高校化学 L01 第 39 講 希釈と混合溶液

この講でできるようになること

- 希釈では、溶媒を加えても溶質の物質量が変わらないことを説明できる。
- 希釈前後の濃度と体積から、$c_1V_1 = c_2V_2$を使って計算できる。
- 同じ溶質を含む溶液を混合するとき、溶質の物質量を合計して混合後の濃度を求められる。
- 希釈前の体積、加えた溶媒の量、最終的な溶液体積を区別できる。

希釈と混合で扱う条件

溶質の物質量に注目する

本講では、均一な溶液を扱い、溶質が反応・析出・揮発などによって失われない場合を考える。
希釈とは、溶媒を加えて溶液の濃度を低くする操作である。水溶液を水で薄める場合、溶液の体積は増えるが、溶質の物質量は変わらない。
また、混合では同じ溶質を含む溶液どうしを混ぜ、溶質どうしが反応しない場合を扱う。

希釈では溶質の物質量が保存される

体積が増えると濃度は下がる

$0.40\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$の溶液$0.100\ \mathrm{L}$には、溶質が$0.040\ \mathrm{mol}$含まれる。
この溶液を水で薄め、最終体積を$0.400\ \mathrm{L}$にしても、溶質そのものを加えたり取り除いたりしていないので、溶質の物質量は$0.040\ \mathrm{mol}$のままである。

	希釈前	希釈後
モル濃度	$0.40\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$	$0.10\ \mathrm{mol\,L^{-1}}$
溶液体積	$0.100\ \mathrm{L}$	$0.400\ \mathrm{L}$
溶質の物質量	$0.040\ \mathrm{mol}$	$0.040\ \mathrm{mol}$

最終体積が 4 倍になると、溶質の物質量が同じなら濃度は$\frac{1}{4}$になる。

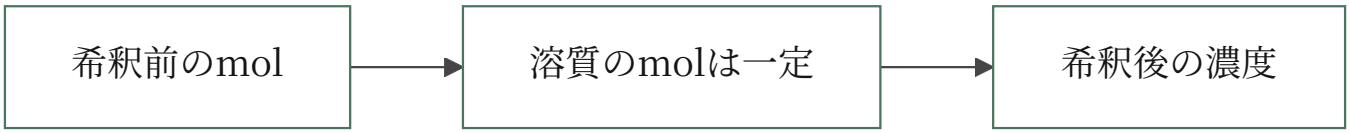
希釈の公式

希釈前後で溶質の mol が等しい

希釈前の濃度と体積をc_1、V_1、希釈後をc_2、V_2とする。
希釈前後で溶質の物質量が変わらないので、次の関係が成り立つ。

$$c_1V_1 = c_2V_2$$

ここでV_2は、加えた水の体積ではなく、**希釈後の溶液全体の最終体積**である。



希釈を 2 段階で考える

希釈では、まず希釈前の溶質の物質量を$n = cV$で求める。
次に、その同じ物質量を希釈後の最終体積で割って、新しいモル濃度を求める。
この考え方をまとめたものが$c_1V_1 = c_2V_2$である。

©ミライコーチング

原液から指定濃度の溶液をつくる

完成した溶液に必要な mol を先に考える

濃い溶液から一部を取り、水を加えて薄い溶液をつくる場合も、取り出した溶液に含まれる溶質の物質量は希釈によって変わらない。
たとえば、完成後の濃度c_2と体積V_2が分かっていれば、必要な溶質の物質量はc_2V_2である。
その物質量を含む原液の体積V_1を、$c_1V_1 = c_2V_2$から求めればよい。
原液へ水を加えた後は、**溶液全体を指定された最終体積にする**。

同じ溶質の溶液を混合する

まず各溶液に含まれる mol を求める

同じ溶質を含む 2 つの溶液を混ぜ、溶質が反応しない場合、混合後に含まれる溶質の物質量は、混合前の各溶液に含まれていた物質量の合計になる。
1 つ目の溶液をc_1、V_1、2 つ目をc_2、V_2とすると、溶質の合計物質量は次のようになる。

$$n_{\text{合計}} = c_1V_1 + c_2V_2$$

混合後の体積を$V_{\text{混合後}}$とすると、混合後のモル濃度cは次の式で求める。

$$c = \frac{n_{\text{合計}}}{V_{\text{混合後}}}$$

混合後の体積が明示されている場合は、その値を使う。「体積は加算できる」と示されている場合は、混合前の体積を足してよい。

混合濃度は単純平均とは限らない

異なる体積の溶液を混ぜるとき、2 つの濃度を単純に平均してはいけない。
まずそれぞれの溶質の物質量を求めて合計し、その後に混合後の溶液体積で割る。
同じ溶質で体積を加算できる場合、混合後の濃度は通常、もとの 2 つの濃度の間の値になる。

例題

例題 1

0.40 mol L^{-1}の水溶液100 mLを水で薄め、溶液全体の最終体積を400 mLにした。
1. 希釈前の溶液に含まれる溶質の物質量を求めよ。
2. 希釈後のモル濃度を求めよ。

解答・解説

1.
100 mL = 0.100 Lなので、希釈前の溶質の物質量は$n = 0.40 \times 0.100 = 0.040$ molである。
したがって、溶質の物質量は**0.040 mol**である。

2.
希釈しても溶質の物質量は0.040 molのままである。
400 mL = 0.400 Lなので、希釈後の濃度は$c = \frac{0.040}{0.400} = 0.10$ mol L^{-1}である。
したがって、希釈後のモル濃度は**0.10 mol L^{-1}**である。
ここで 400 mL は加えた水の体積ではなく、希釈後の溶液全体の最終体積である。

例題 2

0.50 mol L^{-1}の原液を用いて、0.10 mol L^{-1}の溶液を250 mL調製する。
1. 完成した溶液に必要な溶質の物質量を求めよ。
2. 必要な原液の体積を L および mL で求めよ。

解答・解説

1.
250 mL = 0.250 Lなので、完成した溶液に必要な物質量は$n = 0.10 \times 0.250 = 0.025$ molである。
したがって、必要な溶質の物質量は**0.025 mol**である。
2.
原液中にも0.025 molの溶質が必要なので、$V = \frac{0.025}{0.50} = 0.050$ Lとなる。
したがって、必要な原液は**0.050 L = 50 mL**である。
この原液 50 mL に水を加え、溶液全体の最終体積を 250 mL にする。

例題 3

同じ溶質を含む0.20 mol L^{-1}の溶液100 mLと、0.50 mol L^{-1}の溶液200 mLを混合した。溶質は反応せず、混合後の体積は300 mLとする。
1. 混合後に含まれる溶質の物質量を求めよ。
2. 混合後のモル濃度を求めよ。

解答・解説

1.
1 つ目の溶液には$n_1 = 0.20 \times 0.100 = 0.020$ molの溶質が含まれる。
2 つ目には$n_2 = 0.50 \times 0.200 = 0.100$ mol含まれる。
したがって、合計は$n_{\text{合計}} = 0.020 + 0.100 = 0.120$ molなので、溶質の物質量は**0.12 mol**である。
2.
混合後の体積は300 mL = 0.300 Lである。
$c = \frac{0.120}{0.300} = 0.40$ mol L^{-1}より、混合後のモル濃度は**0.40 mol L^{-1}**である。
0.20と0.50の単純平均は0.35だが、2 つの溶液の体積が異なるので単純平均では求められない。

演習問題

演習 1

0.30 mol L^{-1}の溶液200 mLを水で薄め、最終体積を600 mLにした。
1. 希釈前から含まれている溶質の物質量を求めよ。
2. 希釈後のモル濃度を求めよ。

演習 2

0.80 mol L^{-1}の原液を用いて、0.20 mol L^{-1}の溶液を100 mL調製する。
1. 完成した溶液に必要な溶質の物質量を求めよ。
2. 必要な原液の体積を mL で求めよ。

©ミライコーチング

演習 3

0.15 mol L^{-1}の溶液400 mLを水で薄め、最終体積を1.0 Lにした。
1. 希釈前から含まれている溶質の物質量を求めよ。
2. 希釈後のモル濃度を求めよ。

演習 4

同じ溶質を含む0.10 mol L^{-1}の溶液200 mLと、0.40 mol L^{-1}の溶液100 mLを混合した。溶質は反応せず、混合後の体積は300 mLとする。
1. 混合後に含まれる溶質の物質量を求めよ。
2. 混合後のモル濃度を求めよ。

演習 5

同じ溶質を含む0.20 mol L^{-1}の溶液150 mLと、0.60 mol L^{-1}の溶液150 mLを混合した。溶質は反応せず、混合後の体積は300 mLとする。
1. 混合後に含まれる溶質の物質量を求めよ。
2. 混合後のモル濃度を求めよ。

演習 6

0.60 mol L^{-1}の溶液50 mLを水で薄め、最終体積を150 mLにした。その全量を、同じ溶質を含む0.30 mol L^{-1}の溶液100 mLと混合した。溶質は反応せず、混合後の体積は250 mLとする。
1. 希釈直後の溶液のモル濃度を求めよ。
2. その後の混合後のモル濃度を求めよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

200 mL $= 0.200$ Lなので、溶質の物質量は$n = 0.30 \times 0.200 = 0.060$ molである。
したがって、溶質の物質量は**0.060 mol**である。

2.

希釈後も溶質は0.060 molのままである。
600 mL $= 0.600$ Lなので、$c = \frac{0.060}{0.600} = 0.10$ mol L^{-1}となる。
したがって、希釈後のモル濃度は**0.10 mol L^{-1}**である。

解答 2

1.

100 mL = 0.100 Lなので、完成した溶液に必要な物質量は$n = 0.20 \times 0.100 = 0.020$ molである。
したがって、必要な溶質は**0.020 mol**である。

2.

原液には0.020 molの溶質が必要なので、$V = \frac{0.020}{0.80} = 0.025$ Lとなる。
0.025 L = 25 mLより、必要な原液は **25 mL** である。

解答 3

1.

400 mL = 0.400 Lなので、溶質の物質量は$n = 0.15 \times 0.400 = 0.060$ molである。
したがって、溶質の物質量は**0.060 mol**である。

2.

希釈後の最終体積は1.0 Lなので、$c = \frac{0.060}{1.0} = 0.060$ $\mathrm{mol\,L^{-1}}$となる。
したがって、希釈後のモル濃度は**0.060 $\mathbf{mol\,L^{-1}}$**である。

解答 4

1.

1 つ目の溶液には$n_1 = 0.10 \times 0.200 = 0.020$ molの溶質が含まれる。
2 つ目の溶液には$n_2 = 0.40 \times 0.100 = 0.040$ mol含まれる。
したがって、合計は$0.020 + 0.040 = 0.060$ molなので、溶質の物質量は**0.060 mol**である。

2.

混合後の体積は0.300 Lなので、$c = \frac{0.060}{0.300} = 0.20$ $\mathrm{mol\,L^{-1}}$となる。
したがって、混合後のモル濃度は**0.20 $\mathbf{mol\,L^{-1}}$**である。

解答 5

1.

1 つ目の溶液には$n_1 = 0.20 \times 0.150 = 0.030$ mol、2 つ目には$n_2 = 0.60 \times 0.150 = 0.090$ molの溶質が含まれる。
したがって、合計は$0.030 + 0.090 = 0.120$ molなので、溶質の物質量は**0.12 mol**である。

2.

混合後の体積は0.300 Lなので、$c = \frac{0.120}{0.300} = 0.40$ $\mathrm{mol\,L^{-1}}$となる。
したがって、混合後のモル濃度は**0.40 $\mathbf{mol\,L^{-1}}$**である。
この場合は 2 つの溶液の体積が等しいため、濃度0.20と0.60の平均0.40とも一致する。

©ミライコーチング

解答 6

1.

希釈前の溶質の物質量は$n = 0.60 \times 0.050 = 0.030$ molである。
希釈してもこの物質量は変わらない。希釈後の体積は0.150 Lなので、$c = \frac{0.030}{0.150} = 0.20$ $\mathrm{mol\,L^{-1}}$となる。
したがって、希釈直後のモル濃度は$\mathbf{0.20\ \ mol\,L^{-1}}$である。

2.

希釈した溶液の全量には、溶質が0.030 mol含まれている。
加える0.30 $\mathrm{mol\,L^{-1}}$の溶液100 mLには、$n = 0.30 \times 0.100 = 0.030$ mol含まれる。
したがって、混合後の溶質の合計は$0.030 + 0.030 = 0.060$ molである。
混合後の体積は250 mL $= 0.250$ Lなので、$c = \frac{0.060}{0.250} = 0.24$ $\mathrm{mol\,L^{-1}}$となる。
したがって、混合後のモル濃度は$\mathbf{0.24\ \ mol\,L^{-1}}$である。