

## SETUP DRILL 22

# 状態と溶液 設定別ドリル

気体・液体・固体と溶液を6つの設定に分けた。

この分野の芯は「**粒子の数で決まるのか、種類で決まるのか**」。

沸点上昇も凝固点降下も浸透圧も、**溶けている粒子の数だけ**で決まる。だから**電解質は電離後の粒子数を数える**。ここを6回確かめる。

### 使い方

**1周目** 設定の見出しと公式を読んでから5問続けて解く。

**2周目** 溶液の問題では「**粒子は何 mol になるか**」を先を書いてから始める。

**3周目** 見出しを隠して、どの設定かを言い当ててから解く。

気体定数を  $R$ 、絶対温度を  $T$  とする。

#### 1章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

#### 2章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

#### 3章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

#### 4章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

#### 5章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

#### 6章

- ☐ 1周
- ☐ 2周
- ☐ 3周

# 問題編

解説は後半にまとめてある。先に見ないこと。

電離を数えたか確認すること。

## SETUP 01

# 蒸気圧

### 記号の約束

$p$  蒸気圧  $T$  絶対温度  $V$  体積

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「飽和蒸気圧」「一部が液体になる」「密閉容器」
2. → 計算した圧力が飽和蒸気圧を超えていないか確かめる
3. → 超えていたら圧力は飽和蒸気圧に固定され、残りは液体になる

### この設定で使う公式

- 飽和蒸気圧は温度だけで決まる（体積によらない）
- 手順：①全部気体として  $pV = nRT$  で計算 ②飽和蒸気圧と比べる
- 沸点：飽和蒸気圧＝外圧になる温度

### 1-1 何で決まるか ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

密閉容器の中で液体と気体が共存している。

1. このときの気体の圧力を何というか。
2. 体積を半分にすると圧力はどうか。
3. 温度を上げるとどうなるか。

**1-2** 判定手順 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

体積  $V$  の密閉容器に、水を  $n$  mol 入れて温度  $T$  に保った。この温度での水の飽和蒸気圧を  $p_s$  とする。

1. 全部が気体だと仮定したときの圧力を求めよ。
2. その値が  $p_s$  より大きいとき、実際の圧力はいくらか。
3. そのとき気体である水は何 mol か。

**1-3** 沸点 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

沸騰について答えよ。

1. 沸騰が起こる条件を述べよ。
2. 山の上で沸点が下がるのはなぜか。
3. 圧力鍋で温度が上がるのはなぜか。

**1-4 混合気体 ★★★**3周チェック ☐ ☐ ☐

体積  $V$  の容器に、窒素  $n_1$  mol と水  $n_2$  mol を入れ、温度  $T$  に保った。水の飽和蒸気圧は  $p_s$  で、水の一部が液体になったとする。

1. 窒素の分圧を求めよ。
2. 水蒸気分圧を求めよ。
3. 全圧を求めよ。

**1-5 グラフ ★★**3周チェック ☐ ☐ ☐

蒸気圧曲線について答えよ。

1. 縦軸・横軸は何か。
2. 曲線の上側と下側はそれぞれ何の状態か。
3. 曲線と大気圧の線の交点は何を表すか。

## SETUP 02

# 理想気体と実在気体

### 記号の約束

$Z$  圧縮率因子  $a, b$  実在気体の補正定数

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「理想気体からのずれ」「高圧」「低温」
2. → 2つの仮定のどちらが破れたかを見る
3. → 高圧では体積、低温では分子間力が効く

### この設定で使う公式

- 理想気体の仮定：①分子自身の体積 0 ②分子間力 0
- 高圧・低温ほどずれが大きい
- 高温・低圧では理想気体に近づく

### 2-1 仮定 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

理想気体について答えよ。

1. 理想気体が満たす2つの条件を挙げよ。
2. 実在気体はどんな条件で理想気体に近づくか。

**2-2** 高圧 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

非常に高い圧力での実在気体について答えよ。

1. どちらの仮定が破れるか。
2. 実際の体積は理想気体より大きい小さいか。
3.  $\frac{pV}{nRT}$  は 1 より大きい小さいか。

**2-3** 低温 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

低温での実在気体について答えよ。

1. どちらの仮定が破れるか。
2. 圧力は理想気体より大きい小さいか。
3.  $\frac{pV}{nRT}$  はどうなるか。

#### 2-4 液体になる ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

実在気体が液体になることについて答えよ。

1. 理想気体は液体になるか。
2. なぜ実在気体は液体になるのか。
3. 分子間力の大きい物質の沸点はどうか。

#### 2-5 分子間力の種類 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

分子間にはたらく力について答えよ。

1. すべての分子にはたらく弱い力を何というか。
2. 極性分子の間ではさらに何がはたらくか。
3. F、O、N に H が結合した分子では何がはたらくか。



## SETUP 03

# 溶解度

### 記号の約束

$S$  溶解度（水 100 g あたりの g）     $k$  ヘンリーの法則の定数

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「水 100 g に何 g 溶ける」「冷却すると何 g 析出するか」
2. → 溶媒の質量を基準にそろえる
3. → 気体ならヘンリーの法則（圧力に比例）

### この設定で使う公式

- 固体：溶解度＝水 100 g に溶ける最大の g 数（多くは温度とともに増える）
- 析出量：（溶けていた量）－（その温度で溶ける量）
- 気体：溶ける物質量は分圧に比例（ヘンリーの法則）

### 3-1 飽和溶液 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

ある温度での溶解度が  $S$ （水 100 g あたり  $S$  g）の物質について答えよ。

1. 飽和溶液 100 g 中の溶質の質量を求めよ。
2. 水  $w$  g に溶ける最大量を求めよ。

**3-2 冷却 ★★★**3周チェック ☐ ☐ ☐

温度  $T_1$  での溶解度が  $S_1$ 、 $T_2$  では  $S_2$  ( $S_2 < S_1$ ) である。 $T_1$  の飽和溶液（水 100 g を含む）を  $T_2$  まで冷やした。

1. はじめに溶けていた質量を求めよ。
2.  $T_2$  で溶けていられる質量を求めよ。
3. 析出する質量を求めよ。

**3-3 水和物 ★★★**3周チェック ☐ ☐ ☐

水和物として析出する場合について答えよ。

1. 析出するとき、溶媒の水の量はどうか。
2. だから前問のような単純な引き算でよいか。
3. どう立式するか。

**3-4**    ヘンリー    ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

気体の溶解度について答えよ。

1. 圧力を2倍にすると溶ける物質量はどうか。
2. そのとき溶けた気体の体積を、その圧力のもとで測るとどうなるか。
3. 温度を上げると溶解度はどうか。

**3-5**    混合気体    ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

空気 ( $\text{N}_2$  と  $\text{O}_2$  が 4:1) が全圧  $p$  で水に接している。

1.  $\text{O}_2$  の分圧を求めよ。
2. 溶ける  $\text{O}_2$  の量は何に比例するか。
3. 全圧を2倍にすると溶ける  $\text{O}_2$  はどうか。

## SETUP 04

# 沸点上昇と凝固点降下

### 記号の約束

$m$  質量モル濃度 (mol/kg)     $K_b$  モル沸点上昇     $K_f$  モル凝固点降下     $i$  電離で増える粒子数の倍率

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「沸点が上がった」「凝固点が下がった」
2. → 溶けている粒子の数だけで決まる (種類は関係ない)
3. → 電解質なら電離後の粒子数を数える

### この設定で使う公式

- $\Delta t_b = K_b m i$ 、 $\Delta t_f = K_f m i$
- $m$  は質量モル濃度 (mol/kg)、 $i$  は1 mol が電離して何 mol になるか
- NaCl なら  $i = 2$ 、 $\text{CaCl}_2$  なら  $i = 3$ 、砂糖なら  $i = 1$

### 4-1 質量モル濃度 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

モル質量  $M$  の非電解質  $w$  g を、水  $W$  g に溶かした。

1. 溶質の物質量を求めよ。
2. 質量モル濃度を求めよ。
3. モル濃度と何が違うか。

**4-2** 電解質 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

同じ質量モル濃度  $m$  の次の水溶液について、凝固点降下度を比べよ。モル凝固点降下を  $K_f$  とする。

1. スクロース（非電解質）
2. NaCl
3. CaCl<sub>2</sub>

**4-3** 分子量を求める ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

非電解質  $w$  g を溶媒  $W$  g に溶かしたところ、凝固点が  $\Delta t$  だけ下がった。溶媒のモル凝固点降下を  $K_f$  とする。

1. 質量モル濃度を求めよ。
2. 溶質のモル質量を求めよ。

#### 4-4 なぜ起こるか ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

沸点上昇が起こる理由を説明せよ。

1. 溶質を加えると溶媒の蒸気圧はどうなるか。
2. だから沸点はどうなるか。
3. この現象を何というか。

#### 4-5 冷却曲線 ★★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

溶液を冷やしていくときの冷却曲線について答えよ。

1. 凝固点より下がってから凝固が始まる現象を何というか。
2. 凝固点はグラフのどこを読むか。
3. 純溶媒と違い、凝固中に温度が下がり続けるのはなぜか。

## SETUP 05

# 浸透圧

### 記号の約束

$\Pi$  浸透圧  $c$  モル濃度

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「半透膜」「浸透圧」「細胞」
2. → 粒子の数で決まるのは沸点上昇と同じ
3. →  $\Pi V = nRT$  (気体の状態方程式と同じ形)

### この設定で使う公式

- $\Pi = cRT$  ( $c$  はモル濃度) /  $\Pi V = nRT$
- 電解質なら粒子数の倍率  $i$  をかける
- 分子量:  $M = \frac{wRT}{\Pi V}$

### 5-1 基本 ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

体積  $V$  の溶液に非電解質が  $n$  mol 溶けている。温度は  $T$  である。

1. 浸透圧を求めよ。
2. モル濃度を使って表せ。
3. 気体の状態方程式と何が似ているか。

**5-2** 半透膜 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

半透膜について答えよ。

1. 何を通り、何を通らないか。
2. 水はどちら向きに移動するか。
3. 浸透圧とは何を表す圧力か。

**5-3** 分子量 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

モル質量  $M$  の非電解質  $w$  g を溶かして体積  $V$  の溶液にした。温度  $T$  での浸透圧は  $\Pi$  であった。

1. 溶質の物質量を  $\Pi$  で表せ。
2. モル質量を求めよ。
3. この方法はどんな物質に適しているか。



**5-4** 電解質 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

$c$  mol/L の NaCl 水溶液の浸透圧を考える（完全に電離するとする）。

1. 溶液中の粒子の全濃度を求めよ。
2. 浸透圧を求めよ。
3. 同じ濃度のスクロース溶液と比べてどうか。

**5-5** 身のまわり ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

浸透圧に関する現象について答えよ。

1. 赤血球を純水に入れるとどうなるか。
2. 濃い食塩水に入れるとどうか。
3. 野菜に塩をふると水が出るのはなぜか。

## SETUP 06

# 結晶格子

### 記号の約束

$a$  単位格子の一边  $r$  原子半径  $Z$  単位格子中の原子数

### この設定を見分ける手がかり

1. 問題文に「単位格子」「面心立方」「体心立方」「配位数」
2. → 数える → つなぐ → 割る の3手順
3. → 格子の中の原子数を数え、 $a$  と  $r$  の関係を作る

### この設定で使う公式

- 頂点は  $\frac{1}{8}$ 、面の中心は  $\frac{1}{2}$ 、内部は  $1$  と数える
- 体心立方： $Z = 2$ 、対角線  $\sqrt{3}a = 4r$ 、配位数 8
- 面心立方： $Z = 4$ 、面の対角線  $\sqrt{2}a = 4r$ 、配位数 12

### 6-1 数える ★★

3周チェック ☐ ☐ ☐

立方体の単位格子について答えよ。

1. 頂点の原子は1個あたり何個分と数えるか。
2. 面の中心では。
3. 内部では。

**6-2** 体心立方 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

体心立方格子（頂点8個＋中心1個）について答えよ。

1. 単位格子に含まれる原子数を求めよ。
2. 接している方向はどこか。
3.  $a$  と  $r$  の関係を書け。

**6-3** 面心立方 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

面心立方格子（頂点8個＋各面の中心6個）について答えよ。

1. 単位格子に含まれる原子数を求めよ。
2. 接している方向はどこか。
3.  $a$  と  $r$  の関係を書け。

**6-4** 密度 ★★★3周チェック ☐ ☐ ☐

単位格子の一边が  $a$ 、格子内の原子数が  $Z$ 、原子のモル質量が  $M$  の金属結晶について答えよ。

1. 単位格子に含まれる原子の質量を求めよ。
2. 単位格子の体積を求めよ。
3. 密度を求めよ。

**6-5** 結晶の種類 ★★3周チェック ☐ ☐ ☐

結晶の種類について答えよ。

1. 融点が非常に高く、硬くてもろいのは。
2. 電気を通し、たたくと広がるのは。
3. 水に溶けると電気を通すが、固体では通さないのは。

# 解説編

各問の冒頭に粒子を何 mol と数えたかを書いてある。

## 設定 1 蒸気圧

### 1-1 温度だけ

■(1) 飽和蒸気圧。

■(2) 変わらない。

気体の一部が液体になるだけで、圧力は飽和蒸気圧のまま。

■(3) 大きくなる。

飽和蒸気圧は温度だけの関数 —— これが最重要。

$pV = nRT$  の感覚で「体積を減らせば圧力が上がる」としてはいけない。

答 (1) 飽和蒸気圧 (2) 変わらない (3) 大きくなる

### 1-2 まず全部気体で

■(1)  $p = \frac{nRT}{V}$

■(2)  $p_s$  (それ以上にはなれない)。

■(3)  $p_s V = n' RT \rightarrow n' = \frac{p_s V}{RT}$

残り  $n - \frac{p_s V}{RT}$  mol は液体になっている。

①仮定して計算 ②比べる ③超えていたら固定。

この3手順が蒸気圧問題のすべて。

答 (1)  $\frac{nRT}{V}$  (2)  $p_s$  (3)  $\frac{p_s V}{RT}$

### 1-3 外圧と等しく

■(1) 飽和蒸気圧が外圧に等しくなったとき。

液体の内部でも気泡ができるようになる。

■(2) 外圧（大気圧）が低いので、

より低い温度で飽和蒸気圧が外圧に達するから。

■(3) 逆に外圧を高くするので、

沸騰する温度が上がり、100 °C を超えて加熱できる。

沸点は物質と外圧で決まる。

答 (1) 飽和蒸気圧=外圧 (2) 外圧が低いから (3) 外圧を高くしているから

### 1-4 分圧と比べる

■(1) 窒素は液体にならないので  $p_1 = \frac{n_1 RT}{V}$

■(2) 液体が共存しているので  $p_s$

■(3)  $p = \frac{n_1 RT}{V} + p_s$

他の気体があっても、水蒸気の分圧は飽和蒸気圧のまま。

分圧はそれぞれ独立に考えてよい。

答 (1)  $\frac{n_1 RT}{V}$  (2)  $p_s$  (3) 和

### 1-5 蒸気圧曲線

■(1) 縦軸が圧力、横軸が温度。

■(2) 曲線より上（高圧・低温側）が液体、

下（低圧・高温側）が気体。

■(3) その圧力での沸点。

グラフを読むだけで沸点も状態も判定できる。

答 (1) 圧力と温度 (2) 上が液体、下が気体 (3) その圧力での沸点

## 設定 2 理想気体と実在気体

### 2-1 2つを覚える

■(1) ①分子自身の体積が 0

②分子間力がはたらかない

■(2) 高温・低圧。

低圧では分子どうしが遠く離れるので、体積も分子間力も無視できる。

高温では熱運動が激しく、分子間力の影響が相対的に小さくなる。

答 (1) 分子の体積 0 と分子間力 0 (2) 高温・低圧

### 2-2 体積が効く

■(1) 分子自身の体積が無視できない。

■(2) 分子自身が場所を取るので 大きい。

■(3)  $V$  が大きいので 1 より大きい。

高圧では押し縮められなくなる —— 分子が詰まっているから。

答 (1) 分子の体積 (2) 大きい (3) 1 より大きい

### 2-3 分子間力が効く

■(1) 分子間力が無視できない。

■(2) 分子どうしが引き合って壁への衝突が弱まるので 小さい。

■(3)  $p$  が小さいので 1 より小さい。

高圧側と低温側でずれの向きが逆。

だから  $\frac{pV}{nRT}$  のグラフは、いったん下がってから上がる。

答 (1) 分子間力 (2) 小さい (3) 1 より小さい

### 2-4 分子間力の帰結

■(1) ならない。分子間力がないので集まる理由がない。

■(2) 分子間力があるから。

低温にして熱運動が弱まると、引き合ってまとまる。

■(3) 高い。

水素結合をもつ水・アンモニア・フッ化水素の沸点が

同族の他の物質より異常に高いのはこのため。

答 (1) ならない (2) 分子間力があるから (3) 高い

### 2-5 強さを比べる

■(1) ファンデルワールス力 (分子量が大きいほど強い)。

■(2) 極性による静電的な引力。

■(3) 水素結合 (分子間力の中では特に強い)。

沸点の比較は「分子量」と「水素結合の有無」の2つで判断する。

答 (1) ファンデルワールス力 (2) 極性による引力 (3) 水素結合

## 設定 3 溶解度

### 3-1 比で考える

■(1) 飽和溶液は水 100 g + 溶質  $S$  g =  $(100 + S)$  g

そのうち溶質は  $S$  g なので、100 g 中では

$$\frac{100S}{100 + S} \text{ g}$$

■(2)  $\frac{Sw}{100}$  g

「溶液」か「溶媒 (水)」かで分母が変わる。

問題文を読み違えないこと。

答 (1)  $\frac{100S}{100 + S}$  g (2)  $\frac{Sw}{100}$  g

### 3-2 差が析出

■(1)  $S_1$  g

■(2) 水の量は変わらないので  $S_2$  g

■(3)  $S_1 - S_2$  g

水の質量が変わらないことが鍵。

だから溶解度の差がそのまま析出量になる。

答 (1)  $S_1$  g (2)  $S_2$  g (3)  $S_1 - S_2$  g



### 3-3 水も一緒に出る

■(1) 減る (結晶が水を連れて出ていくため)。

■(2) よくない。溶媒の量が変わるから。

■(3) 析出する水和物を  $x$  g として、

残った溶液について「溶質／水」が溶解度の比になる

という式を立てる。

$$\frac{\text{はじめの溶質} - \text{x 中の無水物}}{\text{はじめの水} - \text{x 中の水}} = \frac{S_2}{100}$$

分子と分母の両方から引くのがこの型の要点。

答 (1) 減る (2) よくない (3) 残った溶液の比を溶解度に等しいと置く

### 3-4 圧力に比例

■(1) 2倍 (ヘンリーの法則)。

■(2) mol は2倍だが圧力も2倍なので、

$$V = \frac{nRT}{p} \text{ より 変わらない。}$$

■(3) 小さくなる (固体とは逆)。

炭酸飲料が温まると気が抜けるのはこのため。

「物質量は2倍だが、その圧力での体積は同じ」が頻出。

答 (1) 2倍 (2) 変わらない (3) 小さくなる

### 3-5 分圧で効く

■(1)  $\frac{p}{5}$

■(2) その気体の分圧 (全圧ではない)。

■(3) 分圧も2倍になるので 2倍

ヘンリーの法則は分圧について成り立つ。

混合気体では必ず分圧に直してから使う。

答 (1)  $\frac{p}{5}$  (2) 分圧 (3) 2倍

## 設定 4 沸点上昇と凝固点降下

#### 4-1 溶媒 1 kg 基準

■(1)  $\frac{w}{M}$  mol

■(2) 水を kg に直して  $m = \frac{w}{M} \div \frac{W}{1000} = \frac{1000w}{MW}$  mol/kg

■(3) モル濃度は溶液の体積で割るが、

質量モル濃度は溶媒の質量で割る。

体積は温度で変わるが質量は変わらないので、

温度が変わる沸点・凝固点の話では質量モル濃度を使う。

答 (1)  $\frac{w}{M}$  (2)  $\frac{1000w}{MW}$  mol/kg (3) 溶媒の質量で割る

#### 4-2 粒子数を数える

■(1)  $i = 1 \rightarrow \Delta t_f = K_f m$

■(2)  $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  で  $i = 2 \rightarrow 2K_f m$

■(3)  $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$  で  $i = 3 \rightarrow 3K_f m$

大きいのは  $\text{CaCl}_2 > \text{NaCl} > \text{スクロース}$ 。

溶質の種類ではなく粒子の数で決まる（束一的性質）。

凍結防止剤に塩化カルシウムを使うのはこのため。

答  $K_f m < 2K_f m < 3K_f m$  ( $\text{CaCl}_2$  が最大)

#### 4-3 逆に解く

■(1)  $m = \frac{\Delta t}{K_f}$  mol/kg

■(2) 溶質の物質量は  $m \times \frac{W}{1000} = \frac{\Delta t W}{1000 K_f}$  mol

$M = \frac{w}{\text{物質量}} = \frac{1000 K_f w}{\Delta t W}$

凝固点降下から分子量が測れる。

沸点上昇より測定しやすいのでよく使われる。

答 (1)  $\frac{\Delta t}{K_f}$  (2)  $\frac{1000 K_f w}{\Delta t W}$

#### 4-4 蒸気圧降下から

##### ■(1) 下がる (蒸気圧降下)。

液面の一部を溶質が占めるので、蒸発できる分子が減る。

##### ■(2) 蒸気圧が外圧に達するのにより高い温度が要る

→ 沸点が上がる。

##### ■(3) 蒸気圧降下が原因で沸点上昇が起こる。

沸点上昇は蒸気圧降下の結果。

答 (1) 下がる (2) 上がる (3) 蒸気圧降下

#### 4-5 過冷却を読む

##### ■(1) 過冷却。

##### ■(2) 凝固が始まって温度が上がった後の

直線部分を左に延長して、冷却曲線と交わる点。

##### ■(3) 溶媒だけが固体になっていくので、

残った溶液の濃度が上がり、凝固点がさらに下がるから。

純溶媒では濃度という概念がないので水平になる。

答 (1) 過冷却 (2) 直線部分を延長した交点 (3) 溶液の濃度が上がるから

### 設定 5 浸透圧

#### 5-1 $\Pi V = nRT$

##### ■(1) $\Pi = \frac{nRT}{V}$

##### ■(2) $\Pi = cRT$

##### ■(3) 形がまったく同じ。

溶質の粒子が、溶媒の中で気体のようにふるまうと考えられる。

だから粒子の数だけで決まり、種類によらない。

答 (1)  $\frac{nRT}{V}$  (2)  $cRT$  (3) 形が同じ

### 5-2 何が通るか

■(1) 溶媒（水）は通り、溶質は通らない。

■(2) 濃度の低いほうから高いほうへ。

（薄めようとする向き。）

■(3) その移動を止めるのに必要な圧力。

濃い側に加えて、水が入ってこないようにする圧力。

答 (1) 溶媒は通り溶質は通らない (2) 薄いほうから濃いほうへ (3) 浸透を止めるのに必要な圧力

### 5-3 高分子に使う

■(1)  $n = \frac{\Pi V}{RT}$

■(2)  $M = \frac{w}{n} = \frac{wRT}{\Pi V}$

■(3) 分子量の非常に大きい物質（タンパク質・高分子）。

分子量が大きいと mol 数が小さく、

凝固点降下では測れないほど変化が小さいが、

浸透圧は小さい濃度でも大きな値になるので測定できる。

答 (1)  $\frac{\Pi V}{RT}$  (2)  $\frac{wRT}{\Pi V}$  (3) 高分子・タンパク質

### 5-4 粒子数をかける

■(1)  $\text{Na}^+$  と  $\text{Cl}^-$  で  $2c \text{ mol/L}$

■(2)  $\Pi = 2cRT$

■(3) 2倍。

浸透圧も粒子の数で決まる束一的性質。

沸点上昇・凝固点降下と同じ扱い。

答 (1)  $2c$  (2)  $2cRT$  (3) 2倍

### 5-5 現象と結ぶ

■(1) 水が細胞内に入り込み膨らんで破裂する（溶血）。

■(2) 水が出ていき縮む。

■(3) 細胞の外の濃度が高くなり、

細胞内の水が外へ出るから。

水はつねに濃いほうへ移動すると覚えれば全部説明できる。

答 (1) 膨らんで破裂 (2) 縮む (3) 外が濃くなり水が出るから

## 設定 6 結晶格子

### 6-1 分数で数える

■(1) 8個の格子で共有されるので  $\frac{1}{8}$

■(2) 2個で共有されるので  $\frac{1}{2}$

■(3) その格子だけのものなので 1

「いくつの格子で分け合っているか」の逆数。

辺の中点なら4個で共有するので  $\frac{1}{4}$ 。

答 (1)  $1/8$  (2)  $1/2$  (3) 1

### 6-2 $Z = 2$

■(1)  $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ 個

■(2) 立方体の対角線（頂点—中心—反対の頂点）。

■(3) 対角線の長さは  $\sqrt{3}a$ 、

そこに原子が  $r + 2r + r = 4r$  並ぶので

$$\sqrt{3}a = 4r$$

どの方向で接しているかを見つけるのが要点。

答 (1) 2個 (2) 立方体の対角線 (3)  $\sqrt{3}a = 4r$

**6-3**  $Z = 4$ 

■(1)  $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 個

■(2) 面の対角線。

■(3) 面の対角線は  $\sqrt{2}a$ 、そこに  $4r$  並ぶので

$$\sqrt{2}a = 4r$$

配位数は12で、最も密に詰まった構造の1つ。

答 (1) 4個 (2) 面の対角線 (3)  $\sqrt{2}a = 4r$

**6-4** 質量÷体積

■(1) 原子1個の質量は  $\frac{M}{N_A}$  なので

$$\frac{ZM}{N_A}$$

■(2)  $a^3$

■(3)  $\rho = \frac{ZM}{N_A a^3}$

単位格子1つぶんで質量と体積を出して割る。

逆に密度から  $N_A$  を求めることもできる。

答 (1)  $\frac{ZM}{N_A}$  (2)  $a^3$  (3)  $\frac{ZM}{N_A a^3}$

**6-5** 性質で見分ける

■(1) 共有結合の結晶 (ダイヤモンド・二酸化ケイ素)。

■(2) 金属結晶 (自由電子があるので通し、変形もできる)。

■(3) イオン結晶。

固体ではイオンが動けないが、溶けたり融解すると動ける。

「電気を通すか」「硬いか」「融点」の3点で見分ける。

答 (1) 共有結合の結晶 (2) 金属結晶 (3) イオン結晶