

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

M. Otta

Některé nové magneto-optické pokusy

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 33 (1904), No. 2, 146--152

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123301>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1904

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>

$$(11) \quad \begin{aligned} z_0 B - y_0 C &= a, \\ x_0 C - z_0 A &= b, \\ y_0 A - x_0 B &= c. \end{aligned}$$

Poslední soustavě lze vyhověti, ježto nutno jest, jak dříve jsme ukázali, aby

$$Aa + Bb + Cc = 0;$$

pak vyhoví se i rovnici

$$x_0 a + y_0 b + z_0 c = 0,$$

tak snadno se přesvědčíme, sečtouce rovnice soustavy předchozí znásobené pořadem veličinami  $x_0, y_0, z_0$ .

Volíme-li tedy  $x_0, y_0, z_0$  tak, aby hověly rovnicím (11), pak platí

$$(x - x_0)dx + (y - y_0)dy + (z - z_0)dz = 0,$$

j. j.

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2 = r^2,$$

kdež  $r^2$  jest libovolnou konstantou.

Jest tedy integrálem rovnice (7) výraz

$$(12) \quad f[(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2, Ax + By + Cz] = 0,$$

kdež  $f$  libovolnou funkci značí.

Rovnice (12) přísluší ploše rotační, jejíž osa má rovnici danou soustavou kterýchkoli dvou rovnic ze soustavy (11), značí-li v nich  $x_0, y_0, z_0$  běžné souřadnice bodů na ose položených; soustava tato ovšem se ztotožňuje se soustavou (9).

## Některé nové magneto-optické pokusy.

Referuje **M. Otta**,  
professor c. k. reálky v Kladně.

Magnetická rotační disperse par natria objevená Macalusem a Corbinem\*) byla vždy pozorována jen v úzkých mezích a to

\*) Zeitschrift für phys. u. chem. Unt. XII. p. 102.

v blízkosti obou absorpčních čar až k jejich kraji. Nové uspořádání celého pokusu umožnilo Corbinovi, že mohl tento zjev pozorovati i uvnitř samého pásu absorpčního. \*) Při pokuse svém užil interferenčních proužků, jichž lze docíliti Fresnelovým hranolem křemenovým. Celé uspořádání pokusu bylo toto: Svazek rovnoběžných paprsků slunečních procházel polarisujícím nikolem, pak plamenem natriovým, který nacházel se mezi poly elektromagnetu, na to vcházel do křemenového hranolu s vodorovnými hranami, odtud Rowlandovými mřížkami konečně vcházel do nikolu analysujícího. Nevzbudí-li se magnetické pole, lze pozorovati ve spektru mřížkami způsobeném řadu vodorovných proužků interferenčních, vzbudí-li se však pole magnetické, ohýbají se tyto proužky v blízkosti čáry silně, a změni-li se směr pole magnetického, ohýbají se směrem protivným. Leč dá se také slabé světlo uvnitř širokého pásu absorpčního pozorovati; tak Corbino shledal ve svých pokusech, že interferenční proužky zůstávají v tomto případě skoro vodorovny a jen poněkud se posunou na svých krajích vzbuzením magnetického pole. Z toho by plynulo, že polarisační rovina se stáčí velmi málo (asi  $18^{\circ}$ ). Dle názorů spisovatelových odporuje tento zjev theorii, neboť tato vyžaduje otočení velmi značné (přes  $200^{\circ}$ ).

K pravému opaku tohoto mínění Corbinova dospěl Voigt, který považuje pozorování Corbinova za souhlas s theoríí, jen přibírá k výkladu vyskytající se tu zjev Zeemannův.\*\*\*) Zeemann sám opakoval pokusy Corbinovy a shledal, že názory Voigtovy jsou správnny, neboť ukázal, že Corbino pozoroval vlastně jen zvláštní případ zjevu obecného.\*\*\*) Zeemann použil v podstatě téhož uspořádání pokusů jako Corbino, ale činil pozorování svá při různé hustotě par natriových. V magnetickém poli  $18.000 \text{ cm. g sec}$  bylo možno pozorovati obě složky Zeemannova dubletu a kromě toho vodorovné pruhy interferenční. Byla-li hustota par skrovná, objevila se jen malá odchylka těchto pruhů, zvětšila-li se však hustota par, ohýbaly se ony části pruhů, které s oběma složkami sousedí, směrem vzhůru, naproti tomu střední

---

\*) Naturw. Rundschau XVII. p. 47. a 440.

\*\*) Ann. der Phys. 1901 6. p. 784, 1902 8. p. 872.

\*\*\*) Naturw. Rundschau XVII. p. 564.

část se roztrhla, klesla dolů a vůbec celou svoji podobu změnila. Klesání tohoto oddílu rozšířilo se při 18.000 *cm g sec* na trojnásobnou šířku interferenčního pásu, což by odpovídalo rotaci negativní o  $3 \times 180^\circ$ , tedy okrouhle o  $500^\circ$ . Udržuje-li se hustota par konstantní, ale mění-li se magnetické pole, lze pozorovati, že negativního stáčení ubývá, roste-li magnetické pole. Teprve při větší hustotě natriových par, při nichž se zorné pole již silně zatemňuje, byly pozorovány zjevy objevené Corbinem. Pozorování Zeemannova jsou s teorií Voigtovou, co se týče jak smyslu tak i velikosti stáčení roviny, v úplném souhlasu. Avšak ani pozorování Corbinova neodporují teorii, jsou jen podmínky pozorování těch složitější a potřebují k úplnému výkladu ještě dalších pozorování.

Voigtova theorie magnetického stáčení polarizační roviny uvnitř absorpčního pásu byla potvrzena pokusy, jež provedl Schmauss\*) s tuhými i kapalnými hmotami, jako jsou didymové sklo, roztok lakmusu a anilinová modř. Úhel, o který se rovina polarizační stáčí, byl pro určité délky vlny rovněž určen interferenční methodou. Zvláště byla potvrzena správnost dvou vět odvozených Voigtem: 1. Maximalní otočení v absorpčním oboru jest skoro nezávislé na síle magnetického pole. 2. Negativního stáčení, jež se vyskytá uvnitř absorpčního pásu, ubývá, ubývá-li síly magnetického pole.

A. Färber uspořádal pokusy, jimiž kvantitativně měřil zjev Zeemannův tím, že určil magnetické rozštěpení některých spektrálních čar v míře absolutní.\*\*\*) Hlavní zřetel svůj obrátil na čaru kadmia 4678·37 a zinku 4680·38, které jsou trojitě a zvláště dobře dají se měřiti, kromě nich měřil i některé jiné čáry zinku a kadmia. Za světelný pramen sloužila mu elektrická jiskra velkého induktoria, která přeskakovala rovnoběžně se silokřivkami mezi poly elektromagnetu. Na jednom polu byl upevněn zinkový proužek a na druhém kadmiový, takže bylo možno obdržeti současně i čáry zinkové i kadmiové. Vhodnou samoindukcí byla cizí spektra odstraněna, a docíleno určité ostrosti čar zinkových a kadmiových. Spektrum vytvořené konkavními mřížkami Row-

\*) Ann. d. Phys. 1902 8. p. 842.

\*\*) Ann. d. Phys. 1902 9. p. 886.

landovými bylo fotografováno. Pole změnou odporu vismutové spirály, která byla cejchována v absolutní míře, bylo určeno a rozštěpení čar  $\Delta\lambda$  pomocí přesného komparátoru bylo změřeno. Pokusy ukázaly, že rozštěpení pozorovaných čar jest přímo úměrno poli  $H$  — největší pole, jehož užito, mělo 24.000 *cm-g sec*. Konstantní hodnota pro homogenní čáry dle Lorentze pro ony čáry kadmia a zinku byla:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2} H = 18.13.$$

Vezmeme-li za základ tuto hodnotu, máme dobrý prostředek, abychom při daném rozštěpení sílu magnetického pole s největší přesností určili.

Mezi tím, co zjev Zeemannův hlavně pro páry kovů byl pozorován, bádá G. Bernt, za kterých podmínek nastupuje zjev Zeemannův i při spektrech plynů.\*) Magnetické pole vzbudil polokruhovitým magnetem du Bois-ovým, jehož poly byly nejvýše 7 *mm* od sebe vzdáleny a síla pole magnetického kolísala mezi 8.000 až 20.000 Gaussy. Spisovatel pozoroval Geisslerovy rourky naplněné různými plyny různé hustoty. Na to určil změny spekter v magnetickém poli a rozdíl potenciálů, jímž rourky byly udržovány při rovnoměrné světlosti. Zjev Zeemannův zkoumán mřížkami stupňovitými. Ukázalo se, že spektra přetržitá v poli magnetickém doznávají jen nepatrné změny intensity, ale spektra spojitá bývají většinou spektrem rtuti zatlačena. Změny ty jsou následkem změn odporu v poli magnetickém. Zeemannův zjev dá se nejlépe pozorovati při středním tlaku; vodík a jod ukázaly to nedosti patrně, za to však helium při tlaku 5 *mm* v poli 8.000—20.000 Gaussů velmi krásně. Také při rtuti, byla-li v rourkách Geisslerových, bylo dobře zjev Zeemannův pozorovati; dusík, argon a jiné látky dávaly spektra velmi málo jasná.

Při zjevu objeveném Kerrem dá se elektromagnetickým polem v tuhém nebo kapalném dielektriku docílití dvojlomu. Jest na snadě otázka, nedá-li se téhož nebo aspoň podobného zjevu docílití i v poli magnetickém, zvláště když magnetický dvojlom par natriových byl Voigtem a Becquerelem mathematicky před-

\*) Ann. d. Phys. 1902 8. p. 625.

pověděn. \*) Quirino Majorana uspořádal několik pokusů vztahujících se k této otázce s roztoky látek magnetisace schopných a našel skutečně magnetický dvojlom při roztocích chloridu železitého a při rozpuštěném železe. Magnetické pole bylo vzbuzeno při jeho pokusech elektromagnetem Weissovým a mělo 7 cm délky — délka měřena kolmo k silokřivkám — a intenzitu až 18.000 jednotek. Kapalina nacházela se v malé vaničce, jejíž stěny byly z nejlepšího druhu skla. Za světelný pramen sloužila velmi jasná žárovka nebo lampa oblouková. Mezi vaničkou a analyseurem byly umístěny dvě destičky skleněné, které se daly k sobě přitlačit a kol optické osy stočit; jedna tato destička kompenzovala svým stlačením a otočením dvojlom stěny vaničky, kdežto druhá sloužila k měření magnetického dvojlomu.

Jakmile kapalina nalita byla do vaničky, postavil se system nikolů a kompenzující destička tak, že v poli zorném bylo temno. Je-li polarisační rovina rovnoběžná nebo kolmá k poli, nezjasní se zorné pole, vzbudí-li se magnetismus. Svrá-li však polarisační rovina se silokřivkami úhel  $45^\circ$ , objeví se u aktivní kapaliny vlivem magnetického pole jisté množství světla, které se zruší tím, že se druhá destička rovnoběžně nebo kolmo k silokřivkám stlačí. Oba tyto případy odpovídají pozitivnímu event. negativnímu dvojlomu jednoosého krystalu postaveného rovnoběžně se silokřivkami. Čerstvý a málo koncentrovaný roztok chloridu železitého dával pozitivní dvojlom, při 18.000 jedničkách byl rozdíl paprsku řádného a mimořádného 0·02 až 0·03 délky vlny. Spisovatel užil několika druhů rozpuštěného železa a kysličníku železitého, které ukazovaly dvojlom v různém stupni. Některé druhy dávaly pozitivní dvojlom, jiné negativní. Nejzvláštnější zjev dvojlomu poskytoval starý roztok železa, které dávalo nejprve dvojlom pozitivní, pro určitou hodnotu pole dvojlom nenastal a pak nastal dvojlom negativní. Roztok tento byl hustoty 0·001 a poskytl při 3.000 jedničkách největší pozitivní dvojlom o rozdílu 0·6 $\lambda$ , při 5.450 jedničkách nastal bod obratu, při 8.500 jedničkách byl dvojlom negativní o rozdílu 1 $\lambda$ , při 13.075 jedničkách 3 $\lambda$  a při 17.250 jedničkách 5 $\lambda$ . Pro tyto vysoké hodnoty musilo býti užito spektroskopu. Pokusy těmito ukázalo se, že

\*) Zeitschrift f. phys. u. ch. Unt. XII. p. 356 a násled.

dvojlom jest přibližně úměrný hustotě kapaliny, koncentraci její a čtverci síly pole, nepřímou pak úměrný čtverci délky vlny.

Také spektrum světla prošlého aktivní kapalinou se v poli magnetickém změnilo. Absorpční spektrum starého roztoku železa jde od barvy červené až k zelené, kdežto ostatní část jeho zmizí. Bylo zpozorováno i bez nikolu, že spektrum v poli magnetickém bylo světlejší a jasnější, prošlo-li světlo kolmo ke směru silokřivek. Zjev byl velmi patrný při 18.000 jedničkách, ale zmizel při bodu obratu. Nikolem, jehož hlavní řez byl rovnoběžný se směrem silokřivek, bylo pozorováno při 3.000 jedničkách nepatrné zeslabení světlosti a zkrácení spektra, při polích, která byla silnější než pole, při němž nastal bod obratu, velmi silné zjasnění a rozšíření pole zorného. Byl-li nikol postaven tak, že hlavní řez byl kolmý na směr silokřivek, byl zjev opačný: při pozitivním maximu nastalo nepatrné zjasnění a rozšíření spektra, při negativním maximu značné zeslabení a zkrácení spektra. K pokusům se světlem procházejícím rovnoběžně se směrem silokřivek bylo užito elektromagnetu s provrtanými kuželovitými poly a menší vaničky, koncentrace pak kapaliny k vůli malé hustotě kapaliny byla zvětšena na sedmeronásobnou. Poněvadž světlo vycházející v tomto případě není polarisováno, není potřebí nikolu. Pozorováno bylo při pozitivním dvojlomu (3.000 jedniček síla pole) zjasnění a rozšíření spektra a opak při negativním dvojlomu (síla pole = 18.000 jedničkám.)

Z těchto pokusů jde na jevo, že kraje spektra, prochází-li světlo kolmo k silokřivkám tekutinou pozitivně dvojlomnou, jsou patrně polarisovány v rovině silokřivek. Projde-li světlo právě tímž směrem negativně lomící kapalinou, jsou kraje polarisovány kolmo k silokřivkám. Dále pak jest při pozitivním dvojlomu absorpce světla rovnoběžně jdoucího se směrem silokřivek menší než absorpce paprsku jdoucího kolmo ke směru silokřivek, je-li v obou případech rovina polarisační kolmá k silokřivkám. Pro negativní dvojlomy jest absorpce větší.

Vedle dvojlomu pozoroval Majorana zvláštní stáčení polarisační roviny procházejícího světla, kteréžto stáčení se ani nezměnilo co do směru, bylo-li magnetické pole obráceno; avšak toto zvláštní stáčení vyskytovalo se jen tehdy, když rovina polarisační byla skloněna k silokřivkám. Dle jakosti praeparátu

vloženého dalo se stáčení roviny polarisační vždy tak, aby se rovina polarisační postavila buď rovnoběžně se směrem silokřivek nebo kolmo k nim. Dle názoru Voigtova tvoří tento zjev úplnou analogii se stáčením pozorovaným při odrazu na průhledných tělesích, kde se jedná o různé zeslabení obou složek polarisovaných kolmo nebo rovnoběžně se silokřivkami.\*) Také ostatní zjevy objevené Majoranou souhlasí s teorií Voigtovou, zvláště pozorování týkající se absorpce, uspokojivě.

Dle theorie reflexe světla na magnetických kovových zrcadlech, již vybudoval Wind, nemá v případě, kde magnetisace kolmo k rovině dopadu a dopadající světlo v rovině dopadu jest polarisováno, magnetisace žádného účinku na odraz. Je-li však dopadající paprsek kolmo k rovině dopadu polarisován, mění se magnetisací současně fáze a amplituda odraženého světla. Tento důsledek theorie experimentálně zkoušel Camman a potvrdil jej. Světlo obloukové lampy roztokem fuchsinu bylo učiněno monochromatickým a koncentrováno čočkou v otvoru 2 mm širokém kovového stínítka; tento otvor byl v ohnisku jiné čočky dálky ohniskové 30 cm. Tím staly se paprsky světelné rovnoběžnými a procházely polarisorem, jehož rovina polarisační byla skloněna o úhel  $45^\circ$  až  $60^\circ$  k rovině dopadu, a odrážely se na dvou kovových, rovinných rovnoběžných zrcadlech, která byla spojena s poly dvou malých elektromagnetů. Nepatrné rozměry polů dovolovaly, že mohly poly býti umístěny na stolečku Jaminova oblouku kruhového. Tím tedy mohl se měřiti úhel dopadu, zrcadla dala se regulovati a postaviti rovnoběžně, takže dalo se doctiiti, že obrazy paprsku přímého a dvakráte odraženého koincidovaly v dalekohledu. Odražené ellipticky polarisované světlo bylo pak zkoumáno čtvrtvlnovou deskou slídovou a analyseurem, jež sestrojil Macé de Lépinay. Spisovatel ustanovil změny diferencí fasových a azimutálních, které nastaly při úhlech dopadu od  $50^\circ$  až do  $77^\circ$  a při magnetickém poli  $+1350$  až  $-1350$  cm g sec jedniček. Tyto změny pak propočítal dle theorie Windovy a shledal takovou shodu — se zřetelem na chyby pozorovací — obou řad číselných, že theorie Windova může se považovati za správnou.

\*) Annal. der Phys. 1902 8. p. 820.