

反応速度

A液……………0.10 mol/ℓ K I (ヨウ化カリウム)水溶液

B液…………… 2.4×10^{-3} mol/ℓ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (チオ硫酸ナトリウム)水溶液にでんぷんを溶かし込んだ混合水溶液

C液……………0.20 mol/ℓ H_2O_2 (過酸化水素)水溶液に少量の酢酸を加えている。

		A液	B液	C液	純水	触媒 or 温度	Δt (呈色までの時間)
K I の濃度の影響	(I)	1.0	2.5	2.5	4.0		
	(II)	2.0	2.5	2.5	3.0		
	(III)	3.0	2.5	2.5	2.0		
	(IV)	4.0	2.5	2.5	1.0		
	(V)	5.0	2.5	2.5			
触媒 Cu^{2+} の影響		3.0	2.5	2.5	2.0	CuSO_4 水溶液1滴	
温度の影響	高温	3.0	2.5	2.5	2.0	室温 + 20 ℃	
	低温	3.0	2.5	2.5	2.0	室温 + 10 ℃	

(I) では

①液……………A液 1.0 + 4.0 の水 (オートビューレットで4回)

①液にB液 2.5 を加えたものを、②液とする。

②液に、C液 2.5 (別の試験管に入っている) を加え、試験管の口を指で押さえてすばやく、よく振る。

色が変わった瞬間までの時間(呈色までの時間) Δt を、秒単位で測定する。

(I) の混合水溶液中のK I (ヨウ化カリウム)のモル濃度 $[\text{K I}]$ を求めてみよう。

混合水溶液10 ℓ に、A液 (0.10 mol/ℓ K I 水溶液) 1.0 ℓ に含まれるK I が溶けているから

$$[\text{K I}] = \frac{0.10 \text{ mol/ℓ} \times \frac{1}{1000} \text{ ℓ}}{\frac{10}{1000} \text{ ℓ}} = 0.010 = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/ℓ}$$

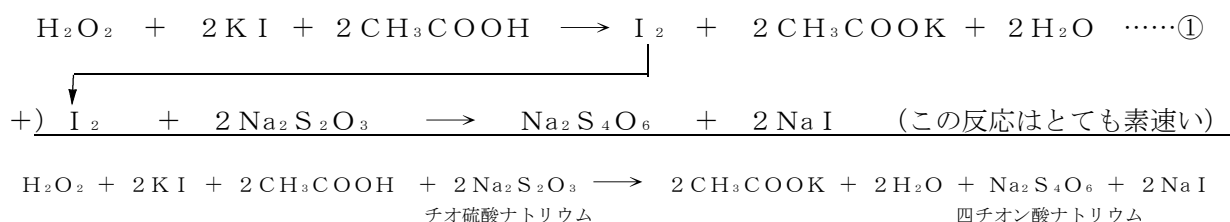
同様にして、(II) の混合水溶液中の $[\text{K I}]$ は、 2.0×10^{-2} (mol/ℓ)

(III) の混合水溶液中の $[\text{K I}]$ は、 3.0×10^{-2} (mol/ℓ)

(IV) の混合水溶液中の $[\text{K I}]$ は、 4.0×10^{-2} (mol/ℓ)

(V) の混合水溶液中の $[\text{K I}]$ は、 5.0×10^{-2} (mol/ℓ)

次に、反応について考察してみよう。



$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (チオ硫酸ナトリウム)が存在する間は、 I_2 (ヨウ素) は遊離しない (出てこない)。チオ硫酸ナトリウムがなくなれば、①の反応だけが起こり、ヨウ素が遊離する (出てくる)。

チオ硫酸ナトリウムがなくなるとすぐに、 I_2 (ヨウ素) とデンプンとでヨウ素デンプン反応 (濃青色) が起こる。

混合水溶液 10 ℓ 中に、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (チオ硫酸ナトリウム)は

$$6.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/ℓ)} \times \frac{10}{1000} \text{ (ℓ)} = 6.0 \times 10^{-6} \text{ (mol)} \quad \text{存在する。}$$

3.0×10^{-6} (mol) の I_2 (この I_2 はNa Iになる) ができるまでの時間が、 Δt である。

①式で、 I_2 が 3.0×10^{-6} mol できたときの、混合水溶液中の I_2 のモル濃度は、

$$[\text{I}_2] = \frac{3.0 \times 10^{-6} \text{ (mol)}}{\frac{10}{1000} \text{ (ℓ)}} = 3.0 \times 10^{-4} \text{ (mol/ℓ)}$$

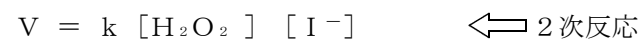
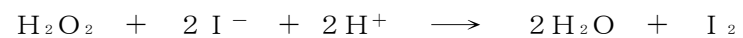
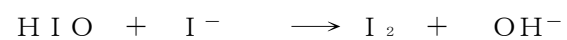
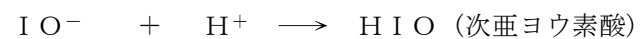
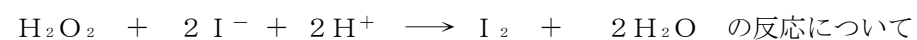
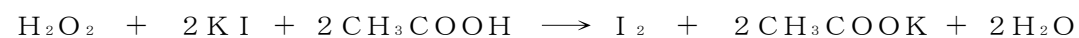
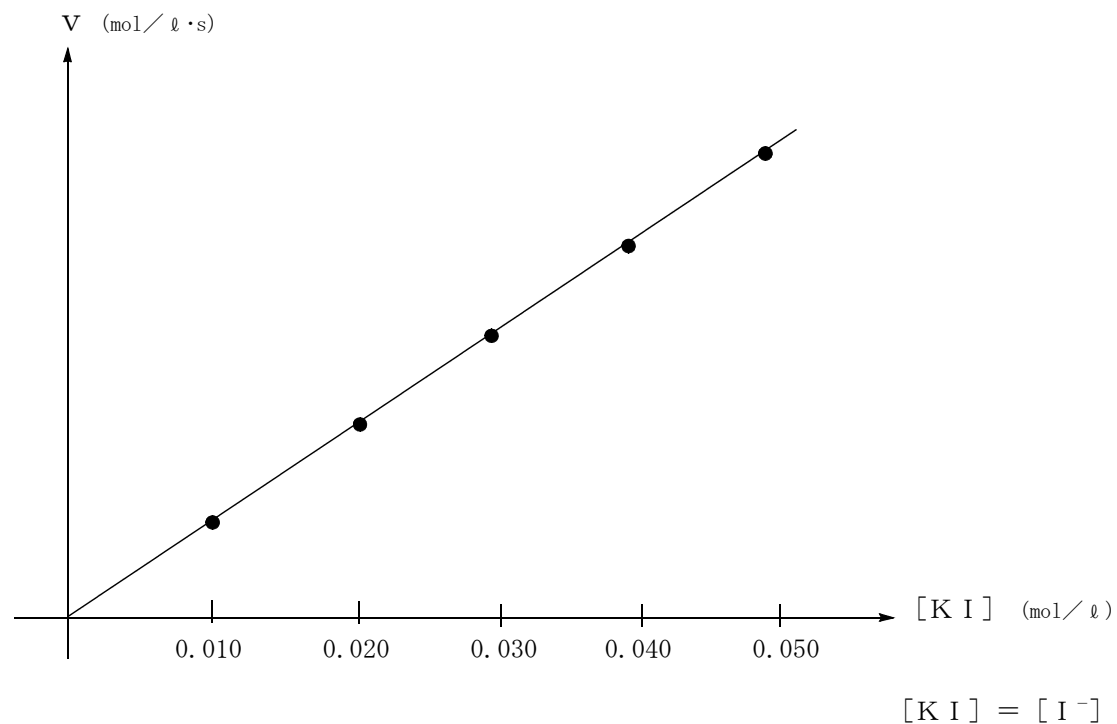
①の反応で生成した I_2 のモル数に着目しているだけだから、すぐに別反応でチオ硫酸ナトリウムと反応してなくなったとしても、なんら問題にする必要はない。

反応速度

反応速度は、単位時間におけるモル濃度の変化量で表すことができる。

Δt の間に、0 (mol/ℓ) から 3.0×10^{-4} (mol/ℓ) 変化したから、反応速度Vは

$$V = \frac{3.0 \times 10^{-4}}{\Delta t} \text{ (mol/ℓ} \cdot \text{s)}$$



律速反応によって反応速度は決まる。

$$V = k [\text{H}_2\text{O}_2] [\text{I}^-]$$

$$\therefore k = \frac{V}{[\text{H}_2\text{O}_2] [\text{I}^-]}$$

混合水溶液中の H_2O_2 水溶液のモル濃度は

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{0.20 \text{ (mol/l)} \times \frac{2.5}{1000} \text{ (l)}}{\frac{10}{1000} \text{ (l)}} = 0.050 \text{ (mol/l)}$$

別解

4倍に薄めれば、モル濃度は $\frac{1}{4}$

$$[\text{H}_2\text{O}_2] = 0.20 \text{ (mol/l)} \times \frac{2.5}{10} = 0.050 \text{ (mol/l)}$$

(Ⅲ) の混合水溶液で、速度定数を求めてみよう。

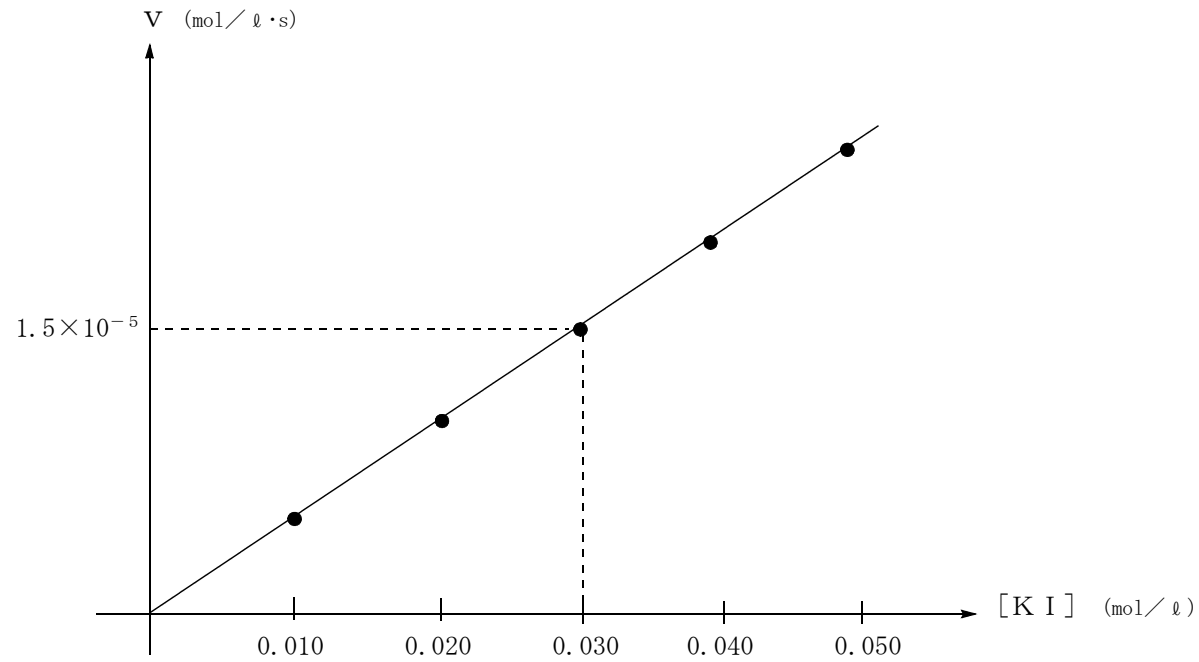
$$[\text{I}^-] = [\text{KI}] = 0.030 \text{ (mol/l)}$$

$$v = 1.5 \times 10^{-5} \text{ (mol/l}\cdot\text{s)} \text{ として}$$

$$k = \frac{1.5 \times 10^{-5} \text{ (mol/l}\cdot\text{s)}}{0.050 \times 0.030 \text{ (mol/l)}^2}$$

$$= 1.0 \times 10^{-2} \text{ (l/mol}\cdot\text{s)}$$

別解



$$V = k [H_2O_2] [KI]$$

↑
グラフの傾き a

$$a = k [H_2O_2]$$

$$\therefore k \text{ (l/mol}\cdot\text{s)} = \frac{a \text{ (1/s)}}{[H_2O_2] \text{ (mol/l)}}$$

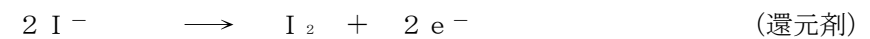
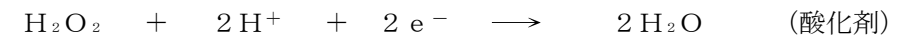
グラフより $a = \frac{1.5 \times 10^{-5}}{0.030} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ (1/s)}$

$$\begin{aligned} \therefore k \text{ (速度定数)} &= \frac{a}{[H_2O_2]} = \frac{5.0 \times 10^{-4}}{0.050} \\ &= 1.0 \times 10^{-2} \text{ (l/mol}\cdot\text{s)} \\ &\text{(} 1.0 \times 10^{-2} \sim 1.2 \times 10^{-2} \text{)} \end{aligned}$$

考察4

- A液…………… 0.20 mol/l H_2O_2 (過酸化水素)水溶液に少量の酢酸を加えている。
 B液…………… 2.4×10^{-3} mol/l $Na_2S_2O_3$ (チオ硫酸ナトリウム)水溶液にでんぷんを溶かし込んだ混合水溶液
 C液…………… 0.10 mol/l KI (ヨウ化カリウム)水溶液

		A液	B液	C液	純水
H ₂ O ₂ の 濃 度 の 影 響	(I)	1.0	2.5	2.5	4.0
	(II)	2.0	2.5	2.5	3.0
	(III)	3.0	2.5	2.5	2.0
	(IV)	4.0	2.5	2.5	1.0
	(V)	5.0	2.5	2.5	/



過酸化水素水 (酸化剤) とチオ硫酸ナトリウム水溶液 (還元剤) は、混合するとすぐに反応してしまう。
 同様に、過酸化水素水とヨウ化カリウム水溶液も、混合するとすぐに反応してしまう。

よって、次の手順で実験を行う必要がある。

(過酸化水素水と酢酸+水) + (チオ硫酸ナトリウム水溶液+ヨウ化カリウム水溶液とでんぷん)

