

ジョリバネはかり JS-70形

(表面張力兼用)

本器は ジョリ氏の考案されたバネはかりに改良を加えて製作したもので、比重の測定と表面張力の測定ができるものであります。

構造

図1は表面張力測定装置であります。図1において

- ①軽量用スプリング
1gにつきバネの伸び約25mm
- ②重量用スプリング
10gにつきバネの伸び約50mm
- ③指 標
- ④⑦おもりザラ 2個
- ④表面張力試験用環
- ⑤表面張力用シャーレ
- ⑥載物台 マイクロスクリュを固定し、中央に径50mmの補助台板があります。
- ⑦マイクロスクリュ 0~30mmを測定できるもの
- ⑧スプリングささえ金
- ⑨伸縮用支柱
- ⑩伸縮用支柱固定ネジ
- ⑪支 柱 正面に70mmの鏡目盛尺をつけ、心部を空洞にして上部から伸縮用支柱を収納します
- ⑫載物台固定用ネジ
- ⑬鉄製三脚台
- ⑭鉄製三脚台用水平ネジ
- ⑮比重測定用水そう

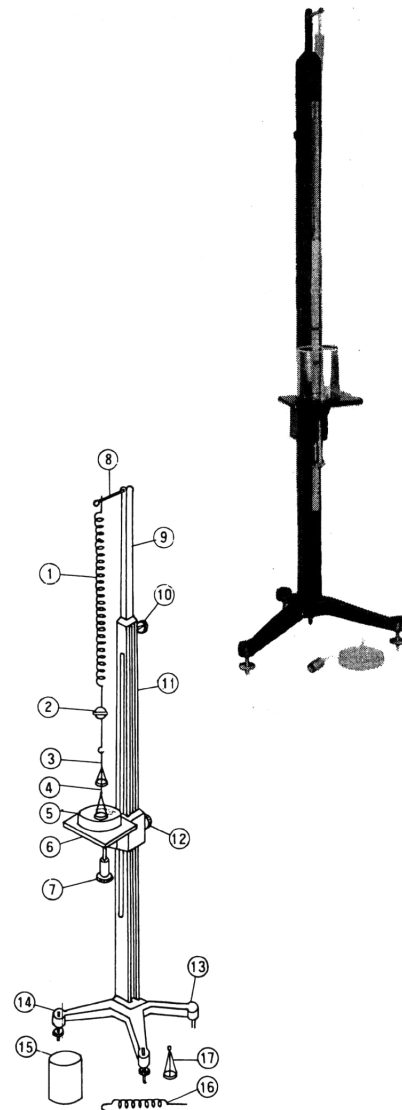


図1 各部の名称

組立 て

柱の正面を三脚台の正面（水平ネジが正面の左右にくる位置）に合わせてナットでじゅうぶんに締めつけます。つぎに⑩の固定ネジをゆるめて伸縮用支柱⑨を入れ、⑧のささえ金を取りつけます。スプリングは端の直線の方を、⑧のささえ金に下からさし込みネジで固定します。

測 定

1. 水より重い固体の比重測定法

a. 調 整

上からスプリング①、指標②とおもりザラ③⑦を2個重ねてつり、比重測定用水そう⑬を用意します。

スプリング、指標、おもりザラとつるした線と支柱との傾きを調べ、三脚台の水平ネジで垂直線になるように修正します。

つぎに水そうに水を入れ、載物台⑥の中央にのせ、載物台固定用ネジ⑫を

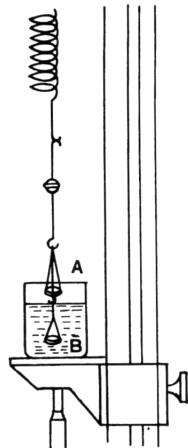


図2 比重測定

ゆるめて静かに上方に持ち上げて、下方のおもりザラ(B)をそう中に入れ、図2のようにおもりザラをつり糸が1本になっているところまで沈めます。おもりザラの位置をこの線にもってくることは、水切りの面が大きくなると、表面張力の影響を相当に受けますから、かならずこの1本の線で水切りをするようにします。

おもりザラを水中に入れますと、つり糸の結び目、あるいはサラのふちななどにあわがでることがありますが、そのときは細い針金を綿を結びつけて、その部分を軽くするとあわは消えます。これは水中に溶けていた空気が集まったためで、はじめは見えなくても、実験中に大きく現われてくることもありますから、このあわについてはつねに注意してください。準備ができましたら、スプリングの伸びの関係を測定します。

b. ヒ ズ ミ

まずおもりザラBを水中に入れ、その状態でバネの伸びを測定します。指標によって支柱の尺度を読むのですが（読み方は標線の目盛りと目が水平に一直線になるように注意してください）、その線が支柱の尺度のいくらのところにあるかを読み取るのです。

つぎに載物台を静かに下げ、おもりザラBを水面上に30~40mmほど出します。サラが水面を切る際、バネが急にちぢまってサラがとび上がり、上のおもりザラAをぬらすおそれがありますから、静かに水を切るようにしま

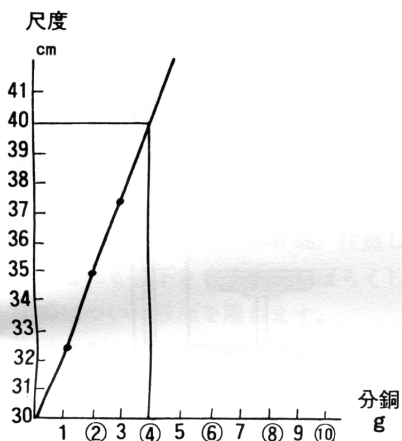


図3 スプリングの伸び

す。

Bザラを水上に上げたら、Aのおもりザラに2gの分銅を静かにのせます。急にのせますとバネが急に伸びて、Aザラまで水につかるようなことがありますから、これも静かにAザラをぬらさないように行ない、載物台を上げておもりザラBを徐々に水中に入れ、水切りを1本の線まで上げて停止します。

この状態にして前の要領で支柱の尺度を正確に読み取ります。つぎは分銅を増して4gとし、その尺度を読み、続いて6g・8g・10gと順次尺度を読み、今度は逆に分銅を1個取り去って8g・6g・4g・2g およびおもりザラだけの尺度を読みます。

取り除く際も急に取ると Bザラが水中からとび上がってAザラをぬらすおそれがありますから、静かに取り除いてください。

このようにして得られた値を、図3のように分銅の重さを横軸に取って、その関係図を記し、求めた点になるべく近接して直線を引き、線の傾きから1gに対する伸びの割合を計算してスプリングの伸びの関係を求めます。

c. 比重の測定

まず両おもりザラになにもせず、Bザラを水中に沈めたときの尺度を読んで S_0 とし、つぎに試料をAにのせたときの読みを S 、試料を水中のBおもりザラにのせたときの水中の重さの読みを S_1 、最後に試料を取り去ってBザラを水中に置いたときの読みを S_0' として S_0 と S_0' が相当違うようなときはさらに吟味しなければなりません、近いときはその平均を取って S_m として、下記の式に当てはめて計算します。

$$\text{比重} = \frac{S - S_m}{S - S_1} \times D_t$$

D_t は温度 $t^\circ\text{C}$ の水の密度、これは温度計を直接水の中に入れ、実験のはじめと終わりに温度を計り、その平均を実験中の温度として密度を出します。

2. 水より軽い固体の比重測定

水より軽い物体は、水中に入れてヒョウ量する関係上、浮きあがらないように加錘を用いなければなりません。

測定の要領は前項と同様です。まずBおもりを水中につるし、Aザラに試料をのせて空気中での重さ u 、おもりをつけて水中で計った試料の重さを x 、加錘のみの水中の重さを y として下記

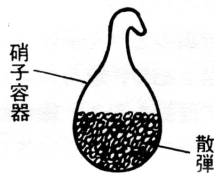


図4 加錘の例

の式を用います。

$$\text{比重} = \frac{u}{u+y-x} \times D_t$$

3. 液体の比重を測定する場合

要領は前項と同様であります。液体に溶解せず、また化学変化を起こさない固体、通常ガラス容器におもりを密封し、細い針金でつり糸をつけたもの(図4)を用い、おもりザラ(B)を取りはずし、かわりにこのおもりをつるし、このとき(空气中)の重さを m とし、これを水中に沈め、その重さを m_1 、つぎにこれを測定しようとする液体の中に入れ、そのときの重さを m_2 を測定し、下記の式に当てはめます。

$$\text{比重} = \frac{m-m_2}{m-m_1} \times D_t$$

水と液体との温度が異なるときは、その温度差に対する補正を行いません。

4. 表面張力の測定

測定には、まず試験用環④の外径(d_2)および内径(d_1)を読取顕微鏡その他の方法で精密に測定します。

つぎに測定環および液体を入れるシャーレを油気のないようにアルコールでよく洗浄し、環はそのまま指標の下につるします。

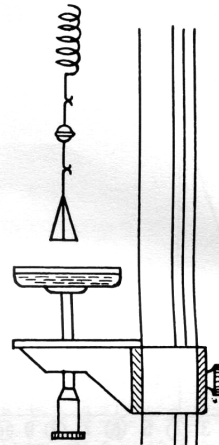


図5 表面張力の測定(1)

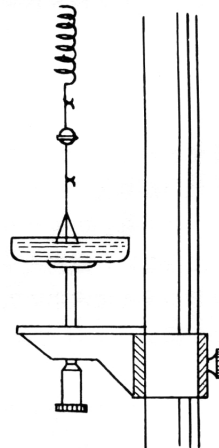


図6 表面張力の測定(2)

つぎに載物台の下にあるマイクロスクリュをゼロ点にまで押し上げます。この台上に洗浄したシャーレをのせ、器中に測定しようとする液体を深さ $\frac{2}{3}$ 程度に注入します。(図5参照)

試験用環④を空気中につるした図5の状態において、載物台を徐々に上げて環に液面をじゅうぶんに接触させ載

物台固定ネジで強く固定します。(図6参照)

つぎはマイクロスクリュを左に静かにまわして液面を低下させるのですが、すでに環には張力がはたらいて液面を上昇させていますから徐々に行ない、液面の隆起(図7の h 部)注意しつつなおも低下させます。しばらくして環はついに液面を離れます。

その離れる瞬間の液柱の高さ h を目測で読み取ります。

つぎにまたマイクロスクリュをゼロ点までもどし、液面に試験環を接触させて、改めて下降させ、離れる瞬間の水面の高さ h とマイクロスクリュの目

盛り s の測定を繰り返して、その平均の目盛り s と h を求めます。

s - h 目盛りに相当する質量 m [g](g はグラム)を直接分銅で計るか、または図3の図式によって求めます。

液体と空気間の表面張力を $T \frac{mN}{m}$ としますと(環が液面を離れる瞬間には図7のように液膜が引き上げられ、その膜の重さも考えなければなりませんので)環の内外両面に作用する全表面張力と液柱の重さの和はスプリングの伸びによる弾力 $m \times g$ (g は重力の加速度 980cm/sec^2) 10^{-5}N につり合います。

ゆえに

$$\pi(d_1 + d_2)T + \frac{\pi}{4}(d_2^2 - d_1^2)h\rho g = mg$$

$$T = \frac{mg}{\pi(d_1 + d_2)} - \frac{d_2 - d_1}{4}h\rho g \quad \text{mN/m}$$

ただし ρ は温度 $t^\circ\text{C}$ における液体の密度であります。また一般に液体の表面張力は温度上昇とともに減少します。

液柱円筒の引き上げられる高さ h は計りにくいので省略してもよい。

そのときは

$$T = \frac{mg}{\pi(d_1 + d_2)} \quad \text{mN/m}$$

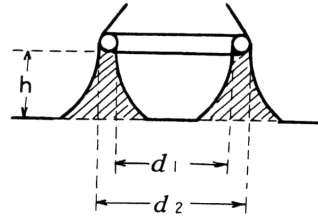


図7 表面張力測定における液面