



第二讲 空气与氧气的秘密



项目一 空气的成分

1. 活动：空气组成成分探究

(1) CO_2 ：试剂：澄清石灰水。

实验现象：变浑浊，但变浑浊速度慢。

结论：空气中含有二氧化碳（较少）。

(2) O_2 ：检验用品：小木条。

实验过程：取一瓶空气和一瓶氧气，把一根燃烧的木条，先后插入两个集气瓶中。

实验现象：燃烧的木条在空气中继续安静的燃烧，在氧气中燃烧更旺。

结论：空气中含有氧气，空气中氧气的浓度相对较低。

(3) 水蒸气：试剂：无水硫酸铜粉末（白色）。

实验过程：取一烧杯，里面装入冰块，冰块上放一个装有无水硫酸铜粉末的表面皿。

实验现象：白色的无水硫酸铜粉末变成蓝色。

结论：空气中含有水蒸气。

2. 空气成分

空气成分	氮气	氧气	稀有气体	二氧化碳	水蒸气和其它成分
体积分数	78%	21%	0.93%	0.04%	0.03%

3. 空气中氧气含量的测定

(1) 测定原理：在一个密闭容器内，用一种足量的易燃物质与空气中的氧气反应，生成一种固体，使容器内压强减小。在大气压的作用下，水倒吸入密闭容器内的体积，即为空气中氧气的体积。



(2) 步骤：

①连接装置，检查装置气密性；

②把集气瓶内空气的部分分成5等份，做好记号；

③用止水夹夹紧胶管，在燃烧匙内放入过量的红磷，点燃燃烧匙中的红磷，立即伸入集气瓶中，把塞子塞紧；

④待红磷熄灭并冷却至室温后，打开止水阀。

(3) 现象：集气瓶中有大量的白烟生成，并放出热量；打开止水夹，烧杯中的水倒流到集气瓶中，并上升到约1/5处。

(4) 结论：空气中的氧气含量大约是空气总体积1/5；

(5) 实验反思：



①在实验中，进入集气瓶内的水的体积常小于集气瓶容积的1/5，可能是什么原因呢？

装置漏气；红磷的量不足；红磷熄灭后未冷却到室温就打开止水夹等等。

②在实验中，进入集气瓶内的水的体积常小于集气瓶容积的1/5，可能是什么原因呢？

点燃红磷的燃烧匙放入太慢；集气瓶中空气膨胀从瓶口溢出；

止水夹没有关闭瓶内气体膨胀从导管溢出等等。

4.空气的利用：

(1) 氮气的性质和用途

物理性质	无色、无味的气体，难溶于水，熔、沸点低，密度为1.251g/L
化学性质	化学性质不活泼，一般情况下不能燃烧，也不支持燃烧
用途	(1) 工业上主要用于合成氨和制备硝酸，是制造化肥、炸药的重要原料。 (2) 用作保护气，如做金属焊接或白炽灯灯泡中的保护气；将氮气充入冷库，有利于粮食、蔬菜、水果的保存；充氮气可以延长食品或药剂的存放期。 (3) 液态氮气还是一种深度冷冻剂，可用超低温实验和医疗手术等

(2) 稀有气体，化学性质很不活泼，用作 **保护气**；制作多用途电光源；氦气可用于制造低温环境。

项目二 氧气的物理、化学性质

1.氧气的性质

(1) 物理性质：无色、**无味**的气体，**不易**溶于水；密度比空气**大**。氧气的液体状态是**淡蓝色液体**。固体状态是**淡蓝色雪花状**。

(2) 氧气的化学性质：氧气具有**助燃性**（不是**可燃性**），**氧化性**。

2.氧气的用途：供给**呼吸**，支持燃烧，**钢铁**冶炼，金属焊接等。在国防工业、医疗保健、化学工业、冶炼工业等均有用途。

3.把带火星的木条伸入集气瓶中，带火星的木条**复燃**，证明这是一瓶氧气。

4.活动

(1) 硫的燃烧

	实验现象
在空气中	燃烧，发出微弱的淡蓝色火焰，放出热量，生成有刺激性气味的气体
在氧气中	燃烧得更旺，发出 明亮的蓝紫色火焰 ，放出热量，生成 有刺激性气味 的气体
表达式	硫 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫

讨论：硫在氧气里燃烧，为什么集气瓶底要留少量水？

溶解吸收生成的 **二氧化硫**，防止 **二氧化硫逸出污染环境**。

(2) 铁丝的燃烧

	实验现象
在空气中	会变热变红，但是不燃烧
在氧气中	剧烈燃烧，火星四射，放出热量，生成黑色固体
表达式	铁 + 氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 四氧化三铁

讨论：①火柴的作用？**引燃铁丝**。

②将铁丝绕成螺旋状？**增大了铁丝与氧气接触的预热面积，积累热量**。

③待火柴即将燃尽时再将铁丝伸入氧气瓶中？

防止火柴燃烧消耗过多氧气。

④预先在集气瓶中装少量水或在瓶底铺一薄层细沙？**防止生成物溅落炸裂集气瓶底，使集气瓶炸裂**。

4.氧化物：有两种元素组成，其中一种元素是氧元素的化合物。例H₂O、CO₂、CO、SO₂、NO₂、P₂O₅。



科探示范

例1. (1) O_2 ; (2) N_2 ; (3) H_2O ; (4) CO_2 .

【解答】解：(1) 小白鼠在盛有空气的密闭容器中能生存一段时间，说明小白鼠能呼吸，氧气供给呼吸，所以说明了空气中含有氧气，故答案为： O_2 ；

(2) 空气中的氮气含有氮元素，可以经过化学反应后制造氮肥，故答案为： N_2 。

(3) 酥脆的饼干在空气中放置一段时间就不脆了，是吸收了空气中的水蒸气而变潮，说明空气中含有水蒸气，故答案为： H_2O ；

(4) 澄清石灰水液面上出现白色物质，这是因为澄清石灰水与空气中的二氧化碳反应之后形成不溶于水的碳酸钙的缘故，故答案为： CO_2 。

故答案为：(1) O_2 ; (2) N_2 ; (3) H_2O ; (4) CO_2 。

例2. (1) 汞+氧气^{加热}→氧化汞；BCD；

(2) 生成的产物状态为固体；红磷+氧气^{点燃}→五氧化二磷；吸收产生的白烟防止污染空气；红磷的量不够，没有把氧气消耗完全，进入瓶内的水的体积就会小于空气中氧气的体积；烧杯中的水，沿着导管进入集气瓶中约占剩余体积的五分之一；“红磷的量不够”或“没有冷却到室温，就打开弹簧夹”。

【解答】解：(1) 拉瓦锡的实验中，汞与氧气反应生成氧化汞，故文字表达式为：汞+氧气^{加热}→氧化汞；该实验中选择使用汞的优点有在汞槽中起到液封作用；生成的化合物加热分解又能得到汞和氧气；能将密闭装置内空气中的氧气集合耗尽，故选BCD；

(2) 红磷燃烧生成五氧化二磷，五氧化二磷是固体不影响集气瓶内压强，并且溶于水不污染空气，红磷燃烧消耗氧气，打开止水夹观察到烧杯中的水，沿着导管进入集气瓶中约占剩余体积的五分之一，由此得出氧气约占空气总体积的五分之一的结论。红磷的量不够，没有把氧气消耗完全，进入瓶内的水的体积就会小于空气中氧气的体积；如果没有冷却到室温，就打开弹簧夹，这时瓶内温度较高，气体压强较大，会使倒吸进入瓶内的水的体积也小于空气中氧气的体积。故答案为：生成的产物状态为固体；红磷+氧气^{点燃}→五氧化二磷；吸收产生的白烟防止污染空气；红磷的量不够，没有把氧气消耗完全，进入瓶内的水的体积就会小于空气中氧气的体积；烧杯中的水，沿着导管进入集气瓶中约占剩余体积的五分之一；“红磷的量不够”或“没有冷却到室温，就打开弹簧夹”。

例3. (1) 有利于容器内温度的降低，节约了实验的时间，（或吸收生成的五氧化二磷，防止污染空气）；

(2) 18%；(3) 红磷燃烧放出大量的热，使装置内气体气压增大的程度大于消耗氧气对压强减小的程度。

【解答】解：(1) 图甲集气瓶中预留水的作用是有利于容器内温度的降低，节约了实验的时间，同时能吸收生成的五氧化二磷，防止污染空气。

(2) 空气中氧气的体积分数为 $\frac{100\text{mL}-64\text{mL}}{250\text{mL}-50\text{mL}} \times 100\% = 18\%$ 。

(3) BC段气压增大，温度升高对压强的影响大于消耗氧气对压强的影响。

例4. D

【解答】解：空气的主要成分是氮气、氧气、稀有气体（包括氦、氖、氩、氪、氙等）、二氧化碳、水蒸气及其他气体与杂质。空气中不含氢气。

故选：D。

例5. B

【解答】解：A、通常状况下氧气是无色无气味的气体，说法正确；

B、鱼类能在水中生活，是因为氧气能溶于水，不能说明是易溶于水，说法错误；

C、通常状况下，氧气的密度比空气的密度大，说法正确；

D、通过低温加压，可使氧气液化成淡蓝色的液体，说法正确；



故选：B。

例6.D

【解答】解：A、铁丝在空气中只能烧至发红，不会产生剧烈燃烧、火星四射，故选项说法错误。

B、红磷在空气中燃烧，产生大量的白烟，而不是白雾，故选项说法错误。

C、硫粉在空气中燃烧，发出淡蓝色火焰，产生一种具有刺激性气味的气体，故选项说法错误。

D、碳在氧气中剧烈燃烧，发出白光，放出大量的热，生成能使澄清石灰水变浑浊的气体，故选项说法正确。

故选：D。

例7.（1）缓慢；防止火柴燃烧消耗过多的氧气，使铁丝燃烧现象不明显；

（2）淡蓝；蓝紫；刺激性气味；硫+氧气^{点燃}→二氧化硫；四氧化三铁；铁丝生锈、氧气不纯

（3）防止高温熔化物溅落炸裂集气瓶。

【解答】解：（1）硫、碳和铁丝这些物质在氧气中燃烧为充分利用氧气使可燃物完全燃烧，应该自上而下缓慢伸入集气瓶中，铁丝在氧气里燃烧的实验，由于空气中的氧气体积分数较低，铁丝在炽热的酒精灯火焰上并不能燃烧，将螺旋状细铁丝前端系一根火柴点燃后，如果立即伸入充满氧气的集气瓶中，火柴的燃烧既消耗氧气又产生二氧化碳，使铁丝无法正常燃烧；

（2）硫在空气中点燃时，先熔化成液态，然后发生燃烧，产生微弱的淡蓝色火焰，在氧气中则燃烧得更旺，发出明亮的蓝紫色火焰；铁丝在氧气中燃烧生成黑色的四氧化三铁；某同学实验时发现伸入瓶内的铁丝没有发生“火星四射”，其可能的原因是铁丝生锈、氧气不纯等。

（3）铁丝在氧气里燃烧的生成的熔融状态的四氧化三铁温度很高，溅落后会炸裂瓶底，故需在集气瓶里放少量水吸收热量或铺一薄层细沙将其与瓶底隔开。

故答案为：

（1）缓慢；防止火柴燃烧消耗过多的氧气，使铁丝燃烧现象不明显；

（2）淡蓝；蓝紫；刺激性气味；硫+氧气^{点燃}→二氧化硫；四氧化三铁；铁丝生锈、氧气不纯

（3）防止高温熔化物溅落炸裂集气瓶。



1.B

【解答】解：空气中各成分及体积分数为：氮气：78%、氧气：21%、稀有气体：0.94%、二氧化碳：0.04%、水蒸气和杂质：0.03%，所以空气中含量最多的气体是氮气。

故选：B。

2.A

【解答】解：A、用大针筒向装有少量澄清石灰水的小试管中打气，观察是否变浑浊，能检验空气中是否有二氧化碳，故选项说法正确。

B、用吸管向澄清石灰水中呼气，观察是否变浑浊，是检验呼出的气体中是否有二氧化碳，而不是检验空气中是否有二氧化碳，故选项说法错误。

C、在红磷燃烧实验后的集气瓶中放入燃着的木条后观察是否熄灭，若木条熄灭，说明剩余的气体不能燃烧、不能支持燃烧，不能检验空气中是否有氮气，故选项说法错误。

D、带火星的木条在空气中不能复燃，不能检验空气中是否有氧气，故选项说法错误。

故选：A。

3.A

【解答】解：A、在通常情况下，空气的成分是比较固定的，主要由氮气和氧气组成，故A正确；

B、空气的成分按体积计算，大约是：氮气78%，氧气21%，则空气中氧气的质量占21%，氮气占78%是错误的；

C、在通常状况下，无色、无味的气体不一定是空气，如氧气也是无色无味的，故C错误；

D、空气不是一种单一的物质，它是由多种成分组成，故D错误。



故选：A。

4. C

【解答】解：白磷燃烧放热，气体膨胀，导致气压增大的幅度大于氧气减少导致气压减小的幅度，因此开始一段时间，气压增大，完全反应后氧气消耗，温度降低，气压减小至小于原气压，减小幅度约为空气总体积的五分之一，C选项符合题意。

5. C

【解答】解：A、若红磷的量不足，导致不能将装置内的氧气完全反应掉，因此造成测量结果偏小，故A正确；
B、红磷熄灭时瓶内还有氧气剩余，因此造成测量结果偏小，故B正确；
C、点燃红磷后塞紧瓶塞时，瓶内有部分气体逸出，会导致实验中装置内的气体受热膨胀而逸出，因此造成测量结果偏大，故C错误；
D、若未等到装置冷却到室温，就打开止水夹，会使集气瓶内的气体处于膨胀状态，进入装置内的水会减少，因此造成测量结果偏小，故D正确；

故选：C。

6. D

【解答】解：白磷燃烧放出大量的热，装置内气体会受热膨胀，活塞先向右移动；白磷燃烧消耗了装置内的氧气，剩余气体总体积变为原来的，恢复到室温后，再向左移动，活塞在4厘米刻度处停止。

7. D

【解答】解：A、液态氧具有助燃性，没有可燃性，不能用作火箭的燃料，说法错误；
B、鱼类能在水中生存，证明水中溶解有氧气，而不能证明氧气极易溶于水，说法错误；
C、氧气在空气中的体积分数为21%，说法错误；
D、空气主要是由氮气与氧气组成的，氮气与氧气的沸点不同，因此工业上可以利用分离液态空气法制取氧气，说法正确。

故选：D。

8. C

【解答】解：A、氧气是一种化学性质比较活泼的气体，能与较多物质反应，不能与所有物质发生反应，故选项说法错误。
B、氧气不易溶于水，故选项说法错误。
C、通常状况下，氧气是一种无色、无臭的气体，故选项说法正确。
D、氧气具有可燃性，但不具有可燃性，不能作燃料，故选项说法错误。

故选：C。

9. D

【解答】解：A、红磷在空气中燃烧发出淡黄色火焰，产生大量白烟，没有雾，故描述不正确；
B、铁丝在空气中不能燃烧，故描述不正确；
C、硫在氧气中燃烧，生成二氧化硫属于结论，不是现象，故描述不正确；
D、木炭在氧气中燃烧，发出白光，生成能使澄清石灰水变浑浊的气体，故描述正确。

故选：D。

10. A

【解答】解：A、氧气的体积分数大于空气中的平均氧气体积分数的空气称为富氧空气，即氧气的体积分数大于21%，1：2大约是33.3%，属于富氧空气，故A正确；
B、1：5不可以，比空气中的还低，故B错误；
C、空气的成分主要以氮气和氧气为主，氧气约占五分之一，氮气约占五分之四，属于普通空气的组成，故C错误；
D、21：79与空气的成分相差不大，故D错误。



科探之优

11. D



【解答】解：A、白磷燃烧放热，装置中的温度升高，压强增大，则集气瓶中的水会进入烧杯中，液面下降，但红磷燃烧消耗氧气，装置中的气体会减小，烧杯中的水会进入集气瓶中，液面又会上升，故选项A说法正确；
B、集气瓶中液面上升的体积为消耗的氧气的体积，则该实验测得氧气与空气的体积比为 $(b-a):(c-a)$ ，故选项B说法正确；
C、木炭或硫粉燃烧生成二氧化碳或二氧化硫气体，装置中的压强变化较小，则不能测定空气中氧气的含量，故选项C说法正确；
D、由于集气瓶中的导管伸入水下，形成液封，则该装置没有用止水夹，也不会影响实验结果，故选项D说法错误。
故选：D。

12. A

【解答】解：A、硫燃烧生成二氧化硫，二氧化硫有毒，能够溶于水，能和水反应生成亚硫酸，因此水的作用是吸收二氧化硫，防止污染环境，该选项不正确。
B、水的作用是提供所需的温度（使温度达到白磷的着火点），隔绝空气，该选项正确。
C、水的作用是冷却溅落熔融物，防止集气瓶炸裂，该选项正确。
D、水的作用是观察进入钟罩内水的体积，确定其中氧气体积，该选项正确。故选：A。

13. C

【解答】解：A、由图乙可知，用食品脱氧剂能耗尽瓶内氧气，提高实验的精确度，故A说法正确；
B、将食品脱氧剂涂在集气瓶内壁可增大与氧气的接触面积，故B说法正确；
C、由图乙可知，食品脱氧剂消耗的氧气更多，因此两次实验流入集气瓶中的水量不同，第2次实验中流入的水更多，故C说法错误；
D、未冷却至室温就打开止水夹，则进入瓶内的水较少，会导致测得的氧气体积分数偏小，故D说法正确。

14. (1) 硫燃烧，发出明亮的蓝紫色火焰，产生刺激性气味；木炭剧烈燃烧，发出耀眼的白光

- (2) 吸收反应生成的有毒气体二氧化硫，防止空气污染；硫+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫
(3) 反应物都有氧气；反应条件为点燃；
(4) 红磷燃烧生成物是固体而其它的生成物是气体（本题答案合理即给分）。

【解答】解：（1）硫燃烧，发出明亮的蓝紫色火焰，产生刺激性气味；木炭剧烈燃烧，发出耀眼的白光。
故填：硫燃烧，发出明亮的蓝紫色火焰，产生刺激性气味；木炭剧烈燃烧，发出耀眼的白光。

（2）图甲中的水是用来吸收产生的二氧化硫，防止污染环境。故填：吸收反应生成的有毒气体二氧化硫，防止空气污染。硫燃烧生成二氧化硫，发生氧化反应的文字表达式是：硫+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫。

（3）根据图中所发生的化学反应，进行总结归纳它们的共同点为：①反应物都有氧气；②反应条件为点燃；③都为化合反应；④都是氧化反应；

（4）根据它们反应后的生成物可以知道，硫燃烧产生了二氧化硫为气体，红磷燃烧产生了五氧化二磷为固体，木炭燃烧产生了二氧化碳气体，故它们的产物的状态不同。

故答案为：

- (1) 硫燃烧，发出明亮的蓝紫色火焰，产生刺激性气味；木炭剧烈燃烧，发出耀眼的白光
(2) 吸收反应生成的有毒气体二氧化硫，防止空气污染；硫+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 二氧化硫
(3) 反应物都有氧气；反应条件为点燃；
(4) 红磷燃烧生成物是固体而其它的生成物是气体（本题答案合理即给分）。

15. (1) 甲； (2) 集气瓶底炸裂； (3) 铁+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 四氧化三铁；助燃； (4) 21: 8。

【解答】解：（1）为了让铁丝和氧气充分燃烧，使实验现象更明显，应选择甲装置（甲装置中的铁丝与氧气接触更充分）；

（2）铁丝燃烧，反应时能产生高温熔融物，溅落瓶底后会使瓶底受热不均炸裂，所以一般放入水来防止事故的发生。



(3) 铁燃烧生成四氧化三铁，化学反应的文字式为铁+氧气 $\xrightarrow{\text{点燃}}$ 四氧化三铁，该实验中铁丝能在氧气中剧烈燃烧，证明了氧气具有助燃性；

(4) Fe_3O_4 中Fe与O的元素质量比为：(56×3)：(16×4)=21：8。

16. (1) 隔绝氧气；(2)；漏斗回到原来的位置；(3) $\frac{V_2-V_1}{V-V_1} \times 100\%$ 。

【解答】解：(1) 热水在步骤③环节中起的作用是隔绝氧气，以防止白磷燃烧。

(2) 步骤⑤补充为漏斗回到原来的位置，以防止压强差影响实验结果。

(3) 瓶中空气体积是 $V - V_1$ ，其中氧气体积是 $V_2 - V_1$ ，实验测得空气中氧气的体积分数为 $\frac{V_2-V_1}{V-V_1} \times 100\%$ 。

17. (1) 实验结果更准确或更环保；(2) 木炭在空气中燃烧消耗氧气，生成二氧化碳气体，装置内压强几乎不变；(3) 红磷燃烧，产生大量白烟，放出热量；(4) D。

【解答】解：(1) B装置与A装置相比，优点是实验结果更准确、更环保。

故答案为：实验结果更准确或更环保。

(2) 钡钡同学认为装置C不能测定空气中氧气含量，其原因是木炭在空气中燃烧消耗氧气，生成二氧化碳气体，装置内压强几乎不变。

故答案为：木炭在空气中燃烧消耗氧气，生成二氧化碳气体，装置内压强几乎不变。

(3) 点燃A中燃烧匙中的红磷，观察到的现象是红磷燃烧，产生大量白烟，放出热量。

故答案为：红磷燃烧，产生大量白烟，放出热量。

(4) A. 图D瓶中装水的主要作用是吸热并吸收五氧化二磷，故选项正确。

B. 图D中表明氧气含量的现象是瓶中水面上升至刻度1，故选项正确。

C. 图E中a点到b点是由于反应产热使瓶内压强增大，故选项正确。

D. 图E中c点对应的操作是打开弹簧夹，故选项不正确。

故答案为：D。



18. (1) 5；(2) 50；

【解答】解：(1) 设体积为m的空气中含有Wg氧气，则 $m \times 21\% \times Wg/L = Wg$ ，解得 $m = 5L$ 。

(2) 集气瓶中空气的体积是 $(100 - V)$ mL，氧气的体积为VmL，则通入的空气中氧气体积为 $\frac{1}{5} \times (100 - V)$ mL，通入的空气中的氧气和直接通入的氧气总体积应为60mL，所以 $\frac{1}{5} \times (100 - V)$ mL + VmL = 60mL，解得 $V = 50$ 。

19. (1) 在B装置中玻璃管的敞口处加水，并调整B的高度，使A中液面至15cm处，静置一会儿，观察到A中液面仍然在15cm处，则说明装置气密性良好。

(2) 使装置A中的气压和外界大气压相同，以减小实验误差。

【解答】解：(1) 在操作①中检查装置气密性的方法是：在B装置中玻璃管的敞口处加水，并调整B的高度，使A中液面至15cm处，静置一会儿，观察到A中液面仍然在15cm处，则说明装置气密性良好，故答案为：在B装置中玻璃管的敞口处加水，并调整B的高度，使A中液面至15cm处，静置一会儿，观察到A中液面仍然在15cm处，则说明装置气密性良好。

(2) 操作④中，调整B的高度使容器A，B中的液面保持相平的目的是使装置A中的气压和外界大气压相同，以减小实验误差，故答案为：使装置A中的气压和外界大气压相同，以减小实验误差。