実習(4)　ガラス器具の容積の測定

内容

[実習(4)　ガラス器具の容積の測定 1](#_Toc82065503)

[1.　ガラス器具の容積の測定 2](#_Toc82065504)

[(1)　Introduction 2](#_Toc82065505)

[(2)　Devices 2](#_Toc82065506)

[(3)　Procedure 2](#_Toc82065507)

[(4)　Results 4](#_Toc82065508)

[(5)　Discussions 6](#_Toc82065509)

本実験

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | タイトル | 内容 | 主な器具 | Input | Output |
| 4 | ガラス器具の容積の測定 | ガラス器具の使用法器具の精度の比較有効数字の概念 | ホールピペットメスフラスコ | 測比 | 　図表 |

　数値の測定と実験値の扱い　　　似た項目の比較　　　図やグラフを用いた整理

測

比

図

　表を用いた整理

表

　　　　年　　　組　　　　番　　氏名

# 1.　ガラス器具の容積の測定

## (1)　Introduction

実験器具には様々な計量器があるが，その目盛りの精度は器具によって違う。器具の目盛りはどれくらい信頼できるのか[[1]](#footnote-1)。今回は，体積で水を測り取る一方で，測りとった水の質量と密度から体積を算出し，目盛りの信頼性を確認する。

## (2)　Devices

100 mLメスシリンダー 1 100 mLメスフラスコ 1

10 mL駒込ピペット 1 10 mLホールピペット　w/安全ピペッタ 1

300 mLビーカー 1 電子天秤 1

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(1:器具名) 1 100 mLコニカルビーカー 2

## (3)　Procedure

①　100 mLメスシリンダーと100 mLメスフラスコ　　　（自立する器具）

注　以下には100 mLメスシリンダーの図しか書かれていないが，100 mLメスフラスコについても同様に行う。

乾燥させた100 mL

メスシリンダー(or メスフラスコ)の

質量*w*1を測定。

ビーカーに水道水を100 mL以上汲み，水温を測定する。

目盛りを読み取る必要があるなら，最小目盛りの10分の1まで読む。

❶

❷

❸

❹

①のメスシリンダー(or メスフラスコ)に正確に

100 mLの水道水を移す。

水入りのメスシリンダー(or メスフラスコ)の質量*w*2を測定する。

100 mL付近の

微調整に

ピペットを

用いる。

②　10 mL駒込ピペットと10 mLホールピペット　　　（自立しない器具）

注　以下には10 mL駒込ピペットの図しか書かれていないが，10 mLホールピペットについても同様に行う。

❺

❻

❼

❽

乾燥させた200 mL

コニカルビーカーの

質量*w*1を測定。

ビーカーに水道水を100 mL以上汲み，水温を測定する。

目盛りを読み取る必要があるなら，最小目盛りの10分の1まで読む。

駒込ピペット（orホールピペット）で正確に

10 mLの水道水を❺のコニカルビーカーに移す。

水入りのコニカルビーカーの質量*w*2を測定する。

＜補足：ホールピペットの使い方＞

ホールピペットを使う際は，安全ピペッタを用いて，液体の採取を行う。



## (4)　Results[[2]](#footnote-2)

今回は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(2：器具名)の容積を測定した。

水を入れる前の空の容器の質量*w*1は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(3：結果・単位も添える)，水を入れた後の容器の質量*w*2は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(4：結果・単位も添える)なので，測りとった水の質量*w*水について

*w*水＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(5：文字式)＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(6：計算結果・単位も添える)

となる。なお，この数値の有効数字は\_\_\_\_\_\_\_(7)桁である。

水の温度は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(8:測定値)℃であったので，下表より，その密度*d*は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(9:単位も添える)である。この数値の有効数字は\_\_\_\_\_\_\_(10)桁である。水の質量と密度より，測りとった水の体積*v*水について

*v*水＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(11：文字式)＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(12：計算結果・単位も添える)

となる。この数値は有効数字\_\_\_\_\_\_\_(13)桁で表すのが望ましい。器具の表示は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(14：単位も添える)であるので，誤差[[3]](#footnote-3)は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(15：結果)である。

|  |
| --- |
| **表1：水の密度** |
| 温度[℃] | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 0 | 0.99984 | 0.99990 | 0.99994 | 0.99996 | 0.99997 | 0.99996 | 0.99994 | 0.99990 | 0.99985 | 0.99978 |
| 10 | 0.99970 | 0.99961 | 0.99949 | 0.99938 | 0.99924 | 0.99910 | 0.99894 | 0.99877 | 0.99860 | 0.99841 |
| 20 | 0.99820 | 0.99799 | 0.99777 | 0.99754 | 0.99730 | 0.99704 | 0.99678 | 0.99651 | 0.99623 | 0.99594 |
| 30 | 0.99565 | 0.99534 | 0.99503 | 0.99470 | 0.99437 | 0.99403 | 0.99368 | 0.99333 | 0.99297 | 0.99259 |
| 表の縦の欄は十の位，横の欄は一の位を示す。単位はg/cm3 |

なお，班のメンバーが測定した別の器具の結果も含めてまとめると以下のようになる。

表2：班の測定結果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 器具名 | メスシリンダー | メスフラスコ | 駒込ピペット | ホールピペット |
| 乾燥させた器具の質量*w*1 [[4]](#footnote-4) |  |  |  |  |
| 水を入れた後の器具の質量*w2* |  |  |  |  |
| 水の質量*w*水（有効数字桁数） | g（　　　桁） |  g（　　　桁） | g（　　　桁） | g（　　　桁） |
| 水の密度*d* | g/cm3（　　　桁） | g/cm3（　　　桁） | g/cm3（　　　桁） | g/cm3（　　　桁） |
| 水の体積$$v=\frac{w\_{水}}{d}$$（有効数字桁数） | mL（　　　桁） | mL（　　　桁） | mL（　　　桁） | mL（　　　桁） |
| 誤差 |  |  |  |  |

また，別の班のデータも含めて10回の測定の結果は次のようになる。

表3：クラスの測定結果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 器具名 | メスシリンダー | メスフラスコ | 駒込ピペット | ホールピペット |
| 1班 |  |  |  |  |
| 2班 |  |  |  |  |
| 3班 |  |  |  |  |
| 4班 |  |  |  |  |
| 5班 |  |  |  |  |
| 6班 |  |  |  |  |
| 7班 |  |  |  |  |
| 8班 |  |  |  |  |
| 9班 |  |  |  |  |
| 10班 |  |  |  |  |
| 最大値　Max. |  |  |  |  |
| 最小値　min. |  |  |  |  |
| 平均値　Ave. |  |  |  |  |
| 範囲　Range（MaxとMinの差） |  |  |  |  |

94

器具の容積

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

9.7

9.8

9.9

10.0

10.1

10.2

10.3

班の番号

[mL]

[mL]

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

班の番号

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

〇　メスフラスコ　×　メスシリンダー

〇　ホールピペット　×　駒込ピペット

100 mLメスフラスコと100 mLメスシリンダーの容積

器具の容積

10 mLホールピペットと10 mL駒込ピペットの容積

## (5)　Discussions

①　有効数字についての検討問題

＜測定値と有効数字＞

次の図はある線分の長さを定規で測ったときの拡大図である。

0

1

[cm]

a.　この線分の長さを読み取れ。最小目盛りの十分の一まで目分量で読み取ること。

b.　aの値は人によって値に差があれど，有効数字の桁数は2桁である。これについて，以下を検討せよ。

（ア）　勝手に3桁目に0を追加して書き加えた人がいるが，これはまずいらしい。何がまずいだろうか。

|  |
| --- |
|  |
|  |

（イ）　人によって差が出るので，意見を統一するために四捨五入した値である「1 cm（有効数字1桁）」としてしまうと何か問題だろうか

|  |
| --- |
|  |
|  |

（ウ）　つまり，測定値の末尾の値の意味とはなんだろうか。

|  |
| --- |
|  |
|  |

＜有効数字と測定値の範囲＞

四捨五入して次の値になる値の範囲を答えよ。

例1）100　　99.5…〜100.49… 例2）1.0　　0.95…〜1.049…

（ア）　10 （イ）　10.0

（ウ）　10.00

②　考察本編

10 mL駒込ピペットの最小目盛りの10分の1は\_\_\_\_\_\_\_\_(16) mL単位であるため，10 mL測りとった場合は理論上，有効数字\_\_\_\_\_\_(17)桁の値が得られることとなる。

一方で，10 mL駒込ピペットの容積を水を用いて測定すると，その値の範囲は\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(18) mLから\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(19) mLの範囲にまたがるため，有効数字はせいぜい\_\_\_\_\_\_\_\_\_(20)桁しかとれないこととなる。駒込ピペットは高温乾燥時のガラスの歪みなどによって目盛りが狂うため，その体積は目安程度でしかなく，精密測定を行うときは同じピペットでも\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(21)を用いることが望ましい。

1. このように実験は何らかの疑問から始まることが多い。このような疑問を調査課題（Research Question）という。 [↑](#footnote-ref-1)
2. レポートや論文の「結果」の部分には実際に得られる数値だけでなく，そこから機械的な計算で得られる結果も，計算過程を説明しながら書くことが多い。一方で，オリジナルな解釈は「考察」に書く。 [↑](#footnote-ref-2)
3. 誤差の公式は次の通り→。

$$誤差\left(\%\right)=\frac{\left|測定値-理論値\right|}{理論値}×100$$

 [↑](#footnote-ref-3)
4. 通常は*w*1や*w*2など量を表す文字式は数値と単位をまとめたものである。つまり，*w*1 = 102.98 gのように記す。 [↑](#footnote-ref-4)