Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

Fr. Houdek

Výklad k některým strojům fysikálním. [I.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 7 (1878), No. 1, 33--42

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/109168

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1878

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

Dvojnásobný obsah tento vyjadřuje se tedy determinantem stupně druhého, jehož prvky jsou rozdíly úseček a pořadnic, příslušných konečným bodům obou úhlopříčen.

Splyne-li pak čtvrtý bod s třetím, promění se vzorec (3) v jednodušší, kterým se plocha trojúhelníku vyjadřuje a který plyne ze vzorce (1) odečítáním soulehlých prvků druhého a první řádku.

Konečně budiž poznamenáno, že vzorec (3) značí i podmínku, *kdy čtyři body leží v jediné přímce,* jelikož tu determinant tento rovná se nulle.

Výklad k některým strojům fysikalním.

Píše

prof. Dr. **Fr. Houdek.**

Abychom přání s mnoha stran vysloveném vyhověli, počínáme v těchto listech uveřejňovati řadu výkladů k některým strojům fysikálním, jež jsou buď nové, aneb obzvláště pro školy užitečné.

Výklady ty budou se vztahovati předně k tomu, jak se stroj sestaviti a před pokusem upraviti má, a za druhé k tomu, jak se pokus prováděti musí, aby se dobře zdařil.

1. Neumannův model desetinných váh.

ab znázorňuje páku dvouramennou, *ms* můstek a *gh* páku jednoramennou. Část *ac* má 10, *de* 5, *ms* 10 a *hl* též 10 číslovaných dírek (číslice nejsou na obrazci vyznačeny).

Dvě hlavní podmínky u desetinných váh jsou uskutečněny tím, že

$$cd : ce = ln : lh = 1 : 5$$
$$cd : ca = 1 : 10$$

K modelu přidává se 5 závaží: $Q = 10$, $p = 1$, M, M_1 a M_2.

Chceme-li můstek s pákami přivésti do rovnováhy, zavěsíme závaží M do 3. dírky v levo na páce dvouramenné — ono drží můstku rovnováhu, jako miska při váze skutečné.

S modelem tímto lze následující pokusy provésti:

1) Zavěsíme-li závaží Q kdekoliv na můstku, musí jemu závažíčko p, v a zavěšeno, rovnováhu držeti.

K. p. zavěsímeli Q v bodě k čili do 4. dírky, rozloží se ve dvě složky 6 a 4.

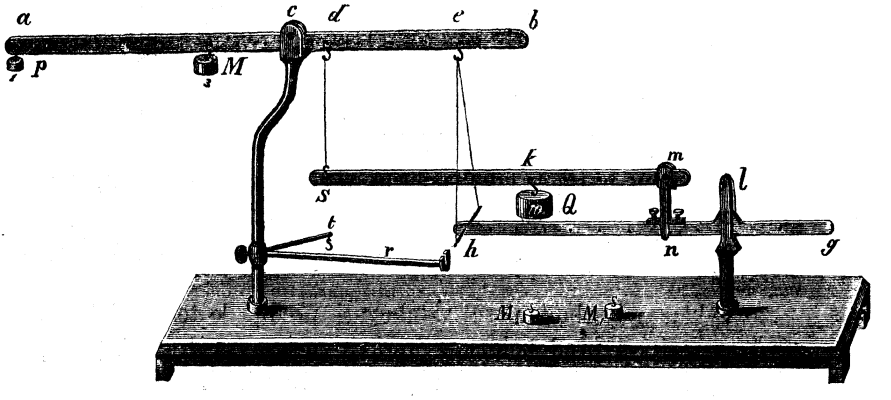
Větší složka 6 působí na konci kratší části v m neb n, menší složka 4 působí na konci delší části v s neb d.

Místo 6 v n, můžeme si v h, tedy na konci 5kráte delší části mysliti sílu 5kráte menší, tedy $\frac{6}{5}$ a tuto přenésti do e.

Místo $\frac{6}{5}$ v e můžeme si mysliti $\frac{6}{5} \times 5 = 6$ v bodě d.

V bodě d působí tedy menší složka i větší složka, $4+6=10$.

Aby byla rovnováha, musí závažíčko $p = 1$ býti zavěšeno



na rameni 10kráte delším, tedy v a, poněvadž $10 \times 1 = 1 \times 10$.

Příklad tento můžeme pro každé číslo od 1 do 10 opětovati čili závaží Q v kterékoli dírce můstku zavěsiti.

Že tomu skutečně tak, můžeme se dalšími pokusy přesvědčiti, když tu neb onu složku zrušíme.

2) Vypnemeli šnůru eh a podepřeme jednoramennou páku hl vidlicí r, která na stojanu se dá posouvati, otáčeti a pomocí šroubu připevniti, nepůsobí již celá tíže můstku, nýbrz jen část; jest tedy závaží M těžké, musíme, aby můstek byl opět v rovnováze, menší závaží M_2 zavěsiti v 2. dírce v levo.

Zavěsímeli Q opět do k čili do 4. dírky, zruší se v m neb n působící, větší složka vidlicí r, zbývá jen menší složka v s neb d.

Aby byla rovnováha, musí se závažíčko p do 4. dírky v levo zavěsiti, poněvadž $4 \times 1 = 1 \times 4$.

3) Zapnemeli šnůru *eh*, vypnemeli šnůru *ds* a zavěsímeli můstek pomocí háčku *t*, působí opět jen část tíže můstku v *m*, avšak větší — musíme, aby byl můstek v rovnováze, větší závaží M_1 v 2. dírce v levo zavěsiti.

Zavěsíme-li Q opět do *k* čili do 4. dírky, zruší se menší složka v *s* závěsem, zbývá jen větší složka 6, působící v *m* neb *n*.

Místo složky 6 v *n* můžeme si — jak výše řečeno — mysliti složku tuto v *d*. Aby byla rovnováha, musí se závažíčko *p* do 6. dírky v levo zavěsiti, poněvadž $6 \times 1 = 1 \times 6$.

Rozumí se, že i tyto dva příklady můžeme pro každé číslo od 1 do 10 opětovati čili závaží Q v kterékoli dírce můstku zavěšovati.

Na modelu tom mohou se žáci velmi lehce a důkladně zákonům páky naučiti, když je závaží při všech těchto pokusech necháme kdekoliv na můstku zavěšovati a každý případ rozbírati.

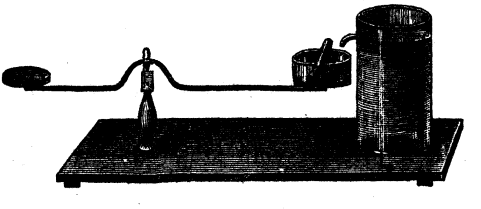
2. Stroj k Archimedovu pokusu.

Skleněná miska, na které spočívá mosazný dutý válec, jest vyvážena závažím na druhém konci vahadla upevněným.

Do větší, postranní rourou pro výtok opatřené nádoby nalije se voda, tak že právě chce vytékati.

Sundámeli mosazný válec z misky, čímž se tato strana stane lehčí a do výše vystoupí, a ponořímeli válec zponenáhla do vody, vytéká voda, z počátku rychle, pak pomaleji.

Pravá strana stane se těžší, počne klesati — a, když poslední kapka do misky spadla, jest opět rovnováha — důkaz, že plovoucí válec tolik vody vytlačil, mnoho-li obnáší váha jeho.



Hlavní věcí jest ovšem, aby ve větší nádobě byla pravá míra vody.

Jeli v ní mnoho vody, necháme ji až do patřičné míry vytéci a sice, abysme s větší nádobou nemusili hýbati, do skleněné misky; tuto pak sundáme a dobře očistíme a osušíme, aby již z předu více nevážila.

Pokus ten se zdaří snáze, než s dutým a plným válcem a hydrostatickými vážkami, kde ponořování plného a nalévání dutého válce jest nesnadné, ano i zdlouhavé nehledě ani k vyhledávání pravého závaží, jak pro váhu dutého a plného válce, tak i pro váhu vytlačené vody.

Aby se mohla rovnováha poznati, jest na vahadle přidělán ukazovatel a na stojánku stupnice.

3. Machův vlnojev.

S tímto strojem dají se ukázati:

1) příčné vlny postupné a stojaté,

2) podélné vlny postupné a stojaté.

Chceme-li příčné vlny ukázati, musí vsecky šnůry býti v jedné rovině t. j. *ab* přiléhati na *cd*.

Chcemeli podélné vlny vyvozovati, musí všecky šnůry býti v rovnoběžných rovinách t. j. *ab* býti rovnoběžno s *cd*.

1) Chcemeli příčné vlny postupné ukázati, posadíme žlábek *ef* na sloupce *s* a s_1 s vyšší hranou k posluchačstvu a pošineme sloupce zároveň více nebo méně k stojanům, jakou chceme míti amplitudu, buď větší neb menší.

Pomocí pravítka *1* přivedou se všecky kuličky z rovnováhy a pravítko dá se do žlábku *ef*.

Vytáhneme-li stejnoměrně pravítko *1*, povstane příčná vlna postupná větší neb menší délky dle toho, jest-li pravítko pomaleji neb rychleji vytahujeme.

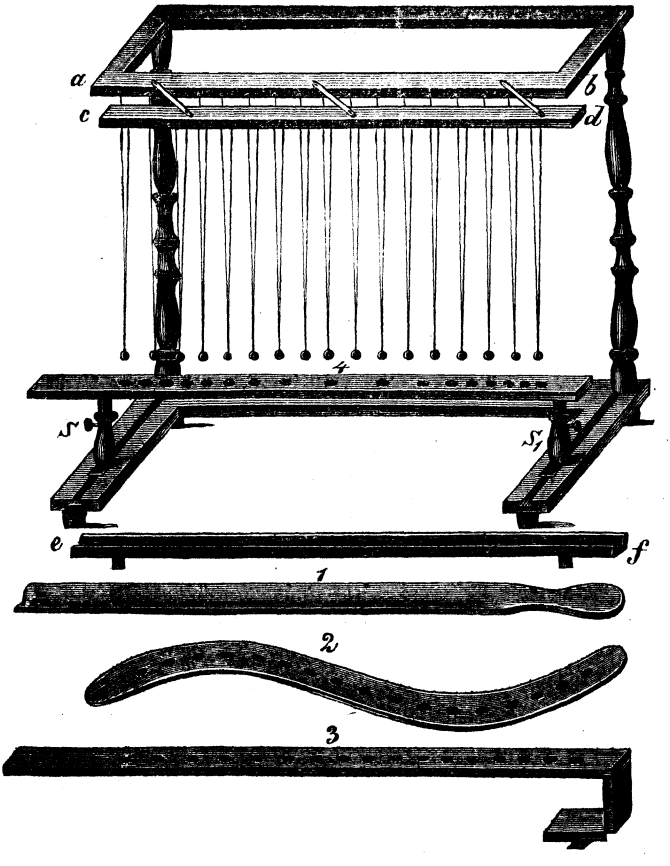
2) Pakliže, pokud kuličky kývají, zponenáhla *cd* postavíme rovnoběžně s *ab*, přejde příčná postupná vlna do podélné postupné — jeden z nejhezčích pokusů, poněvadž zhuštění a zředění se velmi pravidelně objevuje.

3) Chceme-li příčnou vlnu stojatou vyvoditi, musí opět *cd* přiléhati na *ab*.

Sloupy s a s_1 se postaví právě pod kuličky, na sloupy se posadí pravítko 2, vyzdvihne a kuličky se dají do důlků.

Pakli se pravítko najednou stlačí, počnou všecky kuličky najednou příčně kývati — příčná vlna stojatá.

4) Pakliže opět, pokud kuličky kývají, *cd* se zponenáhla



postaví rovnoběžně s *ab*, přejde příčná vlna stojatá v podélnou stojatou — též hezký pokus.

5) Chcemeli podélnou vlnu postupnou ukázati, postavíme *cd* rovnoběžně s *ab*, posouvneme sloupky s a s_1 stranou k sto-

janům a zasadíme pravítko *3.* nožičkou do koleje na druhém konci ho držíce.

Pakli dáme kuličky do důlků a pravítko zponenáhla skláníme a při tom do zadu tlačíme, vypadává jedna kulička po druhé a kývá podélně — podélná vlna postupná.

Tento pokus jest nejtěžší a vyžaduje poněkud cviku.

6) Odstranímeli pravítko *3.*, dáme sloupky právě pod kuličky, nasadíme pravítko *4*, zapustíme kuličky do důlků a stlačíme pravítko, počnou všecky kuličky najednou kývati podélně — podélná vlna stojatá.

Před pokusy musíme všecky kuličky dáti do přímky a kuličky nesmí ani tuze nízko státi, aby na žlábek *ef* nenarážely, ani tuze vysoko, aby z pravítka *1.*, když jsme je byli z rovnováhy přivedly, nevylézaly.

To se dá uskutečniti šroubky na liště *cd* se nacházejícími, těmi se dají kuličky výše neb níže postaviti; při tom jest dobré, když se pravítko *1.* zastrčí mezi šnůry.

Jest to zajisté stroj velmi hezký a důmyslný.

Aby se dobře postaviti mohl, jest jedna noha stojanu na šroubu.

Stroj se dá celý rozebrati a pohodlně zasílati.

Kuličky jsou bíle neb červeně natřeny, aby bylo vlny hodně daleko viděti.

Vlny potrvají dosti dlouho neztrácejíce při tom pravidelnosti.

4. Wheatstonův vlnojev.

Jest to zlepšení vlnojevu Fesslova.

Zlepšení záleží v tom, že 1. jest zapotřebí jen jedné soustavy jehlic, aby se rozličné vlny a jejich interference ukázala — obtížné a zdlouhavé zandávání a vyndávání jehlic před pokusem a po pokusu odpadá — 2. se strojem tímto se daleko více pokusů dá provésti, než s Fesslovým.

To docíleno následující úpravou: Jehlice mají podobu kříže a mají v pravo, v levo a nahoře kuličky. Každá řada kuliček jest jinak zbarvena. Délka ramen jest zároveň tak volena, aby kuličky v pravo znázorňovaly řadu molekulů v klidu, kuličky na levo vlnu v rovině a kuličky nahoře vlnu kruhovou.

Vznik a interference vln se uskutečňuje kolmými pravítky, které jehlice výše neb níže zdvihají, a vodorovnými pravítky, které je v pravo a v levo posouvají.

Rozdílu měn se docílí vytahováním vodorovných pravítek; rozdíl ten jest na straně levé poznamenán.

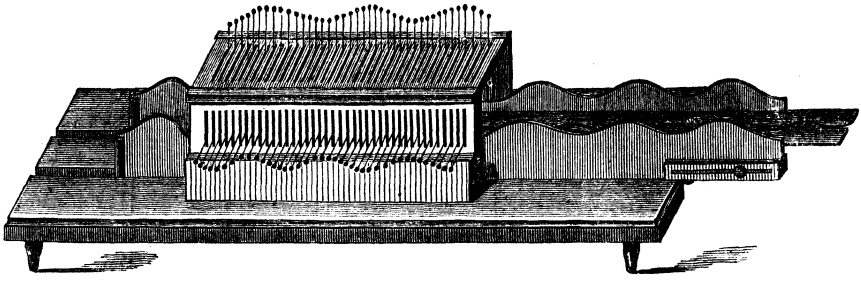
Na vlnojevu lze následující výjevy a zákony dokázati:

1) rovné vlny téže délky a rovné amplitudy,

2) rovné vlny různé délky: základní ton, oktavu, kvintu, terci a kvartu,

3) interferenci rovných vln v téže rovině,

4) interferenci rovných vln ve 2 na sobě kolmých rovinách — Lissajousovy obrazce v prostoru,



5) vznik kruhových a elliptických vln,

6) interferenci kruhových a rovných vln,

7) interferenci vln kruhových s vlnami kruhovými a elliptickými.

Strojem tím se dá mnoho otázek o interferencí, které lze mathematicky a graficky nesnadno rozluštiti, velmi lehce znázorniti.

K stroji se přidávají 2 páry kolmých a 6 párů vodorovných pravítek s různými délkami vln; délky vln jsou na nich vyryty.

Aby jehlice dobře padaly, jsou na místě, kde se kolmá protíná s vodorovnou, obtěžkány.

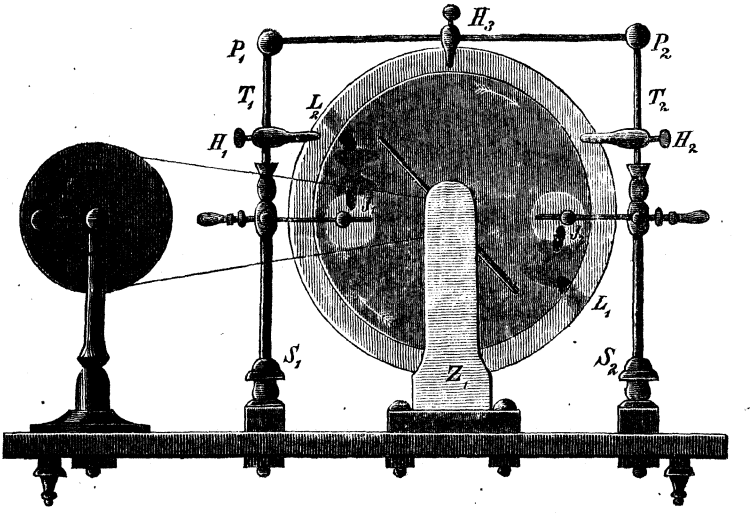
Stroj jest doposud málo znám; pokud známo, není o něm doposud ničeho uveřejněno vyjímaje vlašské pojednání P. Secchiho:

5. Dvojitá soubudná elektrika Poggendorffova.

K vysvětlení jsou přidány dva obrazce, pohled se strany a pohled shora.

Stroj skládá se z jedné pevné a dvou hybných desek; pevná deska stojí uprostřed mezi hybnými.

Hlavní věcí jest, aby 1) desky byly ze zrcadlového skla, tedy rovně běžely — neházely, 2) byly dobře pokostem natřeny, aby polep ani na slunci, ani ve vlhku neodprýskal, 3) všecky částě stroje dobře isolovány čili osamoceny.



Při sestavování stroje jest potřebí největší pozornosti, aby se desky neporouchaly. Jest k tomu potřebí tří osob, jedna nese desky, druhá dává osu do ložisek a třetí dává pozor, aby desky při zasazování od ssáčů nebyly poškrabány.

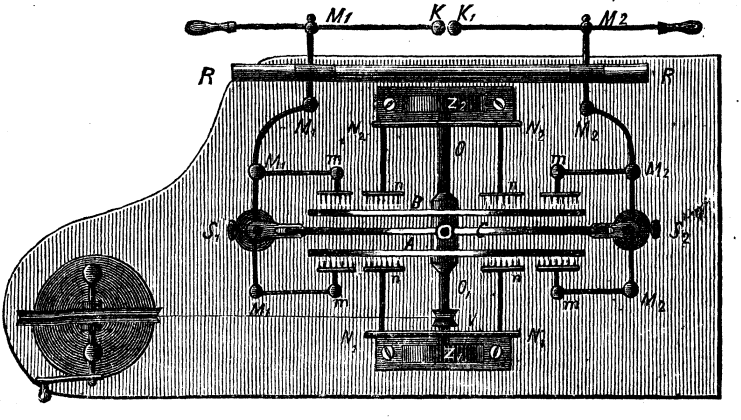
Pořádek při sestavování jest následující:

1) Stojan s kolem, podstavce Z_1 Z_2 a sloupy S_1 S_2 dáme do otvorů a všecky maticemi se spoda přitáhneme, vyjímaje stojan Z_1, ten zůstane poněkud volným, aby se mohl do předu nahnouti.

2) Hlavní svodiče M_1 a M_2 postavíme kolmo, aby při zasazování desek nevadily. Vedlejší svodiče N_1 a N_2 na ložiska stojanů Z_1 Z_2 nastrčíme.

3) Hybná deska A se nasadí na osu OO_1, na ni přijde první větší prsten, pak nastrčí se pevná deska s 3 výřezy, konečně druhá hybná deska B a přišroubuje se druhým prstenem. Mezi prsteny nalézají se kroužky kůže, aby desky lépe a pohodlněji seděly a při utahování matic nepraskly.

4) Osa se zasadí do ložisek, při čemž se stojan Z_1 poněkud nahne a na prkně se nalézající posunovadlo, kterým pevná deska se upevňuje a které k vůli pohodlnějšímu postavení má křížový pohyb, poněkud nazpět pošine, abychom deskou C o ně nenarazily.



5) Pevná deska C se postaví do patřičné polohy. To se stane dolejším posunovadlem a držátky H_1, H_2 a H_3. K tomu cíli skleněné sloupy T_1 a T_2 s držátky H_1 H_2 na sloupy S_1 S_2 nasadíme a desku ve 3 bodech upevníme, avšak s pozorností, aby nebylo žádné napnutí a se deska volně otáčeti mohla. Desky A a B musí se proti špičkám J a J_1 otáčeti, tedy ve smyslu šípů.

Pak se upevní deska v 4. bodě držátkem H_3, když se byla příčka P_1 P_2 s kulemi na skleněné sloupy T_1 T_2 nasadila.

Rozumí se, že hybné desky nesmí se o pevnou třiti, avšak musí býti co nejblíže k ní postaveny.

6) Hlavní svodiče, kteří se dají posouvati a otáčeti, postavíme vodorovně oproti výřezům desky pevné, vedlejší svodiče N_1 N_2 pod úhlem 45°, aby stály naproti koncům polepů. Ssáče *m* a *n*, kteří se dají otáčeti, pozorně deskám přiblížíme, ale tak, aby se desky při otáčení o ně netřely. Šnůru nastrčíme na kladku *V*, při čemž se opět stojan Z_1 nahne. Nyní se může stojan Z_1 přišroubovati.

7) Konečně stroj v činnost uvedeme. To se stane, když mezi tím, co se desky otáčejí, třenou kaučukovou tyčí buď polepu staniolovému L_1 neb L_2 se přiblížíme. Při tom musí sesilovací roura RR ležeti na svodičích a koule KK_1 býti při sobě.

Jiskry jsou velmi silné. Dálka do skoku se zmenší, pakliže vedlejší svodiče vzdálíme aneb úhel zvětšíme neb zmenšíme.

Stroj působí velmi dobře i také s jednou deskou buď přední neb zadní.

Vzduch při pokusech musí býti velmi suchý.

Byl-li stroj jednou do činnosti přiveden, nabíjí se sám od sebe.

6. Soubudná elektrika Holtzova.

Stroj ten jest podobně, jako předcházející sestrojen; má jen dvě desky, pevnou a hybnou. Hlavní svodičové nejsou v sloupcích S_1 S_2, nýbrž i s vedlejšími v horní, příčné části stojanu Z_2 a upevňují se šroubky.

U obrazce (pohled shora) odpadá vše, co jest před deskou *C*. Hybná deska jest tedy k ssáčům obrácena.

Též zde musí 1) desky býti ze zrcadlového skla, aby se neházely, 2) dobře fermeží natřeny, 3) dobrá isolace.

Sestavení jest podobné, jako dříve. Vytkneme jen, v čem se poněkud liší.

1) Svodiče posouvneme do zadu, aby při zasazování desek nevadily.

2) Pevná deska se dříve nastrčí s polepy ke kolu. Též zde musí se hybná deska otáčeti proti špičkám polepů a nesmí o pevnou se třiti, ačkoliv jsou obě co nejblíže u sebe.

3) Svodiče a ssáče přiblížíme co nejvíce k desce, aby však deska o ně se netřela. Hlavní svodiče postavíme oproti výřezům,