

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

August Seydler

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

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 12 (1883), No. 3, 138--152

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123690>

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>

O novější anglické literatuře elektřiny a magnetismu.

Napsal

dr. A. Seydler.

(Pokrač.)

Řada patnáctá Faradayových *Experimental Researches* (sv. II., č. 1749—1795) jest rázu více episodického, jednajíc o síle *úhoře elektrického* (*Gymnotus electricus*).

Řady šestnáctá a sedmnáctá (č. 1796—2074) jsou opět věnovány vztahům elektřiny a dějů chemických; již společný nápis jejich („o zdroji síly v článku voltaickém“) značí, že v nich hlavní zřetel se obrací ke slavnému sporu mezi oběma názory, které co theorie kontaktní a theorie chemická dělily na začátku tohoto století fysiky ve dva tábory. Č. 1797 poučuje nás o nejslavnějších bojovnících obou stran a jejich pracích, jakož i v následujících číslech podán jest bohatý material pro dějiny téhož sporu. Faraday, jak se samo sebou rozumí, jest horlivým přívržencem theorie chemické, pro které uvádí řadu duchaplných důvodů. Důvody ty zahrnuje v následující řadu vět:

(Č. 2030). Chemická akce vzbuzuje elektřinu.

(Č. 2031). Kde byla chemická akce, kde se však zmenšuje a přestává, zeslabuje se neb přestává též elektrický proud.

(Č. 2036). Změní-li se chemická akce, změní se též proud.

(Č. 2038). Kde žádná chemická akce se nevyskytuje, nevzniká též žádný proud.

(Č. 2039). Proud však nastane ihned, když začne činnost chemická (ovšem při přiměřeném uspořádání kruhovém).

(Č. 2040). Když se chemická akce, která buď způsobila neb by mohla způsobiti proud ve směru jednom, obrátí neb přeruší, proud se též obrátí neb přeruší.

Proti větě čís. 2038 jsou podstatnou námitkou thermo-elektrické proudy. Tuto námitku hledí Faraday vyvrátiti úvahami, o jichž platnosti právem lze pochybovati (č. 2054—2064).

Tak uvádí na př., že jsou antimon a vizmut v řadě napjetí velmi blízko sebe, t. j., že jest napjetí mezi nimi nepatrné, kdežto tvoří v thermo-elektrické řadě nejkrajnější členy, dávajíc

nejsilnější proudy thermoelektrické. Dle nynějšího názoru lze však rozdíl potencialných úkonů čili napjetí mezi dvěma vodiči vyjádřiti úkonem teploty t :

$$V = A + Bt + Ct^2 + \dots$$

Pro teplotu nula a pro nižší stupně teploty, při kterých se obyčejně měření napjetí elektrického při styku dvou kovů děje, jest měřítkem jeho hlavně konstanta A ; naopak při thermoelektrických prouděch, při kterých mají obě místa styku různé teploty t_1 a t_2 , hlavně konstanta B a dále i konstanty C atd., jak patrné z výrazu, určujícího elektrohybnou sílu jednoduchého článku thermoelektrického:

$$V_1 - V_2 = (t_1 - t_2) [B + C(t_1 + t_2) + \dots]$$

Konstanty A, B, \dots mohou však býti od sebe úplně nezávislé, tedy na př. A může býti velmi malé, a B velmi velké.

V novější době jest tuším nejvíce rozšířen názor, že sice elektrické napjetí kontaktem vzniknouti může, že však k udržení trvalého proudu též trvalého zdroje energie zapotřebí jest, tudíž buď chemické akce neb tepla. Zajímavé jest, že týž náhled vyslovil již *Davy* na začátku tohoto století (*Exp. Res.* č. 1801). Ostatně ani *Faraday* nepopírá možnost takového vzniku elektřiny při pouhém styku (v. č. 2066), čímž se značně přiblížil náhledu právě uvedenému. Velice zajímavý jest však důvod, který *Faraday* ke konci uvádí proti výlučné theorii kontaktní (č. 2071): theorie ta předpokládá *stvoření síly* (creation of power), čili jak bychom nyní řekli, stvoření energie bez rovnocenné spotřeby energie jiného tvaru.

Pojednání své četl před kr. společností londýnskou r. 1840, tedy několik let před uveřejněním úvah a prací Mayerových, Jouleových a Helmholtzových.

Řada osmnáctá (č. 2075—2145) jest opět významu méně důležitého; podává se v ní důkaz, že nevzniká elektřina, kterou při odpařování pozorovali *Armstrong* a jiní (roku 1840) odpařováním samým, nýbrž třením vodních (kapalných) částic o stěny trubice, z které pára vystupuje. Výsledků od *Faradaye* při té příležitosti nalezených užil *Armstrong* při sestrojení *parní elektriky*.

Další pojednání obsažená v druhém díle „*Exp. Res.*“ nejsou pojata v posloupnost hlavních řad; původně byla uveřejněna

v různých časopisech a pojednávají o podřízenějších otázkách zejména z oboru magnetismu a elektromagnetismu. Velice důležitými jsou však pro náležité porozumění Faradayovy teorie indukce (nebo všeobecněji jeho teorie všech úkazů elektrostatických) dva články; první jest otisk příspěvu *Hareova*, v němž znamenitý tento učenec americký předkládá Faradayovi řadu námitek a pochybností ohledně jeho teorie, druhý jest odpověď na tyto námitky (Exp. Res. Vol. II. p. 251—276). *Hare* jeví se v poznámkách svých jakožto duchaplný kritik, uváděje velmi vážné důvody proti snaze „obyčejnou hmotu přetížiti přílišným počtem vlastností.“ Dle něho poukazují zejména zjevy galvanické a elektromagnetické k tomu, že jest prostor vyplněn ústředím nevážitelným, jehož prostřednictvím se účinky toho druhu šíří.*)

Odpověď Faradayova jest velezajímavá. Předně z ní poznáváme, kterak hlavní rozdíl mezi jeho a mezi starší teorií, přes zdánlivou nesměřitelnost obou, byl více formální než věcný. Způsob, jakým hledí Hareovi objasniti názor svůj, lze velmi dobře vyložiti též v duchu teorie starší. Bylať v skutku teorie ta, zejména následkem výzkumů Faradayových, vyrušena z lhostejnosti, jakou chovala vůči ústředím dielektrickým, kladouc je na

*) Názor ten odporuje sice Faradayově jednodušší domněnce o polarisaci všech částic hmoty, liší se však také podstatně od starší teorie Symmerovy, Poissonem matematicky spracované, dle které působí hypotetické hmoty elektrické bezprostředně do dálky. Možno říci, že spor mezi Hare-em a Faraday-em jest více slovní, nemaje realného podkladu, an se Faraday o *způsobu elektrické polarisace* hmotných částic určitě nepronášá, tak že si můžeme tuto polarisaci mysliti způsobenou třeba hmotou nevážitelnou, nějakým *etherem*, který částice ty prostupuje, pojí neb odděluje. Jak blízké jsou sobě oba názory, dokazuje zejména ta okolnost, že vyslovil *Maxwell*, který nejvíce se přičinil o vzdělání a další rozvoj názorů Faradayových, rovněž jako Hare *hypothesu etheru*, který jest zároveň substratem úkazů elektrických, magnetických a optických. Myšlenka ta jest však ještě starší; bylať nejprve pronesena tvůrcem elektrodynamiky *Ampère*-em v publikaci: *Recueil d'observations électrodynamiques* (r. 1822). *Ampère* domnívá se, že lze nově objevené úkazy elektromagnetické vyložiti z reakce fluida pružného, jehož vibrace způsobují světlo. Viz slavné pojednání jeho: *Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques*, v VI. svazku (1823) *Mémoires de l'Acad. Royale des Sciences*.

roveň prázdnému prostoru; dílem současné, dílem pozdější práce vzrostlé na půdě této theorie kladly sobě úlohu, zvláštní působení různých izolatorů vysvětliti. Sem dlužno počítati především práce *Mossottiho*, jenž theorii elektrické indukce vzdělal po příkladu Poissonovy theorie magnetické indukce*); dále pojednání *Clausiovo* v jeho spise: Die mechanische Behandlung der Electricität (1879): Behandlung dielectrischer Medien. Clausius (a tuším také Mossotti, jehož náhled znám pouze dle zmínky, kterou o něm činí Maxwell) předpokládá, že se skládá každé ústředí dielektrické z vodivých částic úplně od sebe oddělených prostorem izolujícím. Zvláštní chování se různých takových ústředí, které naznačuje Faraday specifickou induktivní kapacitou, vysvětluje se dle Clausia poměrem prostoru vodivými částicemi vyplněného k prostoru ostatnímu. V každé takové částici indukuje se působením daných sil elektrických, na př. následkem náboje vodiče ústředím tím obklopeného, jistý stav elektrický, který jest výslednicí sil vycházejících nejen z náboje vodiče samého, nýbrž i z indukovaných nábojů druhých částic vodivých, které obsahuje dielektrická hmota. Působení to počítá se ovšem dle staré theorie, totiž co actio in distans hypotetických fluid elektrických.

Vraťme se nyní k Faradayově odpovědi svědčící námitkám Hareovým. Hypothesy, kterou Clausius později přijal za skutečný základ svého výkladu, užívá Faraday co vhodného *obrazu*, jímž hledí Hareovi učiniti názor svůj přístupnější. Staví se zde úplně na půdu starší theorie, odmítaje ovšem od sebe domněnku, že by vůbec chtěl nějakou theorii vyslovovati, ana se jeho snaha nese hlavně k tomu, podati co nejvěrnější výraz pouhé zkušenosti. Myšlenka jeho zračí se nejlépe v následujících výrocích (Exp. Res. Vol. II. p. 265).

„Nechci nikterak říci, že závisí specifická induktivní kapacita ve všech případech na počtu vodivých částic, z nichž dielektrická látka jest složena, neb na jejich (větší menší) blízkosti.

*) Spisy Mossotti-ho (z první polovice tohoto století) upadly v naší době v zapomenutí a poukázali k nim teprve zase *Maxwell* ve svém Treatise on Electricity and Magnetism a *Zöllner* v I. svazku svých Wissenschaftliche Abhandlungen (v pojednání: Über Wirkungen in die Ferne).

Vlastní příčina patrného rozdílu induktivní kapacity různých hmot jest problem, jehož řešení nám ještě zbývá.“

„Ve svých spisech mluvím o veškeré indukci jakoby závisela na působení nepřetržitě po sobě jdoucích (contiguous) částic, t. j. předpokládám, že se hmoty izolující skládají z částic, které jsou každá o sobě vodičem, které však nevodí elektřinu mezi sebou, předpokládáme-li, že jest intenzita působení, jemuž jsou podrobeny, pod jistou mezí; dále že když indukující těleso působí na vodiče do vzdálenosti stává se to polarisováním všech těch částic, které se vyskytují v dielektrickém ústředí mezi nimi.“ Dále objasňuje ještě Faraday slovo „contiguous“ tak, že tím nemíní částice, které by se musely dotýkati, nýbrž vůbec části sobě nejbližší neb po sobě jdoucí.

Pokud starší theorie, nevšímajíc sobě podstatného vlivu, který má na působení elektrické jakost izolujícího ústředí, toto na roveň kladla s prázdným prostorem, dopouštěla se hrubého omylu; jakmile však, spozorovavši tento omyl, ku vlivu vytknutému přihlížeti počala, přiblížila se též valně k názorům Faradayovým, které se jí původně (tak se alespoň zdálo) úplně přičily. Podstatným zůstal nyní pouze následující rozdíl, nehledíme-li k hypotese fluid elektrických*): Polarisaci všech vodičůvých částic dielektrického ústředí uznávají názory oba; starší ji však vysvětluje působením *všech* elektrovaných hmot v poli elektrickém obsažených, novější (Faradayův) působením jen nejbližších částic. Dle obou názorů uspořádá se polarisace ve zvláštních, od povrchu k povrchu vodičův skrže dielektrické ústředí jdoucích křivkách (silokřivkách starší a čarách indukce novější theorie**); dle staršího názoru jest však polarisace každé částice podmíněna nesčíslným počtem sil ze všech stran působících, dle novějšího názoru pouze působením sousedních částic. Rozdíl tento jest spíše formální než věcný, o čemž se můžeme přesvědčiti následující úvahou.

*) O tom, co v této hypotese má realný podklad, bude vhodněji pojednáno při úvaze o Maxwellově prve uvedeném spise.

***) Jaký jest logický a v některých případech též věcný rozdíl mezi oběma druhy křivek, o tom stala se zmínka na str. 84. II. čísla t. časopisu.

Mysleme si vodič elektrovaný v ústředí dielektrické ponořený. V ústředí tom můžeme si mysliti soustavu hladin obklopujících vodič; každá hladina protíná nesmírné množství vodivých částic ústředí, které jsou polarisovány tak, že obsahují jejich polovice zevnější elektřinu stejného označení jako vodič, polovice vnitřní elektřinu opačnou. Myslíme-li si částice velmi hustě při sobě (aniž by se musely dotýkati), rovná se úhrnné množství obojí elektřiny náboji na vodiči, první se stejným, druhé s opačným označením.

U Faradaye jest to věta zkušeností zjednaná, t. j. jinak si onu polarisaci částic ani nemůžeme mysliti, chceme-li zůstat v souhlase se zkušeností; starší theorie vede k výsledku tomu na základě složitého výpočtu. Buď tomu jakkoli, z obojího stanoviska můžeme si mysliti hladiny vedeny tak, že jest vždy na jedné straně hladiny obsažen náboj kladný, na druhé záporný. Mysleme si povrch vodiče a nejbližší jej obklopující hladinu. Působení elektřiny na vodiči a na vnitřním povrchu se v zevnějším prostoru ruší a zbývá působení elektřiny na zevnějším povrchu hladiny. Elektřina na vnitřním povrchu následující hladiny neutralisuje se opět s elektřinou hladiny první a zbývá jen elektřina na povrchu zevnějším hladiny druhé atd. Na základě tohoto výkladu vidíme, že jest jedno, řekneme-li (dle starší theorie), že působí při indukci všechny elektrické částice elektrického pole, aneb (dle Faradaye), že působí jen částice sousední; jest to jen různý způsob pohlížeti na týž úkaz.

Že názor Faradayův jest jednodušší, že nás navyká pohlížeti na to, co se děje v celém elektrickém poli z jednotného stanoviska, nikoli tak jednostranně jako theorie starší, leží tuším na snadě.

Zdržel jsem se poněkud déle při této věci, poněvadž pokládám za velmi důležité, aby pravá podstata nového názoru všestranně se objasnila. Hlavní jeho zásluha záleží v tom, že uvedl přemýšlení o zjevch elektrických, které se v přístavu hypotesy dvojfluidové obmeškávalo, v nový proud. Stálým tříbením sbližují se oba názory, a zbudou z nich konečně jen ony stránky, které v zkušenosti se zakládajíce věrným jejím výrazem se stanou.

Pozornost zasluhují v II. svazku „Exp. Res.“ ještě dva články: O statické elektrické induktivní akci, a Úvaha o elektrickém vedení a o povaze hmoty. V posledním uvádí zajímavou námitku proti běžnému atomismu, čerpanou z úkazů elektrických. Buď jest prázdný prostor pro elektřinu vodičem neb samotičem: je-li názor o atomickém uspořádání hmot, při kterém nejmenší částice mezi sebou nesouvisí, správným, musí býti v prvním případě *všechny hmoty vodiči*, v druhém případě *všechny hmoty samotiči*. Obojímu odporuje zkušenost. Na základě této a některých podobných úvah dospívá Faraday k zvláštnímu názoru, který tvoří jaksi přechod mezi názorem atomickým a dynamickým.

Každý atom jest *silový střed* (pouhý bod), opatřený *oborem silovým*, který se rozkládá do neurčité dálky, t. j. tak daleko, až narazí na silové obory okolních atomů, s kterými se udržuje v jakési rovnováze. Hmota jest následkem toho uspořádána sice způsobem atomickým, vyplňuje však přece prostor nepřetržitě.

Třetím svazkem Exp. Res., obsahujícím pozorování konaná v r. 1846—52, vstupujeme v nový svět úkazů fyzikálních. Magnetismus, tento zdánlivě výminečný stav železa a několika málo látek, byl se sice již na základě objevu Oerstedova a založených na něm výzkumů Ampérea, Faradaye a jiných osvědčil co síla, mající všeobecné vztahy k elektřině a jejím prostřednictvím též k ostatním silám; avšak teprve objevením vztahů magnetických a optických, objevením diamagnetismu a magnokrystalismu ukázalo se všeobecné rozšíření magnetických úkazů, potvrdilo se tušení Faradayovo, že není magnetismus podřízeným zjevem elektřiny, nýbrž spíše stejně důležitou stránkou téže základní příčiny, která se nám z druhé strany jeví co elektřina. Místo co bychom řekli: Jsou úkazy elektrické, a jisté zcela zvláštní úkazy takové (na př. Ampèreovy molekulární proudy) jeví se nám co úkazy, které jsme dříve zvali magnetickými, řekneme raději v duchu Faradayově: veškeré úkazy sem náležející*) mají dvojí stránku stejně důležitou, stránku

*) Všechny úkazy takové mohli bychom zváti elektromagnetickými, kdyby slovo to již neznačilo zcela určitý užší kruh týchž úkazů.

elektrickou a stránku magnetickou, byť i v některých případech hlavně jenom jedna aneb druhá stránka ku platnosti přicházela.

Řada devatenáctá (č. 2146—2242) jedná „o magnetisaci světla a osvětlení magnetických silokřivek.“ Myšlenka, že musí býti určitý vztah mezi úkazy elektrickými (v širším smyslu) a úkazy optickými, stále zaměstnávala Faradaye. Již v řadě VIII. (č. 951—955) chtěl optickou cestou zkoumati názor svůj o vnitřním uspořádání elektrolytu při proudu. V elektrolytu vzniká jakési napjetí a Faraday domníval se, že se napjetí to zjeví vlivem na polarisovaný paprsek, který jest nejvhodnějším prostředkem pro zkoumání zvláštností molekulární struktury hmot. Leč nepodařilo se mu objeviti takový vliv, ať již propouštěl polarisovaný paprsek ve směru proudu samého neb ve směru k proudu kolmém.

Nevzdávaje se však přesvědčení svého podrobil hmotu, skrze kterou se paprsek polarisovaný pohyboval, vlivu magnetických sil a shledal účinek velmi pozoruhodný, který vyslovil větou (č. 2160): „*Magnetické čáry, procházející skrze těžké sklo*) a velké množství jiných látek mají ten účinek, že tyto látky působí na polarisovaný paprsek světla, jsou-li ony čáry s paprskem rovnoběžné, aneb v poměru, jak jsou rovnoběžné**); jsou-li kolmy na paprsek, nepůsobí nikterak. Udělejí diamagnetickému ústředí***) schopnost otočiti paprsek ten; zákon tohoto působení na světlo jest, že jde-li magnetická silokřivka ve směru paprsku jdoucího k pozorovateli od jižního polu k severnímu, otáčí paprsek na pravou stranu; jde-li od severního polu k jižnímu, otáčí paprsek na levou stranu.*“

Pravidlo to můžeme si též takto pamatovati: otáčení děje se v témž směru, v kterém se musí dle Ampèreovy hypotese proud pohybovati, aby způsobil poly daného magnetu.

*) Směs křemanu a boranu olovnatého.

**) T. j. velikost působení jest úměrná cosinusu úhlu, který tvoří spolu směry paprsku a magnetických čar.

***) *Diamagnetickým* nazývá Faraday každé ústředí, které propouští magnetické silokřivky aniž by se samo stalo magnetickým; obdobou (ačkoli ne úplnou) je ústředí dielektrické ve svých vztazích k úkazům elektrickým.

Ku četným pokusům, jež Faraday vykonal na základě objevu svého a pro rozšíření nově nalezených vztahů fyzikálních, připojil úvahy, jimiž se názor náš o elektřině opět značně rozšiřuje. Magnetické síly uvádějí ústředí diamagnetické v *nový stav*, který musíme pojímati co stav jakéhosi napjetí, podobně jako elektrické síly v dielektrickém ústředí určité napjetí způsobují. Že stav ten jest napjetím, t. j. stavem vynuceným, v němž se rovnováha obyčejně v hmotě se vyskytujících sil novou silou porušuje, poznáváme z toho, že hmota ihned vrací se v obyčejný svůj stav, t. j. že se v ní rovina polarisovaného paprsku neotáčí, jakmile magnetické síly působiti přestaly. Stav ten není však obyčejným stavem magnetickým, t. j. hmota silokřivkami prostoupená nestává se magnetem. „Snad jest to *stav elektrického napjetí*, směřující k tomu, státi se *proudem*; jelikož jest v skutečných magnetech dle Ampèreovy theorie též stav již stavem proudu“ (č. 2229).

Poznáváme zde též obrat vůči proudům (magnetům), který provedla Faradayova theorie indukce (influence) vůči úkazům elektrostatickým. Proti starší theorii, věnující všechnu pozornost jen elektrovaným vodičům, obrací Faraday zřetel též ku dělicímu je ústředí izolujícímu a ukazuje, že nejdůležitější změny elektrickými silami způsobené právě zde sídlo své mají. Podobně není prostor, obklopující proudy a magnety, něčím lhostejným, vzhledem k magnetickým silám proudů i magnetů indifferenčním; v celém tomto prostoru, v celém *elektro-magnetickém poli*, vzniká zvláštní stav, určité napjetí, které závisí na jakosti ústředí diamagnetického, pole to vyplňujícího, čehož důkazem jest různě velké otočení roviny polarisační v různých látkách.

Úkazy, jichž příčinu dříve spatřovali v několika vodičích, proudových kruzích a magnetech, jsou funkcí všech hmot prostor nepřetržitě plněných; každá svým způsobem a dle jakosti své k úkazům těm přispívá.

Faradayův objev stal se východištěm četných prací, které vynášejíce na jevo četné vztahy mezi světlem a mezi silami elektrickými celé nové odvětví nauky o elektřině založily, jež bychom dle analogie s elektrochemií mohli zvatí *elektrooptikou* (srv. pozdější úvahu o Gordonově spisu o elektřině).

Řady dvacátá a jedenadvacátá (č. 2243—2453) odhalují nám objevením *diamagnetismu* všeobecnou rozšířenost úkazů magnetických. Totéž sklo, které Faradayovi sloužilo při prvních pokusech předešlé řady, vedlo též k druhému objevu. Zavěšeno mezi poly mocného magnetu otočilo se tak, že byla nejdelší osa jeho *kolmá* na směr magnetických čar (na směr přímký, spojující oba poly). Železná tyčinka podobně zavěšená byla by se tak otočila, že by její osa byla *rovnoběžnou* se směrem magnetických čar, čili čelila od jednoho polu k druhému. Podobně jako sklo zachovalo se velké množství různých látek; Faraday přídělil jim později (č. 2790) název *hmot diamagnetických*. Mnoho hmot chová se zase jako železo (ačkoli jest schopnost kterékoli hmoty ku přejímání stavu magnetického u porovnání se železem velmi nepatrná); tyto nazval Faraday *paramagnetickými*, vysloviv zároveň přesvědčení, že všechny hmoty náležejí do jedné neb druhé třídy, že jsou tedy všechny hmoty *magnetickými* (v širším smyslu).*)

Rozdíl mezi oběma skupinami hmot lze nejlépe vysloviti takto: hmoty diamagnetické snaží se v magnetickém poli se pohybovati z míst větší na místa menší intensity magnetické, hmoty paramagnetické naopak z míst menší na místa větší intensity (č. 2269, srv. č. 2418). Theoreticky lze pak tento rozdíl vysvětliti hypotésou, že magnetická indukce způsobuje v diamagnetických hmotách opačný stav nežli v hmotách paramagnetických; t. j. částice jedné i druhé hmoty stane se v magnetickém poli, na př. mezi oběma poly silného magnetu, magnetickou, ale tak, že ve hmotě paramagnetické čelí opačné poly magnetu indukujícího a indukovaného k sobě, ve hmotě diamagnetické poly stejné, které se ovšem odpuzují.

K tomuto názoru vrací se Faraday v 23. řadě, když byl dříve pojednal:

*) Dříve byl nazval Faraday diamagnetickými takové hmoty, které jsou vůbec prostoupeny silokřivkami magnetickými aniž by se proto staly magnetickými. Zdánlivě užil tudíž zde téhož slova v jiném smyslu. Nesmíme však zapomenouti, že se chovají paramagnetické hmoty v magnetickém poli jako železo, že se v nich indukuje magnetismus; ostatní hmoty nestávají se (alespoň ne v obyčejném smyslu) magnetickými, a tudíž se oba významy hořejšího terminu kryjí.

V řadách jeden- a dvaadvacdté (č. 2454-2639) o zvláštnostech, které poskytuje v magnetickém poli tyčinka vizmutová a které *Plücker*a vedly k objevení *magnekrystalických úkazů*. Ukázalo se, že se látky krystalované oproti magnetickým silám v různých směrech různě chovají, právě tak jako oproti silám mechanickým, oproti světlu a teplu; jinými slovy: právě tak, jako jsou jisté látky mechanicky, opticky neb termicky anisotropické, jsou také magneticky anisotropické. *) Základní pravidlo těchto úkazů vyslovuje takto (č. 2479): „Osa magnekrytalické síly hledí se postavití rovnoběžně (čili jako tečna) ku magnetické křivce, jdoucí místem, kde se krystal nalézá.“ Obšrnější rozbor těchto o sobě velmi zajímavých, pro všeobecnou fysiku však méně důležitých úkazů, s nimiž se nejvíce jejich objevitel *Plücker***) zanášel, nelze zde ovšem podati.

V řadě třiadvacdté (č. 2640—2701) vrací se Faraday ku své *theorii opačných polarit* při hmotách diamagnetických a paramagnetických, kterou byli *Reich*, *Plücker*, *Weber****)) a jiní přijali a novými pokusy potvrdili. Jemu však nezdá se theorie ta býti správnou; spíše domnívá se na základě svých pokusů, že jest zvláštní stav diamagnetický následek proudů ve hmotách indukovaných, jichž směr nemusí však býti takový, aby způsobily ve smyslu Ampèreovy theorie opačnou polaritu v oněch hmotách. Námítky Faradayovy byly však *Weberem*†) vyvráceny;

*) Že mohou býti též látky elektricky anisotropické, t. j. látky, které se při elektrické indukci v různých směrech různě chovají, majíce nestejnou specifickou kapacitu induktivní, tušil Faraday též a konal k nalezení takových zvláštností velmi důkladné pokusy, které však nevedly k cíli (Exp. Res. č. 1685—1698). Teprve r. 1874 dokázal *Boltzmann*, že jest induktivní kapacita síry v různých směrech různá; v. Sitzber. der Wiener Ak. d. Wiss. sv. 70.

**) *V. Plückerova* pojednání v Pogg. Ann. sv. 72 (1847), sv. 77 (1849) atd.; mathematickou theorii magnekrytalismu podal tamtéž sv. 86 (1852). Srovnej *Feilitzsch*, Die Lehre von den Fernwirkungen des galvanischen Stroms (1865) §. 45.

***)) *V. jejich* pojednání, vesměs v Pogg. Ann. sv. 73 (r. 1848). Srovnej *Feilitzsch*, l. c. §. 43 a 44.

†) Viz důkladné pojednání jeho: Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere über Diamagnetismus (Abh. d. k. sächs. Gesell. der Wiss. I. Bd. 1852). *Weber* položil si zejména úlohu, dokázati nejen obyčejné diamagnetické účinky, opačné účinkům magnetickým, nýbrž

dle výsledků jeho pokusů a spojených s nimi úvah můžeme považovati *theorii opačných polarit* za vhodný základ při vyložení úkazů diamagnetických, ačkoli posud není naděje, že by se nám úplné vysvětlení těchto úkazů podařiti mohlo.*)

Řada čtyřřadová (č. 2702—2717) má opět ráz více epizodní; vyšetřuje zde Faraday možný snad vztah tíže ku elektřině. Dle názoru jeho má klesání a stoupání těžkých hmot ráz polarnosti a hledal tudíž, zda-li by takový pohyb nezpůsobil nějaké úkazy indukce, nenalezl však ničeho.

V řadách pět-, šest- a sedmadvacáté (č. 2718—3069) podává Faraday přehled všeobecných úkazů magnetických. Nejprve vyšetřuje, zda-li plyny, podrobené magnetickým silám, mění svůj objem neb zda-li v nich vzniká proudění; výsledek jest v obou ohledech záporný. Poněvadž se látky paramagnetické, umístěné v ústředí silněji paramagnetickým, chovají tak, jako by byly diamagnetické, a naopak, jest zapotřebí určití (podobně

také *elektrodiamagnetismus*, totiž indukování diamagnetického stavu působením elektrických proudů a *diamagnetickou indukcí*, totiž indukování proudu působením diamagnetických látek. *Weber* spatřuje klíč k úkazům diamagnetickým v té okolnosti, že mají proudy indukované při vzniku sousedních proudů *směr opačný*. Předpokládejme, že obsahují molekuly hmot elektrická fluida, jež mohou býti působením elektrodynamickým (v širším smyslu, tedy působením proudů neb magnetů) uvedeny v pohyb, čímž vznikají proudy molekulární. Tyto proudy nejsou však okamžité jako jiné proudy indukované, nýbrž trvalé, což vyžaduje další hypotézu, že elektrická fluida při pohybu svém v molekulách (neb okolo molekul) nenarážejí na žádný odpor a tudíž při pohybu jednou přijatém dotud setrvají, dokud nový impuls pohyb ten nezmění. A poněvadž indukované proudy jsou směru opačného, poznáváme ze stanoviska Ampère-ovy theorie, že severní pol hmoty indukcí podrobené musí se nalézati naproti severnímu polu indukujícího magnetu a jižní pol naproti jižnímu; vzniká tedy stav diamagnetický. Molekulární magnety mohou býti buď utkvělé neb mohou se otáčeti; v druhém případě, když se tyto magnetické částice, buď indukované buď původně existující, působením elektrodynamickým obrátí, vznikne stav paramagnetický. Názor *Weberův* stojí rozhodně a bezohledně na stanovisku hypotézy dvojfluidové.

*) *Srv. Feilitzsch*, l. c. §. 52, 53. Vedle *Webera* dlužno ještě jmenovati *Plückera* (*Pogg. Ann.* sv. 91, r. 1854) a *Feilitzsch* (*Pogg. Ann.* sv. 87, r. 1852). Týž rozeznává trojí stav magnetický, charakterisovaný těmito typy: železo, kyslík, vizmut. Srovnej též *E. Wiedemann*, *Die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus*; II. sv.

jako při teplotě) pevný bod nulový pro magnetický stav. Faraday volí (č. 2787—90) prázdný prostor, t. j. dělí hmoty v ony dvě skupiny dle jejich chování se v prostoru prázdném.

Nejdůležitější ze stanoviska theoretického jest však zavedení pojmu *magnetického vedení čili magnetické kondukce* (26. řada). Již dříve byli jsme poznali, jakou důležitost měly v jeho názoru o zjevech elektrických čáry indukce čili silokřivky elektrické. Ve směru těchto čar šíří se elektrické napjetí skrze různé hmoty, a to způsobem různým dle jejich kapacity indukativní, tak že se v některých hmotách ony čáry hustěji sestupují, v jiných dále od sebe vzdalují. Podobný význam mají *magnetické čáry čili silokřivky*. Také magnetické úkazy jsou v mysli Faradayově spíše výsledek čili viditelná pro nás stopa zvláštního stavu, kterým se od magnetů neb proudů, jakožto zdrojů magnetického, vzrušení šíří celým prostorem různými hmotami vyplněným. Podobně jako při elektrině podléhají různé látky různým způsobem působení sil magnetických, tak že bude průběh magnetických křivek závislý na jakosti ústředí. Umístíme-li na př. blíže magnetu kus železa, soustředí se velká část silokřivek z magnetu vycházejících na povrchu železa; můžeme tudíž říci, že křivky ty snadněji procházejí železem nežli okolním prostorem, čili že jest vodivost železa pro magnetické křivky *větší* nežli vodivost prázdného prostoru.*) Naopak jest vodivost látek diamagnetických menší.

Každá magnetická křivka jest uzavřena; vycházejíc z jednoho polu magnetu, jde prostorem zevnějším k druhému polu a odtud skrze hmotu magnetu zase k polu prvnímu. Svazek všech křivek, rozptýlený v celém nekonečném prostoru zevnějším, soustřeďuje se tudíž v magnetu, *i můžeme toto sou-*

*) Název vodivost čili kondukce jest poněkud nepřiměřený, poněvadž upomíná na podobný název elektrokinetický, kdežto se zde jako při elektrické indukci jedná o statické uspořádání hmoty, o jistý stav rovnovážný, stav jakéhosi napjetí magnetického neb elektrického. Stav ten jednou (a to v době nesmírně krátké) doclený udržuje se velmi dlouhý čas. Různé chování se různých látek vůči magnetickým silám má svou obdobu spíše ve *specifické induktivní kapacitě elektrické*. Z této příčiny zaveden později obdobný název *specifické induktivní kapacity magnetické* pro tu vlastnost fysikální, kterou Faraday nazývá magnetickou vodivostí.

středění považovati za znak silného stavu (para-)magnetického. Nalézá-li se tudíž hmota v zevnějším prostoru, která poskytuje průchod většímu množství magnetických křivek, majíc větší vodivost, jeví hmota ta vlastnosti paramagnetické. Propouští-li hmota menší počet silokřivek, jeví vlastnosti diamagnetické. Opačná polarita z této menší hustoty svazku křivek v této hmotě obsažených na první pohled nevysvítá; dospějeme k ní však následující úvahou. Magnetické křivky nemají jen určitý tvar, nýbrž i určitý směr. Když jsme se byli jednou rozhodli, považovati na př. ten směr za kladný, v kterém jde křivka *v magnetu* od jižního polu k severnímu a *mimo magnet* od severního polu k jižnímu, musíme se důsledně toho ustanovení držeti a poznáváme nyní snadno, že se křivky v opačném směru jdoucí vzájemně ruší. *) Můžeme tudíž menší hustotu svazku křivkového v diamagnetickém ústředí pojímati tak, jako bychom v něm měli svazek téže hustoty jako v zevnějším prostoru a mimo to jiný svazek opačného směru, který dává látce opačnou polaritu, tak že jest na př. (zdánlivý) severní pol indukci podrobené tyčinky vizmutové obrácen ne k jižnímu, nýbrž k severnímu polu magnetu indukujícího, z čehož následuje odpuzování obou těchto a rovněž i odpuzování obou jižních polů a tudíž umístění tyčinky do polohy ekvatorialné.

V skutku nemají se ovšem věci tak jednoduše; silokřivky procházející jednou ústředím paramagnetickým, podruhé ústředím diamagnetickým, sestupují se v ústředí prvním a rozstupují v ústředí druhém; tím se však nemění pouze jejich počet (čili hustota svazku křivkového), nýbrž i jejich tvar, a tato okolnost způsobí podstatný rozdíl mezi polaritou v prvním a v druhém případě. Dejme tomu, že bychom vzali stejně velké tyčinky dvou hmot, z kterých jedna o tolik méně magnetických křivek propouští nežli okolní prostor, o kolik jich více propouští hmota druhá; přes to nesměli bychom se domnívati, že se oba indukované v magnetickém poli magnety jen tím od sebe liší, že

*) Mysleme si, že bychom mohli dva shodné a úplně symmetrické magnety současně do téhož prostoru vměstnati tak, že by směry jejich byly opačné; patrně by nastal stav zcela nemagnetický a týž byl by zde způsoben tím, že by se shodné magnetické křivky opačných směrů, však stejných intenzit na sebe kladly a tudíž rušily.

mají opačnou polaritu. Rozdíl obou jevil by se následkem různého tvaru obsažených v nich magnetických křivek.

Tato okolnost zdá se býti příčinou, proč se Faraday stále vzpíral (viz na př. č. 2820—2822) názoru opačných polarit původně od něho samého vyslovenému. Že naznačené rozdíly skutečně se vyskytují, že však theorii opačných polarit nevyvracují, ukázal jasně *Weber*, *) ano vyložil alespoň povšechně z theorie. Zejména poukazuje k následující, pro vytčený rozdíl charakteristické okolnosti. Chceme-li v daném množství železa docílití pomocí dané síly magnetické nejvíce magnetismu, musíme mu udělití tvar dlouhé a tenké tyče neb velmi podlouhlého ellipsoidu, jehož velká osa jest rovnoběžná se směrem dané síly; chceme-li v daném množství vizmutu docílití nejvíce diamagnetismu, musíme mu dáti tvar velmi tenké desky čili ellipsoidu velmi ploského, jehož malá osa má směr dané síly magnetické. Jest to podobný úkaz, jaký při základním zjevu diamagnetismu pozorujeme. Tyčinka vizmutu postaví se v magnetickém poli na přič magnetických křivek, tedy tak, že největší rozměr její jest *kolmý* na křivky ty, kdežto jest při tyčince železné *rovnoběžný* s nimi.

Bylo by tedy omylem domnívati se, že se opačná polarita diamagnetických hmot jeví tím, že se v magnetickém poli otočí o 180° , jak by se nám při první představě o diamagnetické indukci zdáti mohlo. Zároveň poznáváme, že nelze mluvití o *trvalých diamagnetech* podobně jako máme *trvalé magnety*. *Weber* poukazuje k tomu, že by se takový diamagnet od obyčejného magnetu, kdybychom jej otočili o 180° , nijak nelišil. Diamagnetismus může tudíž pouze indukci vzniknouti.

V dalším postupu obrací Faraday pozornost svou k *magnetismu atmosféry*. Již v č. 2796 vyslovil domněnku, že silný paramagnetismus kyslíku musí míti velký vliv na úkazy zemského magnetismu, zejména na denní a roční proměny příslušných veličin. Tuto myšlénku rozvádí Faraday podrobně v 26. a 27. řadě, podáváje tím vzácný příspěvek ke studium jedné z nejzáhadnějších stránek geofysiky. (Pokrač.)

*) *Weber*, Elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere über Diamagnetismus; č. 20 a 21.