

J. Hrdlička

O křivkách isoaktinických a časových pro záření monochromatické

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 56 (1927), No. 1, 45--52

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/108870>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1927

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

## O křivkách isoaktinických a časových pro záření monochromatické.

Dr. J. Hrdlička.

Označíme-li černání fotografické desky  $H$ , expoziční čas  $t$  a intenzitu  $I$ , pak pro zákon černání platí tento všeobecný vztah:

$$H = \varphi (I, t).$$

Zákon černání studoval E. Kron<sup>1)</sup> konstrukcí křivek konstantního černání, které odpovídají vztahům:

$$I \cdot t = \chi (I), \text{ nebo } \log (I \cdot t) = \sigma (\log I).$$

Kron našel, že všechny křivky konstantního černání, t. j. pro všechny hustoty, mají tvar hyperbol navzájem paralelních, t. j. že všechny křivky jsou si při všech hustotách podobné a liší se pouze posunutím ve směru osy pro  $\log I \cdot t$ . Jsou tedy křivky konstantního černání až na paralelní posunutí na velikosti černání nezávislé a dají se všechny posunout v jedinou křivku, t. zv. střední, ztotožniti. Požadavkem, který pak jako důsledek z těchto výsledků vyplývá, jest, aby všechny křivky časové byly stejné. Křivkami časovými rozumí se řada hustot fotografických, které obdržíme při určitém zdroji světelném na fotografické desce exposicemi, které jsou podle určitého pravidla, na př. řady geometrické, násobkem expozice počáteční. Užijeme-li pak zdroje o jiné intenzitě, dostaneme stejnou časovou křivku černání, ovšem při jiné expozici počáteční, kterou určíme právě z křivek konstantního černání.

Na základě těchto výsledků lze psáti zákon černání podle Krona:

$$H = \varphi (s), \quad s = t \cdot \psi (I).$$

Kron odvodil tento zákon z měření pro světlo bílé a na deskách pro barvy necitlivých. Tematem mé práce pak bylo studovati charakter těchto křivek isoaktinických pro záření monochromatické, t. j. eventuelní rozšíření zákona Kronova ve spektru, zvláště pak pro desky citlivé pro barvy. Vyšel jsem od studia časových křivek černání fotografické desky ve spektru. Vztah Kronův totiž podmíněn jest paralelností křivek isoaktinických, t. j. stejnou gradací křivek časových.

<sup>1)</sup> E. Kron: Über das Schwärzungsgesetz photographischer Platten. (Publ. des astrophysik. Observ. zu Potsdam, Bd. 22. Nro. 67, 1913), aneb výťah v Ann. d. Physik 1913, Bd. 41, str. 751.

Jako zdroje světelného užito umělého zdroje bodového osvětlovaného elektrickou žárovkou při konstantním napětí 115 Volt stejnosměrného proudu. K rozkladu světla použito bylo spektrografu Hilgerova pro konstantní deviace s hranolem Rutherfordovým. Intenzita osvětlení štěrbinu spektrografu měněna vzdáleností zdroje. Snímky fotometricky proměřovány mikrofotometrem Hartmannovým. Časové křivky černání tvořeny byly za různých intenzit expozicemi podle rovnice:

$$\log t \text{ vteř.} = k \cdot 0,10, \text{ pro } k = 0,1, 2, \dots$$

Desky vyvolávány metol-hydrochinonem<sup>\*)</sup> bez přísady bromidu draselného po 3 minuty za teploty v oboru  $18,0^\circ \pm 0,2 \text{ C}$ .

Experimentováno na ortochromatických deskách Lumièreových (Lumière, Plaques au gélatino-bromure d'argent, ortochromatiques, Anti-halo, S. E. č. em. E<sub>A</sub> 707) pro  $\lambda = 5632 \text{ \AA}$  (maximum v části zelené). Předběžným výsledkem jsou hodnoty (absolutní hustoty po odečtení závoje) uvedené v tabulce 1.

Tabulka 1.

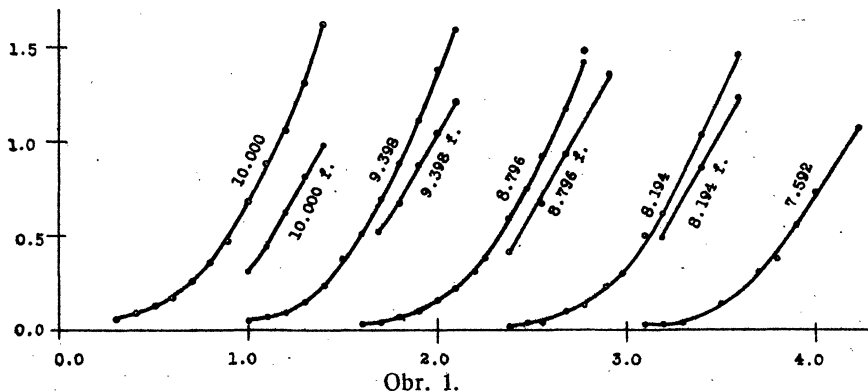
log I = 10,000	log t	1,400	1,300	1,200	1,098	1,002	0,896	0,800
	H	1,62	1,31	1,06	0,88	0,68	0,47	0,36
log I = 9,398	log t	2,100	2,000	1,901	1,800	1,700	1,600	1,500
	H	1,59	1,38	1,11	0,88	0,69	0,51	0,38
log I = 8,796	log t	2,778	2,681	2,556	2,380	2,477	2,255	2,200
	H	1,42	1,17	0,92	0,59	0,75	0,38	0,31
log I = 8,194	log t	3,598	3,401	3,193	3,100	2,982	2,892	2,778
	H	1,46	1,03	0,62	0,50	0,30	0,23	0,13
log I = 7,592	log t	4,233	4,001	3,900	3,800	3,702	3,502	3,291
	H	1,07	0,73	0,56	0,38	0,31	0,14	0,04
log I = 10,000	log t	0,701	0,600	0,508	0,405	0,300	—	—
	H	0,26	0,17	0,13	0,09	0,06	—	—
log I = 9,398	log t	1,400	1,300	1,200	1,103	1,004	—	—
	H	0,24	0,15	0,09	0,07	0,05	—	—
log I = 8,796	log t	2,097	2,000	1,900	1,800	1,700	1,601	—
	H	0,22	0,16	0,10	0,07	0,04	0,03	—
log I = 8,194	log t	2,681	2,477	2,555	2,380	—	—	—
	H	0,10	0,04	0,04	0,02	—	—	—
log I = 7,592	log t	3,193	3,100	—	—	—	—	—
	H	0,03	0,03	—	—	—	—	—

<sup>\*)</sup> Podle předpisu uvedeného v publikaci dřívější: Spisy vyd. přír. fakultou Karlovy university r. 1924, čís. 26.

Studován také vliv fenosafraninu jako desensibilátoru. Užito ho bylo v koncentraci 1 : 2000 jako zvláštní lázně před vyvoláváním, v níž exponovaná deska byla po dobu 1 minuty koupána a bez opláchnutí vložena do vývojky. Tyto hodnoty obsahuje tab. 2. Grafické znázornění těchto vztahů (tab. 1 a 2.) jest na obr. 1, kde hustota nanášena jest jako ordináta a logaritmus expoziční doby jako abscissa. Čísla u křivek na diagramu značí logaritmus intenzity záření; křivky označené ještě písmenem *f* jsou křivky desensibilované.

Tabulka 2.

log <i>I</i> = 10,000	log <i>t</i>	1,400	1,300	1,200	1,100	1,002
	<i>H</i>	0,98	0,81	0,62	0,44	0,31
log <i>I</i> = 9,398	log <i>t</i>	2,100	2,000	1,900	1,801	1,690
	<i>H</i>	1,21	1,04	0,87	0,67	0,52
log <i>I</i> = 8,796	log <i>t</i>	2,908	2,681	2,556	2,380	—
	<i>H</i>	1,36	0,93	0,67	0,41	—
log <i>I</i> = 8,194	log <i>t</i>	3,598	3,401	3,193	—	—
	<i>H</i>	1,23	0,86	0,49	—	—



Obdobná měření provedena na deskách ultrarapidních (Imperial »Eclipse« Plates č. em. 16543 I. G.) pro maximum citlivosti těchto desek  $\lambda = 4708 \text{ \AA}$ . Časové křivky černání, sestrojeny jsou na obr. 2. podle výsledků číselných v tab. 3.

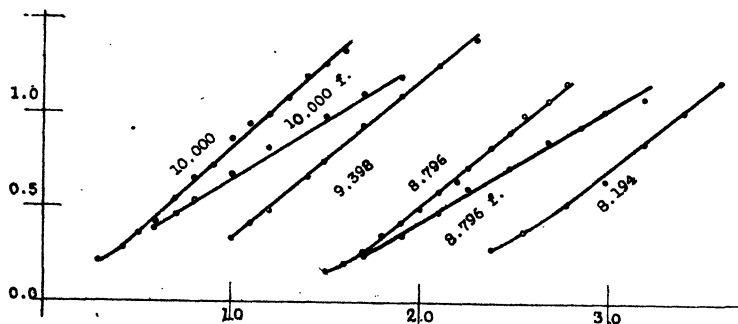
Zkoumán rovněž vliv fenosafraninu jako u desek ortochromatických a to pro  $\log I = 10,000$  a  $\log I = 8,796$  (tab. 4, obr. 2).

Z uvedených výsledků jest patrné, že gradace těchto křivek časových pro různé intenzity záření monochromatického není táz, nýbrž mění se a to v tom smyslu, že s rostoucí dobou expoziční gradace ubývá. Již Kron nalezl malé odchylky téhož smyslu od paralelnosti křivek téhož černání. Úchyly tyto však nemohl pova-

žovátí za reálné, poněvadž byly tak malé, že je mohl vysvětliti jako systematické chyby pozorovací. Z těchto křivek časových lze interpolací sestrojiti křivky téhož černání. Ke konstrukci možno použití těchto hodnot:

Tabulka 3.

$\log I = 10,000$	$\log t$	1,601	1,501	1,400	1,300	1,201	1,097	1,001
	$H$	1,33	1,26	1,19	1,08	0,99	0,94	0,86
$\log I = 9,398$	$\log t$	2,300	2,100	1,900	1,700	1,487	1,401	1,200
	$H$	1,39	1,25	1,09	0,93	0,74	0,66	0,48
$\log I = 8,796$	$\log t$	2,778	2,681	2,556	2,477	2,380	2,255	2,200
	$H$	1,16	1,07	0,99	0,90	0,82	0,71	0,64
$\log I = 8,194$	$\log t$	3,598	3,401	3,193	2,982	2,778	2,556	2,380
	$H$	1,17	1,01	0,84	0,64	0,52	0,37	0,28
$\log I = 10,000$	$\log t$	0,902	0,801	0,703	0,598	0,505	0,422	0,292
	$H$	0,72	0,65	0,54	0,42	0,36	0,28	0,21
$\log I = 9,398$	$\log t$	1,100	1,000	—	—	—	—	—
	$H$	0,41	0,33	—	—	—	—	—
$\log I = 8,796$	$\log t$	2,100	2,000	1,900	1,800	1,700	1,600	1,500
	$H$	0,58	0,49	0,42	0,35	0,26	0,20	0,16



Obr. 2.

Deska ortochromatická:

$\log I$	10,000	9,398	8,796	8,194	7,592
$H = 1,40$	11,330	11,418	11,568	11,768	—
$H = 1,00$	11,172	11,254	11,400	11,584	11,772
$H = 0,60$	10,972	11,052	11,194	11,374	11,522

Deska ultrarapidní:

$\log I$	10,000	9,398	8,796	8,194
$H = 1,00$	11,208	11,202	11,398	11,578
$H = 0,60$	10,770	10,726	10,914	11,072

Tabulka 4.

$\log I = 10,000$	$\log t$	1,900	1,700	1,500	1,200	1,003	0,806	0,705	0,594	—	—
	$H$	1,19	1,10	0,98	0,81	0,67	0,53	0,46	0,38	—	—
$\log I = 8,796$	$\log t$	3,193	2,982	2,857	2,681	2,477	2,255	2,100	1,900	1,701	1,601
	$H$	1,08	1,01	0,93	0,85	0,71	0,60	0,47	0,35	0,24	0,21

V tomto oboru intenzit  $1 : 10^{2,4}$  užitého zdroje záření nedosaženo na desce ortochromatické minima odpovídajícího intenzitě optimální, získána pouze část pravé větve isoaktinické křivky. Na desce ultrarapidní minima dosaženo, což zdálo by se souhlasit s poznatkem Kronovým, že s rostoucí citlivostí desky, nebo, což je do určité míry totéž, s ubývající gradací optimální intenzita klesá. Ze vzdáleností křivek isoaktinických ve směru osy pro  $\log I, t$  pro určité hustoty (vzdálenosti tyto jsou nepřímo úměrný gradaci dotyčné desky) na př. pro hustoty 1,40—1,00 a 1,00—0,60 jest viděti, že křivky téhož černání s klesající intenzitou divergují:

Deska ortochromatická:

$\log I$	10,000	9,398	8,796	8,194	7,592
1,40 } 1,00 } 0,60 } 1,40 }	0,158	0,164	0,168	0,184	—
	0,200	0,202	0,206	0,210	0,250
	0,350	0,366	0,374	0,394	—

Deska ultrarapidní:

$\log I$	10,000	9,398	8,796	8,194
$H = 1,00$ } $H = 0,60$ }	0,438	0,476	0,484	0,506

Užitím fenosafraninu jako lázně desensibiláční nastane podle prof. dra V. Vojtěcha<sup>3)</sup> změna gradace. Vývojka metol-hydrochinonová za všech kombinací metolu s hydrochinonem dává při vyvolávání po předcházející desensibilaci fenosafraninem gradaci měkčí než při vyvolávání normálním. Gradace časových křivek u desky ortochromatické desensibilované jest v soulase s předcházejícím měkčí a pro všechny intenzity stejná. Zmenšení gradace tedy s přibývající

<sup>3)</sup> V. Vojtěch: Vliv desensibilátoru na gradaci a hustotu fotografické desky. (Rozpravy Akademie, roč. XXXI. Tř. II., čís. 29.)

intensitou roste. U desky ultrarapidní není gradace časových křivek desensibilovaných pro různé intenzity táž, avšak rozdíl gradací dvou různě intenzitních křivek časových vlivem tohoto desensibilátoru jest menší. Toto zmenšení gradace proto, jak zdá se podle těchto předběžných výsledků, závisí na intenzitě a to v tom smyslu, že větší intenzitě odpovídá větší zmenšení, ale jen tak veliké, aby gradace s rostoucí intenzitou neklesala. Rovněž zpoždění vyvolávání, jak jest viděti z diagramů, závisí na intenzitě časové křivky. Změkčením gradace touto desensibilací posunuta jest optimální intenzita k hodnotám menším a dosaženo tak v užitém oboru intenzit minima i u desky ortochromatické:

log $I$	10,000	9,398	8,796	8,194
$H = 1,00$	11,412	11,380	11,520	11,670
$H = 0,60$	11,190	11,154	11,302	11,450

Křivky isoaktinické jsou v tomto případě pak paralelní, jak je zřejmo z diferencí.

Z těchto několika výsledků dalo by se uzavíratí, že snad i ostatní způsoby, které mají vliv na průběh vývoje, na př. na jeho zpomalení a pod., budou míti na změnu gradace časových křivek různých intenzit vliv nestejný. Lze tudíž očekávati, že podobně snad i různá doba vyvolávání bude gradaci různě intenzitních křivek časových měnit různě, čili že  $\gamma_{\infty}$  křivek časových závisí na intenzitě užitého zdroje záření.

Toto, jakož i otázka, zda vlivem intenzity na gradaci časových křivek mění se pouze tvar isoaktinické křivky (při téže intenzitě optimální) neb zda divergence isoaktinických křivek pro různé hustoty nenastává posunutím jich ve směru osy pro log  $I$  s rostoucí hustotou k intenzitám větším, jest úkolem dalšího studia.

Za veškerý zájem a podporu, kterou tato práce byla umožněna, děkuji tímto p. univ. prof. dru V. Vojtěchovi.

Fysikální ústav Karlovy university,  
oddělení pro vědeckou fotografii a fotochemii.

\*

## Sur les courbes isoactiniques et sur les courbes de temps pour le rayonnement monochromatique.

(Extrait de l'article précédent.)

Dans ce travail, on a étudié l'influence de l'intensité de la lumière monochromatique sur la gradation des courbes de temps et le caractère des courbes isoactiniques pour la lumière monochromatique, c'est à dire l'extension de la loi de Kron

$$H = \varphi(s), \quad s = t \cdot \psi(I),$$

dans le spectre, surtout pour les plaques sensibles aux couleurs. Comme source de lumière a été employé un point illuminé par une lampe électrique, alimentée par une batterie d'accumulateurs. On s'est servi, pour décomposer la lumière, du spectrographe de Hilger à déviation constante, avec le prisme de Rutherford. L'intensité de l'éclairement de la fente du spectrographe a été variée par la variation de la distance de la source. La densité optique des images photographiques a été mesurée sur un microphotomètre de Hartmann. Les plaques furent développées pendant 3 minutes dans du métohydroquinone non bromuré. On a fait des expériences avec les plaques orthochromatiques (Plaques au gélatino-bromure d'argent, orthochromatiques, Anti-halo, Lumière) pour le maximum dans la partie verte  $\lambda = 5632 \text{ \AA}$  (tab. 1, 3; fig. 1) et avec les plaques ultra-rapides (Imperial „Eclipse“ Plattes) pour le maximum de sensibilité  $\lambda = 4708 \text{ \AA}$  (tab. 3; fig. 2). On a aussi étudié l'action de la solution de phénosafranine à la concentration de 1/2000e comme désensibilisateur avant le développement (tab. 2, 4; fig. 1, 2).

On voit, par les résultats préliminaires obtenus, que la gradation des courbes de temps pour des intensités diverses de lumière monochromatique n'est pas la même, mais qu'elle varie en ce sens que la gradation diminue avec le temps de pose croissant. En partant des courbes de temps, on peut construire les courbes de même densité à l'aide de l'interpolation. Ces courbes divergent avec l'intensité décroissante. Dans les limites d'intensité de l'expérience, le minimum n'a pu être obtenu pour la plaque orthochromatique; on a obtenu le minimum pour la plaque ultra-rapide, ce qui paraît être en accord avec l'observation de Kron, que l'intensité optima diminue avec la sensibilité croissante de la plaque, ou avec la gradation décroissante, ce qui est, en un certain sens, la même chose.

En employant la phénosafranine comme désensibilisateur, un changement de gradation a lieu, en ce sens qu'une diminution se produit pour ce révélateur. Cette diminution de gradation, à ce qu'il paraît d'après ces résultats préliminaires, dépend de l'intensité, en ce sens qu'une diminution plus grande (mais ne dépassant pas la limite au delà de laquelle la gradation diminue avec l'intensité croissante) correspond à une intensité plus grande. De même, le retard du développement est fonction de l'intensité des courbes de temps. La diminution de gradation produite par cette désensibilisation recule l'intensité optima vers des valeurs inférieures; on a atteint, de la sorte, le minimum dans ce domaine d'intensités encore pour la plaque orthochromatique.

D'après ces résultats, on pourrait conclure que, d'une manière analogue, d'autres circonstances, qui exercent une influence sur la marche du développement, par exemple sur le retard du



développement etc., influenceront inégalement la variation de la gradation de courbes de temps pour des intensités diverses. Voilà pourquoi on peut s'attendre à ce que même les durées inégales du développement produiront des variations de gradation différentes pour les courbes de temps d'intensités diverses ou que  $\gamma_{\infty}$  de courbes de temps dépendent de l'intensité de la source de lumière employée.