

King of Dumbs

笨蛋之王

级别: ♦ 进阶

钻石为什么不会变成石墨？

拆开化学键要花能量，形成化学键会放出能量，但几乎所有反应都得先翻过一座小山。钻石为什么能长存，水为什么能当电池，配互动小工具。

中文 发布于 2026年10月16日 更新于 2026年10月17日



扫码打开可互动的课程

<https://kingofdumbs.com/zh/lessons/chemical-reactions-energy>

你将学到

- 为什么有的反应放热、有的吸热：化学键里的能量
- 活化能：反应之前要翻过的小山
- 稳定不等于快：钻石为什么能长存
- 氧化和还原：拆开水再烧掉氢气，就是给电池充电和放电

学这一课之前

如果有什么看不懂，这些课会从零讲起：

1. [一堵墙是由什么构成的？轻松搞懂原子和元素](#)
2. [焦耳、瓦特还是卡路里？轻松搞懂能量和功率](#)

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 (♠) · $\approx$ 约等于 (♠) · $|x|$ 绝对值：去掉正负号 (♠) · $\cdot$ 点：乘（或点积） (♠) · $\rightarrow$ 箭头：变成 / 趋近于 (♦♠) · $J/(\text{mol}\cdot\text{K})$ 复合单位 (♦♠) · e 数 e (≈ 2.718) (♠) · $\log$ 对数：要乘几次？ (♠) · ν 系数或中微子 (♠)

一枚钻石戒指可以从奶奶传到孙女，传上几百年，还是老样子。可化学家会告诉你，钻石“本该”变成石墨，也就是铅笔芯里的那种东西，因为石墨更稳定。可它就是不变。

这一课的傻问题是：**钻石为什么不会变成石墨？** 答案和下面这几件事是同一个道理：灶上的燃气为什么不会自己烧起来，食物为什么放在冰箱里更耐放，氢气为什么能像电池一样存能量。每个反应都有一笔账，也就是它放出或需要的能量；还有一座开始之前必须翻过的小山。

选一张牌：♣ 从零开始，♦ 不怕简单的公式，♠ 想看符号。随时可以换。

拆开要花能量，连上会放出能量

断开 2 个 H-H 和 1 个 O=O：要花



形成 4 个 O-H：放出



多出 486 kJ：变成热

每摩尔水约 243 kJ（实测：242）

化学键是分子里两个原子之间的连接。它的**键能**就是拆开 1 摩尔这种键要花的能量（OpenStax）。几个平均值：

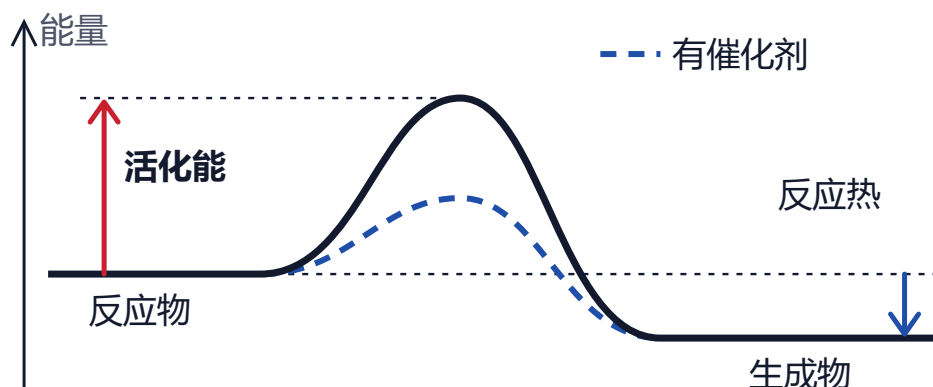
化学键	键能
H-H（氢气）	436 kJ/mol
O=O（氧气）	498 kJ/mol
O-H（水）	464 kJ/mol

氢气和氧气生成水蒸气： $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 。要断开 2 个 H-H 和 1 个 O=O，花掉 $2 \times 436 + 498 = 1370$ kJ；要形成 4 个 O-H，放出 $4 \times 464 = 1856$ kJ。**多出 486 kJ**，每摩尔水约 243 kJ。实测是 242 kJ（OpenStax；NIST-JANAF 给出 241.8）。

能量有多余、以热的形式放出来的反应叫**放热反应**；需要往里加能量的叫**吸热反应**。这份多出来或缺少的能量叫作**反应热**。

键能是很多分子的**平均值**，所以这样算只是近似。要精确的数字，可以查表里**每种物质由单质生成时的能量**，用它们来算，就不用管化学键了。

小山：为什么几乎什么反应都不会自己开始



两个分子要发生反应，必须带着足够的能量相撞，才能开始拆开各自的化学键。这个最低能量就是**活化能**（OpenStax）。在**能量曲线**上，它就是小山的高度：从反应物出发，爬到山顶，再下到生成物。起点和终点之间的落差就是上一部分讲的反应热。小山说的是另一回事：不是能赚多少，而是开头要花多少。

每次碰撞的能量都不一样：几乎所有碰撞都很弱，只有少数很猛。**能到达山顶的碰撞所占的比例**，山越高就越小得惊人，而且**随温度升高增加得惊人**。假设小山高 50 kJ/mol（这只是个示例值）：

- 在 25 °C，大约每 5.75 亿次碰撞中有 1 次能到达山顶；
- 在冰箱里，4 °C 时，反应慢 **4.6 倍**；
- 在 35 °C，**快 1.9 倍**。

这些是我们自己算的。“每升高 10 度，速度翻一倍”的说法就是这么来的，但它只对这么高的小山成立：小山如果是 100 kJ/mol，同样升高 10 度，速度会乘以 3.7。

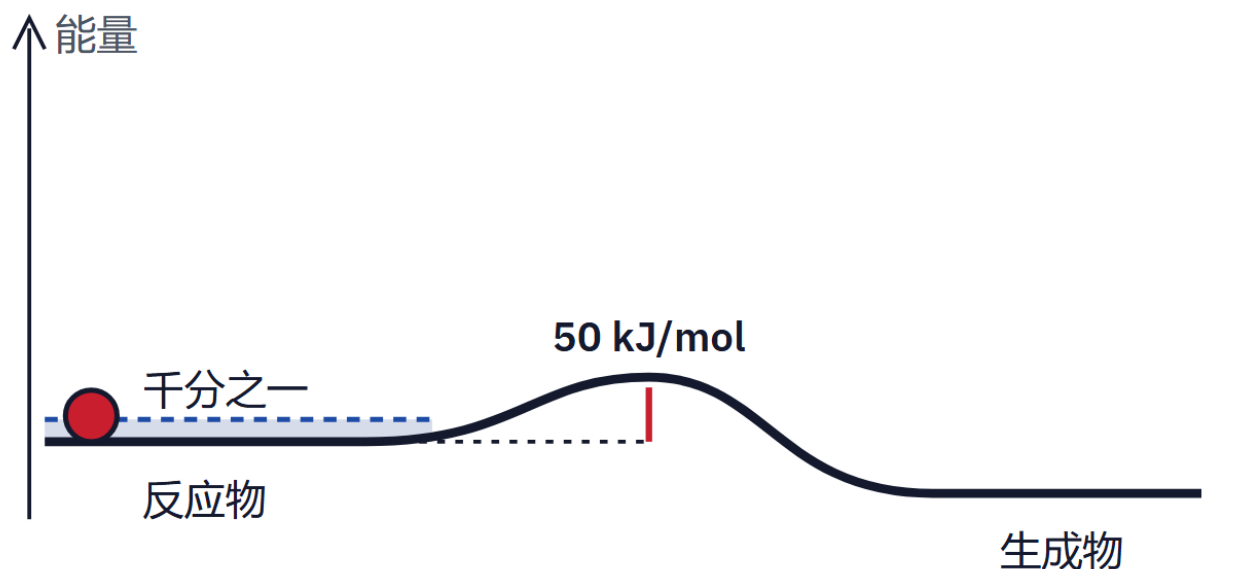
催化剂开辟了另一条路，山更低。反应变快了，而起点和终点不变（OpenStax）。汽车的催化转化器和人体里的酶做的就是这件事。

笨蛋之王说：

反应光是“划算”还不够：得先翻过小山。所以书架上的纸不会自己烧起来。

动手试试：翻过小山

调一调小山的高度和温度。蓝色阴影带标出每 1000 次碰撞中有 1 次能到达的高度：阴影带一越过山顶，反应就很快。试试 190 kJ/mol，它接近在钻石粉末里测到的那座小山，然后把温度调高：即使到 1500 °C，阴影带也到不了山顶，但看看反应快了多少。



小山的高度 50 kJ/mol

温度 25 °C (室温)

到达山顶的碰撞 每 5.7×10^8 次中有 1 次

与 25 °C 相比 一样

如果在 25 °C 要一分钟，这里要 1 分钟

25 °C (室温) 下 50 kJ/mol 的小山：到达山顶的碰撞是每 5.7×10^8 次中有 1 次。



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

钻石：稳定不等于快

能得到的

| 2.9 kJ/mol

金刚石粉末中的山

188 kJ/mol

金刚石一个晶面上的山

728 kJ/mol

真空中 1500–1800 °C 变成石墨

有镍时：薄膜约 500 °C，单晶 800 °C 以上

要判断一个反应能不能自己进行，光看热不够。化学家用**吉布斯自由能**，它把热和**混乱程度**合在一起考虑。如果吉布斯自由能下降，反应就能自己进行。金刚石变成石墨，在 25 °C 时**下降 2.9 kJ/mol**

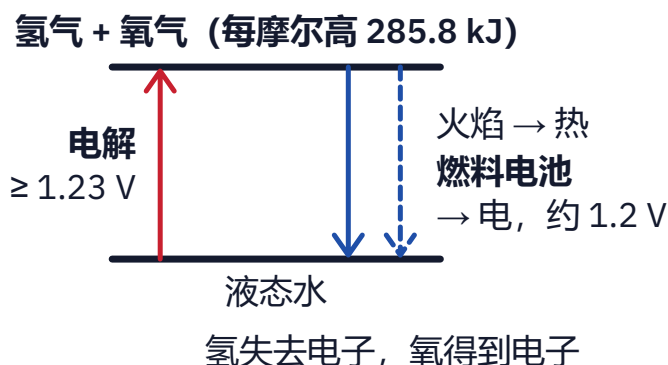
(OpenStax; UW-Madison)。这非常少，而**放出的热**还要更少：每 12 克碳放出 1.9 kJ，只能让一杯水升温不到 2 °C (自行计算)。

但“能”不等于“会发生”。OpenStax 的说法是：“一个过程是否自发，与它的快慢无关” (自译)。要重新排列碳原子，每个原子都得先从金刚石里挣脱出来，这要花非常多的能量。

这座山有人测过：在**极细的金刚石粉末**中是 188 kJ/mol (Butenko 等, 2000)，在天然金刚石的一个**晶面上**约 730 kJ/mol (Davies 和 Evans, 1972)。每个数字都只来自一项研究。按 188 的那个，在 1600 °C 时，**金刚石和石墨之间的分界面**每小时前进 1.5 纳米；在 25 °C 时，前进 1 纳米要超过 10^{20} 年 (自行计算，把他们的公式外推到远远超出测量范围的地方)。宇宙的年龄大约是 10^{10} 年。

金刚石**在热力学上不稳定，在动力学上却稳定**：这叫**亚稳态** (OpenStax)。这里也有催化剂：表面镀一层镍，极细金刚石组成的薄膜在 500 °C 左右就开始变成石墨，单晶金刚石的表面要 800 °C 以上 (Sedelnikova 等, 2025, 转引其他研究)。

氧化和还原：把水当电池



在化学里，**氧化**是失去电子，**还原**是得到电子（OpenStax）。两者总是同时发生，因为一方失去的电子正是另一方得到的。氢气燃烧时，氢被氧化，氧被还原。

用电把水拆开叫**电解**： $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ H}_2 + \text{O}_2$ ，正好是燃烧反过来。两个电极之间**至少要加 1.23 伏**（OpenStax）。能量和第 1 部分的一样，只是换成液态水：**每摩尔 285.8 kJ**（NIST-JANAF；OpenStax）。在 1.23 伏下，其中约 237 kJ 以电的形式输入，**其余的是从环境吸收的热**。1 升水是 55.5 摩尔：15.9 MJ，也就是 4.4 千瓦时（自行计算）。

烧掉氢气，这些能量会以热的形式还回来。**燃料电池**进行的是同一个反应，但没有火焰，发出的是电，电压约 1.2 伏。它的**效率**约为 50–75%，而发动机只有 20–25%（OpenStax）。

笨蛋之王说：

氢气不是能量矿，是电池。烧它得到的能量，都是之前拆开水时放进去的。

最后挑战

1. 灶上的燃气和空气里的氧气待在一起，你不点火它们就不烧。为什么？

- 因为燃气燃烧不放出能量
- 因为得先翻过一座小山：需要推一把，比如一个火花
- 因为燃气不加热就没有能量

2. 石墨比钻石更稳定。为什么钻石戒指不会变成石墨？

- a. 因为其实钻石才是最稳定的
- b. 因为两者之间的山太高了，室温下几乎没有原子能翻过去
- c. 因为钻石和石墨是不同的元素

3. 你先用电把水拆开，再把得到的氢气烧掉。能得到多少能量？

- a. 比花掉的多：氢气是能源
- b. 最多和花掉的一样多：水就像一块电池
- c. 什么也得不到，因为水不会燃烧



三句话总结

1. 反应会拆开化学键（要花能量），再形成新的化学键（放出能量）：有多余就以热的形式放出（放热反应），不够就得往里加（吸热反应）。
2. 几乎没有反应会自己开始，因为得先翻过一座小山，也就是活化能：升高温度和催化剂都能帮忙翻过去。
3. 所以石墨虽然更稳定，钻石却能长存；也所以拆开水再烧掉氢气，就是给电池充电再放电，永远不会多出能量。



参考资料

- 键能与 ΔH 的估算：OpenStax, *Chemistry 2e*, [7.5](#)。焓、放热与吸热、盖斯定律和生成焓：[5.3](#) 和 [附录 G](#)。298.15 K 下的 NIST-JANAF 表：[H](#)、[O](#)、[水蒸气](#) 和 [液态水](#)。
- 温度与反应速率（冰箱）：[OpenStax, 12.2](#)。活化能与阿伦尼乌斯公式：[12.5](#)。催化剂：[12.7](#)。气体常数和法拉第常数（CODATA 2022）：[NIST, R](#) 和 [F](#)。
- 自发性与吉布斯自由能：OpenStax, [16.1](#) 和 [16.4](#)。亚稳态的金刚石：[UW-Madison, Chem 109, D26.1](#)。

- 金刚石的动力学：G. Davies 和 T. Evans, *Proc. R. Soc. Lond. A* 328, 413 (1972) , [doi:10.1098/rspa.1972.0086](https://doi.org/10.1098/rspa.1972.0086); Yu. V. Butenko 等, *J. Appl. Phys.* 88, 4380 (2000) , [doi:10.1063/1.1289791](https://doi.org/10.1063/1.1289791); O. V. Sedelnikova 等, *Beilstein J. Nanotechnol.* 16, 887 (2025) , [doi:10.3762/bjnano.16.67](https://doi.org/10.3762/bjnano.16.67)。
- 氧化与还原: [OpenStax, 4.2](#)。水的电解: [17.7](#)。燃料电池: [17.5](#)。

****这一课是怎么做的:****在 Claude 的帮助下, 根据上面的资料调研和撰写, 2026 年 10 月 16 日核对过, 并用第二个来源交叉验证, 10 月 17 日又复核了一遍。没有单独链接的数字, 是根据这些资料以及原子和能量两课算出来的。插图都是原创的。

答案

1. **b)** 因为得先翻过一座小山：需要推一把，比如一个火花. 对。先推一把；之后火焰会自己推下去。
2. **b)** 因为两者之间的山太高了，室温下几乎没有原子能翻过去. 答对了。稳定不等于快。
3. **b)** 最多和花掉的一样多：水就像一块电池. 没错。爬坡花多少，下坡就还多少。

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/chemical-reactions-energy>

更新于 2026年10月17日.