

The cover features a vibrant red background. In the upper left, a large white circle is partially cut off by a thick black horizontal line. Several other smaller white circles of varying sizes are scattered across the upper half. A network of black lines, including a prominent diagonal one and a horizontal one, crisscrosses the upper portion of the cover. The title 'KOSMICKÉ ROZHLEDY' is printed in a large, bold, black, sans-serif font, with the first word on the top line and the second on the bottom line.

# **KOSMICKÉ ROZHLEDY**

**ROČNÍK 26 (1988) ČÍSLO 2**

**NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV**

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

ročník 26 (1988) číslo 2

Naši astronemii, Československou astronemie-  
kou společnost a nás všechny postihla zlá ztráta.  
8. května 1988 zemřel

PhDr. Zdeněk HORSKÝ, CSc.

Odešel velký člověk, s nesmírně obsáhlými vě-  
domostmi, neutuchající aktivitou a kromě toho člověk  
vzácně družný, ochotný a přátelský, vždy svůj. Zůsta-  
lo velké prázdno, zůstal smutek. Jsou lidé, které nelze  
nahradit a jejichž odched dává podnět k úvahám, kolik  
pozoruhodných studií mohlo ještě vzniknout, kolika za-  
jímavými setkáními nás mohli ještě obohatit, kdyby ne-  
byli tak brzo vstoupili do minulosti. Ano, stalo se,  
je to neodvolatelné. Buďme vděční osudu, že jsme ho  
mohli znát, že jsme se mohli setkávat s Dr. Zdeněkem  
Horským. Ještě přečteme mnohé z jeho prací, které  
vyjdu jako poselství, jako odkaz nám živým. Ještě  
k nám bude promlouvat. A k jeho starším dílům se bude-  
me opět vracet. Budeme si ho připomínat. Škoda, že se  
zármutkem, který se přimísí i k těm veselým vzpomín-  
kám.

Náš věstník, v jehož redakčním kruhu Dr. Zdeněk  
Horský působil od roku 1971, věnuje jeho dílu 3. čís-  
lo letošního ročníku.

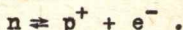
Redakční kruh

Adam Burrows

### Zrození neutronových hvězd a černých děr

Jádro hmotné hvězdy, která předtím žila 10 miliónů let, se zhroutí během jediné sekundy. Dá přitom vzniknout sérii nejexotičtějších a nejextrémnějších jevů, s nimiž se ve vesmíru setkáváme.

Neutronové hvězdy jsou přinejmenším exotické. Většinou jsou to pozůstatky hmotných hvězd, které po vyčerpání svého termonukleárního paliva okázale umírají jako supernovy. O polovinu hmotnější než naše Slunce, ale s průměrem pouhých 20 km jsou nejhustšími tělesy ve vesmíru. Gravitační zrychlení na povrchu neutronové hvězdy  $10^{11}$  krát převyšuje zrychlení na Zemi a vazbová gravitační energie částičky hmoty v neutronové hvězdě je desetina její klidové hmotnosti. Akrece látky na neutronovou hvězdu, při které se uvolňuje energie větší než 100 MeV/nukleon, je proces s mnohem vyšší účinností než termonukleární syntéza, uvolňující kolem 8 MeV/nukleon. Podle teorie jsou neutronové hvězdy tvořeny z 95 % neutrony v "chemické" rovnováze s příměsí protonů a elektronů:



Někteří přirovnávají neutronové hvězdy k obrovským atomovým jádrům s atomovým číslem řádově  $10^{57}$ . V těchto útvech je gradient tlaku silně interagujících degenerovaných neutronů při hustotách vyšších než jsou jaderné vyrovnáván de hydrostatické rovnováhy s jejich vlastní tíhou. Neutronové hvězdy jsou proto laboratořemi jak jaderné fyziky, tak i obecné teorie relativity.

Výčet všech nej- týkajících se neutronových hvězd je mnohem delší, než ukázal předcházející odstavec /1/. Nejúžasnější se mi však jeví ta okolnost, že skutečně existují. Neutronové hvězdy nebo soustavy hvězd, které je obsahují, jsou např. rádiové pulsary s magnetickými poli o indukcii na povrchu řádu  $10^8$  teslů a periodami od 1,56 ms do 4,3 s, nebo rentgenové dvojhvězdy s výkonem v rentgenovém oboru až  $10^{30} - 10^{31}$  W, t.j.  $10^4$  krát více než zářivý výkon Slunce /2/. Rovněž energie známé Krabí mlhoviny pochází z rychle rotující neutronové hvězdy, vzniklé při výbuchu supernovy pozorované r. 1054. Strážlivý odhad počtu starých "mrtvých" ale i aktivních - pozorovatelných neutronových hvězd v naší Galaxii je  $10^8$ . Hmotnosti několika málo neutronových hvězd, které byly určeny, se pohybují kolem  $1,4 M_{\odot}$ .

Existence černých děr - jiných možných zbytků zhroutení jader hmotných hvězd - zůstává dosud sporná. Nicméně, jak uvidíme, máme nepřímé důkazy o existenci černých děr hmotností hvězd v naší i jiných galaxiích. Tyto černé díry i neutronové hvězdy vznikají podle našich představ za podobných okolností. Jaká je fyzika vzniku těchto kompaktních objektů? Proč po zániku hmotné hvězdy jednou zůstane černá díra, podruhé neutronová hvězda? Pokusím se zde rozvést současné představy o těchto a po-

dobných problémech, nebudu se však snažit o úplnost ani nenaspadnutelnost. Tyto otázky jsou zde více než půl století a zřejmě ještě pár let potrvá, než budou moci být důstojně dořešeny.

Nedávno způsobila značný rozruch supernova SN 1987 A, kterou bylo možno sledovat i pouhým okem /3/. K výbuchu došlo natolik blízko, že pozemské detektory mohly zaregistrovat i několik neutrin, která byla vyzářena v několika sekundách vzniku neutronové hvězdy.

### Přehled vývoje hvězd

Podle současných představ jsou bílí trpaslíci, neutronové hvězdy a černé díry hvězdných hmotností konečnými stadii vývoje hvězd. Nevznikají přímo zhuštěním mezihvězdné látky, ale jsou to pozůstatky běžných hvězd po skončení jejich dlouhého, v závěru i bouřlivého termonukleárního života. Tíhu látky v bílých trpaslících vyrovnává vztlak degenerovaného elektronového plynu, který takřka nezávisí na teplotě. K udržení hydrostatické rovnováhy tedy není nutné, aby plyn měl vysokou teplotu. Izolovaný bílý trpaslík se vyzařováním do prostoru ochlazuje, časem se stane trpaslíkem černým. Domníváme se, že všechny hvězdy s hmotností menší než 6 až 8  $M_{\odot}$ , tedy i naše Slunce, projdou stadiem červeného obra, který ztratí vnější obálku a zbude z něj bílý trpaslík.

Jádra obyčejných hvězd zpočátku nejsou bílými trpaslíky. Do degenerovaného stavu se propracovávají postupně během vodíkového a heliového jaderného hoření, z nichž každé zanechává jádro ve stále hustším stavu. Ne hmotnosti hvězdy závisí, která reakce proběhne v jádru před jeho zdegenerováním naposled. Chemické složení bílého trpaslíka je tedy funkcí hmotnosti jeho předchůdce. Hvězdy hmotnější než 6-8  $M_{\odot}$  patrně buď úplně zaniknou při svém výbuchu, nebo častěji z nich zbude neutronová hvězda nebo černá díra.

Jak si ukážeme v následujících odstavcích, fyzikální teorie hvězdného vývoje dává přímo zobrazení množiny normálních hvězd, uspořádané podle jejich hmotností, na posloupnost jejich pozůstatků: bílí trpaslíci - neutronové hvězdy - černé díry.

Hlavní náplní hvězdného života je neustálé soupeření gradientu tlaku s gravitací, které lze popsat rovnicí hydrostatické rovnováhy ve sféricky symetrickém tělese:

$$\frac{dP}{dr} = - \frac{Gm(r)\rho}{r^2} \quad (1)$$

kde  $G$  je gravitační konstanta,  $P$  a  $\rho$  jsou tlak a hustota ve vzdálenosti  $r$  od středu. Hmotnost  $m(r)$  uzavřená uvnitř koule o poloměru  $r$  je dána vztahem

$$\frac{dm(r)}{dr} = 4\pi r^2 \rho \quad (2)$$

Když se hvězda vytváří z mezihvězdné látky, její smršťující se plyn houstne, zahřívá se na vysoké teploty a vyzařuje fotony, čili energii. Tato ztráta energie způsobuje, že celková energie protohvězdy je menší než energie téže hmoty rozptýlené do nekonečna. Je tedy vázána. Ačkoliv se v ní rychle ustaví hydrostatická rovnováha, hvězda není statická. Kdyby nevyzařovala, ustálila by se ve stavu plně popsaném celkovou energií nebo (při dané hmotnosti a chemickém složení) poloměrem či teplotou. V důsledku neustálé ztráty energie vyzařováním z povrchu se však hvězda vyvíjí posilováním čím dále tím kompaktnějších kvazistatických konfigurací.

Z rovnic (1), (2) a stavové rovnice

$$P = P(\rho, T)$$

můžeme odvodit zjednodušené, ale výstižné vztahy pro hvězdy s různými hmotnostmi, které však mají podobné průběhy hustoty. Podle (2) je celková hmotnost hvězdy

$$M \sim \rho_c \cdot R^3, \quad (3a)$$

kde R je celkový poloměr hvězdy a  $\rho_c$  centrální hustota. Podle (1) je tedy centrální tlak  $P_c$

$$P_c \sim G M^2 / R^4 \quad (3b)$$

nebo

$$P_c \sim G M^{2/3} \rho_c^{4/3}. \quad (3c)$$

Mladé hvězdy jsou složeny převážně z horkého ionizovaného vodíku a helia. V nedegenerovaném stavu, tj. při nižších hustotách, je tlak plazmatu popsán stavovou rovnicí ideálního plynu

$$P \sim \rho T, \quad (3d)$$

zatímco v degenerovaném nerelativistickém plynu, tj. při středních hustotách, jaké se vyskytují v nepřilíš hmotných bílých trpaslících, je

$$P = \frac{1}{5} (3\pi^2)^{2/3} \hbar^2 / m_e (N_A Y_e)^{5/3} \rho^{5/3} = \kappa \rho^{5/3}, \quad (3e)$$

kde  $Y_e$  je počet elektronů na baryon a  $N_A$  je Avogadrovo číslo,  $\hbar = h/2\pi$ , kde h je Planckova konstanta,  $\kappa$  je konstanta závislá na chemickém složení. Všimněme si, že tlak degenerovaného plynu nezávisí na teplotě. Z rovnic (3c) a (3d) vyplývá pro centrální hustotu ve hvězdě tvořené ideálním plynem

$$\rho_c \sim T_c^3 / G^3 M^2 \quad (4a)$$

a podle (3a)

$$T_c \sim GM/R. \quad (4b)$$

Z termodynamiky vyplývá, že entropie připadající na jednu volnou částici ideálního plynu je

$$k \ln(T^{3/2} / \rho) + \text{konst.}$$

V závislosti na chemickém složení můžeme (užitím 4a) vyjádřit centrální entropii na jeden nukleon v ideálním plynu

$$\begin{aligned}\sigma_c &= 3/2 K_1 \ln (T_c/\rho_c^{2/3}) + K_2 = \\ &= K_1 \ln (M^2/T_c^{3/2}) + K_3, \quad (4c)\end{aligned}$$

kde  $K_{1,2,3} = \text{konst.}$ ,  $K_1 > 0$ . Ze statistické fyziky vyplývá, že entropie nerelativistického degenerovaného plynu je funkcí  $T\rho^{-2/3}$  (čili  $T/p_F^2$  ve Fermi-Diracově rozdělení), na rozdíl od (4c) je to však spíše přímá úměrnost než logaritmická závislost, a  $\sigma = 0$  pro  $T=0$ . Můžeme užít rovněž viriálového teoremu

$$3(\gamma-1)U + \Omega = 0$$

svazujícího vnitřní energii  $U$  hvězdy s její potenciální energií  $\Omega$ ,

$$\Omega = -K_4 GM^2/R.$$

$\gamma$  je efektivní adiabatický index,  $\gamma = 5/3$  pro nerelativistický ideální plyn,  $K_4$  je bezrozměrná kladná konstanta řádu 1, daná vnitřní stavbou hvězdy. Celková energie hvězdy je tedy

$$E_T = U + \Omega = \frac{4-3\gamma}{3(\gamma-1)} \frac{K_4 GM^2}{R}. \quad (5)$$

Jestliže je  $\gamma > 4/3$ , tato energie je záporná a hvězda je vázaná. Lze dokázat, že v tomto případě je rovněž stabilní.

Co nám rovnice říkají? S pomocí rovnic (3) až (5) můžeme dojít k nejdůležitějším závěrům vyplývajícím z teorie hvězdného vývoje. Rovnice (5) ukazuje, že ztráta energie z hvězdy (tj. vzrůst absolutní hodnoty  $E_T$ ) způsobuje pokles  $R$ . To podle (3a) vede ke vzrůstu  $\rho_c$  a podle (4b) i  $T_c$ . Hvězda z ideálního plynu se tedy ztrátou energie zahřívá! Toto paradoxní "záporné" efektivní měrné teplo je důsledkem toho, že pouze polovina gravitační potenciální energie uvolněné při kontrakci hvězdy je vyzářena a druhá zůstává ve hvězdě a vede ke vzrůstu její vnitřní energie. Podle rovnice (4c) se vzrůstem centrální teploty  $T_c$  klesá měrná entropie  $\sigma_c$ . Stupeň degenerace i měrná entropie jsou monotónní funkce  $T_c/\rho_c^{2/3}$  a to jak v nedegenerované tak i degenerované limitě. Proto i hvězda původně nedegenerovaná se v důsledku svého smršťování stává degenerovanější a tudíž uspořádanější. Entropie hvězdné hmoty je dost složitou funkcí jejího stavu, neboť k ní přispívají různá jádra, elektrony, fotony i jiné částice. Měrná entropie je však obecně převrácenou mírou stupně degenerace a vývoj hvězd spěje ke snižování entropie a růstu degenerace.

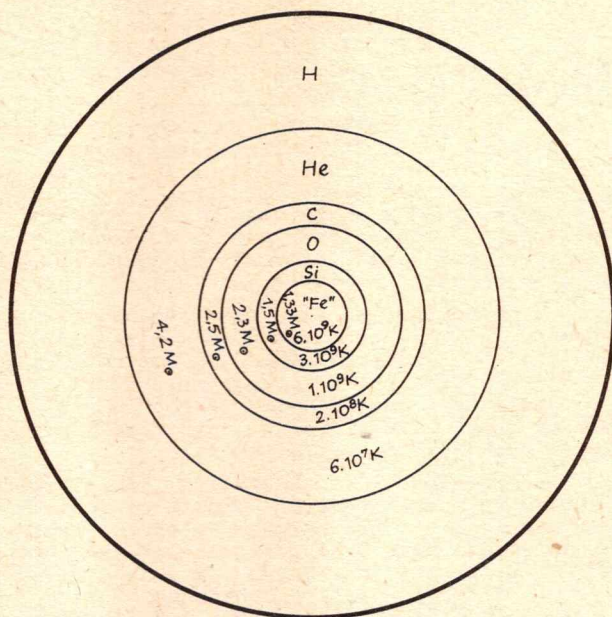
Centrální hustota a teplota hvězdy se nemohou zvyšovat neomezeně. Jejich růst zastaví buď vznik degenerace nebo zapálení termojaderné reakce. Jestliže hvězdné jádro zdegeneruje před zapálením reakce, tlak v něm se stane

prakticky nezávislý na teplotě a ztráty energie zářením sniží jeho teplotu stejně jako u bílého trpaslíka. Existuje tedy maximální teplota dosažitelná v raných stadiích vývoje hvězd. Jestliže tato teplota je nižší než zápalná teplota nejběžnějšího paliva - vodíku, protohvězda se stane tzv. hnědým trpaslíkem a její naděje na kariéru skutečné hvězdy padnou. Jestliže maximální teplota je naopak vyšší než zápalná, nukleární energie produkovaná v nitru pokryje zářivé ztráty povrchu a smršťování i degenerování jsou dočasně pozdrženy. Všimněme si, že termojaderné hoření udržuje teplotu nitra na nižší hodnotě, než by dosáhlo volným hrocením. Většinu svého života hvězdy stráví právě v této fázi spalování vodíku v jádře, kterou nazýváme pobyt na hlavní posloupnosti. Rovnice (4c) nám ukazuje, že existuje jistá kritická hmotnost hvězdy tak, že pro všechny hmotnější hvězdy dosáhne centrální teplota zápalné hodnoty dříve, než centrální entropie klesne pod hodnotu, při níž dochází k degeneraci. Tato kritická hmotnost dosažení hlavní posloupnosti je 0,08 M. Méně hmotné hvězdy skončí jako hnědí trpaslíci. Jelikož velké jádro je vysoce uspořádaná kombinace protonů a neutronů, přeměna nukleonů do menšího počtu těžších jader odráží obecný vývoj k většímu uspořádání. Zapálení paliva prodlouží tuto přeměnu, ale palivo není neomezené. Jednou hvězdy ve svých nitrech vyčerpají vodík a to umožní jejich smršťování a přechod k vyšší degeneraci.

Jestliže hvězda má během pobytu na hlavní posloupnosti dostatečně vysokou entropii  $\sigma_c$ , pak po vyhoření vodíku v jádře může jeho pokračující smršťování zvýšit  $T_c$  nad zápalnou teplotu hélia dříve než dojde k degeneraci. Hoření hélia opět zbrzdí další smršťování a oddálí tak degeneraci. Takováto poloupnost vývojových stadií spalování stále těžších prvků může pokračovat tak dlouho, dokud je entropie dostatečně vysoká a dokud stačí palivo. Termojaderná syntéza je však exotermická pouze pro prvky lehčí než železo, v jehož blízkosti má křivka závislosti klidové hmotnosti připadající na jeden nukleon v jádře na atomovém čísle své minimum. Rovnice (4c) ukazuje, že čím je hvězda hmotnější, tím má vyšší entropii, která jí umožní postoupit dále řetězcem termojaderných reakcí směrem k vytváření železa, aniž by byla zastavena degenerací (při níž přestávají platit rovnice 4a, b). Hvězda se tak vyvíjí do cibulovité struktury soustředných kulových slupek, na jejichž rozhraní probíhá spalování paliva z horní slupky na popel v dolní slupce, který je palivem pro další reakci. Například pro hvězdu o hmotnosti 15 M. je v konečné fázi železné jádro obaleno postupně slupkami křemíku, kyslíku, neonu, uhlíku, hélia a vodíku /5/ - viz obr. 1.

### Komplikace

Na rozdíl od výše uvedeného zjednodušeného obrazu, skutečnost je mnohem složitější. Především cibulovitá struktura hvězd, tedy existence a souběžné hoření slupek s různým chemickým složením, narušuje předpoklad podobnosti užitý k odvození rovnic (3a-c).



Obr. 1. Rozmístění prvků uvnitř hvězdy. Obrázek ukazuje "cibulevitou strukturu" rozdělení převládajících prvků v nitru hvězdy hmotnosti 15 M<sub>☉</sub> těsně před kolapsem. Vrstvy není možné zobrazit v nekresleném měřítku. Je uvedena střední teplota každé oblasti a hmotnost od středu k povrchu oblasti. Symbol pro železo je v uvozovkách, protože se železem jsou přítomny i jiné blízké prvky periodické tabulky; tyto prvky jsou v jaderné statistické rovnováze pro částečně neutronizovanou látku, tzn. pro látku, v níž se spojují některé elektrony a protony a roste podíl neutronů.

Po zapálení slupky se jádro uvnitř ní začne vyvíjet víceméně nezávisle. Tento vývoj závisí pouze na hmotnosti jádra, takže vnější vrstvy hvězdy na něj působí pouze prostřednictvím rychlosti, s níž dodávají spaliny slupkového hoření. Rovnice (4c) opět popisuje smršťování jádra, musíme však do ní místo celkové hmotnosti dosadit pouze hmotnost jádra. Ta je vždy menší, avšak roste s celkovou hmotností hvězdy, takže výše popsaný vztah mezi entropií, degenerací, jadernou reakcí a M zůstane v platnosti. Hvězdy s hmotnostmi mezi 0,08 M<sub>☉</sub> a 0,25 M<sub>☉</sub> spalují pouze vodík, hélium se v nich však již nezapálí a skončí jako heliovi bílí trpaslíci. Ve hvězdách mezi 0,25 M<sub>☉</sub> a 4 až 8 M<sub>☉</sub> se vznítí i helium, patrně však již ne uhlík. Postupně se mění v uhlíkové nebo



kyslíkové bílé trpaslíky. Je však možné, že i ve hvězdách mezi 4  $M_{\odot}$  a 8  $M_{\odot}$  se zapálí uhlík již ve stavu degenerovaného plynu a vzplanou, případně jsou i zcela rozmetány při výbuchu některého z typů supernov.

Hvězdy s hmotnostmi mezi 8 až 10  $M_{\odot}$  zapálí uhlík v nedegenerovaném stavu a zanechají jádra  $^{16}\text{O}$ - $^{20}\text{Ne}$ - $^{24}\text{Mg}$  a hvězdy hmotnější než 10 až 12  $M_{\odot}$  prohoří až na železo. Hvězdy hmotnější než přibližně 100  $M_{\odot}$  již patrně ani nestačí projít celým vývojem až ke vzniku  $^{56}\text{Fe}$  v důsledku nestabilit způsobených vznikem tepelných elektron-pozitronových párů. Takovéto hvězdy však musí být vzácné a nebudeme se jimi nadále zabývat.

Po zapálení uhlíku jsou teplota a hustota již natolik vysoké, že ztráty energie a entropie neutrinovými páry převládou nad ztrátami prostřednictvím fotonů. Další vývoj je urychlen a ovládnut neutrinovými procesy. Přesné hranice hmotností mezi různými typy vývoje se stávají neurčitější, obecný vztah mezi entropií, degenerací, spalováním a hmotností však zůstává v platnosti.

Hmotnost bílého trpaslíka, který vzniká v nitru hvězdy, je rovněž monotonně rostoucí funkcí její celkové hmotnosti. Např. naše Slunce, které je nyní v polovině svého pobytu na hlavní posloupnosti, po sobě zanechá bílého trpaslíka s hmotností 0,5-0,6  $M_{\odot}$ . Hvězda s hmotností 6  $M_{\odot}$  vytvoří bílého trpaslíka o hmotnosti 1,1  $M_{\odot}$  a  $^{16}\text{O}$ - $^{20}\text{Ne}$ - $^{24}\text{Mg}$  nebo  $^{56}\text{Fe}$  jádra hvězd hmotnějších než 8  $M_{\odot}$  dorostou alespoň do 1,2  $M_{\odot}$  nebo ještě o několik desetin  $M_{\odot}$  více.

Nyní vidíme, proč bílí trpaslíci nemohou být původními objekty vznikajícími přímo kondenzací mezihvězdné látky. Látka totiž musí napřed vyzářit většinu své entropie, která musí poklesnout z původních 100 k/baryon (k - Boltzmannova konstanta) v mezihvězdné látce na 2 k/baryon v degenerovaném plynu. K tomu je zapotřebí mezidobí ve stavu zářících hvězd. Hvězdy lehčí než přibližně 8  $M_{\odot}$  při svém zániku pravděpodobně ztrácejí vnější obálku a obnaží tak degenerovaného bílého trpaslíka ve svém jádru. Vzhledem k průběhu závislosti celkové energie na nukleon nepřesahuje atomové číslo látky v bílých trpaslících atomové číslo železa. Celková hmotnost degenerovaného železného jádra však může i nadále vzrůstat díky spalínám ze slupkového křemíkového hoření.

Proč hvězdy hmotnější než 8  $M_{\odot}$  neshazují své vnější obálky podobně jako lehčí hvězdy a neliší se od nich pouze kvantitativně hmotností zanechaného bílého trpaslíka? Odpověď spočívá v existenci tzv. Chandrasekharovy hmotnosti, která je mezní hmotností bílého trpaslíka. Bílý trpaslík s hmotností větší než je tato kritická hodnota je dynamicky nestabilní vůči kolapsu. Jeho zhroucení vede ke vzniku neutronové hvězdy nebo černé díry, který je většinou, ne-li vždy, provázen mohutným výbuchem supernovy.

#### Chandrasekharova kritická hmotnost

Pojem Chandrasekharova hmotnost, jenž je jedním z nej-

základnějších pojmů astrofyziky, lze zcela snadno vysvětlit a odvodit. Tlak v nerelativistické degenerované látce je funkcí hustoty

$$P = \kappa \rho^{5/3},$$

kde  $\kappa$  je výše zavedená konstanta úměrnosti. Tlak má rozměr hustoty energie a hustota energie degenerovaného plynu je úměrná součinu elektronové Fermiho energie  $\epsilon_F$  a hustoty elektronů  $n_e$ , která je úměrná hustotě plynu  $\rho$

$$\epsilon_F = p_F^2 / 2m_e \sim n_e^{2/3} \sim \rho^{2/3},$$

$p_F$  je Fermiho hybnost elektronů. Efektivní adiabatický index  $\gamma$  je tedy  $5/3$ , t.j. větší než  $4/3$ . Podle rovnice (5) je proto nerelativistický bílý trpaslík vázaný a stabilní.

Dosažením centrálního tlaku  $P_c = \kappa \rho_c^{5/3}$  do (3c) dostaneme vztah

$$\rho_c \sim M^2.$$

S rostoucí hmotností bílého trpaslíka, tedy roste jeho centrální i průměrná hustota. Jestliže Fermiho hybnost  $p_F$  odpovídající centrální hustotě ( $p_F \sim \rho_c^{1/3}$ ) dosáhne hodnoty  $m_e c$ , plyn se stane relativistický. Zatímco závislost hybnosti  $p_F$  na hustotě se nemění, Fermiho energie  $\epsilon_F$  teď závisí na hybnosti  $p_F$  nikoli kvadraticky, ale pouze lineárně. V relativistickém degenerovaném plynu tedy platí

$$P = \kappa' \rho^{4/3},$$

tj. efektivní adiabatický index  $\gamma$  se "změkčí" na  $4/3$ , což je právě kritická hodnota v rovnici (5). Ideální relativistický bílý trpaslík má tedy celkovou vazbovou energii nulovou, je v rovnovážné vlné poloze. Dosadíme-li

$P_c = \kappa' \rho_c^{4/3}$  do rovnice (3c),  $\rho_c$  se vykrátí a zbude rovnice pro kritickou hmotnost

$$M_k = \left[ \text{konst.} / m_B^2 \right] (\hbar c / G)^{3/2} Y_e^2 = 1,456 M_\odot (2Y_e)^2.$$

Tato Chandrasekharova hmotnost je dána pouze základními fyzikálními konstantami a chemickým složením. Numerický koeficient odpovídá hmotnosti baryonu  $m_B = 1$  at.j. Jestliže hmotnost relativisticky degenerovaného jádra přeroste Chandrasekharovu mez, hvězda se stane nestabilní vůči kolapsu, neboť již neexistuje žádná hmotnější rovnovážná konfigurace relativistického degenerovaného plynu. Ve hvězdách hmotnějších než  $8 M_\odot$  - tj. raných hvězdách typu B a O hlavní posloupnosti - může akrece spalin z vnitřního slupkového hoření na O-Ne-Mg nebo Fe jádro zvýšit jeho hmotnost nad Chandrasekharovu mez a pak následuje zhroutení hvězdy. Tento kolaps způsobí během jedné sekundy zánik hvězdy, která se předtím vyvíjela po dobu řádu  $10^7$  let. Během jednoho dne jsou pak rozmetány i vnější vrstvy hvězdy. Všimněme si, že průběh počtu elektronů na baryon  $Y_e$  v jádře ovlivňuje průběh entropie a prostřednictvím renormalizace konstanty  $\kappa'$  i Chandrasekharovu mez. Ta se díky

tomu může měnit od 1,2  $M_{\odot}$  do 2,0  $M_{\odot}$ . V důsledku rozdílných vývojových podmínek mají méně hmotné hvězdy (8-15  $M_{\odot}$ ) nižší výslednou entropii (0,6-1,0)  $k_B$  na částici, čemuž odpovídá i menší kritická hmotnost, na rozdíl od hmotnějších hvězd ( $\geq 20 M_{\odot}$ ), pro které jsou  $\alpha$  1,0-2,0 i  $M_K$  větší /8/. Skutečná hmotnost degenerovaného jádra ovšem závisí na detailech konvektivního přenosu tepla a procesu zachycování elektronů, takže její výpočet si ještě vyžádá spoustu úsilí i počítačového času.

Teplejší degenerovaná jádra udrží těžší obálky. Jak bylo uvedeno výše, hmotnější hvězdy mají v každém vývojovém stádiu vyšší entropii. Tabulka 1 ukazuje hmotnosti jader podle nedávných vývojových modelů. Lehčí jádra s nižší entropií jsou zcela kompaktní pouze s tenkou obálkou. Těžší jádra jsou obalena masivnějšími obálkami, jejichž hustota pomalu klesá s poloměrem. Tyto systematické rozdíly mezi různými jádry se při kolapsu projeví velmi rozdílným chováním.

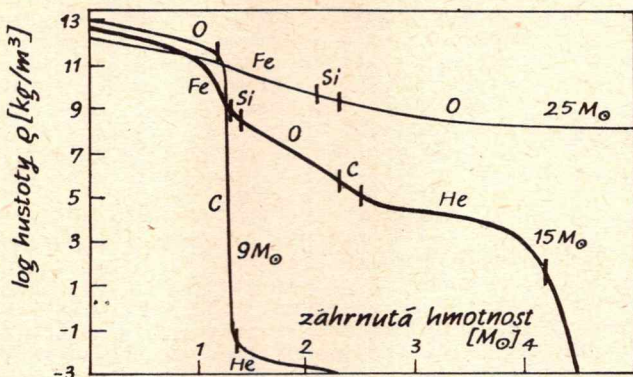
### Hvězdný kolaps

Domníváme se sice, že většina neutronových hvězd pochází z velmi hmotných hvězd, avšak i O-Ne-Mg bílí trpaslíci ve dvojhvězdných systémech mohou překročit Chandrasekharovu mez v důsledku akrece hmoty z jejich průvodce. Ať je však kolaps způsoben akrecí nebo narůstáním kritických podmínek po termojaderném vyhoření jádra hmotných hvězd, přechod ze stádia elektronově bohatého "bílého trpaslíka" s 0,45-0,5 elektrony na baryon do stádia neutronově bohaté neutronové hvězdy s 0,05 elektrony na baryon je stejný fyzikální proces a vede k podobným dynamickým projevům /9/. Při jeho popisu budeme předpokládat sférickou symetrii, tj. zanedbáme rotaci jádra, neboť i jednorozměrná úloha je dostatečně složitá.

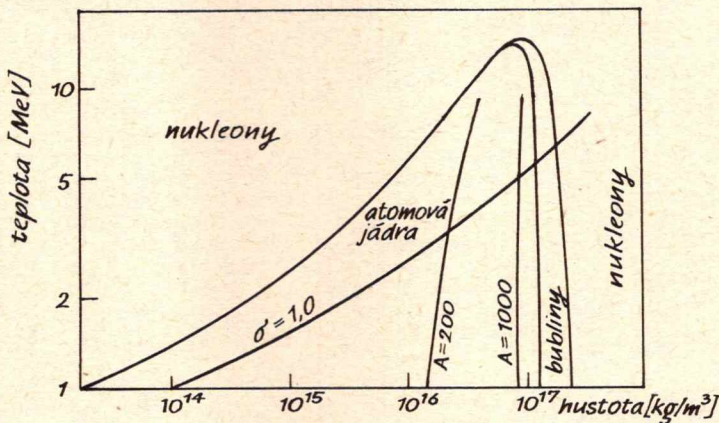
Jak jádro narůstá ke kritické hodnotě, jeho centrální hustota se pohybuje mezi  $10^{12}$  až  $10^{13}$   $\text{kg/m}^3$  a teplota mezi  $3$  až  $9 \times 10^9$  K (tj. 0,3 až 0,8 MeV)<sup>+</sup>. Při těchto hustotách je elektronová Fermiho energie řádu MeV a tedy přesahuje hranici pro zachycení elektronů atomovými jádry Mg a Ne ve hvězdách o hmotnostech 8-10  $M_{\odot}$  /6/ i Fe v těžších hvězdách. Při "teplotách" kolem 0,6 MeV se navíc začínají fotodisociovat jádra Fe. V důsledku zachycování elektronů i disociace poklesne efektivní adiabatický index  $\gamma$  pod kritickou hodnotu 4/3 a začne kolaps. Dynamika hvězdného jádra je příliš rychlá, takže zbytek hvězdy na ni nestačí reagovat a kolapsu se zúčastní pouze jádro. V současnosti se má za to, že jakmile v supernově zkolabuje jádro, pak jako výbuch nálože v bombě rozmetá svůj obal, jehož expanze je pro supernovy příznačná.

Počáteční poloměr elektronově degenerovaného jádra

<sup>+</sup> "teplota" v energiích:  $kT$



Obr. 2. Hustotní profily. Křivky ukazují hustotu jako funkci hmotnosti těsně před hvězdným kolapsem podle standardních modelů pro hvězdy s hmotnostmi 9; 15 a 25 M<sub>⊙</sub>. Výsledky jsou zobrazeny jen pro vnitřní oblast hvězdy, zahrnující hmotnost 5 M<sub>⊙</sub>. Značky prvků u křivek ukazují chemické složení oblastí. Všimněte si systematické změny ve struktuře obálky s rostoucí hmotností a ověřte si, že v jádru kolabující hvězdy 9 M<sub>⊙</sub> není železná a křemíková oblast.



Obr. 3. Fázový diagram pro nukleární látku, v níž je poměr počtu elektronů s elektronovými neutriny k počtu baryonů rovný 0,35. Zakreslená je adiabata pro  $\sigma = 1,0$ , která těsně sleduje skutečné dráhy, popisované zónami během kolapsu hvězdy. Obrázek ukazuje, že jádra přecházejí všechny přechody k nukleárním hustotám, na kterých hmotný bod prochází fázovým přechodem od atomových jader k nukleonům. Tento fázový přechod vede k odrazu od jádra hvězdy. Křivky pro  $A=200$  a  $A=1000$  jsou obrysy konstantních atomových hmotností, které se během kolapsu značně mění. Oblast přechodu atomových jader k nukleonům je označena "bubliny".

je několik tisíc kilometrů - přibližně rozměr Marsu. Při jeho implozi se jeho stlačování zrychluje, čímž vzrůstá jak Fermiho energie elektronů, tak samozřejmě i další zachycování elektronů. To je převáženo mohutnou emisí elektronových neutrin. Když však hustota dosáhne hodnot kolem  $10^{14}$  kg/m<sup>3</sup>, střední volná dráha těchto neutrin klesne na rozměr kolabujícího jádra. Tato střední volná dráha pak klesá natolik rychle, že hrotilí se jádro je pro neutrina neprůhledné a strhává je s sebou /10/. Neutronizace hvězdné látky je tím vyrovnávána zpětným zachycováním neutrin a nastává chemická rovnováha obou procesů při poměru 0,35-0,40 elektronů na baryon, tedy při hodnotě mnohem vyšší než odpovídá neutronové hvězdě. V látce tak vzniká degenerovaný plyn elektronových neutrin. Jelikož látka je v chemické rovnováze a vyzařuje relativně málo energie, další stlačování probíhá adiabaticky s měrnou entropií  $\sigma$  kolem 1,0 k/baryon. Hlavními zdroji neutrinové opacity při kolapsu jsou koherentní rozptyl na jádrech způsobený neutrálními proudy a rozptyl na elektronech. Vznik neutronových hvězd je jedním z mála makroskopických jevů, v nichž hrají klíčovou roli slabé interakce.

Jelikož střed hvězdy je pevný a čas volného pádu vnějších vrstev je relativně dlouhý, dosahují největších rychlostí pádu střední vrstvy, tj. na povrchu koule obepínající hmotnost 0,5-0,8  $M_{\odot}$ . Tato rychlost může být až čtvrtina rychlosti světla. Padající proud se dělí na vnitřní podzvukovou oblast, která kolabuje homologicky, tj. rychlostí úměrnou poloměru, a vnější nadzvukově padající obálku. Zvukový bod, oddělující tyto oblasti, se nachází poblíž maxima rychlosti /11/. Toto rozdělení je podstatné pro další vývoj události.

Dokud je tlak určován elektrony a elektronevými neutrinami, efektivní adiabatický index  $\gamma$  zůstává pod 4/3 a hmota je příliš měkká, než aby mohla kolaps zastavit. K tomu však dojde, když poloměr klesne pod 100 km a hustota v jádře dosáhne  $2 \cdot 10^{17}$  kg/m<sup>3</sup>. Při těchto hustotách jsou atomová jádra rozdracena a přejdou fázovým přechodem do stavu degenerovaného plynu volných nukleonů. Tento proces je znázorněn ve fázovém diagramu na obr. 3. Jelikož nukleony jsou nerelativistické a silně se odpuzují, adiabatický index  $\gamma$  vyrostle z hodnoty 5/3 na 2 až 3. Tato nukleonová látka ztuhne a během desetiny sekundy se přeskupí v jeden celek. Nadzvukově padající obal však nemůže o této změně poměru v homologickém jádře dostat informaci prostřednictvím tlakových vln, protože ty se šíří proti proudu právě rychlostí zvuku. Obálka tedy dál dopadá na vnitřní jádro a na jejich rozhraní vzniká rázová vlna. V té se uvolňuje energie, která zahrátím vnitřních vrstev jejich pád zcela zabrzdí. Generování entropie v rázové vlně je známkou nevratnosti celého procesu, takže jádro se již nemůže vrátit do stavu bílého trpaslíka. Vázané vnitřní jádro je zárodkem budoucí neutronové hvězdy. Expandující vrstvy pod rázovou vlnou jsou však počátkem výbuchu supernovy, který je záležitostí obalu jádra.

Rázová vlna je pouze dětstvím výbuchu supernovy. Pro

Tabulka 1. Presupernova a zbytkové hmotnosti

hlavní poslední hmotnost $M_{\odot}$	heliové jádro hmotnost $M_{\odot}$	železné jádro hmotnost $M_{\odot}$	zbytková baryonová hmotnost $M_{\odot}$	zbytková gravitační hmotnost $M_{\odot}$
11	2,4		1,42	1,27-1,32
12	3,1	1,31	1,35	1,21-1,26
15	4,2	1,33	1,42	1,27-1,32
20	6,2	1,70		
25	8,5	2,05	2,44	~ 2 nebo černá díra?
35	14	1,80		
50	23	2,45		

Tabulka 2. Údaje detektorů Kamiokande II a IMB

úkaz	čas s	elektronová energie MeV	úhel vzhledem k LMC stupňů
<b>Kamiokande II</b>			
1	0,000	20,0±2,9	18±18
2	0,107	13,5±3,2	15±27
3	0,303	7,5±2,0	108±32
4	0,324	9,2±2,7	70±30
5	0,507	12,8±2,9	135±23
6	0,686	6,3±1,7	68±77
7	1,541	35,4±8,0	32±16
8	1,728	21,0±4,2	30±18
9	1,915	19,8±3,2	38±22
10	9,219	8,6±2,7	122±30
11	10,433	13,0±2,6	49±26
12	12,439	8,9±1,9	91±39
<b>IMB</b>			
1	0,00	38 (±25 %)	74 (±15)
2	0,42	37 (±25 %)	52 (±15)
3	0,65	40 (±25 %)	56 (±15)
4	1,15	35 (±25 %)	63 (±15)
5	1,57	29 (±25 %)	40 (±15)
6	2,69	37 (±25 %)	52 (±15)
7	5,01	20 (±25 %)	39 (±15)
8	5,59	24 (±25 %)	102 (±15)

tože nevsmíká až na povrchu jádra o hmotnosti 1,4 M, ale v jeho středních vrstvách 0,5-0,8 M, musí se nejdříve probíjet několika desítkami M. padající látky, než se objeví na povrchu, aby vnějšíek hvězdy rozmetala. Zjistit, zda to dokáže a nebude stržena padající proudem, je předmětem současných výzkumů.

(Dokončení v č. 1/1989)

Podle Physics Today 1, Sept. 1987, str. 28  
přeložil P. Hadrava

#### Literatura

- /1/ Obecná informace je v knize S.L.Shapiro, S.A.Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars, Wiley, New York (1983)
- /2/ R.N.Manchester, J.H. Taylor, Pulsars, Freeman, San Francisco (1977). P.C. Joss, S.A.Rappaport, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 22, 537 (1984)
- /3/ I. Shelton, IAU circ. 4316 (1987)
- /4/ A.S.Grossman, H.J.Graboske Jr., ApJ. 180, 195 (1973), R.L.Probst, ApJ. 274, 237 (1973)
- /5/ S.E.Woosley, T.A.Weaver, v Radiation Hydrodynamics in Stars and Compact Objects, D.Mihalas, K.H.A.Winkler, ed., Springer Verlag, Berlin (1986), str. 91
- /6/ K.Nomoto, ApJ. 277, 791 (1984)
- /7/ S.Chandrasekhar, An Introduction to Stellar Structure, U.Chicago P., Chicago (1939)
- /8/ S.E.Woosley, T.A.Weaver, Ann. Rev. Astron. Astrophys. 24, 205 (1986)
- /9/ A.Burrows, J.M.Lattimer, ApJ. Let. 299, L19 (1985)
- /10/ T.J.Mazurek, Nature 252, 287 (1974)
- /11/ A.Yahil, ApJ. 265, 1047 (1983)
- /12/ H.A.Bethe, B.E.Brown, J.Applegate, J.M.Lattimer, Nucl. Phys. A 324, 487 (1979)

Jan Novotný

#### Tři zastavení s panem Tomkinsem

Grygarova recenze /1/ ve mně vzbudila neodolatelnou chuť přečíst si konečně Gamewovu knihu /2/. Obojí mne vedlo k meditacím, které snad mohou čtenáře Kosmických rozhledů zaujmout.

#### 1. Změna metrických vlastností nebo Dopplerův jev?

Podle Grygara "změna vlnové délky v expandujícím či smršťujícím se vesmíru je prostým důsledkem změny jeho

metrických vlastností. S tím lze jistě souhlasit, vylučuje to však Bičákův a také Gamowův názor, že jde o projev Dopplerova efektu? A odkud se tento vžitý názor vzal? Otázka stojí za přezkoumáním - kdybychom Dopplerův jev zcela zavrhl, měl by málokterý popularizátor kosmologie čisté svědomí ... Nahlédneme-li do literatury, překvapí nás ovšem rozdílnost názorů mužů na slove vzatých. "V podstatě Dopplerův jev" je kosmologický posuv spektra např. podle Landau a Lifšice /3/, str. 471, zatímco Misner, Thorne a Wheeler /4/ tyto pojmy důsledně rozlišují a na str. 465 ukládají dokonce čtenáři cvičení, v němž se má přesvědčit, že zeslabení svítivosti galaxie rudým posuvem je odlišné podle toho, zda jde o projev kosmologického rozpínání či obyčejného vzdalování. I po konzultaci s autoritami tedy nezbyvá, než abychem si lámali hlavu sami.

Omezme se nejprve na jednorozměrné rozpínání (o smršťování nebudeme pro stručnost mluvit, rozšířit naše úvahy na tento případ je snadné). Na spejnicí Země - galaxie se děje přesně totéž jako na oblouku kružnice, jejíž poloměr je časově proměnný. Čtenář znalý základů teorie relativity si toto tvrzení ověří tak, že speciálně relativistický interval nejprve omezí na rovinu a přepíše do polárních souřadnic

$$ds^2 = c^2 dT^2 - (dx^2 + dy^2) = c^2 dT^2 - (dR^2 + R^2 d\varphi^2)$$

a pak vyjádří poloměr R jako nějakou funkci vlastního času  $\tau$  (měřené hodiny, které jsou "přilepeny" ke kružnici)

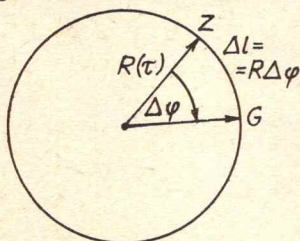
$$R = f(\tau), \quad \tau = \int \sqrt{1 - v^2/c^2} dT, \quad v = dR/dT,$$

čímž obdrží

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 - R^2(\tau) d\varphi^2.$$

Ta však je Robertsonův-Walkerův interval zúžený na jedinou prostoro-  
 vovou dimenzi. I pro čtenáře neznalého teorie relativity má smysl vědět, že jednorozměrné rozpínání si lze jednoduše a bez jakéhokoliv zkreslení představit (viz obr. 1). Musí se však důsledně omezit na vnitřní poměry na kružnici a nezatahovat do úvah další pomocné rozměry. (V případě nekonečných modelů neztotožňujeme ovšem body  $\varphi = 0$  a  $\varphi = 2\pi$ .) Představa funguje pro všechny kosmologické modely založené na homogenitě, isotropii a riemannovské geometrii, tedy např. i pro inflační modely. Různé modely se liší způsobem závislosti R na  $\tau$ , jejíž určení na základě pozorování a fyzikálních zákonů je úkolem kosmologie. Pro naše další úvahy však znalost této závislosti není nutná.

Dva za sebou následující hřebeny světelné vlny jdoucí od G k Z si můžeme představit jako dva stejné



výkonné běže utíkající po rozpínající se dráze. Vzhledem k tomu, že mají stejné podmínky, urazí ve stejném čase stejný úhel. Jejich úhlová vzdálenost v době emise  $\delta\varphi$  bude tedy rovna úhlové vzdálenosti v době absorpce  $\delta\varphi_r$ . Vzdálenost  $\delta l = R\delta\varphi$  se však změnila v důsledku změny R. Tato vzdálenost je vlnová délka, takže



$$\lambda/R = \text{const.} \quad , \quad \lambda_r = (R_r/R_1)\lambda_1 \quad . \quad (1)$$

Vidíme, že vysvětlení pomocí změny metrických vlastností je skutečně prosté a že bychom se při popularizaci bez Dopplerova jevu obešli. Nicméně pokračujme v úvahách.

Světlo se pohybuje rychlostí  $c$  vzhledem k pozorovateli usazenému na kružnici s hodinami měřícími čas  $\tau$ . Rovnice pro jeho šíření je tedy

$$R \, d\varphi/d\tau = c \quad .$$

Nechť úhel  $\Delta\varphi = \Delta l/R$  mezi  $Z$  a  $G$  je malý, pak přibližně platí

$$\Delta l = R\Delta\varphi = c\Delta\tau \quad .$$

V obdobném přiblížení a s označením  $dR/d\tau = \dot{R}$  máme

$$R_1 = R_r - \dot{R}\Delta\tau = R_r - \dot{R}\Delta l/c \quad .$$

Dosažením do vztahu pro vlnovou délku a stále v rámci přiblížení máme

$$\lambda_r = (1 + H\Delta l/c)\lambda_1 \quad , \quad (2)$$

což vyjadřuje rudý posuv pomocí Hubbleovy konstanty (závislé ovšem obecně na čase)  $H = \dot{R}/R$  a vzdálenosti  $\Delta l$ . (V daném přiblížení nezáleží na tom, bereme-li  $H$  v době emise či absorpce světla.) V této chvíli by se mohlo zdát, že právě závislost na vzdálenosti je zásadní odlišností mezi kosmologickým a Dopplerovým posuvem. Za vedeme-li však rychlost vzdalování  $G$  od  $Z$  vztahem

$$V = \dot{R}\Delta\varphi = H\Delta l \quad ,$$

můžeme přepsat vztah (2) jako

$$\lambda_r = (1 + V/c)\lambda_1 \quad , \quad (3)$$

v čemž již čtenář poznává formuli pro Dopplerův jev. Nejde ovšem jen o formální shodu - uvažujeme-li pohyb galaxie i světla vzhledem ke vzdálenosti od Země, pak se  $G$  vskutku, vysílajíc vlnění rychlostí  $c$ , vzdaluje od  $Z$  rychlostí  $V$ .

Co lze z tohoto hlediska říci o obecné situaci, kdy úhel  $\Delta\varphi$  již není malý? Pak se na výsledném posuvu změřeném v  $Z$  podílí nejen vzdalování  $G$  od  $Z$  v době vyslání světelné vlny, ale i rozpínání úseku  $GZ$  během jejího chodu, které způsobuje, že rychlost přibližování k  $Z$ emí je pro dva za sebou následující hřebeny poněkud odlišná. Druhý faktor odpadá pouze v případě, že se Hubbleova konstanta nemění s časem, jak je tomu u de Sitterova modelu. (Ani v tomto případě již ovšem neplatí prostý vzorec (3), protože rychlost světla vzhledem k Zemí již není  $c$ .) Představme si, jak te relativisté dělají, pomocného pozorovatele  $P$  v raketě, která se nachází poblíž  $G$  a pohybuje se k  $Z$  takovým způsobem, aby vzdálenost  $\Delta l = R\Delta\varphi$  zůstávala konstantní. Nemohli bychom jím změřený rudý posuv  $G$  považovat za "ryze dopplerovskou" část posuvu zjištěného na Zemí?

Tato idea nás však zklame. Mezi kosmologickými modely má speciální postavení "velký třesk v plochem prostoročase" spočívající v tom, že se z jistého místa v jistém čase rozletí částice všech (pedsvětelných) rychlostí,

jejichž vzájemná interakce je zanedbatelná. (Viz poznámku pod čarou v /3/ na str. 465.) Tomu odpovídá lineární závislost  $R = c\tau$ . Až v tomto případě je pozorovaný rudý posuv bez pochyb a zcela výsledkem Dopplerova jevu. Přesto se snadno zjistí, že náš pozorovatel P naměří jiný rudý posuv nežli pozorovatel na Zemi. Důvod je v tom, že vzdálenost definovaná v "kosmickém" čase  $\tau$  není totožná se vzdáleností v inerciálním systému spojeném se Zemí. V tomto systému se P vůči Z pohybuje bez ohledu na to, že jeho "kosmologická" vzdálenost od Z zůstává konstantní. Snaha oddělit ryze dopplerovskou část posuvu tak naráží na relativitu pojmu vzdálenosti.

Nakonec se zamyslíme nad cvičením z MTW monografie, které jako by napovídalo, že kosmologický a Dopplerův posuv lze zásadně odlišit na základě změny svítivosti galaxií. Pro kosmologický posuv platí, že tok energie S záření dopadajícího z galaxie na Zemi je roven

$$S = \frac{L}{4\pi Q^2 (1+z)^2}, \quad (4)$$

kde L je vlastní svítivost galaxie (celková energie záření emitovaného za jednotku času), Q poloměr křivosti koule, která má střed v galaxii a prochází Zemí v době pozorování,

$$z = (\lambda_p - \lambda_i) / \lambda_i = (R_p / R_i) - 1$$

je velikost rudého posuvu. Všechny faktory ve jmenovateli (4) lze snadno vysvětlit bez počítání na základě kvantové představy o záření.  $4\pi Q^2$  odpovídá tomu, že fotony emitované galaxií se rozptýlí na povrch koule, přitom se díky rudému posuvu jednak sníží jejich energie a jednak prodlouží doba jejich dopadání na detektor, čímž se dvakrát projeví faktor  $1+z$ .

Pro rudý posuv způsobený vzdalováním galaxie rychlostí  $u$  v plochem prostoru má čtenář odvodit vzorec

$$S = \frac{L}{4\pi r^2 (1+z)^4}, \quad (5)$$

kde r je vzdálenost galaxie od Země v inerciálním systému spojeném se Zemí v době emise záření. Tomu jistě uvěříme i bez počítání, ale jak to, že se (4) a (5) neshodují ani pro zmíněný již velký třesk v plochem prostoročase?

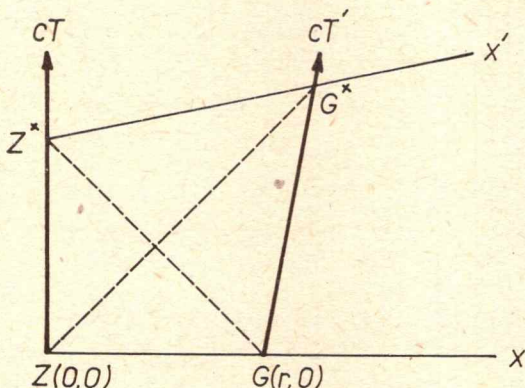
Není obtížné pochopit to. Aby k takové shodě došlo, musela by ve vzorci (5) vystupovat vzdálenost  $Q$  v době absorpce záření v systému spojeném s galaxií (neboť ta je rovna poloměru koule ve vzorci (4)). Pro příslušný přepoččet může čtenář využít článku /5/ v KR. Pomůžeme mu alespoň příslušným Minkowskiho diagramem (obr. 2). Na obrázku jsou zakresleny světočáry Země a galaxie, jejich polohy Z, G v době emise záření v systému spojeném se Zemí a  $Z^x$ ,  $G^x$  v systému spojeném s galaxií v době absorpce záření. Světočára galaxie má směrnici  $c/u$ . Z elementární analytické geometrie a vztahů pro Lorentzovu transformaci zjistíme, že vzdálenost  $Z^x G^x$  v systému galaxie je

$$\varrho = r \sqrt{\frac{1+u/c}{1-u/c}}$$

Uvážíme-li relativistický vzorec pro Dopplerův jev, počítající i s dilatací času (viz např. /6/), máme

$$r^2 = \varrho^2 / (1+z)^2$$

a po příslušném dosazení jsou vzorce, (2) a (3) totožné. Uvažovaný rozdíl mezi kosmologickým a Dopplerovým posuvem se tak ukázal jako ilusorní.



Necháváme na čtenáři, jaké důsledky z naší analýzy vyvodí, popř. zda jí bude chtít dále rozvinout. Jistě by však bylo přehnané tvrdit, že kosmologický a Dopplerův posuv nemají nic společného. Osobně bych proti označení kosmologického posuvu za projev Dopplerova efektu neprotestoval, zvláště je-li doprovázeno kouzelným slůvkem "v podstatě".

## 2. Zmizí modrofiialový přízrak?

Grygarova formulace "světlo přestává být viditelné" je jistě lepší než Bičákovo "překročí hranici viditelnosti", ale nezdá se mi, že by proto měl pan Tompkins uvidět kostlivce pouze na rentgenovském filmu. Myslím, že tu jde o nedorozumění způsobené i příliš kusou stylizací komentáře ( /2/, str. 27). Na otázku, jak vidí pan Tompkins cyklistu v závislosti na jeho rostoucí rychlosti, odpoví si nezkušený čtenář (jak jsem si to na několika případech otestoval) takto: nejprve jako modrofiialový přízrak, potom se mu cyklista ztratí a později se opět vynoří jako kostlivec. Tento čtenář přehlédl, že argumentace následující po větě o modrofiialovém přízraku se vztahuje pouze k situaci, kdy se cyklista k panu Tompkinsovi přibližuje, zatímco

závěrečná věta o kostlivci přechází poněkud bez výstrahy k případu, kdy se cyklista vzdaluje. Jak je pro Dopplerův jev příznačné, pro úplnou důkladnou zkoušku cyklistova vzhledu je nutno sledovat jeho závislost nejen na velikosti rychlosti, ale i na jejím směru, což komentář dostatečně nezvýrazňuje.

Zásadnější námitku lze však mít proti tvrzení, že při zvýšení rychlosti modrofialový příznak zmizí. Těleso, které neodráží viditelné světlo, na světlem pozadí nezmizí, nýbrž zčerná. Ze stejného důvodu při zvýšení rychlosti zčerná i červený příznak cyklisty, který se panu Tompkinsovi vzdaluje. Při ještě prudším šlápnutí do pedálů však začne být zepředu prozařován viditelným světlem (které je rentgenovým zářením pouze pro cyklistu, nikoliv pro pana Tompkinse), takže pan Tompkins uvidí neprosvícené kosti.

Zmíněné barevné efekty jsou jistě zajímavé a stály by i za podrobnější úvahou. Co viděl pan Tompkins, když se na cyklistu díval z boku? Nemyslím však, že Gamow z hlediska svého záměru uделal chybu, když je ponechal stranou. Kdybychom chtěli brát zemi relativity jako "jeden z možných světů", narazili bychom ještě na zásadnější problém. Relativista by si neřekl s panem Tompkinsem, že "tady je mezní rychlost zřejmě nižší", protože je pro pohodlí svých výpočtů zvyklý klást tuto rychlost rovnu jedné. Rekl by spíše, že rychlosti běžných předmětů se zde snadno blíží mezní rychlosti, což je patrně dáno nikoliv odlišností hodnot základních konstant (tyto hodnoty jsou věcí volby jednotek), ale hodnot bezrozměrných veličin z těchto konstant sestavených. Je však v takovémto světě možný vznik a existence pozorovatele? Tím se dostáváme na půdu diskusí o "antropickém principu", které čtenáři KR dobře znají. Je pravděpodobné, že náš relativista by po hlubokém rozboru dospěl k závěru, k němuž pana Tompkinse dovedlo až probuzení: že země relativity byla pouze jeho snem. Je přirozené a pedagogicky účelné, že panu Tompkinsovi se zdálo jen o tom, o čem byla řeč v profesorově přednášce, tj. o kontrakci délek a dilataci času nezkomplicované dalšími jevy. Uvažme navíc, že pan Tompkins je v knize líčen jako strážlivá, neromantická osobnost a takoví lidé mají údajně sny černobílé.

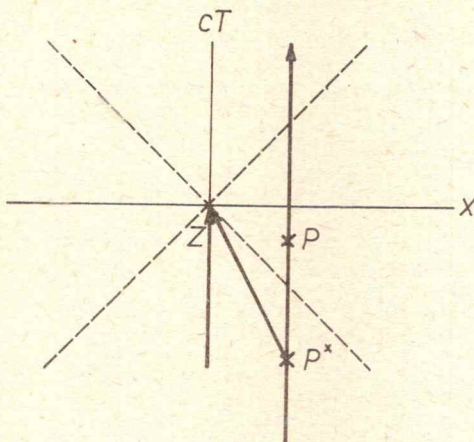
### 3. Dokonalé alibi v zemi relativity

Oddíl 37, paragraf 12, odstavec e z četnickových předpisů ( /2/, str. 33) způsobil patrně ideálnímu čtenáři (tj. takovému, který čte nejen pro zábavu, ale i pro poučení, a nevzdává se lehce) mnohou bezesnou noc. Proto mu věnujme poslední zastavení. Čteme: "Jako dokonalé alibi musí být přijat každý směrnatý důkaz, ať už je proveden v jakkoliv se pohybuujícím systému, který prokazuje, že podezřelý byl v okamžiku zločinu anebo v časovém rozpětí  $ic/d$  ( $c$  značí mezní rychlost a  $d$  vzdálenost od místa zločinu) spatřen ve vzdálenosti větší než  $d$  od místa činu."

Zmíněný čtenář si doufejme povšiml, že časové rozpětí nemá rozměr času a zlomek je patrně třeba převrátit. Tím si bohužel příliš nepomohl. Co je  $d$ ? Je to vzdálenost podezřelého od místa zločinu? Pak by dokonalé alibi neměl nikdo,

peněvadž (alespoň dle klasické logiky) nelze zároveň být i nebýt v daném místě. Nebo je to vzdálenost nějakého pozorovatele? Pak by za jistých okolností získal dokonale alibi i vrah.

Lze se ovšem domýšlet, že citevaná věta chtěla vyjádřit to, co by relativista vyslevil takto: Kde se jednou nacházel vně světelného kužele zločinu, nemohl být zločinu přítomen (protože to by se musel pohybovat rychleji než světlo, což vede ke známým problémům s kauzalitou). (Viz Minkewského diagram na obr. 3.) Konec definice proto opravíme:



"... podezřelý byl v okamžiku zločinu mimo místo zločinu anebo se v čase  $\Delta t$  před zločinem či po něm nacházel ve vzdálenosti  $d > c\Delta t$  od místa zločinu."

Nyní je snad definice jednoznačná a srozumitelná. Ale běda! Tete řešení vyhovuje pouze v případě, že k vraždě došlo přímým kontaktem vraha a oběti (např. probodením). To však není případ líčený v Gamowově knize. Zde byl přednosta zastřelen, tj. zabit na dálku prostřednictvím kulky. Že nosič v prostoročaseovém bedě P četl noviny, vylučuje jeho přítomnost události Z (zásah před-

nosty), ale nedává samozřejmě žádné alibi. Profesorevy kauzální argumenty vylučují, že čtenář novin vystřelil na přednostu později (pak by příčina předcházela následku přinejmenším v některých vztažných systémech), ale netýkají se možnosti, že vystřelil dříve (v prostoročaseovém bedě  $P'$  uvnitř té části světelného kužele zločinu, kterou nazýváme minulostí). Uvážíme-li navíc, že v zemi relativity letěla kulka pemalu, mohli pan Tompkins s profesorem z okna projíždějícího vlaku docela dobře vidět pohotového vraha, jak čte noviny v téže chvíli, kdy se přednosta kácí na zem. Četník se dal edbýt příliš snadno - měl se zajímat o to, po jakou dobu před spatřením zločinu sledovali pan Tompkins s profesorem podezřelého. Alibi stačilo prokázat de doby  $\Delta t$  před zločinem, v níž vzdálenost podezřelého od místa zločinu převýšila hodnotu  $c\Delta t$ , tj. do doby, kdy podezřelý opustil světelný kužel zločinu. Od které doby musí být alibi prokázáno, závisí na způsobu vraždy. V tomto případě by bylo třeba znát zejména rychlost, jíž se v zemi relativity pohybovala kulka vůči zbrani. Pro úvahy v systému vlaku by se uplatnily relativistické vzorce pro skládání rychlosti. I když doufáme, že za okolností vylíčených v knize by z Tompkinsova a profesoreva svědectví alibi vyplynulo, pro četníka by jeho

důkaz musel být tvrdým oříškem.

Opravevat Gameweve líčení by však bylo asi škoda. Jako úřední formulace působí diskutovaná definice naprosto autenticky. A také autorita, kterou úřední osoba přisuzuje svému předpisu, když se pedle něho "řídí" navzdory jeho nesrozumitelnosti a neadekvátnosti, je více než věrohodná. Pedle toho, co se o Gamewovi v deslevo knihy píše, nevylučoval bych, že jde o svérázný žert.

#### Literatura:

- /1/ J. Grygar, KR 2, 1987, str. 88
- /2/ G. Gamew, Pan Tompkins v říši divů, MF 1986
- /3/ L.D. Landau, E.M. Lifšic, Teerija pelja, Moskva, Nauka 1973
- /4/ Ch. Misner, K. Thorne, J. Wheeler, Gravitacija 2, Moskva, Mir 1977
- /5/ V. Karas, KR 2, 1985, 3, 1985
- /6/ J. Nevetný, KR 4, 1975, str. 128

P.S. V článku ve Vesmíru 2, 1988 vyjadřuje dr. Grygar své stanovisko k rudému pesuvu pedrobněji a méně kategoricky. Upezerňuje na to, že pojem vzájemné rychlosti Země a galaxie je pro vzdálené objekty desti umělý - tato rychlost může překročit rychlost světla. Dale by se ještě dodat, že kosmologická vzdálenost nemůže být rozumně změřena - takové měření by si vyžadovalo dlouhou dobu, během níž se měřená veličina pedstatně změní. Nicméně jako teoretický pojem v rámci příslušného matematického modelu je kosmologická vzdálenost dobře definována a úvahy na ní založené spíše doplňují než popírají výklad založený na změně metrických vlastností, což jsem se snažil ukázat svým rezboem.

## KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Předseda čs. astronemické společnosti při ČSAV se dežívá 65 let

Dne 27.11.1988 se dežívá 65 let Dr. V. Letfus, CSC, vedoucí vědecký pracovník Astronemického ústavu ČSAV a předseda Českoslevenské astronemické společnosti při ČSAV.

Naredil se v Přerově, kde po vystudevání gymnázia se vyučil fotografem. Po ekupaci vystudoval Přírodovědeckou fakultu University Karlevo v Praze a nastoupil jako vědecká síla na observatoř v Ondřejevě, kde pracuje desud.

Jeho vědecký zájem je velmi široký. Zpečátku se zabýval některými problémy vyseké atmosféry Země pomocí měsíčních zatmění, ale brzy se jeho zájem přesunul především do oblasti

sluneční fyziky. Zúčastnil se první poválečné československé expedice za úplným zatmením Slunce v r. 1954 do SSSR. Významný byl jeho podíl na konstrukci v té době unikátního mnohokamerového slunečního spektrografu pro studium rychlých procesů na Slunci; za jeho konstrukci a za výsledky pemecí něho získané byl Dr. Letfus spolu s dalšími pracovníky z Ondřejeva vyznamenán v r. 1961 Státní cenou Klementa Gottwalda. Zabýval se rovněž analýzou spekter chromosférických erupcí, periodicitou sluneční činnosti, spolu s Dr. Sýkorem vydal Atlas syneptických map zelené korony. Úzce spolupracuje s bulharskými specialisty v oblasti výzkumu ionosféry na problematice vlivů sluneční činnosti na ionosféru a výsledky těchto jejich společných prací byly v r. 1981 oceněny Společnou cenou Československé akademie věd a Akademie věd Bulharské lidové republiky. V poslední době se pozornost Dr. Letfusa soustřeďuje rovněž na problematiku prognózy sluneční činnosti a problematiku vlivů sluneční činnosti na procesy na Zemi v širších souvislostech. Celkem publikoval přes 100 vědeckých prací.

Významná je i jeho vědecko-organizační činnost. Dr. Letfus již více než 15 let úspěšně zastává funkci koordinátora hlavního úkolu Státního plánu základního výzkumu, a to v oblasti sluneční fyziky, a je členem Rady stěžejního směru SPZV "Procesy probíhající ve vesmíru." Je rovněž řadu let aktivním členem redakční rady vědeckých časopisů "Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia" a "Hvar Observatory Bulletin."

Nelze ani opominout jeho významnou činnost ve výchově nových vědeckých kádrů. Byl školitelem řady vědeckých aspirantů a časte působí jako oponent kandidátských a dokterských disertačních prací.

Tato jeho desavadní vědecká a vědecko-organizační činnost byla oceněna, vedle již zmíněné Státní ceny a Společné ceny ČSAV a AV BLR, Keplerovou medailí, Koperníkovou medailí, Strnadovou medailí a stříbrnou eberovou plakétou ČSAV za zásluhy ve fyzikálních vědách.

Dr. Letfus se však nikdy neuzavíral jen do ulity své vědy, ale byl vždy i veřejně činný. Zastával řadu funkcí v KSČ, podílel se na veřejném životě v obci Ondřejev. Tato jeho činnost byla právem oceněna medailí k 25. výročí Vítězného února.

Od vysokoškolských studií se Dr. Letfus podílel na životě Astronomické společnosti. Od r. 1948 byl členem jejího ústředního výboru, od r. 1969 jejím vědeckým sekretářem a od r. 1976 stojí v jejím čele.

Přejeme jubilantovi do dalších let pevné zdraví a mnoho úspěchů jak v jeho vědecké práci tak i v práci ve prospěch celé československé astronomické obce.

M. Konečný

# Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

## 60 let Hvězdárny na Petříně

Lístujeme-li - s jistými pocity hrdeci i nostalgie nad uplynulými léty - rečníky Říše hvězd a Kosmických rezhledů, můžeme skládat mozaiku sedmdesátí let snah i činů, které v rámci celkové kulturního a sociálního rozvoje vedly k rozmachu čs. astronomie jako vědy i k zvyšování vzdělanosti v tomto eberu. V těchto snahách měla v pečátcích i později nezastupitelné místo jak Česká astronomická společnost a Čs. astronomická společnost při ČSAV, tak i Hvězdárna na Petříně (v průběhu let s názvy Lidová hvězdárna Štefánikova, Lidová hvězdárna hl.m. Prahy, Hvězdárna hl.m. Prahy, Petřínská hvězdárna - jako jedné středisko Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy). Přenechávám budoucímu historiku, aby se zevrubně zabýval těmito etáskami. Při této vzpomínce na vznik hvězdárny se zabývejme etáskou, proč vznikla.

Dvacátá léta tohoto steletí můžeme ve vzniku zařízení tohoto druhu považovat za dobu neovou, neboť podobná zařízení vznikala u nás i v zahraničí již v minulém steletí a též vědecké společnosti jiných eborů měly ve dvacátých letech výřečí, jaké my oslavujeme až nyní. V době vzniku hvězdárny existovaly desítky museí u nás i ve světě a hvězdárny toho druhu existovaly již desítky let např. ve Vídni, Paříži a Berlíně. Připomenme, že ve stejné době, ve které se staví na Petříně, vzniká např. pražská zoologická zahrada a staví se moskevské planetárium.

Vybudovat hvězdárnu určenou převážně k lidověvýchvým účelům tedy byl čin zcela zapadající do celosvětových snah o růst ebecné inferovanosti a vzdělanosti. Snaha o tento růst zpravidla ve všech eberech vycházela jak z vědeckých pracovišť, tak z řad příznivců a milevníků vědy, tak z městských a státních eorganů. Připomenme např. výchevné populární knihy universitních profesorů dr. Studničky a dr. Gruse a pedperu profesora matematiky na ČVUT dr. Nušla ve snahách České astr. společnosti vybudovat hvězdárnu. Byle zřejmé (viz musea), že takto vzniklé instituce se pak pedílejí i na eberné činnosti at již díky spolupráci s vědeckými pracovišti či společnostmi, neb prete, že časem v nich najdou zaměstnání kvalifikovaní eborníci. Zde sehrál důležitou úlohu i další faktor. Stejně jako o vznik České astronomické společnosti, tak o vznik hvězdárny se zasloužil okruh lidí, kteří si astronomii samilevali mimo své povolání. Někteří jako vědu, jiní jako vědu tvořící základ k názoru moderního človeka na svět a jiní jako ušlechtilou zálibu k naplnění volného času. A i prete potřebovali hvězdárnu. Ze všech těchto dobrých důvedů vznikla. Vznikla za přispění Národního výberu hl.m. Prahy, který již v první polovině dvacátých let uvažoval o stavbě budovy planetária (firma Carl Zeiss v Jeně nabídla zdarma projekční planetárium, když město postaví budovu). Ped tlakem estatních účastníků včetně ČAS nakonec se město rozhodlo pre hvězdárnu. Účast města na vzniku je zcela pochopitelná, neboť jeho



vedení řídilo město s behatem kulturní a vědeckou tradicí s desítkami muzeí, divadel a dalších kulturních zařízení. Přesto: hvězdárna vznikla v jednom z tradičních světevých kulturních center. Z této okolnosti profituje dodnes.

Ke vzniku hvězdárny se nakonec sdružily dvě instituce: národní výber a astronomická společnost.

Podle statutu z roku 1928 (platného až do roku 1953) prevezovaly hvězdárnu společně. Město dávalo k dispozici budovu a platilo její režii. ČAS zapůjčila přístroje a obstarávala edberný a popularizační prevez. Hvězdárnu řídile kuraterium složené ze tří zástupců města, tří zástupců společnosti a předsedy, kterým byl vždy zástupce města.

Statut v posledním bedě umežňoval smluvním stranám od smlouvy odstoupit s tím, že majetek se rozdělí podle původního vkladu. Tak se stalo v roce 1953 a v červnu toho roku vznikla Lidová hvězdárna hl.m. Prahy jako samostatné zařízení města Prahy. Je však dobře známo, že do dnešních dnů je pro Čs. astronomickou společnost ČSAV a Hvězdárnou a planetárium hl.m. Prahy typická dobrá spolupráce. Důkazem dobré vůle města byla mj. i okolnost, že při stavbě Planetária Praha (1960) byly vymezeny i přestery pro ČAS při ČSAV.

V současné době jsou ve Hvězdárně a planetáriu střediska Hvězdárna Petřín, Planetárium Praha, Hvězdárna Dáblice a existuje společné pracoviště HaP Praha a HaP České Budějovice - Koperníkova kupule na Kletí.

Zařízení má 58 pracovníků a provádí všechny činnosti, které jsou ve světě pro tato zařízení obvyklé. S návštěvností 300 000 ročně, s rozsáhlou metodickou, edbornou a ediční činností se řadí mezi velká světová zařízení tohoto druhu.

Vše začalo před více než šedesáti lety. A vše bude pokračovat i v příštích generacích.

O. Hlad

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 39 (1988), No 1

Změny globálního pozadového magnetického pole na Slunci, doprovázející rozvoj aktivní oblasti s erupcí v bílém světle v dubnu 1984 (NOAA 4474)

V. Bumba, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov  
L. Gesztelyi, Heliofyzikální observatoř Maďarské AV,  
Debrecen

Pomocí dlouhodobého studia změn rozdelení pozadových magnetických polí (ve velkém měřítku) je ukázáno, že vývoj této složité aktivní oblasti je třeba zkoumat jako část globálního procesu ve sluneční atmosféře. Autoři našli úplnou změnu struktury magnetických aktivních délek a také sektorovou strukturu slunečních magnetických polí. Ukázalo se rovněž, že současně proběhla změna struktury

korenálních děr. Z těchto poznatků vyplynul závěr, že vznik této mohutné aktivní oblasti příčinně souvisí s přestavbou globálního slunečního magnetického pole.

**Změny sluneční eruptivní aktivity a peruchy globálního magnetického pole**

V. Bumba, L. Hejna, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Srovnávaly se časová keincidence peruch magnetických aktivních dělek (MÁL) a změny počtu erupcí během Carringtonovy stočky v období 1965-1980. Je ukázáno, že při vzestupné fázi dvacátého a zejména dvacátého prvního cyklu byly peruchy v ekvatoreální zóně v dobré korelaci s maximy počtu erupcí. Upozorňuje se rovněž na geofyzikální důsledky této těsné korelace.

**Odezva tenké vrstvy na časově omezený vzrůst elektrického odporu**

M. Karlický, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Numericky se studuje odezva dvoudimenzionální proudové vrstvy na zvětšení řízené, časově omezené a lokalizované zvýšení elektrického odporu. Je analyzováno zejména proudění plazmy a hustota elektrického proudu. Výsledky jsou diskutovány v rámci přederupčních a erupcí startujících procesů.

**Azimut transverzálního magnetického pole a směr penumbrálních filamentů ve dvou delta oblastech BBR 18474**

G. Bachmann, Zentralinstitut für Astrophysik der Akademie der Wissenschaften der DDR, 1560 Potsdam, Telegrafenberg

Pro srovnání příčného magnetického pole a směru vláken v penumbře z 15. a 16. června 1982 se použilo pět vektorových magnetogramů získaných v Einsteinturm a fotografie s velkou rozlišovací schopností z teleskopu Pulkovské observatoře na Pamiru. Mezi měřeními se teleskop kalibroval zcela polarizovaným světlem.

**Magnetický vektor pole a struktura H $\alpha$  chromosféry BBR 18474 z 15. a 16. VI. 1982**

G. Bachmann, viz minulý článek

Výsledky získané z vektorových magnetogramů a H $\alpha$  filtrogramů této aktivní oblasti ukázaly, že longitudinální magnetická pole byla silnější než  $2 \cdot 10^{-3}$  tesla a transverzální byla silnější než  $1,5 \cdot 10^{-2}$  tesla. Ve velkých skvrnách bylo transverzální pole až 0,14 tesla. H $\alpha$  filtrogramy byly použity k hledání vztahů mezi transverzálním polem a chromosférickou strukturou.

**Magnetické teky černými děrami - exaktní řešení**

V. Karas, Katedra astronomie a astrofyziky, UK, Praha

Řada auterů zkoumala řešení Einsteinevých-Maxwelleových

rovníc, týkající se černých děr ve vnějším magnetickém poli. Tato práce se zabývá magnetickým tokem procházejícím horizontem. Výsledky se mohou použít k objasnění interakcí gravitačního pole černé díry s vnějším magnetickým polem. Kromě toho jeden z nejdůležitějších modelů aktivních jader galaxií (Blandford a Znajek) předpokládá, že magnetické siločáry procházejí horizontem a umožňují předávat rotační energii černé díry okolní plazmě.

Geopotenciální výzkumná mise (GMR): K otázkám odhadu přesnosti dráhy, určení dráhy a modelování gravitačního pole  
J. Klekočník, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Přehled výsledků dávajících odpověď na otázku:  
"Co víme o přesnosti koeficientů nižších řádů a stupňů před geopotenciální výzkumnou misí?"

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 39 (1988), No 2

Vliv třetího tělesa v soustavě AR Aur

D. Chochel, K. Juza, J. Zverko, J. Žižňevský, Astron. ústav SAV, Tatranská Lomnica  
P. Mayer, Katedra astronomie a astrofyziky, UK, Praha

Uvádí se nová minima jasnosti zakryté dvojhvězdy AR Aur. Tyto okamžiky jsou ve shodě s hypotézou vysvětlující chování soustavy pomocí vlivu třetího tělesa. Byly počítány parametry dráhy třetího tělesa a diskutovaly se spektroskopické parametry jednotlivých složek.

Sledování dvojhvězdy XY Cep

J.M. Kreiner, Fyzikální ústav, Pedagogická univerzita, Krakov  
J. Tremke, Astron. ústav SAV, Tatranská Lomnica

Publikují se fotoelektrická pozorování a analýza této soustavy. Z pozorování byly určeny okamžiky minim. Autoři dokázali, že se perioda této soustavy zkracuje a rezebírají se příčiny, které by mohly tuto skutečnost objasnit.

Radarová pozorování Eta Akvarid 1981-1986 v Dušanbe a Ondřejevě

R.P. Čebetarev a S.O. Ismudinev, Astrefiz. institut, Tadžická AV, Dušanbe  
A. Hajduk, Astron. ústav SAV, Bratislava

Nevelké změny aktivity a relativní stabilita polehy maxim tohoto reje svědčí o nezávislosti hustoty meteorické látky na poloze mateřské komety na dráze.

Vznik oblasti s bílou erupcí z dubna 1984 v rámci 21. cyklu sluneční aktivity

V. Bumba, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev  
L. Gosztelyi, Heliofyzikální observatoř Maďarské AV, Debrecen

V tomto (třetím) článku o oblasti s bílou erupcí se autoři snaží shrnout jak základní vlastnosti pozadových magn. polí, tak i jejich rozložení na slunečním povrchu během dvou posledních submaxim 21. cyklu sluneční aktivity (březen 1983-únor 1985). V době největší aktivity magn. byla koncentrována ve dvou téměř opačných kladných a záporných magnetických délkách. Výskyt nejsilnějších magnetických polí odpovídá maximu relativních čísel.

**Změny indexů důležitosti skupin slunečních skvrn během jedenáctiletého cyklu**

G.V. Kuklin, hest z Sib. IZMIRAN, Irkutsk  
M. Kopecký, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Odděleně pro sudé a liché 11-leté cykly je studováno chevání indexů frekvence vznikání skupin skvrn  $f_0$ , jejich průměrné životní doby  $T_0$ , počtu nových skupin skvrn  $f'$  na slunečním disku, počtu skupin skvrn s průměrnou plochou větší než 500 miliontin sluneční polekule (MSH) a maximální plochou větší než 1500 MSH. V sudých cyklech hodnoty indexů mohutnosti skupin jsou vyšší než v lichých (maximum nastává o 2,5 roku později než maximum M relativních čísel). V lichých cyklech jsou pozorována dvě maxima těchto indexů. Jestliže za počátek cyklu budeme pokládat ukončení přepólování polárních magnetických polí a vztahovat sestupnou větev lichého cyklu k následujícímu sudému cyklu, potom při takové definici cyklů je  $f_0$  vyšší a  $T_0$  nižší v sudých cyklech než v lichých.

**Erupce s pomalým poklesem rentgenového záření  
3. H $\alpha$  aktivita v mezipásovém prostoru LDE erupcí**

A. Antalová, Astron. ústav SAV, Tatranská Lomnica  
M.B. Ogir, Krymská astrofiz. observatoř, AV SSSR, Krym

V práci je analyzovaných 20 případů LDE erupcí z hlediska vývoje ich morfológie v H-alfa čiare. Bolo zistené, že LDE erupcie je možné roztriediť na a) jednepruhové, v ktorých dlhotrvajúce H-alfa emisné slučky sú usporiadané pozdĺž esi filamentu, alebo jeho kanála, b) dvejpruhové a c) trojpruhové, ktoré sú kombináciou prvých dvoch typov. Centrálna sústava slučiek, ktorá sa nachádza v esi medzipásového priestoru trojpruhových erupcií, je dynamický útvar, ktorý nemožno zamieňať a vrcholkami erupčných slučiek.

**Koronálny index sluneční aktivity  
V. Období 1977-1986**

M. Rybanský, V. Rušin, E. Dzifčáková, Astron. ústav SAV,  
Tatranská Lomnica

V tomto článku uvádzame denné hodnoty koronálneho indexu v rokoch 1977-1986, ktoré sú pokračovaním skôr publikovaných údajov za roky 1964-1976. Koronálny index reprezentuje vyžarovanie celej korony v emisnej čiare 530,3 nm pre Slnko ako hviezdu a je dobrým indikátorom odrazu fotosférickej aktivity v korone. Potvrdila sa

realnost' zmien vyžarevania v časovej škále dní a mesiacov, spojených s rotáciou a vývejom aktívnych oblastí na disku. Maximum vyžarevania v cykle 21 nastalo v druhej pelevici roku 1981.

Termosférický model celkové hustoty TD

L. Sehnal, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Je předložen model termosféry TD Total Density. Model popisuje variace a rozložení celkové hustoty vysoké atmosféry ve výškách 200 až 500 km. Vlastnosti modelu jsou porovnány s modely DTM, C, CIRA 72 a CIRA 86. Odchytky od modelů CIRA 86 a DTM jsou odhadnuty pro všechna rozmezí určujících fyzikálních parametrů.

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 39 (1988), No 3

Co je "centrum magnetické aktivity"?

V. Bumba, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

S pomocí pozorovacího materiálu z Programu souměrného studia aktivních oblastí na Slunci (1965), který se týkal především map magn. pole, se sleduje vývoj typické situace v centru každé ze sledovaných skupin slunečních skvrn. Vnitřní sektorální hranice vytváří konfiguraci zálivů opačné polarit. V těchto místech vzniká nový magnetický tek spojený s malými skvrnami ap. V těchto místech se pozorovaly velké gradienty magnetického pole a velké radiální rychlosti. Takto vzniká nový subsystém magnetických siločar. Nad tímto místem může vzniknout silný rádiový zdroj. V práci se rozebírají i možné příčiny vzniku takovýchto center.

Konjugovaná řada indexů slunečních skvrn. Předběžné hodnoty.

G.V. Kuklin, host z Sib. IZMIRAN, Irkutsk

M. Kopecký, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Pomocí ročních hodnot indexů  $f_0$ ,  $T_0$ ,  $A_G$  a  $R_Z$  z let 1975-1976 je ukázána existence těsné korelace mezi  $T_0$ ,  $A_G/f_0$ ,  $R_Z/f_0$ . Tento vztah může být interpretován jako další potvrzení hypotézy o dvou populacích skupin slunečních skvrn. Na základě obdržených vztahů byly vytvořeny vzájemně přizpůsobené řady indexů  $f_0^*$ ,  $T_0^*$ ,  $A_G^*$  a  $R_Z^*$  (homogenizovaný systém), které v budoucnu musí být ještě opraveny o vliv funkce viditelnosti. Současně byla obdržena prodloužená řada hodnot zobecněného indexu mehutnosti  $q$ .

Impulzní vzplanutí na 6 cm a Langmuirova turbulence způsobená elektronovými svazky tlustého terče

M. Karlický, Astron. ústav ČSAV, Ondřejev

Vzplanutí pozorovaná na vlnové délce 6 cm během erupce 16. května 1981 jsou diskutována jako mikrovlnný projev Langmuirovy turbulence, generované elektronovými svazky, uvažovanými v rentgenovském modelu tlustého terče.

Je odhadována úroveň energie Langmuirovy turbulence ve zdrojích těchto vzplanutí. Krátké trvání a malá rezleha těchto vzplanutí je vysvětlována krátkou existencí prostorově velice soustředěných elektronových svazků v malých objemech sluneční erupce. Se vzrůstem magnetického pole ve zdrojích těchto rádiových vzplanutí musí být uvažovány efekty gyrorezonanční absorpce.

**Sekulární Loveho číslo družice Phobos**

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

Autor odhaduje velikost tohoto čísla, jež se odchyluje pouze o jeden řád od hodnoty, kterou by mělo v případě ideální hydrostatické rovnováhy. Loveho číslo není v rozporu s teorií vzniku Phobosu v důsledku akrece Marsem. Odhad rotační doby Phobosu činí 2,4 hodiny.

**Střední polohy a vlastní pohyby 224 hvězd, odvozené z pozorování PZT v Ondřejově v letech 1973-1986**

J. Vondrák, Astron. ústav ČSAV, Praha

Třetí zlepšení poloh a vlastních pohybů hvězd pozorovacího programu PZT v Ondřejově je založeno pouze na pozorováních PZT v letech 1973-1986. V tomto období bylo pozorováno více než 44 tisíc průchodů hvězd v 1546 nocích. Střední epocha výsledného katalogu PZT86 je 1981,56, průměrná standardní chyba v rektascenzi a deklinaci, vztažená k této epoše, je rovna  $\pm 0,0015''$  a  $\pm 0,017''$ . Vlastní pohyby v rektascenzi a deklinaci jsou určeny s přesností, charakterizovanou standardními chybami  $\pm 0,051''$ /steletí a  $\pm 0,57''$ /steletí, což způsobí vzrůst standardních chyb v poloze na  $\pm 0,0096''$  a  $\pm 0,106''$  na konci tohoto steletí. Srovnání nové katalogu s předchozími dvěma (PZT78 a PZT83) a s AGK3 ukazuje na vážné systematické chyby AGK3, které s časem narůstají.

**Rozdělení meteoroidů reje Lyrid v širokém rozmezí trvání rádiových ozvěn**

V. Peručan, Astron. ústav SAV, Bratislava

M. Šimek, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Zpracovávají se Lyridy z období 1980-1985 a zkoumají se z hlediska hmotového indexu pro dlouhé ozvěny (z intervalu 0,4-50 s).

**Pekles úhlové rychlosti Marsu v důsledku slapů od Phobosu a Slunce**

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

Pro soustavu Mars-Phobos-Slunce vychází v důsledku slapů pekles úhlové rychlosti rotace Marsu  $5,5 \cdot 10^{-6}$  radiánů/(steletí)<sup>2</sup>, které v převážné míře způsobuje Slunce.

Atmosférická excitace pohybu pólu: porovnání spektra pohybu pólu se spektry atmosférických efektivních funkcí momentu hybnosti

J. Vondrák, Astron. ústav ČSAV, Praha  
N. Pejovic, Astron. ústav, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Bělehrad

Byla porovnána spektra různých kombinací efektivních funkcí momentů hybnosti atmosféry, určených v Národním meteorologickém centru USA se spektrem pohybu pólu z kombinovaného řešení Mezinárodního časového byra v Paříži. Pro získání spekter byla použita metoda rychlé Fourierovy transformace. Pro přepočítání amplitud i fází byla použita přenosová funkce, odvozená pro model Země s tekutým jádrem, viskozně-elastickým pláštěm a lineárně reagujícím oceánem. Pro nejvýznamnější složku o jednoleté periodě bylo zjištěno, že skutečný vliv větru je sice podstatně menší, nežli vyplývá z údajů, vztažených ke světové pánvi, ale stále je významný. Kombinace zbytkové složky větru se složkou, pocházející z vlivu změn atmosférického tlaku, opraveného o invertní barometr, je však ne zcela postačující k vysvětlení pozorovaného pohybu pólu o jednoleté periodě. Je ukázáno, že rozdíl ve fázi lze patrně plně přičíst vlivu kolísání hladiny spodních vod o této frekvenci.

Nefriedmannevský model vesmíru

A. Meszaros, V. Vanýsek, Katedra astronomie a astrofyziky, UK, Praha

Pozorovací výsledky nasvědčují tomu, že Hubblov tok, stejně jako kosmické reliktné záření, vykazují anizotropii. V standardních kosmologických modelech se tyto efekty anizotropie interpretují jako peruchové nehomogenity homogenního friedmannovského pozadí. Nicméně, když nehomogenity považujeme za vlastnost telmanevského pozadí, nehomogenní nestandardní model může být stejně přijatelným modelem.

## Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

---

### Projekt ASTRO 2001

ASTRO 2001 je označení souboru kursů, které budou sestaveny pro efektivní výuku základů astronomie moderními prostředky. Kursy jsou určeny pro individuální výuku prostřednictvím osobního mikropečítáče a pro výuku v malých kolektivech ("třídách"). Nelze je přímě využít při hromadné výuce např. prostřednictvím televize či rozhlasu, ani při osvětové (popularizační) práci. ASTRO 2001 je připraven pro uživatele ve věku od 12 do 16 let (herní věková hranice není nijak striktně omezena).

Cílem výuky je seznámit talentovanou mládež se zajímavými přírodovědnými obory, který zkoumá mnohé základní otázky spojené s existencí lidstva a s postavením člověka ve vesmíru. Jde o vědní obor, který výrazně přispívá k utváření správného obrazu světa.

ASTRO 2001 se skládá ze tří kursů (každý z nich je tvořen jednotlivými lekcemi a praktiky) a dvou závěrečných lekcí. Označení kursů:

- úvodní kurs (8 lekcí, 9 praktik; pro 12-13 leté);
- základní kurs (15 lekcí, 10 praktik; pro 14-15 leté);
- kurs pro pokročilé (15 lekcí, 10 praktik; pro starší 15 let).

Nedílnou součástí kursů jsou pozorování. Proto kursy budou doplněny některými pomůckami, jež budou při pozorování zapotřebí.

#### Zaměření a rámcový obsah kursů:

V každém kursu je důsledně respektována zásada, že při výkladu je třeba vycházet z osobní zkušenosti uživatele (žáka), tedy především z jeho sledování hvězdné oblohy pouhými očima (příp. uživatel je nabádán k získání takových zkušeností). Důsledně je vysvětlován rozdíl mezi tím, jak se nám daná věc jeví a jaká je ve skutečnosti. Teprve na bezprostředních zkušenostech je možné rozvíjet poznatky získané moderními astronomickými přístroji, výzkumem pomocí různých a teoretickými astrofyzikálními úvahami. Ne-respektováním uvedené zásady by se vytvářely představy, jež nejsou fixovány vlastními zkušenostmi a jsou tudíž většinou jen dočasné a mnohdy značně deformované.

#### Rámcový obsah každého kursu:

Náš pohled do vesmíru (prostorové představy odvozené z přímých pozorování a nepřímě; pohled geocentrický i odjinud; objekty přístupné pozorování pouhými očima - jejich základní klasifikace; pohyb těchto objektů na obloze a hvězdné obloze). Přístroje pro výzkum vesmíru (v optickém i neoptickém oboru spektra). Metody určování vlastností objektů ve vesmíru (zejména fyzikálních vlastností: poloha a vzdálenost, hmotnost, velikost a tvar, chemické složení, stavební veličiny; důležité astrofyzikální diagramy). Hvězdy (jejich stavba a vývoj; vývoj těsných dvojhvězd, vznik a vývoj planetární soustavy). Struktura hvězdného vesmíru (Galaxie, extragalaktické soustavy; aktivní galaxie; vývoj galaxií; rozložení galaxií ve vesmíru). Stavba a vývoj celého vesmíru.

Po účastnících kursů nechceme, aby nabyli encyklopedických znalostí v oboru. Výklad se zaměřuje na pochopení jen omezeného počtu jevů a souvislostí, zato však do hloubky. V každém kursu uživatel získává odpovědi na základní otázky, které si člověk v souvislosti s výzkumem vesmíru vždy klade (původ Země, vznik vesmíru, budoucí vývoj Země i celého vesmíru, život ve vesmíru, kosmické katastrofy na Zemi apod.). Pečlivitelné množství a úroveň informací odpovídá úrovni příslušného kursu.



## Názvy lekcí a praktik:

### Úvodní kurs:

1. lekce: Abychom si rozuměli
2. lekce: Seznámení s hvězdnou oblohou  
praktikum: Otečná mapa hvězdné oblohy
3. lekce: Měsíc  
praktikum: Putevání po Měsíci  
praktikum: Trajektorie Měsíce  
praktikum: Zatmění Měsíce
4. lekce: Naše Slunce  
praktikum: Rotace Slunce
5. lekce: Svět planet  
praktikum: Model sluneční soustavy  
praktikum: Oběh Marsu kolem Slunce
6. lekce: Astronomické dalekohledy  
praktikum: Stepy hvězd na snímku hvězdné oblohy
7. lekce: Precházky vzdáleným vesmírem  
praktikum: Hvězdná obloha v modrém a červeném světle
8. lekce: Věčné otázky

### Základní kurs:

1. lekce: První pohled do vesmíru
2. lekce: Objekty ve vesmíru  
praktikum: Identifikace objektu na mapě hvězdné oblohy  
praktikum: Mapa hvězdné oblohy
3. lekce: Pohyb Slunce, Měsíce a planet  
praktikum: Trajektorie planet
4. lekce: Záření - zdroj informací o vesmíru
5. lekce: Přístroje optické a neoptické astronomie  
praktikum: Rotace Merkuru
6. lekce: Záření kosmických těles
7. lekce: Zjišťování astrofyzikálních charakteristik kosmických těles  
praktikum: Vzdálenost hvězdekupy Hyády
8. lekce: Důležité astrofyzikální diagramy  
praktikum: Hertzsprungův-Russelův diagram  
praktikum: Vzdálenost cefeid
9. lekce: Stavba hvězd
10. lekce: Vývoj hvězd  
praktikum: Pulsary
11. lekce: Vývoj planetární soustavy
12. lekce: Naše Galaxie  
praktikum: Rozložení objektů v Galaxii
13. lekce: Extragalaktické objekty
14. lekce: Stavba vesmíru  
praktikum: Hubblův vztah
15. lekce: Vytvářející se vesmír

## Kurs pro pokročilé:

1. lekce: Opět hledíme do vesmíru
2. lekce: Země jako planeta
3. lekce: Pohyb kosmických těles v gravitačním poli  
praktikum: Vlastní pohyb hvězd  
praktikum: Precese, aberace, nutace
4. lekce: Záření - zdroj informací o vesmíru
5. lekce: Astronomické dalekohledy  
praktikum: Rotace Saturnu a jeho prstenců
6. lekce: Záření kosmických těles  
praktikum: Barevné indexy hvězd
7. lekce: Zjišťování astrofyzikálních charakteristik kosmických těles  
praktikum: Spektrální klasifikace hvězd  
praktikum: Trajektorie vizuální dvojhvězdy
8. lekce: Důležité astrofyzikální diagramy  
praktikum: Dynamická paralaxa hvězd
9. lekce: Stavba hvězd
10. lekce: Vývoj hvězd a těsných dvojhvězd  
praktikum: Stáří otevřených hvězdokup
11. lekce: Vývoj planetární soustavy
12. lekce: Naše Galaxie  
praktikum: Vzdálenost středu Galaxie  
praktikum: Spirální struktura Galaxie
13. lekce: Extragalaktické objekty
14. lekce: Stavba vesmíru
15. lekce: Vyvíjející se vesmír

## Závěrečné lekce:

1. lekce: Život ve vesmíru
2. lekce: Naše a cizí civilizace

### Deponovaný způsob použití ASTRO 2001:

Za optimální postup lze označit přebrání úvodního kursu, základního kursu, kursu pro pokročilé a závěrečných lekcí. Jsem však možné i další varianty:

- absolvování pouze úvodního kursu (vhodné zejména pro nejmladší uživatele);
- absolvování pouze základního kursu (vhodné pro rychlé, ne však jen povrchní seznámení s astronomií);
- absolvování základního kursu, kursu pro pokročilé a závěrečných lekcí (vhodné zejména pro starší uživatele).

Kurs pro pokročilé a závěrečné lekce nelze absolvovat samostatně - tedy bez předchozího studia základního kursu - neboť na základní kurs bezprostředně navazují.

Kursy ASTRO 2001 budou zřejmě využívány zejména při mimoškolním vzdělávání. Vycházejí však z poznatků získaných ve škole, které rozvíjejí a doplňují. ASTRO 2001 lze použít nejen v Československu, ale i v dalších zemích, které mají podobnou vzdělávací soustavu jako my. Počítáme s tím, že vzniknou i cizojazyčné verze. Při přípravě kursů dbáme na to, aby byly použitelné univerzálně i pro uživatele

žijící v jiných zeměpisných šířkách (tedy i na jižní polokouli).

#### Potřebné technické prostředky pro výuku pomocí ASTRO 2001:

Při individuální výuce bude použit šestnáctibitový osobní mikropočítač slučitelný s IBM PC (sestava: operační paměť 0,5 - 1 MB, 2 diskové jednotky a 0,3 až 0,7 MB (5 1/4"), pevný disk typu Winchester s kapacitou asi 20 MB, barevný monitor s min. rozlišením 320 krát 200 bodů, příp. světelné pero a tzv. myš). Programovacími jazyky budou PASCAL Turbo, BASIC (kompilační) a/nebo C-jazyk, příp. některé moduly budou psány v assembleru. Předpokládá se systémový přístup k řešení celého problému (bude od sebe odděleno vlastní programové řešení a datové struktury). Tento přístup umožňuje snadnou aktualizaci datových souborů. Kurs může být provozován buď ze dvou disket nebo (po přehrání) z pevného disku, který by byl zaplněn jen částí. Programy systému ASTRO 2001 budou distribuovány na disketách

Součástí lekcí jsou i videonahrávky a magnetofonové nahrávky; zapotřebí jsou tedy příslušné přehrávače.

#### Podrobnější popis kursů:

##### Lekce:

Výuka probíhá dávkovaně. Dávka textu čítá jeden až tři odstavce výkladu. Jednoduchými otázkami se průběžně ověřuje, zda bylo učivo správně pochopeno. Otázky jsou několikrátového typu: výběr jedné či více správných variant, odpověď klíčovým slovem nebo číslem. Na některé otázky uživatel odpovídá tzv. volnou odpovědí: odpověď si napíše na papír, pak zkontroluje se vzorovou odpovědí a sám si zhodnotí správnost své odpovědi. Tento druh odpovědí přispívá ke zdokonalení schopnosti písemné formulace poznatků.

Také příklady slouží k testování, jak uživatel pochopil učivo. Jde vesměs o jednoduché výpočty, často jen o řádové odhady. Postačí k nim jednoduchý kalkulátor "s funkcemi". Otázky a příklady jsou záměrně natolik jednoduché, aby průměrný uživatel docíloval vysokého procenta úspěšných odpovědí. Jen tak bude povzbuzen a motivován pro další studium. (Výsledky testů jsou průběžně zaznamenávány a uživateli se na závěr lekce sdělí jeho ohodnocení.)

Použití osobního mikropočítače ve výuce umožňuje rozvinout interakci s uživatelem a vyučovat rychlostí, která uživateli vyhovuje. Téměř v každé lekci bude zařazena jedna či více grafických úloh, kdy uživatel velbou parametrů bude poznávat nějaký děj, může jej modelovat. Příklady: poloha Slunce na obloze (parametry: datum v roce, zeměpisná šířka), vývoj hvězdy - časová změna průměru, zbarvení (parametr: hmotnost), numerická simulace problému dvou a více těles.

K pochopení textu jsou v lekci zařazeny čarové obrázky. Obrázek se postupně vykresluje na obrazovku; vzhledem k tomu, že způsob vykreslování je z výukového důvodu

podstatný, může si uživatel vykreslování obrázku libovolně-krát zopakovat.

Polotónové (většinou černobílé) obrázky bude mít uživatel k dispozici v podobě fotografií, které jsou nedílnou součástí lekce. Na obrazovce počítače bude vykreslené schéma obrázku s podrobným popisem všeho, co fotografie zachycuje. Pravá fotografie namísto tištěného obrázku bude použita proto, že fotografie lépe zobrazí jemné detaily, o které v astronomii často jde, a při nevelkém nákladu (pečtu exemplářů kursu) je fotografie ekonomičtější než tištěný obrázek.

Pro doplnění výkladu jsou do každé lekce zařazeny magneto fonové nahrávky a videonahrávky v trvání několika minut každá. Magneto fonové nahrávky zachycují krátký úryvek z knihy nebo časopiseckého článku, který uživatel vyslechne v dramtizaci obdobné rozhlasové četbě z knih. Videonahrávka je buďto medailonem význačného astronoma (neboť není bezejmenných vědců), nebo vysvětlením nějakého jevu, procesu ... , kde statický obrázek nestačí.

Snahou je, aby každá lekce byla pro uživatele přitažlivá, aby kursy byly "přívětivé". Znamená to, že při testování znalostí musí být uživatel povzbuzován a nikoliv sražen, uživatel musí nacházet dostatek podpory, aby lekci zvládl. Tak například nezná-li některý z odborných pojmů z jiných oborů, které jsou při výkladu použity, může si jednoduše vyžádat jejich vysvětlení (moment hybnosti? logaritmus? apod.). Tyto pojmy jsou uloženy ve zvláštní databázi, jež je kdykoliv přístupná.

#### Úlohy k zamyšlení:

Téměř každá lekce je doplněna jednou či více úlohami k zamyšlení. Jde o příklady nebo úvahy, jež jsou delší nebo náročnější a vyžadují jistý čas na rozmyšlení, takže není vhodné je zařadit přímo do textů kursů (řešení by zdržovalo probrání lekce a uživatel by mohl ztratit souvislosti). Jsou to svého druhu "domácí úlohy". Zadány jsou písemně ve sborníku úloh, vydaném ke všem lekcím. Uživatel je řeší "doma" a pak pomocí osobního mikro počítače ověřuje správnost řešení.

#### Praktika:

Podle osnovy kursu (po probrání příslušné lekce) uživatel řeší samostatně úlohu prezentovanou na pracovním listu. Je to dvojlíst formátu A4, na němž je uveden postup, vstupní data, potřebné grafy a fotografie, jsou tu předznačeny mezivýsledky a způsob, jakým má být získán a diskutován výsledek. Poté, co uživatel praktikum vyřeší, zkontroluje si pomocí počítače správnost svého řešení.

Pro celý kurs, případně více kursů, bude mít uživatel k dispozici tyto pomůcky:

#### Podpůrná textová učebnice:

Jde o výtah důležitých textů, tabulek a obrázků z jednotlivých lekcí, který poslouží zejména k rychlému zopakování nebo připomenutí probraného učiva. Učebnice

bude mít přitažlivou grafickou úpravu, pro zpestření zde budou uveřejněny též krátké citáty esebností vědy, kreslené astronomické vtipy aped.

#### Příručka pozorovatele:

V ní budou popsány rady a pokyny k samostatným astronomickým pozorováním, která by měl uživatel absolvovat (v podstatě nezávisle na tom, jak postupuje jeho výuka v kursech). Vzhledem k tomu, že některé pokyny se slovně popisují jen obtížně, budou doplněny několika instruktážními videonahrávkami (např. jak pozorovat triedrem, jak měřit úhly pomocí ruky).

#### Metodické pokyny pro učitele:

Obsahují zdůvodnění koncepce jednotlivých kursů. Učitel je informován o důvodech, proč je učivo prezentováno právě tak, jak je. Metodické pokyny upozorňují na chyby, se kterými se uživatel může setkat v běžně dostupné astronomické literatuře (týká se chyb věcných i terminologických). I když jde o pokyny pro učitele, které bude využívat při výuce v malých kolektivech, není jistě na závađu, jestliže se s nimi seznámí (z vlastního zájmu) i uživatel při individuální výuce pomocí počítače.

#### Malý atlas hvězdné oblohy:

Kreslený atlas obsahující hvězdy pozorovatelné pouhýma očima a řadu nehvězdných objektů, doplněný katalogem objektů (autoři: Zdeněk Pokorný a Vladimír Znojil).

#### Mapky Měsíce:

Mapky převrácené i odvrácené strany Měsíce, kde budou zakresleny nejvýraznější povrchové útvary.

#### Efemeridy:

Počítačem budou prezentovány efemeridy Slunce, Měsíce, planet a některých astronomických úkazů (rámčové v rozsahu běžné astronomické ročenky) pro libovolný časový okamžik v rozmezí let asi 1900 - 2100.

#### Otočná mapa hvězdné oblohy.

#### Představy o termínech přípravy a distribuci ASTRO 2001:

V současné době systém ASTRO 2001 připravují RNDr. Zdeněk Pokorný, CSC. (obsahová stránka) a Ing. Michal Artim (programátorská stránka systému ASTRO 2001). Po obsahové stránce jsou hotovy základní kurs a kurs pro pokročilé a již po několik let se průběžně testují na účastnících astronomických kursů pořádaných brněnskou hvězdárnou. Příprava ASTRO 2001 je dlouhodobou záležitostí, neboť jde o rozsáhlý projekt (odhadem: v konečné fázi by mohl být kolem roku 1995). Z tohoto důvodu nejsou zatím rozpracovány záležitosti týkající se hromadné výroby, propagace, cen a distribuce. Autoři zaručují uživateli průběžnou aktualizaci datových souborů, takže uživatel může mít k dispozici právě platnou verzi systému.

V této zprávě je zachycen stav z června 1988.

Z. Pokorný

## RECENZE

V KR 23, 98 (1985/2) jsme otiskli recenzi na skripta dr. L. Dvořáka: "Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru". Závěrečná věta o jejich nedostupnosti se bohužel naplnila nikoliv díky jejich rychlému rozebrání, ale díky špatné distribuci. Více než polovina nákladu totiž donedávna ležela pohřbena ve skladu Knížního velkoobchodu, odkud z ní pouze sporadicky, po jednotlivých výtiscích, čerpala jediná prodejna v Praze v Lazarské ul. O změnu k lepšímu se zasloužila Hvězdárna v Úpici, která velkou část zbytku odkoupila a bude prodávat na místě i na písemné objednávky (adresa 542 32 Úpice, pošt. schr. 8; cena 20,- Kčs). O tomtéž jedná i PKO Bratislava. Doufejme, že se tak podaří uspokojit alespoň část zájemců volajících po české učebnici relativistické astrofyziky, a že se tím umožní její nové, doplněné vydání - snad již v knižní podobě, jak by si zasloužila.

P. Hadrava

Publikace astronomického ústavu ČSAV č. 65 - 70 (Ondřejov, 1987): 10. evropské zasedání Mezinárodní astronomické unie, Praha 24.- 29. VIII. 1987

Čtenáři KR i dalších našich astronomických a fyzikálních periodik již byli v řadě zpráv a článků seznámeni s hlavními výsledky lonského pražského oblastního zasedání IAU, ale odborná veřejnost přirozeně čekala na publikaci úplných textů přednesených referátů, jak je u obdobných akcí obvyklé. Zásluhou štábu vědeckých redaktorů pod vedením L. Perka se podařilo v poměrně krátkém termínu shromáždit jak texty příspěvků (ve formě camera-ready) tak záznamy diskusí, a péčí Střediska vědeckých informací ASÚ ČSAV pod vedením J. Zavřela byly všechny materiály v krátké lhůtě vtištěny a expedovány, takže přímí účastníci pražského zasedání obdrželi objednané svazky již v květnu 1988. Přitom nešlo o malý úkol, jak svědčí několik čísel. Celkem bylo vydáno 5 svazků s odbornými příspěvky a k tomu úvodní brožura s informacemi obecné povahy, s úhrnným rozsahem přes 1600 tiskových stran a v nákladech od 700 do 1600 výtisků. V publikacích jsou otištěna plná anglická znění (výjimečně pouze abstrakty) zhruba 290 přednesených příspěvků, dále autorizovaný resp. magnetofonový záznam diskusí a konečně i rejstříky autorů, případně i astronomických objektů. Sborníky jsou doplněny řadou pérovek i černobílých fotografií i reportážními snímky, výrazně dokreslujícími atmosféru jednotlivých zasedání.

Jelikož jednotlivé svazky lze ve Středisku ještě objednat, uvádím pro případné zájemce stručné názvy a obsahy vydaných publikací (v závorce jsou uvedeni věd. redaktoři):

- č. 65 (L. Perek, J. Zavřel): Program zasedání a doplňující informace (seznam účastníků, zarazení a názvy příspěvků)
- č. 66 (L. Hejna, M. Sobotka): Slunce  
V. Bumba: Magnetická pole na Slunci a na hvězdách  
TS 1: Vývoj aktivních oblastí na Slunci
- č. 67 (Z. Ceplecha, P. Pecina): Meziplanetární hmota  
J. Rahe: Přehled výsledků studia komety Halley  
B. Valníček: Projekt PHOBOS  
TS 2: Komplex meziplanetárních těles
- č. 68 (M. Šidlichovský): Dynamika sluneční soustavy  
V.A. Brumberg: Současné problémy relativistické nebeské mechaniky a astrometrie  
M.A.C. Perryman: HIPPARCOS - vysoce přesná astrometrická data z kosmického prostoru  
TS 3: Rezonance ve sluneční soustavě  
CP 3: Moderní astrometrie
- č. 69 (J. Palouš): Vývoj galaxií  
I.D. Novikov, V.M. Lukáš: Kosmologie; teorie a pozorování  
SW 1: Struktura galaxií a tvorba hvězd  
CP 2: Kosmologie a tvorba galaxií  
CP 6: Aktivní extragalaktické objekty
- č. 70 (P. Harmanec): Astrofyzika  
J. C. Pecker: Proměnnost astrofyzikálních úkazů od Tycha Braha do Prahy 1987  
A.A. Bojarčuk: Ultrafialová spektra hvězd  
SW 2: Rychlá proměnnost osamělých, podvojných a vícenásobných hvězd  
CP 1: Ultrafialová hvězdná spektra  
CP 5: Astrofyzika vysokých energií  
CP 7: Dvojhvězdy

Pozn.: Jednotlivá zasedání byla označena anglickými zkratkami.

TS - topical session, SW - specialized workshop, CP - session with invited and contributed papers. Zasedání typu TS a SW probíhala většinou po celý týden, kdežto schůze typu CP trvaly pouze jedné půl dne.

J. Grygar

## REDAKCI DOŠLO

V čísle 3/1987 byla uveřejněna recenze Z. Stuchlíka na knihu V. Ullmanna: Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu, která vyvolala ostré polemické názory zejména mezi členy pobočky ČAS v Ostravě. Uveřejňujeme preto nyní stanovisko autora a pobočky v Ostravě. Tím považujeme celou záležitost za uzavřenou.

redakce

## Očernování kolem černých děr

Stanovisko autora a pobočky ČAS v Ostravě k recenzi knihy "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu", otištěné v Kosmických rozhledech 25, č. 3, str. 144-148 (1987)

Minulé číslo Kosmických rozhledů otisklo v celé své historii bezprecedentní "recenzi" knihy "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu", vzniklé na půdě pobočky ČAS v Ostravě. Tato recenze je tak extrémně neseriózní a neobjektivní, že autor a celá pobočka ČAS jsou nuceni na stránkách tohoto časopisu k tomu veřejně vyjádřit své stanovisko z hlediska elementárního smyslu pro korektnost, čest a spravedlnost.

Nejprve několik slov ke genezi celé záležitosti. Motivace napsání knihy "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu" a její koncepce a zaměření je stručně nastíněna v "Předmluvě". Kniha vznikla z podnětu řady zájemců o přednášky z dané oblasti a se zřetelem k prakticky absolutní mezeře v naší literatuře. Rukopis byl psán z valné části v letech 1983-84, kdy v recenzi uváděné knihy a skripta L. Dvořáka a J. Bičáka - V.N. Ruděnka ještě neexistovaly (mimoходом, tato skripta, která se svým zaměřením a výběrem problematiky od recenzované knihy dost liší, se velmi obtížně shánějí i nyní).

Je napsání rukopisu však právě "martyrium" autora teprve čekalo, a to s vydáním knihy, které naráželo na objektivní i subjektivní těžkosti a obstrukce (jak je zmíněno v "Doslovu"). Aby nemalá práce vynaložená na sepsání díla nepřišla zcela nazmar a v naší literatuře i nadále nezůstávala citelná mezera, přikročil autor k dosti nezvyklému činu: nejen že se vzdal autorského honoráře za sepsání knihy (který by činil více než 40 000 Kčs), ale navíc vlastními silami a náklady graficky připravil 272 listů knihy ve formě předloh přímo pro tisk (každý list přitom obsahuje asi 2 strany normálně tištěné knihy). Kdo něco podobného nikdy nedělal, stěží si představí objem práce s tím spojené.

Za vlastní vytištění několika desítek exemplářů pak vděčíme především nezištné a obětavé pomoci místopředsedy ostravské pobočky ČAS J. Skoumalovi a jeho spolupracovníkům (příslušné poděkování je opět v "Doslovu" na str. 272). Realizaci celé záležitosti svým kladným přístupem napomáhal i předseda pobočky ČAS v Ostravě Ing. M. Vlček. Publikace byla sice vytištěna pod formální záštitou ostravské pobočky ČAS, avšak z rozpočtu ČAS na to nešla ani koruna, všechny zcela altruisticky zařídili příslušní členové pobočky. Když jsme se obrátili na Hlavní výbor ČAS v Praze (předseda Dr. Vejtváh Letfus, CSc.) a na Hvězdárnu a planetárium hl.m. Prahy (ředitel Dr. O. Hlad), s prosbou o pomoc při vytištění a distribuci publikace, dostali jsme odpověď, že publikaci sice považují za potřebnou a užitečnou, avšak z materiálních a administrativních důvodů nám s tím v ničem nemohou pomoci. Nemá tedy tak docela pravdu v recenzi uvedená poznámka, že publikace vznikla bez vědomí ústředí ČAS v Praze.

Co se týče vlastního textu knihy "Gravitace, černé



díry a fyzika prostoročasu", autor se ji snažil napsat podle svého nejlepšího vědomí a svědomí a na úrovni vědecké doby kdy byla psána (tj. zhruba r. 1983-84), samozřejmě s řadou objektivních i subjektivních omezujících faktorů. Pro garanci věcné správnosti a odborné úrovně využil laskavé recenzní spolupráce dvou našich předních odborníků. Pro fyzikální aspekty obecné teorie relativity to byl Prof. RNDr. Jan Horský, DrSc., pro astrofyzikální problematiku pak RNDr. Jiří Grygar, CSc. S těmito odborníky autor průběžně konzultoval rukopis a cenné rady a připomínky, které od nich získal, se snažil v textu uplatnit. Žádné závažnější námítky proti připravovanému textu z těchto konzultací nevzešly. I když uplynula krátká doba a výtisků bylo velmi málo, dostal autor i pobočka na publikaci již několik reakcí, které jsou všechny jednoznačně pozitivní. Byli jsme pouze upozorněni na některé typografické "překlepy" nebo vynechání (např. exponentů nebo indexů), na absenci rejstříku, přílišné zhuštění a pod. Sám autor ovšem ví o řadě drobných nedostatků, které si uvědomil až po vtištění knihy; tak je tomu však u téměř každého díla, zvláště když vzniká v tak svízelných podmínkách.

I těch pár výtisků knihy "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu", které se přes všechny těžkosti podařilo realizovat, však vzbudilo u několika osob nelibost. Odrazem intrik těchto kolegů je mimo jiné i ona "recenze" otištěná v Kosmických rozhledech; jejím účelem je knihu co nejvíce očernit a zdiskreditovat tak, aby se nikdo z astronomické společnosti již neodvážil ji jakkoli propagovat a šířit.

Musíme přiznat, že tento úkol splnil autor recenze dekonale:

1. Označil knihu za nepodařený plagiát epsaný z knih Misner-Thorne-Wheeler: "Gravitation" a Hawking-Ellis: "The large scale structure of space-time".
2. Patříčně zdůraznil a nafoukl některé drobnější nedostatky, které kniha objektivně má.

Každý soudný a nepředepjatý člověk při přímé konfrontaci textů zmíněných knih Misnera-Thorna-Wheeler, Hawkinga-Ellise a "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu" jistě nahlédne nepravdivost bedu 1. Především je jasné, že každé dílo tohoto druhu a z této oblasti, napsané libovolným naším autorem, musí mít nutně víceméně kompilační charakter, neboť se jedná o koncepce a poznatky vzniklé výlučně v zahraničí. Náš autor tam může dát "ze sebe" jedině způsob výkladu, logickou posloupnost a souvislosti, vlastní postřehy a příklady, některé obrázky a pod. Každý nezaujatý čtenář znalý věci jistě uzná, že tyto aspekty jsou v knize "Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu" obsaženy v bohaté míře.

Jelikož se kniha Misner-Thorne-Wheeler: "Gravitation" stala již téměř klasickou, je pochopitelné, že autor knihy "Gravitace, černé díry ...", podobně jako řada dalších autorů u nás i v zahraničí, použil v upravené formě některých poznat-

ků a formulací z této monografie. Formulace, terminologie, obrázky i matematická značení vycházející z Misnera-Thorna-Wheelera a z prací Hawkinga, Penrose a pod., jsou v nynější literatuře přece zcela běžné.

Co se týče faktických připomínek, kterými se recenze snaží podpořit své negativistické stanovisko, autor souhlasí s připomínkou č. 3 o pohybu částic v ekvatoriální rovině černé díry. Skutečně měl na mysli natažení vnitřních částí akrečního disku do ekvatoriální roviny, jehož příčiny nejsou v textu dostatečně vysvětleny. Ostatní připomínky jsou zcela diskutabilní. Např. k první připomínce o raketě podepřené tyčí: jedná se přece o myšlený (idealizovaný) pokus; k připomínce 2.: souřadnice  $r, \vartheta$  vyznačené na obr. 4.16 pro lepší orientaci nejsou nikde v textu ani na obrázku označeny za sférické - naopak, na str. 144 je uvedeno, že se jedná o Boyerovy-Lindquistovy souřadnice, které jsou eliptickým zobecněním Schwarzschildových (sférických) souřadnic. Jak jsme již uvedli, sám autor by měl ke své knize podobných drobností celou řadu. Připomínky tohoto druhu lze nalézt na téměř každý spis a neměly by být záminkou k hanobení a zavrhování práce svých kolegů.

Není třeba polemizovat ani s názorem recenze, že vydání takové knihy je zbytečné, protože existuje zahraniční literatura a mezitím vznikla v Praze určitá skripta (nechť čtenář zkusí tato skripta sehnat!). Veliká poptávka po této nedostatečné publikaci "Gravitace, černé díry a fyzika presterečasu" a usilovná snaha mnohých zájemců ji získat jistě mluví sama za sebe.

S názorem, že kritika má být konstruktivní a že "méně někdy bývá více" lze obecně jistě souhlasit. V kontextu celé abstraktní destruktivní kritiky, která nemá konstruktivnosti ani zrnka, však tato závěrečná věta vyznívá spíše tragikomicky, ba trapně.

Autor recenze má jistě právo na svůj subjektivní názor. Je sice politováníhodné, že se propůjčil k tak hanebnému očernění a poškozování obětavé a nezištné práce svých kolegů z pobočky ČAS, ale to nechť si vyrovná se svým svědomím. Byli bychom neradi, kdyby to mezi kolegy vyvolávalo nějaké nesváry a kontraverze. Jméno autora recenze proto ani nikde ve svých reakcích explicitně neuvádíme.

Jinak je tomu však s ústředím ČAS a s redakcí Kosmických rozhledů, které pod ně patří. To, že ústředí ČAS nijak nepomohlo v realizaci naší publikace, jim nemůžeme příliš zazlívat, asi skutečně nejsou prostředky. Otisknutí tak neobjektivní a neseriózní "recenze" v oficiálním bulletinu ČAS Kosmických rozhledů je však krajně nespravedlivé a nekolegiální vůči pectivým a nezištným snahám jak autora, tak dalších kolegů z pobočky ČAS i mimo ni, kteří se obětavě a v zájmu věci o publikaci zasloužili. A hlavně to škodí dobré věci a dobrému jménu celé ČAS. V celé historii Kosmických rozhledů něco takového nemá obdobu. Je neuvěřitelné, že tento pamflet mohla redakční rada KR schválit, a to proti názoru předsedy Dr. Grygara. Pro čtenáře bude možná zajímavé a poučné, když

si přečteu recenzi na tutéž knihu etišťěnou v Říší hvězd  
č. 7, str. 138 (1987) a pereovnají jí s "recenzi" v Kosmických  
rozhledech.

Toto stanovisko vzešle z jednání na schůzi pobočky  
ČAS v Ostravě dne 17.12.1987, kde bylo při hlasevání jedno-  
myslně schváleno.

Za výber pobočky ČAS Ostrava:

Ing. Milan Vlček, předseda

Frant. Kozelský, čestný  
člen ČAS

Jar. Skoumal, místopředseda

RNDr. Vojtěch Ullmann, jednatel

Jiří Žandevský, pokladník

Ing. Miloš Bura

Čtenářům, kteří se dosud marně snažili knihu "Gravitace,  
černé díry a fyzika prostoročasu" sehnat, oznamujeme, že na  
jaře t.r. se podařile realizovat dotisk omezeného množství  
téte publikace. Vážnější zájemci si mohou o knihu napsat na  
adresy: Hvězdárna a planetárium BMZ VŠB, tř. Vítězného  
února, 708 33 Ostrava Poruba, nebo Krajská hvezdáreň,  
920 01 Hlohevec.

redakce

#### Poznámka k poznámce

Myšlenky kolegy Šulce (KR 2, 1987, 97) jsou fermulovány  
velmi uváženě a není snadné najít v jejich řetěze slabý  
článek. Jejich "kacířské" vyústění však přinejmenším může  
být pochopeno způsobem, který se zdráhám přijmout. Předsta-  
vuji si, že se na mne můj dvanáctiletý synovec obrátí s otáz-  
kou, zda má brát vážně svůj horoskop. Odpovím mu, že jako  
fyzik jsem odborníkem pouze na nižší formy pohybu hmoty  
a že si tedy musí hledat nadřazeného arbitra? A koho tu do-  
poručit? Biolog, psycholog či sociolog se zase vymluví na  
nedostatečnou znalost zákonů nižších forem. Takže se zdá,  
že s odpovědí bude opravdu nutno vyčkat až do doby, kdy bude  
známa a ověřena teorie integrující fyzikální, biologické,  
psychologické i společenské jevy - čehož se, obávám se, ani  
naši potomci nedožijí. Chvályhodná skromnost odborníků,  
kteří si nedovolí ani o píď překročit hranici své kompetence,  
má ovšem svůj rub v tom, že tak nechávají své bližní na  
pospas osobám, jež podobnými skrupulemi netrpí.

Já bych se nebál - přes omezenost své kompetence i vědo-  
mostí - svému synovci říci, že žádné souvislosti mezi poloheu  
nebeských těles a lidským osudem (toho typu, jak jej např.  
cituje totéž číslo KR na str. 101) neexistují. (Uváženější  
by snad znělo, že jejich existence je nejvýše nepravděpo-  
dobná, ale běžně se kategoricky vyjadřují o mnohem méně  
jistých věcech). Domnívám se, že k temute závěru žádné vyšší  
teorie ani speciálních znalostí není třeba.

Nelze prostě najít jakékoliv vědecké či aspeň nějaké  
racionálně podložené důvedy, proč by štěstí a dobrá výchova  
dětí měly záviset právě na poloze Merkuru, Venuše a Jupiteru

v době jejich zplození. I kdyby takovéto důvedy byly, nebylo by v lidských silách je teoreticky či empiricky postihnout, zvláště v době vzniku astrologie. Astrologové k nim mohli dojít výhradně tajemnou intuicí; celá lidská zkušenost však učí, že takevouto cestou se k exaktním poznatkům nepřichází. (Upozorňuji na slova "k exaktním" - uznávám, že veškeré poznání má oporu a zdroj v intuici a že na intuitivní úrovni může být astrologické tušení o hlubších souvislostech mezi člověkem a vesmírem pravdivější, než si myslíme.) Lze ovšem aspoň v hrubých rysech pochopit, jak astrologie vznikala a věrohodně působila v dobách, kdy o fyzikální podstatě planet, komet a souhvězdí nebylo nic známo (viz starší diskuse o astrologii KR 3, 1974, 85, zejména úvahy dr. Horského).

Fakticky to bylo poznání fyzikální podstaty astronomických objektů, které podkopalo astrologii půdu pod nohama a odlišilo ji od astronomie, s níž měla nesporné společné kořeny. V obraze světa, který věda postupně vytváří, metody a závěry astrologie působí podobně jako pohádkové postavy v realistickém románu. Či abych uvedl příklad blízký astrologii: komety byly kdysi považovány za zvěstovatelky historických událostí. Víra v tuto jejich roli začala ustupovat nikoliv v důsledku nějaké vyšší teorie, která by dokázala pravdivěji zachytit vztah komet k dějinám, ale protože komety jako fyzikální objekty nepůsobí v zmíněné roli věrohodně.

Jsem si ovšem vědom, že náš obraz světa je neúplný, neuzavřený a v mnohém fragmentární a rozporný. Nezamyšlím popírat velký a vskutku tajemný vliv, který měl a stále má na člověka pohled na noční nebe, ani to, že tento vliv se může - i prostřednictvím víry v astrologii - transformovat v plně reálný vliv na lidské osudy. Podobně ovšem nejrůznější lidské víry mohou být ne zcela vysvětleny a mohou mít dalekosáhlé důsledky, aniž to znamená, že jsou založeny na pravdivém poznání.

Předchozími prostými úvahami jsem nemínil astrologii vyvracet. Souhlasím s Šulceovým názorem, že to není úkolem astronomie, a domnívám se, že ji ani vyvrátit nelze, z důvedů, na něž v diskusi z r. 1974 poukázal zejména Dr. Ambrož (vágnost, uhybavost astrologů). Myslím tu i na závěr významného racionalistického myslitele K. Poppera (viz např. jeho knihu *Conjectures and Refutations*, dostupnou i v brněnské univerzitní knihovně), že nevyvrátitelnost teorie nesvědčí o její vědeckosti, nýbrž o pravém opaku. Výstižný je i citát ze zajímavé knihy českého filozofa (Z. Fišer, *Útěcha z ontologie*, Praha, Academia 1968): "Nemohu 'vyvrátit', že přede mnou na stole vyrůstá berovice, že existuje pták Noh či že Perseus zabil Medusu. Mohu pouze převést rozbor těchto tvrzení ze všech v úvahu přicházejících pohnutek a dokázat, že se zakládají na čiré fantasii, ukázat případně, jakým pochodem tvrdí fantasie byly vytvořeny, nebo poukázat na zřetelné jejich vnitřní protimluvy. Pro toho šak, kdo věří či doufá v jejich realitu, není argumentu."

J. Novotný

## PŘEČETLI JSME PRO VÁS

### Založení Československého klubu pomaturitního studia astronomie

Po ukončení 9. běhu PSA ve Valašském Meziříčí v listopadu 1987 byl založen Československý klub PSA (Protagonistů Světové Astronomie), jehož první schůzka se uskutečnila ve dnech 26.-28. 2. 1988 na Hvězdárně ve Valašském Meziříčí. O poutavý program se zasloužili čestní členové ČSK PSA Ing. Maleček B., CSc., ředitel valašsko-meziričské hvězdárny, RNDr. Mikulášek Z., CSc., pracovník HAP Mikuláše Koperníka v Brně, RNDr. Šíma Z., CSc., pracovník ASÚ ČSAV Praha a další astronomové. Další schůzka se konala 13.-15. května 1988 na Hvězdárně ve Valašském Meziříčí, kde současně probíhal Krajský astronomický seminář "60 let astronomie na Valašsku", jehož se zúčastnili také absolventi Pomaturitního studia astronomie 1. až 9. běhu z celé ČSSR.

Klub vydal Almanach (ve skvostné vazbě se zlaceným nápisem), z jehož lákavého obsahu citujeme, co je níže uvedeno:

### Moderní pohádka na topologicko-matematické variace

I bylo nebylo, jednoho dne se vydal mladý Instanton do světa na vandr. Jeho matka, stará Instantochrona mu dala na cestu kromě rad do batohu kouzelný integrál, derivovadlo a úžidlo tenzorů. Takto vybaven, vyslechnul ještě poslední pokyn, aby se zastavil u své tety - čtyřrozměrné diferencovatelné variety, a vyrazil ze svého rodného homeomorfního simplicionálního komplexu. Když prošel sedmi kombinatorickými triangulacemi, za extrémně zubatým horizontem se mu otevřela komplexní projektivní rovina. Musím dávat pozor, abych cestou neupadnul do některých nadbytečných singularit, pomyslí si, když byl takřka na jejím konci, a včas provést diskrétní obstrukce pro přechod. Takto zaduman, málem uklouznul na hladké Kummerově ploše, jak se polekal, když se na něho vyřítila jakási divná potvora. "Huš, jedeš ty stará křivko", křiknul na ni, "táhni nebo tě zderivuju tak, že tě ani vlastní funkce nepozná". Cha-cha, zasmála se ta potvora a začala se kolem Instantona ovíjet, "mně nic neuděláš, ať mě budeš derivovat nebo integrovat jak chceš, jsem totiž  $e^x$ ". "Víš, jak se ti říká latinsky?", pravil Instanton a začal ji mlátit derivovadlem po hlavě. "Vim", pravila ta potvora, "cé ů er vé á", a začala Instantona spouštět dolů po své větvi jdoucí k minus neko-nečnu. Instanton cítil, jak se všechno zmenšuje a začal počítovat bezmocnost. Když už viděl, jak na něho v dáli mrká ležatá osmička, snažil se zachytit za Cassonovo držadlo, ale marně. Pak mu ale blesklo v hlavě a rychle vytáhnul z batohu kouzelný integrál a zasekl se jím jako hákem do bezedné skluzavky. Pevně se uchopil oběma rukama a vzápětí ucítil, že ho exponenciála pustila ze svého smrtelného objetí. Ha, pomyslí si, znám 999 způsobů použití integrálů, tento je tisící, i když ne příliš matematický. Trochu se otrěpal, zamířil k nejbližší fuzzy množině, kde mu opět integrál posloužil jako udice

a nachytil si pár skalárů k večeři. Pak začal hledat zřídlo, aby se napil, ale bezúspěšně; když po chvilce pohlédl na divergoměr, zjistil, že nic nenajde, protože ukazoval stále nulu. Raději zalehnul, a když se vyspal, přešel rychle limitním přechodem a vyrazil vzhůru dolů Banachovým prostorem. Rychle ho minul, a když procházel třetí quasiunimodelární grupu, spatřil před sebou v dáli něco, co mu připomínalo redukci strukturní grupy tečného fibrovaného prostoru. Když přišel blíže, začal potkávat první elementy. "Kdo to jsem", zeptal se prvního, který mu cosi připomínal. "Vstoupil jsi do disjunkčního kontinua, cizince", pravilo to, co mu připomínalo operátor, "a já jsem operátor transpozice". "To je dobře", pravil Instanton a představil se taktéž. "Můžeš mi říkat Instantíku". "Dobrá", pravil operátor, "uvedu tě do našeho disjunkčního kontinuálního království, kde vládne Jeho Goniometrstvo Haversinus  $3\pi$ -tý". A šli. "Proč jsou zde všichni tak smutní?" pravil Instanton k operátorovi. "Víš, naše královské disjunkční kontinuum postihlo hrozné neštěstí, přitáhnul k nám z topologických prostoropěn strašný 9-krát kovariantní a 9-kontravariantní tenzor a hrozně pustoší naše kontinuum". "Kdo by ho dokázal zlikvidovat, dostane půl kontinua a jednu z princezen, Tangentu a Cotangentu". "Zaveď mě k vládci", pravil Instanton, "jdu na to". "Ty, Instantíku", užasnul operátor transpozice, "nu dobrá, ale věz, že mnoho odvážlivců se již o to pokusilo, ale všichni se stali imaginárními". Když přišli na centrální sféroid, byli za chvíli předvedeni před Jeho Goniometrstvo samého velkého Haversina  $3\pi$ -tého. Vypadá spíše jako připitý, pomyslel si Instanton, ale to už se u vládců stává. Dcery má ale hezké, musím je získat obě. Posilnil se na cestu několika Čebyševovými polynomy a vyrazil. Když procházel zákřuty disjunkčního kontinua, slyšel skandování davu - operátorů grupy: "Vem na tu potvoru - úžidlo tenzorů". Jen se šibalsky usmál, protože věděl, že co nemá v hlavě, má v batochu. Náhle však zatuhnul, když spatřil nad sebou obrovské spleti složkových chapadel 9-krát kovariantního a 9-krát kontravariantního tenzoru. V posledním zlomku sekundy se mu podařilo spočítat směrnici dráhy letu úžidla tenzorů vůči obludě, které začalo před užaslymi zraky generátorů grupy i Instantonovými dělat pravé divy. Násobně zamotalo obludě všechna chapadla tak, že postupně nabyla nejnepřehlednější podobu až se zakrátko zcela skalárně zhroutila. "No vidíš, jaká je z tebe nultina", pravil Instantík a hodil skaléra pseudospinorovi, který ho slupnul jako malinu. Za nadšeného jásootu davu pak Haversinus  $3\pi$ -tý poloobjal svými polovinami Instantona a kromě slíbeného mu dal ještě své dvě další dcery, Secantu a Cosecantu. A pak všichni spolu konvergovali a divergovali a jestli je nezhlitlo zákeřné nekonečno, činí tak dodnes.

Tonda Skoumal

## ORGANIZAČNÍ ZPRÁVY

Zpráva z 11. zasedání PHV ČAS konaného dne 24. června 1988 v pracovně Dr. Hlada na Petříně

Na tomto zasedání byl projednán plán činnosti a rozpočet ČAS na rok 1989, se kterým vyslovilo předsednictvo svůj souhlas a rozhodlo předložit jej hlavnímu výboru ke schválení. Tajemnice podala informace o organizačních přípravách 11. řádného sjezdu ČAS. Dr. Letfus upozornil přítomné, že ČSAV vydala nová kritéria pro udělování čestného členství ve vědeckých společnostech. Tato budou sekretariátem rozmnožena a zaslána všem předsedům poboček. Dále byly projednány organizační záležitosti, plán akcí bez mezinárodní účasti na příští rok a přijetí nových členů do ČAS.

Zpráva z 5. zasedání HV ČAS konaného 24. června 1988 v zasedací síni hvězdárny na Petříně

Pe uvítání přítomných, provedených kontrolách zápisu plnění bodů usnesení uctili přítomní památku zesnulých členů ČAS od posledního zasedání HV.

Potom následovale přednesení zpráv o činnosti za I. pololetí roku 1988. Zprávu o činnosti poboček přednesla za Ing. Vondráka tajemnice ČAS. Konstatovala, že zprávu zaslaly pob. Teplice, Úpice, Brno, Rokycany, Třebíč, Valašské Meziříčí a České Budějovice. Všechny tyto pobočky uspořádaly výroční členské schůze a pravidelně se schází výbory poboček. Pro členy byly uspořádány odborné přednášky, semináře, filmové a diskusní večery. Pobočky pomáhají při vyhledávání témat SOČ a SVOČ. Členové poboček pracují jako vedoucí astronomických kroužků v rámci působnosti svých poboček. Individuální odborná činnost členů poboček probíhá v odborných sekcích a při hvězdárnách a planetáriích. Řada členů poboček spolupracuje se Socialistickou akademií jako členové lekterského sboru. Činnost poboček je uspokojivá.

Zprávu o činnosti odborných sekcí přednesl Dr. Pekerný. Zhodnotil podrobně činnost jednotlivých sekcí a konstatoval, že sekce pracují dle svých plánů práce a při své odborné činnosti spolupracují s hvězdárnami, vědeckými ústavami a vysokými školami v místě své působnosti. Členové sekcí se podílejí na vypracování témat SOČ a SVOČ s astronomickou a příbuznou tematikou, působí jako konzultanti těchto prací i jako lektori při odborných kurzech pro mládež. Zdárně se též rozvíjí spolupráce odborných sekcí ČAS a SAS.

Dr. Hlad seznámil přítomné se stavem členské základny, která jeví vzestupnou tendenci, s prací sekretariátu a s průběhem společného zasedání předsednictev odborných sekcí ČAS a SAS. Obě tyto akce se konaly v dubnu v Bratislavě

a byly velmi úspěšné. Tajemnice doplnila jeho zprávu o problematiku s vydáváním KR.

Ing. Ptáček ve zprávě o hospodaření hovořil o čerpání jednotlivých položek rozpočtu, které je plynulé, a o nutnosti snížit letošní rozpočet v položce výdaje o 10 % v průběhu druhého pololetí. Závěrem požádal přítomné o dodržování maximální hospodárnosti.

Revizní zprávu přednesl František Hřebík a konstatoval, že hospodaření ČAS za I. pololetí proběhlo bez závad. Po diskusi hlavní výbor všechny přednesené zprávy schválil.

PHV ČAS předložilo ke schválení hlavnímu výboru tyto dokumenty:

Plán činnosti a rozpočet na rok 1989,  
Plán vnitřních kontrol,  
Plán akcí bez zahraniční účasti na r. 1989.

Všechny tyto dokumenty byly jednomyslně schváleny.

Hlavní výbor též rozhodl uspořádat ve dnech 29. a 30. září 1989 v Rokycanech 11. řádný sjezd ČAS.

M. Lieskovská

## VESMÍR SE DIVÍ

---

Nejdřív zazářil, ale pak dopadl, jen to žuchlo

# Meteorit Pražského jara



Přijel z Vídně a ve třech dnech, po dvou koncertech Pražského jara, obrátil cestu do rodné Boloně. Tam se dirigent Riccardo Chailly pravidelně vrací ke své rodině. Uchvátil obecenstvo vystoupeními, jejichž sugesce stoupala v průběhu čtyř děl: Berio, Bruckner, Schu-

RP 28.5.1988

Pane profesore Buchare, Vy jste zase jednou dopadl !

"... Dalším iniciátorem byl profesor astronomie na ČVUT v Praze dr. E. Buchner, tvůrce slunečních hodin na rodném domě v Horní Nové vsi u Lázní Bělohradu."

Říše hvězd 68 (1987) str. 154, No 8



---

Tyto zprávy rozmnožuje pro svoji vnitřní potřebu  
Československá astronomická společnost při ČSAV (170 00 Praha 7,  
Královská oboza 233). Řídí redakční kruh: vedoucí redaktor  
J. Grygar, výkonný redaktor P. Příhoda, členové P. Andrlé,  
P. Hadrava, P. Heinzl, M. Karlický, P. Lála, Z. Mikulášek,  
Z. Pokorný a M. Šolc.

Technická spolupráce: M. Lieskovská, H. Holovská.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu  
sekretariátu ČAS. Uzávěrka č. 2 roč. 26 (1988) byla 30.6.1988.

ÚVTEI - 72113