

为什么增大反应物浓度 转化率降低 举例算一下

结论先行：在可逆反应中，增大其中一种反应物的浓度，其自身的转化率通常会降低，但另一种反应物的转化率会升高，并且产物的总产率会增加。

这背后的核心原理是**勒夏特列原理 (Le Chatelier's Principle)**：当处于平衡状态的体系受到外界条件变化的干扰时，体系会自发地向着能够减弱这种干扰的方向移动。

为什么转化率会降低？

我们可以从两个角度来理解：

1. 宏观角度（勒夏特列原理）：

- 当你增大反应物A的浓度时，平衡被打破。
- 为了减弱这种“浓度突然增大”的干扰，反应会自发地向**正反应方向**进行，生成更多的产物。
- 然而，这个“减弱”过程是**不完全的**。体系无法通过反应，将新增的A全部转化掉来恢复原来的浓度比例。因此，A的总转化率（转化掉的A占初始A的比例）会比增加浓度前要低。

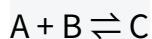
2. 微观角度（概率与碰撞）：

- 增加A的浓度，意味着单位体积内A的分子数变多了。
- 这会增加A与B分子的有效碰撞频率，从而使正反应速率暂时大于逆反应速率，反应正向进行。
- 但随着反应进行，B的浓度在不断下降。最终达到新平衡时，由于B的“短缺”，大量新增的A分子无法找到足够的B分子来发生反应，导致A的整体转化率下降。

举例计算

让我们用一个具体的例子和数字来验证这个结论。

假设一个可逆反应：



在某温度下，该反应的平衡常数 $K = 1$ 。

情况一：初始浓度相等

假设初始时，A和B的浓度都是 1.0 mol/L ，C的浓度为 0 mol/L 。

1. 设变量：达到平衡时，生成的C的浓度为 x 。

- 那么，A的平衡浓度为 $(1.0 - x)$ 。
- B的平衡浓度为 $(1.0 - x)$ 。
- C的平衡浓度为 x 。

2. 列平衡方程：

$$K = [C] / ([A] * [B])$$

$$1 = x / ((1.0 - x) * (1.0 - x))$$

3. 解方程：

$$(1.0 - x)^2 = x$$

$$1 - 2x + x^2 = x$$

$$x^2 - 3x + 1 = 0$$

使用求根公式解得 $x = 0.382$ (另一解 2.618 不合理，舍去)。

4. 计算转化率：

- A的转化率 (α) = (转化掉的A浓度 / A的初始浓度) $\times 100\%$
- $\alpha = (1.0 - 0.618) / 1.0 \times 100\% = 38.2\%$

情况二：增大A的初始浓度

现在，我们将A的初始浓度增加到 2.0 mol/L，B的初始浓度仍为 1.0 mol/L，C为 0 mol/L。

1. 设变量：达到新平衡时，生成的C的浓度为 y。

- 那么，A的平衡浓度为 (2.0 - y)。
- B的平衡浓度为 (1.0 - y)。
- C的平衡浓度为 y。

2. 列平衡方程：

$K = [C] / ([A] * [B])$

$1 = y / ((2.0 - y) * (1.0 - y))$

3. 解方程：

$(2.0 - y)(1.0 - y) = y$

$2 - 3y + y^2 = y$

$y^2 - 4y + 2 = 0$

使用求根公式解得 y = 0.586 (另一解 3.414 不合理，舍去)。

4. 计算转化率：

- A的转化率 (α) = (转化掉的A浓度 / A的初始浓度) × 100%
- $\alpha = (2.0 - 1.414) / 2.0 \times 100\% = 29.3\%$

结果对比与分析

项目	情况一 (A=1.0, B=1.0)	情况二 (A=2.0, B=1.0)	结论
A的初始浓度 (mol/L)	1.0	2.0	-
B的初始浓度 (mol/L)	1.0	1.0	-
平衡时C的浓度 (mol/L)	0.382	0.586	产物增多
A的平衡浓度 (mol/L)	0.618	1.414	-
A的转化率	38.2%	29.3%	A 的转化率降低
B的转化率	38.2%	58.6%	B的转化率升高

从计算结果可以清晰地看到：

1. 当我们增大A的浓度后，A的转化率从 **38.2%** 降低到了 **29.3%**。
2. 同时，B的转化率从 38.2% 升高到了 58.6%。
3. 最终产物C的平衡浓度从 0.382 mol/L 增加到了 0.586 mol/L，说明**总产率提高了**。

这个现象在工业生产中非常重要。为了提高昂贵原料的利用率（即转化率），常常会加入过量的、相对便宜的其他反应物。例如，在硫酸工业中，会通入过量的空气（提供氧气），以提高二氧化硫（SO₂）的转化率。

希望这个解释和计算过程能帮助你彻底理解这个问题！
