

第2章 化学反应速率与化学平衡

第二节 反应平衡

第1课时 化学平衡状态





化学反应速率讨论的是化学反应快慢的问题,但是在化学研究和化工生产中,只考虑化学反应进行的快慢是不够的,因为我们既希望反应物尽可能快地转化为生成物,同时又希望反应物尽可能多地转化为生成物。例如在合成氨工业中,除了需要考虑如何使 N_2 和 H_2 尽快地转变成 NH_3 外,还需要考虑怎样才能使更多的 N_2 和 H_2 转变为 NH_3 ,而后者所说的就是化学反应进行的程度问题——化学平衡。



一、化学平衡状态

[问题思考] 回顾合成氨反应：
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} 2\text{NH}_3$$
，思考什么
是可逆反应？可逆反应有什么特征呢？



一、化学平衡状态

1. 可逆反应

(1) **概念**: 在相同条件下,既能向正反应方向进行,同时又能向逆反应方向进行的化学反应。

(2) **特征**

双同性: 相同的条件下,正、逆反应同时进行。

双向性: 可逆符号“ \rightleftharpoons ”表征正、逆反应两个方向。

共存性: 反应物的转化率小于100%,反应物与生成物共存。



一、化学平衡状态

[问题思考] 常见的可逆反应有哪些呢?





一、化学平衡状态

小试牛刀 在一密闭容器中进行反应： $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 已知反应过程中某一时刻 SO_2 、 O_2 、 SO_3 的浓度分别为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 当反应达到平衡时, 可能存在的数据是(**B**)

A. SO_2 为 $0.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, O_2 为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

B. SO_2 为 $0.25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

C. SO_2 、 SO_3 均为 $0.15 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

D. SO_3 为 $0.4 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$



一、化学平衡状态

[问题思考] 氨气在国民经济中占有重要地位, 随着人类社会的发展, 对氨的需求量日益增长。某温度下, 容积不变的密闭容器中, 该反应足够长时间后各物质的量不再改变, 数据如下:

各物质的起始量/mol			充分反应后各物质的量/mol		
N_2	H_2	NH_3	N_2	H_2	NH_3
5	15	0	3	9	4

如何提高生产效率呢? 只要尽力提高化学反应速率生产效率就一定高吗?

不一定, 合成氨为可逆反应, 原料无法转化完全, 我们需要尽可能多地将原

料转化为产品, 才能提高生产效率。

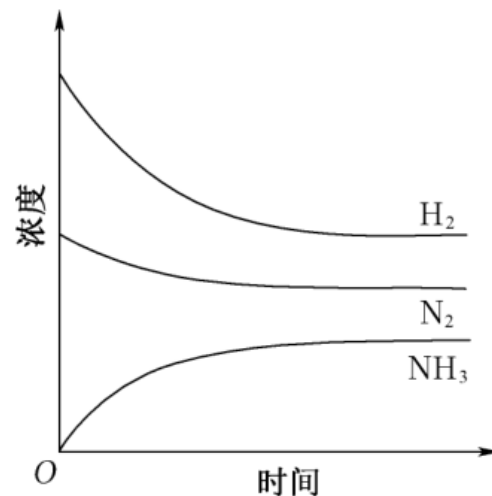


一、化学平衡状态

根据合成氨反应的各物质浓度随时间的变化图像, 分析该条件下合成氨的 $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 的变化及反应限度。

(1)开始时,反应物浓度最大,正反应速率最大,生成物浓度为0,逆反应速率为0;

(2)反应过程中,反应物浓度逐渐减小,正反应速率也逐渐减小,生成物浓度逐渐增大,逆反应速率也逐渐增大;

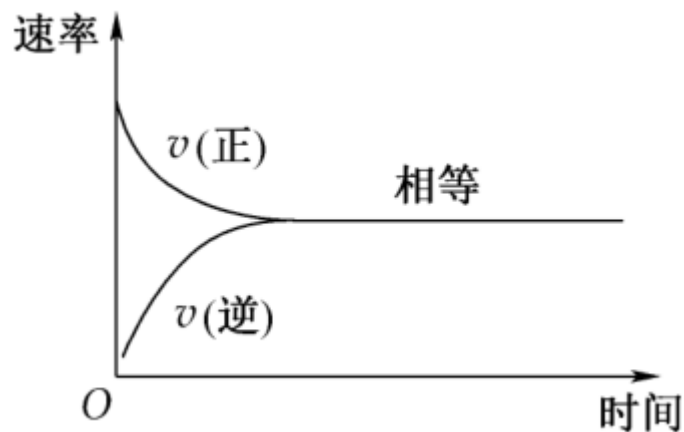




一、化学平衡状态

根据合成氨反应的各物质浓度随时间的变化图像, 分析该条件下合成氨的 $v(\text{正})$ 、 $v(\text{逆})$ 的变化及反应限度。

(3) 一段时间后, 各组分浓度保持不变, 此时正反应速率等于逆反应速率, 如下图, 即达到化学反应的限度。





一、化学平衡状态

2. 化学平衡状态。

(1) 化学平衡的概念:在一定条件下的可逆反应体系中,当正、逆反应的速率相等时,反应物和生成物的浓度均保持不变,即体系的组成不随时间而改变,这表明该反应中物质的转化达到了“限度”,这时的状态称之为化学平衡状态,简称化学平衡。

(2) 化学平衡状态是指在一定条件下的可逆反应,正反应和逆反应的速率相等,反应混合物中各组分的浓度保持不变的状态。



一、化学平衡状态

[问题思考] 可逆反应在一定条件下达到限度时, 反应就停止了吗?

当 $v(\text{正})=v(\text{逆})$ 时, 达到看似不变的“表面静止”状态, 但实际反应并未停止, 一直在进行中。



一、化学平衡状态

3. 化学平衡状态的特征

- ①**逆**:研究对象是可逆反应;
- ②**等**:正反应速率和逆反应速率相等且不为0,即 $v(\text{正})=v(\text{逆})\neq 0$;
- ③**动**:化学平衡是一种动态平衡,即反应达到平衡状态时,反应并没有停止,仍在继续;
- ④**定**:条件一定时,平衡体系中各组分(各物质物质的量或百分数或物质的量浓度)的含量保持一定;
- ⑤**变**:当外界条件改变时,原平衡被破坏,平衡会发生移动,建立新的平衡。



一、化学平衡状态

小试牛刀 1.正误判断。

(1)合成氨反应中,如果 N_2 过量,则可以使 H_2 完全消耗。(×)

(2)可逆反应中,加入反应物,反应先向正反应方向进行,停止后再向逆反应方向进行。(×)

(3)可逆反应平衡状态的建立可以加入反应物从正反应方向开始,也可以加入生成物从逆反应方向开始。(√)

(4)在化学平衡建立过程中, $v(\text{正})$ 一定大于 $v(\text{逆})$ 。(×)



一、化学平衡状态

小试牛刀 1.正误判断。

(5)化学平衡状态是一定条件下可逆反应进行到最大限度的结果。(√)

(6)化学反应达到化学平衡状态后反应物和生成物的浓度相等。(×)

(7)化学反应达到化学平衡状态后,反应混合物中各组分的浓度一定与化学方程式中对应物质的化学计量数成比例。(×)



一、化学平衡状态

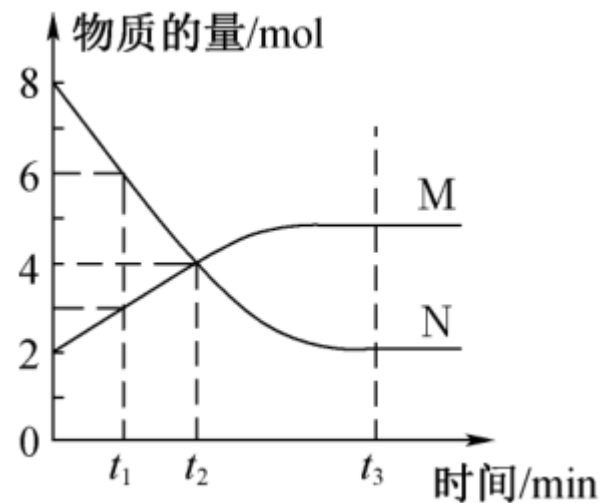
小试牛刀

2. 一定温度下,在2 L 的恒容密闭容器内发生的反应中,M、N 的物质的量随反应时间变化的曲线如图所示:

请回答下列问题:

(1) 该反应的化学方程式为 $2N \rightleftharpoons M$ 。

(2) 在 t_2 时刻存在的等量关系是 $n(M)=n(N)$, 此时反应 否 (填“是”或“否”) 达到化学平衡状态。





一、化学平衡状态

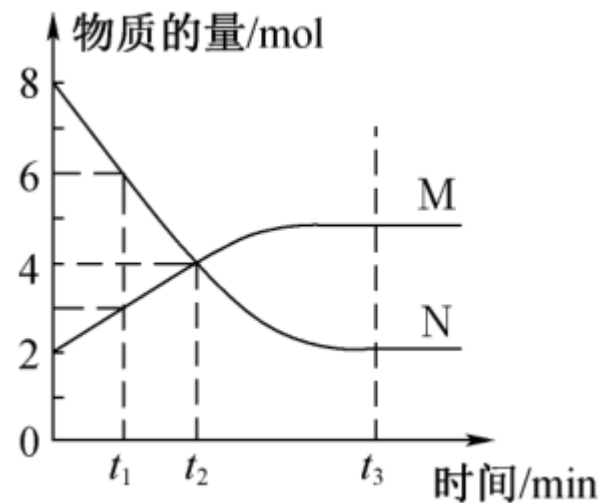
小试牛刀

2. 一定温度下,在2 L 的恒容密闭容器内发生的反应中,M、N 的物质的量随反应时间变化的曲线如图所示:

请回答下列问题:

(3) 在 t_3 时刻 $v(\text{正})$ = (填“>”“<”或“=”) $v(\text{逆})$,

理由 **M 和 N 的物质的量不再发生变化,反应已达到平衡是状态,故 $v(\text{正})=v(\text{逆})$**



。



二、化学平衡状态的判断

“变量不变则说明可逆反应达到平衡状态”，即反应从开始到平衡状态，某个量不断变化，可以通过该量不再变化来判断反应已达到**平衡状态**。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/658061107117007005>