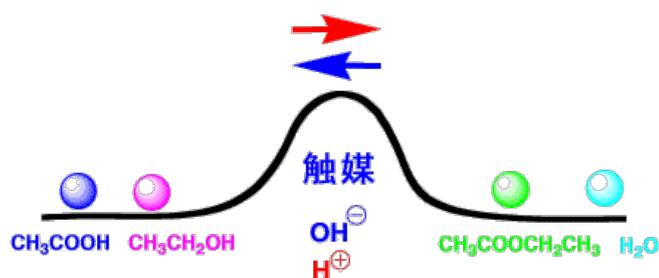




## Q36

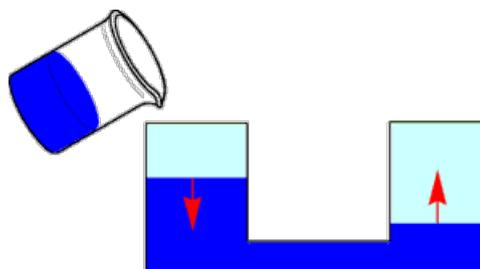
### 化学平衡とは何ですか？

Q35 で、化学反応について説明しました。お酢の成分である酢酸 ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) と、お酒の成分であるエタノール ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、アルコールの仲間) が化学反応すると、酢酸エチル ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ) というエステルができました。その反応は、右にも左にも進行し、平衡反応でした。



2つの水槽があり、下の方で連結されているものを考えます。最初は左の水が多いのですが、水が右に移って、そのうち同じ高さになります。そこで、左の水槽に水を注ぐと、左の水槽の水が多くなりますが、やはりそのうち右に移って同じ高さになります。もちろん、右に水を足せば、水は左に移動して同じ高さになります。

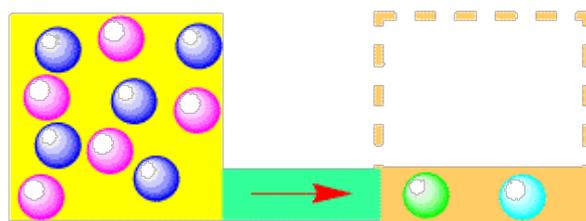
化学平衡とはこのようなもので、右と左の量が同じになることです。



連結した2つの水槽

上の図では水の量（高さ）でしたが、化学平衡では物質の粒子（分子やイオン）の数が平衡に関係します。

酢酸とエタノールから酢酸エチルができる場合、酢酸の分子（青い粒子）とエタノールの分子（赤い粒子）から、酢酸エチルの分子（緑の粒子）と水の分子（空色の粒子）ができます。最初は左側の粒子の数が多く、右側の粒子が少ないので、反応は右に進んで、緑と空色の粒子ができます。

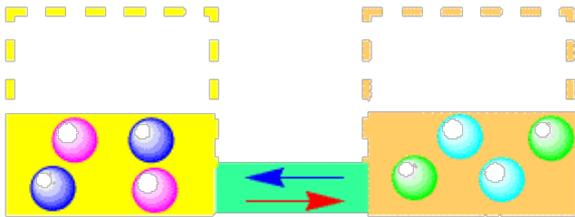


(1) 酢酸とエタノールの化学反応

ある程度反応が進むと、左側の粒子が減って、右側の粒子が増え、そのうち同じ数になります。この時には、右向きの反応と左向きの反応の速さが同じになります。もし、右向きの反応が左向きの反応よりも速ければ、こんどは右側の粒子の数が増え、反応は左

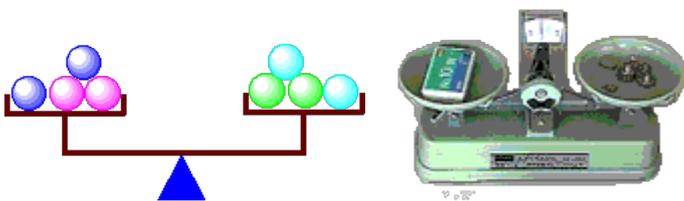
に進むようになるからです。このような、右向きと左向きの反応の速度が同じになることを、平衡 (equilibrium) といいます。

右と左の高さが同じなので、見た目には何の変化も無いように見えますが、右に行ったり左に行ったりと、激しく移動しているのです。



(2) 平衡になった反応

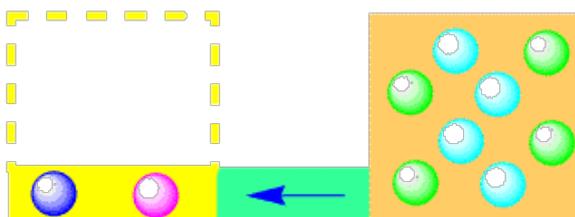
これは、上皿てんびんで考えてもいいですね。てんびんの右と左に同じ数だけ載せれば、バランスがとれますが、片方が少ないと傾いてしまいます。



てんびんのバランス

上皿てんびん

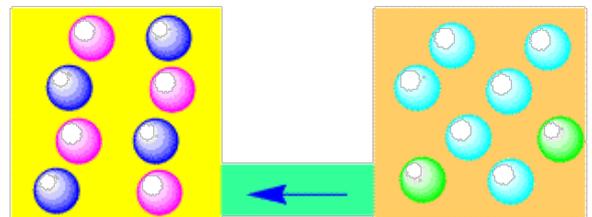
最初に右側に酢酸エチルと水があれば、反応は左に進み、酢酸とエタノールができ (加水分解)、そのうち右向きと左向きの速度が同じになって平衡になります。



(3) 加水分解反応

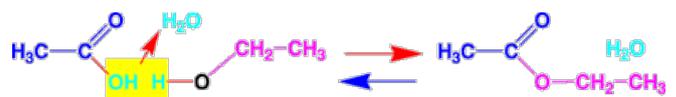
今度は、上の (1) の段階で、右側に水 (空色の粒子) を入れてみます。すると、粒子の種類 (色) は違いますが、数は同じになるので、反応は右には進まなくなります。

家庭で使うお酢やお酒には水がたくさん入っています。したがって、お酢とお酒を混ぜても酢酸エチルはできないのです。逆に、酢酸エチルとともにできる水を取ってやれば、反応は右側にどんどん進み、酢酸エチルが 100% できることとなります。



(4) 水が多い場合の平衡

平衡反応を化学式で書けば、次のようになります。左側は左の水槽、右側は右の水槽と考えてください。平衡では、右向きの赤い矢印と、左向きの青い矢印の大きさが同じになっています。

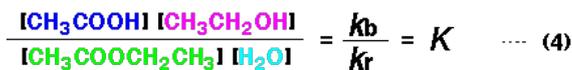


平衡反応の化学

右に進む (赤い矢印) の速度を考えてみます。右に進む速度 ( $V_r$ ) は、酢酸の数  $[CH_3COOH]$  とエタノールの数  $[CH_3CH_2OH]$  に比例しますので式 (1) のようになります。ここで、 $k_r$  は比例定数で、速度定数といいます。左向きの速度 (青い矢印) も、同様に式 (2) のようになります。

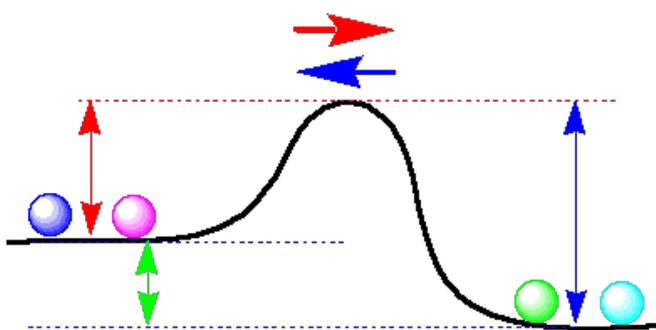
平衡では赤と青の速度が同じなので ( $V_r = V_b$ )、式 (3) になります。これから、式 (4) が得られ

ます。ここで、 $k_b / k_r$  を  $K$  として、平衡定数といいます。平衡定数とは速度定数の比になります。ただし、 $K$  は  $k_r / k_b$  ではなく  $k_b / k_r$  になっていますので、逆数です。



### 速度、速度定数、平衡定数

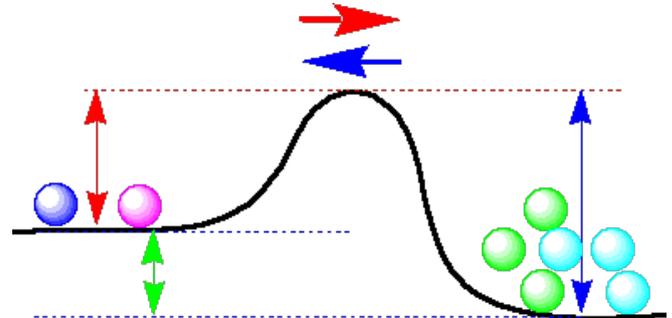
一番上の平衡の図（1）では、簡単のため右側と左側の高さを同じにしましたが、実は高さが違うのです。もし右側が安定であれば底が低くなりますので、右に進む山の高さ（赤い矢印）よりも左に進む山の高さ（青い矢印）の方が高くなります。この場合は、右に進む速度の方が、左に進む速度よりも速くなります。速度定数（ $k_r$ ,  $k_b$ ）は山の高さを表しているのです。もっとも、山が高くなると速度定数が小さくなるので、反比例の関係になります。



右側が安定な反応の例

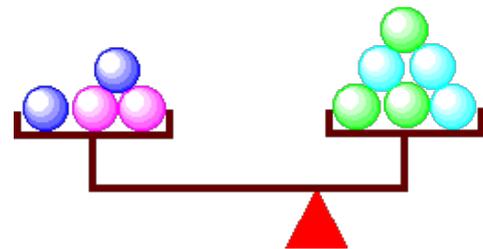
上の図の例では、青の速度定数（ $k_b$ ） < 赤の速度定数（ $k_r$ ）なので、速度を同じ（平衡）にするためには緑と空色の粒子を増やす必要があります。

式（2）を見ると、速度定数（ $k_b$ ）が小さいので、速度（ $V_b$ ）を同じ大きさにするには、粒子の数を増やす必要があるのです。



平衡にするには右側に粒子を増やす

この例をてんびんで考えると、支柱を右にずらしたことになります。バランスをとるためには、右側の皿に多く載せる必要があります。



てんびんの支柱が右に寄った例

#### ●著作権について

キリヤ色と化学の Q&A の文書、画像、デザインなどの著作権は、キリヤ化学株式会社に帰属します。このサイトの内容を転載される場合は、弊社までご一報下さり了解をお取り下さい。なお、提供者が記載されている写真・絵に関しましては、著作権は提供者に属しますので、恐れ入りますがそちらの方へ直接お問い合わせ下さい。

#### ●内容について

できるだけ科学的に間違いの無いようにしていますが、わかりやすく説明するために実際とは異なる記述もあります。また、科学的に証明がされていないことも述べていますので、ご自身でご確認されますようお願いいたします。

キリヤ色と化学の Q&A 内の情報のご利用により、万一何らかの損害が発生したとしても、当社は一切の責任を負いません。

<https://www.kiriya-chem.co.jp>