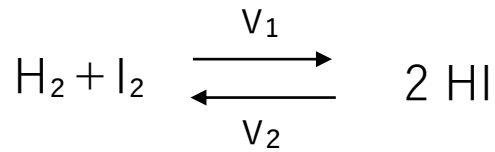


化学平衡



正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2]$

逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$

時間が経過すると…  $v_1 = v_2$  見かけ上反応が停止した状態となる。



化学平衡の状態, または, 単に平衡状態という

$v_1 = v_2$ のとき

$$k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2] = k_2 [\text{HI}]^2$$

$$\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{k_1}{k_2} = K$$

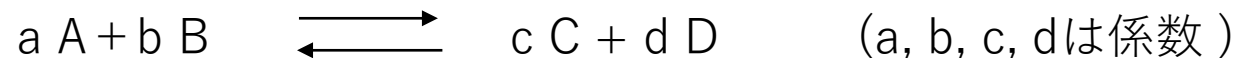
平衡定数  温度 のみで変化する

反応速度定数

 温度 と  触媒の有無 で変化する

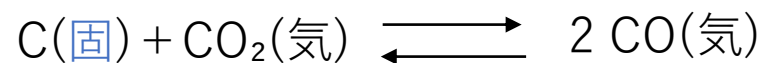
化学平衡の法則（質量作用の法則）

物質A, B, C, Dについて, 次の可逆反応が平衡状態にあるとき



平衡定数 $K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$ が成り立つ

固体が関わる平衡



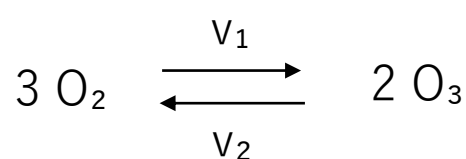
固体が関わる平衡では, 固体の濃度は常に一定とみなせるので, その量の多少は平衡には影響しない。

平衡定数 $K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$

[C(固)] を定数とみなし,
平衡定数Kの中に含めている。

平衡移動の原理 (ルシャトリエの原理)

『可逆反応が平衡状態にあるとき, **濃度**・**圧力**・**温度**などの反応条件を変化させると, その影響を打ち消す方向へ平衡が移動し, 新しい平衡状態となる。』 1884年 ルシャトリエ (フランス)



正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{O}_2]^3$
逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{O}_3]^2$

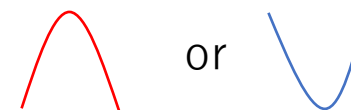
酸素を加えると $[\text{O}_2]$ が大きくなる $\rightarrow v_1 > v_2$ となり, 正反応が進む

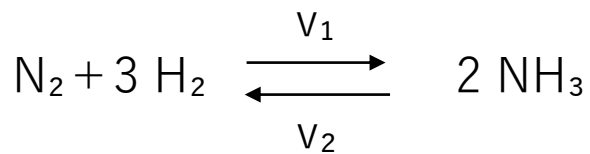
$\rightarrow [\text{O}_2]$ が小さくなり, $[\text{O}_3]$ が大きくなる $\rightarrow v_1 = v_2$ となり平衡状態に達する。

ルシャトリエは

酸素を加えると酸素がなくなる方向,
つまり平衡は右へ移動する。

濃度の変化 \rightarrow





正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{N}_2][\text{H}_2]^3$

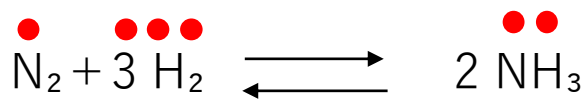
逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{NH}_3]^2$

圧力を小さくすると $[\text{N}_2]$, $[\text{H}_2]$, $[\text{NH}_3]$ が小さくなる $\rightarrow v_1 < v_2$ となり, 逆反応が進む

$\rightarrow [\text{NH}_3]$ が小さくなり, $[\text{N}_2]$ と $[\text{H}_2]$ が大きくなる $\rightarrow v_1 = v_2$ となり平衡状態に達する。

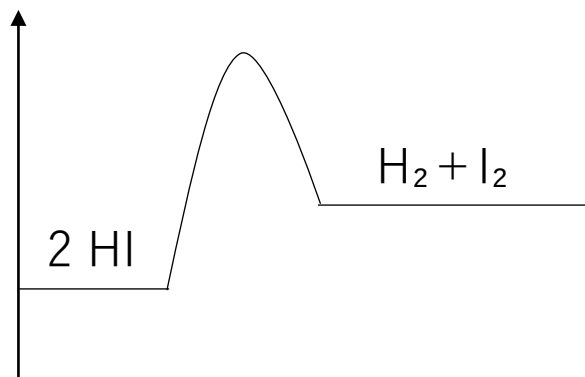
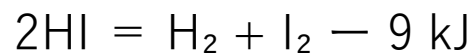
ルシャトリエは

圧力を小さくすると圧力を大きくする方向,
つまり気体分子の総数が増える方向へ平衡が移動する。



気体分子 \bullet の総数
が増える方向へ

圧力の変化 \rightarrow 気体分子の数に注目する



正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{HI}]^2$
逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{H}_2][\text{I}_2]$

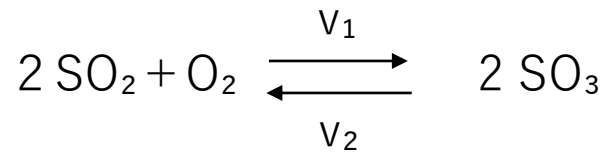
加熱すると 吸熱反応の方が進みやすくなる $\rightarrow v_1 > v_2$ となり, 正反応が進む

\rightarrow $[\text{HI}]$ が小さくなり, $[\text{H}_2]$ と $[\text{I}_2]$ が大きくなる $\rightarrow v_1 = v_2$ となり平衡状態に達する。

ルシャトリエは

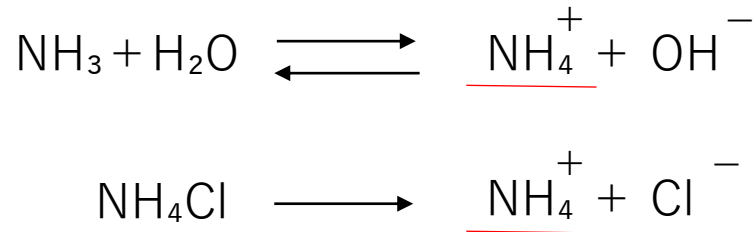
加熱すると温度を下げる方向,
つまり吸熱反応の方向へ平衡が移動する。

高温にする \rightarrow 吸熱反応の方向へ
低温にする \rightarrow 発熱反応の方向へ




触媒を加えると、 v_1 と v_2 は同じ割合で大きくなるが、 $v_1 = v_2$ のままであるので、平衡は移動しない。

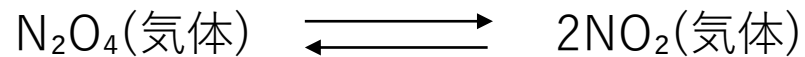
触媒を加えても平衡は移動しない



NH_4Cl を加えると、 NH_4Cl の電離によって NH_4^+ が増えるので、 NH_4^+ を減らす方向、つまり平衡は左へ移動する。

同じイオンを加えて平衡が移動する現象  共通イオン効果
(共通のイオン)

反応の様子を考える！

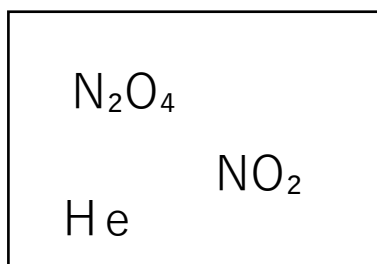
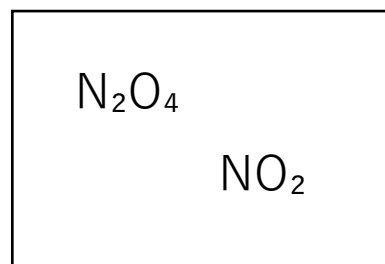


体積一定で、ヘリウム加える



全圧は大きくなるが

$P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ と P_{NO_2} は変化しない



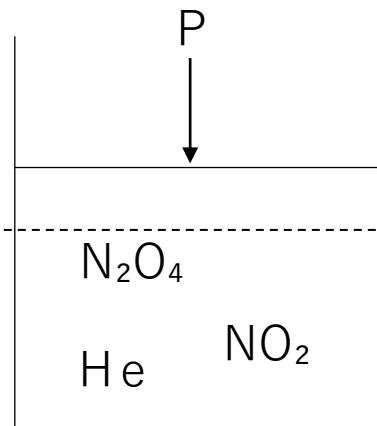
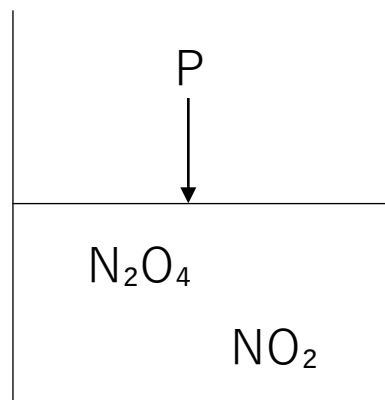
平衡は移動しない

圧力一定で、ヘリウム加える



体積が大きくなる

$P_{\text{N}_2\text{O}_4}$ と P_{NO_2} は小さくなる



気体の総物質が増える方向へ
平衡が移動する