

## 高校化学

(大学入試共通テスト・一般選抜試験 対策テキスト)

### 目次

化学反応の速さと仕組み	..... P2~7
化学平衡	..... P8~26

### 化学反応の速さと仕組み

化学反応には中和反応や沈殿の生成反応などの瞬時に起こる反応もあれば、銅や鉄が野外に放置しておくとき空気中の水分や酸素と少しずつ何カ月も反応して錆びていくような時間のかかる反応もある。

ここでは反応速度の表わし方や反応速度を変化させる要因について学んでいこう。

§ 化学反応の速度.....単位時間あたりの反応物質の減少する量 (mol, mol/l)。

または、単位時間 (秒) あたりの生成物質の増加する量 (mol, mol/l) で表す。

$$\text{反応速度 } v = \frac{\text{変化量}}{\text{反応時間}} \quad [\text{mol/s}] \text{ または } [\text{mol/l/s}]$$

例) ヨウ化水素が分解すると、水素とヨウ素が生成する。1.0 mol/l のヨウ化水素は10秒後に 0.8 mol/l になった。

	2HI	→	H <sub>2</sub>	+	I <sub>2</sub>
初め	1.0 mol/l		0		0
変化量	-0.2 mol/l ①		+0.1 mol/l ②		+0.1 mol/l ②
10秒後	0.8 mol/l		0.1 mol/l ③		0.1 mol/l ③

※10秒後の各物質の量は表の①, ②, ③の順で決定していく。①から②は反応式の係数から計算する。

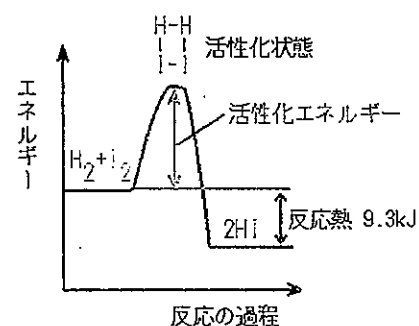
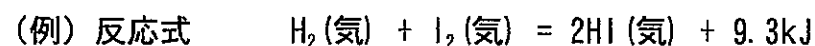
このとき、反応速度は各物質それぞれについて以下のように計算する。

$$\begin{aligned} \text{HI に関して} \cdots \text{HI の分解速度} &= \frac{0.2}{10} = 0.02 [\text{mol/l/s}] \\ \text{H}_2 \text{ に関して} \cdots \text{H}_2 \text{ の生成速度} &= \frac{0.1}{10} = 0.01 [\text{mol/l/s}] \\ \text{I}_2 \text{ に関して} \cdots \text{I}_2 \text{ の生成速度} &= \frac{0.1}{10} = 0.01 [\text{mol/l/s}] \end{aligned}$$

問1) 過酸化水素  $H_2O_2$  の水溶液に酸化マンガン (IV)  $MnO_2$  を加えると、過酸化水素が分解して、水と酸素を生じる。いま、過酸化水素の水溶液 100ml に酸化マンガン (IV) を加え、一定時間が経過したのち 10 秒間に発生した酸素の体積を測定すると、その体積は標準状態で 56ml あった。次の各問いに答えよ。

- (1) この反応を化学反応式で表せ。
- (2) この 10 秒間に酸素が発生する速さを mol/s 単位で表せ。
- (3) この 10 秒間に過酸化水素が分解する速さを mol/Ls 単位で表せ。ただし、水溶液の体積変化はないものとする。

§ 化学反応の起こり方・・・化学反応が起こるためには、原子、分子、イオンなどの粒子が衝突して、粒子の間で組換えが起こらなければならない。しかし、衝突するだけでは必ずしも反応は起こらない。反応が起きるには、その反応に応じた一定のエネルギーが必要である。これを活性化エネルギーという。反応物の粒子は、周囲の温度や衝突時の角度や速度などの違いでエネルギーが変化する。反応物が反応時(衝突時)に活性化エネルギー以上のエネルギーを得ると、活性化状態というエネルギーの高い状態を経て生成物に変わる。



活性化エネルギーと結合エネルギーは違うものだよ。説明できるようにね。



§ 反応速度を変える3つの条件

(1) 濃度の影響・・・化学反応は物質を構成している粒子が互いに衝突しなければ起こらない。反応物質の濃度が大きいほど粒子の衝突する頻度が高くなるので、反応速度は大きくなる。

(例)  $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$  の場合、反応速度は  $H_2$  と  $I_2$  のモル濃度  $[H_2]$  と  $[I_2]$  に比例することが実験により分かっている。これを反応速度式で表すと次のようになる。

$$V = k [H_2] [I_2] \quad k \text{ は反応速度定数}$$

(注) 気体の場合、圧力を高くすると、体積が小さくなるので、単位体積中の分子数が増えるため、反応する分子間の衝突する回数が増えるので反応速度は大きくなる。(これは溶液の濃度を大きくするのと同じである。) また、固体が絡んだ反応では固体を塊のまま使わずに粉末状にすることにより表面積が大きくなり単位時間当たりの衝突回数が増えるため、反応速度が増加する。

ちなみに、平均の反応速度と平均の濃度とのイメージは…?

例)  $2A \rightarrow B$  で表わされるある反応において以下の表の情報が与えられているときに問①～②に答えなさい。

反応時間 (min)	[B] (mol/L)
0	0
1	0.5
2	0.9
3	1.1
4	1.2

問①: 反応開始後 1 分～3 分の間の物質 B が生成する平均反応速度は 何 mol/L·min か?

問②: 反応開始後 1 分～3 分の間の物質 B の平均の濃度は 何 mol/L か?

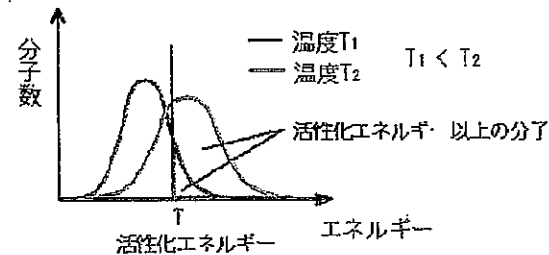
反応速度は反応物が減少していく速度でも生成物が増加していく速度でも正の値で表わす。つまり物質 A が減少する速度なら  $V = -\Delta[A]/\Delta t$  物質 A が増加する速度なら、 $V = \Delta[A]/\Delta t$  として計算するんだよ。



(2) 温度の影響・・・温度が高くなると反応速度は大きくなる。(温度を10℃上げると反応速度は2~3倍になることが多い)

<温度を上げると反応速度が大きくなる理由> ...キーワードは2つ!!

温度を上げると分子の熱運動が大きくなり、衝突回数が増えることが考えられるが、それだけではない。温度が高くなると分子の運動エネルギーの分布が変わる(高いエネルギーをもつ分子が増加する)。このため、衝突時(反応時)に活性化エネルギー以上のエネルギーをもつ分子数が増え、反応が進む割合が大きくなり、反応速度は急激に大きくなる。



問題2)  $A + B \rightarrow C$ の反応は、ある一定温度で、濃度[A]のみを3倍にすると反応速度は3倍になり、[B]のみを3倍にしたときも反応速度は3倍になった。また、[A]と[B]がそれぞれ3mol/lと2mol/lのとき、Cは毎分0.06 mol/Lの割合で生じた。

- (1) 速度定数をkとして、[A]と[B]を用いてCの生成速度vを記せ。
- (2) AとBの両方の濃度を2倍にすると、反応速度は何倍になるか。
- (3) 速度定数kを求めよ。
- (4) [A]と[B]を初めにそれぞれ5mol/Lと4mol/lにすると、Cは毎分何mol/Lの割合で生じるか。
- (5) この反応は10℃上げるごとに3倍速くなる。反応温度を-10℃から10℃にすると、反応速度は何倍になるか。

問3)  $A + B \rightarrow 2C$ で表される気体反応がある。この反応について、次の実験事実が得られた。

(実験1) Aのモル濃度を2倍にするとCの生成速度は4倍になる。

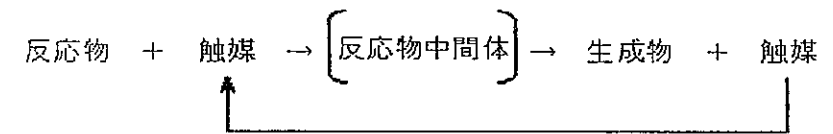
(実験2) Bのモル濃度を2倍にするとCの生成速度は2倍になる。

問①) A, Bのモル濃度を[A]と[B]、反応速度定数をkとしてCの生成速度をvを反応速度式で表せ。

問②) 反応容器を圧縮して全圧を3倍にするとCの生成速度は何倍になるか。

### (3) 触媒の影響

自身は変化しないが、反応速度を変化させる物質を触媒と言います。反応速度を大きくするものは正触媒、反応速度を小さくするのは負触媒といい、単に触媒といった場合は正触媒のことと考えてOKです。



触媒は反応物と弱い結合で結合して、不安定な反応中間体をつくり、これから生成物ができるとともに、触媒が再生する。そのため、触媒がないときよりも活性化エネルギーが小さくなるので反応速度は大きくなる。しかし、反応熱は変わらない。

