



KOSMICKÉ ROZHLEDY

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV

1/1975

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

ročník 1975

číslo 1

M. J. Rees

Černé díry I

Bylo to před čtyřiceti lety, kdy Chandrasekhar určoval horní mez pro hmotu bílých trpaslíků. Výsledek byl velmi podnětný, protože vypočtená hranice byla jen o málo větší než hmota Slunce. Okamžitě vstala otázka: Co se stalo s hvězdou s mnohem větší hmotou, která spotřebovala svoji jadernou energii? Je přirozeně možné, že hvězda na konci vývoje může ztratit většinu své hmoty, aby se mohla zhroutit jako bílý trpaslík, jehož hmota je pod Chandrasekharovou mezí ($\sim 1,2$ slunečních hmot). Jinou možností je, že vnější vrstvy jsou explozivně odvrženy při výbuchu supernovy a hvězda dožívá jako neutronová hvězda, což se, jak se zdá, stalo v případě Krabí mlhoviny. Dnes však z teorie vyplývá mez i pro hmotu neutronové hvězdy. Tato mez je poněkud nejistá, protože závisí na stavové rovnici plynu při jaderných hustotách ($\sim 10^{15}$ g/cm³). Je však téměř jisté menší než 3 hmoty Slunce. Je nepravděpodobné, že by se hvězdy vyznačovaly "předvídatostí", díky níž by ztratily dostatek plynu, aby byly bezpečné pod touto mezí. Libovольný "ostatek" s hmotou 2 - 3 \odot nemůže vlastními silami zabránit úplnému gravitačnímu kolapsu, protože vnitřní tlak není schopen udržet hvězdnou hmotu v rovnováze, když její zásoby jaderné energie byly vyčerpány. Přitom hvězdy s hmotou větší než 2 - 3 \odot ukončí svůj vývoj za mnohem kratší dobu, než je stáří Galaxie. Tento závěr naznačuje, že naše Galaxie může obsahovat velký počet gravitačně zhroutilých těles.

Taková tělesa se nazývají černé díry. Mohou být zhroutilá do tak malých rozměrů, že ani světlo, ani jiný signál z nich nemohou uniknout. Možnost výskytu černých děr je ve skutečnosti důsledkem téměř všech gravitačních teorií; tedy nejen Einsteinovy obecné relativity. Na možnost jejich existence poprvé upozornil Laplace (1798), který vycházel z newtonovské gravitace a z balistické teorie světla. Laplace ukázal, že světlo nebude schopné uniknout z tělesa 250 krát většího než Slunce při stejné hustotě, jako má Země. Odtud vyplývalo, že největší vesmírná tělesa mohou být pro nás neviditelná. Je pochopitelně jasné, že newtonovská teorie gravitace není vhodná pro rozbor případu, kdy gravitační pole jsou velmi silná. Je však stále dosti nejisté, kterou teorii lze rozšířit na tuto oblast. První teoretický popis černé díry (v rámci obecné relativity) pochází od Schwarzschilda, který odvodil metriku, jež popisuje gravitační pole kolem sféricky symetrické hmoty. Ze Schwarzschildovy metriky vyplývalo, že existuje tzv. "horizont" mající poloměr

$$R_S = 2GMc^{-2} \approx 3(M/M_{\odot}) \text{ km.}$$

Ačkoliv horizont nelze považovat za "fyzickou" plochu, odpovídá minimálnímu rozměru, z něhož se světlo může dostat k vnějšímu pozorovateli nebo (což je skoro ekvivalentní) vzdálenosti, při níž je gravitační rudý posuv nekonečný. Laplaceův postup opravdu dává přesně tutéž hodnotu pro poloměr horizontu. Ačkoliv je oblast uzavřená horizontem skryta před pohledem vnějšího pozorovatele, mohl by volně padající experimentátor vniknout dovnitř. Při průchodu sférou $R = R_g$ by nepozoroval nic speciálního, třebaže právě vstoupil do oblasti, z níž nemůže nikdy uniknout, i kdyby se jakkoliv silně urychloval. Může eventuálně dosáhnout singularity ve středu horizontu, kde podle Schwarzschildovy metriky slapové síly (rozdíl mezi přitažlivostí v oblasti jeho rukou a nohou) dosáhnou nekonečné hodnoty, což bude experimentátorův konec. Ačkoliv padající pozorovatel dosáhne singularity v konečném čase (měřeno jeho hodinkami), vnější pozorovatel nikdy nevidí jeho pád za R_g . Jakmile se bude blížit padající experimentátor k horizontu, budou jeho hodiny vůči vzdálenému pozorovateli zpomalovat svůj chod. Libovolný signál, který padající fyzik vyšle, bude mít stále větší rudý posuv. (Rudý posuv exponenciálně roste v časové škále srovnatelné s dobou, za kterou světlo proběhne dráhu R_g , jež je pouze $\sim 10^{-5}(M/M_\odot)s$; to znamená, že pro černou díru s hvězdnou hmotou "zmizí" padající experimentátor a jeho signály "pohasnou" za zlomek milisekund). To ale znamená, že v bezpečné vzdálenosti se nelze dozvědět o extrémních podmínkách v blízkosti centrální singularity. Faustovské naléhání musí být dostatečně silné, aby se někdo odvážil překročit horizont vzdor tomu, že za ním dochází k nevyhnutelné zkáze.

Roku 1963 Kerr našel další exaktní řešení Einsteinových rovnic, které (jak se Kerr domníval) odpovídá zhroutenému rotujícímu objektu. Poslední desetiletí se vyznačovalo velkým vzrůstem zájmu o gravitační teorie. Bylo to způsobeno částečně rozvojem teorie, ale také částečně možností prověřování teorií experimentem.

Jedním ze základních výsledků, který přinesl teoretický pokrok v obecné relativitě, byl důkaz, že v protikladu s Newtonovou teorií se singularita objeví dokonce i v případě bez sférické symetrie. Kromě toho se zdá, že jakmile jednou černá díra vznikne, rychle se ustálí do "standardního" stacionárního stavu, kdy její vnější gravitační pole je charakterizováno právě dvěma volnými parametry, a sice hmotou a kinetickým momentem. Tento výsledek je někdy popsán větou: "Černá díra nemá vlasy". Proto tzv. Kerrovo řešení, zpočátku považované za speciální nebo dokonce atypický případ, má zásadní význam, neboť popisuje metriku prostoročasu kolem libovolné černé díry. Většina ostatních životaschopných gravitačních teorií (zejména široce diskutovaná Bransova-Dickeova teorie) předpovídá, že černé díry mohou mít poněkud odlišné vlastnosti. Proto jedním ze základních motivů pro výzkum černých děr je prověřování gravitačních teorií za extrémních podmínek.

Existuje však i několik dalších důvodů pro studium černých děr. Mají význam pro astrofyziku, neboť černé díry jsou v jistém smyslu "přízraky" mrtvých hvězd a lze se od nich leccos dozvědět o závěrečných stadiích vývoje hvězd. Mohou být rovněž přítomny (jak bude řečeno později) v různých nápadných astronomických objektech. Pro fyziky je gravitační kolaps důležitý proto, že singularita musí být oblastí, kde klasický gravitační zákon přestává platit a je třeba kvantová teorie gravitace,

abychom pochopili, co se zde vlastně děje. Mnozí lidé tvrdí, že paradoxy spojené se singularitou v černé díře jsou tak podstatné a jejich důsledky budou mít takový dosah jako otázky spojené se zářením černého tělesa a se stabilitou drah elektronů v atomu. Tyto hádanky se luštily na počátku dvacátého století a vedly k rozvoji kvantové teorie. Černé díry mají vztah k našemu obecnému pojetí prostoru a času, poněvadž v jejich blízkosti vypadá prostor velmi podivně (např. čas by se mohl zastavit pro pozorovatele vznášejícího se právě "nad" horizontem; navíc by "naš fyzik" mohl vidět celou budoucnost vesmíru, která by mu připadala celkem krátká) a velmi zvláštní věci se mohou přihodit uvnitř horizontu.

V dnešním článku se soustředíme na některé astrofyzikální otázky. Nejdříve se budeme zabývat černými děrami, které možná představují závěrečné stadium vývoje hvězd. Potom se zmíníme o možnostech, jak by jinak mohly vznikat černé díry s mnohem většími (a snad i s mnohem menšími) hmotami.

"Normální" černé díry

Vznik černé díry, která má hmotu jako hvězda, je pravděpodobně spojen s nějakou katastrofou, jako je výbuch supernovy. Když se černá díra bude "usazovat" do stacionárního stavu (který v relativistické teorii popisuje Kerrův metrika), bude vyzařovat gravitační vlny. Právě výzkumu těchto vln je věnována velká pozornost. Gravitační vlny však působí velmi slabě na všechny myslitelné detektory, které by mohly být vybudovány v laboratoři. Proto se zdají být málo aktuální projekty aparatur, které by byly dostatečně citlivé, aby zaregistrovaly vznikající černou díru, pokud by tento proces probíhal dostatečně blízko od nás. Weberovy přístroje by mohly zjistit "vzplanutí" gravitačního záření (které by obsahovalo jednu sluneční hmotu změněnou v energii) pouze tenkrát, kdyby byl zdroj vzdálen od Země nanejvýš 1 kpc. Vědci by naproti tomu potřebovali, aby bylo možné zaregistrovat smrt hvězdy vzdálenější než kupa galaxií v Panně (~ 15 Mpc). Kdyby to bylo možné, registrovala by se více než jedna událost za rok. Vyžadovalo by to však zvýšení citlivosti, vyjádřitelné (vůči dnešku) faktorem 10^8 .

Nejnadějnější by tudíž mohlo být hledat černé díry, které už vznikly a ustálily se ve stacionárním stavu. Takový objekt je neobyčejně pasivní a je třeba pátrat po gravitačních efektech, jimiž se projevuje a ovlivňuje sousední tělesa nebo okolní materiál. Je obtížné odhadnout, kolik hvězdných černých děr by mohlo existovat v Galaxii. Zdá se, že kolem 10% hmoty shlukující se ve hvězdy vytvoří hvězdy s hmotami většími než 10 Sluncí. Pokud tomu tak bylo po celou historii Mléčné dráhy, potom (kdyby i tyto hvězdy obecně ztratily během vývoje většinu své hmoty) můžeme očekávat, že je v Galaxii až miliarda černých děr. Tento odhad může být dokonce příliš nízký, protože mezi hvězdami, které vznikaly, když byla Galaxie mladá, mohlo být více velmi hmotných objektů. (Několik autorů opravdu nedávno vyslovalo názor, že galaktické halo možná obsahuje zhroutené zbytky první generace velmi hmotných hvězd.) Je rovněž možné, že některé neutronové hvězdy (což je pravděpodobně 10^6 až 10^9 pulsarů v Galaxii) mohou zachytit tak mnoho hmoty, že eventuálně překročí mezní hodnotu pro stabilitu a proběhne úplný kolaps. Budeme-li se ptát, jak objevit tyto objekty, přijde nám asi nej dříve na mysl hledání gravitačních čoček, které vytváří gravi-

tační pole těchto černých děr. Tuto možnost lze však brzy pus-
tit ze zřetele. Pravděpodobnost, že nějaká černá díra bude na
téže přímce se vzdálenější hvězdou a Zemí, je pochopitelně velmi
malá. Dokonce kdyby k výše uvedenému seřazení došlo, byl by
výsledný efekt těžko odlišitelný od případu, kdy čtorka vytváří
nějaká slabá hvězda, nalézající se mezi námi a vzdálenou hvězdou.
Kdyby černá díra byla složkou dvojhvězdy, naděje na seřazení
by obvykle byly mnohem větší. V tomto případě však k podstatnému
zjasnění nedojde. Všechno, co by se mohlo stát, je malá změna
zdánlivého úhlového rozměru hvězdy a malá tmavá skvrna kolem
místa, kde je černá díra. Objevit takové jevy by bylo téměř
nemožné. Připomenme si obtíže s pozorováním přechodu Merkura
přes Slunce a bude nám zřejmé, jak obtížné by bylo objevit
ještě menší objekt, zakrývající nepatrně vzdálenou hvězdu.

Poněkud nadějnějším postupem bude možná pátrání po gravi-
tačním působení (buď jednotlivých, nebo skupin) černých děr
na hvězdné soustavě. Vezměme nejdřív v úvahu dynamiku Galaxie
jako celku. Všechno, co můžeme říci, je, že černé díry nemohou
obsahovat více než asi 20% hmoty galaktického disku, protože
potřebu většiny hmoty (k vysvětlení dynamických vlastností)
lze pokrýt odjinud. Mez pro černé díry v galaktickém halo není
tak striktně určena, ale neexistuje žádný přímý důkaz pro
existenci zhroucených těles v této oblasti. Místo hledání vlivu
černých děr na celou Galaxii můžeme vzít v úvahu menší dyna-
mické soustavy - např. kulové hvězdokupy. Existují přijatelné
teoretické důvody, proč lze očekávat jednu nebo dokonce více
černých děr ve středech kulových hvězdokup. Kdyby tomu tak bylo,
hvězdy by jevíly tendenci soustřeďovat se v centrálních oblas-
tech a my bychom mohli pozorovat jasnou skvrnu ve středu hvězdo-
kupy. Zatím však neexistuje žádný důkaz, že by se plošná jasnost
v blízkosti středu kulové hvězdokupy nějak lišila od hodnoty,
kterou bychom mohli očekávat, kdyby byly hvězdy rozloženy jako
v izotermické plyné sféře. Přesnost těchto měření dovoluje
určit horní mez hmoty takového centrálního tělesa. Tato mez
je okolo 1% hmoty celé hvězdokupy. Studium kulových hvězdokup
nedává žádný důkaz pro existenci černých děr. Zpřesňování hod-
noty této meze však klade zajímavé omezení na vývoj kulových
hvězdokup. Znamená to buď, že hvězdy v kupě ztratily během
svého vývoje větší hmoty, nebo že pouze malá část hmoty
(ve srovnání s dnešním stavem jiných oblastí Galaxie) vytvořila
velké hvězdy.

Možnost nalezení černé díry v dvojhvězdě pomocí studia
gravitačního působení na druhou složku zkoumali Trimble a Thorne.
Vycházeli z Battenova katalogu spektroskopických dvojhvězd, od-
kud odvodili seznam soustav, v nichž je pouze jedna složka vi-
ditelná a hmoty hvězdy převyšuje Chandrasekharovu mez.
Zvláštní pozornost věnovali soustavám, v nichž je neviditelná
složka hmotnější než viditelná. V žádném případě však Trimble
a Thorne nedokázali, že by byl výklad pomocí černé díry nezbytný;
vždy existovaly jiné interpretace, které nebylo možné vylou-
čit. Např. neviditelná složka mohla být sama dvojhvězdou, z če-
hož vyplývala menší svítivost pro stejnou celkovou hmotu; nebo
mohla primární složka opustit hlavní posloupnost, a tudíž být
vzhledem ke své hmotě mnohem svítivější; nebo mohlo být samo
spektrum tak složitě, že jakákoliv interpretace byla obtížná a
nepřesvědčivá. Je zde však ještě jedna možnost, jak bychom se
mohli snažit vybrat právě takové dvojhvězdy, které obsahují
zhroucené složky. Zejména je možné využít faktu, že kolaps je
explozivní proces, při němž dochází k náhlé ztrátě hmoty, takže

se původně kruhová dráha může stát excentrickou. Potom je třeba nechat působit asi 10^8 let slapové síly, aby se excentrická dráha stala opět kruhovou. Náhlá ztráta hmoty jedné složky by také mohla udělit soustavě neobvyklou rychlost vůči okolním hvězdám. Ani tyto úvahy však dosud nevedly k nalezení "důvěryhodných kandidátů na černoděrství". (Ačkoliv ztráta hmoty a la supernova se zdá být téměř nevyhnutelným průvodním jevem při vzniku neutronové hvězdy, není vůbec jasné, zda je tento proces nezbytný při vzniku černé díry.) Nadějnější způsob, než je hledání gravitačního působení černých děr na jiné hvězdy, představuje studium jevů spojených se zachycováním plynu na zhroutené objekty. Prvý kvantitativní rozbor akrečních procesů se uskutečnil roku 1940 kvůli vysvětlení velkých svítivosti O a B hvězd. Od tohoto názoru se však upustilo a to částečně proto, že požadované hustoty okolního plynu značně převyšovaly pravděpodobné mezihvězdné hodnoty. Akreční efekty na černých dírách však mohou být mnohem podstatnější. Je to proto, že padá-li hmota na běžnou hvězdu, uvolněná gravitační energie je přibližně 10^6 krát menší než zbývající energie spojená s hmotou. Jestliže však stejné množství hmoty padá na černou díru, může být kolem 10% celkové energie ($E = mc^2$) přeměněno v záření. Několik autorů se nedávno pokoušelo vypočítat svítivost černé díry zachycující mezihvězdnou hmotu. Zjistilo se, že účinnost je obecně menší než 1%, a to zejména proto, že plyn překročí horizont dříve, než mohl vyzářit více energie. Rovněž je obtížné odhadnout, jak bude vypadat spektrum tohoto záření. Schwarzmann vyslovil názor, že některé objekty, klasifikované jako bílé trpaslíky, mohou být ve skutečnosti černé díry, zářící v důsledku uvolnění energie při zachycování mezihvězdného plynu. Schwarzmann plánuje systematický výzkum objektů tohoto druhu. Černé díry by mohly být odlišeny od bílých trpaslíků podle proměnnosti časové škály v rozmezí menším než milisekunda. V případě bílého trpaslíka, který je mnohem větší než černá díra téže hmoty, nebylo by možné očekávat tak rychlé změny.

Pozorovatelné důsledky akrece hmot mohou být mnohem nápadnější, je-li černá díra složkou dvojhvězdy. Jsou pro to dva důvody: Za prvé je druhá složka dvojhvězdy mnohem bohatším zdrojem hmoty než mezihvězdné prostředí, a to zejména, když vytváří silný hvězdný vítr nebo je-li černá díra tak blízko, že její slapové působení způsobuje únik hmoty z atmosféry hvězdy. Za druhé má hmota vytrhovaná z hvězdy tak velký kinetický moment vzhledem k černé díře, že unikající plyn nemůže padat přímo dovnitř. Místo toho bude vznikat kolem černé díry disk vytvářený hmotou, jejíž částice padají postupně po spirálách dovnitř, když jejich kinetický moment je v důsledku viskozity transportován ven. Strukturu a tvar těchto akrečních disků detailně zkoumala v nedávné době řada pracovníků. Zářivá schopnost takového disku kolem černé díry by mohla být velmi velká. Při tomto procesu se může uvolnit v podobě záření přinejmenším 6% celkové energie. V závislosti na metrice černé díry se však může uvolnit až 40% celkové energie. Tato schopnost je ve značném protikladu s 0,7% účinností termonukleárních reakcí, při nichž se mění vodík v hélium a které zásobují energií běžné hvězdy.

Většina energie se uvolňuje značně hluboko, několik Schwarzschildových poloměrů od středu. Pro objekt s hmotou několika Sluncí to znamená, že amise je soustředěna do oblasti, jejíž velikost je nanejvýš 10^7 cm. Aby zářivost "stála za řeč", tj. aby se všechna tato energie mohla vyzářit z tak malé plochy, musí být (podle termodynamiky) vysoká teplota. Jestliže ale

teplota tak vysoká bude, potom můžeme očekávat emisi záření hlavně v oblasti X-paprsků. Zeldovič zjistil roku 1964, že černá díra ve dvojhvězdě by mohla být zjizvitelným zdrojem X-záření. Teprve však za poslední tři roky byly pomocí kosmických pozorování rentgenových zdrojů objeveny objekty, které "vázně usilují" o zařazení mezi černé díry. Přibližně 100 zdrojů X-záření bylo objeveno v naší Galaxii a zdá se, že většina z nich jsou dvojhvězdy, v nichž rentgenový zdroj se pohybuje velmi blízko (skoro "štrejchá" o atmosféru) kolem druhé složky, která je běžná hvězda. Tyto rentgenové zdroje se většinou vyznačují rychlou proměnností. Nyní se obecně uznává, že X-paprsky vyzařuje hmota z běžné hvězdy padající na kompaktní objekt. Tato hypotéza, podle níž je energie X-paprsků převážně gravitačního původu, vysvětluje jak mohutnost rentgenových zdrojů, tak i jejich rychlou proměnnost. Některé zdroje jsou periodické a v určitém smyslu připomínají pulsary. V těchto soustavách je kompaktní objekt pravděpodobně neutronová hvězda a rychlost její rotace určuje (stejně jako u pulsarů) periodu. Na rozdíl od pulsarů však rotační energie těchto neutronových hvězd není příčinou záření. Hmoty periodických rentgenových zdrojů byly odhadnuty pomocí studia dynamiky těchto dvojhvězd a zjistilo se, že leží v oblasti, kde mohou existovat stabilní neutronové hvězdy.

Plýn vířící v okolí černé díry nemůže být příčinou žádné pravidelné periodicity. Na druhé straně nestability v přítěkájícím plynu mohou být příčinou nepravidelného velmi rychlého "mihotání". Existuje opravdu jeden hojně studovaný zdroj, a to Cygnus X-1, jehož proměnlivost v rentgenové oblasti je přesně tohoto druhu. Dokonce i kdybychom nevěděli nic o hmotě Cyg X-1, mohli bychom podle předešlých úvah tušit, že rentgenové záření tohoto zdroje vzniká při akreci hmoty černou dírou. Nyní existuje navíc dosti přesvědčivý důkaz, že hmota Cyg X-1 je opravdu příliš vysoká, než aby tento zdroj byl bílý trpaslík nebo neutronová hvězda. Z tohoto důvodu lze Cyg X-1 považovat za nejsolidnějšího kandidáta na černou díru, jaký byl dosud objeven. Vzhledem k důležitosti této otázky všimneme si podrobněji důkazu týkajícího se hmoty. První krok závisí na identifikaci Cyg X-1 se spektroskopickou dvojhvězdou HDE 226868 (9. hv. velikost, perioda = 5,6 dní), která je vzdálena 30" od oblasti, jež je vymezena chybami určení polohy rentgenového zdroje. Tato identifikace se opírá o korelaci mezi typem rentgenové a rádiové proměnnosti (poloha zdroje rádiové emise souhlasí na 1" s uvedenou hvězdou a rentgenová perioda Cyg X-1 je, jak bylo už dříve zjištěno, rovněž 5,6 dní). Tato fakta zahánějí slabou pochybnost, zda HDE 226868 je opravdu dvojhvězdný průvodce rentgenového zdroje Cyg X-1. Další etapa našich úvah se týká hmoty této hvězdy. Tento problém vzniká, protože optická pozorování nám mohou říci pouze o orbitální rychlosti velké hvězdy a málo o stejné charakteristice samého X-zdroje. To znamená, že známe pouze jednu funkci pro hmoty dvou objektů; proto nemůžeme odvodit hmoty X-zdroje bez dalších faktů. Primární složka je veleobr spektrální třídy B0 Iab. Bude-li odtud vycházet, leží hmota této hvězdy v rozmezí 15 - 35 Sluncí. Za tohoto předpokladu bude hmota rentgenového zdroje přinejmenším 6 Sluncí. Jeho hmota by nemohla být menší než 4 Slunce. Dosud se vedou hojně diskuse, zda by tak malou hmotu mohl mít veleobr třídy B0. To by se mohlo stát například tehdy, kdyby hvězda byla v závěrečném stadiu svého vývoje, kdy čerpá energii z heliových reakcí v obálce. Taková hvězda by potom byla podstatně méně svítivá

(protože pro danou povrchovou teplotu a tíhové zrychlení definuje hmota stupnici svítivosti) a vzhledem ke své zdánlivé hvězdné velikosti by měla být vzdálena pouze 0,5 kpc. Až donedávna neexistoval žádný solidní údaj o skutečné vzdálenosti Cyg X-1. Nedávno nalezený vztah mezi zčervenáním v důsledku mezihvězdné extinkce a vzdáleností se kalibroval pro 50 hvězd hlavní posloupnosti z téže oblasti. Vzdálenosti těchto hvězd byly nanejvýš 2 kpc. Zčervenání zjištěné u HDE 226868 bylo větší než u kterékoliv z výše uvedených hvězd, odkud, jak se zdá, vyplývá, že tento zdroj musí být nejméně o 2 kpc vzdálenější. To přesvědčivě vylučuje možnost, že by šlo o hvězdu malé hmoty, která je na konci vývoje.

Nabízí se proto přirozený závěr, že součástí Cyg X-1 je černá díra s hmotou 6 Sluncí. Tomuto závěru bychom se však mohli vyhnout, kdybychom pro náš zdroj vytvořili model, jenž neobsahuje kompaktní objekt jako takový. Jako alternativa bylo vážně navrženo, že HDE 226868 má průvodce, který je těsnou dvojhvědou, a to takovou, v níž kolem hvězdy hlavní posloupnosti s hmotou 5 - 10 Sluncí obíhá neutronová hvězda. Právě ona je X-zdrojem. Nikdy nebude možné vybudovat zcela "imunní" teorii, poněvadž vždy mohou být vytvořeny spekulativní modely, které černou díru nebudou obsahovat. Odhad pravděpodobnosti takových modelů závisí na vkusu odhadovatele, který černé díry buď považuje za do nebe volající absurdnost, nebo za přijatelné zakončení hvězdného vývoje. (Rychlá proměnnost zdroje Cyg X-1 je silnějším důkazem pro hypotézu, že se jedná o černou díru, než neviditelní průvodci spektroskopických dvojhvězd, mající velkou hmotu. V těchto soustavách je těžké vyloučit možnost, že např. máme co činit s běžnou hvězdou zabalenou do prachu).

Několik dalších známých rentgenových zdrojů bude pravděpodobně připomínat soustavu Cyg X-1. Od roku 1980 budou rentgenové dalekohledy obíhat kolem Země. Budou desetitisíckrát výkonnější než současné přístroje. Bude tudíž možné studovat vlastnosti těchto zdrojů podstatně detailněji a snad objevit mnohem víc objektů téhož druhu. Zatím je důležité si uvědomit, že černé díry jsou důsledkem skoro všech životaschopných gravitačních teorií, a proto objevení přijatelného kandidáta na černou díru nebude možné považovat ani za podporu obecné relativity, ani naopak za potvrzení soupeřících teorií. Mnohem lepší pozorování a ještě další teoretické práce budou zapotřebí dříve, než bude možné rozhodnout, zda vlastnosti daného X-zdroje lze lépe vysvětlit pomocí obecné teorie relativity nebo pomocí předpovědí nějaké soupeřící teorie. V každém případě však pravděpodobný objev černých děr otevře cestu k prověřování nejkritičtějších a nejpozoruhodnějších předpovědí Einsteinovy teorie a bude silným impulsem vedoucím k rozvoji gravitační fyziky.

Tolik o "normálních" černých dírách. O neobyčejně velkých a malých černých dírách si řekneme příště (pozn. překl.).

Podle Observatorie 94, 168 volně přeložil P. Andrlé

Konferencia IAU - Terst 1974

Najvýznamnejším tohoročným podujatím Medzinárodnej astronomickej únie bola 2. európska regionálna konferencia v astronómii v Terste (Taliansko) v dňoch 2. - 5. septembra 1974. Na konferenciu tesne naviazovalo stretnutie teoretických fyzikov pracujúcich na astrofyzikálnych problémoch v Medzinárodnom stredisku OSN pre teoretickú fyziku dňa 6. septembra.

Konferencia sa konala v modernej budove terstskej univerzity a zúčastnilo sa jej okolo 400 delegátov z viac ako 30 štátov. Program konferencie prebiehal v dňoch 2. - 4. septembra paralelne v 3 sekciách s týmto zameraním:

- sekcia A: Obecné vlastnosti difúznej medzihviezdnej hmoty;
- sekcia B: Kondenzácia medzihviezdnej hmoty a tvorba hviezd;
- sekcia C: Nové výsledky z astrofyziky týkajúce sa hviezd a galaxií.

Dňa 5. septembra prebehlo zasadanie sekcie D: Spravodajstvo o niektorých veľkých európskych projektoch.

Pracovný deň konferencie začínal vždy slávnostnou prednáškou, ktorá úzko súvisela s problematikou niektorej zo sekcií. Prvú prednášku k sekcii A natému: Medzi zánikom a vznikom - medzihviezdne prostredie, predniesol H. Habing z Leidenu. Týkala sa najnovších výsledkov dosiahnutých v štúdiu štruktúry medzihviezdnej hmoty v Galaxii. Túto štruktúru možno poznávať najmä štúdiom žiarenia medzihviezdnej hmoty v okolí horúcich hviezd (circumstelárne obálky). Veľký pokrok v tejto oblasti bol dosiahnutý vďaka výsledkom získaným družicou Koperník. Z údajov o žiarení medzihviezdného vodíka, vápnika, horľavého a medzihviezdných molekúl je možné určiť ich výskyt a rozloženie v medzihviezdnom priestore. K významným výsledkom patrí skutočnosť, že v medzihviezdnom priestore je oveľa väčšie množstvo vápnika a vodíka, než predpokladá hypotéza vzniku týchto zložiek medzihviezdnej hmoty vyvrhovaním z hviezd. Rozloženie medzihviezdnej hmoty v okolí galaktického rovníka javí slučkovitú štruktúru, v ktorej existujú prúdy veľmi podobné prúdom v pozemských cyklonoch.

Úvodnú prednášku druhého dňa k sekcii B predniesol C. Wynn-Williams z Cambridge. Mala názov: Najnovšie výsledky v štúdiu infrazdrojov. Pozorovania bodových infrazdrojov sú limitované atmosférickými podmienkami, infražiarením medzihviezdného prostredia a prístrojovými možnosťami. Vzhľadom nato, že najväčším kandidátom na infrazdroje sú protohviezdy, je ich štúdium veľmi dôležité pre poznanie raných štádií vývoja hviezd. Bodové infrazdroje možno pozorovať hlavne v oblasti mladých hviezdokop. Na základe porovnania a rozboru infračervených a rádiových meraní možno usudzovať na tepelný charakter tohto žiarenia. Vývoj protohviezdy až po jej príchod na hlavnú postupnosť prednášajúci znázornil na infračervenom H-R diagrame. Vývoj je veľmi rýchly a trvá asi 50 000 rokov. Vývoj hviezdy z medzihviezdnej hmoty prednášajúci vtipne porovnal ukážkou diapozitívu, predstavujúceho zrod Venuše z morskej peny.

Najväčší záujem vzbudila slávnostná prednáška k sekcii C:

Najnovšie výsledky z röntgenovej astronómie, ktorú predniesol K. Pounds z Leicesteru. Priniesol najnovšie výsledky pozorovaní získaných röntgenovými družicami. Röntgenové zdroje možno rozdeliť na galaktické a extragalaktické. Galaktické zdroje javia silnú koncentráciu ku galaktickému rovníku. Vo väčšine prípadov sa jedná o zvyšky supernov. Zo silných zdrojov treba spomenúť Krabiu hmlovinu, Taurus A, Vela Puppis. Z rozboru rozloženia intenzity röntgenovského žiarenia sa dá usudzovať, že je tvorené synchrotronovým mechanizmom. Identifikáciu zdrojov uľahčuje porovnanie rádiových a röntgenových meraní. U röntgenových dvojhviezd (Cen X-3; Cyg X-1, Cyg X-3, Her X-1) boli porovnávané svetelné krivky z optickej a röntgenovej oblasti spektra. Ako možný zdroj röntgenového žiarenia bol predložený model neutronovej hviezdy s rotujúcou magnetosférou. Röntgenové žiarenie je spôsobené prúdom hmoty padajúcej do magnetosféry. Röntgenové žiarenie, ktoré k nám prichádza spoza hraníc našej Galaxie, je tvorené buďto zvyškami supernov (v M-31) alebo v Seyfertových galaxiách v hniezdach galaxií (Coma cluster, Perseus cluster).

Zasadnutie sekcie D bolo zahájené prednáškou J. Junga o práci medzinárodného stelárneho centra. Poslaním centra je štatistické spracovávanie údajov o hviezdach, ich katalogizácia a sprehľadnenie. Prvým výsledkom práce je súbor hviezdnych katalogov na magnetických páskach, ktoré môžu byť záujemcom poskytnuté. V súčasnej dobe sa pracuje na hviezdnom identifikáčnom a U,B,V katalogu. Pripravované katalogy poslúžia najmä pre štúdium štruktúry Galaxie.

A. Blaauw z ESO (Európske južné observatórium) referoval o pozorovaniach na observatóriu v Chile a pojal prehľad pripravovaných projektov veľkých optických ďalekohľadov. Najvýznamnejšou udalosťou budúceho roku bude zahájenie prevádzky najväčšieho ďalekohľadu na svete - 6m sovietskeho ďalekohľadu na Kaukaze. Na Pic du Midi bude v januári budúceho roku uvedený do prevádzky 2m ďalekohľad a v Austrálii 3,9m ďalekohľad.

Európskymi projektami v röntgenovej a v γ astronómii sa zaoberal K. Pounds. Referoval o prístrojovom vybavení družíc UK5 a ANS na výskum X-zdrojov. Pomocou družíc prebehne mapovanie celej oblohy v X-oblasti a budú sa hľadať dlhoperiodické variácie X-žiarenia. Družica Cas-B pre výskum γ žiarenia bude vypustená v budúcom roku a bude pracovať v rozmedzí energií 20 - 2000 MeV.

O spolupráci európskych astronómov vo výskume Slnka hovoril C. Zwaan. V súčasnej dobe prebieha výber miesta pre postavenie európskeho slnečného observatória. Najväčším kandidátom sú Kanárske ostrovy. Pripravuje sa vypustenie slnečných satelitov.

Zasadanie sekcie D bolo uzavreté prednáškami o projektoch v ultrafialovej, infračervenej a rádioastronómii.

Je nám ľúto, že nemôžeme čitateľa informovať správou o zasadnutí sekcií A,B, pretože sme sa ich vzhľadom na paralelnosť zasadnutí nezúčastnili.

Sekcia C začala svoj program referátmi z extragalaktickej rádioastronómie.

R. Strom popísal pozorovania rádiových zdrojov na observatóriu vo Westerborgu. Merania naznačujú podvojnú niektorých

zdrojov a majú veľký význam z hľadiska štúdia medzigalaktickej hmoty. Merania totiž ukázali, že za pohybujúcou sa galaxiou zostáva chvost zvráteného medzigalaktického prostredia, ktorý vyžaruje v rádiové oblasti spektra.

M. Longair referoval o výskume 250 galaktických a extragalaktických zdrojov pomocou 5km rádioteleskopu. Z galaktických zdrojov boli vyšetrované HII oblasti, planetárne hmloviny a niektoré hviezdy (Algol, Cyg X-3, β Lyrae). Súčasťou výskumu bolo podrobné rádiové zmapovanie okolí kvazarov 3C 436, 3C 47, 3C 207, 3C 196, 3C 411. U podvojných zdrojov bola zistená existencia mostov medzi jednotlivými zložkami.

J. Baldwin študoval luminozitu rádiových zdrojov v Abellovom oblaku galaxií. Vytvoril klasifikáciu rádiových zdrojov podľa štruktúry a spektra. Pozorovania naznačujú, že existuje reálne zhlukovanie sa kôp galaxií. Stredná expanzná rýchlosť galaxií v kope je 100 km/s.

R. Spencer referoval o pozorovaní slabých rádiových zdrojov na frekvenciách 408 a 1666 MHz s rozlišovacou schopnosťou 0,2 - 0,3 s. Vo väčšine prípadov sa jedná o podvojný zdroj v vzájomne prepojené mostom.

Novú metódu štúdia kruhovej polarizácie v rádiových zdrojoch vypracoval K. Weiler. Polarizáciu je dosť ťažko merať vzhľadom k malej citlivosti prístrojov. Polarizácia zdroja BL Lac koreluje s optickými vzplanutiami, čo svedčí o jeho silnom magnetickom poli.

Polarimetrickými meraniami štruktúry rádiových galaxií sa zaoberali J. Baker s E. Berkuijsenom. Svoje pozorovania prevádzali na vlnových dĺžkach 3 a 11 cm. U galaxie M-31 sa ukázalo, že v oblasti prachoplýnných oblakov sa polarizácia zvyšuje. Z polarimetrických meraní jasne vystupuje špirálna štruktúra galaxie.

Štúdiom rádiovkej emisie zdrojov na južnej pologuli sa zaoberal P. Kaufman. Milimetrovú emisiu z aktívnych galaxií v závislosti na červenom posune študoval M. Rowan-Robinson. Navrhol model na vysvetlenie tejto emisie a metódu na určenie hmoty objektu. Takto určená hmota je vyššia ako hmota určená optickými prístrojmi.

Ďalšia séria referátov bola venovaná galaxiám a kozmológii.

I. Gougenheim referoval o výskume rozloženia neutrálneho vodíka v trpasličích galaxiách. Rozbor naznačuje zvýšenú hustotu u modrých galaxií.

Rozdelením a štruktúrou Markarjanových galaxií sa zaoberal J. Heidmann. Zistil existenciu kondenzačných jadier medzi dvojitými Markarjanovými galaxiami a navrhol vývojovú cestu extragalaktických objektov v poradí: kompaktné objekty, Markarjanove galaxie, normálne galaxie.

S. Collinsová a J. Bergeronová ukázali na modeli galaxie (hviezdy počítané podľa Mihalasových modelov), že teplota plynu v galaxii je veľmi citlivým indikátorom zastúpenia ťažkých prvkov. Model testovali na galaxiách Zwicky 18, Zwicky 40 a NGC 3310.

M. Jollyová z rozboru H-R diagramu našla súvis medzi

starými hviezdami v jadrách galaxií M-31 a M-81 a pomerom M/L.

P. Flin sa zaoberal rozdelením galaxií v Jagellonskom poli. Zostavil katalog tohto pola s rozdelením galaxií v závislosti na module vzdialenosti a štatisticky vyšetroval zhukovanie sa kôp galaxií. Zo štruktúry vyšetrovaného pola vyplýva možnosť existencie zhukov oblakov galaxií. Gravitačné modely galaxie a kôp galaxií vytvorili M. Jaroszyński a B. Paczynski.

J. Beckmann referoval o spektrofotometrii reliktového žiarenia medzi 0,75 a 2,5 mm. Merania sa prevádzali z balonu vo výške 40 km prístrojom kalibrovaným pri 4,2 K. Zistili, že žiarenie má tepelný charakter. Jeho jasová teplota je $2,75^{+0,1}$ K.

-0,5

V ďalšom zasadení odzneli referáty venované problematike zbytkov supernov a ultrafialovej astronómii.

R. Strom prednášal o rádiovkej štruktúre vybraných zbytkov supernov. Rádioizofoty spolu s polarizačnými meraniami dávajú obraz o fyzikálnych pomeroch v hmlovine. Z meraní možno usudzovať na interakciu hmloviny s okolitým medzihviezdny m prostredím.

J. Culhane referoval o röntgenových pozorovaniach zbytkov supernov Puppisá a Cas A. Zvláštnosti priestorovej štruktúry a spektrálneho rozdelenia intenzity žiarenia interpretoval teóriou mladého zbytku supernovy.

P. Pishmishová vyšetrovala objekt IC 443. Popísala pole rýchlostí a rozpínanie hmloviny do okolitého prostredia.

H. Hesberg sa zaoberal fotometriou hviezdy ρ Ori v ďalekej UV oblasti. Jeho merania sú dôležité pre výpočet modelu atmosféry pre LTE i Non LTE model.

K. Nandy predložil pozorovania svietivých hviezd ranných spektrálnych typov v UV oblasti. Spektrá boli získané TDI satelitom. Na základe meraní vytvoril spolu s C. Humphriesom a E. Kontizasom modely ranných typov hviezd. Ukázalo sa, že na spektrum má veľký vplyv teplota a povrchová gravitácia. Veľký význam má vypracovanie teplotnej škály pre obrov a trpaslíkov ranných spektrálnych typov.

Veľká skupina referátov bola venovaná problematike hviezd a hviezdneho vývoja.

A. Mammano podal správu o emisiách v infračervenej oblasti spektra u symbiotických hviezd. Zmeny spektra sú v korelácii so zmenami jasnosti. Podvojný systém vysvetľuje všetky pozorované javy (zakázané čiary, emisie).

Vzhľadom nato, že Babcockov katalog magnetických hviezd neobsahuje hviezdy južnej pologule, urobili W. Weiss a H. Wood predbežnú prehliadku južnej oblohy so zameraním na hľadanie magnetických hviezd. U hviezdy HR 6742 našli premenné magnetické pole.

B. Wolf podal správu o meraniach mikroturbulencie vo vrchných vrstvách atmosféry typu A. Posuny emisie v spektre sú dôsledkom konvektívnych prúdov v atmosfére hviezdy. Tieto zmeny sa nedajú vysvetliť podvojnou systémom.

A. Cassatella a R. Viotti predložili pozorovania emisných

čiar u niektorých dvojhviezd získané objektívnym hranolom. Pomocou teoretickej krivky rastu hľadali koncentráciu niektorých vybraných prvkov, napr. Fe II a Fe III.

A. Natta informoval o pozorovaniach hviezdy ζ Puppis v UV oblasti. Z plochých a hlbokých profilov čiar uhlíka a kremíka na základe teoretického modelu expanzie obálok určil veľkosť straty hmoty zo sústavy na $3 \times 10^{-15} M_{\odot}$ za rok.

R. Canal referoval o priebehu kolapsu bieleho trpaslíka na neutronovú hviezdu bez štádia nestability (neexplozívny kolaps). Priebeh kolapsu silne závisí na chemickom zložení a pyknonukleárných reakciách na začiatku kolapsu. V ďalšom referáte predložil model nukleosyntézy lítia, berýlia a boru.

D. Lamb počítal vývoj bieleho trpaslíka vo fázi kryštalizácie uhlíka ^{12}C až do štádia neutrínového chladnutia (rýchly únik neutrín spôsobuje chladnutie hviezdy).

Najväčšiu pozornosť z tejto skupiny referátov vyvolal referát F. Paciniho, ktorý spolu s M. Rudermanom vypracoval možný model γ -vzplanutí. Autori vychádzali zo známych faktov, že sa jedná o niekoľko vzplanutí do roka, že nie je identifikovaný zdroj (žiarenie je zhruba izotropné), že γ -vzplanutie trvá rádovo sekundy, že energia žiarenia je v rozmedzí niekoľko keV - 1 MeV, že výdatnosť žiarenia je v rozmedzí 3×10^{-4} - 3×10^{-6} erg/s. Predpoklady vedú k modelu rotujúcej mrtvej neutrónovej hviezdy - starého pulzaru. Zjasnenie takéhoto pulzaru nastane raz za 10 - 20 rokov. Z výpočtu energetickej bilancie zjavenia pre starší model hviezdotrásenia vychádza hodnota 10^{34} ergov a z nového modelu magnetickej nestability 5×10^{35} ergov. Vzplanutia by mali byť pozorované v spektrách pulzarov. Podobný model γ -vzplanutí bol vytvorený v Leningrade Cyganom.

R. Gallino a A. Massani na základe modelu vývoja hviezdy vo fázi horenia hélia sa snažili vysvetliť galaktické zastúpenie izotopov kyslíka, neonu a magnézia. Ukázali, že počas horenia hélia vznikajú prvky s atomovými číslami 56 - 90 a nie je ani vylúčená tvorba prvkov s atomovými číslami väčšími ako 90.

Vysokofrekvenčné pulzy pulzarov pomocou modelu skloneného magnetického rotátora vyšetrovali A. Ferrari a E. Trussoni. Pulzy vznikajú kontrakciou magnetosféry. Výpočty aplikovali na pulzar v Krabej hmlovine.

M. Salvati a E. Pacini vyšetrovali röntgenovú luminozitu niektorých kompaktných rádiových zdrojov. Vzniknuté emisie v spektre vysvetľovali vhodnými modelmi.

Ďalšie zasadnutie bolo venované problematike zákrytových sústav. V prednáške G. Batha o trpasličích novách bol predložený model trpasličej novy ako polodotykovej sústavy, z ktorej jednu zložku tvorí biely trpaslík. Svetelnú krivku trpasličej novy porovnávali s teoretickou krivkou získanou za predpokladu prenosu hmoty z jednej zložky na druhú. Táto krivka javí silnú závislosť na množstve prenášanej hmoty.

S. Rucinski študoval svietivosť tesných dvojhviezd typu W UMa. V závislosti na parametroch systému vypočítal teoretickú svetelnú krivku a porovnal ju so svetelnými krivkami RW Com a CC Com.

M. Hack vysvetľuje emisie v UV spektre systému β Lyrae v oblasti 1000 - 1400 Å tým, že sekundárna zložka je čiernou dierou. Spektrá boli získané družicou Koperník vo fázach 0,0; 0,25; 0,5 a 0,75. Predpokladá sa, že röntgenové žiarenie čiernej diery je celé pohlcované v jej obálke a že je zodpovedné za vysokú ionizáciu prvkov dusíka, kyslíka a uhlíka, ktoré potom žiaria v UV oblasti.

H. Duerbeck na základe spektrálnych a fotometrických pozorovaní určil parametre sústavy VV Ori. Asymetriu svetelnej krivky v primárnom minime vysvetľuje prúdmi hmoty. A. Moffat predložil fotometrický dôkaz podvojnosti niektorých W-R hviezd, pričom predpokladal, že sputnikom je malá hviezda alebo skola-bovaný objekt. H. Jenkner pomocou ekvivalentných širok spektrálnych čiar získal astrofyzikálne parametre niektorých tesných dvojhviezd. I. Todoran sa zaoberal problémom apsidálnych konštant polodotykových systémov a ukázal, že tieto parametre treba určovať z oboch miním. V. Ureche predložil aproximáciu tesnej dvojhviezdy modelom 2 elipsoidov a rozobral staršie metódy aproximácie tesných dvojhviezd.

Záverečná časť zasadnutia sekcie C bola venovaná problematike röntgenových zdrojov. V celej sérii referátov pracovníkov londýnskej univerzity boli rozobrané výsledky pozorovaní družice Koperník. Boli to predovšetkým pozorovania Cyg X-1 a Cyg X-3, u ktorých boli získané svetelné krivky a spektrá v X-oblasti. P. Sanford informoval o zaujímavom úkaze pri pozorovaní Cyg X-1. Dňa 27. septembra 1973 došlo k trojminútovému zjasneniu zdroja, pričom spektrum zostalo nezmenené. U zdroja Cyg X-3 došlo k zjasneniu v infračervenej oblasti na vlnovej dĺžke 2,2 μm dňa 12. augusta 1973.

F. Hawkins sa zaoberal meraním polôh a identifikáciou röntgenových zdrojov. Aj keď ploška chýb družice Koperník je menšia ako ploška chýb družice Uhuru, je identifikácia niektorých objektov dosiaľ neistá. L. Culhane predložil pozorovania a charakteristiky niektorých X-zdrojov. Veľa sa očakáva od štúdia zdroja 3U 0614 + 09, ktorý má neobvyklé spektrum. C. Chevalierová a I. Ilovaisky popísali fotometrické a spektroskopické merania sústavy HZ Her. Na profile čiary $H\beta$ ukázali na podvojnú sústavu.

Referáty A. Tutukova a C. de Looreho boli veľmi príbuzné. Zaoberali sa evolúciou zákrytových premenných o veľkých hmotách až do štádia výskytu relativistického objektu v sústave. Vývoj bol predvedený na H-R diagrame. Posledný referát S. Tsurutovej sa týkal zahrievania neutrónovej hviezdy akréciou medzi hviezdnej hmoty.

Účastníci konferencie nezaháľali ani vo večerných hodinách. Pre milovníkov hudby bol usporiadaný slávnostný koncert z diel Boccheriniho, Mozarta a Borodina a pre milovníkov gastronómie recepcia v paláci S. Giusto. Na záverečnej večeri podakoval M. Longair v mene účastníkov usporiadateľom konferencie za dobrú organizáciu podujatia. Vysoko ocenil celkovú úroveň konferencie a vyzdvihol účasť mladých astronomov.

Na záver sa ešte v krátkosti dotkneme zasadania teoretických fyzikov. Z dopoludňajšej časti programu najväčší ohlas vyvolali prednášky R. Penrosa a G. Gibbonsa týkajúce sa problematiky singularít a čiernych dier. R. Penrose sa zaoberal vlastnosťami priestoru a času v okolí singularít. Rozobral

podmienky, ktoré môžu viesť k nahej singularite. Vyšetroval existenciu a stabilitu riešenia Einsteinových rovníc s nahou singularitou. G. Gibbons podal prehľad súčasného stavu výskumu v oblasti čiernych dier. Rozobral zákony čiernych dier a priebeh symetrického a nesymetrického kolapsu. Veľkú pozornosť venoval malým čiernym dieram vznikajúcim v najrannejších štádiách vývoja vesmíru. Prehľad súčasného stavu kvantovej gravitačnej teórie podal C. Isham.

Z odpoludňajšej časti programu bol zvlášť cenný príspevok J. Binneyho, ktorý podal prehľad vývoja vesmíru od big-bangu až po tvorbu galaxií z hľadiska súčasného výskumu. O hmotne-antihmotnom vesmíre hovoril R. Omnes. Rozobral výskyt a možnosti detekcie antihmoty. Zjednotený model hadronových a leptónových silných, slabých a elektromagnetických interakcií podal A. Salam. Výskum v tejto oblasti má veľký význam pre zvládnutie počiatočných štádií vývoja vesmíru (hadronová a leptónová doba).

Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

Rozhovor s prof. C. Barbierim a prof. L. Rosinem
o astronomické prístrojové technice a budúcnosti italské
astronomie

Prof. C. Barbieri je profesorom stelárnej statistiky na univerzite v Padove; prof. L. Rosino je vedúcim katedry a súčasne ředitelom astrofyzikálnej observatoře padovské university v Asiagu. Rozhovor s oboma odborníkmi se odehrál koncem září 1974.

G: Co považujete za nejvýznamnější zvraty v astronomické technice posledního desetiletí?

Barbieri: Především zavedení měničů a zesilovačů obrazu do astronomické praxe. Tyto detektory mají za sebou dlouhý vývoj a užívaly se již dříve, ovšem spíše v laboratorní formě, která znamenala velké časové ztráty při čerpání vakua, výměně desek, atd. Dnes jsou k dispozici komerční výrobky, jejichž velkou předností je snadná a rychlá obsluha, takže se neztrácí cenný pozorovací čas. Kvantová účinnost i linearita jakož i značný spektrální rozsah při zachování rozlišovací schopnosti klasické fotografie jsou hlavní zisky. Dalším pokrokem v mém oboru je velké rozšíření Schmidtových komor, jež mají velké pole bez zkreslení. To se uplatňuje při studiu galaxií, definování galaktických kup, fotometrii hvězdných polí a hledání slabých spolek a mostů mezi galaxiemi.

G: Někdy se zdá, že je skoro obtížnější data zpracovávat než je získat?

Barbieri: To je pravda - pokrok v detekční technice nás nutí vypracovat zcela jiné poloautomatické a automatické metody pro zpracování dat. Je to skutečně příležitost pro tvůrčí pracovníky, jak posunout astronomické poznání kupředu. První úspěchy

jsou už zde: automatické systémy pro získávání dat na Mt Palomaru a Kitt Peak, Luytenův přístroj pro měření vlastních pohybů, Strandův přístroj pro měření poloh a vlastních pohybů, britská GALAXY apod. Musíme si zvyknout na to, že vbrzku budou přístroje připojené k dalekohledu dražší než samotný teleskop - čili dalekohled, napojený přímo na velký počítač, který obstará vše od výběru objektů až po záznam dat. Plošné sestavy fotodiód a snímací televizní elektronky pak již brzo po všech stránkách překonají klasický fotografický záznam. My sami v Asiagu kupujeme počítač za 60 000 dolarů, tj. asi 1/10 ceny 183 cm reflektoru, ale jeho užití umožní zvýšit účinnost přístroje aspoň o řád.

G: Co dalšího chystáte pro observatoř v Asiagu?

Barbieri: Pro 183 cm reflektor to bude především nový mřížkový spektrograf pro Cassegrainovo ohnisko s dispersemi 30, 60 a 115 Å/mm. Spektrograf dodává firma Boller and Chivens z Kalifornie. Štěrba spektrografu bude nastavitelná v pozičním úhlu. Spektrograf bude užívat několika typů zesilovačů obrazu (RCA, ITT, Westinghouse). Pro zvýšení účinnosti spektrografu uijeme systému, který vyvinul Wampler na Licku (image-dissector) a uvažujeme též o digitálním záznamu spektra. Také pointování bude snazší díky televizní snímací elektronce, jež zobrazí zorné pole na obrazovku.

Pro fotometrii chceme užívat Fabryho-Perotova etalonu se skloněným filtrem pro oblast 8750 Å, a počítače fotonů, spojeného přímo s počítačem. Na magnetopáskových jednotkách budou zaznamenány všechny katalogy, dodané Ústředím pro stelární data ve Štrasburku. Na tomto programu spolupracujeme s univerzitou v Lecce (prof. N. Cosmovici) a s Ústavem Maxe Plancka v Mnichově.

G: Se kterými hlavními problémy se setkáváte při této radikální přeměně přístrojové techniky?

Barbieri: Chybí nám školení technici, kteří by byli schopni obsluhovat a opravovat tato komplikovaná zařízení. Nejlepší lidé tohoto typu odcházejí do průmyslu, kde mají lepší finanční možnosti. Dalším problémem je všeobecná inflace, takže ceny přístrojů stoupají rychleji, než to dokážeme v rozpočtových plánech předvídat. Musí se změnit i astronomové, vzdělávání příliš klasickým způsobem. V Padově je nyní učíme i takovým předmětům jako je fotonová statistika, sběr dat, filosofie přístrojové techniky, Fourierovy transformace, vícerozměrné soustavy dat. Potřebujeme též specialisty - programátory, elektroniky a optiky.

G: Myslíte, že vhodnou organizační práce by se dalo stávajícího astronomického přístrojového potenciálu lépe využít?

Barbieri: Zcela určitě. Je to konec konců v lidech a v jejich zaměření. Potřebujeme dobrou výměnu informací mezi optickými astronomy a odborníky v oborech radiové, infračervené a rentgenové astronomie. Dále mnohem hlubší vazby mezi pozorovateli na zemském povrchu a odborníky na kosmickou astronomii. Samozřejmě i v budoucnosti si pozemská optická astronomie udrží ústřední postavení. Jednak je lacinější a jednak je v optické oblasti vyzařováno podstatné množství energie kosmických těles, takže tento obor obsahuje i nejvíce astrofyzikálních informací.

G: Co si myslíte o relativním významu evropské astronomie?

Barbieri: Je dobře, že se zde dělá nezávisle kosmický výzkum, např. si hodně slibují od projektu Spacelab. Evropské instituce by měly více spolupracovat, aby využily nesmírného vědeckého potenciálu svých astronomů, jenž je zcela srovnatelný s potenciálem kosmických a astronomických velmocí. Příkladem takové úspěšné mezinárodní spolupráce je obor jaderné fyziky a v astronomii je takovou první vlaštovkou Evropská jižní observatoř (ESO). Slyšel jsem, že Poláci usilují o teoretické (Koperníkovovo) centrum, což by byl také značný přínos. Vybudovat v Evropě skutečně velký dalekohled nemá samozřejmě mnoho smyslu s ohledem na nepříznivé klimatické poměry - jedinou výjimkou by mohla být španělská pohoří.

G: Jak to vypadá s plány na velký italský dalekohled?

Rosino: Zkušenost s budováním 183 cm reflektoru v Asiagu na kopci Ekar dokazují, že bychom se neměli zaleknout ani výstavby vskutku velkého stroje - je k tomu ovšem potřebí spolupráce všech italských astronomických ústavů. Počítáme s vybudováním 3,5 m parabolického reflektoru s primárním ohniskem $f/4$, Cassegrainovým $f/12$ a coudé $f/30$. Disk zrcadla bude z taveného křemene, projekt mechanické části asi převezmeme od Kanadánů a místo je už také vybráno: v provincii Potenza v jižní Itálii v místě Castell Grande ve výšce 1140 m n.m. Zkoušky ukázaly, že kvalita obrazu je dobrá a počet jasných nocí větší než v Asiagu. Montáž má být vidlicová a zrcadlo bude spočívat na vzduchových polštářích, jež mohou být udržovány na různých tlacích. Pokud se podaří projekt rozeběhnout, vznikla by tak nová národní italská hvězdárna, spravovaná přímo ministerstvem školství.

Připravil J. Grygar

5. celostátní seminář o stelární astronomii

Jak už se stalo pravidlem, i letos se sešli astronomové, kteří pracují buď přímo ve stelární astronomii, nebo v příbuzných oborech. Seminář se konal 7. - 9. října 1974 v Učebním středisku ministerstva školství ČSR v zámku Štířín. Počet účastníků se už nyní ustálil - bylo jich více než šedesát. Byli pozváni také někteří pracovníci lidových hvězdáren a zúčastnili se i někteří studenti.

Seminář zahájil P.Mayer a současně přečetl pozdravný dopis prof. Mohra účastníkům semináře. Program semináře byl jako obvykle sestaven především z referátů o dosud nepublikovaných vlastních výsledcích a z přehledových referátů. Tematicky je možno rozdělit referáty do tří skupin: referáty s fyzikální tematikou, referáty zabývající se naší Galaxií a referáty s problematikou pozorování a interpretace dvojhvězdných soustav.

Ve skupině referátů fyzikálních se E. Chvojková zabývala drahami elektromagnetických vln v kulově symetrických atmosférách s proměnným indexem lomu. Ukázala na příkladech rádiových vln, že se paprsky z téhož zdroje mohou dostat do vzdáleného bodu i po šesti různých drahách. Za určitých podmínek se mohou elektromagnetické signály šířit i na opačnou stranu kosmického tělesa. J. Svatoč v referátu, jehož spoluautoři jsou M. Šolc a V. Vanýsek, hovořil o vlivu teploty a záření na opticko-elek-

trické vlastnosti pevných částic v obálkách hvězd. Ukázalo se, že teplotní změny mohou velmi dobře vysvětlit pozorované změny polarizace s intenzitou. U hvězd pozdních spektrálních typů může současně na optické vlastnosti silikátů působit ozáření elektrony a protony. Problémům relativistické astrofyziky byly věnovány referáty V. Hníka a J. Bičáka. V. Hník hovořil o Kerrově metrice, o níž je dnes možno říci, že je to metrika rotující černé díry, a zvláště o odvození pohybových rovnic částice v této metrice. Že zájem o relativistické problémy trvá, ukázala reakce posluchačů na referát J. Bičáka, který mluvil zejména o pádu kruhové slupky v poli rotující černé díry a o přenosu záření disperzním prostředím. Ukázal také, že malé černé díry se vypařují. V blízkosti takové černé díry nastává v důsledku velmi velkých slapových sil tvoření částic, které odnášejí hmotu černé díry. Tím je vyvrácena možnost existence malých černých děr ($M < 10^{15}$ g) kosmologického původu.

Další uzavřenou skupinu tvořily referáty J. Hekely o minimalizační metodě prostorové spektroskopické diagnostiky a I. Hubeného o problematice dynamicko-zářivého popisu hvězdných atmosfér a o nové metodě řešení NON-LTE přenosu čarového záření ve hvězdných atmosférách. Hekela a Hubený ukázali obecné zadání problému plazmatu v astrofyzikálních podmínkách, stanovení základních rovnic a jejich řešení. Při řešení problému je možno postupovat buď synteticky, kdy se vychází z určitých předem zvolených parametrů a z nich se počítají další, jako vystupující záření, a ty se srovnávají s pozorováním, nebo se postupuje analyticky, tj. přímo se určují fyzikální parametry objektu z pozorovaných dat.

V referátech, které se zabývaly stavbou naší Galaxie a jejích podsystémů, J. Palouš diskutoval výsledky systematického výzkumu m-periodických drah potenciálu Schmidtova modelu naší Galaxie popsaném Perkem. Pomocí konstrukce křivek stability lze hledat kritické body - body výměny stability - a provést jejich třídění. Obecný problém popisu dynamického systému jako je naše Galaxie se redukuje, jak ukázal J. Palouš v dalším referátu, na problém řešení Boltzmannovy a Poissonovy rovnice. Ukázal možnost numerického řešení uvedených rovnic diferenční metodou. P. Andrlé řešil soustavu (typu Galaxie) popsanou potenciálem čtvrté stupně a vyhovující resonančním podmínkám. Ukázal, k jaké soustavě rovnic problém vede a tuto soustavu numericky vyřešil. A. Antalová se zabývala mezihvězdnou absorpcí v oblasti Ass Sgr OB 5 a Sco OB 4. J. Ruprecht diskutoval strukturu otevřené hvězdokupy NGC 2324 a jejího okolí. Na základě fotometrických měření Hoaga a dalších bylo zjištěno velmi výrazné protažení hvězdokupy ve směru k blízkému rozsáhlému oblaku černé hmoty. Ukázalo se také, že korona hvězdokupy je protáhlá ve směru největšího zploštění hlavního tělesa hvězdokupy. J. Žižnovský hovořil o zdánlivém rozložení planetárních mlhovin a otevřených hvězdokup.

Referáty, zabývající se fotometrií a dvojhvězdami, zahájil T. B. Horák, který mluvil o srovnání automatických a klasických metod výpočtu těsných dvojhvězd. Výklad, který doprovázel velkým počtem diapozitivů, jasně ukázal, že astronomie je experimentální věda. Jeho referát byl velmi úspěšný u posluchačů a je jen škoda, že se ostatní přednášející nepokusili o podobnou formu. M. Vetešník mluvil o svých zkušenostech se strojovým zpracováním fotoelektrických měření zákrytových soustav. Program na zpracování hromadícího se napozorovaného fotometrického

materiálu dovoluje vyhodnocení základních měření v standardním fotometrickém systému, výpočet minim, určení světelných elementů, stanovení světelné křivky, rektifikace této křivky a řešení drahových parametrů studované zákrytové soustavy.

V současné době se zdá, že řešení vývojového paradoxu těsných dvojhvězd, tak jak byl prezentován na sjezdu IAU v Praze, je ještě vzdálenější, než bylo v roce 1967. S. Kříž podal úplný přehled o problematice vývoje těsných dvojhvězd. Objevily se některé námítky, zosobněné prof. Kopalem, proti stávající teorii výměny hmoty. Zvláště důležité jsou: existence systému jako Sirius, existence systému s celkovou hmotou menší než $2 M_{\odot}$, zanedbání role slapových sil, problém hydrodynamiky plynných disků a proudů a další. Významným příspěvkem je hypotéza P. Harmance a S. Kříže, přednesená P. Harmancem, o dvojhvězdné podstatě Be hvězd. Ukázalo se, že předpoklad o Be hvězdách jako dvojhvězdách ve stadiu přenosu hmoty by mohl velmi dobře vysvětlit pozorované emisní čáry ve spektru. I když ne každý s touto hypotézou souhlasí, všichni se shodují v tom, že je nutné nashromáždit dostatečné množství experimentálního materiálu o podezřelých dvojhvězdných objektech. Sem patří i referát V. Bahýla o problému β Lyrae a rovněž M. Vetešníka a J. Tremka o zákrytové soustavě RW Gem. Podobnou tematikou se zabýval i referát J. Papouška o úzkopásmové fotometrii YZ Cas, ve kterém zpřesnil geometrické elementy soustavy a koeficient okrajového ztemnění.

J. Zverko ukázal na základě podrobné analýzy spektra pekulární hvězdy 53 Aur, že část nadbytku prvků je možné vysvětlit odlišnou stavbou atmosféry od normálních hvězd. J. Grygar hovořil o pozorování, zpracování a identifikaci čar ve spektru novy Vulpeculae č. 1 v r. 1968, které prováděl společně s M. Sobotkou a S. Šteflem. Konečně P. Harmanec seznámil posluchače s některými programy pro zpracování dat. Je to například program pro výpočet spektroskopických elementů, program na redukci fotometrických dat a program na hledání periody v řadě nějakých měření. J. Grygar tlumočil písemné sdělení L. Kohoutka, který upozornil na zajímavou hvězdu V 1057 Cyg. Tato hvězda o jasnosti 16^m byla klasifikována jako T Tau, po roce 1969 však nastal prudký růst jasnosti až na 10^m se změnou spektrálního typu na B 3.

Přehledové referáty byly bohužel jen dva. J. Grygar se seznámil posluchače s programem 67. symposia IAU týkajícího se proměnných hvězd ve vztahu k vývoji hvězd a hvězdných soustav. V. Bahýl a D. Chochol hovořili o 2. regionální konferenci o astronomii v Terstu.

Jeden půlden byl věnován širší diskusi, zvláště pak observačním možnostem československé stelární astronomie. Po úvodních poznámkách P. Mayera podali zprávy zástupci hvězďáren Skalnatého plesa, Brna a Ondřejova. Hovořilo se rovněž o mezinárodní spolupráci a možnostech INTERKOSMOSu. Z. Síma promluvil o svém pobytu v Itálii a o italských hvězďárnách. Na závěr se rozproudila diskuse o koncepci stelárních konferencí. Ukázalo se, že bude pro příště potřeba dodržovat přesnáji dobu referátu, aby na diskusi zbyl opravdu celý plánovaný čas. Uvažuje se o prodloužení konference na čtyři dny. Večerní program byl jako obvykle naplněn promítáním diapozitivů a volnými diskusemi na nenavržená témata.

Celkový dojem ze semináře byl velmi dobrý a už teď se můžeme těšit na další setkání, které budou organizovat brněnští astronomové.

V. Hník

Seminář o vztahu astronomie k ostatním přírodním vědám

Součástí roku oslav a jubileí Astronomického ústavu ČSAV byl také seminář, konaný 15. října 1974 v pražském hotelu Internacional. Uspořádal jej Astronomický ústav ČSAV a zúčastnilo se jej na šedesát zájemců z řad astronomů-profesionálů i amatérů, dále odborníci příbuzných disciplín a také novináři. Úvodní přednášku o historii ústavu i naší astronomie pronesl člen-koresp. ČSAV a SAV prof. V. Guth. O vztahu astronomie k filosofii a o podílu astronomie při vytváření vědeckého světového názoru pak hovořil prof. dr. V. Ruml, ředitel Ústavu krajinné ekologie ČSAV. Velmi podnětný byl příspěvek prof. dr. I. Ůlehly z matematicko-fyzikální fakulty UK o vztahu astronomie k fyzice. Na něj navázal akademik A. Zátopek poznámkami o vazbách astronomie k vědám o Zemi. Člen-koresp. ČSAV dr. E. Hadač se zabýval novými spojeními mezi astronomií a biologií a dr. J. Svatoš, CSc. z Astronomického ústavu UK hovořil o výuce astronomie a s tím spojených pedagogických otázkách. V závěru semináře vystoupil ředitel ústavu člen-koresp. ČSAV L. Perek s úvahami o rozvoji Astronomického ústavu, o jeho začlenění do mezinárodních spoluprací, zejména o programech integrace vědy socialistických států a o integračních tendencích v soudobé vědě vůbec.

J. Grygar

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

Seminář elektronické sekce 25. 10. 1974

V Brně se konal seminář o využití televizní techniky a jejích aplikací v astronomii. Tento v pořadí již druhý seminář sekce, pořádaný ve spolupráci s brněnskou pobočkou ČAS, měl za úkol seznámit členy společnosti s problematikou související se snímáním obrazů elektronickými metodami, jejich reprodukci a zpracováním. Rovněž bylo poukázáno na netypické způsoby využití televizních soustav pro přenos některých důležitých informací.

U technických problémů, které jsou dnes stále častěji jádrem moderních způsobů poznávání vesmíru, je nutno vždy zhodnotit nejenom přínos informací o vesmíru, resp. jejich zlepšení, ale mnohdy vzhledem k personálním a jiným obtížím také usnadnění zpracování i jinak získatelných pozorování. V referátu Ing. K. Jehličky bylo poukázáno na to, že staršími metodami tyto oblasti zkoumání vůbec dostupné nebyly. Seminář

se však zajímal o spíše netypické postupy získání obrazových informací než jaké se používají v občanském životě, kde k televizi patří například i režie a tvorba programu.

Referát Ing. Jehličky se zabýval využitím jedné z funkcí TV v astronomii - získání informací o rozložení elektromagnetického pole at už viditelného nebo přilehlých oblastí v mezních podmínkách odpovídajících astronomické praxi a poukázal na možnost zpracování těchto informací s využitím moderních metod, což je výhodně proveditelné, protože jsou v elektrické formě. Srovnal fotografii - metodu, která převedla osvětlení na zčernání záznamového materiálu a tímto postupem vyřešila otázku archivování informací. Fotografický negativ může pojmout řádově 10^7 bitů. Integrační schopnost tohoto procesu umožňuje měřit i menší světelné toky než zjišťuje lidské oko. Televizní technika dnes nejčastěji využívá citlivé plochy, jejíž nehomogenita (rozdílná účinnost převodu světelného toku na elektrický náboj) je přesně zjištělná, protože se expozicí tato plocha nevratně nemění a je jí možno kalibračně oměřit. Spolu s možností digitalizace výstupních informací o obrazu se tato soustava, umožňující stále více aktuální automatizování zpracování informací, stává velice aktuální v moderní astronomické praxi.

Jednou z velice cenných možností budoucího zpracování obrazových informací v digitální formě je transformace do jiných souřadnic (Fourierova transformace do souřadnic "prostorová frekvence X - prostorová frekvence Y - amplituda složky"), která umožňuje částečně zmenšit vliv náhodných poruch vznikajících v optické i elektrické cestě signálu a získat tak maximum informací z daného signálu. Kolébkou těchto metod byly v nedávné době vypracované postupy zpracování skutečných TV signálů při přenosech z kosmu. Tyto postupy zajistí v budoucnosti i ekonomičtější ukládání informací v digitální formě, která je nyní proti fotografické formě značně náročnější.

V další části semináře dr. P. Mayer přistoupil k podrobnějšímu popisu vlastností používaných fotokatod. Poukázal na možnosti použití zesilovačů obrazu jako pomocníka fotografie, ale hlavně jako na první člen prakticky využitelné moderní televizní snímací elektronky pro astronomii. Přehled ve světě vyráběných a používaných typů těchto elektronek, jejich vlastností a cen ukázal na trend a perspektivy tohoto oboru i při sledování nejslabších a nejvzdálenějších galaxií a quasarů. Rovněž u nás se použití těchto systémů stává pravděpodobně v blízké budoucnosti.

Třetí část semináře vedla v přednášce Ing. V. Ptáčka k popisu metody přesného srovnání hodin pomocí synchronizačních impulsů používaných v komerčních televizních přenosových soustavách. Protože přesné určení času se dnes stalo v astronomii, ale i v jiných vědních oborech naprostou nutností, je tato metoda velice vhodným zjednodušením, které v našich poměrech nahradí časté převážení atomových etalonů a umožňuje navázat naše časové středisko na evropskou síť. Výhodou metody je, že nevyžaduje zásah ani do přenosové trasy, ani do programu vysílaného komerční televizní společnosti, ale využívá impulsů, které se pravidelně v programu vyskytují (vhodné části obrazového synchronizačního sledu) a které je možno získat jednoduchým doplnkem běžného televizního přijímače. Přesnost metody je založena na poměrně dobré definici těchto impulsů při běžném

provozu (lepší než 1 μ s) a stálém vedení retranslačních tras TV signálů, pro něž lze diference v šíření poměrně přesně stanovit jedním převozem atomového etalonu. V závěru přednášky bylo poukázáno na několikaleté dobré zkušenosti při využití tohoto patentu při spolupráci několika časových středisek.

V závěru semináře se rozpředla rozsáhlá diskuse ke všem uvedeným přednáškám, která ukázala nejenom nutnost dalšího rozvoje těchto moderních metod na našich pracovištích, ale také nutnost v budoucnu informovat ještě obsáhleji o této problematice pracovníky v astronomii.

K. Jehlička

14. seminář z meteorické astronomie

Celostátní meteorický seminář v r. 1974 realizovala meteorická sekce ČAS v součinnosti s HaP MK ve dnech 9. a 10. listopadu na brněnské hvězdárně. Od předchozích se lišil bohatším programem a zejména aktivní účastí zástupců AU SAV.

Po zahájení semináře členem FMS ČAS Dr. J. Grygarem, CSc. se ujal slova prom. fyz. V. Znojil a podal podrobnou informaci o metodě zpracování meteorických expedic 1972 a 1973 na počítači. Pro zpracování byl vytvořen větší počet programů s obecnějším použitím. Logicky nejsložitějším je ASR 08, který vyhledává koincidence mezi radarovými a optickými záznamy.

Dr. A. Hajduk, CSc. se zabýval otázkou registrace meteorů, letících rovnoběžně s osou antény radaru. V praxi se ukázalo, že i v tomto případě je radar schopen indikovat meteor, zvláště vzdálenější, přičemž charakteristika ozvěn je odlišná.

Na tento příspěvek navázal Dr. V. Porubčan, CSc. s problematikou, týkající se výskytu shluků částic v roji Leonid, které vykazaly nadprůměrnou aktivitu v r. 1969. Došel k poměrně překvapivému závěru, že v okolí maxima se vyskytují shluky s rozměry alespon 40 km, obsahujících cca 10% meteor. populace.

Po tomto referátu bylo jednání přerušeno, neboť se nedostavili včas zástupci AU ČSAV z důvodů dosti pozoruhodného - na žel. trati č. 26 vyhořela mezi Adamovem a Babicemi dřevěná výtluha v tunelu.

Odpolední program zahájil P. Pecina z AU v Ondřejově. Při radioelektrickém pozorování Geminid během několika let se objevily neočekávané poklesy exponentu s , určujícího závislost počtu meteorů na hmotnosti. Z podrobnějších rozborů vyšlo najevo, že 17. 12. je pravděpodobně v činnosti meteorický roj, který je možná identický s rojem ŠóArietidy.

Následoval referát Dr. V. Padevěta, CSc. z AU v Ondřejově. Autor pokračoval v zobecnování úvah o obtékání meteorické částice ideálním plynem. Řešením obtékání špičatého čela meteoroidu se dále přiblížil k vysvětlení rozdílu mezi fotometrickou a dynamickou hmotností meteorických částic.

Po tomto referátu podali přítomní zástupci pozorovacích skupin zprávy o činnosti. J. Mazurkiewicz referoval o činnosti v Brně - zde se aktivita spontánně přesouvá do oblasti zpracování. V. Příbyl podal vzornou zprávu o pozorování Perseid

v Kladně - metodika pozorování byla volena tak, že výsledky lze porovnávat se staršími údaji. D. Očenáš referoval o 18. celostátní meteorické expedici, kterou organizovala SÚH a KĽH v B. Bystrici. Expedice se tentokrát nevydařila následkem špatného počasí. Š. Veselý referoval o pozorování v Žilině, P. Filip o nalezištích vltavínů v j. Čechách a J. Humenanský o připravovaném fotografickém programu v Prešově. Po zprávách byla zahájena diskuse, ze které vyplynuly závěry pro práci v dalším období.

Z. Mikulášek podal návrh na uspořádání CME 1975 a její program - určení strmostí luminositní funkce meteorů za pomoci teleskopických pozorování v různých výškách nad obzorem. Na rozdíl od minulých let vznikají znovu potíže s finančním zabezpečením akce. Na závěr dne bylo přijato usnesení.

Druhý den semináře zahájil svým referátem Dr. J. Rajchl, CSc. Objev "zelenání světla" u slabších meteorů vedl k závěru, že před meteorickou částicí dochází k vytváření komplexů molekul NO. Z toho nutno usuzovat na existenci dvojitých i trojitých srážek, čímž se dostává meteorická fyzika do oblastí teoreticky málo prozkoumaných.

Ing. P. Příhoda se zmínil o nových poznatcích, týkajících se interakce meteorických částic s planetami. Dosud není vyřešena otázka přesného určení původu kráterů na planetách v individuálních případech. Bylo zjištěno, že na zachování meteorické hmoty po dopadu má vliv hustota atmosféry; z tohoto hlediska má optimální hustotu atmosféra Marsu. Na tělesech bez atmosféry se určitá část hmoty vypaří, takže celková hmota tělesa se při impaktech zmenšuje. Byla zjištěna existence elektrostatických sil mezi prachovými částicemi na Měsíci. Tyto síly - přitažlivé - se mohly uplatnit při vzniku sluneční soustavy. Kosmickou sondou byl naměřen zvýšený tok meteorických částic v blízkosti Jupitera.

Netypický přístěvek přednesl V. Homola z HaP MK, který naznačil současný stav využití fotoel. metod v meteorické astronomii. Nadějně jsou výsledky získané superortikonem, který však prozatím funguje pouze jako "zesilovač světla" - problémy při konečné registraci zůstávají stejné jako u klasických metod. Také fotonásobiči jsou získávána zajímavá pozorování - lze určit i trvání a spektrum meteorů.

Závěrečným referátem byla zpráva M. Šulce o dalších výsledcích z CME 1971. Zkreslení směrových diagramů meteorů je zapříčiněno především záměnou poz. úhlu meteorů o 180° . Referent se dále zabýval správností určení rel. pozic meteorů a pokusem o teorii spatření meteoru.

Z usnesení, které bylo přijato na závěr předešlého dne, vyplývá následující: bude vyhotoven nový gnomonický atlas, je třeba zavést určování úhlových rychlostí meteorů pomocí přerušovače, je třeba zkonstruovat zařízení na fotografování spekter děletrvajících stop meteorů a uvést je do provozu. Pozorovací programy:

Teleskopická pozorování rojů spojená se zákreslováním, určování systematických chyb jasností (Jasánek),

určování strmosti lum.funkce vizuálních i teleskopických meteorů pozorováním v různých výškách nad obzorem.

Třebaže v originále usnesení jsou určeny odpovědné osoby, není to důvodem, aby zmíněné problémy neřešili i jiní zájemci, nejlépe po dohodě s MS v Brně.

M. Šulc

ZAHRANIČNÍ NÁVŠTĚVY

Astronaut E. Cernan v Ondřejově

Dne 3. 10. 1974 navštívil ondřejovskou observatoř Astronomického ústavu ČSAV americký astronaut E. Cernan. Byl přivítán ředitelem ústavu členem-korezp. ČSAV L. Perkem, který v úvodním projevu připomněl Cernanovy lety na lodích Gemini a Apollo i poslední přistání na Měsíci, kdy náš host byl velitelem výpravy. Na shromáždění pracovníků ústavu popisoval E. Cernan své zážitky z kosmických letů i z pobytu na Měsíci, připomněl též svůj československý původ (jeden dědeček od Bechyňe, druhý z Kysúc) a hovořil o dalších amerických kosmických plánech (Sojuz-Apollo, raketoplán). Svůj výklad doprovázel promítáním krátkých barevných filmů o projektech Gemini-Apollo a Skylab.

V diskusi řekl, že když se dnes někdy dívá na Měsíc, zdá se mu neuvěřitelné, že tam sám doopravdy byl. Nicméně je to skutečnost; je to dokonce už součástí lidské historie a podílí se na ní všichni - nejen astronomové. Prohlásil, že osobní zkušenost s kosmem se přece jen liší i od té nejkvalitnější fotografie či filmu, že pohled na planetu Zemi z dálky je něco zcela nevýslovně úchvatného.

Popisoval též své zážitky při řízení měsíčního vozidla - Roveru: řízení je nesnadné, neboť díky nižší přitažlivosti má Rover při manévrech tendenci odskakovat a mohl by se i převrhnout. Řidič se musí naprosto věnovat řízení, neboť na Měsíci člověk podceňuje jak vzdálenosti tak i rozměry překážek, a to až o řád. Pokud jde o původ měsíčních kráterů, soudí Cernan, že v té oblasti, kde přistáli, vznikla většina kráterů impakty meteoritů. Poznamenal ovšem, že podle jeho dojmu by shromáždění deseti vědců v jediné místnosti vysloвило deset rozličných hypotéz o původu měsíčních kráterů.

Na závěr diskuse předal E. Cernan řediteli Astronomického ústavu do úschovy čs. vlajku, která byla na palubě kosmické lodi Apollo 17 na Měsíci i další dárky, mezi nimiž byl i model lunárního modulu Challenger. Poté si prohlédl některé přístroje observatoře a zúčastnil se slavnostního oběda s vedoucími pracovníky ústavu.

Za čtenáře KR jsem se zeptal:

G: Na čem nyní pracujete, jaké jsou vaše budoucí plány?

Cernan: V současné době jsem zvláštním asistentem projektu Sojuz-Apollo. To mi zabírá veškerý pracovní čas. Domnívám se, že budu zase létat do kosmu, jakmile se rozeběhne projekt raketoplánu, jenž pokládám za velmi slibný.

G: Jak to bude se zastoupením odborníků (vědců) na palubách příštích kosmických lodí? Nepozbude pak profese astronauta na významu?

Cernan: Dosavadní zkušenosti zvláště při letu Apollo 17 ukazují, že přítomnost vědců v kosmických plavidlech je velkým přínosem. Až začnou létat raketoplány, bude možné, aby se výzkumů zúčastnili vědci po relativně lehkém a krátkém astronautickém výcviku. Ovšem ani pak se přirozeně neobejdeme bez profesionálně vycvičené posádky pilotů-astronautů. Obě profese se budou doplňovat navzájem více než dosud.

G: Dnes jsme svědky zpomalení rozvoje kosmonautiky, díky omezeným rozpočtům a přesunu zájmu veřejnosti na jiné neodkladné projekty. Myslíte, že je to trvalý stav?

Cernan: To si rozhodně nemyslím, i když je pravda, že po počátečním nástupu došlo k jistému nasycení a nyní i ke stagnaci, ale to se zase změní. Musíme hledat nové podněty a přicházet s novou iniciativou. Osobně se domnívám, že projekt raketoplánu povede nutně k rychlému rozmachu pilotovaných i nepilotovaných letů.

G: Jaké jsou perspektivy vybudování stálé měsíční observatoře nebo kosmické stanice v libračních bodech soustavy Země-Měsíc?

Cernan: Nepřemýšlel jsem o možnosti umístit stanici do libračních bodů, ale jsem přesvědčen, že observatoř na Měsíci je už dnes technicky zcela uskutečnitelná. Jde spíše o to najít vhodnou a přitažlivou motivaci pro vybudování takové stanice, a to se dříve nebo později určitě stane. Pilotované lety na Měsíc budou určitě obnoveny.

G: Chtěl byste něco vzkázat čtenářům Kosmických rozhledů?

Cernan: Rád bych připomenul některé myšlenky z mé dopolední besedy. Především, že přistání na Měsíci se dělo v zájmu a za aktivní spolupráce všech lidí na Zemi. Za druhé, že usku-tečnit tento jedinečný technický experiment vyžadovalo obrovské zanícení a pevnou vůli mnoha tisíc lidí, kteří se bezprostředně na projektu podíleli. Za třetí, že jsme si přitom ověřili, že když něco doopravdy chceme, že to lze dokázat. Myslím, že to platí nejen pro kosmonautiku, ale i pro každý obor lidské činnosti, tedy i pro astronomický výzkum.

G: Kdybyste se mohl zúčastnit pilotovaného letu k Marsu, přijal byste?

Cernan: Samozřejmě.

J. Grygar

PROSLECHLO SE VE VESMÍRU

Proslechlo se ve Štíříně

"... představuje první čtyři průchody testovací částice parciálními rovníky ..."

Palouš

"... dostáváme poměrně jednoduchou, alespoň na vypadání, funkci ..."

"... až se mi je povede podařit vyřešit ..."

Andrle

"... praktická redukce v surovém stavu ..."

"... a je třeba řešit každý případ, případ od případu ..."

"... když jsem křivku znovu upravil tak, aby tomu tak nebylo ..."

"... konvergovalo k hodnotě, která byla prakticky teoretická ..."

Vetešník

"... dělal jsem hvězdu 9 tečka 2, ale byla velmi nízká..."

Šíma

"... protože odpadnou některé noci, které kvůli tomu odpa-
dají ..."

Kříž

"... která je svázána se skupinou tzv. 2m dalekohledu ..."

Grygar

"... budeš dělat tohleto a za 4 roky bude z tebe jánevímco ..."

Valníček

"... mezi 17. a 28. dubnem všechny absorpce odletěly ..."

Grygar

"... máme elipsu, která má tvar kružnice ..."

Chvojková

"... statické pole elektronů je stat. pole elektronů ..."

Bičák

"... abychom měli zdroj X, musí bouchnout kolapsar ..."

Kříž

"... a vy na to nejste zvyklí, proto necháte bouchnout novu
nebo supernovu!"

Bičák

"... eliptický integrál je poměrně rozumná funkce ..."

Andrle

"... Dr. Valníček udělal velikou práci v podmínkách až pod-
zemních ..."

Zicha

"... v tomhleto bodě, který tady není vidět ..."

"... RX Leonis je známá československá zákrytová soustava..."

Horák

"... Podle hypotézy Drobyševského jsou všechny hvězdy dvojhvězdy, a proto je mám rád."

Kříž

"... Bolo jasné, že všetko bolo nejasné..." (k diskusi o černých děrách)

Tremko

"... Tím ~~ne~~ nemyslím samozřejmě nekonečno."

Bičák

"... Odvodili rovnice, vystupující v případě Ivana Hubeného..."

Hekela

"Oběžná dráha Merkura se odborně nazývá precesí perihélia."

100 + 1 ZZ, No 19/1974, str. 11

PŘEČETLI JSME PRO VÁS

Maximální podivnost

"Nejenže je vesmír podivnější než si myslíme; je dokonce podivnější než si dokážeme představit."

J.B.S.Haldane

Věda utkaná z netrpělivosti

"Je úplně nemožné uvažovat o podivuhodném hvězdnatém vesmíru, aniž bychom se zeptali, jak se utvářel. Možná, že bychom měli počkat s odpovědí, až trpělivě posbíráme všechny prvky a až tedy získáme jistou naději, že nalezneme řešení. Kdybychom však byli tak rozumní, kdybychom byli zvědaví, ale bez netrpělivosti, pak velmi pravděpodobně bychom nikdy nevytvořili Vědu a spokojili bychom se trvale s triviální existencí."

H. Poincaré, 1913

O srozumitelnosti astronomie

"Astronomie je jediná moderní fyzikální věda, jejíž objevy zůstávají sdělitelné vzdělané laické veřejnosti."

J.L.Greenstein

O nahodilosti metru

"Metr byl původně definován jako jistá libovolná část obvodu malé planety, jejíž hlavní astronomická důležitost spočívá v tom, že ji obývají všichni nám známí astronomové."

J.D.Mullholand

Ex post Kohoutkovy komety

"Jestliže už musíte sázet, vsaďte si na koně, a ne na kometu."

F.L.Whipple

UFO iracionální

"Podívejte se, podle toho, co vím o okolním světě, soudím, že je mnohem pravděpodobnější, že zprávy o létajících talířích pocházejí spíše ze známých iracionálních charakteristik myslí pozemšťanů než z neznámých racionálních snah myslících bytostí jiných planet."

R.Feynman

Paradoxy kosmického věku

"Několik posledních čísel (časopisu) Icarus vyšlo opožděně díky energetické krizi v Británii, kde je Icarus tištěn. Je to ironický a strážlivý příznak naší současnosti, že zprávy o nejnovějších vědeckých výsledcích dosažené meziplanetární kosmickou sondou se sázejí ručně a při světle svíček."

Icarus 22(1974), No 1

NOVINKY Z ASTRONOMIE

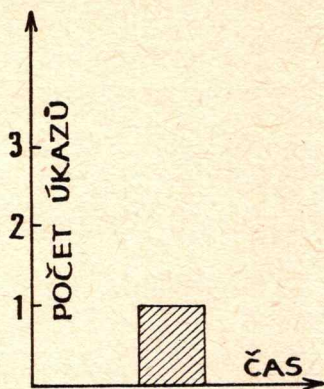
Larry S. Liebovitch, Harvard College Observatory, Cambridge, Mass.02138: Objev nového zdroje záření Z-1 v Draku

Abstrakt: Byl objeven nový (a jediný) zdroj vesmírného Z-záření. Jsou diskutovány možné identifikace a důsledky.

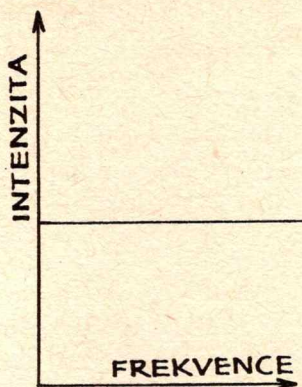
Úvod

V posledních několika letech se konaly pokusy se zachycením nového typu záření z kosmu (známého jako Z-záření), ale jelikož detekční zařízení pracovalo pod požadovaným prahem citlivosti díky atmosférické absorpci, a poněvadž velká zrychlení při raketových letech bránila výzkumníkům umístěným na špičce rakety v získání kvalitních dat, úspěch se až donedávna nedostavil. Teprve v předložené práci můžeme poprvé oznámit identifikaci nebeského Z-záření.

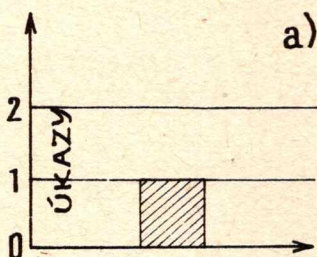
Umělá družice Spojených států amerických ZOLO-1 byla vypuštěna na polární dráhu 23. srpna 1973 z vojenské letecké základny Vandenberg. Ačkoliv družice byla původně určena ke studiu zemských surovinových zdrojů a měla sledovat výskyt peruánských guanotvorných ptáků, jeden z 312 širokouhlých detektorů s vrstvou sirníku olovnatého dopovaného LSD byl dostatečně širokopásmový k tomu, aby zachytil úkaz Z (obr.1). Ačkoliv byl zachycen pouze jeden úkaz, stačilo to k získání



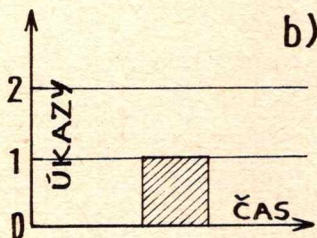
obr. 1
Záznam Z-záření
v detektoru PbS₂



obr. 2
Fourierova transformace
JÚÚ spektra

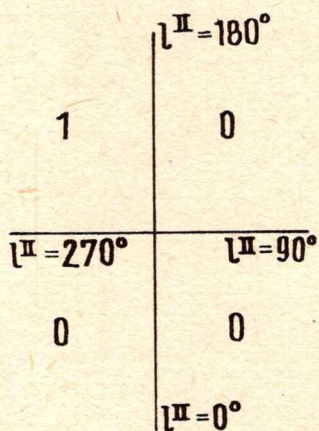


a)



b)

obr. 3
Záznam (a) před a (b) po
překlopení údajů o JÚÚ
na sebe



obr. 4
Výskyt JÚÚ v jednotlivých
galaktických kvadrantech

četných poznatků o takových jevech, neboť statistická teorie jed noukazových úkazů (JÚÚ) byla v posledních letech v různých odvětvích kosmického výzkumu dostatečně rozvinuta.

Poloha

Jelikož časové rozlišení v detektoru nebylo lepší než $0,1^s$, lze určit pouze horní mez trvání pulsu. Když však na chvíli předpokládáme, že polovina pulsu proběhla v prvních pěti setinách vteřiny a druhá polovina v posledních pěti setinách vteřiny a když si uvědomíme, že světelný čas napříč dráhy družice činí $0,1^s$, lze odtud lokalizovat JÚÚ do pole o průměru 5° . Tím je JÚÚ definován jako jeden ze dvou průsečíků hlavních kružnic a tuto dvojnásobnost lze snadno odstranit, poněvadž pouze jeden průsečík se nalézá nad Cambridgí, Massachusetts (druhá poloha je zcela na Draku).

Spektrum

Časová struktura pulsu byla aproximována delta-funkcí, jejíž Fourierova transformace dokazuje JÚÚ charakter spektra (obr. 2). Ačkoliv je spektrum zcela neteplné, skutečnost, že u nízkých frekvencí se nevyskytuje náhlý pokles, dokazuje, že synchrotronová samoabsorpce je zanedbatelná. Potvrzení tohoto faktu pomocí radiových měření na nižších frekvencích by bylo užitečné. Pro kontrolu konsistentnosti údajů, byl signál symetricky rozpůlen a překlopen podél středu (obr. 3). Výsledná shoda je vynikající. Žádná absorpční spektrální čára nebyla zatím identifikována, což však může být způsobeno tím, že dostatečně silný gravitační potenciál by rozmazal absorpční čáry pod práh citlivosti aparatury.

Možné optické identifikace

Žádné optické objekty jasnější než 18. hvězdná velikost neleží uvnitř 5° chybové krabice na kopiích palomarského atlasu. Letadlo s rozsvícenými pozličnými světly sice přeletělo severně těsně od okraje chybové krabice, což je patrné ze stanice Agassiz dne 2. října 1973, ale změřený modrý přebytek B-V = +0,02 není dostatečně neobvyklý, aby zaručil sám o sobě pozitivní identifikaci.

Možnost náhodného výskytu

Ačkoliv jsme pozorovali pouze jediný JÚÚ, nelze vyloučit, že ve skutečnosti jde o dva překrývající se zdroje. Pravděpodobnost takové shody byla nezávisle vypočtena dvěma různými autory a činí buď 10^{-14} nebo 0,02, takže ji lze zanedbat.

Isotropie

Rozložení všech známých zdrojů Z-záření v galaktické délce je zachyceno na obr. 4. Rozložení je isotropické s výjimkou třetího kvadrantu.

Počet zdrojů na celé obloze

Jelikož jsme pozorovali JÚÚ po dobu $0,1^s$ a stáří vesmíru je 10^{10} let (= $3 \cdot 10^{17}$ s), pak za předpokladu, že každá galaxie

prochází během vývoje aktivní Z-fází, musí být nyní na celé obloze $3 \cdot 10^{18}$ nedetekovaných JÚÚ. V závislosti na kosmologických modelech se tato veličina mění poměrně málo, a to úměrně výrazu $(1+z)^4$, kde z je zbytkový rudý posuv ve vesmíru, pro nějž je $q = +1$.

Periodicita

Nebyly zjištěny žádné náznaky periodicity úkazu.

S^{-2/3} - rozdělení

JÚÚ si definuje vlastní S^{-2/3} křivku, na níž tudíž leží naprosto přesně. To značí, že buď jde o velice blízký objekt ($r = 1$ cm, tok 10^{-10} Jy), anebo naopak o objekt kosmologicky vzdálený ($r = 10^{81}$ cm, tok 10^{152} Jy).

Polarizace

Lineární ani eliptická polarizace v průběhu JÚÚ nebyla nalezena, poněvadž jsme ji také vůbec nehledali.

Diskuse

Žádný z dosud objevených JÚÚ nekoinciduje se středy bohatých galaktických kup, oblastmi H II, s hvězdami zastíněnými silně prachem nebo s radiovými zdroji. Rovněž tak nesoúvisí s Weberovými gravitačními úkazy. Jelikož nepřítomnost synchrotronové samoabsorpce vylučuje supernovu, je zřejmé, že JÚÚ je černá díra. Pak odhadovaný počet $3 \cdot 10^{18}$ JÚÚ snadno obsahuje tolik hmoty, že to stačí k uzavření vesmíru.

Z údajů, které jsou zde předloženy, jsme spočítali, že k podstatnému zvýšení četnosti detekce JÚÚ bude zapotřebí detektoru s plošnou výměrou velikosti státu Massachusetts. Organizaci NASA jsme proto zaslali návrh experimentu, v němž by povrch státu byl pokryt navzájem propojenými Z-detektory vždy po každých 3 cm². Stát Massachusetts by byl poté vyslán na oběžnou dráhu s cílem nalézt zbývajících ($3 \cdot 10^{18} - 1$) JÚÚ. Dá se očekávat, že tento projekt se setká s vřelou podporou federální vlády.

Podle Quart. J. Roy. Astr. Soc. 15 (1974), No.2,141, zčeštil v bezvědomí autora J. Grygar

Nový pohled na planetu Merkur

Merkur je jednou z nejméně známých planet sluneční soustavy. Studium povrchu Merkura a jeho atmosféry značně ztěžuje malá úhlová vzdálenost planety od Slunce. Pozemská pozorování také nic neříkají o interakci planet se slunečním větrem a o případném magnetickém poli Merkura. Je zřejmé, že každý nový poznatek o planetě je velmi cenný, neboť na základě studia fyzikálních a geologických vlastností Merkura bude možné doplnit a upřesnit současné teorie vývoje terestrických planet.

Zájem o Merkura vzrostl po roce 1965, kdy na základě radarových pozorování bylo zjištěno, že rotace planety není

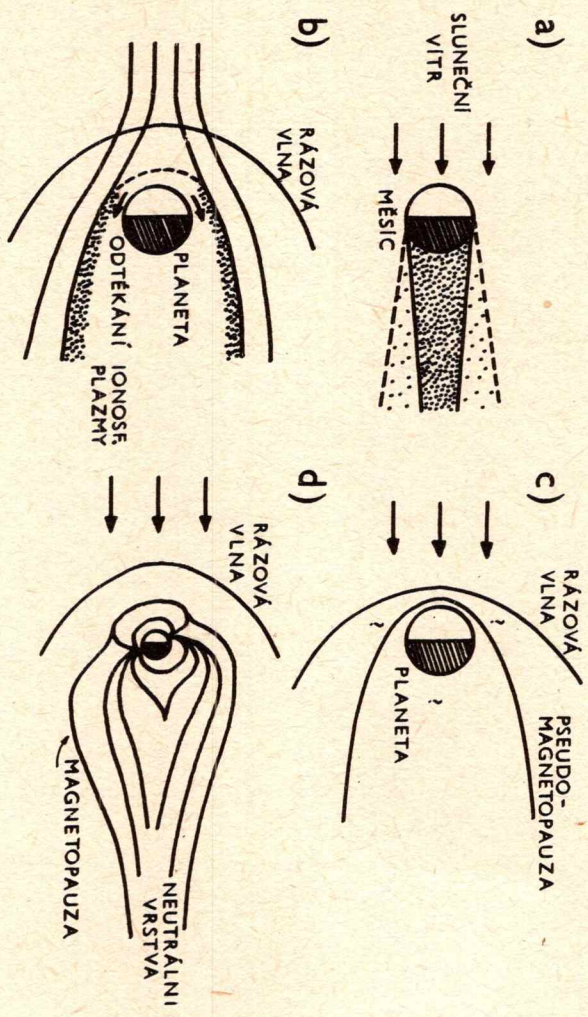
synchronní s dobou oběhu kolem Slunce, ale činí jen necelých 59 dní. Bylo nutno revidovat dřívější představy o atmosféře planety, poněvadž ty vyplývaly z předpokladu synchronní rotace. Pozemská pozorování naznačují, že povrch Merkura je velmi podobný měsíčnímu povrchu. Avšak vnitřní struktura Merkura se dosti liší od struktury Měsíce, což plyne z průměrné hustoty Merkura ($5,6 \text{ g.cm}^{-3}$), která je vysoká nejen ve srovnání s hustotou Měsíce, ale i planet typu Země.

Mariner 10, první úspěšná sonda k Merkuru, předala na Zemi v průběhu dvou plánovaných přiblížení k planetě (29.3. a 21.9.1974) značné množství nových informací. V červencovém čísle časopisu Science (185, 1974, č. 4146) byly uveřejněny předběžné výsledky měření sondy v době prvního přiblížení k planetě. Snad největším překvapením je objev vlastního magnetického pole a magnetosféry planety. Ukázalo se, že interakce Merkura se slunečním větrem je neočekávaně silná. Je zcela jiného typu než interakce Měsíce či Venuše. Merkur představuje pro slunečního vítru překážku spíše podobnou Zemi než tělesu typu Měsíce. Na obr. 1 je schematically znázorněno několik možných případů interakce slunečního větru s planetami. Příklad A odpovídá interakci měsíčního typu, která je nejslabší. Těleso, které nemá vlastní magnetické pole nebo atmosféru (ionosféru), není schopno odklánět částice slunečního větru. Má-li planeta řídkou atmosféru nebo ionosféru, dochází již k odklonu slunečního větru a vytváří se rázová vlna, i když vlastní magnetické pole planety může být velmi slabé (příklad B). V případě C, kdy povrch planety je dostatečně vodivý, opět vzniká rázová vlna a magnetosféra. Otazníky na obr. 1 označují oblasti, ve kterých doposud přesně neznáme procesy interakce a topologii magnetických polí. Konečně případ D znázorňuje vyvinutou magnetosféru Země s velkým magnetickým chvostem táhnoucím se směrem od Slunce. S tímto typem magnetosféry se setkáváme u planet s vlastním, dostatečně silným magnetickým polem.

Náhle změny intenzity magnetického pole, které naměřil magnetometr sondy Mariner 10, nelze vysvětlit změnami meziplanetárního magnetického pole. Vznikly při průchodu sondy rázovou vlnou a magnetopauzou Merkura. Z původní hladiny $18 \pm 2 \gamma$ mimo magnetosféru Merkura se intenzita magnetického pole zvýšila v době největšího přiblížení k Merkuru (704 km od povrchu) až na hodnotu 98γ , tedy na více než pětinasobek. Uvnitř magnetosféry byly zaregistrovány elektrony o nižší hustotě a vyšší teplotě než jakou mají elektrony slunečního větru. Toky částic a jejich spektra energií se silně měnily; zatím však nelze říci, zda jde o změny časové nebo prostorové.

Potvrdí-li se, že pozorované magnetické pole je vlastním magnetickým polem planety (mohlo by totiž jít ještě o pole indukované slunečním větrem, ale údaje svědčí spíše ve prospěch první možnosti), pak je to velký vědecký objev v teorii planetárního magnetismu, který bude mít podstatný dopad na vývoj názorů o vzniku sluneční soustavy. Připomeneme si tradiční představu geomagnetiků, podle níž magnetické pole produkuje jen rychle rotující planeta s určitou precesí.

Jedním z problémů, který je společný pro planetární elektrodynamiku i pro astrofyziku vysokých energií, je otázka urychlování elektronů a protonů, ke kterému dochází při interakci částic slunečního větru s magnetosférami planet. Víme, že rozsáhlé magnetosféry existují jen okolo Země a Jupitera. Venuše



OBR. 1

a Mars nemají vlastní magnetické pole; indukované magnetické pole vzniká při interakci slunečního větru s ionosférami těchto planet. Nikdy však zde nebyly zaznamenány urychlené částice s energiemi nad 50 keV. K velkému překvapení je situace u Merkura jiná: v magnetosféře planety byly zaregistrovány velké toky protonů a elektronů (10^4 a 10^7 částic $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) mající charakter impulzů. Energie elektronů dosahovala až 300 keV, energie protonů 550 keV. Jsou to však přechodné jevy, které nelze interpretovat jako projev částic stabilně zachycených např. v radiálních pásech. Experimentální údaje jsou silně podporují představu, že částice jsou impulzivně urychleny a že zdroj urychlení není daleko od místa pozorování. Zdroj urychlení se pravděpodobně nachází v oblasti mezi rázovou vlnou a magnetopauzou nebo v magnetickém chvostu táhnoucím se za planetou.

Pomocí spektrometru pro ultrafialovou oblast spektra byla zjištěna tenká atmosféra Merkura. Již dříve se soudílo, že případná atmosféra bude obsahovat především hélium, argon a neon (zdrojem He a Ne může být sluneční vítr, He a Ar mohou vznikat při rozpadu radioaktivních prvků Merkurova povrchu.) Neutrální hélium je skutečně hlavní součástí zjištěné atmosféry. Hustota atmosféry je však nízká; parciální tlak He u terminátoru činí jen 5×10^{-12} mb, celkový atmosférický tlak je nižší než 2×10^{-9} mb.

Nově byla změřena hmotá a rozměry planety. Merkur je ($6\ 023\ 600 \pm 600$) krát méně hmotný než Slunce, jeho poloměr činí 2440 ± 2 km a 2438 ± 2 km v šířkách 2° a 63° severně od rovníku. To odpovídá střední hustotě planety $5,44$ g cm^{-3} , což je v překvapivě dobré shodě s dřívějšími výsledky.

Mariner 10 získal 2300 televizních snímků Merkura, které jsou cenným podkladem pro studium morfologických, optických a geologických vlastností povrchu planety. Nejlepší snímky, pořízené v době maximálního přiblížení sondy k planetě, mají rozlišení až 150 m, většina pak řádově kilometrové (jsou tedy srovnatelné s dobrými pozemskými fotografiemi Měsíce).

Potvrdila se očekávaná shoda celkového charakteru i mikroreliefu povrchu Merkura a Měsíce. Srovnatelné jsou i optické vlastnosti povrchových útvarů: pro řadu reprezentativních oblastí na Merкуру bylo změřeno albedo, které je prakticky stejné jako albedo měsíčního povrchu. Tak např. kráter Kuiper, jeden z nejjasnějších na Merкуру, má albedo 0,24 (pro srovnání - na Měsíci mají nejjasnější krátery albedo 0,23), oblasti silně rozbrázděné krátery 0,11 - 0,19, hladké pláně jsou podstatně tmavší (albedo 0,08 - 0,12). Stejně jako u Měsíce nebyly ani zde zjištěny podstatné barevné rozdíly u jednotlivých útvarů. Zdá se, že jasnější oblasti jsou obecně poněkud červenější než činí "průměr", i když samozřejmě existuje řada výjimek. Barevné rozdíly pravděpodobně odpovídají různým povrchovým materiálům.

Pomocí infračerveného radiometru byly zjišťovány tepelné vlastnosti horní několikacentimetrové vrstvy Merkurova povrchu. Měřily se změny teploty povrchu v průběhu Merkurovy noci. Naměřená hodnota tepelné setrvačnosti povrchu ($0,0017$ cal $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1/2}\text{K}^{-1}$) je jen nepatrně větší než měsíční. Vyskytly se však oblasti, kde se teplota měnila v rozmezí asi 10 K, což svědčí o existenci oblastí s tepelnou setrvačností až $0,003$ cal $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1/2}\text{K}^{-1}$. Nejnižší teplota o půlnoci v rovníkové oblasti činí asi 100 K. Měření teploty na noční straně Merkura odpovídají naší dřívější

představě založené na radarových pozorováních, podle níž je povrch planety tvořen křemičitanovým prachem o tloušťce alespoň 10 cm. Místa se zvýšenou tepelnou vodivostí mohou představovat kompaktní oblasti (např. stlačený prach nebo balvány či skály vyčnívající nad prachovou vrstvou). Ovšem bez možnosti porovnat oblasti pozorované radiometrem sondy se snímky Merkurova povrchu jsou to zatím jen spekulativní úvahy.

Odborníci zabývající se srovnávací geologií planet mohou nyní na základě snímků Merkura, Marsu a Měsíce upřesnit naše představy o struktuře a vývoji planet typu Země a ostatních malých těles ve sluneční soustavě. Budou to jistě zajímavé výsledky, na které si však musíme ještě počkat.

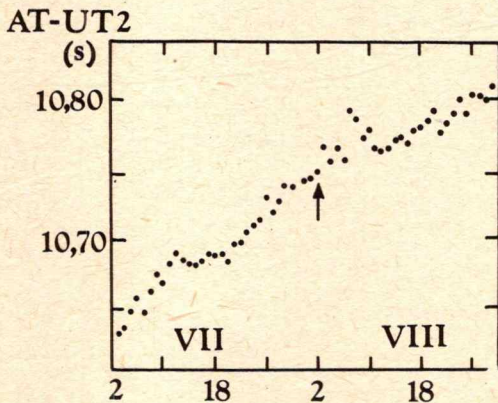
Z. Pokorný

Rotace Země a sluneční erupce

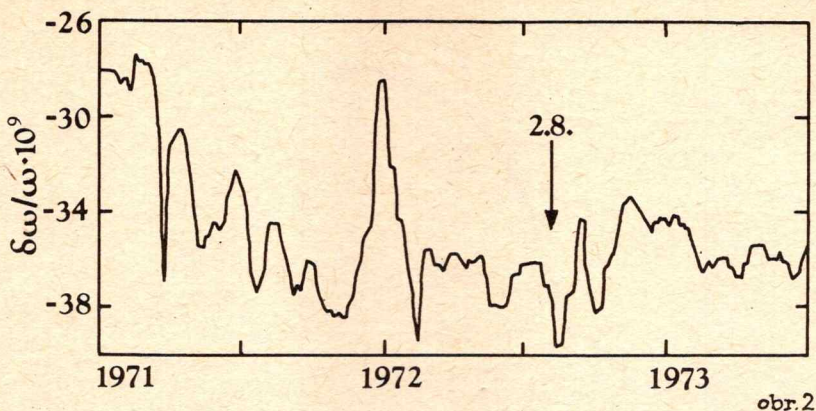
V době od 2. do 12. srpna 1972 byly na Slunci pozorovány protonové erupce, které patří mezi nejmohutnější zaregistrované jevy svého druhu (viz KR 1973, str. 65). Astronomům a geofyzikům se tak naskytla příležitost studovat vliv velké sluneční aktivity na procesy na Zemi a v jejím blízkém okolí.

Je stále otevřenou otázkou, zda při zvýšené aktivitě Slunce dochází ke změnám rotace Země. A. Danjon publikoval v roce 1962 sérii prací, ve kterých dokazoval, že po velké sluneční erupci v červenci 1959 došlo k náhlým změnám délky dne. Jeho výsledky však nebyly všeobecně přijaty.

S. H. Plagemann a J. Gribbin (Report UAG 28, part III, 1973, str. 792) zpracovali časová měření z období kolem srpna 1972, prováděná Americkou národní observatoří ve Washingtonu a zjistili, že v chodu rozdílu atomového času AT a světového času UT2 se objevuje nápadný skok několik dní po začátku srpnové aktivity (obr. 1). Zdálo by se, že problém je alespoň v principu vyřešen, neboť tento výsledek byl na rozdíl od předchozích založen na přesných měřeních času pomocí atomových hodin. N. S. Sidorenkov však publikoval jinou studii (Priroda 1974, str. 104), ve které na základě údajů Mezinárodního časového ústředí uvádí změny středních 5-denních hodnot úhlové rychlosti rotace Země v letech 1971,0 - 1973,5 (obr. 2; na obou obrázcích jsou vyloučeny sezonní změny rotace.) Ukazuje se,



obr. 1



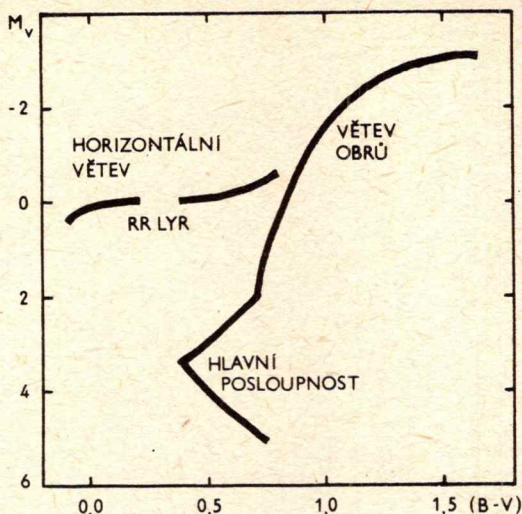
obr.2

že v období velkých srpnových grupcí nastávají značné změny úhlové rychlosti rotace Země. Úhlová rotace se nejdříve zmenšuje, poté dochází ke dvěma výkyvům s periodou asi 1,5 měsíce a amplitudou 0,0002 s. Avšak k těmto změnám došlo dříve než se na Slunci objevily aktivní erupce! Z této skutečnosti a z faktu, že po celý rok 1971 Země rotovala značně nepravidelně, Sidorenkov usuzuje, že změny úhlové rychlosti rotace Země v červenci - září 1972 nejsou vyvolány jevy na Slunci, ale že jde jen o náhodnou shodu.

Z. Pokorný

Potíže s horizontální větví

Jedním z nejobtížnějších úkolů, se kterými se musí zabývat teorie hvězdného vývoje, je vysvětlení existence horizontální větve na H-R diagramu pro hvězdy II. populace. Současná teorie vývoje hvězd interpretuje členy horizontální větve jako hvězdy o malé hmotě ($0,6 - 0,9 M_{\odot}$), které procházejí stádiem, kdy ve svém nitru spalují současně vodík i hélium. Tyto hvězdy již vyčerpaly zásoby vodíku v jádru a přešly do oblasti červených obrů, kde hlavním zdrojem energie je jaderná energie uvolňovaná v tenké vrstvě hořícího vodíku, která obklopuje vyhořelé héliové jádro. Hmotu elektronově degenerovaného héliového jádra pozvolna roste, spolu s ní vzrůstá i svítivost hvězdy. V okamžiku, kdy hmota jádra přeroste kritickou mez $0,4 M_{\odot}$, dojde k héliovému záblesku a tím i k zapálení héliových reakcí v jádru (viz KR 74/1 str. 29). Nyní se ve hvězdě vedle sebe vyskytují dva nukleární zdroje: tenká slupka hořícího vodíku a centrální oblast nyní již nedegenerovaného jádra, v níž hoří hélium. Povrchové vrstvy hvězdy kontrahují, hvězda přechází na H-R diagramu z oblasti červených obrů směrem k raným typům hvězd. Po řádově 10^5 let se směr jejího vývoje obrátí a hvězda se vrací zpět k větvi obrů. Letmá analýza ukazuje, že



průběhu této fázi hvězdného vývoje lze ztotožnit s vývojovou fází hvězd v klidových na horizontální větvi. Provedeme-li však podrobnější průběh celé situace, narazíme na řadu nesrovnalostí, kterým se však můžeme vyhnout, budeme-li předpokládat, že hvězda po opuštění hlavní posloupnosti ztratí asi polovinu hmoty své obálky ($0,1 - 0,3 M_{\odot}$). Bylo navrženo několik mechanismů, které by nad mohly mít tento úbytek hmoty na svědomí. První vysvětlení hledá příčinu ztráty hmoty ve spojitým odtoku hvězdné látky, který je jakousi obdobou slunečního větru. Podle této hypotézy by měla rychlost ztráty hmoty dosáhnout vrcholu v okamžiku, kdy se hvězda octne na nejvyšším bodě větve červených obrů, tedy těsně před heliovým zábleskem. Druhé vysvětlení spojuje ztrátu hmoty hvězdy přímo s heliovým zábleskem. Při heliovém záblesku totiž dochází k prudkému uvolnění značného množství energie, které by mohlo mít za následek odvržení části obálky hvězdy. Anglický astronom Eggleton (Observatory, 94, 1001, 162, (1974)) nedávno navrhl jinou možnost vysvětlení pozorovaného úbytku hmoty hvězdy na horizontální větvi, která spočívá v předpokladu existence pomalé spojitě ztráty hmoty (cca $10^{-9} M_{\odot}/\text{rok}$), k níž dochází tehdy, kdy se hvězda nachází už na horizontální větvi a to v intervalu teplot od 7500 do 10 000 K.

Prvé dva mechanismy nedokážou vysvětlit, proč hvězda ztratí jen určitou, přesně stanovenou část své hmoty. V prvním případě se dá jen stěží předpokládat, že intenzita hvězdného větru bude úměrná rychlosti hvězdného vývoje, spíše se dá očekávat, že jeho intenzita bude určena stavem povrchových vrstev hvězdy. Podobně i v druhém případě si lze snáze představit, že při dostatečně prudkém heliovém záblesku dojde k odvržení celé obálky, zatímco při detonaci jen o něco slabší ke ztrátě hmoty nedojde vůbec.

Eggleton předpokládá, že ke ztrátě hmoty dochází až ve fázi hvězdy na horizontální větvi, a to v okolí pruhu pulsační nestability, který bývá v H-R diagramech hvězd II. populace obsazován proměnnými typu RR Lyrae. Oblast ztráty hmoty je podle Eggletona zprava ohraničena větví obrů a zleva teplotou 10 000 K, přičemž maximum rychlosti odtoku hmoty leží v blízkosti teploty $T_e = 7\,500$ K. Hvězda po heliovém záblesku sestupuje s větve obrů a pohybuje se směrem k modrému okraji H-R diagramu. V okamžiku, kdy vstoupí do oblasti nestability, kde začne ztrácet hmotu, je její přesun k levému okraji horizontální větve ztrátou hmoty ještě urychlován. Hvězda projde oblastí nestability s hmotou již podstatně menší. Za hranicí 10 000 K se vývoj hvězdy zpomalí a hvězda klidně přesouvá ještě dále k ranějším typům. Ve chvíli, kdy se stane heliový zdroj hlavním dodavatelem hvězdné energie, se směr vývoje hvězdy obrátí a hvězda se vyvíjí zpět k větvi obrů. Během tohoto vývoje může hvězda ztratit právě onu polovinu hmoty své obálky, která nám vadí v tom, abychom mohli pozorovaná a teoreticky předpovězená data ztotožnit.

Navrhaný mechanismus snad přinese vysvětlení i pro dlouhodobé změny period hvězd typu RR Lyrae, které jsou občas větší, než vyplývá ze standardní teorie hvězdných pulsací a vývoje. Tyto změny totiž mohou mít svůj původ v akceleraci vývoje v důsledku ztráty hmoty.

Vrací-li se hvězda po horizontální větvi zpět směrem k větvi obrů, projde znovu oblastí nestability, kde znovu ztratí část své hmoty. Tentokrát se však vývoj hvězdy ztrátou hmoty zpomaluje, což má za následek, že červený i modrý konec horizontální větve je přibližně stejně obsazen hvězdami.

Z. Mikulášek

VESMÍR SE DIVÍ

... .. takže astronomové za zpoždění časového signálu nemohou

Nejpopulárnější je časové znamení Československého rozhlasu, jehož šest značek odesílá Astronomický ústav ČSAV přímou linkou do Vinohradské třídy každou čtvrt hodinu a záleží na rozhlasové režii, k d y časové znamení zařadí.

Večerní Praha, 8.10.1974

Pluto mizí?

Pluto, nejbzdálenější známá planeta naší sluneční soustavy, byla odkryta pochopitelně jako poslední - v roce 1930. Od té doby astronomové udivuje ubýváním své hmoty. V roce 1942 bylo zjištěno, že Pluto má 0,91 hmoty Země. O 13 let později měla tato planeta pouze 0,82 hmoty Země, v roce 1968 dokonce 0,18 a nedávno už jenom 0,11. Američtí astronomové z Námořní observatoře, kteří dělali poslední dvě pozorování a výpočty, si zatím

nedovedou toto "mizení" Pluta vysvětlit.

(k)

Mladá fronta, 12.10.1974

Opravy:

V č. 3/1974, str. 119, 18. ř. shora: namísto "Rovněž názvy extary a kvazary se nevžily, ..." má být "Rovněž názvy extary a kvazary se nevžily,..."

V č. 4/1974, str. 135, 4.-5. ř. zdola: místo "Ashena z hlavy Diori" má být "Athéna z hlavy Diovy".

str. 139, 5. ř. shora: místo "Du Canna" má být "Du Cagne".

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, J.Bouška, Z.Horák, M.Kopecký, S.Kříž, P.Lála, Z.Mikulášek, E.Pittich, Z.Pokorný.
Technická spolupráce: H.Kellnerová.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka tohoto čísla byla 29. ledna 1974.

ÚVTEI - 72113

