

中等教育の現場における 国際単位系(SI)の重要性

● 渡部智博

○ WATANABE, Tomohiro

● 立教新座中学校・高等学校

○ Rikkyo Niiza Junior & Senior High School

国際計量シンポジウム

TKP東京駅大手町カンファレンスセンター

2018.1.24.



目次

- 1. 概要
- 2. 学習指導要領
- 3. 教科書など
 - アボガドロ定数
- 4. まとめ

学習指導要領

- 文部科学省 告示
 - 初等教育 小学校
 - 中等教育 中学校・高等学校

- 教育課程の基準
 - 教科・科目の目標・内容
 - 国語, 算数・数学, 理科, 社会...

初等中等教育

- 算数(小学校)

- A 数と計算
- B 図形
- C 測定
- C 変化と関係
- D データの活用

- 数学(中学校)

- A 数と式
- B 図形
- C 関数
- D データの活用

- 理科(小3~)

- エネルギー

- エネルギーの捉え方
- エネルギーの変換と保存
- エネルギー資源の有効利用

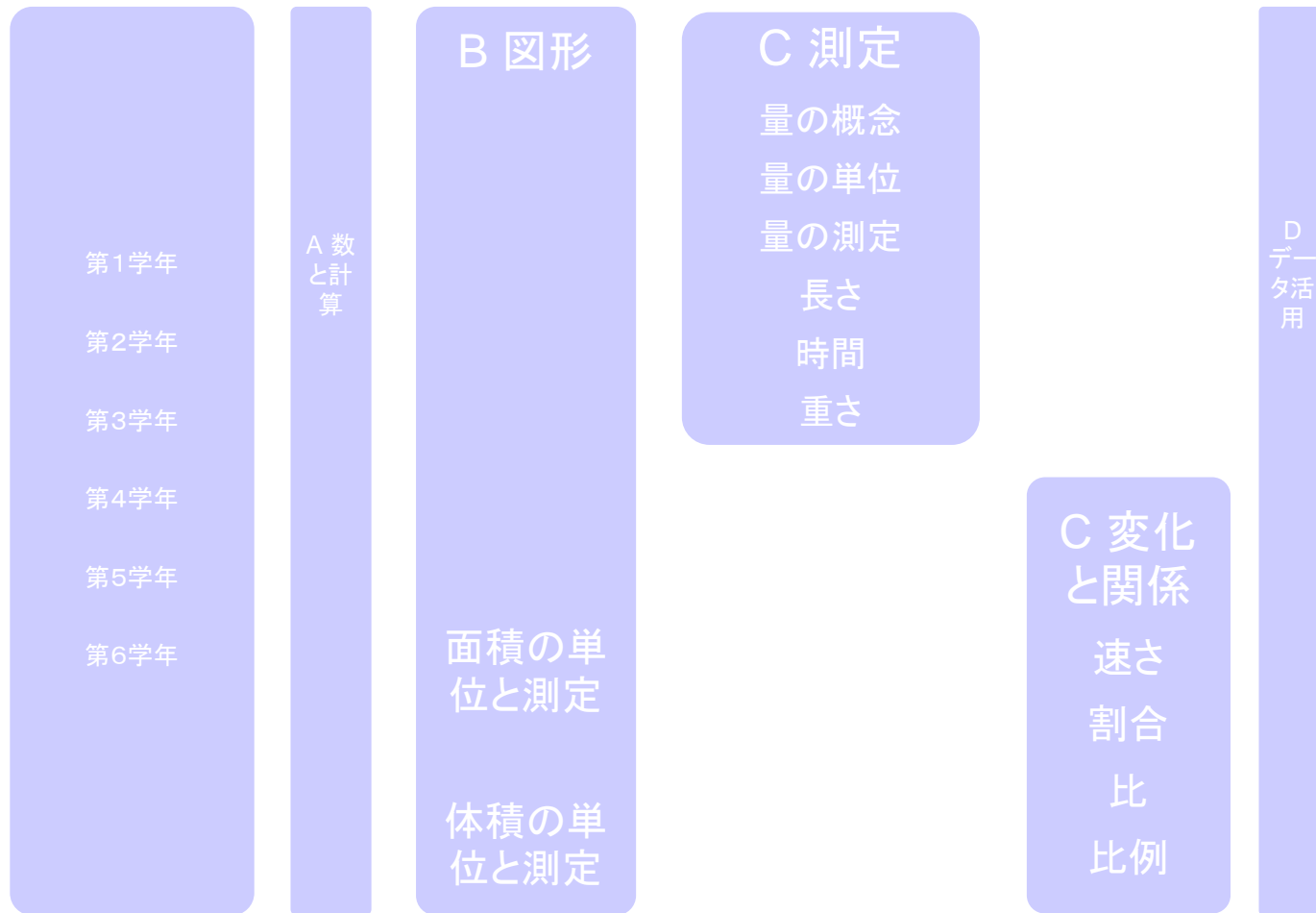
- 粒子

- 粒子の存在
- 粒子の結合
- 粒子の保存性
- 粒子のもつエネルギー

- 生命

- 地球

小学校 算数 領域構成



小学校 算数

● B 図形

○ 4年

- 面積 cm^2 , m^2 , km^2

○ 5年

- 体積 cm^3 , m^3

● C 測定

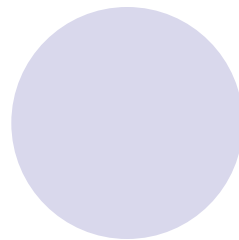
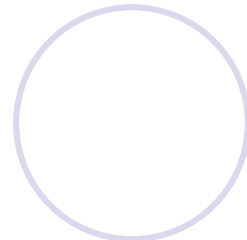
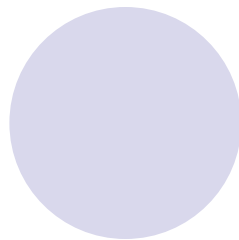
○ 2年

- かさ mL , dL , L
- 時間(日, 時, 分)

○ 3年

- 重さ g , kg
- 時間(秒)

理科の内容構成



小3~

理科

中

第1分野

第2分野

高

物理基礎

化学基礎

生物基礎

地学基礎

エネルギー

粒子

生命

地球

小学校 理科

● 粒子

○ 3年

● 物の重さ

○ 4年

● 金属, 水, 空気と温度

○ 5年

● 物の溶け方

○ 6年

● 電気の利用

● エネルギー

○ 4年

● 電流A

○ 5年

● 電流がつくる磁力

高等学校 理科

エネルギー

物理基礎

物理

粒子

化学基礎

化学

生命

生物基礎

生物

地球

地学基礎

地学

科学と人間生活

高等学校 理科

エネルギー

物理基礎

- 運動
- 熱 波 電気
- エネルギー

粒子

化学基礎

- 物質の構成粒子
- 化学結合
- 物質質量 など

化学基礎

● 原子量

- 「質量数12の炭素原子 ^{12}C 1個の質量を12とする」という基準を定め、それと比較してほかの原子の相対的な質量を表したものの。

$$\text{原子の相対質量} = 12 \times \frac{\text{原子1個の質量}}{^{12}\text{C原子1個の質量}}$$

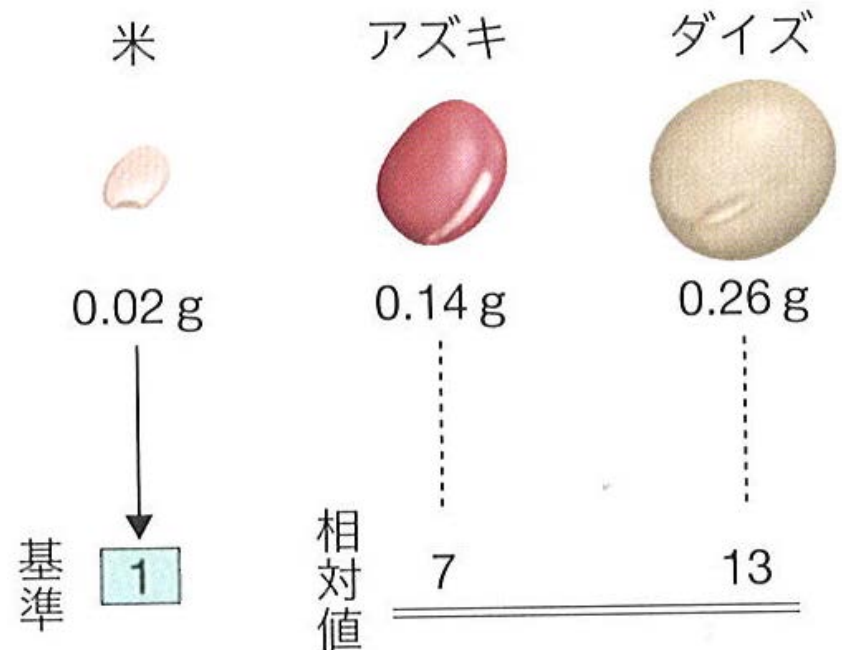
- 元素を構成する各同位体の相対質量と、その存在比から求めた平均値が、元素の原子量である。

原子量の導入実験

1万粒



相対質量



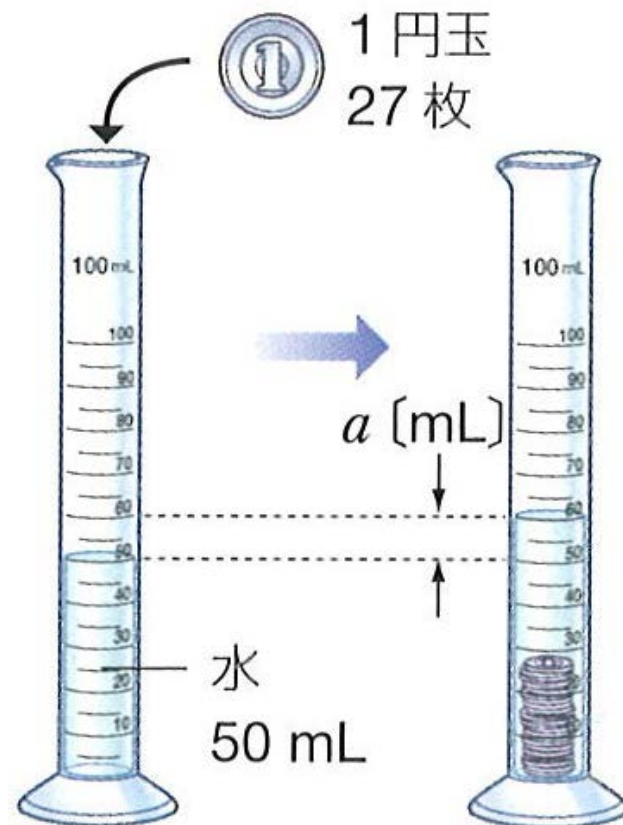
※) 東京書籍株式会社 『改訂 新編化学基礎』
平成29年2月10日発行

アボガドロ定数を求める(1)

● 操作・考察

- メスシリンダー(100 mL)に水50 mLを入れる。
- 27枚の1円硬貨(アルミニウム 27 g)をメスシリンダーに入れる。
- アルミニウムの金属結晶では、1辺が 4.04×10^{-8} cmの立方体に原子が4個入っている。

$$\text{○ } N_A = \frac{a \text{ cm}^3/\text{mol}}{(4.04 \times 10^{-8})^3 \text{ cm}^3} \times 4$$



※)東京書籍株式会社 『改訂 化学基礎』
平成29年2月10日発行

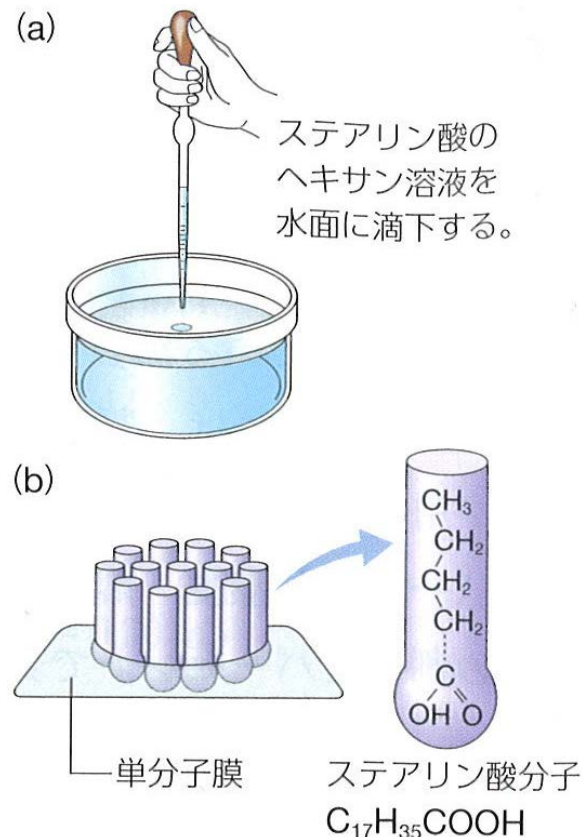
アボガドロ定数を求める(2)

● 操作・考察

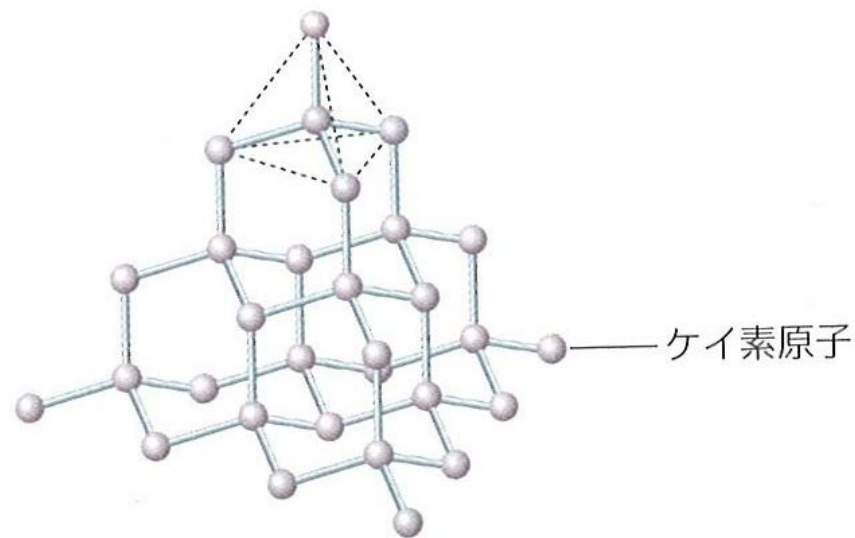
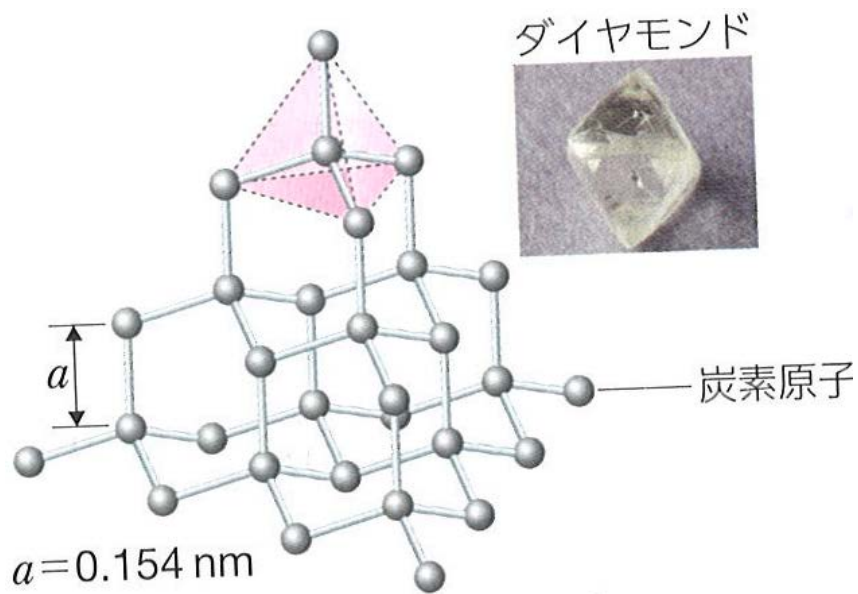
- ステアリン酸のヘキサン溶液を水面に滴下。
- ヘキサン蒸発後，ステアリン酸の単分子膜の面積測定。
(墨汁，石松子などの利用)

$$○ N_A = \frac{MSV}{msv}$$

S: 単分子膜の面積[cm²]
s: ステアリン酸1分子の占める面積[cm²]
m: ステアリン酸の質量[g]
M: ステアリン酸のモル質量[g/mol]
V: ヘキサンの体積[mL]
v: 滴下した溶液の体積[mL]



共有結合の結晶



※)東京書籍株式会社 『改訂 化学基礎』
平成29年2月10日発行

アボガドロ定数を求める(3)

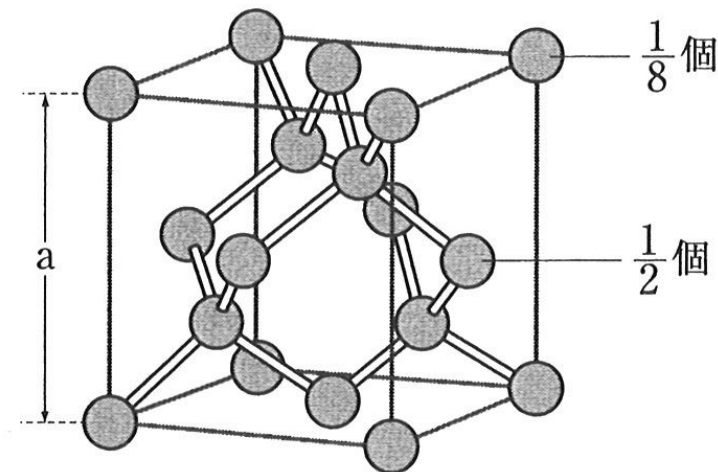
測定・考察

- メスシリンダーにエタノール入れ、体積と質量を測定する。
- ケイ素の結晶をメスシリンダーに入れ、体積と質量を測定する。
- 以上より、密度 2.3 g/cm^3 となる。
- ケイ素原子1個の占める体積

$$\frac{(5.43 \times 10^{-8})^3}{8} = 2.0 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$N_A = \frac{28 \text{ g/mol}}{2.3 \text{ g/cm}^3 \times 2.0 \times 10^{-23} \text{ cm}^3} = 6.1 \times 10^{23} / \text{mol}$$

ケイ素の結晶の単位格子



格子定数 $a = 5.43 \times 10^{-8} \text{ cm}$
単位格子中のケイ素原子
 $1/8 \times 8 + 1/2 \times 6 + 1 \times 4 = 8$
個

ファラデー定数を求める

● 操作

- 図のような回路を組む。
- 銅板を電極として，硫酸銅(II)水溶液を電気分解する。

● 考察

- 銅板の質量変化から，ファラデー定数を求める。



アボガドロ定数

- これまで

- アボガドロ定数を求める実験が行われていた。
- 格子定数などは、別の実験のデータを使用していた。

- これから

- アボガドロ定数は、固定された値である。
- アボガドロ定数を求める実験の転換が必要である。
 - アボガドロ定数(1) アルミニウム原子の大きさを求める
 - アボガドロ定数(2) ステアリン酸の占める面積を求める
 - アボガドロ定数(3) ケイ素原子の大きさを求める

ファラデー定数

- これまで
 - ファラデー定数を求める実験が行われていた。
- これから
 - 電気素量, アボガドロ定数は固定された値である。
すなわち, ファラデー定数は, 固定された値となる。
 - ファラデー定数を求める実験の転換が必要である。
 - 銅の原子量を求める
 - ...

何ができるようになるか

アボガドロ定数

ミクロ
原子1個
質量
体積
...

マクロ
1 mol
質量
体積
...



まとめ

● 学習指導要領

○ 小学校 算数・理科

○ 中高 数学・理科

● 学び方の変化

○ アボガドロ定数

○ ファラデー定数

● 『主体的な学び』

● 『対話的な学び』

● 『深い学び』

※) 参考資料 東京書籍「化学基礎」, 「化学」