

# 课题1

## 物质的变化和性质

大到宇宙中的星体，小到只用肉眼看不见的粒子，构成了千姿百态的物质世界。各种物质之间存在着多种相互作用，也不断地发生着变化。我们每天都生活在这样一个不断变化的物质世界里，因此，认识物质及其变化，对于了解自然现象和规律是至关重要的，也与我们的日常生活紧密相关。

### 一、化学变化和物理变化

我们知道，水在一定条件下可以变成水蒸气或冰，钢铁制品在潮湿的地方会生锈，煤、木材和柴草可以在空气中燃烧而发光放热，等等。从化学的角度看，物质的这些变化有什么本质区别呢？让我们先来做几个实验。

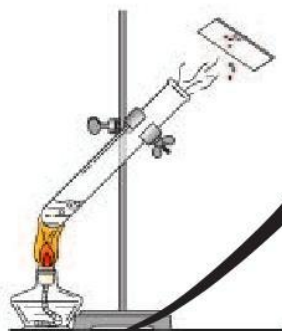


图1-1 水的沸腾

#### 实验 1-1

(1) 把盛有少量水的试管斜夹在铁架台上（如图1-1）。在试管底部小心加热到水沸腾，一块洁净的玻璃片（或盛有冷水的小烧杯）移近试管口，观察并记录发生的现象。



#### 方法导引

做化学实验时，应该重点观察试剂（如水、胆矾、石灰石）的颜色、状态、气味等在实验前后发生的变化，思考为什么发生变化。

(2) 取少量硫酸铜晶体（俗称胆矾或蓝矾）放在研钵内，用研杵把胆矾研碎。观察并记录胆矾发生的变化。



图1-2 胆矾的研碎

(3) 在2支试管中分别放入少量研碎前、后的胆矾，并加入少量水，振荡得到澄清的硫酸铜溶液。再向2支试管中分别滴加氢氧化钠溶液，观察并记录试管中发生的现象。

(4) 如图1-3所示，在盛有少量石灰石（或大理石）的试管里加入适量稀盐酸。注意观察并记录试管和烧杯中发生的变化。

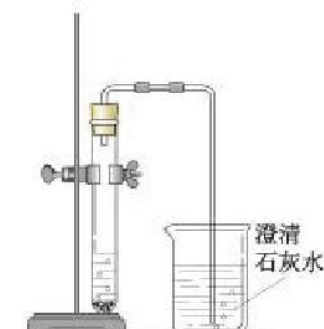


图1-3 石灰石与盐酸反应

实验记录

实验序号	变化前的物质	变化时发生的现象	变化后的物质	变化后有无新物质生成
(1)	液态的水		液态的水	
(2)	块状的胆矾		粉末状的胆矾	
(3)	蓝色的硫酸铜溶液等		蓝色的氢氧化铜沉淀等	®
(4)	颗粒状石灰石（或大理石）等		二氧化碳气体等	

在实验1-1(1)和实验1-1(2)中，液态的水经过沸腾变为水蒸气，冷却后又变成液态的水；块状的胆矾经过研磨后变成粉末状的胆矾，虽然水和胆矾发生了形态的变化，但并没有生成其他物质。这种没有生成其他物质的变化叫做**物理变化**。汽油挥发、铁水铸成锅、蜡烛受热熔化等都属于物理变化。在实验1-1(3)和实验1-1(4)中，胆矾和石灰石（或大理石）在变化中都生

成了其他物质。这种生成其他物质的变化叫做**化学变化**，又叫做**化学反应**。木柴燃烧、铁的生锈等都属于化学变化。

化学变化的基本特征是有其他物质生成，常表现为颜色改变、放出气体、生成沉淀等。化学变化不但生成其他物质，而且还伴随着能量的变化，这种能量变化常表现为吸热、放热、发光等。上述可观察到的现象，常常可以帮助我们判断物质是否发生了化学变化。

在物质发生化学变化的过程中，会同时发生物理变化。例如，点燃蜡烛时，石蜡受热熔化是物理变化，而石蜡燃烧生成水和二氧化碳，却是化学变化。

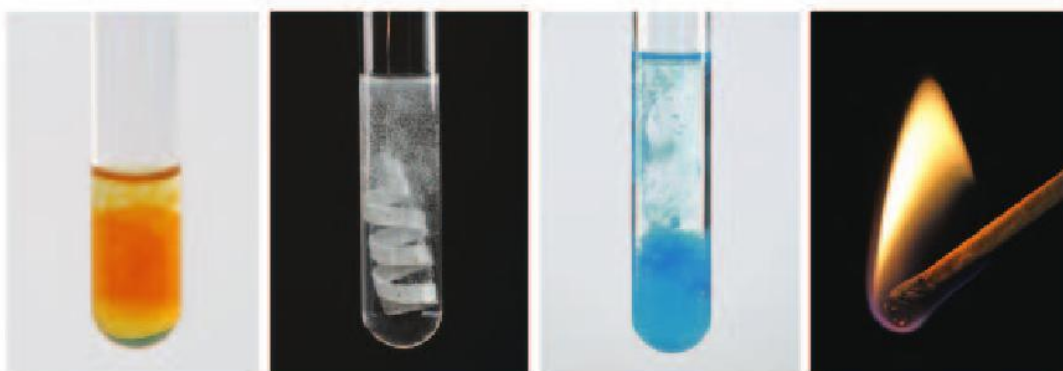


图1-4 化学反应中伴随发生的一些现象

## 二、化学性质和物理性质

我们将物质在化学变化中表现出来的性质叫做**化学性质**。例如，铁能在潮湿的空气中生锈，铜能在潮湿的空气中生成铜绿，碳能在空气中燃烧生成二氧化碳并发光、放热等；又如，硫酸铜溶液可与氢氧化钠溶液反应生成氢氧化铜蓝色沉淀，石灰石可与盐酸反应生成二氧化碳气体等。

物质不需要发生化学变化就表现出来的性质叫做**物理性质**。物质的颜色、状态、气味、硬度、熔点、沸点、密度等都属于它的物理性质，如通常状态下，氧气是一种无色、无味的气体，水是一种无色透明的液体，胆矾是一种蓝色的固体。了解物质的物理性质，对于研究它们的组成、结构和变化也非常重要。

当外界条件改变时，物质的性质也会随着变化，因此，描述物质性质时往往要注明条件。例如，当温度升高时，固态的冰会变成液态的水，把水加热到



# 课题1 空气

人类每时每刻都离不开空气，没有空气就没有生命，也就没有生机勃勃的地球。

## 一、空气是由什么组成的

二百多年前，法国化学家拉瓦锡用定量的方法研究了空气的成分。他把少量汞放在密闭的容器里连续加热12天，发现有一部分银白色的液态汞变成红色粉末，同时容器里空气的体积差不多减少了 $\frac{1}{5}$ 。他研究了剩余 $\frac{4}{5}$ 体积的气体，发现这部分气体既不能供给呼吸，也不能支持燃烧，他认为这些气体全部都是氮气（拉丁文原意是“不能维持生命”）。



图2-1 拉瓦锡 (A.-L.Lavoisier  
1743—1794)



图2-2 拉瓦锡研究空气成分所用的装置

拉瓦锡又把在汞表面上所生成的红色粉末收集起来，放在另一个较小的容器里再加强热，得到了汞（化学符号Hg）和氧气（化学符号O<sub>2</sub>），而且氧气的体积恰好等于密闭容器里所减少的体积。他把得到的氧气加到前一个容器里剩下的 $\frac{4}{5}$ 体积的气体中，结果所得气体跟空气的性质完全一样。

通过这些实验，拉瓦锡得出了空气由氧气和氮气（化学符号N<sub>2</sub>）组成，其中氧气约占空气总体积 $\frac{1}{5}$ 的结论。

仿照这个历史上著名实验的原理，我们来测定空气里氧气的含量。

**实验2-1** 实验装置如图2-3所示，在集气瓶内加入少量水，并将水面上方空间分为5等份。用弹簧夹夹紧胶皮管。点燃燃烧匙内的红磷后，立即伸入瓶中并把塞子塞紧，观察红磷燃烧的现象。待红磷熄灭并冷却后，打开弹簧夹，观察实验现象及水面的变化情况。

现象	
分析	

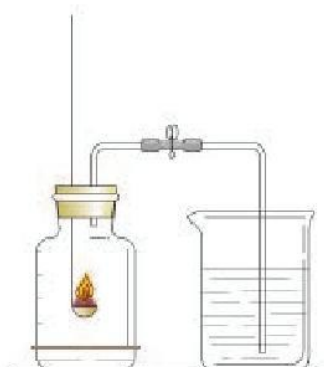


图2-3 测定空气里氧气的含量

在这一反应中，红磷（化学符号P）与空气中的氧气反应，生成一种叫做五氧化二磷（化学符号 $P_2O_5$ ）的新物质。这一反应可以用文字表示如下：



集气瓶内水平面上升约1/5，说明空气中的氧气被消耗了，消耗的氧气约占空气体积的1/5。

在19世纪末以前，人们深信空气中仅含有氧气和氮气。后来人们陆续发现了氦、氖、氩、氪、氙、氡等稀有气体，才认识到空气中除了氧气和氮气外，还有其他成分。目前，人们已能用实验方法精确地测定空气的成分。

通过实验测定，空气的成分按体积计算，大约是：氮气78%、氧气21%、稀有气体0.94%、二氧化碳0.03%、其他气体和杂质0.03%。

像空气这样由两种或两种以上的物质混合而成的物质叫做**混合物**，组成混合物的各种成分保持着它们各自的性质。

氮气、氧气、二氧化碳等分别只由一种物质组成，它们都是**纯净物**。纯净物可以用化学符号来表示，如氮气可以用 $N_2$ 来表示，氧气、二氧化碳可分别表示为 $O_2$ 、 $CO_2$ 等。上面实验中使用的红磷（P）和生成的五氧化二磷（ $P_2O_5$ ）也是纯净物。

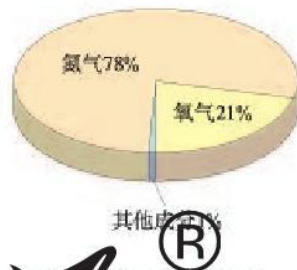


图2-4 空气成分示意图

## 二、原子核外电子的排布

与原子相比，原子核的体积更小，如果把原子比作一个体育场，那么原子核只相当于体育场中的一只蚂蚁。因此，原子核外有很大的空间，电子就在这个空间里作高速的运动。

科学研究表明，在含有多个电子的原子中，核外电子具有不同的运动状态，离核近的电子能量较低，离核越远，电子的能量越高。离核最近的电子层为第一层，次之为第二层，依次类推为三、四、五、六、七层，离核最远的也叫最外层。核外电子的这种分层运动又叫做分层排布（如图3-10）。已知原子的核外电子最少的只有一层，最多的有七层，最外层电子数不超过8个（只有一层的，电子不超过2个）。

用原子结构示意图可以简明、方便地表示核外电子的分层排布（如图3-11）。

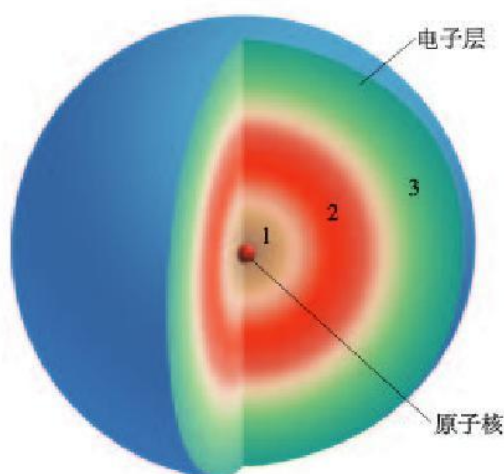


图3-10 核外电子分层排布示意图



图3-11 氧原子的结构示意图

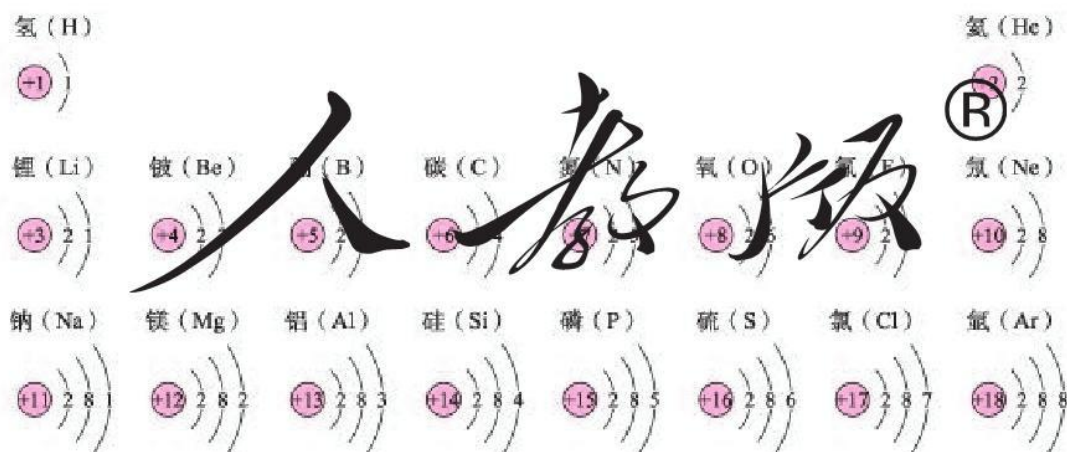


图3-12 部分原子的结构示意图

氦、氖等稀有气体不易与其他物质发生反应，化学性质比较稳定，它们的原子最外层都有8个电子（氦为2个电子），这样的结构被认为是一种相对稳定的结构。钠、镁、铝等金属的原子最外层电子一般都少于4个，在化学反应中易失去电子；氯、氧、硫、磷等非金属的原子最外层电子一般都多于4个，在化学反应中，易得到电子；都趋于达到相对稳定的结构。

以金属钠与氯气的反应为例，钠原子的最外层有1个电子，氯原子的最外层有7个电子，当钠与氯气反应时，钠原子最外层的1个电子转移到氯原子的最外层上，这样两者都形成相对稳定的结构。



图3-13 钠与氯气反应生成氯化钠的示意图

在上述过程中，钠原子因失去1个电子而带上1个单位的正电荷；氯原子因得到1个电子而带上1个单位的负电荷。这种带电的原子叫做**离子**。带正电的原子叫做**阳离子**，如钠离子（ $\text{Na}^+$ ）；带负电的原子叫做**阴离子**，如氯离子（ $\text{Cl}^-$ ）。带相反电荷的钠离子与氯离子相互作用就形成了氯化钠。可见，离子也是构成物质的粒子。

①  $\text{Na}^+$ 表示1个钠离子带1个单位正电荷， $\text{Cl}^-$ 表示1个氯离子带1个单位负电荷；右上角的“+”“-”表示电性。