

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Marie Fabianová
O objevu Zeemanově

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 27 (1898), No. 3, 199--203

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121868>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1898

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 objevu Zeemanově.

(Z referátu v týdenní schůzi Jednoty Českých Mathematiků.)

Objev Zeemanův *) týká se otázky, zdali a jak působí silné pole magnetické na povahu světla nějakou látkou emitovaného. Na myšlénku tuto připadl Zeeman před několika léty, když se zabýval měřením známého fenoménu Kerrova (otočení roviny polarisační lineárně polarisovaného světla při reflexi na magnetickém pólu. Viz Kerr, Phil. Mag. 321. 1877. a obšírný referát ve Wiedemann „Elektricität“ II. Aufl. III. 1100 seq.).

Prvé pokusy Zeemanovy provedené pomocí obyčejného spektroskopu vedly k výsledku negativnímu. Znovu se však vrátil k myšlénce své, když byl četl v Maxwellově náčrtku života Faradayova (Maxwell, Coll. Works II. p. 790), že také tento veliký experimentátor anglický zabýval se týmž problémem, avšak rovněž s nezdarem.

Při nových svých pokusech neužil již Zeeman spektroskopu, nýbrž nejznamenitější pomůcky spektroskopické našich dnů — Rowlandovy mřížky. Aby nebylo nutno sbíratí ohybové paprsky od mřížky vycházející objektivem dalekohledu, ryje Rowland své odrazové mřížky do slabě válcovitého kovového zrcadla o velikém poloměru; mřížka Zeemanem užitá měla radius 10 stop t. j. asi 3·2 *m* a čítala 14938 vrypů na jednom palci čili 5671 vrypů pro *cm*.

Užil prvého spektra, jež pozoroval mikrometrem s kolmým nitkovým křížem. Štěrba velmi přesně adjustovaná postavena poblíže světelného zdroje. Tím byl plamen kahanu Bunsenova, v němž byl ponořen kousek asbestu impregnovaný chloridem sodnatým (NaCl kuchyňská sůl); tento plamen se nalézal mezi paraboloidickými póly Ruhmkorffova elektromagnetu střední veli-

*) Cf. Dr. P. Zeeman: On the Influence of Magnetism on the Nature of the Light emitted by a Substance. Phil. Mag. XLIII, 226. 1897.; Naturwissenschaftliche Rundschau XII, 174. 1897.; Beiblätter zu Wied. Annalen XXI, 138. 1897; Comptes Rendus. Číslo 25. 1897.

kosti, asi 7 mm od sebe vzdálenými. Ve spektru, dokud ještě proud kol elektromagnetu neprocházel, byly obě Fraunhoferovy čáry D, charakteristické to čáry natria, úzké a ostře ohraničené na tmavém pozadí. Když nyní zavedl proud, pozoroval, že se obě čáry D *zřetelně rozšířily*. Jakmile však proud přerušil, nabyly zase své původní šířky. Pokus tento mohl s tímže výsledkem opakovati několikrát.

Užil-li Zeeman místo plamene Bunsenova hořáku plamene kyslík-svítiplynového, nastal týž zjev jako v případě předešlém. Čáry D se rozšířily třikrát až čtyřikrát nad svou původní šířku, jakmile byl proud zaveden. Podobně se rozšířila i červená čára lithia. Po přerušení proudu nabyly čáry vždy své původní šířky.

Při všech těchto pokusech mohla Zeemanovi činěna býti výtka, že snad pozorované rozšiřování se čar spektrálních, které vzniká, jakmile kol elektromagnetu prochází proud, může býti způsobeno zvýšením teploty zářícího plamene nebo také zvýšením hustoty natriových par v poli magnetickém. Vždyť jest známo, jak se značně mění tvar plamene v silném poli magnetickém.

Aby se této možné výtce vyhnul, uspořádal následující pokus: Vzal rouru porcelánovou, vnitř i vně polévanou asi 15 cm dlouhou a 18 mm vnitřního průměru. Tuto postavil mezi póly elektromagnetu tak, aby osa její stála kolmo na přímce spojující oba póly elektromagnetu. Uzavřel ji skleněnými planparalelnými deskami. Oba konce udržoval proudem vody na nízké teplotuře, kdežto střed zahříval po délce asi 8 cm silně plamenem Bunsenovým.

Rourou, v níž spaloval kousek natria, nechal procházeti světelný paprsek lampy obloukové, v dostatečné vzdálenosti od elektromagnetu postavené, aby světelný oblouk nebyl elektromagnetem rušen. Maje vše uspořádáno, pozoroval natriové čáry D ve spektru absorpčním. Čáry tyto byly po jisté době téměř po celé délce stejně široké a ostře ohraničené a pouze poněkud širší na tom konci, kde vzniklo spektrum spodních hustších vrstev par natriových.

Jakmile proud uzavřel, v témž okamžiku staly se čáry spektrální širší a zdánlivě černější. Když proud přerušil, nabyly čáry zase své původní podoby. Tento pokus mohl opako-

vati vždy se stejným výsledkem několikrát, až se všechno natrium v rouře se nalézající vypařilo.

Aby se vyhnul při pozdějších pokusech chemické akci mezi natriem a glasurou a dále i různé hustotě par a konvekčním proudům vznikajícím následkem různé teploty jednotlivých míst v průřezu roury, užil Zeeman užší roury nepolévané, již zahříval plamenem dmuchavky a stále kol osy otáčel. V tomto případě byla hustota par všude táž a absorpční čáry natriové byly po celé své délce stejně široké. Když spojil proud, rozšířily se čáry v celé své délce stejně, kdežto v případě předešlém byly na jednom konci širší. Byla tedy při takovém uspořádání pokusu vyloučena možnost, že by rozšiřování čar, které nastává, jakmile kol elektromagnetu prochází proud, mohlo býti částečně přivoděno různou teplotou nebo prouděním par různé hustoty. Teprve tímto jaksi dokonalejším pokusem zdálo se býti pravděpodobným, že se čáry spektrální rozšiřují skutečně jen vlivem zevnějších sil magnetických. Je-li tomu skutečně tak, pak akcí magnetismu superponují se na místě volných vibrací atomů jiné o změněné době kmitové (periodě).

Chtěje zkoumati, mají-li síly magnetické podobný vliv i na spektrum tuhých těles, zvolil Zeeman erbiurnoxyd, který má tu zajímavou vlastnost, jak Bunsen a Bahr dokázali, že se ve spektru jeví světlé čáry. Ale tyto čáry při užití dispersi neměly ostrých hran a nemohl jich tudíž Zeeman upotřebiti k svému pokusu.

Na základě představ, které si Zeeman tvořil o povaze sil, jež působily v poli magnetickém na atomy, usoudil, že spektrální pruhy neukazují týž zjev, působí-li na ně zevnější síly magnetické jako spektrální čáry.

Oprávněnost svého názoru dokázal následujícím pokusem: Vzal rouru skleněnou na obou koncích uzavřenou skleněnými deskami a postavil ji mezi póly elektromagnetu. V rouře nechal vypalovati malým plamenem jód. Parami jódovými pustil plamen lampy obloukové. Ve spektru byly při nízké panující teplotě pruhy, v nichž se jevil nesčíslný počet jemných tmavých čar. Když nyní uzavřel proud, zůstaly temné čáry úplně nezměněny.

Nastal zde úkaz opačný než dříve při pokusu s parami natriovými.

Zároveň tímto pokusem mohl Zeeman vyvrátiti výtku, o níž již dříve zmínka se stala, že by snad rozšiřování čar spektrálních bylo způsobeno proudy konvekčními. Neboť zajisté i v tomto případě jako při spalování natria vznikly vrstvy mající různou hustotu a mezi nimi nastalo také proudění a přece nestaly se pruhy působením magnetismu širší jako u natria, nýbrž naopak zůstaly v původním svém stavu.

Ačkoli všechny tyto prostředky, kterých k dispozici měl, nedostačovaly k přesným měřením, přece podává Zeeman přibližnou hodnotu změny periody magnetismem způsobené. Odhaduje z oboustranného se rozšiřování čar natriových (jež obnáší asi $\frac{1}{40}$ odlehlostí obou čar) a z intesity pole magnetického (asi 10^4 *cm-g-sec* jedniček) pozitivní a negativní změnu na $\frac{1}{40000}$ doby kyvu. Vysvětlení této magnetické změny periody nalézá Zeeman v Lorentzově theorii zjevů elektrických. Dle této theorie jsou ve všech látkách malé částičky určité hmotnosti a opatřené nábojem elektrickým. Všechny zjevy elektrické spočívají na konfiguraci a pohybu těchto „ionů“, jejichžto vibrací se vysvětluje pohyb světla. Jestli se tyto iony pohybují v poli magnetickém, doznají mechanických urychlujících a zpozdujících sil, které pak dovedou vysvětliti pozorovanou změnu periody. Lorentz, jemuž Zeeman tuto myšlenku sdělil, udal hned, jak se má dle této theorie vypočítati pohyb ionů v poli magnetickém. Zároveň poznamenal, kdyby to vysvětlení bylo správným, že by musely rozšířené čáry spektrální míti pro světelný paprsek ve směru magnetické síly vlivem zevnějších sil magnetických na jednom kraji pravou a na druhém levou polarisaci cirkulární.

Theoretické úvahy Zeemanovy byly potvrzeny následujícím pokusem: Elektromagnet, jehož póly byly provrtány, byl tak postaven, že osy otvorů ležely v přímce procházející středem mřížky. Na čáry natriové se díval mikrometrem, který měl nitkový kříž v rovině vertikální. Mezi mřížku a okulár mikrometru postavil čtvrtlnovou slídovou destičku a nicol a sice tak,

aby pravá cirkulární polarisace vymizela. Poněvadž dle theorie Lorentzovy měla rozšířená čára míti na jednom kraji pravou a na druhém levou polarisaci cirkulární, muselo otočením analysatoru o 90° světlo dříve vymizelé se propustiti a naopak. Anebo, byl-li viditelným pravý kraj čáry, musel obrácením směru proudu v elektromagnetu býti zřejmým zase kraj druhý. Nitkový kříž okuláru postavil Zeeman tak, aby směr jeho koincidoval při jistém směru proudu se světlou čarou. I ukázalo se, že se při obrácení proudu zřetelná čára vzdálila od své původní posice. Když pak otočil analysátor, aniž by změnil polohu čtvrtvlnové destičky, o 360° , tu se během úplného otočení čára spektrální dvakrát rozšířila a dvakrát súzila.

Potom otočil elektromagnet o 90° v horizontální rovině, takže magnetické silokřivky probíhaly ve směru kolmém na směr paprsku k mřížce vysílaného. Kraje rozšířené čáry byly nyní lineárně polarisovány. Polarisační rovina stála kolmo na čáře spektrální.

Z Lorentz-Zeemanovy theorie zkoumaného zjevu plyne, že při dosti silném poli magnetickém musí se jednoduchá čára spektrální rozpadati v *doublet* v paprsku jdoucím směrem magnetického pole a v *triplet* ve směru na pole magnetické kolmém.

Není-li intenzita dostatečná, jeví se čára v obou případech býti pouze rozšířenou. V doubletu jest dle udané theorie jedna čára pravo, druhá levo cirkulárně polarisovaná, v tripletu pak jsou obě čáry postranní kolmo k čáře spektrální, v čáře prostřední paralelně s toutéž lineárně polarisovány.

Další měření Zeemanova potvrzují v hlavních rysech tyto úsudky: Kdyby theorie ukázala se správnou, bylo by zajímavě stanoviti různé vlivy (ku př. teploty, tlaku, intenzity pole magnetického), jež na ióny různých látek působí, poněvadž by na snadě byla aplikace na spektrum sluneční, ježto dle náhledů některých fysiků (na př. Lord Kelvin) působí na povrchu slunce mocné síly magnetické.

Marie Fabianová,
kand. filosofie.