

František Kaňka

O silovém akustickém poli. [II.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 39 (1910), No. 3, 269--274

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122988>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1910

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

což se dle (15) rovná determinantu

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Druhý činitel (lmn) jest v tom případě roven součinu (ijk) = 1; pročež

$$\Phi_3 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} \quad (181)$$

(Pokračování.)

O silovém akustickém poli.

Rozšířená přednáška o IV. sjezdu přírodopytců a lékařů českých v Praze r. 1908.

Napsal František Kaňka, professor v Praze.

(Pokračování.)

β) Ponderomotorické účinky v poli vnitřním.

Pokusy s korkovými pilinami a kuličkou z bezové dřevě vedou k týmž výsledkům, jako v poli vnějším. Kyvadélka s kuličkami z bezové dřevě přiskočí ke stěně i na rozkmitně i na uzlu; proti rozkmitně se pohybují kolmo na silokřivky. Destička se staví do stejnolehlosti se silokřivkami. Křídla mlýnků jsou opět tažena k uzlům, a můžeme tedy mlýnky roztočiti ve smyslu ručiček hodinových anebo proti nim. Postavíme-li dva hořící kusy svíček do pole vnitřního, jeden proti rozkmitně, druhý proti uzlu, nastane odpuzení plamene v obou případech, při tom však sploštění dle polohy silokřivek na pozorovaných místech; proti vrcholu rozkmitny se plamen rozšíří v plochu se stěnou sklenice rovnoběžnou, proti uzlu v plochu na stěnu kolmo.

Popsané úkazy uvnitř sklenice se jen jeví, jsou-li tělíska, na něž má pole působiti, v dosahu silokřivek vytvořených korkovými pilinami; na hvězdici, která zůstala nerozbrážděna,

nelze účinků ponderomotorických pozorovati, vládne tam tedy *akustický stín*.

Tento případ akustického stínu se obdržel ve vzduchu; možno jej též obdržeti v prostředí kapalném, když sklenici nebo zvon naplníme vodou, etherem anebo líhem. Rozezvučíme-li je s vodou, vzniká známá akustická sprcha. Dáme-li do skleněného zvonku líhu neb etheru a přejedeme-li okraj smyčcem, rozvíří se kapalina u rozkmiten a proudy kapiček, vykonavše obloukovité dráhy nad povrch kapaliny, dopadají též, jako se u vody děje, do akustického stínu zvonku, s tím však rozdílem, že kapičky líhové neb ethérové nesplynou hned s kapalinou, nýbrž plovou na povrchu, vyplňujíce akustický stín a tvoříce úhledné hvězdicovité obrazce čtyřrohé nebo šestirohé dle toho, vydával-li zvonek tón základní nebo první svrchní. Příslušné obrazce k tomuto Melde-ho pokusu jsou ve spise: Tyndal, *Der Schall*, 1874, str. 176.

Že onu sprchu působí akustické víry, možno učiniti pravděpodobnějším; neboť lze zjistiti i uvnitř zakřivených desk Chladni-ho, t. j. u zvonků, mohutné a rychlé pohyby otáčivé a to i v prostředí vzdušném i v kapalném.

Poukazuji na pokusy, vykonané zvonkem mosazným, jež jsem popsal ve Zprávě výroční gymnasia Domažlického r. 1897, str. 9, a uvádím zde pokusy nové, konané zvonkem skleněným.

Zvonek tento má místo hlavy hrdlo, jež se upevní do svěráku na železném stojanu. Jest 8 *cm* vysoký a průměr jeho nejširšího, vzhůru obráceného otvoru, měří 7 *cm*.

Pokusy se daří, vydává-li nejhlubší zvuk, při němž se dělí stěny pouze na dvě rozkmitny.

1. Vloží-li na dno skleněnou kouli ($2r = 3 \text{ cm}$) a přitím-li zvonek zníti nejhlubším tónem, otáčí se koule kolem své svislé osy po ručičkách hodinových, pokud znění neustane. Totéž otáčení, s menší však rychlostí, se děje, přilejeme-li do zvonku tolik vody, aby se koule ponořila.

2. Zasadím-li do otvoru dna zátku kaučukovou a vloží-li mezi ni a sklo kamenné kuličky ($2r = 1 \text{ cm}$), aby se sebe nedotýkaly, budou se otáčeti dle osy, jež prochází dvěma jejich body dotyku. Totéž se opakuje se zmenšenou rychlostí i pod vodou.

3. Do korkové zátky, která zapadá do otvoru hrdla, jsem zabodl svislý drát na volném konci opatřený očkem, jímž prochází a o korek se opírá kus hladkého, ocelového drátu na pletení.

Aby bylo lze rychlost otáčení posuzovati, připevnil jsem na volný konec drátu destičku korkovou ($2r = 2 \text{ cm}$). Když se vzbudil smyčcem hluboký tón, byla rychlost otáčecí tak značná, že nebylo možno otoček čítati.

Do zvonku bylo přidáno tolik vody, že korková destička plovla a drát zvedla, až se ani zátky nedotýkal. Za hlubokého tónu zvonku uvedla se destička s drátem do rychlého pohybu otáčivého stejného směru, jenž byl pozorován ve vzduchu.

Pohyb otáčivý se děl i tenkrát, když se užilo destičky lehčí tak, že ji drát stáhl pod vodu. Na vodě bylo pozorovati, že jest celý obsah rozvířen nejen u stěn zvonku, ale i uprostřed. V tom případě, když se dělí stěny zvonku na dvě rozkmitny, není akustického stínu; znějící zvonek má ve své dutině otáčivé pole akustické.

4. Jde o to, stačí-li pouhé víření na to, aby se kus svislého drátu, samotného nebo destičkou opatřeného, roztočil.

Pod svěrák, na kterém byl upevněn zvonek, vpravil jsem svěrák druhý, který pevně držel zátku z korku, do níž byl svisle zabodnut silný, dlouhý drát na pletení. Druhý konec jeho procházel hrdlem zvonku a nešl předešlý otáčecí přístrojek. Pokud se podpěrný drát nedotýká znějícího zvonku, neděje se otáčení; dotkne-li se zvonku drát aneb zátku horní, počne se otáčení.

Tímto pokusem se stvrdilo, že rozvířený vzduch na otáčení drátu nestačí, nýbrž že je nutné spojení přístrojku s vířícími částčkami zvonku.

5 Dále bylo zjištěno, že se může ve zvonku otáčeti drát pouhý nebo s navlečenou destičkou kolem osy vodorovně.

Vykonán byl pokus následující: Do zátky, která se hodila do otvoru dna zvonku, jsem zabodl dva měděné, asi 4 cm dlouhé dráty s očky na volných koncích. Do oček navlékl jsem kus krátkého ocelového drátu pouhého aneb opatřeného destičkou papírovou neb korkovou. Vydal-li zvonek nejhlubší tón, roztočil se drát i v této poloze, ale jen ve vzduchu, nikoli ve vodě.

Dám-li do oček drát delší, jenž blízko k stěnám dosahuje, otočí se kolem podélné osy i když se stěn nedotýká, i když některý konec o stěnu se opírá, a to i ve vzduchu i ve vodě.

6. Prostrčíme-li drát 13 cm dlouhý očkem drátu z pokusu 3. šikmo k protilehlé stěně, aby se jí dotýkal, a opatříme-li volný konec papírovým kotoučkem na pozorování, shledáme, že se drát rychle otáčí, když vydává zvonek onen nejnižší tón, zvláště je-li místo doteku na uzliné. Na otáčení se nic nezmění, přilejeme-li do zvonku vody.

Z těchto pokusů možno souditi, že jest nejen celé okolí znějících desk, zvonů a sklenic rozvířeno, nýbrž že i částčky těles zvučících kruhové víří.

D. Akustická polarita.

Jsouce toho pamětlivi, že mají dva sousední stojatě rozkmitané díly i na Chladni-ho desce i na zvonu, tedy i na válcové sklenici, fasi o půl doby výchvěje rozdílnou, můžeme s akustického stanoviska pokládati vírný akustický obrazec za přirozený grafický názor interference zvuku. Na něm příslušejí šířícím se vlnám zvukovým části obloukovitě klenuté a vlnám se porušujícím části paprskovitě.

Dosavadními uvedenými pokusy vyšlo na jevo, že vírné obrazce akustické se skládají z pásem vírných trubíc, které mají vlastností trubíc silových, a že představují samostatná silová pole.

Jde ještě o to, jak se přesvědčíme o jich polaritě. Vodítkem nejspolehlivějším bude známé silové pole v okolí tyčovitého trvalého magnetu.

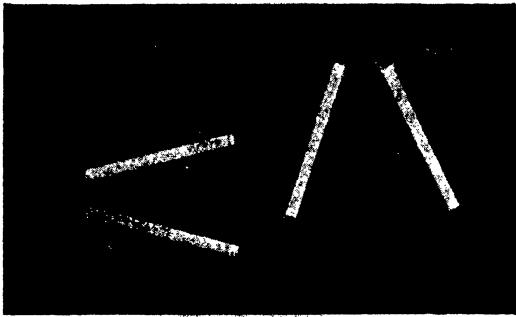
Kdyby nebyla země magnetickou, nebyla by možna magnetická deklinační stříška, a zkoumání polarity magnetické by se bylo dělo bez ohledu na magnetismus zemský. Zkoumadlem magnetismu by byly zůstaly železné piliny, a po objevu magnetické indukce by byla zřízena magnetická jehla, jejíž silové pole by bylo na zkoumaném magnetu prozrazovalo souhlasnost nebo nesouhlasnost pólů dle vzájemného odpuzení nebo přitažení.

Zkoumání polarity akustického silového pole nemůže se opírat o nějaké akustické pole zemské; mimo to není ani

možno jedinou stojatou vlnu příčnou, jedinou rozkmitnu (jež by měla krajní části pole paprskovitého s obloukovým uprostřed) ze zvučícího tělesa vyňati a na sestrojení druhu magnetky pomyslet. Nezbyvá tedy, než užití korkových pilin za zkoumadlo a vírné indukce za projev jakosti síly.

Poslouží pokusy dvěma hranolky, o nichž výše byla řeč.

Položme napřed dva sbíhavé (od magnetu pozorující) železné hranolky do obloukové části pole tyčovitého magnetu (obr. 11.). Každý hranolek se stane indukci magnetem a na sblížených koncích objeví se póly navzájem opačné, čehož výrazem jest spojení příslušných silokřivek; vzniklo *pole spojitě*. Pak vložme oba sbíhavé hranolky do silokřivek, z jednoho konce tyče vybíhajících (obr. 11.). Indukcí stávají se opět magnetickými; na sblížených odlehlejších koncích objeví se silokřivky, které se nespojují, nýbrž odpuzují; vzniklo *pole rozpojitě*.



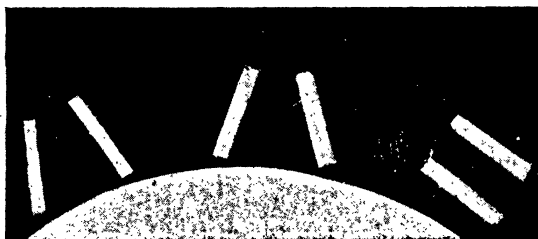
Obr. 11.

Z toho plyne pro naše akustické vyšetřování důležitý poznatek: *Spojitosť polí znamená vzájemné působení nesouhlasných pólů, rozpojitosť pak vzájemné působení souhlasných pólů.*

Podrobíme-li nyní podobnému zkoumání oboje části pole akustického, užijíce sbíhavých hranolků korkových (obr. 12.),

t. j. aby jedny obkračovaly vrchol rozkmitny a druhé uzel, shledáme, že nastane na sblížených jejich koncích pole *spojité proti rozkmitné a rozpojitě proti uzlu*. V prvném případě jsou tedy oba konce hranolků *nesouhlasně*, v druhém *souhlasně* akusticky upoleny.

Na obr. 11. a 12. jest viděti, že se pokus akustický s magnetickým shoduje.



Obr. 12.

Těmito pokusy se zjistila polarita akustického silového pole, o níž bylo lze z podoby obr. 1. a obr. 2. se domnívati: *Každá rozkmitna se skládá z dvou polovic opačně akusticky upolených a v každém uzlu se stýkají dva souhlasné póly.*

Kdyby bylo možno osamotiti rozkmitnu a učiniti ji volně kolem osy otáčivou, jako magnetku, dalo by se očekávati, že by se i akustické protivné póly přitahovaly a souhlasné odpuzovaly.

Pokusy Bjerkesovy (z r. 1881) a Strohovy (z r. 1882) o vzájemné přitažlivosti a odpudivosti kmitajících blan ve vodě a ve vzduchu bude lze vysvětliti v dalším pojednání, až bude řeč o silovém dvojosém poli.

(Pokračování.)