高校化学 L01 第 9 講 化学実験の測定と安全

この講でできるようになること

- 測定値を、単位と器具の目盛・表示に合った桁で記録できる。
- 有効数字の意味を説明し、加減算と乗除算で計算結果の桁を適切にそろえられる。
- 実験前の準備、薬品の扱い、廃液処理、異常時の対応について、安全な行動とその理由を説明できる。

測定値は単位と桁をそろえて記録する

数字を多く書けば正確になるわけではない

化学実験では、測定値を単なる数字としてではなく、**どの器具で、どの単位で、どの桁まで読み取ったか**を含む情報として扱う。
たとえば、体積を測った結果を「21.4」とだけ書くと、単位が分からない。正しくは 21.4 mL のように単位を付ける。
また、実際には読み取れない桁まで数字を書き足しても、測定が正確になるわけではない。器具の目盛や表示に合った桁で記録することが重要である。

器具と測る量

器具	主な用途
ビーカー	液体の保持・混合、体積の概量
メスシリンダー	液体の体積の測定
電子天びん	質量の測定

細かい目盛や表示があることと、測定値そのものが常に正確であることは同じではない。

アナログ目盛を読む

メスシリンダーの読み方

透明なガラス製メスシリンダーで水の体積を読むときは、器具を水平な台に垂直に置き、水面と目の高さをそろえる。
水の表面は中央が低くなる**凹メニスカス**をつくるため、水ではメニスカスの最下部を読む。

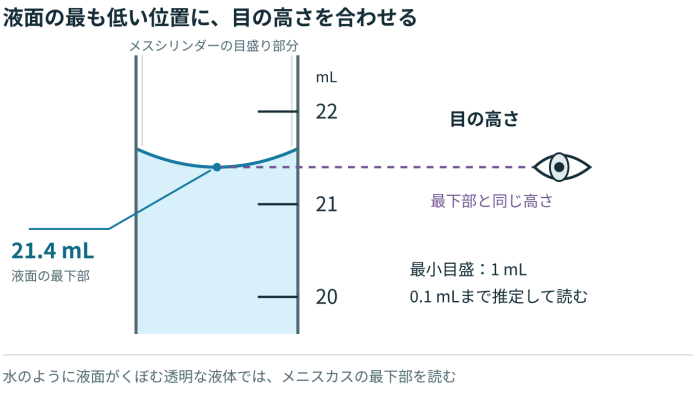


図 1　メニスカスの最下部と目線をそろえる

この図では最小目盛が 1 mL であり、メニスカスの最下部は 21 mL と 22 mL の間にある。

目盛の間を十分見分けられる条件では、アナログ目盛は最小目盛の間をさらに 1 桁推定して読む。
したがって、最小目盛が 1 mL なら、例として 21.4 mL のように 0.1 mL の位まで記録する。
ただし、最小目盛そのものと器具の精度を同一視してはいけない。

目線の高さ

斜め上や斜め下から水面を見ると、目盛に対する水面の位置がずれて見える。メニスカスの最下部と目の高さをそろえて読む。

デジタル表示を読む

表示された桁をそのまま記録する

電子天びんなどのデジタル器具では、表示が安定したことを確認し、表示された数値を単位とともに記録する。
たとえば、電子天びんが 12.36 g と表示しているなら、記録も 12.36 g とする。
表示されていない桁を推定して 12.360 g のように書き足してはいけない。数字を増やしても、測定から得られた情報は増えない。

有効数字

有効数字

測定値の中で、測定結果として意味をもつ数字を**有効数字**という。
たとえば、0.00450 の有効数字は、先頭の 0 を除いた 4、5、0 の **3 桁**である。小数点以下の末尾の 0 は、そこまで測定したことを表すため有効である。
そのため、12 と 12.0 は同じ大きさを表していても、測定値として示している桁の意味は異なる。
桁を明確に表したい場合は、科学的記数法を用いることもできる。

0 の扱い

- 0.00450：有効数字 3 桁
- 12：有効数字 2 桁
- 12.0：有効数字 3 桁

先頭に並ぶ 0 は位置を示すためのものであり、有効数字には数えない。一方、測定した桁を示す末尾の 0 は有効数字に含まれる。

計算結果の桁をそろえる

加減算と乗除算では基準が異なる

測定値を使って計算するときは、計算の種類によって結果の桁のそろえ方が異なる。
加減算では、もとの値のうち最も粗い**末位の位**に結果をそろえる。
たとえば、
$12.3\,\mathrm{mL} + 1.26\,\mathrm{mL} = 13.56\,\mathrm{mL}$
と計算できるが、12.3 mL は 0.1 mL の位までの値なので、結果は 13.6 mL とする。
一方、**乗除算**では、もとの値のうち有効数字の桁数が最も少ないものに結果をそろえる。
たとえば、
$2.5\,\mathrm{g} \div 2.10\,\mathrm{mL} = 1.190476\ldots\,\mathrm{g\,mL^{-1}}$

©ミライコーチング

と計算できるが、2.5 は有効数字 2 桁、2.10 は有効数字 3 桁なので、結果は有効数字 2 桁として $1.2\,\mathrm{g\,mL^{-1}}$ とする。
加減算と乗除算を、どちらも単純に「一番少ない有効数字の桁数に合わせる」という同じ規則で処理してはいけない。

丸めるのは最後

途中計算で何度も丸めると、最終結果がずれることがある。計算途中では必要な桁を残し、最後に指定された規則に従って丸める。

実験前の安全な準備

身支度は事故を防ぐために行う

化学実験では、結果を正しく得ることと同じように、安全な状態で操作することが重要である。
実験前には保護眼鏡を着用し、長い髪はまとめる。衣服はその実験に適したものを選び、靴はつま先・足の甲を覆うものを着用する。必要な手袋は、扱う薬品や作業に合うものを指示に従って使用する。



図 2　実験前の身支度のイメージ

保護眼鏡は薬品や破片が目に入る危険を減らし、髪をまとめることは炎や薬品に触れる危険を減らす。

薬品を安全に扱う

ラベルと指示を確認してから扱う

薬品を使う前には、容器のラベルと取扱指示を確認する。薬品名や濃度、注意事項を確認せずに使用してはいけない。
取り出した薬品が余っても、元の容器へ戻してはいけない。別の物質が混入すると、元の薬品まで汚染する可能性があるからである。
薬品を味見したり、容器へ顔を近づけて直接においを嗅いだりしてはいけない。また、液体を口で吸い上げる操作も行わない。

©ミライコーチング

廃液

実験後に不要となった薬品を含む液体を**廃液**という。
廃液は学校で指定された分類に従い、指定された廃液容器へ種類別に回収する。不明な廃液を自己判断で混ぜてはいけない。

異常が起きたとき

器具の破損、薬品のこぼれ、身体への薬品付着などの異常が起きた場合は、直ちに指導者へ知らせ、指示に従う。
薬品が目に入った場合は、直ちに流水で洗いながら教師に知らせ、少なくとも 15 分洗い続ける。

例題

例題 1

最小目盛が 1 mL のメスシリンダーに水が入っている。器具は水平な台に垂直に置かれ、凹メニスカスの最下部は 21 mL と 22 mL の間の 21.4 mL に相当する位置にある。
1. この体積をどのように記録するか答えよ。
2. 21.400 mL と記録するのが適切でない理由を説明せよ。

解答・解説

1.
21.4 mL と記録する。
最小目盛が 1 mL で、目盛間を十分見分けられる条件では、その間を 1 桁推定し、0.1 mL の位まで読む。
2.
実際に読み取っていない桁を付け加えることになるためである。
21.400 mL と書くと、0.001 mL の位まで測定したような意味になる。数字を多く書けば測定が正確になるわけではない。

例題 2

次の測定値を用いて計算する。
1. 12.3 mL と 1.26 mL を加えた結果を、測定値として適切な桁で答えよ。
2. 質量 2.5 g、体積 2.10 mL から密度を求め、適切な有効数字で答えよ。

解答・解説

1.
計算すると、
$12.3 + 1.26 = 13.56$
である。
加減算では最も粗い末位の位にそろえる。12.3 は 0.1 の位までなので、
13.6 mL
とする。

2.
密度は、
$2.5 \div 2.10 = 1.190476...$
より求められる。
乗除算では有効数字の最少桁数にそろえる。2.5 は有効数字 2 桁、2.10 は 3 桁なので、答えは有効数字 2 桁として、
$1.2\,\mathrm{g\,mL^{-1}}$
となる。

演習問題

演習 1

次の問いに答えよ。
1. 最小目盛が 1 mL のメスシリンダーで、水の凹メニスカスの最下部が 34 mL と 35 mL の間の 34.6 mL に相当する位置にある。目盛間を十分見分けられるものとして、測定値をどのように記録するか答えよ。
2. メスシリンダーの水面を斜め上から読むのが適切でない理由を説明せよ。

演習 2

次の問いに答えよ。
1. 電子天びんの表示が安定し、8.27 g と表示された。この測定値をどのように記録するか答えよ。
2. この表示に対して 8.270 g と記録するのが適切でない理由を説明せよ。

演習 3

次の問いに答えよ。
1. 0.00450 の有効数字は何桁か答えよ。
2. 12 と 12.0 では、測定値としてどのような違いがあるか説明せよ。

演習 4

次の計算について答えよ。
1. 15.2 mL + 3.47 mL を、測定値として適切な桁で答えよ。
2. 4.2 g ÷ 1.50 mL を計算し、適切な有効数字で密度を答えよ。

演習 5

次の実験中の行動について答えよ。
1. 薬品を必要量より多く取り出して余った。余った薬品を元の試薬容器へ戻してよいか答え、理由を説明せよ。
2. 実験後、種類の分からない廃液が残った。ほかの廃液と自己判断で混ぜず、どのように対応すべきか説明せよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

34.6 mL と記録する。
最小目盛が 1 mL で、目盛間を十分見分けられる条件では、最小目盛の間を 1 桁推定して 0.1 mL の位まで読む。

2.

斜めから見ると、水面と目盛の位置関係がずれて見え、正しい値を読み取りにくくなるためである。
メスシリンダーは水平な台に垂直に置き、水の凹メニスカスの最下部と目の高さをそろえて読む。

解答 2

1.

8.27 g と記録する。
デジタル器具では、安定した表示を単位とともに記録する。

2.

電子天びんには 0.001 g の位が表示されておらず、その桁を測定から読み取っていないためである。
表示されていない 0 を加えても、測定から得られた情報が増えるわけではない。

解答 3

1.

3 桁である。
0.00450 では、先頭の 0 は数の位置を示すためのものであり、有効数字には含めない。4、5、末尾の 0 が有効数字である。

2.

12 は有効数字 2 桁、12.0 は有効数字 3 桁であり、どこまでの桁を測定結果として示しているかが異なる。
12.0 の末尾の 0 には、0.1 の位まで値を示しているという意味がある。

©ミライコーチング

解答 4

1.

計算すると、
$15.2 + 3.47 = 18.67$
である。
加減算では最も粗い末位の位にそろえる。15.2 は 0.1 の位までなので、
$18.7\,\mathrm{mL}$
とする。

2.

計算すると、
$4.2 \div 1.50 = 2.8$
である。
4.2 は有効数字 2 桁、1.50 は 3 桁なので、乗除算の結果は有効数字 2 桁にそろえる。
したがって、密度は
$2.8\,\mathrm{g\,mL^{-1}}$
である。

解答 5

1.

元の試薬容器へ戻してはいけない。
取り出した薬品に別の物質が混ざっている可能性があり、元の容器へ戻すと容器内の薬品全体を汚染するおそれがあるためである。

2.

自己判断でほかの廃液と混ぜず、直ちに指導者へ知らせ、学校で指定された方法に従う。
廃液は指定された分類ごとに決められた容器へ回収する必要があり、種類の分からない廃液を勝手に混ぜると危険な反応が起こる可能性がある。

©ミライコーチング