

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky

Přehled

Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, Vol. 61 (1932), No. 3, R72--R80

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/124113>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1932

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>

PŘEHLED.

Simpsonova teorie bouří s blesky. 1. Teorie bouří založena na několika pozorováních základních, která při srovnávacích úvahách vedla na kontrolní úsudky takové, že shoda se zkušenostmi nikde nebyla porušena.

Především to byl Lenard a později J. J. Nolan (Proc. Roy. Soc. 90, 1914), který pozoroval vznik náboje při roztříštění vodních kapek buď při jejich pádu skrze silný vodorovný proud vzduchu, nebo při vyfouknutí vody rozprašovačem. Četná pozorování ukázala, že náboj v 1 cm^3 vody byl řízen zákonem K/r , je-li K stálá,

r poloměr kapky. Je-li na 1 cm^3 kapek $N = \frac{3}{4\pi r^3}$, je náboj kapky

$\frac{K}{Nr} = \frac{4\pi r^3 N}{3r} = \frac{1}{3} K S$, kde S je povrch kapky. Lze tedy říci, že

náboj kapek jest úměrný jejich ploše, tedy roste úměrně ke vzrostu plochy. Nejmenší kapky měly $r = 5.9 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$, náboj (maximální) shledán $1.36 \text{ abs. jedn. st.}$ na 1 cm^3 při užití obyčejné destilované vody. V těchto i pozdějších pokusech zjistili Nolan a Enright vodivost vody $2.4 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1}$, což není známkou dostatečné čistoty, již lze u vodních par v přírodě odhadnout daleko výše.

Zkušenost Nolanovu lze přenést přímo na přírodu. To učinil Simpson. Nastane-li prudký proud větru, v němž se roztříští vodní kapky, vznikne na nich náboj. A kdyby se podle Simpsona jen desetina deště roztříštila, stačilo by to na vznik náboje na obyčejném dešti pozorovaného.

Zkušenost se neomezuje na vodu. Stejně roztříštěním tuhých částic na prach, ať jde o písečné bouře v tropech nebo o sněhové bouře polárních končin (Rudge), t. zv. blizzardy, mohou vzniknout silné náboje. U sněhových bouří ovšem nevzniknou elektrické náboje, dokud drobné vločky zvolna poletují. Podmínkou je předchozí vytvoření krup (ledůvka).

2. Pro ověření teorií nutno napřed změřit náboje při blesku účastné. O těch dříve byly jen odhady (Kohlrausch, Pockels). Proto C. T. R. Wilson (Proc. Roy. Soc. 92, 1916) navrhl změřit elektrické pole F vertikální ve vzdálenosti L od osy blesku. Suponuje totiž, že je v oblasti A náboj Q ve výšce H nad zemí, k němu v zemi se indukuje náboj $-Q$ v bodě A' ve hloubce H pod zemí, což dohromady představuje dipól. Při výboji zmizí a nastane v okolí změna síly určená rovnicí

$$F = \frac{2QH}{L^3(1 + H^2/L^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{2Q}{H^2(1 + L^2/H^2)^{\frac{3}{2}}}$$

kde pro $H \ll L$ platí první výraz, pro $L \ll H$ druhý. Při dost velkém L bude $F = \frac{2QH}{L^3}$, při velkém H $F = \frac{2Q}{H^2}$.

Jde-li o výboj mezi oblaky z výšky H_2 do H_1 , bude $F = \frac{2Q}{L^3} \cdot (H_2 - H_1)$, a dá se $2Q(H_2 - H_1) = FL^3$ definovat jako moment výboje.

Při měření náhlých změn pole na několika stanicích vhodně rozdělených by se dalo určit F a tím by byla naděje na určení Q a H . Wilson provedl svoje výpočty pouze z měření na jedné stanici a zajímavými výpočty došel k odhadu náboje Q na 20 coulombů. (Phil. Trans. A 221 r. 1920).

Vše má cenu jen jako kvalitativní okrouhlý odhad.

Za suposice sférického tvaru nabitých oblaků odhaduje jejich poloměr mezi 100 m a 1000 m, střední hustotu náboje 100 *abs. jedn.* / m³, maximální potenciál v okamžiku výboje 10⁹ voltů, energii výboje na $\frac{1}{2} QV = 10^{10}$ joule.

Ve skutečnosti je rozdělení velmi proměnlivé a nashromáždění nábojů nastává na krajích bouřných oblaků. Spády potenciálů měřil na síti stanic Harald Norinder (zjistil je do 200000 Volt/m). Celková povaha pole se však udržuje stálým obnovováním nábojů, i když projde oblastí bouře mnoho blesků.

Pokud jde o vznik výbojů mezi oblaky, nepodal Dr. G. C. Simpson teorie. Jen potvrzen zkušeností závěr Simpsonův, že rozvětvené blesky ve vzduchu jsou možné jen z oblaků nabitých kladně, nikoli záporně. Blesk se vždy větví na stranu odvrácenou od kladně nabitého oblaku. Většina fotografií rozvětvených blesků svědčí o oblacích nabitých kladně, blesk sestupný. Nerozvětvené blesky jsou pochybné.

Podle Simpsona blesky vycházející z oblaku kladného jsou časté, ale slabé, kdežto výboje způsobené oblaky zápornými (kladný náboj napřed v zemi indukován) by byly jen méně časté, ale velmi silné.

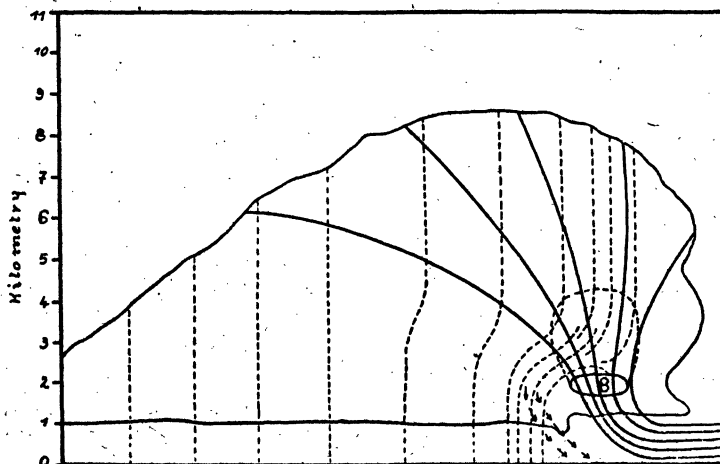
3. Zdroj bouřky je vždy nestabilita atmosféry, způsobená buď prudkým oteplením vrstev vzdušných od země sluncem vyhřáté, nebo nestejnorodými proudy vzdušnými ve výši.

Obr. 1 ukazuje proudové čáry vzduchu, jejichž hustota klesá úměrně k rychlosti větru. Svislá složka V se zvětšuje, i když absolutně rychlost větru klesá podél proudové čáry, a dosahuje maxima v dolní polovici oblaku. Ovál 8 značí místo, kde V má hodnotu 8 m/sek. Uvnitř oválu je rychlost větší, vně klesá pod 8. V oblasti oválu žádná voda nemůže spadnouti k zemi, neboť relativní rychlost vodní kapky průměru 0.5 cm jest 8 m/sek., a kapky

větší neobstojí, jsouce útvarem nestabilním. Rychlost kapky podle průměru je různá.

Pro $r = 0.01$ 0.02 , 0.2 , 2 , 3 , 4 , 5 mm
je $v = 3$ mm/sek, 32 cm/sek, 1.26 , 4.4 , 5.9 , 6.9 , 8 m/sek.

Křivky čárkované jsou dráhy deště, jež jsou na levém konci svislé, kapky padající v pravé části odchylovány vlevo větrem, ovšem následkem své velikosti jen málo. Malé kapky (mlhové) jsou strhovány do oblastí levé proudem větru.



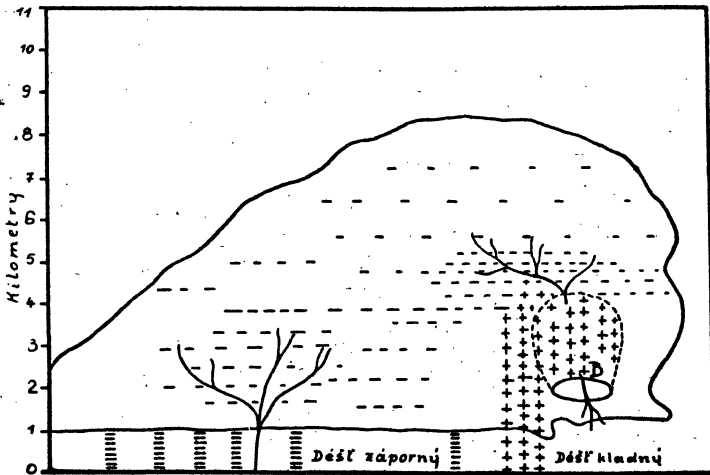
Obr. 1.

Nad oblastí největší rychlosti vertikální se nahromadí nejvíce vody. Jen velké kapky budou moci klesnout do dolní části této oblasti, kde budou znovu zachyceny proudem vzdušným a rozbity, zase se spojí a znovu klesnou, atd. Tato oblast vyznačena v obraze čárkovanou uzavřenou křivkou oválnou, jež se zdvíhá nad místem 8 m/sek rychlosti do výšky asi 4 km. Voda této oblasti strhována vlevo, kde svislé proudy jsou slabé, a spadne konečně vlevo od oblasti maximální aktivity jako průtrž mračen s kladným nábojem.

Vnitřní oblast čárkované čáry může zasáhnout do oboru teploty pod 0° C. Pak se tvoří kroupy, patrně průsvitnou vrstvou ledovou. Pokud plocha, kde V nabude 8 m/sek, není nad isothermou 0° C, hromadí se voda a tříštění kapek pokračuje.

4. Rozdělení elektriny: odpovídající podmínkám z obr. 1 podáno v obr. 2. Tam, kde $V > 8$ m/sek, nemůže se elektrina nahromadit. Nad touto oblastí, kde se kapky tříští a zase spojují

— obor *B* — nabude voda náboje kladného. Odpovídající náboj záporný se odevzdá vzduchu a hned se pohlcuje částicemi mlhy, jež jsou pouze odnášeny rychlostí větru (zanedbajíc vliv elektrického pole při oddělování elektrin). Ty účinky by nastaly, i kdyby *V* nikdy nepřekročila 8 m/sec . Ale pak by nenastalo hromadění vody, a je pochybné, že by se utvořilo elektrické pole dosti silné pro vznik blesku. Déšť utvořený v oblasti štěpení bude patrně kladný — je to výše zmíněná průtrž mračen blízko středu bouře.



Obr. 2.

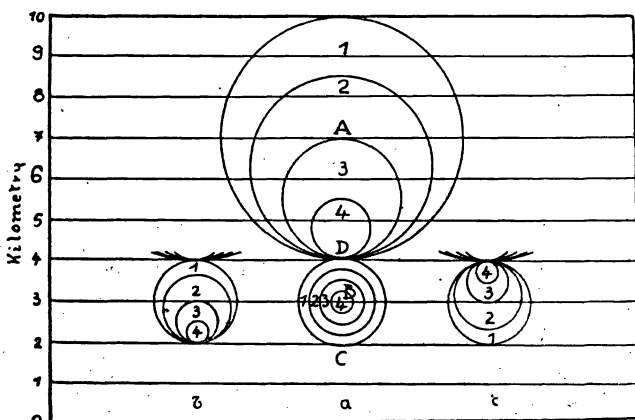
Hlavní blesky vycházejí z oblasti *B* kladné buď nahoru do záporné oblasti hlavní mlhy (větví se vzhůru), nebo do země (větví se dolů). Silné pole musí být i mezi oblakem záporným a zemí, zvláště když drobný déšť nahromadil záporný náboj v dolní části oblaku. Ježto blesk nemůže vycházet ze záporné mlhy, musí to být blesk vzestupný od země, větvíící se vzhůru.

5. Nyní je nutné ověřit tento názor pozorováním.

Bouřná mlha omezena shora stratosférou. V Evropě asi 10 km (obr. 1 a 2 se týkají poměrů evropských). V jižní Africe je stratosféra výše, od 15 km , horní mez bouřného oblaku výše, ostatní výšky úměrně zvětšeny. Odtud pro Evropu větší nebezpečí z bouřek, ježto procentně počet výbojů mezi zemí a oblakem je větší.

Skutečná měření nedovolují vyznačit proudové čáry vzduchu ani polohy ani rozsah oblasti největší rychlosti *V*. Obr. 1 značí jen možné podmínky meteorologické.

Pro odhad elektrického pole způsobeného uvnitř změněným rozdělením elektriny myslíme si oblasti *A* a *B* z obr. 2 jako koule dotýkající se zevně, při čemž menší je dole, a centrála obou je svislá. Simpson diskutoval různá rozdělení náboje a k nim příslušná rozdělení potenciálu. V obr. 3 naznačena oblast *A* jako koule poloměru 3 km mezi hladinami 4 a 10 km nad zemí, oblast *B* poloměru 1 km od hladiny 2 km do 4 km. Obě rozdělil na 4 oblasti o poloměrech v poměru čísel 1 : 2 : 3 : 4. Do koulí umísťuje náboje + 100 coul. resp. - 100 coul. a předpokládá hustoty v koulích směrem dovnitř v poměru 1 : 5 : 5² : 5³, takže vnitřní



Obr. 3.

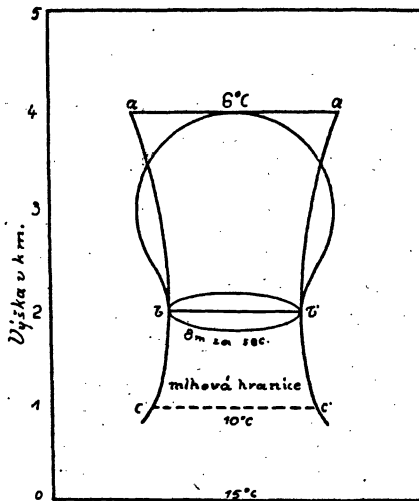
koule má hustotu jen 18-krát, větší než je průměr hustoty náboje kladného. Pole vnější bude se silně měnit s rozdělením maximální hustoty v kouli *B*. Maximum kladného náboje lze čekat nad plochou, v níž klesne rychlost *V* na 8 m/sek.

Různá rozdělení vyznačena v obr. 3. Simpson shledal, že pro obr. 3a nikde spád potenciálu nedosáhne $3 \cdot 10^4$ volt/m, nutného pro výboj. Ale v obr. 3b spád v *C* nabude $5 \cdot 10^6$ V/m, a náboj menší než 100 coulombů by stačil k výboji, v obr. 3c by vzniklo největší pole v *D* a stačilo by 50 coulombů pro výboj mezi *A* a *B*.

6. Odhad potřebného množství roztráštěných kapek provedl Simpson z měření vykonaných v Simle. Tam se náboj na 1 cm³ kapek pohyboval mezi 0 a 7 abs. jedn. el. st. Kdyby náboj specifický byl 1 abs. jedn. kladná, v oblasti štěpení, má-li celá oblast obsahovat 10 coulombů, třeba $100 \cdot 3 \cdot 10^9 = 3 \cdot 10^{11}$ gramů, což na hlavním kruhu oblasti *B* dává vrstvu 10 cm.

Za kterou dobu se nahromadí toto množství? V obr. 4 značí abc , $a'b'c'$ proudové čáry vzduchu, jež obsahuje největší část oblasti štěpení elektriny. Vzduch při 15°C u země vlhkosti 60% se ochladí vystoupením do výše 1 km na rosny bod 10°C . Tam je pata mlhy. Stoupá dále do dosažení rychlosti $V = 8\text{ m/sek}$ ve výšce 2 km (v obr. označena bb') a nad touto oblastí začne hromadění vody. Voda nepřekročí hladiny aa' při výšce 4 km.

Dejme tomu, že aa' , bb' rovny hlavnímu kruhu koule, zanebdejme variace objemu vzduchu v kouli. Hladinou bb' projde při



Obr. 4.

$V = 8\text{ m/sek}$ za sekundu: $\pi \cdot 10^6 \cdot 8 = 25 \cdot 10^6\text{ m}^3$. Je-li v 1 m^3 vzduchu 17% páry vodní, vstoupí do oblasti B za sekundu $25 \cdot 17 \cdot 10^6 = 425 \cdot 10^6$ gramů. To spadne jako déšť mimo páru nesraženou, jež hladinou aa' projde při teplotě 6°C , která v 1 m^3 obsažena v množství 7 gramů. Ztráta je tedy $175 \cdot 10^6\text{ g}$ za sekundu, takže nahromaděné vody zbude $250 \cdot 10^6\text{ g}$ za sekundu. Celé nahromadění by vyžadovalo $3 \cdot 10^{11} : 2 \cdot 5 \cdot 10^8 = 10^3\text{ sek} \approx 17\text{ min}$.

To je čas příliš krátký, aby se bouře s blesky rozvinula.

Nechť polovina kapek je dost velkých (poloměr 0.25 cm , objem 0.067 cm^3), aby se rozšly proudem vzduchu. Počet kapek vhodných by tedy byl $3 \cdot 10^{11} : 2 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 2 \cdot 10^{12}$. Ježto rozbití jedné kapky dá $5 \cdot 10^{-3}\text{ abs. jedn. el. st.}$, daly by předchozí kapky rozbitím $2 \cdot 2 \cdot 10^{12} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\text{ abs. jedn.} = 3 \cdot 5\text{ coulombů}$. Pro vznik 35 coulombů nutných průměrně pro blesk by se kapky

musely rozbít 10krát. To vše ukazuje čísla přijatelná pro rozdělení elektřiny, nahromadění vody, při čemž se nepřekročí přípustná rychlost výstupných proudů ani očekávaný počet roztržení.

7. Dodatek. Mathiasova teorie o látce bleskové. Vznikne-li výboj vzduchem, tvoří se na dráze jisté sloučeniny dusíku a kyslíku, jež vyplní tenkou trubicí a jsou při vysoké teplotě vzniku stabilní. Pochod jest endotermický, t. j. spotřebuje teplo, látka blesková jest obdobná s látkou výbušnou velké vnitřní energie, a tato se uvolní při ochlazení. Při lineárním blesku jest ochlazení velmi snadné a náhlé. Při rozkladu látky bleskové se vzduch silně roztáhne a hned do vakua utvořeného srazí, čímž se rána zesílí a prodlouží.

Někdy se neznámými okolnostmi udrží „trubice“ látky bleskové s jistou stabilitou, čímž vzniknou tvary světelné hadovitě, někdy pozorované po úderu blesku. Jindy se blesk rozloží na perličky, jejichž jasná zrna vybuchují nebo mizí odděleně. Jindy zase se trubice svine v kouli.

V tomto případě se ochlazuje na nejmenší možné ploše. Blesková hmota podrží svoje teplo zrodu déle. Zůstane stabilní před výbuchem. Proto je tolik popisů kulového blesku.

Tento článek je vyňat z referátu p. E. Mathiase, ředitele observatoře pro geofysiku na Puy-de-Dome, o blesku na kongresu „Mezinárodní Unie geodetické a geofyzikální“, konaném v Praze 1927. Jiný referát o dnešním stavu této otázky podal p. Jean Labadié na str. 109 a násl. v časopise „La Science et la Vie“ r. 1931.

Metoda měření ionisace v horních vrstvách atmosféry. Pokusné vyšetření elektrické struktury horní atmosféry elektrickými vlnami jako pomůckou vyšetřovací ukázalo, že jsou dvě hlavní oblasti ionisační, kde se vlny odrážejí. Dolní oblast je vrstva Kennellyova-Heavisideova, jež odráží dlouhé vlny při přechodu do velké vzdálenosti. Horní oblast je daleko bohatší ionisační, takže, když vysíláme vzhůru vlny stále rostoucí frekvence (zmenšující se vlnové délky), najdeme, že při jisté frekvenci se vlnění dolní oblastí právě propustí, ale na horní odrazí.

V nejnovějších pokusech shledáno, že ta frekvence je nápadně ostrá a proto se dá vzít za míru ionisace dolní oblasti.

Vztah mezi kritickou frekvencí f a hodnotou N maxima elektronů v 1 cm^3 se odvodí takto: Vlny vyslané do ústředí postupně rostoucí ionisace se odrazí na oblasti, kde se index lomu blíží k 0. Pro magnetooptické ústředí jako dolní atmosféra ukázal autor (Proc. of the Internat. Union of Radiotelegraphy I, Part I, 1928), že se takových podmínek dosáhne pro nějaký směr vzhledem na magnetické pole H_0 , buď když

nebo

$$\mu^2 = 1 - \frac{Ne^2}{\pi m} : \left(f^2 + \frac{1}{3} \frac{Ne^2}{\pi m} \right) = 0$$

$$\mu^2 = 1 - \frac{Ne^2}{\pi m} : \left(f^2 \pm ff_H + \frac{1}{3} \frac{Ne^2}{\pi m} \right) = 0$$

podle polarisace vln. e je náboj elektronu, m jeho hmota,

$$f_H = \frac{H_0 e}{2\pi w c}$$

Výsledky pokusů (Proc. Roy. Soc. 117, p. 576) vedou podle druhé rovnice ke znamení $+$ při ff_H . Vztah mezi maximem obsahu elektronů N a kritickou frekvencí jest

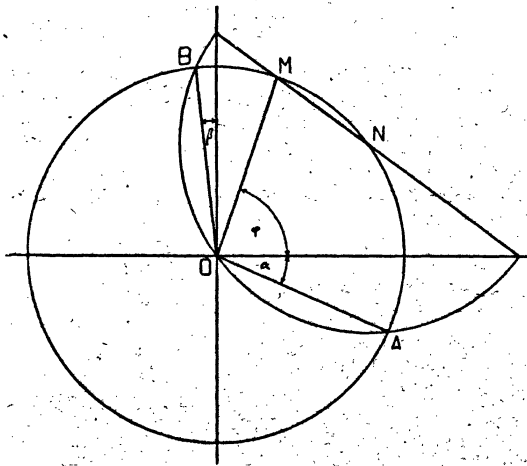
$$N = \frac{3\pi m}{2e^2} (f^2 + ff_H).$$

Pokusy konány mezi National Physical Laboratory, Teddington, a přijímací stanicí v King's College, London a Radio Research Station, Dogsthorpe, Peterborough. Při dnešním stavu techniky pokusné bylo lze změřit jednu frekvenci za 1 hod. Ale auktor soudí, že při rozmnožení počtu pracovníků bylo by lze zkrátit potřebnou dobu na $\frac{1}{3}$ hod. Pozorování za 24 hod. ukázalo, že nad jižní Anglií jest $N = 2 \cdot 10^5$ elektronů v 1 cm^3 v poledne, potom klesá do $3 \cdot 10^4$ po většinu noci. Asi půl hodiny před východem slunce nastane náhlý vzestup, až dosáhne 6-násobku v poledne.

Tato denní variace je podobná té, již Chapman usoudil (Proc. Phys. Soc. 43. 26. 1. 1931) pro záření monochromatické.

(Vyňato z Nature No. 3197, 7. 2. 1931, E. W. Appleton.)

Trisekce úhlu. Petr A. Typpa (Comptes Rendus du Congrès International des Mathématiciens 1920 (Strassbourg) p. 203.)



Vrcholem O úhlu $\varphi = XOM$, jež máme rozdělit na tři stejné díly, vedme kruh poloměru r , jež protne rameno v bodě M . Nechme bodem M procházet úsečku, jejíž konce se smýkají po osách OX a OY . V poloze, kdy právě to nastane, nechť jest N druhý průsek její s kruhem. Z něho jako středu opišme kruh poloměru r , jež pro-

tne kruh O v bodech A a B . Je-li $\sphericalangle BOY = \beta$, $\sphericalangle XOY = \alpha$, potom $\alpha + \beta = 30^\circ$, neboť oblouk \widehat{AB} odpovídá 120° .

Potom $\sphericalangle XON = 60^\circ - \alpha = 2\alpha + 2\beta - \alpha = \alpha + 2\beta = \sphericalangle NXO$
 $\sphericalangle MNO = 2(\alpha + 2\beta) = 2\alpha + 4\beta = \sphericalangle NMO$,

tedy

$\sphericalangle MON = 180 - 2 \cdot \sphericalangle MNO = 6\alpha + 6\beta - (4\alpha + 8\beta) = 2\alpha - 2\beta$,
 z čehož

$$\varphi = \sphericalangle XOM = (\alpha + 2\beta) + (2\alpha - 2\beta) = 3\alpha, \text{ takže } \alpha = \frac{1}{3}\varphi.$$

Recenze. Sir James Jeans: Vesmír kolem nás. Z angličtiny přeložil Dr. Boh. Mašek. Praha 1931, br. Kč 36.—, váz. Kč 48.—.

Je to vzácná kniha i bohatstvím látky i uspořádáním. Zůstávajíc důsledně na půdě zjištěných fakt, uvádí čtenáře do světa zákonů spořádání nejmenších částic, jejichž rozsah je nepředstavitelně malinký, ukazuje postupně zbudování těles nebeských, jejich systémů, poučuje o sestavách těchto do nesmírných skupin v počtu nepředstavitelném i v rozsahu tak ohromném, že v něm i časy potřebné ke znatelným změnám přesahují myslitelné stáří lidstva.

Kniha poučuje o orientaci ve vesmíru, o fyzikálních vlastnostech prostoru, o záření, jež je hlavním zdrojem našeho poznání světa, o podstatě hmoty, vzniku hvězd i jejich vývoji, a podává výhledy do daleké minulosti i budoucnosti. Uhrnem podává po stránce astronomické velmi úplný názor světový.

Výklad všude doveden do doby nejnovější, založen na dokonalém ovládnutí všech pramenů, které pokud třeba i citovány, ale tak uspořádán, že je přístupný každému průměrnému čtenáři. Vzbuzuje velmi živé jeho obrazotvornost ve smyslu nejušlechtilejším, a tím mu poskytne požitek rovnocenný s nejlepší prací poetickou.

Velmi četné poznatky objasněny výkresy a 28 tabulek s fotografickými snímky podporuje pochopení.

V dnešní záplavě našeho knižního trhu překladovou literaturou, namnoze nevídanou, je Jeansovo dílo vynikající výjimkou i po stránce vnější úpravy i po stránce textové. Pokud se vyskytly některé tvrdosti syntaktické, dají se omluvit už tím, že nejsou četné, a že názory o zákonech stavby větné nejsou u nás dost ustáleny.

Všichni, kdož se přičinili o zdar tohoto díla, zaslouží, aby se jim dostalo uznání co největším rozšířením knihy.