Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Karel Teige

Odvození vzorce pro rychlost výtoku kapaliny z kapilláry

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 52 (1923), No. 1-2, 159--161

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123247

Les méthodes graphiques dans la cartographie.

(Extrait de l'article précédent.)

L'auteur explique dans cette article de quelle manière on peut appliquer une méthode graphique pour construire le détail d'une carte géographique d'après celui d'une autre carte dont on se sert comme modèle. A ce but, on exprime, à l'aide de deux surfaces auxiliaires, les relations entre les coordonées rectangulaires des points de la carte nouvelle, et celles des points associés à ceux-ci sur le modèle. Ces deux surfaces auxiliaires sont définies par des lignes de niveau, dont les projections sur le plan du modèle sont les images des lignes droites parallèles aux axes des coordonées sur la carte nouvelle. On se sert de ces surfaces, non seulement pour trouver graphiquement les coordonées des points du détail de la carte, mais encore pour construire les tangentes et les centres de courbure de ses diverses lignes.

Odvození vzorce pro rychlost výtoku kapaliny z kapilláry.

Napsal *Karel Teige.*

Prof. Kučera ve své habilitační práci „Zur Oberflächenspannung von polarisierten Quecksilber"[1]) přichází též k otázce, jaký je vztah mezi množstvím vyteklé rtuti z kapilláry, povrchovým napjetím rtuti a tlakovou výškou, pod kterou rtuť vytéká. Dospívá tam k tomuto závěru:

Kdyby výtok rtuti z kapilláry byl závislý pouze na vnitřním tření, tu by při téže tlakové výšce vyteklo za stejný čas stejné množství rtuti, nezávislé na roztoku, do kterého rtuť kape a na elektrické polarisaci; čili proudění rtuti bylo by konstantní. Avšak tomu tak není. Jak z pokusů vyplývá, toto množství vyteklé rtuti při stejné tlakové výšce je tím menší, čím větší je povrchové napětí. Povrchové napětí působí tlakem proti tlaku sloupce rtuťového. Kučera dále odhaduje velikost tohoto kapillárního protitlaku asi takto: Tento protitlak v každém okamžiku obnáší

$$\frac{2\alpha}{r},$$

kde α je povrchové napětí mezi rtutí a roztokem, do něhož rtuť kape, a r poloměr kapičky u kapilláry. Ovšem velikost kapičky se stále mění a proto také r se stále mění. Kučera pouze pro orientaci béře za r poloměr odkáplé kapky. K tomu dodává: Při tom béřeme

[1]) Lipsko 1903. Výtah Ann. der Phys. 11., 529. (1903).

v úvahu pouze konečný stav; v každém okamžiku tvoření kapky je tento kapillární protitlak však mnohem větší, zvláště na počátku tvoření se kapky, kdy poloměr kapky má daleko menší hodnotu než poloměr odkáplé kapky.

Účelem tohoto příspěvku je vypočísti přesněji hodnotu kapillárního protitlaku, a tím také vzorec pro výtokovou rychlost z kapilláry.

Abychom obdrželi střední časovou hodnotu protitlaku, která ve tvaru integralu je

$$2\,\alpha\left(\frac{1}{r}\right)=\frac{2\,\alpha}{\tau}\int\limits_0^\tau\frac{dt}{r}, \tag{1}$$

kde t značí čas, τ pak dobu odkapu jedné kapky, nutno čas t vyjádřiti jako funkci poloměru kapky r.

Předpokládáme-li, že rtuť z kapilláry o poloměru ϱ vytéká stálou rychlostí[1]) v do kapky, pak, čítáme-li čas t od počátku tvoření se kapky, bude velikost kapky o poloměru r

$$\pi\,\varrho^2\,v\,t=\tfrac{4}{3}\,\pi\,r^3. \tag{2}$$

Odtud derivováním je

$$\varrho^2\,v\,dt=4\,r^2\,dr.$$

Pak střední hodnota protitlaku (1) bude

$$\frac{2\,\alpha}{\tau}\int\limits_0^R\frac{4\,r\,dr}{\varrho^2\,v}=\frac{4\,\alpha\,R^2}{\tau\,\varrho^2\,v}.$$

Při tom R značí poloměr odkapávající kapky. Dosadíme-li za jmenovatele dle vzorce (2)

$$\pi\,\varrho^2\,v\,\tau=\tfrac{4}{3}\,\pi\,R^3, \tag{3}$$

dostaneme konečně

$$2\,\alpha\left(\frac{1}{r}\right)=\frac{3\,\alpha}{R}. \tag{4}$$

Známe-li nyní přesně hodnotu kapillárního protitlaku, pak můžeme napsati vzorec pro množství G rtuti vyteklé z kapilláry, ve tvaru

$$G=L\left(p-\frac{3\,\alpha}{R}\right)T, \tag{5}$$

kde L je jistá konstanta, p tlak sloupce rtuti, T čas.

---

[1]) Jelikož kapillární protitlak se stále mění, mění se také vlastně rychlost v. Jsou-li však ty změny dosti rychlé, tu, jelikož sloupec rtuti v kapillaře má jistou setrvačnost, nebude se v mnoho lišiti od jisté střední hodnoty, která je dána vzorcem (5).

Jelikož v uvedeném vzorci (5) nevyskytuje se poloměr obvodu, kde se kapka odtrhuje, může tento vzorec sloužiti k vypočítání absolutní hodnoty povrchového napětí. To by byla veliká přednost této methody ku stanovení povrchového napětí před methodou vážením kapek. Naproti tomu tato methoda je daleko obtížnější. Hlavní obtíž spočívá v přesném měření času. K orientaci, jak přesně tato methoda udává povrchové napětí, vypočteme toto pro rozhraní voda-rtuť z hodnot, které udává Kučera v citované práci na str. **560**. Zde velikost kapillárního protitlaku byla **1·67** *cm* rtuti a poloměr kapky **0·040** *cm*. Z těchto hodnot vypočtené povrchové napětí

$$\alpha = \frac{1{\cdot}67}{3} \times 13{\cdot}6 \times 0{\cdot}040\, g/cm = 0{\cdot}303\, g/cm.$$

To velmi blíží se **0·32** *g/cm*, kteroužto hodnotu má Kučera za nejpravděpodobnější.

*

Déduction d'une formule pour la vitesse d'écoulement du liquide d'un tube capillaire.

(Extrait de l'article précédent.)

Le courant du liquide dans un tube capillaire est maintenu par la pression sous laquelle le liquide s'écoule, diminuée de la contrepression qui existe au bout du tube. Comme la grandeur de cette contrepression change sans cesse, il faut déterminer sa valeur moyenne qui est donnée par l'expression

$$\frac{3\alpha}{R},$$

où R est le rayon des gouttes sortant du tube. Pour la quantité G du liquide qui s'écoule du tube pendant le temps T, la relation a lieu:

$$G = L\left(p - \frac{3\alpha}{R}\right) T,$$

où L est une constante, p la pression sous laquelle le liquide s'écoule. On peut, en s'appuyant sur cette relation, déterminer expérimentalement la valeur absolue de la tension superficielle α.

Poznámka k nejnovějšímu (Bornovu) modelu vodíkové molekuly.

Napsal *Viktor Trkal.*

1. V 31. sešitě (ze 4. srpna 1922) letošního ročníku přírodovědeckého týdenníku „Die Naturwissenschaften" (str. 677—678) podrobuje *M. Born* kritice model vodíkové molekuly, který navrhl