

Rudolf Šimůnek

Experimentální studium kruhového výboje bez elektrod

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 52 (1923), No. 4, 347--355

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/123755>

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>

ležitost tohoto měření pro zeměpisný výzkum sice stále vzrůstala, ale jeho teorie nepokračovala stejnou měrou. Roku 1903 zasahuje prof. Liznar také publicisticky do tohoto tematu a již následujícího roku vychází spis „Die barometrische Höhenmessung“, v němž probírá nejen důkladně s matematicko-fyzikální stránky teorii, ale podává i praktickou metodu a zvláště velmi cenné tabulky, pomocí nichž jest možno pro výpočet výškových rozdílů užíti přesné formule, aniž bychom se musili obávat velkého balastu početního dosud s její aplikací spojeného — zvláště se zřetelem ku změnám teploty cestou mezi oběma body. — Práci touto a publikacemi pozdějšími do tohoto oboru spadajícími není však práce prof. Liznara na tomto poli skončena; smím snad prozraditi, že právě dokončuje dva české spisy o barometrickém měření výškových rozdílů, jež jsou nejen výsledkem dlouholeté práce v tomto směru, nýbrž budou zajisté i chloubou naší literatury fyzikální i geodetické.

Vedle těchto prací napsal prof. Liznar mnoho pojednání i z ostatních oborů meteorologie a klimatologie. Sluší tu zvláště jmenovati pojednání týkající se středních teplot sířkových kruhů, pojednání o rychlostech padajících deštových kapek, zprávy o klimatických pozorováních v Brně a mnoho jiných.

Přistupuje sem konečně i zpracování Mendlových pozorování hydrologických, týkajících se změny stavu spodních vod.

Nastínil jsem tak několika nejhruššími tahy obraz života a vědecké činnosti prof. Liznara, jehož sedmdesátiny dnes slavíme a jemuž poměrně tak pozdě bylo dopřáno pracovati ve své vlasti. Jeho úžasná píle a skálopevné zdraví dovolily mu přinésti své vlasti jako dar své neobyčejně rozsáhlé teoretické i praktické vědomosti a zkušenosti. Můžeme mu za tento dar jen poděkovati a přátii upřímně, aby mezi námi ještě mnohá léta prožil zdrav a svěží a aby se mu podařilo splniti jeho největší přání, aby nám vychoval ve svých oborech zdatné pracovníky.

Experimentální studium kruhového výboje bez elektrod.

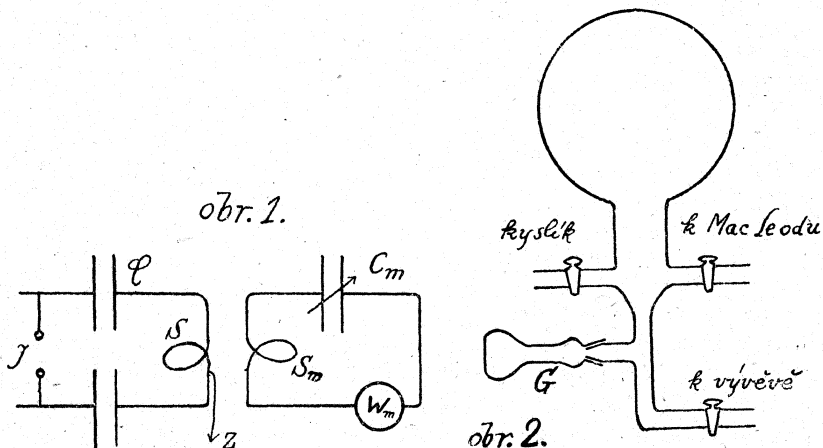
Napsal *Rudolf Šimůnek.*

Prochází-li elektrický výboj mezi kovovými elektrodami, zatavenými do trubice, naplněné zředěným plynem, tu celý zjev je velmi komplikovaný. Mnohé z úkazů, jež pozorujeme, jsou způsobeny přítomností elektrod. Proto je zajímavo, studovati výboj v trubicích, kde není elektrod, kde výboj po celé své dráze prochází pouze plynem. K tomu cíli je nutno vytvořiti v plynu elektromotorickou sílu v uzavřeném kruhu. Uspořádání tohoto druhu

pochází od J. J. Thomsona.*) Leydenská láhev vybíjí se ve formě elektrických oscilací cívkou o několika závitů drátu, ovinutého kolem skleněné koule, v níž zředujeme plyn.

V této práci všimám si výboje po stránce energetické, studuji spotřebu energie při jednotlivých stupních výboje, metodou rezonančních křivek, již, pokud mi známo, nebylo k tomuto účelu dosud užito.

První odhad spotřebované energie jest již v citované práci Thomson-ově. Spojí dvě smyčky drátu za sebou; prochází-li výboj v kouli uvnitř jedné ze smyček, tu se intenzita proudová tak



zmenší, že druhou kouli výboj neprochází. Druhý způsob je tento: Jednu evakuovanou nádobu má uvnitř druhé, kolem níž je ovinuta cívka. Druhou nádobu vyčerpává. Výboj z počátku prochází nádobou 1, později, při dostatečném zředění, jen nádobou 2. Těchto odstiňovacích účinků použil E. Lecher*) ku měření vodivosti plynů; také ji porovnává s elektrolyty. Největší vodivost nalézá pro tlaky 0,3—0,05 mm Hg. Bergen Davis**) měří závislost vodivosti, způsobené výbojem, na tlaku; vodivost určuje pomocí elektrod do nádoby zatavených. Dále měří závislost absorpce energie na tlaku pomocí tepelného galvanometru v oscillačním kruhu.

V této práci měřím spotřebu energie pomocí rezonančních křivek.

Experimentální uspořádání. Uspořádání k buzení oscilací je původní Thomsonovo (stejně jako u všech prací tohoto oboru).

*) J. J. Thomson: Philosophical Magazine $\frac{5}{32}$, 1891 p. 321—336, p. 445—464.

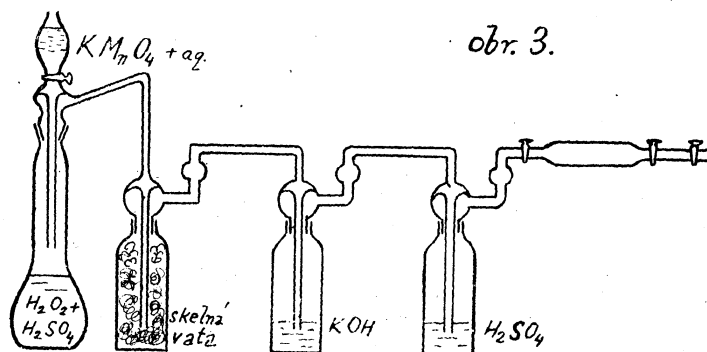
*) E. Lecher: Phys. Zeitschr. IV. 1902 p. 32.

**) Bergen Davis: ibidem p. 289.

Primární cívka velkého induktoria (Carpentier) připojena přes posuvný rheostat, tepelný ampermetr přímo na městský střídavý proud o napětí 120 V. Sekundární póly připojeny k jiskřišti a odtud zároveň k vnitřním polepům Leydenských lahví, jichž vnější polepy připojeny na cívku o 4 závitech, ovinutou kolem skleněné koule. Cívka spojena se zemí.

Měrný kruh tvořen cívkou S_m , Huthovým proměnlivým kondensátorem C_m , a Hartmann—Braunovým wattmetrem W_m (do 0·035 W). Tvar nádoby, v níž se dál výboj, je nakreslen na obr. 2. Je to skleněná koule průměru ca 17 cm, opatřená postranní nádobkou G s fosforpentoxydem a třemi vedeními (s kohouty se rtuťovým těsněním), jež vedou k diffusní vývěvě, Mac Leodovu vakuometru a k nádobě s kyslíkem.

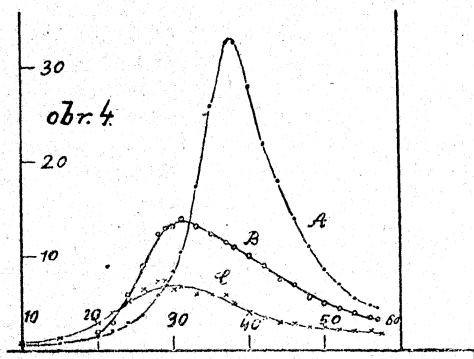
Výroba kyslíku. Do nádoby, v níž smíšeno dle objemu $\frac{2}{3}$ kysličníku vodičitého 3%, a $\frac{1}{3}$ kyseliny sírové zředěné 1 : 3,



přikapován roztok manganistanu draselnatého $KMnO_4$. (10 gr na 1 litr destilované vody.) Vyvíjející se kyslík čistěn postupně v promývačkách se skelnou vatou, louhem draselnatým KOH , koncentrovanou kyselinou sírovou. Ku vlastní nádobě vedou ještě 3 kohouty, aby bylo možno malé množství kyslíku vpustiti. Před měřením nejprve nádobu vyčerpáme, naplníme kyslíkem, opět vyčerpáme a zase vpustíme kyslík atd., to několikrát opakujeme, než přiročíme k vlastnímu měření.

Měření. Princip je zcela jednoduchý. Nejprve změříme a nakreslíme rezonanční křivku pro ten případ, že v kouli je tlak atmosferický (resp. tak vysoký, že žádný světelný výboj neprochází). Jako abscisy nanášíme kapacitu (resp. polohu indexu Huthova kondensátoru), jako ordináty proudový efekt (výchylka wattmetru). Pak začneme čerpat, až dostaneme určitý typ výboje, a zase zjistíme rezonanční křivku, změříce při tom tlak Mac Leodovým vakuometrem. To provedeme i pro tak nízký tlak, že

v baňce již žádný výboj neprochází. Vzájemná poloha cívek S , S_m musí ovšem zůstatí nezměněna. Tak dostáváme celou serii rezonančních křivek. Abych mohl studovati výboj za různých podmínek, měněn rozměr skleněné koule, rozměr smyčky S , dále v oscillačním kruhu měněna délka jiskřiště a kapacita. Při někte-



rých měřeních užito jedné Leydenské láhve (ca 2500 cm) někdy dvou spojených vedle sebe, někdy čtyř (2 paralelně, 2 za sebou).

Celkový charakter všech křivek je týž; jako příklad uvádím obr. 4., tabulku I.

Pro přehlednost volím jen 3 křivky.

Tabulka I.

C	Výchylka wattmetru			C	Výchylka wattmetru		
	A	B	C		A	B	C
10	0.5		0.6	37	3.3	11.8	6
15	0.8		1.5	38	3.3	11	5
20	1.7	2	3	40	2.8	10	4
22	2.2	3	4	42	2.2	9	3.5
24	3.0	6	5.5	44	1.8	7.5	3
26	3.9	9	6.5	46	1.4	7	3
28	6	12.5	7.5	48	1.1	5.8	3.5
29	7	13	7.5	50	8.5	5	2.5
30	8.5	13.2	6.5	52	7	4.6	2.2
31	10.5	14.2	7	54	5.5	4	2
33	17.5	13	6	56	4.8	3.5	2
35	26	12.5	6	57	4.5	3.3	1.8

Serie křivek pro výboj ve vzduchu pro význačné tlaky je dána obr. 5., tabulka II.

Tabulka II.

C	Výchylka wattmetru					
	<i>a</i> tlak 10 mm	<i>b</i> 0·9	<i>c</i> 0·08	<i>d</i> 0·06	<i>e</i> 0·04	<i>f</i> 0·035
10	0		0	0·6	1	
11	0		0·5	1	1·2	0
12	0·3	0	1·8	1·6	2	
13		0·4	2	2	3·9	1
14	2·5	2	2·5	2·2	4·2	
15	4	4·5	3	2	4·5	3·5
16	6	6	2·5	1·9	4	
17	10	9·5	1·3	1·4	3	6
18	15	13·5	1·2	0·9	2·5	5
19	20	19		0·6	1·6	
20	24	24	0·5	0	1	4
21	26	23			0·5	
22	24	20			0·2	
23	17	15			0	
24	13	11				1·5
25	10	7				1
26	6	5				
27	4	3				
28	2·5	2				
29	1·5	1				
30	0·6	0·5				

Zcela stejného typu jsou křivky pro kyslík. Na obr. 4. křivka *A* je měřena když světelný výboj neprochází, *B* když prochází intensivní bílý kruh, *C* když prochází červený ostrý kruh. Na obr. 5., když dosaženo takového zředění, že světelný výboj neprochází, dostávám zase křivku *a*. Pod tlakem 0·005 nikdy jsem výboj nepozoroval.

U všech rezonančních křivek pozorujeme toto:

1. Prochází-li trubici výboj, je útlum větší než neprochází-li.
2. Maximum rezonanční křivky jest posunuto k vyšším frekvencím, prochází-li výboj, a to tím více, čím je útlum větší.

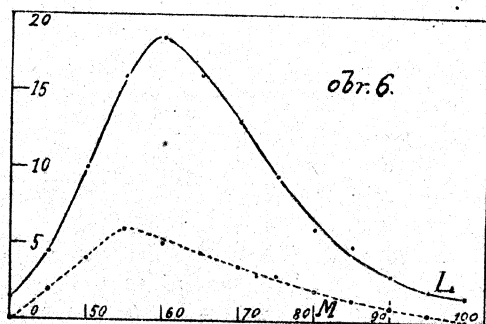
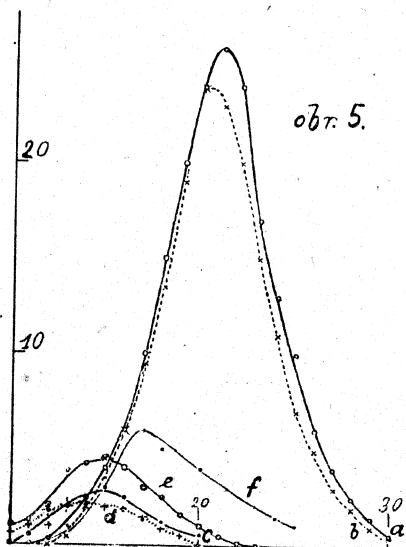
Z toho soudíme:

1. Prochází-li v kouli světelný výboj, spotřebuje energii. Tato spotřeba je při určitém tlaku maximální (u kyslíku ca 0·05 mm Hg)

2. Ukazuje se totéž, co při transformátoru. Dle známého výkladu možno smyčku *S* považovati za primární cívku transformátoru, jehož sekundární cívkou jest vrstva, zředěného plynu

uvnitř koule. Čím intenzivnější proud plynem prochází, tím více se zdánlivě zmenšuje samoindukce primární cívky, tím více odpor zdánlivě roste.

Zajímavý jest obr. 6, tabulka III., kde porovnány resonanční křivky pro dva stejné tlaky, ale kde jednou (křivka *M*) po přerušení výboje kyslík jeví dozařování, po druhé nikoliv (křivka *L*). Větší spotřeba energie u křivky *M* je vynaložena na dozařování.

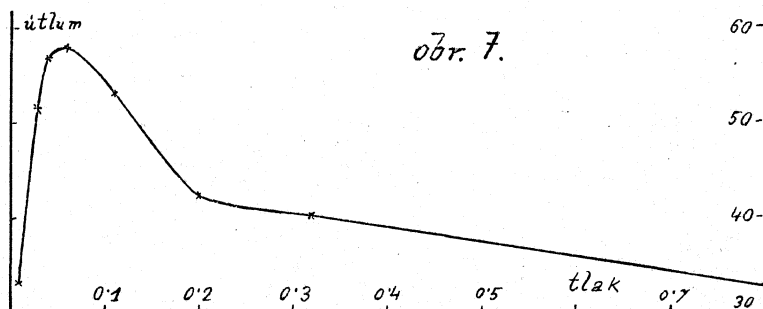


Zde kromě ionisace a kromě tepelného zahřátí (jež ve všech uvedených měřeních bylo úplně nepozorovatelné), spotřebuje se energie na rozlučování molekul O_2 na O_1 a O_1 a na vytváření molekul O_3 (přidržíme-li se výkladu J. J. Thomsona). Jak postupně ozon se vrací do stabilnějšího stavu O_2 , zase při tom vydává energii ve formě světelné. Dle této theorie nemělo by býti dozařování možné u vzácných plynů; proti tomu bylo však pozorováno

Tabulka III.

C	Výchylka wattmetru		C	Výchylka wattmetru	
	M	L		M	L
40	0	1·5	75	3	9·5
45	2	4·5	80	2	6
50	4	10	85	1·5	5
55	6	16	90	1	3
60	5	18·5	95	0·5	2
65	4·5	16	100	0·2	1·7
70	3·5	13			

u argonu (pozoroval Donaldson) dozařování barvy oranžové. Jest ovšem otázka, s jak čistým argonem Donaldson pracoval; je známo, že u čistých plynů se jeví dozařování slaběji než na př. u smíšenin. Otázku, zda je možné dozařování u chemicky čistého kyslíku nemohu rozhodnouti, neboť v mém uspořádání byly při-



tomny rtuťové páry z vývěvy. Nejintenzivnější dozařování jsem pozoroval u vzduchu, když do nádoby slabě vnikal vzduch a když jsem nádobu nijak nechránil před olejovými parami z předčerpací vývěvy. Trvání dozařování počítáno od okamžiku, kdy přestal kruhový výboj až do okamžiku, kdy dozařování nebylo lze pozorovati. U krátkodobého trvalo ca 4 vteřiny, u dlouhotrvajícího ca 3 minuty. Nejvyšší tlak, při němž pozorováno dozařování u kyslíku je 1·2 mm Hg. Doba dozařování je velmi závislá na předchozím stavu. Za stejných podmínek nenastává po každém přerušení proudu. Častější procházení výboje zvýší dobu podstatně (i o několik set %) až nastane maximum. Pro srovnání s elektrolyty byla koule naplněna normálním roztokem KCl (a později i jinými) a změřena rezonanční křivka. Všechny tyto křivky souhlasí s onou,

již obdržíme, když světelný výboj neprochází. To je v úplném souhlase s údaji uvedených již autorů o velké vodivosti zředěných plynů. Aby bylo možno útlum přesněji určití, měřeny po té za různých tlaků rezonanční křivky tak, že mají přibližně stejně veliká maxima; toto lze docílití vhodnou polohou měrného kruhu.

Z nich pro různé tlaky propočítány útlumy (tab. IV.) a graficky znázorněny na obr. 7.

Tabulka IV.

Křivka	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tlak		0·8	0·32	0·2	0·11	0·06	0·04	0·028	0·004
Útlum	0·324	0·327	0·393	0·419	0·530	0·578	0·569	0·514	0·330

Tím dostáváme zvláště přehledný obraz o spotřebě energie při jednotlivých typech kruhového výboje. S klesajícím tlakem spotřeba roste, až dosáhne maxima při ca 0·05 mm Hg, s dalším zředováním opět klesá. Při tak nízkém tlaku (0·005), že výboj neprochází, je útlum stejný jako při tlaku tak vysokém, že výboj neprochází.

Výsledek.

1. Udána nová metoda k studiu energetických poměrů při kruhovém výboji. 2. Tou zjištěno, že spotřeba energie je větší v rozmezí tlakovém v němž je možné dozařování, nezávisle na tom, zda toto skutečně nastane čili nic. 3. Je větší, nastává-li toto dozařování (*ceteris paribus*), než nenastává-li. 4. Maximum spotřeby energie jest u tlaku ca 0·05 mm Hg. 5. Poukázáno na obdobu s transformátorem. 6. Potvrzeny údaje dřívějších autorů o velké vodivosti zředěných plynů.

*

Ke konci budiž mi dovoleno poděkovati pp. prof. Dr. Bedř. Macků za thema k této práci a prof. Dr. Aug. Žáčkovi za stálý zájem a podporu této práce.

*

L'étude expérimentale des décharges induites dans des tubes dépourvus d'électrodes.

(Extrait de l'article précédent.)

1. L'auteur donne une méthode nouvelle pour l'étude de ces décharges au point de vue énergétique : méthode des courbes de résonance. 2. Par cette méthode il fut constaté que la dépense de

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, 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, dvojlomných hranolech a pod.).