

## 第二单元 《我们周围的空气》

### 第一节 空气

#### 一、拉瓦锡测定空气成分实验

二百多年前，法国化学家拉瓦锡通过实验，得出了空气由氧气和氮气组成，其中氧气约占空气总体积的  $\frac{1}{5}$  的结论。实验中涉及的化学方程式有： $2\text{Hg} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HgO}$  和  $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$ 。

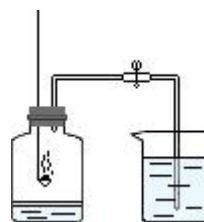
#### 二、测定空气中氧气含量的实验

【实验原理】 $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{P}_2\text{O}_5$

【实验装置】如右图所示。弹簧夹关闭。集气瓶内加入少量水，并做上记号。

【实验步骤】

- ① 连接装置，并检查装置的气密性。
- ② 点燃燃烧匙内的红磷，立即伸入集气瓶中，并塞紧塞子。
- ③ 待红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹。



【实验现象】① 红磷燃烧，产生大量白烟；② 放热；③ 冷却后打开弹簧夹，水沿着导管进入集气瓶中，进入集气瓶内水的体积约占集气瓶空气总体积的  $\frac{1}{5}$ 。

【实验结论】① 红磷燃烧消耗空气中的氧气，生成五氧化二磷固体；② 空气中氧气的体积约占空气总体积的  $\frac{1}{5}$ 。

【注意事项】

1. 红磷必须过量。如果红磷的量不足，集气瓶内的氧气没有被完全消耗，测量结果会偏小。
2. 装置气密性要好。如果装置的气密性不好，集气瓶外的空气进入集气瓶，测量结果会偏小。
3. 导管中要注满水。否则当红磷燃烧并冷却后，进入的水会有一部分残留在试管中，导致

测量结果偏小。

4. 冷却后再打开弹簧夹，否则测量结果偏小。
5. 如果弹簧夹未夹紧，或者塞塞子的动作太慢，测量结果会偏大。
6. 在集气瓶底加水的目的：吸收有毒的五氧化二磷。
7. 不要用木炭或硫代替红磷！原因：木炭和硫燃烧尽管消耗气体，但是产生了新的气体，气体体积不变，容器内压强几乎不变，水面不会有变化。
8. 如果预先在集气瓶内放入氢氧化钠溶液，就可以用木炭或硫代替红磷进行实验。
9. 不要用镁代替红磷！原因：镁在空气中燃烧时能与氮气和二氧化碳发生反应，这样不仅消耗氧气，还消耗了氮气和二氧化碳，使测量结果偏大。

### 三、空气的成分

气体	氮气	氧气	稀有气体	二氧化碳	其他气体和杂质
体积分数	78%	21%	0.94%	0.03%	0.03%

### 四、混合物和纯净物

	混合物	纯净物
定义	两种或多种物质混合而成的物质叫混合物。	只由一种物质组成的物质叫纯净物。
特点	组成混合物的各种成分之间没有发生化学反应，它们各自保持着原来的性质。	纯净物可以用化学式来表示。但是，绝对纯净的物质是没有的。
常见实例	空气、溶液、合金、铁锈、加碘盐、天然气、自来水、矿泉水等	能用化学式表示的所有物质 冰水混合物、水蒸气、铜锈也是纯净物

---

## 五、空气是一种宝贵的资源

### 1. 氮气

【物理性质】无色无味的气体，不易溶于水，密度比空气的密度略小。

【化学性质】化学性质不活泼，一般情况下不能支持燃烧，不能供给动植物呼吸。

【用途】① 制硝酸和化肥的重要原料（这一点可以证明空气中含有氮气）；

② 用作保护气（焊接金属时作保护气、灯泡充氮延长使用寿命、食物充氮防腐）；

③ 医疗上在液氮冷冻麻醉条件下做手术；

④ 超导材料在液氮的低温条件下显示超导性能。

### 2. 稀有气体（氦、氖、氩、氪、氙的总称）

【物理性质】没有颜色，没有气味的气体，难溶于水。通电时能发出不同颜色的光。

【化学性质】化学性质很不活泼。所以稀有气体又叫做惰性气体。

【用途】① 用作保护气（焊接金属时作保护气、灯泡中充入稀有气体使灯泡耐用）；

② 用作光源（如航标灯、强照明灯、闪光灯、霓虹灯等）；

③ 用于激光技术；④ 氦气可作冷却剂；⑤ 氙气可作麻醉剂。

## 六、空气污染和防治

1. 空气污染的污染物是有害气体和烟尘。污染源包括煤、石油等化石燃料燃烧产生的二氧化硫、二氧化氮、一氧化碳（三大有害气体），还包括工业废气等方面。

2. 计入空气污染指数的项目为：二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、可吸入颗粒物和臭氧等。

3. 空气污染的危害：造成世界三大环境问题（温室效应、臭氧层破坏、酸雨）、损害人体健康、破坏生态平衡、影响作物生长、破坏生态平衡等。

4. 防治空气污染：加强大气质量监测；改善环境状况；减少使用化石燃料；使用清洁能源；

积极植树、造林、种草；禁止露天焚烧垃圾等。

## 七、绿色化学

绿色化学又称环境友好化学，其核心是利用化学原理从源头上消除污染。

绿色化学的主要特点是：

- ① 充分利用资源和能源，采用无毒、无害的原料；
- ② 在无毒、无害的条件下进行反应，以减少向环境排放废物；
- ③ 提高原子的利用率，力图使所有作为原料的原子都被产品所消纳，实现“零排放”；
- ④ 生产有利于环境保护、社区安全和人体健康的环境友好的产品。

### 第二节 氧气

#### 一、氧气的性质

【物理性质】密度略大于空气的密度。不易溶于水。气态的氧是无色无味的，液态氧和固态氧是淡蓝色的。

【化学性质】氧气化学性质比较活泼。氧气具有助燃性和氧化性。

二、氧气的检验方法：把一根带火星的木条伸入集气瓶中，如果带火星的木条复燃，证明是氧气。

#### 三、氧气与常见物质发生的反应

物质	反应现象	化学方程式（表达式）
磷	产生大量白烟、放热	$4P+5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2P_2O_5$
木炭	① 木炭在空气中燃烧时持续红热，无烟无焰；木炭在氧气中剧烈燃烧，并发出白光 ② 放热、生成能使澄清石灰水变浑浊的气体	$C+O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2$

硫	① 在空气中燃烧发出淡蓝色火焰，在氧气中燃烧发出蓝紫色火焰 ② 放热、生成有刺激性气味的气体	$S + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} SO_2$
氢气	① 纯净的氢气在空气中燃烧，产生淡蓝色火焰 ② 放热、生成能使无水硫酸铜变蓝的液体	$2H_2 + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2H_2O$
铁	铁在氧气中剧烈燃烧，火星四射，放热，生成黑色固体	$3Fe + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} Fe_3O_4$
铝	铝在氧气中燃烧，发出耀眼的白光，放热，生成白色固体	$4Al + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2Al_2O_3$
	铝在空气中与氧气反应，表面形成致密的氧化膜	$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$
镁	镁在空气中燃烧，发出耀眼的白光、放热、生成白色粉末	$2Mg + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2MgO$
铜	红色的固体逐渐变成黑色	$2Cu + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CuO$
汞	银白色液体逐渐变成红色	$2Hg + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2HgO$
一氧化碳	产生蓝色火焰，放热，生成能使澄清石灰水变浑浊的气体	$2CO + O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2$
甲烷	产生明亮的蓝色火焰，放热，产生能使无水硫酸铜变蓝的液体， 生成能使澄清石灰水变浑浊的气体	$CH_4 + 2O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} CO_2 + 2H_2O$
蜡烛	火焰发出白光，放热，产生能使无水硫酸铜变蓝的液体，生成 能使澄清石灰水变浑浊的气体	石蜡 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 水 + 二氧化碳

#### 四、探究实验

##### 1. 木炭燃烧实验

【实验操作】用坩埚钳夹取一小块木炭，在酒精灯上加热到发红，插入到盛有集气瓶的氧气中（由瓶口向下缓慢插入），观察木炭在氧气里燃烧的现象。燃烧停止后，取出坩埚钳，向集气瓶中加入少量澄清的石灰水，振荡，观察现象。

【实验现象】木炭在空气中燃烧时持续红热，无烟无焰；在氧气中燃烧更旺，发出白光。

---

向集气瓶中加入少量澄清的石灰水后，澄清的石灰水变浑浊。



【注意事项】木炭应该由上向下缓慢伸进盛有氧气的集气瓶中，原因：为了保证有充足的氧气支持木炭燃烧，防止木炭燃烧生成的二氧化碳使木炭熄灭，确保实验成功。

## 2. 硫燃烧实验

【实验操作】在燃烧匙里放少量硫，在酒精灯上点燃，然后把盛有燃着硫的燃烧匙由上向下缓慢伸进盛有氧气的集气瓶中，分别观察硫在空气中和在氧气中燃烧的现象。

【实验现象】硫在空气中燃烧发出淡蓝色火焰，在氧气中燃烧发出蓝紫色火焰。生成一种有刺激性气味的气体。



【注意事项】在集气瓶中加入少量的氢氧化钠溶液，可以吸收有毒的二氧化硫，防止造成空气污染。

## 3. 细铁丝在氧气中燃烧的实验

【实验操作】把光亮的细铁丝盘成螺旋状，下端系一根火柴，点燃火柴，待火柴快燃尽时，由上向下缓慢插入盛有氧气的集气瓶中（集气瓶底部要先放少量水或铺一薄层细沙）。

【实验现象】细铁丝在氧气中剧烈燃烧，火星四射，生成一种黑色固体。



【注意事项】

- ① 用砂纸把细铁丝磨成光亮的银白色，是为了除去细铁丝表面的杂质。
- ② 将细铁丝盘成螺旋状，是为了增大细铁丝与氧气的接触面积。
- ③ 把细铁丝绕在火柴上，是为了引燃细铁丝，使细铁丝的温度达到着火点。

④ 待火柴快燃尽时才缓慢插入盛有氧气的集气瓶中,是为了防止火柴燃烧时消耗氧气,保证有充足的氧气与细铁丝反应。

⑤ 由上向下缓慢伸进盛有氧气的集气瓶中是为了防止细铁丝燃烧时放热使氧气从集气瓶口逸出,保证有充足的氧气与细铁丝反应。

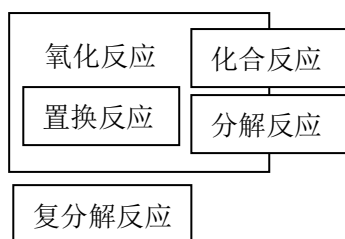
⑥ 集气瓶里要预先装少量水或在瓶底铺上一薄层细沙,是为了防止灼热的生成物溅落使集气瓶瓶底炸裂。

## 五、化合反应和分解反应

1. 化合反应：由两种或两种以上物质生成另一种物质的反应。
2. 分解反应：由一种反应物生成两种或两种以上其他物质的反应叫做分解反应。
3. 化合反应的特点是“多变一”，分解反应的特点是“一变多”。

## 六、氧化反应

1. 氧化反应：物质跟氧发生的反应属于氧化反应。它不属于基本反应类型。
2. 氧化还原反应与四大基本反应的关系：



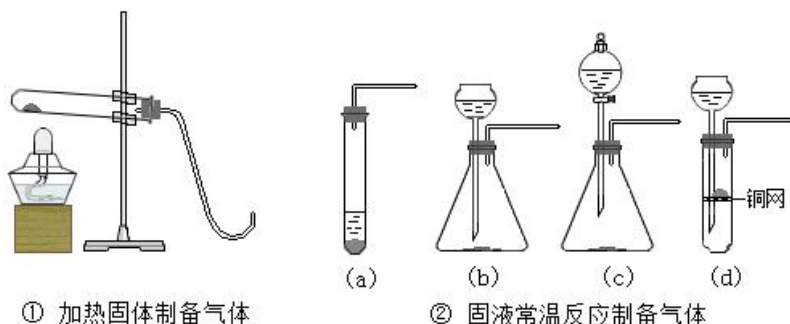
3. 氧化反应包括剧烈氧化和缓慢氧化。

剧烈氧化会发光、放热,如燃烧、爆炸;缓慢氧化放热较少,但不会发光,如动植物呼吸、食物的腐败、酒和醋的酿造、农家肥料的腐熟等。

### 第三节 制取氧气

#### 一、气体制取装置

##### 1. 气体发生装置



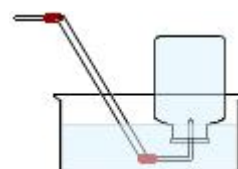
##### ■ 加热固体制备气体的装置（见上图①）

- ◆ 反应物和反应条件的特征：反应物都是固体，反应需要加热。
- ◆ 装置气密性的检查方法：将导气管的出口浸没在水中，双手紧握试管。如果水中出现气泡，说明装置气密性良好。（原理：气体的热胀冷缩）
- ◆ 加热时的注意事项：
  - 绝对禁止向燃着的酒精灯内添加酒精。
  - 绝对禁止用燃着的酒精灯引燃另一只酒精灯。
  - 禁止用嘴吹灭酒精灯。加热结束时，酒精灯的火焰应该用灯帽盖灭。
  - 铁夹应夹在试管的中上部，大约是距试管口  $1/3$  处。
  - 药品要斜铺在在试管底部，便于均匀受热。
  - 试管口要略向下倾斜，防止冷凝水回流热的试管底部使试管炸裂。
  - 试管内导管应稍露出胶塞即可。如果太长，不利于气体排出。
  - 停止反应时，应先把导管从水槽中移出，再熄灭酒精灯，防止水槽中的水被倒吸入热的试管中，使试管炸裂。
- ◆ 选择装置时，要选择带有橡皮塞的弯管。

- 固液混合在常温下反应制备气体的装置（见上图②）
  - ◆ 反应物和反应条件的特征：反应物中有固体和液体，反应不需要加热。
  - ◆ 装置气密性的检查方法：在导管出口处套上橡皮塞，用弹簧夹夹紧橡皮塞，从漏斗中加水。如果液面稳定后水面不下降，则表明装置气密性良好。
  - ◆ 要根据实际情况选择 (a) (b) (c) (d) 四种装置。
    - 装置(a)的特点：装置简单，适用于制取少量的气体；容易造成气体泄漏，增加药品不太方便。
    - 装置(b)的特点：便于随时添加药品。
    - 装置(c)的特点：可以控制反应速率。
    - 装置(d)的特点：可以控制反应的发生和停止。（希望停止反应时，用弹簧夹夹住橡皮管。这时由于试管内的气压大于外界大气压，试管内的液面会下降）
  - ◆ 如果使用长颈漏斗，注意长颈漏斗的下端管口应插入液面以下，形成液封，防止生成的气体从长颈漏斗逸出。使用分液漏斗时无需考虑这个问题。
  - ◆ 选择装置时，要选择带有橡皮塞的直管。(a)装置使用单孔橡皮塞，(b) (c) (d)装置使用双孔橡皮塞。
  - ◆ 固体药品通过锥形瓶口加入，液体药品通过分液漏斗加入。

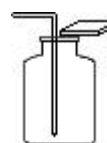
## 2. 气体收集装置

- 排水法收集气体的装置（见右图）
  - ◆ 适用情况：收集的气体不溶或难溶于水，且不与水反应。
  - ◆ 注意事项：
    - 集气瓶中不能留有气泡，否则收集到的气体不纯。



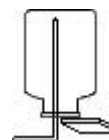
- 应当等到气泡连续均匀地放出后再收集气体，否则收集到的气体不纯。
- 在气泡连续均匀放出之前，导气管管口不应伸入到集气瓶口。
- 如果瓶口出现气泡，说明气体收集满。
- 如果需要较干燥的气体，请不要使用排水法。
- 气体收集完毕后，要在水下把玻璃片盖在集气瓶口上，否则收集到的气体不纯。
- 收集完毕后，如果收集的气体的密度比空气大，集气瓶口应该朝上；如果收集的气体的密度比空气小，集气瓶口应该朝下。

■ 向上排空气法收集气体的装置（见右图）



- ◆ 适用情况：气体密度大于空气（相对分子质量大于 29），且不与空气中的成分反应。
- ◆ 要求：导管伸入集气瓶底，以利于排净空气。
- ◆ 密度和空气接近的气体，不宜用排空气法收集。
- ◆ 暂存气体时，只需将集气瓶正放在桌面上，盖上毛玻璃片就可以了。

■ 向下排空气法收集气体的装置（见右图）

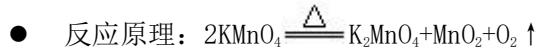


- ◆ 适用情况：气体密度小于空气（相对分子质量小于 29），且不与空气中的成分反应。
- ◆ 要求：导管伸入集气瓶底，以利于排净空气。
- ◆ 密度和空气接近的气体，不宜用排空气法收集。
- ◆ 暂存气体时，需要盖上毛玻璃片并将集气瓶倒放在桌面上。
- 导气管属于发生装置。把导气管画在收集装置中，是为了更好地说明问题。

## 二、实验室制取氧气

---

## 1. 加热高锰酸钾制取氧气



- 发生装置：由于反应物是固体，反应需要加热，所以选择加热固体制备气体的装置。

- 收集装置：由于氧气不易溶于水，且不与水发生化学反应，所以可以选择排水法收集气体的装置。

由于氧气的密度比空气大，且不与空气中的成分发生化学反应，所以可以选择向上排空气法收集气体的装置。

- 步骤：

- ① 查：检查装置的气密性。

- ② 装：将高锰酸钾装入干燥的试管，并在试管口放一团棉花，并用带导管的橡皮塞塞紧试管。

- ③ 定：将试管固定在铁架台上。

- ④ 点：点燃酒精灯，试管均匀受热后，就使酒精灯固定在试管底部加热。

- ⑤ 收：根据所选的收集装置来确定气体的收集方法。

- ⑥ 移：把导管移出水槽。

- ⑦ 熄：熄灭酒精灯。

- 验满：（用排水法收集）如果集气瓶口有气泡出现，说明气体收集满了。

（用向上排空气法收集）将带火星的木条放在集气瓶口，如果带火星的木条复燃，说明氧气收集满了。

- 检验：将带火星的木条伸入到集气瓶内，如果带火星的木条复燃，说明是氧气。

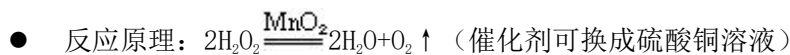
- 注意事项：

- ◆ 停止反应时，应先把导管从水槽中移出，再熄灭酒精灯，防止水槽中的水被倒吸入热的试管中，使试管炸裂。

- ◆ 加热高锰酸钾时，试管口要放一团棉花，防止高锰酸钾被吹入导管，使导管堵塞。

- ◆ 棉花不要离高锰酸钾太近，否则会导致发生装置爆炸。

## 2. 分解过氧化氢溶液制取氧气



- 发生装置：由于反应物是固体和液体，反应不需要加热，所以选择固液混合在常温下制

---

取气体的装置。

- 收集装置：由于氧气不易溶于水，且不与水发生化学反应，所以可以选择排水法收集气体的装置。

由于氧气的密度比空气大，且不与空气中的成分发生化学反应，所以可以选择向上排空气法收集气体的装置。

- 验满：（用排水法收集）如果集气瓶口有气泡出现，说明气体收集满了。  
（用向上排空气法收集）将带火星的木条放在集气瓶口，如果带火星的木条复燃，说明氧气收集满了。
- 检验：将带火星的木条伸入到集气瓶内，如果带火星的木条复燃，说明是氧气。
- 不能用加热过氧化氢溶液的方法制取氧气！因为加热过氧化氢溶液时，过氧化氢分解产生的氧气和水蒸气一起逸出，水蒸气的干扰会使带火星的木条不能复燃。

### 3. 加热氯酸钾制取氧气

- 反应原理：
$$2\text{KClO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2 \uparrow$$
- 发生装置和收集装置：和加热高锰酸钾制取氧气的装置相同。
- 验满：（用排水法收集）如果集气瓶口有气泡出现，说明气体收集满了。  
（用向上排空气法收集）将带火星的木条放在集气瓶口，如果带火星的木条复燃，说明氧气收集满了。
- 检验：将带火星的木条伸入到集气瓶内，如果带火星的木条复燃，说明是氧气。

## 三、催化剂

在化学反应里能改变其他物质的化学反应速率，而本身的质量和化学性质在化学反应前后都没有发生变化的物质叫做催化剂。催化剂在化学反应中所起的作用叫催化作用。

催化剂只能改变化学反应的速率，不能改变化学反应的产率。

催化剂在化学反应前后不改变，其反应过程中有可能改变。

不同的化学反应有不同的催化剂，同一化学反应也可能有几种催化剂。

生物体内的酶属于催化剂。

## 四、氧气的工业制法

---

实验室制取氧气属于化学变化，工业制取氧气属于物理变化，这是二者的根本区别。

空气中约含 21%的氧气，是制取氧气的廉价易得的原料。

第一种制法（分离液态空气法）：在低温、加压的条件下，气态空气变为液态。由于液态氮的沸点比液态氧的沸点低，在 $-196^{\circ}\text{C}$ 的情况下，液态氮蒸发，剩下的就是液态氧。通常我们把氧气贮存在蓝色的钢瓶里。

第二种制法：利用膜分离技术，在一定压力下，让空气通过具有富集氧气功能的薄膜，可得到含氧量较高的富氧空气。