

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Fr. Houdek

O některých fyzikálních strojích

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 23 (1894), No. 2, 113--132

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109314>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1894

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 některých fysikálních strojích.

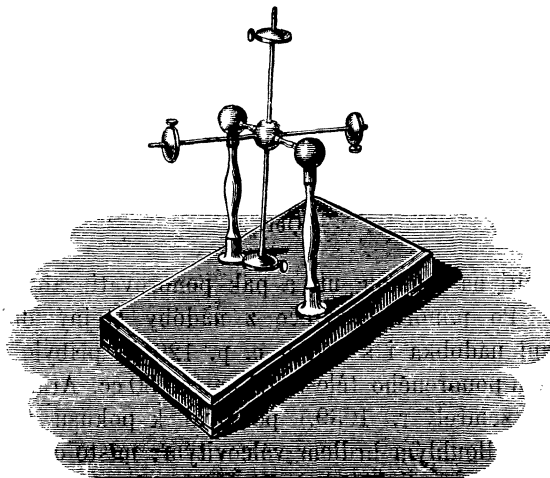
Sděluje

Dr. Fr. Houdek,

prof. fysiky na malostr. střední škole v Praze.

(Pokračování.)

8. Křížové kyvadlo dle Oberbecka skládá se ze čtyř kyvadel upevněných v podobě kříže na otáčivé ose. Upevníme-li jen jednu čočku na jedné tyči a rozkýváme-li kyvadlo, jest doba kyvu malá. Přidáme-li dvě čočky na konce druhé tyče, zůstane



Obr. 8.

hnací síla nezměněna, kdežto se moment setrvačný a tedy i doba kyvu zvětší. Upevníme-li i na konci čtvrtém — tedy na druhém konci první tyče — čočku, moment otáčecí se zmenší; dáme-li

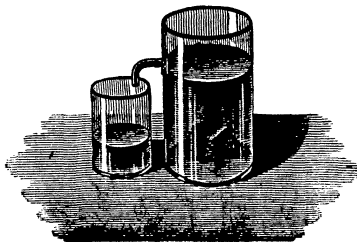
tuto čočku ve stejné vzdálenosti na dolejší část první tyče, moment otáčecí se zvětší; moment setrvačný v obou případech zůstává stejný. Na stroji tomto možno tedy různými kombinacemi dobře vysvětliti souvislost doby kyvu s momentem otáčecím a setrvačným.

9. Nádoba dle Al Biruniho.

Na skleněnou nádobu, po straně otvorem opatřenou, jest natmelena mosazná rourka pro výtok. Nádoby té lze použítí k různým pokusům, n. p.:

1. k určení objemu tělesa nepravidelného.

Nádobu naplníme vodou až nad postranní rourku a necháme přebývající vodu vytéci. Pak postavíme pod otvor rourky nádobku druhou, kterou jsme před tím zvážili; váha prázdné nádobky budiž n. p. 90 g. Pak ponoříme opatrně těleso, jehož objem chceme určití, do hlavní nádoby; těleso mů-



Obr. 9.

žeme zavěsiti na jemnou niť a pak ponořovati, aby se nádoba nerozbila. Po ponoření vyteče z nádoby stejný objem vody. Váží-li nyní nádobka i s vodou n. p. 120 g, přibylo tedy 30 g vody; objem ponořeného tělesa byl patrně 30 cc. Arabský učenec *Al Birúní* (zemřelý r. 1039.) používal k pokusu tomu baňky skleněné s podlouhlým hrdlem válcovitým; místo druhé nádoby měl sklíčko hodinové. Již *Al Biruni* poukázal k tomu, že při tomto pokuse může kapillarita býti závadou.

2. K důkazu Archimedova zákona pomocí vah hydrostatických.

Obyčejně prováděný pokus s dutou a plnou nádobou (válcem nebo krychlí) nesmí se konati na váze příliš citlivé,

poněvadž jest dutina vždy větší než plná nádoba, byt přístroj ten byl pracován sebe přesněji. S nádobou *Al Biruniho* můžeme pokus proto lépe provést, poněvadž můžeme použití tělesa libovolného, tedy i nepravidelného. Na misku hydrostatickou zavěsíme tenkou nití n. p. kousek kamene a vyvážíme jej přidáváním příslušných závaží do levé misky. Ponoříme-li kámen do nádoby až k otvoru vodou naplněné, bude voda postranní rourkou vytékati; vodu tu zachycujeme také do podstavené nádoby. Ponořením kamene porušila se rovnováha; abychom si rovnováhu opět zjednali, třeba jest buď s levé misky závaží ubrati, nebo do pravé misky závaží přidávati. Závaží toto značí ztrátu na váze kamene pod vodou. Zvážíme-li vodu do nádoby zachycenou, shledáme, že právě tolik váží, co obnášela ztráta na váze.

Pokus ten jest také instruktivnější, neboť jest zcela na snadě otázka, kam se poděla váha, o kterou ponořené těleso stane se na čas lehčím? Voda v nádobě nestojí po ponoření tělesa výše, poněvadž může odtékati; tlak na dno se v nádobě nezvětšil; avšak voda, do nádoby podstavené vytékající, vykonává zde tlak na dno, kterého zde dříve nebylo.

3. *K důkazu Archimédova zákona pomocí vah obecných.*

Máme-li jen váhy krámské nebo tabulové, dáme nejprve na jednu misku nižší nádobku a vedle této těleso vody lehčí, n. p. dutý váleček mosazný, a vyvážíme oba předměty. Nádobu naplníme vodou a postavíme ji vedle váhy tak, aby výtoková rourka volným koncem ústila nad nádobkou. Sundáme-li váleček, poruší se rovnováha; ponoříme-li váleček do nádoby *Al Biruniho*, dostaví se opět rovnováha, když vytekla poslední kapka vody z rourky. Voda vyteklá váží tolik, kolik vážil váleček dutý.

4. *K důkazu plování.*

Dle zákona Archimédova nadnáší kapalina těleso v ní ponořené silou rovnající se váze kapaliny tělesem vytlačené, čili těleso ztratí zdánlivě tolik na své váze, kolik váží kapalina tím tělesem vytlačená. Váha plovoucího tělesa musí se rovnati váze kapaliny vytlačené. Těleso 100 g těžké vytlačí, plove-li na vodě, 100 g vody, t. j. 100 cc tělesa toho ponoří se pod hladinu vodní. Na vahách krámských nebo tabulových vyvážíme nějaké těleso, které jest lehčí než voda. Nádobu *Al Biruniho*

naplníme tak, až voda by počala vytékati. Pak dáme těleso do vody a vytékající vodu opět zachycujeme do podstavené nádoby a pak ji zvážíme; i shledáme, že tato voda přesně tolik váží, kolik váží těleso plovoucí. Má-li se pokus zdařiti, nesmí plováček nikde se dotýkati stěny nádoby. Dobře se ku pokusu tomu hodí jablko nebo malá baňka nebo zkoumavka pískem anebo broky obtěžkaná a ucpaná, nebo konečně dutý mosazný váleček. Jest dobře, poříditi si takového plováče jednou pro vždy, aby měl okrouhlou váhu n. p. 100 neb 200 g, abychom při vážení neztratili mnoho času.

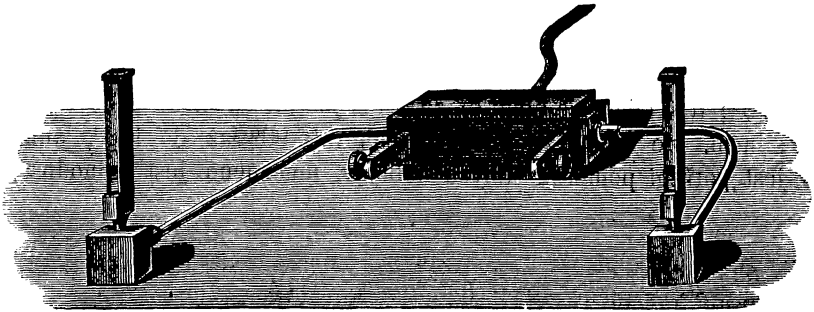
Nádoby Al Biruniho naplněnou můžeme postavit na model vah mřístkových anebo na váhy tabulové a zachycovati vodu do nádoby vedle vah postavené. Po vyvážení nádoby ponoříme plováče do vody; váhu jeho netřeba v tomto případě ani znáti. Váhy postaví se samy opět do rovnováhy, poněvadž právě tolik vody vyteče, kolik váží plováček.

10. Homofon Steinhauserův.

Pro fyziologii jest velice důležité, že jak orgán zrakový, tak i orgán sluchový jest dvojitý. Oběma ušima slyšíme mnohem lépe, nežli bychom slyšeli dvojnásobným uchem jediným. Prof. A. *Steinhauser* dokázal, že jsme s to dvěma ušima pochopiti i směr, odkud zvuk přichází, což by jedním uchem bylo nemožno; k tomu účelu konstruoval stroj, který nazval *homofon*. Stroj ten skládá se v podstatě ze skříně t. z. vzdušnice, s kterou spojeny jsou zahnutými rourami železnými dvě píšťalky, na stejný tón přesně naladěné. Přístup vzduchu k píšťalám lze pohodlně regulovati, poněvadž ke každé píšťalce jest na vzdušnici šoupátko umístěno.*) Strojem tím můžeme vyvoditi dva stejně vysoké tóny na pravo i na levo od ucha; intenzita obou tónů může býti stejná aneb i rozdílná, jak později seznáme. Jsou-li oba tóny stejně intenzity, t. j. jsou-li obě šoupátka stejně vytažena, takže z kaučukové roury na vzdušnici nastřčené do obou píšťal stejně se fouká — foukání to musí ovšem někdo jiný obstarávat, než pozorovatel, — pak splynou oba zvukové dojmy v jeden a vyvodí dojem jediného zvukobudiče; nám se zdá, jakoby oba

*) Původní homofon vypadal jinak; nynější jeho modifikace zde popsaná provedena v mém závodě za úplného souhlasu paně vynálezce.

tóny vycházely z jediného místa. Toto místo, odkud jedna píšťala zdánlivě zní, leží ve směru přímky na vzdušnici kolmé, v t. z. ose souměrnosti. Pozorovatel nechť při pokuse drží hlavu právě uprostřed mezi oběma píšťalama, jsa obrácen obličejem ke stroji, a nechť má obě oči zavřeny. Zní-li však jedna



Obr. 10.

píšťala silněji, t. j. přivádí-li se jí více vzduchu, nežli druhé, pak zdá se nám, že při splynutí obou stejně vysokých, avšak nestejně silných tónů, to místo, odkud jsme při prvním pokuse tón zdánlivě slyšeli, se pošinulo a sice na tu stranu, na které se nalézá píšťala silněji znějící. Stroj ten lze nazvati akustickým stereoskopem, poněvadž má jakousi analogii se stereoskopem obyčejným.

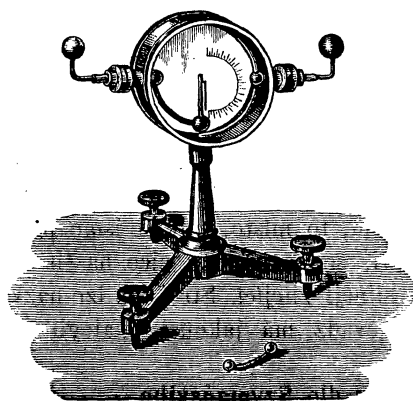
11. Elektroměr dle Szymaňského.

Nejstarší a zároveň nejjednodušší jest kvadrantní elektroměr *Henleyův* (1774). Ku kovové tyči přidělán jest rozdělený kvadrant aneb polokruh, v jehož středu zavěšena jest na drátku kulička. Tyč zastrčí se do tělesa elektrovaného, n. p. do pozitivního svodiče elektriky třecí. Zelektruje-li se tyč, kulička odpuzuje se a sice tím více, čím větší množství elektřiny jest nahromaděno na tyči.

Tento elektroměr zlepšil *Szymanski* tímto způsobem: Přiváděcí drát mosazný skládá se ze tří částí a prochází mosazným pouzdrem zaskleným, jsa v něm velmi dobře izolován. Na konci svislé části přiváděcího drátu přidělán jest pohyblivý lístek alumina. Lístku lze elektřinu přiváděti se strany.

U obyčejného elektroskopu pozlátkového odchýlí se pozlátko při jistém náboji o určitý úhel, tak že při dalším silnějším nabití tato odchylka nezmění se buď vůbec anebo velmi málo. Maximální tato odchylka obnáší asi 120° , t. j. asi 60° po jedné straně. To pochází patrně od toho, že síla, jakou se pozlátko odpuzují, se zmenšuje, mezitím co síla odpudivá, jakou působí přiváděcí drát na pozlátko, se zvětšuje.

U elektroměru *Szymańskiho* může však odchylka při dostatečném nabití přesahovati 90° . Největší odchylka byla by 180° ; této odchylce blížil by se lístek jen při náboji kromobyčejně silném. Že odchylka může přesahovati 90° až do 150° , aniž jest potřebí poměrně silných nábojův, umožněno jest jednoduše



Obr. 11.

takto: Na druhé straně pouzdra v rovině přiváděcího drátu a lístku jest drát druhý, do půlkruhu zahnutý, který pomocí drátu třetího, se strany vedeného, ku bodu, kolem kterého se lístek otáčí; postaven jest excentricky, tak že se dotýká pouzdra jen dole, nahore však od něho se stále vzdaluje.

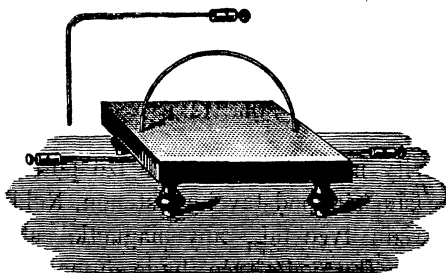
Čím více se lístek odchyluje, tím více se jeho volný konec přibližuje půlkruhu a jest vždy silněji přitahován nahoru.

Polokruh ten vyrovnává ubývání odpudivosti svislé části přiváděcího drátu, poskytuje lístku vedení a zamezuje tomu, aby se lístek při silných nábojích nevychýlil na stranu; ko-

nečně se lístek tím naplná, tak že lze dobře odečísti úhel výchylu. Ovšem tento vodič musí býti spojen se zemí, čehož se docílí již tím, že se dole dotýká pouzdra, které při pokusech vždy se zemí jest spojeno. Pro jistotu spojíme drát třetí, po straně do pouzdra umístěný, ještě vodivě s pouzdrém. Tento drát jest totiž izolovaně umístěn v pouzdře, aby se stroje mohlo užítí při nábojích zcela slabých, kde jde pouze o pokusy kvalitativní. Při takových pokusech vyjme se půlkruh a místo něho dá se mosazný drát s kuličkou, který jest tak dlouhý, že při výchylu asi 45° lístek stojí proti kuličce, avšak jí se nedotýká.

Mosazné pouzdro jest na obou stranách zaskleno a upevněno na třínožce mosazné, opatřené stavěcími šrouby, aby se mohl lístek vždy přivésti do polohy nullové. Dělení jest na skle, takže lze úkaz promítati a tím ukázati všemu posluchačstvu najednou. Tohoto stroje lze velmi dobře použítí při výkladu elektrického potencialu, kapacity atd.

12. Stroj k ukázání magnetického pole přímého a kruhového vodiče.



Obr. 12.

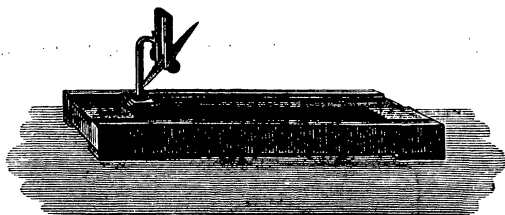
Prkénko polepíme papírem, parafinem napuštěným. Stroj spojíme s baterií silnou a vedeme nejdříve proud přímým drátem měděným. Současně sypeme z pepřenky neb váčku muselinového, který držíme ve výšce asi 50 cm nad prknem, něco pilin z měkkého železa a klepeme jemně druhou rukou na prkénko. Abychom piliny mohli ustáliti, přejdeme je dosti blízko plamenem *Bunsenova* kahanu. Magnetické silokřivky tvoří kruhy kolem drátu,

a každá magnetka, do magnetického pole přivedená, postaví se do směru tečen k těmto kruhům.

Pak upevníme do prkna polokruhovitý drát a postavíme stroj tak, aby se drát nalézal v magnetickém poledníku. Vedeme-li tímto drátem rovněž silný proud, shledáme, že směr pilin poblíže středu drátěného kruhu jest přímočarý, a že na pravo a na levo piliny v křivkách leží. Magnetka, nad tímto polem zavěšená, ukazuje též směr magnetického pole, jako piliny. Zapneme-li proudovrat do vedení, můžeme ukázati, že se magnetka okamžitě obrátí, jakmile změníme směr proudu.

13. Stroj k ukázání směrů magnetické síly nad tyčí magnetickou.

Jednoduchým strojem tímto můžeme pohodlně provést pokus o směrech síly, jakou magnet vysílá. Na prkně zasazen

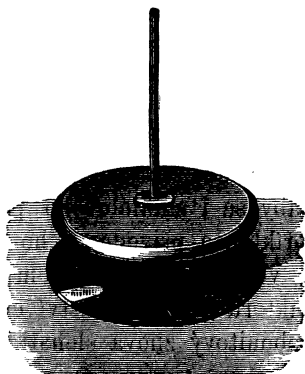


Obr. 13.

jest silný tyčkový magnet, vedle tyče lze posouvatí magnetku inklináční, na příslušném podstavci umístěnou. Nejdříve postavíme magnetku do středu tyče tak, aby magnetka stála vodorovně. Posouváme-li magnetku podél tyče, bude se magnetka příslušným polem vždy více a více k tyči nakláněti, čím více se ke koncům tyče blížíme. Magnetka postaví se zcela kolmo, nalézá-li se těsně na jednom z obou konců magnetu.

14. **Elektrofor** vynalezl *Wilke* a zlepšil *Volta* (1775). Pryskeřicový kotouč jest vlit do kovové misky, jakési „formy“, aneb leží volně na kovové podložce (třeba na kruhové desce, staniolem polepené). Velmi důležitě jest, aby byl povrch kotouče, pokud možno, rovným. Šleháme-li kotouč liščíím ohonem anebo kočičí srstí, stane se povrch záporně elektrickým. Pak

dáme na kotouč kovový příklop (nebo dřevěný, staniolem polepený talíř), který jest buď izolující rukojetí aneb hedvábnými šňůrkami opatřen, aby elektřina do ruky jej zdvihající neodcházela. Poněvadž mezi kotoučem a talířem vždy zůstane tenká vrstva vzduchu, působí záporná elektřina kotouče pryskyřicového elektrickým rozkladem neboli influencí (elektrostatickou indukcí) na elektřivo příklopu ($\pm E$, t. j. oba až potud spojené druhy elektřiny), $+E$ jest přitahována (elektřina poutaná čili influenční elektřina prvního druhu), $-E$ jest odpuzována (elektřina volná neb influenční elektřina druhého druhu); $+E$ se proto nahromadí na dolejší, $-E$ na hořejším povrchu příklopu. Přiblížíme-li se příklopu prstem, přeskočí jiskra, a do-



Obr. 14.

tkneme-li se příklopu prstem, odvede se všecka $-E$ a příklop podrží jen $+E$, která $-E$ kotouče pryskyřicového vázána jest potud, pokud příklop na něm zůstane ležeti. Vyzdihneme-li příklop, držíce jej za izolující rukojeť, stane se tato $+E$ volnou, takže můžeme nyní z příklopu obdržeti jiskru kladné elektřiny. Příklop bývá z pravidla z mosazi nebo zinku a má okraj zaokrouhlený. Kdybychom kotouč pryskyřicový položili na izolující podložku, n. p. desku skleněnou, nebylo by možno tak silné jiskry obdržeti. Šleháním srstí kočičí může se elektřina jen tak dlouho vyvinovati, až se dosáhne určité meze volného nabití kotouče; každá nad tuto mezi nově vyvinutá $-E$ ko-

touče přejde ihned k opaku svému v srsti kočičí. Leží-li kotouč na vodivé podložce, působí — E kotouče rozkladem na elektřivo této, — E misky jest odpuzována, + E přitahována. Než — E misky přitahuje také — E kotouče a poutá ji. Přiložíme-li příklop úplně a dotkneme-li se současně jedním prstem příklopu a druhým prstem misky, obdržíme ránu, která jest mnohem silnější, než když se dotkneme prstem pouze příklopu. Příčinou toho jest, že — E příklopu a uvolňující se + E misky mohou k sobě přecházeti. Při tomto elektroforu pryskyřicový kotouč změnou teploty často puká; proto se v novější době užívá s velikým úspěchem místo kotouče pryskyřicového kotoučů ebonitových (z tvrzeného kaučuku), s povrchem rovným, čistým a suchým. Talíř kovový má rukojeť rovněž ebonitovou. Dolejší strana kotouče ebonitového je polepena staniolem. Polep ten nahrazuje plechovou misku elektroforu pryskyřicového. Dolejší polep staniolový jest vodivě spojen s úzkým páskem staniolovým na hořejší straně nalepeným; to má tu výhodu, že při nabíjení netřeba se příklopu prstem dotýkati. Též ebonitový kotouč šleháme silně liščím ohonem nebo srstí kočičí nebo kusem vlněné látky, položíme talíř tak, aby se i staniolového pásku dotýkal, zdvihneme za rukojeť příklop a přivedeme ho ve styk s konduktorem (isolovaným vodičem). To můžeme často opěťovati a tím způsobem konduktoru veliké množství elektřiny sděliti, aniž jest potřebí kotouč ebonitový znova šlehati.

Chceme-li konduktor záporné nabití, přiblížíme se vyzdviženým talířem izolovanému konduktoru a dotkneme se konduktoru prstem anebo nějakým předmětem se zemí spojeným; nebo přivedeme izolovaného vodiče v dotek s talířem, když se talíř staniolového pásku na hořejším povrchu kotouče nedotýkal, to opěťujeme několikrát, až nabití konduktoru dosáhlo své meze. —

Prostřední a malé láhve leydenské nabijeme elektroforem, dáme-li 50—100 jiskrák z talíře na kouli láhve na stole postavené přeskočiti; při tom položíme elektrofor na podložku, aby byl 5—6 cm níže než kulička láhve, abychom talíř nemusili příliš vysoko zdvihati. Nabitých lahví leydenských můžeme užiti k různým pokusům.

Dáme-li několik kuliček z bezové duše na příklop na elektroforu ležící, odskočí v obloucích na všechny strany, zdvihneme-li příklop, poněvadž staly se též elektrickými a jsou tedy odpuzovány. Totéž se stane s elektrickými figurkami, na př. žábou, hádkem, panáčky atd.

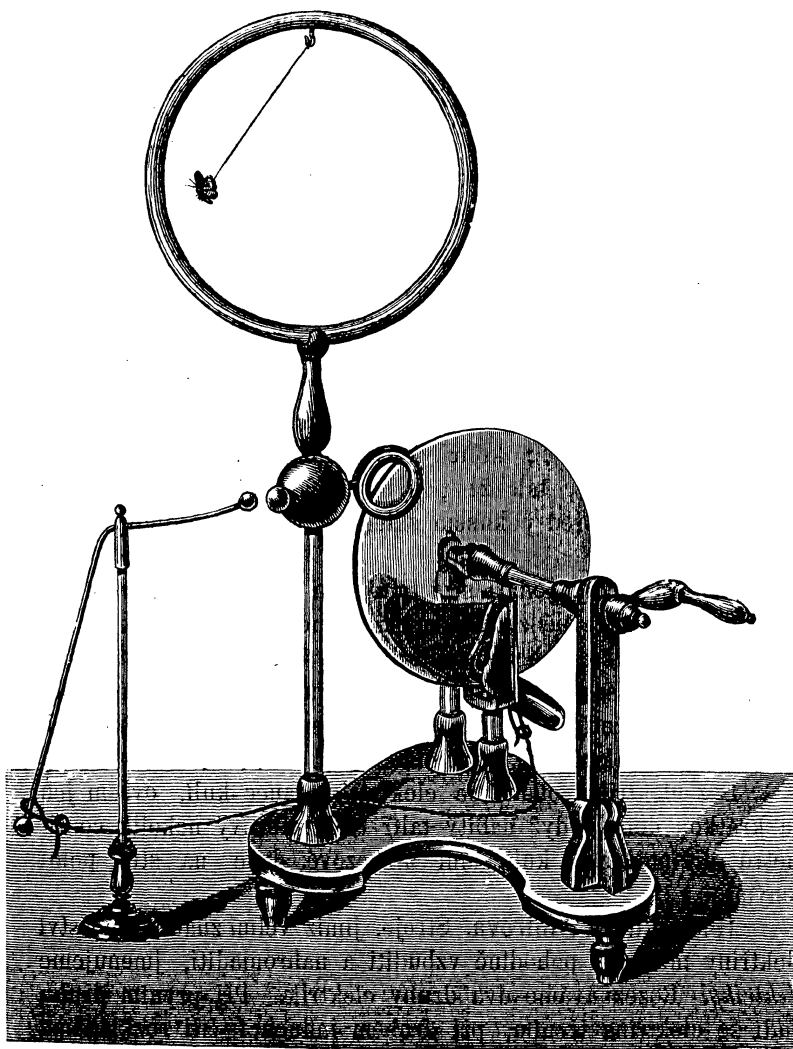
Upevníme-li příklop elektroforový v nějakém držáku vodorovně ve výši 5—6 cm nad stolem a spojíme-li jej vodivou šňůrou se svodičem elektriky, budou elektrické figurky na stole ležící ihned ku příklopu se pohybovati, jakmile jsme otáčením elektriky kovový příklop naelektrovali. Dotknutím talíře stanou se samy elektrickými a jsou pak příklopem silně odpuzovány. Dotknouce se stolu, stanou se neelektrickými a jsou opět nahoru přitahovány (elektrický tanec loutek). Upotřebíme-li kuliček z bezové duše, stane se totéž (elektrický tanec kulí). Často odskakují kuličky při tom na stranu, tak že nemohou býti příklopem přitahovány; tomu může se zabrániti válcem skleněným, pod talíř postaveným; kuličky uvíznou na skleněném válci, není-li dosti suchý, tak že pohyb kuliček též brzo přestane; proto jest nutno před pokusem skleněný válec nad líhovým kahanem zahřáti.

Lépe se pokus podaří s podlouhlými kousky z bezové duše, na obou koncích tupě zakulacenými. Tančí také bez skleněného válce často dosti dlouho mezi talířem a stolem nahoru a dolů, aniž na stranu seskakují. Kousky papíru zůstanou často z počátku klidně ležeti, když na stole rozpleskle leží, počnou však ihned tančiti, jakmile je vzpřímíme.

Bez elektriky obdržíme elektrický tanec kulí, ovšem jen na krátkou dobu, když nabitý talíř elektroforový několik centimetrů držíme nad kuličkami z bezové duše na stůl položenými.

15. Elektriķa Wintrova. Stroje, jimiž velmi značné množství elektřiny můžeme pohodlně vzbuditi a nahromaditi, jmenujeme *elektriķy*. Rozeznáváme dva druhy elektrík. Při prvním druhu budí se elektřina třením, při druhém influencí čili rozkladem; jsou tudíž elektriky třecí a elektriky influenční. Elektriķa Wintrova jest elektrikou třecí. První elektriku třecí sestrojil r. 1671 *Otto z Quericků* v Děvíně, známý vynálezce vývěvy; byla to koule sírová s osou na ložiskách spočívající, kterou někdo otáčel

pomocí kliky, zatímco druhá osoba přitlačovala suché ruce ke kouli. Tím koule stala se záporně elektrickou; elektřina



Obr. 15.

kladná odcházela rukama do země. Řetěz na izolované tyči zavěšený dotýkal se koule na druhé straně; tam nahromadřovala

se elektřina záporná a přiváděna byla tam, kde jí bylo potřeba ku pokusům. Sir Isaac *Newton* (nebo *Hawksbee* okolo roku 1709) kouli sítrovou nahradil koulí skleněnou. *Boze* roku 1741 přidal prvního svodiče. Prof. *Winkler* v Lipsku užíval kožených polštářků jako natěradel místo rukou. *Gordon* v Erfurtu místo koule upotřebil válece skleněného. Okolo r. 1760 *Planta* a jiní zavedli pohodlnější kotouče skleněné.

Elektrika třecí skládá se z tělesa třeného, natěradla a izolovaného vodiče. Těleso, které se má třít, jest kotouč nebo válecek skleněný, někdy také kotouč ebonitový. Natěradlo jest obyčejně kousek kůže amalgamou potřené. Isolovaný vodič čili svodič (jímač, konduktor) skládá se obyčejně z duté koule nebo dutého válce z mosazného plechu, na koncích zakulaceného, a spočívá na skleněných sloupech offermežovaných. U elektřiny Wintrovoy otáčecí osa jest ze skla a spočívá na jedné straně na skleněné a na druhé straně na dřevěné podpoře. Podstavec pro natěradla jest vidlicovitě upravený kus dřeva, spočívající na skleněné noze, a má na každé straně prohlubeninu pro natěradla. Proužek mosazný připevněný na tomto dřevěném podstavci, převádí zápornou elektřinu natěradel na menšího svodiče. Natěradlo jest prkénko, které možno do podstavce pro natěradla vsunouti; úplné proklouznutí zamezuje lišta. Na přední straně prkna jest amalgamovaná kůže stejného tvaru. K této kůži přidělán jest kus voskované dykyty čili tafetu, který přiléhá ke kotouči skleněnému, aby zamezoval unikání elektřiny na cestě od natěradel ku přístroji ssacímu. Na zadní straně natěradla péra ocelová přitlačují natěradla k desce skleněné. Natěradla jsou na obou stranách desky skleněné. Do prvního svodiče jsou vletována plechová pouzdra; do hořejšího dává se dřevěný kruh; s levé strany u větších strojů zasunuje se tyčinka s malou koulí, kdežto u strojů menších zasunuta jest rourka, opatřená na konci malým kouskem plechovým, slabě zakřiveným. Chceme-li dostati silné jiskry ze svodiče, zastrčíme rourku tak daleko, až okrouhlá destička ke svodiči těsně přiléhá; chceme-li nějaký předmět na svodič zavěsiti nebo ze svodiče elektrické trsy obdržeti, vytáhneme rourku dle potřeby ze svodiče. Na pravé straně svodiče jest přístroj ssací. Skládá se ze dvou kruhů z leštěného dřeva; každý kruh na vnitřní straně, tam kde deska mezi nimi prochází, má

Žlábek staniolem polepený, z kterého několik jemných hrotů vyčnívá proti desce. Kovová tyčinka, pomocí které přístroj ssací jest do svodiče zastrčen, jest hranatá, taktéž i příslušné pouzdro, aby se tyčinka nemohla volně otáčeti. Žlábek jest spojen kovově staniolovým proužkem s touto tyčinkou a tedy i se svodičem. Skleněný kotouč do pohybu přivedený stane se mezi natěradly kladně elektrickým. Positivně zelektrovaná místa kotouče přijdou mezi dřevěné kruhy, $+E$ kotouče působí rozkladem na elektřivo hrotův, $+E$ jest odpuzována a hromadí se na svodiči, kdežto $-E$ ze svodiče hroty přechází na kotouč, aby jej přivedla opět do přirozeného stavu, tedy učinila neelektrickým čili neutralisovala. Tímto způsobem první svodič naelektruje se kladně. Aby se ustavičně elektřina mohla silně vyvíjeti, musí $-E$ na natěradlech povstatá pokud možno úplně býti odváděna; natěradla nutno tedy se zemí nebo ještě lépe s velikou hmotou kovovou (kde možno, s rourami plynovými) dobře vodivě spojití. Chceme-li konati pokusy s $-E$, spojíme první svodič vodivě se zemí; $-E$ nahromaduje se pak na druhém, menším svodiči. Nasazením dřevěného kruhu *Winterova* na svodič se doskok jiskry značně zvětší. Zvenčí jest kruh leštěn; uvnitř jest železný drát. K větším elektrikám přidává se t. zv. vybijáč na stojanu, kterým možno dostati velké jiskry ze svodiče; vybijáč jest na skleněném sloupu a spojuje se vodivě se zemí nebo ještě lépe s natěradly.

Spojí-li se první a druhý svodič vodičem (drátem nebo řetízem nebo šňůrou kovovou), pak nelze mluvit o volném nabití, neboť veškerá kladná elektřina svodiče prvního přivádí se k stejnému množství elektřiny záporné svodiče druhého, čímž se obě elektřiny ruší čili vyrovnávají, tak že první svodič zůstane neutrálním. Spojíme-li oba svodiče současně se zemí, pak dodává tato jednak stejné množství elektřiny záporné, tak že na prvním svodiči vyvinutá elektřina kladná se ruší, jednak stejné množství elektřiny kladné, čímž zase ruší se na natěradlech nahromaděná elektřina záporná, oba svodiči stanou se tedy neutrálními. Obzvláště poučné jest, spojí-li se první a druhý svodič polovodičem, na příklad suchou vodorovně napjatou, asi metr dlouhou šňůrou konopnou, na které se zavěsilo 5 dvojitých kyvadélek z bezových kuliček, vždy jedno na koncích, jedno ve

středu, ostatní dvě ve čtvrtinách délky šňůry. Při otáčení stroje divergují kyvadélka na koncích silně, ve čtvrtinách umístěná slaběji, kyvadélka ve středu se neodchylují; střed zůstal tedy neutrálním, čili napjetí jest zde rovno nulle, kdežto ho od středu na obě strany rovnoměrně přibývá, při čemž polovina šňůry se záporným svodičem spojená jest záporně, polovina s kladným svodičem spojená pak kladně elektrickou. Odelektuje-li se jeden svodič, klesnou kyvadélka na tomto konci šňůry, a odchýlení ostatních kyvadel rovnoměrně stoupá až k druhému konci a jest zde skoro dvakrátě větší, než při pokuse prvnm. Máme zde úplnou analogii s článkem galvanickým, jehož kladný a záporný pól jsme spojili drátem. Električka liší se při tomto pokuse od článku galvanického jen množstvím a rozdílem napjetí elektrického; ve vnějším vodiči — v konopné šňůře — proudí + elektřina z + vodiče k — svodiči, ve stroji + elektřina, mezi natěradly povstala, otáčením kotouče skleněného přivádí se ke kladnému svodiči; jest to tedy právě tak, jako při zavřeném článku galvanickém; směr proudu jest ve článku opačný než ve vodiči vnějším. Galvanický článek vyvinuje chemickými účinky velmi mnoho elektřiny malého napjetí, električka třením velice málo elektřiny velkého napjetí.

U električky musí všechny skleněné části dobře izolovati, tedy býti úplně suché. Přineseme-li v zimě stroj z chladného prostoru do vytopené síně, pokryje se vodou, která se musí dříve úplně vypařiti, než možno električky užívati. Chraňme se otáčeti klikou, pokud kotouč jest ještě vlhký, poněvadž by vlhkost mohla vniknouti mezi natěradla, odkud jen velice zdlouha opět mizí. Stroj můžeme postaviti na blízku teplých kamen, aby řádně vyschl; nežli ho však skutečně použijeme, postavíme jej opodál od kamen, poněvadž se při točení velice zapotíme a tím vzduch naplňujeme vlhkostí. Vůbec není zrovna výhodno, je-li vzduch kolem stroje teplý; stroj působí nejlépe, je-li o něco teplejší než vzduch okolní, poněvadž se na něm sráží nejméně vlhkosti. V prostoru chladném, suchém električka působí často i tenkrátě dobře, je-li sama studena, jen nesmíme pak na ni dýchati. Vůbec se daří pokusy s električkou — jako všechny pokusy elektrické — lépe v zimě nežli v letě, nejlépe při mrazu, je-li atmosféra od přírody suchá.

Často se daří pokusy s elektřinou buzenou třením úplně, než se posluchači shromáždí; pak nelze očekávaných výsledků se dodělati, protože na závadu jest kondensace studeného dechu posluchačův. Proto jest vždy dobře, když sloupy, na kterých svodiči spočívají, jakož i osu kotouče před pokusem dobře otřeme suchým, třeba poněkud zahřátým sukmem.

Čím jest stroj od jiných předmětů vzdálenější, tím lépe působí; proto nutno všecko odstraniti, čeho ku pokusu nepotřebujeme; obzvláště nepřibližujeme se k elektrice s předměty drsnými, hranatými, nebo s hořícími svíčkami. Volně hořící nebo doutnající předměty působí podobně jako hroty, avšak ssají ještě silněji; ve skleněném válci hořící plamen lampy nepůsobí škodlivěji, než-li nehořící lampa sama o sobě. Poněvadž dále malé chloupky a prášky podobně účinkují jako hroty, nevyhnutelně nutno jest elektriku držeti v úplné čistotě. Nedoděláme se dobrých výsledků, je-li stroj nečistý a zaprášený; taktéž nedosáhneme náboje o velikém napjetí a značné hustotě, je-li stroj ve vzduchu proudícím a prachem naplněném.

Chceme-li míti jiskry silné, přiblížme se ke svodiči vnitřní, hladkou plochou roztažené ruky, ne však vnější, jemnými chloupky porostlou stranou. Ještě lépe jest, když ke svodiči přiblížíme hodně veliký, kulatý předmět kovový, na příklad vypuklou stranu hladké lžice, jejíž rukojeť držíme v ruce.

Ačkoliv se v natěradlech právě tolik záporné elektřiny vyvíjí jako na svodiči kladné, nedostaneme u natěradel tak velkých jisker, poněvadž jsou tato prknu, na kterém elektrika spočívá, mnohem blíže a vždy část své elektřiny ztrácení.

Velikostí svodiče řídí se množství elektřiny, které lze na něm nahromaditi; na velkém svodiči musí se více elektřiny nahromaditi než na malém, dříve než nastane stejné napjetí, prve než obdržíme jiskry stejné délky. Jiskry následují proto na větším svodiči pomaleji, za to jest v každé jiskře větší množství elektřiny najednou; jiskra jest tedy silnější než při svodiči menším. Nastrčíme-li kruh na svodič, jdou jiskry značně pomaleji za sebou, za to jsou však mnohem zvůčnější, lesklejší a citelnější než bez kruhu.

Jiskry pozorují se nejlépe, uvedeme-li elektriku v činnost večer v pokoji zcela tmavém. Světlé a bouchající jiskry, které

obdržíme z velké koule svodiče, tvoří vždy jednoduchou, nejčastěji přímou, bílou neb zcela světlemodrou čáru. Jiskry z malé koule svodiče jsou z pravidla červeně neb fialově zbarveny a mají tvar střapcovitý. Jenom část jiskry poblíž koule jest jednoduchá; dále jiskra se rozděluje na velice mnoho přímých, ohnutých anebo se kroutících větví. Jde-li stroj dobře, vycházejí takové střapcovité jiskry z malé koule i když se vodícím předmětem nepřiblížíme. Silnější jiskry, které s nasazeným kruhem dostaneme z malé koule svodiče, nejeví tak velkého rozvětvení jako jiskry výše popsané; podobají se spíše jiskrám z velké koule. Liší se však od nich tím, že nejsou přímé, nýbrž klikaté jako blesk. Na koncích klikaté čáry objeví se někdy jednotlivá, od svodiče dolů obrácená rozvětvení jisker.

Jsou-li nad zkušebním stolem plynové hořáky, působí rušivě svým vyzařováním na délku jisker, zvláště při upotřebení kruhu; proto postavme elektriku aspoň při těchto pokusech na zvláštní, na všechny strany volný stolek. Dáme-li druhý konec vodiče, na vybíječi na stojanu zavěšeného, některému posluchači do ruky, místo abychom jej spojili se zemí, ucítí při nasazeném kruhu dosti citelné otřesy, zvláště necháme-li jiskry z velké koule svodiče přeskakovati; jest samozřejmo, že vodič nesmí při tom ležeti na stole.

Nežli stroje upotřebíme, obzvláště byl-li nějakou dobu nečinný, musíme izolaci všech skleněných sloupů pečlivě elektroskopem pozlátkovým zkoušeti. Elektroskop nabijeme elektrinou buď kladnou nebo zápornou; jeden konec skleněného sloupu držíme v ruce a přivedeme tu částku, kterou chceme zkoušeti do kontaktu s koulí elektroskopu. Jest-li se odchyl pozlátek docela nic nezmění, když jsme minutu nebo déle zkoušeli, pak jest to izolator dobrý. Je-li izolace vadná, nutno lak lihem odstraniti, skleněné sloupy flanelem silně třítí, až se úplně očistily a oteplily, a pak třeba znova je ofermežiti lakem co nejlépe izolujícím.

Hořlavé látky možno jiskrou elektrickou snadno zapáliti. Svítíplyn z kahanu Bunsenova vycházející při *rychlém* přiblížení kahanu ke svodiči zcela jistě se zapálí; totéž jest při vodíku proudícím z dmuchavky, kterou jsme hadicí spojili se strojem k vyvíjení vodíku; při nenáhlém přiblížení svodič může se vyběti

bez jiskry a plyn se proto nezapálí následkem vyzářování hranou otvoru kahance.

Opatříme-li svodič elektriky hrotem, nemůžeme svodič tak nabít, abychom z něho dostali silné jiskry. Všechna povstalá elektřina vytratí se ihned tímto hrotem. Jest-li že se hrotu mezi točením blížíme rukou, ucítíme *elektrický vítr* od hrotu vycházející. Dříve se myslelo, že pro veliké napjetí na hrotu elektřina na okolní vzduchové částice přechází, které se pak ihned od hrotu stejně elektrického živě odpuzují. Dle výzkumů novějších *R. Nahrwolda* zdá se, že ne vzduch sám, nýbrž jen prach z pevných a tekutých hmot v něm obsažený jest elektrisován. Elektrický vítr učiníme viditelným, když hrotu plamen svíčky na několik centimetrů přiblížíme; nejvyšší bod knotu musí býti s hrotem ve stejné výši neb o něco málo níže. Plamen odpuzeným vzduchem uhne se na stranu a je-li dosti malý, i zhasne.

Zastrčíme-li uhel k trhání skla, na jednom konci zapálený, druhým koncem do otvoru svodiče, zmenší se tím doskok jiskry velikou měrou; z izolované koule, doutnajícím uhlíkem opatřené, můžeme obdržeti jiskry, přiblížíme-li doutnající konec svodiči.

Abychom poněkud mohli posouditi, v jaké míře jest svodič naelektřen, zastrčíme do něho *Henley'ův* kvadrantní elektroměr, a odvedeme druhý svodič. Čím silnější jest náboj, tím více vstupává bezová kulička, jsouc od kovové tyče odpuzována. Na rozděleném polokruhu vidíme, o kolik stupňů se ukazovák odchýlil od své původní polohy. Tyto stupně nejsou však elektrickému napjetí úměrné. Počneme-li elektrickou točiti, kulička vstupává z počátku rychle, ale pak dosáhne jisté polohy, kterou nadále skoro zcela nepřetržitě podrží, pokud točíme. To nasvědčuje tomu, že přese všechno další vyvíjení elektřiny napjetí na svodiči již nevzrůstá. Příčina toho jest ta, že svodič i při nejlepší izolaci vždy elektřinu ztrácí. Tato ztráta jest tím větší, čím větší napjetí má elektřina; jest očividno, že při dalším točení musí nastati okamžik, kdy napjetí na svodiči jest tak velké, že ztráta elektřiny za jistou dobu rovná se onomu množství elektřiny, které v téže době svodiči přivádíme. Velikost možného nabití svodiče závisí jmenovitě také na počasí. Při počasí vlhkém, kde ztráta na elektřině jest značná, nemůžeme svodiči

tak velikého nabití uděliti jako při počasí suchém, což právě na kvadrantním elektrometru velice dobře lze ukázati. Kdykoliv se objeví jiskra, bezová kulička sklesne na nullu. Odstraníme-li vodiče se zemí spojeného a přestaneme-li elektrikou točiti, kulička klesá pomalu na nullu; čím pomaleji se to děje, tím lépe jest svodič izolován: to dokazuje, že elektřina neztrácí se rychle po povrchu nebo hmotou skleněného sloupu.

Elektroměr Henleyův bývá někdy na zvláštním stojanu. S tímto elektrometrem možno provésti ještě tento pokus: Elektroměr spojíme vodič se svodičem, nasadíme Winterův kruh a držíme nějaký stroj s jemným hrotem, na příklad jehlu proti prvému svodiči; pak otáčejme opět elektrikou. Elektroměr sotva odchylku ukáže; nastane pomalý výboj a ne ve tvaru klikatém, jako u těles okrouhlých. Dale slyšíme sykot, z hrotu jehly vychází modravý trs světelný; necítíme skoro ničeho, jistě žádných otřesů jako dříve.

Vzájemné odpuzování těles stejně elektrických pozorujeme velice dobře na papírovém chocholu, který se buď na kruh zavěší nebo místo kruhu do svodiče nastrčí. Na vodič tyčí jest nahoře vodivá deska, z jejíhož okraje několik 4—6 mm širokých, 30—40 cm dlouhých proužků tenkého papíru dolů visí. Při otáčení elektrikou pásy se od sebe vzdalují a rozčepýří se.

Na papírovém chocholu možno pozorovati tak zvaný *elektrický výboj podružný*. Vodič blíže svodiče se zemí spojený stane se rozkladem elektrickým a naelektruje se elektřinou poutanou. Vybějeme-li svodič jiskrou, nastane i ve vodiči okamžitý výboj, který se jmenuje výboj podružný a odtud pochází, že elektřina, až doposud poutaná, nyní rychle do země přejde. Úkaz ten můžeme demonstrovati t. zv. izolovaným válcem (mosazný válec s konci zaokrouhlenými, spočívající na izolujícím sloupu). Dvě bezové kuličky na vodiči zavěšené, které silně divergují, je-li válec spojen se zemí a stojí-li na blízku elektriky do chodu přivedené, po každé rychle sklesnou, kdykoliv vyloudíme jiskru ze svodiče. Totéž se stane na rozčepýřených proužcích elektrického chocholu; proužky sebou trhnou, kdykoli jiskra přeskočí ze svodiče. Podobná trhnutí elektrickým výbojem podružným pozoroval *Galvani* na žábách stehének, blíže svo-

diče elektriky zavěšených, a toto pozorování bylo východištěm novému odboru nauky o elektrině, totiž *galvaničnosti*.

(Pokračování.)

O lichoběžníku opsaném kružnici.

Pojednává

Vavřinec Jelínek,

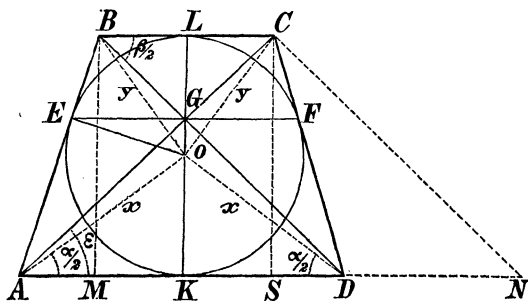
profesor v Novém Městě u Vídně.

V učebných knihách geometrie setkáváme se jen s nemnohými vlastnostmi čtyřúhelníka o kružnici opsaného. Často přestává se na větě, že součet dvou protějších stran rovná se součtu druhých dvou stran. Příčinou-li skrovného tohoto povšimnutí snad, že nemá čtyřúhelník ten do sebe dosti zajímavosti, seznáme, přihlédneme-li na tomto místě alespoň k lichoběžníku opsanému kružnici.

I. 1. Dle věty o čtyřúhelníku opsaném kružnici platí pro *rovnoramenný lichoběžník*, jehož půdice slují a a b a ramena $c_1 = c_2 = c$, že

$$c = \frac{1}{2}(a + b);$$

jest tedy jeho *rameno arithmetickou úměrnou půdic*, čili rovno přímce, půlci ramena, střední příčce lichoběžníka.



Obr. 1.

Spojme-li mezní body A a B ramene $AB = c$ lichoběžníka tohoto ABCD (obr. 1.) přímkami AO a BO se středem O ve-