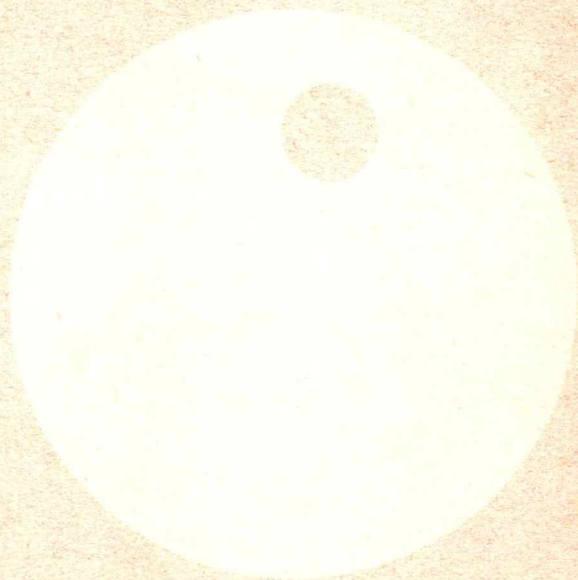




KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

3/1975



KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1975

číslo 3

J. Šilhán

Komety a vznik planet

Článek je psán volně podle Ernest J. Öpik: Comets and the Formation of Planets, Astrophysics and Space Science 21 (1973), str. 307-398.

Středověké pověry přeceňovaly význam komet a přisuzovaly jim moc, kterou nemají. Vědecký výzkum ukázal, že jde o tělesa řádově kilometrových rozměrů. Někteří astronomové proto pokládají komety za kosmické smetí bez jakéhokoli významu ve vesmíru. Zřejmě i toto je extrém neodpovídající pravdě. Cílem tohoto článku je ukázat kosmogonický význam komet. A ten je opravdu veliký. Jsou důvody, abychom se domnívali, že to, co marně hledali kosmonauté na Měsíci - totiž prapůvodní hmotu z doby před vznikem zemské kůry - bude jednou nalezeno právě v kometárních jádrech.

1. Dnešní představy o kometách

Úvodem poznamenejme, že se v článku pokusíme o revizi dosavadních údajů. Navrhne změnu v přijímaných hodnotách pro hmotnosti, hustotu, průměry a chemické složení kometárních jader, zredukujeme i počet jader v Oortově oblaku. Zatím však si uvedeme několik čísel přijímaných dosud.

Kometou v několika směrech typickou je Halleyova kometa. Má jádro o průměru asi 11 km a hmotnosti přibližně $8 \cdot 10^{14}$ kg. V blízkosti Slunce se jádro zahřívá, plyny sublimují a dávají vznik komě. Koma je oblak fluoreskujících plynů o rozměru až 10^7 km a hmotnosti $2 \cdot 10^9$ kg. Na první pohled jde o značné množství hmoty, ale objem, který zaujímá, je ještě větší. Vypočteme-li hustotu, dostaneme nepatrné číslo - asi $4 \cdot 10^{-15}$ kg m⁻³, tj. řádově 10^{-15} část hustoty zemské atmosféry. Pokračováním kometární komy je ohon, kam se plyny z komy přesouvají tlakem slunečního záření. Spektrální analýza ukazuje v kometárních plynech pásy sloučenin. V komě jsou přítomny molekuly C₂ a CN, v ohonu ionty CO⁺, abychom jmenovali alespoň některé.

Plyny, které jednou vstoupily do komy, jsou pro kometu nenávratně ztraceny. Rozptylují se do prostoru a na jejich místo z jádra sublimují další. Takto ztrácí jádro při každém průchodu perihelem značné množství hmoty. Odhaduje se, že Halleyova kometa ztratí při každém průchodu kolem Slunce vrstvu silnou 3 metry. Kometa tedy vydrží 2000 průchodů neboli - vezmeme-li v úvahu oběžnou dobu 76 let - může být na současné dráze asi 150 000 let, než se zcela rozpadne. To je doba kosmogonicky velmi krátká.

Z jader se uvolňují také prachové částice. Ty se rozestírají v dosti širokém pruhu podél oběžné roviny komety. Jde vlastně o meteoroidy a projeví se obvykle jen tehdy, vniknou-li do zemské atmosféry. Tehdy pozorujeme padání meteorů, obvykle vizuálních nebo teleskopických. Jen tehdy, nachází-li se Země poblíž roviny dráhy komety, projeví se prachové částice markantně i na meziplanetární vzdálenosti. V takovém případě pozorujeme protichvost mířící ke Slunci. Takovýto protichvost se v plné intenzitě objevil u komety Arendovy-Rolandovy z r. 1957, která měla parametry podobné Halleyově kometě.

Traduje se názor, že v jádrech komet nejsou obsaženy větší kusy hmoty (kameny, železa). Argumentem pro něj bývá pozorovací fakt, že při velkých meteorických rojích nepadají meteority. Dynamické úvahy ovšem ukazují, že z jader některých komet se větší balvany uvolňovat nemohou, i kdyby tam byly. To platí například o mateřské kometě Perseid, od které se nemůže oddělit kamének větší než asi 1,5 cm. Je-li kometa menší a vstupuje-li hlouběji dovnitř zemské dráhy, jsou vztahy mezi tlakem odpařujících se plynů a gravitací jádra příznivější. To je případ Enckeovy komety, z níž se mohou uvolňovat balvany o průměru až 85 centimetrů. Skutečně její dceřinný roj jsou Tauridy, které vynikají poměrně velkým počtem bolidů a k nimž je pravděpodobně třeba přiřadit i několik pádů meteoritů.

Halleyova i Arendova-Rolandova kometa jsou poměrně velká tělesa. Skutečným obrem mezi kometami byla Humasonova kometa z r. 1961 se svým průměrem 41 km a hmotností 50 krát větší než má Halleyova kometa. Ve srovnání s planetami je nicméně i toto málo, jen jedna stodesátimiliontina ($6 \cdot 10^{-9}$) hmotnosti zemské. Většina komet, zejména komety periodické, jsou ovšem tělesa podstatně menší. Kupř. zmíněná Enckeova kometa má průměr 1,7 km a hmotnost téměř o 3 řády menší než má Halleyova kometa, přesněji $3 \cdot 10^{12}$ kg. Průměry jader šesti dobře pozorovaných (periodických) komet odvozené z negravitačních efektů (raketový efekt odpařených plynů) dávají aritmetický střed (6,6-1,8) km. Odvodíme-li průměry z fotometrických úvah, dostaneme pro touž šestici komet střední hodnotu 5,8 km.

Existuje ještě třetí metoda vycházející z energetické bilance sublimace na povrchu jádra, a ta dává pro průměry kometárních jader nezávisle podobné hodnoty. Přímé měření není možné, protože v malých vzdálenostech od Země, kde by jádro mělo pro pozemského pozorovatele měřitelnou úhlovou velikost, je vždy přezářeno komou a tudíž nepozorovatelné. Vzhledem k souhlasnému výsledku se zdá, že nemožnost přesvědčit se o průměrech jader přímo není na závadu. Bohužel je však vše jasné jen zdaleka.

2. Přehodnocení dosavadních vědomostí

K tomu, abychom mohli srovnat průměry vypočtené všemi třemi metodami, musíme učinit předpoklady o řadě fyzikálních charakteristik jádra. Jde vlastně o to, abychom uhodli řadu čísel tak, aby se kometární jádra chovala v soulase s pozorováním. Přitom nutno vzít v úvahu řadu skutečností, m. j. chemické složení a vývojové otázky. To provedl r. 1951 Whipple a jeho představa "špinavého ledu" je běžně přijímána dodnes. Tato látka by měla vlastnosti uvedené ve středním sloupci tab. 1.

	podle Whipple ("špinavý led")	po opravě ("špinavý snh")
hustota (kg m ⁻³)	2000	1000
albedo	0,07 (jako u Měsíce)	0,28
stř. molekulová váha (vodík = 1)	8	14
Halleyova kometa:		
průměr <u>D</u> km	11	5,5
hmotnost <u>m</u> kg	8.10 ¹⁴	5.10 ¹³

Tabulka 1. Předpokládané vlastnosti materiálu kometárních jader

Jenže Whiplův model vlastně nevyhovuje, protože se do výpočtů vloudila chyba. Při odvozování hmotnosti jádra z negravitačních efektů se totiž předpokládalo, že kometární plyny jsou atomární. Ve skutečnosti v nich mají prakticky všechny molekuly dva atomy, nebo víc. Jediný kandidát na roli jednoatomové molekuly je totiž hélium, a to ve vakuu nekondenzuje, takže se do jader nemohlo dostat. Odhad molekulové váhy je tedy nutno zvýšit na 14, a je po souladu mezi výsledky metod.

Jiná sada parametrů, která je možná podle opravených výpočtů, je v posledním sloupci tab. 1. Berme zase v úvahu, že je to jen jedna z možných sad parametrů, je však velmi přijatelná. Mimo jiné i z toho důvodu, že hmotnost jader pak vychází 16 krát nižší. Čísla, která jsme výše uvedli pro některé komety, jsou totiž malá jen zdánlivě. Za každou kometu, kterou pozorujeme, musíme vidět mnoho milionů komet, které se nedají pozorovat nebo už zanikly. Kdyby dosavadní údaje o hmotnostech komet byly správné, byla by celková hmotnost komet tak velká, že bychom marně hledali proces, kterým by kdysi komety mohly vzniknout.

Dodejme, že revize údajů má i další důsledky. Musíme předpokládat, že obsah fluoreskujících plynů v plynech komy je 10% (oproti dřívějšímu předpokladu 1%). Podíl vodíku (ve starém modelu 20%) nutně vzhledem ke zvýšení přijaté hodnoty molekulové váhy zredukovat na 5%, přičemž nejistota dat je tak velká, že není vyloučeno ani to, že vodík zcela chybí. Snížená hustota jader vyžaduje nižší obsah křemičitanů (hlavní složka prachu) než se předpokládalo dosud.

Poznámka: Úpíkův článek, který mi byl předlohou, je dosti složitý a jeho autor dochází k přehodnocení kometárních hmotností až na konci. Pro přehlednost budu nadále všude uvádět už zredukované hodnoty hmotností (na 1/16). Krom toho se snažím používat soustavy SI a činím tak všude, kde není podotknuto výslovně něco jiného. Proto často převádím Úpíkovy veličiny do jiných jednotek.

3. Množství hmoty v Oortově oblaku

Z řady důvodů nutno pokládat za prokázané, že většina komet se nachází v periferních oblastech sluneční soustavy daleko za oběžnými drahami velkých planet. Původní Oortova čísla pro meze

této "lednice", v níž komety přežívají, jsou udána heliocentrickými vzdálenostmi 50 000 a 200 000 astronomických jednotek. K tomu vedly jeho výpočty původních drah komet, které získal tak, že dnešní dráhy početně zbavil změn způsobených planetárními a hvězdnými poruchami. Později Oort znovu provedl své výpočty s bohatším pozorovacím materiálem. Vyšlo mu, že oblak komet je blíže Slunci, a to ve vzdálenosti 30 000 až 100 000 astronomických jednotek.

Slovo "oblak" může do jisté míry mást. Oort hovoří o "sféře", aby naznačil, že komety jsou ve všech směrech od Slunce.

Sluneční gravitační pole by udrželo komety ještě ve vzdálenostech značně větších. Dá se ukázat, že hvězdné poruchy akumulované za celou dobu existence sluneční soustavy ($4,5 \cdot 10^9$ let) by způsobily ztrátu více než 30% komet jen tehdy, kdyby se Oortův kometární oblak rozkládal ve střední vzdálenosti alespoň $6,7 \cdot 10^3$ astronomických jednotek od Slunce. (To jsou více než 3 parseky a uvnitř koule o tomto poloměru známe 12 hvězd - m.j. do ní spadá i Sirius. Výsledek je paradoxní jen zdánlivě. Oběžná rychlost komety ve vzdálenosti $7 \cdot 10^3$ astronomických jednotek totiž činí asi 50 m s^{-1} , kdežto relativní rychlosti hvězd oproti ní jsou vyjádřeny desítkami km s^{-1} . Kometa "ví", že patří ke Slunci. Stejně dobře v tom mezihvězdném zmatku znají svůj původ i komety ostatních hvězd, pokud ovšem takové komety existují. Sféry aktivity hvězd se prostě pronikají.) Přesto je nutno z několika důvodů dát přednost pozdějšímu Oortovu výsledku, podle něhož vychází oblak menší.

Prvním důvodem je statistika tzv. nových komet, t.j. komet ve dráze přibližně parabolické, evidentně přicházejících z Oortova oblaku. Odtud je taková kometa "vhozena" dovnitř sluneční soustavy poruchovým působením některé blízké hvězdy. Ukazuje se, že dovnitř Marsovy dráhy (perihelová vzdálenost $q < 1,5$ astr. jedn.) vniká asi 1 nová kometa ročně. Kdyby Slunce bylo ve vesmíru samo, stačila by tuto jednu kometu ročně dodat dovnitř sluneční soustavy skupina komet o počtu rovném jejich průměrné oběžné době v letech, tedy asi 10^7 komet. Ale hvězdné poruchy neustále mění kometární dráhy a táž kometa se dovnitř sluneční soustavy obvykle nevrátí. Na její místo přijde jiná, která musela existovat už dříve, nepozorována. Příslušné výpočty provedl Oort. Ůpik je přehodnotil a došel k závěru, které ukazuje následující tabulka (střední sloupec).

stř. heliocentr. vzdálenost Oortova oblaku (astr.jedn.)	celková hmotnost oblaku (ve hmotnostech zemských)	
	přehodnocení Oorto- vých hodnot	vlastní Ůpikův výpočet
10^5	46	17
$5 \cdot 10^4$	4	1,5
$1,5 \cdot 10^4$	-	$2,2 \cdot 10^{-2}$

Tabulka 2. Celková hmota komet v Oortově oblaku nutná k vysvětlení pozorovaného počtu "nových" komet

Ůpik provádí ve své práci ještě i výpočet vlastní. Dospívá ke vzorci

$$F = 2,36 \cdot 10^{-7} H^{3,5}, \quad (1)$$

kde H je průměrná afelová vzdálenost komet v Oortově oblaku. a F je počet komet nutný k tomu, aby mezi nimi v oblaku mohly hvězdné poruchy "vybrat" tu jednu, kterou v průměru ročně vhodí dovnitř Marsovy dráhy a kterou tam pozorujeme. Za hmotnost průměrné "nové" komety navrhuje Ópik $2,3 \cdot 10^{-10}$ hmotnosti zemské a dostává výsledky uvedené ve třetím sloupci tabulky 2.

Jak uvidíme dále, jsou čísla v prvním řádku (pro $H = 10^5$ astr. jedn.) zcela nevysvětlitelná. Shoda obou sloupců je velmi dobrá a Ópik dává přednost hodnotám v posledním.

Druhým důvodem, proč se hodnota $H = 10^5$ astr. jedn. jeví jako nevěrohodná, jsou výsledky úvah o vzniku komet. V dalším ukážeme, že komety určitě nevznikly tam, kde je dnes pozorujeme, t.j. v Oortově oblaku. Jejich původ musíme hledat v oblasti velkých planet (Jupiter-Neptun). Transport na dnešní místo se děl ve dvou etapách.

Nejprve kometa potkávala opětovně některou z velkých planet (event. několik planet, na tom málo záleží). Přitom neustále měnila dráhu, ale vždy tak, že dráha (eliptická) nadále procházela místem setkání. Proto se také setkání mohla opakovat. Místo setkání leželo blízko perihelu dráhy komety, perihelová vzdálenost se tedy prakticky neměnila. Zato afelová vzdálenost rostla. (Nikoliv rovnoměrně, při jednotlivém střetu mohla i poklesnout, ale vzrůst v průměru převažoval.) Tento proces by nakonec vedl k tomu, že by kometa nabyla únikové rychlosti a opusťla sluneční soustavu. Pravděpodobnost toho, že se dráha podstatně změní při jednom oběhu komety, je dána vzorcem

$$p_0 = \frac{2G^2}{U} \left(1 + \frac{S^2}{G^2} \right). \quad (2)$$

Zde U je relativní rychlost komety vzhledem k planetě v jednotkách oběžné rychlosti planety.

G je vzdálenost, v níž má střed planety asymptota takové dráhy, která je ve sféře aktivity planety rovnocnou hyperbolou (těleso, které by se pohybovalo po takové dráze, by setkáním změnilo směr o 90°).

S je vzdálenost středu planety od asymptoty takové dráhy, která se dotýká povrchu planety (mezní případ kolize).

G i S jsou vyjádřeny v jednotce poloměru r planetární dráhy.

V poslední kapitole ukážeme, že většina komet byla skutečně tímto mechanismem vypuzena ze sluneční soustavy. Ale u malé části komet - řádově jde o procenta celkového počtu - došlo v určitém okamžiku k tomu, že se kometa ocitla na velmi protáhlé eliptické dráze. V okolí afelu své dráhy se dostala pod vliv hvězdných poruch a poměry se změnily. Gravitační působení hvězd má totiž tendenci především zvětšovat perihelovou vzdálenost q , přičemž afelová vzdálenost H je přibližně stálá. Platí

$$\frac{dq}{dt} = 2,23 \cdot 10^{-16} H^2 \quad (3)$$

v astr. jedn. za rok. Kometa se tedy přestane vracet na místo střetů s planetou a její dráha v kosmogonicky krátké době přestane protínat i dráhy ostatních planet. Za dobu existence sluneční soustavy $t = 4,5 \cdot 10^9$ let máme

$$q = 1,00 \cdot 10^{-6} H^2 \quad (4)$$

Zároveň vidíme, že dráha komety i potom zůstane velmi výstředná, $e > 0,9$. V Oortově oblaku nelze tedy očekávat větší počet komet na kruhových nebo kruhu blízkých drahách (i když - vzhledem k tomu, že hvězdné poruchy mají statistický charakter - i takové dráhy se realizují.) Pojem Oortova oblaku se tím ovšem nenarušuje, protože vzhledem ke 2. Keplerovu zákonu se komety stejně po většinu doby zdržují u afelů svých drah, tedy v oblaku.

Zajímavý vzorec dostáváme pro afelovou vzdálenost H_0 , v níž jsou poruchy hvězdného původu dost velké na to, aby kometu zbavily styku s planetou zvětšující do té doby její afelovou vzdálenost:

$$H_0^{3,5} = 2,6 \cdot 10^{16} \frac{M_0^2}{U} \quad (5)$$

Význam jednotlivých veličin a jednotky viz vzorec (2).

Pro různé planety (velké) a pro různé hodnoty U vycházejí hodnoty H_0 řádově v rozsahu 10^2 až 10^4 astr. jedn. Velké hodnoty U ($> 0,5$) by znamenaly velké sklony původních kometárních drah a to by se nesrovnávalo s hypotézou o společném vzniku komet a planet, kterou budeme v dalším obhajovat. (Dnešní komety mají velké sklony, ale to je důsledek hvězdných poruch, které komety v Oortově oblaku neustále míchají.) Přijmeme proto $U = 0,5$ (polovina oběžné rychlosti planety). Ze vzorce (5) pak dostaneme největší hodnotu H_0 pro komety vyháňené Jupiterem: $H_0 = 7500$ astr. jedn.

Bližší hranice Oortova oblaku je i po redukci $3 \cdot 10^4$ astr. jedn. Rozdíl se zatím nepodařilo vysvětlit. Hvězdné poruchy jsou v současné době 60 krát slabší, než aby mohly způsobit takový vzrůst afelové vzdálenosti. Přitom základem Oortova určení hranic kometárního oblaku je statistika, která se zdá velmi důvěryhodná. Je na ní vidět i to, že komety s $a > 10^4$ astr. jedn. ($H > 2 \cdot 10^4$) podlehly desintegraci - rozpadly se při častých návratech ke Slunci přesně tak, jak to žádá teorie.

Závěrem lze říci, že ačkoli toto další zmenšení Oortova oblaku by velmi usnadnilo výklad vzniku komet (viz tab. 2), nebude vhodné je akceptovat. Musíme vyložit údaje 2. řádku tab. 2, t.j. vysvětlit, jak vznikly a uchovaly se komety o celkové hmotnosti 1,5 hmotnosti Země.

4. Kde nemohly vzniknout komety

Většinu hmoty ve vesmíru tvoří vodík. Dnešní komety ho sice obsahují velmi málo, ale první (dnes již neexistující) komety musly obsahovat tohoto prvku mnohem více, ne-li převahu. Ať vznikaly kdekoliv, vznikaly v prostředí bohatém na vodík. Proto budeme nyní hledat podmínky, za kterých vodík kondenzuje (přesněji řečeno sublimuje z plynné fáze přímo do tuhé). Vodítkem nám bude následující tabulka obsahující korigované výsledky van de Hulsta (1949).

T	6,0	5,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
$-\log \rho$	5,36	6,82	8,98	10,49	12,51	15,31	19,48

Tabulka 3. Hustoty nasycení (ρ kg m⁻³) molekulárního vodíku v závislosti na absolutní teplotě T

Nejdříve ukážeme, kde potřebné podmínky nejsou.

Uvažujme nyní zrno ve volném mezihvězdném prostoru. Teploty jsou tam tak nízké (nejvýše několik desítek K), že tepelná vodivost zjedná termodynamickou rovnováhu v jeho vnitřku, pokud takové "zrno" má průměr menší než 40 km. Rovněž teploty blízkých zrn (do 400 m) se vyrovnají vedením tepla v mezihvězdném plynu. Proto se vyzařování větších zrn řídí Stefanovým-Boltzmannovým zákonem, t.j. prostorová hustota záření je úměrná T^4 . Jediné je-li velikost zrna srovnatelná s vlnovou délkou vyzařovaného elektromagnetického vlnění nebo menší, je zrno příliš "málké" a vyzařuje značně méně než absolutně černé těleso téže teploty.

Naše zrno je zahříváno ze tří zdrojů. Souhrnné optické záření hvězd Galaxie má hustotu energie D_0 , kromě toho putují mezihvězdným prostorem všudypřítomná kvanta reliktového záření o hustotě D_R a konečně se tudy prohánějí kosmické paprsky o hustotě energie D_p . Zrno tyto druhy záření pohlcuje s lineárními absorpčními koeficienty pořadě k_0 , k_R a k_p . Přijmeme hodnoty uvedené v následující tabulce.

záření	D_i	k_i
optické (O)	$1,73 \cdot 10^{-13}$	10^6
reliktové 3 K (R)	$6,2 \cdot 10^{-14}$	10^2
kosmické paprsky (P)	$1,6 \cdot 10^{-13}$	10

Tabulka 4. Předpokládané hustoty energie D (J m⁻³) a lineární absorpční koeficienty k (m⁻¹) pro hlavní složky mezihvězdného pole záření.

Mezi pohlceným zářením a vyzářenou energií se ustaví rovnováha, která určuje absolutní teplotu T zrna. Teplota závisí na velikosti zrna. Infinitesimální částice ($R < 10^{-7}$ m) vyzařují podstatně méně nežli absolutně černé těleso, proto pro ně dostáváme hodnotu dosti vysokou, 23 K. Lze se domnívat, že toto je hodnota blízká skutečné teplotě mezihvězdného "kouřma". Velké balvany pohlcují značně více energie, protože jsou neprůhledné i pro kosmické paprsky; protože však již září jako absolutně černé těleso, dostáváme pro ně $T = 4,78$ K. V centimetrovém oboru velikostí nastává minimum asi 4,6 K.

Pohled do tab. 3 ukazuje, že hustota (atomárního!) vodíku v mezihvězdném prostoru, která činí asi 10^{-21} kg m⁻³, je o 13 řádů nižší než hustota nasycení. Ve volném mezihvězdném prostoru tedy vodík nekondenzoval a nelze tam proto hledat ani místo vzniku komet.

O něco příznivější podmínky jsou v hustých mezihvězdných oblacích složených z prachu a plynu. Ty mají značně vysoké albedo dané mnohonásobným rozptylem na částicích prachu. Můžeme odvodit hodnotu 0,84, podobnou pozemským mrakům. Temné se zdají

být jen na pozadí Mléčné dráhy.

Uvažujme oblak o průměru $10 \text{ ps} = 3 \cdot 10^{17} \text{ m}$, v němž je hustota plynu $2 \cdot 10^{-18} \text{ kg m}^{-3}$ (odpovídá to 10^9 atomů γ 1 m^3) a 2% prachu. To je značně velký oblak o hmotnosti 10^4 hmotnosti Slunce. Optická hloubka k takového oblaku je 8. Přímé optické záření má ve středu oblaku hustotu $e^{-4} \approx 50$ krát menší než na povrchu, můžeme je tedy zanedbat. Zato se nitrem oblaku toulá oněch 16%, které chybí albedu do celé jedničky. Toto rozředěné optické záření se skládá z kvant změněných absorpcí a nenachází se vlastně již ve vizuálním oboru spektra, nýbrž v milimetrovém rozsahu. Jeho pohltivost proto není již tak vysoká. Pokládáme $k_T = 400 \text{ m}^{-1}$. Reliktové a kosmické záření se dostane dovnitř bez překážek, protože oblak je pro tyto druhy záření opticky tenký.

Provedeme-li s potřebnými korekcemi podobné výpočty jako předtím pro nezastíněné částice, dostaneme teploty podstatně nižší. Nejsnáze probíhá kondenzace na zrnek o průměru 0,006 metru. Tyto částice mají uvnitř oblaku teplotu pouze 3,50 K. Nicméně hustota nasycení vodíku je při této teplotě $3,3 \cdot 10^{-11} \text{ kg m}^{-3}$, což je stále o 7 řádů více než je hustota oblaku.

Podobné podmínky jako v mezihvězdném prostoru vládou i na periferii sluneční soustavy. V pravěku sluneční soustavy tomu asi nebylo jinak. Odtud tedy závěr předeslaný v kapitole 3, že totiž komety nevznikly tam, kde se dnes zdržují. Za místem dosti studeným na to, aby se mohla kondenzovat kometární jádra, musíme vykonat cestu nepravděpodobným směrem - dovnitř sluneční soustavy, k horkému Praslunci.

5. Kondenzace v protoplanetárních prstencích

V dalším budeme sledovat hypotézu, podle níž komety vznikly ve sluneční pramlhovině v oblasti, kde se tehdy tvořily (a kde dnes obíhají) velké planety. Vrátime se zpět do doby, kdy již existovalo Slunce přibližně ve své dnešní podobě, ale kdy ještě hmota každé planety byla rozptýlena v širokém prstenci v okolí budoucí oběžné elipsy. Existenci těchto tzv. protoplanetárních prstenců předpokládají prakticky všechny moderní teorie vzniku sluneční soustavy. Protoplanetárních prstenců bylo nejméně tolik, kolik je dnes planet.

Lze se domnívat, že v době vzniku protoplanetárních prstenců byla jejich teplota poměrně vysoká. Teprve potom nastaly podmínky příznivé pro kondenzaci, a nejdříve byly na řadě těžké složky pramlhoviny. Jejich zastoupení v mlhovině bylo malé (odhadujeme je na 5%), ale kondenzují při vyšších teplotách než vodík. Pro přibližný odhad rychlosti kondenzace těchto složek učiníme několik předpokladů o podmínkách panujících v protoplanetárních prstencích velkých planet.

Nechť protoplanetární prstenců má poloměr a , který je roven velké poloose dráhy dnešní planety, a šířku $b = 0,2a$. Abychom dostali dolní odhad rychlosti kondenzace, předpokládejme, že v prstenci zůstala rozptýlená polovina hmoty dnešní planety. Přesně řečeno nejde tu o proces změny skupenství, spíše o nalepování jednotlivých atomů a molekul látky na zrna vzhledem k velmi malým nustomám. Proces nalepování se zrychluje s rostoucí relativní rychlostí zrna a částic prostředí, tedy s teplotou.

Je víc příležitostí k tomu, aby se molekula nalepila. Tato úvaha ovšem platí jen pokud teplota není tak vysoká, aby při ní ukládaná látka sublimovala do plynného stavu; to by se molekuly na zrna nelepily. Hustotu vznikajících zrn položíme rovnu 1000 kg m^{-3} . Pro teplotu vezmeme dolní extrém 4 K.

Rychlost růstu zrn v takovém prostředí budeme počítat ve dvou modelech. V prvním (A) si představíme volně obíhající částice (zrna a molekuly) rovnoměrně rozptýlené po celém prstenci a učiníme předpoklad, že tzv. jacobiánské rychlosti U (odchylky od místní kruhové rychlosti známé již z kap. 3) činí přibližně 5% kruhové rychlosti, t.j. $U = 0,05 v_0$. V druhém modelu (B) předpokládáme koncentraci vzhledem k rovině souměrnosti prstence a hydrostatickou rovnováhu plynu. Rychlost růstu průměru x částice podle těchto modelů je

$$(A) \quad \frac{dx}{dt} = 8,30 \cdot 10^5 \bar{\rho} a^{-\frac{1}{2}} \quad \text{m/rok}, \quad (6)$$

$$(B) \quad \frac{dx}{dt} = 5,92 \cdot 10^5 \rho_0 a^{-\frac{1}{2}} \quad \text{m/rok}. \quad (7)$$

Zde $\bar{\rho}$ je průměrná hustota rozptýlené hmoty a ρ_0 maximální hustota v prstenci (v modelu B u roviny souměrnosti). Výsledky udává tab. 5, kde jsou i další hodnoty, které budeme potřebovat později.

Planeta	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun
Hmotnost M_p , 10^{26} kg	19,1	5,70	0,87	1,03
a , astr. jedn.	5,20	9,54	19,19	30,07
(A) Model volně obíhajících částic				
$\bar{\rho}$, $10^{-11} \text{ kg m}^{-3}$	1600	77,3	1,45	0,36
$\frac{dx}{dt}$, m rok ⁻¹	$5,82 \cdot 10^{-3}$	$2,14 \cdot 10^{-4}$	$2,74 \cdot 10^{-6}$	$5,4 \cdot 10^{-7}$
(B) Model hydrostatické rovnováhy ($T = 4\text{K}$)				
L_g , kg m^{-2}	1250	110	4,2	2,1
ρ_0 , $10^{-11} \text{ kg m}^{-3}$	7070	251	3,36	0,83
$\frac{dx}{dt}$, m rok ⁻¹	$1,84 \cdot 10^{-2}$	$4,8 \cdot 10^{-4}$	$4,6 \cdot 10^{-6}$	$9,0 \cdot 10^{-7}$
Deba akrece $\pi=10 \text{ km}$, 10^6 let	0,55	21	2200	11 000
Max. průměr za 10^8 let , km	1840	48	0,46	0,090
Odpovídající absolut. magnituda m_0	-6,9	+1,0	11,1	14,6

Tabulka 5. Rychlost růstu částic v protoplanetárních prstencích čtyř vnějších planet (při polovině planetární hmoty v difúzním stavu). L_g je hmota sloupce nad 1 m^2 roviny souměrnosti prstence po jedné její straně.

Oba modely dávají velmi podobné výsledky. Proto jsme podrobně uvedli jen model (B), který je dvakrát "optimističtější". I tak tabulka vylučuje ze soutěže protoplanetární prstence Urana a Neptuna. Pokud jde o Saturna a zejména Jupitera, má však tabulka 5 optimismu přespříliš. Nutno vzít v úvahu následující omezení:

1. Zatím jsme uvažovali jen akreci těžších složek. Ty se brzy vyčerpají a bude váznout přísun. Růst zrn se zastaví.

2. Těleso, které by takto vzniklo, by se asi chemicky značně lišilo od komet.

3. Jupiter má oproti Slunci v povrchových vrstvách přebytek hélia. To se dá vysvětlit tím, že vodík vstoupil do prvotních kometárních jader a v nich do nitra planety.

4. Růstu velkých jader může bránit radioaktivita akretovaného materiálu.

5. Tělesa řádově kilometrová mohou být v růstu bržděna momentem hybnosti akretovaného materiálu. (Může nastat situace, kdy se jádro již otáčí tak rychle, že odhazuje další hmotu).

6. Poslední dva řádky tab. 5 předpokládají dobu akrece 10^8 let. Je to nejvyšší přijatelná hodnota. Ve skutečnosti byla asi procesu akrece dopřána doba o 1 až 2 řády kratší.

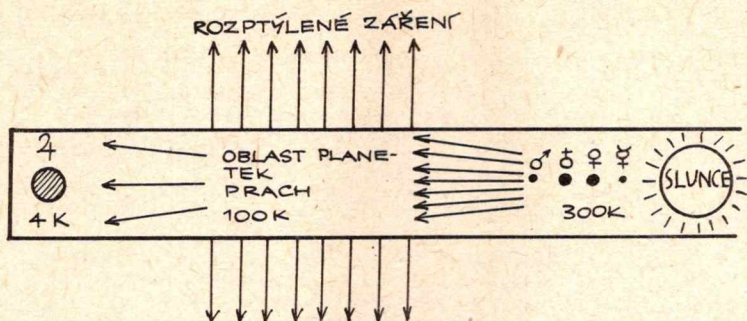
Na námítky obsažené v bodech 1, 2, 3 a 6 odpovíme tím, že nalezneme v protoplanetárních prstencích procesy vedoucí k sublimaci vodíku do pevného stavu. Vyžaduje to teplotu asi 4K, a tedy zastínění před slunečními paprsky.

6. Zastínění oblasti velkých planet

Prach o vhodné velikosti zrn (asi 10^{-7} m) je velmi účinným stínícím prostředím. K tomu, aby se do oblasti velkých planet dostalo než nepatrné procento slunečního záření, by stačilo v oblasti dnešních planetek rozptýlit v takové účinné formě asi 1% zemské hmoty. Podobný účinek mohla mít i nezkondenzovaná hmota vnitřních planet. Avšak podmínkou je, aby prach zůstal po dostatečně dlouhou dobu rozptýlen, jinak by stím byl příliš úzký a vnitřek protoplanetárních prstenců velkých planet by byl zahříván rozptýleným zářením. Přitom - jak uvidíme - pevné částice v každém prstenci jeví tendenci soustředit se do střední roviny prstence.

Výpočet ukazuje, že materiál pro Zemi zmizel asi velice rychle (řádově za $5 \cdot 10^4$ let). Mars se zřejmě kondenzoval na škále milionů let ($3 \cdot 10^6$) a prach v jeho prstenci mohl stínit dostatečně dlouho a dostatečně intenzivně. V oblasti planetek asi prach vydržel ještě dále. Krom toho zde vlastně ani není podstatná doba sedání prachu. Planetek je řada, mají různé dráhy a každá z hlavních planetek měla zřejmě svůj protoplanetární prstenec. Tento systém prstenců mohl stínit dostatečně intenzivně ještě dlouho potom, co se každý z nich ztenčil prakticky do plochy. Z těchto důvodů klademe hypoteticky prachový štít do oblasti asi 3 astr. jedn. od Slunce. Představu sluneční pramlinoviny v době vzniku komet a velkých planet ukaže obr. 1.

Obrázek kvalitativně vysvětluje i zvláštní složení



Obr. 1. Schematický řez sluneční mlhovinou krátce po vzniku Slunce.

vnitřních planet. Prchavé složky se ve vnitřních prstencích neudržely díky vysoké teplotě - a terestrické planety se skládají převážně se silikátů.

Minimální tloušťka stínícího prstence je při $r = 3$ astr. jedn. rovna $z = 0,15$ astr. jedn. V tomto případě by hranice stínu procházela $0,25$ astr. jedn. roviny dráhy Jupitera. Předpokládáme-li hustotní rozdělení jako v oddílu (B) tab. 5, vniká do středních oblastí Jupiterova protoplanetárního prstence ze slunečního záření $4 \cdot 10^{-7} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, což je méně než 3% hustoty záření při teplotě 4K . To je stínění dostatečné. Dnešní planety s průměrným sklonem 12° se pohybují ve vrstvě o pološířce $z = \pm 0,6$ astr. jedn., tedy čtyřikrát tlustší než nutné minimum.

Částice v každém protoplanetárním prstenci obíhají podle Keplerových zákonů kolem Slunce. Přitom interagují mezi sebou a s plynným prostředím prstence. Jeví tendenci vyrovnat během času oběžné rychlosti. Z toho se odvozuje i tendence prstence ke zplošťování. Pro usazování částic v rovině souměrnosti prstence byly nalezeny dva různé mechanismy.

Pro drobné částice se uplatňují interakce na molekulární úrovni, které sílí s rostoucím průměrem částice. Prachové částice o větším průměru se proto usazují rychleji. To však platí jen do určité meze. U velkých částic nutno vzájemné působení s prostředím prstence popisovat v termínech "brždění" a "odpor prostředí". Výpočet ukazuje, že usazování částic tímto mechanismem je u větších částic zase pomalejší.

Nejrychleji se tedy usazují prachové částice určité velikosti, která závisí na heliocentrické vzdálenosti dotyčného protoplanetárního prstence a na hustotě zbylé (dosud neusazené) hmoty. Např. v Jupiterově prstenci na počátku je tato kritická velikost částice asi 1 m a soustředování takových "prachových" částic v rovině souměrnosti prstence se děje ve škále staletí, tedy více než rychle. Naproti tomu opticky aktivní prach ($R \approx 10^{-7} \text{ m}$) se vznášejí dlouho a v Jupiterově prstenci může zabezpečit stínění proti bočnímu hvězdnému světlu po miliony let.

7. Vznik vodíkového sněhu v protoplanetárních prstencích

Uvnitř našeho protoplanetárního prstence stíněného prachem se ustaví podobně nízké teploty jako v hustém mezihvězdném oblaku; kolem 4K. Hustota prstence je podstatně vyšší než mezihvězdná a vyšší je teplota nasycení. I tak lze vyloučit usazování pevného vodíku v protoplanetárních prstencích Urana a Neptuna (viz tab. 3 a 5). V prstenci Jupiterově a Saturnově naproti tomu probíhala sublimace vodíku do pevného stavu velmi rychle, takže růst zra byl v těchto prstencích mnohem rychlejší než je dáno vzorci (6) a (7), kde se s kondenzací vodíku nepočítalo.

Tempo sublimace je dáno rychlostí, jakou záření stačí odnášet tepelnou energii uvolňovanou při sublimaci. Skupenské teplo sublimace vodíku (kondenzace + ztuhnutí) je $J = 5,10 \cdot 10^7 \text{ J kg}^{-1}$, tedy nemalé. Sublimační teplo se musí vyžáhat z obou povrchů protoplanetárního prstence do prostoru, jinak by uvnitř prstence stoupala teplota a sublimace by se zastavila.

Lze odvodit i vzorec pro čas nutný k uložení ΔL_h kg pevného vodíku nad 1 m^2 prstence.

$$t = 0,00806 \frac{\Delta L_h}{Q - Q_0} \quad (\text{v letech}). \quad (8)$$

Zde $Q = 5,7 \cdot 10^{-8} T_s^4$ je plošná hustota energie absolutně černého tělesa teploty T_s , při které probíhá sublimace a Q_0 je plošná hustota energie příslušné teplotě T_0 , která by se v prstenci ustavila, kdyby se neuvolňovalo sublimační teplo. Q i Q_0 je v jednotkách $\text{J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Předpokládáme, že v protoplanetárních prstencích je po vymezení těžších složek 60% vodíku a 40% nekondenzujícího hélia. V Jupiterově prstenci předpokládáme na počátku hustotu vodíku $8,5 \cdot 10^{-8} \text{ kg m}^{-3}$, t.j. 2500 kg veškeré hmoty nad každým m^2 roviny souměrnosti prstence (srovň. tab. 5). Přijmeme-li $T_0 = 4,2 \text{ K}$, tedy $Q_0 = 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, dostáváme čas nutný pro kondenzaci 94% původního obsahu vodíku (tedy až po $j = 0,44$) $t = 1,44 \cdot 10^6$ let. Aby byla prokázána možnost kondenzace vodíku v protoplanetárním prstenci Saturnově, je nutný pgněkud komplikovanější výpočet. Při hustotě vodíku $3 \cdot 10^{-8} \text{ kg m}^{-3}$, jakou předpokládáme pro počáteční stádium vývoje Saturnova protoplanetárního prstence ($j=1$), je kondenzační teplota již nižší než 4,2 K. Náš bezpečný odhad $T_0 = 4,2 \text{ K}$ proto nestačí a musíme T_0 počítat. V různých fázích kondenzace (různá j od 1 po 0,54) dojdeme k hodnotám $T_0 = 3,54$ až 3,88 K, což znamená velmi rychlou kondenzaci 76% původního obsahu vodíku za $1,76 \cdot 10^6$ let.

Naše výpočty měly pouze charakter jakýchsi sond do problému. Proto musíme mít na paměti, že výsledky nutno pokládat nejvýše za kvalitativní odhad. Ale na přesných číslech nám ani nezáleží. Spokojíme se s tím, že můžeme konstatovat: Pokud je naše představa o podmínkách ve sluneční pramlině (tab. 5) alespoň přibližně správná, v protoplanetárních prstencích Jupitera a Saturna za dobu kosmogonicky velmi krátkou zkondenzoval vodík do podoby sněhu.

Můžeme si tedy představit, že pevný vodík se usazoval na zrnek prachu i na vločkách vodíkového sněhu vzniklých už dříve. Vznik komet a zejména velkých těles, tedy planet a měsíců, naráží na několik omezení (viz body 4 a 5 v kap. 6).

8. Akrece těles lunární a planetární velikosti

Je-li jádro dostatečně velké, začne se uplatňovat jeho vlastní gravitace. Dojde k tomu při hmotnosti jádra větší než jistá hodnota M_0 . Dnes se zdá, že v prostředí bez makroskopických pohybtů je

$$M_0 = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \left(\frac{kT}{mG} \right)^{1,5} \rho^{-\frac{1}{2}} \quad (\text{kg}). \quad (9)$$

Zde je k - Boltzmannova konstanta

T - absolutní teplota

m - molekulová hmotnost akretujícího materiálu (střední) v kilogramech

G - gravitační konstanta

ρ - hustota rozptýleného materiálu před akrecí.

K této hodnotě dojdeme, budeme-li hledat podmínky hydrostatické rovnováhy plynu. Hmotnost nad hranicí M_0 danou vztahem (9) je ovšem schopna se hroutit jen poměrně pomalu, aby se stala uvolněná gravitační energie, měnící se v teplo, vyzařovat z jádra. Za předpokladu izotermie byl i vzorec (9) odvozen.

Při hmotnosti jádra $M > M_0$ nastává nestabilita, kterou nazveme boltzmannovskou. Nepatrný přírůstek hmoty jádra vyvolá další přítok hmoty k jádru a tím může za určitých podmínek začít jakási řetězová reakce akrece.

Aplikace vztahu (9) na mezihvězdný plyn ukáže, že boltzmannovská nestabilita nastává až pro hmotnosti řádově hvězdné.

Poměry v protoplanetárních prstencích popisuje tabulka 6, která je vypočtena podle vztahu (9), za předpokladu, že molekulová váha $\mu = 2,2$, tedy $m = 3,6 \cdot 10^{-27}$ kg. V tab. 6 je N počet molekul v 1 m^3 odpovídající hustotě ρ , m_{max} je $1/30$ hmoty obsažené v prstenci (není rozumné předpokládat, že se akrece jednoho jádra zúčastnilo více hmoty) a λ pro zajímavost vlnná délka molekul příslušného protoplanetárního prstence.

Protoplanetární prsteneč	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun
ρ , 10^{-11} kg m^{-3}	14 140	502	6,72	1,66
N , m^{-3}	$3,9 \cdot 10^{19}$	$1,4 \cdot 10^{18}$	$1,9 \cdot 10^{16}$	$4,6 \cdot 10^{15}$
M_0 a) pro $T=4$ K	0,004 3	0,023	0,20	0,40
b) pro $T = 100$ K	0,54	2,9	25	50
m_{max}	0,033 3	0,010 0	0,001 6	0,001 8
λ , m	0,08	2,30	170	690

Tabulka 6. Minimální hmotnosti M_0 pro gravitační akreci plynu v protoplanetárních prstencích (v jednotkách hmotnosti Jupitera).

Gravitace tedy vstupuje do hry jen v protoplanetárním prstenci Jupiterově, a to při nejnižších teplotách. Minimální hmoty schopné reakce mají planetární velikost.

Vše, co bylo řečeno dosud, platí pro plyn. Částicová hmota se může gravitačně hroutit samozřejmě také a má tuto mez asi o 3 řády menší než plyn při teplotě 4 K. Vyplyvá to z menších rychlostí zrn (asi 10 krát oproti molekulám při 4 K). Hmota v podobě zrn se může hroutit, už když celková hmotnost je sublunární. Akrece planet tedy zřejmě prošla touto fází - fází tvorby prachu, který se teprve potom shlukoval ve větší tělesa. Tato hypotetická tělesa je zvykem nazývat planetesimály.

V Őpikově článku, který mi byl předlohou, je řada výpočtů, jimiž se jeho autor pokoušel odhadnout, jak závisí výsledná mez na výchozích předpokladech. Ukázalo se, že velmi podstatnou změnu do výsledku vnese předpoklad (zcela nutný) o omezené stlačitelnosti planetesimál. Tabulka 6 stejně jako vzorec (9) pokládaly materiál planetesimál za ideální plyn. Zavedeme-li předpoklad $\rho_{max} = 100 \text{ kg m}^{-3}$ (asi jako pevný vodík, který má $\rho = 76 \text{ kg m}^{-3}$), vyjdou meze pro gravitační akreci podstatně nižší. V podmínkách protoplanetárních prstenců se podle tohoto modelu plyn "boltzmannovsky" usazuje už na tělesech o průměrech řádově desítek kilometrů.

Pro malá jádra však Őpikovy výpočty nevypadají přesvědčivě. Zjevnou akreci ("řetězovou reakci", t. j. neomezený proces vedoucí až k vyčerpání dostupné hmoty) ukazují tyto výpočty zase až pro jádra, která mají sublunární velikost. Konkrétně pro jádro o průměru 2680 km a hmotnosti $2,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ($0,004$ O hmotnosti zemské).

Dalším omezujícím činitelem je radioaktivní ohřev. Ten zvyšuje teplotu povrchu tělesa tím více, čím je těleso větší. Přijmeme-li dnešní úroveň radioaktivity vyjádřenou pozemským geotermickým stupněm (ten znamená tok energie $0,066 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ zemským povrchem z nitra ven) i pro dobu vzniku sluneční soustavy, jsou výsledky pro naši teorii namrzání vodíku velmi málo nadějně. V Jupiterově prstenci je namrzání vodíku možné jen na tělesech menších než 300 metrů v průměru, u Saturna jen 80 metrů. Přitom tato čísla jsou zřejmě spíše přeceněna, protože v pravěku sluneční soustavy určitě existovaly radioizotopy, které jsou dnes již vyčerpány.

Jediná záchrana teorie je předpoklad, že namrzání probíhalo rychle. Potom by vzhledem k malé vodivosti materiálu prstenců nemuselo dojít k vyrovnání teplot a povrch jader by určitou dobu mohl zůstat dostatečně chladný. Potřebná rychlost je velká jen z kosmogonického hlediska. Stačí škála statistických let, zcela ve shodě s našimi dřívějšími úvahami (kap. 7).

9. Omezení akrece daná momentem hybnosti

Dosud jsme nebrali v úvahu, že při akreci platil zákon zachování momentu hybnosti. Každá část sluneční pramlhoviny měla vlastní moment hybnosti způsobený rozdíly v oběžných rychlostech částic pramlhoviny. Označíme-li úhlovou rychlost oběhu protoplanetárního prstence ω_0 , průměrná úhlová rychlost rotace každé infinitesimální části prstence byla $\omega_0/4$. Při

akreci s růstem hustoty tato rychlost stoupala a v mnoha případech znemožnila odstředivá síla procesy možné podle našich dosavadních výpočtů.

Stanovme (vcelku libovolně), že se akrece zastaví, jestliže lineární rychlost povrchových bodů akretujícího se jádra dosáhne poloviny kruhové rychlosti (odstředivá síla se v tom případě rovná čtvrtině gravitační síly vyvolané jádrem). Jakožto podmínku nutnou pro akreci dostaneme potom tuto zajímavou nerovnost:

$$\rho \geq \delta^{\frac{1}{4}} \omega_0^{\frac{2}{3}} \left(\frac{16}{3} \pi G \right)^{-\frac{3}{4}} \quad (\text{v SI}) \quad (10)$$

Zde je δ - hustota akretujícího se jádra
 ρ - hustota hmoty v prstenci
 ω_0 - úhlová rychlost oběhu protoplanetárního prstence
 G - gravitační konstanta.

Nerovnost (10) neobsahuje explicitně velikost jádra. Skrytým omezením však je, aby akrece zahrnovala oblast o průměru menším než je tloušťka prstence. Druhé omezení (tentokrát zdola) se týká hlavní úlohy gravitačního pole. Není-li gravitace tou nejpodstatnější silou ve hře, pozbuďte i nerovnost (10) své důležitosti.

Ukazuje se, že zpočátku není gravitační akrece ani v nejhustším protoplanetárním prstenci Jupiterové možná. Plyne to z (10), položíme-li $\delta = \rho$. Podmínka akrece by byla

$$\rho \geq 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ kg m}^{-3},$$

zatímco podle našeho modelu byla (viz tab. 5) v Jupiterové protoplanetárním prstenci hustota asi o řád menší. V ostatních prstencích nalezneme rozdíly ještě podstatnější. Gravitační akrece mohla začít až poté, co se prstence ztenčily. Vznik pevných látek (předpokládáme $\delta = 1000 \text{ kg m}^{-3}$) nebyl možný bez dalšího mnohem silnějšího zploštění prstenců. Ježto plyn se ke středové rovině nesoustřeďoval, máme zde další důkaz toho, že hlavní roli hrála v gravitační akreci - alespoň zpočátku - částicová hmota.

Vznik těles sublunární velikosti nebyl při zachování momentu hybnosti možný vůbec. Tak mohla vzniknout hustá tělesa o průměru max. 40 km. Aby se mohlo akretovat těleso dost husté ($\delta = 1000 \text{ kg m}^{-3}$), musel se napřed prstence ztenčit, a z tenkého prstence mohla "třírozměrnou" akrecí vznikat jen malá tělesa. Je možno matematicky sledovat i představu, že se akrece zúčastní i vzdálené oblasti tenkého prstence, ale tento model "dvojrozměrné" akrece asi fungoval až v době, kdy už v prstenci zůstal jen nepatrný zbytek rozptýlené hmoty. Naše výpočty zase ukazují maximální průměr jader 40 km.

Akreci větších těles můžeme vysvětlit předpokladem, že se moment hybnosti rotace měnil při interakcích na orbitální moment. Velká tělesa vznikala z kupy menších, která tímto způsobem zpomalila svou rotaci. Výpočty ukazují, že takto mohla vznikat tělesa o průměru 1200 km a v samém počátku i větší.

Vlastní moment hybnosti protoplanetárních prstenců byl poslední důležitou veličinou, kterou bylo nutno vzít v úvahu při našem pokusu o popis vzniku velkých planet. Nyní už se před námi

rýsuje celkový obraz.

Nejprve vznikl prach sublimací plynů včetně vodíku do pevného stavu. Zrna rostla a zároveň se soustřeďovala v rovině protoplanetárního prstence. Tam se spojovala, přičemž rostoucí rotační momenty hybnosti mizely při interakcích mezi zrny a měnily se v dráhový moment. Posléze vzniklo těleso dostatečně hmotné, aby mohla začít boltzmannovská akrece. V té fázi do akrece vstoupil i plyn včetně dosud nekondenzujícího hélia. Vzhledem k malému mísení v tělese planety zůstalo hélium v povrchových vrstvách v přebytku, kdežto jádro planety tvoří kovový vodík při teplotě několika tisíc stupňů. Přestal být obtížil radioaktivní ohřev, protože mohutná planeta udrží vodík i při velmi vysokých teplotách. Vlastní moment akretovaného plynu se zřejmě měnil ve vírech v teplo. Časová škála pro to vše: 10^6 let.

Poslední generace planetesimál vznikla v době, kdy už existovaly velké planety ve své dnešní podobě. Neměly už převahu vodíku, možná proto, že prachový štít byl už trochu "déravý". Tato generace vznikala z tenkého Jupiterova protoplanetárního prstence "dvojměrnou" akrecí. Výpočet dává pro průměr těchto posledních planetesimál 200 m až 35 km. Podobaly se dnešním kometám jak velikostí, tak chemickým složením. Byly to skutečné komety. Poruchovým působením Jupitera se některé dostaly tam, kde jsou dnes.

V poslední kapitole se pokusíme odhadnout, kolik hmoty bylo transportováno z Jupiterova protoplanetárního prstence.

10. Transport komet do Oortova oblaku

Kromě planetárních poruch popsanych v kap. 3 mohou vést k protahování kometárních drah i negravitační efekty. Jsou dva. Radiální negravitační efekt spočívá v reaktivním tlaku plynů vystupujících na osvětlené (a ohříváné) polovině jádra kolmo k povrchu, přičemž síla reakce se efektivně projeví stejně jako snížení gravitační konstanty. U rotujícího jádra krom toho nastává "odpolední skluz" teplotního maxima. Má-li rotace stejný smysl jako oběžná rychlost, nerovnoměrné odpařování z přední a zadní polokoule přivodí pozvolný vzrůst dráhového momentu jádra, a tedy protahování jeho dráhy.

Oba negravitační efekty předpokládají desintegraci jader. Ta nastává i ve značných vzdálenostech od Slunce. Např. vodík se odpařuje už ve vzdálenosti 1700 astr. jedn. od něj. Přesto mohly negravitační mechanismy hrát v transportu komet do Oortova oblaku jen podružnou roli. Ztráty hmoty spojené s takovou dopravou by totiž byly ohromné a vyjadřovaly by se v miliónnásobcích toho, o čem komety po transportu zbudě.

Rozebereme nyní podrobněji působení planetárních poruch.

Vzorec (2) v kap. 3 udává pravděpodobnost p_0 , že kometa projde při jednom oběhu sférou aktivity planety. Tato pravděpodobnost je při $U = 0,5$ řádově 10^{-3} (u Jupitera) až 10^{-6} (u Ura-
na a Neptuna). Z případů interakce komety s planetou skončil (stále při $U = 0,5$) přibližně každý osmý vymrštěním komety do Oortova oblaku nebo do mezihvězdného prostoru. Pravděpodobnost p_c kolize komety s planetou je asi o 2 řády nižší, pravděpodobnost, že kometa vletne do Slunce, je zcela nepatrná. A tak většina případů interakce komety s planetou znamená změnu jedné eliptické dráhy v druhou.

Kdyby byla dráha planety přesně kruhová, docházelo by jen ke změně směru rychlosti, již kometa potkáva planetu, kdežto hodnota U (poměr relativní rychlosti komety vzhledem k planetě, ku kruhové rychlosti v místě, kde planeta obíhá - viz kap. 3) by byla konstantní. Planeta obíhající v eliptické dráze navíc vyvolá pozvolný vzrůst hodnoty U . Komety vzniklé v protoplanetárním prstenci, proto původní hodnoty U vzhledem k příslušné planetě činily řádově 10^{-2} - 10^{-1} . Odhad doby nutné k tomu, aby bylo u komet dosaženo v průměru $U = 0,5$, činí v Jupiterově prstenci $3 \cdot 10^4$ oběžných period komety. Podstatně déle nemůže být kometa urychlována už kvůli postupujícímu rozpadu. Nemůžeme se spokojit ani s kratší dobou (menší hodnotou U), protože mechanismus vymrštování začne působit až při $U \geq \sqrt{2} - 1 = 0,414$. Při menších hodnotách U tento mechanismus nefunguje - složením oběžné rychlosti planety a hodnoty U žádným způsobem nejde dát dohromady únikovou rychlost, což je ve zvolených jednotkách právě $\sqrt{2}$.

Jak ukazuje tab. 7, za předpokladu, že se urychlování a vymrštování děje v plném světle dnešního Slunce, nevysvětlíme ani, proč se kometa "dočkala" $U = 0,5$.

	Jupiter	Saturn	Uran	Neptun
n_s	$1,28 \cdot 10^4$	$1,19 \cdot 10^5$	$4,0 \cdot 10^6$	$3,06 \cdot 10^6$
n_d	6000	8100	11 500	12 400
a_1	87	317	767	987
t_s	$1,04 \cdot 10^7$	$6,7 \cdot 10^8$	$8,6 \cdot 10^{10}$	$9,5 \cdot 10^{10}$
E	0,024	0,15	1	1

Tabulka 7. Desintegrační a dynamické životní doby pro střety komet s planetami při $U = 0,5$.

n_s = dynamická životní doba, t.j. počet oběhů komety od dosažení $U = 0,5$ do vymrštění komety

n_d = desintegrační životní doba komety o průměru 10 km (počet oběhů, který může dovést kometa o perihelové vzdálenosti rovné poloměru protoplanetárního prstence, než se zcela rozpadne)

a_1 = velká poloosa dráhy komety těsně před vymrštěním

t_s = dynamická životní doba v letech

E = poměr počtu komet zachycených v Oortově oblaku ke všem, které planeta vymrštila zevnitř sluneční soustavy

Srovnání hodnot n_s a n_d ukazuje, že rozpad vesměs probíhá rychleji než vymrštování. Podle toho by neměla žádná kometa vydržet transport do Oortova oblaku. Jelikož tam komety jsou, nutno předpokládat, že prachový štít (viz kap. 6) se udržel, ještě nějakou dobu po vzniku Jupitera. Tabulka 7 žádá asi 10^7 let, což je podle kap. 6 dobře vysvětlitelné. Znovu máme náznak toho, že asi Jupiter byl monopolním dodavatelem komet. Časové škály pro vymrštování komet z protoplanetárních prstenců Urana a Neptuna jsou totiž o řád delší než věk sluneční soustavy a to, zda bylo dosti času k vyhánění komet z oblasti Saturnovy, je sporné.

Přijmeme-li Jupitera za zdroj většiny komet, je na obtíž malá hodnota U . Podle tab. 7 se pouze 2,4% komet vymrštěných

Jupiterem začlenilo do Oortova oblaku, zbytek zmizel v mezihvězdném prostoru. Důvodem je velké gravitační pole Jupitera, které může vyvolat při jediném střetu velmi značnou změnu kometaryní dráhy. Většina komet se proto dostala přímo na hyperbolické heliocentrické dráhy a stádiem protáhlé elipsy (viz kap. 3) prošla jen dráha každé čtyřicáté komety. Přijmeme-li za celkovou hmotnost komet v Oortově oblaku 1,5 hmotností zemských (viz tab. 2), vyjde nám pro hmotu vymrštnou z Jupiterova protoplanetárního prstence:

$1,5 \cdot \frac{1}{0,024} = 62$ hmotností zemských, čili 0,2 hmotnosti Jupitera.

To je značné množství hmoty, zrovna tak na hranici toho, co lze ještě vysvětlit. Předpokládá to m.j., že Protojupiter obíhal na rozměrnější dráze než dnešní Jupiter, asi $s = 6,2$ astr. jedn. Dráha se zmenšila díky tomu, že vymršťované komety ubíraly Protojupiteru pohybovou energii. Krom toho byla dráha planety původně asi protáhlejší než dnes.

11. Závěr

Musíme mít na zřeteli, že problém vzniku planet je stále dalek řešení, takže i Opikovu práci musíme pokládat za alternativní hypotézu. Proti některým místům jsou námitky:

a) Nepřesvědčivě působí důkaz, že v protoplanetárních prstencích mohla vznikat tělesa sublunární velikosti (kap. 8). Vtírá se otázka, zda nebude při střetech těles řádově kilometrových rozměrů převládat tříštění nad spojováním.

b) Někteří astronomové soudí, že ve sluneční pramlhovině nemohl sublimovat vodík do pevného stavu. Patří k nim např. prof. Kopal, který poukazuje na to, že ve sluneční pramlhovině vládla pravděpodobně silná turbulence. Teploty různých zón (viz obr. 1) by se pak vyrovnaly.

L. Hejna

O jednom ze "zákonů" kosmické elektrodynamiky

Plazma je, jak je dnes konečně již všeobecně známo, nejhojněji zastoupeným skupenstvím ve vesmíru. Vždyť jenom naše sluneční soustava je z téměř 999 tisícín tvořena látkou ve stavu plazmy a pouze ona zbývající jedna tisícína připadá na ostatní tři "klasická" skupenství. Je tedy zcela logické, že dnešní astronomové věnují stále větší pozornost metodám a představám fyziky plazmy a snaží se je aplikovat v kosmických podmínkách.

Nebude snad tudíž tak docela bez užitečnosti, probere-me-li si v následujících řádcích trochu blíže jeden z těch častěji používaných "zákonů" kosmické elektrodynamiky, jak se na kosmické objekty aplikované fyzice plazmy také někdy říká. Řeč bude o jevu, který obvykle nazýváme zamrznáním magnetického pole do plazmy. Než se ale pustíme do vlastního "zamrznání", bude užitečné říci si ještě několik málo slov o kosmické plazmě jako takové.

Obecně můžeme říci, že plazma (a tedy i kosmická plazma) je v podstatě plyn skládající se z neutrálních, kladně a záporně nabitých částic (neutrálních atomů či molekul, iontů a elektronů). Kladné a záporné částice jsou přitom vůči sobě v takovém poměru, že celkový elektrický náboj plazmy je s dostatečnou velkou přesností roven nule. Elektrony, které se v plazmě díky své malé hmotě mohou více-méně volně pohybovat, mohou díky tomu velmi snadno zprostředkovávat přenos elektrického náboje, tj. plazma může vést elektrický proud. Plazma jako taková je tedy elektricky vodivá. Zcela rigorózní a vyčerpávající fyzikální popis reálné plazmy je problém po matematické stránce nesmírně obtížný. Nezbyvá tedy většinou nic jiného, než pracovat se značně zjednodušenými modely, jako je např. model dvou tekutin (kladné iontové a záporné elektronové), nebo model vodivé kapaliny. s nímž nejčastěji pracuje právě kosmická elektrodynamika. Podívejme se na tento model trochu blíže.

Abychom si ujasnili, oč se vlastně jedná, musíme si uvědomit dvě věci. Je to jednak to, že běžný (tj. elektricky neutrální) plyn se při dostatečně pomalých dějích, při nichž se nestačí uplatnit jeho větší stlačitelnost, v podstatě svými vlastnostmi neliší od kapaliny, jednak to, že podstatnou vlastností, kterou plyn získá ionizací, je, jak už bylo výše řečeno, jeho elektrická vodivost. Prostým spojením těchto dvou faktů pak vznikne zmíněný model vodivé kapaliny.

Vzhledem k tomu, že kosmická plazma je téměř vždy zmagetovaná, tj. nachází se v magnetickém poli, spočívá práce s uvedeným modelem obecně v současné řešení pohybových rovnic hydrodynamiky a rovnice klasické teorie elektromagnetického pole. Nejzajímavější výsledky přitom dostaneme tehdy, předpokládáme-li, že plazma je ideálně, tj. nekonečně vodivá. Neбудeme si zde uvádět přesná řešení zmíněných rovnic.

Čtenář, který o ně má zájem, je najde například v knize docenta J. Kleczka "Plazma ve vesmíru a laboratoři", jež vyšla v nakladatelství Academia v roce 1963. Omezíme se nyní pouze na jeden z důsledků, k nimž užití modelu vodivé tekutiny vede a to na již zmíněné zamrznání magnetického pole do plazmy. Pokusíme se ve stručnosti ukázat, oč se vlastně jedná a ukážeme si na několika více-méně náhodně vybraných jednoduchých příkladech, jak se v astronomii se "zamrznáním" běžně pracuje.

Jev, o nějž se nám jedná, není v podstatě nic jiného než důsledek všeobecně známého Faradayova zákona elektromagnetické indukce aplikovaného na extrémní případ pohybu nekonečně vodivé kapaliny v magnetickém poli. Bude-li se totiž nějaká část této nekonečně vodivé kapaliny pohybovat napříč magnetickým polem (protínajíc jeho siločáry), bude se v ní samoindukcí indukovat jistá elektromotorická síla. Tato elektromotorická síla zde ale musí nutně vyvolat elektrický proud, jehož velikost bude dle Ohmova zákona úměrná její velikosti. Jako konstanta úměrnosti mezi proudem a elms silou zde ale vystupuje právě elektrická vodivost. Ta je ovšem dle našeho předpokladu nekonečná, takže i v kapalině pohybem indukované proudy by musely být nekonečně velké, což je fyzikálně zcela nepřijatelné. Pohyb nekonečně vodivé tekutiny, při němž by protínala siločáry magnetického pole, tedy není možný. Tj. zbývají pouze dvě možnosti. Buďto půjde o pohyb kapaliny podél siločar, nebo se siločáry musí pohybovat spolu s kapalinou, která je bude jakoby unášet s sebou.

Lze si tedy docela dobře představit, že siločáry jsou do vodivé kapaliny (tj. do plazmy) jakoby "zamrzlé" a právě z této představy vznikl název pro uvedený jev. Vše, co zde bylo o "zamrzání" zatím řečeno, platí ovšem beze zbytku pouze v případě předpokládané nekonečné vodivosti, což zřejmě dost dobře neodpovídá poměrům ve skutečné, reálné plazmě, která je ve většině případů dokonce pouze částečně ionizovaná a její elektrická vodivost tedy zdaleka není nekonečná. Ve skutečné plazmě bude zamrznutí tudíž pouze částečné, tj. jistý pohyb napříč magnetickým polem bude možný, i když v porovnání s pohybem podél magnetického pole jev lze v mnohých případech téměř zanedbat.

V případech kosmické plazmy lze ale naše původní představy docela dobře použít, což je dáno poměrně vysokým stupněm ionizace (tj. vysokou vodivostí), velkými rozměry a malou hustotou kosmických plazmových konfigurací.

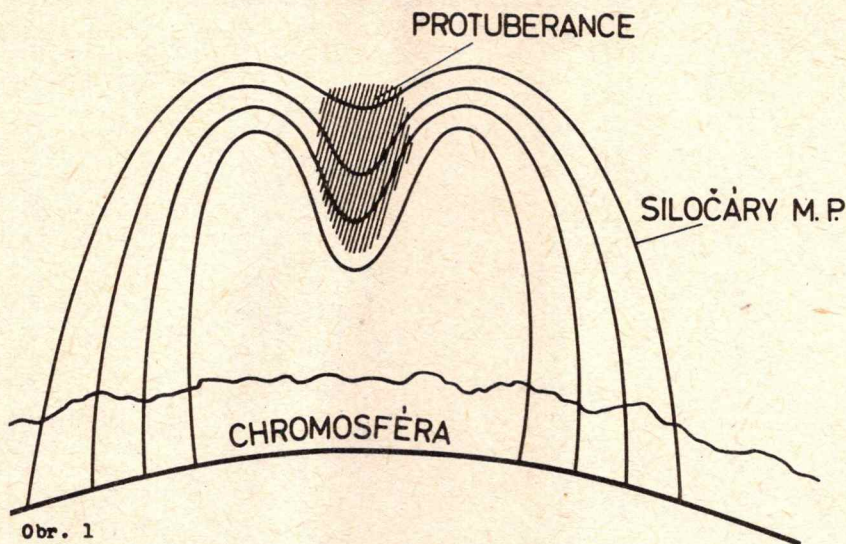
Lze tedy ve stručnosti zrekapitulovat:

Plazma o dost vysoké vodivosti se může bez potíží pohybovat pouze ve směru magnetických siločar, kdežto ve směru k magnetickému poli kolmém k vzájemnému pohybu pole a plazmy prakticky dojít nemůže. Tj. každýmžjakou vnější silou vynucený pohyb plazmy směřující mimo směr magnetických siločar způsobí buď deformaci a přenos těchto siločar, nebo dojde k jeho zbrzdění. To, která z těchto dvou eventualit nastane, závisí na poměru mezi magnetickou energií $H^2/8\pi$ a kinetickou energií částic plazmy $1/2 \rho v^2$ (H - intenzita mag. pole, ρ - hustota plazmy, v - rychlost, se kterou se plazma vůči magnetickému poli pohybuje). Bude-li kinetická energie větší než magnetická, nastane první eventualita a naopak.

Podívejme se nyní na několik jednoduchých modelových příkladů na užití "zákona" o zamrzání v astronomii:

A) Zavěšení stabilních protuberancí ve sluneční atmosféře.
Jak ukazují pozorování, vyskytují se stabilní protuberance obvykle na rozhraní dvou polarit magnetického pole. Siločáry magnetického pole tedy na jedné straně protuberance ze slunečního povrchu vystupují, procházejí místem výskytu protuberance a na její druhé strany pak vstupují zpět do dolní chromosféry a fotosféry. Jaký tvar musí mít siločáry magnetického pole, aby byla protuberance opravdu stabilní?

Tímto problémem se zabývali např. Kippenhahn a Schlütter a došli k závěru, že magnetické siločáry by mohly mít tvar znázorněný schematicky na obr. 1. Měly by tedy tvořit mohutný oblouk, zvedající se nad chromosférou s jakousi prohlubní v jeho horní části (na obrázku je nakreslen průmět pole do roviny kolmé k rozhraní polarit). Chladnější plazma, tvořící protuberanci, usazená v místě prohlubně, nemá prakticky žádnou možnost z prohlubně uniknout. Směrem dolů, do chromosféry, jí v tom totiž brání právě do ní zamrzlé magnetické pole a ve směru podél siločar, tj. nahoru téci nemůže, neboť je chladnější a tedy i těžší než okolní koronální plazma. Taktéž zavěšená plazma by tudíž měla být stabilní až do doby, kdy dojde v důsledku nějakých vnějších vlivů (např. erupce) k přestavbě dané magnetické konfigurace. Jak se "chladná" plazma do zmíněné prohlubně dostane, je již poněkud jiná a dalece obtížnější otázka.



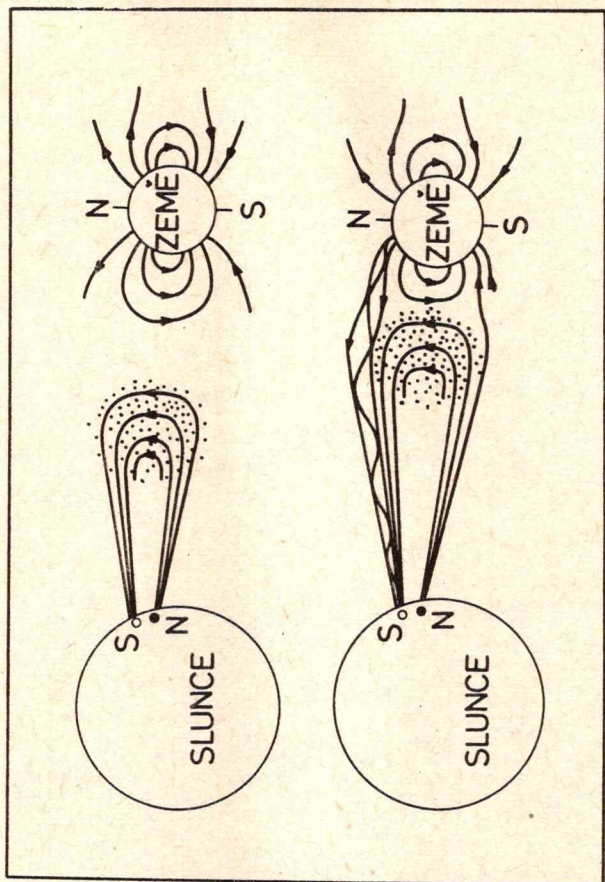
Obr. 1

B) Možnost existence magnetických "kanálů" Slunce-Země.

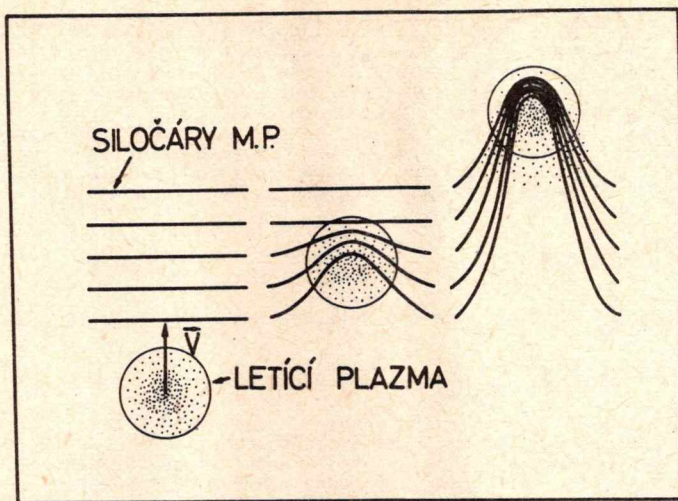
Magnetické pole nad těmi skupinami slunečních skvrn, v nichž se obvykle vyskytují velké protonové erupce, bývá velmi komplikované. Lze si tedy docela dobře představit, že oblak plazmy, vymrštěný z aktivního centra během erupce, potáhne směrem k Zemi siločáry v sobě zamrzlého magnetického pole zhruba takové polarity a tvaru, jak je znázorněno na obr. 2 (tj. opačné polarity než má geomagnetické pole.) Může tak vzniknout jakýsi magnetický vak vlečený částicemi k Zemi. V blízkosti Země se pak tento vak může spojit se zemským magnetickým polem. Za příznivých podmínek tak může dojít ke vzniku jakýchsi magnetických "kanálů", jimiž se mohou dostat další nabitě částice bez větších překážek až pod ochranný štít zemské magnetosféry, čímž by bylo možno vysvětlit některé pozorované anomálie ve výskytu nabitých částic u zemského povrchu.

C) Vliv meziplanetárního magnetického pole na tvar kometárních hlav. Jak je známo, jsou komety z dost značné části tvořeny ionty kyslíčnicku uhelnatého, respektive ionizovanými molekulami dusíku, tj. jedná se v podstatě o částečně ionizovanou plazmu. Dá se tedy očekávat nějaká interakce mezi touto plazmou a meziplanetárním magnetickým polem, jímž kometa prolétá.

U mnohých komet se také dá skutečně pozorovat tvar hlav odpovídající spíše tak zvané řetězovce než parabole, již předpokládá klasická teorie neuvažující magnetické pole. Tvar řetězovky se dá docela dobře zdůvodnit již zmíněnou interakcí plazma-magnetického pole (obr.3). Díky zamrznutí bude totiž letící kometa deformovat magnetické siločáry právě do tvaru řetězovek a takto deformované magnetické pole bude opět zpětně působit na



Obr. 2



Obr. 3

tvár plazmového oblaku - kometární hlavy, který se poli jako-
by přizpůsobí.

D) Magnetické pole pulsarů. Všechny doposud vytvořené teorie pulsarů předpokládají mimo jiné existenci nesmírně silného magnetického pole. Otázka zní, jak může ke vzniku tak silných magnetických polí dojít. Nejpravděpodobnější možností se zatím zdá být mechanismus zesílení původního slabšího magnetického pole prostřednictvím gravitačního kolapsu, v jehož důsledku pulsar - neutronová hvězda vzniká. Předpokládáme-li totiž, že kolabující hvězda má nějaké slabé magnetické pole zamrzlé ve svém povrchu, dojde při kolapsu, v důsledku zmenšení povrchu hvězdy, ke zvýšení hustoty zamrzlých siločar, což ovšem není nic jiného než zvětšení intenzity mag. pole. Při přechodu od počátečního poloměru R_0 k poloměru R se zřejmě zmenší povrch hvězdy v poměru druhých mocnin příslušných poloměrů. V témže poměru, jak již bylo řečeno, se musí zvětšit hustota z povrchu vystupujících siločar, to jest velikost intenzity magnetického pole. Platí tedy vztah

$$H = H_0 \left[\frac{R_0}{R} \right]^2,$$

kde H je konečná a H_0 počáteční velikost intenzity magnetického pole. Tak například počáteční pole o intenzitě 1 ampér/metr se při změně poloměru z poloměru Slunce (tj. $7 \cdot 10^9$ m) na poloměr rovný 10^7 m zesílí na pole o intenzitě $5 \cdot 10^4$ A/m, což není pole nikterak malé.

E) Přibližný odhad velikosti galaktického magnetického pole. Plynná hmota v naší Galaxii je soustředěna zejména ve spirálových rukávech, kde má hustotu zhruba o řád vyšší než v oblastech mimo ně. Obvykle se předpokládá, že je zde držena magnetickým polem majícím tentýž spirálový charakter, jež je zamrzlé do plazmy tvořící rukávce. Vzhledem k tomu, že se na tento systém můžeme v přiblížení dívat jako na systém, v němž je kinetická energie plynu v rovnováze s energií magnetického pole, můžeme právě z této podmínky energetické rovnováhy alespon přibližně odhadnout velikost magnetického pole. Ze vztahu

$$\frac{H^2}{8\pi} = \frac{1}{2} \rho v^2$$

totiž snadno dostaneme pro velikost intenzity magnetického pole

$$H = \sqrt{4\pi\rho v^2} .$$

Dosadíme-li do posledního výrazu obvykle uváděné hodnoty, tj. za v hodnotu $3 \cdot 10^3$ m/s a za ρ hodnotu $5 \cdot 10^{-21}$ kg/m³ (tj. 3 atomy vodíku v 1 cm³), dostaneme pro velikost galaktického magnetického pole přibližně hodnotu $2,4 \cdot 10^{-3}$ ampér/metr ($2,4 \cdot 10^{-6}$ oerstedu).

To bylo několik náhodně vybraných příkladů na to, jak se "zákon" zamrzání v astronomii dnes běžně aplikuje. Podobných příkladů by se ještě našlo mnohem víc. Dalo by se např. mluvit o existenci radiálních pásů Země, sektorové struktury slunečního větru nebo o mechanismech vzniku a zesílení hvězdných magnetických polí. Tam všude se totiž pojem "zamrzlé" magnetické pole vyskytuje. Avšak pro ilustraci snad stačí těch několik uvedených příkladů.

Je třeba ještě jednou poznamenat, že se jedná o příklady v pravém slova smyslu modelové a z toho důvodu také tak trochu "neskutečné". Ve skutečnosti se totiž vše dost značně zkomplikuje díky existenci jemné struktury magnetického pole, nestabilit apod.

Z NAŠICH PRACOVÍŠŤ

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů
Vol. 26/1975/, No 3

Sledování "zhlazování" časově-intenzitního průběhu protonových emisí se vzdáleností od Slunce

L. Křivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Ubývání výskytu impulsových efektů při protonových výpro-

nech z aktivní oblasti v srpnu 1972 se zvětšující se vzdáleností v meziplanetárním prostoru je vysvětlováno efektem "zhlazování" v důsledku přibývajících interakcí nové situace polí se situací předešlou. Na principu postupného "prosazování" je objasněno též fázové zpožďování nástupové fáze celkového chodu protonového jevu se vzdáleností.

- aut -

Třicet let od osvobození Československa

V článku jsou shrnuty nejdůležitější výsledky, jichž bylo na čs. astronomických pracovištích dosaženo v uplynulých pěti letech (roku 1970 uveřejnil BAC obdobný přehled).

- PA -

Fotometrické parametry komety Kohoutek 1973 f

J. Svoreň, J. Tremko, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso

Z vlastních i přejetých fotoelektrických pozorování odvodili autoři fotometrické parametry této komety. Použili při tom originální grafickou metodu.

- PA -

Možnost připojování elektronů k molekulám NO₂ ve slabých meteorech

J. Rajchl, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

U meteorů s absolutní hvězdnou velikostí slabší než -2 dochází k silnému vzrůstu koeficientu "přilepování", což nelze vysvětlit mechanismem přitahování elektronů k meteorické hmotě.

- PA -

Parametry modelu měsíčního potenciálu a odchylky tížnice na Měsíci

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

Autor odvodil parametry nejpřijatelnějšího trojosého elipsoidu, určil vlastnosti tíže na dané ekvipotenciální ploše a odvodil odchylky tížnice.

- PA -

Vývoj rotačního pohybu rakety 1969-51B

V. Mioc, Cluj Astron. Observatoriu, V. Ciubotaru, Cluj University, Cluj, Romania

Autoři studují periodu rotace tohoto objektu v období 1969-73 a její změny. V březnu 1971 došlo k urychlení rotace.

- PA -

Rotačné pohyby slnečných škvŕn

Š. Knoška, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso

Na základe štúdia rotácie slnečných škvŕn z denných kresieb Slnka zhotovených na observatoriu Mt. Wilson v rokoch 1917 - 1924 bolo zistené, že zo 146 škvŕn, ktoré rotovali, sa

ich 60% otáča v smere ENW. Nájdený rotačný pohyb, súhlasný
čo do smeru na oboch pologuliach, je v rozpore ako s vlivom
diferenciálnej rotácie tak aj s pôsobením Coriolisovej sily.

- aut -

Absolútna fotometria a štruktúra koróny zo zatmenia Slnka
30. júna 1973

V. Rušin, M. Rybanský, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso

V článku sa uvádzajú zemepisné súradnice pozorovacieho
stanovišta a kontakty zatmenia. Z troch snímkov zatmenia Slnka
sú určené absolútne hodnoty intenzít bielej koróny pre všetky
pozičné uhly. Ukazuje sa, že korona bola prechodného typu
s kompaktným širokým lúčom nad východným okrajom Slnka, polár-
nymi lúčmi a veľmi bohatou štruktúrou nad západným okrajom
Slnka. Priebeh zploštenia izofot s výškou je podobný priebehu,
aký je v blízkosti minima slnečnej činnosti.

- aut -

Spomaľovanie erupciou generovaných medziplanetárnych nárazových
vln

Š. Pintér, Geofyz. ústav SAV, Hurbanovo

V práci je študované šírenie erupciou generovaných nára-
zových vln v medziplanetárnom priestore. Bolo získaných 18 ta-
kých ukazov, u ktorých bol pozorovaný prechod nárazovej vlny
najmenej cez dve kozmické sondy, nachádzajúce sa v rozličných
heliocentrických vzdialenostiach. Zo známej vzdialenosti od
Slnka po miesto pozorovania nárazovej vlny, a z časového rozdielu
medzi vznikom a prechodom nárazovej vlny cez miesto pozorovania,
boli určené stredné radiálne rýchlosti šírenia erupciou genero-
vaných medziplanetárnych nárazových vln.

- aut -

Doba letu rýchlych slnečných častíc k Zemi (dodatek III)

L. Křivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Zdrojem slnečných rýchlych častíc spôsobujúcich niektoré
efekty (PCA ap.) jsou erupce s fází Y v době rychlého vzplanutí
erupce. Proto známe okamžik vyvržení častíc. Autor určuje dobu
zpozodování počátku PCA, která činí 3-85 minut pro kosmické zá-
ření a 10-870 min. pro PCA.

- PA -

Automatické pointační zařízení horizontálního slunečního daleko-
hledu

M. Klvaňa, Astron. ústav SAV, Ondřejov

V článku je popsán princip pointačního systému slunečního
dalekohledu s použitím krokových motorů, pracující v pozemních
podmínkách s přesností 1-2 obl. sec. za předpokladu dobré kvali-
ty obrazu a bezoblačné atmosféry. Dále jsou uvedeny vlastnosti
použitého fotoelektrického čidla a podle naměřených experimen-
tálních údajů charakterizován celý pointační systém.

- aut -

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

Sekce Čs. astronomické společnosti při ČSAV, 1975

Na základě jednání Ústředního výboru ČAS obrátila se redakční rada našeho věstníku na předsedy odborných sekcí Společnosti se žádostí o stručné shrnutí základních informací o dané sekci. Chceme tím vyhovět početným žádostem členů o souhrnný přehled o práci sekcí, v níž leží těžiště odborné činnosti naší Společnosti.

V přehledu, který následuje, uvádíme název sekce, dále adresu, na níž lze posílat sekci korespondenci (příhlášky za člena) a jméno předsedy a sekretáře sekce. Některé sekce funkci sekretáře ovšem dosud neobsadily. V dalším bodě přehledu jsou vyjmenováni členové předsednictva sekce. Nakonec je stručně charakterizováno pracovní zaměření sekce a rámcově i plán její činnosti. Činnost sekcí se řídí Pracovním řádem, který rovněž uveřejníme.

Redakce

Název: Sluneční sekce

Adresa: Ladislav Hejna, AsÚ ČSAV, 251 65 Ondřejov u Prahy
Předseda: RNDr. Ladislav Křivský, CSc., Ondřejov, AsÚ ČSAV
Sekretář: Ladislav Hejna, AsÚ ČSAV, Ondřejov
Členové předsednictva: RNDr. Pavel Ambrož CSc., Ondřejov;
RNDr. Václav Bumba DrSc., Ondřejov; Zdeněk Kamarád, Vsetín;
Jan Klimeš, Úpice; Ing. Štefan Knoška, Tatranská Lomnica;
Milan Neubauer, Valašské Meziříčí; JUDr. Josef Olmr, Ondřejov;
Dr. Karel Otavský, Horní Černošice; RNDr. Július Sýkora CSc.,
Tatranská Lomnica.

Sluneční sekce ČAS se ve spolupráci s některými lidovými hvězdárnami a se Slunečním oddělením AsÚ ČSAV podílí na soustavném sledování sluneční fotosféry, chromosféry, radiové emise Slunce, atmosfériků a kosmického šumu. Členové sluneční sekce zajišťují metodické vedení většiny z uvedených pozorovacích programů.

Velmi bohatá je také přednášková a publikační činnost, ať už se jedná o přednášky přednesené na různých lidových hvězdárnách, či o referáty na tradičních seminářích o X-astronomii (Praha), a o radioastronomii (Úpice), jež sluneční sekce spolupořádá. V příštích letech by se sluneční sekce chtěla mimo účasti na již tradičních akcích spolupodílet na založení semináře o možnostech amatérské práce v současné sluneční astronomii a na vydání brožury, která by poskytla všem zájemcům informace o moderních pozorovacích metodách, vhodných pro průměrně vybavená amatérská pracoviště.

Velká pozornost by měla být také věnována problematice vztahů Slunce-Země. Na půdě sluneční sekce by se totiž měla co nejintenzivněji rozvíjet spolupráce astronomů (profesionálů i amatérů) s odborníky lékaři, biology, meteorology, apod.

Název: Časová a zakrytová sekce

Adresa: Ing. Ludmila Webrová CSc., Budečská o, 120 23 Praha 2

Předseda: Ing. Ludmila Webrová, CSc., ASÚ ČSAV, Praha

Sekretář: Ø

Členové předsednictva: Ing. Vl. Ptáček, Praha; Ing. B. Maleček, Valašské Meziříčí

Sekce sdružuje členy společnosti ČAS, kteří se zajímají o měření, udržování a distribuci přesného času a mají na starosti časovou bázi na lidových hvězdárnách a astronomických kroužcích, zejména tam, kde se pozorují zákryty hvězd Měsícem. Pozorování zákrytů je dalším důležitým zaměřením uvedené sekce. Podklady pro pozorování jsou lidovou hvězdárnou ve Valašském Meziříčí sdělovány zájemcům a tato je též shromažďuje a zasílá do mezinárodního centra. Zákryty jsou pravidelně redukovány v ASÚ. V plánu sekce je další zpracování zákrytů (opravy na okraj Měsíce) pro pravidelné určování efemeridového času z našeho čas. materiálu.

Název: Historická sekce

Adresa: Sekretariát Československé astronomické společnosti, 170 05 Praha 75, PP 32, Královská obora 233

Předseda: Dr. Zdeněk Horský, CSc., Astronomický ústav ČSAV Praha

Sekretář: prom. soc. Pavel Najser, Hvězdárna hl.m. Prahy, 118 46 Praha 1 - Petřín 205

Místopředseda: Prof. Dr. Vladimír Guth, DrSc., člen kor. ČSAV a SAV, Astron. ústav ČSAV, 251 65 Ondřejov

Členové předsednictva: JUDr. Vilibald Cach, 130 00 Praha 3 - Žižkov, Bořivojova 38; prof. Oldřich Hlad, Hvězdárna hl. m. Prahy, 118 46 Praha 1 - Petřín 205

Historická sekce ČAS se zabývá dějinami astronomie, a to především v našich zemích. Vývoj astronomie je sledován v začlenění do celkového společensko-historického procesu, zvláštní pozornost je věnována souvislosti mezi vývojem astronomie a jí příbuzných oborů.

Úkolem historické sekce ČAS rovněž je evidovat základní astronomické památky v našich zemích a spolupůsobit k jejich uchování, resp. vyhovující dokumentaci tam, kde přímé zachování není možné.

Toto celkové zaměření sekce je modifikováno podle aktuálních potřeb. Tak v minulých letech se sekce zvláště soustředila k výročí Astronomického ústavu ČSAV a jeho předchůdců (seminář k 250 letům klementinské hvězdárny v r. 1972), v r. 1973 historická sekce ČAS velmi těsně spolupracovala s Koperníkovou komisí ČAS. V letošním roce vzhledem k jubileu Tadeáše Hájka z Hájku (nar. 1525, zemř. 1600) se sekce soustřeďuje k studiu vývoje astronomie v Čechách v 16. stol. a ve spolupráci se Státní knihovnou ČSR připravuje pro podzim 1975 výstavu "Tadeáš Hájek a jeho doba".

V posledních letech se staly zvláště aktuálními otázky paleoastronomie. V souvislosti s tím se sekce soustředila k přetřetí problému možných paleoastronomických lokalit v našich zemích. Při této tématice sekce spolupracuje s archeology. Historická sekce ČAS pořádá pravidelně ročně jeden pracovní seminář, a to zpravidla v Praze.

Název: Elektronická sekce

Adresa: Ing. K. Jehlička, Slávova 34, 618 00 Brno

Předseda: Ing. Karel Jehlička, Brno

Sekretář: Ø

Členové předsednictva: Ing. Vladimír Ptáček, Praha;

Dr. Pavel Mayer CSc., Praha; Dr. Mir. Vetešník CSc., Brno;

Jaroslav Medek, Brno.

Sekce je metodickým orgánem vedoucím práce z oblasti aplikované elektrotechniky a elektroniky v astronomii. Podstatnou náplní činnosti sekce je publikace a šíření znalostí o moderních elektrotechnických metodách a postupech. Většinou se využívá formy seminářů. Sekce bude v této činnosti pokračovat v r. 1975 dvěma semináři a exkursí. Tato práce bude doplnována publikací zajímavých zkušeností z prací svých členů na úkolech na jejich astronomických pracovištích.

Název: Sekce pro hvězdnou astronomii

Adresa: Dr. P. Mayer CSc., Astronomický ústav MFF KU, Švédská 8, 150 00 Praha 5

Předseda: Dr. Pavel Mayer CSc., Praha

Sekretář: Ø

Členové předsednictva: Dr.S.Kříž CSc., Ondřejov; doc.dr.J.Tremko CSc., Tatranská Lomnica; dr. M.Vetešník CSc., Brno

Úkolem sekce je přispívat k rozvoji hvězdné astronomie a k šíření znalostí o tomto oboru. Hlavní činností sekce je pořádání každoroční konference pro zvané odborné pracovníky. Uvažuje se o tom, jak poskytnout členům ČAS další možnosti zapojit se do odborné práce.

Název: Sekce pro pozorování proměnných hvězd

Adresa: Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, Kraví Hora, 616 00 Brno 16

Předseda: prof. RNDr. Oto Obárka, CSc., Brno

Sekretář: Zdeněk Pokorný, Brno

Členové předsednictva: RNDr. Jiří Grygar, CSc., Ondřejov;

Alois Vrátník, Praha

Vizuální a fotografické pozorování zákrytových proměnných hvězd, zvláště těch, které nebyly dlouho sledovány (algolid, které jsou v minimu slabší než 11-12^m). Cílem těchto pozorování je zpřesnění period zákrytových systémů, případně stanovení změn period.

Na několika větších hvězdárnách, kde se dokončuje konstrukce fotoelektrických fotometrů, bude pozorovací program rozšířen o přesná měření světelných křivek vybraných zákrytových proměnných hvězd.

Sekce organizuje též semináře a instruktáže pro pozorovatele a pro zájemce o problematiku proměnných hvězd.

Název: Astronautická sekce

Adresa: RNDr. Petr Lála CSc., Astronomický ústav ČSAV,

251 65 Ondřejov

Předseda: RNDr. Petr Lála CSc., Ondřejov

Sekretář: Ø

Členové předsednictva: Doc.MUDr.J.Dvořák CSc., Praha; prom.

ped. O. Hlad, Praha; ing. F. Hovorka, Hradec Králové;
ing. G. Karský CSc., Praha; RNDr. B. Onderlička CSc., Brno.

Sekce se zatím zaměřila na koordinaci amatérského pozorování umělých družic Země, které se nyní provádí především na Hvězdárně na Petříně a na Hvězdárně a planetáriu v Hradci Králové. Provádí se pokusné fotografování slabých družic pevně nebo paralakticky montovanými kamerami. Připravuje se amatérská efemeridová služba (vizuální resp. fotografická pozorování, jejichž výsledky se co nejdříve zpracovávají a používají ke zpřesnění předpovědí poloh družic) pro vybrané družice.

Název: Meteorická sekce

Adresa: Miroslav Sulc, Doležalova 5, 616 00 Brno 16

Předseda: Miroslav Sulc, prom. fyz., Brno

Sekretář: Ø

Členové předsednictva: RNDr. Zdeněk Ceplecha, DrSc., 251 65 Ondřejov 243; Prof. RNDr. Vladimír Guth, DrSc., člen koresp. ČSAV, Ondřejov; RNDr. Vladimír Porubčan CSc., AÚ SAV, Bratislava; Ing. Miloš Símek CSc., Ondřejov; Dr. Radim Šimon, Praha; Vladimír Znojil, prom. fyz., Vyškov na Moravě.

V uplynulé době byla činnost sekce zaměřena na pořádání celostátních meteorických expedic a zpracování napozorovaných materiálů. Spolupracuje s AÚ ČSAV a HaP MK v Brně. Pořádá každoročně ve spolupráci s brněnskou hvězdárnou celostátní semináře z meteorické astronomie, na kterých jsou mimo jiné vytyčovány úkoly pro amatéry. V současné době představuje hlavní náplň činnosti zpracovávání materiálů z expedic, prohlubování spolupráce se slovenskými astronomy a zprostředkování spolupráce mezi profesionály a amatéry.

V přehledu ještě chybí sekce planetární, jejíž předseda z důvodů pracovního zaneprázdnění nemohl k přehledu přispět. Pokusíme se tento doplněk získat pro příští číslo KR, aby přehled byl úplný. Příspěvek sekce optické byl uveřejněn v KR 2/75, str. 50.

NOVÉ KNIHY

Marcel Grün, Pavel Koubský: Fyzika sluneční soustavy. Pomocný text pro učitele fyziky a pro pracovníky hvězdárna a planetárií. Vydal Krajský pedagogický ústav v Praze 1974, str. 124.
Cena neuvedena. Publikace určena pro vnitřní potřebu hvězdárny a AK.

Z iniciativy KPÚ a pražské hvězdárny na Petříně vzniklo velice potřebné dílo, pojednávající u nás poprvé z důsledně astrofyzikálního hlediska o sluneční soustavě.

Příručka je rozdělena do devíti hlavních kapitol. Úvod obsahuje tabulku historických dat astronomie sluneční soustavy,

počínající r. 3379 př.n.l. a končící přistáním člověka na Měsíci. Poté následuje obecná úvaha o planetárních systémech ve vesmíru. Obsáhla třetí kapitola pojednává o Slunci. Je k ní připojen i přehled družicových slunečních observatoří do poloviny r. 1973. Čtvrtá kapitola je věnována Zemi jako astronomickému tělesu. Pak následuje kapitola o Měsíci, doplněná přehledem u nás viditelných slunečních a měsíčních zatmění do r. 2000 a seznam měsíčních kráterů s českými jmény.

Šestá kapitola pojednává souborně o planetách, další o meziplanetárním prostředí (meteory, meteority, planety, komety, sluneční vítr, kosmické záření). V osmé kapitole jsou stručně rozebrány otázky života ve vesmíru (na str. 112 dole je ovšem průměrná vzdálenost mezi hvězdami v Galaxii namísto 76 jen 7,6 světelného roku). Závěrečná část příručky shrnuje základní pojmy i náplň kosmického výzkumu.

Brožura je psána velmi přehledně. Obsahuje vskutku soudobé poznatky (zhruba do poloviny r. 1973) a poprvé v naší astronomické literatuře se téměř důsledně přidržuje měrové soustavy SI. Jelikož v současné době nemáme moderní astronomické kompendium (a volání po něm zůstane bohužel ještě dlouho hlasem volajícím na poušti), bude mít příručka mnohem větší ohlas, než odpovídá nákladu fotorotaprintového vydání. Příručka mohu bez váhání doporučit všem vážnějším zájemcům o soudobou astrofyziku; sám ji mám stále v poličce hned nad psacím stolem.

J. Grygar

Pavla Maršálková: A Comparison Catalogue of HII Regions.
Astrophysics and Space Science 27, str. 3-110, 1974

Oblasti ionizovaného vodíku - emisní mlhoviny, jejichž nejznámějším představitelem je mlhovina v Orionu - jsou v současné době v popředí zájmu odborníků řady odvětví astronomie. Studium těchto oblastí dovoluje zjišťovat vlastnosti mezihvězdného plynu, ale nejen to; oblasti HII zpravidla obsahují i mezihvězdný prach, lze tedy zkoumat i souvislost obou těchto složek mezihvězdné látky. Především však dovolují oblasti HII zkoumat i vztah mezihvězdné hmoty a mladých či vznikajících hvězd.

Messierův katalog obsahoval 6 HII oblastí, katalogy NGC a IC celkem asi sto oblastí. Světelné fotografické komory a interferenční filtry dovolily objevit i oblasti velmi slabé; existuje tak řada seznamů HII oblastí publikovaných jejich objeviteli. Velmi dobrý je katalog Sharplessův z r. 1959, založený na snímcích velkou palomarskou Schmidtovou komorou - obsahuje 313 objektů severnějších než asi -30° . Souhrnný katalog pro celou oblohu však dosud neexistoval.

Katalog Pavly Maršálkové je první, který soustřeďuje údaje prakticky o všech HII oblastech objevených na celé obloze. Obsahuje ekvatorální a galaktické souřadnice, rozměry a jasnosti 698 objektů, které byly obsaženy v dřívějších katalozích, pokrývající vzhledem vždy jen část oblohy. Amorfní struktura typická pro

HII oblasti způsobuje, že každý autor přiřazuje jediné oblasti poněkud odlišné rozměry, jasnost i souřadnice, a ztotožnění oblastí uvedených v několika výchozích katalogích bylo proto hlavním problémem při sestavování katalogu nového. Objekty jsou v katalogu rozděleny do dvou skupin, na objekty s galaktickou šířkou do 15° a objekty s větší šířkou, a jsou zakresleny v mapě o šířce $14,5^\circ$ podél galaktického rovníku. Planetární mlhoviny a zbytky supernov jsou v katalogu důsledně odděleny od "pravých" HII oblastí.

Porovnání katalogů a pečlivá kontrola podle existujících fotografií vedla i k odhalení řady často závažných chyb ve starších údajích. Katalog P.Maršálkové, pracovnice Hvězdárny hl. m. Prahy, je aktuální dílo a nepochybně se stane východiskem dalších prací, ať už půjde o identifikaci a studium hvězd jednotlivé oblasti excitujících, o statistiku vztahů mezi vlastnostmi hvězd a mlhovin, či o přípravu dalšího observačního výzkumu HII oblastí.

P.Mayer

Javlenija nestacionarnosti i zvezdnaja evoljucija, izd. Nauka, Moskva 1974, 375 str. 2,30 r.

Kniha "Nestacionární jevy a vývoj hvězd" je závěrečnou publikací série monografií s názvem "Nestacionární hvězdy a metody jejich pozorování". V předchozích knihách této řady byl kladen hlavní důraz na výklad faktických poznatků o jednotlivých typech proměnných hvězd a na popis metodiky jejich výzkumu. (Vyšly již tyto monografie: "Pulzující hvězdy", 1970, (B.V.Kužarkin), "Eruptivní hvězdy", 1970 (A.A.Bojarcuk, R.E.Geršberg), "Zákrytové proměnné hvězdy", 1971, (V.P.Česevič) a konečně "Metody pozorování proměnných hvězd", 1971, (V.B.Nikonov)). Závěrečné číslo série má poněkud širší záběr, neboť se vedle klasických proměnných hvězd zmiňuje i o supernovách a zdrojích rentgenovského záření, hovoří se v ní o některých typech hvězd, jejichž nestacionárnost se neprojevuje formou světelných změn, ale zvláštnostmi spektra. V knize se věnuje zvláštní pozornost otázce, jaké je místo toho či onoho typu proměnnosti nebo nestacionárnosti ve vývoji hvězd. Na řadě konkrétních případů se zde řeší závažná filosofická otázka: Je proměnnost a nestacionárnost vrozeným údělem některých hvězd, nebo je vlastností některých vývojových stádií, kterými procházejí normální hvězdy? Už Eddington, jehož předvídatost v celé řadě astrofyzikálních otázek filosofického charakteru je všeobecně známa, dává za pravdu druhému pohledu na proměnnost hvězdy, když o pulzacích cefeid hovoří o jakémsi druhu "dětské nemoci", kterou musí hvězda prodělat, aby z ní vyšla "zdravá" - bez pulzací.

Současná věda přináší stále více důkazů ve prospěch chápání hvězdné nestacionárnosti jako jisté epizody ve vývoji hvězdy, kdy hvězda svým nápadným chováním (kolísáním jasnosti, změnami ve spektru) na sebe přiláká pozornost pozorovatelů. Studium nestacionárnosti hvězd jako jevu spojeného s určitou fází jejich vývoje vrhá světlo i na celý vývoj hvězdy, neboť nestacionárnost je obvykle důsledkem dramatických změn ve hvězdném nitru.

Dnes se na proměnnost hvězdy díváme buď jako na nutný důsledek jejich stavby (proměnné typu T Tauri a UV Ceti), nebo ji spojujeme s tím, že se hvězda nachází v určitém kritickém období svého vývoje (odchod hmotných hvězd z hlavní posloupnosti - hvězdy typu β Cephei, případně odchod z větve červených obrů v kulových hvězdokupách - hvězdy typu Mira Ceti), nebo konečně s tím, že hvězda při svém vývoji prochází pásem nestability (klasické cefeidy, hvězdy typu RR Lyrae a δ Scuti). V řadě případů je proměnnost hvězd vázána na jejich podvojnost (to zvláště v pozdních fázích vývoje soustavy), pomalou či naopak rychlou rotaci, existenci silného magnetického pole atp. At tak či onak, pozorování proměnných hvězd, jejichž charakteristiky (např. periody) lze bez velkých obtíží stanovit, spolu se sledováním hvězdokup se stalo tím nejefektivnějším prostředkem empirického ověřování teorie hvězdného vývoje.

Na knize "Nestacionární jevy a vývoj hvězd" spolupracovalo celkem deset autorů, kteří vesměs představují ve svých oborech světovou špičku. Kniha je rozdělena do 8 kapitol. Dvě kapitoly knihy jsou věnovány jednotlivým typům proměnných hvězd jako určité fáze vývoje hvězd s různou hmotností, chemickým složením a rotačním momentem. V první kapitole se hovoří o mladých, ve čtvrté o starých hvězdách. Druhá a třetí kapitola se zabývá mladými horkými hvězdami obklopenými rozsáhlou atmosférou - Wolfvými-Rayetovými hvězdami a B hvězdami s emisními čarami. Dále jsou zde diskutovány zvláštnosti vývoje těsných hvězdných soustav, kde výměna hmoty mezi složkami systému vede leckdy na první pohled k paradoxním důsledkům. Mezi těsnými dvojhvězdami zaujímají zvláštní postavení ty soustavy, v nichž jedna ze složek je zdrojem rentgenovského záření. Přestože výzkum takovýchto soustav je teprve v počátcích, vydobyl si již jedno z předních míst na žebříčku popularity jednotlivých směrů astrofyzikálního bádání, neboť je klíčem k pochopení vlastností pozdních stádií hvězdného vývoje. Velkých úspěchů dosáhlo v posledních letech i studium vzplanutí supernov, a to především díky tomu, že se již podařilo rozšifrovat informace skryté v jejich spektrech. Objev pulsarů potvrdil správnost našich předpokladů o tom, že se supernova po výbuchu zhroutí v suprahustou neutronovou hvězdu. Závěrečná kapitola je věnována grandiozním a tajemným procesům, které probíhají v aktivních jádrech galaxií a proměnných kvazarech.

Problémy, které jsou v této knize nadhazovány a řešeny, patří mezi neaktuálnější a nejživější problémy astrofyziky a není proto divu, že na řadu z nich existují odlišné názory. Přestože jsou autoři jednotlivých kapitol často i osobně angažováni v tom či jiném řešení určitého dílčího problému, je jim nutno přiznat snahu o co nejvyšší objektivnost při výkladu dané problematiky. Jistě se musíme sklonit před obtížnou a zřejmě i velmi nevděčnou prací dvou hlavních redaktorů svazku A.A.Bojarchuka a J.N.Jefremova, kteří dokázali vtisknout knize, jež byla psána deseti různorodými osobnostmi vědeckého světa, jednotný ráz. Osobně si nejvíce cením nejrozsáhlejší kapitoly pojednávající o Wolfvých-Rayetových hvězdách. Autoři této kapitoly S.V.Rublev a A.M.Čerepaščuk zde na 70 stranách knihy podali dokonale a úplný přehled o současných názorech na tyto výjimečné objekty. O důkladnosti této studie svědčí i to, že se v textu odkazují celkem na 240 prací jiných autorů. Dále se mi líbí 6. kapitola zabývající se vlastnostmi rentgenových zdrojů

v dvojhvězdách, kterou napsali R.A.Sjunjajev a N.I.Šskura, a to již i z toho důvodu, že se zde poprvé setkáváme s ucelenou informací o tomto dnes tak populárním odvětví astrofyzikálního výzkumu. Poněkud mě mrzí skutečnost, že v knize nebylo věnováno místo jedné z nejvýznamnějších skupin nestacionárních hvězd - hvězdám pekuliárním a magnetickým, jejichž výzkumu se věnuje stále větší a větší pozornost.

Domnívám se, že není třeba vám tuto knihu nějak zvlášť doporučovat, protože kniha se svým obsahem, kvalitou a konečně i dostupností doporučuje sama.

Z. Mikulásek

Karel Mišou, Zdeněk Pírko: Základy astronautiky. Nakladatelství Academia, 268 stran, 58 obrázků. Praha 1974. Cena 20,-Kčs.

V loňském roce se na knižním trhu objevil jeden ze sporadických přírůstků knižních titulů z oblasti kosmonautiky. Tentokrát se jedná o teoretickou práci přínášející souhrn informací, jež se dají označit jako základní. Takto pojetá publikace vycházející v češtině je ojedinělá

Snahou autorů bylo poskytnout čtenáři informaci z co nejširšího rozsahu teoretických otázek a problémů, majících přímou i nepřímou souvislost s lety do vesmíru. Šíří předkládané problematiky charakterizuje již obsah této nevelké knížky, který zabírá čtyři strany. Je proto pochopitelné, že nebylo možné - a autoři to ani neměli v úmyslu - zacházet na 220 stránkách vlastního textu v každé otázce do přílišných podrobností. Celou práci pak prostupuje matematické pojetí problémů, které vyniká zvláště v první části knihy, věnované mechanice letu družice.

Tato část je tvořena prvními čtyřmi kapitolami. V první jsou uvedeny základní zákony nebeské mechaniky. Autoři se drží historické chronologie: nejprve podávají Keplerovy zákony (navíc v předstihu i jejich matematické vyjádření) a po připojení Newtonova zákona síly a zákona akce a reakce vyvozují gravitační zákon. K přesnějším tvarům zákonů pohybu družice docházejí autoři ve druhé polovině kapitoly, při řešení problému dvou těles pouze na základě gravitačního zákona a 2. Newtonova zákona.

V dalších třech kapitolách je proveden rozbor pohybové rovnice tělesa v centrálním gravitačním poli. Těžiště celé první části knihy je ve druhé kapitole, kde autoři podávají výsledky tvořící základ mechaniky družic. Třetí kapitola je věnována zvláštnímu případu - dráze mezikontinentální balistické střely. Čtvrtá kapitola se zabývá zčásti rozбором vlastností kuželoseček s některými shodnými parametry a zčásti praktickými úkoly, představujícími dodatky ke druhé kapitole, k níž organicky patří.

Ruživě působí některé terminologické zvláštnosti jako: subcyklická, supercyklická či nadcyklická rychlost, aktivní perioda (pro dobu, kdy pracuje motor rakety), oběžný let či navedení do oběžného letu. Nepříjemnou chybou pak je označení Měsíce, Země, Venuše a Marsu za hvězdu. Ve druhé kapitole je jeden paragraf věnován vlivu třetího tělesa; pro pokrytí celé jedné oblasti jakou jsou meziplanetární lety je to však přece

jen málo. V této souvislosti není také zaveden pojem sféry přitažlivosti.

Druhá obsáhlejší část knihy je věnována studiu pohybu tělesa s proměnnou hmotností. V sedmi kapitolách je probrán opět široký objem problémů počínaje obecnými základy mechaniky takového tělesa v páté a speciálně pak rakety v šesté kapitole. Další dvě kapitoly jsou věnovány otázkám spadajícím do oblasti vnitřní balistiky. Tato technická partie knihy značně pomůže zájemcům objasnit mnohé pojmy, se kterými se v raketové technice pracuje a jejichž vysvětlení není běžně uváděno. U fyzikálních veličin však autoři používají již neplatných jednotkových soustav (absolutní, technická), takže je třeba uváděné číselné hodnoty převádět do vyjádření předepisovaných normou. Totéž platí i o dnes chybném používání výrazu hmota pro setrvačnou materii.

Následující dvě kapitoly jsou věnovány parametrům, sloužícím k vyjádření charakteristiky dané rakety ať již jednostupňové nebo vícestupňové. Zavedení těchto parametrů umožňuje autorům navázat rozbořem různých vlastností raket a posléze i jednotlivými variantami optimalizace raket. Tato předposlední kapitola poskytuje užitečné seznámení se základními otázkami důležitého procesu navrhování a rozboru konstrukce rakety.

Závěrečná kapitola svým zaměřením na relativistické problémy pohybu rakety zabíhá daleko od praktického použití. Její zařazení zdůrazňuje celkový teoretický charakter díla. Pohled a předkládání informací je z hlediska matematika, který se snaží především o matematicky správný postup při provádění nutných matematických operací. Tento precizní přístup v některých - zvláště prvních - partiích knížky trochu ztěžuje čtenáři sledování souvislostí. Je to však v rozumných mezích. Tam, kde by se dodržování této zásady stalo pro čtenáře, zabírajícího se právě jen o základní celkový přehled, neúnosné, položili autoři správně hranici rozboru prováděného vlastními silami. Pokud výjimečně potřebují seznámit čtenáře s takto dosaženým výsledkem, předkládají ho bez důkazu.

Vydání takovéto knížky je bezpochyby záslužným činem, za který je třeba autorům i ostatním, kteří se o její vydání zasloužili, poděkovat. Nemalá obec těch, kteří se v naší republice na různé úrovni zajímají o lety do vesmíru a raketovou techniku, jí jistě přijme s zájmem.

J. Kolář

DISKUSE

Koperník ne tak skličující příběh

Je nadpis nového úvodníku na koperníkovské téma, který se objevil v zářijovém čísle Journal of the Optical Society of America. Čtenáři si vzpomenu, že jsme původní úvodník z r. 1973 na tomto místě ostře kritisovali (srovnej Kosmické rozhledy 1974, č.1 str. 46). Redaktor Dr David MacAdam byl nepřímou upozor-

něn na spornost svého pojetí článku ke Koperníkovu jubileu a obrátil se dopisem na jednoho z autorů oné poznámky (na Dr. Z. Knittla) s nabídkou, že je ochoten uveřejnit úvodník hostujícího autora, který by uvedl na pravou míru omyly, jichž se snad Mr MacAdam dopustil. Jistým rozšířením a ucelením argumentace, kterou jsme v Kosmických rozhledech otiskli, tak vznikl koperníkovský příspěvek shora uvedeného názvu. Rádi konstatujeme seriózní postup Dr Davida MacAdama, který umožnil, že jeden z vedoucích optických časopisů se nakonec objektivněji vyporádal s Koperníkovým jubileem.

Redakce

PROSLECHLO SE VE VESMÍRU

"Nám žádná
zpráva neunikne!"

Večerní Doba

Vzdejte se veškeré
naděje všichni,
kdo sem vcházíte

Seniorní vydavatel: prof. Kenneth Brecher, M.I.T., Cambridge, Mass.

Juniorní překladatel: Jiří Grygar, AÚ ČSAV, Ondřejov, Čs. 1.4.1975

Zdalipak existují Laplaceova temná
tělesa?

PAŘÍŽ, 1976.- Na posledním zasedání Akademie věd připravil markýz de Laplace, proslulý matematik a přírodní filozof, účastníkům skvělý a zajímavý večer. V rámci přednášky o budoucnosti astronomie četl úryvky ze svého bestselleru "Exposition Du Systeme Du Monde", kde mimo jiné uvažuje o možnosti, že vesmír je plný temných těles, jejichž počet se rovná počtu viditelných hvězd! Myšlenka je založena na jeho vlastních výpočtech, že svítící hvězda o hustotě Země a průměru 250 Sluncí nedovolí díky vlastní gravitaci paprskům, aby nás dosáhly. Markýz doslova prohlásil, že "je tedy možné, že největší svítivá tělesa ve vesmíru jsou prostě neviditelná". Ač je matematický důkaz bez vady, přece jen pan de Laplace nebyl s to vysvětlit, jak se temná tělesa mohou dostat do takového podivného stavu. Doufáme, že markýz nebude pokračovat v poškozování své reputace dalšími podobnými výplody fantazie.

Vědci varují: kolaps je
nevyhnutelný!

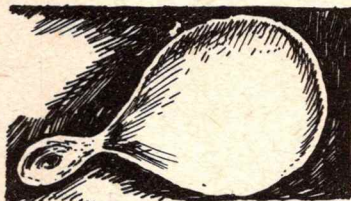
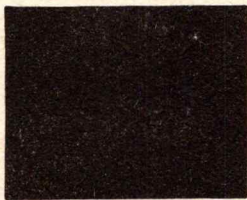
BERKELEY, 1939.- Zatímco svět se probouzí z velké hospodářské krize a obává se nového světového válečného konfliktu, přichází znamenitý mladý americký fyzik J.R.Oppenheimer a jeho aspirant, bývalý řidič dálkové přepravy H.Snyder, s názorem, jenž publikovali v nejnovějším čísle časopisu Physical Review. "Když se vyčerpají zdroje termojaderné energie, dostatečně těžká hvězda se zhroutí", tvrdí autoři. To bychom měli mít na paměti, když se pokoušíme tíhu stávající situace řešit nátlakem na zainteresované velmoci. Problém je o to složitější, že, jak autoři upozorňují, osoba, jež se bude hroutit souběžně s obřím tělesem, pocítí všechna napětí kolapsem vyvozená v období kratším než jeden den.

CYGNUS X-1: Černá díra nebo bílá vrána?

NEW YORK, 1. duben, 1971 - Přední americký deník New York Times dnes oznámil první objev "černé díry v kosmu". Objekt, jenž A.G.W.Cameron nazývá kolapsar a sovětský akademik Zeldovič mu říká "zamrzlá hvězda", byl dlouhou příčinou nespavosti teoretických astrofyziků. Vědci ze společnosti Amerických vědců a inženýrů, s.r.o., vedení dr. R. Giacconim, vykonali tato unikátní pozorování pomocí malé astronomické družice UHURU. Odborníci tvrdí, že konečně vrhli něco světla do záhady černých děr, resp. že pozorovali záření hmoty, jež se po spirále blíží do smrtící náruče černé díry. Vysvětlují tak rentgenové záření ze zdroje Cygnus X-1, jež prý pochází z plynného proudu v soustavě těsné dvojhvězdy. Dvojhvězda sestává z mladé hmotné hvězdy, jež odvrhuje nežádoucí hmotu, a ta pak padá na zcela zhroutčenou sekundární složku (viz obr.). Dr. Giacconi vyvrací námitky tiché menšiny odborníků, kteří nevěří ani na zhroutčenost ani na hmotnost, na přibírání hmoty akrecí, ba ani na podvojnost soustavy. Našemu zpravodaji řekl dr. Giacconi zcela rozhodně, že "... (pokračování na str. 11).

Okouzlující mladá hvězda došla svého štěstí se starým degenerovaným trpaslíkem

BOSTON, 1973. - V době, kdy se celkem nic neděje, jsme dostali nadějnou a potěšitelnou zprávu o budoucnosti přestárých hvězd. Dosud se soudilo, že opulentní hvězdy nemají jinou možnost, než se nakonec zhroutit a tak nám zmizet s očí. Chyba lávky, prohlásili však nyní dva universitní profesori z Massachusetts Institute of Technology. Důmyslným obratem dokázali, že hvězda se může vyhnout smutnému údělu tím, že se stane raději degenerovaným trpaslíkem. Tvrdí dokonce, že při vhodné souhře okolností může, jako v případě zdroje Cygnus X-1, dojít k harmonickému soužití s hvězdou tak mladou a skvělou jako je HD 226868. (Pozn. red.: Tato zpráva je zároveň pádnou odpovědí těm čtenářům, kteří nás obviňovali z diskriminační ediční politiky vůči tak zanedbávaným typům hvězd jako jsou bílí trpaslíci, červení obři a modří tuláci. Tím též chceme doplnit naše čerstvé informace o některých předních bílých dírách. Díky kosmické censuře však nebudeme schopni odhalit jakékoliv informace o nahých singularitách.)



První podrobná barevná fotografie černé díry. Povšimněte si zvláště význačných detailů v levém horním rohu a uprostřed snímku, jež jsou v dobré shodě se soudobými teoretickými modely černých děr.

Model Cyg X-1. Černá díra není vidět vlevo uvnitř menšího oválu. Vpravo obří hvězda, ztrácející hmotu.

"No News
Escapes Us"

The Black Hole

Abandon Hope
All Ye Who
Enter Here

Announcement of M.I.T. Physics Colloquium By K. Brecher

Les Corps Obscurs de Laplace-Existent-ils?

PARIS, 1796 - At a recent meeting of L'Académie des Sciences, M. Le Marquis De Laplace, the eminent mathematician and natural philosopher, provided for all those present a most amusing and entertaining evening. With readings from his recent best seller "Exposition Du Systeme Du Monde," while circulating amongst the audience

reprints of his latest paper in the *Algemeine Geographische Ephemeriden*, he presented a talk entitled "Future Progress of Astronomy." Amongst other speculations, he suggested that the Universe is filled with "des corps obscurs," dark bodies, in numbers equal to the visible stars! He bases these ideas on his calculations which show that "a luminous star, of the same density as the earth, and whose diameter should be 250 times larger than the sun would not, in consequence of its attraction,

allow any of its rays to arrive at us." He concluded by saying that "it is therefore possible that the largest luminous bodies in the universe may, through this cause, be invisible." Despite the irrefutability of his mathematics, he failed to suggest how any object would come to exist in such an ignominious state. One can only hope that his good name will not be darkened by such flights of fantasy. (Ed. note - By the publication of the fifth edition of "The System of the World" Laplace had expunged all references to "des corps obscurs.")

SCIENTISTS FORESEE:

COLLAPSE INEVITABLE

BERKELEY, 1939 - Out of the depths of the Great Depression, and confronted with the possibility of another world-

CYGNUS X-1: BLACK HOLE OR RED HERRING?

NEW YORK, April 1, 1971 - The New York Times today reported for the first time the discovery of a "black hole in space." Various referred to as a "collapsar" (A.G.W. Cameron of the (Veritas) Center for Astrophysics) or "frozen star" (Ya. B. Zeldovitch of the Soviet Academy of Sciences), such objects have long filled the void of theoretical astrophysicists' waking hours. Now at last, it seems, there is an object upon which they can lavish their speculations. Scientists from American Science and Engineering, Inc., headed by Dr. Riccardo Giacconi, making observations with instruments aboard the first small astronomical satellite, nicknamed UHURU, claim to have finally shed some light on the matter of black holes or, more precisely, say that they have seen the light, from matter spiralling headlong into the oblivion of a black hole. They interpret the x-ray emissions from Cyg. X-1 as arising from gas flows in a close binary star system containing a massive young star ejecting unwanted matter, which then accretes onto its fully collapsed companion (see picture). Waving aside the objections of a dissident



Popular model of Cyg. X-1, consisting of a binary star system containing a black hole (at the center of the disk, lower left) accreting matter ejected from its more massive companion.

Exciting Young Star Finds Happiness

With Old Degenerate Dwarf

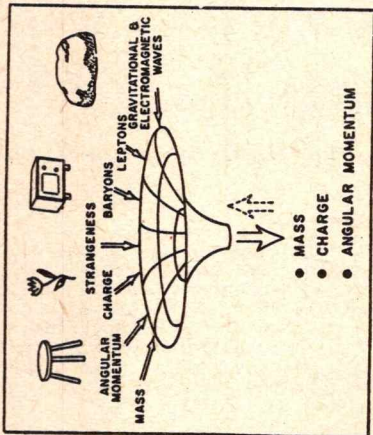
Book Review: "The Other Side"

by Alfred Kubin

VIENNA, 1909 - In a fit of brilliant insight and intense productivity, the great Austrian surrealist painter Alfred Kubin has succeeded, where no man has before him, in grasping the full physical significance of collapse into a black hole. A brief illustration from his novel "Die Andere Seite" should suffice to support this claim. Turning from the brush to the pen, he wrote: "And now, for the first time, I discovered in the veil of mist an immense, high wall. Suddenly, unexpectedly, it loomed up before me. Someone carrying a light was walking in front of us toward an enormous black hole: that was the gate to the Dream Kingdom. As we approached I noticed its huge dimensions. We

entered a tunnel, keeping as close as we could to our guide. Then something strange happened. I had already penetrated some distance into the vaulted passage when I was overcome, as though at a blow, by a wholly unfamiliar and dreadful sensation. It began at the back of my head and ran down my spine; my breath stopped, and my heart beat wildly. Helplessly I looked toward my wife, but she herself was white as a corpse, deathly fear mirrored in her face. In a quivering voice, she whispered: "I shall never come out of here again." His recognition of the role of tidal forces and of the irreversibility of such a predicament are all the more remarkable for they predate Herr Einstein's General Theory of Relativity by seven years.

wide contiguation, the brilliant young American physicist J. Robert Oppenheimer and his graduate student, former truck driver Hartland Snyder, have reported in the latest issue of the Physical Review that "when all thermonuclear sources of energy are exhausted, a sufficiently heavy star will collapse." Such news should be kept in mind by those who would hope that a detente could be achieved by bringing pressure to bear on arbitrarily large bodies to counter the ever present gravity of the situation. Furthermore, as the authors are the first to point out, while a sufficiently distant observer will never see its final demise, a person collapsing with a massive body will experience all the accompanying stresses in less than a day.



A rose is not a rose, nor would it smell as sweet, were it to be inside a black hole whose only attributes are mass, charge, and angular momentum.

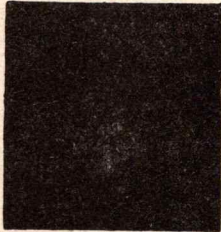
BOSTON, 1973 — On a day with very little news reaching us, a hopeful and touching story has emerged. It is commonly believed that overweight old stars have no alternative but to eventually collapse and disappear from sight altogether. Not so, say two MIT professors, K. Brecher and P. Morrison. In a surprising twist of the usual scenario, they suggest that such stars can avoid this fate by turning instead into degenerate dwarfs. If they get around enough, such stars can again become radiant and even, as they suggest in the case of Cygnus (The Swan) X-1, co-

Princeton Professor

Proclaims Black Holes Have No Hair

PRINCETON, 1972 — Professor John Wheeler of the Princeton University Physics Department, as well as those of Drs. Penrose, Hawking and others of Great Britain, has revealed that should black holes be discovered soon, there is little to distinguish one from the other. This follows, he says, from very general and powerful mathematical theorems which imply that such a body is completely characterized by three independent quantities: mass, charge and angular momentum (see figure). Such a conclusion, however, may be premature as has been emphasized by Professor P.

habitate with a star as young and bright as HD226868. (Ed. note — This story should satisfy those readers who have accused us of a discriminatory publishing policy. It is only the first in our new affirmative action series featuring such recently neglected stars as white dwarfs, red giants and, if space permits, blue stragglers. This series will complement our ongoing reports on the activities of some prominent white holes. Owing to cosmic censorship, however, we have been unable to uncover any information surrounding naked singularities.)



First detailed color photograph of a black hole. Note features at upper left and center, in good agreement with current theoretical predictions.

Curtis Michel in his recent article in the journal Comments on Astrophysics and Space Physics entitled "Hair Tonic For Black Holes." He cautions the unwary, "If black holes indeed have no hair, it could be because they have no scalp for it to grow out of. However, there is a lot of stuff floating around looking suspiciously like dandruff."

minority of scientists who question whether Cyg X-1 is fully collapsed, or moving, or accreting, or, even, whether it is in a binary star system. Dr. Giacconi told this reporter in no uncertain terms that "...

(Continued on page 13)

Texas Teachers Tout Tunguska Tragedy

AUSTIN, 1973 — Waving aside as extravagant and speculative the claims by Russian scientists that the immense explosive event which occurred in the Tunguska region of Siberia on June 30, 1908 was a great meteorite or comet, two scientists at the Center for Relativity Theory at the University of Texas, A.A. Jackson IV and M.P. Ryan Jr., have explained the event as having resulted from the passage of a mini black hole through the earth. Their suggested test of the theory, by hunting through old ships' logs for any record of the expected air and sea shock disturbances accompanying the re-emergence of the black hole in the North Atlantic has so far been stymied by Russian refusals to provide the vital records. (Tass, the Soviet News Agency, comments: Bourgeois capitalist Americans, in an attempt to discredit the greatness of the People's Meteorite, which fell within Mother Russia in 1908, have put forward the ludicrous suggestion that it was a black hole, that most degenerate of all western inventions....)

Texasští vědci chtějí parazitovat na tunguzské tragédii

AUSTIN, 1973. - Dva badatelé z texaského centra pro relativistickou astrofyziku se snaží znevážit běžně přijímanou teorii, že velká exploze na řece Tunguzce na Sibiři z 30. června 1908 byla způsobena dopadem meteoritu či komety. Dr. A.A. Jackson a M.P. Ryan si myslí, že úkaz nastal při průchodu černé minidíry Zemí. Prý by se měly zkoumat lodní deníky z této doby, zda snad nezaznamenaly úkazy, spjaté s opětným vynořením černé minidíry někde v severním Atlantiku (rázové vlny, záblesky apod.) Náš zpravodaj navštívil v této souvislosti Námořníka Pepka, jenž se zotavuje po svém 110. infarktu v Bethesda Memorial Hospital, Washington D.C., a je už zase zcela na špenátové dietě. Proslulý hrdina comics prohlásil, že byl v uvedené době shodou okolností jen asi 5 nautických mílí od místa vynoření černé minidíry, jak je udali Jackson a Ryan, a "neslyšel ani žblunknutí konzervy". Poznámel též, že nikdy předtím neslyšel nic tak potrhleho, a že tohle je možné asi jen v Texasu.



Růže přestane být růží, její vůni neucítíme, jakmile spadne do černé díry, kde jedinými charakteristikami hmoty jsou hmotnost, náboj a moment hybnosti.

Mercury (1974) - Special Issue, 20-21

Astroforizmy

Člověk radšej skúma ďaleký vesmír ako sám seba.

E.Hemingway

Chudinka naša Zem, ktože len na ňu nevrhal tieň.

S.J.Lec

K ochladeniu vzťahov medzi ľuďmi dochádza na základe trenia medzi nimi. Fyzika kdeže si?

S.J.Lec

Niekedy i rozmery vesmíru sa stanú vojenským tajomstvom.

S.J.Lec

Otvorené modely (nekonečné) vesmíru tak vysvetľujú jednoduše a bez potíží výsledky rôznych pozorovaní od abundancie deuteria k hodnote Hubblovej konstanty. Má-li byť v súhlase s týmito pozorovaniami model uzavretý (konečný vesmír), je nezbytné predpokladať (očividne ad hoc) existenciu mnoha dodatočných procesů, ktoré komplikovaným spôsobom dávajú stejné výsledky, jaké bychom získali z jednoduchého otevřeného modelu.

Námítky proti uzavřenému modelu jsou vážné, ale ne osudné; konečný verdikt není ještě bohužel vyneseno, ale nálada poroty snad začíná být znatelná.

Z článku "Nekonečný vesmír"
Gott, J.R.; Gunn, J.E.; Schram, D.N.; Tinsley, B.M.:
1974, Astrophys. J. 194, 543

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Změny kontrastu sluneční granule

Informace o teplotních poměrech ve slunečních granulích můžeme vedle spektrálních metod získávat také měřením kontrastu. I.V. Judina z pulkovské observatoře fotoelektricky měřila kontrast sluneční granule v různých fázích dvacátého slunečního cyklu. Prováděla registraci jasu části slunečního disku, jehož obraz přecházel přes clonku o průměru 0,35 úhlové vteřiny s rychlostí denního pohybu. K vyloučení vlivu kvality zobrazení na hodnotu kontrastu byla vyhodnocena jen měření prováděná při dobré a výborné kvalitě obrazu. Výsledky potvrzují již dříve diskutovaný jev, že kontrast sluneční granule je v maximu slunečního cyklu větší (zhruba dvojnásobný) než v minimu. Teplotní rozdíly mezi plazmou v centrální části granulí a plazmou mezigranulární jsou tedy vyšší v období maxima jedenáctiletého cyklu. Je to zřejmě důsledek intenzivnějších procesů v podfotosférické konvektivní zóně. Pro srovnání hodnot kontrastů granule ve dvou různých spektrálních oblastech spojitého slunečního záření bylo použito dvou filtrů s efektivní vlnovou délkou 4200 Å a 5300 Å. Kontrast granule v modré části spektra je vyšší než ve žluté. Podle pozemních pozorování činí podíl těchto kontrastů 1,2, zatímco z měření konaných ve stratosféře vychází hodnota 1,4.

P.Kotrč

Geoefektivita slunečních aktivních oblastí

Čtyři slova uvedená v nadpisu vytváří pospolu pojem, jenž se často vyskytuje v jednom ze směrů aplikujících sluneční astronomii - v prognózách ionosférických a geomagnetických poruch. Jak slovní výklad pojmu napovídá, jedná se o účinnost, s níž procesy probíhající v aktivní oblasti během jejího přechodu přes část Slunce přivrácenou k Zemi, vyvolávají odpovídající změny v zemské magnetosféře a ionosféře. Rozvoj studia geoefektivit aktivních oblastí byl vyvolán praktickými potřebami a výsledky jsou již delší dobu využívány. S postupným získáváním nových poznatků v tomto směru se zdokonaluje i metoda a spolehlivost prognóz.

Je znám zdánlivý paradox, podle něhož mnohé aktivní

oblasti během přechodu přes část slunečného disku nejbližší Zemi, t. j. okolí centrálního meridiánu, nevyvolávají i přes svoji mohutnost poruchy v geomagnetickém poli a ionosféře, zatímco jindy neveliké a celkem klidné aktivní oblasti způsobují magneticko-ionosférické bouře. Jednou z příčin tohoto paradoxu je severo-jihní asymetrie ve výskytu aktivních oblastí. Není to nic jiného, než že během několika slunečních otoček převažuje aktivita na jedné sluneční polokouli nad aktivitou druhé polokoule. Tyto nerovnoměrnosti šířkového výskytu aktivních oblastí vytváří na průběhu geomagnetických indexů jakési kvazistabilní zvlnění o délce jednoho roku, jež se projevuje zejména při zpracování dat za dlouhé období. Amplituda této vlny se řídí jedenáctiletým cyklem sluneční aktivity; maxima připadají na období jarní a podzimní rovnodennosti, což je dáno roční změnou polohy Země na ekliptice, jež má ke slunečnímu rovníku sklon $7,2^\circ$. Takže oblaka plazmy vznikající na severní polokouli Slunce mají větší pravděpodobnost setkání se Zemí v podzimních měsících, a obdobně vliv aktivních oblastí z jižní polokoule se zesiluje v měsících jarních.

Získávání materiálu pro základ prognóz se obvykle provádí sledováním geoeaktivity jednotlivých oblastí, jež se utřídí podle polohy v heliografických souřadnicích, podle úrovně a průběhu aktivity a dalších znaků. Také bylo nalezeno, že na vznik geomagnetických poruch mají vliv především aktivní oblasti z nižších heliografických šířek. Aktivní oblasti s výskytem erupcí ve vyšších šířkách mají zpravidla mnohem menší geoeaktivitu.

V. P. Kulešova a E. V. Lavrova z IZMIRANU zkoumaly geoeaktivitu flokulových oblastí Slunce ve třech letech na počátku vzrůstající fáze dvacátého slunečního cyklu, kdy pro relativně nízkou hladinu aktivity bylo možno u všech geomagnetických poruch provést jednoznačné přiřazení oblasti zodpovědné za příslušnou poruchu. Výsledkem je rozdělení všech zkoumaných aktivních oblastí do třech skupin. V první oblasti bylo 71% všech oblastí, převážně rekurentních, které při přechodu přes centrální meridián vyvolávaly zvýšení geomagnetické aktivity. Oblasti druhé skupiny (15%) byly nově vzniklé, prostorově oddělené od ostatních a rovněž vyvolávaly zvýšení geomagnetické aktivity. Třetí skupina (14% všech oblastí) obsahovala nové oblasti, vzniklé v těsné blízkosti rekurentních, případně rekurentní se zvýšením erupční aktivity v jednotlivých centrech. Na této skupině je zajímavé, že oblasti do ní patřící vedly k zeslabování, případně k pohasínání geoeaktivity sousedních rekurentních oblastí. Je zřejmé, že přítomnost těchto nových oblastí ovlivnila radiálnost šíření plazmových proudů a směr šíření vysokoenergetických částic ze sousedních rekurentních aktivních oblastí, které při předchozí otočce Slunce působily geomagnetickou aktivitu.

P. Kotrč

Jupiter a relativistické elektrony v meziplanetárním prostoru

Pomocí detektorů částic kosmického záření, umístěných na sondách Pioneer 10 a 11, byl zjištěn zajímavý efekt: při

letu sond meziplanetárním prostorem směrem k Jupiteru trvale vzrůstal počet elektronů s energiemi 0,2-8,0 MeV. Tok těchto elektronů byl nejméně 40 krát vyšší než tok elektronů "pravého" kosmického záření. Zvláště výrazný růst nastal, když se Pioneer 10 přiblížil k Jupiteru na méně než 1 astronomickou jednotku. V této době byla často registrována prudká zvýšení toku elektronů, obvykle několikasetkrát převyšující klidný tok.

Zdá se být takřka jisté, že zdrojem těchto relativistických elektronů je Jupiter a nikoliv Slunce, neboť náhlá zvýšení toku elektronů neodpovídají okamžikům přeletu protonů slunečního původu k sondám. Tuto domněnku potvrzují i měření některých umělých družic Země: při vyhodnocování údajů o toku elektronů s energiemi 3-12 MeV, které získaly satelity Imp 3, 4 a 5, bylo zjištěno, že množství elektronů registrované družicemi kolísá s 13 měsíční periodou (13 měsíců činí synodická oběžná doba Jupitera vzhledem k Zemi).

Zatím zůstává nezodpovězena otázka, jakým způsobem se dostávají elektrony s energiemi řádově MeV z Jupiterovy magnetosféry hluboko do meziplanetárního prostoru. Další výzkum těchto relativistických elektronů nám může přinést cenné informace o procesech urychlování a šíření nabitých částic v magnetosféře Jupitera a v meziplanetárním prostoru, o nichž toho víme stále ještě velmi málo.

(J.Geophys. Res., 1974, 79, č. 25, 3615 - 3622).

Z. Pokorný

Pozoruhodný pulsar

J.H.Taylor a R.A.Hulse z univerzity v Massachusetts se již delší dobu věnují systematickému hledání nových pulsarů pomocí 300 m radioteleskopu observatoře Arecibo v Portoriku. Během jedné z přehlídek rádiové oblohy se jim podařilo objevit nový pulzující zdroj v souhvězdí Šípu ($\alpha = 19^{\text{h}}13^{\text{m}}3^{\text{s}}$; $\delta = 16^{\circ}00'$, ekv. 1950) s řadou pozoruhodných vlastností.

Snad nejzajímavější je skutečnost, že perioda pulzací tohoto nově objeveného pulsaru se mění v rozmezí od 0,058967 do 0,059045 s a to cyklicky s periodou 0,3230 dní. Tyto cyklické změny ukazují na to, že pulsar tvoří podvojnou soustavu s jiným, dosud nepozorovaným tělesem patrně planetárních rozměrů. Výpočty ukazují, že pulsar se pohybuje po eliptické dráze s výstředností 0,61. Velká poloosa této dráhy činí pouze 690 000 km, což odpovídá takřka přesně poloměru Slunce.

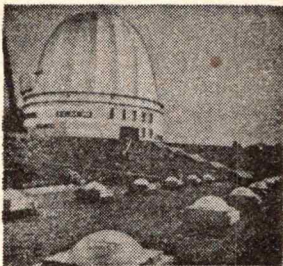
Krátce poté, co astronomové z massachusettské univerzity oznámili objev nového pulsaru, chopili se věci vědci z univerzity v Californii a University College z Londýna a začali sledit po X-emisi přicházející z tohoto nového rádiového zdroje. Naděje skládané do tohoto pulzujícího objektu rentgenovskými astronomy však byly zklamány; jednohodinové pozorování tohoto zdroje rentgenovským dalekohledem instalovaným na palubě družice Copernicus nemělo očekávaný výsledek. Ukazuje se, že pulsar objevený Taylorem a Hulsem, je v oboru od 1 do 3 Å nejméně 16 x slabší než známý rentgenovský pulsar NP 0532 nacháze-

jící se v Krabí mlhovině.

Perioda nového pulsaru činí 0,059 s, což znamená, že je kratší než periody všech dosud známých pulsarů, ovšem s výjimkou již zmíněného pulsaru NP 0532 s periodou 0,033 s. Všeobecně se soudí, že krátká perioda pulsaru je známkou jeho mládí. Vznikl-li tento objekt výbuchem supernovy, podobně jako pulsar v Krabí mlhovině, je velmi pravděpodobné, že se časem najdou historické záznamy o "náhle vzplanuvší hrozně nové hvězdě v Šípu".

Z. Mikulášek

VESMÍR SE DIVÍ



Teleskopický dalekohled v Kalifornii, dosud největší na světě, už ztratil svůj primát. Převzal ho teleskop v nově vybudované hvězdárně v Zelenčukském na Kavkaze, 120 km od Soči. Má úctyhodné parametry: čočku o průměru 6 m, váží 42 tun a lze jím pozorovat hvězdy vzdálené od Země 10 miliard světelných let.

Signál č. 6/1975

Pre štúdium Slnka

Dvojemetrový reflektor z NDR je najväčší ďalekohľad v ČSSR a skrýva sa pod kopulou Ondrejovskej hviezdárne. Toto pracovisko Československej akadémie vied je tiež vybavené veľkými rádiovými ďalekohľadmi, najmodernejším slnečným spektrom a ďalšími prístrojmi pre štúdium Slnka, medziplanetárnej hmoty, vysokej atmosféry a pre stelárnu astronomiu.

Slovenka 4/24. januára 1975

Tyto zprávy rozmnžuje pro svou vnitřní potřebu Československá astronomická společnost při ČSAV (Praha 7, Královská obora 233). Řídí redakční kruh: vedoucí redaktor J.Grygar, výkonný redaktor P.Přihoda, členové P.Ambrož, P.Andrle, J.Bouška, Z.Horský, M.Kopecký, P.Lála, Z.Mikulášek, E.Pittich, Z.Pokorný, M.Šidlichovský.
Technická spolupráce: H.Kellnerová.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka tohoto čísla byla 12. května 1975.

ÚVTEI - 72113