Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

František Kaňka

O silovém akustickém poli. [IV.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 40 (1911), No. 2, 166--184

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/122402

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1911

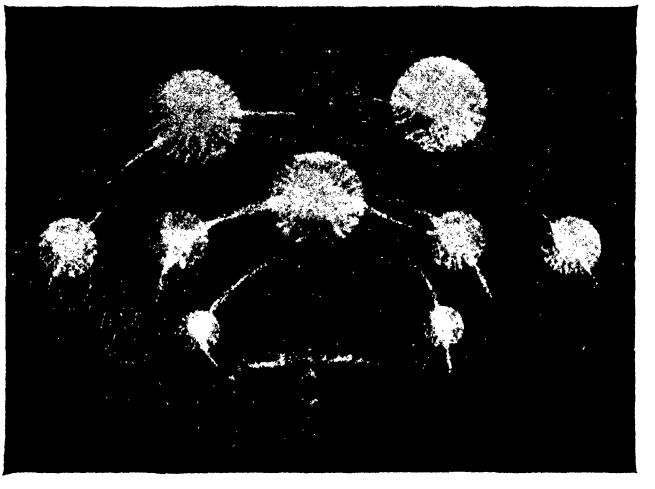
Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.

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

O silovém akustickém poli.

Napsal **František Kaňka**, professor v Praze.

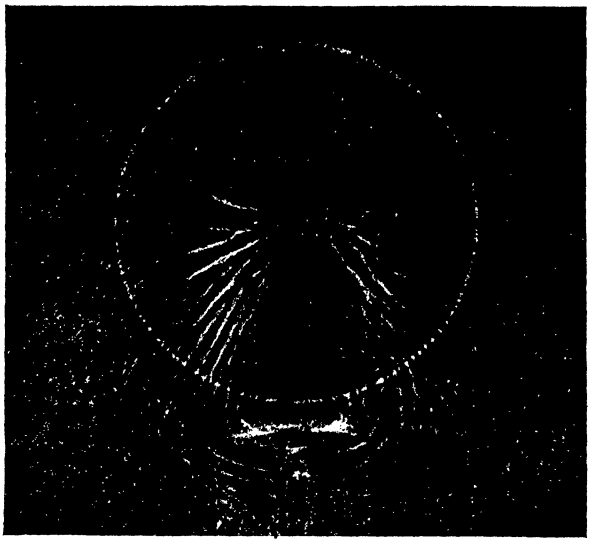
Kladu sem složitý obr. 7., k němuž bylo užito několika lesklých ocelových kuliček trojí velikosti. Odleskem od stěn jsou fotograficky zachyceny vírné trubice i pod kuličkami; při pokuse lze uviděti, že se víry nad tabulkou zvedají a k stě-



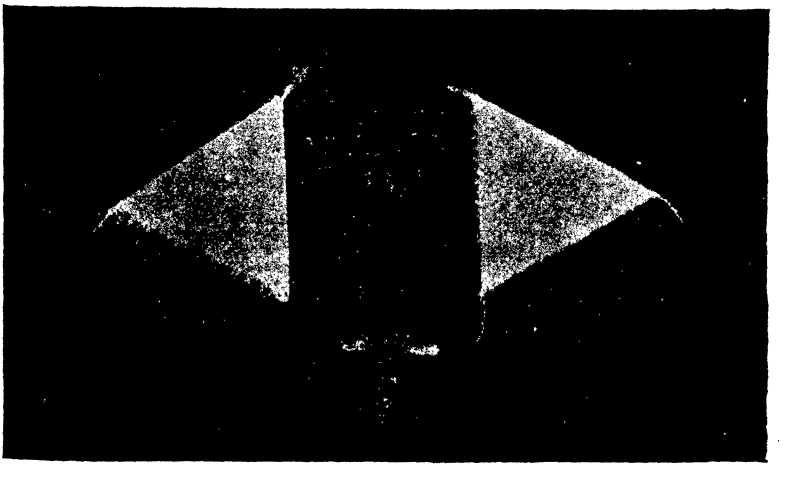
Obr. 7.

nám koulí se přissávají. Větší kulička poutá větší počet silokřivek. Dle velikosti dělí se kuličky o energii, která jest v kroužkovém poli podél osy trubice stejnoměrně rozložena. Jisto jest, že by vznikl obrazec dle osy trubice zcela souměrný, kdyby byla tělíska dle téže osy souměrně položena. K tomuto případu bude třeba ještě níže se vrátiti (*e*, 8).

Položíme-li do kroužkového pole hodinové sklo (obr. 8.) vypuklinou na poprášenou tabulku, utvoří se na místě doteku středisko, k němuž jest většina silokřivek poutána. Tvar kroužkový se mění v tvar paprskovitý.



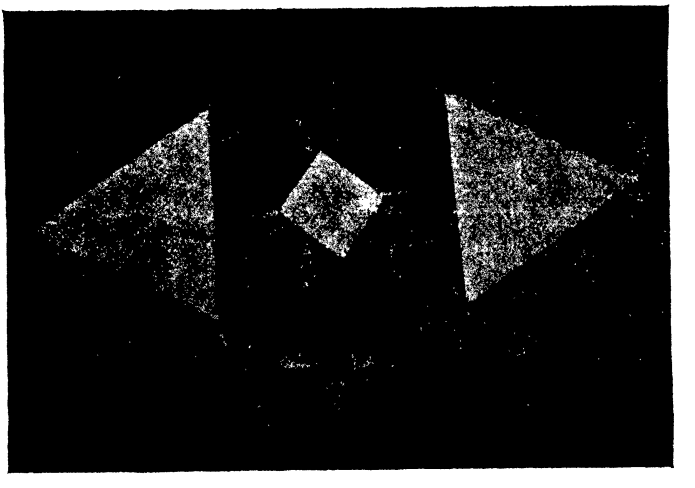
Obr. 8.



Obr, 9.

3. Přímením silokřivek lze si pořídíti z pole kroužkového stejnoměrné mezi rovnoběžnými stěnami hranolů, jak ukazuje obr. 9.

Dva trojboké hranoly z korku, mající výšku asi půl *cm*, jsou položeny dvěma stěnami do stejnolehlosti s osou reson. trubice. Snaha vírů stavěti se kolmo k stěnám těles je zjevna.

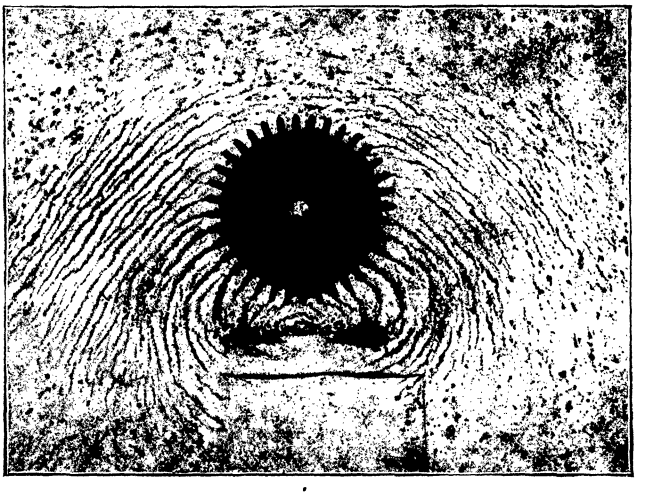


Obr. 10.

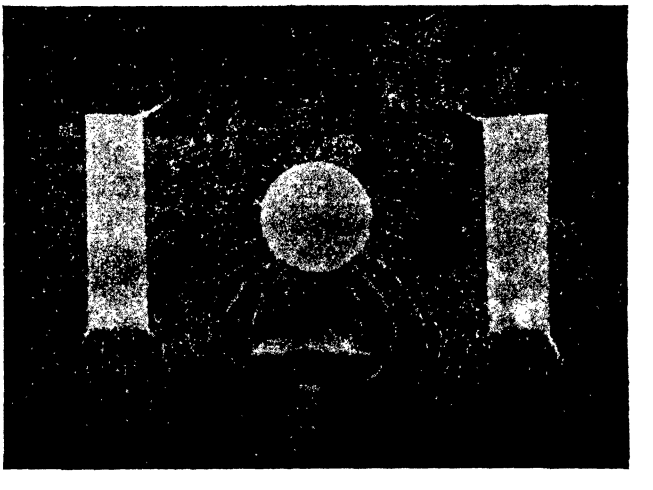
Vpravme do stejnoměrného pole kovovou krychli, aby úhlopříčna podstavy kolmo stála na stěnách hranolů. Z obrazce 10 lze vyčísti, že se silokřivky, na stěnách hranolů kolmo stojíce, k stěnám krychle stáčejí a na ně kolmo staví. Touto dvojí podmínkou kolmosti ke stěnám jsou některé vírné trubice tak stěsnány, že vytvořují na hranách krychle *trsy*. Proti rohu míří vždy čára z pilin a ne mezera čar, protože jest nutno, aby se vír, jenž postupuje mezerou, přimkl ke stěně o širším rozměru, než má roh; jinak neobstojí. Víry jsou pak dle čáry pilin. na roh mířící, souměrně položeny; ano zdá se dle obr. 10., že se trs sám stává oporou vírných trubic, čímž se zveličuje.

Pokusy s ozubenými kolečky v osovém poli ukazují (obr. 11.), že jsou piliny nahrnuty proti zubům, jsou-li úzké, aneb proti

hranám zubů, jsou-li dosti široké. Vír sám pak prudce rozvíří vzduch v mezerách zubů, takže obyčejně z nich prach vyfoukne.



Obr. 11.



Obr. 12.

Dáme-li do homogenního pole kotouček kovový (obr. 12.), může se podmínce kolmosti snadno vyhověti, neboť lze toto tělísko pokládati za mnohostěnný hranol.

I akustické pole, resonancí dle 2. způsobu sesílené, lze na jednom místě (jak bylo řečeno) pokládati za stejnoměrné. Některé sem spadající pokusy jsou znázorněny již v části I. tohoto pojednání (*B*, *b*), které vesměs potvrzují vlastnost kolmosti kroužkových vírů k stěnám těles.

d) Účinky ponderomotorické.

1. Konejme pokus svislou reson. trubicí (II., B., a., 2.) a vsypme do ní trochu korkových pilin, nepoprašujíce jinak podložené tabulky.

Pokud zdroj zvuku mírně zní, potud se kroužky z pilin za sebou šíří do značné vzdálenosti, z resonanční trubice vystupujíce a nad tabulku se zvedajíce; přestane-li zníti, poklesnou též piliny. Zvláště vysoko se zvedá kroužek pod okrajem res. trubice, hledě stěn dosáhnouti; jest na něm též nejvíce pilin nahrnuto.

Zahraje-li se silně na sklenici, smetou se skoro všecky piliny opět pod otvor trubice, a pokus se šířením se kroužků po tabulce může počnouti znovu.

Přetře-li se nyní prudce smyčcem okraj sklenice, rozšíří se kroužky okamžitě, jsou však na některých místech potrhány; piliny jsou z nich odváty. Usilovným vířením stejnoběžných vírných trubic vzniká *akustický vítr*.

Na dvojím opačném pohybu, jejž způsobiti může stojatá vlna při otvoru reson. trubice, lze poznati účinek vírných prstenců.

2. Je-li reson. trubice vodorovná, a dáme-li do ní korkového prachu, tabulky nepoprašujíce, rozpráší se piliny, zazní-li mocně sklenice, a usadí se v kroužcích, nejvíce však na místech, kde jsou kroužky nejhustší, t. j. při otvoru trubice. Dalším zaznívánim sklenice možno kroužky po tabulce rozšiřovati.

3. Kulička z bezové duše, která se vloží do reson. vodorovné trubice poblíž uzlu, bývá buďto ke sklenici přitažena nebo z trubice vypuzena, dle toho, je-li blíže u sklenice aneb u protilehlého otvoru; v druhém případě pohybuje se po tabulce směrem osy trubice.

Dá-li se kulička před otvor odlehlejšího konce trubice, bývá do trubice vtažena.

Příčinu tohoto dvojího protisměrného pohybu vysvětluje opět prstencové víření. Vzduch z trubice se řinoucí tvoří prstence, jejichž střední vířící částečky míří z trubice, vnější do trubice, a strhují do víru lehká tělíska.

4. Pokusy s kyvadélkem, na němž visí kulička nebo deska, konané v tomto kroužkovém poli akustickém, lze opět srovnávati s podobnými pokusy v osovém poli elektromagnetickém.

Kyvadélko se železnou kuličkou je taženo v obou případech ke středu pole, tedy kolmo na silokřivky, a kyvadélko se železnou deštičkou klade se směrem tečen, tedy do polohy silokřivek. Deštička se v akustickém poli ani nepohne, visí-li právě v jejich poloze.

V akustickém poli možno též užíti kuličky z bezové duše a papírové deštičky.

Prodloužíme-li kyvadélko s kuličkou tak, až se dotkne poprášené tabulky, seskupí se kroužkové víry okolo kuličky jako kolem kotoučku na obr. 5, a snaží se, zkracujíce se, kuličku k trubici přitáhnouti.

Tento pokus objasňuje působení akustické přitažlivosti osového pole do značnější vzdálenosti.

5. Úkaz, že lze lehkou kuličku z blízka nebo ze značnější vzdálenosti do trubice vtáhnouti, jest základem otáčení se těles v poli kroužkovém, jež možno libovolně roztočiti buďto směrem ručiček hodinových anebo proti nim.

K takovýmto pokusům jsem zřídil z korku otáčivá tělesa různých tvarů (větrníky), z nichž jeden jest znázorněn obrazcem 13. v přirozené velikosti. Tloušťka větrníku měří asi půl centimetru. Uprostřed jest opatřen skleněným kloboučkem, jímž se opírá o svislou jehlu stojánku.

Postavme větrník středem do osy vodorovné reson. trubice a k trubici tak blízko, aby, otáčeje se, o ni nezavadil.

Dáme-li tělesu souměrnou polohu dle osy trubice, neroztočíme je akusticky; změníme-li polohu, schýlíce k trubici levou nebo pravou jeho stranu, bude vždy bližší konec k trubici přitažen a těleso se roztočí směrem tohoto popudu.

Zajímavo jest sledovati přeměnu kroužkového pole, zaujímá-li ono těleso polohu dle osy trubice souměrnou (obr. 13.) nebo nesouměrnou (obr. 14.).

V prvém případě jest i obrazec dle téže osy souměrný; vírné trubice, přissávajíce se jedním koncem k tělesu, druhým k stěně trubice, hledí se zkrátiti; způsobený tah po obou stranách jest stejný a momenty otáčivé rovné.

V druhém případě nastal obrazec dle osy trubice nesouměrný. Po obou stranách se akustické víry k tělesu přimykají. Po levé straně, v zářezu tělesa, jsou piliny vymeteny. Vznikl tam akustický vítr, dle něhož by se mohlo souditi, že způsobí otáčivý pohyb po ručičkách hodinových; ve skutečnosti se však pohyb děl směrem opačným, tedy v souhlase s tahem zkracujících se silových trubic po levé straně tělesa.

Proč obdržel Stroh [3]) před kmitající blanou svým mlýnkem zcela téhož druhu otáčivé pohyby, jaké se dějí před reson. trubicí, plyne z pokusu, že za kmitající blanou se nalézá též *pole osové*. Stroh se domníval, že jest přilehlý vzduch tak rozkmitán jako blána [4]), že tedy částice vzduchové, blanou puzeny, ustupují a mlýnkem otáčejí.

6. Plamen svíce nebo plynový v akust. osovém poli. Je-li kyvadélko s kuličkou taženo ku středu osového pole, jest plamen všude opačným směrem z pole vypuzován. Nastává tedy i v tomto druhu pole případ různé akustické permeability.

Druhý účinek osového pole se jeví tím, že plamen splošťuje dle polohy příslušné silokřivky.

Užijíce toho účinku, můžeme polohu silokřivek vystopovati.

Nepřihlížeje k různé akust. permeabilitě hmot tuhých a plamene, pátral Stroh po akust. silokřivkách (Lines of Force) [5]) před kmitající blanou malým plamenem plynovým; plamének prý nejlépe prozradí jich směr, neboť prý se naprosto řídí kmitáním vzduchu.

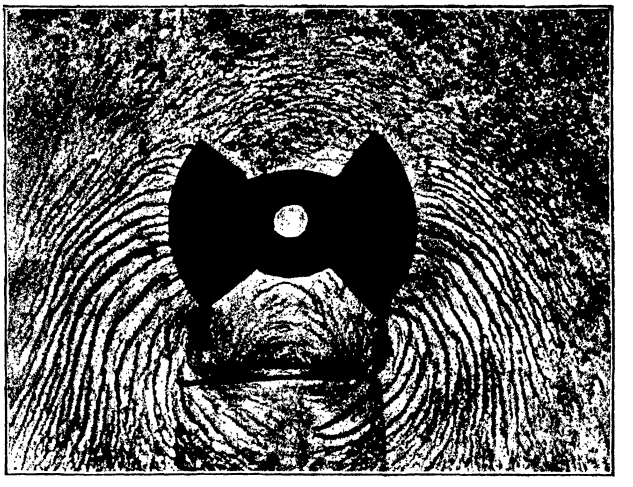
Tímto způsobem obdržel tvar pole, jehož domnělé silokřivky jsou zobrazeny na str. 59. uvedeného spisu.

---

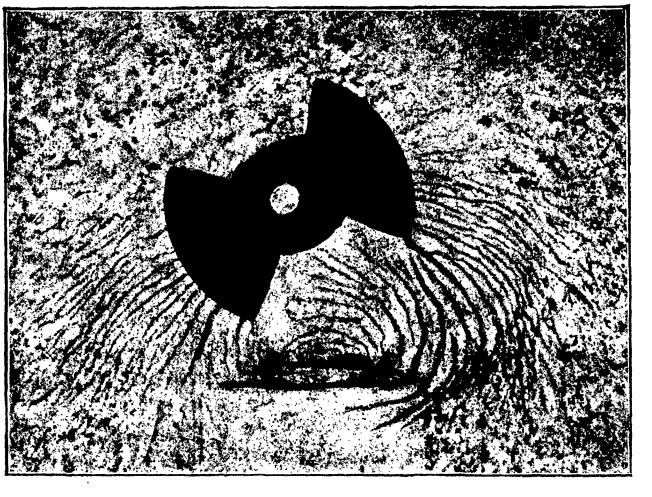
[3]) J. E. H. Gordon, A physical treatise on el. and magn. II., 3. vyd., str. 65.

[4]) Tamtéž, str. 58.

[5]) Tamtéž, str. 58. a 59.



Obr. 13,



Obr. 14.

Tyto domnělé silokřivky má Stroh za směr domnělého větru za blanou, neboť vysvětluje (str. 65,) otáčivé pohyby mlýnku prouděním vzduchu, větrem.

Avšak na str. 68. a 69. zmíněného spisu je nucen uznati, že směrem kmitů nestaví se ani praporeček jednokřídlý ani dvojkřídlý. Praví totiž, že jednokřídlý větrníček, jenž byl na to zřízen, aby zjistil směr vzdušných proudů, stavěl se jim napříč.

Strohovy domnělé silokřivky znamenají tedy pouze směr, jímž jest plamen z pole puzen.

Již v I. části tohoto pojednání (B. c., 7) bylo ukázáno, že jest plamen od znějící sklenice stejně odpuzován na rozkmitnách i na uzlech, tedy bez ohledu na směr silokřivek vlastních, ale že se splošťuje dle polohy akustických vírů, klada se svou plochou do jejich směru.

Dle mých pokusů možno užíti *sploštění* plamene na zjištění polohy vlastních akust. silokřivek anebo *desk*, jež se vůbec do nich staví, jde-li totiž o polohu v prostoru, kde není možno upotřebiti korkových pilin.

7. Pokusy kulovým resonatorem. Ze skleněné trubice, která měla kulovou dutinu, zřídil jsem resonator, jenž plně spolu chvěje s tónem sklenice z Meidingerova článku.

Vydává-li sklenice zvuk slabý, utvoří se za resonatorem na korkovém prachu pole kroužkové; chvěje-li sklenice mocně, děje se víření v kroužcích tak prudce, že vznikne za resonatorem vítr, jenž korkový prach z trubice daleko odfoukne.

Že jest tento akustický vítr následkem mocného víření prstencového, objasní následující pokus: Poprášíme-li tabulku za resonatorem pilinami z korku, nedadouce dovnitř resonatoru pilin žádných, a rozezvučíme-li sklenici sebe mohutněji, shledáme, že vnikl (i při silném akust. větru) korkový prach do resonatoru, tedy proti směru převládajícího akust. větru.

O působení akustického pole za resonatorem poučí též pokusy následující:

1. Ze vzdálenosti 1 *cm* od resonatoru jest kulička na kyvadélku k otvoru přitahována a přitažlivost roste s menšící se vzdáleností. Při odlehlosti větší 2 *cm* do 5 *cm* vzdaluje se kulička od resonatoru akustickým větrem.

2. Visí-li deštička na kyvadélku kolmo k ose resonatoru ve vzdálenosti 1 *cm* od otvoru, jest prudce přitažena; visí-li v té vzdálenosti rovnoběžně s jeho osou, stočí se do polohy příčné a přitáhne se pak též. Pro větší odlehlosti do 5 *cm* podléhá akust. větru a vzdaluje se.

3. Těmito poznatky řídí se též otáčení větrníčku dvojkřídlého a mlýnku čtyřkřídlého se svislou osou. Do dálky 1 *cm* jsou jejich lopatky taženy k otvoru, ve vzdálenosti větší jsou tlačeny od otvoru resonatoru. V prvém případě se děje pohyb proti akust. větru, v druhém po větru; takže, nastavíme-li v druhém případě akust. větru levé lopatky mlýnku, vznikne trvalé otáčení po ručičkách hodinových, nastavíme-li pravé lopatky, roztočí se mlýnek směrem obráceným. (Srov. s pokusy Dvořákovými.) [6])

4. Plamen svíčky i v nejbližší odlehlosti od resonatoru se odfoukne; splošťuje se však opět dle polohy kroužkových silokřivek před otvorem resonatoru, tedy kolmo na jeho osu, stojí-li právě proti otvoru, a šikmo k jeho ose, zaujímá-li svíčka některou polohu jinou.

Skupina kulového resonatoru s plamenem svíčky může se státi zkoumadlem silového pole akustického kolem sklenice o jeho tvaru i o intensitě do značné vzdálenosri.

Dáme-li skupinu třeba do vzdálenosti 40 *cm* od sklenice, poznáme, že se plamen splošťuje a vzdaluje, je-li obrácena sklenice rozkmitnou k resonatoru; stočíme-li však sklenici uzlinou proti resonatoru, zpozorujeme na plameni jen slabé trhnutí.

Z toho jde, že se šíří z tohoto zdroje zvukového popud k rozchvívání resonatoru silokřivkami obloukovými, klenoucími se před rozkmitnami, a nikoli silokřivkami paprskovými, vyvěrajícími z uzlů.

Posunujeme-li skupinu resonatoru se svíčkou blíže ke zdroji zvuku, přesvědčíme se o vzrůstající chvějné intensitě akust. pole; značnější rozšíření plamene to prozrazuje.

Skupiny té možno užíti též na stanovení polohy uzlin na sklenici. Třeba jen stáčeti sklenici před resonatorem a stále na

---

[6]) Dr. V. Dvořák; Zeitschrift für d. phys. und chem. Unterricht. 1893, str. 186. a Dr. Č. Strouhal, Akustika. Str. 418.

témž místě ji rozchvívati. V poloze proti uzlům přestane resonator spolu chvěti a plamen se splošťovati.

Tento pokus může býti zároveň náhradou za pokus Hopkinsův o interferenci zvuku a tím pro výklad výhodnější, poněvadž jest chování se plamene svíčky všem posluchačům společně do dálky patrné. Postaví-li se totiž jedna rozkmitna proti resonatoru, zachvěje se a sploští se plamen; postaví-li se proti resonatoru rozhraní rozkmiten, t. j. obě sousední stěny současně, zůstane plamen skoro v klidu.

e) Vírná indukce a polarita v osovém poli.[7])

Na zkoumání těchto zjevů bude třeba užívati srovnávacích pokusů s elektromagnetickým polem osovým.

Zkoumadlem budou opět železné, po případě korkové piliny a sbíhavé hranoly nebo tělíska jiného tvaru.

I v osovém poli elektromagnetickém i v kroužkovém poli akustickém lze pozorovati, že se objevují na příslušných tělískách dva svazky silových čar: jeden do tělíska vchází, druhý z něho vychází. Jest to úkaz *indukce.*

Akustickou, neboli vírnou indukci znázorňují všecky obrazce, jež se týkají okolnosti akust. kroužků k stěnám těles: Projevují ji trubice, hranoly, kotoučky, kuličky i jiná tělíska na uvedených obrazcích.

Že jde v tomto případě o skutečnou akustickou *polaritu,* možno posouditi ze svazků siločar od tělísek vybíhajících. Tyto svazky nechovají se k sobě *netečně,* nýbrž, jsouce pásma vírných trubic, snaží se vytvořiti pole *spojité* nebo *rozpojité.*

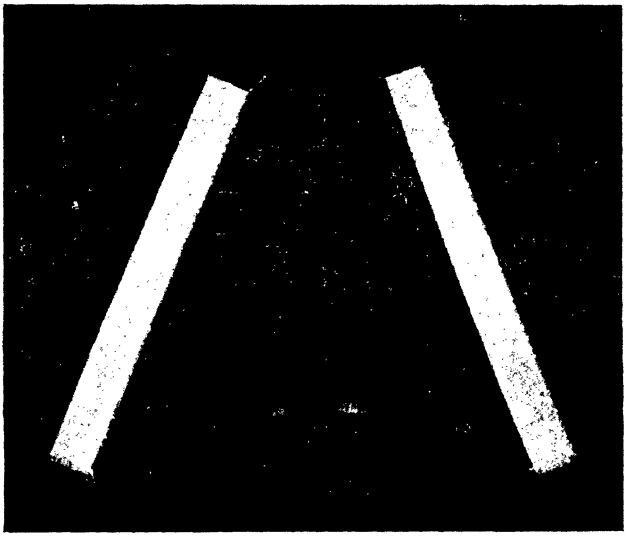
1. pokus: Vyšetřujeme kroužkové pole sbíhavými hranoly (obr. 15.).

Obkračují-li hranoly osu vodorovné trubice, pozmění se v určité vzdálenosti pole kroužkové, akust. víry zaujmou k hranolům polohu kolmou a na sblížených koncích se utvoří samostatné pole spojité.

---

[7]) Srov. s mým pojednáním: »O polaritě v akustickém silovém poli« ve Zprávě c. k. realn. a vyšš. gymnasia v Praze 1906, str. 9—14.

Vykonáme-li podobný pokus v poli elektromagnetickém, přijdeme k témuž výsledku. Jisto však jest, že jsou v osovém elektromagnetickém poli sblížené konce železných hranolků opačně upoleny. Pročež možno tvrditi, že mají i konec hranolů v pozorovaném akust. kroužkovém poli *opačnou* akust. polaritu.



Obr. 15.

Položíme-li sbíhavé hranoly do pásma stejnoběžných akustických čar po téže straně osy trubice, utvoří se na nich trsy vírných trubic, jež se *nespojují*. *Rozpojitost* pole udává *souhlasnou* polaritu sblížených konců.

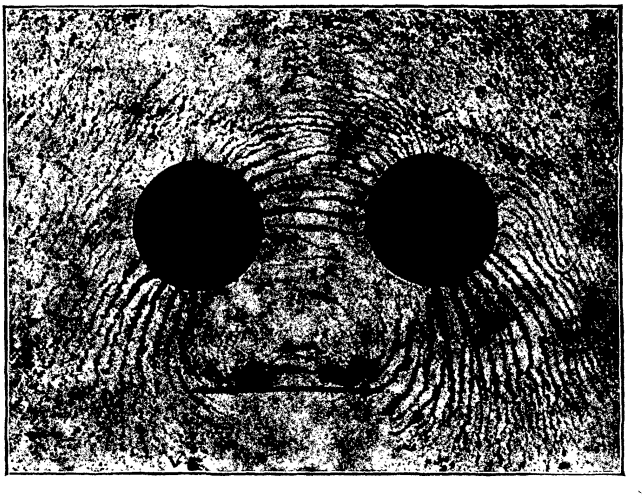
Téhož úkazu dosáhneme podobným pokusem v osovém elektromagnetickém poli, které lze mimo to zkoumati krátkými magnetkami a potvrditi správnost příslušného zjevu.

Z těchto pokusů možno též usuzovati, že se stejnoběžné vírné trubice v poli kroužkovém spolu shodují i co do směru postupujících vírů i co do smyslu kroužení částeček okolo vírných os.

2. pokus. Položme do akust. osového pole dva kovové kotoučky (obr. 16.).

Kotoučky jsou dle osy trubice souměrně sdruženy. Každý z nich pásmo silokřivek po jedné straně sbírá, po druhé vysílá; oba vysílané svazky skládají pak pole spojité. K spojitosti pole jest třeba opačného upolení protilehlých stěn tělísek.

Označíme-li jakost pólů znaménky vztahu $+$ a přidělíme-li každému tělísku opačnou polaritu, bude třeba sledovati víry až po stěny reson. trubice, o niž se opírají, a přiznati i stěnám jejím opačnou polaritu.



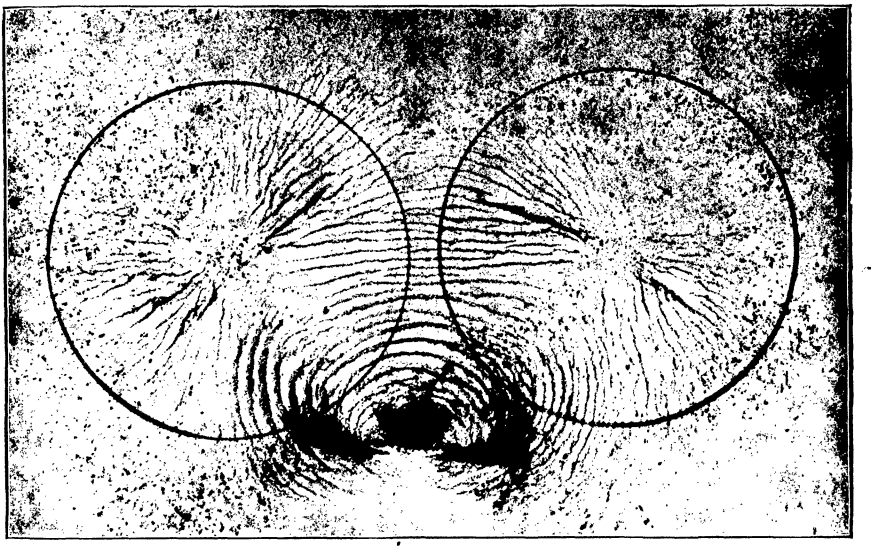
Obr. 16.

Pokládáme-li levou stranu trubice za záporně upolenou, jest pravá kladně upolena; pak jsou levé strany obou tělísek kladné, pravé záporné. Průměry, které oddělují opačně upolené části těles, míří k otvoru reson. trubice.

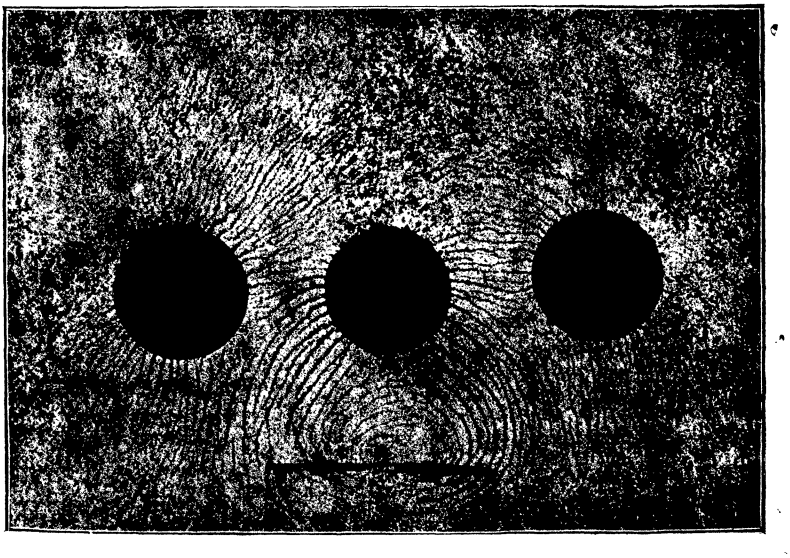
Toto označení by bylo v souhlase s upolením se tělísek železných v elektromagnetickém poli galvanického proudu, za nímž se díváme.

3. pokus. K obrazu 17. bylo užito dvou hodinových skel, jež byla položena vypuklinami na poprášenou tabulku.

Bylo-li lze pozorovati, že byla soustava kroužků jedním sklíčkem přeměněna ve dva trsy vírů (obr. 8.), poskytují dvě sklíčka čtyři trsy, z nichž oba prostřední, vycházejíce z míst



Obr. 17.



Obr. 18.

protivně upolených, tvoří opět pole spojité. Čáry, které oddělují místa opačně upolená, míří opět k trubici.

4. pokus. Tři kotoučky v osovém poli (obr. 18.).

Každý kotouček upoutá nějaké množství akust. silokřivek, a dle dvou trsů, které do jedné polovice jeho vcházejí a z druhé vycházejí, podléhá každý kotouček vírné indukci. Rozhraní polovin opačně akust. upolených na tělísku prostředním tvoří průměr, jenž splývá s osou reson. trubice; dělicí průměry ostatních dvou kotoučků míří opět k otvoru trubice.

Všecky víry, které se ke kotoučkům přimykají, vznikly rozestřením se vírných prstenců po tabulce a opírají se o stěny reson. trubice. Označí-li se polarita trubice po levé straně záporně a po pravé kladně, jest levá strana prostředního kotoučku kladnou, pravá zápornou; levý kotouček by byl na bližší polovici upolen kladně, na vzdálenější záporně a pravý kotouček obráceně.

I mohou některé ještě neupoutané víry mezi sousedními opačně upolenými díly se zceliti, jak obrazec ukazuje.

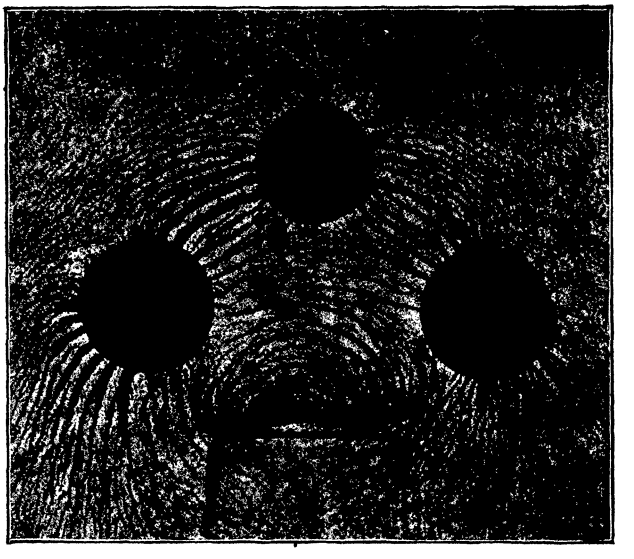
Svrchní trsy krajních kotoučků, vybíhajíce z dílů protivně upolených, by tvořily pole spojité, kdyby byly kotoučky dosti blízko k sobě posunuty, nebo kdyby mezi ně byl vložen kotouček čtvrtý.

5. pokus. Seskupíme-li kotoučky dle obr. 19., nastanou mezi nimi dvě spojitá pole, označující opačnou polaritu protilehlých částí.

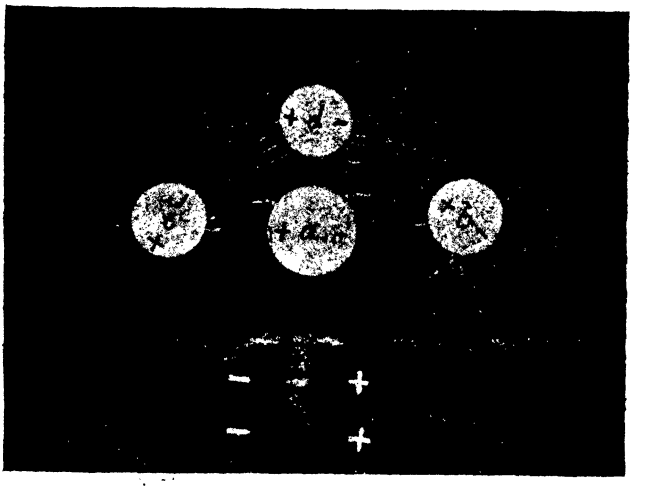
Větší kotouček upoutá a vysílá větší počet vírných trubic, takže, nemohouce všecky v prostřední menší vústiti, spojují se některé přímo mezi kotoučky většími.

6. pokus. Pozorujme kroužkové pole se skupinou čtyř kotoučků na obr. 20.

Tento obrazec značí doplněk pokusu čtvrtého. Nejodlehlejší kotouček *d* sbírá trsy, které vysílají kotoučky *b* a *c*. Poněvadž se utvořila spojitá pole, jest to dokladem, že jest tělísko *d* na obou polovicích opačně upoleno, a že vznikly na odlehlejších stranách tělísek *b* a *c* protivné poly. Kotouček *a* poutá po straně kladně upolené některé silokřivky z části záporné kotoučku *c* a po straně záporně upolené z části kladné kotoučku *b*. Mezi



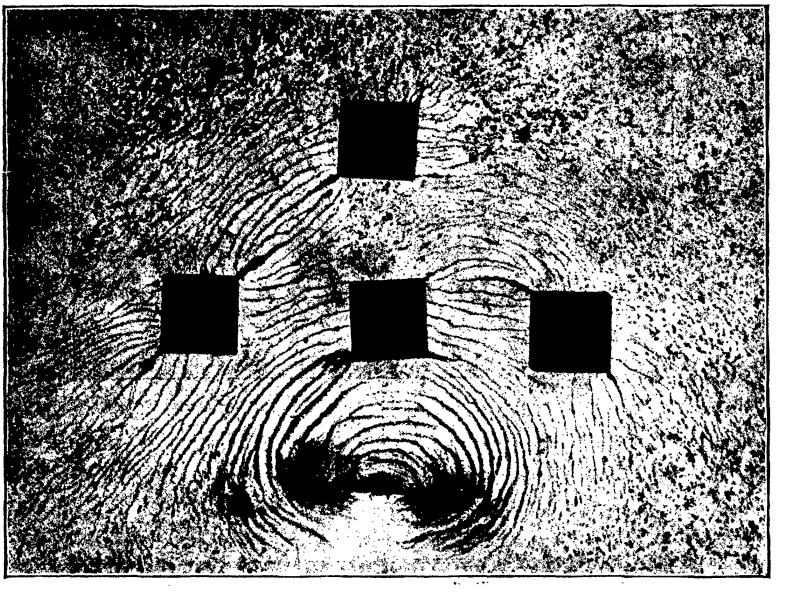
Obr. 19.



Obr. 20.

prostředními tělísky *a* a *d* není vírného spojení, neboť náleží k souhlasně upoleným blízkým stranám pole rozpojité.

7. pokus. Na zjevu indukce v akust. kroužkovém poli se nic nezmění, upotřebíme-li místo kotoučků krychlí, jako na obr. 21.



Obr. 21.

Mezi protivně upolenými částmi těles se akust. víry spojují, tvoříce trsy na hranách stěn, jež je k sobě poutají. Mezi sousedními krychlemi nastalo dle opačného upolení pole spojité, dle souhlasného však pole rozpojité. Obrazec sám ukazuje, proč není dle osy trubice souměrný.

8. pokus. Dáme-li do pole množství tělísek, obdržíme obrazec velmi složitý jako na uvedeném obr. 7., k němuž bylo užito devíti ocelových kuliček. Na každé kuličce lze pozorovati, že jest opatřena pouze dvěma svazky akust. silokřivek. Scelování se vírných trubic nastává pouze mezi protivně upolenými částmi tělísek; z toho důvodu konají některé víry značnou dráhu obloukovou, vyhýbajíce se tělískům bližším.

V magnetickém poli náleží k spojitosti složeného pole vzájemná přitažlivost protivně upolených částí pohyblivých těles.

Týž zákon platí i v poli akustickém. Přesvědčíme se o něm, nahradíme-li kotoučky dle obr. 16. kyvadélky s kuličkami z bezové dřeně. Zkracující se společné silové trubice přitáhnou kuličky k sobě.

Zdařilo se to v případě, když visela kyvadélka 2 *cm* od res. trubice v poloze příslušné silokřivky a měla povrchy kuliček 1 *mm* až 1·5 *mm* od sebe vzdáleny.

Následkem různé akust. permeability chová se plamen svíčky důsledně stejným způsobem v akust. poli: kam jest kyvadélko s kuličkou taženo, odtud jest plamen vypuzován.

Postavíme-li tedy namísto předešlých kyvadélek do kroužkového pole dvě hořící svíčky, *odvrátí* se jejich plameny od sebe. Tím jest zároveň vysvětleno, proč se jednotlivý plamen splošťuje: Akustické víry pudí obě polovice plamene protivným směrem podél silokřivek.

f) *Hmoty para-akustické a dia-akustické.*

Hmoty, které se podobně chovají v poli akustickém jako paramagnetické v poli magnetickém, možno nazývati para-akustickými a jiný druh dle obdoby hmot diamagnetických dia-akustickými.

Na zkoumání jich možno užíti: 1. vlastnosti kolmosti aneb 2. ponderomotorických účinků akust. pole.

K 1.: Hmoty, k nimž se budou akust. víry přissávati, budou para-akustické; hmoty, jež budou akust. víry obcházeti, budou dia-akustické.

K 2.: Hmoty [7]), které se budou snažiti pohybovati se z míst menší síly na místa síly větší, t. j. do akust. pole, nazveme para-akustickými; jiné, které se budou pohybovati z míst větší větší síly na místa síly menší, t. j. z akust. pole, budeme pokládati za dia-akustické.

Všecky hmoty tuhé, s nimiž byly pokusy konány, měly

---

[7]) J. E. H. Gordon, A physical treatise on el. and magn. Díl II., 1891, str. 93.

vlastnost, že se k nim akust. víry kolmo přimykaly, a když z nich byla utvořena kyvadélka, že byly do pole taženy.

Možno tedy tvrditi, že snad všecky tuhé hmoty jsou para-akustické.

I některé hmoty plynné jsem podrobil působení akust. pole osového; reson. trubice měla polohu vodorovnou.

Pokusy byly konány s plamenem svíčky, svítiplynu, s kouřem doutnající hubky, se vzduchem, s kyslíkem, dusíkem, vodíkem, s kysličníkem uhličitým a se směsí plynů, které vydechujeme.

Oba plameny a kouř z dotnající hubky byly z pole puzeny; pročež jsou dia-akustické.

Ostatními plyny jsem plnil bubliny z mydlin. K tomu bylo sestrojeno vodorovné kyvadlo ze skleněné trubičky dle návodu prof. Dvořáka.[8])

Bublina s vodíkem byla z pole vypuzována; vodík jest tedy diaakustický.

Bubliny se vzduchem, kyslíkem, dusíkem, kysličníkem uhličitým i se směsí plynů vydechovaných byly do pole taženy; pročež jsou súčastněné plyny paraakustické. (Pokračování.)

Rovnice Maxwellovy v prostoru Lobačevského.

Napsal Dr. **Arnošt Dittrich**, professor v Třeboni.

(Dokončení.)

Konstrukci žádanou provedeme tím, že vedeme kružnice jdoucí vyznačenými body na kolmici tak, aby se dotýkaly dané přímky v průsečících s kružnicí „a“. Dostaneme tím „levé“ a „pravé“ rovnoběžky k dané přímce. Z obrazce 9. vidíme, že t. zv. rovnoběžkový úhel p jest funkcí délky kolmice σ.

Souvislost mezi „σ“ a „p“ prozkoumáme zase na pseudosféře, na kouli s imaginárním poloměrem. Šedý trojúhelník na obrazci 9. nahradíme pravoúhlým trojúhelníkem na kouli s poloměrem r. Viz obrazec 10. Dle obyčejných vzorců sférické trigonometrie jest

$$\cos q = \sin p \,.\, \cos \frac{\sigma}{r}.$$

---

[8]) Dr. V. Dvořák, Zeitschrift für d. phys. und chem. Unterricht. 1893, str. 186.