

第三单元 物质构成的奥秘

第一节 分子和原子

一、分子和原子的异同

	分子	原子
定义	分子是保持物质化学性质的最小粒子。	原子是化学变化中的最小粒子。
性质	质量小、体积小；不断运动；有间隔；同种粒子的化学性质相同。	
联系	分子是由原子构成的。分子、原子都是构成物质的微粒。	
区别	在化学变化中，分子可以再分，而原子不可以再分。	
备注	1. 所有金属、稀有气体、金刚石（石墨）和硅是由原子构成的，其他大多数物质是由分子构成的。 2. 在受热的情况下，粒子能量增大，运动速率加快。 3. 物体的热胀冷缩现象，原因是构成物质的粒子的间隔受热时增大，遇冷时缩小。 4. 气体容易压缩是因为构成气体的粒子的间隔较大。 5. 不同液体混合后总体积小于原体积的和，说明粒子间是有间隔的。 6. 一种物质如果由分子构成，那么保持它化学性质的最小粒子是分子；如果它由原子构成，那么保持它化学性质的最小粒子是原子。	

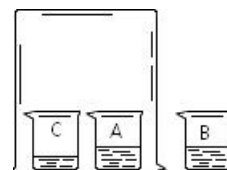
二、验证分子运动的探究实验

【实验操作】如右图，取适量的酚酞溶液，分别倒入 A、B 两个小烧杯中，另取一个小烧杯 C，加入约 5mL 浓氨水。用一个大烧杯罩住 A、C 两个小烧杯，烧杯 B 置于大烧杯外。观察现象。

【实验现象】烧杯 A 中的酚酞溶液由上至下逐渐变红。

【实验结论】分子是不断运动的。

【注意事项】浓氨水显碱性，能使酚酞溶液变红。浓氨水具有挥发性，能挥发出氨气。



三、从微观角度解释问题

- 用分子观点解释由分子构成的物质的物理变化和化学变化
物理变化：没有新分子生成的变化。（水蒸发时水分子的间隔变大，但水分子本身没有变化，故为物理变化）
化学变化：分子本身发生变化，有新分子生成的变化。（电解水时水分子变成了新物质的分子，故为化学变化）
- 纯净物和混合物（由分子构成的物质）的区别：纯净物由同种分子构成，混合物由不同种分子构成。
- 分子和原子的联系：分子是由原子构成的，同种原子结合成单质分子，不同种原子结合成化合物分子。
- 分子和原子的本质区别：在化学变化中，分子可以再分，而原子不能再分。
- 化学变化的实质：在化学变化过程中，分子裂变成原子，原子重新组合，形成新物质的分子。

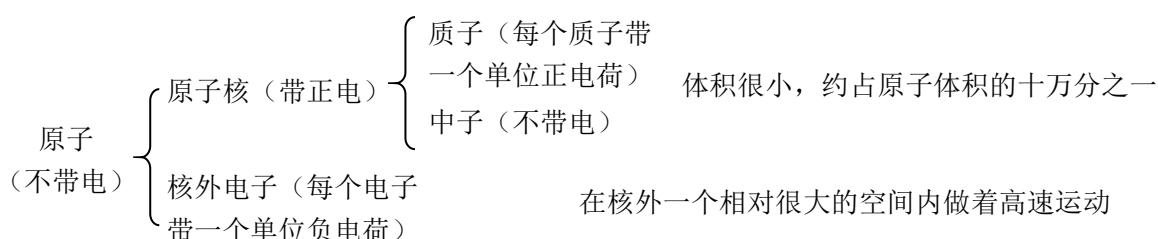
四、物质的组成

- 宏观角度：
水是由氢元素和氧元素组成的。
铁是由铁元素组成的。

2. 微观角度：
水是由水分子构成的（水的化学性质由水分子保持）。
水分子由氢原子和氧原子构成。
1 个水分子由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成。
铁是由铁原子构成的（铁的化学性质由铁原子保持）。
3. 水在化学变化中的最小粒子是氢原子和氧原子。
4. 物质、元素用于宏观角度分析问题，分子、原子、离子用于在微观角度分析问题。宏观和微观不可以混淆。

第二节 原子的构成

1. 原子的构成



原子一般是由质子、中子和电子构成，有的原子不一定有中子，质子数也不一定等于中子数。

原子的种类由核电荷数（质子数）决定。

2. 构成原子的各种粒子间的关系

在原子中，原子序数 = 核电荷数 = 核内质子数 = 核外电子数。

由于原子核所带的正电荷与核外电子所带的负电荷的电量相等，电性相反，所以原子整体不显电性。

3. 相对原子质量

以一种碳原子（碳 12）质量的 $\frac{1}{12}$ ($1.66 \times 10^{-27} \text{kg}$) 为标准，其他原子的质量跟它相比较所得到的比，作为这种原子的相对原子质量，符号为 Ar。相对原子质量是通过比较得出的比值，单位为“1”。

$$\text{相对原子质量} = \frac{\text{一个原子的实际质量(kg)}}{\text{标准碳原子的质量(kg)} \times \frac{1}{12}}$$

原子中质子和中子的质量接近碳原子质量的 $\frac{1}{12}$ ，而电子的质量约为质子质量的 $\frac{1}{1836}$ ，可以忽略不计，所以原子的质量集中在原子核上，即相对原子质量 \approx 质子数 + 中子数

第三节 元素

1. 定义：元素就是具有相同电荷数（即核内电子数）的一类原子的总称。

元素与原子的区别和联系：

	元素	原子
区别	只表示一类原子的总称；只表示种类，不论个数，是宏观概念	原子是微观概念，既表示种类，又表示数量

	化学变化中元素种类不变，但形态可能变化	化学变化中，原子种类和数量不变，但最外层电子数可能变化
联系	元素是同一类原子的总称，原子是构成元素的基本单元	

2. 元素之最

地壳中含量（质量分数）排在前五位的元素：氧、硅、铝、铁、钙

地壳中含量最多的金属元素：铝

地壳中含量最多的非金属元素：氧

生物细胞中含量最多的元素：氧

人体中含量最多的金属元素：钙

3. 元素的分类：金属元素、非金属元素、稀有气体元素

4. 元素符号：元素用元素符号表示。元素符号是用元素拉丁文名称的第一个字母表示的，如果第一个字母相同，则再附加一个小写字母加以区别。

5. 元素符号的意义：元素符号不仅表示一种元素，还表示这种元素的一个原子。如果物质由原子构成，元素符号还可以表示一种物质。

如果元素符号前加上系数，就只表示该原子的个数，只具有微观意义。

如：H 表示氢元素、1 个氢原子。2H 表示 2 个氢原子。Cu 表示铜元素、一个铜原子、金属铜。

6. 描述物质宏观组成和微观构成：

① 宏观组成（描述物质的组成时用元素叙述）：铁是由铁元素组成的。二氧化碳是由碳元素、氧元素组成的。

② 微观构成（描述物质的构成时用分子、原子、离子叙述）铁是由铁原子构成的。二氧化碳是由二氧化碳分子构成的。

（描述分子的构成时用原子叙述）1 个二氧化碳分子是由 1 个碳原子和 2 个氧原子构成的。

7. 元素周期表：元素周期表的每一横行叫做一个周期，共 7 个周期；每一纵行叫做一个族，共 16 个族。

周期的变化规律：从左到右，原子序数由少变多。除第一周期以外，每一周期都是以金属元素开始，逐渐过渡到非金属元素，最后以稀有气体元素结束，从左到右金属性逐渐减弱。

同一周期元素的原子的电子层数相等。

第四节 离子

1. 核外电子的排布

在含有很多电子的原子中，电子的能量并不相同，能量高的通常在离核较远的区域运动，能量低的电子通常在离核较近的区域运动，就像分了层一样。这样的运动，我们称为分层运动或分层排布。

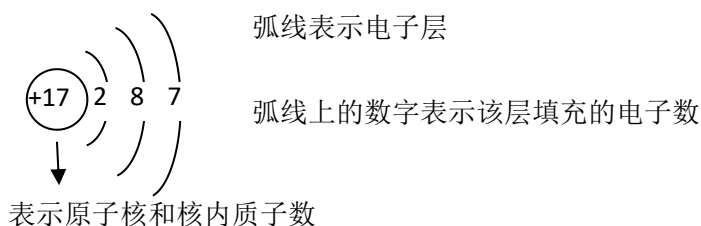
现在发现的元素，原子核外电子最少的有 1 层，最多的有 7 层。电子层序数越大，层内电子的能量越大，离原子核距离越远。

规律：① 核外电子总是先排在能量最低的电子层里，第一层排满才能排第二层，第二层排满才能排第三层。

② 每个电子层最多能容纳 $2n^2$ 个电子（ n 为层序数，第一层 $n=1$ ，第二层 $n=2$ ）。

③ 最外层电子数不超过 8 个（第一层为最外层时，不超过 2 个）。

2. 原子结构示意图：一个氯原子的原子结构示意图如下



3. 元素的种类

① 金属元素：原子的最外层电子数一般少于 4 个（是不稳定结构），在化学变化中易失去最外层电子，而使次外层成为最外层，形成稳定结构。这种性质叫做金属性。

② 非金属元素：原子的最外层电子数一般多于或等于 4 个（是不稳定结构），在化学变化中易获得电子，而使最外层达到 8 电子的稳定结构。这种性质叫做非金属性。

③ 稀有气体元素：原子的最外层有 8 个电子（He 为 2 个），为相对稳定结构。

元素类别	最外层电子数	得失电子趋势	性质	结论
金属元素	<4	易失去最外层电子（形成阳离子）	易发生化学反应	元素的化学性质由最外层电子数决定。
非金属元素	≥4 (H: 1)	易获得电子使最外层达到 8 电子的稳定结构（形成阴离子）		
稀有气体元素	=8 (He: 2)	难得失电子（为相对稳定结构）	极难发生化学反应	

4. 离子的形成：带电的原子或原子团叫做离子。

在化学反应中，金属元素原子失去最外层电子，非金属元素原子得到电子，从而使参加反应的原子带上电荷。

带电荷的原子叫做离子。带正电荷的原子叫做阳离子，带负电荷的原子叫做阴离子。

阴、阳离子由于静电作用互相吸引，结合形成稳定的、不带电性的化合物。

5. 离子内质子数不等于核外电子数，离子的最外层电子一般是 8（氢是 0）个电子的稳定结构。

原子通过得失电子变成离子，离子也可以通过得失电子变回原子。

6. 离子符号

离子用离子符号表示：在原子团或元素符号的右上角标出离子所带的电荷的多少及电荷的正负（数字在前，符号在后），当离子所带电荷数为 1 时，1 可以不写。如 Na^+ （钠离子）、 Ca^{2+} （钙离子）、 H^+ （氢离子）、 Cl^- （氯离子）、 O^{2-} （氧离子）、 OH^- （氢氧根离子）等。

离子符号表示的意义： Mg^{2+} 表示 1 个镁离子带 2 个单位的负电荷。 2O^{2-} 表示 2 个氧离子。

离子符号只有微观含义，没有宏观含义。

7. 一定带正电的粒子：质子、原子核、阳离子

一定带负电的粒子：电子、阴离子

不带电的粒子有：中子、原子、分子

8. 物质与其构成粒子之间的关系：

① 原子直接构成物质。如汞、金刚石直接由原子构成。

② 金属元素原子和非金属元素原子分别形成阳离子和阴离子。如氯化钠是由氯离子和钠离子构成的。

③ 非金属元素原子和非金属元素原子各提供电子形成共用电子对，结合成分子。如氧气是由氧分子构成的。