

第三单元

化学平衡的移动

1. 化学平衡

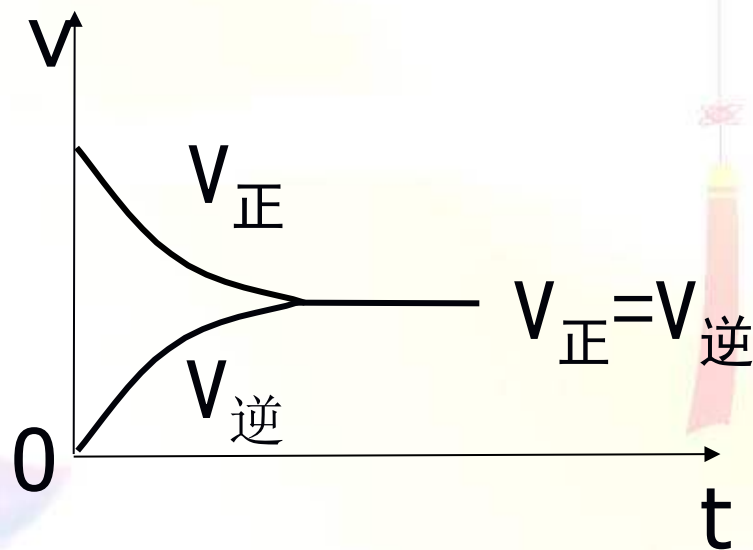
2. 化学平衡常数

3. 影响化学平衡移动的因素

4. 小结

【复习】化学平衡状态的定义：（化学反应的限度）

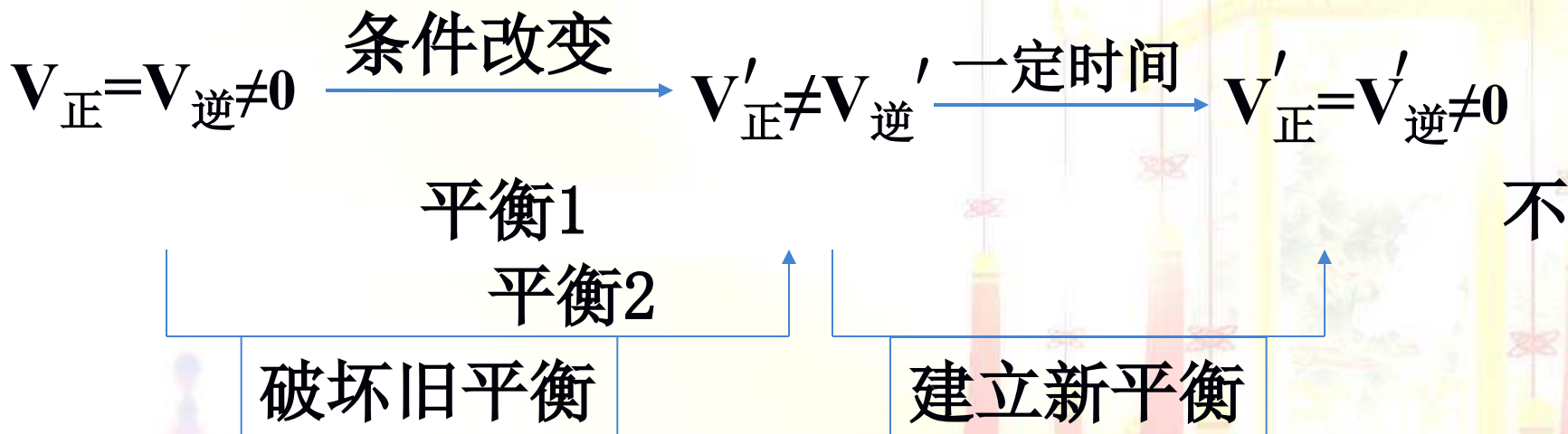
一定条件下，可逆反应里，正反应速率和逆反应速率相等，反应混合物中各组分的浓度保持不变的状态。



❖ 化学平衡的特征：

逆 等 动 定 变


化学平衡的移动



定义：可逆反应中，旧化学平衡的破坏，新化学平衡建立过程叫做化学平衡的移动。



总结：化学平衡的研究对象是可逆反应，化学平衡是有条件限制的动态平衡，只有在条件一定时才能保持平衡，当外界条件（浓度、温度、压强）改变时，化学平衡会被破坏，反应混合物里各组分的含量不断发生变化，由于条件变化对正逆反应速率的影响不同，致使 $v_{\text{正}} \neq v_{\text{逆}}$ ，然后在新条件下建立新的平衡



(1)若外界条件改变，引起 $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$ ，此时正反应占优势，化学平衡向正反应方向移动。

(2)若外界条件改变，引起 $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$ ，此时逆反应占优势，化学平衡向逆反应方向移动。

(3)若外界条件改变，引起 $v_{\text{正}}$ 、 $v_{\text{逆}}$ 同倍数改变，则 $v'_{\text{正}} = v'_{\text{逆}}$ ，化学平衡不发生移动。

【思考】 如何通过改变条件来打破旧平衡？

可通过改变影响反应速率的条件来打破原有平衡，建立新平衡。

【回忆】 影响化学反应速率的外界条件主要有哪些？

浓度

温度

化学反应速率

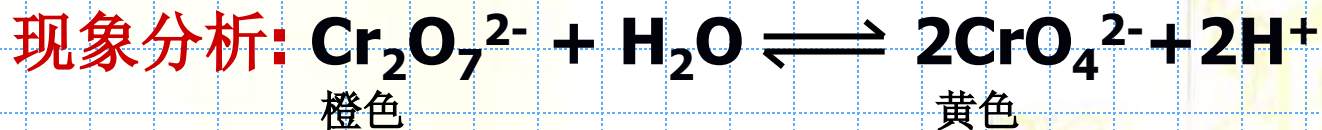
压强

催化剂

一、浓度对化学平衡的影响

优酷

重铬酸钾溶液在不同酸度时的颜色



	滴加3~10滴浓H ₂ SO ₄	滴加10~20滴6mol/LNaOH
K ₂ Cr ₂ O ₇ 溶液	溶液橙色加深	溶液黄色加深

增大 $c(\text{H}^+)$ 橙色加深 → $C(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-})$ 增大 → 平衡破坏 → 平衡逆向移动

结论: 增大生成物的浓度平衡向逆反应方向移动

减小 $c(\text{H}^+)$ 黄色加深 → $C(\text{CrO}_4^{2-})$ 增大 → 平衡破坏 → 平衡正向移动

结论: 减小生成物的浓度平衡向正反应方向移动

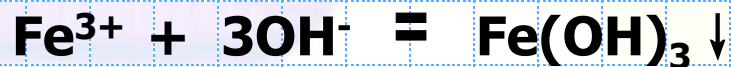




	滴加饱和 FeCl_3 溶液	滴1mol/L KSCN 溶液	滴加 NaOH 溶液
现象	红色加深	红色加深	有红褐色沉淀生成，溶液红色变浅

增大 $c(\text{Fe}^{3+})$ 红色加深
 增大 $c(\text{SCN}^-)$ 红色加深
 $\rightarrow \text{C}[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ 增大 $\xrightarrow{\text{平衡破坏}}$ 平衡正向移动

结论: 增大反应物的浓度平衡向正反应方向移动



减小 $c(\text{Fe}^{3+})$ 红色变浅
 $\rightarrow \text{C}[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ 减小 $\xrightarrow{\text{平衡破坏}}$ 平衡逆向移动

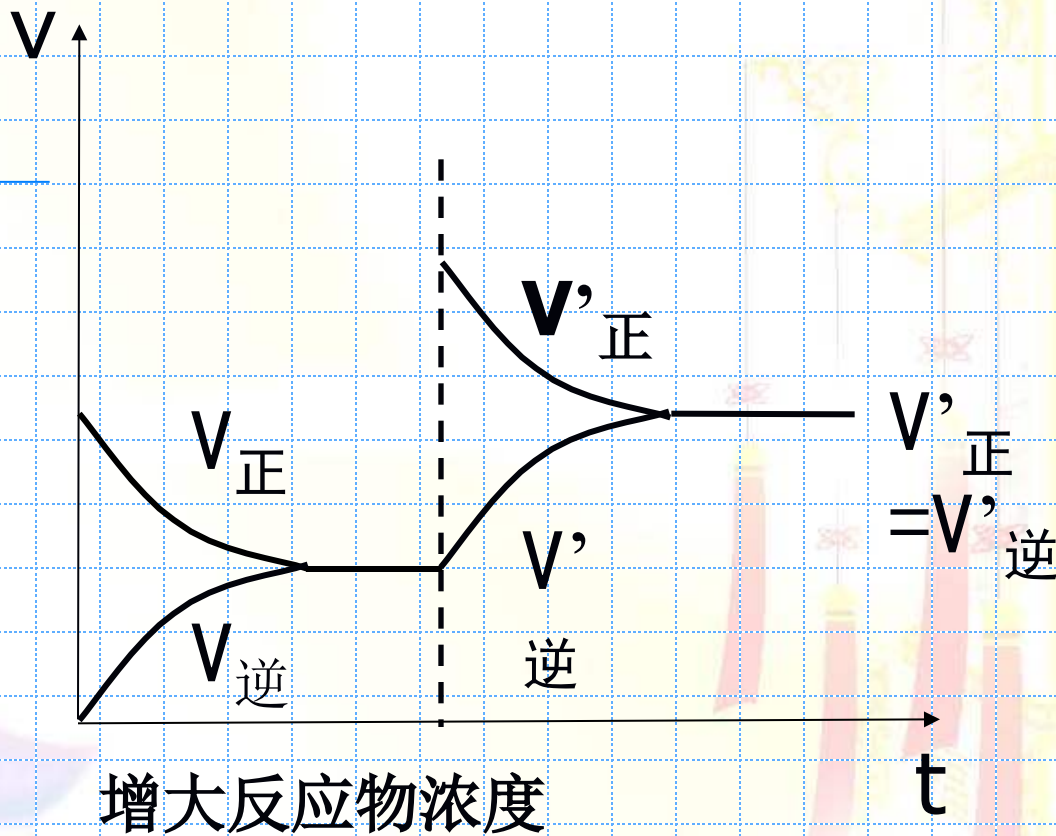
结论: 减小反应物的浓度平衡向逆反应方向移动

浓度对化学平衡的影响

规律: 在其他条件不变时,增大反应物浓度或减小生成物的浓度,化学平衡向正反应方向移动;减小反应物浓度或增大生成物的浓度化学平衡向逆反应方向移动

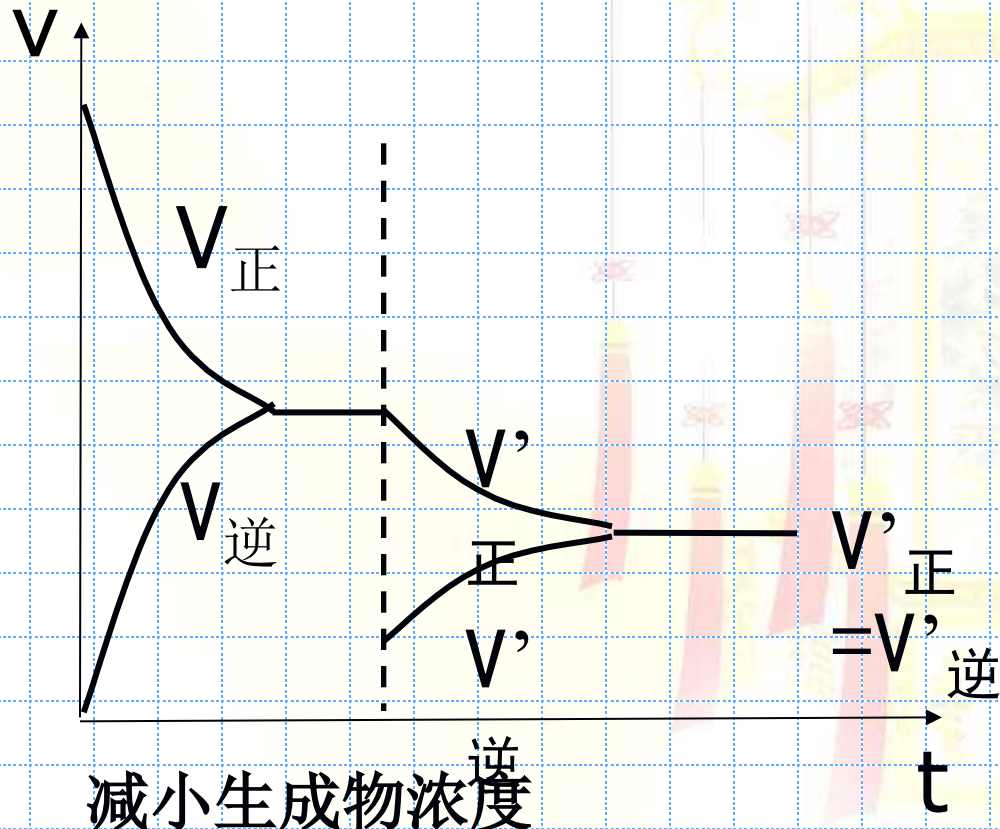
学与问:

◆其他条件不变时,如果增大反应物浓度或减小生成物浓度,正、逆反应速率如何变化? 平衡如何移动? 正、逆反应速率变化与平衡移动有何关系?



$$V'_{\text{正}} > V'_{\text{逆}}$$

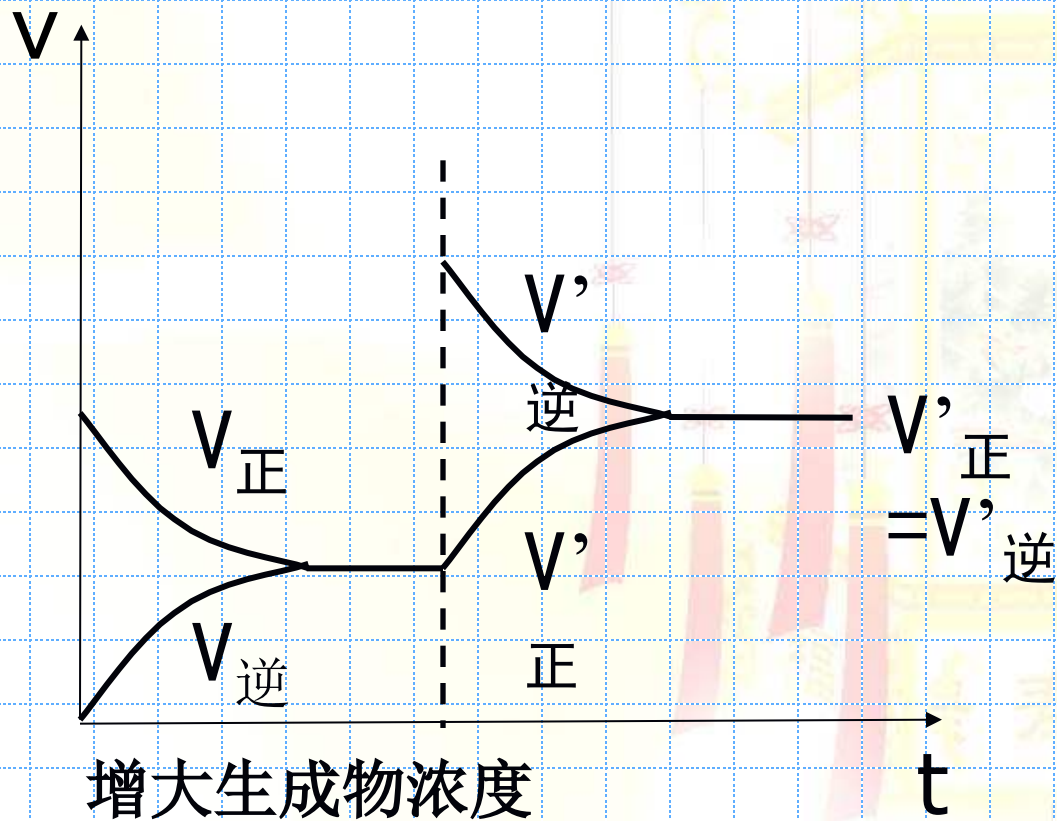
平衡正向移动



减小生成物浓度

$$V'_{\text{正}} > V'_{\text{逆}}$$

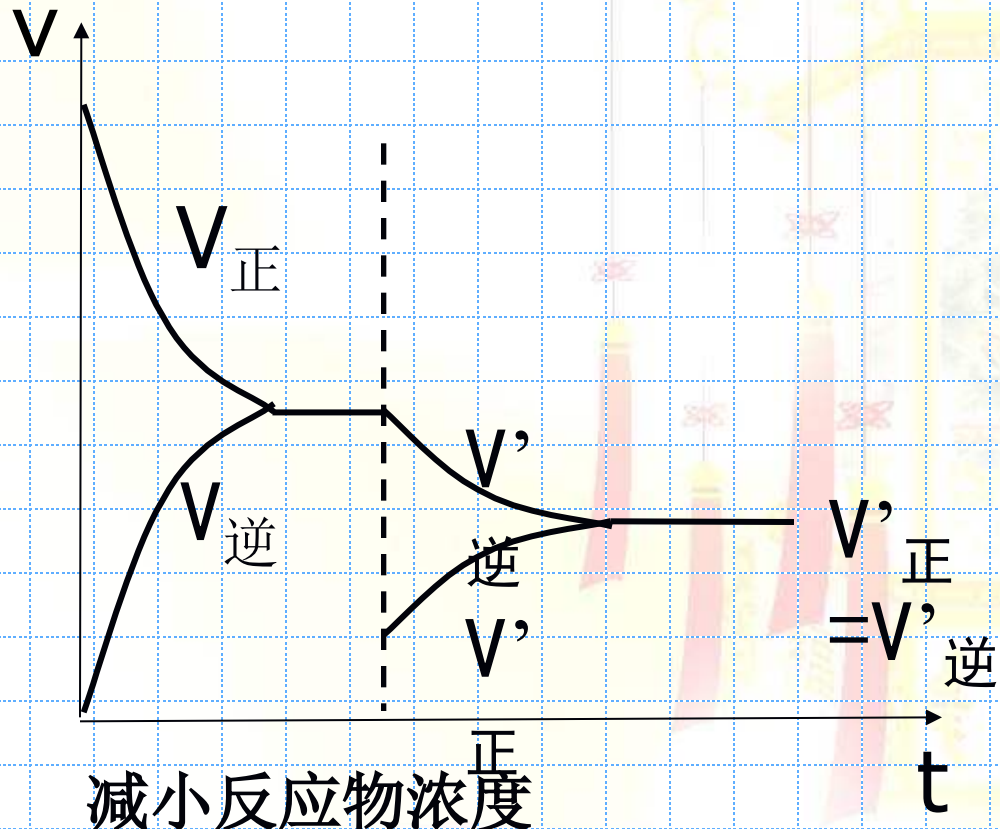
平衡正向移动



增大生成物浓度

$$V'_{\text{逆}} > V'_{\text{正}}$$

平衡逆向移动

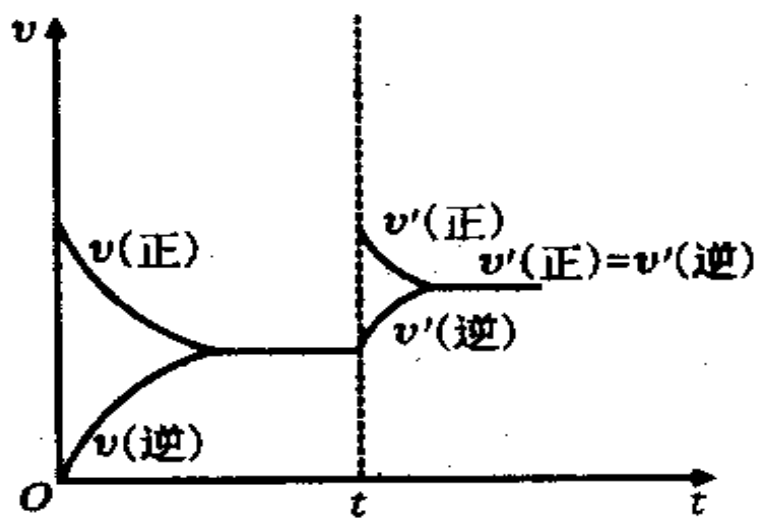


减小反应物浓度

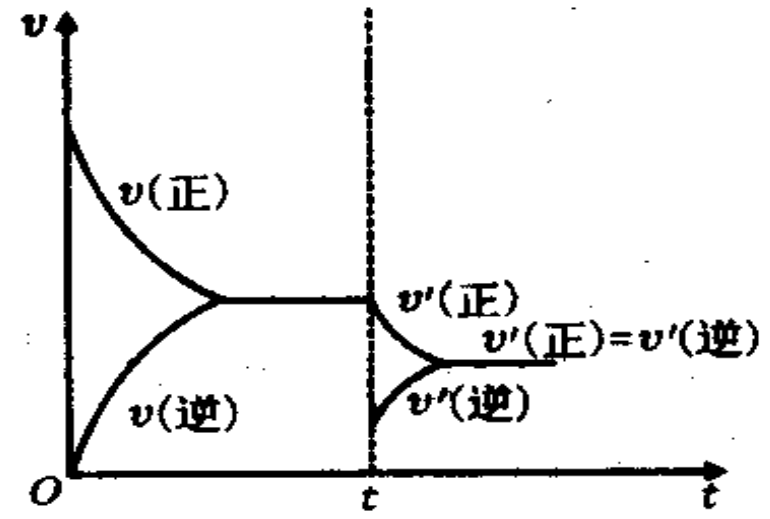
$$V'_{逆} > V'_{正}$$

平衡逆向移动

速率-时间关系图

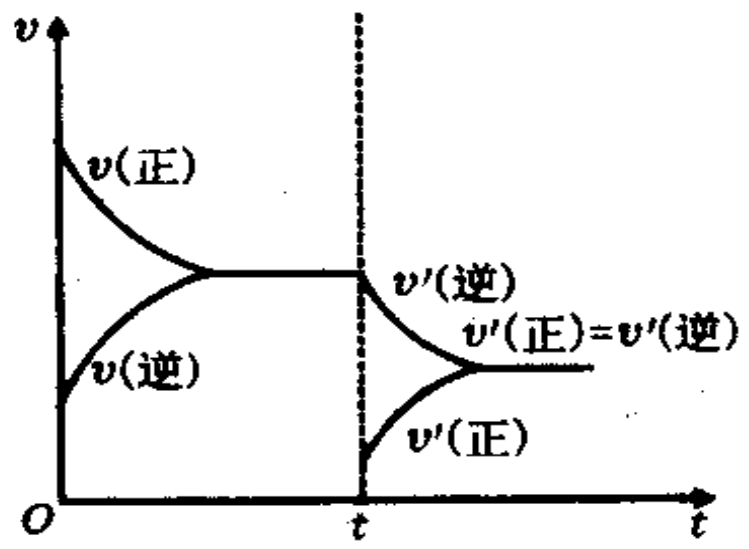


增大反应物浓度

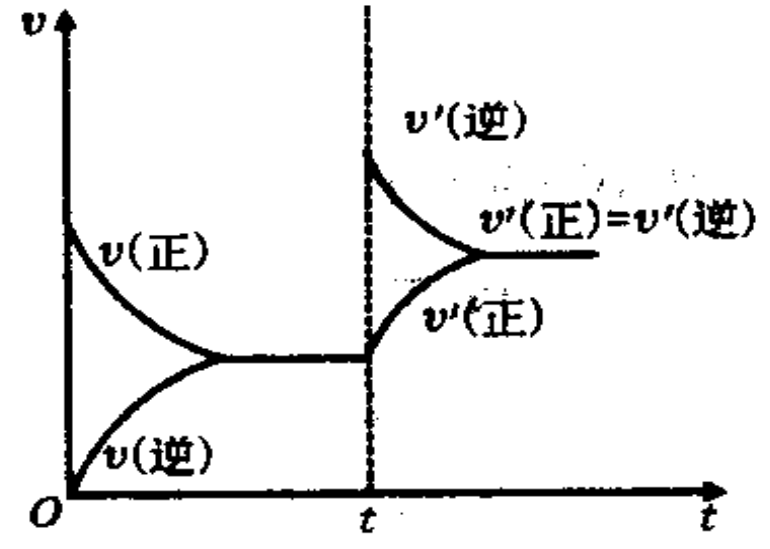


减小生成物浓度

化学平衡向正反应方向移动



减小反应物浓度



增大生成物浓度

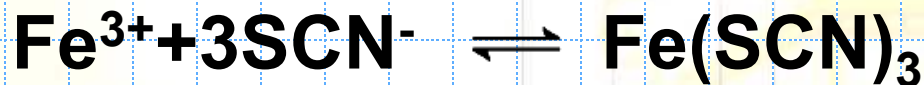
化学平衡向逆反应方向移动

由以上四图可以得出结论：

- 1) 改变反应物浓度瞬间，只能改变正反应速率
改变生成物浓度瞬间，只能改变逆反应速率
- 2) 改变浓度瞬间，
若 $v(\text{正}) > v(\text{逆})$ ，平衡向正反应方向移动
若 $v(\text{逆}) > v(\text{正})$ ，平衡向逆反应方向移动
- 3) 新旧平衡速率比较：
增大浓度，新平衡速率大于旧平衡速率
减小浓度，新平衡速率小于旧平衡速率

从化学平衡常数角度来解释

对于 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3$, 反应达平衡状态时,




平衡浓度(mol/L) a b c

$$K = \frac{c [\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{c (\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3 (\text{SCN}^-)} = \frac{c}{a \times b^3}$$

当增加 Fe^{3+} 的浓度 $x \text{ mol/L}$ 时

$$Q = \frac{c [\text{Fe}(\text{SCN})_3]}{c (\text{Fe}^{3+}) \cdot c^3 (\text{SCN}^-)} = \frac{c}{(a+x) \times b^3} < K$$

即: 增加 Fe^{3+} 的浓度, 平衡正向移动。

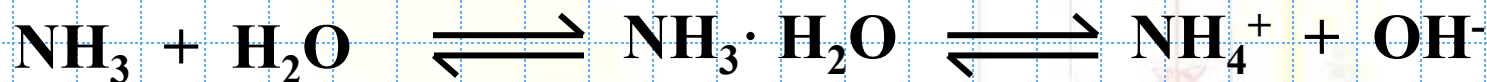


思考：化学平衡的移动能完全抵消浓度改变给可逆反应所带来的影响吗？

总的来说：化学平衡的移动能削弱浓度改变给可逆反应所带来的影响，但并不能完全抵消。

随堂练习

已知在氨水中存在下列平衡：



- (1)、向氨水中加入 MgCl_2 固体，平衡向正反应方向移动， OH^- 浓度减小， NH_4^+ 浓度增大。
- (2)、向氨水中加入浓盐酸，平衡向正反应方向移动，此时溶液中浓度减小的粒子有 OH^- 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_3 。
- (3)、向氨水中加入少量 NaOH 固体，平衡向逆反应方向移动，此时发生的现象是有气体放出。

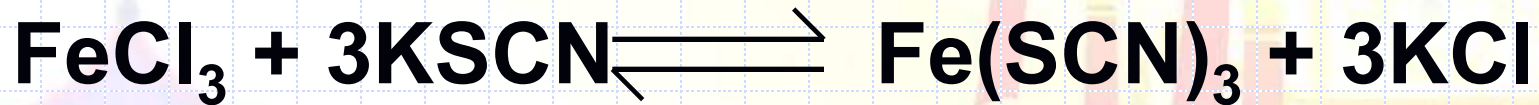
练习：可逆反应 $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 在一定条件下达到平衡状态，改变下列条件，能否引起平衡移动？CO的浓度有何变化？

①增大水蒸气浓度 ②加入更多的碳
③增加 H_2 浓度

①平衡正向移动，CO浓度增大
②平衡不移动，CO浓度不变
③平衡逆向移动，CO浓度减小

小结：①增加固体或纯液体的量不能改变其浓度，也不能改变速率，所以 $V_{(正)}$ 仍等于 $V_{(逆)}$ ，平衡不移动。

②作为离子反应，只有改变实际参加反应的离子浓度对平衡有影响，如：



增加KCl固体的量平衡 不移动，

因为 KCl不参与反应。



应用:

在工业生产中适当增大廉价的反应物的浓度，使化学平衡向正反应方向移动，可以提高价格较高原料的转化率，以降低生产成本。

$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{SO}_3(\text{g})$ 的平衡体系中，为了提高 SO_2 的利用率，可采取什么措施？

充入更多空气，转移走 SO_3 等措施。



二、压强对化学平衡的影响

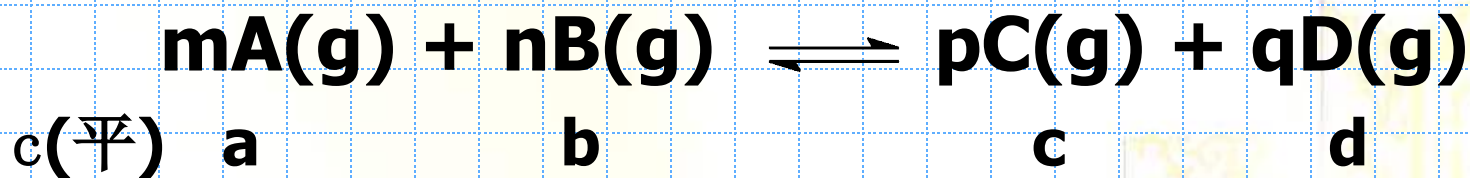
讨论：压强的变化对化学反应速率如何影响？ $V_{正}$ 和 $V_{逆}$ 怎样变化？会同等程度的增大或减小吗？

$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ 反应中，压强变化和 NH_3 含量的关系

压强 (MPa)	1	5	10	30	60	100
NH_3 %	2.0	9.2	16.4	35.5	53.6	69.4

结论：压强增大， NH_3 %增大，平衡向正反应方向移动。
即压强增大， $v_{正}$ 和 $v_{逆}$ 同时增大，但改变倍数不同；
压强减小， $v_{正}$ 和 $v_{逆}$ 同时减小，但改变倍数不同。

请从平衡常数的角度解释之。



$$K = \frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)} = \frac{c^p \times d^q}{a^m \times b^n}$$

增大压强为原

来的2倍时: $\mathbf{mA(g)} + \mathbf{nB(g)} \rightleftharpoons \mathbf{pC(g)} + \mathbf{qD(g)}$



$$Q = \frac{c^p(C) \cdot c^q(D)}{c^m(A) \cdot c^n(B)} = \frac{(2c)^p \times (2d)^q}{(2a)^m \times (2b)^n} = \frac{c^p \times d^q \times 2^{p+q}}{a^m \times b^n \times 2^{m+n}}$$

$$Q = K \times 2^{p+q-(m+n)}$$

如 $p+q > m+n$, 则 $Q > K$, 平衡逆向移动

如 $p+q < m+n$, 则 $Q < K$, 平衡正向移动

如 $p+q = m+n$, 则 $Q = K$, 平衡不移动



规律:

增大压强, 化学平衡向 气体体积缩小方向 移动;

减小压强, 化学平衡向 气体体积扩大方向 移动;

体积相等的气体反应, 压强改变, 化学平衡 不移动。

增大压强, 气体总物质的量浓度增大, 化学平衡向气体总物质的量浓度减小的方向移动;

减小压强, 气体的总物质的量浓度减小, 化学平衡向气体总物质的量增大的方向移动。

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/735013040023011300>