

第二章第 1 节 空气的组成

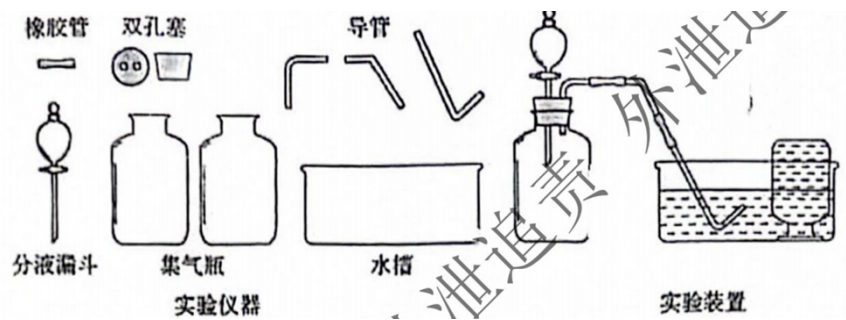
► 题型梳理

- 【题型 1 空气的捕获 装置气密性的检查方法】
- 【题型 2 燃磷法测定空气氧气含量的原理】
- 【题型 3 燃磷法测定空气氧气含量误差分析】
- 【题型 4 空气中氧气含量测定实验的改进】
- 【题型 5 空气的成分】
- 【题型 6 氮气及用途】
- 【题型 7 稀有气体及用途】
- 【题型 8 纯净物 混合物】

► 举一反三

【知识梳理 1 空气的捕获 装置气密性的检查方法】

1. 利用下图所示的实验仪器，组装成图中所示的实验装置，请你利用该实验装置把一个集气瓶中的部分空气“捕获”到另一个集气瓶中。简要说明其原理。



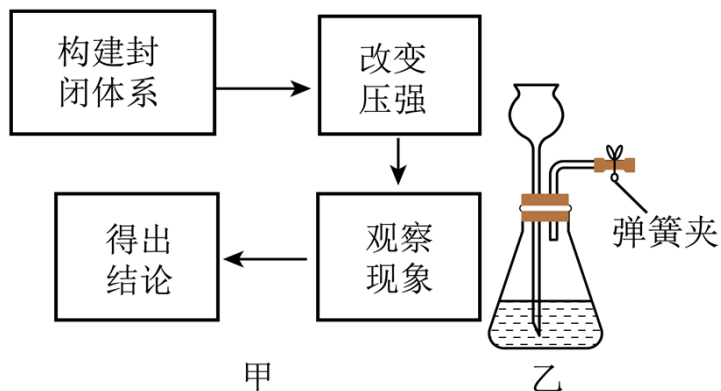
2. 检查装置气密性方法：

装置	方法
	先把导管放入水中，用手紧握试管，若烧杯中导管口有气泡冒出，松开手后，导管内形成一段水柱，说明装置气密性良好

	关闭弹簧夹，往长颈漏斗中注入水，使漏斗中液面高于容器中液面，漏斗内形成稳定的液面差，说明装置气密性良好
---	--

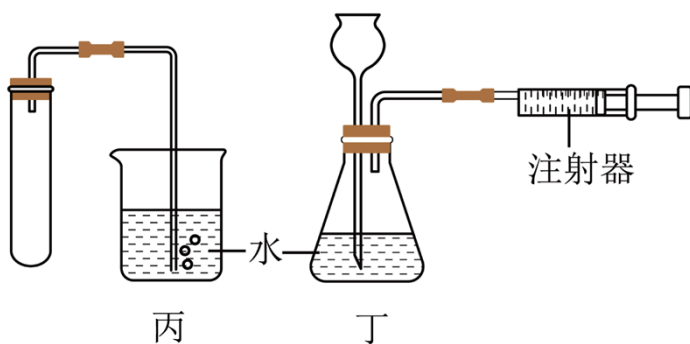
【题型1 空气的捕获 装置气密性的检查方法】

【例1】思维模型的构建能促进深度学习，如图甲是小金同学对解决“装置气密性检查”类问题构建的思维



模型：

- (1) 检查图乙装置气密性：①按图连接好装置；②关闭弹簧夹；③向长颈漏斗中注入一定量的水至浸没长颈漏斗末端；④继续注入少量水，如果观察到_____，就证明装置气密性好。
- (2) 上述实验操作③属于图甲思维模型中的_____环节。
- (3) 如图丙、丁装置，对应操作及现象能说明装置漏气的是_____（填字母）。



- A. 用手紧贴丙装置的试管外壁，烧杯中导管口有气泡冒出
- B. 将丙装置的试管浸入冰水里，烧杯中导管内上升一段水柱
- C. 向外拉丁装置的注射器活塞，长颈漏斗下端有气泡冒出
- D. 向里推丁装置的注射器活塞，长颈漏斗内无明显变化

【答案】

- (1) 长颈漏斗下端形成一段稳定的水柱
- (2) 构建封闭体系
- (3) D

【详解】

(1) 向长颈漏斗注水至浸没长颈漏斗末端，继续加水，若观察到长颈漏斗形成一段稳定的水柱，则气密性良好，故填：长颈漏斗下端形成一段稳定的水柱；

(2) ③向长颈漏斗中注入一定量的水至浸没长颈漏斗末端，形成密闭空间，属于思维模型中的构建封闭体系，故填：构建封闭体系；

(3) A、用手紧贴丙装置的试管外壁，试管中空气遇热膨胀，若观察到烧杯中导管口有气泡冒出，则证明装置气密性良好，故 A 不符合题意；

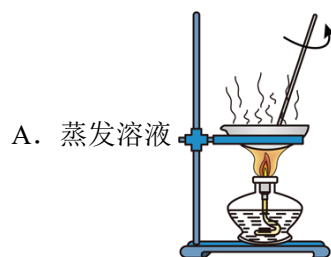
B、将丙装置的试管浸入冰水里，试管中空气遇冷收缩，若观察到烧杯中导管内上升一段水柱，则证明装置气密性良好，故 B 不符合题意；

C、向外拉丁装置的注射器活塞，若观察到长颈漏斗下端冒出气泡，证明装置内外存在气压差，装置气密性良好，故 C 不符合题意；

D、向里推丁装置的注射器活塞，若观察到长颈漏斗内无明显变化，说明装置内外没有气压差，则装置漏气，故 D 符合题意。

故选：D。

【变式 1-1】下列实验操作正确的



【答案】A

【详解】A、蒸发时，应用玻璃棒不断搅拌，防止局部温度过高，造成液滴飞溅，图中操作正确，符合题意；

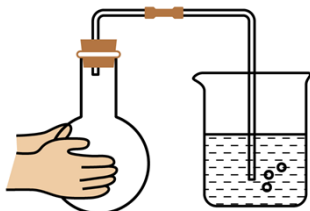
B、倾倒液体时，瓶塞应倒放，瓶口应紧挨，标签应朝向手心处，图中瓶塞未倒放，标签未朝向手心处，不符合题意；

C、该装置通过长颈漏斗与外界相通，无法检查装置的气密性，不符合题意；

D、胶头滴管加液时，既不能伸入容器，更不能接触容器，应垂直悬空于容器上方，不符合题意。

故选 A。

【变式 1-2】检查装置气密性

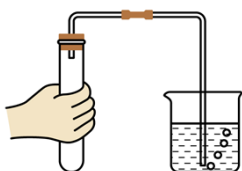


用手握紧反应器，观察水中的导管口 _____。若有气泡，说明装置 _____；若无气泡，要仔细找原因，检查是否塞紧，或更换橡胶塞等方式直至有气泡冒出才能进行实验。

【答案】有没有气泡冒出 不漏气

【详解】连接仪器装置后，要检查装置的气密性，用手紧握试管，更观察水中的导管口有没有气泡冒出；若有气泡，说明装置不漏气；如果无气泡冒出，要仔细检查原因，如塞紧橡胶塞或换橡皮塞，直至装置不漏气才能进行实验。

【变式 1-3】在实验室制取某气体，要进行如图所示的装置的气密性检查，若装置的气密性良好，则会看到的相关现象是：连接装置，把导管放入水中，手握试管，利用体温对试管加热，导管口出现_____；松开手，等试管冷却至常温，导管内出现_____；若同时出现以上现象，则证明装置气密性良好。

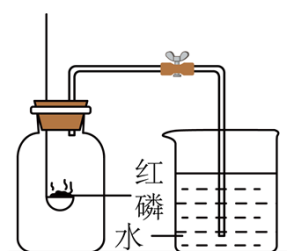


【答案】气泡 水柱

【详解】连接装置，把导管放入水中，手握试管，利用体温对试管加热，导管口出现气泡；松开手，等试管冷却至常温，导管内出现水柱；若同时出现以上现象，则证明装置气密性良好。故填：气泡；水柱。

【知识梳理 2 燃磷法测定空气氧气含量的原理】

(1) 装置图



(2) 实验原理：红磷燃烧消耗氧气，使得集气瓶中压强减小，打开弹簧夹，大气压将烧杯中的水压入集气瓶中，压入水的体积等于被消耗的氧气的体积。

(3) 实验现象：红磷燃烧，放出热量，产生大量白烟（烟：固体的小颗粒），装置冷却到室温后打开弹簧夹，烧杯内的水倒流入集气瓶，约占集气瓶内气体体积的 1/5。

(4) 实验结论：氧气约占空气总体积的 1/5。

(5) 药品选择

①可否换用木炭、蜡烛、硫等物质？

答：不能用木炭、蜡烛或硫代替红磷燃烧测空气中氧气含量（因为木炭、蜡烛或硫燃烧会产生气体，造成瓶内气体体积变化偏小）。

②可否换用铁丝？答：不能，铁丝在空气中不燃烧。

小结：物质能在空气中燃烧且只与氧气反应，燃烧后的生成物为固体或液体（占的体积忽略不计）。

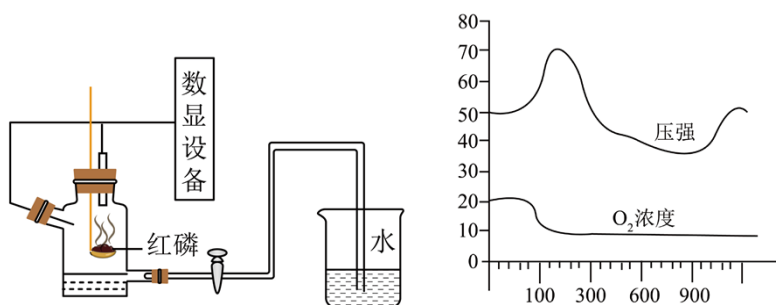
(6) 集气瓶中水的作用：吸收有毒的五氧化二磷（固体）。

(7) 瓶中剩余的主要气体是：氮气

化学性质：不可燃、不助燃；物理性质：难溶于水。

【题型 2 燃磷法测定空气氧气含量的原理】

【例 2】通过数字化仪器进行空气中氧气含量的测定，密闭容器内的氧气含量和压强变化曲线如图所示，下列说法错误的是



- A. 数字化能为探究提供更为直观的证据
- B. 瓶内压强先升高是因为反应放热导致
- C. 容器内氧气浓度未发生变化
- D. 该实验中容器的气密性必须良好

【答案】C

【详解】A、数字化设备能通过数字观察压强及氧气浓度的变化，能为探究提供更为直观的证据，不符合题意；

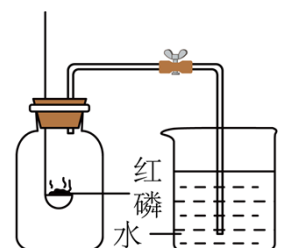
B、瓶内压强先升高是因为红磷燃烧放热，装置内气体受热膨胀，不符合题意；

C、红磷燃烧消耗氧气，且由图可知，容器内氧气浓度下降，符合题意；

D、该实验中，气体参与了反应，容器的气密性必须良好，否则，会导致实验结果偏小，不符合题意。

故选 C。

【变式 2-1】某化学小组用下图装置测定空气中氧气的含量：点燃燃烧匙内的红磷（足量），立即伸入集气瓶中并塞紧瓶塞；待燃烧停止并冷却至室温，打开止水夹，发现烧杯内的水被吸入集气瓶中，吸入水的体积约为集气瓶总容积的 $\frac{1}{5}$ ，得出结论：氧气约占空气总体积的 $\frac{1}{5}$ 。下列关于该实验的说法中，不合理的是



A. 反应后集气瓶内剩余气体主要为氮气

B. 用木炭代替红磷实验，也能得到相同结论

C. 实验前，应检验装置的气密性

D. 实验过程中打开止水夹前集气瓶内压强变化情况为先增大后减小

【答案】B

【详解】A、氮气约占空气体积的 78%，氧气约占空气体积的 21%，实验中氧气被消耗，则反应后集气瓶内剩余气体主要为氮气，选项正确；

B、木炭与氧气燃烧后生成二氧化碳气体，则实验后装置中的气体的体积变化不大或无变化，则用木炭代替红磷实验不能测出空气中氧气的含量，选项错误；

C、实验前，应检验装置的气密性，避免实验中装置内外气体交流导致实验结果不准确，选项正确；

D、实验过程中打开止水夹前，红磷与氧气发生燃烧放出热量，装置中的气体受热膨胀，瓶内气体的压强增大，实验中气体减少，燃烧停止后装置的温度逐渐降低，瓶中的气体的体积收缩，瓶内的压强逐渐减小，即实验过程中打开止水夹前集气瓶内压强变化情况为先增大后减小，选项正确；

故选 B。

【变式 2-2】化学学习小组为探究空气中氧气的含量，进行了如图 1 所示实验。

实验装置如图 1 所示，实验步骤：①将数显设备、三种感应器（气体压强、温度、氧气浓度）和装置连接，装置气密性良好；②实验开始，打开并调试好传感器和数显设备；③电热棒通电，点燃燃烧匙内红

磷，观察现象；④待装置冷却后，打开弹簧夹，观察现象及水面变化情况。各传感器测得的数据如图2所示（横坐标为时间，纵坐标表示该段时间内气体压强、温度、氧气浓度对应的变化情况）。

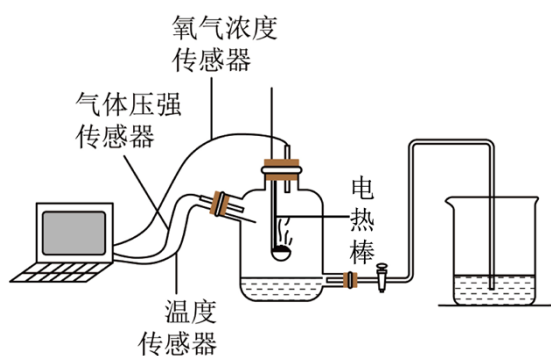


图1

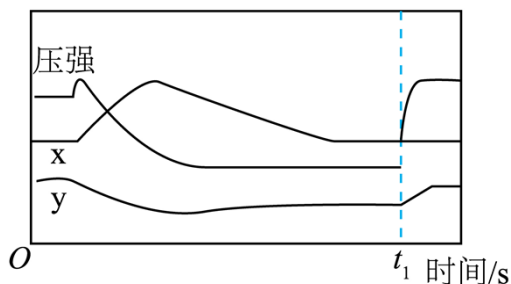


图2

- (1) 实验中加入足量红磷的目的是_____。
- (2) 曲线 x 表示的是_____（选填“温度”或“氧气浓度”）变化情况。
- (3) t_1 时刻的实验操作是_____，实验现象是_____。

【答案】

- (1) 尽量将氧气消耗完全（合理即可）
- (2) 温度
- (3) 打开弹簧夹 烧杯中的水进入瓶中，水面约上升至刻度 1 处（合理即可）

【详解】

(1) 该实验的目的是探究空气中氧气的含量，则实验中需要加入足量红磷，目的是将装置内的氧气消耗完全；

(2) 曲线 x 先升高后下降，最后趋于平稳，符合温度变化趋势，因为红磷燃烧放出大量的热，温度逐渐升高，待完全反应后，逐渐恢复至室温，若为氧气浓度则应该是一直减小，不会出现升高，故曲线 x 表示温度变化情况，曲线 y 表示氧气浓度的变化趋势；

(3) t_1 时刻，压强突然增大，而氧气浓度不变，则应该进行的实验操作是打开弹簧夹；由于红磷燃烧消耗了氧气，氧气约占空气体积的五分之一，装置内压强减小，则可观察到烧杯中的水进入集气瓶中，水面约上升至刻度 1 处（合理即可）。

【变式 2-3】 有关物质组成及化学规律的发现对化学的发展做出了重要贡献。

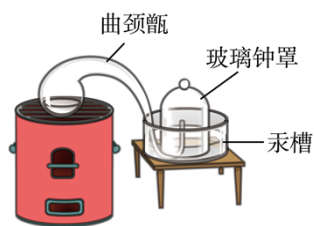


图1

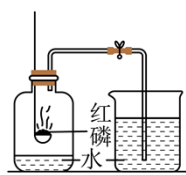


图2

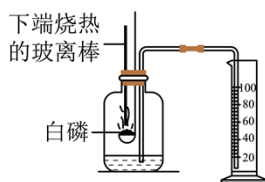


图3

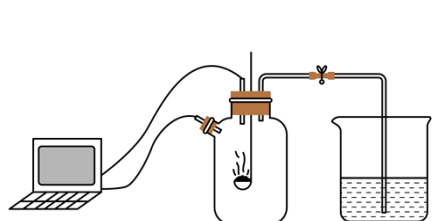


图4

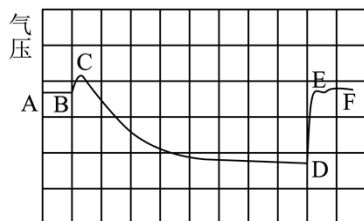


图5

(1) 拉瓦锡用定量的方法研究了空气的成分(如图1)。该实验中选择使用汞的优点有_____。

- A. 只与空气中氧气发生反应
- B. 汞俗称水银, 常温下为液态, 安全无毒
- C. 反应速度快, 几分钟可完成
- D. 反应生成的氧化汞为固体, 基本不影响压强变化

(2) 实验室常用图2所示的方法测定空气中氧气的含量。

I. 红磷燃烧的化学方程式_____。

II. 若实验中没有夹紧弹簧夹, 测定的空气中氧气的含量将_____ (选填“偏大”、“偏小”或“无影响”)。

(3) 按照图3进行实验, 关闭弹簧夹, 取足量白磷于气密性良好的集气瓶中燃烧(集气瓶体积为250mL), 火焰熄灭后冷却至室温。

实验前量筒内水	实验后量筒内剩余水
80.0mL	29.5mL

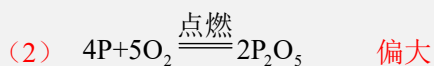
I. 根据表中数据计算空气中氧气的体积分数, 列式为 $\frac{80.0-29.5}{250} \times 100\%$, 该列式是否合理? 若不合理, 请说明原因_____。

II. 若用木炭替代白磷完成本实验, 则集气瓶中液体应具有的性质是_____。

(4) 按照图4连接压强传感器, 测得压强曲线如图5, 请分析BC段压强变化的原因_____。

【答案】

(1) AD



(3) 不合理，实验前集气瓶中含有少量水，空气的体积应为集气瓶体积减去实验前水的体积 能与二氧化碳气体反应

(4) 白磷燃烧放热导致气压增大幅度大于氧气消耗导致气压减大幅度，集气瓶中压强增大

【详解】

(1) A、汞只与空气中氧气发生反应，实验结果较准确，符合题意；

B、汞俗称水银，常温下为液态，有毒，不符合题意；

C、汞只与空气中氧气反应速度较慢，不符合题意；

D、反应生成的氧化汞为固体，基本不影响压强变化，符合题意。

故选 AD；



II. 若实验中没有夹紧弹簧夹，磷燃烧过程中气压增大，集气瓶内的空气可能逸出，测定的空气中氧气的含量将偏大；

(3) I. 根据表中数据计算空气中氧气的体积分数，列式为 $\frac{80.0-29.5}{250} \times 100\%$ ，该列式不合理，原因是实验前集气瓶中含有少量水，空气的体积应为集气瓶体积减去实验前水的体积；

II. 若用木炭替代白磷完成本实验，则集气瓶中液体应具有的性质是能与二氧化碳气体反应，使得瓶内的气压降低；

(4) BC 段压强变化的原因白磷燃烧放热导致气压增大幅度大于氧气消耗导致气压减大幅度，集气瓶中压强增大。

【知识梳理 3 燃磷法测定空气氧气含量误差分析】

实验注意事项：

①所用的红磷必须过量。如果红磷过少则氧气没有全部消耗完，测量结果偏小。

②要等集气瓶（装置）冷却到室温后才能打开弹簧夹。否则瓶内剩余气体仍然膨胀，剩余气体体积偏大，使得进入集气瓶内的水偏少，测量结果偏小。

③装置的气密性要好。漏气会使外面空气漏进来，测量结果偏小。

④要先夹紧橡皮管，然后再点红磷，迅速伸入集气瓶立即塞紧瓶塞。红磷伸入过慢，瓶内气体受热膨胀逸出，或未夹紧弹簧夹，导致燃烧时气体受热膨胀逸出，测量结果偏大。

具体误差分析：

误差	原因
测量结果 偏低	红磷不足 ，氧气未耗尽
	装置漏气 ，使装置外的空气进入集气瓶中
	未冷却至室温就打开弹簧夹 ，使进入集气瓶中的水的体积偏小
测量结果偏高	胶皮管未夹紧，红磷燃烧时集气瓶内气体因受热顺着导管逸出
	燃烧匙伸入过慢，使装置内的气体受热逸出，导致进入集气瓶中的水的体积偏大

【题型 3 燃磷法测定空气氧气含量误差分析】

【例 3】实验是科学探究的重要方法。仿照拉瓦锡测定空气中氧气的含量原理，我们也进行了相关的实验探究。

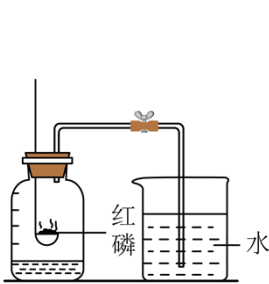


图1

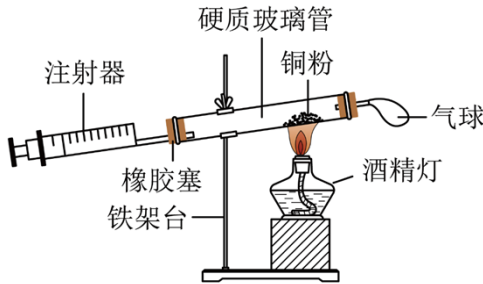


图2

(1) 【实验回顾】实验室常用图 1 所示的方法测定空气中氧气的含量，小黄同学发现利用图 1 装置进行实验时，在集气瓶外点燃红磷，一方面会造成_____，另一方面伸进集气瓶速度慢了会使测定结果_____（填“偏大”、“偏小”或“不变”）。

(2) 【实验探究】查阅资料得知：铜粉在加热条件下只与空气中的氧气发生反应，生成黑色的氧化铜固体。小陈同学又设计了如图 2 的装置测定空气中氧气含量，以下为实验数据

硬质玻璃管中空气的体积	反应前注射器中空气体积	充分反应后注射器中气体体积
25mL	15mL	9mL

实验测得空气中氧气的体积分数为_____。

(3) 【实验反思】

实验结果有误差，小陈同学对实验过程进行反思，其中解释合理的是_____（填序号）。

- ①可能是使用的铜粉少了
- ②可能是没有冷却至室温就读数

③可能是装置气密性不好

你认为导致误差还有可能的原因是_____（任写一条即可）。

【答案】

(1) 空气污染 偏大

(2) 15%

(3) ①②③ 实验过程中没有反复推拉注射器活塞，铜和氧气没有充分反应

【详解】(1) 利用图1装置进行实验时，在集气瓶外点燃红磷，红磷燃烧生成五氧化二磷，五氧化二磷有毒，一方面会造成空气污染；另一方面伸进集气瓶速度慢了，装置内气体受热膨胀逸出，会使测定结果偏大；

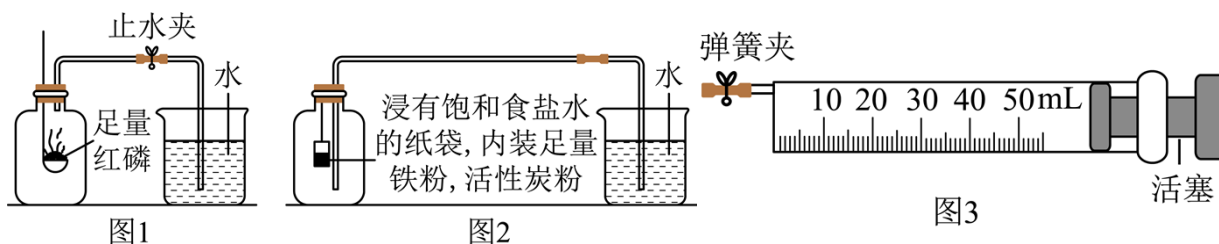
(2) 铜粉和氧气在加热的条件下反应生成氧化铜，待完全反应后，逐渐冷却至室温，由于消耗了氧气，装置内压强减小，注射器活塞右移，注射器中减少的体积就是消耗氧气的体积，故实验测得空气中氧气的体积分数为： $\frac{15\text{mL}-9\text{mL}}{25\text{mL}+15\text{mL}} \times 100\% = 15\%$ ，实验结果偏小；

(3) ①可能是使用的铜粉少了，不能将装置内氧气耗尽，故导致实验结果偏小，符合题意；
②可能是没有冷却至室温就读数，气体受热膨胀，占据了一定的体积，导致实验结果偏小，符合题意；
③可能是装置气密性不好，在冷却至室温的过程中，外界空气进入，占据了一定的体积，导致测定结果偏小，符合题意。

故选①②③；

如果实验过程中没有反复推拉注射器活塞，铜和氧气没有充分反应，也会导致实验结果偏小。

【变式 3-1】空气中氧气含量的再认识。



【实验回顾】

(1) 如图1是实验室用红磷燃烧来粗略测定空气中氧气含量的装置，写出红磷燃烧的文字表达式_____。

【实验过程1】甲组同学使用如图1进行实验，步骤如下：

- ①连接仪器，检查装置气密性；
- ②加入药品，用止水夹夹紧橡皮管；
- ③点燃燃烧匙内的红磷，立即伸入瓶中并塞紧塞子；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/905241103201012112>