

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Jaroslav Friedrich

O matematice výkladů fyzikálních

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 57 (1928), No. 1, D6--D8

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122029>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1928

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>

nečně možno udělati pokus i s telefonem. Jeden konec vedení telefonu vezmeme do ruky, v které telefon u ucha držíme, a druhý konec necháme volně viset. Celuloidem dotkneme se druhého konce vedení; uslyšíme, jak membrána zazvučí.

Elementární elektrostatika nebývá v lásce ani u profesorů, tím méně ovšem u žáků. Z interesu, s kterým tyto pokusy sledovalo moje žactvo, mohu souditi, že tyto nové zjevy přispějí k oživení a osvěžení látky na obou stupních střední školy. Věc sama jest i teoreticky zajímavá; o tom však jindy.

JAROSLAV FRIEDRICH:

O matematice výkladů fysikálních.

Při velkém významu matematiky pro fysiku i fysikální vzdělání bylo by vážnou chybou, kdyby se ve snaze po emancipaci od matematického rázu výkladů fysikálních zacházelo tak daleko, že by žáci při fysice matematických prostředků vůbec nepoznali, případně užívati jich se nenaučili. Na druhé straně však přes to, že je dnes vyučování fysikální v podstatě již svedeno z domény matematických dedukcí do správných kolejí postupu experimentálně-induktivního, zůstávají přece z jakési konservativnosti a tradice tu a tam v některých partiích stopy bývalého matematického postupu, aniž by se revidovalo, zda neb aspoň do jaké míry jest oprávněn. Je účelem těchto řádků provésti na několika takových případech rozbor v naznačeném směru a poukázati tím k řadě závad a nedostatků matematických výkladů na poli fysiky.

Při vyšetřování podmínek pro citlivost vah je fysikálním obsahem obvyklého postupu pouze základní myšlenka rovnosti momentů. Následující na to matematikou, mířící vlastně až k výpočtu úchytky, překročují se meze potřeby, zatlačuje se podstata věci, a tím se žák uvádí v nebezpečí představy, že citlivost proto roste na př. s délkou ramene, ježto tangenta roste s úhlem a hodnota zlomku s jeho čitatelem! Správná cesta fysikální zůstane při základní myšlence zápasu dvou momentů a místo závěrečného stavu rovnovážného pro určitý případ staví do popředí vědomou tendenci zvýšiti moment přivažku a zeslabiti moment protivný. Samozřejmě sleduje se při tom experimentálně vliv jednotlivých veličin krok za krokem, k čemuž místo hotových vah lépe se hodí váhy improvisované na stojanu Strouhalově (známá metrová tyč s očky, opatřená miskami a uprostřed kompletním držákem stavivu Bunsenova) neb vahadlo sestavené z meccana. Na tomto lze také s výhodou předeslati případ nerovnoramenné páky lomené, o nějž vlastně v tomto případě jde.

Rovněž při šikmém vrhu jde tradiční forma výpočtu za meze potřeby, ale nejen to — připravuje dokonce žáka o možnost vytě-

žiti hravě z původního vzorce výsledky, jichž vzorec goniometrický z části vůbec nepodává, z části jen po mechanické goniometrické úpravě. Zavedení odchylky jako jediné proměnné zastírá totiž vliv obou složek dané rychlosti, horizontální h a vertikální v , na výsledek děje. Dálka $h \cdot 2v/g$, do které těleso dopadne, vzdalujíc se setrvačností horizontálně rychlostí h po čas $2v/g$, jež až do okamžiku návratu na totéž niveau dává k dispozici složka vertikální, je zřejmě takovou funkcí obou složek, že záměna jich nemá vlivu na hodnotu dosažené délky. Tím tedy nejen bez dalšího počtu vychází známá věta o souměrnosti případů $45^\circ \pm \varphi$, pokud se týče délky dopadu, ale současně bije do očí i zajímavá jejich asymetrie s kompensací.

K významu krajního úhlu 45° není odtud daleko; že jde o maximum, dotvrdí se poukazem, že měrou délky vrhu je vzhledem k součinu hv obsah rovnoběžníka rychlostí, a že tedy při stále rychlosti (úhlopříčně, přeponě) c dojde k maximu v pravoúhlém trojúhelníku o maximální výšce $c/2$, t. j. při tvaru čtverce.

Při této volbě matematických prostředků nevzdaluje se postup podstaty věci, jako tomu jest při goniometrickém zmechanisování, zůstává proto názorný, je fysikálně obsažnější a poučnější i matematicky jednodušší. Řešení goniometrické lze podobně jako výpočet úchytky při citlivosti vah odkázati do cvičení, po případě neb raději jako vhodnou rekapitulaci do hodin matematiky.

Ukázkou jiného nedostatku formalismu matematického je obvyklý výpočet intensity magnetického pole magnetu v první hlavní poloze Gaussově. Po správném úvodním kroku, jimž se do matematického stroje vloží myšlenka fysikálního obsahu, spustí se stroj, až vypadne známý výsledek o vlivu třetí mocniny vzdálenosti. Přes záhadnost této třetí potence a rušivost jednoho zásahu do normálního chodu stroje přijme žák výsledek jako fakt daný neomylnou matematikou a bude snad spatřovati důvody jeho v samotných matematických operacích; pravý vnitřní důvod tohoto rozporu mezi intensitou jediného pólu a dvojpólového magnetu zůstane mu utajen, ač teprve toto poznání činilo by věc, jestliže se již vůbec probírá, cennou. Vada vězí tu v tom, že výklad předčasně se tu zastavuje; prostým vyčtením úměrnosti z vycházejícího vzorce není věc vyřízena, je nutno buď k nalezenému početnímu výsledku hledati dodatečně jeho podklad, anebo vůbec již od počátku počet myšlenky přizpůsobiti.

Rozpoznati mocninu právě třetí přímo z okolnosti, že vzrůst distance uplatňuje se u složky působené bližším pólem vydatněji, čímž právě vzniká ono urychlení poklesu intensity, není dobře možno. Názorněji však a také kvantitativně lze sledovati tento vliv vzdálenosti na změnu kompensace složek, dá-li se početnímu výsledku $2ml/d^3$, platnému za omezení na velmi značná d proti l , tato interpretace: Rozestupují-li se póly z bodu A , jež zůstává středem proměnlivého magnetu, roste v bodě B na prodloužené ose jeho

intensita spojitě z hodnoty nulové na $2l/d$ -tý díl oné hodnoty, kterou by působil v B jediný stejně silný pól umístěný v A . Kdyby tedy s rostoucí vzdáleností d rostla úměrně také délka magnetu, ubývalo by intensity pole i při dvojpólovém magnetu podle zákona kvadratického. Při stálosti magnetu ovšem délka jeho proti rostoucí vzdálenosti zůstává pozadu, zbytkové procento klesá podle zákona lineárního a odtud ona mocnina třetí.

Aby myšlenka této odpovídal i postup početní, stačí místo slučování obou výrazů pro složky jeden z nich na př. $\frac{m}{\left(d - \frac{l}{2}\right)^2}$ upra-

viti — opět s vynecháním velmi malých veličin druhého řádu — na tvar $\frac{m}{d^2} \left(1 + \frac{l}{d}\right)$. Výraz ten již zřetelně vypovídá, že složka liší se od hodnoty dané posicí v bodě A o l/d -tý její díl. Podobně také složka druhá, i dostává se tím onomu zbytku po částečné kompenzaci, jakož i vzniku oné třetí mocniny názorného vysvětlení bez jakéhokoli dalšího pátrání po jejím původu.

Samozřejmě mohlo a mělo by se ušetřit na matematice zvláště tam, kde nehospodárně a na úkor vyššího výcviku žákovy provádí se řada početních výkonů, místo aby se využilo příležitosti vésti jej k hladké aplikaci dosavadních poznatků. Příkladem uvádím obvyklý, zbytečně řadou veličin a výkonů zatížený postup při stanovení podmínky pro nulový proud Wheatstoneova mostu. Problém zní tu prostě: Na obou větvích nasazených na společný potenciálový rozdíl vyšetřiti body stejného potenciálu. Odtud měl by již žák při známé mu větě o souvislosti potenciálového spádu s odporem a známé mu podstatě spolkového počtu přímo z povahy věci vycítili podmínku $r_1 : r_1' = r_2 : r_2'$. Běžný těžkopádný výpočet jej od podobného prohlédnutí problému spíše odvádí.

K závěru poznámku o motivu této stati. Matematika středoškolské fyziky měla a má své slabiny. Po fázi generálního jejího ústupu, vyvolaného převratem metody z matematické v přírodovědeckou, zasahuje další úprava již jen sporadicky, ale přece bude nutno konečně jednou stavěti hráze, nemá-li dojít k úpadku fyzikálního vzdělání. K tomu prvním krokem bude odkrývatí závady, přiznati je a odstraňovati, na druhé straně však pátrati po postupu k fyzikálnímu ději přiléhavějším a proto didakticky hodnotnějším. Jako ukázka cesty za tímto cílem má snad stat své oprávnění. Uhájíme ovšem jen ony prostředky a ono minimum, jež nevyhnutelně potřebujeme, aby se žákovi veličiny nerozplynuly, vztahy neuvolnily a průprava v dedukci neohrozila, minimum, jež by jej matematicky nezatížilo, ale fyzikálně pozdvihlo, a proto bude potřebí promyšleného výběru, založeného na soustavné revisi látky a zhodnocení jednotlivostí.