

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

August Seydler

O novější anglické literatuře elektřiny a magnetismu. [I.]

*Časopis pro pěstování matematiky a fysiky*, Vol. 12 (1883), No. 2, 78--87

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121343>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1883

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>

od ní jest odečtena řada pozitivních členů, již krátce nazvali jsme M.

Hodnota výrazu M závisí pak přímo na čtverci veličiny  $p$  a na veličině  $r$ , opačně pak na veličině  $n$  a stává se po vymezení pro  $n = \infty$ , uvedeme-li ji na tvar exponentialní,

$$M = K \frac{p^2 r}{2! 100^2 n} e^{\frac{pr}{100}} = 0,$$

takže pak bude

$$K_r' = K_r'',$$

jakož bylo podle podstaty věci očekávati.

Konečně tu porovnáním těchto vzorců jde na jevo, což plyne taktéž z podstaty úročení složitého, že

$$K_r < K_r' < K_r''$$

a že tato nesrovnalost jest tím větší, čím jest číslo  $r$  nebo-li počet roků větším.

## O novější anglické literatuře elektřiny a magnetismu.

Napsal

dr. A. Seydler.

V oboru náuky o elektřině a magnetismu vykonal se v nejnovější době pozvolna převrat podobného asi dosahu, jako v optice, když zde nad teorií výronu zvítězila theorie undulační. Přebat ten jest sice z velké části podmíněn *positivním směrem*, který tvoří znak *veškerého* moderního bádání přírodovědeckého; směrem, jenž pozvolna vylučuje z vědy všechny výmysly, všechny konstrukce ducha lidského, by na jejich místo položil jakožto jediný, platnou cenu mající obsah vědy co možná věrný, hypotetickými dodatky neporušený odlesk skutečnosti. Dříve neb později bylo tudíž lze očekávat, že převrat takový nastane; však rychlé uskutečnění jeho záviselo od genialnosti toho, kdo první bystrým zrakem postřehнул nutnost jeho, a opatřen širým rozhledem ve vědě dovedl nejhodnějších prostředků k dosáhnutí svého cíle se chopiti. Byl to na štěstí zde, v oboru elektřiny první fysik našeho století, *Michael Faraday*.

Svámi nesčetnými duchaplnými pokusy, svými velkolepými objevy zcela nových úkazů, zejména však svým genialním, zcela původním pojmáním úkazů těchrazil *Faraday* cestu přesvědčení svému, vždy pevněji se utvrzujícímu, o způsobu činnosti elektrické v přírodě. *Nejsou zvláštní elektrická fluida, která působí na sebe a na hmotu jimi nasycenou do dálky skrze hmotu jinou, vzhledem k elektrické činnosti úplně lhostejnou; nýbrž od částice k částici šíří se hmotou zvláštní stav, elektrická napjatost čili polarisace, tak že odchýlení se hmoty od obyčejného jejího stavu netečného má za následek řadu úkazů, jež zoveme elektrickými.* Na místo hypotetických, do dálky působících hmot elektrických nastupují polarisované částice skutečné hmoty — tot. základ převratu zprvu naznačeného, převratu, jenž z příčin snadno pochopitelných nejprvé ve vlasti *Faradayově* se ujal, ana celá řada snaživých učenců spracováním a dalším rozváděním i mathematickým odůvodněním smělých koncepcí velikého mistra rychle v souvislou theorii uvedla novou náuku, v době kde na pevnině, zejména u francouzských a německých učenců sotva tušení o důležitosti převratu onoho začalo svítati. Poslednímu zjevu nebudeme se diviti, uvážíme-li, že právě učenci jmenovaných dvou národů největší zásluhu měli ve spracování náhledu dřívějšího, opírajícího se o abstraktní mathematickou hypothesu elektrických fluid, v obráceném čtvercovém poměru vzdálenosti do dálky působících.

V anglické literatuře vznikla naproti tomu celá řada spisů a pojednání od *W. Thomsona, Maxwella, Fleeming-Jenkina, Gordona, Thompsona, Spottiswooda* a j. v., v nichž nový onen názor jest duchaplným způsobem vyložen a pádnými ať nedíme nezvratnými důvody podporován. A již začíná literatura anglická v oboru tomto jeviti mohutný vliv na literaturu kontinentální, která se bezpochyby v krátké době ve směru naznačeném obrodí, doufejme zároveň, že způsobem, z něhož vzejde vědě nové platné obohacení.

Zdá se mi, že bychom neměli vždy čekati, až obdržíme od nejbližších svých sousedů z třetí ruky, co bychom lépe a důkladně ze samých pramenů čerpati mohli \*). Z té příčiny od-

\*) Přesvědčení o důležitosti takového přímého poučení počíná sobě ostatně již u nás raziti dráhu. Svědčí tomu vedle článku *Dr. Kolářka*

hodlal jsem se k sepsání následujících úvah, jež mají naše obecnstvo fysikální orientovati o důležité a poměrně málo známé stránce odborné literatury.

### I. M. Faraday: *Experimental Researches in Electricity.*

Vol. I. II. III.

Řadu svých proslavených pokusů v oboru elektřiny a magnetismu počal *Faraday* r. 1831 a pokračoval v nich tak, že obyčejně v několika souvislých pojednáních probral týž předmět všestranně, načež se obrátil k předmětu novému. Práce ty sáhající až k r. 1852 uveřejnil ve *Philosophical Transactions*; souvisle jsou otištěny ve třech objemných svazcích (vyšlých roku 1839, 1844 a 1855). Není zde na místě podati obšírný rozbor vědeckého života a působení *Faradayova* \*); jen k jedné důležité, základní vlastnosti jeho veskrz původního ducha budiž poukázáno. *Faraday* jest právě tak hlubokým myslitelem jak obratným, ve své vynalezavosti nedostížným experimentátorem. Jeho koncepce a jeho pokusy tvoří více než u kteréhokoli jiného fysika nerozlučný celek. Ve své snaze, zůstati vždy co možná věrným skutečnosti, vytvořil si *Faraday* svou zvláštní mluvu, v níž každé slovo nejpřípadněji líčí pozorovaný děj. Následkem své originalnosti zůstává tato mluva leckdy nejasnou zejména pro toho, kdo jest zvyklý na mathematický, t. j. obyčejnou symbolikou mathematické mluvy vyjádřený rozbor fysikálních úkazů. Ano, povrchnímu čtenáři bude se snad zdáti, jakoby *Faraday*, nemaje dostatečného vzdělání mathematického, zápasil s obtížemi v tomto nedostatku založenými a vypomáhal si formulováním výsledků takovým, jež čtenáři způsobuje větších obtíží nežli formulování u fysiků obyčejně užívané. To však byl by omyl veliký: mohutný duch *Faraday-ův*, byť se byl i samochtě vyhnul vyšlapané dráze obyčejného mathematicko-fysikálního bádání (na kteréž dráze zejména francouzští badatelé největších vavřínů si byli vydobyli), ovládal přece úplně názorem

v XI. ročníku tohoto časopisu mnohoslibný spis Dr. *St. Doubravy* „O elektřině“, jež bude po svém zakončení druhým dílem tvořiti zajisté výbornou monografii tohoto předmětu.

\*) Stručné vylíčení jeho života podává *Tyndall* ve spisku v německém překladu též u nás známém.

svým vztahy kvantitativní, zejména pak prostorové, a zúmyslna vytvořil si vždy svůj zvláštní způsob nejpřípadnějšího znázornění těchto vztahů slovem a obrazem. To nejlépe vysvítá z pozdějších prací Maxwellových, v nichž tento badatel ukázal, že mnohý Faradayem vyslovený a definovaný pojem, jenž se jevil u něho co bezprostřední výraz zkušenosti, identický jest s veličinami, k nimž soudobá nebo pozdější matematická fyzika po velkých oklikách dospěla co ku konečným resultátům objemných analytických výzkumů.

Přikročme však již k stručnému rozboru klassických prací Faradayových, průběhem něhož se snad lépe objasní co právě bylo řečeno.

*Řada první* (č. 1—139) a *druhá* (č. 140—264) pojednává o objevených Faradayem indukovaných proudcích elektrických, jimiž zároveň vysvětleny úkazy Aragova t. zv. rotačního magnetismu. Všestranným zkoumáním „volta-elektrické“ a „magneto-elektrické“ indukce (kterýmiž slovy rozeznával indukci způsobenou proudy a indukci způsobenou magnety) dospíval Faraday k přesvědčení, že vodič, podrobený indukci, v němž tudíž proud indukovaný koluje, ve zvláštním stavu, jež nazval *elektrotonickým*, se nalézá. Přes všeliké námitky, jež sobě sám kladl a jež mu z jiných stran byly činěny, vrací se vždy opět k této své oblíbené myšlence. O 20 let později praví (Exp. Res. 3269): „opět a opět vnucovala se mysli mé myšlenka *elektrotonického stavu*.“ A hle! tato ryze fysikalní koncepce osvědčila se býti identickou s t. zv. *elektrodynamickým potenciálem*\*). Zde máme hned doklad pro to, co dříve vzhledem k zvláštnostem mluvy Faradayovy bylo řečeno.

---

\*) *Maxwell* praví ve svém *Treat. on El. and Magn.* č. 540: „Dějiny této idey (elektrotonického stavu) v mysli Faradayově zasluhují pečlivé studium. Průběhem pokusů, veden jsa intensivním přemýšlením však bez *podpory matematických výpočtů* dospěl k uznání existence něčeho, o čem nyní víme, že jest to veličinou matematickou, ano o čem můžeme tvrditi, že jest to základní veličina v theorii elektromagnetismu. Faraday však veden k této koncepci cestou ryze experimentální, přikládal jí fysikalní existenci a předpokládal, že jest to zvláštní stav hmoty, ačkoli byl hotov opustiti tuto theorii, jakmile mohl vysvětliti úkazy jiným obvyklejším způsobem myšlének.“

„Jiní badatelé byli mnohem později k téže koncepci vedeni cestou ryze matematickou, avšak pokud mi známo, nikdo z nich

*Řada třetí* (č. 265—379) obsahuje důkazy identity různých druhů elektřiny: voltaické (galvanické), obyčejné (třením atd. vzniklé), magnetismem indukované (magneto-elektricity), termické a animalní. V dobách, kdy přeměna různých tvarů energie byla téměř úplně neznámou, měly důkazy Faradayem podané ovšem větší důležitost, nežli nyní, kde o identitě oné tuším nikdo více nepochybuje.

Důležitější jest *řada čtvrtá* (č. 380—449), v níž jest vysloven a odůvodněn nový zákon elektrického vedení: hmoty (nekovy), které ve stavu kapalném jsou vodivými, ztrácejí vlastnost tu, jakmile stuhnou. Ve všech skoro případech jest s vodivostí spojena též schopnost rozkladu; při roztání tuhé sloučeniny nastane současně s proudem i rozklad její dle zákona elektrolytického. I naskytuje se zde (§. 413) důležitá otázka, zda-li vůbec vedení elektřiny v sloučeninách bez takového rozkladu jest možné? Tato otázka do dnešního dne není rozřešena; Faraday kloní se ku záporné odpovědi, praví však přece (§ 447): „jsou však kapaliny, které vodí elektřinu a nerozkládají se, aniž jest kapalnost podstatnou podmínkou rozkladu.“

V řadách *páté až osmé* (č. 450—1047) pojednává Faraday o elektrochemických zákonech rozkladu ve voltaických čili galvanických člancích, Zde nalézáme po historickém přehledu starších názorů (až do r. 1832) základní zákon *elektrochemických rovnomocnin*. Rozklad jest způsoben „vnitřní molekulární činností (corpuseular action) ve směru elektrického proudu, a podmíněn silou, která se k obyčejné chemické affinitě připojuje, aneb jí určitý směr vykazuje“ (§ 518). Rozklad i proud (co dvě stránky téhož úkazu) šíří se tudíž od částice ku částici elektrolytu, a poly mají pouze význam ploch omezujících elektrolyt, anižby tvořily jakési středy přitažlivosti a odpudivosti. Tím se ovšem Faraday odchýlil úplně od názoru tehdy panujícího; aby

---

nepoznal ve vytříbeném matematickém pojmu potenciálu dvou proudů Faradayovu smělou hypotézu elektrotonického stavu. Bylo tudíž těm, kdož se přiblížili k tomu předmětu cestou, vytknutou výtečnými badateli, kteří nejprve zákony jeho uvedli na formu matematickou, nezdědka *nesnadno oceniti vědeckou přesnost ve vyslovení zákonů*, které byl Faraday v prvních dvou řadách svých Researches podal s tak obdivuhodnou úplností.“

důrazněji rozdíl obou názorů naznačil, zavedl pro poly název *elektrody, anoda a kathoda*, dále názvy: *elektrolyty, iony, aniony a kationy* (§. 661—667). Ukázav obšírně, že jest chemická síla proudu v přímém poměru k absolutnímu množství proudící elektřiny a tudíž mírou pro intensitu proudu (již dříve §. 377 byl vytknut zákon ten co pravděpodobný), sestavil jednoduchý přístroj, voltametr (§. 704—741) k měření tomu působilý.

Nelze mi zde poukázati ke všem zajímavým, dílem posud málo známým výsledkům, týkajícím se různých zvláštností elektrochemického působení; co důležitější lze vytknouti: vyšetření nejmenší intensity proudu, potřebné k doclení rozkladu (existuje-li taková nejmenší intensita, jest to zároveň důkazem, že vede při ještě menších intensitách elektrolyt elektřinu bez rozkladu); důkaz, že lze proudu vzniknouti bez dotyku (čímž otřesena t. zv. theorie kontaktu); vyšetření absolutního množství elektřiny spojeného s částicemi hmoty \*). Praktik nalezne zde velké množství zajímavých pokusů a pozoruhodných pokynů, vztahujících se dílem k vlastnostem proudů, dílem k vlastnostem chemickým různých látek.

*Řada devátá* (č. 1048—1118) pojednává o proudu, indukovaném hlavním proudem ve vlastním jeho vodiči. Jednoduchý úkaz, Jenkinem pozorovaný však nepochopený (č. 1049) přivedl Faradaye na myšlénku takového „samonávodu“ (selfinduction); mistrně provedená řada pokusů objasnila tuto otázku a vřadila ji na pravé místo do skupiny úkazů indukčních.

Theoreticky méně důležitá *řada desátá* (č. 1119—1160) jedná o voltaické batterii, podávajíc řadu praktických pokynů.

Epochálním zjevem pro náuku o elektřině jest *řada jedenáctá* (č. 1161—1319), kdež Faraday ponejprv podniknul smělý

\*) V §. 861 uvádí, že jest zapotřebí 800000 nábojů Leydenské batterie, nabité 30-násobným otočením velmi velké třetí elektriky, ku rozkladu jediného granu (asi 65 milligramů) vody, čili že množství ono „vyrovná se množství elektřiny, které jest přirozeně spojeno s částicemi onoho granu vody, opatřujíc částice ty jejich vzájemnou lučebnou příbuzností.“ V moderní terminologii řekli bychom, že jest k zjednání potenciální energie, rozkladem jednoho granu vody docílené, potřebno množství energie aktuální, jež se může — ovšem ne přesně udati, nýbrž jen jaksí znázorniti — uvedenými shora dáty, totiž pohybem čili ruchem elektřiny při výboji naznačeném docíleným.

boj proti panujícimu tehdy názoru o bezprostředním působení elektřiny do dálky, ukázav pomocí četných a nezvratných pokusů, že spíše dlužno pojímati působení elektřiny tak, že se děje od částice ku částici, uvádějíc celé dielektrické ústředí ve stav zvláštního (elektrického) napnutí. Napnutí to šíří se v ústředí ve zvláštních křivkách, *čárách indukce* (lines of induction). Název ten má původ svůj v tom, že byla východištěm Faradayovým theorie oněch úkazů, při kterých vzniká elektřina na vodičích působením vzdálených elektrických hmot skrze samotiče čili hmoty dielektrické, tedy úkazů, jež se ve spisech anglických naznačují slovem indukce, v německých méně přiměřeným influence; od theorie indukce co obmezené skupiny úkazů povznesl se Faraday-ův veleduch záhy k názorům všeobecnějším spatřuje ve všech úkazech elektrostatických zjevy indukci podmíněné.

Opětným dokladem vět z počátku (str. 80) pronešených jest, že Faradayovy čáry indukce se objevily býti identickými se silokřivkami, k jejichž pojmu byla starší theorie dospěla abstraktní cestou mathematickou \*); cesta Faradayem zvolená jest však fysikálně správnější, ana přihlíží bezprostředně k úkazům a zejména význam dielektrických (t. j. izolujících, oněmi čarami indukce prostoupených) ústředí v popředí staví, kdežto se byla starší theorie dopustila základní chyby, považovati taková ústředí za elektricky indifferentní, t. j. rovnomocná s prázdným prostorem (srov. č. 1666). Nejlepším výrazem rozdílu obou názorů jest *specifická induktivní kapacita*, pojem do vědy teprve Faradayem zavedený \*). Množství elektřiny, potřebné k doclení téhož potencialného rozdílu na určitém přístroji elektrickém nezávisí pouze na tvaru jednotlivých částí tohoto přístroje, nýbrž také na ústředí dielektrickém, oddělujícím vodivé části stroje, při

\*) To platí ovšem vlastně jen vzhledem k ústředím elektricky nejen stejnorodým, nýbrž také isotropickým; pro ústředí elektricky anisotropická vyskytuje se mezi čarami indukce a mezi silokřivkami podobný rozdíl, jako mezi paprsky a normalami vlnoploch v optice. Pojem ústředí elektricky anisotropických jest však teprv v nejnovější době zaveden.

\*\*), *Cavendish* znal vliv ústředí a pokoušel se o určení veličiny, kterou nyní nazýváme spec. induktivní kapacitou mnohem dříve (ke konci minulého století), avšak práce jeho zůstaly neznámy a byly teprve před několika léty od Maxwella uveřejněny.



jinak stejných poměrech jest tudíž úměrné jistému číslu, jež má pro každé ústředí svou určitou hodnotu (závislou ovšem poněkud též na různých fyzikálních vlastnostech tohoto ústředí na př. na jeho teplotě). Mysleme si na př. dvě rovnoběžné vodivé desky, jevící týž rozdíl potencialného úkonu (totéž napnutí); mezera mezi nimi budiž vyplněna po sobě různými dielektrickými látkami; vzdor stejné elektrohybné síle bude elektrická indukce čili elektrické pošnutí (electric displacement dle Maxwella) pro různé látky nestejně, úměrně jsouc oně specifické kapacity, což se zjeví nestejným elektrickým nábojem na povrchu obou desk.

O důmyslném přístroji, pomocí něhož Faraday nejen dokázal zvláštní induktivní kapacitu různých dielektrických hmot, nýbrž hleděl také měřiti hodnotu její, nelze se zde šířiti\*); stůjtez zde raději ona místa, v kterých nový názor Faradayův nejrozhodněji jest formulován. Č. 1165 čteme: „Nyní jsem přesvědčen, že jest obyčejná indukce ve všech případech činností sousedních po sobě jdoucích (contiguous) částí, která záleží v jakési polaritě, místo co by byla působením částí neb hmot do značných vzdáleností; a je-li toto pravdivé, musí míti přesné poznání a vyslovení takové pravdy největších následků pro náš další pokrok v prozkoumání povahy elektrických sil.“

Č. 1298. „Indukce zdá se, že záleží v jistém polarisovaném stavu částic, v který jsou tyto uvedeny působením elektrovaného, (elektrickou) činnost udržujícího tělesa, při čemž částice nabývají (elektricky) kladné a záporné body neb části, které jsou symmetricky uspořádány mezi sebou i vzhledem k indukujícím plochám neb částicím. Tento stav musí býti vynuceným,\*\*) neboť jest způsoben a udržován silou a klesne nazpět v normalní, klidný stav, jakmile tato síla jest odstraněna.“ (Srovn. též č. 1371).

Dlužno zde stále na mysli míti, že se zde slovem indukce naznačují úkazy, jež bohužel dle příkladu německého nazýváme obyčejně influencí.

\*) Vyobrazení a stručný popis v. v dr. St. Doubravy spise: O elektřině, strana 40.

\*\*\*) T. j. musí se jeviti co jakési napnutí podobné tomu, které v hmotách pozorujeme, když na jejich povrch působí jakýsi tlak.

*Řady dvadctá a třináctá* (č. 1320—1666) rozvádějí myšlenky v předcházející řadě založené dále, pojednávajíce se stanoviska naznačeného o vedení čili sdílení elektřiny, o výboji elektrolytickém, disruptivním (obyčejném), o izolaci, o jiskře elektrické v různých tvarech její atd. Základní myšlenkou Faradayovou (č. 1320) jest, že závisí indukce, izolace a kondukce na téže molekulární činnosti příslušných dielektrických hmot, jsouce toliko nejkrajnějšími stupni *téhož společného stavu čili působení*.

Vizme, kterak na př. definuje *elektrickou jiskru* (č. 1406). Jiskra jest následek výboje čili zeslabení polarisovaného induktivního stavu četných dielektrických částic, následkem zvláštního působení několika málo částic zaujímajících velmi malé a omezené místo; všechny dříve polarisované částice vracejí se při tom do původního normálního stavu v opačném pořádku, v kterém jej opustily, a spojují své síly, by udržovaly výboj na místě, kde první překonání síly nastalo.“\*)

Avšak bylo by nemožno, podati zde sebe stručnější výtah z velkého bohatství zajímavých pokusů a duchaplných úvah v obou uvedených řadách obsažených; každému, kdo hlouběji chce vniknouti v povahu elektřiny, zejména pak každému, kdo samočinně chce pracovati cestou zkusnou k objasnění záhadných zjevů elektrických, jest studium těchto prací přímo povinností. Zvláště budiž na konci řady 13. upozorněno na úvahy týkající se povahy elektrického proudu; vidíme tu zajímavý doklad stálé snahy Faradayovy, vymaniti se z vlivu oněch pojmů, jež bezděky se následkem nedokonalosti mluvy lidské na úkor

---

\*) Následkem názorů o elektřině dosud převládajících nebude snad význam tohoto místa úplně jasný; k lepšímu porozumění sloužij následující příklad. Chceme-li roztrhnouti kus papíru, uvedeme všechny částice jeho pomocí rukou svých v jisté napnutí, tu větší, tu menší; napnutí to překoná konečně na místě, kde jest největší, molekulární soudržnost, částice papíru oddělí se od sebe a tím se v nich napnutí uvolní, t. j. ony vracejí se v původní stav; dokud působí však zevnější síla (zde tah), soustředí se napnutí následkem uvolnění jedné části na části sousední, trhlina na určitém místě vzniklá pokračuje, až jest celý papír roztržen, načež se vrací vše v normální stav, v němž není žádná částice napnutá. Nesmíme zde ovšem zapomenouti, že každé porovnání pokulhává.

správného pojmání úkazů zakořeňují v myslí naší. Pravíť na př. (č. 1617): Slovo *proud* jest v obecné mluvě tak významné, že můžeme užívající ho vzhledem k elektrickým úkazům s těžší zbavití je obyčejného významu svého a zameziti, aby mysl naše nebyla významem tím předpojata. Chci užívati ho v obyčejném elektrickém smyslu, totiž, bych všeobecně naznačil určitý stav a vztah elektrických sil, o nichž předpokládáme, že postupují.“

Nemenší pozornosti zasluhuje řada čtrnáctá (č. 1667—1748), poskytující všeobecné úvahy o silách elektrických a magnetických a o vzájemném jich vztahu. Zde shledáváme se nejprve s pokusy čelíci k tomu, aby se ukázal elektrický anisotropismus krystalinických hmot, t. j. různost specifické induktivní kapacity v různých směrech. Co Faraday tehdy (r. 1838) tušil, tomu dostalo se teprv v novější době stvrzení (Boltzmann). Velice zabavuje Faradaye myšlenka, naléztí pro křivky indukce sílu téhož vztahu, jaký tvoří magnetické síly pro proudokřivky čili pro elektrický proud. Známo jest, že magnetická síla proudu jest *příčná* (transverse), t. j. síla magnetická, která na pól magnetu v kterémkoli bodu působí, jest vždy kolmá ku novině proudem (jejž zde pro jednoduchost považujeme za přímý) a tímto bodem proložené. Podobné magnetické působení hledal Faraday pro čáry indukce; ačkoli je nenalezl, svědčí přece tato myšlenka velmi dobře o jeho širém rozhledu v oboru úkazů elektrických.

(Pokračování.)

## Drobné úvahy.

Žákům středních škol píše M. Lerch.

### 1. O rektifikaci kruhových oblouků.

a) Je známo, že poměr oblouku na kružnici k jejímu poloměru udává velikost úhlu středového v absolutní míře.

Je-li  $\varphi$  tato velikost (která je vždy bezejmenné číslo), platí pro úhly menší než úhel pravý relace

$$\sin \varphi < \varphi < \operatorname{tg} \varphi.$$

Ze známého vzorce  $\sin \varphi = 2 \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$  plyne