

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Vladimír Novák

O stavbě spekter emisních. [I.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 35 (1906), No. 3, 230--244

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122463>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1906

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>

Jsou-li *passivní* odpory (tření, viskóza) velmi malé, plyne z toho, že jest

$$L_e = W_A - W_B,$$

t. j. že práce, vykonaná při takovémto isothermickém kruhovém ději, rovná se změně živé síly. Pro týž případ ($\tau = 0$) plyne z rovnice (11) důsledek

$$\int_A^B \frac{dQ}{T} = S_B - S_A.$$

Výsledek tento jest však *rovnice* Clausiova. Z toho vidíme, že rovnice Clausiova platí i pro děje skutečné, s konečnou rychlostí se konající, lze-li jen zanedbatí tření a viskózu. Toto značné rozšíření platnosti *rovnice* Clausiovy dovedl Duhem.

Takovýmto jednoduchým a průhledným způsobem zpracoval Marchis základy *thermodynamiky* po stránce strojnické. Zejména zajímavá jest poznámka o potenciálu hmot výbušných a data týkající se článků galvanických. Zajisté lze s napětím čekatí na díl druhý jeho díla.

(Dokončení.)

0 stavbě spekter emissních.

Napsal Ph. Dr. **Vladimír Novák**, professor české techniky v Brně.

1. *Spektrem* nazýváme obraz štěrbiny, osvětlené světlem složeným, jež rozkládá se hranolem nebo mřížkou v jednoduché druhy světelné. Obraz štěrbiny může býti *reálný* nebo *virtuální*. V prvním případě zachytíti lze *objektivně* spektrum na stínítku nebo matované desce skleněné, po př. na desce fotografické; v druhém případě pozorujeme vhodným okulárem spektrum *subjektivně*. Methoda objektivní ¹⁾ hodí se pro demonstraci spekter většímu počtu posluchačů najednou. Pro účely kvantitativního pozorování užívá se jednak *subjektivní*, jednak *metody fotografické*, která má tu velkou výhodu, že lze měření na hotovém negativu provésti kdykoliv a to s velikou přesností.

¹⁾ Viz V. Novák: Demonstrace spekter. Časop. p. pěst. math. a fys. 35. 111. 1905.

Ať již spektrum povstává tím neb oním zařízením, může míti jako obraz štěrbiny všechny *vady* při zobrazování se vyskytující. Měření, kterých užití chceme ke zkoumání zákonitostí ve spektrech, nutno tudíž prováděti na spektrech bezvadných čili „čistých“. U spekter *hranolových* závisí deviace jednotlivých druhů světelných nejen na tomto druhu světla, ale i na povaze lámavého ústředí, kterým světlo prošlo. Druhy světla určujeme *délkou světelné vlny*, lomivost ústředí jeho *indexem lomu*, který ovšem závisí na délce vlny a na fyzikálních podmínkách lámavého ústředí (teploture atd.). K srovnávání spekter různého původu nutno redukovati spektra hranolová na *normální* spektra mřížková, při nichž mezi deviací a délkou světelné vlny platí *závislost nejjednodušší*, totiž přímá úměrnost. Délka světelné vlny λ souvisí s rychlostí, kterou se světlo šíří v a kmitočtem N dle vztahu

$$v = \lambda \cdot N.$$

Dle toho lze normální spektra kresliti buďto dle *klesající délky vlny*, chceme-li zachovati sled barev od konce červeného k fialovému (dle označení Fraunhoferových čar A, B, \dots), anebo dle *stoupajícího kmitočtu*, který v dalším vyjadřovati budeme hodnotou $10^8 \frac{1}{\lambda}$, kteráž jest skutečné hodnotě kmitočtu

$\frac{v}{\lambda}$ přímo úměrna.

Spektra *emissní*, t. j. taková, jež jsou charakteristickým obrazem větší neb menší složitosti *zdroje* světelného, rozděliti lze buďto dle *povahy zdroje*, nebo dle *vzhledu spektra*. Zdroj jest určen nejen *látkou* (chemicky), která v něm paprsky světelné vysílá, ale i *způsobem*, kterým látka ta k emisi jest přinucena. Dle toho máme na př. spektrum vodíku, železa atd. a určujeme blíže tato spektra, udávající zařízení při emisi použitá. Tak se rozeznávají spektra *plamene* hořáku Bunsenova zbarveného tou neb onou látkou, spektra *jiskrová, oblouková*, spektra elektrolytických přerušovačů a pod. Některé látky, byvše ozářeny tou neb onou energií zářivou, samy pak svítí, fosforují a také tato spektra náležela by — přesně vzato — do rozsahu tohoto článku.

Dle vlastního vzhledu rozdělují se spektra emissní na spektra *spojitá, čárová a pásmová*. Spektra *spojitá* jeví se jako

barevný pruh, který v přechodu od jedné barvy ke druhé neukazuje nijakého přerušení náhlou změnou intenzity a pod. Společným znakem spekter čárových a pásmových jsou určité, jasné čáry, které za příznivých podmínek zdroje vystupují velice ostře na temné půdě, tak že lze přesně polohu jich určití, ať subjektivně přímým pozorováním nebo methodou fotografickou. Spektra pásmová liší se od spekter čárových, charakteristickými *soustavami* čar, které zejména při slabší dispersi ve světlé pruhy či pásma splývají. Další rozdíly a podrobnosti budou později uvedeny.

Nežli přikročíme k otázce, jak jsou spektra stavěna, čili jaké souvislosti známe mezi jednotlivými druhy světelnými v určitém spektru, jaké zákonitosti platí mezi spektrem a chemickou povahou prvku světlo emitujícího atd., nutno předeslati studium různých zařízení emise po té stránce, zdali různé zařízení a podmínky emise pro spektrum téže látky nejeví se změnami ve spektru.

I.

Vlivy na spektrum působící.

2. Abychom nějakou látku přinutíli k emisi světelné, nutno jest vložití ji do pole, kde daná energie mění se alespoň z části v energii světelnou. Tak vkládáme na př. chlorid sodnatý do nesvítivého plamene kahanu Bunsenova a pozorujeme, že se plamen barví na žluto a vydává charakteristické spektrum. V jiném případě vedeme *jiskrový výboj* mezi měděnými elektrodami, oddělenými vzduchem obyčejného tlaku a teploty a shledáváme ve světle jiskry jednak charakteristické čárové spektrum mědi a po případě i spektrum vzduchu. Nalézají-li se obě elektrody v uzavřené prostoro, v níž může býti plyn zředěn, dosáhne se světelného záření tohoto plynu přívodem střídavého výsoce napjatého proudu zcela snadno. Konečně lze látky vkládati do oblouku elektrického a přiměti je k emisi velkou tou zásobou energie, která jest při oblouku na malé místo koncentrována. V uvedených případech podány jsou příklady různých zařízení, kterých se k emisi světelného záření obyčejně užívá. Není však dosud ani jedině z těchto zařízení tak prozkoumáno, aby bylo známo, které z daných energií a z jaké části účastní

se na přeměně v energii světelnou. Tak při spektru Bunsenova plamene, zbarveného parami nějaké soli, není dosud bezpečně stanoveno, v jaké míře zúčastněna jest tepelná energie plamene a chemická energie látky na světelné emisi. Tím pak složitější jest problém elektrického oblouku nebo elektrické jiskry, kde energie elektrická v několik jiných forem se mění a kde tato proměna jest jistě jak místní tak i časová. Poněvadž ani jedna z četných teorií, výkladem těchto úkazů se zabývajících, neuspokojuje²⁾, nezbyvá než uvéstí nejdůležitější experimentální výsledky, které ukazují, jakými vlivy a v jaké míře mohou býti spektra téže látky při různě zařízeném zdroji pozměněna.

Tyto změny mohou se týkati *celého rázu spektra*, spektrum téže látky za různých podmínek emise má tak různý charakter, že vůbec nedovoluje souditi na touž látku; nebo jsou změny tyto podřízenějšího druhu, projevují se *rozšířením spektrálních čar, změnou v intenzitě* a konečně i *posunutím čar* (změnou v délce vlny).

3. *Změny základní*. Příkladem základních změn výše uvedených jsou *spektra sloučenin* a tak zvaná *mnohonásobná spektra* některých prvků. Rozmanité sloučeniny téhož prvku neposkytují ani v plameni ani v jiskře nebo oblouku totéž spektrum a to proto, že se vedle spektra prvku vyskytuje též spektrum sloučenině vlastní. *Roscoe* a *Clifton* (1862) upozornili po prvé na rozdíl mezi spektry *Ca*, *Sr* a *Ba* a jich *oxydů* a pozdější práce, které provedli *Mitscherlich* (1862–64), *Lockyer* (1873) atd., ukázaly k důležitému výsledku, že totiž spektra sloučenin jsou spektra *pásmovými* proti *čárovým* spektrům prvků. Příkladem mnohonásobného spektra jest spektrum *dusíku* a *vodíku*. *Plücker* a *Hittorf*³⁾ již r. 1865 poukázali k tomu, že při střídavém výboji bez kondensace vzniká v Geisslerové trubici, naplněné zředěným dusíkem, emise poskytující spektrum pásmové, které přejde přidáním kapacity ve výbojovém kruhu ve spektrum čárové. Druhým příkladem jest spektrum *vodíku*, které sestává

²⁾ Viz o tom: *H. Kayser*, Handbuch der Spectroskopie II. díl, p. 140, 164, 169 atd. 1902.

³⁾ *J. W. Hittorf* a *J. Plücker*, »Ueber die Spektra glühender Gase und Dämpfe, mit besonderer Berücksichtigung der Verschiedenheit der Spektra desselben gasförmigen Elementes« (jubil. vydání, Lipsko, J. A. Barth 1904).

při prudkém, oscillačním výboji trubici Geisslerovou ze čtyř viditelných čar ($H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$, $H\delta$)⁴). Vybíjí-li se trubici proud mnohočlenné batterie akumulátorů, povstává jiné spektrum vodíku (tak zv. sekundární), které obsahuje velké množství čar. Dle starších pozorování zdálo se, že není vztahu mezi těmito různými spektry vodíku, z novějších prací vysvitá však, že takové vztahy existují. *Parsons*⁵) ukázal, že při oscillačním výboji trubici Geisslerovou vznikne vložení samoindukce do kruhu výbojového spektrum vodíku, které obsahuje, alespoň z části, obě spektra, primární i sekundární. Také *Baly*⁶), který studoval podobně spektrum *kryptonu* a *xenonu*, našel u těchto prvků dvě různá čárová spektra — dle různých elektrických podmínek při výboji trubici — ale část linií byla oběma spektrům téhož prvku společna. Také z prací *Trowbridgeových*⁷), provedených velkolepými prostředky americké laboratoře fyzikální (v Cambridgi u Bostonu), vychází na jevo, že různost spekter téhož prvku není naprostá a že sluší ji přičísti velice různým poměrům, které podmiňují příslušnou emisi. *Trowbridge* užíval pro Geisslerovy trubice (ze skla a z křemene) proudy 20000 akumulátorů a shledal jako nutnou podmínku emise vodíku, kyslíku, dusíku atd. přítomnost *vodních par* v trubici, byť jen ve velmi nepatrných stopách.

Z těchto a podobných příkladů lze odvoditi výsledek velmi pravděpodobný, že totiž za určitých fyzikálních a chemických podmínek zdroje světelného vzniká *zcela určité spektrum*. Dán-li je touto větou *pevný základ* ku studiu stavby spekter, není tím ještě řečeno, že dovedeme ve všech případech poznati a kvantitativně určiti poměry, které zdroj světelný charakterisují, jako soustavu určitých podmínek emise. Rozsáhlost i obtížnost úkolu nejlépe vysvitne uvedením fakt experimentálních, týkajících se *elivů* na spektra působících.

⁴) *Schniederjost* (ZS. für wiss. Phot. 2. 265. 1904) našel v ultrafialové části tohoto spektra pokračování.

⁵) *L. A. Parsons*, Astrophys. J. 18. 112. 1903.

⁶) *C. C. Baly*, Physik. ZS. 4. 799. 1903.

⁷) *J. Trowbridge*, Phil. Mag. (6). 2. 370. 1901, ibid. 4. 156. 1902. 5. 524. 1903. Amer. J. of Science (4). 18. 420. 1904.

4. *Spektrum plamene.* Nejjednodušší zařízení k emisi světelné, která spektrálně nějakou látku charakterisuje, jsou plameny hořících plynů, do kterých se ona látka nebo její sloučenina vkládá. Jednoduchým příkladem jest spalování vodíku v kyslíku, složitějším spalování ethylénu v kyslíku, barvení nesvítivého plamene kahanu Bunsenova neb třaskavého plynu nějakou solí a pod. Vzhled spektra plamenového podléhá při změněných podmínkách emise změně, která je patrna z *rozšíření spektrálních čar.* Podmínky, na nichž toto rozšíření záleží, jsou *temperatura plamene, hustota svítící páry, tloušťka její vrstvy a její tlak.* Určiti vliv jednotlivých těchto podmínek na rozšíření spektrálních čar se dosud nepodařilo; výsledky dosavadních pozorování lze asi takto shrnouti: Šířka čar emissních vzrůstá s rostoucí hustotou páry a to v složité závislosti na teplotě. Při teplotě nižší a určité hustotě rozšiřují se čáry spektrální relativně více než při teplotách vysokých. Čáry, jichž intensity ke krajům zřejmě ubývá, rozšiřují se s rostoucí vrstvou svítících par, na tlaku par šířka linií nezáleží. Z uvedeného vysvítá, že není lhostejno, kterou částí plamene se osvětlují spektrální stroje a kterak výhodno jest osvětlovati štěrbinu kollimatoru nikoliv plamenem přímo, ale jeho reálným obrazem. Metodu tuto zavedl *Lockyer*, který promítl svítící zdroj na štěrbinu, tak že každá čára spektrální byla monochromatickým obrazem celého určitého řezu ve zdroji svítícím (metoda dlouhých a krátkých čar). *Watteville*⁸⁾ pozoroval metodou touto spektra natria, lithia a kalia v plameni Bunsenově, ale tak, že na štěrbinu spektroskopu promítala se buďto jen dolejší nebo jen střední, aneb konečně jen vrchní část plamene. V prvním případě ukázaly se na př. u kalia všechny jeho čáry a spektrum uhlíku, v prostřední části plamene zmizelo spojitě spektrum uhlíkové a též druhé dvě vedlejší serie čar kaliových v případě posledním vystoupily na tmavé půdě velmi intensivně čáry serie hlavní.

Rozšíření čar spektrálních není za všech okolností *symmetrické*, neděje se totiž souměrně k místu, v němž se nalézá maximum intensity světelné. Tento výsledek jest pro spektrální

⁸⁾ *C. D. Watteville, C. R. 138. 346. 1904.*

měření velice důležitý, jím svedeni byli někteří pozorovatelé, kteří při asymmetrickém rozšíření čáry soudili na *změnu v délce vlny*. V otázce této s výhodou užívá se metody Lockyerovy v uspořádání fotografickém. Na fotogramech se pozná maximum na úzkých koncích čáry.

Druhá změna, která se jeví různými vlivy ve spektru plamene, záleží v různém *rozdělení relativní intensity spektrálních čar*. Změněnými podmínkami emise některé čáry stávají se intenzivnějšími, některé mizí, některé se objevují atd. Tyto vlivy sluší přičísti v první řadě *temperaturě*, jež vzrůstajíc, vyvolává čáry kratší délky vlny a zvyšuje jich relativní intenzitu.

Výsledek tento jest v soulase s *Wienovým*⁹⁾ zákonem nepřímé úměrnosti mezi délkou vlny světelné pro maximum emise a absolutní teplotou zdroje, t. j. tělesa absolutně černého. Nelze sice zákony tepelného záření aplikovati na záření plamene, kde kombinují se energie tepelná s chemickou, ale na podobný průběh lze souditi z fakta, že se podařilo *pouhým zvýšením teploty* ukázati spektrum *jodu a natriá*. *Nasini* a *Anderlini*¹⁰⁾ zahřívají tyto látky v elektrické peci a přiměli jod k emisi při teplotě 1000°, natrium pak při teplotě 3000°. Dalším důvodem oprávněnosti hořejší analogie jsou *souvislosti* spekter plamene se spektry *obloukovými* a *jiskrovými*, jak o tom v dalším bude učiněna zmínka.

5. *Spektra oblouková a jiskrová*. Mnohem složitějším zařízením k emisi světelné nežli svítící plameny jsou *oblouk elektrický* a *jiskra elektrická*, ať už volně mezi elektrodami ve vzduchu neb jiném plynu přeskakující nebo vyrovnávající potenciální rozdíly na elektrodách trubice Geisslerovy. Složitost těchto zdrojů záleží v té okolnosti, že energie elektrická velmi snadno přechází v četné jiné formy energie, na př. tepelnou, chemickou atd., které mohou na změně v energii světelnou též se zúčastniti. Tím se stává, že vlivy různých podmínek na spektra oblouková a jiskrová jsou velmi spletitá. V objemu tohoto článku lze načrtnouti jen nejdůležitější tyto vlivy a to

⁹⁾ Viz *F. Závíska*: »O tepelném záření«. Tento Časopis, 34, 387. 1904.

¹⁰⁾ *R. Nasini* a *J. Anderlini*, Nature. 70. 485. 1904.

potud, pokud výsledky četných prací experimentálních vedou ke vztahům zaručeným.

O těchto vlivech bude v dalším pojednáno v témž pořádku jako v odstavci předešlém, vzpomenuto bude předem vlivů, kterými se mění *šířka* spektrálních čar a jich *relativní jasnost*. V odstavci zvláštním uvedeny budou vlivy, jimiž se spektrální čáry *posunují*, čili jimiž se *mění délka vlny světelné*.

6. Ze starších pozorování vlivů, kterými se rozšiřují spektrální čary spekter obloukových a jiskrových a které provedli *Plücker* a *Hittorf* (1865), *Wüllner* (1869), *Frankland* (1868), *Secchi* (1870), *Cailletet* (1872), *Stearn* a *Lee* (1874), *Cazin* (1877—78), *Fievez* (1881—82) *Liweing* a *Dewar* (1882), vysvítá, že *pouhým tlakem* se ani čáry obloukového spektra ani čáry jiskrového spektra *nerozšiřují*, za to však *hustota plynů* nebo *par elektricky svítících* má na šířku čar rozhodný vliv. Vliv *temperaturey* nelze u těchto elektrických zdrojů světelných osamotiti. Soudíme-li při větší hustotě proudu, kterým oblouk svítí, též na vyšší jeho teplotu a uzavíráme-li podobně při jiskrovém výboji z větších množství elektrických podobný výsledek, pak lze vzrůstu této „temperaturey“ přisouditi též větší rozšíření čar.

Novější práce potvrdily tyto výsledky a prohloubily je po nejedné stránce. *King*¹¹⁾ obklopil oblouk elektrický rozmanitými plyny (*O*, *CO*₂, *N*, *NH*₃), resp. parami (*Hg*, *Na*), a zkoušel vliv těchto atmosfér na oblouková spektra *Ca*, *Sr*, *Ba* a *Cu*. Výsledkem těchto pokusů bylo faktum, že se čáry spektrální *rozšiřují* a *intenzita jich vzrůstá* při větší *hustotě par* v oblouku. Tak způsobila na př. atmosféra kyslíku, podporující tvoření se par *Ca*, značné rozšíření světelných čar a patrné zjasnění jiných čar tohoto prvku proti atmosféře dusíku neb ammoniaků, v nichž některé čáry vůbec zanikly. Těž pozorovatel¹²⁾ studoval vlivy na jiskrová spektra kovů a našel tu dvojí působení hustoty páry. Při rostoucí hustotě páry stoupala intenzita jednotlivých čar a vedle toho povstávaly nové čáry „mlhavé“. Vysoké teploty jiskry bylo možno připsati pouze ten vliv, že se čáry,

¹¹⁾ *A. S. King*, *Astrophys. J.* 18. 129. 1903.

¹²⁾ *A. S. King*, *Astrophys. J.* 19. 225. 1904.

náležící krátkým délkám světelné vlny, stávaly intensivnějšími. Při spektru jiskrovém mění se obklíčením jiskřiště určitou atmosférou nejen hustota svítících par, ale mění se zároveň elektrické podmínky výboje, chemické akce mezi elektrodami, resp. jich částicemi a plynem okolním, z čehož zase resultují rozmanitě vysoká zahřátí atd.

Vliv *tlaku* ústředí, kterým jest oblouk neb jiskřiště obklíčeno, zdá se i dle novějších prací býti pouze nepřímým, tak totiž. že změna v šířce a jasnosti čar dá se vysvětliti stou-pající *hustotou* par při rostoucím tlaku.

7. Pro spektra oblouková i jiskrová velice důležitý jsou *podmínky elektrické*. Při spektru *obloukovém* vyskytuje se roz-hodný vliv podmínek elektrických, jakmile se pozorování vzta-huje k *různým partiím* oblouku, nebo když oblouk hoří *proudem střídavým*. Prvou otázkou zabýval se *Lenard*¹³⁾, který v práci velmi podrobné ukázal, že oblouk stejnosměrným proudem po-vstávající mezi elektrodami uhlovými, sestává vždy ze *dvou* dutých plamenů. Při vložení *Na* nebo *Li* do oblouku ukázaly se v určitých partiích oněch plamenů určité čáry oněch látek. Pozorované vlivy nebylo možno převést na pouhý vliv *tempe-ratury*, různé na různých místech plamene.

Dřívější pozorovatelé¹⁴⁾ soudili, že ty podmínky elektrické, které zvyšují teplotu elektrod, způsobí zároveň vzrůst hu-stoty par, jich napětí a tím také zvětšení intenzity spektrálních čar. Novější práce ukazují nejen mylnost tohoto náhledu, ale i nepevný základ domnělé souvislosti mezi intenzitou spektrál-ních čar a teplotou stálíc. *Huff*¹⁵⁾ měnil intenzitu proudu, kterým svítila lampa oblouková a pozoroval oblouková spektra olova, cínu, kadmia, železa atd. při intenzitách od 2 do 250 ampère. Vliv intenzity proudu nebylo možno v daných případech konstatovati, pouze ve spektru uhlíku a kyanu ukázal se vzrůst intenzity čar uhlíkových s rostoucí intenzitou proudu. Naopak bylo konstatováno, že při *ochlazování* elektrod a při *proudu malé intenzity* vystoupily v oblouku čáry, dříve jen velmi slabé

¹³⁾ *P. Lenard*, *Drud. Ann.* 11. 636. 1903.

¹⁴⁾ *E. Haschek*, *Wien. Ber.* 110. II a. 181. 1901.

¹⁵⁾ *W. B. Huff*, *Astrophys. J.* 16. 27. 1902.

anebo jen ve spektru *jiskrovém* známé. *Crew*¹⁶⁾ dosáhl tohoto ochlazování zařízením oblouku, jehož jedna elektroda v podobě kruhové desky se stále *otáčela*. *Hartley*¹⁷⁾ ochlazoval elektrody oblouku smáčením nebo ponořením do vody. Oba pozorovatelé našli zvýšení intenzity světelných čar a vystoupení čar nových. Téhož výsledku nabyl *Hartmann*¹⁸⁾ při obloukovém spektru magnesia značnou redukcí intenzity proudu. Magnesiová čára $\lambda = 4481 \text{ \AA}$, známá dříve jako charakteristická čára spektra *jiskrového*, ukázala se v obloukovém spektru při proudu intenzity 8 ampèr velice slabě. Její intenzita však dostoupila hodnoty 300krát větší *seslabením* proudu obloukového na 0·4 ampère. Pisatel¹⁹⁾ těchto řádků použil této metody s velkým zdarem k objektivním demonstracím spekter kovů. Ochlazování elektrod, jež nastává při obklopení elektrod *vodou*, má též vliv na spektra kovů jako obklopení oblouku atmosférou *vodíku*. Ale i v tomto případě velmi mohutně působí podmínky elektrické. Dle *Portera*²⁰⁾ snižuje atmosféra vodíku neobyčejně jasnost čar železa, zinku, magnesia a cínu, hoří-li oblouk obvyklou intenzitou proudu. Naproti tomu našel *Hartmann*¹⁸⁾, že magnesiový oblouk obklíčený atmosférou vodíkovou při proudu 120 volt a 0·3 ampère poskytoval spektrum velice podobné *jiskrovému* spektru téhož kovu. Souhlasná pozorování učinili pak *Hartmann* a *Eberhard*²¹⁾ při oblouku hořícím pod vodou tak že jest na snadě myšlenka, že v tomto případě vodík, rozkladem vody vznikající, elektrody obklíčuje.

Kdežto u oblouku živého proudem stejnosměrným jsou tak význačné závislosti spekter na podmínkách elektrických, zdají se býti při oblouku proudu střídavého vztahy tyto méně rozhodujícími. *Watteville*²²⁾ pozoroval spektra střídavého oblouku stroboskopickou methodou, kterou sestavili *Fleming* a *Petavel* pro fotometrii různých částí oblouku. Methoda záleží v tom, že

16) H. Crew a R. Tatnall, Phil. Mag. (5). 38. 379. 1894.

17) W. N. Hartley, Phil. Trans. 175. 49. 1884.

18) J. Hartmann, Astrophys. J. 17. 270. 1903.

19) V. Novák, Časopis p. p. math. a fys. 35. 116. 1905.

20) R. A. Porter, Astrophys. J. 15. 274. 1902.

21) J. Hartmann a G. Eberhard, Rundschau 18. 188 a 237. 1903.

22) C. de Watteville, C. R. 138. 485. 1904.

se světlo oblouku, promítnutého na kruhovou desku, propouští třemi otvory v této desce v různých vzdálenostech od středu desky a v různých azimutech utvořenými. Deska se otáčí motorem, jenž jest synchronním se střídavým proudem, kterým hoří oblouk. Tímto způsobem lze pozorovati spektra nejen z různých částí oblouku, ale též při různé fási střídavého proudu. Intensitu čar v pozorovaných spektrech, kalia a magnesia, jež podobaly se spektrům plamenovým, bylo možno vyložiti vlivem různé *temperatury*.

8. Mnohem složitější předešlých jsou vlivy elektrických podmínek na *spektra jiskrová*. Základní práce k řešení nesnadné této otázky podal *Hemsalech* ²³⁾. Autor ukázal na rozhodný vliv *samoindukce*, vložené do kruhu výbojového, na povahu spektra jiskrového. Intensita čar klesá se stoupající samoindukcí až k minimu, za nímž zvedá se při dále rostoucí samoindukci k hodnotě maximální. Čáry spekter jiskrových lze rozdělití dle vlivu samoindukce na *tři* druhy. Čáry *prvního* druhu zeslabují se samoindukcí velmi prudce, čáry *druhého* druhu slábnou při rostoucí samoindukci zvolna ale stále, čáry *třetího* druhu slábnou ale jen k minimu, za nímž následuje vzrůst intensity k hodnotě maximální a opětné klesání intensity při vysokých hodnotách samoindukce.

Mimo jiné pokračovali v pracích o vlivu samoindukce na spektra jiskrová *Eginitis*, *Néculcéa* a *King*. *Eginitis* ²⁴⁾ zabýval se otázkou, jaký vliv má samoindukce na jiskrové spektrum při elektrodách různého tvaru, po případě při elektrodách, které jsou jiným kovem v slabé vrstvě pokryty. Při pozorováních *Hemsalechových* se ukázalo zmizení čar vzduchových se stoupající samoindukcí. *Eginitis* pozoroval podobné zeslabení, po případě úplné zmizení čar platiny, resp. alumina, byly-li tyto kovy pokryty rtutí, tedy kovem snadno v páry se měnícím. Při elektrodách ze slitiny dvou kovů, ukázal se charakteristický vliv samoindukce v různém stupni na oba kovy. Vliv je tak značný, že lze na základě jeho zkoušení *čistotu* kovových elektrod. *Né-*

²³⁾ *G. A. Hemsalech*, Recherches expérimentales sur les spectres d'étincelles. Paříž 1901.

²⁴⁾ *B. Eginitis*, C. R. *134*. 824, 1106 a 1137. 1901.

culcéa ²⁵⁾ stopoval vliv samoindukce (od 0·0006 až do 0·04 Henry) kvantitativně na jiskrová spektra kovů. *King* ¹²⁾ ukázal, že vedle samoindukce v kruhu jiskrovém rozhoduje o povaze spektrálních čar též kapacita v tomto kruhu umístěná. Vliv této kapacity je opačný vlivu indukce. Dle vlivu těchto elektrických podmínek lze čáry spekter jiskrových dělití ve *dvě* skupiny. V *prvé* skupině — a sem patří čáry jednotlivých serií, jak o tom v druhé části tohoto článku bude pojednáno — jsou čáry, které se rostoucí samoindukcí redukují, (kapacitou se rozšiřují, ale pouze tolik, že lze tyto změny vykládati též příslušnými změnami v hustotě par kovu. Druhá skupina obsahuje čáry, které nelze v serie čar zařaditi, a které se vlivem samoindukce značně redukují (rostoucí kapacitou značně rozšiřují), tak že nelze vliv tento přičísti pouhým změnám v hustotě páry. Čáry *prvé* skupiny, jež zároveň náležejí *prvé* serii vedlejší, podléhají ve větší míře podmínkám elektrickým nežli čáry *druhé* serie vedlejší. S rostoucí samoindukcí slábnou čáry *prvé* skupiny, zeslabení čar není však pro všechny čáry téže serie relativně stejné, nýbrž jest větší pro poslední čáry serií, maximum intensity posunuje se k větším délkám světelné vlny. *Gramont* ²⁶⁾ ukázal, že v jiskrovém spektru křemíku jsou čáry, které při rostoucí samoindukci docela *zmizují*. Tyto čáry křemíkové vyskytují se ve spektrech hvězd *prvé* třídy.

9 Důležitost elektrických podmínek pro spektrální charakter zdroje vysvítá z pokusů, které provedl *Nutting* ²⁷⁾ r. 1904. Již dříve (viz odst. 3.) stala se zmínka o mnohonásobných spektrech téže látky a o způsobu, jakým *Plücker* a *Hittorf* tato spektra obdrželi. *Nutting* ukázal, že náhlá tato přeměna jednoho spektra ve druhé při téže látce záleží na *kapacitě* v kruhu výbojovém. *Kritická kapacita*, při které přeměna nastane, záleží na *tlaku* plynu, vzrůstá poněkud při ubývajícím tlaku plynu, stává se však nekonečně velikou, klesne-li tlak pod hodnotu 1 mm Hg. U plynů a par *H*, *S*, *N*, *O*, *Br* a *I* nezáleží kri-

²⁵⁾ *E. Néculcéa*, C. R. 134. 1494 a 1572. 1902, ibid. 135. 25. 1902.

¹²⁾ *A. S. King* l. c.

²⁶⁾ *A. de Gramont*, C. R. 139. 188 1904.

²⁷⁾ *P. G. Nutting*, Astrophys. J. 19. 239 a 20. 131. 1904.

tická kapacita na *podstatě* plynu. Samoindukce v kruhu výbojovém zeslabuje čáry sekundárního spektra a rozšiřuje čáry spektra primárního. Vyrůstá-li odpor kruhu sekundárního, přechází spektrum sekundární ve spektrum primární. Nutting shledal, že dvojí spektra různými podmínkami elektrickými povstávají pouze u prvků, které tvoří kyseliny; kovy poskytují pouze spektra primární. Výminku hořejšího pravidla tvoří skupina heliová.

10. Vedle rozhodujících závislostí spekter jiskrových na podmínkách elektrických, přicházejí k platnosti ostatní podmínky dříve již u spekter obloukových zmíněné. Některé úkazy lze převést na různou hustotu plynů a par v jiskře svítících; teplota elektrod, atmosféra, která jiskřiště obkličuje atd., mají podobné vlivy jako na spektra oblouková. *Schenck*²⁸⁾ zahřál magnesiové elektrody, jichž jiskrové spektrum pozoroval, téměř na teplotu bodu tavení a shledal značnou redukci v intenzitě při čáře 4481 Å , o níž již dříve byla řeč. Podobně *Crew a Baker*²⁹⁾ upravili uhlové elektrody obloukové lampy tak, že mohla mezi nimi přeskóčiti jiskra brzy po tom, kdy se elektrody předchozím obloukem silně zahřály. Při předchozím zahřátí elektrod zmizely některé čáry v jiskrovém spektru úplně, mnohé pak se značně zeslabily. Čáry vzduchové ukázaly se teprve při ochlazení elektrod. *Lockyer*³⁰⁾ zkoumal jiskrová spektra železa, stříbra, mědi, olova, zinku a magnesia pro případ elektrod *vodou obklopených* a shledal nejen zesílení mnohých čar ale i *reversi čar*, t. j. stmavení čar uprostřed jasné půdy. S výsledkem tímto souhlasí pokusy, jež provedli *Hale a Kent*³¹⁾ hlavně o jiskrovém spektru železa v kapalinách a stlačených plynech. V stlačeném vzduchu a v kyslíčnicku uhlíčitým nalezena *reverse čar* již při tlaku 3 atmosfér. Se stoupajícím tlakem, (resp. hustotou), obkličujícího plynu zvětšoval se počet čar, které se symmetricky, po případě asymmetricky převrátily, při tlaku 27 atmosfér změnil se ráz spektra stoupajícím počtem převrácených čar na vzhled spektra spojitého, protkaného čarami absorpčními. Při tlaku 53 atmosfér

²⁸⁾ *Schenck*, *Astrophys. J.* 14. 116. 1901.

²⁹⁾ *H. Crew a J. Baker*, *Astrophys. J.* 16. 61. 1902.

³⁰⁾ *N. Lockyer*, *Astrophys. J.* 15. 190. 1902.

³¹⁾ *G. E. Hale a N. A. Kent*, *Astrophys. J.* 17. 154. 1903

zmizely jasné čáry vůbec a spektrum nabylo tvářnosti *spektra spojitého*.

11. Vybíjí-li se jiskra prostorem, jenž naplněn jest plynem nebo parou zředěnou, komplikují se vlivy na spektrum působící tím, že při zředění vystupují mohutně vlivy *přimíšenin, cizích plynů a par*, které jednak mohou v uzavřeném prostoru býti jako nečistoty plynu původního, nebo jako páry rtuti, oleje atd. pocházející z *užitých vývěv* (při zředování plynu), anebo jako plyny *absorbované elektrodami, absorbované stěnami* trubice Geisslerovy atd. *Huggins* shledal již r. 1864 změnu v intenzitě uhlíkových čar ve spektru kysličníku uhličitého, když tomuto plynu přimíšeno bylo něco vodíku. *Herbert* ³²⁾ zvětšoval procentové množství vodíku, který vpuštěl do Geisslerovy trubice, plněné kysličníkem uhličitým (resp. uhelnatým) a shledal, jak postupně vyjasňují se čáry vodíkové a ubývá intesity čarám uhlíkovým. O některých pracích *Trowbridgeových* ³³⁾, spadajících do tohoto odboru byla již řeč. Autor nabíjel batterií 10 až 20 tisíců článků veliký kondensator 0·1 až 0·3 mikrofarad a vedl výboj jeho Geisslerovou trubicí. Ve zředěném vzduchu nebo vodíku povstalo tímto výbojem spektrum obrácené. Při různých elektrodách byly úkazy tak složité, že *Trowbridge* považuje jiskrová spektra v Geisslerce za spektra chemické reakce mezi kovovou elektrodou a plynným okolím. Velice nesnadno jest odstraniti z připravených plynů zbytky vodní páry a při čerpání vývěvou rtuťovou, také páry rtuťové. *Trowbridge* má za to, že přítomnost vodních par je nutnou podmínkou pro dostatečnou vodivost zředěného vodíku, kyslíku a podobných plynů. *Crookes* ³⁴⁾ pozoroval vliv rtuťových par i v nepatrném množství přítomných v trubici plněné zředěným vodíkem. Při zmenšování tlaku nalezeno konečně úplné spektrum rtuti. Podobně *Collie* ³⁵⁾ našel vliv rtuťových par na spektrum *heliumu*. Prvek tento poskytuje na anodě spektrum složené z osmi čar; na katodě pak spektrum mnohem složitější. Nalézá-li se v trubici něco par rtuťových, změní se spektrum

³²⁾ *A. M. Herbert*, *Phil. Mag.* (6). 4. 202. 1902.

³³⁾ Viz též *J. Trowbridge*, *Phil. Mag.* (6). 5. 153 a 6. 58. 1903.

³⁴⁾ *Sir W. Crookes*, *Nature* 65. 375. 1902.

³⁵⁾ *J. N. Collie*, *Proc. Roy. Soc.* 71. 25. 1902.

na katodě v úkaz mnohem jednodušší a vystoupí tam rtuťová čára 6151A" velmi jasně vedle ostatních čar rtuťových, které lze spektroskopem odkrýti ve všech částech trubice.

(Dokončení.)

Věstník literární.

Recenze knih.

Arithmetika finanční. Napsal *Alois Pižl*, professor na československé akademii obchodní v Praze. Nákladem sboru pro vydržování obchodní akademie v Praze, 1906. V kommissi Fr. Řivnáče. Cena váz. výtisku 4 K 50 h.

[Algebry a politické arithmetiky pro vyšší školy obchodní díl III.] Stran 196 velké osmerky, z toho 150 stran textu a 46 stran tabulek a vzorců.

Kniha obsahuje: řady arithmetické a geometrické; úrokový a úsporný počet; počet důchodů jistých a počet umořovací; částečné obligace splatitelné; loterní a praemiové půjčky, slosovací a výherní plány; tabulky a seznam vzorců. Kromě toho v prvé kapitole: „Příklady k opakování učebné látky druhého ročníku“. („Arithmetika finanční“ jest napsána pro 3. ročník čtyřtřídních vyšších obchodních škol. Dílem IV. bude „Arithmetika pojišťovací“, jakožto nauka o důchodech podmíněných.)

V naší literatuře není to prvý spis toho oboru. Roku 1888 vydal nákladem Matice české Dr. *F. J. Studnička*: „Základové počítání národohospodářského čili juridicko-politické arithmetiky“. O rok později vyšla *J. Kolouškova* „Arithmetika národohospodářská“ pro obchodní školy (viz recenzi *J. Beneše* v Čas. VIII. str. 268) a roku 1904 nákladem Jednoty čes. math. jako VIII. číslo Sborníku byla vydána *J. Kolouškova* „Mathematická theorie důchodů jistých a půjček annuitních“.

Pižlova „Arithmetika finanční“ jest kniha psaná pro praktiky. Mnohostranné „případy“ života bankovního pokud se týče úrokování předlůtného a polhůtného a převodu procent jejich, dále poměru mezi úrokovou měrou za různých období úročení docházejí zde povšimnutí. Počítá se hodnota konečného kapitálu s ohledem na správní výlohy; střední lhůta platební; nynější hodnota dočasného důchodu, nesouhlasí-li výplatní lhůta s lhůtou úrokovací; zdánlivá a skutečná výnosnost částečných obligací. Přihlíží se k nepravdělným slosovacím a výherním plánům, půjčkám loterním a praemiovým a j. V celku vyvinuto jest 38 vzorců k řešení těchto rozmanitých úloh. Vedle toho užívá