

King of Dumbs

笨蛋之王

级别: ♦ 进阶

一堵墙是由什么构成的？ 轻松搞懂原子和元素

质子、中子和电子，元素和同位素，金刚石与石墨，还有摩尔，用积木讲清楚，
分三个层次。

中文 发布于 2026年10月15日



扫码打开可互动的课程

<https://kingofdumbs.com/zh/lessons/atoms-and-elements>

你将学到

- 原子里面有什么
- 元素、同位素和离子
- 分子和化学键：金刚石与石墨
- 摩尔

本课会出现的符号

Δ 变化量：变了多少 (♠) · E_a 下标：右下角的标签 (♦♠) · H° 表示标准状态，不是度 (♠) · Σ 求和：全部加起来 (♠) · x_i 下标 i ：第 i 个元素 (♠) · $\approx$ 约等于 (♦♠) · $\sim$ 数量级约为 / 服从...分布 (♠) · $\rightarrow$ 箭头：变成 / 趋近于 (♠) · 10^{-3} 负指数：表示除 (♦♠) · $J/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 复合单位 (♦♠) · α alpha：学习率或粒子 (♦♠)

看看一堵墙。它是用砖砌的，每块砖是烧过的黏土。现在想象你一直往下拆：把砖敲成碎块，碎块磨成颗粒，颗粒再分成越来越小的小粒。一直分下去，最后总会到同一个地方：**原子**。

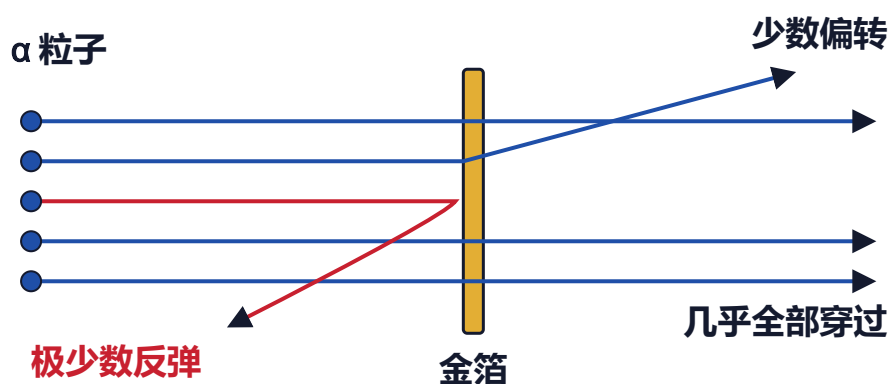
这一课的傻问题是：****一堵墙是由什么构成的？****答案有点出人意料：只有三种零件。构成你的手、构成你呼吸的空气的，也是这三种。不同的只是用了多少个、怎么拼在一起，就像一盒积木。

这一课讲四件事：原子里面有什么，是什么决定一个原子属于哪种元素，同样的零件怎么拼出完全不同的东西，以及怎样成堆地数原子。

选一张牌吧：♣ 适合零基础，♦ 适合不怕简单公式，♠ 适合想看符号推导。随时可以换。

♣ ♦ ♠

原子里面



原子的直径在 10^{-10} 米这个数量级，原子核在 10^{-15} 米这个数量级：原子核的直径**大约小十万倍**。质量用 ****原子质量单位 (u) ****来量，1 u 差不多就是一个质子的质量：

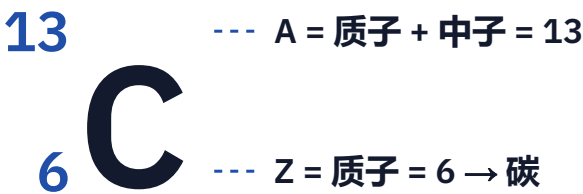
零件	在哪儿	电荷	质量
质子	原子核	+1	1.007 u
中子	原子核	0	1.009 u
电子	外面	-1	0.000 55 u

原子核里的质子和中子质量差不多，而一个质子相当于 **1836 个电子**。所以原子 99.9% 以上的质量都在原子核里。

看不见原子核，怎么知道它存在？1911 年，卢瑟福、盖革和马斯登把 **α 粒子**（很小、带正电）射向一片很薄的金箔。几乎所有粒子都直接穿了过去，但有少数被弹了回来。只有一种解释说得通：正电荷集中在一起，几乎所有质量都在一个极小的点上，原子的其余部分**几乎全是空的**。中子是后来，1932 年才发现的。



元素和同位素



Na⁺：少了一个电子的钠

描述一个原子核要用两个数：

- ****原子序数 (Z) ****是质子数。它确定元素：Z = 6 永远是碳。
- ****质量数 (A) ****是质子数加中子数。**中子数是 A - Z。**

写法是把 A 写在左上、Z 写在左下：¹³₆C。元素符号已经说明了 Z，所以常常省略：¹³C，或者”碳-13”。

同一种元素的**同位素** Z 相同、中子数不同。它们的化学性质几乎一样；不同的是质量，以及**原子核稳不稳**。自然界的碳是混合物：98.9% 是 ^{12}C ，1.1% 是 ^{13}C ，两者都稳定（这就是它们的**丰度**）。此外还有微量的 ^{14}C ，它在高层大气中生成，具有放射性：不管有多少，大约 5700 年后衰变掉一半。这段时间叫**半衰期**。

离子是电子比质子多或少的原子，因此带有**电荷**。 Na^+ 有 11 个质子、10 个电子：电荷 +1，它还是钠。

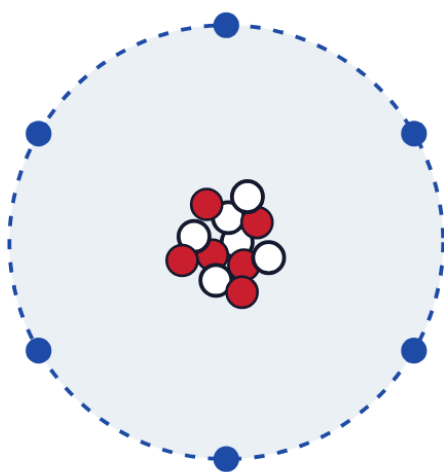
笨蛋之王说：

给碳加几个中子，它还是碳。想换元素就得动质子，那就不是化学了。



动手试试：搭一个原子

拖动质子、中子和电子。看看得到哪种元素、原子核稳不稳、原子有没有带电。试试 6 个质子加 8 个中子。



^{12}C

碳-12

- 质子
- 中子
- 电子

质子 (决定是哪种元素)  6

中子  6

电子  6

元素 碳 (C)

同位素 碳-12

写法 ^{12}C

原子核 稳定：不会自己分解。

电荷 电中性：电子和质子一样多。

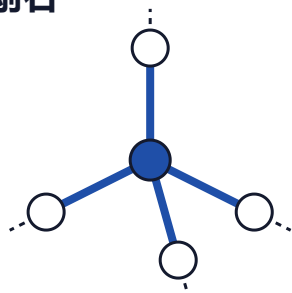
碳-12：稳定：不会自己分解。电中性：电子和质子一样多。



互动小工具。 在网站上试一试： <https://kingofdumbs.com/zh/lessons/atoms-and-elements>

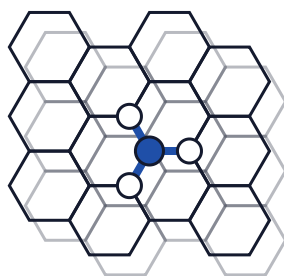
同样的零件，不同的拼法

金刚石



4 个邻居，立体网络

石墨



3 个邻居，一层层

分子是两个或更多原子通过**化学键**结合在一起。用化学式表示： H_2O 是一个氧和两个氢； O_2 是两个氧。分子也可以只由一种元素组成。

原子也可以不组成单个的分子，而是连成巨大的网络。纯碳就有两种很有名的：

	金刚石	石墨
每个原子的邻居	4 个，在正四面体的顶点上	3 个，在平面薄片里，组成六边形
层与层之间	没有层：立体网络	弱作用力
硬度	已知最硬的物质之一	软：铅笔芯
导电	不导电	导电

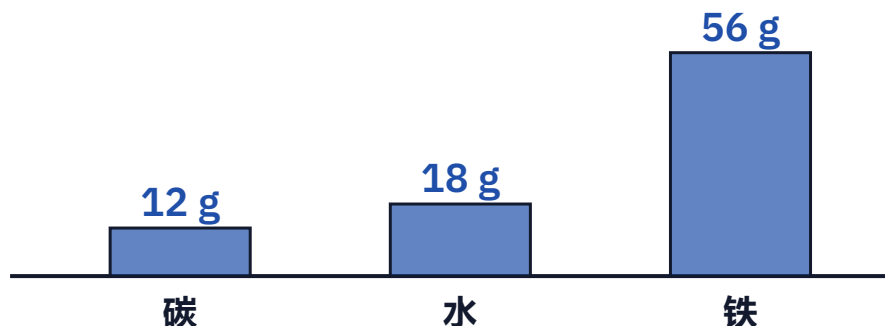
在石墨片里，相邻原子中心之间的距离是 1.4×10^{-10} 米。

小心一个陷阱：**元素**和**物质**不是一回事。碳是元素；金刚石、石墨和 CO_2 是由它构成的不同物质。换物质（重新安排化学键）是化学；换元素就得动原子核。

在 25°C 下，石墨是碳**最稳定的形态**，可金刚石**并不会变成石墨**：要变，就得**打断它的化学键**，而这需要极多的能量。为什么“应该”发生的变化却不发生，是这条学习路线里另一课的主题。

数原子：摩尔

都是 6×10^{23} 个，质量不同



摩尔是数粒子的单位。从 2019 年起，1 摩尔**恰好**是 $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ 个基本单元（原子、分子、离子……），即阿伏伽德罗数。以前的定义是 12 克碳-12 所含的原子数。

方便的是，1 摩尔的质量用**克每摩尔**表示，和一个粒子以 u 为单位的质量**数字相同**：

- 碳：12.011 g/mol。
- 水： $2 \times 1.008 + 15.999 = 18.015$ g/mol。
- 铁：55.845 g/mol。

例子：一杯 250 克的水是 $250 / 18.015 \approx 13.9$ 摩尔，也就是 $13.9 \times 6.022 \times 10^{23} \approx 8.4 \times 10^{24}$ 个分子。

为什么碳是 12.011 而不是正好 12？因为自然界的碳是**同位素的混合物**：几乎全是 ^{12}C ，还有一点更重的 ^{13}C 。

还有一个陷阱：摩尔**不是质量**，而是数量。1 摩尔碳是 12 克；1 摩尔铁差不多 56 克。

最后的挑战

1. 一个原子有 6 个质子、8 个中子。它是什么？

- 氮，因为原子核里有 14 个零件
- 碳-14：6 个质子就是碳
- 氧，因为它有 8 个中子

2. 钻石和铅笔芯有什么不同？

- a. 钻石里有一种石墨没有的元素
- b. 两者都只有碳，只是原子扣在一起的方式不同
- c. 石墨是不纯的碳

3. 1 摩尔水和 1 摩尔铁，相同的是.....

- a. 质量
- b. 粒子数
- c. 体积



三句话总结

1. 你摸到的一切都由原子构成，每个原子只有三种零件：质子和中子在一个极小的原子核里，几乎占了全部质量；电子在外面。
2. 质子决定元素，中子决定同位素，电子决定电荷：改变中子或电子，碳不会变成别的东西。
3. 同样的零件换一种拼法，就是不同的东西（金刚石和石墨都只有碳）；数它们要用摩尔，一个 6×10^{23} 的超大“一打”。



参考资料

- 原子、原子核、基本粒子和尺度：OpenStax《化学》第2版 [2.2](#) 和 [2.3](#)（表 2.2，蓝莓和体育场），并与 [OpenStax《大学物理》第1卷 1.1](#) 核对。分子：[OpenStax 2.4](#)。
- 原子核半径、核密度和半衰期：[OpenStax《大学物理》第3卷 10.1](#)，并与 [HyperPhysics](#) 以及 TUNL 的 [\$^3\text{H}\$](#) 和 [\$^{14}\text{C}\$](#) 核对。大气中的碳-14：[OpenStax《化学》21.3](#)。
- 历史：Rutherford, *Phil. Mag.* 21, 669 (1911), [doi:10.1080/14786440508637080](#); Chadwick, *Nature* 129, 312 (1932), [doi:10.1038/129312a0](#)。
- 常数 (CODATA 2022)：[m_p/m_e](#)、[u](#)、[M_u](#) 和 [N_A](#)。摩尔和元电荷的定义：[国际计量局，《国际单位制手册》](#)。

- 稳定同位素和丰度: [CIAAW](#)。标准原子量 (2024) : [CIAAW](#)。碳的代表性质量和丰度: [NIST](#)。
- 金刚石和石墨: [OpenStax 《化学》 10.5](#) 和 [UW–Madison, Chem 109, D26.1](#)。化学键: [OpenStax 7.5, 表 7.3](#)。生成能: [OpenStax 附录 G](#)。
- 把摩尔比作“一打”，以及摩尔质量: [OpenStax 《化学》 3.1](#)。

****本课是怎样做的:** **在 Claude 的帮助下, 根据以上资料调研和撰写, 并于 2026 年 10 月 13 日至 15 日用第二个来源核对。没有单独链接的数字是根据这些资料计算的。插图均为原创。

答案

1. **b)** 碳-14: 6 个质子就是碳. 对。质子决定元素, 中子决定同位素。
2. **b)** 两者都只有碳, 只是原子扣在一起的方式不同. 没错。零件一样, 拼法不同: 金刚石里 4 个邻居, 石墨里 3 个。
3. **b)** 粒子数. 完全正确。摩尔是一个数, 就像一打: 6×10^{23} 。它们的质量不同: 18 克和差不多 56 克。

King of Dumbs 的课程, kingofdumbs.com。这是离线版; 可以动手玩的原版在:

<https://kingofdumbs.com/zh/lessons/atoms-and-elements>

更新于 2026年10月15日.