

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Fr. Houdek

O některých fyzikálních strojích

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 23 (1894), No. 1, 42--59

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122296>

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 fyzikálních strojích.

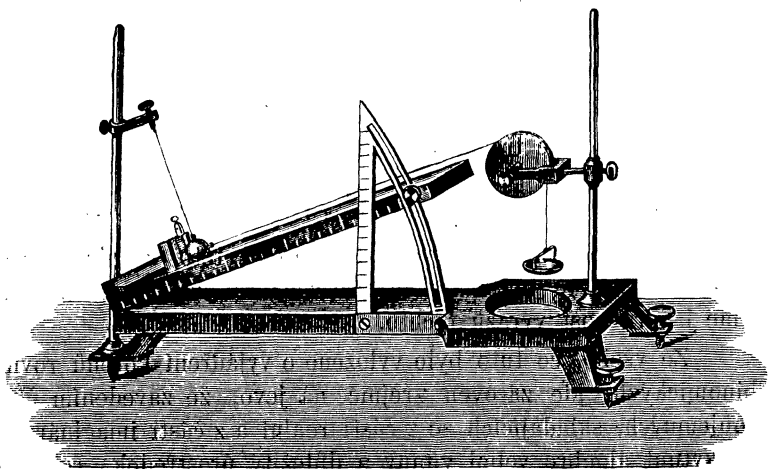
Sděluje

Dr. Fr. Houdek,

prof. fyziky na malostr. střední škole v Praze.

1. Nakloněná rovina dle Dr. Jacoba.*)

Při nakloněné rovině *Frickově****) nesouhlasí pokus přesně s výpočtem, poněvadž vždy vadí tření břemene (mosazného válečku) s nakloněnou rovinou, byť i byl stroj proveden co nej-přesněji. Aby tření to bylo menší, užívá se při nakloněné rovině



Obr. 1.

Bertramově již jen dvou kladek spojených, t. zv. *vozičku*. Při nakloněné rovině *Weinholdově****) používá se také *vozičku*. Celá rovina jest postavena v dřevěném rámu; na svislém trámci jest umístěna jedna posuvná kladka, aby šňůra, přes ni vedená, byla buď vodorovná, aneb s nakloněnou rovinou rovnoběžná, a na vodorovném rámcí umístí se druhá, rovněž posuvná kladka, v ta-

*) Stroj ten, jakož i všechny následující, byly konstruovány v mé továrně na fyzikální stroje.

**) Viz „Věstník“ mou firmou „Dr. Houdek & Hervert“ vydávaný, č. 4., 5. a 161.

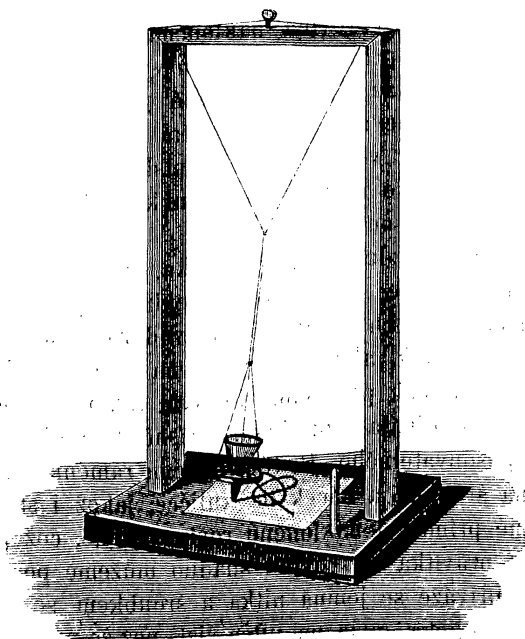
kové poloze, aby šňůra, přes kladku tu vedená, na nakloněné rovině stála kolmo. Obtěžkáme-li miskou u dvojkolového vozíčku a miskou, přes kladku na kolmém trámci umístěnou, příslušným závažím, dostaví se rovnováha; vozík klidně se zastaví.

Obtěžkáme-li i hoření miskou příslušným závažím, můžeme celou nakloněnou rovinu ve směru vodorovném ku předu posunouti; vozíček uvízne nepohnutě, poněvadž nastala mezi těmi třemi silami rovnováha. Ještě lepšího výsledku doděláme se při nakloněné rovině *Strouhalově*;**) než při modifikaci nakloněné roviny, *Dr. Jacobem* udané, jest výsledek ještě přesnější, poněvadž jest zde tření na minimum přivedeno, skoro eliminováno. *Jacobova* rovina nakloněná jest taktéž stavěcími šrouby opatřena, a prkno s podélným výřezem k demonstraci tahu horizontálního lze též v libovolné poloze k oblouku stavěcím šroubem připevniti. Na kolmém stojánku jest posuvná kladka, přes kterou vede šňůrka s miskou pro závaží; místo druhé kladky jest zde raménko se šroubkem, které lze na jiném kolmém stojánku posouvat.

Břemenem jest zde mosazná kulička, opatřená dvěma háčky. Při pokusu vedeme si takto: Nejdříve postavíme dolní prkno pomocí stavěcích šroubů úplně vodorovně a volíme délku nakloněné roviny tak, aby byla vyjádřena číslem celým, aby byl počet jednodušší. Pak postavíme kuličku tak na nakloněnou rovinu, aby se dotýkala i prkénka, přísně k nakloněné rovině kolmého a posouvatelného. Po té posuneme raménko se šroubkem, až háček na šroubku a háček na kuličce, jakož i střed kuličky jsou v jedné přímce, k nakloněné rovině kolmé, což postavením pravouhlého pravítka na rovinu snadno můžeme posouditi. Na oba háčky přiváže se jemná nitka a šroubkem se tak dlouho šroubuje, až kulička spíše na nitce visí, než se nakloněné roviny dotýká.

Na druhý háček kuličky navázaná šňůrka vede se přes hybnou a citlivou kladečku, kterou lze, jak již řečeno, na kolmém sloupku posouvat, aby šňůrka byla buď vodorovna, aneb s nakloněnou rovinou rovnoběžna. Do misky, na této šňůrce přivázané, přikládáme nyní tolik závažíček, až opětně i dotek mezi kuličkou a kolmým prkénkem přestane, tak že jest vzdálenost obou co nejmenší. Aby se pak tento okamžik právě nastalé

rovnováhy všemu posluchačstvu ukázal, opatřen jest stroj tímto jednoduchým zařízením: Do prkénka jest vložena deska měděná, s níž jest spojena svorka. Zapnou-li se dráty galvanického článku jednak do této svorky, jednak do sloupku, a spojí-li se háček na šroubku s háčkem na kuličce dobře vodivou šňůrkou, pak zní elektrický zvonek, do tohoto proudu zapnutý, tak dlouho, až poznenáhlym přidáváním závažíček na misku docílíme rovnováhy. Jakmile zjednána byla úplná rovnováha, přestane zvonění. Místo zvonku lze užiti citli-



Obr. 2.

vého vertikálního multiplikátoru, aneb ještě lépe vertikálního galvanoskopu dle Dr. Stöhrera, ku projekci zařízeného. Je radno pracovati se slabým proudem. O přesnosti přesvědčí nás tento pokus se strojem naším provedený: Délka roviny byla 240 mm, výška 129·5 mm a váha kuličky byla 60·6 g; k dosažení rovnováhy bylo zapotřebí 32·49 g. Poněvadž jest poměr

výšky k délce = 0·539 a poměr síly (závaží) ku břemenu (váze kuličky) = 0·536, jest zřejmo, že pokus s výpočtem souhlasí na půl procenta.

2. Dvojité kyvadlo dle Airy-ho.

Na dvou kolmých sloupech, přes 1 *m* vysokých, umístěn je příčný trámec, který poblíže svých koncův opatřen jest otvory, aby se jimi mohly provléci tenké šňůrky. Jedny konce těchto šňůrek jsou upevněny na otáčivém kolíku, který jest uprostřed příčného trámece; druhé konce jsou dole v uzlu spojeny, na kterém pomocí 3 šňůrek zavěšena jest olověná deska s otvorem, jako miska u váhy. Nad uzlem jest kroužek, jehož pošinováním můžeme šňůrky na menší nebo větší vzdálenost od uzlu při sobě držeti.

Do olověné desky dáme nálevku, vychýlíme kyvadlo a přivážeme nití k sloupečku, po straně umístěnému. Do nálevky nasypeme jemného písku, přidržující otvor, aby písek nevypadával, a když celý stroj jest v klidu, přepálíme nit, uvolnivše ovšem i otvor. Vypadávající písek nahromaduje se na bílém podloženém papíře ve tvaru jedné z křivek *Lissajous*'ových dle toho, kde kroužek jest. Je-li kroužek ve vzdálenosti 250 *mm* od středu desky olověné, a je-li celé kyvadlo 1000 *mm*, tak že jest velké kyvadlo čtyřikráte delší, než dolejší menší a tedy jeho doba kyvu dvakráte větší, obdržíme křivku nejjednodušší. Pro ostatní tvary musí délky kyvadel býti jiné a sice:

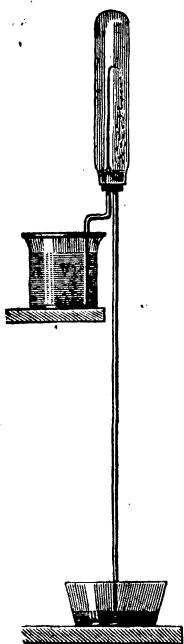
	Délky kyvadel v <i>mm</i>	Poměr kyvů	
při 2. tvaru	1000 a 444·4	2 : 3	(kvinta)
„ 3. „	1000 a 562·5	3 : 4	(kvarta)
„ 4. „	1000 a 640	4 : 5	(velká terce)
„ 5. „	1000 a 694·4	5 : 6	(malá terce)
„ 6. „	1000 a 734·6	6 : 7	(snížená malá terce)
„ 7. „	1000 a 766·6	7 : 8	(zvýšená sekunda)
„ 8. „	1000 a 790·1	8 : 9	(sekunda).

Pošineme-li malý kroužek až k uzlu, tak že to celé kývá jako jediné kyvadlo, a vyšineme-li kyvadlo ku předu kolmo na přímkou, oba sloupky spojující, mezitím současně papír ve směru

této přímky posouvající, vytvoří vypadávající písek na papíře obyčejnou křivku sinusovou.

3. Přetržitá násoska ohnutá dle Weinholda.

Nádoba skleněná, ne příliš úzká, hrdlem dolů obrácená, jest uzavřena zátkou s dvěma otvory; jedním otvorem prochází rovná, asi 1 metr dlouhá roura o průměru 2–3 mm, druhým otvorem prostrčena je kratší roura, dvakrát do pravého úhlu zahnutá, která jest na hořejším konci opatřena úzkým otvorem.



Obr. 3.

Postavíme-li přístroj tak, že krátká roura ponořena jest do nádoby s vodou, na okraj stolu postavené, a ssajeme-li ústy na konci delší roury, tu při dostatečném zředění vzduchu ve válcovité nádobě počne voda v ní do výše stříkati a pak rovnou rourkou odtéká do misky neb nádoby, pod ní postavené. Celý přístroj zapneme při pokusu do nějakého držáku, nejlépe hrdlem obrácené nádoby. Na povrchu vody v otevřené nádobě a na

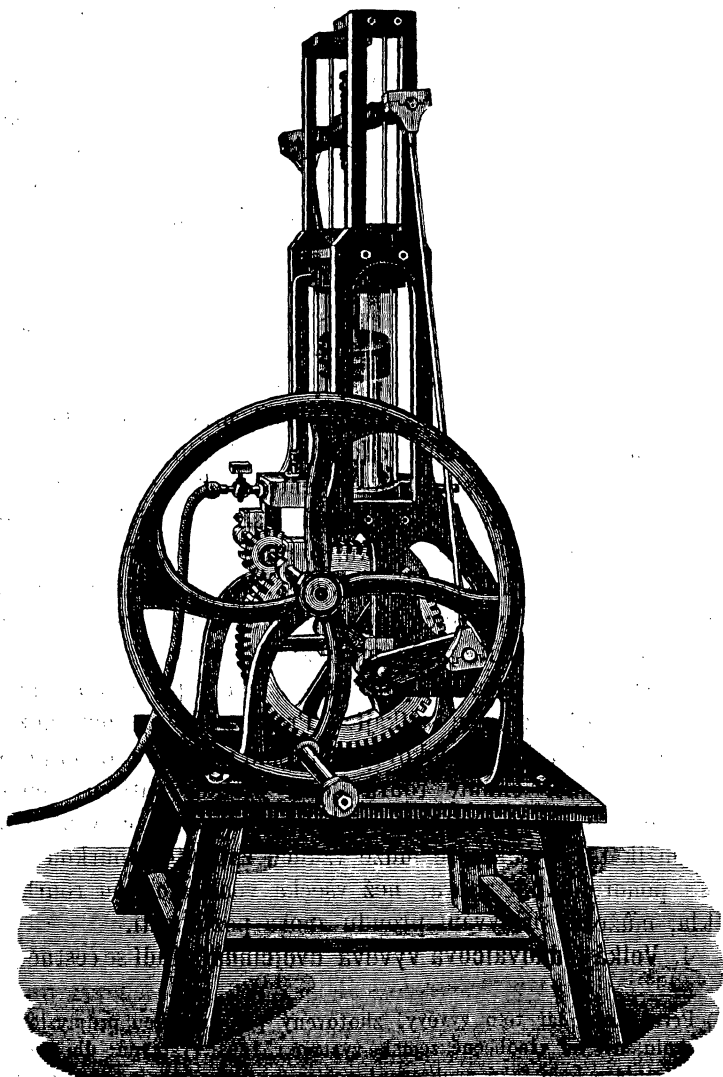
dolením otvoru rovné rourky tlačí vnější vzduch; v obou rourkách působí sloupec vody proti tomuto tlaku. Poněvadž sloupec vody v kratší zahnuté rource jest menší, bude tlak vzduchu na hořejším konci této rourky o něco větší, než na hořejším konci rovné rourky. Uzavřený v nádobě vzduch stýká se s dvěma plochami vodními různého tlaku; tlak tohoto vzduchu nemůže s oběma těmito tlaky býti stejný; jest o něco větší, než tlak v rovné rource, a o něco menší, než tlak v zahnuté rource, proto musí voda ze zahnuté rourky do nádoby vtékati a z této do rovné rourky vytékati. Čím otvor na konci zahnuté rourky jest menší proti průměru rovné roury, tím výše bude voda stříkati. Při vyssávání vzduchu stává se často, že se vzduch ve válcovité nádobě příliš zředí; přestaneme-li ssáti, hnána jest voda tlakem vnějšího vzduchu v rovné rource do výše; proto jest radno ucpati otvor této rourky prstem, dříve než ústa vzdálíme, a prst tehdy odstraniti, když proud přestal vytryskovati; po odstranění prstu dosáhne vodotrysk opět větší výše.

Pohodlnější a jistější jest tento způsob: Vytáhneme zátku a nalijeme do nádoby něco vody, až jest asi jedna desetina naplněna. Pak zandáme zátku, obrátíme přístroj a ponoříme rychle kratší rouru do sklenice s vodou. Voda dlouhou rourou vytékající běře s sebou vzduch v malých bublinkách; vzduch v nádobě válcovité se zředí, proto musí kratší rourkou voda vystupovati, vytékajíc z počátku pomalu špičkou a při postupujícím zředění vždy výše a výše stříkajíc. Proud vody má býti hezky svislý; máme-li zátku kaučukovou, můžeme jemným tlakem prstu na dolejší konci ohnuté rourky dáti proudy patřičný směr. Vyzdvihneme-li, když vodotrysk nabyl hezké výšky, celý přístroj na okamžik tak vysoko, že může vzduch zahnutou rourkou vnikati, a ponoříme-li ji znova, než všecka voda dlouhou rourkou otekla, můžeme přibývání proudu znova pozorovati.

4. Velká jednoválcová vývěva dvojlčinná*) řadí se čestně po

*) První exemplář této vývěvy, zhotovený pro pražskou průmyslovou školu, byl na všeobecné zemské výstavě r. 1891. vystaven; dle tohoto exempláře bylo také vyobrazení pořízeno. Letos byly vyhotoveny dva kusy, ke kterým byly nové modely zhotoveny a na některých částech mnohé konstruktivní změny provedeny; jeden kus zakoupila vyšší realka v *Stanislavově* (v Haliči).

bok vývěvám, které konstruovali *Bianchi*, *Deleuil*, *Kleemann*
a v poslední době *Staudinger*.



Obr. 4.

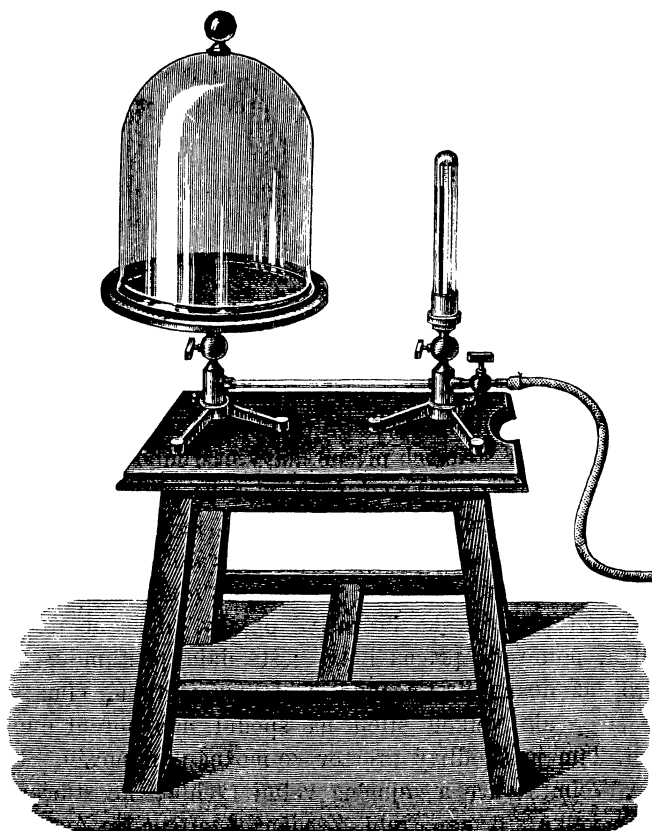
Válec její jest skleněný o tlusté stěně: vnitřní průměr válce obnáší 100 *mm* a délka 300 *mm*. Válec ten jest upevněn mezi dvěma litinovými stojany, které jsou na silném stolku dubovém přišroubovány, a zasazen do dvou mosazných kování, která lze stáhnouti čtyřmi šrouby. Konečně jest válec utěsněn koženými kroužky. Každé z obou kování má ssací a výtlačnou záklopku. Tyč spojující obě ssací záklopky prochází pístem, který jest složen z prstenů kožených.

Prstěny ty jsou sevřeny mosaznými deskami, na sebe našroubovanými. Ssací i výtlačné záklopky spojeny jsou rourami měděnými. Pohyb na píst přenáší setrvačnick, ozubené soukolí, kliky, těhlice a příčná hlava, která má dobré vedení na dvou ocelových tyčích, na podstavci upevněných. Pístní tyč, ucpávkou procházející, je železná roura, kterou se přivádí olej do čtyř diametrálních otvorů v desce pístní; tím způsobem obstarává si mazání stěny olejem píst sám. Na pístní tyči je naříznut závit, na nějž po obou stranách příčné hlavy našroubovány jsou matky, mezi které a příčnou hlavu jsou vložena silná spirální péra ocelová. Obě těhlice jsou tak postaveny, že píst dosedne úplně při zdvihu nahoru i dolů na mosazná kování a ještě po krátkou dobu střídavě tím neb oním perem spirálními se na dno přitlačí. Dříve, nežli přijde klika do mrtvé polohy, dosedne již píst na kování a, poněvadž příčná hlava ještě dále postupuje, stlačuje se péro, až dosud nestlačené, mezi ní a matkou, čímž se píst jemně sice, ale velkou silou na spodní neb hoření dno válce přitlačí. Tím je škodlivý prostor co možná eliminován. Stroj ten pracuje velmi lehce a zejména velmi rychle; ke stlačení péra není též velké síly zapotřebí. Zředění, kterého lze vývěvou tou dosíci, obnáší 1·5 *mm* sloupce rtuťového.

Vývěvy té lze užiti také ke zhustování; kaučuková hadice musí se nastrčiti na rouru s kohoutem, která přísluší záklopkám výtlačným.

5. Taliř s poklopem a barometrickou zkouškou jest pro sebe zvlášť. Chceme-li zředitovati, spojíme kohout tohoto přístroje tlustou hadicí kaučukovou s kohoutem na vývěvě, nad soukolím se nacházejícím, který záklopkám ssacím přísluší. Po

vyčerpání se kohout na korpusu uzavře. Přístroj ten přidělán jest buď na prkně nebo na zvláštním stolku.



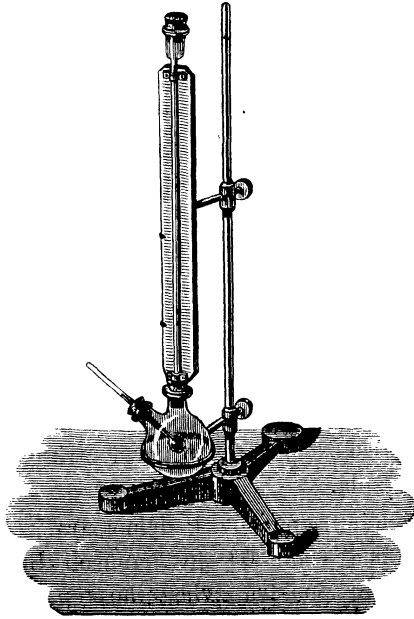
Obr. 5.

6. Vodní dilatometr dle Dr. Poskeho.

Rtuť, jak známo, roztahuje se zahříváním dosti pravidelně; zvláštní nepravidelnost jeví voda poblíž svého bodu mrazu. Voda 0°, jsouc zahřívána, neroztahuje se, nýbrž zmenšuje o něco málo svůj objem, až nabyla teploty 4°; dalším zahříváním roztahuje se voda, a sice se stoupající teploturou vždy silněji. Voda tedy při 4° nabývá nejmenšího objemu a má při této te-

plotě největší váhu relativní, kterou берeme za jednotku. Říkáme, že voda při této teplotě nabyla maxima hustoty.

Vyšetřování, oč se kapaliny zahříváním roztahují, jest dosti obtížné, poněvadž změnou teploty i nádoba, v které kapalinu máme, svůj objem mění. Obzvláště obtížno jest přesné vyšetření, oč voda poblíž bodu mrazu svůj objem změnila, poněvadž ta změna jest velmi nepatrná — od 4° do 0° roztahuje se voda přibližně jen o 0·008 svého objemu. Proto se nejčastěji



Obr. 6.

spokojujeme důkazem nepřímým, že totiž voda skoro 0° jest lehčí než voda o několik stupňů teplejší, že tedy voda 0° se umístí nad těžší vodou 4° teplou. Důkaz ten snadno podáme. Do sklenice dosti velké dáme vodu a pak tolik ledu na malé kousky roztlučného, že led zaujímá skoro hořejší polovinu nádoby. Dále ponoříme do nádoby dva teploměry tak hluboko, aby rtuťová nádoba jednoho byla skoro až na dně sklenice a

druhého uprostřed ledu. Částice vody, ledem ochlazené, klesají ke dnu potud, pokud ochlazením se stanou těžšími než ostatní voda, tedy tak dlouho, až nabyly teploty 4° ; dalším ochlazením stanou se zase lehčími a zůstanou nahoře. Když nádoba po nějaký čas tiše stála, ukazuje dolejší teploměr skoro na 4° , hořejší skoro na 0° .

Že teploměry neukazují přesně na 0° a 4° , toho příčinou jest vzduch nádobu obklopující, který neustále nádobě a tedy i vodě své teplo sděluje. Pokus musí se konati v chladném pokoji, poněvadž při silném oteplení z venku voda přichází do pohybu příliš živého, takže se částice různě těžké nemohou pořádně oddělit. Při teplotě 2° , v pokoji panující, ukazují teploměry přesně na 0° a 4° .

Jiný způsob pochází dle udání *Maxwellova* od *Hopeho*: Vysokou nádobu s vodou obklopíme uprostřed zimotvornou směsí a pozorujeme na dvou — nahoře a dole umístěných teploměrech, že studenější voda z počátku ke dnu klesá, při teplotě pod 4° C však zase stoupá.

Třetí způsob by byl, když by se voda 0° v nádobě ohřívala, a teploty současně blízko povrchu a těsně na dně pozorovaly. Než všechny tyto způsoby zabírají mnoho času a mají mimo to tu vadu, že obyčejně nemůžeme na teploměrech dobře odečítati, a že přesnost pozorování trpí otřesením a ještě více vlivem vnějšího tepla.

Mezi nepřímými způsoby k demonstraci úkazu, že voda 4° teplá klesá pod vodu 0° , jest způsob *Weinholdem* udaný nejdokonalejší. Ten používá zvláštního teploměru rozdílového, ze dvou skleněných nádob se skládajícího, z kterýchž jedna jest v hořejší, druhá v dolejší části vody na 0° ochlazené; rourka, obě nádoby spojující, naplněna jest zbarvenou kapalinou, která pošinutím svým udává směr změny teploty v obou nádobách. Pokus vyžaduje veliké obezřetlosti; odečtení teploty musí se státi právě v tom okamžiku, kde pošinutí zbarvené kapaliny v rource spojovací je rovno nulle. Rušící vliv vnějšího tepla musí i zde býti s velikou pečlivostí zamezován.

Přímý důkaz mohl by se vésti vodním teploměrem, t. j. vodou naplněnou nádobou, na které jest nasazena úzká rourka. Pono-

říme-li nádobu po sobě do vody 0° a 4° teplé, klesne zajisté v druhém případě voda v rource, což se však především na roztažení nádoby zakládá. Čekáme-li, až se voda i uvnitř na 4° oteplí, zračiti se bude ještě jakési zmenšení objemu; než i toto zmenšení není ještě důkazem pro skutečné stáhnutí se vody, poněvadž by nastal stejný úkaz i tehdy, kdybychom konali pokus s kapalinou, která má menší koeficient roztažitelnosti než-li sklo.

Dr. Poske udal novou formu vodního teploměru, při kterém možno bráti i ohled na roztahování skla; stroj ten po příkladě Koppově nazval *dilatometrem*. Liší se od dilatometrů, jichž použito bylo k přesnému určení konstant roztažitelnosti vody tím, že se může teplota vody, v dilatometru obsažené, kdykoliv odečísti na teploměru, přímo na stroji umístěném. Vláskovitá trubice o tlusté stěně jest dobře uzavírající zátkou spojena s dutou skleněnou koulí, která má na straně otvor; do tohoto otvoru dá se rovněž kaučuková zátka, kterou prostrčen jest teploměr, obsahující stupně od -10° do $+30^{\circ}$ C tak, že nádobka rtuťová sahá asi do středu baňky, a nullový bod jest již nad zátkou. Hořejší část trubice vláskovité opatřena jest malým válcovitým násadcem. Baňka spočívá na kruhovitém nosiči, který možno na svislém stojanu posouvati. Za rourkou jest na témže stojanu umístěna stupnice v *mm* dělená.

Kouli postranním otvorem naplníme překapovanou vodou, kterou jsme dříve vyvařením zbavili vzduchových bublin. Pak vpravíme obezřele teploměr otáčením do baňky, čímž se voda vytlačuje do vláskovité trubice a do hořejší nálevky její. Po té odstraníme přebývající vodu krátce před pokusem tak daleko, že dosahuje pak asi při 18° C hořejšího okraje trubice. Aby výška sloupce vodního v trubici i do větší vzdálenosti byla znatelná, dáme na vodu kapku nějaké zbarvené kapaliny. Nejvhodnější jest k tomu účelu alkohol amylnatý, alkannou do červeně zbarvený. Rozumí se samo sebou, že kapillára musí býti uvnitř úplně čista; toho docílíme často již opětovaným propláchnutím alkoholu, konečně étherem. Po pokuse odstraní se index pijavým papírem.

Ochlazení stroje děje se ponořením do směsi z ledu a vody; k tomu cíli otočí se kroužek baňku nesoucí do příslušné polohy.

Hladina vody při 0° označí se ukazovákem na stupnici posuvným; druhý ukazovák označuje výšku, která se poznenáhla stoupající teplotou mění.

Vystaví-li se nyní stroj tento teplotě ve světlici, pak lze změny objemu vody v průběhu hodiny vyučovací pozorovati a srovnávati je s údaji teploměru rtuťového. Odčítání můžeme konati od stupně ke stupni a sestaviti je v tabulky. Stroj možno z místa na místo přenášeti a na různých místech pošínování indexu všem žákům ukázati.

Při pokuse tom nastane relativní maximum hutnosti vody asi při 6° , poněvadž se sklo současně roztahuje. Změna objemu mezi 4° a 6° jest tak nepatrná, že se stav vody v těchto mezích objevuje skoro nezměněným. Z téhož důvodu nedocílí se výšky vody při 0° pozorované mezi 8° a 9° , nýbrž teprve mezi 11° a 12° .

Důkaz, že se voda od 0° do 4° stahuje, lze z těchto pozorování teprve tehdy odvoditi, když se přibere do výpočtu také roztažitelnost skla. Mimo koeficient roztažitelnosti skla (0.000024) nutno znáti obsah koule a světlý průměr rourky vláskovité. Obsah koule ustanoví se dosti přesně odvážením vody v baňce obsažené; průměr vláskovité trubice možno vypočísti z váhy sloupečku rtuťového, jehož délku změříme. Z těchto dat vypočte se, že se sloupec vodní zkrátil o 3 *mm* mezi 0° a 4° , přihlížíme-li pouze k roztažitelnosti skla, t. j. kdyby voda mezi 0° a 4° svého objemu vůbec nezměnila. Poněvadž pozorované zkrácení jest 6 *mm*, soudíme z toho, že se i voda mezi 0° a 4° smrštila.

Aby tento vodní dilatometr ukázal maximum hutnosti při 4° , a tedy mezi 8° a 9° zase teploměr tak vysoko stál, jako při 0° , třeba roztahování skla kompenzovati. Toho docílíme, když do koule přilejeme něco rtuti. Co rtuti přilítí máme, vypočteme

z rovnice:
$$\Theta = \frac{k \cdot \alpha}{\alpha_1},$$
 při čemž *k* značí obsah koule,

α koeficient roztažitelnosti skla a α_1 koeficient roztažitelnosti rtuti. Poněvadž zbývající obsah koule zůstává konstantním, udává teploměr pravé roztahování se vody. Myšlénka, kompenzovati roztahování se skla pomocí rtuti, pochází od *Plückera* a byla *Geisslerem* mistrovsky provedena.

Dilatometrem tímto můžeme provésti ještě dva další po-

kusy: Naplníme-li baňku roztokem soli, shledáme, že při ní maximum hutnosti doleji se pošine, a to tím více, čím je více soli v roztoku. Dáme-li celý stroj pod poklop u vývěvy, můžeme ukázati, jaký vliv má pokud možno dokonalé vyčerpání vzduchu na objem v něm uzavřené vody.

Konečně můžeme hodnotu koeficientu roztažitelnosti skla z té okolnosti kontrolovati, že výška v rource asi při $11\cdot5^{\circ}$ je rovna výšce při 0° . Zvětšení objemu od 4° do 0° rovná se součtu zmenšení objemu skla a zvětšení objemu vody, kdežto zvětšení objemu od 4° do $11\cdot5^{\circ}$ rovná se rozdílu zvětšení objemu vody a zvětšení objemu skla. Značí-li v_0^4 a $v_4^{11\cdot5}$ změny objemu vody v těchto mezích a α koeficient roztažitelnosti skla, obdržíme rovnici:

$$v_0^4 + 4\alpha = v_4^{11\cdot5} - 7\cdot5\alpha.$$

Dle měření, které *Jolly* provedl, má v_0^4 hodnotu

$$= 0\cdot000126 \text{ a } v_4^{11\cdot5} = 0\cdot0004;$$

z toho následuje, že $\alpha = 0\cdot000024$.

7. Magnetoměr dle Dr. Salchera.

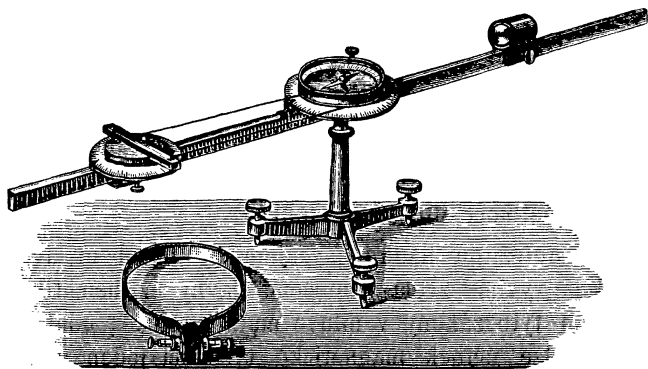
Velmi důležitou nauku o vzájemném působení dvou magnetů na sebe vyvinul zcela všeobecně slavný matematik *Gauss* a podal nám tyto zákony v mluvě mathematické; udal vzorce, dle kterých lze účinek magnetické tyče na jeden pol, jakož i na druhý magnet pro každou libovolnou polohu vzájemnou vypočítati. Obyčejně se ve fysikách obmezujeme na dva hlavní případy, které po *Gaussovi* co první a druhou hlavní polohu označujeme. Máme-li na zřeteli magnetickou tyč a magnetku, kol svislé osy otáčivou, a jsou-li obě v téže vodorovné rovině, pak jest *první hlavní polohou* ta, při které magnetická tyč kolmo stojí na magnetickém poledníku, a prodloužení její protíná bod, kolem kterého se magnetka otáčí; *druhou hlavní polohou* jest pak ona, při které magnetická tyč také stojí kolmo na magnetickém poledníku, avšak tak jest položena, že magnetický poledník vedený bodem otáčecím protíná střed tyče magnetické. U obou hlavních poloh rozeznáváme ještě čtyři zvláštní

případy, položíce magnetickou tyč jednou na pravo, po druhé na levo od magnetky, a sice buď severním aneb jižním pólem oproti magnetce. Výpočtem se najde, že moment otáčivý, který se vzbudí magnetickou tyčí o magnetickém momentu M na magnetce o momentu M_1 ve vzdálenosti L má přibližnou hodnotu

$$\text{v první poloze hlavní: } \frac{2MM_1}{L^3} \text{ a}$$

$$\text{v druhé poloze hlavní: } \frac{MM_1}{L^3}, \text{ při němž se ne-}$$

běře ohledu na délku tyče magnetické. Z toho zřejmo, že otáčivý moment v první hlavní poloze jest dvakrát tak veliký, než v druhé.



Obr. 7.

Tyto zákony se až dosud dokazovaly pokusem na magnetoměru *Webrově*, jenž jest všeobecně známý a velice rozšířený přístroj fysikální. Experimentování s tímto magnetoměrem je dosti pohodlné, máme-li na zřeteli pouze ony dvě hlavní polohy *Gaussovy*, ač vyžaduje dosti času. Účelem tohoto článku jest pojednati o novějším stroji podobném, jež navrhl *Dr. Petr Salcher*. Stroj ten hodí se nejen k pokusům výše výtčeným, nýbrž ještě i k jiným, o nichž bude zmínka ku konci tohoto výkladu; předem stůž zde něco o jeho výhodách. Není

nám třeba magnetu překládati, aniž v každé nové poloze jeho přiváděti stroj stavěcími šrouby do polohy vodorovné; vše to učiní se pouze jednou před pokusem. Nejdůležitější výhodou jest však, že lze provésti pokusy o vzájemném působení dvou magnetů ve *všech* polohách, a to jednoduchým způsobem.

Stroj ten skládá se z mosazného pravítka, otáčivého kolem čepu, který jest na mosazné třínožce se stavěcími šrouby. Polovice pravítka jest v *mm* dělena. Na čepu sedí pevně mosazná deska kruhová, ve stupně dělená, na které upevněn je kotouč šňůrový s bussolou. Na třmeni, jež lze po pravítku posouvatí a v libovolné poloze stavěcím šroubem upevniti, jest upraven jiný kotouč, stejného průměru s prvým, který se však otáčí na čepu na třmeni a je rovněž opatřen dělenou deskou. Mimo to jest tento kotouč ještě opatřen rýhou pro tyč magnetickou. Před pokusem postavíme stroj do správné polohy stavěcími šrouby, otočíme pravítko do magnetického poledníka a kotouč s rýhou tak, že tato je ku pravítku kolma. Správného postavení pravítka do magnetického meridiánu docílí se tím způsobem, že se odečte úhel magnetky na děleném kruhu ve skřínce bussolové; poněvadž pak dělení v bussole a dělení na spodní kruhové desce úplně souhlasí, postaví se pravítko tak, že index na něm upevněný rovněž na tutéž rysku na spodním dělení ukazuje. Ku přesnému pak kolmému postavení magnetu na pravítko poslouží nám dělení kruhové desky druhé. Vložíme-li nyní magnet do rýhy, pak máme před sebou *II. hlavní polohu Gaussovu*. Spojí-li se nyní oba kotouče šňůrou, a otáčí-li se pravítko, pak otáčí se tím hybný kotouč s magnetem tak, že magnet zůstane ustavičně rovnoběžným s původní svou polohou; byl-li tedy počátečně kolmý k magnetickému poledníku, zůstane kolmým stále. Otočení pravítka, které je rovno otočení kotouče, lze odečísti na obou dělených kruzích ukazováký, které jednak na pravítku, jednak na posuvném třmeni upevněny jsou. Otočí-li se pravítko o 90° , máme *I. polohu hlavní*; dalším točením blíží se magnet do polohy *II.*, ale na straně opačné atd. Úhly odčítají se na děleném kruhu v bussole na obou koncích magnetky. Jedním otočením obdrží se tudíž čtyři odečtení pro každou polohu. Výměna polů magnetu, aby se eliminovalo snad nesympetrické magnetování magnetu, docílí se otočením kotouče

o 180° , načež se otočí pravítko opět o 360° . Tím se obdrží pro každou polohu 8 odečtení, z nichž třeba vypočítati arithmetický průměr.

Jiná hlavní poloha, o které se již *Gauss* sám zmínil, jest ona, v níž se magnetka vůbec neodchýlí z magnetického poledníka, kteroužto polohu nazvati možno *III. hlavní polohou Gaussovou*. O této poloze zřídka kdy se činí zmínka, a přece musí býti přechod z většího odchyly v I. hlavní poloze do menšího odchyly v II. poloze hlavní.

Z rovnice, kterou stanovil *Gauss*, lze vypočísti úhel otočení, při němž odchylka magnetky u je nulla.

Dle *Gausse* jest

$$\operatorname{tang} u = \frac{MM_1}{D} \cdot \frac{2 \sin^2 \varphi - \cos^2 \varphi}{R^3} + \frac{Q}{R^5} + \dots,$$

při čemž M a M_1 jsou magnetické momenty magnetky a magnetické tyče, D řídící magnetická síla magnetky, R vzdálenost středův obou magnetův, φ úhel otočení pravítka z magnetického poledníka a Q jakýs koeficient. Pro $u = 0$ obdrží se rovnice:

$$\sin^2 \varphi = \frac{1}{3} + \frac{Q'}{R^2} + \dots, \text{ kde } Q' \text{ značí nový koeficient.}$$

Gauss předpokládal, že vzdálenost R oproti délkám magnetů jest velika; z toho zřejmo, že úhel φ , při kterém magnet magnetky vůbec neodchýlí, od R jen pramálo závisí. Vynecháme-li tedy členy s R , obdržíme

$$\sin^2 \varphi = \frac{1}{3} \text{ a } \varphi = 35^\circ 16'.$$

To lze pokusem snadno dokázati. Otočí-li se pravítko z magnetického poledníku, na nějž se magnet opět kolmo postavil, pomalu o 90° dále, pak vrací se magnetka stále víc a více k magnetickému poledníku, až konečně leží opět v tomto poledníku, načež jej překročí a po otočení o 90° asi o dvojnásobný úhel se odchýlí při I. hlavní poloze. Za jedno otočení pravítka o 360° odchýlí se magnetka po dvakráte v I. a II. hlavní poloze, ve 4 středních polohách se neodchýlí.

Na stroji lze demonstrovati i působnost galvanického proudu na magnetku. K tomu účelu lze místo magnetu pevného do rýhy hybného kotouče zasaditi kruh mosazný nebo měděný, jímž se provádí proud; lze tudíž dobře vysvětliti n. př. bussolu tangentovou.

(Pokračování.)

Poznámka o dělitelnosti čísel.

Podává

Ferdinand Bělohávek v Praze.

1. Číslo $N = 10A + B$ jest dělitelno číslem $n = 10p + 1$, je-li $A - pB$ číslem n dělitelno.

Důkaz:

$$N = 10(A - pB + pB) + B$$

$$N = 10(A - pB) + B(10p + 1)$$

$$\frac{N}{n} = 10 \cdot \frac{A - pB}{n} + B.$$

Příklad: Je-li $p = 5$, jest $n = 51 = 3 \cdot 17$,

Kladouce tedy $p = 5$, přesvědčíme se postupným užitím hořejší věty, je-li dané číslo soustavy dekadické dělitelno 17.

$$\begin{array}{r|l} N = 485639 & 9 \cdot 5 = 45 \\ \quad 45 & \\ \hline \quad 48518 & 8 \cdot 5 = 40 \\ \quad \quad 40 & \\ \hline \quad \quad 4811 & 1 \cdot 5 = 5 \\ \quad \quad \quad 5 & \\ \hline \quad \quad \quad 476 & 6 \cdot 5 = 30 \\ \quad \quad \quad \quad 30 & \\ \hline \quad \quad \quad \quad \quad 17 & \end{array}$$

2. Číslo $N = 10A + B$ jest dělitelno číslem $n = 10p - 1$, je-li $A + pB$ číslem n dělitelno.

Důkaz: