

答案与提示

第一单元 走进化学工业

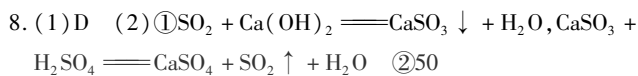
课题1 化工生产过程中的基本问题

能力·题型设计

速效基础演练

1. A 【提示】硫酸工业的尾气中主要含 SO_2 , 如直接排入空气中, 一是污染大气, 二是浪费原料, 所以尾气的回收、净化处理有两方面的原因, 不单单是充分利用原料。
2. C 【提示】使用热交换器能充分利用热量, 减少热量对环境的污染。 SO_2 转化为 SO_3 是放热反应, 温度降低有利于平衡向正反应方向移动。
3. D 【提示】合成 SO_3 的条件的选择是从化学反应速率和化学平衡两个角度分析总结得到的。用水吸收 SO_3 容易形成酸雾, 应用 98.3% 的浓硫酸吸收 SO_3 。
4. C 【提示】硫酸工厂要远离人口稠密的居民区和环保要求高的地区, 但远离硫酸消费中心, 势必造成运输、销售等问题。
5. C 【提示】测定 SO_2 含量必须要能跟 SO_2 反应, 而且可以用颜色变化来准确确定反应终点。A 项和 D 项虽然能反应, 但 A 在完全生成 Na_2SO_3 时溶液还是碱性, 没变色, 而 D 项在 SO_2 还没与氨水完全反应时就开始变色了。B 项石灰水中所含溶质较少, 且石蕊试液的颜色变化不明显。
6. (1) 沸腾炉 (2) ①增大矿石与空气的接触面积, 使矿石充分燃烧, 提高原料的利用率 ②增大矿石与空气的接触面积, 加快反应速率 (3) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$
7. (1) ① $2\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{SO}_4$ ②减小 $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ (2) A、B、D (3) C (4) $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{CaSO}_4$, $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
【提示】解答此题首先要明确酸雨的成因。空气中的 SO_2 、 SO_3 及氮的氧化物与水反应随雨雪降落到地面, 形成酸雨, 酸雨的 $\text{pH} < 5.6$ 。酸雨的主要成分是 H_2SO_3 , H_2SO_3 中 S 的化合价为 +4 价, 具有强还原性, 易被氧化剂氧化。酸雨放置时 pH 发生变化, 其原因是其中的 H_2SO_3 被空气中的 O_2 氧化为 H_2SO_4 , 酸性增强, 当 H_2SO_3 全部被氧化为 H_2SO_4 后, pH 不再变化。自来水常用 Cl_2 消毒, 故能把 H_2SO_3 氧化为 H_2SO_4 , 使 pH 发生变化。酸雨的危害极大, 会破坏农作物、森林、草原, 腐蚀建筑物、工业设备、电信电缆等。要减少酸雨的产生, 首先要了解空气中 SO_2 的来源。空气中

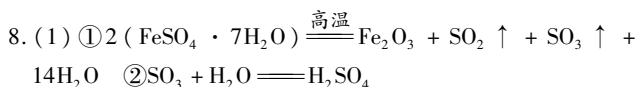
SO_2 的来源主要是化石燃料的燃烧以及含硫矿石的冶炼和硫酸、磷肥、造纸等生产过程中产生的尾气。因此, 少用煤作燃料以及对燃料进行脱硫处理, 是减少酸雨产生的有效措施。开发新能源, 如氢能、核能等, 可以从根本上杜绝 SO_2 的产生。而把烟囱造高, 显然不会改变 SO_2 的排放量。在已酸化的土壤中加入石灰, 是针对因酸雨造成的危害的被动治理措施, 与从源头上控制 SO_2 的污染无关。燃料脱硫 (又叫“固硫”) 常利用 SO_2 具有酸性氧化物的性质, 用碱性物质吸收, 从而生成盐。



知能提升突破

1. B 【提示】“绿色化学”总的来说, 就是从化学的角度从源头上根本性地解决发展所带来的环境污染问题。
2. A 【提示】找到关系: $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3 \sim 2(n+1)\text{NaOH}$, $n(\text{NaOH}) = 0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.02 \text{ L} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 $n(\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{SO}_3) = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{2(n+1)} \text{ mol}$, 则有: $\frac{0.1185 \times 2(n+1)}{2.5 \times 10^{-3}} \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = (98 + 80n) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $n \approx 0.2162$, 则试样中 SO_3 的质量分数为 $\frac{0.2162 \times 80}{0.2162 \times 80 + 98} \times 100\% \approx 15\%$ 。
3. A 【提示】温度越高, 反应速率越快, 且平衡左移。
4. B、C 【提示】此反应为可逆反应, 故 A 项错。平衡时 SO_2 浓度与 O_2 浓度的关系与它们的起始浓度有关, 故 D 项错。
5. D 【提示】硫酸厂选址应建在靠近硫酸消费中心的地区, 避开人口稠密的居民区和环境保护要求高的地区。
6. (1) 加热、常压、催化剂 (2) 离子键 非极性共价键 (3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$ Na_2O_2 (4) $\text{FeS}_2(\text{s}) + \frac{11}{4}\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{高温}} \frac{1}{2}\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -852 \text{ kJ/mol}$
7. (1) 防止催化剂中毒 (2) 冷凝管 (3) $2\text{VOSO}_4 = \text{SO}_2 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{SO}_3$ (4) $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
【提示】(1) 由于接触室中使用 V_2O_5 作催化剂, 为防止催化剂中毒, 必须进行除杂操作。(3) 根据催化剂的性质可知, 催化剂 (V_2O_5) 在反应过程中先参与反应, 而后又生成 V_2O_5 , 化学性质和质量在反应前后不变, 在反应 a 中钒元素化合价降低, 被还原, 可推知还原剂应为 SO_2 , 化学方程式可

表示为 $\text{SO}_2 + \text{V}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons \text{V}_2\text{O}_4 + \text{SO}_3$, 反应 b 中根据元素守恒可确定 SO_2 也参与反应, 钒元素化合价不变, 硫元素化合价升高, 被氧化, 因此反应过程中 O_2 也参与反应, 化学方程式可表示为 $\text{V}_2\text{O}_4 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{VOSO}_4$, 该反应属于化合反应, 因此原子利用率为 100%, 反应 c 中有 V_2O_5 生成, 可推知反应 c 为 $2\text{VOSO}_4 \rightleftharpoons \text{SO}_2 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{SO}_3$ 。(4) 要考虑 SO_2 和碱或盐反应生成的亚硫酸盐, 亚硫酸盐有较强的还原性, 易被空气氧化, 结合产物的相对分子质量为 172, 可确定产物为生石膏 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 反应的化学方程式可表示为: $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{CaCO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) + 2\text{CO}_2$ 或 $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ 。



(2) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 中的硫元素仅有 50% 转化为 SO_3 , 原料利用率低, 生成的 SO_2 污染环境, 反应中易形成硫酸酸雾。

【提示】绿矾的组成为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 其中铁元素的化合价是 +2 价、硫元素的化合价是 +6 价。题中指出, 加强热后容器内生成了红色固体, 这说明有 Fe_2O_3 生成。在 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的变化中铁元素被氧化, 则必有 +6 价的硫元素被还原。在此基础上, 运用质量守恒原理和氧化还原反应原理进行分析判断, 即可写出 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ 的完整的化学方程式。

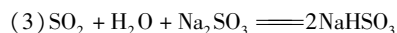


起始浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0.050	0.030	0
平衡浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	0.050 - 0.040	0.030 - 0.040/2	0.040

$$\text{所以, } K = \frac{c^2(\text{SO}_3)}{c^2(\text{SO}_2) \cdot c(\text{O}_2)} = \frac{(0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2}{(0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2 \times 0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1.6 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}。$$

$$\alpha(\text{SO}_2) = \frac{0.040 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0.050 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 80\%。$$

(2) B、C



(4) 抑制 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的水解, 防止 Fe^{2+} 被氧化成 Fe^{3+}

【提示】(2) 若要提高 SO_2 的转化率, 则平衡需正向移动, 根据反应方程式知, 降低温度、增大压强都可使平衡正向移动, B、C 正确。(4) 因 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 均能水解, 为防止其水解, 需加酸抑制; 铁粉除了能将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 外, 还可防止 Fe^{2+} 被氧化。

课题2 人工固氮技术——合成氨

能力·题型设计

速效基础演练

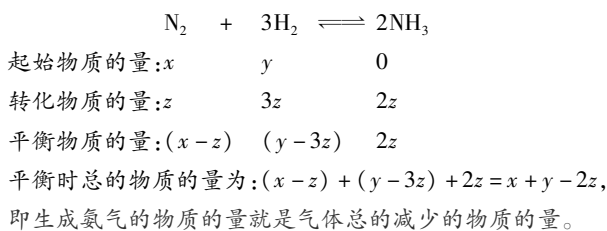
1. D 【提示】催化剂只能改变化学反应速率, 而且对正、逆反

应速率是同等程度的影响, 所以它不能改变平衡, 只能缩短可逆反应达到平衡所需的时间。

2. B 【提示】工业合成氨反应的特点是: 正反应是气体分子数减小的放热反应; 选用的条件: $400 \sim 500^\circ\text{C}$, 以铁为主的催化剂, $10 \sim 30 \text{ MPa}$; 循环操作, 在 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 时催化剂活性较高。

3. D 【提示】采用循环压缩, 将 N_2 、 H_2 压缩到合成塔中, 提高了 N_2 、 H_2 的利用率。

4. A 【提示】解法一: 合成氨反应是反应前后气体体积减小的反应, 按正常思路利用平衡计算方法。设 N_2 、 H_2 起始的物质的量分别为 x 、 y , N_2 转化的物质的量为 z , 得出



$$\text{根据 } \frac{2z}{x + y - 2z} = 20\% \Rightarrow z = \frac{x + y}{12}, \text{ 则体积缩小的百分率为}$$

$$\frac{2z}{x + y} \times 100\% = \frac{2(x + y)/12}{x + y} \times 100\% \approx 16.7\%。$$

解法二: 设平衡时混合气体的体积为 V , 则氨气的体积为 20% V , 设起始时反应物 N_2 的体积为 x , H_2 的体积为 y , 则



则 $x - 10\% V + y - 30\% V + 20\% V = x + y - 20\% V$, 所以反应前后体积减小 20% V , 则反应前 N_2 和 H_2 体积为 $V + 20\% V = 1.2V$, 所以减小的体积/反应前的体积 = $(0.2V/1.2V) \times 100\% \approx 16.7\%。$

5. C 【提示】根据合成氨反应的特点, ②③⑥⑦可使反应速率加快, ②④⑤⑥可使合成氨的产率增大, 故②⑥符合题目要求。

6. (1) 可逆反应 正反应是气体分子总数减小的反应 正反应是放热反应 (2) 反应物 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ $10 \sim 30 \text{ MPa}$ 以铁为主的催化剂

【提示】合成氨反应是一个正反应放热、气体分子总数减小的可逆反应, 增大反应物浓度、增大压强, 反应速率加快, 平衡右移, 这对合成氨都是极为有利的条件, 但压强过大对设备的要求也高, 所以根据实际选择适宜的压强。升高温度反应速率加快, 但平衡左移, 产率减少了, 结合催化剂的活性, 选择一个适当的温度也是非常必要的。

7. (1) 防止 CO 使催化剂中毒 (2) 高压、低温 (3) 低压、高温

【提示】合成氨的流程中需除杂, 是为了除去能使催化剂中毒的物质。由题可知, 在合成氨的过程中必须除去 CO, 因

此 CO 属于使催化剂中毒的物质。从吸收 CO 的化学方程式可知,吸收 CO 的反应是正反应为气体体积缩小的放热反应,因此为了使 CO 尽可能被吸收,应采取高压、低温的办法使平衡正向移动,要使醋酸二氨合铜(I)溶液再生,即要使平衡逆向移动,故可采取低压、高温的办法。

8. (1) t_0 时,反应向正反应方向进行。

(2) t_1 时,增大了反应物浓度,即增大了 N_2 或 H_2 或 N_2 和 H_2 的浓度,平衡向正反应方向移动。

t_2 时,减小了生成物浓度,即减小了 NH_3 的浓度,平衡向正反应方向移动。

t_3 时,增大了压强,平衡向正反应方向移动。

t_4 时,减小了压强,平衡向逆反应方向移动。

t_5 时,升高了温度,平衡向逆反应方向移动。

t_6 时,降低了温度,平衡向正反应方向移动。

t_7 时,增大了 N_2 或 H_2 的浓度,减小了 NH_3 的浓度,平衡向正反应方向移动。

t_8 时,加入催化剂,平衡不移动。

知能提升突破

1. A 【提示】吸热反应和放热反应是由反应物和生成物所具有的能量的相对大小决定,与反应条件无关;催化剂降低了反应所需能量,所以反应在常温下进行,可节约大量能源;而化学反应一定要断裂化学键同时生成新的化学键,这是化学反应的实质。

2. C 【提示】只要平衡不发生移动,就不会导致氨的产率发生变化,选项 A 中增大了生成物的浓度,平衡逆向移动;选项 B 中增大了反应物的浓度,平衡正向移动;选项 C 中各反应物、生成物的浓度均没有变,平衡不移动;选项 D 中恒温恒压时充入氦气,体积变大,平衡逆向移动。

3. D 【提示】设反应开始时 X、Y 的物质的量分别为 a 、 b ,由题意有 $\frac{a \times 25\%}{b \times 50\%} = \frac{1}{3}$,即 $\frac{a}{b} = \frac{2}{3}$ 。

4. B 【提示】 NH_3 最后及时分离出来,有利于平衡向生成 NH_3 的方向移动,提高产率。

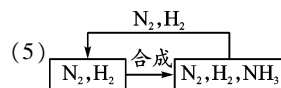
5. B 【提示】分析题图 a 得反应式为 $A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$,且当 A、B 的起始浓度分别为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,C 的平衡浓度为 $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。将 B 项中投料时的 C 物质“回归”成反应物,得 A、B 的起始浓度也分别为 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.7 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,与原平衡等效,B 项正确。增大压强,平衡向气体体积缩小的方向(正向)移动,C 项错误。若保持压强不变,再通入稀有气体,相当于对原平衡体系减压,平衡应向逆反应方向移动,D 项错误。分析题图 b 知, $T_1 > T_2$,升高温度,B 的含量增加,平衡向逆反应方向移动,则 A 的转化率减小,A 项错误。

6. A 【提示】由反应 $C + H_2O(g) \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温}} CO + H_2$, $CO + H_2O(g) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} CO_2 + H_2$, $N_2 + 3H_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2NH_3$, 可得

$C \sim 2H_2 \sim \frac{4}{3}NH_3$ 。故选 A 项。

7. (1) $3H_2S + 2Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe_2S_3 + 6H_2O$ (2) $2.7n$ (3) b

(4) 作制冷剂(其他合理答案也可)



【提示】(1)从图中看出,脱硫即除去 H_2S ,加 $Fe(OH)_3$ 脱硫的生成物之一是 Fe_2S_3 ,再应用质量守恒进行分析,可写出化学方程式。

(2) CH_4 一次转化的化学反应方程式是 $CH_4 + H_2O(g) \xrightleftharpoons[\text{高温}]{\text{催化剂}} CO + 3H_2$,生成 $0.9n \text{ mol CO}$ 的同时生成 $2.7n \text{ mol}$ 的 H_2 。

(3)在 $K_2CO_3(aq)$ 和 CO_2 的反应中 CO_2 是气体,加压必然是有关化学反应速率或化学平衡的问题,再分析三个选项可知,应选 b。

(4) CO_2 的用途较多,也是中学生应当熟悉的。

(5)合成氨反应中, N_2 和 H_2 的转化率较低,为了提高它们的转化率,在分离出 NH_3 后应将 N_2 和 H_2 循环使用。

8. (1) A、B (2) 放 (3) 因为反应开始时,正反应速率大于逆反应速率,生成 NH_3 的速率比消耗 NH_3 的速率要大,故 NH_3 的体积分数 $[\varphi(NH_3)]$ 不断增加,AC 段曲线是增函数;而当达到平衡以后,温度升高、平衡逆向移动,故 NH_3 的体积分数 $[\varphi(NH_3)]$ 不断减小,CE 段曲线是减函数

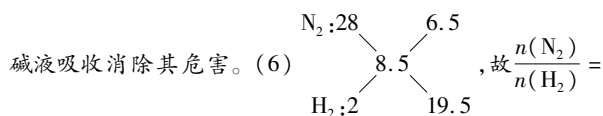
9. (1) 不能 反应为可逆反应, $10 \text{ mol } N_2$ 和 $30 \text{ mol } H_2$ 不可能完全反应,所以放出的热量小于 924 kJ (2) ① 40% ② $0.08^2 / (0.06 \times 0.18^3) >$ (3) B、C、D (4) 将湿润的红色石蕊试纸放在导管口处,若试纸变蓝,说明有氨气生成 $N_2 + 6e^- + 6H^+ \rightleftharpoons 2NH_3$

【提示】利用“三段式”解题可确定 N_2 的转化率。根据合成氨的适宜条件可确定合成氨的条件。根据合成氨反应中的氧化剂分析,由电解池中阴极反应的特点可确定阴极的电极反应式。

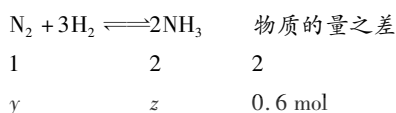
10. (1) N_2 来自于空气, H_2 来自于水煤气等 (2) ① 在同一条件下,既能向正反应方向进行,又能向逆反应方向进行的反应,叫可逆反应 ② 可采取增压、选用适当温度和使用铁触媒等措施 (3) $4NH_3 + 5O_2 \xrightleftharpoons[\text{Pt-Rh}]{\text{Pt-Rh}} 4NO + 6H_2O$, Pt-Rh 合金网起催化作用;因为氨的催化氧化反应是放热反应,保证 Pt-Rh 合金网达到一定温度呈红热状态而不必预热。 (4) 可用碱液吸收氮的氧化物: $NO + NO_2 + 2NaOH \rightleftharpoons 2NaNO_2 + H_2O$ 。 (5) NH_4NO_3 可作化肥和炸药;前者可促使植物生长,增加农作物产量;后者可用于军事、建筑上制造炸药,故该物质对现代社会作用重大。 (6) 30% 17.6%

【提示】(1)氮气的来源是空气,而氢气来源于燃料(煤、石油产品等)与水反应的产物。(2)可逆反应是指在同一条

件下,既能向正反应方向进行,又能向逆反应方向进行的反应;为提高合成氨的产率,可采取增压、选用适当温度和使用铁触媒等措施。(3)氨的催化氧化反应为放热反应,故铂铑合金虽未预热也呈红热状态。(4)氮的氧化物可以用



$\frac{6.5}{19.5} = \frac{1}{3}$,设平衡混合气体的物质的量为 4 mol,平均式量之比与气体的物质的量之比成反比,设反应后气体的物质的量为 x ,则 $\frac{8.5}{10} = \frac{x}{4 \text{ mol}}$, $x = 3.4 \text{ mol}$,反应前后物质的量的差值为 0.6 mol,设反应消耗的 N_2 的物质的量为 y ,生成氨气的物质的量为 z ,则有:



则 $y = 0.3 \text{ mol}$, $z = 0.6 \text{ mol}$, N_2 的转化率为 $\frac{0.3}{1} \times 100\% = 30\%$;氨气的体积分数为 $\frac{0.6}{3.4} \times 100\% \approx 17.6\%$ 。

课题3 纯碱的生产

能力·题型设计

速效基础演练

- D 【提示】 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 在干燥空气中易风化,没有 $\text{NaHCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 这种物质。
- B 【提示】 CO_2 在 NaCl 溶液中溶解度小,先通入 NH_3 后溶液呈碱性,能溶解大量的 CO_2 ,生成大量的 HCO_3^- ,从而析出大量的 NaHCO_3 晶体。
- D 【提示】 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 分别与足量相同质量分数的盐酸反应, NaHCO_3 反应速率更快。
- B 【提示】“氨碱法”是 NH_4Cl 与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应,回收 NH_3 并循环利用。“联合制碱法”制碱所需的氨来自于合成氨。
- (1)减少 增多 (2)减少 减少

【提示】(1)等质量的 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 与 HCl 反应, Na_2CO_3 消耗 HCl 的量比 NaHCO_3 多,产生 CO_2 的量比 NaHCO_3 少。

(2)等质量的 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 与 HCl 反应, Na_2CO_3 消耗 HCl 的量比 K_2CO_3 多,产生 CO_2 的量比 K_2CO_3 多。

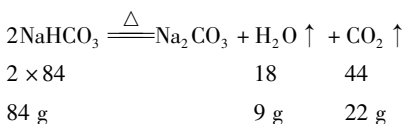
- (1) Na_2O_2 NaHCO_3 O_2 CO_2 (2) $2\text{Na}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{NaOH} + \text{O}_2 \uparrow$, $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (3) $\frac{13}{28}$

【提示】(1)A、B 都是钠的化合物,和水反应有气体 C 生成,故其中一定有 Na_2O_2 ,加稀 H_2SO_4 可以生成无味气体 D,故其中应含碳酸钠或碳酸氢钠,又因两种物质加热后只得一种固体化合物,说明二者能发生反应,因此 A、B 应是 Na_2O_2 和 NaHCO_3 。混合物加水后又通入气体 D 后得到 B,说明 B

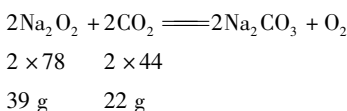
应是 NaHCO_3 ,则 A 为 Na_2O_2 ,C 是 O_2 ,D 为 CO_2 。

(2) Na_2O_2 和 H_2O 反应后生成 NaOH , NaOH 能和 NaHCO_3 反应生成 Na_2CO_3 。

(3)加热时,首先 NaHCO_3 分解生成 Na_2CO_3 、 H_2O 及 CO_2 ,要使反应后只得一种固体物质,则 Na_2O_2 只和 CO_2 反应,不能和 H_2O 反应。假设混合物中有 84 g NaHCO_3 ,则:



此时 Na_2O_2 最多只能和 22 g CO_2 完全反应,所以 Na_2O_2 的最大量为:



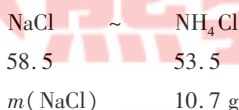
Na_2O_2 与 NaHCO_3 的质量之比的最大值为: $39 : 84 = 13 : 28$ 。

【注意】这里有一个实验上的说明:过氧化物的加热实验是较危险的,易发生爆炸,尤其当有还原性物质接触时更危险,所以 Na_2O_2 的加热实验应在保护气中加热。

- (1)11.7 (2)蒸发皿 (3)加热法,取少量氯化铵产品于试管中,加热,若试管底部无残留物,表明氯化铵产品纯净

(4)重结晶

【提示】(1)由题目所给工艺流程图可得关系式:



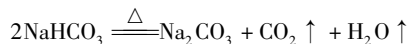
解得 $m(\text{NaCl}) = 11.7 \text{ g}$ 。

(3)所得 NH_4Cl 产品中有可能混有 Na_2SO_4 ,若要检验

NH_4Cl 产品是否纯净,可利用 $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{HCl} \uparrow$,而 Na_2SO_4 受热难分解的差异加以检验。

(4)因为 NH_4Cl 的溶解度受温度影响较大, Na_2SO_4 的溶解度受温度影响较小,所以可选择重结晶法来进一步提纯产品。

- (1) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
(2) $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}(\text{饱和}) = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$



(3)“氨碱法”中 CO_2 来源于石灰石煅烧,“联合制碱法”中 CO_2 来源于合成氨工业的废气

$$(4) \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{NH}_3) + m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O})} \times 100\%$$

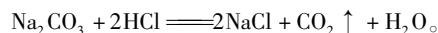
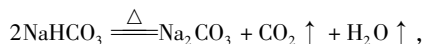
【提示】(4)联合制碱法的反应式为: $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} +$

$$\begin{array}{l} \text{NaCl} = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}, 2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow, \text{总反应可看做是: } 2\text{NH}_3 + 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl}, \text{所以,原子利用率}(\%) = \\ \frac{\text{目标产物总质量}}{\text{反应物总质量}} \times 100\% = \\ \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{NH}_4\text{Cl})}{m(\text{NaCl}) + m(\text{NH}_3) + m(\text{CO}_2) + m(\text{H}_2\text{O})} \times 100\% \end{array}$$

知能提升突破

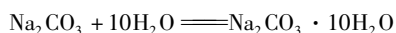
1. D 【提示】硫酸工业中,是用 98.3% 的浓硫酸来吸收三氧化硫,如果用水来吸收,则会产生酸雾,影响产率, D 选项错误。

2. B 【提示】 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,



3. D 【提示】从饱和溶液中析出的晶体是否带结晶水及溶液中水的增减情况来分析:

饱和的 Na_2CO_3 溶液中加入 1.06 g 无水 Na_2CO_3 后析出晶体,反应如下:



106 286

1.06g 2.86g

由于原饱和溶液中溶剂量(水)减少,导致又析出晶体,所以最终所得晶体质量大于 2.86 g。

4. D 【提示】由图可知,溶液的温度在 $0 \sim 10^\circ\text{C}$ 的范围内,有利于 NaCl 的溶解和 NH_4Cl 的析出。向溶液中加入 NaCl 增大 Na^+ 和 Cl^- 的浓度,向溶液中通 NH_3 增大 OH^- 和 NH_4^+ 的浓度,这些都有利于 NH_4Cl 的析出。

5. (1)合成氨、氨氧化法制硝酸、联合制碱法(或侯氏制碱法)
(2) 500°C 时,该反应的催化剂的活性最高 H 转化为 I 的反应为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$,不断有 NO 生成,故需不断地补充空气,使 NO 转化为 NO_2 ,促进 NO_2 的转化,提高原料利用率 (3) $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ a、c

【提示】(1) A 为 O_2 、B 为 N_2 、C 为 H_2 、D 为 CO 、E 为 NH_3 、F 为 CO_2 ,反应 I 涉及工业合成氨,反应 II 涉及氨氧化法制硝酸,反应 III 涉及侯氏制碱法。(2) 500°C 时该反应的催化剂的活性最高。 NO_2 转化成 HNO_3 时,由于不断有 NO 生成,故通入 O_2 ,便于 NO 转化成 NO_2 ,促进 NO_2 的转化,提高原料的利用率。(3) K 的母液中含 Na^+ 、 HCO_3^- 、 NH_4^+ 、 Cl^- ,向其中通入 NH_3 并加入细小的 NaCl 颗粒,可增大 NH_4^+ 的浓度,更利于 NH_4Cl 析出,同时也提高了析出的 NH_4Cl 的纯度。

6. (1) $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4\text{HCO}_3$, $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NaCl} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaHCO}_3 \downarrow$ (2) H_2CO_3 酸性比盐酸弱, CO_2 不与 NaCl 反应 (3) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaO} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \uparrow$
(4) 使 NH_4Cl 析出,可作氮肥;不生成 CaCl_2 ;原料 NaCl 充分利用

7. (1) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \xrightarrow[380 \sim 400^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} \text{HNCN} + \text{NH}_3 \uparrow$ (2) CO_2
 $6\text{HNCN} \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 + 3\text{CO}_2 \uparrow$ (3) 2 : 1 (4) NH_3 CO_2
49.1% NaHCO_3 部分溶解在水中,未能全部沉淀出来

【提示】从流程图可知,副产品 a 和 b 是 CO_2 和 NH_3 ,又因为 a 极易溶于水,所以气体 a 为 NH_3 ,气体 b 为 CO_2 ,由此可以写出反应①和反应②的化学方程式;由反应①和②写出总

反应方程式为 $6\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6 + 6\text{NH}_3 \uparrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$,可以看出两者气体体积之比为 2 : 1; CO_2 在水中溶解度小,先通 NH_3 至饱和,有利于 NaHCO_3 析出,根据钠元素守恒,得关系式: $2\text{NaCl} \sim \text{Na}_2\text{CO}_3$, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (106 \times 58.5/117) \text{g} = 53.0 \text{g}$,则 Na_2CO_3 的产率为 $26.0 \text{g}/53.0 \text{g} \times 100\% \approx 49.1\%$;造成损失的原因为 NaHCO_3 部分溶解在水中,未能全部沉淀出来。

知识与能力同步测控题

1. C 【提示】对化学反应速率理论的研究能够提高单位时间的产量,但不能提高原料的转化率,而对化学平衡理论的研究可以使化学平衡向生成某种产品的方向进行。

2. B 【提示】总体来说,“绿色化学”就是从源头上根本性地解决发展所带来的环境污染问题,“绿色化学”是化学科学所承担的重要任务之一,并不是指绿色的化学,或在化工厂里种草种树。

3. A 【提示】将游离态的氮转化为化合态的氮属于氮的固定。

4. C 【提示】该条件下 NaHCO_3 的溶解度不大,因此析出 NaHCO_3 晶体,析出晶体后的溶液应为 NaHCO_3 的饱和溶液。

5. D 【提示】化学变化的实质是有新物质生成,工业合成氨、钢铁冶炼、接触法制硫酸是三种工业生产,涉及化学变化,炼油厂对石油这种混合物通过控制不同的温度范围得到各沸点范围内的馏分,是一种混合物的分离过程,是物理变化。

6. C 【提示】 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$,分解后仍有残留物, A 项错误。 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 都能发生焰色反应,使火焰显黄色, B 项错误。 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$,二者与石灰水反应都有白色沉淀生成, D 项错误。 Na_2CO_3 与醋酸反应分两步进行,产生气泡的速率慢。

7. B 【提示】据反应 $2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$ 可知,产生 13.2 g CO_2 时, NaHCO_3 的质量为 50.4 g,则原混合物中 NaHCO_3 的质量分数为 50.4%。

8. A 【提示】了解接触法制硫酸的原理。硫酸工业生产中,在接触室中用 V_2O_5 作催化剂,使 SO_2 氧化为 SO_3 , A 项错误;使用热交换装置,可节约能源, B 项正确;把硫铁矿磨碎可增大其与氧气的接触面积,使反应更充分,速率更快,可提高原料的利用率, C 项正确;反应温度采用 $450 \sim 500^\circ\text{C}$ 是因为该温度下催化剂活性高, D 项正确。

9. D 【提示】接触法生产硫酸尾气中含有 SO_2 ,废气可用石灰水或氨水处理;废水呈酸性,可用碱性的石灰乳处理;废渣可作为炼铁的原料,也可以用来提炼贵金属,还可作为制造水泥的原料或用于制砖。

10. C 【提示】A 项饱和石灰水中加入少量 NaOH 固体,吸水、放热, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶解度降低,可析出 $\text{Ca}(\text{OH})_2$; B 项饱和 Na_2CO_3 溶液中通入足量的 CO_2 ,发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 +$

$\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NaHCO}_3$, NaHCO_3 溶解度小, 可以析出 NaHCO_3 晶体; C 项 CaCl_2 溶液中通入少量 CO_2 , 不发生反应。

11. A 【提示】化工生产一般都会产生污染物, 要科学地评价纯碱生产技术及其他化工生产技术。

12. C 【提示】欲使平衡时各成分的百分含量相同, 即达到同一平衡状态, 只有反应方向不一样, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ 为反应前后气体分子数不相等的化学反应, 只需折算到一边相同。 NH_3 的转化率 + 原平衡中 NH_3 的产率 = 100%。

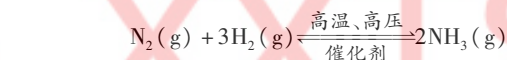
13. B 【提示】合成氨的反应特点是放热反应, 降低温度有利于提高合成氨的生产效率。

14. D 【提示】该反应原理为 $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $\text{CaSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{煅烧}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。直接蒸干会导致 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 分解。

15. A 【提示】由图像知, 在 $780 \sim 840^\circ\text{C}$ 之间, NO 的产率最高, A 项正确; 工业上采用物料比 $n(\text{O}_2)/n(\text{NH}_3)$ 为 $1.7 \sim 2.0$ 的原因是加大 O_2 的量来提高 NH_3 的转化率, 不是为了提提高反应速率, B 项错; 主反应①和副反应②都是气体分子总数增大的反应, 加压不利于 NO 和 N_2 的生成, C 项错; 由反应① - 反应②知, $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ $\Delta H = +181.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, D 项错。

16. (1) 空气 水和燃料 防止催化剂中毒 (2) 合成塔 压强 $10 \sim 30 \text{ MPa}$, 温度 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 左右, 铁触媒作催化剂 (3) 63.75% 21.25%

【提示】(3) 设起始 N_2 、 H_2 的体积分别为 1、3, 反应中转化的 N_2 的体积为 x , 则



起始体积	1	3	0
平衡体积	$1-x$	$3-3x$	$2x$

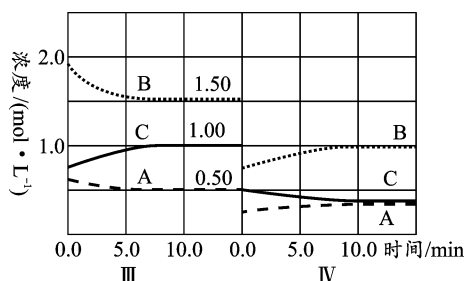
依题意: $\frac{2x}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 15\%$,

解得: $x = \frac{6}{23}$ 。

故 $\varphi(\text{H}_2) = \frac{3-3x}{(1-x) + (3-3x) + 2x} \times 100\% = 63.75\%$,

$\varphi(\text{N}_2) = 1 - \varphi(\text{H}_2) - \varphi(\text{NH}_3) = 21.25\%$ 。

17. (1) $1:3:2$ (2) $v_1(\text{A}) > v_2(\text{A}) > v_3(\text{A})$ (3) $\alpha_3(\text{B})$ 19% (0.19) (4) 正反应方向 从反应体系中移出产物 C (5) > 此反应为放热反应, 降低温度, 平衡向正反应方向移动 (6) 如下图所示。



【提示】(1) 由各物质的浓度变化曲线可知, 反应进行到 20.0 min 时达到平衡状态, A、B、C 的浓度变化值分别为 $1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $3.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $2.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则有 $a:b:c = \Delta c(\text{A}):\Delta c(\text{B}):\Delta c(\text{C}) = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}:3.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}:2.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1:3:2$ 。(2) $v_1(\text{A}) = \frac{(2.00-1.00) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{20.0 \text{ min}} = 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $v_2(\text{A}) = \frac{(1.00-0.62) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{15.0 \text{ min}} \approx 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, $v_3(\text{A}) = \frac{(0.62-0.50) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10.0 \text{ min}} = 0.012 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 故

$v_1(\text{A}) > v_2(\text{A}) > v_3(\text{A})$ 。(3) $\alpha_1(\text{B}) = \frac{3.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{6.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 50\%$, $\alpha_2(\text{B}) = \frac{(3.00-1.86) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{3.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% = 38\%$, $\alpha_3(\text{B}) = \frac{(1.86-1.50) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1.86 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \times 100\% \approx 19\%$, 故

有 $\alpha_1(\text{B}) > \alpha_2(\text{B}) > \alpha_3(\text{B})$ 。(4) 由浓度变化曲线可知第一次平衡到第二次平衡时, A、B 的浓度减小, C 的浓度增大, 说明平衡向正反应方向移动。由于 C 的浓度由 $2.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 突变为 0, 故采取的措施应为分离出产物 C。

(5) 第 II 阶段到第 III 阶段时, A 和 B 的浓度减小, C 的浓度增大, 平衡向正反应方向移动, 由于反应在等容条件下进行, 且 $\Delta H < 0$, 故应是降低了反应的温度, 则有 $T_2 > T_3$ 。

(6) 容器的体积扩大一倍时, $c(\text{A})$ 、 $c(\text{B})$ 、 $c(\text{C})$ 分别变为 $0.25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。容器的体积扩大时, 平衡向逆反应方向移动, 根据可逆反应的特点画出各物质浓度的变化曲线。

18. (1) CO_2 的通入量不易控制 过程繁琐, 操作复杂 (2) 反应③应充分进行, 反应③与④所用 NaOH 溶液的体积应相等 (3) A、B (4) 能 固体样品的质量和沉淀总质量

【提示】设计实验应遵循科学性、安全性、可行性、简约性等原则。 NaOH 与少量 CO_2 反应生成 Na_2CO_3 , 与足量 CO_2 反应生成 NaHCO_3 , 甲方案不易得到纯 Na_2CO_3 溶液, 乙方案经过溶液→溶液→固体→溶液等过程, 过于繁琐。丙方案巧妙利用两份 NaOH 溶液, 向其中一份中通入过量 CO_2 , 使其转化为 NaHCO_3 , 再将两份混合, 因发生反应: $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 而生成纯净的 Na_2CO_3 溶液。

(3) (4) 应利用 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的不同来回答。

19. (1) c (2) ①(I) 饱和碳酸氢钠溶液 (II) 吸收未反应的 NH_3 (答“防止倒吸”或“吸收 CO_2 ”不可以) (III) 过滤

②(I) a NH_3 b CO_2 (II) 增大气体与溶液接触面积, 提高 CO_2 吸收率 (3) 往烧碱溶液中通入过量 CO_2 (或往饱和 Na_2CO_3 溶液中通入过量 CO_2 等, 其他合理方法均可)

【提示】(1) 在溶液中溶解度最小的物质最先析出。(2) ①除去 CO_2 中的 HCl 用饱和 NaHCO_3 溶液; 稀硫酸吸收挥发出来的 NH_3 ; NaHCO_3 以固体形式析出, 应采用过滤

操作。②侯氏制碱法应向饱和 NaCl 溶液中先通 NH_3 后通 CO_2 , 因为 NH_3 溶解度大, 可使溶液呈碱性, 以便吸收更多 CO_2 , 生成较多 NaHCO_3 固体; NH_3 极易溶于水, 易发生倒吸, 所以从 a 管进入; 已为多孔球泡, 可增大接触面积。(3) 可利用以下反应原理制备 NaHCO_3 : $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 。

20. (1) C (2) $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{SO}_3$ (3) D (4) 增大 增大压强会使转化率增大, 但提高得不明显, 对设备要求高, 投资大, 不经济 (5) 376.32

【提示】(5) 设可得到浓硫酸 x t, 则

S	~	H_2SO_4
32		98

$$500 \times \frac{64}{120} \times 48\% \times 98\% \times 96\% \quad x \cdot 98\%$$

解得 $x = 376.32$ t。

第二单元 化学与资源开发利用

课题1 获取洁净的水

能力·题型设计

速效基础演练

- C 【提示】明矾净水是由于 Al^{3+} 水解: $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$, 生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 具有吸附作用, 将水中的悬浮颗粒沉淀。
- C 【提示】蒸馏法是当前较常用的方法, 其优点是设备简单、易操作、淡水质量好, 其缺点是能耗较大; 电渗析法是利用交换膜对离子的选择透过性, 在外加电场作用下, 阴、阳离子定向移动, 从而形成浓水室和淡水室; 海水经过电渗析法处理后, 虽然离子浓度降低, 但水中仍含有少量离子, 且水作为弱电解质, 会电离产生离子, 故 A、B、D 三项正确。无论经过什么方法处理, 水本身都是化学物质, C 项错误。
- D 【提示】 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 由于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度比 MgCO_3 的更小, 在长期的蒸煮过程中 MgCO_3 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow$ 。
- B、D 【提示】在判断离子的共存时, 没有注意离子是否能够共存和电荷守恒规律而错选。若某厂含有 OH^- , 则 Ag^+ 、 Fe^{3+} 与其不能共存; 若某厂含有 Cl^- , 则 Ag^+ 与其不能共存; Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能共存, 则可能的离子存在情况是:

$\left\{ \begin{array}{l} \text{甲厂: } \text{Ag}^+, \text{Fe}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^- \\ \text{乙厂: } \text{Ba}^{2+}, \text{Na}^+, \text{OH}^-, \text{Cl}^- \end{array} \right.$

 所以 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 一定来自同一工厂, A 项错误; Cl^- 和 NO_3^- 一定来自不同工厂, B 项正确; Ag^+ 和 Na^+ 一定来自不同工厂, C 项错误; Na^+ 和 NO_3^- 一定来自不同工厂, D 项

正确。

5. (1) 降低水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的浓度 (2) 硬脂酸钠与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 反应, 可生成不溶性的硬脂酸钙、硬脂酸镁, 浪费肥皂并且使衣物清洗不干净 (3) 造成水质富营养化, 水藻等大量繁殖, 有机物转化为无机物时, 消耗大量氧气, 使水中鱼类等大量死亡, 水变脏变臭

【提示】硬水软化是指降低水中的钙、镁离子的浓度; 使用肥皂洗衣服时, 若水的硬度太大, 则会产生大量的硬脂酸钙、硬脂酸镁沉淀, 一方面使肥皂洗涤效率降低, 另一方面沉淀也容易被衣物吸附而使衣物更难清洗。

6. (1) $\text{CN}^- + \text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CNO}^- + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
 (2) $2\text{CNO}^- + 3\text{Cl}_2 + 8\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 6\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$
 (3) $\text{CN}^- + \text{ClO}^- = \text{CNO}^- + \text{Cl}^-$

【提示】(1) CN^- 是在碱性条件下被 Cl_2 氧化的, 故反应中有 OH^- 参加, 产物除生成氰酸盐外还应有 Cl^- 及 H_2O , 离子方程式为 $\text{CN}^- + \text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CNO}^- + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 当 Cl_2 过量时, (1) 中的产物 CNO^- 与 Cl_2 反应, 碱性条件下不可能产生 CO_2 及其他气体, 而碳元素的存在形式为 CO_3^{2-} , 无毒气体一定为 N_2 , 离子方程式为 $2\text{CNO}^- + 3\text{Cl}_2 + 8\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + 6\text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 \uparrow$ 。

(3) 由于漂白粉中的 ClO^- 具有强氧化性, 故可发生反应 $\text{CN}^- + \text{ClO}^- = \text{CNO}^- + \text{Cl}^-$ 。

知能提升突破

- A 【提示】煮沸只能除去水的暂时硬度, 因永久硬度是由 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 与 SO_4^{2-} 、 Cl^- 等形成的, 因此煮沸法不能使具有永久硬度的水软化。
- C 【提示】磷对水体的污染主要是因为它是水生植物生长的营养元素, 水体中含磷量增加, 水生植物疯长, 将水面完全覆盖后, 鱼类及其他水生动物、浮游生物都会因缺氧而窒息死亡。
- A 【提示】中和法、化学沉淀法(加入化学试剂形成沉淀)和氧化还原法均属于化学方法, 而过滤法是分离难溶性固体和液体混合物的方法, 为基本实验操作。
- D 【提示】所谓硬水是指含有较多量 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 的水。当钙和镁以酸式碳酸盐形式存在时所引起的硬度, 称为暂时硬度; 而以硫酸盐或氯化物形式存在时所引起的硬度, 称为永久硬度, 用加热法可降低暂时硬度。加石灰水也可以发生如下反应:

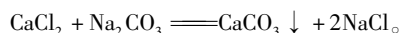
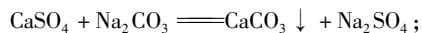
$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = 2\text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = 2\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

 石灰水也可以跟硫酸镁或氯化镁起反应:

$\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaSO}_4$
 $\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$

 这样, 就把部分 Mg^{2+} 所形成的永久硬度转变为 Ca^{2+} 形成的永久硬度, 所以 D 选项是正确的。

题目中所用的石灰纯碱法指的是用纯碱最终除去由 Ca^{2+} 形成的永久硬度。



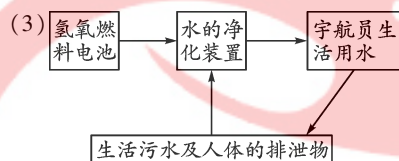
石灰纯碱法是软化水的方法之一,当然是暂时硬度和永久硬度均可降低,但题目中只问“石灰”起的作用而不是“石灰和纯碱”共同起了什么作用,所以 B 选项是迷惑项。

5. C 【提示】本题可采用逆推法进行求解,即根据用去 NaOH 溶液的体积求出溶液中 H^+ 的物质的量,然后进一步求出 Ca^{2+} 的质量。

6. (1)地表径流 人类活动的参与和影响 (2)生产(工厂)生活(城镇) (3)溶解氧 藻类 细菌 日光 空气 (4)减少污水排放 节约用水

【提示】题图为一幅示意图。它表示了污水的两种主要来源和污水处理的主要流程。

7. (1)①②③④ (2)烧杯、玻璃棒、漏斗、铁架台(带铁圈) 滤纸紧贴漏斗内壁、滤纸边缘低于漏斗边缘、倒入漏斗中的液体液面要低于滤纸边缘、盛放液体的烧杯要紧靠在玻璃棒上、玻璃棒下端紧靠三层滤纸处、漏斗末端紧靠烧杯内壁(任选其中两条作答即可)



- (4) 8 640 3.5

【提示】(1)三峡库区所在的地理位置及其周围环境决定了防止它被污染的主要措施。由于船舶航行、运输过程中会产生一些废弃物、燃料油等,会对水库水质造成破坏,因此要做好这些方面的预防,并且要清理库底的固体废弃物。由于多条河流流入库区,周边工业区较多,所以也要整治相关的河流污染和工业污染,以免造成二次污染。

(2)过滤是一种从液体中分离出不溶性固体的方法,对照过滤装置需以下仪器:烧杯、玻璃棒、漏斗、铁架台(带铁圈)。在操作时要注意“一贴、二低、三靠”,即:滤纸紧贴漏斗内壁;滤纸边缘低于漏斗边缘;倒入漏斗中的液体液面要低于滤纸边缘;盛放液体的烧杯要紧靠在玻璃棒上;玻璃棒下端紧靠三层滤纸处;漏斗末端紧靠烧杯内壁。

(3)氢氧燃料电池反应时产生电能,同时生成了水,将水净化后可供宇航员生活,由此产生的生活污水及宇航员的排泄物可继续加以利用,这样的循环就减少了飞船的携水量。

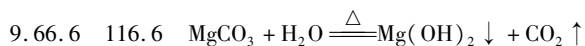
(4)根据 1 天有 24 小时为 $3\,600 \times 24$ 秒,可求出:漏水量为 $\frac{2}{20} \text{ mL} \times 3\,600 \times 24 = 8\,640 \text{ mL}$,进而求出漏水的质量为 $8\,640 \text{ g}$ 。这些水可以给一个人补充的天数为: $8\,640 \times 10^{-3} \text{ L} / 2.5 \text{ L} = 3.456 \approx 3.5$ (天)。

8. (1) OH^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 K^+ (2) Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 NO_3^- (3) 铁粉 Ag (4) OH^- 、 Fe^{3+} 、 Cl^- 、 Ag^+ 、 SO_4^{2-} 、 Ba^{2+} KNO_3

【提示】(1)(2)由甲厂废水 $\text{pH} > 7$ 知必有 OH^- ,则与之不共存的 Fe^{3+} 、 Ag^+ 必须在乙厂废水中,由 Ag^+ 只能存在于 AgNO_3 中,知乙厂必有 NO_3^- ,而 SO_4^{2-} 必在甲厂废水中,则 Ba^{2+} 又必须在乙厂废水中,可将 8 种离子分开。

(3)乙厂废水含 Fe^{3+} 、 Ba^{2+} 、 Ag^+ 、 NO_3^- ,能与备选试剂反应得金属单质的只有 Fe 粉与 Ag^+ 反应回收 Ag 。

(4)对比甲厂、乙厂废水中的离子,可看出能生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 AgCl 、 BaSO_4 沉淀,使过滤后的废水中主要含 KNO_3 , KNO_3 是一种常见钾肥。



【提示】首先要搞清沉淀的关系: $\text{Ca}^{2+} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3$, 沉淀为 CaCO_3 ; $\text{Mg}^{2+} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$, 沉淀为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$; $\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$, 沉淀为 CaCO_3 。

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的用途有两个:一是沉淀 Mg^{2+} ,二是与 HCO_3^- 反应生成 CO_3^{2-} ,故所消耗 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量便可求出:

$$m[\text{Ca}(\text{OH})_2] = \left(0.5 + 0.8 \times \frac{1}{2} \right) \text{ mol} \times 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 66.6 \text{ g};$$

加入 Na_2CO_3 的用途是沉淀 Ca^{2+} , 水中原有 Ca^{2+} 为 1 mol , 又加入了 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的量为 0.9 mol , 从而使得 Ca^{2+} 总物质的量为 1.9 mol ; 又因为 $0.8 \text{ mol } \text{HCO}_3^-$ 已转化为 $0.8 \text{ mol } \text{CO}_3^{2-}$, 故加入 Na_2CO_3 的质量应为: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (1.9 - 0.8) \text{ mol} \times 106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 116.6 \text{ g}$ 。

10. (1) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$ (2) 该河的 BOD 为 0.0119 g/L ; 由题给信息知河水中的 BOD 值超过了水中的氧气溶解量, 所以此河水中的鱼类不能生存。

【提示】(1) $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$; (2) 首先将 ppm 转化为 g/L , 10 ppm 约为 0.01 g/L 。然后根据 BOD 的含义, 设每升水中含的有机物转变为无机物需氧的质量为 $m(\text{O}_2)$, 则:



$$162 \qquad 192$$

$$0.01 \qquad m(\text{O}_2)$$

$$m(\text{O}_2) = 0.0119 \text{ g}, \text{即 BOD 为 } 0.0119 \text{ g/L}。$$

由题给信息知河水中的 BOD 值超过了水中的氧气溶解量, 所以此河水中的鱼类不能生存。

课题 2 海水的综合利用

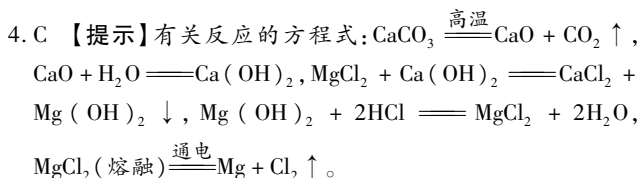
能力·题型设计

速效基础演练

1. C 【提示】本题考查通常情况下物质的状态。所给物质中只有 Br_2 在常温下为液态。
2. B 【提示】氯化铝是共价化合物, 熔融状态下以分子形式存在, 其中没有自由移动的离子, 基本不导电, 故不能用电解熔融氯化铝的方法制铝。 Na^+ 在水溶液中电解时, 电子被 H^+ 得到而不能制得金属单质。比 Al 活泼的金属很难用一般的还原剂(如 CO 、 H_2 、 C 等)把它们从化合物中还原出来;

工业制取镁是采用电解熔融的 MgCl_2 的方法。

3. D 【提示】由海水制备无水氯化镁, 主要步骤是先将海水中的成分氯化镁转变为氢氧化镁, 即②为第一步骤, ④过滤, 得到氢氧化镁, 再用③加盐酸的方法, 将其变为氯化镁溶液, ⑤浓缩结晶, ①在一定条件下脱水干燥即可得到无水氯化镁。



5. D 【提示】a 口进入的是精制饱和 NaCl 溶液; b 口进入的是含少量 NaOH 的水; c 口出的是淡盐水; d 口出的是 H_2 。

6. C 【提示】左边是 OH^- 放电, $c(\text{H}^+)$ 增大, 呈酸性, 使石蕊试液变红; 右边 H^+ 放电, $c(\text{OH}^-)$ 增大, 呈碱性, 使石蕊试液变为蓝色。

7. (1) 三 一 海水中镁离子浓度太低, 要沉淀必须加入大量的沉淀剂, 浪费原料 二 要加热海水需很多的能量
(2) CaO 230 : 49 (3) 贝壳中含碳酸钙, 加热分解生成氧化钙可作沉淀剂, 节省了成本

【提示】(1) 海水提镁首先要对海水进行浓缩, 然后加入沉淀剂, 显然方案一浪费原料, 方案二浪费能量, 最合理的是方案三。

(2) 根据市场价格, CaO 作为镁离子的沉淀剂最为经济。假设沉淀 $a \text{ mol}$ 镁离子, 需要氢氧化钠和氧化钙的价格比为 $(2a \times 40 \times 2 \ 300) : (a \times 56 \times 700) = 230 : 49$ 。

(3) 贝壳的主要成分为碳酸钙, 可以通过高温煅烧贝壳的方式生产氧化钙, 作为镁离子的沉淀剂, 降低成本。

8. (1) $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ (2) b、a、c (3) 13 (4) 5 : 2

【提示】(1) 电解时, 与电源正极相连的电极为阳极, 溶液中的氯离子失去电子发生氧化反应。

(2) 为使杂质离子 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 等全部除尽, 需加入稍过量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 而除去 Ba^{2+} , 则需要加入稍过量的 Na_2CO_3 溶液, 过滤后再加入盐酸除去 CO_3^{2-} 并调节溶液的 pH。

(3) 由 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$ 可知, $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{H}_2) = 2 \times \frac{11.2 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$, $c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 故溶液的 $\text{pH} = 13$ 。

(4) $\text{Cl}_2 \xrightarrow{+2\text{e}^-} 2\text{Cl}^-$, $\text{ClO}_2 \xrightarrow{+5\text{e}^-} \text{Cl}^-$, 当两者得电子数相等时, 消毒能力相当, 此时两者物质的量之比为 5 : 2。

知能提升突破

1. B 【提示】 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$, $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

2. A、B 【提示】 CuSO_4 、 AgNO_3 溶液中 Cu^{2+} 、 Ag^+ 在阴极放电析出 Cu 、 Ag 导致阴极质量增加。同时, 溶液中的 OH^- 放

电, 使 H_2O 的电离平衡右移, 使 H^+ 的浓度增大导致 pH 下降。

3. D 【提示】工业上冶炼金属镁时, 电解的是熔融 MgCl_2 , 而不是 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 故 D 项错误。

4. A 【提示】纯铜作阳极时, 构成电镀池, 电解质溶液中 Cu^{2+} 浓度不变, 若用粗铜作阳极时, 溶液中 Cu^{2+} 浓度会略有减少。

5. C 【提示】根据题意, “绿色化学”要求从经济、环保和技术三个方面设计可行的化学反应。从经济角度考虑, B 项最不合算, 环节多, 使用试剂种类也多; D 项不合算, 用了两种较贵的试剂; 从环保角度考虑, A、D 两项分别产生了污染环境的氮的氧化物和 SO_2 , B 项也使用了会对环境造成污染的 Cl_2 ; 从技术角度看, D 项中 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液的加入量较难控制。

6. C 【提示】由图可看出, 三个电解槽的连接方式是 B、C 并联再与 A 串联, 由物理知识可知, B、C 电解槽 $\text{Ag}-\text{Cu}$ 电极上的电量应等于 A 电解槽铜电极上的电量的一半。

$n(\text{Cu}) = \frac{0.128 \text{ g}}{64 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.002 \text{ mol}$, 则 $n(\text{e}^-) = 0.004 \text{ mol}$, 所以银电极上 $n(\text{e}^-) = 0.002 \text{ mol}$, 则 $m(\text{Ag}) = 0.002 \text{ mol} \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.216 \text{ g}$ 。

7. (1) 试剂: Na_2CO_3 、 HCl 和 NaOH 。

操作: ①向溶液中加入足量的 Na_2CO_3 溶液, 然后再加入足量的 NaOH 溶液; ②过滤, 取滤液, 向滤液中加入适量的盐酸。

离子方程式: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$, $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$, $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 取少量溶液置于试管中, 向溶液中加入足量的 HCl , 然后加入几滴 BaCl_2 溶液, 若产生白色沉淀说明有 SO_4^{2-} , 若不产生白色沉淀说明无 SO_4^{2-} 。

(3) 蒸发结晶

【提示】 NaCl 溶液中 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 可分别转化为 CaCO_3 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 除去, 因此可分别加入 Na_2CO_3 和 NaOH 溶液进行除杂; 过量的 Na_2CO_3 和 NaOH 可选择 HCl 调整。 NaCl 溶液中的 SO_4^{2-} 可选用盐酸酸化的氯化钡溶液检验。 NaCl 溶解度受温度的影响小, 因此从 NaCl 溶液中得到 NaCl 晶体一般采用蒸发结晶的方法。

8. (1) D、E、C (2) 在 HCl 气流中脱水, 防止 MgCl_2 水解
(3) D (4) MgSO_4 、 NaCl KCl

【提示】(1) 由溶液中提纯易溶于水的晶体, 常用蒸发、冷却结晶的方法。

(2) 利用 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制取无水氯化镁, 如果直接加热 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 不能得到, 应将 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 在干燥的 HCl 气流中加热得无水 MgCl_2 。

(3) 隔膜电解槽的阳极用碳棒制成, 阴极为铁网, 所以 D 错误。

(4) 将母液加热升温到 60°C 以上, 由图像可知 MgSO_4 的溶

解度随着温度的升高而降低,所以随着水分的蒸发,会有 MgSO_4 晶体和 NaCl 晶体析出,然后将滤液降温到 $30\text{ }^\circ\text{C}$ 以下,又逐渐析出 KCl 晶体。

课题3 石油、煤和天然气的综合利用

能力·题型设计

速效基础演练

1. C 【提示】本题考查化石燃料加工方面的知识。石油裂解得到的汽油属于混合物, A 错误;石油产品中含有烷烃,它们不能发生聚合反应, B 错误;天然气的主要成分是甲烷,属于清洁能源, C 正确;水煤气的主要成分是 CO 和 H_2 , 是煤的气化产物, D 错误。
2. D 【提示】天然气的主要成分为甲烷;液化石油气是一系列烯烃和烷烃的混合物。将液化石油气改为天然气后,相同体积燃料耗氧量肯定减小,所以燃烧时应减小进空气量。天然气是动、植物残骸分解形成的产物,其中必有蛋白质降解产生的硫化物,但其含量与煤及液化石油气相比,还是要少得多。可燃气体达到爆炸极限后都会发生爆炸。
3. D 【提示】石油、汽油都是混合物,石油中含有各种烷烃、环烷烃和芳香烃,汽油是 $\text{C}_5 \sim \text{C}_8$ 的各种烃的混合物,故 A 不正确;石油分馏时,首先蒸馏出的是汽油,其次是煤油,再次是柴油,而机油是一种润滑油,故沸点:汽油 < 煤油 < 柴油 < 机油,故 B 不正确;蒸馏汽油中不含烯烃,裂化汽油中含有烯烃,二者组成成分不完全相同,故 C 不正确;蒸馏装置不仅可以制取蒸馏水、分馏石油,还可以分离某些其他混合物,如从 Br_2 的 CCl_4 溶液中分离出 Br_2 和 CCl_4 等,故 D 正确。
4. D 【提示】石油分馏得到汽油、煤油、柴油、石油气等,每一种产品均为混合物;石油裂化和裂解的原料是重油,都是使长链烃变为短链烃。
5. (1)滴加溴水,能使溴水褪色的是裂化汽油,不能使溴水褪色的是直馏汽油 (2)滴加酸性 KMnO_4 溶液,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色的是甲苯,不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色的是苯 (3)向裂化汽油中加足量的溴水直到不再褪色为止,然后向该溶液中滴加酸性 KMnO_4 溶液,观察是否褪色,如果不褪色,说明不含甲苯;如果褪色,说明含有甲苯。
6. ②③①⑤④ 下 上 组装好仪器后在冷凝管的末端连接一个导气管并插入水中,微热烧瓶,观察有无气泡产生,有则气密性良好 蒸馏烧瓶的支管口附近

【提示】本实验的装置包括三个部分,即加热部分、冷凝部分和收集部分。组装时应遵循“从左到右,从下到上”的原则。操作时则应注意“先组装仪器检查气密性,后添加药品开始实验操作”的原则。所以正确的顺序应是②③①⑤④。冷凝采用的是逆流原理,即热的气体在内管从上向下流动,冷凝水在外管从下向上流动。

检查气密性的方法不外乎两类:一是制成一个相对密封的系统,尾端插入液面下,加热其中的某一部分,观察是否有

气泡产生或冷却后是否倒吸形成水柱;二是同样先制成一个相对密封的系统,并向其中加入水,观察内外液面能否形成高度差,如检查启普发生器的气密性。

因为温度计要测的是气体的温度,所以水银球应置于蒸馏烧瓶的支管口附近。

知能提升突破

1. C 【提示】煤的干馏属于化学变化,且产物有焦炭(固体)、煤焦油(液体)、焦炉气(气体)。
 2. C 【提示】煤、石油、天然气三大矿物燃料在地球上的蕴藏量是有限的,不是取之不尽的, A 错;煤主要含有碳元素,而不是碳和氢两种元素, B 错, C 正确;石油是由古代动植物遗体在地壳中经过非常复杂的变化形成的, D 不确切。
 3. C 【提示】化学变化遵循的基本规律是质量守恒定律,即反应物和生成物的元素种类相同。水中的氢元素和氧元素无论如何也变不成燃料油中的碳元素。
 4. D 【提示】本题考查煤的干馏知识。煤的干馏属于化学变化,所以 A 项正确;煤的干馏产物有粗氨水、煤焦油、焦炉气、焦炭等,粗氨水中含有 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 因此 X 显弱碱性, $\text{pH} > 7$, 煤焦油的状态为黑色黏稠状液体,所以 B 项正确;焦炉气的主要成分为氢气、甲烷、乙烯和一氧化碳,氢气、一氧化碳能够还原氧化铜,乙烯可使溴水褪色, H_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 CO 都易燃,所以 C 项正确。煤的干馏无白烟生成, D 项错误。
 5. C 【提示】煤中除含碳、氢元素外,还含有氧元素,所以 A 项错; CO 是无机物, B 项错;氢气的体积分数可能低于甲烷的体积分数, D 项错。只有 C 项正确。
 6. (1)溴水 溴水褪色 烯烃 (2)溴水 不再褪色 酸性 KMnO_4 溶液 紫色褪去 苯的同系物
- 【提示】本实验的目的是在烷烃、烯烃、苯的同系物的混合物中检验烯烃和苯的同系物的存在,应先检验烯烃,再检验苯的同系物。因为烯烃可使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色,而苯的同系物只能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,根据这一性质差异,应先用溴水检验烯烃的存在,再用酸性 KMnO_4 溶液检验苯的同系物的存在。
- 具体实验步骤如下:(1)向样品中逐滴加入溴水,振荡,如看到溴水褪色,则证明有烯烃存在。(2)继续逐滴加入溴水至不再褪色为止,用分液漏斗分出上层的裂化汽油样品,因为加足量溴水后,生成的卤代烷及水的密度均比烷烃和苯的同系物大,所以上层应是烷烃和苯的同系物的混合物。向分出的上层样品中加入酸性 KMnO_4 溶液,如果紫色褪去,则证明有苯的同系物存在。
7. (1)酒精喷灯 试管 烧杯 U 形管 (2)冷水浴 煤焦油、粗氨水 氨 酚酞试液 分馏 酚类和萘 更复杂的芳香族化合物(如蒽) (3) CH_4 、 H_2 淡蓝

【提示】煤干馏是将煤隔绝空气加强热使其发生分解的过程,煤干馏后得到焦炭、煤焦油和出炉煤气。

8. (1) 芳香 (2) 二氧化硫、氮氧化物 (3) B、D (4) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}}$

$\text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow \quad 2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4$ (5) 煤的干馏 气化 液化

【提示】(1) 煤的结构中含有较多的苯环, 隔绝空气给煤加强热可以使它分解, 从而获得芳香烃。

(2) 煤的结构中含有 S 和 N, 所以直接燃煤能产生 SO_2 和氮氧化物, 污染环境。

(3) 煤燃烧产生 SO_2 , 固硫过程是使其生成稳定的硫酸盐, 所以固硫剂可选用氧化钙或氢氧化钙。固硫反应为: $\text{SO}_2 + \text{CaO} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaSO}_3$, $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4$, $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 = \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4$ 。

(4) 若利用石灰石作固硫剂, 则发生的反应可表示为: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$, $2\text{CaO} + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaSO}_4$ 。

(5) 此问正是本节选学主要内容之一: 煤的干馏、气化和液化。

知识与能力同步测控题

1. B 【提示】污水处理技术可分为物理法、生物法、化学法等, 污水处理程度可分为一级、二级、三级。
2. C 【提示】 H_2 作为新型能源, 燃烧产生的污染小, 放热多, 来源丰富。
3. D 【提示】本题主要考查对硬水软化、电解饱和食盐水、电渗析法淡化海水及海水中提取 Mg 的原理及工业流程的了解, 根据所学知识可以判断只有 D 即海水中提取金属 Mg 没有直接使用离子交换技术。
4. A 【提示】分馏是利用沸点不同分离混合物, 裂化、裂解、燃烧是化学反应。
5. A 【提示】二氧化氯、臭氧只具有氧化消毒作用, 无净化功能, Na_2FeO_4 中 Fe 显 +6 价, 具有强氧化性, 能杀菌消毒, 反应后产生的 Fe^{3+} 水解后得到 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体, 可吸附水中的悬浮物和土壤胶体颗粒, 具有净化功能。
6. A 【提示】海水中的溴元素是以 Br^- 形式存在, A 项错误。
7. D 【提示】由电解原理可知, 混合溶液中阳离子放电顺序为 $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+$; 阴离子放电顺序为 $\text{Cl}^- > \text{OH}^-$ 。故混合物溶液的电解分为三个阶段:
第一阶段: 阴极: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, 阳极: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 。这时, 相当于电解 CuCl_2 溶液, 由于 Cu^{2+} 水解, 原溶液呈酸性, 随着 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减小, pH 变大;
第二阶段: 阴极: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, 阳极: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。这时, 相当于电解 CuSO_4 溶液, 导致溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大, pH 不断减小;
第三阶段: 阴极: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$, 阳极: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。这时, 相当于电解水, 导致溶剂减少, $c(\text{H}^+)$ 增大, pH 减小。故选 D。
8. A 【提示】标准状况下 2.24 L CH_4 和 NH_3 所含电子数为

N_A ; 1 mol OH^- 在阳极失去 1 mol e^- ; pH = 1 的水溶液中, $c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol}$ 。

9. A 【提示】明矾加入水中只能除去海水中的悬浮物和 OH^- 或 Ba^{2+} 等, 对 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等无影响。

10. C 【提示】海水提取镁涉及的反应方程式有: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$; $\text{MgCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$; $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

11. C 【提示】由甲烷的组成可判断天然气与煤、柴油相比是清洁能源; 1 mol CH_4 的质量是 16 g, 1 mol CO_2 的质量是 44 g, 即 16 g CH_4 比 44 g CO_2 产生的温室效应大; 酸雨的形成主要是含 S、N 的氧化物所致。

12. B 【提示】将煤进行低温 (约 500 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$) 干馏所得到的煤焦油, 再进行分馏, 分馏产品中有煤油。利用“气化—液化法”可将煤加工成燃油, 其过程可大概表示为: 首先把煤转化为氢气、一氧化碳等气体, 然后在催化剂的作用下, 其中的一氧化碳和氢气转化为燃油。在该过程中发生了许多化学反应。 $(\text{CH}_2)_n$ 是燃油的组成成分, 属于烃, 通常呈液态, 液态烃是小分子化合物而不是高分子化合物。

13. C 【提示】离子交换剂只能使 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度降低到合理水平, 不能除去水中的所有离子。

14. B 【提示】本题主要考查混合气体的计算。为了计算的方便, 可假设两种烯烃的质量均为 42 g, 即乙烯为 1.5 mol, 丙烯为 1 mol。由化学方程式 $\text{C}_4\text{H}_{10} \longrightarrow \text{CH}_4 + \text{C}_3\text{H}_6$ 和 $\text{C}_4\text{H}_{10} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + \text{C}_2\text{H}_4$ 可知 CH_4 为 1 mol, C_2H_6 为 1.5 mol, 则未裂解的 C_4H_{10} 为 $2.5 \text{ mol} \div 90\% - 2.5 \text{ mol} = 0.28 \text{ mol}$, 故甲烷的体积分数为 $\frac{1}{5+0.28} \times 100\% = 19\%$ 。

15. A 【提示】当得到 0.3 mol Cu 时, 需通过 0.6 mol e^- , 在阳极 0.2 mol Cl^- 放电需 0.2 mol e^- , 另外 0.4 mol e^- 为 OH^- 放电, 故产生 0.1 mol O_2 。所以在阳极共生成 0.1 mol Cl_2 和 0.1 mol O_2 , 体积为 4.48 L。

16. 含 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{11}$ 的烷烃 烷烃和烯烃

实验步骤: 取少量汽油于试管中, 先逐滴加入溴水直到溴水不再褪色为止, 然后加入酸化的 KMnO_4 溶液, 振荡, 若溶液的紫色褪去或紫色变浅, 则证明汽油里含有甲苯或二甲苯。

17. (1) B、D、E (2) 过滤 蒸馏 (3) $2\text{I}^- + \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ \xrightarrow{\Delta} \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) 苯与水互不相溶; 碘在苯中的溶解度比在水中大 (5) 取少量提取碘后的水溶液于试管中, 加入几滴淀粉试液, 观察是否出现蓝色 (如果变蓝, 说明还有单质碘)

【提示】(1) 灼烧海带在坩埚里进行, 坩埚放在泥三角上, 用酒精灯加热, 且要用玻璃棒搅拌, 使其充分反应, 所用仪器类似于测定硫酸铜晶体中结晶水实验。

(2) 分离悬浊液得到含碘溶液和残渣, 采用过滤法; 碘溶于苯

中,苯易挥发,碘固体易升华,可以用蒸馏方法得到碘和苯。

(3)联想二氧化锰能氧化浓盐酸中氯离子, I^- 还原性强于 Cl^- , 在酸性条件下二氧化锰一定能氧化 I^- , $MnO_2 + 2I^- + 4H^+ \xrightarrow{\Delta} I_2 + Mn^{2+} + 2H_2O$ 。

(4)萃取剂必须具备三个条件:①不溶于水,也不与水反应;②碘、溴等被萃取的物质在该物质中溶解度大于在水中溶解度;③被萃取的物质与该萃取剂不发生反应。苯符合萃取剂选用条件,苯不溶于水,且不与水反应;苯是非极性溶剂,碘是非极性分子,根据相似相溶原理,碘易溶于苯而在极性溶剂水中溶解度小;碘与苯不反应。除苯作萃取剂外,四氯化碳等有机溶剂也可以作碘的萃取剂。但是,汽油或煤油中含有不饱和烃,与碘发生加成反应,所以不能选用汽油或煤油萃取碘。

(5)利用“碘与淀粉溶液混合,溶液呈蓝色”这一特征现象检验水溶液里是否有碘单质存在。设计实验方法包括“步骤、现象、结论及解释”。

18. (1) B (2) $NaOH \quad Al^{3+} + 4OH^- \rightleftharpoons AlO_2^- + 2H_2O$

(3) 11.2

【提示】(1)根据离子共存的要求只有 NO_3^- 能与废液中的四种离子大量共存。

(2)要分离铝元素,可通过沉淀 Al^{3+} 来实现,但沉淀 Al^{3+} 时其他阳离子也易沉淀,故应反其道而行,通过沉淀其他三种阳离子,等分离后再单独沉淀铝。

(3)由 $AgCl \sim Ag \sim HCl \sim \frac{1}{2}H_2$

$$108 \text{ g} \quad \frac{1}{2} \text{ mol}$$

$$108 \text{ g} \quad \frac{1}{2} \text{ mol}$$

即需标准状况下的 H_2 为 11.2 L。

19. (1) ① $CaCO_3 \xrightarrow{\text{高温}} CaO + CO_2 \uparrow$ ② $MgCl_2 (\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} Mg + Cl_2 \uparrow$ (2) $Mg^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Mg$ (3) 阳极材料中的炭与阳极产生的氧气发生反应而不断地被消耗。

【提示】生产原理为利用 $CaCO_3$ 分解得到的 CaO 溶于水生成 $Ca(OH)_2$, 利用 $Ca(OH)_2$ 将 Mg^{2+} 沉淀下来。 $Mg(OH)_2$ 与盐酸反应生成 $MgCl_2$, 得到 $MgCl_2$ 晶体后在熔融条件下进行电解,得到 Mg 单质。工业上制 Al 要电解 Al_2O_3 , 是因为 $AlCl_3$ 为共价化合物。

20. (1) $CH_3OH \quad CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ 同系物 (2) B

(3) ① $2CH_3COOH + HOCH_2CH_2OH \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3COOCH_2CH_2OOCCH_3 + 2H_2O$

② $HOCH_2CHO + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} HOCH_2COOH + Cu_2O \downarrow + 2H_2O$

【提示】由 D 与 CH_3COOH 互为同分异构体,故分子式为 $C_2H_4O_2$, D 能与 H_2 反应, E 与 CH_3COOH 发生酯化反应生

成 F, 故 D 的结构简式为 $HO-CH_2-CHO$, E 为

CH_2OHCH_2OH 。由 $A \xrightarrow{O_2} B \xrightarrow{O_2} C$ 衍变关系,可知 A 为 CH_3OH , C 为 $HCOOH$, 故 H 应为 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ 。因 H 可催化氧化生成 G, 故 G 为 $CH_3CH_2CH_2CHO$ 。

21. 7.33° 。【提示】解法一: 1 mol $MgCO_3$ 相当于 1 mol CaO , 即 1 mol Mg^{2+} 相当于 1 mol CaO ; Mg^{2+} 的物质的量: $0.11 \text{ g} / (84 \text{ g/mol}) = 0.0013095 \text{ mol}$, 1 度水中 CaO 的物质的量为 $10^{-4} \text{ g} / (56 \text{ g/mol}) = 0.0001785 \text{ mol}$, $0.0013095 \text{ mol} / 0.0001785 \text{ mol} = 7.33^\circ$ 。

解法二: $MgCO_3 \sim CaO$

$$84 \quad 56$$

$$0.11 \text{ g} \quad x$$

$x = 0.07333 \text{ g}$ (相当于 CaO 的质量),

$0.0733 \text{ g} / 0.01 \text{ g} = 7.33^\circ$ 。

期中测试题

1. C 【提示】将空气中游离态的氮转化为氮的化合物的方法,统称为氮的固定。氮的固定分为自然固氮和人工固氮, B、D 属于自然固氮, C 属于人工固氮。

2. D 【提示】合成三氧化硫的条件与合成氨是不同的,用水吸收三氧化硫容易形成酸雾,应用浓硫酸吸收三氧化硫。

3. B 【提示】漂白粉的制备是将 Cl_2 通入到石灰乳中。

4. B 【提示】“绿色化学”总的来说,就是从化学的角度,从源头上根本性地解决发展所带来的环境污染问题。

5. B 【提示】氮、磷元素是植物生长的营养元素,能使水体富营养化,使自然水域产生“水华”现象或使海水发生“赤潮”等;二氧化碳的过量排放才是造成温室效应的罪魁祸首,二氧化硫的过度排放是形成酸雨的主要原因;建筑材料和装修材料释放出的甲醛、苯及其同系物、氨气、氡气等是室内的主要污染物,因此新装修的房子要加强通风;废旧电池中的汞、镉、铅等重金属离子会对土壤和水源造成污染。

6. D 【提示】A 项,最后一步操作应是浓缩结晶,加热蒸干得不到 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; B 项, $FeSO_4$ 溶液中通入 H_2S , 不发生反应,得不到 FeS ; C 项, Cl_2 足量时反应生成 $FeCl_3$ 和 Br_2 ; D 项, $CuSO_4$ 溶液中通入 H_2S 生成不溶于水和稀硫酸的 CuS 沉淀。

7. B 【提示】天然气的主要成分是 CH_4 , 石油气的主要成分是烷烃类物质。

8. C 【提示】根据合成氨反应的特点,要提高原料气的利用率,应尽量使化学平衡向生成 NH_3 的方向移动,应为高压、降低温度并减少 NH_3 的浓度,故③④合理。

9. D 【提示】氨碱法是以食盐、 CO_2 、 NH_3 为原料,先将 NH_3 通入饱和食盐水,再通入 CO_2 , 析出 $NaHCO_3$ 后的母液有 NH_4Cl 和 $NaCl$, 用 $Ca(OH)_2$ 处理后的废液中含有 $NaCl$ 和 $CaCl_2$, 因此 $NaCl$ 的利用率低。

10. B 【提示】暂时硬度是由 $Mg(HCO_3)_2$ 或 $Ca(HCO_3)_2$ 所引起的,永久硬度是由钙和镁的硫酸盐或氯化物等引起的,故为①③⑤。

11. B 【提示】海水晒盐得到 NaCl, 不涉及化学变化。
12. B 【提示】电解 FeCl₂ 溶液, Fe²⁺ 的还原性比 Cl⁻ 的强。阳极放电的离子为 Fe²⁺, B 项错误。
13. B 【提示】根据可逆反应特点判断。
14. D 【提示】阴极先是 Cu²⁺ 放电, 后是 H⁺ 放电。根据 H₂ 与 O₂ 的量, 判断 Cu²⁺ 的量, 再求解 K⁺ 的量。
15. D 【提示】在进行水处理时, 阳离子交换树脂中的 H⁺ 只能和水中的金属阳离子 Mⁿ⁺ 交换, 阴离子交换树脂中的 OH⁻ 只能和水中的阴离子 Y^{m-} 交换。
16. A 【提示】根据流程中提示, 进入沉淀池之前通入了氯气, 氯气具有氧化性, 所以不可能是 Fe(OH)₂, 只能是 Fe(OH)₃, A 选项错误。
17. (1) B C (2) A

18. (1) $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} + \text{HCl} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow$,
 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + 2\text{HCl} \uparrow + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow$ [或 $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl} \xrightarrow{\Delta} \text{MgO} + \text{HCl} \uparrow$] 在干燥的 HCl 气流中抑制了 MgCl₂ 的水解, 且能带走 MgCl₂ · 6H₂O 受热产生的水蒸气, 故能得到无水 MgCl₂ (2) 加入 MgCl₂ 溶解, 充分搅拌、过滤, 沉淀用水洗涤 (3) 搅拌, 加速溶解 使待过滤液体沿玻璃棒流入漏斗, 防止液体外洒 搅拌, 防止因液体局部温度过高使液滴或晶体飞溅

【提示】(1) 书写化学方程式时应注意, 提到的 HCl 和 H₂O 均为气体。无水氯化镁的制备可联系无水氯化铁的制备, 为防止其水解, 应该在干燥的 HCl 气流中加热 MgCl₂ · 6H₂O。(2) 欲除去 Mg(OH)₂ 沉淀中混有的 Ca(OH)₂, 考虑到 Ca(OH)₂ 微溶于水。因此, 应加入 MgCl₂ 溶液, 充分搅拌以使 Ca(OH)₂ 能全部转化为不溶于水的 Mg(OH)₂ 和水溶性较大的 CaCl₂, 然后再过滤得到 Mg(OH)₂ 沉淀, 最后用水洗涤沉淀 2~3 次。(3) 考查化学粗盐提纯实验中玻璃棒的作用, 主要是一些基本操作, 在回答时要注意语言表达的准确性和规范性。

19. (1) 不是 C (2) A、B、C、D (3) $2\text{NaClO}_3 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (4) $2\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + 2\text{ClO}_2$ 安全性好, 没有产生毒副产品 (5) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 反应过程中生成的 CO₂ 起到稀释作用

20. (1) 合成氨、氨氧化法制硝酸、联合制碱法 (或侯氏制碱法) (2) H 转化为 I 的反应为 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$, 不断有 NO 生成, 故需不断补充空气, 使 NO 转化为 NO₂, 促进 NO₂ 的转化, 提高原料利用率 (3) $\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ a、c

【提示】(1) A 为 O₂、B 为 N₂、C 为 H₂、D 为 CO、E 为 NH₃、F 为 CO₂, 反应 I 为工业合成氨, 反应 II 为氨氧化法制硝酸, 反应 III 为侯氏制碱法。

(2) 500 ℃ 时该反应的催化剂的活性最高。NO₂ 转化成 HNO₃ 时, 由于不断有 NO 生成, 故不断补充空气, 便于 NO

转化成 NO₂, 促进 NO₂ 的转化, 提高原料的利用率。

(3) K 的母液中含 Na⁺、HCO₃⁻、NH₄⁺、Cl⁻, 向其中通入 NH₃ 并加入细小的 NaCl 颗粒, 可增大 NH₄⁺ 的浓度, 更利于 NH₄Cl 析出, 同时也提高了析出的 NH₄Cl 的纯度。

21. 137.55 t。

【提示】本题涉及多个百分数, 如果分步来计算, 解题过程会很繁琐, 可能导致解题错误。只要理解每个百分数的含义, 利用守恒法进行计算, 简化解题步骤, 就会起到事半功倍的效果。

生产过程中涉及的反应有: ① $\text{FeS}_2 + \frac{11}{4}\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \frac{1}{2}\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{SO}_2$; ② $\text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3$; ③ $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4$ 。

据硫元素守恒综合得关系式: $\text{FeS}_2 \sim 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

从数学中的集合对应关系知, 各有关硫元素的质量分数均可归因于起始原料黄铁矿中的硫元素, 扣除 100 t 黄铁矿中有关部分在各步反应中的损失, 实际上用于生成硫酸的 FeS₂ 的质量为:

$m(\text{FeS}_2) = 100 \text{ t} \times 95\% \times (1 - 0.6\%) \times (1 - 5\%) \times 92\% = 82.532 \text{ t}$ 。

设可制得 98% H₂SO₄ 的质量为 x, 则有:

FeS ₂	~	2H ₂ SO ₄
120		2 × 98
82.532 t		x · 98%

解得 x = 137.55 t。

第三单元 化学与材料的发展

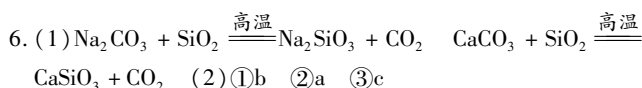
课题 1 无机非金属材料

能力·题型设计

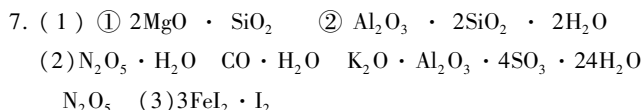
速效基础演练

1. C 【提示】石英、普通玻璃、陶瓷中均含有 SiO₂, 高温下, 烧碱能与 SiO₂ 反应而使坩埚腐蚀, 铁在高温下不与 NaOH 反应, 故应选用生铁坩埚。
2. D 【提示】根据新型无机非金属材料特性进行判断, 能用于制造人造骨骼, 显然是具有生物功能。
3. C 【提示】水泥砂浆是水、水泥、沙子的混合物, 在建筑上用作黏合剂; 混凝土是水泥、沙子和碎石等的混合物, 大量用于建筑、水利、道路和国防等工程中, 且大都采用钢筋骨架的混凝土结构。
4. B 【提示】制普通玻璃的原料主要是纯碱、石灰石和石英砂, A 项正确; 玻璃不是晶体, 称作玻璃态物质, 它没有固定的熔点, B 项错误; 普通玻璃是 Na₂SiO₃、CaSiO₃ 和 SiO₂ 熔合在一起的物质, C 项正确; 玻璃中含有 SiO₂, 它能够被碱溶液腐蚀: $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 故盛放烧碱溶液的试剂瓶不能用玻璃塞, D 项正确。
5. D 【提示】由常用无机非非金属材料的性能和用途可知, 题

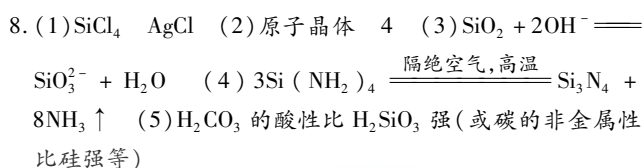
给叙述均正确。



【提示】加入含有钾、铅的原料可用来制造光学玻璃;加入 B_2O_3 制成的玻璃耐化学腐蚀、耐温度急剧变化,可用于制造化学实验室中的玻璃仪器;加入一些金属的氧化物或盐可以得到颜色不同的玻璃。



【提示】根据题意并结合元素守恒,可将题目中要求的物质一一改写。在对 Fe_3I_8 进行改写时,应注意 Fe 不显 +3 价。



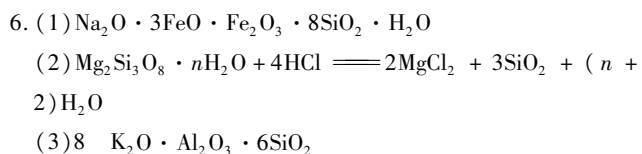
【提示】由 $\text{E} \xrightarrow{\text{AgNO}_3 \text{ 溶液}} \text{G} \xrightarrow{\text{稀硝酸}} \text{G}$ 可知, E 中含有 Cl^- , 即 B 为氯化物, 由 $\text{F} \xrightarrow{\Delta} \text{H} \xrightarrow{\text{NaOH 溶液}} \text{I} \xrightarrow{\text{过量 CO}_2} \text{F}$ 可知, F 是一种酸性比碳酸弱的非金属氧化物对应的水化物, 即为硅酸或原硅酸, 则 C 为硅化物, 因此 B 为 SiCl_4 。 $\text{Si}(\text{NH}_2)_4$ 经隔绝空气高温分解可得 A, 可知 A 是由 Si 和 N 组成的化合物, 根据硅和氮元素的价态可知 A 的化学式为 Si_3N_4 , 另一种生成物为 NH_3 , 据此可得 C 分解的化学方程式为: $3\text{Si}(\text{NH}_2)_4 \xrightarrow{\text{隔绝空气,高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 8\text{NH}_3 \uparrow$ 。

知能提升突破

- B 【提示】质地较脆、经不起热冲击是传统无机非金属材料缺点;新型无机非金属材料不但克服了传统无机非金属材料缺点,而且同时还具有如能承受高温、强度较高、具有电学特性等优点;高温结构材料具有能承受高温、不怕氧化、耐酸碱腐蚀、硬度大、耐磨损、密度小等优点。
- B 【提示】碳纳米是由碳元素组成的,它属于单质,它的化学性质与其同素异形体石墨相似,很稳定,它的导电机理也与石墨相似,导电过程中无新物质生成,属于物理变化。
- B 【提示】新型陶瓷材料的化学组成已经远远超出了硅酸盐的范围,不再是传统的硅酸盐材料,故 A 项是错误的;制造新型陶瓷制品所用的原料已从天然矿物发展为人工合成的超细、高纯的化工原料,故 C 项错误;目前,人们成功制造出的许多新型陶瓷材料,虽然性能优异,但仍然属于脆性材料,延性不会很好,故 D 项错误。
- B 【提示】由题目所给氮化硅的性质来看,氮化硅晶体应属于原子晶体, A 错;在氮化硅中,硅为 +4 价,氮为 -3 价, B 正确;由所给的反应来看, N_2 是氧化剂, C 为还原剂, SiO_2 既不是氧化剂也不是还原剂, C 错;在反应中每生成 1 mol Si_3N_4 , N_2 得到 12 mol 电子, D 错。

5. (1) 硅(Si) 在短周期内,能与 NaOH 溶液反应放出氢气的只可能是铝和硅,但铝的氢氧化物可溶于过量盐酸中,不符合题意,故 A 只能是单质硅 (2) 非金属 硅只有和氧气反应,才能生成酸性氧化物(SiO_2) (3) SiO_2 Na_2SiO_3 H_2O H_2SiO_4

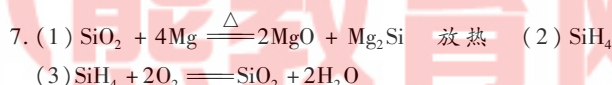
【提示】此题的突破口是 A 物质的判断:在短周期内,能与 NaOH 溶液反应放出氢气的只可能是铝和硅,但是铝和 NaOH 反应后所得的 NaAlO_2 与过量盐酸反应得到 AlCl_3 , 它不能通过两次失去化合物丙得到甲,由此判断 A 一定是 Si, 乙为 Na_2SiO_3 , 丁为 H_4SiO_4 , 甲为 SiO_2 , 丙为 H_2O , 单质 B 为 O_2 。



【提示】(1) 改写时变价元素按“先低价后高价”的规律书写,故应写为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 先将盐改写成氧化物形式为 $2\text{MgO} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, 中和胃酸实质是 MgO 中和盐酸,反应式为 $\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot n\text{H}_2\text{O} + 4\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{MgCl}_2 + 3\text{SiO}_2 + (n+2)\text{H}_2\text{O}$ 。

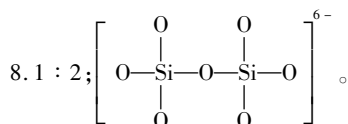
(3) 由化学式 KAlSi_3O_x 中正、负化合价代数和为零,确定 $x=8$, 改写时需在化学式前乘 2, 即 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 。



【提示】(1) 由 $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO} + \text{C}$ 的知识迁移, SiO_2 与 Mg 的产物为白色固态化合物和一种硅化物, 则反应为 $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg} \xrightarrow{\Delta} 2\text{MgO} + \text{Mg}_2\text{Si}$ 。加热一会儿后反应能剧烈进行, 说明反应放热。

(2) 由题意知, 跟稀硫酸反应的应是 Mg_2Si , $\text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons 2\text{MgSO}_4 + \text{SiH}_4 \uparrow$ 。

(3) SiH_4 不如 CH_4 稳定, 在空气中能自燃。



【提示】从石英晶体的平面示意图可以看出:每个硅原子与 4 个氧原子成键, 每个氧原子与 2 个硅原子成键, 故硅、氧原子数之比为 1 : 2。两分子原硅酸(H_4SiO_4) 失去一分子水形成 $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$, 二聚硅酸电离形成二聚硅酸根离子 $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ 。

课题 2 金属材料

能力·题型设计

速效基础演练

- A 【提示】根据两种还原剂冶炼金属所对应的产物来看, 用金属作还原剂冶炼时产物的纯度不及用氢气作还原剂冶炼时产物的纯度高。
- D 【提示】从铝土矿的成分以及提炼铝过程中每一步具体

反应入手进行分析。

3. A 【提示】B项,反应①中氧化剂为 O_2 , H_2O 不是氧化剂;C项,两种金属形成原电池,加快钢质水管的腐蚀;D项,钢铁在潮湿空气中易发生电化学腐蚀。

4. B 【提示】“机械转动部位”应涂油脂防锈,油脂既能防水又能防止气体对金属的腐蚀,还能使转动部位灵活。

5. B 【提示】由电子守恒推知,消耗铝最多即生成 1 mol 该金属转移的电子数最多,可通过判断氧化物中金属的化合价直接求得答案。

6. (1) 电化学 (2) 碱(或中) 吸氧 $2Fe - 4e^- = 2Fe^{2+}$
 $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4OH^-$ (3) 酸 析氢 $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$ $2H^+ + 2e^- = H_2 \uparrow$

【提示】根据原电池的构成条件,两种不同的材料在有电解质溶液时,若形成闭合回路,即可构成原电池。根据金属腐蚀的条件、原理及实验结果可知:试管内液面上升,说明试管内压强减小,气体被吸收所致,则铁钉发生了吸氧腐蚀,据此写出电极反应式;试管内液面下降,说明试管内气体压强增大,试管内产生了新气体所致,即铁钉发生了析氢腐蚀,据此写出电极反应式。

7. (1) ① ③ ③ ④ $Cu_2(OH)_2CO_3 \xrightarrow{高温} 2CuO + CO_2 \uparrow + H_2O$ $C + 2CuO \xrightarrow{高温} 2Cu + CO_2 \uparrow$ (2) ① $2Fe_2O_3 + 3C \xrightarrow{高温} 4Fe + 3CO_2 \uparrow$ ② $3H_2 + WO_3 \xrightarrow{高温} W + 3H_2O$ ③ $4Al + 3MnO_2 \xrightarrow{高温} 3Mn + 2Al_2O_3$ ④ $2NaCl(熔融) \xrightarrow{电解} 2Na + Cl_2 \uparrow$ (其他合理答案也可)

【提示】火烧孔雀石炼铜和铝热法炼铬都属于热还原法。湿法炼铜和铝热法炼铬都属于活泼金属置换法。从光卤石中炼镁属于电解法。

8. (1) $2Al + 2OH^- + 2H_2O = 2AlO_2^- + 3H_2 \uparrow$ 石墨(或碳)
(2) 降低 Al_2O_3 的熔化温度、节约能量 (3) $2C + O_2 \xrightarrow{高温} 2CO$ (4) $MgCl_2(熔融) \xrightarrow{电解} Mg + Cl_2 \uparrow$ MgO 熔点太高, $MgCl_2$ 熔点低,熔化时能发生电离而导电, $AlCl_3$ 是共价化合物,熔化时不能发生电离 (5) C

知能提升突破

1. C 【提示】热还原法是多数金属冶炼的方法,主要适用于金属活动性顺序表中处于中间位置或金属活动性与之相当的金属以及极少数活泼金属(如钾常用钠还原法制得),符合题意的有②③⑤⑥,故答案为 C。

2. B 【提示】金属铝只能用电解法制备,不能用氢气还原。

3. A 【提示】活泼电极(除 C、Pt、Au 外的电极称活泼电极)在阳极失电子被氧化,A 中铁放电,不是电解 Al_2O_3 ;镀层金属作阳极,D 正确;B、C 中阴极不参加反应。

4. C 【提示】金属活动性顺序中,钠排在钾的后面,似乎不能从钾的熔融盐中置换出钾。但将 Na 与 KCl 共熔,其共熔体中 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 和电子自由移动;如果继续加热,则 Na、K、

NaCl 和 KCl 中先沸腾者先逸出。工业上,就是采用这种原理用 Na 还原 K 的,原因是 K 的沸点比 Na、NaCl、KCl 的沸点都低。

5. (1) 负极: $2Fe - 4e^- = 2Fe^{2+}$ 正极: $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ (2) C (3) 负

【提示】(1) 发生吸氧腐蚀时,Fe 为负极: $Fe - 2e^- = Fe^{2+}$;正极上: $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ 。

(2) 铁闸门上连接一块比铁更活泼的金属,如锌(但不能是活泼性很强的钠)就可由锌失去电子被腐蚀而把 Fe 保护起来。

(3) 题图乙方案属外接电流的阴极保护法,需把被保护的物件(铁闸门)与电源的负极相连接。

6. (1) 过滤 $Ca(OH)_2$ (2) $NaAlO_2$ Fe_2O_3 $CaCO_3$ Al_2O_3
(3) ① $Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$ ② $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 = CaCO_3 \downarrow + 2NaOH$ ③ $2Al(OH)_3 \xrightarrow{\Delta} Al_2O_3 + 3H_2O$ ④ $2Al_2O_3 \xrightarrow{通电} 4Al + 3O_2 \uparrow$

【提示】溶液 B 中通入 CO_2 产生沉淀,说明 B 溶液为 $NaAlO_2$ 溶液,则向铝土矿中加入的试剂是 NaOH 溶液,操作(1)是过滤;溶液 D 为 Na_2CO_3 ,反应②为 $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + 2NaOH$ 。

7. 【实验设计】(2) $Fe^{2+} + 2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Cl^- + 2Fe^{3+}$ 、 $Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$ OH^-

【拓展探究 1】(2) 是 正极(液滴表面): $2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$; 负极(液滴中心): $2Fe - 4e^- = 2Fe^{2+}$

【拓展探究 2】是 向插碳棒的溶液中通入氧气或空气

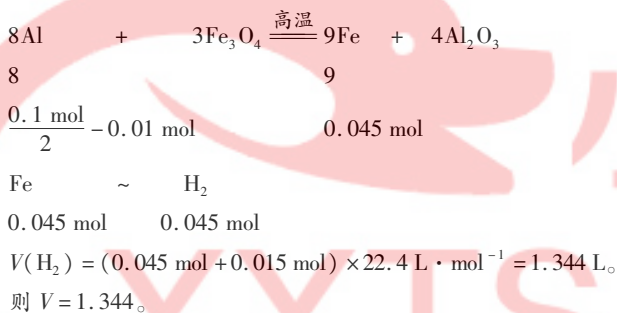
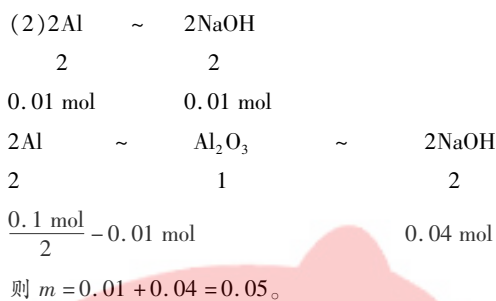
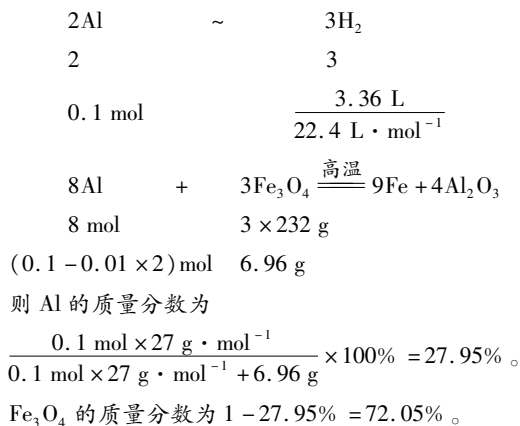
【拓展探究 3】将铁块连接文物底座并埋于地下,定期更换,原理是使铜质文物成为原电池的正极而受到保护(或向铜质文物上通直流电,原理是使铜质文物成为电解池的阴极,即外加电流的阴极保护法)

【提示】钢铁在弱酸性或中性的环境中形成原电池而发生吸氧腐蚀,负极上 Fe 失去电子生成 Fe^{2+} ($2Fe - 4e^- = 2Fe^{2+}$),正极上 O_2 得到电子生成 OH^- ($2H_2O + O_2 + 4e^- = 4OH^-$)。将铜棒、碳棒用导线连接后,插入盛有 20% NaCl 溶液的 U 形管中,此装置可构成原电池,发生的也是吸氧腐蚀,因此要提高该原电池的放电效率,向插碳棒的溶液中通入氧气或空气即可。电化学保护法是防止金属腐蚀的常用方法,其中外加直流电源保护法是指将被保护的金属与电源的负极相连。外加活泼电极保护法是指在被保护的金属上连接一种更活泼的金属,发生腐蚀时,首先被腐蚀的是最活泼的金属,而保护了另一极的金属不被腐蚀。

8. (1) $w(Al) = 27.95\%$, $w(Fe_3O_4) = 72.05\%$ 。
(2) $m = 0.05$; $V = 1.344$ 。

【提示】(1) 由题意知 Al 相对于 Fe_3O_4 有剩余。

$$\begin{array}{rcl} 2Al & \sim & 3H_2 \\ 2 & & 3 \\ 0.01 \text{ mol} & & \frac{0.336 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \end{array}$$



课题3 高分子化合物与材料

能力·题型设计

速效基础演练

- D 【提示】蔗糖、植物油是小分子化合物,长头发的主要成分是蛋白质。
- B、C 【提示】有机高分子化合物分为天然高分子化合物和合成高分子化合物两大类;合成高分子化合物主要由聚合反应制备;对于高分子化合物来说,尽管相对分子质量很大,但没有一个准确的相对分子质量,只有一个范围;它们的结构均由若干链节组成,并不复杂。
- D 【提示】自然界中有许多天然的复合材料,如动物的骨骼、贝壳中 CaCO_3 结晶层与有机质黏结而成的复合材料等。
- A 【提示】塑料的主要成分是合成树脂,一般根据需要加入一些特定用途的添加剂。
- A、B、E C、D A、B、E A、B、E C E D

【提示】线型结构是链状高聚物,是由许多链节相互连成一条长链的高聚物,特点是具有高弹性、可塑性,在溶剂中能溶解,加热能熔融,硬度和脆度较小。体型结构一般是由多官能团单体相互作用,使主链与主链之间以共价键相连接,

形成三维空间的网状结构,特点是没有弹性和可塑性,不能溶解和熔融,只能溶胀,硬度和脆度较大,不能反复熔化,只能一次加工成型。

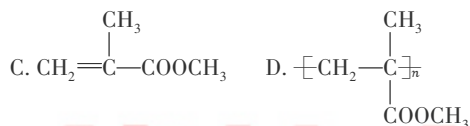
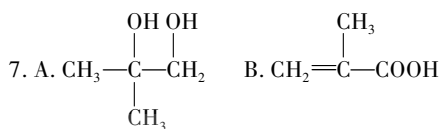
6. (1)2 (2) $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ (3)缩聚

【提示】(1)由题给的高聚物耐纶分子的一部分可知,该高聚物应由 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ 和 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ 两种单体缩聚而成。

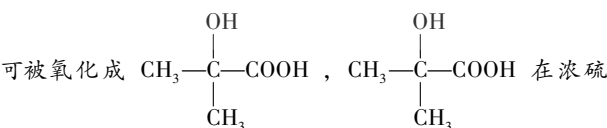
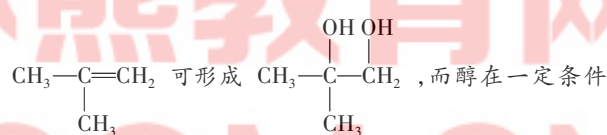
(2)在上述两种单体中, $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ 属于二酸,具有酸性,而 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ 则属于二胺,具有碱性,故具有碱性的单体的结构简式为 $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ 。

(3)合成耐纶所发生的反应是 $-\text{NH}_2$ 和 $-\text{COOH}$ 之间缩合

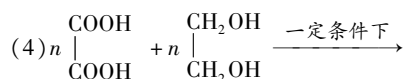
失去 H_2O ,以 $-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-$ 形成长链大分子的缩聚反应。



【提示】依据题给信息,含 $\text{C}=\text{C}$ 可形成二元醇,故



8. (1)线 不易 (2)乙二醇 (3) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (或 $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$)



【提示】本题是在理解醇、醛、羧酸、高聚物的知识和相互转化关系的基础上,用已掌握的一元醇与一元羧酸进行酯化反应的原理解决多元醇与多元羧酸的酯化反应问题。题给

信息有: $\text{C}(\text{羧酸}) \xrightarrow{\text{氧化}} \text{A} \xrightarrow{\text{还原}} \text{B}(\text{醇})$, 说明 A、B、C 三种物质分子中所含碳原子数和碳链结构相同。由高分子化合物 D

的结构简式 $\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ -\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}- \end{array} \right]_n$ 中存在酯的结

构“ $-\text{C}-\text{O}-$ ”, 可知 D 是由醇与羧酸通过酯化反应缩聚而成的高聚化合物。在酯化反应中羧酸分子中的羧基的

$-\text{C}-$ 保持不变, 醇分子中 $-\text{CH}_2-\text{O}-$ 键保持不变, 因此

高聚物中 $-\text{C}-$ 部分为羧基, $-\text{CH}_2-\text{O}-$ 部分为醇羟基, 根据这些规律可推断出生成 D 的是二元羧酸 $\text{HOOC}-\text{COOH}$ 和二元醇 $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 。其他问题自然迎刃而解。

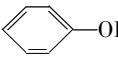
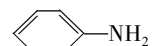
知能提升突破

1. A 【提示】A 项, 复合材料是由两种或两种以上不同性质的材料, 通过物理或化学的方法在宏观上组成具有新性能的材料, 各种材料在性能上取长补短, 产生协同效应, 使复合材料的综合性能优于原组成材料而满足各种不同的要求, 钢筋混凝土是复合材料。B 项, 明矾中的 Al^{3+} 可以水解生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体, 吸附水中杂质, 达到净水的目的。C 项, “玉米塑料”可在自然界微生物的作用下分解为水和二氧化碳, 减少白色污染的产生。D 项, 汽车尾气中的 CO 和 NO_x 可通过催化反应生成无毒气体 CO_2 和 N_2 。

2. B 【提示】用 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 制聚丙烯时, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 先发生消去反应生成丙烯, 丙烯再发生加聚反应生成聚丙烯。

3. C 【提示】线型高分子化合物材料一般具有热塑性, 体型高分子化合物材料一般具有热固性。

4. A 【提示】线型结构的有机高分子可以用适当的溶剂溶解, 而体型结构的有机高分子一般不易被溶解; 热固性高分子化合物受热时不会熔化; 强度高是高分子材料的重要特性; 含不饱和键的高分子材料易被氧化, 线型结构的高分子材料不耐高温。

5. D 【提示】合成该树脂的单体有 CH_2O 、、 , 三者是通过缩聚反应合成该树脂的。

6. (1) $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ $\left[\text{CH}_2-\text{CHCl} \right]_n$ $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$

(2) $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{醇}} \text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{NaCl}$

(或 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{NaOH}} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} + 2\text{HCl}$)

(3) 加成反应 缩聚反应

【提示】由 D 的分子式可知, C 为 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, F 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 则 B 为 Cl_2 , E 为 $\left[\text{CH}_2-\text{CHCl} \right]_n$, 由 F 与 G 生成的高分子化合物可反推出 G 为 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ 。

7. (1) 甲基丙烯(或 2-甲基丙烯) $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

(2) 取代反应(或水解反应) 消去反应

(3) $2\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{OH} \\ | \quad | \\ \text{C}-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{CH}_3-\begin{array}{c} \text{OH} \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{C}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} +$

$2\text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{CH}_2=\begin{array}{c} \text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

【提示】分析流程图, Cl_2 和 A 反应生成 B, 只能发生加成反应, 根据 Cl 原子的位置可以推断 $\text{C}=\text{C}$ 的位置, A 的结构简式为 $\text{CH}_2=\begin{array}{c} \text{C}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$, 名称为 2-甲基丙烯; B 在氢氧化钠的作用下发生水解反应生成 C, C 中的醇羟基经过氧化得到 D

(醛), 继续氧化得到 E $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ (注意中心碳原

子上的醇羟基不能被氧化), E 在浓硫酸加热的情况下发生消去反应生成 F。这样本题便可顺利解答, 关键是要注意发生反应的条件。

8. (1) 加成反应 (2) 甲醇 (3) 能 分子链中有许多亲水基 ($-\text{OH}$)

(4) $n\text{CH}_3-\text{O}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{O}-\text{CH}_3 +$

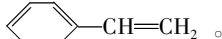
$(n+1)\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \longrightarrow$

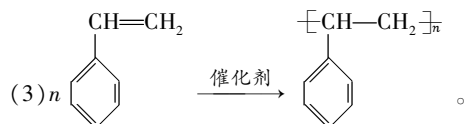
$\text{H}-\left[\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O}) \right]_n-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH} + 2n\text{H}_2\text{O}$

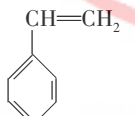
(5) $2\left[\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{CH} \\ | \\ \text{OH} \end{array} \right]_n + n\text{HCHO} \longrightarrow \left[\text{CH}_2-\begin{array}{c} \text{CH} \\ | \\ \text{O}-\text{CH}_2-\text{O} \end{array} \right]_n + n\text{H}_2\text{O}$

【提示】分析涤纶和维尼纶的结构可知, 合成涤纶的两种单体是乙二醇和对苯二甲酸, 如果同学们能熟练判断单体的话, 也可确定维尼纶是由聚乙烯醇和甲醛合成的。再分析

反应流程:因 A 在高温下能够与水蒸气和氧化钙反应,且 A 为单质,由此可知 A 为碳单质,F 为 CaC_2 ,G 为乙炔;B、C 为 CO 和氢气中的一种,二者反应的产物能够在铜的作用下反应,且 D 能够与羧酸发生酯化反应,所以 D 为甲醇,E 为甲醛。对苯二甲酸和甲醇反应的产物 M 应是对苯二甲酸二甲酯,根据涤纶的结构简式可知 J 为乙二醇,它和 M 发生酯交换反应生成了涤纶,J 由 H 合成,由此可知 H 为乙烯,I 为 1,2-二溴乙烷,K 为乙醇,I 为乙酸。

9. (1) $\text{C}_8\text{H}_8\text{Br}_2$ 。(2) 104、 C_8H_8 、。



【提示】解答本题要学会根据题目条件进行推理。解题的突破口是先由 A 和 B 的关系推断 B 可能有的结构,灵活运用基础知识是解决此题的关键。此题为有机合成推断题,可采用正向思维和逆推法相结合的方法解题。B 的分子与 A 的链节有相同的组成,说明 A 是仅由 B 单体聚合而成的高聚物,B 的结构中必然含不饱和键, $n = 264 / (4 \times 12 + 4 + 80) = 2$,B 的溴化物的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{Br}_2$,B 的分子式为 C_8H_8 ,根据分子式可计算 B 的相对分子质量。若 B 为不饱和链烃,则与 Br_2 加成产物与题目要求不符,故 B 的结构简式可写成 。

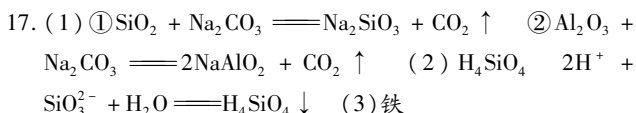
知识与能力同步测控题

- A 【提示】B 项应在海水中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或 CaO 制取 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体,且电解 MgCl_2 溶液得不到 Mg;C 项普通水泥的主要成分是硅酸二钙、硅酸三钙和铝酸三钙;D 项黏土的主要成分是硅酸盐。
- B 【提示】A 项正确,Si 是非常优良的半导体材料;B 项错误, SiO_2 制成的玻璃纤维,由于对信号的传输能力强而被用于制造光缆,而非导电能力;C 项正确,玻璃、水泥和陶瓷,其成分均含有硅酸盐;D 项正确, Si_3N_4 是原子晶体,有较高的熔沸点和较强的硬度,故可应用于制造发动机。
- D 【提示】炼铁是用 CO 把矿石中化合态铁还原成单质铁。炼钢是除去硫、磷等元素,保留一定量碳元素,掺入一些其他金属或非金属元素,以达到人们要求的性能。生铁和钢都能铸造工件。生铁脆性很强,不能锻造,钢有较好的延展性,所以可锻造和压延。
- C 【提示】Fe 比 Cu 活泼,放在铁质托盘上,Cu 被保护,A 正确;将其保存在干燥的环境中,避免与空气中的水分和 CO_2 等物质接触,可避免腐蚀,B 正确,则 C 错误;覆盖防渗的高分子膜也可以隔绝潮湿空气,D 正确。
- B 【提示】氮化硅陶瓷的硬度大,熔点高,而且不易传热。
- D 【提示】水泥、玻璃、陶瓷都是混合物,没有固定的熔点。

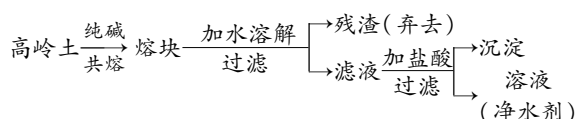
- B 【提示】钢铁发生吸氧腐蚀时,铁为负极,失去电子,若有 0.2 mol 电子转移,则消耗铁 5.6 g。析氢腐蚀才有气体放出,最后生成的铁锈为红棕色。
- D 【提示】并不是所有人工合成的高分子材料制成的人工器官植入人体后都出现排斥反应,有很多的新型高分子材料具有优异的生物相容性,在人体中排斥作用很小,可以满足人工器官对材料的苛刻要求。
- B 【提示】本题的依据是所加入物质的颜色,氧化钴为蓝色,二价铁为黄绿色,氧化亚铜为红色,氧化镁为白色。
- D 【提示】 N_{60} 是同种元素形成的纯净物,是单质不是化合物,A 项不正确。同位素的概念适用对象为原子,而 N_{60} 为分子,故 B 项错误。同素异形体是指由同种元素形成的不同单质,N 元素除了以 N_{60} 形式存在外,更多、更普遍的存在形式是 N_2 ,即 N_{60} 与 N_2 是同素异形体。题干最后一句所提供的信息,说明 N_{60} 可以提供大量能量,综合上述分析只有选项 D 正确。
- C 【提示】金属冶炼方法的选择要综合考虑金属活动性顺序、生产成本等因素。工业上冶炼镁可采用电解法,其原料应选用 MgCl_2 而不是 MgO ,因为 MgO 的熔点比 MgCl_2 的高,会消耗大量电能,成本较高。
- B 【提示】A 项中搪瓷层破损后金属铁直接暴露在空气中,不能起到防止铁生锈的作用;B 项中镀层破损后由于锌的还原性比较强,发生电化学腐蚀时锌作负极被腐蚀,从而保护铁不被腐蚀;C 项中应是牺牲阳极的阴极保护法;D 项中应是用沥青作涂层的涂层保护法。
- C 【提示】该物质为陶瓷复合材料,是热的不良导体,选项 C 不正确。它是新型的无机非金属材料,具有化学性质稳定、耐高温、耐腐蚀等优点。
- B 【提示】橡皮筋、普通气球和医用乳胶手套的弹性好,所以制汽车轮胎的橡胶硫化程度最高。
- A 【提示】高分子化合物与小分子化合物的最大区别是相对分子质量的巨大差异。
- (1) NaOH 溶液 (2) 除去铝镁合金表面的氧化膜 (3) ⑤①④③② 使 D 和 C 的液面相平 (4) $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ (5) $\frac{33\ 600(a-c)}{b}$ (6) 偏小
【提示】(1) 观察实验装置图可知是用量气法完成实验目的,故 A 中应盛 NaOH 溶液,在 B 中发生 $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 的反应。
(2) 目的是除去铝镁合金表面的氧化膜。
(3) 正确顺序应为⑤①④③②;为使 C 中气体的压强与外界大气压相等,还应使 D 与 C 的液面相平。
(5) 据 $2\text{Al} \sim 3\text{H}_2$
 $2\text{ mol} \qquad 3\text{ mol}$
 $\frac{(a-c)\text{ g}}{M(\text{Al})} \quad \frac{b\text{ mL}}{1\ 000\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4\text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}}$
得 $M(\text{Al}) = \frac{33\ 600(a-c)}{b}$ 。

(6) 据 $\omega(\text{Al}) = \frac{(a-c)g}{a g} \times 100\%$ 的计算公式可知,未洗涤

过滤所得的不溶物会造成铝的质量分数偏小。



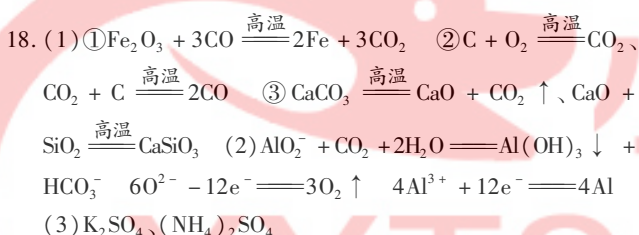
【提示】这是一道信息给予题,根据题给情境,其实验步骤可整理表示为:



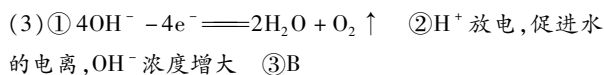
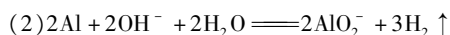
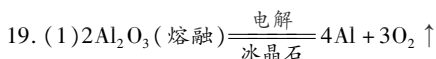
(1) 高岭土熔化时,其成分中的 SiO_2 和 Al_2O_3 与 Na_2CO_3 反应生成 Na_2SiO_3 和 NaAlO_2 。

(2) 熔块加水使 Na_2SiO_3 和 NaAlO_2 溶解,与其他杂质分离,在过滤后的滤液中加入盐酸则使 Na_2SiO_3 、 NaAlO_2 分别与过量的盐酸反应,生成 H_4SiO_4 沉淀和 AlCl_3 溶液,过滤后所得溶液即净水剂。

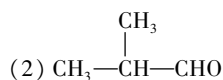
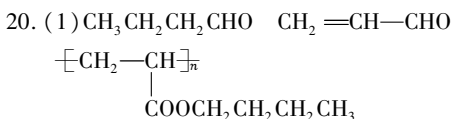
(3) 因为瓷坩埚中含有 SiO_2 ,氧化铝坩埚主要成分是 Al_2O_3 ,它们都能在高温下与 Na_2CO_3 发生反应,故熔融土样时只能用铁坩埚。



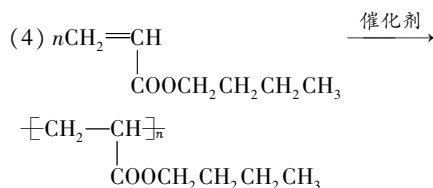
【提示】根据混合物 A 的组成和物质之间的变化关系,沉淀 B 为 Fe_2O_3 ,固体 C 为 Al_2O_3 ,固体 D 为 Al 。在 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 溶液中加入过量氨水,溶液中的溶质为 K_2SO_4 、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$,蒸发结晶得到固体 E 为 K_2SO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的混合物。



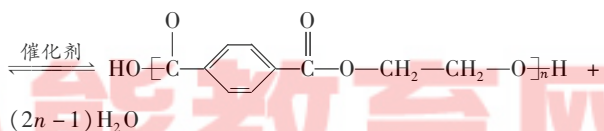
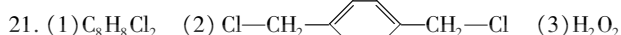
【提示】(1) 金属铝的冶炼是电解熔融 Al_2O_3 。(2) 铝与强碱反应放出氢气生成偏铝酸盐。(3) 结合题中给出的信息提示进行解题。① 溶液中存在的阴离子为 OH^- 和含氧酸根,应是 OH^- 先放电。② 溶液中存在的阳离子为 K^+ 和 H^+ ,应是 H^+ 先放电。在阴极由于 H^+ 放电, H^+ 不断减少,水电离平衡向正方向移动, OH^- 浓度增大, pH 增大。③ K^+ 可通过阳离子交换膜流向 B 出口, B 出口的 OH^- 不断增多,但无法通过阳离子交换膜,故氢氧化钾溶液从 B 出口导出。



(3) 加成反应 加聚反应



【提示】由丙烯 $\xrightarrow{\text{O}_2} \text{M}(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}) \xrightarrow{\text{O}_2} \text{N}$, 可推知 M 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$, N 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$; 再由丙烯 $\xrightarrow{\text{CO}, \text{H}_2} \text{A} \xrightarrow{\text{H}_2} \text{B}$, 因 A 能发生银镜反应, 则 B 为醇。从分子组成上看“ $\text{D} + \text{H}_2 - \text{N} = \text{B}$ ”, 可得 B 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 。B 为一元醇, 则 A 应为一元醛, 因其烃基上的一氯代物有 3 种, A 只能是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$, 则 B 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。



【提示】(1) RX_2 中, $M(\text{X}) = 175 \times 40.6\% \times \frac{1}{2} \approx 35.5$, 则

X 为氯元素; 分子中碳原子数为 $N(\text{C}) = \frac{175 - 35.5 \times 2}{12} = 8 \cdots 8$, 则分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{Cl}_2$ 。

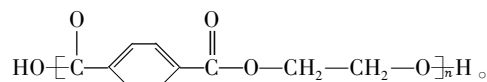
(2) RX_2 苯环上只有两个取代基且苯环上的一硝基取代物只有一种, 则结构简式为 $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 。(3) 根据题给信息和合成

线路知, B 为 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{OH}$, C 为



$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$ 。由分子式 $\text{D}(\text{C}_2\text{H}_4)$ 、 $\text{E}(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2)$ 知,

$\text{C}_2\text{H}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_2} \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ 。(6) C 与 E 发生缩聚反应生成



第四单元 化学与技术的发展

课题 1 化肥和农药

能力·题型设计

速效基础演练

1. A 【提示】农业生产中常作为肥料施用的有农家肥和化肥两大类, 化学肥料一般有氮肥(氨水、尿素、碳铵、硝铵、硫酸铵等)、磷肥(钙镁磷肥、过磷酸钙、重过磷酸钙等)、钾肥(硫

酸钾、氯化钾等)。钾肥能促进农作物中淀粉的生成,所以应施用氯化钾。

2. D 【提示】 NH_4HCO_3 受热易分解,与草木灰混用会放出氨气,降低肥效。
3. B 【提示】天然森林的乱砍滥伐会造成水土流失,但不会造成水质污染。如1998年长江特大洪水的形成原因之一就是长江源头大量天然林被乱砍滥伐。水生植物的大量繁殖是水体富营养化造成的,是水体已被污染的标志之一。
4. B 【提示】DDT是烃的衍生物,属脂溶性化合物,难溶于水,对害虫、益虫均有毒杀作用,且不易分解。
5. (1) A (2) 与豆科植物共生的根瘤菌将游离态的氮转化为化合态的氮,从而满足豆科植物营养的需要 (3) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$ (4) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$, $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$
6. (1) CaCO_3 、 NH_3 、 H_2O (2) $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{SO}_4^{2-}$ (3) CaSO_4 (4) 向滤液中滴加盐酸产生气泡 (5) 54 (6) a、d (7) 碳酸钙用作制水泥原料、硫酸钙和氯化钾转化为硫酸钾和氯化钙、氨在工艺中循环使用等(或原子利用率高,没有有害物质排放到环境中)

【提示】此题是一道以工业生产为背景的实验题,考查了实验基本操作、离子检验、溶解度计算等。从生产流程图可以看出,所需原料除 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 KCl 外,还需要氨气、石灰石和水。硫酸钙是微溶的,碳酸钙是难溶的,因此石膏悬浊液中加入碳酸铵溶液后生成了碳酸钙和硫酸铵,生成的碳酸钙中混有石膏。碳酸根的检验可用酸化的方法,若产生气泡说明滤液中含有碳酸根。硫酸钾饱和溶液在结晶过程中溶剂的量不变,查表可知不同温度下的溶解度,先求出591 g 饱和溶液中含有的水是500 g,在0℃可溶解硫酸钾37 g,所以析出晶体54 g。作为储热材料,要求能在25℃左右的温度下工作,且对人体无害,故选a、d。绿色化学要求整个生产过程中不排放污染物,原子利用率高,因此生产流程中碳酸钙用作制水泥原料、硫酸钙和氯化钾转化为硫酸钾和氯化钙、氨在工艺中循环使用等都能体现绿色化学理念。

知能提升突破

1. B 【提示】氨水和碳酸氢铵都不稳定。
2. D 【提示】纯净的硝酸铵的含氮量为35%,所以样品中一定混有含氮量比38%更高的氮肥。计算各种氮肥的含氮量分别为 NH_4HCO_3 : 17.7%, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: 21.2%, NH_4Cl : 26.2%, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$: 46.7%。
3. C 【提示】 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 是酸式盐,不能与碱性物质混用,如 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与氨水混用会产生 CaHPO_4 或 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 沉淀降低肥效。 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 与 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 虽然能生成 CaSO_4 沉淀,但对肥效无影响。
4. D 【提示】绿色食品是指在生产、加工各个环节都没有受到污染的食品。它以环保、安全、健康为目标,在农作物生长过程中严格控制,不使用对人体有害的农药、化肥、生长

调节剂等。

5. C 【提示】含磷污水必须经处理后才能排放,否则会引起水体富营养化。
6. (1) NH_4^+ 或 NO_3^- 透气性较好的土壤中氧气多,呼吸作用旺盛,提供的能量多 (2) ①氮肥进入河流中引起藻类大量繁殖 ②藻类死亡后,细菌作为分解者得到的有机物多,从而使细菌大量繁殖 ③细菌增多,消耗大量的氧气,使鱼类得不到足够的氧气而死亡 ④藻类增多后,进行光合作用产生氧气
7. $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 氯化铵和硝酸铵 碳酸氢铵 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$ K_2SO_4 KCl
- 【提示】三种铵盐首先滴加盐酸,有气体产生的是碳酸氢铵,另外两种铵盐无明显现象;氯化铵和硝酸铵的鉴别可用滴加 Ag^+ 来区分,有白色沉淀生成的是氯化铵,硝酸铵无明显现象。涉及的反应有 $2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_3 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgCl} \downarrow$ 、 $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{KCl}$ 。

8. (1) 甲厂: $\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{高温}} \text{CO} + \text{H}_2$, $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 。
- 乙厂: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\text{高温}]{\text{催化剂}} \text{CO} + 3\text{H}_2$,
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 。
- 丙厂: $\text{C}_5\text{H}_{12} + 5\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} 5\text{CO} + 11\text{H}_2$,
- $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + \text{H}_2$, $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{加热、加压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 。

(2) 由甲厂生产过程中发生反应的化学方程式可得如下关系式: $\text{C} + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 2\text{H}_2 + \text{CO}_2$, 得 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 2 : 1$ 。由乙厂生产过程中发生反应的化学方程式可得如下关系式: $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$, 得 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 4 : 1$ 。由丙厂生产过程中发生反应的化学方程式可得如下关系式: $\text{C}_5\text{H}_{12} + 10\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = 16\text{H}_2 + 5\text{CO}_2$, 得 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 16 : 5 = 3.2 : 1$ 。由合成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的反应方程式: $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$, 可得 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = \frac{2 \times 3}{2} : 1 = 3 : 1$ 。对照甲、乙、丙三厂原料气 H_2 和 CO_2 的物质的量之比,只有丙厂原料气 $n(\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 3.2 : 1$ 最接近 $3 : 1$,故丙厂对原料的利用率最高。

课题2 表面活性剂 精细化学品

能力·题型设计

速效基础演练

1. D 【提示】肥皂的主要成分是高级脂肪酸钠,将氯化钙加入肥皂水中会产生沉淀: $\text{Ca}^{2+} + 2\text{RCOO}^- \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca} \downarrow$;

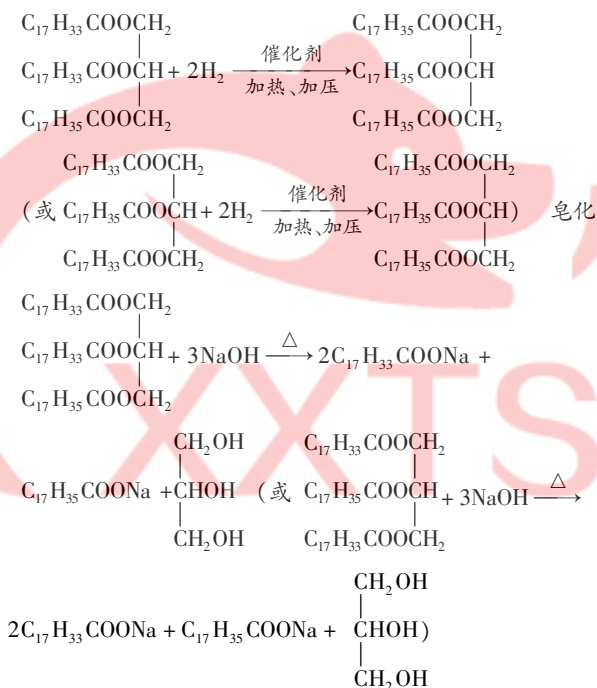
稀硫酸加入肥皂水中会产生不溶于水的高级脂肪酸沉淀： $\text{RCOO}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{RCOOH} \downarrow$ ；食盐加入肥皂水中会发生盐析，使肥皂析出；酒精与肥皂水互溶。

2. A、D 【提示】表面活性剂的基本性质是具有极性基团（亲水）和非极性基团（亲油）。烃基是非极性基团能亲油，而酸根为极性基团能亲水，故 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{SO}_3\text{Na}$ 和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ 具有上述性质。

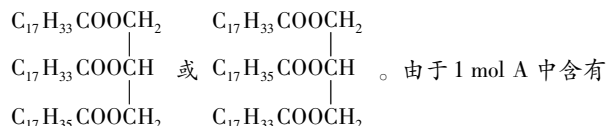
3. D 【提示】用排除法：①正确，排除 B、C 两项；肥皂中没有甘油，②错误，排除 A 项。

4. B、C 【提示】肥皂的有效成分为硬脂酸钠，而 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$ 能与硬水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 结合形成沉淀，使 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$ 失去去污能力，降低了洗涤效果；合成洗涤剂所含的表面活性剂拥有更强的亲水和亲油基团，去污能力更强；合成洗涤剂的原料主要是石油化工的副产品，比较便宜，而肥皂的原料为油脂，成本相对高一些。

5. $\text{C}_{57}\text{H}_{106}\text{O}_6$ 2 44.8



【提示】这是集性质与计算于一体的综合题，解题时应先掌握油酸、硬脂酸及混甘油酯的分子式，同时了解油脂硬化及水解的性质。A 的分子式为 $\text{C}_{57}\text{H}_{106}\text{O}_6$ 。由于 A 中油酸、硬脂酸残基的排列方式不同，A 可能的结构应有两种，分别为



2 mol 油酸的残基，也即含 2 mol $\text{C}=\text{C}$ ，硬化时必耗 2 mol H_2 ，标准状况下体积为 44.8 L。硬化反应即为油酸的加氢反应，碱性水解即为皂化反应。

智能提升突破

1. B 【提示】食物油和石蜡油均属于有机混合物。

2. B 【提示】化肥不属于精细化学品，常见的精细化学品有农药、表面活性剂、医药、染料、颜料、涂料、黏合剂、催化剂、食品和饲料添加剂、塑料、合成纤维和橡胶用添加剂等。

3. A 【提示】肥皂不宜在洗衣机中使用。

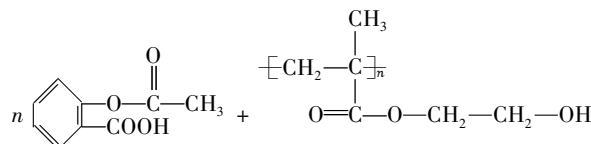
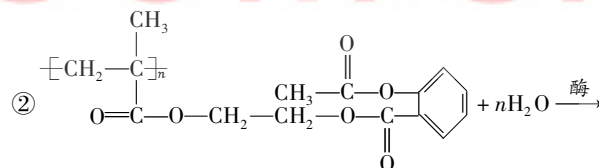
4. C 【提示】植物油是不饱和脂肪酸的甘油酯，故可使溴水褪色，A 项正确。B 项正确。皂化反应是指油脂在碱性条件下的水解反应，C 项错误。甘油是丙三醇，是醇类，不是油脂，故 D 项正确。

5. (1) 紫 蓝 前者是强碱强酸组成的盐，溶液呈中性，后者是强碱弱酸组成的盐，水解呈碱性 (2) 肥皂 肥皂的有效成分 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ 与酸作用生成不溶性的 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ，从而影响去污效果 (3) 肥皂 发生反应： $2\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^- + \text{Ca}^{2+} \longrightarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca} \downarrow$ (4) 烷基苯磺酸钠 高级脂肪酸钠 有机盐

选用试剂(I)	e	c	a	b	b
分离方法(II)	D	C	E	D	D

【提示】 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 互溶在一起，但 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 在水中的溶解度远大于 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ ，且 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 不溶于水，故可用水溶解其中的 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，然后分液。 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与水不能直接采用蒸馏的方法分离，因为当酒精和水达到一定比例时，就可形成“恒沸”溶液，这样蒸馏的酒精中就始终含有水，必须加入新制的 CaO 除去水，然后蒸馏。肥皂液和甘油可采用加入食盐细粒，降低肥皂的溶解度，使其析出，从而达到除杂的效果，这一过程称为盐析。 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ 中混有的 Br_2 和 C_6H_6 中混有的 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 在水中的溶解度均不大，可以加入 NaOH 溶液将其转变为钠盐进入水层，从而分液除去。

7. (1) B (2) ① 3n



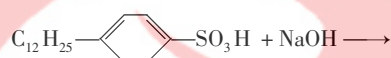
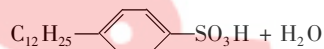
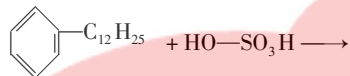
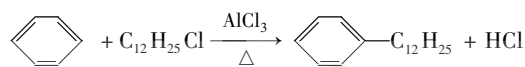
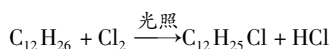
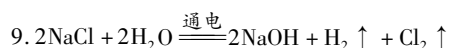
- ③ $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$

【提示】水解不是对药物进行结构改造的方法；从缓释长效阿司匹林的结构可知，含有的酯基数是 3n，其水解即可释放出阿司匹林。

8. (1) $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}-\text{C}_6\text{H}_4-$ 肥皂溶液 (2) 洗衣粉 易与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 生成沉淀 (3) 在太湖流域禁止使用、销售含磷洗衣粉 防止太湖流域水体中磷含量过高引起藻类大量繁殖 (4) 血渍、奶渍 血渍、奶渍的主要成分是蛋白质，能在蛋白酶催化下水解

【提示】本题考查合成洗涤剂的结构特点及性质。(1)直链十二烷基苯磺酸钠的憎水基团即是其有机基团部分:

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}-\text{C}_6\text{H}_4-$; 直链十二烷基苯磺酸比 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ 的酸性强,同浓度的直链十二烷基苯磺酸钠与肥皂溶液比较,肥皂溶液的 pH 大;(2)洗衣粉中的三聚磷酸钠等助洗剂能够软化水,可增强洗衣粉的去污作用,肥皂中的高级脂肪酸钠能与硬水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 反应生成沉淀,使洗涤效果变差;(3)含磷洗衣粉会使水体富营养化,太湖流域禁磷行动即是指禁止销售、使用含磷洗衣粉,防止水体污染;(4)加酶洗衣粉中的碱性蛋白酶能够催化蛋白质类污渍的水解,所以对主要成分为蛋白质的血渍、奶渍的洗涤效果好。



【提示】用逆推法解:要合成 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_3\text{Na}$, 利用题给信息②知,须有: $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_{12}\text{H}_{25}$ 和 H_2SO_4 (已提供);

要合成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_{12}\text{H}_{25}$, 利用题给信息①知,须有: C_6H_6 (已提供) 和 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{Cl}$; 而 $\text{C}_{12}\text{H}_{25}-\text{Cl}$ 可由 $\text{C}_{12}\text{H}_{26}$ (已提供) 和 Cl_2 在光照下反应制取; Cl_2 可由电解饱和食盐水制得。

知识与能力同步测控题

- B 【提示】四个选项中的离子或物质,具有毒性的为 NO_2^- 。
- D 【提示】使用加酶洗衣粉时,除注意用软水、不跟其他洗涤剂混合使用外,还应考虑酶的活性。温度太高、含氯太高都会使蛋白质变性而失去活性。
- B 【提示】含磷洗衣粉会导致水体富营养化,从而使水质变坏,污染水源。
- C 【提示】月季花适宜在酸性土壤中生长,由表中 pH 知,只有硫酸铵呈酸性,故选用硫酸铵。
- C 【提示】塑料废弃物造成的环境污染叫“白色污染”。
- A 【提示】施用氮肥后立即覆盖土壤可防止氮元素损失;复合肥中含有两种或两种以上的营养元素,并非一定是两种或两种以上的化肥;工业用盐误作食盐用于烹饪已造成若干起事故;加碘食盐加的是含碘元素的物质,一般为碘酸

钾。

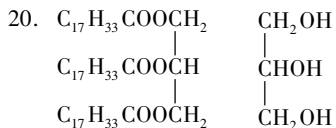
- C 【提示】肥皂、合成洗涤剂都是表面活性剂,表面活性剂和农药都是精细化学品。
- B 【提示】要同时施用分别含有氮、磷、钾三种元素的化肥,必须注意化肥之间不能发生反应,以免降低肥效。此题中①与③或④相遇,都会发生反应,前者生成难溶性物质,后者生成挥发性物质,都会降低肥效。
- B 【提示】水是人类宝贵的自然资源,利用时要注意保护。目前污染水的因素主要有三方面:工业生产(废水、废气、废渣)、农业生产(农药、化肥)、生活污水和垃圾。防止水污染的方法应科学、切实可行,①③做法太绝对,不切实际,不可取。
- C 【提示】官能团是决定化合物化学特性的原子或原子团,它不同于一般的烃基(如 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_2\text{H}_5$),也不同于“根”(如 OH^- 、 NO_2^- 、 Br^- 等)。观察此化合物的结构简式,可知其含有 $-\text{OH}$ (羟基)、 $-\text{CHO}$ (醛基)、 $-\text{C}=\text{C}-$ (碳碳双键) 三种官能团。
- A 【提示】铅有毒,污染环境,①错误;从植物中提取的食品添加剂对人体无害,②错误;三聚氰胺加入到奶粉中,提高的是氮元素的含量,对蛋白质含量没有影响,④错误。
- C 【提示】可持续发展是指在不破坏环境、不影响可再生资源的再生过程原则下来发展生产。如对森林资源的利用应是采伐量小于或等于森林的生长量。在农业生产中,从土壤中吸收多少矿质元素就必须补充多少矿质元素,否则土壤就会越来越贫瘠,影响农业生产的持续发展。人工鱼塘是人工建立的生态系统,高密度养鱼时生产者的能量肯定会少于消费者的能量,但可以通过人工补充能量来维持(如投放食物等)。在农田中,农作物对氮肥的需要量远远大于农田生态系统中固氮生物的固氮量,必须施用大量的无机氮肥才能保持农业生产的高产、稳产,这与可持续发展是不矛盾的。
- D 【提示】蔗糖酯并不是高级脂肪酸和甘油形成的酯,A 项正确;该蔗糖酯在稀硫酸的作用下水解可得到葡萄糖、果糖和硬脂酸三种产物,D 项错误。
- C 【提示】皂化反应指高级脂肪酸甘油酯在碱性条件下的水解反应。
- D 【提示】矿物油、植物油一般均比水轻且难溶于水,都可燃烧,故只有 D 项正确。
- (1) $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}$ (2) 9
【提示】由 NH_3 联想可知, $-\text{N}=\text{N}-$ 的 N 原子上可加 H 原子。
- (1) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (2) $2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{加压、加热}} \text{H}_2\text{NCOONH}_4$ $\text{H}_2\text{NCOONH}_4 \xrightarrow{\text{H}_2\text{NCOONH}_4} \text{H}_2\text{NCONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3) 粪尿中的尿素在尿酶的作用下腐熟时产生碳酸铵,碳酸钾受潮后产生氢氧化钾,它们相互反应使肥效降低 (4) 53.1
- (1) $\text{CaSO}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

生成的 CaCO_3 的溶解度小于 CaSO_4 , 有利于反应进行

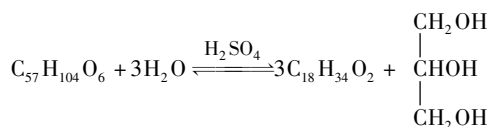
(2) B、C、D (3) CO_2 (4) A、B、D

【提示】沉淀池出来的物质是 CaCO_3 , 煅烧该物质可以制取生产所需的 CO_2 。

19. Al 喷在叶上 B



【提示】C 中含有三个羟基, 则为三元醇, 每一个碳原子上不能同时连有两个羟基, 则 C 的分子中含有三个或三个以上的碳原子, 又由于 $M_r(\text{C}) = 92$, 则为丙三醇。A 发生水解反应的化学方程式为:



21. (1) 石蕊 石蕊变红色 酚羟基 (2) ①20 ②酚酞 红色刚好变无色 ③滴定过程中酯的水解影响滴定结果

【提示】(1) 羧基的检验可以利用酸碱指示剂, 如石蕊, 现象是变红色, 加入的试剂②是稀硫酸, 通过检验乙酰水杨酸水解后生成酚羟基, 再利用酚羟基的显色反应, 验证酚羟基的存在, 间接地证明酯基的存在; (2) ①乙酰水杨酸的质量是 $6 \times 0.3 \text{ g} = 1.8 \text{ g}$, 物质的量 = $\frac{1.8 \text{ g}}{180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.01 mol , 已知 1 mol 乙酰水杨酸完全水解时要消耗 3 mol 氢氧化钠, 则消耗的氢氧化钠的物质的量是 0.03 mol ,

$V(\text{NaOH}) = \frac{0.03 \text{ mol}}{1.500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 20 \text{ mL}$; ②用酚酞作指示剂, 通过标准盐酸溶液滴定过量的氢氧化钠溶液, 到达终点时的现象是红色刚好变无色; ③不用氢氧化钠溶液直接滴定乙酰水杨酸的原因是乙酰水杨酸中有酯基, 在碱性条件下水解, 影响滴定的准确性。

教材学业水平考试试题

1. D 【提示】生石灰可作干燥剂, 但不能抗氧化, A 项错; 明矾可作净水剂, 但不能淡化海水, B 项错; 钢铁生锈发生了原电池反应, 其负极反应式为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, C 项错。

2. C 【提示】题目考查了制氢气所需原料之一的氢气的制备方法, 作为工业生产, 首先要保证成本较低, 有较大的经济效益。A 中电解水制氢气, 电能消耗大, 成本高, 不适用于工业生产中制取大量的氢气; D 中用盐酸和金属反应制取氢气成本更高; C 中天然气作为清洁能源, 便于管道运输, 且用其制取氢气时, 投资较少、能耗较低; B 中用煤或焦炭作原料, 容易造成污染, 且相对于用天然气作原料投资较大、能耗较高。

3. C 【提示】昆仑玉是由“透闪石”和“阳起石”组成的, 故属混合物, A 项正确。将各元素以氧化物形式书写, 再结合原子守恒确定出氧化物的数目比即可, B 项正确。同样, 根据化合

价, 也可写出硅酸盐的形式, D 项正确。 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ 中 Mg 原子个数是 Ca 原子的 2.5 倍, 但质量不是, 故 C 项错。

4. B 【提示】陶瓷是人类最早使用的硅酸盐材料, A 项不对; 玻璃是混合物, 没有固定的熔点, 只是在一定温度下软化, C、D 两项错。

5. D 【提示】A 项错, 因为闪电作用下的固氮是自然固氮。B 项错, 因为电解饱和食盐水与固氮没有关系。C 项错, 因为它属于自然固氮。D 项对, 因为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 只能靠人工完成。

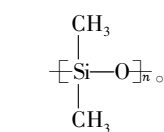
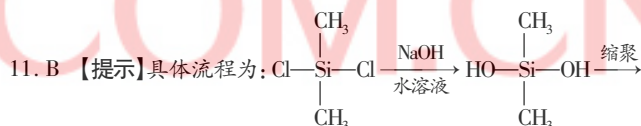
6. B 【提示】金属铝只能用电解法冶炼, 不能用 H_2 还原。

7. D 【提示】根据藻类的化学式, 很容易判断该藻类含有的元素是碳、氢、氮、磷; 使用无磷洗衣粉, 可减少水体中磷的含量, 可有效防止藻类的过度生长; 向河中大量排放含有氮肥的农田水, 水体中的含氮量增加, 水藻过度生长的可能性增大; 禁止使用化肥确能有效防止“水华”, 但对于提高农业生产的效益却是得不偿失的。

8. A 【提示】在 0.1 MPa 的条件下, SO_2 的转化率已很高, 故综合经济效益考虑在此压强下最为有利。

9. B 【提示】电解氯化镁时, 阴极放电的是镁离子, 得到的是金属镁。

10. A 【提示】操作 1 与操作 2 的顺序调换后, 溶液吸收的 CO_2 很少, 产率减小, A 项错; 从上述转化过程可以看出, $K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4) > K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)$, B 项正确; 从图中可以看出, CO_2 可以重复使用, 生石灰与过滤后所得母液反应可制 CaSO_4 悬浊液, 故可重复使用, C、D 两项正确。



12. D 【提示】单体经加聚反应得到高分子化合物。

13. B 【提示】图中装置是原电池, 铜极(负极)反应是: $2\text{Cu} - 2\text{e}^- + 2\text{OH}^- = \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ag}_2\text{O}/\text{Ag}$ 极(正极)反应是: $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{e}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{OH}^- + 2\text{Ag}$, 负极消耗 OH^- , OH^- 向负极移动, A 项正确, B 项错误, C 项正确; D 项正确。

14. D 【提示】海水提溴的过程中要用氧化剂如 H_2O_2 等先将 Br^- 氧化, 然后提取, A 项错; HDO 与 H_2O 都是水, 只是氘(D)替代了普通水中的氢(H), 二者化学性质相同, B 项不正确; 电解氯化钠溶液的反应方程式为: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$, 电解熔融氯化钠可制取金属钠: $2\text{NaCl}(\text{熔融}) \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$ 。

15. D 【提示】反应(1)的书写形式类似于氯化氢的制法:

$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$ 和硝酸的制法:

$\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3$, 它们都是利用 HCl 、 HNO_3 、 HClO_4 的挥发性比浓 H_2SO_4 强, 这些生成物脱离反应体系, 使生成物减少, 平衡正向移动; 反应(2)和(3)中, 钾的沸点比钠的沸点低, 铷的沸点比镁的沸点低, 若能使反应体系控制在某一温度, 使钾、铷成为蒸气逸出, 而钠、镁为液体仍留在反应体系中 (NaCl 、 KCl 、 MgCl_2 、 RbCl 是离子化合物, 沸点比钠、镁都要高), 同样是一种生成物脱离反应体系, 使生成物减少, 平衡正向移动; 反应(4) KCl 、 NaNO_3 、 KNO_3 的溶解度随温度的变化都有较大的变化, 但 NaCl 的溶解度随温度的变化而变化的程度较小。因此 KCl 和 NaNO_3 的浓溶液在某一温度混合时, Na^+ 和 Cl^- 结合成 NaCl 而析出, 剩余 K^+ 和 NO_3^- 就结合成 KNO_3 , 同样是平衡移动而产生的。

16. (1) Fe^{2+} (2) $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$ 坩埚、坩埚钳 (3) K_2SO_4 蒸发结晶、趁热过滤、洗涤、干燥 (4) 滴加过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 过滤后向滤液滴加 AgNO_3 溶液

【提示】本题考查化工流程工艺中的实验问题, 难度中等。

(1) 从题意来看, 经过还原剂条件下焙烧后的硫铁矿烧渣中铁元素变成了铁单质, 故酸浸后, 生成的金属阳离子应是 Fe^{2+} ; (2) 煅烧 FeCO_3 时, 考虑到 Fe^{2+} 在空气中不稳定的事实, 故最终是在有氧气的参加下生成了 Fe_2O_3 , 相应的化学反应方程式为: $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{CO}_2$; 实验室内进行煅烧是将试剂放在坩埚中进行的, 同时需要用坩埚钳控制坩埚; (3) 从 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与 KCl 反应可知, 产品 II 的成分是 K_2SO_4 , 考虑到其溶解度受温度的影响不大, 所以要从溶液中得到晶体, 需要进行蒸发结晶、趁热过滤、洗涤、干燥; (4) 要检验溶液中是否含有氯离子, 可以考虑用 AgNO_3 溶液, 但由于原溶液中还存在硫酸根离子, 必须先将其除去, 否则即使没有氯离子也会出现相同的现象, 故正确的操作应该是: 滴加过量 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 过滤后向滤液滴加 AgNO_3 溶液。

17. (1) 过滤 H_2 (2) HCl A (3) 促进 AlCl_3 水解, 使晶体析出 (4) B、D

【提示】本题通过流程图表示了由铝灰制聚合氯化铝晶体的工业流程。铝灰主要含 Al_2O_3 、 Al , 还有 SiO_2 等杂质。加入盐酸搅拌, Al_2O_3 和 Al 溶解, 而 SiO_2 不溶于盐酸, 过滤除去, 得到 AlCl_3 溶液, 通过调节 pH 促进 AlCl_3 水解, 生成聚合氯化铝晶体 $[\text{Al}_2(\text{OH})_n\text{Cl}_{6-n} \cdot x\text{H}_2\text{O}]_m$, 过滤, 得到产品。盐酸和 Al_2O_3 、 Al 反应时由于加热, 有 HCl 气体逸出, 同时有 H_2 生成, 用水喷淋可以得到稀盐酸, 循环使用。

18. (1) 合成氨、氨氧化法制硝酸、联合制碱法(侯氏制碱法)

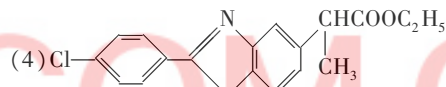
(写出其中两个即可) (2) 500°C 时, 该反应的催化剂的活性最高 铂—铑催化剂、高温 (3) 增大 NH_4^+ 和 Cl^- 的浓度, 利于 NH_4Cl 析出, 同时也提高了析出的 NH_4Cl 的纯度

【提示】(1) A 为 O_2 , B 为 N_2 , C 为 H_2 , D 为 CO , E 为 NH_3 , F 为 CO_2 ; 反应 I 为工业合成氨, 反应 II 为氨氧化法制硝酸, 反应 III 为侯氏制碱法。(2) 反应 I 需在 500°C 进行主要是因为此温度时该反应的催化剂的活性最高。(3) K 为 NaHCO_3 , 析出 K 后的母液中含有 Na^+ 、 HCO_3^- 、 NH_4^+ 、 Cl^- , 向其中通入 NH_3 并加入细小 NaCl 颗粒, 可增大 NH_4^+ 和 Cl^- 的浓度, 更利于 NH_4Cl 析出, 同时也提高了析出的 NH_4Cl 的纯度。

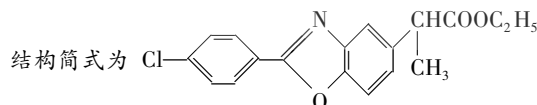
19. (1) 永久 (2) 石灰 纯碱 过量的钙离子可通过纯碱使之沉淀下来 (3) H^+ 强碱 (4) ① B ② $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 电极上产生无色气体, 溶液中出现少量白色沉淀

【提示】(1) 水的硬度由钙和镁的硫酸盐或氯化物等引起的, 这种硬度叫做永久硬度。(2) 应先加石灰, 后加纯碱, 因为纯碱可以除去过量的钙离子。(3) 钙离子、镁离子与交换树脂中的阳离子即氢离子起交换作用。阴离子交换树脂失效后用强碱溶液浸泡可使其再生。(4) 通电后阳离子向阴极移动, 则 B 为阳离子交换膜。阳极电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, 阴极上氢离子得电子生成氢气, 碱性增强。会有少量氢氧化镁沉淀生成。

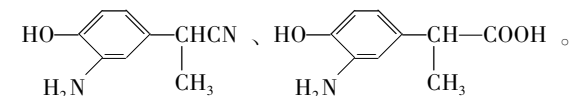
20. (1) 酚类化合物易被空气中的 O_2 氧化 (2) a (3) a、c



【提示】根据合成路线图中 $\text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的转化关系及 E 与 G 的结构分析可以得出 $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 为酯基的水解反应, 因此 F 的



由转化关系判断 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 为加氢还原 (即 $-\text{NO}_2 \rightarrow -\text{NH}_2$), $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 为盐酸酸化后形成 $-\text{COOH}$ (即 $-\text{CN} \rightarrow -\text{COOH}$), $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 为酯化 (形成 $-\text{COOC}_2\text{H}_5$), 故 C、D 分别为:



(1) A 中含有酚羟基, 易被空气中的 O_2 氧化。

(2) 温度升高时, 多硝基取代副产物会增多, $-\text{OH}$ 的影响是主要的, 取代位置以邻、对位取代为主, 故最有可能生成的是 a。

(3) 手性碳原子上直接相连的 4 个取代基均不相同, 故 E 的四种同分异构体中含有手性碳原子的为 a、c。