

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Jaroslav Tauer

Co rozumíme pojmem exosféra?

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 5 (1960), No. 2, 185--186

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/137045>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1960

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*.



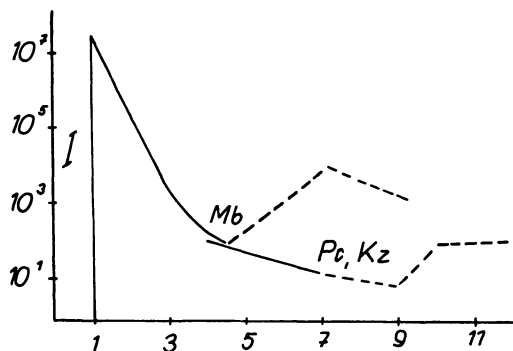
This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

CO ROZUMÍME POD POJMEM „EXOSFÉRA“ ?

Výzkum atmosféry prodělal dlouhý vývoj. Postup výzkumu se děl zdola nahoru a ještě zhruba před půl stoletím byla známa pouze troposféra a stratosféra, sahající do výšek od 11 do 60 km. S vynálezem radiotelegrafie a šíření rádiových vln vůbec bylo spojeno i objevení dalších vrstev zemské atmosféry — ionosféry. Zanedlouho potom bylo zkonstatováno, že ani zde zemská atmosféra nekončí, nýbrž že existuje další prostor za hranicí ionosféry, který byl nazván exosférou. Co tento prostor obsahuje, bylo dlouhou dobu pouze předmětem dohadu. Byly vysloveny názory, že jde o prostor vzduchoprázdný, jiné zase tvrdili, že zde je slabá koncentrace plynů. Pod pojem exosféra se zahrnovalo vše, co bylo nad ionosférou, tj. zhruba výše než 600 km.

V poslední době se však ukazuje, že ani tento názor není zcela správný. S vývojem magnetohydrodynamiky*) a se snahou o vysvětlení příčin variací geomagnetického pole, hlavně pak s bádáním o jeho mikrostruktuře, se začíná jevit tento problém v jiném světle. V práci japonských geofysiků se objevuje již určitá definice [1]: „Meziplanetární plyn uzavřený v dutině, kterou měli na mysli Chapman a Ferraro, jež se vytvoří relativním pohybem mezi Zemí a proudem solárních korpuskulí, nebo mezi Zemí a meziplanetární hmotou vlivem zemské rotace, se jmenuje zemská vnější atmosféra neboli exosféra.“

Svislá osa — koncentrace částic na cm^3 ;
vodorovná osa — vzdálenost v zemských poloměrech I — ionosféra, Mb — křivka odvozená z pozorování magnetických bouří; Pc, Kz — křivka odvozená z pozorování pc pulsací a kosmického záření.



Z této definice je jasné vidět, že exosféra jednak tvoří vrstvu ohraničenou jak zdola tak shora, jednak, že nejde o prostor vzduchoprázdný, nýbrž naopak, že jde o prostředí plyné. Bezpečným důkazem tohoto tvrzení je Storey-ho objev tzv. „whistling atmospherics“ — ionosférických hvizdů. [2]. Tyto hvizdy jsou elektromagnetické vlny, které se šíří podél geomagnetických siločar ionizovaným plynem v exosféře. Tento jev dal možnost nejen vypočítat intenzitu magnetického pole v kulminacním bodě, ale i ukázal, že v tomto prostoru, který byl dříve považován za téměř vzduchoprázdný, někdy dokonce i za úplné vakuum, existuje značná iontová koncentrace plynů. Na základě Storey-ho práce pak byly dodatečně odvozeny velmi rozumné hodnoty pro elektronovou koncentraci až do vzdálenosti 4 zemských poloměrů, tj. asi 25 000 km. Z názorného grafu (viz obr.) v článku T. OYASHI [3] je vidět řádové rozložení iontové koncentrace od ionosféry až po meziplanetární prostor, odvozené z několika druhů pozorování. Pro náš případ by bylo nejvhodnější přidržet se dvou nejúplnějších křivek odvozených na základě pozorování pc pulsací, kosmického záření a z magnetických bouří.

Ze Storey-ho výzkumu [2] hvizdů vyplývá, že iontová koncentrace od 1500 km do výšky několika tisíc kilometrů je řádu 10^4 až 10^3 částic/ cm^3 . Z pozorování hvizdů HELLIWELLEM na Aljašce [4] byla odvozena iontová koncentrace ve vzdálenosti 4 až 5 zemských poloměrů, jejíž výsledná hodnota byla 25 částic/ cm^3 . Tyto hodnoty dobře souhlasí s čísly,

* Nauka o pohybu elektricky vodivých tekutin v magnetickém poli.

odvozenými pomocí geomagnetických pozorování, a zdají se podporovat tento model zemské atmosféry.

Poslední pozorování zodiakálního světla Siedentophem a Behrem [5] ukazují na elektronovou koncentraci v meziplanetárním prostoru řádu 600 částic/cm^3 . I tato hodnota podporuje graf, odvozený z geomagnetického a kosmického pozorování.

Objevuje se nám tu určité hraniční pásmo ve výšce asi 8 až 9 zemských poloměrů, které ohraničuje zemskou atmosféru. Na jeho vnitřní straně, kde působení zemské tíže je velmi malé, má hlavní úlohu při dynamice prostředí magnetický tlak, který strhuje částice s sebou a uvádí je v rotaci se Zemí. V hraničním pásmu prudce vzrůstá iontová koncentrace. Toto má dvojí důsledek. Jednak vlivem rotace magnetického pole uvnitř hraničního pásma vznikají vířivé proudy, které stíní meziplanetární prostor od působení magnetického pole; jednak z vnější strany hraničního pásma působí kinetický tlak částic, který se vyrovná tlaku magnetického pole a zamezuje tak strhávání částic v meziplanetárním prostoru do rotace se Zemí. Z toho je tedy vidět, že právě v tomto hraničním pásmu prakticky přestává působit vliv zemského tělesa. Tento fakt se zdá vhodným kritériem pro určení rozsahu exosféry, neboť zde vlastně končí exosféra jako nedílná součást zemské atmosféry.

Pro studium geomagnetického pole je důležité si povšimnout i toho, že v hraničním pásmu mezi exosférou a meziplanetárním prostorem končí i jeho vliv odstíněním vířivými proudy, vzniklými vně hraničního pásma v meziplanetárním plynu. Geomagnetické pole se tedy na základě tohoto modelu ocitá v jakési dutině, uzavřené indukovanými proudy, a jeho vnější hranice působení se mění pouze pod vlivem velkých nárazů korpuskulí emitovaných ze Slunce při zvýšené aktivitě např. (erupce). Tyto změny se projevují v geomagnetickém poli, jak známo, poruchami, které jsou zaznamenány jako geomagnetické bouře. Během zdánlivého geomagnetického klidu však existuje mezi exosférou a meziplanetárním plynem stále vzájemné působení, které se zdá být příčinou krátkoperiodických variací, v současné době intenzivně zkoumaných.

Literatura

- [1] Kato, Watanabe, The Science Reports of the Tohoku University, Fifth Series, Geophysics, Vol 10, No 3, 1959 (119–120).
- [2] Storey, Phil. Trans. Roy. Soc., A 246, 1953 (113).
- [3] Obayashi, Report of Ionosphere Research in Japan, Vol. XII, No 3, 1958 (316).
- [4] Helliwell, Low Frequency Propagation Studies, Part I, AFCRC-TR-56-189, Univ. Stanford, 1958.
- [5] Siedentoph, Behr, Zs. Astrophys., 32, 19, 1953.

Jaroslav Tauer, prom. fyzik,
Geofyzikální ústav ČSAV, Praha