

1 L = 1 dm³ であることを使うかもしれません。

1 L = 1000 cm³ であり,

1 m = 100 cm = 10 dm であれば,

1 cm = 0.1 dm,

1 cm³ = (0.1)³ dm³ = 10⁻³ dm³,

1 L = 1000 cm³ = 10³ × 10⁻³ dm³ = 1 dm³

問題 1

物質質量であるモルの定義ですが、
12 gの ^{12}C に存在する炭素原子の数
に相当する量ですよね。

具体的に炭素は1 molあたり何原子
あるんですかね？

問題 2

C, N, O, Siの原子量を, 12, 14, 16, 28とします。

- a) シリコン,
- b) 窒素分子,
- c) 一酸化炭素

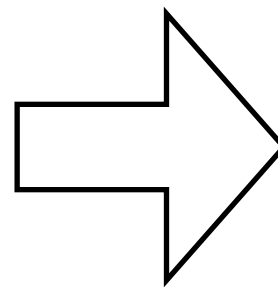
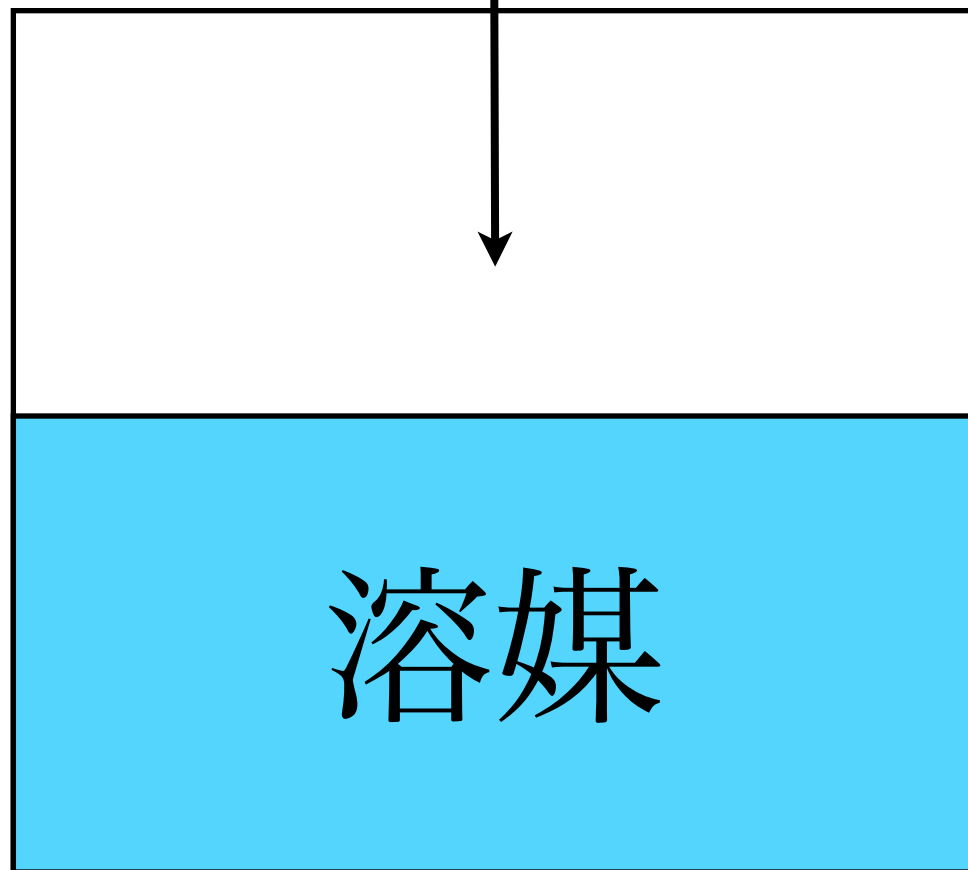
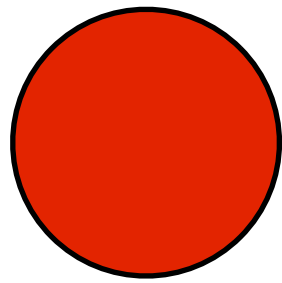
1 モルはそれぞれ何グラムになりますか？

単位をより明確にするには, H, N, O, Siのモル質量を,
1, 14, 16, 28 g mol⁻¹ と言い換えてもよい。

次からは溶液の濃度
に関連することをお
聞きます。

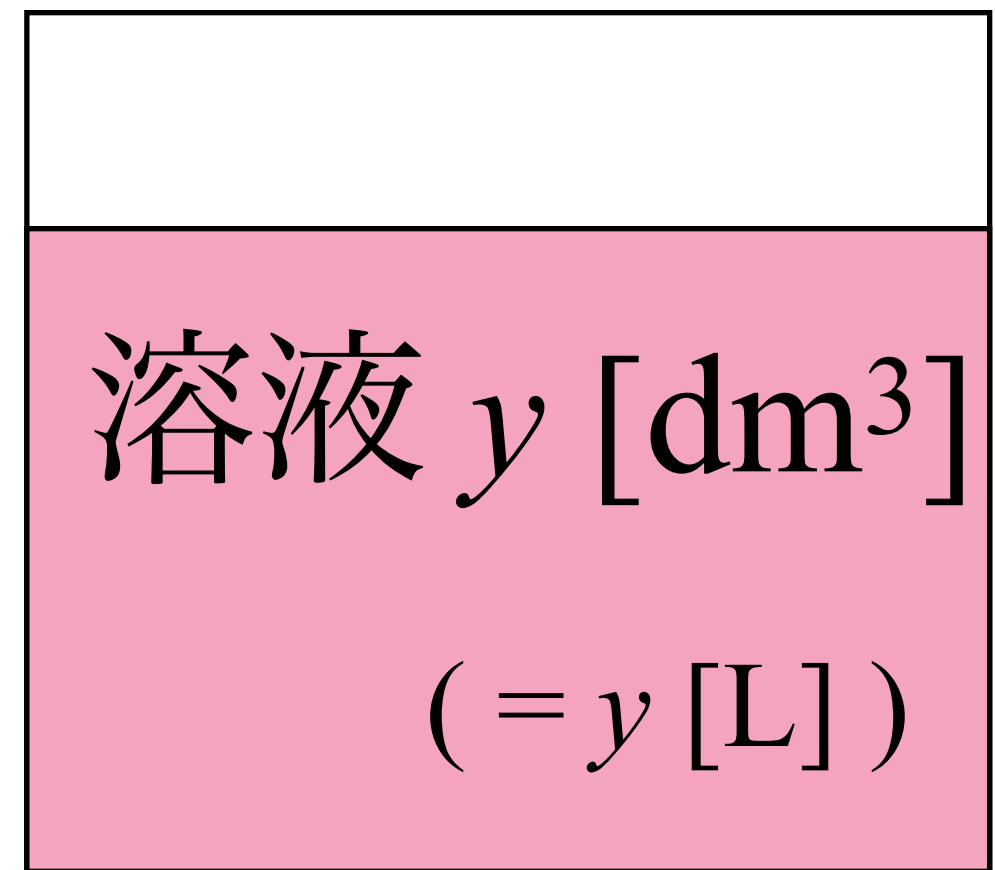
容量モル濃度定義

溶質 x [mol]

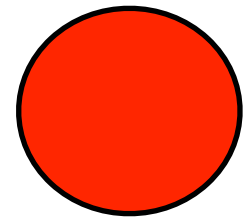


容量モル濃度

$$c = \frac{x}{y} [\text{mol dm}^{-3}]$$

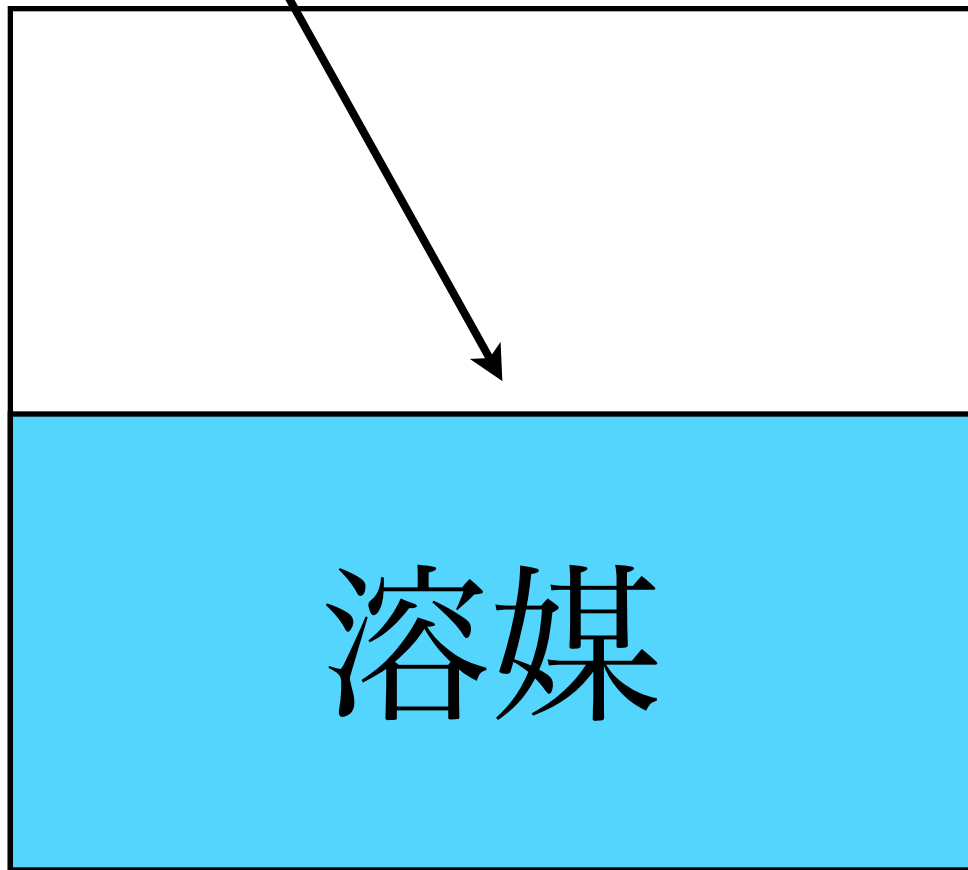


問題 3



溶質 W [g], 分子量 M

(あるいはモル質量 M [g mol⁻¹])



溶質の物質量は,
 x molになるとしま
す。 x を W と M で
あらわして下さい。

問題 4

1 mol L⁻¹ のNaCl水溶液（溶液A）を
1 L作ります。Naのモル質量を23.0
g mol⁻¹(原子量23.0), Clのモル質量を
35.5 g mol⁻¹(原子量35.5)とすると,
溶液Aを調製するためにNaClは何g
必要か？

問題 5

1 mol dm⁻³のNaCl水溶液（溶液A）
を 100 mL作ります。Naのモル質量
を23.0 g mol⁻¹(原子量23.0), Clのモル
質量を35.5 g mol⁻¹ (原子量35.5)とす
ると、 溶液Aを調製するために
NaClは何g必要か？

問題 6

溶液Aを希釈して，濃度の低い溶液を正確に調製するときに，2つのガラス測容器（体積を測定する容器）を使います。何と何をつかいますか？以下から選択してください。

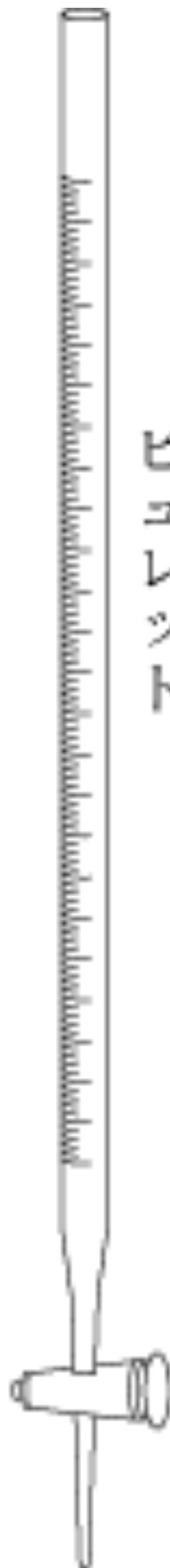
- | | |
|------------|------------|
| A) メスピペット | B) メスシリンダー |
| C) ホールピペット | D) メスフラスコ |
| E) ビーカー | F) ビュレット |



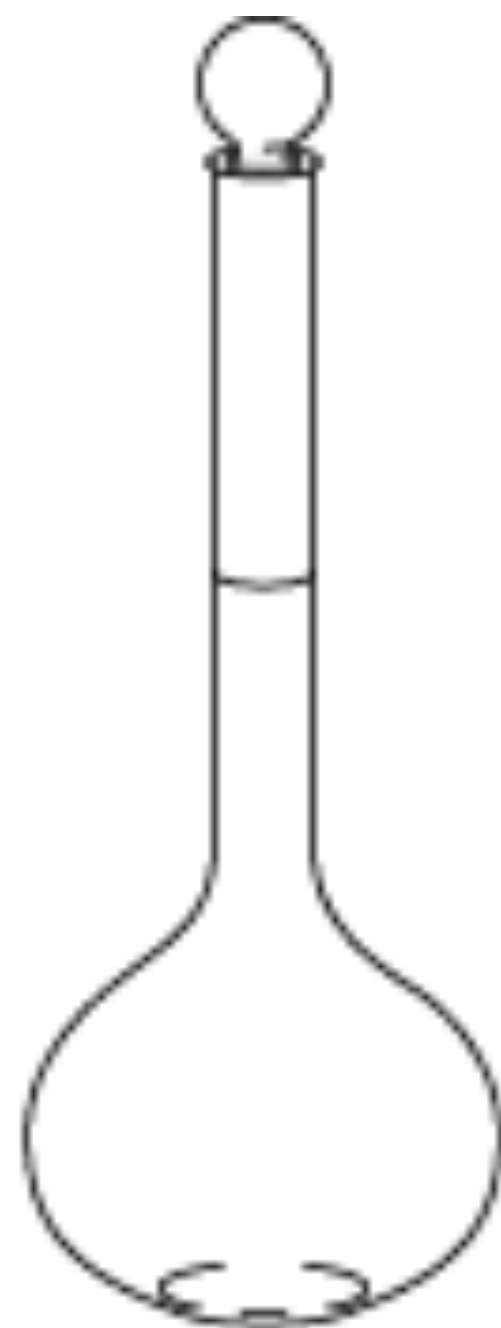
メスピ
ペット



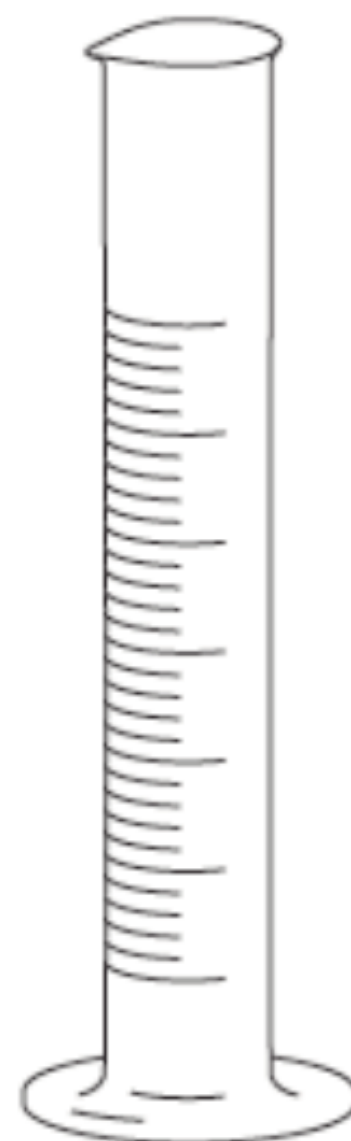
ホール
ピペット



メス
シリンダー



メスフラスコ



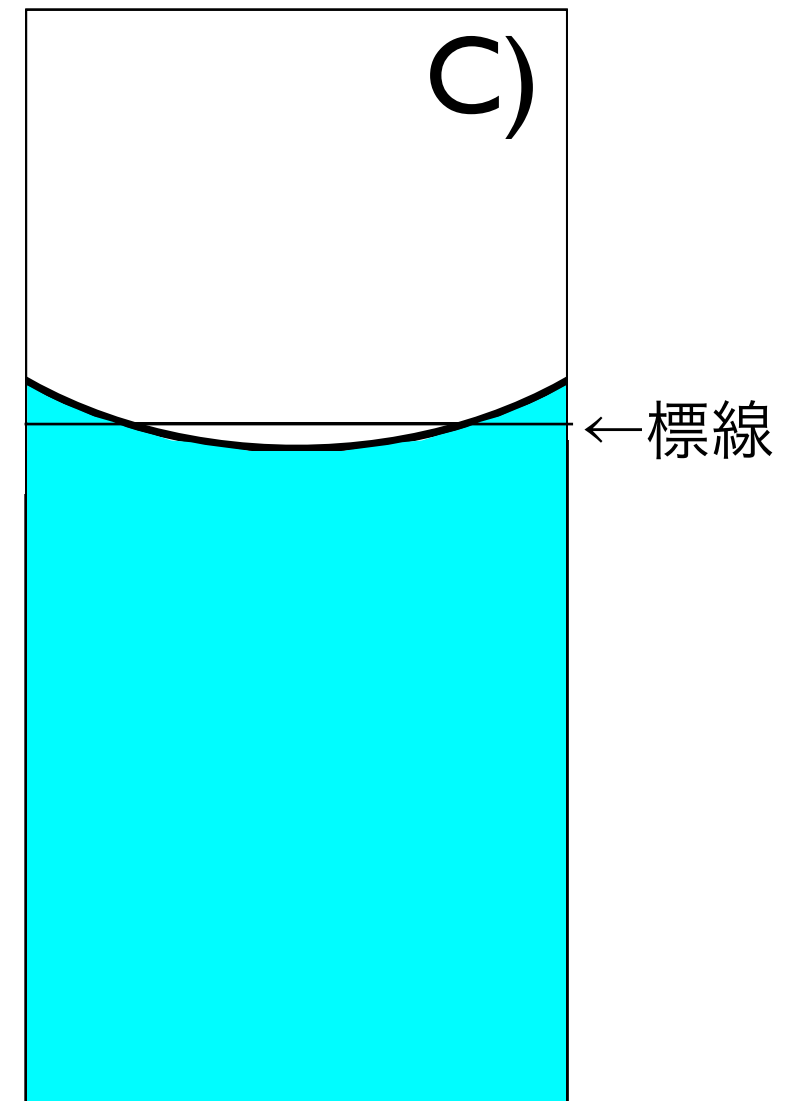
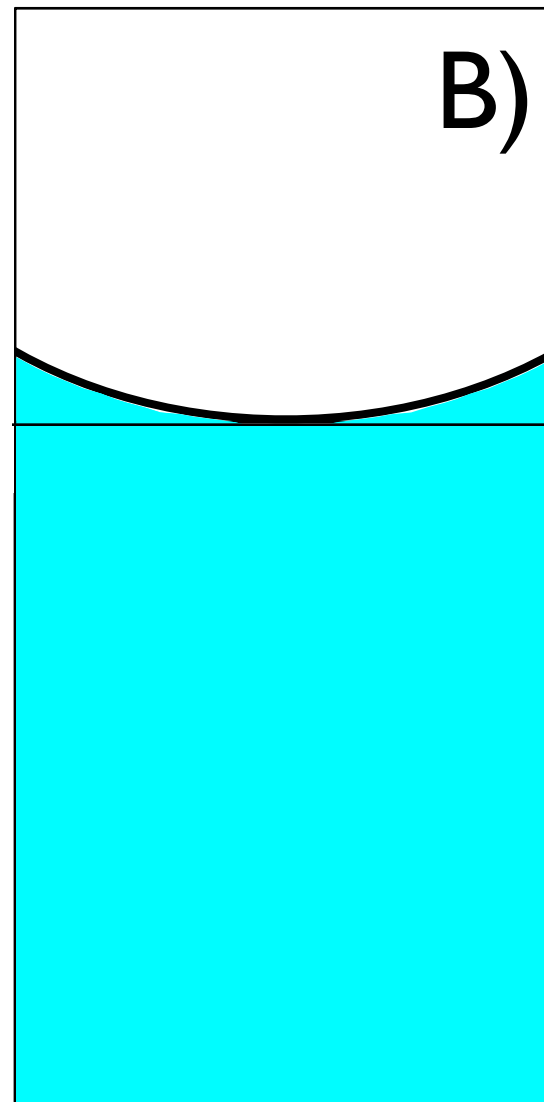
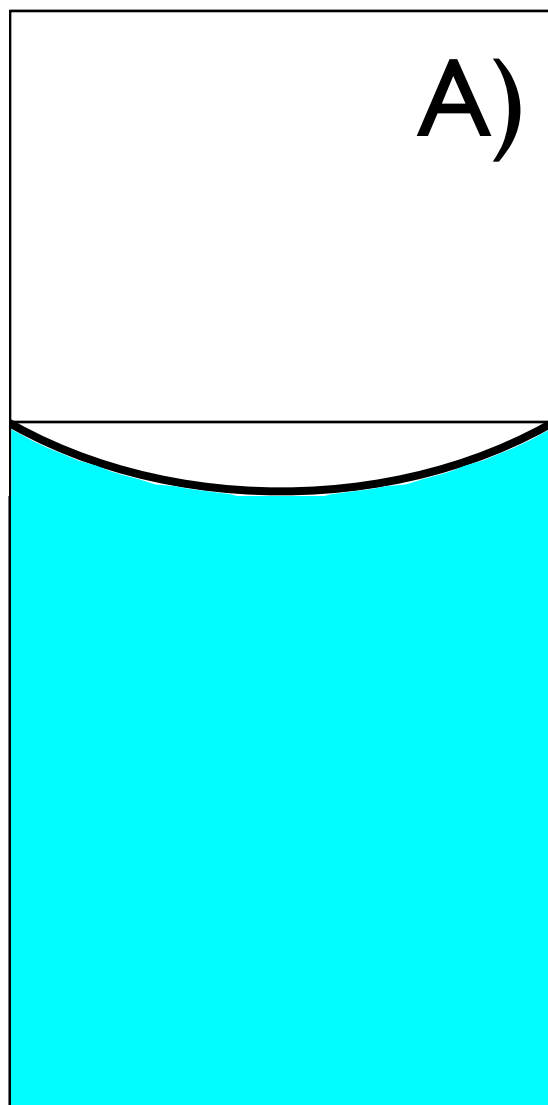
メスシリンダー



ビーカー
(普通形)

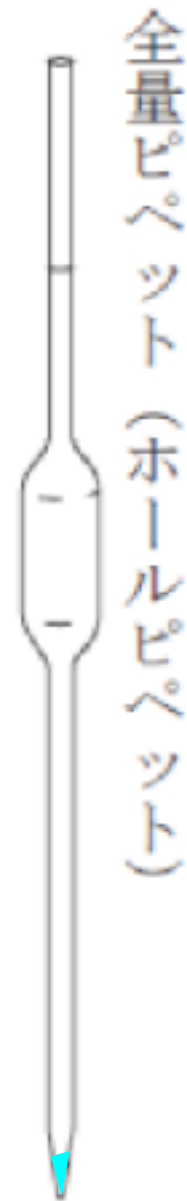
問題 7

ホールピペット，メスフラスコには標線があり，そこまで水を入れることが求められます。ただし，水はガラスに濡れるので水表面には下に凸のメニスカスが生成します。どのように入れるのかがいいんでしょうか？下記から選択して下さい。



問題 8

ホールピペットから液を排出した際に、ピペット先端に液が残留することがよくある。どのようにしたら、この残留液を排出することができるのか説明せよ。

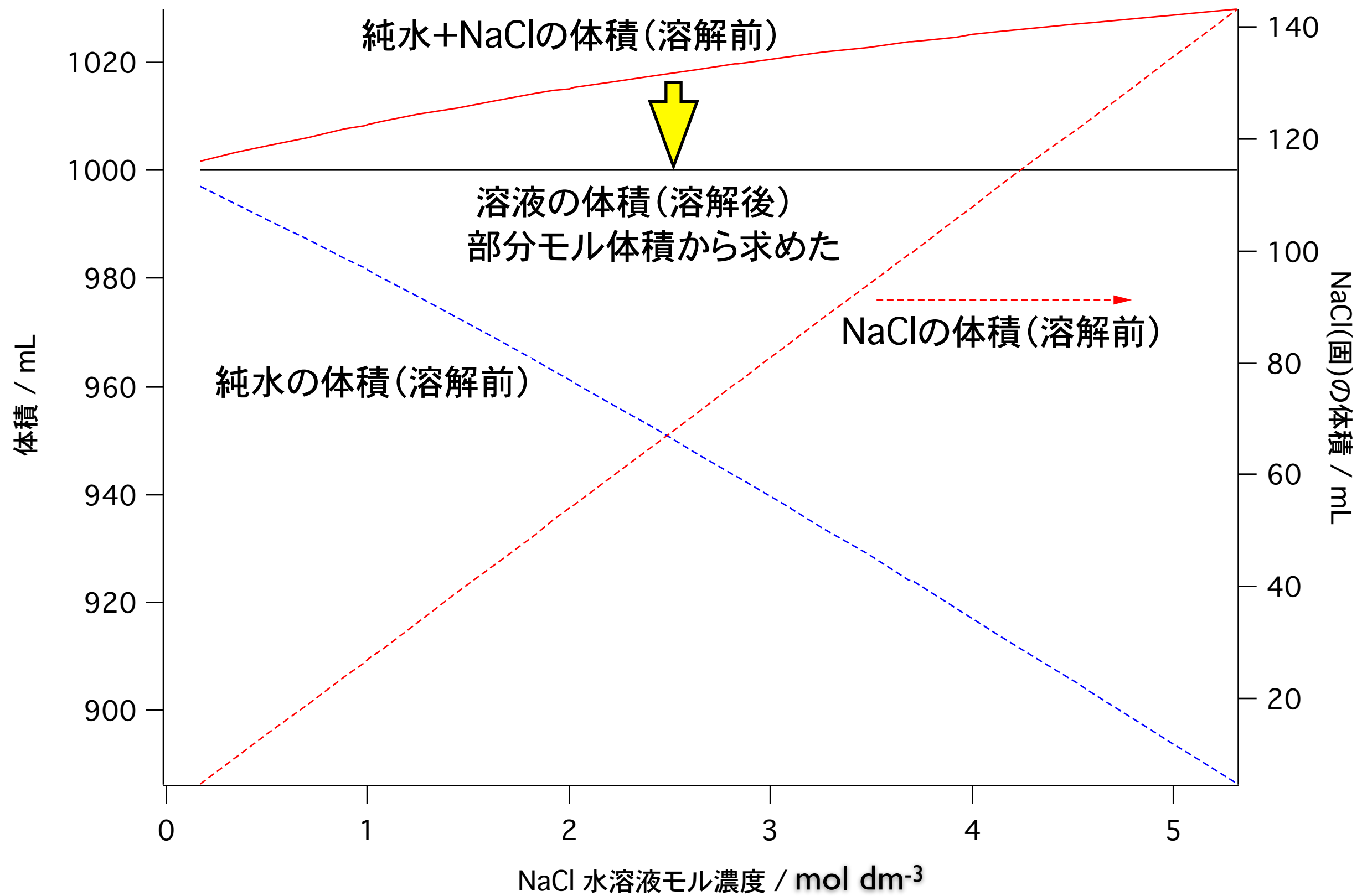


問題 9

1 mol dm⁻³のNaCl水溶液(溶液A)を希釈して、
0.1 mmol dm⁻³ (= 10⁻⁴ mol dm⁻³)の溶液を正確に
調製したい。

10 mLのホールピペットと1000 mLのメスフラ
スコを使うとすると、どのように操作したらいい
のか具体的に述べよ。

問題10 NaClを水に溶解すると溶解前の体積の総和より溶液の体積は減少する。どうしてか？



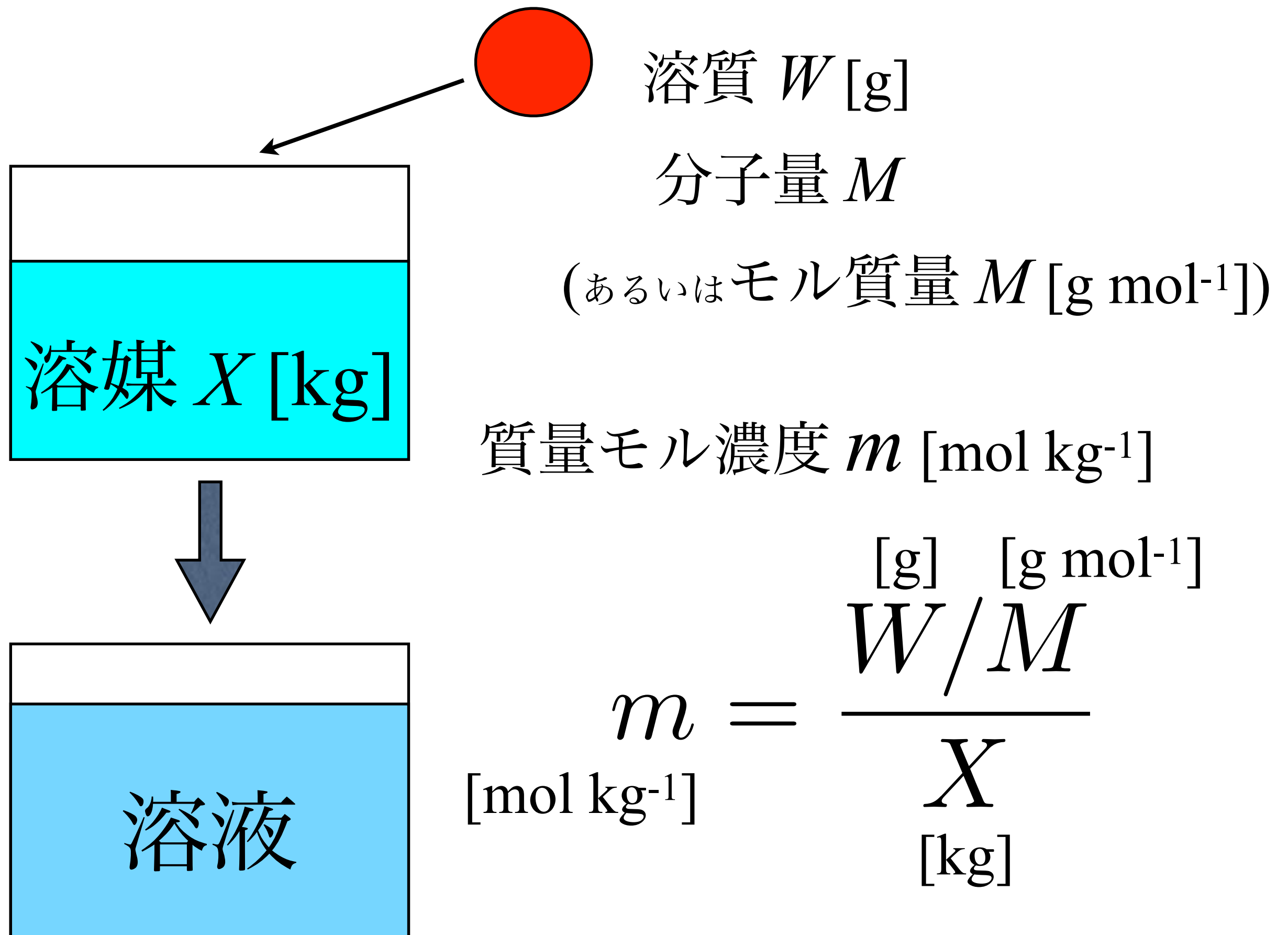
問題 1 1

1 mol dm⁻³ のNaCl水溶液(溶液A)から、
よりモル濃度の高い溶液を調製するには
具体的にどうしたらいいでしょうか？

あなた自身の考えを述べて下さい。

新たに溶液を作り直すのがよければ
その理由もお答えください。

質量モル濃度：定義



問題12

100 gの純水に何グラムのNaClを溶かしたら,質量モル濃度 1.00 mol kg^{-1} のNaCl水溶液が調製できるのか? Naのモル質量を 23.0 g mol^{-1} , Clのモル質量を 35.5 g mol^{-1} とする

問題13

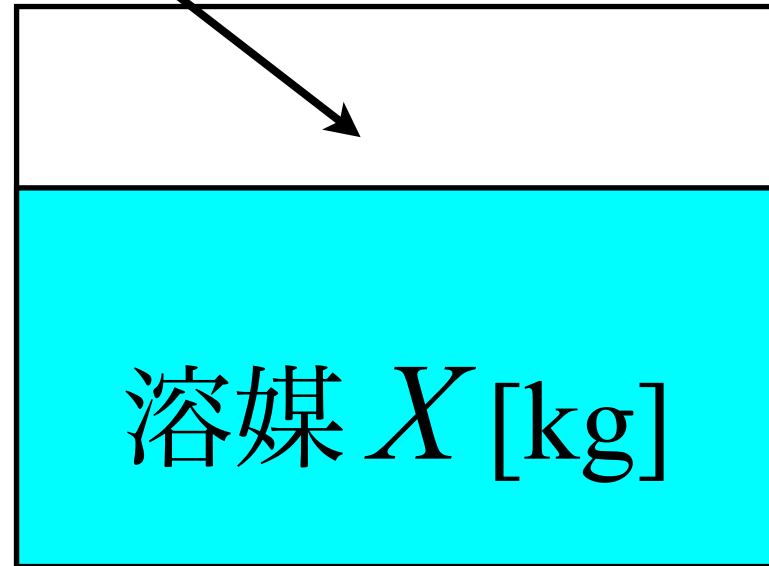
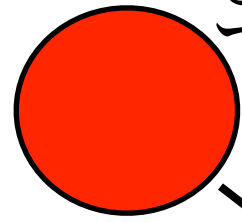
100 gの純水に5.85 gのNaClを溶かして、
質量モル濃度 1.00 mol kg^{-1} のNaCl水溶液
を調製した。この溶液を質量モル濃度
 2.00 mol kg^{-1} にするにはどうしたらいい
のか？

Naのモル質量を 23.0 g mol^{-1} , Clのモル質量を 35.5
 g mol^{-1} とする

ヒント

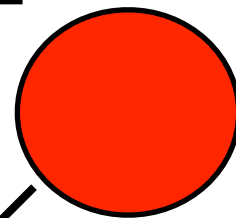
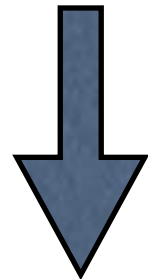
W [g]

モル質量 M [g mol⁻¹])

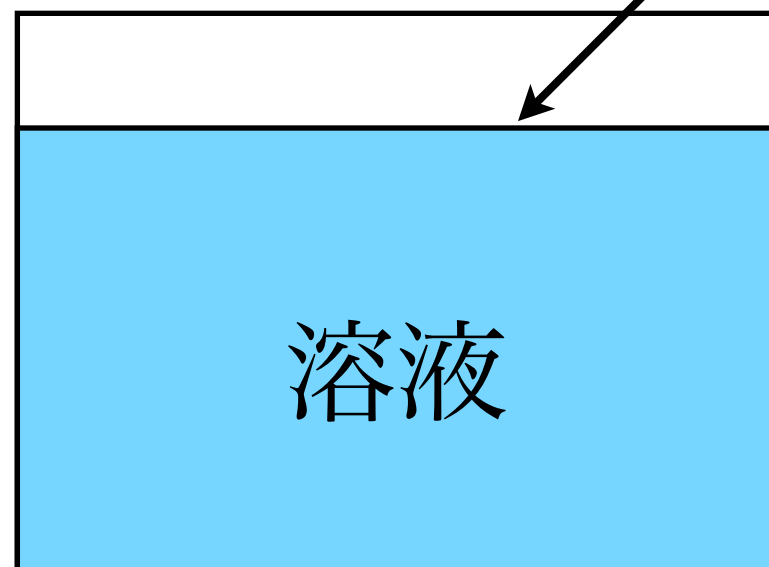


質量モル濃度 m [mol kg⁻¹]

$$m = \frac{W/M}{X}$$



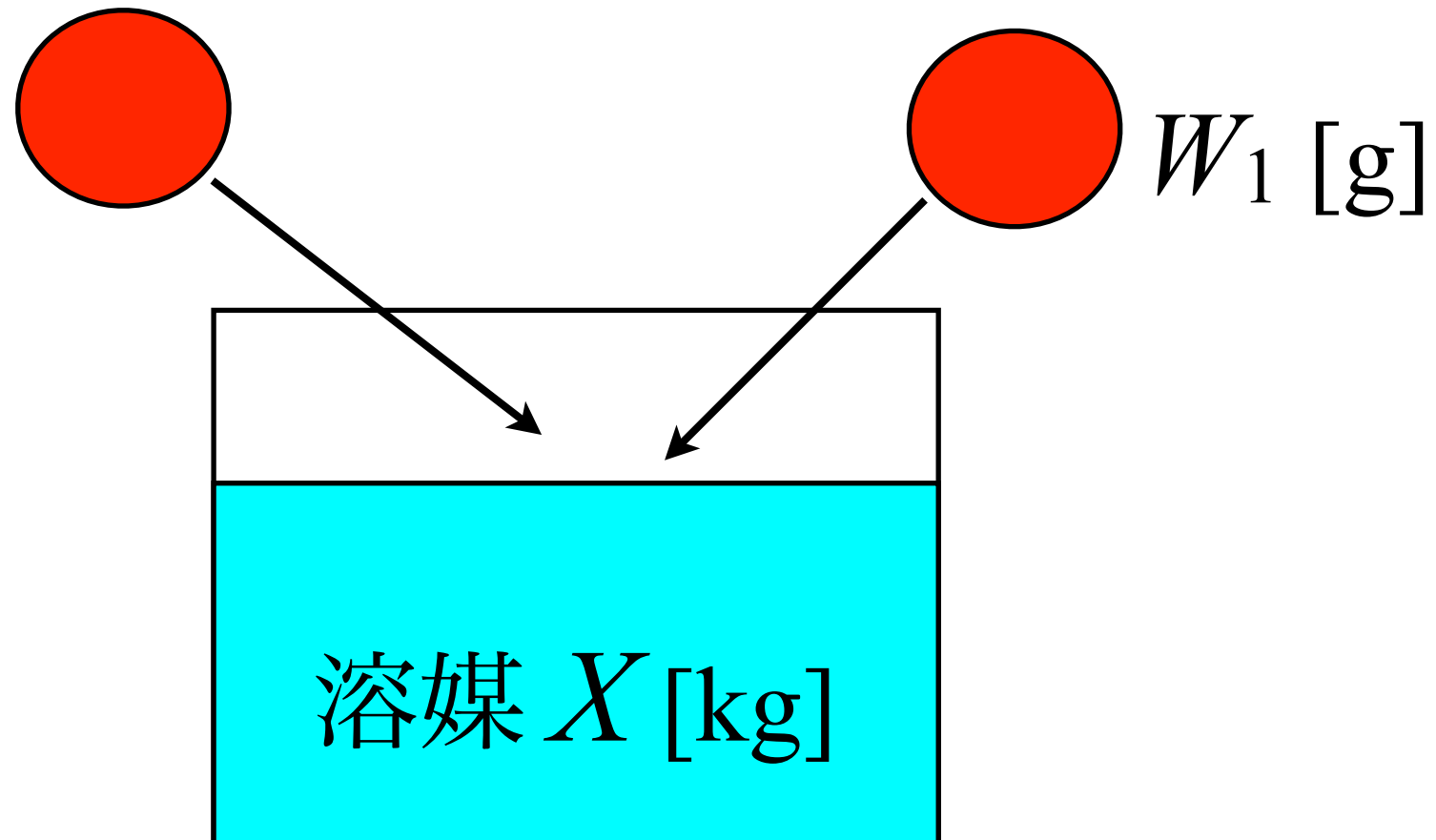
W_1 [g]



この溶液を質量モル濃度
 $m_1(>m)$ にするために溶質 W_1 [g]
を加えた。 W_1 は何グラム？

ヒント

W [g]
モル質量 M [g mol⁻¹])

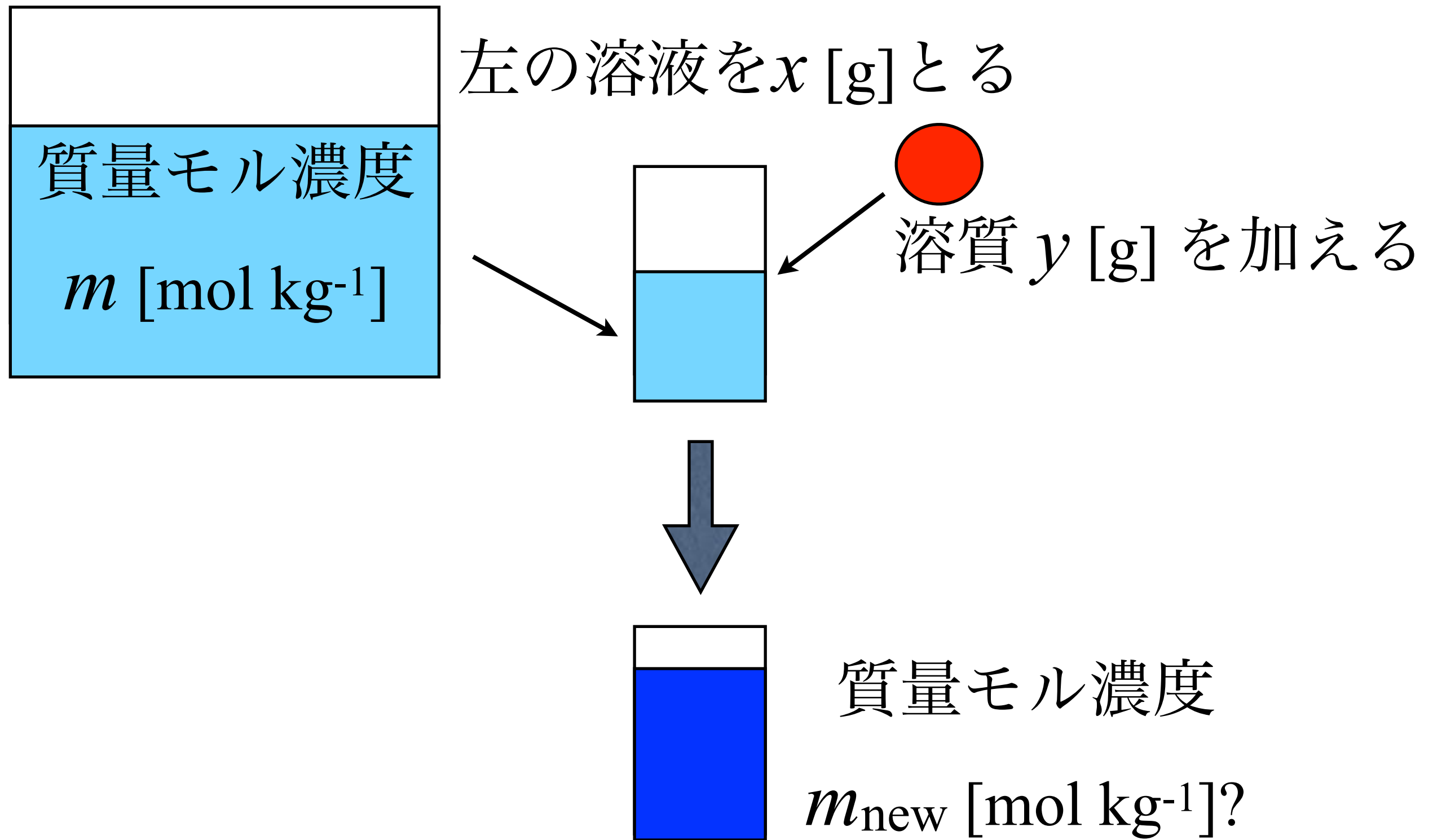


解答13

おなじ量のNaClを追加すればいい

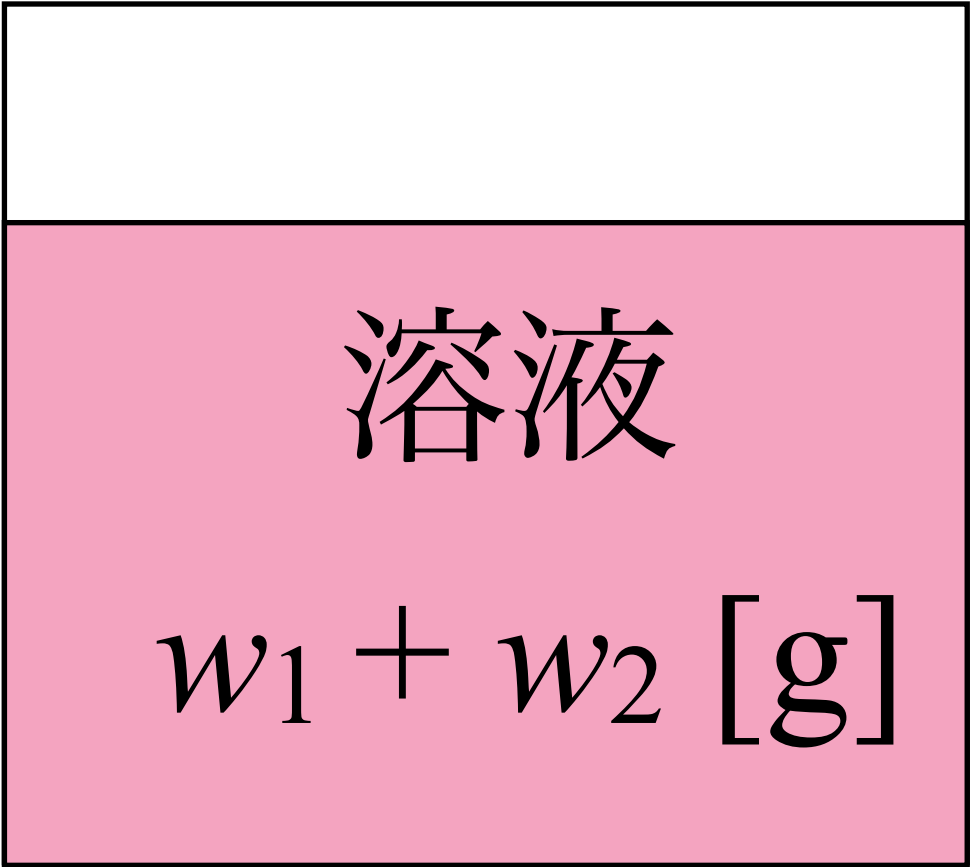
5.85 g

問題14 溶質を加えて溶液を濃くする場合:その2

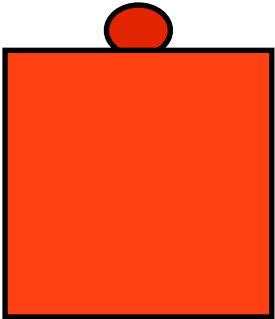


をつくるにはどうしたらいい? y/x で表すこと

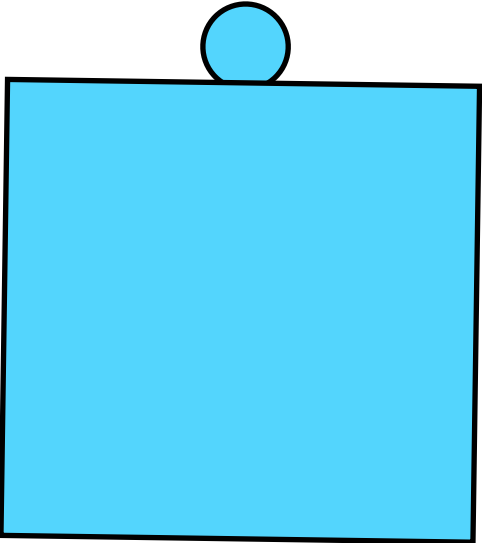
問題14ヒント



以下のようにまず分解せよ！



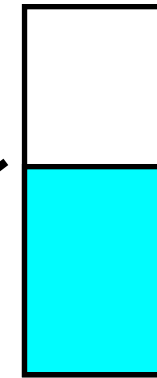
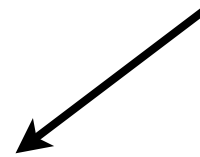
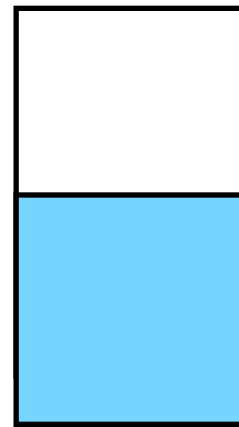
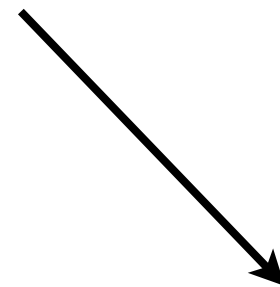
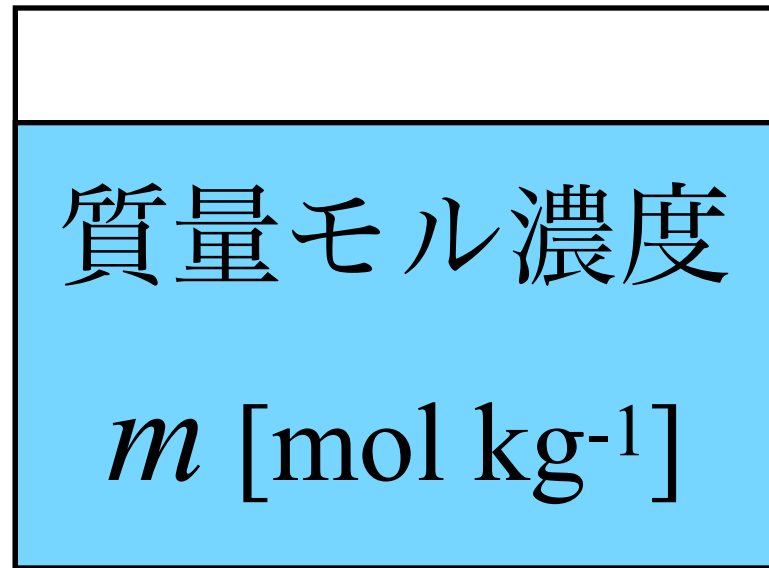
溶質 $w_1 \text{ [g]}$



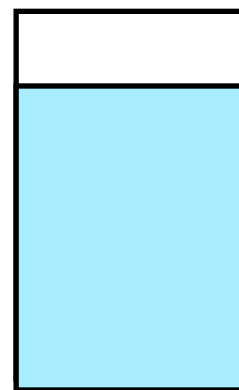
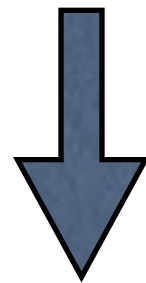
溶媒 $w_2 \text{ [g]}$

問題15 溶液を希釈する (実際に実験でよく使います)

左の溶液を x [g] とする



溶媒 y [g] を加える
(溶質ではなく)



質量モル濃度

m_{new} [mol kg⁻¹] ?

をつくるにはどうしたらいい? y/x で表すこと

問題16

質量分率 37 w/w %の塩酸の密度は 1.19 g cm^{-3} である。この塩酸の質量モル濃度，容量モル濃度を求めよ。

（塩酸は揮発するので，正確な濃度は別途中和滴定で決定する必要がある。）

塩酸の質量分率は，
($100 \times \text{溶液中の塩酸の質量}$) / (溶液の質量)
で定義される。

塩酸HClのモル質量は $36.46094 \text{ g mol}^{-1}$ である。

ヒント

$$37 \text{ w/w}\% = 100 \times \text{HClの質量} / (\text{水の質量} + \text{HClの質量})$$

密度 1.19 g cm^{-3} であるので、溶液 $1 \text{ L} = 1000 \text{ cm}^3$
の質量は 1190 g である。

上の式にいれると

$$37 / 100 = \text{HClの質量(g)} / 1190 \text{ (g)}$$

HClのモル数決定 → モル濃度 (mol L^{-1})

溶媒の質量(kg)を決定 → 質量モル濃度 (mol kg^{-1})

問題17

モル濃度 C [mol dm^{-3}] と質量モル濃度 m [mol kg^{-1}]
の変換

溶質のモル数 n [mol]

($n = w$ [g] / M [g mol^{-1}])

溶液 V [dm^{-3}]

溶液の密度 ρ [g cm^{-3}]

溶媒の質量 W [kg]

$C = f(m)$, $m = g(C)$ の形で示せ。

問題18

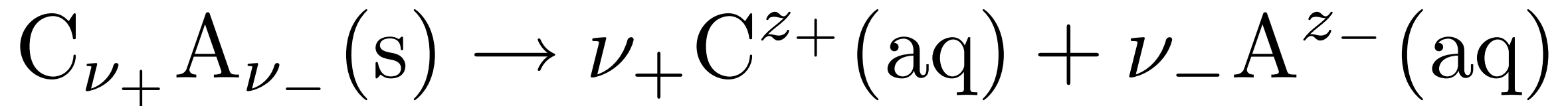
質量モル濃度 $1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ のNaCl水溶液を100 g作る方法を具体的に示せ。これも実際の実験で使う。

問題19

強電解質の塩を水に溶解させる

たとえば, $\text{NaCl(s)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

これを一般的に



と書く。

$\text{CaCl}_2(\text{s}) \rightarrow ???$ の時

ν_+, z_+, ν_-, z_- の値はどうなる？

また, $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s}) \rightarrow ???$ の時

ν_+, z_+, ν_-, z_- の値はどうなる？

問題20

塩を水に $c \text{ mol dm}^{-3}$ 溶解させた。溶解した各カチオン, アニオンの濃度, 価数を c_i で表すとイオン強度は以下のように表される。それぞれの電解質溶液のイオン強度を求めよ。電解質は強電解質としてよい。

$$I_c = \frac{1}{2} \sum_i z_i^2 c_i$$

1) KCl, 2) CaCl₂ 3) K₂SO₄, 4) MgSO₄, 5) LaCl₃, 6) Na₃PO₄

$$I_c = |z_+ z_-| (\nu_+ + \nu_-) c / 2$$

となることも確認せよ

イオン強度 強電解質の塩を水に溶解させる

問題21 モル濃度 c_i [mol dm⁻³] でのイオン強度 I_c は,

$$I_c = \frac{1}{2} \sum_i z_i^2 c_i$$

と表されその単位は[mol dm⁻³]である。ここで z_i はイオン i の価数である。デバイの遮蔽長の逆数の2乗である κ^2 は以下のように与えられる。 κ^2 を I_c をつかってあらわせ。

$$\kappa^2 = \frac{2e^2}{\epsilon_0 \epsilon_r k_B T} \sum_i \frac{1}{2} z_i^2 n_{i,0}, \quad n_{i,0} = \frac{N_{i,0}}{V [\text{m}^3]}$$

ここで, e 電気素量, ϵ_0 は真空の誘電率, ϵ_r は溶液の誘電率, k_B はボルツマン定数, T は絶対温度, $N_{i,0}$ はion i の数, V は体積である。

問題22

κ^2 は長さの二乗の逆数の単位[m⁻²]をもつことを示せ。

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F m}(= \text{C V}^{-1} \text{ m})$$

$$\epsilon_r = 78.36[\text{dimensionless (water)}]$$

$$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

$$T : \text{temperature [K]}$$

$$z_i : \text{valency [dimensionless]}$$

$$n_{i,0} : \text{number density [m}^{-3}\text{]}$$

25°CのNaCl水溶液で,

$$\kappa^{-1} = 304 \times 10^{-12} \text{ [m]} / (c \text{ [mol dm}^{-3}\text{]})^{1/2} \text{ となることを示せ}$$

問題23 質量モル濃度 m_i [mol kg⁻¹] でのイオン強度 I_m は,

$$I_m = \frac{1}{2} \sum_i z_i^2 m_i$$

と表されその単位は[mol kg⁻¹]である。

質量モル濃度 m_i をモル濃度 c_i で表し, I_m をモル濃度 c_i で示せ。

希薄溶液の時, I_m と I_c の関係を示せ。また, κ^2 を I_m をつかってあらわせ。必要があれば, 溶液の密度 ρ [g cm⁻³] および溶質のモル質量 M [g mol⁻¹] をつかえ。

ヒント：以下となる
$$\kappa^2 = \frac{2000e^2 N_A}{\epsilon_0 \epsilon_r k_B T} I_c \simeq \frac{2000e^2 N_A}{\epsilon_0 \epsilon_r k_B T} \rho I_m$$

問題24

$\log_{10}$ は $\log_{10}10^x = x$ で定義され
 $\ln=\log_e$ は $\ln e^x = x$ で定義される。

$y = e^x$ の両辺に $\log_{10}$ を作用させ、 また
 $y = e^x$ の両辺に $\ln$ を作用させて、

$\log_{10}y = (0.43429\dots) \ln y$ を証明せよ。

$y=10^x$ の両辺に $\log_{10}$ をおよび $\ln$ を作用させても
おなじ式が得られることを示せ。

問題25

デ바이ーヒュッケル則でイオン j の単独イオン
活量係数 γ_j は,

$$\ln \gamma_j = -\frac{z_j^2 e^2}{8\pi\epsilon_0\epsilon_r k_B T} \kappa$$

で与えられる。問題 1 1 と 1 2 の結果を使い, 25
°Cで, $\rho = 0.997047 \text{ g cm}^{-3}$ (25°Cの水の密度で近似す
る)を使うと以下の式の A, B の数値を求めよ。

$$\ln \gamma_j = -z_j^2 A \sqrt{I_m [\text{mol kg}^{-1}]}$$

$$\log_{10} \gamma_j = -z_j^2 B \sqrt{I_m [\text{mol kg}^{-1}]}$$

問題は以上