

メニスカスによる誤差の確認

【目的】

高校化学では測定値を扱う際に誤差を意識する必要がある。

実験器具で体積を測定する場合、目視で最小目盛りの1/10までを読み取るのが原則だが、この値は測定者の主観による誤差を含む。同様に電子天秤による質量の測定でも、表示桁の最小値は誤差を含み、信頼性に乏しい。(最小秤量値は機種によって異なるが、表示桁の下二桁ほどは信頼性に乏しい場合が多い)

なお、有効数字については新学習指導要領より中学の数学において、誤差や近似値、 $a \times 10^n$ の形の表現を中1→中3に移行して学習している。このため、高校に入ってからすぐに誤差について扱うことは中学で学んだ概念の復習としても有用である。

新しい化学基礎で新設された序章「化学の特徴」の「実験開き」として誤差を意識する簡単な実験を紹介する。

【メニスカスについて】

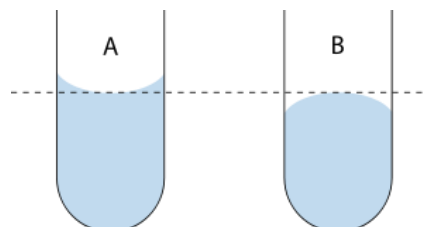
液体の正確な体積を計量容器ではかりとる操作がある。その際に「液面のへこんだ部分の底(液面の屈曲の下面)を体積として読み取る」ことを学ぶ。

この操作は小学校5年生の「物のとけ方」において、メスシリンダーの液面の読み方として紹介され、中学、高校と液体の体積の計量の際には繰り返し教科書に出てくる。

また、メニスカス(液面の屈曲)という単語については教科書の範囲外であるが、実験用語として一般的に用いられている。

メニスカスは分子と容器の素材の組み合わせで右図のA(凹型)、B(凸型)のように屈曲が逆になる場合がある。

例として、ガラス容器の場合、水は凹型、水銀は凸型になる。実験では当たり前になっている基礎知識であるが、どれくらいの誤差があるのか目視で比較し、計算で求める実験を紹介する。



【必要なもの】

試験管立て、目盛りつき試験管(ものさし代わり)、試験管A(通常の試験管)、**撥水処理した試験管B**、洗浄びん、50mL ビーカー、1 mL 程度のこまごめピペット

☆撥水処理について

試験管Bは内側にフッ素系撥水剤のスプレーを吹き付け、乾燥させておく。日にちを置きすぎると撥水効果が落ちるので、再度スプレーする。(沢山用意する場合は換気に注意すること)



段ボールなどに穴を開けて試験管を差し込み、試験管内部に撥水スプレーを吹き付けるとよい。

【実験】

- ① 試験管 A, B を各班に用意する。(生徒にはどちらが撥水処理されているかは伏せる。)
- ② 目盛り付き試験管を物差し代わりに用いて A, B の試験管に水(水道水で良い)を 10mL ずつはかりとる。(目視で同じ高さになるように水を入れる)
- ③ A, B の試験管の液面の違いを観察する。(観察結果から通常の試験管を判断する。)



通常の試験管は試験管 ()

- ④ 通常、試験管の液面はどのように読み取れば良いか。次のア, イから正しいと思うものを選び、理由と一緒に答えなさい。



メニスカスの底を
目盛りに合わせる



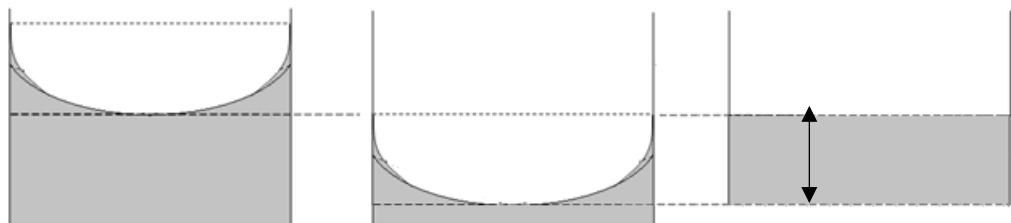
液面の這い上がりの先端を
目盛りに合わせる。

記号 ()

理由

- ⑤ ア, イの誤差はどれくらいになるか、考えてみよう。

※ 定規で高さを測って体積を出してみる。 $1\text{mL} = 1\text{cm}^3$



ア

イ

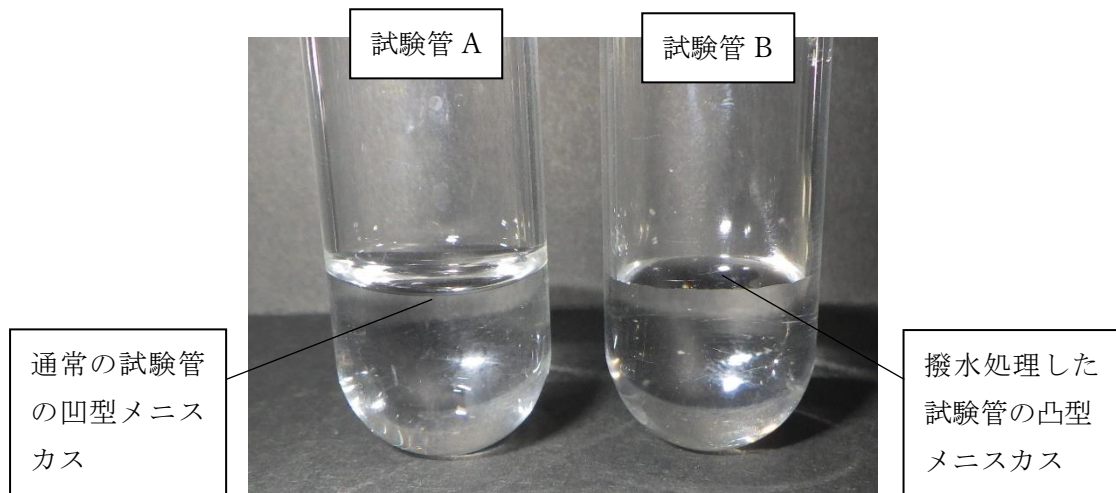
試験管の断面積を 2.14cm^2 とすると、試験管の直径 $\phi = 16.5\text{mm}$ では液面をどうとるかで最大 () mL もの誤差が生じる。

【解説・発展】

水とガラスでは水分子を引きつける力が水<ガラスであり、水はガラスによく引きつけられる。このため、水溶液は凹型のメニスカスをとる。正しい量をはかりとるには目盛りのどう見取れば良いかについては、小・中学校で既習の内容である。

Bの試験管（撥水処理済み）はガラスが水をはじくようになっているため、凹型メニスカスができない。実験後のBの試験管にピペットを用いてそつと水を追加する（液面にピペットの先端が触れるか触れないかギリギリのところまで、水を追加する）と、凸型メニスカスを観察できる。（水銀を使わなくても凸型メニスカスを見せることができる。）

※同様に逆メニスカスをとる物質に（ ）がある。



【解答】

【実験】③

試験管 A（未処理）



試験管 B（撥水処理済み）



通常の試験管は（ A ）

④ 記号（ ア ）

理由

アは本来の液量 10mL より壁面に這い上がっている分、液量が多くなり、イは中心から這い上がりの高さ分まで液量が少なくなっている。液量の誤差を比べるとアの方が誤差が小さいから。

⑤ 這い上がり的高さは同じ（2mm程度）と測定した場合、

$2.14\text{cm}^2 \times 0.2\text{cm} = 0.428\text{cm}^3 \approx 0.43\text{mL}$ 最大（0.43mL）もの誤差が生じる。

【解説・発展】 （ 水銀 ） は逆メニスカスとなる。