Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

František Boček
Měření povrchového napětí na základě skutečné váhy kapek

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 64 (1935), No. 2, D38--D40

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/121753

případně jen skizz. Na př. při řezech s rovinou těles určiti tři body roviny na tělese a stanoviti pak řez. Tak v obr. 7 dána krychle a tři body a, b, c na jejích hranách a je určiti řez s rovinou (abc), tu jistě pro představivost je dobře provésti to v šikmém obraze a pak teprv v půdoryse a náryse.

Měření povrchového napětí na základě skutečné váhy kapek.

František Boček, Praha.

Jedním z četných způsobů měření tohoto napětí jest vážení kapek. Tato metoda však je vhodná — v tom způsobu totiž, jak se provádí — jen k porovnávání napětí různých kapalin, neboť odpadnuvší kapka jest jen částí hmoty udržované napětím. Chceme-li vážením určiti správnou hodnotu napětí, dlužno k váze odtržené kapaliny přičísti ještě váhu zbývající části, kterou sblíženě lze považovati za kulovou úseč.

Měření uspořádáme, jak ukazuje obrázek. Svislou skleněnou trubičku o průměru $2b$ opatříme hadicí a na konci opřeném o stůl sevřeme ji tlačkou. Pod trubicí máme připravenu nádobku s kapalinou; odměřování kapek děje se na zrcadlovém měřítku upevněném svisle v pozadí.

Nejprve tlačku otevřeme, nassajeme z nádobky něco kapaliny do trubičky a uzavřeme. Tlakem ruky vytlačíme asi 10—20 kapek do malé nádobky a zjistíme váhu p_1 jedné kapky. Nato pomocí druhé tlačky opatřené šroubem stlačujeme hadici v e l m i p o m a l u, takže po odpadnutí kapky zůstane na konci skleněné trubičky viseti malá úseč kapaliny. Její váhu p_2 lze stanoviti z rozměrů — průměr její základny jest $2b$, výška odečtená na měřítku v,

$$p_2 = [\pi b^2 \,.\, \tfrac{1}{2}v + \tfrac{4}{3}\pi\, (\tfrac{1}{2}v)^3] \,.\, s.$$

Celková váha $p_1 + p_2$ jest pak udržována vertikální složkou napětí $f \cos \vartheta$, takže platí

$$2\pi b f \cos \vartheta = p_1 + p_2.$$

Nyní jedná se ještě o stanovení krajového úhlu ϑ. Pozorujeme-li pozorně za pomoci lupy pochod odtržení, shledáme, že tento úhel zůstává po odtržení stejný.

Jelikož jest to úhel tečny k menisku se stěnou trubičky, dá se vypočísti,

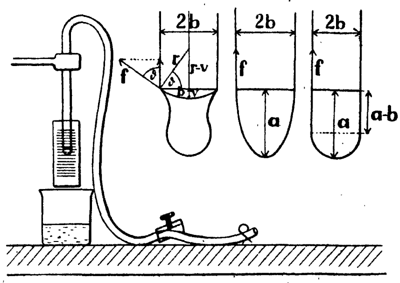
$$\cos \vartheta = \frac{b}{r},$$

kde $r = \frac{b^2 + v^2}{2v}$,

takže

$$\cos \vartheta = \frac{2bv}{b^2 + v^2}$$

a $$f = \frac{p_1 + p_2}{2\pi b \cos \vartheta}.$$



První měření provedeno pro vodu s trubicí o průměru $2b =$ $= 0{,}63$ cm (kontaktním měřítkem). Váha 1 kapky (vážením 10 kapek) $p_1 = 0{,}1$ g, váha zbylé úseče ($b = 0{,}315$ cm, $v = 0{,}2$ cm) $p_2 = 0{,}036$ g. Váha skutečné kapky $p_1 + p_2 = 0{,}136$ g. Krajový úhel $\cos \vartheta = 0{,}9$, ϑ asi 26^0. Z těchto hodnot plyne

$$f = \frac{0{,}136}{\pi \,.\, 0{,}63 \,.\, 0{,}9} \text{ g/cm} = 0{,}076 \text{ g/cm} = 7{,}6 \text{ mg/mm}.$$

Při dalším měření použito trubičky slabší o průměru $2b =$ $= 0{,}47$ cm. Výška úseče 0,12 cm, váha 1 kapky $p_1 = 0{,}072$ g, váha úseče $p_2 = 0{,}0113$ g, $p_1 + p_2 = 0{,}0833$ g, $\cos \vartheta = 0{,}81$, ϑ asi 36^0, takže $f = 0{,}070$ g/cm $= 7$ mg/mm.

Jak viděti, jsou získané hodnoty dosti dobré, zvláště uvážíme-li, že odčítání nebylo valně přesné vzhledem k hrubosti měřítka. —

Jiný způsob jest přibližné určení kap. konstanty na základě tvaru kapky. Tvar kapky záleží totiž na kalibru trubice. Tak ku př. při jistém průměru jejím má kapka podobu půlky rotačního elipsoidu. Platí pak

$$2\pi b f = \tfrac{2}{3}\pi a b^2 s,$$

$$f = \tfrac{1}{3} abs \text{ g/cm} = \tfrac{1000}{3} abs \text{ mg/cm} = \tfrac{10}{3} abs \text{ mg/mm} =$$
$$\tfrac{981}{3} abs \text{ dyn/cm} = 327\, abs \text{ dyn/cm}.$$

Při jiném kalibru má kapka tvar válce zakončeného polokoulí. Je-li délka kapky a cm, jest její váha $[\pi b^2 (a - b) + \tfrac{2}{3}\pi b^3]\, s$ držena povrchovým napětím $2\pi b f$, takže

$$f = [\tfrac{1}{2} b\,(a - b) + \tfrac{1}{3} b^2]\, s \text{ g/cm}.$$

Napětí tu všude předpokládáme vertikální.

Příklady:

1. voda, $2b = 0{,}63$ cm, $a = 0{,}7$ cm, tvar elipsoid, $f =$ $= 7{,}35$ mg/mm;

2. voda, $2b = 0{,}56$ cm, $a = 0{,}62$ cm, tvar válec a polokoule, $f = 7{,}37$ mg/mm;

3. voda, $2b = 0{,}47$, $a = 0{,}65$, tvar válec a polokoule, $f =$ $= 6{,}7$ mg/mm;

4. glycerin, $2b = 0{,}64$, $a = 0{,}5$, $s = 1{,}25$, elipsoid, $f =$ $= 6{,}67$ mg/mm.

Ovšem dlužno podotknouti, že kapky v okamžiku odtržení nezachovávají svých počátečních tvarů, nýbrž se silně deformují, kdežto výsledky jsou dobré. Patrně se při výpočtu váhy kapky její zúžení vyrovnává tím, že předpokládáme směr napětí vertikální.

To také jest viděti z porovnání výsledku měření pomocí trubice $2b = 0{,}63$ cm prvním a druhým způsobem. Váha vypočtená pomocí vzorce pro elipsoid činí 0,147 g, kdežto skutečná váha, držená ovšem složkou $f \cos \vartheta$, činí 0,136 g, proto poměr této poslední váhy a předešlé musí býti rovný $\cos \vartheta$, skutečně $\frac{0{,}136}{0{,}147} = 0{,}93$, což jest v dobrém souhlasu s hodnotou $\cos \vartheta = 0{,}9$ nalezenou z rozměrů trubice a úseče.

Modifikace pokusu Poggendorffova.

Oskar Kunovský, Zábřeh.

Pokusy Poggendorffovy vyžadují rovnoramenných vah, které však místo misek mají tři kladky otáčivé jednak kolem osy splývající s osou vahadla, jednak s osami břitů misek. Váhy tyto nebývají však vždycky v kabinetě fysikálním k disposici. Nicméně závislost síly na zrychlení dá se ukázati i na obyčejných vahách demonstračních, když na jedno z ramen místo misky zavěsíme improvisovaný padostroj pozůstávající z malé kladky a dvou závaží s přívažkem. Abychom prodloužili dráhu padajícího závaží, postavíme váhy na okraj stolu.

Nejdříve zachytíme závaží s přívažkem nití, a celek vyvážíme. V klidu působí na rameno vah tlak

$$T_1 = 2mg + pg.$$

Když přepálením niti uvedou se závaží do pohybu, působí na rameno tlak

$$T_2 = (m + p)(g - a) + m(g + a).$$