

1・2-4 アンモニアを題材とした、気相平衡、電離平衡に関する問題（出典：京都大学）

1行目～5, 6行目『である。』+問1:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率①

バランスシート



平衡状態における関係式

混合気体（同温・同体積）における“体積百分率”は“物質量(モル)百分率”に等しいから、

$$\frac{\text{NH}_3 \text{の全物質量 (mol)}}{\text{全物質量 (mol)}} \times 100 =$$

アンモニアの収率(混合気体の反応割合)

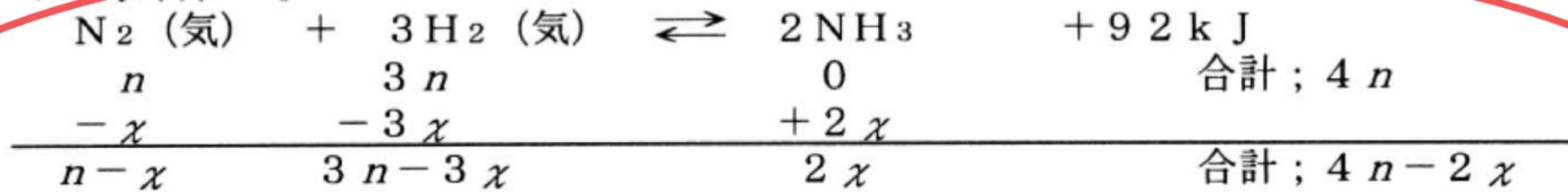
$$\frac{\text{反応したN}_2 \text{とH}_2 \text{の物質量の合計}}{\text{最初にあったN}_2 \text{とH}_2 \text{の物質量の合計}} \times 100 =$$

問1の解答：57 %

1・2-4 アンモニアを題材とした、気相平衡、電離平衡に関する問題（出典：京都大学）

1行目～5, 6行目『である。』+問1:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率①

バランスシート



平衡状態における関係式

混合気体（同温・同体積）における“体積百分率”は“物質質量(モル)百分率”に等しいから、

$$\frac{NH_3 \text{の全物質質量 (mol)}}{\text{全物質質量 (mol)}} \times 100 =$$

アンモニアの収率(混合気体の反応割合)

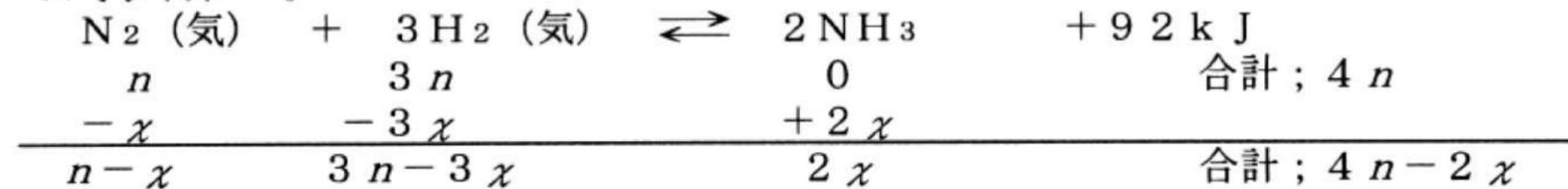
$$\frac{\text{反応した } N_2 \text{ と } H_2 \text{ の物質質量の合計}}{\text{最初にあった } N_2 \text{ と } H_2 \text{ の物質質量の合計}} \times 100 =$$

問1の解答：57 %

1・2-4 アンモニアを題材とした、気相平衡、電離平衡に関する問題（出典：京都大学）

1行目～5, 6行目『である。』+問1:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率①

バランスシート



平衡状態における関係式

混合気体（同温・同体積）における“体積百分率”は“物質質量(モル)百分率”に等しいから、

$$\frac{NH_3 \text{の全物質質量 (mol)}}{\text{全物質質量 (mol)}} \times 100 = \frac{2x}{4n-2x} \times 100 = 40$$

アンモニアの収率(混合気体の反応割合)

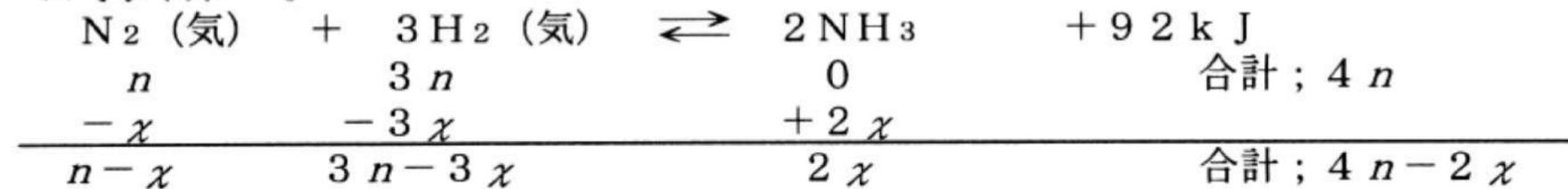
$$\frac{\text{反応した } N_2 \text{ と } H_2 \text{ の物質質量の合計}}{\text{最初にあった } N_2 \text{ と } H_2 \text{ の物質質量の合計}} \times 100 =$$

問1の解答：57 %

1・2-4 アンモニアを題材とした、気相平衡、電離平衡に関する問題（出典：京都大学）

1行目～5, 6行目『である。』+問1:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率①

バランスシート



平衡状態における関係式

混合気体（同温・同体積）における“体積百分率”は“物質量(モル)百分率”に等しいから、

$$\frac{NH_3 \text{の全物質量 (mol)}}{\text{全物質量 (mol)}} \times 100 = \frac{2x}{4n-2x} \times 100 = 40$$

$$\therefore x = 0.571n \text{ (mol)} \quad \text{つまり、} \frac{x}{n} = 0.571$$

アンモニアの収率(混合気体の反応割合)

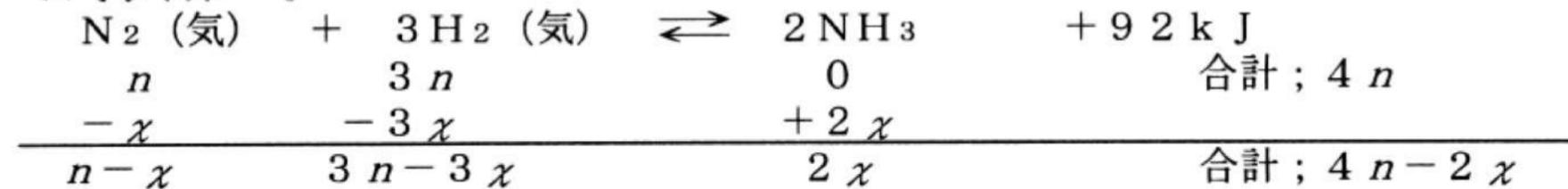
$$\frac{\text{反応した} N_2 \text{と} H_2 \text{の物質量の合計}}{\text{最初にあった} N_2 \text{と} H_2 \text{の物質量の合計}} \times 100 =$$

問1の解答：57 %

1・2-4 アンモニアを題材とした、気相平衡、電離平衡に関する問題（出典：京都大学）

1行目～5, 6行目『である。』+問1:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率①

バランスシート



平衡状態における関係式

混合気体（同温・同体積）における“体積百分率”は“物質量(モル)百分率”に等しいから、

$$\frac{NH_3 \text{の全物質量 (mol)}}{\text{全物質量 (mol)}} \times 100 = \frac{2x}{4n-2x} \times 100 = 40$$

$$\therefore x = 0.571n \text{ (mol)} \quad \text{つまり、} \frac{x}{n} = 0.571$$

アンモニアの収率(混合気体の反応割合)

$$\frac{\text{反応した} N_2 \text{と} H_2 \text{の物質量の合計}}{\text{最初にあった} N_2 \text{と} H_2 \text{の物質量の合計}} \times 100 = \frac{x+3x}{n+3n} \times 100 = \frac{x}{n} \times 100 = 57.1 (\%)$$

問1の解答：57%

6行目『式(1)の』~7行目『(ア)する。』:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率②

ハーバー法を成功させた鍵の1つは、化学平衡を有利にし、かつ高い反応速度を得るために必要な高温(注;ある程度までの高温)・高圧反応装置を開発できたことであり、1つは反応を促進する触媒を開発できたことである。窒素分子は非常に強い窒素原子間結合を有しているため、極めて反応性に乏しい。実際、多くの場合、不活性ガスとして取り扱われる。従って、窒素分子を活性化できる触媒の開発が極めて重要であった。フリッツ・ハーバーらは鉄鉱石(酸化鉄を主体とし、酸化アルミニウム、酸化カリウムを含む)を触媒に用いた。このとき注意すべきことは、酸化鉄を触媒として装填するが、実際に反応しているのは水素によって還元されて生じた単体の金属鉄であることである(酸化アルミニウム、酸化カリウムは鉄の触媒作用を補佐している;二重触媒)[ウィキペディアより抜粋]。

(ア)の解答:減少

7行目『アンモニア分子では』~9行目:アンモニアの塩基としての性質

アンモニアの塩基としての性質

穴埋め の解答: (a) 5、(b) 2、(イ) 非共有電子対、(ウ) 配位

6行目『式(1)の』~7行目『(ア)する。』:アンモニアの合成におけるアンモニアの収率②

ハーバー法を成功させた鍵の1つは、化学平衡を有利にし、かつ高い反応速度を得るために必要な高温(注;ある程度までの高温)・高圧反応装置を開発できたことであり、1つは反応を促進する触媒を開発できたことである。窒素分子は非常に強い窒素原子間結合を有しているため、極めて反応性に乏しい。実際、多くの場合、不活性ガスとして取り扱われる。従って、窒素分子を活性化できる触媒の開発が極めて重要であった。フリッツ・ハーバーらは鉄鉱石(酸化鉄を主体とし、酸化アルミニウム、酸化カリウムを含む)を触媒に用いた。このとき注意すべきことは、酸化鉄を触媒として装填するが、実際に反応しているのは水素によって還元されて生じた単体の金属鉄であることである(酸化アルミニウム、酸化カリウムは鉄の触媒作用を補佐している;二重触媒)[ウィキペディアより抜粋]。

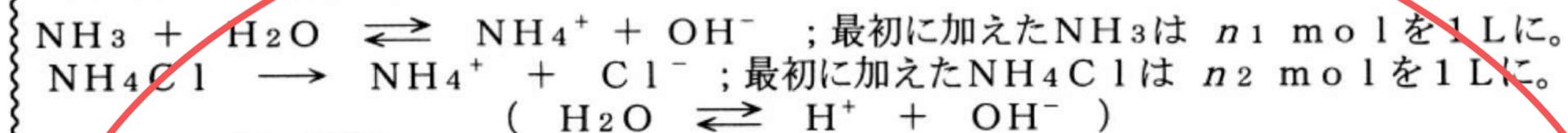
(ア)の解答:減少

7行目『アンモニア分子では』~9行目:アンモニアの塩基としての性質  
アンモニアの塩基としての性質

アンモニアは一組の非共有電子対をもち、水素イオンを受け取ることができる。

穴埋め の解答: (a) 5、(b) 2、(イ) 非共有電子対、(ウ) 配位

10行目～23行目『正確に求められる。』:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(詳細な検討)



(工) の解答:塩基(または、弱塩基)、①、②の解答:①  $\text{NH}_4^+$ 、②  $\text{OH}^-$

化学平衡の法則 ; (3) 式と (4) 式

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5}, \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

電荷バランス ; (5) 式

③の解答:上記の通り。

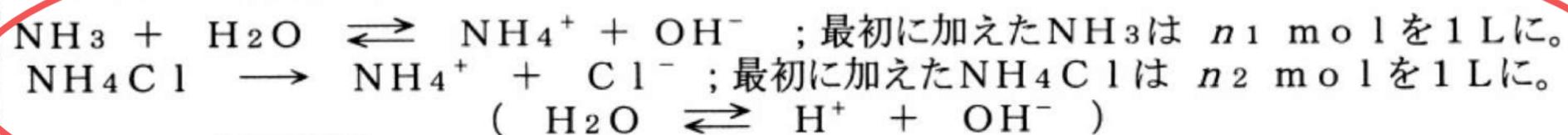
物質収支 (マスバランス) ; (6) 式

④の解答:上記の通り。

⑤の解答:上記の通り。

上記の (3) ~ (6) 式を連立させて解けば (ただし、「濃度 > 0」という条件下で)、 $[\text{H}^+]$  (ひいては、pH) が正確に求められる。

10行目～23行目「正確に求められる。」:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(詳細な検討)



(工) の解答:塩基(または、弱塩基)、①、②の解答:①  $\text{NH}_4^+$ 、②  $\text{OH}^-$

化学平衡の法則 ; (3) 式と (4) 式

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5}, \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

③の解答:上記の通り。

電荷バランス ; (5) 式

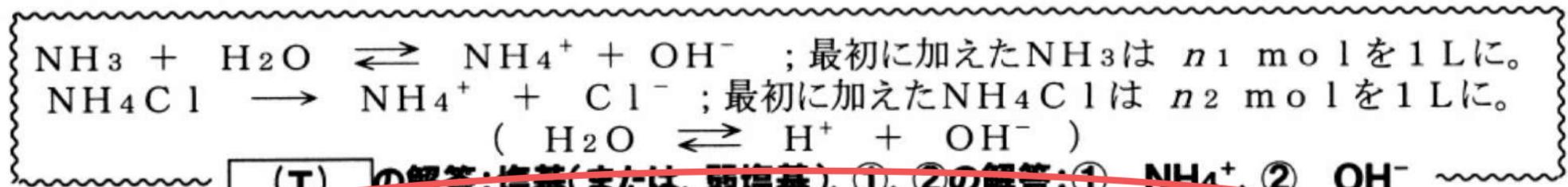
物質収支 (マスバランス) ; (6) 式

④の解答:上記の通り。

⑤の解答:上記の通り。

上記の (3) ~ (6) 式を連立させて解けば (ただし、「濃度 > 0」という条件下で)、 $[\text{H}^+]$  (ひいては、pH) が正確に求められる。

10行目～23行目『正確に求められる。』:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(詳細な検討)



(工) の解答:塩基(または、弱塩基)、①、②の解答:①  $\text{NH}_4^+$ 、②  $\text{OH}^-$

化学平衡の法則 ; (3) 式と (4) 式

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5}, \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

③の解答:上記の通り。

電荷バランス ; (5) 式

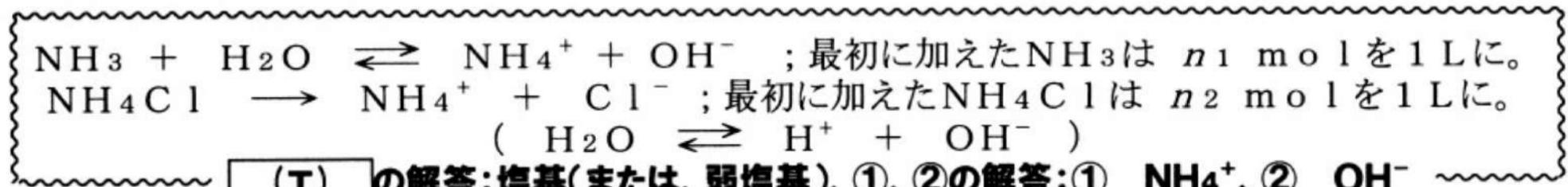
④の解答:上記の通り。

物質収支 (マスバランス) ; (6) 式

⑤の解答:上記の通り。

上記の (3) ~ (6) 式を連立させて解けば (ただし、「濃度 > 0」という条件下で)、 $[\text{H}^+]$  (ひいては、pH) が正確に求められる。

10行目～23行目『正確に求められる。』:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(詳細な検討)



(エ) の解答:塩基(または、弱塩基)、①、②の解答:①  $\text{NH}_4^+$ 、②  $\text{OH}^-$

化学平衡の法則 ; (3) 式と (4) 式

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5}, \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

電荷バランス ; (5) 式

$$[\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$$

$$\therefore [\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-] = [\text{Cl}^-]$$

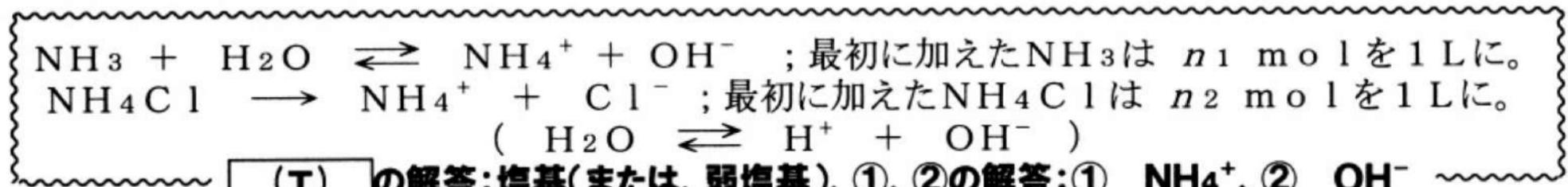
物質収支 (マスバランス) ; (6) 式

$$[\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] = n_1$$

$$[\text{Cl}^-] = n_2$$

上記の (3) ~ (6) 式を連立させて解けば (ただし、「濃度 > 0」という条件下で)、 $[\text{H}^+]$  (ひいては、pH) が正確に求められる。

10行目～23行目『正確に求められる。』:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(詳細な検討)



化学平衡の法則 ; (3) 式と (4) 式

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = 1.7 \times 10^{-5}, \quad K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$$

③の解答:上記の通り。

電荷バランス ; (5) 式

$$[\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{Cl}^-]$$

$$\therefore [\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-] = [\text{Cl}^-]$$

④の解答:上記の通り。

物質収支 (マスバランス) ; (6) 式

$$[\text{NH}_3] \times 1 (\text{L}) + [\text{NH}_4^+] \times 1 (\text{L}) = n_1 + n_2$$

$$\therefore [\text{NH}_3] + [\text{NH}_4^+] = n_1 + n_2$$

⑤の解答:上記の通り。

上記の (3) ~ (6) 式を連立させて解けば (ただし、「濃度 > 0」という条件下で)、 $[\text{H}^+]$  (ひいては、pH) が正確に求められる。

23行目『しかし、実際は』→25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

— バランスシート —



— 化学平衡の法則 —

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} =$$

— 得られた上式への数値の代入 —

$$\text{pH}=9 \text{ のとき、} [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5} \text{ (mol/L) であるから、}$$

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$

26行目~29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b =$

⑥の解答:上記の通り。

23行目『しかし、実際は』～25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

バランスシート

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
$n_1$	
$-x$	
$n_1 - x$	
0	
$+x$	
$x$	
0	
$+x$	
$x$	

化学平衡の法則

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} =$$

得られた上式への数値の代入

pH=9のとき、 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$  (mol/L) であるから、

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2}$  mol

26行目～29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b =$

⑥の解答:上記の通り。

23行目『しかし、実際は』～25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

— バランスシート —

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
$n_1$	$n_2$
$0$	$0$
$0$	$0$
$-\chi$	$-\chi$
$+\chi$	$+\chi$
$+\chi$	$+\chi$
$n_1 - \chi$	$n_2$
$\chi$	$n_2$
$\chi$	$n_2$

化学平衡の法則

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} =$$

— 得られた上式への数値の代入 —

pH=9のとき、 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$  (mol/L) であるから、

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2}$  mol

26行目～29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b =$

⑥の解答:上記の通り。

23行目『しかし、実際は』～25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

— バランスシート —

$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	$\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
$n_1$	$n_2$
$0$	$0$
$0$	$0$
$-\chi$	$-\chi$
$+\chi$	$+\chi$
$+\chi$	$+\chi$
$n_1 - \chi$	$0$
$\chi$	$n_2$
$\chi$	$n_2$

化学平衡の法則

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(\chi + n_2) \times [\text{OH}^-]}{n_1 - \chi} \doteq \frac{n_2 [\text{OH}^-]}{n_1}$$

すなわち、 $[\text{OH}^-] \doteq \frac{n_1}{n_2} K_b$

— 得られた上式への数値の代入 —

pH=9のとき、 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$  であるから、

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$

26行目～29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1 [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2 [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b =$

⑥の解答:上記の通り。

23行目『しかし、実際は』～25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

バランスシート

$\text{NH}_3$	$+$	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+$	$+$	$\text{OH}^-$		$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\longrightarrow$	$\text{NH}_4^+$	$+$	$\text{Cl}^-$
$n_1$				0		0		$n_2$		0		0
$-\chi$				$+\chi$		$+\chi$		$-n_2$		$+\chi$		$+\chi$
$n_1 - \chi$				$\chi$		$\chi$		0		$n_2$		$n_2$

化学平衡の法則

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(\chi + n_2) \times [\text{OH}^-]}{n_1 - \chi} \doteq \frac{n_2 [\text{OH}^-]}{n_1}$$

すなわち、 $[\text{OH}^-] \doteq \frac{n_1}{n_2} K_b$

得られた上式への数値の代入

pH=9のとき、 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$  であるから、

$$[\text{OH}^-] \doteq \frac{n_1}{n_2} K_b \text{ より、}$$

$$1 \times 10^{-5} = \frac{0.010}{n_2} \times 1.7 \times 10^{-5} \quad \therefore n_2 = 1.7 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$

26行目～29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1 [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2 [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b =$

⑥の解答:上記の通り。

23行目『しかし、実際は』～25行目+問2:アンモニア-塩化アンモニウム混合水溶液(簡略な検討)

— バランスシート —

$\text{NH}_3$	$+$	$\text{H}_2\text{O}$	$\rightleftharpoons$	$\text{NH}_4^+$	$+$	$\text{OH}^-$		$\text{NH}_4\text{Cl}$	$\longrightarrow$	$\text{NH}_4^+$	$+$	$\text{Cl}^-$
$n_1$				0		0		$n_2$		0		0
$-\chi$				$+\chi$		$+\chi$		$-n_2$		$+\chi$		$+\chi$
$n_1 - \chi$				$\chi$		$\chi$		0		$n_2$		$n_2$

— 化学平衡の法則 —

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(\chi + n_2) \times [\text{OH}^-]}{n_1 - \chi} \doteq \frac{n_2 [\text{OH}^-]}{n_1}$$

すなわち、 $[\text{OH}^-] \doteq \frac{n_1}{n_2} K_b$

— 得られた上式への数値の代入 —

pH=9のとき、 $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-9}} = 1 \times 10^{-5}$  (mol/L) であるから、

$[\text{OH}^-] \doteq \frac{n_1}{n_2} K_b$  より、

$$1 \times 10^{-5} = \frac{0.010}{n_2} \times 1.7 \times 10^{-5} \quad \therefore n_2 = 1.7 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

問2の解答:  $1.7 \times 10^{-2} \text{ mol}$

26行目～29行(最終行)目:平衡定数と(反応)速度定数の関係

平衡状態では、「 $v_{\text{正反応}} = v_{\text{逆反応}}$ 」であるから、

$$k_1 [\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}] = k_2 [\text{NH}_4^+][\text{OH}^-] \quad \therefore \frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]}$$

すなわち、 $K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{k_1}{k_2} [\text{H}_2\text{O}]$

⑥の解答:上記の通り。

1・2-5 分配平衡に関する問題（出典：慶應大学－理工学部－）  
（実験1）有機溶媒と水の上下関係（上層・下層）

表中の数值は、密度の逆数である。すなわち、水については [ ]  $\text{cm}^3/\text{g}$  であり、  
表中の数值が [ ] 溶媒が、水より密度が [ ] 溶媒である。

(ア) の解答： $\text{CCl}_4$ 、 $\text{CS}_2$

1・2-5 分配平衡に関する問題（出典：慶應大学－理工学部－）  
（実験1）有機溶媒と水の上下関係（上層・下層）

表中の数值は、密度の逆数である。すなわち、水については [ 1 ]  $\text{cm}^3/\text{g}$  であり、  
表中の数值が [ ] 溶媒が、水より密度が [ ] 溶媒である。

(ア) の解答：CCl<sub>4</sub>、CS<sub>2</sub>

1・2-5 分配平衡に関する問題（出典：慶應大学－理工学部－）  
（実験1）有機溶媒と水の上下関係（上層・下層）

表中の数值は、密度の逆数である。すなわち、水については [ 1 ]  $\text{cm}^3/\text{g}$  であり、  
表中の数值が [ 1より小さい ] 溶媒が、水より密度が [ ] 溶媒である。

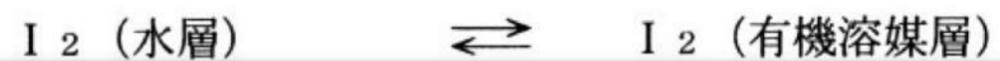
(ア) の解答：CCl<sub>4</sub>、CS<sub>2</sub>

1・2-5 分配平衡に関する問題（出典：慶應大学－理工学部－）  
（実験1）有機溶媒と水の上下関係（上層・下層）

表中の数値は、密度の逆数である。すなわち、水については [ 1 ]  $\text{cm}^3/\text{g}$  であり、  
表中の数値が [ 1より小さい ] 溶媒が、水より密度が [ 大きい ] 溶媒である。

(ア) の解答：CCl<sub>4</sub>、CS<sub>2</sub>

(実験2) 分配平衡  
バランスシート

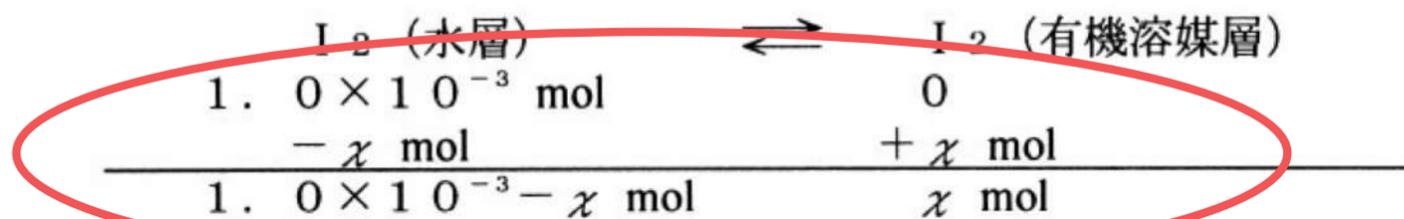


化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}} \quad \text{より、}$$

すなわち、有機溶媒層に移動したヨウ素の百分率は、

(実験2) 分配平衡  
バランスシート

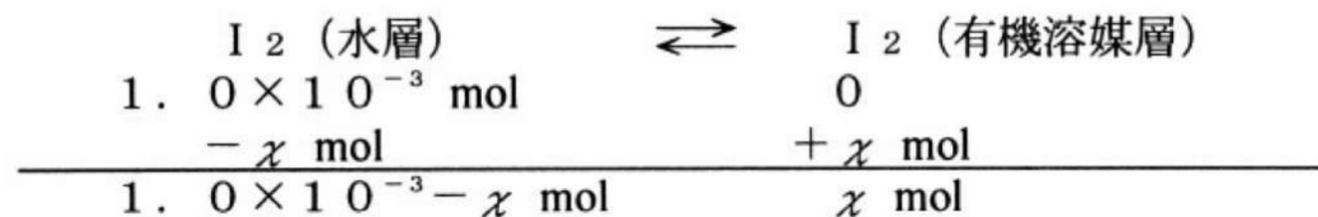


化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}} \quad \text{より、}$$

すなわち、有機溶媒層に移動したヨウ素の百分率は、

(実験2) 分配平衡  
バランスシート



化学平衡の法則

$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}}$  より、

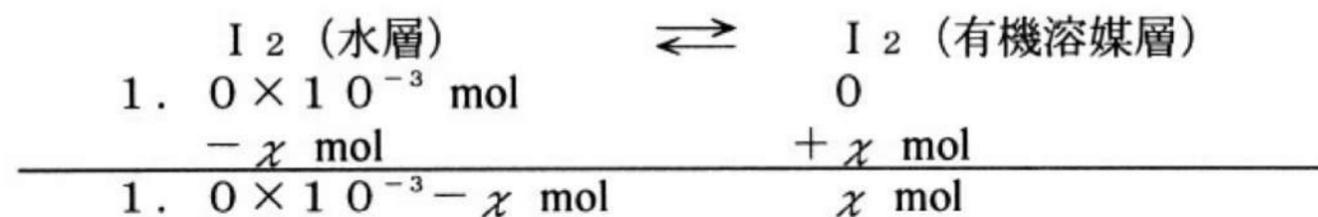
$$80 = \frac{\frac{x}{100}}{\frac{1.0 \times 10^{-3} - x}{1.0}}$$

これを解くと、 $x = 8.88 \times 10^{-4}$  (mol)

すなわち、有機溶媒層に移動したヨウ素の百分率は、

(イ) の解答： 89

(実験2) 分配平衡  
バランスシート



化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}} \text{ より、}$$

$$80 = \frac{\frac{x}{100}}{\frac{1.0 \times 10^{-3} - x}{1.0}} \quad \text{これを解くと、} x = 8.88 \times 10^{-4} \text{ (mol)}$$

すなわち、有機溶媒層に移動したヨウ素の百分率は、

$$\frac{8.88 \times 10^{-4}}{1.0 \times 10^{-3}} \times 100 = 88.8 \text{ (\%)} \quad \text{(イ)}$$

の解答：89

(実験3)

1行目～7行目：バランスシート

四塩化炭素層中の  $I_2$  を  $x$  [mol]、水層中の  $I_2$  を  $y$  [mol]、水層中の  $KI_3$  を  $z$  [mol] とおく。このようにおくと、最初に溶かしたヨウ素の物質量は、 $x + y + z$  [mol] となる。

— バランスシート —



→

ただし、水層の体積は 1.0 L。

ただし、水層も有機溶媒層も 1.0 L。

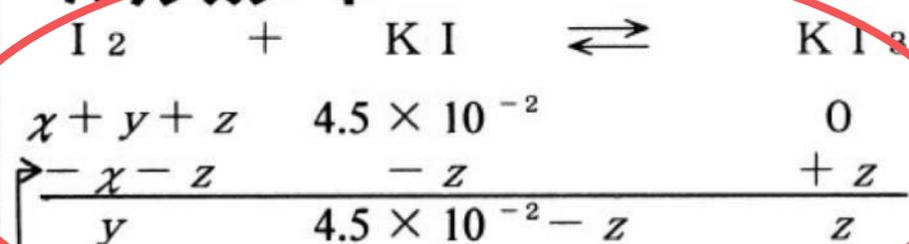
— ここでは、 $KI$  と反応した量だけではなく、有機溶媒層へ移った分も引いている。

(実験3)

1行目~7行目: バランスシート

四塩化炭素層中の  $I_2$  を  $x$  [mol]、水層中の  $I_2$  を  $y$  [mol]、水層中の  $KI_3$  を  $z$  [mol] とおく。このようにおくと、最初に溶かしたヨウ素の物質量は、 $x + y + z$  [mol] となる。

— バランスシート —



ただし、水層の体積は 1.0 L。



ただし、水層も有機溶媒層も 1.0 L。

— ここでは、 $KI$  と反応した量だけではなく、有機溶媒層へ移った分も引いている。

(実験3)

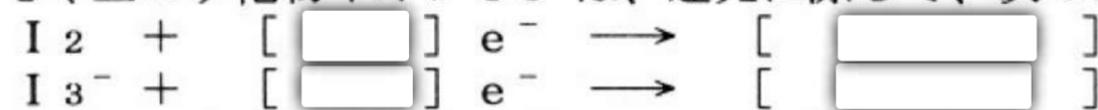
1行目~7行目: バランスシート

四塩化炭素層中の $I_2$ を $x$ [mol]、水層中の $I_2$ を $y$ [mol]、水層中の $KI_3$ を $z$ [mol] とおく。このようにおくと、最初に溶かしたヨウ素の物質量は、 $x + y + z$ [mol] となる。					
<b>バランスシート</b>					
$I_2$	+	$KI$	$\rightleftharpoons$	$KI_3$	$I_2$ (水層) $\rightleftharpoons$ $I_2$ (有機溶媒層)
$x + y + z$		$4.5 \times 10^{-2}$		0	$y$ $x$
$-x - z$		$-z$		$+z$	
$y$		$4.5 \times 10^{-2} - z$		$z$	
ただし、水層の体積は 1.0 L。			ただし、水層も有機溶媒層も 1.0 L。		

— ここでは、 $KI$  と反応した量だけではなく、有機溶媒層へ移った分も引いている。

**8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量**

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、

[  ] mol の電子を受け取る。

すなわち、(  ) = [  ] が成立する。

**(ウ) の解答：2**

8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元の際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元の際して、

[ ] mol の電子を受け取る。

すなわち、( [ ] ) = [ ] が成立する。

(ウ) の解答：2

8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、

[ ] mol の電子を受け取る。

すなわち、( [ ] ) = [ ] が成立する。

(ウ) の解答：2

8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、

[  $2 \times (y + z)$  ] mol の電子を受け取る。

すなわち、(  ) = [  ] が成立する。

(ウ) の解答：2

**8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量**

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、

[  $2 \times (y + z)$  ] mol の電子を受け取る。

すなわち、 $( 4.0 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{100} ) = [ \quad ]$  が成立する。

**(ウ) の解答：2**

**8行目～11行目：水層中のヨウ素の定量**

ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、次のように電子を受け取る。



よって、ヨウ素  $I_2$  や三ヨウ化物イオン  $I_3^-$  は、還元に際して、

[  $2 \times (y + z)$  ] mol の電子を受け取る。

すなわち、 $(4.0 \times 10^{-3} \times \frac{1000}{100}) = [ 2 \times (y + z) ]$  が成立する。

**(ウ)** の解答： **2**

12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]} \text{ より、}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}} \text{ より、}$$

計算結果①

$$y =$$

計算結果②

$$K_2 = \text{ (カ) の解答: } 7.3 \times 10^2$$

計算結果②

$$z =$$

結論①：最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{ (エ) の解答: } 1.0 \times 10^{-1}$$

結論②：水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \text{ (オ) の解答: } 95$$

12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]} \text{ より、}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}} \text{ より、}$$

計算結果①

$$y = \text{[ ]}$$

計算結果②

$$K_2 = \text{[ ]} \quad \text{(カ) の解答: } 7.3 \times 10^2$$

計算結果②

$$z = \text{[ ]} \quad z = 2.0 \times 10^{-2} - y$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{[ ]}$$

$$\text{(エ) の解答: } 1.0 \times 10^{-1}$$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

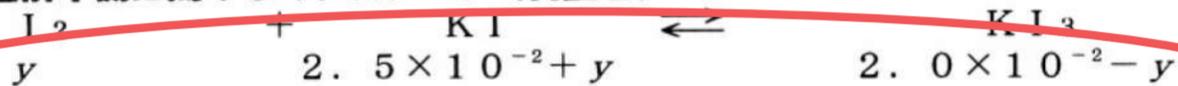
$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \text{[ ]}$$

$$\text{(オ) の解答: } 95$$

12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]} \text{ より、}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[I_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[I_2]_{\text{水層}}} \text{ より、}$$

計算結果①

$$y = \text{[ ]}$$

計算結果②

$$K_2 = \text{[ ]} \quad \text{(カ) の解答: } 7.3 \times 10^2$$

計算結果②

$$z = \text{[ ]} \quad z = 2.0 \times 10^{-2} - y$$

結論①；最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{[ ]}$$

$$\text{(エ) の解答: } 1.0 \times 10^{-1}$$

結論②；水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

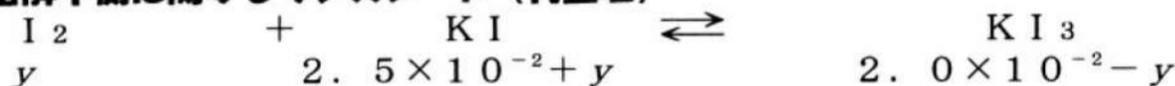
$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \text{[ ]}$$

$$\text{(オ) の解答: } 95$$

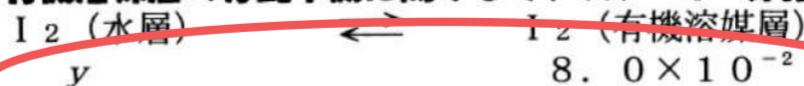
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、



計算結果①

$$y = \text{[ ]}$$

計算結果②

$$K_2 = \text{[ ]}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z = \text{[ ]}$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{[ ]}$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

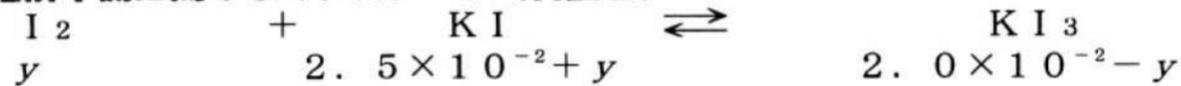
$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \text{[ ]}$$

(オ) の解答: 95

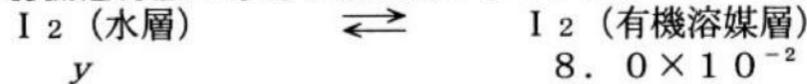
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$K_1 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = \text{[ ]}$$

$$z = 2.0 \times 10^{-2} - y$$

計算結果②

$$K_2 = \text{[ ]}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z = \text{[ ]}$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{[ ]}$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

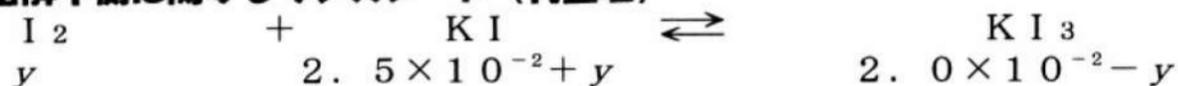
$$\frac{z}{y + z} \times 100 = \text{[ ]}$$

(オ) の解答: 95

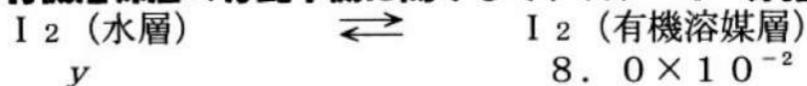
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$80 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = \text{[ ]}$$

計算結果②

$$K_2 = \text{[ ]}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z = \text{[ ]}$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{[ ]}$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

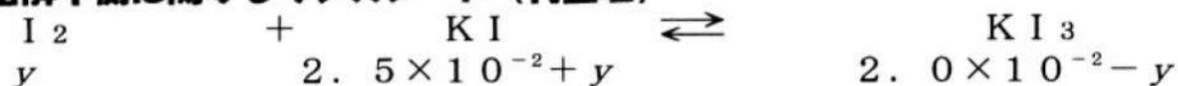
$$\frac{z}{y + z} \times 100 = \text{[ ]}$$

(オ) の解答: 95

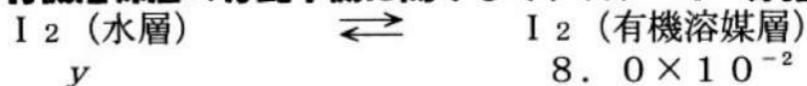
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$8.0 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

計算結果②

$$K_2 = \text{ (カ) の解答: } 7.3 \times 10^2$$

計算結果②

$$z = 2.0 \times 10^{-2} - y$$

結論①；最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = \text{ (エ) の解答: } 1.0 \times 10^{-1}$$

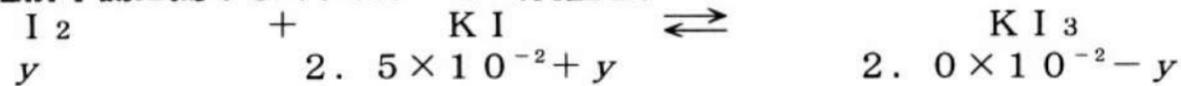
結論②；水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

$$\frac{z}{y + z} \times 100 = \text{ (オ) の解答: } 95$$

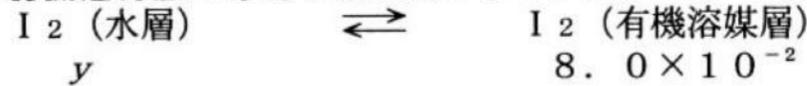
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$8.0 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

$$z = 2.0 \times 10^{-2} - y$$

計算結果②

$$K_2 = 7.30 \times 10^2 \text{ (mol/L)}^{-1}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z =$$

結論①；最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z =$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②；水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

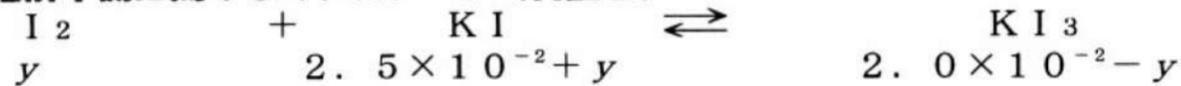
$$\frac{z}{y+z} \times 100 =$$

(オ) の解答: 95

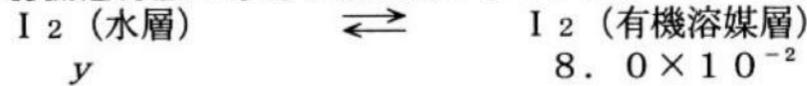
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$8.0 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

計算結果②

$$K_2 = 7.30 \times 10^2 \text{ (mol/L)}^{-1}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z = 1.9 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z =$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

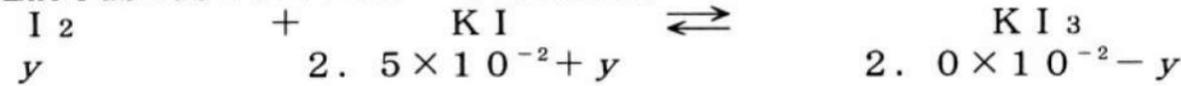
$$\frac{z}{y + z} \times 100 =$$

(オ) の解答: 95

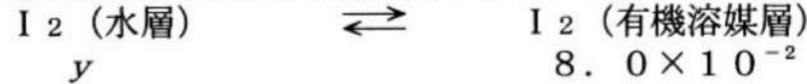
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$8.0 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

計算結果②

$$K_2 = 7.30 \times 10^2 \text{ (mol/L)}^{-1}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

計算結果②

$$z = 1.9 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = 8.0 \times 10^{-2} + 1.0 \times 10^{-3} + 1.9 \times 10^{-2} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol)}$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

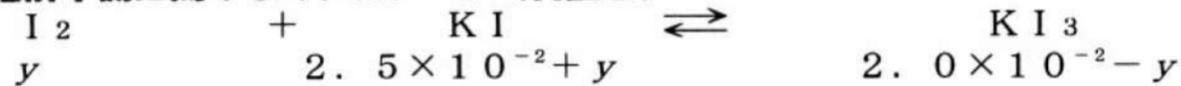
$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \text{[ ]}$$

(オ) の解答: 95

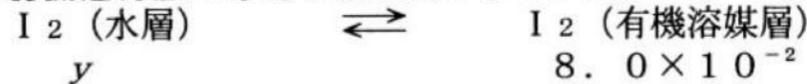
12行目~15行目：バランスシートの再整理と化学平衡の法則

上記の結論より、 $z = 2.0 \times 10^{-2} - y$  [mol]  
 12行目の記述より、 $x = 8.0 \times 10^{-2}$  [mol]  
 よって、KIは、 $4.5 \times 10^{-2} - z = 4.5 \times 10^{-2} - (2.0 \times 10^{-2} - y)$   
 $= 2.5 \times 10^{-2} + y$

水層での溶解平衡に関するランスシート (再整理)



水層と有機溶媒層の分配平衡に関するランスシート (再整理)



溶解平衡の化学平衡の法則

$$K_2 = \frac{[\text{KI}_3]}{[\text{I}_2][\text{KI}]}$$

より、

$$K_2 = \frac{2.0 \times 10^{-2} - y}{y \times (2.5 \times 10^{-2} + y)}$$

分配平衡の化学平衡の法則

$$K_1 = \frac{[\text{I}_2]_{\text{有機溶媒層}}}{[\text{I}_2]_{\text{水層}}}$$

より、

$$8.0 = \frac{8.0 \times 10^{-2}}{y}$$

計算結果①

$$y = 1.0 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$$

計算結果②

$$z = 1.9 \times 10^{-2} \text{ (mol)}$$

計算結果②

$$K_2 = 7.30 \times 10^2 \text{ (mol/L)}^{-1}$$

(カ) の解答:  $7.3 \times 10^2$

結論①; 最初に溶かしたヨウ素の物質質量

$$x + y + z = 8.0 \times 10^{-2} + 1.0 \times 10^{-3} + 1.9 \times 10^{-2} = 1.0 \times 10^{-1} \text{ (mol)}$$

(エ) の解答:  $1.0 \times 10^{-1}$

結論②; 水層中における、全ヨウ素に対する三ヨウ化物イオンの存在割合 (%)

$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \frac{1.9 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-3} + 1.9 \times 10^{-2}} \times 100 = 95 \text{ (%)}$$

(オ) の解答: 95

1・2-4 気相平衡, 電離平衡

【正解】

(a) 5 (b) 2 (ア) 減少 (イ) 非共有電子対 (ウ) 配位 (エ) 塩基 または 弱塩基

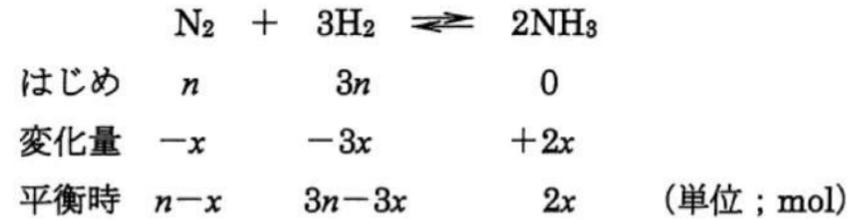
①  $\text{NH}_4^+$  ②  $\text{OH}^-$  ③  $\frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$  ④  $[\text{NH}_4^+] + [\text{H}^+] - [\text{OH}^-]$

⑤  $[\text{NH}_4^+] + [\text{NH}_3]$  ⑥  $\frac{k_1}{k_2} [\text{H}_2\text{O}]$

問1 57% 問2  $1.7 \times 10^{-2}$

【解説】

問1 はじめの窒素を  $n$  [mol], 反応した窒素を  $x$  [mol] とする。



$$\frac{2x}{(n-x)+(3n-3x)+2x} \times 100 = 40 \quad \therefore x = 0.571n$$

問2  $[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{10^{-9}} = 1.0 \times 10^{-5} \text{ (mol/L)}$

(5)式より,  $[\text{OH}^-]$  や  $[\text{H}^+]$  は  $[\text{NH}_4^+]$  に無視できる程度に小さいので,  $[\text{NH}_4^+] \doteq n_2 \text{ (mol/L)}$

したがって, (6)式より,  $[\text{NH}_3] \doteq n_1 = 0.010 \text{ mol/L}$

よって, (3)式より,  $\frac{n_2 \times 1.0 \times 10^{-5}}{0.010} = 1.7 \times 10^{-5} \quad \therefore n_2 = 1.7 \times 10^{-2} \text{ (mol/L)}$

1・2-5 分配平衡, 溶解平衡

【正解】

(ア) CCl<sub>4</sub>, CS<sub>2</sub> (イ) 89 (ウ) 2 (エ) 0.10 (オ) 95 (カ) 7.3×10<sup>2</sup>

【解説】

(イ) 四塩化炭素に溶けている I<sub>2</sub> を a[mol] とすると,

$$\frac{[I_2]_0}{[I_2]} = \frac{a}{\frac{100 \times 10^{-3}}{1.0 \times 10^{-3} \times 1.0 - a}} = 80 \quad \therefore a = 8.88 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

よって, 求める値は,

$$\frac{8.88 \times 10^{-4}}{1.0 \times 10^{-3} \times 1.0} \times 100 = 88.8 (\%)$$

(ウ) I<sub>2</sub> + 2e<sup>-</sup> → 2I<sup>-</sup> または I<sub>3</sub><sup>-</sup> + 2e<sup>-</sup> → 3I<sup>-</sup> の反応が起こる。

(エ) ~ (カ) 四塩化炭素層の I<sub>2</sub> を x[mol], 水層の I<sub>2</sub> を y[mol], 水層の I<sub>3</sub><sup>-</sup> を z[mol] とすると,

$$[I_2]_0 = \frac{x}{1.0} = 8.0 \times 10^{-2} \dots \textcircled{1} \quad \frac{[I_2]_0}{[I_2]} = \frac{1.0}{\frac{y}{1.0}} = 80 \dots \textcircled{2}$$

また, 酸化還元滴定の結果から,

$$(y+z) \times \frac{100}{1000} \times 2 = 4.0 \times 10^{-3} \dots \textcircled{3}$$

①~③より, x=8.0×10<sup>-2</sup>, y=1.0×10<sup>-3</sup>, z=1.9×10<sup>-2</sup>

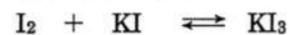
したがって, 最初に溶かしたヨウ素の物質量は,

$$x+y+z = (8.0+0.10+1.9) \times 10^{-2} = 0.10 \text{ (mol)}$$

水層のヨウ素のうちの I<sub>3</sub><sup>-</sup> の割合は,

$$\frac{z}{y+z} \times 100 = \frac{1.9 \times 10^{-2}}{2.0 \times 10^{-2}} \times 100 = 95 (\%)$$

水層での各物質の変化は, 次のように考えることができる。



はじめ y+z 4.5×10<sup>-2</sup> 0

平衡時 y 4.5×10<sup>-2</sup>-z z (単位; mol)

したがって, K<sub>2</sub> は,

$$K_2 = \frac{[KI_3]}{[I_2][KI]} = \frac{\frac{z}{1.0}}{\frac{y}{1.0} \times \frac{4.5 \times 10^{-2} - z}{1.0}} = \frac{1.9 \times 10^{-2}}{1.0 \times 10^{-3} \times 2.6 \times 10^{-2}} = 7.30 \times 10^2 \text{ (L/mol)}$$