

反応速度

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は、

または

で表される。すなわち、時刻 t_1 に

おけるAの濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 にけるAの濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= Aの減少速度) は

=

で示される。

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は

単位時間当たりの反応物の減少量

または

で表される。すなわち、時刻 t_1 に

おける A の濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 にける A の濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= A の減少速度) は

で示される。

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は、単位時間当たりの反応物の減少量

または 単位時間あたりの生成物の増加量 で表される。すなわち、時刻 t_1 に

おけるAの濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 におけるAの濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= Aの減少速度) は = で示される。

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は、**単位時間当たりの反応物の減少量**

または **単位時間あたりの生成物の増加量** で表される。すなわち、時刻 t_1 に

おけるAの濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 におけるAの濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= Aの減少速度) は $-\frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1}$ で示される。

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は、**単位時間当たりの反応物の減少量**

または **単位時間あたりの生成物の増加量** で表される。すなわち、時刻 t_1 におけるAの濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 におけるAの濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= Aの減少速度) は $-\frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = \frac{[A]_1 - [A]_2}{t_2 - t_1}$ で示される。

反応速度

●化学反応 $A+B \rightarrow C$ の反応速度は、**単位時間当たりの反応物の減少量**

または **単位時間あたりの生成物の増加量** で表される。すなわち、時刻 t_1 におけるAの濃度を $[A]_1$ 、時刻 t_2 におけるAの濃度を $[A]_2$ とすると、この反応の

速度 (= Aの減少速度) は
$$-\frac{[A]_2 - [A]_1}{t_2 - t_1} = \frac{[A]_1 - [A]_2}{t_2 - t_1}$$
 で示される。

このような減少速度での表し方のほかに、
増加速度での表し方もあります。

● 化学反応の速度は、、、 に依存する。
反応物の濃度が高いほど反応速度は (気体の反応においては反応物の圧力が高いほど反応速度は)、反応温度が高いほど反応速度は になる。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

●化学反応の速度は **濃度または圧力**、、 に依存する。

反応物の濃度が高いほど反応速度は (気体の反応においては反応物

の圧力が高いほど反応速度は)、反応温度が高いほど反応速度は

。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、 に依存する。

反応物の濃度が高いほど反応速度は (気体の反応においては反応物

の圧力が高いほど反応速度は)、反応温度が高いほど反応速度は

。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、**触媒**に依存する。

反応物の濃度が高いほど反応速度は (気体の反応においては反応物

の圧力が高いほど反応速度は)、反応温度が高いほど反応速度は

。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

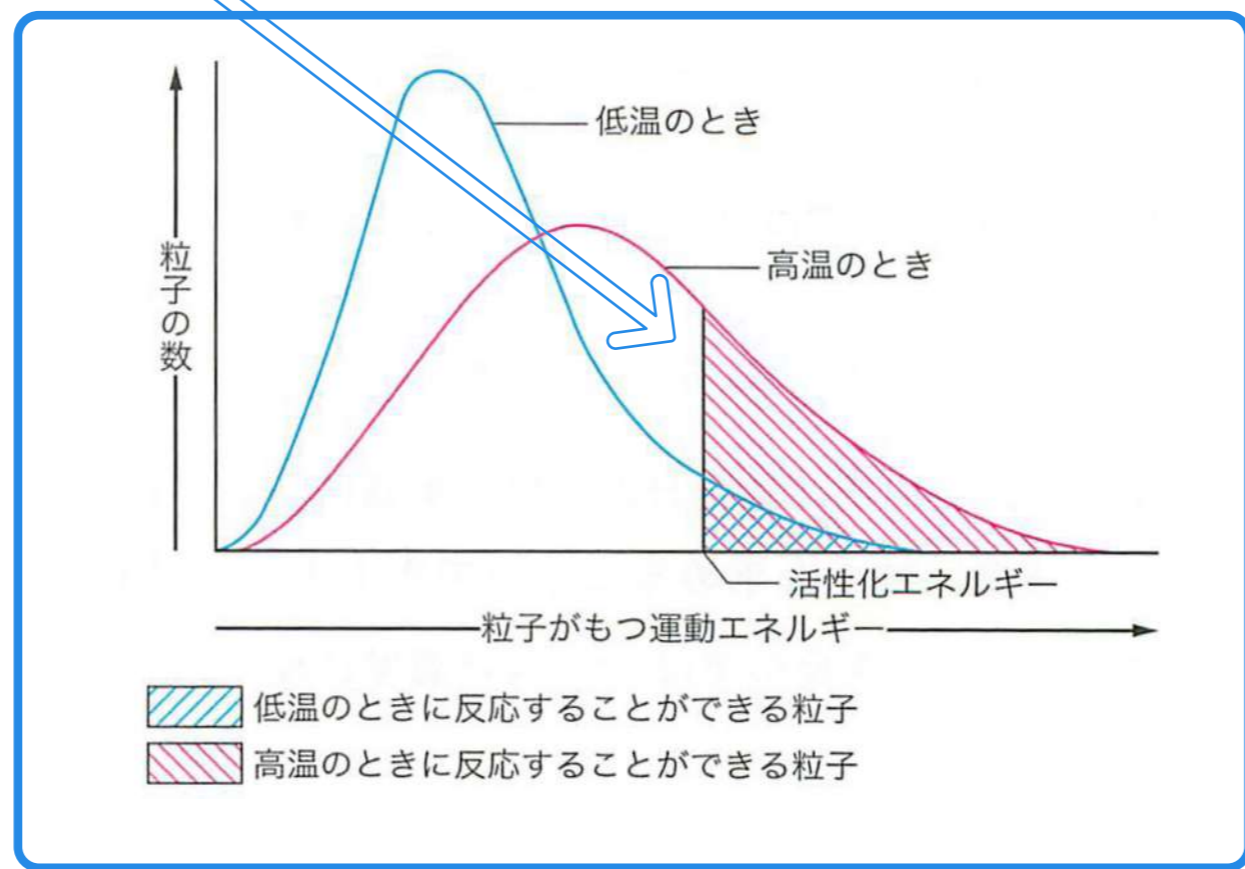
●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、**触媒** に依存する。
反応物の濃度が高いほど反応速度は **大きく** (気体の反応においては反応物の
の圧力が高いほど反応速度は)、反応温度が高いほど反応速度は
。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

粒子の衝突確率の増大と考えれば良いでしょう。

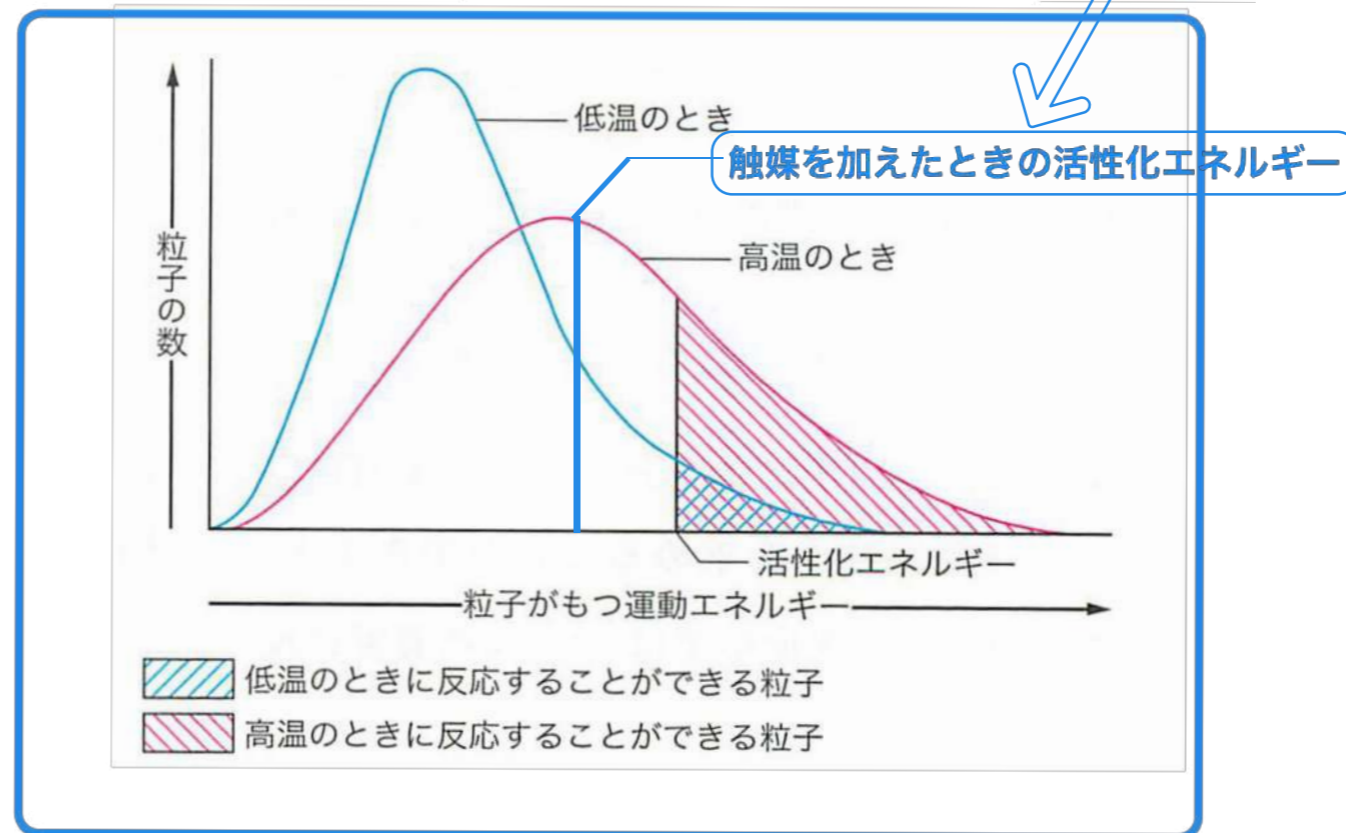
●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、**触媒** に依存する。
反応物の**濃度が高いほど**反応速度は **大きく** (気体の反応においては反応物の
の**圧力が高いほど**反応速度は **大きく**)、反応温度が高いほど反応速度は
。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。

ここでは『濃度』と『圧力』は同義です。

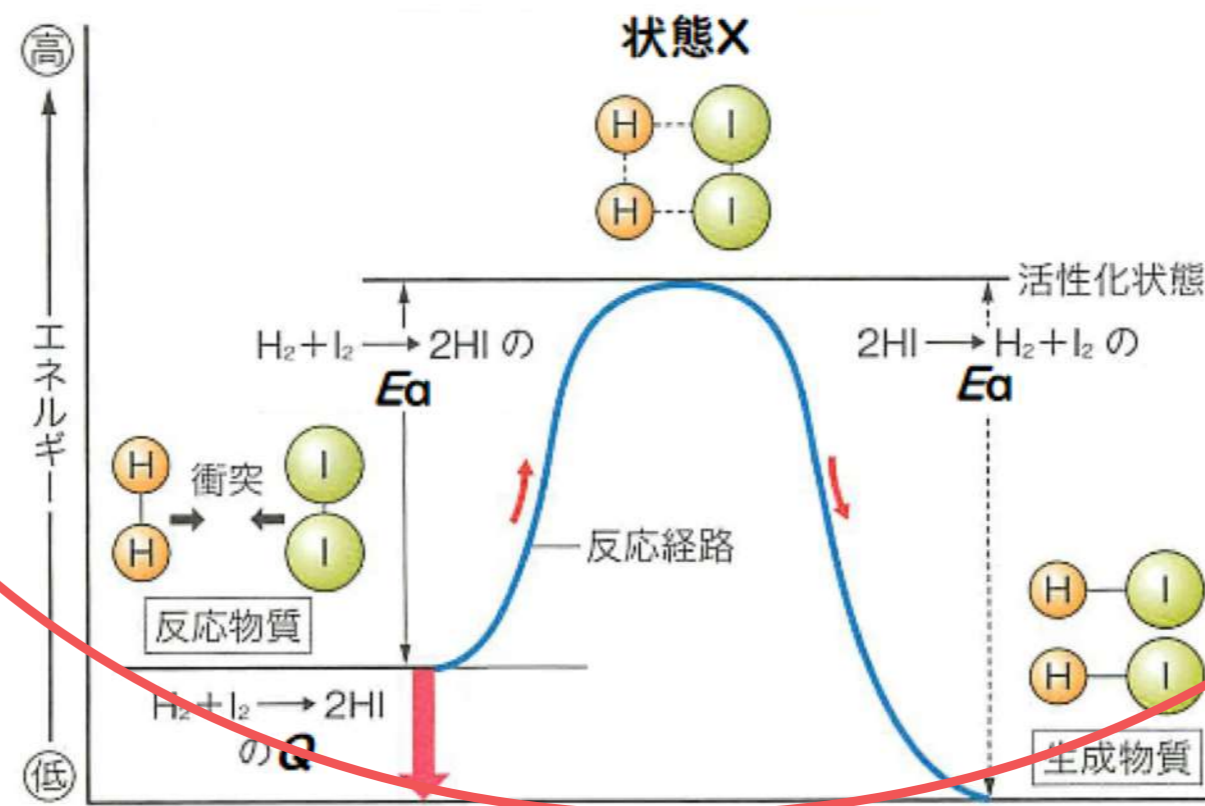
●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、**触媒**に依存する。
反応物の濃度が高いほど反応速度は**大きく**（気体の反応においては反応物の圧力が高いほど反応速度は**大きく**）、反応温度が高いほど反応速度は**大きい**。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は なる。



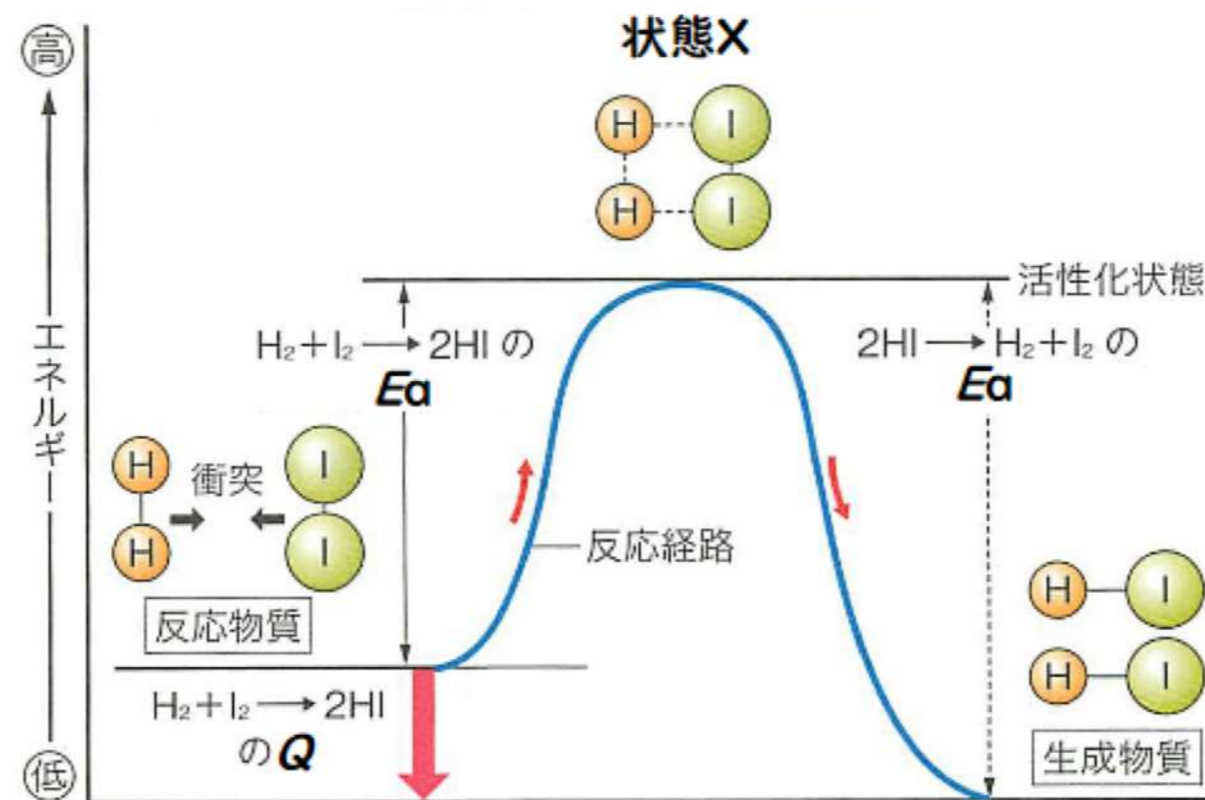
●化学反応の速度は、**濃度または圧力**、**温度**、**触媒**に依存する。
反応物の濃度が高いほど反応速度は**大きく**（気体の反応においては反応物の圧力が高いほど反応速度は**大きく**）、反応温度が高いほど反応速度は**大きい**。また、触媒(正触媒)を加えると反応速度は**大きく**なる。



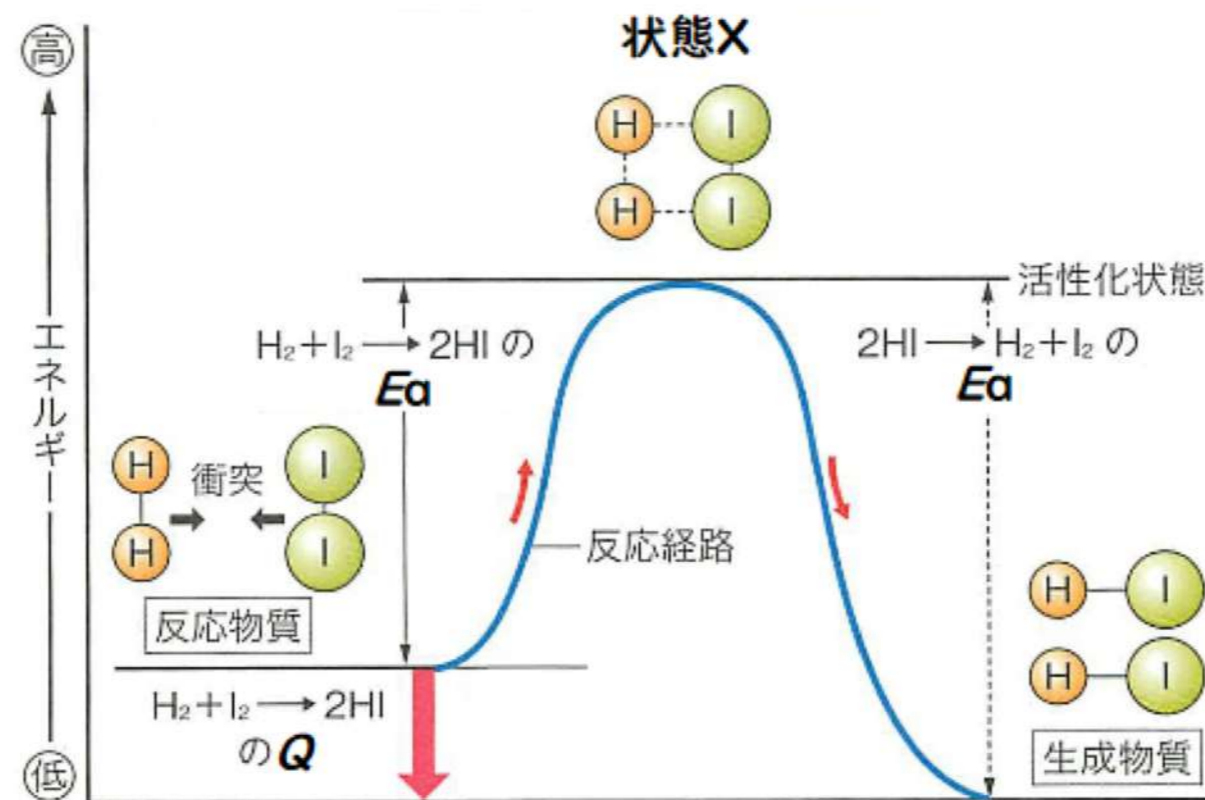
●下図において反応途中の状態Xを という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を という。活性化エネルギーが ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると からである。ちなみに、触媒を加えても は変化しない。



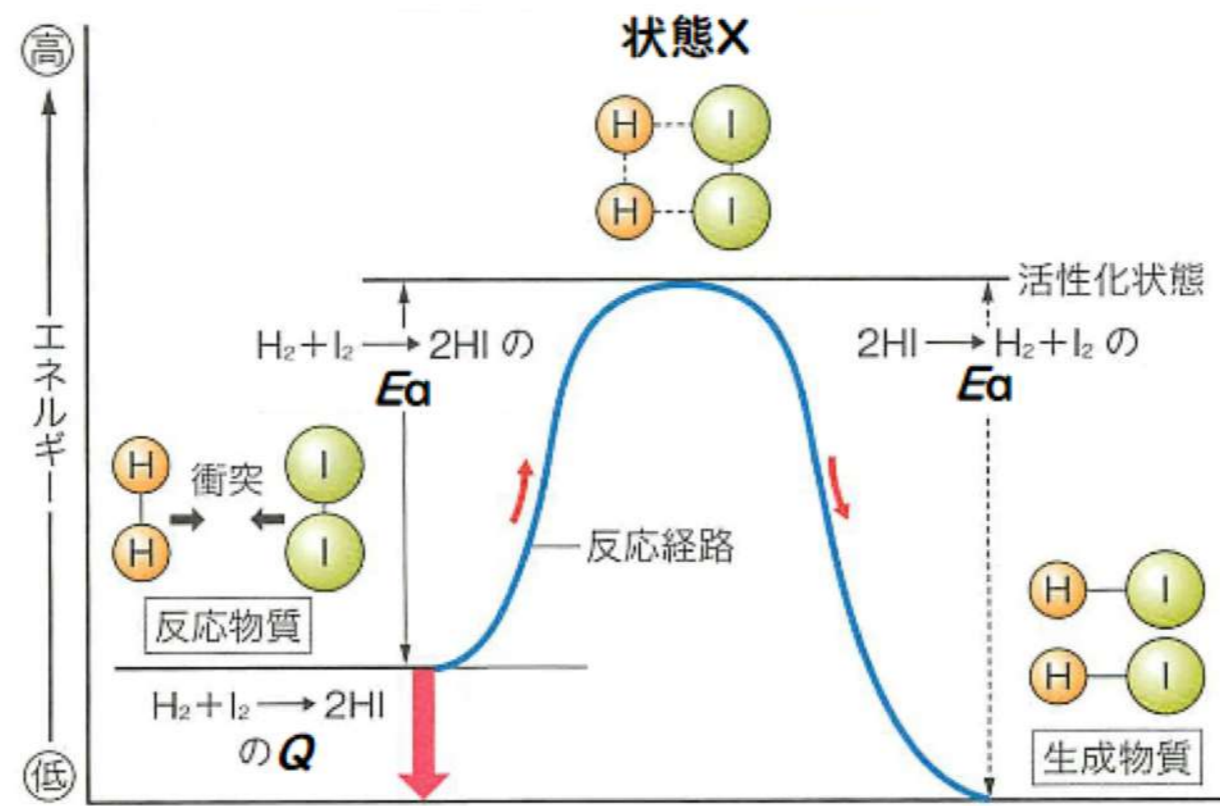
●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を という。活性化エネルギーが ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると からである。ちなみに、触媒を加えても は変化しない。



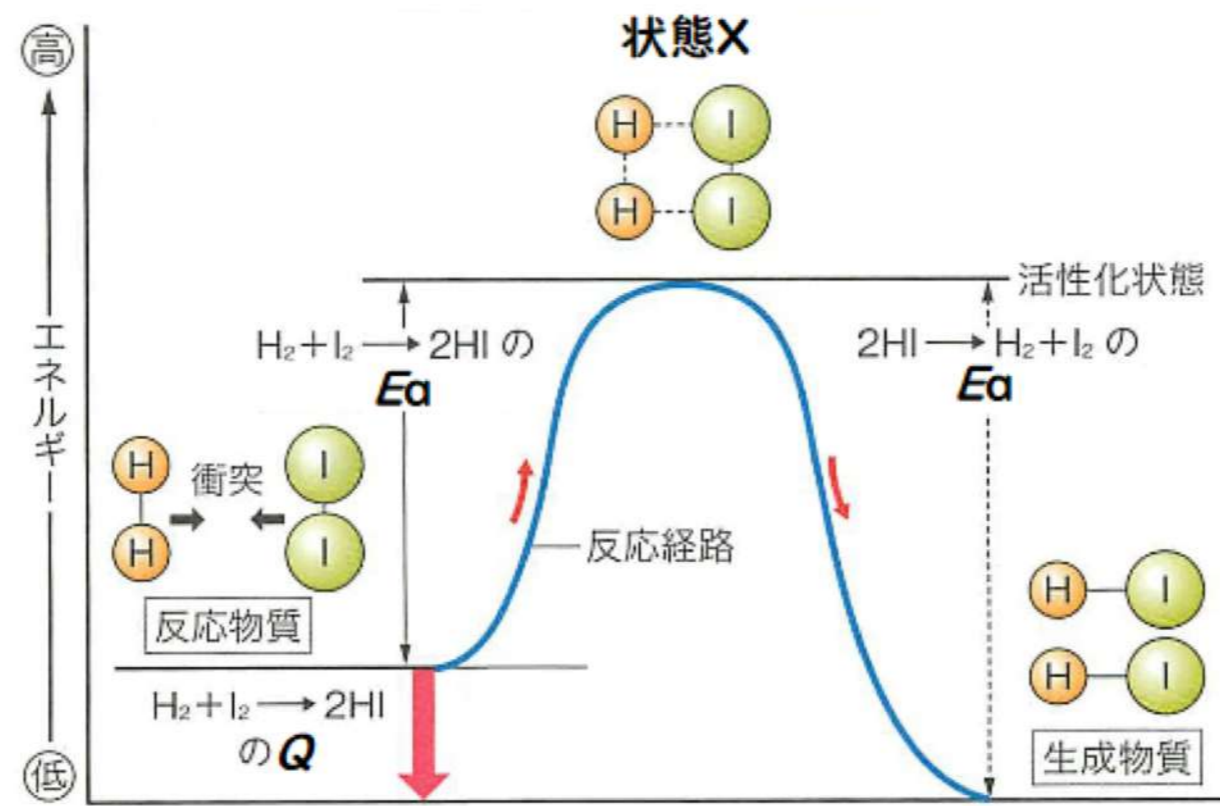
●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を **活性化エネルギー** という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を という。活性化エネルギーが ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると からである。ちなみに、触媒を加えても は変化しない。



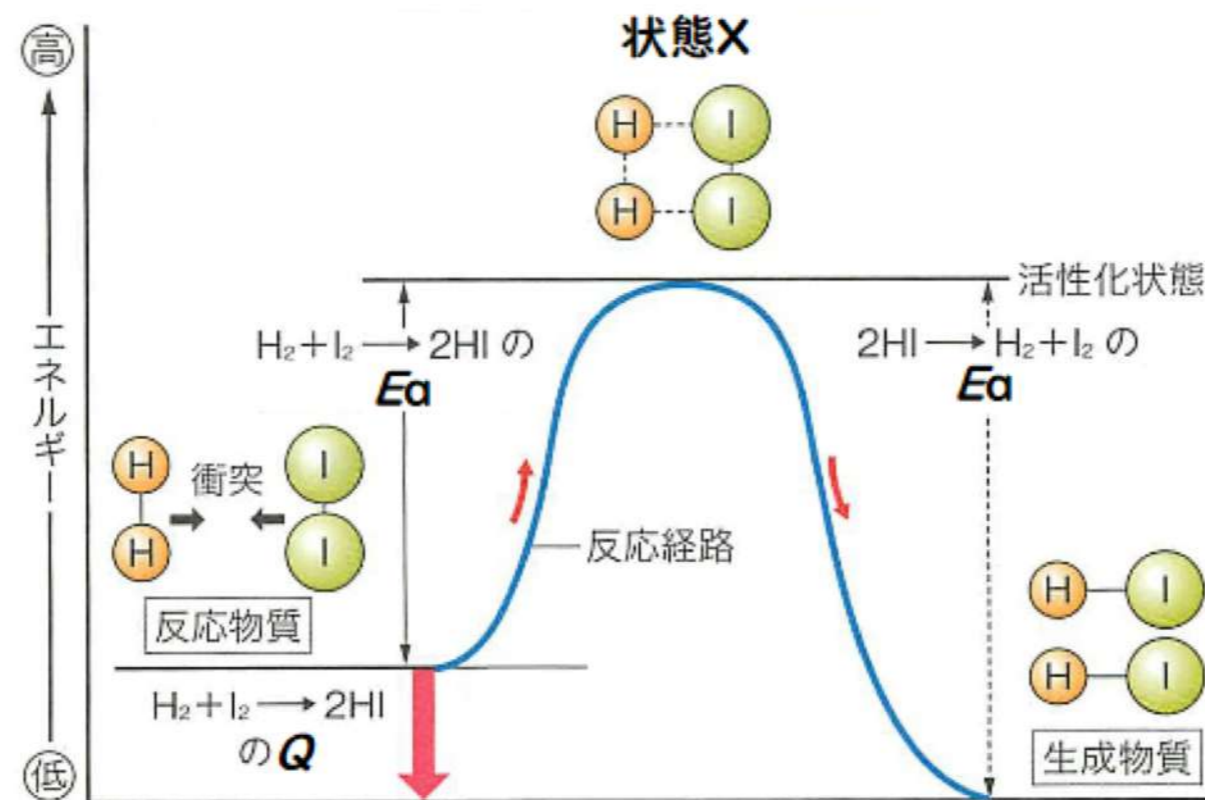
●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を **活性化エネルギー** という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を **反応熱** という。活性化エネルギーが ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると からである。ちなみに、触媒を加えても は変化しない。



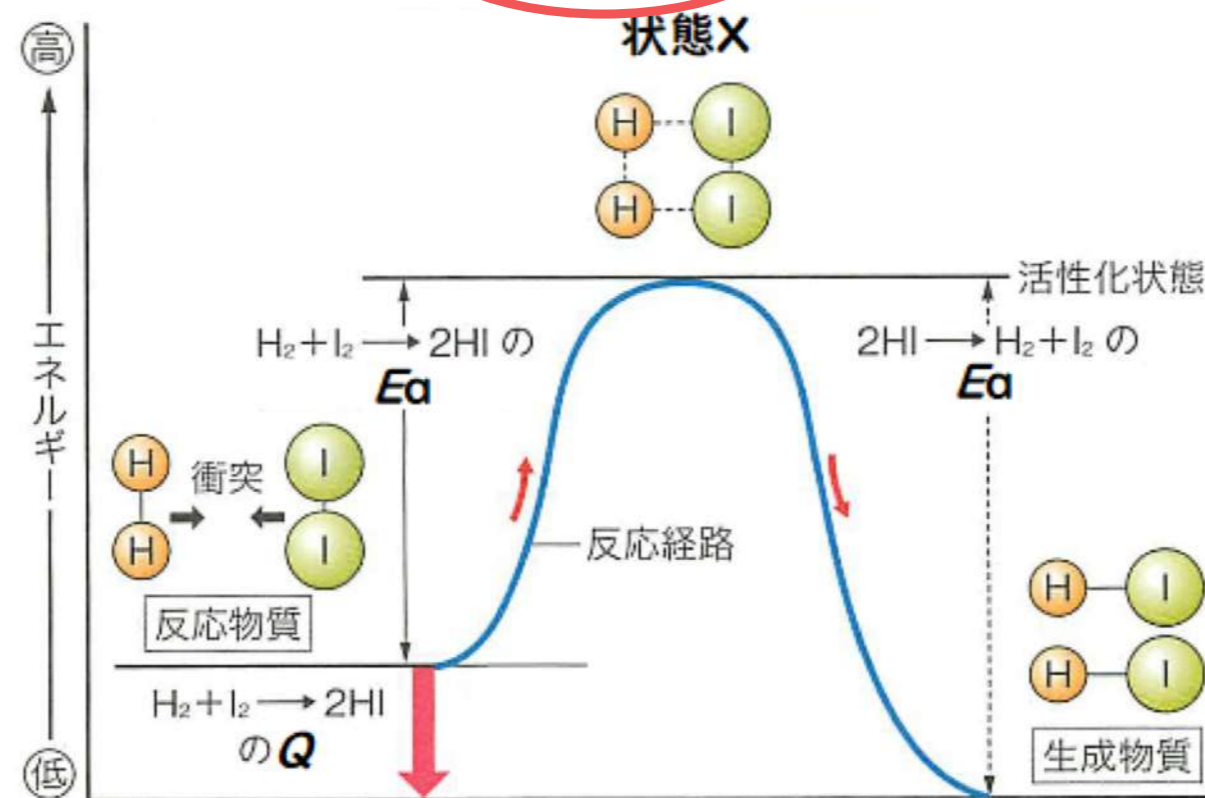
●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を **活性化エネルギー** という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を **反応熱** という。活性化エネルギーが **小さい** ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると からである。ちなみに、触媒を加えても は変化しない。



●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を **活性化エネルギー** という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を **反応熱** という。活性化エネルギーが **小さい** ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると **活性化エネルギーが小さくなる** からである。ちなみに、触媒を加えても **反応熱** は変化しない。



●下図において反応途中の状態Xを **活性化状態** という。反応物が状態Xになるために必要なエネルギー E_a を **活性化エネルギー** という。また、反応物と生成物のエネルギー差 Q を **反応熱** という。活性化エネルギーが **小さい** ほど反応速度は速くなる。触媒(正触媒)を加えると反応速度が大きくなるのは、触媒を加えると **活性化エネルギーが小さくなる** からである。ちなみに、触媒を加えても **反応熱** は変化しない。



ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B → C~~ という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

このような式を といい、比例定数 k を

と呼ぶ。 k は と に依存する。言い換

えれば、 k は と が同じであれば一定の値である。

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ \rightarrow C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を といい、比例定数 k を
と呼ぶ。 k は と に依存する。言い換
えれば、 k は と が同じであれば一定の値であ
る。

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ \rightarrow C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を **反応速度式** といい、比例定数 k を
と呼ぶ。 k は と に依存する。言い換
えれば、 k は と が同じであれば一定の値であ
る。

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ \rightarrow C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

または、**反応速度定数**

このような式を

反応速度式

といい、比例定数 k を

速度定数

と呼ぶ。 k は

と

に依存する。言い換

えれば、 k は

と

が同じであれば一定の値である。

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ → C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を

反応速度式

といい、比例定数 k を

速度定数

と呼ぶ。 k は

温度

と

に依存する。言い換

えれば、 k は

と

が同じであれば一定の値である。

アレニウスの式 $k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ \rightarrow C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を

反応速度式

といい、比例定数 k を

速度定数

と呼ぶ。 k は

温度

と

活性化エネルギー

に依存する。言い換

えれば、 k は

と

が同じであれば一定の値である。

アレニウスの式 $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B~~ → C という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を **反応速度式** といい、比例定数 k を **速度定数** と呼ぶ。 k は **温度** と **活性化エネルギー** に依存する。言い換えれば、 k は **温度** と が同じであれば一定の値である。

アレニウスの式 $k = A e^{\frac{-E_a}{RT}}$

ミスプリントの訂正をお願いします。



反応速度式

● ~~A + B → C~~ という化学反応において、反応速度 v は A の濃度 $[A]$ や B の濃度 $[B]$ に依存する。よって、次のような式で表すことができる。

$$v = k [A]^a [B]^b$$

このような式を

反応速度式

といい、比例定数 k を

速度定数

と呼ぶ。 k は

温度

と

活性化エネルギー

に依存する。言い換

えれば、 k は

温度

と

反応経路

が同じであれば一定の値である。

アレニウスの式 $k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$

$$v = k[A]^a[B]^b$$

$$k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$$

から分かるように、反応速度は
濃度(圧力)、温度、触媒の有無に依存する。

● $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ の反応速度式は であると習うので、反応速度式 $v = k[\text{A}]^a[\text{B}]^b$ の係数 a , b は反応式の係数によって決まると誤解されがちであるが、反応速度式の係数 a , b は必ずしも反応式の係数とは 、 必要がある。

● $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ の反応速度式は $v = k[\text{HI}]^2$ であると習うので、反応速度式 $v = k[\text{A}]^a[\text{B}]^b$ の係数 a , b は反応式の係数によって決まると誤解されがちであるが、反応速度式の係数 a , b は必ずしも反応式の係数とは 、 必要がある。

● $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ の反応速度式は $v = k[\text{HI}]^2$ であると習うので、反応速度式 $v = k[\text{A}]^a[\text{B}]^b$ の係数 a , b は反応式の係数によって決まると誤解されがちであるが、反応速度式の係数 a , b は必ずしも反応式の係数とは **一致せず**、 必要がある。

● $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ の反応速度式は $v = k[\text{HI}]^2$ であると習うので、反応速度式 $v = k[\text{A}]^a[\text{B}]^b$ の係数 a , b は反応式の係数によって決まると誤解されがちであるが、反応速度式の係数 a , b は必ずしも反応式の係数とは **一致せず**、**実験によって求める** 必要がある。

●化学反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

●化学反応式 $A + B \longrightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A]^x[B]^y$ において、

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow x =$

Aの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が4倍になった $\Rightarrow x =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が2倍になった $\Rightarrow y =$

Bの濃度を2倍にしたら、Cの生成速度が8倍になった $\Rightarrow y =$

温度を 10°C 上げたら、Cの生成速度が n 倍になった $\Rightarrow k$ が 倍

また、反応式 $A + B \rightarrow C$ 、および、その反応速度式 $v = k[A][B]^2$ において、

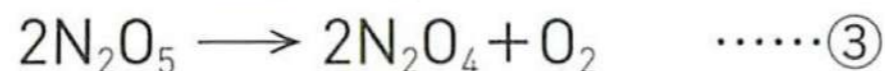
AとBの濃度をともに2倍にすると、Cの生成速度は 倍になる。

【発展的考察】

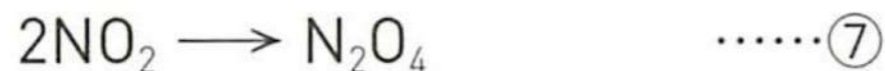
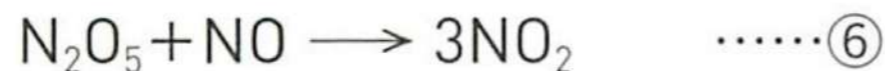
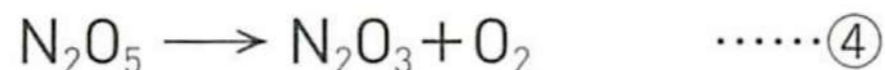
多段階反応と素反応

参考

たとえば、五酸化二窒素の分解反応は、



という化学反応式で表されます。しかし、 N_2O_5 が直接 N_2O_4 と O_2 に分解するわけではありません。詳しく調べられた結果、この分解反応では、次の4つの反応が連続して起こると考えられています。



③式のように、全体として1つの化学反応式で表されるが、実際には、④～⑦式のような複数の反応が連続して起こっている反応を、multistep reaction **多段階反応**といい、多段階反応を構成する複数の反応のそれぞれを elementary reaction **素反応**とといいます。

【発展的考察】

律速段階

参考

多段階反応全体の反応速度は、多段階反応を構成する素反応中、最も遅く進む素反応の反応速度に支配されます。このように、多段階反応を構成する素反応中では最も遅く進む素反応は、多段階反応全体の反応速度を決めてしまうので、^{rate-determining step}律速段階と呼ばれます。④式は、⑤～⑦式に比べてはるかに遅く進むので、④式が律速段階となります。すなわち、五酸化二窒素の分解反応の反応速度式は、反応式の係数から想像される $v=k [\text{N}_2\text{O}_5]^2$ ではなく、 $v=k [\text{N}_2\text{O}_5]$ で表されます。

④式の反応速度式

このように、反応速度式は、化学反応式の係数から単純に決まるものではありません(その化学反応が素反応であることが確実である場合を除く)。前ページで述べたように、反応速度式は実験的に求められるものなのです。

【幾分か発展的な考察】

一次反応の特徴について知っておくとよい。

一次反応と半減期

(発展的なテーマです)

一次反応と半減期 反応速度式に含まれる各物質の濃度の指数の合計を反応次数といい、過酸化水素の分解反応 ($v=k [\text{H}_2\text{O}_2]$) は一次反応、ヨウ化水素の分解反応 ($v=k [\text{HI}]^2$) は二次反応であるといいます。一次反応には、極めて大きな特徴があります。反応物の濃度が初濃度の半分になるまでの時間を **半減期** $t_{\frac{1}{2}}$ といいます。一次反応では、この $t_{\frac{1}{2}}$ が初濃度に無関係で、常に

一定 $\left(t_{\frac{1}{2}} = \frac{\log_e 2}{k}\right)$ なのです。具体的には、

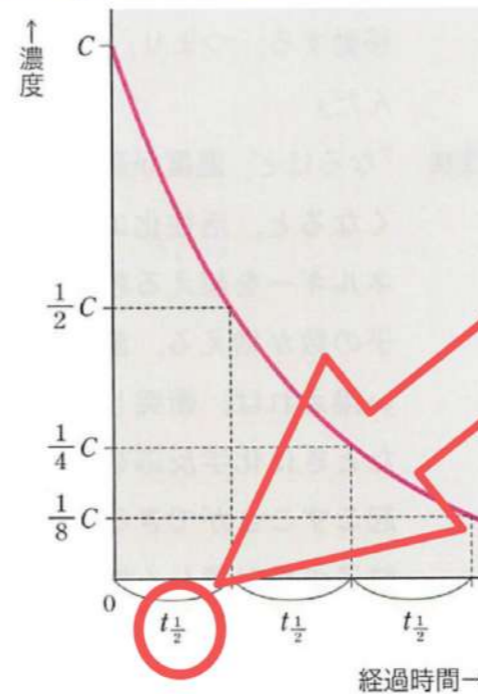
$t_{\frac{1}{2}}$ 経過後に濃度が半分になると、さらに

$t_{\frac{1}{2}}$ 経過後には濃度が $\frac{1}{4}$ に、さらに $t_{\frac{1}{2}}$ 経

過後には濃度が $\frac{1}{8}$ になります。お気づきの

ように、この半減期が分かれば、半減期からも速度定数 k を求めることができます。

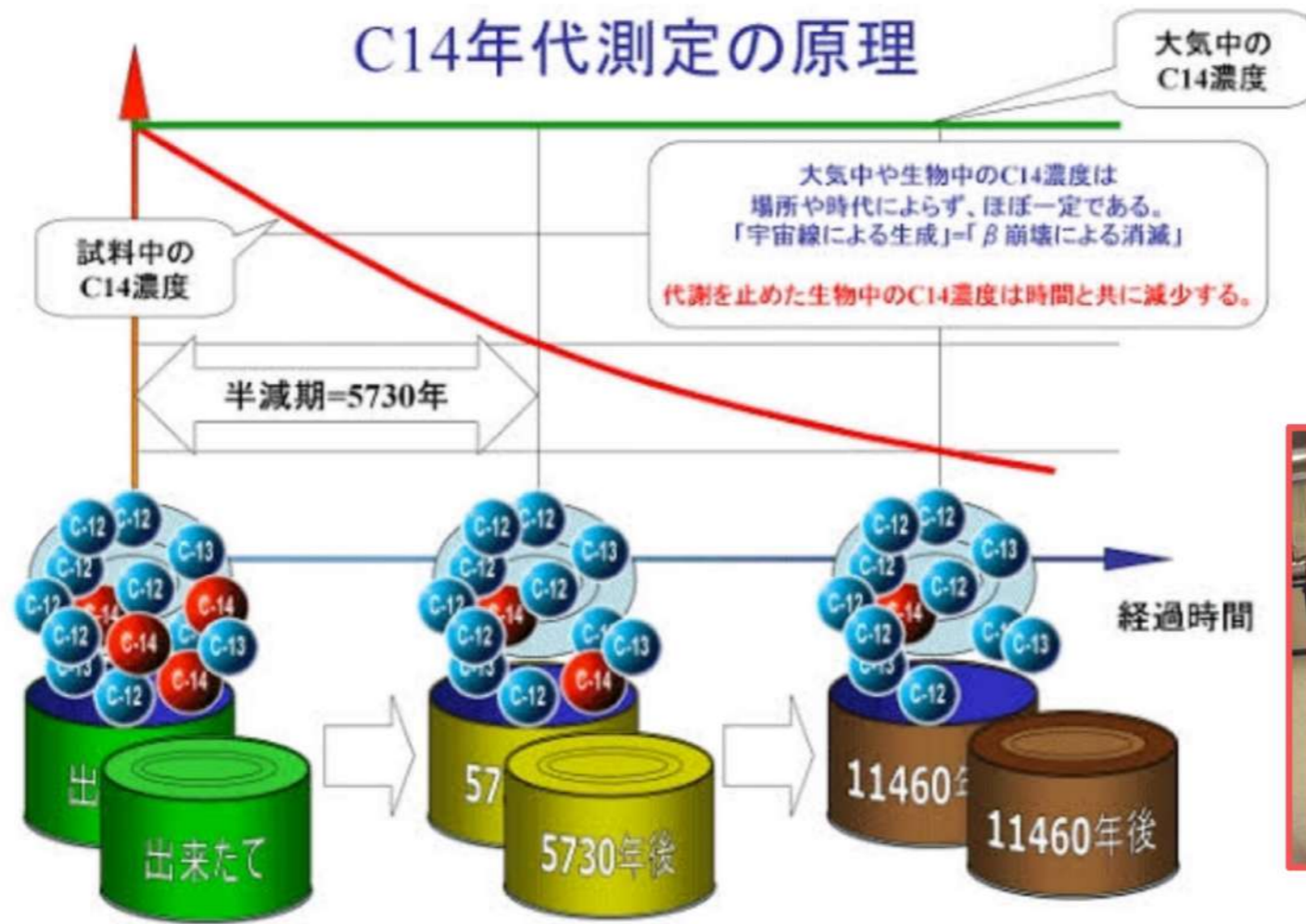
ちなみに、二次反応では、 $t_{\frac{1}{2}}$ は初濃度に反比例します。



半減期

【幾分か発展的な考察】

C14年代測定の原理



大気中や生物中のC14濃度は場所や時代によらず、ほぼ一定である。「宇宙線による生成」-「β崩壊による消滅」
代謝を止めた生物中のC14濃度は時間と共に減少する。



C14の濃度を測れば「代謝を止めてからの時間」が判る！

出典: Chemihack : おうちで学べる化学

化学平衡

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を といいます。

可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む反応を といひ、左向きに進む反応を といいます。

可逆反応において、 と が等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいいます。

可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む反応を といい、左向きに進む反応を といいます。

可逆反応において、 と が等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。

可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む反応を **正反応** といい、左向きに進む反応を といいます。

可逆反応において、 と が等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。
可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む
反応を **正反応** といい、左向きに進む反応を **逆反応** といいます。

可逆反応において、 と が
等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、
 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、
逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず
 の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。
可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む
反応を **正反応** といい、左向きに進む反応を **逆反応** といいます。

可逆反応において、**正反応の反応速度** と が
等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、
 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、
逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず
 の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。
可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む
反応を **正反応** といひ、左向きに進む反応を **逆反応** といいます。

可逆反応において、**正反応の反応速度** と **逆反応の反応速度** が
等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、
 を といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、
逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず
 の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。
可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む
反応を **正反応** といひ、左向きに進む反応を **逆反応** といいます。

可逆反応において、**正反応の反応速度** と **逆反応の反応速度** が
等しくなり、~~反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま~~で、
反応が停止したように見える状態 を といいます。

すなわち、~~可逆反応~~ $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、
逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず
 の関係が成立します。

化学平衡と化学平衡の法則、(濃度)平衡定数

化学反応において、両方向に進む反応を **可逆反応** といいます。
可逆反応を $aA + bB \rightleftharpoons cC$ のように表したとき、一般に、右向きに進む反応を **正反応** といひ、左向きに進む反応を **逆反応** といいます。

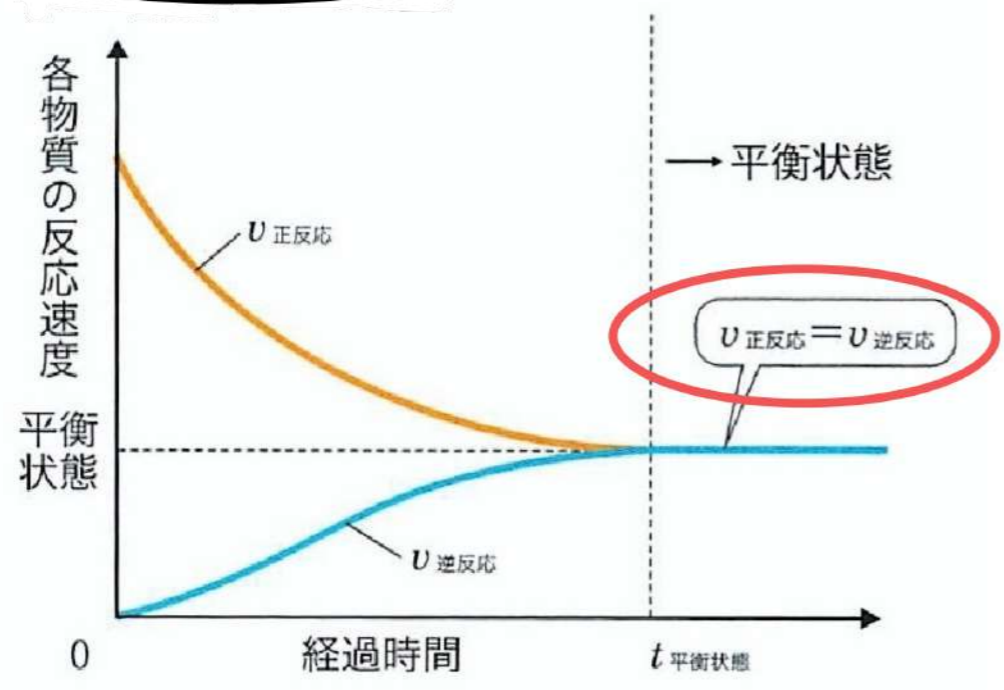
可逆反応において、**正反応の反応速度** と **逆反応の反応速度** が等しくなり、反応物質のモル濃度や生成物のモル濃度が一定のまま、**反応が停止したように見える状態** を **平衡状態** といいます。

すなわち、可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ において、正反応の速度を $V_{\text{正反応}}$ 、逆反応の速度を $V_{\text{逆反応}}$ としたとき、平衡状態においては必ず

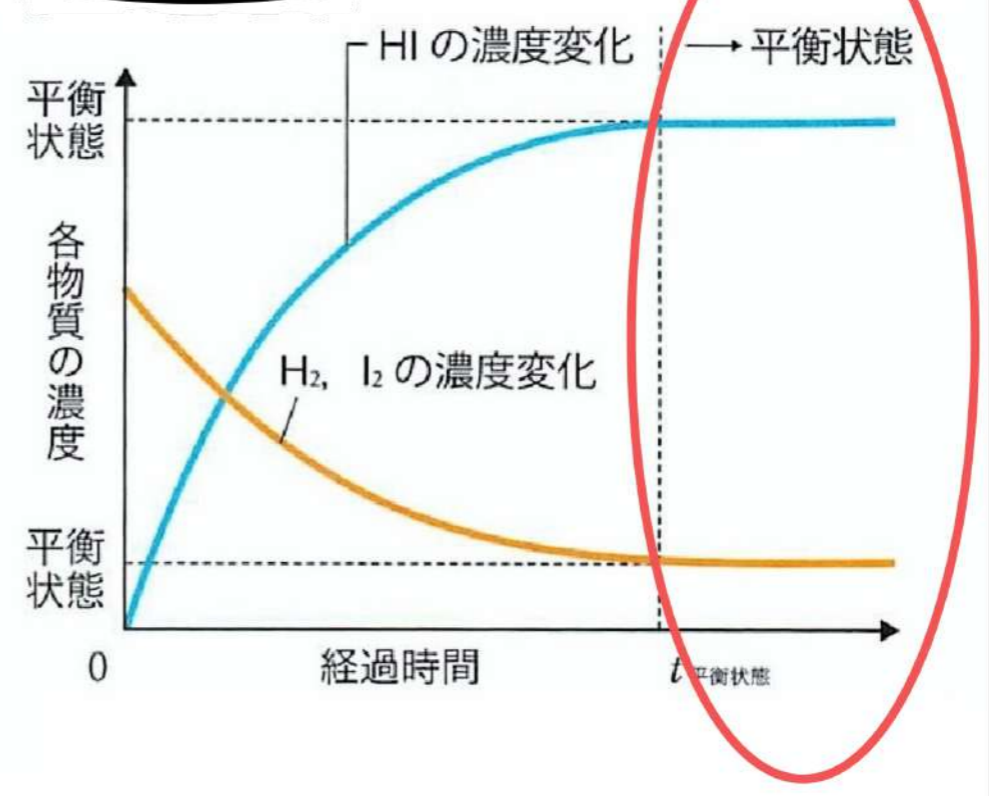
$V_{\text{正反応}} = V_{\text{逆反応}}$ の関係が成立します。

平衡状態にいたる過程

反応速度の変化



濃度の変化



この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質 A, B, C のそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

の関係が成立します。

この式で表される関係を といい、 K_c を

または という。(濃度) 平衡定数は が一定であれば、一定の値となります。

例: $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cのそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を といい、 K_c を

または という。(濃度)平衡定数は が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cのそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を **化学平衡の法則** といい、 K_c を

または という。(濃度)平衡定数は が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cのそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を **化学平衡の法則** といい、 K_c を **平衡定数**

または という。(濃度)平衡定数は が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質 A, B, C のそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を **化学平衡の法則** といい、 K_c を **平衡定数**

または **濃度平衡定数** という。(濃度)平衡定数は が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cのそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を **化学平衡の法則** といい、 K_c を **平衡定数**

または **濃度平衡定数** という。(濃度)平衡定数は **温度** が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質 A, B, C のそれぞれのモル濃度 $[A]$ 、 $[B]$ 、 $[C]$ の間には、必ず

$$K_c = \frac{[C]^c}{[A]^a [B]^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係を **化学平衡の法則** といい、 K_c を **平衡定数**

または **濃度平衡定数** という。(濃度)平衡定数は **温度** が一定であれば、一定の値となります。

例： $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ のとき、 \Rightarrow

濃度平衡定数を用いた化学平衡の法則は

$$K = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \quad (\text{無単位})$$

【幾分か発展的な考察】

$$\text{平衡定数 } K = \frac{\text{正反応の速度定数 } k_1}{\text{逆反応の速度定数 } k_2}$$

平衡定数と反応速度定数の関係 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ において、正反応の速度 v_1 と逆反応の速度 v_2 は、正反応の反応速度定数 k_1 と逆反応の反応速度定数 k_2 を用いて、

$$v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2], \quad v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

と表せることが知られており、また、平衡状態では、

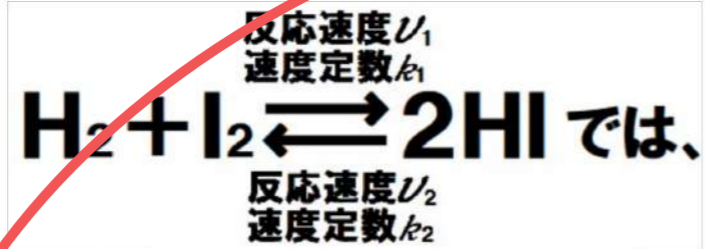
$$v_1 = v_2, \quad \text{すなわち, } k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2] = k_2 [\text{HI}]^2$$

です。よって、

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

が導かれ、平衡定数は正反応と逆反応の反応速度定数の比であることが分かります。ただし、この関係は、正反応も逆反応も素反応である場合に限られ、上記のように、反応速度式が反応式から単純に予想される場合すべての平衡定数が反応速度定数の比になるわけではありません。

平衡定数と速度定数の関係



$v_1 =$
 $v_2 =$

である。

平衡状態においては

つまり、

$=$

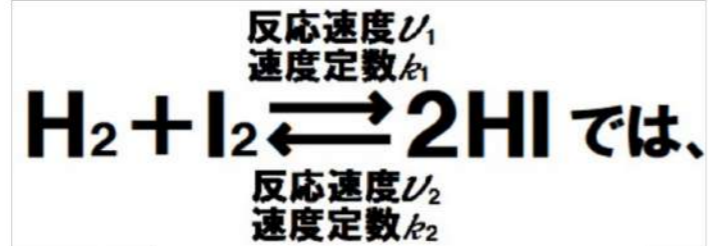
\therefore

とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$
 $v_2 =$

である。
ことが知ら
れている。

平衡状態においては

つまり、

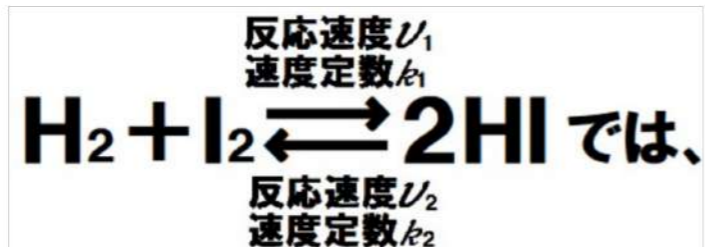
\therefore

とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$$
$$v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

である。
ことが知ら
れている。

平衡状態においては

つまり、

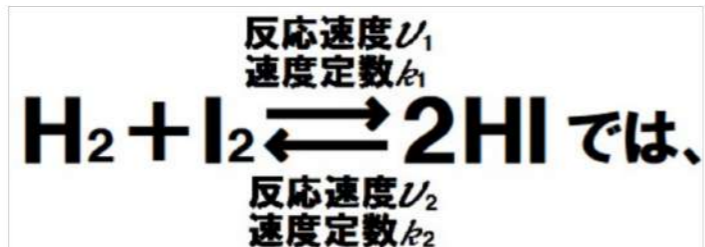
∴

とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2]$$

$$v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては

$$v_1 = v_2$$

つまり、

$$\text{[]} = \text{[]}$$

∴

$$\text{[]}$$

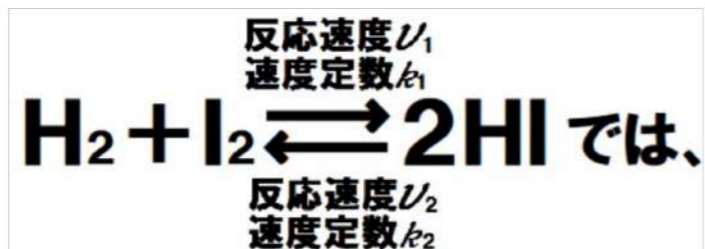
とおくと

化学平衡の法則

$$\text{[]}$$

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$$

$$v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては $v_1 = v_2$

つまり、

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

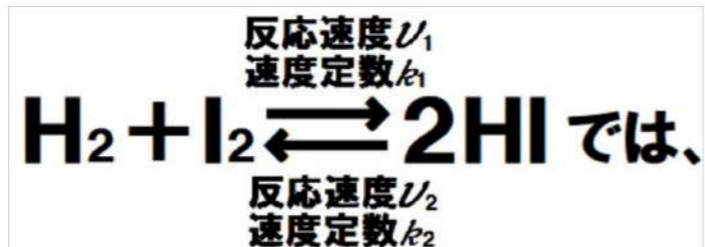
∴

とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2]$$

$$v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては $v_1 = v_2$

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

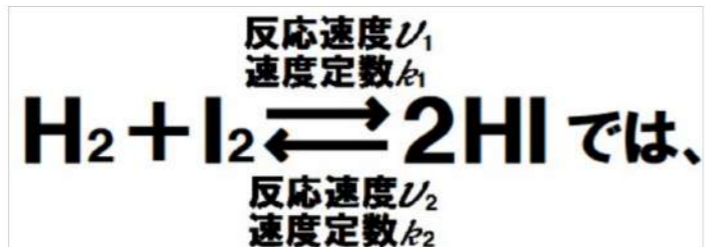
$$\therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1 [\text{H}_2][\text{I}_2]$$

$$v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては $v_1 = v_2$

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

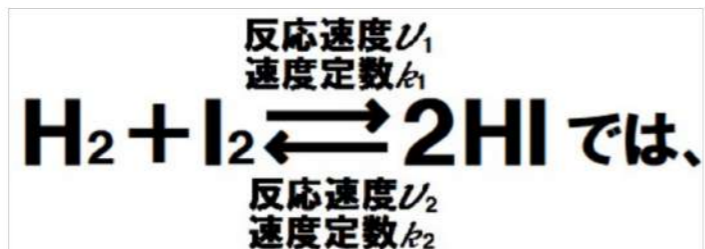
$$\therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$\frac{k_1}{k_2} = K$ とおくと

化学平衡の法則

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$$

$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては $v_1 = v_2$

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

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

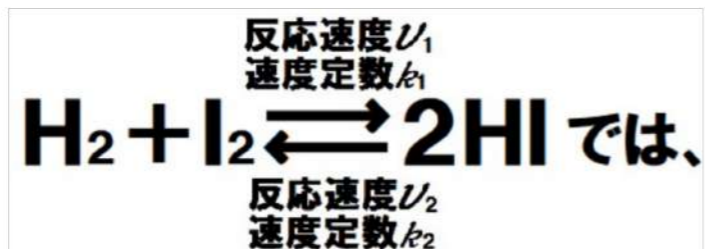
$\frac{k_1}{k_2} = K$ とおくと

化学平衡の法則

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

となる。

平衡定数と速度定数の関係



$$v_1 = k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$$
$$v_2 = k_2[\text{HI}]^2$$

である。

平衡状態においては $v_1 = v_2$

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

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

$\frac{k_1}{k_2} = K$ とおくと

ポイント

平衡定数 $K = \frac{\text{正反応の速度定数 } k_1}{\text{逆反応の速度定数 } k_2}$

化学平衡の法則

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

となる。

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

の関係が成立します。

この式で表される関係も

といい、 K_P を

という。圧平衡定数も

が一定であれば、一定の値となります。

例： $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

$$K_P = \frac{P_C^c}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係も

といい、 K_P を

という。圧平衡定数も

が一定であれば、一定の値となります。

例： $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

$$K_P = \frac{P_C^c}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係も **化学平衡の法則** といい、 K_P を

という。圧平衡定数も が一定であれば、一定の値となります。

例： $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

$$K_P = \frac{P_C^c}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係も **化学平衡の法則** といい、 K_P を **圧平衡定数**

という。圧平衡定数も が一定であれば、一定の値となります。

例： $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

$$K_P = \frac{P_C^c}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係も **化学平衡の法則** といい、 K_P を **圧平衡定数**

という。圧平衡定数も **温度** が一定であれば、一定の値となります。

例： $2NO_2(\text{気}) \rightleftharpoons N_2O_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

この可逆反応 $aA + bB \rightleftharpoons cC$ が、ある温度において平衡状態にあるとき、物質A, B, Cがすべて気体であるならば、それぞれの分圧 P_A , P_B , P_C の間

には、必ず

$$K_P = \frac{P_C^c}{P_A^a \cdot P_B^b}$$

の関係が成立します。

この式で表される関係も **化学平衡の法則** といい、 K_P を **圧平衡定数**

という。圧平衡定数も **温度** が一定であれば、一定の値となります。

例： $2\text{NO}_2(\text{気}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{気})$ のとき、 \Rightarrow

圧平衡定数を用いた化学平衡の法則は

$$K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} [\text{Pa}^{-1}]$$

【幾分か発展的な考察】

● K_c と K_p の関係

要約編

次式の化学平衡が成立しているとき、



平衡定数 K_c と圧平衡定数 K_p について、次の関係式が成立する。

$$K_p = K_c (RT)^{(y+z+\dots) - (w+x+\dots)}$$

または、 $K_c = K_p (RT)^{(w+x+\dots) - (y+z+\dots)}$

左辺の係数の総和と右辺の係数の総和が等しいとき： $K_c = K_p$

例えば、 $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$ では、 $K_c = K_p$ で単位はつかない！

【幾分か発展的な考察】

● K_c と K_p の関係

導入編

次式の化学平衡 (w, x, y, z, \dots は、物質 W, X, Y, Z, \dots の係数である) が成立しているとき、



濃度による平衡定数 K_c と圧平衡定数 K_p について、次の関係式が成立します。

$$K_c = \frac{[Y]^y [Z]^z \dots}{[W]^w [X]^x \dots} \quad \text{および} \quad K_p = \frac{p_Y^y \cdot p_Z^z \dots}{p_W^w \cdot p_X^x \dots}$$

それでは、ここで、 K_p と K_c の関係について考えてみることにしましょう。

理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ より、 $P = \frac{n}{V} RT$ で、 $\frac{n}{V}$ はモル濃度を表しま

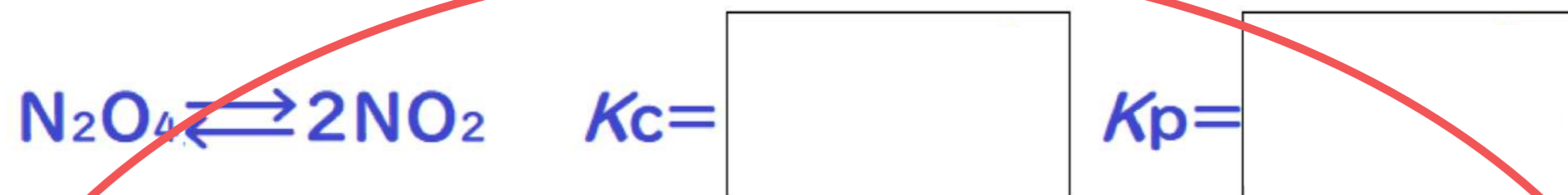
すから、

$$p_W = [W]RT, \quad p_X = [X]RT, \quad p_Y = [Y]RT, \quad p_Z = [Z]RT \dots$$

です。よって、

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{p_Y^y \cdot p_Z^z \dots}{p_W^w \cdot p_X^x \dots} = \frac{([Y]RT)^y ([Z]RT)^z \dots}{([W]RT)^w ([X]RT)^x \dots} \\ &= \frac{[Y]^y [Z]^z \dots}{[W]^w [X]^x \dots} (RT)^{(y+z+\dots)-(w+x+\dots)} = K_c (RT)^{(y+z+\dots)-(w+x+\dots)} \end{aligned}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

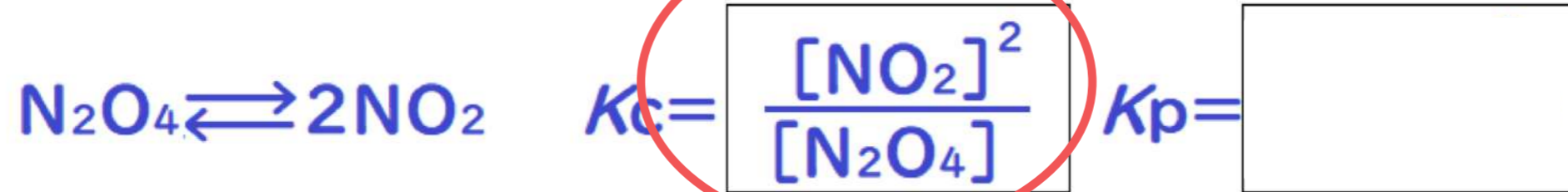


ただし、 $[\text{NO}_2] = \boxed{}$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \boxed{}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \boxed{} = \boxed{}$$
$$= \boxed{}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

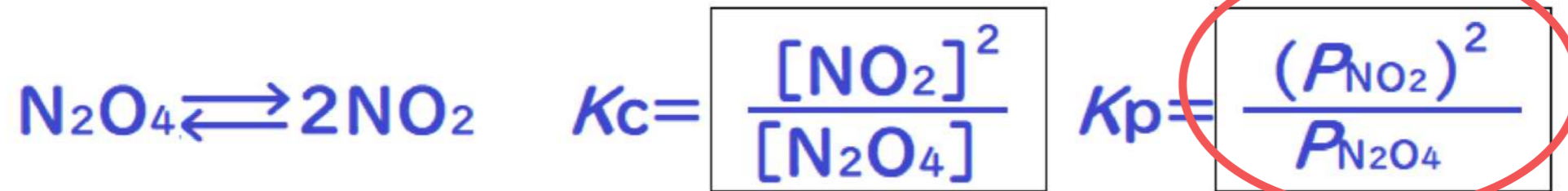


ただし、 $[\text{NO}_2] = \boxed{}$

$[\text{N}_2\text{O}_4] = \boxed{}$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \boxed{} = \boxed{}$$
$$= \boxed{}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

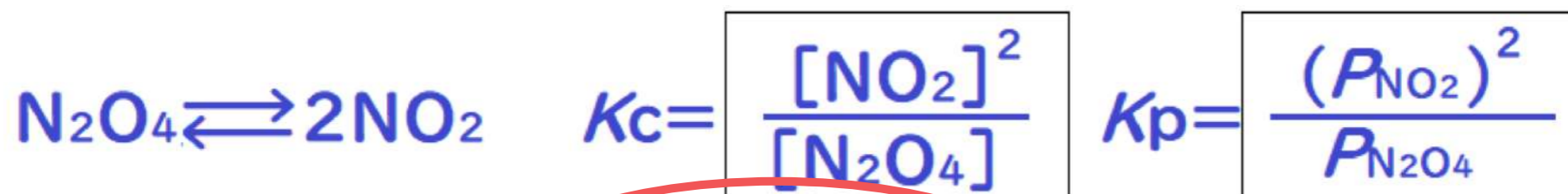


ただし、 $[\text{NO}_2] =$

$[\text{N}_2\text{O}_4] =$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \text{} = \text{}$$
$$= \text{}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

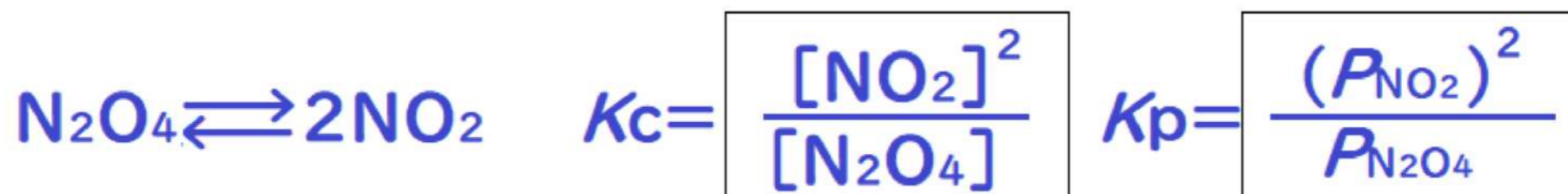


ただし、 $[\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \boxed{}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \boxed{} = \boxed{}$$
$$= \boxed{}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

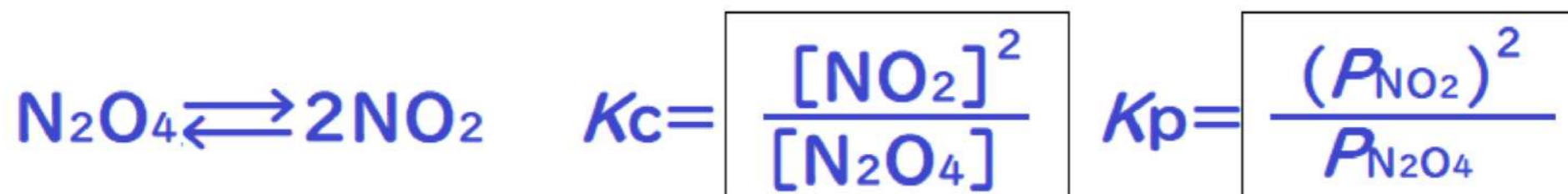


ただし、 $[\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$

$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2}{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}} = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4} RT}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

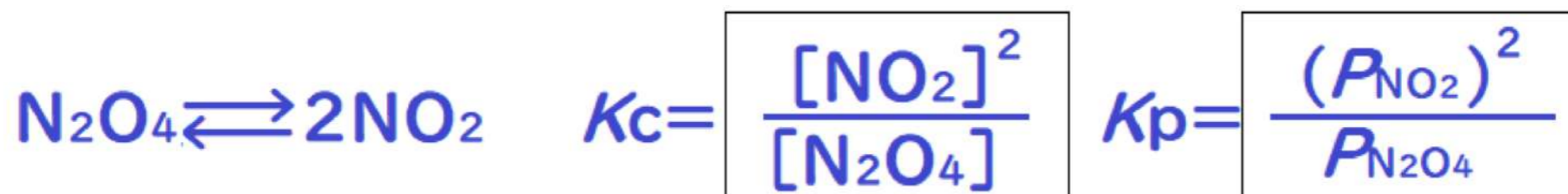


$$\text{ただし、} [\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2}{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}} = \boxed{\hspace{4cm}} = \boxed{\hspace{4cm}}$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係

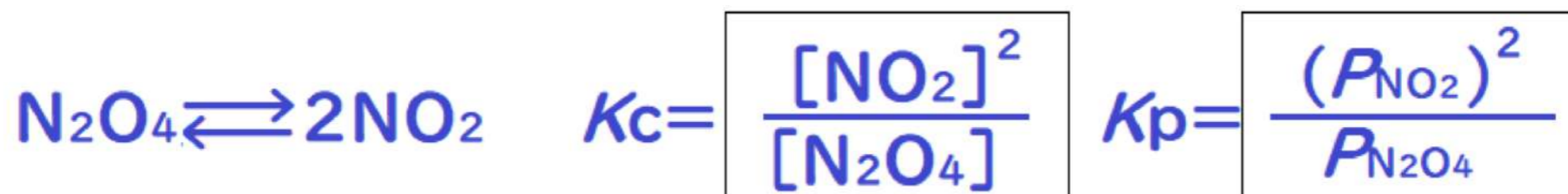


$$\text{ただし、} [\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}$$

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2}{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}} = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times \frac{1}{RT}$$
$$=$$

濃度平衡定数と圧平衡定数の関係



$$\text{ただし、} [\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} = \frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4}}{V} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}$$

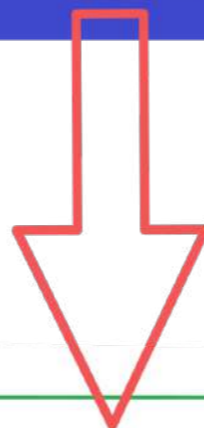
$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = \frac{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2}{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}} = \frac{(P_{\text{NO}_2})^2}{P_{\text{N}_2\text{O}_4}} \times \frac{1}{RT}$$

$$= K_p \times \frac{1}{RT}$$

化学平衡の計算問題

より具体的には

**化学平衡の計算問題は
その解き方の基本は
すべて同じ！！**



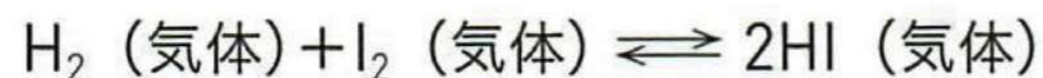
[平衡の量的な関係]

- ① 平衡時の量的な関係を明らかにする。
(バランスシート)**
- ② 化学平衡の法則に代入する。**

化学平衡の計算 (気相平衡; 濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。

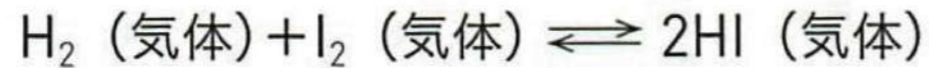


今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

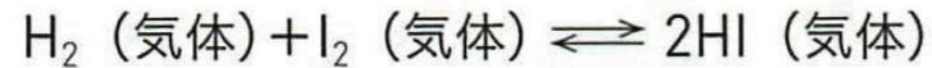
step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	<input type="text"/>					
反応量	<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ①	
平衡時	<input type="text"/> ③		<input type="text"/> ③		<input type="text"/>	V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

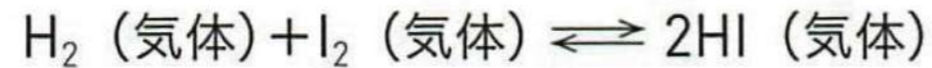
step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ①
平衡時	<input type="text"/> ③		<input type="text"/> ③		<input type="text"/> V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

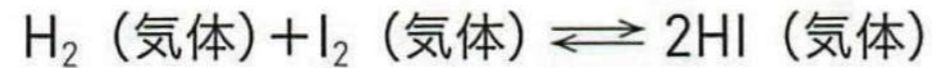
step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ②		<input type="text"/> ①
平衡時	<input type="text"/> ③		<input type="text"/> ③		1.6 mol V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

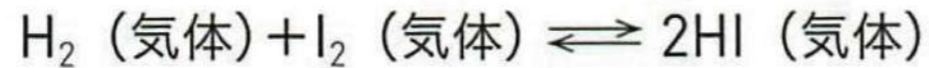
step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text" value="+1.6 mol"/>
平衡時	<input type="text"/>		<input type="text"/>		1.6 mol V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	-0.8 mol ^②		-0.8 mol ^②		+1.6 mol ^①
平衡時	<input type="text"/>		<input type="text"/>		1.6 mol V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

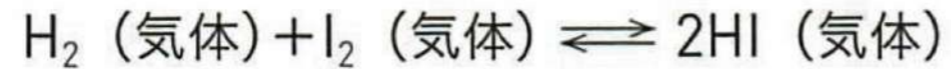
step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol	
反応量	-0.8 mol ^②		-0.8 mol ^②		+1.6 mol ^①	
平衡時	0.2 mol ^③		0.2 mol ^③		1.6 mol	V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

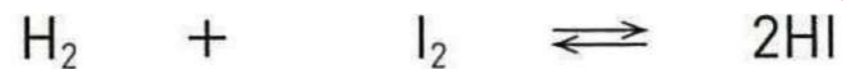
練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

バランスシート②



反応前

反応量

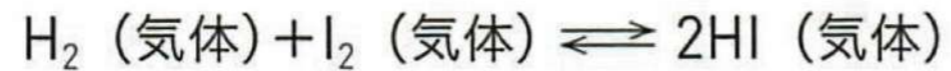
平衡時

V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

バランスシート②

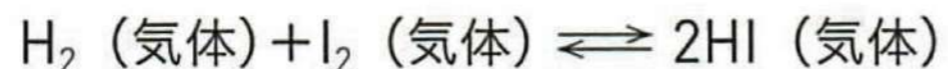
	H_2	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	0.5 mol	0.5 mol		0 mol
反応量	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>
平衡時	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>

V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

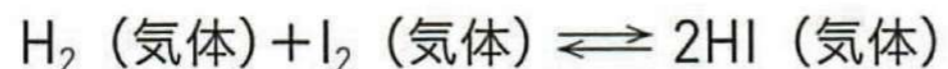
バランスシート②

	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	<input type="text"/>					V (L) 中

化学平衡の計算(気相平衡;濃度平衡定数)

練習問題

水素とヨウ素を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、反応して次の平衡状態になる。



今、水素 1.0 mol とヨウ素 1.0 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、1.6 mol のヨウ化水素が生成した。水素 0.5 mol とヨウ素 0.5 mol を V (L) の密閉容器に入れ、600 K で反応させて平衡状態になったとき、生成しているヨウ化水素は何 mol か。

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	-0.8 mol ^②		-0.8 mol ^②		+1.6 mol ^①
平衡時	0.2 mol ^③		0.2 mol ^③		1.6 mol V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\square}{\square}$$

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol
反応量	-0.8 mol ^②		-0.8 mol ^②		+1.6 mol ^①
平衡時	0.2 mol ^③		0.2 mol ^③		1.6 mol V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}}$$

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート①	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	1.0 mol		1.0 mol		0 mol	
反応量	-0.8 mol ^②		-0.8 mol ^②		+1.6 mol ^①	
平衡時	0.2 mol ^③		0.2 mol ^③		1.6 mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	$2HI$	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow$$

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	$2HI$	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow 64 =$$

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	$2HI$	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{0.5-x}{V} \times \frac{0.5-x}{V}}$$

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	$2HI$	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{0.5-x}{V} \times \frac{0.5-x}{V}} \quad \text{ただし, } 0 < x < 0.5$$

バランスシート②	H_2	+	I_2	\rightleftharpoons	2HI	
反応前	0.5 mol		0.5 mol		0 mol	
反応量	$-x$ mol		$-x$ mol		$+2x$ mol	
平衡時	$(0.5-x)$ mol		$(0.5-x)$ mol		$2x$ mol	V (L) 中

step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシート①の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} = \frac{\left(\frac{1.6}{V}\right)^2}{\frac{0.2}{V} \times \frac{0.2}{V}} \quad \therefore K_c = 64$$

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{0.5-x}{V} \times \frac{0.5-x}{V}} \quad \text{ただし, } 0 < x < 0.5$$

$\therefore x = 0.4$ (mol)

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{0.5-x}{V} \times \frac{0.5-x}{V}} \quad \text{ただし, } 0 < x < 0.5$$

$\therefore x = 0.4 \text{ (mol)}$

step 3 解答を求める。

求める平衡時のヨウ化水素の物質量は、

バランスシート②の結果を代入

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]} \rightarrow 64 = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\frac{0.5-x}{V} \times \frac{0.5-x}{V}} \quad \text{ただし, } 0 < x < 0.5$$

$\therefore x = 0.4 \text{ (mol)}$

step 3 解答を求める。

求める平衡時のヨウ化水素の物質量は,

$$2x = 2 \times 0.4 = \underline{0.8 \text{ (mol)}}$$

化学平衡の計算 (気相平衡; 圧平衡定数)

練習問題

NO₂を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、一部が会合して次の平衡状態になる。



今、この平衡状態において、全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれている。二酸化窒素NO₂の分圧は $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この平衡反応のこの温度における圧平衡定数 K_p の値はいくらか、有効数字2桁で求めよ。なお、単位も記すこと。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート



step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシートの結果を代入

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} =$$

step 3 解答を求める。

有効数字を考慮すると、

化学平衡の計算 (気相平衡; 圧平衡定数)

練習問題

NO₂を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、一部が会合して次の平衡状態になる。



今、この平衡状態において、全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれている。二酸化窒素NO₂の分圧は $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この平衡反応のこの温度における圧平衡定数 K_p の値はいくらか、有効数字2桁で求めよ。なお、単位も記すこと。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート



step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシートの結果を代入

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} =$$

step 3 解答を求める。

有効数字を考慮すると、

化学平衡の計算 (気相平衡; 圧平衡定数)

練習問題

NO₂を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、一部が会合して次の平衡状態になる。



今、この平衡状態において、全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれている。二酸化窒素NO₂の分圧は $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この平衡反応のこの温度における圧平衡定数 K_P の値はいくらか、有効数字2桁で求めよ。なお、単位も記すこと。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート



step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシートの結果を代入

$$K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} = \frac{1.0 \times 10^5 - 0.9 \times 10^5}{(0.9 \times 10^5)^2}$$

step 3 解答を求める。

有効数字を考慮すると、

化学平衡の計算 (気相平衡; 圧平衡定数)

練習問題

NO₂を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、一部が会合して次の平衡状態になる。



今、この平衡状態において、全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれている。二酸化窒素NO₂の分圧は $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この平衡反応のこの温度における圧平衡定数 K_P の値はいくらか、有効数字2桁で求めよ。なお、単位も記すこと。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート



step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシートの結果を代入

$$K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} = \frac{1.0 \times 10^5 - 0.9 \times 10^5}{(0.9 \times 10^5)^2} = 1.23 \times 10^{-6} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$$

step 3 解答を求める。

有効数字を考慮すると、

化学平衡の計算 (気相平衡; 圧平衡定数)

練習問題

NO₂を密閉容器に入れ、一定温度のもとで放置すると、一部が会合して次の平衡状態になる。



今、この平衡状態において、全圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれている。二酸化窒素NO₂の分圧は $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この平衡反応のこの温度における圧平衡定数 K_P の値はいくらか、有効数字2桁で求めよ。なお、単位も記すこと。

step 1 バランスシートを作成する。

バランスシート



step 2 化学平衡の法則に代入する。

バランスシートの結果を代入

$$K_P = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{(P_{\text{NO}_2})^2} = \frac{1.0 \times 10^5 - 0.9 \times 10^5}{(0.9 \times 10^5)^2} = 1.23 \times 10^{-6} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}$$

step 3 解答を求める。

有効数字を考慮すると、

$$\underline{1.2 \times 10^{-6} \text{ [Pa}^{-1}\text{]}}$$

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、、、などの条件が変化を受けると、その変化の影響を現象が起き、平衡はその変化を方向に移動する。
これを、またはといいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、、などの条件が変化を受けると、その変化の影響を現象が起き、平衡はその変化を方向に移動する。

これを、またはといいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、などの条件が変化を受けると、その変化の影響を現象が起き、平衡はその変化を方向に移動する。
これを、またはといいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、**温度**などの条件が変化を受けると、その変化の影響を 現象が起き、平衡はその変化を 方向に移動する。

これを、 または といいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、**温度**などの条件が変化を受けると、その変化の影響を**和らげる**現象が起き、平衡はその変化を 方向に移動する。

これを、 または といいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、**温度**などの条件が変化を受けると、その変化の影響を**和らげる**現象が起き、平衡はその変化を**和らげる**方向に移動する。

これを、 または といいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、**温度**などの条件が変化を受けると、その変化の影響を**和らげる**現象が起き、平衡はその変化を**和らげる**方向に移動する。

これを、**ルシャトリエの原理** または といいます。

ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

●ルシャトリエの原理（平衡移動の原理）

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、**濃度**、**圧力**、**温度**などの条件が変化を受けると、その変化の影響を**和らげる**現象が起き、平衡はその変化を**和らげる**方向に移動する。

これを、**ルシャトリエの原理** または **平衡移動の原理** といいます。

初めの平衡状態 → 新しい平衡状態

濃度や圧力、温度などを変化させると、いったん平衡状態が崩れる。

初めての平衡状態 → 新しい平衡状態

[Blank box for notes]

[Blank box for notes]

[Blank box for notes]

濃度や圧力、温度などを変化させると、いったん平衡状態が崩れる。

初めての平衡状態 → 新しい平衡状態

加えた変化に応じて、正逆両反応の反応速度が変化するからである。

濃度や圧力、温度などを変化させると、いったん平衡状態が崩れる。

初めの平衡状態 → 新しい平衡状態

加えた変化に応じて、正逆両反応の反応速度が変化するからである。

やがて両反応の速度が等しくなって、再び平衡状態に達する。

反応速度に関わる因子は？

- 1 濃度(または圧力)
- 2 温度
- 3 触媒の有無

反応速度に関わる因子は？

- 1 濃度(または圧力)
- 2 温度
- 3 触媒の有無

対比

平衡移動に関わる因子は？

- 1 **濃度**による平衡の移動
(または **圧力**)
- 2 **温度**による平衡の移動
触媒の有無では平衡は移動しない。

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, [] へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, [] へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	[], 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	[], 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	[] へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	[] へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, []
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し、 その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し、 へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	へ移動する、系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	へ移動する、系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり、 へ移動する。
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	<input type="text"/> , 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	<input type="text"/> , 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	<input type="text"/> へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	<input type="text"/> へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, <input type="text"/>
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	気体の総物質量が減少し, 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	系, 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, り, へ移動する。
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	気体の総物質量が減少し, 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	気体の総物質量が増大し, 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, へ移動する。
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	気体の総物質量が減少し, 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	気体の総物質量が増大し, 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	吸熱反応が起こる方向へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, へ移動する。
	触媒を取り除く。	

●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	気体の総物質量が減少し, 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	気体の総物質量が増大し, 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	吸熱反応が起こる方向へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	発熱反応が起こる方向へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, □
	触媒を取り除く。	

平衡定数の温度依存性

平衡定数には温度依存性がある。
だから、温度によって平衡が移動する。

平衡定数の温度依存性

平衡定数の温度による変化 平衡定数の温度による変化は、次の表に示すように(正反応の)反応熱の正負によって異なる。

正反応の反応熱 Q の正負と平衡定数 K の温度変化

	温度を上げる	温度を下げる
$Q > 0$ (発熱反応)	K は小さくなる	K は大きくなる
$Q < 0$ (吸熱反応)	K は大きくなる	K は小さくなる

かなりの 【発展的考察】

気が向いたときに眺めてみて下さい。

$$K_{\text{平衡定数}} = \frac{k_{\text{速度定数(正)}}}{k_{\text{速度定数(逆)}}$$

平衡定数と速度定数の関係式

代入すると



$$k_{\text{速度定数(正)}} \propto e^{-\frac{E_{\text{正}}}{RT}}$$

アレーニウスの式

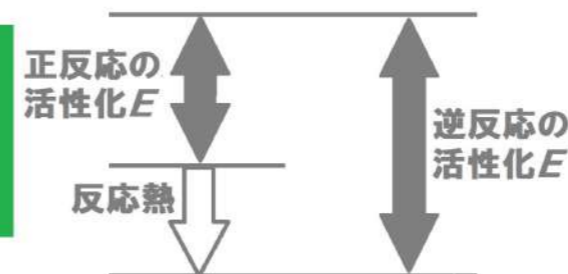
$$k_{\text{速度定数(逆)}} \propto e^{-\frac{E_{\text{逆}}}{RT}}$$

アレーニウスの式

$$K_{\text{平衡定数}} = \frac{k_{\text{速度定数(正)}}}{k_{\text{速度定数(逆)}} \propto \frac{e^{-\frac{E_{\text{正}}}{RT}}}{e^{-\frac{E_{\text{逆}}}{RT}}} = e^{\frac{E_{\text{逆}} - E_{\text{正}}}{RT}}$$

すなわち

$$K_{\text{平衡定数}} \propto e^{\frac{E_{\text{逆}} - E_{\text{正}}}{RT}} = e^{\frac{Q(\text{反応熱})}{RT}}$$



●濃度, 圧力, 温度, 触媒による化学平衡の移動

	外部から与えた変化の内容	平衡移動の内容
濃度	ある成分の濃度を増大させる。	同成分が反応し, その濃度が減少する方向へ移動する。
	ある成分の濃度を減少させる。	同成分が生成し, その濃度が増大する方向へ移動する。
圧力	反応系全体の圧力を上げる。	気体の総物質量が減少し, 系の圧力が下がる方向へ移動する。
	反応系全体の圧力を下げる。	気体の総物質量が増大し, 系の圧力が上がる方向へ移動する。
温度	反応系全体の温度を上げる。	吸熱反応が起こる方向へ移動する。
	反応系全体の温度を下げる。	発熱反応が起こる方向へ移動する。
触媒	触媒を加える。	触媒は平衡の移動には無関係であり, 平衡は移動しない。
	触媒を取り除く。	

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、 すなわち に、
全圧を高くすると、 すなわち に、
温度を高くすると、 すなわち に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち に、
全圧を高くすると、 すなわち に、
温度を高くすると、 すなわち に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** は、
全圧を高くすると、 すなわち に、
温度を高くすると、 すなわち に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、

二酸化窒素を加えると、 すなわち に、

全圧を高くすると、 すなわち に、

温度を高くすると、 すなわち に平衡は移動する。

しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、

平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、 すなわち に、
全圧を高くすると、 すなわち に、
温度を高くすると、 すなわち に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** に、
全圧を高くすると、**総物質量が減少する方向** すなわち **右** に、
温度を高くすると **吸熱反応が起こる方向** すなわち に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** に、
全圧を高くすると、**総物質量が減少する方向** すなわち **右** に、
温度を高くすると、**吸熱反応が起こる方向** すなわち **左** に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** に、
全圧を高くすると、**総物質量が減少する方向** すなわち **右** に、
温度を高くすると、**吸熱反応が起こる方向** すなわち **左** に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も **速くなる** が、
平衡は 、平衡状態は 。

例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** に、
全圧を高くすると、**総物質量が減少する方向** すなわち **右** に、
温度を高くすると、**吸熱反応が起こる方向** すなわち **左** に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も **速くなる** が、
平衡は **移動せず**、平衡状態は 。

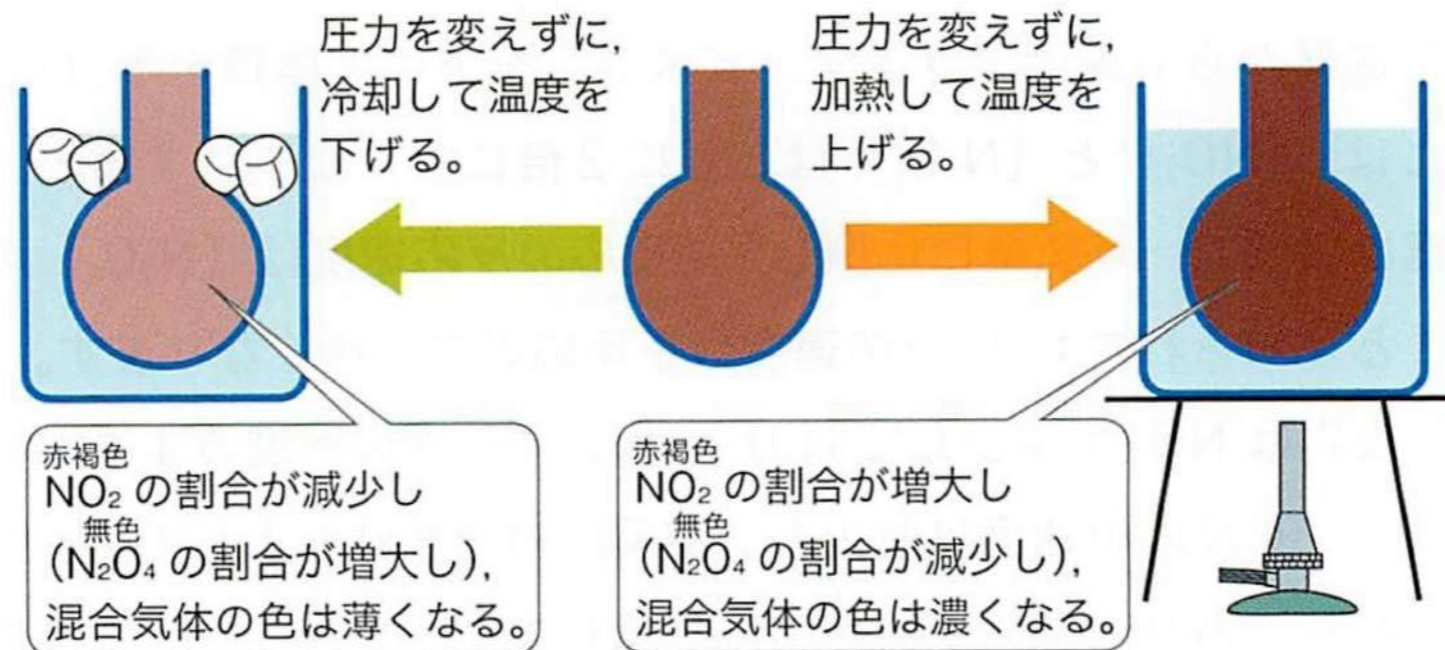
例: $2\text{NO}_2(\text{気}) = \text{N}_2\text{O}_4(\text{気}) + Q\text{kJ}$ ($Q > 0$) において、
二酸化窒素を加えると、**二酸化窒素が減少する方向** すなわち **右** に、
全圧を高くすると、**総物質量が減少する方向** すなわち **右** に、
温度を高くすると、**吸熱反応が起こる方向** すなわち **左** に平衡は移動する。
しかし触媒を加えても、正反応の反応速度も逆反応の反応速度も **速くなる** が、
平衡は **移動せず**、平衡状態は **変化しない**。



プチトーク

化学平衡の移動って、目に見える？

①

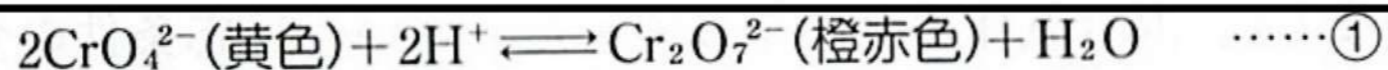


NO₂ と N₂O₄ の平衡 ②

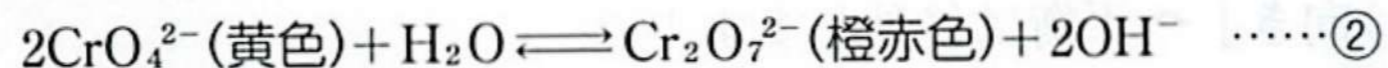
NO₂ と N₂O₄ の平衡 ②



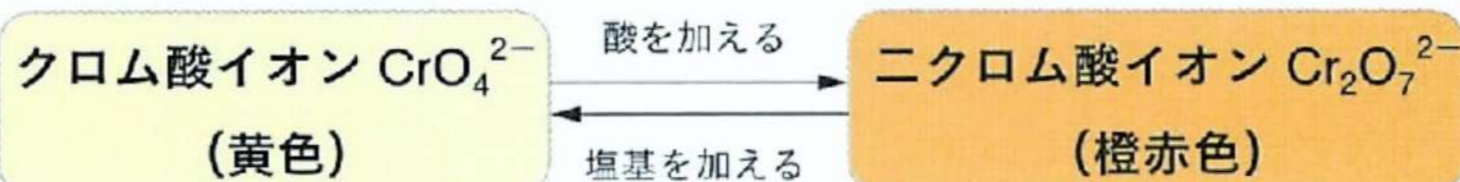
プチトーク 化学平衡の移動って、目に見える？ ②



または



酸を加えて H^+ を増加させると、①式を見ればわかりやすいと思いますが、平衡は右側 (H^+ が減少する向き) に移動して、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (橙赤色) の割合が増え、溶液全体が橙赤色となります。一方、塩基を加えて OH^- を増加させると、今度は②式を見ればわかりやすいと思いますが、平衡は左側 (OH^- が減少する向き) に移動して、 CrO_4^{2-} (黄色) の割合が増え、溶液全体が黄色となります。







頻出項目

希ガスによる平衡の移動

ポイントは、「希ガス」自身を意識するのではなくて、加えたときに、「濃度または圧力」か「温度」が変化する
か否かのみ！

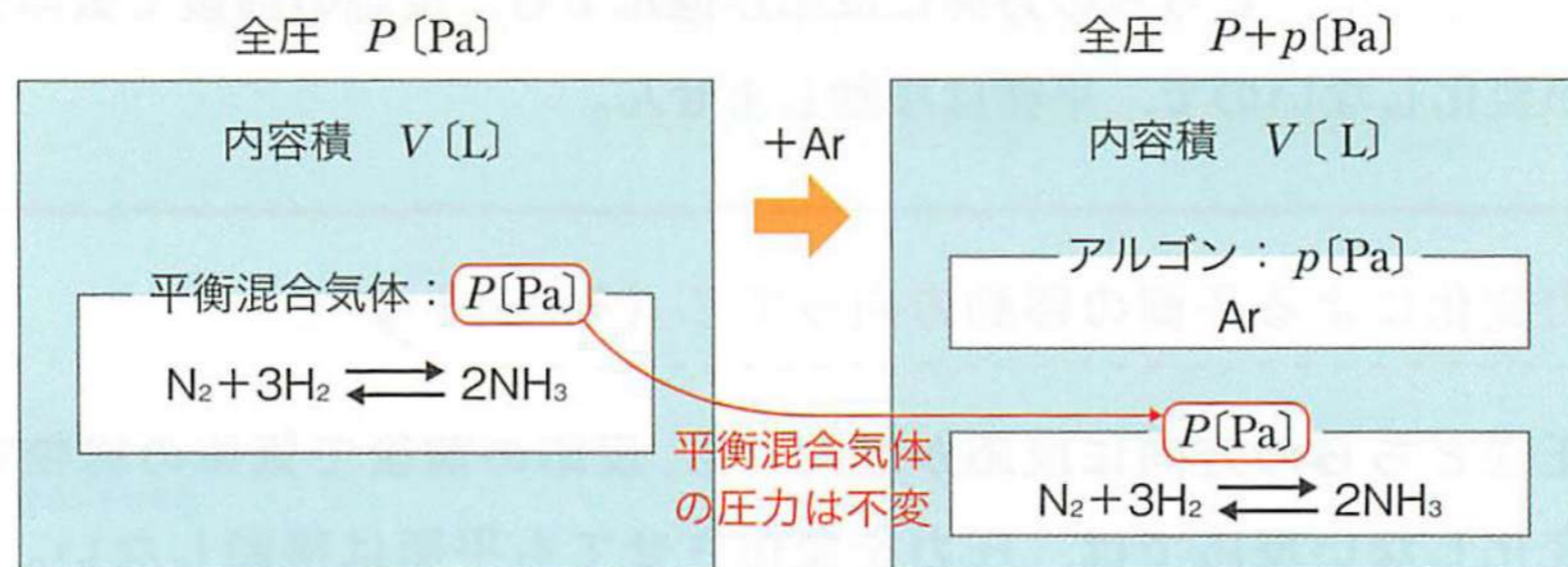
Ar や He を加えたときの平衡の移動方向って？ 

- 温度・体積一定：平衡は移動しない。
- 温度・全圧一定：平衡は気体の総物質量が増える方向へ移動する。

① 温度・体積一定で、アルゴン Ar を加えると？

または、温度・体積一定で、ヘリウム He など、反応にかかわらない成分を加えると？

Ar を加えても、Ar は上記の可逆反応にかかわらないので、 N_2 、 H_2 、 NH_3 の物質量は変わりません。物質量が変わらなければ、体積一定ですから、 N_2 、 H_2 、 NH_3 の濃度も変わりません。また濃度が変わらなければ、温度一定ですから、 N_2 、 H_2 、 NH_3 の分圧や、それらの和である平衡混合気体の圧力は変わりません。つまり、濃度、(平衡混合気体の) 圧力、温度のいずれも変化しません。よって、平衡は移動しません。



② 温度・全圧一定でアルゴン Ar を加えると？

または、温度・全圧一定で、ヘリウム He など、反応にかかわらない成分を加えると？

Ar を加えると、温度・全圧一定ですから、ピストンが持ち上がり、体積が

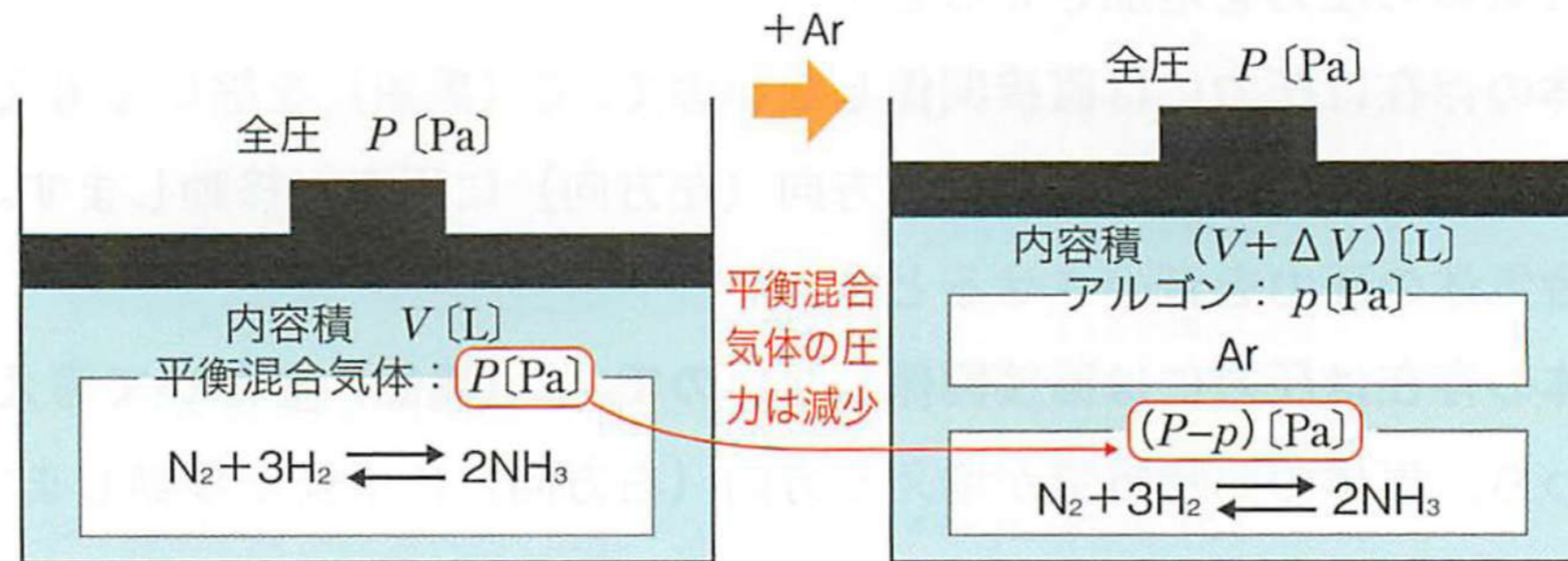
Ar を加える (n が增大する) と、温度 T 、全圧 P 、 R 一定だから、 $PV=nRT$ より、体積 V が增大する

増大します。すなわち、平衡混合気体の総濃度、または、**平衡混合気体の圧**



力は減少します。よって、平衡は気体の総物質が増える方向に移動します。

平衡混合気体 ($N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$) の圧力が増える方向



日々の努力を
忘れないでね。

Chemistry

