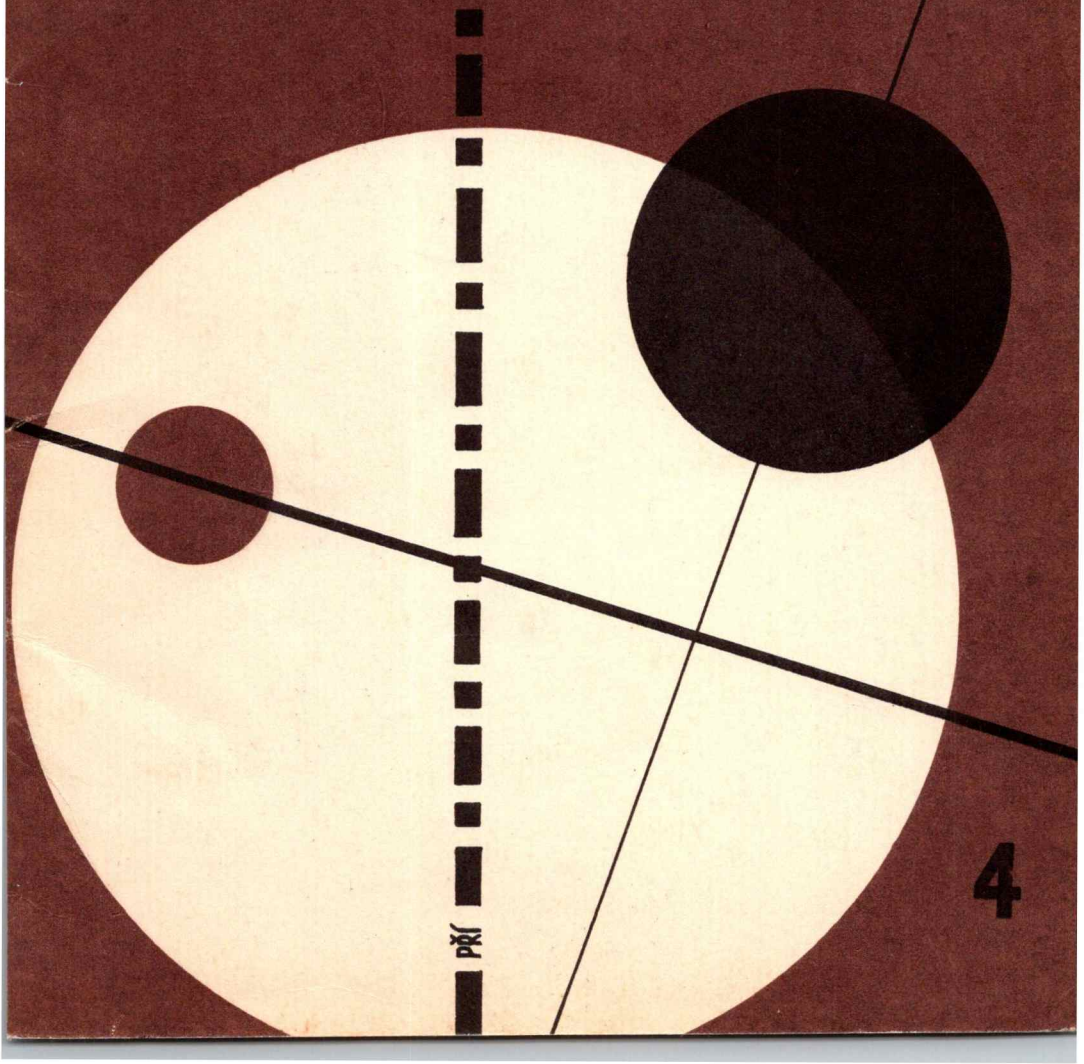
KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV



4

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

Ročník 9 - 1971 Číslo 4

Anketa

S problémem získat souvislý a nerušený čas pro práci se potýká každý vědecký pracovník. Objektivně je však třeba uznat, že někteří astronomové nesou zvlášť silné správně-administrativní břemeno. Jestliže přesto dokázali udržet krok s postupem svého vědního oboru, stojí jistě za zmínku, jak to dělají. Čtyřem snad nejzaměstnanějším astronomům ze svého okolí jsem během stelárního semináře v Cikháji (abych je totiž zbytečně nezdržoval) položil stejnou otázku:

Jak a kdy vlastně děláte vědu?

A zde jsou odpovědi:

doc.dr. Václav Bumba, DrSc, vědecký zástupce ředitele Astronomického ústavu ČSAV (Ondřejov): Čas pro vědu nacházím v době dovolených, kdy úroveň vnějšího rušení na observatoři výrazně poklesne. Proto jsem letos ještě neměl vlastní dovolenou. Jinak hlavně využívám i krátkých mezer v úřadování, ale někdy nezbývá než nastavit večer nebo víkend. Občas též dokážu zanevřít na chvíli na administrativu a vrátit se k ní, až když něco doopravdy hoří.

doc.dr. Miloslav Kopecký, DrSc, vedoucí slunečního oddělení Astronomického ústavu ČSAV (Ondřejov): Čas pro vědu jsem naposledy získal tak, že jsem poslal rodinu do pionýrského tábora (včetně manželky - pozn.J.G.). Jelikož v téže době mělo více zaměstnanců oddělení dovolenou, mohl jsem soustředěně pracovat. Jsou ovšem ojedinělá období, kdy kromě minima sluneční činnosti nastává i minimum byrokracie, a pak se mohu věnovat vědě.

člen korespondent Luboš Perek, prozatímní vedoucí Astronomického ústavu ČSAV (Praha): Čas pro vědu nacházím díky reservní kanceláři a pak o víkendech na chalupě. Když se uchýlím do reservní kanceláře, vědí mí bezprostřední spolupracovníci, že mne nemají vyrušovat. Vůči cizím vetřelcům se chovám dostatečně nevlídně, aby pochopili, že mají okamžitě zmizet. Telefon je v reservní kanceláři postaven na místě hodném opovržení. Jeho číslo neznám sám a jsem odhodlán odstřihnout šňůru v okamžiku, kdy poprvé zazvoní. O víkendech si beru práci na chalupu, pokud je to technicky možné (dokumentace k mému současnému problému váží kolem metráku; elektronickou kalkulačku neberu nikdy, neboť na chalupě není proud).

prof. Vladimír Vanýsek, CSc, vedoucí katedry astronomie Astronomického ústavu University Karlovy (Praha): Vědu dělám tak, že při schůzích si sedám co nejdále dozadu. Jinak využívám víkendů a hlavně - nemám doma televizor.

Výběr účastníků ankety byl do jisté míry náhodný; odpovědi však jeví jistou zákonitost. Zdá se, že vedoucí pracovníci si musí udržet schopnost rychlé koncentrace, aby využili i krat-

ších časových úseků, musí umět svůj problém "nosit v hlavě" a zapomínat na konec úředních hodin. Idyla vědců ve věži ze slonoviny je nenávratně ta tam.

J. Grygar

M. Šidlichovský

Stavová rovnice látky a konečná fáze vývoje kosmických objektů

§ 1 - Úvod

Hvězdy mohou končit svůj vývoj různým způsobem. Některé se po explozi rozptýlí do meziplanetárního prostoru, jiné končí svůj život jako bílí trpaslíci, neutronové hvězdy, nebo tzv. černé díry. To jsou teoretické výsledky obecné teorie relativity. V případě velkých tlaků, hustot a hmot totiž s Newtonovou fyzikou nevystačíme.

Donedávna byli skutečně pozorováni jen bílí trpaslíci a výsledky jejich pozorování dobře souhlasily s předpovědí teorie, zatímco neutronové hvězdy a černé díry nebyly pozorovány. V astronomii tak vznikla napjatá situace mezi teorií a pozorováním. Další rozvíření hladiny přinesl objev quasarů (1963) a snaha uvést je do souvislosti s teorií vývoje hvězd. Problém quasarů nebyl uspokojivě vyřešen dodnes. V roce 1967 přichází objev pulsarů, objektů, jejichž radiová emise se skládá z téměř přesně periodických pulsů. Mechanismus vzniku těchto pulsů není zcela jasný, ale zdá se více než pravděpodobné, že pulsary jsou dlouho hledané neutronové hvězdy. K otázce pulsarů se ještě krátce vrátíme. Na možnostech pozorování černých děr, nebo přesněji hvězd v gravitačním kolapsu, se usilovně pracuje.

Detailní výpočet vývoje struktury hvězd v konečných fázích je velice obtížné provést a zatím se to nepodařilo. Proto se obvykle volí jiná metoda. Předpokládáme, že látce hvězdy byla odnata veškerá možná energie, že je to látka s nulovou absolutní teplotou a je katalyzována ke konečnému bodu termonukleárního vývoje. Takové látce říkáme chladná katalyzovaná látka /1/. Řešením podmínky mechanické rovnováhy hvězdy z chladné katalyzované látky (tj. mrtvé hvězdy, hvězdy na konci svého vývoje), dostaneme strukturu hvězdy, což znamená průběh hustoty a tlaku ve hvězdě, závislost její hmoty na poloměru a podobně. K takto úplnému vyřešení struktury hvězdy však vždy potřebujeme znát další vztah mezi hustotou a tlakem. Tato další rovnice je charakteristikou látky a nazývá se stavovou rovnicí. Výhoda předpokladu, že hvězda je složena z chladné katalyzované látky, spočívá v tom, že nemusíme uvažovat různé stavové rovnice pro různé materiály, ale jednu universální stavovou rovnici pro chladnou katalyzovanou hmotu. Takovou rovnici sestavili Harrison, Wakano a Wheeler v r. 1958 (budeme o ní dále mluvit jako o HWW stavové rovnici). Od té doby se objevily další verse, které však dávají pro stelární strukturu kvalitativně stejný obraz.

Pro porozumění fyzikálnímu významu stavové rovnice si můžeme představit vzorek hmoty, kterou stlačujeme, takže jeho hustota stále roste. V každém okamžiku však musí být všechny termonukleární reakce katalyzovány až do konečného bodu a uvolněná

tepelná energie musí být vzorku odňata. Při malých tlacích dostáváme železo Fe^{56}. Zaznamenáváme-li tlak P jako funkci hustoty ρ při stále větší kompresi vzorku, dostáváme stavovou rovnici

$$P = P(\rho)$$

Takto jednoduché experimentální stanovení stavové rovnice však není prakticky proveditelné, alespoň zdaleka ne v tak širokém oboru hustot, které mohou připadat v úvahu v kosmických objektech.

§ 2 - Fermiony a Pauliho princip

Při odvozování tvaru stavové rovnice hraje nesmírně důležitou úlohu ta skutečnost, že částice jako protony, elektrony a neutrony patří do skupiny fermionů. Co to znamená, že částice je fermion? Podle výsledků kvantové mechaniky můžeme (na základě symetrie či antisymetrie příslušné vlnové funkce vzhledem k výměně částic) rozdělit všechny částice do dvou skupin.

Symetrické vlnové funkce popisují tzv. bosony. To jsou částice s celočíselným spinem. Patří sem fotony, mesony π, mesony K a patří sem i např. fonony - částice popisující kmity krystalové mříže nebo excitony popisující jistý typ excitací v polovodičích.

Antisymetrické vlnové funkce popisují fermiony. Fermiony jsou částice s poločíselným spinem. Patří sem protony, neutrony, elektrony, neutrina, mesony μ, hyperony.

Jak je známo, systémy v kvantové fyzice nemohou obvykle nabývat libovolných hodnot energie, ale jen jistých diskrétních energií. Stejně tak částice v omezeném objemu se může nacházet jen v jistých diskrétních stavech. Právě ve způsobu, jak se částice rozmisťují v těchto diskrétních stavech, spočívá podstatný rozdíl mezi fermiony a bosony. V systému bosonů se může v určitém kvantovém stavu nacházet libovolný počet částic. Pro fermiony však platí Pauliho princip, který říká, že v systému fermionů se může v daném kvantovém stavu nacházet nejvýše jedna částice.

O systému fermionů mluvíme někdy jako o Fermiho plynu. Ten se řídí tzv. Fermi-Diracovou statistikou /2/. Pro nás nejdůležitějším výsledkem této statistiky je to, že při dostatečně nízkých teplotách se fermiony rozmisťují v možných kvantových hladinách prakticky tak, že obsazují stavy s nejnižšími energiemi. Do jisté energie E_F (tzv. Fermiho energie) jsou tedy všechny stavy obsazeny jedním fermionem, zatímco vyšší energetické hladiny zůstávají neobsazeny. Při stlačování Fermiho plynu dodáváme do jistého objemu stále nové částice a musíme jim tedy dodávat stále větší energii, aby mohly obsadit první neobsazenou hladinu. Překonáváme tak degenerační tlak Fermiho plynu. V této oblasti nízkých teplot mluvíme o degenerovaném Fermiho plynu. Při zvyšující se hustotě roste tedy i Fermiho energie E_F, až při jistých hustotách je střední energie částice už podstatně větší, než mc^2, kde m je hmota uvažovaných fermionů a c je rychlost světla. V této oblasti hustot už začínají hrát roli relativistické efekty a proto mluvíme o ultrarelativistickém degenerovaném plynu. Nepříliš složité výpočty /2/ vedou k závěru, že tlak P Fermiho plynu je v nerelativistické oblasti úměrný $\rho^{5/3}$, zatímco v ultrarelativistické oblasti je tlak úměrný $\rho^{4/3}$.

Je nutno upozornit, že v uvedených výpočtech jde pouze

o tlak způsobený Pauliho principem, že se zatím neuvažuje interakce mezi částicemi.

§ 3 - Stavová rovnice chladné katalyzované látky

Protože železo má při malých tlacích nejtěsněji vázané jádro, dostaneme po proběhnutí všech možných termonukleárních reakcí z každé neutrální hmoty železo hustoty $\rho = 7{,}86$ g/cm^3. Rozdělme obor hustot chladné katalyzované látky na intervaly.

1. V oblasti 7,8 g/cm$^3 \leq \rho \leq$ 15 g/cm^3 známe stavovou rovnici železa z laboratorních měření.
2. V oblasti 15 g/cm$^3 \leq \rho \leq 10^4$ g/cm^3 je možno k výpočtu stavové rovnice užít Fermi-Thomasova statistického modelu atomu.
3. V oblasti 10^4 g/cm$^3 \leq \rho \leq 10^7$ g/cm^3 dostáváme elektronový plyn a plyn z jader železa. Rozhodující roli hraje tlak elektronového plynu, jehož teorii vypracoval Chandrasekhar, který odvodil formuli platnou v relativistických i nerelativistických oblastech. Z této formule zjistíme, že při $\rho \approx 10^5$ g/cm^3 je tlak P úměrný $\rho^{5/3}$, což odpovídá tomu, že jde o nerelativistický degenerovaný elektronový (tedy Fermiho) plyn. Mezi $\rho \approx 10^5$ g/cm^3 a $\rho \approx 10^7$ g/cm^3 dochází k přechodu k relativistickému elektronovému plynu a exponent u ρ nabývá hodnoty 4/3.
4. V oblasti 10^7 g/cm$^3 \leq \rho \leq 10^{11}$ g/cm^3 je Fermiho energie elektronů velmi vysoká a pro náš systém začíná být energeticky výhodné zbavovat se elektronů tzv. inversním rozpadem β. Rozpad β je rozpad neutronu na proton a elektron za vzniku neutrina

$$n \rightarrow p + e^- + \nu \,, \tag{1}$$

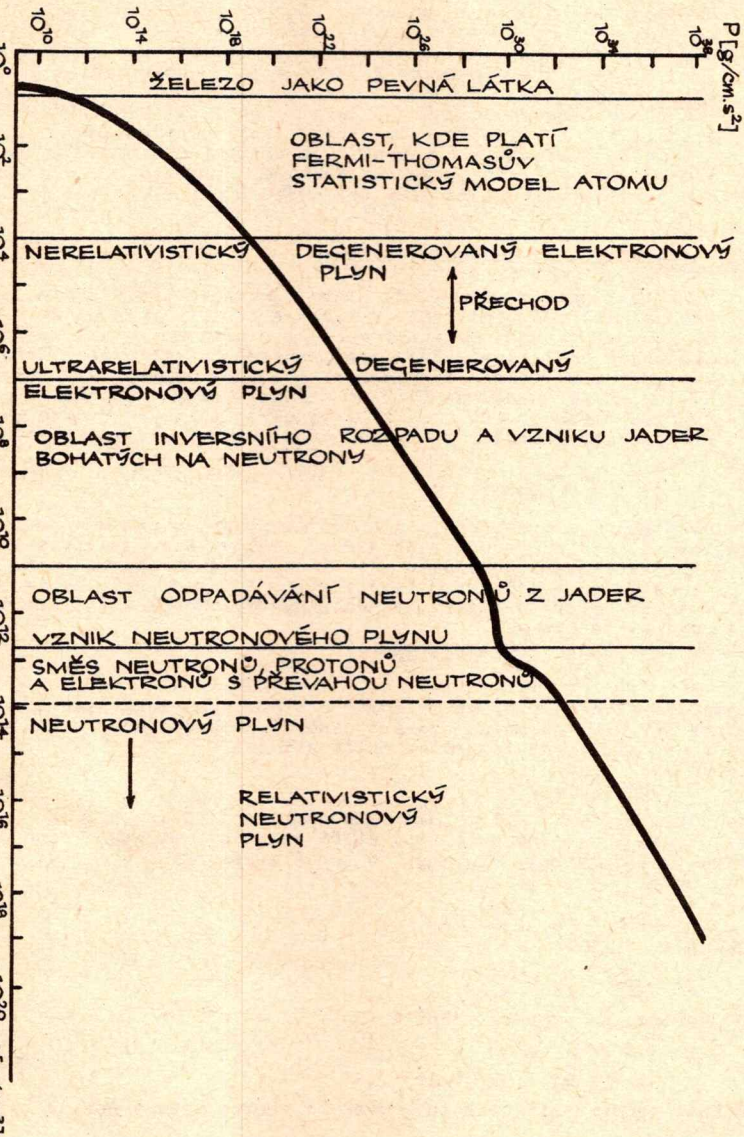
zatímco inversní rozpad β je zachycení elektronu protonem za vzniku neutronu a neutrina

$$p + e^- \rightarrow n + \nu \,. \tag{2}$$

Reakce (2) nemůže probíhat mezi volným protonem a elektronem, protože součet klidových energií protonu a elektronu je menší než klidová energie neutronu. V naší soustavě však velikost Fermiho energie E_F způsobuje, že některé elektrony mají tak velikou energii, že reakce (2) může proběhnout a energie, kterou měly elektrony navíc, může být systému odebrána. Tím přejde celý systém na nižší energetickou hladinu, tak jak požadujeme definicí chladné katalyzované látky. Protože elektrony reagují s protony v jádrech železa, dochází k jaderným reakcím, ve kterých vznikají nové prvky. Když klidová hmota 62 jader Fe^{56}_{26} plus klidová hmota 44 elektronů plus kinetická energie 44 elektronů u Fermiho hladiny dosáhne klidové hmoty 56 jader Ni^{62}_{28}, dojde nejprve k reakci

$$62\ Fe^{56}_{26} + 44\ e^- \rightarrow 56\ Ni^{62}_{28} \tag{3}$$

Při dalším stlačování vede vzrůstající Fermiho energie k novým reakcím. Nové a nové elektrony jsou vtlačovány do jader. Tak vznikají nová jádra stále bohatší na neutrony.
5. V oblasti 10^{11} g/cm$^3 \leq \rho \leq 4{,}5 \cdot 10^{12}$ g/cm^3 jsou jádra už tak bohatá na neutrony (např. Y^{92}_{39}), že se neutrony od nich začínají oddělovat. Hmota se stává snadno stlačitelnou, neboť zbylé elektrony jsou rychle pohlcovány v jádrech. Vedle degenerovaného relativistického elektronového plynu a těžkých jader vzniká neutronový plyn. Jeho příspěvek k tlaku je na začátku oblasti malý a roste s rostoucí hustotou tak, že na konci



OBR.1: HWW STAVOVÁ ROVNICE CHLADNÉ KATALYZOVANÉ HMOTY

oblasti je tlak neutronového plynu větší než tlak plynu elektronového.

6. V oblasti $4{,}5 \cdot 10^{12}\ g/cm^3 \leq \rho \leq 10^{20}\ g/cm^3$ se při odvození HWW stavové rovnice zanedbávají všechny nukleon-nukleonové interakce a hmota je tak idealizována jako neinteragující směs neutronů, protonů a elektronů s převahou neutronů. Proto je opět $P \sim \rho^{5/3}$ s přechodem k $P \sim \rho^{4/3}$ po dosažení relativistických energií.
HWW stavová rovnice ignoruje další efekt, který může vyvolat vzrůstající Fermiho energie, totiž vznik nových elementárních částic /3/, mesonů a hyperonů. Tím se uvolňuje místo ve fázovém prostoru a snižují se tak Fermiho energie a tlak.
HWW stavová rovnice je graficky znázorněna na obr. 1. Její analytický tvar je možno najít v /1/.

§ 4 - Nerelativistický model hvězdy

V § 1 jsme si řekli, že stavová rovnice spolu s rovnicí rovnováhy umožňuje určit průběh tlaku a hustoty ve hvězdě. Podívejme se, jak vypadá rovnice rovnováhy v Newtonově fyzice. Pro jednoduchost si budeme hvězdu představovat jako statické, sféricky symetrické těleso z dokonalé tekutiny. Její poloměr nechť je R. Hustotu ve vzdálenosti r od středu hvězdy označíme $\rho(r)$, tlak $P(r)$. Hmotu obsaženou uvnitř slupky o poloměru r označíme $m(r)$. Celková hmota hvězdy je potom $M = m(R)$. Rovnice rovnováhy je

$$-\frac{dP}{dr} = G \cdot \frac{\rho(r) \cdot m(r)}{r^2} \quad . \tag{4}$$

Pravá strana je gravitační síla na jednotkový objem hmoty, nalézající se ve vzdálenosti r od středu hvězdy. G je gravitační konstanta. Tato gravitační síla působí do středu hvězdy a snaží se tak zmenšit její poloměr, stlačit ji. Stlačování vede ke vzniku tlakové síly, která brání zhroucení hvězdy. Rovnice (4) vyjadřuje rovnost těchto sil.
Připojíme-li HWW stavovou rovnici

$$P = P(\rho) \quad , \tag{5}$$

máme dvě rovnice pro dvě veličiny P a ρ. Numerické řešení soustavy (4), (5) je možno provést názorně po krocích /4/. Rozdělíme souřadnici r na intervaly velikosti Δr.
Tedy

$$r_n = n \cdot \Delta r \tag{6}$$

Hodnoty veličin v n-tém intervalu označíme indexem n: r_n, P_n, ρ_n, m_n. Známe-li tyto čtyři veličiny, můžeme snadno spočítat veličiny r_{n+1}, P_{n+1}, ρ_{n+1}, m_{n+1} podle vzorců:

$$r_{n+1} = r_n + \Delta r, \tag{7}$$

$$P_{n+1} = P_n + \left(\frac{dP}{dr}\right)_n \Delta r \quad , \tag{8}$$

kde podle (4)

$$\left(\frac{dP}{dr}\right)_n = -G\,\frac{\rho_n m_n}{r_n^2} \quad .$$

ρ_{n+1} určíme ze stavové rovnice (5)

$$\rho_{n+1} = \rho(P_{n+1}) \quad , \tag{9}$$

$$m_{n+1} = m_n + 4\pi r_n^2 \rho_n \Delta r \quad . \tag{10}$$

Můžeme tedy zvolit hodnotu hustoty v centru hvězdy rovnou nějaké

veličině ρ_0, ze stavové rovnice známe i tlak v centru. Veličiny r_0 a m_0 jsou pochopitelně rovny 0.

Ze vzorců (7) až (10) můžeme spočítat r_1, P_1, ρ_1, m_1. Tak můžeme postupovat až do okamžiku, kdy tlak klesně na 0. Tím je současně určen poloměr hvězdy a její celková hmota. Zvolíme-li jinou centrální hustotu, dostaneme jiný průběh veličin P a ρ, ale dostaneme i jiný poloměr a jinou hmotu hvězdy. Získáváme tak jednoparametrický systém modelů s centrální hustotou ρ_0 jako parametrem. Stačí tedy dát do počítače hodnoty HWW stavové rovnice, na základě rovnic (7) až (10) sestavit vhodný program a počítač vyřeší strukturu hvězdy pro každé ρ_0.

Je však třeba uvážit, že pro velké centrální hustoty přestává tento model platit. Velké hmoty totiž podle obecné teorie relatovoty zakřivují prostor, takže se dá očekávat, že v obecnější relativistické analogii vzorce (4) se objeví geometrický člen. Protože relativistický vzorec musí být důsledkem Einsteinových gravitačních rovnic, ve kterých stojí jako zdroj gravitačního pole tensor energie hybnosti ideální tekutiny a protože tento tensor závisí nejen na hustotě, ale i na tlaku, dá se očekávat, že i gravitační síla na pravé straně rovnice (4) bude záviset na tlaku.

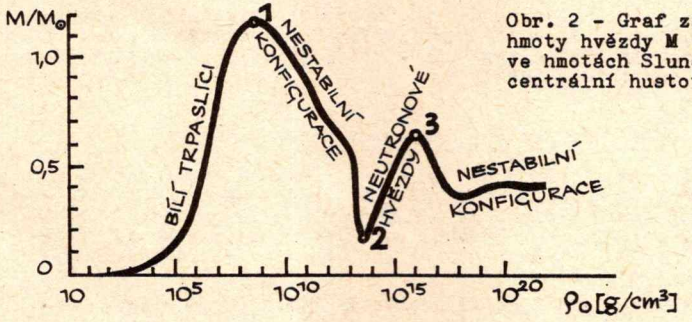
§ 5 - Relativistický model hvězdy

V roce 1939 odvodili Oppenheimer a Volkoff /5/ na základě Einsteinových gravitačních rovnic relativistickou obdobu rovnice (4):

$$-\frac{dP}{dr} = G\,\frac{(\rho + \frac{P}{c^2})(m + 4\pi r^3 \frac{P}{c^2})}{r^2\,(1 - \frac{2Gm}{c^2 r})} \qquad (11)$$

Vidíme, že geometrický člen $1 - \frac{2Gm}{c^2 r}$ vede stejně jako výskyt tlaku na pravé straně rovnice (11) k relativistickému zvětšení gravitačních sil. Tato skutečnost je podstatná, protože pro některé hvězdy, které by byly ve stabilní hydrostatické rovnováze podle Newtonovy teorie, vede k nevyhnutelnému gravitačnímu kolapsu.

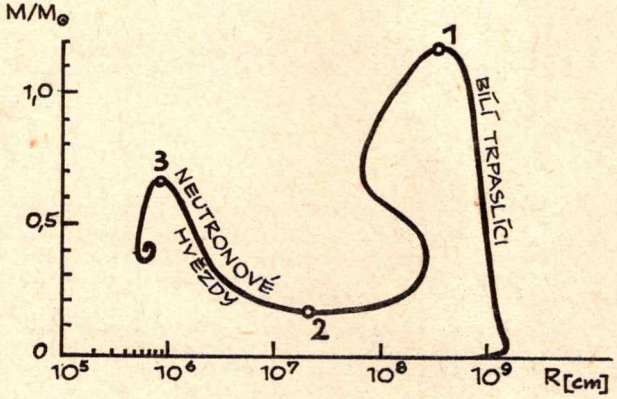
Vezměme nyní HWW stavovou rovnici a rovnici (11) a proveďme stejnou proceduru, kterou jsme popsali v § 4. Pro zvolenou hodnotu centrální hustoty ρ_0 dostaneme vždy určitou hmotu $M(\rho_0)$ hvězdy a určitý poloměr $R(\rho_0)$, které odpovídají rovnovážné konfiguraci.



Obr. 2 - Graf závislosti hmoty hvězdy M (vyjádřené ve hmotách Slunce $M_\odot$) na centrální hustotě ρ_0.

Ukazuje se však, že ne všechny rovnovážné konfigurace na obr. 2 jsou stabilní. Systém se nachází ve stabilní rovnováze, jestliže při malém vychýlení má tendenci se vracet do původní konfigurace (např. kulička na dně důlku na zemském povrchu). Jestliže se systém po vychýlení vzdaluje od původní rovnovážné konfigurace, je tato konfigirace nestabilní (kulička přesně na vrcholu hrbolu na zemském povrchu). Neočekáváme, že se v přírodě budou takové konfigurace vyskytovat. Stabilní konfigurace jsou jen ve dvou intervalech centrálních hustot. Pro $\varrho_0 < 10^{8,38}$ g/cm^3 dostáváme bílé trpaslíky a pro $10^{13,43}$ g/cm$^3 < \varrho_0 < 10^{15,78}$ g/cm^3 neutronové hvězdy. Všechny ostatní konfigurace jsou nestabilní. Nestabilita mezi bílými trpaslíky a neutronovými hvězdami je způsobena jednak relativistickým zesílením gravitačních sil a jednak vysokou kompresibilitou materiálu, způsobenou zachycováním elektronů v jádrech.

V oblasti neutronových hvězd mezi body 2 a 3 souhlasí křivka na obr. 2 velmi dobře s výsledky práce /5/, kde Oppenheimer a Volkoff na základě modelu ideálního neutronového plynu určili poprvé polohu kritického bodu 3. Pro přehled o poloměrech bílých trpaslíků a neutronových hvězd uvedeme další graf.



Obr. 3. Závislost mezi hmotou a poloměrem relativistického modelu hvězdy. Bod 1 je opět kritický bod, ve kterém se mění stabilita bílých trpaslíků, zatímco bod 3 je kritický bod pro neutronové hvězdy.

§ 6 - Bílí trpaslíci, neutronové hvězdy a černé díry

Řekli jsme si, že centrální hustota bílých trpaslíků je $\varrho_0 < 10^{8,38}$ g/cm^3 a z obr. 2 je vidět, že jejich hmota $M < 1,2\ M_\odot$, zatímco z obrázku 3 vidíme, že jejich poloměry se nacházejí zhruba mezi 3000 - 20 000 km. Z toho, co bylo řečeno o stavové rovnici, víme, že v jádru takové hvězdy je tlak vytvářen degenerovaným elektronovým plynem.

Již v roce 1914 zjistil Adams, že Sirius B má spektrum třídy A. Tím je dán i odhad teploty a ze zdánlivé velikosti a pa-

ralaxy bylo možno spočítat poloměr. Z pohybů soustavy byla vypočtena hmota a tedy i střední hustota. Ta vyšla v té době neuvěřitelně veliká 5.10^4 g/cm^3. To je dobrý souhlas s uvedeným modelem. Od té doby bylo pozorováno mnoho bílých trpaslíků a jejich teorie se zdá být potvrzena.

Je tu ještě jeden zdánlivý rozpor. Teploty uvnitř bílých trpaslíků dosahují hodnot asi 10^7 K, zatímco v teorii jsme předpokládali chladnou katalyzovanou látku s nulovou teplotou. Řešení spočívá v tom, že degenerovaný Fermiho plyn se chová stejně jako při absolutní nule i při teplotách nenulových, ale dostatečně menších než je tzv. teplota degenerace T_{deg}. Přitom

$$k \cdot T_{deg} = E_F \quad , \qquad (12)$$

kde k je Boltzmannova konstanta. Protože při hustotách bílých trpaslíků je $T_{deg} \sim 10^{11}$ K, je podmínka degenerace splněna a model je skutečně použitelný.

Pro neutronové hvězdy jsme dostali $10^{13,43}$ g/cm$^3 < \rho_0 < 10^{15,78}$ g/cm^3, čemuž odpovídá podle obr. 2 hmota $0,2\ M_\odot < M < 0,7\ M_\odot$, a podle obr. 3 poloměry 6 km $< R <$ 100 km.

Zatímco vlastnosti bílých trpaslíků jsou nezávislé na tom, jakou z "rozumných" stavových rovnic užijeme, u neutronových hvězd už je situace jiná. Kvalitativně dostáváme vždy určitý interval hmot, pro který má hvězda skončit jako neutronová. Hranice tohoto intervalu však závisejí na určité stavové rovnici. Cameron, Cohen, Langer a Rosen sestavili stavovou rovnici s uvážením jistého typu interakce mezi nukleony. Jejich výsledek pro hmotu neutronové hvězdy je $0,065\ M_\odot < M < 2,4\ M_\odot$. Tato stavová rovnice však vede k potížím s principem kauzality, neboť rychlost zvuku v jejich látce by musela být větší než rychlost světla. Ambarcumjan a Saakjan, kteří ve své stavové rovnici /3/ uvážili možnost vzniku dalších elementárních částic při vysokých hustotách, dostali podmínku $0,136\ M_\odot < M < 0,634\ M_\odot$. Existuje mnoho dalších versí, ale zdá se /6/, že správná spodní hranice M_{min} leží v oblasti: $0,05\ M_\odot < M_{min} < 0,2\ M_\odot$, zatímco horní hranice M_{max}: $0,5\ M_\odot < M_{max} < 2,0\ M_\odot$.

V úvodu jsme řekli, že pulsary jsou pravděpodobně neutronové hvězdy. Přirozená snaha vysvětlit periodické pulsy rotací nebo vibrací (základní perioda je v obou případech řádově určena výrazem $(G\rho)^{-1/2}$) vedla k závěru o středních hustotách okolo 10^{10} g/cm^3. V roce 1968 byl nalezen pulsar, související s radiovým zdrojem, o němž se soudí, že je pozůstatkem po výbuchu supernovy. Téměř současně byl objeven pulsar v troskách jiné supernovy v Krabí mlhovině. To se vysvětluje tak, že hvězda s hmotou větší než je $1,2\ M_\odot$ po spotřebování termonukleárního paliva prochází kolapsem; uvolněná potenciální energie vede k výbuchu v centru, který odnese obal hvězdy. Zkolabované jádro se stane rychle pulsující a rotující koulí - pulsarem - neutronovou hvězdou. Výbuch pozorujeme jako výbuch supernovy.

Jestliže gravitační síly ve hvězdě jsou tak velké, že hvězda projde při kolapsu poloměrem bílých trpaslíků i neutronových hvězd, potom dojde ke gravitačnímu zhroucení hvězdy v černou díru. Pozorovatel na hvězdě bude padat prakticky volným pádem, protože gravitační síly podstatně převyšují síly tlakové. V okamžiku, kdy pozorovatel prolétá tzv. Schwarzschildovým poloměrem r_g (r_g je určeno hmotou hvězdy vztahem $r_g = \frac{2GM}{c^2}$), je gravitační síla dokonce nekonečně velká. Naproti tomu vnější pozorovatel nikdy neuvidí po-

vrch hvězdy projít Schwarzschildovým poloměrem, ale pozoruje asymptotické přibližování povrchu hvězdy k r_g exponenciálně s časem /7/. Je-li poloměr kolabující hvězdy (pozorovaný vnějším pozorovatelem) v čase t_0 roven r_0, potom její pozorovaný poloměr r v čase t je určen vztahem

$$r = r_g + (r_0 - r_g) \cdot e^{-\frac{c(t-t_0)}{2r_g}} . \qquad (13)$$

Stejně tak svítivost hvězdy klesá exponenciálně s časem a záření se posouvá vlivem gravitačního pole ke stále větším vlnovým délkám.

Jakmile povrch hvězdy proletí Schwarzschildovým poloměrem, žádná částice ani foton, tedy ani paprsek světla nemůže hvězdu opustit a dát tak komukoli vně hvězdy informaci o tom, že hvězda tímto poloměrem prošla.

Rotace hvězdy nemění kvalitativně tento obraz, i když se objevují další efekty.

Pozorování kolabující hvězdy pomocí radioteleskopů je díky rychle slábnoucí svítivosti prakticky nemožné. Je tu však silné gravitační pole, které může v okolí černé díry způsobovat pozorovatelné efekty. Slibnou cestou k odhalení faktické existence černých děr je hledání dvojhvězd s jednou normální a druhou zkolabovanou složkou.

§ 7 - Závěr

Poznali jsme, jak se konstruují stelární modely a jakým způsobem dochází dnes fyzika ke známému závěru o možných variantách konce hvězd. Viděli jsme, jak velkou úlohu hraje poznání elementární struktury hmoty pro studium konečné fáze vývoje kosmických objektů.

V relativistické astrofyzice je více než jinde vidět krása moderní fyziky, neboť se zde střetávají takřka všechny fyzikální obory, aby daly obraz o vesmíru a jeho minulosti a budoucnosti. Tento obraz se mění v posledním desetiletí přímo bouřlivě. K těmto změnám by existence černých děr přispěla podstatnou měrou, a to nejen v lokálním, ale i globálním smyslu. Černé díry by svou hmotou mohly značně ovlivnit i předpokládanou hustotu hmoty (energie) v prostoru. Tato veličina hraje podstatnou roli v kosmologických modelech vesmíru. Její odhady byly na základě pozorování změněny objevem kosmického záření černého tělesa o teplotě 3 K (1965). To je jeden z důvodů, proč je tento objev považován za tak důležitý.

Zajímavá až fantastická je možnost, na kterou upozornil Gerlach. Že totiž pozorováním poloměrů a hmot velkého množství neutronových hvězd je možno (za předpokladu platnosti obecné teorie relativity) učinit jisté závěry o stavové rovnici hmoty při jaderných hustotách.

Literatura:

/1/ B.K.Harrison, K.S.Thorne, M.Wakano, J.A.Wheeler, Gravitation Theory and Gravitational Collapse (The University of Chicago Press, 1965)
/2/ D.D.Landau, E.M.Lifšic, Statističeskaja fizika (Nauka 1964)
/3/ V.A.Ambarcumjan, G.S.Saakjan, 1960, Soviet Astr., 4, 187
/4/ Relativity Groups and Topology, Les Houches 1963 (Gordon and Breach)
/5/ J.R.Oppenheimer, G.Volkoff, Phys. Rev., 55, 374 (1939)

/6/ Ch.W.Misner, K.S.Thorne, J.A.Wheeler, Gravitation (University of Maryland, 1970)
/7/ J.B.Zeldovič, I.D.Novikov, Relativistskaja astrofizika (Moskva 1967)

Tycho vlastní jedinečná pozorování, která jsou materiálem k výstavbě této budovy, má k tomu i pracovníky a vše, co si jen může přát. Jediné, co mu chybí, je architekt, který by toto vše užil podle svého plánu.

J.Kepler, Rozvaha o pobytu v Čechách, jaro 1600

Vesmírné objekty s vysokou hustotou

První objekty o vysoké hustotě, které astronomové poznali, jsou bílí trpaslíci. V HR diagramu leží v dolní části pásu, který se táhne zleva doprava a dolů a představuje posloupnost bílých trpaslíků. V tomto pásu se během svého vývoje tyto hvězdy posouvají, když pozbyly zdroje jaderné energie a ochlazují se. Pás pokračuje zřejmě dále doleva a zahrnuje objekty s maximem záření v oboru UV nebo rentgenova záření. Tyto hvězdy jsou patrně zdroji X záření, které začíná studovat kosmická astronomie.

Jak se hvězdy dostávají na posloupnost bílých trpaslíků? Nezdá se, že by existovala plynulá vývojová řada mezi oblastí obrů a bílých trpaslíků v HR diagramu. To souhlasí i s teoretickými úvahami, podle nichž takový plynulý vývoj neprobíhá. Pokud obklopíme bílého trpaslíka třeba jen malým množstvím hmoty, bude mít hvězda vzhled obra a bude daleko napravo v HR diagramu. Hvězdný obr není vlastně nic jiného - je to bílý trpaslík, obklopený obálkou, v níž hoří jaderné palivo. Pokud jaderné palivo v obálce vyhoří a ta poklesne k vnitřnímu bílému trpaslíku, hvězda rychle přejde daleko do levé části HR diagramu, k počátku posloupnosti bílých trpaslíků. Sotva tedy můžeme pozorovat větší množství hvězd právě ve stadiu tohoto přechodu. Šklovskij koncem padesátých let vyslovil předpoklad, že hvězda odhazuje zbytek svého obalu. K odvržení dostačí malá rychlost, protože na povrchu obra je malé gravitační zrychlení. Odhozená obálka se bude rozšiřovat poměrně pomalu a vytvoří planetární mlhovinu.

Pokud přechod od pravého okraje HR diagramu k levému probíhá skokem, musíme předpokládat, že povrch bílého trpaslíka uvnitř obra se náhle obnaží. Takový objekt musí mít teplotu kolem 10^7 K a je zdrojem rentgenova záření. Zdroje X záření v levém horním rohu HR diagramu lze tedy vyložit jako součást vývojové linie.

Bílí trpaslíci mají centrální hustoty od 10^9 do 10^{10} g/cm^3. Větší hustoty mají hmotnější hvězdy. Tlak uvnitř hvězdy je tlakem degenerovaného elektronového plynu. V důsledku relativistických efektů existuje mezní hmota, jejíž tíži může tento tlak vzdorovat. Je to 1,3 až 1,4 hmoty Slunce a závisí na chemickém složení.

Co se stane s hvězdou, jejíž hmotnost je větší? Takové hvězdy nemusí být degenerované, pokud podstatná část jejich hmoty by měla hustoty řádově takové, jaká je hustota bílých trpaslíků. Tlak potřebný k tomu, aby hmota nebyla degenerována, musí vznikat následkem vysoké teploty. Teploty přitom musí dosahovat

řádu 10^9 K i více, a při takových teplotách probíhají složité jaderné reakce, studované v posledním desetiletí a vedoucí k syntéze všech prvků od uhlíku výše. Otázkou zůstává, zda při tak vysokých teplotách mohou probíhat explozívní reakce s odhozením takového množství hmoty, aby zbytek hvězdy měl hmotnost dostatečně malou pro vznik bílého trpaslíka.

Pokus odpovědět na tento problém nás přivede k zajímavému zjištění: explozívní reakce - reakce hoření uhlíku a kyslíku - uvolňují o jeden řád méně energie, než plynulá přeměna vodíku na helium. Uvolněná energie pak sotva dostačuje k tomu, aby hvězdu podstatně změnila, neboť hustota vnitřních částí hvězdy přesahuje 10^6 g/cm^3, hvězda je pak kompaktní a její gravitační vazbová energie je velká. Explozívní reakce probíhají právě v těch stadiích vývoje, kdy se hvězda stává stabilní. Kdyby proběhly dříve, hvězda by se rozptýlila do prostoru, později je hvězda vůči nim odolná.

Při úvahách o těchto problémech je užitečné použít gravitační parametr GM/c^2R, kde G je gravitační konstanta, M hmotnost objektu, c rychlost světla a R poloměr, uvnitř něhož je soustředěna většina hmoty objektu. Tento parametr je bezrozměrný a pro Slunce a ostatní hvězdy hlavní posloupnosti má hodnotu 10^{-6}, pro průměrného bílého trpaslíka 10^{-4} a pro hvězdy, u nichž zkoumáme možnost jaderné exploze - kolem 10^{-3}. Hvězdný vývoj je charakterisován stálou tendencí k růstu tohoto parametru v centrálních oblastech hvězdy. Jakých číselných hodnot může tento parametr dosahovat? Pokud se týká bílých trpaslíků i ostatních hvězd, jde o objekty, jejichž podstatu dosti dobře chápeme, ale naše hlavní pozornost se bude soustřeďovat na objekty jiného druhu, známé podstatně hůře - na quasary a centrální oblasti galaxií.

Vraťme se na chvíli zpět a všimněme si ještě jiných objektů: supernov. Můžeme očekávat, že zhruba jedna hvězda ročně dosáhne v Galaxii tohoto kritického stadia vývoje, ale pozorovaná frekvence výbuchů je zhruba o dva řády menší. Tato skutečnost nám může pomoci vyřešit potíže teorie, že jaderné reakce dostačují k explozi hvězdy. Stačí předpokládat, že taková exploze nastane pouze při některých doplňkových podmínkách. Rozbití hvězdy explozí by mohla například dopomoci dostatečně rychlá rotace a je zcela možné, že právě to je jedna z podmínek nutných pro explozi supernovy. Taková exploze by se pak vyznačovala osovou symetrií a nikoli sférickou.

Co se stane s hvězdami, jejichž hmoty jsou příliš velké na bílého trpaslíka, když jaderné reakce nejsou schopny podstatně zmenšit jejich hmotnost? Při dalším vývoji hustota a gravitační parametr rostou. Elektrony a protony růstem hustoty se stále více mění v neutrony. Jakmile hustota přesáhne hodnotu 10^{14} g/cm^3, řídí se neutrony Fermiho statistikou a vyvozují tlak analogický tlaku degenerovaného elektronového plynu v bílých trpaslících. Mohou zřejmě existovat stabilní konfigurace, udržované tlakem degenerovaných neutronů. U této konfigurace existuje opět určitá maximální hmotnost, která je podle všeho menší, než mohou dosáhnout bílí trpaslíci. Řešení této otázky bude vyžadovat laboratorní výzkum vzájemného působení blízkých neutronů.

Hmotnost neutronové hvězdy nemůže v žádném případě přesáhnout 2 - 3 hmoty Slunce. Pokud by byla hvězda hmotnější, chybí jí dostatečné množství energie, a podle současné teorie se bude smršťovat tak dlouho, až se její gravitační parametr bude

rovnat jedné a hvězda se zhroutí za hranice svého schwarzschildovského poloměru. K vnějšímu pozorovateli stále docházejí její signály, ale jejich vlnová délka se rychle prodlužuje a objekt se stává prakticky nepozorovatelným.

Většina teorií pulsarů zkoumá bílé trpaslíky nebo neutronové hvězdy. De Jager ve své práci ukázal, že pulsar CP 0328 leží za hranicemi spirální větve Persea, která probíhá ve vzdálenosti 4 kpc od Slunce, a můžeme předpokládat, že některé pulsary jsou dál než několik set parsek. Pulsar PSR 1749-28 má galaktické souřadnice $l = 1,^{o}6$; $b = 1^{o},0$, to znamená, že se promítá na střed Galaxie a není vyloučeno, že je v jejím středu nebo v jeho blízkosti.

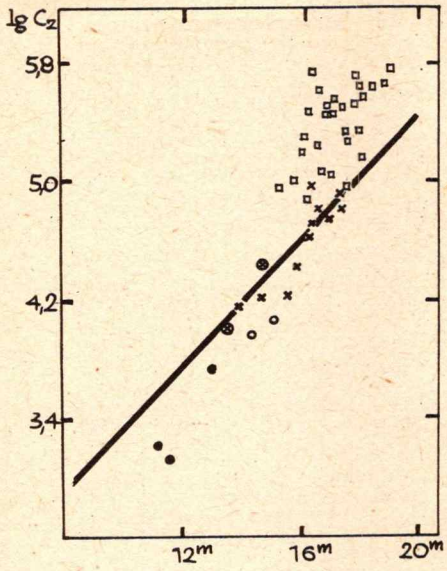
Z toho plyne, že pro pulsary může být vzdálenost 10 kpc zcela typická. Protože běžná perioda pulsarů (kolem 1 s) znamená, že jejich charakteristický rozměr je menší než 3.10^{10} cm, povrchová zářivost pulsarů v radiovém oboru je srovnatelná s quasary nebo radiovými galaxiemi. Často se mylně soudí, že v Galaxii jsou slabě rozvinuté procesy, při kterých se uvolnuje radiové záření. V naší Galaxii jsou intenzívní zdroje radiové emise, jsou však málo početné a málo rozměrné. Fyzikální podmínky v nich jsou však zřejmě stejně neobvyklé jako ve velkých zdrojích. Ty mají ovšem tu zvláštnost, že gravitační parametr se zde blíží jedné.

Přejdeme nyní k objektům, které jsou součástí silných zdrojů radiového záření, quasarů a jader radiových galaxií. Interferometrická měření ukázala, že hlavní část záření vlnových délek 6 - 20 cm přichází z oblasti o rozměru pouze třetiny světelného roku - řádově 10^{12} km. To je dokázáno pro zdroje 3C 84 a 3C 120. U quasarů je situace složitější, protože neznáme jejich vzdálenost a úhlový průměr nemůžeme převést na lineární.

Víme, že zdroje radiového záření vynikají hmotností. To vyplývá z obrovského množství uvolňované energie. Odhady poslední doby se pohybují kolem 10^{62} - 10^{63} erg. Jsou založeny na hodnotách zářivého toku v infračerveném oboru, které můžeme určit u galaxií podobných 3C 120. Tyto hodnoty přesahují 10^{46} erg/s. Časový interval, během něhož se uvolňuje energie, nejspíše převyšuje 10^{8} roků, jinak bychom tyto objekty pozorovali v menším počtu, než je skutečně pozorujeme. Odtud jsou ostatně také odvozeny odhady uvolňované energie. Otázka quasarů je složitější, protože neznáme s jistotou vzdálenosti ani dobu existence.

Pokud by zdrojem energie těchto objektů byla jaderná energie, pak by k produkci energie 10^{62} - 10^{63} erg přeměnou vodíku na helium bylo potřeba asi 10^{10} - 10^{11} slunečních hmot. To je příliš mnoho pro jádra seyfertovských galaxií, jejichž část stejně intenzívně září v rentgenových paprscích. Reakce uhlíku a vodíku by vyžadovaly ještě větší hmotu. A to jsme ještě neuvažovali o efektivnosti přeměny jaderné energie na energii kosmického záření, která jaderné reakce jako zdroj energie činí ještě méně pravděpodobnými.

Nejpřijatelnější je tento model quasarů a zdrojů radiového záření: hmota kolem 10^{9} - 10^{11} slunečních hmot, rozmístěná uvnitř koule o poloměru 3.10^{17} cm. Zdrojem energie je gravitace. V současné době nemůžeme vyloučit, že radiový zdroj sestává z většího počtu objektů. Protože však vysokofrekvenční radiové záření přichází z jediné oblasti, je model s větším počtem složek málo pravděpodobný.



Graf ukazuje závislost rudého posuvu na hvězdné velikosti pro quasary, kompaktní radiové zdroje, N-galaxie, jádra Seyfertových galaxií. Kompaktní struktura těchto objektů a shoda jejich spekter svědčí o tom, že jsou si navzájem příbuzné. Tyto objekty tvoří na grafu posloupnost, která se zřetelně odlišuje od typického vztahu mezi vzdalováním objektů a jejich hvězdnou velikostí, který je důsledkem rozpínání vesmíru. Na tuto okolnost první upozornili G.Burbidge a F.Hoyle (1966); na grafu jsou úplnější hodnoty Arpovy.

Z grafu vyplývá, že existují větší rudé posuvy, které nesouvisejí s rozšiřováním pozorované části vesmíru. Svědčí o tom i řada dalších poznatků. Burbidge našel určitou zákonitost v rozložení rudých posuvů emisních čar nedávno sledovaných galaxií a radiových zdrojů a Sargent zjistil, že v řetězci pěti galaxií VV 172 se jediná odlišuje hodnotou rudého posuvu od ostatních - a co je zvláště zajímavé, je to jediná galaxie ze skupiny, která má ve spektru emisní čáry.

Víme, že v objektech, o kterých hovoříme, je silné gravitační pole, které vyvolává gravitační rudý posuv. Otázkou zůstává, jak silné pole ovlivní rudý posuv nejen uvnitř malých objemů samotných velmi hustých objektů, ale i v prostoru o rozměrech řádově několik kpc. Zdá se, že tato otázka není tak důležitá. Zřetelné těžkosti vznikají proto, že si většina astronomů nechce přiznat, že chování zdrojů nemůže být objasněno v rámci běžné fyzikální teorie. Podle obecně přijaté teorie se velké hmoty v malých objemech hroutí do singularit. Podle mého předpokladu si není možno představit, že by taková struktura přetrvala alespoň 10^8 roků. Podle mne by takové zdroje pro vnějšího pozorovatele postupně slábly a mizely v období několika let. Namísto toho pozorujeme mohutná zjasnění s řádově roční časovou škálou. Pozorované charakteristiky zdrojů přímo odporují tomu, co bychom měli očekávat podle přijaté teorie. To znamená, že fyzikální teorie je chybná - a sice právě v tom bodě, kde by se teoretici měli mít především na pozoru - totiž v otázce kolapsu hmoty do singularity. Pozorování ukazují, že jde o pravý opak: hmota je vyvrhována ze silných gravitačních polí a nekolabuje do singularity.

Ve světle současných objevů je vhodné vzpomenout zvlášť zajímavého místa v Jeansově Astronomii a kosmogonii:
"...pokud spirální větve zůstanou neobjasněny, není možné důvěřovat jakýmkoli předpokladům a hypotézám, které se týkají jiných vlastností mimogalaktických mlhovin a zdají se snáze řešitelné. Každý neúspěšný pokus objasnit původ spirálních větví oslabuje odpor proti předpokladu, že spirální mlhoviny jsou působištěm sil nám ne zcela zná-

mých, které možná odrážejí nové metrické vlastnosti prostoru, o jakých nemáme ani tušení. Stále na sebe upozorňuje předpoklad, že jádra galaxií mají podstatu bodů singularity, ve kterých se do našeho Vesmíru vlévá hmota z nějakých jiných, zcela nepředstavitelných dimenzí a které se projevují v našem Vesmíru jako body, kde probíhá neustálé tvoření hmoty."

Polemika mezi Eddingtonem a Jeansem, která udivovala a bavila astronomy po několik let, dostala pro mne nedávno nový smysl. Eddington byl pro mou generaci člověkem, který všechno říkal správně - a Jeans člověkem, který říkal všechno špatně. Souhlasil jsem s odsudkem Rosselanda o "Astronomii a kosmogonii" - v té knize je více umění než vědy. To však bylo vůči Jeansovi nespravedlivé.

V první čtvrtině našeho století získali astronomové mnoho údajů o hvězdách a hvězdném vývoji. Nyní už víme, že jejich objasnění podává jaderná fyzika, která vznikala teprve ve třicátých letech. Lidé jako Eddington a Russel, kteří vycházeli z pozorování, předvídali mnohé výsledky, které později pomohla dosáhnout jaderná fyzika. Přitom se posmívali fyzikům své doby. Ironií osudu hlavní příčinou toho, že britští fyzikové nemohli považovat astronomii za seriozní část fyziky, byly naopak posměšky pracovníků Cavendishovy laboratoře, zvláště za Eddingtonův předpoklad, že energii hvězd dodává přeměna vodíku v helium. Říkali mu, že hvězdy nejsou pro tyto procesy dostatečně horké a on jim zase podrážděně radil, aby si šli hledat teplejší místečko.

Jeans byl současně také fyzik. Mezi specialisty teoretické fyziky měl nejvíce zkušeností s problémy hvězdného vývoje. Omezil se na obecně přijatou fyziku a pokoušel se, aby astronomie zapadala do obrazu určeného pozorováním. Vycházel tu z úvahy, že fyzika je lépe známa než astronomie.

Soudím, že jsme nyní právě v takové situaci, pokud jde o objekty s vysokou hustotou. Můžeme se úporně přidržovat obecně přijaté fyziky a podle ní interpretovat výsledky astronomických pozorování jako to dělal Jeans, nebo se podobně jako Eddington můžeme přidržet astronomie a změnit fyziku. Většina současných teoretických astronomů následuje spíše Jeanse, především proto, že nechtějí riskovat posměch teoretických fyziků. Podle mého je vhodnější následovat Eddingtona - či přesněji řečeno následovat fakta. Před lety hvězdný vývoj ukazoval cestu jaderné fyzice. Dnes suprahusté objekty ukazují na silná gravitační pole a na fyziku, kterou zatím nemůžeme popsat.

Jakmile Jeans opustil obecně přijatou fyziku, mohl také dojít k pozoruhodným závěrům, které jsem právě citoval. Postřeh o hmotě, která se "vlévá" do našeho vesmíru, je velmi podstatný.

Pokud připustíme, že se obvyklá fyzika mýlí ve svém pojetí singularit, musíme také usoudit, že kosmologie "big bangu" jsou chybné, protože singularita vedoucí ke vzniku vesmíru v těchto kosmologiích se kvalitativně neliší od menších singularit. Obě skutečnosti spolu souvisí. Pokud je chybná jedna z nich, je chybná i druhá.

To nás vede k otázce stacionární kosmologie. Po dvacet roků jsem nebyl schopen dovést své kolegy astronomy k pochopení, co se vlastně tvrdí v této teorii - zčásti nepochybně pro nejasnost mého výkladu, ale zčásti také pro emocionální atmosféru, která bohužel vždy vadila nestrannému posouzení teorie. Uvedu nyní to nejpodstatnější. Pokud se hmota vlévá do vesmíru v nějakém množství na jednotku objemu, vesmír se bude rozšiřovat rychlostí, kte-

rou je možné vypočítat. Pokud bychom vlévání mohli regulovat, mohli bychom tím také regulovat rychlost rozšiřování vesmíru. Pokud by vlévání hmoty bylo dostatečně pomalé, aby vesmír měl čas přizpůsobit se změnám, objevili bychom jednoznačný vztah mezi množstvím vlévající se hmoty a rychlostí rozšiřování. Tento vztah by se řídil pravidlem, podle kterého střední hustota hmoty vždy musí dosahovat určité konstantní hodnoty. Pokud bychom kupříkladu vlévali hmotu rychleji, zjistili bychom, že střední hustota hmoty v prostoru vzrostla, ale tento růst by nepokračoval do nekonečna, protože by vzrostla i rychlost rozšiřování vesmíru a to by udrželo hustotu hmoty ve vesmíru na stacionární úrovni.

Tento vývod je matematicky dokázán. Není důležité, odkud se bere vlévající se hmota - rozšiřování prostoru a jeho hustota závisí pouze na procesu vlévání, ať už probíhá jakkoliv. Zpočátku se předpokládalo, že vlévání je rovnoměrně rozděleno v prostoru, především proto, že tento případ se dá lépe studovat. Teď je však už jasné, že proces vlévání, pokud vůbec probíhá, musí nastávat v lokalizovaných zdrojích. Tento obtížnější případ studoval Narlikar a Hoyle kolem roku 1965. Logicky problém spočívá v rozboru vratného děje

$$\text{zdroje} \rightleftarrows \text{hmota}$$

a řešení otázky, zda kontrola tohoto děje může být fixní poblíž určité hodnoty (v tom případě by situace byla zcela stacionární) nebo zdali se pomalu mění. V druhém případě by vesmír byl "stacionární" pouze v omezených časových intervalech. Naše práce svědčí právě pro druhý případ, neuvažovali jsme však možné kosmologické působení na lokální charakteristiky hmoty.

Všichni víme o shodě velkých bezrozměrných čísel, která mohou být vyčíslena zcela různými cestami. Dovoluje nám to usoudit, že je vztah mezi kosmologií a lokální fyzikou. Poměr elektrických a gravitačních sil mezi elektronem a protonem, e^2/Gm_em_p, je $2{,}3.10^{39}$, což se blíží vztahu c/H, kosmologickému měřítku vzdáleností, a charakteristické délce $4\pi e^2/m_ec^2$, související s elektronem. Skutečně, pokud napíšeme

$$\frac{c}{H} = 2{,}3.10^{39} \cdot \frac{4\,e^2}{m_ec^2} = 8.10^{27}\ \text{cm} \quad ,$$

dostaneme $H \approx 100$ km/s/Mpc, v souhlase s pozorovanými hodnotami Hubbleovy konstanty. Můžeme předpokládat, že uvedená rovnice je splněna přesně.

Dosáhli jsme určitého pokroku v pochopení otázky, proč musíme uvažovat vztah sil mezi elektronem a protonem a ne mezi dvěma elektrony nebo mezi dvěma protony. Soudíme také, že v současné formulaci gravitačních a elektromagnetických teorií spočívají příčiny, které dovolují objasnit, proč musíme brát $4\pi e^2/m_e$ namísto e^2/m_e - všimněte si kombinací $4\pi e^2/m_e$ v důležitých fyzikálních formulacích, jako je například kritická rychlost ionisované plasmy.

Objem $(c/H)^3 \approx 5.10^{83}$ cm^3. Střední stacionární hustota, odpovídající této hodnotě H, je přibližně 3.10^{-5} atomů na 1 cm^3, přičemž se v zásadě uvažují atomy vodíku. V jednotkovém kosmologickém objemu je takto obsaženo 10^{79} = N atomů, takže se bezrozměrná hodnota blíží $N^{1/2}$. Vztah mezi kosmologií a lokálními vlastnostmi zřejmě podléhá statistickým fluktuacím. Pokud je tomu tak, musíme předpokládat, že mezní kosmologické podmínky ovlivňující lokální vlastnosti hmoty podléhají také statistickým změnám a cho-

vání hmoty v různých místech a různých dobách se může lišit od toho, které zjišťujeme v pozemských laboratořích. Možná, že v suprahustých objektech, o kterých jsme hovořili, jsou lokální pole dostatečně silná, aby konkurovala mezním kosmologickým podmínkám, a to vede ke změně lokálních fyzikálních vlastností. Takové představy mne napadají, když uvažuji o zvláštnostech rudého posuvu. Zdá se mi, že fakta mě podporují. Možná, že nejsme dnes ještě schopni odhalit podstatu nové fyziky, ale stejně jako někteří astronomové dvacátých let byli přesvědčeni, že vývoj hvězd ukazuje na novou fyzikální koncepci, tak také dnes objekty vysokých hustot ukazují, že budeme zřejmě potřebovat nové pojetí fyziky k jejich výkladu.

Podle článku F.Hoyle, Quart.J.Roy. Astron. Soc., 1969, 10, No 1, 10-20. Volně přeložil P.Příhoda

---

Na počátku budiž čtenáři jasno: staré astronomické domněnky Ptolemaiovy... musí být stranou našeho zkoumání a úplně zapuzeny z mysli... Na jejich místo mohu jen prostě dosadit Koperníkovo učení o vesmíru a kdyby to bylo možné, přesvědčit všechny lidi o jeho správnosti... Jelikož jsem o správnosti Koperníkovy teorie naprosto přesvědčen, zabraňuje mi svatý ostych něco jiného přednášeti, nechť by to bylo k slávě mého ducha, nebo k zalíbení lidí, kteří se na cizotu této teorie zlobí.

J.Kepler, Harmonie světa, 1609, počátek III. kapitoly V. knihy (O harmonických pohybech planet)

J. Kolář

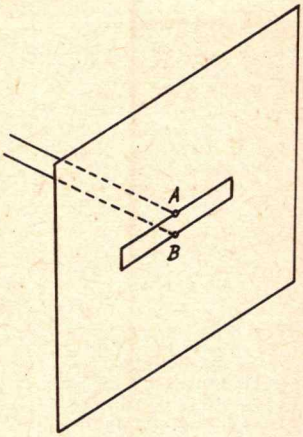
Anténní soustavy radioteleskopů

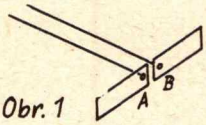
Prvky anténních soustav (pokračování)

Štěrbiny a trychtýře

Štěrbinové antény jsou méně známými prvky, v anténní technice se objevily teprve ve čtyřicátých letech, kdy byly s úspěchem používány v pásmu centimetrových vln, především v radiolokátorech.

Štěrbina je komplementárním prvkem k dipólu. Uvedeme zde na obr. 1 dipól a štěrbinu stejných rozměrů. Komplementárnost spočívá v tom, že vyzařovací diagramy dipolu a stejně velké štěrbiny vyříznuté do nekonečně veliké, nekonečně tenké a ideálně vodivé rovinné desky (idealizovaný případ), jsou stejného tvaru, avšak polarizace štěrbiny je kolmá k polarizaci dipolu. Celkový obraz elektromagnetického pole vyzařovaného štěrbinou obdržíme, nahradíme-li v poli komplementárního dipolu magnetické siločáry elektrickými a elektrické magnetickými. Štěrbina se ovšem v běžné praxi vyřezává zpravidla do stěny vlnovodu, kam je možno vyříznout štěrbin více. Jejich počet, velikost a umístění se volí podle požadovaných parametrů, zejména tvaru vyzařovacího diagramu a šířky kmitočtového pásma. Velmi pěkným případem je využití řady štěrbin pro ozařovač kulového reflektoru radioteleskopu v Arecibo na Portoriku. Řada štěrbin je navrže-

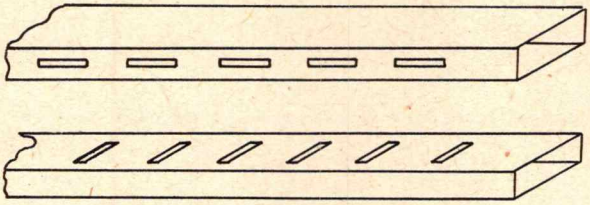




Obr. 1

na tak, že má nejen požadovaný vyzařovací diagram nutný k ozáření části kulového reflektoru, nýbrž i fázové uspořádání vyzařovacího pole, odpovídající kaustice kulové plochy reflektoru. Výsledný vyzařovací diagram radioteleskopu má tvar velmi úzkého paprsku s nepatrným bočním vyzařováním. Natáčením řady štěrbin kolem středu křivosti reflektoru lze natáčet tímto paprskem do úhlové vzdálenosti až 15° od zenitu, aniž by se změnil tvar vyzařovacího diagramu a ztratil tím vlastnosti definovaného radiometrického tělesa.

Bude vhodné, seznámí-li se čtenář s pojmem vlnovod. Vlnovod je zvláštní druh vedení, jehož výhody se uplatňují v pásmu vln centimetrových a kratších. Čtenář si jistě umí představit dvoudrátové i souosé (koaxiální) vedení. V prvém případě se energie elektromagnetických vln šíří podél vedení v jeho bezprostřední blízkosti, v druhém případě v prostoru mezi vnitřním vodičem a jej obklopujícím vodičem vnějším, tzv. pláštěm. Kdybychom ze souosého vedení odstranili vnitřní vodič, mohly by se uvnitř vnějšího trubkového vodiče šířit elektromagnetické

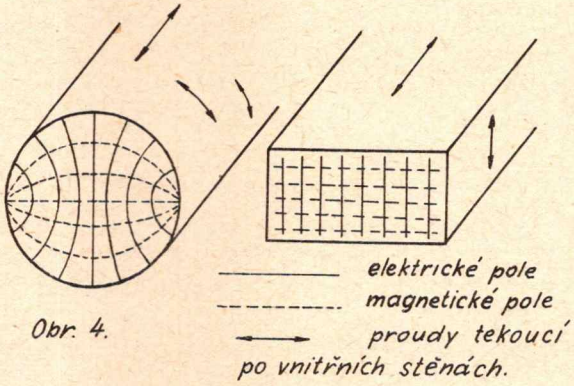


Obr. 2 Umístění řady štěrbin ve vlnovodu.

Obr. 3

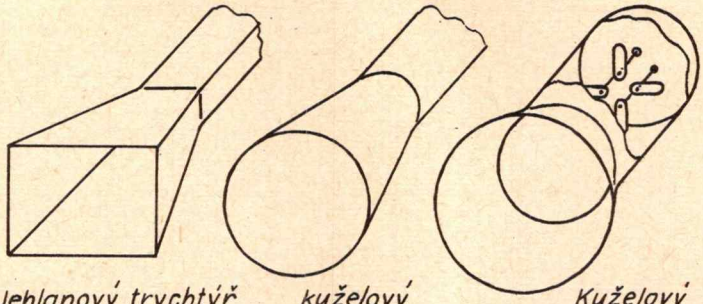
vlny, ale až od jistého kmitočtu, tzv. kmitočtu mezního, výše. Můžeme si představit, že se vlna uvnitř vlnovodu šíří tak, že se určitým způsobem odráží od stěn vlnovodu. Je snadné si představit, že se energie této "kličkující" vlny šíří vlnovodem pomaleji, než ve volném prostoru. Místo stejné fáze se však ve vlnovodu díky čelu vlnoplochy, které není kolmé k ose vlnovodu, pohybuje rychleji, než ve volném prostoru. Mluvíme pak o tzv. fázové rychlosti elektromagnetické vlny ve vlnovodu. Následkem toho je i délka vlny ve vlnovodu delší, než ve volném prostoru. Tohoto jevu se s výhodou využívá u tzv. kovových čoček. Jsou to čočky voštinového typu používané v anténní technice centimetrových vln. Jednotlivé buňky voštinové struktury jsou úseky vlnovodu, jejichž délka odpovídá tvaru čočky. Dopadne-li na takovouto čočku rovinná elektromagnetická vlna, je její energie soustředěna do ohniska v případě, má-li čočka tvar rozptylky a rozptylována, má-li čočka tvar spojky. Je tomu tedy obráceně, než by tomu bylo u čoček z dielektrika nebo jak jsme tomu zvyklí u čoček optických.

Používá se vlnovodů s průřezy různých tvarů podle účelu použití. V anténní technice jsou nejdůležitější vlnovody s průřezem obdélníkovým a kruhovým. Základní uspořádání elektromagnetického pole vlny šířící se vlnovodem, tzv. dominantní vid je na obr. 4.



Obr. 4.

Je-li vlnovod na konci otevřený, vyzařuje jím procházející elektromagnetická vlna svoji energii do prostoru. Vyzařovací diagram otevřeného konce vlnovodu je podobný diagramu dipolu s odraznou deskou. Se zvyšujícím se kmitočtem se zkracuje vlnová délka a vůči ní se relativně zvětšuje vyzařující ústí vlnovodu. Hlavní lalok diagramu se protahuje a zužuje. Stejného účinku můžeme docílit, rozšiřujeme-li pozvolna vlnovod, který tak dostane tvar trychtýře (obr. 5). Dlouhými trychtýři lze docílit vyzařovacích diagramů s úzkým hlavní lalokem, jimž odpovídá zisk 25 až 28 dB. Teorie těchto trychtýřů je dobře zpracována a její výsledky odpovídají s dostatečnou přesností skutečnosti. Z tohoto důvodu se používá trychtýřů jako normálu zisku. Trychtýře se hodí též za prvky složitějších soustav nebo jako ozařovače pro parabolické reflektory. S rozvojem technologie pozemských stanic pro družicové spoje vzniklo mnoho modifikací trychtýřů, zejména jako ozařovačů. Jimi



Jehlanový trychtýř — kuželový trychtýř — Kuželový trychtýř buzený křížovým dipólem

Obr. 5

se do vlnovodového traktu šíří zpravidla dva vidy elektromagnetického pole. Dominantního vidu se využívá pro přenos užitkové informace na př. televizního programu nebo signálů z vědeckých družic. Druhého vidu, který mívá rotačně symetrické uspořádání siločar elektrického a magnetického pole,se využívá k samočinnému sledování družice. Tento vid se vybudí pouze v případě, kdy se družice nalézá mimo osu anténní soustavy. Není to však jediný způsob využití trychtýřů. Na popisu konkrétních zařízení v příštím pokračování poznáme i jejich využití v tzv. jednopulzové sledovací soustavě.

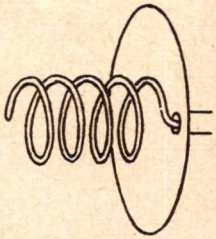
Šroubovicové antény

Jde o důležité prvky zejména proto, že při určitém způsobu napájení přijímají kruhově polarizované vlny. Krátkých válcových šroubovic s odraznou deskou se používá jako ozařovačů pro parabolické reflektory, šroubovic dlouhých jako prvků anténních řad a sítí. Hlavní lalok vyzařovacího diagramu šroubovicové antény se s její délkou prodlužuje a zužuje. Známé je též použití dlouhých válcových šroubovic jako antén pro příjem telemetrických signálů z družic. V těchto případech se využívá jak jedné šroubovice, tak i většího počtu šroubovic uspořádaných zpravidla do jednopulzové soustavy pro samočinné sledování družic.

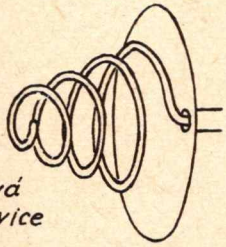
Kuželové šroubovice mají menší zisk, ale širší kmitočtové pásmo. Velmi široké pásmo mají dvojchodé nebo vícechodé kuželové šroubovice napájené ve vrcolu kužele. Z nich se vyvinuly ploché spirály zpravidla dvojchodé napájené uprostřed, které vysílají a přijímají vlny polarizované lineárně, avšak směr polarizace se s kmitočtem mění. Všechny tyto typy jsou na obr. 6.

Antény logaritmicko-periodické

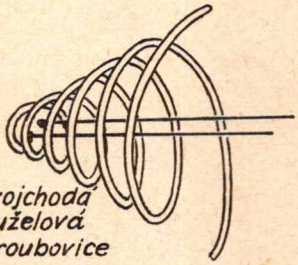
Byly vynalezeny zhruba před 15 lety. Od té doby dosáhly dokonalosti a téměř všestranného použití. Jejich hlavní výhodou je širokopásmovost a to až 1:15. Princip činnosti lze těžko vysvětlit použitím jednoduchých představ. Pokusíme se o to velmi zjednodušeně podle obr. 7a. Po vedení V postupuje vlna určitého kmitočtu a přichází do styku postupně s delšími a delšími rameny R. Každé rameno se jeví jako určitá impedance a při správném



Válcová šroubovice

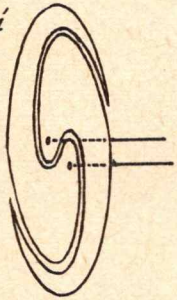


Kuželová šroubovice

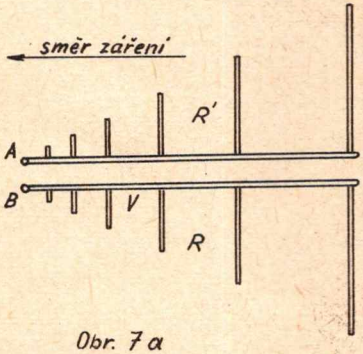


Dvojchodá kuželová šroubovice

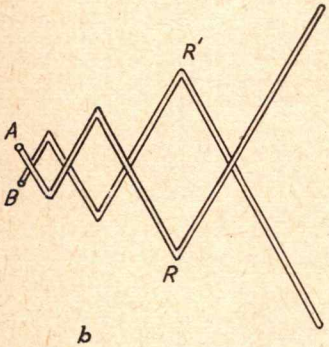
Dvojchodá spirála



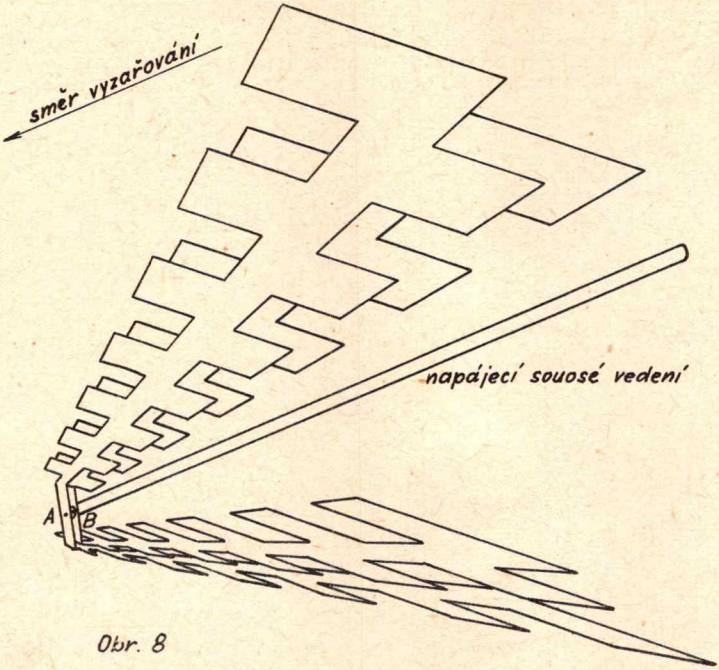
Obr. 6



Obr. 7 a



b



Obr. 8

tvaru antény se jalové složky jednotlivých impedancí částečně kompenzují, takže převládá žádoucí složka reálná, tzv. vyzařovací odpor antény. Každý kmitočet si najde "své rameno", které na něm rezonuje a vyzařuje se sdruženým ramenem R', jako dipol. Sousední kratší sdružená ramena se chovají podobně jako direktor a sdružená ramena delší jako reflektor. Ten se může stát zářičem ři nižším kmitočtu a sousední sdružená ramena přeberou opět unkci direktoru a reflektoru. Tato představa je však velmi neřesná, neboť u Yagiho řad, kterých zde bylo použito pro představu, je napájen pouze zářič, kdežto ostatní prvky jsou napájeny vazbou elektromagnetickým polem. Pomocí této představy nelze též vysvětlit činnost nejstaršího, avšak dosud používaného typu logaritmicko-periodické antény nakreslené na obr. 7b. Na obr. 8 je schematicky nakreslena dobře propracovaná logaritmicko-periodická anténa používaná k radiometrickým účelům v kmitočtovém pásmu 1 až 15 GHz, jako ozařovač parabolického reflektoru.

Když jsem vytrvalým zkoušením po dlouhé době z Tychonových pozorování našel pravé vzdálenosti planet, tu jsem konečně objevil pravý vztah mezi oběžnými dobami a rozměry drah. A ptáte-li se po přesné době, tedy...
... sic pozdě, však přece jen liknavci svitla,

(když mi již šedivěl vous, jenž pod břitvou s tváře mi padal), avšak svitla mi přece a po dlouhém čase mi přišla...

8. března napadl mě ten vztah, ale zkouška selhala a já jej zavrhl; ale myšlenka se vrátila znovu 15. května a s takovou bouří vyhnala stíny z mé mysli a ukázala takovou dokonalou shodu mezi Braheovými pozorováními a mou studií, že se mi zdálo, že sním... Ale princip je nesporně správný a zcela přesný.

Je zcela jisté a dokonale souhlasí, že poměr mezi dobami oběhů dvou libovolných planet je přesně půldruhánásobkem poměru středních vzdáleností, t.j. drah samotných.

J.Kepler, Harmonie světa,
15.5.1618
3. kapitola V. knihy

Z NAŠICH PRACOVIŠŤ

Práce publikované v Bulletinu čs.astronomických ústavů
Vol. 22/1971/, No 6

Fotoelektrická pozorování zákrytové proměnné LY Aur

P.Mayer, T.B.Horák, Katedra astronomie a astrofyziky, MFF UK, Praha

V práci je publikováno 417 pozorování zákrytové proměnné LY Aur, jejíž zatmění je úplné. Z uvedených měření byly odvozeny nové elementy této soustavy.

Absorpční čáry, jejichž příčinou jsou diskovité obálky hvězd

Z.Šíma, Katedra astronomie a astrofyziky, MFF UK, Praha

Pomocí jasných čar ve spektrech bylo (dříve) dokázáno, že kolem některých těsných dvojhvězd existují plynné obálky. V této práci jsou (teoreticky) zkoumány profily čar vznikajících v důsledku absorpce v uvedených obálkách. Vypočtené čáry by měly být značně široké, ale tak mělké, že jejich nalezení je téměř nemožné.

Rozdělení elektrické vodivosti a jejích gradientů ve fotosférických vrstvách aktivní oblasti

M. Kopecký, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

Autor uvádí přibližný model pro rozdělení elektrické vodivosti a jejích gradientů ve fotosférických vrstvách aktivního centra. Ukazuje se, že na různých místech i v různých geometrických hloubkách jsou rozdílné elektrické vodivosti. Z toho vyplývá, že v aktivním centru musí existovat často dosti komplikované elektrické proudy.

Vztah mezi výtrysky a slunečními skvrnami, popř. erupcemi

J.Kleczek, H.Kleczková, J.Kvíčala, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

V práci je zpracován bohatý materiál týkající se výtrysků,

který je porovnán s fotosférou (skupiny skvrn) a s erupcemi. Rovněž je nalezena pravděpodobnost výskytu výtrysku v dané skupině (skvrn) určitého typu během 24 hodin. Ukazuje se, že existují výtrysky, které nejsou spojeny s erupcemi a naopak. Poněvadž však oba jevy se často vyskytují současně, dá se předpokládat, že jsou výsledkem jediného mechanismu.

- PA -

Podiel plôch penumbry a umbry slnečných škvŕn v 11-ročnom cykle slnečnej aktivity

A.Antalová, Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

Pozorovania slnečných škvŕn publikované v Greewich Observations v rokoch 1916 - 1960 sú základom skúmania podielu plochy penumbry a umbry q v rokoch maxima 11-ročného slnečného cyklu.

- aut -

Teplota aktivních oblastí na Slunci změřená na vlnové délce 2 cm

A.Tlamicha, Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov

Pomocí měření teploty aktivních oblastí na Slunci, které bylo prováděno radioteleskopem (s velkou rozlišovací schopností) o průměru 43 m v Green Banku, bylo zjištěno, že teploty aktivních oblastí jsou v rozmezí 10 000° až 24 000° a že v místě filamentů je v důsledku absorpce pokles teploty.

- PA -

Predbežná analýza pozorovania koronálnej kondenzácie z 10.sept.1970

M.Rybanský, Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

V článku je popísané pozorovanie a fotometria časti materiálu z koronálnej kondenzácie 10.sept.1970. Boli pozorované emisné čiary Fe XIV - 5303 Å, Ca XIII - 4086 Å, Ca XV - 5446 Å a 5694 Å a K - korona. V strede kondenzácie bola určená elektronová hustota $1,7.10^{10} cm^{-3}$. Pri splnení v texte uvedených predpokladov bola určená rýchlosť makroskopického pohybu hmoty v kondenzácii na 10 - 20 kms^{-1}.

- aut -

Eruptívna protuberancia z 3. mája 1971

M.Rybanský, Astronomický ústav SAV, Skalnaté Pleso

V článku je popísané pozorovanie eruptívnej protuberancie z 3. mája 1971. Protuberancia dosiahla výšku 540 000 km. Maximálna pozorovaná rýchlosť bola 200 kms^{-1}.

- aut -

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

11. seminář z meteorické astronomie

Po více jak čtyřech letech se podařilo opět uskutečnit amatérský seminář z meteorické astronomie, který se tentokrát konal v Brně ve dnech 29. a 30. října 1971. Pořadatelem byla Hvězdárna a planetárium v Brně za součinnosti MS ČAS. Uspořádání semináře je nutno považovat za velmi záslužný čin, neboť tyto akce představují kromě celostátních meteorických expedic jedinou možnost, jak navázat bezpros-

třední kontakty mezi pozorovacími skupinami a dohodnout pozorovací program.

První den semináře byl vyhražen pro referáty profesionálních pracovníků:

Prof.Dr V.Guth: Význam amatérské práce v meteorické astronomii

V.Znojil, prom.fyz.: Předběžné výsledky teleskopického studia meteorických rojů

Ing M.Šimek, CSc: Radarová pozorování Geminid

Dr J.Rajchl, CSc: Problém náhlých zjasnění meteorů

Dr V.Padevět, CSc: Možné vysvětlení rozdílu mezi dynamickou a fotometrickou hmotou meteorů

Ing P.Příhoda: Interakce meziplanetární hmoty a planet.

Následující den měl již pracovní charakter. Po referátu M.Šulce - Fyziologická zkreslení pozorování teleskopických meteorů - následovala krátká sdělení o odhadu rychlosti pohybujícího se bodu (M.Šulc) a o celostátní meteorické expedici 1971 (V.Znojil). Pak byly předneseny zprávy o činnosti pozorovacích skupin v B.Bystrici (D.Očenáš), v Žilině (M.Čelko, F.Zloch), v Úpici (V.Mlejnek) a v Brně (M.Mollíková).

Poslední část semináře byla věnována diskusi o pozorovací činnosti v následujícím období.

Účastníci se především dohodli na uspořádání celostátní meteorické expedice 1972 v Ondřejově s programem navázání radioelektrických, vizuálních a teleskopických pozorování. Odborným vedoucím je Dr J.Grygar, radioelektrická pozorování zajišťuje Ing M.Šimek, teleskopická pozorování V.Znojil. Organizační záležitosti v přípravném období vyřizuje M.Šulc (Hvězdárna a planetárium v Brně).

Dále bylo dohodnuto pozorování Bielid a Leonid v r. 1971.

Pro pozorovatele meteorů byl navržen následující program:

1. Příležitostná pozorování

   a) Pozorování bolidů a současných akustických jevů
   b) Sledování pohybů dlouhotrvajících stop

2. Systematická pozorování

   a) Sledování velkých rojů a významných slabších rojů: Orionid, éta Aquarid, Leonid, Bielid, Drakonid, Geminid, Quadrantid, Pons-Winneckid, Ursid. Určování frekvencí ve vymezené oblasti pro jednotlivé hv. velikosti, určování radiantu.
   b) Teleskopická studia rojů z jedné nebo dvou stanic
   c) Navázání teleskopických a vizuálních pozorování na radioelektrická
   d) Výzkum fyziologických vlivů, zkreslujících pozorování.

Pozorování příležitostná shromažďuje AÚ ČSAV v Ondřejově. Pozorování systematická lze konsultovat s meteorickou sekcí ČAS a s Hvězdárnou a planetáriem v Brně.

M.Šulc

ZAHRANIČNÍ NÁVŠTĚVY

Doc. J.P.Aksenov GAIŠ, Moskva, SSSR	12.4. - 23.4.	Spolupráce v oblasti nebeské mech. a umělých družic
Dr J.Bartel Tautenburg, NDR	26.4. - 3.5.	Technické problémy dvoumetrového dalekohledu
Dr W.Bauersachs Ženeva, Švýcarsko	23.8. - 25.8.	Otázka velkých dalekohledů (ESO projekt)
Dr M.L.Cooper Washington, USA	16.7. - 19.7.	Dokončování velkého článku (bude publ. v BAC 3/72)
Mgr S.Domaradzki Varšava, PLR	14.6. - 28.6.	Studium pozorovacích metod umělých družic
Dr R.Falciani Neapol, Itálie	7.1. - 9.1.	Spolupráce se slunečním oddělením Astr. ústavu
Dr F.Felice Padova, Itálie	11.5. - 11.5.	Návštěva ondřejovské observatoře
Ing Fischer Potsdam, NDR	27.4. - 30.4.	Otázky použití laserového radaru
Dr V.L.Chochlova Astrosovět, Moskva, SSSR	11.1. - 24.1.	Studijní pobyt ve slunečním oddělení
Dr W.Kielek Varšava, PLR	10.7. - 18.7.	Interkosmos
Dr J.L.Kokorin Lebeděvův ústav, Moskva, SSSR	11.5. - 25.5.	Diskuse o laserových pozorováních
Dr E.B.Kostjakovs GAIŠ, Moskva, SSSR	19.8. - 3.10.	Spolupráce s astronom. ústavy ČSAV a SAV
Ing V.V.Kotovič IZMIRAN, Irkutsk, SSSR	31.1. - 13.2.	Studijní pobyt ve slunečním oddělení
Dr D.Malaise Liège, Belgie	21.2. - 28.2. a ještě několikrát	Adaptace spektrofotometru na dvoumetr. dalekohledu
Dr A.Moffat Bochumi, NSR	14.9. - 30.10.	Práce s dvoumetrovým dalekohledem
Dr G.Oprescuová Bukurešť, Rumunsko	2.6. - 16.6.	Reciproční pobyt na časovém oddělení
Dr V.Pop Cluj, Rumunsko	31.8. - 30.9.	Studijní pobyt na stelárním oddělení
Dr P.Ranzingerová Lublaň, Jugoslávie	3.8. - 5.11.	Studijní pobyt ve slunečním oddělení
Dr M.Riqutti Neapol, Itálie	7.1. - 9.1.	Spolupráce ve slunečním oddělení
Dr Z.F.Seidov Šemacha, Ázerb. SSR	10.6. - 12.7.	Studij. pobyt ve stelárním oddělení (Ondřejov)
Dr E.Soytürk Istanbul, Turecko	23.11.- 20.12.	Studijní pobyt ve stelárním oddělení
Dr Stecher Potsdam, NDR	27.4. - 30.4.	Otázky použití laserového radaru

Dr N.M.Sachovskij Krym, SSSR	5.7. - 12.7.	Studijní pobyt ve stelárním oddělení
Ing S.Uzunova Sofia, Bulharsko	16.3. - 25.3.	Interkosmos

Cesty, kterými člověk poznává nebeská dění, mi připadají právě tak obdivuhodné, jako jejich samotná podstata.

J.Kepler, 1609

NOVÉ KNIHY

Pavel Najser: Přehled hvězdáren v ČSR

Vydala Štefánikova hvězdárna hl. m. Prahy, Praha 1971

Jde o ormigovaný sborník o 66 listech s textem po jedné straně. Údaje, které publikace obsahuje, byly získány pomocí dotazníkové akce ve druhé polovině roku 1970 a osobní návštěvou autora na některých hvězdárnách v průběhu roku 1971. Přehled je určen pro vnitřní potřebu hvězdáren. Je uspořádán podle krajů a zahrnuje jak hvězdárny řízené národními výbory, tak i hvězdárny závodních klubů ROH. Nejsou zahrnuty některé menší hvězdárny a pozorovatelny, od nichž se nepodařilo získat žádné informace. Chybí také hvězdárny vědeckých ústavů a vysokých škol, což mělo být uvedeno. Recensentovi není rovněž jasné, proč se zcela vytratilo označení "lidová hvězdárna", které vystihovalo poslání těchto zařízení.

Statě jednotlivých hvězdáren obsahují stručnou historii hvězdárny a údaje o současném stavu. Jednotlivé odstavce jsou věnovány poloze, působnosti a podřízení hvězdárny. Ve stručném výčtu je uvedeno zařízení budovy a její přístrojové vybavení. Další odstavec seznamuje s kulturně výchovnou činností a odbornou činností, následuje užitečná zmínka o potížích a potřebách hvězdárny a stať končí údajem o personálním obsazení.

Při pročítání textu získáme dosti slušný přehled o veřejných zařízeních naší amatérské astronomie, přesahovalo by však rámec recense se o tom rozepisovat. A tak snad jen telegraficky některé postřehy: některé hvězdárny si stěžují na stav své budovy - budova petřínské hvězdárny je označována jako "naprosto nevyhovující", s čímž lze souhlasit. Naopak hvězdárna ve Vlašimi má pěknou budovu, ale je nedostatečně vybavena přístroji - podobné potíže mají i jiné hvězdárny: Hradec Králové, Přerov. Často jsou postrádáni stálí zaměstnanci a někde i dobrovolní spolupracovníci. Je zřejmě nutno počítat s tím, že v řadě míst činnost na LH "odumře", protože odejdou zájemci (Nymburk, Jičín, Nový Jičín), naopak zase v místech, kde jsou šikovní organisátoři se zázemím aktivních amatérských pracovníků, lze v posledních letech udělat hodně (Sezimovo Ústí), jinde je snaha chronicky bezvýsledná (Plzeň). Kuriozní je případ hvězdárny v Prostějově, kde hrozí nebezpečí, že MNV budovu zadaptuje na mateřskou školu. Smutný a nikoliv ojedinělý je osud hvězdárny v Chebu, která přestala pracovat, protože její zařízení bylo zcela zničeno vandaly.

Mnoho hvězdáren je rušeno veřejným osvětlením (Jindřichův Hradec, Boskovice, Ostrava). Hvězdárna v Ostravě je pozoruhodná personál-

ním obsazením: má jednoho externího zaměstnance a jednoho (!!!) spolupracovníka. To je snad na ocelové srdce republiky přece jen málo, zvlášť třeba ve srovnání s Uherským Brodem se 45 dobrovolnými spolupracovníky - nikoli jen na papíře, jak může dosvědčit autor recense. Suchý výčet fakt působí u některých hvězdáren vysloveně příznivě - jmenujme Valašské Meziříčí, Brno, České Budějovice, Úpice, Vsetín a jiné - to je ostatně všude tam, kde se něco děje.

Závěrem několik kritických poznámek. Nepříjemné je, že stránky svazku nejsou číslovány a že chybí index. V textu je řada překlepů (návrší za Boskovicemi zajisté nepřevyšuje okolí o 1150 m), mnohé z nich mohly ještě být opraveny korekturou dotazníků (Satori a ne Satory, superhet a nikoli superhed).

Přesto souhlasíme s autorem, že "Přehled" dobře poslouží ke zlepšení vzájemné informovanosti a spolupráce (lidových) hvězdáren.

P.Příhoda

Dodatek k recensi knihy J.Klepešty a A.Rükla: Souhvězdí

V textu byly zjištěny následující chyby:

Hvězda β Cyg (str. 140) má jednu složku červeno-žlutou se spektrem K 1, druhá složka se zdá vlivem barevného kontrastu namodralá a má spektrální třídu B 9 - A 0 (ne K, jak se uvádí).
Hvězda ε Lyr (str. 182) není trojhvězda, ale čtyřhvězda.
Kulová hvězdokupa M 13 (str. 158) je vzdálena 6,9 kpc podle AC - II., podle W.Lohmana 6,6 kpc, to je 21 500 sv.r., a ne 3000, jak je uvedeno.
Na str. 100 je chybná věta " γ Cae je hvězda oranžového zabarvení, jak vyplývá z nejjasnější části spektra kolem čáry K 5" - neboť K 5 je spektrální třída γ Cae a ne označení spektrální čáry.
Podobně je spektrální třída a čára zaměněna u hvězdy δ CrA na str.132.
Hvězdy spektrálního typu A se nejeví jako modré - to se týká hvězd δ Hya (str. 162); α Gem (str. 154); γ Scu (str. 228). Výjimečně se mohou jevit namodralé v blízkosti chladnější hvězdy - vlivem barevného kontrastu (případ β Cyg).
α Pyx (str. 216) se spektrálním typem B 1 patří k hvězdám heliového typu a ne vodíkovým; také hvězda δ Mus (str. 190) není se svou spektrální třídou K 2 vodíkový typ.
Nevhodný je několikrát použitý obrat, že "světlo od hvězdy k nám letí x světelných let".
Hvězdokupa M 41 patří ke CMa a ne CMi, jak konečně plyne z mapky na str. 109.
Jako Keplerova hvězda je označována SN 1604 v Oph a ne P Cyg, jak tvrdí text - opravte si toto nesprávné tvrzení na str. 140.
Platí, že 1 pc = 3,26 sv.r. - opravte si v heslu PARSEK na str. 262.
Neplatí, že o hvězdě β Cir (str. 126) neznáme nic jiného než její zdánlivou magnitudu - viz ostatně katalog k AC.
α Cyg má abs. magnitudu -6,2 a ve vzdálenosti 10 pc by tedy měla stejnou zdánlivou magnitudu - zářila by proto jasněji než Venuše - str. 140.
Abs. magn. γ Del: neplatí M = 0,1 , ale platí M = 2,8 (str. 142).
21 LMi nemá M = -1,6 , ale M = +1,6 (str. 172).
Složky dvojhvězdy ψ Vel (str. 248) nemají oběžnou dobu 50 let, ale 34,1 roku.
β Ret (str. 218) nemůže mít povrchovou teplotu 6500 K, je-li spektrálního typu G 9.
Složky dvojhvězdy $\gamma^{1,2}$ Vel nemají magnitudy 2,2 a 2,2 , ale 2,2 a 4,8;

ψVel nemají složky 3,64 a 4,2 , ale 4,2 a 4,7 (str. 248)

Na rozdíl od textu nebyly na mapách shledány chyby.

Redakce

PŘEČETLI JSME PRO VÁS

"Co dělá astronom během zamračených nocí?

Na Kitt Peaku může sledovat televizi, hrát kulečník nebo stolní tenis, naslouchat předpovědím počasí a hlídat oblohu. Na Cerro Tololo (Chile) se dá jen číst, anebo zírat na oblohu. Můžete se též pokusit chytit nějakou hudbu na krátkých vlnách, ale kvalita poslechu se nedá srovnat se stanicemi VKV, jimž holdují astronomové na Kitt Peaku, pokud si ovšem předvídavě nepřivezete vlastní magnetofon a pásky. Také chilští noční asistenti, kteří se starají se zanícením o provoz a údržbu dalekohledů během noci, jsou přeborníky ve stolním tenisu.

Navíc je tu jeden druh zábavy, který nelze provozovat na Kitt Peaku. Pro astronomy, kteří mají asi míli od noclehárny na vrcholek kopce ke kopulím, jsou k dispozici elektrokáry. Poměrně vážná havárie však nedávno utlumila pokusy nadšenců o rekordní sešup dolů s kopce... Kromě astronomů, nočních asistentů a pomocného personálu observatoře je další nejpočetnější skupinou usedlíků stádečko krotkých a dobře živených lišek. Žijí ze zbytků nedojedených nočních svačin a jsou jediným projevem divočiny na Tololo. Na Kitt Peaku je divočina zastoupena skunky. Jedné noci se jistému skunkovi podařilo nějak proklouznout do kuchyně. Kuchař ho stačil zahnat do komory na smetáky a zavřel dveře. Další hodinu se pak několik světových astronomických kapacit radilo, jak skunka bezpečně vyhnat. Někdo navrhl, že by se mohla udělat cestička ze salátových listů od dveří komory na zápraží. Když byla cestička vysypána, astronomové na dané znamení prudce otevřeli oboje dveře. Načež po vyznačené cestičce vběhl do komory další skunk."

G.S.Mumford: Kitt Peak Nat. Obs. Contr. No 551 (1970)
překlad J.Grygar

K pozorování mám chabý zrak, na mechanické věci nešikovné ruce, k domácím a politickým záležitostem mám povahu zvláštní, cholerickou, k neustálému vysedávání (zejména na hostinách přes vhodný a slušný čes) jsem slabého těla, a to i tehdy, jsem-li zdráv. Často vstávám a procházím se...

J.Kepler, Rozvaha o pobytu v Čechách,
jaro 1600

A nyní k názorům světců o přírodě. Odpovídám jedním slovem, že v teologii platí váha autority, ve vědě váha rozumu. Proto je svatý Lactantius, který popíral kulatost Země, svatý je Augustinus, který kulatost Země připustil, ale popíral protinožce; svaté je naše oficium, které připouští, že je Země malá, ale popírá její pohyb: ale nade všechny nejsvětější je Pravda, která navzdory doktorům církve přece dokazuje, že Země je kulatá, kolem dokola obydlená protinožci, velmi malá, a

jedním slovem, patří mezi planety.

J.Kepler, Astronomia Nova, Úvod, 1609

Vesmír: po černých jamách bílé

Slavný fyzik J.Robert Oppenheimer a jeho žák z Kalifornské university Harland Snyder přišli v třicátých letech s fantastickou myšlenkou. Až prý vyhasnou nukleární ohně obrovských hvězd, zbortí se hvězdy pod tlakem vlastní tíhy tak dokonale, že samy sebe doslova rozdrtí. Zůstane po nich jen "černá jáma" ve vesmíru, jediný důkaz jejich někdejší existence. Vědci začínají teprve zkoumat první náznaky důkazů o "černých jamách" a už se musejí vypořádávat s další fantastickou představou o "bílých jamách".

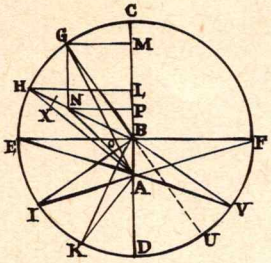
Astrofyzik M.Hjellming z Národní radioastronomické observatoře v Green Bank ve Spojených státech píše v časopisu Nature o tom, že "černé jámy mají možná dokonalý protipól v jamách bílých". Takové protiklady jsou dosti běžné, například elektron s negativním nábojem má protipól v positronu s pozitivním elektrickým nábojem. Hjellmingovy bílé jámy jsou však víc než pouhé zrcadlové odrazy černých jam. Jsou to zdroje hmoty, která by mohla opravdu pocházet z jiného světa.

Hjellmingova hypotéza by mohla být odpovědí na otázku, která znepokojuje vědce od té doby, kdy se objevila myšlenka černých jam. Je-li pravda, že hmota mizí v bezedných černých jámách, kam se podě je? Britský teoretik Roger Penrose kdysi nadhodil, že chybějící hmota se může objevit někde jinde ve vesmíru - nebo v docela jiném vesmíru.

Hjellming navazuje na Penrose a říká, že na místě, kde se hmota objeví v jiném vesmíru, je bílá jáma. Ještě zajímavější je, že hmota nemusí takto putovat jen jedním směrem. Podle Hjellminga prý opouští onen jiný vesmír černou jámou a objeví se v našem vesmíru bílou jámou. Tím by se udržovala rovnováha v přelévání hmoty mezi oběma vesmíry.

Hjellming uznává, že mluvit o vesmírných tunelech zní asi stejně reálně jako mluvit o králičím doupěti, jímž se Alenka dostala do říše divů. Dodává však, že důkazy o existenci bílých jam jsou možná už na dosah ruky. Jednou z velkých záhad soudobé astrofyziky je velké množství energie - kosmických paprsků, rentgenových paprsků, infračerveného záření - přicházející zřejmě ze vzdálených quasarů a z center galaxií, například z naší Mléčné dráhy; množství energie se zdá být větší, než kolik může vzniknout známými fyzikálními procesy, včetně přeměny hmoty v energii termonukleárními výbuchy. Kdyby se dalo dokázat, že hmota a energie přicházejí z jiného vesmíru, byla by tato záhada uspokojivě vyřešena, říká Hjellming.

100 + 1 ZZ podle Time, Washington
vybral P.Příhoda



Tak, jak se má plocha C D E k polovině oběhu danou nám 180°, tak se má plocha C A G anebo C A H k délce dob v C G nebo C H. Proto se stává plocha C G A mírou doby nebo střední anomálie, která odpovídá oblouku excentru C G, neboť střední anomálie měří přece dobu.

J.Kepler, Astronomia Nova,
40. kapitola, 1609

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Milimetrové vlny v kosmických systémech spojení

Použití milimetrových vln v kosmických systémech spojení dovoluje řešit problém přetížení spektra na frekvencích nižších než 10 GHz. Sestrojit kanál spojení s velkou propustností, zajistit vysokou směrovost antén při jejich malých rozměrech, zmenšit rozměry a váhu aparatury, to jsou vše vlastnosti, kterých lze dosáhnout použitím milimetrových vln.

Je známo, že milimetrové vlny jsou pohlcovány v kyslíku a vodních parách atmosféry. Silné zeslabení nastává i po dobu deště a spojení je možné jen v "průzračných oknech" atmosféry, například na frekvencích nižších než 19 GHz a také 35 a 94 GHz.

NASA vypustila v rámci programu sledování statistických charakteristik šíření milimetrových vln na trase Země - kosmický prostor při různých meteorologických podmínkách stacionární družici Země ATS V. Družice byla vypuštěna 12.8.1969 a prováděla měření v pásmu K_u = (12,5 - 18) GHz a v pásmu K_a = (26,5 - 40) GHz. Signály vysílače družice s frekvencí 15,3 GHz se přijímaly několika pozemními stanicemi a přijímač družice přijímal signály dvou pozemních stanic na frekvenci 31,65 GHz. V každém okamžiku byl signál složen z nosné frekvence a dvou stejně rozložených postranních frekvencí. Při přenosu z družice se postranní frekvence mohly nacházet v intervalech ±0,1; ±1; ±10; ±50 MHz od nosné frekvence. Na výstupu přijímacích zařízení se registrovala analogová napětí, úměrná rozdílu mezi základní frekvencí a odpovídající vyšší nebo nižší postranní frekvencí. Zároveň se zapisovala analogová napětí odpovídající zdvihu fáze postranních frekvencí. V pozemních stanicích se údaje zapisovaly na magnetickou pásku a sloužily pro další zpracování a analýzu.

Výsledek experimentu lze shrnout do tohoto závěru: Nehledě na některé rušivé vlivy bylo provedeno měření zeslabení radiových vln v období říjen 1969 - březen 1970. Fluktuace amplitud analogových napětí nepřevýšila 0,5 dB, za předpokladu vyloučení počasí se silným větrem. Ze statisticky zpracovaných výsledků je sestavena i následující tabulka:

Počasí	Charakteristika zeslabení na frekvenci 15,3 GHz (dB)
1. Jasné nebe (0-20)% oblačnosti	0 - 0,5
2. Kupovitá oblačnost (20-80)%	0 - 0,5
3. Úplná oblačnost (80-100)%	0,5- 1,5

4. Mraky, slabý mráz, zataženo	1 - 3
5. Noční perioda	3-6; doba zaměření 2-10 min.
6. Déšť	1-7; rychlé variace; doba zaměření 10 sekund - 2 minuty;
7. Bouřka	9; maximální velikost; doba zaměření 2,5 minuty
8. Mokrý sníh	0-1; málo měření
9. Suchý sníh	0-1; málo měření

J. Horn

Zdroje energie pro další kosmické lodě

Na konferenci o přeměně energie v Las Vegas v září 1970 pracovníci Laboratoře reaktivního pohybu (JPL) referovali o zdrojích energie pro budoucí kosmické lodě. JPL plánuje přechod od stříbrnozinkových akumulátorů, které se obyčejně používají na kosmických lodích (Mariner 2) k daleko spolehlivějším nikl-kadmiovým prvkům. V současné době jsou na lodích Mariner-Mars 1971 poprvé použity nikl-kadmiové hermeticky zalité akumulátory. Sestávají se z 26 prvků a jsou schopné napájet zařízení o hodinové spotřebě 600 W. Váha jednoho akumulátoru je 29 kg. Na družici Mariner-Mars 1971 se rovněž používají sluneční prvky, které na areocentrické dráze zabezpečí 475 W elektrické energie. Analogické akumulátory budou použity na orbitálních sekcích Viking, které mají být vypuštěny v roce 1975.

NASA bude pro cestu Grand Tour, která se má snad realisovat na konci 70. let, používat radioizotopové termoelektrické generátory s jadernými zdroji energie. Předběžné výzkumy a zkoušky radioizotopových termoelektrických generátorů ukázaly, že jsou schopny dodávat okolo 500 W elektrické energie po dobu 9 + 12 let. V sedmdesátých letech bude výroba elektrické energie pro dlouhodobé meziplanetární lety zajišťována pomocí kapalných kovových magnetohydrodynamických systémů (MHD). Pro Grand Tour JPL rozpracovala generátor pod názvem TOPS (Thermoelectric Outer Planet Spacecraft). Jeho váha je 660 kg, z čehož 140 kg váží systém elektrického napájení. Váha vlastního radioizotopového termoelektrického generátoru je 116 kg.

J. Horn

Astronomie a znečišťování ovzduší

Skupina pracovníků university státu Washington se začala zabývat možností využití astronomických pozorování pro zjišťování znečištění ovzduší. Prvním krokem v programu nazvaném ASTRA je zjišťování stupně znečištění ovzduší z měření atmosférické extinkce, což je součástí každého fotometrického programu. Skupina vedená profesorem P.W.Hodgem doufá, že takto získá data o vzrůstu znečištění ovzduší za posledních třicet až čtyřicet let a výsledky budou předloženy Úřadu pro ochranu čistoty ovzduší. Zatím byla studována atmosférická extinkce na Mt. Wilsonu za posledních padesát let. Toto studium prokázalo značný vzrůst extinkce. Na observatořích Rattlesnake Ridge (stát Washington), Kitt Peak v Arizoně a Cerro Tololo v Chile byla provedena měření, z nichž je zřejmé, že je možné znečištění ovzduší zjišťovat z měření atmosférické extinkce. Z toho dů-

vodu se má projektu ASTRA zúčastnit co největší počet observatoří po celém světě. Význam těchto měření podtrhují také tato fakta:

1. Observatoře nejsou zpravidla přímo ovlivňovány světlem a kouřem měst.
2. Uskutečňuje-li se na některé observatoři stálý fotometrický program, získávají se údaje o ztrátě světla při průchodu ovzduším (tedy extinkce) poměrně často a pravidelně.
3. Hvězdárny jsou celkem rovnoměrně rozloženy po zeměkouli.
4. Existuje dlohá kontinuita měření, zhruba asi 40 let.

Program ASTRA vypadá na první pohled velmi slibně. Jistou potíž znamená získávání údajů o atmosférické extinkci, která je pouze vedlejším produktem fotometrických měření. V řadě případů by patrně bylo nutné pro projekt ASTRA získaná fotometrická měření redukovat znovu.

Pokud ovšem se tato metodika osvědčí, znamenalo by to významný přínos do soupisu: Co dala astronomie lidstvu.

P.Koubský

Barevná televizní kamera pro sledování měsíčního povrchu

Americká firma RCA rozpracovala barevné televizní kamery určené pro přenos obrazu s povrchu Měsíce při změnách osvětlení v širokých mezích. To znamená, že touto kamerou lze sledovat objekty za slabého světla měsíční noci i za světla měsíčního dne. Kamera je určena pro objekt Apollo. Její váha je 4,53 kg. Je lehčí, menší a citlivější než doposud používané kamery v kosmických letech. Její citlivost je taková, že plné výstupní napětí dosahuje již při osvětlení objektu 10,483 cd/m^2. Princip kamery nezapomíná ani na to, že ji lze bez rizika poškození namířit přímo na Slunce. Tuto vlastnost a zároveň schopnost pracovat při nízkých úrovních osvětlení zabezpečuje přijímací elektronka s křemíkovým fotocitlivým povrchem. Povrch stínítka (zobrazovací elektrody) se skládá přibližně ze 400 000 jednotlivých křemíkových diod. Zesílení jasu je přibližně 150 000 násobné. Obyčejná televizní snímací elektronka má hladký povrch zobrazovací elektrody, který je dán fotovodivým materiálem. Tento materiál se může zničit velkým světlem nebo vibracemi a je rovněž málo citlivý při nízkých úrovních osvětlení. Nová křemíková elektronka dovoluje současně přenést jemné detaily velmi temného i velmi světlého objektu, což u současných snímacích elektronek není možné.

Kamera je zkonstruována tak, že může vydržet mechanické nárazy, které jsou v kosmické technice běžné. Rozměry kamery včetně objektivu jsou 101 x 165 x 418 mm. Potřebný příkon je 13 W. Kamera může pracovat automaticky při změnách teploty od +121° do -157° C. Ohnisková vzdálenost se mění transfokátorem od 1220 mm do 460 mm. Kamera v souladu s americkou normou přenáší 30 snímků/s při 525 řádkovém rozkladu. Tři jednobarevné filtry (červený, modrý a zelený) jsou uchyceny na pohybujícím se disku a procházejí za sebou před objektivem. V tomtéž sledu se přenáší i zobrazení tří prvních barev.

J. Horn

Geodetický referenční systém 1967

V srpnu 1971 proběhlo v Moskvě XIV. plenární zasedání Mezinárodní geodetické a geofyzikální unie (IUGG). Na tomto zasedání byl mj. přijat i nový systém parametrů, charakterizujících zemské těleso. Nový referenční systém nahradí známý mezinárodní referenční elipsoid z roku 1924 a mezinárodní gravitační vzorec přijatý v roce 1930 ve Stockholmu. Částečně bylo užito hodnot přijatých v roce 1964 na zasedání IAU a především výsledků práce speciálního komitétu IUGG utvořeného roku 1967 v Lucernu.

Geodetický referenční systém 1967 je definován takto:

rovníkový poloměr Země ..... a_e = 6 378 160 m

geocentrická gravitační konstanta (včetně atmosféry) ..... GM = 398 603.10^9 m^3s^{-2}

dynamický faktor, charakterizující tvar Země ..... J_2 = 10 827.10^{-7} .

Aby bylo možno z těchto tří geodetických parametrů určit elipsoid, nejlépe aproximující zemské gravitační pole, je třeba ještě definovat hodnotu rotační rychlosti Země. Ta je známa s vysokou přesností z astronomických měření $-\omega$ = 0,000072921151467 rad/s.

Tyto čtyři fundamentální konstanty plně charakterizují referenční elipsoid a lze z nich odvodit také všechny ostatní často používané hodnoty. Tak např. zploštění elipsoidu je 1/298,247167427, gravitace na rovníku činí 978,03184558, na polu 983,21772792 galů. Malá poloosa elipsoidu (polární poloměr Země) je v tomto systému 6 356 774,5161 m.

P.Lála

KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Dr Bohumil Šternberk - 75 let.

Dne 21. ledna 1972 dožil se dr Bohumil Šternberk, předseda naší Společnosti, 75 let. O jeho životním běhu a vynikajících zásluhách o československou astronomii přinesly naše Kosmické rozhledy článek ve 4. čísle 4. ročníku (1966) při jeho sedmdesátinách. Jak článek předvídal, rok 1967 se stal významným pro celou čsl. astronomii uspořádáním XIII. kongresu Mezinárodní astronomické unie v Praze, který náš jubilant zahájil na valném shromáždění. Při příležitosti kongresu byl odevzdán do provozu velký dvoumetrový Zeissův teleskop v Ondřejově, o jehož výstavbu se zasadil a jako ředitel ústavu podstatně zasloužil. Začátkem roku 1968 při dosažení věkové hranice stanovené pro ředitele ústavů ČSAV odchází sice z ředitelské funkce, ale dále zůstává činný a uplatňuje své bohaté zkušenosti ve vedení časového oddělení ústavu, které právě jeho zásluhou dosáhlo světové úrovně. Nadále stojí v čele čsl. astronomického komitétu při ČSAV a je hlavním redaktorem vědeckého časopisu čsl. astronomických ústavů. Vzpomeňme zvláště jeho zásluh o naši astronomickou společnost. Od jejího založení, po návratu ze studijního pobytu v Berlíně-Babelsberku, tehdy nejmodernější evropské observatoři, věnuje jí svou pozornost. Byl častým řečníkem na schůzích ČAS - ještě když hostovala na ČVUT v astronomickém ústavu prof. Svobody, až do svého odchodu do Staré Ďaly (Hurbanova)

na Slovensku. Ale i po svém návratu v r. 1939 se znovu stal věrným pomocníkem Společnosti a hlavním přispěvatelem členských schůzí na Petříně. Především to bylo za tíživých válečných let, kdy i redigoval Říši hvězd a kdy členské schůze byly jedinou možnou formou kulturního vyžití tehdejší těžké doby. Neopustil však práci ve Společnosti i v létech budování , plných kvasu, ale i nadšení, po skončení války a proto se právem stal v r. 1959 předsedou Astronomické společnosti po její reorganisaci a jejím přiřazení k ČSAV. Od té doby se obětavě a starostlivě stará o její rozkvět,i když byl těžce postižen v nedávných létech úmrtím své manželky, která mu byla velkou oporou i v dobách zlých. Dr Šternberk je harmonická osobnost, která se dovede vyrovnat s realitou a dovede překonat i obtížné životní situace, které nebyly v jeho životě vzácností. Tyto vlastnosti jej předurčily k řízení ústavu, který konsolidoval a přivedl ke skutečnému rozkvětu, jak právě ukázal sjezd IAU. Za své vědecké zásluhy byl v r. 1968 vyznamenán volbou zahraničního člena (associate) britské královské astronomické společnosti a v listopadu r. 1970 zahraničním členem astronomicko-geodetické společnosti (VAGO) při Sovětské akademii věd, které mu osobně oznámila prof. A.Masevičová, místopředsedkyně astrosovětu, při své návštěvě Prahy v prosinci minulého roku.

Rádi užíváme této příležitosti, abychom dr Šternberkovi popřáli mnoho zdraví do dalších let a jak věříme - i do další spolupráce. Nechť jeho další životní pouť je i nadále provázena jeho konstruktivní svěžestí a napomáhá plnit pověstně známou dlouhověkost astronomů.

V.Guth

11.1.1972	se dožívá	T.Skandera ze Vsetína	50	roků
21.1.		RNDr B.Šternberk z Prahy	75	"
6.2.		B.Frantová z Rokycan	50	"
6.2.		J.Polák z Hradce Králové	65	"
16.2.		J.Doleček z Valašského Meziříčí	60	"
11.3.		O.Beneš z Jaroměře II	60	"
17.3.		Ing. L.Webrová , CSc., z Prahy	50	"
23.3.		dr. J.Dvořák z Prahy	50	"
23.3.		F.Nečas z Doliny u Chomutova	65	"
17.4.		prof.dr.Ing. J.Procházka z Brna	65	"
18.4.		Ing. V.Hübner ze Sezmic	50	"
19.4.		M.Čermák z Úpice	50	"
25.4.		J.Novák z Líbeznice	75	"
26.4.		Z.Balík z Boru u Tachova	65	"
10.5.		V.Dvořák z Brna	50	"
12.5.		Ing. F.Pochman z Karlových Varů	50	"
16.5.		Ing. S.Holub, CSc., z Dvora Králové	50	"
20.5.		dr. F.Brož z Prahy	50	"
21.5.		A.Boháč z Hradce Králové	75	"
19.6.		Ing. J.Štěpánek z Berouna	60	"
30.6.		akademik A.Zátopek z Prahy	65	"
1.7.		V.Adéeová z Prahy	75	"
11.7.		RNDr. M.Chytilová z Prahy	65	"
17.7.		prof.RNDr.B.Havelka, UP Olomouc	65	"
19.7.		J.Dědek v Voděrad u Frýdštejna	65	"
23.7.		M.Franke z Litomyšle	50	"
26.7.		L.Dušek z Rokycan	50	"
27.7.		prof. A.Peřina z Brna	75	"

30. 7.	se dožívá	R.Nesvadba z Břeclavi	75 roků
13. 8.		J.Vylita z Mostu	60 "
21. 8.		prof. O.Julák z Prahy	85 "
25. 8.		L.Vítek z Kladna - Kročehlav	50 "
1. 9.		prof.Ing.dr. J.Vykutil z Brna	60 "
2. 9.		M.Felixová z Prahy	60 "
7. 9.		RNDr. Z.Knittl z Přerova	50 "
11. 9.		J.Teplý z Broumova	50 "
15. 9.		Z.Kunz z Kyjova	50 "
26. 9.		V.Šustr z Votic	60 "
1.10.		Ing. L.Kaš z Rokycan	60 "
16.10.		Ing. Z.Binar z Prahy	50 "
18.10.		P.Doškář z Prahy	75 "
26.10.		V.Panušová z Plzně	65 "
2.11.		A.Šedivý z Prahy	70 "
23.11.		V.Trubka z Ústí nad Labem	50 "
23.12.		Ing. M.Vella z Unhoště	50 "

Časopis Říše hvězd obdržel od Přípravného výboru pro Keplerovské oslavy pamětní medaili, kterou na závěrečném zasedání výboru převzal výkonný redaktor ŘH dr. Jiří Bouška.

Blahopřejeme při této příležitosti k udělení medaile všem, kteří se na tvorbě časopisu Říše hvězd podílejí.

Redakční kruh Kosmických rozhledů

VESMÍR SE DIVÍ

Sentrum snímku v Hadí zemi?

1956.IV. Oblasť Mliečnej cesty v oblasti Sagitarius - Sentrum - Serpenslanda. Stred 18^h33^m - 12°.
Exponované Tessarom f 50 cm 1:4,5, exp. 90^m, Skalnaté Pleso.

Kozmos 2 (1971), č.4, príloha 4

Tyto zprávy rozmnožuje pro svou vnitřní potřebu Československá astronomická společnost při ČSAV (Praha 7, Královská obora 233). Řídí redakční kruh: vedoucí redaktor J.Grygar, výkonný redaktor P.Příhoda, členové P.Ambrož, P.Andrle, Z.Horský, M.Kopecký, S.Kříž, P.Lála, E.Pittich.
Technická spolupráce: Z.Horský, H.Svobodová.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka tohoto čísla byla 3. února 1972.

RM/63 / 67/KS NVP

Po uzávěrce došla do redakce tato zpráva:

6. řádný sjezd Československé astronomické společnosti při ČSAV

je svolán do Prahy na dny 25. a 26. května 1972. Sjezdová zasedání se budou konat v budově Planetária v Parku kultury a oddechu Julia Fučíka v Praze, zahájení sjezdu je stanoveno na 9.00 hod. ve čtvrtek dne 25. května 1972.

Sjezd se bude zabývat základními organisačními otázkami naší Společnosti, zhodnotí činnost za uplynulé období, stanoví v hlavních rysech program činnosti Společnosti pro následující dobu a zvolí funkcionáře Společnosti pro příští funkční období.

Redakce Kosmických rozhledů přeje sjezdovému jednání Československé astronomické společnosti hodně zdaru!

O B S A H R O Č N Í K U 9/1971

ČLÁNKY

Ambrož: Dlouhodobé variace intenzity bílé korony .. 90
Andrle: Keplerovy zákony a jejich důsledky 82
Grygar: Gravitační kolaps čili poslední dnové masivních hvězd 41
Horn: Systémy spojení ve vzdáleném kosmu 93
Horský: K původní formulaci Keplerových zákonů 77
Kolář: Antény radioteleskopů - 1. pokračování 14
" 2. pokračování 86
" 3. pokračování 131
Kopecký: Astronomické pětiletky 1
Příhoda: Základní současné problémy extragalaktické astronomie 7
Příhoda: Megalitická astronomie 49
Příhoda: Vesmírné objekty s vysokou hustotou 125
Swings: Symbiotické hvězdy 46
Šidlichovský: Stavová rovnice látky a konečná fáze vývoje kosmických objektů 116

KR BLAHOPŘEJÍ

tabulky 21, 149
Osmdesátiny dr. Jiřího Altera 19
Emil Buchar - 70 let 20
Prof. dr. J.M.Mohr - sedmdesát let 102
Dr. Bohumil Šternberk - 75 let 148
Časopis Říše hvězd obdržel pamětní medaili 150

Z NAŠICH PRACOVIŠŤ

BAC Vol.22/1971/ No 1 21
2 23
3 56
4 99
5 101
6 137
Automatický fotoelektrický fotometr brněnské observatoře. 24
Seminář pracovníků planetárií 57
Současná činnost a plány IAU 58
6. regionální konference o sluneční fyzice v Gyule 97
Stelární seminář v Cikháji 99

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

2. seminář rentgenovské astronomie 31
Seminář o stelární astronomii 32
11. seminář z meteorické astronomie 138

ZAHRANIČNÍ NÁVŠTĚVY

tabulka 140

NOVÉ KNIHY A PUBLIKACE

Hvězdářská ročenka 1971 35
A.Rükl: Hvězdné oblohy 61
Klepešta, Rükl: Souhvězdí 61
Pokorný: pozorujeme planety 103
Rükl: Mapy Měsíce 104
Najser: Přehled hvězdáren v ČSR ....., 141
Dodatek k recensi ze str. 61 142

PŘEČETLI JSME PEO VÁS

Poloautomatická identifikace hvězd 36
Z obrazových pamětí Josefa Sadila 61
Výpisky z knihy Gagarin - Lebeděv: Cesta
ke hvězdám 105
Pekaři nejenže mají početní převahu 106
Hadronová spektroskopie 106
Automatizace vyřazuje dívky z práce 106
Co dělá astronom během zamračených nocí? 143
Vesmír: po černých jamách bílé 144

NOVINKY Z ASTRONOMIE

Velikost měsíčních moří 36
Souřadné sítě na planetách Merkuru a Venuši 37
Světelná křivka pekuliárního emisního
objektu HBV 475 37
Dvojhvězdy ve fázi rychlé výměny hmoty 38
Zajímavý kosmický experiment 63
Činnost automatické stanice z Apolla 14 63
Dva různé přístupy k fyzice kosmické plazmy 64
Optická identifikace pulsaru v souhvězdí Plachet 66
Je stupnice vizuálních hvězdných velikostí
rovnoměrná? 66
Sluneční radioastronomická stanice ve Slough (Anglie).. 68
Absolutní rozdělení zářivé energie ve spektru Vegy 106
Neobvyklý rentgenový teleskop 107
Která planeta je nejvzdálenější? 109
Hmota planety Pluto 109
Organické látky v mezihvězdném prostoru 110
Milimetrové vlny v kosmických systémech spojení 145
Zdroje energie pro další kosmické lodě 146
Astronomie a znečišťování ovzduší 146
Barevná televizní kamera pro sledování měsíčního
povrchu 147
Geodetický referenční systém 1967 148

ORGANISAČNÍ ZPRÁVY

Zpráva o III. celostátní konferenci o vyučování
astronomii 70
Usnesení III. celostátní konference o vyučování
astronomii 72
Ústřední výbor ČAS schválil návrh na udělení
čestného uznání M.Pospíšilové 111
Ing. J.Bělovský odešel do důchodu 112
Přispěvatelům Kosmických rozhledů 112

VESMÍR SE DIVÍ / PROSLECHLO SE VE VESMÍRU

str. 39, 73, 74, 113, 150

RŮZNÉ

Josef Sadil zemřel 33
Vzpomínkový večer Josefa Sadila 34
Ing. Jaroslav Štych (1881 - 1941) 35
Nobelova cena za rok 1970 v oboru fysiky udělena
prof. Hannesu Alfvénovi 59
80 let od smrti prof. A.Seydlera 102
Oprava článku M.Šulce ze str. 66 102
Anketa 115

PŘÍLOHY

k č. 3 Literatura ..... 12 stran