

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

V. G. Fesenkov

Nové výsledky studia mezihvězdného a meziplanetárního prostředí

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 4 (1959), No. 6, 701--704

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138385>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1959

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>

ASTRONOMIE

NOVÉ VÝSLEDKY STUDIA MEZIHVĚZDNÉHO A MEZIPLANETÁRNÍHO PROSTŘEDÍ*)

Akademik V. G. FESENKOV

Astrofyzikální institut AV Kaz. SSR (Alma-Ata)

Dnes již není třeba dokazovat, jak vážnou otázkou je vyšetřování prostředí, vyplňujícího prostor mezi hvězdami. Toto prostředí je složeno, jak známo, z plynu a prachu navzájem promíseného, a tvoří difusní oblaka, oddělená rozsáhlými prostorami, které jsou vyplněny ještě více zředěnou hmotou. Průměrně připadá na 1 km^3 prostoru přibližně 10^{-7} g látky, a z toho asi 1% připadá na jemný prach, zatím co zbytek tvoří plyn, především vodík. Vlivem kosmického prachu dochází k absorpci světla, dobře pozorovatelné v optickém intervalu kmitočtů; podrobným studiem této absorpce se zabýval O. A. Melnikov, který zjistil, že se mění nepřímou úměrně první mocnině délky světelné vlny a se vzdáleností se zvětšuje. V důsledku toho nabývají vzdálené hvězdy načervenalé barvy.

Mezihvězdné prostředí je pod vlivem nejen gravitačních sil, ale i magnetického pole; podél siločár probíhá hlavně pohyb iontů a elektronů. Kromě toho na ně působí pole záření nejbližších žhavých hvězd i celkové pole Galaxie. Jak ukázal B. Strömgen, vodík v kosmickém prostoru, a tím více i ostatní plyny, se dostává do ionisovaného stavu pod vlivem záření typické žhavé hvězdy např. typu O v rozmezí vzdáleností do 100 pc, tj. $5 \cdot 10^5$ poloměrů sluneční soustavy. Při změně v záření hvězdy (takových nestacionárních hvězd je mnoho) se mění i rozměry ionisované oblasti. To souvisí s náhlým porušením teplotních poměrů v kosmickém prostředí; dochází k mísení látky a ke změně hustoty v různých bodech prostoru. Korpuskulární záření, které je zvláště silné u hvězd raných spektrálních tříd, doplňuje mezihvězdné prostředí a zároveň mění jeho vlastnosti. Hvězdy tedy nepochybně ovlivňují okolní plynoprachové prostředí velmi intenzivně. Sledujeme-li zároveň složité tvary plynoprachových mlhovin a jednotlivá hvězdná seskupení, zjišťujeme překvapující souvislosti mezi hvězdami a mlhovinami, které mohou být zřejmě vysvětleny jedině tím, že hvězdy nedávno vznikly uvnitř těchto mlhovin. Např. známá mlhovina v Orionu je středem, z něhož se hvězdy „rozlétají“ v téměř radiálních směrech, a tento nezvratný proces mohl zřejmě vzniknout teprve nedávno — podle poslední práce Strandovy pouze před 1/3 milionu let. O tom též svědčí i dobře známá soustava Lichoběžník ve středu mlhoviny, která je v nestabilním stavu, jak je patrné již z její formy, a která

*) Akademik B. Г. Фесенков, Astrofyzikální institut Akademie věd Kazachské SSR (Alma-Ata), *Новое в изучении межзвездной и межпланетной среды*, Природа, 1959, č. 2.

tedy také zřejmě vznikla nedávno. V podobném nestabilním stavu jsou i tzv. hvězdné asociace, které objevil V. A. Ambarcumjan a jeho spolupracovníci. Hvězdné asociace sestávají z hvězd raných spektrálních typů, které se pohybují radiálními rychlostmi řádově desítek kilometrů za vteřinu ze společného geometrického středu, v němž zřejmě také vznikly. Tyto útvary se vyskytují také v oblasti temných absorbujících mlhovin a vznikly rovněž před nedávno.

Vyšetřujeme-li podrobně zvláštnosti ve struktuře plynoprachových mlhovin a hvězdného pole, které je s nimi spojeno, v řadě případů najdeme těsné hvězdné řetízky, které se často táhnou podél úzkých temných vláken v mlhovinách. Ovšem v libovolném dostatečně hustém hvězdném poli můžeme najít úplně náhodné skupiny hvězd, které jsou zdánlivě mezi sebou fyzikálně spojeny, to je však tím méně pravděpodobné, čím je hvězdné pole řidší.

D. A. Rožkovskij vyfotografoval na Horské astrofyzikální observatoři poblíž Alma-Aty řetízek, ležící v souhvězdí Kasiopeji ($\alpha = 0^h47,^{m}4 : \delta = 56^\circ3'$) v blízkosti galaktické mlhoviny NGC 281, který se skládá ze sedmi hvězd přibližně stejné jasnosti. Pravděpodobnost toho, že by tento řetízek byl pouze náhodným seskupením, je zcela nepatrná. Kromě toho existuje ještě jiné, čisté fyzikální kritérium pro posouzení reálnosti podobných řetízků, a to přibližně shodná nejen jasnost, ale i barva u všech hvězd, které tvoří řetízek. Shoda barvy při stejné zdánlivé svítivosti ukazuje i na rovnost absolutních svítivostí hvězd, tj. ukazuje na to, že všechny hvězdy v řetízku jsou od nás stejně vzdáleny, což potvrzuje jejich vzájemný fyzikální vztah. K tomuto závěru dospěl D. A. Martynov se svými žáky.

Avšak jestliže takovéto útvary jsou skutečně fyzikálně jednotnými soustavami, jsou pak dokonale nestabilní a zřejmě tedy vznikly zcela nedávno. Hvězdné řetízky mohou být přirozeně v nějakém vztahu ke strukturálním zvláštnostem plynoprachových mlhovin, v nichž pravděpodobně vznikly. V každém případě však výsledky současné astrofyziky a zejména výzkumy sovětských astronomů vedou k vysvětlení vzájemného působení mezi hvězdami a hmotou rozptýlenou v naší Galaxii a zároveň s tím k vyjasnění problému vzniku hvězd.

Řada autorů vyšetřovala vznik globulí, tj. hustých kulových útvarů z temné absorbující hmoty, které jsou pozorovány na pozadí mlhovin; objasňuje se úloha prашných částic, které působí ochlazení plynného prostředí atd. Podle podrobného rozboru rozložení globulí, které provedl D. A. Rožkovskij na základě nedávno vydaného Palomarského Atlasu oblohy, nejsou globule rozloženy v Galaxii náhodně, nýbrž jsou převážně spojeny s plynoprachovými mlhovinami. Kondensace globulí zřejmě vede v konečné fázi ke vzniku hvězdy nebo celé hvězdokupy. Ke vzniku hvězdokupy dochází, je-li prvotní rotační moment globule příliš velký, aby si jej mohla uchovat pouze jediná hvězda a zůstala přitom stabilní. Na Mezinárodním astronomickém sjezdu v Moskvě v srpnu 1958 byla věnována řada přednášek problému evoluce hvězd a objasnění toho, jakým způsobem je tento proces spojen s různými fyzikálními a kinematickými zvláštnostmi pozorovaných hvězdných seskupení. Je to velmi složitá otázka a vyžaduje další podrobné vyšetřování.

Vzájemné působení mezi hvězdami a mlhovinami je charakteristické pro současnou epochu života naší Galaxie. Naše Slunce je přitom velmi stará hvězda, která vznikla v prvních obdobích existence Galaxie. Velké planety, jako např. Jupiter a Saturn, jsou složeny převážně z lehkých plynů, vodíku

a helia, které v teplotních poměrech naší Galaxie nikdy nemohly v meziplanetárním prostoru být zkondensovány v kapalném nebo tuhém skupenství. Tyto planety jsou zřejmě pouze zbytky prvotních planetárních kondensací. Tímto způsobem také planety typu Země v procesu svého formování ztrácely hmotu. To můžeme názorně vidět na příkladu Země. Pro Zemi je charakteristický nápadný nedostatek lehkých plynů, které kondensují při nízké teplotě, především vodíku, a rovněž nepatrné množství těžkých inertních plynů v atmosféře, ve srovnání s jejich velkým obsahem ve vesmíru. Kromě toho původ Měsíce, který vznikl jako druhé kondensační jádro ve vzdálenosti nepřevyšující dva Rocheovy intervaly a vzdálil se postupně od Země vlivem slapového tření, lze pochopit pouze za předpokladu, že Země měla dříve podstatně větší hmotu a zejména značně větší rotační moment. Dostatečně hustá plynoprachová mlhovina, která dříve obklopovala Slunce a ve které vznikly planety a ostatní tělesa sluneční soustavy, se ovšem už dávno rozptýlila.

Dnes má meziplanetární prostředí zcela jiné vlastnosti než dříve. Vlastnosti dnešního meziplanetárního prostředí, rozptylujícího sluneční světlo, jsou názorně patrné na úkazu zvířetníkového světla, které se vyskytuje převážně podél ekliptiky a je proto zvláště dobře viditelné na obratnících.

V souvislosti s programem Mezinárodního geofysikálního roku vypravila Akademie věd SSSR expedici do jižního Egypta, jejímž úkolem bylo pozorování zvířetníkového světla a optických vlastností atmosféry, především těch, které souvisí s vysokými vrstvami, kde lze očekávat výskyt drobného meteorického prachu. Expedice pracovala dva měsíce jižně od Assuánu v Libyjské poušti pod obratníkem Raka a shromáždila množství dat, na jejichž základě lze dojít k řadě závěrů o vlastnostech meziplanetárního prostředí. Ukázalo se např., že zvířetníkové světlo má čistě spojitě spektrum. Obvyklé emisní čáry nočního nebe se v něm nezesilují, na rozdíl od toho, co se předpokládalo dříve. Jeho barva se prakticky neliší od barvy slunečního světla. Poměrně značnou polarisaci zvířetníkového světla lze plně objasnit optickými vlastnostmi jemného kosmického prachu, který se vyskytuje ve vysokých vrstvách atmosféry. Není tedy třeba předpokládat dodatečný rozptyl světla volnými elektrony. Naopak, všechny pozorované vlastnosti zvířetníkového světla se dají vysvětlit rozptylem slunečního světla vlivem kosmického prachu bez podstatné účasti plynu. Maximální hustota plynu ve vzdálenosti ekliptiky může být maximálně 20–30 atomů a volných elektronů na 1 cm^3 , nikdy ne 600–800, jak se dosud předpokládalo.

Isofoty zvířetníkového světla, pozorované na obratníku, jsou nepochybně užší než ty, které jsou např. viditelné v podmínkách středoasijských pouští, kde je ekliptika značně skloněna k obzoru; to ukazuje na druhotnou příčinu světla noční oblohy, totiž na rozptyl zvířetníkového světla troposférou. Osvětlení noční oblohy zvířetníkovým světlem se dosud vůbec nebralo v úvahu. Avšak užší isofoty zvířetníkového světla, které byly nalezeny, i když se uvažovaly všechny druhotné zdroje světla, nedovolují, aby jeho původ byl vysvětlován vlivem postupného rozpadu asteroidů, k němuž ovšem také dochází nepochybně, o čemž svědčí nevelké „kosmické“ stáří celé řady vyšetřovaných meteoritů.

Abyste mohly být objasněny všechny pozorované jevy, je třeba připustit, že se meziplanetární prostředí neustále doplňuje rozpadem asteroidů i periodických komet, a zároveň neustále dopadá na Slunce a částečně je ze sluneční soustavy vypuzováno tlakem slunečního záření. V okolí dnešního Slunce je

velmi mnoho prachu a velmi málo plynu. Tento meziplanetární prach je druzhotného původu a nepřímě svědčí o existenci těles typu asteroidů nebo komet, z nichž vznikl. Difusní mlhoviny se spojitým spektrem kolem některých hvězd mohou tedy také nepřímě ukazovat na existenci analogických těles v kosmickém prostoru.

Přeložil Jaroslav Ruprecht

VULKANICKÁ ČINNOST NA MĚSÍCI¹⁾

N. A. KOZYREV, doktor fys.-mat. věd,

Hlavní astron. observatoř AV SSSR (Pulkovo)

Morfologie měsíčního povrchu dokazuje zcela přesvědčivě, že relief Měsíce se vyvíjel postupně, v důsledku opakovaných zdvihů a poklesů měsíční kůry. Důkazem poklesu částí měsíčního povrchu, provázeného vznikem trhlin a rozlitím žhavé hmoty, jsou nakloněné a „zpola zaplavené“ krátery na okrajích měsíčních moří. Příkladem zdvihu měsíční kůry, provázeného značnou expansí, je pozoruhodné údolí v Měsíčních Alpách, široké 10–15 km a dlouhé přes 100 km, jehož svislé okraje jsou podobného tvaru. S podobnými tektonickými procesy byla nepochybně spojena i vulkanická činnost.

Představme si, jak z měsíčního nitra vystupují na povrch proudy žhavé hmoty. Protože chybí atmosféra, plyny adsorbované v lávě z ní bouřlivě unikají a vzniká tak porézní struktura. V důsledku toho musí být horniny, z nichž jsou složeny povrchové vrstvy Měsíce, neobyčejně porézní, s téměř nulovým koeficientem tepelné vodivosti. Takto se dá pravděpodobně vysvětlit, že koeficient tepelné vodivosti měsíčního povrchu je stokrát až tisíckrát menší ve srovnání se zemským povrchem. Docházelo-li k vylévání žhavé hmoty, tj. magmatu, v různých částech měsíčního povrchu v různých epochách, nemohly unikající plyny vytvořit u Měsíce pozorovatelnou atmosféru. Neustálým bombardováním měsíčního povrchu slunečními korpuskulami, tvrdým slunečním zářením a mikrometeority nabývají totiž částice atmosféry rychlosti převyšující rychlost parabolickou (kolem 2,4 km/s,²⁾ to znamená, že unikají a nemohou se kolem Měsíce shromažďovat. V případě, že nebeské těleso již má dostatečně mocnou atmosféru, je to něco jiného. Pronikání částic se pak podobá hlubinné explozi, při níž je energie předávána velkým hmotám, takže jednotlivé částice plynu nabývají jen malých rychlostí, při nichž nemůže nastat disipace atmosféry. Neměl-li tedy Měsíc dostatečnou atmosférou hned na počátku, nemohl si ji tímto způsobem postupně vytvořit.

Příčina tektonických procesů a vnitřní energie u kosmických těles je dosud neznámá. Je však v každém případě jasné, že velké těleso má při stejných koeficientech tepelné vodivosti více možností zachovat si a shromažďovat vnitřní energii než těleso malých rozměrů. Tyto úvahy zdánlivě svědčí proti tomu, že by se u Měsíce mohla zachovat možnost tektonických procesů až do současné doby. Avšak vezmeme-li v úvahu neobyčejně malou tepelnou vodivost měsíčního povrchu, dojdeme k závěru, že Měsíc může shromažďovat a uchovávat si vnitřní energii ještě lépe než naše Země. Proto na Měsíci mohou horotvorné pochody probíhat i nyní, a dokonce i intenzivněji nežli na Zemi. Docházíme k zajímavému a poněkud paradoxnímu závěru: nepřítomnost atmosféry, která vede k pórovité struktuře povrchu a tím silně snižuje výměnu tepla, působí příznivě na hromadění vnitřní energie a na rozvoj horotvorných procesů.

¹⁾ Н. А. Козырев, Доктор физико-математических наук, Главная астрономическая обсерватория АН СССР (Пулково), *Вулканическая деятельность на Луне*, Природа, 1959, č. 3.

²⁾ Velikost kosmických rychlostí závisí na hmotě mateřského nebeského tělesa. U zemského povrchu je parabolická rychlost (tj. rychlost nutná k tomu, aby se těleso vymanilo ze zemského gravitačního pole) 11,2 km/s. Pozn. překl.