 没有固定的熔点, B 错误; 普通玻璃的主要成分为 Na_2SiO_3 、 CaSiO_3 和 SiO_2 , C 正确; 二氧化硅易与碱液反应生成 Na_2SiO_3 , Na_2SiO_3 溶液具有很强的黏性, 因此盛放 NaOH 等强碱性溶液的试剂瓶不得使用玻璃塞, D 正确。

4. B 【解析】水泥是传统无机非金属材料, A 错误; 超导陶瓷是新型无机非金属材料, 可应用于磁悬浮技术, B 正确; 橡胶是有机高分子材料, C 错误; 玻璃是传统无机非金属材料, D 错误。

5. A 【解析】晶体硅是良好的半导体材料, 常用于制作太阳能电池板, A 正确; 石英玻璃、碳化硅陶瓷和石墨烯都属于新型无机非金属材料, 不是硅酸盐材料, B 错误; 计算机芯片的材料是硅, 不是二氧化硅, C 错误; 特种镁合金是性能优良金属材料, 不属于新型无机非金属材料, D 错误。

6. D 【解析】石墨烯是只有一个碳原子直径厚度的单层石墨, 具有电阻率低、热导率高、强度高特性, 在光电器件、超级电容器、电池和复合材料等领域应用较广。

7. D 【解析】高温下 C 与 SiO_2 反应生成 Si 和 CO, A 正确; 第一步有焦炭反应, 第二步有 Si 反应, 第三步有 H_2 反应, 均有单质参与反应, 故都是氧化还原反应, B 正确; SiHCl_3 能与水反应, H_2 与 O_2 在高温下容易发生爆炸危险, 故应除去 HCl 和 H_2 中的水和氧气, C 正确; SiO_2 不与 HCl 反应, 不能通过题述途径制硅, D 错误。

8. A 【解析】向 Na_2SiO_3 溶液中通入适量 CO_2 气体, 发生反应: $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$, 反应原理为强酸制弱酸, 则 H_2CO_3 的酸性比 H_2SiO_3 的酸性强, A 正确; 将稀盐酸滴入硅酸钠溶液中, 充分振荡, 有白色沉淀产生, 则酸性: $\text{HCl} > \text{H}_2\text{SiO}_3$, HCl 为无氧酸, 不能得出结论; 非金属性: $\text{Cl} > \text{Si}$, B 不正确; 将二氧化硅分别与氢氟酸和氢氧化钠溶液反应, 前者发生反应: $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} = \text{SiF}_4 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 没有盐生成, 所以不能说明二氧化硅为两性氧化物, C 不正确; 向溶有 SO_2 的 BaCl_2 溶液中通入气体 X, 出现白色沉淀, 此沉淀可能为 BaSO_3 , 可能为 BaSO_4 , 则气体 X 可能具有碱性 (NH_3), 也可能具有强氧化性, D 不正确。

9. C 【解析】 SiO_2 和 C、Si 和 Cl_2 、 SiCl_4 和 H_2 的反应都是氧化还原反应, A 错误; 制造光导纤维的材料是 SiO_2 , 不属于硅酸盐, B 错误; CaCO_3 与盐酸反应生成易溶于水的 CaCl_2 , SiO_2 不与盐酸反应, C 正确; 普通玻璃是由纯碱、石灰石和石英砂为主要原料制成, 不使用黏土, 其主要成分是 CaSiO_3 、 Na_2SiO_3 和 SiO_2 , 属于混合物, 没有固定的熔点, D 错误。

10. C 【解析】浓硫酸与氯化钠反应生成氯化氢, Si 与 HCl 在 350 $^{\circ}\text{C}$ 左右反应生成 SiHCl_3 , SiHCl_3 的熔点为 -128 $^{\circ}\text{C}$, 沸点为 33 $^{\circ}\text{C}$, 用冰盐浴冷却, 碱石灰防止空气中的水进入装置中, 同时吸收尾气 HCl。反应时, 应该先点燃“NaCl”处的酒精灯, 利用产生的氯化氢赶走装置中空气, A 错误; 使用浓 H_2SO_4 和 NaCl 溶液混合加热制取 HCl, 利用了浓 H_2SO_4 的高沸点制取低沸点的氯化氢, B 错误; SiHCl_3 的熔点为 -128 $^{\circ}\text{C}$, 沸点为 33 $^{\circ}\text{C}$, 冰盐浴的目的为降低收集容器的温度, 使 SiHCl_3 冷凝为液体, C 正确; 干燥管中的碱石灰, 防止空气中的水进入装置中, 同时吸收尾气 HCl, 氯化钙不能吸收氯化氢, 故不可以用无水 CaCl_2 替换, D 错误。

11. D 【解析】焦炭与石英砂发生反应： $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ ，焦炭被氧化成 CO，A 正确；“高温氮化”是 Si 与氮气化合生成 Si_3N_4 ，化学方程式为 $3\text{Si} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4$ ，B 正确；原料气中含有 N_2 和少量的 O_2 ，氧气能与 Cu 反应生成 CuO ， N_2 不与 Cu 反应，操作 X 可以得到纯净氮气，C 正确；粗硅中含有少量 Fe 和 Cu，即 Si_3N_4 中含有少量 Fe 和 Cu，Fe、Cu 与稀硝酸反应，得到可溶于水的硝酸盐，稀硝酸可以除去 Si_3N_4 中的 Fe 和 Cu，但 Cu 不溶于稀硫酸，故不能用稀硫酸，D 错误。
12. (1) $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{300\text{ }^\circ\text{C}} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$
 (2) $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2 \uparrow + 3\text{HCl}$
 (3) $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

第六章 化学反应与能量

第一节 化学反应与能量变化

第 1 课时 化学反应与热能

1. B 【解析】燃放爆竹属于燃烧，燃烧反应都是放热反应，A 不符合题意；石灰石在高温条件下受热分解，属于吸热反应，B 符合题意；铝热反应属于放热反应，C 不符合题意；牛奶变质属于氧化还原反应，在这个过程中放出热量，D 不符合题意。
2. B 【解析】有些放热反应需要加热才能激活，常温下不一定发生，如甲烷的燃烧反应，A 错误；当反应物的总能量大于生成物的总能量时，反应放出热量，即为放热反应，B 正确；所有的燃烧都是放热反应，C 错误；有些放热反应需要加热，比如燃烧，而有些吸热反应不需要加热也可以发生，D 错误。
3. D 【解析】图中反应物总能量高于生成物总能量，则该反应为放热反应。碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳的反应是吸热反应，A 错误；灼热的炭与二氧化碳反应生成一氧化碳，该反应是吸热反应，B 错误； $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 晶体和 NH_4Cl 晶体混合生成氯化钡、氨气和水，该反应是吸热反应，C 错误；NaOH 和盐酸反应是酸碱中和反应，是放热反应，D 正确。
4. A 【解析】锌粒与稀盐酸反应生成 H_2 ，针筒活塞向右移动，可能是由于生成气体，不能判断该反应是否放热，A 符合题意；由题图可知，反应物总能量大于生成物总能量，则该反应是放热反应，B 不符合题意；U 形管的液面左低右高，说明集气瓶中密封空气受热膨胀，气体压强增大，则生石灰与水的反应是放热反应，C 不符合题意；稀盐酸滴入 NaOH 溶液中，温度计的水银柱不断上升，说明反应体系温度升高，则该反应是放热反应，D 不符合题意。
5. C 【解析】该反应放热，反应物总能量高于生成物总能量，即 X 和 Y 的总能量一定高于 M 和 N 的总能量，A、B 错误，C 正确；反应是否需要加热与反应是放热或吸热没有关系，D 错误。
6. A 【解析】该图像表示吸热反应，氯化铵与氢氧化钡晶体的反应是吸热反应，该图像可以表示氯化铵与氢氧化钡晶体反应的能量变化，故 A 正确；能量越低越稳定，若反应物是石墨，生成物是金刚石，则金刚石更不稳定，故 B 错误；该反应为吸热反应，形成新化学键释放的总能量小于断裂旧化学键吸收的总能量，故 C 错误；反应吸放热与反应条件无关，该反应不一定需要加热，故 D 错误。
7. D 【解析】该反应中反应物的总能量高于生成物的总能量，反应中断开化学键所吸收的能量小于形成化学键所放出的能量，属于放热反应，A、C 错误，D 正确；由题图可知，加入催化剂，反应物和生成物的总能量不变，故反应放出的热量不变，B 错误。
8. A 【解析】由题给反应机理图示可知，利用太阳光实现高效分解水的过程分为两步，反应 I 为水在 C_3N_4 的催化作用下反应生成过氧化氢和氢气，反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ，反应 II 为 H_2O_2 在 CQDs 的催化作用下反应生成水和氧气，反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，总反应的化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 。反应 I 为水在 C_3N_4 的催化作用下分解生成过氧化氢和氢气，该过程为吸热反应，涉及极性键的断裂与非极性键的

(4)平衡压强，使液体顺利流下 浓硫酸 使 SiCl_4 冷凝
 (5)Al、P

【解析】(2)由原子守恒， SiHCl_3 遇水剧烈反应生成 H_2SiO_3 、HCl 和 H_2 ，反应的化学方程式为 $\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2 \uparrow + 3\text{HCl}$ 。(3)实验目的是利用粗硅和氯气反应制备四氯化硅，则 A 中用于制取氯气，利用 MnO_2 和浓盐酸共热制取。(4)装置 A 中 g 管可以平衡压强，使液体能顺利流下；装置 B 中利用饱和 NaCl 溶液除去 HCl，装置 C 中由浓硫酸吸收氯气中的水蒸气，干燥气体；装置 E 中的 h 瓶收集四氯化硅，为使 SiCl_4 冷凝，该装置需要冷却。(5)E 中收集的粗产物中混有 BCl_3 、 AlCl_3 、 FeCl_3 、 PCl_5 ，精馏使 BCl_3 汽化，除去 BCl_3 、 AlCl_3 、 FeCl_3 、 PCl_5 的升华温度高于 SiCl_4 的沸点，精馏后的残留物中除铁元素外，还可能含有的杂质元素是 Al、P。

形成，A 错误，B 正确； H_2O_2 是中间产物，C 正确；该过程利用太阳光实现高效分解水，实现了太阳能向化学能的转化，D 正确。

9. D 【解析】由图可知，1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ 具有的总能量高于 2 mol $\text{HI}(\text{g})$ 具有的总能量，但不能比较 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 2 mol $\text{HI}(\text{g})$ 的能量高低，A 错误； $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{I}_2(\text{g})$ 生成 $\text{HI}(\text{g})$ 的反应需要不断加热才能缓慢反应，B 错误；反应 $2\text{HI}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 是 $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ 的逆反应，则 $2\text{HI}(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ 是吸热反应，故反应物具有的总能量低于生成物具有的总能量，C 错误； $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ 是放热反应，则断开 1 mol $\text{H}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{I}_2(\text{g})$ 中化学键吸收的能量低于形成 2 mol $\text{HI}(\text{g})$ 中化学键释放的能量，D 正确。
10. C 【解析】1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 完全反应生成 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ ，断键吸收能量为 $946\text{ kJ} + 498\text{ kJ} = 1444\text{ kJ}$ ，成键释放能量为 $632\text{ kJ} \times 2 = 1264\text{ kJ}$ ，则反应吸收的能量为 $1444\text{ kJ} - 1264\text{ kJ} = 180\text{ kJ}$ ，A 错误；氮气分子含有氮氮三键，键能大， $\text{N}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 在高温或放电条件下反应生成 NO，B 错误；该反应是吸热反应，则 1 mol $\text{N}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 具有的总能量小于 2 mol $\text{NO}(\text{g})$ 具有的总能量，C 正确； NO_2 能与 NaOH 溶液反应生成盐和水，但发生的是氧化还原反应，故 NO_2 不是酸性氧化物，D 错误。
11. C 【解析】多加煤以使炉火更旺，煤燃烧耗氧量，部分煤炭会不完全燃烧，热能利用率更低，A 错误；把煤炭制成大煤球，煤炭不能充分燃烧，B 错误；把煤粉碎，在煤粉燃烧器中燃烧，可使煤炭充分燃烧，提高煤炭的燃烧效率，C 正确；在煤中掺和一些黄泥制成蜂窝煤，黄泥有利于煤炭成型，煤炭燃烧较充分，D 错误。
12. C 【解析】A 项，煤炭、石油不是新能源，也不是可再生能源；B 项，天然气不是新能源，也不是可再生能源；D 项，地热能是来自地球内部的能源，核能不是可再生能源，也不是来自太阳的能源。
13. A 【解析】氢气在氧气中燃烧生成水： $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，该反应是放热反应，断裂反应物中共价键吸收的总能量小于形成生成物中共价键释放的总能量。由题意可知，断裂反应物中共价键吸收的总能量为 $(2Q_1 + Q_2)\text{ kJ}$ ，而形成生成物中共价键释放的总能量为 $4Q_3\text{ kJ}$ ，从而可得 $2Q_1 + Q_2 < 4Q_3$ ，答案选 A。
14. D 【解析】由图可知，过程①中钛氧键发生断裂，共价键的断裂是吸收能量的过程，故 A 正确；由图可知，光热化学循环分解二氧化碳的反应为二氧化钛作催化剂作用下，二氧化碳在光照和加热的条件下分解生成一氧化碳和氧气，则该反应为光能和热能转化为化学能的反应，故 B 正确；由图可知，步骤③中有碳氧极性共价键的断裂和形成，故 C 正确；由题给数据可知，2 mol CO_2 中共价键断裂吸收的能量为 $1598\text{ kJ} \times 2 = 3196\text{ kJ}$ ，生成 2 mol CO 和 1 mol O_2 时，形成共价键释放的能量为 $1072\text{ kJ} \times 2 + 496\text{ kJ} = 2640\text{ kJ}$ ，则反应中需要吸收的能量为 $3196\text{ kJ} - 2640\text{ kJ} = 556\text{ kJ}$ ，故 D 错误。
15. (1)②⑥ (2)D (3)C (4)391.0
 【解析】(1)①铝片与稀盐酸的反应为活泼金属和酸的反应，为放热反应；②将胆矾加热变为白色粉末，为胆矾失去结晶水的过程，为吸热反应；③干冰汽化为物理变化；④甲烷在氧气中燃烧，燃烧为放热反应；⑤ NH_4NO_3 固体溶于水，为溶

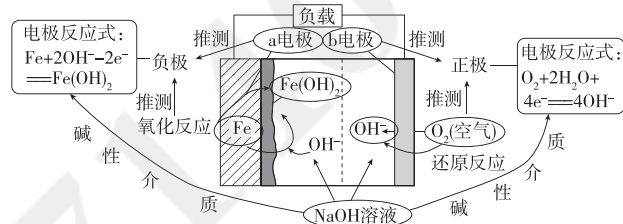
解过程,是物理变化;⑥C与CO₂反应生成CO,反应过程吸收能量,为吸热反应;故选②⑥。(2)A+B→C为放热反应,则A+B的总能量大于生成C的总能量,排除选项A、B;A+B→X(吸热),则X的能量大于A+B的总能量,X→C(放热),则X的能量大于C的总能量,排除选项C,答案选D。(3)CO₂为酸性氧化物,CO不和碱反应生成盐和水,不是酸性氧化物,A错误;由图可知,该过程中,CO在催化剂表面形成二氧化碳,不需要先断键成C和O,B错误;状态I到状态III为形成化学键的过程,成键过程为放热过程,C正确;图示表示CO和O反应生成CO₂的过程,D错误。(4)反应能量变化=反应物断裂化学键吸收的能量-生成物形成化学键放出的能量;工业合成氨反应为3H₂+N₂ $\xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}}$ 2NH₃,设断裂1 mol N—H吸收能量为x,则3×436 kJ+945.8 kJ-6x=-92.2 kJ,解得x=391.0 kJ。

第2课时 化学反应与电能

- A 【解析】** Zn比Cu活泼,锌片和铜片相连插入稀硫酸中形成原电池,锌片作负极,失去电子发生氧化反应,A正确;铜片作正极,溶液中H⁺在铜片表面得电子发生还原反应生成H₂,溶液不会变蓝色,B错误;原电池中电子由负极经外电路流向正极,故电子由锌片通过导线流向铜片,C错误;该装置为原电池,将化学能转化为电能,D错误。
- C 【解析】** 铜的活泼性比银强,铜为负极,银为正极,银电极上得电子发生还原反应,A正确;铜为负极,失电子发生氧化反应,电子由铜电极经导线流向银电极,电流方向与电子移动方向相反,在外电路中,电流由银电极流向铜电极,B正确;电子不会在电解质溶液中移动,C错误;该原电池的总反应为Cu+2AgNO₃→2Ag+Cu(NO₃)₂,将铜片浸入AgNO₃溶液中,则铜和硝酸银发生置换反应,故发生的化学反应与该原电池反应相同,D正确。
- C 【解析】** 甲烧杯中,铜、锌用导线连接,甲构成原电池,铜是正极,铜片表面有氢气产生,A错误。甲烧杯中,铜、锌用导线连接,甲构成原电池,铜是正极;乙中铜、锌没有连接,不构成原电池,B错误。两烧杯中都发生反应:Zn+2H⁺→Zn²⁺+H₂↑,溶液的c(H⁺)均减小,C正确。甲烧杯中,铜、锌用导线连接,甲构成原电池,氧化还原反应速率加快,甲产生气泡比乙快,D错误。
- B 【解析】** X、Y两根金属棒插入Z溶液中,实验中电流表指针发生偏转,说明该装置形成原电池。铜、锌在稀硫酸中构成原电池,X极为Cu,H⁺得到电子生成H₂,X极无变化,Y极为活泼金属锌,作负极,失去电子发生氧化反应生成锌离子,Y极变细,故A不符合题意;锌、铜在硝酸银溶液中构成原电池,X极为活泼金属锌,作负极,失去电子发生氧化反应生成锌离子,X极变细,Y极为Cu,作正极,银离子在正极得到电子发生还原反应生成银,Y极变粗,故B符合题意;银、锌在硫酸铜溶液中构成原电池,X极为Ag,作正极,Cu²⁺在正极得到电子发生还原反应生成Cu,X极变粗,Y极为活泼金属锌,作负极,失去电子发生氧化反应生成锌离子,Y极变细,故C不符合题意;Ag和Cu均不与稀硫酸反应,没有自发进行的氧化还原反应,无法构成原电池,故D不符合题意。
- C 【解析】** 装置甲中W不断溶解,作原电池负极,A正确;装置乙中,Y的质量增加,为正极,电极反应式为Cu²⁺+2e⁻→Cu,B正确;装置丙中,W上有气泡产生,为原电池的正极,电子从负极经导线流向正极,电子不经过溶液,C错误;装置甲中,W为负极,X为正极,活泼性为W>X,装置乙中,X为负极,Y为正极,活泼性为X>Y,装置丙中,Z为负极,W为正极,活泼性为Z>W,综合可得,四种金属的活动性强弱顺序为Z>W>X>Y,D正确。
- B 【解析】** a和b用导线连接时为原电池,Fe为负极,电极反应式为Fe-2e⁻→Fe²⁺,Cu为正极,电极反应式为Cu²⁺+2e⁻→Cu,a和b不用导线连接时,Fe与CuSO₄反应生成FeSO₄和Cu。a和b用导线连接时为原电池,电子由负极Fe经过导线流向正极Cu,不能进入溶液中,A错误;a和b用导线连接时为原电池,Cu作正极,电极反应式为Cu²⁺+2e⁻→Cu,B正确;a和b用导线连接时为原电池,Fe作负极,电极反应式为Fe-2e⁻→Fe²⁺,Cu作正极,电极反应式为Cu²⁺+2e⁻→Cu,铜片上有Cu析出,铁片上无Cu析出,C错误;a和b用导线连接后,Fe为负极,发生反应:Fe-2e⁻→Fe²⁺,Cu为正极,发生反应:Cu²⁺+2e⁻→Cu,当电路中有0.1N_A个电子通过时,溶

解0.05 mol Fe,生成0.05 mol Cu,即溶解2.8 g Fe,同时生成3.2 g Cu,理论上铁片与铜片的质量差为2.8 g+3.2 g=6.0 g,D错误。

- B 【解析】** 图I所示电池中,电子由锌极流出经导线流向石墨,电子不能进入溶液,A错误;图II所示电池中,MnO₂得电子生成MnO(OH)和OH⁻,作氧化剂,B正确;图III所示装置工作过程中,负极发生反应为Pb+SO₄²⁻-2e⁻→PbSO₄,负极质量逐渐增大,C错误;图IV所示电池中,Zn是还原剂,在电池工作过程中被氧化,D错误。
- D 【解析】** I₂转化为I⁻,I元素的化合价降低,发生还原反应,则碘电极作正极,A错误;Li转化为Li⁺,Li元素的化合价升高,发生氧化反应,B错误;碘电极是电池的正极,电极反应式为I₂+2e⁻→2I⁻,C错误;电流从正极经外电路流向负极,即电流从碘电极经外电路流向锂电极,D正确。
- B 【解析】** 电池工作时,Pb是负极,PbO₂是正极,电子由Pb板通过导线流向PbO₂板,A正确;电池工作时,Pb是负极,电极反应式为Pb-2e⁻+SO₄²⁻→PbSO₄,Pb电极质量增大,B错误;电池工作时,正极PbO₂得电子生成硫酸铅,电极反应式是PbO₂+2e⁻+4H⁺+SO₄²⁻→PbSO₄+2H₂O,C正确;电池总反应为Pb+PbO₂+4H⁺+2SO₄²⁻→2PbSO₄+2H₂O,PbO₂是氧化剂,PbSO₄既是氧化产物又是还原产物,物质的氧化性为PbO₂>Pb²⁺,D正确。
- C 【解析】** 铁-空气电池放电时物质转化分析如下:



Fe转化为Fe(OH)₂,则a电极的质量增加,A错误;b电极是氧气转化为OH⁻,氧元素的化合价降低,则b电极为电池的正极,B错误;a电极是负极,电子从a电极经负载流向b电极,C正确;该装置是原电池,将化学能转变为电能,D错误。

- D 【解析】** Na为负极,发生氧化反应,A错误;碳纳米管为正极,CO₂得电子发生还原反应,B错误;电子由负极金属钠经导线流向正极碳纳米管,C错误;该电池为原电池工作原理,能量由化学能转化为电能,D正确。
- B 【解析】** 根据装置图可判断电池反应为2H₂S+O₂→S₂+2H₂O,负极H₂S失电子发生氧化反应,正极O₂得电子发生还原反应。该装置属于原电池,将化学能转化为电能,故A错误;电极a上硫化氢失电子生成S₂和氢离子,发生氧化反应,则电极a为负极,故B正确;电极b是正极,发生还原反应:O₂+4e⁻+4H⁺→2H₂O,故C错误;2 mol H₂S参与反应,失去4 mol电子,电路中每通过0.4 mol电子,理论上在电极a消耗0.2 mol H₂S,未指明气体所处状况,其体积不一定是4.48 L,故D错误。
- C 【解析】** 根据图中信息,左边尿素变为氮气,氮元素的化合价升高,作原电池负极,右边是正极,则Ni-CO/Ni极上的电势比Pd/CFC极上低,A正确;Pd/CFC极为正极,其电极上发生反应:H₂O₂+2e⁻+2H⁺→2H₂O,根据原电池原理,向正极迁移的主要是K⁺,产物M主要为K₂SO₄,B正确,C错误;负极是尿素在碱性条件下失去电子变为氮气和CO₃²⁻,其电极反应式为CO(NH₂)₂+8OH⁻-6e⁻→CO₃²⁻+N₂↑+6H₂O,D正确。
- (1)MnO₂ MnO₂+e⁻+H₂O→MnO(OH)+OH⁻
(2)还原 锌与稀硫酸反应产生氢气,在有氧的环境中易发生爆炸 3Ag+4HNO₃→3AgNO₃+NO↑+2H₂O 将Ag⁺还原为Ag
(3)CH₄-8e⁻+10OH⁻→CO₃²⁻+7H₂O 33.6
【解析】 (1)由总反应Zn+2MnO₂+2H₂O→2MnO(OH)+Zn(OH)₂可知,MnO₂得到电子生成MnO(OH),为电池的正极,根据得失电子守恒和电荷守恒配平电极反应式为MnO₂+e⁻+H₂O→MnO(OH)+OH⁻。(2)由总反应Zn+Ag₂O→ZnO+2Ag可知,Ag₂O得到电子发生还原反应生成Ag。稀硫酸溶解时需要在无氧环境下进行,原因是锌与稀硫酸反应产生氢气,在有氧的环境中易发生爆炸;

加入稀硝酸溶解银时,产物为 AgNO_3 、 NO 和 H_2O , Ag 元素由 0 价上升到 +1 价, N 元素由 +5 价下降到 +2 价,根据得失电子守恒和原子守恒配平该反应的化学方程式为 $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 = 3\text{AgNO}_3 + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;调浆后,加入葡萄糖制备银粉,葡萄糖的作用为将 Ag^+ 还原为 Ag 。(3)由图可知, CH_4 在负极失去电子生成碳酸根离子,根据得失电子守恒和电荷守恒配平电极反应式为 $\text{CH}_4 - 8\text{e}^- + 10\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 7\text{H}_2\text{O}$, O_2 在正极得到电子生成 OH^- ,电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$,电路中每转移 4 mol e^- ,两极共消耗 1.5 mol 气体,标准状况下的体积为 $1.5 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 33.6 \text{ L}$ 。

15. (1)否

(2)①负 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ ②正 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$

③ $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$

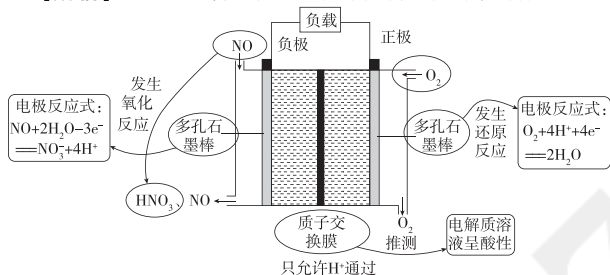
(3)负 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

(4) Al 遇浓硝酸先发生钝化,此时 Al 作负极, Cu 作正极,指针先偏向 Cu ;片刻后 Cu 与浓硝酸发生氧化还原反应, Cu 作负极, Al 作正极,指针偏向 Al 。

【解析】(1)实验 1 中 Mg 比 Al 更活泼,形成原电池时, Al 作正极,电流表指针偏向 Al ;实验 2 中 Al 比 Cu 活泼,形成原电池时, Al 作负极,电流表指针偏向 Cu 。(2) Al 、 C (石墨)、稀盐酸形成原电池,电流表指针偏向 C (石墨),则 C (石墨)作正极,电极反应式为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$; Al 作负极,电极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- = \text{Al}^{3+}$ 。(3)实验 4 中电流表指针偏向 Mg ,则 Mg 作正极, Al 作负极,电解质溶液是 NaOH 溶液,则铝电极的反应式为 $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 。

拓展微课 7 新型化学电源原理及分析

1. A 【解析】 NO -空气燃料电池中物质转化关系分析如下:



燃料电池中,通燃料一极为负极,即通入 NO 的一极为负极,根据装置图可知,负极电极反应式为 $\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} - 3\text{e}^- = \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+$, A 正确;根据原电池工作原理, H^+ 从负极经质子交换膜向正极移动,即移向右侧多孔石墨, B 错误;题中没有指明是否为标准状况,因此无法判断通入氧气的体积, C 错误;根据原电池工作原理可知,电子从负极经外电路流向正极,电子不能在电解质溶液中移动, D 错误。

2. B 【解析】由图可知,石墨 I 上 $\text{NO} \rightarrow \text{N}_2$,氮元素由 +2 价降低到 0 价,发生还原反应,则石墨 I 为正极,石墨 II 为负极, A 项错误;电池工作时 O^{2-} 向负极移动,即向石墨 II 电极处移动, B 项正确;石墨 II 为负极,电极反应式为 $\text{CO} - 2\text{e}^- + \text{O}^{2-} = \text{CO}_2$, C 项错误;28 g N_2 是 1 mol,氮元素化合价由 +2 价降低为 0 价,每生成 1 mol N_2 转移 4 mol 电子, D 项错误。

3. D 【解析】该电池中以液态肼(N_2H_4)为燃料,氧气为氧化剂,通入 N_2H_4 电极即电极甲为负极,通入氧气电极即电极乙为正极。常温下固体氧化物电解质中没有自由移动的离子,无法形成闭合回路,电池无法工作, A 错误;放电时原电池中阴离子向负极移动, O^{2-} 由电极乙移向电极甲, B 错误;反应生成物均为无毒无害的物质, N_2H_4 被氧气氧化生成 N_2 和 H_2O ,电解质为固体氧化物, O^{2-} 在该固体氧化物电解质中自由移动,故负极反应式为 $\text{N}_2\text{H}_4 - 4\text{e}^- + 2\text{O}^{2-} = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, C 错误;消耗 1 mol N_2H_4 时,电路中转移 4 mol 电子,乙电极上有 1 mol O_2 参与反应,其质量为 32 g, D 正确。

4. C 【解析】由 K^+ 向电极 II 所在区域迁移可知,电极 II 为正极,发生还原反应,电极 I 为负极,发生氧化反应, A 正确;电极 II 为正极,电极反应式为 $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$, B 正确;电极 I 为负极,电极反应式为 $\text{H}_2\text{O}_2 - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,结合正负极电极反应式可知电池总反应为 $2\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, C 错误;该电池的设计利用了 H_2O_2 在酸碱性不同条件下氧化性、还原性的差异, D 正确。

5. D 【解析】该装置为原电池,由化学能转变为电能, A 错误; Al 为活泼金属作负极,通入 CO_2 的一极作正极得到电子,碳元素的化合价降低,可知 CO_2 得电子生成 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$,电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, B 错误;1 mol $\text{Al}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 含 2 mol Al^{3+} ,由 2 mol Al 单质失去 6 mol 电子生成, C 错误;该装置中 CO_2 最后生成 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$,可以捕捉大气中的 CO_2 ,减少温室效应, D 正确。

6. A 【解析】根据电池总反应, Pb 化合价升高,失去电子,因此 Pb 作电池的负极,故 A 正确; PbO_2 中 Pb 化合价降低,得到电子,发生还原反应,因此 PbO_2 作电池的正极,故 B、C 错误;根据电池总反应分析,电池放电时,硫酸被不断消耗,浓度不断减小,则溶液酸性减弱,故 D 错误。

7. D 【解析】充电时,电能转化为化学能, A 错误;放电时是原电池,原电池中阳离子向正极移动,锂离子向正极移动, B 错误;放电时, $2\text{Li}_2\text{S}_6 + 2\text{Li}^+ + 2\text{e}^- = 3\text{Li}_2\text{S}_4$,则 1 mol Li_2S_6 转化为 Li_2S_4 时得到 1 mol e^- , C 错误; Li 与水反应,因此从安全角度考虑,该电池的电解质溶液不宜用水作溶剂, D 正确。

8. C 【解析】1 mol 即 27 g Al ,可以放出 3 mol e^- ,仅次于锂,且铝在地壳中含量很高, A 正确;根据题意,通过储能电池对电能的存储、汇集,再集中供电,说明铝储能电池是二次电池, B 正确;放电时, Al 为负极,失电子生成 Al^{3+} , Al^{3+} 嵌入正极, C 错误;电子从负极经外电路流向正极,则由 Al 经过外电路流向 $\text{TiO}_2/\text{石墨}$, D 正确。

9. B 【解析】根据电池的总反应可知, Zn 失去电子发生氧化反应, MnO_2 得电子发生还原反应,所以锌膜为负极, MnO_2 膜为正极,电子由锌膜经外电路流向 MnO_2 膜, A 项正确;该电池的负极为锌膜,电极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$, B 项错误;碳纳米管具有导电性,可以作为电极材料,同时可以增大电极反应的接触面积,加快电池反应速率, C 项正确;吸收 ZnSO_4 溶液的有机高聚物层中离子发生定向移动,可让电流通过, D 项正确。

10. B 【解析】放电时钠失去电子,被氧化,铜箔作负极,铝箔是原电池的正极, A 错误;负极反应式为 $\text{NaC}_6 - x\text{e}^- = x\text{Na}^+ + \text{Na}_{1-x}\text{C}_6$,放电时,导线中每通过 1 mol 电子,理论上石墨烯纳米片质量减少 23 g, B 正确;放电时,正极发生还原反应,电极反应为 $\text{Na}_{1-x}\text{MO}_2 + x\text{Na}^+ + x\text{e}^- = \text{NaMO}_2$, C 错误;放电时, Na^+ 镶嵌在铝箔电极上, M 元素得电子被还原, D 错误。

第二节 化学反应的速率与限度

第 1 课时 化学反应的速率

1. A 【解析】测得 5 min 内, A 的物质的量减小了 1 mol,则 5 min 内该反应的化学反应速率为 $v(\text{A}) = \frac{1}{2 \times 5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;根据同一化学反应,不同物质表示的反应速率之比等于化学计量数之比可得, $v(\text{B}) = 2v(\text{A}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $v(\text{C}) = 2v(\text{A}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $v(\text{D}) = 3v(\text{A}) = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

2. D 【解析】根据物质的化学反应速率之比等于相应化学计量数之比,可知选 D。

3. B 【解析】反应物 A 是固体,浓度为常数,不用其浓度变化表示反应的速率, A 不正确;化学反应速率之比等于化学计量数之比,故分别用 B、C、D 表示反应的速率,其比值是 3 : 2 : 1, B 正确; $v(\text{B}) = \frac{0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2 \text{ min}} = 0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,表示 2 min 内的平均反应速率,而不是 2 min 末的反应速率, C 不正确;反应中 B 和 C 的化学计量数不同,2 min 内用 B 和 C 表示的反应速率的值不同, D 不正确。

4. D 【解析】从化学方程式可知, NO 为生成物,则在反应过程中 NO 的物质的量逐渐增大,上升的曲线表示 NO 的物质的量随反应时间变化的情况, 0~10 min 内, NO 的物质的量增大 0.4 mol,则 $v(\text{NO}) = \frac{0.4 \text{ mol}}{5 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.008 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

5. D 【解析】由图可知,反应开始到 5 min, $\Delta n(\text{C}) = 0.2 \text{ mol}$,

$$\text{则有 } v(\text{C}) = \frac{\Delta c(\text{C})}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta n(\text{C})}{V}}{\Delta t} = \frac{\frac{0.2 \text{ mol}}{5 \text{ L}}}{5 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$
, A 错误;反应开始到 5 min, B 的物质的量增加 0.4 mol,

物质的量浓度增加 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 错误; 反应达到平衡时, A 的物质的量由 0.8 mol 减少为 0.2 mol , 变化量为 0.6 mol , A 为反应物, B 的物质的量由 0 增加到 0.4 mol , 变化量为 0.4 mol , C 的物质的量由 0 增加到 0.2 mol , 变化量为 0.2 mol , B、C 为生成物, 化学计量数之比等于反应体系中物质的量变化量之比, $\Delta n(\text{A}) : \Delta n(\text{B}) : \Delta n(\text{C}) = 0.6 \text{ mol} : 0.4 \text{ mol} : 0.2 \text{ mol} = 3 : 2 : 1$, 则反应的化学方程式为 $3\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$, C 错误; 由图可知, a 点时, A、B 的物质的量相同, 则物质的量浓度相同, D 正确。

6. C 【解析】①缩小容积, 增大压强, 浓度增大, 反应速率加快; ②碳是固体, 增加碳的量, 反应速率不变; ③通入 CO_2 , 反应物浓度增大, 反应速率加快; ④恒容下充入 N_2 , 反应物浓度不变, 反应速率不变; ⑤恒压充入 N_2 , 容器容积增大, 浓度减小, 反应速率减小。

7. D 【解析】反应 $\text{Zn} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$ 中, 化学反应速率之比等于化学计量数之比, 则有 $v(\text{Zn}^{2+}) : v(\text{H}^+) = 1 : 2$, A 错误; 溶液中的 H^+ 为 $0.04 \text{ L} \times 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 0.08 \text{ mol}$, 标准状况下 112 mL H_2 的物质的量为 0.005 mol , 消耗 0.01 mol H^+ , H^+ 有剩余, 若实验①用了 10 s , 则用 H^+ 来表

示的化学反应速率为 $\frac{0.01 \text{ mol}}{\frac{0.04 \text{ L}}{10 \text{ s}}} = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, B 错误; 该实验所需要的主要仪器除图示装置中的仪器外, 还需要秒表, C 错误; 组装好仪器后, 将注射器活塞拉出一段距离, 若活塞能恢复原位, 则装置气密性良好, D 正确。

8. B 【解析】镁和盐酸反应的离子方程式为 $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$, A 错误; 形状和大小相同的打磨后 Mg 条分别与相同体积的 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸和 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸完全反应, 产生的氢气一样多, 且与 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸反应速率更快, 则有 $a > 1$, B 正确; 镁条的量相同, 二者产生的氢气一样多, 则镁反应完全, C 错误; $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液中 $c(\text{H}^+) = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若用 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸代替上述实验中 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸, 反应速率加快, D 错误。

9. B 【解析】实验①②中只有温度不同, 故是研究温度对反应速率的影响, A 正确; 实验②④中反应温度不同, 不能研究催化剂对反应速率的影响, B 错误; 实验①和③相比, ③中过氧化氢的浓度大, 反应速率快, 若获得相同体积的氧气, ①的用时长, C 正确; 实验③与④相比, ③中过氧化氢的浓度大, 且使用催化剂, 故反应速率快, 时间短, D 正确。

10. B 【解析】反应速率可以通过观察产生气泡的快慢来判断, A 正确; 甲中 2 个试管内分别加入 FeCl_3 溶液和硫酸铜溶液, 阴离子不同, 无法排除阴离子干扰, 不能确定 Fe^{3+} 和 Cu^{2+} 对 H_2O_2 分解的催化效果, B 错误; 反应速率可以用单位时间内产生气体的体积表示, 要测定反应速率, 需要记录反应产生的气体体积及反应时间, C 正确; 关闭 a 处活塞, 将注射器活塞拉出一定距离, 若气密性不好, 活塞不能回到原位, 若气密性良好, 活塞能回到原位, D 正确。

11. C 【解析】 $0 \sim 2 \text{ min}$ 内 $v(\text{SO}_2) = 0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则有 $v(\text{O}_2) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 若前 1 min 保持该速率, $\Delta c(\text{O}_2) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 1 \text{ min} = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 此时 $c(\text{O}_2) = \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ L}} - 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 但 $0 \sim 1 \text{ min}$ 段反应速率比 $1 \sim 2 \text{ min}$ 段反应速率快, 故 $c(\text{O}_2) < 0.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 错误。3 min 时, 加入 $\text{SO}_3(\text{g})$, $c(\text{SO}_3)$ 增大, 正、逆反应速率均比原来大, B 错误。 $0 \sim 4 \text{ min}$ 内 $v(\text{SO}_2) = 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则有 $\Delta n(\text{SO}_2) = 0.30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 4 \text{ min} \times 1 \text{ L} = 1.20 \text{ mol}$, $\Delta n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \Delta n(\text{SO}_2) = 0.60 \text{ mol}$, $\Delta n(\text{SO}_3) = \Delta n(\text{SO}_2) = 1.20 \text{ mol}$, 此时混合气体总物质的量为 $n(\text{SO}_2) + n(\text{O}_2) + n(\text{SO}_3) = 0.80 \text{ mol} + 0.40 \text{ mol} + 1.20 \text{ mol} = 2.40 \text{ mol}$, 故 SO_2 的体积分数为 $\frac{0.80 \text{ mol}}{2.40 \text{ mol}} \times 100\% \approx 33.3\%$, C 正确; $0 \sim 6 \text{ min}$ 内 $v(\text{SO}_2) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 则有 $\Delta n(\text{SO}_2) = 0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 6 \text{ min} \times 1 \text{ L} = 1.20 \text{ mol}$, 与 $0 \sim 4 \text{ min}$ 内消耗 SO_2 的物质的量相同, 说明 4 min 时已达到平衡状态, 故 5 min 时, $\text{SO}_3(\text{g})$ 的物质的量为 1.20 mol , D 错误。

12. A 【解析】两者反应的离子方程式为 $\text{ClO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$, $4 \sim 8 \text{ min}$ 的反应速率 $v(\text{Cl}^-) = \frac{(0.12 - 0.03) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{4 \text{ min}} = 0.0225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 根据

方程式可得 $v(\text{SO}_4^{2-}) = 3v(\text{Cl}^-) = 0.0675 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, A 错误; 该反应为放热反应, 随着反应的进行反应速率先增大, 后因反应物浓度减小, 反应速率再减小, B 正确; 根据 B 项分析, AB 段速率变化的原因可能是该反应放热, BC 段速率变化的原因可能是反应物浓度减小, C、D 正确。

13. (1) O_2 , SO_2 BC (2) AD (3) ① $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ② $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ③ 1

【解析】(1) 只有气体或者溶液才有浓度的变化, 固体或者纯液体的浓度是定值, 故应选用 SO_2 或 O_2 来表示该反应的化学反应速率。 FeS_2 是固体, 增加 FeS_2 的量, 其反应速率不变, 选项 A 错误; 增大 O_2 的浓度, 反应速率加快, 选项 B 正确; 升高温度, 反应速率加快, 选项 C 正确; 减小压强, 反应速率降低, 选项 D 错误; 答案选 BC。

(2) 从 $t_1 \rightarrow t_2$ 速率增大的原因是镁与酸的反应是放热反应, 体系温度升高, 反应速率逐渐增大, 故 A 正确; 反应放出的热量不至于使水蒸发, 故 B 错误; 镁条(固体)的质量减少, 但是浓度不变, 不会影响反应速率, 故 C 错误; $t_2 \rightarrow t_3$ 速率减小的原因是盐酸的浓度逐渐降低, 反应速率逐渐减小, 此时浓度的影响大于温度的影响, 故 D 正确。

(3) 由已知条件列出“三段式”:

	$\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{C}(\text{g}) + n\text{D}(\text{g})$			
起始/mol	3	5	0	0
转化/mol	1	2	3	$0.02 \times 5 \times 10$
5 min/mol	2	3	3	1

① 5 min 末 A 的物质的量浓度为 $\frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

② 前 5 min 内用 B 表示的化学反应速率 $v(\text{B}) = \frac{2 \text{ mol}}{10 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

③ C 和 D 的物质的量转化量之比为 $3 : 1$, 则 $n = 1$ 。

14. (1) $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_3} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ (2) 探究不同反应物浓度对反应速率的影响 探究不同酸碱性条件下催化剂对反应速率的影响 (3) ① $0.575 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}$ 随着反应的进行, H_2O_2 浓度逐渐降低, 反应速率减小 ② V

【解析】(2) 实验 I 和 II 对比, H_2O_2 溶液的浓度不同, 故目的是探究不同反应物浓度对反应速率的影响。实验 III、IV 和 V 的其他条件相同, 溶液的酸碱性不同, 故目的是探究不同酸碱性条件下催化剂对 H_2O_2 分解速率的影响。(3) ① 实验 IV 中 $100 \sim 120 \text{ s}$ 内生成气体的体积为 $83.0 \text{ mL} - 71.5 \text{ mL} = 11.5 \text{ mL}$, 则气体平均生成速率 $v_2 = \frac{11.5 \text{ mL}}{20 \text{ s}} = 0.575 \text{ mL} \cdot \text{s}^{-1}$ 。随着反应的进行, H_2O_2 浓度降低, 反应速率减慢。② 曲线 c 的反应速率最慢, 对比表中实验 III、IV、V 的数据, 曲线 c 代表实验 V。

拓展微课 8 “变量控制法”在化学反应速率中的应用

- C 【解析】恒容时, 向密闭容器内充入 He , 反应体系中气体浓度不变, 反应速率不变, A 正确; 锌与稀硫酸反应时, 加入氯化钠溶液, 溶液体积增大, 氢离子浓度减小, 反应速率减小, B 正确; 制氯气时, 增加二氧化锰的用量, 二氧化锰是固体, 反应物浓度不变, 反应速率不变, 稀盐酸不与二氧化锰反应, 浓盐酸不能反应完, C 错误; 升高温度, 正逆反应速率都增大, D 正确。
- B 【解析】升高温度, 化学反应速率加快, 所以盛有热水烧杯中的试管产生气泡更快, A 正确; 浓度越大, 化学反应速率越快, 故加入 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ 溶液的试管产生沉淀的速率快, 但不一定会立即出现沉淀, B 错误; 加入少量 CuCl_2 溶液后, Fe 置换出的 Cu 附着在 Fe 的表面上形成原电池, 使化学反应速率加快, C 正确; 镁比铝更活泼, 所以与相同浓度的稀盐酸反应时, 镁条反应更快, D 正确。
- B 【解析】温度越高, 反应速率越快, ③的温度最高, 反应速率最快; 相同温度下, 反应物浓度越大, 反应速率越快, ②混合液中的浓度大于①, 则反应速率为② $>$ ①, 即出现浑浊的先后顺序是③②①。故选 B。

4. B 【解析】其他条件相同时,反应温度越高,固体表面积越大,反应速率越快,故反应速率最大的是B项。
5. C 【解析】根据表格可知实验1、2只有温度不同,其他反应条件都相同,则通过这两个实验可以探究温度对化学反应速率的影响,A正确;根据表格数据可知:实验2中加入的水是5 mL,实验3中没有加入水,这两个实验探究浓度对化学反应速率的影响,因此两实验的反应温度相同,故**b**=25,B正确;若**a**=3,则实验4中 $K_2Cr_2O_7$ 、乙醇的浓度与实验2的溶液浓度都不相同,故实验2、4不是探究单一反应物浓度对化学反应速率的影响,C错误;由于 $K_2Cr_2O_7$ 溶液的氧化性与溶液的pH有关,因此要探究浓度或温度对化学反应速率的影响,为便于采用控制变量方法进行分析判断,实验需控制每一次实验 $K_2Cr_2O_7$ 溶液的pH相同,D正确。
6. D 【解析】根据表格数据,测定溶液褪色时间,则 $c(KMnO_4)$ 相同,应保证三组实验溶液体积相同,则 $V_1=3$ 、 $V_2=5$,乙和丙中高锰酸钾、草酸的浓度相同,应探究温度对反应速率的影响;甲、乙应探究 $H_2C_2O_4$ 浓度对反应速率的影响,温度相同,则 $T_1=25$,乙的 $H_2C_2O_4$ 浓度比甲高,丙的温度比乙高,因此, $t_2 < t_1 < 12$,A正确。通过实验乙、丙探究温度对化学反应速率的影响,B正确。反应的离子方程式为 $2MnO_4^- + 5H_2C_2O_4 + 6H^+ = 2Mn^{2+} + 10CO_2 \uparrow + 8H_2O$,C正确。甲组用 $KMnO_4$ 的浓度变化表示的平均反应速率为 $\frac{2 \text{ mL} \times 0.06 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10 \text{ mL} \times 12 \text{ s}} = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,D错误。

7. (1)C (2)①其他条件相同时,温度对该反应速率的影响
②5 (3) SO_2 易溶于水,体积测定不准确;实验装置复杂
(4)=

【解析】(1)该反应原理为 $Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + SO_2 \uparrow + S \downarrow + H_2O$ 。相比于实验A,实验C所处的温度高,相比于实验B,实验C所处的温度高, $Na_2S_2O_3$ 浓度大,温度越高、浓度越大反应速率越快,故反应速率最快的是C。

(2)①实验A和C相比,只有温度是变量,故研究的问题是其他条件相同时,温度对该反应速率的影响。②实验A和B相比,可探究其他条件相同时 $Na_2S_2O_3$ 浓度对该反应速率的影响,控制变量,混合后溶液的体积不变,故 $V_2=5$ 。

(3)由于 SO_2 易溶于水,体积测定不准确,实验装置复杂,故上述实验采用比较溶液出现浑浊所用时间的方法来比较反应速率的快慢,而不采用比较单位时间内生成气体体积大小(排水法收集)的方法进行速率比较。

(4)由表中数据可知,与A组实验相比,D组各物质的浓度与A组对应相等,温度相等,故反应速率相等,理论上 $t_4=t_1$ 。

8. (1) $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2H_2O + O_2 \uparrow$
(2)探究浓度对反应速率的影响
(3)不同催化剂对反应速率的影响不同;二氧化锰作催化剂时催化效果最好,无催化剂时,双氧水较稳定,不分解
(4)⑥ 10 mL 5% H_2O_2 溶液、0.2 g MnO_2 热水 ⑦ 10 mL 5% H_2O_2 溶液、0.2 g MnO_2 冰水

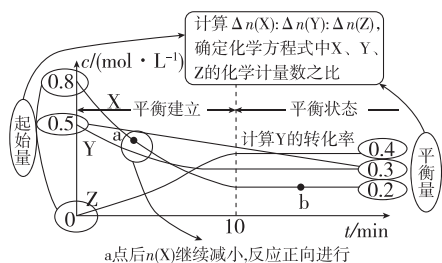
【解析】(1)双氧水在催化剂作用下分解为水和氧气,反应的化学方程式是 $2H_2O_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2H_2O + O_2 \uparrow$ 。(2)编号①和②中双氧水的浓度不同,所以实验目的是探究浓度对反应速率的影响。(3)编号③④⑤探究的是不同催化剂条件下双氧水的分解速率,根据图示,图中曲线的含义是不同催化剂对反应速率的影响不同;二氧化锰作催化剂时催化效果最好,无催化剂时,双氧水较稳定,不分解。(4)探究“温度对化学反应速率的影响”,温度为变量,实验编号⑥,实验药品为10 mL 5% H_2O_2 溶液、0.2 g MnO_2 ,反应条件为热水;实验编号⑦,实验药品为10 mL 5% H_2O_2 溶液、0.2 g MnO_2 ,反应条件为冰水。

第2课时 化学反应的限度 化学反应条件的控制

1. B 【解析】可逆反应达到平衡状态时,各反应物、生成物的浓度不再改变,并不一定相等,A错误;化学反应在一定条件下建立平衡状态时,化学反应仍然在进行,只是正、逆反应速率相等,C错误; N_2 和 H_2 的反应属于可逆反应,所以1 mol N_2 和3 mol H_2 在一定条件下达到平衡时生成 NH_3 的量小于2 mol,D错误。
2. C 【解析】 HI 、 H_2 和 I_2 都是气体,混合气体的总质量一直不变,故不能据此判断反应是否达到平衡,A错误;反应前后,气

体的总物质的量不变,则温度和容积一定时,容器内压强始终不变,故不能根据压强判断反应是否达到平衡,B错误;1 mol $H-I$ 断裂,必定形成2 mol $H-I$,若同时有2 mol $H-I$ 和1 mol $H-I$ 断裂,则该反应达到平衡状态,C正确;达到平衡时,各物质的浓度保持不变,但 HI 、 H_2 、 I_2 物质的量浓度之比不一定为2:1:1,平衡时各物质的浓度与初始浓度及转化率有关,不能据此判断反应是否达到平衡,D错误。

3. B 【解析】由题图可知,5 h后反应达到平衡状态, NH_3 的浓度不再发生变化,A正确;可逆反应的平衡状态为动态平衡,平衡时正、逆反应速率相等,但不等于零,B错误,C正确;当可逆反应达到平衡状态时,反应达到限度,D正确。
4. C 【解析】反应中Z是固体,平衡建立过程中混合气体的密度不断变化,当混合气体的密度不变时,该反应达到平衡状态,A不符合题意;反应容器中Y的质量分数不变,则反应达到平衡状态,B不符合题意;X的分解速率与Y的消耗速率之比等于2:1时才达到平衡状态,C符合题意;单位时间内生成1 mol Y,消耗2 mol X,若同时生成2 mol X,反应达到平衡状态,D不符合题意。
5. D 【解析】单位时间内消耗0.1 mol N_2 ,必定生成0.2 mol NH_3 ,是同向进行,无法判断是否达到平衡状态,A错误; H_2 和 NH_3 的物质的量之比与是否平衡无关, H_2 和 NH_3 的物质的量不变才能说明达到平衡,B错误;混合气体总质量和容器容积不变,混合气体的密度始终不会发生变化,不能说明反应达到平衡状态,C错误;反应过程中气体的总物质的量在变化,当混合气体的总物质的量不再变化时能说明该反应已达到平衡状态,D正确。
6. D 【解析】向容积为2 L的恒容密闭容器中充入 $NO_2(g)$,发生的反应为 $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$,则二氧化氮物质的量减小,四氧化二氮物质的量增加,结合图示可知,a点所在曲线为二氧化氮的物质的量随时间变化曲线。a点之后二氧化氮的物质的量仍减小,说明反应没有达到平衡状态,A错误;随着反应进行,二氧化氮转化为无色四氧化二氮,反应过程中容器内气体颜色变浅,B错误;恒容密闭容器中,充入 $He(g)$ 不影响反应体系的浓度,故不影响反应速率,C错误;该反应为气体分子数减小的反应,容器内气体的平均相对分子质量不变时,反应达到平衡状态,D正确。
7. A 【解析】向门窗合页里注油是为了增加润滑性,与化学反应速率调控无关,A符合题意;铁触媒作催化剂能加快合成氨的反应速率,与化学反应速率调控有关,B不符合题意;向炉膛“鼓风”,增大 O_2 的浓度,能加快燃烧速率,与化学反应速率调控有关,C不符合题意;在空运水果中放入冰袋,可以降低温度,减慢反应速率,与化学反应速率调控有关,D不符合题意。
8. C 【解析】温度高反应速率快,但合成氨在温度较低时,氨的产率较高,因此实际生产中的温度不是越高越好,故A错误;压强增大反应速率快,但压强过大会增加设备的成本,因此实际生产中的压强不是越高越好,故B错误;可选用适当的催化剂提高反应速率,故C正确;加入水蒸气,氨气溶于水,并不能提高反应速率,故D错误。
9. D 【解析】根据表格中提供的数据发现,压强的增加引起Y转化率的变化并不明显,所以压强采用常压;在400~500 °C范围内,升高温度,Y转化率小幅度下降,500~600 °C范围内,升温,Y转化率明显下降,考虑生产效率问题,温度采用400~500 °C,故工业合成Z的适宜条件是常压、较高温度,答案选D。
10. D 【解析】升高温度,正逆反应速率均增大,A正确;450 °C时,在反应开始时加入2 mol SO_2 和1 mol O_2 ,达到平衡时 SO_2 转化率是90%,反应消耗 SO_2 的物质的量是2 mol $\times$ 90% = 1.8 mol,则根据物质反应转化关系可知反应消耗 O_2 的物质的量是 $\frac{1}{2} \times 1.8 \text{ mol} = 0.9 \text{ mol}$,若5 min达到平衡,则 $v(O_2) = \frac{0.9 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,B正确;根据图示可知,合成 SO_3 的反应在450 °C时 SO_2 的催化效率最高,故工业合成 SO_3 的最佳温度是450 °C,C正确;尽管N点温度大于M点,但M点催化效率大于N点,因此生产速率: $v(N)$ 不一定大于 $v(M)$,D错误。
11. B 【解析】 $X(g)$ 和 $Y(g)$ 发生反应生成 $Z(g)$,平衡建立过程分析如下:



a点后X的浓度继续减小,反应正向进行,正反应速率大于逆反应速率,A正确;b点后各物质浓度不再改变,反应达到平衡状态,但是化学平衡是动态平衡,反应没有停止,正、逆反应速率相等,净反应速率等于零,B错误;0~10 min,X、Y、Z的浓度变化分别为 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则X、Y、Z的化学计量数之比为 $3:1:2$,C正确;该条件下,达平衡时,Y的浓度变化为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,达到Y的最大限度,Y的平衡转化率为 $\frac{0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 40\%$,D正确。

12. B 【解析】由图可知,消耗 $n(\text{CO}_2) = (1.0 - 0.9) \text{ mol} = 0.1 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = (0.5 - 0.2) \text{ mol} = 0.3 \text{ mol}$,同一反应中参加反应的各物质的物质的量之比等于化学计量数之比,则 $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2) = 0.1 \text{ mol}:0.3 \text{ mol} = 1:3$,根据原子守恒知,反应还生成 H_2O ,故反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$,A错误;在 $0 \sim 3 \text{ min}$ 内 $v(\text{H}_2) = \frac{0.5 \text{ mol} - 0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 3 \text{ min}} = \frac{1}{20} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则有 $v(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{1}{3} v(\text{H}_2) = \frac{1}{60} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,B正确;该反应过程中气体总质量和总体积都不变,混合气体的密度一直不变,当混合气体的密度不再变化时,不能说明反应已经达到平衡状态,C错误;根据反应的化学方程式计算可得出,3 min时 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1 \text{ mol}$,由图像可以看出,10 min时 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1 \text{ mol}$,则3 min时反应达到平衡状态,即在3~10 min内,反应处于平衡状态,D错误。

13. B 【解析】5 min内,生成 0.12 mol Z,根据物质反应转化关系可知,反应消耗X为 0.06 mol ,则有 $v(\text{X}) = \frac{0.06 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 5 \text{ min}} = 0.006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,A错误。相同条件下,气体的压强与气体的总物质的量成正比,在反应开始时 $n_{\text{初}}(\text{总}) = 0.1 \text{ mol} + 0.3 \text{ mol} = 0.4 \text{ mol}$;在平衡时 $n(\text{Z}) = 0.12 \text{ mol}$, $n(\text{X}) = 0.1 \text{ mol} - 0.06 \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$, $n(\text{Y}) = 0.3 \text{ mol} - 3 \times 0.06 \text{ mol} = 0.12 \text{ mol}$,则平衡时 $n_{\text{平}}(\text{总}) = 0.04 \text{ mol} + 0.12 \text{ mol} + 0.12 \text{ mol} = 0.28 \text{ mol}$, $\frac{p(\text{平衡})}{p(\text{初始})} = \frac{0.28 \text{ mol}}{0.4 \text{ mol}} = \frac{7}{10}$,则达到平衡时,容器内的压强是反应前的 0.7 倍,B正确。由B项分析可知,达到平衡时 $n(\text{Y}) = 0.12 \text{ mol}$, $n(\text{Z}) = 0.12 \text{ mol}$, $n(\text{Y}) = n(\text{Z})$,C错误。反应达到平衡时,加入少量氦气,在恒容条件下反应体系的各物质浓度不变,反应速率不变,D错误。

14. (1) > (2) $0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (3) ①③ (4) ①②④

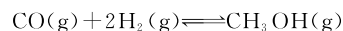
15. (1) $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ (2) 0.02 (3) ab (4) 0.4 (5) = (6) $\frac{1}{2}$ 或 0.5 (7) B

【解析】(1) NO、CO 转化为两种无毒气体,产物为 CO_2 和 N_2 ,反应的化学方程式是 $2\text{CO} + 2\text{NO} \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ 。(2) 反应开始至 10 min ,NO 的物质的量减少 0.4 mol , $v(\text{NO}) = \frac{0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 10 \text{ min}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。(3) 催化剂能加快反应速率,新型催化剂可以加快 NO、CO 的转化,故 a 正确;根据图示,该反应进行到 10 min 时 NO 物质的量不再改变,反应达到化学平衡状态,故 b 正确;反应开始到平衡消耗 0.4 mol NO,则同时消耗 0.4 mol CO,平衡时 CO 的浓度是 $\frac{0.8 \text{ mol} - 0.4 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 c 错误。

(4) $0 \sim 5 \text{ min}$ 内,CO 的浓度降低 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 H_2 的浓度降低 $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $\text{H}_2(\text{g})$ 的平均反应速率是 $\frac{2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{5 \text{ min}} = 0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(5) 根据图示,12 min 时,各物质浓度不再改变,反应达到平衡状态, $v_{\text{正}} = v_{\text{逆}}$ 。

(6) 将 4 mol 的 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 2 mol 的 $\text{CO}(\text{g})$ 充入 1 L 的恒容密闭容器中发生反应,达到平衡状态时甲醇的物质的量为 1.5 mol 。



初始/mol	2	4	0
转化/mol	1.5	3	1.5
平衡/mol	0.5	1	1.5

设起始压强为 p ,平衡时压强为 p_0 ,同温同体积,压强之比等于物质的量之比,则 $\frac{p_0}{p} = \frac{0.5+1+1.5}{2+4} = \frac{1}{2}$ 。

(7) 反应达到平衡状态,各物质的物质的量不再改变,CO(g)、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的物质的量之比为 $1:2:1$,不能判断物质的量是否还发生改变,反应不一定达平衡,故不选 A;反应前后气体化学计量数之和不同,压强是变量,混合气体的压强不随时间的变化而改变,反应一定达到平衡状态,故选 B;单位时间内每消耗 $2a \text{ mol}$ $\text{H}_2(\text{g})$,同时生成 $a \text{ mol}$ $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$,同向进行,不能判断正逆反应速率是否相等,反应不一定达平衡,故不选 C;反应速率: $v(\text{H}_2) = 2v(\text{CO})$,不能判断正逆反应速率是否相等,反应不一定达平衡,故不选 D。

拓展微课 9 “三段式法”的应用及图像分析

1. A 【解析】设容器容积为 1 L ,反应开始时 $c(\text{N}_2) = 1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{H}_2) = 4.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,则 $n(\text{N}_2) = 1.5 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 4.5 \text{ mol}$,相同条件下,气体压强之比等于气体物质的量之比,结合三段式,设 $0 \sim 10 \text{ s}$ 内 N_2 消耗 $x \text{ mol}$,则有:

	$\text{N}_2(\text{g})$	+	$3\text{H}_2(\text{g})$	$\xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}}$	$2\text{NH}_3(\text{g})$
起始量/mol	1.5		4.5		0
变化量/mol	x		$3x$		$2x$
10 s 量/mol	$1.5-x$		$4.5-3x$		$2x$

10 s 后测得容器的压强变为开始时的 $\frac{5}{6}$,则有 $(1.5-x) + (4.5-3x) + 2x = \frac{5}{6} \times (1.5 + 4.5)$,解得 $x = 0.5$,则 $v(\text{H}_2) = \frac{3 \times 0.5 \text{ mol}}{1 \text{ L} \times 10 \text{ s}} = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

2. A 【解析】根据题干信息,将 4 mol A 气体和 2 mol B 气体充入 1 L 的恒容密闭容器中,在一定条件下发生如下反应: $2\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{g})$ 。经 2 s 后达到平衡时,测得 C 的物质的量为 1.2 mol ,列出“三段式”:

	$2\text{A}(\text{g})$	+	$\text{B}(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{C}(\text{g})$
起始/mol	4		2		0
转化/mol	1.2		0.6		1.2
平衡/mol	2.8		1.4		1.2

平衡时 A 的物质的量为 2.8 mol ,则 A 的浓度为 $\frac{2.8 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 2.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,A 正确;平衡时 B 的转化率为 $\frac{0.6 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \times 100\% = 30\%$,B 错误;反应后混合气体的总物质的量为 $(2.8 + 1.4 + 1.2) \text{ mol} = 5.4 \text{ mol}$,C 错误;2 s 后达到平衡时,C 生成的物质的量为 1.2 mol ,则用 C 表示的平均反应速率为 $v(\text{C}) = \frac{1.2 \text{ mol}}{1 \text{ L} \times 2 \text{ s}} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$,D 错误。

3. C 【解析】5 min 末容器中 W 的物质的量为 0.2 mol ,前 5 min 以 Z 浓度变化来表示的平均反应速率为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$,则生成 Z 为 $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 2 \text{ L} \times 5 \text{ min} = 0.4 \text{ mol}$,列出“三段式”:

	$3\text{X}(\text{g})+2\text{Y}(\text{g})\rightleftharpoons n\text{Z}(\text{g})+\text{W}(\text{g})$			
起始量/mol	0.8	0.6	0	0
转化量/mol	0.6	0.4	0.4	0.2
5 min 量/mol	0.2	0.2	0.4	0.2

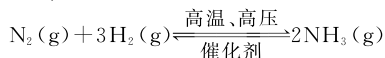
根据 Z、W 的物质的量转化量之比等于其化学计量数之比可得 $\frac{0.4 \text{ mol}}{0.2 \text{ mol}} = \frac{n}{1}$, 解得 $n=2$, A 正确; 5 min 末消耗 0.6 mol X, 则

X 的转化率为 $\frac{0.6 \text{ mol}}{0.8 \text{ mol}} \times 100\% = 75\%$, B 正确; 5 min 末 X、Y

的物质的量均为 0.2 mol, 则有 $c(X) = c(Y) = \frac{0.2 \text{ mol}}{2 \text{ L}} =$

$0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, C 错误; 升高温度, 反应速率加快, D 正确。

4. D 【解析】升高温度, 正逆反应速率均会变大, A 正确; 由表中数据和化学方程式并结合三段式法可知, 0~2 min 内, 用 NH_3 表示的平均反应速率为 $v(\text{NH}_3) = 2v(\text{N}_2) = \frac{(1.0-0.875) \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 2 \text{ min}} \times 2 = 0.0625 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, B 正确; 由表中数据和化学方程式可知, 4 min 时,



起始/mol	1.0	3.0	0
转化/mol	0.2	0.6	0.4
剩余/mol	0.8	2.4	0.4

结合 8 min 时的数据, 可知 4 min 时该反应达到化学反应限度, 此时 N_2 的转化率为 $\frac{0.2 \text{ mol}}{1.0 \text{ mol}} \times 100\% = 20\%$, C 正确; 反应在恒温恒容密闭容器中进行, 气体的体积不变, 反应前后气体的总质量不变, 故气体的密度是定值, 不会改变, D 错误。

5. C 【解析】由图可知, 物质的量减小的 Y 为反应物, 物质的量增大的 X 为生成物, 0~ t_1 min, Y 和 X 的物质的量变化量之比为 $(10-6) \text{ mol} : (4-2) \text{ mol} = 2 : 1$, t_3 min 后, X、Y 的物质的量不再改变, 说明反应达到平衡, 该反应为可逆反应, 则反应的化学方程式为 $2Y \rightleftharpoons X$, A 错误; t_1 min 时, 物质 Y 的物质的量为 6 mol, 则 Y 的转化率为 $\frac{10 \text{ mol} - 6 \text{ mol}}{10 \text{ mol}} \times 100\% = 40\%$, B 错误; t_2 min 时, X、Y 的物质的量相等, 但反应未达到平衡, 是平衡的形成过程, 则反应物的正反应速率大于逆反应速率, C 正确; t_3 min 后, X、Y 的物质的量不再改变, 说明反应达到平衡, 正逆反应速率相等, 但反应没有停止, D 错误。

6. D 【解析】由题图可知, b 物质的量逐渐减少, a 物质的量逐渐增加, 则 b 为反应物, a 为生成物, 达到平衡时, b 减少 6 mol, a 增加 4 mol, 根据 a、b 物质的量的变化量之比等于化学计量数之比可知, 该反应的化学方程式为 $3b \rightleftharpoons 2a$, A 正确; Y、Z 两点之后物质的量不再改变即为平衡点, 则用同一物质表示的正反应速率相等, B 正确; 反应正向进行, t_3 时刻达到平衡, t_1 、 t_2 时刻未达到平衡, 但 $t_2 > t_1$, 即反应程度最小的是 t_1 时刻, C 正确; X 点之后物质的量还在变化, 不是平衡点, Y、Z 两点之后物质的量不再变化, 为平衡点, D 错误。

7. D 【解析】往烧杯中加入 10 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液和 10 mL $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KI 溶液, 发生氧化还原反应, $\text{Fe}^{3+} \sim \text{I}^-$, I^- 过量。反应未开始时, $c(\text{I}^-) = \frac{10 \times 10^{-3} \times 2 \text{ mol}}{20 \times 10^{-3} \text{ L}} = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, A 项错误; 3~8 min 内, Fe^{3+} 的平均反应速率等于 I^- 的平均反应速率, 即 $\frac{0.08}{5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} = 0.016 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, B 项错误; 根据图像可知 I^- 最终共消耗了 $(1-0.80) \times 20 \times 10^{-3} \text{ mol} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 Fe^{3+} 剩余 $(1 \times 10 \times 10^{-3} - 4 \times 10^{-3}) \text{ mol} > 0$, 说明该反应为可逆反应, 往烧杯中滴加 KSCN 溶液, 溶液变红, C 项错误; 由 C 项分析可知, 烧杯中发生反应: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$, D 项正确。

8. B 【解析】由题图可知, 0~ t_1 s 阶段 H_2 减小的物质的量浓度为 $(0.15-0.06) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若 $t_1 = 15$, 则 0~ t_1 s 阶段 $v(\text{H}_2) = \frac{0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{15 \text{ s}} = 0.006 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, A 错误; t_1 s 时氢气的浓度变化量为 $0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 转化率为 $\frac{0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 60\%$, B 正确; 浓度变化量之比等于化学计量数之比, 氮气的浓度变化量为 $\Delta n(\text{N}_2) = \frac{1}{3} \Delta n(\text{H}_2) = \frac{1}{3} \times 0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 平衡时氮气浓度为

$0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则初始氮气浓度为 $0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} + 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由初始 $c(\text{H}_2) = 0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 可知该

容器的容积为 $\frac{0.3 \text{ mol}}{0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 2 \text{ L}$, N_2 的起始物质的量为

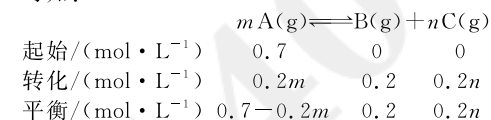
$0.08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \text{ L} = 0.16 \text{ mol}$, C 错误; a 点时, 容器内 $c(\text{NH}_3) = c(\text{H}_2)$, 但 a 点后氢气浓度仍在降低, 氨气浓度仍在增加, 说明反应正向进行, 反应并未达到平衡状态, D 错误。

9. C 【解析】 $v(\text{C}) = \frac{0.12 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times 15 \text{ s}} = 0.004 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, A 正

确; t_1 s 时 A 的转化率为 $\frac{0.18}{0.3} \times 100\% = 60\%$, B 正确; 在反应

过程中, 混合气体的总物质的量不变, 由图可得气体总物质的量为 $(0.12+0.1+0.22) \text{ mol} = 0.44 \text{ mol}$, 则起始 B 的物质的量为 $0.44 \text{ mol} - (0.3+0.1) \text{ mol} = 0.04 \text{ mol}$, 0~ t_1 s 内, B 的生成量为 $(0.1-0.04) \text{ mol} = 0.06 \text{ mol}$, A 的消耗量为 $(0.30-0.12) \text{ mol} = 0.18 \text{ mol}$, C 的生成量为 $(0.22-0.10) \text{ mol} = 0.12 \text{ mol}$, 则 A、B、C 的化学计量数之比为 $0.18 \text{ mol} : 0.06 \text{ mol} : 0.12 \text{ mol} = 3 : 1 : 2$, 该反应的化学方程式为 $3\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{g})$, 为可逆反应, C 错误; 由 C 项分析可知, 起始 B 的物质的量浓度为 $\frac{0.04 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, D 正确。

10. D 【解析】反应达到平衡时, 测得 $c(\text{B}) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故可知:



由图可知, $0.7-0.2m = 0.3$, $0.2n = 0.6$, 故 $m=2$, $n=3$, A 正确; N 点时, A、C 物质的量浓度相同, 设 A 消耗 $2x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 C 生成 $3x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 生成 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则有 $0.7-2x = 3x$, 解得 $x = 0.14$, 故 $c(\text{B}) = 0.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, B 正确; 反应达到平衡时, 容器内 B、C 的浓度分别为 $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 由于体积相同, 故 B、C 的物质的量之比为 $1 : 3$, C 正确; 气体的总质量不变, 恒容容器说明体积不变, 故密度一直不变, 因此当密度不再发生改变不能说明该反应达到平衡, D 错误。

11. (1) $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$

(2) $0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

(3) = (4) AD (5) 7.69% (6) 15 : 13

【解析】(1) 根据图示, Δn 之比等于化学计量数之比, 则 CO_2 和 H_2 的化学计量数之比为 $1 : 3$, 再根据元素守恒可知, CO_2 和 H_2 反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ 。

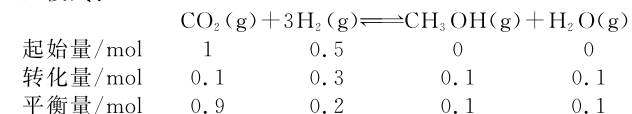
(2) 0~1 min 内, 氢气的平均反应速率为 $v(\text{H}_2) = \frac{\Delta n}{V \times \Delta t} =$

$\frac{0.2 \text{ mol}}{5 \text{ L} \times 1 \text{ min}} = 0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(3) 0~3 min 内, H_2 消耗 0.3 mol, 根据方程式, CH_3OH 生成 0.1 mol, 与 10 min 时 CH_3OH 的物质的量相等, 说明 3 min 时, 反应已达到平衡, 则 6 min 时, 正逆反应速率相等。

(4) H_2 的生成速率是 H_2O 生成速率的 3 倍, 即 $v_{\text{逆}}(\text{H}_2) = 3v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O})$, 正逆反应速率之比符合化学计量数之比, 反应达到平衡状态, A 正确; 反应体系中各物质均为气体, 则混合气体的密度始终不变, 即混合气体的密度不随时间的变化而变化的状态不一定是平衡状态, B 错误; 反应中 CO_2 与 CH_3OH 的物质的量浓度之比为 $1 : 1$ 的状态不一定是平衡状态, 与反应物的起始量和转化率有关, C 错误; 正反应是气体分子数减小的反应, 混合气体的质量不变, 则混合气体的平均相对分子质量不随时间的变化而变化的状态是平衡状态, D 正确。

(5) 达到平衡时 $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1 \text{ mol}$, 结合题目信息, 列出三段式:



平衡混合气体中甲醇的体积分数为 $\frac{0.1}{0.9+0.2+0.1+0.1} \times 100\% \approx 7.69\%$ 。

(6)起始时反应物总量为 1.5 mol,某时刻,测得 H_2 的转化率为 60%,即 $\Delta n(\text{H}_2)=0.5\text{ mol}\times 60\%=0.3\text{ mol}$,反应为 $\text{CO}_2+3\text{H}_2\rightleftharpoons\text{CH}_3\text{OH}+\text{H}_2\text{O}$,则混合气体的变化量为 $\Delta n=\frac{2}{3}\Delta n(\text{H}_2)=\frac{2}{3}\times 0.3\text{ mol}=0.2\text{ mol}$,则混合气体的总量为 $1.5\text{ mol}-0.2\text{ mol}=1.3\text{ mol}$,恒温恒压条件下气体的体积之比等于其物质的量之比,则 $V_1:V_2=1.5\text{ mol}:1.3\text{ mol}=15:13$ 。

综合提能(六) 化学反应与能量

- C 【解析】**煤炭的燃烧需要加热到一定温度下才能进行,但该反应会放出大量的热,A 错误;化学反应中能量变化的主要原因是化学键的断裂和形成,B 错误;化学反应是旧键的断裂和新键的形成过程,旧键断裂吸收能量,新键形成放出能量,因此化学反应过程中一定伴随能量变化,C 正确; NH_4Cl 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 的反应是吸热反应,D 错误。
- C 【解析】**缩小容器容积增大压强,能加快反应速率,A 项错误;升高温度能加快反应速率,B 项错误;使用恰当的催化剂能加快反应速率,C 项正确;由于该反应是可逆反应,0.4 mol SO_2 与 0.2 mol O_2 充分反应,生成的 SO_3 少于 0.4 mol,D 项错误。
- C 【解析】**固体硫变化为气态硫需要吸收能量,相同条件下,等质量 $\text{S}(\text{g})$ 和 $\text{S}(\text{s})$ 的能量比较, $\text{S}(\text{s})$ 能量较小,则 $\text{S}(\text{s})$ 比 $\text{S}(\text{g})$ 更稳定,A 错误;1 mol $\text{S}(\text{g})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 的总能量比 1 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ 的能量高,B 错误;由图可知,1 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ 的能量低于 1 mol $\text{S}(\text{s})$ 和 1 mol $\text{O}_2(\text{g})$ 的能量,则 $\text{SO}_2(\text{g})$ 转化为 $\text{S}(\text{s})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 需要吸收能量,应为吸热反应,C 正确;断裂化学键吸收能量,形成化学键释放能量,则形成 SO_2 中化学键的过程需要放出能量,D 错误。
- C 【解析】**消耗 1 mol CO 和消耗 1 mol Cl_2 均代表正反应,A 错误;平衡时 CO 、 Cl_2 、 COCl_2 的浓度不变,但不一定相等,B 错误; CO 、 Cl_2 、 COCl_2 的浓度不再变化,说明正、逆反应的速率相等,反应达平衡状态,C 正确;只要反应发生,就有 CO 、 Cl_2 、 COCl_2 在密闭容器中共存,D 错误。
- B 【解析】**由图可知, $\text{X}\rightarrow\text{Y}$ 的能量升高,为吸热过程,A 错误;升高温度,反应速率加快,缩短达到平衡的时间,B 正确;恒容条件下充入 He ,各组分浓度不变,反应速率不变,C 错误;加入合适的催化剂,不会改变反应物和生成物的总能量,故 a 、 c 的值不会减小,D 错误。
- C 【解析】** Cu 、 Zn 、稀硫酸组成的原电池,锌较活泼,作原电池的负极,铜作原电池的正极,电解质溶液中的阳离子 H^+ 向正极铜电极移动,即向 a 极迁移,A 错误; Zn 、 Fe 、稀硫酸组成的原电池,锌较活泼,作原电池的负极,铁作原电池的正极,电子从 Zn 经外电路流向 Fe ,但是无法再流向 Zn ,B 错误;铝、镁、氢氧化钠溶液组成的原电池,电池反应为 $2\text{Al}+2\text{NaOH}+6\text{H}_2\text{O}\rightleftharpoons 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]+3\text{H}_2\uparrow$,铝发生氧化反应,作原电池的负极,镁电极作原电池的正极,即 a 为负极, b 为正极,C 正确;铜、石墨、氯化铁溶液组成的原电池,电池反应为 $2\text{FeCl}_3+\text{Cu}\rightleftharpoons 2\text{FeCl}_2+\text{CuCl}_2$,铜电极发生氧化反应,作原电池的负极,电极反应为 $\text{Cu}-2\text{e}^-\rightleftharpoons\text{Cu}^{2+}$,电极质量减小,石墨作原电池的正极,电极反应式为 $\text{Fe}^{3+}+\text{e}^-\rightleftharpoons\text{Fe}^{2+}$,电极质量不变,D 错误。
- C 【解析】**原电池中阳离子向正极移动,A 错误;该电池中氧气得到电子,所在电极为正极,电极 1 为负极,电子由负极即电极 1 经外电路流向正极即电极 2,B 错误;电池总反应为 $4\text{NH}_3+3\text{O}_2\rightleftharpoons 2\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}$,C 正确;该电池介质为碱性,不能有氢离子参与反应,D 错误。
- D 【解析】** B 是固体,其浓度视为常数,不能用 B 的浓度变化表示化学反应速率,A 错误;该反应在恒容密闭容器中进行,通入氦气,反应物的浓度不变,化学反应速率不变,B 错误;5 min 内, $\Delta n(\text{C})=0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\times 2\text{ L}=0.4\text{ mol}$,则 A 的物质的量减少 0.4 mol, A 的转化率为 $\frac{0.4\text{ mol}}{2\text{ mol}}\times 100\%=20\%$,C 错误。
- D 【解析】**由放电时的总反应 $2\text{Li}+\text{NO}_2\rightleftharpoons\text{Li}_2\text{O}+\text{NO}$ 知, Li 元素化合价升高,则 a 极为负极, b 极为正极,电流从正极经外电路流向负极,即外电路电流的方向: b 极 $\rightarrow$ 电流表 $\rightarrow a$ 极,A 正确; b 极为正极, N 元素化合价降低,发生还原反应,电极反应式为 $\text{NO}_2+2\text{e}^-+2\text{Li}^+\rightleftharpoons\text{Li}_2\text{O}+\text{NO}$,B 正确;根据关系式 $2\text{e}^-\sim\text{Li}_2\text{O}$,当外电路通过 1 mol e^- 时, b 极生成

0.5 mol Li_2O , b 极增加的质量为 $0.5\text{ mol}\times 30\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=15\text{ g}$,C 正确;电解液中阳离子移向正极,则电解液中 Li^+ 向 b 极附近迁移,D 错误。

- D 【解析】**往 1 L 的恒容绝热容器中充入 1.5 mol 气体 N , t_1 时刻, $n(\text{M})=n(\text{N})=0.5\text{ mol}$, t_2 时刻达到了平衡状态,此时 $n(\text{N})=0.4\text{ mol}$ 。由图可知,ab 段曲线斜率小于 bc 段曲线斜率,所以 ab 段平均反应速率小于 bc 段平均反应速率,故 A 错误;d 点后,各组分的含量还在变化,反应未达到平衡状态,故 B 错误;到 t_1 时刻, $n(\text{M})=n(\text{N})=0.5\text{ mol}$,即 M 、 N 的物质的量变化量之比为 1:2,所以总反应的化学方程式为 $2\text{N}(\text{g})\rightleftharpoons\text{M}(\text{g})$,故 C 错误;根据图像可知,反应达到平衡时,消耗 1.1 mol N ,则生成 0.55 mol M ,此时 M 和 N 的物质的量分别为 0.55 mol 和 0.4 mol,所以 M 的体积分数为 $\frac{0.55}{0.55+0.4}\times 100\%\approx 58\%$,故 D 正确。
- D 【解析】**铝是活泼金属, a 作负极,氧气得到电子,通入空气的电极 b 是正极,给电车充电时 a 极失去电子发生氧化反应,A 错误;给电车充电时 OH^- 往负极区移动,即移向 a 电极,与 Al 失去电子产生的 Al^{3+} 反应生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,B 错误;题干未指明气体所处的外界条件,故不能根据转移电子数目确定消耗的氧气体积,C 错误;根据图示可知:在 a 电极 Al 失去电子产生 Al^{3+} , Al^{3+} 与溶液中的 OH^- 反应生成 $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,则负极的电极反应式为 $\text{Al}-3\text{e}^-+4\text{OH}^-\rightleftharpoons[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$,D 正确。
- C 【解析】**该反应为放热反应,则合成氨反应中,反应物断键吸收的能量小于生成物成键释放的能量,故 A 错误;② $\rightarrow$ ③过程是化学键断裂的过程,包括 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{H}-\text{H}$ 的断裂,故 B 错误;两个不同的原子团或原子之间形成的共价键是非极性键,③ $\rightarrow$ ④过程, N 原子和 H 原子形成了含有极性键的 NH_3 ,故 C 正确;② $\rightarrow$ ③为 $\text{N}\equiv\text{N}$ 、 $\text{H}-\text{H}$ 的断裂过程,是吸热过程,故 D 错误。
- D 【解析】**由题图可知,温度为 T_1 ,20 s 时氨气的物质的量为 0.20 mol,则前 20 s 用氨气表示的平均反应速率为 $\frac{0.20\text{ mol}}{20\text{ s}}=0.005\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,故 A 正确;由题图可知,温度为 T_2 ,35 s 后氨气的物质的量保持不变,说明反应处于平衡状态,故 B 正确;由题图可知,温度为 T_1 时,反应先达到平衡,则 $T_1>T_2$,所以建立平衡过程的平均反应速率大小为 $v(T_1)>v(T_2)$,故 C 正确,D 错误。
- (1)① $>$ ②0.037 5 $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ③0.375 (2)BD (3)负 $\text{CH}_4-8\text{e}^-+10\text{OH}^-\rightleftharpoons\text{CO}_3^{2-}+7\text{H}_2\text{O}$ 11.2
【解析】(1)①3 min 时,反应继续正向进行,则正、逆反应速率的大小关系为 $v_{\text{正}}>v_{\text{逆}}$ 。②从反应开始到平衡, CO_2 的平均反应速率 $v(\text{CO}_2)=\frac{\frac{0.75\text{ mol}}{10\text{ min}}}{10\text{ min}}=0.037\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 。③从开始到平衡, CO_2 物质的量减少 0.75 mol, H_2 的物质的量减少 $0.75\text{ mol}\times 3=2.25\text{ mol}$,达到平衡时 H_2 的浓度为 $\frac{(3-2.25)\text{ mol}}{2\text{ L}}=0.375\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。
(2)反应体系中 CO 与 CH_3OH 的物质的量之比为 1:1,可能是反应过程中的某一阶段,不一定是平衡状态,A 错误;反应前后气体的分子数不等,随着反应的进行,混合气体的压强不断发生改变,当混合气体的压强不随时间的变化而变化时,反应达平衡状态,B 正确;单位时间内每消耗 1 mol CO 、同时生成 1 mol CH_3OH ,反应进行的方向相同,不一定达平衡状态,C 错误; CH_3OH 的质量分数在混合气体中保持不变,则正、逆反应速率相等,反应达平衡状态,D 正确。
(3)从图中可以看出, CH_4 失电子转化为 CO_3^{2-} ,则甲烷通入的一极为电池的负极,电极反应式为 $\text{CH}_4-8\text{e}^-+10\text{OH}^-\rightleftharpoons\text{CO}_3^{2-}+7\text{H}_2\text{O}$ 。正极电极反应式为 $\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}+4\text{e}^-\rightleftharpoons 4\text{OH}^-$,当电路中有 2 mol 电子通过时,消耗 0.5 mol O_2 ,在标准状况下氧气的体积为 11.2 L。
- (1)热 (2)①甲 ② $4\text{O}+2\text{a}+\text{b}-2\text{c}$ (3)燃料不完全燃烧 (4)更高效的催化剂 (5) $<$
【解析】(1)由题图中可以看出,太阳能转化为化学能储存在燃料中,燃料燃烧以热能释放出来,因此在题图所示构想的

物质和能量循环中,太阳能最终转化为热能。

(2)①已知甲烷燃烧是放热反应,甲是放热反应,乙是吸热反应,所以应该选甲。②根据题目信息可以得到 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 1 mol CH_4 完全燃烧生成 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 放出 802 kJ 热量, 设形成 1 mol $\text{C}=\text{O}$ 释放 x kJ 能量, 反应物总键能 - 生成物总键能 = $(4a + 2b - 2x - 4c)$ kJ = -802 kJ, 所以 $x = 401 + 2a + b - 2c$ 。

第七章 有机化合物

第一节 认识有机化合物

第1课时 有机化合物中碳原子的成键特点 烷烃的结构

1. A 【解析】有机化合物中碳原子之间可以形成 $\text{C}-\text{C}$ 、 $\text{C}=\text{C}$ 或 $\text{C}\equiv\text{C}$, B 错误; 含有碳元素的物质不一定是有机物, 如 CO 、 CO_2 、碳酸(盐), C 错误; 有机物中碳原子之间可形成碳链, 也可能形成碳环, D 错误。
2. D 【解析】碳原子与氧原子之间可以形成单键或双键, A 正确; 碳原子之间可以形成碳碳双键、碳碳三键等不饱和键, B 正确; 碳原子最外层有 4 个电子, 可以形成 4 个共价键, C 正确; 5 个碳原子之间形成环状结构的碳骨架, 如环戊烷() 等, 能形成 5 个碳碳单键, D 错误。
3. B 【解析】碳原子最外层有 4 个价电子, 每个碳原子不仅能与其他原子形成 4 个共价键, 而且碳原子与碳原子之间也能通过共价键结合, 碳原子之间不仅可以形成单键, 还可以形成双键或三键, 不仅可以形成链状, 还可以形成环状, 有机化合物还存在同分异构现象, 导致有机物种类繁多。能与碳形成化学键的元素种类多, 碳原子既可以跟碳原子形成共价键, 又可以跟其他原子形成共价键, 故 A 正确; 碳原子性质不活泼, 可以跟一些非金属原子形成共价键, 难与金属形成离子键, 故 B 错误; 碳原子成键形式多样, 碳原子之间既可以形成稳定的单键, 又可以形成稳定的双键和三键, 故 C 正确; 碳原子之间可以形成长度不同的碳链和碳环, 且碳链、碳环之间又可以相互结合, 也是导致有机物种类繁多的原因之一, 故 D 正确。
4. D 【解析】甲烷只有一个碳原子, 是最简单的烷烃, A 正确; 烷烃分子中含有碳、氢两种元素, 不含有其他元素, B 正确; 烷烃分子中碳原子间均以单键形式连接, 剩余价键均与氢原子结合, C 正确; 烷烃分子中只要求碳原子之间都以单键形式结合, 因此可以含有支链和环状结构, D 错误。
5. D 【解析】由结构模型可知, 三种有机物分子均只含有碳和氢两种元素, 都含有 $\text{C}-\text{C}$ 和 $\text{C}-\text{H}$, A、B 正确; 乙烷、丙烷、丁烷的分子式分别为 C_2H_6 、 C_3H_8 、 C_4H_{10} , 都符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 分子结构相似, 所含碳原子数不同, 故互为同系物, C 正确; 丁烷分子中含 4 个碳原子, 不在同一直线上, 由于单键可以旋转, 故 4 个碳原子可能处于同一平面内, D 错误。
6. B 【解析】A、B 分子都符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 二者所含碳原子数不同, 故一定互为同系物, 不是同分异构体, A 正确, B 错误; A 与 B 分子中都含有极性键($\text{C}-\text{H}$) 和非极性键($\text{C}-\text{C}$), C 正确; 烷烃 A 含有 2 个 $-\text{CH}_3$, 若烷烃 B 为正丁烷, 则含有 2 个 $-\text{CH}_3$, 若烷烃 B 为异丁烷, 则含有 3 个 $-\text{CH}_3$, 故含有的一 CH_3 个数可能不同, D 正确。
7. A 【解析】根据烷烃的相对分子质量及所含基团, 可知其为链状烷烃, 符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 又知烷烃的相对分子质量为 86, 则有 $14n + 2 = 86$, 解得 $n = 6$, 该分子是己烷, 含有题述基团的分子有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$, 共 2 种。
8. C 【解析】⑤⑥分子中只含 C、H 两种元素, 碳原子都只连 4 个单键, 故属于饱和烃, A 正确; CH_3Cl 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 分子结构相似, 都含一个 Cl 原子, 在分子组成上相差 2 个 CH_2 原子团, 故互为同系物, B 正确; CH_3Cl 分子只含 1 个 Cl 原子, $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 分子含 2 个 Cl 原子, 二者在分子组成上不是相差 2 个 CH_2 原子团, 故不互为同系物, C 错误; ⑤和⑥的分子式均为 C_4H_{10} , 二者的分子结构不同, 互为同分异构体, D 正确。
9. B 【解析】①和③分子式不同, 都属于烷烃, 分子组成相差 1 个 CH_2 原子团, 互为同系物, A 错误; ②③⑤分子式相同, 都为 C_6H_{14} , 结构不同, 互为同分异构体, B 正确; ①和②分子式不同, 都属于烷烃, 分子组成相差 1 个 CH_2 原子团, 互为同系物, C 错误; ④和⑤分子式不同, 都属于烷烃, 分子组成相差 1 个 CH_2 原子团, 互为同系物, D 错误。

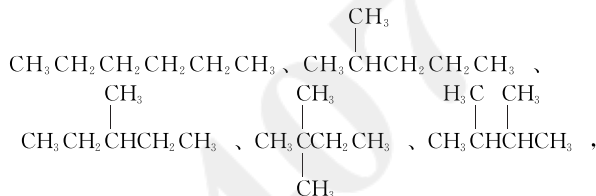
(3)尾气中含有碳烟和 CO 的主要原因是燃料不完全燃烧。

(4)与实验 1 相比, 实验 2 反应速率更快, 且平衡时 NO 的物质的量相同, 可能是使用了更高效的催化剂。

(5)实验 3 比实验 1 反应速率更快, 若实验 1 与实验 3 控制的条件仅仅是温度不同, 温度越高反应速率越快, 则 $T_1 < T_3$ 。

10. C 【解析】b 和 c 只含 $\text{C}-\text{C}$ 单键, 其余价键均与氢原子结合, 故属于烷烃, A 正确; b 属于烷烃, 且含 5 个碳原子, 故其分子式为 C_5H_{12} , B 正确; 根据有机物中碳原子成键特点, a 的分子式为 C_4H_8 , c 的分子式为 C_4H_{10} , 二者分子式不同, 不互为同分异构体, C 错误; d 分子中只含 $\text{C}-\text{C}$ 单键形成的六元碳环, 根据碳原子成键特点, 每个碳原子还形成 2 个 $\text{C}-\text{H}$, d 分子中每个碳原子与其相连的 4 个原子形成四面体结构, 故分子中所有原子不可能共平面, D 正确。

11. C 【解析】给出的分子均满足 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 且 1 号 $n = 2$, 2 号 $n = 4$, 即 3 号 $n = 6$, 则 Q 为 C_6H_{14} , 其同分异构体有



共 5 种。

12. D 【解析】①②属于链状烷烃, ⑧⑨属于环状烷烃, 而环状烷烃不符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, A 错误; 由结构可知, ⑥⑦中含有碳碳三键, 不含碳环结构, B 错误; ①是正丁烷, ②是异丁烷, 二者互为同分异构体, C 错误; ④⑤⑧⑨的分子式均为 C_4H_8 , 但分子结构不同, 故互为同分异构体, D 正确。
13. D 【解析】根据烷烃的定义, a、b、c 分别为碳原子数为 1、5、17 的链状烷烃, 互为同系物, A 正确; X 为链状烷烃, 则 X 的通式一定为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, B 正确; b 的同分异构体有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$, 共 2 种, C 正确; b 分子中 5 个碳原子形成四面体结构, 故 b 分子中所有碳原子不可能共平面, D 错误。
14. (1) C_4H_{10} $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$
(2) c (3) a
(4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

第2课时 烷烃的性质

1. D 【解析】甲烷为正四面体形分子, 氢原子位于正四面体的四个顶点, 不在同一平面上, A 错误; 甲烷不能使溴的 CCl_4 溶液褪色, B 错误; 甲烷属于饱和烃, 性质稳定, 不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 错误; 甲烷在光照条件下, 可与氯气发生取代反应, D 正确。
2. A 【解析】仅通过量筒内壁上出现的油状液滴这一实验现象, 并不能说明生成了四种有机产物, 氯气与甲烷发生取代反应, 生成的四种有机产物中 CH_3Cl 在常温下为气体, 溶于有机溶剂, CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 为油状液体, A 错误; 氯气与甲烷反应生成 HCl , 而 HCl 极易溶于水, 导致量筒内气体减少, 压强减小, 量筒内液面上升, B 正确; 氯气溶于水后, 部分与水反应: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$, 饱和食盐水中 Cl^- 浓度较大, 可以抑制 Cl_2 的溶解, C 正确; 氯气是黄绿色气体, 氯气被消耗, 量筒内气体颜色逐渐变浅, D 正确。
3. D 【解析】取代反应是有机物发生的反应, 过氧化钠与水反应、氢氧化铁与稀盐酸反应都不是取代反应, A、C 错误; 甲烷在空气中燃烧是甲烷被氧化的过程, 属于氧化反应, B 错误; 类似于甲烷, 乙烷在光照条件下与氯气反应是烷烃的取代反应, D 正确。
4. B 【解析】 CH_4 与 Cl_2 反应生成的 CH_3Cl 是气体, CH_2Cl_2 、 CHCl_3 和 CCl_4 都是液体, CH_3Cl 不溶于水, 故观察到试管内液面上升, 但不能充满试管, B 错误; 试管内壁出现的油状液滴是 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 和 CCl_4 的混合物, 它们的密度均大于水, 可以沉到水槽底部, C 正确; 试管内壁的油状液滴呈黄绿色是因为 Cl_2 溶于其中, D 正确。
5. B 【解析】组成 G 分子的元素为第三周期的元素, 根据分子结构知, G 为氯气, E 为甲烷, 甲烷和氯气发生取代反应, 则 L

为一氯甲烷, M 为 HCl。E 是甲烷, 常温常压下为无色无味的气体, 故 A 正确; L 为一氯甲烷, 是四面体形分子, 但不是正四面体形, 故 B 错误; 光照条件下, 一氯甲烷能继续和氯气发生取代反应生成二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳, 故 C 正确; 甲烷分子中的 H 原子被 Cl 原子取代生成一氯甲烷, 所以该反应为取代反应, 故 D 正确。

6. C 【解析】设生成 a mol CH_3Cl , 则有 $(a+0.2)$ mol CH_2Cl_2 , $(a+0.4)$ mol CHCl_3 , $(a+0.6)$ mol CCl_4 , 根据 C 守恒, $(4a+1.2)$ mol = 2 mol, 则 $a=0.2$, 则 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 和 CCl_4 中氯元素共有 6 mol, 发生取代反应时, 氯气中有一半的 Cl 进入有机产物, 则取代需要氯气的物质的量为 6 mol, 故选 C。

7. B 【解析】 CH_4 与 Cl_2 混合物在日光直射时, 剧烈反应, 易引起爆炸, A 错误; 反应只生成 CH_3Cl : $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光}} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, 生成 1 mol CH_3Cl 时, 断裂 1 mol C—H 和 1 mol Cl—Cl, 形成 1 mol C—Cl 和 1 mol H—Cl, 断键吸收总能量为 $413.4 \text{ kJ} + 243 \text{ kJ} = 656.4 \text{ kJ}$, 成键释放总能量为 $330 \text{ kJ} + 436 \text{ kJ} = 766 \text{ kJ}$, 故生成 1 mol CH_3Cl 时放出热量为 $766 \text{ kJ} - 656.4 \text{ kJ} = 109.6 \text{ kJ}$, B 正确; 生成的四种有机产物中 CH_3Cl 在常温下是气体, C 错误; 该反应是放热反应, 但需要光照引发反应, D 错误。

8. A 【解析】乙烷与甲烷互为同系物, 其化学性质相似。甲烷在光照条件下与 Cl_2 发生取代反应, 能与 O_2 发生燃烧反应, 推测乙烷也能与 Cl_2 取代, 也能燃烧, 则 A 正确; 甲烷的化学性质稳定, 不能与强碱 (NaOH)、强酸 (如 H_2SO_4) 反应, 不能被 KMnO_4 溶液氧化, 推测乙烷也不能, 故 B、C、D 错误。

9. D 【解析】常温常压下, 烷烃的熔点、沸点一般随着分子中碳原子数的增加而升高, 状态由气态变为液态, 再到固态, A 错误; 烷烃的化学性质一般比较稳定, 通常不与强酸、强碱、强氧化剂 (如酸性 KMnO_4 溶液) 反应, B 错误; 烷烃在光照条件下可与卤素单质发生取代反应, 但不与溴水反应, C 错误; 烷烃在空气中都能燃烧, 甲烷、乙烷等燃烧时产生淡蓝色火焰, 但随着烷烃中碳原子数的增加, 其含碳量升高, 在空气中燃烧往往不充分, 火焰明亮, 甚至伴有黑烟, D 错误。

10. D 【解析】异辛烷的分子中含 8 个碳原子, 其分子式为 C_8H_{18} , A 错误; 异辛烷中 8 个碳原子均是饱和碳原子, 每个碳原子与其相连的 4 个原子形成四面体形结构, 故所有碳原子不可能共平面, B 错误; 异辛烷属于链状烷烃, 环己烷属于环状烷烃, 其分子结构不同, 且在分子组成上并非相差 n 个 CH_2 原子团, 故不是同系物, C 错误; 异辛烷在光照下与卤素单质发生取代反应, 在空气中能完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O , 属于氧化反应, D 正确。

11. B 【解析】根据题意可知, 1 mol 某链状烷烃完全取代需要消耗 6 mol Cl_2 , 则 1 个该烷烃分子中含有 6 个 H 原子, 其分子式为 C_2H_6 , A 错误; 反应生成的无机产物为氯化氢, 氯化氢能与 AgNO_3 溶液反应产生白色沉淀, 故可以用 AgNO_3 溶液检验反应生成的无机产物, B 正确; 该烷烃的二氯代物有 2 种, 分别为 CH_3CHCl_2 、 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, C 错误; 6 mol 氯气中有一半的氯原子转化为 HCl, 则反应容器中, 氯化氢所占的物质的量分数最大, D 错误。

12. A 【解析】由题意可知, 该有机物充分燃烧消耗 O_2 物质的量 $n(\text{O}_2) = \frac{246.4 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 11 \text{ mol}$, 由烷烃燃烧通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \left(\frac{3n+1}{2}\right)\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$, 可知 $\frac{3n+1}{2} = 11$, 解得 $n=7$, 即该烷烃中有 7 个碳, 即 C_7H_{16} , 它在光照条件下与 Cl_2 反应, 生成 4 种不同的一氯代物, 即该有机物含 4 种不同氢原子; 综上所述可知 A 项正确。

13. C 【解析】引发过程需要断裂 Cl—Cl, 可以通过热辐射、光照等条件实现, A 正确; 二氯甲烷可视为甲烷中的两个氢原子被两个氯原子取代, 故二氯甲烷为四面体结构, 没有同分异构体, B 正确; 一氯甲烷中有 1 个氯原子而四氯化碳中有 4 个氯原子, 二者结构不相似, 不互为同系物, C 错误; 在光照条件下, 2 个 $\text{CH}_3\cdot$ 可形成 CH_3CH_3 , 继续被 Cl 取代得到 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$, D 正确。

14. C 【解析】由题中洗气瓶质量增加 25.2 g 可知, H_2O 的物质的量为 1.4 mol, 根据 H 原子守恒可知 CH_4 为 0.7 mol, 则 CH_4 完全燃烧时生成 CO_2 的物质的量也是 0.7 mol。用

0.7 mol CO_2 的质量减去已经生成的 CO 和 CO_2 两者的总质量, 就是 CH_4 完全燃烧还需 O_2 的质量, 即 $m(\text{O}_2) = 0.7 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - (49.6 \text{ g} - 25.2 \text{ g}) = 6.4 \text{ g}$, 即 $n(\text{O}_2) = \frac{6.4 \text{ g}}{32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $V(\text{O}_2) = 0.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 4.48 \text{ L}$ 。

15. (1) 取代 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4

(2) B (3) ① 2 : 1 ② $b \geq \frac{5a}{4}$

【解析】(3) 120 °C、101 kPa 下, CH_4 燃烧生成的 H_2O 为气体, CO 、 CH_4 组成的混合气体点燃发生反应分别为 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$, $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。① 由题意可知, $V(\text{CO}) + V(\text{CH}_4) = a \text{ mL} = b \text{ mL}$, $\frac{V(\text{CO})}{2} + 2V(\text{CH}_4) =$

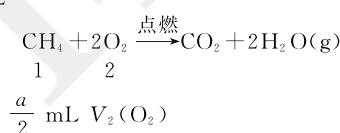
$b \text{ mL}$, 则有 $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{CH}_4)} = \frac{V(\text{CO})}{V(\text{CH}_4)} = 2$ 。

② 分析可知, 甲烷燃烧前后气体的总体积不变, 若燃烧后气体体积缩小了 $\frac{a}{4} \text{ mL}$, 则有

$$\begin{array}{ccccccc} 2\text{CO} & + & \text{O}_2 & \xrightarrow{\text{点燃}} & 2\text{CO}_2 & & \Delta V \\ 2 & & 1 & & 2 & & 1 \\ V(\text{CO}) & & V_1(\text{O}_2) & & & & \frac{a}{4} \text{ mL} \end{array}$$

则有 $V(\text{CO}) = \frac{a}{2} \text{ mL}$, $V_1(\text{O}_2) = \frac{a}{4} \text{ mL}$, 从而可知

$V(\text{CH}_4) = \frac{a}{2} \text{ mL}$ 。



则有 $V_2(\text{O}_2) = a \text{ mL}$, 若保证 CO 和 CH_4 完全燃烧, 则 $b \text{ mL} \geq$

$V_1(\text{O}_2) + V_2(\text{O}_2) = \frac{a}{4} \text{ mL} + a \text{ mL} = \frac{5a}{4} \text{ mL}$ 。

16. (1) ① 关闭 K, 点燃 A 处的酒精灯微热, 若观察到烧杯 E 中产生气泡, 停止加热时, E 中干燥管形成一段稳定的水柱, 即可证明装置的气密性良好

② $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 除去甲烷和氯气中的水蒸气 (3) CD

(4) ① 不正确 A 中挥发出来的 HCl 气体能与硝酸酸化的 AgNO_3 溶液反应产生白色沉淀 ② A 和 B ③ 烧杯 E 底部有难溶于水的油状液体 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 是不溶于水的液体且密度大于水 (5) $\text{CH}_4 + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{C} + 4\text{HCl}$ (6) CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4

【解析】(1) ① 该题探究甲烷与 Cl_2 的反应, 欲使实验能顺利完成, 应保证整个装置的气密性良好, 分析实验装置的特点可知, 应采用“微热法”检验装置的气密性。② A 中利用 MnO_2 与浓盐酸在加热条件下制取氯气, 反应的离子方程式为 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 实验中通入的甲烷中含有水蒸气, 将 Cl_2 、 CH_4 (含水蒸气) 的混合气体通过浓硫酸, 使气体混合均匀, 同时除去水蒸气, 并通过观察产生气泡的快慢来控制气流速度。(3) Cl_2 的氧化性强于 I_2 , Cl_2 与 KI 发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{KI} = 2\text{KCl} + \text{I}_2$; 装置 E 中导管连接干燥管, 其目的是吸收 HCl 气体, 并防止产生倒吸现象。(4) ① 取少量烧杯 E 中的液体于试管中, 滴加硝酸酸化的 AgNO_3 溶液, 产生白色沉淀, 该沉淀为 AgCl , 但不能据此判断 CH_4 与 Cl_2 发生取代反应生成了 HCl, 因为 A 中挥发出来的 HCl 气体也能与硝酸酸化的 AgNO_3 溶液反应产生白色沉淀。② 欲除去 Cl_2 中混有的 HCl 气体, 应在装置 A 和 B 之间连接盛有饱和 NaCl 溶液的洗气瓶, 再将气体通过盛有浓硫酸的洗气瓶除去水蒸气。③ 实验结束时, 烧杯 E 底部有不溶于水的油状液体, 结合题给资料“ CH_3Cl 是气体, CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 均为液体, 不溶于水”进行分析, 该液体是 CH_4 与 Cl_2 反应生成的 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 等, 据此判断 CH_4 与 Cl_2 在光照条件下发生了取代反应。(5) C 中硬

质玻璃管内壁有黑色小颗粒产生,该黑色颗粒应为碳粉,结合反应物、生成物及反应条件写出相应的化学方程式。

拓展微课 10 烷烃一元(或多元)取代物种类判断

1. C 【解析】 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 结构中有两种不同化学环境的氢原子,即一氯代物有 2 种,A 错误; $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ 结构中

有两种不同化学环境的氢原子,即一氯代物有 2 种,B 错误;

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 结构中有一种化学环境的氢原子,即一氯代物只有 1 种,C 正确;

$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 结构中有四种不同化学环境的氢原子,即一氯代物有 4 种,D 错误。

2. B 【解析】烷烃 C_7H_{16} 有多种同分异构体,其中支链最多的一种分子为

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \end{array}$, 有三种不同化学环境的氢原子:

$\begin{array}{c} 1' \quad 2' \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ 1'' \quad 3 \end{array}$, 故一氯代物有 3 种。

3. B 【解析】该有机化合物有两种不同的氢原子,根据“等效氢法”,若氢原子被 $-\text{OH}$ 取代,可得到 2 种不同的产物。

4. D 【解析】 C_3H_8 分子中含两种氢原子,生成两种一氯代物,A 错误。 C_4H_{10} 为丁烷,存在两种同分异构体,正丁烷的一氯代物有 2 种,异丁烷的一氯代物有 2 种,B 错误。分子式为 C_6H_{14} 的烷烃有 5 种同分异构体,其中 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 分子中有 3 种氢原子,一氯代物有 3 种; $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子中有 5 种氢原子,一氯代物有 5 种; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子中有 4 种氢原子,一氯代物有 4 种; $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 分子中有 3 种氢原子,一氯代物有 3 种; $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ 分子中有 2 种氢原子,一氯代物有 2 种,C 错误。 C_8H_{18} 的一种结构是

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$, 有 1 种氢原子,故其一氯代物有 1 种,D 正确。

5. D 【解析】四种物质分子中不同化学环境的氢原子分别有 1 种、2 种、1 种、3 种,因此一氯代物分别有 1 种、2 种、1 种、3 种,D 项最多。

6. B 【解析】异辛烷分子中碳原子数大于 4,常温常压下为液体,A 错误;

$\begin{array}{c} 4 \\ \text{CH}_3 \\ | \\ 1 \quad 2 \quad 3 \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{CH}_3 \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 中有 4 种等效氢原子,则其一氯代物有 4 种,B 正确;异辛烷属于烷烃,难溶于水,C 错误;异辛烷与 Cl_2 可发生取代反应,与氯水不反应,D 错误。

7. C 【解析】 C_5H_{12} 存在 3 种同分异构体,甲: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$,乙: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$,丙: $\text{C}(\text{CH}_3)_4$,故不能表示纯净物,A 错误; $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 分子式相同,结构不同,是同分异构体,物理性质不同,化学性质相似,B 错误;甲 $[\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3]$ 中有三种氢原子,其一氯代物有 3 种,乙 $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3]$ 中有 4 种不同的氢原子,其一氯代物有 4 种,丙 $[\text{C}(\text{CH}_3)_4]$ 中只有一种氢原子,其一氯代物有 1 种,乙的一氯代物数目最多,C 正确;丙 $[\text{C}(\text{CH}_3)_4]$ 中只有一种氢原子,其二氯代物有两种结构:取代同一碳上的两个氢原子和取代不同碳上的两个氢原子,即 $\text{CHCl}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 、 $(\text{CH}_2\text{Cl})_2\text{C}(\text{CH}_3)_2$,丙有两种不同沸点的二氯取代物,D 错误。

8. B 【解析】丙烷分子中有 2 种不同氢原子: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$,根据“等效氢法”判断,其一氯代物有 2 种。利用“定一移一法”判断其二氯代物:先固定 1 号碳上 1 个 Cl 原子,移动另一个 Cl 原子可得到 3 种不同二氯代物;再固定 2 号碳上 1 个 Cl 原子,另一个 Cl 原子只能连在 2 号碳上,故二氯代物共有 4 种结构;故 B 项正确。

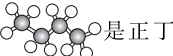
9. B 【解析】立方烷的分子结构对称,分子中只有一种 H 原子,故其一氯代物只有 1 种,A 正确;两个氯原子在正方体一个侧面的同一边上、面对角线上和正方体的体对角线上,共有 3 种二氯代物,B 错误;立方烷的分子式为 C_8H_8 ,完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,C 正确;立方烷与苯乙烯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$)的分子式均为 C_8H_8 ,二者分子结构不同,互为同分异构体,D 正确。

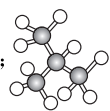
10. C 【解析】利用“定一移一”法可知 $\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$ 的同分异构体共有 9 种,分别是 $\text{CH}_2\text{ClCHClCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{CHCl}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CHClCHClCH}_3$ 、 $\text{CHCl}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCCl}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{CH}_2\text{ClCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$;利用换元法可知 $\text{C}_4\text{H}_2\text{Cl}_8$ 的有机物的同分异构体也有 9 种,C 正确。

第二节 乙烯与有机高分子材料

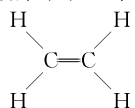
第 1 课时 乙烯

1. B 【解析】 是甲烷的球棍模型,故 A 不符合题意;

 是乙烯的球棍模型,故 B 符合题意; 是正丁烷的球棍模型,故 C 不符合题意;

 是异丁烷的球棍模型,故 D 不符合题意。

2. C 【解析】乙烯的分子式为 C_2H_4 ,其结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,A 正确;乙烯分子中 2 个碳原子和 4 个氢原子处于同一平面内,B 正确;乙烯的结构式为



,C 错误;乙烯分子中含有极性键($\text{C}-\text{H}$)和非极性键($\text{C}=\text{C}$),D 正确。

3. D 【解析】乙烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,甲烷的结构简式为 CH_4 ,甲烷是饱和烃,二者不是同系物,A、B 错误;乙烯分子中含有 $\text{C}-\text{H}$ 和 $\text{C}=\text{C}$,C 错误;乙烯分子含碳碳双键,在一定条件下可与 H_2O 发生加成反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,D 正确。

4. D 【解析】乙烯分子中含有不饱和碳构成的碳碳双键,和溴单质发生加成反应使溴的四氯化碳溶液褪色,证明乙烯具有不饱和性,故选 D。

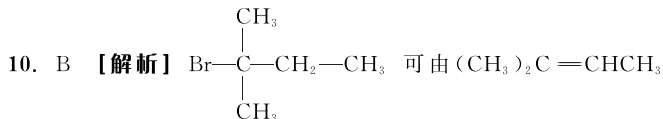
5. C 【解析】乙烯在空气中燃烧、使酸性高锰酸钾溶液褪色都属于氧化反应,A、B 错误;乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色,发生加成反应,C 正确;乙烷与氯气光照条件下发生取代反应,D 错误。

6. D 【解析】c 分子含碳碳三键,不是烯烃,A 错误;d 的二氯代物:①2 个氯原子连在同一个碳原子上,②2 个氯原子连在相邻的 2 个碳原子上,③2 个氯原子连在相对的 2 个碳原子上,共有 3 种,B 错误;c、d 的分子式不同,不是同分异构体,C 错误;a、b 中含有碳碳双键,c 中含有碳碳三键,都含有不饱和键,都能被酸性 KMnO_4 溶液氧化使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D 正确。

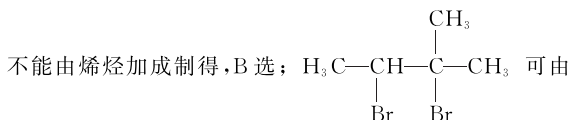
7. C 【解析】丙烯与乙烯的性质相似,乙烯能在空气中燃烧,丙烯也可以,A 正确;丙烯中含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,B 正确;丙烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$,与 Br_2 的加成产物是 $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_3$,C 错误;丙烯中含有碳碳双键,能发生加聚反应,D 正确。

8. D 【解析】丙烯的结构简式是 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$,碳碳双键可以发生加成反应,甲基上可以发生取代反应,A 错误;聚乙烯是乙烯的加聚产物,聚乙烯中没有碳碳双键,不能使溴的四氯化碳溶液褪色,B 错误;乙烯中的氢原子个数与甲烷中的氢原子的个数相同,但相对分子质量不同,所含氢元素质量分数不同,则质量相同的二者完全燃烧后生成的水的质量就不同,C 错误;乙烯中有碳碳双键,其中一个键容易断裂,故乙烯的化学性质比乙烷的化学性质活泼,D 正确。

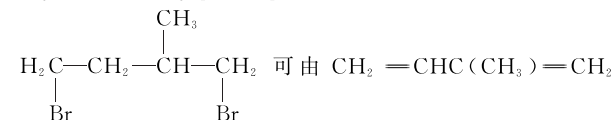
9. D 【解析】在空气中燃烧,有黑烟生成的是乙烯,乙烷不产生黑烟,可以鉴别两种气体,A 错误;使酸性高锰酸钾溶液褪色的是乙烯,乙烷则不能,可以鉴别两种气体,B 错误;使溴水褪色的是乙烯,乙烷则不能,可以鉴别两种气体,C 错误;二者燃烧后的产物均有二氧化碳,分别通入澄清的石灰水中均有白色沉淀生成,无法鉴别两种气体,D 正确。



和 HBr 加成得到,A 不选;由于 $\text{C}(\text{CH}_3)_4$ 分子中心碳原子



$\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 与 Br_2 加成制得,C 不选;



与 HBr 发生加成制得,D 不选。

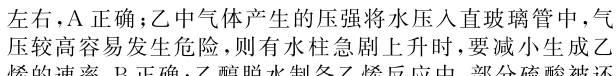
11. D 【解析】根据球棍模型知,大球和小球代表的原子均形成 1 个共价键,白球代表原子形成 3 个或 4 个共价键,则该有机物可能为 C_2HCl_3 ,A 正确;根据碳原子的成键特点知,该有机物含碳碳双键,B 正确;类比 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 的结构可知,该有机物分子中的所有原子在同一平面上,C 正确; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 与 HCl 的加成产物为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$,D 错误。

12. D 【解析】该产物为异戊烷,与正戊烷互为同分异构体,异戊烷有支链,分子间作用力小,故沸点比正戊烷低,A 错误;1 mol 加成产物 C_5H_{12} 燃烧消耗氧气 8 mol,B 错误;采用逆分析法,相邻的碳原子各去掉一个氢原子,有 3 种结果,故原单烯烃只可能有 3 种不同结构,C 错误; C_3H_6 有两种结构,一种是丙烯,还有一种是环丙烷,若是丙烯,则与原烯烃互为同系物,D 正确。

13. C 【解析】混合气体物质的量为 1 mol 时,完全燃烧生成 2 mol CO_2 ,生成 2.4 mol H_2O ,因为两种气体的碳原子数相同,且一种为烷烃,一种为烯烃,则两种气体分别为乙烷和乙烯,由碳、氢原子个数守恒可设乙烷为 x mol,则乙烯为 $(1-x)$ mol,则 $6x \text{ mol} + 4(1-x) \text{ mol} = 4.8 \text{ mol}$,解得 $x = 0.4$,则有乙烷 0.4 mol,乙烯 0.6 mol,两者的物质的量之比为 2 : 3。

14. B 【解析】1 mol 柠檬烯能与 2 mol H_2 发生加成反应,A 项错误;柠檬烯分子中含 $-\text{CH}_3$,能与气态卤素单质在光照条件下发生取代反应,分子中含有碳碳双键,能与 H_2 发生加成反应,B 项正确;一个柠檬烯分子中有两个碳碳双键,且分子中含有环状结构,与乙烯的结构不相似,不是相差若干个 CH_2 原子团,故其不属于乙烯的同系物,C 项错误;柠檬烯分子中含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 项错误。

15. D 【解析】装置甲中乙醇在浓硫酸条件下加热制得乙烯:

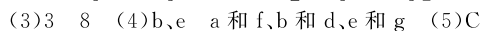
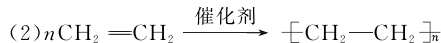


左右,A 正确;乙中气体产生的压强将水压入直玻璃管中,气压较高容易发生危险,则有水柱急剧上升时,要减小生成乙烯的速率,B 正确;乙醇脱水制备乙烯反应中,部分硫酸被还原,生成 SO_2 混在乙烯气体中,须将 SO_2 除去,用氢氧化钠可以除去 SO_2 ,C 正确;乙烷与 $\text{Br}_2(\text{g})$ 发生取代反应,生成多种溴代乙烷,D 错误。

16. C 【解析】标准状况下,4.48 L 气态烃的物质的量 $n = \frac{V}{V_m} = \frac{4.48 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,7.2 g 液态水的物质的量 $n = \frac{m}{M} = \frac{7.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$,则有 $n(\text{烃}) : n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0.2 : 0.32 : 0.8 = 1 : 1.6 : 4$,故混合物的平均分子式为 $\text{C}_{1.6}\text{H}_4$,根据碳原子数可知,混合烃中一定含有甲烷,又根据氢原子

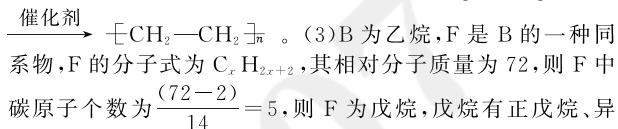
数可知另一种气态烃分子中氢原子数为 4。据分析可知,混合烃中一定含有甲烷,A 正确;设乙烯($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)和甲烷(CH_4)的物质的量之比为 $x : y$,则有 $(2x + y) : (x + y) = 1.6$,解得 $x : y = 3 : 2$,则甲烷与乙烯的体积比为 2 : 3,B 正确;乙烷的分子式为 C_2H_6 ,氢原子数不符合,一定不存在乙烷,C 错误;丙烷的分子式为 C_3H_8 ,氢原子数不符合,一定不存在丙烷,D 正确。

17. (1)取代反应

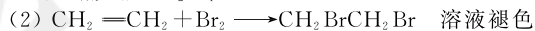


【解析】某烃 A 是有机化学工业的基本原料,其产量可以用来衡量一个国家的石油化工发展水平,A 还是一种植物生长调节剂,则 A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,E 是一种高分子化合物,则 E 为 $\text{—}[\text{CH}_2-\text{CH}_2]\text{—}_n$,A 和氢气发生加成反应生成的 B 为 CH_3CH_3 ,B 发生取代反应生成 $\text{C}(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl})$ 。

(1) CH_3CH_3 和氯气发生取代反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$,B 生成 C 的反应类型是取代反应。(2)E 为聚乙烯,A 发生加聚反应生成 E,则 A 生成 E 的化学方程式是 $n\text{CH}_2=\text{CH}_2$



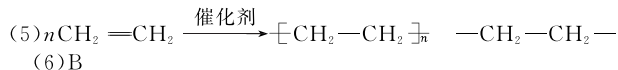
18. (1)圆底烧瓶 C_2H_4



(3)吸收 C 中生成的 CO_2 ,收集乙烯

(4)①ABAD ②a 中品红溶液褪色 ③除掉乙烯中的二氧化硫气体,避免干扰乙烯的检验 ④检验二氧化硫是否除尽

⑤c 中溶液不褪色,d 中溶液褪色



【解析】本题是一道制备并检验乙烯性质的实验题,由图可知装置 A 可以制备乙烯,装置 B 中乙烯和溴发生加成反应,装置 C 中乙烯被酸性高锰酸钾溶液氧化,最后在装置 D 中乙烯被收集。(1)由图可知装置 A 中仪器①的名称为圆底烧瓶;由题给反应原理中乙烯的结构简式 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 可知,乙烯的分子式为 C_2H_4 。(2)乙烯使溴的 CCl_4 溶液褪色是因为乙烯与 Br_2 发生了加成反应,生成了 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$,所以 B 中反应的化学方程式为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$;乙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色是因为乙烯被酸性高锰酸钾溶液氧化,所以 C 中实验现象为溶液褪色。(3)由图可知,利用稀碱溶液与 C 中生成的二氧化碳反应而除去二氧化碳,乙烯在装置 D 中利用排水法收集,故 D 装置的作用是吸收 C 中生成的 CO_2 ,收集乙烯。(4)①用品红溶液检验二氧化硫气体,再用氢氧化钠溶液除掉二氧化硫,然后用品红溶液检验二氧化硫是否除尽,再用酸性高锰酸钾溶液检验乙烯,因此图中 a、b、c、d 装置盛放的试剂依次是 ABAD。②能说明 SO_2 存在的实验现象是 a 中品红溶液褪色。③使用装置 b 的目的是除掉乙烯中的二氧化硫气体,避免干扰乙烯的检验。④使用装置 c 的目的是检验二氧化硫是否除尽。⑤能证明混合气体中含有乙烯的现象是 c 中溶液不褪色,d 中溶液褪色。(5)由于乙烯中含有碳碳双键,所以乙烯可以发生加聚反应生成聚乙烯,该反应的化学方程式为 $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{—}[\text{CH}_2-\text{CH}_2]\text{—}_n$;该聚合物的链节为 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 。(6)丁烯含有碳元素和氢元素,可以在空气中燃烧,A 正确;丁烯属于有机物,是乙烯的同系物,难溶于水,B 错误;丁烯中含有碳碳双键,可以发生加成反应,C

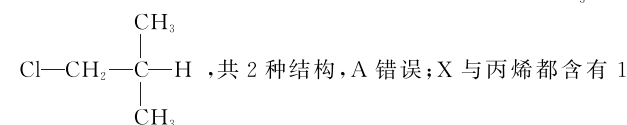
正确;丁烯中含有碳碳双键,可以和溴发生加成反应而使溴的四氯化碳溶液褪色,D正确。

第2课时 烃 有机高分子材料

1. C 【解析】题中给出的物质除了①以外,其余都是烃,故A、B错误;②属于芳香烃,④和⑤的结构中都含有碳环(均不是苯环),所以②④⑤属于环状烃,C正确,D错误。

2. C 【解析】由球棍模型可知A为甲烷,B为乙烯,C为乙炔,D为苯。A为甲烷,不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化,但能燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,属于氧化反应,A错误;B为乙烯,能与溴的四氯化碳溶液发生加成反应,生成 $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{Br}$,B错误;C为乙炔,B为乙烯,乙炔含碳量比乙烯更高,推测燃烧时火焰更明亮,产生浓黑烟,C正确;B为乙烯,D为苯,两者的结构不相似,不互为同系物,D错误。

3. B 【解析】X与HCl气体加成,产物有 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Cl}$ 、



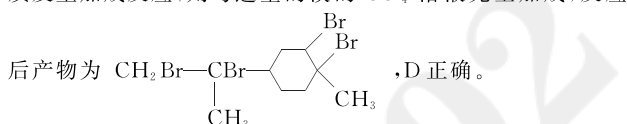
个碳碳双键,都符合通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n}(n \geq 2)$,且在分子组成上相差

1个 CH_2 ,故二者互为同系物,B正确;X($\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$)与

Br_2 发生加成反应生成 $\text{BrCH}_2\text{CBr}(\text{CH}_3)_2$,C错误;X含有碳碳双键,可使溴的 CCl_4 溶液褪色,Y则不能,D错误。

4. C 【解析】乙烯的密度比空气小,但和空气很接近,一般不用排空气法收集,可以用排水法收集,A错误;甲烷和氯气发生取代反应,不可能生成纯净的一氯甲烷,B错误; C_2H_4 难溶于水,可选择排水法收集,C正确;乙烯能被酸性高锰酸钾溶液氧化为二氧化碳,而引入新杂质,应该用溴水,D错误。

5. A 【解析】根据结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$,故A错误;该有机物碳原子数大于4,常温下为液态,一般烃类物质都难溶于水,B正确;该有机物为含有脂环的碳氢化合物,故为脂环烃,C正确;该有机物结构中含有碳碳双键,可与溴单质发生加成反应,则与过量的溴的 CCl_4 溶液完全加成,反应



6. A 【解析】特种钢是一种合金,属于金属材料,不属于有机高分子材料。

7. B 【解析】防水层能阻止水进入,故能够阻隔飞沫进入鼻内的作用,A正确;聚丙烯属于高分子化合物,但不属于天然高分子化合物,B错误;烃类难溶于水,故聚丙烯材料难溶于水,C正确;聚丙烯的结构简式是 $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$,分子中

的C原子都是饱和C原子,因此该分子中不存在碳碳双键,D正确。

8. B 【解析】天然纤维包括棉花、羊毛、蚕丝等,而纤维素是棉花的主要成分,羊毛、蚕丝的主要成分是蛋白质,A错误;合成纤维是以小分子的有机物为原料,经聚合反应合成的有机高分子化合物,如聚丙烯腈、聚酯、聚酰胺等,生产这些小分子的主要原料是天然气、石油化工产品、煤化工产品等,B正确;化学纤维的原料可以是天然纤维,如黏胶纤维就是天然纤维经化学加工制成的再生纤维,C错误;用天然气、石油化工产品、煤化工产品生产合成纤维的过程中发生了化学变化,D错误。

9. D 【解析】聚乙烯是合成高分子材料,A错误;聚氯乙烯在温度过高时会释放出对人体有害的物质,故不用聚氯乙烯包装食品,B错误;羊毛属于天然有机高分子材料,C错误;橡胶硫化,可使塑性橡胶转化为更具韧性或者硬度更高的硫化橡胶,D正确。

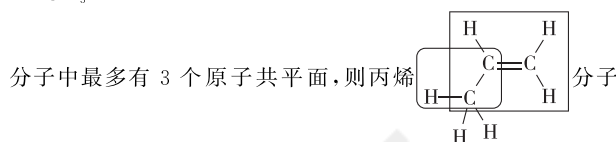
10. D 【解析】 $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 的链节主链上只

有碳原子,属于链节无双键的高聚物,其单体必为两种,在正中间画线断开,然后将四个半键闭合即可得该高聚物的单体为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

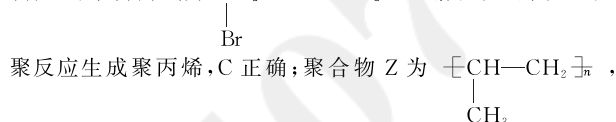
11. B 【解析】 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 与 Br_2 的 CCl_4 溶液发生加成反应,生成 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2(\text{Br})$ (Y); $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 与 Br_2 在光

照条件下发生甲基上的取代反应,生成 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2(\text{Br})$ (X); $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 在催化剂作用下发生加聚反应,生成 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ (Z)。乙烯分子中有6个原子共平面,甲烷

分子中最多有3个原子共平面,则丙烯



12. D 【解析】a分子结构对称,有3种不同的氢原子:



13. (1)不饱和烃 加成反应 (2)① $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ ②加成反应 ③ $n\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} -\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$

【解析】(2)X与 Br_2 的 CCl_4 溶液发生加成反应生成A($\text{C}_3\text{H}_6\text{Br}_2$),则X分子中含有碳碳双键,其结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 。X与 H_2 在催化剂作用下发生加成反应生成B,则B为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$,分子中有2种不同氢原子,则其一氯代物有2种。 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 在催化剂作用下发生加聚反应生成高分子化合物D,则D为 $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 。

拓展微课 11 烃燃烧的相关计算

1. D 【解析】H含量越高,耗氧量越大,甲烷的含氢量在烷烃中最高,所以质量相同时,甲烷燃烧耗氧最多,A正确;乙烯与氧气充分反应生成二氧化碳和水,因为在 105°C ,故水的状态为水蒸气,则反应前后压强不变,B正确;丙烯、 C_6H_{12} 的最简式都为 CH_2 ,则等质量的丙烯和 C_6H_{12} 完全燃烧耗氧量相同,C正确;某有机物完全燃烧只生成 CO_2 和 H_2O ,根据反应前后元素守恒,则有机物中一定含C、H元素,可能含有O元素,D错误。

2. A 【解析】等物质的量时,若写成 C_xH_y , $(x+\frac{y}{4})$ 越大,耗氧量越大;等质量时,若写成 CH_x ,x越大,耗氧量越大。由上述分析可知,等物质的量时耗氧量最少的是②,③和④耗氧量相等,A错误,B正确;等质量时①耗氧量最大,②和④相等,C、D正确。

3. A 【解析】要使混合物总质量一定,生成水的量不变,必须满足有机物中H的含量相等。A项, C_2H_4 和 C_4H_8 的最简式相同,分子中含H量相同,生成 H_2O 的量相同;B、C、D三项中有机物的最简式不相同,含氢量都不相同,故生成水的量一定会变,错误。

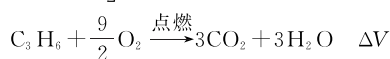
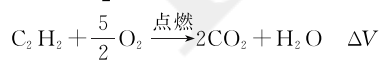
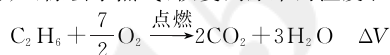
4. B 【解析】无水 CaCl_2 质量增加 25.2 g, 为 H_2O 的质量, 故 $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{25.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1.4 \text{ mol}$, 据 H 原子守恒 $n(\text{CH}_4) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} \times 1.4 \text{ mol} = 0.7 \text{ mol}$, 据 C 原子守恒 $n(\text{CO}) + n(\text{CO}_2) = 0.7 \text{ mol}$, 又 $m(\text{CO}) + m(\text{CO}_2) = 49.6 \text{ g} - 25.2 \text{ g} = 24.4 \text{ g}$, 所以有 $[0.7 \text{ mol} - n(\text{CO}_2)] \times 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + n(\text{CO}_2) \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 24.4 \text{ g}$, 解得 $n(\text{CO}_2) = 0.3 \text{ mol}$, $m(\text{CO}_2) = 0.3 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 13.2 \text{ g}$, 故 B 项正确。

5. D 【解析】设该气态烷烃为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, 燃烧通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + (n + \frac{n+1}{2})\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$, 故 $\frac{1}{n+1} = \frac{0.1}{0.8}$, 解得 $n=5$, D 项正确。

6. B 【解析】8.8 g CO_2 的物质的量为 $\frac{m}{M} = \frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 3.6 g H_2O 的物质的量为 $\frac{m}{M} = \frac{3.6 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0.2 \text{ mol} : (0.2 \text{ mol} \times 2) = 1 : 2$, C_3H_8 不满足碳与氢的原子个数比 1 : 2, B 项符合题意。

7. C 【解析】根据题中信息, 混合烃的物质的量为 1 mol, 含碳原子的物质的量为 2.5 mol, 含氢原子的物质的量为 4 mol。 C_4H_{10} 、 C_2H_2 同条件下体积比为 1 : 3, 即物质的量分别为 $\frac{1}{4} \text{ mol}$ 、 $\frac{3}{4} \text{ mol}$, 含碳原子的物质的量为 $(\frac{1}{4} \times 4 + \frac{3}{4} \times 2) \text{ mol} = 2.5 \text{ mol}$, 含氢原子的物质的量为 $(\frac{1}{4} \times 10 + \frac{3}{4} \times 2) \text{ mol} = 4 \text{ mol}$, A 正确; C_3H_4 、 C_2H_4 同条件下体积比为 1 : 1, 即物质的量分别为 $\frac{1}{2} \text{ mol}$ 、 $\frac{1}{2} \text{ mol}$, 含碳原子的物质的量为 $(\frac{1}{2} \times 3 + \frac{1}{2} \times 2) \text{ mol} = 2.5 \text{ mol}$, 含氢原子的物质的量为 $(\frac{1}{2} \times 4 + \frac{1}{2} \times 4) \text{ mol} = 4 \text{ mol}$, B 正确; CH_4 、 C_3H_4 同条件下质量比为 2 : 5, 即物质的量之比为 $\frac{2}{16} : \frac{5}{40} = 1 : 1$, 物质的量分别为 $\frac{1}{2} \text{ mol}$ 、 $\frac{1}{2} \text{ mol}$, 含碳原子的物质的量为 $(\frac{1}{2} \times 1 + \frac{1}{2} \times 3) \text{ mol} = 2 \text{ mol}$, C 错误; C_3H_8 、 C_2H_2 质量比为 21 : 13, 即物质的量之比为 $\frac{21}{42} : \frac{13}{26} = 1 : 1$, 物质的量分别为 $\frac{1}{2} \text{ mol}$ 、 $\frac{1}{2} \text{ mol}$, 含碳原子的物质的量为 $(\frac{1}{2} \times 3 + \frac{1}{2} \times 2) \text{ mol} = 2.5 \text{ mol}$, 含氢原子的物质的量为 $(\frac{1}{2} \times 8 + \frac{1}{2} \times 2) \text{ mol} = 4 \text{ mol}$, D 正确。

8. B 【解析】由乙烷(C_2H_6)、乙炔(C_2H_2)和丙烯(C_3H_6)燃烧的方程式可知, 除去水蒸气, 恢复到原来的温度和压强,



则 C_2H_6 和 C_3H_6 反应后体积缩小的量是相同的, 故可将两者看成是一种物质, 设 C_2H_6 和 C_3H_6 的体积一共为 x , C_2H_2 的体积为 y , 则有 ① $x+y=32 \text{ mL}$, ② $2.5x+1.5y=72 \text{ mL}$, 联立 ①②, 解得 $y=8 \text{ mL}$, 原混合烃中乙炔的体积分数为 $\frac{8}{32} \times 100\% = 25\%$, B 项正确。

9. (1) CH_2 (2) 56 C_4H_8

【解析】该烃的蒸气密度是同温同压下氢气密度的 28 倍, 则该烃的相对分子质量为 $28 \times 2 = 56$, 甲装置质量增加 3.6 g, 为该有机物燃烧生成水的质量, 则水的物质的量 $n(\text{H}_2\text{O}) =$

$\frac{3.6 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0.4 \text{ mol}$, 乙装置中浓碱液增加的质量就是有机化合物燃烧所产生的二氧化碳的质量, 二氧化碳的物质的量为 $n(\text{CO}_2) = \frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0.2 \text{ mol}$, 则该烃的实验式为 CH_2 , 因此该烃的化学式为 C_4H_8 。

10. (1) C_3H_8 (2) 防止空气中的水蒸气和二氧化碳进入 U 形管 b, 干扰实验测定

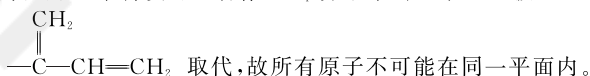
【解析】(1) 实验前后干燥剂和 U 形管 a 的质量差为烷烃燃烧生成水的质量, 可知水的物质的量为 $\frac{30.8 \text{ g} - 29.0 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$; 实验前后碱石灰和 U 形管 b 的质量差为烷烃燃烧生成二氧化碳的质量, 二氧化碳的物质的量为 $\frac{71.1 \text{ g} - 67.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.075 \text{ mol}$, 可知烷烃 X 中 $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0.075 : 0.2 = 3 : 8$, 该烷烃的分子式为 C_3H_8 。

(2) 为确保测量的准确性, 需要在 U 形管 b 后再连接一个盛有碱石灰的干燥管, 目的是防止空气中的水蒸气和二氧化碳进入 U 形管 b, 干扰实验测定。

拓展微课 12 常见烃分子中原子共线共面的判断

1. A 【解析】根据甲烷为正四面体结构, 可知 CH_2Cl_2 为四面体结构, 不可能所有原子处于同一平面, A 选; 乙烯为平面结构, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 中 6 个原子一定处于同一平面上, B 不选; 苯为平面结构, 乙烯为平面结构, 通过旋转乙烯基连接苯环的单键, 可以使两个平面共面, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ 中所有的原子可能处于同一平面, C 不选; 苯环为平面结构, C_6H_6 中 12 个原子一定处于同一平面上, D 不选。

2. D 【解析】乙烯是平面形分子, 所有原子都在同一平面内, $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ 为直线形分子, 甲烷为正四面体形分子。A、B、C 三种物质分别可以看作乙烯分子中的一个 H 被 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $-\text{CN}$ 取代, 所以所有原子仍可能在同一平面内。而 D 中物质可以看作 CH_4 分子中的一个 H 被



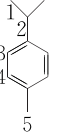
3. B 【解析】 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}_6\text{H}_5$ 中 2 个苯环通过单键相连, 单键可绕轴旋转, 则所有原子可能共平面, A 不选; $\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{CH}$ 中含 3 个饱和碳原子, 分子中所有原子一定不共平面, B 选; 苯环和 $-\text{C}\equiv\text{CH}$ 通过单键相连, 二者一定共平面, C 不选; $\text{CH}_2=\text{CH}-$ 和 $-\text{C}\equiv\text{CH}$ 相连, 二者一定处于同一平面内, D 不选。

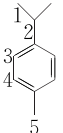
4. B 【解析】甲烷分子是正四面体结构, 丙烷分子中间碳原子饱和, 所以丙烷分子中的 3 个碳原子不可能处在同一直线上, 而是锯齿形, A 错误; 甲苯分子中的饱和碳原子与苯环直接相连, 则该分子中 7 个碳原子在同一平面上, B 正确; 乙烷中碳原子均是饱和的, 所以乙烷分子中的碳原子和氢原子不可能都处在同一平面上, C 错误; 由乙烯分子的结构模型可知, 丙烯分子中的 3 个碳原子不可能在同一直线上, D 错误。

5. D 【解析】a 能使溴的 CCl_4 溶液褪色是因为加成反应、使酸性 KMnO_4 溶液褪色是因为发生氧化反应, A 错误; b 中含有连接 3 个碳原子的饱和碳原子, 故所有碳原子不处于同一平面内, B 错误; a 和 b 中不同环境氢原子数目不同, 故一氯代物数目不相同, C 错误; 同分异构体是分子式相同、结构不同的化合物, 由结构简式可知 a、b 互为同分异构体, D 正确。

6. C 【解析】由结构简式可知, 该有机物分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{14}$, A 项正确; 该有机物结构中含有苯环, 只含碳、氢两种元素, 属于芳香烃, B 项正确; 该有机物分子最多有 3 个碳原子共直线, C 项错误; 所有的碳原子均有可能共面, 即最多有 13 个碳原子共平面, D 项正确。

7. C 【解析】丁烷中的碳原子全部是饱和碳原子, 故 4 个碳原子不在一条直线上, A 错误; 碳碳三键为直线形结构, 处于苯环对位上的原子在一条直线上, 故有 6 个碳原子在同一条直线上, B 错误; 苯环为平面形结构, 苯环上所有原子共平面, 苯环之间通过单键相连, 单键可以旋转, 但处于苯环对位的原子始终在一个平面, 至少 16 个原子共平面, C 正确; 2-苯基丙烯分子中含甲基, 故所有原子不可能共平面, D 错误。

8. A 【解析】对伞花烃有 5 种等效氢原子：, 故对伞花烃的一氯代物有 5 种, A 错误; 与苯环碳原子直接相连的原子

和 6 个苯环碳原子一定共平面,  图中 2、5 号碳原子和

6 个苯环碳原子一定共平面, 2 号碳原子是饱和碳原子, 与 2 号碳原子直接相连的四个原子构成四面体形, 结合单键可以旋转, 与 2 号碳原子相连的 1 个甲基碳原子可在苯环的平面上, 故对伞花烃中最多有 9 个碳原子共平面, B 正确; 对伞花烃中含有 1 个苯环, 且只含有 C、H 两种元素, 属于芳香烃, C 正确; 对伞花烃属于烃, 其密度比水小, D 正确。

9. C 【解析】a、b、c 的分子式均为 C_7H_8 , 分子式相同, 分子结构不同, 互为同分异构体, A 正确; a、b、c 都属于烃类, 都难溶于水, 且密度小于水, B 正确; 根据 a 的结构简式可知, 含 4 种等效氢原子, 则一氯代物有 4 种, C 错误; b、c 中连接两个环的碳原子形成四个碳碳单键, 构成四面体结构, 即 b、c 的所有碳原子不可能共平面, D 正确。
10. B 【解析】该烃苯环上有 3 种不同化学环境的氢原子, 其一氯取代物有 3 种, A 错误; 该有机物分子中, 同一个苯环结构的碳原子及与该环相连的碳原子共面, 两个苯环相连直线上的 6 个碳原子共面, 分子中处于同一平面上的碳原子至少有 $6+2+3=11$ 个, B 正确; 该分子中最多有 16 个碳原子处于同一平面, C 错误; 该有机物属于烃类, 难溶于水, D 错误。

第三节 乙醇与乙酸

第 1 课时 乙醇

1. B 【解析】乙醇的分子式为 C_2H_6O , 结构简式为 CH_3CH_2OH , A 错误; 乙醇分子中含有甲基, 甲基的结构简式为 $\begin{array}{c} H \\ | \\ -CH_3 \end{array}$, 电子式为 $H : \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{C}} : H$, B 正确; 乙醇的官能团为羟基, 羟基的结构简式为 $-OH$, 电子式为 $\cdot \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} : H$, C 错误;

乙醇分子的结构简式为 CH_3CH_2OH , 分子中碳原子的半径大于氧原子, D 错误。

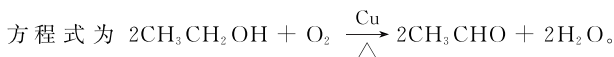
2. B 【解析】乙烷和乙醇的结构简式分别为 CH_3CH_3 和 CH_3CH_2OH , 乙醇分子中有 3 种等效氢原子, B 项错误。
3. C 【解析】I 和 II 分子式相同、分子结构不同, 互为同分异构体, 同分异构体不仅物理性质有差异, 化学性质也可能有差异, I 和 II 的官能团不同, 化学性质不同, C 项错误。
4. B 【解析】乙醇与水互溶, 二者混合后振荡, 静置不分层, B 项错误。
5. B 【解析】乙醇中 $-OH$ 与 $-C_2H_5$ 相连, $-C_2H_5$ 比 $-H$ 体积大不是钠与乙醇的反应要比与水的反应缓慢得多的根本原因, 故 A 不符合题意; $-C_2H_5$ 使 $-OH$ 的活泼性降低, 导致钠与乙醇的反应要比与水的反应缓慢得多, 故 B 符合题意, C 不符合题意; 乙醇和钠反应以及水和钠反应都可以看作是羟基上的 H 被置换的结果, 与乙醇和水的结构有关, 故 D 不符合题意。
6. C 【解析】乙醇与金属钠反应生成 CH_3CH_2ONa 和 H_2 , 乙醇断裂共价键①, A 正确; 乙醇在铜或银催化加热下与 O_2 反应生成乙醛 (CH_3CHO), 乙醇断裂共价键①和③, B 正确, C 错误; 乙醇在空气中完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O , 乙醇分子中所有共价键均断裂, D 正确。
7. C 【解析】应用无水 $CuSO_4$ 检验酒精中是否含水, A 错误; 乙醇燃烧产物有二氧化碳和水, 只能推测乙醇中含碳、氢两种元素, 是否含氧元素无法确定, B 错误; 过量乙醇与钠反应产生的氢气的量是由金属钠决定, 与乙醇中氢原子的类型无关, D 错误。
8. B 【解析】集气瓶中收集到的主要是不参加反应的 N_2 , 故 A 错误; 甲烧杯中应盛热水, 其作用是使无水乙醇变成乙醇蒸气, 乙烧杯中应盛装冷水, 起到冷却作用, 使乙醛蒸气冷凝为液体, 故 B 正确; 试管 a 中收集到的液体还有乙醇、水等, 故 C 错误; 在加热条件下, 铜和氧气反应生成黑色的氧化铜, 氧化

铜和乙醇反应生成红色的铜单质, 则反应结束后, 铜网仍为红色, 故 D 错误。

9. B 【解析】铜丝在空气中加热, 表面生成 CuO , 质量增加, $NaOH$ 溶液不与 CuO 反应, 则有 $W_1 < W_2$, A 错误; 乙醇可将热的 CuO 还原为 Cu , 则有 $W_1 = W_2$, B 正确; $NaHSO_4$ 溶液呈强酸性, 可与 CuO 反应生成 Cu^{2+} , 则铜片质量减小, 故有 $W_1 > W_2$, C 错误; CO 可将热的 CuO 还原为 Cu , 铜片的质量不变, 则有 $W_1 = W_2$, D 错误。
10. C 【解析】该有机物中存在羟基、碳碳双键共 2 种官能团, A 正确; 该有机物含有碳碳双键, 能发生加成反应和加聚反应, 含有碳碳双键和羟基, 可发生氧化反应, B 正确; 该有机物中碳碳双键能与溴发生加成反应使溴水褪色, 碳碳双键能被酸性高锰酸钾溶液氧化从而使酸性高锰酸钾溶液褪色, 褪色原理不同, C 错误; 该有机物中羟基能与 Na 反应, 1 mol 该有机物能与 1 mol Na 发生反应, D 正确。
11. B 【解析】由题可知, A 中的装置用来提供乙醇蒸气和氧气, D 中的装置则用于催化二者反应使其生成乙醛, C 中的装置利用气体液化的方式收集产物; 制备过程中由于诸多原因, 如反应物与催化剂接触不充分, 气体流速过快等, 会导致乙醇并不能完全转化; 由于乙醇的沸点比乙醛高, 所以收集的产品中也必然会含有乙醇杂质。热水可使乙醇挥发, 空气中含有氧气, 题图中装置可提供乙醇蒸气和氧气, A 项正确。通过分析可知, 由于乙醇的转化不充分, 所以产物中必然含有乙醇杂质, 乙醇也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 所以若不对产物进行提纯, 则无法实现检验的目的, B 项错误。乙醛的沸点为 $20.8^\circ C$, 因此, 冰水浴可使乙醛液化, 从而实现产物收集的目的; 当然, 由于乙醇的沸点比乙醛高, 再加上乙醇转化并不充分, 因此收集的产物中必然含有乙醇杂质, 为获得较纯的产物, 只需要再进行分离提纯即可, C 项正确。在铜的催化作用下, 乙醇可以与氧气反应生成乙醛, D 项正确。
12. A 【解析】香叶醇中没有苯环, 不属于芳香烃的衍生物, A 错误; 含有碳碳双键, 能使溴的四氯化碳溶液因加成反应而褪色, B 正确; 根据结构简式可知含有的官能团为碳碳双键和羟基, C 正确; 含有羟基, 一定条件下, 能与金属钠、酸性高锰酸钾溶液等反应, D 正确。
13. D 【解析】乙醇催化氧化为乙醛, 断裂的是羟基上的氧氢键和与羟基相连碳原子上的碳氢键。 $H_3CCH(CH_3)CH(CH_3)OH$, CH_3OH , $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ 连接羟基的碳上有 $C-H$, 因此能发生催化氧化反应, A、B、C 不符合题意; $(CH_3)_3COH$ 连接羟基的碳上没有 $C-H$, 因此不能发生催化氧化, D 符合题意。
14. D 【解析】与饱和有机物相比较, 金合欢醇中含有 3 个碳碳双键, 不饱和度为 3, 如含苯环则不饱和度为 4, 因此金合欢醇的同分异构体不可能有芳香族化合物, A 正确; 金合欢醇中含有碳碳双键, 能发生加成、氧化反应, 含有羟基, 能发生取代反应, B 正确; 根据金合欢醇结构简式可知, 金合欢醇分子式为 $C_{15}H_{26}O$, C 正确; 金合欢醇中含有 1 个羟基, 1 mol 金合欢醇与足量钠反应生成 0.5 mol 氢气, 不能与碳酸氢钠反应, D 错误。
15. C 【解析】乙醇 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水 + 二氧化碳 + X, 据反应前后质量守恒可得 $m = 2.8$; 乙醇质量减少 4.6 g, $n(C_2H_5OH) = 0.1 \text{ mol}$, 氧气质量减少 8 g, $n(O_2) = 0.25 \text{ mol}$, 二氧化碳质量增加 4.4 g, $n(CO_2) = 0.1 \text{ mol}$, 水的质量增加 5.4 g, $n(H_2O) = 0.3 \text{ mol}$, 反应前后原子守恒, 可知 X 中有碳原子 0.1 mol, 氧原子 0.1 mol, 故 X 的化学式为 CO 。根据分析可知 $m = 2.8$, A 错误; X 质量增加, 是生成物, B 错误; 乙醇燃烧不完全, 会有一氧化碳生成, 增加氧气的量使乙醇充分燃烧, 可以减少 CO 的生成, C 正确; X 为 CO , D 错误。

16. (1) 羟基 $2CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\Delta]{Cu} 2CH_3CHO + 2H_2O$
(2) 受热的铜丝交替出现变黑、变红 检验水的生成
(3) 乙醛 (4) a

【解析】装置 A 中过氧化氢在二氧化锰催化条件下反应生成氧气; 装置 B 中浓硫酸干燥氧气; 装置 C 中乙醇在水浴加热条件下生成乙醇蒸气; 装置 D 中乙醇与氧气在铜催化作用下发生氧化反应生成乙醛; F 中无水硫酸铜用于水的检验, 最后利用冰水冷却, 收集乙醛。(1) 乙醇为 C_2H_5OH , 可知所含官能团名称为羟基; 实验过程中乙醇催化氧化的化学



(2)由以上分析可知,硬质玻璃管 E 中可观察到受热的铜丝交替出现变黑、变红;无水 CuSO_4 遇水变蓝,故 F 的作用为检验是否有水生成。(3)若试管中收集到的液体用紫色石蕊试纸检验,试纸显红色,说明液体中还含有酸性物质,即生成了乙酸。(4)铜丝与 O_2 反应生成 CuO ,乙醇蒸气与氧化铜反应生成乙醛,乙醛具有刺激性气味,a 正确;乙醇催化氧化生成乙醛时,羟基中 $\text{O}-\text{H}$ 发生断裂,与羟基连接的碳原子上的 $\text{C}-\text{H}$ 断裂,形成醛基,b 错误;生成的水蒸气可以被硫酸铜吸收,但乙醇可能会被氧化生成乙酸,乙醇、乙酸都能与钠反应生成氢气,故金属钠不能检验试管中有没有未反应的乙醇,c 错误。

17. (1)①用一干燥的小烧杯倒置在乙醇燃烧的火焰上方,烧杯内壁有水珠生成
②将内壁用澄清石灰水润湿的小烧杯倒置在乙醇燃烧的火焰的上方,石灰水变浑浊
(2)乙醇、二氧化碳及水三种物质的质量
(3)不需要
(4)①D、B、E、A、F、C
②根据 Na 与乙醇反应生成 H_2 的量,推断 1 个乙醇分子中有 1 个 H 原子与其他 H 原子处于不同的位置
【解析】(4)②根据 Na 与乙醇反应生成 H_2 的量,判断出 1 个乙醇分子中只有 1 个 H 原子与其他 H 原子处于不同的特殊位置,从而进一步确定其结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$,而非 CH_3OCH_3 。

第 2 课时 乙酸 官能团与有机化合物的分类

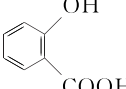
1. B 【解析】乙酸分子中存在甲基,不可能所有原子位于同一平面。
2. D 【解析】乙酸含有一 COOH ,具有酸的化学通性,其酸性强于碳酸,能与金属钠反应产生氢气,能与小苏打溶液反应产生 CO_2 ,A、B 正确;在浓硫酸、加热条件下,乙酸与乙醇发生酯化反应,C 正确;乙酸不能被酸性 KMnO_4 溶液等强氧化剂氧化,但能燃烧生成 CO_2 和 H_2O ,该反应是氧化反应,D 错误。
3. C 【解析】乙醇与金属钠发生反应 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$,断裂的键是“ $\text{O}-\text{H}$ ”,即①断,A 错误;乙醇与乙酸发生酯化反应 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$,其原理是乙醇中的①键断裂,乙酸中的 b 键断裂,B 错误;乙醇的催化氧化反应为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$,断裂的键为①③,C 正确;乙酸与 NaOH 发生反应 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$,断裂的键为 a,D 错误。
4. B 【解析】碳碳双键中断裂 1 个键,两个碳原子分别结合了 1 个溴原子,属于加成反应,A 项不符合题意;乙酸与甲醇发生酯化反应,B 项符合题意;碳碳双键中断裂 1 个键,两个碳原子分别结合了 1 个氢原子,属于加成反应,C 项不符合题意;此反应属于取代反应,D 项不符合题意。
5. C 【解析】乙醇的密度较小,浓硫酸溶解放出大量热,为防止液体飞溅,加入顺序为乙醇→浓硫酸→乙酸,A 错误;加热过程中发现忘加沸石,需停止加热,待自然冷却至室温后加入沸石,B 错误;乙试管中饱和碳酸钠溶液具有碱性,可吸收挥发出来的乙酸和乙醇,C 正确;实验完毕,乙酸乙酯会与饱和碳酸钠溶液发生分层,所以需采用分液的方法分离混合物,D 错误。
6. D 【解析】乙酸与 NaOH 溶液反应后,与乙醇互溶,不能液分离,A 错误;乙烷中易引入新杂质氢气,不能除杂,应选溴水、洗气,B 错误;二者均与溴水反应,故不能进行除杂,C 错误;乙酸能够和饱和碳酸钠溶液反应,而乙酸乙酯在饱和碳酸钠溶液中的溶解度很小且不和碳酸钠反应,可通过分液得到乙酸乙酯,D 正确。
7. C 【解析】 $\text{CH}\equiv\text{CCH}_3$ 分子中含有“ $\text{C}\equiv\text{C}$ ”,属于炔烃,A 正确; $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 分子中含有羧基($-\text{COOH}$),

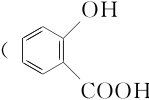


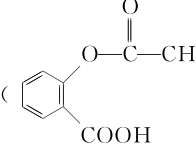
属于羧酸,B 正确; $\text{C}_6\text{H}_5-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ 分子中含有酯基,属于

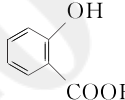
酯类,不属于醛,C 错误; $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$ 为苯甲醇,官能团为羟基,属于醇类,D 正确。

8. A 【解析】该有机物能与钠反应放出气体,说明含有羟基或羧基;能使溴水褪色,说明含有碳碳双键或碳碳三键等;与碳酸氢钠溶液反应放出气体,说明含有羧基,因此该有机物的结构简式可能为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{COOH}$,A 项正确。

9. C 【解析】 含有羟基和羧基两种官能团,A 错

误;乙酰水杨酸的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$,B 错误;水杨酸()和乙酸酐($\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$)在一

定的条件下发生取代反应生成乙酰水杨酸()和 X,由取代反应的机理可知,X 为

CH_3COOH ,C 正确;水杨酸()中羟基和羧基

都能和 Na 反应生成氢气,标准状况下,1 mol 水杨酸和金属钠完全反应能产生 1 mol H_2 ,体积为 22.4 L,D 错误。

10. C 【解析】阿魏酸中的官能团有醚键、羟基、碳碳双键和羧基,A 正确;阿魏酸中有羧基,可以与碳酸氢钠溶液反应生成二氧化碳气体,B 正确;阿魏酸中有 C、H、O 元素,不是芳香烃,是芳香族化合物,C 错误;阿魏酸中有碳碳双键,可以发生加聚反应,D 正确。
11. B 【解析】结合有机物中 C、H、O 原子的成键特点可知,该有机物的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$,其分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$,A 正确;该有机物含有一 COOH ,具有酸的通性,能与 NaOH 溶液发生中和反应,能使紫色石蕊溶液变红,B 错误,D 正确;该有机物含有一 COOH ,能与乙醇发生酯化反应,C 正确。
12. C 【解析】根据结构简式可知题述物质有羟基、羧基和碳碳双键三种官能团,故 A 错误;该有机物中羟基可以发生取代反应,碳碳双键可发生加成反应和氧化反应,羧基和羟基可以和钠发生置换反应,不能发生水解反应,故 B 错误;根据结构简式可知该有机物的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_3$,故 C 正确;分子中羟基和羧基均能和钠反应,只有羧基能与氢氧化钠反应,所以得到的有机产物不同,故 D 错误。
13. D 【解析】由该有机物的结构可知,其分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_3$,A 正确;该有机物分子中有碳碳双键,能发生氧化反应、加成反应、聚合反应,有羧基和羟基,能发生取代反应、酯化反应,B 正确;羧基能与碳酸氢钠反应生成二氧化碳,羟基和碳碳双键不能与碳酸氢钠反应,则 1 mol 该物质与足量碳酸氢钠反应生成 1 mol 二氧化碳,标准状况下体积为 22.4 L,C 正确;该有机物中含有与 3 个碳原子相连的饱和碳原子,所有碳原子不可能共面,D 错误。
14. D 【解析】碳碳双键可与 H_2 加成, $-\text{COOH}$ 则不能,故 1 mol 分支酸可与 3 mol H_2 发生加成反应,A 正确;含有碳碳双键,可发生加成反应和氧化反应,含有羧基和羟基,可发生酯化(取代)反应,B 正确;该有机物还含有的官能团有碳碳双键、羧基和羟基,C 正确;该有机物含有碳碳双键,可与溴的四氯化碳溶液发生加成反应,可被酸性高锰酸钾溶液氧化,褪色原理不同,D 错误。
15. D 【解析】乙酸与乙醇生成乙酸乙酯的反应为取代反应,故 A 错误;操作 1 分离出乙酸乙酯,分离方法为分液,操作 2 分离出乙醇,操作 3 是分离出乙酸,分离方法均为蒸馏,故 B 错误;碱石灰成分之一氢氧化钠与乙酸乙酯能反应,则不可以用碱石灰干燥,故 C 错误;操作 1 分离出乙酸乙酯,A 是乙酸乙酯,操作 2 分离出乙醇,E 是乙醇,试剂 a 将乙酸钠转化为乙酸,试剂 a 可以是硫酸,故 D 正确。

第四节 基本营养物质

第1课时 糖类

16. D 【解析】双键与水加成时, —OH 可能在首端碳原子上, 可能混有副产物, A 错误; 丙烯酸的碳碳双键容易被氧化, 乳酸中羟基相连的 C 原子上有 H 原子, 羟基易被氧化, 可使酸性高锰酸钾溶液褪色, 无法区别丙烯酸和乳酸, B 错误; 丙烯酸含有羧基, 乳酸含有羟基, 可发生酯化反应, C 错误; 乳酸含 —OH、—COOH, 均与 Na 反应, 只有一 —COOH 与 NaOH、NaHCO₃ 反应, 则 1 mol 乳酸分别与足量 Na、NaOH、NaHCO₃ 反应, 消耗三者物质的量之比为 2 : 1 : 1, D 正确。

17. (1) 蒸馏烧瓶 饱和 Na₂CO₃ 溶液 (2) 乙 乙的冷凝效果好, 可减少丙烯酸乙酯的损失 (3) b (4) 漏加浓硫酸 (5) 乙醇的沸点比丙烯酸低, 易挥发而损耗 (6) ①⑤ 若产物水中不含¹⁸O, 则为酸脱羟基醇脱氢, 若产物水中含¹⁸O, 则为酸脱氢醇脱羟基

【解析】丙烯酸(H₂C=CHCOOH)与乙醇(CH₃CH₂OH)发生酯化反应, 酯化反应为可逆反应, 加入浓硫酸作催化剂和吸水剂, 能加快反应速率, 并提高酯的产率, 乙相对于甲装置增加了冷凝管, 冷凝效果更好, 能有效减少产品损失, 生成的丙烯酸乙酯中含有挥发的丙烯酸和乙醇杂质, 收集装置中盛放饱和碳酸钠溶液, 能反应掉丙烯酸, 溶解乙醇, 降低丙烯酸乙酯的溶解度, 便于分层析出。(1)由题图可知, 仪器 M 是蒸馏烧瓶, 仪器 A、B 均为收集装置, 盛放饱和碳酸钠溶液, 能反应掉丙烯酸, 溶解乙醇, 降低丙烯酸乙酯的溶解度, 便于分层析出。(2)乙相对于甲装置增加了冷凝管, 冷凝效果更好, 能有效减少产品损失。(3)冷凝管中冷凝水应该从下口进上口出, 保证冷凝管内始终充满水。(4)酯化反应中需添加浓硫酸作催化剂和吸水剂, 以加快反应速率并提高酯的产率。(5)乙醇的沸点为 78.5 °C, 丙烯酸的沸点为 141 °C, 乙醇的沸点比丙烯酸低, 易挥发而损失。(6)根据题意, 醇和酸反应生成酯和水, 利用¹⁸O 示踪原子法来判断到底是酸失去羟基、醇失去氢还是酸失去氢、醇失去羟基, 最好¹⁸O 在一种产物中出现易判断, 故选择①CH₃CH₂¹⁸OH 和⑤CH₂=CHCOOH, 若产物水中不含¹⁸O, 则为酸脱羟基醇脱氢, 若产物水中含¹⁸O, 则为酸脱氢醇脱羟基。

18. (1) CH₂=CH₂ —CHO
(2) 加成反应 C₄H₈O₂ CH₂=CH₂ + CH₃COOH
催化剂
CH₃COOCH₂CH₃ (3) ③ (4) 2
△
CH₃CH₂CH₂COOH、(CH₃)₂CHCOOH

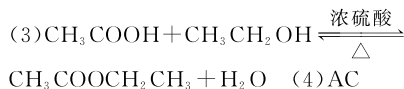
(5) 2CH₂=CH₂ + O₂ $\xrightarrow{\text{Ag}}$ 2 $\triangle$
【解析】已知 A 的产量是衡量一个国家石油化工发展水平的标志, 则 A 为乙烯, 丁烷裂解产物 A 转化为 B、E、F、G 都符合绿色化学思想, 则 E 为乙烷; 乙烯和水加成生成 B, B 为乙醇, B 氧化为 C(乙醛), C 氧化为 D(乙酸), 乙醇也可直接被酸性高锰酸钾溶液氧化为乙酸, 乙烯和氧气在银催化作用下生成 F 即环氧乙烷($\triangle$); 加热条件下, B 和 D 在浓硫酸的催化作用下经可逆反应可制得 G(有淡淡香味的无色透明油状液体), 则 G 为乙酸乙酯。(1)由分析可知, A 的结构简式为 CH₂=CH₂; C 为乙醛, 官能团为醛基, 结构简式为 —CHO。(2)G 为乙酸乙酯, 则 A + D → G 的反应为乙烯和乙酸生成乙酸乙酯, 反应中不饱和度减小, 为加成反应, G 的分子式是 C₄H₈O₂, 反应的化学方程式为 CH₂=CH₂ + CH₃COOH $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ CH₃COOCH₂CH₃。(3)①A 为乙烯, B 为乙醇, C 为乙醛, A 能发生加聚反应生成高分子化合物, B 不能发生加聚反应, 故错误; ②B 为乙醇, D 为乙酸, 均能与 Na 发生反应, G 为乙酸乙酯, 不能与 Na 发生反应, 故错误; ③B 为乙醇, D 为乙酸, G 为乙酸乙酯, 与饱和 Na₂CO₃ 溶液作用分别为互溶、有气泡产生和分层, 故能鉴别 B、D、G 三种物质, 故正确; ④A 为乙烯, 所有原子均共面; B 为乙醇, C 为乙醛, 分子中均有甲基, 所有原子不可能均共面, 故错误; 答案选 ③。(4)G 为乙酸乙酯, G 的同分异构体中能与 NaHCO₃ 溶液反应产生气泡的有 2 种, 其结构简式为 CH₃CH₂CH₂COOH、(CH₃)₂CHCOOH。(5)由分析可知, 乙烯在 Ag 的催化下与氧气进行“原子经济反应”, 生成 F(环氧乙烷), 反应的化学方程式为 2CH₂=CH₂ + O₂ $\xrightarrow{\text{Ag}}$ 2 $\triangle$ 。

1. C 【解析】淀粉、纤维素的分子组成表示为(C₆H₁₀O₅)_n, 水解后能生成多分子单糖, C 错误。
2. B 【解析】不是所有糖类物质都有甜味, 也不是所有糖类物质都能溶于水, 如纤维素, 故 A 错误; 葡萄糖和果糖都是单糖, 且分子式相同, 结构不同, 属于同分异构体, 分子式均为 C₆H₁₂O₆, 故 B 正确; 淀粉和纤维素的分子式均为(C₆H₁₀O₅)_n, 最终水解的产物都是葡萄糖, 故 C 错误; 人体中没有水解纤维素的酶, 摄入人体的纤维素不能水解为葡萄糖, 故 D 错误。
3. C 【解析】用米酿酒, 米中含有大量淀粉, 在微生物的作用下, 首先将淀粉水解为麦芽糖, 然后再水解为葡萄糖, 从而产生甜味, 故选 C。
4. C 【解析】面粉的主要成分是淀粉, 属于多糖类物质, A 错误; 葡萄糖是单糖, 不能发生水解, B 错误; 淀粉水解生成葡萄糖, 葡萄糖发生酒化反应生成乙醇, C 正确; 淀粉和纤维素分子式虽然相同, 但 n 值不同, 因此两者不是同分异构体, D 错误。
5. B 【解析】纤维素水解糖化即纤维素发生水解反应生成葡萄糖, 化学方程式为(C₆H₁₀O₅)_n + nH₂O $\xrightarrow{\text{酸}}$ nC₆H₁₂O₆ (葡萄糖), A 正确; 纤维素水解得到葡萄糖, 再在酒化酶作用下生成乙醇和 CO₂, B 错误; 生石灰可以吸收水, 使蒸馏得到的乙醇更加纯净, 提高了乙醇的纯度, C 正确; 检验纤维素是否发生水解, 关键是看是否生成了葡萄糖, 可用新制的 Cu(OH)₂ 悬浊液检验, D 正确。
6. B 【解析】向淀粉水解液中加入碘水, 溶液变蓝, 则有淀粉存在, 说明淀粉未水解或部分水解, A 错误; 乙醇与酸性 K₂Cr₂O₇ 溶液混合, 橙色溶液变为绿色, 说明 Cr₂O₇²⁻ 被还原为 Cr³⁺, 乙醇作还原剂, 表现还原性, B 正确; 蔗糖溶液加入稀硫酸, 水解液呈酸性, 要加入 NaOH 溶液中和至弱碱性, 再加入银氨溶液, 进行检验, 不能在水解液中直接加入银氨溶液, C 错误; 新制 Cu(OH)₂ 悬浊液与葡萄糖溶液混合加热, 产生砖红色沉淀, Cu(OH)₂ 被还原为 Cu₂O, 葡萄糖作还原剂, 表现还原性, D 错误。
7. D 【解析】硫酸是淀粉水解的催化剂, 步骤 1 加入稀 H₂SO₄, 目的是加快淀粉的水解速率, 不加入稀 H₂SO₄ 淀粉也会发生水解, 只是速率太慢, A 错误; 淀粉水解生成葡萄糖, 又淀粉遇碘变蓝, 可能是因为淀粉部分发生水解, 则步骤 1 中的实验现象不能说明淀粉没有发生水解, B 错误; Cu(OH)₂ 变为砖红色 Cu₂O 沉淀, 即 Cu(OH)₂ 被还原, 步骤 2 中的实验现象说明淀粉的水解产物具有还原性, C 错误; 淀粉水解生成葡萄糖, 且葡萄糖能和新制氢氧化铜作用生成砖红色沉淀, 淀粉遇碘变蓝, 故步骤 1 和步骤 2 的实验现象说明淀粉部分发生水解, D 正确。
8. B 【解析】1 个 X 分子中含 3 个 —OH, 故 1 mol X 最多可与 3 mol Na 发生反应, A 正确; 糖类是多羟基醛类或多羟基酮类, 1 个 Y 分子中只含 1 个羟基和 1 个醛基, 不属于糖类, B 错误; X 中不含醛基, Z 中有醛基, 可用新制的氢氧化铜悬浊液鉴别, C 正确; 葡萄糖、Y 和 Z 分子中都含有一 —CHO, 都能发生银镜反应, D 正确。
9. C 【解析】有机物 a 可能是淀粉或纤维素等, A 项错误; 反应②是葡萄糖在酶的作用下分解为乙醇和 CO₂, 不属于取代反应, B 项错误; 乙醇能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 因而可使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 项正确; 乙酸乙酯的羧酸类同分异构体有 CH₃CH₂CH₂COOH、(CH₃)₂CHCOOH 两种, D 项错误。
10. D 【解析】证明蔗糖为非还原糖, 即证明蔗糖不能发生银镜反应, 应为④⑤的操作顺序, A、B 错误; 证明蔗糖的水解产物应先在酸性条件下水解, 再加入 NaOH 中和 H₂SO₄ 至溶液呈碱性, 再用银氨溶液检验, 故操作顺序应为①②④⑤, C 错误, D 正确。
11. (1) 葡萄糖 CH₃COOH
(2) nCH₂=CH₂ $\xrightarrow{\text{催化剂}}$ —[CH₂—CH₂]_n— 加聚反应
(3) ACD
【解析】甘蔗渣处理后得到纤维素, 纤维素水解产生葡萄糖, 葡萄糖在酒化酶作用下反应产生 CH₃CH₂OH, CH₃CH₂OH 在一定条件下反应产生能催熟水果的物质 A, 则 A 是

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 发生加聚反应产生的 B 为聚乙烯, B 的结构简式是 $[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ 。 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 O_2 在 Cu 催化下加热发生氧化反应产生 CH_3CHO , CH_3CHO 再经催化氧化产生的 C 是 CH_3COOH , CH_3COOH 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 在浓硫酸催化下加热, 发生酯化反应产生的 D 是 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。(1) 纤维素水解最终得到分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 的物质名称为葡萄糖; 物质 C 是乙酸, 结构简式是 CH_3COOH 。(2) A 是 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 发生加聚反应

产生聚乙烯, 该反应的化学方程式为 $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} [-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$ 。(3) 物质 C 是 CH_3COOH , 物质 D 是 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 二者在一定条件下均可以发生取代反应, A 正确; 糖类物质中的单糖不能发生水解反应, B 错误; NaHCO_3 溶液与 CH_3COOH 反应生成 CO_2 气体, 不与 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 反应, C 正确; 塑料、合成橡胶、合成纤维、淀粉的相对分子质量都在 10 000 以上, 因此它们都是高分子化合物, D 正确。

12. (1) 羧基 (2) 银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液



【解析】由“G 的蒸气密度是氢气的 44 倍”可知 G 的相对分子质量为 88; 结合题给其他信息和变化关系图可知, A 为乙醇, B 为淀粉或纤维素, C 为葡萄糖, D 为乙醛, E 为乙酸, G 为乙酸乙酯, F 为二氧化碳。(2) 要检验葡萄糖的生成, 加入的试剂是银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液。(3) 乙酸和乙醇发生酯化反应生成乙酸乙酯, 化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。(4) 烃 T 的相对分子质量是 A 分子内脱水产物 Q 与 F 相对分子质量之和, A 脱水生成 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, F 为 CO_2 , 故 T 的相对分子质量为 72, 又知“分子中碳与氢的质量之比是 5 : 1”, 则 C、H 原子个数之比为 5 : 12, 故 T 的分子式为 C_5H_{12} 。 C_5H_{12} 属于烷烃, 不溶于水, 与甲烷互为同系物, A 正确; 烷烃在高温下可以分解, B 错误; 新戊烷中含有四个甲基, C 正确; 烷烃不与溴水发生加成反应, D 错误。

第 2 课时 蛋白质 油脂

- D 【解析】乙酸和葡萄糖中均只含有碳、氢、氧三种元素; 氨基酸和蛋白质都含有碳、氢、氧、氮等元素, 蛋白质是高分子, 氨基酸是小分子, 故选 D。
- A 【解析】蛋白质由 C、H、O、N、P 等元素组成, A 错误; 蛋白质水解的最终产物是氨基酸, B 正确; 蛋白质被灼烧时有烧焦羽毛气味, C 正确; 蛋白质在重金属盐类作用下会变性, D 正确。
- C 【解析】酒精能使蛋白质变性, 可用医用酒精消毒皮肤, A 正确; 甲醛能使蛋白质变性, 可用稀释后的福尔马林浸泡种子, B 正确; 向蛋白质溶液中加入饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液后变浑浊, 属于蛋白质的盐析, C 错误; 重金属盐能使蛋白质变性, 可用波尔多液(主要含有 CuSO_4)防治作物虫害, D 正确。
- B 【解析】乙醇能使细菌和病毒的蛋白质发生变性, 从而达到杀菌消毒的目的, A 正确; 检验淀粉是否发生部分水解, 要检验溶液中是否含葡萄糖和淀粉, 碘水只能检验淀粉是否剩余, 不能检验葡萄糖的生成, B 错误; 油脂的主要成分是高级脂肪酸的甘油酯, 其在碱性条件下的水解反应称为皂化反应, 工业上可用油脂制肥皂, C 正确; 棉花的主要成分为纤维素, 属于天然高分子化合物, D 正确。
- C 【解析】棉花、麻是植物上的, 蚕丝和羊毛是动物上的, 都属于天然纤维, A 正确。淀粉是多糖、油脂是酯、蛋白质是多肽高聚物, 都可以水解且供能, B 正确。滴加银氨溶液之前, 需要将溶液由酸性调节为碱性, 否则不能发生银镜反应, C 错误。加入浓硝酸产生白色沉淀, 蛋白质变性; 加热后沉淀变黄, 属于蛋白质的特征显色反应, 故可以证明溶液中含有蛋白质, D 正确。
- A 【解析】饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液可使蛋白质发生盐析, A 错误; 豆浆是胶体, 遇电解质会聚沉, 石膏是电解质, 故豆浆会凝结为豆腐, B 正确; 酶在高温下会变性, 从而失去活性, C 正确; 含苯环的蛋白质遇浓硝酸才会变黄色, 故并不一定所有的蛋白质遇浓硝酸都变黄, D 正确。

- D 【解析】糖类、油脂、蛋白质、无机盐、维生素和水为人体六大营养素, 其中油脂是产生能量最高的营养物质, A 正确; 脂肪是人体贮存能量的一种形式, B 正确; 维生素分为水溶性和脂溶性, 其中维生素 A、D、E、K 为脂溶性, 故油脂能促进脂溶性维生素 A、D、E、K 的吸收, C 正确; 脂肪是人体贮存能量的一种形式, 肥胖的人含有的脂肪更多, 应该更不怕冷, D 错误。

- A 【解析】油脂是高级脂肪酸甘油酯, 相对分子质量较小, 不属于高分子化合物, A 错误; 油脂在碱性条件下水解, 水解吸热, 所以热的烧碱溶液可以促进油脂水解, 去油渍效果更好, B、C 正确; 油脂碱性条件下发生水解反应, 又称为皂化反应, D 正确。

- D 【解析】瘦肉的主要成分是蛋白质, 人体内含有蛋白酶, 瘦肉在人体内能发生水解, 最终主要生成氨基酸, A 正确; 粉条的主要成分是淀粉, 淀粉属于多糖, B 正确; 植物油含碳碳双键, 属于不饱和和高级脂肪酸甘油酯, C 正确; 人体内没有可以水解纤维素的酶, 纤维素不能为人体提供能量, D 错误。

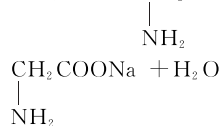
- B 【解析】淀粉和纤维素是天然有机高分子化合物, 但是 n 值不同, 分子式不确定, 二者不是同分异构体, A 错误; 蛋白质在酸、碱或酶的作用下可以发生水解反应, B 正确; 植物油是含较多不饱和脂肪酸的甘油酯, 动物油是含较多饱和脂肪酸的甘油酯, C 错误; 糖类、油脂仅由 C、H、O 三种元素组成, D 错误。

- B 【解析】植物油属于油脂, 在烃基部分含有不饱和的碳碳双键, 因此能与溴发生加成反应而使溴的四氯化碳溶液褪色, A 错误。淀粉是多糖, 淀粉水解最终产物是单糖——葡萄糖, B 正确。果糖是单糖, 不属于低聚糖; 而蔗糖、麦芽糖是二糖, 二糖属于低聚糖, C 错误。蚕丝、羊毛的主要成分都是蛋白质, 而棉花的主要成分则是纤维素, D 错误。

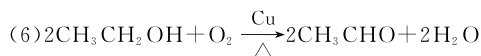
- C 【解析】 BaCO_3 可与胃酸反应生成可溶性钡盐, 由于 Ba^{2+} 是重金属离子, 因此会使蛋白质变性, 吞服后会使人中毒, A 正确; 蛋白质遇重金属盐后发生变性就失去了生理功能, 因此当人误食重金属盐后人体蛋白质发生了变性, 会使人中毒, 可服用生鸡蛋清或牛奶以减轻重金属盐与人体蛋白质的作用, B 正确; 可溶性重金属盐会使蛋白质变性, 而“钡餐”的主要成分 BaSO_4 既不溶于水也不溶于酸, 吞服时不会使人中毒, C 错误; 蛋白质的盐析是可逆过程, 再加水会溶解, 变性的蛋白质加水后不能重新溶解, 也丧失了原有的生理功能, D 正确。

- C 【解析】鲜鸡蛋的鸡蛋清中含蛋白质, 在人体内发生水解, 最终生成氨基酸, A 正确; 白砂糖属于糖类, 在人体内发生氧化反应生成 CO_2 和 H_2O , 并释放能量, B 正确; 小麦粉的主要成分为淀粉, 属于糖类, 可最终水解为葡萄糖, C 错误; 黄油属于油脂, 在人体内发生水解反应生成高级脂肪酸和甘油, D 正确。

- (1) A (2) A (3) 生成白色沉淀 蛋白质的变性 鸡蛋白变黄色 (4) 氨基酸 $\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaOH} \longrightarrow$



- (1) A (2) C (3) B (4) 3 (5) 溶液变蓝



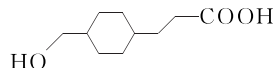
- (7) 加成反应 (8) 1 : 1

【解析】(1) 淀粉水解的最终产物是葡萄糖, 故选 A; 葡萄糖的同分异构体是果糖。(2) 蛋白质水解的最终产物是氨基酸, 故选 C; 该氨基酸中, 非含氧官能团的名称是氨基。(3) 属于油脂的是 B, 该有机物中含氧官能团的名称是酯基。(4) 维生素 D 中的官能团为酯基、碳碳双键和羟基, 共 3 种。(5) 向淀粉溶液中滴加几滴碘水, 溶液变蓝。(6) 淀粉溶液水解得到葡萄糖(A), 葡萄糖在酶的作用下产生乙醇(E), 乙醇经过氧化反应得到乙醛(F), 则反应 $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的化学方程式为



拓展微课 13 抓住官能团 类推陌生有机物的性质

1. C 【解析】由题干物质的结构简式可知,分子中含有羟基、羧基和碳碳双键 3 种官能团,含氧官能团为羟基、羧基两种,A 错误;同系物是分子结构相似,分子式相差 1 个或 n 个 CH_2 的有机物,该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$,而且与乙醇、乙酸结构不相似,B 错误;该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$,



的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}_3$,二者的分子式相同,结构不同,互为同分异构体,C 正确;该物质只含有一个羧基,1 mol 该物质与碳酸钠反应,最多生成 0.5 mol 二氧化碳,最大质量为 22 g,D 错误。

2. D 【解析】A 分子中含有 4 种不同的官能团,分别为碳碳双键、羧基、羟基、酯基,苯环不是官能团,A 错误;A 的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{14}\text{O}_5$,B 错误;羧基和羟基都能与金属钠反应,故 1 mol A 最多能消耗 2 mol 金属钠,C 错误;A 中含有羟基,能发生取代、氧化、酯化反应,含有碳碳双键,能发生氧化、加聚反应,D 正确。
3. D 【解析】由球棍模型可知,该有机物为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$,含有碳碳双键和羟基两种官能团,A 错误;该有机物含有碳碳双键,但还含有一 OH ,不属于烯烃,B 错误;该物质中含有碳碳双键,能与溴水发生加成反应而使溴水褪色,同时也能被酸性高锰酸钾溶液氧化使其褪色,两者原理不同,C 错误;该物质中含有羟基,可发生取代反应,含有碳碳双键,可发生加成反应,D 正确。
4. B 【解析】由结构简式可知,柠檬烯的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$,A 错误;柠檬烯含有碳碳双键,可发生加成反应和氧化反应,含甲基,可发生取代反应,B 正确;柠檬烯分子结构不对称,共含 8 种氢原子,根据“等效氢法”推测,其一氯代物有 8 种,C 错误;柠檬烯属于脂环烃,而 1,3-丁二烯属于脂肪烃,二者的分子结构不相似,不是同系物,D 错误。
5. B 【解析】根据物质分子结构可知阿托酸的分子式是 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$,A 正确;1 个阿托酸分子中只含有 1 个羧基, $-\text{COOH}$ 与 H_2 的关系是 $2-\text{COOH} \sim \text{H}_2$,所以 1 mol 阿托酸与足量钠反应产生 0.5 mol H_2 ,B 错误;根据物质分子结构可知,阿托酸分子中含有羧基与碳碳双键两种官能团,C 正确;1 个阿托酸分子中含有 1 个碳碳双键,由于碳碳双键与 Br_2 按 1:1 发生加成反应,故 1 mol 阿托酸能与含 1 mol Br_2 的 CCl_4 溶液发生加成反应,D 正确。
6. D 【解析】该有机化合物含有碳、氢、氧三种元素,不属于烃,属于烃的衍生物,A 错误;同系物是指结构相似,在分子组成上相差若干个 CH_2 原子团的有机物,有机物 Q 与乙酸结构不相似,不互为同系物,B 错误;苯环上有 2 种等效氢,则其一氯取代物有 2 种,C 错误;该有机物可以燃烧,则能发生氧化反应,该有机物含有羧基,在一定条件下能发生取代反应,D 正确。

7. C 【解析】根据球棍模型,推出该有机物结构简式为 。根据球棍模型推出 M 的化学式为

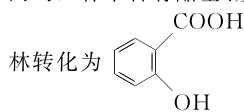


$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_2$,A 错误;M 分子苯环上有 7 种氢原子,因此环上一氯代物有 7 种,B 错误;M 中有羧基,能发生中和反应、取代反应,C 正确;苯的空间结构是平面正六边形,M 分子中含有 2 个苯环,因此一个 M 分子最多有 22 个原子共面,D 错误。

8. B 【解析】由苯丙烯酸的结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$,A 正确;苯丙烯酸含有碳碳双键,一定条件下,能发生加聚反应生成聚苯丙烯酸,B 错误;苯丙烯酸含有碳碳双键,一定条件下,能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应,使酸

性高锰酸钾溶液褪色,C 正确;苯丙烯酸含有碳碳双键,可以与溴的四氯化碳溶液发生加成反应,D 正确。

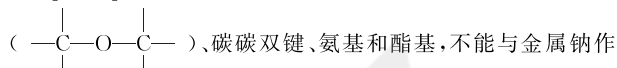
9. A 【解析】由图可知,阿司匹林的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$,A 错误;阿司匹林含有酯基、羧基,能与 NaOH 溶液反应,B 正确;阿司匹林中酯基、羧基,能发生取代反应,C 正确;阿司匹



林转化为 ,为酯基水解转化为羟基,D 正确。

10. D 【解析】含 C、H、O 三种元素,可燃烧生成二氧化碳和水,①正确;含碳碳双键,可与溴加成,②正确;含碳碳双键、羟基,可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,③正确;含 $-\text{COOH}$,可与 NaHCO_3 溶液反应,④正确;含 $-\text{COOH}$,可与 NaOH 溶液反应,⑤正确; $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 均与 Na 反应,1 mol 该有机物与 Na 反应生成 1 mol H_2 ,⑥错误。

11. A 【解析】该物质含有的官能团有醚键



($-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$)、碳碳双键、氨基和酯基,不能与金属钠作用,A 错误;该物质含碳碳双键,可与溴的四氯化碳溶液发生加成反应,能使其褪色,B 正确;该物质含碳碳双键,能通过加聚反应形成有机高分子化合物,C 正确;由结构简式可知,该物质的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{15}\text{NO}_3$,D 正确。

12. D 【解析】由该有机物的结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_4$,A 正确;该物质含有羧基,能和碳酸氢钠反应生成二氧化碳,B 正确;该物质含有羟基和羧基,都可以和钠反应生成氢气,1 mol 该物质与钠反应生成 1 mol 氢气,C 正确;该物质含有三个碳碳双键,能和溴发生加成反应,故 1 mol 该物质最多消耗 3 mol 溴单质,D 错误。

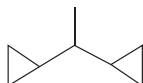
13. A 【解析】分子中含有酮羰基、羟基、碳碳双键和羧基,共有 3 种含氧官能团,A 错误;碳碳双键可发生加成、氧化反应,羧基、羟基可发生酯化反应,B 正确;羧基能与 NaHCO_3 溶液反应,1 mol 脱落酸与足量 NaHCO_3 溶液反应生成 22.4 L CO_2 (标准状况),C 正确;该有机物含有 3 个碳碳双键,一定条件下脱落酸可发生多种加聚反应,可生成多种加聚产物,D 正确。

14. C 【解析】由结构简式可知,其分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$,A 正确;抗坏血酸含碳碳双键,可发生加成反应,含羟基能发生酯化反应,含酯基能发生水解反应,B 正确;该分子中含多个饱和碳原子,所有原子不可能共面,C 错误;两物质中均含醇羟基,能被酸性高锰酸钾溶液氧化,均能使酸性高锰酸钾溶液褪色,D 正确。

综合提能(七) 有机化合物的性质与转化

1. B 【解析】烷烃中甲烷的沸点比乙醇的沸点低,A 错误;乙烯和水发生加成反应得到乙醇,故可用于工业制乙醇,B 正确;乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色是与 Br_2 发生加成反应,使酸性高锰酸钾溶液褪色是乙烯被酸性高锰酸钾溶液氧化,故二者原理不相同,C 错误;溴原子应加成在双键的两端,丙烯与溴的 CCl_4 溶液反应的产物是 $\text{CH}_3-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$,D 错误。

2. C 【解析】根据结构简式可知,分子式为 C_8H_{12} ,A 错误;分子中存在连接 3 个碳原子的饱和碳原子,根据甲烷为正四面体结构可知,该分子中所有碳原子不可能共平面,B 错误;该物质中含有碳碳双键,可以发生加成反应、加聚反应,其中饱和碳上的氢可以发生取代反应,另外该物质可以燃烧,则可以发生氧化反应,C 正确;其与氢气加成后的产物为



与氯气发生取代,可得到 4 种一氯代物,D 错误。

3. C 【解析】由结构简式可知,M 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$,A 正确;M 中含有酯基,可以发生水解反应,M 也可以发生氧化反应,B 正确;M 含有酯基,不能与饱和 NaHCO_3 溶液反应产生 CO_2 ,C 错误;苯环和酯基都是平面结构,M 中所有的 C、O 原子可能处于同一平面内,D 正确。

4. B 【解析】由流程可知,①为淀粉水解生成葡萄糖,②为葡萄糖发生酒化反应生成乙醇,③为乙醇脱水生成乙烯,④为乙烯发生加聚反应生成聚乙烯,⑤为乙醇发生催化氧化生成乙

醛,⑥为乙醛发生氧化生成乙酸。淀粉和葡萄糖都是营养物质,淀粉能在体内发生水解,葡萄糖不能发生水解反应,但能发生氧化反应,A 错误;燃烧等物质的量的乙烯和乙醇,由 C_2H_4 、 $C_2H_4 \cdot H_2O$ 可知,耗氧量相同,C 错误;酯化反应为可逆反应,不能进行彻底,D 错误。

5. D 【解析】分子中含有碳碳双键,可发生加成反应和氧化反应;含有酯基,可发生水解反应(或取代反应);有羧基,具有酸性,可发生中和反应、酯化反应;含有羟基,可发生取代反应和氧化反应,故①②③④⑤均可发生。

6. B 【解析】由甲基丙烯酸羟乙酯的结构简式可知,其分子式为 $C_6H_{10}O_3$,A 错误;该有机物含有碳碳双键,在一定条件下能发生加聚反应,能与溴的四氯化碳溶液发生加成反应而使其褪色,B 正确、C 错误;羟基不能与 $NaOH$ 溶液反应,酯基能与 $NaOH$ 溶液反应,故 1 mol 该物质最多消耗 1 mol $NaOH$,D 错误。

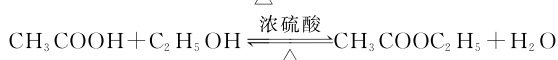
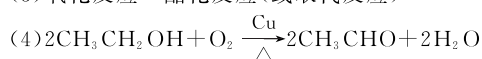
7. B 【解析】由反应方程式可知,该反应是取代反应,A 错误;根据水杨酸结构简式可知,其分子式为 $C_7H_6O_3$,B 正确;阿司匹林中含有酯基、羧基两种含氧官能团,C 错误;水杨酸中羟基、羧基均与 Na 反应生成氢气,1 mol 水杨酸与足量的钠反应,生成 1 mol 氢气,题目未指明是否处于标准状况下,D 错误。

8. B 【解析】根据气态烃 A 中碳元素与氢元素的质量比为 6:1,可求出 A 中 C 与 H 的个数比为 1:2,且 A 与 H_2O 反应生成乙醇,则 A 为乙烯(C_2H_4);淀粉水解的最终产物是葡萄糖,故 B 为葡萄糖。乙烯和水的反应是加成反应,葡萄糖的结构中含有醛基,能与银氨溶液反应生成光亮的银镜,葡萄糖不能发生水解反应;故 B 错误。

9. (1) $CH_3COOCH_2CH_3$ $[-CH_2-CH_2-]_n$

(2) 醛基

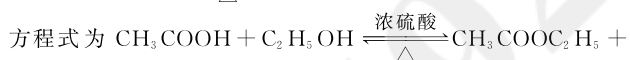
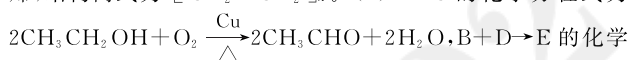
(3) 氧化反应 酯化反应(或取代反应)



(5) 8 4

【解析】根据图中转化关系及已知信息可得,A 为乙烯,B 为乙醇,C 为乙醛,D 为乙酸,E 为乙酸乙酯,F 为聚乙烯。

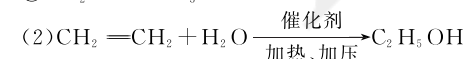
(1) E 为乙酸乙酯,结构简式为 $CH_3COOCH_2CH_3$,F 为聚乙烯,结构简式为 $[-CH_2-CH_2-]_n$ 。(4) $B \rightarrow C$ 的化学方程式为



H_2O 。(5) 分子式为 $C_5H_{12}O$ 的有机物,能与金属钠反应产生氢气的满足 $C_5H_{11}-OH$,而 $C_5H_{11}-$ 有 8 种同分异构体,故满足条件的醇的同分异构体有 8 种;能够发生催化氧化生成醛的醇满足 $C_4H_9-CH_2OH$,而 C_4H_9- 有 4 种结构,所以能够发生催化氧化生成醛的有 4 种。

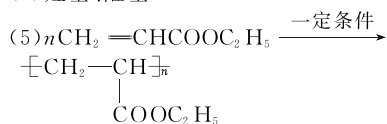
10. (1) ① 淀粉 ($C_6H_{10}O_5$)_n

② $CH_2=CHCH_3$



(3) 加成反应 取代反应(或酯化反应)

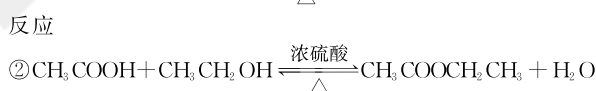
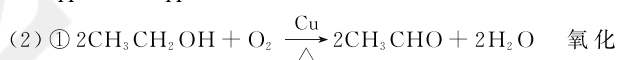
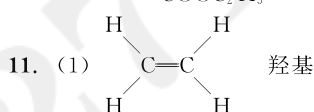
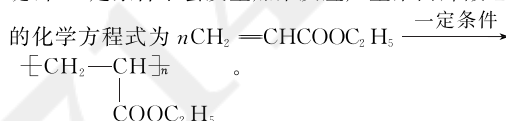
(4) 羟基、醛基



【解析】A 是遇碘水显蓝色的有机物,则 A 是淀粉,分子式是 $(C_6H_{10}O_5)_n$;淀粉在催化剂作用下与水作用产生的 B 是葡萄糖,B 的分子式是 $C_6H_{12}O_6$,则 M 是 H_2O 。葡萄糖在酒化酶作用下反应产生的 D 是乙醇,D 的结构简式是 C_2H_5OH ;C 是最简单的烯烃,其产量可以用来衡量一个国家石油化学工业的发展水平,则 C 是乙烯,结构简式是 $CH_2=CH_2$;乙烯与水在催化剂作用下发生加成反应产生乙醇;E 是 C 的同系物,其相对分子质量比 C 大 14,则 E 是 $CH_2=CH-CH_3$, $CH_2=CH-CH_3$ 与 O_2 两步氧化产生的 F 是 $CH_2=CH-COOH$, $CH_2=CH-COOH$ 与 C_2H_5OH 在浓硫酸存在条件下加热,发生酯化反应产生丙烯酸乙酯。

(2) C 是乙烯,结构简式是 $CH_2=CH_2$;乙烯与水在催化剂作用下发生加成反应生成乙醇,则 C 转化成 D 的化学方程式为 $CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow[\text{加热、加压}]{催化剂} C_2H_5OH$ 。(3) 在题述

流程中,乙烯与水发生加成反应产生乙醇,故 $C \rightarrow D$ 的反应类型是加成反应;D 与 F 发生酯化反应产生丙烯酸乙酯,酯化反应也属于取代反应,故 D 与 F 反应的反应类型是酯化反应(或取代反应)。(5) 丙烯酸乙酯分子中含有的碳碳双键,在一定条件下会发生加聚反应产生聚丙烯酸乙酯,该反应



酯化反应(或取代反应)

(3) 取某一待测液于试管中,滴加少量石蕊溶液,若溶液变红,则所取待测液为乙酸,余下一种为乙醇(或其他合理方法)

(4) 饱和碳酸钠溶液 中和挥发出来的乙酸;溶解挥发出来的乙醇;降低乙酸乙酯在水中的溶解度,便于分层析出

(5) 乙中导气管的出口伸入液面以下

【解析】乙烯的产量通常用来衡量一个国家石油化学工业的发展水平,乙烯与水发生加成反应生成乙醇(B),乙醇经催化氧化生成乙醛(C),F 是一种具有香味的物质且 F 的碳原子数是 D 的两倍,则 D 为乙酸、F 是乙酸乙酯。E 是高分子化合物即聚乙烯。乙酸乙酯制取实验中,乙装置盛装的是饱和碳酸钠溶液,若将导气管插入液面以下容易发生倒吸。

第八章 化学与可持续发展

第一节 自然资源的开发利用

第 1 课时 金属矿物和海水资源的开发利用

1. D 【解析】金属活动性越强越难冶炼,金属活动性越弱,越容易冶炼,故金属的冶炼先后,主要取决于金属的活动性强弱,A 正确;炼铁时,石灰石中的碳酸钙在高温条件下分解能生成氧化钙和二氧化碳,氧化钙能和二氧化硅反应生成硅酸钙,从而除去铁矿石中的二氧化硅,B 正确;金属冶炼就是金属化合物变为金属单质的过程,就是金属得电子被还原的过程,C 正确;工业上用电解熔融氯化镁的方法冶炼金属镁,不能在水溶液中进行,D 错误。

2. D 【解析】金的活泼性很弱,在自然界中以游离态形式存在,根据密度的不同,可以用水洗法分离得到金单质,A 正

确;汞在自然界中主要以化合态形式存在,汞的金属性弱,可用加热 HgO 的方法冶炼,B 正确;铁在自然界中以化合态形式存在,CO 具有还原性,用焦炭和空气反应生成的 CO 在高温下还原铁矿石中铁的氧化物,C 正确;钠的性质很活泼,极易和氧气、水等反应,所以在自然界中以化合态形式存在,一般还原剂很难将其还原出来,所以用电解熔融 $NaCl$ 的方法冶炼,D 错误。

3. D 【解析】电解熔融氯化钠制取金属钠,反应为 $2NaCl \xrightarrow{\text{电解}} 2Na + Cl_2 \uparrow$,A 正确;Na、Mg 的活泼性大于 Ti,用 Na、Mg 等活泼金属为还原剂冶炼 Ti,反应为 $2Mg + TiCl_4 \xrightarrow{\text{高温}} Ti + 2MgCl_2$,B 正确;铝的还原性大于钒,用 Al 作还

原剂(铝热剂)冶炼金属V,反应为 $3V_2O_5 + 10Al \xrightarrow{\text{高温}} 6V + 5Al_2O_3$, C 正确;汞是不活泼的金属,一般采用加热 HgO 的方法冶炼汞, D 错误。

4. C 【解析】溶液 A 中含有 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} , 由于 Fe^{2+} 具有还原性, $KMnO_4$ 具有氧化性, 可以用 $KMnO_4$ 溶液来检验 Fe^{2+} , A 正确; 滤液 C 中含有 Cu^{2+} , 可加入活泼金属置换出铜, B 正确; CO_2 微溶于水, NH_3 易溶于水, 且 HCl 的酸性强于 H_2CO_3 , CO_2 与 $CaCl_2$ 溶液不能直接反应, 故制备 $CaCO_3$ 时, 要向 $CaCl_2$ 溶液中先通入 NH_3 后通入 CO_2 , C 错误; 蓝铜矿与焦炭在高温下生成铜、二氧化碳和水, 结合原子守恒和得失电子守恒可得, 反应为 $2[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2] + 3C \xrightarrow{\text{高温}} 6Cu + 7CO_2 \uparrow + 2H_2O$, D 正确。

5. C 【解析】海水中含有钾离子, 从钾离子变成钾单质一定是化学变化, A 错误; 海水中含有氯化钠, 经过蒸发结晶的物理变化就可以得到, B 错误; 海底多金属结核矿中含有铁、锰、钴等多种金属元素, 是一种重要资源, C 正确; 潮汐发电是将势能转化为电能, D 错误。

6. D 【解析】工业提取金属镁常用海水晒盐后的卤水即海水提取 NaCl 后剩余的母液作为原料提取镁, 故 A 正确; 向海水提取 NaCl 后剩余的母液中加入氢氧化钙, 将溶液中的镁离子转化为氢氧化镁, 经过滤得到氢氧化镁固体, 则试剂 1 是氢氧化钙、操作 1 是过滤, 故 B 正确; 氢氧化镁中加入稀盐酸得到氯化镁溶液, 经过在氯化氢气流中加热得到氯化镁晶体, 氯化镁在熔融状态下电解得到镁单质, 物质 A 为氯化镁, 条件 1 为电解, 故 C 正确; “海水”中加入氢氧化钙的反应、氢氧化镁转化为氯化镁晶体的反应均为非氧化还原反应, 电解熔融氯化镁得到镁单质的反应为氧化还原反应, 故 D 错误。

7. D 【解析】由流程可知, 海带灰用热水溶解后, 过滤, 滤液中含碘离子, 加过氧化氢氧化碘离子生成碘单质, 加入试剂 a 萃取, a 为苯或四氯化碳, 分液得到含碘的有机溶液, 再加入 NaOH 与碘反应生成 I^- 和 IO_3^- , 分液后向含 I^- 和 IO_3^- 的溶液中加入稀硫酸发生反应 $5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$, 过滤提取得到粗碘。操作①是分离溶液与不溶性杂质, 为过滤, 故 A 错误; 向滤液中加入双氧水是将 I^- 氧化为 I_2 , 体现 H_2O_2 的氧化性, 故 B 错误; 向含 I^- 和 IO_3^- 的溶液中加入稀硫酸发生反应 $5I^- + IO_3^- + 6H^+ \rightleftharpoons 3I_2 + 3H_2O$, 故 C 错误; 由图可知, 含 I_2 的溶液经 3 步转化为 I_2 的悬浊液, 其目的是富集碘元素, 故 D 正确。

8. C 【解析】 H_2SO_3 可以和具有氧化性的溴单质发生氧化还原反应, 故可以用 SO_2 饱和溶液来吸收溴单质, A 项正确; 氯气具有氧化性, 可将溴离子氧化为溴单质, 即 $2Br^- + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$, B 项正确; 根据离子方程式 $2Br^- + Cl_2 \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$ 可知, 每获得 1 mol Br_2 , 步骤 I 和步骤 III 至少共需要消耗标准状况下 Cl_2 44.8 L, C 项错误; 从 Br_2 的浓溶液中提取溴涉及的操作有蒸馏, D 项正确。

9. C 【解析】碱溶①后, 氧化铝与氢氧化钠溶液反应生成四羟基合铝酸钠和水, 溶液中主要含有的阳离子为 Na^+ , A 错误; 酸化②通足量的 CO_2 应生成氢氧化铝沉淀和碳酸氢根离子, 正确的离子方程式为 $[Al(OH)_4]^- + CO_2 \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + HCO_3^-$, B 错误; $Al(OH)_3$ 受热分解, 生成高熔点的 Al_2O_3 和水, 常用作塑料的阻燃剂, C 正确; 灼烧③一般在坩埚中进行, 电解④添加冰晶石(Na_3AlF_6), 目的是降低 Al_2O_3 熔融温度, D 错误。

10. B 【解析】苦卤中加 OH^- 沉淀 Mg^{2+} 生成氢氧化镁, 物质 X 常选用石灰乳, 便宜易得, 且 $Mg(OH)_2$ 比 $Ca(OH)_2$ 更难溶, 工业生产中常选用石灰乳作为 Mg^{2+} 的沉淀剂, A 正确; $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 固体高温烘干会脱去结晶水, B 错误; 操作 1 是过滤, 其中玻璃棒的作用是引流, C 正确; 第②步 SO_2 作还原剂, SO_2 与 Br_2 发生氧化还原反应生成 HBr 和 H_2SO_4 , 离子方程式为 $Br_2 + SO_2 + 2H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + 2Br^- + 4H^+$, D 正确。

11. B 【解析】电解熔融 $MgCl_2$ 制取 Mg 的反应属于氧化还原反应, A 错误; 电解熔融氯化镁生成镁和氯气, 工业上通过电解熔融氯化镁的方法冶炼金属镁, B 正确; 工业生产中为控制成本, 一般不选择烧碱, 而选用石灰乳, C 错误; 反应①中

反应物为石灰乳, 其离子方程式为 $Mg^{2+} + Ca(OH)_2 \rightleftharpoons Mg(OH)_2 + Ca^{2+}$, D 错误。

12. (1) SiO_2 NaOH 溶液

(2) $[Al(OH)_4]^- + CO_2 \rightleftharpoons Al(OH)_3 \downarrow + HCO_3^-$

(3) $Al(OH)_3$ 溶于过量盐酸

(4) $2Al_2O_3$ (熔融) $\xrightarrow[\text{冰晶石}]{\text{电解}} 4Al + 3O_2 \uparrow$ (5) a

【解析】铝土矿的主要成分为 Al_2O_3 , 还含有 SiO_2 、 Fe_2O_3 等, 步骤①中加入过量稀盐酸溶解, SiO_2 不反应, 过滤后得到的沉淀 A 为 SiO_2 。滤液甲中含有 $AlCl_3$ 、 $FeCl_3$ 、HCl 等, 步骤②中加入的过量试剂 a 为 NaOH 溶液, $AlCl_3$ 转化为 $Na[Al(OH)_4]$, $FeCl_3$ 则生成 $Fe(OH)_3$ 沉淀, 故过滤后沉淀 B 为 $Fe(OH)_3$ 。滤液乙中含有 $Na[Al(OH)_4]$ 、NaOH 等, 步骤③中通入过量 CO_2 , $Na[Al(OH)_4]$ 转化为 $Al(OH)_3$ 沉淀。

13. (1) 过滤 蒸发 (2) ① NaOH(或石灰乳) ② C

(3) ① $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$ ② 吹出 Br_2 ③ 取少量 B 装置中反应后的溶液于试管中, 滴加氯化钡溶液, 产生白色沉淀, 证明有 SO_4^{2-} ④ 吸收未反应的 Cl_2 、 SO_2 和 Br_2

【解析】(1) 除去粗盐中不溶性杂质的主要步骤是溶解、过滤、蒸发。(2) ①使 $MgSO_4$ 转化为 $Mg(OH)_2$, 应选择碱, 则试剂 a 选择 NaOH 或石灰乳。②镁是活泼金属, 不能用还原法制取, MgO 的熔点高, 不能利用电解熔融氧化镁的方法冶炼镁, 应该用电解熔融氯化镁的方法冶炼镁, 适宜的冶炼镁方法是 C。(3) ①要想使溴离子变成溴单质, 则加入的 a 能和溴离子发生反应生成溴单质, 氯气能和溴离子发生置换反应生成溴单质, 离子方程式为 $Cl_2 + 2Br^- \rightleftharpoons 2Cl^- + Br_2$ 。②溴易挥发, 升高温度促进其挥发, 通入热空气的目的是吹出 Br_2 。③溴有强氧化性, 能和二氧化硫发生氧化还原反应生成溴离子和硫酸根离子, 离子方程式为 $SO_2 + Br_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4H^+ + SO_4^{2-} + 2Br^-$, 硫酸根离子和氯化钡溶液反应生成难溶性的白色硫酸钡沉淀, 所以此处硫酸根离子的检验方法为取少量 B 装置中反应后的溶液于试管中, 滴加氯化钡溶液, 产生白色沉淀, 证明有 SO_4^{2-} 。④未反应的二氧化硫、氯气和溴都有毒, 不能直接排空, 且这几种物质都能和碱反应, C 装置是尾气处理装置, 吸收未反应的 Cl_2 、 SO_2 和 Br_2 。

第2课时 煤、石油和天然气的综合利用

1. C 【解析】将煤在隔绝空气时加强热, 可得焦炭、煤焦油、粗苯、粗氨水和焦炉气, A 错误; 煤是由有机物和少量无机物组成的复杂混合物, 煤干馏后得到煤焦油, 原物质中不含煤焦油, B 错误; 煤的气化主要是使煤与水蒸气在高温下发生反应: $C(s) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{高温}} CO(g) + H_2(g)$, 产生氢气和 CO, C 正确; 推广使用煤液化和气化技术, 可减少二氧化硫等有害气体的排放, 不能减少 CO_2 的排放, D 错误。

2. C 【解析】煤的气化是碳和水蒸气在高温下反应生成水煤气, 水煤气的主要成分是 CO 和 H_2 , A 错误; 煤的直接液化是指使煤与氢气作用生成液体燃料, 而不是与水蒸气作用, B 错误; 据能量守恒规律可知, 理论上将煤转化为水煤气再燃烧的整个过程中放出的热量, 与直接完全燃烧等量的煤放出的热量相等, D 错误。

3. D 【解析】煤是不可再生的化石能源, A 错误; 煤中不含有苯、甲苯、二甲苯等有机物, 干馏得到含有苯、甲苯、二甲苯等有机物的煤焦油, B 错误; 反应①是将煤隔绝空气加强热使其分解的过程, C 错误; 水煤气的主要成分是氢气和一氧化碳, 2 mol 氢气能与 1 mol 一氧化碳反应生成甲醇, 2 mol 氢气能与 2 mol 一氧化碳反应生成乙酸, 反应产物唯一, 原子利用率均可达到 100%, D 正确。

4. A 【解析】石油分馏可以得到汽油、煤油等产品, 裂解得到乙烯等化工产品, A 正确。煤中不含有苯、甲苯, 煤干馏发生复杂的物理、化学变化后可得焦炭、煤焦油、粗氨水、焦炉气, 其中焦炉气、煤焦油中含有芳香烃; 芳香烃也可以来自于石油的催化重整, B 错误。煤的气化生成 CO 和氢气, 液化生成甲醇, 均为化学变化, 而石油分馏与混合物沸点有关, 为物理变化, C 错误。石油、煤、天然气、可燃冰都属于化石燃料, 沼气不是化石燃料, D 错误。

5. B 【解析】重油在高温、高压和催化剂作用下发生裂化或裂解反应生成小分子烃, A 正确;石油通过常压蒸馏得到的重油再经减压蒸馏得到石蜡, B 错误;石油主要是各种烷烃、环烷烃、芳香烃的混合物,天然气主要含甲烷,还有少量的其他烷烃气体,因此天然气是混合物, C 正确;利用蒸馏法可由海水制取蒸馏水, D 正确。
6. D 【解析】水煤气的主要成分是 CO 、 H_2 , 故 A 错误;煤的气化和液化是化学变化,煤的气化是指煤与水蒸气高温反应生成 H_2 、 CO 等气体的过程,煤的液化是指将煤与 H_2 在催化剂作用下转化为液体燃料(直接)或利用煤产生的 H_2 和 CO 通过化学反应产生液体燃料或其他液体化工产品(间接)的过程,故 B 错误;石油裂化的目的是提高轻质液体燃料的产量,特别是提高汽油的产量,裂解的目的是获得乙烯、丙烯等基本化工原料,故 C 错误;鉴别直馏汽油和裂化汽油,可用酸性 KMnO_4 溶液鉴别,裂化汽油中含有不饱和烃,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,直馏汽油不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,故 D 正确。
7. B 【解析】组装好实验装置后,要先检查装置的气密性,再加入药品, A 正确;试管②中酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性,溶液褪色说明 MnO_4^- 被还原为 Mn^{2+} , 不饱和烃发生了氧化反应, B 错误;试管②③中溶液褪色,说明石油经催化裂化生成了不饱和烃, C 正确;试管③中盛有溴的四氯化碳溶液,可与反应生成的乙烯发生加成反应, D 正确。
8. A 【解析】煤的气化、石油的裂化都是化学变化,天然气的液化是物理变化, A 错误;单位体积的烷烃完全燃烧,甲烷的耗氧量是烷烃中最低的,液化石油气的主要成分为丙烷、丁烷,天然气的主要成分为甲烷,则单位体积天然气完全燃烧耗氧量低于液化石油气, B 正确;煤不容易完全燃烧,故污染大,且直接燃烧的热效率低,应通过干馏、气化和液化等各种加工手段综合利用, C 正确;淀粉经水解得到葡萄糖、葡萄糖发酵得乙醇,乙醇可直接作为燃料,也可以和汽油混合作为发动机燃料, D 正确。
9. D 【解析】从煤、石油、天然气可以得到不饱和的小分子化合物,再通过化学反应可以获得许多性能优异的合成高分子材料,如聚乙烯等, A 正确;可燃冰的主要成分为甲烷水合物,燃烧只生成二氧化碳和水,被认为是 21 世纪的高效清洁能源, B 正确;煤的干馏、气化和液化是实现煤综合利用的主要途径,三个过程中均有新物质生成,为化学变化, C 正确;通过石油裂化和裂解,并不能实现结构调整,需要经催化重整,通过结构的重新调整,使链状烃转化为环状烃,如苯或甲苯, D 错误。
10. B 【解析】装置 I 中发生石蜡油的分解实验,装置 II 中用冰水冷凝产物,装置 III 中用酸性高锰酸钾溶液检验还原性烯烃的存在。装置 II 中逸出的气体通入酸性高锰酸钾溶液,烯烃将发生氧化反应, A 正确;石蜡油分解生成的气体中既有烯烃,又有烷烃, B 不正确;十八烷完全分解为乙烷和最多的乙烯时,按每两个碳原子作为一组,将碳碳单键打断,共可断为 9 截,其中 8 截为乙烯,一截为乙烷,乙烷与乙烯物质的量之比为 1 : 8, C 正确;装置 I 中硫酸铝和素瓷片都是催化剂, D 正确。
11. (1) 该气体是 CO 、 H_2 、 H_2O 、 CO_2
(2) ij gh ef ab dc
(3) 氧化铜 $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$
(4) 无水硫酸铜 检验混合气体中是否有水蒸气和 H_2
(5) 在装置最后的导管口放一燃着的酒精灯将气体燃烧(答案合理即可)
【解析】(1) 根据反应原理,混合气体的组成可为 CO 、 H_2 、 H_2O 、 CO_2 。
(2) 为了验证混合气中含 CO 、 H_2 、 H_2O 、 CO_2 , 实验仪器的先后连接顺序为检验水分→检验二氧化碳→除掉二氧化碳→除掉水分→氧化装置→检验水分→检验二氧化碳,仪器连接顺序为混合气体→dc→ij→gh→ef→ab→dc→ij。
(3) 仪器 A 用于检验氢气和一氧化碳,可以选用氧化铜,利用氧化铜加热氧化氢气、一氧化碳完成检验,反应的化学方程式为 $\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$ 。

(4) 白色的无水硫酸铜遇水后变为蓝色,所以可在装置 B 中加入无水硫酸铜,通过观察颜色是否改变来确定混合气体中是否有水蒸气和 H_2 。

(5) 一氧化碳有毒,直接排放到空气中会污染环境,可在装置最后的导管口处放一个点燃的酒精灯,利用燃烧的方法消除 CO 的污染等。

12. (1) 分馏 裂解

(2) D (3) ①②③ ④⑤

(4) $\text{CH}_3\text{COOH} \quad \text{—}[\text{CH}_2\text{—CH}_2]\text{—}_n$

(5) $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

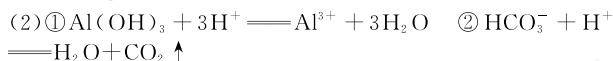
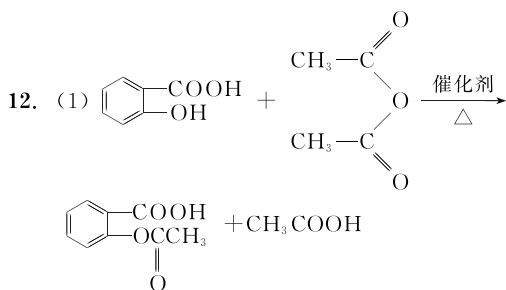
(6) 白色污染

【解析】石油经过分馏可生产石油气、汽油、柴油等产品,再经过高温裂解可制得乙烯、丙烯等化工产品;E 的产量可以用来衡量一个国家石油化学工业的发展水平,故 E 为乙烯, F 是一种常见的高分子,则 F 为聚乙烯, E 与 H_2O 反应生成的 B 为家庭中常见的有机物,则 B 为乙醇。由题图可知 C 为乙醇与酸(A)发生酯化反应生成的酯,且 A 为家庭中常见有机物,故 A 为乙酸, C 为乙酸乙酯,其他答案可依次推出。

第二节 化学品的合理使用

1. C 【解析】化肥施用过多会破坏土壤的结构, A 错误;碳铵化肥不可以和碱性草木灰混合施用,会发生反应,失去肥效, B 错误;长期使用同一品牌,害虫会产生抗药性, D 错误。
2. A 【解析】复合肥料并非多种化肥的混合物,而是指含有 N、P、K 等元素中的两种或两种以上的肥料,大量施用化肥,会影响土壤的酸碱性和土壤的结构等, A 错误;农药能杀死以害虫为食物的一些小动物,如鸟类、蛇类等,引起生态平衡破坏,造成害虫数量增加, B 正确;残留在农作物上的农药不易被除去,会危害人体健康, C 正确;化肥中的 N、P 等营养元素,会使水中藻类植物增殖,引起水华、赤潮等污染现象, D 正确。
3. C 【解析】合理施用化肥,可增加土壤中 N、P、K 元素的含量,保障农作物增产, A 正确;粮食防霉用的双乙酸钠属于有机化合物, B 正确;淀粉在人体内消化过程中,淀粉中的化学能为人体活动提供能量,化学能不会转化为电能, C 错误;施用农药的用量和时机不当,可能造成农药过量使用,使土壤和作物中的农药残留超标, D 正确。
4. B 【解析】铵态氮肥和草木灰(含 K_2CO_3) 混合施用会降低肥效,故 A 错误;化肥和农家肥相互之间无影响,所以化肥和农家肥(如绿肥)可以混合施用,故 B 正确;重钙在碱性条件下会转化为难溶性的磷酸钙,磷酸钙不能被植物吸收利用,所以重钙施入碱性土壤中会降低肥效,故 C 错误;生石灰与土壤中的水反应生成熟石灰,磷酸氢二铵与熟石灰反应生成氨气,所以复合肥(如磷酸氢二铵)和生石灰一起施用会降低肥效,故 D 错误。
5. A 【解析】阿司匹林的主要成分含有羧基,不能与盐酸反应,因此不能用作抗酸药, A 符合题意;氢氧化铝能够与盐酸反应生成氯化铝和水,消耗氢离子,可以用于治疗胃酸过多, B 不符合题意;碳酸氢钠能够与盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳,消耗氢离子,可以用于治疗胃酸过多, C 不符合题意;碳酸镁能够与盐酸反应生成氯化镁、水和二氧化碳,消耗氢离子,可以用于治疗胃酸过多, D 不符合题意。
6. C 【解析】注射给药的治疗效果不一定好于口服给药, A 错误;药的用量需遵循医嘱或说明书,不能自行加大服药剂量, B 错误;服用处方药要严格遵照医嘱, C 正确;可自行购买和使用印有“OTC”标识的非处方药物, D 错误。
7. D 【解析】根据病情需要,恰当选择药物,以达到好的治疗效果, A 正确;无刺激性的药物,对胃和消化道不产生刺激,可以在饭前口服, B 正确;药物的用量是经过严格的科学实验和大量的临床研究确定的, C 正确;过期的药物不能使用, D 错误。
8. B 【解析】二氧化硅为含有氧、硅两种元素的化合物,属于氧化物, A 正确。只由碳氢两种元素组成的有机化合物叫作烃;对羟基苯甲酸丙酯中含有氧元素,不是烃, B 错误。醋酸为有机酸, C 正确。盐是由金属阳离子或铵根离子和酸根离子构成的化合物,碳酸氢钠为盐, D 正确。

9. A 【解析】糖类为多羟基醛、多羟基酮以及能水解生成它们的物质,只含有 C、H、O 三种元素,而甜蜜素(C₆H₁₁NHSO₃Na)含有 Na、S 元素,不属于糖类,故 A 错误;碳酸氢铵在加热时会分解成水、氨气和二氧化碳气体,由于快速释放气体,氨气在成品里残留很少,不会在成品里尝出氨味,所以可用于制作糕点时的膨松剂,故 B 正确;亚硝酸钠是一种防腐剂和护色剂,但会与食物作用生成对人体产生危害的致癌物,故 C 正确;C₁₇H₃₅COOCH₂CHOHCH₂OH 水解可以生成丙三醇即甘油,故 D 正确。
10. A 【解析】“增塑剂”有毒,影响人体健康,不能加入果汁中,B 错误;KIO₃ 类似于 KClO₃,高温蒸煮容易分解,应在煲好汤之后加入,C 错误;香肠中添加过量的亚硝酸钠,易引起食物中毒,D 错误。
11. D 【解析】食品添加剂不都是人工合成的化学品,也不是都有副作用,食品添加剂是为了改善食品的某些性质而在食品中添加的少量可食用物质,A 错误;亚硝酸盐有毒,过度使用能够引起中毒,B 错误;食品添加剂的使用要严格按照国家标准,无论是天然的食品添加剂还是人工合成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,C 错误;防腐剂、人工色素是食品添加剂,食品添加剂在合理限量范围内使用不影响人体健康,超标后就会危害人体健康,D 正确。



【解析】(1)工业上用水杨酸和乙酸酐为原料合成阿司匹林。(2)胃酸中含有盐酸,与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 或 NaHCO_3 反应,反应的离子方程式分别为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

13. (1)CD (2)B (3)C (4)C

【解析】(1)油炸虾条、薯片中的油脂与氧气(或空气)接触时易被氧化而变质。(2)碳酸氢钠不稳定,受热易分解, $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,产生 CO_2 气体,达到松软的效果,故 B 正确。(3)两种待鉴别的溶液都是无色透明的液体,皆不易挥发,故 A、D 不正确;在溶液浓度未知时不能确定其密度的相对大小,故 B 不正确;氯化钠溶液蒸发后得氯化钠白色固体,灼烧的火焰显黄色(Na 的焰色),而葡萄糖溶液蒸发后得白色固体,灼烧时分解生成碳而变黑,故 C 正确。(4)苯甲酸钠属于钠盐,易溶于水且不易分解,但所含元素除 C、H 外还有 O、Na,不属于烃类,C 项符合题意。

第三节 环境保护与绿色化学

1. C 【解析】PM_{2.5} 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物,也称为可入肺颗粒物,进入肺中,会引起肺部疾病,A 正确。雾霾的成因包括冬季北方采暖煤炭增加带来整体污染排放增加;大量机动车带来的路面扬尘和尾气的排放;周边的建材、化工等重工业生产过程中大量尾气排放,燃烧烟花爆竹、烹饪等,B 正确。“绿色化学”的核心就是要利用化学原理从源头消除污染,即利用化学方法消除化石燃料燃烧引起的污染,C 错误。对煤进行气化、液化、脱硫等处理,不仅可以提高其利用率,而且可以减少二氧化硫的排放,降低对环境的污染,D 正确。
2. D 【解析】聚乳酸塑料由乳酸(2-羟基丙酸)聚合而成,由于其可降解,故推广使用能减少“白色污染”,A 正确;熟石灰具有碱性,环保工程师用熟石灰处理酸性废水,发生中和反应,B 正确;石灰石的主要成分为 CaCO_3 ,石灰石-石膏法脱硫过程中发生反应: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, $\text{SO}_2 + \text{CaO} \rightleftharpoons$

CaSO_3 , $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CaSO}_4$,得到石膏,C 正确;温室气体主要是指 CO_2 ,不能形成酸雨,D 错误。

3. C 【解析】食品加工时,可适当添加食品添加剂和防腐剂等,如苯甲酸钠,A 错误;废旧电池中含有重金属等金属离子,会造成土壤污染、水体污染等,B 错误;天然气的主要成分为甲烷,不完全燃烧会产生一氧化碳等有毒气体,C 正确;含磷洗涤剂的排放,使水中磷过多,造成水中藻类疯长,消耗水中溶解的氧,水质恶化,D 错误。
4. D 【解析】使用聚乳酸可降解餐具,绿色环保,可减少白色垃圾,A 正确;水泥厂和冶金厂常用高压直流电除去大量烟尘,利用胶体的性质,减少对空气的污染,B 正确;尽量少用或不用含磷洗衣粉可以防止水体富营养化,能防止水体污染,C 正确;燃煤时鼓入过量的空气不能减少二氧化硫的产生,不可以减少酸雨的产生,D 错误。
5. D 【解析】CO 与 NO_x 反应,生成可参与大气生态环境循环的无毒气体 N_2 和 CO_2 ,A 正确;增大绿化面积,多植树造林,可净化空气,B 正确;天然气的燃烧产物为二氧化碳和水,氢气的燃烧产物为水,改用天然气或氢能源为燃料可减少对空气的污染,C 正确;此方法将一氧化碳和氮的氧化物转化成氮气和二氧化碳,两者均不增加空气的酸度,D 错误。
6. D 【解析】绿色化学的核心是利用化学原理从源头上减少和消除工业生产对环境的污染。以水性涂料代替油性涂料,可以减少有机物的挥发,减少空气污染,故不选 A;以无磷洗涤剂代替含磷洗涤剂,减少 P 元素对水体的污染,故不选 B;实验后的有毒有害物质应分类收集,统一处理,减少污染,故不选 C;在通风橱中制取氯气时不用 NaOH 溶液吸收尾气,不能减少氯气对环境的污染,故选 D。
7. A 【解析】绿色化学的核心是利用化学原理和技术手段,减少或消除产品在生产和应用中涉及的有害化学物质,实现从源头减少或消除环境污染,A 错误;废旧电池的有害物质和重金属会造成土壤和水体污染,所以减少废旧电池的随意丢弃,有利于减缓对土壤和水体的破坏,B 正确;乙烯与氧气在 Ag 催化下制备环氧乙烷的化学方程式为 $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Ag}} 2 \text{CH}_2-\text{CH}_2$,生成物只有 1 种,原子利用率为 100%,符合绿色化学理念,C 正确;机动车排放的尾气中含氮氧化物、CO 等,会造成酸雨等环境问题,氢能、太阳能等属于清洁能源,开发高效氢能、太阳能等新型电动汽车,可以解决城市机动车尾气排放问题,D 正确。
8. A 【解析】天然气的主要成分为甲烷,甲烷燃烧会生成二氧化碳,会加重温室效应,故 A 错误;用 CO_2 合成甲醇,可以减少二氧化碳的排放,有助于实现“碳中和”,故 B 正确;太阳能电池是将太阳能转化为电能的装置,故 C 正确;“绿色化学”的核心是利用化学原理从源头上减少或消除环境污染,开发和利用自然资源的基本原则是减量化、再利用和再循环,故 D 正确。
9. B 【解析】由题图可知,二氧化氮在紫外线作用下生成一氧化氮和氧原子,反应中二氧化氮有氮氧键发生断裂,故 A 正确;由题图可知,反应 I 为一氧化氮与臭氧反应生成二氧化氮和氧气,反应的方程式为 $\text{NO} + \text{O}_3 \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{O}_2$,故 B 错误;由题图可知,反应 II 为丙烯与臭氧反应生成甲醛和乙醛,反应中丙烯的碳碳双键被氧化,故 C 正确;由题图可知,反应 III 为氧气与氧原子反应生成臭氧,反应的方程式为 $\text{O}_2 + \text{O} \rightleftharpoons \text{O}_3$,故 D 正确。
10. B 【解析】1 mol 甲烷中含 4 mol C—H,标准状况下,11.2 L CH_4 为 0.5 mol,含极性键 $2N_A$,A 正确。1 mol CH_3OH 比 1 mol 甲烷多 1 mol O 原子,质子数多 $8N_A$,但等物质的量并非 1 mol,因此无法确定质子数多少,B 错误。该反应为化合反应,原子利用率为 100%,符合绿色化学理念,C 正确。反应 II 为 $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$,生成 2 mol CO,需消耗 1 mol C,反应中转移电子数 $2N_A$;反应 I: $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$,生成 1 mol C 转移 $4N_A$ 电子,若生成 2 mol CO,两反应总共转移电子数 $6N_A$,D 正确。
11. (1)BD (2) ①虽然乙烯氧化法的转化率略小于乙炔水化法,但反应快、日产量比其高得多 ②两者反应条件温度相当,但乙炔水化法制乙醛使用的是汞盐催化剂,毒性大;乙炔

的制取要经过多步反应,且消耗大量的热能、电能;乙烯来源于石油裂解气,消耗的总能量比乙炔少,且较容易获得

【解析】(1)该反应属于化合反应,原子利用率高达100%,故A不符合题意;制备硫酸铜的过程中硫酸的利用率低,且生成的二氧化硫是有毒的气体,故B符合题意;该反应属于化合反应,原子利用率高达100%,故C不符合题意;铜与稀硝酸反应制备硝酸铜的过程中硝酸的利用率低,且生成的一氧化氮是有毒的气体,故D符合题意。

综合提能(八) 化学与可持续发展

1. C **【解析】**铝合金具有密度小、抗腐蚀强等特性,可用于航天事业,A正确;利用 CO_2 合成淀粉,可以减少大气中 CO_2 的含量,有利于实现“碳达峰”和“碳中和”,B正确;燃煤中加入CaO可有效减少 SO_2 的排放,不能减少 CO_2 的排放,C错误;丝绸的主要成分是蛋白质,D正确。
2. C **【解析】**光化学烟雾、臭氧层空洞都与氮氧化物有关,温室效应的形成与二氧化碳有关,A错误;明矾溶于水可形成氢氧化铝胶体,常用于水体净化,不能用于消毒杀菌,B错误;汽车的排气管上装有“催化转化器”,使有毒的CO和NO催化转化生成 N_2 和 CO_2 ,C正确;石英坩埚的主要成分是二氧化硅,二氧化硅在高温下与烧碱、纯碱等反应,因此不能用石英坩埚来熔化烧碱和纯碱固体,D错误。
3. C **【解析】**“84”消毒液能使蛋白质变性,因此能用于居家环境杀菌消毒,A正确;酸雨、土壤酸化与 SO_2 的过度排放有关,B正确;煤燃烧释放出二氧化硫气体,污染空气,煤不属于清洁燃料,C错误;化石燃料燃烧和汽车尾气排放会产生大量的可吸入颗粒,会造成雾霾,减少化石燃料燃烧和汽车尾气排放,是减少雾霾发生的有效措施,D正确。
4. B **【解析】**制取不活泼的金属时,如金属汞等,工业上一般加热金属氧化物使其分解成金属单质和氧气,A正确;海水淡化的主要方法有蒸馏法、电渗析法和反渗透法,B错误;绿色化学中最理想的原子经济性反应是反应物的原子全部转化为希望的产物,C正确;化肥需要合理使用,如果不合理施用化肥会影响土壤的酸碱性和土壤结构,D正确。
5. D **【解析】**粗盐中含有泥沙、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等杂质,依次加入 BaCl_2 、 Na_2CO_3 、 NaOH 除去 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ,再过滤除去泥沙及沉淀,最后加入稀盐酸调节pH,除去过量的 Na_2CO_3 、 NaOH ,从而得到精制饱和食盐水,然后电解得到氯气,氯气通入石灰乳中制得漂白粉,A正确;苦卤中含有 Br^- ,酸化后通入氯气得到溴水($\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$),然后用热空气将其吹入 SO_2 水溶液中($\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$),最后通入氯气后蒸馏得粗溴($2\text{HBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + \text{Br}_2$),B正确;干海带灼烧后加水浸取得到含碘离子的溶液,然后加入 H_2O_2 得到碘水,最后通过萃取、分液、蒸馏得到碘单质,C正确;明矾电离后可以与水反应产生胶体,胶体只是吸附水中的悬浮杂质形成沉淀,无法除去海水中的 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 Br^- 、 Cl^- 等离子,不能获得较为纯净的饮用水,D错误。
6. C **【解析】**海水中通入氯气和酸,发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$,因为液溴易挥发,采用热空气吹出溴单质,故A正确;吸收塔中发生反应: $\text{Br}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$,硫元素化合价升高, SO_2 被氧化,故B正确;根据B项分析, SO_2 被氧化,二氧化硫作还原剂, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 中 Fe^{3+} 具有强氧化性,不与溴单质反应,因此 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液不能代替 SO_2 和水,故C错误;蒸馏塔中发生 $\text{Cl}_2 + 2\text{HBr} = 2\text{HCl} + \text{Br}_2$,该反应为置换反应,故D正确。
7. C **【解析】**煤的干馏是指煤在隔绝空气条件下加热、分解,生成焦炭(或半焦)、煤焦油、粗苯、焦炉气等产物的过程,煤的干馏属于化学变化;海带提碘是将化合态碘转化为碘单质,涉及化学变化;石油裂解是指在一定的条件下,将相对分子质量

较大、沸点较高的烃断裂为相对分子质量较小、沸点较低的烃的过程,也属于化学变化,A正确。中国首次实现了利用 CO_2 合成淀粉技术,淀粉属于多糖,可实现“碳”的循环利用,B正确。食品包装塑料袋的主要成分是聚乙烯,聚氯乙烯不用于食品包装,C错误;氮氧化物(NO 、 NO_2 等)的大量排放,会导致光化学烟雾和酸雨等环境问题,D正确。

8. (1)⑧ (2)②⑤

(3)维生素 B

【解析】(1) β -胡萝卜素是类胡萝卜素之一,也是橘黄色脂溶性化合物,它是自然界中最普遍存在也是最稳定的天然色素,配料中的着色剂是⑧;苯甲酸钠是很常用的食品防腐剂,有防止变质发酸、延长保质期的效果,防腐剂是⑨。(2)鸡蛋和肉松中富含蛋白质。(3)人体必需的六大营养物质有蛋白质、油脂、糖类、无机盐、维生素、水,所以该食品配料中还缺少的营养素是维生素。牛肉富含蛋白质;菠菜中富含维生素;马铃薯富含糖类;食用该食品时,最好配以菠菜。

9. (1)③ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (答案合理即可)

(2)④ (3)② (4)① $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$

(5)牛奶中的 Fe^{2+} 已经被氧化为 Fe^{3+} 还原

【解析】(1)胃舒平的主要成分是氢氧化铝,能与酸反应,某同学胃酸过多,胃酸主要成分是盐酸,因此应选用的药物是③。抗酸药是治疗胃酸过多的一类药物,一种抗酸药(氢氧化铝或碳酸氢钠)与胃酸反应的化学方程式为 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (答案合理即可)。(2)麻黄碱属于兴奋剂,因此国际奥委会严禁运动员服用的药物是④。(3)青霉素使用之前必须进行皮试,主要看该人体是否符合注射青霉素。(4)维生素C可用于预防和治疗坏血病,又称为抗坏血酸,它的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ 。(5) Fe^{2+} 遇见KSCN无现象,若向铁强化牛奶中滴加KSCN溶液,发现牛奶变为红色,说明溶液中有铁离子,从而得出牛奶中的 Fe^{2+} 已经被氧化为 Fe^{3+} ,此时若向其中加入一片维生素C,则发现红色消失,维生素C和 Fe^{3+} 反应变为了 Fe^{2+} , Fe^{3+} 化合价降低,维生素C化合价升高,因此该实验说明维生素C具有还原性。

10. (1)D (2)A (3) HCl MgCl_2 (熔融) $\xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$

【解析】(1)依据绿色化学要求,在获取新物质的化学反应中充分利用参与反应原料的每个原子,所以每一个反应的生成物只要能成为其他反应的反应物则就可循环使用,反应①的产物HBr可为②提供反应物,所以该实验的目的不是制取HBr,故A错误;反应④的生成物Hg可用于②的反应物,所以Hg不是该过程的副产品,故B错误;分析反应①的生成物CaO和HBr可分别为③和②提供反应物,反应②的生成物 HgBr_2 可用于③的反应物,氢气未被重新利用,反应④中的生成物汞可用于反应②,氧气没有被重新使用,故在整个的反应中最后剩余的气体是氢气与氧气,故C错误;将题干中的化学方程式 $(\text{①} + \text{②} + \text{③}) \times 2 + \text{④}$ 得到的方程式为水的分解,所以该过程的本质是水的分解,故D正确。(2)实验室用乙烯和溴单质发生加成反应制得1,2-二溴乙烷,理论上原子利用率为100%,原子利用率最高,故A正确;工业上用焦炭与二氧化硅发生反应生成粗硅和一氧化碳,原子利用率不是100%,故B错误;工业上利用氨与氧气催化氧化生成一氧化氮和副产物水,原子利用率不是100%,故C错误;工业上用焦炭与空气产生的一氧化碳还原三氧化二铁,生成铁和二氧化碳,原子利用率不是100%,故D错误。(3)由 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 转化为 MgCl_2 溶液需要加入HCl溶液;电解熔融 MgCl_2 得到单质镁的方程式为 $\text{MgCl}_2(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。