

# アボガドロ定数の測定

高等学校 化学Ⅰ 物質の量  
化学Ⅱ 化学結合

## 1 ねらい

食塩結晶を製作し、その結晶の質量、体積を測定して、ナトリウムイオンと塩化物イオンのイオン半径の値を用い、アボガドロ定数を求めるとともに、物質の粒子概念を理解させる。

## 2 準備するもの

- ・天日塩（岩塩）・・・結晶の大きなもの
- ・カッターナイフ
- ・千枚通し（クギ）
- ・ノギス
- ・電子天秤（読み取り限度0.01 g 以上のもの）

（参考）岩塩（蒙古塩）の入手先

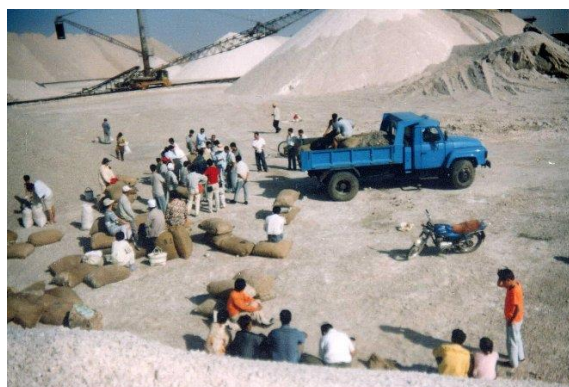
内モンゴル自治区産の岩塩

取り扱い：有限会社「丹羽久」

TEL 0573-25-5201      1袋 800円(300g)



蒙古塩の採掘現場（内モンゴル）



岩塩結晶

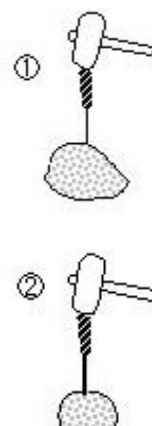


## 3 実験方法

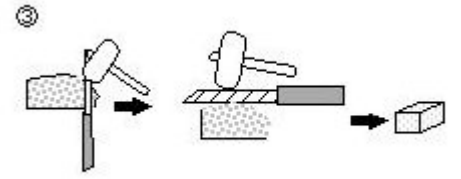
（1）天日塩（岩塩）から食塩結晶をつくる

① 少し大きめの天日塩の結晶を選び、結晶に上から千枚通しをあてて、金槌や木槌で軽くたたき、天日塩の劈開の第1面を出す。このとき劈開は平らでツルツルしており、透明な結晶面が現れる。

② ①でできた劈開の第1面を下にして、安定した状態で結晶を机に置く。千枚通しをあてて、①の操作と同様に上から金槌や木槌で軽くたたき、天日塩の劈開面を出して第2面をつくる。



③ 第1面と第2面が決まると、後の劈開面は直交することから予想できるので、第3面～第6面はできるだけ大きい直方体が得られるように、長く出したカッターの刃をあてて金槌や木槌でたたいてつくる。

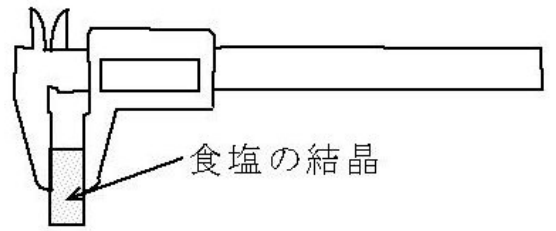


④ 表面は平滑だが、凹凸がある場合には、カッターナイフで突起部分を落として形を整える。

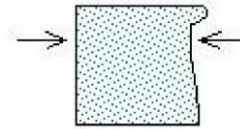
(2) 天日塩の結晶の体積と質量を調べる

⑤ ノギスを使って、結晶の3辺の長さを正確に測定する。

※ 肉眼で見て、欠けたり突起がない部分をノギスで挟むようにする。一番短いと思われる部分を測定する方が、誤差が少なくてよい結果になる。



⑥ 電子天秤で、結晶の質量を小数第2位まで測定する。



(3) 食塩結晶のアボガドロ定数を求める

イオン半径 ( $\text{Na}^+ = 1.16 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ,  $\text{Cl}^- = 1.67 \times 10^{-8} \text{ cm}$ ) をもとに、製作した食塩結晶中の  $\text{NaCl}$  粒子数を求め、1 mol あたりの粒子数に換算してアボガドロ定数を求める。

(例) 結晶の3辺の長さ、質量、体積を測定

- ・ a : 横 (1.080cm)      ・ b : 高さ (1.085cm)      ・ c : 縦 (1.045cm)
- ・ 質量 : 2.50g (0.0427mol)      ・ 体積 (V) : (1.22cm<sup>3</sup>)

- ① 単位格子の体積 ( $V_0$ ) =  $[(1.16 \times 10^{-8} + 1.67 \times 10^{-8}) \times 2]^3 = 1.81 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$
- ② 結晶中の格子数 ( $V/V_0$ ) =  $1.22 / 1.81 \times 10^{-22} = 6.74 \times 10^{21}$ 個
- ③ 結晶中の  $\text{NaCl}$  粒子数 =  $6.74 \times 10^{21} \times 4 = 2.70 \times 10^{22}$ 個
- ④ アボガドロ定数 =  $2.70 \times 10^{22} / 0.0427 = 6.32 \times 10^{23} / \text{mol}$

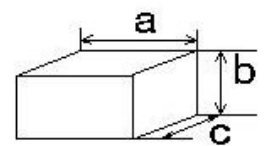


図1

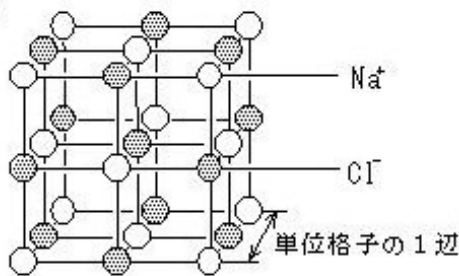
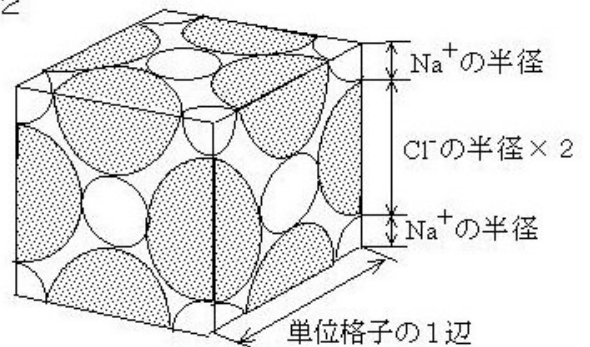


図2



※上の図1, 図2は塩化ナトリウムの単位格子(結晶構造の繰返しの最小単位)を表しており、 $\text{Na}^+$ と $\text{Cl}^-$ が交互に並んでいる。

$\text{Na}^+$ のイオン半径… $1.16 \times 10^{-8}$  cm

$\text{Cl}^-$ のイオン半径… $1.67 \times 10^{-8}$  cm

$$\begin{aligned}\text{食塩の単位格子の体積} &= \{(\text{Na}^+\text{のイオン半径} + \text{Cl}^-\text{のイオン半径}) \times 2\}^3 \\ &= \{(1.16 \times 10^{-8} + 1.67 \times 10^{-8}) \times 2\}^3 \\ &= 1.81 \times 10^{-22} \text{ cm}^3\end{aligned}$$

## 4 実験結果

実験結果 [\(動画\)](#)

ワークシートダウンロード [\(pdfファイル\)](#)



## 5 留意点

- ・ 製作した食塩結晶は、最終的にかなり小さくなる場合もあるが、4 mm角程度であれば十分に測定できる。

## 6 解説

- (1) 本実験により得られたアボガドロ定数は、十分に精度ある結果になる。
- (2) 誤差の最大の原因は、結晶面の凹凸により実際よりも体積が大きくなるためで、その結果、格子数が多くなり( $\text{NaCl}$ 粒子数も多くなる)、アボガドロ定数が大きな値となる場合が多くなる。従って、製作した食塩結晶は小さくても、表面の凹凸を少なく平滑に仕上げることが重要である。
- (3) 劈開を利用した食塩結晶の製作は、実験そのものが興味深いので、楽しく実施できる。また、ステアリン酸単分子膜法に比較して、短時間で精度の良い結果替が得られ、特別な器具も必要ないので、簡単に実施できる。