

## 化学反応の速さ 01 化学反応のしくみ

### A. 解離エネルギーと結合エネルギー

気体分子の運動は温度の影響を大きく受けます。温度を上げると分子の運動が激しくなり、やがて分子は分子内の共有結合を切って構成原子に解離します。この共有結合を切るのに必要なエネルギーは解離エネルギーと結合エネルギーに分類されます。

#### 解離エネルギー

ある気体分子 1mol 中のすべての共有結合を切って、その気体分子をばらばらの原子にするのに必要なエネルギーを「その分子の解離エネルギー」という。

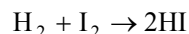
#### 結合エネルギー

気体分子内のある共有結合 1mol を切断するのに必要なエネルギーを「その結合の結合エネルギー」という。

二原子分子の場合、結合エネルギーの値と解離エネルギーの値が等しい。

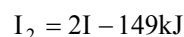
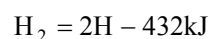
### B. 化学反応のしくみと活性化エネルギー

水素  $\text{H}_2$  とヨウ素  $\text{I}_2$  が反応しヨウ化水素  $\text{HI}$  が生成する反応を考えてみましょう。



水素分子とヨウ素分子のそれぞれが原子に解離して、ヨウ化水素が生成すると仮定すると、水素分子、ヨウ素分子の解離エネルギーの和に等しいエネルギーを与えれば反応が起こりそうですネ。

つまり、



より、

$432 + 149 = 581\text{kJ}$  のエネルギーを与えれば反応が起こりそうですネ。

ところが実際には、約  $167\text{kJ}$  のエネルギーを与えるだけで反応してしまいます。

ということは、水素分子やヨウ素分子が完全に原子に解離するわけではないようです。

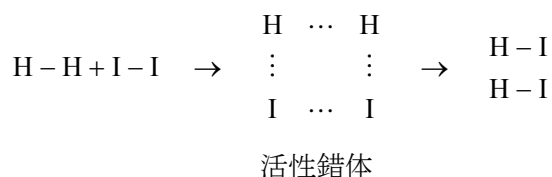
このことは、次のように考えることで説明がつきそうです。

水素分子とヨウ素分子が原子状態より低いエネルギー状態で結合して不安定な中間物質をつくり、それがヨウ化水素へと変化する。こんな感じでどうでしょうか？

この不安定な状態を**活性化状態**、このとき生じる中間物質を**活性錯体**といいます。

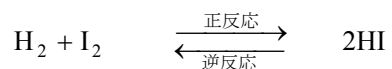
また、**1mol の活性錯体を生じさせるのに必要なエネルギーを活性化エネルギー**といいます。

つまり、反応を起こすには活性化エネルギー以上のエネルギーを与える必要があるということですネ。



問題

水素とヨウ素を反応容器に入れて高温に保つと、ヨウ化水素が生成して平衡に達する。



結合エネルギーは、H-H結合が 432kJ/mol, I-I結合が 149kJ/mol, H-I結合が 295kJ/mol である。また、正反応の活性化エネルギーは 167kJ/mol である。従って、正反応は『水素分子とヨウ素分子がそれぞれいったん原子に分かれて反応が進む』のではなく、十分大きなエネルギーをもった水素分子とヨウ素分子がある種の複合体(活性錯体)をつくり、この中間状態を経て反応が進むと考えられる。

白金触媒があると正反応も逆反応も速くなるが、このときの逆反応の活性化エネルギーは 59kJ/mol である。

1. ヨウ化水素の生成熱を求めよ。
2. 白金触媒は、この可逆反応の活性化エネルギーをどれだけ低くするか。
3. 正反応が『 』内に示す道すじをたどると仮定した場合、反応が進むためにはどれだけのエネルギーの山を越える必要があるか。

解答と解説

1. 4.5kJ/mol

解説

ヨウ化水素の生成熱を  $Q$  kJ/mol とすると,  $\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 = HI + Q$ kJ

これと  $H_2 = 2H - 432$ kJ,  $I_2 = 2I - 149$ kJ,  $HI = H + I - 295$ kJ より,

$$\frac{1}{2}(2H - 432\text{kJ}) + \frac{1}{2}(2I - 149\text{kJ}) = H + I - 295\text{kJ} + Q \quad \therefore Q = 4.5\text{kJ}$$

ゆえに, 生成熱は 4.5kJ/mol

2. 117kJ/mol

解説

$$\frac{1}{2}H_2 + \frac{1}{2}I_2 = HI + 4.5\text{kJ} \text{ より, } H_2 + I_2 = 2HI + 9.0\text{kJ}$$

$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  では 1mol の活性錯体が生じるから,

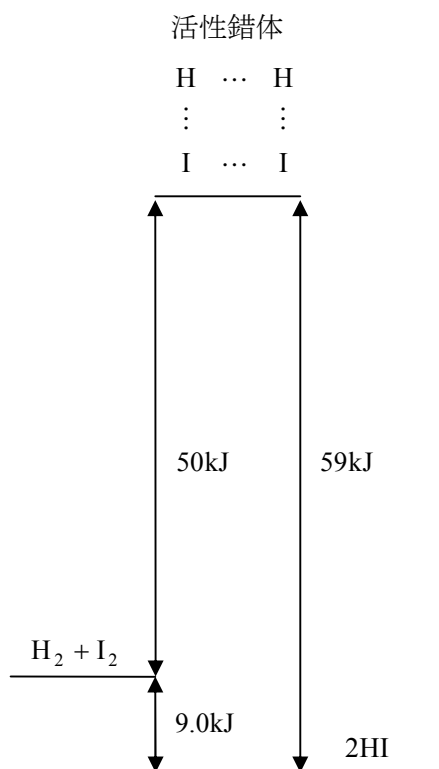
白金触媒があるときの逆反応の全活性化エネルギーは 59kJ

よって, 正反応の全活性化エネルギーは  $59 - 9.0 = 50$ kJ

これと  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$  では 1mol の活性錯体が生じることから,

正反応の活性化エネルギーは 50kJ/mol

ゆえに, 活性化エネルギーを  $167 - 50 = 117$ kJ/mol 低くする。



3. 581kJ

$\text{H}_2$  が  $2\text{H}$  に,  $\text{I}_2$  が  $2\text{I}$  に解離しなければならない。

よって, エネルギーの山は  $\text{H}-\text{H}$  の結合エネルギーと  $\text{I}-\text{I}$  の結合エネルギーの和と等しい。

ゆえに,  $432 + 149 = 581\text{kJ}$

ことわり

本編はメルマガ高校化学の部屋 <http://www.geocities.co.jp/HeartLand-Poplar/8632/>

バックナンバー中の記載「このメルマガは, 転載・複写自由です。」に甘え,

内容を保ったまま, 整理・加筆し, 転載したものです。

大学理系入試問題・受験問題集を解いてみた <http://www.toitemita.sakura.ne.jp/>