

综合 04 综合应用题 (5 大类 44 题)

模块说明

科学划分类型，类型划分应覆盖所有高频考点，地区版参考当地的中考真题划分，全国版参考全国的中考真题划分

内容概览

类型 1 水和溶液的综合应用

类型 2 物质制备的综合应用

类型 3 化学与能源的综合应用

类型 4 氧气、二氧化碳与氢气等物质的综合应用

类型 5 科学探究的综合应用

▶ 类型 1 水和溶液的综合应用 ◀

1. (2025·江苏南京·中考真题) 水和溶液在生产、生活和科研中具有广泛的应用。

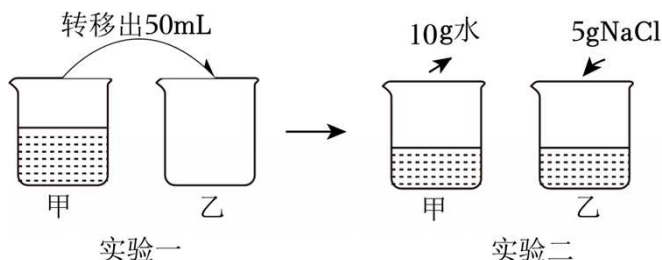
(1) 水是一切生命赖以生存的重要物质基础。下列说法正确的是_____ (填字母)。

- A. 天然水经沉降、过滤可以得到纯水
- B. 洗手后立即关闭水龙头可以节约用水
- C. 防治水体污染对于保护水资源具有重要意义
- D. 南水北调工程有效改善了我国水资源时空分布不均的局面

(2) 碘几乎不溶于水，却可以溶解在酒精中。这说明_____。

(3) 农业上可用质量分数为 16% 的 NaCl 溶液选种，配制 50kg 这种溶液，需要 NaCl 的质量是_____ kg。

(4) 20℃ 时，在温度不变的情况下，对甲中的 100mL NaCl 不饱和溶液进行如图所示实验。(已知：20℃ 时 NaCl 的溶解度为 36g)



① 实验一后，甲、乙的溶液中溶质质量分数相等，判断依据是溶液具有_____ 性和稳定性。

② 实验二后，乙的溶液中溶质质量分数_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

③ 实验二后，甲、乙的溶液中溶质质量分数关系可能是_____ (填字母)。

A. 甲>乙

B. 甲<乙

C. 甲=乙

【答案】(1) BCD；(2) 同种溶质在不同溶剂中的溶解性不同；(3) 8；

(4) ①均一；②增大；③BC。

【解析】(1) A、天然水中含有可溶性杂质、不溶性杂质及微生物，经过沉降过滤可去除不溶性杂质，所以经过过滤的天然水属于混合物，不是纯水，故 A 错误；

B、洗手后立即关闭水龙头可减少水资源浪费，可节约用水，故 B 正确；

C、可直接利用的淡水较为紧缺，所以防治水体污染对于保护水资源具有重要意义，故 C 正确；

D、我国水资源南多北少，所以南水北调工程有效改善了我国水资源时空分布不均的局面，故 D 正确；

(2) 碘几乎不溶于水，却可以溶解在酒精中。说明碘在不同溶剂中溶解性存在差异。

(3) 溶质质量=溶液质量×溶质质量分数，所以要配制 50 千克 16%的氯化钠溶液，需要氯化钠的质量= $50\text{kg} \times 16\% = 8\text{kg}$ ；

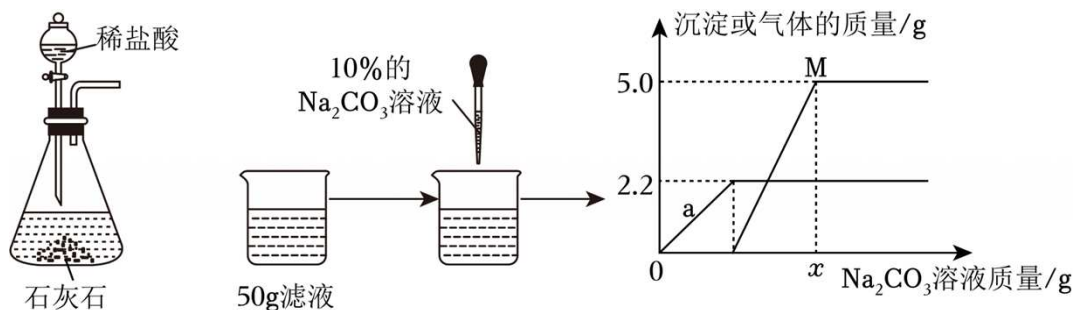
(4) ①溶液具有均一性，所以从 100mL 溶液中取出 50mL 时，溶质质量分数不变；

②实验二中，对甲溶液蒸发 10g 水，溶剂质量减少，溶质质量分数增大；再加入 5g 溶质得到乙溶液，此时溶质质量增加，溶质质量分数进一步增大。因此，实验二后，乙溶液的溶质质量分数增大；

③甲的操作是蒸发 10g 水，乙的操作是加入 5gNaCl。如果甲、乙溶液仍为不饱和溶液，假设溶液为 100g，溶质是 10g，甲、乙溶液各 50g，溶质各是 5g；则甲的操作是蒸发 10g 水后的浓度： $\frac{5\text{g}}{50\text{g}-10\text{g}} \times 100\% = 12.5\%$ ，乙的操作是加入 5gNaCl 后的浓度： $\frac{5\text{g}+5\text{g}}{50\text{g}+5\text{g}} \times 100\% \approx 18.2\%$ ，则溶液中溶质质量分数关系甲<乙；如果甲的操作是蒸发 10g 水，乙的操作是加入 5gNaCl 后，甲、乙溶液都为饱和溶液，则溶液中溶质质量分数关系甲=乙；故选 BC。

2. (2025•山东济宁•中考真题) 某兴趣小组在实验室制取二氧化碳后，将装置内剩余废液进行过滤，然后对滤液中溶质的质量分数进行测定，实验如下：

取 50g 滤液，向其中逐滴加入溶质质量分数为 10%的 Na_2CO_3 溶液，反应过程中加入 Na_2CO_3 溶液的质量与生成沉淀或气体的质量关系如图所示：



根据实验过程和图像提供的信息，请回答：

(1) 图中曲线 a: 表示的是随着 Na_2CO_3 溶液的滴加，生成_____ (填“沉淀”或“气体”) 质量的变化情况；

(2) M 点对应溶液中的溶质为_____ (写化学式)；

(3) 通过计算：x 的数值为_____，滤液中 HCl 的质量分数为_____。

【答案】(1) 气体；(2) NaCl；(3) 106；7.3%。

【解析】(1) Na_2CO_3 会先于 HCl，而后与 CaCl_2 反应，所以图中曲线 a 表示生成气体的过程；

(2) M 点表示 Na_2CO_3 恰好与 CaCl_2 反应，对应溶液中的溶质为溶液中只含有 NaCl；

(3) 设与盐酸反应的碳酸钠溶液的质量为 a，消耗氯化氢的质量为 y，



$$\begin{array}{ccc} 106 & 73 & 44 \\ 10\%a & y & 2.2\text{g} \end{array}$$

$$\frac{106}{44} = \frac{10\%a}{2.2\text{g}}$$

$$a = 53\text{g}$$

$$\frac{73}{44} = \frac{y}{2.2\text{g}}$$

$$y = 3.65\text{g}$$

设与氯化钙反应的碳酸钠溶液的质量为 z，



$$\begin{array}{ccc} 106 & 100 \\ 10\%z & 5.0\text{g} \end{array}$$

$$\frac{106}{100} = \frac{10\%z}{5.0\text{g}}$$

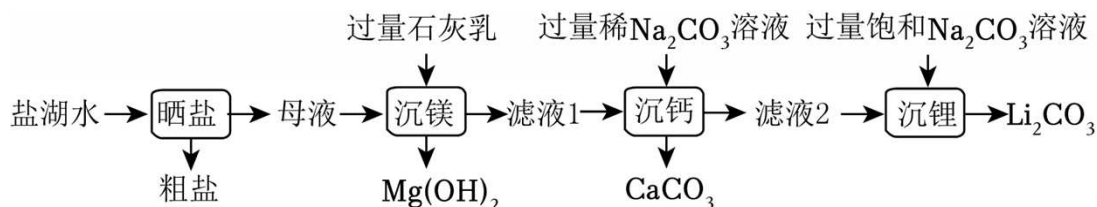
$$z = 53\text{g}$$

x 的数值为：53+53=106；

滤液中 HCl 的质量分数为 $\frac{3.65\text{g}}{50\text{g}} \times 100\% = 7.3\%$ 。

3. 【新情境·新能源与化学知识结合】(2025·山东济南·中考真题) 碳酸锂 (Li_2CO_3) 是锂电池生产的核心原料，可以用盐湖水 (含有 LiCl 、 NaCl 、 MgCl_2) 为原料进行制备。

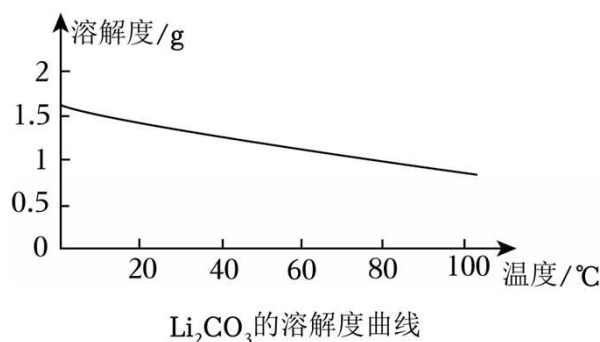
(1) 化学小组的同学设计的制备 Li_2CO_3 实验流程如下：



请回答下列问题：

- ① 盐湖水“晒盐”得到粗盐，是利用 _____（填“蒸发结晶”或“降温结晶”）的方法实现的。
- ② “沉镁”时生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的化学方程式为 _____。
- ③ “沉钙”时加入的是稀 Na_2CO_3 溶液且在常温下进行过滤，而“沉锂”时加入的是饱和 Na_2CO_3 溶液，且加热到 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 后再进行过滤。请结合上述实验流程和 Li_2CO_3 的溶解度曲线（如图），解释“沉钙”

和“沉锂”时所用 Na_2CO_3 溶液浓度不同和过滤时温度不同的原因是_____。



(2) 化学小组的同学为测定某 Li_2CO_3 样品(杂质为 NaCl)中 Li_2CO_3 的质量分数,称取 Li_2CO_3 样品 16g 加入烧杯中,再加入 146g 溶质质量分数为 10%的稀盐酸,恰好完全反应。(已知: $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$, LiCl 易溶于水)

请回答下列问题:

- ①恰好完全反应时，生成 CO_2 的质量为 _____ g。（只填计算结果，精确至 0.1g）
- ②恰好完全反应时，烧杯中溶液里含有的溶质为 _____（填化学式）。
- ③计算该样品中 Li_2CO_3 的质量分数。（写出计算过程，结果精确至 0.1%）

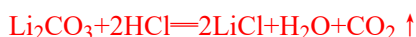
【答案】 (1) ①蒸发结晶; ② $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{MgCl}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$;

③“沉钙”时， CaCO_3 的溶解度很小，常温下使用稀 Na_2CO_3 溶液即可使钙离子沉淀完全，且避免引入过多钠离子或其他杂质；而“沉锂”时，根据 Li_2CO_3 的溶解度曲线，其溶解度随温度升高而降低，加热到 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 并使用饱和 Na_2CO_3 溶液可以显著降低 Li_2CO_3 的溶解度，促进 Li_2CO_3 沉淀更完全，提高锂的回收率；

(2) ①8.8; ②LiCl、NaCl; ③92.5%。

【解析】(1) ①氯化钠的溶解度受温度影响较小，则盐湖水“晒盐”得到粗盐，是利用蒸发结晶的方法实现的；②“沉镁”时氯化镁与氢氧化钙反应生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 和氯化钙，反应的化学方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{MgCl}_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{CaCl}_2$ ；③钙离子与碳酸根离子反应生成碳酸钙沉淀，“沉钙”时， CaCO_3 的溶解度很小，常温下使用稀 Na_2CO_3 溶液即可使钙离子沉淀完全，且避免引入过多钠离子或其他杂质；而“沉锂”时，根据 Li_2CO_3 的溶解度曲线，其溶解度随温度升高而降低，加热到 $80\sim 90^\circ\text{C}$ 并使用饱和 Na_2CO_3 溶液可以显著降低 Li_2CO_3 的溶解度，促进 Li_2CO_3 沉淀更完全，提高锂的回收率；

(2) ①设恰好完全反应时, 生成二氧化碳的质量为 x ,



73 44

$$146\text{g} \times 10\% \quad \quad \quad \text{X}$$

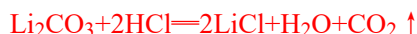
$$\frac{73}{44} = \frac{146g \times 10\%}{x}$$

$x = 8.8g$;

② Li_2CO_3 与 HCl 反应生成 LiCl 、水和二氧化碳, Li_2CO_3 样品含有的杂质为 NaCl , 因此恰好完全反应时,

烧杯中溶液里含有的溶质为 LiCl、NaCl;

③设样品中 Li_2CO_3 的质量为 y ,



74 73

y $146\text{g} \times 10\%$

$$\frac{74}{73} = \frac{y}{146\text{g} \times 10\%}$$

$$y = 14.8\text{g}$$

该样品中 Li_2CO_3 的质量分数为 $\frac{14.8\text{g}}{16\text{g}} \times 100\% = 92.5\%$;

答: 该样品中 Li_2CO_3 的质量分数为 92.5%。

4. **【新情境·材料、科技与化学知识结合】** (2025·江苏淮安·中考真题) 材料是人类赖以生存和发展的重要物质。陶瓷承载千年文明记忆, 玻璃筑造现代通透美学, 复合材料引领未来科技, 促进可持续发展。

(1) 陶瓷、玻璃都属于_____ (选填“无机”或“合成”) 材料。

(2) 氧化铝陶瓷的主要成分是 Al_2O_3 , Al_2O_3 与酸、碱均能发生反应, 而氧化铝陶瓷却耐酸、碱腐蚀, 可能的原因是在制作过程中 Al_2O_3 的_____ 发生了改变。

(3) 宋代青瓷有“千峰翠色”的美誉。陶土中的部分 Fe_2O_3 与窑炉内的 CO 反应, 转化为 Fe_3O_4 使瓷器呈青色, 同时生成能使澄清石灰水变浑浊的气体, 该反应的化学方程式是_____。

(4) 盛放 NaOH 溶液的试剂瓶 (如图 2 所示) 不能用玻璃塞, 原因是玻璃中的 SiO_2 与 NaOH 反应生成的 Na_2SiO_3 会使瓶塞和瓶口粘在一起, 该反应的化学方程式是_____。

(5) 工业上生产玻璃的过程中会产生含有 CO_2 的废气, 可用溶质质量分数为 10%~30% 的纯碱溶液吸收 ($\text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$)。现欲处理含 2.2t CO_2 的废气, 至少需要溶质质量分数为 10% 的纯碱溶液的质量是多少? (写出计算过程)

(6) “嫦娥六号”携带的五星红旗采用来自太行山的玄武岩为主的复合材料制造, 与普通织物国旗相比, 它能更好地适应月球的极端环境, 抵御宇宙射线, 保持较长时间颜色鲜艳 (如图 3 所示)。请推测该材料可能具有的性质是_____ (写出一点即可)。



图1



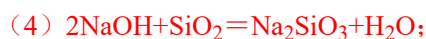
图2



图3

【答案】 (1) 无机;

(2) 化学性质;



(5) 53t;

(6) 耐腐蚀(答案不唯一)。

【解析】(1) 陶瓷、玻璃都属于无机材料;

(2) Al_2O_3 与酸、碱均能发生反应, 属于 Al_2O_3 的化学性质, 氧化铝陶瓷却耐酸、碱腐蚀, 说明在制作过程中 Al_2O_3 的化学性质发生了变化;

(3) Fe_2O_3 与 CO 在高温条件下反应生成 Fe_3O_4 和 CO_2 , 反应的化学方程式为 $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2$;

(4) NaOH 和 SiO_2 反应生成 Na_2SiO_3 和 H_2O , 反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

(5) 设至少需要溶质质量分数为 10% 的纯碱溶液的质量为 x ,



$$44 \quad 106$$

$$2.2t \quad 10\%x$$

$$\frac{44}{106} = \frac{2.2t}{10\%x}$$

$$x = 53t$$

答: 至少需要溶质质量分数为 10% 的纯碱溶液 53t;

(6) 有很强的宇宙射线, 所以该材料具有耐腐蚀、抗辐射能力强的性质, 能保持较长时间颜色鲜艳, 所以该材料具有抗老化的性质, 月球的极端环境包括极大的昼夜温差, 所以该材料具有耐高温、耐低温的性质。

5. (2025•河南濮阳一模) 酸、碱、盐种类繁多, 在生产和生活中有广泛应用。

(1) 酸具有相似的化学性质, 因为不同的酸在水溶液中都能解离出 _____。

(2) 有一瓶变质的氢氧化钠溶液, 下列试剂不能验证其变质的是 _____ (填字母)。

a. 稀盐酸 b. 氢氧化钡溶液 c. 氯化钙溶液 d. 石蕊溶液

(3) 发明了将制碱与制氨结合起来的联合制碱法的中国科学家是 _____ (填字母)。

a. 侯德榜 b. 张青莲 c. 屠呦呦 d. 袁隆平

(4) 探究盐酸与氢氧化钠溶液反应时, 溶液的 pH 变化如图所示。

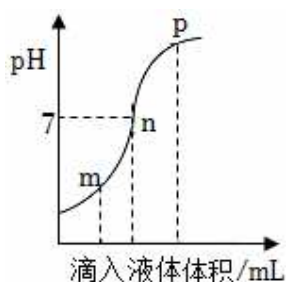
① 写出该反应的化学方程式 _____。

② 当溶液中 Cl^- 和 Na^+ 数目比为 1:1 时, 溶液 pH 位于图中 _____ 点。

(5) 除去粗食盐水中的杂质 MgCl_2 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 , 可依次参加过量的 _____ 溶液、过量的 BaCl_2 溶液、过量的 Na_2CO_3 溶液, 过滤后, 再向滤液中加入适量盐酸。上述加入 Na_2CO_3 溶液的作用是 _____。

(6) 为了测定某石灰石中碳酸钙的含量, 取该样品 25g, 加入足量的稀盐酸(其它杂质不和稀盐酸反

应)，产生 8.8g 二氧化碳，请计算该样品中碳酸钙的质量分数。



【答案】 (1) 氢离子; (2) d; (3) a; (4) ① $\text{NaOH}+\text{HCl}=\text{NaCl}+\text{H}_2\text{O}$; ②n;

(5) NaOH; 除去杂质 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} ; (6) 80%。

【解析】 (1) 酸具有一些相似的化学性质, 是因为酸在水溶液中都能解离出氢离子 (H^+);

(2) 氢氧化钠变质是与空气中二氧化碳反应生成碳酸钠，化学方程式为： $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

a、稀盐酸与碳酸钠反应产生二氧化碳气体，有气泡冒出，可验证变质；

b、氢氧化钡溶液与碳酸钠反应生成碳酸钡白色沉淀，可验证变质：

c、氯化钙溶液与碳酸钠反应生成碳酸钙白色沉淀，可验证变质；

d、氢氧化钠溶液和碳酸钠溶液都呈碱性，都能使石蕊溶液变蓝，无法验证氢氧化钠是否变质。故选：d；

(3) 侯德榜发明了联合制碱法，将制碱与制氨结合起来；张青莲为相对原子质量的测定作出卓越贡献；屠呦呦发现青蒿素；袁隆平致力于杂交水稻研究。

故选：a；

(4) ①盐酸(HCl)和氢氧化钠(NaOH)发生中和反应,生成氯化钠(NaCl)和水(H₂O),化学方程式为: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;

②当溶液中 Cl^- 和 Na^+ 数目比为 1:1 时, 说明盐酸和氢氧化钠恰好完全反应, 此时溶液呈中性, $\text{pH}=7$, 对应图中 n 点;

(5) 除去粗盐水中杂质，先加过量 NaOH 溶液，是利用 OH^- 与 Mg^{2+} 反应生成氢氧化镁沉淀除去 MgCl_2 ；

加入过量 BaCl_2 溶液除去 Na_2SO_4 后, 溶液中引入了 Ba^{2+} , 原溶液还有 Ca^{2+} , 加入 Na_2CO_3 溶液, CO_3^{2-} 与 Ca^{2+} 反应生成碳酸钙沉淀、与 Ba^{2+} 反应生成碳酸钡沉淀, 从而除去 Ca^{2+} 和过量的 Ba^{2+} ;

(6) 设样品中 CaCO_3 的质量为 x 。



100	44
x	8.8g

$$\frac{100}{44} = \frac{x}{8.8g}$$

$$x = 20g$$

石灰石中碳酸钙的质量分数为

$$\frac{20g}{25g} \times 100\% = 80\%$$

答：该样品中碳酸钙的质量分数为 80%。

6. (2025•江苏淮安模拟) 氢氧化钠俗称烧碱、苛性钠等，是一种重要的化工原料。

- (1) 取一小块 NaOH 固体，放在玻璃片上，露置，可观察到固体表面逐渐 变潮湿。
- (2) 配制 50g20%NaOH 溶液时，用托盘天平称取 _____ gNaOH 固体加入烧杯中迅速称量。
- (3) 如图 1 所示，向 1~5 号试管中分别滴加一定量 20%NaOH 溶液。

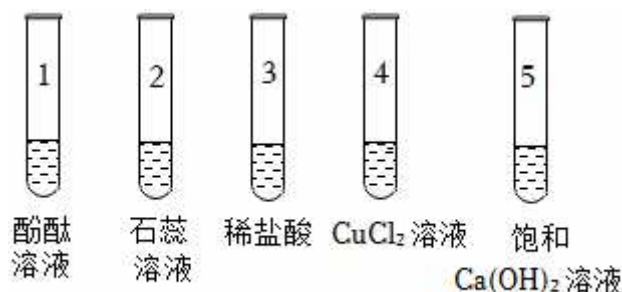


图1

①观察到溶液颜色变红的是 _____ (填“试管 1”或“试管 2”)。

②试管 4 中可观察到的实验现象是 _____。

(4) 试管 3 中发生酸碱中和反应，可用 pH 传感器验证反应的发生：取稀释后的 NaOH 溶液，加入图 2 所示烧瓶中，逐滴滴入稀盐酸，测出溶液的 pH 随滴入稀盐酸体积的变化如图 3 所示。

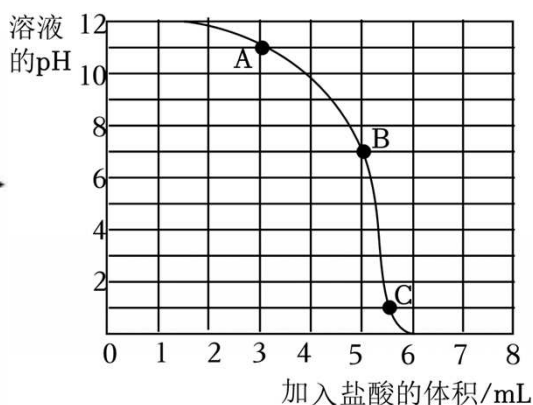
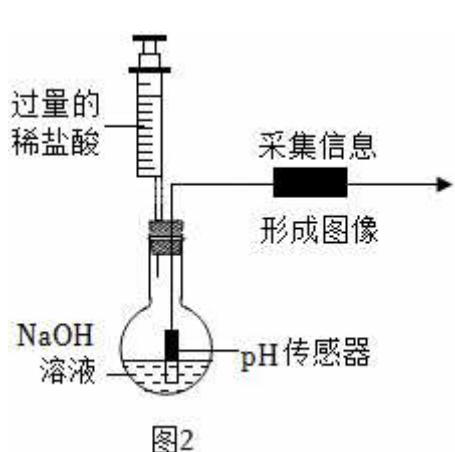


图 3

①在图 3 中，C 点溶液中含有的溶质是 _____。

②盐酸与氢氧化钠恰好完全反应时，对应图 3 中 _____ 点。

(5) 试管 5 中观察到有白色沉淀，查阅资料后，同学们推测沉淀的成分可能有 CaCO_3 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 中的一种或两种。倒去试管 5 中的上层清液，将部分沉淀加入足量的稀盐酸中，沉淀溶解并产生气泡，可得到的结论是 _____。

设计实验方案，进一步验证上述结论：_____ (可选药品：水、酚酞、 Na_2CO_3 溶液)。

(6) 造纸会产生大量含 NaOH 的废水，需经处理后再排放。环保监测小组同学取某造纸厂废水样品，先过滤，得到 200g 滤液，向滤液中加入溶质质量分数为 7.3% 的稀盐酸 10g，充分反应后，溶液呈中性，计算 200g 滤液中含 NaOH 的质量 (写出计算过程)。

【答案】（1）变潮湿；

（2）10；

（3）①试管 1；②生成蓝色沉淀；

（4）①NaCl、HCl；②B；

（5）白色沉淀中一定含有碳酸钙，可能含有氢氧化钙；将部分沉淀加入到足量的水中，搅拌后滴入酚酞试液，酚酞试液变红，说明白色沉淀中含有氢氧化钙，酚酞不变色，说明白色沉淀中不含氢氧化钙；

（6）0.8g。

【解析】（1）氢氧化钠固体具有吸水性，放置在空气中会吸收空气中的水蒸气，从而发生潮解现象，所以将一小块 NaOH 固体放在玻璃片上露置，可观察到固体表面逐渐变潮湿；

（2）配制 50g20%NaOH 溶液，需要溶质氢氧化钠的质量为 $50\text{g} \times 20\% = 10\text{g}$ ；

（3）①酚酞溶液遇碱性溶液变红，石蕊溶液遇碱性溶液变蓝，氢氧化钠溶液呈碱性，所以向试管中滴加氢氧化钠溶液时，能使酚酞溶液变红的是试管 1；

②氢氧化钠与氯化铜反应生成氯化钠和氢氧化铜沉淀，氢氧化铜是蓝色沉淀，则试管 4 中可观察到的实验现象是生成蓝色沉淀；

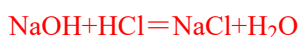
（4）①由图 3 可知，C 点溶液的 $\text{pH}=1$ ， pH 小于 7，说明溶液呈酸性，即此时盐酸过量，盐酸与氢氧化钠反应生成氯化钠和水，所 C 点溶液中含有的溶质是生成的 NaCl 和过量的 HCl；

②盐酸与氢氧化钠恰好完全反应生成氯化钠和水，氯化钠溶液呈中性，此时溶液的 $\text{pH}=7$ ，从图 3 中可看出，B 点时溶液的 $\text{pH}=7$ ，所以盐酸与氢氧化钠恰好完全反应时对应图 3 中的 B 点；

（5）因为碳酸钙与稀盐酸反应会产生二氧化碳气体，则将部分沉淀加入足量稀盐酸中，沉淀溶解并产生气泡，说明白色沉淀中一定含有碳酸钙，但无法确定是否含有氢氧化钙，即可能含有氢氧化钙，氢氧化钙溶液显碱性，能使酚酞试液变红，则进一步验证是否含有氢氧化钙的方案为将部分沉淀加入到足量的水中，搅拌后滴入酚酞试液，酚酞试液变红，说明白色沉淀中含有氢氧化钙，酚酞不变色，说明白色沉淀中不含氢氧化钙；

（6）10g 溶质质量分数为 7.3%的稀盐酸中 HCl 的质量为 $10\text{g} \times 7.3\% = 0.73\text{g}$ ，

设 200g 滤液中含 NaOH 的质量 x，



40 36.5

x 0.73g

$$\frac{40}{36.5} = \frac{x}{0.73\text{g}}$$

$x = 0.8\text{g}$

答：200g 滤液中含 NaOH 的质量为 0.8g。

7. 【新情境·茶文化与知识结合】（2026·陕西西安模拟）中国是茶的故乡，品茗饮茶在中国被视为生活之雅事。

I. 种植茶树

(1) 茶树适宜在 pH 为 5~6 的土壤中生长，土壤呈_____（填“酸性”或“碱性”）。

II．泡制茶汤

(2) 选择茶具：现选用三种不同材质的茶具泡某品牌龙井茶，测量茶汤中风味物质儿茶素类和咖啡碱的含量。测量结果如下：

浸泡时间 (min)	儿茶素类含量 (mg/g)			咖啡碱含量 (mg/g)		
	紫砂壶	瓷质盖碗	玻璃杯	紫砂壶	瓷质盖碗	玻璃杯
2	155	162	151	25	26	26
4	201	223	214	32	36	25

该实验需控制的变量有水温、茶叶的用量以及_____和_____等。

结论：不同材质的茶具对茶汤风味虽有一定影响，但差异不大，生活中按需选择即可。

(3) 选择水：茶汤的滋味和香气与水的酸碱度和矿化度有较大关系。经研究发现水的 pH 越低，茶汤的品质越高；水的矿化度（钙、镁离子含量）越低，茶汤的品质越高。选取三种不同水样测量，结果见下表。三种水样中最适合泡茶的是_____。

水样	某品牌矿泉水	当地自来水	某品牌纯净水
pH	5.76	6.92	6.81
矿化度	低	高	低

II．清洁茶具

长期使用的茶具中易出现茶垢（主要成分为碳酸钙），需定期清理。

(4) 除垢原理

牙膏除垢：牙膏中有摩擦剂，利用摩擦作用，达到去污效果。

柠檬酸除垢：柠檬酸溶液能除垢的原因是_____。

茶垢清洁剂除垢：茶垢清洁剂中的过碳酸钠遇热水产生大量气体，分解茶垢。

(5) 制除垢剂

①现有 50g 质量分数为 40%的柠檬酸溶液，将其稀释为除垢所需的质量分数为 10%的柠檬酸溶液，需加水_____g。

②用碳酸钠和 30%的过氧化氢溶液为主要原料制备过碳酸钠（ $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ ），理论上碳酸钠与过氧化氢溶液投料的质量比为_____；实际制备时该比值会偏低，主要原因是_____。

【答案】（1）酸性。

（2）水的用量；茶叶种类。

（3）某品牌矿泉水。

（4）柠檬酸溶液能与茶垢中的碳酸钙发生反应，生成可溶于水的盐类物质，从而去除茶垢。

（5）①150；②53：85；过氧化氢易分解，部分会提前分解为水和氧气，导致实际参与反应的过氧化氢量减少。

【解析】（1）茶树适宜在 pH 为 5~6 的土壤中生长，pH 小于 7，所以土壤呈酸性。

（2）该实验的目的是探究不同材质茶具对茶汤中儿茶素类和咖啡碱含量的影响，因此需要控制的变量有水温、茶叶的用量以及水的用量和茶叶种类。

（3）根据题意，水的 pH 越低、矿化度越低，茶汤品质越高。某品牌矿泉水：pH=5.76（最低），矿化度低（符合要求） 当地自来水：pH=6.92，矿化度高（不符合） 某品牌纯净水：pH=6.81，矿化度低（pH 较高） 所以最适合泡茶的是某品牌矿泉水。

（4）柠檬酸除垢：柠檬酸溶液能与茶垢中的碳酸钙发生反应，生成可溶于水的盐类物质，从而去除茶垢（或：柠檬酸显酸性，能与碳酸钙反应，将难溶的碳酸钙转化为可溶物）。

（5）①稀释前后溶质质量不变：设需加水的质量为 x， $50\text{g} \times 40\% = (50\text{g} + x) \times 10\%$ ， $x = 150\text{g}$ ，需加水 150g。

②过碳酸钠化学式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$ ，根据质量守恒，可知理论上碳酸钠与过氧化氢投料的质量比为 $[2 \times (23 \times 2 + 12 + 16 \times 3)] : [3 \times (1 \times 2 + 16 \times 2)] = 212 : 102 = 106 : 51$ ；根据过氧化氢溶液的质量分数是 30%，因此理论上碳酸钠与过氧化氢溶液投料的质量比为 $106 : \frac{51}{30\%} = 106 : 170 = 53 : 85$ ；实际制备时该比值会偏低，主要原因是过氧化氢易分解，部分会提前分解为水和氧气，导致实际参与反应的过氧化氢量减少。

8. 【新情境·传统文化与知识结合】（2025·福建莆田模拟）紫薯汁是一种天然染色剂，兴趣小组的同学动手体验中国传统手工艺的植物染布魅力。

活动一 提取紫薯中的色素，并对一块白色手帕进行浸染，得到紫色手帕。

其主要流程如下：



（1）紫薯研磨的目的是 _____。

（2）在实验室进行过滤操作时需要用到玻璃棒，其作用是 _____。

活动二 在紫色手帕的不同区域分别滴加白醋和苏打水，颜色变化如下表：

滴加白醋区域	滴加苏打水区域	未滴加区域
变红	变绿	紫色

（3）若要绿色手帕，还可以选用的试剂是 _____（填字母）。

A. 石灰水 B. 稀硫酸 C. 氯化钠溶液

活动三 认识古代“碱煮”的固色方法。

《周礼·考工记》中记载，染色前，把染布放入草木灰（含有 K_2CO_3 ）的水溶液中浸润，再加入贝壳烧

成的灰（主要成分为 CaO ），除去原布坯表面的油污，腐蚀布坯表面的细小纤维，使染色更均匀更持久。

（4）将贝壳灰加入草木灰水中溶液温度会升高，其能量转化的方式为 _____；该过程中发生复分解反应的化学方程式为 _____。

活动四 探索现代“酸洗”工艺。

现代工艺处理后的布料表面残留碱液、金属锈斑等会影响布料的手感和后续工艺，需要经过酸洗。

（5）判断洗涤程度。取酸洗后的溶液于试管中，滴加几滴紫薯汁，振荡，溶液变 _____ 色，说明酸过量了。

（6）若 1000t 布料上残留 NaOH 的质量为 4t（不考虑其他杂质），通过计算至少需要购买 31% 盐酸的质量是多少？（ $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ ）结果保留 1 位小数。

【答案】（1）增大接触面积，使色素溶解更快、更充分；（2）引流；（3）A；

（4）化学能转化为热能； $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{KOH}$ ；（5）红；（6）11.8t。

【解析】（1）紫薯研磨的目的是增大接触面积，使色素溶解更快、更充分；

（2）在实验室进行过滤操作时需要用到玻璃棒，其作用是引流；

（3）由表格数据可知，滴加白醋区域的紫色手帕变红，白醋显酸性，说明酸性溶液能使紫色手帕变红；滴加苏打水区域的紫色手帕变绿，苏打水显碱性，说明碱性溶液能使紫色手帕变绿；

A、石灰水显碱性，能使紫色手帕变绿，符合题意；

B、稀硫酸显酸性，能使紫色手帕变红，不符合题意；

C、氯化钠溶液显中性，不能使紫色手帕变色，不符合题意。

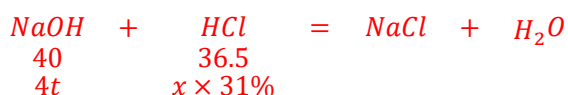
故选：A；

（4）将贝壳灰加入草木灰水中溶液温度会升高，其能量转化的方式是化学能转化为热能；

将贝壳灰加入草木灰水中，贝壳灰主要成分是氧化钙，草木灰主要成分是碳酸钾，氧化钙与水反应生成氢氧化钙，该反应符合“多变一”的特点，属于化合反应，生成的氢氧化钙再与碳酸钾反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钾，该反应符合两种化合物互相交换成分生成气体、沉淀或水，属于复分解反应，故该过程中发生复分解反应的化学方程式为 $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{KOH}$ ；

（5）由第（3）小问分析可知，紫薯汁遇酸变红，则取酸洗后的溶液于试管中，滴加几滴紫薯汁，振荡，溶液变红色，说明酸过量了；

（6）设需要 31% 盐酸的质量为 x。



$$\frac{40}{36.5} = \frac{4t}{x \times 31\%}$$

$$x \approx 11.8t$$

答：需要 31% 盐酸的质量为 11.8t。

9. （2025•河南信阳二模）氯化钠在生产、生活中的用途十分广泛。

（1）氯化钠是重要的调味品，人体每天需摄入一定量的氯化钠。下列有关氯化钠的叙述错误的是

(填字母)。

- a.从营养素的角度分析,氯化钠属于无机盐
- b.胃液中的 Cl^- 具有促生盐酸、助消化、增食欲的作用
- c.人体内所含的氯化钠大部分以分子形式存在于体液中
- d.长期食用过多食盐不利于人体健康

(2) 农业生产中可以用氯化钠溶液选种。实验室配制 100g16%的氯化钠溶液,需要氯化钠的质量为 g,完成本实验需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、试剂瓶、_____ 和 100mL 的量筒。

(3) 稀盐酸与氢氧化钠溶液反应过程中溶液 pH 的变化如图 1 所示,分别将图中 m、n、p 点对应溶液蒸干,能得到纯净氯化钠固体的溶液是_____ (用字母表示)。

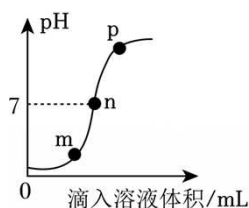


图 1

(4) 海水中有大量可利用的资源,如海水晒盐可以提取大量粗盐,将粗盐进一步提纯可获得氯化钠,如图 2 所示。



图 2

取图 2 所得粗盐(含少量 CaCl_2 、 MgCl_2 、 Na_2SO_4 和泥沙)中加入水使其充分溶解,进一步提纯的操作依次是: a.加入过量的 NaOH 溶液; b.加入过量的 BaCl_2 溶液; c.加入过量的 Na_2CO_3 溶液; d.过滤; e.加入适量盐酸; f.蒸发[提示: $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 BaSO_4 、 BaCO_3 均难溶于水]。提纯过程中的操作 d 和 f 均用到一种玻璃仪器,其在操作 f 中的作用是_____ ; 操作 c 中发生反应的化学方程式为_____ (写一个即可); 向操作 d 所得滤液中加入适量盐酸的目的是_____ 。

(5) 现代工业制氢氧化钠,主要是通过电解饱和氯化钠溶液实现的,同时有密度最小的气体和氯气(Cl_2)生成。请计算工业制取 40t 氢氧化钠,需要氯化钠的质量是多少?

【答案】 (1) c; (2) 16; 胶头滴管; (3) m、n;

(4) 搅拌、防止局部温度过高,造成液滴飞溅; $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 或 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$; 除去过量的氢氧化钠和碳酸钠;

(5) 58.5t。

【解析】 (1) a、氯化钠是由钠离子和氯离子构成的,属于盐,从营养素的角度分析,氯化钠属于无机盐,说法正确,故 a 不符合题意;

b、胃液中的 Cl^- 具有促生盐酸、助消化、增食欲的作用,说法正确,故 b 不符合题意;

c、人体内所含的氯化钠大部分以离子（钠离子和氯离子）形式存在于体液中，说法错误，故 c 符合题意；
d、长期食用过多食盐，会加重肾脏负担等，不利于人体健康，说法正确，故 d 不符合题意；故选：c；

（2）实验室配制 100g16%的氯化钠溶液，需要氯化钠的质量为 $100\text{g} \times 16\% = 16\text{g}$ ，配制一定溶质质量分数的溶液的操作步骤为计算、称量、量取、溶解、装瓶贴标签，量取液体时需要的玻璃仪器有量筒和胶头滴管、溶解操作需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒（搅拌、加速溶解），装瓶时需要用试剂瓶和玻璃棒（引流），故完成本实验需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、试剂瓶、胶头滴管和 100mL 的量筒；

（3）稀盐酸和氢氧化钠反应生成氯化钠和水，m 点溶液的 $\text{pH} < 7$ ，显酸性，说明稀盐酸过量，对应溶液的溶质为氯化钠和氯化氢，将溶液蒸干，氯化氢挥发出去，则可得到纯净的氯化钠固体，n 点溶液的 $\text{pH} = 7$ ，显中性，说明氢氧化钠和盐酸恰好完全反应，对应溶液的溶质为氯化钠，将溶液蒸干，则可得到纯净的氯化钠固体，p 点溶液的 $\text{pH} > 7$ ，显碱性，说明氢氧化钠过量，对应溶液的溶质为氯化钠和氢氧化钠，将溶液蒸干，则可得到氯化钠和氢氧化钠的混合物，故分别将图中 m、n、p 点对应溶液蒸干，能得到纯净氯化钠固体的溶液是 m、n；

（4）提纯过程中的操作 d（过滤操作中需要用玻璃棒引流，防止液体飞溅）和 f（蒸发操作中需要用玻璃棒搅拌、防止局部温度过高，造成液滴飞溅）均用到一种玻璃仪器玻璃棒，其在操作 f 中的作用是搅拌、防止局部温度过高造成液滴飞溅；

a、加入过量的 NaOH 溶液，氢氧化钠和氯化镁反应生成氢氧化镁沉淀和氯化钠；

b、加入过量的 BaCl_2 溶液，氯化钡和硫酸钠反应生成硫酸钡沉淀和氯化钠；

c、加入过量的 Na_2CO_3 溶液，碳酸钠和氯化钙反应生成碳酸钙沉淀和氯化钠、过量的氯化钡和碳酸钠反应生成碳酸钡沉淀和氯化钠，反应的化学方程式为 $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 、 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ，d 过滤所得的滤液中含有氯化钠、过量的碳酸钠和氢氧化钠，向操作 d 所得滤液中加入适量盐酸，稀盐酸和氢氧化钠反应生成氯化钠和水、稀盐酸和碳酸钠反应生成氯化钠、二氧化碳和水，其目的是除去过量的氢氧化钠和碳酸钠；

（5）电解饱和氯化钠溶液可生成氢氧化钠，同时有密度最小的气体（氢气）和氯气（ Cl_2 ）生成，根据质量守恒定律，则反应物有水参与，该反应的化学方程式为 $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ ；

设需要氯化钠的质量为 x，



117 80

x 40t

$$\frac{117}{80} = \frac{x}{40t}$$

$$x = 58.5t$$

答：工业制取 40t 氢氧化钠，需要氯化钠的质量是 58.5t。

▶ 类型 2 物质制备的综合应用 ◀

1. 【新情境·古代文化与化学知识结合】（2025·江苏镇江·中考真题）铁及其化合物在生产、生活中应用广泛。

一、铁的有关知识



图1

（1）东汉“铁书刀”用于削除汉简上的错字。

- ①书刀表面铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，铁生锈主要与空气中的_____有关。
- ②生活中的废铁应放入标有_____（填字母）的垃圾箱。

a. 可回收物 b. 有害垃圾 c. 厨余垃圾 d. 其他垃圾

（2）《梦溪笔谈》中记载“用柔铁屈盘之，乃以生铁陷其间，封泥炼之。锻令相入，谓之灌钢”。

- ①以赤铁矿为原料炼铁反应的化学方程式为_____。
- ②柔铁和生铁经炼、锻得到钢，柔铁的含碳量比钢_____（填“高”或“低”）。

（3）“纳米零价铁— H_2O_2 体系”可除去工业烟气中的 NO 。将 H_2O_2 溶液和稀盐酸雾化后与烟气混合通入装有纳米零价铁的装置，发生反应：

- ①铁与稀盐酸反应，化学方程式为_____。

- ② $2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{FeCl}_2} 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ， NO 脱除率随温度的变化如图 2 所示。当温度高于 120°C 后， NO 脱除率下降的主要原因是_____。

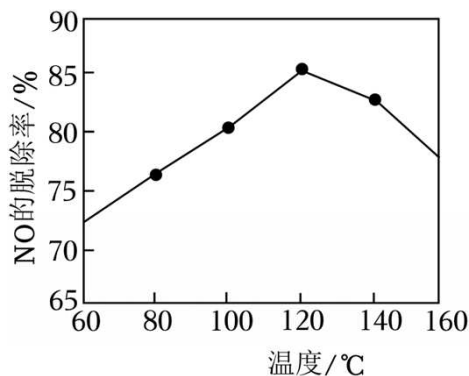
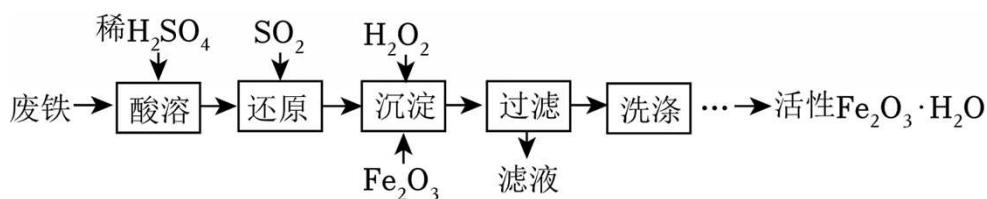


图2

二、制备活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

用废铁（含 Fe 、 Fe_2O_3 和少量 ZnO ）制备活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的流程如下。



资料：“还原”反应为 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

(4) 废铁应研磨成粉末，目的是_____。

(5) “酸溶”时， Fe_2O_3 和稀 H_2SO_4 反应的化学方程式为_____；所加稀 H_2SO_4 可略低于理论消耗量，原因是_____。

(6) “沉淀”时加入 Fe_2O_3 控制溶液的 pH 为 3.2~6.2，参考下表数据说明：若溶液的 pH 为 7.5，会导致_____。

沉淀物	开始沉淀的 pH	沉淀完全的 pH
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	1.5	3.2
$\text{Zn}(\text{OH})_2$	6.2	8.2

(7) “洗涤”时判断固体已洗净的方法是_____。

三、活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 脱硫

活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可脱除天然气中的 H_2S ，原理如下：

(8) 脱硫： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 将 H_2S 吸入其孔隙进行反应，转化成 $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。反应的化学方程式为_____。

再生：通入 O_2 使 $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 转化为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 S。

(9) 多次“再生”后，266.0g $\text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与 O_2 反应获得的 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 可脱除的 H_2S 比理论脱除量减少了 5.1g。分析可能原因：

①再生不彻底：活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 再生率 $\left(\frac{\text{实际再生的质量}}{\text{理论再生的质量}} \times 100\% \right)$ 为_____ %。

②脱硫不完全：活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的脱硫效果变差，原因可能是_____。

【答案】(1) ① O_2 和 H_2O (答案不唯一)；② a；

(2) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ；低；

(3) ① $\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$ ；② 双氧水的分解速率随温度升高而加快，双氧水浓度降低；

(4) 增大反应物间的接触面积，使反应更快、更充分；

(5) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ；还原生成的 H_2SO_4 可以循环使用；

(6) 产品中会混有 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 或 ZnO ；

(7) 取最后一次洗涤后的滤液，加入 BaCl_2 或者 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，若无现象，则已洗净；

(8) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Fe}_2\text{S}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

(9) ① 95.8%；② 活性 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的孔隙被 S 覆盖，使其脱硫效果变差。

【解析】(1) ① 铁锈的主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，根据化学变化中元素种类不变，可知铁生锈与空气中

的 O_2 和 H_2O 有关；

②废铁属于可回收的金属资源，因此应放入标有可回收物的垃圾箱，故选：a；

(2) ①赤铁矿石的主要成分是 Fe_2O_3 ，以赤铁矿为原料炼铁发生反应为一氧化碳与氧化铁高温生成铁和二氧化碳，反应的化学方程式为 $Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{\text{高温}} 2Fe + 3CO_2$ ；

②生铁的含碳量比钢高，柔铁和生铁经炼、锻后得到钢，说明柔铁的含碳量比钢低；

(3) ①铁与稀盐酸反应生成氯化亚铁和氢气，反应的化学方程式为 $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$ ；

②由于双氧水的分解速率随温度升高而加快，因此当温度高于 $120^\circ C$ 后，双氧水分解速率加快，浓度降低，因此 NO 的脱除率下降；

(4) 废铁研磨成粉末的目的是增大反应物间的接触面积，使反应更快更充分；

(5) Fe_2O_3 和稀 H_2SO_4 反应生成硫酸铁和水，反应的化学方程式为 $Fe_2O_3 + 3H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ ；由于“还原”过程有硫酸生成，且生成的硫酸可以循环使用，因此所加稀硫酸可略低于理论消耗量；

(6) 由于 $Zn(OH)_2$ 开始沉淀的 pH 为 6.2，因此若溶液的 pH 为 7.5，则在产品中会混有 $Zn(OH)_2$ 或 ZnO ，使产品纯度降低；

(7) “过滤”后所得滤渣表面有 SO_4^{2-} 残留， SO_4^{2-} 能与 Ba^{2+} 结合生成 $BaSO_4$ 沉淀，因此判断固体已洗净的方法是取最后一次洗涤后的滤液，加入 $BaCl_2$ 或者 $Ba(NO_3)_2$ 溶液，若无现象，则已洗净；

(8) 由题意可知， $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 将 H_2S 吸入其孔隙进行反应，生成 $Fe_2S_3 \cdot H_2O$ 和 H_2O ，发生反应的化学方程式为 $Fe_2O_3 \cdot H_2O + 3H_2S = Fe_2S_3 \cdot H_2O + 3H_2O$ ；

(9) ①由“再生”前后铁元素质量守恒，设活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 的理论再生质量为 z。

$$\begin{array}{ccc} Fe_2S_3 \cdot H_2O & \sim & Fe_2O_3 \cdot H_2O \\ \frac{226}{266.0g} & & \frac{178}{z} \end{array}$$

$$\frac{226}{178} = \frac{266.0g}{z}$$

$$z \approx 209.5g$$

可脱除的 H_2S 比理论脱除量减少了 5.1g，设减少的活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 再生质量为 m。

$$\begin{array}{ccc} 3H_2S & \sim & Fe_2O_3 \cdot H_2O \\ \frac{102}{5.1g} & & \frac{178}{m} \end{array}$$

$$\frac{102}{178} = \frac{5.1g}{m}$$

$$m = 8.9g$$

则实际的活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 再生质量为 $209.5g - 8.9g = 200.6g$

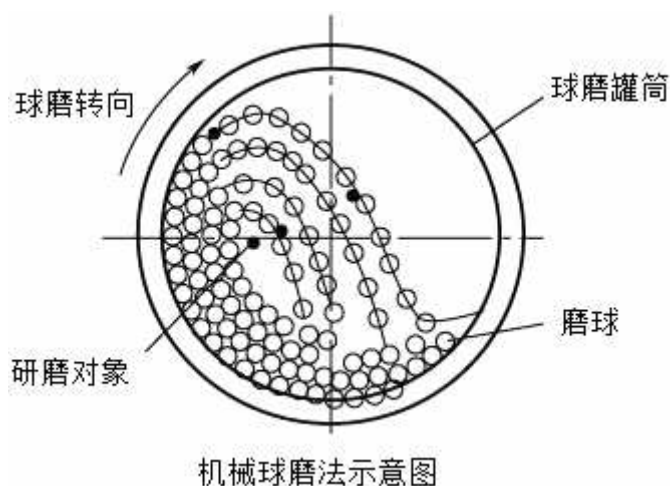
则活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 再生率 = $\frac{200.6g}{209.5g} \times 100\% \approx 95.8\%$ 。多次“再生”后，活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 的孔隙被 S 覆盖，使其脱硫效果变差；

②由于多次“再生”后，活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 的孔隙被 S 覆盖，因此会使活性 $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 的脱硫效果变差。

2. (2026•广东广州模拟) 甲醛是一种重要的化工原料, 同时也是一种常见的室内空气污染物。利用羟基磷灰石[Ca₅(PO₄)₃OH]可将空气中的甲醛转化为无污染的物质, 反应过程的微观示意图如图:



- (1) 羟基磷灰石在甲醛的转化反应前后质量和化学性质都没有发生变化, 羟基磷灰石的作用是 _____。
- (2) 甲醛的化学式为 _____, 上述转化反应的化学方程式为 _____。
- (3) 将 1.5g 甲醛完全转化为无污染的物质, 需要消耗氧气的质量为 _____ g。
- (4) 羟基磷灰石可用机械球磨法制备: 将 Ca(OH)₂ 和 P₂O₅ 按照一定比例加入到球磨机中, 球磨一段时间, 发生反应 $10\text{Ca}(\text{OH})_2 + 3\text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 9\text{H}_2\text{O}$ 。机械球磨法的工作原理如图所示。



- ①机械球磨的目的是 _____。球磨过程中常加入一定比例的生石灰用于吸水, 发生反应的化学方程式为 _____。
- ②按照绿色化学思想, 反应物中的原子全部转化为期望的最终产物, 这时原子利用率为 100%。为使反应物中的原子全部转化为羟基磷灰石, 理论上 CaO、Ca(OH)₂、P₂O₅ 作为原料加入的质量比为 _____。
- [相对分子质量: CaO56、Ca(OH)₂74、P₂O₅142]

【答案】(1) 催化作用; (2) CH₂O; $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{羟基磷灰石}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; (3) 1.6;

(4) ①增大物质间的接触面积, 使反应更充分; $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$; ②252: 37: 213。

【解析】(1) 羟基磷灰石在甲醛的转化反应前后质量和化学性质都没有发生变化, 羟基磷灰石做催化剂, 起到催化作用;

(2) 根据图示信息可知, 甲醛的化学式为 CH₂O, 上述转化反应的化学方程式为 $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{羟基磷灰石}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

(3) 甲醛转化为二氧化碳的方程式为: $\text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{羟基磷灰石}} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; 根据 $\text{CH}_2\text{O} \sim \text{O}_2$ 关系可知,

将 1.5g 甲醛完全转化为无污染的物质, 需要消耗氧气的质量为 x , 则 $\frac{30}{32} = \frac{1.5\text{g}}{x}$, $x = 1.6\text{g}$;

(4) ①机械球磨的目的是增大物质间的接触面积, 使反应更充分; 球磨过程中常加入一定比例的生石灰用于吸水, 发生反应的化学方程式为 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$;

②按照绿色化学思想, 反应物中的原子全部转化为期望的最终产物, 这时原子利用率为 100%, 该过程满足原子守恒规律: $9\text{CaO} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 3\text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 因此理论上 CaO 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 P_2O_5 作为原料加入的质量比为: $(9 \times 56) : 74 : (3 \times 142) = 252 : 37 : 213$ 。

3. 【新情境·航天科技与化学知识结合】(2025·四川凉山州·中考真题) “嫦娥六号返回样品揭示月背 28 亿年前火山活动”入选 2024 年度“中国科学十大进展”。从月球背面采集月壤到我国科学家对月壤分析成果的发布, 标志着我国在航天科技领域已领先世界。

(1) $a \sim f$ 是月壤中含有的几种元素, 如图 1 是它们在周期表中前三周期的位置分布。其中 b 和 d 也分别是地壳中含量最高的非金属元素和金属元素。

H							a
					b		
	c	d	e		f		

图1

- ①请写出 d 的元素符号 _____。
- ②请画出 f 原子的结构示意图_____。
- ③某种元素的一个原子中质子、中子、电子总数为 5, 其中不带电的粒子有 1 个, 则由该元素组成的单质化学式为 _____。

(2) 航天技术是一个国家科技与工业实力的重要体现。铝合金被广泛应用于航空航天领域。如图 2 是工业上用铝土矿(主要成分为 Al_2O_3 , 含 Fe_2O_3 杂质)为原料冶炼铝的流程, 请完成下列题目。

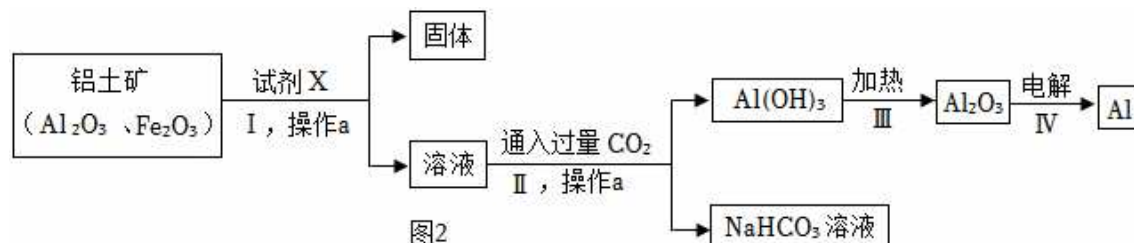
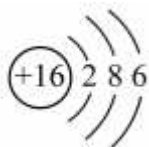


图2

查阅资料: Fe_2O_3 能与盐酸反应, 但不能与氢氧化钠溶液反应; Al_2O_3 既能与盐酸反应, 又能与氢氧化钠溶液反应, 反应原理为 $2\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, 其中 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 易溶于水。

- ①操作 a 的名称是 _____, 试剂 X 是 _____ (选填“氢氧化钠溶液”或“盐酸”)。

②反应Ⅳ是电解熔融状态下的 Al_2O_3 ，该过程中还生成了一种常见气体，写出该反应的化学方程式 _____。



【答案】（1）①Al；② _____；③He；

（2）①过滤；氢氧化钠溶液；

② $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 。

【解析】（1）已知 d 是地壳中含量最高的金属元素，所以 d 是 Al；b 是地壳中含量最高的非金属元素，所以 b 是 O；根据元素在周期表中的位置，可推出 a 是 He，c 是 Mg，e 是 Si，f 是 S。

①d 是铝元素，元素符号为 Al；

②f 是 S 元素，硫原子质子数为 16，核外电子分层排布，第一层 2 个电子，第二层 8 个电子，第三层 6 个电子，原子结构示意图如上；

③原子中不带电的粒子是中子，中子数为 1，设质子数为 x，电子数等于质子数也为 x，则 $x+1+x=5$ ，解得 $x=2$ ，该元素是氦元素，单质化学式为 He。

（2）①操作 a 实现了固体和溶液的分离，这种操作的名称是过滤；因为 Fe_2O_3 不能与氢氧化钠溶液反应， Al_2O_3 能与氢氧化钠溶液反应，加入试剂 X 后得到固体和溶液，所以试剂 X 是氢氧化钠溶液，这样 Al_2O_3 与 NaOH 反应后进入溶液中， Fe_2O_3 不反应成为固体。

②反应Ⅳ是电解熔融状态下的 Al_2O_3 ，生成铝和氧气（氧气是常见气体），化学方程式为 $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 。

4. （2026•广东佛山一模）MOFs 衍生材料光催化甲烷氧化，有助于解决环境和能源的问题，氧化原理如图 1。

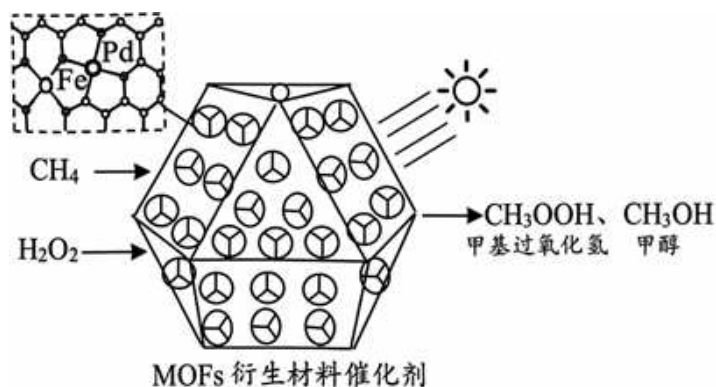


图 1

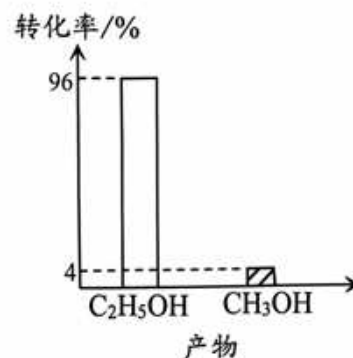


图 2

（1）MOFs 衍生材料催化剂具有疏松多孔的结构，有 _____ 性，其在反应前后质量 _____。

（2）核心反应之一： $2\text{H}_2\text{O}_2 + \text{CH}_4 \xrightarrow[\text{太阳光}]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OOH} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，若有 100g CH_4 反应，其中 88% 转化为

CH₃OOH，可以生成 CH₃OOH 的质量是多少？_____（写出计算过程）

（3）核心反应之二：生成 CH₃OH 的化学反应方程式 _____。

（4）当用其他廉价金属原子代替 MOFs 衍生材料中的 Pd 时，CH₄ 的转化率和催化产物如图 2，此时产物的质量比为 _____。

【答案】（1）吸附；不变；

（2）设生成 CH₃OOH 的质量为 x



16 48

100g×88% x

$$\frac{16}{100\text{g} \times 88\%} = \frac{48}{x}$$

$$x = 264\text{g}$$



（4）4：69 或 69：4。

【解析】（1）MOFs 衍生材料催化剂具有疏松多孔的结构，有吸附性；根据催化剂的特性，其在反应前后质量不变。

（2）设生成 CH₃OOH 的质量为 x



16 48

100g×88% x

$$\frac{16}{100\text{g} \times 88\%} = \frac{48}{x}$$

$$x = 264\text{g}$$

答：生成 CH₃OOH 的质量为 264g。

（3）核心反应二中，CH₄ 和 H₂O₂ 在催化剂和太阳光作用下生成 CH₃OH 和 H₂O，化学方程式为： $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow[\text{太阳光}]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ；

（4）从图 2 可知，产物 C₂H₅OH 和 CH₃OH 的转化率分别为 96%和 4%。设 CH₄ 的总质量为 m，则 C₂H₅OH 的质量： $m \times 96\% \times \frac{46}{2 \times 16}$ （2 个 CH₄ 生成 1 个 C₂H₅OH），CH₃OH 的质量： $m \times 4\% \times \frac{32}{16}$ （1 个 CH₄ 生成 1 个 CH₃OH）；C₂H₅OH 质量：CH₃OH 的质量 = $(m \times 4\% \times \frac{32}{16}) : (m \times 96\% \times \frac{46}{2 \times 16}) = 4: 69$ 。

5. （2026•湖北黄冈模拟）铁及其化合物在生产生活中有广泛应用。

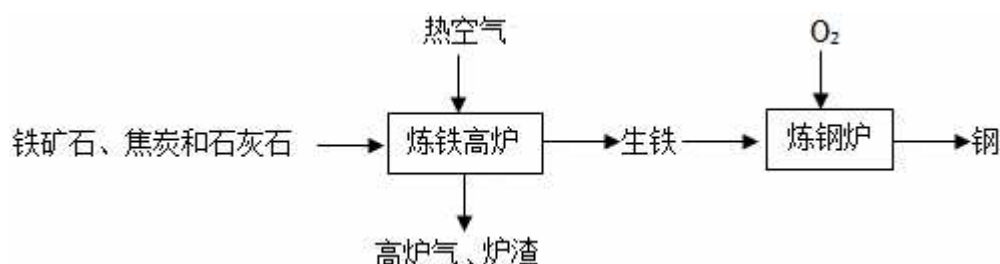
一、铁的有关知识

(1) 北固山铁塔由生铁铸成，展现了我国古代精湛的冶铁、铸造技术。因年代久远，塔身锈蚀严重。



- ①生铁的熔点比纯铁 _____ (选填“高”或“低”)。
- ②铁锈主要成分是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，铁生锈主要与空气中的 _____ 有关。

(2) 工业上冶炼钢铁的主要工艺流程如图。



- ①以赤铁矿为原料炼铁反应的化学方程式为 _____。

- ②炼钢炉中存在转化： $\text{Fe} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{FeO} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{C}} \text{Fe} + \text{CO}$ ，目的为降低 _____ 元素含量。

(3) 铁及其化合物在现代多种领域发挥着重要作用。

- ①纳米零价铁 (Fe) 用于废水处理，可用 H_2 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 在高温下反应获得，反应的化学方程式为 _____。

- ② Fe_3O_4 是合成氨催化剂铁触媒的主要成分，可用 CH_4 和 Fe_2O_3 在高温下反应获得，同时生成 CO_2 和 H_2O 的质量比为 _____。

二、制备硫酸亚铁铵晶体

用废铁屑制备硫酸亚铁铵晶体 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 的实验流程如下。



- (1) “洗涤”是用蒸馏水洗去铁屑表面残留的 Na_2CO_3 等杂质，判断铁屑已洗净的方法是：取最后一次洗涤后的滤液，测定其 $\text{pH} = \underline{\hspace{2cm}}$ ，则已洗净。

(2) “酸溶”时控温 75°C 加热至不再产生气泡。

- ①加热的目的是 _____。
- ②产生的气体为 H_2 ，用点燃法检验 H_2 前必须 _____。

(3) “反应”后冷却至 20℃ 过滤。

① “反应”的化学方程式为 _____。

表：“反应”中相关物质的溶解度

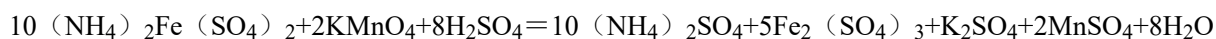
温度/℃		20℃
溶解度 S/g	FeSO ₄ •7H ₂ O	48.0
	(NH ₄) ₂ SO ₄	75.4
	(NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ •6H ₂ O	21.2

② “反应”过程中析出硫酸亚铁铵晶体，参考表中数据分析其原因 _____。

三、测定硫酸亚铁铵晶体样品纯度

准确称取 19.00g 硫酸亚铁铵晶体（相对分子质量为 392）样品溶于水，与硫酸酸化的 KMnO₄ 溶液完全反应，消耗 KMnO₄ 的质量为 1.58g。

已知：



(1) 该样品的纯度为 _____ %（精确到 0.1%）。

(2) 判断该计算结果是否合理并分析其原因 _____。

【答案】一、(1) ①低；②O₂ 和 H₂O；

(2) ① $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ；②C；

(3) ① $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O}$ ；②11：9；

二、(1) 7；

(2) ①加快反应速率；②检验氢气的纯度；

(3) ① $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ；②生成硫酸亚铁铵晶体的质量大、溶解度小；

三、(1) 103.2；

(2) 不合理，样品中可能混有硫酸亚铁晶体。

【解析】一、(1) ①合金的熔点低于其组分中任一种组成金属的熔点，则生铁的熔点比纯铁低；

②铁锈主要成分是 Fe₂O₃•nH₂O，铁生锈主要与空气中的 O₂ 和 H₂O 有关；

(2) ①赤铁矿的主要成分是氧化铁，一氧化碳和氧化铁在高温条件下反应生成铁和二氧化碳，反应的化学方程式为 $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ；

②炼钢炉中存在转化： $\text{Fe} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{FeO} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{C}} \text{Fe} + \text{CO}$ ，氧化亚铁和 C 在高温条件下反应生成铁和 CO，从而降低生铁中的含碳量，则目的为降低 C 元素含量；

(3) ① H_2 和 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 在高温下反应生成铁和水, 反应的化学方程式为 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O}$;

② CH_4 和 Fe_2O_3 在高温下反应生成 Fe_3O_4 、 CO_2 和 H_2O , 反应的化学方程式为 $\text{CH}_4 + 12\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} 8\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 则生成 CO_2 和 H_2O 的质量比为 $(12+16 \times 2) : [2 \times (1 \times 2+16)] = 11:9$;

二、(1) 洗涤是用蒸馏水洗去铁屑表面残留的 Na_2CO_3 等杂质, 碳酸钠溶液呈碱性, $\text{pH} > 7$, 则判断铁屑已洗净的方法是取最后一次洗涤后的滤液, 测定其 $\text{pH} = 7$, 则已洗净;

(2) ① 温度高, 反应速率快, 则加热的目的是加快反应速率;

② 氢气具有可燃性, 点燃不纯的氢气可能发生爆炸, 则用点燃法检验 H_2 前必须检验氢气的纯度;

(3) ① 硫酸亚铁、硫酸铵和水反应生成硫酸亚铁铵晶体, 反应的化学方程式为 $\text{FeSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$;

② 由表中数据可知, 相同温度下硫酸亚铁铵晶体的溶解度最小, 则反应过程中析出硫酸亚铁铵晶体的原因是生成硫酸亚铁铵晶体的质量大、溶解度小;

三、(1) 由题中提供的信息可知, 硫酸亚铁铵晶体与高锰酸钾的关系式为 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \sim 2\text{KMnO}_4$,

设硫酸亚铁铵晶体的质量为 x ,



3920

316

x

1.58g

$$\frac{3920}{316} = \frac{x}{1.58\text{g}}$$

$x = 19.60\text{g}$, 则硫酸亚铁铵晶体样品的纯度为 $\frac{19.60\text{g}}{19.00\text{g}} \times 100\% \approx 103.2\%$;

(2) 由于 $103.2\% > 100\%$, 所以该计算结果不合理, 原因是样品中可能混有硫酸亚铁晶体。

6. (2025•江苏淮安•中考真题) 锰及其化合物在生产、生活中具有广泛的应用。

(1) 锰元素在元素周期表中的信息及原子结构示意图如图 1 所示。下列有关说法正确的是_____ (填序号)。

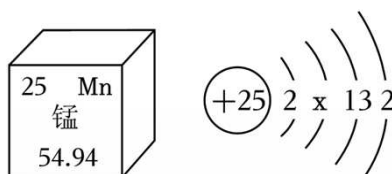


图1

A. 图 1 中 $x=8$

B. 锰元素属于非金属元素

C. 锰元素的原子序数为 25

D. 锰元素的相对原子质量为 54.94g

(2) 将打磨过的锰片插入 CuCl_2 溶液中, 观察到锰片表面出现红色固体, 意外发现锰片上有少量气泡产

生，据此可推测 CuCl_2 溶液中含有的阳离子是_____（填离子符号）。

（3） Mn_3O_4 常用于电子工业， KMnO_4 可用于制备氧气，其稀溶液还是良好的消毒剂。利用废旧电池炭包（含炭和 MnO_2 ）制备 Mn_3O_4 和 KMnO_4 的流程如图 2 所示。

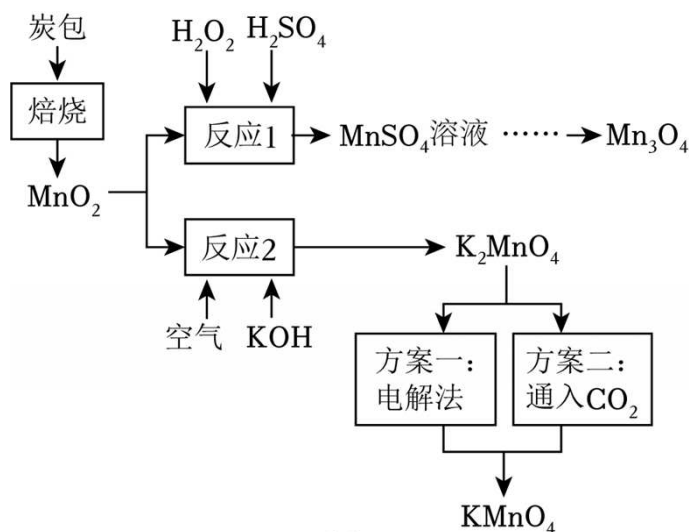


图2

①将炭包在足量的氧气中焙烧，目的是_____。

②反应 1 中化合价发生改变的元素是_____（填元素符号）。

③ MnSO_4 能与氧气、氨水反应生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 Mn_3O_4 （难溶于水的黑色固体），实验装置如图 3 所示。制备时溶液的温度和 pH 对 Mn_3O_4 的产率的影响如图 4 所示。为获得高产率、高纯度的 Mn_3O_4 ，请补充完整下列实验方案：取一定量 MnSO_4 溶液放入三颈烧瓶中，在不断搅拌下，通入空气，_____，真空干燥。（实验方案中必须使用的试剂：氨水、蒸馏水）

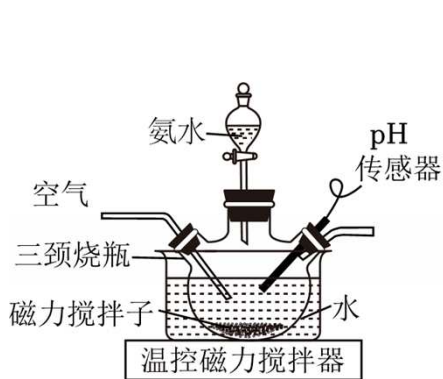


图3

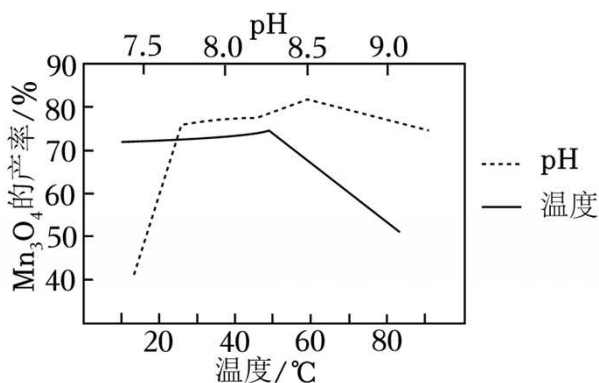


图4

④反应 2 的原理为 $2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{X}$ ，则 X 的化学式为_____。

⑤将 K_2MnO_4 转化为 KMnO_4 的实验方案通常有两种。

方案一： $2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\uparrow + 2\text{KOH}$

方案二： $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2\downarrow + 4\text{KHCO}_3$

对比上述两种方案，你认为哪种方案更优？请说明理由：_____（写

出一点即可)。

【答案】(1) AC。(2) Cu^{2+} 、 H^{+} 。

(3) ①使炭燃烧生成 CO_2 从而得到纯净的 MnO_2 ; ②Mn、O; ③将三颈烧瓶水浴加热并保持在 50°C 恒温, 滴加氨水调节溶液的 pH 为 8.5, 直至有大量黑色沉淀出现, 过滤, 用蒸馏水洗涤沉淀; ④ H_2O ; ⑤方案一更优, 方案一中锰元素的转化率高(或生成的 KOH 可以循环使用, 可以同时获得氢气)。

【解析】(1) A. 原子结构示意图中, 圆圈表示原子核, 圆圈内的数字表示核电荷数(或质子数), 弧线表示电子层, 弧线上的数字表示该电子层上的电子数, 在原子中, 质子数=核外电子数, 因此 $x=25-2-13-2=8$, 故 A 正确;

B. 由汉字“锰”的部首可知锰属于金属元素, 故 B 错误;

C. 元素周期表每格中, 左上角的数字为原子序数, 锰元素的原子序数为 25, 故 C 正确;

D. 相对原子质量是一个比值, 单位为“1”, 常省略不写, 故 D 错误。

(2) 活泼金属能与酸反应生成氢气, 锰片插入 CuCl_2 溶液中, 观察到锰片上有少量气泡, 推测可能是 CuCl_2 溶液呈酸性, 所以溶液中含有的阳离子包括 H^{+} 和 Cu^{2+} 。

(3) ①提供充足的氧气进行焙烧能将废旧电池炭包(含炭和 MnO_2) 中的炭完全反应生成 CO_2 , 从而得到较纯净的 MnO_2 。

②反应 1 是 MnO_2 和 H_2O_2 、 H_2SO_4 反应生成 MnSO_4 和 H_2O 和 O_2 , 化学方程式为: $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ 。 $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4$, MnO_2 中 Mn 化合价为: $x + (-2) \times 2 = 0$, $x = +4$, MnSO_4 中 Mn 化合价为: $x + (-2) = 0$, $x = +2$, 因此 Mn 的化合价由 $+4 \rightarrow +2$, $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 。 H_2O_2 中 O 的化合价为: $(+1) \times 2 + x \times 2 = 0$, $x = -1$, O_2 中 O 的化合价为 0, O 的化合价由 $-1 \rightarrow -2$ 和 0。故化合价改变的元素是 Mn、O。

③将三颈烧瓶水浴加热, 根据图 4, 在 50°C 恒温, 滴加氨水调节溶液的 pH 为 8.5, 直至有大量黑色沉淀出现, 过滤, 用蒸馏水洗涤沉淀, Mn_3O_4 的转化率最高。

④根据反应 $2\text{MnO}_2 + 4\text{KOH} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{X}$, 反应前 2 个锰原子、4 个钾原子、4 个氢原子、10 个氧原子, 反应后有 2 个锰原子、4 个钾原子、8 个氧原子, 故 2X 中共有 4 个氢原子、2 个氧原子, 故 X 的化学式为: H_2O 。

⑤根据生成物中锰元素的转化, 方案一中锰元素的转化率高, 故方案一更优。或生成的 KOH 可以循环使用, 可以同时获得氢气。

7. (2025·江苏无锡·中考真题) 金属资源的循环利用可推动人类社会可持续发展。

I. 铁的存在与冶炼

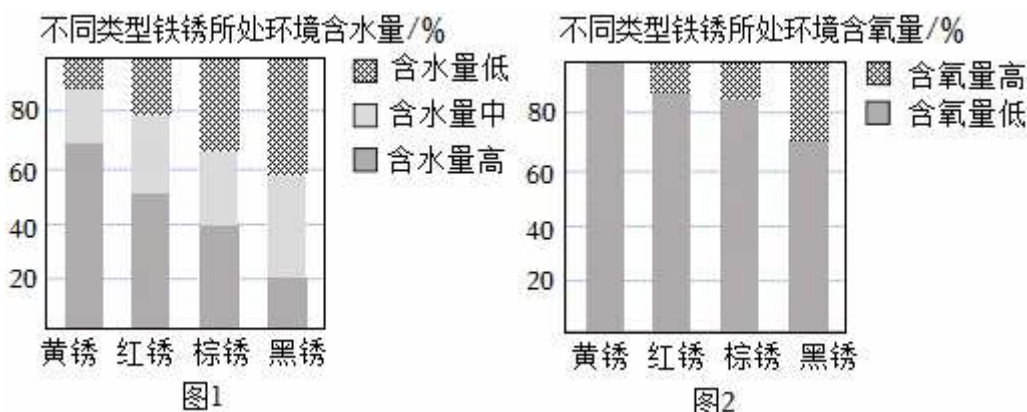


(1) FeCO_3 在自然环境中能发生变化, 反应之一为: $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{R} + 4\text{CO}_2$, R 的化学式为 _____。

(2) 菱铁矿、磁铁矿和赤铁矿都可用于炼铁。写出高温条件下 CO 与磁铁矿炼铁反应的化学方程式: _____。

II. 铁的腐蚀与防护

铁在不同含水量、含氧量环境下会形成黄锈 [$\text{Fe}(\text{OH})_3$]、红锈 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、棕锈 (Fe_2O_3) 和黑锈 (Fe_3O_4) 等不同的锈。

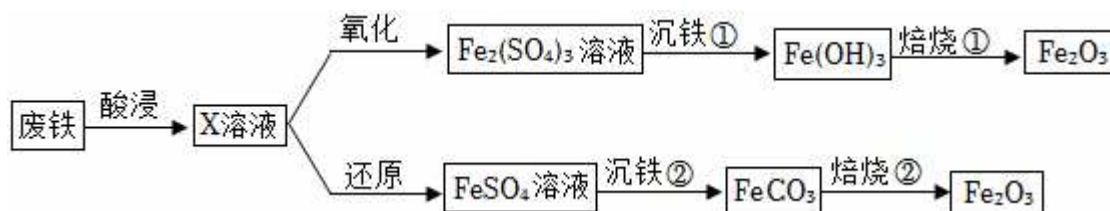


(3) 结合图 1 和图 2 信息, 铁形成黄锈的环境条件是 _____。铁形成黄锈时, 铁元素的化合价 _____ (填“升高”或“降低”)。

(4) “烤蓝”的原理是在铁表面形成一层致密的四氧化三铁, 其作用是 _____。

III. 铁的再生与利用

由废铁 (主要成分是 Fe、 Fe_2O_3) 回收利用制铁红 (Fe_2O_3) 的过程如下:



(5) “酸浸”时加入过量的稀硫酸, X 溶液中含有的金属阳离子有: _____。

“沉铁①”时将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 可使用的试剂是 _____。

“还原”时向 X 溶液中加入铁, 铁的作用是: ①将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转变为 FeSO_4 ; ②_____。

(6) 下列叙述正确的是 _____ (填序号)。

- a. 铁在自然界中主要以化合物形式存在
- b. 铁系食品脱氧剂中的铁粉可吸收包装袋中的氧气和水

c.铁和铁的化合物在一定条件下的相互转化体现了物质的多样性

【答案】（1） Fe_2O_3 ；（2） $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$ ；（3）含水量高且含氧量低；升高；
（4）隔绝氧气和水，防止铁生锈；
（5） Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ；氢氧化钠溶液（或氢氧化钙溶液等答案不唯一）；除去过量的稀硫酸；
（6）abc。

【解析】（1）根据质量守恒定律，化学反应前后原子的种类和数目不变。在反应 $4\text{FeCO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{R} + 4\text{CO}_2$ 中，反应前铁原子有 4 个，碳原子有 4 个，氧原子有 $12+2=14$ 个；反应后碳原子有 4 个，氧原子有 8 个。那么 2R 中含有 4 个铁原子和 6 个氧原子，所以 R 的化学式为 Fe_2O_3 ；

（2）磁铁矿的主要成分是 Fe_3O_4 ，在高温条件下 CO 与 Fe_3O_4 反应生成铁和二氧化碳，化学方程式为 $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$ ；

（3）观察图 1 和图 2 可知，铁形成黄锈时，环境含水量高且含氧量低。在黄锈 $[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 中，氢氧根显 -1 价，设铁元素化合价为 x，根据化合物中正负化合价代数和为零，可得 $x + (-1) \times 3 = 0$ ，解得 $x = +3$ ；在铁单质中，铁元素化合价为 0 价，所以铁形成黄锈时，铁元素的化合价升高；

（4）“烤蓝”在铁表面形成一层致密的四氧化三铁，其作用是隔绝氧气和水，从而防止铁生锈；

（5）“酸浸”时 X 溶液中含有的金属阳离子：废铁中的铁 Fe 与稀硫酸反应 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ，生成 Fe^{2+} ；废铁中的氧化铁 Fe_2O_3 与稀硫酸反应 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ，生成 Fe^{3+} ；因为加入了过量稀硫酸，所以 X 溶液中含有的金属阳离子有 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} ；“沉铁①”时将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 可使用的试剂：要将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转化为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 需要加入一种碱，常用的碱可以是氢氧化钠溶液（或氢氧化钙溶液等合理的碱溶液），发生反应 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ （以氢氧化钠为例）；“还原”时铁的作用：已知①将 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 转变为 FeSO_4 ；因为酸浸时加入了过量的稀硫酸，所以铁还能与稀硫酸反应 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ ，从而除去过量的稀硫酸；

（6）a、铁的化学性质比较活泼，在自然界中主要以化合物形式存在，正确；b、铁系食品脱氧剂中的铁粉能与包装袋中的氧气和水发生反应而生锈，从而吸收氧气和水，防止食品变质，b 正确；c、铁可以与盐酸、硫酸等反应生成亚铁盐，铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁等，铁的化合物之间也能相互转化，如氢氧化亚铁与氧气、水反应生成氢氧化铁等，铁和铁的化合物在一定条件下的相互转化体现了物质的多样性，c 正确；故选：abc。

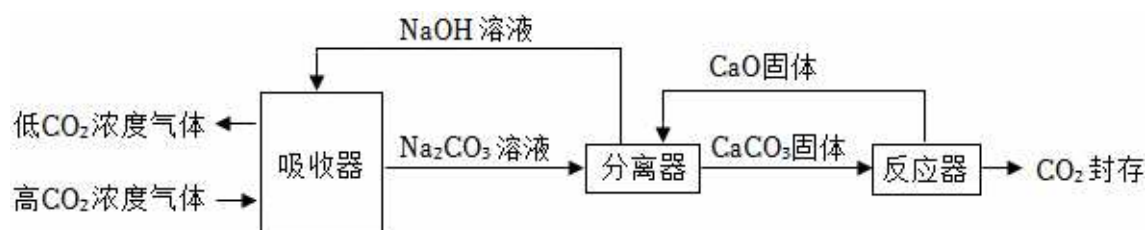
8. （2026•山东滨州模拟）为应对气候变化，我国提出“碳达峰、碳中和”（简称“双碳”）目标。围绕碳产生、碳捕集、碳利用三个环节，我国正积极探索减排路径。

I.碳产生

（1）自然界中，二氧化碳的产生有多种途径。例如，火山喷发时，地壳中的碳酸钙在高温下分解，生成二氧化碳和另一种氧化物。写出该反应的化学方程式：_____。

II.碳捕集

如图是一种利用 NaOH 溶液实现碳捕集技术的主要流程。



(2) 吸收器中发生反应的化学方程式为_____。

(3) 分离器中， Na_2CO_3 参与反应的化学方程式为_____。

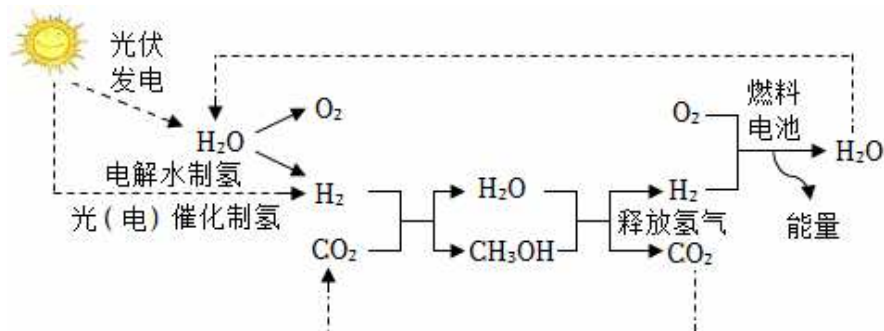
(4) 若反应器中生成的 CO_2 未被完全封存而泄漏到大气中，会加剧_____（填环境问题名称）。

III. 碳利用

将捕集到的 CO_2 进行资源化利用，是实现“双碳”目标的重要途径。目前常见的有以下两条转化路径。

路径 1: CO_2 耦合零碳能源的转化利用技术

(5) 利用可再生能源将 CO_2 转化为甲醇 (CH_3OH)，并最终用于供能的流程如下。下列叙述正确的是_____（填字母）。



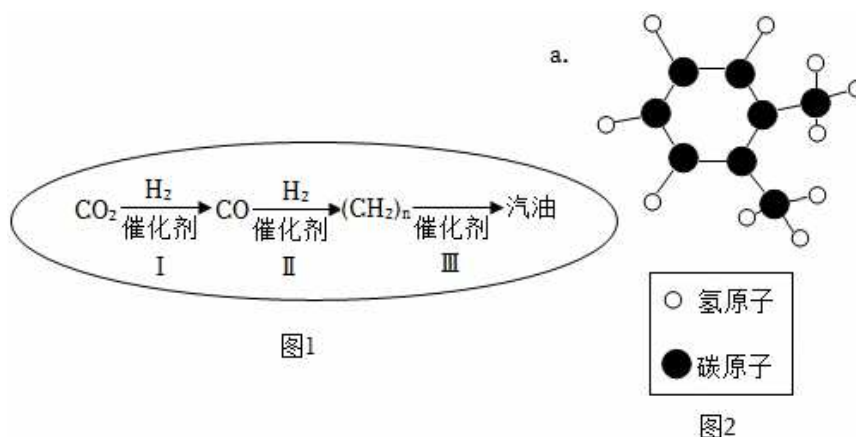
A. 电解水制氢过程中，电能转化为化学能

B. 该流程中， CO_2 和 H_2O 均实现了循环利用

C. 该路径为氢气的低成本制取和有效储存提供了可行方案

路径 2: CO_2 直接转化利用技术

我国科研团队通过图 1 所示三个环节，将 CO_2 和 H_2 转化为汽油。汽油中含有多种物质，其中物质 a 的分子结构模型如图 2 所示。



请回答下列问题：

(6) 在高温、高压和催化剂存在的条件下, 环节 I 除生成 CO 外, 还生成了一种常见的溶剂, 该反应的化学方程式为_____。

(7) 物质 a 的化学式为_____。

(8) 若该转化流程中, 环节 I 共消耗 44tCO₂, 理论上可生成 CO 的质量为_____ t。

【答案】 (1) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

(4) 温室效应。

(5) ABC。

(6) $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(7) 28。

【解析】 (1) 地壳中的碳酸钙在高温下分解, 生成二氧化碳和另一种氧化物(氧化钙), 该反应的化学方程式: $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

(2) 吸收器中发生反应的化学方程式为 $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 分离器中, Na₂CO₃ 参与反应的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

(4) 若反应器中生成的 CO₂ 未被完全封存而泄漏到大气中, 会加剧温室效应。

(5) A. 电解水制氢过程中, 电能转化为化学能, 故选项正确。

B. 该流程中, CO₂ 和 H₂O 均实现了循环利用, 故选项正确。

C. 该路径为氢气的低成本制取和有效储存提供了可行方案, 故选项正确。

(6) 在高温、高压和催化剂存在的条件下, 环节 I 除生成 CO 外, 还生成了一种常见的溶剂(水), 该反应的化学方程式为 $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(7) 物质 a 的化学式为 C₈H₁₀。

(8) 设理论上可生成 CO 的质量为 x。



44 28

44t x

$$\frac{44}{28} = \frac{44t}{x}$$

x = 28t。

9. (2025•江苏苏州一模) 石油开采的过程中会释放硫化氢(H₂S)等有害气体。脱硫技术的研究与应用, 对环境保护及生态建设尤为重要。

I. 克劳斯法用含 H_2S 的废气制取 S，工艺流程如图：



反应炉中部分 H_2S 发生的反应为：① $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，剩余的 H_2S 在催化转化器中发生

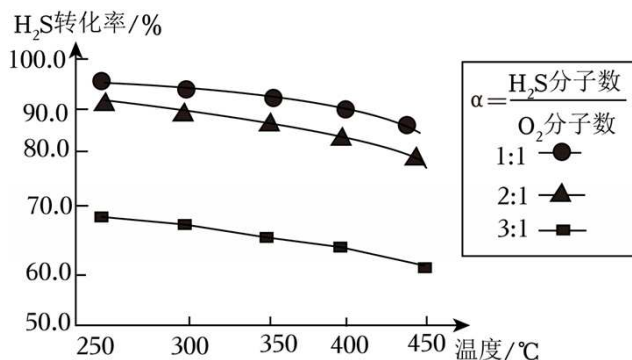
的反应为：② $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温}} 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(1) 反应①中化合价发生改变的元素为 _____。

(2) 为提高 H_2S 转化为 S 的比例，理论上应控制反应炉和催化转化器中参加反应的 H_2S 的质量比为 _____。（填最小整数比）。

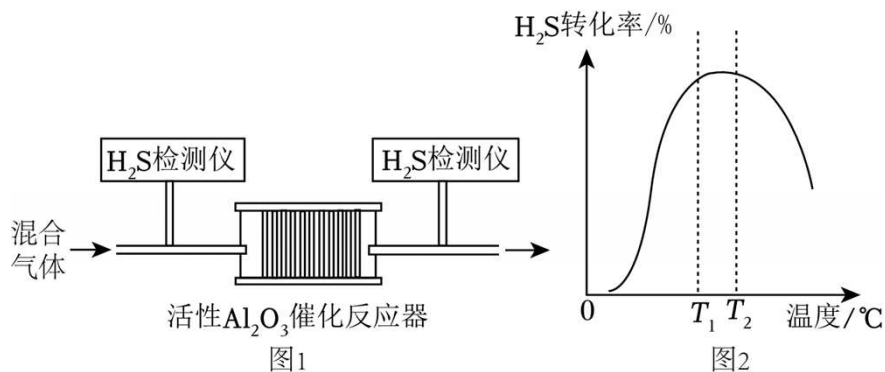
II. 克劳斯法脱硫条件的选择与优化

某温度下，不同分子个数比 ($\alpha = \frac{\text{H}_2\text{S 分子个数}}{\text{O}_2 \text{ 分子个数}}$) 对 H_2S 的转化率的影响如图。



(3) 按分子个数比 $\alpha = 2:1$ 的混合气通入，可保持 H_2S 较高的转化率。若 α 过低，会生成过多的 _____（填化学式），降低硫的产率；若 α 过高， H_2S 的转化率会 _____（填“升高”或“降低”）。

(4) 活性 Al_2O_3 可作为克劳斯法脱硫反应的催化剂。其它条件相同下，按分子个数比 $\alpha = 2:1$ 的混合气，匀速通入活性 Al_2O_3 催化反应器中反应（如图 1），测得反应相同时间内 H_2S 的转化率随温度的变化曲线（如图 2）。



【已知】催化剂在使用过程中受种种因素的影响会失去活性，失去催化作用。

① 温度在 $0 \sim T_1$ °C 范围内， H_2S 的转化率迅速上升的原因是 _____；

② 当温度高于 T_2 °C 时， H_2S 的转化率迅速下降的原因可能是 _____。

【答案】(1) S、O (或硫元素、氧元素)。

(2) 1: 2。

(3) SO_2 ; 降低。

(4) ①温度升高加快反应速率或温度升高催化剂活性增强; ②催化剂在温度高于 $T_2^\circ\text{C}$ 时, 失去活性。

【解析】(1) 反应①中, 反应物氧气中氧元素的化合价为 0, 反应物硫化氢中氢元素的化合价为+1, 硫元素的化合价为 - 2, 生成物二氧化硫和水中氧元素的化合价为 - 2, 生成物二氧化硫中硫元素的化合价为+4, 故反应①中化合价发生改变的元素是 S、O;

(2) 由①和②可知, 反应炉中每 2 个 H_2S 分子和 3 个 O_2 分子恰好完全反应, 生成 2 个 SO_2 分子, 催化转化器中每 4 个 H_2S 分子和 2 个 SO_2 分子恰好完全反应, 则反应炉和催化转化器中参加反应的 H_2S 的分子个数比为 $2: 4=1: 2$, 即质量比 $=1: 2$;

(3) $\alpha = \frac{\text{H}_2\text{S 分子个数}}{\text{O}_2 \text{ 分子个数}}$, 按分子个数比 $\alpha=2: 1$ 的混合气通入, 可保持 H_2S 较高的转化率, 氧气能够

氧化硫, 若 α 过低, 氧气过量, 在较高温度下, 氧气与 S 反应, 会生成过多的 SO_2 , 降低了硫的产率; 由图可知, 若 α 过高, 氧气不足, H_2S 的转化率会降低;

(4) ①温度在 $0\sim T_1^\circ\text{C}$ 范围内, 随温度升高, 催化剂活性增大, H_2S 的转化率迅速上升, 另外, 温度逐渐升高, 使反应速率加快, H_2S 的转化率迅速上升;

②催化剂活性受温度影响, 当温度高于 $T_2^\circ\text{C}$ 时, 催化剂失去活性, 失去催化作用, 使 H_2S 的转化率迅速下降。

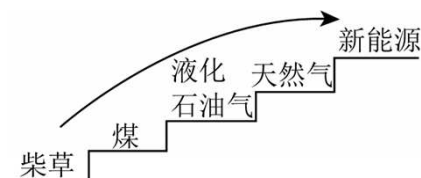
► 类型 3 化学与能源的综合应用 ◀

1. 【新情境·科技与化学知识结合】(2025·河南·中考真题) 化学是能源科学、环境科学、航空航天工程等现代科学技术的基础。

(1) 社会发展离不开优质能源开发。下列属于可再生能源的是 _____ (填字母)。

a.煤 b.石油 c.氢气 d.天然气

(2) 能源转型是人类进步的驱动力, 家用燃料的变迁承载了社会文明发展的需求。某兴趣小组通过调查家用燃料的变迁与合理使用, 绘制了如图所示的家用燃料变迁图。请完成下列问题。

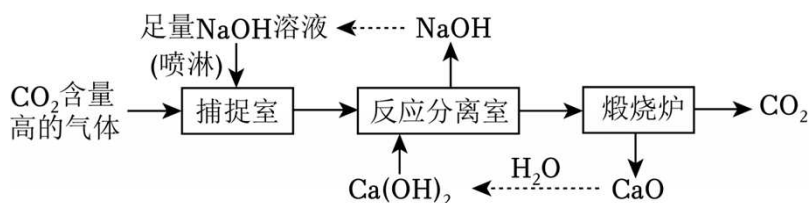


①点燃煤时常用柴草引燃, 说明可燃物燃烧需要的条件之一是 _____。

②天然气主要成分是甲烷。甲烷完全燃烧的化学方程式为 _____。

③天然气作为一种比较清洁的燃料, 已经走进城乡居民生活。与燃煤相比, 使用天然气可以减少的空气污染物是 _____ (填一种即可)。

(3) CO₂ 捕集是实现低碳目标的一种有效手段，某捕集 CO₂ 工艺流程如图所示。



①捕捉室中采用“喷淋”方式加入 NaOH 溶液，请叙述“喷淋”方式的优点。

②写出反应分离室中生成 NaOH 的化学方程式。

③以上工艺流程中不涉及的化学反应基本类型是 _____。

(4) 新能源在我国航天科技领域有着广泛的应用，火箭发射卫星时常用液氢和液氧作推进剂。要将卫星送达预定轨道，某型火箭至少需要燃烧 220kg 的液氢才能提供足够的能量。理论上该火箭需要携带液氧的质量是多少？

【答案】 (1) c;

(2) ①温度达到着火点；② $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；③SO₂（答案不唯一）；

(3) ①增大反应物的接触面积，使反应更快更充分；② $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ；

③置换反应；

(4) 1760kg。

【解析】 (1) 煤、石油、天然气属于不可再生能源，氢气属于可再生能源，故选：c。

(2) ①点燃煤时常用柴草引燃，说明可燃物燃烧需要的条件之一是温度达到着火点。

②甲烷和氧气完全燃烧生成二氧化碳和水，反应的化学方程式为： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

③煤燃烧会生成二氧化硫等空气污染物，与燃煤相比，使用天然气可以减少的空气污染物是：SO₂（答案不唯一）。

(3) ①捕捉室中采用“喷淋”方式加入 NaOH 溶液，“喷淋”方式的优点是可以增大反应物的接触面积，使反应更快更充分。

②捕捉室中二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，反应分离室中碳酸钠和氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠，反应的化学方程式为： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

③以上工艺流程中，反应分离室中碳酸钠和氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠，属于复分解反应，煅烧炉中碳酸钙在高温的条件下生成氧化钙和二氧化碳，属于分解反应，氧化钙和水反应生成氢氧化钙，属于化合反应，则不涉及的化学反应基本类型是置换反应。

(4) 设理论上该火箭需要携带液氧的质量是 x。



4 32

220kg x

$$\frac{4}{32} = \frac{220\text{kg}}{x}$$

$$x = 1760\text{kg}$$

答：理论上该火箭需要携带液氧的质量 1760kg。

2. （2025•江苏盐城•中考真题）燃料的燃烧是人类获取能量的重要途径。

（1）家用燃料经历了柴草、煤炭、液化石油气、天然气的历史变迁。

①柴草燃烧时将_____能转化为热能；煤炭燃烧会产生_____等物质污染环境。

②液化石油气、天然气燃烧出现黄色或橙色火焰时，须将燃气灶的进风口调大（选填“大”或“小”）。

（2）作为航空燃料必须满足以下要求：在 -40°C 至 -60°C 仍保持液态；不容易挥发，且燃点（着火点）不能太低；热值高……现列举两种燃料的燃点和热值如下表所示。

燃料名称	化学式	燃点/ $^{\circ}\text{C}$	热值/ $(\times 1000\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1})$
乙醇	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	75	30.2
航空煤油	$\text{C}_8\text{H}_{18}\sim\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	425	43

①综合以上信息推断：乙醇_____（选填“适宜”或“不适宜”）用作航空燃料，理由是_____。

②等质量的乙醇和航空煤油完全燃烧，产生 CO_2 质量较大的是_____。

（3）我国正积极开发和利用新能源，如图是我市沿海_____发电的场景，这种发电技术的优点有_____，缺点有_____（各写出一即可）。

（4）液氨有望成为未来理想的清洁能源，它在纯氧中完全燃烧的产物只有水和氮气（ $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$ ）。试计算 34g 氨气完全燃烧至少需要消耗氧气的质量是多少。（写出计算过程）



【答案】（1）①化学；二氧化硫、一氧化碳（答案不唯一）；②大；

（2）①不适宜；乙醇易挥发，燃点低；②航空煤油；

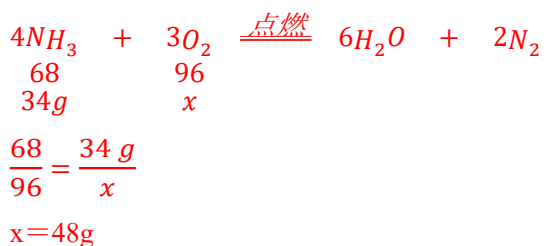
（3）风力；无污染（答案不唯一）；发电不稳定（或产生噪音，设备维护难度大、成本高等，答案不唯一）；

（4）48g。

【解析】（1）①柴草燃烧时将化学能转化为热能；煤炭燃烧会产生二氧化硫、一氧化碳等物质污染环境；

②液化石油气、天然气燃烧出现黄色或橙色火焰时，是因为氧气不足，燃气燃烧不充分，须将燃气灶的进风口调大；

- (2) ①乙醇易挥发，燃点低，因此不适宜用作航空燃料；故答案为：不适宜；乙醇易挥发，燃点低；
- ②由化学式可知，航空煤油中碳元素的质量分数高于乙醇中碳元素的质量分数，因此等质量的乙醇和航空煤油完全燃烧，产生 CO_2 质量较大的是航空煤油；
- (3) 我国正积极开发和利用新能源，如图是我市沿海风力发电的场景，这种发电技术的优点有无污染，缺点有发电不稳定、产生噪音，设备维护难度大、成本高等；
- (4) 设 34g 氨气完全燃烧至少需要消耗氧气的质量为 x，则：



答：34g 氨气完全燃烧至少需要消耗氧气的质量为 48g。

3. (2026•广东深圳一模) 化学兴趣小组开展“发热袋的模拟制作”跨学科实践活动。

任务一：选择发热剂

【调查研究】常见的发热剂主要是生石灰和醋酸钠 (CH_3COONa) 等。

- (1) ①用化学方程式解释生石灰作为发热剂的反应原理_____。该反应放热过于剧烈，且产物有腐蚀性，不宜选择。
- ②醋酸钠作为发热剂使用安全环保，可重复利用。发热袋材料应具有的性质是_____（任写一条）。

(2) 利用 CH_3COOH 和纯碱 (Na_2CO_3) 自制醋酸钠，反应原理为： $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。计算制 82g 醋酸钠需要纯碱的质量。

任务二：制作发热袋

【查阅资料】I. 过饱和溶液中所含溶质的量大于在该温度下饱和溶液中溶质含量，一般由较高温度的饱和溶液缓慢平稳冷却形成。搅拌溶液、溶液受到震动、摩擦容器壁或投入固体“晶种”，过量溶质就会结晶析出。

II. 醋酸钠在不同温度下的溶解度如下：

温度/℃	0	20	40	60	80	100
溶解度/g	36.2	46.4	65.6	139	153	170

- (3) 将 76.5g 醋酸钠与 50g 水混合加热至_____℃以上，固体恰好完全溶解。将其装入发热袋内平稳降温至 20℃，无晶体析出，得到醋酸钠的过饱和溶液。

任务三：保存与使用

- (4) 挤压发热袋即可使其发热。由此提出保存未使用的发热袋的一条注意事项_____。

【答案】(1) ① $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ；

② 隔热（或密封、柔韧）（答案不唯一）；

(2) 53g;

(3) 80;

(4) 避免震动、挤压(或密封保存)(答案不唯一)。

【解析】(1) ①生石灰(CaO)与水反应生成熟石灰并放热, 化学方程式为: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$;

②醋酸钠作为发热剂使用安全环保, 可重复利用。发热袋材料应具有的性质是隔热或密封、柔韧等;

(2) 设制 82g 醋酸钠需要纯碱的质量为 x , 则:



106

164

x

82g

$$\frac{106}{164} = \frac{x}{82g}$$

$$x = 53g$$

(3) 76.5 g 醋酸钠溶解在 50g 水中恰好完全溶解, 则溶解度为: $\frac{76.5g}{50g} \times 100g = 153g$, 查表可知溶解度 153g 对应温度为 80℃, 因此需要加热至 80℃ 以上;

(4) 根据题意, 挤压、震动会触发结晶放热, 因此保存未使用的发热袋需要避免震动、挤压或密封保存等。

4. 【新情境·新能源与化学知识结合】(2025·江苏南京·中考真题) 氢气是一种清洁的高能燃料, 已应用于航天、交通等领域。

(1) 实验室常用锌与稀硫酸反应制取氢气(如图 1)。

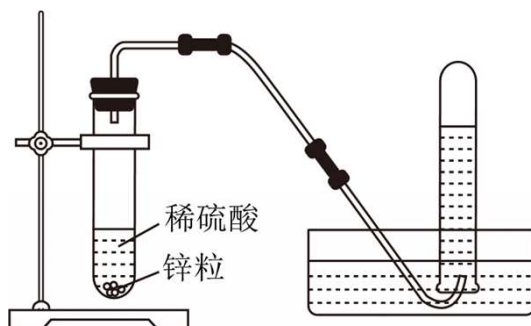


图1

写出该反应的化学方程式: _____, 可用排水法收集氢气的原因是_____。

(2) 活性炭因具有_____的结构而具有吸附能力, 可用于氢气的储存。有研究表明活性炭的储氢性能与温度、压强的关系如图 2 所示(纵坐标表示每克活性炭吸附氢气的质量), 请分析活性炭的储氢性能与温度和压强的关系:_____。

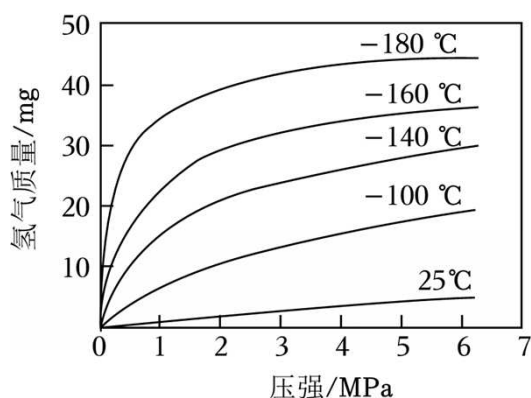


图2

(3) 氨硼烷 (NH_3BH_3) 具有极高的理论储氢量和良好的放氢特性, 其一种放氢反应如下: $\text{NH}_3\text{BH}_3 + 2\text{X} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{NH}_4\text{BO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$, 则 X 为_____。

(4) 某新能源汽车以氢气为燃料, 使用 1kg 氢气平均可行驶 150km。如果通过电解水产生氢气, 180kg 水分解产生的氢气理论上可供这辆汽车行驶多远? (写出计算过程)

【答案】(1) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$; 氢气难溶于水, 且与水不反应;

(2) 疏松多孔; 在压强相同时, 温度越低, 活性炭储氢性能越好; 在温度相同时, 压强越大, 活性炭储氢性能越好; (3) H_2O ; (4) 3000km。

【解析】(1) 锌与稀硫酸反应生成硫酸锌和氢气, 该反应的化学方程式为: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$; 可用排水法收集氢气, 是因为氢气难溶于水, 且与水不反应;

(2) 活性炭具有疏松多孔的结构, 具有吸附性, 可用于氢气的储存; 由图可知, 在压强相同时, 温度越低, 活性炭储氢性能越好; 在温度相同时, 压强越大, 活性炭储氢性能越好;

(3) 根据质量守恒定律, 化学反应前后原子种类、数目不变。反应后共含有 1 个 N 原子, 10 个 H 原子, 1 个 B 原子, 2 个 O 原子; 反应前 NH_3BH_3 中含有 1 个 N 原子, 6 个 H 原子, 1 个 B 原子。故 2X 中应含有 4 个 H 原子和 2 个 O 原子, 故 X 的化学式为: H_2O ;

(4) 设 180kg 水分解产生氢气的质量为 x,



36 4

180kg x

$$\frac{36}{180\text{kg}} = \frac{4}{x}$$

$$x = 20\text{kg}$$

可供汽车行驶的距离: $20\text{kg} \times 150\text{km/kg} = 3000\text{km}$

答: 理论上可供这辆汽车行驶 3000km。

5. (2025•宁夏银川一模) 天然气的综合利用是重要的研究课题。

天然气是重要的化石燃料和能源, 主要成分为甲烷, 还含有少量硫化氢 (H_2S) 等气体。硫化氢可在催

化剂作用下与甲烷反应而除去，其反应微观示意图如图 1 所示。

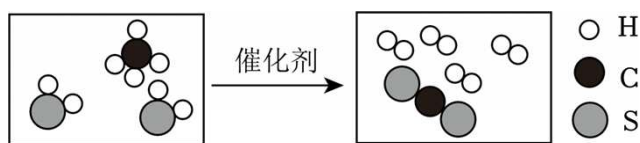


图 1

利用甲烷催化制取氢气。一种甲烷、水蒸气催化制氢的透氢膜反应器如图 2 所示，通入的甲烷和水蒸气在高温和催化剂作用下反应生成一氧化碳和氢气（该反应是吸热反应），一部分氢气通过透氢膜与膜外侧通入的氧气反应。

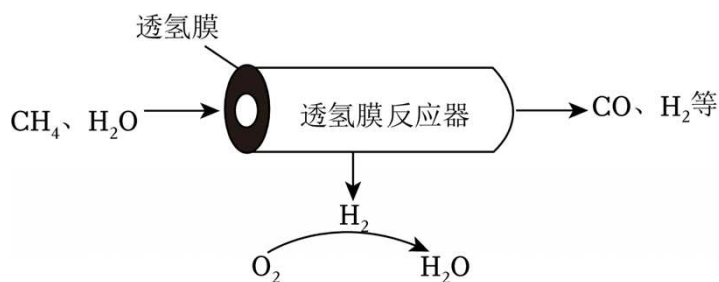



图 2

利用甲烷在高温、Cu - Pd 催化作用下分解可制取新型碳单质材料—石墨烯，石墨烯具有很高的强度和优良的导电性能。

(1) 甲烷完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O 的化学方程式为 _____。

(2) 结合图 1，分析甲烷与硫化氢的反应。



①产物“”中，碳元素和硫元素的质量比为 _____（填最简整数比）。

②该反应过程中变化的是 _____（填字母）。

A.分子的数目 B.原子的种类 C.物质的总质量

(3) 结合图 2，分析甲烷水蒸气制氢反应。甲烷水蒸气制氢反应的化学方程式为 _____。

(4) 下列说法正确的是 _____（填字母）。

- A.天然气属于纯净物
- B.天然气和氢气均属于可再生能源
- C.石墨烯具有优良的导电性能，是一种金属单质
- D.透氢膜反应器内生成的 CO 与 H_2 未被完全分离

【答案】(1) $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) ①3: 16。②A。

(3) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{催化剂}} \text{CO} + 3\text{H}_2$ 。(4) D。

【解析】(1) 甲烷完全燃烧生成二氧化碳和水，化学方程式为 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

(2) ①由图 1 可知，甲烷与硫化氢反应的化学方程式为 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CS}_2 + 4\text{H}_2$ ，产物中碳元素和

硫元素的质量比为 12: (32×2) = 3: 16;

②根据质量守恒定律, 化学反应前后原子的种类、物质的总质量不变; 反应前分子数目是 1+2=3, 反应后分子数目是 1+4=5, 分子的数目发生了变化;

(3) 甲烷和水蒸气在高温和催化剂作用下反应生成一氧化碳和氢气, 化学方程式为 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{高温}]{\text{催化剂}} \text{CO} + 3\text{H}_2$;

(4) A、天然气主要成分为甲烷, 还含有少量硫化氢等气体, 属于混合物, 故 A 错误;
B、天然气是化石燃料, 属于不可再生能源; 氢气可通过其他能源制取, 属于可再生能源, 故 B 错误;
C、石墨烯是碳单质, 属于非金属单质, 故 C 错误; D、由图 2 可知, 一部分氢气通过透氢膜与膜外侧通入的氧气反应, 说明透氢膜反应器内生成的一氧化碳与氢气未被完全分离, 故 D 正确; 故选: D。

6. 【新情境·古代科技与化学知识结合】(2025·浙江金华三模) 《天工开物》是中国古代一部综合性的科学技术著作, 被世界各国誉为“中国 17 世纪的工艺百科全书”并广为流传, 其中不少章节介绍了许多与化学相关的知识。

I、制墨。《天工开物》记载松烟制墨法: “凡墨烧烟凝质而为之……。即把松枝斩成尺寸并覆盖松叶于其上收集黑烟而制墨”。

(1) 松烟制墨法是利用松枝 _____ (填“完全”或“不完全”) 燃烧产生对环境不利的黑烟而制墨, 黑烟主要成分是 _____ (填物质名称)。

(2) 松烟制成了墨, 用墨汁书写的字画经久不褪色是因为 _____。

II、造纸。

竹子造纸的流程如图:



(1) “浸泡”的目的是软化纤维。竹子含有纤维素[(C₆H₁₀O₅)_n], 纤维素中碳、氧的元素质量比为 _____。

(2) “蒸煮”时, 利用石灰浆[主要成分为 Ca(OH)₂]和草木灰水的碱性, 达到除去木素的目的。草木灰主要成分为 K₂CO₃。将石灰浆和草木灰水混合后效果更好, 原因是 _____。

(3) “捞纸”与化学实验中的 _____ 操作相似。

(4) 请从微观的角度解释“透火培干”是因为 _____。

III、冶金。

(1) 《天工开物》记载了锡的冶炼方法: “入砂(指锡砂)数百斤, 丛架木炭亦数百斤, 鼓鞴(指鼓入空气)熔化, 用铅少许, (锡) 沛然流注。”其反应原理为: $\text{C} + \text{SnO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Sn} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

①炼锡时加入少许铅形成合金, 产物更易熔化流出, 原因是 _____。

②现有含 SnO₂20%的锡砂 151kg, 理论上可炼出锡的质量是 _____ kg。

(2) “铁器淬于胆矾水中, 即成铜色也”, 即铁和硫酸铜溶液反应, 请写出反应后溶液中一定存在的阳离子 _____ (填化学用语)。

【答案】I. (1) 不完全；炭黑；(2) 常温下、碳的化学性质稳定；

II. (1) 9: 10；(2) 氢氧化钙和碳酸钾反应生成氢氧化钾，使碱性增强；(3) 过滤；

(4) 温度越高分子运动速率越快；

III. (1) ①合金的熔点比组成它的纯金属的熔点低；②23.8；(2) Fe^{2+} 。

【解析】I、(1) 含碳物质完全燃烧生成二氧化碳，松枝燃烧过程，氧气不足，不完全燃烧产生对环境不利的黑烟，此黑烟主要成分是炭黑；

(2) 用墨汁书写或绘制的字画经久不褪色，是因为常温下碳的化学性质稳定；

II、(1) 纤维素 $[(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n]$ 中碳、氧元素的质量比为 $(12 \times 6n) : (16 \times 5n) = 9: 10$ ；

(2) “蒸煮”时，利用石灰浆[主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]和草木灰水的碱性，达到除去木素的目的，而将石灰浆与草木灰水混合，草木灰水的主要成分是碳酸钾，氢氧化钙与碳酸钾反应会生成氢氧化钾，使碱性增强，除去木素的效果更好；

(3) 捞纸是将固体(纸)和液体分离的过程，与化学实验中物质分离的过滤操作相似；

(4) 从微观的角度解释“透火培干”是因为分子在不断运动，温度越高，分子运动速率越快；

III、(1) ①炼锡时加入少许铅形成合金，产物更易熔化流出，原因是合金的熔点比组成它的纯金属的熔点低；

②设理论上可以炼出锡的质量为 x 。



151 119

$151\text{kg} \times 20\% \quad x$

$$\frac{151}{119} = \frac{151\text{kg} \times 20\%}{x}$$

$x = 23.8\text{kg}$

答：理论上可以炼出锡的质量为 23.8kg；

(2) 铁与硫酸铜溶液反应生成铜、硫酸亚铁，则反应后的溶液是硫酸亚铁溶液，带正电荷的离子是阳离子，所以反应后溶液中一定存在的阳离子是亚铁离子，根据离子的表示方法：在表示该离子的元素符号右上角，标出该离子所带的正负电荷数，数字在前，正负符号在后，带 1 个电荷时，1 要省略。故亚铁离子可表示为： Fe^{2+} 。

7. (2025•贵州贵阳乌当区模拟) 能源既是国家经济发展的命脉，也是国家发展战略的重要支柱。

(一) 人类目前所消耗的能量主要来自化石燃料。随着人类的不断开采，化石能源的枯竭是不可避免的。

(1) 将石油加热炼制，是利用石油中各成分的沸点不同，将它们分离得到汽油、煤油、柴油等产品，该变化是_____ (填“物理变化”或“化学变化”)。

(2) 天然气的主要成分是甲烷，用途广泛。可作燃料直接使用。天然气燃烧的化学方程式是_____，16kg 甲烷充分燃烧，生产水的质量是_____ kg。

(二) 氢气被看作是理想的绿色能源。

(3) 近年来，我国加快布局加氢站网络，建成加氢站数量居世界第_____。

(4) 甲烷水蒸气催化重整是制高纯氢的方法之一，主要流程如图 1：



图1

①甲烷和水蒸气反应的化学方程式是_____。

②CaO 的作用是_____。

③H₂ 体积分数和 CaO 消耗率随时间变化关系如图 2 所示。从 t₁ 时开始，H₂ 体积分数显著降低，单位时间 CaO 消耗率_____（填“升高”、“降低”或“不变”）。此时 CaO 消耗率约为 35%，但已几乎失效，请结合吸收原理分析其失效的原因_____。

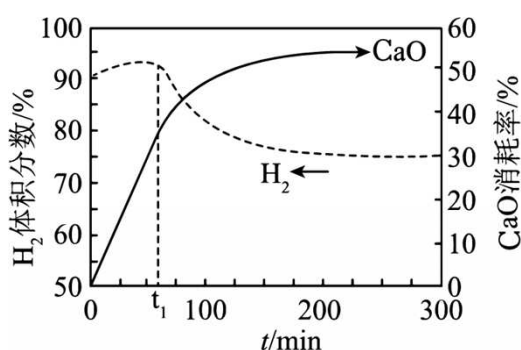


图2

(5) 可利用太阳能光伏电池电解水制高纯氢，工作示意图如图 3，通过控制开关连接 K₁ 或 K₂，可交替得到氢气和氧气，制取氢气时，连接_____（填 K₁ 或 K₂）；改变开关连接方式，可得氧气。

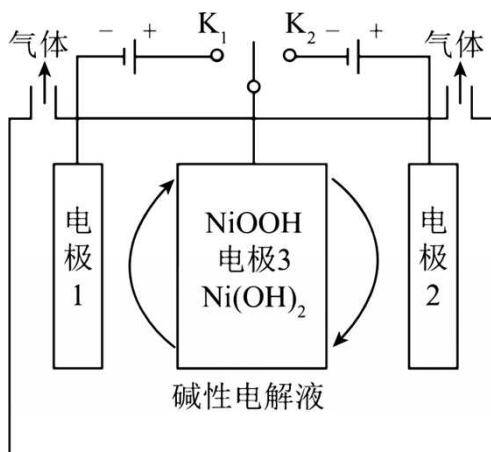


图3

【答案】（1）物理变化；

（2） $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ； 36；

（3）一；

（4）① $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[650^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$ ；

②吸收 CO_2 ，提高氢气纯度（答案不唯一）；

③降低；氧化钙和二氧化碳反应生成碳酸钙，反应生成的碳酸钙覆盖在氧化钙表面，减少了氧化钙与二氧化碳的接触面积，导致吸收率降低，甚至失效（答案不唯一）；

（5） K_1 。

【解析】（1）石油分馏利用沸点差异分离组分，无新物质生成，是物理变化；

（2）天然气中的甲烷燃烧生成二氧化碳和水，反应的化学方程式是： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ；

设 16kg 甲烷充分燃烧，生成水的质量是 x ，则：



16 36

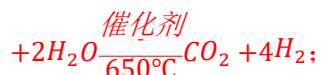
16kg x

$$\frac{x}{16\text{kg}} = \frac{36}{16}$$

$x = 36\text{kg}$ ；

（3）我国加氢站建设规模居世界前列，建成加氢站数量居世界第一；

（4）①甲烷和水蒸气在催化剂和 650°C 条件下反应生成二氧化碳和氢气，该反应的化学方程式为： CH_4



②C 由图可知， CaO 的作用是将二氧化碳除去，提高氢气纯度；

③由图 3 可知，从 t_1 时开始， CaO 消耗率变得平缓，说明单位时间 CaO 消耗率降低；

根据质量守恒定律，化学反应前后元素的种类不变，则 CaO 与二氧化碳反应生成碳酸钙，反应生成的碳酸钙覆盖在氧化钙表面，减少了氧化钙与二氧化碳的接触面积，导致吸收率降低，甚至失效；

（5）电解水时，与电源负极相连端产生氢气，所以，据图可知制 H_2 时，连接 K_1 。

► 类型 4 氧气、二氧化碳与氢气等物质的综合应用 ◀

1. （2025•江苏淮安•中考真题）氢能是一种重要的绿色能源。

【制氢】

（1）甲烷催化重整制氢的微观过程示意图如图 1 所示。

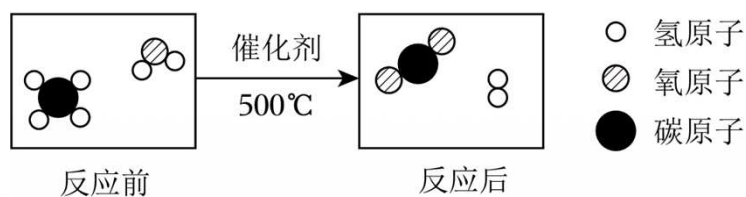


图1

①该反应的化学方程式是_____，反应前后不变的微观粒子是_____。

②已知： $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ （反应放热）。向该重整制氢体系中加入适量疏松多孔的 CaO ，其优点是_____。

（2）催化重整制得的 H_2 中常混有少量 CO 。利用铜 - 铈氧化物 ($x\text{CuO} \cdot y\text{CeO}_2$) 可催化除去 CO ，反应过程如图 2 所示。下列有关说法正确的是_____（填序号）。

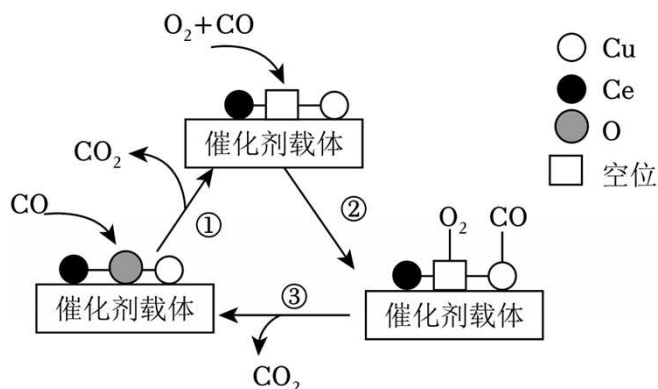


图2

A. 步骤①中发生了化合反应

B. 在整个反应前后催化剂的质量不变

C. 过程中催化剂参与了反应

D. 该过程总反应的化学方程式是 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2$

【储氢】

（3）向含有催化剂的 NaHCO_3 溶液中通入 H_2 ，可发生反应 $\text{H}_2 + \text{NaHCO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ ，用于储氢。温度高于 70°C 时，储氢效率降低的原因可能是_____。

【释氢】

（4）氨硼烷 (NH_3BH_3) 储氢量较高，不同温度下可分解生成 H_2 和不同固体 (BNH_x)，剩余固体残留率 ($\frac{\text{剩余固体的质量}}{\text{原始固体的质量}} \times 100\%$) 随温度的变化曲线如图 3 所示，请判断 B 点对应的物质为_____（填化学式）。

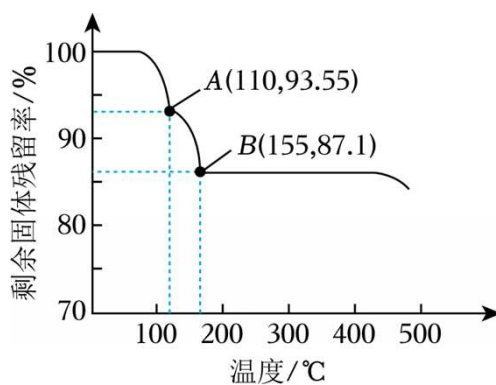


图3

【用氢】

(5) 氢氧燃料电池被誉为氢能源汽车的“心脏”。电池工作时，_____ 能转化为电能。

(6) 在催化剂的作用下， H_2 能还原氮氧化物 (NO_x) 实现氮污染的治理。某温度 ($t^\circ C$) 下， H_2 的体积分数对 $H_2 - NO$ 反应的影响如图 4 所示。

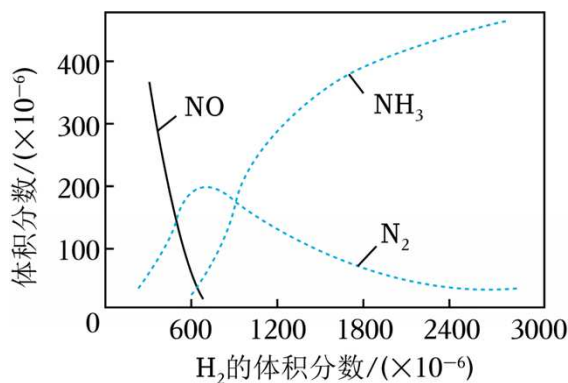


图4

① H_2 的体积分数在 $0 \sim 600 \times 10^{-6}$ 范围内，发生置换反应的化学方程式是_____。

② 实际生产中 H_2 的体积分数不宜过高的原因是_____。

【答案】(1) ① $CH_4 + 2H_2O \xrightarrow[500^\circ C]{\text{催化剂}} CO_2 + 4H_2$ ；碳原子、氢原子、氧原子；

② 提高氢气的产率，能为甲烷催化重整制氢的反应提供热量，节约能源；

(2) BC；

(3) 因为温度过高，碳酸氢钠分解了或者催化剂的活性降低，导致反应 $H_2 + NaHCO_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} HCOONa + H_2O$ 的反应速率减慢，从而使储氢效率降低；

(4) BNH_2 ；

(5) 化学；

(6) ① $2H_2 + 2NO \xrightarrow{\text{催化剂}} N_2 + 2H_2O$ ；

② 当 H_2 的体积分数过高时，会有 NH_3 生成， NH_3 是一种污染物。

【解析】(1) ① 由微观示意图可知，甲烷 (CH_4) 和水 (H_2O) 在催化剂、 $500^\circ C$ 条件下反应生成二氧化碳

(CO₂)和氢气(H₂)。根据化学反应式的书写原则,配平后化学方程式为 $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[500^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$ 。

化学反应的实质是分子破裂成原子,原子重新组合成新分子,所以反应前后不变的微观粒子是碳原子、氢原子、氧原子。

②已知 $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ (反应放热),向该重整制氢体系中加入适量疏松多孔的 CaO,一方面 CaO 能吸收反应生成的 CO₂,使反应 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[500^\circ\text{C}]{\text{催化剂}} \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$ 的平衡正向移动,从而提高氢气的产率;另一方面,该反应放热,能为甲烷催化重整制氢的反应提供热量,节约能源。

(2) A、步骤①中是 CO 与催化剂载体中的氧结合等过程,不是化合反应(化合反应是由两种或两种以上物质生成一种物质的反应),故 A 错误。

B、催化剂在化学反应前后质量和化学性质都不变,所以在整个反应前后催化剂的质量不变,故 B 正确。

C、从反应过程图可以看出,催化剂参与了反应过程,故 C 正确。

D、该过程是在催化剂作用下 CO 与 O₂ 反应生成 CO₂,反应条件不是点燃,总反应的化学方程式应为 $2\text{CO} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2$, D 错误。

(3) 温度高于 70℃ 时,储氢效率降低,可能是因为温度过高,碳酸氢钠分解了或者催化剂的活性降低,导致反应 $\text{H}_2 + \text{NaHCO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ 的反应速率减慢,从而使储氢效率降低(或者温度过高, H₂ 的溶解度减小,参与反应的 H₂ 减少等合理原因均可)。

(4) 设 NH₃BH₃ 的质量为 m,其相对分子质量为 $14 + 3 \times 1 + 11 + 3 \times 1 = 31$ 。B 点剩余固体残留率为 87.1%,则剩余固体质量为 87.1% m。NH₃BH₃ 中 B、N 原子个数比为 1:1,设 B 点对应物质的化学式为 (BNH_x)_n,则 B、N 元素质量比在 NH₃BH₃ 和 (BNH_x)_n 中不变。NH₃BH₃ 中 B、N 元素质量比为 11:14。(BNH_x)_n 的相对分子质量为 n(11+14+x),根据残留率可得: $\frac{n(11+14+x)}{31} = 87.1\%$,近似计算得 x ≈ 2,所以 B 点对应的物质为 BNH₂。

(5) 氢氧燃料电池工作时,化学能转化为电能。

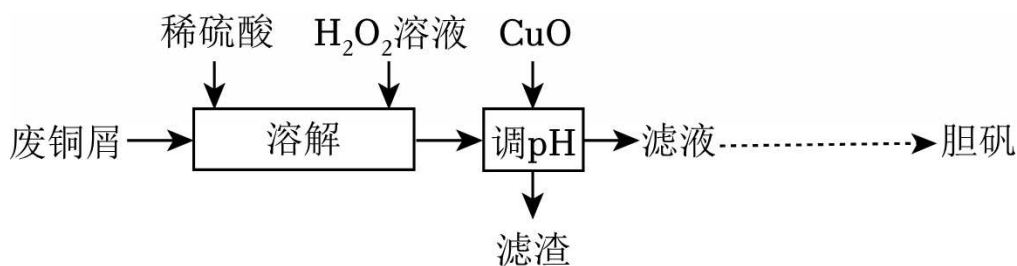
(6) ①在 H₂ 的体积分数在 0 - 600 × 10⁻⁶ 范围内,由图可知,NO 和 H₂ 反应生成 N₂ 和 H₂O,该反应是一种单质和一种化合物反应生成另一种单质和另一种化合物的置换反应,化学方程式为 $2\text{H}_2 + 2\text{NO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②从图中可以看出,当 H₂ 的体积分数过高时,会有 NH₃ 生成,NH₃ 是一种污染物,所以实际生产中 H₂ 的体积分数不宜过高。

2. 【新情境·古代科技与化学知识结合】(2026•江苏南京模拟)空气中氧气含量测定的经典赏析。

(1)《天工开物》中记述了金、铜、锌、铁等金属的开采和冶炼方法。其中关于铜的冶炼记述:“凡铜供世用,出山与出炉止有赤铜。以炉甘石或倭铅参和,转色为黄铜。”请写出炉甘石(ZnCO₃)和木炭粉在高温下反应生成倭铅(锌的古称)和二氧化碳的化学方程式 _____。

(2) 用废铜屑(含 Cu、CuO、Fe₂O₃ 等)制备胆矾的流程如图:



① “溶解”时,铜发生的反应为: $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{CuSO}_4 + 2\text{X}$, 其中 X 为 _____。

② 请写出用氧化铜调节 pH 的化学方程式 _____。

(3) 《天工开物》另记述:“烧铁器淬于胆矾水中,即成铜色也”,其中蕴含的化学原理主要是铁与硫酸铜反应。若有 80g 硫酸铜参加反应,理论上最多生成铜的质量是多少?(利用化学方程式计算,写出完整计算过程。)

【答案】 (1) $2\text{ZnCO}_3 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + 3\text{CO}_2\uparrow$;

(2) H_2O ; $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

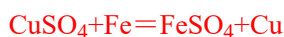
(3) 32g。

【解析】 (1) 碳酸锌和碳在高温条件下生成锌和二氧化碳,反应的化学方程式为: $2\text{ZnCO}_3 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Zn} + 3\text{CO}_2\uparrow$;

(2) ① 反应前后原子的种类和个数不变,等号左边 Cu、H、S、O 的个数分别为 1、4、1、6,等号右边除 2X 外,Cu、H、S、O 的个数分别为 1、0、1、4,则 2X 中含有 4 个氢原子和 2 个氧原子,则 X 的化学式为 H_2O ;

② 氧化铜和硫酸反应生成硫酸铜和水,反应的化学方程式为: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3) 设理论上最多生成铜的质量为 x,则



160 64

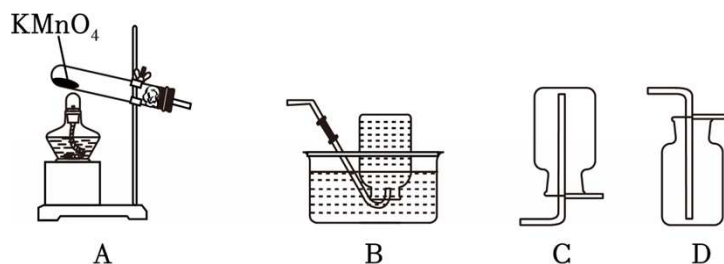
80g x

$$\frac{160}{64} = \frac{80g}{x}, x = 32g;$$

答:理论上最多生成铜的质量为 32g。

3. (2025•内蒙古•中考真题)氧气在生产、生活和生命活动中发挥着重要作用。兴趣小组以“氧气的制备”为主题开展了项目式学习活动。

I、实验室制氧气



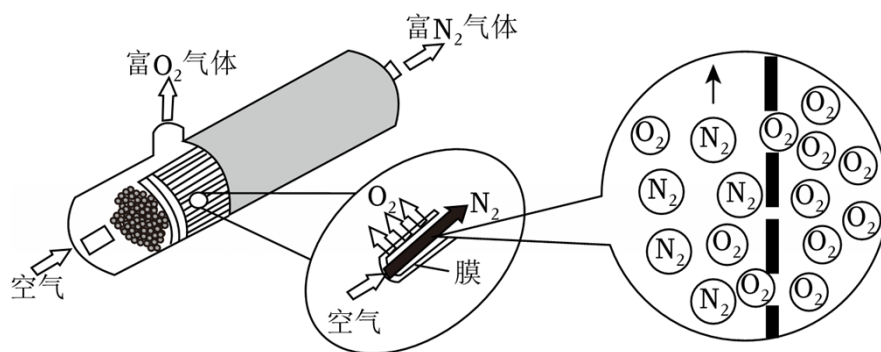
(1) 用 A 装置制取氧化，反应的化学方程式为 _____，基本反应类型为 _____。

(2) 若要收集一瓶较为纯净的氧气，应选择的收集装置是 _____（填序号）。

II、工业制氧气

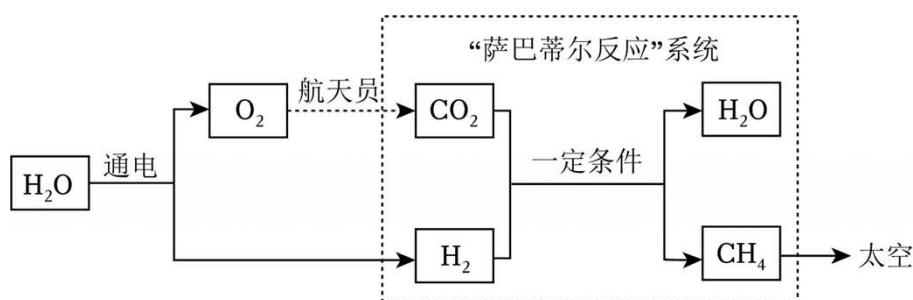
(3) 利用分离液态空气法制氧气。在低温下加压，使空气转变为液态，当液态空气升温时，由于液氮沸点比液氧沸点 _____，液氮先汽化，剩下的主要是液氧。

(4) 利用膜分离法制氧气。如下图所示，利用氧分子的体积 _____（填“大于”“小于”或“等于”）氮分子的体积实现分离，从而获得高浓度的氧气。



III、空间站内的氧气再生

空间站内电解 H_2O 产生的 O_2 供航天员呼吸，产生的 H_2 与航天员呼出的 CO_2 通过“萨巴蒂尔反应”系统转化为 CH_4 和 H_2O ，生成的 H_2O 再进行电解，实现 O_2 的再生。示意图如下。



(5) “萨巴蒂尔反应”系统中发生反应的化学方程式为 _____。

(6) 电解水的质量为 m_1 ，“萨巴蒂尔反应”系统中生成水的质量为 m_2 ， $m_2 < m_1$ 的原因是 _____。（忽略非反应损耗）

【答案】 (1) $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ ；分解反应； (2) B； (3) 低； (4) 小于；



(6) 电解水产生的氢气用于“萨巴蒂尔反应”，参与反应的氢元素质量一部分转化到甲烷中，另一部分转化到生成的水中，根据质量守恒定律，生成水的质量 m_2 小于电解水的质量 m_1 。

【解析】(1) 用 A 装置制取 O_2 ，则反应物的状态为固体，反应条件需要加热，由于试管口塞有一团棉花，应为加热高锰酸钾制取氧气，高锰酸钾在加热条件下分解生成锰酸钾、二氧化锰和氧气，该反应的化学方程式为 $2KMnO_4 \xrightarrow{\Delta} K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2 \uparrow$ ；该反应由一种物质生成三种物质，符合“一变多”的特征，属于基本反应类型中的分解反应。

(2) 氧气密度比空气大、不易溶于水，可用向上排空气法或排水法收集，排水法收集的氧气较为纯净；故选 B；

(3) 分离液态空气法制氧气，利用液氮和液氧沸点不同，液氮沸点比液氧沸点低，升温时液氮先汽化，剩下主要是液氧。

(4) 膜分离法制氧气是利用氧分子体积小于氮分子体积，氧分子能透过膜，氮分子不能透过，从而分离得到富氧气体，说明氧分子的体积小于氮分子的体积，从而实现分离。



(6) 电解水生成氢气和氧气，氢气参与“萨巴蒂尔反应”，反应中一部分氢元素转化到生成的甲烷中，一部分转化到生成的水中，根据氢元素质量守恒，可知生成水的质量 m_2 小于电解水的质量 m_1 。

4. (2025•江苏苏州•中考真题) 人类生活离不开氧气。

I 探究人体呼吸作用

下表为某同学测量的呼吸前后部分气体组成的实验数据（通常状况）。

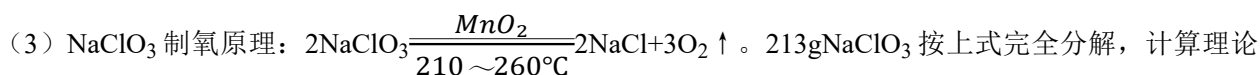
物质	吸入空气（体积分数/%）	呼出气体（体积分数/%）
N_2	78	75
O_2	21	16
CO_2	0.039	4

(1) 人体呼吸时消耗 O_2 产生 CO_2 ，该过程 _____ 能量（填“吸收”或“释放”）。

(2) 氮气在呼吸前后体积几乎不变。实验中呼出气体的总体积 _____ 吸入空气的总体积（填“>”“=”或“<”）。

II 探究呼吸自救器的工作原理

一种面罩式呼吸自救器中的制氧药剂主要含 $NaClO_3$ 、 MnO_2 （催化剂）和铝粉。



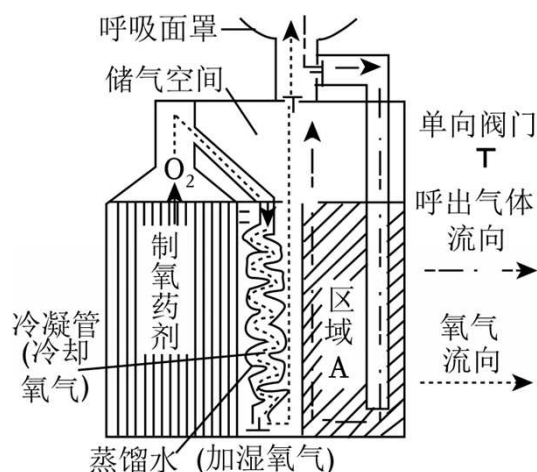
能生成 O_2 的质量（写出计算过程）。

(4) 制氧药剂中铝粉的作用是燃烧提供 NaClO_3 分解所需的热量。控制制氧药剂中物质的质量比 $m(\text{NaClO}_3) : m(\text{MnO}_2)$ 为 22: 1, 进行实验, 得到 O_2 的质量如下。

实验编号	$m(\text{制氧药剂})/\text{g}$	$m(\text{NaClO}_3+\text{MnO}_2)/\text{g}$	$m(\text{铝粉})/\text{g}$	$m(\text{O}_2)/\text{g}$
1	100	99	1	20.6
2	100	98	2	28.4
3	100	97	3	38.6
4	100	96	4	37.3

- ①上述实验的目的是探究 _____ 对得到氧气质量的影响。
- ②实验 1 (或实验 2) 中得到 O_2 质量明显小于实验 3 的主要原因是 _____。
- ③实验 4 中得到 O_2 质量小于实验 3 的原因是 _____。

(5) 某种呼吸自救器的结构如图, 可在有毒危险空间提供约 2 小时左右呼吸用氧气。区域 A 填充的是 NaOH 和 CaO 。



- ①写出 NaOH 发生反应的化学方程式: _____。
- ②若将呼出气体通过单向阀 (控制气体单向流动) 直接排出呼吸面罩, 可省去区域 A, 简化呼吸自救器的设计。实际不采用此种设计的理由主要是 _____。

【答案】 (1) 释放;

(2) >;

(3) 96g;

(4) ①制氧药剂中铝粉的质量分数 (或比例) (答案不唯一);

②Al 粉少, 燃烧产生的热量少, NaClO_3 未完全分解;

③ NaClO_3 少, 分解产生的氧气少; Al 粉多, 燃烧消耗的氧气多;

(5) ① $2\text{NaOH}+\text{CO}_2=\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{H}_2\text{O}$;

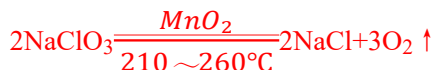
②呼出气体中有较多的氧气, 除去二氧化碳后可供给呼吸, 省去区域 A, 供氧时间会缩短。

【解析】 (1) 人体呼吸时消耗 O_2 产生 CO_2 , 该过程释放能量; 故答案为: 释放;

(2) 在呼吸前后没有发生变化, 由表格中的数据可知, 呼出气体中氮气的含量小于吸入气体中氮气的含

量，所以实验中呼出气体的总体积大于吸入空气的总体积；故答案为：>；

(3) 设理论能生成 O_2 的质量为 x ，则：



213 96

213g x

$$\frac{213}{96} = \frac{213g}{x}$$

$$x = 96g$$

答：理论能生成 O_2 的质量为 96g；

(4) ①由表格中的内容可知，上述实验的目的是探究制氧药剂中铝粉的质量分数（或比例）对得到氧气质量的影响；故答案为：制氧药剂中铝粉的质量分数（或比例）（答案不唯一）；

②实验 1（或实验 2）中得到 O_2 质量明显小于实验 3 的主要原因是 Al 粉少，燃烧产生的热量少， $NaClO_3$ 未完全分解；故答案为：Al 粉少，燃烧产生的热量少， $NaClO_3$ 未完全分解；

③实验 4 中得到 O_2 质量小于实验 3 的原因是 $NaClO_3$ 少，分解产生的氧气少；Al 粉多，燃烧消耗的氧气多；故答案为： $NaClO_3$ 少，分解产生的氧气少；Al 粉多，燃烧消耗的氧气多；

(5) ①氢氧化钠能与呼吸产生的二氧化碳反应生成碳酸钠和水，化学方程式为 $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ ；故答案为： $2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ ；

②若将呼出气体通过单向阀（控制气体单向流动）直接排出呼吸面罩，可省去区域 A，简化呼吸自救器的设计。实际不采用此种设计的理由主要是呼出气体中有较多的氧气，除去二氧化碳后可供给呼吸，省去区域 A，供氧时间会缩短；故答案为：呼出气体中有较多的氧气，除去二氧化碳后可供给呼吸，省去区域 A，供氧时间会缩短。

5. （2025•山东泰州•中考真题）气体的制备、性质与应用是化学研究的重要内容。

(1) 两种制取 O_2 的装置如图 1 所示。

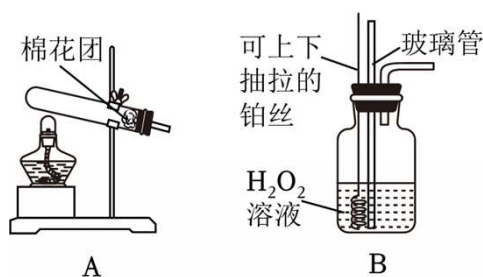


图1

①用装置 A 加热 $KMnO_4$ 制 O_2 ，反应的化学方程式为 _____，棉花团的作用是 _____。

②用装置 B 制 O_2 ，铂丝代替 MnO_2 作催化剂。制备过程中，若玻璃管中液面上升，为避免液体溢出应采取的操作是 _____。

(2) 某同学设计制取并收集纯净 CO_2 的方案如图 2 所示。

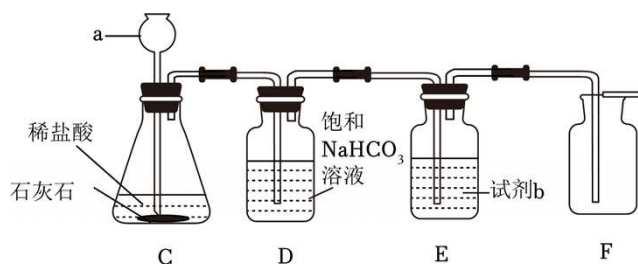


图2

- ①仪器 a 的名称为 _____。
- ②装置 D 的作用是 _____；装置 E 的作用是干燥 CO_2 ，试剂 b 为 _____。
- ③采用装置 F 无法收集到纯净的 CO_2 ，原因是 _____。
- (3) ①工业上利用反应 $\text{N}_2 + 3\text{M} \xrightarrow{\quad} 2\text{NH}_3$ 实现人工固氮，M 的化学式为 _____。
- ②我国科学家研制的固体催化剂 LDH 可实现光照条件下人工固氮，其原理如图 3 所示，反应的化学方程式为 _____。

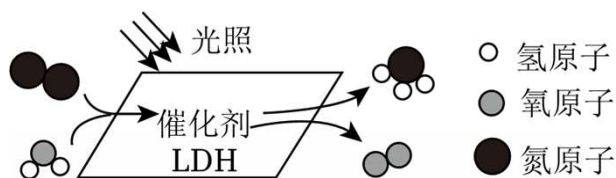


图3

- (4) 在活鱼运输途中，向水里加适量过氧化钙 (CaO_2) 能改善水质。
- ① CaO_2 和 H_2O 反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 O_2 ，为水体增氧的同时，还能与鱼呼出的 _____ 气体（填化学式）发生反应，调节水体 pH。
- ②如向水中加入 72g CaO_2 ，计算理论上可产生 O_2 的质量。（写出计算过程）

【答案】(1) ① $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ ；防止加热时，粉末状试剂进入导管；

②向上提起铂丝，移离液面；

(2) ①长颈漏斗；

②除去二氧化碳中混有的氯化氢气体；浓硫酸；

③采用向上排空气法收集气体时，集气瓶内的空气不能完全排净；

(3) ① H_2 ；② $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{LDH}]{\text{光照}} 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$ ；

(4) ① CO_2 ；② 16g。

【解析】(1) ①高锰酸钾加热生成锰酸钾、二氧化锰和氧气，化学方程式为： $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{\Delta} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2 \uparrow$ ；棉花团的作用是防止加热时，粉末状试剂进入导管

②用装置 B 制 O_2 ，铂丝代替 MnO_2 作催化剂。制备过程中，若玻璃管中液面上升，为避免液体溢出应采取的操作是向上提起铂丝，移离液面；

(2) ①仪器 a 的名称为长颈漏斗；

②盐酸具有挥发性，挥发出的氯化氢气体溶于水形成盐酸，盐酸与碳酸氢钠反应生成氯化钠、水和二氧化碳气体，因此装置 D 的作用是除去二氧化碳中混有的氯化氢气体，浓硫酸具有吸水性，因此装置 E 的作用是干燥 CO_2 ，试剂 b 为浓硫酸；

③采用装置 F 无法收集到纯净的 CO_2 ，原因是采用向上排空气法收集气体时，集气瓶内的空气不能完全排净；

(3) ①由质量守恒定律可知，化学反应前后原子的种类与数目不变。由化学方程式 $\text{N}_2+3\text{M}=2\text{NH}_3$ 可知，反应前有：有 2 个氮原子，反应后有：2 个氮原子和 6 个氢原子，因此 3M 中含有 6 个氢原子，因此 M 的化学式为 H_2 ；

②在光照、LDH 作催化剂条件下，氮气和水反应生成氨气和氧气，反应方程式为 $2\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}\xrightarrow[\text{LDH}]{\text{光照}}4\text{NH}_3+3\text{O}_2$ ；

(4) ①鱼的呼吸作用会产生二氧化碳气体，二氧化碳能与氢氧化钙反应生成碳酸钙沉淀和水，因此 CaO_2 和 H_2O 反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 O_2 ，为水体增氧的同时，还能与鱼呼出的二氧化碳气体；故答案为： CO_2 ；

② CaO_2 和 H_2O 反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 O_2 ，化学方程式为 $2\text{CaO}_2+2\text{H}_2\text{O}=2\text{Ca}(\text{OH})_2+\text{O}_2\uparrow$ 。设理论上可产生 O_2 的质量的为 x，则：



$$\begin{array}{ccc} 144 & & 32 \\ 72\text{g} & & x \end{array}$$

$$\frac{144}{32} = \frac{72\text{g}}{x}$$

$$x=16\text{g}$$

答：理论上可产生 O_2 的质量为 16g。

6. (2026•湖南长沙模拟) CO_2 在空气中的体积分数约为 0.03%，是生命活动不可缺少的物质。

【生活中的 CO_2 】

(1) “碳”，如影随形，无处不在。下列相关说法正确的是 _____ (填字母)。

- A.绿色植物通过光合作用吸收 O_2 释放 CO_2
- B.家用电器着火时，用二氧化碳灭火器扑灭
- C.购买的海鲜产品，常用干冰作制冷剂储运

(2) 正常雨水的 pH 大小为 5.6~6.0，略显酸性，其原因是 _____。

【实验室中的 CO_2 】

(3) 实验室中可用大理石(或石灰石)与稀盐酸反应制取 CO_2 。



图1

①该反应的化学方程式为 _____。

②图1所示为实验室制取CO₂的发生装置。实验中，若关闭止水夹，可观察到（填实验现象），反应停止。

【工业中的CO₂】

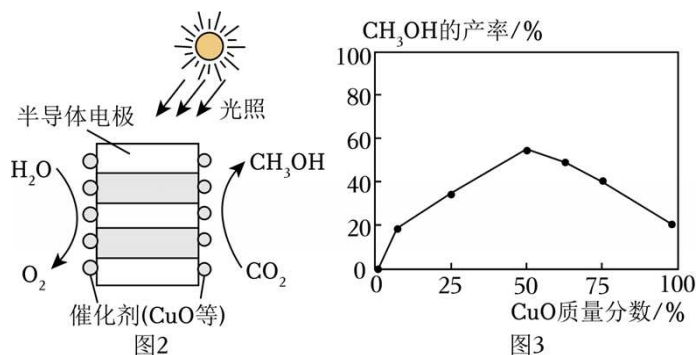
我国提出2060年前实现“碳中和”，彰显了负责任大国的作为与担当。CO的捕捉、利用和封存是减少“碳排放”的有效途径。

【碳捕捉】

（4）炼铁高炉尾气中的CO₂可用K₂CO₃溶液捕捉吸收（原理：CO₂+H₂O+K₂CO₃═2KHCO₃），该反应的基本反应类型为_____。

【碳利用】

（5）“液态阳光”技术可将太阳能转化为液体燃料——甲醇（CH₃OH），实现CO₂的再利用，其原理如图2所示。在反应过程中，CH₃OH的产率与催化剂含CuO质量分数的关系如图3所示。



①理论上，反应消耗的水和反应生成的甲醇的分子个数比为_____。

②依据图3可知，催化剂中CuO的质量分数为_____时，甲醇的产率最高。

【碳封存】

（6）矿物质碳化封存CO₂是实现“碳中和”的途径之一，例如可利用矿物中的MgO将CO₂转化成稳定的固体碳酸盐（原理：MgO+CO₂═MgCO₃）若用此原理，计算2.0tMgO可封存CO₂的质量（写出计算过程）。

【答案】（1）C；（2）空气中的二氧化碳与水形成碳酸；

（3）①CaCO₃+2HCl=CaCl₂+H₂O+CO₂↑；②稀盐酸被压入长颈漏斗中，液面降至多孔隔板以下；

（4）化合反应；（5）①2：1；②50%；（6）2.2t。

【解析】（1）A、绿色植物通过光合作用吸收CO₂释放O₂，故选项说法不正确；

B、家用电器着火时，应用干粉灭火器扑灭，不可用泡沫灭火器扑灭，故选项说法不正确；

C、干冰升华吸收热量，具有制冷效果，购买的海鲜产品，可用干冰作制冷剂储运，故选项说法正确；

故选：C；

(2) 正常雨水略显酸性的原因是空气中的二氧化碳和水反应生成碳酸，碳酸呈酸性，其 pH 为 5.6~6.0。
故答案为：空气中的二氧化碳与水形成碳酸；

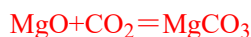
(3) ①该反应是碳酸钙与稀盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化碳，反应的化学方程式为： $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ 。②图 1 所示为实验室制取 CO_2 的发生装置，实验中，若关闭止水夹，装置中的气体增多，压强增大，可观察到稀盐酸被压入长颈漏斗中，液面降至多孔隔板以下，反应停止。故答案为：稀盐酸被压入长颈漏斗中，液面降至多孔隔板以下；

(4) 炼铁高炉尾气中的 CO_2 可用 K_2CO_3 溶液捕捉吸收（原理： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{CO}_3 = 2\text{KHCO}_3$ ），符合多变一的特点，基本反应类型属于化合反应。

(5) ①水在光照的条件下反应生成氢气和氧气，反应的化学方程式为： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ ，其中水和氢气的分子数目比为 2:2，二氧化碳和氢气在光照和氧化铜作催化剂的条件下反应生成甲醇，反应的化学方程式为： $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{CuO}]{\text{光照}} \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ ，由上述化学方程式可知，生成 3 个氢分子消耗 3 个水分子，然后 3 个氢分子参加反应生成 1 个甲醇分子和 1 个水分子，则理论上，反应消耗的水和反应生成的甲醇的分子个数比为 2:1；

②由图 3 可知，催化剂中 CuO 的质量分数为 50% 时甲醇的产率最高。故答案为：50%；

(6) 设可封存 CO_2 的质量为 x。



40 44

2.0t x

$$\frac{40}{44} = \frac{2.0t}{x}$$

$$x = 2.2t$$

答：设可封存 CO_2 的质量为 2.2t。

7. 【新情境·跨学科实践与化学知识结合】（2025·河北石家庄一模）氧气与世间万物如影随形，动植物呼吸、燃料燃烧、钢铁冶炼等都需要氧气。

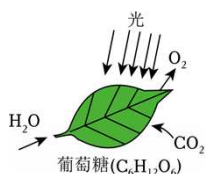


图1

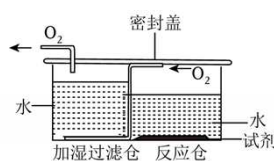


图2

(1) 自然界产生氧气——光合作用。

如图 1 所示，光合作用是大自然利用 _____ 能最成功的范例，请写出绿色植物光合作用的化

学方程式 _____。

(2) 空间站中制取氧气——电解水。

① 电解水，理论上可获得氧气与氢气的体积比为 _____ (填最简整数比)。

② 原子利用率 = (预期产物的质量/全部生成物的质量总和) × 100%，电解水制氧气的反应中，原子利用率为 _____ (结果精确至 0.1%)。

(3) 工业制氧气——分离液态空气。

分离塔中，氮气先蒸发出来，说明液态氮的沸点比液态氧的沸点 _____ (填“高”或“低”)，该过程属于 _____ (填“物理”或“化学”)变化。液氧和氧气的化学性质相同，其原因是 _____。

(4) 生活中制取氧气——家庭制氧机。

① 家庭制氧机的结构如图 2 所示，其中加湿过滤器的作用：一是可以过滤杂质；二是增加氧气湿度；三是可根据 _____ 来判断产生氧气的速率。

② 家用制氧机其主要原料为过碳酸钠、二氧化锰和水。

过碳酸钠的化学式为 $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，可缩写 SPC 其相对分子质量是 314。过碳酸钠加水溶解会分解生成 Na_2CO_3 和 H_2O_2 ，二氧化锰能加快其分解，化学方程式如下： $2\text{SPC} \xrightarrow{\text{MnO}_2} 4\text{Na}_2\text{CO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \uparrow$ 。

为得到一个人呼吸 1 小时所需氧气的量 (折算后质量约为 24g)，试求理论上参加反应的过碳酸钠的质量 (写出计算过程，结果精确至 1g)。

【答案】(1) 太阳； $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{光}]{\text{叶绿体}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 。(2) ① 1: 2；② 88.9%；

(3) 低；物理；分子构成相同；(4) ① 产生气泡的快慢；② 157g。

【解析】(1) 如图 1 所示，光合作用是大自然利用太阳能最成功的范例，绿色植物光合作用的反应是二氧化碳和水在光和叶绿体的作用下生成葡萄糖和氧气，反应的化学方程式为： $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{光}]{\text{叶绿体}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 。

(2) ① 电解水时“正氧负氢、氧一氢二”，则理论上可获得氧气与氢气的体积比为 1: 2。

② 由电解水的化学方程式 $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 可知，每 36 份质量的水在通电的条件下完全反应生成 4 份质量的氢气和 32 份质量的氧气，则电解水制氧气的原子利用率为： $\frac{32}{36} \times 100\% \approx 88.9\%$ 。

(3) 分离塔中，氮气先蒸发出来，说明液态氮的沸点比液态氧的沸点低；该过程没有新物质生成，属于物理变化。液氧和氧气的化学性质相同，其原因是分子构成相同。

(4) ① 家庭制氧机的结构如图 2 所示，其中加湿过滤器的作用：一是可以过滤杂质；二是增加氧气湿度；三是可根据产生气泡的快慢来判断产生氧气的速率。

② 设理论上参加反应的过碳酸钠的质量为 x。



628

96

x

24g

$$\frac{628}{96} = \frac{x}{24g}$$

$$x = 157g$$

答：理论上参加反应的过碳酸钠的质量为 157g。

8. **【新情境·科技与化学知识结合】**（2025·湖北荆州模拟）半导体等产业对超纯氢气需求旺盛。我国工程师研发了具有自主知识产权的多通道钯膜纯化组件，可以将 99.92% 原料氢气提纯至 99.99995%，实现了超纯氢气装置国产化。该装置核心组件工作原理如下图 4 所示，其工作温度在 300℃ 以上，用字母标注的端口有“产品氢气出口”“尾气出口”“吹扫气入口”。

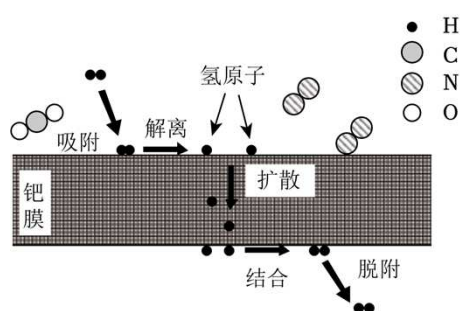


图1 钯膜的透氢机理

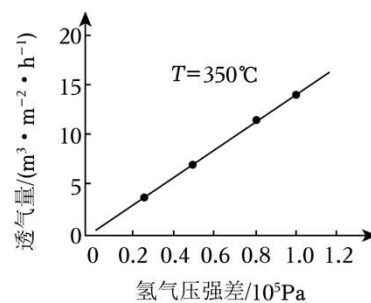


图2 不同氢气压强下钯膜的透氢量

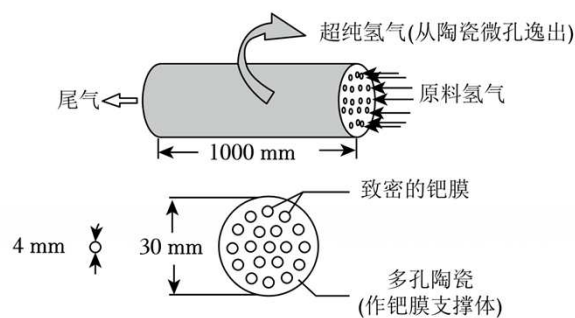


图3 多通道钯膜

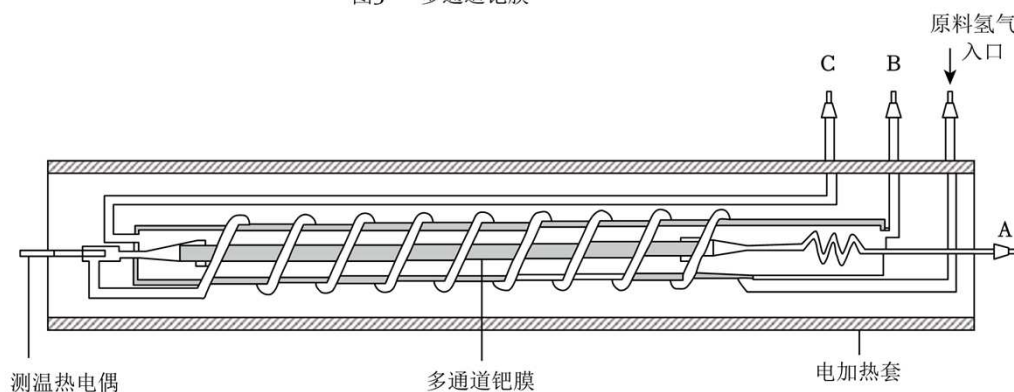


图4 多通道钯膜纯化组件

- (1) 由图 1 可知，透过钯膜的最小粒子是 _____。
- (2) 由图 2 可知，氢气分子透过钯膜的推动力是膜两侧的 _____ 差。

(3) 图 4 中, 纯化组件开始工作时, 须先通 N_2 排净装置中空气, 再通原料氢气, 其目的是 _____。“产品氢气出口”是 _____ (填字母标号)。

(4) 电解水可以制得氢气, 反应的符号表达式为 _____。

【答案】(1) 氢原子 (或 H); (2) 压强或压力;

(3) 防止升温 (或加热) 时氢气与空气混合发生爆炸; B; (4) $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 + \text{O}_2$ 。

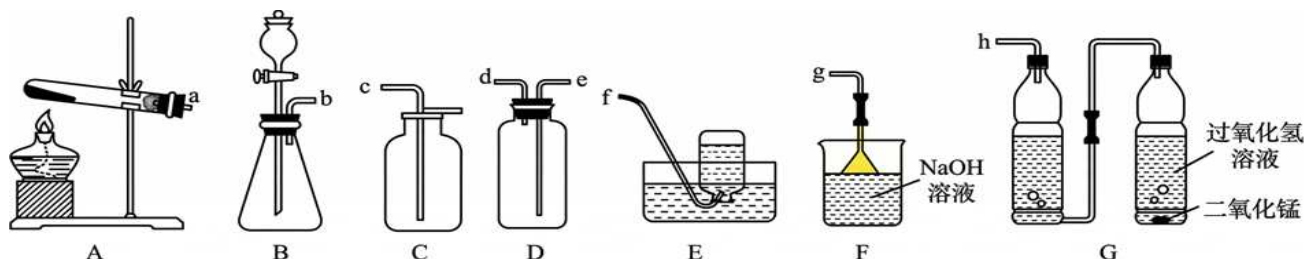
【解析】(1) 由图 1 可知, 透过钯膜的最小粒子是氢原子 (或 H); 故答案为: 氢原子 (或 H);

(2) 由图 2 可知, 氢气分子透过钯膜的推动力是膜两侧的压强差或压力差; 故答案为: 压强或压力;

(3) 图 4 中, 纯化组件开始工作时, 须先通 N_2 排净装置中空气, 再通原料氢气, 氢气具有可燃性, 其目的是防止升温 (或加热) 时氢气与空气混合发生爆炸; 氢气密度比空气小, 通过多通道钯膜纯化组件, 则“产品氢气出口”是 B, “尾气出口”是 A。故答案为: 防止升温 (或加热) 时氢气与空气混合发生爆炸; B。

(4) 电解水生成氢气和氧气, 反应的符号表达式为: $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{H}_2 + \text{O}_2$ 。

9. (2026·河南郑州模拟) 归纳、掌握实验室制取气体的一般思路与方法是重要的学科素养。



(1) 实验室制取某些气体的装置如上图所示。下列说法错误的是 _____ (填字母)。

- a. 用图 A 装置加热高锰酸钾制取氧气时, 试管口应略向下倾斜
- b. 用排水法收集氧气时, 导管口刚有气泡冒出时就要立即收集
- c. 用大理石和稀盐酸制取二氧化碳时, 可选用固液常温型发生装置
- d. 使用向上排空气法收集二氧化碳的原因是其密度比空气大

(2) 某兴趣小组利用塑料瓶、软管等生活用品, 设计了一套简易供氧器用于野外应急救援, 如装置 G 所示, 其原理是利用过氧化氢溶液与二氧化锰固体混合快速产生氧气。

① 写出该反应的化学方程式 _____。

② 如何验证 h 口导出的气体是氧气? _____。

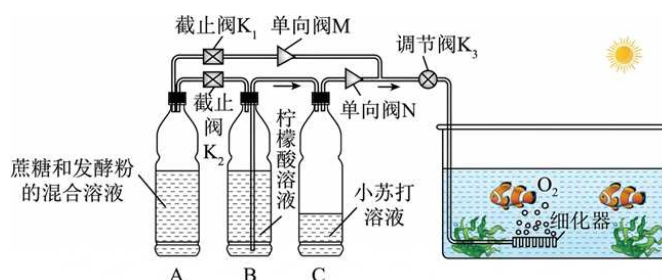
(3) 已知: 二氧化硫是一种无色、有刺激性气味的有毒气体, 密度比空气大, 易溶于水, 制取二氧化硫时, 为防止污染空气, 可用 NaOH 溶液来吸收生成亚硫酸钠。

① 实验室可用亚硫酸钠 (Na_2SO_3) 固体与稀硫酸在常温下反应制取 SO_2 , 应选择的发生、收集和处理装置的连接顺序是 _____ (填图中装置的小写字母)。

② 写出二氧化硫与氢氧化钠溶液反应的化学方程式: _____。

(4) 水族箱中常需要补充二氧化碳以促进水草的光合作用, 从而产生氧气。某同学用塑料瓶、软管、截

止阀、单向阀、调节阀组合，并用热熔胶密封连接处，设计出了一个“自制水草二氧化碳供应器”，原理如下图所示。



已知：Ⅰ．生物发酵法：蔗糖在酵母菌的发酵下，可以产生二氧化碳；

Ⅱ．化学反应法：柠檬酸溶液与小苏打溶液反应生成二氧化碳。

①打开截止阀 K_1 ，关闭截止阀 K_2 ，将调节阀 K_3 调整到合适的进气位置，发酵一段时间后，细化器中就会产生绵密的气泡，当阳光照射光合作用强烈时，还需要通过化学反应补充二氧化碳。若需要保持生物发酵法和化学反应法同时供应二氧化碳，则挤压_____，使柠檬酸溶液压入塑料瓶 C 中，使两者接触反应生成二氧化碳。

② CO_2 发生器的不合理使用会影响鱼缸中鱼的生存，请写出使用时的一条注意事项：_____。

（5）实验室通常用含碳酸钙 80% 的石灰石与足量的稀盐酸反应制取二氧化碳。现需要制备 13.2g 二氧化碳，请计算至少需要这种石灰石的质量是多少？

【答案】（1）b；（2）① $2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2 \uparrow$ ；

②将带有火星的木条放在 h 导管口处，若木条复燃，则说明该气体是氧气；

（3）① $b \rightarrow e \rightarrow d \rightarrow g$ ；② $SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$ ；

（4）①塑料瓶 B；②定期维护和检查（答案不唯一）；

（5）37.5g。

【解析】（1）a、用图 A 装置加热高锰酸钾制取氧气时，为防止冷凝水倒流使炸裂试管，试管口应略向下倾斜，说法正确，故 a 不符合题意；b、用排水法收集氧气时，导管口刚有气泡冒出时不能立即收集，因为开始排出的气体是空气，说法错误，故 b 符合题意；c、用大理石和稀盐酸制取二氧化碳时，属于固液常温型，可选用固液常温型发生装置，说法正确，故 c 不符合题意；d、使用向上排空气法收集二氧化碳，是因为其密度比空气大，说法正确，故 d 不符合题意；故选：b；

（2）①过氧化氢在二氧化锰的催化作用下生成水和氧气，反应化学方程式为 $2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2 \uparrow$ ；

②氧气能支持燃烧，验证 h 口导出的气体是氧气的方法是将带火星的木条放在 h 口处，若木条复燃，说明导出的气体是氧气；

（3）①实验室可用亚硫酸钠固体与稀硫酸在常温下反应制取二氧化硫，属于固液常温型，应选择 B 装置为发生装置，二氧化硫密度比空气大，易溶于水，应用向上排空气法收集，且二氧化硫有毒，要防止污染空气，可用氢氧化钠溶液吸收，故收集和处理装置的连接顺序是 $b \rightarrow e \rightarrow d \rightarrow g$ ；

②二氧化硫与氢氧化钠溶液反应生成亚硫酸钠和水，反应的化学方程式为 $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

(4) ①要使柠檬酸溶液压入塑料瓶 C 中，根据装置特点，需要挤压塑料瓶 B，这样就能让柠檬酸溶液进入 C 中与小苏打溶液接触反应生成二氧化碳，从而保持生物发酵法和化学反应法同时供应二氧化碳；

②因为二氧化碳过多会使水族箱中鱼缺氧，所以使用时的注意事项可以是定期维护和检查或控制二氧化碳的产生速率，防止二氧化碳过量影响鱼的生存；

(5) 设至少需要这种石灰石的质量为 x，



100	44
80%x	13.2g

$$\frac{100}{44} = \frac{80\%x}{13.2g}$$

$$x = 37.5g。$$

10. (2025•江苏扬州三模) 氢能是一种极具发展潜力的清洁能源。

I. 甲烷热解制氢

高温时，以熔融金属锡 (Sn) 为液态传热介质，细小的甲烷气泡从鼓泡反应器底部注入并发生分解，得到固体石墨。反应原理示意图如图 1 所示。

已知：物质的部分性质

	液态锡	石墨
密度 g/cm^3	7.0	2.2

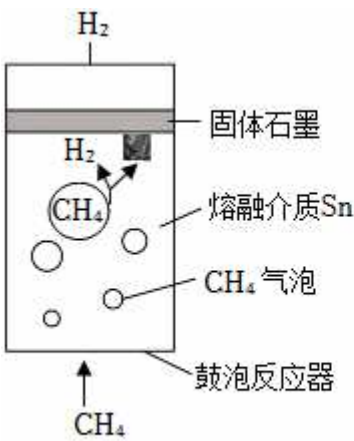


图1

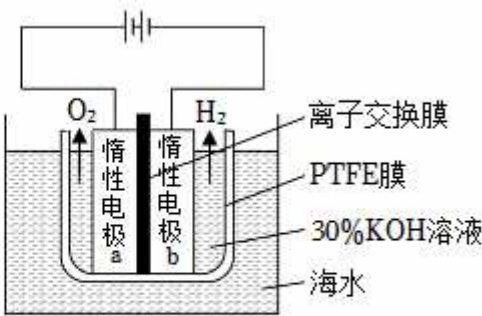


图2

- (1) 甲烷热解制氢的化学方程式为 _____。
- (2) 该反应温度 T_3 与金属锡的熔点 T_1 、沸点 T_2 三者之间的大小关系为 _____。
- (3) 该方法可避免石墨在介质中大量附着，主要原因是 _____。

II. 海水电解制氢

海水无淡化直接电解制氢的原理和装置如图 2 所示。PTFE 膜两侧有水蒸气压力差，使膜外侧的水转化

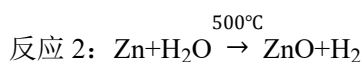
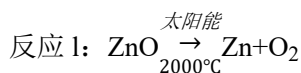
为水蒸气，水蒸气通过 PTFE 膜后液化。液态水和离子均不能直接通过 PTFE 膜。

(4) PTFE 膜内侧的溶液中，KOH 的作用是 _____。

(5) 在电解过程中，PTFE 膜内侧 KOH 溶液的溶质质量分数保持不变，原因是 _____。

III. 热化学循环制氢

一种循环利用 Zn/ZnO 制氢的原理如下。



(6) 理论上产生氢气与氧气的质量比为 _____。

(7) 已知 ZnO 在 2000℃ 左右充分分解，但反应 1 分离得到的 Zn 很少，若往装置中充入氩气，制得的 Zn 明显增加。可能的原因是 _____。

【答案】(1) $\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{C} + 2\text{H}_2 \uparrow$ ；(2) $T_1 < T_3 < T_2$ ；

(3) 石墨的密度小于液态锡的密度，悬浮在液态锡的表面，处于分离状态（合理即可）；

(4) 增强水的导电性；

(5) 电解水生成氢气和氧气，而氢氧化钾没有参加反应，水蒸气通过 PTFE 膜后液化成水，会使 PTFE 膜内侧水的质量保持不变（合理即可）；

(6) 1: 8；

(7) 氩气化学性质稳定，做保护气，可以阻止锌跟氧气反应（合理即可）。

【解析】(1) 甲烷热解制氢的化学方程式为 $\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{C} + 2\text{H}_2 \uparrow$ ；

(2) 该反应过程中，保障金属锡融化而不气化，该反应温度 T_3 与金属锡的熔点 T_1 、沸点 T_2 三者之间的大小关系为 $T_1 < T_3 < T_2$ ；

(3) 石墨的密度小于液态锡的密度，悬浮在液态锡的表面，处于分离状态，该方法可避免石墨在介质中大量附着；

(4) 水的导电能力差，PTFE 膜内侧的溶液中，KOH 的作用是增强水的导电性；

(5) 电解水生成氢气和氧气，而氢氧化钾没有参加反应，水蒸气通过 PTFE 膜后液化成水，会使 PTFE 膜内侧水的质量保持不变，因此在电解过程中，PTFE 膜内侧 KOH 溶液的溶质质量分数保持不变；

(6) 根据反应 1 和反应 2 可知，电解水得到氢气和氧气，方程式为： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ ；理论上产生氢气与氧气的质量比为：4: 32=1: 8；

(7) 已知 ZnO 在 2000℃ 左右充分分解，但反应 1 分离得到的 Zn 很少，氩气化学性质稳定，做保护气，若往装置中充入氩气，可以阻止锌跟氧气反应，制得到的 Zn 明显增加。

► 类型 5 科学探究的综合应用 ◀

1. （2025·湖北·中考真题）抗日战争时期，范旭东创办的黄海化学工业研究社（以下简称“黄海社”）

西迁至四川，积极开展盐业研究。黄海社了解到当地存在一种困扰人民多年、病因未明的痹病，该社秉持“在原则上绝对的相信科学，在精神上以能服务社会为最大光荣”的信条，研究确认痹病是由当地人食用含 BaCl_2 的井盐中毒引起。

在井盐生产中如何除去 BaCl_2 ？某学习小组循着黄海社足迹，开展了如下探究。

查阅资料：

① BaSO_4 ，白色固体，不溶于水，也不溶于盐酸。

② BaCO_3 ，白色固体，不溶于水，溶于盐酸。

③ BaCl_2 是重要的工业原料。

任务一：用“沉淀法”除去 NaCl 中的 BaCl_2

黄海社提出了芒硝（含 Na_2SO_4 ）沉淀法： $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

在卤水（盐水）中加入适量芒硝，搅拌均匀，静置沉降。

（1）该法在除去 BaCl_2 的同时， NaCl 产量 _____（填“增大”或“减小”）。

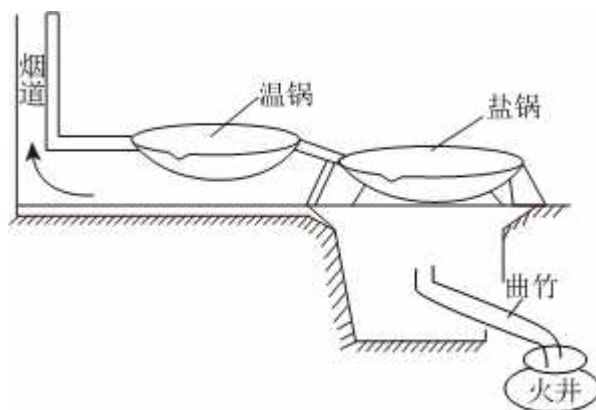
（2）有同学提出用 Na_2CO_3 代替芒硝也可除去 BaCl_2 ，理由是 _____（用化学方程式表示）。

（3）当时痹病患者的一种解毒措施是口服 Na_2SO_4 溶液。若服用 Na_2CO_3 溶液则不能解毒，原因是 _____。

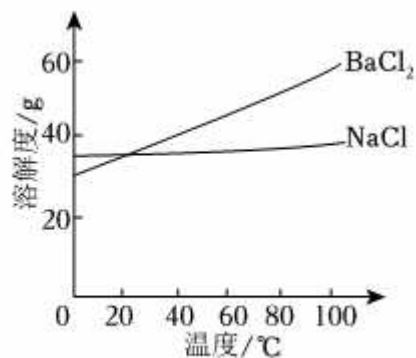
任务二：用“结晶法”分离 NaCl 和 BaCl_2

黄海社提出了如下方案：

备锅二口，注入卤水，烧至沸腾，待盐锅中氯化钠饱和析出，捞出放入温锅中再洗，捞出沥干；随时用温锅的卤水补充至盐锅，温锅中也随时补充新卤水，保持两锅卤水体积不变，如此循环操作。



图甲



图乙

（4）循环若干次后，盐锅卤水中的 BaCl_2 达到饱和。依据图乙，经过 _____（填“降温”或“蒸发”）结晶可得到较纯净的 BaCl_2 晶体。

（5）从能量的角度看，安装温锅的作用是 _____。

（6）盐锅中捞出的 NaCl 晶体放入温锅中洗涤，而不直接使用水洗涤，其目的是：

①减少 NaCl 溶解损失；②_____。

【答案】（1）增大。（2） $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

（3）碳酸钠和氯化钡反应生成的碳酸钡能和盐酸反应生成氯化钡、水和二氧化碳。

（4）降温。（5）节约能源。（6）防止 BaCl_2 结晶，造成 NaCl 不纯。

【解析】（1）该法反应生成氯化钠，在除去 BaCl_2 的同时，因此 NaCl 产量增大。

（2）有同学提出用 Na_2CO_3 代替芒硝也可除去 BaCl_2 ，理由是氯化钡和碳酸钠反应生成碳酸钡沉淀和氯化钠，反应的化学方程式是 $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ 。

（3）当时痹病患者的一种解毒措施是口服 Na_2SO_4 溶液。若服用 Na_2CO_3 溶液则不能解毒，原因是碳酸钠和氯化钡反应生成的碳酸钡能和盐酸反应生成氯化钡、水和二氧化碳。

（4）循环若干次后，盐锅卤水中的 BaCl_2 达到饱和。依据图乙，氯化钡溶解度受温度变化影响较大，氯化钠溶解度受温度变化影响较小，经过降温结晶可得到较纯净的 BaCl_2 晶体。

（5）从能量的角度看，安装温锅的作用是节约能源。

（6）盐锅中捞出的 NaCl 晶体放入温锅中洗涤，而不直接使用水洗涤，其目的是：

①减少 NaCl 溶解损失；②防止 BaCl_2 结晶，造成 NaCl 不纯。

2. （2026•山东青岛模拟）新考法项目式探究“瑞雪兆丰年”，2025年初春青岛的大雪预示着粮食大丰收。为保障市民正常出行，市政人员及时向道路撒融雪剂。“圆梦”小组开展了以“探秘融雪剂”为主题的项目式学习，请结合任务回答问题。

【任务一】了解融雪原理

（1）查阅资料：最初我国的融雪剂主要是氯化钠型，后来又出现了氯化钙型、氯化钠和氯化钙混合型等多种融雪剂。标准大气压下，水的凝固点是 0°C ，加入氯化钠后形成的溶液最低凝固点为 -21°C ，加入氯化钙后形成的溶液最低凝固点为 -50°C 。

（2）表达交流：融雪剂融雪的原理是 盐溶液的凝固点低，溶解融雪剂后降低了凝固点。

【任务二】探秘融雪剂成分

某品牌融雪剂主要成分可能是氯化钠和氯化钙中的一种或两种。小组同学设计了如表实验，探究其成分（忽略杂质对实验现象和数据的影响）。

实验步骤	实验操作	实验现象	实验结论
①	取 10.0g 融雪剂，加适量蒸馏水充分溶解，向所得溶液中加入足量 _____	生成白色沉淀	该融雪剂一定含有氯化钙
②	将步骤①所得沉淀过滤、洗涤、_____、称量，得到固体质量为 5.0g		该融雪剂的主要成分是 _____

（3）请计算说明你是如何确定该融雪剂成分的（根据化学方程式计算，写出计算过程）。

【任务三】选择融雪剂

小组同学调查了市面上几种类型的融雪剂，收集信息如表：

融雪剂种类	融雪速率	对路面的腐蚀性	对土壤的影响	适用温度	每吨价格
-------	------	---------	--------	------	------

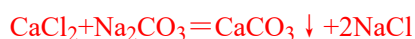
氯化钠型	慢	强	土壤板结	- 10～ - 1℃	约 300 元
氯化钙型	快	较强	土壤轻度板结	- 30～ - 1℃	约 500 元
新型融雪剂	较快	几乎无	土壤几乎不板结	- 40～ - 1℃	约 1000 元

(4) 普通道路主要选用氯化钙型融雪剂的原因是 _____ (写一条即可)，对路面质量要求非常高的机场融雪，你推荐使用的融雪剂是 _____。

【答案】(2) 盐溶液的凝固点低，溶解融雪剂后降低了凝固点；

①碳酸钠溶液；②干燥；氯化钠、氯化钙；

(3) 设 10.0g 融雪剂中氯化钙的质量为 x，



111 100

x 5.0g

$$\frac{111}{100} = \frac{x}{5.0g}$$

$$x = 5.55g$$

即氯化钙的质量为 5.55g，小于 10.0g，故该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

答：该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

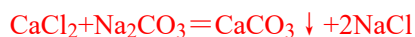
(4) 融雪速率快，且价格相对较低；新型融雪剂。

【解析】(2) 查阅资料可知，标准大气压下，水的凝固点是 0℃，加入氯化钠后形成的溶液最低凝固点为 - 21℃，加入氯化钙后形成的溶液最低凝固点为 - 50℃，融雪剂融雪的原理是盐溶液的凝固点低，溶解融雪剂后降低了凝固点；

①实验结论是该融雪剂一定含有氯化钙，氯化钙和碳酸钠溶液反应生成碳酸钙沉淀和氯化钠，则取 10.0g 融雪剂，加适量蒸馏水充分溶解，向所得溶液中加入足量碳酸钠溶液，生成白色沉淀；

②将步骤①所得沉淀过滤、洗涤、干燥、称量，得到固体质量为 5.0g，由 (3) 的分析可知，该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

(3) 设 10.0g 融雪剂中氯化钙的质量为 x，



111 100

x 5.0g

$$\frac{111}{100} = \frac{x}{5.0g}$$

$$x = 5.55g$$

即氯化钙的质量为 5.55g，小于 10.0g，故该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

答：该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

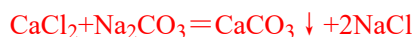
(4) 由表可知，氯化钙型融雪剂融雪速率快，且价格相对较低，故普通道路主要选用氯化钙型融雪剂，新型融雪剂融雪速率较快，土壤几乎不板结，且对路面几乎无腐蚀性，则对路面质量要求非常高的机场

融雪，推荐使用的融雪剂是新型融雪剂。

①碳酸钠溶液；

②干燥：氯化钠、氯化钙；

(3) 设 10.0g 融雪剂中氯化钙的质量为 x，



111 100

x 5.0g

$$\frac{111}{100} = \frac{x}{5.0g}$$

$$x = 5.55g$$

即氯化钙的质量为 5.55g，小于 10.0g，故该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

答：该融雪剂的主要成分是氯化钠、氯化钙；

(4) 融雪速率快，且价格相对较低；新型融雪剂。

3. (2026•四川绵阳模拟) 春耕时节，农民大量采购化肥等农资，假冒伪劣化肥案件时有发生。为维护农民利益，确保粮食安全，相关部门加大了对化肥等农资的“盲检”力度。

(1) 氮肥、磷肥、钾肥是最主要的化学肥料，它们对植物的主要作用可以简单记忆为“氮肥壮叶，磷肥壮根，钾肥壮茎”。下列几种化肥：

① NH_4NO_3 ② $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ③ KNO_3 ④ KH_2PO_4 ⑤ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

含氮量最高的是_____（填序号），要增强小麦的抗寒、抗旱、抗病虫害和抗倒伏的能力，宜施用的复合肥料是_____（填序号）。

(2) 长期施用硫酸铵会使土壤酸化、板结，这时可以使用_____来改良酸性土壤。

(3) 某化肥包装袋标签上的部分内容如图。某化学兴趣小组为测定该化肥的含氮量，取 15.0g 样品配制成溶液，向其中滴加 BaCl_2 溶液至不再产生沉淀为止，过滤、洗涤、干燥、称量，所得沉淀质量为 23.3g。通过计算判断该化肥是否合格。（无计算过程不给分）

硫酸铵 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
净重 25kg
含氮量 $\geq 20.5\%$
××化肥有限责任公司

【答案】(1) ②；④；

(2) 熟石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 或草木灰 (K_2CO_3) ；

(3) 不合格。

【解析】(1) ① NH_4NO_3 中氮元素的质量分数为 $\frac{14 \times 2}{14 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 3} \times 100\% = 35\%$ ，

②CO(NH₂)₂ 中氮元素的质量分数为 $\frac{14 \times 2}{12 + 16 + 14 \times 2 + 1 \times 4} \times 100\% \approx 46.7\%$;

③KNO₃ 中氮元素的质量分数为 $\frac{14}{39 + 14 + 16 \times 3} \times 100\% \approx 13.9\%$;

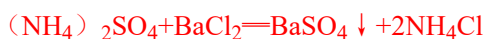
④KH₂PO₄ 中不含氮元素;

⑤NH₄H₂PO₄ 中氮元素的质量分数为 $\frac{14}{14 + 1 \times 6 + 31 + 16 \times 4} \times 100\% \approx 12.2\%$,

故含氮量最高的是②; 要增强小麦的抗寒、抗旱、抗病虫害和抗倒伏的能力, 宜施用的复合肥料中应含有钾元素和磷元素, 故填④;

(2) 长期施用硫酸铵会使土壤酸化、板结, 这时可以使用熟石灰[Ca(OH)₂]或草木灰(K₂CO₃)来改良酸性土壤;

(3) 设样品中含(NH₄)₂SO₄的质量为 x,



$$\begin{array}{ccc} 132 & & 233 \\ x & & 23.3\text{g} \end{array}$$

$$\frac{132}{233} = \frac{x}{23.3\text{g}}$$

$$x = \frac{132 \times 23.3\text{g}}{233} = 13.2\text{g}$$

$$\text{含氮量} = \frac{2 \times 14 \times 13.2\text{g}}{132 \times 15.0\text{g}} \times 100\% = 18.7\%$$

含氮量 < 20.5%, 所以不合格。

4. (2025•江苏扬州模拟) 臭氧(O₃)广泛应用于污水处理。

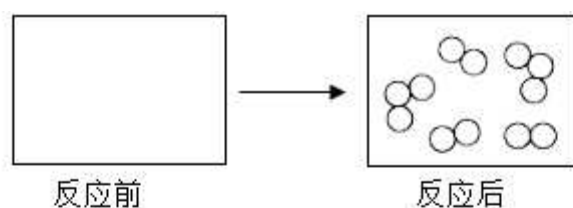
(1) 分离液态空气可制备 O₂。将 O₂ 通过臭氧发生器, 部分 O₂ 在放电条件下转化为 O₃, 得到 O₂ 与 O₃ 的混合气体。

①分离液态空气可获得 N₂ 和液态氧, 该方法能实现空气中 N₂、O₂ 分离的原因是 _____。

②可用微观粒子示意图表示反应 $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$ 前后物质的变化, 在图 - 1 中画出反应前物质的微观粒子示意图。

温度 (T) / °C	20	30	40	50	60	70	80
时间 (t) / min	185	150	100	t ₁	60	45	35

③一定条件下 O₃ 会转化为 O₂。可用一定量气体中 O₃ 质量变为起始时 O₃ 质量的 $\frac{1}{2}$ 所需时间 (t) 来衡量 O₃ 转化为 O₂ 的快慢。不同温度下, t 的值见表。根据所给数据确定表中 t₁ 数值的方法是 _____。



○ 表示氧原子

图1

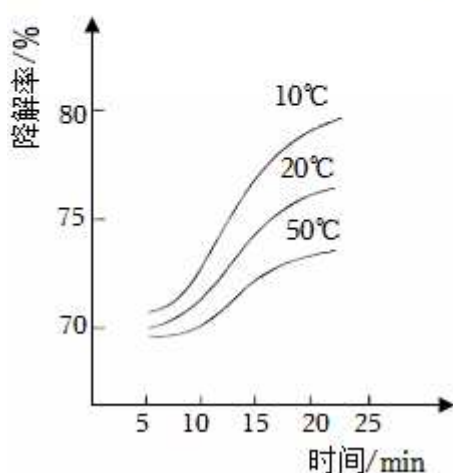


图2

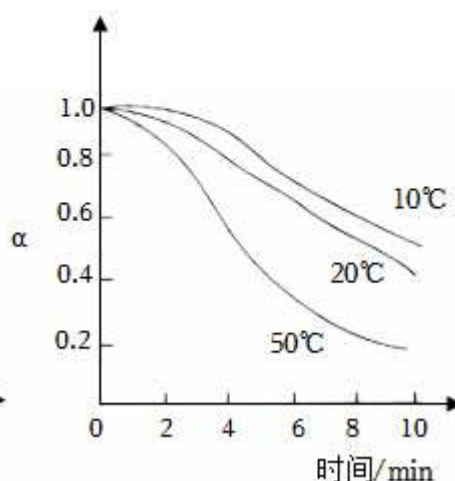


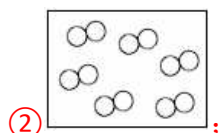
图3

(2) O_3 可降解水中的污染物 A。为探究 O_3 降解 A 的影响因素，设计了以下实验。

①实验 1：取一定量含 A 的污水，调节 pH 为 7，分别取 10mL，在 $10^{\circ}C$ 、 $20^{\circ}C$ 、 $50^{\circ}C$ 时，分别以一定流速通入一定体积 O_3 体积分数为 0.06% 的气体，测得 A 的降解率（降解率 = $1 - \frac{\text{降解后A的质量}}{\text{降解前A的质量}} \times 100\%$ ）随时间的变化如图 - 2 所示。实验 1 的目的是探究一定时间内 _____ 对 O_3 降解 A 的影响。

②为分析实验 1 中 A 降解率变化的原因，进行实验 2。pH 为 7 时，取三份 10mL 的水，将含 O_3 的气体以与实验 1 相同的流速分别通入其中，在 $10^{\circ}C$ 、 $20^{\circ}C$ 、 $50^{\circ}C$ 时，测量水中 O_3 质量与起始通入 O_3 质量的比值 (α) 随时间的变化，结果如图 - 3 所示。实验 2 还需控制的条件是 _____。实验 1 中相同时间内，随温度升高 A 的降解率下降，原因是 _____。

【答案】 (1) ①氮气和氧气的沸点不同；



③在 t - T 图，描点，用光滑的曲线连接，找 $50^{\circ}C$ 对应的纵坐标，来确定 t_1 数值；

(2) ①温度；

②体积分数为 0.03% 的 O_3 ；

③温度升高， O_3 溶解度降低，降解 A 的质量减小，导致降解后 A 的质量增大，最终导致降解率下降。

【解析】 (1) ①分离液态空气可获得 N_2 和液态氧，该方法是利用氮气和氧气的沸点不同，实现空气中

N_2 、 O_2 分离；②可用微观粒子示意图表示反应 $3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{O}_3$ 前后物质的变化，根据质量守恒定律，反应前后原子种类和数目不变，则反应前为 6 个氧分子，图示如上；③一定条件下 O_3 会转化为 O_2 。可用一定量气体中 O_3 质量变为起始时 O_3 质量的 $\frac{1}{2}$ 所需时间 (t) 来衡量 O_3 转化为 O_2 的快慢。可在 t - T 图，描点，用光滑的曲线连接，找 50°C 对应的纵坐标，来确定 t_1 数值；

(2) ①实验 1 中除了温度不同外，其它条件均相同，目的是探究一定时间内温度对 O_3 降解 A 的影响；②为分析实验 1 中 A 降解率变化的原因，进行实验 2。pH 为 7 时，取三份 10mL 的水，将含 O_3 的气体以与实验 1 相同的流速分别通入其中，实验 1 中是以一定流速通入一定体积 O_3 ，体积分数为 0.06% 的气体，根据图示，实验 2 降解完全所需的时间是实验 1 中时间的一半，则实验 2 还需控制的条件是均控制体积分数为 0.03% 的 O_3 ；实验 1 中相同时间内，随温度升高 A 的降解率下降，是因为温度升高， O_3 溶解度降低，降解 A 的质量减小，导致降解后 A 的质量增大，最终导致降解率下降。

5. (2025•江苏南京鼓楼区一模) 金属材料在生活、科研中起着重要的作用。

I. 金属材料的应用

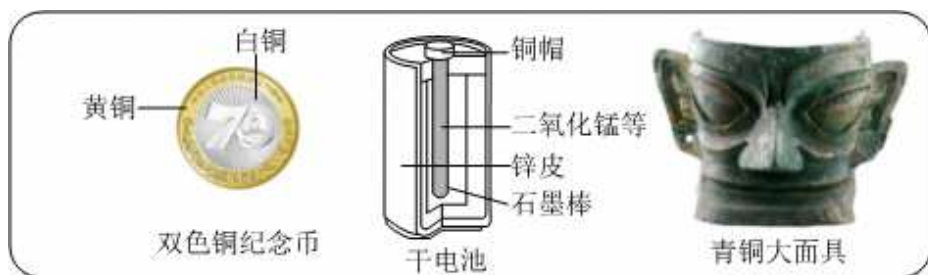


图1



图2

(1) 选择铜合金铸造纪念币时，主要考虑了_____ (填字母) 等金属的性质。

A. 延展性 B. 导热性 C. 硬度 D. 耐腐蚀

(2) 干电池剖面图上所标出的物质中能导电的有锌皮和_____。

(3) 大面具所用的青铜是铜、锡合金，为验证锡和铜的金属活动性强弱，小明进行了如图 2 所示的实验，并观察到了明显的实验现象。实验中所用的金属丝和金属化合物的溶液分别为_____。

(4) 若向硫酸铜溶液中加入铁粉，充分反应后过滤，得到滤渣和滤液。向滤渣中加入稀硫酸，有气泡冒出，则滤液中主要含有的离子为_____ (填离子符号)。

II. 金属的冶炼和保护

现代炼铜的一种方法是以辉铜矿 (主要成分 Cu_2S) 为原料，反应主要过程如图 3 所示：

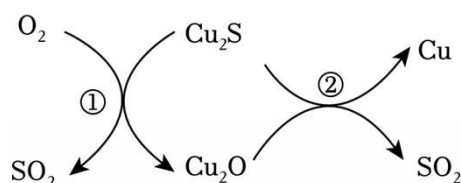


图3

(1) 在整个转化过程中化合价改变的元素有：_____ (填元素符号)。

(2) 写出过程②在高温条件下发生反应的化学方程式_____。

【答案】I、(1) CD；(2) 铜帽或石墨棒；(3) 锡丝、硫酸铜溶液；(4) Fe^{2+} 、 SO_4^{2-} ；

II、(1) O、Cu、S；

(2) $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{Cu} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

【解析】I、(1) 选择铜合金铸造纪念币时，主要考虑了耐腐蚀、硬度等金属的性质；故答案为：CD；

(2) 干电池剖面图上所标出的物质中能导电的有锌皮、铜帽、石墨棒；

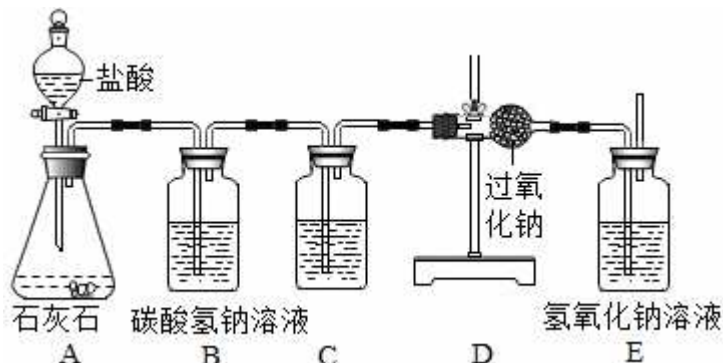
(3) 为验证锡和铜的金属活动性强弱，小明进行了如图 2 所示的实验，并观察到了明显的实验现象。实验中所用的金属丝和金属化合物的溶液分别为锡丝和硫酸铜溶液；

(4) 铜比铁活泼，因此若向硫酸铜溶液中加入铁粉，铁与硫酸铜反应生成铜和硫酸亚铁，充分反应后过滤，得到滤渣和滤液，向滤渣中加入稀硫酸，有气泡冒出，说明铁粉是过量的，硫酸铜中的铜被完全置换出来，则滤液中主要含有的离子为硫酸根离子与亚铁离子；

II、(1) 在整个转化过程中，氧元素由零价变成 -2 价，铜元素由 +1 价变成零价，硫元素由 -2 价变成零价；

(2) 反应②是在高温的条件下， Cu_2S 和 Cu_2O 反应生成 Cu 和二氧化硫，化学方程式为 $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{Cu} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

6. (2025•河南郑州模拟) 实验是实现科学探究的重要途径。请回答以下有关化学实验的问题：



(1) 过氧化钠 (Na_2O_2) 是一种淡黄色粉末，在通常情况下能分别与 CO_2 、 H_2O 、 HCl 发生反应，生成 O_2 。为了验证 CO_2 和 Na_2O_2 反应生成的气体是 O_2 ，某化学兴趣小组同学设计了如图所示装置。

①用 A 装置制得的 CO_2 中常混有 H_2O 和 HCl 气体，设置 B、C 装置的目的是净化 CO_2 。其中 B 装置的作用可用化学方程式表示为_____。

②E 装置中氢氧化钠的作用是吸收没有反应的 CO_2 ，发生反应的化学方程式为_____。

③如何验证 CO_2 和 Na_2O_2 反应生成的气体是 O_2 ？

(2) 化学小组的同学在收集满 CO_2 的集气瓶中放入燃烧的钠，钠继续燃烧，充分反应后生成黑色的碳和一种白色固体。

【查阅资料】氧化钠为白色粉末，能和水反应生成氢氧化钠。

【作出猜想】白色固体的成分可能为：①氧化钠；②碳酸钠；③氧化钠和碳酸钠的混合物；④氢氧化

钠；⑤碳酸氢钠。

【交流讨论】请直接指出上述猜想中不合理的猜想，并说明理由。

【实验探究】若猜想②成立，请设计实验进行验证（写出简要的实验步骤和现象）。

钠在二氧化碳中燃烧的化学方程式为_____。

（3）7.8g 过氧化钠与足量的水反应，反应后得到了 40g 氢氧化钠溶液，请计算氢氧化钠溶液中溶质的质量分数。

【答案】（1）① $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；

② $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

③将带火星的木条靠近装置 E 中的导气管出口，若木条复燃，则证明生成的气体是氧气。

（2）④和⑤不合理，因为反应物中不含有氢元素，不可能生成含氢元素的物质；

取少量白色固体溶于水，加入足量的 CaCl_2 溶液，有白色沉淀产生，过滤，向滤液中滴加无色酚酞溶液，溶液不变红； $4\text{Na} + 3\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{C}$ ；

（3）20%

【解析】（1）①B 中的碳酸氢钠能与盐酸反应生成氯化钠、水和二氧化碳，除去氯化氢气体；

②E 装置中氢氧化钠能与二氧化碳反应生成碳酸钠和水；

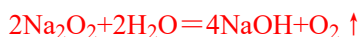
③要证明生成的是氧气，可以将带火星的木条靠近装置 E 中的导气管出口，若木条复燃，则证明生成的气体是氧气。

（2）④和⑤不合理，因为反应物中不含有氢元素，不可能生成含氢元素的物质；

猜想②成立，则是只含有碳酸钠，可以取少量白色固体溶于水，加入足量的 CaCl_2 溶液，有白色沉淀产生，过滤，向滤液中滴加无色酚酞溶液，溶液不变红；

钠在二氧化碳中燃烧生成碳酸钠和碳；

（3）设生成氢氧化钠的质量为 x



156 160

7.8g x

$$\frac{156}{160} = \frac{7.8g}{x}$$

x=8g

氢氧化钠溶液中溶质的质量分数为： $\frac{8g}{40g} \times 100\% = 20\%$

答：氢氧化钠溶液中溶质的质量分数为 20%。

7. （2026•江苏苏州模拟）燃料使用时需关注发热量和 CO_2 排放量等因素。

（1）燃料的发热量可以用每克燃料在一定条件下完全燃烧所释放出的热量表示。天然气和甲醇均可用作燃料，其发热量及 CO_2 排放量见表。

燃料	发热量 (kJ/g)	CO ₂ 排放量 (g/kJ)
天然气	49.8	0.055
甲醇	20.1	0.07

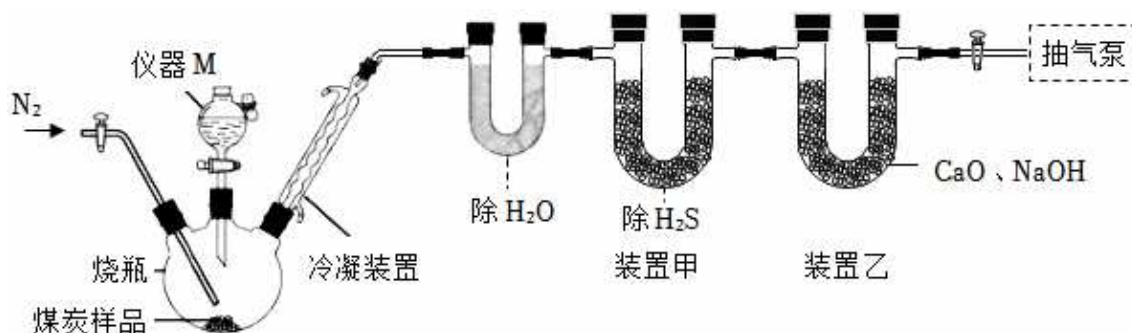
①天然气的 CO₂ 排放量为 0.055g/kJ，其含义是 _____。

②由表格可知，与甲醇相比，天然气作为燃料的优点是 _____。

③甲醇 (CH₄O) 的组成可以看作 mCH₂•nH₂O， $\frac{m}{n}$ = _____。

(2) 煤炭中含有的碳酸盐会影响其发热量。测量煤炭中碳酸盐含量的原理是通过碳酸盐与盐酸反应生成 CO₂ 的质量进行计算。实验方案为：实验 1，如图所示，取一定质量的煤炭样品于烧瓶中，通入 N₂，一段时间后加入足量稀盐酸充分反应，测量装置乙吸收气体的质量；实验 2，保持其他实验条件相同，烧瓶中不加煤炭样品，重复上述实验。

已知：煤炭样品与稀盐酸反应会产生少量 H₂S 气体，影响 CO₂ 质量的测量。



①仪器 M 的名称为 _____。将仪器 M 中的稀盐酸加入烧瓶时，不应全部加入，在仍剩余少量稀盐酸时需关闭活塞，原因是 _____。

②进行实验 1 时，装置甲中盛有的 CuSO₄ 能与 H₂S 发生复分解反应，生成 CuS 和一种常见的强酸，反应的化学方程式为 _____；反应结束后，需向装置中继续通入一段时间的 N₂，作用是 _____。

③进行实验 2 的目的是 _____。

(3) 氢气被誉为未来的理想燃料。

①CO 与 H₂O 在高温、高压、催化剂条件下，生成 CO₂ 和 H₂，反应的化学方程式为 _____。

②氢气发热量高，燃烧时 CO₂ 排放量为零，氢能的开发与利用也面临着一些困难。在氢气作为能源的其他优点或面临困难中选择一个视角，写出一点：_____。

【答案】 (1) ①天然气燃烧每放出 1kJ 热量排放二氧化碳 0.055g；

②相同质量的天然气和甲醇燃烧，天然气发热量高，二氧化碳排放量少；

③1；

(2) ①分液漏斗；液封，保证装置的气密性，防止气体逸出；

②CuSO₄+H₂S=CuS↓+H₂SO₄；保证装置中的二氧化碳全部被乙吸收；

③作对照，保证实验结果的准确性；



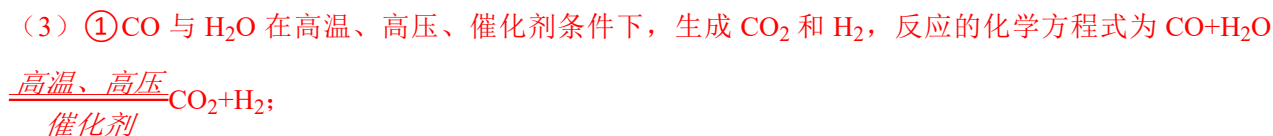
② 氢气运输储存困难。

【解析】(1) ① 天然气的 CO_2 排放量为 0.055g/kJ ，其含义是天然气燃烧每放出 1kJ 热量排放二氧化碳 0.055g ；② 由表格可知，与甲醇相比，天然气作为燃料的优点是相同质量的天然气和甲醇燃烧，天然气发热量高，二氧化碳排放量少；③ 甲醇 (CH_4O) 的组成可以看作 $m\text{CH}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，根据原子种类和原子数目不变可知 $m=1$ ， $n=1$ ，则 $\frac{m}{n} = 1$ ；

(2) ① 由图可知，仪器 M 的名称为分液漏斗，为了形成液封，保证装置的气密性，防止气体逸出，将仪器 M 中的稀盐酸加入烧瓶时，不应全部加入，在仍剩余少量稀盐酸时需关闭活塞；

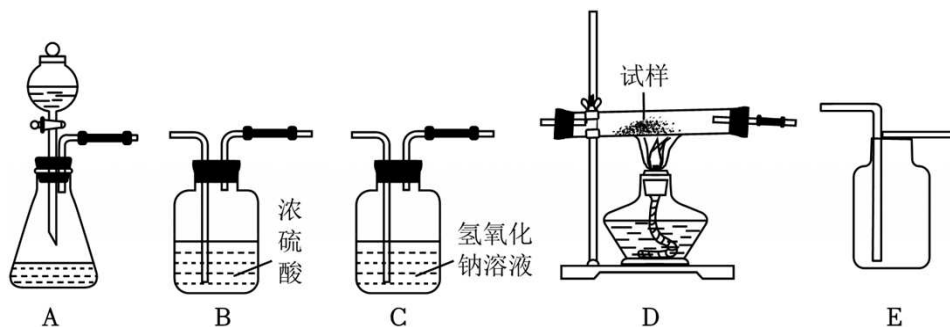
② CuSO_4 能与 H_2S 发生反应，生成 CuS 沉淀和硫酸，反应的化学方程式为 $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ ，为了保证装置中的二氧化碳全部被乙吸收，反应结束后，需向装置中继续通入一段时间的 N_2 ；

③ 实验 2 是对照实验，则进行实验 2 的目的是作对照，保证实验结果的准确性；



② 氢气发热量高，燃烧时 CO_2 排放量为零，氢能的开发与利用也面临着一些困难，如：氢气运输储存困难。

8. (2025·山东济南一模) 如图所示为实验室中常见气体制备、净化、干燥、收集和进行实验探究的部分仪器(组装实验装置时，可重复选择仪器)，某化学小组的同学欲利用其进行下列化学实验。



试回答下列问题：

(1) 实验室制氧

某小组以过氧化氢溶液为原料(二氧化锰作催化剂)，在实验室中制备并收集干燥的氧气。按照要求设计实验装置，连接仪器，并检验装置的气密性。

① 所选装置的连接顺序为 _____ (从左至右填写装置序号字母)。

② 制取氧气所发生反应的化学方程式为 _____。

③ 反应结束后，锥形瓶内液体中氢元素的质量分数与之前相比 _____ (选填“增大”“减小”“不变”“无法判断”之一)。

(2) 氧烛制氧

材料一：我们常用原子利用率来衡量化学反应过程的原子经济性，其计算公式为：

$$\text{原子利用率} = \frac{\text{目标生成物的质量}}{\text{参加该反应所有反应物的总质量}} \times 100\%$$

材料二：氧烛制氧是密闭空间紧急供氧技术。一种氧烛主要含 NaClO_3 ，还有少量铁粉，其产氧原理为：

触发铁粉燃烧，使 NaClO_3 分解，反应的化学方程式为： $2\text{NaClO}_3 \xrightarrow{500 \sim 600^\circ\text{C}} 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$

① NaClO_3 中氯元素的化合价为 _____。

② 利用氧烛制氧，氧原子的原子利用率为 _____（结果精确至 0.1%）。

③ 氧烛在实际使用时的产氧率明显低于理论值，若反应充分进行，其原因是 _____。

（3）该小组用制得的氧气对某种塑料试样的组成进行分析探究（资料显示该塑料只含 C、H、O 三种元素），所选仪器按“ $\text{A} \rightarrow \text{B}_1 \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{B}_2 \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{B}_3$ ”的顺序连接（ B_1 、 B_2 、 B_3 为浓硫酸洗气瓶），检查装置气密性，然后进行实验。使 $W\text{g}$ 该塑料试样碎屑在充足氧气中充分燃烧，观察现象，收集有关实验数据。（假设发生的化学反应都充分反应）

① 该装置中，洗气瓶 B_1 和 B_2 的作用分别是 _____。

② 若不连接 B，样品中氧元素的质量分数的测算结果与真实值相比将 _____（填“偏大”“偏小”“不受影响”之一）。

③ $W\text{g}$ 该塑料试样充分燃烧后，测得仪器 C 质量增加 $m\text{g}$ ，则该塑料试样中碳元素的质量分数为（结果用代数式表示）。

【答案】（1）① $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{E}$ ；② $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ；③ 增大；

（2）① +5；② 45.1%；③ 可能是氧烛中含有杂质，杂质不产生氧气，导致实际产生氧气量比理论值少；

（3）① 吸收氧气中的水蒸气、吸收塑料燃烧生成的水蒸气；② 偏小；③ $\frac{3m}{11w} \times 100\%$ 。

【解析】（1）① 以过氧化氢溶液为原料（二氧化锰作催化剂）制备氧气，发生装置选 A（固液不加热型）；要收集干燥的氧气，需先通过浓硫酸干燥，选 B 装置，再用向上排空气法收集（氧气密度比空气略大），选 E 装置，所以连接顺序为 $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{E}$ ；② 过氧化氢在二氧化锰催化作用下分解生成水和氧气，

化学方程式为 $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ；

③ 反应前锥形瓶内液体是过氧化氢溶液，过氧化氢分解生成水和氧气，氧元素以氧气形式逸出，溶液中氧元素质量减小，而氢元素质量不变，溶液质量减小，所以反应结束后，锥形瓶内液体中氢元素的质量分数与之前相比增大。

（2）① 在 NaClO_3 中，钠元素显 +1 价，氧元素显 -2 价，设氯元素化合价为 x，根据化合物中各元素正负化合价代数和为零，可得 $(+1) + x + 3 \times (-2) = 0$ ，解得 $x = +5$ ；

② 由化学方程式可知，目标生成物是氧气，参加反应的相对分子质量总和为 $2 \times (23 + 35.5 + 16 \times 3) = 213$ ，生成氧气的相对分子质量总和为 $3 \times 32 = 96$ ，则原子利用率为 $\frac{96}{213} \times 100\% \approx 45.1\%$ ；

③氧烛在实际使用时产氧率明显低于理论值，若反应充分进行，原因可能是氧烛中含有杂质，杂质不产生氧气，导致实际产生氧气的量比理论值少。

(3) ①洗气瓶 B₁ 中浓硫酸的作用是吸收氧气中的水蒸气，防止对后续实验中生成水的测定产生干扰；洗气瓶 B₂ 的作用是吸收塑料燃烧生成的水蒸气，用于测定塑料中氢元素的含量。

②若不连接 B₁，氧气中含有的水蒸气会被 B₂ 吸收，导致测得生成水的质量偏大，从而使样品中氢元素的质量分数的测算结果与真实值相比较偏大，由于样品总质量确定，所以样品中氧元素的质量分数的测算结果与真实值相比将偏小。

③仪器 C 质量增加 mg，说明生成二氧化碳的质量为 mg，二氧化碳中碳元素的质量为 $mg \times \frac{12}{44} \times 100\% =$

$\frac{3m}{11}g$ ，则该塑料试样中碳元素的质量分数为 $\frac{\frac{3m}{11}g}{wg} \times 100\% = \frac{3m}{11w} \times 100\%$ 。