

初三化学讲义

Jun 21th 2025

Contents:

课内知识点篇

1. 空气和氧气	3
2. 水	5
3. 碳和碳的氧化物	6
4. 燃烧和灭火	8
5. 营养元素，新型材料	8
6. 金属	9
7. 溶液	11
8. 酸和碱	16
9. 盐和复分解	19

常考题型篇

10. 离子共存	23
11. 框图推断	23
12. 离子检验	25
13. 除杂和鉴定	25
14. 化学式的书写	29
15. 课内实验	32
16. 文字描述	38
17. 工艺流程	44
18. 科学探究	50

附录

19. 反应类型汇总	58
------------	----

空气和氧气

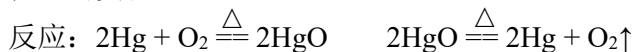
1. 空气的组成：氮气 78%，氧气 **21%**，二氧化碳 0.03%，稀有气体 0.94%，其他气体 0.03%

氮气的化学性质不活泼，稀有气体的化学性质很不活泼

空气中的有害气体：SO₂, CO, NO₂, O₃ 等，其中，酸雨来源于 SO₂, NO₂

2. 空气中氧气含量的测定

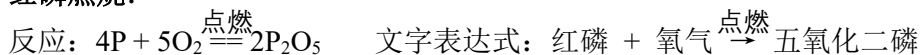
1. 拉瓦锡实验：



结论：1. 空气是由氧气和氮气组成的混合物 2. 氧气约占空气的 1/5

3. 氮气不燃烧，不支持燃烧，不供给呼吸

2. 红磷燃烧：



实验原理：利用红磷燃烧消耗密闭容器内空气的氧气，使**密闭容器内压强减小**，在大气压的作用下，进入密闭空间内水的体积即为减少的氧气体积。

实验过程：连接仪器，检查装置气密性，在集气瓶内装入少量的水（作用：吸收五氧化二磷，防止空气污染；吸收热量，降温），将水上方空间分为 5 等份并做好标记，用弹簧夹夹紧乳胶管，在燃烧匙内放入足量的红磷，用酒精灯加热，点燃红磷后立即伸入瓶中并把橡胶塞塞紧，待红磷熄灭并冷却到室温，打开弹簧夹。

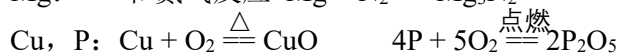
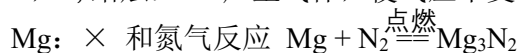
实验现象：红磷燃烧，产生大量的白烟，并放出热量；冷却至室温后，打开弹簧夹，烧杯中的水杯吸入集气瓶，瓶内的液面上升至 1 个等份的标记附近。

误差分析：<1/5：红磷量不足；装置漏气；装置未冷却打开弹簧夹；导管中未事先注满水

>1/5：红磷燃烧时插入集气瓶太慢，瓶内气体受热逸出；

红磷燃烧时弹簧夹未夹紧，气体受热从导管逸出

替换反应物：C, S, 蜡烛：× 产生气体，使气压不变



3. 氧气的性质

无色，无味，密度比空气略大，不易溶于水，化学性质活泼，氧化性，支持燃烧（助燃性）

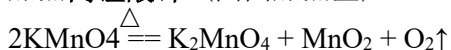
1. 与木炭反应：空气中燃烧发**红光**；氧气中剧烈燃烧，发出**白光**

2. 与硫反应：空气中燃烧发出微弱的**淡蓝色**火焰；氧气中燃烧更旺，发出明亮的**蓝紫色**火焰

3. 与铁反应：空气中红热，不能燃烧；氧气中剧烈燃烧，**火星四射**，放出热量，生成黑色固体

4. 氧气的制取

1. 加热**高锰酸钾**（固固加热型）



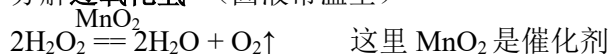
试管口棉花：防止加热时试管内的粉末进入导管

试管口略向下倾斜：防止冷凝水回流至热试管底部，避免炸裂试管

排水法收集或向上排空气法：

验满：排水法：集气瓶的水排完；排空气法：带火星的木条放在集气瓶口，复燃则证明氧气收集满

2. 分解过氧化氢（固液常温型）

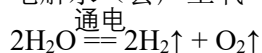


影响反应速率的因素有：温度，浓度，催化剂的量（不是越多越好），接触面积

*收集和验满同上

*催化剂：改变化学反应速率，反应前后该物质质量不变，反应前后该物质化学性质不变

3. 电解水（会产生氧气，但不是制备氧气的好办法）



4. 工业制取：分离液态空气法（利用沸点不同的性质）

5. 氧化反应/还原反应

氧化反应：物质与氧气发生的反应（放热反应）

*剧烈氧化：燃烧，加热等

*缓慢氧化：食物腐烂，铁生锈，呼吸作用等（速率慢，不易察觉）

还原反应：含氧化合物里的氧被夺取的反应（大部分为放热反应）

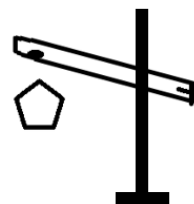
6. 制取气体的装置

1. 固固加热

*铁夹夹在试管口 1/3 处

*导气管不能伸入试管内过长，否则不利于气体排出

*试管口略向下倾斜，防止冷凝水回流，炸裂试管



2. 固液常温

*导气管不能伸入试管内过长，否则不利于气体排除

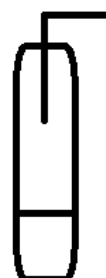
*长颈漏斗末端必须插入液面以下（液封），否则生成的气体会从长颈漏斗口逸出



分液漏斗：不用插入液面以下，活塞可以控制液体滴加（控制反应速率）



长颈漏斗：必须插入液面以下



不方便添加固体或液体

3. 排空气集气

*导管末端要伸入集气瓶底

*向上排空气法：适用于密度比空气大，且不与空气中的成分反应的气体（硫化氢和氧气反应，生成硫和水，硫化氢暴露在空气中会逐渐浑浊，产生硫单质）

*向下排空气法：适用于密度比空气小，且不与空气中的成分反应的气体

4. 排水集气：

*导管放在集气瓶口

*难溶于水或不易溶于水，且不与水反应的气体

* NH_3 , SO_2 , CO_2 , HCl 不可用

水

7. 水资源：常识，保护水资源，节约用水

8. 水的净化（从上到下，净化程度由低到高）

沉降：[除去不溶性杂质，混合物]，可使用明矾做混凝剂

明矾可以使水中悬浮的杂质较快沉降，使水逐渐澄清

过滤：[除去不溶性杂质，混合物]

吸附：[吸附可溶性杂质，除去颜色，异味，混合物]，通常利用**活性炭**等有**吸附作用**的物质

蒸馏：[去除不溶性杂质和可溶性杂质，纯净物]，把水加热成水蒸气，再冷凝成蒸馏

9. 过滤

分离颗粒大小不同的混合物，或不溶于液体的固体与液体分离

仪器：铁架台，漏斗，玻璃杯，烧杯

注意事项：一贴，二低，三靠

一贴：滤纸紧贴漏斗内壁； 二低：滤纸边缘低于漏斗边缘，液面低于滤纸边缘；

三靠：烧杯嘴靠在玻璃棒中部（引流），玻璃棒下端轻靠三层滤纸一侧，漏斗下端的尖嘴紧靠烧杯内壁

10. 硬水，软水

1. 硬水：含有较多的**可溶性钙，镁化合物**的水（混合物）（不是氯化钙和氯化镁）

2. 水垢：碳酸钙和氢氧化镁

3. 软水：不含，含较少的可溶性钙，镁化合物的水

4. 降低水的硬度：煮沸

11. 蒸馏：根据液态混合物各成分**沸点**不同进行分离，物理变化

注意事项：烧瓶中加入自来水，再加入几粒沸石（防止液体暴沸）；温度计在支管口下方，冷凝管中的冷却水的流向和水蒸气的流向相反，冷凝管略微向下

12. 水的组成

电解水实验： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ （正氧负氢，氢二氧一）

* 收集气体多一端是负极，i.e. 氢气

结论：水是由氢，氧两种元素组成；水在通电时发生了分解反应，生成了两种新物质

气体检验：氧气：用燃着的木条接近正极端的玻璃管尖嘴口，若木条燃烧更旺，则说明正极产生氧气

氢气：用燃烧的木条接近正极端的玻璃管尖嘴口，若气体能燃烧，且火焰呈淡蓝色，则说明
负极产生氢气

碳和碳的氧化物

13. 元素和单质的关系：不同种元素可以组成不同的单质 i.e. 氧元素→O₂, 氮元素→N₂

同一种元素也可以组成不同的单质 i.e. 氧元素→O₂, O₃; P, P₄ (P 是红磷, P₄ 白磷)

14. 碳单质的种类

1. 金刚石 特点：质硬； 用途：切割玻璃，大理石，钻石
2. 石墨 特点：质软； 用途：铅笔芯，润滑剂 特点：导电性； 用途：电极
石墨烯 特点：单层碳原子（无机物） 用途：根据题目给的特点去判断
3. C₆₀ 特点：特殊物理和化学性质； 用途：超导，催化等特殊领域
4. 碳原子的排列方式不同导致三者的物理性质差异显著；由于三者都是碳元素组成的单质，因此化学性质基本相同。
5. 木炭 特点：吸附性（物理性质） 用途：吸附食品和工业产品里的色素，有异味物质
6. 活性炭 特点：吸附性（物理性质） 用途：防毒面具吸附有毒气体，制糖脱色，净水处理
7. 焦炭 特点：还原剂 用途：冶金工业，如铁矿石

15. 碳单质的化学性质

1. 电子排布：最外层 4 个电子：不易得/失电子 → 常温下碳单质化学性质不活泼
用途：墨水能保存上百年

2. 碳单质和氧气反应（可燃性）

在点燃的条件下，碳单质可以在氧气（空气）中燃烧，放出热量

*氧气充足（充分燃烧）： $C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$

*氧气不充足（不充分燃烧）： $2C + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO$

3. 碳单质和部分氧化物的反应（还原性）

（还原性是指一种物质能够失去电子（或提供电子），使其他物质被还原的性质。）

常见的还原剂：活泼金属，如 H₂, C, CO

1. 木炭还原氧化铜： $2CuO + C \xrightarrow{\text{高温}} 2Cu + CO_2 \uparrow$

实验现象：开始加热时，导管口处有无色气泡冒出，过一会儿，黑色粉末变为红色，且澄清石灰水变浑浊

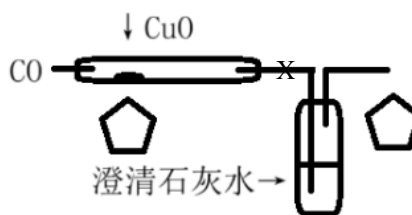
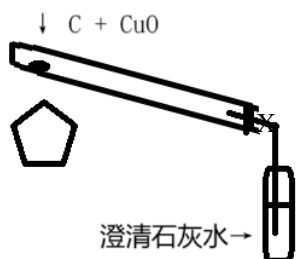
（无色气泡是试管内的空气（受热膨胀），因此澄清石灰水不变浑浊。）

注意事项：加热完毕后，用弹簧夹夹紧乳胶管，停止加热，待试管冷却后再把试管里的粉末倒在纸上

（1. 防止澄清石灰水倒吸，使试管炸裂 2. 防止热的 Cu 被氧化为 CuO）

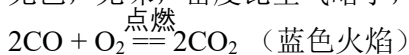
结论：木炭和氧化铜在高温下反应生成铜和二氧化碳，木炭具有还原性

2. 焦炭还原铁矿石： $2Fe_2O_3 + 3C \xrightarrow{\text{高温}} 4Fe + 3CO_2 \uparrow$



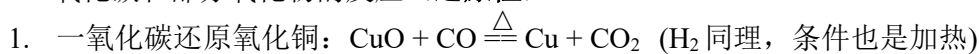
16. 一氧化碳

无色，无味，密度比空气略小，难溶于水，可燃烧（可燃性）



（蓝色火焰有氢气，甲烷，乙醇，硫是空气中淡蓝，氧气中蓝紫色火焰）

*一氧化碳和部分氧化物的反应（还原性）



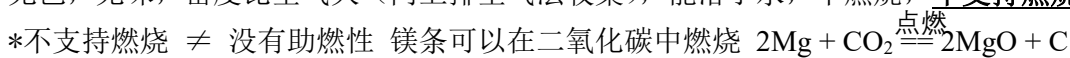
实验现象：黑色粉末逐渐变成红色，澄清石灰水变浑浊，点燃尾气产生蓝色的火焰

注意事项：实验前检查 CO 纯度，先通入一会儿 CO ，再对装有 CuO 的位置加热，加热完毕后，用弹簧夹夹紧乳胶管（防止 CO 不纯，点燃后爆炸）

2. 工业炼铁（见金属）

17. 二氧化碳

无色，无味，密度比空气大（向上排空气法收集），能溶于水，不燃烧，不支持燃烧



支持燃烧指提供氧气，帮助其他物质燃烧，如氧气，

助燃性指通过任何方式促进燃烧，包括提供氧气，氧化剂等。助燃性包含支持燃烧

*与水反应生成碳酸： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$

*使澄清石灰水变浑浊： $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

CO_2 循环：产生 CO_2 ：呼吸，化石燃料的燃烧等； 消耗 CO_2 ：光合作用等

温室气体： CO_2 , O_3 , CH_4 等； 危害：全球变暖

18. 二氧化碳的制备

工业制备：高温煅烧石灰石 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

实验室制备：稀盐酸和大理石（碳酸钙）反应 $2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

*实验室不使用高温煅烧石灰石：反应常温；可以通过调节盐酸浓度控制反应速率

*不能使用稀硫酸： CaSO_4 微溶，覆盖在石灰石表面阻止反应进行

*不能使用碳酸钠/碳酸氢钠：反应速率过快，不适合实验室制取 CO_2

19. 气体的检验：（复习）

H_2 ：方法：点燃，火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯；现象：淡蓝色火焰，烧杯内壁有水珠

O_2 ：方法：带火星木条；现象：复燃

CO ：方法：点燃，火焰上方罩一个蘸有澄清石灰水的烧杯；现象：蓝色火焰，澄清石灰水变浑浊

方法：通过灼热氧化铜，再通过澄清石灰水；现象：黑色粉末变红色，澄清石灰水变浑浊

（反应条件是加热 Δ ）

* CuO , Fe_2O_3 都可以，因为有颜色变化，但 Fe_3O_4 就不行，因为没有颜色变化（黑变黑）

CO_2 ：方法：澄清石灰水；现象：澄清石灰水变浑浊

CH_4 ：方法：点燃，火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯，过一会儿，迅速把烧杯倒过来，注入少量澄清石灰水，震荡；现象：明亮的蓝色火焰，烧杯内壁有水珠，澄清石灰水变浑浊

燃烧和灭火

20. 燃烧

定义：可燃物与氧气发生的一种发光，发热的剧烈**氧化**反应叫做燃烧。

着火点：可燃物燃烧所需的最低温度

燃烧的条件：可燃物，氧气（空气），达到着火点

21. 灭火

灭火的原理：破坏燃烧的三个条件之一 i.e. 清除或隔离可燃物，隔绝氧气，使温度降至着火点以下，满足其一可以灭火

营养元素

22. 人体中的元素

常量元素：**O**, C, H, N, **Ca**, P, K, S, Na, Cl, Mg （最多的非金属：**O**，最多的金属：**Ca**）

（前 4 个主要是有机化合物和水的形式存在，其他的主要以无机盐形式存在）

微量元素：**Fe**, **Zn**, **F**, **I** 等（含量少，却也是维持正常生命活动所必需的，新陈代谢）

23. 营养元素

水，糖类，蛋白质，油脂，无机盐，维生素

维生素：调和新陈代谢，预防疾病

糖类：主要供能物质，来源：淀粉，葡萄糖

蛋白质：促进生长发育，来源：肉类，大豆制品

油脂：备用能源，储存能量，来源：植物油脂/动物油脂（i.e. 植物油，猪油）

新型材料

24. 高分子材料（高分子物质：相对原子量 >10000 ）

定义：有大量小分子聚合而成的聚合物，具有链状或网状结构

1. 天然高分子材料：天然存在，不需要化学方法合成

天然橡胶，棉花，羊毛等天然纤维

2. 合成材料：人工合成的高分子材料

塑料（聚 **xx**），合成橡胶（**xx** 橡胶）（反正不是天然橡胶），合成纤维（**x** 纶）等

25. 新型材料

定义：将金属材料，无机非金属材料，高分子材料等符合起来，取长补短，得到具有光，电，磁等特殊性质的功能材料

碳纤维复合材料，玻璃纤维增强塑料，芳纶复合材料等

金属

26. 金属的物理性质

导电性，导热性，金属光泽（不同的金属物理性质差别较大）

铁：银白色；铜：红色

物理性质与用途之间的关系：常见于选择题

地壳中含量最高的金属：**铝**； 人体中含量最高的金属：**钙**； 年产量最高的金属：**铁**

27. 合金：纯金属中加热融合某些金属或**非金属** 纯金属和合金都是**金属材料**

特点：大部分是混合物（有的是化合物，如黄铜：CuZn）

硬度，强度，抗腐蚀性比组成他们的纯金属高，

熔点比组成他们的纯金属低

常见合金：铁合金：不锈钢，锰钢，生铁(**碳**，铁，硅，锰等)

铜合金：黄铜，青铜，白铜

28. 金属的化学性质

29. 金属和氧气反应（化合）

31.2 金属和盐反应（置换）

32. 金属和部分稀酸反应（置换）

29. 金属和**氧气**反应（剧烈程度受活泼性影响，通常来说，活泼性越强，和氧气反应越剧烈）

镁，铝常温下就能与氧气反应；铁，铜在常温下几乎不与氧气反应；金即使在高温下也不与氧气反应

*铝有很强的抗腐蚀性，铝粉可涂在金属表面防锈，铝片在空气中形成致密的氧化膜）

*真金不怕火炼

1. Mg：常温下打磨过的镁条在空气中逐渐变暗，在**空气中点燃**时，发出耀眼的白光，放出大量的热，生成白色固体 $2\text{Mg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$

2. Al：常温下打磨过的镁条在空气中逐渐变暗，在**氧气中点燃**时，剧烈燃烧，发出耀眼的白光，放出大量的热，生成白色固体 $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{MgO}$

3. Fe：在**氧气中点燃**时，剧烈燃烧，**火星四射**，放出大量的热，生成黑色固体 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$

4. Cu：在**空气中加热**时，表面生成黑色物质 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$

30. 置换反应：

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 $\text{A} + \text{BC} = \text{AC} + \text{B}$

特点：单质的化合价为0，因此**化合价发生了改变**

常见类型：活泼金属 + 酸；金属 + 盐；非金属单质 + 金属氧化物（比如碳和氧化铜）

31. 金属的活动性

K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Ag, Pt, Au 在自然界中以单质的形式存在

1. 位置越靠前，活动性越强，和酸反应越剧烈，(H)后的不和稀盐酸，稀硫酸反应

2. 金属和盐反应：（可以比较和证明活泼性）

活动性强的金属能将活动性弱的金属从它对应的盐里置换出来（ $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ ）

K, Ca, Na 除外，和水反应

*可通过实验来得出结论（如将铜丝浸入硝酸银溶液反应，铜丝浸入硫酸铝溶液不反应）i.e. $\text{Al} > \text{Cu} > \text{Ag}$

32. 金属和稀盐酸，稀硫酸反应：

*影响产生 H_2 的快慢因素有：金属的接触面积，酸的种类（根据题目给的信息），酸的浓度

和**活泼金属**反应：稀盐酸/稀硫酸 + 活泼金属 \rightarrow 盐 + $\text{H}_2\uparrow$ （放热反应）

*因为活泼金属的活动性比(H)要强

Mg: 剧烈反应，产生大量气泡，生成的气体能够燃烧并产生淡蓝色火焰。

Zn: 反应较剧烈，产生大量气泡，生成的气体能够燃烧并产生淡蓝色火焰。

Fe: 反应缓慢，有气泡产生，溶液由**无色变为浅绿色**，生成的气体能够燃烧并产生**淡蓝色火焰**。

根据上述反应现象，可以判断出他们的**活动性强弱** i.e. $\text{Mg} > \text{Zn} > \text{Fe}$

33. 工业炼铁

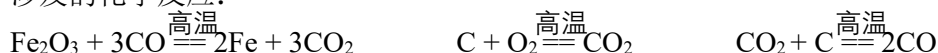
铁是金属矿石中**提炼量最大**的金属

原理：高温下，利用高炉内的一氧化碳把铁从铁矿石中还原出来

原料：铁矿石，**石灰石**，焦炭，空气

（石灰石把二氧化硅变炉渣 $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2$, $\text{CaCO}_3 + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$ ）（化学式不用记）

涉及的化学反应：



产物：生铁（碳，铁和其他杂质组成的合金）

34. 金属和稀盐酸或稀硫酸反应的计算题（只讨论活泼金属）

1. 计算题：用氢气的质量反推消耗的酸的质量和金属质量

2. 等质量，等浓度的同种酸与足量的金属充分反应，生成 H_2 的质量相等

3. 足量的同种酸与等质量的金属充分反应，生成 H_2 的质量与化合价和相对原子质量有关

*如果**化合价相同**，则金属**相对原子质量越小**，产生的 H_2 越多 $\text{Al} > \text{Mg} > \text{Fe} > \text{Zn}$

4. 等质量，等浓度的稀盐酸和稀硫酸分别与足量的金属反应，**稀盐酸**生成的 H_2 多

5. 常见数值：0.2g $\text{H}_2 = 9.8\text{g } \text{H}_2\text{SO}_4 = 7.3\text{g } \text{HCl} = 1.8\text{g } \text{Al} = 2.4\text{g } \text{Mg} = 5.6\text{g } \text{Fe} = 6.5\text{g } \text{Zn}$

*注意铝不是 2.7g 因为化合价是+3

35. 金属和盐发生置换反应的计算题和图像题

溶液质量的变化：金属和酸反应，溶液质量一定增加

金属和盐反应，溶液质量的变化与进入溶液中的金属和被置换出来的金属质量差决定

*这里不能和相对原子质量有关，是因为化合价有差异

滤液，滤渣的判断：在置换反应中，**最活泼金属**的优先把**最不活泼**的金属置换出来

i.e. $\text{Zn}, \text{Fe} + \text{CuSO}_4$, Zn 先反应 $\text{Fe} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{AgNO}_3$, AgNO_3 先反应

$\text{Zn}, \text{Fe} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{AgNO}_3$, Zn, AgNO_3 先反应

滤渣中一定含有最不活泼的金属单质，可能含有活动性较强的金属单质

滤液中一定含有最活泼的金属离子，可能含有活动性次之的金属离子

*例题：粉末状铁加入到一定量的硝酸铜和硝酸银（注意 Ag 和 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ）

, 起点：滤渣：∅；滤液： $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{AgNO}_3$

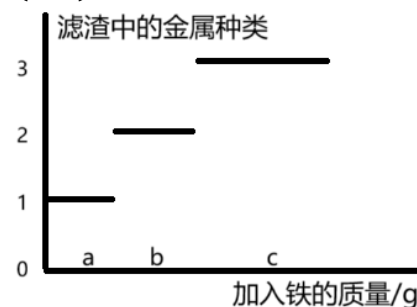
a 点：滤渣：Ag；滤液： $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2, \text{AgNO}_3$

ab 分界线：滤渣：Ag；滤液： $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

b 点：滤渣：Ag, Cu；滤液： $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

bc 分界线：滤渣：Ag, Cu；滤液： $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

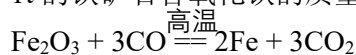
c 点至终点：滤渣：Ag, Cu, Fe；滤液： $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$



36. 计算题

1t 的含氧化铁 60% 的铁矿石，理论上能炼出含铁 95% 的生铁多少 t? (计算结果保留三位小数)

解：1t 的铁矿石含氧化铁的质量为 $1\text{t} \times 60\% = 0.6\text{t}$ ，设 0.6t 的氧化铁理论上能炼出铁的质量为 x



160 112

0.6t x

$$\frac{160}{112} = \frac{0.6t}{x} \quad x = 0.42t \quad 0.42 \div 95\% = 0.442t$$

答：理论上能炼出含铁 95% 的生铁 0.442t

37. 金属资源的保护

铁生锈的条件是铁与水，氧气同时接触（铁与水，氧气共同作用） $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

防锈：保持干燥，覆盖保护层（喷漆，镀锌），加入其他金属制造合金

（原理就是破坏其中一个条件，这样铁就不能生锈）

38. 探究金属的锈蚀条件 i.e. 设计实验验证锈蚀条件

试管 1：铁钉部分放入水中：生锈

试管 2：铁钉全部放入水中，用油封住：不生锈

试管 3：铁钉放入试管中，试管口塞了含有 CaCl_2 （干燥剂）的棉花：不生锈

比较试管 1, 2： O_2 是铁生锈的必要条件； 比较试管 1, 3： H_2O 是铁生锈的必要条件； 结论：见 37

*拓展：常见的铜锈（铜绿）： $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 碱式碳酸铜 $2\text{Cu} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

*因此需要考虑 CO_2 这个因素

溶液

39. 溶液

溶液：一种或几种物质分散到另一种物质里，形成的均一，稳定的混合物

均一：溶液各部分的组成和性质都完全相同

*均一的例子：你在一杯盐水里面，用滴管取两次样本，所得的盐溶液浓度完全相同

稳定：只要溶剂不蒸发，外界环境不改变时，溶液长期放置，溶质和溶剂都不会分离

悬浊液：不溶于水的固体小颗粒使液体浑浊，泥水

乳浊液：小液滴分散到液体里形成的混合物，牛奶

溶质：被溶解的物质 （固：NaCl，液：乙醇，气：氯化氢）

溶剂：溶解其他物质的物质 （液：水，乙醇，汽油）

*氢氧化钠溶解放热，硝酸铵溶解吸热，氯化钠溶液温度变化较小

* $m_{\text{质}} + m_{\text{剂}} = m_{\text{液}}$ 但 $V_{\text{质}} + V_{\text{剂}} \neq V_{\text{液}}$ 例如，10ml 的水和 10ml 的酒精混合，体积小于 20ml

40. 溶解度/饱和溶液

饱和溶液：在一定温度下，向一定量溶剂里加入某种物质，当溶质不能继续溶解，所得溶液为饱和溶液

不饱和溶液：在一定温度下，向一定量溶剂里加入某种物质，当溶质能继续溶解，所得溶液为不饱和溶液

不饱和溶液→饱和溶液：**增加溶质，蒸发溶剂，降低温度**（特例 Ca(OH)_2 ）（饱和到不饱和反过来）

*饱和溶液降低温度一定能析出晶体：错误 反例： Ca(OH)_2

结晶：固体物质从它的饱和液中以晶体的形式析出（不一定白色）

*冷却结晶：饱和 KNO_3 溶液得到 KNO_3 晶体 （降温降低溶解度，得到晶体）

*蒸发结晶：海水晒盐 （蒸发溶剂，使溶质以晶体的形式蒸发）

*注意：析出晶体后的溶液一定是该物质的饱和溶液！

考点：溶解度受温度变化影响较大的物质，应该用冷却结晶法提纯，如 KNO_3 混入少量 NaCl 。

溶解度：固体的溶解度为在一定温度下¹，某固态物质在 100g 溶剂² 里达到饱和状态³ 时所溶解的质量⁴
影响固态物质溶解度的因素有：溶质的种类，溶剂的种类；**温度**

（对于气体，气压也是因素之一：压强越大，气体的溶解度也越大）

*某温度 t 时的溶解度为 20g，其饱和溶液的质量分数不可能达到 20% （只有 16.7%）

溶解度和溶液的质量分数不一样

41. 溶质的质量分数

* 溶质质量分数 = (溶质质量 / 溶液质量) × 100%

* 溶液质量 = 溶剂质量 + 溶质质量

* 溶液质量 = $\rho \times V$

m 溶质 ↑，m 溶剂 =，m 溶液 ↑，溶质质量分数 ↑

m 溶质 ↓，m 溶剂 =，m 溶液 ↓，溶质质量分数 ↓

m 溶质 =，m 溶剂 ↑，m 溶液 ↑，溶质质量分数 ↓

m 溶质 =，m 溶剂 ↓，m 溶液 ↓，溶质质量分数 ↑

（最好不要背，学会理解，自己套公式带进去算）

42. 胆矾，明矾

胆矾：五水合硫酸铜 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

（硫酸铜晶体是白色的，硫酸铜溶液是蓝色的，胆矾是从饱和硫酸铜溶液里面结晶的，也是蓝色。）

明矾：十二水合硫酸铝钾 $\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ （净水剂）

*使用有结晶水的物质去计算溶质质量分数时，后面的结晶水应当归类到溶剂里。

例题：50g 的胆矾溶于 100g 水中，求硫酸铜溶液的溶质质量分数：

$32\text{g} / (32\text{g} + 18\text{g} + 100\text{g})$ 也就是 $32\text{g} / (50\text{g} + 100\text{g}) \times 100\% = 12.8\%$

43. *金属题：稀盐酸和铁片恰好完全反应，求所得溶液中溶质的**质量分数**。求盐酸溶液中盐酸的质量分数
计算方法类似：求出溶质的质量，溶液的质量，套公式

溶液的质量遵从质量守恒定律：

反应后所得溶液的质量 = 反应物的质量总和 - m 气体 - m 沉淀 (减去出去的，加上进来的)

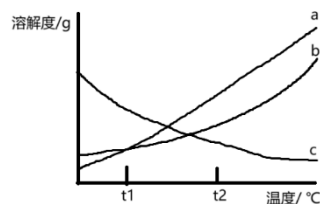
例题：铁和稀盐酸恰好完全反应，求产物的溶质质量分数：反应后溶液质量 = m 稀盐酸 + m 铁 - H₂

44. 溶解度曲线及计算题

曲线上的点表示在此温度下，该溶液处于饱和状态；曲线以上：有未溶解的固体；曲线以下：不饱和
曲线的交点表示在此温度下，这几种物质的溶解度相等，其饱和溶液的溶质质量分数相等。

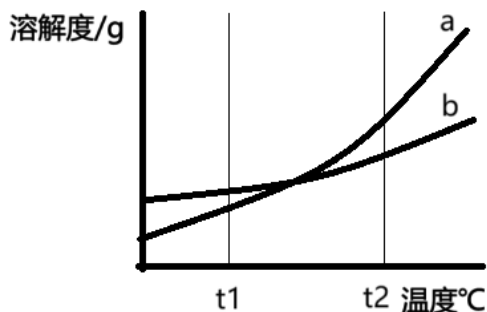
常见错误选项：

1. a 的溶解度大于 b 的溶解度 (除非从头到尾 a 的曲线都比 b 高)
2. a 的溶液从 t₂℃ 降温到 t₁℃，一定有晶体析出 (没说饱和溶液)
3. a 的饱和溶液从 t₂℃ 降温到 t₁℃，溶液的溶质质量分数不变 (变小)
4. c 的饱和溶液从 t₁℃ 升温到 t₂℃，溶液的溶质质量分数不变 (变小)
5. t₂℃ 时，a 溶液的溶质质量分数大于 b 溶液的溶质质量分数 (没说饱和溶液)



溶解度曲线相关题目

1. 同一温度下，溶剂质量一定：溶解度越大，配制饱和溶液所需的**溶质的质量越大**，溶液质量也越大
2. 同一温度下，溶质质量一定：溶解度越大，配制饱和溶液所需的**溶剂的质量越小**，溶液质量也越小
3. 根据溶解度表画溶解度曲线
4. 分析溶质质量变化题：常见题型：在 t₂℃ 时，将 A 的饱和溶液降温至 t₁℃，所得溶质质量分数……
先找出曲线上饱和溶液和 t₂℃ (视情况而定，如下图) 的交点，将此点平移至 t₁℃。若此点在曲线以上，则超过曲线的高度为结晶质量，实际的溶质质量看 t₁℃ 时的溶解度



在 t₂℃ 时，将 a 和 b 的饱和溶液降温至 t₁℃

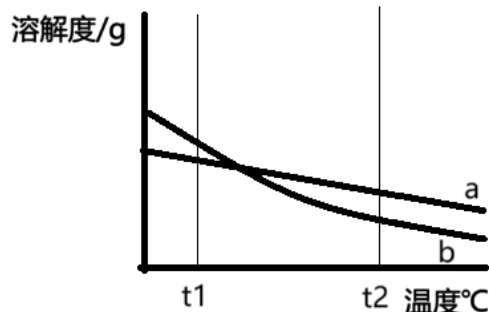
溶质质量变化为 t₂: a > b

交点 a = b

t₁: a < b

在 t₁℃ 时，将 a 和 b 的饱和溶液升温至 t₂℃

溶质质量变化为：一直 a < b



在 t₁℃ 时，将 a 和 b 的饱和溶液升温至 t₂℃

溶质质量变化为 t₁: a < b

交点 a = b

t₂: a > b

在 t₂℃ 时，将 a 和 b 的饱和溶液降温至 t₁℃

溶质质量变化为：一直 a > b

45. 溶液配制，稀释，浓缩

核心公式：(1) 溶质质量分数 = (溶质质量 / 溶液质量) × 100%

(2) 溶质质量 = 溶液质量 × 溶质质量分数

(3) 溶液质量 = 溶质质量 / 溶质质量分数

(4) 溶液质量 = 溶剂质量 + 溶质质量

常规算法：若溶质质量保持不变，计算出溶质的质量，反推质量变化 (固定一个不变的量)

若溶剂质量保持不变，计算出溶剂的质量，反推质量变化

*加减的溶质/溶剂质量不一定要计算溶质/溶剂质量的前后差，也可以计算溶液质量的前后差

例题：有 20g 10%溶质质量分数的氯化钠溶液：

1. 加入水配制 5%溶质质量分数的氯化钠溶液，求加入多少水？

$$m_{\text{氯化钠}} = 20\text{g} \times 10\% = 2\text{g}_{(2)} \quad m_{\text{新溶液}} = 2\text{g} / 5\% = 40\text{g}_{(3)} \quad m_{\text{加水}} = 40\text{g} - 20\text{g} = 20\text{g}$$

2. 加入氯化钠配制 20%溶质质量分数的氯化钠溶液，求加入多少氯化钠？

$$m_{\text{氯化钠}} = 20\text{g} \times 10\% = 2\text{g}_{(2)} \quad m_{\text{溶剂}} = 20\text{g} - 2\text{g} = 18\text{g}_{(4)} \quad 20\% = (m_{\text{新溶质}} / 18\text{g} + m_{\text{新溶质}})_{(1)}$$

$$\text{解得 } m_{\text{新溶质}} = 4.5\text{g} \quad m_{\text{加盐}} = 4.5\text{g} - 2\text{g} = 2.5\text{g}$$

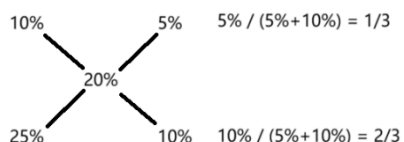
3. 蒸发水配制 20%溶质质量分数的氯化钠溶液，求蒸发多少水？

$$m_{\text{氯化钠}} = 20\text{g} \times 10\% = 2\text{g}_{(2)} \quad m_{\text{新溶液}} = 2\text{g} / 20\% = 10\text{g}_{(3)} \quad m_{\text{减水}} = 20\text{g} - 10\text{g} = 10\text{g}$$

快捷算法（仅适用于填空题，极难题（浓溶液，稀溶液混合）*实在无法理解过程的可以跳过这一块）

十字交叉法

1. 用 10%溶质质量分数的氯化钠溶液，和 25%溶质质量分数的氯化钠溶液，配制 30g 20%溶质质量分数的氯化钠溶液



可得 10%质量分数溶液的占比是 1/3；25%质量分数的溶液占比是 2/3

$$10\% \text{质量分数溶液} = 30\text{g} \times 1/3 = 10\text{g}$$

$$25\% \text{质量分数溶液} = 30\text{g} \times 2/3 = 20\text{g}$$

左边两个是要混合的两种溶液浓度，中间的是混合后浓度，右边两个是对角线相减的绝对值。

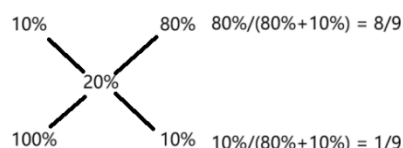
左上浓度的溶液，我们需要的量（占比）为：右上百分比/右边的百分比之和

左下浓度的溶液，我们需要的量（占比）为：右下百分比/右边的百分比之和

*上述三道例题也可以使用此方法计算，（以第二题为例）

加盐 = 混合 100%溶质质量分数的溶液； 加水 = 混合 0%溶质质量分数的溶液

4. 加入氯化钠配制 20%溶质质量分数的氯化钠溶液，求加入多少氯化钠？



可得 10%质量分数溶液的占比是 8/9；100%质量分数的溶液占比是 1/9

$$10\% \text{质量分数溶液} = 20\text{g} \text{ 占比 } 8/9 \text{ (20g 题目中已知)}$$

$$100\% \text{质量分数溶液} = 20\text{g} \div 8 \times 1 = 2.5\text{g}$$

中考计算题，如果要写步骤，严禁使用此方法进行计算，这个方法步骤分 0 分!!!

46. 粗盐提纯 1 (可溶部分见盐和复分解)

1. 配制一定质量分数的氯化钠溶液

计算—称量氯化钠—量取水—溶解氯化钠—装瓶贴标签

注意事项：左物右码；量筒量取水：量程略大于需取量的液体体积；玻璃棒搅拌

2. 去除粗盐中难溶性杂质

溶解：称量氯化钠—加水溶解（玻璃棒搅拌）

过滤：玻璃棒引流，倒入漏斗中（滤纸的边缘要稍低于漏斗的边缘，液面要低于滤纸的边缘）

蒸发：玻璃棒搅拌（防止局部温度过高，造成液体飞溅）

计算产率，误差分析：偏高：蒸发后的固体含有水分

偏低：溶解搅拌时液滴溅出，过滤时液体洒出，蒸发后固体转移不彻底

47. 溶液导电性的探究：

1. 导电条件：1. 自由移动 2. 带电离子

自由移动的例子：氯化钠固体不导电，但氯化钠溶液或熔融氯化钠导电

带电离子的例子：蔗糖溶液，酒精不导电，但氯化钠溶液导电

2. 设计实验：探究导电能力

氯化钠固体和溶液进行比较，蔗糖溶液和氯化钠溶液进行比较，不同浓度的氯化钠溶液进行比较

得出结论：符合上述导电条件，且导电能力(I)和溶液中自由移动的离子浓度有关

3. 解离（电离）方程式（超纲，但最好会）

当离子化合物溶解在水中时，它们在水分子的作用下**变成自由移动的离子**，这个过程叫**解离**

*对于产物，我们把所有离子分开写，注意电荷守恒和原子守恒

i.e. $\text{CaCl}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

4. 离子方程式（超纲，但最好会）

离子方程式只展示真正参与反应的自由离子

书写过程：1. 写出完整分子方程式： $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$

2. 拆解所有可溶物： $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$

3. 删减左右两边相同的离子（ Na^+ 和 NO_3^- ）： $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$

4. 用原子守恒和电荷守恒双重验证： $1\text{Ag} + 1\text{Cl} = 1\text{AgCl}$ $(+1)+(-1)=0 \rightarrow 0$

电荷守恒：左右两边电荷数一样（不一定等于0）

如 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ （左右两边电荷都等于+2）

酸和碱

48. 酸碱指示剂

*能跟**酸性溶液**，或**碱性溶液**起反应显示不同颜色的物质。(变色的是指示剂)

紫色石蕊溶液：酸性：红色 中性：紫色 碱性：蓝色

无色酚酞溶液：酸性：无色 中性：无色 碱性：红色

酸能使紫色石蕊溶液变红，能使紫色石蕊溶液变红的一定是**酸性溶液**，但**不一定是酸**
(不能使无色酚酞溶液变色的溶液不一定是酸性溶液，因为可能是碱性溶液)

49. pH：用来表示稀溶液的酸碱度 (H 大写，因为表示氢离子；p 小写)

范围 0-14 <7 酸性，数字越小，酸性越强 | =7 中性 | >7 碱性，数字越大，碱性越强

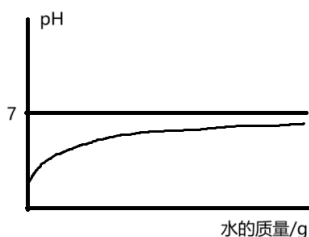
*pH 试纸的读数只能是**整数**(1-14)； 电子的酸度计能读出小数

*pH 试纸的测量方法：在玻璃片上放一小片 pH 试纸，用干燥洁净的玻璃棒蘸取待测液滴到 pH 试纸上，把试纸显示的颜色与标准比色卡比较，读出该溶液的 pH 值

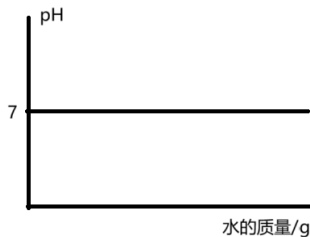
*不能用蒸馏水湿润 pH 试纸：稀释待测液；酸性溶液 pH 值测量结果偏大，碱性溶液 pH 值测量结果偏小

*厨房洗洁精，肥皂水碱性；厕所清洁剂，水果酸性

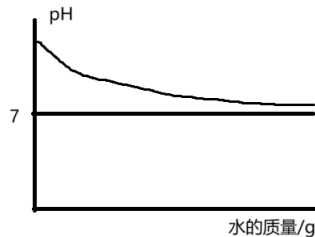
50. 加水稀释 pH 变化 (pH 永远不会超过 7 这条线) (区分中和图像)



稀释酸性溶液



稀释中性溶液



稀释碱性溶液

51. 常见的酸 (H⁺和酸根离子 i.e. NO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻)

1. **盐酸**：无色液体，易挥发，刺激性气味，打开试剂瓶瓶口出现白雾，可以除锈，胃液的主要成分
(白雾是挥发的氯化氢气体与空气中水蒸气结合，形成盐酸小液滴)

*敞口放置在空气中：盐酸挥发，**溶质质量减小**：溶质质量分数减小

2. **硫酸**：浓硫酸无色粘稠油状液体，有腐蚀性，干燥剂(除 NH₃)；稀硫酸无色液体，难挥发，可以除锈



*腐蚀性是脱水作用，化学反应

(创新题：比如某同学用一种无色墨水在纸上写字，用电吹风对着白纸吹，浓硫酸里的水分蒸发，出现了黑色的字，墨水用的就是稀硫酸)

*敞口放置在空气中：浓硫酸吸水，**溶剂质量增大**：溶质质量分数减小

*浓硫酸的稀释 (**放热反应**)：将浓硫酸沿杯壁缓缓注入水中，并用玻璃棒不断搅拌。

*浓硫酸溅到皮肤上：用大量水冲洗，再涂上质量分数为 3%-5%的碳酸氢钠溶液

52. 酸的化学性质

1. 和活泼金属反应：稀盐酸/稀硫酸 + 活泼金属 → 盐 + H₂↑ (放热反应) (详见 32)

*Fe：反应缓慢，有气泡产生，溶液由无色变为浅绿色，生成的气体能够燃烧并产生淡蓝色火焰。

2. 和大多数金属氧化物反应：稀盐酸/稀硫酸 + 金属氧化物 → 盐 + H₂O

*Fe₂O₃: 铁锈逐渐消失，铁钉变的光滑，溶液由无色变为**黄色**：Fe³⁺

注意：铁的氧化物和酸反应形成 Fe³⁺，铁和酸反应，置换反应形成 Fe²⁺；复分解遵从铁原本的价态。

3. 酸具有相似的化学性质：能导电，在水中能解离出 H⁺和酸根离子

4. 和碱反应：酸 + 碱 → 盐 + H₂O （详见 55）

*HCl + NaOH == NaCl + H₂O

5. 和某些盐反应生成新盐和新酸 （详见 64）其中，所有的碳酸盐都生成 H₂O 和 CO₂↑

*Na₂CO₃ + 2HCl == 2NaCl + CO₂↑ + H₂O

53. 常见的碱（OH⁻和金属离子（或 NH₄⁺））

1. 氢氧化钠（**苛性钠**，烧碱，火碱）：白色固体，易潮解，溶解放热，化工原料，厨房洗洁精，干燥剂（除 CO₂，SO₂，HCl）（CO₂ 必须会）

2. 氢氧化钙（熟石灰，消石灰）：白色粉末状固体，微溶于水，波尔多液，改良酸性土壤，验 CO₂

*如果大量的氢氧化钙加入到水中，溶液也会浑浊，时间长了也能观察到白色沉淀，因为溶解度不高）

*用水和生石灰 CaO 制备，反应**放出大量的热**：CaO + H₂O == Ca(OH)₂

*氢氧化钙变质：和空气中的二氧化碳反应，生成碳酸钙

检验：取样，加水溶解，滴加无色酚酞，变红说明有氢氧化钙；取沉淀，滴加**足量**稀盐酸，有气泡产生，说明有碳酸钙。（足量：沉淀可能含有 Ca(OH)₂，中和反应优先，剩余的 HCl 再和 CaCO₃ 反应）

54. 碱的化学性质

1. 和某些非金属氧化物反应：碱 + 非金属氧化物 → 盐 + 水

*NaOH + CO₂ == Na₂CO₃ + H₂O (非常重要)

2. 碱(氢氧 钾，钙，钠，钡)具有相似的化学性质：能导电，在水中能解离出 OH⁻和金属离子(或 NH₄⁺)

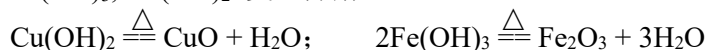
3. 和酸反应：酸 + 碱 → 盐 + H₂O （详见 55）

*HCl + NaOH == NaCl + H₂O

4. 和某些盐反应生成新盐和新碱 （详见 64）

*Ca(OH)₂ + Na₂CO₃ == 2NaOH + CaCO₃↓(非常重要，反复提及)

5. Fe(OH)₃, Cu(OH)₂ 受热分解：



55. 中和反应 （放热反应）

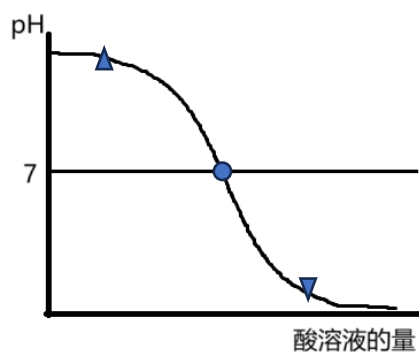
酸 + 碱 → 盐 + 水

稀盐酸滴入氢氧化钠溶液：氢氧化钠溶液能使无色酚酞变红，滴加稀盐酸，当稀盐酸和氢氧化钠恰好完全反应时，溶液变为无色 NaOH + HCl == NaCl + H₂O

上述实验的分析：

反应程度：氢氧化钠过量	恰好完全反应	盐酸过量
酸碱性： 碱性	中性	酸性
pH: >7	=7	<7
溶质成分：NaOH, NaCl	NaCl	HCl, NaCl

56. 中和反应图像: (以 NaOH 和 HCl 反应举例) (区分加水稀释图像)



向碱溶液中滴加酸溶液

随着酸的加入, pH 逐渐减小

圆圈附近溶液, pH 变化较快

pH = 7: 恰好完全反应

溶质: 正三角: NaCl, NaOH

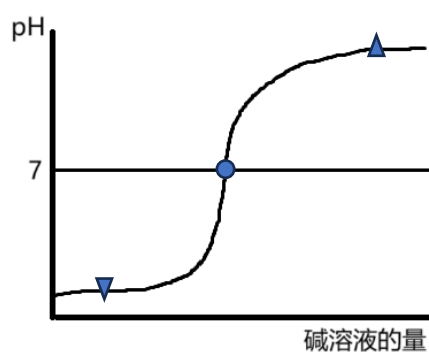
圆圈: NaCl

倒三角: NaCl, HCl

NaCl 的量从开始到圆圈, 逐渐变大, 圆圈后保持不变 (因为被滴定的反应完了)

NaOH 的量从开始到圆圈逐渐变小, 直至 0

HCl 的量从圆圈到结束逐渐变大



向酸溶液中滴加碱溶液

随着碱的加入, pH 逐渐增大

圆圈附近溶液, pH 变化较快

pH = 7: 恰好完全反应

溶质: 倒三角: NaCl, HCl

圆圈: NaCl

正三角: NaCl, NaOH

HCl 的量从开始到圆圈逐渐变小, 直至 0

NaOH 的量从圆圈到结束逐渐变大

57. 溶质数量变化图像(离子数量变化图像)

盐和复分解反应

58. 盐：金属离子（铵根离子 NH_4^+ ）和酸根离子构成的化合物（如硫酸铜，高锰酸钾）

*所以说盐类物质的成分里不一定含有金属元素

59. 氯化钠 NaCl ：氯和钠都是人体的常量元素

白色晶体，易溶于水，溶解度受温度影响较小（比如硝酸钾混入氯化钠，可以冷却结晶法得到硝酸钾）

60. 碳酸钠，碳酸氢钠（两个都是碱性物质）

碳酸钠（**纯碱**，苏打） Na_2CO_3 ：白色粉末，易溶于水，用于工业原料（玻璃，造纸，纺织，洗涤剂）

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ （两步反应，先和一个 HCl 合成 NaHCO_3 ，不懂看 P94 第五题）

反应现象：迅速反应，产生大量气泡，产生的气体能使澄清石灰水变浑浊

*烧碱制备（ NaOH ）： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3\downarrow$

碳酸氢钠（小苏打） NaHCO_3 ：白色晶体，能溶于水，用于食品加工（苏打水，面点），治疗胃酸

$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$

反应现象：迅速反应，产生大量气泡，产生的气体能使澄清石灰水变浑浊

*碳酸钠和碳酸氢钠转化和除杂

$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ 碳酸氢钠受热分解

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 将碳酸钠溶于水，通入 CO_2 ，溶液中会逐渐出现白色沉淀

*利用 NaHCO_3 受热分解的性质区分 Na_2CO_3 ：加热后能产生使澄清石灰水变浑浊的气体的是 NaHCO_3

*碳酸钠中有少量碳酸氢钠需除杂：加热

*与上述反应类似的是钟乳石的形成

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (反应条件是遇热或压强变小)

$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

61. **碳酸钙** CaCO_3 ：白色固体，难溶于水，用于补钙，建材，制备二氧化碳

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 补钙和二氧化碳都是这个原理，胃酸主要成分是 HCl

大量制备二氧化碳： $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$

*碳酸根，碳酸氢根检验 CO_3^{2-} , HCO_3^- ：取样，滴加稀盐酸，若有气泡产生，且产生的气体能使澄清石灰水变浑浊，则证明原溶液含有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^-

62. 关于上述盐的常见反应式（全是复分解）（和 60, 61 部分重复）

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ *

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

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3\downarrow$ *

$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ *

NaHCO_3 少量(也就是往 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 加入 NaHCO_3)： $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{NaOH} + \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

NaHCO_3 过量： \times $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ （因为 NaOH 和 CO_2 反应）

\checkmark $2\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ （较为复杂，考的率不大）

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

63. 波尔多液的配制: $\text{CuSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ (只出现在框图推断题) 产物: $\text{CaSO}_4 + \text{Cu}(\text{OH})_2$

64. 复分解反应

两种化合物互相交换成分, 生成另外两种化合物 $\text{AB} + \text{CD} = \text{AD} + \text{CB}$

特点: 成分交换 (碱和氧化物反应不是 $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), 反应前后化合价均不变

生成物条件: 产生水, 气体, 或沉淀 (画出离子方程式, 发现未产生新的物质)

65. 复分解的反应物条件

酸+碱 \rightarrow 盐+水: 至少一个可溶

酸+金属氧化物 \rightarrow 盐+水: 酸必须可溶 (金属氧化物随意)

酸+盐 \rightarrow 新盐+新酸: 酸必须可溶 (盐随意)

碱+盐 \rightarrow 新碱+新盐: 反应物都要可溶 (只有钾, 钠, 钡, 钙构成的碱)

盐 1+盐 2 \rightarrow 新盐 1+新盐 2: 反应物都要可溶

*碱+非金属氧化物 \rightarrow 盐+水 不是复分解反应 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

66. 溶解性表 (形成沉淀, 说明两种离子不能共存) (八大沉淀)

AgCl , BaSO_4 , 沉淀不溶于酸

BaCO_3 , CaCO_3 沉淀溶于酸

$\text{Cu}(\text{OH})_2$ 蓝色, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 红褐色, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ (除了钾钠钡钙, 钙微溶) 沉淀溶于酸

67. 化肥

氮肥: 尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 铵盐, 硝酸盐, 例如 NH_4Cl , NaNO_3

*硝酸不能当化肥, 所以不是含氮元素都是化肥

铵盐会和碱反应, $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 用于改良酸性土壤)

叶绿

磷肥: 磷酸盐, 例如 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

促进生长, 抗寒抗旱

钾肥: 钾盐, 例如 KCl

增强抗病虫害, 抗倒伏

*复合肥: 含 N, P, K 中的两种或三种营养元素

68. 粗盐提纯 2

*去除可溶的钙镁化合物: MgCl_2 , CaCl_2 , Na_2SO_4 等可溶性杂质

除杂的基本原则:

1. 不增加杂质

(如被提纯物质不含 NO_3^- , 则除杂时不应加入含 NO_3^- 的化合物, 因为 NO_3^- 无法转化成沉淀。)

2. 不消耗被提纯物质 (但可以增加)

*如果被提纯的物质发生了化学反应, 应当复原

(如 NaOH 变成了 Na_2CO_3 , 我们应在加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 从而复原成 NaOH)

3. 易分离: 反应的产物好分离 (沉淀)

Mg ²⁺ : Mg(OH) ₂ ↓	MgCO ₃ 微溶	使用 NaOH 去除 MgCl ₂ , 产生 <u>Mg(OH)₂</u> 和 NaCl
Ca ²⁺ : CaCO ₃ ↓	Ca(OH) ₂ 微溶	使用 Na ₂ CO ₃ 去除 CaCl ₂ , 产生 <u>CaCO₃</u> 和 NaCl
SO ₄ ²⁻ : BaSO ₄ ↓		使用 BaCl ₂ 去除 Na ₂ SO ₄ , 产生 <u>BaSO₄</u> 和 NaCl

BaCl₂: 使用 **Na₂CO₃** 去除 产生 BaCO₃ 和 NaCl *因此顺序必须是先 BaCl₂ 再 Na₂CO₃

HCl: 易挥发: 蒸发去除 HCl, 得到精盐

过量 BaCl_2 → 过量 Na_2CO_3 → 过量 NaOH → 过滤，取滤液 → 过量稀 HCl → 蒸发得到精盐

除 Na_2SO_4 除 CaCl_2 除 MgCl_2 除 NaOH 除 HCl

除 BaCl_2 除 Na_2CO_3

6. 蒸发得到纯净 KCl (除 HCl)

常考题型篇

离子共存

*离子共存题：本质是看离子之间会不会相互反应

不能共存的有：1. H^+ , OH^- 2. 形成沉淀的盐，碱（比如 Ba^{2+} , SO_4^{2-} ）3. H^+ , CO_3^{2-} ; H^+ , HCO_3^- 4. NH_4^+ , OH^-

注意题目中的隐形条件：1. 无色溶液：无 Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , MnO_4^- ,

2. 酸性溶液， $\text{pH}<7$ 的溶液，使紫色石蕊变红的溶：有 H^+

3. 碱性溶液， $\text{pH}>7$ 的溶液，使无色酚酞变红的溶液：有 OH^-

框图推断题

1. 有色固体

黄色固体：S

黑色固体：C, MnO_2 , CuO , Fe_3O_4

银白色物体：Fe

暗紫色物体： KMnO_4

无色液体： H_2O_2 , H_2O

红色固体： Fe_2O_3 , HgO , 红磷 P

紫红色固体：Cu

红褐色沉淀（固体）： $\text{Fe}(\text{OH})_3$

银白色液体：Hg

蓝色溶液： CuSO_4 溶液

蓝色沉淀（固体）： $\text{Cu}(\text{OH})_2$

刺激性气体： SO_2 , NH_3 , HCl

干燥剂： CaO , NaOH , 浓 H_2SO_4 , CaCl_2

不溶于酸或者水的沉淀： BaSO_4 , AgCl

能发生分解反应： H_2O_2 , H_2O , CaCO_3 , KMnO_4

最常用的溶剂： H_2O

最常见的氧化物： H_2O , CO_2

2. 反应物不同，生成物相同

Na_2CO_3 , $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl}$

CuO , $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ 等类似金属氧化物/碱（*注意铁的价态， Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ）

C, $\text{CO} + \text{CuO}$ 等类似金属氧化物

C, $\text{CO} + \text{O}_2$

CH_4 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{O}_2$

CO_2 , $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$

3. 反应物相同，生成物不同

$2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$

4. 特殊物质（还有很多，做题时总结）

生物中含量最多的元素：O；第二：C

地壳中含量最多的元素：O；最多的金属：Al；年产最多的金属：Fe

5. 各种复分解反应，酸碱中和，制备氧气，生成水的反应

6. 常见的物质转化

* 左边的铜三角也可以替换为别的金属，如 Fe, Al 等 (MgSO_4 无法变成 Mg, 因没有活动性比它高的金属)

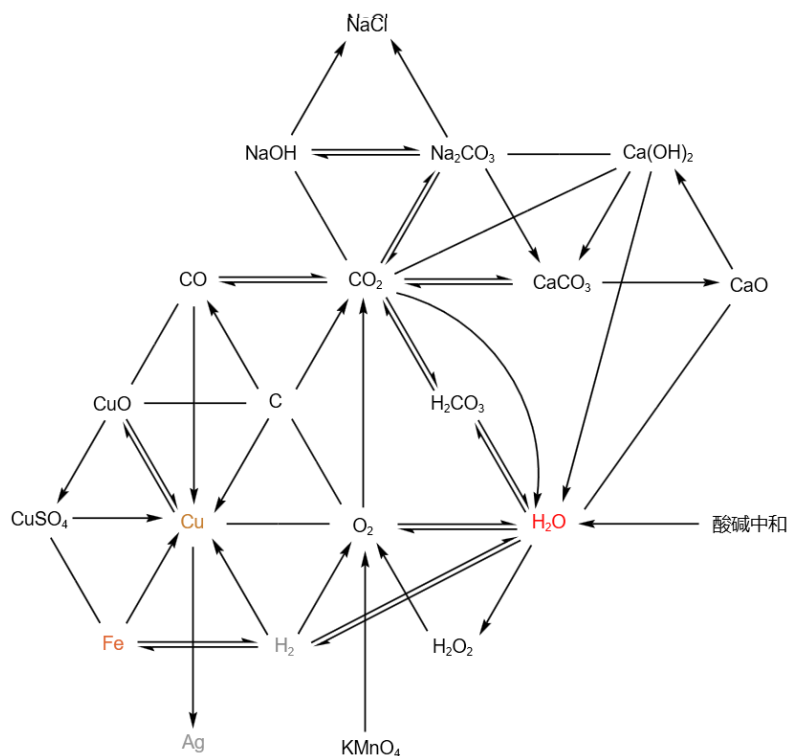
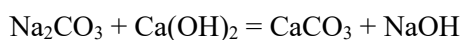
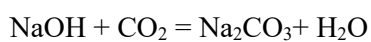
* 上表中 CO_2 和碱发生的反应， H_2CO_3 也可以

* 上表只列出了铁和硫酸铜的置换反应，其他金属已省略，自行带入金属活动性表

* 酸碱中和未列举 (生成 H_2O 和盐)，因数量太多

* 酸和活泼金属未列举 (生成氢气和对应的盐)，因数量太多

必考反应：



离子检验

1. CO_3^{2-} 或 HCO_3^- : 取样, 滴加稀盐酸, 若有气泡产生, 且产生的气体能使澄清石灰水变浑浊, 则证明原溶液含有 CO_3^{2-} 或 HCO_3^-
2. CO_3^{2-} : 取样, 滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 或 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 产生白色沉淀, 再加入足量 HNO_3 , 沉淀消失, 则证明原溶液含有 CO_3^{2-}
3. Cl^- : 取样, 滴加稀硝酸, 无明显现象, 再加入 AgNO_3 溶液, 产生白色沉淀, 则证明原溶液含有 Cl^-
*稀硝酸: 防止其他离子干扰 i.e. 溶液可能有 SO_4^{2-} , 产生 Ag_2SO_4 微溶, 疑似沉淀
4. SO_4^{2-} : 取样, 滴加稀盐酸, 无明显现象, 再加入 BaCl_2 溶液, 产生白色沉淀, 则证明原溶液含有 SO_4^{2-}
*稀盐酸: 防止其他离子干扰 i.e. 溶液可能含有 CO_3^{2-} , 产生 BaCO_3 沉淀
5. NH_4^+ : 取样, 加入 NaOH 溶液并加热, 产生刺激性气味气体, 用湿润的红色石蕊是指检验放出的气体, 若湿润的红色石蕊变蓝, 则证明样品含有 NH_4^+
e.g. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3\uparrow = \text{NH}_4\text{OH}$ (弱碱性物质)
6. H^+ : 酸碱指示剂
7. OH^- : 酸碱指示剂

除杂

1. 除杂的基本原则:

0. 看到题目, 如果有给除杂试剂, 写出所有可能的化学反应, 再进行判断

1. 不增加杂质 (或题目可能写适量)

(如被提纯物质不含 NO_3^- , 则除杂时不应加入含 NO_3^- 的化合物, 因为 NO_3^- 无法转化成沉淀。)

2. 不消耗被提纯物质 (但可以增加)

(不能与被提纯物质反应)

3. 易分离: 反应的产物好分离 (沉淀, 气体)

2. 固体除杂 (水溶解法): *一个溶于水, 另一个不溶于水

NaCl (泥沙): 加水溶解, 过滤, 蒸发结晶

MnO_2 (KCl): 加水溶解, 过滤, 洗涤, 干燥 (只写加入足量的水不可以, 后面3步必须得有)

3. 固体除杂 (溶解度法):

KNO_3 (NaCl): 加水溶解, 冷却结晶

NaCl (KNO_3): 加水溶解, 蒸发结晶

4. 固体除杂 (化学法):

Cu (Zn): 加入足量稀盐酸, 过滤 (适用于杂质是活泼金属, 被提纯物质是不活泼金属)

Cu (Fe): 加入足量 CuSO_4 , 过滤 (或者吸铁石)

Cu (CuO): 加入足量稀盐酸, 过滤 (Fe (Fe_2O_3)不可以, Fe 和稀盐酸反应, 吸铁石即可)

CuO (Cu): 通入高温氧气流

Fe (Fe_2O_3): 通入高温 CO

Fe_2O_3 (C): 在氧气流中加热

CaO (CaCO_3): 高温煅烧直至质量不变

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ (CaO): 加入 H_2O , 再干燥

Na_2CO_3 (NaHCO_3): 加热直至质量不变

5. 液体除杂（离子共存法）*找出杂质离子，找出与杂质离子不共存的离子，结合非杂质离子确定除杂试剂
- NaCl 溶液 (Na_2CO_3): 最优解：加入稀盐酸，蒸发；
 或 1. 加入适量稀盐酸；2. 加入适量 BaCl_2 溶液，过滤；3. 加入适量 CaCl_2 溶液，过滤
- NaOH 溶液 (Na_2CO_3): [杂质是 CO_3^{2-} ，和 Ba^{2+} , Ca^{2+} , H^+ 不共存，非杂质是 OH^- ，发现除了 H_2O 都可行]
 加入适量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ，过滤
- NaCl 溶液(Na_2SO_4): 加入适量 BaCl_2
- NaCl 溶液(NaOH): 最优解：加入稀盐酸，蒸发
 或加入适量 CuCl_2 ，过滤（不建议）
- NaCl 溶液(MgCl_2): 加入适量 NaOH ，过滤
- KCl 溶液(CaCl_2): 加入适量 K_2CO_3 ，过滤
- FeSO_4 溶液(CuSO_4): 加入过量铁粉，过滤；
 或加入适量铁粉
- CaCl_2 溶液(HCl): [杂质是 H^+ ，和 OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- 不共存，非杂质是 Ca^{2+} ; CaCO_3 沉淀， $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 不稳定，易分解，因此选用 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 加入适量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- NaNO_3 溶液(CuSO_4): [杂质是 Cu^{2+} , SO_4^{2-} ，其中 Cu^{2+} 和 OH^- 不共存， SO_4^{2-} 和 Ba^{2+} 不共存，组合发现 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 可溶，因此选用 $\text{Ba}(\text{OH})_2$]
 加入适量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ，过滤
- BaCl_2 溶液(NaCl): [杂质是 Na^+ ，没有离子与它不共存，因此选择保护（提取） Ba^{2+}]
 加入过量 Na_2CO_3 溶液，过滤，向洗涤后的滤渣中加入适量的稀盐酸
6. 气体除杂（吸收法）：
 $\text{O}_2(\text{H}_2\text{O})$: 通过浓 H_2SO_4
 $\text{CO}(\text{CO}_2)$: 通过浓 NaOH ，再通过浓 H_2SO_4 （产物有 H_2O ，得干燥）（灼热的碳可能反应不充分）
 $\text{O}_2(\text{CO}_2)$: 通过浓 NaOH ，再通过浓 H_2SO_4
 $\text{H}_2(\text{HCl})$: 通过浓 NaOH ，再通过浓 H_2SO_4 * CO_2 等酸性气体都是用浓 NaOH 除去
 $\text{CO}_2(\text{O}_2)$: 通过灼热铜网
 $\text{N}_2(\text{O}_2)$: 通过灼热铜网 *氧气都是通过灼热铜网除去
7. 气体除杂（转化法）：
 $\text{CO}_2(\text{HCl})$: 通过饱和碳酸氢钠溶液，再通过浓 H_2SO_4 （ CO_2 在饱和碳酸氢钠溶液中溶解度较低）
 $\text{CO}_2(\text{CO})$: 通过灼热氧化铜
8. 常见错误选项：
- 做题之前写出可能的化学反应式，防止粗心
 - 引入新的杂质
 i.e. $\text{KCl}(\text{CaCl}_2)$: 加入适量 Na_2CO_3 ，过滤 错误原因：引入杂质 Na^+
 加入过量 K_2CO_3 ，过滤 错误原因：引入杂质 CO_3^{2-}
 - 目标错误
 i.e. $\text{CaCO}_3(\text{CaO})$: 充分高温煅烧 错误原因：把被提纯物质去除
 i.e. $\text{Fe}(\text{Zn})$: 加入稀盐酸 错误原因：两者都反应
 - 看到 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ 一定要小心产物可能同时包含 CO_2 , H_2O
 i.e. $\text{N}_2(\text{HCl})$: 依次通入 NaHCO_3 溶液，浓硫酸 错误原因：产物有 H_2O , CO_2 ，但 CO_2 无法去除

5. 不同酸性气体用 NaOH 除杂

i.e. HCl (CO₂): 依次通入 NaOH 溶液, 浓硫酸 错误原因: 两种气体都和 NaOH 溶液反应

9. 检验的基本原则:

找有现象反应的试剂, 或者显现其特征的试剂

10. 检验酸 (H⁺) (i.e. 稀盐酸, H₂O; 稀盐酸, NaOH; etc.) (找到试剂能反应酸的化学性质)

1. 酸碱指示剂 (酚酞, pH 试纸, 石蕊)
2. 加入碳酸盐 (CaCO₃)
3. 加入活泼金属, 产生气泡, 固体消失 (Fe, Zn, etc.)
4. 加入金属氧化物, 固体消失 (Fe₂O₃, CuO, etc.)
5. 加入碱溶液, 放热 (NaOH)

11. 检验碱 (OH⁻) (i.e. NaOH, H₂O; NaOH, 稀盐酸; etc.) (找到试剂能反应碱的化学性质)

1. 酸碱指示剂 (酚酞, pH 试纸, 石蕊)
2. 加入酸溶液, 放热 (HCl)
3. 特殊的碱 Ca(OH)₂, 通入 CO₂, 产生固体 (i.e. NaOH, Ca(OH)₂ 的区分)

12. 检验气体 (19)

1. H₂: 方法: 点燃, 火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯; 现象: 淡蓝色火焰, 烧杯内壁有水珠
方法: 通过灼热 CuO, 再通过装有 CaCl₂ 的 U 型管; 现象: 黑色粉末变红色, U 型管质量增加
*不一定是干燥剂, 只要能证明有水产生即可, 目的是区分 CO
*CuO, Fe₂O₃ 都可以, 因为有颜色变化, 但 Fe₃O₄ 就不行, 因为没有颜色变化 (黑变黑)
2. O₂: 方法: 带火星木条; 现象: 复燃
3. CO: 方法: 点燃, 火焰上方罩一个蘸有澄清石灰水的烧杯; 现象: 蓝色火焰, 澄清石灰水变浑浊
方法: 通过灼热 CuO, 再通过澄清石灰水; 现象: 黑色粉末变红色, 澄清石灰水变浑浊
同 H₂: CuO, Fe₂O₃ 都可以
4. CO₂: 方法: 澄清石灰水; 现象: 澄清石灰水变浑浊
5. CH₄: 方法: 点燃, 火焰上方罩一个冷而干燥的烧杯, 过一会儿, 迅速把烧杯倒过来, 注入少量澄清石灰水, 震荡; 现象: 明亮的蓝色火焰, 烧杯内壁有水珠, 澄清石灰水变浑浊

13. 检验离子

1. CO₃²⁻ 或 HCO₃⁻: 取样, 滴加稀盐酸, 若有气泡产生, 且产生的气体能使澄清石灰水变浑浊, 则证明原溶液含有 CO₃²⁻ 或 HCO₃⁻
2. CO₃²⁻: 取样, 滴加 Ba(NO₃)₂ 或 Ca(NO₃)₂, 产生白色沉淀, 再加入足量 HNO₃, 沉淀消失, 则证明原溶液含有 CO₃²⁻
3. Cl⁻: 取样, 滴加稀硝酸, 无明显现象, 再加入 AgNO₃ 溶液, 产生白色沉淀, 则证明原溶液含有 Cl⁻
*稀硝酸: 防止其他离子干扰 i.e. 溶液可能有 SO₄²⁻, 产生 Ag₂SO₄ 微溶, 疑似沉淀
4. SO₄²⁻: 取样, 滴加稀盐酸, 无明显现象, 再加入 BaCl₂ 溶液, 产生白色沉淀, 则证明原溶液含有 SO₄²⁻
*稀盐酸: 防止其他离子干扰 i.e. 溶液可能含有 CO₃²⁻, 产生 BaCO₃ 沉淀
5. NH₄⁺: 取样, 加入 NaOH 溶液并加热, 产生刺激性气味气体, 用湿润的红色石蕊是指检验放出的气体, 若湿润的红色石蕊变蓝, 则证明样品含有 NH₄⁺

e.g. NH₄Cl + NaOH = NaCl + NH₃↑ + H₂O H₂O + NH₃↑ = NH₄OH (弱碱性物质)

14. 鉴别的基本原则

观察外观不同，或者加入试剂使他们的现象不同（能感知出来 i.e. 颜色，温度，气味，etc.）

15. 物理方法：

Fe, Cu: 观察颜色：Fe 银白色，Cu 紫红色；

吸铁石，磁铁

CaCO₃, NaOH: 加水，CaCO₃ 不溶，NaOH 溶

I₂(碘), KMnO₄ (都是紫色): 加水，I₂ 不溶，KMnO₄ 溶

CaO, NaOH: 加水，NaOH 溶液清澈，CaO 溶液 (Ca(OH)₂) 浑浊

NaOH, NH₄NO₃, NaCl: 加水，NaOH 放热，NH₄NO₃ 吸热，NaCl 温度不变

*浓硫酸稀释，NaOH 固体溶解，CaO 溶解放热

CuSO₄, FeSO₄ (等有颜色的离子): 溶解观察颜色区别

浓氨水，蒸馏水: 闻气味，难闻气味的是浓氨水

羊毛，合成纤维: 点燃，羊毛有烧焦的羽毛气味，合成纤维有特殊难闻气味（并非物理）

16. 化学方法：

*主要运用上述 9-12 提到的方法，鉴定特殊离子，气体等

活泼金属，不活泼金属 (i.e. Fe, Cu): 滴加稀盐酸（稀硫酸）

加入不活泼金属的盐 (加入 Cu(NO₃)₂ 溶液，观察溶液颜色变化)

CO 等其他气体, CO₂: 通入澄清石灰水

Na₂CO₃, Na₂SO₄: 滴加稀盐酸（稀硫酸），Na₂CO₃ 有气泡产生，Na₂SO₄ 无明显现象

滴加 FeCl₂, Na₂CO₃ 产生白色沉淀，Na₂SO₄ 无明显现象（浅绿）

*加入的试剂可以使一个溶液产生沉淀/气体，另一个无明显现象，或现象不同

*类似的有不同离子的物质，都可以用离子的化学性质差异去鉴别

17. NaOH 变质：和空气中的 CO₂ 反应，生成 Na₂CO₃

3 种情况：NaOH, NaOH + Na₂CO₃, Na₂CO₃

检验：取样，加水溶解，加入过量的 CaCl₂, BaCl₂ 溶液，若有白色沉淀，则证明溶液中含有 Na₂CO₃，反之则无；过滤，取上层清液，滴加无色酚酞，若溶液变红色，则证明溶液中含有 NaOH，反之则无。

18. Ca(OH)₂ 变质 (54.2)：和空气中的 CO₂ 反应，生成 CaCO₃

3 种情况：Ca(OH)₂, Ca(OH)₂ + CaCO₃, CaCO₃

检验：取样，加水溶解，滴加无色酚酞，变红说明有氢氧化钙；取沉淀，滴加足量稀盐酸，有气泡产生，说明有碳酸钙。（足量：沉淀可能含有 Ca(OH)₂，中和反应优先，剩余的 HCl 再和 CaCO₃ 反应）

化学式的书写

1. 常见题型

课内方程式（结合实验题一起考）

1. 如图：装置 A 中发生的化学反应是：

2. 木炭还原氧化铜的方程式是：

3. 若以废铜屑，稀硫酸和空气为原料制取硫酸铜，则发生反应的方程式依次为：_____ P201.88

课外方程式（科学探究题，选择题）

1. 已知反应如下： $3\text{FeS}_2 + 12\text{C} + 8\text{O}_2 = 6\text{S} + \underline{\hspace{2cm}} + 12\text{CO}$ P 164.17

2. 氢氧化钠固体溶于水放热，促使氨水分解生成氨气，化学反应式为：_____ $= \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ P169.22

3. 取少量 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 粉末于试管中，加入足量稀硫酸，观察到固体溶解，产生气泡，生成蓝色溶液，则发生的化学反应式为：_____ P160.13

4. 微观示意图如下：



5. 650°C 时， CuSO_4 发生分解反应，生成 CuO 和另一种氧化物 X，则 X 的化学式为_____ P201.87

6. 电解除了生成高锰酸钾外，还生成了 A、B 两种物质，其中一种为最轻的空气，另一种为常见的碱，该反应的化学方程式为：_____ P211.101

2. 答题思路

1. 直接考课内的化学方程式：默写

2. 结合实验题一起考：1. 标清楚每个仪器或装置内的反应物 2. 写出这些反应物之间可能发生的反应 3. 写出导管内通入的物质（通常是上个反应的产物）4. 写出后续可能发生的反应，重复 3, 4（如一模的侯氏制碱法，通过上述方法可清楚明了的知道每一步发生了什么）

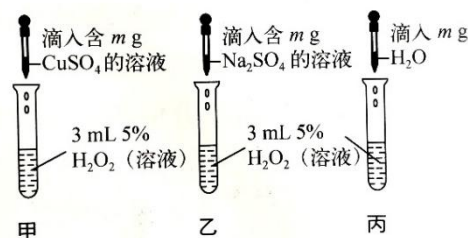
3. 已知反应，填空：1. 分别写出左右两边，每种原子的个数 2. 找出数量差 3. 注意化学式前的系数，如果不是 1 还要除以系数

4. 观察微观示意图填空：对于大部分的题目，示意图都不会帮你配平，需重新检查配平。1. 把每种不同的分子抄下来 2. 配平，检查无误后再做题。因为这种题通常有：A 和 B 的数量比是 1:2，A 和 B 的质量比是 4:1 等选项，因此配平非常重要

5. 文字表述题：先检查题目和示意图中可能给出的潜在信息（写出所有相关的反应式），其次看题目中给的提示，如生成蓝色溶液通常是硫酸铜溶液，生成最轻的空气是 H_2 ，生成常见氧化物是 CO_2 ，最后根据所有的信息去合理推测。推测时需注意元素守恒定律。

3. [探究 1] 为进一步探究 CuSO_4 溶液中起催化作用的是哪种微观粒子，实验小组同学设计了如右图所示的对比实验。

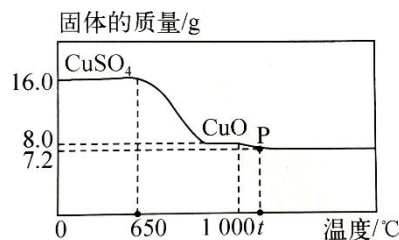
若观察到甲中迅速产生大量气泡，乙、丙中无明显现象，可说明 CuSO_4 溶液中起催化作用的是_____（填粒子符号）。



[延伸拓展] 取 16.0g CuSO_4 置于坩埚中加热，固体质量随温度变化的曲线如右图所示。

(1) 650°C 时， CuSO_4 开始发生分解反应，生成 CuO 和另一种氧化物 X，则 X 的化学式为_____。

(2) 升温至 1000°C ， CuO 开始分解。 $t^\circ\text{C}$ 时 8.0g CuO 完全反应得到 7.2g 固体，请写出该反应的化学方程式：



4. 硫酸铜学习之旅。

(1) 微观构成：构成硫酸铜的粒子是_____（填粒子符号）。

(2) 宏观性质

①可用无水硫酸铜粉末配制硫酸铜溶液，无水硫酸铜粉末的颜色为_____色。

②硫酸铜溶液对过氧化氢的分解具有_____作用。

③硫酸铜溶液能与铁发生反应，其化学方程式为_____。

(3) 制取方法

①铜在金属活动性顺序里_____，由此可以判断铜不能置换出稀硫酸中的氢。

②若以废铜屑、稀硫酸和空气为原料制取硫酸铜，则发生反应的化学方程式依次为_____、_____。

5. 某化学兴趣小组对硫和硫的化合物的相关知识进行了以下研究。

[实验回顾]

图甲所示为硫在氧气里燃烧的实验，请写出硫在氧气里燃烧的化学方程式：

_____。下列有关该实验的说法正确的是_____（填字母）。



A. 盛有燃着的硫的仪器叫做药匙

B. 硫在氧气里燃烧，发出淡蓝色火焰

C. 硫在氧气里燃烧，生成一种带有刺激性气味的气体

D. 集气瓶中预先放入一些水，防止高温熔融物溅落炸裂瓶底

[查阅资料]

(1) 硫不溶于水，微溶于酒精，易溶于二硫化碳。该事实说明_____溶质在_____溶剂中的溶解性是不同的。(2) 硫的熔点是 112.8°C ，沸点是 444.6°C 。

(3) 《天工开物》中，较具体地记载了以黄铁矿（主要成分为 FeS_2 ）为原料制取硫的技术（如图乙）。先用煤饼包裹矿石并堆叠起来，外面用泥土夯实并建造熔炉。反应到一定程度，熔炉内就会有金黄色的硫蒸气冒出。将硫蒸气引入冷却管道，最终凝结变成固体硫。

① 熔炉内发生的主要反应为： $3\text{FeS}_2 + 12\text{C} + 8\text{O}_2 \xrightarrow{\text{一定条件}} 6\text{S} + \text{_____} + 12\text{CO}$ 。

② 熔炉内的温度不低于_____ $^\circ\text{C}$ 。

[拓展延伸] 工业煅烧黄铁矿的化学方程式为 $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ 。生成的氧化铁可用于冶炼铁，二氧化硫可用于制备硫酸，若不考虑元素损失，理论上得到的 Fe 与 H_2SO_4 的质量比为_____（填最简整数比）。



[交流反思] 请从正反两方面举例说明二氧化硫与人类生产生活的关系。

正面：_____。

反面：_____。

6. 宋代画家王希孟绘制的《千里江山图》是一幅绢本设色画，其中使用了色彩鲜艳、性质稳定的矿物颜料石青和石绿。某化学兴趣小组对石青和石绿进行了以下探究。

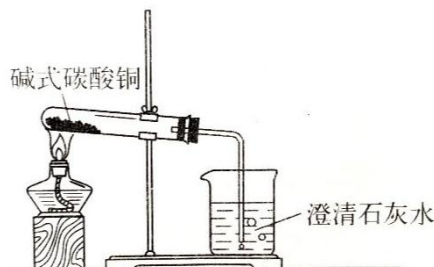
[查阅资料]

石青的主要成分是 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ，石绿的主要成分是 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ，都可以称为碱式碳酸铜。

碱式碳酸铜的化学式可表示为 $x\text{CuCO}_3 \cdot y\text{Cu}(\text{OH})_2$ 。

[实验探究]

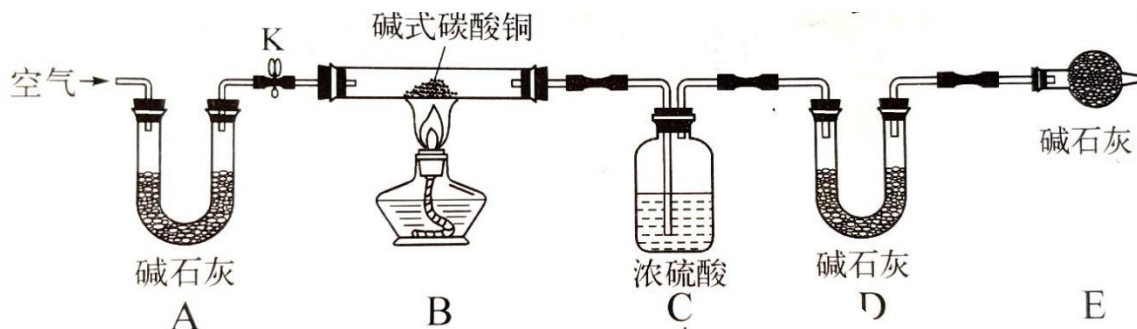
(1) 如右图所示，取少量 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 粉末于试管中，充分加热后观察到试管中固体变黑，烧杯中溶液变浑浊。试管中发生反应的化学方程式为 $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 = \underline{\hspace{2cm}} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，烧杯中发生反应的化学方程式为



(2) 取少量 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 粉末于试管中，加入足量稀硫酸，观察到固体溶解，产生气泡，生成蓝色溶液，发生反应的化学方程式为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

[拓展提升]

为测定某种碱式碳酸铜[化学式可表示为 $[x\text{CuCO}_3 \cdot y\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 的组成，利用下页图所示装置进行实验（说明：夹持仪器已省略，碱石灰能吸收二氧化碳和水，实验中每一步吸收都是完全的）。



步骤 1：连接好装置并 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

步骤 2：装入药品。

步骤 3：打开活塞 K，鼓入空气。

步骤 4：一段时间后关闭活塞 K，称量相关装置的质量。

步骤 5：点燃酒精灯，至装置 C 中无气泡产生。

步骤 6：打开活塞 K，鼓入空气。

步骤 7：熄灭酒精灯。

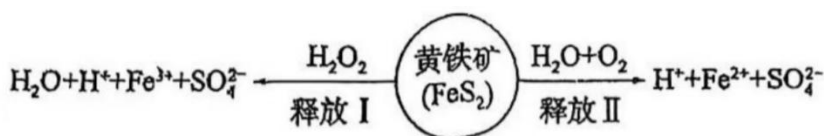
步骤 8：一段时间后关闭活塞 K，称量相关装置的质量。

[实验分析]

(1) 步骤 3 和步骤 6 的操作相同，但作用不同。请从减小实验误差的角度，简要分析步骤 3 和步骤 6 的作用： $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 若碱式碳酸铜已完全分解，实验后装置 C 增重 4.5g，装置 D 增重 4.4g，则该碱式碳酸铜的化学式可表示为 $\underline{\hspace{2cm}}$ ；实验后玻璃管中剩余固体的质量为 $\underline{\hspace{2cm}}$ g。

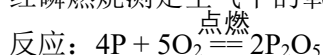
7. 海水保护营造宜居环境。黄铁矿（主要成分为二硫化亚铁 FeS_2 ）因其具有表面溶解性、沉淀吸附性等特征，在水污染处理方面发挥着重要作用。下图是其处理污水时“铁的释放”环节示意图：



- ① “释放 I”、“释放 II” 过程中硫元素的化合价都_____（填“升高”或“降低”）。
 ② “释放 II” 反应的化学方程式为_____。

课本必考实验（*为之前没有讲过的实验）

1. 红磷燃烧测定空气中的氧气含量



实验原理：利用红磷燃烧消耗密闭容器内空气的氧气，使密闭容器内压强减小，在大气压的作用下，进入密闭空间内水的体积即为减少的氧气体积。

实验过程：连接仪器，检查装置气密性，在集气瓶内装入少量的水（作用：吸收五氧化二磷，防止空气污染；吸收热量，降温），将水上方空间分为 5 等份并做好标记，用弹簧夹夹紧乳胶管，在燃烧匙内放入足量的红磷，用酒精灯加热，点燃红磷后立即伸入瓶中并把橡胶塞塞紧，待红磷熄灭并冷却到室温，打开弹簧夹。

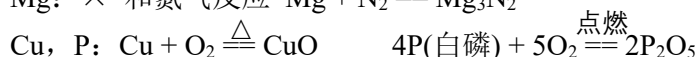
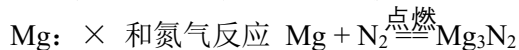
实验现象：红磷燃烧，产生大量的白烟，并放出热量；冷却至室温后，打开弹簧夹，烧杯中的水被吸入集气瓶，瓶内的液面上升至 1 个等份的标记附近。

误差分析：<1/5：红磷量不足；装置漏气；装置未冷却打开弹簧夹；导管中未事先注满水

>1/5：红磷燃烧时插入集气瓶太慢，瓶内气体受热逸出；

红磷燃烧时弹簧夹未夹紧，气体受热从导管逸出

替换反应物：C, S, 蜡烛：× 产生气体，使气压不变



常见错误选项：1. 实验的红磷可以被替换为木炭，硫，蜡烛，镁 [会产生别的气体/消耗其他气体]

2. 红磷燃烧产生大量白色烟雾（白雾） [产生白烟，五氧化二磷固体小颗粒]

3. 氧气约占空气质量的 21% [占空气体积的 21%]

2. 氧气的化学性质

与木炭反应：空气中燃烧发红光；氧气中剧烈燃烧，发出白光

与硫反应：空气中燃烧发出微弱的淡蓝色火焰；氧气中燃烧更旺，发出明亮的蓝紫色火焰

集气瓶底部加水：吸收 SO_2 ，防止污染空气

与铁反应：空气中红热，不能燃烧；氧气中剧烈燃烧，火星四射，放出热量，生成黑色固体

集气瓶底部加水或细沙：防止高温生成物溅落，使集气瓶炸裂

火柴梗：引燃铁丝

铁丝螺旋状：增大铁丝受热面积，有利于铁丝的燃烧

常见错误选项：氧气具有可燃性，可以做燃料 [氧气有助燃性]

铁丝在氧气中燃烧的现象是：剧烈燃烧，火星四射，放出热量，生成四氧化三铁 [描述现象的时候不能写产物]

3. 过滤

适用范围：难溶性固体与液体的分离

实验仪器：铁架台，烧杯，漏斗，玻璃棒，滤纸

操作要点：一贴，二低，三靠

一贴：滤纸紧贴漏斗内壁； 二低：滤纸边缘低于漏斗边缘，液面低于滤纸边缘；

三靠：烧杯嘴靠在玻璃棒中部（引流），玻璃棒下端轻靠三层滤纸一侧，漏斗下端的尖嘴紧靠烧杯内壁

常见错误选项：天然水经过沉降，过滤，杀菌，消毒等处理后得到的是纯净物 [有可溶性物质，混合物]
过滤可以把硬水转化为软水 [煮沸]

4. 电解水实验

化学式： $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ （正氧负氢，氢二氧一）* 收集气体多一端是负极，i.e. 氢气

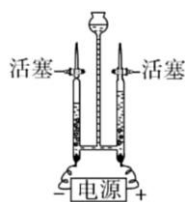
结论：水是由氢，氧两种元素组成；水在通电时发生了分解反应，生成了两种新物质

电解时加入 Na_2SO_4 或 NaOH 或 H_2SO_4 ：增强水的导电性

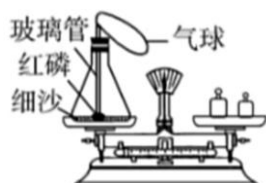
常见错误选项：分子可分，原子不可分 [原子也可分；区别在化学变化中，分子可分，原子不可分]

氢气和氧气混合，遇到明火一定会爆炸 [需达到对应的爆炸极限]

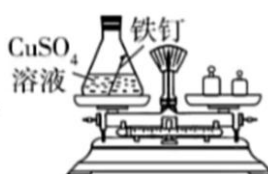
水结成冰，则水分子停止移动 [分子一直在做无规则运动]



电解水实验



红磷燃烧实验



铁置换硫酸铜实验

5. *验证质量守恒定律

本质：生成物的质量 = 反应物的质量

常见组合如上

注意事项：有气体参与的反应，或者有气体生成的反应，一定需要在密闭的空间内进行

常见错误选项：质子数相同的一类的粒子是同种元素 [如 H_2O 和 Ne ，质子数都是 8]

原子可以构成分子，则原子一定比分子小 [铁原子比氢气分子大]

带电的粒子一定是离子 [也可以是电子]

原子不显电性，故原子内一定不存在带电的粒子 [质子带正电，电子带负电]

常见正确选项：化学反应中不变的量：宏观：化学反应前后物质总质量不变，元素种类不变

微观：化学反应前后原子的质量，种类，数目不变

6. 碳和碳的氧化物的性质

1. 碳的还原性：木炭还原氧化铜： $2\text{CuO} + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu} + \text{CO}_2\uparrow$

实验现象：开始加热时，导管口处有气泡冒出，过一会儿，黑色粉末变为红色，且澄清石灰水变浑浊（无色气泡是试管内的空气受热膨胀，因此澄清石灰水不变浑浊。）

注意事项：加热完毕后，用弹簧夹夹紧乳胶管，停止加热，待试管冷却后再把试管里的粉末倒在纸上

1. 防止澄清石灰水倒吸，使试管炸裂 2. 防止灼热的 Cu 被氧化为 CuO

结论：木炭和氧化铜在高温下反应生成铜和二氧化碳，木炭具有还原性

常见错误选项：实验操作有误

金刚石，石墨，C60 物理性质差异较大是因为原子的构成不同 [碳原子的排列方式不同]

石墨转变为金刚石是物理变化 [化学变化，参考红磷和白磷的相互转化]

酒精灯上加网罩的作用：集中火焰，提高温度



2. 一氧化碳的还原性：一氧化碳还原氧化铜： $\text{CuO} + \text{CO} \xrightarrow{\Delta} \text{Cu} + \text{CO}_2$

实验现象：开始加热时，导管口处有气泡冒出，过一会儿，黑色粉末变为红色，且澄清石灰水变浑浊

注意事项：1. 实验开始时，先通入一会儿 CO，再加热 [排尽管内空气，防止加热爆炸]

2. 实验结束后继续通入 CO 气体直至装置冷却 [防止石灰水倒吸导致玻璃管炸裂，防止灼热的铜再次被氧化]

3. 点燃尾气 [防止未反应的 CO 排出，污染空气]

常见错误选项：实验操作问题

去除 CO_2 中的少量 CO，可以用燃烧法去除 [1. 有 CO_2 存在很难燃烧，2 引入新的杂质 O_2 ，正确答案是通过灼热氧化铜]

3. *水和二氧化碳的反应

实验原理：二氧化碳和水反应，产生碳酸，产物可以使紫色石蕊变红。

实验内容：取 5 朵用紫色石蕊染成紫色的干燥纸花

1. 喷稀醋酸；现象：纸花变红；结论：酸能使紫色石蕊变红

2. 喷水；现象：纸花不变色；结论： H_2O 不能使紫色石蕊变红

3. 直接放入装有 CO_2 的瓶中；现象：纸花不变色；结论： CO_2 不能使紫色石蕊变红

4. 喷水放入装有 CO_2 的瓶中；现象：纸花变红；结论： CO_2 与 H_2O 反应生成了酸

5. 烘干第 4 朵花；现象：纸花由红变紫；结论：碳酸不稳定，受热分解

实验结论：二氧化碳和水反应生成了碳酸，碳酸可以使紫色石蕊溶液变红 (1,4)，碳酸不稳定，受热分解 (4,5)

反应方程式： $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$

4. *二氧化碳性质的判定

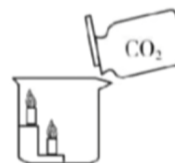
实验现象：倾倒二氧化碳，最下层的蜡烛先熄灭，上层蜡烛后熄灭。

实验结论：物理性质：二氧化碳的密度比空气大；化学性质：二氧化碳不燃烧也不支持燃烧

常见错误选项：空气污染物 CO_2 是引起温室效应加剧的主要原因 [CO_2 不是空气污染物]

燃着的木条伸入某瓶气体中，燃烧的木条熄灭，则该气体一定是 CO_2 [可能是别的气体，如 N_2 ；验 CO_2 必须用澄清石灰水]

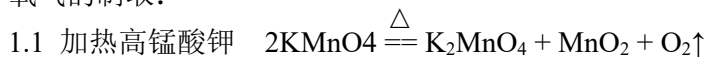
将燃着的木条伸入集气瓶中，若木条熄灭，则 CO_2 已集满 [验满在集气瓶口]



7. 氧气，二氧化碳，氢气的制取

稀有气体的错误选项：稀有气体的性质不活泼，不与任何物质发生反应 [不易发生反应]

1. 氧气的制取:

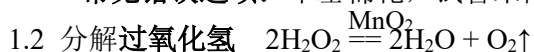


试管口棉花: 防止加热时试管内的粉末进入导管

试管口略向下倾斜: 防止冷凝水回流至热试管底部, 避免炸裂试管

收集装置: 排水法收集, 向上排空气法收集

常见错误选项: 不塞棉花, 试管未向下倾斜, 收集方法错误



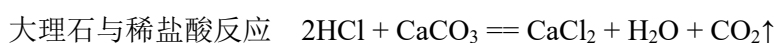
常见错误选项: 收集方法错误

反应前后, 质量没有发生变化的物质 一定是 催化剂 [未参与反应]

H_2O_2 由 氢分子和氧分子 构成 [氢元素和氧元素]

催化剂一定 加快 反应速率 [改变反应速率]

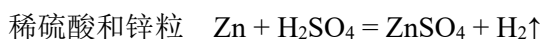
5. 二氧化碳的制取:



常见错误选项: 稀盐酸和块状石灰石可以制备二氧化碳, 则 稀硫酸 也可以与块状石灰石制备二氧化碳
[产生微溶的 CaSO_4 , 阻止反应进行]

稀盐酸和块状石灰石可以制备二氧化碳, 则稀盐酸也可以与碳酸钠制备二氧化碳
[反应速率过快, 不适合实验室制取 CO_2]

6. *氢气的制取:



常见错误选项: 稀硫酸和锌粒可以制备氢气, 则稀盐酸和锌粒也可以制备氢气 [盐酸易挥发, 产生杂质 HCl , 需接 NaOH , H_2SO_4 除杂; 稀硝酸不产生氢气 (钝化反应), 不考]

稀硫酸和锌粒可以制备氢气, 则稀硫酸酸和钠, 镁, 铁, 铜也可以制备氢气 [K, Ca, Na 遇水爆炸, Mg 反应过快, Fe 反应太慢, Cu 不反应]

8. 燃烧的条件探究

可燃物, 氧气 (空气), 达到着火点; 考题会出对比实验

常见错误选项: 降低物质的着火点, 是灭火的方法之一 [着火点不能被改变]

室内着火, 打开门窗通风 [增加氧气, 适得其反]

家用电器着火, 用水 扑灭 [部分金属和水反应, 水导电]

室内煤气泄露, 立刻开灯检查, 并开窗通风 [电火花引起爆炸]

油锅着火, 用 水 浇灭 [锅盖]

9. 金属的化学性质, 铁的冶炼, 铁生锈

1. 金属的化学性质: 考点为活动性

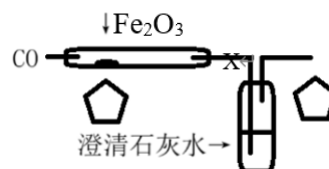
可通过实验来得出结论 (如将铜丝浸入硝酸银溶液反应, 铜丝浸入硫酸铝溶液不反应)

i.e. $\text{Al} > \text{Cu} > \text{Ag}$

2. *铁的冶炼 (工业高炉炼铁, 这里是实验室还原氧化铁):

实验现象: 开始加热时, 导管口处有气泡冒出, 过一会儿, 红色粉末变为黑色, 且澄清石灰水变浑浊

注意事项: 1. 实验开始时, 先通入一会儿 CO , 再加热 [排尽管内空气, 防止加热爆炸]



2. 实验结束后继续通入 CO 气体直至装置冷却 [防止石灰水倒吸导致玻璃管炸裂, 防止灼热的铁再次被氧化]

3. 点燃尾气 [防止未反应的 CO 排出, 污染空气]

常见错误选项: 实验操作问题

纯铁比生铁的硬度更大, 熔点更高 [合金硬度, 强度, 抗腐蚀性高, 熔点低]

3. 铁生锈: 和水, 氧气同时接触 铁锈的成分: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

试管 1: 铁钉部分放入水中: 生锈

试管 2: 铁钉全部放入水中, 用油封住: 不生锈

试管 3: 铁钉放入试管中, 试管口塞了含有 CaCl_2 (干燥剂) 的棉花: 不生锈

比较试管 1, 2: O_2 是铁生锈的必要条件; 比较试管 1, 3: H_2O 是铁生锈的必要条件

常见错误选项: 对比的试管错误

没有控制变量 (只能有一个量有变化)

10. 氯化钠溶液的配制

计算—称量氯化钠—量取水—溶解氯化钠—装瓶贴标签

注意事项: 左物右码; 量筒量取水: 量程略大于需取量的液体体积; 玻璃棒搅拌

常见错误选项: 计算错误, 砝码位置错误

若天平指针偏左, 减少药品至天平平衡, 并把过量的药品倒入原瓶中 [倒入废液桶]

用托盘称量氢氧化钠固体时, 可以将其放在纸上称量 [放在玻璃器皿中称量, 氢氧化钠腐蚀性强]

11. 酸碱盐的实验探究

常见于大题, (科学探究题), 需掌握常见的酸碱指示剂变色情况, 以及相关的化学性质 (溶解性表)

常见错误选项: 有盐和水生成的反应一定是中和反应 [金属氧化物和酸, 非金属氧化物和碱]

使石蕊变红的溶液一定是酸溶液 [酸性溶液]

盐中一定有金属元素 [NH_4Cl]

纯碱和火碱都属于碱 [Na_2CO_3 是盐]

铵态氮肥能和草木灰一起使用 [不能, 类似 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]

12. 其他常见错误选项:

无机盐, 蛋白质和水都是能够提供能量的营养素 [蛋白质, 油脂, 糖类]

人体中含量最高的元素是钙元素 [氧元素]

缺乏维生素 A 引起坏血病, 缺乏维生素 C 引起夜盲 [缺乏维生素 A 引起夜盲, 缺乏维生素 C 引起坏血病]

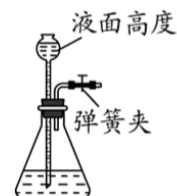
铁, 硒, 钙都是人体必需的微量元素 [钙是常量元素]

白色物质造成的污染称为白色污染 [塑料]

空气质量指数越大, 空气质量越好 [空气质量指数越大, 空气质量越差]

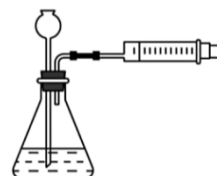
13. 检查装置的气密性

1. 夹紧弹簧夹，从长颈漏斗上端注水直到锥形瓶中的液面没过长颈漏斗下端；若长颈漏斗形成一段稳定的液柱，（液面高度差不变），则装置气密性良好

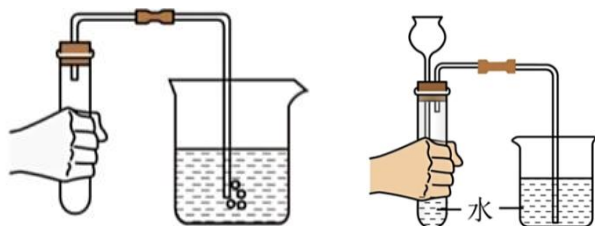


2. 注水没过长颈漏斗下端，向右拉动注射器，若长颈漏斗下端有气泡冒出，则装置的气密性良好

注水没过长颈漏斗下端，向左推动注射器，若长颈漏斗中形成一段稳定的液柱，则装置气密性良好



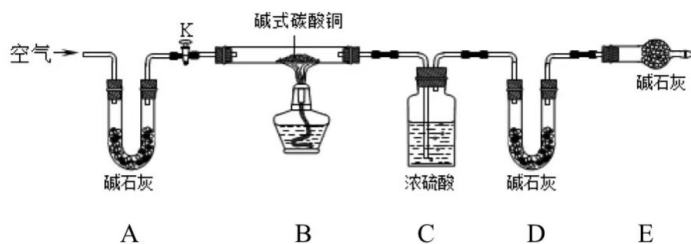
3. 握住试管，若导管口有气泡冒出，则装置的气密性良好



文字描述题

1. 实验步骤题

【2022 秦淮一模】为测定某种碱式碳酸铜的组成，利用所示装置进行实验（每一步吸收都是完全的）



步骤1：连接好装置并检查装置气密性。

步骤2：装入药品。

步骤3：打开活塞 K，鼓入空气。

步骤4：一段时间后关闭活塞 K，称量相关装置的质量。

步骤5：点燃酒精灯，至装置 C 中无气泡产生。

步骤6：打开活塞 K，鼓入空气。

步骤7：熄灭酒精灯。

步骤8：一段时间后关闭活塞 K，称量相关装置的质量。

常见考点：

步骤1，步骤5

步骤3的作用：除尽装置内原有的二氧化碳和水蒸气。

步骤6的作用：将碱式碳酸铜分解产生的水蒸气和二氧化碳全部吹入后续装置 C 和 D 中吸收。

2. 工业流程题

1. 原料预处理

【2025 联合体一模，2024 广东中考】在二氧化碳合成甲醇的反应中，羟基磷酸钙可作为催化剂载体提高反应效率。工业上常用机械球磨法制备羟基磷酸钙：将 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 P_2O_5 按一定比例加入到球磨机中，球磨一段时间，发生反应： $10\text{Ca}(\text{OH})_2 + 3\text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH} + 9\text{H}_2\text{O}$

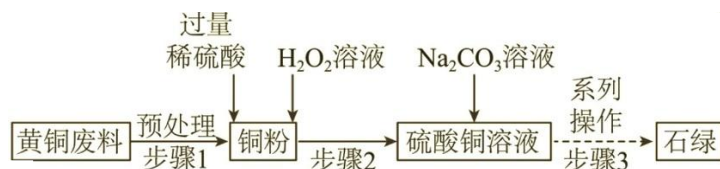
机械球磨的目的：增大反应物之间的接触面积，使反应更快更充分。

类似考法有：电石渣粉碎的目的，矿石要粉碎处理的目的，充分研磨的目的 etc.。

2. 酸浸

目的：溶解与酸反应的物质，包括活泼金属，金属氧化物，碱。

【2024 无锡中考】以黄铜废料为原料制取碱式碳酸铜的一种流程如下。



[查阅资料]1. 黄铜废料中含铜 84%~86%，含锌 14%~16%，其他杂质 $\leq 0.3\%$

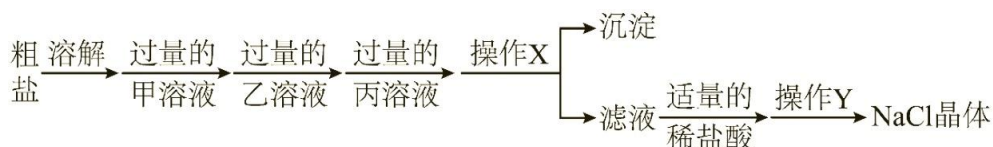
(1) “预处理”包括粉碎，酸浸等过程，使用稀硫酸酸浸的目的是：除锌（有时不止一个，读题）

(2) 为了加快“酸浸”的速率，一般会采取的方式有：粉碎原料，进行加热，提高酸的浓度，搅拌，延长浸取时间。

(3) 酸浸时温度不易过高，因为：减少盐酸挥发

3. 产品的分离和提纯

【2021 无锡中考】以下是一种由粗盐制备较纯净 NaCl 晶体的试验方法，请回答下列问题。



(1) 操作 X 是：过滤（目的：实现溶液和滤渣的分离）

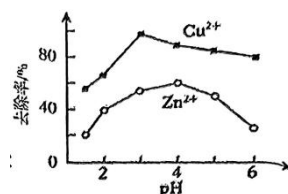
(2) 在操作 Y 中，玻璃棒不断搅拌的目的是：防止局部温度过高，造成液体飞溅（考察蒸发）

3. 分析现象题

常见问题有“分析原因”，“分析目的”，“分析理由”，“为什么”

解题思路：由结果逆向思维一级一级的推，再从后往前整理答案

1. 【2025 联合体二模】现代炼铜工业常产生含有 CuSO_4 , ZnSO_4 的酸性废水，可使用铁炭混合物（铁粉和活性炭的混合物）除去，其他条件不变，废水 pH 对 Cu^{2+} , Zn^{2+} 去除率的影响如图所示。



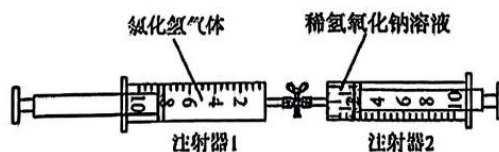
(2) 相同 pH 的情况下， Cu^{2+} 的去除率远高于 Zn^{2+} 的原因可能是？

Cu^{2+} 去除率高 \rightarrow Cu^{2+} 被转化（形成沉淀或被置换出来） \rightarrow 检查谁能和 Cu^{2+} 反应？ \rightarrow 发现除了 ZnSO_4 ，还有酸(H^+)以及 Fe, C \rightarrow 其中只有 Fe 能和 Cu^{2+} 反应 \rightarrow 再检查 Fe 和 Zn^{2+} 的关系，发现不反应 \rightarrow 得出结论

答：Fe 的活动性比 Cu 强，因此能把 CuSO_4 中的 Cu^{2+} 置换出来，而 Fe 的活动性不如 Zn，因此不能和 ZnSO_4 反应，所以 Cu^{2+} 的去除率远高于 Zn^{2+} 。

2. 【2025 联合体二模】如下图所示，注射器 1 中为 8ml 的氯化氢气体，注射器 2 中为 2ml 稀氢氧化钠溶液。打开弹簧夹，迅速将注射器 1 中的氯化氢气体全部推入注射器 2 中，用弹簧夹夹紧胶皮管。最终发现注射器 2 的活塞恢复至 2ml 刻度附近，此现象不足注意说明氯化氢与稀氢氧化钠溶液发生了反应，理由是？

[查阅资料]通常情况下，1 体积的水能溶解约 500 体积的氯化氢。



注射器 2 的内体积从 2mL 变大，再变回 2mL \rightarrow 变大因为推入了 HCl \rightarrow 变回 2mL 说明 HCl 气体消失了 \rightarrow 发生了化学反应，消耗 HCl (但题目否认了这一点) \rightarrow HCl 只是溶于 NaOH 溶液中，不参与反应(密封的体系，不存在 HCl 从装置内逸出) \rightarrow 查阅资料得知，HCl 极易溶于水(8mL 的氯化氢气体只需要约 0.016mL 的水就能溶解，远小于稀氢氧化钠溶液的体积 2mL) \rightarrow 印证之前的猜想

答：因为 1 体积的水能溶解约 500 体积的氯化氢气体，所以 8mL 的氯化氢气体会完全溶于 2mL 稀氢氧化钠溶液中，气体体积变小，压强减小，使活塞复位。（让答案更全面可以强调只是溶于水中，而不参与反应。*类似题目有【2022 鼓楼一模】P204.93(3)）

3. 【2019 鼓楼一模】小乐同学认为通过图 3 就可以初步判断剩余溶液的溶质为____，理由是？
[查阅资料]钠是一种活泼金属，能与氧气，水等物质发生反应。与水剧烈反应，能生成一种可燃气体

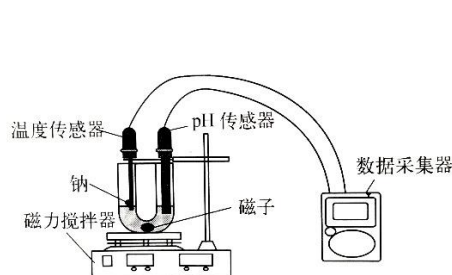


图 2

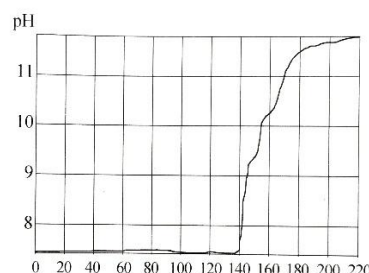
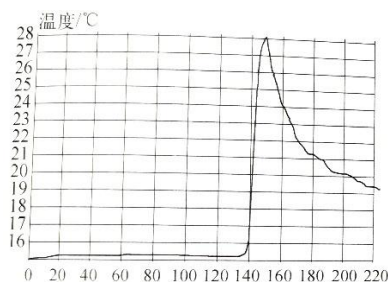
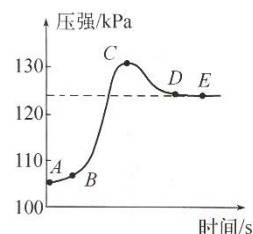


图 3

通过图 3 发现溶液放热 → 与水发生了反应 → 产物 $\text{pH} > 7$ → 生成了碱性物质 → 和 Na 有关的碱性物质有什么？ → NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 → 排除后两个，因为没碳元素 → NaOH

答：根据图 3 可知钠与水发生了化学反应，放出了热量，产物 $\text{pH} > 7$ ，因此产物是碱性物质。根据元素守恒定律，反应前后只有氢元素，氧元素和钠元素，因此溶质是 NaOH 。

4. 【2019 建邺一模】生锈的铁钉(主要成分 Fe_2O_3)放入盛有稀盐酸的密闭容器中，用压强传感器测得容器内气体压强和反应时间的变化曲线如图所示
(2) CD 段压强变化的主要原因是？

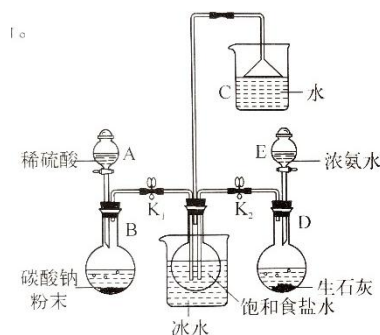


AB 段是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$, BC 段是 $\text{Fe} + 2\text{HCl}$, 并产生 H_2 , 符合压强变大
CD 段压强变小 → 产生的气体被消耗(发生反应), 产生的气体溶解在水里, 温度降低使气体体积变小 → 检查发现氢气不会和产物或反应物发生反应, 氢气难溶于水 → 温度降低使得气体体积变小 → 为什么温度会降低? → 前两个反应都是放热反应, 因此随着反应结束, 温度降低至室温

答: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}$ 和 $\text{Fe} + 2\text{HCl}$ 都是放热反应, 所以气体受热膨胀。而到了 CD 段, 随着反应结束, 温度降低至室温, 因此气体体积变小, 使得气压变小 (要想答的更全面, 也可以提到反应产生了氢气, 所以 D 点的压强也不会小于初始状态 A 点)

5. 【2021 玄武一模】根据资料中提供的信息和所学知识, 分析 E 中制取氨气的原理:

[查阅资料] 常温下氨气极易溶于水, 1 体积的水可以溶解约 700 体积的氨气。氨气溶于水形成 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 很不稳定, 受热分解为氨气和水。



反应产生了氨气 → 结合资料得知氨水受热分解 → 装置 E 谁能放出热量 → 氧化钙遇水放热 → 温度升高会不会影响溶解度? → 温度升高, 气体溶解度降低 → 进一步使氨气从氨水中释放

答: 生石灰与水反应放出热量, 使氨水受热分解形成氨气和水。并且由于这是放热反应, 由于气体溶解度随温度升高而降低, 所以同时氨气在氨水中的溶解度也会降低。因此装置 E 可以制取氨气。

4. 否定实验方案

探讨实验方案是否可行，或者不严密。首先看原先的实验方案，理清它的思路。再看看资料卡有没有提及相关步骤，然后比较两者的差异，或检查实验有没有考虑不周的点。

1. 【2023 玄武一模】石灰石煅烧后产物的验证

利用红外成像仪设计实验方案，验证石灰石煅烧后的产物中含有氧化钙。某化学兴趣小组进行上述实验后出现异常，发现红外热成像仪图像呈黄绿色，且颜色始终没有明显变化（温度无明显变化），可能的原因是什么？

[进行猜想]

猜想 1：可能是加热时间不够，石灰石未分解。

猜想 2：可能是因为分解产生的氧化钙遇空气中的水蒸气反应而变质。

[实验验证 1] 甲同学往灼烧后所得的固体与水的混合物中，滴入无色酚酞，发现溶液不变色，说明猜想 1 成立，乙同学认为甲同学的方案不够严密，并查阅了资料。

[查阅资料]

pH	<8.2	8.2~10	>10
酚酞显示的颜色	无色	浅红色	红色

[实验验证 2] 乙同学用 pH 计测定甲同学试验后上层清液的 pH，测得 pH 为 7.8。

请根据乙同学的探究解释甲同学的结论不严密的原因：

首先分析甲的思路：若 CaCO_3 分解，会产生 CaO ， CaO 遇水产生 Ca(OH)_2 ，显碱性，酚酞遇碱变红。而溶液不变色说明没有产生碱性物质，从而一路反证出 CaCO_3 没有分解。

而乙同学认为不严谨：溶液(酚酞)没变色就一定没有碱生成吗？(因为查阅资料是和酸碱指示剂相关，因此反驳的点肯定要往酸碱指示剂上靠) $\rightarrow \text{pH} < 8.2$ ，且 > 7.0 无色，也是碱性物质 \rightarrow 因此可能有碱性物质，且 pH 介于 7.1 到 8.1 之间 \rightarrow 测得 pH 为 7.8 \rightarrow 因此有 Ca(OH)_2 产生，只是浓度偏小 \rightarrow Ca(OH)_2 由 CaO 得到， CaO 由 CaCO_3 得到 \rightarrow 少量 CaCO_3 分解

答：查阅资料可知，当 $\text{pH} < 8.2$ 时，即使溶液是碱性的酚酞也不会变色，因此酚酞不变色不能说明混合物中没有氢氧化钙*。测得 pH 值是 7.8，碱性，符合上述范围。因此有少量石灰石分解，加水形少量氢氧化钙。由于浓度较低，所以酚酞没有变色。

[答题要点：碱性溶液酚酞不一定变色，碱性物质是从哪来的？]

* 题目中的碱性物质只有氢氧化钙，所以可以直接写。

2. 【2017 鼓楼一模】高温下，铁与水蒸气能发生反应生成一种常见的铁的氧化物和一种气体，某兴趣小组进行了探究

[进行实验] ... 得到黑色固体，且能被磁铁吸引

[查阅资料]1. 四氧化三铁能与盐酸反应生成氯化亚铁，氯化铁，和水

2. 氯化铁能和铁反应，生成氯化亚铁

3. 氯化亚铁和氧化铁不能被磁铁吸引，四氧化三铁能被磁铁吸引

[进行猜想]1. 固体是四氧化三铁

2. 固体是四氧化三铁和铁

[结论与探究] 装置中剩余的固体全部都是黑色，并且能被磁铁吸引，因此小华取少量黑色固体于试管中，加入足量稀盐酸，她认为若固体全部溶解，没有气泡冒出，则说明猜想 1 正确，若固体全部溶

解，有气泡冒出，则说明猜想 2 正确。

[反思与结论] 小张根据查阅资料所得的信息分析得出：“取少量黑色固体于试管中，加入足量稀盐酸，她认为若固体全部溶解，没有气泡冒出，则说明猜想 1 正确”的结论是错误的，理由是：

先分析小华的思路：加入足量稀盐酸，全部溶解 → 固体能与稀盐酸反应 → 根据查阅资料，四氧化三铁和稀盐酸反应，铁和稀盐酸反应(课内反应) → 因此可能是四氧化三铁和铁 → 没有气泡产生 → 铁和稀盐酸反应产生氢气(气泡) → 没有铁 → 只有四氧化三铁

小张认为是错的，因此除了四氧化三铁，铁也会存在，检查哪一步可能有漏洞：小华认为：没有气泡产生 → 铁和稀盐酸反应产生氢气(气泡) → 没有铁。在这个思路里铁只和稀盐酸反应。根据查阅资料 2，氯化铁能和铁反应，生成氯化亚铁 → 铁被氯化铁消耗了 → 氯化铁由四氧化三铁和稀盐酸反应得到 → 稀盐酸是反应开始时添加 → 得出结论：铁可能被四氧化三铁和稀盐酸的产物给反应完了

答：实验开始时滴加了稀盐酸，而稀盐酸会和四氧化三铁反应，生成氯化铁。氯化铁会和铁反应，生成氯化亚铁。因此若混合物中的铁全部与氯化铁反应，则不会有剩余的铁和稀盐酸反应，并产生气泡。综上，若固体全部溶解，没有气泡冒出不能说明混合物中没有铁

5. 探讨实验方案

1. 【2020 玄武一模】某同学设计了如图 1 所示的实验装置探究影响锌与稀盐酸反应速率的因素用压强传感器替换注射器进行实验，测得等质量且过量的锌片分别与等质量，浓度分别为 5%，15%的稀盐酸反应。压强随时间变化关系曲线如图所示，根据图中的信息，你能得出两条合理的结论是

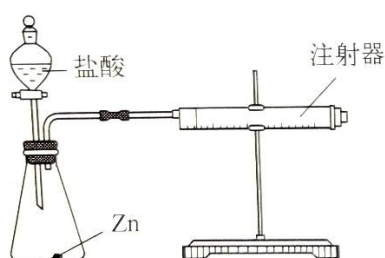


图 1

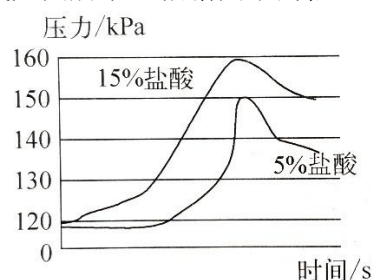


图 2

图 1，盐酸和锌粒反应，用压强传感器测密闭空间的压强，压强变化来源于反应产生的氢气，以及气体受热/预冷造成的体积变化

图 2，15%的盐酸的压力变化的幅度比 5%的盐酸压力变化幅度剧烈的多，因此反应速率更快
15%的盐酸的压力最高值比 5%的盐酸压力最高值要高，因此产生的气体（氢气）更多
反应结束后，压力逐渐变小。说明随着反应的结束(不再产生气体)，温度逐渐降低，因此气压逐渐变小，得知这是一个放热反应。

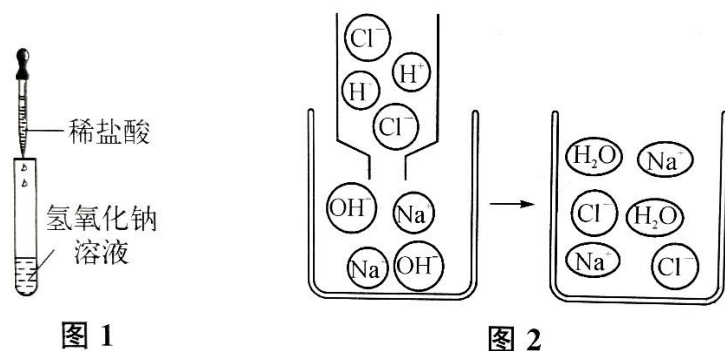
答：盐酸浓度越大，锌与盐酸的反应速率越快。

等质量且过量的锌与不同浓度的盐酸反应，浓度大的盐酸产生的氢气更多。

锌与盐酸的反应是放热反应。（选两个答即可）

2. 【2021 鼓楼一模】九年级化学课本对化学变化的概念描述为“生成其他物质的变化叫做化学变化”，小张根据这一概念设计实验探究：“氢氧化钠与盐酸能否发生反应”。方案如下：

在试管中加入约 1mL 氢氧化钠溶液，然后向试管中滴入足量稀盐酸，充分震荡试管，取该无色溶液约 1mL，置于蒸发皿中加热，使液体蒸干，若蒸发皿中得到的物质有氯化钠，则证明氢氧化钠和稀盐酸发生了反应。结合图 2 从微观角度对他的方案给予评价



从微观角度给予评价 → 写出离子方程式 → $\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 消去相同的物质可得 $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ → 反应的本质是 OH^- 和 H^+ 结合，形成水分子 → 题目中说氯化钠证明发生了反应 → 那离子方程式应该有 $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$ → 观察离子方程式没有这部分 → Na^+ 和 Cl^- 没有结合形成氯化钠分子 → 氯化钠分子的形成不能说明氢氧化钠和稀盐酸发生了反应

答：小张的实验方案并不准确，氢氧化钠和稀盐酸反应的本质是 OH^- 和 H^+ 结合，形成水分子，但是 Na^+ 和 Cl^- 没有结合形成氯化钠分子，因此氯化钠分子的形成不能说明氢氧化钠和稀盐酸发生了反应。

6. 溶解度

冷却结晶 vs. 蒸发结晶（两者都要回答）

选择冷却结晶：相比于氯化钠，硝酸钾溶解度随温度下降而降低的幅度较大，相同条件下，硝酸钾析出的晶体更多，而氯化钠溶解度随温度下降而降低的幅度较小，因此不会有晶体析出。

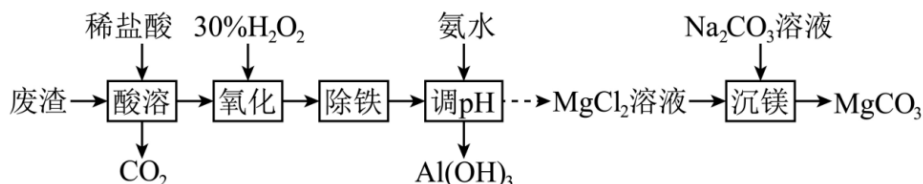
选择蒸发结晶：相比于硝酸钾，氯化钠溶解度随温度下降而降低的幅度较小，且溶解度要远小于硝酸钾，相同条件下，氯化钠析出的晶体更多，而硝酸钾溶解度较高，因此不会有晶体析出。

工艺流程题

0. 常考考点：
1. 原料预处理（粉碎），酸浸，过滤
 2. 分析未知化合物（四大反应类型根据原料和另一个产物去推少了什么，其他反应则遵守元素守恒定律去推）
 3. 化学式的书写（看之前的讲义）
 4. 可循环物质的判断
 5. 评价流程：从环保，成本，安全性三个方向去考虑
 6. 分析某物质添加的原因：根据流程图上的草稿去判断当前状态的溶质情况，分析有没有能反应的物质。（一定要注意“查阅资料”，很有可能与之相关；并注意反应条件）

1. 【2024 南通】

实验室以一种工业废渣（主要成分为 MgCO_3 ，含少量 FeO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 ）为原料制备 MgCO_3 。实验过程如下：



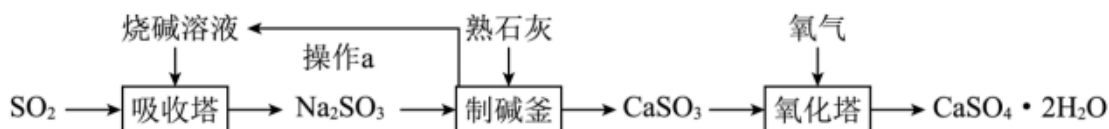
已知：①在溶液中， $\text{pH}=5.0$ 时 AlCl_3 完全转化为 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀， $\text{pH}=8.5$ 时 MgCl_2 开始生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀。② MgCl_2 在过量 Na_2CO_3 溶液中会生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀。

- （1）“酸溶”时， MgCO_3 与稀盐酸反应的化学方程式为_____。
- （2）“氧化”时发生的反应为 $2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。
- ①反应前后化合价发生变化的元素有 O、_____。
- ②“酸溶”时需加入稍过量的稀盐酸，原因可能是_____（写一条）。
- （3）“调 pH”时，需控制溶液 pH 为_____。
- （4）“沉镁”时，为提高 MgCO_3 的纯度，试剂加入顺序为_____（填“a”或“b”）。

a. 向 Na_2CO_3 溶液中逐滴加入 MgCl_2 溶液 b. 向 MgCl_2 溶液中逐滴加入 Na_2CO_3 溶液

2. 【2024 宿迁】

热电厂燃烧煤产生含有大量 的烟气，某石膏板企业采用“碱—石灰”的方法使烟气脱硫，再生产石膏。其主要生产流程如下图所示。

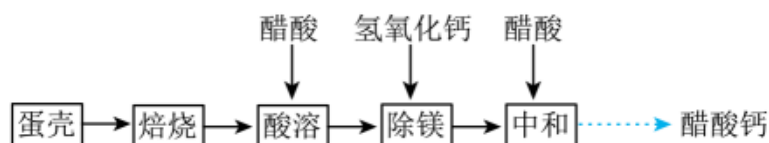


（提示：① SO_2 与 CO_2 的某些化学性质相似；② CaSO_3 难溶于水）

- （1）在实验室中，操作 a 使用的玻璃仪器有：烧杯和_____。
- （2）吸收塔内发生反应的化学方程式是_____。
- （3）流程中，可以循环利用的物质是_____（填化学式）。
- （4）理论上只需不断加入_____（填化学式），便可持续实现烟气 脱硫处理。
- （5）氧化塔中，反应前后化合价升高 元素是_____。

3. 【2023 苏州】

用蛋壳(主要含 CaCO_3 , 还有少量 MgCO_3 和有机物)为原料通过以下步骤制取醋酸钙 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ 。



已知：①醋酸钙易溶于水，高于 160°C 时发生分解；②醋酸 CH_3COOH 易挥发。

(1) 焙烧。将蛋壳在高温下焙烧后冷却，得到含金属氧化物 固体。

①焙烧过程中， CaCO_3 发生反应的化学方程式为_____。

②焙烧过程中，产生烧焦羽毛的气味，说明蛋壳中含有_____ (有机物)。

(2) 酸溶。在焙烧后的固体中先加入适量水打浆，冷却后，再加入稍过量的醋酸得到醋酸盐溶液。不能向焙烧后的固体中直接加入醋酸的原因是_____。

(3) 除镁。在酸溶后的溶液中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 至碱性，将 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$ 转化为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀除去。该反应属于_____ (反应类型)。

(4) 中和。在除镁后的溶液中加入醋酸调节溶液 pH 为 7。其目的有：

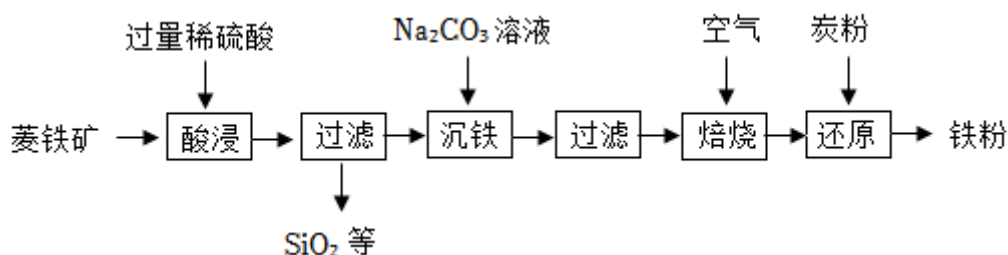
①将溶液中的少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 转化为 $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ ；

②_____。

(5) 将中和后的溶液蒸发浓缩至有大量晶体析出，过滤得到醋酸钙晶体。蒸发时不能直接将溶液蒸干的原因是_____。

4. 【2023 无锡】

由菱铁矿 (主要成分为 FeCO_3 , 含少量 SiO_2 等杂质) 制备铁粉的一种流程如图所示：



(1) 碳酸亚铁 (FeCO_3) 中铁元素的化合价为_____。

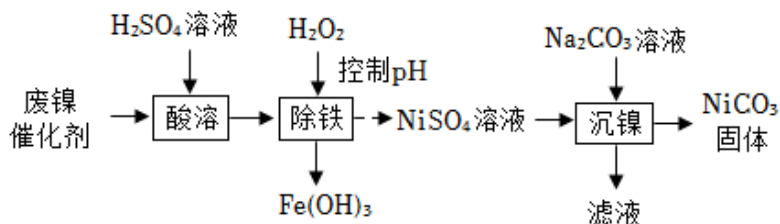
(2) “酸浸”时，为使反应充分，可采取的一种措施是_____。“酸浸”后所得溶液中含有的溶质有： FeSO_4 和_____。

(3) “沉铁”时， FeSO_4 转化为 FeCO_3 沉淀，该反应的基本类型是_____。“焙烧”时，在高温条件下， FeCO_3 与 O_2 反应生成 Fe_2O_3 与 CO_2 的化学方程式为_____。

(4) “还原”时，在高温条件下，利用炭粉可将铁从氧化铁中还原出来；若向氧化铁与炭粉的混合物中添加适量的 CaCO_3 ，更利于还原氧化铁，其原因是_____。

5. 【2023 镇江】

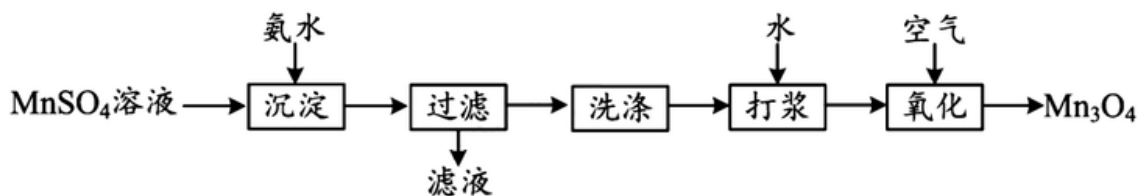
实验室利用废镍催化剂（主要成分为 Ni，还含少量 Fe 及铁的氧化物）制备 NiCO_3 的实验流程如图。



- (1) 为加快“酸溶”的反应速率，可采取的措施有_____（写一种）。
- (2) “除铁”和“沉镍”中分离的操作名称为_____。
- (3) 检验 NiCO_3 固体已洗净的方法是：取最后一次洗涤后的滤液，先滴加过量的稀盐酸，再滴加_____（填化学式）溶液，无明显现象。
- (4) 碱性条件下 NiSO_4 会转化为 Ni(OH)_2 沉淀。“沉镍”时不能将 NiSO_4 溶液滴入 Na_2CO_3 溶液中，其原因是_____。

6. 【2022 苏州】

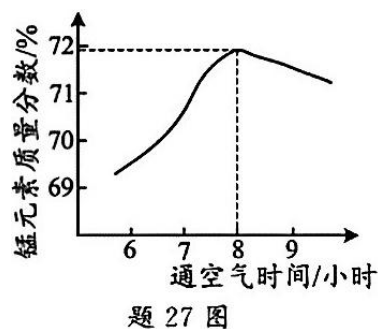
锰元素能形成 MnO 、 MnO_2 、 Mn_2O_3 和 Mn_3O_4 等多种氧化物，其中 Mn_3O_4 是重要的结构材料。工业用硫酸锰（ MnSO_4 ）制备 Mn_3O_4 的流程如下：



- (1) “沉淀”反应是 $\text{MnSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Mn(OH)}_2 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 。该反应的基本类型为_____。
- (2) 写出“过滤”所得滤液的一种用途：_____。
- (3) 将 Mn(OH)_2 加水“打浆”制成悬浊液，可加快“氧化”反应速率的原因是_____。
- (4) “氧化”时， Mn(OH)_2 与空气中的氧气在 60°C 条件下反应生成 Mn_3O_4 ，该反应的化学方程式为_____。
- (5) 通过测定固体产物中锰元素质量分数来推断产物成分。

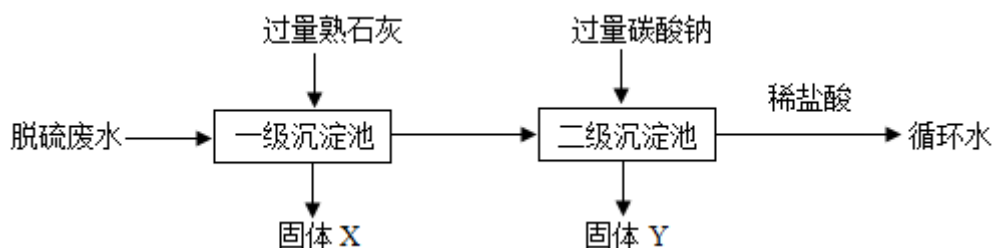
“氧化”所得固体产物中锰元素质量分数随通空气时间的变化如题 27 图所示。

- ①通空气 8 小时左右，所得固体几乎全部为 Mn_3O_4 。推出该结论的依据是_____。
- ②通空气超过 8 小时，产物中锰元素质量分数减小的原因是_____。



7. 【2022 无锡】

燃煤电厂产生的脱硫废水（含有 CaCl_2 、 MgCl_2 、 MgSO_4 等物质）软化的一种工艺流程如下：

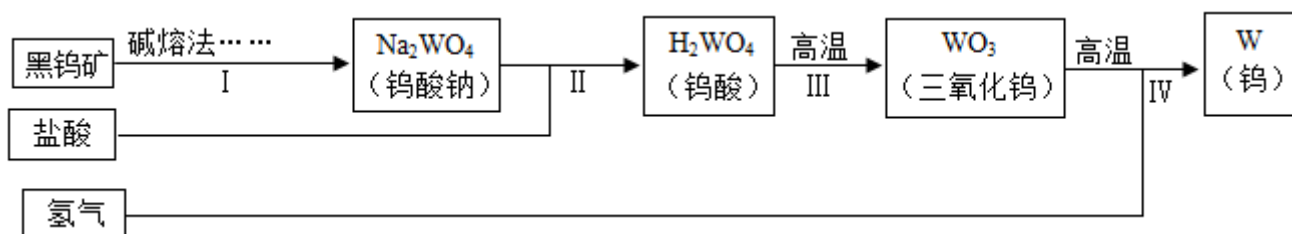


- (1) “脱硫”过程中发生反应的化学方程式为： $2\text{CaCO}_3 + 2\text{R} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ 。R 的化学式为_____。
- (2) “沉淀”步骤需要不断搅拌，目的是_____。
- (3) 写出“一级沉淀”中生成氢氧化镁的化学方程式：_____（任写一个）。
- (4) “二级沉淀”中固体 Y 的化学式为_____；加入稀盐酸的目的是_____。
- (5) 软化处理过程中，碳酸钠和熟石灰的添加顺序不能颠倒，原因是_____。

8. 【2021 南京】

金属材料在日常生活、工农业生产和科学研究中有着广泛的用途。

- (1) 钢铁是使用最多的金属材料。生铁和钢是含碳量不同的两种铁合金，其中生铁的含碳量_____（填“大于”或“小于”）钢的含碳量。
- (2) 在钢中加入不同的合金元素可以提高其性能，例如，加入钨可以增强合金钢的耐磨性等。用黑钨矿制备钨的过程如图所示：



（注：钨酸是难溶于水的黄色固体。）

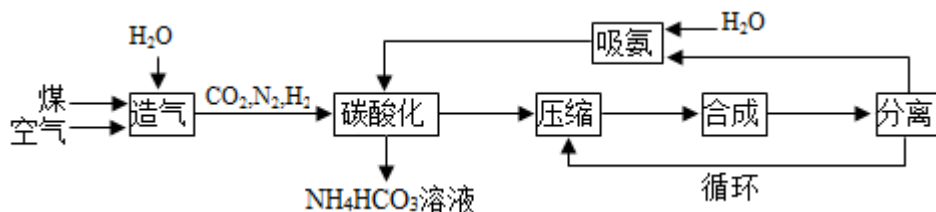
- ① 钨酸钠中钨元素的化合价为_____。

② 填写下表。

步骤	化学方程式	基本反应类型
II		复分解反应
III		分解反应
IV		_____

9. 【2021 苏州】

碳酸氢铵是一种常用的化学肥料。工业生产碳酸氢铵的一种流程如图所示：

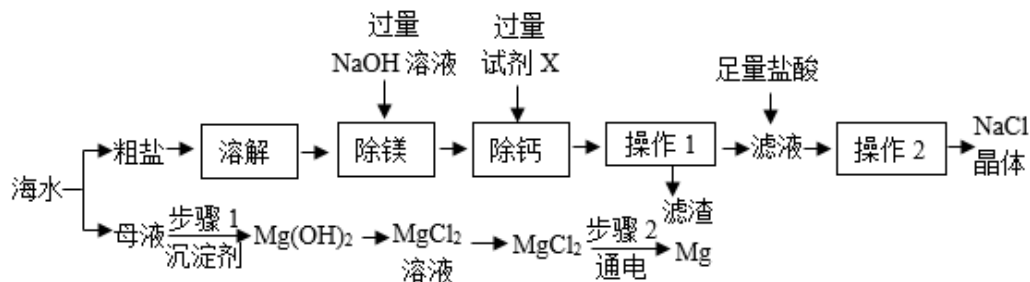


已知：“合成”步骤中发生的反应为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温高压}]{\text{催化剂}} 2\text{NH}_3$ 。

- (1) 碳酸氢铵属于化肥中的_____肥。
- (2) “造气”步骤中为加快反应速率，可采取的具体措施有_____（写一条即可）。
- (3) “碳酸化”步骤的化学方程式为_____。
该步骤在较低温度下进行的原因是_____。
- (4) “碳酸化”步骤的作用是制取碳酸氢铵和_____。
- (5) “循环”的目的是_____。

10. 【2021 宿迁】

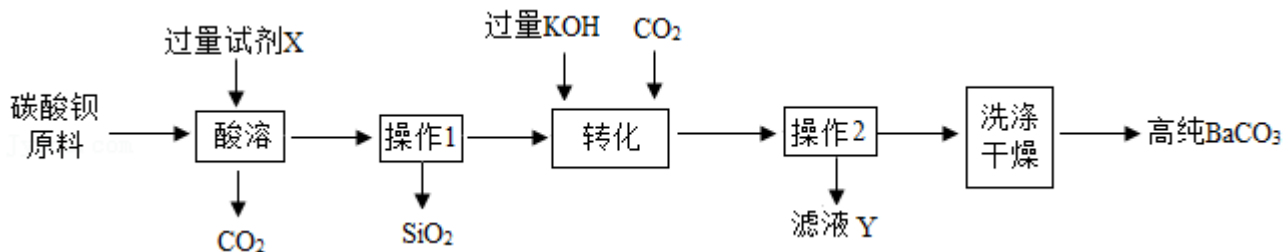
海洋是一个巨大的资源宝库。海水资源综合利用的部分途径如下图。



已知：粗盐中的杂质有泥沙、 MgCl_2 、 CaCl_2 ，流程中部分操作及试剂已省略。

- (1) 试剂 X 的作用是除去粗盐中的 Ca^{2+} ，则试剂 X 为_____（填化学式）。
- (2) “操作 1”中玻璃棒的作用是_____，“操作 2”的名称为_____。
- (3) 滤渣中除泥沙外，还含有_____。
- (4) 实际生产中，步骤 1 常选用_____作为沉淀剂。
- (5) 步骤 2 需电解_____状态的 MgCl_2 以获得金属镁。

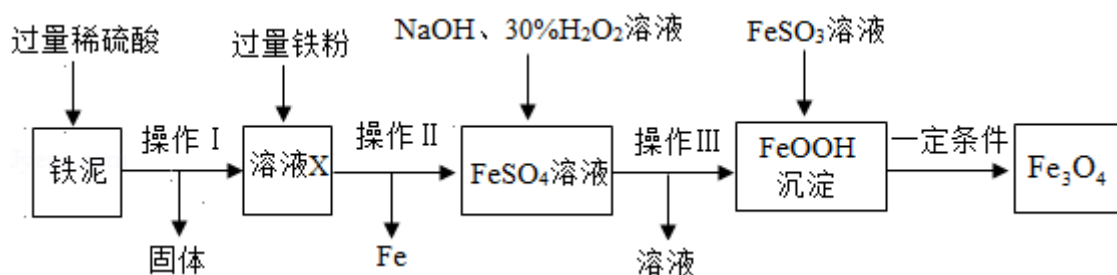
11. 【2021 镇江】



- (1) 试剂 X 应选用_____（填字母）。 a.稀硫酸 b.盐酸
- (2) 操作 1、操作 2 用到的玻璃仪器有_____、烧杯、玻璃棒等。
- (3) 滤液 Y 中溶质有 KOH 、 K_2CO_3 和_____。
- (4) 酸溶时，试剂 X 不能过量太多，一是节约试剂 X，二是_____。

12. 【2020 无锡】

四氧化三铁是一种常用的磁性材料，由工业废料铁泥（含 Fe、Fe₂O₃、FeO 和杂质，杂质不参与反应）制取 Fe₃O₄ 的一种流程如图：



- (1) 操作II的名称是_____。
- (2) Fe₂O₃ 与稀硫酸反应的化学方程式为_____，为使铁泥与稀硫酸充分反应，可采取的措施是_____（答出一点即可）。
- (3) 向溶液 X 中加入过量铁粉的作用是_____。
- (4) FeOOH 与 FeSO₃ 溶液在一定条件下反应生成 Fe₃O₄ 和_____（填化学式）。

科学探究

1. (2023·南通) 学习小组制取 CO_2 和 SO_2 , 并探究其水溶液的性质。

I 制取 CO_2 和 SO_2

在常温、气体压强为 101kPa 时, 1 体积水里最多能溶解大约 1 体积 CO_2 或 40 体积 SO_2 。学习小组利用图 1 所示装置制取 CO_2 和 SO_2 。

(1) 利用该装置制取 CO_2 的化学反应方程式为_____。

(2) 不能用排水法收集 SO_2 的理由是_____。

II 探究 CO_2 和 SO_2 水溶液的性质

(3) 在通风橱中分别向 100mL H_2O 中通入 CO_2 和 SO_2 至饱和, 用 pH 计测定饱和溶液 pH, 静置 2h 后, 再次读取溶液 pH。结果如表所示。

	饱和溶液 pH	静置 2h 后溶液 pH
CO_2 水溶液	3.94	4.12
SO_2 水溶液	0.88	0.79

①测定 pH 最简便的方法是使用 pH 试纸, 操作时玻璃棒的作用是_____ (填字母)。

A. 搅拌

B. 引流

C. 蘸取溶液

②静置 2h 后, CO_2 水溶液酸性_____ (填“增强”或“减弱”)。

③有同学根据溶液的 pH 认为 CO_2 也是造成酸雨的重要因素。请判断该推论是否正确, 并说明理由:_____。

(4) 取静置后的 CO_2 水溶液于试管中, 向其中滴加过量 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, 有沉淀产生。

【提出问题】该沉淀是什么?

【查阅资料】① SO_2 水溶液、 BaSO_3 都能与 O_2 发生氧化反应。

② BaSO_3 和 BaSO_4 都难溶于水。

③ BaSO_3 能溶于浓度较大的盐酸, BaSO_4 不溶于盐酸。

【提出猜想】沉淀可能为 BaSO_4 或 BaSO_4 、 BaSO_3 的混合物。

【实验验证】请设计实验验证沉淀中一定含有 BaSO_4 。简述实验过程 (包括操作和现象):

_____。(实验中须使用的试剂: 10% 的盐酸)

(5) 煤燃烧排放的 SO_2 可能导致酸雨。南通市 2021 年酸雨发生率为 1.7%, 比 2020 年减少 1%。你了解的本地决策部门为降低 SO_2 排放做出的举措有_____ (写一条)。

(6) 酸雨对环境的影响因地区地质而异。如图 2 中河流受酸雨损害的程度较小的原因是

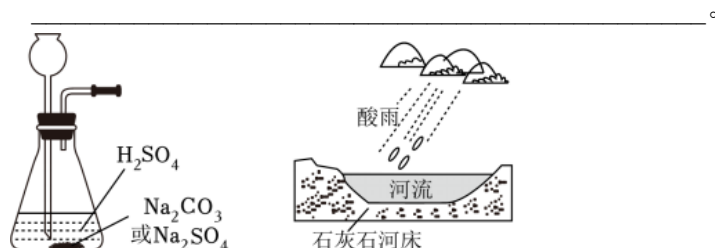


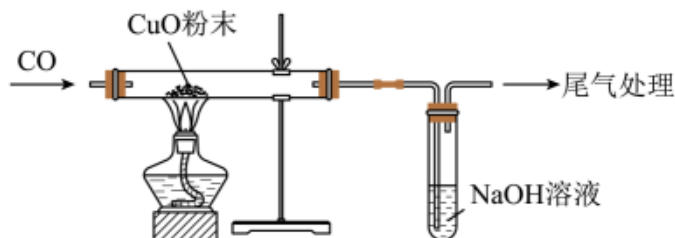
图1

图2

2. (2023 苏州)中国古代已掌握了铜冶炼和铸造技术，现代铜冶炼废气、废水需经过处理后排放。

I、铜的冶炼与防腐

(1) 如图所示一氧化碳还原氧化铜的实验，硬质玻璃管内出现_____（现象），证明反应已经发生



(2) 上述实验获得的 Cu 中含有少量黑色的 CuO。请补充完整提纯铜的实验方案：

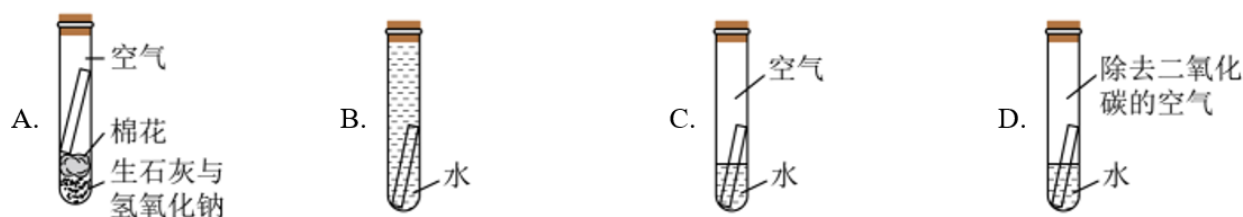
将所得固体置于烧杯中，_____，干燥。（可选用的试剂：稀 H_2SO_4 、 AgNO_3 溶液、 NaOH 溶液，蒸馏水）

(3) 《周礼·考工记》中记载了铸造各类青铜器的配方。铜和青铜的相关性质见下表，推断铜冶炼过程中熔入锡的作用有_____

	铜	青铜（含 25% 的锡）
熔点	1085℃	800℃
硬度	3.0	5~6

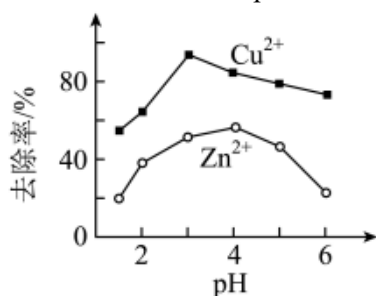
注：硬度以金刚石的硬度 10 为标准，1 表示很软，10 表示很硬。

(4) 某同学设计实验探究铜锈蚀产生铜绿 $[\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$ 的条件（如图所示），图中铜片上最不易产生铜绿的是_____（填序号）



II、湿法炼铜废水的处理

(5) 湿法炼铜产生酸性废水，含有的 CuSO_4 、 ZnSO_4 可用铁炭混合物（铁粉和活性炭的混合物）去其他条件不变，废水 pH 对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 去除率的影响如图所示。

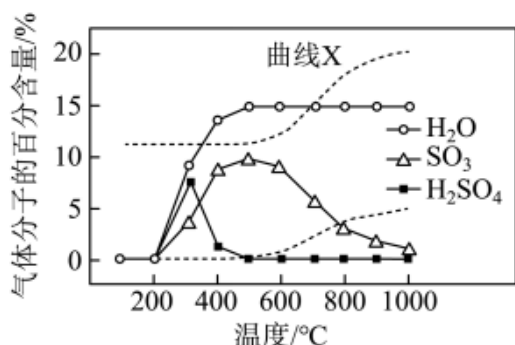


① $\text{pH} < 3$ 时，铁炭混合物表面有大量气泡产生，产生该现象的化学方程式为_____。

② 相同 pH 条件下， Cu^{2+} 的去除率远高于 Zn^{2+} 的原因可能是_____。

III、工业铜冶炼废气的处理

- (6) 工业上利用反应 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cu} + \text{SO}_2$ 冶炼得到 Cu，冶炼产生的烟气中含多种成分。经过水洗除尘后，烟气中部分气体分子的百分含量（气体中某分子的数目/气体总分子数 $\times 100\%$ ）随温度变化如图所示。



- ①图中虚线表示 SO_2 或 O_2 的变化，其中曲线 X 表示的物质是_____。
- ②当 500°C 烟气温度下降时， SO_3 含量降低的主要原因是_____ (用化学方程式表示)。
- ③温度低于 200°C 时，烟气中几乎不存在水分子的主要原因是_____。

3. (2023 泰州) 某化学兴趣小组对家用某品牌发酵粉进行探究。

活动一：定性研究

(1) 小星通过观察标签知道这种发酵粉主要成分是碳酸氢钠，为测定发酵粉溶解形成溶液的酸碱性，取少量发酵粉加适量水溶解，在室温下用 pH 计测得所得溶液 pH 为 8.2，说明溶液中除 Na^+ 、 HCO_3^- 外，一定含有_____ (填离子符号)。

(2) 小静对碳酸氢钠固体溶解过程温度变化进行研究，实验装置如图 1，使用温度传感器分别测得不同质量的碳酸氢钠粉末溶解过程的温度变化曲线如图 2。由图可知，碳酸氢钠固体溶于水_____ 热量，影响溶解过程温度变化程度还与_____ 因素有关 (答 1 点即可)。

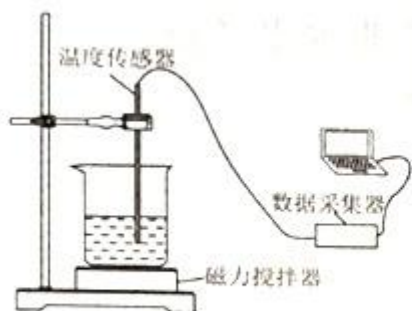


图-1

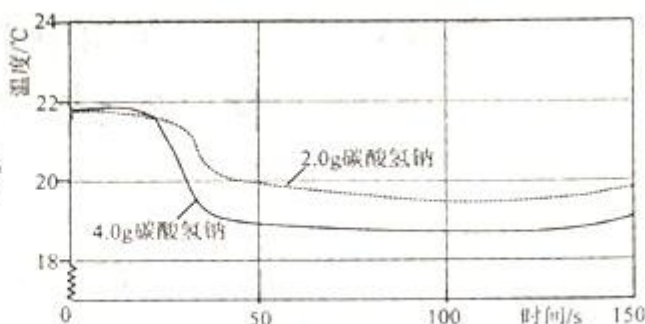


图-2

活动二：定量测定

小燕设计了如图 3 装置，测定该发酵粉样品中碳酸氢钠的质量分数 (已知发酵粉中其他成分不与盐酸反应产生气体)。

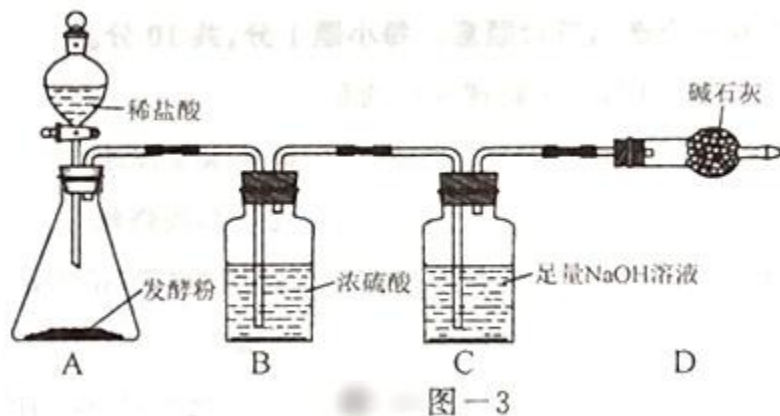


图-3

(3) B 装置中浓硫酸的作用为_____。

(4) 小燕取 15.0g 固体样品和足量稀盐酸置于装置 A 中，打开活塞，充分反应后，测得装置 C 增重 6.6g。请计算样品中碳酸氢钠的质量分数。(写出计算过程)

(5) 小组同学围绕实验中产生的碳酸氢钠的质量分数误差进行分析，形成两种不同意见。请分别写出产生偏大和偏小两种误差的原因和导致结果_____。(经检测装置气密性良好)

活动三：拓展延伸

小林发现 NaOH 溶液与 NaHCO₃ 溶液混合后无明显现象，提出问题：NaOH 和 NaHCO₃ 否发生了化学反应？

(6) 猜想一：两者不反应

猜想二：两者发生反应，从元素守恒的角度，反应生成 H₂O 和_____ (写化学式)。

(7) 已知：该实验条件下 CaCl₂ 溶液与 NaOH 溶液混合变浑浊，CaCl₂ 溶液与 NaHCO₃ 溶液混合无现象，为验证猜想二正确，请你补充实验方案：取少量 NaHCO₃ 溶液，向其中加入足量 NaOH 溶液，

_____。
(实验方案包括操作、现象和结论。可供选用的试剂有：CaCl₂ 溶液、稀盐酸、澄清石灰水)

4. (2022 连云港) CuSO₄ 是化学实验中常见试剂。

(1) 验证质量守恒定律。

步骤 1：在锥形瓶中加入适量的 CuSO₄ 溶液，塞好橡胶塞。将几根铁钉用砂纸打磨干净，将盛有 CuSO₄ 溶液的锥形瓶和铁钉一起放在托盘天平上称量，记录所称质量为 m₁。

步骤 2：将铁钉浸入到 CuSO₄ 溶液中，塞好橡胶塞。观察实验现象，待反应有明显现象后，将盛有 CuSO₄ 溶液和铁钉的锥形瓶一起放在托盘天平上称量，记录所称质量为 m₂。

①用砂纸将铁钉打磨干净的作用是_____。

②步骤 2 中可观察到明显的实验现象是_____。该变化可说明 Fe 和 Cu 的金属活动性由强到弱的顺序是_____。

③若 m₁=m₂，可证明参加反应的 Fe 和 CuSO₄ 的质量总和等于_____。

(2) 探究 CuSO_4 溶液对 H_2O_2 分解具有催化作用。

①若要证明 CuSO_4 溶液对 H_2O_2 分解具有催化作用，除需证明 CuSO_4 在反应前后化学性质和质量不发生改变外，还需证明的是 _____。

②为探究 CuSO_4 在反应前后质量是否发生改变，某同学设计如下实验：

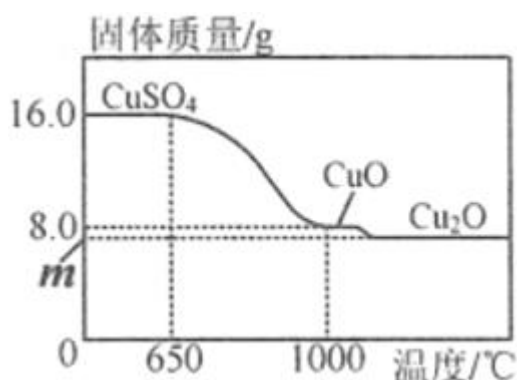
向 H_2O_2 溶液中滴入 $10\text{g } a\%$ 的 CuSO_4 溶液，待反应完全后，向试管中加入足量的 BaCl_2 溶液，产生沉淀，过滤、洗涤、干燥，称量沉淀物为 $b\text{g}$ 。

上述实验步骤中若缺少“洗涤、干燥”，则通过沉淀物 $b\text{g}$ 计算出溶液中 CuSO_4 的质量 _____ $0.1a\text{g}$ 。
(填“大于”或“小于”或“等于”)

(3) 将 $16.0\text{g } \text{CuSO}_4$ 置于坩埚中加热，固体质量与成分随温度变化的曲线如图所示。

① 650°C 时， CuSO_4 开始发生分解反应，生成 CuO 和另一种氧化物 X ， X 的化学式为 _____。

② 1000°C 时， CuO 开始发生分解反应，生成 Cu_2O 和 O_2 。计算图中 m 的值。(写出计算过程，否则不得分)



(4) 用图-1 所示装置制取干燥的 CO_2 ，并对 CO_2 的部分性质进行探究。

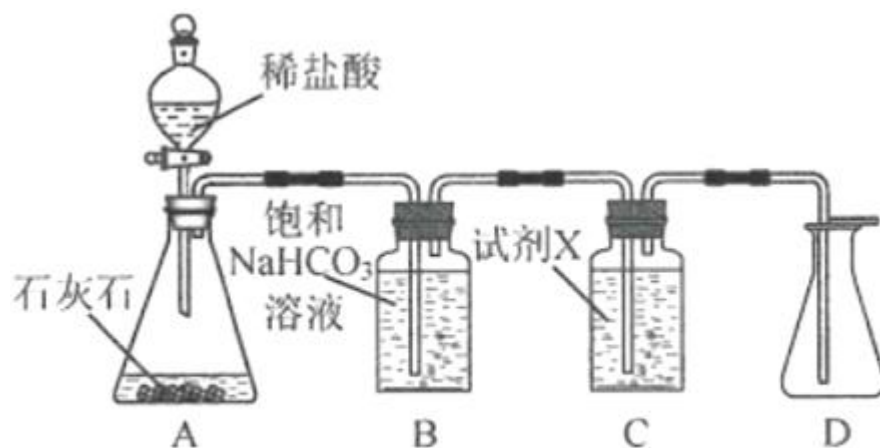


图-1

(1)装置 A 中发生反应的化学方程式为 _____。

(2)①装置 B 中饱和 NaHCO_3 溶液的作用是 _____。

②装置 C 中试剂 X 应该选用 _____(填字母)。

a. 稀 H_2SO_4

b. 浓 H_2SO_4

c. KOH 溶液

(3)收集 CO_2 并验满。将集满 CO_2 的锥形瓶与盛有足量 NaOH 溶液的注射器和传感器密封连接，缓慢的将 NaOH 溶液注入到锥形瓶中，采集信息形成图像。见图-2。

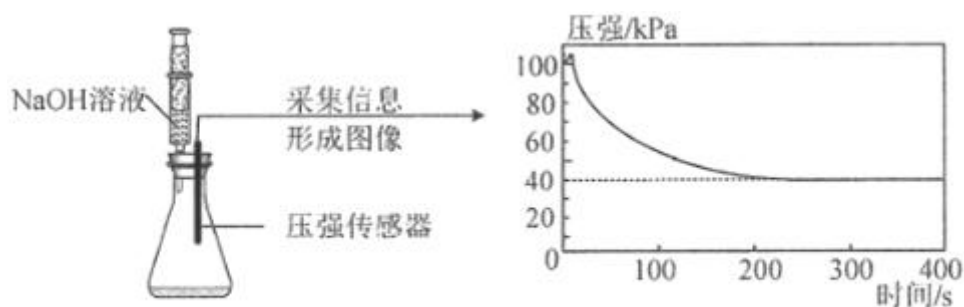


图-2

- ①检验装置 D 中 CO_2 已经集满的方法是 _____。
- ②随着反应的进行，锥形瓶中压强降低的原因是 _____。
- ③反应结束后锥形瓶中的压强保持在 40kPa 说明 _____。

(5) 取 2mL 饱和澄清石灰水于试管中，用 4mL 蒸馏水稀释，向其中缓慢通入足量 CO_2 。测定反应体系的电导率变化如图-3 所示。(忽略反应前后溶液体积的变化)

【查阅资料】

材料一：溶液的导电能力越强，溶液的电导率越大。

材料二：单位体积溶液中某离子的个数越多，则该离子的浓度越大，溶液的导电能力越强。相同浓度的不同离子导电能力不同。

材料三： $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶于水能完全解离出 Ca^{2+} 和 OH^- 。

CaCO_3 遇到溶有 CO_2 的水时，能反应生成易溶于水的 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ， $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 在水中能完全解离出 Ca^{2+} 和 HCO_3^- 。

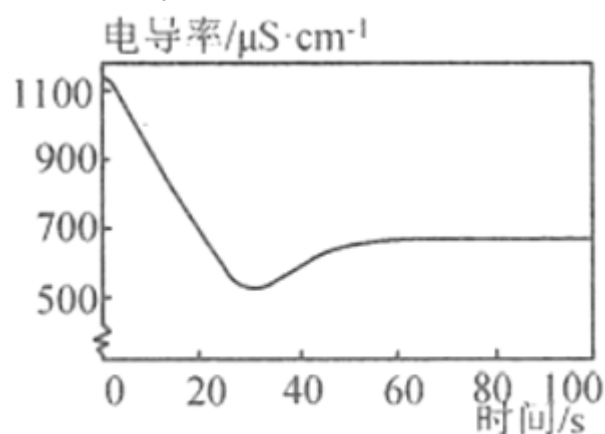


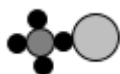
图-3

② 石灰水中通入 CO_2 气体，溶液的电导率先逐渐降低的主要原因是 _____。

②反应最终电导率的稳定值低于初始值的可能原因是 _____、
_____。

5. (2022 徐州) 含有铵根离子(NH_4^+)的盐属于铵盐, 兴趣小组对铵盐及相关问题进行探究。

【了解组成】



(1) 一种常见铵盐的微观模型示意图如上, 则它表示的物质是_____ (填化学式)。

(2) 碳酸氢铵的化学式为 NH_4HCO_3 , 某种碳酸氢铵样品中氮元素的质量分数是 21.8%, 则该碳酸氢铵样品属于_____ (填“纯净物”或“混合物”)。

【比较性质】

(3) 已知硝酸铵溶液显酸性, 则该溶液中含有的阳离子有 NH_4^+ 和_____ (填离子符号)。

(4) 常见的铵盐中, 仅有碳酸氢铵在常温下就能分解, 放出氨气, 则常温下鉴别碳酸氢铵与硫酸铵的最简便方法是_____。

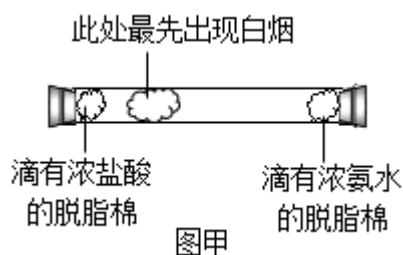
(5) 铵盐与碱混合通常会放出氨气, 因此, 施肥时要避免铵态氮肥与碱性物质混用。写出加热条件下硫酸铵与烧碱反应的化学方程式:_____。

【提出问题】氨气与氯化氢反应可以得到一种铵盐, 该反应常用于探究微粒的运动性。那么, 微粒运动速率与气体的相对分子质量有什么关系呢?

【查阅资料】浓盐酸靠近浓氨水时, 会出现大量的白烟。

【进行实验】

将一根玻璃管放在水平桌面上, 在左右两端同时塞入分别滴有浓盐酸、浓氨水的脱脂棉, 再塞紧橡皮塞。稍后, 在靠近浓盐酸的一端最先出现白烟, 如图甲。



(6) 浓盐酸与浓氨水未直接接触就产生白烟, 是因为浓盐酸和浓氨水都具有_____。

(7) 由图甲实验可知, 相同条件下相对分子质量越小的气体, 其微粒运动速率越_____。

【拓展延伸】

再取一根 V 型玻璃管, 开口向上竖直放置, 在左右两端同时塞入分别滴有浓盐酸、浓氨水的脱脂棉, 再塞紧橡皮塞。稍后, 在靠近浓氨水的一端最先出现白烟, 如图乙。

(8) 图乙实验中, 最先出现白烟的位置与图甲实验相反, 说明相同条件下

(9) 实验中发现 V 型玻璃管发热, 其原因是

6. (2021 苏州) 石灰石是重要的化工原料。为研究石灰石的性质和用途进行如下探究。

I. 石灰石分解的探究

取三块形状大小相近的石灰石（长宽厚约为 $1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 0.2\text{cm}$ ），一块不加热，另两块分别在酒精灯和酒精喷灯（酒精化学式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ）的火焰上加热 2min （假设杂质加热时不发生变化）。探究过程如图所示，实验现象见表 1。

表 1 不同条件下的实验现象

实验组别	实验条件	试管 B 中的现象
甲	未加热	无明显现象
乙	酒精灯加热	呈浅红色
丙	酒精喷灯加热	呈红色

(1) 通过甲、乙、丙三组对比实验，得出影响石灰石分解的因素是_____。

(2) 丙组实验加热石灰石时，在火焰上方倒扣一个用澄清石灰水润湿的烧杯，石灰水变浑浊，出现浑浊的化学方程式为_____。此实验能否推断石灰石煅烧产生二氧化碳，并说明理由：_____。

(3) 丙组实验中，向试管 B 中逐滴滴入稀盐酸，至红色恰好褪去，轻轻晃动试管，溶液自下而上又变为红色。解释产生上述现象的原因：_____。

(4) 为检验丙组实验中的石灰石部分分解，设计实验：取研细后的粉末少许于试管中，_____（补充完整实验方案）。

II. 石灰石煅烧温度的探究

【查阅资料】生石灰质量的优劣常采用“活性度”来衡量。“活性度”的测定方法：取一定质量的生石灰，加入一定量的水，用指定浓度的盐酸中和，记录所消耗盐酸的体积数（单位为 mL）。消耗盐酸的体积数越大，“活性度”越高。

某研究小组在电炉内煅烧石灰石样品，并测定煅烧产物（ CaO ）的活性度，数据见表 2。

表 2 不同条件下煅烧产物的活性度（mL）

煅烧时间/ 活性度/煅 烧温度	1050°C	1100°C	1150°C	1200°C	1250°C	1300°C
12min	790	836	868	808	454	412
16min	793	856	871	845	556	530
20min	795	863	873	864	617	623

(5) 石灰石煅烧的最佳温度范围为 $1100\sim 1200^\circ\text{C}$ 的证据是_____。

III. 石灰石用途的探究

(6) 石灰石是高炉炼铁的原料之一。石灰石能除去铁矿石中的 SiO_2 ，同时能提高单位时间内生铁的产率。分析加入石灰石能提高生铁产率的原因：_____。

反应类型汇总（后面的数字为讲义的位置）

- 化合反应：1. 氧化反应 3, 29
2. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{C} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CO}_2$ （高炉内供热）
4. $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$ （焦炭为工业炼铁提供还原剂）
5. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$
6. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$
7. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ $\text{Ca(HCO}_3)_2$ 同理
- 分解反应：1. 氧气的制取 4
2. $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$
3. $2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
3. NaHCO_3 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$ 的分解
4. $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 置换反应：1. H_2 , C 还原金属氧化物 16
2. 活泼金属和部分酸反应 32
- 需知道 Fe , Mg , Zn 和 HCl , H_2SO_4 相互反应
3. 金属和部分盐反应 31
- $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
- $\text{Fe} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Fe(NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$
- $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$
- $\text{Zn} + \text{Fe(NO}_3)_2 = \text{Fe} + \text{Zn(NO}_3)_2$
- $\text{Zn} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Zn(NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$
4. $\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{MgO} + \text{C}$ 17
- 复分解反应：酸碱盐 62-65 （盐那一章）
1. $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$
4. $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu(OH)}_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
5. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = \text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
8. $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{NaCl}$
9. $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$
10. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{HNO}_3$
- 其他反应：1. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
4. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$