

## 专题四 实验探究题

### 目 录

01 析·考情目标.....	
02 筑·专题框架.....	
03 攻·重难点考点.....	
考点一 定性实验 .....	



#### 真题动向

- 考法 01 物质的性质探究
- 考法 02 物质鉴别的探究
- 考法 03 物质除杂或净化的探究
- 考法 04 物质变质的探究
- 考法 05 无明显现象的实验探究

考法 06 反应后物质成分的探究



#### 核心提炼

- 知识点一 实验探究的一般过程
- 知识点二 实验探究性题的解题思路和方法



#### 提升训练

### 考点二 定量实验 .....



#### 真题动向

- 考法 01 质量守恒定律的定量探究
- 考法 02 空气中氧气含量测定
- 考法 03 氢氧化钠变质程度探究
- 考法 04 混合物中物质含量测定



#### 核心提炼

- 知识点一 物质成分的猜想
- 知识点二 反应过程的描述
- 知识点二 实验数据的处理与描述



#### 提升训练

### 考点三 对比实验 .....



#### 真题动向

- 考法 01 金属锈蚀条件的探究
- 考法 02 燃烧条件和灭火原理的探究
- 考法 03 化学反应速率的探究
- 考法 04 有关催化剂的探究



#### 核心提炼

- 知识点一 实验方案的设计与评价
- 知识点二 对比实验设计原则
- 知识点二 常见对比实验



#### 提升训练

命题  
透视

实验探究题是中考必考重点题型，分值 6—8 分。命题情境贴近生活、工业与教材实验，注重基础性、综合性与创新性。以定性实验、定量实验、对比实验为核心框架，命题稳定、分值集中。定性实验仍是考查主流，多以物质成分、性质验证、变质探究为主，侧重证据推理与现象分析，定量实验考查力度逐年提升，将实验操作与化学计算结合，聚焦纯度、质量分数、组成测定，突出定量思想与数据分析能力，综合性较强。对比实验必考控制变量，围绕燃烧条件、反应速率、金属锈蚀等经典情境，考查实验设计与逻辑对比能力，难度适中。全面考查学生实验操作、方案评价与科学探究能力，是中考区分度核心题型。

热考  
角度

考点	2025 年	2024 年	2023 年
定性实验	福建卷 T18，7 分	江苏南通卷 T14，8 分	江苏无锡卷 T19，6 分
定量实验	江苏常州卷 T26，分	四川成都卷 T19，6 分	北京卷 T37，6 分
对比实验	江苏苏州卷 T20，6 分	江苏扬州卷 T20，6 分	青岛卷 T28，5 分

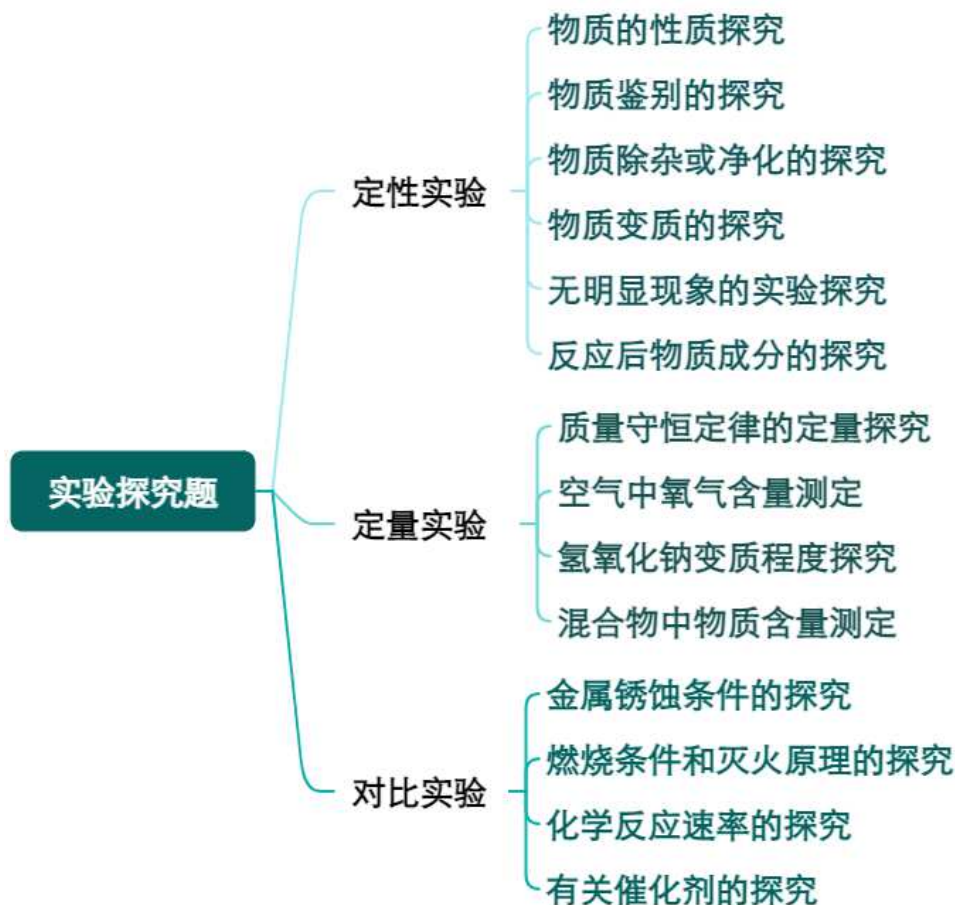
命题  
预测

2026 连中考化学实验探究题将坚持素养导向，分值预计 6—8 分，难度梯度分明。命题以教材核心实验为原型，聚焦定性成分探究、定量含量测定、控制变量对比三大方向，情境贴近生活、环保、工业及新能源，突出真实问题解决。

考查重点预计为全流程探究，强化猜想验证、现象分析、方案评价与误差反思。定量实验占比持续提升，常结合方程式计算与数据处理；对比实验侧重控制变量设计；定性实验侧重变质、废液、产物成分推断。同时融入数字化曲线、微型装置与跨学科实践，设问更开放，注重实验逻辑与规范表达，全面考查科学探究与证据推理能力，回归教材实验、强化探究思维。

## 02

### 筑·专题框架



## 03

### 攻·重难点

#### 考点一 定性实验

真

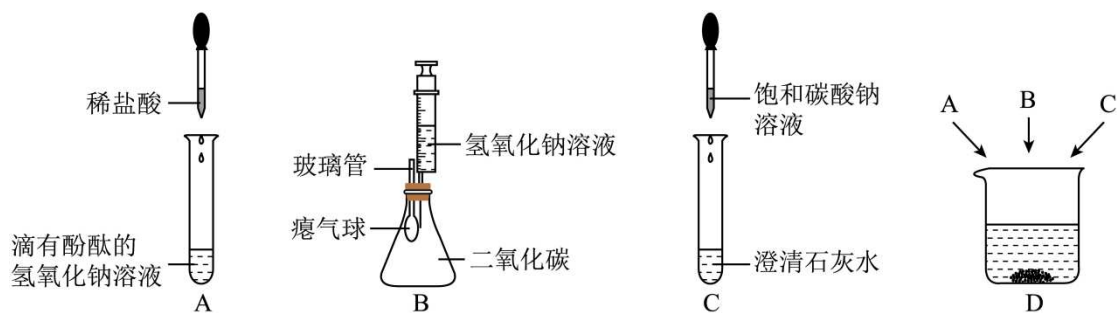
题

动

向

#### 考法 01 物质性质探究实验

1. (2024·黑龙江·中考真题) 同学们在学习碱的化学性质时, 进行了如图所示的实验。



### 【实验探究 1】

- (1) 实验 A 中酚酞的作用是\_\_\_\_\_。
- (2) 实验 B 中气球的变化情况是\_\_\_\_\_，理由是\_\_\_\_\_（用文字表述）。
- (3) 实验 C 中发生反应的化学方程式为：\_\_\_\_\_。

### 【实验探究 2】

(4) 实验结束后，将 A、B、C 三个实验的滤液倒入同一个干净的烧杯 D 中，发现烧杯底部产生白色沉淀，上层清液呈红色。

提出问题：烧杯上层清液中含有哪些溶质（指示剂除外）？

猜想与假设：小芳：NaCl、NaOH；小莉：NaCl、NaOH、Ca(OH)<sub>2</sub>；小明：\_\_\_\_\_。

进行实验：为了验证小明的猜想，同学们设计以下实验方案，请你帮助他们完成探究过程。

实验过程	实验现象	实验结论
甲同学取少量上层清液于试管中，滴加适量 Ca(OH) <sub>2</sub> 溶液	_____	小明的猜想成立
乙同学取少量上层清液于试管中，滴加少量稀盐酸	无明显现象	小明的猜想不成立

反思与交流：你认为乙同学的结论是否正确\_\_\_\_\_（填“是”或“否”），理由是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) 作指示剂，判断反应是否发生

(2) 变大 二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，二氧化碳被消耗，装置内气体减少，压强减小

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

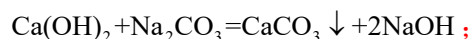
(4) NaCl、NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 产生白色沉淀 否 少量的稀盐酸可能被氢氧化钠完全消耗，未与碳酸钠反应

【详解】(1) 实验 A 中，氢氧化钠溶液显碱性，能使无色酚酞试液变红，加入稀盐酸，氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水，氯化钠显中性，稀盐酸显酸性，均不能使无色酚酞试液变红，故溶液由红色变为无色，说明氢氧化钠和稀盐酸发生了反应，故酚酞的作用是：作指示剂，判断反应是否发生；

(2) 实验 B 中二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，二氧化碳被消耗，装置内气体减少，压强减小，

故气球变大；

(3) 实验 C 中发生反应为碳酸钠和氢氧化钙反应生成碳酸钙和氢氧化钠，该反应的化学方程式为：



(4) 猜想与假设：实验 A 中氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水，实验 B 中二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，实验 C 中碳酸钠和氢氧化钙反应生成碳酸钙和氢氧化钠，实验结束后，将 A、B、C 三个实验的滤液倒入同一个干净的烧杯 D 中，发现烧杯底部产生白色沉淀，说明实验 C 中氢氧化钙过量，混合后，氢氧化钙和 B 中的碳酸钠反应生成碳酸钙和氢氧化钠，上层清液呈红色，说明溶液显碱性，则溶液中一定不含盐酸，因为盐酸能与碱性物质反应，不能共存，碳酸钠与氢氧化钙反应生成了氢氧化钠，故上层清液中一定含氢氧化钠，如果氢氧化钙和碳酸钠恰好完全反应，则上层清液中的溶质为：氯化钠、氢氧化钠，如果碳酸钠过量，则溶质为：氯化钠、氢氧化钠、碳酸钠，如果氢氧化钙过量，则溶质为：氯化钠、氢氧化钠、氢氧化钙，故小明：NaCl、NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>；

进行实验：取少量上层清液于试管中，滴加适量氢氧化钙溶液，氢氧化钙能与碳酸钠反应生成碳酸钙和氢氧化钠，产生白色沉淀，说明含碳酸钠，则小明的猜想正确；

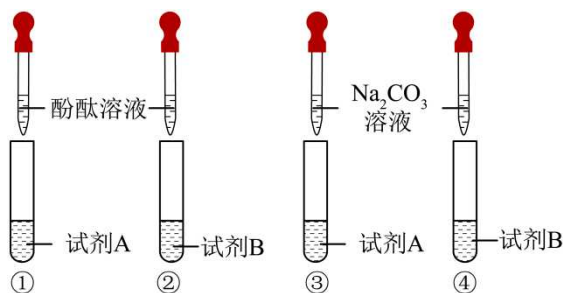
反思与交流：由于烧杯上层清液中一定含氢氧化钠，加入稀盐酸，氢氧化钠先与稀盐酸反应生成氯化钠和水，待氢氧化钠完全反应后，碳酸钠和盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水，少量的稀盐酸可能被氢氧化钠完全消耗，故滴加少量稀盐酸，无明显现象，不能得出小明的猜想不成立，故填：否，少量的稀盐酸可能被氢氧化钠完全消耗，未与碳酸钠反应。

## 考法 02 物质鉴别的探究

2. (2025·四川宜宾·中考真题) 标有 A 和 B 的两瓶试剂，可能是 Ca(OH)<sub>2</sub> 溶液、NaOH 溶液、NaCl 溶液中的某两种。实验小组对试剂 A 和试剂 B 进行了以下实验探究。回答下列问题：

实验一：鉴别试剂 A 和试剂 B

各取 5mL 试剂进行如下实验，并记录实验现象。



实验现象：①和②中溶液都呈红色；③中有白色沉淀；④中无明显现象。

(1) 试剂 A 中溶质是\_\_\_\_\_ (填化学式，下空同)，试剂 B 中溶质是\_\_\_\_\_。

(2) 试管③中发生反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

实验二：探究溶质的成分

实验小组将实验一①~④中的废液倒入烧杯中，充分混合后静置，取上层清液，对其中溶质的成分继续进行探究。

查阅资料： $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性， $\text{NaHCO}_3$  溶液呈弱碱性， $\text{CaCl}_2$  溶液呈中性， $\text{MgCl}_2$  溶液呈弱酸性。

【问题】

上层清液中，除酚酞外还含有哪些溶质？

【预测】

预测一： $\text{NaOH}$ ；预测二： $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；预测三：？

(3) 预测三：\_\_\_\_\_，作出预测的理由是\_\_\_\_\_。

【设计实验】

(4) 从  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液、 $\text{CaCl}_2$  溶液、 $\text{MgCl}_2$  溶液、 $\text{NaHCO}_3$  溶液中选择一种合适的试剂，设计实验方案证明预测二中有  $\text{NaOH}$ 。\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   $\text{NaOH}$

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

(3)  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  实验①-④的废液混合后，若反应时  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过量，则上层清液有  $\text{NaOH}$  和剩余的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

(4) 取少量上层清液于试管中，加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液，若产生白色沉淀，静置，上层清液仍为红色，则证明预测二中有  $\text{NaOH}$

【详解】(1)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液、 $\text{NaOH}$  溶液显碱性，能使酚酞变红， $\text{NaCl}$  溶液显中性，不能使酚酞变红，所以试剂 A、B 分别是  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{NaOH}$  溶液其中一种； $\text{Ca}(\text{OH})_2$  能与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成白色沉淀，即  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ， $\text{NaOH}$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  不反应，所以试剂 A 是  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液，试剂 B 是  $\text{NaOH}$  溶液。

(2) 试管③中是  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应，生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠，化学方程式为  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

(3) 实验①-④的废液混合后， $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  发生反应  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ ，若二者恰好完全反应，则溶质有  $\text{NaOH}$ ；若  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  过量，则溶质有  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；若  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  过量，则溶质有  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。结合其他预测，预测三是  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

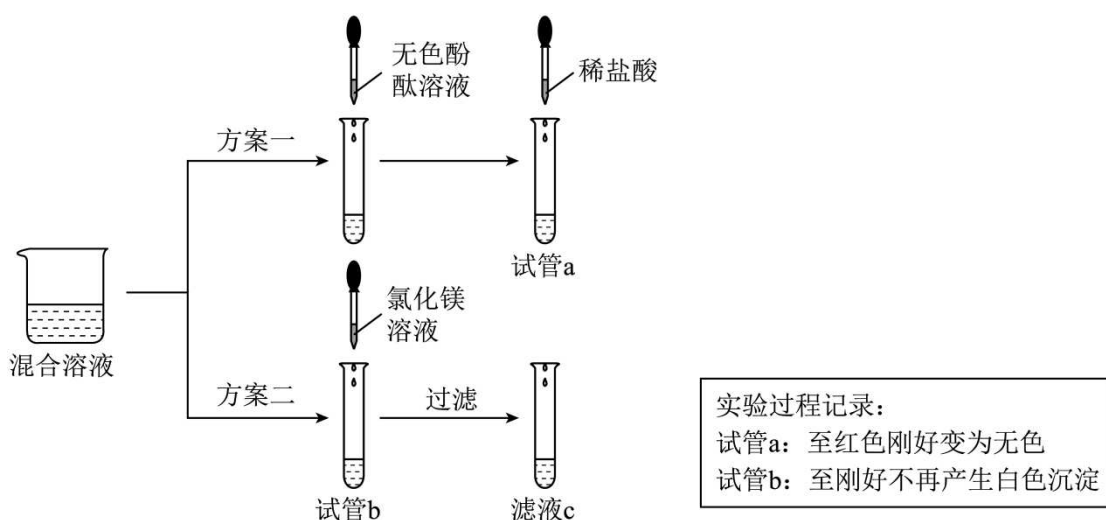
(4) 酚酞遇碱性物质变红，遇中性物质或酸性物质不变色。 $\text{NaOH}$  溶液呈碱性， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性， $\text{NaHCO}_3$  溶液呈弱碱性， $\text{CaCl}_2$  溶液呈中性， $\text{MgCl}_2$  溶液呈弱酸性。 $\text{CaCl}_2$  与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成  $\text{CaCO}_3$  沉淀，除去  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ （避免其碱性干扰  $\text{NaOH}$  检验），若上层清液仍变红，说明有  $\text{NaOH}$ ，具体方案是：取少量上层清液于试管中，加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液，若产生白色沉淀，静置，上层清液仍为红色，则证明预测二中有  $\text{NaOH}$ 。

### 考法 03 物质除杂或净化的探究

3. (2025·黑龙江哈尔滨·中考真题) 同学们在老师指导下开展了以“除杂质”为主题的探究活动。(注：实验均在通常情况下进行；实验中不考虑稀盐酸挥发；氢氧化镁是不溶于水的白色固体。)

任务一：除去氯化钠固体中混有的氢氧化钠

【设计与实验】同学们将混合物溶于水后，设计以下方案并进行实验：



(1) 试管 a 中发生中和反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

交流后，同学们认为两个实验均恰好反应，最终能达到“除杂”目的。

【老师引导】初中阶段只通过现象判断“恰好反应”未必可靠，请大家用实验验证一下。

【实验验证】

(2) 在老师指导下，同学们用 pH 计测定 a 中溶液的  $\text{pH} < 7$ ，则此时溶液显\_\_\_\_\_性；向滤液 c 中滴加氢氧化钠溶液，有白色沉淀产生，则滤液 c 中的溶质是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

【交流表达】

(3) 同学们认为，虽然两种方法都能除去氢氧化钠，但都会引入新杂质，通过后续操作也可能无法得到纯净的氯化钠。“方案一”溶液中引入的杂质是\_\_\_\_\_。

【实验优化】同学们与老师交流后，优化了“方案一”并进行实验：实验中用 pH 计监测溶液的酸碱度，当滴加最后一滴稀盐酸后，发现溶液 pH 由大于 7 变为小于 7，将该溶液蒸发结晶得到纯净的氯化钠。

任务二：除去氯化钠固体中混有的一定质量的氢氧化钠

【问题引领】能否精准控制除杂试剂用量，使之与杂质恰好完全反应呢？

【实验步骤】准备：将一定质量的氯化钠和氢氧化钠混合物(含氢氧化钠 4g)，配制成 50g 溶液。

(4) 计算：需向上述 50g 溶液中加入溶质质量分数为 7.3% 的稀盐酸\_\_\_\_\_g。

操作：同学们用烧杯和电子天平称量了所需质量的稀盐酸，一次性倒入盛有 50g 上述溶液的烧杯中，混匀。(此过程操作规范、无液滴飞溅或溢出。)

检验：测定所得溶液的  $\text{pH} > 7$ 。

【分析交流】

(5) 经观察、分析，同学们认为  $\text{pH} > 7$  的可能原因是：\_\_\_\_\_。由此，同学们通过\_\_\_\_\_ (写操作过程) 后，最终测得溶液的 pH 几乎接近 7，证实了自己的分析。

【总结评价】同学们通过以上探究活动，对“除杂”问题有了新的认识：在实际操作中，很难做到“适量”和“恰好”，但可以通过合理的操作使除杂效果不断优化。老师表扬了大家严谨求实的科学精神，并鼓励同学们：“要敢于质疑，勇于释疑！”



【答案】(1)  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

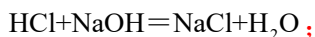
(2) 酸  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$

(3) 酚酞

(4) 50

(5) 烧杯壁上有少量稀盐酸残留(合理即可) 用蒸馏水少量多次洗涤盛稀盐酸的烧杯, 并将所有洗涤液倒入混合溶液 D 混匀

【详解】(1) 试管 a 中的中和反应是氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水, 反应的化学方程式为:



(2) a 中溶液的  $\text{pH} < 7$ , 则此时溶液显酸性;

氯化镁和氢氧化钠反应生成氢氧化镁沉淀和氯化钠, 说明则滤液 c 中的溶质是剩余的氯化镁和原有以及生成的氯化钠, 化学式为:  $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{NaCl}$ ;

(3) 稀盐酸和氢氧化钠溶液恰好完全反应生成氯化钠和水, 所以“方案一”溶液中引入的杂质是: 酚酞;

(4) 设需要溶质质量分数为 7.3% 的稀盐酸的质量为  $x$ ,

$$\begin{array}{rcl} \text{HCl} & + & \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \\ 36.5 & & 40 \\ x \times 7.3\% & & 4\text{g} \\ \frac{x \times 7.3\%}{4\text{g}} = \frac{36.5}{40} \end{array}$$

$x = 50\text{g}$ ;

(5) D 溶液  $\text{pH}$  大于 7, 说明酸少了, 排除了液滴飞溅溢出的可能性, 还可能是烧杯壁上有少量稀盐酸残留, 导致酸量不足;

改进方法是用蒸馏水少量多次洗涤盛稀盐酸的烧杯, 并将所有洗涤液倒入混合溶液 D 混匀, 从而使残留的稀盐酸充分反应。

## 考法 04 物质变质的探究

4. (2025·四川凉山·中考真题) 化学兴趣小组在实验室发现一瓶敞口放置的氢氧化钠溶液, 同学们认为该瓶溶液可能已变质并对其中的成分进行探究。

(1) 氢氧化钠溶液敞口放置空气中可能变质的原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

(2) 实验探究:

【提出问题】该瓶溶液中含有哪些溶质?

【猜想与假设】猜想一:  $\text{NaOH}$  猜想二:  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  猜想三:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

【查阅资料】 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性,  $\text{CaCl}_2$  溶液呈中性。

【实验一】A 同学取适量该瓶溶液于试管中, 加入过量稀盐酸, 观察到有无色气泡产生, 由此可知猜想\_\_\_\_\_ (选填“一”“二”或“三”) 不成立。

【实验二】B、C 两位同学在 A 同学结论的基础上分别重新取该瓶溶液进行实验。



	操作	现象	结论
B 同学	取少量溶液于试管中，滴入无色酚酞溶液	溶液变红	猜想二成立
C 同学	①取少量溶液于试管中，滴入过量 $\text{CaCl}_2$ 溶液 ②过滤，向滤液中滴入无色酚酞溶液	①有白色沉淀生成 ②滤液不变红	猜想三成立

两位同学中，结论正确的是\_\_\_\_\_ (选填“B”或“C”)同学。

### 【反思与评价】

(3)同学们结合所学知识，经过反思，又设计了下列实验方案来确定变质氢氧化钠溶液中的溶质成分。从理论上分析，你认为其中可行的有\_\_\_\_\_ (选填字母代号)。

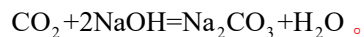
- A. 向溶液中加入适量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液，过滤后向滤液中滴入无色酚酞溶液
- B. 向溶液中加入适量  $\text{CaCl}_2$  溶液，过滤后向滤液中滴入  $\text{CuSO}_4$  溶液
- C. 向溶液中加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液，过滤后向滤液中通入少量  $\text{CO}_2$
- D. 向溶液中滴入几滴无色酚酞溶液后继续加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液

【答案】(1)  $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 一 C

(3)BCD

【详解】(1) 空气中的二氧化碳与氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，反应的化学方程式为：



(2) A 同学取适量该瓶溶液于试管中，加入过量稀盐酸，碳酸钠与盐酸反应会生成二氧化碳气体，观察到有无色气泡产生，溶液中含有碳酸钠，由此可知猜想一不成立。

B 同学：滴入无色酚酞后溶液变红，说明溶液呈碱性，但  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液本身也呈碱性，因此无法区分是  $\text{NaOH}$  还是  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  导致的碱性，不能得出结论；

C 同学：①取少量溶液于试管中，滴入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液，碳酸钠与氯化钙反应生成碳酸钙沉淀和氯化钠，有白色沉淀生成，说明含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；②过滤，向滤液中滴入无色酚酞溶液，滤液不变红，溶液不显碱性，不含氢氧化钠，猜想三成立，结论正确的是 C 同学。

(3) A、向溶液中加入适量  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液，氢氧化钙能与碳酸钠反应生成碳酸钙和氢氧化钠，不能确定原溶液中是否含有氢氧化钠，故 A 不符合题意；

B、向溶液中加入适量  $\text{CaCl}_2$  溶液，氯化钙与碳酸钠反应生成碳酸钙和氯化钠，若生成白色沉淀，则含有碳酸钠，过滤后，滤液中滴入  $\text{CuSO}_4$  溶液，若生成蓝色沉淀说明含  $\text{NaOH}$ ，故 B 符合题意；

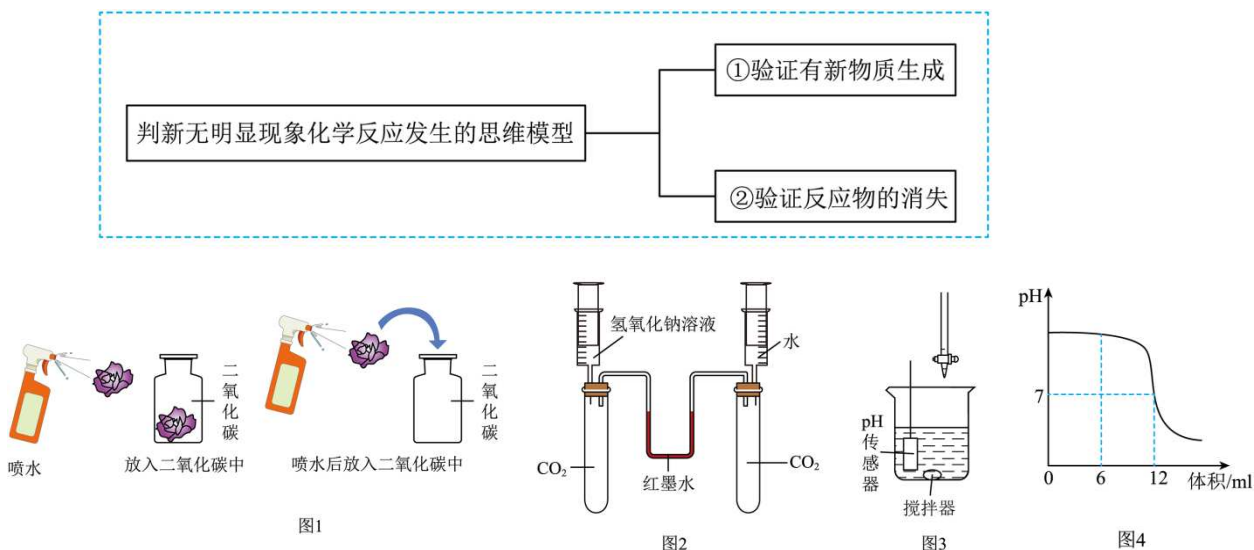
C、加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液检验并除去碳酸钠后，通入  $\text{CO}_2$ ，若滤液变浑浊说明含  $\text{NaOH}$ ，二氧化碳与氢氧化钠反应生成的碳酸钠与氯化钙反应生成碳酸钙沉淀，故 C 符合题意；

D、向溶液中滴入几滴无色酚酞溶液，溶液变红，继续加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液，出现白色沉淀说明有碳酸钠，若溶液褪色，则不含氢氧化钠，若溶液不褪色，则含氢氧化钠，故 D 符合题意。

其中可行的有 BCD。

## 考法 05 无明显现象的实验探究

5. (2025·黑龙江·中考真题) 化学反应常常伴随一些现象, 但有些化学反应没有明显现象。某研究小组以“无明显现象的化学反应能否发生”为主题展开学习。



(1) 实验一: 取三朵用石蕊溶液染成紫色的干燥纸花进行图 1 实验, 该实验证明  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}$  发生了反应是根据思维模型\_\_\_\_\_ (填序号)。

(2) 实验二: 图 2 实验, 将注射器中相同体积的氢氧化钠溶液和水同时注入试管中, 观察到\_\_\_\_\_ 的现象, 说明二氧化碳和氢氧化钠发生了反应。用水作对照实验的目的是\_\_\_\_\_。

(3) 实验三: 图 3 是稀盐酸与氢氧化钠溶液反应的装置, 连接 pH 传感器测得该反应过程的数据变化情况如图 4 所示, 观察到溶液的 pH 由大于 7 变化至小于 7, 说明溶液中\_\_\_\_\_ (填物质名称) 消失, 该化学反应的微观实质是\_\_\_\_\_。

(4) 图 2 和图 3 实验是根据思维模型\_\_\_\_\_ (填序号) 证明了反应的发生。

总结提升: 通过以上学习, 同学们明确了构建和利用模型认识物质变化规律是学习化学的重要方法。

【答案】(1)①

(2) U 形管内液面左高右低 排除二氧化碳溶于水的干扰, 从而证明二氧化碳能和氢氧化钠发生反应

(3) 氢氧化钠 氢离子和氢氧根离子结合生成了水分子 ( $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ )

(4)②

【详解】(1) 取三朵用石蕊溶液染成紫色的干燥纸花进行图 1 实验, 向纸花上喷水, 纸花不变色, 说明水不能使石蕊变色, 将干燥的纸花放入二氧化碳中, 纸花不变色, 说明二氧化碳不能使石蕊变色, 将纸花喷水后放入二氧化碳中, 纸花变红, 说明二氧化碳与水反应生成了酸性物质, 是从验证有新物质生成的角度证明二氧化碳与水发生了反应, 故是根据思维模型①;

(2) 图 2 实验, 将注射器中相同体积的氢氧化钠溶液和水同时注入试管中, 氢氧化钠溶液中含水, 如果二氧化碳和氢氧化钠不反应, 二氧化碳能溶于水, 且能与水反应, 能导致试管内气体减少, 压强减小, 则 U 形管被液面相平, 观察到 U 形管内液面左高右低, 说明二氧化碳与氢氧化钠发生了反应;

二氧化碳能溶于水且能与水反应，也能导致试管内气体减少，压强减小，故用水作对照实验的目的是排除二氧化碳溶于水的干扰，从而证明二氧化碳能和氢氧化钠发生反应；

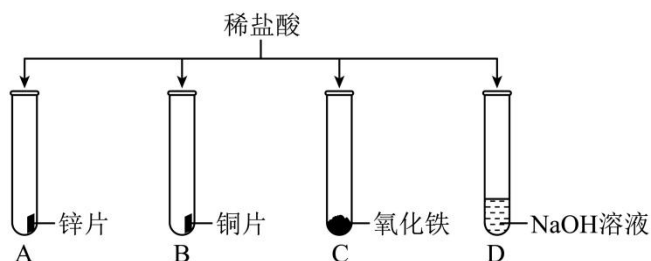
(3) 氢氧化钠溶液显碱性，pH 大于 7，滴入稀盐酸，氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水，氢氧化钠被消耗，碱性减弱，pH 逐渐增大，当恰好完全反应时，pH=7，当稀盐酸过量时，pH 小于 7，故观察到溶液的 pH 由大于 7 变化至小于 7，说明溶液中氢氧化钠消失；

氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水，该反应的微观实质是氢离子和氢氧根离子结合生成水分子；

(4) 由以上分析可知，图 2 和图 3 实验均是通过验证反应物消失来证明反应的发生，如图 2 实验是通过验证二氧化碳消失，图 3 实验是通过验证氢氧化钠消失，故是根据思维模型②证明了反应的发生。

## 考法 06 反应后物质成分的探究

6. (2025·四川眉山·中考真题) 某化学兴趣小组为探究稀盐酸的化学性质做了如图实验。



(1) 有气泡产生的是\_\_\_\_\_ (填字母序号)。

(2) C 中观察到固体逐渐减少，溶液变为黄色，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3) 为探究 D 试管内反应后溶液中溶质的成分，该小组进行了以下探究。

### 【提出问题】

D 试管内反应后溶液中溶质的成分是什么？

### 【猜想与假设】

猜想一：NaCl；猜想二：NaCl 和 HCl；猜想三：\_\_\_\_\_。

### 【实验探究】

实验步骤	实验现象	实验结论
I. 取少量 D 试管内的溶液，倒入盛有碳酸钠粉末的试管	无明显现象	猜想二不成立
II. 另取少量 D 试管内的溶液，滴加硫酸铜溶液	_____	猜想三成立，猜想一、二不成立

### 【实验结论】

综上所述，猜想三正确。

### 【反思与评价】

①能替代步骤 II 中所用硫酸铜溶液也可得到相同结论的物质是\_\_\_\_\_ (填字母序号)。

A. 无色酚酞试液    B. 铁粉    C. 稀硫酸    D. 氯化铁溶液

②在考虑反应后溶液中溶质成分时，除生成物外还需考虑\_\_\_\_\_。

【答案】(1)A

(2)  $Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$

(3) NaCl 和 NaOH 产生蓝色沉淀 A、D 反应物是否过量

【详解】(1) A、锌与稀盐酸反应生成氯化锌和氢气，产生气泡，符合题意；

B、在金属活动性顺序里，铜排在氢后，铜和稀盐酸不反应，不符合题意；

C、氧化铁与稀盐酸反应生成氯化铁和水，无气泡产生，不符合题意；

D、氢氧化钠与稀盐酸反应生成氯化钠和水，无气泡产生，不符合题意。

故选 A；

(2) C 中观察到固体逐渐减少，溶液变为黄色，该反应为氧化铁和稀盐酸反应生成氯化铁和水，该反应的化学方程式为： $Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$ ；

(3) 猜想与假设：氢氧化钠与稀盐酸反应生成氯化钠和水，如果恰好完全反应，则溶质为氯化钠，如果盐酸过量，则溶质为氯化钠、氯化氢，如果氢氧化钠过量，则溶质为氯化钠、氢氧化钠，故猜想三：NaCl 和 NaOH；

实验探究：II.另取少量 D 试管内的溶液，滴加硫酸铜溶液，硫酸铜能与氢氧化钠反应生成氢氧化铜和硫酸钠，故产生蓝色沉淀，说明含氢氧化钠，说明猜想三成立；

反思与评价：①A、无色酚酞试液在碱性溶液中变红，在中性和酸性溶液中均不变色，故加入无色酚酞试液，溶液变红，说明含氢氧化钠，可以得到相同结论，符合题意；

B、铁与氢氧化钠不反应，不能得出相同的结论，不符合题意；

C、氢氧化钠和稀硫酸反应生成硫酸钠和水，无明显现象，不能得到相同结论，不符合题意；

D、氯化铁和氢氧化钠反应生成氢氧化铁和氯化钠，产生红褐色沉淀，说明含氢氧化钠，可以得到相同的结论，符合题意。

故选 AD；

②在考虑反应后溶液中溶质成分时，除生成物外还需考虑反应物是否过量。



### 知识点一 实验探究的基本过程

实验探究的基本过程一般经历提出问题、调查与查阅资料、猜想与假设、设计实验方案、进行实验操作、观察并记录实验现象和分析得出结论等阶段。具体包括以下环节：

1. 能提出有探究价值的问题。
2. 能对问题可能的答案作出猜想或假设
3. 能在一定的条件下进行简单实验设计。
4. 会观察并记录实验现象。

5. 能根据实验现象进行分析，得出初步的结论
6. 能对实验结果进行交流、反思与评价

## 知识点二 实验探究题的解题思路和方法

1. 要根据题干背景材料提出的问题，联想到相对应的化学知识，确定实验目的。
2. 作出猜想或假设时，要有科学依据，要从化学的视角作出科学的猜想或假设。
3. 设计探究（实验）方案，要围绕寻找特征反应作为论证（肯定或否定）的依据，同时应注意排除其他因素的干扰。
4. 对探究问题作出解释与结论时，要通过实验、观察等多种手段获取事实和证据，或通过查阅资料获取信息，以事实为依据，应用化学原理进行分析推理，不能随意编造、牵强附会。
5. 从反应原理是否正确，实验方案是否完善，探究过程是否合理以及经济效益、资源利用、环境保护等方面对探究方案或过程进行反思与评价。

提

升

训

练

1. **（2025·四川广元·中考真题）**某化学兴趣小组发现装满碱石灰的塑料瓶已经膨胀破裂，同学们对此产生了兴趣，在老师的指导下进行了以下探究。

【信息】①碱石灰由 NaOH 和 CaO 按一定比例混合而成，是一种常用的干燥剂；

②NaCl 溶液和 CaCl<sub>2</sub> 溶液都呈中性。

【问题】根据资料及所学知识，同学们认为，这瓶“碱石灰”已经变质。

(1)①碱石灰在空气中易变质的原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示，写一个即可)；

②这瓶已经变质的“碱石灰”中含有哪些物质？

【预测】

(2)同学们推测，这瓶已经变质的“碱石灰”中可能含有的物质有 CaO、NaOH、Ca(OH)<sub>2</sub>、\_\_\_\_\_ (填化学式)和 CaCO<sub>3</sub>。

【实验】同学们讨论后根据以下实验方案进行实验

步骤	操作	现象	结论
步骤I	取部分样品放入烧杯中，加足量水，搅拌	无放热现象	样品中不含 CaO 和 NaOH
步骤II	将步骤I烧杯中的物质过滤	滤纸上有白色固体	样品中一定含有 CaCO <sub>3</sub>

步骤Ⅲ	取步骤Ⅱ滤液加入试管中，向其中滴加过量 $\text{CaCl}_2$ 溶液，振荡，静置	产生白色沉淀	样品中一定含有 $\text{Na}_2\text{CO}_3$
步骤Ⅳ	向步骤Ⅲ的上层清液中滴加无色酚酞溶液	溶液变红	

【分析与结论】

(3)同学们讨论后得出仅步骤Ⅱ的结论不准确，原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

(4)步骤Ⅳ中溶液变红的现象说明步骤Ⅲ的上层清液中含有\_\_\_\_\_ (填化学式)。

(5)通过上述实验得出：这瓶变质的“碱石灰”中一定含有的物质是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

【答案】(1) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$  (2) $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Na}_2\text{CO}_3$

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

(4) $\text{NaOH}$

(5) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$

【详解】(1) 碱石灰的主要成分是氧化钙 ( $\text{CaO}$ ) 和氢氧化钠 ( $\text{NaOH}$ )。氧化钙会与空气中的水反应，化学方程式为  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ ；氢氧化钠会与空气中的二氧化碳反应，化学方程式为  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 因为碱石灰中的成分会与空气中物质反应， $\text{CaO}$  与水反应生成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ， $\text{Ca}(\text{OH})_2$  与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{CaCO}_3$ ， $\text{NaOH}$  与  $\text{CO}_2$  反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，所以可能含有的物质有  $\text{CaO}$ 、 $\text{NaOH}$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{CaCO}_3$ 。

(3) 仅步骤Ⅱ得出样品中一定含有  $\text{CaCO}_3$  不准确，因为若样品中有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，它们会反应生成  $\text{CaCO}_3$  沉淀，化学方程式为  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

(4) 步骤Ⅳ中向步骤Ⅲ的上层清液中滴加无色酚酞溶液变红，说明溶液显碱性，步骤Ⅲ中加入过量  $\text{CaCl}_2$  溶液将  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  完全反应，此时溶液显碱性是因为含有  $\text{NaOH}$ 。

(5) 结合 (3)，步骤Ⅰ中无放热现象，说明样品中不含  $\text{CaO}$  和  $\text{NaOH}$ ；步骤Ⅲ中产生白色沉淀，说明样品中一定含有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；步骤Ⅳ中溶液变红，说明步骤Ⅱ过滤后的滤液中有  $\text{NaOH}$ ，而这个  $\text{NaOH}$  是由  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成的，所以样品中一定含有  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。所以这瓶变质的“碱石灰”中一定含有的物质是  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

2. (2024·四川广元·中考真题) 实验室有两瓶试剂，分别为待测液 A、待测液 B，已知一瓶是稀盐酸或稀硫酸，另一瓶是  $\text{NaOH}$  溶液或  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液。同学们对待测液的成分进行了探究。

(1)小芳用玻璃棒蘸取待测液 A 滴于 pH 试纸上，测出待测液 A 的 pH 约为 3，则待测液 A 是\_\_\_\_\_ 溶液(填“酸”或“碱”)。

(2)为进一步确定溶液中溶质成分，小芳又做了四组实验。请你帮助她完善如表并分析：

实验序号	实验一	实验二	实验三	实验四
所加试剂	锌粒	$\text{BaCl}_2$ 溶液	紫色石蕊溶液	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液



现象	待测液 A	_____	产生白色沉淀	变红	产生气泡
	待测液 B	无明显现象	产生白色沉淀	变蓝	无明显现象

根据实验现象，可推测出待测液 A 是\_\_\_\_\_ (填化学式) 溶液。以上四组实验中，只根据其中一组的实验现象即可证明待测液 B 为 NaOH 溶液的是\_\_\_\_\_ (填实验序号)。

### 【质疑讨论】

(3) 小强对实验二中待测液 B 产生白色沉淀的现象提出质疑，经过讨论，大家一致认为待测液 B 已变质，写出待测液 B 变质的化学方程式\_\_\_\_\_。

【提出问题】NaOH 溶液变质后，溶质的成分是什么？

### 【猜想假设】

(4) 猜想一：NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>；猜想二：\_\_\_\_\_。

### 【设计实验】

(5) 小强设计了如下实验，请你帮助他完善下表，得出正确结论。

实验方案及操作步骤	实验现象	实验结论
步骤一：取少量变质后的 NaOH 溶液于试管中，加入过量 BaCl <sub>2</sub> 溶液充分反应，过滤。	产生白色沉淀	猜想一成立
步骤二：取少量步骤一中的滤液于试管中，向其中滴加_____。	溶液变红	

### 【反思拓展】

(6) 解决同一个问题的方法有很多种，上表步骤二还可以用下列\_\_\_\_\_ (填字母代号) 方案代替，产生其他现象后，也能得到相同的结论。

a. 滴加 CuCl<sub>2</sub> 溶液   b. 滴加 MgSO<sub>4</sub> 溶液   c. 通入 CO<sub>2</sub>

### 【答案】(1) 酸

(2) 产生气泡   H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>   实验四

(3) CO<sub>2</sub>+2NaOH=Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O

(4) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/碳酸钠

(5)

2~3 滴无色滴酚酞溶液

(6) ac

【详解】(1) pH<7，溶液呈酸性，小芳用玻璃棒蘸取待测液 A 滴于 pH 试纸上，测出待测液 A 的 pH 约为 3，则待测液 A 是酸溶液，故填：酸；

(2) 锌粒与碱不反应，与酸溶液反应生成氢气，则可观察到的现象是产生气泡，故填：产生气泡；

实验二中 BaCl<sub>2</sub> 溶液与硫酸反应生成硫酸钡白色沉淀，则可推测待测液 A 是 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液，故填：H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>；

氢氧化钠溶液与碳酸钠不反应，而盐酸、硫酸与碳酸钠反应生成二氧化碳气体，氢氧化钙和碳酸钠反应生



成碳酸钙白色沉淀，所以四个实验中，只根据其中一个实验的现象即可证明 2 号试管中原溶液为氢氧化钠溶液的是实验四，故填：实验四；

(3) 氢氧化钠变质，即氢氧化钠与空气中二氧化碳反应生成碳酸钠和水，反应的化学方程式为

$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ，变质后的碳酸钠可以和氯化钡反应生成白色沉淀碳酸钡，故填：

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

(4) 氢氧化钠与二氧化碳反应生成碳酸钠和水，若氢氧化钠部分变质，猜想一： $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，若氢氧化钠完全变质，则猜想二： $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，故填： $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；

(5) 猜想一成立，即变质后溶质的成分是  $\text{NaOH}$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，碳酸钠与氯化钡反应生成碳酸钙沉淀和氯化钠，余下的溶液中含有氢氧化钠，滴加无色酚酞溶液，溶液变红，则步骤二：取步骤一中的滤液少量于试管中，向其中滴加 2~3 无色滴酚酞溶液，故填：2~3 无色滴酚酞溶液；

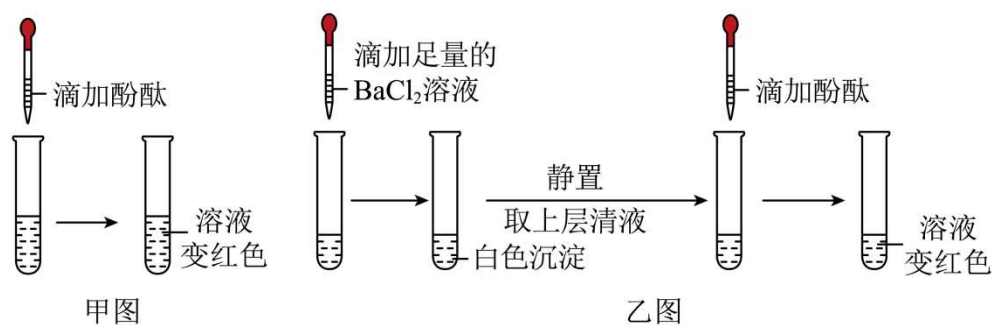
(6) a、滴加  $\text{CuCl}_2$  溶液，氯化铜溶液和氢氧化钠反应生成蓝色沉淀氢氧化铜和氯化钠，有蓝色沉淀生成，该方案可行，故 a 符合题意；

b、滴加  $\text{MgSO}_4$  溶液， $\text{MgSO}_4$  溶液和氢氧化钠反应生成白色沉淀氢氧化镁和硫酸钠，有白色沉淀产生，但由于步骤一剩余氯化钡也可以和硫酸镁反应生成硫酸钡沉淀，故该方案不可行，故 b 不符合题意；

c、通入  $\text{CO}_2$ ，二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，碳酸钠会和剩余的氯化钡反应生成碳酸钡沉淀，而二氧化碳不能直接和氯化钡反应，故该方案可行，故 c 符合题意；

故答案为：ac。

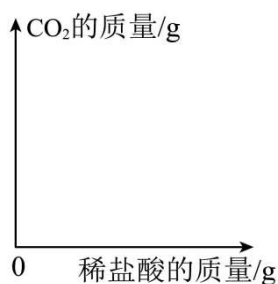
3. (2026·山东烟台·一模) 为探究一瓶久置的氢氧化钠固体样品是否全部变质，小明取少量样品配制成溶液，再取少量溶液分别装入两支试管中，进行了如图甲、乙所示实验。已知  $\text{BaCl}_2$  溶液呈中性。



(1) 根据图甲中的实验现象不能得出“氢氧化钠固体没有变质”的结论。为什么？\_\_\_\_\_。

(2) 图乙实验中滴加过量的  $\text{BaCl}_2$  溶液的目的是\_\_\_\_\_。

(3) 进一步探究：另取上述少量样品溶液，加入一定质量分数的稀盐酸，直至过量。请在丙图中画出“生成  $\text{CO}_2$  的质量随加入稀盐酸质量变化”的大致图像\_\_\_\_\_。

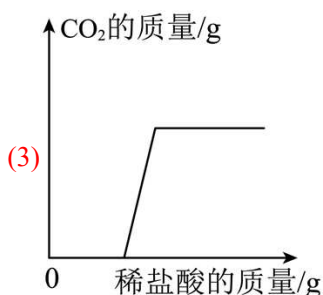


丙图

(4)NaOH 溶液易与空气中  $\text{CO}_2$  反应而变质，所以要 \_\_\_\_\_ 保存。

【答案】(1)氢氧化钠吸收二氧化碳生成碳酸钠，碳酸钠溶液也显碱性，加入酚酞后仍为红色

(2)检验并除尽碳酸钠

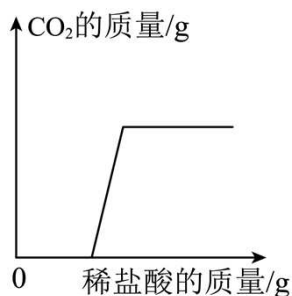


(4)密封

【详解】(1) 氢氧化钠与二氧化碳反应生成了碳酸钠，碳酸钠溶液也是碱性溶液，加入酚酞后，溶液仍为红色；故答案为：氢氧化钠吸收二氧化碳生成碳酸钠，碳酸钠溶液也显碱性，加入酚酞后仍为红色；

(2) 为了验证氢氧化钠部分变质还是全变质，要检验是否有碳酸钠生成，并检验是否有氢氧化钠剩余，因此加入足量氯化钡，能通过是否产生沉淀，检验是否生成了碳酸钠，同时能将碳酸钠完全除尽，不影响氢氧化钠的检验；

(3) 根据实验可知，当样品部分变质时，溶液中溶质为氢氧化钠和碳酸钠，向其中加入盐酸，盐酸先与氢氧化钠反应，当氢氧化钠反应完毕后，再与碳酸钠反应生成二氧化碳，直至全部反应完毕，二氧化碳质量不再增加，所以图像前一段时间二氧化碳质量为零，之后开始增加，直至最后不变，所以图像为



(4) 氢氧化钠会吸收空气中二氧化碳而变质，所以需要密封保存；故填：密封。

4. (2026·江西南昌·一模) 某化学兴趣小组在学习酸碱中和反应实验时，进行了如下探究：

I.探究酸和碱能否发生反应

(1)甲同学向盛有少量 NaOH 溶液的试管中滴入几滴无色酚酞试液，振荡，继续加入稀盐酸，观察到溶液由红色变为无色。反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

## II.探究酸和碱反应后溶液中溶质的成分

乙同学对探究I中甲同学实验后的溶液展开探究。

【提出问题】试管溶液中的溶质除了酚酞还有什么？

(2)【提出猜想】①氯化钠；②\_\_\_\_\_（填化学式）；③氯化钠、氯化氢、氢氧化钠。

(3)【交流讨论】小组同学认为猜想③不成立，理由是\_\_\_\_\_。

(4)【设计实验】

方案	实验操作	实验现象	实验结论
方案 1	取一只洁净的试管，加入少量，然后_____加入过量甲同学实验后的溶液	可观察到溶液中有气泡产生	猜想②成立
方案 2	用玻璃棒蘸取少量甲同学实验后的溶液滴在 pH 试纸上	试纸上 pH_____（填“>”“=”或“<”）7	
方案 3	取少量甲同学实验后的溶液于试管中，然后慢慢加 NaOH 溶液	开始无明显现象，过一会发现_____	

(5)【发散思维】为了验证猜想②成立，你认为还可以选择的物质是\_\_\_\_\_（填字母）。

A. 铁粉                      B. 氧化铁                      C. 二氧化碳                      D. 紫色石蕊试液

【答案】(1)  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{NaCl}$ 、 $\text{HCl}$

(3)氯化氢和氢氧化钠会继续反应，两者不能共存

(4) 锌（或碳酸钠合理即可） < 溶液由无色变为红色

(5)ABD

【详解】（1）氢氧化钠和稀盐酸反应生成氯化钠和水，反应的化学方程式是  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

（2）【提出猜想】根据稀盐酸和氢氧化钠溶液反应生成氯化钠和水，反应后溶液中一定含生成物中可溶于水的溶质氯化钠，可能含有过量的反应物；酚酞在中性和酸性溶液中都为无色，故溶液中溶质可能是

① $\text{NaCl}$ ；② $\text{NaCl}$  和  $\text{HCl}$ ；

（3）氯化氢和氢氧化钠会继续反应，两者不能共存，因此猜想③不成立。

（4）由结论知猜想②成立，即溶液中含有盐酸。

方案 1：盐酸会与活泼金属或碳酸盐反应生成气体，可以观察到溶液中有气泡产生，因此取一只洁净的试管，加入少量锌或碳酸钠。

方案 2：用玻璃棒蘸取少量甲同学实验后的溶液滴在 pH 试纸上，溶液显酸性，故 pH 小于 7。

方案 3：取少量甲同学实验后的溶液于试管中，然后慢慢加 NaOH 溶液，并不断振荡试管，由于溶液中含有盐酸，盐酸与氢氧化钠反应，无明显现象，过一会，氢氧化钠过量，溶液显碱性，使无色酚酞试液变红，

故发现溶液由无色变红色。

(5) 发散思维：为了验证猜想②成立，猜想(2)含有盐酸，验证溶液中含盐酸即可。

A、盐酸与铁粉反应产生气泡，有明显现象，故 A 符合题意；

B、盐酸与氧化铁反应生成氯化铁和水，溶液由无色变为黄色，故 B 符合题意；

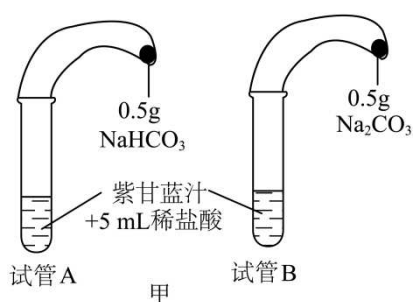
C、盐酸与二氧化碳不反应，无明显现象，故 C 不符合题意；

D、酸性溶液使紫色石蕊试液变红，故 D 符合题意。

故选 ABD。

5. (2025·四川自贡·中考真题) 碳酸钠俗称纯碱、苏打，碳酸氢钠俗称小苏打，是生产、生活中常见的盐。

I. 利用气球、试管、紫甘蓝汁、稀盐酸探究碳酸钠与碳酸氢钠的相关性质，实验装置如图甲所示(夹持装置略)。



已知紫甘蓝汁在不同酸碱度溶液中呈现的颜色如下表：

pH	<3.5	3.5~7.5	7.5~8.5	8.5~12.0	>12.0
颜色	红色	紫色	蓝色	绿色	黄色

回答下列问题。

(1) 将气球中的固体同时全部倒入试管，可观察到试管\_\_\_\_\_ (填“A”或“B”) 上的气球膨胀更快更大(忽略温度影响)。试管 A 中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 实验结束后，观察到试管 A 中溶液显红色，试管 B 中溶液显绿色。试管 B 中溶质有\_\_\_\_\_ (填化学式)。

II. 实验结束放置一段时间后，发现试管 A 上的气球大小无明显变化，试管 B 上的气球明显变瘪(不存在漏气情况)。为探究气球变瘪的原因，同学们进行了如下实验。

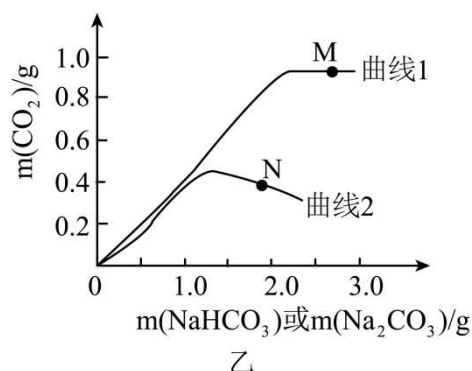
【提出猜想】

(3) 某同学猜想  $\text{CO}_2$  溶于水导致气球变瘪。该猜想不合理，原因是\_\_\_\_\_。

(4) 写出你的猜想\_\_\_\_\_。

【进行实验】

取若干等质量、等浓度的稀盐酸，分别与不同质量的  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  固体反应，记录生成  $\text{CO}_2$  的质量变化，结果如图乙所示。



(5)曲线\_\_\_\_\_ (填“1”或“2”)表示  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  与稀盐酸的反应。经检测，图中 M 点含有两种盐，在 N 点处同样检测到了这两种盐。

#### 【实验结论】

(6)试管 B 上的气球变瘪的原因为\_\_\_\_\_ (用化学方程式解释)。

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

(2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaCl}$

(3)若  $\text{CO}_2$  溶于水导致气球变瘪，则两支试管上的气球都应变瘪，而实际只有试管 B 上的气球变瘪

(4)过量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收了  $\text{CO}_2$

(5)2

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

【详解】(1)等质量的碳酸钠和碳酸氢钠与等质量等浓度的稀盐酸反应，碳酸氢钠生成的二氧化碳更多，且反应速率更快。试管 A 中是碳酸氢钠，所以气球膨胀更快更大。

碳酸氢钠与稀盐酸反应的化学方程式为  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2)实验结束后，试管 A 中溶液显红色，对应  $\text{pH} < 3.5$ ，说明稀盐酸过量；试管 B 中溶液显绿色，对应  $\text{pH}$  为  $8.5 \sim 12.0$ ，说明碳酸钠过量，所以试管 B 中溶质有反应生成的  $\text{NaCl}$  和过量的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

(3)试管 A 中碳酸氢钠与水反应也生成二氧化碳，若二氧化碳溶于水导致气球变瘪，那 A 气球也应变瘪，但试管 A 上的气球大小无明显变化，故猜想不合理。

(4)试管 B 中碳酸钠过量，过量的碳酸钠溶液可能会吸收二氧化碳，导致气球内气体减少，气球变瘪，所以猜想是过量的碳酸钠溶液吸收了二氧化碳。

(5)等质量的碳酸氢钠和碳酸钠与等质量等浓度的稀盐酸反应时，碳酸氢钠产生的二氧化碳更多，所以曲线 2 为碳酸钠与盐酸的反应。

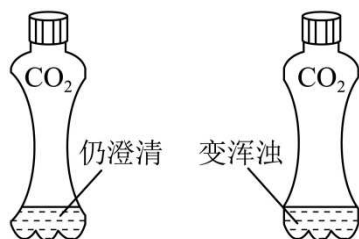
(6)由图像看出，曲线 1 M 点时，溶液中存在的两种盐为氯化钠和碳酸氢钠，题干中说此时曲线 2 N 点处检测到了相同的两种盐，即此时 N 点也存在氯化钠和碳酸氢钠，故试管 B 上的气球变瘪的原因是碳酸钠与二氧化碳和水反应生成了碳酸氢钠，反应的化学方程式为  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHCO}_3$ 。

6. (2026·江苏南京·模拟预测) 学完酸碱盐后，同学们对氢氧化钠、氢氧化钙与二氧化碳的反应产生了兴趣。

## I. 探究实验室吸收二氧化碳用氢氧化钙还是氢氧化钠？

### 【实验探究】

(1)向 2 个装满二氧化碳的塑料瓶中加入等体积的饱和氢氧化钠溶液和饱和氢氧化钙溶液，迅速盖好瓶塞，振荡，观察现象(如图所示，左瓶是加入氢氧化钠溶液，右瓶是加入氢氧化钙溶液)。



写出氢氧化钙吸收二氧化碳的化学方程式\_\_\_\_\_。

【实验结论】通过实验现象得出适宜用氢氧化钠作为二氧化碳的吸收剂。

## II. 探究氢氧化钠吸收二氧化碳

【提出问题】氢氧化钙溶液吸收二氧化碳的产物是白色沉淀碳酸钙，氢氧化钠溶液吸收二氧化碳的产物是什么？

【提出猜测】氢氧化钠吸收二氧化碳的产物是碳酸钠。

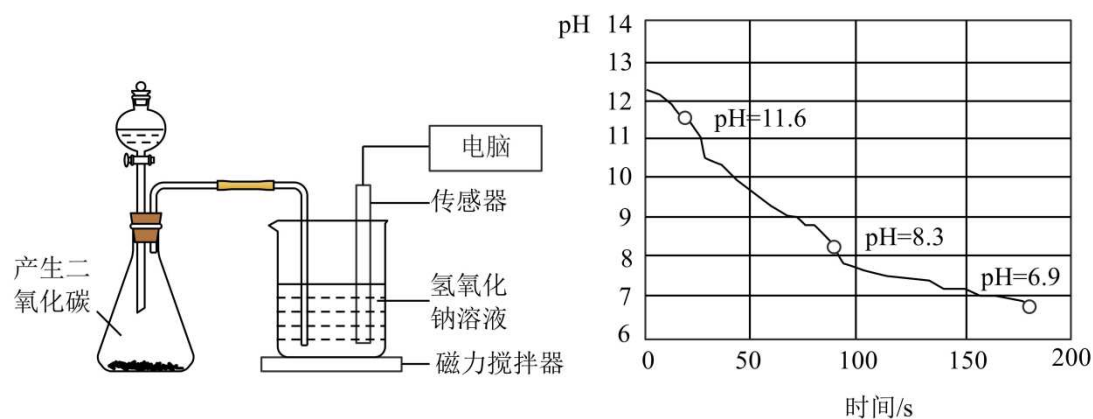
【资料卡片】碳酸钠和碳酸氢钠的资料卡片信息(下表)。

	碳酸钠	碳酸氢钠
化学式	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NaHCO}_3$
溶解性	易溶于水，微溶于乙醇	可溶于水，不溶于乙醇
酸碱度	饱和溶液的 pH 约为 11.6	饱和溶液的 pH 约为 8.3

(2)阅读资料卡片，提出方案：\_\_\_\_\_。

### 【实验探究】

利用 pH 数字化传感器实时测定吸收二氧化碳后溶液的 pH 曲线图，实验装置及测定过程的实时曲线图如图。



### 【反思与交流 1】

(3)通过观察数据,对氢氧化钠溶液吸收二氧化碳有什么新认识\_\_\_\_\_。

### 【反思与交流 2】

(4)学生猜测,最终溶液略显酸性的原因可能是\_\_\_\_\_(用化学方程式表示)。

### 【反思与交流 3】

(5)为了使氢氧化钠吸收二氧化碳的反应尽可能停留在生成碳酸钠的这一步的操作是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

(2)用 pH 试纸测量反应后饱和溶液的 pH 值,  $\text{pH} = 11.6$  则全是碳酸钠,  $\text{pH} = 8.3$  则全是碳酸氢钠, 介于两者之间则既有碳酸钠也有碳酸氢钠

(3)氢氧化钠吸收二氧化碳时, 产物随二氧化碳通入量变化; 不会只生成碳酸钠, 先生成碳酸钠, 二氧化碳过量后会转化为碳酸氢钠, 最终溶液可变为弱酸性

(4) $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$

(5)控制通入二氧化碳的量, 当测得溶液 pH 约为 11.6 时, 停止通入二氧化碳

【详解】(1)氢氧化钙和二氧化碳反应生成碳酸钙沉淀和水, 该化学方程式书写为

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

(2)根据题给资料, 碳酸钠饱和溶液和碳酸氢钠饱和溶液的 pH 有明确区别, 可利用这个性质设计实验验证产物; 用 pH 试纸测量反应后饱和溶液的 pH 值,  $\text{pH} = 11.6$  则全是碳酸钠,  $\text{pH} = 8.3$  则全是碳酸氢钠, 介于两者之间则既有碳酸钠也有碳酸氢钠。

(3)从 pH 变化曲线可以看出, pH 从初始碱性逐渐降低到 11.6 (对应碳酸钠)、再降到 8.3 (对应碳酸氢钠), 最终降到 6.9 (弱酸性), 说明反应过程随二氧化碳量改变产物不同; 即: 氢氧化钠吸收二氧化碳时, 产物随二氧化碳通入量变化; 不会只生成碳酸钠, 先生成碳酸钠, 二氧化碳过量后会转化为碳酸氢钠, 最终溶液可变为弱酸性。

(4)二氧化碳过量后, 多余的二氧化碳溶于水生成碳酸, 碳酸使溶液最终显弱酸性, 该化学方程式书写为  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ 。

(5)碳酸钠饱和溶液的 pH 约为 11.6, 此时停止通入二氧化碳, 即可避免二氧化碳过量转化为碳酸氢钠, 让反应停在生成碳酸钠的步骤。

## 考点二 定量实验

真

题

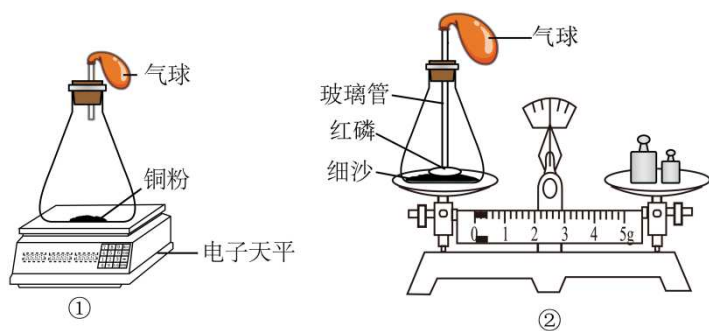
动

向

### 考法 01 质量守恒定律的定量探究

1. (2025·江苏无锡·中考真题) 探究“化学反应前后物质的质量关系”的实验如图所示。下列叙述错误的是





- A. 实验①和②必须在密闭容器中进行  
 B. 实验①和②中铜粉和红磷无需过量  
 C. 实验①和②反应结束后，装置内气体仅剩余氮气  
 D. 实验①和②都能验证质量守恒定律

【答案】C

【详解】A、有气体生成或有气体消耗的化学反应，验证质量守恒定律必须在密闭容器中进行，实验①和②验证质量守恒定律，必须在密闭容器中进行，说法正确，不符合题意；

B、实验①和②中铜粉和红磷无需过量，只需验证参加反应各物质的质量是否等于生成物的质量，说法正确，不符合题意；

C、空气中含有氮气、氧气、稀有气体、二氧化碳、其它气体和杂质，铜和红磷只消耗氧气，实验①和②反应结束后，装置内气体不只剩余氮气，说法错误，符合题意；

D、实验①和②都在密闭容器中进行的化学实验，实验①和②都能验证质量守恒定律，说法正确，不符合题意；

故选：C。

## 考法 02 空气中氧气含量测定

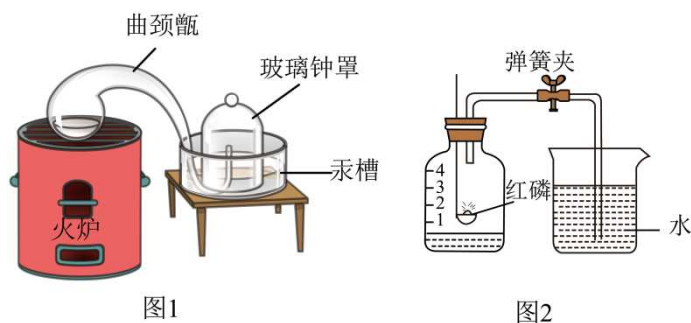
2. (2024·四川成都·中考真题) 空气中含有多少氧气呢？学习小组开展“测定空气里氧气含量”的探究活动。

资料：1. 红磷的着火点是  $240^{\circ}\text{C}$ ，白磷的着火点是  $40^{\circ}\text{C}$ 。

2. 相同的温度和体积下，气体压强与分子数成正比。

3. 相同的温度和压强下，气体体积与分子数成正比。

【史料研究】



二百多年前，化学家拉瓦锡利用汞能和氧气发生反应的原理，采用图 1 装置测出氧气约占空气体积的  $1/5$ 。

(1)加热时，曲颈甑内液态汞表面产生红色粉末，玻璃钟罩内的现象是\_\_\_\_\_，产生该现象的原因是\_\_\_\_\_。

### 【设计与实验】

设计并利用图2装置测空气里氧气含量。

(2)主要步骤如下，正确的顺序为\_\_\_\_\_（填序号）。

- ①弹簧夹夹紧胶皮管
- ②红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹
- ③点燃红磷后立即伸入瓶中并塞紧塞子
- ④在集气瓶中加入少量水，将水面上方空间分成5等份

(3)实验结束，集气瓶中剩余气体的主要成分是\_\_\_\_\_。

### 【优化与实验】

同学们利用图2装置多次实验，水面均未上升到刻度“1”。经讨论后，分别取足量红磷、白磷采用图3装置进行实验，记录并处理数据分别如图4、图5。

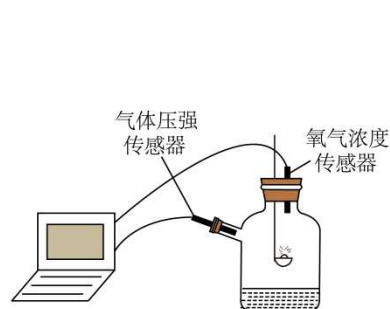


图3

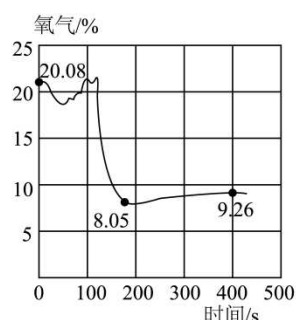


图4 氧气含量随时间变化图

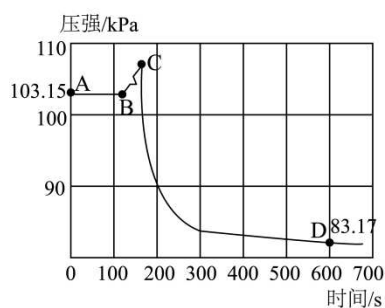


图5 压强随时间变化图

(4)图4中氧气含量从8.05%上升到9.26%，原因可能是\_\_\_\_\_。

(5)图5中BC段压强增大，原因是\_\_\_\_\_。计算白磷消耗的氧气占空气体积的\_\_\_\_\_%（精确到0.01%）。

### 【反思与交流】

(6)图2实验水面未达到刻度“1”，原因是装置中的氧气未消耗完。红磷燃烧不能将氧气消耗完的主要原因是\_\_\_\_\_。

(7)上述实验中汞、白磷和五氧化二磷有毒，对环境“不友好”。结合实验原理和药品弊端，可选择的替代药品有\_\_\_\_\_（写一种）。

【答案】(1) 汞液面上升 汞与氧气反应，钟罩内气体减少，气压减小

(2)④①③②

(3)氮气

(4)反应结束后，温度下降气体逐渐混合均匀/温度下降水蒸气变成液态，氧气含量增大

(5) 反应刚开始，温度升高对压强的影响比气体减少对压强的影响大 19.37

(6)反应一段时间后，氧气浓度下降到一定程度，燃烧放出的热量减少，温度降低到红磷着火点以下，红磷熄灭，所以氧气消耗不完（合理即可）

(7)铜粉

【详解】(1)汞与氧气反应生成氧化汞，导致钟罩内气体减少，气压减小，玻璃钟罩内汞液面上升；

(2) 该实验操作的正确顺序是：检验装置的气密性。在集气瓶中加入少量水，并将水面上方空间分成 5 等份；用弹簧夹夹紧胶皮管；点燃红磷，立即伸入瓶中并把塞子塞紧；待红磷熄灭并冷却至室温后，打开弹簧夹；故答案为：④①③②；

(3) 由于氧气占空气体积的五分之一，红磷燃烧消耗了氧气，实验结束，集气瓶中剩余气体的主要成分是氮气；

(4) 白磷燃烧消耗氧气并放出热量，而其他气体不变，氧气的含量逐渐减小，但反应结束后，温度下降，气体逐渐混合均匀或温度下降水蒸气变成液态，导致氧气的含量逐渐增大；

(5) 红磷燃烧放热，温度升高，装置内压强增大，消耗氧气，装置内压强减小，温度升高所增加的气压大于氧气消耗所减小的气压，所以 BC 段压强增大；用如图所示数据计算，用这种方法测得的空气中氧气的体积分数是：
$$\frac{103.15\text{kPa}-83.17\text{kPa}}{103.15\text{kPa}}\times 100\% \approx 19.37\% ;$$

(6) 红磷燃烧发热，但反应一段时间后，氧气浓度下降到一定程度，燃烧放出的热量减少，温度降低到红磷着火点以下，红磷熄灭，导致氧气消耗不完；

(7) 铜粉在空气中加热生成氧化铜固体，不会造成污染。

考法 03 氢氧化钠变质程度探究

3. （2024·黑龙江牡丹江·中考真题）兴趣小组对一瓶久置的 NaOH 固体的变质情况进行了实验探究。

【提出问题】NaOH 变质了吗？

【作出猜想】①没有变质 ②已经变质

(1)请用化学方程式表示 NaOH 能变质的原因\_\_\_\_\_。

任务一 定性实验 探究该 NaOH 固体是否变质

【实验活动 1】

(2)兴趣小组设计方案进行如下实验

实验方案	实验现象	实验结论
取少量该 NaOH 固体样品完全溶于水，加入过量稀盐酸	_____	猜想②成立 依据是_____（用化学方程式表示）

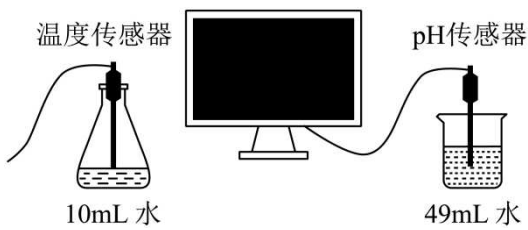
【反思评价】有的同学提出此实验无法确定该 NaOH 固体变质程度。

任务二 定量实验 探究该 NaOH 固体变质程度

【实验活动 2】

(3)兴趣小组利用控制变量的方法进行实验，实验数据如下表所示。

实验装置	实 验	分别向左右容器内 加入下列物质	温度 升高	溶液 pH
------	--------	--------------------	----------	----------

	序号		值/ °C	
	1	1.0gNaOH 固体	31.52	13.69
	2	a gNa <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 固体 a 的 数值为_____	10.03	11.92
	3	1.0g 该 NaOH 固体 样品	15.71	m

### 【实验结论】

(4)小组同学分析温度升高值数据，确定该 NaOH 固体变质程度是\_\_\_\_\_，请推测 m 的取值范围是\_\_\_\_\_。

任务三计算该 NaOH 固体的变质率

【实验活动 3】实验步骤：称量 1.0g 该 NaOH 固体样品于小烧杯中备用：量取 10.0mL12% 的稀盐酸：用电子秤称量反应前仪器和药品的质量，记录数据：将稀盐酸加入小烧杯内，待完全反应，再次称量仪器和反应后溶液的质量，记录数据。

反应前质量 /g	反应后质量 /g	质量差 /g
105.32	105.02	0.30

(5)兴趣小组结合实验数据，计算出该 NaOH 固体的变质率为\_\_\_\_\_（结果保留至 1%）。

温馨提示：变质率=（已经变质的 NaOH 的质量/未变质前 NaOH 的总质量）×100%

【反思评价】兴趣小组充分认识到定量研究在化学实验中的重要作用。

### 【拓展延伸】

(6)生活中的管道疏通剂和炉具清洁剂成分中都含有 NaOH，包装标签上应注明的注意事项是\_\_\_\_\_（写一条）。

【答案】(1)  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 产生气泡  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(3) 1.0/1

(4) 部分变质  $11.92 < m < 13.69$

(5) 66%

(6) 密封保存

【详解】（1）氢氧化钠能与空气中的二氧化碳反应生成碳酸钠和水，从而变质，该反应的化学方程式为：  
 $\text{CO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ；

（2）碳酸钠能与稀盐酸反应生成氯化钠、二氧化碳和水，产生气泡，说明含碳酸钠，说明氢氧化钠已经变

质，该反应的化学方程式为： $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；

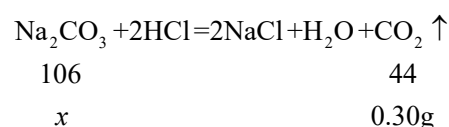
(3) 该实验的目的是探究氢氧化钠固体变质程度，根据控制变量法，加入物质的种类不同，其它因素相同，故加入碳酸钠固体的质量也应是 1.0g，即 a 的数值为 1.0；

(4) 由表中数据可知，相同条件下，该氢氧化钠固体样品的温度升高值介于氢氧化钠固体和碳酸钠固体之间，说明该 NaOH 固体变质程度是部分变质；

该氢氧化钠固体部分变质，即该氢氧化钠固体样品中含氢氧化钠和碳酸钠，故其溶液的 pH 值应介于实验 1 和实验 2 之间，即 m 的取值范围是： $11.92 < m < 13.69$ ；

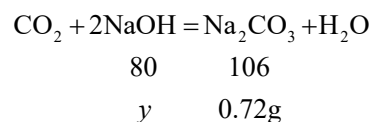
(5) 反应前后的质量差为反应生成二氧化碳的质量，则生成二氧化碳的质量为 0.30g

解：设该氢氧化钠固体样品中碳酸钠的质量为 x



$$\frac{106}{44} = \frac{x}{0.30\text{g}} \quad x \approx 0.72\text{g}$$

设该样品中变质的氢氧化钠的质量为 y



$$\frac{80}{106} = \frac{y}{0.72\text{g}} \quad y \approx 0.54\text{g}$$

故该 NaOH 固体的变质率为： $\frac{0.54\text{g}}{0.54\text{g} + 1.0 - 0.72\text{g}} \times 100\% \approx 66\%$

答：该 NaOH 固体的变质率为 66%；

(6) 生活中的管道疏通剂和炉具清洁剂成分中都含有 NaOH，氢氧化钠能与空气中的二氧化碳反应，故包装标签上应注明的注意事项是：密封保存。

## 考法 04 混合物中物质含量测定

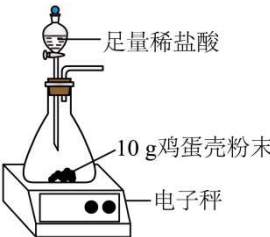

4. (2025·山东滨州·中考真题) 某班同学欲测定鸡蛋壳中碳酸钙的质量分数，设计以下两种方案。

【查阅资料】①鸡蛋壳的主要成分是  $\text{CaCO}_3$ ，其余物质对实验结果的影响忽略不计。

②  $\text{CaCO}_3$  高温灼烧生成  $\text{CaO}$  和  $\text{CO}_2$ 。

【设计并实验】

	方案一	方案二
--	-----	-----

装置图		
步骤 1	称量反应前反应物及装置的总质量为 280.2g	将 10g 鸡蛋壳粉末在高温下充分灼烧
步骤 2	待反应停止，电子秤示数为 277.4g，计算生成二氧化碳的质量为 2.6g	待反应停止，冷却后称量剩余固体的质量为 6.7g，计算生成二氧化碳的质量为 3.3g
步骤 3	计算鸡蛋壳中碳酸钙的质量分数	计算鸡蛋壳中碳酸钙的质量分数

### 【分析与评价】

(1)方案一中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)\_\_\_\_\_(填“方案一”或“方案二”)的结果更接近真实值。

该班同学欲继续探究方案一所得溶液中溶质的成分。已知氯化钙溶液呈中性。

【猜想与假设】猜想一：CaCl<sub>2</sub>；猜想二：CaCl<sub>2</sub> 和 HCl。

### 【设计并实验】

(3)填表：

	步骤	现象	结论
方法一	取适量该溶液于试管中，加入几颗锌粒	观察到_____	猜想二正确
方法二	取适量该溶液于试管中，加入足量_____溶液	观察到先有气泡，后产生白色沉淀	猜想二正确

### 【反思交流】

(4)分析反应后所得物质成分时，不但考虑生成物，还要考虑\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

(2)方案二

(3) 锌粒溶解，产生气泡 碳酸钠

(4)反应物是否有剩余

【详解】(1) 方案一中发生的反应是碳酸钙与稀盐酸反应生成氯化钙、水和二氧化碳，化学方程式为：



(2) 方案二中，高温煅烧时，碳酸钙分解生成氧化钙和二氧化碳，而方案一中，碳酸钙与稀盐酸反应，生

成氯化钙、水和二氧化碳，盐酸溶于中存在着大量的水，且反应生成了部分水分，二氧化碳会溶于水，造成测量的值偏小，而高温煅烧能使碳酸钙更充分反应，所以方案二的结果更接近真实值；

(3) 猜想二正确，即溶液中有氯化钙和盐酸，取适量该溶液于试管中，加入几颗锌粒，锌和盐酸反应产生氢气，所以观察到的现象是锌粒溶解，产生气泡；方法二：要证明有氯化钙和盐酸，加入足量碳酸钠溶液，碳酸钠先与盐酸反应生成二氧化碳气体，盐酸反应完后，碳酸钠再与氯化钙反应生成碳酸钙白色沉淀，所以加入的试剂是碳酸钠溶液；

(4) 分析反应后所得物质成分时，不仅要考虑生成物，还需考虑反应物是否有剩余。



### 知识点一 物质成分的猜想

#### 1. 反应后溶液中溶质成分的猜想

(1) 书写化学方程式： $A+B=C+D$ ，其中 D 为沉淀或气体或水。

(2) 溶质成分猜想

猜想①恰好完全反应：溶质为 C；猜想②A 有剩余，溶质为 A、C；猜想③B 有剩余，溶质为 B、C

(3) 不合理猜想：A 和 B 在同一猜想中。

#### 2. 未知物质成分的猜想

(1) 分析题干信息：混合物的成分是 A、B、C 中的两种或三种。

(2) 混合物成分猜想：分类讨论，利用排列组合进行猜想。

猜想①：A、B；猜想②：B、C；猜想③：A、C；猜想④：A、B、C。

### 知识点二 实验过程的描述

1. 实验操作：加入某种试剂（少量、适量或过量）；对试剂进行加热（或过滤、蒸发、降温结晶）等。

2. 实验现象：有无沉淀或气体生成；溶液有无颜色变化；有无固体溶解等。

3. 实验结论：有无某种物质；猜想是否正确。

4. 实验操作、现象和结论的关系：

实验操作产生实验现象，实验现象推导或验证实验结论，实验结论反推实验现象或实验操作。

### 知识点三 实验数据的处理与计算

#### 1. 坐标图像数据分析

明确纵横坐标的含义，分析曲线的变化趋势，找出坐标曲线上每一个节点处对应的纵横坐标表示的含义，分析节点之间变化的原因，结合数据得出结论。

#### 2. 表格数据分析

(1) 根据数据直接找规律或判断结论：

①分析数据找规律，如最大、最小的数据，数据变化趋势等；

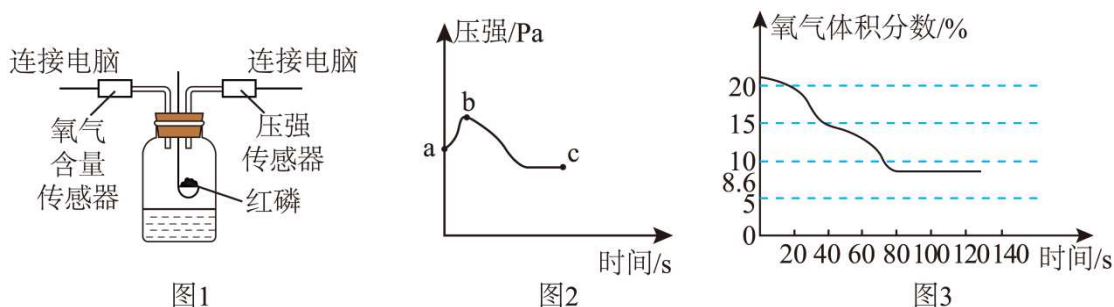


②根据数据作图，从曲线中判断。

(2) 有关控制变量的数据分析：根据目的确定自变量，寻找相应的实验组或实验数据进行比较，得出结论。

## 提 升 训 练

1. (2025·湖北·二模) 在测定空气中氧气含量的实验中，小明将压强传感器和氧气含量传感器与实验装置相连，实验装置如图 1。实验过程中集气瓶内的压强变化曲线如图 2，装置中氧气的体积分数随时间变化的关系如图 3。下列对实验及曲线的分析，错误的是



- A. 图 2 中 bc 段压强下降的原因是反应结束后温度下降
- B. 若实验中红磷量不足，图 2 中 c 点对应的压强值会比正常情况偏低
- C. 由图 3 可知，实验结束后氧气未被完全消耗
- D. 时间上图 3 中 80 s 与图 2 中的 c 点对应

【答案】B

【详解】A、在测定空气中氧气含量的实验中，红磷燃烧放出大量热，使装置内气体温度升高，压强增大；反应结束后温度下降，气体收缩，压强减小。所以图 2 中 bc 段压强下降的原因是反应结束后温度下降，选项说法正确，不符合题意。

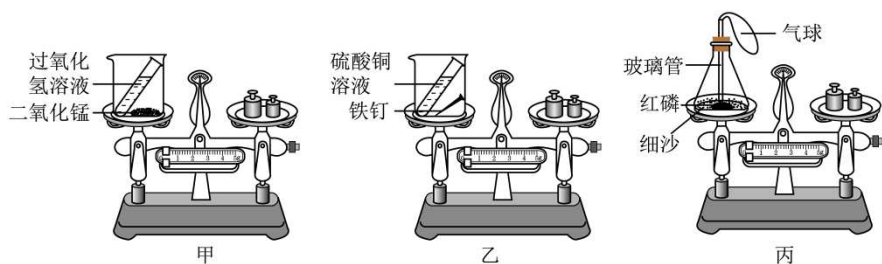
B、若实验中红磷量不足，不能将装置内氧气完全消耗，剩余氧气较多，装置内压强减小幅度就小。那么图 2 中 c 点对应的压强值会比正常情况偏高，而不是偏低，选项说法错误，符合题意。

C、由图 3 可知，反应结束后氧气的体积分数不为 0，说明实验结束后氧气未被完全消耗，选项说法正确，不符合题意。

D、根据图示可知，图 3 中 80s 时反应已结束，温度降到室温，对应图 2 中 c 点，选项说法正确，不符合题意。

故选 B。

2. (2026·陕西宝鸡·一模) 某化学课外小组同学用如图装置验证质量守恒定律。



- (1)甲中物质反应一段时间后天平不平衡，原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式解释)。
- (2)乙中反应装置未密闭，依然能验证质量守恒定律，原因是\_\_\_\_\_。
- (3)若丙中红磷的量不足，对实验结果\_\_\_\_\_ (填“有”或“没有”)影响。
- (4)在一密闭容器中加入 M、N、Q、R 四种物质，一定条件下发生化学反应，反应前后各物质的质量变化如下表所示。

物质	M	N	Q	R
反应前物质的质量/g	8	40	10	20
反应后物质的质量/g	12	x	10	52

- ①x=\_\_\_\_\_。该反应的基本反应类型为\_\_\_\_\_。
- ②当 M 为 10g 时，参与反应的 N 的质量为\_\_\_\_\_g。

**【答案】**(1) $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

(2)既没有气体参加反应，也没有气体生成

(3)没有

(4) 4 分解反应 18

**【详解】**(1) 甲中是过氧化氢在二氧化锰催化下分解，反应生成的氧气逸散到空气中，导致天平左侧质量

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

(2) 乙中是铁与硫酸铜溶液反应： $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ 。该反应没有气体参与，也没有气体生成，所以即使装置不密闭，反应前后总质量也保持不变，因此能验证质量守恒定律。

(3) 红磷燃烧消耗氧气，只要装置密闭，无论红磷是否足量，反应前后总质量都守恒，因此对实验结果没有影响。

(4) 根据质量守恒定律，反应前后总质量相等可得：

$$8 + 40 + 10 + 20 = 12 + x + 10 + 52$$

$$x = 4$$

**M** 质量增加： $12 - 8 = 4 \text{ g}$  (生成物)，**N** 质量减少： $40 - 4 = 36 \text{ g}$  (反应物)，**Q** 质量不变：可能是催化

剂或未参与反应 R 质量增加： $52 - 20 = 32 \text{ g}$ （生成物），故反应属于分解反应。

当 M 为  $10 \text{ g}$  时，M 的质量变化为： $10 - 8 = 2 \text{ g}$ 。由①可知，生成  $4 \text{ g M}$  时，消耗  $36 \text{ g N}$ ，因此生成  $2 \text{ g M}$

时，消耗 N 的质量为： $\frac{36 \text{ g}}{4 \text{ g}} \times 2 \text{ g} = 18 \text{ g}$ ，参与反应的 N 的质量为  $18 \text{ g}$ 。

3. （2024·山东烟台·中考真题）《天工开物》记载古法造纸术的流程是原料浸泡、蒸煮、抄制、烘干。兴趣小组根据记载，利用回收的废纸进行“制造再生纸”跨学科实践活动，在蒸煮时加入了氢氧化钠。造纸后，为处理剩余的废液进行如下探究活动。

【查阅资料】①  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ ；②  $\text{BaCl}_2$  溶液呈中性；

③ 碱石灰是氢氧化钠与氧化钙的固体混合物，能吸收水和二氧化碳。

【任务一】废液成分分析

【提出猜想】推测废液中含有氢氧化钠和碳酸钠中的一种或两种

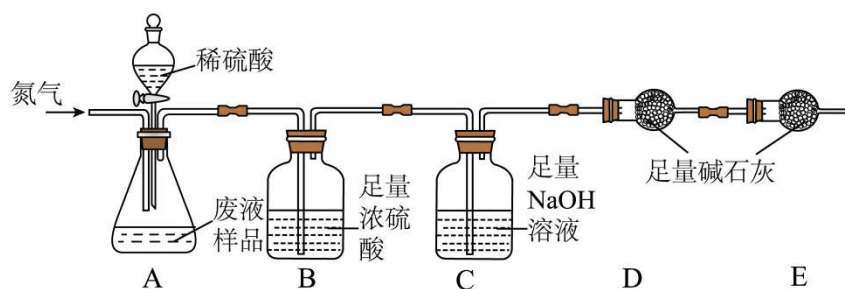
【实验设计与实施】

(1)

实验操作	实验现象	实验结论
步骤 1：取少量废液于试管中，加入足量的氯化钡稀溶液。	_____	废液中有 $\text{Na}_2\text{CO}_3$
步骤 2：取少量步骤 1 中的上层清液于试管中，_____。	_____	废液中有 $\text{NaOH}$

【任务二】废液中碳酸钠含量测定

兴趣小组设计了如下图所示的实验，取  $100 \text{ g}$  废液样品放入装置 A 的锥形瓶中，先通入一会儿  $\text{N}_2$ ，然后称量装置 C、D 的质量，再向锥形瓶中滴加足量稀硫酸，至不再产生气体，继续通一会儿  $\text{N}_2$  后，测得装置 C、D 分别增重  $2.1 \text{ g}$  和  $0.1 \text{ g}$ 。



(2) 锥形瓶中不再产生气体后，需要继续通一会儿  $\text{N}_2$ ，其原因是\_\_\_\_\_。

(3) 装置 C 中反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

(4) 废液中碳酸钠的溶质质量分数是\_\_\_\_\_（保留到  $0.1\%$ ）。

(5) 如果缺少装置 B，会使测定的碳酸钠含量\_\_\_\_\_（填“偏大”或“偏小”）。

【任务三】废液的处理

(6) 为使废液中的碳酸钠转化为氢氧化钠循环利用，需根据废液中碳酸钠的含量，加入一定量的某种物质，

该物质与碳酸钠反应的化学方程式是\_\_\_\_\_。

【答案】(1) 产生白色沉淀 加入适量无色酚酞试液 溶液变红

(2)使反应生成的二氧化碳全部被吸收，防止部分气体残留在装置中，影响实验结果

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

(4)5.1%

(5)偏大

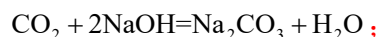
(6)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$

【详解】(1) 步骤 1：取少量废液于试管中，加入足量的氯化钡稀溶液，氯化钡能与碳酸钠反应生成碳酸钡和氯化钠，产生白色沉淀，说明废液中含碳酸钠，且足量的氯化钡溶液能将碳酸钠除尽；

步骤 2：氢氧化钠溶液显碱性，能使无色酚酞试液变红，故取少量步骤 1 中的上层清液于试管中，加入适量无色酚酞试液，溶液变红，说明废液中含氢氧化钠；

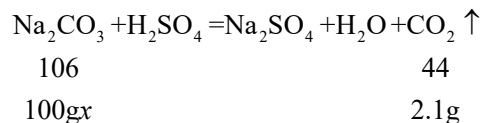
(2) 锥形瓶中不再产生气体后，需要继续通一会儿氮气，原因是：使反应生成的二氧化碳全部被吸收，防止部分气体残留在装置中，影响实验结果；

(3) 装置 C 中发生反应为二氧化碳和氢氧化钠反应生成碳酸钠和水，该反应的化学方程式为：



(4) 装置 C 增加的质量为反应生成二氧化碳的质量，则生成二氧化碳的质量为：2.1g

解：设废液中碳酸钠的溶质质量分数是  $x$



$$\frac{106}{44} = \frac{100gx}{2.2g} \quad x=5.1\%$$

答：废液中碳酸钠的溶质质量分数是 5.1%；

(5)如果缺少装置 B，气体从 A 装置中携带出的水蒸气会被 D 装置吸收，导致测得的二氧化碳的质量偏大，则计算出的碳酸钠的含量偏大；

(6) 氢氧化钙能与碳酸钠反应生成碳酸钙和氢氧化钠，故可加入适量的氢氧化钙溶液将碳酸钠转化为氢氧化钠循环利用，该反应的化学方程式为： $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{NaOH}$ 。

4. (2026·安徽蚌埠·一模) 氢氧化钠是化工生产中的重要原料之一，但若保存不当，易发生变质。甲、乙两位同学对一瓶实验室久置的 NaOH 固体样品变质程度进行了下列实验探究。

【查阅资料】① $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液呈碱性；② $\text{BaCO}_3$  难溶于水。

【要点分析】

(1)NaOH 暴露在空气中易发生变质的原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

【定性探究】

(2)甲同学从定性的角度设计了如下实验步骤来探究 NaOH 固体的变质程度。

①取少量 NaOH 固体样品溶于试管中并加水使其完全溶解，再向所得溶液中加入足量的 BaCl<sub>2</sub> 溶液，若产生\_\_\_\_\_现象，说明原 NaOH 样品已变质。

②取①中静置后的上层清液于另一支试管中，加入 2~3 滴酚酞溶液，观察到溶液变红色，说明原溶液属于\_\_\_\_\_ (填“部分变质”或“完全变质”)。

### 【定量探究】

(3)乙同学根据等浓度的氢氧化钠溶液和碳酸钠溶液的 pH 不同，从定量的角度设计用传感器测定 pH 的实验方案来探究 NaOH 样品的变质程度。具体数据见下表：

序号	物质		溶液 pH
1	氢氧化钠 1.0g	水 49.0mL	13.69
2	碳酸钠 1.0g	水 49.0mL	11.92
3	氢氧化钠样品 Xg	水 49.0mL	Y

从实验设计上来说，表格中 X 的取值应该为\_\_\_\_\_，若所得氢氧化钠样品变质情况与上述甲同学的结论一致，则表格中 Y 的取值范围应该为\_\_\_\_\_。

### 【拓展反思】

(4)小明同学在仔细分析乙同学的方案后，认为还可以将一定质量的氢氧化钠样品放在敞口容器中，然后向其中加入足量稀盐酸，通过称量充分反应前后总质量的变化来说明氢氧化钠样品的变质程度。具体实验数据如下表：

物质	反应前总质量/g	反应后总质量/g	质量差/g
12%稀盐酸 10.0mL			
样品 1.06g	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	Z

①若小明同学通过实验所得该氢氧化钠样品变质程度与上述甲、乙两同学的结论一致，则表格中 Z 的取值范围为\_\_\_\_\_。

②若实验所测 Z 值相对于真实值偏大，其原因可能是\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(2) 白色沉淀 部分变质

(3) 1.0 11.92<Y<13.69

(4) 0<Z<0.44 盐酸具有挥发性，挥发出氯化氢气体（合理即可）

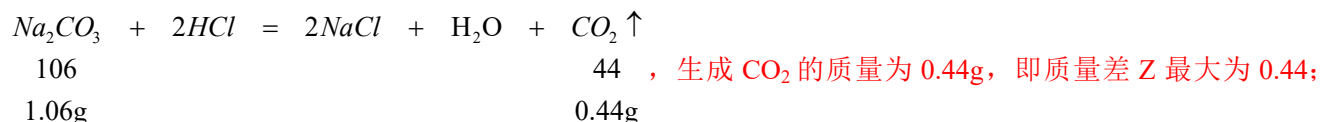
【详解】(1) NaOH 暴露在空气中易与空气中的 CO<sub>2</sub> 发生反应，生成碳酸钠和水，从而变质，该反应的化学方程式为  $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) ①样品若变质，溶液中含有 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，加入足量 BaCl<sub>2</sub> 溶液后，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 与 BaCl<sub>2</sub> 反应生成 BaCO<sub>3</sub> 白色沉淀和 NaCl，因此若观察到白色沉淀，说明样品已变质。

②BaCl<sub>2</sub> 溶液足量，则步骤①中静置后的上层清液中不含 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，加入 2~3 滴酚酞溶液后变红，说明样品中仍存在 NaOH，结合已变质的结论，可判断原样品属于部分变质。

(3) 乙同学的实验需控制变量，保证样品质量与甲、乙实验中纯物质质量一致，因此表格中 X=1.0；甲同学结论为样品部分变质，即样品为 NaOH 与 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的混合物。结合表格数据，纯 NaOH 溶液 pH 为 13.69，纯 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液 pH 为 11.92，因此混合物溶液的 pH 应介于两者之间，即 11.92<Y<13.69。

(4) ①采用极值法计算：若 1.06g 样品全为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，根据



若 1.06g 样品全为 NaOH，NaOH 与盐酸反应无气体生成，Z=0；样品为部分变质，因此 0<Z<0.44。

②Z 值为反应前后总质量的差值，即生成 CO<sub>2</sub> 的质量。若 Z 值偏大，原因可能是盐酸具有挥发性，挥发出的氯化氢气体导致测得的质量差偏大，或反应放热使水蒸气逸出等。

5. (2025·江苏宿迁·中考真题) 化学实践小组准备用面粉、水、食用小苏打等原料蒸制馒头，发现有一包已过保质期的食用小苏打(标签显示:NaHCO<sub>3</sub> 含量≥99%)。他们对该食用小苏打是否变质及变质后对膨松效果的影响开展项目式探究。

【资料 1】①NaHCO<sub>3</sub> 受热易分解，Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 和杂质受热不分解。

②浓度小于 0.83% 的 NaHCO<sub>3</sub> 溶液与 0.1% 的氯化钙溶液混合，无现象；浓度大于 0.83% 的 NaHCO<sub>3</sub> 溶液与 0.1% 的氯化钙溶液混合，产生白色沉淀。

项目一:探究该食用小苏打是否变质

(1) 【作出猜想】猜想 1: 未变质，成分为 NaHCO<sub>3</sub>；猜想 2: 完全变质，成分为 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>；猜想 3: 部分变质，成分为\_\_\_\_\_。

(2) 【进行实验】小组同学分别设计了定性和定量 2 个实验。

设计实验	实验现象、实验数据
实验 1: 称取 2g 干燥样品与 250g 水配制成溶液，取少量溶液于试管中，向其中滴加 0.1% 的氯化钙溶液	产生白色沉淀，化学方程式为_____
实验 2: 另称取 10g 干燥样品，加热至恒重(即质量不再变化)，再称重	剩余固体质量为 6.9g

(3) 【证据推理】实验 2 中，样品中质量减少的物质是\_\_\_\_\_，样品中该物质的质量分数为\_\_\_\_\_，若测定过程中未加热至恒重，会导致该物质的质量分数\_\_\_\_\_ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

(4) 【获得结论】猜想\_\_\_\_\_成立。

项目二: 探究变质后对膨松效果的影响

【资料】①蒸制馒头需要经历和面、醒发和蒸制等过程，醒发过程中面团会产生酸性物质。②蒸制馒头过程中，产生的气体越多，馒头越膨松。

(5)【进行实验】用足量的稀盐酸代替面团中的酸性物质进行实验。

设计实验	实验现象	实验结论
		相同条件下，_____

【获得结论】变质的食用小苏打膨松效果变差。

(6)【反思评价】蒸制馒头过程中，主要利用了  $\text{NaHCO}_3$  的化学性质有\_\_\_\_\_。

【答案】(1) $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

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

(3)  $\text{NaHCO}_3$  84% 偏小

(4)3

(5) $\text{NaHCO}_3$  与盐酸反应产生的二氧化碳更多

(6)受热能产生二氧化碳气体、能与酸反应产生二氧化碳气体

【详解】(1) 猜想 1: 未变质，成分为  $\text{NaHCO}_3$ ；猜想 2: 完全变质，成分为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ；则猜想 3: 部分变质，成分为  $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。

(2) 实验 1: 称取 2g 干燥样品与 250g 水配制成溶液，溶液的溶质质量分数为： $\frac{2\text{g}}{2\text{g}+250\text{g}} \times 100\% = 0.79\%$ ，

浓度小于 0.83% 的  $\text{NaHCO}_3$  溶液与 0.1% 的氯化钙溶液混合，无现象。取少量溶液于试管中，向其中滴加 0.1% 的氯化钙溶液，实验现象为产生白色沉淀，说明样品中含有碳酸钠，则反应的化学方程式为：

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

(3) 因为  $\text{NaHCO}_3$  受热易分解， $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和杂质受热不分解。实验 2 中，样品中质量减少的物质是  $\text{NaHCO}_3$ 。设样品中  $\text{NaHCO}_3$  的质量为  $x$ 。

$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  反应后固体减少的质量

168	106	168-106
$x$		10g-6.9g

$\frac{168}{168-106} = \frac{x}{10\text{g}-6.9\text{g}}$ ， $x=8.4\text{g}$

样品中该物质的质量分数为： $\frac{8.4\text{g}}{10\text{g}} \times 100\% = 84\%$

若测定过程中未加热至恒重，反应后固体的差量减小，会导致该物质的质量分数偏小。

(4) [获得结论]根据以上分析可知，猜想 3 成立。

(5) 根据甲中的气球比乙中的气球膨胀更大，得出实验结论：相同条件下， $\text{NaHCO}_3$  与盐酸反应产生的二氧化碳更多。



(6) 蒸制馒头过程中，主要利用了  $\text{NaHCO}_3$  的化学性质有：受热能产生二氧化碳气体、能与酸反应产生二氧化碳气体。

考点三 对比实验



考法 01 金属锈蚀条件的探究

1. (2025·江苏苏州·中考真题) 为验证活性炭或食盐能加快铁粉生锈速率，进行实验。下表是 2g 铁粉、5g 水与不同质量活性炭、食盐均匀混合后，在 10 分钟内温度上升的实验记录

实验编号	活性炭质量/g	食盐质量/g	温度上升值/°C
1	0	0	0.1
2	0.2	0	22.0
3	$x$	0.1	3.1
4	0.2	0.1	56.3

下列说法正确的是

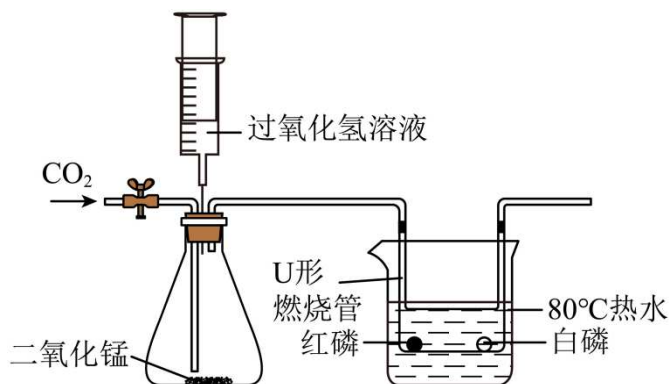
- A. 铁的锈蚀不需要氧气参与
- B. 表中  $x$  的值为 0.2
- C. 欲得出结论“活性炭能加快铁粉生锈速率”可以对比实验 1 和 2
- D. 对比实验 1 和 4 得出的结论是“食盐能加快铁粉生锈速率”

【答案】C

【详解】A、铁的锈蚀需要氧气和水共同作用，故铁的锈蚀需要氧气参与，不符合题意；  
B、该实验需要验证活性炭或食盐能加快铁粉生锈速率，由表可知，实验 1 和 2 的变量为是否有活性炭，是探究活性炭对铁粉生锈速率的影响，则实验 1 和 3 应是探究食盐对铁粉生锈速率的影响，根据控制变量法，变量是是否含食盐，其他因素相同，则  $x$  的值为 0，不符合题意；  
C、实验 1（无活性炭、无食盐）与实验 2（有活性炭 0.2g、无食盐）的变量仅为活性炭。实验 2 温度显著升高，说明活性炭能加快铁粉生锈速率，故欲得出结论“活性炭能加快铁粉生锈速率”可以对比实验 1 和 2，符合题意；  
D、实验 1（无活性炭、无食盐）与实验 4（有活性炭 0.2g、食盐 0.1g）的变量为活性炭和食盐，无法单独证明食盐的作用。正确对比应为实验 1（无活性炭、无食盐）和实验 3（无活性炭、有食盐），不符合题意。故选 C。

## 考法 02 燃烧条件和灭火原理的探究

2. (2025·重庆·中考真题) 兴趣小组利用下列实验装置探究燃烧条件及灭火原理。已知白磷的着火点是  $40^{\circ}\text{C}$ ，燃烧时产生大量白烟。



- (1) 关闭弹簧夹，在 U 形燃烧管中加入等量的白磷和红磷，浸入  $80^{\circ}\text{C}$  的热水中，观察到白磷燃烧，红磷不燃烧。白磷燃烧的化学方程式为\_\_\_\_\_，此对比实验说明燃烧的条件之一是\_\_\_\_\_。
- (2) 为了使实验现象更加明显，注入过氧化氢溶液，锥形瓶内反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。停止注入过氧化氢溶液，打开弹簧夹通入  $\text{CO}_2$ ，燃着的白磷熄灭，其灭火原理是\_\_\_\_\_。
- (3) 请指出该装置的不足之处\_\_\_\_\_。

【答案】(1)  $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$  温度需要达到可燃物的着火点

(2)  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$  隔绝氧气

(3) 未处理有毒的生成物  $\text{P}_2\text{O}_5$

【详解】(1) 白磷在氧气中燃烧生成五氧化二磷，化学方程式为  $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$ ；

U 形燃烧管中，红磷与氧气接触但温度没有达到其着火点，所以红磷不燃烧；白磷与氧气接触且温度达到其着火点，所以白磷燃烧，对比说明燃烧的条件之一是温度需要达到可燃物的着火点；

(2) 过氧化氢在二氧化锰的催化作用下分解生成水和氧气，化学方程式为  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ；

停止注入过氧化氢溶液，打开弹簧夹通入  $\text{CO}_2$ ，燃着的白磷熄灭，其灭火原理是隔绝氧气；

(3) 白磷燃烧生成的五氧化二磷有毒，排放到空气中会造成污染，因此该装置的不足之处是未处理有毒的生成物  $\text{P}_2\text{O}_5$ 。

## 考法 03 化学反应速率的探究

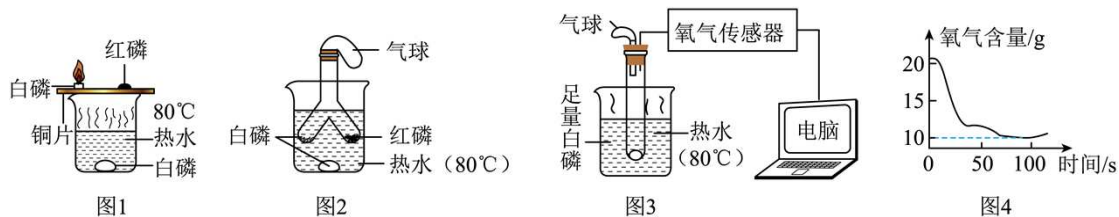
3. (2024·山东青岛·中考真题) 化学反应需要一定的条件，控制条件可以调控化学反应。“启航”小组以“调控化学反应”为主题展开探究，请回答下列问题。

### 【生火有道】

(1)观察生活：小组同学观察到天然气、木炭能燃烧，而水和石头不能燃烧，得出燃烧的条件之一是\_\_\_\_\_。

实验探究：为继续探究燃烧的条件，小组同学设计并完成了图1所示实验。

已知：白磷着火点  $40^{\circ}\text{C}$ ，红磷着火点  $240^{\circ}\text{C}$ 。磷燃烧时产生污染空气的五氧化二磷白烟。



### 【现象与结论】

(2)①铜片上的白磷燃烧，红磷不燃烧，得出燃烧的条件之一是\_\_\_\_\_。

②小红根据\_\_\_\_\_现象，得出燃烧的条件之一是可燃物与氧气接触。

### 【评价与反思】

(3)①实验中小组同学认为图1装置存在不足，于是设计了图2所示装置。图2装置的优点为\_\_\_\_\_。

②小明对小红的结论提出质疑，设计了图3所示装置，对燃烧过程中的氧气含量进行测定，得到图4所示图像。结合图像分析，“可燃物与氧气接触”应准确地表述为\_\_\_\_\_。

### 【调控有术】

化学反应速率与多种因素有关，为探究影响过氧化氢分解速率的因素，小组同学分别取足量且等质量的过氧化氢溶液完成了下列实验。

实验序号	过氧化氢溶液的浓度	二氧化锰粉末的质量/g	温度/ $^{\circ}\text{C}$	10秒共收集到氧气的体积/mL
①	3%	0	10	几乎无
②	5%	0	20	几乎无
③	5%	0.5	20	14
④	10%	0.5	20	80

(4)探究催化剂对过氧化氢分解速率的影响，应选择的实验序号是\_\_\_\_\_；对比实验③和实验④，可得出的结论是\_\_\_\_\_；上述实验无法探究出\_\_\_\_\_因素对过氧化氢分解速率的影响（写一条即可）。

### 【应用有方】

(5)通过探究，小组同学认识到，生活中也可以通过控制条件促进或抑制化学反应。

①用天然气做饭，发现炉火火焰呈黄色，锅底出现黑色物质，这时需要\_\_\_\_\_（填“调大”或“调小”）灶具的进风口。

②炒菜时如果油锅着火，可采取的灭火措施是\_\_\_\_\_（写一条即可）。

**【答案】**(1)可燃物

- (2) 温度达到可燃物的着火点 铜片上的白磷燃烧，而热水中的白磷不燃烧
- (3) 环保 可燃物与足够浓度的氧气接触
- (4) ②③ 相同条件下，过氧化氢溶液浓度越大，反应速率越快 催化剂的种类
- (5) 调大 用锅盖盖灭

【详解】(1) 小组同学观察到天然气、木炭能燃烧，而水和石头不能燃烧，得出燃烧的条件之一是可燃物，天然气、木材具有可燃性，而水和石头不具有可燃性。

(2) ①白磷和红磷都属于可燃物，且都与氧气接触，铜片上的白磷燃烧，红磷不燃烧，得出燃烧的条件之一是温度达到可燃物的着火点。

②铜片上的白磷和水中的白磷属于同一种物质，且着火点相同，小红根据铜片上的白磷燃烧，而热水中的白磷不燃烧现象，得出燃烧的条件之一是可燃物与氧气接触。

(3) ①实验中小组同学认为图 1 装置存在不足，白磷燃烧有大量白烟生成，污染环境，图 2 所示装置是在密闭环境中进行实验，不会污染环境，装置的优点为环保。

②由图 3 和图 4 可知：白磷燃烧消耗试管中的氧气，氧气的含量逐渐减少，当氧气浓度小于 10% 时，白磷不在燃烧，结合图像分析，“可燃物与氧气接触”应准确地表述为可燃物与足够浓度的氧气接触。

(4) 探究催化剂对过氧化氢分解速率的影响，变量是有无催化剂，过氧化氢溶液的浓度，反应时的温度必须相同，应选择的实验序号是②③；比实验③和实验④，催化剂粉末质量相同，反应时温度相同，只有过氧化氢溶液的浓度不同，浓度越大，相同时间内收集氧气的体积越大，可得出的结论是相同条件下，过氧化氢溶液浓度越大，反应速率越快；上述实验无法探究出催化剂的种类因素对过氧化氢分解速率的影响。

(5) ①用天然气做饭，发现炉火火焰呈黄色，锅底出现黑色物质，说明氧气不充足，燃烧不充分，这时需要调大灶具进风口，使燃烧更充分。

②炒菜时如果油锅着火，可采取的灭火措施是用锅盖盖灭，对应灭火的原理是隔绝空气。

## 考法 04 有关催化剂的探究

4. (2025·四川泸州·中考真题) 某化学兴趣小组对不同催化剂催化分解  $\text{H}_2\text{O}_2$  的效率开展如下探究，并据此自制高原旅行的简易供氧器。回答相关问题：安全提示：实验中应佩戴护目镜和手套，避免皮肤直接接触  $\text{H}_2\text{O}_2$  对细胞造成损害。

### 【探究一】 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解实验

(1) 取 4mL 10% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液于试管中，放入 0.5g 粘胶凝固的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  小球，将带火星木条置于试管口，观察到溶液中立即产生气泡，\_\_\_\_\_（补充完现象）。从试管中取出小球，洗净，晾干，称量，其质量仍为 0.5g。说明粘胶凝固的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  小球能催化分解  $\text{H}_2\text{O}_2$  产生  $\text{O}_2$ 。

(2) 为了使本探究更加严谨，小组讨论后又做了一个对照实验：向盛有 4mL \_\_\_\_\_ 的试管中，加入 0.5g 粘胶凝固的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  小球，无明显现象。

### 【探究二】对比 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 粉末与酵母粉末的催化效率

(3) 向两支试管中分别加入  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  粉末、酵母粉末各 0.5g，然后都注入 4mL 10% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  的溶液，相同条件下

测量不同时间产生  $O_2$  的体积（见下表），则\_\_\_\_\_催化效率更高。

时间/s		0	10	20	30	40	50	60
$O_2$ 体 积/mL	$Fe_2O_3$	0	10.5	19.8	27.5	33.1	36.2	37.5
	酵母	0	15.2	28.6	38.9	45.3	49.7	52.1

【探究三】跨学科实践活动

(4)查阅资料：酵母中的过氧化氢酶才是  $H_2O_2$  分解的催化剂，生物细胞代谢会产生  $H_2O_2$  副产物。据此推测，在生物体细胞内普遍存在过氧化氢酶的原因是：避免  $H_2O_2$  累积，导致\_\_\_\_\_（补充完整）。

(5)自制高原旅行的简易供氧器：为实现缓慢供氧，并能随时控制氧气的产生与停止，现有  $H_2O_2$  浓溶液，还应选用的试剂有\_\_\_\_\_（选填编号）。

可供选择的试剂：①粘胶凝固的  $Fe_2O_3$  小球      ②  $Fe_2O_3$  粉末      ③酵母粉末      ④水。

(6)反思总结：实践学习后，部分同学交流的以下观点，你认为错误的有\_\_\_\_\_。

- A. 解决实践中的真实问题，通常需要多学科知识
- B. 当设计的装置比较优秀时，没有必要组内交流
- C. 设计方案时应综合考虑反应原理、实际需求和现有条件
- D. 开展跨学科实践活动费时费力，不利于综合素养的发展

【答案】(1)带火星的木条复燃

(2)水/蒸馏水/ $H_2O$

(3)酵母粉末（或酵母等）

(4) $H_2O_2$  对细胞造成损害

(5)①④

(6)BD

【详解】（1）结论为粘胶凝固的  $Fe_2O_3$  小球能催化分解  $H_2O_2$  产生  $O_2$ ，氧气具有助燃性，能使带火星的木条复燃，故取 4mL10% 的  $H_2O_2$  溶液于试管中，放入 0.5g 粘胶凝固的  $Fe_2O_3$  小球，将带火星木条置于试管口，观察到溶液中立即产生气泡，带火星的木条复燃；

（2）过氧化氢溶液中除了过氧化氢，还有水，故为了使本探究更加严谨，还应设置对比实验，证明粘胶凝固的  $Fe_2O_3$  小球不能催化分解水，根据控制变量法，除了液体种类不同，其他因素应相同，故向盛有 4mL 蒸馏水的试管中，加入 0.5g 粘胶凝固的  $Fe_2O_3$  小球，无明显现象；

（3）由表可知，相同条件下，使用酵母粉末作催化剂时相同时间内收集的氧气体积大，说明使用酵母粉末作催化剂时，反应速率快，故酵母粉末的催化效率更高；

（4）生物细胞代谢会产生  $H_2O_2$  副产物。过氧化氢具有强氧化性，故在生物体细胞内普遍存在过氧化氢酶的原因是：避免  $H_2O_2$  累积，导致  $H_2O_2$  对细胞造成损害；

（5）该实验需要实现缓慢供氧，并能随时控制氧气的产生与停止，首先需要用水，用于稀释过氧化氢溶液，

防止溶液浓度过浓，反应速率过快，该实验需要控制反应的发生和停止，可能需要用到启普发生器等类似装置，故需要粘胶凝固的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  小球作催化剂，酵母粉末和氧化铁粉末均是粉末状，不能放在多孔隔板上，故选：①④；

（6）A、解决实践中的真实问题（如自制供氧器），需化学、生物等多学科知识，体现跨学科，不符合题意；

B、组内交流能优化设计，即使装置优秀，交流也有助于改进和知识共享，故需要组内交流，符合题意；

C、设计方案需考虑反应原理（如试剂和装置的选择）、实际需求（如缓慢供氧）、现有条件（如提供的试剂等），不符合题意；

D、跨学科活动培养综合素养（如探究能力、解决问题能力），虽耗时但有益，符合题意。

故选 BD。



### 知识点一 实验方案的设计与评价

#### 1. 实验方案的设计

（1）对比实验中实验方案的设计（控制变量法）：先写出相同的变量（如“相同温度下，向等质量、形状相同的……”），再写出探究变量（如“分别加入等体积的不同……溶液”），再写出如何分析测量对象。

（2）检验物质的实验方案是设计：确定需要检验的物质，分析待检验物质的化学性质，选择试剂进行实验。

#### 2. 实验方案的评价

实验方案的评价需结合实验目的，分析实验操作、实验现象、实验结论等方面是否合理可行。

（1）方案评价与改进：考虑是否有其他成分干扰实验结果，更换试剂或除去干扰物质后再进行实验。

（2）实验过程是否安全：如涉及可燃性气体，且需要加热或高温的实验，应先排尽装置内的空气，防止加热时发生爆炸。

（3）绿色环保：实验过程中是否会造成污染，如尾气中含有一氧化碳，是否有尾气处理装置。

### 知识点二 对比实验设计原则

#### 1. 要求：

（1）只有一个变量，其他条件相同；

（2）一定要有对照组。

2. 变量设置：探究什么，变量就是什么。

3. 实验目的：证明该变量对实验的影响。

### 知识点三 常见对比实验

对比实验	变量	结论
燃烧条件探究	可燃物、氧气、温度达到着火点	缺一不可

铁生锈条件探究	水、氧气	铁生锈需要氧气和水共同作用
催化剂探究	有无催化剂	催化剂只改速率，不改变生成物量
影响化学反应速率	温度、反应物浓度、接触面积（颗粒大小）	温度越高、浓度越大、颗粒越细 → 反应越快
二氧化碳性质探究	有水/无水	$\text{CO}_2 + \text{水} \rightarrow \text{碳酸}$ （使石蕊变红）

## 提 升 训 练

1. （2025·上海·中考真题）讨论铁钉的生锈条件，设计如下实验，说明如何预防铁制品的生锈。

(1)完成下列表格：

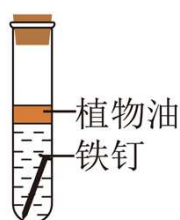
			画出正确的图： _____
现象	铁钉生锈	_____	铁钉未生锈
结论：铁生锈与氧气、水有关。			

(2)铁在空气中加热会生成四氧化三铁薄膜，写出化学方程式：\_\_\_\_\_；

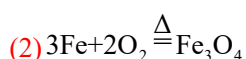
(3)铁可以在空气生成酥松的铁锈，而四氧化三铁可以防止生锈，那么四氧化三铁和氧化铁生成条件的区别是\_\_\_\_\_；

(4)防铁锈的方法\_\_\_\_\_。

【答案】(1)



铁钉未生锈



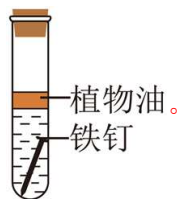
(3)生成四氧化三铁要求严格，必须高温，环境干燥

(4)制成不锈钢、出厂前在铁表面形成致密的四氧化三铁

【详解】(1) 结论为铁生锈与氧气和水有关，第一个实验中铁和氧气、水共同接触，会生锈，第二个实验中铁只和氧气接触，不会生锈，对比可知铁生锈需要与水接触，则第一个实验和第三个实验对比可探究铁



生锈需要与氧气接触，则第三个实验中，铁只和水接触，故图为：



(2) 铁和氧气加热条件下反应生成四氧化三铁，反应的化学方程式为： $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

(3) 铁可以在空气生成酥松的铁锈，而四氧化三铁可以防止生锈，那么四氧化三铁和氧化铁生成条件的不同，生成四氧化三铁要求严格，必须高温，环境干燥，而铁锈的生成需要常温下同时接触水和氧气。

(4) 铁制品生锈的条件是同时与氧气和水直接接触，所以制成不锈钢（或出厂前在铁表面形成致密的四氧化三铁，合理即可），都可以取得防锈的作用。

2. （2024·山东青岛·中考真题）化学反应需要一定的条件，控制条件可以调控化学反应。“启航”小组以“调控化学反应”为主题展开探究，请回答下列问题。

### 【生火有道】

(1) 观察生活：小组同学观察到天然气、木炭能燃烧，而水和石头不能燃烧，得出燃烧的条件之一是\_\_\_\_\_。

实验探究：为继续探究燃烧的条件，小组同学设计并完成了图1所示实验。

已知：白磷着火点  $40^\circ\text{C}$ ，红磷着火点  $240^\circ\text{C}$ 。磷燃烧时产生污染空气的五氧化二磷白烟。

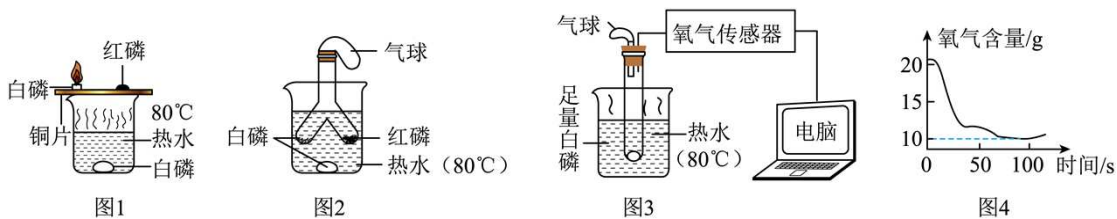


图1



图2

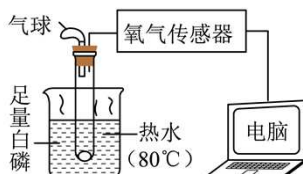


图3

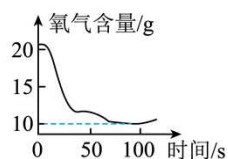


图4

### 【现象与结论】

(2) ①铜片上的白磷燃烧，红磷不燃烧，得出燃烧的条件之一是\_\_\_\_\_。

②小红根据\_\_\_\_\_现象，得出燃烧的条件之一是可燃物与氧气接触。

### 【评价与反思】

(3) ①实验中小组同学认为图1装置存在不足，于是设计了图2所示装置。图2装置的优点为\_\_\_\_\_。

②小明对小红的结论提出质疑，设计了图3所示装置，对燃烧过程中的氧气含量进行测定，得到图4所示图像。结合图像分析，“可燃物与氧气接触”应准确地表述为\_\_\_\_\_。

### 【调控有术】

化学反应速率与多种因素有关，为探究影响过氧化氢分解速率的因素，小组同学分别取足量且等质量的过氧化氢溶液完成了下列实验。

实验序号	过氧化氢溶液的浓度	二氧化锰粉末的质量/g	温度/ $^\circ\text{C}$	10秒共收集到氧气的体积/mL
①	3%	0	10	几乎无

②	5%	0	20	几乎无
③	5%	0.5	20	14
④	10%	0.5	20	80

(4)探究催化剂对过氧化氢分解速率的影响，应选择的实验序号是\_\_\_\_\_；对比实验③和实验④，可得出的结论是\_\_\_\_\_；上述实验无法探究出\_\_\_\_\_因素对过氧化氢分解速率的影响（写一条即可）。

### 【应用有方】

(5)通过探究，小组同学认识到，生活中也可以通过控制条件促进或抑制化学反应。

①用天然气做饭，发现炉火火焰呈黄色，锅底出现黑色物质，这时需要\_\_\_\_\_（填“调大”或“调小”）灶具的进风口。

②炒菜时如果油锅着火，可采取的灭火措施是\_\_\_\_\_（写一条即可）。

### 【答案】(1)可燃物

(2) 温度达到可燃物的着火点 铜片上的白磷燃烧，而热水中的白磷不燃烧

(3) 环保 可燃物与足够浓度的氧气接触

(4) ②③ 相同条件下，过氧化氢溶液浓度越大，反应速率越快 催化剂的种类

(5) 调大 用锅盖盖灭

【详解】(1)小组同学观察到天然气、木炭能燃烧，而水和石头不能燃烧，得出燃烧的条件之一是可燃物，天然气、木材具有可燃性，而水和石头不具有可燃性。

(2)①白磷和红磷都属于可燃物，且都与氧气接触，铜片上的白磷燃烧，红磷不燃烧，得出燃烧的条件之一是温度达到可燃物的着火点。

②铜片上的白磷和水中的白磷属于同一种物质，且着火点相同，小红根据铜片上的白磷燃烧，而热水中的白磷不燃烧现象，得出燃烧的条件之一是可燃物与氧气接触。

(3)①实验中小组同学认为图1装置存在不足，白磷燃烧有大量白烟生成，污染环境，图2所示装置是在密闭环境中进行实验，不会污染环境，装置的优点为环保。

②由图3和图4可知：白磷燃烧消耗试管中的氧气，氧气的含量逐渐减少，当氧气浓度小于10%时，白磷不在燃烧，结合图像分析，“可燃物与氧气接触”应准确地表述为可燃物与足够浓度的氧气接触。

(4)探究催化剂对过氧化氢分解速率的影响，变量是有无催化剂，过氧化氢溶液的浓度，反应时的温度必须相同，应选择的实验序号是②③；比实验③和实验④，催化剂粉末质量相同，反应时温度相同，只有过氧化氢溶液的浓度不同，浓度越大，相同时间内收集氧气的体积越大，可得出的结论是相同条件下，过氧化氢溶液浓度越大，反应速率越快；上述实验无法探究出催化剂的种类因素对过氧化氢分解速率的影响。

(5)①用天然气做饭，发现炉火火焰呈黄色，锅底出现黑色物质，说明氧气不充足，燃烧不充分，这时需要调大灶具进风口，使燃烧更充分。

②炒菜时如果油锅着火，可采取的灭火措施是用锅盖盖灭，对应灭火的原理是隔绝空气。

3. (2026·山东滨州·一模)某小组以“探究燃烧的奥秘”为主题开展项目式学习。

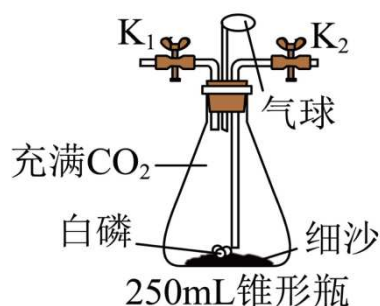
### [活动一]认识燃烧

步骤 1：室温下，按下图组装仪器，进行操作 a 后，向铺有细沙的锥形瓶中加入白磷并充满  $\text{CO}_2$ ，塞紧带有气球和止水夹的橡胶塞。

步骤 2：将锥形瓶浸入  $80^\circ\text{C}$  的热水中，观察现象。

步骤 3：取出装置，恢复至室温，打开止水夹  $\text{K}_1$  和  $\text{K}_2$ ，从  $\text{K}_1$  处缓慢通入约 50 mL 氧气，再关闭  $\text{K}_1$  和  $\text{K}_2$ ，观察现象。

步骤 4：将锥形瓶再次浸入  $80^\circ\text{C}$  的热水中，观察现象。



(1)步骤 1 中，操作 a 为\_\_\_\_\_。

(2)通过步骤\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_对照，可得结论：燃烧需达到可燃物的着火点。通过上述实验，能证明燃烧需要氧气的实验现象为\_\_\_\_\_。

### [活动二]调控燃烧

为探究影响燃烧剧烈程度的因素，该小组进行了“铁燃烧”实验，实验操作及现象如下表。

实验编号	实验操作	现象
①	在空气中加热铁丝	不燃烧
②	将红热铁丝伸入盛有氧气的集气瓶中	剧烈燃烧
③	在空气中加热纳米铁粉	剧烈燃烧

(3)对比实验\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_ (填编号)可知，增大反应物浓度可使燃烧更剧烈；纳米铁粉在空气中加热即可剧烈反应，原因是\_\_\_\_\_。

(4)科技人员研制的自动灭火陶瓷砖中压入了氮气和二氧化碳，房屋起火时，陶瓷砖在高温下裂开并喷出气体灭火。其灭火原理是\_\_\_\_\_。

**【答案】**(1)检查装置气密性

(2) 3 4 步骤 2 中的白磷不燃烧，步骤 4 中的白磷燃烧

(3) ① ② 纳米铁粉的颗粒细小，与氧气的接触面积更大，反应更充分、更剧烈

(4)隔绝氧气

【详解】（1）操作 a 为检查装置的气密性。在向锥形瓶中加入药品并充满气体前，必须先检查装置气密性，防止装置漏气导致后续实验失败。

（2）结论为燃烧需达到可燃物的着火点，因此对照步骤为步骤 3 和步骤 4。

步骤 3 的实验现象为锥形瓶充满  $O_2$ ，白磷不燃烧（有氧气但温度达到没有达到着火点）。

步骤 4 的实验现象为通入氧气后再次浸入  $80^{\circ}C$  热水，白磷燃烧（温度达到着火点且有氧气）。

（3）结论为增大反应物浓度可使燃烧更剧烈因此选择的对比实验为①和②。

纳米铁粉在空气中加热剧烈反应的原因为纳米铁粉的颗粒细小，与氧气的接触面积更大，反应更充分、更剧烈。

（4）喷出的氮气和二氧化碳不燃烧、也不支持燃烧，且密度比空气大，能覆盖在可燃物表面，因此灭火原理是隔绝氧气。

4. （2025·黑龙江哈尔滨·模拟预测）金属与酸的反应速率受多种因素影响。同学们在老师指导下开展了相关探究活动。（注：实验均在通常情况下进行）

任务一：探究温度与酸的浓度对金属和酸反应速率的影响

【设计与实验】分别取完全相同的两份镁片和锌粒，进行如下两组实验并记录如下表。

实验编号	金属	稀硫酸（足量）		温度/ $^{\circ}C$	同种金属反应速率对比
		体积/mL	溶质质量分数%		
实验一	Mg	20	5	20	相对较慢
	Mg	20	5	40	相对较快
实验二	Zn	20	5	20	相对较慢
	Zn	20	5	40	相对较快

(1)实验二中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2)同学们通过对比分析，认为实验一和实验二均能得出以下结论：在其他条件相同时，同种金属与相同浓度的稀硫酸反应，\_\_\_\_\_，反应速率越大。

【观察比较】

(3)同学们观察到两组实验共同的现象是：固体表面产生气泡，固体逐渐减少至消失，同时\_\_\_\_\_（填“吸收”或“放出”）热量等。

【交流表达】甲组同学根据实验现象并结合上述结论思考后提出：活泼金属与稀硫酸反应，即使不加热，随着反应进行，反应也会越来越快；

乙组同学根据实验现象提出，反应一段时间后反应速率逐渐变小，是否因为随着反应的进行，稀硫酸的浓

度不断减小呢？

同学们在老师的指导下，设计方案用稀硫酸和稀盐酸分别进行实验验证“酸在一定浓度范围内对反应速率的影响”，均得出“其他条件相同时，两种常见酸的稀溶液，浓度越小，反应速率越小”的结论。

任务二：探究一定条件下，多因素同时对反应速率产生影响时的主导因素

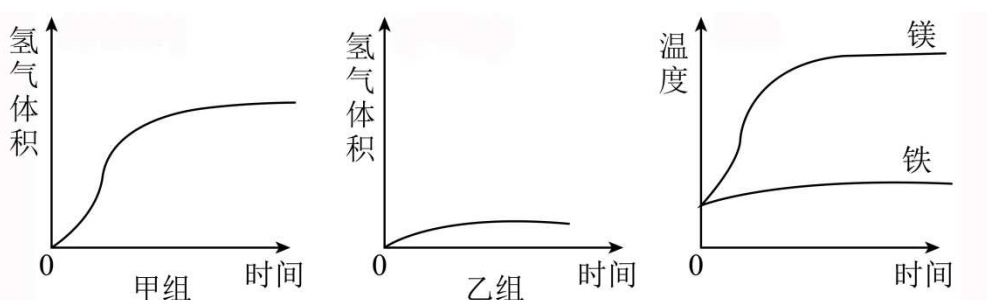
【教师引导】当反应过程中温度与酸的浓度均发生改变时，哪种因素对反应速率起主导作用呢？

【深入探究】经讨论，同学们设计并进行如下实验：

甲组：取一定质量的镁片与足量的稀硫酸在保温装置中反应，测量生成氢气的体积及反应过程中的温度变化；

乙组：将甲组实验中的镁片换成铁片，重新进行上述实验。

同学们实验后，绘制了如下三幅趋势图：



【分析解释】

(4)同学们分析甲组图像，得出镁与稀硫酸反应速率的变化趋势大致为“小→大→小”。请解释“小→大”的原因：\_\_\_\_\_；

【拓展延伸】

(5)有同学认为：所有活泼金属与稀硫酸反应过程中，反应速率都遵循“小→大→小”的规律；同学们又分析了乙组图像，得出铁片与稀硫酸反应速率的变化趋势为\_\_\_\_\_。同学们结合“任务一”的结论，经讨论，认为此次实验中铁与稀硫酸反应速率呈上述变化趋势的原因可能是\_\_\_\_\_。

【总结提升】同学们通过以上探究活动，对影响反应速率的因素有了新的认识。化学反应速率的微小变化，都值得深入分析讨论。老师表扬了大家严谨求实的科学精神。

【答案】(1)  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$

(2)温度越高

(3)放出

(4)反应初期，温度比酸的浓度对反应速率的影响大

(5) 越来越小 铁与稀硫酸反应产生的热量少，温度升高不明显，随着硫酸浓度的降低，反应速率越来越小

【详解】(1) 锌与硫酸反应生成硫酸锌和氢气，化学方程式为  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 在实验一和实验二中，稀硫酸的浓度相同，温度为  $20^\circ\text{C}$  时，反应速率相对较慢， $40^\circ\text{C}$  时反应速率相对较快，由此可以得出结论：在其他条件相同时，同种金属与相同浓度的稀硫酸反应，温度越高，反应速率

越大。

(3) 金属与酸反应，放出热量。

(4) 镁与硫酸反应放热，温度升高，反应速率加快，随着反应进行，酸的浓度降低，使反应速率减慢，但反应初期，温度比酸的浓度对反应速率的影响大。

(5) 分析乙组图像，横坐标表示时间，纵坐标表示氢气的体积，则曲线的斜率（即倾斜度）可表示反应速率，由图可知，曲线的斜率越来越小，最后变为 0，所以反应的速率一直在变小，则变化趋势表现为越来越小；

可能的原因是：铁与稀硫酸反应产生的热量少，温度升高不明显，随着硫酸浓度的降低，反应速率越来越小。

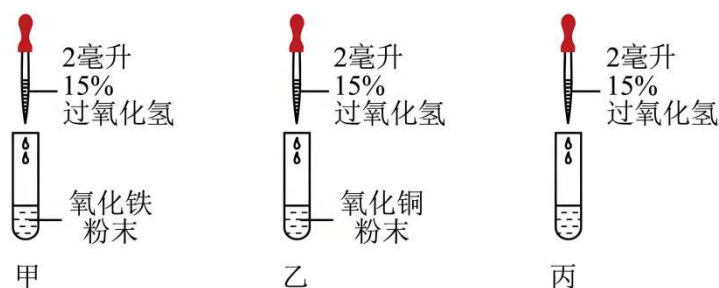
5. (2026·上海·一模) 催化剂是化学变化中的“神奇向导”。在实验室，二氧化锰能加速过氧化氢分解制氧气。有趣的是，并非只有二氧化锰能催化过氧化氢分解，氧化铜、氧化铁等也可以，说明某些化学反应的催化剂并非唯一；催化剂还具有选择性，一种催化剂往往只加速特定反应；理论上它可以反复使用，但实际中可能因杂质“中毒”失活。

I. 化学小组的同学针对“ $\text{H}_2\text{O}_2$  制取氧气的实验原理”进行了实验探究。

(1) 用  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液 ( $\text{MnO}_2$  作催化剂) 制氧气的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 收集氧气时可以用\_\_\_\_\_ (填“向上”或“向下”) 排空气法。

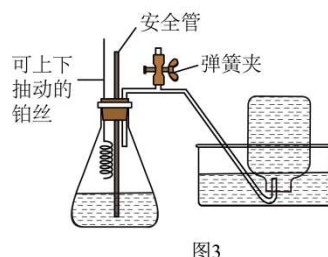
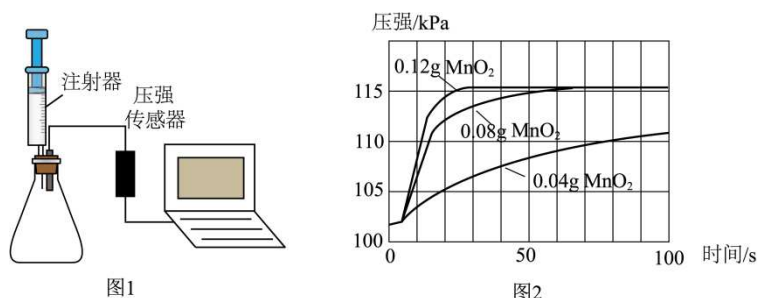
II. 为证明氧化铁、氧化铜能催化过氧化氢分解，小组同学设计了如下图所示的实验。



(3) 如果实验证明氧化铁、氧化铜均有催化作用，那么，小组成员应观察到的实验现象是\_\_\_\_\_。

(4) 小明认为，要证明氧化铁、氧化铜是本实验的催化剂，还需要的证据有\_\_\_\_\_。

III. 催化剂对  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的影响。小组同学设计的实验装置如图 1 所示，用电子秤称量 0.04g、0.08g、0.12g 的  $\text{MnO}_2$  粉末，分别加入三只锥形瓶中，用注射器各量取 8mL 3% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，连接装置，将  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液注入锥形瓶中，用压强传感器测量各锥形瓶中压强，压强随时间 (前 100s) 的变化曲线如图 2。



(5) 根据图 2 提供的信息，从控制合适的反应速率和节约试剂的角度分析，催化分解 8mL 3% 的  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液制



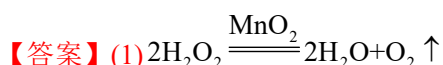
氧气时， $\text{MnO}_2$  的最佳用量为\_\_\_\_\_（填“0.04g”“0.08g”“0.12g”之一）。

(6) $\text{MnO}_2$  催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  制氧气时，氧气的最终产量与  $\text{MnO}_2$  的用量\_\_\_\_\_（填“有关”或“无关”）。

(7)金属铂也可以催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  制氧气。小组同学设计如图 3 所示装置制取氧气，实验过程中，若观察到安全管内液面不断上升，说明锥形瓶内压强过大，此时可采取的合理安全措施是\_\_\_\_\_（写两条）。

(8)下列说法中，不正确的是\_（不定项）。

- A. 一个反应只有一种催化剂
- B. 催化剂中毒后会失去活性
- C. 没有催化剂化学反应不能发生
- D. 催化剂的使用能改变物质制备所需反应条件



(2)向上

(3)甲、乙中产生大量气泡，丙中无明显现象

(4)氧化铁与氧化铜在化学反应前后的化学性质和质量保持不变

(5)0.08g

(6)无关

(7)将铂丝向上提起，使其与  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液脱离接触；或将锥形瓶浸入冷水中

(8)AC



（2）氧气密度比空气大，可以用向上排空气法；

（3）如果实验证明氧化铁、氧化铜均有催化作用，那么小组成员应观察到的实验现象是甲、乙中产生大量气泡，丙中无明显现象，通过现象对比，说明氧化铁、氧化铜能加快过氧化氢分解的速率；

（4）催化剂的定义是：改变反应速率，且反应本身的质量和化学性质在反应前后都不变，因此除了证明能加快反应，还需要验证质量和化学性质不变。

（5）从控制合适的反应速率和节约试剂的角度分析，需要找反应速率适中且  $\text{MnO}_2$  用量少的情况。观察图 2，0.08 g  $\text{MnO}_2$  催化时，反应速率比较合适，同时比较节约试剂，故  $\text{MnO}_2$  的最佳用量为 0.08 g；

（6）根据催化剂的定义，催化剂能改变其他物质的反应速率，但不能改变生成物的质量，生成物的质量与反应物的质量有关，即在本题中氧气的最终产量只与  $\text{H}_2\text{O}_2$  的量有关，与  $\text{MnO}_2$  的用量无关；

（7）安全管内液面不断上升，说明锥形瓶内压强过大，为了安全，可采取的措施有：一是可将铂丝向上提起，使其与  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液脱离接触，这样可以极大的减缓产生氧气的速率；二是可将锥形瓶浸入冷水中，降低温度，使气体体积收缩，压强减小；（合理即可）

（8）A. 一个反应可以有多种催化剂，例如过氧化氢制取氧气，除二氧化锰外，硫酸铜溶液、红砖粉等对过氧化氢的分解也具有催化作用，故 A 错误；



B.由题干可知，催化剂中毒后会失去活性，故 B 正确；

C.催化剂能改变物质的化学反应速率，没有催化剂化学反应也能发生，故 C 错误；

D.催化剂的使用能降低反应的活化能，从而可能使反应在更温和的条件下进行，故 D 正确。

故选：AC。