

Viktor Teissler

Měření na českoslov. fotografických deskách

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 52 (1923), No. 4, 355--387

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123756>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1923

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>

l'énergie est plus grande pour les pressions où l'amortissement de la luminiscence est possible, que cet amortissement se produise ou non. 3. La dépense est — ceteris paribus — plus grande quand ce phénomène se produit, qu'au cas contraire. 4. L'auteur constate qu'il y a là une analogie avec le transformateur. 5. Il vérifie les indications données par d'autres auteurs sur la conductibilité considérable des gaz raréfiés.

Měření na českoslov. fotografických deskách.

Dr. Viktor Teissler.

Na území našeho státu vzniklo po převratu několik továren fotografických desek, jejichž výroby přicházejí do obchodu, ale o vhodnosti těchto výrobků dosud nebylo veřejnosti nic objektivního pověděno. Vedle posudků hotových výrobků potřebuje tento nový průmysl ustavičné kontroly při výrobě. Část těchto úkolů případně pravděpodobně Československému státnímu pokusnému ústavu grafickému, který jest na podobná měření zařízen.

Sbírký tohoto ústavu poskytly mi možnost při proměřování nových desek srovnati navzájem některé metody v praxi užívané.

*

Na fotografické desce zajímá nás v přední řadě její citlivost. O tom, jak deska reaguje na různé množství světla na ni dopadajícího, podává dostačující obraz tak řečená grad ační nebo charakteristická křivka desky.

Obojí, jak citlivost, tak gradace desky, udává se pravidelně pro světlo, na které obyčejná fotografická deska nejvíce reaguje, totiž pro záření fialové a ultrafialové. Pro desky citlivé na barvy, ať panchromatické či jenom ortochromatické, je záhodno alespoň citlivost udati pro některé délky vlnové.

Konečně u desek, jichž se má užití k účelům zvláštním, jako mikrofotografie, některé způsoby reprodukce, záleží na jakosti z r n a, zejména na jeho velikosti.

*

Citlivostí rozumíme veličinu nepřímo úměrnou množství světla potřebného k tomu, aby na exponované desce vyvoláním vznikla první viditelná stopa černání. Množství světla k podobným pokusům užitého a vyjádřeného výrazem $i \cdot t$, kde i značí intenzitu světla dopadajícího na desku a t dobu, po kterou působí, lze odstupňovati několikerým způsobem: na př. změnou doby t , nebo změnou intenzity i , což se děje buď změnou vzdálenosti nebo absorpcí v různých mediích (filtrech, klínech, dvojlovných hranolech a pod.).

Odstupňování množství světla děje se pravidelně řadou geometrickou. Mění-li se doba expozice, užíváme stupnice časové

$$i \cdot t, i \cdot \frac{t}{n}, i \cdot \frac{t}{n^2} \dots;$$

mění-li se intenzita, obdržíme stupnici intenzitní

$$i \cdot t, \frac{i}{n} \cdot t, \frac{i}{n^2} \cdot t \dots$$

V obou případech může světelná energie po úhrnnou dobu expoziční působiti spojitě nebo v menších intervalech časových

$$i \cdot m \cdot \frac{t}{m}, i \cdot \frac{m}{n} \cdot \frac{t}{m}, i \cdot \frac{m}{n^2} \cdot \frac{t}{m} \dots \text{ a}$$

$$i \cdot m \cdot \frac{t}{m}, \frac{i}{n} \cdot m \cdot \frac{t}{m}, \frac{i}{n^2} \cdot m \cdot \frac{t}{m} \dots$$

V prvním případě jde o stupnici kontinuální, v druhém o intermittující.¹⁰⁾ Při stupnici intermittující mohou nastati další rozdíly podle toho, v jakých pauzách dopadají na desku jednotlivá kvanta světelné energie; algebraicky stejné množství dopadajícího světla nedociluje ve skutečnosti stejného účinku.

Povšechně možno říci, že účinek světla, pokud se projevuje černáním desky, závisí na jeho intenzitě, na jeho délce vlny, na době osvětlení, na způsobu osvětlení (zda plynulé či intermittující na poměru paus k celkové době osvětlení), na tloušťce citlivé vrstvy, na množství stříbrných solí v ní obsažených a na způsobu vyvolávání. (Na jakosti vývojky, její teplotě, na délce vyvolávání.)

Na téže zkoumané desce pravidelně dostaneme několik stupňů černání, poněvadž se neomezujeme na jedinou expozici. Zjistíme-li pak na desce vyvolané a obvyklým způsobem vyfixované poměr intenzity světla dopadajícího na začernalé místo I_d k intenzitě zbytku světla místem tím procházejícího I_p , dostaneme t. ř. opacitu O dotyčného místa $O = \frac{I_d}{I_p}$, jejíž dekadický logaritmus dává hustotu desky $D = \log O = \log I_d - \log I_p$.

Dvojice hodnot: logaritmy množství světla na desku působivšího (a to jako úsečky) a k nim příslušné hustoty (jako pořadnice) kreslíme na diagram, který představuje charakteristickou křivku dotyčné desky. Z jejího průběhu lze vyčísti řadu vlastností zkoumané desky, takže při objektivním posuzování desky jest průběh její gradační křivky směrodatným.

Citlivost fotografických desek udává se u nás v tak řečených stupních Scheinerových, což předpokládá měření sensitometrem Scheinerovým. Metodu tu jakož i s ní související úlohu konstruovat na jejím základě gradační křivku vypracoval J. M. Eder.⁴⁾

Podstatnou částí sensitometru Scheinera jest kruhová deska plechová, opatřená dvěma výřezy, jejichž úhlové velikosti od středu k obvodu stupňovitě ubývá. V hlavním výřezu jest 20 stupňů tak upravených, aby mezi vnitřním o 100° a vnějším o 1° dál se přechod řadou geometrickou. K vnitřnímu stupni prvního výřezu druží se ještě 3 stupně výřezu druhého, bližšího ke středu kotouče, jejichž úhlová velikost stoupá podobným způsobem. Poměr úhlových velikostí dvou sousedních stupňů jest stálý, rovná se 1:27.

Tento kotouč roztočí se prudce (asi 600krát za minutu) kolem vodorovné osy. Těsně za ním je ve směru vodorovného poloměru kotouče uložena v kasetě zkoumaná fotografická deska (při velkém modelu Scheinera sensitometru proužek desky 4×18 cm). Aby stanovení stupňů dalo se pohodlněji, dává se před desku plechová maska, do které jsou vyražena čísla, odpovídající stupňům ve výřezech. Nejdále na obvodu jest stupeň 20., blíže ke středu 1.; další 3 stupně jsou označeny písmeny *a*, *b*, *c*; *c* je nejvnitřnější.

Před fotografickou desku ve stejné výši s ní do vzdálenosti 1 m se staví světelný zdroj. Tím jest na místě normální lampy amylacetátové Scheinera benzínová svíčka.

Kruhovou rourkou o průměru 5 mm prochází bavlněný knot, jenž táhne benzin hustoty 0.704 při 15° C. Plamen této lampičky má předepsanou výšku 28 mm, již nutno přesně pomocí visíru udržovati. 13.5 mm od plamene je rovné kovové stínítko s vodorovnou štěrbinou širokou 1 mm. Jenom ty paprsky, jež ze střední části plamene procházejí touto štěrbinou, mohou dopadati na fotografickou desku. Aby lampa hořela klidně, a ostatní světlo z ní vycházející aby nerušilo, dává se na ni cylindr z rubínového skla, jenž v místech štěrbin má kruhový otvor.

Postup při stanovení citlivosti je tento: zkoumaná deska před vložením do kasety označí se někde při kraji na př. číslem, položí se na plechovou masku do kasety tak, aby citlivou vrstvou byla obrácena vstříc dopadajícímu světlu.

Poněvadž sensitometr má dvě kasety, dá se do druhé obyčejná skleněná deska, od jejíhož povrchu ve vzdálenosti jednoho metru se postaví benzínová lampa tak, aby střed plamene byl na ose desky. Před vsunutím kasety s deskou se otvor cylindru lampy zakryje dřevěným stínítkem, kotouč sensitometru se elektromotorkem roztočí, kasety se otevře. Když motorek běží stálou rychlostí a klidný plamen lampy má předepsanou velikost, exponuje se deska po dobu jedné minuty tím, že se stínítko na tu dobu odstraní. Při tom světlo z benzínové lampy procházející štěrbinou nedopadá na všechna exponovaná místa fotografické desky stejně

dlouho. Stupni, které mají větší úhlovou šířku, prochází déle, čím blíže k obvodu kotouče, prochází kratší dobu. Ve výrazu pro množství dopadajícího světla na různá místa exponované desky $i \cdot t$ mění se t ; stupnice Scheinerova sensitometru je intermitující časová. Předností tohoto sensitometru jest, že světlo ze zdroje neprochází před dopadem na desku vyjma vzduchem žádným jiným ústředím, jež by je zeslabovalo nebo jeho složení měnilo.

Exponovaná deska se vyvolá a ustálí zcela určitým způsobem. Dr. Eder doporučuje vývojkou železnato-šřavelovou, poněvadž dává desce neutrální šedivý tón. Bromidu draselného při této vývojce prý netřeba. Jiní autoři užili při svých měřeních vývojek velmi různého složení. Schwarzschild¹⁹⁾ rodinalu, Nowak¹⁵⁾ metolhydrochinonu s KBr . A. v. Hübl¹²⁾ metolhydrochinonu bez KBr . V pozdější práci o klínovém sensitometru doporučí Eder⁶⁾ vývojkou pyrogalolovou se sodou bez KBr nebo metolhydrochinonovou. Také doba vyvolávání u různých autorů se silně liší kolisajíc od $2\frac{1}{2}$ minut až do 10 i více minut.

Při svých měřeních volil jsem stále stejnou vývojkou metolhydrochinonovou tohoto složení:

A. V 1000 dílech vodného roztoku 10 g metolu a 100 g siřičitanu sodného krystal. $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$.

B. V 1000 dílech vodného roztoku 20 g hydrochinonu a 75 g siřičitanu sodného krystal. $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$.

C. V 1000 dílech vodného roztoku 100 g sody krystalové $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

Z těchto zásobních roztoků krátce před užitím smíchán byl 1 díl A, 1 díl B a 2 díly C, k nimž na 100 cm^3 vývojky přidáno $0.06\text{ g } KBr$ v roztoku 1:10. Doba vyvolávání byla také stejná, u všech měřených desek přesně 3 minuty; po uplynutí této doby byla vývojka s desek slita, desky asi 1 minutu prány v tekoucí vodě a dány asi na 15 minut do ustalovací lázně, která na 1 l roztoku obsahuje 250 g sirnatanu sodného $Na_2S_2O_3$ a 30 g metasiřičitanu draselného $K_2S_2O_8$, načež definitivně vyprány.

Po usušení přitiskne se deska gelatinovou vrstvou na bílý papír, a odečte se číslo políčka ještě patrného, nebo spíše posunováním desky zjistí se, na kolikátém políčku ještě je patrný rozdíl v černání proti okolí. Číslo tohoto políčka udává citlivost desky ve stupních Scheinerových. K odchýlným výsledkům mohlo by vésti stanovení posledního ještě patrného stupně v průhledu desky proti obloze! I tak při tomto určování posledního patrného políčka spočívá dosti libovůle, poněvadž leckdy lze vycítiti průběh stupnice dosti daleko a tím odhadnouti citlivost značně větší než u jiných desek, při kterých černání stoupá rychle od krajního políčka.

U sensitometru Scheinerova, jaký jest ve sbírkách grafického ústavu, jsou jednotlivá políčka široká 7 mm. Úhlové velikosti jednotlivých stupňů měly by od 1° na obvodu postupovati ke středu

vždy v poměru 1 : 2·743. Skutečným měřením pomocí spektrometru, jehož dělený kruh s noniem připouští měření na 10", zjištěny byly tyto odchylky:

Stupně Sch.	\sphericalangle α defin	log. α def.	\sphericalangle α měřený	log. α měř.	diff. v %
20.	1·0000	0·0000	1·027	0·0116	—2·7
19.	1·2743	0·1052	1·389	0·1427	—9·2
18.	1·6237	0·2105	1·733	0·2388	—6·7
17.	2·0691	0·3158	2·085	0·3191	0·6
16.	2·6366	0·4210	2·646	0·4226	0·3
15.	3·3597	0·5263	3·450	0·5378	2·7
14.	4·2811	0·6316	4·357	0·6392	1·8
13.	5·4554	0·7368	5·411	0·7333	—0·8
12.	6·9515	0·8421	6·869	0·8369	—1·2
11.	8·856	0·9472	8·729	0·9410	—1·4
10.	11·29	1·0527	11·210	1·0496	—0·7
9.	14·38	1·1578	14·24	1·1535	—0·7
8.	18·33	1·2632	18·12	1·2582	—1·1
7.	23·36	1·3685	23·46	1·3703	0·4
6.	29·76	1·4736	29·79	1·4741	0·1
5.	37·92	1·5789	38·16	1·5816	0·6
4.	48·32	1·6841	48·48	1·6856	0·3
3.	61·58	1·7894	61·81	1·7911	0·4
2.	78·47	1·8947	78·86	1·8969	0·5
1.	100·0	2·0000	100·28	2·001	0·3
<i>a</i>	127·4	2·1052	127·08	2·1041	—0·3
<i>b</i>	162·4	2·2106	161·58	2·2084	0·1
<i>c</i>	206·9	2·3158	206·58	2·3151	—0·1

Na další desetinná místa, než jak je v tabulce obsaženo, uváděti měřené úhly, nemělo by smyslu, poněvadž i když excentrické upevnění desky mělo se vyvážití odečtením při dvojnásobném postavení desky, odchýlném o 180°, nebylo možno zaručiti, že úhlová velikost měří se v každém políčku na téže místě (ve stejném vzrůstu poloměru). Při pozorování mikroskopem je patrné, že výseče úhlové nejsou omezeny přesně poloměry, a zejména, že tyto hrany nejsou ani zcela rovné.

Nestejně postavení lampy a nestejně vysoký plamen mohly by velmi rušivě zasahovati i do relativního měření Scheinerovým sensitometrem.

Lampa při všech měřeních dále uvedených byla ve vzdálenosti 100 cm, po případě 34 cm. Změna vzdálenosti lampy způsobuje i změnu osvětlení. Za předpokladu, že zdroj nalézá se na ose fotografické desky, uplatňuje se nestejná vzdálenost zdroje dvojnásobným směrem. Intenzitu osvětlení vypočtenou podle zákona o ubývání osvětlení se čtvercem vzdálenosti nutno totiž korigovati ještě proto, že při různé vzdálenosti jest s místa fotografické desky

v zorném úhlu štěrbinu, umístěné před plamenem, viděti z tohoto různě vysokou část. Při bližším postavení zdroje dopadá na desku světlo z větší části plamene nežli při postavení normálním.

Značí-li I intenzitu osvětlení, způsobenou lampou na ose desky ve vzdálenosti a , pak nutno při posunutí lampy o $\pm \Delta a$ na ose násobiti tuto intenzitu výrazem $\frac{a}{a \mp \Delta a} \cdot \frac{a-c}{a-c \mp \Delta a}$, kde c značí vzdálenost štěrbinu od plamene.

Chybu v postavení lampy na ose při svých měřeních odhaduji nejvýše na $\pm 2.5 \text{ mm}$; ve výsledcích při vzdálenosti 1 m činí to $\pm 0.5\%$, při vzdálenosti 34 cm již 1.5% .

Podobná chyba nastává vždy na krajích fotografické desky, které jsou vzdálenější od zdroje nežli její střed. Značí-li b vzdálenost některého místa desky od paty kolmice, spuštěné na ni ze zdroje vzdáleného a , nutno intenzitu osvětlení na ose desky pro místo odlehlé b násobiti činitelem $\frac{a^2}{a^2 + b^2}$.

Do bodů mimo osu dopadá světlo šikmo. Nutno proto výraz pro intenzitu osvětlení v těchto bodech násobiti ještě cosinem úhlu dopadu, t. j. výrazem $\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}$.

Je tedy zapotřebí intenzitu na ose pro jiné místo desky násobiti $\frac{a^3}{(\sqrt{a^2 + b^2})^3}$. Při daném sensitometru, kde jednotlivá políčka dohromady činí 16.6 cm , obnáší tato korekce při vzdálenosti $a = 100 \text{ cm}$ 1.1% , při vzdálenosti $a = 34 \text{ cm}$ již 10% !

K těmto chybám, jež vznikají nesprávným postavením zdroje na ose desky, přistupují dále podobným výrazem vyjádřené chyby způsobené postavením lampy mimo osu desky.

Při vzdálenosti zdroje $a = 100 \text{ cm}$ odhaduji odchylku chybného postavení lampy v kolmém směru na osu na $\pm 3 \text{ cm}$. V tomto případě celková chyba, způsobená jednak posunutím lampy ve směru osy o $\pm 2.5 \text{ mm}$ a v kolmém směru na osu $\pm 30 \text{ mm}$, jakož i způsobená nestejnou vzdáleností kteréhokoliv místa na desce, nečiní více nežli 2.4% . Naproti tomu přiblíží-li se lampa k desce na 34 cm , stoupají tyto chyby značně. V menší vzdálenosti nečiní sice chybné postavení lampy mimo osu tak značnou odchylku, možno ji odhadnouti na $\pm 1 \text{ cm}$, ale přes to v nejnepříznivějším případě činí chyba v intenzitě osvětlení 11.5% !

Dalším zdrojem chyb může být nestejná výška plamene. Visírováním přes 2 vlákna možno kontrolovati, zda plamen má předepsanou výši 28 mm . Z plamene vyfíná milimetrová štěrbinu komolý kužel (v projekci lichoběžník), jehož základny bylo by možno považovati za úměrné výšce plamene. Kdyby tento plamen z 28 mm protáhl se na 29 mm , zvětšila by se účinná plocha plamene v témže

poměru 29/28 asi o 3·5%. Fotografoval jsem volný plamen (bez cylindru) benzinové svíčky na ortochromatickou desku a proměřením shledal, že ve skutečnosti poměr ten jest ještě nepříznivější. Možno proto předpokládati, že by také neklidný plamen při otřásání lampou a pod. zvyšoval nevypočitatelně účinek zdroje na desku. Z toho důvodu také není radno spojovati stativ nésoucí kotouč s podstavcem lampy, jak původně při tomto sensitometru bylo, aby se tím snad ušetřilo pokaždé odměřování vzdálenosti.

Osvětlení desky konečně může záviseti na jakosti benzínu hořícího v užití lampě. Při svých měřeních užíval jsem benzinu o hustotě 0·700 při 16° C. Závislost fotochemického účinku na jakosti benzínu zkoumána nebyla. Pro úplnost uvádím, že někdy plamen benzinové svíčky, která jinak hoří velmi klidně, náhle vyšlehl do značné výše, jakoby se náhle uvolnilo větší množství par, nežli mohlo v obvyklém plameni shořeti. Po takovém vyprsknutí vždy bylo nutno knot stáhnouti níže, aby se plamen rychle ustálil v předepsané výši. Při pozdějším fotometrickém proměření desek nedá se účinek takového vyšlehnutí prakticky konstatovati. Patrně ona krátká doba, kdy plamen byl širší, nezměnila podstatně množství světla dopadajícího na desku během celé expozice.

Kotouč sensitometru, poháněný elektrickým motorkem, otáčel se 624 až 720krát za minutu.

Tím způsobem proměřil jsem desky, jejichž citlivost uvádím v následující tabulce. Z důvodů dřív uvedených mohou výsledky kolísati o jeden stupeň Scheinera. Poněvadž mezi měřením a publikací výsledků alespoň u některých desek uplynula delší doba, v které mohla při podnicích vesměs mladých emulse značně býti změněna, je u každého druhu desek uvedeno číslo zkoušené emulse. Hustota závoje desek byla měřena fotometrem Martensovým. Nedosahuje-li hustota závoje 0·2, možno desku považovati za prakticky prostou závoje; při hustotě do 0·5 mluvíme o slabém závoji a při větším o silném.

Fotochema	Roentgen č. em.	922	18—19° Sch	závoj 0·2
"	Ultrasport	737	15—16° Sch	" 0·3
"	"	761	19·5° Sch	" 0·1
"	Extrarapid	725	12° Sch	" 0·25
"	Portrait	649	12° Sch	
"	special	1041	16° Sch	" 0·15
Fotos	Alfa	052	6° Sch	" 0·5
"	Extrarapid	104	11° Sch	" 0·7
"	Ultrarapid	107	10° Sch	" 0·2
René	Normal	585	5° Sch	" 0·8
"	Extrarapid	662	16° Sch	" 0·4
"	Vysoké citlivosti	494	13° Sch	" 0·2

Rodak	Ultrarapid	č. em.	77	17° Sch	
"	?	"	145	5° Sch	" 0.1
"	?	"	149	16° Sch	" 0.4
*					
Elur	Ultrarapid	"	556 a 557	18—19° Sch	
Lomberg	Extrarapid	"	10.176	16—17° Sch	
Westendorp a Wehner		"	1.770	11—12° Sch	" 0.1
Nová Roentgendeska		"			
Hauff	Ultrarapid	"	10.465	17—18° Sch	" 0.2
"	Extrarapid	"	7.006	15° Sch	
Erid	(Ernemann)	"	245	14—15° Sch	" 0.3
*					
Fotochema	Ortochroma	"	733	10—11° Sch	" 0.2
"	Ortoisolar	"	647	14° Sch	
Fotos	Ortochromatická	"	110	19° Sch	
Fotos	Ortoisolar	"	112	13° Sch	" 0.4
René	Ortochrom	"	665	12° Sch	" 0.5
"	Ortoisolar	"	680	14° Sch	" 0.5
Rodak	?	"	146	20° Sch	" 0.4

Údaje citlivosti desek tímto způsobem zjednané mohou záviseti též na teplotě vývojky. Při vyvolávání jsem neužíval žádného zařízení thermostatového; poněvadž jsem vyvolával desky v laboratoři s ústředním topením, nekolísá teplota značně. Její průměrná výše byla $19\frac{1}{2}^{\circ} C$ s odchylkou $\pm 1\frac{1}{2}^{\circ}$.

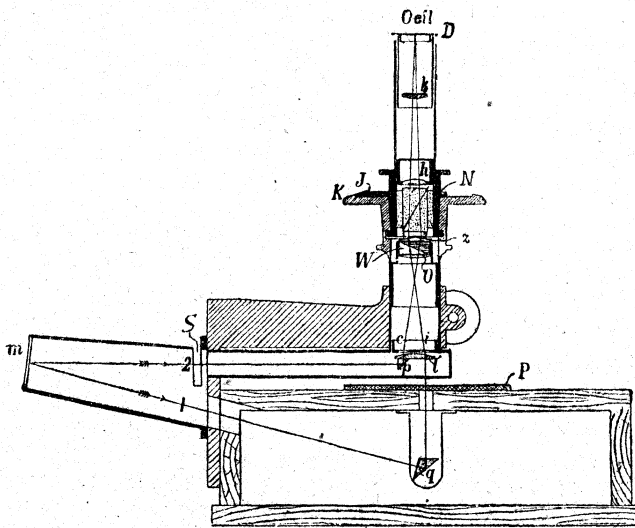
Citlivosti, jaké uvádím na základě svých měření, namnoze liší se velmi značně od udání výrobců. Aby proto nebyly činěny klamné úsudky o jakosti zkoumaných desek, připojil jsem k výsledkům na československých deskách i některé desky cizího původu. Je dále možno, že by se při mírnějších podmínkách (vyvolávání bez *KBr*, delší dobu a pod.) docílilo výsledků zdánlivě příznivějších. U některých desek zjišťoval jsem také citlivost při vyvolávání bez *KBr*; v tom případě zvýšila se citlivost o 1 až 2° Sch. Konečně upozorňuji na měření Dr. Fr. Nowaka,¹³⁾ jenž při vyvolávání trvajícím 5 minut u řady desek obdržel hodnoty, které zcela dobře se řadí k uvedeným výsledkům.

*

Fotografických desek exponovaných v Scheinerově sensitometru užil jsem vedle stanovení citlivosti též ke konstrukci příslušné gradační křivky. Za tím účelem proměřil jsem jednotlivé desky polarisačním fotometrem, jaký k tomu cíli sestrojili F. F. Martens a F. J. Micheli.¹⁴⁾ Ve dřevěné skřínce rozměru 25 × 25 měřeně zvětšeném. Deska č. 110 byla exponována benzinovou svíčkou ve vzdálenosti 1 m 1 minutu, č. 111 podobně 1 minutu ve vzdálenosti 50 cm, č. 112 zase 1 minutu ze vzdálenosti 25 cm

× 10 cm na místě q^* (obr. 1) jest upevněna elektrická žárovka, z níž světlo jednak jde kolmo vzhůru, prostupujíc ještě ve skříňce nad sebou umístěnými dvěma deskami z opálového skla a nad nimi položenou fotografickou deškou P , jednak jde směrem 1 na opálovou skleněnou desku m , od níž se odráží ve směru 2 , aby po odrazu na postříbřené ploše hranolu p vniklo do vlastního fotometru.

Každý z obou svazků paprsků vstupuje spojku l a jedním z excentrických otvorů c a i , prochází objektivem O , dvojlomným



Obr. 1.

hranolem Wolastonovým W , na který je přitmelěn velice tupý hranol Z , jehož vodorovná hrana pŕl zorné pole nahoře se nacházejícího okuláru Ramsdenova $h k D$; s okulárem jest spojen analyzující nikol N .

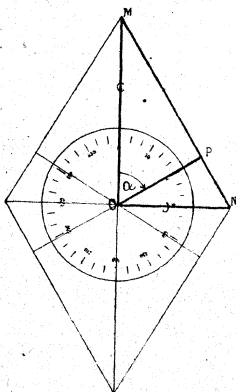
Z obou svazků paprsků, které vstupují do polarisátoru, vystupují analyzátozem do okuláru jenom části, které jsou navzájem kolmo polarisovány. Otáčením nikolu kolem svislé osy lze docílití, aby obě poloviny zorného pole jevily se stejně světlými. Úkaz ten nastane při otočení o plný úhel celkem čtyřikrát. Polohy ty se odečtou na děleném kruhu K pomocí indexu I .

Značí-li $OM = C$ (obr. 2.) amplitudu světla jdoucího otvorem c a $ON = J$ amplitudu světla procházejícího otvorem i , pak stejně inten-

*) Obraz jest vzat z původního pojednání Martens-Micheli-ho, kdežto popis děje se podle skutečného modelu, jak jej nakonec upravil Dr. E. Goldberg.⁸⁾

sivní osvětlení obou polovin zorného pole nastane při otočení analyzátoru do polohy OP . Z rovnosti obou projekcí amplitud a se zřetelem k tomu, že intenzita je úměrná čtverci amplitudy, plyne $C = I \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha$. V jiném případě, při I nutno otočiti nikolem o β , srovnáním plyne $\frac{I}{I'} = \frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$.

Měření provádí se tak, že nejprve určí se tak zv. nulová poloha, totiž aniž by se do fotometru vložila fotografická deska P , otáčí se nikolem tak dlouho, až obě poloviny zorného pole se jeví stejně osvětleny. Aparát je konstruován tak, aby nutné otočení analyzátoru



Obr. 2.

činilo přibližně 45° při stejně intenzivním osvětlení obou vstupních clonek c a i . Pohybáním spodní žárovkou lze poněkud tuto polohu měniti. Úhel příslušný nulové poloze odečte se ve všech 4 kvadrantech; z těchto úhlů běře se aritmetický střed. Vsune-li se do fotometru fotografická deska, zeslabí se tím světlo probíhající otvorem i do fotometru; nikolem nutno otočiti z nulové polohy do polohy jiné určené úhlem β .

Poměr $\frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$ udává poměr intenzity světla, jež procházelo otvorem i bez desky, nebo jež na fotodesku dopadlo I_d , k intenzitě světla, jež prošlo deskou do fotometru I_p , $\frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{\operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{I_d}{I_p}$. Zřetelem k tomu, že $I_p = I_d \cdot 10^{-D}$, možno psáti $D = \log \frac{\operatorname{tg}^2 \beta}{\operatorname{tg}^2 \alpha}$, při čemž D se nazývá hustotou desky.

Při velkých hustotách byl by úhel β příliš veliký, a tím by se metoda stala nepřesnou. Proto je ve fotometru otvor S , jímž možno paprskům jdoucím mimo fotodesku postavití do cesty absor-

bující prostředí a tím nepoměr mezi oběma intenzitami udělali přiměřenějším.

Na skřínce blíže otvoru i je upevněno millimetrové měřítko, podle něhož se deska při měření posunuje tak, aby postupně se proměřila všechna políčka odpovídající různým exposicím.

Poznámka. Původní fotometr z roku 1900 byl zařízen tak, aby světlo zvenčí osvětlovalo desku m a od ní se rozcházelo na dvě cesty, na prvé přímo do fotometru a na druhé nejprve fotodeskou. A. Callier²⁾ v roce 1909 ukázal, že jest podstatný rozdíl, měří-li se hustota fotografické desky ve světle diffusním nebo paralelním. V prvním případě odpovídá měřená hustota přesně oné, s jakou se shledáváme při kopírování negativu při kontaktu, naproti tomu hustota měřená světlem ne zcela rozptýleným je větší, dosahující až hodnoty dvojnásobné nežli v případě prvním.

Z toho důvodu E. Goldberg³⁾ pozměnil původní konstrukci Martens-Micheliova fotometru zařídív jej na umělý zdroj světelný, umístěný ve skřínce fotometru, jak již bylo uvedeno v popise stroje. Místo skleněné desky m navrhl dáti bílý papír. — Aby se při delším pozorování fotometr nezahřival, opatřil Goldberg podstavec stroje, totiž dřevěnou skříňku, většími kruhovými otvory k větrání. Stroj grafického ústavu tohoto ventilačního zařízení nemá. —

S počátku nebyl jsem s to dosíci nulových hodnot přibližně stejných. Jednak obě poloviny zorného pole fotometru nejsou stejně zbarveny — ono světlo, jež prochází opálovými deskami, jest zbarveno žlutavě, — jednak nulová poloha nebyla během měření zdaleka konstantní, měnil se plynule ale jinak nepravidelně až i o 2°. Nestejné zbarvení odstranil jsem alespoň z hlavní části tím, že jsem na desku m místo bílého papíru připevnil papír žaloutlý, podle Ostwaldova označení 04 ea . Při světlém zorném poli vždy zůstal jistý rozdíl zbarvení, který při ubývajících intenzitě poněmáhlu zmizel.

Proměnlivost nulové polohy nebylo možno vysvětlit ani různým zbarvením. Vedle toho s počátku používaný fotometr měl dosti značné excentrické umístění, takže odečtení v sousedních kvadrantech se mohlo lišiti o 3° až 4°. Během delšího měření se ukázala asi pravděpodobná příčina nestálosti nulové polohy: zdroj světla, 50svíčková kovová žárovka nebyla nepohyblivě upevněna v podstavci fotometru. I když vyloučím náhlé posunutí její polohy nárazem, otřesením stolu a pod., stačilo již teplo v žárovce vyvinované, jež se odvádělo nedostatečným způsobem, k tomu, aby se poloha lampy nekontrolovatelně změnila. Hleděl jsem proto vložení několika vrstev papíru event. staniolu do objímky a jiných volných míst u žárovky fixovati její polohu. Aby dále nevadilo fotometru teplo, kterým se fotometr při nepřetržitém několikahodinovém měření silně zahřival, postavil jsem krabici (bez dna), která obsahuje žárovku

a nese fotometr, na dva špalíčky, abych tak zavedl dostatečné větrání.

Měření konal jsem tím způsobem, že nejprve vsunutím desky pod otvor *i* zjistil jsem na millimetrovém měřítku počátek exponovaného políčka desky. Při dalším měření stačilo pak posunouti vždy desku o 7 mm dále, aby ve fotometru zastaveno bylo sousední políčko.

Pak byla zjištěna nulová poloha nejprve; potom proměřen závoj neexponovaných míst a to pravidelně na obou krajích a uprostřed desky, potom opět nulová poloha, pak hustota políček *c* až asi 8., nulová poloha, další políčka až do 20. a opět nulová poloha. Ze všech čtyř měření nulové polohy vzat byl nakonec aritm. střed, jenž byl pak základem dalších počtů.

Příkladem uvádím podrobné měření na desce číslo 180, kde zároveň s hustotou políček určoval jsem i hustotu závoje vedle nich.

Políčko *c* začíná u 14.4 cm na měřítku fotometru.

Nulová poloha:				Střed:	2 log. tg.	hustota	
138.9	221.3	318.2	41.5	41.425			
41.1	41.3	41.8	41.5	41.49	19.893		
Políčko <i>c</i> : 14.4 cm							
274.4	85.4	94.2	265.5	85.575	2.223	2.330	
85.6	85.4	85.8	85.5				1.588
Závoj:							
295.5	64.4	115.9	244.2	64.3	0.635	0.742	
64.5	64.4	64.1	64.2				
Políčko <i>b</i> : 15.1 cm							
85.6	94.2	265.7	274.1	85.75	2.258	2.365	
85.6	85.8	85.7	85.9				1.619
Závoj:							
295.5	64.2	116.0	244.9	64.4	0.639	0.746	
64.5	64.7	64.0	64.9				
Políčko <i>a</i> : 15.8 cm							
264.6	275.2	84.9	95.3	84.75	2.074	2.181	
84.6	84.8	84.9	84.7				1.441
Závoj:							
115.4	243.8	295.9	64.4	64.225	0.632	0.739	
64.6	63.8	64.1	64.4				
Políčko 1: 16.5 cm							
82.7	97.3	262.8	277.3	82.725	0.788	1.895	
82.7	82.7	82.8	82.7				1.169
Závoj:							
295.9	64.0	116.2	243.6	63.875	0.619	0.726	
64.1	64.0	63.8	63.6				

Políčko 2: 17·2 cm

260·9	279·2	80·3	99·2	80·7	0·572	1·679	
80·9	80·8	80·3	80·8				0·952

Závoj:

116·0	243·9	196·0	63·7	63·9	0·620	0·727	
64·0	63·9	64·0	63·7				

Políčko 3: 17·9 cm

78·3	101·9	258·6	281·8	78·3	1·368	1·475	
78·3	78·1	78·6	78·2				0·778

Závoj:

296·6	63·0	117·3	243·4	63·125	0·590	0·697	
63·4	63·0	62·7	63·4				

Nulová poloha :

318·5	41·5	138·1	221·1	41·5			
41·5	41·5	41·9	41·1				

Políčko 4 : 18·6 cm

256·0	284·2	75·5	104·5	75·7	1·187	1·294	
76·0	75·8	75·5	75·5				0·613

Závoj:

117·0	242·9	298·0	62·9	62·7	0·574	0·681	
63·0	62·9	62·0	62·9				

Políčko 5 : 19·3 cm

73·0	107·3	253·1	287·0	72·95	1·027	1·134	
73·0	72·7	73·1	73·0				0·452

Závoj:

297·0	62·9	118·0	243·0	62·725	0·575	0·682	
63·0	62·9	62·0	63·0				

Políčko 6 : 20·0 cm

249·5	290·4	69·7	110·7	69·525	0·856	0·963	
69·5	69·6	69·7	69·3				0·279

Závoj:

117·4	243·0	296·8	62·3	62·775	0·577	0·684	
62·6	63·0	63·2	62·3				

Políčko 7 : 20·7 cm

66·5	113·8	246·6	293·3	66·5	0·723	0·830	
66·5	66·2	66·6	66·7				0·184

Závoj:

298·0	61·4	118·4	242·0	61·75	0·539	0·646	
62·0	61·4	61·6	62·0				

Políčko 8:21·4 cm

143·5	296·8	63·5	116·4	63·45	0·603	0·710	
63·5	63·2	63·5	63·6				0·072

Závoj:

118·4	241·5	298·2	61·2	61·525	0·531	0·638	
61·6	61·5	61·8	61·2				

Políčko 9:22·1 cm

61·7	118·6	241·1	298·9	61·325	0·524	0·631	
61·7	61·4	61·1	61·1				0·022

Závoj:

298·9	60·4	119·2	245·5	60·7	0·502	0·609	
61·1	61·4	60·8	60·5				

Nulová poloha:

318·1	41·7	138·8	221·5	41·575			
41·9	41·7	41·2	41·5				

Políčko 10:22·8 cm

240·5	299·2	60·4	119·9	60·45	0·493	0·600	
60·5	60·8	60·4	60·1				-0·036

Závoj:

118·7	242·0	298·6	61·2	61·475	0·529	0·636	
61·3	62·0	61·4	61·2				

Políčko 11:23·5 cm

59·4	120·6	240·0	300·0	59·7	0·467	0·574	
59·4	59·4	60·0	60·0				-0·050

Závoj:

298·6	61·3	119·4	241·2	61·125	0·517	0·624	
61·4	61·3	60·6	61·2				

Políčko 12:24·2 cm

239·5	300·2	59·9	120·0	59·8	0·470	0·577	
59·5	59·8	59·9	60·0				-0·039

Závoj:

119·0	240·6	298·6	60·6	60·9	0·509	0·616	
61·0	60·6	61·4	60·6				

Políčko 13:24·9 cm

59·5	120·3	139·3	297·7	59·7	0·467	0·574	
59·5	59·7	59·3	60·3				-0·055

Závoj:

298·4	61·4	119·1	241·2	61·275	0·522	0·629	
61·6	61·4	60·9	61·2				

Políčko 14:25·6 cm

240·3	299·9	60·0	120·1	60 075	0·480	0·587	
60·3	60·1	60·0	59·9				— 0·052

Závoj:

118·7	241·6	298·4	61·7	61·55	0·532	0·639	
61·3	61·6	61·6	61·7				

Políčko 15:26·3 cm

61·1	119·3	240·2	299·1	60·475	0·494	0·601	
60·1	60·7	60·2	60·9				— 0·043

Závoj:

298·0	61·3	118·5	241·9	61·675	0·537	0·644	
62·0	61·3	61·5	61·9				

Nulová poloha:

221·1	318·4	41·6	138·5	41·45			
41·1	41·6	41·6	41·5				

Políčko 16:27·0 cm

240·7	298·8	61·0	119·4	60 875	0·508	0·615	
67·7	61·2	61·0	60·6				— 0·066

Závoj:

117·3	242·5	297·5	63·1	62·7	0·574	0·681	
62·7	62·5	62·5	63·1				

Políčko 17:27·7 cm

62·0	118·7	241·7	298·4	61·65	0·536	0·643	
62·0	61·3	61·7	61·6				— 0·063

Závoj:

296·4	63·2	116·7	243·3	63·35	0·599	0·706	
63·6	63·2	63·3	63·3				

Políčko 18:28·4 cm

242·6	297·5	62·5	117·4	62·55	0·569	0·676	
62·6	62·5	62·5	62·6				— 0·059

Závoj:

116·0	244·2	295·8	64·1	64·125	0·628	0·735	
64·0	64·2	64·2	64·1				

Políčko 19:29·1 cm

63·0	117·0	243·0	297·0	63·0	0·586	0·693	
63·0	63·0	63·0	63·0				— 0·055

Závoj:

295·1	64·2	116·0	244·7	64·45	0·641	0·748	
64·9	64·2	64·0	64·7				

Políčko 20 : 29.9 cm

242.8	297.3	62.5	117.5	62.625	0.572	0.679	
62.8	62.7	62.5	62.5				— 0.054

Závoj:

116.0	244.0	295.6	63.9	64.075	0.626	0.733
64.0	64.0	64.4	63.9			

Závoj pod políčkem 20 : 30.8 cm

62.8	117.1	242.5	297.0	62.8	0.578	0.685
62.8	62.9	62.5	63.0			

Nulová poloha:

318.4	41.9	138.8	221.3	41.5
41.6	41.9	41.2	41.3	

Měření jest opsáno z protokolu přesně v témž pořádku, jak jsem je pozoroval. V druhé řádce jsou k hodnotám odečteným na fotometru vypočteny úhly α event. β . V kvadrantu I. čtení na děleném kruhu udává přímo hledaný úhel, v kvadrantu II. jest hledaným úhlem výplněk čtení na 180° , v III. nutno od nalezeného odečísti 180° a ve IV. jest třeba nalezený úhel odečísti od 360° .

Během měření udělal jsem si pravidlem spokojiti se s jedním otočením analysátoru (4 hodnoty pro α) v tom případě, když odchylky jednotlivých hodnot nelišily se od sebe o více než o 1° ; kdyby byla odchylka větší, otočil jsem analysátorem ještě jednou do kola. V tom případě tedy úhel α byl vypočten jako aritmetický střed z 8 hodnot. Při fotometru II. za opatření nahoře uvedených nebylo však toho třeba. Ovšem hodnoty pro polohu nulovou i při tomto fotometru dosti kolísaly. V jednom případě dosáhly rozdílu 3° , ve druhém 2.2° ; jindy nepřekročily rozdílu 2° , při čemž v úvahu přichází pravidelně celkem 16 odečtení.

Při odhadování přesnosti mohou předpokládati, že při stanovení nulové polohy kolem 45° mezi 16 měřeními byl nejvyšší rozdíl 2° a při určení β mezi 4 měřeními nebyl rozdíl větší 1° . V tom případě vychází odchylka v hustotě proti správné hodnotě pro úhel $\beta = 86^\circ$ 2.1% , 82° 1.6% , 78° 1.5% , 74° 1.5% , 70° 1.6% , 66° 1.9% , 62° 2.2% , a při 58° 3% . Dále při klesajícím úhlu β stoupá chyba velmi rychle. Proto třetí desetinná místa v hodnotách hustot nejsou ve většině případů odůvodněna a slouží toliko tomu, aby byla patrna korekce 2. des. místa.

Hodnoty hustot, nanášeny jako pořadnice k logaritům příslušných exposic, leží na gradační křivce zkoumané desky. Na diagramu čís. 1 jsou v libovolném měřítku na ose úseček vyznačeny stupně Scheinerova sensitometru a to ve vzdálenostech úměrných logaritům úhlové výseče. Poněvadž od 20° stupně k 1° změni se výseč kruhová o 100° , odpovídá v diagramu odlehlost $20^\circ - 1^\circ$ Sch. dvěma jednotkám intenzity osvětlení. Polovina této odlehlosti zvolena i za jednotku hustoty.

Gradační křivka od prvních stop černání stoupá jsouc k ose x-ové konvexní, po nějaký rozsah exposic zachovává přibližně stejný směr a potom zakřivuje se konkavně k ose x-ové. Konvexní zakřivení gradační křivky odpovídá tak zv. podexposici, přibližně přímá část označuje správnou exposici, při které černání desky je úměrné osvětlení, a část konkavní představuje přeexposici, kde přírůstek černání zdaleka neodpovídá vzrůstu osvětlení. Čím delší je přímá část gradační křivky, tím deska připouští větší změny ve správné exposici. Je-li sklon přímé části gradační křivky k ose exposic menší, pracuje deska měkčeji, kdežto při strmějším úhlu černá příliš rychle, jest tvrdá.

Při exposici 1 minuty ve vzdálenosti 1 m vycházejí hustoty měřených desek příliš malé, než aby z nich bylo možno narysovat větší část gradační křivky. Proto jsem zvětšil množství účinkujícího světla jednak prodloužením exposice, jednak zvýšením intensity. Exposici jsem zvětšil tak, aby 10. políčko sensitometru dostalo přibližně totéž množství světla při změněné exposici jako políčko 1. při exposici normální. Ve vzdálenosti 1 metru bylo proto nutno exponovat 9 minut (přesně 8.945 minut), kdežto při exposici 1 minuty přiblížil jsem zdroj světla do vzdálenosti 34 cm (správně 33.435 cm). Vignetování clonky a otvoru v cylindru před plamenem možno i při takovém přiblížení zdroje opatrným postavením zcela dobře předejiti.

Tím obdržel jsem pro řadu desek stupnici intenzitní a časovou

Srovnávání gradačních křivek děje se obyčejně t. zv. absolutními hustotami po odečtení závoje. Za tím účelem jsem u každé desky měřil závoj alespoň na 3 místech, z hodnot naměřených vzal jsem aritmetický střed, o který bylo by charakteristickou křivku snížit za předpokladu, že závoj jest po celé desce stejnoměrně rozdělen. Přirozeně u některých desek kolem políček velmi hustých (c až a) nutno rozlišovati mezi závojem a iradiací. Z níže uvedených příkladů docházím však úsudku, že není alespoň u každé desky průběh závoje nezávislý na sousedním exponovaném místě, v tom případě odečítání závoje by nevedlo k správným výsledkům.¹⁷⁾

V diagramu č. I. uvedeny jsou křivky pro desku Fotochema-Roentgen č. em. 922, z nich č. 198 exponována byla lampou benzinovou ve vzdálenosti 1 m 1 minutu, 199 exponována ve vzdálenosti 1 m 9 minut a č. 200 exponována ve vzdálenosti 34 cm 1 minutu. Hustoty jednotlivých políček jsou tyto:

	c	b	a	1	2	3	4	5	6
č. 198	1.633	1.552	1.432	1.264	1.115	0.977	0.846	0.719	0.589
„ 199	2.471	2.43	2.386	2.313	2.24	2.144	2.045	1.93	1.802
„ 200	2.344	2.334	1.268	2.245	2.202	2.161	2.084	2.016	1.925

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
č.	198	0·498	0·409	0·370	0·341	0·304	0·279	0·257	0·245	0·245
"	199	1·64	1·523	1·371	1·203	1·051	0·87	0·774	0·64	0·547
"	200	1·807	1·727	1·606	1·517	1·382	1·249	1·078	0·943	0·803
	16	17	18	19	20	závoj u				
						c	10	20		
"	198	0·242	0·238	0·226	0·217	0·257	0·207	0·251	0·269	
"	199	0·42	0·363	0·316	0·278	0·242	0·216	0·221	0·212	
"	200	0·663	0·540	0·441	0·367	0·308	0·238	0·226	0·216	

U křivek zároveň vyznačen přímkou závoj. Absolutní hustota vyznačena jenom u desky 198. Poněvadž závoj přibližně probíhá rovnoběžně s osou úseček, stačilo by pro srovnávání absolutních hustot posunouti křivku o hustotu závoje níže. Křivky pro obě desky exponované ve stejné vzdálenosti dají se posunutím ve směru osy x -ové zcela dobře stotožniti. Při tom stupeň b křivky 198 padne mezi 7° a 8° . desky 199. Na této desce (déle exponované) má políčko 10. hustotu asi o 0·07 menší nežli políčko 1. na desce 198. Podobný výsledek často s větším rozdílem vychází na všech deskách tímto způsobem srovnávaných, kdežto naopak u desek exponovaných stejně dlouho (1 minutu), ale ve vzdálenosti menší (34 cm), má 10. políčko vesměs hustotu větší.

Již na tomto příkladě jest zřejmo, že tak zv. reciproční zákon zde neplatí. Při expozici 9 minut dostává uvažované políčko druhé desky více energie než na desce první, ale černáním se tento rozdíl neprojevuje.

Křivku č. 200 nelze identifikovati nijak s deskou 190 ani se 198. Mělo-li by se nějakého krytí s křivkou 199 docílit, bylo by nutno křivku 200 posunouti (o 0·22 hustoty), což však nelze ničím odůvodniti. Ke krytí s křivkou 198 stačilo by posunutí jen o 0·06, v tom případě gradační křivky se závojem navzájem lépe se kryjí nežli křivky absolutních hustot.

Také u většiny ostatních desek se ukazuje, že křivky pro různě dlouhé expozice ze stejné vzdálenosti lze spojit, často třeba k tomu cíli křivkou pootočití zřetelem k průběhu závoje (na př. diagram III. Fotochema-Ortoisolar). Křivky pro stejně dlouhé expozice z různých vzdáleností daly by se již hůře srovnávat; ještě lze stotožniti části křivek odpovídající malým expozicím, ale naprosto se liší ve vyšších polohách křivky s 9 minutovou expozicí ze vzdálenosti 1 metru od oněch s jednodominutovou expozicí ze vzdálenosti 34 cm. Tyto křivky již jeví jiný charakter. Také tečny v bodě obrátu těchto křivek nejsou rovnoběžny, ani neprotínají se v jednom bodě. (Neexistenci tak řečené inertie na základě tohoto materiálu nelze sice dokazovati, poněvadž ve vývojce bylo pravidelně užito KBr, který podle Shepparda a Kenneth¹⁸⁾ Meese činí její polohu pochybnou

Ostatně již z pokusů Ederových vychází neudržitelnost tohoto pojmu, který však v sensitometrii měl značný význam.)

Z uvedeného zdánlivě plyne, že lze srovnávat navzájem stupnice časové, nikoliv intenzitní.¹³ Tomu však odporuje několik pokusů, při kterých jsem desky exponoval jednak lampou bensinovou, jednak ve vzdálenosti 1 m po dobu 1 minuty normální lampou amylacetátovou, která dává mnohem více světla nežli předešlá (podle měření Ederových asi $13.2 \times$ více). K charakteristické křivce docilené lampou amylacetátovou možno přirovnati křivku lampou benzinovou při expozici 9 minut ze vzdálenosti 1 m, ne však ze vzdálenosti 34 cm. Pokusů těch však bylo poměrně málo, takže nelze mluvit o nějakém pravidle. Pravděpodobně i rozdíl ve složení světla zde padá na váhu.

Měření desky č. 180 (René Normal č. em. 585, exponované 1 minutu benzinovou svíčkou ve vzdálenosti 34 cm) uvedl jsem úmyslně podrobně, abych upozornil na zvláštní odchytku gradační křivky, jež se nejnápadněji jeví u tohoto druhu desek. Normálně ta část gradační křivky, která odpovídá intenzitám osvětlení, jež nepůsobí zřejmého černání fotodesky, probíhá rovnoběžně s osou osvětlení. Dalo by se očekávat, že bude tato část totožná s průběhem závoje. U desky René Normal s počátku hustota desky sestoupající expozicí klesá a teprve od nějaké expozice vyšší (odpovídající při lampě benzinové ve vzdálenosti 34 cm asi $12^\circ - 10^\circ$ Sch., při téže lampě ve vzdálenosti 1 m asi 9° a při lampě amylacetátové ve vzdálenosti 1 m $16^\circ - 14^\circ$ Sch.) počíná normálně stoupati. Zjevně, který se v daleko menší míře jeví u jiných druhů desek téžetovárny a také u některých cizích výrobků, souvisí patrně s průběhem závoje, který u této desky jest zvlášť hustý. Že nejde pouze o zjev náhodný, je patrné z toho, že podobný průběh ukazují křivky všech 6 zkoušek s touto deskou podniknutých. Pouhým okem tento průběh není na desce patrný. Křivka absolutních hustot má obvyklý tvar. U desky 180 leží s počátku mimořádně pod osou expozic, u ostatních zkoušek je těsně nad osou, splývá s ní, nebo má v mezích přípustných chyb průběh nepravidelný. Závoj měřený v bezprostředním sousedství exponovaných polí má u některých uvedených 6 desek dost nepravidelný průběh, ale v části gradační křivky, o níž nyní jde, probíhá s ní téměř rovnoběžně. Ve větších vzdálenostech od exponovaných políček může míti průběh odchylný.

Soudím z toho, že v tomto případě jde o vzájemný vliv exponovaných míst na bezprostřední sousedství, v literatuře dosud nevedený.

O vzájemném vlivu sousedních polí fotodesky jedná práce G. Eberharda³⁾ z roku 1912. Její autor konal pokusy tím způsobem, že na nezávající fotodesku kopíroval 14 políček dostatečně od sebe vzdálených známými intenzitami $I_1 \dots I_{14}$, aby tak obdržel materiál pro konstrukci gradační křivky. Vedle toho na druhou

polovinu téže desky kopíroval podobným způsobem táž políčka, ale tuto část desky ještě osvětlil známou intenzitou ΔI . Bylo proto n -té pole druhé části osvětleno intenzitou $I'_n = I_n + \Delta I$. Když z výsledné hustoty této II. části desky s užitím gradační křivky I. části vypočítal intenzitu způsobivší černání, shledal, že intenzita vypočtená liší se od oné, skutečně účinkující $I_n + \Delta I$. Poněvadž v I. části desky sousedí políčka exponovaná s neexponovanými, na druhé pak políčka exponovaná opět s exponovanými (závojovanými), usuzoval z toho Eberhard, že „hustota políčka je funkcí hustoty okolí, a to v tom smyslu, že hustota pole vždy se zmenšuje sousedícím černým místem (l. c. str. 289). Zeslabení vzniká jedině tehdy, když políčka bezprostředně spolu souvisejí; je-li mezi nimi neosvětlený prostor, pak se vzájemné působení podstatně zmenšuje“.

Vedle toho shledal při kopírování různě velikých kruhových otvorů na desku, že černání jejich roste od středu ke kraji. Zjev ten závisí na koncentraci vývojky. Také tento zjev snažil se vysvětliti pravidlem dříve uvedeným.

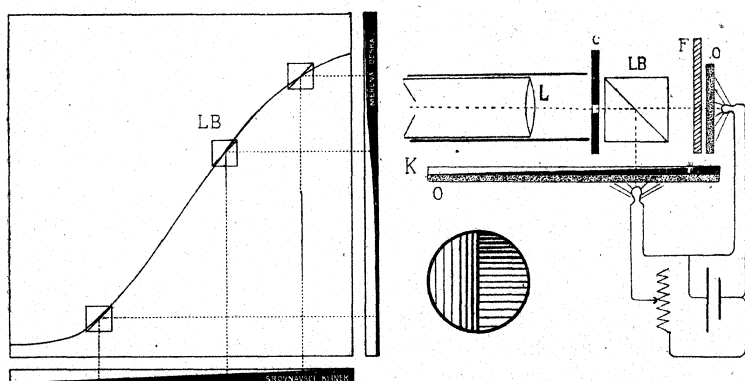
K tomuto Eberhardovu efektu přihlížel při své práci E. Kron,¹³⁾ kdežto A. Callier¹⁾ ubývání hustoty kruhových polí do středu vysvětluje tím, že kraje černého pole mají čerstvější vývojku. Úsudek ten opírá zejména o Eberhardovo pozorování, podle kterého zmíněný zjev je patrnější při zředěné vývojce.

Zjev mnou pozorovaný nelze stotožňovati s efektem Eberhardovým, ježto právě zde jde o vzájemný účinek exponovaného místa na sousedící místo neexponované; spíš by se řadil k pozorování Callierovu, podle něhož hustoty závoje na neexponované a vyvolané desce obvykle přibývá ke krajům. V citované práci¹⁾ podává Callier příklady hustoty u desek na broušeném skle, kde mezi středem a krajem při formátu 18×24 cm je rozdíl 1:20 (střed 260, kraj 380). Ale ani tím způsobem, spíš náhodným, nelze uspokojivě vysvětliti pozorovaný zjev, který nastává na fotodesce libov olně rozříznuté. Že ani nejde o solarisaci (Strouhal-Novák, Optika, str. 466) způsobenou intermitujícími osvětleními, je patrné ze stejného průběhu gradační křivky na desce exponované nepřerušovaným světlem pro densograf Goldbergův.

Definitivní řešení otázky o příčině tohoto zjevu a podrobném jeho průběhu vyžadovalo by konstruktivní změny užitě aparatury, které tou dobou provésti nelze. (V přední řadě šlo by o možnost provésti Scheinerovým sensitometrem na jednu desku alespoň 13×18 cm řadu měnlivých exposic, poněvadž potom bylo by možno spíše zaručiti stejnoměrné vyvolávání nežli při vyvolávání jednollivých pruhů 4×13 cm, třebaš by se dalo najednou. Příkladem uvádím desku č. 181 a 180 na diagramu II. Obě při téže emulsi podobně exponované a vyvolané mají různý závoj. Odečte-li se závoj, změřený těsně u každého políčka, vyjde téměř identická křivka absolutních hustot.

Gradační křivku Martensovým fotometrem lze sice proměřovati velmi přesně nebo alespoň je možno v každém případě určití mez přesnosti, ale práce ta vyžaduje velmi mnoho času nehledě ani k fyzické námaze zraku. Značí proto při zpracování většího materiálu značnou výhodu densograf Dra E. Goldberga,⁹⁾ který dává průběh gradační křivky daleko rychleji s přesností, která nestojí daleko za metodou dříve uvedenou.

Densograf je zařízen na proměření fotodesek rozměrů 2×9 cm, které se k tomu účelu exponují ve zvláštní kasetě pod neutrálním šedým klínkem¹⁰⁾ stejných rozměrů. Hustota kteréhokoliv místa



Obr. 3.

klínku jest úměrná vzdálenosti tohoto místa od hrany klínku $D = K \cdot x$, kde konstanta úměrnosti K je dána tangentou úhlu, jež svírají obě roviny klínku omezující, a koncentrací barviva obsaženého ve hmotě klínku. Hrana klínku, kterého se užívá při expozici, neleží na kraji desky, nýbrž ve vzdálenosti 2 cm od něho. Volné místo před ní je zakryto staniolem, takže ponechává část fotodesky pod něj podložené neexponovanou. Na této části dá se zcela dobře posouditi hustota závoje desky.

V Goldbergově densografu (obr. 3.) srovnává se libovolné místo fotografické desky s pravidelným klínkem neutrální černí zbarveným. Gelatinový klínek postupuje tak, aby při délce 6 cm přešla úplně jasná místa na jednom kraji spojitě na druhém kraji v pole o hustotě 3. Vyšetřovaným místem fotodesky prochází světlo z malé kovové žárovky, jež jest napájena proudem z 2 akumulátorů; mezi žárovkou a fotodeskou je deska z opálového skla O , aby bylo světlo dostatečně diffusní. Po průchodu fotodeskou dopadá světlo na Lummer-Brodhunovu kostku LB a osvětluje jednu její polovinu. Druhá polovina krychle osvětlena jest světlem z jiné podobné žárovky, jež prošlo srovnávacím klínkem K . Klínek

je pevně spojen s rýsovací deskou, na kterou lze připevniti diagramový papír 6×6 cm.

Měřená deska i srovnávací klínek buďte osvětleny světlem dopadajícím na ně se stejnou intenzitou. Díváme-li se do fotometrické krychle, kterou posunujeme podél měřené desky, pak abychom zachovávali celé zorné pole v kostce stejně osvětlené, musíme kostkou pohybovati také podél klínku. Oba pohyby skládají se tak, že při stále stejném osvětlení obou polovin kostky tato pohybuje se podél gradační křivky. Kdyby kostka byla opatřena zapisujícím zařízením, kreslila by hned hledanou křivku.

V levé části obr. 3. je znázorněno skutečné uspořádání densografu. Lummer-Brodhunova kostka *LB* je nepohyblivá. Je zařízena na rovnost (obě poloviny různými zdroji osvětlené odděleny jsou od sebe přímkou). Hranice obou polí pozoruje se lupou *L*, jejíž zorné pole jest omezeno revolverovou clonkou *C* průměru 1 cm, po případě 1 mm a to bez jakéhokoliv filtru, pak se slabým filtrem modrým a žlutým. Fotografická deska *F* posunuje se před kostkou zleva na pravo v sáňkách, které umožňují vedle posunování spojitěho též posunování ve skocích po $\frac{1}{2}$ cm. Deska je osvětlena žárovkou oddělenou od ní opálovým sklem *O*.

Pod kostkou je srovnávací klínek *K* dlouhý 9 cm, který spočívá na opálové desce. Jest osvětlován ze spoda také žárovkou. Její svítivost možno měniti zeslabováním proudu malým reostatem. Vedle toho dají se obě žárovky v malých mezích odděleně přibližovati nebo oddalovati od ploch jimi osvětlených, čímž lze po každé vyrovnati náhodné nestejně svítivosti. Společná baterie 2 akumulátorů zaručuje stálost osvětlení během měření. Klínek může se pohybovati ozubeným kolečkem pod kostkou rovnoběžně s osou lupy. S klínkem je pevně spojena rýsovací deska se souřadnicovým papírem. Sáňky nesoucí měřenou desku jsou opatřeny na svém počátku ve svislém vedení rydlem, které možno tak stisknouti, že vytlačí na podloženém papíře bod, jenž označuje vzájemnou polohu fotodesky a klínku. Posunutí klínku a tím i rýsovací desky je možno odečísti na připojeném měřítku, jehož dílky jsou přímo označeny příslušnými hustotami.

Při měření se nejprve na rýsovací desku připevní diagramový papír; doporučuji ještě za plného světla postaviti klínek na nulový dílek, podobně i sáňky pro fotodesku a rydlem označiti na diagramovém papíře alespoň tuto základní polohu; bezpečnější postup bude zkontrolovati podobným způsobem všechny krajní body souřadnicového papíru. Je-li klínek postaven na nulový dílek hustot, je třeba — a to již v zatemněné místnosti — zkontrolovati obě žárovky, po případě jejich posunováním nebo reostatem sjednati stejné osvětlení obou polovin fotometrické krychle. Postavení fotodesky v sáňkách, pokud jde toliko o tvar gradační křivky, je lhostejné. Jde-li však o závislost hustoty na určité expozici, je třeba

upevniti desku tak, aby rozhraní mezi závojevou plochou desky a nejhustším místem shodovalo se s nulovým postavením sáněk. U desek, které silněji závojují nebo ukazují silnější solarisaci, není toto rozhraní dosti patrné. Nutno proto již při vkládání desky do kasety před expozicí na tuto okolnost pamatovati a desku vždy i s klínkem doraziti do rohu kasety na té straně, kde jest klínek opatřen staniolem. Tím způsobem končí nejhustší místo všech exponovaných desek stejně daleko od kraje. Při zasouvání desek do sáněk stačí pak stejně doraziti desky ke kraji sáněk.

Měření samotné děje se při nejmenší clonce lupy a je dobře prováděti je v místnosti zatemněné podobně jako při každém fotometrování. Pravidelně obě poloviny zorného pole jsou různě zbarveny. Někdy slabé filtry umístěné v clonkách odstraní nepříjemné zbarvení. Deskou posunuje se pomocí sáněk opatřených perem, jež zapadá do výřezu vždy po 5 mm, klínkem se pohybuje tak dlouho, až se opět docílí stejného osvětlení kostky, a stisknutím rydla vyznačí se na souřadnicovém papíře ta která poloha klínku k desce. Je velikou výhodou tohoto zařízení, že pozorovatel nemusí odečítati na nějaké stupnici nebo zapisovati svá měření, upouštává pozornost svého oka jedině na fotometrickou kostku a neunavuje ho náhlými přechody z jednoho osvětlení do druhého. Když se naznačeným postupem projde celá deska, stačí již za normálního osvětlení spojití 13 vyznačených bodů, čímž se vytáhne hledaná gradační křivka.

Goldberg udává přesnost měření densografem na 0·05, k čemuž dochází touto úvahou: na srovnávacím klínku pravidelně stoupá hustota při odlehlosti 6 cm od 0·0 do 3·0. Clonkou lupy z tohoto klínku se vymezi jenom délka 1 mm, v kteréžto vzdálenosti změní se hustota o 0·05. Tím způsobem dala by se přesnost stroje odhadovati spíše větší, poněvadž v zorném poli lupy srovnávají se hustoty 2 polí, která se mění postupně a která se kříží. Značí-li na obr. 3 uprostřed levá polovina stoupající hustoty desky (která stojí vertikálně a vzhledem k pozorovateli v poloze z prava na levo), pak polovice pravá značí hustotu klínku, které přibývá od zdola nahoru, poněvadž klínek leží vodorovně ve směru předozadním. Oko pozorovatelovo při odhadování stejnosti obou polovin zorného pole běře podle Goldberga zřetel na průměr hustoty hornější a spodní polovice. Každou desku jsem při měření posunoval v sánkách od jednoho konce na druhý a zpět. Při tom sice většina bodů označujících hustotu téhož místa desky se kryla a dávala hladký průběh křivky, ale někdy i při největší pečlivosti vyšly některé body dvakrát, udávající hustotu téhož místa o 0·05, nejvýš 0·08 odchylnou. Udatí některý obor hustot, ve kterém byly by chyby častější nebo větší, ze svých měření nemohu.

Klínek densografu možno kontrolovati přístrojem samotným tak, že se na něm proměří jiný klínek pravidelně postupující. Při

správném klínku vyjde na diagramu přímka. Příklad ten na př. nastává, proměřuje-li se klínek, jehož se užívá při expozici desek. Poněvadž oba klínky jsouce téhož původu mohou míti stejné chyby, proměřil jsem je pomocí fotometru Martensova a mikrofotometru Hartmannova. Při měření fotometrem Martensovým, který je zařízen na srovnávání hustoty ploch, může vaditi poměrně rychlý spád hustoty na malou délku klínku. Proto jsem u fotometru I. omezil zorné pole vložením menší clonky, u obou fotometrů pak jsem měřil postup hustoty klínku ve dvou polohách na sobě kolmých, jednou kdy hrana klínku byla rovnoběžná s rozhraním zorného pole, po druhé když stála na něm kolmo. Klínky byly prostě posunovány podél jemného millimetrového měřítka bez jakéhokoliv přesnějšího zařízení vždy o 5 mm. Z bodů, jimiž lze velmi dobře proložit přímku, vychází pro klínek větší $K = 0.526$ a pro menší 0.505.

Abych srovnal měření densografem s výsledky docilenými fotometrem Martensovým, rozřízal jsem na př. desku č. 180, která byla dříve proměřena fotometrem, na 3 kusy a změřil je densografem. Densograf je konstruován pro spojitý přechod hustot, které se určují v 5 mm odlehlostech úsečkových, kdežto Scheinerův sensitometr jest stupňovitý se stupni širokými 7 mm. Poněvadž hustota některého políčka Scheinerova byla by v densografu měřena dvěma body, bylo nutno v diagramu densografickém vyznačiti při velké clonce kraj a jednotlivá políčka proměřované desky, a pak z různých bodů označujících totéž políčko byl vzat aritmetický střed. Takto získané pořadnice bylo nutno znásobiti 2.5, aby se přešlo z měřítka diagramu densografu na diagram Martensova fotometru. U křivky vyznačující průběh závoje stačí prostě ve stejných odlehlostech 5 mm odpíchnouti na densografu příslušné body bez ohledu na hranice políček, poněvadž možno považovati jeho průběh za plynulý.

Na diagramu II. (René Normal) gradační křivka získaná densografem (jednotlivé její body jsou vyznačeny ležatými křížky) leží vesměs pod křivkou Martensovým fotometrem změřenou. Poněvadž tento rozdíl je větší zejména u větších hustot, leží také křivka absolutních hustot níže, ač jinak body této gradační křivky densografické velmi dobře řadí se ke křivce fotometrické. Výsledek ten osvědčuje se i na jiných zkouškách. Možno z toho souditi, že Goldbergův densograf dává sice gradační křivku níže položenou než fotometr Martensův, ale relativní měření u obou strojů si dosti odpovídají.

Na diagramu III. (Fotochema Ortoisolar) je vedle křivek desky č. 93, exponované benzinovou svíčkou ve vzdálenosti 1 m 1 minutu a č. 108, exponované touž lampičkou ve vzdálenosti 1 m 9 minut, uvedena řada křivek densografických pro různé expozice a to nejprve v původním měřítku č. 110, 111, 112 a 124 a potom v při-

měřeně zvětšeném. Deska č. 110 byla exponována benzinovou svíčkou ve vzdálenosti 1 m 1 minutu, č. 111 podobně 1 minutu ve vzdálenosti 50 cm, č. 112 zase 1 minutu ze vzdálenosti 25 cm a č. 124 v téže vzdálenosti 2 minuty. Z diagramu densografického jest zcela patrný vliv expozice na průběh charakteristické křivky. Přenesením diagramu densografického do Martensova vyniká rozsah stupnice densografu proti sensitometru Scheinerovu. Poněvadž průběh křivek při expozici 2 minut ve vzdálenosti 25 cm nejspíše se podobá charakteristické křivce sensitometru Scheinerova při expozici 9 minut ze vzdálenosti 1 m, volil jsem pro další srovnávání na diagramu IV. tuto expozici. Z četných pokusů vychází velmi podobný průběh křivek docílených oběma různými metodami. I malá anomálie v hustotě, jaká se ukazuje na desce René Normal, vystupuje zcela zřetelně v diagramu densografu.

Z uvedeného, tuším, vysvítá výhoda densografu pro časté měření, zejména počítá-li se s dobou potřebnou k vyčíslení gradacní křivky fotometrem Martensovým a daleko kratší dobou, již vyžaduje konstrukce téže křivky densografem. Pokud jde o křivky desek exponovaných v Scheinerově sensitometru a densografu, dlužno upozorniti na jejich stejný průběh, ač v obou případech jsou nestejně stupnice: intermitující časová škála Scheinerova a kontinuální škála intenzitní densografická.

K docílení větší přesnosti vadí densografu Goldbergovu přední řadě křížující se stupňovité osvětlení zorného pole. Goldberg v původní zprávě z roku 1910 zmiňuje se o svém úmyslu opatřiti densograf určený pro vědecká měření dvěma klínky na sobě posunovanými tak, že by jimi vytvořil plochu, jejíž hustota by se posunováním klínků spojitě měnila. Vedle toho, aby se mohly densografem pohodlně proměřovati desky většího formátu, ohlašoval Goldberg chystanou výrobu většího modelu densografu. Do obchodu tyto větší modely zatím nepřišly. Snad výroba rozsáhlejších klínků skytá značné potíže. A. Callier¹⁾ užil principu Goldbergova densografu k přesnému měření při deskách formátu 18 × 24 cm. Malému modelu densografu při srovnávání desek různě exponovaných vadí dále to, že nelze vložit do jeho sáněk desky širší než 2 cm. Kdyby byla lupa s Lummer-Brodhunovou krychlí výše nad rýsovací deskou, bylo by možno proměřovati na něm tutéž desku s několika expozicemi a po případě sledovati průběh závoje na různých místech.

Při relativním měření doporučovalo by se exponovati desky pro densograf místo lampičkou benzinovou malou žárovkou, jejíž vzdálenost od kasety možno velmi dobře udržovati konstantní.

*

Goldbergovu densografu v principu podobá se hodně rozšířený klínový sensitometr Eder-Hechtův. O tomto stroji je dosti rozsáhlá literatura,^{5,6,7,11)} stačí proto uvésti jen nejnnutnější. Zkoumaná foto-

deska exponuje se určitým způsobem pod neutrálně šedivým klínkem rozměrů 9×12 cm. Aby se dala indentifikovati různá místa na klínku, jehož konstanta je u každého stroje označena, je klínek, zhotovený po způsobu Goldbergově, přikryt celluloidovou folií, která má černě natištěnou řadu rovnoběžných pruhů vzdálených od sebe 2 mm a rovnoběžných s hranou klínku. Pro lepší přehled jsou tyto pruhy očíslovány. Na exponované a vyvolané desce zjistí se, až na které místo klínku sahá stopa černání. Tím vyjde citlivost ve stupních Eder-Hechtových. Srovnávání těchto stupňů se stupni Scheinerovými není nesporné. Gradace desky zkouší se tím, že se visuelně srovnávají proužky na několika známých deskách a tím se určí, zda hustota u nové desky stoupá rychleji nebo pomaleji. Je patrné, že klínový sensitometr Eder-Hechtův nestačí k přesnější konstrukci gradační křivky. Bylo by možno zkonstruovati ji proměřením desky, exponované pod klínkem pomocí vhodného fotometru. Martensův fotometr se k tomu nehodí pro příliš široké zorné pole. Pro seriové měření, při kontrole výroby desek a pod. hodí se tento sensitometr velmi dobře. Ovšem předpokládá značnou zkušenost při odhadování průběhu gradační křivky.

Předností definitivního modelu klínového sensitometru jest, že část jeho plochy je zakryta barevnými filtry žlutým, červeným, zeleným a modrým, kterých se dá s výhodou užití při vyšetřování citlivosti desek ortochromatických nebo panchromatických. Za tím účelem vloží se pod část klínku opatřeného filtry zkoumaná deska a pod druhou část deska obyčejná, jejíž citlivost byla již zjištěna nějakým jiným způsobem. Obě desky exponují se současně při denním světle. Po vyvolání srovnávají se citlivosti nové desky pro různé barvy se známou citlivostí nesensibilisované desky pro bílé světlo.

Srovnávání ortochromatických desek nutno prováděti při denním světle, neboť jinak bylo by nutno vždy zkoumati složení světla užitého při exposici. V tom případě by pak výsledky měly význam jen pro dotyčné světlo. Z toho důvodu také nelze měřiti citlivost ortochromatických desek Scheinerovým sensitometrem s benzinovou svíčkou, poněvadž její světlo je bohatší na žluté paprsky a tím citlivost u desek sensibilisovaných pro světlo žluté vychází zdánlivě větší. V přehledné tabulce citlivosti desek jsou proto údaje pro desky ortochromatické uvedeny zvláště a nelze jich srovnávati s ostatními deskami.

Zkoumání citlivosti československých desek ortochromatických bude předmětem další práce.

Resumé. V přítomné práci srovnány byly navzájem užívané metody k měření citlivosti bromostříbrných desek a ke konstrukci jejich gradační křivky a to metoda sensitometru Scheinera ve spojení s fotometrem Martens-Micheliovým, densografu Goldbergova a klínového sensitometru Eder-Hechtova. Metody aplikovány byly

na československé fotografické desky. Výsledky byly diskutovány, sestaveny byly v přehledné tabulce a znázorněny diagramy. Při jedné desce shledán zvlášť odchylný průběh gradační křivky.

*

Literatura.

Uváděti veškeru literaturu vztahující se k probíranému oboru, považuji za zbytečné, když zatím vyšla Ederova ročenka *Jahrbuch für Photographie und Reproduktionsverfahren*, 1921, obsahující přehled prací uveřejněných za léta 1915–1920. Z toho důvodu uvádím zde pouze ty práce, na které se v textu přímo odvolávám.

1. A. Callier, Some experiments in photographic research work and in construction of photometrical instruments. *The British Journal of Photography*, 1913 str. 951.

2. André Callier, Absorption et diffusion de la lumière par les clichés photographiques mesurées au moyen du photomètre a polarisation de Martens. *Bulletin de la Société française de Photographie*, 1909, str. 23. Viz též německý překlad v *Zeitschrift für wiss. Phot.* 1909, str. 257.

3. G. Eberhard, Über die gegenseitige Beeinflussung benachbarter Felder auf einer Bromsilberplatte. *Phys. Ztschr.* XIII. 1912, str. 288.

4. J. M. Eder, System der Sensitometrie photographischer Platten. *Photogr. Corresp.* XXXVII. 1900, str. 241.

5. Dr. J. M. Eder, Ein neues Graukeilphotometer für Sensitometrie, für photographische Kopierverfahren und wissenschaftliche Lichtmessung, *Phot. Korresp.* 1919, str. 244.

6. J. M. Eder, Eder-Hechts Graukeil-Photometer für Sensitometrie und Lichtmessungen. *Phot. Korr.* 1920, str. 1.

7. J. M. Eder, Graukeil-Sensitometer Eder-Hecht. *Phot. Korr.* 1920 str. 304.

8. Dr. E. Goldberg, Eine Umkonstruktion des Martensschen Schwärzungsmessers. *Phot. Korr.* 1917, str. 321.

9. Dr. E. Goldberg, Densograph, ein Registrierapparat zur Messung der Schwärzung von photographischen Platten. *Phot. Korr.* 1910, str. 226.

10. E. Goldberg, Die Herstellung neutral grauer Keile und verlaufender Filter für Photometrie und Photographie. *Ztschr. f. wiss. Phot.* X. Bd. 1911, stran 238.

11. Walter Hecht, Das Graukeilphotometer im Dienste der Pflanzenkultur. Referát *Phot. Korr.* 1918, str. 379.

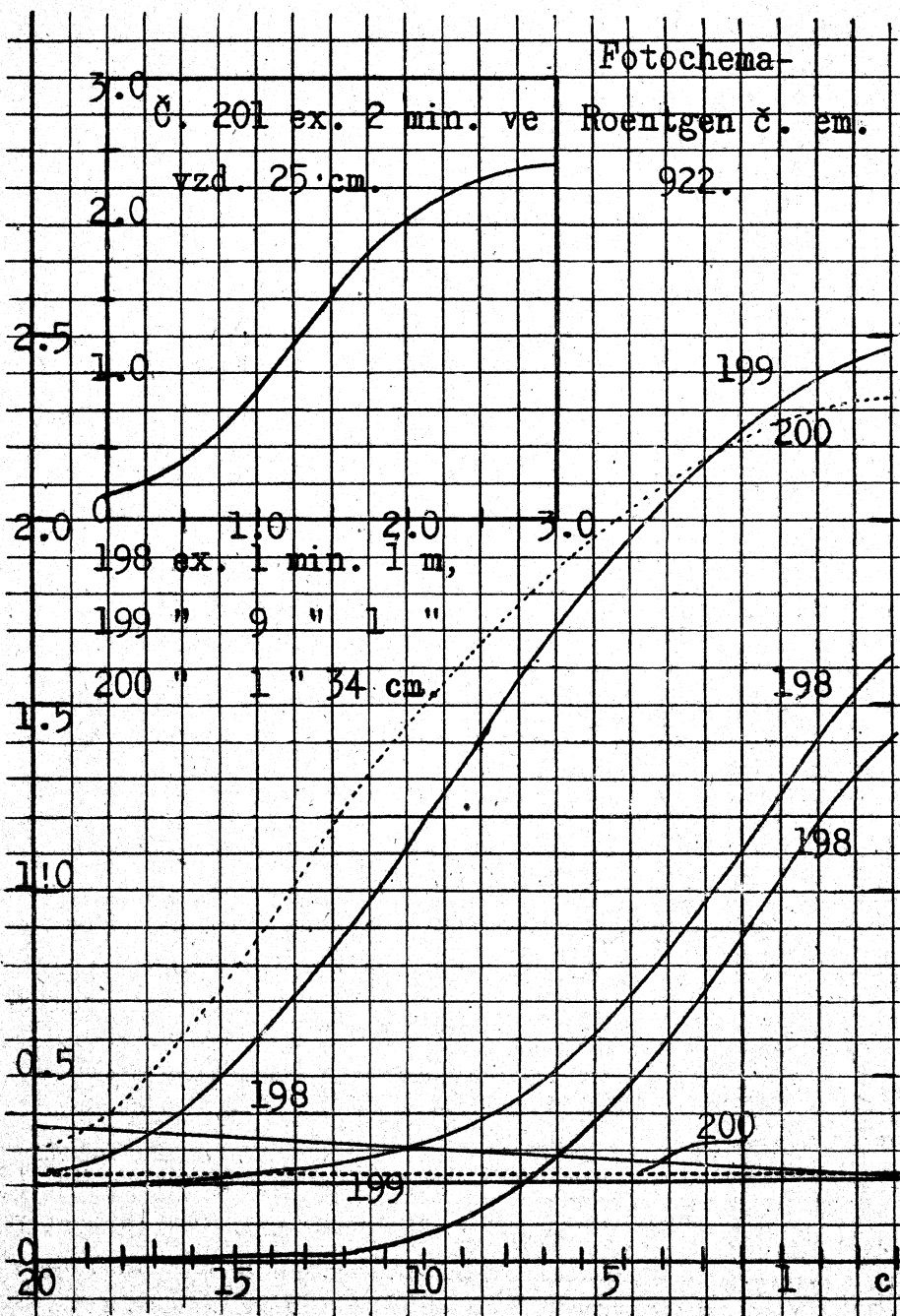
12. A. v. Hübl, Die Bestimmung der Farbenempfindlichkeit photographischer Platten. *Phot. Korresp.* 1918, str. 40.

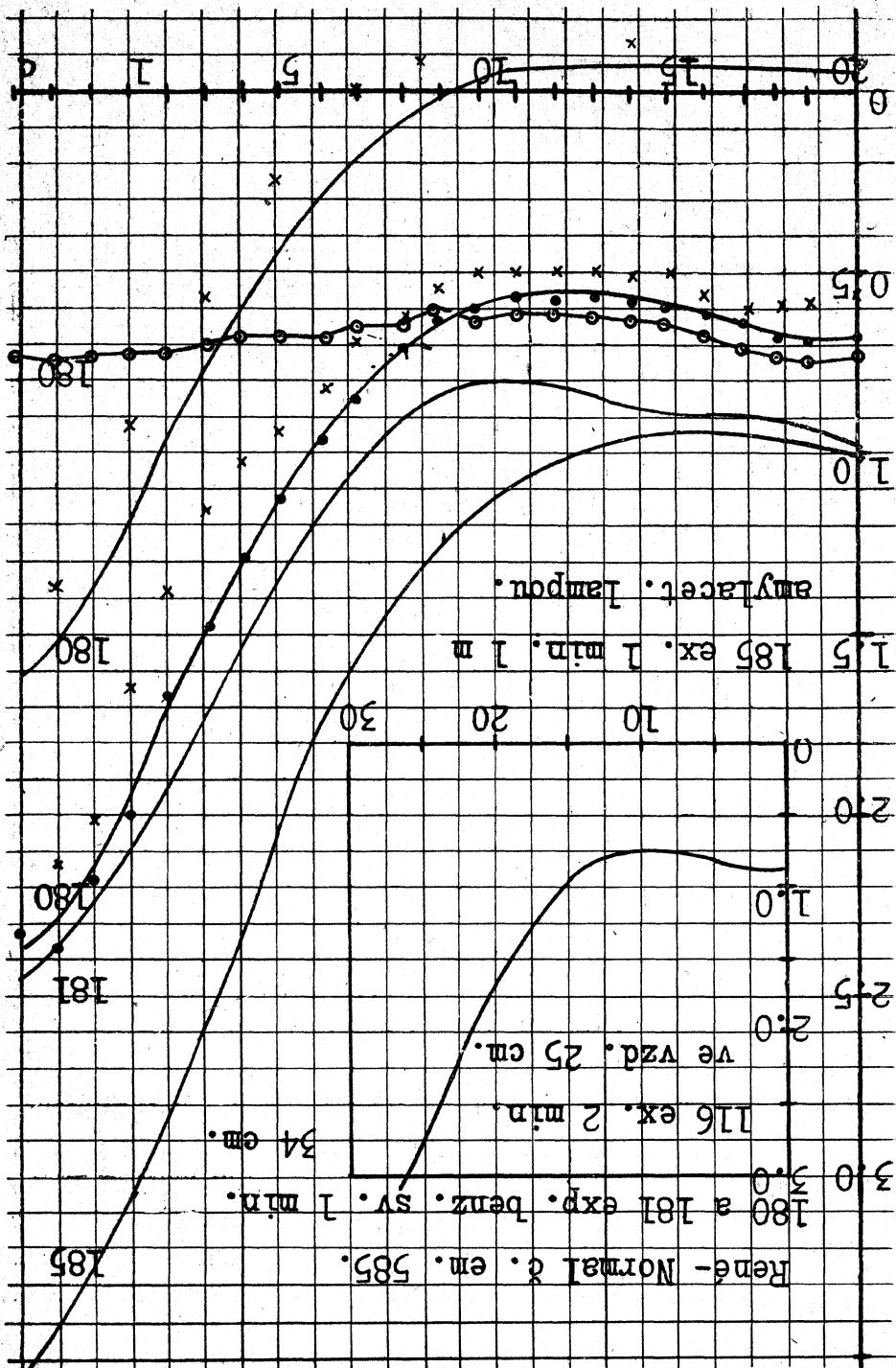
13. E. Kron, Über das Schwärzungsgesetz photographischer Platten, Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Nro. 67, 1913, výtah také v *Ann. d. Phys.* 1913, Bd. 41, str. 751.

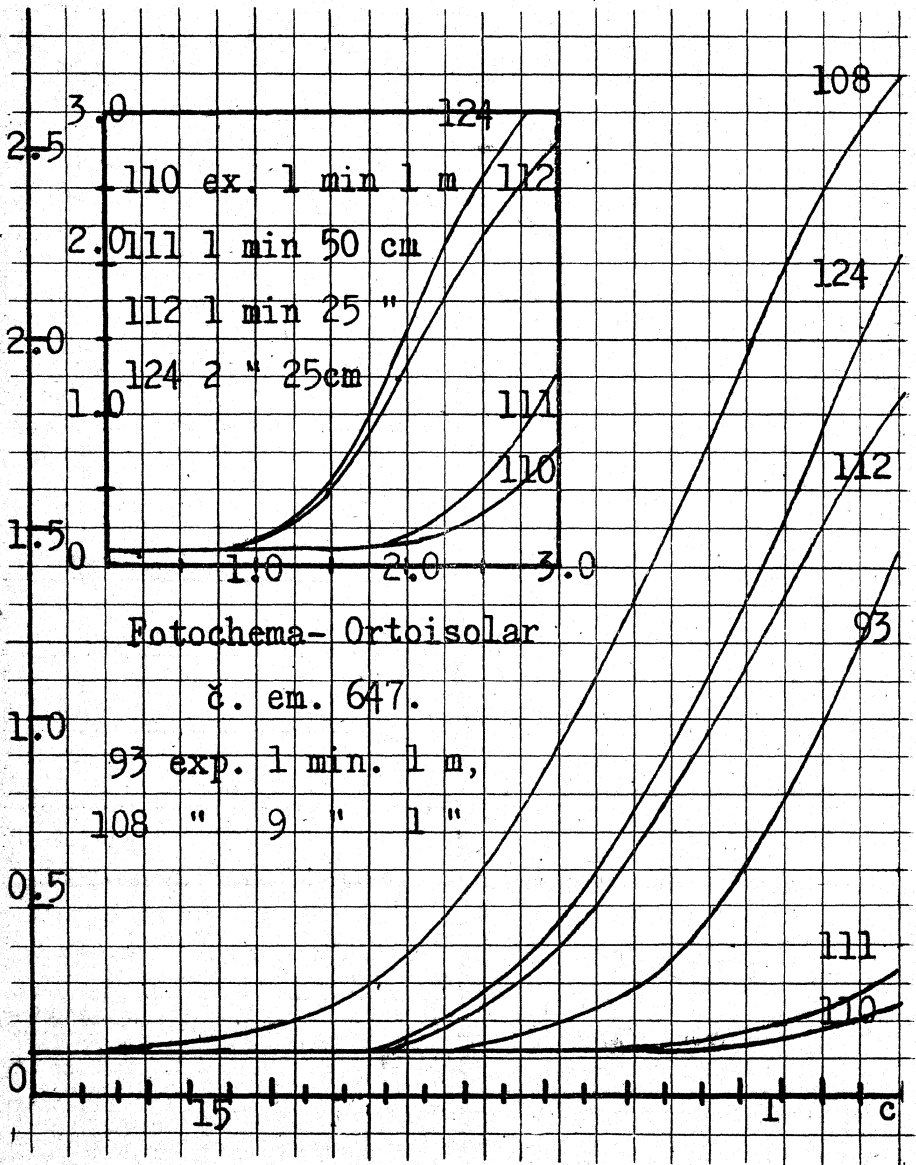
14. F. F. Martens et F. J. Micheli, Appareil et méthode pour la mesure de l'action de la lumière sur les plaques photographiques. *Archives des sciences physiques et naturelles*, Genève, 1901, str. 472 a F. F. Martens Über ein neues Polarisationsphotometer für weisses Licht. *Phys. Ztschr.* I. 1900, str. 299.

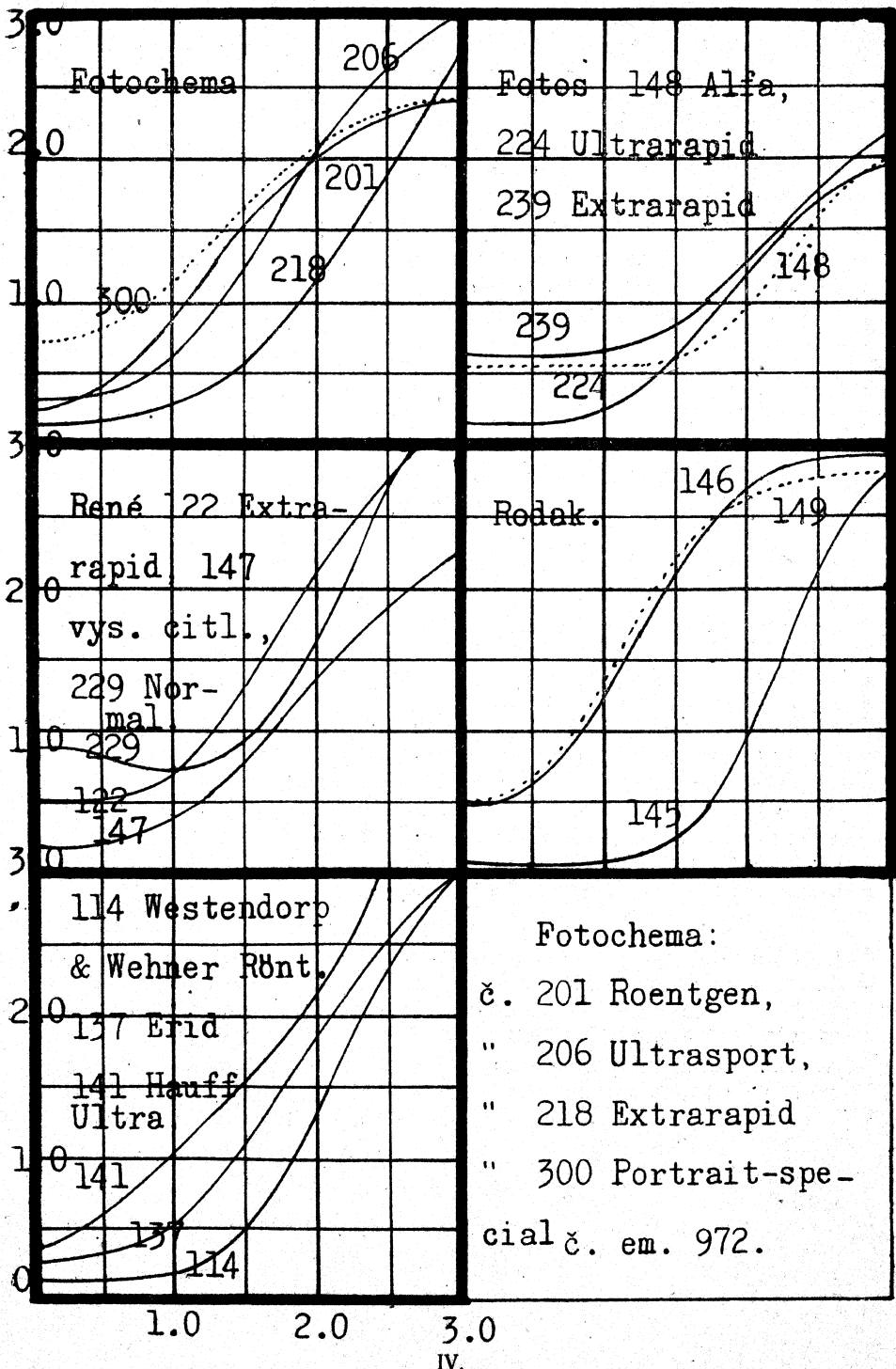
15. Dr. Franz Nowak, Plattenprüfung. *Phot. Korr.* 1910, str. 240.

16. Arvid Odencrants, Sensitometrische Apparate u. deren Fehlerquellen. *Ztschr. f. wiss. Phot.* 1916, XVI. str. 69.









17. Arvid Odenkrants, Untersuchungen über Intensitäts- und Intermitenzschwächung, Ztschr. f. wiss. Phot. 1916, XVI. str. 111.

18. Sheppard und Kenneth Mees, Untersuchungen über die Theorie des photographischen Prozesses, 1912.

19. Dr. Karl Schwarzschild, Beiträge zur photographischen Photometrie der Gestirne, Publicationen der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien, V. Band 1900.

Ke konci budiž mi dovoleno projeviti neličený dík řediteli Čsl. státního pokusného ústavu grafického, prof. dru V. Vojtěchovi, za účinnou pomoc, jakož i řed. I. oddělení fyzikálního ústavu prof. dru V. Posejpalovi za živý zájem, s jakým sledovali postup mé práce.

V Praze v dubnu 1923, Fyzikální ústav Karlovy university.

*

Mesures faites sur les plaques photographiques tchécoslovaques.

(Extrait de l'article précédent.)

L'auteur a mesuré la sensibilité et la courbe de gradation des premiers produits de l'industrie tchécoslovaque nouvelle, en se bornant d'abord aux rayons ultraviolets. Ces produits ne le cèdent en rien aux produits étrangers. A cette occasion l'auteur a comparé les méthodes de mesure usuelles et fait l'étude de leur précision. Il s'agit de la méthode qui se sert du sensitomètre de Scheiner et en même temps du photomètre de polarisation de Martens-Micheli (échelle intermittente du temps et de l'intensité), du sensitomètre à coin de Eder-Hecht pour l'observation visuelle, auquel on joint, s'il le faut, le microphotomètre de Hartmann et le sensitomètre à coin de Goldberg avec le densographe, l'un et l'autre à échelle continue.

Les résultats de ces mesures font voir qu'on peut, en se servant du sensitomètre de Scheiner, comparer les échelles de temps, non pas celles des intensités. C'est pourquoi l'auteur a préféré, dans la construction de la courbe de gradation, l'exposition de 9 minutes, distance de 1 mètre, à celle d'une minute, distance de 34 cm. Comme l'emploi du densographe de Goldberg donne la courbe de gradation beaucoup plus facilement et plus rapidement, une manière d'exposition fut cherchée, dans laquelle la courbe tracée par le densographe correspondrait le mieux possible à la courbe qu'on obtient par la méthode du sensitomètre de Scheiner. Quand on se sert d'une chandelle d'essence, une exposition de 9 minutes à une distance de un mètre avec le sensitomètre de Scheiner équivaut à une exposition de deux minutes à une distance de 25 cm avec le coin de Goldberg.

L'auteur a constaté, dans une des plaques étudiées, qui présentait un voile considérable, une marche anormale de la courbe de gradation. La courbe descend d'abord et ne monte qu'à partir d'une certaine exposition. Le voile s'étend, dans le voisinage immédiat des places exposées dans la partie anormale de la courbe de gradation, parallèlement à cette courbe; à une distance plus grande il est irrégulier.

Problém gravitace.*)

Napsal Prof. Dr. Arnošt Dittrich.

Einstein uveřejnil v „Naturwissenschaften“ 480, 1916, recenzi Lorentzovy knihy „Les théories statistiques en thermodynamique“ (1912). Pravi:

Každý, kdo mathematické theorie studoval, zná následující trapný zažitek. Člověk přepočítá trpělivě a pečlivě všechny dedukce a na konec — nerozumí ničemu. Proč? — Protože autor vůdčí myšlenku čistě nevypracoval. Někdy je k tomu neschopen, někdy koketuje se zakrýváním původu své matematiky.

Einstein doporučuje proti tomuto zlu neomezenou otevřenost: sdílnost do krajnosti! Ať se autor neostýchá svěřiti čtenáři i myšlenkově slabé impulsy, jen když dlu jeho prospěly.

Jako odstrašující příklad uvádí Gibbsovu statistickou mechaniku, jako vzor hořejší knihu Lorentzovu.

Jak píše Einstein sám? Upřímně a otevřeně, ale velice stručně. Proto vytkl jsem si za úkol vypracovati co možná zřetelně vůdčí myšlenky jeho theorie gravitace. Snad usnadním tím leckomu přepočítání rozvláčných počtů široké relativistiky. Aspoň bude ten, jenž potom k nim sáhne, věděti, zda po jeho názoru za tu velikou námahu stojí či nikoliv.

Užší theorie relativity vázána na transformace lineární, na skupinu Minkowského. Pro ni jest fysika invariantní theorií této skupiny v 4-rozměrnou x, y, z, t , jež Minkowski nazval „světem“. Čítáme-li čas imaginárně $u = it$, jest fysika Euklidovou geometrií 4-rozměrná x, y, z, u . Ale jen formálně, to jest vyjádřena ve vzorcích, jež nedbají o imaginárnost souřadnice u . Tuto myšlenku lze vyjádřiti obrazným rčením: Svět Minkowského jest tuhým, 4-rozměrným

*) Tento článek uveřejněn jako první z řady článků, jež mají z péra povoláného, poučiti čtenáře o vědeckých aktualitách.

Redakce.