

物理実験

T1 電子天秤による固体の比重および 液体の体膨張係数の測定

(物理実験指導書の概要)

担当者： 一刀 祐一

所属： 基礎教育センター

部屋： 10号館6階2608室

2020年度

内容

A) 1. 固体の比重

2. ジルコニアボールの比重

B) 1. 液体の体膨張係数

2. エチルアルコールの体膨張係数

課題

A) 1. 固体の比重

物質の $t^{\circ}\text{C}$ における**比重**は

$$S = \frac{M}{m_0}$$

M : 物質の質量

m_0 : 4°C の純水の質量

物質

||

体積は等しい

4°C の純水

で与えられる

実験的には以下で求める

$$S' = M/m$$

$$S = \frac{M}{m} \times \frac{m}{m_0}$$

$$\sigma = m/m_0 : \text{水の比重}$$

m : $t^\circ\text{C}$ の純水の質量

$t^\circ\text{C}$ の純水

体積

||

等温

$t^\circ\text{C}$ の純水

||

体積

$$S = S' \times \sigma$$

4°C の純水

S' の測定によって S を決定する！ (σ は既知)

A) 2. ジルコニアボールの比重

本実験： 比重瓶と蒸留水を使用して、**ジルコニアボール**の比重を測定



蒸留水が
通る細孔

ジルコニアボール



電子天秤



質量を測る

S' の測定方法

- ① 比重瓶
- ② ジルコニアボール
- ③ 蒸留水



①+②の質量

①の質量

$$S' = \frac{(M_1 - M_0)}{(M_1 - M_0) - (M_2 - M_3)}$$

①+②+③の質量

①+③の質量

②と③両方あるいは一方を①に入れて質量を測る

B) 1. 液体の体膨張係数

液体の温度が上昇するとその体積は増大する

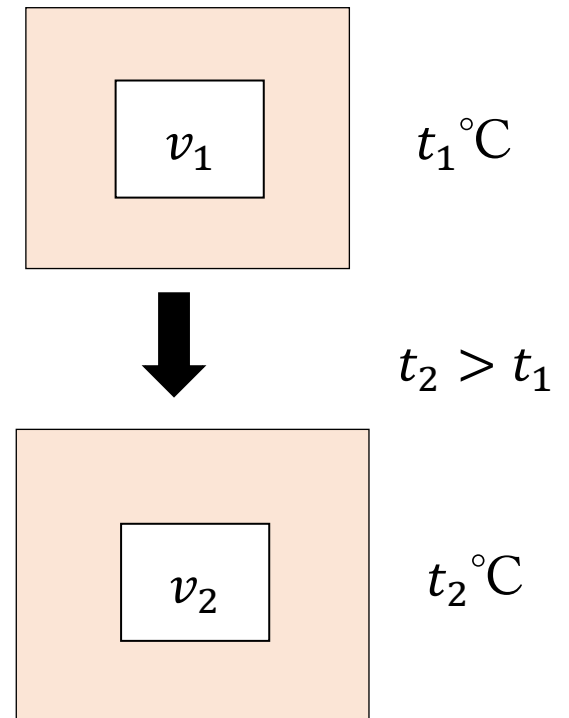
$$v_2 = v_1 \{1 + \alpha(t_2 - t_1)\}$$

α : 液体の体膨張係数

v_1, v_2 : $t_1, t_2^\circ\text{C}$ における液体の
単位質量あたりの体積

ρ_1, ρ_2 : $t_1, t_2^\circ\text{C}$ における液体の密度 ($v_1\rho_1 = v_2\rho_2$)

膨張する液体の体積



α を求める : 膨張計を使用する

膨張計も膨張する

$$V_2 = V_1 \{1 + \beta(t_2 - t_1)\}$$

β : 膨張計の体膨張係数

V_1, V_2 : t_1, t_2 °Cにおける膨張計の容積

液体を入れる

膨張計



本実験ではソーダガラス
でできているものを使用
(β は既知)

これらの式に基づいて、

$$\alpha = \frac{m_1 - m_2}{m_2(t_2 - t_1)} + \beta$$

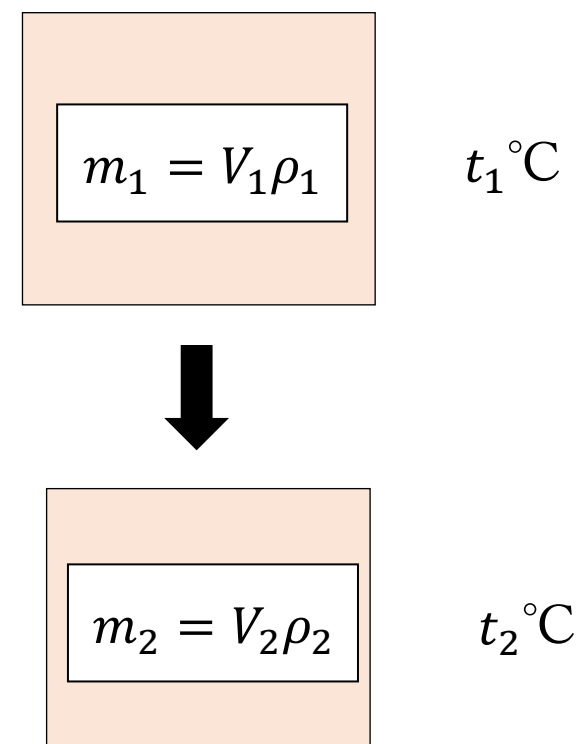
で与えられる

m_1, m_2 : 膨張計内の液体の質量

膨張計内の液体の質量

膨張計から液体
があふれるため

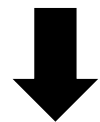
$$m_1 > m_2$$



B) 2. エチルアルコールの体膨張係数

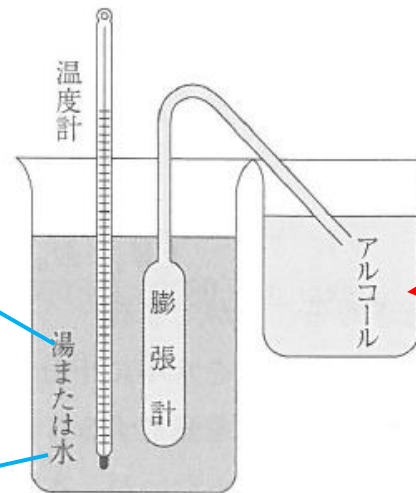
本実験： **エチルアルコール**の体膨張係数を測定

湯： 膨張計から
気泡が出る



湯を水に変える

水： 膨張計はエチルアル
コールを吸い込む



エチルアルコール



α の測定方法

$$\alpha = \frac{M_1 - M_2}{(M_2 - M_0)(t_2 - t_1)} + \beta$$

①の質量

②の質量

空の膨張計の質量

① エチルアルコール
が満たされた膨張計



$t_1^\circ\text{C}$



液体があふれた後

② 先端の液面が内側
に入った膨張計



$t_2^\circ\text{C}$

課題

- (1) 固体の比重および液体の体膨張係数を説明せよ。
- (2) 以下の実験データ A と B を用いて、次ページの✕を作成せよ。

試料： ジルコニアボール	実験データ A	試料： エチルアルコール	実験データ B
水温 $t_1 = 21.5^\circ\text{C}$ 水温 $t_2 = 24.0^\circ\text{C}$ 平均水温 $t = 22.8^\circ\text{C}$		室温： 25.0°C	
温度 t における水の比重 $\sigma = 0.9976$		膨張計の質量 $M_0 = 6.5349\text{g}$	
比重瓶の質量 $M_0 = 21.4670\text{g}$		温度 $t_1 = 25.3^\circ\text{C}$ においてアルコールを満たした膨張計の質量 $M_1 = 11.0011\text{g}$	
ジルコニアボールを入れた比重瓶の質量		温度 $t_2 = 64.3^\circ\text{C}$ においてアルコールを満たした膨張計の質量 $M_2 = 10.8505\text{g}$	
蒸留水とジルコニアボールを入れた比重瓶の質量 $M_2 = 94.2250\text{g}$			
蒸留水を入れた比重瓶の質量 $M_3 = 49.6759\text{g}$			



T1 - 電子天秤による固体の比重および液体の体膨張係数の測定

専攻 班番号 学籍番号 氏名 実験日

A. 固体の比重の測定

試料：ジルコニアボール 水温 $t_1 =$ 水温 $t_2 =$ 平均水温 $t =$

温度 t における水の比重 $\sigma =$

比重瓶の質量 $M_0 =$

ジルコニアボールを入れた比重瓶の質量 $M_1 =$

蒸留水とジルコニアボールを入れた比重瓶の質量 $M_2 =$

蒸留水を入れた比重瓶の質量 $M_3 =$

ジルコニアボールの比重 S

$$S' = \frac{M}{m} = \frac{(M_1 - M_0)}{(M_1 - M_0) - (M_2 - M_3)} =$$

$$S = \frac{M}{m_0} = S' \sigma =$$

$$\frac{\delta S}{S} = \frac{\delta M_1 + \delta M_0}{M_1 - M_0} + \frac{(\delta M_1 + \delta M_0) + (\delta M_2 + \delta M_3)}{(M_1 - M_0) - (M_2 - M_3)} =$$

$$\delta S = \frac{\delta S}{S} \cdot S =$$

結果： $S =$

B. 液体の体膨張係数の測定

試料：エチルアルコール 室温：

膨張計の質量 $M_0 =$

温度 $t_1 =$ においてアルコールを満たした膨張計の質量 $M_1 =$

温度 $t_2 =$ においてアルコールを満たした膨張計の質量 $M_2 =$

エチルアルコールの体膨張係数

$$\alpha = \frac{M_1 - M_2}{(M_2 - M_0)(t_2 - t_1)} + \beta =$$

$=$

$$\frac{\delta \alpha}{\alpha - \beta} = \frac{\delta M_1 + \delta M_2}{M_1 - M_2} + \frac{\delta M_2 + \delta M_0}{M_2 - M_0} + \frac{\delta t_2 + \delta t_1}{t_2 - t_1} =$$

$=$

$$\delta \alpha = \left(\frac{\delta \alpha}{\alpha - \beta} \right) (\alpha - \beta) =$$

結果： $\alpha =$

遠隔講義用提出用紙(次ページ参照)を用いて、赤枠内の箇所だけを書くこと。

指導書 p. 18 と p. 19 の【実験結果の整理】、p. 20 を参照して、同様に作成すること。

T 1 電子天秤による固体の比重及び液体の体膨張係数の測定

講義日

氏名

学籍番号

班番号

専攻

Moodle にて遠隔講義用提出用紙をダウンロードすること。