

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

Bohumil Jurek

Analogie v nauce o elektřině

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 69 (1940), No. Suppl., D126--D129

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121004>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1940

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>

Ježto nový pojem není v mysli žáků ještě dosti upevněn, dává učitel v této hodině u každého příkladu přečísti odmocněnce a opakovati nové názvy. Aby podnítil součinnost třídy, vyvolává k tomuto účelu žáky, kteří právě nepočítají u tabule.

### III. Procvičování nového učiva.

Získáním poznatku, že znaménko odmocňování platí pro ta čísla (příp. jejich součet nebo rozdíl), nad nimiž je jeho vodorovná čárka, je nové učivo probráno. Procvičování provádí učitel tak, že žáci počítají z paměti vhodné příklady z učebnice a když je jejich zásoba vyčerpána, diktují sami příklady vztahující se k učivu v hodině probíranému. Čísla diktují žáci prospěchově lepší a počítají žáci prospěchově slabší. Používá se pouze čísel 1—20 a jejich druhých mocnin. Diktuje-li žák číslo nevhodné, učitel jej ihned opraví a vysvětlí, proč nelze použití čísla žákem diktovaného.

IV. Domácí cvičení. Červenka, Aritmetika II., str. 40., př. 14. b, d, f, h.

## Analogie v nauce o elektřině.

RNDr. Bohumil Jurek, Brno.

Užívání analogie při vyučování fyzice je věc velmi choulostivá. Každá analogie totiž kulhá a může žáku danou partii právě tak zatemniti jako objasniti. Záleží na tom, zdali žák bude analogii dále sledovat a po které cestě. Nebezpečí, že analogie žáka zavede, odpadá úplně jen u žáka duševně nečinného, který spolkne bez nehody celý výklad i s analogií. Nemyslím však, že bychom měli svůj výklad přizpůsobovati právě takovým žákům.

Podstatným analogiím není třeba se vyhýbati; nevyhýbá se jim ani nejprísnější vědecký výklad v těch případech, kdy podobnost jde až k formální shodě mat. rovnic (elektrické a mechanické kmity, vlnová mechanika atd.). Nesmíme však zapomínat, že vyučování přírodním vědám má žáka naučiti nejen přirovnávat, ale také rozlišovat náhodnou, často slovní podobnost od podobnosti podstatné. Užíváme-li analogie, číňme to střídě a podle možnosti přesně vymezme oblast její platnosti.

Výklad potenciálu jako tlaku na dielektrikum, jak jej podává pán kolega Svoboda ve svém „Příspěvku k metodice nauky o elektřině“ (Časopis pro přest. mat. a fysiky 68, č. 4) má několik závad. Proberu je po řadě:

1. Žákům je nejprístupnější názor zrakový. Zejména kvantitu si žák nejlépe představí jako prostorovou délku. Má-li si

tercián představiti tlak jako kvantitu, vyžádá si tato představa námahu, která zatěžuje výklad a tím jej znehodnocuje.

2. Je rozhodně chybné vykládat potenciál jako tlak na dielektrikum. Víme, že potenciál je potenciální energie jednotky elektrického množství a tedy má daleko blíže k pojmu práce než k pojmu síly. Kromě toho zmíněná analogie svádí k nesprávným závěrům, z nichž jeden pan kolega Svoboda dokonce vypisuje: „Je-li napětí větší, nežli pevnost dielektrika, jest toto proraženo jiskrou.“ Domnívám se, že ani v tercii nemůžeme zaměňovat pojem napětí s pojmem spádu napětí.

3. Není správné, tvrdíme-li, že tlak v kapalíně „působí zvláště na dno“. Tento tlak působí také na stěny a měrný tlak na spodní části stěn je téměř takový, jako měrný tlak na dno.

4. Není správné vykládat kapacitu jako největší množství náboje, které vodič na svůj povrch pojme. Před takovým výkladem pojmu kapacita musíme právě žáky varovat. Vyložíme-li žákům slovo kapacita jako „jímavost“, hned si vykládají kapacitu jako schopnost vodiče pojat nějaké množství náboje. Toto vymezení kapacity je třeba vhodným způsobem doplnit.

5. Je jistě možné připodobnit vyrovnávání potenciálů spojených vodičů k vyrovnávání hladin ve spojitých nádobách, případně k vyrovnávání měrných tlaků na jejich dna, ale průtoková rychlost je úměrná druhé odmocnině rozdílu měrných tlaků, kdežto elektrický proud je úměrný prvé mocnině rozdílu potenciálního. Musíme tedy upozornit na to, že analogie je povrchní a že ji nelze důsledně rozvíjet. Zejména zklame při Ohmově zákoně.

V celku můžeme říci, že žák popsanými analogiemi jakési představy o věci nabude, ale nebude to představa správná ani jasná.

Při tom musíme připustit, že „vodní“ analogie elektřiny není v základě špatná a v tercii má dokonce jisté výhody. Probíráme tam totiž vztah mezi potenciálem, kapacitou a elektrickým nábojem, a to v trojím tvaru. Poněvadž terciánovi nejsou operace s rovnicemi ještě dost běžné, nebude mu snad jasná souvislost tří užívaných tvarů a nebude je chápat jako jediný vztah mezi třemi veličinami. Zde je opravdu na místě příklad jiných tří veličin, vázaných týž vztahem. Sám postupuji při výkladu o základních veličinách elektřiny takto: Množství elektřiny lze vyjádřiti počtem přebytečných nebo chybících elektronů. K pojmu potenciálu přejdu pokusem, při němž spojím vodivě nabitý elektroskop s izolovaným vodičem s proměnnými rozměry. Lístky elektroskopu při pokuse mění rozestup, ačkoli náboj celého systému vodičů se nemění. Elektroskop nám tedy neukazuje náboj, ale jinou veličinu, potenciál. Potenciál nezávisí jen na množství

elektřiny na vodiči, ale i na tvaru a velikosti vodiče. Totéž množství elektřiny nabije velký konduktor na menší potenciál než malý konduktor. Není to nic divného. Nalejeme-li litr vody do široké nádoby, vystoupí voda do menší výšky než v nádobě úzké (případně ukázat). Můžeme tedy přirovnat množství elektřiny k množství vody v nádobě, a potenciál k výšce vody v nádobě; vlastnosti vodiče potom odpovídá plocha dna. Nakreslíme si v průřezu válcovou nádobu s vodou a označíme si přímo výšku vody  $V$ , plochu dna  $C$  a dovnitř vpíšeme  $Q$ . Vztah mezi těmito veličinami se pak počítá snadno. Na to probereme podrobněji pojem kapacity.

Analogie, které tu užívám, není nijak povrchní. Počítáme-li na příklad energii, je výpočet stejný v mechanickém i v elektrickém případě. Potenciální energie malého objemu vody  $dQ$  ve výšce  $V$  se číselně rovná ve statických jednotkách  $VdQ$ . Je-li tímto objemem objem vrstvičky vody o výšce  $dV$ , je zmíněná energie dána výrazem  $VC \cdot dV$  a celková energie nahromaděná vody je  $\frac{1}{2}CV^2$ . O tomto rozvedení analogie ovšem nepřednáším ani v nižších ani ve vyšších třídách. Po výkladě uvedeném v předcházejícím odstavci upozorním ještě na podobnost vyrovnávání potenciálů vodivě spojených vodičů s vyrovnáváním výšek ve spojitých nádobách s poznámkou, že „vodní“ analogie proudu není ve všech svých důsledcích správná. Chci-li pojem potenciálu ještě dále objasnit, uvedu, že potenciál souvisí s vnějšími projevy elektřiny, jako jsou rozestup lístků elektroskopu nebo doskok jiskry při výboji. Vztah potenciálu, kapacity a elektrického náboje se dá pěkně demonstrovat připínáním a vypínáním leydenských lahví na póly influenční elektřiky: tu jsou přímo hmatatelně vyjádřeny změny kapacity (počet lahví) a elektrického náboje (jasnost jiskry a doba od jednoho výboje k druhému).

Ve vyšších třídách lze užítí hydromechanické analogie k objasnění vzniku netlumených kmitů. Někdy se stává, že větev, splývající po hladině potoka, se pohybuje s proudem, pak se vyšvihne na svoje původní místo a jde znovu s proudem atd. Dostáváme tu mechanické kmity netlumené. Kdybychom větev prostě vychýlili a pustili, vrátila by se silně tlumenými kmity do své původní polohy. Ke vzniku netlumených kmitů je třeba stále dodávat energii a tu v našem případě dodává proud potoka. Proud potoka má pro vznik popsaných mechanických netlumených kmitů takový význam jako stejnosměrný proud pro vznik netlumených elektrických kmitů.

V jiných případech snad stačí podepřítí představy žáků elektronovou teorií. Zakládám elektrostatiku na dvou pravidlech, z nichž pak odvozují další: 1. Souhlasné náboje se odpuzují a nesouhlasné se přitahují. 2. Po vodiči se elektrony mohou pohybovat působením sil a přecházejí do míst vyššího potenciálu. Dů-

sledky: elektřina na povrchu, hustota na hrotech a v dutinách, elektrostatická indukce, rovnost potenciálu na povrchu vodiče v případě rovnováhy, vznik proudu. Samozřejmě, že takové přehledné probrání elektrostatiky je možné provést až tehdy, když žáci jednotlivé zjevy elektrostatické dobře znají z pokusů, tedy ke konci výkladů o této látce.

## **Seminář pro středoškolskou fyziku.**

Josef Zahradníček, Brno.

Ve školním roce 1938/9 byl uspořádán ve fyzikálním ústavě Masarykovy university seminář pro středoškolskou fyziku jako náhrada za kursy, které bývají občas pořádány v universitních městech, k nimž však pro obtíže různého druhu dochází po velkých obdobích. Při semináři dají se ony obtíže značně zmenšiti. Tak došlo k prvnímu pokusu o seminář pro středoškolskou fyziku, který v případě zdaru měl býti opakován každý rok.

Jaký úkol jsem si položil v tomto semináři? Jako učitel s dlouholetou praxí na střední škole chtěl jsem ukázat mladým středoškolským kolegům-fyzikům, jak se dívám na základy fyziky na střední škole s hlediska metodického a didaktického. Chtěl jsem naznačit cestu, po které může dnešní učitel fyziky na střední škole jednoduše a úspěšně vypěstovat u svých žáků fyzikální názor na všechny děje, odehrávající se ve světě kolem nás.

O látce a metodě fyziky mohou býti mezi učiteli různé náhledy, ale v tom jsou jistě všichni zajedno, že vyučování fyzice na všech školách musí se díti na základě pokusů. Fyzikální pokus musí býti názorný a přesvědčivý, do všech podrobností promyšlený, který nikdy neselže a který se dá provést prostředky pokud možno jednoduchými.

Už na nejnižším stupni vyučovacím musí býti současně sledována jak kvalitativní tak kvantitativní stránka pokusu. Po stránce první musí býti žákům objasněno, které druhy energie při úkazech fyzikálních se vyměňují, po stránce druhé musí žáci poznati, jak velké hodnoty energie vzájemně se vyměňují a jsou spolu rovnocenné. Obě tyto stránky pokusu vystihneme základními vztahy, vyjadřujícími zákon o zachování hmoty a energie. Žáci musí ovšem býti seznámeni s fyzikálními jednotkami: základními i odvozenými a ve vybraných pokusech musí poznati přeměny energie různých forem a hodnot.

Dnešní doba žádá si pokusů tak vybraných a tak prováděných, aby ve třídách se značným počtem žáků bylo podáno nutně