

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

František Kaňka

O akustickodynamickém principu. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 42 (1913), No. 4, 431--453

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123039>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1913

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>

Komu nevádí, že absolutní temperatura jde od 0 do ∞ , ten nemá práva, aby se pozastavoval nad tím, že rychlost jde od 0 do 300.000. Přeložení hranice z nekonečna na velmi velikou hodnotu jest skrovnou změnou proti změně charakteru veličiny, jež by nastala, kdybychom na př. tvrdili, že úsečka na přímce jest povahy hyperbolické, t. j. že bod v levo v nekonečnu nesplyvá s bodem v pravo v nekonečnu.

O akustickodynamickém principu.

Napsal školní rada **František Kaňka**.

A. Úvod.

Můj článek „O silovém akustickém poli“¹⁾ již obsahuje doložení a upotřebení akustickodynamických zákonů o vzájemném působení dvou a více stejnosměrných a protisměrných polí osových. Tam jedná se již o souboru osových polí základních (elementárních) v mnohoosá, polosolenoidová, a o rozboru polosolenoidových na samá základní (elementární) pole osová. Vyšetřování dělo se však pouze v mezích, jež připouštěla vodorovná poloha rezonančních trubic. Když pak byla experimentována solenoidová pole pod uzlinou znějící sklenice²⁾ a pod Chladniho deskami³⁾, bylo by bývalo pro výklad výhodno, kdybych se býval mohl opírat o vzájemné působení stejnosměrných a protisměrných polí mnohoosých se svislými reson. trubicemi.

Další moje pokusy, k tomu účelu konané,⁴⁾ zůstaly omezeny na vzájemné působení pouze dvou polí pod svislými reson. trubicemi. Poskytly sice opětně důkaz, že souvisí spojitost polí s vírnou stejnosměrností a ta s rovností kmitových fází, kdežto že jest rozpojitost polí následkem vírné protisměrnosti a ta protivných kmitových fází; ale nedaly se rozšířiti na vzájemné působení polí mnohoosých.

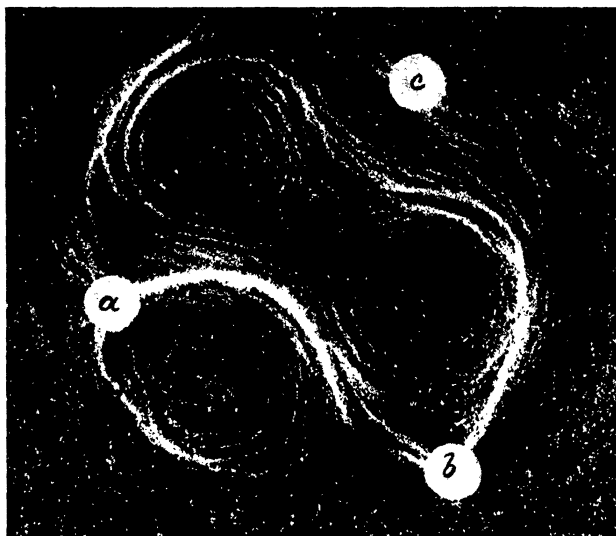
Než to se mi zdařilo později novou — níže popsanou — přiměřenou úpravou přístroje na vytváření svisle se řinoucích vírných prstenců.

1) Ročník 40, a 41. tohoto Časopisu.

2), 3), 4) Tamtéž roč. 41. str. 188, 191, 383.

B. Významné obrazce pod chvějícími deskami.

Když jsem se zabýval pokusy o solenoidových polích pod deskami,⁵⁾ upoutaly mou pozornost zvláště zajímavé význačné obrazce s křivkami lemniskatovými i jiné kombinace pod kruhovou deskou, která byla nucena spoluchvěti s kmitajícím jiným tělesem. Uvádím zde z nich obr. 1. a obr. 2.



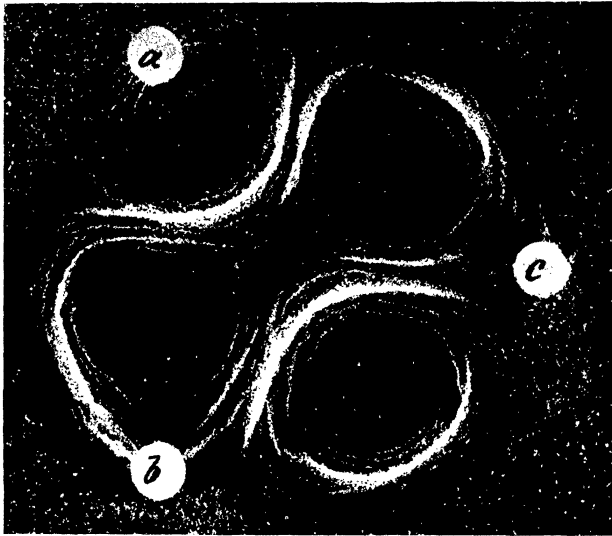
Obr. 1.

Obdržel jsem je následujícími pokusy:

Pokus 1. Na podložku, poprášenou jemnými korkovými pilinami, se rozešly do rovnostranného trojúhelníku (strana = 5 cm) tři korkové sloupečky (opěry *a*, *b*, *c*) (výška = 5 mm, $2r = 7$ mm). Na ně byla přiklopena tenká plechová deska kruhová ($2r = 7$ cm). Tyč skleněná, kterou se deska rozechvívala, byla 150 cm dlouhá a na jednom konci korkovým násadcem (patou) opatřena. Obrazec 1. vznikl, když se tyč nasadila patou poblíž opěry *c* směrem k středu obrazce, upevněna byla uprostřed

⁵⁾ Tamtéž roč. 41. obr. 21. a 22.

a vydala základní tón. Na něm lze viděti pole spojitě se směsí lemniskatových křivek, k němu přiléhají jiná dvě samostatná pole při a a při c , z nichž ono při c jest zvláště vyvinuto, tvoříc s lemniskatovitým polem tvar rozpojitý. Kolmým přimknutím se vírů k opěrám pozměnilo se poněkud celkové pole.



Obr. 2.

Spojitosť pole prozrazuje opět stejnosměrnost, rozpojitost protisměrnost vírů, jež v sebe působily. Dle toho byla spolechvějící deska rozdělena na čtyři díly, z nichž dva a dva sousední kmitaly v opačných fázích.

Pokus 2. Učiníme-li odlehlosti opěr po 5·5 cm, ponechajíc ostatní podmínky beze změny, až na to, že působíště tyče jest poblíže bodu a , obdržíme všecka čtyři pole — dle vzhledu osová — řádně vyvinutá, na nichž opět se uplatňuje vzájemné akustickodynamické působení s tvarem polí: spojitého a rozpojitých. Že jest toto výslední pole silové, lze viděti na tom, že se siločary opírají o podpory, kolmo se k nim stavějíc.

Oba silové obrazce 1. i 2. značí určité akustickodynamické dění a podávají přímo návod ke konání pokusů a k výkladu polí složených jednoduchými polí osovými se svislými osami.

Z předu je zjevno, podaří-li se některý z těchto obrazců vytvořit z polí osových, že tím bude uvolněna cesta k rozšíření pokusů na elementární pole mnohoosá a tímto zevšeobecněním k poznání *akustickodynamického principu*.

Proto jeví další moje práce snahu akustickodynamické dění, objevenší se na uvedených obrazcích, experimentovati a tím objasniti. K objasnění jeho směřuje i následující úvaha geometrická, která vystihuje sklad dvou osových polí stejnosměrných v pole spojitě a polí protisměrných v pole rozpojitě.

C. Geometrické vztahy dvou osových polí.

1. Všecky soustředné kroužky jednoosého pole, v tvaru vírných vláken po vodorovné rovině se šířící, dají se vyjádřiti rovnicí v soustavě pravoúhlé:

$$(x - h)^2 + (y - k)^2 = r^2,$$

kde jsou h , k souřadnice společného středu a r proměnný poloměr kružnic.

2. Mějme dvě osová pole se středy O_1, O_2 od sebe $2h$ vzdálenými, buďto stejnosměrná nebo protisměrná. Vzniká tím kombinace (superposice) dvou osových soustav, kterou dle akustickodynamického zákona vytvoří se z nich pole buď spojitě nebo rozpojitě, jsou-li v dosahu vzájemného působení.

Zvolíme-li střed vzdálenosti O_1O_2 za počátek osnovy souřadnic pravoúhlých, polohu O_1O_2 za osu úseček a r_1, r_2 za proměnlivé poloměry, budou obě osová pole dána rovnicemi:

$$K_1 \equiv (x - h)^2 + y^2 = r_1^2 \quad (1)$$

$$K_2 \equiv (x + h)^2 + y^2 = r_2^2 \quad (2)$$

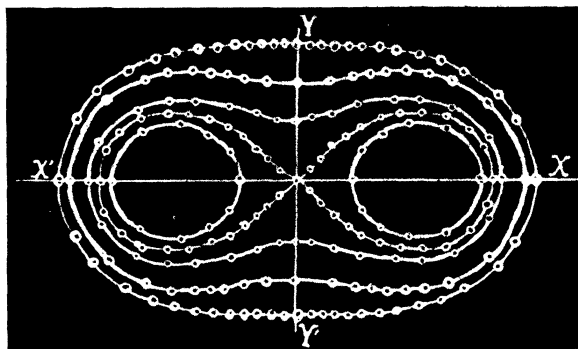
Poněvadž oboje soustavy kroužků současně působí, mají i jejich rovnice současnou platnost, a můžeme je tedy algebraicky spojovati, a to se zřetelem na pokusy: a) jsou-li soustavy stejnosměrné, výkonem skladným — násobením; b) jsou-li soustavy protisměrné, výkonem rozkladným — dělením.

K a) —

Znásobíme obě rovnice a kladouce $h = e$, délkové výstřednosti křivky, a za $r_1 r_2 = a^2$, t. j. u jedné křivky veličině stálé, u souběžných křivek však proměnné, nabudeme rovnice pro soustavu křivek Cassiniho:

$$y^4 + 2(x^2 + e^2)y^2 + (x^2 - e^2)^2 = a^4, \quad (3)$$

a to pro $\frac{e}{a} > 1$ Cassiniho hyperboly, pro $\frac{e}{a} = 1$ lemniskaty a pro $\frac{e}{a} < 1$ Cassiniho ellipsy.



Obr. 3.

Snažil jsem se vystihnouti akust. obrazce spojité, na nichž se tyto křivky vyskytují (obr. 1., obr. 6.), dle přirozených rozměrů rovnicemi a dle nich křivky sestrojiti. Vznikl tak obr. 3. pořadem od křivky nejvnitřnější:

I. Pro $\frac{e}{a} = \sqrt{\frac{6}{5}}$ nabylo se rovnice Cassiniho hyperboly,

která poskytla pro úsečky bodů na ose X-ové ležících výraz:

$$x = \pm \frac{a}{5} \sqrt{30 \pm 25};$$

když se položilo $e = 18 \text{ mm}$ a vyšlo $a = 16.4 \text{ mm}$, obdrželo se z výrazu v millimetrech:

$$x_1 = 24.3, \quad x_2 = 7.3, \quad x_3 = -24.3, \quad x_4 = -7.3.$$

Další body na obrazei naznačené určeny byly z neurčité rovnice

$$r_1 r_2 = a^2 = 270.$$

II. Pro $e = a$ obdržela se rovnice lemniskaty, jejíž dva body splývají s počátkem a jiné body, na ose úseček ležící, určeny jsou úsečkami

$$x_{1,2} = \pm a \sqrt{2}.$$

Užije-li se délky skutečné úsečky na fotografii (obr. 1.) $x = 26 \text{ mm}$, vyjde $a = e = 18.4 \text{ mm}$.

Sestrojení dělo se dle těchto hodnot a dle původní podmínky:

$$r_1 r_2 = a^2 = 338.$$

III. Pro další křivku položilo se $\frac{e}{a} = \sqrt{\frac{5}{6}}$. Dle příslušné rovnice má tato Cassiniho elipsa na ose Y -ové dva body k počátku souměrné s pořadnicemi:

$$y = \pm \frac{a}{6} \sqrt{6}$$

a dva body na ose X -ové, jejichž úsečky určují hodnoty

$$x = \pm \frac{a}{6} \sqrt{66}.$$

U této křivky máme pro $a = 20 \text{ mm}$

$$e = 18.3, \quad y = \pm 8.2, \quad x = \pm 27.1.$$

Ostatní hodnoty na sestření se obdrží z rovnice

$$r_1 r_2 = 400.$$

IV. Ku čtvrté křivce položeno bylo $\frac{e}{a} = \sqrt{\frac{2}{3}}$ a obdržela se rovnice s těmito osovými vlastnostmi:

1. Křivka má na ose pořadnic vzhledem k počátku dva body souměrně položené, jež určeny jsou pořadnicemi:

$$y = \pm \frac{a}{3} \sqrt{3}.$$

2. Křivka seče osu úseček ve dvou bodech k počátku souměrných ve vzdálenostech

$$x = \pm \frac{a}{3} \sqrt{15}$$

od počátku, jež měří na fotografii (obr. 1.) 30 mm.

Dle toho tedy $a = 23 \cdot 2$, $e = 19$, $y = \pm 13 \cdot 4$ a

$$r_1 r_2 = 540.$$

V. Pátá křivka, též Cassiniho ellipsa, má $\frac{e}{a} = \sqrt{\frac{1}{2}}$.

Pořadnice bodů, ležících na ose Y -ové, jsou

$$y = \pm \frac{a}{2} \sqrt{2};$$

dosahují tedy hodnoty lineární výstřednosti. Úsečky bodů, ležících na ose X -ové, stanoví výraz

$$x = \pm \frac{a}{2} \sqrt{6}.$$

Poněvadž má na fotografii nejdlehlší bod od počátku úsečku $x = 31$ mm, jest tím určena i velikost ostatních hodnot

$$a = 25 \cdot 2, e = 17 \cdot 9, y = \pm 17 \cdot 9 \text{ a } r_1 r_2 = 640 \cdot 7.$$

Na akustických obrazcích toho druhu bývají při vzrůstajícím a ještě další Cassiniho ellipsy, které čím dále tím více se blíží kružnici, čím více se a blíží odlehlosti nejvzdálenějšího bodu křivky na ose X -ové.

Pro $x = a$ a $y = 0$ vychází z původní rovnice (3) $e = 0$.

V tom případě pozbývá křivka lineární výstřednosti a stává se kružnicí (obr. 12.). Z původní rovnice (3) též dostáváme, že pro $e = 0$ jest

$$x^2 + y^2 = a^2.$$

K b) Dělice rovnicí (1) rovnicí (2) a zavedouce za

$$\frac{r_1}{r_2} = m,$$

nabudeme rovnice:

$$K' \equiv x^2 + y^2 + 2h \frac{m^2 + 1}{m^2 - 1} x + h^2 = 0. \quad (4)$$

Stejným však právem možno dělití rovnicí (2) rovnicí (1) a klásti taktéž $r_2/r_1 = m$, čím lze obdržeti rovnici současně platnou:

$$K'' \equiv x^2 + y^2 - 2h \frac{m^2 + 1}{m^2 - 1} x + h^2 = 0. \quad (5)$$

Rovnice (4) a (5) značí, že se v pozorovaném případě nalézají v osnově pravouhlé současně dvě skupiny kruhů, souměrně k ose Y -ové položené.

Pokládejme původní odlehlost středů osových polí ($2h = 30 \text{ mm}$) za stálou a hodnotu m za proměnlivou.

Znajíce průseky obou skupin kružnic s osou X -ovou, budeme znáti i poloměry k jich sestrojení.

Pro $y = 0$ jde, že budou skupiny K' a K'' určeny úsečkami.

$$\left. \begin{aligned} K' \dots x_1 &= -h \frac{m-1}{m+1}, & x_2 &= -h \frac{m+1}{m-1} \\ K'' \dots x_1 &= h \frac{m-1}{m+1}, & x_2 &= h \frac{m+1}{m-1} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Aneb uvážíme-li, že pro $y = 0$ jest v rovnicích:

$$x^2 \pm 2h \frac{m^2 + 1}{m^2 - 1} x + h^2 = 0 \quad \bullet$$

součin kořenů roven členu stálému, bude po případě

$$x_1 x_2 = h^2 \text{ aneb } (-x_1)(-x_2) = h^2,$$

takže jest možno užítí rovnice

$$(\pm x_1)(\pm x_2) = 15^2$$

na sestrojení obou skupin kružnic bez ohledu na m .

Učiníme-li x_2 závislým na x_1 , obdržíme úsečky průsečíků kružnic s osou X -ovou a pak příslušné poloměry dle výrazu

$$r = \frac{x_2 - x_1}{2}.$$

Hodnoty, potřebné k sestrojení obr. 4., dle toho jsou v mm

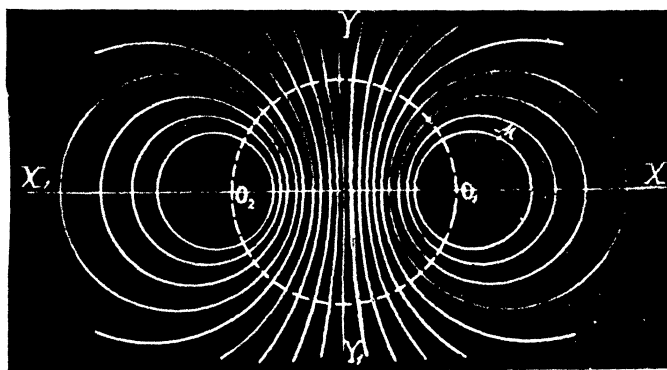
$\pm x_1$	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	} (7)
$\pm x_2$	$\infty, 225, 112.5, 75, 56.3, 45, 37.5, 32.1, 28.1, 25$	
r	$\infty, 112, 55.3, 36, 26.1, 20, 15.8, 12.6, 10.1, 8$	

Z rovnice $x_1 x_2 = h^2$ pak plynou věty:

1. Délka tečny h , vedené z počátku souřadnic ke kterémukoli kruhu, jest střední úměrnou geometrickou mezi nejkratší a nejdelší úsečkou průsečíků toho kruhu s osou X -ovou.

2. Délky tečen, vedených z počátku ke všem kruhům, jsou si rovny.

3. Místo geometrické všech bodů dotyku těchto tečen jest kružnice, opaná stálou veličinou h okolo počátku.⁶⁾



Obr. 4.

Pro $m = 1$ plyne z výrazů pro průseky s osou X -ovou (6), že jeden průsečík spadá do počátku osnovy, druhý do nekonečna, a to v obou kruhových skupinách. Dvě kružnice přešly v přímky splývající s osou Y -ovou.

Z obou případů *a)* a *b)* nabýváme vět:

1. Jsou-li kruhová vírná vlákna, jež v sebe v dvou skupinách působí, stejnosměrná, vzniká složené pole spojitě, na němž lze pozorovati geometrické tvary (Cassiniho křivky) jakožto místa geometrická všech bodů, pro něž — u každého tvaru o sobě — součin průvodičů jest veličinou stálou.

2. Jsou-li osově soustavy vírných vláken protisměrné, nastane složené pole rozpojitě, na němž se vyskytají podvojně geometrické tvary (kruhy) jakožto místa geometrická všech bodů,

⁶⁾ Na obr. 4. jest tato kružnice vyčárkována.

pro něž — u každé dvojice o sobě — podíl průvodičů, od středů původních kruhů vedených, se rovná hodnotě stálé.

Vytečkovaná kružnice protíná osu X -ovou v původních středech kružnic, daných rovnicemi (1) a (2), t. j. v O_1, O_2 , od nichž jest průvodiče r_1 a r_2 odměřovati. Tak jest u nejmenšího kruhu pravé skupiny

$$O_1M : O_2M = r_1/r_2 = 1/4;$$

taktéž u nejmenšího kruhu levé skupiny

$$r_2/r_1 = 1/4,$$

a to pro všechny body na jejich obvodech ležící. Pro druhé kruhy jest ten podíl $7/23$, pro třetí $4/11$ atd., jak to jde z výrazů (6) a z hodnot (7) pro x_1, x_2 .

Poněvadž jsou akust. obrazce dle případů *a*) a *b*) tvořeny akust. víry, možno vždy očekávati, že se blízké, stejnoběžné víry spojí ve vír jediný se značnější intenzitou. Tak je to na obr. 4., 5. a 6. str. 387 — 389 tohoto Časopisu roč. 41.; tak je to na obrazcích následujících 6., 8. a 9.; tak je to všude, kde vznikají pole složená i z několika polí osových, jako třeba v polích solenoidových.

Jsou-li středy elementárných kruhů protisměrných dosti od sebe vzdáleny, jsou sblížené větve skoro rovnoběžné, takže možno tu část pole pokládati za homogenní. Tak tomu jest pod sesilovací krycí deskou před reson. trubicí⁷⁾; tak tomu jest na polích solenoidových obrazců 21. a 22. str. 191. a 192. ročn. 41. tohoto Časopisu.

D. *Nový přístroj na akustická osová pole se svislými osami.*

Aby nebylo pochyby, že pracujeme doopravdy s vírnými akustickými poli, použijme na jich tvoření skutečného přístroje na vzduchové prstence, přízůsobíce účelně toliko velikost, tvar přístroje a výkon pokusů očekávaným výsledkům.

Přístroj zřídil jsem ze spodní části kovové krabičky ($2r = 7$ cm, výška = $2 \cdot 1$ cm), upilovav dno a nahradiv je blanou z perga-

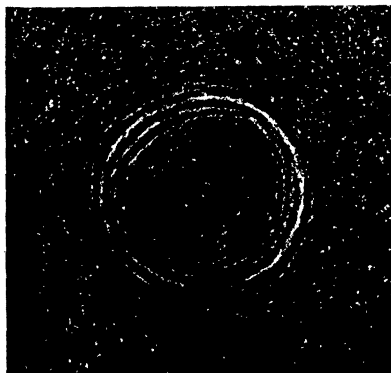
⁷⁾ Tohoto Časopisu ročn. 41., str. 187.

menového papíru. Tento bubínek zapustil jsem do přiměřeného otvoru silné korkové desky, ránce ($10\cdot7 \times 10\cdot7 \text{ cm}^2$, tloušťka $= 1 \text{ cm}$), a uzavřel víkem, robeným z desky téhož druhu korku, opatřeným dle potřeby jedním, dvěma, třemi kruhovými otvory nebo skupinami otvorů, jak příležitostně bude udáno. Do otvorů možno též vsunovati přiléhající krátké trubice. Svislou odlehlost ústí otvorů od poprášené podložky upravíme zkusmo, počínající asi 2 mm , až obdržíme ostrý obrazec.

Nejjednodušším a nejvhodnějším přístrojem, jímž rozkmitáme blánu bubínku, jest přiměřeně dlouhá skleněná tyč, korkovou patou opatřená, kterou k bláně přiléhá. Tyč možno uprostřed upevňovati do svěráku aneb pouze přidržovati rukou.

E. Vytváření osových polí tímto přístrojem a napodobení obrazců pod chvějícími deskami.

1. Do otvoru víka na bubínku vpravena byla mosazná tenkostěnná trubka ($2r = 24 \text{ mm}$). Skleněná tyč 150 cm dlouhá

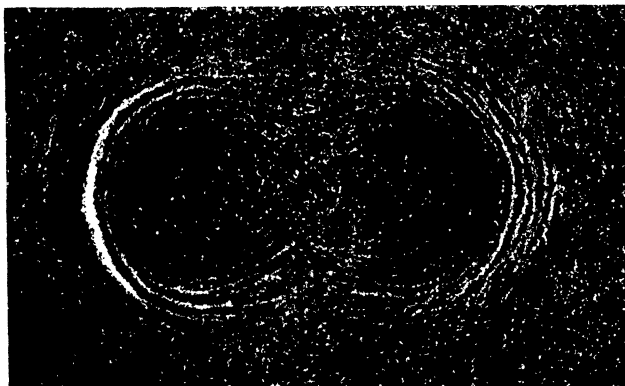


Obr. 5.

přiléhala patou k středu blány a upevněna jsouc uprostřed vydávala tón. Na poprášené desce se utvořil obr. 5., představující osové akust. pole se svislou osou.

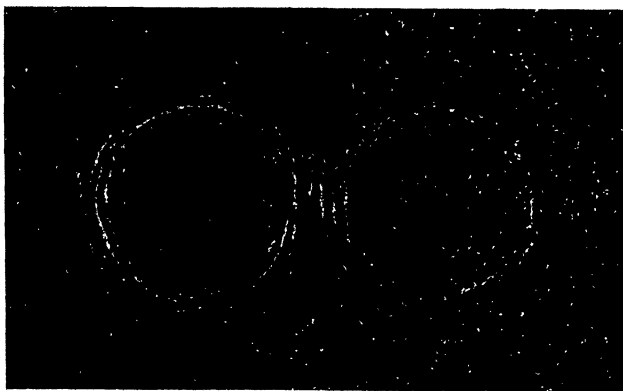
2. Kryjeme-li bubínek víkem s dvěma otvory, opatřenými trubkami týchž rozměrů jako prve, a rozkmitáme-li bubínek tyčí

150 cm dlouhou uprostřed, splynou k oběma otvorům náležející pole osová v jediné spojitě (obr. 6.), složené z Cassiniho křivek.



Obr. 6.

Spojitosť pole značí, že všechny části bubínku kmitají v téže fázi a že základní pole jsou stejnosměrná.

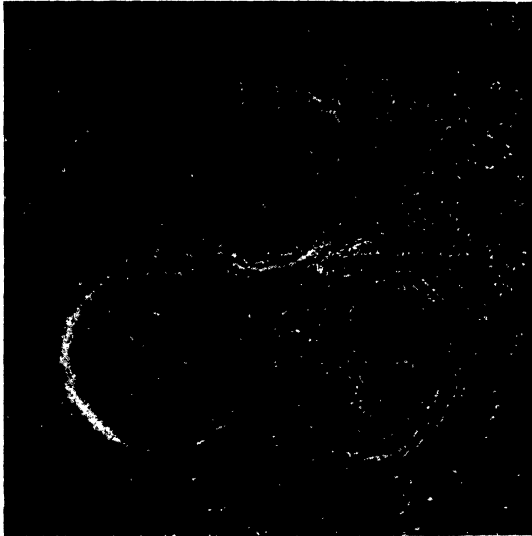


Obr. 7.

3. Ponecháme-li na bubínku totéž víko s trubicemi a dáme-li působiti tyči skleněné, 89 cm dlouhé, nad jedním z otvorů,

vytvoří se pole rozpojité, znamenajíc, že se bubínek rozdělil na dva v opačných fásích kmitající díly, a že základní pole jsou různosměrná (obr. 7.).

4. Opatřme víko třemi takovými trubicemi, rozestavenými do pravidelného trojúhelníku. Působí-li tyč 89 *cm* dlouhá nad jedním z otvorů, vznikne obrazec 8., složený z dvou částí: ze



Obr. 8.

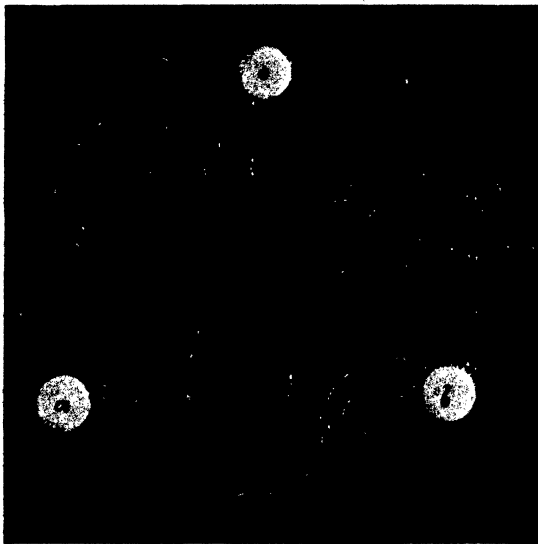
soustavy vírů s tvary křivek Cassiniho a ze soustavy vírů kruhových, k předešlé soustavě protisměrných.

Tento obrazec podobá se v hlavních rysech obrazci 1., z čehož lze souditi, že i na obr. 1. v sebe působily dvě skupiny protisměrné a že k nim náležející části desky skutečně kmitaly ve fásích protivných.

5. Užijeme-li předešlé úpravy bubínku a rozkmitáme-li blánu tyčí 150 *cm* dlouhou uprostřed, nabudeme obr. 9., složeného z tří polí osových, na němž lze pozorovati, že víry vnější, které byly v dosahu vzájemného působení, majíce směr týž, splynuly v stejnosměrná vírná vlákna obalová a vytvořily celkové trojdílné pole



Obr. 9.



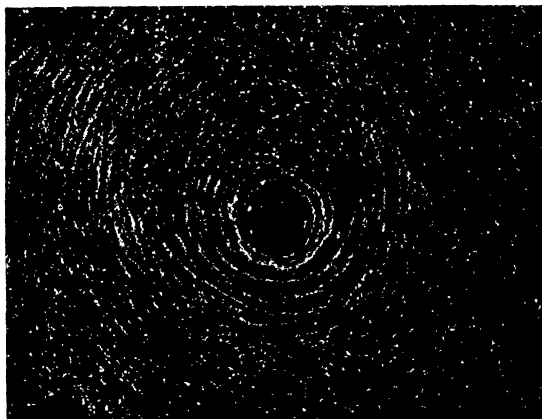
Obr. 10.

spojité, v němž zbývající vnitřní, k sobě přiléhající víry se se slabily anebo porušily, majíce směr opačný.

Skupinu trojdielnou podobného rázu (obr. 10.) lze obdržeti pod kovovou kruhovou deskou ($2r = 7 \text{ cm}$), podložíme-li ji třemi 5 mm vysokými korkovými opěrami, 5 cm od sebe vzdálenými, a dáme-li znějící tyčce, 71 cm dlouhé, působiti na deskou nad odlehlostí bc , ale poblíž podpory c . Na celkovém obrazci se účastní šest polí základních se šesti poli solenoidovými. Z toho jde, že sousední základní pole jsou protisměrná a že mají stojatě rozkmitané sousední části desky opačné fáse.

F. Rozšíření pokusů na pole mnohoosá se svislými osami.

Srovnávací pokusné ukázky v předešlém odstavci, že jest možno dle zákonů akusticko-dynamických napodobiti obrazce pod



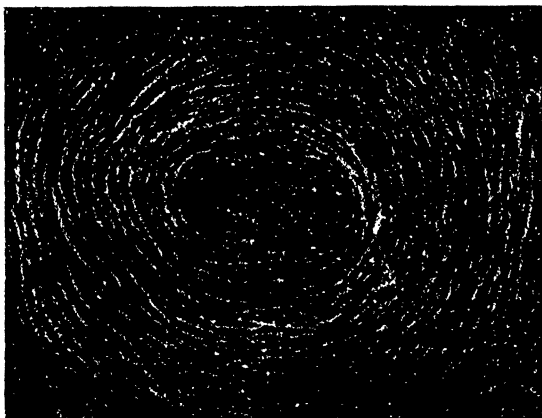
Obr. 11.

chvějícími deskami vzájemným působením dvou neb tří osových polí se svislými osami, vedou k rozšíření pokusů na celé skupiny osových polí elementárných.

Názorem elementárných polí budtež soustavy prstencové, unikající přímo z víka bubínku malými otvory ($2r = 7 \text{ mm}$).

Pro pokusy tohoto druhu jest výhodno vyvrtati *a*) do jednoho víka na kružnici 12 stejných otvorů v rovné od sebe vzdálenosti a jeden takový uprostřed, *b*) do druhého víka dvě rovnoběžné řady po pěti otvorech. Vyvrtaná tělíska poskytnou tolikéž zátek. Zátky i otvory se označí číslicemi, aby se k sobě snadno našly, chceme-li některé otvory krýtí.

K *a*): 1. Samotným prostředním otvorem způsobí se pomocí tyče 150 *cm* dlouhé rozsáhlé pole kroužkové (obr. 11.), které se od středu stává hustší a hustší a přesahuje dálku 3 *cm* ode středu.



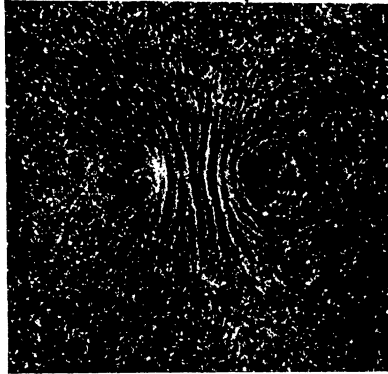
Obr. 12.

2. Dvěma otvory vzniknou dvě soustavy kroužků základních (elementárných), které v sebe akusticko-dynamicky působí a složené pole vytvářejí.

Působí-li tyč 150 *cm* dlouhá na bubínek středově, nastane pole spojité (obr. 12.). lemniskatovité, jež posléze ve shodě s důsledkem rovnice Cassiniho (3) přechází v kruhové.

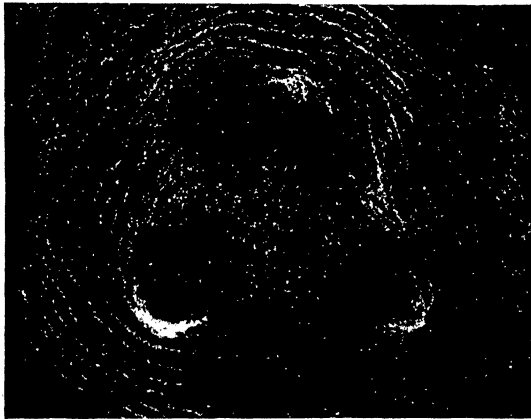
Působí-li tyč 89 *cm* dlouhá na bubínek výstředně, a to nad jedním otvorem, obdržíme pole rozpojité (obr. 13.), které napodobí geometrický význam rovnic (4) a (5).

3. Působením akusticko-dynamickým vysvětlíme si vznik obrazců, které nastanou, uvolníme-li na kružnici víka 3, 6, 12



Obr. 13.

otvorů a působí-li tyč 150 cm dlouhá. Elementární kroužková pole vytvoří příslušné věncovité silové obrazce: trojúhelníkový

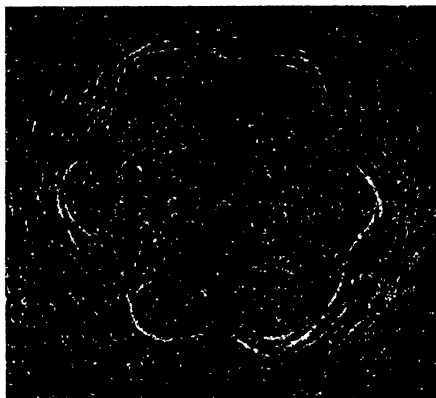


Obr. 14.

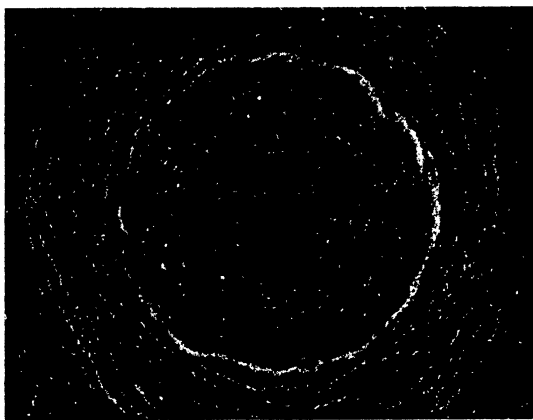
(obr. 14.), šestiúhelníkový (obr. 15.) a dvanáctiúhelníkový (obr. 16.), jež jsou obklopeny četnými soustřednými kruhovými víry.

Čím jest více otvorů na obvodě téže kružnice, tím úplněji spolu elementární kroužky splývají. Pozorovati to lze na obrazech

šestiúhelníkovém a dvanáctiúhelníkovém. Kdežto jest u šestiúhelníkového šest cípů dobře vyvinuto, splývají cípy na dvanáctiúhelníkovém skoro již v jeden mohutný kruhový lem.



Obr. 15.

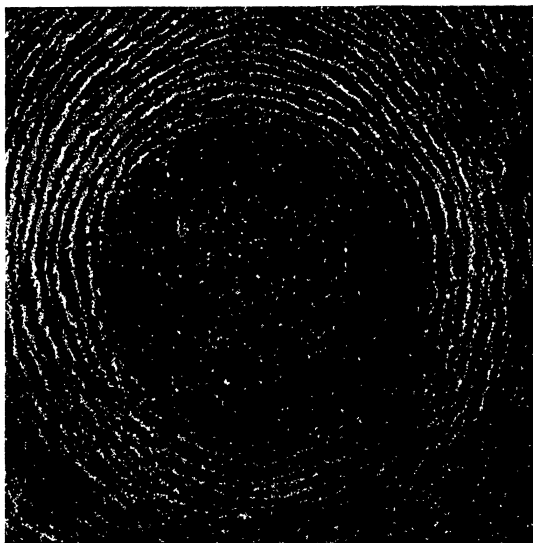


Obr. 16.

Vzdálíme-li poněkud v posledním případě bubínek od průmětny, objeví se obr. 17., na němž zmizely stopy cípů a zbyla pouze soustava kruhových vírů.

Poněvadž jsou elementární kruhové víry stejnosměrné a vznikají současně, i stejnou rychlostí po průmětné desce se šíří, budou podmínky pro akusticko-dynamické vzájemné jich působení na všech místech, jež jsou od středu soustavy otvorů stejně vzdálena, stejné.

Z toho jde, že se stejnosměrné víry, pokud jsou v dosahu, spojí, a zbývají pouze ty, které se nestýkají. Splynou-li všechny stejnoběžné víry v jednotnou soustavu, v jedno vírné pásmo, vymizí vnitřní části vírů docela (obr. 16., obr. 17.).



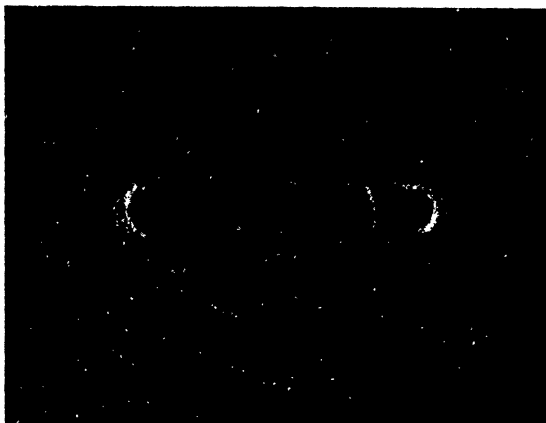
Obr. 17.

4. Uzijeme-li tyče kratší ($l = 89 \text{ cm}$), jež působí v předěšlých případech výstředně, obdržíme dvě skupiny polí navzájem protisměrných, čímž nabudeme polí rozpojitých, solenoidových, podobného tvaru, jaký se jeví na obr. 18., jež náležejí dvanácti otvorům na kružnici víka.

Vzhled obrazce nedá ani tušiti, že bylo jeho základem dvanáct osových polí. Obrazec jest značně rozšířen za rozměry víka na bubínku.



Obr. 18.



Obr. 19.

K *č*). — Pokusy s řadami otvorů :

1. Na víku se nalézala řada pěti otvorů a na bubínek působila kmitající tyč, 150 *cm* dlouhá, středově (obr. 19.).

Současně nastalo pět neodvislých elementárních polí osových pod bubínkem, která vytvořila po obou stranách řady spojitá pole

oblouková (polosolenoidová), jako se dělo před otvory pěti reson. trubic, před touž rozkmitnu vedle sebe položených.⁸⁾ Na obrazci jest též viděti, že ony oblouky od řady otvorů se vzdalují a čím dále prudčeji se klenou, až přejdou v souvislé soustředné kružnice, jež vnitřní obrazec objímají.

2. Mějme na bubínku touž řadu pěti otvorů a dejme působiti tyči 89 cm dlouhé výstředně, nad krajním otvorem. Blána bubínku se rozdělí na dva díly, kmitající v opačných fasích. Celkové pole, které se skládá z pěti elementárných osových polí, jest rozpojité, a to souměrné dle symmetrály spojnice, středy osových polí procházející (obr. 20.), při čemž souměrné poloviny jsou protisměrné.

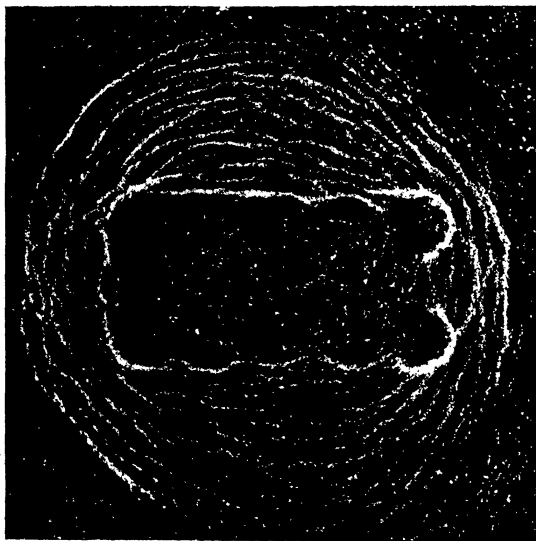


Obr. 20.

Vrchol rozpojení má polohu symmetrály, pod středním otvorem se jeví dvoje značná sesílení, podobně též pod otvory krajními, kde lze pozorovati šíření se částí osových polí do okolí, t. j. těch, jež si samostatnost uhájily.

Oproti pokusu předešlému lze sledovati na tomto pokuse vzrůstání složitosti výsledního pole a tudíž i malebnosti obrazce s rostoucím počtem dílů, na něž se kmitající blána dělí.

⁸⁾ Tamtéž str. 62.



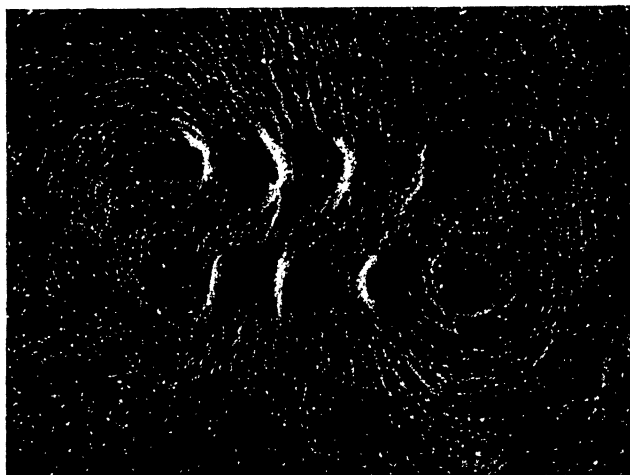
Obr. 21.



Obr. 22.

3. Víko bubínku bylo opatřeno dvěma řadami po pěti otvorech. Tyč 150 *cm* dlouhá působila středově, všecka elementární osová pole byla stejnosměrná a vytvořila pole spojitě tvaru vroubkovaného obdélníka (obr. 21.), obklopeného dvojím polem klenutým až spojitě kruhovým. Celkem se zde opakuje dění z obr. 19.

4. Ponecháme-li tytéž řady otvorů na bubínku, a dáme-li působiti tyči 89 *cm* dlouhé výstředně, obdržíme rozličné, pěkně utvářené obrazce rozpojitě dle toho, na které místo bubínku patu kmitající tyče nasadíme. Všecky jsou zajímavé. Uvádím z nich však jenom dva, jež se sobě podobají a mají ráz obrazce 20. (Obr. 22., obr. 23.).



Obr. 23.

Oba jsou rozpojitě, skládají se z dvou spojitých polovin o sobě stejnosměrných, vzájemně pak protisměrných. Podstatně se však od sebe liší polohou zhuotněných vírů, v něž splynuly elementární soustavy kroužků pod otvory víka. K prvnímu obrazci bylo působiště tyče nad mezerou mezi levými krajními otvory, k druhému působila tyč poblíž polohy otvoru prostředního, ale mimo obě řady.

(Dokončení.)