

H30 年度看護化学 練習問題 解答例

- 得られた数値には単位を付けること。答えだけではなく、計算の過程も書くこと。
- 必要に応じて図を用いて説明してもよい。
- 解答例は化学教室独自ホームページに掲載する。

問題1 速度と加速度のそれぞれの定義を説明しなさい。

速度：単位時間当たりの移動距離

速度の単位は $m/s = m \div s$ であり、速度の定義を表現していることを理解すること

加速度：単位時間当たりの速度変化

加速度の単位は $(m/s)/s = m/s^2$ であり、加速度の定義を表現していることを理解すること

問題2 力、仕事、エネルギーのそれぞれの定義を説明しなさい。

力：物体を変形させたり、等速度運動の速度を変える原因

仕事：物体に力をかけて移動させること

エネルギー：仕事をする能力

問題3 以下の各問に答えなさい。

- ① 等速直線運動の速度を変えるために必要な力 F (N)は、等速直線運動を示している物体の質量 m (kg)と加速度 a (m/s^2)の両方に比例し、これらの積に等しい。力と質量と加速度の関係式を書きなさい。

力が質量に比例することから、 $F \propto m$

力が加速度に比例することから、 $F \propto a$

力が質量と加速度の積に等しいので、 $F = ma$

- ② 等速直線運動をしている質量 m (kg)の物体に、時刻 t (s)から $t + \Delta t$ (s)の間に力 F (N)を作用させたとき、速度は v (m/s)から $v + \Delta v$ (m/s)に変化した。このときの単位時間当たりの速度変化である加速度 a (m/s^2)の式を書きなさい。

力を受けたときの速度変化と力を受けた時間を考え、単位時間当たりの速度変化を考えると、以下のようになる。

$$a = \frac{(v + \Delta v) - v}{(t + \Delta t) - t} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

- ③ 地面から高さ h (m)に質量 m (kg)の物体が保持されていて、地球の中心に向かって重力が作用している(重力加速度 g (m/s^2))。このとき、物体の位置エネルギー U (J)は、物体に作用している重力の大きさと高さの両方に比例し、両者の積に等しい。位置エネルギーと重力の大きさと高さの関係式を書きなさい。

位置エネルギーが重力の大きさに比例することから、 $U \propto mg$

位置エネルギーが高さに比例することから、 $U \propto h$

位置エネルギーが重力の大きさと高さの積に等しいので、 $U = mgh$

- ④ 面積 A (m^2)の板を力 F (N)で均等に押している。単位面積あたりに作用している力である圧力 P (Pa)と面積と力の関係式を書きなさい。

以下の関係式になる。

$$P \text{ (Pa)} = \frac{F \text{ (N)}}{A \text{ (m}^2\text{)}}$$

単位の関係は

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- ⑤ 速度 v_0 (m/s)で等速直線運動をしている物体に、時刻 $t=0$ s から常に一定の力を作用させて物体に一定の加速度 a (m/s^2)を与え続けた。時刻 t (s)のときの速度 v (t)の式を書きなさい。

単位時間あたりに増加する速度が加速度であるので、加速度が与えられた時間を加速度にかけることで変化した速度を得ることができる。最初から v_0 で運動しているので

$$v(t) = v_0 + at$$

- ⑥ 質量 M (kg)と m (kg)をもつ2つの物体が距離 r (m)離れているとき、2つの物体の間で作用する万有引力 F (N)は距離の2乗に反比例し、2つの物体の質量の積に比例する。このとき、定数を万有引力定数 G ($\text{N m}^2/\text{kg}^2$)とする。2つの物体の間で作用する力の大きさのみを考えた関係式と、力の向きを考えた関係式をそれぞれ書きなさい。

万有引力の距離依存性は

$$F \propto -\frac{1}{r}$$

右辺のマイナスは力の方向を考えていることを意味している。

万有引力の質量依存性は

$$F \propto -Mm$$

定数を関係式に入れることで、比例の関係を等式にすることができる。

上の2つの比例式に定数を加えると、万有引力の向きを考えた関係式は

$$F = -G \frac{Mm}{r^2}$$

万有引力の大きさだけを考えるときは力の方向を考えたときにつけた符号は不要である。

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

- ⑦ 電荷 Q (C)と q (C)をもつ2つの電荷が距離 r (m)離れているとき、2つの物体の間で作用するクーロン力 F (N)は距離の2乗に反比例し、2つの物体の電荷の積に比例する。このとき、定数を k ($\text{N m}^2/\text{C}^2$)とする。2つの物体の間で作用する力の大きさ F の式を書きなさい。

2つの質量をもつ物体の間で常に引力が作用する万有引力と異なり、クーロン力は2つの電荷の間で作用する力であり、引力のときも斥力のときもある。電荷には磁石のN極とS極のように、電荷には正電荷（正の符号を持つ電荷）と負電荷（負の符号を持つ電荷）がある。問題中の電荷量 Q と q の中には電荷の量と電荷の符号が含まれている。N極とN極、S極とS極を近づけたときのように2つの電荷の符号が同じときは反発力が作用し、N極とS極を近づけたときのように電荷の符号が異なるときは引力が作用する。このようにクーロン力は常に引力とは限らない。斥力の場合もある。2つの電荷量の積 Qq を考えることで対応付けて考える。

クーロン力の距離依存性は

$$F \propto \frac{1}{r}$$

右辺のマイナスは力の方向を考えていることを意味している。

電荷量の積に対する依存性は

$$F \propto Qq$$

定数を関係式に入れることで、比例の関係を等式にすることができる。

上の2つの比例式に定数を加えると、クーロン力の関係式は

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

問題4 以下の単位の意味を説明しなさい。

- ① m/s: 単位時間あたり(1/s)の移動距離(m)
- ② m/s²: 単位時間あたり(1/s)の速度変化(m/s)
- ③ N/m²: 単位面積あたり(1/m²)にかかっている力(N)
- ④ J/m²: 単位面積あたりのエネルギー (表面エネルギー密度のこと)
- ⑤ J/(mol·K): 物質1 molあたりの物質に温度1 K上昇させるために必要なエネルギー、または物質1 molあたりの物質の温度を1 K変化させるために必要な仕事

問題5 以下の意味を持つ単位を書きなさい。

- ① 面積1 km²あたりの人口: 人/km²
- ② 温度 T (°C)のときの長さ L (m)の金属棒が、温度 $T + \Delta T$ (°C)の時に長さ $L + \Delta L$ (m)に変化した。このときの温度変化1°Cあたりの長さの変化の割合: m/°C

考え方は 1°Cあたりの長さの変化の割合は $\frac{(L+\Delta L)-L}{(T+\Delta T)-T} = \frac{\Delta L}{\Delta T}$

- ③ 面積1 m²あたりの表面エネルギー: J/m²
J = N×m であることに注意すると、J/m² = (N×m)/m² = N/m になる。表面張力の単位になる。

問題6 以下の単位換算を行いなさい。

- ① 1 mは何 mmか: 1 m = 100 cm = 100 (10 mm) = 1000 mm
- ② 1 Lは何 cm³か: 1 Lは一辺が10 cmの立方体の体積である。1 L = 1000 cm³
- ③ 1 Lは何 m³か: 1 L = (10 cm)³ = (0.10 m)³ = (1/10 m)³ = (10⁻¹ m)³ = 10⁻³ m³
- ④ 1 cm³は何 m³か: 1 cm³ = (1 cm)³ = (10⁻² m)³ = 10⁻⁶ m³
- ⑤ 1 gは何 kgか: 1 g = 1/1000 kg = 10⁻³ kg
- ⑥ 1 mgは何 kgか: 1 mg = 10⁻³ g = 10⁻³ (10⁻³ kg) = 10⁻⁶ kg
- ⑦ 1.00 kg/m³は何 g/cm³か: 1.00 kg/m³ = (1 × 10³ kg)/((100 cm)³) = 10³ kg/(10⁶ cm³) = 10⁻³ kg/cm³

問題7 以下の計算を行いなさい（有効数字と有効桁数）。

① $1.22 \times 10^{-6} + 9.89 \times 10^{-7} = 2.21 \times 10^{-6}$

右のように小数点をあわせると理由が分かりやすい

② $1.22 \times 10^{-6} - 9.89 \times 10^{-7} = 0.23 \times 10^{-6}$

右のように小数点をあわせると理由が分かりやすい

③ $(1.22 \times 10^{-6}) \times (9.89 \times 10^{-7}) = 1.21 \times 10^{-12}$

④ $(1.22 \times 10^{-6}) \div (9.89 \times 10^{-7}) = 1.23$

$\begin{array}{r} 1.22 \times 10^{-6} \\ + 0.989 \times 10^{-6} \\ \hline 2.209 \times 10^{-6} \\ \Rightarrow 2.21 \times 10^{-6} \end{array}$

$\begin{array}{r} 1.22 \times 10^{-6} \\ - 0.989 \times 10^{-6} \\ \hline 0.231 \times 10^{-6} \\ \Rightarrow 0.23 \times 10^{-6} \end{array}$

問題8 イオンと電子配置

① LiがLi⁺になる理由を電子配置から説明しなさい。

Liは最外殻電子が1個しかないので、最外殻電子を1個放出することで希ガスの電子配置になることができるため。

以下の②～⑦でも最外殻電子の個数を考え、希ガスの電子配置になるために何個の電子を放出するか、何個の電子を受け取るかを考えればよい（②～⑦の解答例は①の考え方にならうこと）。

② NaがNa⁺になる理由を電子配置から説明しなさい。

③ KがK⁺になる理由を電子配置から説明しなさい。

④ MgがMg²⁺になる理由を電子配置から説明しなさい。

⑤ CaがCa²⁺になる理由を電子配置から説明しなさい。

⑥ FがF⁻になる理由を電子配置から説明しなさい。

⑦ ClがCl⁻になる理由を電子配置から説明しなさい。

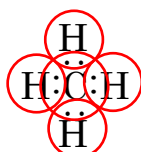
問題9 化学結合 簡単な注釈をつけた図で説明してください。

① 水分子H₂Oを例にとって、各原子の電子配置と希ガスの電子配置を比較しながら、共有結合を説明しなさい。

講義資料2スライド36に示した図のように考えること。

② メタン分子CH₄を例にとって、各原子の電子配置と希ガスの電子配置を比較しながら、共有結合を説明しなさい。

講義資料中に示していないので、解答例を示す。共有結合とはお互いの原子の電子を共有した化学結合である。以下のようにメタン分子の分子構造式を書き、各原子の最外殻電子を書いて原子間の共有結合を書くと、各原子の共有結合が希ガスの電子配置をとっていることがわかる。



③ アンモニア分子NH₃と水素イオンH⁺が配位結合してアンモニウムイオンNH₄⁺になることを説明しなさい。そのとき、希ガスの電子配置がどこに現れるのかについても説明しなさい。

講義資料2スライド37に示した図のように考えること。

- ④ 水分子間や分極した分子間では水素結合が作用する。どうして水素結合が生じるのか、その理由を説明しなさい。

講義資料2スライド38のように考える。

ある分子中の水素原子上にある正電荷の偏りと隣の分子中の原子上にある負電荷の偏りの間で、そして、その分子中の原子上にある負電荷の偏りと隣の分子中の水素原子上にある正電荷の偏りの間で、クーロン力による引力が作用する(2つの電荷の積が負の値になるので、引力である。問題3の⑦で説明している)。これが水素結合である。水素結合には水素原子が関係していることに注意すること。

- ⑤ NaCl を例にとって、イオン結合を説明しなさい。

講義資料2スライド35に示した図のように考えること。

問題10 電気陰性度と分子の極性

- ① H、C、O、Fの各原子について、電気陰性度の小さい原子から大きい原子の順番を示しなさい。

H < C < O < F の順番になる

各原子の電気陰性度の大きさは分子になったときに大きな意味を持つ。隣り合う原子との間の電気陰性度の差が相対的に大きいときに電荷の偏りが大きくなるためである。

- ② 元素の周期表中のCaまでの原子について考える。元素周期表中の原子の位置と電気陰性度の大きさの変化の傾向を説明しなさい。

講義資料2スライド27、29、30に示されているように、周期律表の左から右へ行くほど電気陰性度が大きくなっており、周期律表の下から上に行くほど電気陰性度が大きくなる。①の順番もこの傾向に従っている。

- ③ H₂O分子の中で電荷が偏っている理由を説明しなさい。

共有結合で隣り合うH原子とO原子の間の電気陰性度の差が大きい。電気陰性度が大きいO原子は負電荷を帯び、電気陰性度の小さいH原子は正電荷を帯びる。

- ④ ベンゼン C₆H₆ はなぜ水に溶けないのか、その理由を説明しなさい。

理由は2つある。1つ目はC原子とH原子の間の電気陰性度の差が小さいこと、2つ目は分子が正六角形で対象であるため、2つの原子間の間で電気陰性度の差があったとしても、極性がないことである(こちらの方が重要)。水に溶ける分子で2原子間の電気陰性度が非常に大きい分子はイオンになり、イオンにならない分子は極性をもつ。極性のある分子は分子内に電荷の偏りの矢印が互いに打ち消しあわない。例えば、水分子はブーメランのような形をとっているため、矢印が打ち消しあわない。ベンゼンの正六角形や四塩化炭素の正四面体は電荷の偏りの矢印がお互いに打ち消しあってゼロになるので極性がない。そのため、水に溶けない。講義資料2スライド45-48が該当箇所になる。必要に応じて調べること。

- ⑤ 界面活性剤分子と細胞の脂質二分子膜を構成する分子に共通する性質を説明しなさい。

1つの分子の中に親水性の部分と疎水性の部分が存在していることが共通した性質である。隣に同じ性質を持つ分子があると、親水性の部分同士、そして疎水性の部分同士が互いに引き合い、ミセル構造や脂質に分子膜を形成する。

問題 1 1 濃度

- ① 質量パーセント濃度の定義を説明しなさい。

質量パーセント濃度は溶液の質量(g)に対する溶質の質量(g)の割合を百分率(%)で表記した濃度である。

$$\text{質量パーセント濃度}(\%) = \frac{\text{溶質の質量}(\text{g})}{\text{溶液の質量}(\text{g})} \times 100 = \frac{\text{溶質の質量}(\text{g})}{\text{溶媒の質量}(\text{g}) + \text{溶質の質量}(\text{g})} \times 100$$

- ② モル濃度の定義を説明しなさい。

単位体積あたりに含まれる物質（溶質）のモル数である。

$$\text{モル濃度}(\text{mol/L}) = \frac{\text{溶質の物質量}(\text{mol})}{\text{溶液の体積}(\text{L})}$$

- ③ 質量対容量百分率（w/v%）を説明しなさい。また、この濃度表記の利点を説明しなさい。

1 mL 中に何 g の溶質が溶けているかの割合を百分率で示した濃度である。これが本来の定義であるが、g/mL に 100 をかけているため、100 mL 中に溶けている溶質の g と読みかえることが出来る。しがたって、w/v% の値を見ただけで、100 mL 中に溶けている溶質の g がすぐに分かる。これが利点である。

問題 1 2 濃塩酸

濃塩酸（conc. HCl, conc. は concentrated の略）の質量パーセント濃度は 37.0%、密度は 1.20 g/cm³ である。以下の設問に答えなさい。原子量は H: 1.01、Cl: 35.5 とする。

- ① conc. HCl 1.00 L の質量を求めなさい。

ポイント：

- 密度と体積から溶液の質量を求められるか。

解答例

密度(g/mL)と体積(L)の単位を掛け合わせると、質量の単位 g になることに注目する。Conc. HCl 1 L の質量の 37% が溶質（気体の HCl）である。conc. HCl の質量は

$$\text{conc. HCl の質量}(\text{g}) = 1.20 \text{ g/mL} \times 1000 \text{ mL} = 1200 \text{ g}$$

答え：1200 g

- ② conc. HCl のモル濃度(mol/L)を求めなさい。

ポイント：

- 質量パーセント濃度の意味（何と何の質量の割合を意味しているのか）を理解しているか。
- 溶質の質量から、分子量を用いてモルの計算を行う。

解答例：

溶質の質量は溶液の質量の 37.0% である。したがって、

$$\text{溶質の質量}(\text{g}) = 1200 \times \frac{37.0}{100} = 444 \text{ g}$$

物質量（モル）は HCl の分子量 36.51 を使って

$$\text{HCl}(\text{mol}) = \frac{444}{36.51} = 12.2 \text{ mol}$$

12.2 mol が 1 L 中に存在するので、モル濃度は 12.2 mol/L である。

答え：12.2 mol/L

- ③ 1.00M HCl 250 mL を調製するとき、conc. HClは何 mL、純水は何 mL 必要か、求めなさい。ただし、conc. HCl と純水を混合しても体積は変化しない（膨張や収縮しない）ものとする。

ポイント：

最終的に何 mol の溶質が必要なのかを理解する。

解答例 1 を理解できない場合は、解答例 2 のように段階を踏んで考える。

以下、解答例を 2 つ示します。

解答例 1：

最終的に調製する HCl は 1mol/L で 250 mL = 0.25 L であるので、必要な HCl（溶質）のモルは

$$\text{必要な HCl のモル} = 1.00 \text{ mol/L} \times 0.25 \text{ L} = 0.25 \text{ mol}$$

である。

したがって、**HCl 0.25 mol 分を含む conc. HCl の量 (mL) を考えればよい。**最後に純水を加えて 250 mL にすれば、1.00 M HCl 250 mL になる。必要な conc. HCl の量を x L とすると、次の式になる。

$$12.2 \text{ mol/L} \times x \text{ L} = 0.25 \text{ mol}$$

$$x \text{ L} = \frac{0.25 \text{ mol}}{12.2 \text{ mol/L}} = 2.05 \times 10^{-2} \text{ L} = 20.5 \text{ mL} \quad (\text{この数値は実習に用いる容量器具の精度に耐える})$$

250 mL のうち、20.5 mL は conc. HCl であるが、残りの容積（体積）は純水である。純水の容積は

純水の容積 = 250 - 20.5 = 229.5 mL （この数値は実習に用いる容量器具の精度に耐える）

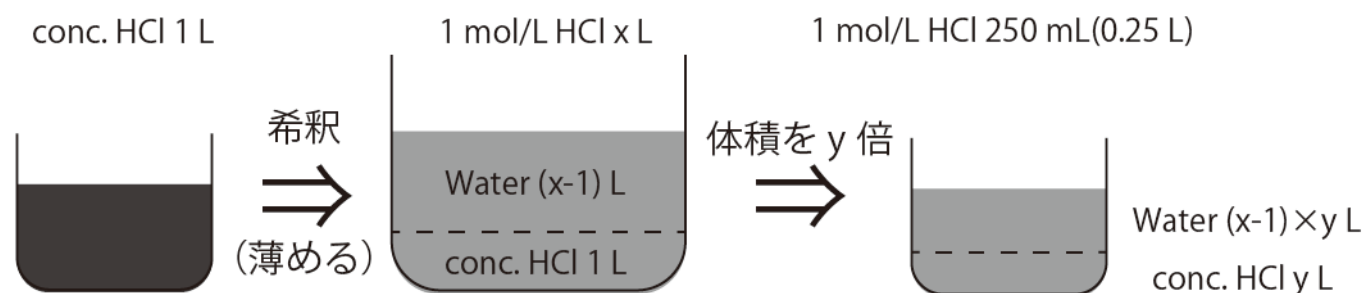
答え：conc. HCl 20.5 mL、純水 229.5 mL

最終的に何 mol の HCl が必要になるかを考えればよい。

単位の計算にも注意すること。

解答例 2：解答例 1 が理解できない場合は解答例 2 を参照してください。

2 段階に分けて考える。**下図のようなイメージをもつことが重要**である。図を書きながら問題を解いた方が理解できる（推奨）。



最初に conc. HCl 1.00 L を用いて、1.00 mol/L HCl を何 L か調製する。

conc. HCl は 12.2 mol/L なので、1.00 L を使うと、12.2 mol の HCl をそのまま使うことになる。1.00 mol/L HCl の体積が x L になるとすると、以下の関係が成り立つ。

$$\frac{12.2 \text{ mol}}{x \text{ L}} = 12.2 \text{ mol/L}$$

したがって、

$$x = 12.2 \text{ L}$$

1.00 mol/L HCl の体積は 12.2 L になる。このうち、1.0 L は conc. HCl なので、必要な純水の容積は

$$\text{必要な純水の容積} = 12.2 \text{ L} - 1.0 \text{ L} = 11.2 \text{ L}$$

である。

次に、純水と conc. HCl の体積の割合を保ったまま、全体の容積を 12.2 L から 250 mL (0.25 L) にすることを考える。

12.2 L を y 倍して 0.25 L にするとき、以下の関係が成り立つ。

$$12.2 \text{ L} \times y = 0.25 \text{ L}$$

したがって、

$$y = 2.05 \times 10^{-2}$$

である。

したがって、1.00 mol/L HCl を 250 mL (0.25 L) 調製するときに必要な conc. HCl の容積は

$$\text{必要な conc. HCl の容積} = 1.0 \text{ L} \times 2.05 \times 10^{-2} = 2.05 \times 10^{-2} \text{ L} = 20.5 \text{ mL}$$

250 mL のうち、20.5 mL は conc. HCl であり、残りの容積は純水なので、

$$250.0 \text{ mL} - 20.5 \text{ mL} = 229.5 \text{ mL}$$

である。11.2 L を 2.05×10^{-2} 倍して求めてもよい。

答え : conc. HCl 20.5 mL, 純水 229.5 mL

- ④ conc. HCl を用いて 1.00M HCl 250 mL を調製するとき、conc. HCl の希釈率が何倍になるか求めなさい。

ポイント :

希釈 (薄める) という日本語の意味を理解していること。

考え方 :

問題の理解の仕方を考える前に、具体的な例として、料理で使う“めんつゆ”を薄めること考えよう。



上記はめんつゆの使用法の写真である。

“めんのつけつゆ”では、つゆ (原液) の体積 1 に対して、3 倍の体積の水 (またはお湯) を加え、薄めて使う。

このとき、最終的な体積はつゆの体積の 4 倍になる。つまり、体積 1 のつゆ (原液) を薄めて体積 4 にしたので、4 倍に薄めたことになる。これが希釈率である。希釈率は 4 倍である。

解答例 :

それでは問題に戻る。

“めんつゆ”の希釈率の考え方に沿って考えると、conc. HCl 20.5 mL を希釈して (薄めて) 250 mL にしたので、希釈率は

$$\text{希釈率} = \frac{250}{20.5} = 12.2 \text{ 倍}$$

になることがわかる。

答え：希釈率=12.2倍

⑤ conc. HCl と 1.00M HCl のそれぞれの質量対容量百分率(w/v%)を求めなさい。

ポイント：

- 質量対容量百分率(w/v%)の定義を理解している。
- 定義：質量対容量百分率(w/v%) = $\frac{\text{溶質の質量(g)}}{\text{溶液の体積 (mL)}} \times 100$ 1 mL あたりに溶けている溶質のグラムに 100 をかけたもの。
- 百分率の記号%は 100 を掛けていることを意味している。
- 定義を読み替えると、次のように考えることが出来る：1 mL あたりに溶けている溶質のグラムに 100 をかけたものは、
- 100 を 100 mL に読み替えると、100 mL 当りに溶けている溶質のグラムを考えていることと同じになる。

解答例：

問題 1 2 の②で conc. HCl 1.00 L に溶けている溶質 (HCl) のグラム数を考えたので、この値をここで使う。conc. HCl の溶質の量は 444 g/1000 mL なので、44.4 g/100mL よって、44.4 w/v%

1.00 mol/L HCl の溶質の量は希釈率からこの値の 1/12.2 倍になるので、3.64 g/100 mL よって、3.64 w/v%

答え：conc. HCl は 44.4 w/v%、1 mol/L HCl は 3.64 w/v%

問題 1 3 濃硫酸と濃硝酸

濃硫酸(conc. H₂SO₄)の質量パーセント濃度は 98.0%、密度は 1.84 g/cm³ である。濃硝酸(conc. HNO₃)の質量パーセント濃度は 70.0%、密度は 1.40 g/cm³ である。以下の設問に答えなさい。原子量は H: 1.01、N: 14.0、O: 16.0、S: 32.1 とする。

① conc. H₂SO₄ と conc. HNO₃ の各モル濃度を求めなさい。

ポイント：考え方は問題 4 と同じである。

解答例：

濃硫酸について

1.00 L の濃硫酸の質量の質量パーセントから、溶質のグラム数を求め、モル数を計算する。密度より、1.00 L の濃硫酸の質量は 1840 g である。そのうち、98.0%が溶質の質量である。

$$\text{溶質の質量} = 1840 \times \frac{98.0}{100} = 1803.2 \text{ g} = 1803 \text{ g}$$

硫酸のモル質量は 98.09 g/mol なので、モル数は

$$\text{mol} = 1803/98.09 = 18.4 \text{ mol}$$

1.00L の中に含まれるモル数は 18.4 mol なので、モル濃度は 18.4 mol/L = 18.4 M となる。

答え：18.4 mol/L、もしくは 18.4 M

濃硝酸について

濃硫酸と同様に計算する。

1.00 L の濃硝酸の質量は 1400 g である。そのうち、70.0%が溶質の質量である。

$$\text{溶質の質量} = 1400 \times \frac{70.0}{100} = 980 \text{ g}$$

硝酸の分子量は 63.02 g/mol なので、モル数は

$$\text{mol} = \frac{980}{63.02} = 15.6 \text{ mol}$$

よって、モル濃度は 15.6 mol/L

答え：15.6 mol/L、もしくは 15.6 M

- ② conc. H₂SO₄ から 1.00 M H₂SO₄ 300 mL を調製するとき、conc. H₂SO₄ と純水がそれぞれ何 mL 必要か、求めなさい。また、conc. H₂SO₄ の希釈率が何倍になるかも求めなさい。

解答例 1

最終的に必要なモル数を計算し、それに相当する濃硫酸の体積を求める。残りの体積は純水である。

最終的に必要なモル数は $1.00 \text{ mol/L} \times 0.30 \text{ L} = 0.300 \text{ mol}$ である。

したがって、0.300 mol に相当する濃硫酸の体積を求める。濃硫酸の体積を x mL とすると、次の関係が成り立つ。

$$18.4 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L} = 0.30 \text{ mol}$$

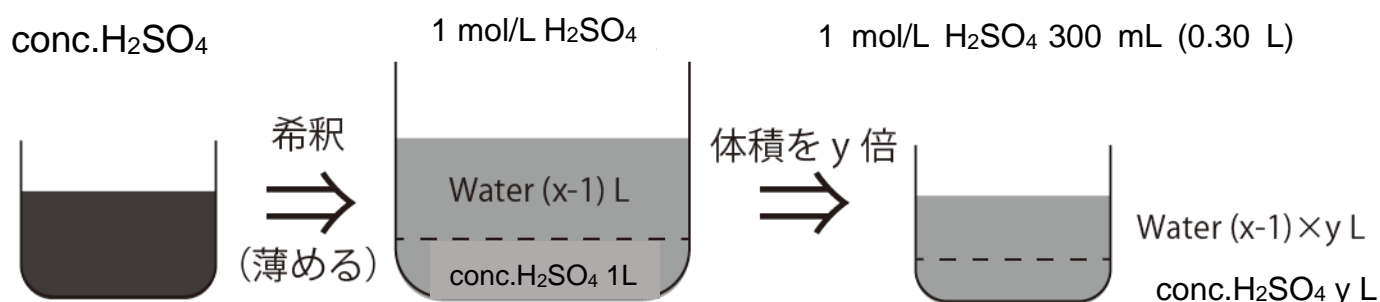
計算すると、 $x = 0.0163 \text{ L} = 16.3 \text{ mL}$ である。

残りの体積の $300.0 - 16.3 \sim 283.7 \text{ mL}$ は純水である。

16.3 mL を薄めて 300 mL にしたので、めんつゆと同じように希釈率を求めると $300/16.3 = 18.4 \text{ 倍}$ になる。

答え：濃硫酸 16.3 mL、純水 283.7 mL、希釈率 18.4 倍

解答例 2



濃硫酸 1.00 L を使って (18.4 mol をそのまま使って) 1.00 mol/L 硫酸を x L 調整するときの体積は

$$\frac{18.4 \text{ mol}}{x} = 1.00 \text{ mol/L}$$

で計算すると、 $x = 18.4 \text{ L}$ である。このうち、1.00 L は濃硫酸、残りの 17.4 L は純水である。

これを x 倍して 300 mL にする。濃硫酸と水のそれぞれの体積も x 倍される。

$$18.4 \text{ L} \times x = 0.30 \text{ L}$$

を計算すると、 $x = 0.0163$ になる。

従って、濃硫酸の体積は 16.3 mL、純水の体積は $300 \text{ mL} - 16.3 \text{ mL} = 283.7 \text{ mL}$ になる。

希釈率については解答例 1 と同じである。

答え：濃硫酸 16.3 mL、純水 283.7 mL、希釈率 18.4 倍

- ③ conc. HNO₃ から 0.500M HNO₃ 400 mL 調製するとき、conc. HNO₃ と純水がそれぞれ何 mL 必要か、求めなさい、また、conc. HNO₃ の希釈率が何倍になるかも求めなさい。

ポイント：濃硫酸のときと同じ考え方をする。

解答例 1

最終的に必要なモル数を計算し、それに相当する濃硝酸の体積を求める。残りの体積は純水である。

最終的に必要なモル数は $0.500 \text{ mol/L} \times 0.400 \text{ L} = 0.200 \text{ mol}$ である。

したがって、0.200 mol に相当する濃硫酸の体積を求める。濃硫酸の体積を x mL とすると、次の関係が成り立つ。

$$15.6 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times x \text{ L} = 0.20 \text{ mol}$$

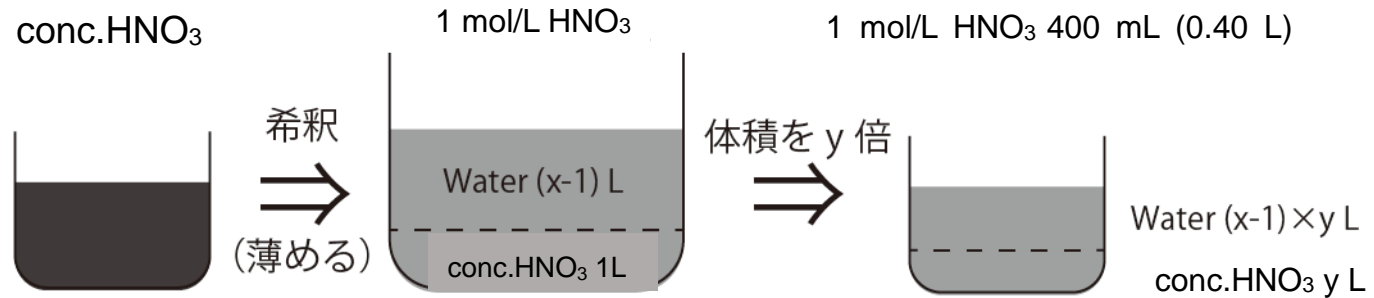
計算すると、 $x = 0.0128 \text{ L} = 12.8 \text{ mL}$ である。

残りの体積の $400.0 - 12.8 = 387.2 \text{ mL}$ は純水である。

12.8 mL を薄めて 400 mL にしたので、めんつゆと同じように希釈率を求めると $400/12.8 = 31.3$ 倍 になる。

答え：濃硝酸 12.8 mL、純水 387.2 mL、希釈率 31.3 倍

解答例 2



濃硝酸 1.00 L を使って (15.6 mol をそのまま使って) 1.00 mol/L 硫酸を x L 調整するときの体積は

$$\frac{15.6 \text{ mol}}{x} = 0.500 \text{ mol/L}$$

で計算すると、 $x = 31.2 \text{ L}$ である。このうち、1.00 L は濃硝酸、30.2 L は純水である。

これを x 倍して 400 mL にする。濃硫酸と水のそれぞれの体積も x 倍される。

$$31.2 \text{ L} \times x = 0.40 \text{ L}$$

を計算すると、 $x = 0.0128$ になる。

従って、濃硫酸の体積は 12.8 mL、純水の体積は $400 \text{ mL} - 12.8 \text{ mL} = 387.2 \text{ mL}$ になる。

希釈率については解答例 1 と同じである。

答え：濃硝酸 12.8 mL、純水 387.2 mL、希釈率 31.3 倍

- ④ 1.00 M H_2SO_4 と 0.500 M HNO_3 のそれぞれの質量対容量百分率(w/v%)を求めなさい。

ポイント：100 mL 中の溶質が何 g かを計算する。計算には濃硫酸と濃硝酸のときに求めた 1 L 中の溶質のグラム数と希釈率を使い、最終容積が何 L に相当するかについても考える。

解答例：

①より、溶けている溶質の量は濃硫酸では 1803 g/L、濃硝酸では 980 g/L である。

問題で問われているモル濃度のときの溶質のグラムを考える。単位の計算も書くと以下のようなになる。

1.00 mol/L 濃硫酸は $1803 \text{ (g/L)} / 18.4 \text{ (mol/L)} \times 1 \text{ mol/L} = 98.0 \text{ g/L}$ 、

0.500 mol/L 濃硝酸は $980 \text{ (g/L)} / 15.6 \text{ (mol/L)} \times 0.5 \text{ mol/L} = 31.4 \text{ g/L}$

である。

したがって、100 mL 中の溶質のグラム数に注意すると、

1 M 硫酸 9.80 w/v%

0.5 M 硝酸 3.14 w/v%

答え：1 M 硫酸 9.80 w/v%、0.5 M 硝酸 3.14 w/v%

問題 1 4 自然科学実習

自然化学実験(化学分野)で必要な計算の一部を以下に示す。設問に答えなさい。原子量は H: 1.01、C: 12.0、N: 14.0、O: 16.0、Na: 23.0、Cl: 35.5、Ca: 40.1 とする。

- ① 0.100M 炭酸ナトリウム Na_2CO_3 水溶液 100 mL を調製したい。必要な Na_2CO_3 の質量は何 g か、求めなさい。

解答例：

Na_2CO_3 のモル質量は 106.0 g/mol である。

0.100 mol/L の溶液を 0.100 L 作るために必要な炭酸ナトリウムのモル数を考える。

$$106.0 \text{ g/mol} \times 0.100 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 1.06 \text{ g}$$

答え：1.06 g

考え方：

1.00 mol の溶液を 1.0 L 作るためには $105.99 \text{ g/mol} \times 1.0 \text{ mol} = 106.0 \text{ g}$

0.100 mol の溶液を 1.0 L 作るためには $105.99 \text{ g/mol} \times 0.1 \text{ mol} = 10.60 \text{ g}$

0.100 mol の溶液を 0.1 L 作るためには 10.60 g の 1/10 倍なので、1.06 g

- ② 0.200M HCl 200 mL を調製したい。必要な conc. HCl は何 mL か、求めなさい。また、希釈率が何倍になるかも求めなさい。

解答例：

濃塩酸は 12.2 mol/L (12.2 M) であった。

0.200 mol/L HCl 200 mL (0.200 L) 作るために必要な HCl のモル数は

$$0.200 \text{ mol/L} \times 0.200 \text{ L} = 0.04 \text{ mol}$$

したがって、0.04 mol 分の HCl を含む濃塩酸の体積が分かればよい。その体積を x (L) とすると、次の関係式になる。

$$12.2 \text{ mol/L} \times x \text{ L} = 0.0400 \text{ mol}$$

計算すると $x = 3.27 \times 10^{-3} \text{ L} = 3.30 \text{ mL}$ (メスシリンダーの精度を考えた)

0.200 mol/L HCl 200 mL のうち、3.30 mL は濃塩酸で、残りの $200.0 - 3.3 = 196.7 \text{ mL}$ は純水になる。

3.30 mL を 200 mL に薄めるので、希釈率は $200/3.3 = 60.6$ 倍 である。

答え：濃塩酸 3.3 mL、希釈率 60.6 倍

理解できない場合は、問題 5 の濃硫酸と濃硝酸を希釈して調整する考え方で、解答例 2 を理解すること。

- ③ 0.200M 水酸化ナトリウム NaOH 水溶液 100 mL を調製するために、NaOH (固体) は何 g 必要か、求めなさい。

解答例：

NaOH のモル質量は 40.00 g/mol である。

0.200 mol/L NaOH 100 mL 調製するときに必要な NaOH のモル数は

$$0.200 \text{ mol/L} \times 0.100 \text{ L} = 0.0200 \text{ mol}$$

したがって、グラムはモル数に分子量をかけて

$$\text{NaOH (g)} = 0.0200 \text{ mol} \times 40.00 \text{ g/mol} = 0.800 \text{ g}$$

答え：NaOH 0.800 g

考え方：

1.00 mol/L NaOH 1.00 L を作る時に必要な NaOH (g) = $1.00 \text{ mol/L} \times 40.00 \text{ g} = 40.0 \text{ g}$

0.200 mol/L NaOH 1.00 L を作る時は濃度が 1/5 倍なので、その 1/5 倍のグラム $40.0 \text{ g}/5 = 8.00 \text{ g}$

0.200 mol/L NaOH 0.10 L を作るときは体積が 1/10 倍なので、その 1/10 倍のグラム $8.00\text{g}/10 = 0.800\text{ g}$

- ④ 塩化カルシウム CaCl_2 (固体) 10.0 g を純水 50.0 mL に溶かした。このときの CaCl_2 水溶液のモル濃度、質量パーセント濃度、質量対容量百分率をそれぞれ求めなさい。

考え方：

モル濃度：まず、 CaCl_2 10.0 g が何 mol に相当するかを考える。次に体積(L)でわれば、モル濃度(mol/L)になる。

質量パーセント濃度：溶液の質量に対して、溶質の質量の割合を考える。

質量対容量百分率：溶液 100 mL あたりに何グラムの溶質が溶けているかを考える。

解答例：

CaCl_2 の分子量は 110.98 g/mol なので、10.0 g のモルは

$$10.0/110.98 = 0.09\text{ mol}$$

これが 50 mL = 0.05 L に溶けているので、モル濃度は

$$\text{mol/L} = 0.09/0.05 = 1.80\text{ mol/L}$$

質量パーセント濃度は溶液の質量 $10.0\text{ g} + 50.0\text{ g} = 60.0\text{ g}$ の中に溶質 10.0 g とけているので

$$\% = 10.0/60.0 \times 100 = 16.7\%$$

溶液 50.0 mL の中に溶質 10.0 g が溶けているので、100 mL あたりに 20.0 g 溶けていることになる。

$$w/v\% = 20.0\text{ w/v}\%$$

答え：1.80 mol/L, 16.7%, 20.0 w/v%

問題 15 容量オスモル濃度とモル濃度

- ① 容量オスモル濃度とモル濃度の考え方では何が異なるか、説明しなさい。

モル濃度では単位体積当たりの水溶液に含まれる溶質の物質量を考えたが、容量オスモル濃度では単位体積当たりの水溶液に含まれる溶質粒子(陽イオン、陰イオン、溶けているがイオン化していない分子)を考えている。容量オスモル濃度では溶質が水に溶けてイオンになるかどうかを考えなければならない。

- ② NaCl 58.4 g を純水 1.00 L に溶かしたときのモル濃度と容量オスモル濃度はいくらになるか、答えなさい。
原子量は Na: 23.0、Cl: 35.5 とする。

NaCl のモル濃度は 0.998 mol/L である。

NaCl は水に溶けて Na^+ と Cl^- に分かれ、それぞれが半透膜に衝突して浸透圧の原因となるので、容量オスモル濃度は

$$0.998 \times 2 = 1.996 = 2.00\text{ Osm/L}$$

問題 16 正常ヒト血清

正常ヒト血清の容量オスモル濃度は 275-295 mOsm/L である。295 mOsm/L に相当する NaCl 水溶液のモル濃度と質量対容量百分率(w/v%)の値を求めなさい。

295 mOsm/L は 0.295 Osm/L である。これは Na^+ と Cl^- の両方を考えた濃度なので、NaCl のモル濃度にとると

$$\text{NaCl (mol/L)} = 0.295 \div 2 = 0.148\text{ mol/L}$$

NaCl のモル質量は（問題 15②の原子量を使うと）58.5 g/mol なので、1.00 L 中に含まれる溶質(g)は
 $0.148 \text{ mol/L} \times 58.5 \text{ g/mol} = 8.66 \text{ g/L}$

100 mL 中に含まれる NaCl は 0.866 g なので、質量対容量百分率は 0.866 w/v% である。
（質量対容量百分率の定義を確認すること）