

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Josef A. Theurer

Studie o úvodu k nauce o elektřině a magnetismu. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 26 (1897), No. 4, 217--241

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121660>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1897

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>

Studie o úvodu k nauce o elektríně a magnetismu.

Napsal

Dr. Jos. A. Theurer,

docent při c. k. báňské akademii v Příbrami.

Netušeně rychlý vývoj nauky o elektríně ve všech jejích odvětvích theoretických i praktických způsobil, že všeobecně se pocituje jakýsi nesoulad mezi obvyklým dosud způsobem elementárního uvedení do nauky té, a mezi požadavkem, přispůsobiti výklad pokud možno nynějšímu stavu vědy.

Nesoulad ten vznikl z příliš kvapného vývoje nauky o elektríně, jenž nikterak se nebral cestami všeobecně přístupnými, nejméně však cestami, jichž možno užití při soustavném, elementárním výkladu. Cesty takové počínají se teprve hledati dobou novější, a nikoli bez úspěchu, jak tomu nasvědčují četné práce fysiků všech národů, hlavně však anglických.

Ze všech odvětví do oborů elektřiny náležejících postrádá v tomto smyslu elementární úpravy snad nejvíce nauka o elektríně statické a magnetismu. Jest nad veškerou pochybnost jisto, že bez hojného užití pojmu o elektrických a magnetických silokřivkách se elementární výklad zjevů elektrických již obejítí nemůže. Jde o to, jakým způsobem a jak dalece by v té příčině se postoupiti mělo.

Zajisté jest možno způsobů mnoho: v následujících státech dovoluje si podepsaný podati jeden z nich, jímž, jak se domnívá, by bylo možno, při prvním studiu o elektríně se řídití.

Při prvním studiu jedná se hlavně o přehled celkový a pojmovou jasnost. Z té příčiny jest velmi důležitá volba jednoduchých základních pokusů. Podepsaný měl při tom na mysli naše poměry na vyšších odděleních středních škol, a proto ne-

uvádí leč přístrojů, které ve sbírkách fyzikálních bývají obsaženy, neb takové, které jest snadno poříditi neb improvizovati.

Ve příčině postupu při výkladu má podepsaný přesvědčení, že nejlepším, protože psychologicky nejpřirozenějším, jest postup historický, alespoň v hlavních rysech. Ten způsob, kterým fyzikové sami dospívali ku zbudování té které nauky, toho či onoho názoru, jest také přístupný tomu, kdo nauku tu poprvé studuje a do ní vniknouti se snaží.

Proto má podepsaný za to, že by nebylo vhodné, názor o elektřině neb magnetismu jakožto *fluidu úplně* zavrhnouti (jako se stalo na př. ve výborné knize Ebertově „Magnetische Kraftfelder“). Ten pojem jest tak běžný, již z prvních počátků vyučování na škole obecné i nižším oddělení škol středních, tak se vnucuje celou naší terminologií, že se ho téměř ani neshostíme. Také se výborně tu i tam hodí ku zkrácení výkladu, ku spracování matematickému a pod. Byl to také prvotní pojem o elektřině, ba pojem, jenž dosud nikterak zavržen není. Ovšem jeví se nutnost poukázati k pracem novějším, ukázati, že nikterak není *nezbytno* považovati elektřinu neb magnetismus za fluidum, ba že z jiného způsobu nazírání plynou mnohé výhody formální i věcné. Zrovna tak, jako se v nauce o teple neobáváme výrazů „množství tepla“, „vedení tepla“ atd., můžeme i v nauce o elektřině užívati zcela bez závady slov „množství elektrické“, „náboj“ atd. víme-li jen, že není nezbytno představovati si veličiny ty jako jakési hmoty.

V nauce o magnetismu podobně možno v prvé části výkladu úplně zachovati pojem *magnetického polu* bodového — teprvé později, mezi výkladem ukáží se obtíže s pojmem tím souvislé, ba často nemožnost výklad ukáží vystihnouti pojmem polu. Prvotní, předem zdánlivě jednoduchý názor se tak povlovně vyvinuje a doplňuje.

V té příčině praví *Mach* v úvodu ke své duchaplné knize „Principien der Wärmelehre“: „Jest historicky dávno zjištěno, že názory v jisté době běžné, dřívějšími pracemi zbudované, nejsou vždy na prospěch vědeckému pokroku . . . Názor, jehož způsob vývoje známe, jest nám tak běžný, jako bychom si ho byli sami získali, a přece jsme si vědomi jeho *vznikání*. Názor takto zjednaný nenabude nikdy té autority a neporušitelnosti,

jako názory, které nám byly podávány jako hotové. Názor, kterého jsme si sami zjednali, pozměňme snáze.“

Protože následující stati jsou věnovány *prvnímu* vážnějšímu studiu, omezil se podepsaný na to, co lze bez užití vyšší matematiky podati. Proto (hlavně v nauce o magnetismu) omezil se často na případy homogenního pole, ježto při prvním studiu jedná se spíše o jasnost pojmovou než o rozsáhlé aplikace, ač i na základě pozorování homogenního pole lze velmi mnoho vět — ba skoro všechny důležitéjší — dovoditi.

Pro úsporu místa dovolil si podepsaný na místech, kde se způsob výkladu neliší od způsobu obvyklého, naznačiti pouze postup myšlenkový a odkázati k Reiss-Theurerově „Fysice pro vyšší třídy středních škol.“

I. Nauka o elektríně statické.

1. *Úvodní pokusy*: sklo třeme amalgamovanou koží, ebonit liščí srstí. Elektrizace jeví se přitahováním a odpuzením lehkých hmot. „Elektrínou“ rozumíme příčinu tohoto přitahování a odpuzování: totéž těleso může dle toho, jak je třeme, přitahovati též lehká tělíška silně neb slabě, jest tedy elektrína kvantitou. Udílení elektríny. Vzájemné působení hmot elektrovaných jako experimentální faktum, z něhož dovozujeme, že jest dvojí a *jen* dvojí elektrizace. Ta závisí na jakosti hmoty třené i natěradla. Pojem vodičů a samotičů. Elektrovaní kovových tyčí třením, držíme-li je izolujícím držadlem. Popis elektroskopu pozlátkového, založeného na odpuzování souhlasně elektrovaných hmot*).

2. Elektrované tyče ebonitové dotkneme se prstem na jednom neb i několika místech: zkouáme-li ji elektroskopem, jeví se elektrickou. Udělme elektrínu izolované kovové kouli a dotkneme se prstem, koule objeví se neelektrickou. Z toho vidíme, že izolatory a vodiče ve příčině stálosti elektrizace se značně od sebe

*) Na elektroskopu pozorujeme rozstup pozlátek již dříve, než jsme mu náboj udělili: úkaz ten slove *indukce* elektrická (viz odst. 8). Udělíme-li elektroskopu náboj elektrický a blížíme se tyčí souhlasně elektrovanou, rozstupují se pozlátka, blížíme-li se však tyčí protivně elektrovanou, sestupují se. *Tohoto fakta* užíváme chtěje rozpoznati, jakou elektrizaci má některé těleso.

liší; izolátor se odelektruje daleko nesnadněji než kov, u něhož se to může státi okamžikem. Odtud pochází říčení, že elektřina na izolátorech lpí, že na nich je vázána k místu, kde byla vzbuzena, kdežto na vodičích jest úplně volna, pohybliva. Totéž se jeví, dotkneme-li se jednou izolátoru, podruhé izolovaného vodiče (svodiče) elektrovaným tělesem: onomu udělíme náboj jen na místě, kde jsme se dotkli, tento stane se elektrickým celý.

Obrazná říčení o „udílení elektřiny“, „pohyblivosti její“, „vedení“ a pod. povstala z názoru, jakoby elektřina byla jakýmsi fluidem. Theorie Symmerova a Franklinova.

Názvosloví teorií těch, které až do polovice 19. století skoro všeobecně byly uznávány, udrželo se dodnes. Tak mluvíme na př. o *rozložení elektřiny na povrchu svodičů*. Zkoumáme-li totiž zkusnou kuličkou povrch vnější a vnitřní nabitého, dutého svodiče kovového, shledáváme na elektroskopu rozstup lístků, když se kulička dotkla vnějšku, úplný klid, dotkla-li se (byvší vybita, t. j. se zemí spojena) vnitřku.

Podobně mluvíme o *způsobu rozložení elektřiny na vodičích*; dotkneme-li naelektrovaného se svodiče kulovitého postupně na různých místech, jeví elektroskop, jímž elektrisaci kuličky zkoumáme, pokaždé stejný rozstup pozlátek. (NB. svodič musí býti veliký!) Dotkneme-li se svodiče tvaru jiného postupně na místech různých zakřivení, shledáváme, že rozstup pozlátek jest nestejný, a to tím značnější, čím značnější je zakřivení. Říkáme, že jest na svodiči elektřina rozložena s nestejnou *hustotou*.

3. Výklad zákona Coulombova

$$f = k \frac{ee'}{r^2}$$

a volba jednotky pro elektřinu. Jednotka absolutní a jednotka praktická: *coulomb*. Elektrickou *hustotou* na svodiči rozumíme množství elektřiny připadající na 1 cm^2 toho místa, jehož elektrisaci zkoušíme.

4. *Elektrické pole jediného svodiče*. Elektrické účinky nejeví se jen na povrchu svodiče, nýbrž i v jeho okolí; prostor, až kam je lze stopovati, slove elektrickým *polem*. Pomysleme si v elektrickém poli svodiče *C* kladně elektrického v bodě *A* umístěnu *jednotku* kladné elektřiny. Na tu působí síla odpudivá: tu na-

zýváme *intensitou elektrického pole v bodě A*. Dle zákona Coulombova jest intensita elektr. pole H (píšeme-li $e' = 1$)

$$H = \frac{e}{r^2}.$$

Dle toho, je-li bod A ke svodiči C blízko neb daleko, jest intensita pole elektrického větší neb menší: pole takové nazýváme *nestejnorodým*. Kdyby byla intensita ve všech bodech táž, bylo by pole takové *stejnodorodým* (na př. část pole, od svodiče velmi vzdálená).

Mysleme si svodič C jako malou kouli; v kterémkoli bodě jejího elektrického pole má síla na (+) jednotku elektriny působení směr radiální, ke středu neb od středu, dle elektrisace svodiče. Možno tedy si myslet, že od elektrovaného svodiče C vybíhá na všechny strany libovolné množství přímek, značících směr elektrické síly. Je-li svodič C kladně elektrovan, vybíhají přímky od něho, je-li elektrovan záporně, sbíhají se k němu. Přímky ty značí tedy směr elektrické síly na různých místech elektrického pole, i bylo by možno nazvati je „přímkami silovými.“

Směrem těchto přímek pohybuje se též izolovaná bezová kulička, opatřená slabým nábojem kladným, a zavěšená na dlouhé, jemné hedvábné niti. *Elektrovaná hmota snaží se pohybovati v elektr. poli podél přímek silových.*

Přímky silové udávají pouze *směr* elektrické síly poblíže svodiče. Možno však i *velikost* elektrické síly jimi si znázorniti: předpokládáme totiž, že nevychází ze svodiče C libovolný, neomezený počet silových přímek, nýbrž počet *omezený, úměrný* množství elektriny na svodiči C nahromaděnému. Budiž počet ten při množství elektriny e dán číslem x ; je-li na C dvojnásobné množství elektriny, tedy $2e$, vybíhá z něho $2x$ silových přímek.

Množství e jest rozestřeno na povrchu koule C rovnoměrně, připadá tedy na 1 cm^2 povrchu jisté množství σ (elek. hustota povrchová). Podobně musíme si myslet, že rozloha přímek silových jest taková, že z každého cm^2 jich vybíhá jakýsi určitý počet, totiž $n = \frac{x}{4\pi a^2}$ (je-li a poloměr svodiče C). Tím však ustupujeme již od prvotní představy *přímek silových*, neboť

pravíce, že od 1 cm^2 vybíhá n přímek, máme na mysli místo pouhých geometrických přímek již jakési útvary prostorové, trubicovité. Kdybychom si totiž cm^2 povrchu kulového rozdělili na n stejných částí, a v každém bodě čáry část takovou omezující vedli radiálně přímkou, vymezi se trubicovitý útvar, jehož osa má směr silové přímky. Takovému trubici říkáme „*silová trubice*“, a ty máme vlastně na mysli, mluvíce o silových přímkách se stanoviska kvantitativního.

Kol malého kulového svodiče C pomysleme si dvě soustředěné koule o poloměrech r_1 a r_2 . Dle zákona Coulombova jsou intensity elektrického pole v kterémkoli bodě těchto koulí dány výrazy

$$H_1 = \frac{e}{r_1^2} \quad \text{a} \quad H_2 = \frac{e}{r_2^2}.$$

Stopujeme-li trubice silové shledáváme, že pronikají všechny jednou i druhou koulí; se svodiče C vybíhá jich x , i připadá na 1 cm^2 obou koulí počet

$$p_1 = \frac{x}{4\pi r_1^2} \quad \text{a} \quad p_2 = \frac{x}{4\pi r_2^2},$$

takže možno psáti:

$$\frac{H_1}{p_1} = \frac{H_2}{p_2}$$

čili

$$H = \text{const. } p$$

t. j. intenzita elektrického pole v libovolném místě jest úměrna počtu silových trubic připadajících na 1 cm^2 plochy kulové (ke směru jejich všude kolmé).

Původní počet x možno však tak *voliti*, aby místo úměrnosti nastala číselně *rovnost*, t. j.

$$H = p.$$

To nastane, bude-li

$$\frac{e}{r_1^2} = \frac{x}{4\pi r_1^2}$$

aneb

$$x = 4\pi e$$

t. j. s koule obsahující množství elektriny e vychází $4\pi e$ silových trubic, na jednotku elektrickou připadá jich 4π .

Intensitu elektrického pole měříme pak počtem trubic, připadajících na 1 cm^2 plochy, kolmo k jejich směru myšlené.

5. *Elektrické pole dvou neb více elektrovaných hmot.* Dvě izolované koule zelektrujme nesouhlasně, a postavme je nedaleko od sebe. Zkoumáme-li pole tím vzniklé bezovou kuličkou kladně elektrickou, zavěšenou na dlouhé nitce hedvábné, shledáme, že vykonává v poli dráhu zakřivenou, směřující od kladně elektrické koule ke kouli záporně elektrické.

O tomže lze se přesvědčiti improvizovaným přístrojkem. Do malé kuličky pečetiho vosku zapustíme 2 skleněné kapiláry, vzniklé vytažením rourky, na jejichž konce nabodněme kuličky z bezové duše. Zavěsíme-li kuličku z pečetiho vosku na dlouhou hedvábnou nitku a zelektrujeme tyčemi obě kuličky nesouhlasně, udává tato „elektrická střelka“ směr el. pole podobně jako jiné toho druhu přístroje.

Směr síly elektrické se tedy od místa k místu mění: silové přímký vlivem druhého náboje proměnily se v *silokřivky*, o nichž však jinak platí vše, co o oněch bylo řečeno. Vybíhají počtem $4\pi e$ z kladně elektrovaného tělesa, a směřují namnoze k tělesu záporně elektrickému; některé odbočují a končí na předmětech ve světlici, stěnách a pod.

Směr síly elektrické i velikost lze však stanoviti počtem: na místě A působí totiž od vodiče $(+ C_1)$ na jednotku elektriny síla

$$H_1 = \frac{e_1}{r_1^2},$$

od vodiče $(- C_2)$ pak síla

$$H_2 = \frac{e_2}{r_2^2}.$$

Složíme-li tyto intensity dle pravidel o skládání sil vůbec, obdržíme výslednici, jejíž směr souhlasí se směrem silokřivek pro ono místo, jak jsme jej dříve pokusy shledali. *Elektrické pole se superponují*, t. j. intensitu pole pochodícího od dvou neb

více elektrovaných těles obdržímě, sečteme-li geometricky intensity jednotlivých polí.

6. *O elektrickém potenciálu* (výklad viz „Fysika“). Při tom dlužno zejména vytknouti, že elektroskop ukazuje jen *rozdíly potenciálů*. To dokážeme pokusem, postavíme-li projekční elektroskop (jehož nádoba má tvar mosazného válce se skleněnými základnami) na kotouč paraffinový, tak že jest izolován, a spojíme vodivým drátem vnější obal s vnitřním vodičem a listky: tu neukazují listky žádného rozstupu, ani když elektroskop silně zelektrujeme. Spojení to s výhodou učiníme užívající zkusné kuličky, k níž jest drát připevněn: pak totiž můžeme spojení libovolně přerušiti. Dotkneme-li se pak kuličky elektroskopu rukou, rozestoupí se listky pozlátkové: jest totiž vnějšek na jistém potenciálu, vnitřek (pro dotek se zemí) na potenciálu nulla; elektroskop jest jaksí nabit obráceně proti způsobu obyčejnému. Při tomto pokuse ovšem nutno užívati nábojů velmi slabých, aby se elektroskop nepoškodil příliš prudkým rozstoupením listků.

Že elektroskop, na stole (bez podložky paraffinové) stojící nabitý, se „vybije“, dotkneme-li se jeho kuličky prstem, značí dle toho, že vnitřek dotekem se zemí byl uveden na potenciál „nulla“ — a ježto vnějšek jest na tomže potenciálu, nemůže elektroskop ukazovati odchylku listků.

7. *Faraday-ův názor o elektrině*. Otázku, co jest elektrina, zodpověděli Symmer a Franklin v ten smysl, že jest fluidem. Jest to ovšem názor docela hypotetický a nabyl váhy jednak tím, že byl učiněn v duchu své doby, jež i jiné úkazy vykládala fluidy jinými (na př. teplo, světlo) jednak že vykládají se elektrické zjevy hypotesou tou uspokojivě. O fluidu elektrickém se předpokládalo, že sídlí na vodičích a působí do dálky. Dle theorie té není izolátor ničím než překážkou zamezující, aby se elektrické náboje nesloučily.

Nový, dosavadnímu úplně protivný názor vyslovil Faraday, jenž přihlížel k úloze izolátoru při úkazech elektrických. On to byl, jenž zavedl pojem silokřivek, pojem elektrického pole a j. Nezůstal však při pouhém geometrickém významu silokřivek, přikládal jim význam hlubší. Představoval si totiž, že izolátor, jímž prostupují silokřivky, dozná jimi *mechanického napjetí*, a toto

napjetí, jež od částice izolátoru k částici postupuje, jest příčinou úkazů elektrických. Vodiče jsou hmoty, jež nejsou takového napjetí schopny, proto silokřivky na nich končí.

Názor tento neobsahuje nic hypotetického: existence silokřivek, jakož i napjetí izolátoru (dielektrického napjetí) jest experimentálně dokázána. Ovšem o podstatě elektřiny vlastně nemluví — leč ukazuje, že možno vyložiti úkazy elektrické způsobem zcela jiným. Místo elektrovaného svodiče představíme si prostor, z něhož vybíhá — neb k němuž se sbíhá — jistý počet silokřivek, dle toho, je-li svodič ten kladně či záporně elektrovan. Vztah počtu silokřivek ke starší theorii nábojů jest dán rovnicí $n = 4\pi e$. — Silokřivky končí *jen na vodičích* — na nichž se objevuje náboj kladný, vybíhají-li od něho, aneb záporný sbíhají-li se na něm. Odtud plyne, že se elektřina může jeviti jenom na povrchu svodičů. Jiného úkolu, nežli že na nich silokřivky končí, vodiče nemají; hlavní význam při elektrisaci připadá tedy *izolátoru*. Dielektrické napjetí postupuje od částice k částici, není tedy elektrického působení do dálky.

Silokřivky samy jeví snahu pokud možno se skrátiti: odtud vykládá se přitahování dvou hmot s nesouhlasnými náboji, neboť tu silokřivky probíhají od tělesa kladně elektrického k záporně elektrickému. Zároveň jeví každá silová trubice snahu, průřez svůj zvětšiti: odtud vykládá se odpuzování hmot souhlasně elektrovaných. V té příčině jsou silokřivky analogické pružným vláknům mezi svodiči napjatým: také ty snaží se smrštiti a nabýti většího průřezu.

8. Pomysleme si svodič elektrovaný kladně neb záporně; pak od něho vybíhá neb se k němu sbíhá $n = 4\pi e$ silokřivek. Kol svodiče toho myslíme si uzavřenou geometrickou plochu, na př. kouli, válec a p., jež by kromě něho neobklíčovala žádného jiného elektrovaného tělesa. Jest patrné, že jí prochází všech n silokřivek, neboť kdyby jinak bylo, končily nebo počínaly by silokřivky uvnitř plochy, ale mimo vodič, t. j. plocha by obsahovala ještě elektrické náboje mimo vodič, což jsme vyloučili.

Silokřivky plochou vystupující počítejme za kladné, což odpovídá kladné elektrisaci svodiče, silokřivky vstupující za záporné. *Není-li* vodič, který jest plochou obklíčen, *vůbec elektrovan*,

jest počet silokřivek plochou prostupujících $= 0$, neboť $e = 0$; to může nastati

a) nalézá-li se svodič neelektrický daleko od jiných svodičů elektrovaných, takže není vůbec žádných silokřivek, aneb

b) je-li svodič neelektrický v elektrickém poli svodiče jiného.

Tento případ nastává při *elektrostatické indukci*. Přivedeme-li neelektrický svodič A do elektrického pole jiného, na př. kladně elektrovaného svodiče B , probíhají silokřivky (jak bezovou kuličkou na niti zavěšenou neb elektrickou střílkou a pod. lze ukázati) směrem od B ku A . Pomysleme-li si kol A uzavřenou plochu těsně přiléhající, vstupuje jí jistý počet silokřivek: má-li však součet vstupujících (kladných) a vystupujících (záporných) býti $= 0$, musí stejný počet touže plochou vystupovati.

Zkoumáme-li svodič A zkusnou destičkou, shledáme, že na místech, kde silokřivky vstupují, jest elektrovan záporně, kde vystupují, kladně. (Při tom je zajímavo ukázati, že *potenciál* celého svodiče přes to je týž, což seznáme známým způsobem zkusnou kuličkou, spojenou drátem s elektroskopem). Zdá se tedy, jakoby silokřivky od B přicházející na A končily, a na druhém konci svodiče A zase znova počínaly. Jest otázka, je-li tomu skutečně tak, aneb neunikly-li snad silokřivky do kovu svodiče A na jednom místě, a nevystupují-li zase na místě druhém, takže by silokřivky z A vystupující byly pouhým pokračováním těch, jež do A vstoupily. (Viz nauku o magnetismu.) K tomu cíli dotkneme se svodiče A prstem. Tím spojíme jej se zemí a přivedeme na potenciál nullu. (Zkouška elektroskopem.) Pokud se svodiče dotýkáme, tvoří se zemí jediný veliký svodič, i bylo by nutno mysliti si onu obkličující plochu tak velikou, že by celou zemi objala. Pak zajisté plochou tou vystupuje týž počet silokřivek, kolik jí vstoupilo. Jsou-li silokřivky vystupující jen prodloužením vstupujících, probíhají dotýkající se rukou do země; vzdálíme-li zase ruku, musí by nastati stav takový, jako byl dříve, t. j. se svodiče A by zase vystupovaly silokřivky*) čili objevil by se zase kladný náboj.

Tomu však tak není, jak zkusnou kuličkou můžeme poznati, a proto silokřivky na A *skutečně končí*, a z A *skutečně* (před dotekem) vystupují. Elektrické náboje na A jsou tedy *skutečné*,

nikoli zdánlivé, fingované. — Zároveň vidíme, že oba náboje jsou číselně stejné. Úkaz ten nazýváme *indukcí elektrostatickou*.

Zde možno jako úlohy řešiti: nabíjení elektroskopu indukací, zkoušení jakosti elektrisace přiblížením k nabitému elektroskopu, účinek hrotů („ssání“) a pod.

9. *Elektrofor*. Z úvah o potenciálu plyne: přibližujeme-li kladně elektrickou jednotku ke svodiči kladně elektrickému, zvyšujeme potenciál její, přibližujeme-li ji k tělesu záporně elektrickému, potenciál její snižujeme; zvyšovali bychom jej, kdybychom jednotku od svodiče vzdalovali.

Vzdalujeme-li od sebe dvě tělesa protivně elektrická, zvyšujeme jejich potenciál.

Ku třenému kotouči ebonitovému přiblížme izolovaný kotouč kovový a dotkneme se prstem. Tím uvedeme kotouč na potenciál *nullu*, takže elektroskop vodivě s ním spojený neukazuje rozstupu; na kotouči samém jest indukován náboj kladný. Zvedneme-li kotouč kovový, zvýšíme tím jeho potenciál, což možno poznati zase elektroskopem, neb tím, že jím možno jiným, na nullu uvedeným, izolovaným svodičům elektrisaci uděliti.

10. *O elektrostatické kapacitě* viz Fysiku odst. 136.

Rovnice

$$Q = CV$$

jest však tak důležitá, že by bylo záhodno illustrovati ji některými příklady, jež možno dříve propočítati, potom pokusy stvrditi.

1. Dva svodiče, jejichž kapacity buďtež C_1 a C_2 , uvedme na stejný (od nullu rozdílný) potenciál V . K tomu potřebujeme nábojů:

$$Q_1 = C_1 V \quad \text{a} \quad Q_2 = C_2 V.$$

Spojme-li je po té vodivě spolu, nezmění se nic, neboť není rozdílu potenciálů. Lze tedy psáti:

$$Q_1 + Q_2 = (C_1 + C_2) V$$

t. j. za oba svodiče možno si dosaditi jediný, jehož kapacita rovná se součtu obou kapacit. A naopak: udělíme-li svodiči skládajícímu se ze dvou spolu spojených svodičů C_1 a C_2 jisté množství náboje, takže jej přivedeme na potenciál V , rozloží se

elektřina tak, že na jednom z nich se nahromadí $Q_1 = C_1 V$, na druhém $Q_2 = C_2 V$.

2. Podobným způsobem: Dvěma svodičům C_1 a C_2 udělme po stejném náboji Q , a spojme je po té drátem. Jaké bude konečné rozložení elektřiny?

3. Totéž pro nestejně náboje obou svodičů.

11. *O kondensátorech.* Spojme izolovanou desku kovovou, slabě naelektrovanou, s elektroskopem a pozorujme velikost rozstupu lístků. Přiblížíme-li se k desce jinou deskou, se zemí vodivě spojenou, aneb prostě rukou, sblíží se lístky tím více, čím více se oba vodiči přiblíží. Že náboj na izolované desce zůstal tu nezměněn, přesvědčíme se, oddálíce vodič přibližovaný. Změnil-li se tudíž rozstup lístku, tedy i potenciál, nemůže toho býti příčina jiná, nežli že se změnila kapacita oné desky izolované. Z toho nabýváme poznatku, že kapacita izolovaného svodiče nezávisí jenom na jeho tvaru a rozměrech, nýbrž také na tom, jsou-li v okolí vodiče se zemí spojené: v případě tom může se kapacita značně zvýšiti.

O tom přesvědčíme se, nabíjějce izolovanou desku rozkladného kondensátoru kotoučem elektroforovým. Budiž kapacita desky c , kapacita kotouče c' , na kotouči náboj Q , tedy potenciál V' , daný rovnicí

$$Q = c' V'.$$

Spojíme-li kotouč s deskou, vzroste kapacita na $c' + c$, potenciál klesne tedy na V , a jest určen rovnicí

$$Q = (c' + c) V = c' V' + c V.$$

Zbylo tedy na kotouči množství elektřiny $q = c' V$, čili, vypočteme-li V z hořejších dvou rovnic:

$$q = \frac{c'^2}{c' + c} V' = \frac{c'}{c' + c} Q.$$

Že skutečně zůstal kotouč elektrickým, možno elektroskopem dokázati.

Opakujeme-li pokus nasadivše nad desku izolovanou druhou desku spojenou se zemí, zvýší se kapacita izolované desky

z c na C . Proto zůstane po doteku na kotouči elektroforovém jen náboj

$$q' = \frac{c'zV'}{c' + C} = \frac{c'}{c' + C} \cdot Q,$$

tedy značně menší, ježto $C > c$, jak také elektroskopem se ukazuje. Jsou-li obě desky kondensátoru hodně blízko u sebe, přejde s kotouče skoro celý náboj do izolované desky — a to ne jednou, nýbrž i při několikerém opakování téhož pokusu, aniž deska byla vybita. Z toho vysvitá, že přítomnost druhé, k zemi odvedené desky způsobuje, že na izolované desce se hromadí značně větší náboj z jistého zdroje elektriny, než by se hromadil, kdyby oné desky nebylo. Odtud přikládáme kombinaci obou desk název *kondensátoru*. To také hlavní význam kondensátoru, jichž obě součástky kovové — obyčejně „polepy“ zvané — jsou k izolatoru připevněny.

Jiný účel mají *kondensátory rozkladné*.

Dejme tomu, že uvedeme spodní desku rozkladného kondensátoru, jehož svrchní deska jest spojena se zemí, na potenciál V ; tím udělili jsme jí náboj:

$$Q = CV.$$

Na svrchní desce indukuje se náboj označen protíného, co do velikosti (skoro) stejný. Zvedneme-li po té, spojení se zemí přerušivše, svrchní desku, zvýšíme potenciál na V ; ježto však kapacita tím sklesla na c při nezměněném Q , jest

$$Q = cV'$$

čili: potenciál vzroste v poměru $\frac{C}{c}$, jenž bývá velmi značný.

Proto užíváme kondensátorů rozkladných, abychom ukázali potenciální difference tak malé, že samy o sobě na elektroskopu účinku nejeví (na př. Voltova sloupu, galvanických batterií); často nutno užiti kondensace opětované (multiplikace, viz Fysiku odst. 141.).

Výraz pro kapacitu kondensátoru. Budiž dán kondensátor deskový; povrch každé desky budiž S , vzdálenost obou desk d . Deska A budiž udržována na potenciálu nulle, deska B na po-

tenciálu V . Pak vznikne mezi A a B elektrické pole homogenní (až na části krajové, jichž vliv při velkých deskách jest poměrně malý.) Budiž H intenzita pole toho. Kdyby měla jednotka elektřiny přejíti s desky B na desku A , pohybovala by se za působení síly H podél silokřivek: ty však jsou k povrchu obou desk kolny, přímý a mají délku d , pročež jest (dle definice potenciálu):

$$V = H \cdot d.$$

Povrchová hustota σ elektrického náboje na desce B (a ovšem také na A) jest dle definice

$$\sigma = \frac{H}{4\pi} = \frac{V}{4\pi d}.$$

Obsahuje tedy deska B (a číselně také A) náboj

$$Q = \sigma \cdot S = \frac{S}{4\pi d} V.$$

Srovnáme-li vzorec tento se vzorcem $Q = CV$, shledáváme, že kapacita kondensátoru dána jest rovnicí:

$$C = \frac{S}{4\pi d},$$

kteréhož vzorce možno užiti též pro kondensátory tvarů jiných.

Příklad. Jak veliké by musely býti desky, aby při vzdálenosti 1 mm měl kondensátor kapacitu 1 mikrofarad? Mikrofarad = $9 \cdot 10^5$ abs. jednotek; poloměr desk označme písmenou x . I platí rovnice:

$$9 \cdot 10^5 = \frac{\pi x^2}{4\pi \cdot 0.1},$$

odkudž vypočteme $x = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}$.

12. *Elektrická energie svodiče.* Pomysleme si svodič C , opatřený nábojem Q ; pak jest

$$Q = CV.$$

Abý se náboj ten na svodiči nahromadil, k tomu bylo třeba jisté práce, neboť bylo třeba přiváděti svodiči stále nová množství elektřiny *stejnomené*, tedy *proti* silám elektrickým. Energie

ta jest na svodiči nahromaděna; elektrovaný svodič má energii potenciálnou. Ta jeví se při výboji.

Spojme-li svodič se zemí, klesá potenciál stále, až klesne na hodnotu 0. Při tom proudí elektřina drátem do země, každá jednotka její pužena jest silou rovnou potenciálu, který koule právě má. Protože potenciálu ubývá rovnoměrně, možno si mysliti, že elektřina proudí do země za rovnoměrného tlaku $\frac{1}{2}V$, takže práce vykonaná jest $\frac{1}{2}QV$; jest tedy výraz pro energii elektrovaného svodiče:

$$E = \frac{1}{2} QV.$$

Toho výrazu pro energii možno s velikou výhodou užítí při řešení úloh o spojování leydenských lahví v různé kombinace, kteréžto úlohy jsou velmi instruktivní a poučí studujícího o pojmech, s nimiž se pracuje, nemálo. Zejména doporučuje se propočítati energii obou obvyklých spojení batterie a) při nabíjení daným množstvím elektřiny, b) při nabíjení zdrojem o stálém potenciálu (na př. svodičem influenční elektriky).

13. *Výjevy elektrické při jiných prostředích izolujících.* Síla působící mezi náboji e a e' , na malých kuličkách nahromaděnými, dána jest zákonem Coulombovým. Při jeho formulaci v odst. 3. mlčky předpokládáno, že obě kuličky visí ve vzduchu. Nahradí-li se však při nezměněných nábojích vzduch jiným dielektrikem, na př. olejem, zmenší se síla v jistém poměru, takže nutno psáti zákon Coulombův ve tvaru:

$$f = \frac{1}{K} \cdot \frac{ee'}{r^2}.$$

Veličina K závisí pouze na jakosti dielektrika, jest pro ně konstantou charakteristickou, specifickou, i slove *dielektrická konstanta* (Dle Faradaye: specifická induktivní kapacita). Píše-me-li $e' = 1$, plyne z této rovnice, že také intensita elektrického pole v dielektriku tom jest K -kráte menší než ve vzduchu, a tedy také potenciál jest K -kráte menší.

Účinek dielektrika jeví se tedy tím, jakoby kulička, na níž jest nahromaděn náboj e , byla (zůstávajíc ve vzduchu) nabyla kapacity K -kráte větší, neboť jest zajisté

$$Q = CV = (KC) \cdot \frac{V}{K}.$$

Účinek dielektrika jeví se tedy jako zvýšení kapacity U kondensátoru nastane ovšem úkaz týž: nahradíme-li vrstvu vzduchu, jež dělila obě desky kondensátoru, stejné silnou vrstvou některého dielektrika (paraffinu, ebonitu a j.), vzroste tím kapacita kondensátoru, t. j. účinek jest týž, jako kdyby sice byl vzduch jako dielektrikum ponechán, avšak desky k sobě v poměru K přiblíženy. Z toho je zjevno, že

a) máme-li vzduchový kondensátor o kapacitě C opatřený nábojem Q , potenciál tedy určen rovnicí

$$Q = CV,$$

a vsuneme-li opatrně desku některého dielektrika, udržující jednu desku kondensátoru stále na potenciálu 0, jeví se zvýšení kapacity klesnutím potenciálu, t. j. tím, že lístky elektroskopu s druhou deskou kondensátoru spojeného se k sobě přiblíží;

b) nabíjíme-li týž kondensátor jednou, je-li dielektrikem vzduch, podruhé je-li dielektrikum jiné, spojíme jej po obojíkrátě se svodičem elektrovaným na stálý potenciál V , nahromadí se v případě druhém na kondensátoru K -krátě větší množství elektřiny, než v případě prvém.

Část druhá.

1. *O magnetických polech.* *Poly* magnetu rozumíme ona místa, na kterých se nejvíce železných pilin uchytí a udrží. Dle této definice nejsou magnetické *poly body*, nýbrž jsou *plochami*, a to často dosti nepravidelnými. Příčinu, proč se železné piliny k magnetu přitahují, nazýváme *magnetismem*, i lze vysloviti názor, že *magnetismus jeví se na polech*, či že lze daný magnet si mysliti nahrazen magnetismem, rozestřeným na polech. Jest zjevno, že názor tento jest založen na fluidové theorii. Na základě tohoto názoru spracována nauka o magnetismu Gaussem a Webrem a jejich následovníky. Leč nastává otázka, kdy a pokud jest dovoleno, mysliti si magnet nahrazený magnetismem na polech nahromaděným — a tu zní odpověď, že lze tak učiniti jen při magnetech tyčovitých, jejichž průřez proti délce jest

velmi malý. Případ ten jest realizován nejlépe, zmagnetujeme-li ocelový drát, na př. klavírní strunu, při čemž ploška polová je tak nepatrná, že se přibližuje myšleným *bodovým polům*, jež dle Coulomba i Gausse se do nauky o magnetismu zavádějí, a jimiž se tyčovitý magnet daný pro spracování mathematické *nahraňuje*. Myšlený magnet s bodovými poly, jenž co do vnějších účinků daný magnet skutečný dovede zastoupiti, nazývá se *magnetem redukováným*. Zavedením pojmu toho zjednoduší se problémy o vzájemném působení magnetů podobně, jako různé problémy mechanické zavedením pojmu „těžiště“.

Pro magnety tvaru jiného, než dlouhé, tenké tyče, nelze však pomocného pojmu takového užiti, i nutno nahraditi jej jiným.

2. *Magnety tyčovité. Zákon Coulombův.* Magnetické přitahování a odpuzování jest základním zjevem magnetickým. Vycházeje od pojmů bodových polů řešil *Coulomb* otázku, dle jakého zákona působí na se vzájemně dva magnetické poly. Zásadní obtíž při řešení otázky té jest, že nelze realizovati jediný magnetický pol, neboť při magnetování jakéhokoli tělesa vzniknou pokaždé poly (alespoň) dva. Obtíž té lze se však vyhnouti užitím magnetů dlouhých, takže vliv druhého, vzdáleného polu lze zanedbati.

Coulomb dokázal svými točivými vahami, že vzájemného působení polu na pol ubývá do dálky čtverečně. Závisí však síla mezi oběma poly působící zajisté také na jakosti magnetů samých, dovede-li každý z nich mnoho či málo železných pilin přidržeti. Pol, jenž přidrží železa více, jest „silnějším“, i mluvíme o nestejně magnetisaci magnetů, o různé „síle polů“. Různá „síla polů“ má dle theorie o dvou fluidech příčinu v tom, že na polu nahromaděno jest více či méně hypothetické látky magnetické — že tedy pol obsahuje větší či menší *množství magnetismu*.

Jedná se ještě o jednotku, o *míru* pro toto množství. Jak přirozeno, volíme sílu působící mezi dvěma poly za měřítko pro „sílu“ těchže polů.*) I *definujeme* takový pol za dvakráte „sil-

*) Také zde užívá se slova „síla“ v docela jiném významu, než se v kinematice definuje, což zavdává bohužel při vyučování příčiny k mno-

nější“ jiného, jenž na týž třetí pol působí v téže vzdálenosti silou dvakrát větší, než tento. Definice tato jest úplně analogická definici množství hmoty v mechanice, kde srovnáváme množství hmot dle velikosti sil, jimiž jsou přitahovány na tomže místě povrchu zemského k zemi.

Dle definice té jest síla mezi dvěma poly působící *úměrna* množství magnetismu jednoho i druhého polu. Ve spojení s empiricky dokázanou větou o vzdálenostech zní pak zákon Coulombův

$$f = k \cdot \frac{mm'}{r^2}$$

aneb při známé volbě jednotek

$$f = \frac{mm'}{r^2},$$

z něhož obvyklým způsobem vyvozujeme definici jednotky pro magnetismus v soustavě *cm-g-sec*-ové, jakož i její rozměr.

3. *O magnetickém poli.* Protože základní zákon má tvar totožný se základním zákonem elektrostatickým, jest také soubor pojmů na základě jeho zbudovaných analogický pojmům, jež vyvozeny v nauce o elektřině statické. Tak mluvíme o *magnetickém potenciálu*, rozumějíce tím práci, kterou nutno vykonati, aby jednotka kladného magnetismu — jednotkový pol — byla z nekonečné dálky uvedena do některého bodu *magnetického pole* daného magnetu neb polu, jež kvalitativně i kvantitativně stanoveno jest *magnetickými silokřivkami*, jichž průběh možno železnými pilinami neb malou magnetkou studovati.

Instruktivní pokus, kterým možno ukázati směr i význam silokřivek, jest tento:

Do veliké mísy nalijeme vody a položíme na hladinu její malý, velmi plochý kousek korku (as 1·5 *cm* v průměru), jímž svisně prostrčena jest magnetovaná šicí jehla. Silný tyčovitý

hým zmatkům a nejasnostem pojmovým. Srovnajme jen různé významy, jak se slova toho užívá ještě na př. ve spojeních „centrifugální síla“ aneb „živá síla“, aneb zase „síla zvuku“, „síla elektrického proudu“ a j. Bylo by zajisté velmi důležité, ba nutno, jednotně zaváděti názvosloví vytříbené, úsledné.

magnet položíme k okraji mísy (zvenčí, nad neb pod hladinu); tu počne se jehla s korkem pohybovati směrem magnetických silokřivek. Pokus ten ukazuje, že pol magnetický má snahu, pohybovati se podél silokřivek. Rovněž seznáváme, že se jehla na různých místech magnetického pole pohybuje s různými rychlostmi, z čehož následuje, že pole není homogenní.

Silokřivky či, lépe řečeno, silové trubice vyběhají od polu kladného a končí zdánlivě na polu záporném: intenzita magnetického pole měří se počtem silokřivek připadajících na 1 cm^2 plochy kolmo k jejich směru postavené. V *homogenním* poli je intenzita na různých místech pole stejná. Od magnetického polu m vyběhá $4\pi m$ silokřivek.

4. *O magnetickém poli zemském.* Postavíme-li magnetku o osu vertikální otáčivou tak, aby nebyla poblíže jiných magnetů neb hmot železných, postaví se vždy určitým směrem; v našich krajinách ukazuje jeden pol její příbližně k severu, druhý k jihu. Z toho soudíme, že povrch zemský (jakož i ovzduší a nitro zemské) jest magnetickým polem, jehož příčinou jest hypotetický magnet zemský: jest, jakoby Země byla magnetem, jehož jeden pol nalezen na Boothia Felix r. 1831.*)

Oba poly dané magnetky jsou stejně silné; ač jeden pol zemský (u nás severní) jest značně blíže k magnetce než druhý, nepodařilo se přece ani při nejcitlivějším uspořádání pokusu ukázati, že by magnetka byla jakožto celek k bližšímu polu přitahována. Z toho plyne, že síly na oba její poly působící jsou stejné co do velikosti, označení ovšem opačného: *magnetické pole zemské jest stejnorodé.* Tato věta platí *lokálně* t. j. pro místo, na kterém pozorujeme; na dvou místech povrchu zemského od sebe vzdálených jest intenzita pole zemského nestejná. (Isodynamy).

Pozorováním kyvů magnetky v magnetickém poli zemském volně kývající lze zde obvyklým způsobem vyložiti pojmy *magnetického momentu*, *direkční dvojice* a odvoditi vzorec pro dobu kyvu magnetky, z něhož se udá metoda, srovnávati intenzity

*) Zde možno zařaditi výklad o směru totální síly zemského magnetismu, o deklinaci a inklinaci, o totální, horizontální i vertikální intenzitě a jejich časových a místních změnách.

magnetického pole zemského (nebo jiného stejnorodého) na dvou různých místech kyvy magnetky volně zavěšené na obou místech.

5. *Určení horizontální intenzity zemského magnetismu* (pokud by vůbec o něm širší zmínka se stala), lze vyložit způsobem poněkud jednodušším, než v našich učebnicích se děje.

Když obvyklým způsobem ukázáno, že tyčovitý magnet působí na jednotkový pol, jenž nalézá se ve směru prodloužené jeho magnetické osy ve vzdálenosti d , silou

$$H = \frac{2M}{d^3},$$

kdež M jest magnetický moment daného magnetu, lze přejíti k popisu *I. hlavní polohy Gaussovy*. Při té položíme tyčovitý magnet poblíže dané magnetky tak, že prodloužená osa magnetu prochází středem magnetky směrem východozápadním. Není-li magnet příliš blízko k magnetce, lze jeho pole považovati za (skoro) homogenní, namířené na př. směrem od západu na východ. Pole zemské jest namířeno od jihu k severu. Na místě, kde magnetka stojí, superponuje se pole zemské s polem magnetu, takže pole výsledné má směr, uchýlený od směru pole zemského o úhel φ , určený rovnicí

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{H}{h},$$

kdež značí h horizontální složku pole zemského, H intenzitu pole magnetu daného v místě pozorovaném. Magnetka na místě pozorovaném zavěšená postaví se pak směrem výsledného pole, lze tedy jejím postavením úhel φ měřiti. Jest pak, dosadíme-li hodnotu pro H nalezenou:

$$\frac{M}{h} = \frac{d^3 \operatorname{tg} \varphi}{2}$$

známý výraz, potřebný k určení veličiny h .

6. Pojem „polu“ při úlohách týkajících se magnetů tyčovitých, jichž vzdálenost vzájemná jest poměrně dosti značná, obsahuje znak prostorové bezrozměrnosti: pol považuje se za matematický bod. Ze samého pojmu silokřivek jakožto trubic, tedy útvaru rozměrového, plyne, že nelze si mysliti, jakoby silo-

křivky vybíhaly z jediného *bodu*, nýbrž nutno si představit, že vybíhají z jakési plošky, kterou jest hmota magnetu ohraničena. To vyjadřujeme, řkouce obrazně, že jest magnetismus po ploše té rozestřen, i mluvíme o *plošné hustotě magnetismu* rozumějíc slovem tím počet silokřivek, připadajících při rovnoměrném rozložení na 1 cm^2 takové plochy. Vybíhá-li z 1 cm^2 n silokřivek, značí to, že (dle definice plynoucí ze zákona Coulombova) jest na téže ploše rozestřeno množství magnetismu

$$\eta = \frac{n}{4\pi}.$$

Na místě magnetických fluid umístěných na koncích magnetu představujeme si tedy silové trubice, od jeho koncových ploch vycházející; ty, jako silokřivky elektrické, mají snahu podélně se skrátiti a příčně se roztáhnouti, čímž vyložiti možno magnetické přitahování i odpuzování bez pojmu o působení do dálky.

7. *Věty o magnetických polích.* Zde nutno se omeziti na věty o polích homogenních, protože není matematika vyšší k dispozici, což však nevádí, protože případ pole homogenního bývá v praxi nejdůležitější, a také jest nejjednodušší, takže při prvním studiu skytá obtíží co nejméně.

a) Magnetický pol m pohybuje se v homogenním magnetickém poli podél uzavřené křivky; hledáme práci, kterou při tom vykoná.

Pol koná práci pouze, pohybuje-li se podél silokřivek. Při pohybu kolmo k nim nevykonává, dle definice a významu jejich, práci žádnou. Každý pohyb šikmo ke směru silokřivek, možno rozložiti si ve dvě k sobě kolmé složky, z nichž jedna splývá se směrem silokřivek, druhá jest k nim kolmá: jest patrné, že při počítání práce jen prvá složka připadá v úvahu. Pohybuje-li se pol v *uzavřené* křivce, ukáže jednoduchý výkres, že dráha ve směru silokřivek vykonaná skládá se ze dvou částí stejně velikých, co do směrů však protivných: proto také celková *práce*, jakožto součin ze síly (všude stejné, ježto pole jest stejnorodé) a dráhy ve směru síly vykonané, rovná se *nulle*.

Práce vykonaná při pohybu polu v magnetickém poli stejnorodém po uzavřené křivce rovná se nulle.

Analogon toho jest pohyb v gravitačním poli zemském po uzavřené křivce: také zde rovná se celková práce nulle.

b) Obkličme-li magnetický pol m (pokud toho dovoluje hmota magnetu) uzavřenou plochou, jež žádný jiný pol neobsahuje, takže uvnitř ní žádná silokřivka ani nekončí, ani nevzniká, jest patrné, že všech $4\pi m$ silokřivek, které z polu toho vyšly, také plochou touto vystupuje.

Obkličuje-li plocha taková oba poly téhož magnetu, jež jsou, jak zkušenost učí, stejně silné, vstupuje plochou tou týž počet silokřivek, kolik jich vystoupilo. Počítáme-li tyto za kladné, ony za záporné, jest celkový počet silokřivek plochou tou vystupujících = 0.

Důkaz věty té podáme snadno úvahou, představíme si, že ona obkličující plocha rozpadne se ve 2 části, z nichž každá obkličuje jen jediný pol: potom jest věta tato samozřejmým důsledkem věty předešlé.

c) Pomysleme-li si v magnetickém poli plochu uzavřenou, jež neobsahuje žádného polu, jest rovněž patrné, že počet silokřivek vstupujících se rovná počtu vystupujících: neboť jinak by ten či onen počet byl větší, t. j. silokřivky by uvnitř buď končily neb počínaly, což pouze na polu jest možno.

8. Tok silokřivek danou plochou.

V homogenním magnetickém poli intensity H pomysleme si kolmo ke směru pole vymezenou rovinnou plochu σ ; tou prochází $H\sigma$ silokřivek. Kdyby plocha σ byla ke směru silokřivek skloněna pod úhlem φ , mohli bychom intenzitu pole H rozložití ve složku normálnou $N = H \cdot \cos \varphi$ a druhou k ní kolmou, tedy v rovině σ samé ležící, $T = H \sin \varphi$. Pak prochází ploškou σ počet silokřivek

$$N\sigma = H \cos \varphi \cdot \sigma.$$

Veličinu $N\sigma$ nazýváme v nauce o magnetismu „tokem silokřivek danou plochou σ “: jest to součin z plochy a z normální složky intenzity.

Budiž plocha rovinná σ rovnoměrně opatřena magnetismem, takže na 1 cm^2 její připadá množství η . Případ tento považujeme za ryze fiktivní, nehleďme tedy, je-li možno jej realizovati čili nic. Pak vychází od každého cm^2 plochy té $4\pi\eta$ silo-

křivek, jež bezprostředně při ploše samé jsou namířeny vesměs k ní kolmo; na každou stranu plochy σ bude jich probíhati $2\pi\eta$.

Pomysleme si nyní, že plocha σ jest postavena do homogenního magnetického pole H , kolmo k jeho směru. Pak se pole toto a pole destičky superponují, takže jest intensita pole před destičkou (dle směru silokřivek pole stejnorodého)

$$H_1 = H - 2\pi\eta,$$

intensita pole za destičkou pak

$$H_2 = H + 2\pi\eta.$$

Po obou stranách destičky jsou tedy intensity pole různé, a to o

$$H_2 - H_1 = 4\pi\eta.$$

Kdyby destička σ opatřená nábojem magnetickým o hustotě η byla ke směru pole H šikmá, mohli bychom si H rozložit ve složky N a T . Ježto silokřivky destičky samé směřují v její bezprostředním sousedství k ní kolmo, nepozměňují složky T vůbec; jeví se pouze změna složky N taková, že dle označení se dřívějším analogického jest:

$$N_1 = N - 2\pi\eta$$

$$N_2 = N + 2\pi\eta,$$

z čehož plyne:

$$N_2 - N_1 = 4\pi\eta.$$

Z toho plyne věta: Po obou stranách magnetické destičky ležící v homogenním poli magnetickém, jsou normální složky intensity pole nestejně: rozdíl obou závisí pouze na plošné hustotě magnetismu na destičce rozestřené. Tangenciální složka T pole H se vložením takové destičky nezmění.

Větu tu lze také vysloviti opačně: objeví-li se, že normální složka intensity pole po obou stranách téže destičky jeví náhlý rozdíl, přejdeme-li s jedné strany na druhou, možno si představit, že na destičce té jest rozestřen náboj magnetický, jehož hustotu η nalezneme z rovnice

$$\eta = \frac{N_2 - N_1}{4\pi}.$$

Poznámka. Důsledky věty této pro pojem o magnetické indukci a plynoucí z něho pojmy o magnetomotorické síle atd. vyžadují nezbytně, aby bylo při dalších partiích možno odvolati se na zákon Ohmův.

Proto doporučuje se ponechati nauku o magnetismu až do látky pozdější, a voliti postup: elektrostatika, všeobecná nauka o proudu elektrickém, elektrochemie a thermoelektřina, magnetismus a v souvislosti s ním elektromagnetismus a indukce. Ježto však z jistých důvodů (hlavně pro nedostatek experimentálních prostředků) nebývá možno, dovésti neb alespoň verifikovati zákon Ohmův bez bussoly, lze také postupovati tak, že hned po elektrostatice a základních zjevech elektrisace při doteku může následovati stať o magnetismu, pokud asi zde podáno, načež nutno přejíti ke studiu magnetického pole elektrického proudu, k němuž se řadí theorie bussoly, potom Ohmův zákon atd. až ku elektromagnetismu. Proto následuje také zde nyní stať o magnetickém poli proudovém.

Z toho podá se dále vysvětlení pokusu Oerstedtova a Ampère-ovo pravidlo, jež však velmi výhodno jest zaměnití známým „pravidlem pravé ruky“: položíme pravicí tak, aby prostřední prst ukazoval směr proudu, a dlaň aby byla obrácena ke kladnému magnetickému polu, jehož směr pohybu chceme určití: pol vychýlí se směrem, jež určuje palec, vypjatý v rovině dlaně.

9. *Kvantitativní zákon pro pole proudové.* Biot a Savart našli základní zákon, jak souvisí intensita pole proudového s intensitou téhož proudu v případě, že proudovod jest velmi (nekonečně) krátký. „Probíhá-li částic λ proudovodu proud o intenzitě i , působí na jednotkový pol, ve vzdálenosti r od proudovodu ležící, síla

$$f = k \cdot \frac{i \cdot \lambda}{r^2},$$

namířena kolmo ku r dle pravidla pravé ruky“.

Zahne-li proudovod v kruhovou smyčku, lze si tuto představití jako sled velmi mnohých kratičkých částic λ , z nichž každou probíhá stejný proud i ; leží-li pozorovaný jednotkový pol ve středu kruhové smyčky, jest, jak z pravidla pravé ruky plyne, směr všech, od jednotlivých částic pocházejících sil f ,

souhlasný, takže je možno sečísti: ježto však pro různé ty částice také r (poloměr smyčky) jest týž, plyne, že

$$\Sigma f = k \cdot \frac{i}{r^2} \Sigma \lambda.$$

$\Sigma \lambda$ však jest délka celé smyčky, tedy $2\pi r$, i obdržíme jako intensitu pole magnetického uprostřed kruhové smyčky proudové:

$$H = k \cdot \frac{2 \pi i}{r}.$$

Konstanta k závisí na volbě jednotek, i může sloužiti ku *definici* intensity; možno totiž jednotku pro i tak *voliti*, aby bylo $k = 1$. Jest patrnó, že jednotku intensity přisoudíme takovému proudu, jenž probíhaje kruhovou smyčkou s poloměrem $r = 1 \text{ cm}$, vzbudí ve středobodu magnetické pole, jehož intensita $H = 2\pi$. To jest definice intensity proudu v soustavě *elektromagnetické*. K účelům praktickým volíme jednotku desetkrátě menší, i nazýváme ji *amper*.

Leží-li vedle sebe n závitů, jimiž týž proud probíhá, jest magnetické pole ve středobodu n -krátě silnější: měříme-li intensitu na ampéry, platí tudíž rovnice

$$H = \frac{0.2 \cdot 2 \pi i n}{r}.$$

(Dokončenf.)

Věstník literární.

Théorie des fonctions algébriques et de leurs intégrales. Par *Apell - E. Goursat*. Étude des fonctions analytiques sur une surface de Riemann. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1895. Stran 530.

Krásnému dílu proslulých autorův se dostalo cti, že mu předeslal slavný *Hermite* předmluvu, jež nejlépe charakterisuje i obsah i směr knihy; v ní způsobem mistrným načrtnut rozvoj důležité části moderní analyse, již věnován jest spis pánů Appella