

King of Dumbs

笨蛋之王

级别: ♠ 技术

7×10^{27} 到底有多大？ 轻松搞懂超大数字

科学记数法、国际单位制词头（从千到 quetta）、数量级、对数刻度和费米估算，用沙粒讲清楚，分三个层次。

中文 发布于 2026年10月13日 更新于 2026年10月15日



扫码打开可互动的课程

<https://kingofdumbs.com/zh/lessons/huge-numbers>

你将学到

- 科学记数法
- 国际单位制词头，从 quecto 到 quetta
- 数量级和对数刻度
- 万、亿与英文 billion 的换算
- 费米估算

本课会出现的符号

E_a 下标：右下角的标签 (♠) · Σ 求和：全部加起来 (♠) · x_i 下标 i ：第 i 个元素 (♠) · Π 连乘：全部乘起来 (♠) · $\approx$ 约等于 (♠♠) · $\leq \geq$ 小于等于 / 大于等于 (♠) · $\neq$ 不等于 (♠) · $|x|$ 绝对值：去掉正负号 (♠) · $\cdot$ 点：乘（或点积） (♠) · $\Rightarrow \Leftrightarrow$ 推出 / 等价于 (♠) · 10^{-3} 负指数：表示除 (♠♠) · $\log$ 对数：要乘几次？ (♠) · $\lfloor x \rfloor$ 向下取整 (♠) · μ mu：微（百万分之一）或均值 (♠♠) · $\in$ 属于 (♠) · $\mathbb{R} \mathbb{Z}$ 数集 (♠)

你的身体里大约有 **7×10^{27} 个原子**。读作“七乘十的二十七次方”，就是 7 后面跟 27 个零。这一课的傻问题是：**这到底是多少？**

如果这个数字对你毫无感觉，别担心：几乎对谁都没感觉。在一项针对美国成年人的实验里，将近一半的人把“一百万”放在一千和十亿的正中间，好像这几个词之间的距离一样。其实差得远。这一课给你四件工具，让超大数字重新有意义：数零、给零起名字、在合适的刻度上比较，以及不用计算器就能估算。

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。

数零：科学记数法

♦ → ♠ 从进阶到技术

♦ 里的说法	♠ 里的写法
前面的数	尾数 a , $1 \leq a < 10$
指数	$n \in \mathbb{Z}$ (整数)
小数点移动几位	$n = \lfloor \log_{10} x \rfloor$
相乘就把指数相加	$10^m \cdot 10^n = 10^{m+n}$
你知道得多精确	有效数字
用字母 E	E 记数法; IEEE 754 浮点数 (双精度)

$$x = a \cdot 10^n, 1 \leq |a| < 10, n \in \mathbb{Z}$$

$$(a \cdot 10^m)(b \cdot 10^n) = ab \cdot 10^{m+n}$$

$$\log_{10} x = n + \log_{10} a, 0 \leq \log_{10} a < 1$$

$$7 \times 10^{27} \equiv 7e27 \text{ (双精度: 最大 } \approx 1.8e308)$$

任何实数 $x \neq 0$ 都可以唯一地写成 $x = a \cdot 10^n$, 其中 $1 \leq |a| < 10$, $n \in \mathbb{Z}$ 。取对数, $\log_{10}|x| = n + \log_{10}|a|$, 且 $0 \leq \log_{10}|a| < 1$: 指数是对数的整数部分, $n = \lfloor \log_{10}|x| \rfloor$, 尾数保存小数部分。科学记数法就是一张随身对数表, 所以乘法变成了指数相加。

有效数字藏在尾数里: 7×10^{27} 只给出一位有效数字, 7.0×10^{27} 给出两位。把它写成 7 后面 27 个零, 看起来像是声称 28 位都准确, 其实没人知道。

计算机用的是同一个思路, 只不过是二进制。双精度数 (IEEE 754) 保存 53 位二进制尾数和一个指数: 最大值为 $2^{1024} - 2^{971} \approx 1.8 \times 10^{308}$, 整数只在 $2^{53} - 1$ 以内是精确的 (MDN)。 10^{27} 完全放得下, 但在 JavaScript 里 $7e27 + 1 === 7e27$ 的结果是 `true`: 那个 1 低于精度, 丢了。

给零起名字：词头

♦→♠ 从进阶到技术

♦里的说法	♠里的写法
词头、符号	$k = 10^3$, $M = 10^6$, $G = 10^9$... $Q = 10^{30}$
小写和大写	$m = 10^{-3} \neq M = 10^6$
kibi, 1024	$Ki = 2^{10}$ (IEC 80000-13)
GiB 和 GB 相比	$GiB / GB = 2^{30} / 10^9 \approx 1.074$
加在单位前面	不可分割的符号: $km^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$

$$k = 10^3 = 1000 \neq Ki = 2^{10} = 1024$$

$$GiB / GB = 2^{30} / 10^9 \approx 1.074$$

$$m = 10^{-3} \neq M = 10^6$$

nm, 不写 mμm (不叠加词头)

kg: 词头加在克上

24 个 SI 词头都是 10^3 的幂, 只有百、十、分、厘 (10^2 、 10^1 、 10^{-1} 、 10^{-2}) 因为习惯而保留。第 27 届国际计量大会 (2022) 新增了 R、Q、r 和 q, 明确的理由有两个: 数据科学很快就需要表示超过 10^{24} 的量, 而且要赶在非官方名称流行开来之前给出正式名称。

《国际单位制手册》规定了三条常被违反的规则:

- 词头符号和单位符号组成**不可分割的符号**, 乘方同时作用于两者: $1 \text{ km}^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2$, 而不是 10^3 m^2 。同样, $2.3 \text{ cm}^3 = 2.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ 。
- **词头不能叠加: **写 nm, 不写 mμm。
- 千克**是唯一自带词头的基本单位, 所以它的倍数加在“克”上: 10^{-6} kg 写作 mg, 不写 μkg。

SI 词头严格表示 10 的幂: “1 千比特是 1000 比特, 不是 1024 比特”。2 的幂有自己的词头, 从 kibi (2^{10}) 到 quebi (2^{100}), 定义在 IEC 80000-13 中。数越大, 差别越大: kibi 比 kilo 大 2.4%, gibi 比 giga 大 7.4%, quebi 比 quetta 大 26.8%.....不过最后这个目前还没人碰到。

笨蛋之王说：

看到英文 billion，先想“十亿”；看到 trillion，想“万亿”。三个零一组和四个零一组，换算时多数一遍。



比较：数量级和对数刻度

◆→♠ 从进阶到技术

◆里的说法	♠里的写法
离它最近的 10 的幂	数量级 $(x) = \text{round}(\log_{10} x)$
每一格都乘以同样的倍数	坐标 $u = \log_{10} x$: 比值恒定 $\Rightarrow$ 距离恒定
相差十倍	$\Delta = \log_{10}(x_2 / x_1)$
好像一千、一百万和十亿间隔相等	分段线性启发 (Landy 等, 2013)

$$\text{数量级}(x) = \text{round}(\log_{10} x)$$

$$\log_{10}(10^{26} \text{ m} / 10^{-15} \text{ m}) = 41$$



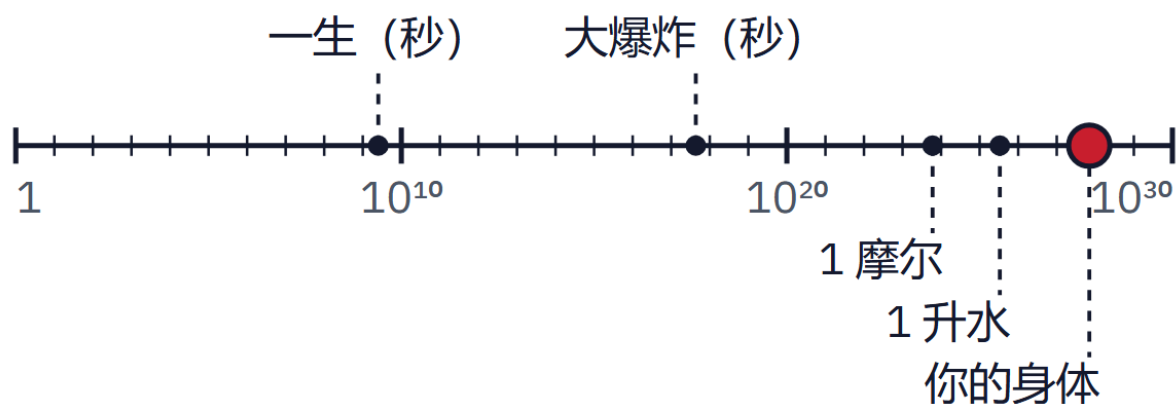
令 $u = \log_{10} x$ ，乘以 k 就是平移固定距离 $\log_{10} k$ 。对数刻度把比值变成差值，把幂变成斜率：在双对数坐标里， $y \propto x^p$ 是一条斜率为 p 的直线。

OpenStax 把数量级定义为 $\text{round}(\log_{10} x)$ 。注意阈值：四舍五入的分界在 $\sqrt{10} \approx 3.16$ ，而不是 5。所以 9000 的数量级是 4，尽管它的科学记数法指数是 3。按这个规则，质子 (10^{-15} 米) 和可观测宇宙 (10^{26} 米) 相差 $\log_{10}(10^{26}/10^{-15}) = 41$ 个数量级。

Landy、Silbert 和 Goldin (《认知科学》，2013) 发现，大约一半的参与者把 10^3 到 10^9 的数按线性放置，其余几乎都采用**分段线性启发**：在同一个词内部 (“百万”“十亿”) 是线性的，而不同的词之间等距排列。分段组对无效的政策策略也更乐观。作者把原因归于数词的词汇结构，而不是计算能力差。

动手试试：零的阶梯

选择前面的数和指数，或者直接跳到一个参照。看看它完整写出来是什么样、用中文怎么读、落在阶梯的哪里。



前面的数



指数 (小数点移动几位)



80 年里的秒数

大爆炸以来的秒数

1 摩尔 (阿伏伽德罗常数)

1 升水里的分子数

你身体里的原子数

完整写出 7,000,000,000,000,000,000,000,000,000

科学记数法 7×10^{27}

用中文读 7000亿亿亿

和你身体里的原子数差不多。



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

不用计算器的估算：费米方法

♦→♠ 从进阶到技术

♦里的说法	♠里的写法
把问题拆成因子	$N = \prod f_i \Rightarrow \log N = \sum \log f_i$
误差会部分抵消	独立误差: $\sigma(\log N) \approx \sqrt{n} \cdot \sigma(\log f)$
在合理的最小值和最大值之间夹住它	几何平均 $\sqrt[n]{x_{\min} \cdot x_{\max}}$
一包 6×10^{23} 个东西	$N_A = 6.022\ 140\ 76 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (精确值)
一摩尔水大约重 18 克	$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1.008 + 15.999 = 18.015 \text{ g/mol}$

$$N = \prod f_i \Rightarrow \log N = \sum \log f_i$$

$$\sigma(\log N) \approx \sqrt{n} \cdot \sigma(\log f)$$

$$x \approx \sqrt[n]{x_{\min} \cdot x_{\max}}$$

$$70 \text{ 千克按水算: } 7.0 \times 10^{27}$$

$$\text{按实际成分: } 6.7 \times 10^{27}$$

费米估算是一个乘积 $N = \prod f_i$ ，在对数刻度上就是一个和： $\log N = \sum \log f_i$ 。如果每个因子都有独立的乘性误差，其对数的标准差为 σ ，总误差按 $\sqrt{n} \cdot \sigma$ 增长，而不是 $n \cdot \sigma$ 。五个因子都“准到 2 倍以内”时，结果通常在 $2^{\sqrt{5}} \approx 4.7$ 倍以内：仍在同一个数量级。

对于夹在 $x_{\min}$ 和 $x_{\max}$ 之间的未知因子，几何平均 $\sqrt[n]{x_{\min} \cdot x_{\max}}$ 就是对数刻度上的中点。

OpenStax 用它估算驼鹿的质量：在 10^2 到 10^3 千克之间，约 3×10^2 千克。

70 千克人体的原子数，用两个独立的模型：

- **全当成水**： $70000 / 18.015 \times 3 \times N_A = 7.0 \times 10^{27}$ 。
- **按质量成分**（O 61%、C 23%、H 10%、N 2.6%，WebElements）和常规原子量： 6.7×10^{27} 。其余 3.4% 是重原子（Ca、P、K……），对总数的贡献不到 1%。

两者都和 Freitas 给出的 $\approx 7 \times 10^{27}$ （《纳米医学》第一卷，3.1）相符。自 2019 年 SI 重新定义以来，阿伏伽德罗常数是精确值，所以全部不确定性都来自模型，而不是 N_A 。



最后的挑战

1. 10^6 完整写出来有几个零？

- a. 10 个
- b. 6 个：就是一百万
- c. 60 个

2. 一条英文新闻说「3 billion dollars」，换成中文是.....

- a. 3 亿美元
- b. 30 亿美元
- c. 3 万亿美元

3. 在一把从 0 到十亿的普通尺子上，一百万落在哪里？

- a. 中间附近
- b. 紧贴着零：只有千分之一的地方
- c. 快到尽头



三句话总结

1. 每个零都是乘以 10，科学记数法就是数零： 7×10^{27} 是 7 后面 27 个零，约 7000 亿亿亿个原子，也就是你身体里的原子。
2. 词头三个零一组给零起名字（千、兆、吉.....一直到 quetta），而中文四个零一组：billion 是十亿，trillion 是万亿。
3. 比较和估算时都要数零：关心倍数时用对数刻度，把问题拆成因子，并检查数量级对不对。



参考资料

- 国际单位制词头：[NIST, 公制词头](#)和[国际计量局, 2022 年国际计量大会第 3 号决议](#) (ronna、quetta、ronto、quecto)。使用规则（不可分割的符号、不能叠加、千克、2 的幂）：[国际计量局, 《国际单位制手册》第 3 节](#)。二进制词头：[NIST](#)。中文词头名称：[国务院关于在我国统一实行法定计量单位的命令 \(1984\)](#)，表 5。
- 亿 = 万万：[汉典](#)；兆的今义和古义：[汉典](#)。英文 billion、octillion (美国用法)：[Merriam-Webster](#)。
- 数量级和参考量级：[OpenStax, 《大学物理》第一卷, 1.1](#)。费米估算：[OpenStax, 1.5](#)。
- 成年人如何放置大数字：Landy、Silbert、Goldin, *Cognitive Science* 37, 775 (2013) , [doi:10.1111/cogs.12028](#)。
- 人体原子数：Freitas, [《纳米医学》第一卷, 3.1](#)，并用 [WebElements \(谢菲尔德大学\)](#) 的成分和 [CIAAW 原子量](#) 自行核算。
- 阿伏伽德罗常数（精确值）：[NIST CODATA](#)。双精度数的极限：[MDN, Number.MAX_VALUE](#)。
- 宇宙年龄（用于互动组件）：普朗克 2018, [arXiv:1807.06209](#), 137.87 ± 0.20 亿年，并与 [WMAP \(NASA\)](#) 的 137.7 亿年对照。

****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)** 6 个：就是一百万. 对：指数数的就是零。1000000。
2. **b)** 30 亿美元. 对。billion 是十亿，3 billion 就是 30 亿。
3. **b)** 紧贴着零：只有千分之一的位置. 没错。一百万是十亿的千分之一。不过在对数刻度上，它确实在中间。

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/huge-numbers>

更新于 2026年10月15日.