

## 【FdData 中間期末：中学理科3年：中和】

### 【中和の計算問題】

#### 【問題】(2 学期中間)

ある濃度の塩酸  $15\text{cm}^3$  に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたときに、過不足なく中和がおこり、混合液は中性になった。

- (1) この塩酸  $15\text{cm}^3$  にこの水酸化ナトリウム水溶液を  $15\text{cm}^3$  加えると水溶液は何性になるか。
- (2) (1)の水溶液を中性にするには、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液のどちらの液を何 $\text{cm}^3$ 加えたらよいか。

【解答】(1) アルカリ性 (2) 塩酸を  $7.5\text{cm}^3$  加える。

#### 【解説】

(1) すいさんか水酸化ナトリウムすいようえき水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたとき  
かふそく過不足なくちゅうわ中和がおこり、水溶液は中性になる。

さらに、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水溶液はアルカリ性になる。

(2) 「ある濃度の塩酸  $15\text{cm}^3$  に、ある濃度の水酸化ナトリウム水溶液を  $10\text{cm}^3$  加えたときに、過不足なく中和がおこり」とあるので、過不足なく中和するときの2つの水溶液の体積比は、(塩酸) : (水

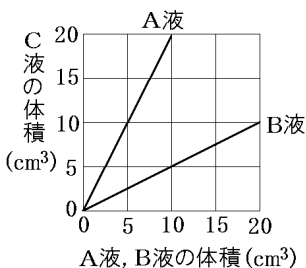
酸化ナトリウム水溶液) =  $15 : 10 = 3 : 2 = 1.5 : 1$   
である。

したがって、水酸化ナトリウム水溶液  $15\text{cm}^3$  と過不足なく中和する塩酸は、

$15(\text{cm}^3) \times 1.5 = 22.5(\text{cm}^3)$  である。よって、過不足なく中和させるためには、塩酸を、 $22.5(\text{cm}^3) - 15(\text{cm}^3) = 7.5(\text{cm}^3)$  加えればよい。

[問題](後期中間)

濃度の異なる塩酸(A液, B液)に, それぞれ水酸化ナトリウム水溶液(C液)を中性になるまで加えた。グラフは, 中性になったときの, A液, B液の体積とC液の体積の関係を表している。以下の各問いに答えよ。



- (1) A液  $15\text{cm}^3$ を中性にするのに必要な, C液の体積を答えよ。
- (2) A液, B液  $10\text{cm}^3$ にC液をそれぞれ  $10\text{cm}^3$ 加えた。水溶液はそれぞれ何性になっているか。
- (3) (2)のC液を加えたA液の水溶液を中性にするには, A液, B液, C液のどれを何 $\text{cm}^3$ 加える必要があるか。加える液は1種類とする。

[解答](1)  $30\text{cm}^3$  (2) A+C : 酸性 B+C : アルカリ性 (3) C,  $10\text{cm}^3$

## 【解説】

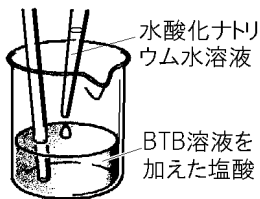
(1) グラフよりA液  $5\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なC液は  $10\text{cm}^3$ である。したがって、A液  $15\text{cm}^3$ を中性にするのに必要な、C液の体積は、 $10(\text{cm}^3) \times 3 = 30(\text{cm}^3)$ である。

(2) グラフよりA液  $10\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なC液は  $20\text{cm}^3$ なので、A液  $10\text{cm}^3$ にC液を  $10\text{cm}^3$ 加えた水溶液は酸性である。また、グラフよりB液  $10\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なC液は  $5\text{cm}^3$ なので、B液  $10\text{cm}^3$ にC液を  $10\text{cm}^3$ 加えた水溶液はアルカリ性である。

(3) グラフより、A液  $10\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なC液は  $20\text{cm}^3$ なので、中性にするためには、C液をさらに、 $20(\text{cm}^3) - 10(\text{cm}^3) = 10(\text{cm}^3)$ 加えればよい。

[問題](後期中間)

濃度の異なる塩酸 A, B, C をそれぞれビーカーにとり, BTB 溶液を数滴加え, 水溶液が緑色になるまで



4%の水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えた。表は, 塩酸と加えた水酸化ナトリウム水溶液の体積を示したものである。

	A	B	C
塩酸の体積( $\text{cm}^3$ )	10	5	5
4%の水酸化ナトリウム水溶液の体積( $\text{cm}^3$ )	15	10	5

- (1) 塩酸 A の濃度は塩酸 C の濃度の何倍か。
- (2)  $5\text{cm}^3$ の塩酸Aに  $10\text{cm}^3$ の4%水酸化ナトリウム水溶液を加えた水溶液をつくった。この水溶液中にもっとも多くふくまれているイオンは何か。イオン式で答えよ。
- (3)  $5\text{cm}^3$ の塩酸Bと  $10\text{cm}^3$ の塩酸Cを1つのビーカーに入れた。この水溶液に8%の水酸化ナトリウム水溶液を加えて中性にしたい。何  $\text{cm}^3$ 加えればよいか。

[解答](1) 1.5 倍 (2)  $\text{Na}^+$  (3)  $10\text{cm}^3$

[解説]

(1)AとCの塩酸の量を  $10\text{cm}^3$ にあわせると、それぞれを中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は次の表のようになる。

	A	C
塩酸の体積( $\text{cm}^3$ )	10	10
4%の水酸化ナトリウム水溶液	15	10

塩酸A $10\text{cm}^3$ を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は、塩酸C $10\text{cm}^3$ を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積の  $15(\text{cm}^3) \div 10(\text{cm}^3) = 1.5(\text{倍})$ であることから、塩酸A $10\text{cm}^3$ 中のHClの質量は、塩酸C $10\text{cm}^3$ 中のHClの質量の 1.5 倍であることがわかる。したがって、塩酸Aの濃度は塩酸Cの濃度の 1.5 倍である。

(2)グラフより、塩酸A $10\text{cm}^3$ を中和するのに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は  $15\text{cm}^3$ なので、塩酸Aが  $5\text{cm}^3$ のときの水酸化ナトリウム水溶液は  $15(\text{cm}^3) \div 2 = 7.5(\text{cm}^3)$ である。塩酸A $5\text{cm}^3$ に水酸化ナトリウム水溶液  $7.5\text{cm}^3$ を加えたとき、混合液中に存在するイオンは、 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ でその数は同じである。中性なので $\text{H}^+$ や $\text{OH}^-$ は存在しな

い。これに、さらに  $2.5 \text{ cm}^3$  の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、中和は起こらず加えた分だけ、 $\text{Na}^+$  と  $\text{OH}^-$  が増加する。この時点で最も多いイオンは  $\text{Na}^+$  である。

(3) グラフより、 $5 \text{ cm}^3$  の塩酸Bを中和するのに必要な4%の水酸化ナトリウム水溶液は  $10 \text{ cm}^3$  である。また、 $10 \text{ cm}^3$  の塩酸Cを中和するのに必要な4%の水酸化ナトリウム水溶液は、 $5(\text{cm}^3) \times 2 = 10(\text{cm}^3)$  である。したがって、このBとCをあわせた塩酸を中和するのに必要な4%の水酸化ナトリウム水溶液は、 $10(\text{cm}^3) + 10(\text{cm}^3) = 20(\text{cm}^3)$  である。8%の水酸化ナトリウム水溶液の濃度は、4%の水酸化ナトリウム水溶液の2倍なので、中和に必要な8%の水酸化ナトリウム水溶液は、 $20(\text{cm}^3) \div 2 = 10(\text{cm}^3)$  となる。

[問題](1 学期期末)

うすい水酸化バリウム水溶液を A 液, うすい硫酸を B 液とし, A 液に B 液を少しずつ加えて, その液が中性になるときのそれぞれの体積の関係を調べ, 図 1 のグラフにまとめた。

図 1

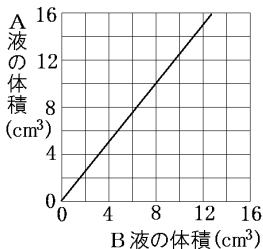
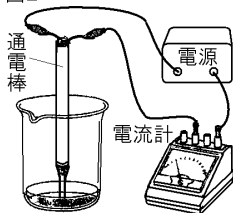


図 2



- (1) A液  $15\text{cm}^3$  に B液  $10\text{cm}^3$  を加えてできる水溶液を中性にするには, B液をさらに何  $\text{cm}^3$  加えればよいか。
- (2) A液  $10\text{cm}^3$  に B液  $10\text{cm}^3$  を加えてできる水溶液に BTB 溶液を加えると, 何色に変化するか。
- (3) (2) のときに水溶液中に存在するイオンを, すべてイオン式で表せ。
- (4) A液を  $5\text{cm}^3$  とってビーカーに入れ, 図 2 のような装置で電圧をかけながら B液を少しずつ加えた。電流が 0 になるのは B液を何  $\text{cm}^3$  加えたときか。

[解答](1)  $2\text{cm}^3$  (2) 黄色 (3)  $\text{H}^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$



(4)  $4\text{ cm}^3$

[解説]

(1) 図1のグラフより、A液  $10\text{ cm}^3$  と過不足なく中和するB液は  $8\text{ cm}^3$  である。このとき、

(A液の体積) : (B液の体積) =  $10 : 8 = 5 : 4 = 15 : 12$  である。したがって、A液  $15\text{ cm}^3$  と過不足なく中和するB液は  $12\text{ cm}^3$  である。よって、A液  $15\text{ cm}^3$  にB液  $10\text{ cm}^3$  を加えてできる水溶液を中性にするには、B液をさらに、 $12(\text{ cm}^3) - 10(\text{ cm}^3) = 2(\text{ cm}^3)$  加えればよい。

(2) A液(水酸化バリウム水溶液: アルカリ性)  $10\text{ cm}^3$  と過不足なく中和するB液(硫酸: 酸性)は  $8\text{ cm}^3$  であるので、A液  $10\text{ cm}^3$  にB液  $10\text{ cm}^3$  を加えてできる水溶液は酸性になる。

(3) (2)より、A液  $10\text{ cm}^3$  とB液  $8\text{ cm}^3$  を加えたとき中性で水溶液中には  $\text{H}^+$  も  $\text{OH}^-$  も存在しない。また、 $\text{Ba}^{2+}$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  は  $\text{BaSO}_4$  の沈殿となるため、水溶液中にはイオンはなくなる。完全に中和した後に、B液(硫酸:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ )をさらに  $2\text{ cm}^3$  加えるので、水溶液中には、 $\text{H}^+$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  がそのまま残る。

(4) 過不足なく中和して中性になった時点では、水溶液中にはイオンは存在しない。そのため、電圧を加えても電流は流れない。A液  $5\text{ cm}^3$  と過不足なく中和するB液は  $4\text{ cm}^3$  である。

[問題](1 学期中間)

一定濃度のうすい塩酸(P液)を、4個のビーカーA～Dに $30\text{cm}^3$ ずつとり、BTB溶液を数滴加えた。次に、下の表のように一定濃度の水酸化ナトリウム水溶液(Q液)をビーカーA～Dにそれぞれ体積を変えて加え、よくかき混ぜたところ、ビーカーCの液の色が緑色になった。これについて、あとの各問いに答えよ。

ビーカー	A	B	C	D
P液の体積( $\text{cm}^3$ )	30	30	30	30
Q液の体積( $\text{cm}^3$ )	20	30	40	50

- (1) ビーカーA～Cの液にはふくまれておらず、ビーカーDの液だけにふくまれているイオンは何か。そのイオンの名称を答えよ。
- (2) P液  $12\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なQ液の体積は何 $\text{cm}^3$ か。
- (3) P液  $30\text{cm}^3$ に、陽イオンと陰イオンを合わせて120個のイオンがふくまれているとする。
  - ① Q液  $30\text{cm}^3$ にふくまれている陽イオンの数は何個になるか。次の[ ]から選べ。  
[ 30個 45個 60個 90個 ]
  - ② ビーカーAの液にふくまれている中和によってできた水の分子の数は何個になるか。次の[ ]から選べ。  
[ 15個 20個 25個 30個 ]

[解答](1) 水酸化物イオン (2)  $16\text{cm}^3$

(3)① 45 個 ② 30 個

[解説]

(2)ビーカーCの液の色が緑色で中性になったことから、うすい塩酸(P液) $30\text{cm}^3$ と過不足なく中和する水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は  $40\text{ cm}^3$ である。このとき、

(P 液の体積) : (Q 液の体積) =  $30 : 40 = 3 : 4 = 12 : 16$  となる。

よって、P液  $12\text{cm}^3$ を中性にするのに必要なQ液の体積は  $16\text{cm}^3$ である。

(3)①うすい塩酸(P液)は $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ と電離するので、 $\text{H}^+$ と $\text{Cl}^-$ のイオン数は同じである。「P液  $30\text{cm}^3$ に、陽イオンと陰イオンを合わせて120個のイオンがふくまれている」とあるので、 $\text{H}^+$ は60個、 $\text{Cl}^-$ は60個である。

うすい塩酸(P液) $30\text{cm}^3$ と過不足なく中和する水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は  $40\text{ cm}^3$ であるので、P液  $30\text{cm}^3$ 中の $\text{H}^+$ とQ液  $40\text{ cm}^3$ 中の $\text{OH}^-$ の数は同じである。したがって、Q液  $40\text{ cm}^3$ 中の $\text{OH}^-$ の数は60個である。水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は、

$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ と電離しているので、 $\text{Na}^+$ の数と $\text{OH}^-$ の数は同じである。よって、Q液  $40\text{ cm}^3$ 中の $\text{Na}^+$ (陽イオン)の数は60個である。

このことから、Q液  $30\text{cm}^3$ にふくまれている陽イ

オンの数は、 $60(\text{個}) \times \frac{30}{40} = 45(\text{個})$ であることがわ

かる。

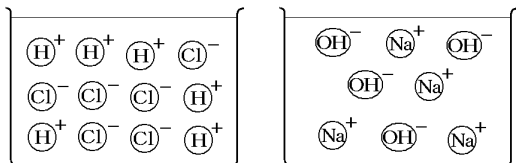
②ビーカーAの液は、うすい塩酸(P液) $30\text{cm}^3$ に水酸化ナトリウム水溶液(Q液)は $20\text{cm}^3$ を加えたものである。(2)より、過不足なく中和が起こるとき、(P液の体積) : (Q液の体積) =  $3 : 4 = 15 : 20$ である。

したがって、P液 $15\text{cm}^3$ とQ液 $20\text{cm}^3$ が中和し、P液が $30(\text{cm}^3) - 15(\text{cm}^3) = 15(\text{cm}^3)$ 残る。ところで、①より、P液 $30\text{cm}^3$ に存在する $\text{H}^+$ イオンは60個なので、P液 $15\text{cm}^3$ に存在する $\text{H}^+$ イオンは30個である。 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ の中和の反応式より、 $\text{H}^+$ 1個と $\text{OH}^-$ 1個から $\text{H}_2\text{O}$ (水分子)1個ができる。 $\text{H}^+$ イオンは30個であるので、中和によってできる水分子は30個であることがわかる。

※「P液 $30\text{cm}^3$ に、陽イオンと陰イオンを合わせて120個のイオンがふくまれている」とあるが、実際には桁違いに多い個数のイオン数がふくまれている。問題をわかりやすくするため、120個という数で表して出題されている。

[問題](1 学期期末)

次の図は、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液のそれぞれ  $10\text{cm}^3$  に含まれているイオンの数の割合を表した模式図である。これらの水溶液を使った実験について各問いに答えよ。



(1) この塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を同体積ずつ混ぜたとき、溶液中の水素イオンと水酸化物イオンの数はどうなるか。次のア～エから選び、記号で答えよ。

- ア  $\text{H}^+$ が残る。
- イ  $\text{OH}^-$ が残る。
- ウ 両イオンが残る。
- エ 両イオンとも残らない。

(2) 塩酸  $10\text{cm}^3$  を完全に中性するために必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は、何  $\text{cm}^3$  か。

[解答](1) ア (2)  $15\text{cm}^3$

## 【解説】

(1)図より，塩酸  $10\text{cm}^3$ に含まれているイオンは， $\text{H}^+$ が6個， $\text{Cl}^-$ が6個である。

水酸化ナトリウム水溶液  $10\text{cm}^3$ には， $\text{OH}^-$ が4個， $\text{Na}^+$ が4個含まれている。

たとえば，塩酸  $10\text{cm}^3$ と水酸化ナトリウム水溶液  $10\text{cm}^3$ を混ぜたとき，

4個の $\text{H}^+$ と4個の $\text{OH}^-$ が中和して4個の水分子  $\text{H}_2\text{O}$ ができ， $\text{H}^+$ が2個残る。

(2)(1)より，塩酸  $10\text{cm}^3$ に含まれている $\text{H}^+$ は6個である。塩酸  $10\text{cm}^3$ を完全に中性するためには， $\text{OH}^-$ が6個必要である。水酸化ナトリウム水溶液  $10\text{cm}^3$ に含まれている $\text{OH}^-$ は4個であるので，6個の $\text{OH}^-$ が存在する水酸化ナトリウム水溶液の体積は， $10(\text{cm}^3) \times \frac{6}{4} = 15(\text{cm}^3)$ である。

◆理科3年の各ファイルへのリンク

<http://www.fdttext.com/dp/r3k/index.html>

◆FdData 中間期末の特徴(QandA 方式)

[http://www.fdttext.com/dp/qanda\\_k.html](http://www.fdttext.com/dp/qanda_k.html)

◆製品版(パソコン Word 文書：印刷・編集用)  
の価格・購入方法

<http://www.fdttext.com/dp/seihin.html>

※ iPhone でリンク先が開かない場合は、  
「iBooks」で開いてリンクをタップください。

【Fd教材開発】 Mail : [info2@fdtext.com](mailto:info2@fdtext.com)