

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Vladimír Novák

Mosaika

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 63 (1934), No. 3, R65--R66,R67--R72

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122147>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1934

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>

žače užití vodováhy (libely); aby uvedl příklad, dal jí sestrojiti přímku jako nejkratší spojnicí určitého bodu její komnaty v Magdeburce a určitého bodu komnaty v Berlíně. „Bude tato přímka horizontální?“ ptal se Euler. A hned v dopise odpověděl: „Nikoliv.“ Koncový bod této myšlené přímky — totiž berlínský — je výše položen než druhý koncový bod v Magdeburce — psal Euler a dodal — důkaz: Berlín leží na Sprévě a Magdeburk na Labi. Nyní je známo, že Spréva se vlévá do Havoly a tato do Labe.

Provedené měření ale ukázalo, že hladina Labe v Magdeburku je 41 m nad m., kdežto Sprévy v Berlíně pouze 33 m n. m. Tedy poměr právě obrácený, než udal Euler.

Euler v úvaze dopustil se chyby; skutečně Spréva vlévá se do Havoly a tato do Labe, ale ústí její na Labi není u Magdeburku, ale daleko níže po Labi.

Princezna Filipina nepostřehla tohoto omylu, stejně jako pozdější vydavatelé těchto učených dopisů, jen velký *Lagrange* brzy po objevení se dopisu neomluvil, ve své obecnosti, tuto záhadnou bezmyslenkovitost velkého matematika a trochu přísně Eulerovi ji vytkl zapomenuv, že také „quandoque bonus Homer dormitabat“.

F. V.

Mosaika.

Prof. Dr. *Vladimír Novák*.

Fotografie infračerveného záření. Asi před padesáti lety povšiml jsem si po prvé velkého rozdílu ve vzhledu barevného předmětu, ozářeného různě barevným světlem. Působil jsem tehdy jako „ředitel“ loutkového divadla, které bylo vlastnoručním výrobkem nás čtyř bratrů Nováků, z nichž mně nejmladšímu připadl úkol voliti hry a přitažlivé kusy, po případě je i sám skládati a ovšem také skoro sám zahráti. Můj bratr Eman staral se o světelné efekty. Vyráběl výborné „bengály“ a proslul v „pyrotechnice“, byť jednou značně popálil tatínkův kreslicí stůl. V romantické hře osvětlil Eman „trůnní sál“, všecek bílý a zlatožlutý, červeným bengálem stronciovým a dosáhl tak znamenitého efektu, že se o totéž pokusil i při loupežnické scéně „v hlubokých lesích černokosteleckých“! Tento les Eman sám maloval a vyplácal na to skoro celou barvičku „šťavnaté zeleně“, což byla jeho zamilovaná barva! Ale ourazil! Krásně zelený les dopadl v červeném světle bengálu velmi neslavně! Bylo to jako pohřební černá draperie. Tuto zkušenost jsem si připomenul při prvních svých pokusech fotografických. Fotografie zelených křovin, stromů a pod. nedopadaly uspokojivě. Na oby-

čejné desce vypadlo listoví příliš tmavě, na deskách ortochromatických, zvláště při slunečním osvětlení, přeměnil se často obrázek letní krajiny v zimní vzhled. Půda, cesty vinoucí se mezi zelení a pod., jako by byly sněhem pokryty! Tyto rozdíly snadno si vysvětlujeme různou citlivostí různých fotografických vrstev pro různé barevné paprsky. Různost barev se vystihuje různou délkou jejich světelné vlny nebo různým kmitočtem (vlnočtem). Viditelné spektrum obsahuje podle kmitočtu pouze jedinou oktávu, vyšší oktávy náležejí neviditelnému záření ultrafialovému a nižší oktávy rovněž neviditelnému záření infračervenému. Toto záření zdálo se prosto fotochemického účinku, neboť již k červenému kraji spektrálního nápadně klesala citlivost fotografických vrstev, a to v značném kontrastu proti druhému konci spektra, kde paprsky modré a fialové velmi mohutně zachvacovaly fotografickou desku a kde fotografický účinek prozradil záhy i působení neviditelného záření ultrafialového. Tuto nesouměrnost v citlivosti obyčejné fotografické desky snažili se fotografové z povolání odstraniti retuší, ačkoliv záhy poznány byly prostředky opravné. Viditelné spektrum obsahuje délky vln od 4000 do 8000 Å (angströmových jednotek, t. j. 10^{-8} cm), citlivost obyčejných desek fotografických končí u 6300—6500 Å, takže lze tyto desky vyvolávat při tmavočerveném světle. Opatříme-li fotografickou vrstvu barvivem, které pohlcuje určité paprsky, zvýší se tím citlivost pro tento druh záření. Tohoto způsobu, objeveného r. 1873 H. W. Vogelem, užil Abney r. 1880 při fotografii slunečního spektra pro fotografii tmavočerveného a infračerveného záření, jež dovedl na zvláště citlivé desce zachytiti až do vlny 9867 Å. Takové „dlouhé“ vlny vysílá i tmavá kovová nádoba, naplněná vařící vodou, tedy při 100° , a Abney provedl obrázek čajového kotlíku, plného vařící vody „potmě“. Nesnadná (a složitá) příprava vhodných desek způsobila, že Abneyův způsob upadl v zapomenutí a že hledány jiné cesty, k zachycení neviditelných paprsků infračervených. Tyto paprsky způsobují rychlé klesání světélkování, jež vzniklo ozářením krátkými vlnami. Na tom je založen tento způsob fotografie infračerveného záření. Deska, jež má na povrchu světélkující (fosforující) látku, ozáří se krátkými vlnami a pak infračerveným zářením. Teprve potom přitiskne se deska na desku fotografickou (v úplně tmě) a tak vznikne na této desce pozitivní obrázek infračerveného originálu. Tento způsob vypracoval r. 1906 Lehmann a rozšířil fotografování infračerveného záření až do 20 000 Å. Červené a infračervené záření zrušuje nevyvolaný (latentní) obraz na fotografické desce, způsobený paprsky modrými. Tuto zkušenost poznal již John Herschel v 40. letech minulého věku. Vhodně použil „Herschelova efektu“ Terenin r. 1924 a rozšířil citlivost fotografické desky až do vlny 11 280 Å. Zatím se mnozí vrátili k původnímu

způsobu Abneyovu a pamětihodné snímky infračerveného záření provedl prof. R. N. Wood r. 1910 v Baltimore na John's Hopkinsově universitě. K rozšíření těchto pokusů valně přispěla továrna na umělá barviva v Höchstu n. Mohanem, kde sestaveny byly různé cyaniny, jako dicyanin (1906), neocyanin (1925), mesocyanin, xenocyanin (1930) atd. Fotografické desky takto zcitlivěné nutno uchovávat ve zvláštním obalu (černého papíru!), vkládati do kovových kaset, protože mnohé druhy dřeva infračervené záření propouštějí. Při tom bylo dosaženo takové citlivosti, že jsou možny momentní snímky, alespoň při slunečním ozáření. Fotografie krajin, zvláště pak v mlze a při ovzduší znečištěném prachem a pod. provedené infračervenými paprsky vynikají čistotou a kontrastní kresbou mraků. Fotografie přirozené zeleně naproti tomu reprodukují listovou zeleň příliš světle, vzhledem k tomu, že chlorofylové barvivo absorbuje červené paprsky pouze mezi 6400—6800 Å a zato od 6900 do 9000 Å infračervené záření snadno propouští! Některá barviva na pohled úplně neprůhledná, černá, propouštějí infračervené paprsky. Tak bylo možno fotografovati listiny, na nichž škrtáním povstala nečitelná místa. Fotogramy ukazují velmi zřetelně písmo pod barvou škrtů. Podobně lze odkryti tvar i obrysy jemných krevních žilek pod pokožkou, provedeme-li fotografii infračerveným zářením. Pro mikrofotografii jsou nové desky fotografické, zcitlivěné mesocyaninem nebo xenocyaninem, velmi dobrou pomůckou pro rozšíření pozorování viditelného o značnou mez v oboru záření neviditelného. Pfund studoval propustnost velmi tenkých vrstviček kovů, které byly rozprášeny na povrch nitrocelulosity, pro paprsky červené a infračervené. Tenké filmy pokryté vrstvičkou zlata, stříbra, niklu, mědi, zinku, kadmia, olova, vizmutu, antimonu, selenu a teluru byly pro viditelné paprsky neprostupny. Mimo zinek, který i v tenké vrstvě nepropouští infračerveného záření, ostatní kovy tato záření propouštějí. Je tedy „zinková čern“ výborným povrchem pro thermoelektrické články, radiometry a pod., neboť všechno záření, tedy i infračervené, proměňuje zinková čern na teplo!

Klid v atmosféře sluneční. Během deseti let a tří měsíců nastává v atmosféře sluneční poměrný klid. Sluneční skvrny jsou jen malých rozměrů a v malém počtu. Takový je asi nynější ráz povrchu slunečního (v listopadu 1933). Za několik měsíců vyskytnou se nové a rostoucí skvrny a sluneční činnost poroste. Velikost těchto obrovských vírů ve fotosféře je velmi různá. „Malé“ skvrny mají tmavou část, které se říká „um bra“, 800—1000 km v průměru, veliké skvrny dosahují průměru až stokrát většího. Takové skvrny lze spatřiti okem, chráníme-li je začazeným (černým) sklem před prudkou jasností ostatního slunečního povrchu. Vířící částice skvrn slunečních jsou elektrické a proto způsobují magnetická pole

několik tisíckrát silnější, než je zemské pole magnetické. Mnohé skvrny, jak po prvé ukázal G. E. Hale (bývalý ředitel astrofysikální observatoře na hoře Wilsonově), jsou dvojité, při čemž vírový směr je také dvojitý; podobné pravidlo platí též pro skvrny, jež se vyskytují na obou polokoulích Slunce a jež zřetelně k sobě patří. Nový „život“ sluneční ukazuje se vznikem slunečních skvrn ve značných šířkách a změnou znamení v magnetickém poli Slunce na obou polokoulích. Úkaz tento nastává asi o měsíc nebo o dva dříve, než se dostaví minimum slunečních skvrn. Měření magnetických polí v slunečních skvrnách provádí se spektrograficky na základě Zeemanova zjevu. Magnetické pole mění spektrální čáry zdroje tím, že je rozděluje v složitější soustavy čar. Ze vzdálenosti složek jednotlivé původní čáry dá se posouditi intensita magn. pole. Země jako magnet podléhá velikému magnetu slunečnímu a proto se v magnetických „souřadnicích“ zemských projevuje zmíněná 10 a $10\frac{1}{2}$ letá perioda.

Deuteron (deuton). Princip jednoduchosti, o němž se tak snadno vykládá matematikům a geometrům, setkává se v přírodních vědách stále a znovu s četnými překážkami. Do nedávna jsme se ve fysice spokojili s kladným protonem a záporným elektronem a stavěli z těchto dvou „základních“ kamenů jakkoli složitou hmotu. Dlouho však tato „jednoduchost“ netrvala. Ukázaly se neelektrické částice „neutrony“ a pozitivní částice (positivní elektrony) „positrony“ a nejnovější výzkumy vyžadují vedle protonu, t. j. pozitivního jádra vodíkového atomu, také deuteron (deuton), t. j. dvojnásobně těžké vodíkové jádro. S počátku byl tento deuteron považován za spojení dvou protonů s jedním elektronem, později se vyskytla domněnka o spojení dvou neutronů s jedním positronem. Tím je ovšem značně otřesen původní „jednoduchý“ pilíř atomického nitra proton, který se přetváří na spojení neutronu a positronu. Pokusný základ k těmto novým složitostem shledán v existenci „těžkého vodíku“ a „těžké vody“. Zdokonaleným hmotným spektrografem Astonovým našli Bainbridge (1932), Kallmann a Lazarev (1932) ve vodíku isotop H^2 , který má atomovou hmotu 2,011. Podobně shledali E. W. Washburn a Urey (1932) a G. N. Lewis a Macdonald (1932) zkoumáním často a dlouho elektrolysované vody přítomnost „těžké“ vody v elektrolytu, která měla 99% H^2 místo H^1 . Tito pozorovatelé připravili vodu o složení H_2^2O , která mrzla při $3,8^\circ C$ a vařila se při $101,42^\circ C$. Její specifická hmotu při $25^\circ C$ byla 1,1056 oproti 0,9971 obyčejné vody. „Těžká“ voda zamezuje klíčivost a zdá se, že jí bude možno s výhodou upotřebiti pro lékařské účely. Vody bylo užito ve fysice k definici důležitých základních pojmů, k definici jednotky hmoty, jednotky tepelné, k stanovení $1^\circ C$ atd. Z nových zkušeností o „těžké“ vodě vyplývá, jak úzkostlivě je

třeba střežit tyto a podobné definice vzhledem k látce, kterou při nich volíme jako něco, co je bezpečně jisté a zaručeně neproměnné!

*

Co se děje v hlavní pušce při výstřelu. Puška je se stanoviska fyzikálního velmi zajímavý přístroj. V její hlavní při výstřelu probíhá proces podobný tomu, který pozorujeme ve válci výbušného motoru.

Na obrázku máme pod označením *a*) nakreslen schematicky řez hlavní nabitě pušky. Vidíme zde vlastní hlavěň 1 s vývrtem 2, který končí v ústí 3. Náboj, který je vložen do hlavěně, či lépe řečeno do nábojové komory, skládá se z nábojnice 4, v jejímž čele je zalisována roznětka 5 proti kovadlince 6. Roznětka obsahuje traskavou slož, citlivou na úder, obyčejně směs traskavé rtuti se skelným práškem anebo sloučeniny dusíko-vodíkové. V nábojnici je náplň střelného prachu asi 3 g, která je uzavřena vpředu střelou 8.

Puška je tak zařizena, že stiskneme-li spoušť, úderník 9 udeří na roznětku 5. Traskavá slož se tím roznítí a plamének z ní vyšlehně otvorem v kovadlince do náplně střelného prachu 7. Prach je zde nasypán v zrnčkách, které mají podobu buď malých obdélníčků, nebo kroužků, nebo trubiček. Celá náplň prachu se roznítí téměř okamžitě a jednotlivá zrnčka prachu, vzplanuvše na celém svém povrchu, prohořívají rychle dovnitř. Při hoření prachu se vyvíjí veliké množství plynů, z 1 kg prachu až 900 litrů; tedy v naší pušce ze 3 g asi 2,7 litru. Kdyby toto množství plynů zůstalo uzavřeno v nábojnici, vznikl by velmi vysoký tlak několika tisíc atmosfér, neboť plyny jsou při spálení prachu též zahrátý. Střela 8 však povolí vzrůstajícímu tlaku a začne se pohybovat v hlavní kupředu, mezitím co nábojnice je opřena svým dnem o závěr pušky. Pohybem střely se zvětšuje spalovací prostor, ale s počátku ne tak mnoho, aby tlak plynů nemohl už vzrůstat. Proto tlak se zvětšuje až k určité největší hodnotě, kterou nazýváme největším tlakem a označujeme P_{\max} .

Naznačme si nyní vztah mezi tlakem a dráhou střely tak, jak je to na obrázku pod označením *b*). Na osu pořadnic nanášíme hodnotu tlaku P a na osu úseček dráhu c , kterou střela v hlavní urazila. Vidíme, že křivka, kterou jsme dostali, nezačíná v počátku O , nýbrž až v bodě I . To znamená, že střela se začala pohybovat až tehdy, kdy už tlak P dosáhl určité hodnoty OI . A skutečně, musila se zde spotřebovat určitá práce k tomu, aby byla střela vytlačena z nábojnice, v níž byla zalisována, a aby se sama zalisovala do vývrtnu v pušce. Střela musí procházeti hlavní těsně, nechceme-li, aby kolem ní unikaly plyny. Kromě toho, kdyby šla střela v hlavní lehce, byla by špatně vedena a střelba by nebyla přesná. V hlavní jsou dále rýhy a pole spirálově se vinoucí, aby střela dostala

otáčivý pohyb kolem svojí podélné osy. Tento pohyb je nutný proto, aby se střela při letu vzduchem nepřevracela, aby byla, jak říkáme, „stabilisována“. Na obrázku *b*) je nakreslena tečkované křivka *R*, která znázorňuje odpor, s nímž se střela setkává na své cestě hlavní. Vidíme, že s počátku, než se střela zalisuje do vývrtu, je odpor větší, pak klesne a je skoro stále stejný po celou dobu pohybu střely v hlavni.

Sledujme nyní křivku tlaku *P*. Zanícená prachová náplň hoří a do bodu *II* se vyvíjí více plynů, než by bylo třeba k zaplnění prostoru, zvětšujícího se za postupující střelou. Proto tlak stoupá; bod *II* nám označuje maximální tlak, jehož bylo v hlavni dosaženo. U pušky bývá až 3500 atmosfér. Měříme jej tak, že pušku, t. j. nábojovou komoru před nábojnicí navrtáme a do tohoto vývrtu vložíme zabroušený pístek, který při výstřelu stlačí malý měděný váleček, t. zv. crusher (čti krešer). Ze stlačení pak usuzujeme na P_{\max} .

Od bodu *II* stále tlak *P* klesá proto, že prostor za střelou se zvětšuje rychleji, než se vyvíjejí plyny z dohořívajícího prachu. V bodě *III* pak shořel prach úplně a dále vykonávají plyny práci už jen tím, že prostě expandují. V bodě *IV* opouští střela hlavěň. Tlak plynů má zde ještě hodnotu několika set atmosfér a proto jeho náhlý pokles v ústí na nulu se projeví zvukem, jemuž říkáme rána, nebo vlna výstřelu, též vlna ústová.

Kdyby hlavěň byla hodně dlouhá, klesl by tlak *P* v určitém místě tak, že by už nestačil překonati odpory, s nimiž se střela setkává a které jsme si vyjádřili křivkou *R*. Střela by se zde zastavila.

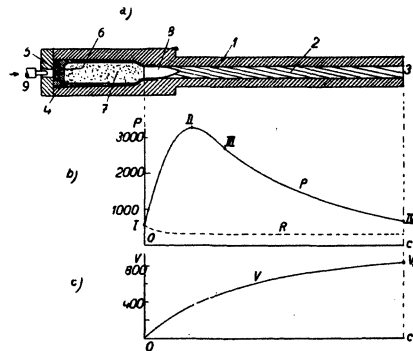
Jak je to nyní s rychlostí střely? Na obrázku *c*) máme naznačenu křivku rychlosti *V*, z níž vidíme, jak přibývá v hlavni rychlosti střely. Na ose pořadnic jsou naneseny rychlosti *V* a na ose úseček dráha *c*. Vidíme, jak se rychlost střely zvětšuje od nuly až po hodnotu V_0 , t. j. po hodnotu, s níž opouští střela hlavěň a kterou nazýváme rychlostí počáteční. Tuto rychlost můžeme měřiti různými důmyslnými přístroji; znáti ji, je velmi důležitou věcí pro toho, kdo sestavuje zbraně, i pro toho, kdo je pověřen výpočtem dráhy střely po opuštění hlavěň.

Poznali jsme průběh událostí v hlavni při výstřelu a dovedeme si asi představit, jak musí pracovati ten, kdo navrhuje nové zbraně, chce-li dosáhnouti určité výkonnosti. Takovýto konstruktér musí znáti dobře zákony hoření prachu, zákony mechaniky a zákony o pružnosti a pevnosti materiálu, aby pomocí jejich vypočetl potřebnou velikost zrna prachu a velikost prachové náplně. Není to právě úkolem lehkým. Na př. vezmeme-li prach hodně jemný, dosáhne křivka velmi rychle velikého P_{\max} , takže by se mohla

hlaveň i roztrhnouti; naopak, jsou-li zrna prachová příliš veliká, může se státi, že neshoří všechen prach v hlavni a nebude ho tedy využito.

Právě popsaným řešením zbraní a vůbec studiím zjevů, které se odehrávají v hlavni, zabývá se důležitá část vojenské vědy, balistika vnitřní. Pohybem střely, která už opustila hlaveň, se zabývá balistika vnější.

A ke konci ještě několik zajímavých čísel, abychom si učinili správný obrázek o výkonu naší vojenské pušky a abychom pochopili, jak mocný nástroj k obraně vlasti mají naši vojáci.



Z mechaniky víme, že kinetická energie se vypočte podle vzorce

$$E = \frac{P V_0^2}{2g},$$

kde P je váha střely v kg, V_0 rychlost v m/sek, g zrychlení tíže zemské = 9,81 m/sek². Střela naší pušky váží 10 g = 0,01 kg a je vržena počáteční rychlostí $V_0 = 815$ m/sek, takže kinetická energie střely naší pušky jest

$$E = \frac{0,01 \cdot 815^2}{2 \cdot 9,81} = 338 \text{ kilogrammetrů.}$$

To je tedy tolik, jako kdyby plný pytel o váze 50 kg spadl s výše skoro 7 metrů, nebo stejnou práci bychom vykonali, kdybychom závaží 338 kg těžké zvedli do výše 1 metru.

V mechanice jsme zvyklí udávat výkonost (práci za 1 vteřinu). Střela v pušce nabude výše vypočtené kinetické energie v čase velmi krátkém, asi za 0,0013 sek. Její výkonost se tedy rovná 255.502 kgm neboli 3407 HP, tedy výkonosti tří elektrických lokomotiv!

Jinými slovy: kdybychom chtěli, aby nějaký stroj měl tutéž stálou výkonnost, jako má naše armádní puška v kratičké době výstřelu, musil by míti výkonnost 3407 koňských sil, to jest asi tolik, jako má velká parní turbina elektrického generátoru, který zásobuje celý okres o mnoha vesnicích elektrickým proudem.

A totéž dokáže čtyři kg těžká vojenská puška, byť i na kratičký okamžik!

Major *Jan Valníček*.

Přípravy k druhému sjezdu matematiků slovanských zemí. Jak známo, konal se první sjezd slovanských matematiků r. 1929 ve Varšavě; tam bylo usneseno, aby se druhý sjezd konal r. 1934. Na mezinárodním sjezdu matematiků v Curychu bylo pak rozhodnuto, aby se tento druhý sjezd matematiků slovanských zemí konal v Praze. Práce, směřující k zajištění a uskutečnění tohoto sjezdu, byly zahájeny v Praze 11. února t. r. schůzí přípravného výboru. Funkcionáři přípravného výboru byli zvoleni tito pánové: K. PETR, prof. Karlovy university, předseda; B. BYDŽOVSKÝ, prof. Karlovy university, E. ČECH, prof. Masarykovy university, J. VOJTĚCH, prof. čes. vys. učení technického v Praze, místopředsedové; V. HLAVATÝ, prof. Karlovy university, tajemník; M. VALOUCH, ředitel Jednoty čsl. matematiků a fysiků a sekční šéf v. v., pokladník. První starostí výboru bude ovšem zajištění finanční základny sjezdu; přes nepříznivé poměry doufá výbor, že významný tento sjezd bude možno uskutečniti.

Upozornění pro p. řešitele úloh z 1. č. Rozhledů. Matematické úlohy 1—25 mohou řešiti všichni p. studující střed. škol, ale úlohy 1—10 mohou býti řešeny jen prostředky probíranými ve tř. I.—VI. střed. škol.
