

Václav Dolejšek; K. Gawalowski

Příspěvek k měření absorpce v tenkých vrstvách

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 56 (1927), No. 4, 278--284

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/120829>

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>

Příspěvek k měření absorpce v tenkých vrstvách.

V. Dolejšek a K. Gawalowski.

Stanovení absorpce v tenkých vrstvách předpokládá použití t. zv. malé komory ionizační. Až do nedávna nebylo možno docílití souhlasu a vysvětlití odchylky mezi teoretickými výpočty a měřením absorpce malými komorami. Po řadě nesprávných pokusů o vysvětlení a odstranění chyb teprve Comptonovi se podařilo najít příčinu nesouhlasu. Tak se ukázalo, že v první řadě způsobuje chybné výsledky nestejněměrná citlivost malých komor pro různé délky vln a současně prodloužení vlny délky záření rozptýleného, které podle Comptonova zjevu činí

$$\Delta\lambda = 0.024 (1 - \cos \Theta),$$

kdež Θ je úhel mezi paprskem dopadajícím a rozptýleným. Neboť toto prodloužení může při úhlu $\Theta = 180^\circ$ dosáhnouti až $\Delta\lambda = 0.0484 \text{ \AA}$, což při normální délce vlny tvrdého záření ca $\lambda = 0.15 \text{ \AA}$ činí prodloužení až $\Delta\lambda = 0.0198 \text{ \AA}$. Používáme-li tedy komory, jejíž citlivost jest závislá v tomto rozsahu na délce vlnové (komora aluminiová), jest zvýšení čínicí skoro $\frac{1}{4}$ celkové hodnoty vysvětleno. Poněvadž různé druhy malých komor jsou různě citlivé k určitým oborům délek vlnových, je tudíž vždy zapotřebí srovnati výsledky takové komory s komorou normální, aby po korekci údajů mohly býti použity též pro širší obor délek vlnových.

Fricke a Glasser¹ na základě studia Comptonova zjevu dospěli k výsledku, že lze za daných podmínek konstruovati malou komoru, která má stejnou závislost na délce vlnové jako komora normální. Též právě vyšla práce od R. Glöckera a E. Kauppa²) se zabývá touto otázkou. Na radiologickém sjezdu čes. lékařů referovali jsme³) o novém typu malé ploché komory ionizační k měření absorpce v tenkých vrstvách konstruované.

Dosud existují pro absorpci v tenkých vrstvách jen měření a tabulky H. Guilleminota, kterému se však podařilo určit pouze hodnoty z měření ve 2, 5 a 10 mm, a to pomocí fluorometru, který není právě přístrojem nej přesnějším. Z takovýchto 3 hodnot od sebe

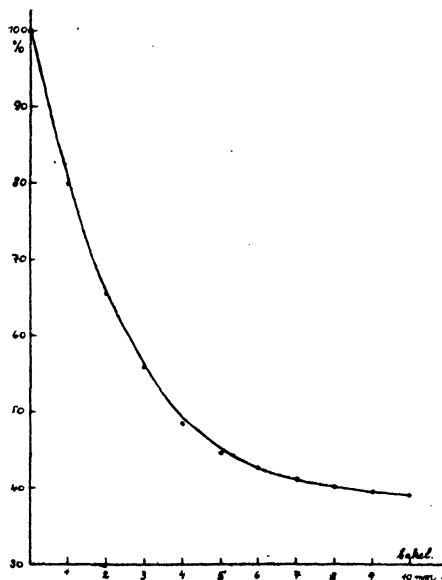
¹) Fricke & Glasser, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1925, 33, 239.

²) Glöcker & Kaupp, Strahlentherapie, 1926, 23, 447.

³) Dolejšek & Gawalowski, Casopis lékařů českých, 1926, seš. 34.

značně vzdálených nelze jistě ani bezpečně sestrojiti křivku, ani nějaké tabulky, v nichž by bylo možno bezpečně interpolovati. Tím méně bezpečná je extrapolace k hodnotám menším, přes to, že absorpce v centimetrových vrstvách jest dobře měřitelná různými přístroji pomocí fantomů a pod. (tabulky Dessauerovy, Guillemintovy atd.).

Komora námi použitá k tomuto účelu jsou vlastně dvě pevně spojené, ploché, tenké komory. Každá z nich má kruhový tvar prů-



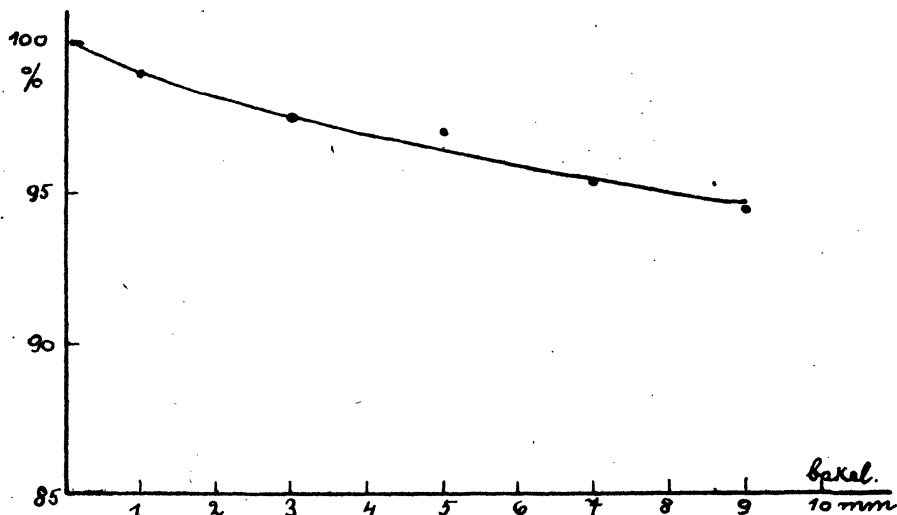
Obr. 1.

měru circa 40 mm. Celková tloušťka měří asi 2 mm. Elektrody jsou zhotoveny z grafitových membrán, preparovaných způsobem, jehož prof. P a s c h e n používá ve svých pracích spektrálních. Grafit takovýmto způsobem preparovaný neobsahuje žádných přímíšenin těžkých prvků, jak lze zjistiti spektrálně. Tato okolnost je pro konstantnost komory nesmírně důležitá, jak ukazují zmíněné práce Glockera a Kauppa, jimž působí to veliké obtíže. Isolace nynějšího tvaru komory jsou provedeny ze síry (stejně jako izolace u S o l o m o n o v a dispositif ionometrique), kterého používáme k odečítání spádu. Mezi 2 plochými elektrodami vnějšími na sírových izolátorech (kroužcích 1 mm silných) je vnitřní společná izolovaná elektroda, jež obě komory zcela od sebe odděluje. Rámec komory je z ebonitu, postranní uzavření prozatím z kovové folie.

Normální spád komory měří nejvýše 3·5 dílku za 1 hodinu, což při krátkodobých měřeních nepadá vůbec v úvahu. Odchyly pozorované při průměrné době pozorovací asi 1 minuty činily mezi 40. a

30. dílem škály, kde spád je nejpravidelnější, asi 1 vteřinu, tedy 1—2%. Komora sama je velmi citlivá a to asi 10krát citlivější než komora Salomonova.

Jak je patrné z připojených tabulek a křivek — pokud lze srovnati hodnoty uvedené s hodnotami již měřenými — splňuje tato komora všechny podmínky na ionizační komory kladené. Výjimku činí tabulka 1 s nefiltrovanou radiovou emanací. Ta dává zřejmě v prvních milimetrech příliš velké hodnoty. Vysvětliti a odstraniti zmíněný



Obr. 2.

úkaz se nám dosud nepodařilo. Radiové emanace použili jsme při měřeních našich jako konstantního zdroje záření, abychom vyloučili kolísání při aparaturách roentgenových a stanovili přesnost komory.

T a b u l k a 1.

RaEm 101 MC, $\frac{1}{2}$ mm lepenky (filtr), vzdálenost komory od RaEm $V = 10$ mm, malá kapacita elektrometru.

Bez bakelitu 100%.

Bakelit v mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
%	61.4	46.3	37.7	30.8	27.9	24.5	23.2	22.2	21.9	21.6

T a b u l k a 2.

RaEm 99 MC, filtr 0.2 mm Cu, $\frac{1}{2}$ mm lepenky, $V = 10$ mm, velká kapacita.

Bez bakelitu 100%.

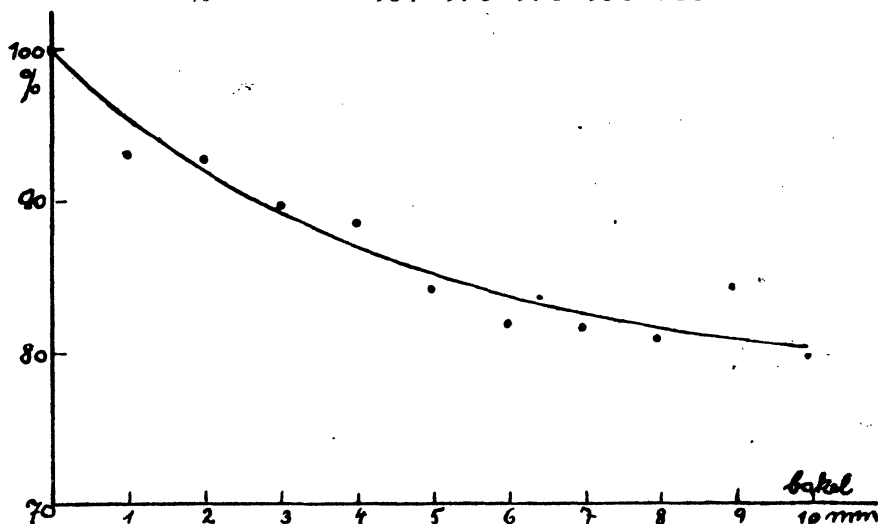
Bakelit v mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9
%	79.9	65.4	48.5	44.7	43.1	41.6	40.6	39.6	39.6

Tabulka 3.

RaEm 107 MC, filtr 1 mm Zn, ½ mm lepenky, V = 20 mm, velká kapacita.

Bez bakelitu 100%.

Bakelit v mm	1	3	5	7	9
%	98.7	97.6	97.1	95.8	94.8



Obr. 3.

V tabulce 3 při měření silně filtrovaného záření (1 mm Zn) očitáme se v jednomilimetrových rozdílech absorpce již v mezích pozorovacích chyb. Též při měření vrstev 2 mm leží některé body mimo křivku (křivka 2). Následující tabulka udává měření roentgenova záření bez filtru. U filtrovaného záření nelze obdržeti body tak přesně, poněvadž jednotlivé body blíží se mezi pozorovacích chyb, jež jsou zaviněny nekonstantností zdroje. Zde bude lze křivky kontrolovati interpolací hodnot v jednotlivých místech dalších, až bude k dispozici více bakelitových filtrů. V udaných mezích se nejeví u této komory žádná závislost citlivosti na různé délce vlnové.

Tabulka 4.

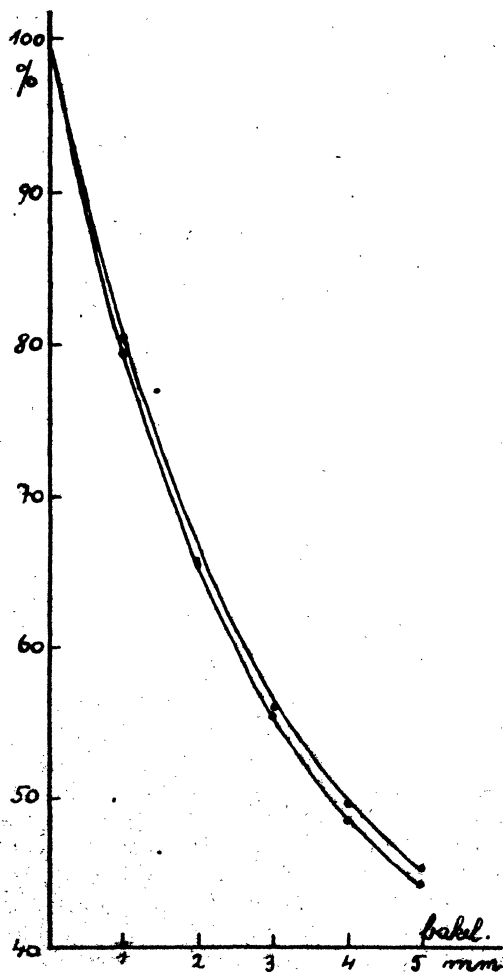
Lampa Coolidge 2.2 MA, KV, bez filtru, V = 23 cm, velká kapacita.

Bez bakelitu 100%.

Bakelit v mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
%	93.4	92.8	89.9	87.7	84.2	81.9	81.9	81.3	80.1	79.9

Ukázalo se též, že i nepatrný rozdíl, vznikající podložením jen 5 mm bakelitu a přispívající jako záření přídatné ke zvýšení ionisace,

je dobře měřitelný. Tato rozptylová přídatná dávka paprsků sekundárních byla stanovena tím způsobem, že polovina bakelitových filtrů (t. j. 5 mm) byla podložena pod komoru, zatím co druhá polo-



Obr. 4.

vina sloužila k měření absorpce jako v případech předchozích. Paralelně opět proveden pokus bez podložení 5 mm bakelitu. Křivka 4 ukazuje průběh. Časovým hodnotám odpovídají tyto řady: s podložení 5 mm bakelitu (absorpce a přídatná dávka záření rozptýleného); filtr 1—5 mm bakelitu (bez filtru 100%): 80·6, 65·7, 56·3, 49·7, 45·1%. Bez podložení bakelitu (čistá absorpce); filtr 1—5 mm bakelitu (bez filtru 99·7%): 79·3, 65·2, 55·7, 48·6, 44·4%.

Údaje ty není třeba korigovati podle závislosti na komoře normální. Neboť hlavní složkou této závislosti malých ionizačních komor jest přistoupivší působení stěn a materiálu komory. Uzavřený malý prostor vzduchu nestačí sám veškeré záření zabsorbovati. Vzniká záření, které závisí na atomovém čísle materiálu stěn. Fricke a Glasser v citované práci udávají řešení malé komory na následujícím principu: konstruují komoru z materiálu tak složeného, že průměr atomových čísel použitých prvků, vzaty s příslušnými vahami, čili průměrné atomové číslo materiálu komory je rovno průměru atomových čísel prvků obsažených ve vzduchu, vzatých s příslušnými vahami. Pro vzduch vychází průměr atomových čísel 7.69. Je-li tedy většina materiálu z grafitu (atom. čís. 6), jest možno přidáním magnesia nebo alumina, jak tito autoři činí, dostati stejné průměrné atomové číslo, takže ionizační proud v malé komoře je takový, jako by její uzavřený prostor vzduchový byl omezen nekonečným prostorem vzduchovým, což jest u komory normální prakticky splněno. Glöcker a Kaupp, kteří pokračovali v jejích pokusech (používali grafitu a silicia, a to 90% C a 10% Si), vidí hlavní příčinu různé citlivosti v různých znečištěninách grafitu.

Podle našich pokusů jest bezpodmínečně nutno k docílení přesných výsledků zbaviti grafit všech přímíšenin způsobem v práci uvedeným. Kromě grafitových membrán byl isolační materiál komory síra. Její povrch uvnitř komory přispíval též jako ionizační složka. Průměrné atomové číslo komory bylo poněkud nižší než zmíněnými autory pro vzduch udané. Teprve při posledních pokusech, které nejsou dosud skončeny, podařilo se atomového čísla 7.69 přesně dosíci. Přes to lze říci, že již nyní závislost na délce vlnové byla menší než přesnost, kterou dovolovala konstantnost použité aparatury. Dá se to vysvětliti blízkostí atomového čísla průměrného, jež se nelišilo ani o jedničku, kdežto průměrné číslo na př. komory aluminiové bývá skoro jednou tak veliké. Rovněž tak komory používající těžkých plynů ke zvýšení ionisace trpí v tomto směru nedostatky.

Ještě jiná okolnost přispívá v našem případě ke zmenšení závislosti na délce vlnové. Je to nepatrná tloušťka stěn komory, která zvláště u měkkých paprsků značně přispívá ke změně citlivosti. Tvar některých komor, jako na př. komora náprstková, nedovoluje z technických důvodů snížit tloušťku grafitových stěn. Na to poukazuje též Fricke a Glasser ve zmíněné práci, kde činí pokusy s různými druhy takových komor, zvláště u delších délek vlnových.

Z jejích práce stejně jako z práce Holthusenovy⁴⁾ jest zřejmo, že za zmíněných podmínek lze konstruovati malou plochou komoru, jejíž údaje plně odpovídají údajům komory normální. Uvedená malá plochá komora, jež umožňuje měření absorpce v tenkých vrstvách, vyhovuje kladeným podmínkám.

⁴⁾ Holthusen, Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 1918/19, 26, 211.

Contribution aux mesures de l'absorption dans des couches minces.

(Extrait de l'article précédent.)

L'effet de Compton permet d'expliquer beaucoup d'irrégularités qu'on a observées, jusqu'à présent, en se servant des chambres d'ionisation dites petites. Ce qui prouve que cette explication est juste, c'est le fait qu'on peut facilement expliquer les différences des taux calculés et observés et obtenir même des résultats conformes à la théorie, si l'on satisfait les suppositions exigées. Pour mesurer l'absorption dans des couches minces, il faut se servir d'une chambre d'ionisation petite et spécialement adaptée à ce but.

Comme le montrent les résultats obtenus, cette nouvelle petite chambre, étant très sensible, satisfait à toutes les suppositions exigées d'après les récents travaux de Fricke et Glasser, et de Holthusen, tous les deux basés sur l'effet de Compton. La sensibilité de cette chambre est si grande qu'elle permet de mesurer l'absorption dans un millimètre de bakelite (le bakelite peut substituer, d'après Christen, les couches de tissu vivant), et de constater l'influence d'une couche de 5 *mm* de bakelite posée sous la chambre, sur l'absorption dans les couches millimétriques au-dessus de la chambre. L'influence de la longueur de l'onde sur la sensibilité de la chambre n'était pas à constater, parce que le substrat des parois minces (graphite préparé d'après Paschen) et le substrat d'isolation (le soufre) pris aux poids correspondants, donnent le nombre atomique moyen des éléments employés, très proche au nombre moyen de l'air.
