



化学の肝

※ゴシック体は重要ワードです。

「化学」編

第2編 化学反応の速さと平衡

《2章の内容について》

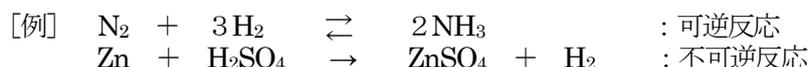
詳細を詰めていくとやることは結構ありますが、ここでは、次の「化学平衡」につながる部分のみ取り上げます。本来であれば、授業の内容を理解しますが、ここでは、ここでの内容、あるいは教科書の内容を理解し、問題集の演習問題で定着を図るサイクルを確立しましょう。

2章 化学平衡

1 可逆反応と化学平衡

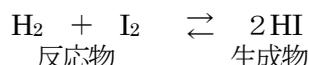
A 可逆反応

- ◎ **可逆反応** : 正反応も逆反応も起こり得る反応 ⇒ 両辺を「 \rightleftharpoons 」で結ぶ
- ◎ **不可逆反応** : 反応が一方向だけに進む反応 ⇒ 両辺を「 \rightarrow 」で結ぶ



B 化学平衡

ここで大切なことは、まず、**化学平衡の状態がどのような状態かをしっかりと理解すること**です。結論としては、「**正反応の反応速度=逆反応の反応速度**」となりますが、**どういう経過を経てそうなるのか**をイメージできるようにしてください。それでは、次の反応を例に説明します。



スタートの時点を確認します。スタートの時点では、 H_2 と I_2 だけが密閉容器に入っていると考えてください。

それでは反応を開始します。最初盛んに起こるのは、 H_2 と I_2 から HI ができるという右向きの反応（正反応）です。一方、 HI が H_2 と I_2 になる左向きの反応（逆反応）ははじめ起こりません。当然です。最初、 HI はないわけですから起こりようがありません。

つまり、最初の時点では、正反応が盛んに起こり（正反応の反応速度が大きく）、逆反応は盛んではありません（逆反応の反応速度は小さい）。（東京書籍「化学」p149の図2を参照）

それぞれの濃度に着目すると、最初たくさんあった H_2 と I_2 は正反応が盛んに起こっているため、どんどん反応して減ります。逆に、 HI は最初ありませんが、徐々に増えていきます。（図2を参照）

そこから少し時間が経過すると、最初盛んだった正反応はそうでもなくなり、逆反応は次第に盛んになってきます。

そこから、さらにしばらく時間が経過するとどうなるでしょうか。

H_2 、 I_2 、 HI の濃度は一定になり変化しなくなります。

これは、実は、**正反応と逆反応の反応速度が等しくなったこと**によります。（図2を参照）

次に、同様のことを、反応速度式に着目して考えてみましょう。



正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2] \quad \dots \textcircled{1}$ (v_1 は、 H_2 、 I_2 の濃度に比例する)

逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{HI}]^2 \quad \dots \textcircled{2}$ (v_2 は、 HI の濃度に比例する)

反応を開始する前に再確認したいのは、反応速度は反応物の濃度によって変化する（生成物の濃度には無関係）ということです。

さて、ここでもう一度、スタートの時点では、密閉容器に入っているのは、 H_2 と I_2 だけだということを確認しておきましょう。

それでは反応を開始します。反応の初期には、 H_2 と I_2 の濃度が高いので、①式の正反応の反応速度が大きくなります。その後、反応が進むと、 H_2 と I_2 の濃度が減少してくるため、正反応の反応速度は小さくなります。

一方、 HI の濃度は増加するので、逆反応の反応速度は大きくなります。

しばらく時間が経過すると正反応の反応速度と逆反応の反応速度が等しくなり、見かけ上、反応が止まったような状態になります。このような状態を**化学平衡の状態**、または、単に**平衡状態**といいます。

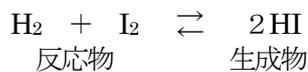
以上のような説明で平衡状態がどのような状態かイメージできたでしょうか？ できたとすれば、すごいですね。できなかったとしても、平衡状態の定義は確認しておきましょう。

《重要》化学平衡の状態とは 可逆反応において、

$$\text{正反応の反応速度 } v_1 = \text{逆反応の反応速度 } v_2$$

(それぞれの物質の濃度が変化しないため、見かけ上反応は止まっているようだが、実際には反応している)

C 平衡定数と化学平衡の法則



正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$ ……① (v_1 は、 H_2 、 I_2 の濃度に比例する)

逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$ ……② (v_2 は、 HI の濃度に比例する)

(k_1 、 k_2 を反応速度定数という)

平衡状態では、正反応の反応速度 $v_1 = k_1 [\text{H}_2] [\text{I}_2]$ と、逆反応の反応速度 $v_2 = k_2 [\text{HI}]^2$ は等しい ($v_1 = v_2$) ので、次式が成り立ちます。

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

この式を、各物質のモル濃度を左辺に、反応速度定数を右辺にまとめて変形すると、

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

さらに、 k_1 と k_2 は定数だから、 k_1/k_2 も定数となるので、これを**K**と表します。

これをこの可逆反応の**平衡定数**といいます。

化学平衡の法則 (質量作用の法則)

一般的に、反応物をAとB、生成物をCとD、それらの係数をa、b、c、dとする可逆反応



が平衡状態にあるとき、平衡時の各物質の濃度 [A]、[B]、[C]、[D] の間には次のような関係が成り立つ。

$$\frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b} = K(\text{一定})$$

← 分子には、生成物のモル濃度
← 分母には、反応物のモル濃度

※ 平衡定数 K は温度が変わらなければ一定 (濃度や圧力が変化しても一定)

※ 平衡定数 K はそれぞれの反応で固有の値をとる

平衡定数に関する計算は頻出で、重要です。しっかり練習しましょう！