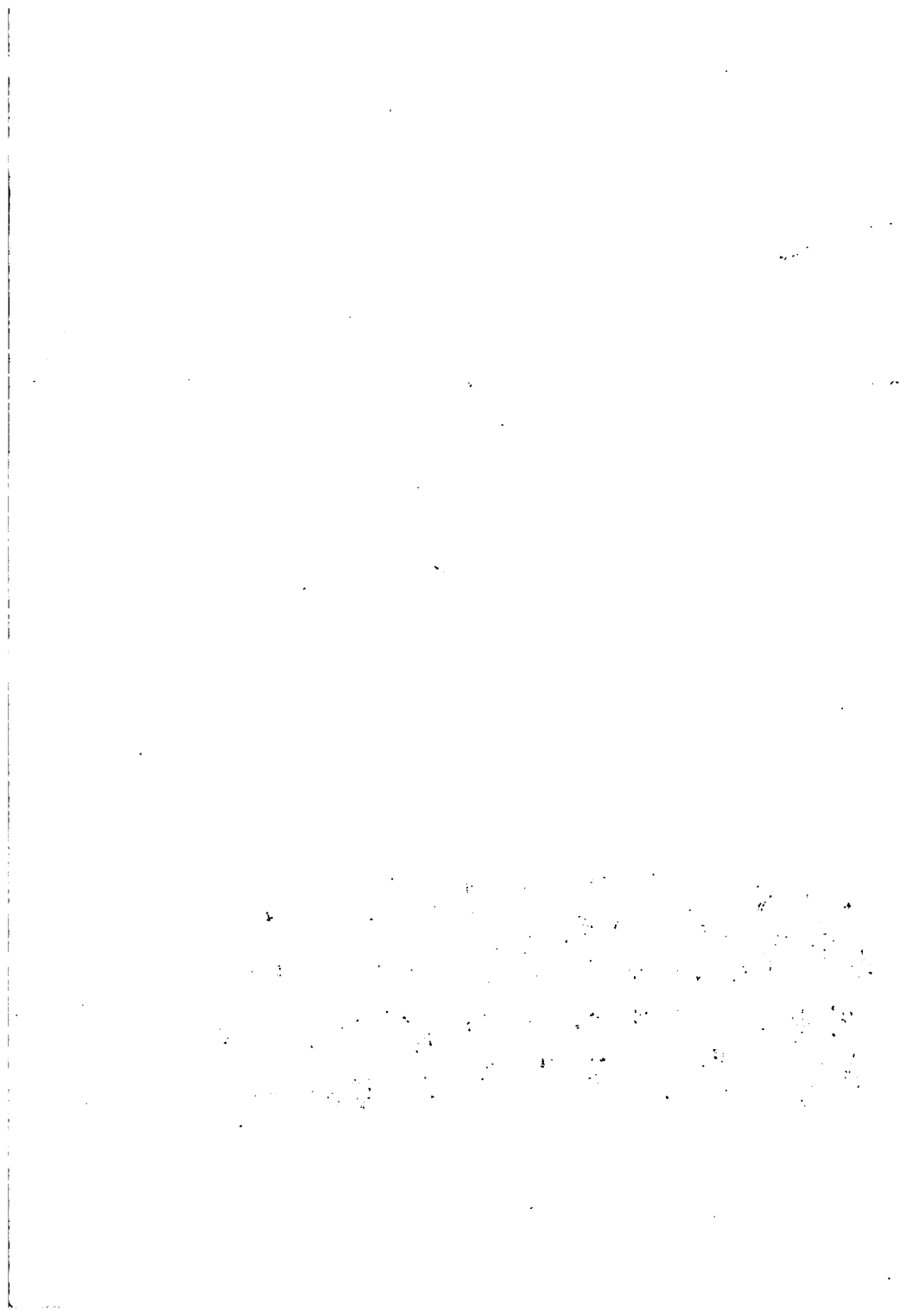


# **KOSMICKÉ ROZHLEDY**

ROČNÍK 23 (1985) ČÍSLO 1

NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV



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

ročník 23 (1985) číslo 1

Vojtěch Ullmann

## Žijeme v zakřiveném prostoročase

### 1. Úvod

Různě rychle plynoucí čas, gravitační "fata morgana" a gravitační čočky, drtivý gravitační kolaps vedoucí ke vzniku černé díry, nevidané efekty v okolí černých děr ukrývajících ve svém nitru děsivé singularity, možnost existence více vesmírů a topologické tunely umožňující "cestovat" mezi různými vesmíry, velký třesk ... To jsou jen některá hesla z "arzenálu" obecné teorie relativity, která pronikla do povědomí širší odborné i laické veřejnosti a usídlila se na stránkách vědecko-fantastické literatury. A to nehovoříme o vývodech nesprávných, plynoucích z chybné interpretace relativistických zákonitostí (sem patří např. různé "stroje času" umožňující cestování mezi budoucností a minulostí).

Přítom společným jmenovatelem všech těchto jevů v zakřiveném prostoročase je stará známá gravitace, s níž je ve formě zemské tíže každý člověk bezprostředně a neustále v kontaktu. Při letném setkání s obecnou teorií relativity přijde na mysl otázka, proč něco tak známého a všedního jako je gravitace (resp. jak se gravitace jeví v pozemských podmínkách) popisovat a vysvětlovat tak podivné a složité - přes neeukleidovskou geometrii prostoročasu. Tato problematika je důkladněji rozebírána jen v podrobných monografiích (např. /10/, /17/, /8/, /7/, /2/, /9/), zatímco v širší veřejnosti (často i mezi astronomy a fyziky pracujícími v jiných oblastech než teorie relativity a gravitace) o těchto otázkách jsou jen značně mlhavé a někdy i zkreslené představy. Většina lidí považuje obecnou teorii relativity a relativistickou astrofyziku za jakousi záhadnou vědu, jejíž principy neznají a jen prostě přijímají (nebo nepřijímají) její výsledky. Tato "mystičnost" relativistické astrofyziky je na jedné straně magnetem přitahujícím zájem širší veřejnosti, avšak pro skutečné zájemce by neměla být obestřena tajemstvím logika základních principů; záhadami vzrušujícími jeho fantazii by měly být skutečně nevyřešené problémy a sporné otázky, kterých je v daném oboru dost.

V tomto článku se pokusíme nastínit řetězec úvah, který

od známých a obvyklých fyzikálních zákonů vede s logickou nevyhnutelností k interpretaci gravitace jako projevu geometrických vlastností zakřiveného prostoročasu a tím k oněm specifickým efektům, které se v obecné teorii relativity vyskytují. Důraz budeme klást na fyzikální (kvalitativní) stránku věci, bez matematických detailů.

## 2. Pohyb, prostor, čas, relativita

Jak je obecně známo, kromě poznání specifických "relativistických" efektů Einsteinoва speciální teorie relativity způsobila hlubokou revizi intuitivních představ o prostoru a času. Speciální teorie relativity vychází ze základního postulátu (tzv. speciálního principu relativity) podle něhož fyzikální zákony jsou stejné pro všechny inerciální vztažné soustavy - všechny tyto inerciální soustavy jsou pro popis fyzikálních dějů rovnocenné, při stejných podmínkách probíhají fyzikální jevy stejně v každé inerciální soustavě nezávisle na rychlosti jejího pohybu. V Newtonově mechanice je speciální princip relativity splněn. Aby speciální princip relativity platil i pro jevy elektromagnetické popsané Maxwellovými rovnicemi, musí mít veličina  $c$  (obsažená v Maxwellových rovnicích buď přímo nebo přes permitivitu vakua a rovná rychlosti šíření elektromagnetických vln ve vakuu) ve všech inerciálních soustavách stejnou hodnotu. Tento důsledek platnosti speciálního principu relativity pro elektromagnetické děje byl experimentálně potvrzen optickými měřeními Michelsona a Morleye v r. 1886 a později několikrát znovu a přesněji ověřen. Tento výsledek A. Einstein ve své průkopnické práci v r. 1905 /2/ prohlásil jako obecný princip stálé rychlosti světla ve vakuu, podle něhož rychlost šíření elektromagnetických vln musí mít tutéž hodnotu  $c \approx 3 \cdot 10^{10}$  m/s ve všech inerciálních soustavách. Toto je v ostrém rozporu s obvyklými kinematickými představami vyjádřenými Galileiho transformací a založený mi na koncepci absolutního prostoru a času - neplatí zde běžné pravidlo skládání rychlostí. Obvyklé Galileiho transformace souřadnic mezi inerciálními soustavami musejí být nahrazeny obecnějšími transformacemi Lorentzovými.

Prostorové vzdálenosti a časové intervaly přestávají být absolutními veličinami - závisejí na vztažné soustavě, z níž se měří (známé efekty kontrakce délek a dilatace času). Prostor a čas nemohou být chápány nezávisle na sobě, absolutní význam má pouze jejich spojení ve čtyřrozměrný prostoročas událostí: každá událost je charakterizovaná tím, kde se stala (tři rozměry prostorové) a kdy se stala (jeden rozměr - čas). Prostoročasová "odlehlost" neboli interval dvou událostí o souřadnicích  $t, x, y, z$  a  $t + \Delta t, x + \Delta x, y + \Delta y, z + \Delta z$

$$\Delta s^2 = -c^2 \Delta t^2 + \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 \quad (1)$$

je nezávislý na tom, ze které inerciální soustavy je určová

Důležité je, že v inerciálních soustavách speciální teorie relativity geometrie jak prostoru, tak prostoročasu

je Eukleidova (přesněji řečeno, geometrie Minkowského prostoročasů je pseudo-eukleidovská, protože časová souřadnice v "Pythagorově formě" (1) má záporné znaménko) - prostor i prostoročas je rovinný (nezakřivený), lze vždy zavést systém globálních kartézských souřadnic jak prostorových, tak prostoročasových.

Speciální teorie relativity, i přes svůj obrovský přínos pro téměř všechny oblasti fundamentální fyziky, má dva zásadní nedostatky (spolu vzájemně související): 1. Popisuje fyzikální zákony pouze z hlediska inerciálních vztažných soustav. 2. Neumožňuje důsledný popis gravitačních jevů.

V praxi jsme často nuceni sledovat fyzikální procesy z neinerciálních vztažných soustav. Ukazuje se, že přirozeným formálním zobecněním lze v rámci speciální teorie relativity studovat fyzikální zákony i v neinerciálních soustavách, takže první nedostatek by nebyl tak závažný. Závažnější je druhý nedostatek: za přítomnosti gravitace neexistují inerciální vztažné soustavy a speciální teorie relativity je zde globálně nepoužitelná. Jak ale uvidíme dále, díky těsné souvislosti mezi gravitací a setrvačností si speciální teorie relativity v gravitačním poli zachovává lokální platnost; to umožňuje vybudování relativistické fyziky gravitace a prostoročasu - Einsteinovy obecné teorie relativity.

Všechna fyzikální měření a pozorování přírodních dějů vůbec jsou ve své podstatě vlastně založena na stanovení prostorových a časových relací, na zjišťování prostoročasových koincidencí mezi dvěma událostmi. Každé elementární události (bodu prostoročasu) je přiřazena čtveřice čísel - souřadnice daného bodu - přičemž toto přiřazení se požaduje vzájemně jednoznačné a spojitě. Koincidence dvou prostoročasových událostí pak bude vyjádřena rovností všech jejich souřadnic. Splývají-li takto dvě prostoročasové události v jedné souřadnicové soustavě, musejí být tyto události totožné i v libovolné jiné souřadnicové soustavě. Soustava prostoročasových souřadnic je věcí volby a proto nemá žádný vztah k fyzikálnímu obsahu teorie. Lze tak vyslovit přirozený kinematický požadavek, aby fyzikální zákony platné v nějaké vztažné soustavě platily i v libovolné jiné vztažné soustavě: "všechny fyzikální zákony mají stejný tvar v libo-

+/ Pozn. red.: Je zřejmé, že Newtonova teorie gravitace je neslučitelná se speciální teorií relativity, neboť předpokládá okamžité (t.j. současné vzhledem k absolutnímu času) působení gravitace na dálku, zatímco ve spec. teorii relativity je i "současnost" relativní. Bylo by možné hledat relativistické zobecnění Newtonovy teorie např. ve tvaru, v němž by se gravitační potenciál šířil od zdroje konečnou rychlostí v inerciální soustavě (přičemž prostoročas by měl stále Minkowského geometrii) Takové teorie však kvantitativně selhávají. Empiricky zjištěná univerzálnost gravitačního pole však implikuje principiální nerozlišitelnost gravitačního pole od pole setrvačných sil a vede tak (jak uvidíme dále) ke ztotožnění gravitačního pole s geometrií (ne-eukleidovskou) prostoročasu, čímž odlišuje gravitaci od ostatních interakcí.

volné vztažné soustavě". Toto je Einsteinův obecný princip relativity (zobecnění speciálního principu relativity), který vyjádřen matematicky zní: "všechny fyzikální zákony lze zapsat ve tvaru invariantním (kovariantním) vzhledem k transformacím prostoročasových souřadnic".

Speciální teorie relativity, která operuje většinou s inerciálními vztažnými soustavami, je schopna popisovat vlastnosti i nerovnoměrně se pohybujících objektů (relativistická dynamika). Vztažné soustavy spojené s nerovnoměrně (zrychleně) se pohybujícími tělesy nejsou inerciální, takže mezi nimi není přímo použitelná Lorentzova transformace. Avšak "ideální" (dostatečně pevné) hodiny, s nimiž pozorovatel v takové neinerciální soustavě měří čas, nemění svou strukturu a vlastnosti vlivem zrychlení, takže tyto hodiny půjdou stejně rychle jako inerciální hodiny pohybující se v daném okamžiku spolu s pozorovatelem. Podobně "ideální" (dostatečně tuhé) měřicí tyče neinerciálního pozorovatele budou ukazovat stejné délky jako tyče pohybující se momentálně inerciálně spolu s ním. Tedy intervaly prostoru a času měřené různými pozorovateli závisí pouze na jejich (okamžitých) vzájemných rychlostech, nikoliv na jejich zrychleních. Z hlediska pozorovatele v inerciální soustavě je možno neinerciální (zrychlenou) vztažnou soustavu považovat za spojitou posloupnost jednotlivých inerciálních soustav a vztah prostoročasových souřadnic bude tedy dán Lorentzovými transformacemi s plynule proměnnými rychlostmi.

To, že zákony speciální teorie relativity platí i při obrovských zrychleních vyšších než asi  $10^{28}$  m/s<sup>2</sup> (t.j. že prostoročasové relace, hmotnost, energie, hybnost atd. nezávisí na okamžitém zrychlení, ale pouze na okamžité rychlosti) se s vysokou přesností potvrzuje experimentálně při rozptylu částic o vysokých energiích.

Obecný princip relativity tedy tvrdí, že nejen systémy (pseudo)kartézských prostoročasových souřadnic spojené s inerciálními vztažnými soustavami, ale i libovolné jiné soustavy prostoročasových souřadnic jsou pro formulaci fyzikálních zákonů zcela rovnocenné. Na první pohled se zdá, že obecný princip relativity odporuje zkušenosti, protože v neinerciálních vztažných soustavách se objevují "fiktivní" setrvačné síly ovlivňující pohyb tělesa a průběh fyzikálních dějů. Původ takových sil však lze v rámci speciální teorie relativity snadno vysvětlit a vlastnosti těchto zdánlivých sil (jejich vliv na fyzikální jevy) mohou být vyjádřeny obecně invariantními rovnicemi.

V inerciální vztažné soustavě  $\tilde{S}$  v kartézských souřadnicích  $\tilde{x}^i$  ( $i=0,1,2,3$ ;  $\tilde{x}^0 = ct$ ,  $\tilde{x}^1 = x$ ,  $\tilde{x}^2 = y$ ,  $\tilde{x}^3 = z$ ) má element prostoročasového intervalu tvar

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + dx^2 + dy^2 + dz^2 \equiv \eta_{ik} d\tilde{x}^i d\tilde{x}^k, \quad (2)$$

$$\eta_{ik} = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Přejdeme-li k libovolné soustavě prostororočasových souřadnic  $x^i$  v obecně neinerciální vztažné soustavě  $S$  pomocí transformace

$$x^i = \tilde{x}^i(\tilde{x}^k),$$

bude mít v těchto nových souřadnicích  $x^i$  prostororoasový interval tvar

$$ds^2 = g_{ik}(x^j) dx^i dx^k, \quad (3)$$

kde

$$g_{ik}(x^j) = \frac{\partial \tilde{x}^l}{\partial x^i} \frac{\partial \tilde{x}^m}{\partial x^k} \eta_{lm}$$

Jelikož vztažné soustavy  $\tilde{S}$  a  $S$  se vzhledem k sobě pohybují se zrychlením, transformace  $S \rightarrow \tilde{S}$  nebude pevnou Lorentzovou transformací a veličiny  $\partial \tilde{x}^m / \partial x^k$  budou obecně funkcemi místa a času. Neinerciální vztažné systémy jsou z matematického hlediska vlastně soustavami křivočarých prostororoasových souřadnic. Místo konstant  $\eta_{ik}$  se zde objevují nové veličiny  $g_{ik}(x^j)$ , jejichž funkční závislosti na souřadnicích  $x^j$  charakterizují neinerciálnost soustavy  $S$ . Protože tyto veličiny  $g_{ik}$  udávají předpis, jak pomocí rozdílů souřadnic měřit skutečné vzdálenosti v prostororoase, nazývají se v diferenciální geometrii metrický tenzor.

Rovnice pohybu volné testovací částice v inerciální soustavě  $\tilde{S}$  (t.j. zákon setrvačnosti)

$$\frac{d^2 \tilde{x}^i}{ds^2} = 0$$

vyjádřená v obecně vztažné soustavě  $S$  (t.j. v křivočarých prostororoasových souřadnicích  $x^i$ ) má tvar

$$\frac{d^2 x^i}{d\tau^2} + \frac{\partial x^i}{\partial x^m} \frac{\partial^2 x^m}{\partial x^k \partial x^l} \frac{dx^k}{d\tau} \frac{dx^l}{d\tau} = 0.$$

Tato rovnice je invariantní vzhledem k libovolné transformaci souřadnic  $x^i \rightarrow x'^i$  (při použití soustavy souřadnic  $x'^i$  dostaneme rovnici stejného tvaru, v níž  $x$  jsou nahrazeny  $x'$ ). Rovnice pohybu volné hmotné částice při použití obecných křivočarých prostororoasových souřadnic  $x^i$  (v obecně neinerciální vztažné soustavě) má tedy tvar

$$\frac{d^2 x^i}{d\tau^2} + \Gamma_{kl}^i \frac{dx^k}{d\tau} \frac{dx^l}{d\tau} = 0, \quad (4)$$

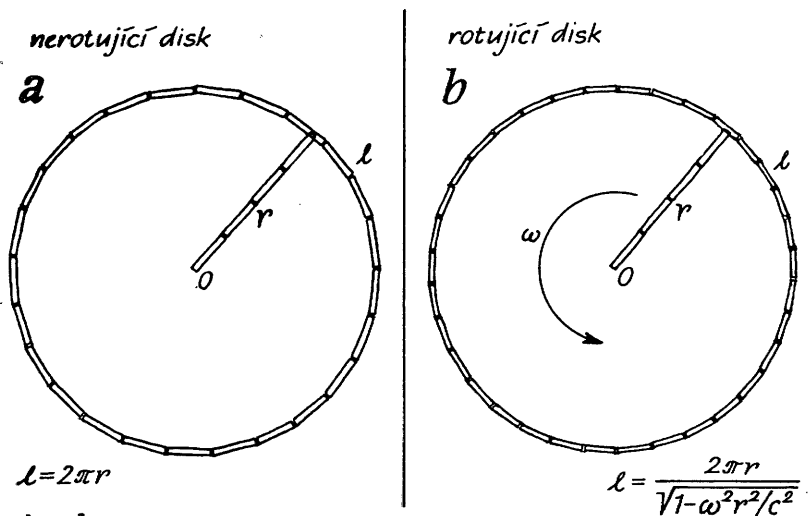
kde koeficienty  $\Gamma_{kl}^i$  lze vyjádřit pomocí metrického tenzoru:

$$\Gamma_{kl}^i = \frac{1}{2} g^{im} \left( \frac{\partial g_{mk}}{\partial x^l} + \frac{\partial g_{ml}}{\partial x^k} - \frac{\partial g_{kl}}{\partial x^m} \right) . \quad (5)$$

Tyto veličiny (popisující působení "zdánlivých" setrvačných sil na pohyb částice) obsahují složky metrického tenzoru a jeho derivace; nazývají se Christoffelovy koeficienty afinní konexe /12/. Rovnice (4) se nazývá rovnice geodetiky (zde se však samozřejmě jedná o přímku vyjádřenou jen v křivočarách souřadnicích).

Vidíme tedy, že pomocí veličin  $g_{ik}$  (tj. pomocí metriky) lze zachytit i zdánlivé síly působící na hmotná tělesa v neinerciálních vztažných soustavách S. Podobně všechny ostatní fyzikální zákony (např. zákony elektrodynamiky) lze vyjádřit v obecně invariantním tvaru platném v libovolné vztažné soustavě /9/. V takto zapsaných rovnicích explicitně figurují též složky metrického tenzoru  $g_{ik}$  a jejich derivace podle souřadnic. Přítomnost složek  $g_{ik}$  ve fyzikálních zákonech vyjadřuje vliv zdánlivých setrvačných sil, např. jejich působení na pohyb těles nebo na elektromagnetické jevy. V rámci speciální teorie relativity tak lze vybudovat obecně invariantní teorii zdánlivých setrvačných sil a jejich vlivu na všechny obecné fyzikální zákony (kromě gravitace).

Z hlediska inerciální vztažné soustavy speciální teorie relativity má prostor (trojrozměrný) Eukleidovu geometrii. V neinerciálních vztažných soustavách se však geometrie trojrozměrného prostoru stává neeukleidovskou! Snadno to lze ukázat na rotující vztažné soustavě (obr. 1). Mějme zpočátku



obr. 1



nerotující rovny kotouč, jehož střed  $O$  tvoří počátek inerciální vztahné soustavy  $S$ . Pozorovatel, který pomocí (dostatečně krátkých) měřících tyčí měří rozměry tohoto kruhového disku, změní jeho poloměr  $r$  a obvod  $l = 2\pi r$  v souladu s Eukleidovou geometrií. Pak disk roztočíme kolem jeho středu s úhlovou rychlostí  $\omega$  vzhledem k inerciální vztahné soustavě. Jsou-li měřící tyče i samotný disk dostatečně tuhé, lze roztažení odstředivou silou zanedbat a pozorovatel na rotujícím kotouči pomocí radiálně příkládaných měřících tyčí naměří stejný poloměr  $r$  disku jako by rotace nebylo. Sleduje-li inerciální pozorovatel z  $S$  měřící tyče, které pozorovatel na rotujícím disku přikládá k jeho obvodu za účelem změření obvodu  $l$ , pak tyto tyče se pohybují ve směru své délky obvodovou rychlostí  $\omega r$ . Podle speciální teorie relativity bude každá taková tyč

$\sqrt{1 - \omega^2 r^2 / c^2}$  - krát kratší než v klidu. Pozorovatel na rotujícím disku proto zjistí, že mezi poloměrem a obvodem kruhového disku platí vztah

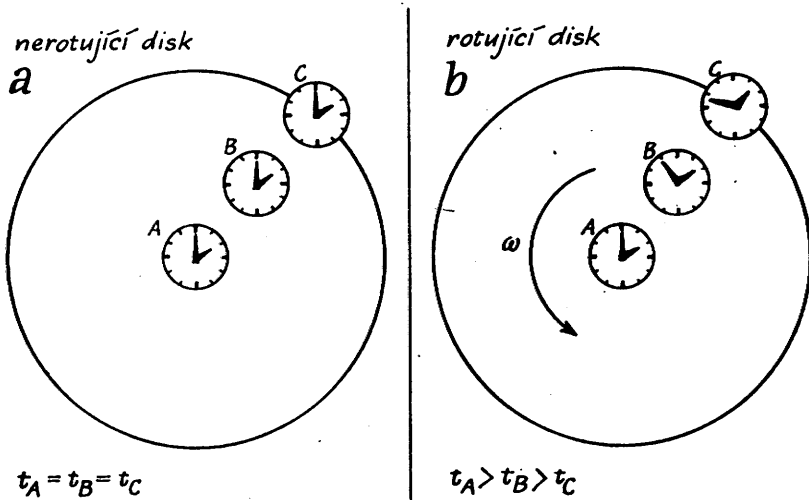
$$l = \frac{2\pi r}{\sqrt{1 - \omega^2 r^2 / c^2}} \quad (6)$$

Poměr mezi délkou kružnice a jejím poloměrem je zde různý od  $2\pi$ , geometrie rotujícího disku je neeukleidovská. Vnější inerciální pozorovatel to vysvětlí kinematicky pomocí Lorentzových kontrakcí speciální teorie relativity, zatímco vnitřní pozorovatel rotující spolu s diskem (pro něhož budou všechny části disku v klidu) to bude považovat za důsledek "setrvačných" sil působících na všechna tělesa. Prohlásí, že tyto setrvačné síly odchyľují geometrii prostoru od Eukleidovy, přičemž míra této neeukleidovosti (zakřivení) prostoru je dána velikostí těchto setrvačných sil, t. j. odstředivou silou  $\omega^2 r$ .

Tedy prostorová geometrie v neinerciálních vztahných soustavách není obecně eukleidovská, nelze zde sestrojít kartézskou soustavu prostorových souřadnic. Geometrie čtyřrozměrného prostoročasu zde však zůstává eukleidovská - vhodnou transformací se lze vždy vrátit k inerciální soustavě s (pseudo)kartézskými prostoročasovými souřadnicemi. Prostročas zůstává i ve speciální teorii relativity pevnou "scénou", v níž se odehrávají fyzikální děje, avšak na samotné vlastnosti prostoročasu tyto fyzikální děje nijak nepůsobí.

K tomu, aby v inerciální soustavě dvoje hodiny identické konstrukce šly různě rychle, je třeba, aby se vůči sobě pohybovaly. V neinerciální vztahné soustavě však hodiny nacházející se v různých místech mohou jít různě rychle i tehdy, když se vzhledem k sobě nepohybují. Opět je to dobře vidět na příkladu rotující vztahné soustavy (obr. 2). Mějme kotouč rotující rychlostí  $\omega$  (to bude neinerciální vztahná soustava  $S$ ), na němž jsou ve středu rotace upevněny hodiny A, ve vzdálenosti  $r_B$  hodiny B a v ještě větší vzdálenosti  $r_C$  od středu další hodiny C. Z hlediska inerciální soustavy  $S$  (s počátkem ve středu rotace) budou hodiny A

v klidu, hodiny B budou mít rychlost  $\omega r_B$  a hodiny C ještě větší rychlost  $\omega r_C$ . Podle Lorentzovy transformace (dilatace



obr. 2

času) půjdou hodiny B pomaleji (a hodiny C ještě pomaleji) než hodiny A:

$t = t_A \sqrt{1 - \omega^2 r^2 / c^2}$ . Z hlediska rotující vztahné soustavy S budou všechny troje hodiny vůči sobě v klidu, avšak každé hodiny jdou stejnou rychlostí jako příslušné inerciální hodiny pohybující se v daném okamžiku spolu s vyšetřovanými hodinami. O chodu hodin A, B, C zde bude proto platit totéž co z hlediska inerciální soustavy - vzhledem k hodinám A půjdou hodiny B pomaleji a hodiny C ještě pomaleji. Pozorovatel v inerciální soustavě S to vysvětlí dilatací času způsobenou jejich různým pohybem, zatímco pozorovatel v rotující soustavě (kde jsou všechny troje hodiny v klidu) to musí považovat za důsledek pole setrvačných sil s univerzálními účinky, které ve své soustavě pozoruje.

Obecný princip relativity vzatý izolovaně je však fyzikálně bezobsažný, protože každý fyzikální zákon lze formálně přepsat tak, aby vyhovoval obecnému principu relativity (měl stejnou formu ve všech vztahných soustavách), aniž se nějak rozšíří nebo prohloubí fyzikální význam tohoto zákona. Teprve spojení s principem ekvivalence, který fiktivní setrvačné síly v neinerciálních soustavách stává na roven

skutečně existujícím gravitačním silám, dává obecnému principu relativity hluboký fyzikální význam: vede od obecně invariantní teorie zdánlivých setrvačných sil k Einsteinově teorii gravitace.

### 3. Univerzálnost gravitace a geometrie prostoročasu

Základní klíč k pochopení souvislosti mezi gravitací, setrvačností a vlastnostmi prostoru a času měl vlastně již Galilei ve svém zákonu volného pádu, podle něhož všechna tělesa padají k zemi se stejným zrychlením nezávisle na svém složení a hmotnosti. Tato specifická vlastnost gravitace, nyní nazývaná univerzálností, zůstala dlouhou dobu fakticky nepovšimnuta. Teprve Albert Einstein pochopil, že právě univerzálnost gravitačního působení je nejdůležitější vlastností gravitace, vyvodil z toho patřičně fyzikální důsledky a vybudoval tak svoji obecnou teorii relativity.

Hmotnost tělesa se ve fyzikálních jevech projevuje v podstatě trojím způsobem a podle toho můžeme rozeznávat tři druhy hmotnosti:

1. Hmotnost setrvačná  $m_s$ , která je mírou odporu kladeného tělesem vůči zrychlování negravitačními silami podle 2. Newtonova zákona

$$\vec{F} = m_s \cdot \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} .$$

2. Pasivní hmotnost tíhová  $m_{tp}$ , která udává sílu, jakou na toto těleso bude působit dané gravitační pole s potenciálem  $\varphi$  :  $\vec{F} = m_{tp} \cdot \text{grad } \varphi$  .

3. Aktivní tíhová hmotnost  $m_{ta}$  určující, jak intenzivní gravitační pole bude dané těleso kolem sebe budít:

$$\varphi(r) = -G \frac{m_{ta}}{r}$$

pro bodové těleso.

Podle Newtonova zákona akce a reakce je aktivní a pasivní hmotnost každého tělesa stejná (resp. oba druhy hmotnosti si jsou úměrné s koeficientem rovným univerzální gravitační konstantě  $G$ ).

Hmotná testovací částice se bude v gravitačním poli pohybovat podle rovnice

$$m_s \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = m_t \cdot \text{grad } \varphi \quad (7)$$

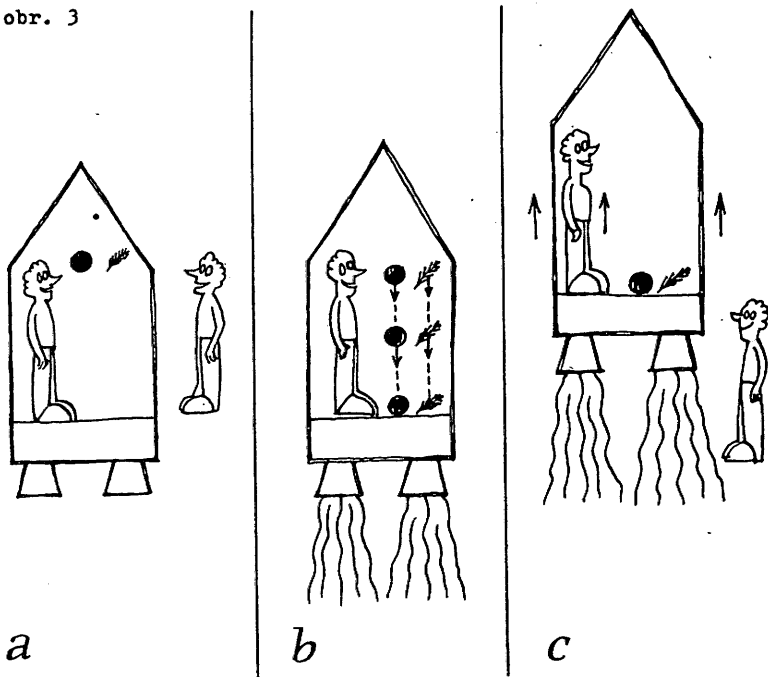
Univerzálnost gravitačního působení zde pak jinými slovy říká, že pro každé těleso je setrvačná a tíhová hmotnost stejná:  $m_s = m_t$  (tyto hmotnosti jsou si úměrné a rovnosti se dosahuje vhodnou volbou jednotek). Hmotnosti v rovnici (7) se pak vykrátí a pohyb v gravitačním poli je dán rovnicí

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - \text{grad } \varphi ,$$

kteřá ve shodě s kritériem univerzálnosti neobsahuje žádné individuální charakteristiky pohybujičho se tělesa.

Tedy v gravitačním poli se všechna tělesa pohybují se stejným zrychlením nezávisle na svém složení a hmotnosti. Nejruznější tělesa vržená z téhož bodu se stejnou (vektorově) rychlostí se budou pohybovat po naprosto stejných trajektorích. Tato univerzálnost, jak si všiml Einstein, se nápadně podobá univerzálnosti kinematiky. Osvětíme si tento klíčový aspekt gravitace na myšleném pokusu podle obr. 3.

obr. 3



Představme si na chvíli, že žádná gravitace neexistuje a prostorem se volně (s vypnutými motory) pohybuje raketa, v jejíž kabině jeden pozorovatel provádí mechanické pokusy; druhý pozorovatel to sleduje zvenku přes průhlednou stěnu kabiny.

Umístí-li vnitřní experimentátor v určité "výšce" nad podlahou kabiny nehybně vedle sebe např. olověnou kuličku a peříčko, zůstanou obě tato tělesa neustále vedle

sebe "viset" v klidu vůči podlaze rakety; totéž bude pozorovat i vnější pozorovatel. Jestliže se však zapálí motory a raketa se začne pohybovat s konstantním zrychlením, situace se změní. Vnitřní pozorovatel pocítí "tíži" a bude pozorovat, že všechna tělesa padají k podlaze kabiny. Pokud nebude vědět o zapnutých motorech, prohlásí: "V mé kabině existuje silové pole, ve kterém všechna tělesa padají se stejným zrychlením". Peříčko i olověná kulička dopadnou na podlahu kabiny přesně ve stejném okamžiku, i když jejich složení i hmotnosti jsou velmi rozdílné. Vzpomene si na Galileiho zákon volného pádu a řekne: "Toto univerzální silové pole je polem gravitačním. Asi je má raketa upevněna v blízkosti nějaké planety, jež je zdrojem gravitačního pole, které pozorují".

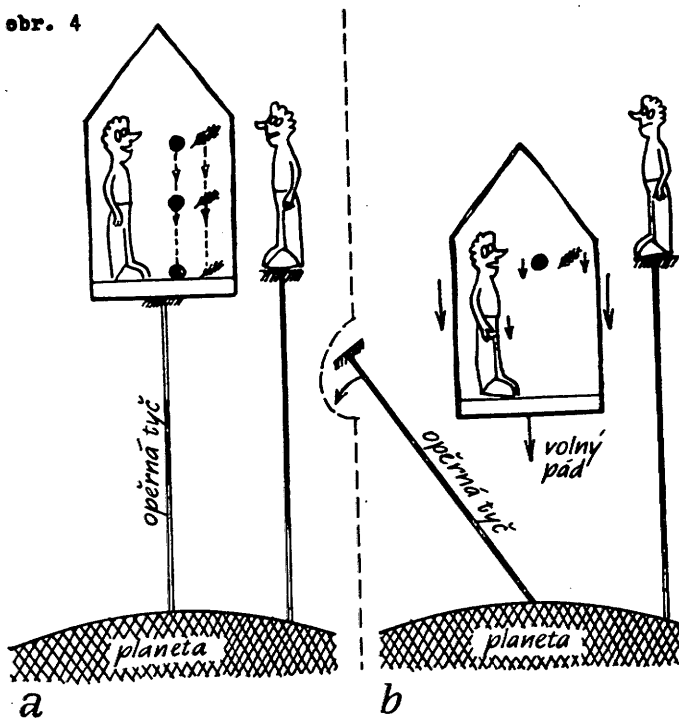
Vnější pozorovatel se mu však vysměje, protože on má jiné vysvětlení: "Žádné gravitační pole uvnitř kabiny neexistuje! Vnitřní pozorovatel cítí tíži proto, že je spolu s kabinou urychlován silou raketových motorů. Olověná kulička i peříčko zůstávají stále na svém místě, nepadají k podlaze, ale naopak podlaha se začala se zrychlením pohybovat proti nim. Že se kulička i peříčko srazí s podlahou ve stejném okamžiku, je z kinematického hlediska samozřejmé. Tedy žádná gravitace, ale neinerciální vztažná soustava, ve které působí zdanlivé pole setrvačných sil".

Můžeme si představit i opačnou situaci (obr. 4), kdy je kabina rakety opřena delší tyčí o povrch nějaké planety. Experimentátor uvnitř kabiny bude opět pozorovat, že všechna tělesa padají k podlaze se stejným zrychlením a může to považovat za důsledek přítomnosti gravitačního pole s univerzálními účinky. Avšak vzpomene-li si na vysvětlení vnějšího pozorovatele v předchozím případě, může podat i jiné zdůvodnění: "Moje kabina je ve volném prostoru bez gravitace, ale jsou zapnuty raketové motory, které celou raketu rovnoměrně zrychlují. Tíže, kterou cítím, je setrvačným odporem hmotnosti mého těla vůči zrychlování, padání těles se stejným zrychlením je kinematický efekt v neinerciální soustavě."

Oproti předchozímu případu z obr. 3 je zde však přece jen určitý rozdíl. Druhé vysvětlení bude fyzikálně ekvivalentní prvnímu vysvětlení pouze lokálně, v rámci dostatečně malé kabiny. Gravitační pole je zde totiž nehomogenní - jeho intenzita slábne s výškou nad povrchem a směr je vždy do středu planety. Proto kdyby kabina byla příliš velká, zjistil by vnitřní pozorovatel, že tělesa ve větší výšce nad podlahou padají s menším zrychlením než tělesa bližší podlaze a směr pádu těles v jednom koutě kabiny se poněkud liší od směru pádu v protějším koutě laboratoře. Toto chování těles by již nebylo vysvětlitelné zrychleným pohybem kabiny bez gravitace. Pod pojmem "lokálně" budeme tedy v dalším rozumět "v dostatečně malé oblasti prostoročasu, kde je možno dané gravitační pole považovat za homogenní".

Odstraníme-li na obr. 4 podpírající tyč, začne raketa volným pádem padat k povrchu planety. Protože všechna tělesa bez ohledu na své složení a hmotnost padají v gravitačním poli se stejným zrychlením, bude jejich vzájemně zrychlení

obr. 4



v kabině nulové - vznikne stav beztíže. Peříčko i olověná kulička zůstávají nehybně "viset" vedle sebe ve stejné výšce nad podlahou kabiny. Vnitřní experimentátor prohlásí: "Moje kabina je inerciální soustava, která se volně pohybuje v prostoru bez gravitace." Vnější pozorovatel (spojený s planetou) však má jiné vysvětlení: "Kabina rakety a s ní všechna tělesa uvnitř padají volným pádem v gravitačním poli planety. Protože gravitační pole udílí stejné zrychlení jak peříčku, tak olověné kuličce i celé kabině, budou padat stále spolu vedle sebe a spolu s kabinou, vůči jejíž podlaze a stěnám budou tedy v klidu". Kabina volně padající v gravitačním poli je pro vnitřního pozorovatele inerciální, avšak opět jen lokálně inerciální, protože gravitační pole je nehomogenní a tedy inerciálnost je dosahována v různých místech různým zrychlením volného pádu. Všechny uvedené závěry budou platit i pro (osudu vnitřního pozorovatele daleko příznivější) variantu, kdy místo volného pádu k povrchu zvolíme oběžný pohyb 1. kosmickou rychlostí kolem planety. Takový stav beztíže způsobený univerzální kompenzací gravitační a odstředivé síly

si bezprostředně vyzkoušeli všichni kosmonauté.

Který z obou pozorovatelů při popsanych myšlených experimentech má pravdu? Vnitřní nebo vnější? At budou provádět libovolné lokální (v rámci kabiny) mechanické experimenty, bude je možno úplně stejně dobře vysvětlit jak přítomností gravitačního pole, tak působením setrvačných sil v neinerciální vztahné soustavě. V takovéto neinerciální vztahné soustavě (např. v kabině zrychlující se rakety) pozorujeme pole "setrvačných sil", které je sice pro vnějšího pozorovatele kinematického původu (a tedy "zdanlivé"), avšak pro vnitřního pozorovatele je to skutečné pole mající všechny vlastnosti gravitačního pole - univerzální účinek na všechny děje. Naopak, skutečné (t.j. buzené nějakou hmotou, např. v okolí planety nebo hvězdy) gravitační pole má lokálně stejné vlastnosti jako pole setrvačných sil v neinerciální soustavě. Setrvačnost a gravitace jsou v jistém smyslu dvě stránky jedné mince: to, co se jednomu pozorovateli jeví jako setrvačnost, je pro jiného pozorovatele gravitací a naopak. Pomocí žádného lokálního mechanického experimentu od sebe nelze odlišit gravitační a setrvačné síly (neexistuje pro ně žádný "lokální indikátor"). Můžeme tak vyslovit slabý princip ekvivalence: Pohyb těles v gravitačním poli je lokálně ekvivalentní pohybu v neinerciální vztahné soustavě bez gravitace.

Vzniká důležitá otázka, zda univerzálnost gravitačního působení se omezuje jen na jevy mechanické, nebo platí pro všechny fyzikální děje. Nepřímou informací ve prospěch druhé možnosti dává již to, že tělesa velmi rozdílného složení padají v gravitačním poli se stejným zrychlením. Toto Galileiho zjištění bylo ověřeno pokusy Eötvösovými (na počátku našeho století) s přesností  $10^{-8}$ , Dickeho a kol. (r.1963) s přesností  $10^{-11}$  a Braginského a kol. (r.1971) s přesností  $10^{-12}$ . Tělesa rozdílného složení mají rozdílné zastoupení elektronů, protonů, neutronů, rozdílný podíl hmotnosti např. elektromagnetického původu. Změříme-li stejnou setrvačnou a gravitační hmotnost pro tělesa rozdílného složení, můžeme říci, že gravitační pole má stejný účinek na protony, neutrony, elektrony i na samotné elektromagnetické pole (působení gravitačního pole na světlo bylo navíc experimentálně přímo ověřeno - spektrální posuv a zakřívování světelných paprsků). Co nejpřesnější ověření platnosti principu ekvivalence pro všechny druhy interakcí a v co nejširším spektru fyzikálních situací je velmi důležité, protože na zcela přesné platnosti principu ekvivalence pro všechny fyzikální jevy (t.j. na absolutní univerzálnosti gravitační interakce) stojí celá obecná teorie relativity jakožto fyzika prostoročasu a gravitace. Seběmenší spolehlivě zjištěná odchylka by touto teorií otrásla v samotných základech.

A. Einstein plně pochopil a zobecnil univerzálnost gravitačního působení a všechny fyzikální jevy a vyslovil princip ekvivalence, který je základem obecné teorie relativity:

Gravitační pole v každém místě je lokálně ekvivalentní

(pro všechny fyzikální děje) situaci, kdy není žádné gravitační pole, ale vztahná soustava (pozorovatel) v tomto bodě se pohybuje s příslušným zrychlením - je neinerciální.

Univerzálnost gravitačního působení je základní vlastností, kterou se gravitace liší od všech ostatních druhů sil v přírodě. Pole gravitačních a setrvačných sil jsou ekvivalentní pro všechny fyzikální děje, platí pro ně stejné fyzikální zákony a tedy jsou od sebe lokálně zcela nerozlišitelné. Z hlediska obecné teorie relativity lze říci, že setrvačné a gravitační síly mají stejnou (společnou) fyzikální podstatu; touto společnou podstatou jsou geometrické vlastnosti prostoročasu.

Homogenní gravitační pole lze beze zbytku "imitovat" kinematickým polem setrvačných sil v neinerciální vztahné soustavě; přitom je vždy možno nalézt takovou vztahnou soustavu, v níž se volná tělesa pohybují jako kdyby pole nebylo. Pro skutečná (nehomogenní) gravitační pole toto již možné není, protože neexistuje vztahná soustava anulující intenzitu takového pole ve všech bodech. Avšak v dostatečně malém okolí každého bodu lze gravitační pole libovolného původu a struktury považovat za homogenní, a tedy za kinematické.

Záhadné gravitační síly se tak podařilo popsat pomocí zdánlivých setrvačných sil, se kterými si již může poradit speciální teorie relativity, jak bylo výše ukázáno. Lokální princip ekvivalence je tak spojovacím můstkem mezi gravitační a negravitační fyzikou. Univerzálnost gravitace nám umožňuje převést si gravitaci na kinematiku. Kinematika je vyjádřením geometrických vlastností prostoru a času. Jestliže tedy gravitace mění kinematiku, bude tím měnit i geometrické vlastnosti prostoru a času. Skutečně, jak jsme viděli v odstavci 2, speciální teorie relativity použitá v neinerciálních soustavách ukazuje, že prostorová měřítka a běh času se mění podle toho, jak silné pole setrvačných sil je v tom kterém místě. Tvzení "každé těleso ve svém okolí prostřednictvím gravitace ovlivňuje univerzálně všechny fyzikální děje" je ekvivalentní výroku: "toto těleso ve svém okolí ovlivňuje vlastnosti prostoročasu". Jinak řečeno, všechno bude vypadat úplně stejně, když místo gravitačního pole a vyšetřování jeho vlivu na fyzikální zákony budeme uvažovat geometrickou strukturu prostoročasu bez gravitačního pole a sledovat souvislosti fyzikálních zákonů s vlastnostmi prostoročasu. Logický řetězec gravitace  $\rightarrow$  kinematika  $\rightarrow$  prostoročas tak vede k interpretaci gravitace jako projevu geometrických vlastností prostoročasu, vlastně ke ztotožnění obou pojmů.

V Minkovského prostoročase speciální teorie relativity platí zákony (pseudo)Eukleidovy geometrie, je to prostoročas rovinný (plochý), i když v neinerciální soustavě geometrie samotného prostoru může být neeukleidovská. Existují zde globální inerciální soustavy, které se vůči sobě pohybují rovnoměrně přímočaře; každá lokálně inerciální vztahná soustava je automaticky i globálně inerciální. V nehomogenním gravitačním poli (kolem gravitujícího tělesa) se však lokální inerciálnosti dosahuje v každém bodě zrychlením



obecně jiné velikosti a směru, takže takové lokálně inerciální soustavy nelze spojit v globálně inerciální vztažnou soustavu - globální inerciální soustava zde neexistuje. To, že v nehomogenním gravitačním poli nelze jednotlivé lokálně inerciální soustavy spojit v globální inerc. soustavu ukazuje, že prostorčas zde již není rovinný, ale je zakřivený.

V odstavci 2 bylo ukázáno, že pole fiktivních setrvačných sil vznikající v neinerciálních vztažných soustavách lze popsat metrickým tenzorem  $g_{ik}$ , který pak vystupuje v obecně invariantních fyzikálních zákonech. Rozdíl mezi polem "zdánlivých" setrvačných sil (např. odstředivých a Coriolisových sil v rotující vztažné soustavě) a "pravým" gravitačním polem je jen v tom, že v prvním případě je prostorčas rovinný a vhodnou transformací se lze vrátit ke globální inerciální soustavě, zatímco v druhém případě nikoliv. To je rozdíl pouze globální, lokálně žádný rozdíl neexistuje. Protože fyzikální zákony mají lokální charakter, můžeme z toho usoudit, že i skutečné gravitační pole zároveň s polem "fiktivních" setrvačných sil v libovolné vztažné soustavě je plně určeno a popsáno metrickým tenzorem prostorčasu  $g_{ik}$ .

#### 4. Obecná teorie relativity - fyzika gravitace

Když shrneme výsledky předchozích úvah, tak v libovolném gravitačním poli lze zavést řadu lokálně inerciálních vztažných soustav (v každém bodě), v nichž je stav beztlíže a všechny fyzikální děje v nich probíhají lokálně podle zákonů speciální teorie relativity bez gravitace. Ve skutečném (nehomogenním) gravitačním poli budou mít jednotlivé lokálně inerciální soustavy různá zrychlení a tím i proměnné vzájemné rychlosti, takže podle Lorentzových transformací budou v různých místech odlišné prostorové relace a jiný běh času. Přitom jednotlivé lokální inerciální soustavy obecně nelze spojit v jednu globální inerciální soustavu - prostorčas již není rovinný Eukleidův, ale zakřivený Riemannův. Univerzálnost gravitačního působení vyjádřená v principu ekvivalence tak vede k hlubokým souvislostem mezi gravitací a geometrií: gravitační pole je projevem křivosti Riemannova prostorčasu.

Obecná teorie relativity, t.j. invariantní formulace fyzikálních zákonů platných pro libovolné (i neinerciální) vztažné soustavy, se díky principu ekvivalence stává fyzikou gravitace. Z hlediska obecné teorie relativity je pohyb volně testovací částice v gravitačním poli "inerciální" a jeho případné zvláštnosti jsou způsobeny nikoliv "gravitační silou" působící na částici, ale metrikou prostorčasu; podobně je to se všemi fyzikálními jevy za přítomnosti gravitace. Např. to, že v gravitačním poli se dráha světelných paprsků zakřivuje, můžeme chápat buď jako "padání" světla v gravitačním poli, nebo ekvivalentně jako pohyb po geodetické (t.j. nejkratší, nejpřímější) křivce v zakřiveném prostorčase. Gravitační pole nám tím "zmizelo", místo něho zde zůstal obecně zakřivený Riemannův prostorčas. A problém nalezení fyzikálních zákonů řídících přírodní jevy v gravitačním poli se tak převádí na otázku stanovení fyzikálních zákonů v zakřiveném Riemannově prostorčase (bez gravitace). Toto zobecnění

**Fyzikálních zákonů** negravitační fyziky, t.j. zákonů speciální teorie relativity, kde je rovinný Minkowskiho prostoročas, na zakřivený prostoročas, t.j. na přítomnost gravitačního pole, umožňuje rovněž princip ekvivalence: prostoročas se rozdělí na dostatečně malé oblasti, v nichž lze zakřivení zanedbat, v těchto oblastech se aplikují fyzikální zákony rovinného prostoročasu (t.j. speciální teorie relativity formulovaná pro obecné vztažné soustavy) a nakonec se tato "mozaika" složí ve výslednou globální situaci.

Z Newtonovy fyziky víme, že gravitační pole kolem sebe vytvářejí hmotná tělesa; řečeno slovy obecné teorie relativity, hmotná tělesa kolem sebe zakřívují prostoročas. Univerzálnost gravitace se přitom zobecňuje i na buzení gravitačního pole: Gravitační pole (křivost prostoročasu) je buzeno univerzálně veškerou hmotou ~ energií, neboli pro každý objekt aktivní gravitační hmotnost = pasivní gravitační hmotnost = setrvačná hmotnost. Tedy intenzita gravitačního pole, které kolem sebe budí nějaké těleso, vůbec nezávisí na jeho složení a povaze, je dána pouze jeho celkovou setrvačnou hmotností. Nezáleží na tom, zda se jedná o pevné těleso, plyn, shluk elementárních částic nebo třebaš elektromagnetické pole.

A. Einstein dovršil svoji obecnou teorii relativity v r. 1916 tím, že odvodil rovnice gravitačního pole zobecnující Newtonův gravitační zákon

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik} \quad (8)$$

kde  $R_{ik}$  je Ricciho tenzor křivosti,  $R$  skalární křivost a  $T_{ik}$  je tenzor energie-hybnosti zdrojových hmot. Levá strana tedy popisuje geometrii prostoročasu, pravá strana rozložení a pohyb hmoty budící gravitační pole. Einsteinovy gravitační rovnice (8) tedy ukazují, jak hmotná soustava popsaná tenzorem energie-hybnosti  $T_{ik}$  zakřívuje prostoročas, t.j. jak kolem sebe budí gravitační pole. Dialektiku obecné teorie relativity je možno stručně shrnout slovy: "prostoročas určuje hmotě, jak se má pohybovat a hmota určuje prostoročas, jak se má zakřívovat".

### 5. Nejen geometrie, ale i topologie prostoročasu?

Aplikace obecné teorie relativity vede ve většině případů pouze k malým "opravám" vzhledem ke klasické teorii (slabá gravitační pole a velmi malé zakřivení prostoročasu v naší sluneční soustavě). Při velkém nahromadění hmoty však může zakřivení prostoročasu dosáhnout takového stupně, že dochází nejen k výrazným relativistickým efektům, ale i ke změně kvalitativních vlastností prostoročasu - k jiné topologické struktuře prostoročasu. Jednou takovou oblastí, v níž globální topologie hraje rozhodující úlohu, je kosmologie, kde se uplatňuje vliv sumárního gravitačního pole hmoty celého vesmíru. Druhou oblastí jsou černé díry

vznikající úplným gravitačním kolapsem masivních hvězd ( $/3/$ ,  $/10/$ ,  $/13/$ ); zde extrémní intenzita gravitačního pole vzniká nahuštěním velké hmoty do relativně malého objemu. Utvářejí se horizonty událostí měnící kauzální strukturu prostoročasu.

Již v nejjednodušším případě Schwarzschildovy centrálně symetrické černé díry se objevuje neeuclidovská geometrie prostoru: při zmenšování poloměru koule opsané kolem černé díry se její plocha nejprve zmenšuje, ale pak opět roste - koule se začne po průchodu Einsteinovým-Rosenovým mostem rozpínat do druhého "zrcadlově obráceného" vesmíru (ve skutečnosti se do tohoto druhého vesmíru žádné těleso z našeho vesmíru nemůže dostat, protože by potřebovalo nadsvětelnou rychlost). Ještě složitější je topologická struktura prostoročasu rotujících nebo elektricky nabitých černých děr ( $/6/$ ,  $/10/$ ,  $13/$ ). Tam se právě objevují ony "tunely do jiných vesmírů", kterými s oblibou cestují astronauté ve vědeckofantastických románech. I když v daném případě je realnost podobných možností z fyzikálních důvodů nepravděpodobná (jsou produktem krajně idealizovaných modelů ve zcela prázdném prostoru bez kvantových zákonitostí), existence černých děr je téměř jistá a různé topologické vlastnosti prostoru musíme brát zcela vážně. Moderní geometricko-topologické metody aplikované na vlastnosti prostoročasu v obecné teorii relativity přinesly v nedávné době řadu důležitých výsledků, jako jsou Hawkingovy a Penroseovy teoremy o singularitách, důkaz 2. zákona dynamiky černých děr nebo teorému o uniformitě černých děr ve vakuu ("černá díra nemá vlasy") ( $/6/$ ,  $/10/$ ,  $/13/$ ).

Je třeba rovněž připomenout důležitost topologických přístupů pro geometrické unitární teorie pole, především pro geometrodynamiku J.A.Wheelera, která se snaží nejen fyzikální pole, ale i jeho zdroje (t.j. hmotné částice a elektrické náboje) vysvětlit jako vhodné geometrické a topologické struktury prázdného zakřiveného prostoročasu ( $/18/$ ,  $/10/$ ,  $/15/$ ). Pokud by se geometrodynamická unitární teorie ukázala úspěšná, bylo by třeba název tohoto článku poněkud upravit: nejen že "žijeme v zakřiveném prostoročase", ale dokonce "jme zakřiveným prostoročasem" (hned je vidět, do jakých filosoficko-metodologických obtíží bychom se dostali)!

Nechali jsme zde stranou tzv. supergravitační teorie (viz např.  $/11/$ ) snažící se metodami moderních kvantových teorií pole o sjednocení všech čtyř základních interakcí; i zde existují geometrické přístupy, které však nejsou zdaleka tak bezprostřední a jednoznačné jako v obecné teorii relativity.

#### Literatura:

- /1/ Bičák J.: Einsteinova cesta k obecné teorii relativity. Čs. čas. fyz. A29, 222 (1979)
- /2/ Einstein A.: Sobranije naučných trudov. Nauka, Moskva 1965
- /3/ Grygar J.: Gravitační kolaps čili poslední dnové masivních hvězd. Kosmické rozhledy 9, 41 (1971)

- /4/ Grygar J.: Sejdeme se v nekonečnu. Albatros, Praha 1979
- /5/ Grygar J., Horský Z., Mayer P.: Vesmír. Mladá fronta, Praha 1983
- /6/ Hawking S., Ellis G.: The large scale structure of space-time. Univ. Press, Cambridge 1973
- /7/ Horský J.: Úvod do teorie relativity. SNTL, Praha 1975
- /8/ Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. Academia, Praha 1968
- /9/ Landau L.D., Lifšic E.M.: Teoriya polja. Nauka, Moskva 1967
- /10/ Misner Ch., Thorne K., Wheeler J.: Gravitation. Freeman and Comp., San Francisco 1973. (Existuje ruský překlad Mir, Moskva 1977)
- /11/ Niederle J.: Supersymetrie a supergravitace. Čs. čas. Fyz. A30, 118 (1980)
- /12/ Raševskij P.K.: Rimanova geometrija i tenzornyj analiz. Nauka, Moskva 1967
- /13/ Ullmann V.: Gravitační kolaps a fyzika černých děr. Reprint KNSP, Ostrava 1978
- /14/ Ullmann V.: Gravitační energie. PMFA 25, 250 (1980)
- /15/ Ullmann V.: Hmota z prázdnoty utvořená. Reprint KNSP, Ostrava 1975
- /16/ Votruba V.: Základy speciální teorie relativity. Academia, Praha 1969
- /17/ Weinberg S.: Gravitation and cosmology. Wiley, New York 1972. (Existuje ruský překlad, Mir, Moskva 1975)
- /18/ Wheeler J.A.: Gravitacija, nejtrino, vselennaja. IL, Moskva 1962

## KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Ing. Milan Burša, DrSc. členem korespondentem ČSAV

Usnesením vlády ČSSR ze dne 3. května 1984 byl na základě volby provedené XLVI. valným shromážděním členů ČSAV dne 26. dubna 1984 jmenován Ing. Milan Burša, DrSc. členem korespondentem Československé akademie věd. Jsme rádi, že máme příležitost se připojit ke gratulantům k tomuto jmenování, tím spíše, že Ing. Milan Burša, DrSc. je jedním z členů naší Společnosti, a to členů velmi aktivních. Vědecky pracuje v oboru kosmické geodézie; na základě poruch drah umělých družic Země, jiných planet a Měsíce studuje gravitační pole a tvar těchto těles. Je vedoucím odd. dynamiky sluneční soustavy Astronomického ústavu ČSAV. Zastával a zastává čestné funkce v mezinárodních vědeckých organizacích. Zvláště oceňujeme, že svůj vzácný čas, zasvěcený především vědecké

práci, věnuje i nám. Ing. Milan Burša, DrSc. zastává v Československé astronomické společnosti funkci druhého místopředsedy, do které byl zvolen na 8. volebním shromáždění dne 29. září 1979 a znovu do této funkce potvrzen na 9. sjezdu ČAS 30. září 1983. Působí mnohostranně pro ČAS - po stránce odborné i organizační.

Novému členu korespondentu ČSAV srdečně přejeme do další práce pro vědu i naši Společnost hodně úspěchů.

- red -

## Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 35, No 4

Studie proměnnosti Be hvězd

1. Pezoruhodná podobnost rychlých periodických změn jasnosti hvězd EM Cep,  $\sigma$  Ori E a možná LQ And

P. Harmanec, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Práce vnáší nové pohledy na podstatu krátkoperiodické proměnnosti Be-hvězd. Fotometrické studium tří objektů tohoto typu přivádí autora k závěrům o možnosti vysvětlovat pozorované efekty rotační hypotézou (na rozdíl od zatím uvažované podvojnosti Be-hvězd). Ukáže-li se nová hypotéza správnou, otevírají se široké možnosti pro přímé určení rotačních rychlostí Be-hvězd.

Hledání dlouhodobé optické proměnnosti hvězdy AO Psc

R. Hudec, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Pomocí 700 desek z období 1928 - 1981 určoval autor fotografickou magnitudu AO Psc - t.j. optické složky rentgenového zdroje H 2252-035. Zjistil, že se v tomto období nevyskytly ani světelné změny, ani zjasnění, ani neaktivní období s amplitudami většími než 0,4 mag.

- pan -

Einsteinův - Straussův- de Sitterův model vesmíru

Z. Stuchlík, Vysoká škola báňská, Ostrava

Je dokázáno, že lze sestrojit Einsteinův-Straussův-de Sitterův model vesmíru, t.j. model Schwarzschildových-de Sitterových kondenzací hmoty vložených do Friedmannova vesmíru s nenulovou kosmologickou konstantou. Ve Schwarzschildově-de Sitterově i Friedmannově části daného modelu je zkoumán geodetický pohyb a je provedeno propojení geodetik na napojovací nadploše těchto částí. Jsou diskutovány některé důsledky tohoto propojení, jež mohou být důležité v procesu vytvoření a evoluce hmotových kondenzací při gravitační nestabilitě hmotných neutrin ve vesmíru, v němž dominují neutrina.

- aut -

**astronomická orientace katedrály sv. Víta a ohrámu sv. Jiří  
na Pražském hradě**

C. Kőberl, Inst. for Astronomy, Univ. of Vienna, Austria

Teorii astronomické orientace starých kultovních staveb vyslovili Nissen a Lockyeri. Souvislost mezi orientací osy různých rakouských středověkých kostelů a východem Slunce v den příslušného svatého našli Firneis a další autoři. Vzhledem k těsným kulturním vztahům by byla potřebná podobná analýza československých kostelů. Pro oba uvedené chrámy lze vztahy tohoto druhu nalézt.

- pan -

**Změny gravitační konstanty G a stáří Slunce v Bransově-  
Dickeho kosmologii**

A.D.Pinotsis, Department of Astronomy, University of Athens

Dnešní místo Slunce v H-R diagramu se srovnává s isochronami odpovídajícími třem a pěti miliardám let a s modely  $1 M_{\odot}$  nalézajícími se na těchto křivkách v Bransově-Dickeho kosmologii. Protože (z geologických důvodů) Slunce nemůže být tak mladé, je třeba alespoň někdy tuto kosmologii vyloučit.

- pan -

**Procesy pozorovatelné ve fotosféře během vzniku akreční  
oblasti**

3. Vznik aktivní oblasti na okraji starého bipolárního magnetického pole

V. Bumba, J. Suda, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Studují se procesy pozorované během vzniku nových skvrn na okraji starého magnetického pole (odpovídajícího pozadí) v období červen-červenec 1974. Popisuje se vznik umbrý řídicí skvrny z jednotlivých jader.

- pan -

**Počet skupin skvrn vzniklých v cyklu sluneční činnosti  
No 20 a jejich střední životní doba**

M. Kopecký, F. Kopecká, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Práce doplňuje dříve publikované hodnoty počtu vzniklých skupin skvrn a jejich průměrné životní doby o hodnoty z 11-letého cyklu No 20, t.j. pro roky 1965 - 1976. Je ukázáno, že v 11-letém cyklu No 20 dále poklesla průměrná životní doba skupin skvrn v porovnání s cykly No 19 a 18 a že počet vzniklých skupin skvrn v 11-letém cyklu No 20 potvrzuje existenci systematického vzrůstu počtu vzniklých skupin skvrn v posledních 100 letech, což pravděpodobně souvisí s několikasetletou variací sluneční činnosti a podporuje naši předpověď abnormálně vysoké sluneční činnosti v příštím století.

- aut -

Zákon rozdělení celkové intenzity optických slunečních erupcí  
T.K. Das, M.K. Das Gupta, Centre of Advanced Study in Radio  
Physics and Electronics, Calcutta, India

Autoři sledují rozdělení frekvence výskytu erupcí  
v optické oblasti podle různých hodnot celkové jasnosti.

- pan -

Sledování dálkových posuvů čelních ozvěn meteorů pomocí  
pozorování

B.A. Lindblad, Lund Observatory, Sweden  
A. Hajduk, Astron. ústav SAV, Bratislava

Zkoumají se ozvěny od 338 meteorických stop a výskyt  
rádiových odrazů se změnou vzdálenosti. Je navrženo nové  
vysvětlení jevu pomocí pohybu odrazného bodu podél stopy,  
který se vyskytuje v 10% původně pozorovaných meteorů.

- Šim -

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 35 (1984), No 5

Kosmogenní izotopy  $^{22}\text{Na}$  a  $^{26}\text{Al}$  a studium stopových prvků  
ve vzorcích ze sond Luna 16, 20 a 24

P. Emrich, V. Jurina, P. Povínek, Katedra jaderné fyziky  
a Ústav fyziky a biofyziky, Komenského univerzity, Bratislava

Měsíční vzorky dopravené sovětskými automatickými  
sondami se studovaly z hlediska koncentrace kosmogenních  
nuklidů stopového výskytu jader skupiny železa v krysta-  
lech. Hloubkové závislosti obsahu  $^{22}\text{Na}$  a  $^{26}\text{Al}$  se srovnávaly  
s teoreticky určenými hodnotami rychlosti produkce. Nejlepší  
shoda se dostala pro intenzitu galakt. kosm. paprků  
 $0,24 \text{ protonů} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{sr}^{-1}$  za poslední milion let.

- pan -

Výskyt erupcí s rádiovými záblesky typu II a IV ve vztahu  
se skupinami slunečních skvrn

Š. Knoška, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso  
L. Křivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Bylo provedeno statistické zpracování výskytu erupcí  
s rádiovým typem II a zvláště s typem IV podle typů skupin  
skvrn, v kterých se tyto erupce vyskytovaly. Zpracované  
období cyklu č. 20 1966-1976. Byla brána v úvahu typisace  
curyšská a magnetická. Výsledky jsou v tabulkách a připoje-  
ných grafech. Oproti erupcím s typem II i s typem IV  
je zvětšená tendence vznikat ve složitějších aktivních oblas-  
tech, kde v nevelkém prostoru je větší nahromadění magnetické  
energie (typ d'). Výskyt erupcí s typem II i s typem IV  
v průběhu let cyklu č. 20 vykazuje anomální chod, a to  
výrazný pokles výskytů z r. 1970 na 1971, což je v souladu  
s některými jinými parametry sluneční aktivity.

- aut -

Výskyt skupín skvrn různých typů během cyklu No 20

Š. Knoška, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso  
L. Krivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Je sledován výskyt curyšských typů skvrn v průběhu celého slunečního cyklu č. 20 (1965 - 1976) po jednotlivých letech a za celý cyklus je zjištěn procentuální výskyt těchto typů.

- aut -

Výskyt erupcí s rádiovými záblesky typu II a IV v interagujících skupinách skvrn během sluneční rotace

J. Klimeš, Hvězdárna Úpice  
L. Krivský, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Na základě dat ze slunečního jedenáctiletého cyklu č. 20 bylo zjištěno, že ve skupinách skvrn, které se v průběhu otoček vyvinuly ve vzájemné blízkosti nebo se i slily, se vyskytuje erupce s rádiovým vzplanutím typu II více než dvakrát hojněji a erupcí s typem IV je téměř dvakrát více než u skupin skvrn samostatných. U obou typů je výskyt těchto erupcí převážně soustředěn do otočky t.zv. interakce skupin skvrn (jejich přiblížení, slití).

- aut -

Erupce s pomalým poklesem měkkého rentgenového záření  
1. Oblast McMath 11 926 z 15. června 1972

A. Antalová, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso  
M.B.Ogir, Krymská astrofyzikální observatoř, AV SSSR

Z hlediska aktivizace filamentů a vzniku kanálů filamentů byl analyzován časovo-priestorový výskyt a vývoj H-alfa erupcí, které vznikly 15. júna 1972 v oblasti McMath 11926. H-alfa filmy boli získané na Krymskom astrofyzikálnom observatoriu. Magnetické pole skúmanej oblasti malo formu "ostrova" S pola, ktorý bol obkolesený rozsiahlym N polom. 15. júna 1972 sa oblasť vyznačovala nasledovnými parametrami

- a) existenciou škvŕny s delta konfiguráciou (Mc Math 11926A),
- b) vznikom nových škvŕn v okolí vnútornej neutrálnej čiary,
- c) častou aktivizáciou filamentov a disparition brusque veľkého filamentu.

Dve erupcie (začiatok v H-alfa 09:15 a 12:47 UT) boli sprevádzané emisiou mäkkého röntgenového žiarenia s pomalým spádom.

- aut -

Klasifikace Ap hvězd HR 830 a 21 Cvn

J. Zverko, Astron. ústav SAV, Skalnaté Pleso

Sú študované dve nejednoznačne klasifikované Ap hviezdy HR 830 a 21 Cvn. Pozorovacie dáta sú porovnávané s dátami pre normálne hviezdy  $\alpha$  Del a  $\alpha$  Lyr. Hviezda HR 830 je klasifikovaná ako Ap typu S1 na základe zosilnenej absorpcie v kremíkových čiarami a fotometrickej variability v UVB. 21 Cvn je klasifikovaná ako Ap S1 na základe oslabe-



ných absorpcií hélia, premennosti héliových čiar a fotometrickej periodickej variability a vlastností UV spektra. Vывodzuje sa záver, že fotometrická periodická premennosť je dobrým indikátorom Ap vlastností rýchle rotujúcich A a pozdných B hviezd.

- aut -

O erozi malých meteoroidů

I. Kapišinský, Astron. ústav SAV, Bratislava

Ukazuje se, že rázová eroze - t.j. ztráta hmotnosti a zmenšení rozměrů částic - je jedním z důležitých procesů systematicky působících na menší meteoroidy v meziplanetárním prostoru. Ukazuje se, že rázová eroze je rovněž velmi silným efektem majícím vliv na dynamiku mikrometeoroidů a spolu s erozí od slunečního větru na dobu jejich života ve sluneční soustavě.

- pan -

Redukce instrumentální polarizace teleskopu s coelostatem  
G. Bachmann, Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik, Potsdam

Nový magnetograf dovoluje měřit polarizaci světla na 0,0005 a potřebuje vzít v úvahu instrumentální polarizaci vznikající na zrcadle coelostatu.

- pan -

Přesná metoda určení radiantu

Ch. Steyaert, Working Group on Meteors, Astron. Association, Geel, Belgium

Analyticky se zkoumá problém určení střední polohy radiantu pro více než dvě meteorické stopy.

- pan -

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů  
Vol. 35 (1984), No 6

Numerické řešení stacionárního slunečního větru

D. Odstrčil, Katedra exper. fyziky, Komenského universita, Bratislava

Tento príspevok sa zaoberá aplikáciou jedno-rozmerného časovo-závislého hydrodynamického počítačového programu BOREAS pre riešenie ustáleného stavu slnečného vetra. Pre tento účel sme použili relaxačnú techniku, t.j. začínajúc z ľubovoľného stavu sme získali záverečný ustálený stav. Avšak tento proces je zložitejší ako len relaxácia. Konkrétne, reverzná rázová vlna sa formuje pri vnútornej hranici a v blízkosti tejto silnej rázovej vlny sa pozorujú silné numerické oscilácie. Tento príspevok dáva podrobnú analýzu tohto procesu spoločne s výsledkami získanými za iných podmienok. Predkladané riešenie môže byť priamo použité pre naslednú simuláciu medziplanetárnych rázových vln.

- aut -

## Numerická simulace meziplanetárních rázových vln

D. Odstrčil, Katedra exper. fyziky, Komenského universita, Bratislava

Tento příspěvek se zabývá aplikací jednorozměrného časovo-závislého hydrodynamického počítačového programu BOREAS pro řešení meziplanetárních rázových vln. Použili sme, ako počiatkové pozadie, kludný stav slnečného vetra medzi vnútornou a vonkajšou hranicou systému: Potom, pri vnútornej hranici, sme špecifikovali "pravouhlý" pulz, t.j. zvýšené hodnoty hustoty, rýchlosti a teploty sme držali konštantné po nejaký čas, a potom sme ich vrátili na ich pôvodné hodnoty kludného stavu. Pulz generuje rázovú vlnu, ktorej šírenie sa medziplanetárnym prostredím sme sledovali.

- aut -

## Jednoduchý kinetický model mnohočasticového oblaku II. Plynné porudy ve hvězdách typu Algol

P. Hadrava, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Metoda uvedená v první části souboru se používá k výpočtu trojrozměrného dynamického modelu proudů ve dvojhvězdách. Výsledky potvrzují nepoužitelnost předpokladu o hydrostatické rovnováze při výpočtu vertikální struktury proudů. V práci je rovněž sledován vliv adiabatické nebo izotermické expanze (popřípadě zářivé rovnováhy a změny ionizace) na strukturu proudů.

- pan -

## Dynamické tření v důsledku kosmologického pozadí II: Newtonovská kosmologie

P. Hadrava, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov  
V. Karas, Katedra matematické fyziky, MFF UK, Praha

Zkoumá se perturbace newtonovského kosmologického modelu, způsobená gravitací pohybujícího se tělesa. Ukazuje se, že tenký chvost kosmologického pozadí nekonečné hmoty (který vzniká ve stopě tělesa) způsobí gravitační tření. Toto tření je zanedbatelné během evoluce vesmíru, pokud je současná rychlost tělesa dostatečně velká.

- pan -

## Korona z 30. července 1981 pozorovaná v bílém záření a emisních čarách

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

Biela koróna z úplného zatmenia Slnka, ktoré nastalo 19 mesiacov po maxime slnečného cyklu No. 21, ukazuje 4 odlišné typy koronálnych štruktúr: polárne koronálne diery, veľké koronálne lúče, glúčky a oblúky a polárne lúče. Protuberančná aktivita pre dňn zatmenia sa pozorovala v P.A. okolo 90°, 175° a 270°. Spektrografické rozdelenie intenzít koróny 530,3 nm a 637,4 nm v celej pozorovanej výške je uvedené.

- aut -

## Hydrostatická rovnováha a zpomalování rotace Země

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

Hydrostatické zploštění Země  $\alpha$  určené ze soudobé hydrostatické teorie podle nejnovějších družicových údajů při konstantní precesi se od reálné Země liší v mezích této teorie ( $\sim \alpha^2$ ). Rozpor mezi pozorovanou hodnotou sekulárního zmenšování rychlosti rotace Země a teoretickou hodnotou (vypočtenou ze slapové teorie podle poklesu středního pohybu Měsíce) lze objasnit sekulárním poklesem hlavního momentu setrvačnosti Země, což vede k poklesu jejího zploštění.

- pan -

## Prostorová spektroskopická diagnostika planetárních mlhovin IV. Regularizace metodou nejlépe určených termů

J. Hekela, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov  
J. Neuberg, Katedra elektroniky, Fakulta technické a jaderné fyziky, Praha

V práci se rozebírá metoda trojrozměrného určení horní hladiny opticky tenké šáry. Předpokládá se kinematický model planetární mlhoviny. Největší potíž je v inverzi Fredholmovy integrální rovnice 1. druhu. Autoři ukazují a stručně diskutují hranice použitelnosti této metody.

- pan -

## Předpověď obsahu deutéria v kometách

V. Vanýsek, Katedra astronomie a astrofyziky UK, Praha

Na základě předpokládaných reakcí ion-molekula ve studených mezihvězdných mračnech je diskutováno obohacení těžkého materiálu v kometách deuteriem. Předpokládá se, že molekuly obsahující vodík jsou deuterizovány před akrecí a kondenzací na prachových částicích, ze kterých jsou tvořeny kometesimály. Odhadnutý celkový poměr D/H v kometárním jádru je  $2 \cdot 10^{-4}$ . Možnost frakcionizace izotopů v kometách však znamená, že tyto objekty nejsou vhodné pro testování původního deutéria. Na druhé straně obsah deutéria může být velmi citlivý indikátor fyzikálních podmínek, které panovaly v prostředí, kde komety vznikaly.

- aut -

## Možnosti kosmických letů po balistických drahách k dlouho-periodickým kometám

Ľ. Kresák, E.M. Pittich, Astron. ústav SAV, Bratislava

Zkoumá se možnost těchto letů a autoři uvádějí realizovatelné přechodové dráhy jako funkce heliocentrické délky uzlu kometární dráhy, geocentrické rychlosti vypuštění a požadované minimální doby letu. K těmto veličinám jsou přidány údaje týkající se podmínek pozorování ze Země v době setkání kosmické sondy s kometou. Výsledky dovolují určit technické požadavky (dobu objevu komety a energii potřebnou k vypuštění) pro takovéto expedice.

- pan -

Hledání meteorického roje souvisejícího s kometou Sugano - Sagiusa - Fujikawa (1983 e)

M. Šimek, P. Pecina, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Článek se zabývá rojem uvedené komety. Autoři analyzovali hodinové počty meteorů pro 4 skupiny lišící se trváním. Zjistili, že počet meteorů trvajících déle než 8 s se 14. června mezi 9h - 10h světového času mírně zvětšil. Analýza závislosti rozdělení vzdáleností na čase ukázala mírné zvětšení počtu meteorů vzdálených 350-450 km. Toto zvětšení mohlo být důsledkem aktivity hledaného roje.

- pan -

## 25 a 30 let

30 nebo dokonce jen 25 let je ve vývoji kosmických těles časovým intervalem zcela zanedbatelným. V životě šlověka nebo pracoviště jde však o časový úsek velice dlouhý. Začátkem září 1984 slavila Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně výročí 30 let od otevření hvězdárny a čtvrtstoletí činnosti planetária na Kraví hoře. Oslavy proběhly ve dnech 6. a 7. září 1984 za účasti pracovníků hvězdárny a planetária, představitelů města Brna i Jihomoravského kraje, zástupců stranických orgánů a zástupců partnerských hvězdáren a planetárií z Československa i zahraničí.

První blok programu oslav ve čtvrtek dopoledne seznámil účastníky s vědeckou a odbornou činností některých pracovníků HaP M.K. Tito pracovníci se podílejí na řešení úkolů ze státního plánu základního výzkumu, nebo řídí úkoly, kterými je HaP M.K. pověřena od Ministerstva kultury CSR. V této dopolední části vystoupil RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., který pracuje v oblasti hvězdné astronomie, s referátem o pozorování a modelech magnetických hvězd. Druhým přednášejícím byl RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., který hovořil o problematice dekametrového záření Jupitera a třetím byl RNDr. Vladimír Znojil se svým přehledovým referátem o pozorování meteorů a jejich zpracování.

Odpolední část oslav patřila oficiálním projevům a zdravicím. Zahájení provedl Ing. Josef Kohout, ředitel HaP M.K. přivítáním slavnostních hostů a účastníků semináře. Poté přednesl referát na téma Hvězdárna a planetárium M. Koperníka včera, dnes a zítra. Ve svém vystoupení zhodnotil vývoj organizace od počátků bydování hvězdárny až do současnosti. Připomenme si alespon hlavní data. V roce 1946 byl ustanoven spolek pro vybudování Lidové hvězdárny, v roce 1954 byla veřejnosti předána do užívání jižní kopule, v roce 1957 se započalo se stavbou planetária, které bylo dne 30. srpna 1959 slavnostně otevřeno. V roce 1973 bylo vzpomenuo 500. výročí narození M. Koperníka a při této příležitosti bylo zařízení přejmenováno na Hvězdárnu a planetárium M. Koperníka. Ve svém zamyšlení nad budoucností přednesl Ing. Kohout všechny skutečnosti,

kteřé by měly vést k hlavnímu současnému cíli HaP M.K., a to je k budování nového planetária.

Po tomto úvodním slovu předal Hvězdárně a planetáriu M.K. zástupce Národního výboru města Brna náměstek primátora PhDr. Milan Sníroh, CSc., ocenění a pamětní medaili za dlouholetou a úspěšnou činnost na poli popularizace astronomie a kosmonautiky. Krátce zhodnotil plnění základního poslání HaP M.K. a připomnul její dobré místo mezi organizacemi NV města Brna.

Zvláště slavnostní chvíle byla spojená s předáváním pamětních medailí, které Hvězdárna a planetárium M.K. vydala k oběma uvedeným výročím. Medaile a čestná uznání za aktivní práci při rozvoji a popularizaci československé astronomie a zejména za spolupráci s HaP M.K. Brno předal ředitel brněnské hvězdárny představitelům řady institucí i jednotlivcům.

Poté pracovníci Hvězdárny a planetária M.K. představili svým hostům prostory, ve kterých provádějí svoji odbornou i popularizační činnost. Hosté se mohli seznámit s novými stroji, které byly vyvinuty v posledních letech a umožňují zkvalitnit činnost v mnoha směrech. Při této příležitosti zhlédli přítomní hosté audiovizuální program, který je v běžném provozu pro školní mládež. Zakončením, či spíše vyvraholením oficiálního bloku oslav bylo poklepaní na základní kámen "Stavby nového objektu planetária Hvězdárny a planetária M. Kopernika v Brně". Symbolický poklep provedl náměstek primátora města Brna PhDr. Milan Sníroh, CSc., který popřál HaP M.K. mnoho úspěchů v dalším rozvoji slovy: "Ať vlastní stavba trvá méně než příprava na ni."

Večer proběhla neformální beseda, kde účastníci oslav a dlouholetí spolupracovníci HaP M.K. vzpomínali na počátky činnosti tohoto zařízení. Vzpomínkový večer vedl RNDr. Jiří Grygar, CSc., jenž na brněnské hvězdárně začínal. Zvláštní pozornosti se těšilo zvláště promítání archivních filmů, kde si mohli účastníci ověřit, co znamená 25 nebo 30 let v životě člověka. Závěr večera patřil dvěma příspěvkům, z nichž první přednesla pracovnice firmy VEB C. Zeiss Jena Heidi Sanke, o vývoji nových typů planetárií. Ve druhém, který by se dal nazvat třeba "Co mělo být a co snad bude s dostavbou brněnského planetária", vystoupil autor tohoto sdělení. I tento příspěvek, který seznámil přítomné se záklisím příprav a projektování v minulých 18 letech, měl živou odezvu i presto, že již probíhala poslední hodina tohoto, pro HaP M.K. tak slavnostního dne.

Bez účasti oficiálních hostů pokračovaly oslavy následující den panelovou diskusí na téma "Problémy popularizace astronomie". Úvodní slovo přednesl RNDr. Jiří Grygar, CSc. Touto částí skončily pro většinu účastníků oslavy dvou výročí brněnské hvězdárny a planetária. Zahraniční hosté si v následujícím dni prohlédli ještě hvězdárny ve Vyškově, Prostějově a Zlánicích.

Z. Okáč

6. generální konference Evropské fyzikální společnosti  
"Směry ve fyzice 1984" v Praze, 27. - 31.8.1984

Bezmála 800 vědců převážně z Evropy ale i ze zámoří se sjelo koncem srpna 1984 do Prahy, kde se v areálu Vysoké školy zemědělské v Praze-Suchbátově konala v pořadí šestá generální konference evropských fyziků. V plénu konference bylo předneseno 15 přehledových přednášek, určených nejširší fyzikální veřejnosti. Odborněji byla zaměřena paralelně probíhající symposia, jichž bylo připraveno celkem 17.

Astronomie je dnes zcela organickou součástí fyziky, což se obrazilo i v jednání pražské konference. Jednu z přehledových přednášek proslavil prof. J. Van Paradijs z Astronomického ústavu univerzity v Amsterdamu. Hovořil o kompaktních zdrojích rentgenového záření v naší Galaxii, tj. o rentgenových dvojhvězdách, v nichž jedna složka je zhracená neutronová hvězda případně černá díra a druhá složka je buď velmi masivní (nad  $10 M_{\odot}$ ) anebo lehká (pod  $1 M_{\odot}$ ) hvězda, ztrácející hmotu buď hvězdným větrem nebo přetokem přes Rocheovu mez ve prospěch kompaktní složky. Masivní dvojhvězdy jsou mladé systémy, vyznačující se silným magnetickým polem (až  $10^9$  T) a jejich rentgenové záření je pulsně modulováno. Rentgenové pulsary se však liší od známějších radiových pulsarů tím, že jejich impulsní periody se sekulárně zkracují (kompaktní hvězda se roztáhá dopadající hmotou). U lehkých dvojhvězd pozorujeme čas od času náhlá zjasnění (záblesky), během nichž však energetické spektrum "měkne", což svědčí o rychlém vychládnutí zářivého zdroje. Tímto zdrojem je tenká (několikametrová) vrstva hélia na povrchu neutronové hvězdy, v níž došlo k překotné termoneukleární reakci. Zábleskové zdroje ("bursters") jsou důkazem sekulárního slábnutí intenzity magnetického pole neutronové hvězdy během  $10^5$  let.

V závěru konference pak zazněla přehledová přednáška akad. J.B. Zeldoviče z Ústavu fyzikálních problémů AV SSSR v Moskvě o současné kosmologii. Autor zde připomněl úspěchy standardního kosmologického modelu (rozpínání vesmíru, existence reliktového záření, správný výklad chemického složení vesmíru) a zabýval se pak nejnovějším vývojem kosmologických názorů, zvláště na velkorozměrovou strukturu vesmíru a problém skryté hmoty. Ukázal, že trojrozměrná struktura galaxií (zjišťovaná z rozložení galaxií po obloze a z červeného posuvu) dobře souhlasí s představou, že nerovnoměrná struktura hmoty ve vesmíru se vyvinula z počátečních poruch působením gravitačních nestabilit. Zejména důkaz existence obrovských prázdnot o rozměrech  $100 \times 100 \times 100$  Mpc<sup>3</sup> je přímou podporou navrženého vývojového mechanismu. Autor se též věnoval otázkám souvislosti mikrofyziky a kosmologie (skrytá hmota v podobě nebaryonické látky - neutrin, gravitin, fotin, axionů), porušením symetrie mezi hmotou a antihmotou ve velmi raném vesmíru a konečně i nejnověji diskutovaným problémům kolem možnosti existence skalárního pole ve vesmíru, vyvolávajícího negativní tlak a umožňujícího přijmout koncepci o spontánním vzniku vesmíru z ničeho.

S tématem Zeldovičovy přednášky volně souvisel obsah referátů 2. symposia pražské konference s názvem "Neutrinová fyzika a astrofyzika". G. Marx z univerzity v Budapešti poukázal na souvislosti mezi slabou interakcí a osudem vesmíru. Díky slabé interakci se podařilo narušit horkou "teplou smrt" vesmíru v jeho velmi rané fázi a díky slabým interakcím můžeme určit jednoznačně směr plynutí času v současném vesmíru. O souvislostech mezi astrofyzikou, teoriemi velkého sjednocení a supersjednocení hovořil na též symposiu M. Roncadelli z univerzity v Pávii. Uvedl, že k velkému sjednocení došlo patrně při středních energiích částic  $10^{-7}$  GeV (pozemské urychlovače plánované pro příští desetiletí mají dosáhnout pouhých  $10^3$  GeV). V rámci téhož symposia hovořil A. de Rújula z CERNu o neutrinech v oblasti velmi vysokých energií a o možnosti vysvětlit skrytou hmotu vesmíru útvarů, s nimiž se Země případně setkává v podobě superychlých meteoritů, nazvaných podle analogie nuklearity. Poukázal na některé astronomické možnosti detekce těchto hypotetických útvarů. Astronomové dále jistě zaujal příspěvek W. Hampela z Heidelbergu o současném stavu experimentů s detekcí slunečních neutrin. Ze slunečního modelu vyplývá tok  $(6,9 \pm 1,0)$  SNU, zatímco R. Davisova měření v letech 1970 - 1983 udávají jen  $(2,1 \pm 0,3)$  SNU. V mezinárodní spolupráci (USA, NSR, Izrael) proběhl pilotní experiment s detekcí slunečních neutrin pomocí galia. Pokus ukázal, že jde o reálnou cestu k detekci slunečních neutrin o energii nad 233 keV, avšak zatím se nepodařilo získat finanční fondy pro uskutečnění "velkého" pokusu. Obdobný experiment však připravuje Ústav jaderného výzkumu AV SSSR v podzemní Baksanské laboratoři na Kavkaze. Měření se mají rozběhnout po r. 1985, kdy bude do podzemního tunelu dopraveno postačující množství (25 t) galia. Z radiochemických metod se ještě uvažuje o detektorech  $^{81}\text{Br}$  a  $^7\text{Li}$ . Zajímavé možnosti nabízí geochemická metoda detekce neutrin pomocí rozpadových produktů v horninách zemské kůry - tím by se dal nepřímo změřit integrovaný tok slunečních neutrin zahrnující interval několik milionů let.

M. Rees z Astronomického ústavu univerzity v Cambridge (Velká Británie) osvětlil problém hmoty neutrin v souvislosti se vznikem galaxií. Domněnka o tom, že rozměrné a masivní "balíky neutrin" byly kondenzačními jádry nadkup galaxií, je patrně neudržitelná, neboť je v rozporu s nepozorovanými fluktuacemi teploty reliktového záření na úhlové škále  $3 - 5'$  (fluktuace jsou menší než  $2 \cdot 10^{-5}$  v relativní míře). Z toho nepřímo plyne, že hmotnost neutrin je patrně nižší, než experimentálně uváděné odhady kolem 20 eV/c<sup>2</sup>. Rovněž fluktuace v rozdělení hmoty v kupách a nadkupách galaxií jsou mnohem menší, než kolik dávají modely neutrinových balíků. Přitom dynamicky odvozená hmotnost galaxií činí jen 10-20% kritické hustoty vesmíru. Jelikož víme, že skutečná hustota vesmíru se příliš nesmí lišit od hustoty kritické (jinak by se buď vesmír již dávno rozplynul, nebo zase dávno zpět zkolaboval do singularity), vyplývá z toho, že největší část hmoty vesmíru je obsažena v nebaryonické složce, avšak touto složkou velmi pravděpodobně nejsou neutrina!

Astrofyzice bylo též věnováno vůbec nejrozsáhlejší symposium konference, nazvané "Astrofyzika nelineárního

plazmatu", kde klíčovými tématy byly procesy ve sluneční atmosféře a v magnetosférách pulsarů. Na sympoziu byly též předneseny příspěvky čs. odborníků E. Chvojkové, L. Krivské-  
ho a Z. Němečka a kol.

Rada astronomů rovněž se zájmem vyslechla příspěvky sympozia s názvem "Katastrofický pohled na planetu Zemi", i když v pravém slova smyslu nešlo o katastrofy, nýbrž o relativně pomalé změny některých klimatických a geofyzikálních významných parametrů zemského tělesa. J.C. Duplessy z Francie uvedl současný stav výzkumů zalednění Země v posledních několika milionech let. Ke vzniku ledové doby stačí relativně malý pokles teploty oceánu (o 1,7°C) a maximum posledního velkého zalednění na severní polokouli spadá do doby před 18 tisíci lety. Ledové doby mají nepochybně kosmickou příčinu, spočívající v periodických změnách sklonu rotační osy Země vůči ekliptice a ve změnách dráhové výstřednosti Země. Příslušné periodicity 41 tisíc let a 100 000 let lze dobře rozeznat na grafech ledových dob minulosti. K. Runcorn z Velké Británie pak hovořil o změnách polarity magnetického pole Země, jak je doloženo paleomagnetickými nálezy. Změny polarity probíhají poměrně rychle, během 10<sup>5</sup> let, přičemž se obvyklé dipolové pole rozpadá na kvadrupólové i oktapólové. Změny nemají vážnější následky pro faunu či flóru, jak se někdy soudí.

Jistým zklamáním pro všechny účastníky bylo sympozium s názvem "Povědomí veřejnosti o fyzice", kde hovořili převážně západoevropští řečníci o neuspokojivé situaci ve fyzikálních znalostech nejširší veřejnosti a zkreslených názorech na práci fyziků. Naše obdobné domácí diskuse mívají nesporně závažnější obsah i vyšší úroveň. Jediné osvětlení připravili na tomto sympoziu pracovníci CERNu, kteří přivezli velmi pozoruhodný dokumentární film o objevu intermedialních bosonů na urychlovači SPS v Ženevě. Divák měl možnost sledovat jednotlivé fáze projektu a klíčové body unikátního experimentu, na němž se podílelo bezmála 200 fyziků z mnoha zemí světa. "Hlavní roli" ve filmu hrál autor projektu a vedoucí výzkumného týmu prof. C. Rubbia, jenž byl v Praze rovněž osobně přítomen a ve své slavnostní přednášce mj. oznámil, že jeho skupině se na urychlovači SPS podařilo v poslední době prokázat existenci šestého kvarku "top", s energií 30-50 GeV.

Jeden z účastníků sympozia připomněl, že široká veřejnost se nejvíce zajímá o ta odvětví fyziky, která mají nejmenší praktický význam, tj. o fyziku vysokých energií a astrofyziku. Autor tohoto referátu sebekriticky přiznává, že právě tyto partie ho na pražské konferenci nejvíce zaujaly a v tom se tudíž široké veřejnosti přinejmenším podobá, pokud se s ní již přímo neztotožnil. Jistě by stálo za hlubší rozbor, proč právě "nepraktické" partie fyziky jsou nejlépe popularizovány? Stačí zalistovat sborník "Fyzika a Praha", který pro účastníky konference připravili čs. organizátoři. O novodobé české fyzice v něm píše astronom - prof. Vanýsek, o historii přírodních věd na KU - historik astronomie dr. Z. Horský a o A. Einsteinovi v Praze astrofyzik doc. J. Bičák (sborník obsahuje celkem 4 příspěvky).

J. Grygar



## Problémy popularizace astronomie

V rámci oslav výročí vzniku brněnské Hvězdárny a planetária M. Koperníka se v přednáškovém sále na Kraví hoře uskutečnila 7. října 1984 panelová diskuse o popularizaci astronomie. Zúčastnilo se jí přes 30 pracovníků lidových hvězdáren, profesionálních a amatérských astronomů, odborníků z vysokých škol a rovněž hosté z PLR a NDR.

Úvodní slovo přednesl dr. J. Grygar, CSc. z Fyzikálního ústavu ČSAV. Upozornil, že i když se v posledních letech situace v popularizaci astronomie zlepšila (vychází časopis Kosmos v Bratislavě a HaP v Brně vydává Kapitoly z astronomie), není zdaleka vše v pořádku. Jsme na tom ovšem patrně lépe ve srovnání se stavem, který panuje v ostatních evropských zemích a USA. O tom například svědčí rozebrané vysoké náklady knih o astronomii u nás, na rozdíl od ciziny. Současně musíme bohužel konstatovat, že i u nás vyházejí knihy vysloveně nevědecké či přesněji protivědecké, jak svědčí úspěch nových vydání dvou svazků "Tušení" od L. Součka a v nedávní minulosti zájem o spisy E. von Dänikena.

Potom následovala asi tříhodinová diskuse. Nejzajímavější názory z ní lze stručně shrnout takto: Astronomie byla vždy avantgardou v přírodních vědách a je avantgardou i v jejích popularizaci; zvláště u nás se můžeme chlubit velkou tradicí popularizace astronomie. Nejde však jen o to, aby se na lidových hvězdárnách i v přednáškách pro širokou veřejnost v první řadě vykládaly nové poznatky, ale o to, aby se lidé učili stylu vědeckého myšlení a aby se v nich podněcoval zájem o vědu. Dnes, kdy do astronomie zasahují mnohé další vědecké obory (fyzika, elektronika, chemie, biologie, geologie, nejnověji paleontologie), by měly lidové hvězdárny přebírat odpovědnost za popularizaci celého přírodovědeckého bádání; zvláště pak na těch místech, kde neexistují jiná zařízení, jež by mohla tuto úlohu plnit. Jak vyplynulo z diskuse, snaží se o to například Hvězdárna a planetárium hl.m. Prahy. Další důležitou zkušeností z pražského planetária je obliba hudebně-literárních pořadů s astronomickou tematikou. Protože se mnoho lidí v současné době orientuje výrazně buď umělecky, anebo naopak přírodovědecky, je tato forma jedinečným magnetem pro lidi, kteří mají k vědě daleko - a teprve při návštěvě těchto pořadů si uvědomují, kolik i jim může věda dávat.

Závěrem lze říci, že popularizace astronomie a ostatních přírodních a technických věd bude vyžadovat stále větší nároky od pořadatelů - na formu, na techniku, na osobnost popularizátora. Nakonec dvě připomínky: Dobrých popularizátorů nemáme mnoho; vždyť popularizace je dar - proto bychom měli čas těchto lidí šetřit a nesnažit se je získat pro sebe stůj co stůj; není lepší, když o vědě vyprávějí v televizi, v rozhlasu či v tisku, než 50 - 100 lidem na besedě? Na semináři se někteří účastníci dotkli problému přístupu a techniky používané při popularizaci. Jestliže má být na všech hvězdárnách i v budoucnosti popularizace na vysoké úrovni, bylo by patrně vhodné o těchto problémech pojednat na zvláštní konferenci za účasti zástupců nadřízených orgánů, které rozhodují o finančních prostředcích.

K. Pacner

## 23. celostátní meteorický seminář, Brno, 17.-18.3.1984

23. celostátní meteorický seminář uspořádala Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka. Brno se tak stalo místem setkání 57 meteorářů - amatérů i profesionálů z celé ČSSR s cílem nejen získat nové poznatky a podněty z meteorické astronomie pro svou práci, ale i navázat důležité kontakty a spolupráci s autory pozorovacích programů.

"Co se děje v atmosféře, vidíme-li meteor?" - na tuto otázku se snažil odpovědět RNDr. Vladimír Padevět, CSc. Ve své přednášce, bohatě doprovázené diapozitivy, uvedl na pravou míru leckdy mylné názory na pohyb meteorického tělesa a optické jevy jej doprovázející. I nejnovější teorie průletu meteoroidu ovzduším se v některých bodech rozcházejí s pozorovacími skutečnostmi a tak i zde nás čeká velké množství práce. Rovněž předpokládá, že převážná většina uhlikatých chondritů pochází z komet, bude třeba ověřit.

"Zaprášená sluneční soustava - systém ve vývoji" se jmenovala přednáška Miroslava Znášika z hvězdárny v Banské Bystrici. Rozložení malých částic i asteroidů ve sluneční soustavě, vliv kosmických sil na pohyb těchto částic, vznik pásmo asteroidů, některé problémy kometárních drah - to byly hlavní body, kterým se přednášející věnoval.

Mnozí účastníci celostátních meteorických expedic zvláště z míst mimo sídla pořádajících organizací si neuvědomují, kolik práce bylo třeba vykonat, než bylo pro expedici nalezeno vhodné pozorovací místo, připraveny podklady pro výrobu mapek hvězdných polí, mapky vyrobeny a všechn potřebný materiál shromážděn a dopraven na stanici - o tom hovořil RNDr. Vladimír Znojil ve své přednášce "Jak se dělájí a co přináší naše meteorické expedice". Stinnou stránkou meteorických expedic zůstává dlouhá doba jejich zpracování (asi 10 let).

Přednáškou "Jak se fotografují meteory", ve které se s posluchači podělil o praktické poznatky z fotografování jasných meteorů, zakončil Peter Zimnikoval přednáškový blok semináře.

Tradiční společenský večer se tentokrát nekonal v žádné brněnské restauraci, ale přímo na hvězdárně. Zásahu na jeho zdárném průběhu má především RNDr. Jan Hollan, na jehož bedrech spočívala příprava i vedení celého, letos pouze dvou denního semináře.

Celé nedělní dopoledne bylo věnováno krátkým zprávám a diskusím. Jednotliví organizátoři pozorování i samotní pozorovatelé informovali o svém pozorování, o úskalích, na která narazili při jeho vyhodnocení, o výsledcích, ke kterým dospěli a o zkušenostech, které získali.

Ivo Míček z Veselí nad Moravou referoval o vyhodnocení expedice na Vaňovci v létě 1981. Použitelným výsledkem veselských jsou čistopisy záznamů o meteorech. O pozorování v Uherském Brodě referovali R. Peřestý a I. Bohmann. Josef Marek vystoupil za severomoravské meteoráře. Amatérská pozorování osamělých skupin, ač jejich interpretace je

leckdy zatížena chybami, obohatí napozorovaný materiál  
brněnské hvězdárny.

Na závěr semináře bylo přijato usnesení, ze kterého  
vyjímáme:

- poradenskou službu ve věci pozorování meteorů a  
zpracování těchto pozorování poskytnou HaP M.K.  
(Jan Hollan), KH BB (Daniel Očenáš) a MS ČAS (Miroslav  
Šulc, Doležalova 5, 616 00 Brno).
- všem, kdo mají možnost soustavně pozorovat v dobrých  
podmínkách, doporučujeme již vyzkoušený program vizu-  
álního sledování meteorických rojů (popsaný prozatím  
publikací, vydanou HaP M.K. v Brně r. 1983). Vyspělým  
pozorovatelům a skupinám s takovými pozorovateli,  
mají-li k dispozici potřebné binary, doporučujeme  
spíše teleskopické pozorování v rámci programu  
celoročního sledování meteorických rojů (viz Zpráva  
HaP M.K. č. 67).
- je třeba sbírat informace o jasných bolidech (přesný  
čas jevu, pokud možno i polohu na obloze) a zasílat  
je na adresu: RNDr. Zdeněk Ceplecha, DrSc., ASU ČSAV,  
251 65 Ondřejov.
- výsledky zpracování amatérských pozorování se dají  
publikovat např. v Meteorických zprávách, Kosmických  
rozhledech a v Pracích HaP M.K.
- je třeba se snažit, aby více aktivních pozorovatelů  
mělo k dispozici binary 10 x 80 či 12 x 60
- HaP M.K. bude pracovat na zhotovení nového gnomonické-  
ho atlasu
- je žádoucí, aby materiály zasílané na HaP M.K. byly  
nejen ve formě protokolů, ale raději již také ve  
standardní strojové čitelné formě (např. na osmistopé  
děrné pásce)

- hom -

## Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

### 12. celostátní konference o hvězdné astronomii

Konference se konala v termínu 12.-15. června 1984  
v motelu Bobrava při jižním okraji Brna. Prostředí bylo velmi  
hezké, trochu však příliš turistické, takže chybělo někdy  
více klidu pro práci. Rovněž ceny nebyly vždy v souladu  
s finančními možnostmi, zvláště u mladších účastníků.  
Konference se zúčastnilo přes 60 odborníků, kromě profesionálů  
tam bylo i několik vážných amatérů, a její organizaci převzala  
na svá bedra dvojice brněnských astronomů M. Vetešník a Z. Mi-  
kulášek.

Po slavnostním zahájení bylo odpoledne věnováno posoro-  
vací technice a metodám v astronomické praxi. Nejprve J. Grygar  
podal přehled o vývoji astronomických měření v infračervené  
oblasti. Při nich je nutno receptory ochladit v závislosti  
na pracovním oboru i na teplotu 4 K; s kryogenní technikou  
se však mimo fyzikální laboratoř těžko pracuje. V roce 1983  
nicméně byla vyřešena otázka dosažení a udržení nízkých teplot  
i na oběžné dráze a začala pracovat družice IRAS ve střední  
infračervené oblasti. J. Zicha hovořil o projektech velkých  
dalekohledů. Chystají se nové konstrukce zroadel, která by  
byla relativně mnohem tenčí (až 8 x) než dnešní typy. Daleko-  
hled takto osazený by byl lacinější; udržení správného tvaru  
optické plochy by však nebylo možné bez počítače. Perspektivní  
je dále technika světlovodů, která umožní konstrukci daleko-  
hledových systémů (např. 4 sprážené dalekohledy o průměru  
8 m). Referát M. Vetešníka ukázal význam měření atmosférické  
extinkce pro praxi, neboť AU UJEP je nyní uskutečňuje na  
objednávku NV města Brna kvůli dozoru nad zaprášením atmosféry.  
Živou diskusi vyvolal příspěvek V. Bahýla o evidenci astrofy-  
zikálních separátů počítačem.

Večerní program věnovaný relativistické astrofyzice zahájil  
P. Hadrava obšírnou informací o zařízení na měření reliktového  
záření umístěném na družici Prognos 9. Receptor na oběžné  
dráze umožní zvýšit přesnost nejméně o řád, což nastoluje  
nutnost postupovat daleko pečlivěji než dříve při eliminaci  
záření galaktického pozadí. V tom též spočívá čs. účást na expe-  
rimentu, protože na pracovní vlnové délce 8 mm září nejvíce  
oblasti ionizovaného vodíku H II, a studiem jejich rozložení  
se u nás zabývá P. Polechová. Značně teoretický referát  
Z. Stuchlíka o tvorbě neutrinových hal se pokusil o vysvět-  
lení hmotnosti velkých hnízd galaxií. Vznik tak velkých  
nehomogenit ( $10^{16} M_{\odot}$ ) by bylo možno vysvětlit pomocí  
kosmologické konstanty přítomnosti neutrin (nebo analogických  
hypotetických částic), pokud by tato měla jen malou klido-  
vou hmotnost  $< 0,1$  eV. Poslední příspěvek toho dne v podání  
V. Karase ukázal, že interakce rotující hvězdy s mezihvězdnou  
látkou může být účinným mechanismem zpomalující rotaci hvězdy.

Druhý den jednání uvedl B. Onderlička zasedání věnované  
hvězdám pozdních spektrálních typů přehledovým referátem o vý-  
voji červených obrů. Do tohoto stadia se dostanou jen hvězdy  
hmotnosti větší než  $8 M_{\odot}$ . V červených obrech probíhají procesy s,  
spojené se vznikem prvků po atomové číslo asi 70. V několika  
stadiích se pak jejich hmota promíchává, takže tyto pozdní  
hvězdy jsou jedním z významných zdrojů prvků těžších než železo  
ve vesmíru. Druhý přehled, týkající se závěrečných stadií  
hvězdného vývoje, podal M. Vetešník. K poznatkům o vývoji  
hvězd lehčích než Chandrasekharova mez  $1,44 M_{\odot}$  v bílého  
trpaslíka dodala nová data málo. Hvězdy, které vytvoří  
jádro o velikosti  $1,44 - 2 M_{\odot}$  se asi vyvíjejí k neutronovým  
hvězdám tak, jak si to před 10 lety už představoval Iben, na  
této vývojové cestě ale byly objeveny nestability, a tak se  
dosud krystalové jasný obraz trochu zamtlil. U nejtěžších hvězd  
s počáteční hmotností  $M > 200 M_{\odot}$  a u hvězd, jejichž železné  
jádro je hmotnější než  $2 M_{\odot}$  zůstane v konečném stadiu vývoje  
v jádře tolik energie, že dojde k rozbíjení jader prvků až

na helium resp. (je-li jádro hvězdy hmotnější než  $30 M_{\odot}$ ) na páry elektron - pozitron. Takové pochody by vysvětlily výbuchy supernov II. typu, po nichž nezůstávají kompaktní zbytky. Scénář vývoje dvojhvězdy může být daleko složitější a může se v něm uplatnit i gravitační záření. Potom referovali B. Onderlička a D. Handlířová o spektroskopických dvojhvězdách  $\xi$  Cyg a  $\gamma$  Dra. Prvá z hvězd je zřejmě mladší nadobř těsně po odchodu z hlavní posloupnosti, druhá normální obr K 5 III se slunečním složením. "Brněnské" dopoledne zakončili referáty o svých pracech V. Štefl (spektra  $\alpha$  Ari a  $\alpha$  Cas) a J. Pa-poušek (periody větší části polopravidelných hvězd zachycených na harvardských deskách do r. 1940 rostou).

Odpoledne 13.6. bylo věnováno pekuliárním hvězdám. Z. Mikulášek předvedl (dokonce na trojrozměrném modelu) své představy o magnetické hvězdě CQ UMa. Tato hvězda má zřejmě na svém povrchu skvrny různého chemického složení udržované ejekcí nebo akrecí hmoty řízenou magnetickým polem. L. Hric hovořil o svých poznatcích o hvězdě  $\omega$  UMa. Uvedl, že v UV oblasti pod 170 nm je její spektrum více zatíženo absorpcí než srovnávací spektrum Vega, která má podobnou teplotu. Hvězdy Vega se dotýkal i příspěvek I. Hubeného z opačného konce republiky, neboť ten na ní testuje svoje pokusy o teoretickou interpretaci UV spekter. Při ní je obrovským problémem překrytí UV spektra čarami, které je tak dokonalé, že nikde nelze najít kontinuum. V důsledku toho ani málo podrobná spektra nelze vyhodnotit jinak než generováním detailního spektra, což je cesta nesmírně trnitá a zdlouhavá. Počítač během hodiny práce vytvoří úsek spektra široký jen kolem 10 nm. Na této cestě dosáhl I. Hubený pozoruhodných výsledků. P. Koubský hovořil o pozorování v UV oblasti. Střední a daleká UV oblast je dostupná jen z oběžné dráhy a je pod dozorem od časů družice Copernicus (1972). Nejvíce práce vykonala družice IUE, od r. 1978 získala dosud 45 tisíc spekter. Jako ukázka mohl sloužit model interagující dvojhvězdy CX Dra, který byl v Ondřejově sestaven podle 25 spekter IUE a 16 jiných spekter. Interpretaci spekter z družice IUE se zabýval i poslední referent odpoledne S. Štefl. V Be hvězdě KX And byla rozeznána dvojhvězda s interagujícími složkami. UV oblast je značně nepřehledná, což dokumentuje počet tabelovaných čar až 100 na 0,1 nm v některých místech. Ne zcela obvyklá je i největší komplikace - neznalost dat z klasické vizuální oblasti, neboť dvoumetr je mimo provoz. Stesky na to, že u nás t.č. nefunguje optický dalekohled větších rozměrů, se objevily i v některých jiných příspěvcích.

Večer byl věnován promítání diapozitivů ze zahraničních cest. L. Hric byl na Pic du Midi a ve Španělsku, P. Hadrava se vrátil z konference o interagujících dvojhvězdách v Cambridge.

Čtvrteční dopolední program na téma dvojhvězdy zahájil J. Moravec zmínkou o přípravné fázi své diplomové práce o hydrostatice dotykové složky ve dvojhvězdách. P. Hadrava potom navázal na své večerní povídání rozborem trendů, které mohl v Cambridgi vysledovat. Několikrát se tam opakovalo doporučení zaměřit se na trojhvězdy, protože 3. složka představuje měřitelnou sílu, kterou lze ledacos testovat. Kalifornská skupina dosti hovořila o třetí světě v algolidách

v podobě jasné skvrny či pásu. I. Hubený se pokusil vysvětlit rentgenové záření Siria B známé od r. 1979, aniž by musel podstatně měnit teorii stavby bílých trpaslíků. Mechanismus vzniku X záření ve fotosféře trpaslíka při teplotách pod 28 tisíc K sice vyžaduje specifické podmínky, nicméně je asi možný, kdežto existence korony jakožto alternativního zdroje není u bílých trpaslíků vysvětlitelná vůbec. J. Tremko podal zprávu o pozorováních trojnásobné soustavy HD 165590, u níž podle přítomnosti lithia soudí na nízký věk. Jde o oddělenou zákrytovou soustavu. Z AU SAV pocházejí i další 2 příspěvky týkající se symbiotických hvězd CH Cyg, AG Dra a PU Vul v podání L. Hrice a A. Skopala. Všechny 3 hvězdy byly sledovány v době maximální aktivity fotometry s časovým rozlišením 1 min. (Skalnaté Pleso) a 1 s (Rožen v Bulharsku). Z kuloárových diskusí vyplynulo, že období aktivity jsou vždy předznamenána zvýšením jasnosti a byly probírány možnosti strážní služby amatérů nad vybranými hvězdami. Ve všech případech jde zřejmě o dvojhvězdy, určité pochyby ale zůstávají. Z. Urban mluvil o novách a novách podobných. Jde o dvojhvězdy enormně krátkých period až i 18 min. Předpokládaná délka intervalu mezi výbuchy typické novy se dnes uvádí  $10^3$  let, tedy méně než se soudilo dříve. Perioda oběhu soustavy se mění a s ní se mění i typ kataklyzmatické aktivity. K. Maštenová referovala o svých datech o hvězdě AX Mon, která dobře potvrzují starší údaje Merillovy. Program dopoledne uzavřela diskuse, která se rozvinula po zprávě J. Šilhána o rekordní žni amatérských pozorování proměnných hvězd v letech 1981 - 1983. Zdá se, že profesionálové přijímají výsledky amatérů ochotněji než v době nedávné a vyskytly se i konstruktivní návrhy k modifikaci programu.

Odpoledne bylo zahájeno referátem P. Mayera přesunutým z prvního dne, který se týkal pozorování ve střední IC oblasti (do  $5 \mu\text{m}$ ) na Skalnatém Pleso. Zatím se uvažuje o konstrukci fotometru a řeší se problém chlazení na 77 K (kapalný dusík).

Zbytek odpoledne vyplnila panelová diskuse řízená P. Mayerem. Pro méně zasvěceného posluchače byla složitá. Cenné bylo zjištění, že mnohé více či méně obecně přijímané představy jsou ve skutečnosti jen jednou z možností a že existují životaschopné alternativní teorie. To se týká výkladu rychlých změn jasnosti hvězd třídy B pulsacemi, které lze vysvětlit i rotací hvězdy s temným pruhem na povrchu. Na výklad některých uhlíkových hvězd existuje také více modelů rotačních vedle podvojných. Bezkonkurenční není ani teorie skloněného rotátoru u magnetických hvězd, jak ji prezentoval Z. Mikulášek. Zajímavá byla také debata o přiměřenosti prostředků a konstatování, že je někdy velmi úzká hranice mezi nepřiměřeností a nedostatečností experimentálních i teoretických metod ("kanon na vrabce" - "špuntovka na slona").

Oddychový večer po náročném jednání účastníci velmi potřebovali a příjemně jej strávili ve sklípku JZD Lechovice.

Další den ráno musel pisatel odcestovat, a tak informace o průběhu posledního půldnu věnovaného hvězdným systémům budou kusé. Jeho větší část vyplnil J. Palouš se svými žáky. H. Hostomská referovala o kinematice oblastí HII, zřejmě však šlo

jen o nějaké mezivýsledky při diplomové práci, drobností byl i vstup J. Bubeníčka o pohybových skupinách hvězd v okolí Slunce. V paměti účastníků zůstal až přehledový referát samého J. Palouše o dynamice galaxií. Z něho zaujalo, že spirální strukturu lze vyložit i jinak než dnes běžnou hypotézou hustotních vln. Pokud jde o naši Galaxii, některé výsledky ukazují, že jsou tu čtyři ramena. Velký zájem vzbudil poslední příspěvek konference, v němž P. Mayer hovořil o porovnávání fotometrických katalogů. Tento problém stojí před každým astronomem, který by chtěl zkoumat sekundární změny jasnosti hvězd. Největší změny jasnosti předpovídá teorie pro veleobry, kteří by měli zvyšovat jasnost rádoově o setiny magnitudy za století. Fotoelektrická pozorování z různých let tohoto století se zatím nepodařilo navzájem navázat dostatečně spolehlivě a plánují se další měření, která by teprve měla onen vzrůst prokázat. Kupodivu byl však odhalen systematický rozdíl tohoto druhu mezi dnešními měřeními a prací všech hvězdných katalogů Almagestem.

Program konference byl tedy bohatý až přebohatý. Důvodem byla přestávka v posloupnosti konferencí. Naši odborníci ve stelární astronomii jsou velmi agilní a využívají tu- i cizozemských zdrojů. Používají nejmodernější techniku. Není před nimi uzavřen ani největší dalekohled světa, k němuž po Z. Mikuláškově míří nyní i P. Hadrava. Je vidět, že si zaslouží mít svou konferenci každý rok. I pro člověka, který k nim vlastně nepatří, bylo jejich rokování zajímavé.

J. Šilhán

### Další rekordní rok našich amatérských pozorovatelů proměnných hvězd - rok 1983

Před nedávnem jsme informovali (v KR 21, 1983, č.1, s. 21) v superlativech o činnosti našich amatérských proměnářů a vyjádřili pochyby, zda se dosavadní tempo podaří udržet. Pisatel této zprávy nedávno (koncem května 1984) prováděl konečný výběr pozorovacích řad pro publikaci okamžiků minim za léta 1981 - 1983, takže je nyní možné předpověď ověřit. Tab. 1 ukazuje, že se pozorovatelé postarali, aby nevyšla. Zejména rok 1983 překonal prakticky ve všech směrech to, co tu dosud bylo od zahájení programu v r. 1960. Celkově bude v připravované práci (která kryje období posledních 3 let jen přibližně) publikováno rovných 1200 okamžiků minim zakrytových dvojhvězd. Pro srovnání výtěžek celého prvního desetiletí do r. 1969 - 1101 minimum.

Tabulka celkových počtů publikovaných řad (tab. 2) doznala podstatných změn. Tradičně určovaná dvacítká nejlepších jsou většinou činní pozorovatelé a jen 7 jmen se tam udrželo z minula (označení jsou ()). Přehled činnosti za rok 1983 (tab. 3) je sestaven také podle počtu

řad. V budoucnu by mělo být pořadí v jednotlivých letech určováno podle Mikuláškova bodovacího systému, který on sám podle svých přibližných představ o ledním hokeji nazval "kanadským" (odtud zkratka "M.k. bodování" v záhlaví tab. 3). Každá hvězda v něm má v rozmezí od 1 do 10 přidělen tím větší počet bodů, čím potřebnější je její pozorování. Bodování by mělo umožnit pružněji řídit program a ovlivňovat pozorovatele žádoucím směrem při výběru hvězd. V r. 1983 se příslušné mechanismy působení nemohly plně rozvinout, protože se systém teprve zaváděl, proto byl M.k. bodování přisouzen jen pomocný význam. Bodové ohodnocení hvězd se bude s časem měnit. V tabulce jsou zahrnuti jen pozorovatelé, kteří publikují v r. 1983 alespoň 10 minim nebo získali alespoň 20 bodů M.k. Za povšimnutí stojí zejména výsledek Petra Svobody, který znamenal směnu v čele tab. 4 a vymínil posledního z letitých pozorovatelských rekordů. Nízké hodnocení M.k. je v souladu s jeho možnostmi - nepodařilo se mu totiž navázat spolupráci se žádnou hvězdárnou a jeho dalekohled na víc nestačil. Tabulkovou část uzavírají definitivní čísla pro neaktivnější pozorovatele z let 1981 a 1982, po provedení dodatků a vyzázení některých řad.

Pozorovatelé tedy odvedli v r. 1983 velkou práci a tím naléhavější je otázka, k čemu to všechno může sloužit. I na tuto otázku zčásti odpověděli naši amatéři. V. Wagner a J. Borovička z petržické hvězdárny na základě svých pozorování jako první správně určili periodu hvězdy DP Cep, M. Zejda z Třebíče studoval podrobně TW Dra a napsal o ní velmi dobrou práci. Kromě vlastního přínosu mají tyto práce ještě jeden význam: ukazují směr. Krom toho probíhají práce na modernizaci a rozšíření programu, vyšla nová serie mapek a další se chystá, v Říši hvězd vyšel komplexní program na zpracování amatérských pozorování periodických hvězd (RH 65, 1984, č. 5 s. 105-109) určený pro kalkulátory středního rozsahu atd. Zpráva o činnosti našich amatérů byla příznivě přijata i na konferenci o hvězdné astronomii. Zřejmě je tedy nastoupená cesta správná. Počet pozorovatelů v činnosti je nyní vyšší než býval kdykoli dříve; přesto by byla práce i pro další. Velké možnosti slibuje zapojení velkých dalekohledů od 0,2 m průměru výše. Na lidových hvězdárnách jsou, ale pro program jich pracuje dosud jen málo. Bližší informace event. zájemcům poskytne brněnská hvězdárna. Systém spolupráce s pozorovateli byl též publikován v RH 63, 1982, č. 2, s. 42-43. Kolem programu se však pohybuje skupina nadšených mladých lidí a nic nemůže vyvážit kontakt s nimi. Naskýtá se k tomu možnost každoročně v létě, při praktikách konaných ve Ždánicích.

J. Šilhán



Tab. 1

## Nejúspěšnější roky

Poř.	rok	souhrnně počet řad	pozor. hvězd	slabé počet řad	hvězdy pozor. hvězd	pozorovatelé
1	1983	486	96	246	68	58
2	1981	382	99	226	72	48
3	1982	316	76	168	49	50
4	1964	272	63	35	16	51
5	1963	236	36	7	2	47
6	1980	214	72	122	49	40
7	1979	171	52	103	37	41
8	1962	164	19	2	2	49
9	1969	151	32	55	15	33
10	1976	149	49	57	28	30

Tab. 2

## Celkové počty publikovaných řad

pozorovatel	působíště	řad
1. Jindřich Šilhán	Ždánice	278
2. Vladimír Wagner	Haviřov	200
3. Karel Carbol	Gottwaldov	122
4. Petr Svoboda	Prostějov	121
5. František Ždárský ( )	Úpice	112
6. Jan Mánek	Praha	93
7. Alexandr Slatinský	Haviřov	78
8. Miroslav Zejda	Třebíč	63
9. Vladimír Znojil ( )	Brno	58
10. Jiří Hudec ( )	Znojmo	57
11. Petr Kučera	Třebíč	57
12. Robert Polloczek	Brno	52
13. Antonín Paschke ( )	Raspenava	51
14. František Hromada ( )	Prerov	50
15. Emil Běták ( )	Ostrava	46
16. Petr Hájek	Vyškov	43
17. Petr Troubil	Ždánice	43
18. Pavel Novák ( )	Brno	42
19. Jiří Borovička	Praha	39
20. Petr Neugebauer	Třebíč	36

Tab. 3

## Pozorovatelé 1983

pozorovatel	působistiště	řad	M.k. bodov.	poř. M.k.
1. Petr Svoboda	Prostějov	114	292 bodů	1.
2. Vladimír Wagner	Havířov	54	281	2.
3. Jindřich Šilhán	Ždánice	42	216	3.
4. Jiří Borovička	Praha	38	189	4.
5. Miloslav Zejda	Třebíč	31	104	5.
6. Petr Troubil	Ždánice	16	67	6.
7. Pavel Fišer	Teplíce	14	43	7.
8. Petr Lučha	Brno	13	33	9.
9. Vladimír Svoboda	Kladno	11	31	10.
10. Pavol Kvačák	Valaská	11	26	12.
11. Jan Mrázek	Brno	10	18	15.

Tab. 4

## Roční maximální počty

pozorovatel	působistiště	počet	rok
1. Petr Svoboda	Prostějov	114	1983
2. František Ždárský	Úpice	60	1963
3. Vladimír Wagner	Havířov	54	1983
4. Jan Mánek	Praha	51	1981
5. Jindřich Šilhán	Ždánice	47	1970
6. Jiří Borovička	Praha	38	1983
7. Karel Carbol	Gottwaldov	32	1981, 1982
8. Pavel Novák	Brno	32	1976
9. Miloslav Zejda	Třebíč	31	1983
10. Jiří Hudec	Znojmo	27	1973
11. Alexandr Slatinský	Havířov	25	1980
12. František Hromada	Prerov	25	1965
13. Antonín Paschke	Raspenava	24	1965
14. Emil Běták	Ostrava	23	1963
15. Hana Hauzerová	Třebíč	20	1982

## Definitivní počty

1981			
pozorovatel	působistiště	počet	rok
1. Jan Mánek	Praha	51	
2. Jindřich Šilhán	Ždánice	36	
3. Vladimír Wagner	Havířov	32	
4. Karel Carbol	Gottwaldov	32	
5. Alexandr Slatinský	Havířov	24	
6. Petr Kučera	Třebíč	17	
7. Petr Troubil	Ždánice	13	
8. Petr Neugebauer	Třebíč	12	
9. Jan Mrázek	Brno	11	
10. Rostislav Pliska	Drnovice	11	

Celkem 48 pozorovatelů

1. Karel Carbol	Gottwaldov	32
2. Miloslav Zejda	Třebíč	26
3. Vladimír Wagner	Havířov	21
4. Alexandr Slatinský	Havířov	21
5. Jindřich Šilhán	Ždánice	20
6. Hana Hauzerová	Třebíč	20
7. Petr Kučera	Třebíč	15
8. Petr Neugebauer	Třebíč	15
9. Jiří Března	Třebíč	13
10. Petr Troubil	Ždánice	12
11. Johana Flehnerová	Praha	10

Celkem 50 pozorovatelů

### Zemřel František Link

23. září 1984 zemřel v Paříži doc. RNDr. František Link, poslední z generace našich astronomů, narozených na začátku století. Dožil se 78 let; narodil se 15. srpna 1906 v Brně. Roku 1936 se habilitoval na Karlově universitě, kde také v předválečných a poválečných letech přednášel astrofyziku. Působil také jako profesor fyziky na gymnáziích, především během okupace. Po osvobození byl činný hlavně na observatoři v Ondřejově a měl podíl na jejím začlenění do Ústředního ústavu astronomického, kde několik let pracoval i jako ředitel. Z tohoto ústavu pak po zřízení ČSAV v roce 1952 vznikl Astronomický ústav ČSAV. Dr. František Link byl zde po řadu let vedoucím oddělení vysoké atmosféry.

Dr. Link pracoval v oboru studia vysoké atmosféry, vypracoval i fotometrickou teorii měsíčních zatmění, stále platnou a mnohokrát citovanou ve vědecké literatuře. Zabýval se i heliofyzikou, astrofyzikou, stelární astronomií a radioastronomií. Bibliografie jeho prací zahrnuje téměř 300 titulů. Kromě prací vědeckých vzpomeneme jeho publikací populárních. Na zcela základní úrovni jsou jeho "Potulky vesmírem" (Nakladatelství Fr. Borový, Praha 1943), v nichž prokázal svůj smysl pro humor a schopnost přístupného, ale přesného výkladu. Dále jmenujme jeho publikace "Jak poznává astrofyzika vesmír?", "Co víme o hvězdách", spolu s doc. Dr. V. Guthem napsané "Astronomické praktikum", podíl na dvoudílné "Astronomii" (ČSAV, Praha 1953) a další. Tvořily část souboru astronomických publikací čtyřicátých a padesátých let, které samozřejmě již v mnohém zastaraly a potřebovali bychom nyní jejich moderní ekvivalent na téže úrovni - někde uprostřed mezi literaturou populární pro nejširší vrstvy a literaturou vědeckou. Z hlediska metodiky a preciznosti výkladu jsou nám však tyto Linkovy publikace stále vzorem.

Redakce

## RECENZE

Jan Hollan, Peter Zimnikoval: Pozorování meteorů. (Cíle a metody pozorování očima. Amatérské fotografování meteorů).  
Vydala HaP MK v Brně v červenci 1984 jako mimořádné číslo Zpráv HaP MK v Brně.

Po více letech se dostává opět našim amatérům do rukou publikace pojednávající o metodách amatérských optických a fotografických pozorování. Rozsah cyklostylovaného a brožovaného výtisku je značný - 87 stran. Tomu odpovídá i rozsah tematický a důkladné zpracování jednotlivých kapitol.

Úvodní kapitoly podávají zdařilou formou přehled základních poznatků z meteorické astronomie a charakteristiku nejdůležitějších pozorovacích metod. Další část návodu je věnována metodice optických pozorování, pozorovacím údajům, vyplňování protokolů ap. Kapitola 11 se zabývá celoročním programem pozorování meteorických rojů a základním zpracováním. Po stručné zmínce o způsobu závčiku je zařazena slovensky psaná kapitola o fotografování meteorů. Následující přílohy jsou fiktivními ukázkami vyplněných protokolů, mapky se zakresy a výsledků základního zpracování; následují různé tabulky a návody na výpočet některých veličin.

Přes výše zmíněnou důkladnost se v návodu bohužel vyskytují také nedostatky a nepřesnosti. Již v předmluvě je nesprávné tvrzení, že se jedná o první popis amatérského pozorování meteorů od r. 1956. Nebereme-li ohled na pojetí návodu, nelze opomenout návody v 2. a 13. čísle Prací HaP v Brně (konec 60. a první polovina 70. let).

Nedopatřením je volba terminologie, lišící se v některých případech od doporučení publikovaného v KR 1981, str. 122 - 125 (mimochoodem podepsaným kompetentním pracovníkem HaP MK!). Pozorování vizuální je v návodu nazváno "pozorováním bez dalekohledu", pozorování optické naopak "pozorováním vizuálním", pozorování radarová jsou označena jako "radiolokační". Pojem "mezna" magnituda je archaismus, zmíněné doporučení zavádí tvar "mezni". Není zřejmé, zda autoři mají v úmyslu skutečně zavádět nové pojmy; jisté však je, že tím mohou vyvolat nedorozumění.

Další závadou je určité roztržštění informace o pozorovacích údajích (a jejich kodování) na strany 18 - 24, 30 - 31, 37 - 40 a 44 - 47, což ztěžuje nutné perfektní zvládnutí tohoto tématu.

13. kapitola "Jak se učit pozorovat meteory" je poněkud kusá. Vzhledem k dlouholetým bohatým (a též negativním) zkušenostem brněnské meteorické sekce se závčikem se dalo právem očekávat podstatně obsáhlejší zpracování tohoto problému (např. popis metody závčiku pomocí umělých

meteorů).

Z drobnějších nedopatření je třeba se zmínit o licenci na str. 30: "Nuly vlevo i vpravo lze principiálně vynechávat ...". Doslovně vzato by tak bylo možno zaměnit č. 10 a 1. Požadavek na str. 59: "... musí tam umět dalekohled bez potíží za pár sekund zamířit" je u dalekohledu 10x80, který nemá "vizír", obecně nereálný.

Přes uvedené připomínky nutno konstatovat, že amatéři mají nyní k dispozici hodnotný návod na pozorování meteorů. V případě jeho knižního vydání by ovšem bylo velmi žádoucí zmíněné nedostatky odstranit.

M. Šulc

Problémy poznávání megasvěta a jejich vliv na formování vědeckého světového názoru. Sborník Ústavu marxismu-leninismu UJEP v Brně (1984)

Sborník obsahuje příspěvky, přednesené na konferenci, uspořádané oddělením marxisticko-leninské filosofie, přírodovědeckou fakultou UJEP a MěV SAK v Brně dne 27.4.1983. Ve vstupní stati se doc. L. Ličeník zabývá metodami poznávání megasvěta z filosofického zorného úhlu. Dále je ve sborníku otisknuta přednáška dr. B. Valníčka s názvem Kosmologické problémy a technický pokrok. Jeho příspěvek však svým obsahem značně přesahuje uvedené téma a velmi přehledně i s potřebným nadhledem pojednává o klíčových technických zvratech v historii astronomie - domnívám se, že tato stat by měla být zpřístupněna širokému okruhu zájemců o astronomii, neboť vyniká stručností, přehledností a syntetickým pohledem na věc. Dále se pak brněnští teoretičtí fyzikové prof. J. Horský a dr. J. Novotný zabývají fyzikální kosmologií, zejména pak v kontextu obecné teorie relativity. I tento příspěvek přináší některé nové pohledy na problematiku - čtenáři KR však patrně vědí, že "Olbersův paradox" je ve skutečnosti staršího data (Kepler, Halley). V referátu dr. B. Onderličky jsou shrnuty nejnovější poznatky o struktuře a rozpínání vesmíru, včetně objevu velkorozměrové struktury vesmíru (livance, prázdnoty), problému baryonické a nebaryonické složky hmoty vesmíru a epochy velmi velmi raného vesmíru (inflace, falešné vakuum, teorie velkého sjednocení). Tento účelový tisk vyšel ve skrovném nákladu 200 výtisků a navíc je neprodejný, takže potenciální zájemci musí vyvinout zvláštní úsilí, aby se k materiálu dostali. Pravděpodobně by bylo vhodné otisknout astronomické příspěvky ze sborníku znovu, např. péčí některé hvězdárny.

J. Grygar

V r. 1984/1985 se začalo na středních školách vyučovat podle nových osnov. Těsně před začátkem tohoto školního roku obdrželi učitelé (již ne "profesoři") gymnázií odpovídající učebnice, včetně Fyziky..

Proti dosavadní učebnici Markové z r. 1964 (1) s Doplňkem od M. Chytilové z r. 1972 se liší nová kniha na první pohled počtem stran (384). To je naštěstí zapříčiněno především grafickou úpravou, která je zdařilá. Kromě dvoubarevných obrázků se vyskytují ve zvětšené míře i fotografie, jejichž počet však nadále zůstává poměrně malý.

Ve shodě s novými osnovami byla oproti předešlé knize vypuštěna m.j. astronomická část (souřadnice a měření času) a zařazena elektrostatika (z důvodu shody matematického popisu gravitačního a elektrostatického pole). Vnějším astronomické kapitoly se osnovy "odtrhly od života" - pokud jde o učivo o zdánlivých pohybech a měření času. Příčinou krácení, které se projevuje, pokud jde o aplikace, i na jiných místech, je zavedení cvičení v rozsahu 1 h týdně.

V jednotlivých kapitolách jsou nové poznatky vyvozovány především z experimentů a jen málo z teoretických úvah. Potíží je, že některé zásadní experimenty nelze na školách provést, neboť prakticky neexistuje příslušné přístrojové vybavení.

Z našeho hlediska je důležitá 6. kapitola "Gravitační pole" a 7. kapitola "Pohyby těles v gravitačním poli" (celkem 40 stran).

V 2. odstavci 6. kapitoly se pojednává obsáhle o intenzitě gravitačního pole obecně i u Země; chybí zde zmínka o změnách intenzity se zeměpisnou šířkou. V 3. odstavci se probírá vliv rotace Země na tíhové zrychlení. 4. odstavec - Práce v homogenním gravitačním poli - duplikuje učivo o potenciální energii. Nové je zavedení gravitačního potenciálu v odstavci 5.

V kapitole 7 je zkráceno učivo o šikmém vrhu, tvrzení o jeho trajektorii je předloženo k věření. Zato je velmi podrobně analyzován v rámci cvičení. V 2. odstavci najdeme tvrzení, že se Měsíc pohybuje kruhovou rychlostí. V téměř odstavci z přehledu trajektorií v centrálním poli (užívá se ovšem pojmu "radiální pole") chybí zmínka o hyperbole. V 3. odstavci - Lety umělých kosmických těles - chybí potřebné obrázky. Do 4. odstavce - Gravitační pole Slunce - se vloudila chyba v počtech měsíců planet a dále poněkud dezinformující tvrzení: "meteoroid se rozžhaví a září".

5. odstavec pojednává o Keplerových zákonech. Ty jsou zavedeny axiomaticky a bez jakéhokoli pokusu o fyzikální zdůvodnění. Druhý Keplerův zákon je nevhodně formulován po stránce syntaktické. V závěrečné části odstavce je jejich platnost rozšířena na pohyb všech těles zanedbatelné (rela-

tivně) hmotnosti v radiálním poli, čímž jsou skryté vyloučeny pohyby po kružnici a neperiodické.

Obecně lze konstatovat, že ve své teoretické části neklade učebnice příliš velké nároky na abstraktní myšlení a paměť, což je při současném trendu spíše výjimkou. Učitelé i jejich žáci mohou být s touto knihou celkem spokojeni.

M. Šulc

### Signum temporis

Literárně-hudební pořad Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy s podtitulem O cestě člověka za poznáním vesmíru. Libreto, scénář a režie: Marcel Pok, Pavel Příhoda a Antonín Růkl; hudební režie Jiří Mazánek a Marcel Pok. Hraje a zpívá skupina Relaxace - Karel Babuljak, Vlastislav Matoušek, Jiří Mazánek (vedoucí souboru) a Miloš Valenta; slovem provází z magnetofonového záznamu Miroslav Moravec.

Aparatura planetária řídí a režijně spolupracují Helena Holovská, Danuše Skřečková a Vladka Zucklínová; odborná spolupráce Marcel Pok; technická spolupráce Jiří Holý a Marcel Ryzánek; zvuk Jan Zemek a Robin Hájek.

Premiéra 16. října 1984.

Proces poznávání okolního světa je pozoruhodný a zajímavý sám o sobě, předepisují autoři hudebně-vzdělávacího pásma, které je rozděleno do čtyř částí - Vesmír bájí (vyjádřený hudbou, obrazy a texty především z indické kulturní oblasti), Sluneční vesmír (přibližovaný navíc výroky M. Koperníka a J.W. Goetheho), Hvězdný vesmír (charakterizovaný např. G. Brunem a J. Keplerem) a Vesmír galaxií (opírající se o studie W. Herschela, E. P. Hubbla až k dnešním převratným poznatkům).

Významnou a zcela podstatnou součástí pořadu je hudba. Temnotou pražského planetária se nese hypnotizující hudební motiv písně Om a vám nezbyvá než se uznale radovat, že skupina Relaxace si vybrala více než vhodné prostředí pro interpretaci svých kompozic, jež jsou inspirovány orientálními, zejména indickou hudbou. Ticho, klid, tma, něco hvězd nad vámi a ... to vše podporuje v nejvyšší možné míře možnost soustředění a vnímání. Jako rušivý a matoucí prvek působí cizojazyčné texty. V případě, že tím chtěli autoři ještě více fascinovat, nebylo jich již zapotřebí; hudba je strhující dostatečně. Na druhé straně je těžko fascinovat slovy, kterým člověk nerozumí, i když jsou pronášena podmanujícím, vemlouvavým způsobem. Přimlouvám se za češtinu. Vhodné by bylo alespoň větší část

těchto textů převést do češtiny. Málokdo z posluchačů totiž ovládá orientální jazyky. Zdá se mi však, že trochu také vadí, když hudba v podstatě velice stará a patřící jinému kontinentu provází i nedávné a potom i současné evropské kulturní myšlení. Evropskou kulturu může stěží dobře vyjádřit tak odlišná hudební řeč.

Pořad tedy rozhodně příjemně prožijí obdivovatelé relaxační jogy a s klidným svědomím jej lze vřele doporučit milovníkům indické a orientální hudby.

L. Kalašová

## REDAKCI DOŠLO

---

### Problém nestability meteorářských skupin

Na přelomu 50. a 60. let existoval v českých zemích značný počet pozorovatelů meteorů, což dosvědčovaly mnoha-desítkové počty účastníků celostátních expedic. V poslední době referují o své činnosti na meteorických seminářích jen tři až čtyři skupiny. Je to zapříčiněno krátkou "dobou života" nově zakládaných skupin. Proti dřívějším dobám se skupiny pozorovatelů vyznačují nižším věkovým průměrem a poměrně brzkým zánikem.

První podmínkou dlouhodobé (t.j. delší než 6 roků) činnosti skupiny je kvalitní vedení. Vedoucí skupiny má však obvykle možnost získat zkušenosti zase jen praxí ve skupině dlouhodobě aktivní. Z důsledku se tak stává podmínka. Jistým zdrojem poznatků jsou sice také zprávy o činnosti jiných skupin. Ty se však, pokud jsou publikovány v časopisech, nemohou z důvodu prostorové tísně zabývat rozbořem pracovních úspěchů či neúspěchů, takže pro vlastní práci vedoucího jsou jen nepatrným přínosem.

Za dané situace by základním zdrojem poznatků měly být celostátní meteorické semináře, na kterých by měly být také přednášeny referáty metodické povahy, zabývající se problematikou vedení pozorovacích skupin. Rovněž kompetentní hvězdárna by měla vydávat metodické materiály tohoto druhu. (Připouštím ovšem, že to není jednoduchá záležitost).

Kvalita vedoucího, na kterého je kladeno hodně požadavků, je samozřejmě pouze nutnou podmínkou stability skupiny. Dalším problémem je značná obměna členů skupiny, související s migrací studující mládeže. Skupinu je proto třeba stále doplňovat novými členy; pokud se tak děje periodicky, pak maximálně po dvou letech. V místech, kde nejsou vysoké školy, je nutno přijímat zájemce již 13 - 14-leté.

Další podmínkou stability je dostatečná motivace pozorování. Tou je pro vážné zájemce mimo jiné publikace



získaných výsledků. K té však dochází obvykle až po větším počtu let, takže běžní pozorovatelé se jí v době své aktivity nedočkají.

Řešení není snadné. Vyžaduje dobré odborné vedení, které dokáže podnítit pozorovatele ke kvalitní práci. Pozorovatelé musí mít určité vědomosti a dostatek energie k tomu, aby dokázali svá pozorování zpracovat alespon do té míry, aby obdrželi informaci o jejich kvalitě. Zpracování je nutno z tohoto hlediska organizovat tak, aby i z menšího materiálu dávalo předběžné výsledky, které by nesly určitou informaci. Prostor pro jejich publikaci u nás určitě existuje.

Naprostou nutností je také využívání metodické pomoci ze strany Hvězdárny a planetária M.K. v Brně a meteorické sekce ČAS při ČSAV; v tomto směru existují ještě značné rezervy.

Problematika nestability skupiny je určitě daleko širší, než zde bylo naznačeno. Domnívám se, že podrobnější rozbor a z něj vyvozená praktická opatření v metodické činnosti by naší amatérské meteorické astronomii určitě prospěla.

M. Šulc

## PŘEČETLI JSME PRO VÁS

### Některé souvislosti mezi astronomií a sportem

Dříve než začneme s referáty, rád bych učinil několik úvodních poznámek. Mnichov je olympijským městem. Lze to zjistit i z toho, že naši přednášející používají jako ukazovátka bambusovou hůl. Ostatně jak sport tak i astronomie mají dávné tradice a mnoho společných rysů.

Olympijské heslo: citius, altius, fortius! zdůrazňuje úsilí o extenzivní (R), intenzivní (R) a akcelerační (R) výsledky. Olympijské principy lze tudíž formulovat jako snaha dosáhnout extrémů v hodnotách R, R, R.

Astronomické principy lze formulovat jako: počítače, přístroje, astronomové. Astronomové se starají o pokrok ve vědě pomocí obřích teleskopů a mimořádně citlivých čidel zahrnujících spektrální pásma od paprsků gama až po radiové vlny (R), dále užívají výkonných počítačů včetně hardware a software v jejich příslušenství (R) a konečně svých vysoce inteligentních mozků (R) coby úplně nejjemnějšího software.

Chtěl bych připomenout, že k olympijským principům se vízí také řečnické principy: pomalu, zřetelně a nahlas! Proto žádám všechny přednášející, aby:

1) se snažili dosáhnout maximálního poměru signálu k šumu,

- přičemž za signál se považuje pouze oxfordská angličtina,
- 2) přizpůsobili svůj výstup o informační rychlosti Gbyte/s k vstupním zařízením s rychlostí dekabyte/s, která slouží pro překlad do různých softwarových jazyků a pro filtraci dat,
  - 3) mluvili forte fortissimo.

Stručně lze řečnické principy kvantitativně formulovat takto:

dekabyte/s;  $S_{\text{Oxf. Angl.}} / \text{šum} \rightarrow \infty$ ; ff-fff.

(Z úvodního projevu A. Sapara z Tartu na sympoziu IAU č. 98 o hvězdách Be v Mnichově v r. 1981 - vyd. M. Jaschek a H.-G. Groth, r. 1982, str. XV.)

překl. -jg-

## ORGANIZAČNÍ ZPRÁVY

---

### 3. pracovní porada předsedů poboček

Porada se konala tentokrát společně s poradou předsedů sekcí v gymnáziu v Brně - Králově Poli dne 30. listopadu 1984. Účast byla neobvykle hojná - kromě zástupců předsednictva a sekretariátu ČAS se jí zúčastnili předsedové všech poboček s výjimkou Českých Budějovic a Valašského Meziříčí; první z nich byla zastoupena jednatelem a předseda druhý se nemohl zúčastnit pro havárii automobilu.

Všechny pobočky buď na poradě nebo ještě dříve předaly roční zprávy o své činnosti se všemi náležitostmi, čímž velice usnadnily práci sekretariátu. Pokud jde o organizační záležitosti, stále ještě nebyly podepsány dohody o spolupráci mezi pobočkami a LH v Úpici, Hradci Králové a Českých Budějovicích (přislíbeno do příští porady); pobočky v Hradci Králové, Českých Budějovicích a Val. Meziříčí neposlaly včas plány práce na rok 1985. Tajemnice společnosti rovněž poukázala na chronicky se opakující nedostatky ve vyúčtování pobočky v Ostravě a znovu vysvětlila, jak má takové vyúčtování vypadat.

Hlavním bodem programu bylo projednání nového pracovního řádu poboček, který bylo nutno v souvislosti s novými stanovami vypracovat. Návrh byl díky svědomité práci sekretariátu již předem rozeslán na všechny pobočky, takže mohl být prostudován a projednán výbory všech poboček ještě před poradou. Všechny pobočky návrh projednaly bez připomínek. Diskuse proto byla věcná a soustředila se hlavně na několik připomínek jednotlivců, které vedly k malým úpravám původního návrhu na dvou místech. Účastníci porady pak s konečným zněním jednomyslně souhlasili a navrhli jej předložit nejbližšímu zasedání HV ČAS ke schválení.

Předseda brněnské pobočky tlumočil návrh okresní skupiny v Třebíči (ke kterému se připojil i výbor brněnské pobočky) na mimořádné udělení čestného uznání MUDr. P. Hávovi, CSc. za zásluhy o výstavbu hvězdárny v Třebíči. Předseda ČAS tento návrh převzal k projednání v předsednictvu a Hlavním výboru ČAS.

Na pozvání předsedy pobočky v Českých Budějovicích se příští porada předsedů poboček bude konat na jaře 1985 v planetáriu v Českých Budějovicích. Závěrem účastníci poděkovali předsedovi brněnské pobočky prof. Šulcovi za vzorné zorganizování porady v prostorách gymnázia.

J. Vondrák

Zpráva ze 7. zasedání PHV ČAS konaného ve středu  
dne 19. prosince 1984 na HaP hl.m. Prahy na Petříně

Předsednictvo HV ČAS se sešlo na tomto zasedání, aby projednalo připomínky k pracovním řádům poboček a odborných sekcí ČAS. Bylo konstatováno, že pracovní řád poboček byl v návrhu předložen a projednán na výborových schůzích všech poboček ČAS v průběhu druhého pololetí letošního roku a nebyly k němu z řad členů vzneseny žádné závažné připomínky. Pracovní řád odborných sekcí byl projednán na schůzích předsednictev jednotlivých sekcí a schválen na poradě předsedů odborných sekcí dne 30. listopadu 1984 v Brně. Předsednictvo konstatovalo, že návrhy pracovních řádů byly řádně připraveny, projednány na poradách předsedů poboček a sekcí a budou předloženy ke schválení na prosincovém zasedání HV ČAS. V další části jednání pak byly projednávány otázky spolupráce mezi SAS a ČAS a organizační záležitosti.

M. Lieskovská

Zpráva ze 4. zasedání hlavního výboru ČAS konaného  
ve středu dne 19.12.1984 v 10 hodin na Hvězdárně  
hl.m. Prahy na Petříně

Hlavní výbor na svém zasedání projednal zprávu o činnosti poboček a zprávu o činnosti odborných sekcí za uplynulý rok, které přednesli Ing. Jan Vondrák, CSc. a Dr. Zdeněk Pokorný, CSc. Ve zprávě o činnosti ústředí seznámil Dr. Hlad přítomné se stavem členské základny a s akcemi, které byly Společností v průběhu roku pořádány. Činnost HV i PHV se v letošním roce zaměřila zejména na přípravu, projednání a schválení pracovních řádů poboček a odborných sekcí. Připravuje se vydání nových stanov ČAS a nových pracovních řádů poboček a sekcí během roku 1985. Tyto budou pak k dispozici u předsedů poboček a na předsednictvech sekcí pro členy k nahlédnutí. Ing. Ptáček informoval ve zprávě o hospodaření o tom, že jednotlivé položky rozpočtu ČAS byly v průběhu celého roku čerpány

rovnoměrně a hospodárně. Seznámil přítomné též s prací inventarizační komise, která pokračovala v realizaci převodu inventurních předmětů jejich skutečným uživatelům. Schválené převody byly realizovány a po jednání s HaP hl. m. Prahy a Městským kulturním střediskem Vyškov bylo připraveno dalších 24 položek v hodnotě 410 800,- Kčs k převodu těmto institucím. Likvidační komise zajistila fyzickou likvidaci vyřazených a nepoužitelných předmětů v celkové hodnotě 5 730,- Kčs a další předměty navrhla k likvidaci. V revizní zprávě, kterou přednesl František Hřebík, bylo konstatováno, že hospodaření ČAS probíhá podle stávajících platných předpisů, je dbáno nejvyšší hospodárnosti a nebyly shledány žádné závady. Příspěvková morálka členů je velmi dobrá. Potom bylo přikročeno ke schválení roční zprávy o činnosti ČAS za rok 1984. V závěru zasedání byly jednomyslně schváleny pracovní čady poboček a odborných sekcí ČAS a projednáno a schváleno udělit čestné uznání za práci v ČAS MUDr. Petru Hávovi, CSc. z Třebíče.

M. Liesková

## VESMÍR SE DIVÍ

### Ještě že se sondy bránit nemohou!

"Dobyvatelé vesmíru

...Průzkumem byla pověřena nejdříve americká sonda Pioneer 10, vypuštěná 2. března 1972 a o rok později Pioneer 11 ... 13. června 1983 se Pioneer 10 zasloužil o to, že sovětská kosmonautika zaznamenala další 'rekord'. Tato automatická sonda překročila dráhu nyní nejvzdálenější planety Neptuna a dala sbohem naší sluneční soustavě ... "

-tf- v Magazínu Čtení č. 6/1984, str. 21

### Matné tušení o populárně-vědecké literatuře

"Ludvík Souček se ve své knize **T u š e n í s t í n u** (podtitul Hledání ztracených civilizací) zamýšlí nad dávnou minulostí lidstva a jejími civilizacemi, o nichž zatím mnoho nevíme. Na základě vědeckých poznatků uvažuje o některých skutečnostech, jež by poněkud posunuly náš zatímní obraz o dávných obyvatelích Země. Klade si i otázku o možném kontaktu s obyvateli vesmíru v minulosti. 'Tím spíše je třeba opatrnosti při vytváření hypotéz o nejdávnější minulosti lidstva, neboť tyto domněnky nemohou být, jako např. ve většině přírodních věd, ověřeny pokusně', říká autor v úvodu.

Ukázka **Dávné Hirošimy** je začátkem stejnojmenné kapitoly. Autor v ní shromažďuje některá fakta, jež by

mohla svědčit o starých, nevysvětlených atomových katastrofách doprovázených radioaktivním zářením. Klade však spíše otázky, než by vyvozoval jednoznačné závěry. Všimněte si Součková postupu: uvede doklady - ze sovětského vědeckého sborníku, ze starobylé indické literatury; dokladem za určitých okolností může být i stará lidová pověra - a na jejich základě konstruuje možné vysvětlení v souladu s dnešním vývojem atomové techniky a znalostí o jejich zhubných účincích. Jeho styl je věcný, podobný stylu vědecké úvahy.

Tušení stínu patří do oblasti populární vědecké literatury, z jejíhož označení vyplývá i její poslání: zpřístupnit nové vědecké poznatky a podat informaci o vědeckých objevech tak, aby jejich podstatě porozuměl i čtenář, který se příslušným vědním oborem profesionálně nezabývá."

Učebnice "Literární výchova pro 8. roč. základní školy" (editor PhDr. Vladimír Forst, CSc.), SPN Praha, 1983, str. 257.  
(Schváleno MŠ ČSR dne 26.3.1982)

---

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

Technická spolupráce: M. Liesková, H. Holovská.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu sekretariátu ČAS. Uzávěrka č. 1 roč. 23 (1985) byla 15.1.1985.

ÚVTEI - 72113

