

# Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

---

František Běhounek

Původ penetrantního záření atmosféry (Hessových paprsků)

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 55 (1926), No. 3, 266--274

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/124046>

## Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1926

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>

## Původ penetrantního záření atmosféry (Hessových paprsků).<sup>1)</sup>

František Běhounek.

**Úvod.** Penetrantním zářením atmosféry či Hessovými paprsky<sup>2)</sup> nazýván je dnes ionizační efekt v uzavřené ionizační komoře,<sup>3)</sup> který zbývá, odečteme-li od spontánního rozptylu elektřiny proud vzniklý nedostatečnou izolací a ionisací podmíněnou vlastní aktivitou stěn komory. Záření toto, konstatované již Mc. Lennanem a Burtonem v roce 1902, bylo později z větší části připsáno záření radioaktivních produktů, obsažených v půdě a v atmosféře, malá část jeho, odpovídající v nivěu mořské hladiny, produkci circa 2 párů iontů v 1  $cm^3$  za 1  $sec$  připsána vlivu neznámého záření vysoké penetrace, jehož absorpční koeficient odhadován okrouhle desetkrát nižší než nejtvrděších známých  $\gamma$ -paprsků ( $ThC''$ ). K této hodnotě vedly odstíňovací pokusy, provedené hlavně Kolhörsterem a spočívající v měření ionisace v uzavřeném vzduchotěsném aparátu při hladině vodní a pod touž; rozdíl obou hodnot dal zmíněnou hodnotu 21 ( $I$  = jeden pár iontů/ $cm^3 sec$ ) po korekci na radioaktivní záření vzduchu. Hodnota změřená pod hladinou vodní, když zmíněné záření bylo odstíněno vrstvou vodní několik metrů silnou, akceptována byla jako sumární ionisace, daná vlastní aktivitou aparátu a ionizačními defekty a nazvána »residuálním zářením« (»Reststrahlung«). Tyto experimenty doplněny Kolhörsterem pozdějšími pozorováními, konanými na ledovcích, po odstínění vnějšího záření ledovou vrstvou. Z tloušťky vodní event. ledové vrstvy počítán potom absorpční koeficient penetrantního záření; výsledky Kolhörsterovy vykazovaly řádově shora již zmíněný absorpční koeficient circa 10krát menší než u nejtvrděších známých  $\gamma$ -paprsků.

Hess při svých balonových měřeních v roce 1912 a 1913 konstatoval zprvu úbytek intensity ionisace v uzavřené nádobě, dosahující minima mezi 500 a 1000 metry výše nad zemí, který byl připsán ubývající intenzitě zemního záření. Od 1500 metrů však ionisace stále stoupala, až ve výši 5200  $m$  byla o,171 větší než na zemi:

<sup>1)</sup> Vyjde též ve *Physikalische Zeitschrift*.

<sup>2)</sup> Obsáhlý referát viz Wigand, *Physikalische Zeitschrift* 1924 a W. Kolhörster, *Die durchdringende Strahlung in der Atmosphäre. Probleme der kosmischen Physik*, svazek V. Hamburk 1924. V dalším uvedena jen literatura ve zmíněných dvou publikacích neobsažená.

<sup>3)</sup> Francouzi jest tento efekt nazýván »ionisation en vase clos«; angl. liter. používá často analog. názvu.

podobný efekt nalezen Kleinschmidtem a Gockelem v roce 1915 ve výšce 3000 m a posléze W. Kolhörsterem v roce 1913 a 1914, který konal pozorování až do výše 9000 m, kde našel dokonce ionisaci o 79 I větší než na zemi. Toto zvýšení ionisace připsáno bylo zmíněnému penetrantnímu záření neznámého původu, které odtud také nazýváno Hessovými paprsky. Marsdenova pozorování sice tento efekt vůbec nevykazovala mezi 1300 a 2800 m, za to ale Millikan a jeho žáci pozorováními, pomocí registračních balonů až do výše 15 km provedenými, potvrdili vzrůst ionisace v uzavřené komoře s výškou, avšak hodnoty nad 9 km vykazovaly pouze  $\frac{1}{4}$  těch, které možno extrapolovati z hodnot Kolhörsterových. Záření bylo registrováno mnoha pozorovateli, nejdokonalejší pozorování provedl Kolhörster v roce 1923 a 1924<sup>4)</sup> ve Švýcarsku na Eigergletscher a Jungfraujoch. Časová poloha extrém zpravidla nesouhlasí u různých pozorovatelů, též ne amplitudy. Denní hodnoty jsou téhož řádu jako noční, odtud původ paprsků ze slunce vyloučen; Kolhörster se domníval, ovšem se vši rezervou, na základě měření podniknutých v určité situovaných štěrbínách ledovců, že záření přichází z Mléčné dráhy podle hypotézy Nernstovy. Jakákoliv podobná měření jsou však ilusorní, jednak vzhledem k tomu, že intenzita penetr. záření zpravidla obnáší jen několik procent residuální ionisace (u nejcitlivějšího Kolhörsterova aparátu a nad to ještě ve výšce 3500 m nad mořem obnášela tato intenzita 50% residuálního záření, jinak zpravidla asi 10%), jednak vzhledem k velikému rozptylovému efektu atmosféry vůči jakémukoliv podobnému záření.

Celkový názor na toto penetrantní záření tedy byl, že jest původu kosmického a průměrně 10krát větší penetrace než nejtvrďší paprsky radioaktivních produktů.

**Měření absorpčního koeficientu v olovu.** V loňském a letošním roce (1924 a 1925) během systematického měření radioaktivity v Jáchymově konal jsem též občasná pozorování penetrantního záření pomocí speciálního aparátu Wulf-Kolhörsterova,<sup>5)</sup> konstruovaného k tomuto účelu firmou Günther a Tegetmeyer v Brunšviku pro St. radiologický ústav ČSR v roce 1922. Jest to v podstatě Wulfův elektrometr cylindricky řešený, s oběma vlákny v ose aparátu, o objemu 4000 cm<sup>3</sup>, zhotovený ze zinkového plechu o síle stěny 2 až 3 mm. Aparát jest vzduchotěsný, isolační ztráty sníženy na minimum použitím křemene jako izolátoru, a zvláště ochranné pláště pro mikroskop a osvětlovací okénko umožňují ponoření aparátu pod vodu. Aparát jest velmi dobře schopen transportu, citlivost jeho však nebyla příliš vysoká, ježto nejnižší hodnoty spontánního rozptylu, v Praze nalezené, obnášely průměrně 17.5 I, a tedy efekt připsovaný penetrantnímu záření, činící podle Kolhörstera průměrně

<sup>4)</sup> Mimo práce registrované v citov. referátech viz též Kolhörster, Berliner Berichte, 1925, p. 120.

<sup>5)</sup> Přehled aparátů k měření penetrantního záření v atmosféře viz Kolhörster, Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1924, sv. XLIV., p. 333.

21, obnášel okrouhle 12% residuální ionisace. Mým úmyslem vedle měření časových hodnot penetrantního záření bylo učiniti též pokus o změření absorpčního koeficientu tohoto záření v olovu, při aparátu všestranně obklopeném olověným pancéřem jednotné, ale varirující síly. K této práci měl jsem dva motivy: jednak po Thibaudově definici  $\gamma$ -záření RaC,<sup>6)</sup> kde identifikoval vysokofrekventní paprsky, považoval jsem za pravděpodobné, že i původ tohoto penetrantního záření lze vysvětliti  $\gamma$ -paprsky indukované aktivity radia eventuálně i thoria, obsažené v atmosféře, jednak proto, že odstiňovací pokusy, provedené pod vodou anebo pod ledovou vrstvou, nelze považovati za směrodatné již z toho důvodu, že příslušné záření zde proniká vrstvami různě silnými, takže o nějakém odstínění vrstvou jednotné tloušťky nelze mluvit.

V případě správnosti teorie, že indukovaná aktivita radioaktivních prvků jest zodpovědna za ono dosud tajemné penetrantní záření, bylo možno očekávati, že absorpční pokusy provedené pro olovo dají hodnoty, z nichž bude možno vypočísti délky vln, shodné s vysokofrekventním zářením RaC, definovaným Thibaudem.<sup>7)</sup>

Práce Ahmad-Stonerova<sup>8)</sup> o absorpci tvrdých  $\gamma$ -paprsků v prvcích, o níž bude ještě řeč v dalším, nebyla mi tehdy ještě podrobně známa a následky z ní plynoucí. Olověné desky a cihly skládající pancéř byly dodány státními závody v Příbrami již v dubnu do Jáchymova, různé jiné práce a nedostatek vhodné laboratoře však způsobily odklad absorpčních experimentů až na měsíc září a říjen 1925. Státní báňská správa postoupila k těmto účelům jednu místnost v přízemní přístavbě šachetní budovy dolu »Svornosti«, nalézající se v nadmořské výši 739 m, jejíž jednoduchá cihlová konstrukce mohla zmíněné penetrantní záření atmosféry zeslabiti jen o několik procent. K experimentu bylo použito jednak olověných desek rozměrů 40 × 32 cm (průměrné rozměry) a tloušťky varirující od 5 do 20 mm, jednak olověných cihel rozměrů 25 × 10 × 5 cm; pomocí obou bylo možno složití pancéř obklopující všestranně ionisační prostor aparátu, o tloušťce až 20 cm. K osvětlení aparátu při odečítání použito malé lampičky 4voltové, zasazené do vnitřní stěny olověného pancéře, okulár mikroskopu byl při každém odečtení zakryt olověným uzávěrem téže tloušťky jako ostatní pancéř. Jakmile síla pancéře převýšila délku mikroskopu, byly příslušné zbývající desky přední stěny pancéře přikládány najednou po odečtení pomocí malého pojízdňého zařízení. Ježto odečtení vyžadovalo jen několika vteřin a doba, po kterou byl aparát úplně pancéřován, nejméně jedné hodiny, lze jistě zanedbati okolnost, že pancéř po dobu odečítání nebyl úplný. V š e c h n y t y t o a b s o r p č n í e x p e r i

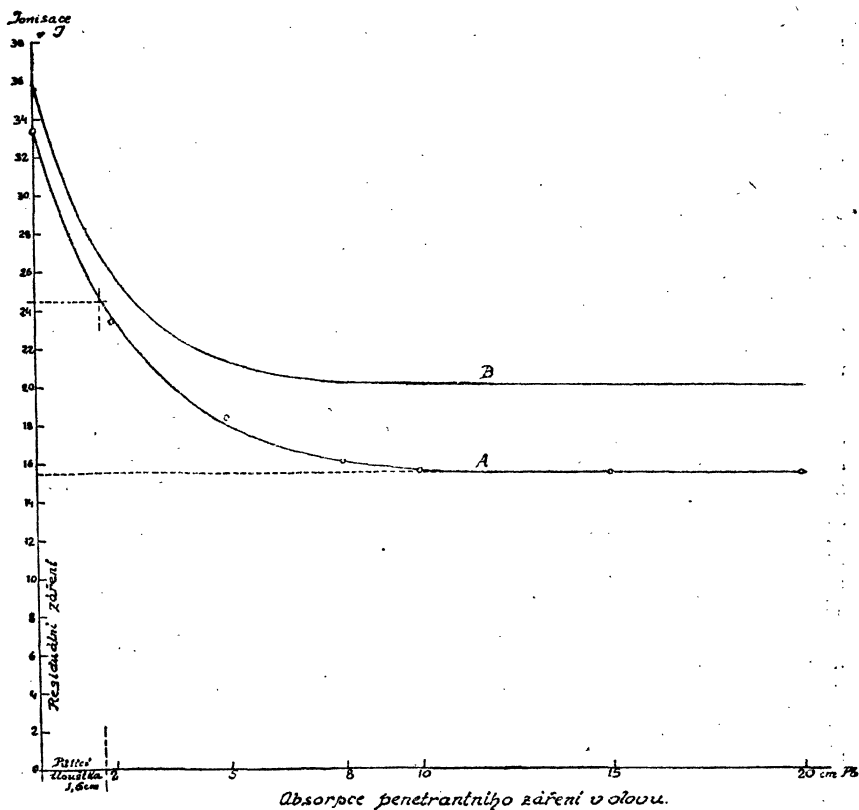
<sup>6)</sup> Thibaud, C. R., 1924, sv. 179, p. 167.

<sup>7)</sup> O tomto projektu podal jsem písemný referát na schůzi vědeckého kuratoria radiologického ústavu ČSR dne 13. května 1925.

<sup>8)</sup> Ahmad, Proc. Roy. Soc. 1924, sv. 105, p. 516 a Ahmed-Stoner, *ibid.*, sv. 106, p. 8.

menty vedly k překvapujícímu výsledku, že totiž spontánní ionisace uvnitř aparátu zůstává v mezích pozorovacích chyb konstantní, jakmile síla pancéře obnášela více jak 10 cm.

Výsledky jedné serie experimentů jsou obsaženy v připojené tabulce a grafu, kde jim odpovídá křivka A, kdežto křivka B inter-



pretuje absorpci  $\gamma$ -paprsků RaC, při čemž za základ vzat koeficient absorpce  $\mu_{Pb} = 0.50 \text{ cm}^{-1}$  a půlící tloušťka  $D_{Pb} = 1.39 \text{ cm}^{-1}$ .

Tloušťka olověného pancéře v cm	0	2	5	8	10	15	20
Ionisace v I	33.4	23.4	18.4	16.1	15.6	15.5	15.5

Každá z posledních tří hodnot jest středem ze 4 pozorování, která spolu vždy až na 1.2% souhlasila. Jestliže zbývající ionisaci rovnou 15 I, kterou aparát vykazuje i při pancéři 20 cm silném, akceptujeme jako hodnotu »residuální ionisace«, potom jest počáteční hodnota ionisace způsobené vnějším zářením rovna 17.9 I a z křivky A lze potom odvoditi půlící tloušťku, rovnou ve většině

experimentů 16 mm, v některých 17 mm. Křivka A vykazuje téměř paralelní chod s křivkou B, nad to i hodnota půlící tloušťky odvozené z křivky A jest velmi přibližně rovna půlící tloušťce  $D_{Pb}$  pro  $\gamma$ -paprsky RaC, rovné 139 mm. Rozdíl mezi oběma hodnotami, jakož i poněkud odchylný chod křivek v druhé polovici, lze vysvětliti radioaktivním obsahem olova, které působí zvýšení intenzity uvnitř aparátu a tím zdánlivé zvětšení půlící tloušťky.

Lze tedy říci, že neznámé penetrantní záření jest v podstatě totožné s  $\gamma$ -paprsky RaC eventuelně i ThC.

K témuž resultátu došel Hoffmann ve své práci, provedené současně s mojí a nedávno publikované,<sup>9)</sup> kde použil velmi citlivého registračního elektrometru, jehož residuální ionisace obnášela pouze 0.18 I a pancéře oloveného až 32 cm silného a učinil prvý uzávěr, že penetrantní záření atmosféry jest vlastně totožné s  $\gamma$ -paprsky známých již radioaktivních produktů.<sup>10)</sup>

I při méně citlivém aparátu, jakým byl můj, bylo však možno očekávati konstatovatelný rozdíl ionisace při pancéři 10 cm a 20 cm silném, jestliže penetrantní záření má skutečně charakter, jaký mu připisuje Kolhörster a jiní.

Přepočítáním  $\mu$  = absorpční koeficient, který dostal Kolhörster pro penetrantní záření pro vodu, rovný  $2.5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ , na  $\mu$  pro olovo, dostaneme  $\mu_{Pb} = 0.028 \text{ cm}^{-1}$  a půlící tloušťka  $D_{Pb} = 25 \text{ cm}$ . Na základě těchto konstant možno kalkulovati ionisační efekt v daném aparátu. Položíme-li ionisaci danou penetrantním zářením podle Kolhörstera rovnou 2 I (viz nahoře) pro záření neabsorbované, potom dostaneme pro pancéř 10 cm silný ještě 76% této hodnoty, t. j. 1.52 I a při pancéři 20 cm musí zbývati ještě 57% původní hodnoty, tedy 1.14 I. Musil by tedy rozdíl mezi ionisačním efektem pro 10 cm a 20 cm pancéř obnášeti přibližně 0.4 I, t. j. více jak 2.5% úhrnného změřeného ionisačního efektu, který pro obě zmíněné tloušťky pancéře činil 15.5 I. Měřením však byly nalezeny hodnoty, které se odchyloval vzájemně nejvýš o 1.2%, tedy očekávaný ionisační efekt se nedostavil.

**Teorie absorpce.** Z teorie absorpce  $\gamma$ -paprsků, podané Ahmad-Stonerem a v poslední době Ahmadem<sup>11)</sup> doplněné i pro vysokofrekvenční obor spektra a dále z definice spektra  $\gamma$ -paprsků, podané

<sup>9)</sup> Hoffmann, *Physikalische Zeitschrift*, 1925, p. 669, 3. listopadu.

<sup>10)</sup> Svoje práce v oboru výzkumu penetrantního záření chtěl jsem doplniti laboratorními experimenty, majícími za účel podati reprodukci ionisačních poměrů (ve zvětšeném měřítku), které Kolhörster dostal při aparátu nad hladinou vodní a neponořeném, přímý důkaz, že šlo jen o efekt známých radioaktivních produktů; vzhledem k publikaci Hoffmannově, která jistě bude podnětem vědecké polemiky, považují však za nutné publikovati své dosavadní výsledky již dnes.

<sup>11)</sup> Ahmad, *Proc. Roy. Soc.* 1925, sv. 109, p. 207.

Thibaudem, Ellisem a Ellis-Skinnerem,<sup>12)</sup> lze i velmi penetrantní záření, jak je vysvětloval Kolhörster, vysvětliti  $\gamma$ -paprsky RaC. Ahmad aplikoval na  $\gamma$ -paprsky známou rovnici, platící pro absorpci  $\gamma$ -paprsků v prvcích, totiž:

$$\mu_a = AZ + BZ^4, \quad (1)$$

kde  $\mu_a$  = úhrnná absorpce, daná jedním atomem absorbujícího media,  $Z$  = pořadové (atomové) číslo prvku,  $A$  a  $B$  jsou konstanty klesající, s klesající délkou vln  $\lambda$ .

Ahmad-Stoner dokázali experimentálně, že lze i pro největší frekvenci  $\lambda = 0.0065 \text{ \AA}$  považovati analogicky jako u paprsků  $\gamma$  prvý člen rovnice ( $AZ$ ) za člen charakterisující rozptyl primárních paprsků, kdežto druhý člen ( $BZ^4$ ) vyjadřuje skutečnou absorpci, danou fotoelektrickým efektem či emisí elektronů (sekundární  $\beta$ -paprsky). Konstantu prvého členu podle experimentů Ahmad-Stonových lze velmi přibližně vyjádřiti na základě Comptonovy kvantové teorie<sup>13)</sup> výrazem

$$A = \frac{\sigma_0}{1 + 2\alpha}, \quad (2)$$

kde  $\sigma_0 = \frac{8\pi e^4}{3m^2c^4} = 6.64 \cdot 10^{-25}$  a vyjadřuje úplný rozptyl daný jedním elektronem, kdežto  $\alpha = \frac{0.0242}{\lambda}$ , při čemž  $\lambda$  jest vyjádřeno v  $\text{\AA}$ .

Pro  $B$  byla zjištěna platnost identického vztahu jako pro paprsky  $X$ , totiž:

$$B = \beta\lambda^3, \quad (3)$$

při čemž za  $\beta$  dosazena poslední hodnota Richtmeyer-Warburnova,<sup>14)</sup> totiž

$$\beta = 2.24 \cdot 10^{-2}.$$

Po dosazení příslušných vztahů do rovnice (1) máme

$$\mu_a = \frac{6 \cdot 64 \cdot 10^{-25}}{1 + 2 \frac{0.0242}{\lambda}} + 2 \cdot 24 \cdot 10^{-10} \lambda^3 Z^4 \quad (4)$$

a odtud pro úhrnný (zdánlivý) hmotný koeficient absorpce («mass-absorption») dostáváme

$$\mu = \rho \frac{ZN}{A} \left( \frac{6 \cdot 64 \cdot 10^{-25}}{1 + 2 \frac{0.0242}{\lambda}} + 2 \cdot 24 \cdot 10^{-2} \lambda^3 Z^3 \right) \quad (5)$$

v kterémžto výrazu prvý člen závorky, násobený faktorem před závorkou, vyjadřuje rozptyl primárních paprsků, druhý člen rovněž násobený týmže faktorem, skutečnou absorpci.

<sup>12)</sup> Thibaud, loc. cit., Ellis Proc. Cambr. Soc. 1924, sv. 22., p. 369, Ellis-Skinner: Proc. Roy. Soc., 1924, sv. 105, p. 165.

<sup>13)</sup> Compton, Physical Review, 1923, vol. 21., p. 483.

<sup>14)</sup> Richtmeyer-Warburn, Phys. Rev., 1923, vol. 23., p. 539.

Při tom  $\rho$  = hustota absorbujícího média,  $N$  = Avogadrovo číslo ( $6.06 \cdot 10^{23}$ ) a  $A$  = atomová váha média (prvku).

Počítáme-li skutečnou absorpci pro olovo, dostaneme pro spektrum  $\gamma$ -paprsků definované Thibaudem, totiž:

$$\lambda_1 = 0.0205, \lambda_2 = 0.0110, \lambda_3 = 0.0100, \lambda_4 = 0.00704 \text{ \AA},$$

dostaneme koeficienty skutečné absorpce pro olovo:

$$\bar{\mu}_1 = 0.295, \bar{\mu}_2 = 0.0455, \bar{\mu}_3 = 0.0342, \bar{\mu}_4 = 0.0119 \text{ cm}^{-1}.$$

Jak patrně, jest tedy již absorpční koeficient druhé grupy paprsků desetkrát nižší než hmotný koeficient celého spektra  $\gamma$ -paprsků  $RaC$ , který jest vyjádřen hodnotou  $\mu = 0.50^{-1}$ .

Ježto v obecné formuli, odvozené pro ionisaci, způsobenou obsahem radioaktivních produktů v atmosféře, intervenuje  $\mu$  ve jmenovateli, získali bychom po dosazení skutečného absorpčního koeficientu  $\mu_2$  již hodnoty desetkrát vyšší, které by úplně vysvětlovaly onen nadbytek ionisace, dosud připisovaný neznámému penetrantnímu záření.

Hmotný absorpční koeficient, který vlastně jedině je směrodatným pro ionisaci v uzavřené nádobě, daleko převyšuje koeficient skutečné absorpce a to právě v důsledku intervence rozptylu.

Počítáme-li hmotný absorpční koeficient na základě rovnice (5), potom dostaneme pro nejměkčí záření  $\mu_1 = 0.79 \text{ cm}^{-1}$ , pro nejtvrďší  $\mu_4 = 0.239 \text{ cm}^{-1}$ ,<sup>15)</sup> při tom význam druhého členu závorky (skutečné absorpce) vůči členu prvému (rozptylu) klesá s klesajícím  $\lambda$  a pro  $\lambda_4$  činí okrouhle jen 5% hodnoty rozptylu, kdežto pro  $\lambda_1$  obnáší skutečná absorpce téměř 57% rozptylu. Na druhé straně člen vyjadřující rozptyl, klesá sice též s klesajícím  $\lambda$ , ale daleko pomaleji, a to v poměru

$$\Sigma_1 : \Sigma_4 = 15.7 : 6.87,$$

kde  $\Sigma_1$  a  $\Sigma_4$  jsou rozptyly pro  $\lambda_1$  a  $\lambda_4$ , jak plyne z rovnice (5). Závěr, který možno odtud učiniti, jest, že s rostoucí penetrací roste rozptyl paprsků v poměru ke skutečné absorpci tak, že při platnosti zákona (1) jest absorpce rozptylem úplně zakryta. Důsledek jest ten, že nelze ani pro velmi penetrantní záření očekávat poklesnutí hmotného absorpčního koeficientu na řád o jednotku nižší, ani když absorbujícím médiem jest olovo.

Poměry jsou ještě vyslovenější pro lehké prvky, jako na př. kyslík a vodík, skládající molekulu vody, kde skutečná absorpce obnáší nejvýš tisícinu rozptylu.

**Závěr.** Kolhörsterovy experimenty odstiňovací, které daly pro absorpční koeficient penetrantního záření hodnotu desetkrát nižší

<sup>15)</sup> V německé edici použito rovnice z práce Ahmad-Stonerovy (l. c.) pro  $\lambda = 0.020 \text{ \AA}$ , čímž předpokládám rozptylný člen konstantní pro různá  $\lambda$ ; chyba činí však necelých 50% a jest tedy pro horní úvahy řádu různých veličin se týkající, bezvýznamnou.



než pro  $\gamma$ -paprský  $RaC$ , lze, podle Hoffmana,<sup>16)</sup> vysvětliti rozptylem normálního záření  $\gamma$  radioaktivních produktů atmosféry, eventuelně vody. Horní úvahy teoretické však ukazují, že — ač-li zákon (1) pro velmi krátké vlny neprochází odlišnou formou, pro což ale není dosud nejmenších indikací — nelze ani při olověném pancéři a záření velmi tvrdém o  $\lambda = 0.007 \text{ \AA}$  očekávati poklesnutí hmotného koeficientu absorpce na hodnotu desetkrát nižší, t. j. řádu  $10^{-2} \text{ cm}^{-1}$  pro  $Pb$  v důsledku rozptylu značně převládajícího vůči skutečné absorpci při klesajícím  $\lambda$ . Teoretický výpočet ukazuje, že, aby hodnota hmotného koeficientu absorpce klesla na  $10^{-2} \text{ cm}^{-1}$  pro  $Pb$ , bylo by nutno snížit — za dosavadních předpokladů —  $\lambda$  na řád  $10^{-4} \text{ \AA}$ , tím však přicházíme k záření tak tvrdému, že jeho fotoelektrický efekt sotva by stačil ionisačně, aby přítomnost záření vůbec mohla býtjižštěna.

Lze tedy na základě experimentálním i teoretickým dosavadním penetrantní záření neznámého původu vysvětliti nejlépe zářením  $\gamma$  dosud známých radioaktivních produktů. Jaký jest ovšem kvantitativní vztah mezi účastí produktů obsažených v zemi a produktů v atmosféře, jmenovitě ve vyšších vrstvách téže, zůstává dosud otevřenou otázkou. Zde by měla značný význam systematická měření obsahu radonu, event. indukované aktivity ve velkých výškách, ježto výsledky různých, dosud ovšem nečetných měření, si navzájem dosti odporují.<sup>17)</sup> Rovněž velmi zajímavé by bylo provést odstiňovací pokusy olovem ve značných výškách, kde podle Hessa a Kolhörstera jeví ionisace v uzavřené nádobě tak silný vzestup. Nalezení týchže hodnot jako v niveau moře, event. v nadmořské výši 739 m, by odňalo poslední důvod tvrzení, že penetrantní záření atmosféry nelze vysvětliti zářením dosud známým.<sup>18)</sup>

V Praze, Státní radiologický ústav ČSR., listopad 1925.

\*

## Sur l'origine du rayonnement pénétrant de l'atmosphère.

(Extrait de l'article précédent.)

On a mesuré à Jáchymov (St. Joachimstal) les valeurs du rayonnement pénétrant („ionisation en vase clos“) et son coefficient

<sup>16)</sup> Hoffmann, loc. cit.

<sup>17)</sup> Na př. Bongardovy a Wigandovy.

<sup>18)</sup> Zatím co tato práce byla v tisku, publikoval Millikan v Nature (5. prosince 1925, p. 825) výsledek svých měření penetrantního záření ve sněhových jezírkách Muir Lake a Arrowhead Lake, které pokládá za prosty radioaktivity (?). Dochází k resultátu, že většina t. zv. penetrantního záření dá se vysvětliti  $\gamma$ -paprsky indukované aktivity, ale malá část vykazuje přes to mnohem vyšší penetraci, o absorpčním koeficientu  $\mu = 0.18 \text{ m}^{-1}$ . Millikan odtud, shodně s hořejším výpočtem, usuzuje na  $\lambda = 0.00067$  až  $0.0004 \text{ \AA}$ . Tento výsledek není vyloučen ani hořejší prací, vzhledem k malé citlivosti aparátu. Publikace M. obsahuje jinak málo kvantitativních dat.

d'absorption dans le plomb. On a trouvé, d'accord avec les résultats d'Hoffmann, que la valeur de ce coefficient d'absorption correspond à peu près à celle qu'on trouve pour les rayons  $\gamma$  du radium C. On a démontré théoriquement à l'aide de l'équation (5), dont la validité a été prouvée par Ahmad-Stoner pour tout le spectre des rayons  $\gamma$  du radium C, que ce spectre présente des longueurs d'ondes dont le coefficient d'absorption atomique est encore inférieur à la valeur réclamée par Kolhörster pour ses rayons très pénétrants d'origine soit-disant cosmique. On a montré également que l'effet de dispersion est de beaucoup supérieur à la vraie absorption atomique et qu'il doit forcément fausser toutes les recherches d'un coefficient d'absorption apparent plus petit que l'ordre du coefficient trouvé d'habitude pour le rayonnement  $\gamma$  total du radium C, même si l'on opère sur les écrans de plomb. Pour justifier un rayonnement aussi pénétrant que celui de Kolhörster, il faudrait supposer, en vertu de l'équation (5), une longueur d'onde de l'ordre de  $10^{-4}$  Å et il serait douteux en ce cas, si l'effet photoélectrique du rayonnement d'une aussi haute fréquence serait suffisant pour être décelé.

Prague, Institut du Radium, novembre 1925.

---