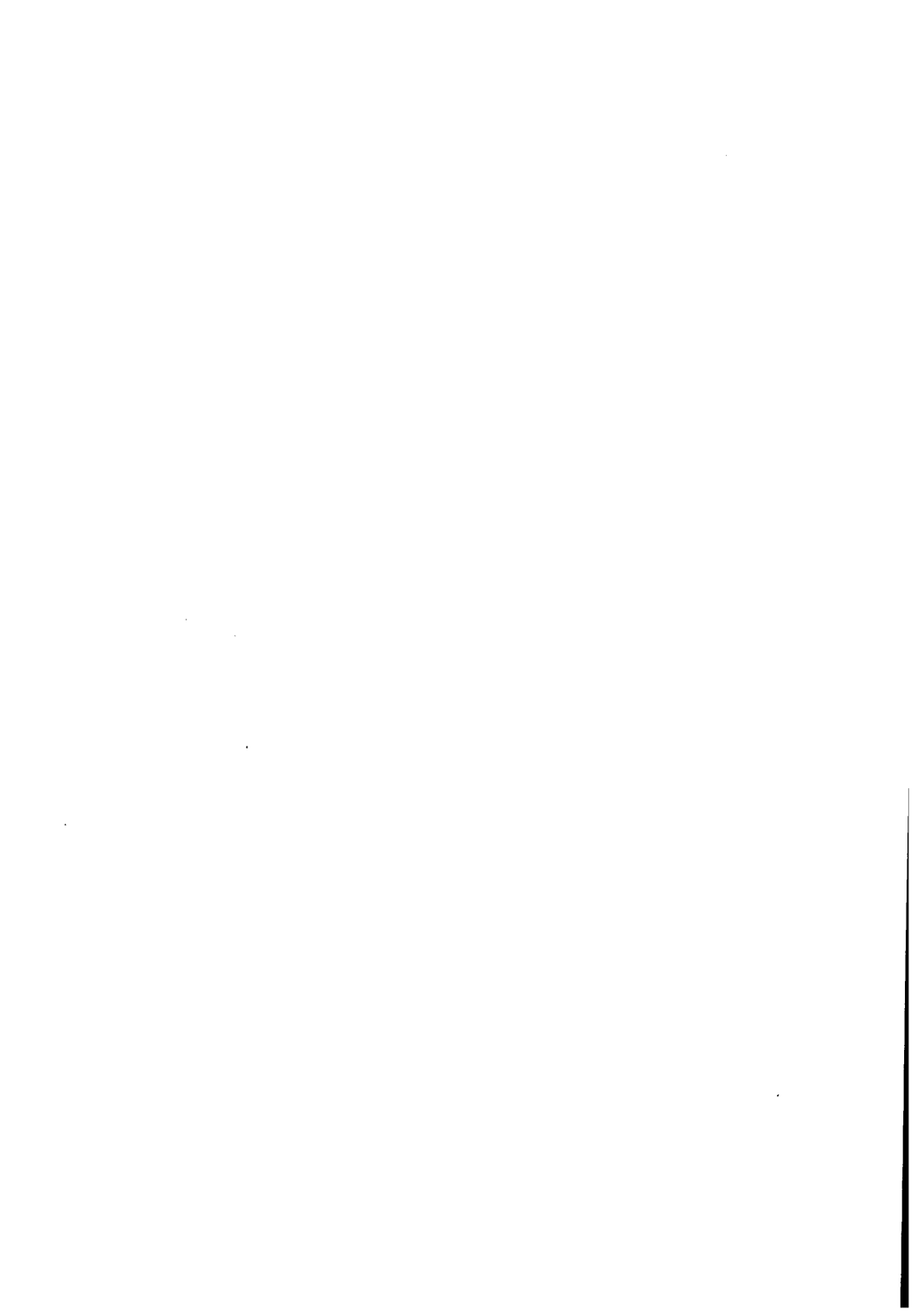


KOSMICKÉ ROZHLEDY

ROČNÍK 22 (1984) ČÍSLO 3

NEPÉRIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV



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

ročník 22 (1984)

číslo 3

J. B. Zeldovič

Proč se vesmír rozpíná

Motto:

"Každý člověk si může vymyslet lidi obrácené naruby, světy podobné čince nebo odpudivou gravitaci. Aby tyto fantazie byly zajímavé, je nutné je přenést do každodenního života a z vyprávění striktně vyloučit ostatní zázraky."

H.G. Wells

Výbuch chemický a velký třesk. Shody a rozdíly

Rozpínání vesmíru je zcela přesvědčivě prokázáno. Asi před 15 miliardami let došlo k velkému třesku. Proč však k němu došlo? V čem se shoduje velký třesk s výbuchy, s nimiž se setkáváme v pozemských podmínkách, a v čem se od nich liší?

Představme si náboj s výbušninou, např. s tritolem. Je to složitá sloučenina uhlíku, dusíku, vodíku a kyslíku. Její energie je větší než energie stejných prvků jinak seskupených (do molekul CO, H₂O, CO₂, H₂, N₂). Chemická reakce začne v důsledku místního zahřátí a šíří se do celého náboje. Během několika mikrosekund se náboj změní na produkty reakce - tj. na horkou směs plynů, které se ještě nerozpínají. Produkty reakce jsou v tomto okamžiku pod tlakem desítek gigapascalů.

V další etapě začíná rozpínání plynů, tj. proces, který označujeme jako výbuch. Hnací silou je rozdíl tlaků produktů reakce a okolního vzduchu. Právě rozdíl tlaků roztrhává obal náboje a uděluje úlomkům zrychlení. Produkty reakce se rozpínají, zmenšuje se jejich hustota a klesá teplota. Odpovídajícím způsobem se zmenšuje i tlak. Při výbuchu

náboje v atmosféře. se objem zaplněný produkty reakce zvětšuje, dokud se tlak nevyrovná s atmosférickým tlakem. (Krátkodobě může být tlak menší než atmosférický.) Vzduchem se šíří rázová vlna.

Při výbuchu ve vakuu, ve vesmíru, pokračuje rozpínání neomezeně. Každý úlomek a každá částice vytvořená při reakci získá v době působení tlaku určitou rychlost a potom se touto rychlostí dále rozlétají. Veškerá energie výbuchu se změní v kinetickou energii rozpínající se látky.

Nezastavil jsem se u popisu chemického výbuchu jenom proto, že jsem se mnoho let zabýval právě takovými procesy. Podstata věci je v tom, že je opravdu velmi poučné srovnání chemického výbuchu (který známe do všech detailů) a velkého třesku.

Všimneme si zpočátku shodných vlastností:

1. Výbuch - nebo přesněji rozpínání produktů výbuchu - vede k poklesu teploty. Hovoříme o horkém vesmíru a rozumíme tím, že v prýcích sekundách dosahovala teplota miliardy a stovky milionů stupňů, takže mohly probíhat jaderné reakce. Současně ale dnešní teplota vesmíru 3 K (tj. -270°C) je velmi nízká. Pokles teploty je zákonitý důsledek rozpínání.

2. Při rozletu částic s konstantní rychlostí (po chemickém výbuchu a době urychlování) se ukazuje, že dráha \bar{r} proběhnutá každou částicí se bude s dobrou přesností rovnat rychlosti částice znásobené časem t

$$\bar{r} = \bar{u} t$$

To však není nic jiného než Hubbleův zákon pro rozpínání vesmíru. Přepíšeme-li uvedený vztah na tvar $\bar{r} = (1/t) \bar{r} t$ a označíme-li $1/t = H$ (Hubbleova konstanta), dostaneme $\bar{r} = H \bar{r} t$.

Tak jsme dostali dvě základní shodné vlastnosti chemického výbuchu a velkého třesku: ochlazování při rozpínání a prostorové rozdělení rychlostí.

Znamená to tedy, že jsme pochopili velký třesk a že veškeré rozdíly mezi ním a chemickým výbuchem jsou pouze kvantitativní? (Mám na mysli rozměry, velikost tlaku a teplotu.) Opravdu můžeme říci, že vybuchující náboj má malé rozměry (od centimetrů do metrů), kdežto vesmír je velmi veliký. Při chemické reakci je maximální teplota několik tisíc stupňů a hustota několik megagramů na krychlový metr ($\text{Mg/m}^3 = \text{g/cm}^3$, pozn. překl.). Procesy probíhající za těchto podmínek počítáme za předpokladu, že před daným okamžikem byly podmínky ještě extrémnější.

V tom je ale podstata věci, k níž chci přivést čtenáře: Hlavní rozdíl mezi chemickým výbuchem a velkým třeskem není kvantitativní, ale kvalitativní. I když mají některé shodné vlastnosti, jsou příčiny obou procesů zcela odlišné. Neuvědomíme-li si tento rozdíl a neprožijeme-li ho hluboce, nemůžeme pochopit kosmologii. A tak začneme výčet rozdílů pozorovanými fakty, které "bijí do očí" nebo - přesněji - jež zachycují optické i rádiové teleskopy.

První rozdíl: Rozlétání po chemickém výbuchu nevede k rovnoměrnému rozložení látky po objemu. Především v atmosféře zůstává hranice mezi produkty výbuchu a vzduchem. Při výbuchu ve vesmíru existuje maximální rychlost rozlétání u_m . Za hraniční poloměru $r_m = u_m t$ zůstává vakuum, ale ani v oblasti $r < r_m$ není hustota v daný okamžik obojně všude stejná. V různých bodech prostoru je i nestejná hustota pro různé částice látky.

Při velkém třesku je hustota stejná v každém okamžiku a neexistují žádné hranice. Tato konstantnost hustoty (neboli homogenita vesmíru) se potvrzuje pozorováními - např. součty vzdálených galaxií.

Druhý rozdíl: Hlavní odlišnost velkého třesku tkví v tom, že Hubblevské rozpínání vesmíru nelze objasnit rozdílem tlaků působících na nějakou částici nebo vrstvu plynu.

Počáteční podmínky velkého třesku

Teorie velkého třesku neboli - jinak řečeno - teorie horkého vesmíru nevyvétluje rozpínání. Do této teorie bylo rozpínání "importováno" na počátku. Jak říkají teoretikové - bylo "zajištěno rukama" cestou libovolného zadání počátečních podmínek. Na otázku, proč se vesmír rozpíná, proč se galaxie i dnes rozbíhají, odpovídá spočívá v tom, že už po prvé sekundě (a možná i dříve) existovalo počáteční rozdělení rychlostí odpovídající rozlétání. Do počátečních podmínek musí být "vtěleno" i homogenní rozdělení prostorové hustoty. Jinak řečeno - rozlétání se děje setrvačností nebo - ještě přesněji - rozlétání probíhá v důsledku setrvačnosti bez ohledu na to, že je brzděno gravitací.

Naštěstí rozpínání podle Hubbleva zákona mění hustotu všude stejně. Proto je hustota funkcí času a nezávisí na souřadnicích. Pokud jde o gravitaci homogenní látky, ta zmenšuje rychlost rozletu libovolné dvojice částic. Nenarušuje však Hubblev zákon. To znamená, že relativní rychlost každé dvojice částic je úměrná okamžité vzdálenosti mezi nimi. Koeficient úměrnosti neboli Hubbleva konstanta závisí na čase. Pojmu konstanta se dává takový smysl, že nezávisí ani na směru, ani na vzdálenosti uvažovaných částic.

Podobné úvahy umožňují dostat právě takový vesmír, jaký pozorujeme dnes, jestliže jsme do něho na počátku dosadili homogenní hustotu a hubblevské rozdělení rychlostí. Proto odpověď na otázku uvedenou v záhlaví článku je téměř anekdotickou antitezí proslulého čechovovského "nemůže to tak být proto, že to tak nemůže být nikdy". V teorii velkého třesku řekneme: "Rozpíná se dnes proto, že se rozpínal vždycky".

Otázka, proč se vesmír rozpíná, však zůstává nezodpovězenou. Vede tedy k otázce, co podmínuje nutné počáteční rozdělení rychlostí v horké plazmě.

Výše jsme uvedli, že vysoký tlak v plazmě nemůže vytvořit takové rozdělení rychlostí. V newtonovské mechanice

síla závisí na rozdílu tlaků (na gradientu tlaku). Totéž platí i o relativistické mechanice. V newtonovské teorii gravitace relativní zrychlení dvou částic zmenšuje rychlost jejich rozlétání a závisí na hustotě látky zaplňující prostor mezi částicemi. V moderní relativistické teorii gravitace (tzv. obecné teorii relativity) se ve vzorci pro zrychlení nevykazuje hustota, ale součet hustoty a trojnásobku tlaku děleného c^2

$$\rho + 3p/c^2$$

kde c je rychlost světla. V plazmě je tlak veliký $p = \rho c^2/3$ a zrychlení se zdvojnásobuje ve srovnání se zrychlením látky stejné hustoty, ale bez tlaku.

Jenomže, třebaže jsme mluvili o zrychlení, ve skutečnosti jde o zápornou veličinu, protože gravitační síla zpomaluje rozlétání látky. Proto počáteční rychlost každé dvojice částic musela být větší než současná. Vysoký tlak plazmy pouze zesiluje zpomalování rozletu.

Nakonec, jako v dobré detektivce, jsme dospěli těsně až ke správné odpovědi. Kladný tlak není schopen způsobit rozlétání; je proto třeba vzít velký záporný tlak. Stanovíme-li, že v nějakém velmi raném období byla určitá hustota energie ϵ_0 (což odpovídá hustotě hmoty ϵ_0/c^2) a záporný tlak $p = -\epsilon_0 = -\rho_0 c^2$, potom veličina v einsteinovských gravitačních rovnicích byla záporná ($\rho_0 + 3p_0/c^2 = -2\rho_0$). Fyzikálně to znamená, že v takovémto stavu docházelo k rozdělování hmot gravitačními silami. Takto i z počátečního klidového stavu gravitační síly vytvoří stav všeobecného hubbleovského rozpínání. A to je i moderní odpověď na otázku, která je v záhlaví článku.

Historie gravitačního rozdělování

Kdo je autorem této myšlenky? Přišla mi na mysl historika o žákovi, který se zamyslel nad čímsi vedlejším. Na nenadálou učitelovu otázku, kdo napsal Evžena Oněgina, odpověděl: "Na mou duši, já ne". Především mi dovoďte připojit se k této odpovědi.

Ve své první práci z roku 1916, zabývající se kosmologií, Einstein vycházel z nejobecnějších (ne zcela osvědčených) úvah a hledal statické - tj. na čase nezávislé řešení. Ukázalo se, že výchozí rovnice takové řešení nemají. Einstein je doplnil o tzv. kosmologický člen úměrný konstantě Λ . Kladná hodnota odpovídala odpuzování, které kompenzovalo přitažlivost "obyčejné" látky. Zanedlouho W. de Sitter - holandský astronom a matematik - našel zajímavé exaktní řešení: Je-li $\Lambda > 0$ a nevykazuje-li se ve vesmíru látka, bude se vesmír rozpínat, a to exponenciálně (tj. podle geometrické řady vzhledem k času). Odpovídá to rozdělování - tj. zrychlenému vzájemnému vzdalování každé dvojice testovacích částic umístěné do de Sitterova vesmíru. Velikost tohoto zrychlení je však malá. Vzrůst poloměru na dvojnásobek potřebuje vždy stejný, velmi dlouhý časový interval (ne méně než několik miliard let). Pozorování nepotvrzují de Sitterovo kosmologické řešení, aplikujeme-li je na dnešní vesmír.

Po několika letech (1922-1924) A.A.Fridman našel řešení

pro rozpínající se vesmír zaplněný látkou. Za dalších pět let E. Hubble objevil rudý posuv spektrálních čar ve spektrech vzdálených galaxií. Rozpínání vesmíru bylo s konečnou platností dokázáno. V teorii rozpínajícího se nestacionárního vesmíru je zavedení kosmologického členu Λ možné, ale nikterak není nutné. Podle principu jednoduchosti (nešlo někdy o jednoduchost, která spíše škodí než prospívá?!) zapoměla většina teoretiků na kosmologický člen a trvalo to 40 let. Tente člen právem nebyl nutný. Opětovný zájem vznikl roku 1967. Zdálo se, že z rozdělení kvasarů (práce G. Burbidge) vyplývá nerovnoměrné rozpínání vesmíru. E. Salpeter, V. Petrosjan a P. Szekeres v USA a N.S. Kar-dašov a I.S. Šklovskij v SSSR vysvětlili Burbidgeovy výsledky zavedením konstanty Λ .

Když jsem se zajímal o tyto práce, také jsem se začal orientovat ve fyzice kosmologického členu. Pochopil jsem, že se vlastně jedná o hustotu energie vakua. Kladné hustotě energie vakua musí odpovídat záporný tlak $p_v = -\rho_v c^2$. V kosmologii dnešního vesmíru by dokonce velmi malá hodnota Λ způsobovala velké defekty. Kosmologická fakta tudíž svědčí o malé hodnotě Λ . Pochopil jsem, že z hlediska kvantové fyziky je malá hodnota Λ netriviální. V posledních letech se touto otázkou intenzivně zabývá S. Hawking. Problém, proč je malý (nebo nulový) kosmologický člen v nejnižším energetickém stavu - tj. ve vakuu, jež nás obklopuje - nebyl do současnosti (konec roku 1983, pozn. překl.) řešen.

Rozvoj teorie pole vedl k myšlence o možnosti existence neobyčejného stavu vakua, při němž kosmologický člen může nabývat velkých hodnot. Ukázalo se, že existují takové stavy, při nichž nastává odpuzování. V kvantové teorii samo zakřivení prostoru nutně vytváří určitou hustotu energie a tlak ve vakuu. A.A. Starobinskij si všiml takových řešení, v nichž hustota energie a tlak ve vakuu vytvářejí zakřivení prostoročasu. Naopak toto zakřivení vytváří potřebnou hustotu energie a tlak. Ve všech těchto případech získáváme kosmologické řešení s exponenciálním inflačním rozpínáním.

Zde je třeba poznamenat, že už koncem šedesátých let E.B. Gliner předpokládal, že při stlačování musí v limitě vznikat stav se záporným tlakem. Nyní víme, že takový stav lze dostat jen během rozpínání. Nezávisle na tomto zprášení jsou však v pracích E.B. Glinera, I.G. Dymnikové a L.E. Gureviče (1975) zcela přesné poznatky, týkající se gravitačního odpuzování při záporném tlaku jakožto příčiny rozpínání, exponenciálního řešení a kosmologických paradoxů.

Roku 1981 (bez znalosti prací leningradských fyziků) A. Guth z USA formuloval teorii inflačního vesmíru v moderním jazyce skalárního pole.

V současnosti se buduje teorie spontánního vzniku vesmíru. Pouze takovou kosmologickou teorií, která v sobě zahrnuje proces vzniku, lze považovat za úplnou. V takové teorii inflační stádium představuje nejdůležitější etapu mezi vznikem vesmíru a "plazmovou érou", které kvalitativně rozumíme.

Jeden důležitý problém je spojen s nezachováním počtu

baryonů. Jenom díky němu si můžeme představit, že po svém vzniku vesmír baryony neobsahoval, kdežto dnes je ve vesmíru látka a téměř není antilátka. Vznik látky (původně to byla převaha látky nad antilátkou) je datuje do počátku plazmové éry, kdy byly teploty okolo 10^{10} K.

Tak vznikají obrysy úplné teorie vysvětlující vznik vesmíru, jeho rozpínání a strukturu látky zaplnující vesmír dnes. Byly nalezeny zákony velmi důležité etapy vývoje vesmíru, během níž se jeho rozměry zvětšily tolikrát (10^{30} krát), kolikrát se zvětšily během celého následujícího plazmového vývoje. Bylo nalezeno i názorné a jasné vysvětlení nejdůležitějšího faktu - rozpínání vesmíru. Konečně byly formulovány podmínky, jimž musí vyhovovat předchozí etapa. Navíc jde o podmínky rozumné a ne vyumělkované.

Současnost a budoucnost vesmíru

Bez ohledu na detailní rozbor příčin záporného tlaku z předkládaného obecného schématu vzniku a rozpínání vyplývají některé důsledky pro dnešní vesmír. Hlavní z nich spočívá v tom, že vesmír je uzavřený. To znamená, že průměrná hustota látky v něm je větší než kritická. Jenomže hustota "obyčejné" látky - tj. protonů, jader a elektronů - je mnohonásobně větší (desetkrát až padesátkrát) než kritická. Proto je potřebná "skrytá hmota" v jakékoliv formě. A tak úvahy o vzniku vesmíru dávají nové argumenty pro skrytou hmotu a zpřesňují odhady její střední hustoty.

Další důsledek se týká stáří vesmíru. Při kritické hustotě je stáří rovno $2/3$ veličiny $1/H$, kde H je dnešní hodnota Hubbleovy konstanty. Při $H = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ je stáří kolem 13 miliard let, při $H = 100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ je to 6,7 miliard let. Druhá hodnota je poněkud malá a není v souladu s astronomickými odhady stáří hvězdokup a se stářím vesmíru určeném z celkového množství radioaktivních prvků.

Můžeme říci, že důvody vysoké teorie se tvrdě vměšují do dlouhodobého sporu mezi přívrženci $H = 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ a těmi, kteří se domnívají, že $H = 100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, a to ve prospěch prvé varianty.

Pro mne má obecnější argument větší váhu než složitá a pracná pozorování nutná pro přímé určení dnešní hodnoty H .

Konečně, současná inflační teorie předpovídá určitý tvar počátečního spektra poruch homogennosti vesmíru. Je totožné s rovinným spektrem, které řada autorů (včetně mne) předpokládali už dříve, když zobecňovali pozorování. Bohužel však teorie vzniku galaxií nestojí dosud na pevných základech; neznáme totiž vlastnosti všech částic, které vytvářejí skrytou hmotu. Mají klidovou hmotnost neutrina? Neexistují další skryté (= slabě interagující) částice s klidovou hmotností? Nebo další pole?

Dnes "nově zní" i otázka, jaká bude vzdálená budoucnost vesmíru. Je známo, že pro $\Lambda = 0$ uzavřený vesmír v budoucnosti změní rozpínání na smršťování a nakonec se zhroutí. Novost spočívá v tom, že poloměr inflačního vesmíru je právě-

pedebně mnehonásebně většší než pozorovaná oblast vesmíru (tj. většší než horizont). Odpovídá to předpokladu, že střední hustota sice převyšuje kritickou (ρ_k), ale jen velmi málo - např. $\bar{\rho} = \rho_k (1 + 10^{-10})$. Pruh nad $\bar{\rho}$ značí střední hodnotu. Střední hustota je však idealizovaný pojem. Místní hustota v měřítku pozorované části vesmíru se od střední hodnoty liší o $\pm 10^{-4}$ své velikosti. Takový odhad vyplývá ze sledování reliktního záření, které svrchu omezuje fluktuace teploty (nejsou větší než 10^{-3}) a z existence struktury vesmíru, které omezují fluktuace zdola (nejsou menší než 10^{-6}). Při takovém vzájemném vztahu mezi střední hustotou a fluktuacemi je celkem pravděpodobné, že se nalézáme v oblasti, kde (přínejmenším do horizontu) je hustota menší než kritická. To znamená, že se nalézáme tam, kde např. $\bar{\rho}_1 = (1 - 10^{-4} + 10^{-10}) \rho_k < \rho_k$. Téměř stejnou pravděpodobností je charakterizována i "opačná" situace - že se nalézáme v oblasti, kde $\bar{\rho}_2 = (1 + 10^{-4} + 10^{-10}) \rho_k > \rho_k$. Zde $\bar{\rho}_1$ a $\bar{\rho}_2$ jsou střední hodnoty vzhledem k oblastem 1 a 2, které jsou sice velké (řádově 10 miliard světelných let), ale stále malé ve srovnání s vesmírem.

Jaký osud nás čeká v prvním případě? Kdybychom se omezili na měření uvnitř horizontu a dosáhli přesnosti dovolující zjistit 0,01 % hustoty, mohli bychom naivně říci: Sláva, vesmír je otevřený a bude se rozpínat trvale.

Avšak teoretik, který ví, že vesmír jako celek je uzavřený - tj. ví o nadbytku $10^{-10} \rho_k$, zchladí naše nadšení. Řekne, že během dostatečně dlouhé doby (řádově 10^{20} let) se látka z oblasti s $\bar{\rho} > \rho_k$ "přestěhuje" do té oblasti, kterou pozorujeme dnes a rozpínání se přestě změní na smršťování. K tomuto závěru vedou zjednodušené výpočty L.P. Griščuka a autera článku.

Dnes bereme veličinu 10^{-10} jako příklad "spadlý shůry". Můžeme doufat, že během několika let fundamentální teorie umožní toto číslo zpřesnit. Přitom se rozumí samo sebou, že se oboecně představy o raném vesmíru nezmění.

Jeden velmi uštěpačný teoretik řekl o lidech, kteří se zabývají kosmologií (a možná celou astrofyzikou nebo fyzikou elementárních částic): "Tito lidé nikdy nepochybují, i když často chybují". Podle mého hlubokého přesvědčení stanevení hypotéz a jejich objektivní prověrka - to je široká cesta pro rozvoj každé vědy. Pouhé shromažďování faktů a skeptické vyhýbání se jakýmkoli hypotézám nevede k žádným výsledkům.

Před lidmi jako celkem a možná před každým jednotlivcem je ještě mnoho času. Tento čas bude třeba pro rozvoj vědy a konkrétně kosmologie.

Podle Příroda No 2/1984 volně přeložil P. Andrie

O původu sil

Souhrn

Nedávné pokroky ve fyzice fundamentálních interakcí slibují, že se nám do jisté míry podaří porozumět "hluboké" podstatě přírodních sil. Konkrétně tzv. teorie velkého sjednocení (Grand Unified Theories - GUTs) převádějí vazbové konstanty, účinné dosahy a vazbové kapacity tři přírodních sil (jaderné, elektromagnetické, slabé) na fundamentálnější parametry, jako jsou multiplicita grupy a stupeň spontánního narušení symetrie.

Na druhé straně, jednoduché fyzikální argumenty ukazují, že rozměry a hmotnosti všech "organizovaných objektů" ve vesmíru mohou být (přibližně ...) vyjádřeny prostřednictvím mocnin poměrů vazbových konstant, a to při určitých zadaných účinných vzdálenostech a vazbových kapacitách.

Dále, "antropický princip" poskytuje některé argumenty ve prospěch tvrzení, že inteligentní tvorové mohou vzniknout pouze ve vesmírech s vazbovými konstantami, jejichž hodnoty se příliš neliší od hodnot vazbových konstant v našem vesmíru (spekulacemi o exotických formách života, souvisejících např. s dislokacemi krystalů, se zde nebudeme zabývat).

Porozumění tomu, proč jsou přírodní síly takové, jaké jsou, se tak jeví jako velmi významné pro pochopení celého vesmíru.

Popis a vlastnosti sil

Přírodní síly bývá zvykem charakterizovat třemi hlavními vlastnostmi, ačkoliv tyto vlastnosti ve skutečnosti nejsou navzájem nezávislé.

A. Zaprvé, je to velikost vazbové konstanty. Je vyjádřena buď konstantou g nebo bezrozměrným parametrem $\alpha = g^2/\hbar c$, t.j. bezrozměrným číslem. Známým příkladem je elektromagnetická síla, kde g je elementární elektrický náboj (obvykle označovaný e) a $\alpha_{em} = e^2/\hbar c = 1/137$ se nazývá konstantou jemné struktury.

B. Zadruhé, je to účinný dosah síly, popisující jak "daleko" síla působí od svého zdroje. Pro elektrickou sílu nebo pro gravitaci platí zákon, že ubývá s kvadrátem vzdálenosti, známý již z doby Newtona a Ampéra. Účinný dosah je rovněž charakterizován silou integrovanou přes kouli o poloměru r , která obklopuje náboj (zdroj síly)

$$\int_{\text{sféra}} \mathbf{F} \cdot d\Omega = f(r) \quad .$$

V případě, že síla ubývá s druhou mocninou vzdálenosti, integrál nezávisí na poloměru. Tato skutečnost se označuje jako "nekonečný dosah". Existují případy, které budou diskutovány dále, kde integrál je funkcí poloměru, přičemž je úměrný

exp (r/r_0) . Velikost r_0 může být např. Comptonovou vlnovou délkou částice o hmotnosti M_V , představující hmotnost částice zprostředkující danou interakci (výměnná částice). Může být rovněž Debyeovou délkou, pokud je náboj obklopený jinými náboji. Jiným způsobem popisu účinného dosahu je charakteristika prostřednictvím efektu redukce intenzity síly při pozorování z větší vzdálenosti. Toto se nejlépe provádí pomocí výpočtu objemového integrálu s danou silou souvisejícího potenciálu až do vzdálenosti r a porovnáním výsledku se stejným integrálem počítaným pro případ nekonečného účinného dosahu. Efektivní intenzita je pak součinem reálné intenzity a tohoto poměru.

C. Zatřetí, je zde ještě vazbová kapacita. Může daná síla vytvářet vázané systémy? Vazbová kapacita je numericky vyjádřena poměrným hmotnostním schodkem (defektem) $\Delta M/M$, kde ΔM je rozdíl hmotnosti mezi vázaným systémem a součtem M hmotností všech složek tohoto systému. Tato hodnota souvisí s α a rovněž s M_V (hmotnost výměnných částic) prostřednictvím tlumení dosahu síly.) V případě příliš velké M_V by neexistovala žádná vazba.

Recept na vesmíry

Popis všech fyzikálních vlastností vesmíru začíná sestavením Lagrangeovy funkce \mathcal{L} , do které se soustředí vše, co je nutné k vysvětlení všech pozorování. Tvar Lagrangeovy funkce podléhá požadavku, že funkce musí být kalibračně invariantní vzhledem k lokální transformaci v prostoru $x - t$ a ve všech vnitřních prostorech. Pro každou sílu s indexem i je potřebná jedna Lagrangeova funkce \mathcal{L}_i a

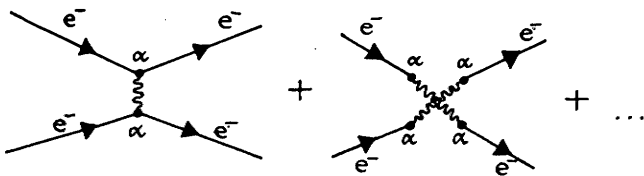
$$\mathcal{L} = \sum_i \mathcal{L}_i.$$

Ve velmi schématickém vyjádření má Lagrangeova funkce \mathcal{L}_i tvar

$$\mathcal{L}_i = g_i J_N(\vec{x}) Q^{NxN} J_N^T(\vec{x}),$$

kde g_i je vazbová konstanta zavedená v tomto článku již dříve. J_N představuje řádkový vektor N "objektů", které podléhají dané síle. Těchto N objektů je prvků grupy, přičemž tyto prvky mohou procházet vzájemnými transformacemi. Q^{NxN} je "generalizovaný náboj", který je nositelem interakce (transformace) mezi prvky drupy. Je to matice tvaru $N \times N$.

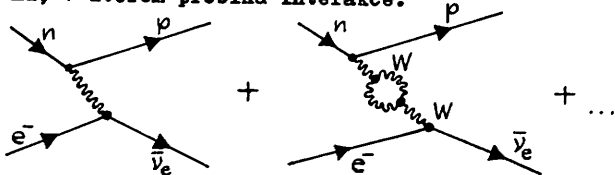
Kalibrační invariance Lagrangeovy funkce vyžaduje existenci n výměnných částic, které jsou nositeli síly (transformace). Pro $N=1$ je $n=1$; pro $N>1$ je $n=N^2 - 1$. N částic může vzájemně interagovat prostřednictvím jedné, dvou nebo libovolného počtu výměnných částic. Pravděpodobnost jevu je součtem pravděpodobností výměny jedné, dvou atd. částic. První člen je úměrný α^2 (g^2), druhý α^4 , atd., to znamená že exponent u α je roven počtu "vrcholů" v odpovídajícím Feynmanově diagramu:



Otázka: je $\alpha \ll 1$? Pokud ano, je možné využít teorie perturbací a první člen je dominantní. Pokud ne, život je tvrdý

Dimenze grupy

Hodnota N , tj. dimenze grupy popisující danou sílu, hraje dominantní roli v určení vazbové konstanty této síly. Je to důsledek dvou efektů: 1. polarizace vakua a 2. náboje výměnné částice, které jsou dány samy o sobě požadavkem kalibrační invariance. Pokud $N=1$ (elektrický náboj), je $n=1$ (foton), jako je tomu v teorii elektromagnetismu. Náboj Q je zde skalárem, interakce nemění podstatu částic: např. elektron při vyzáření fotonu nemění svůj náboj. Jinými slovy, foton nese žádný náboj. Pokud $N=2$, pak $n=3$ (jako je tomu u slabé interakce), a pokud $N=3$, je $n=8$ (jako je tomu v kvantové chromodynamice), výměnné částice (bosony W nebo gluony) jsou samy o sobě nabitě (slabý náboj resp. barevný náboj) a reagují samy mezi sebou, což zvyšuje "prostorový náboj" objemu, v kterém probíhá interakce.

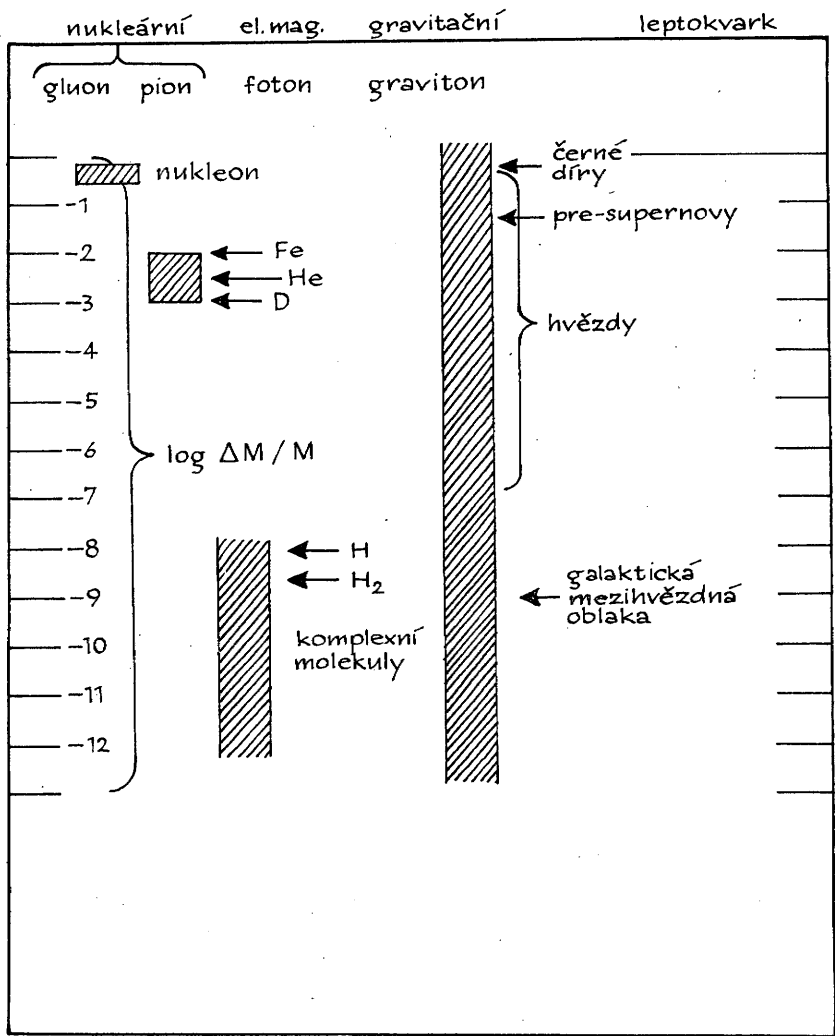


Jak tyto fakty ovlivňují g ? Pro případ elektromagnetismu ($N=1$), existence virtuálních pozitron-elektronových párů kolem fixovaného elektrického náboje vytváří "polarizaci" vakua. Efektivní náboj, měřený ve vzdálenosti r , klesá v důsledku stínícího efektu virtuálních párů. Pokud napíšeme

$$F_{1,2} / \hbar c = \alpha_{em} Q_1 Q_2 / r_{12}$$

s celočíselnými Q_1 a Q_2 (podle definice), pak α_{em} již nadále není konstantní. Pokud se přiblížíme k náboji, je při zvětšení energie stínění méně efektivní a α_{em} roste. To však v atomové fyzice není pozorováno, jelikož α_{em} vždy měříme ve vzdálenostech $\approx 10^{-8}$ cm. Jev je však pozorován ve fyzice vysokých energií. V současnosti se věří, že při velmi vysokých energiích α_{em} vzrůstá na 2×10^{-2} .

Co se stane při $N > 1$? Hodnotu α jako funkci vzdálenosti mění dva odlišné jevy (α je samozřejmě též funkcí energie): Zaprvé, polarizace vakua. obdobně jako u elektro-



Obr. 1 - Vazbové kapacity

magnetismu. Páry virtuálních kvarků-antikvarků budou stítní libovolný reálný kvark. Ale, zadruhé, fakt, že výměnné částice (intermediární bosony, gluony) jsou samy o sobě nabité, bude zvyšovat efektivní náboj reálných částic. Například, kvark bude oblakem gluonů se stejným (většinou stejným) barevným nábojem, jaký má sám. Tento barevný náboj se bude jevit jako rostoucí se vzdáleností v důsledku stále většího počtu gluonů vstupujících do oblaku obklopujícího daný kvark.

Kvantitativně se ukazuje, že druhý efekt (gluonový oblak) je silnější než efekt první (polarizace vakua), takže efektivní α klesá s rostoucí energií. Navíc, druhý efekt je silnější pro $N=3$ než pro $N=2$ (takže odpovídající α klesá ještě rychleji).

Myšlenka velkého sjednocení vychází z faktu, že tři vazbové konstanty, jak se zdá, konvergují v oblasti velmi vysokých energií ($E \approx 10^{24}$ eV) k hodnotě $\alpha_{\text{GUT}} = 1/42$. Při těchto vysokých energiích by elektrony, neutrina a kvarky byly rovnocennými členy jedné grupy. V nejpobulárnější verzi má tato grupa pět rozměrů ($N=5, n=24$). Jedním důležitým důsledkem tohoto přegrupování je, že náboj odpovědný za interakci (matice 5×5) může transformovat kvark na lepton, tedy např. proton na elektron (+ další částice). Naštěstí doba života protonu je velmi dlouhá ($\sim 10^{31}$ let). Podobné jevy jsou nyní aktivně hledány.

Spontánní narušení symetrie

Požadavek kalibrační invariance Lagrangeovy funkce byl dlouho chápán jako požadavek, že výměnné částice musejí mít nulovou klidovou hmotnost, jakou mají např. foton a gluony. Později však bylo ukázáno, že za cenu zavedení nových skalárních částic (označovaných jako Higgsovy bosony), je možné připustit existenci hmotné výměnné částice prostřednictvím "spontánního narušení" symetrie Lagrangeovy funkce vzhledem ke grupě transformací. Pro nás bude základní otázkou: jaká je hmotnost výměnných částic vytvořených tímto mechanismem? Z Heisenbergovy relace neurčitosti vyplývá, že virtuální částice o hmotnosti M_V může existovat maximálně po dobu $(M_V c^2 / \hbar)^{-1}$, přičemž za tuto dobu může daná částice urazit dráhu maximálně $\hbar / M_V c$, což je právě Comptonova délka této částice. Výsledným efektem je redukce dosahu síly přibližně na tuto hodnotu (v kontrastu s případem částic o nulové klidové hmotnosti, které se mohou šířit do nekonečna).

Pro sílu s $\alpha \ll 1$ (tj. kde je v rozvoji perturbací významná pouze výměna jedné výměnné částice), je možné ukázat, že potenciál může mít jednoduchý Yukawův tvar

$$V \sim \alpha \exp(-r/\lambda_c) / r,$$

nebo α/r pro případ elektromagnetismu, což vede k již dříve zmíněnému nekonečnému dosahu síly.

V dalším přejdeme k vazbovým kapacitám různých sil. Nejdříve zde napíšeme Hamiltonovu funkci H síly jako funkci

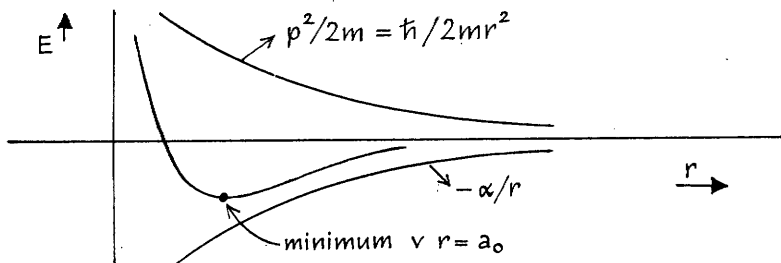
vzdálenosti mezi částicemi a pak si položíme otázku, zdali má tato funkce v konečném r minimum. Pokud se minimum nachází v oblasti záporných hodnot H (tj. pod hodnotou odpovídající součtu hmotností), máme stabilní vázanou strukturu. Pokud se minimum vyskytuje v oblasti kladných hodnot, je struktura nestabilní; nicméně může existovat po určitou dobu (např. radioaktivní jádro).

Elektromagnetická síla

Hamiltonián se obvykle píše jako součet volných členů (popisujících energii jednotlivých částic, když jsou od sebe vzdáleny) a interakčního členu (tj. členu potenciálu). Pro elektromagnetickou sílu, kdy jako příklad budeme brát atom vodíku, napíšeme

$$H = \sum M c^2 + \frac{p^2}{2m} - \frac{\alpha_{em}}{r} = E.$$

Připustíme $p = \hbar/r$ (z Heisenbergovy relace), načež jednotlivé členy zobrazíme v diagramu $E - r$.



Vyskytuje se zde (záporné) minimum u hodnoty

$$r = a_0 = \frac{\lambda c \text{ (elektron)}}{\alpha_{em}} = \text{Bohrův poloměr} \approx 10^{-8} \text{ cm}$$

a vazbová energie je

$$1/2 \alpha_{em}^2 (m_e c^2) \approx 10 \text{ eV},$$

neboli

$$\frac{\Delta M}{M} = \frac{\alpha_{em}^2}{2} \cdot \frac{m_e c^2}{m_p c^2} \approx 10^{-8}.$$

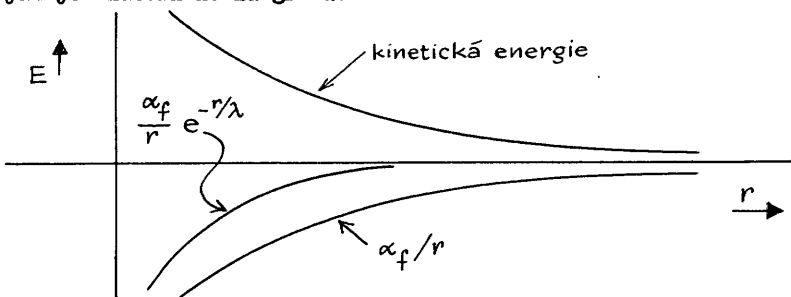
Všeobecně je celkem možné podobnou analýzu provést pro složitější atomy a molekuly. Výsledky jsou kvalitativně podobné. Rozměry jsou přibližně $\approx a_0$ a $\Delta M/M$ leží v intervalu přibližně 10^{-8} až 10^{-11} (přinejmenším pro většinu existujících atomů). Tento interval hodnot hmotnostního defektu je charakteristický pro systémy vázané elektromagnetickými silami.

Slabá síla

Slabá síla je charakterizována $N=2$, $n=3$ a $\alpha_f \ll 1$ ($\alpha_f \approx 4$, $\alpha_{em} \approx 1/30$ v oblasti běžných laboratorních energií). Symetrie Lagrangeovy funkce je zde spontánně narušena a výměnné částice (W , Z) mají klidové hmotnosti ~ 100 GeV odpovídající dosahu $\lambda_c(W, Z) \approx 10^{-16}$ cm. Člen energie potenciálu je úměrný výrazu

$$\alpha_f \exp(-r/\lambda_c(W)) / r,$$

jak je znázorněno na grafu:



Důsledkem exponenciální části je vymizení minima. To je důvod, proč slabá síla nemůže být vazbovou silou nějakého systému. Například neexistuje vodíkový atom vázaný slabou silou, navzdory faktu, že $\alpha_f > \alpha_{em}$.

Ve stejném duchu, pokud by foton měl klidovou hmotnost řádu hmotnosti elektronu, nemohl by existovat atom vodíku, a tedy i veškerá chemie. Celý živý svět závisí (kromě jiného) na nepřítomnosti spontánního narušení symetrie v elektromagnetické interakci.

Hodnota M_W v slabých interakcích rovněž objasňuje, proč je slabá síla efektivně mnohem slabší než elektromagnetická síla. V rámci "nízkých" energií laboratorních experimentů probíhají interakce při vzájemných vzdálenostech

$$R \sim 1/E \gg 1/M_W c^2.$$

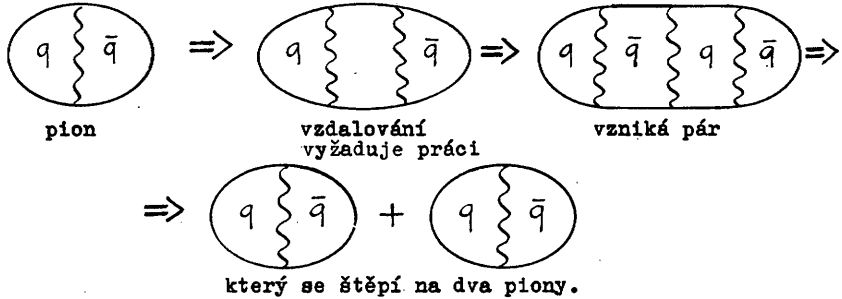
Poměr efektivních intenzit těchto dvou interakcí je dán vztahem

$$\begin{aligned} \frac{\int_r V_f d\tau}{\int_r V_{em} d\tau} &= \frac{\int (\alpha_f e^{-r/\lambda} / r) d\tau}{\int (\alpha_{em} / r) d\tau} = \\ &= \frac{\alpha_f}{\alpha_{em}} \cdot \frac{1}{M_W^2 c^4 R^2} = \frac{E^2}{M_W^2 c^4} \cdot \frac{\alpha_f}{\alpha_{em}} = 10^{-4} \text{ při } 1 \text{ GeV.} \end{aligned}$$

Jaderná síla

Jaderná síla je charakterizována $N=3$ (kvarky) a $n=8$ (gluony). Klidová hmotnost gluonu je nulová, symetrie grupy je nenarušena. V důsledku hodnoty $N=3$ vazbová konstanta α_N rychle roste s klesající energií a v oblasti laboratorních energií dosahuje hodnoty $\alpha_N \approx 1$. Jevy, při kterých dochází k výměně mnoha gluonů, tak nabývají na důležitosti, a důsledkem toho jsou velmi silně vázané stavy: tři kvarky tvoří nukleon, zatímco pár kvark-antikvark tvoří pion. Diskuse Hamiltonovy funkce, jakou jsme prováděli dříve, zde nemůže být použita bez výhrad, jelikož rozdělení na volnou energii a vazbovou energii zde není možné. Nicméně analogickou cestou můžeme stanovit, že v tomto případě $\Delta M / M \approx 1$, což představuje nejsilnější vazbu v přírodě.

Proč je tato síla efektivně silou krátkého dosahu? K rozštěpení systému vázaných kvarků je třeba více energie než k vytvoření nového páru kvark-antikvark, který pak "tlumí" sílu, jak je schématicky znázorněno na následujícím obrázku:



Interakce však není tímto procesem "utlumena" úplně. Existuje zde zbytková síla, kterou je "klasická" jaderná síla odpovědná za jadernou vazbu. Síla mezi nukleony je zprostředkována samotnými piony. Jelikož hmotnosti pionů jsou ≈ 100 MeV, je jejich Comptonova vlnová délka $\approx 10^{-13}$ cm, což odpovídá rovněž velikosti atomových jader. Charakteristické vazbové energie jader odpovídá

$$\Delta M / M \approx 10^{-2} \text{ až } 10^{-3} ,$$

což vyhovuje všem existujícím atomovým jádrům. Tato druhá úroveň nukleární vazby (nukleony) je ve vztahu k první nukleární úrovni (kvarky) jakousi analogií van der Waalsových sil v atomové fyzice, reziduální síly zbylé po vazbě elektronů kolem jádra.

Gravitační síla

Gravitační síla bývá často charakterizována vztahem

$$\alpha_G = \frac{G m_p^2}{\hbar c} \approx 5 \times 10^{-38}$$

V důsledku malé hodnoty α_G je rozvoj perturbací omezen na výměnu jednoho gravitonu. Jelikož navíc není narušena symetrie, gravitony mají nulovou klidovou hmotnost a $V \sim 1/r$, což podobně jako v případě elektromagnetických sil vede k vázaným stavům. Podstatným rozdílem je zde však fakt, že "náboj" je úměrný hmotnosti, o kterou v daném případě jde. V důsledku toho poměrná vazbová energie $\Delta M / M = G M / R$ není omezena na určitý interval hodnot, jako je tomu u elektromagnetických a jaderných sil. V tabulce udávám některé příklady gravitačně vázaných objektů:

Objekt	$\Delta M / M$
Mezihvězdný oblak	$\approx 10^{-12}$
Slunce (resp. hvězdy hlavní posloupnosti)	$\approx 10^{-6}$
Hvězdy ve stadiu pre-supernovy	$\approx 10^{-1}$
Neutronové hvězdy	$\approx 10^{-1}$
Černá díra	≈ 1

Na obrázku 1 jsou pro různé zde popsané síly znázorněny rozsahy poměrných hmotnostních defektů. Příмка označená jako "leptokvark" při $\Delta M / M = 1$ je míněna jako znázornění rozpadu protonů v daleké budoucnosti. Smysl ΔM je poněkud odlišný, vztahuje se na množství energie vytěžené z hmotných částic (tato energie samozřejmě nevede k větší vazbě ...).

V souhrnu, počínaje od doby velkého sjednocení v čase $t = 10^{-35}$ s (po big-bangu - pozn. překl.), $N=5$ a $\alpha_{GUT} \approx 1/42$, je základní otázkou: jaká je multiplicita grup, na které se uvedená počáteční grupa bude rozpadat, a jaké jsou hmotnosti příslušných výměnných částic (nebo, ve stejném smyslu, jak silně budou tyto grupy spontánně narušeny)? Rozdělení na $N=3, 2$ a 1 vedlo k současným hodnotám vazbových konstant α . Skutečný tvar atomů a molekul (malá těžká jádra obklopená difúzními oblaky orbitálních elektronů) souvisí s poměrem $\alpha_W / \alpha_{em} \approx 100$ vlastním našemu nízkoenergetickému světu. Otázka "Proč tyto struktury mají právě takové tvary?" je ekvivalentní otázce "Proč se rozvinuly právě tyto multiplicity grup charakterizujících jednotlivé přírodní síly?"

(Pokračování)

Z anglického originálu "On the Origin of the Forces", uveřejněného ve sborníku The Birth of the Universe, editori J. Audouze a J. Tran Thanh Van, Editions Frontières, Gif sur Yvette, 1982, str. 369-379 (1. část překladu) a str. 379-391 (2. část překladu), přeložil Z. Urban

Fyzikální aspekty slunečních erupcí

Obsah:

1. Úvod
2. Zdroje erupční energie
3. Primární proces - uvolnění erupční energie
4. Procesy odvozené z primárního procesu
5. Závěr

1. Úvod

Sluneční erupci bychom mohli charakterizovat jako rychlý disipativní proces ve vysokoteplotním plazmatu, transformující energii elektrických proudů = magnetického pole na jiné druhy energií (energií tepelnou, energii pohybu makroskopických útvarů s případnými rázovými vlnami, energii urychlených částic i energii záření).

Všechny erupce nejsou stejně mohutné; ne u všech erupcí je rozvinut celý komplex fyzikálních procesů. Při našich úvahách se budeme zabývat plně rozvinutými erupčními jevy, nazývanými někdy energetickými erupcemi.

Ke spuštění erupčního procesu dochází ve sluneční atmosféře, v prostoru horní chromosféry a nízké korony, kde kinetická teplota a elektronová hustota dosahují hodnot $T_e \sim 10^4 - 10^5$ K, resp. $n_e \sim 10^{17} - 10^{15} \text{ m}^{-3}$.

Sluneční erupce je vždy podmíněna koncentrací a gradienty magnetického pole ($B \sim 10^{-2}$ T). Náleží proto sluneční erupce k jevům v aktivních oblastech. Aktivní oblasti se neustále vyvíjejí; po fázích klidného vývoje dochází k náhlým energetickým projevům - slunečním erupcím.

Energie uvolněná v procesu erupce bývá v rozmezí hodnot $10^{23} - 10^{26}$ J. Pro střední dobu trvání erupce (~ 1 h) tak dostáváme hodnotu pro celkový erupční výkon $2,8 \times 10^{19} - 2,8 \times 10^{22}$ W. Energie se uvolňuje v různých formách a v různém množství, viz tab. 1. Má-li se tato energie uvolnit, musí být tato energie v prostoru erupce a v době před vznikem erupce nashromážděna nebo musí být v průběhu erupce dodávána. Všeobecně přijímanou formou primární energie erupce je energie elektrických proudů, tekoucích v "singularitách" (proudových vláčkách a proudových vrstvách) aktivní oblasti. Zároveň je však možné označit za primární formu erupční energie energii nepotenciální složky magnetického pole. Je to dáno tím, že magnetické pole ve sluneční atmosféře lze rozdělit do dvou složek: potenciální složky, jejímž zdrojem jsou podfotosférické elektrické proudy a nepotenciální složky, způsobené elektrickými proudy přítomnými přímo ve sluneční atmosféře. Oba způsoby vyjádření primární energie jsou ekvivalentní,

Tabulka 1

Odhad množství uvolněné energie, připadající
na jednotlivé průvodní jevy v erupci

Jev	Minimum uvolněné energie (J)	Maximum uvolněné energie (J)
H_{α}	10^{19}	10^{24}
Celková čárová emise	-	8×10^{24}
EUV vzplanutí	10^{20}	10^{24}
měkké X záření	10^{22}	5×10^{24}
tvrdé X záření	10^{16}	4×10^{20}
radiová vzplanutí	10^{15}	10^{18}
urychlené elektrony	10^{18}	10^{20}
urychlené protony	-	2×10^{24}
kosmické záření	-	3×10^{24}
meziplanetární rázová vlna	$\sim 10^{23}$	$\sim 10^{26}$
celková energie erupce	$\sim 10^{23}$	$\sim 10^{26}$

odpovídají dvěma možným způsobům popisu jevů v plasmatu (popis pomocí magnetické indukce \vec{B} nebo hustoty elektrického proudu \vec{j} , přičemž převod je realizován vztahem $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$). Známe-li tedy formu této energie, budeme se dále zabývat jejími zdroji.

2. Zdroje erupční energie

Pro tuto problematiku lze s výhodou užít vyjádření erupční energie pomocí elektrických proudů. Popsat zdroje erupční energie je pak ekvivalentní s popisem zdrojů elektrických proudů. Je zřejmé, že elektrické proudy v prostředí aktivní oblasti jsou úzce svázány s elektrickou vodivostí. Situace je v našem případě komplikovanější tím, že toto prostředí není z hlediska vodivosti homogenní. Je to dáno velkým rozsahem teplot ($T_e \sim 4300$ K v oblasti teplotního minima, $T_e \sim 10^6$ K v koruně), velkým rozsahem hustot a přítomností magnetického pole. Navíc, jak bude ukázáno dále, elektrické proudy propojují oblasti rozdílných vodivostí. V takto složité situaci je nutné použít k popisu elektrického proudu a příslušných vodivostí Ohmova zákona ve tvaru

$$\vec{j} = \sigma_0 \vec{E}_{0n} + \sigma_1 \vec{E}_{0l} + \sigma_2 \vec{B} \times \vec{E}_0 / B, \quad (1)$$

kde $\vec{E}_0 = \vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}$ je totální elektrické pole, \vec{v} je rychlost pohybu plazmatu, symboly \parallel a \perp vyjadřují rovnoběžnost a kolmost k magnetickému poli, σ_0 je vodivost plazmatu ve směru rovnoběžném s magnetickým polem, σ_1 a σ_2 je Pedersenova a Hallova vodivost. (Tyto vodivosti jsou vyjádřením interakcí všech komponent plazmatu -elektronů, iontů i neutrálií.)

V případě plazmatu bez magnetického pole ($\vec{B} = 0$) lze Ohmův zákon zapsat ve tvaru

$$\vec{j} = \sigma_0 (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}). \quad (2)$$

Navíc pro případ vysoce ionizovaného koronálního plazmatu lze ukázat, že hodnota vodivosti je velmi vysoká. Tato skutečnost vedla k zavedení pojmu nekonečně vodivé plazmy. V této velmi užívané aproximaci je za Ohmův zákon označován vztah

$$\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} = 0, \quad (3)$$

vyjadřující skutečnost, že má-li plazmatem se $\sigma_0 = \infty$ téci konečný elektrický proud, musí být totální elektrické pole nulové.

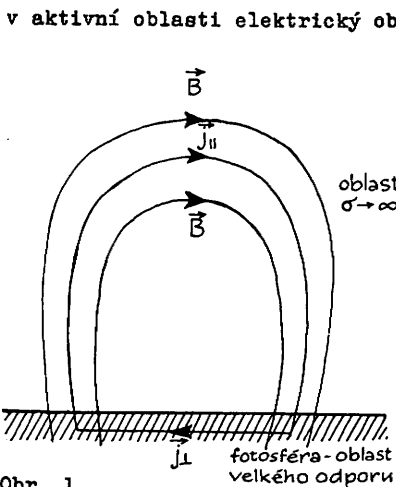
Existuje tedy řada jednodušších i obecnějších vyjádření Ohmova zákona. Zatímco v koruně lze ve většině případů užít nejjednodušší tvar (3), v oblasti teplotního minima je nutné užívat obecnějších vztahů. Nejužívanější aproximací Ohmova zákona se započtením konečné vodivosti plazmatu je vztah (2) $\vec{j} = \sigma_0 (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$. Pro názornost jsou v tabulce 2 uvedeny hodnoty izotropní vodivosti plazmatu v aktivní oblasti.

Tabulka 2

Vodivost plazmatu v aktivní oblasti

Oblast	σ_0 (S m ⁻¹)
Koróna	10 ⁶
Chromosféra	10 ³
Fotosféra	~10
podfotosférická vrstva (hloubka 24 000 km pod fotosférou)	10 ⁶

Uvedená diskuse Ohmova zákona je nejen úvodem do problematiky vodivosti v aktivní oblasti Slunce, ale ukazuje i na možné zdroje elektrických proudů. Elektrické proudy v aktivní oblasti tvoří elektrické obvody, pro které platí $\nabla \cdot \vec{j} = 0$. Rozdělíme-li elektrický proud do složky rovnoběžné a kolmé k magnetickému poli, můžeme rovnici $\nabla \cdot \vec{j} = 0$ psát ve tvaru $\nabla_{\parallel} j_{\parallel} = -\nabla_{\perp} j_{\perp}$, tj. výraz $-\nabla_{\perp} j_{\perp}$ můžeme chápat jako zdroj proudu rovnoběžného s magnetickým polem. Předpokládejme nyní



Obr. 1

Náhradní elektrický obvod erupční smyčky. Skutečný průběh elektrického proudu je však objemovou záležitostí.

Znamená to tedy, že zdrojem koronálního elektrického proudu (tím i erupční energie) je nerovnoměrnost (divergence) příčného elektrického proudu ve fotosféře, pro který platí vztah

$$\vec{j}_l = \sigma_1 (\vec{E}_l + \vec{v} \times \vec{B}) + \sigma_2 \frac{\vec{B} \times (\vec{E}_l + \vec{v} \times \vec{B})}{B} \quad (4)$$

Z tohoto vztahu je zřejmé, že velikost \vec{j}_l je dána výrazem $\vec{E}_l + \vec{v} \times \vec{B}$, kde $\vec{v} \times \vec{B}$ je elektromotorická síla, \vec{v} je rychlost pohybu fotosférického plazmatu, \vec{E}_l je elektrické pole, dané globálními charakteristikami celého elektrického propojení. Zároveň je z tohoto vztahu vidět, že v případě dokonale vodivého plazmatu ($\sigma \rightarrow \infty$) nemůžeme skrze člen $\vec{v} \times \vec{B}$ vygenerovat žádný elektrický proud, poněvadž musí platit $\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B} = 0$.

V předchozí části byl naznačen obecný přístup ke generaci elektrického proudu v aktivní oblasti. Vedle tohoto přístupu existuje přístup "geometrický" (platný i pro $\sigma \rightarrow \infty$), ve kterém definováním způsobem deformujeme magnetické pole a pro každou deformaci magnetického pole, skrze vztah $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$, dostáváme hodnotu elektrického proudu. Tento přístup je umožněn předpokladem, že magnetická konfigurace je během svého vývoje stále v konfiguraci bezsilového magnetického pole ($\vec{j} \times \vec{B} = 0$). Nevýhodou tohoto přístupu z hlediska teorie erupcí je skutečnost, že je apriorně vyloučena síla $\vec{j} \times \vec{B}$, která by mohla vysvětlit některé druhy pohybů, např. aktivaci filamentů.

Přes nespornou užitečnost popisu generace erupční energie

skrze elektrické proudy existují tradiční přístupy, využívající popis pomocí magnetického pole (např. akumulace erupční energie v proudové vrstvě, při interakci dvou protikladných magnetických systémů). Tyto přístupy vynikají názorností, jsou však svázány s velice závažným fyzikálním problémem - problémem okrajových podmínek.

Erupční energie, ať již vyjádřená pomocí elektrických proudů a nebo pomocí magnetického pole, musí být v době před erupcí nashromážděna nebo během erupce dodávána. Tento problém zůstává zatím nevyřešen, i když více pozorovatelských důkazů hovoří ve prospěch procesu akumulace energie (horizontálními pohyby fotosférického plazmatu).

3. Primární proces - uvolnění erupční energie

V předchozí kapitole jsme se zabývali generací elektrických proudů, které jsou nositeli erupční energie. Generace elektrických proudů je samozřejmě záležitost objemová, nemůže však být v celém objemu homogenní. Navíc elektrické proudy skrze svá magnetická pole vzájemně interagují. Výsledkem této nehomogenity a složité evoluce interakcí proudu a polí dochází ke strukturalizaci proudového systému. Dochází k tomu, že elektrický proud neteče homogenně v celých objemech, ale teče koncentrovaně v proudových vláknech, případně v proudových vrstvách.

3.1. Uvolnění erupční energie v proudovém vlákně

Problém uvolnění energie v proudovém vlákně se převádí na problém uvolnění energie v elektrickém obvodu. Z tohoto důvodu je nutno přejít od lokální formulace Ohmova zákona (viz předchozí kapitola) k formulaci Ohmova zákona, platné v elektrickém obvodu:

$$U = I R + \frac{d}{dt} (I L) \quad , \quad (5)$$

$$\text{kde} \quad U = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{x}$$

$$I R = \int_1^2 (\eta \vec{j}) \cdot d\vec{x}$$

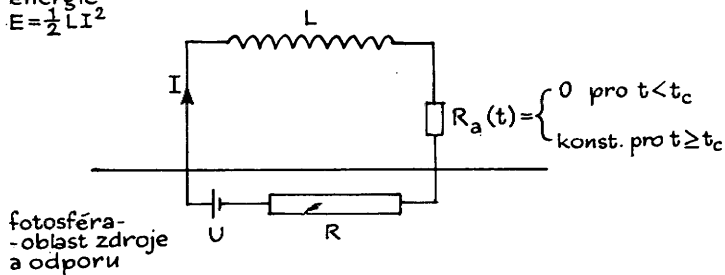
$$\frac{d}{dt} (I L) = \int_1^2 \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} \cdot d\vec{x}$$

Uvažujme nyní případ nejjednoduššího elektrického obvodu, nahrazujícího erupční vlákně - smyčku (obr. 2). Tento obvod se sestává ze zdroje napětí U , umístěného ve fotosféře, odporu R , způsobeného převážně odporem ve fotosféře a indukčností proudového vlákna L nad fotosférou. Chování tohoto elektrického obvodu, po zapojení zdroje, je velice dobře známo z elektrotechniky. Elektrický proud roste podle vztahu

$$I = \frac{U}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \quad , \quad (6)$$

kde $\tau = L/R$. Tato fáze chování elektrického obvodu odpovídá

Oblast akumulace
energie
 $E = \frac{1}{2} L I^2$



Obr. 2

Náhradní elektrický obvod erupční smyčky -
proudového vlákna

fázi akumulace erupční energie, pro kterou platí

$$E_a = \frac{1}{2} L I^2 \quad (7)$$

Se vzrůstem elektrického proudu dochází také ke vzrůstu rychlosti pohybu nositelů náboje \vec{v}_D . Z teorie plazmatu je známo, že určité hodnoty hustoty elektrického proudu j (i hodnoty v_D) jsou z hlediska stability proudu kritické ($j_{\text{krit}} = -e n_e \vec{v}_{D, \text{krit}}$). Tyto kritické hodnoty sehrávají důležitou roli v průběhu uvolnění erupční energie. V tomto bodě nyní existují dvě možnosti. Bud je kritická hodnota elektrického proudu dosažena procesem akumulace energie podle vztahu (6) nebo vedle vlastní akumulace působí ještě nějaký dodatečný proces zvyšující koncentraci elektrického proudu. Tento dodatečný proces, zpravidla nějaký druh makroskopické MHD nestability, je uvažován proto, poněvadž hodnoty kritických elektrických proudů jsou poměrně vysoké. Podstatné ovšem je, že existuje celá řada možností, jak dosáhnout kritických hodnot elektrického proudu. Tyto kritické hodnoty jsou závislé od podmínek v proudovém vlákne. Nejčastěji aplikované kritické rychlosti jsou: v případě $T_e = T_i$ $v_{D, \text{krit}} = v_{T_e} = (k T_e / m_e)^{1/2}$ a v případě $T_e \gg T_i$ $v_{D, \text{krit}} = v_s = (k T_e / m_i)^{1/2}$, kde

k je Boltzmannova konstanta, T_e , T_i , m_e , m_i jsou teploty a hmoty elektronů a iontů.

Po dosažení těchto kritických rychlostí (kritických elektrických proudů) elektrický proud začíná být nestabilní, začínají být generovány vlny, které naopak brání pohybu nositelů náboje, tj. zvyšuje se elektrický odpor. Poněvadž v tomto případě není elektrický odpor způsoben srážkami částic

(klasický odpor), ale interakcí částic s vlnami, je tento elektrický odpor označován jako anomální. Problém anomálního odporu je velice složitý nelineární problém. Řada otázek zůstává nevyřešena. Podstatné ovšem je, že anomální odpor je podstatně vyšší než klasický (až o 6 řádů).

Ve shodě s Alfvénem a Carlqvistem zjednodušíme nyní problém generace a udržení anomálního odporu; zařadíme v okamžiku splnění podmínky $j \geq j_{krit}$, tj. v čase t_0 , náhle do našeho elektrického obvodu prvek $R_{anomál} = konst$. Elektrický proud se pak v tomto obvodu řídí známou závislostí z elektrotechniky

$$I = \left(I_0 - \frac{U}{R + R_a} \right) e^{-\frac{R + R_a}{L} t} + \frac{U}{R + R_a}, \quad (8)$$

kde I_0 je proud v okamžiku zařazení odporu R_a . Nashromážděná energie se pak v tomto obvodu uvolňuje v prostoru s anomálním odporem ohmickým ohřevem.

Třebaže se jedná o velké zjednodušení erupční problematiky i problému s anomálním odporem, základní aspekty problému akumulace a uvolnění energie mohou být tímto způsobem znázorněny. Na druhé straně např. problém urychlení částic (v tzv. impulsové fázi erupce) vyžaduje detailnější přístup.

V některých modelech sluneční erupce je místo elektrického prvku s anomálním odporem uvažována tzv. dvojrivrstva (double layer). Třebaže fyzikální popis anomálního odporu a dvojrivrstvy je odlišný, z globálního hlediska uvolnění erupční energie se jedná o situaci podobnou.

V jiných modelech je zase uvažován vnější způsob generace anomálního odporu, např. vnějším svazkem elektronů (zde nemusí být splněna podmínka $j \geq j_{krit}$).

3.2. Uvolnění energie v proudové vrstvě

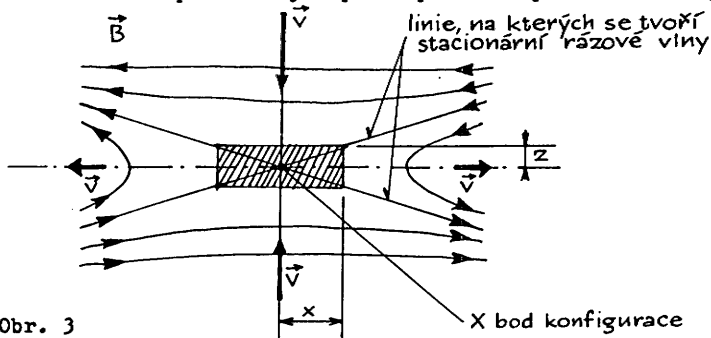
Vše, co bylo řečeno o uvolnění energie v proudovém vlákne, může samozřejmě nastat i v topologii proudové vrstvy. Problém uvolnění energie v proudové vrstvě je však bohatší. Jedná se o to, že v proudové vrstvě může dojít k dalším důležitým procesům: k rekonexi (propojování) a k nestabilitám, které jsou anglicky nazývány "tearing mode instability" a "coalescence instability".

a) Rekonexe (propojování) magnetických siločar

Je to proces, ke kterému dochází na rozhraní dvou systémů s opačnou orientací magnetického pole (obráz. 3). Ze vztahu $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ vyplývá, že tímto rozhraním musí téci elektrický proud (kolmo k rovině obrázku). Je proto toto rozhraní nazýváno proudovou vrstvou. Prvé modely uvolňování energie v proudové vrstvě převáděly problém rekonexe na problém difúze magnetického pole. Jak vyplývá z indukční rovnice

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \text{rot} (\vec{v} \times \vec{B}) + \frac{1}{\mu_0 \sigma} \Delta \vec{B}, \quad (9)$$

pro vysokou vodivost koronálního plazmatu (předpokládány prostor primárního procesu erupce) dostáváme velice malý výkon procesu uvolňování energie. Podstatné zrychlení procesu rekonexe, t.j. i zvýšení vstupní a výstupní rychlosti plazmatu \vec{v} (obr. 3) bylo dosaženo předpokladem Petacheka o existenci stacionárních rázových vln (typu pomalé plazmové vlny) na hranicích vstupního a výstupního prostoru proudové vrstvy.



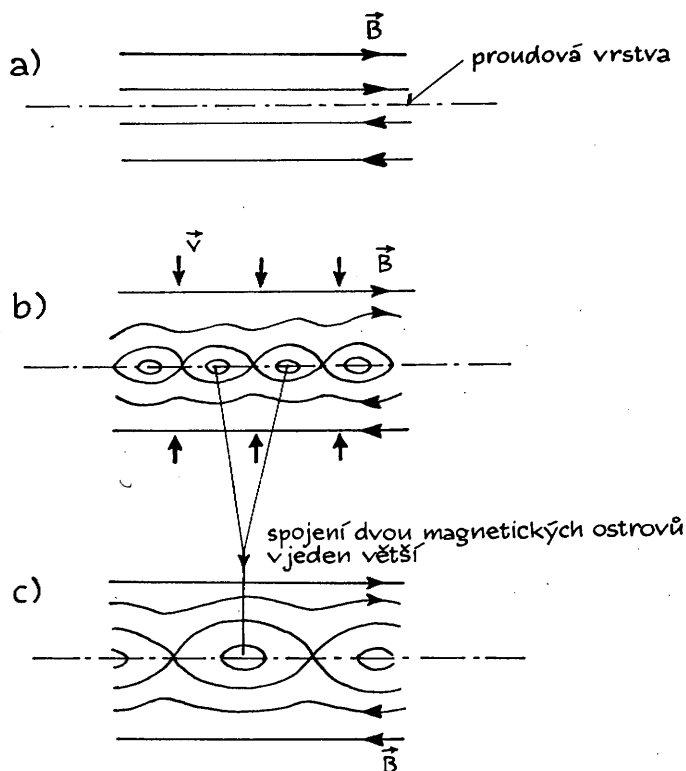
Obr. 3

Proces rekonexe (propojování) magnetických siločar v proudové vrstvě. Šrafovaná oblast je difúzní oblastí.

Tyto rázové vlny na svém rozhraní silně redukuje magnetické pole a mění rychlost pohybu plazmatu. Je však třeba zdůraznit, že tato redukce magnetického pole se uplatňuje mimo centrální oblast konfigurace. V centrální oblasti je tato redukce nahrazena mechanismem difúze magnetického pole podle rovnice (1). Je proto tato centrální oblast o rozměrech $2x$ a $2z$ nazývána difúzní oblastí (obr. 3 - šrafovaná oblast). Při stacionárním procesu rekonexe ($\vec{v} = \text{konst.}$) je v ustáleném proudění unášena magnetická energie $B^2/2\mu_0$ do prostoru proudové vrstvy. Ze zákonů zachování vyplývá, že plazma musí také z prostoru kolem bodu X odtékat. V odtékajícím plazmatu je značně redukováno magnetické pole, t.j. magnetická energie je nižší, je uvolněna, převádí se na jiné druhy energií. Především na ohřev a zvýšení rychlosti odtékajícího plazmatu. Tento mechanismus je velice nadějným mechanismem, vysvětlujícím proces uvolňování energie v erupci. Jeho nevýhodou je skutečnost, že je řešen a značně vypracovaném stavu. Skutečná hodnota tohoto mechanismu bude známa, až budou vyřešeny otázky evoluční, otázky nestacionárnosti tohoto typu rekonexe a otázky nahodilejšího proudění plazmatu v okolí proudové vrstvy. Navíc laboratorní studium proudových vrstev ukazuje, že v proudových vrstvách dochází i k dalším důležitým procesům, kterými jsou tzv. "tearing mode" a "coalescence" nestabilita.

b) "Tearing mode" a "coalescence" nestabilita

Je známo, že proudová vrstva (obr. 4a) je nestabilní vzhledem k poruchám, které proudovou vrstvu trhají (angl. tearing = trhání) na proudová vlákna. Výsledkem této "tearing mode" nestability je struktura magnetických ostrovů (obr. 4b).



Obr. 4

Nestability v proudové vrstvě

Každý tento magnetický ostrov představuje proudové vlákno s proudem tekoucím kolmo k rovině obrázku. Tato proudová vlákna mezi sebou interagují, přitahují se a spojují. Říkáme, že struktura proudových vláken je nestabilní vzhledem ke spojování (anglicky coalescence = spojování) (obr. 4c). Z naznačeného je zřejmé, že tyto procesy následují po sobě a svým způsobem soupeří. Každá tato nestabilita vede k charakteristickému proudění plazmatu v okolí proudové vrstvy a toto proudění se může periodicky opakovat. Periodicita je však omezena disipací v obou typech nestabilit. Avšak z hlediska erupce, právě disipativní procesy znamenají uvolňování energie. Třebaže existence těchto procesů v erupci je všeobecně přijímána, existují značné rozdíly v roli těchto procesů v jed-

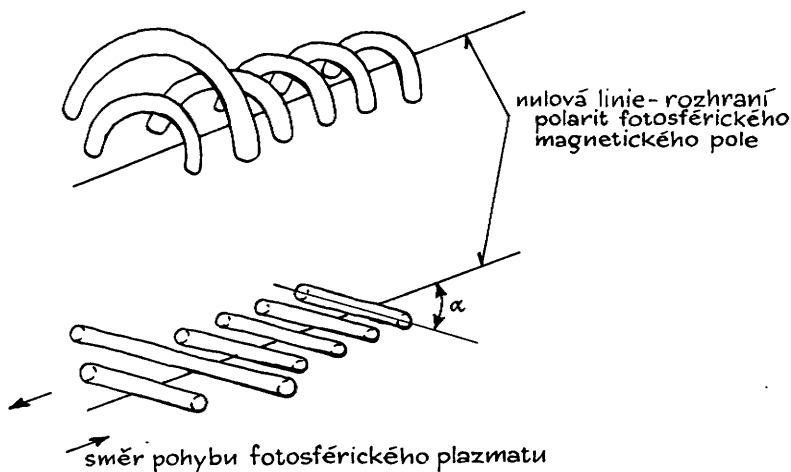
netlivých modelech erupce.

4. Procesy odvozené z primárního procesu

Zatím jsme se zabývali erupcí jen jako problémem energie, t.j. zabývali jsme se zdroji erupční energie a jejím uvolněním. Sluneční erupce je však velice složitý komplex plazmatických procesů. Dá se říci, že primární proces uvolnění energie je provázen celou řadou dalších procesů: ohřevem a urychlováním částic, zářením, makroskopickými pohyby erupčního plazmatu spolu s formováním rázové vlny, topologickými změnami v poerupční fázi.

4.1. Ohřev a urychlování částic

Představme si situaci těsně před procesem erupce (obr. 5).



Obr. 5

Struktura proudových smyček, vytvořená horizontálním pohybem fotosférického plazmatu

Uvažujme případ proudových vláken, která zastřešují prostor nad nulovou linií, přičemž roviny proudových vláken svírají s nulovou linií malý úhel. Tento komplex proudových smyček byl vytvořen horizontálními pohyby fotosférického plazmatu.

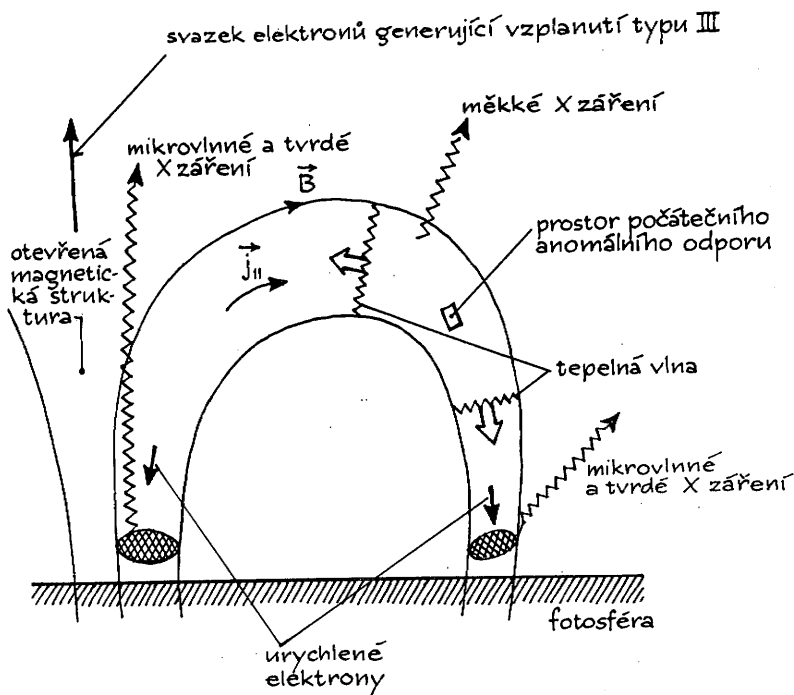
Možností jak "zažehnout" erupci v takovém proudovém systému je několik:

a) MHD nestabilitou, termální nestabilitou, interakcí a vy-nořujícím se novým magnetickým systémem (z vnější či vnitřní

strany proudových smyček), dosažením podmínky $J > J_{krit}$ klidnou evoluci - všechny tyto možnosti vedou ke splnění podmínky $J > J_{krit}$.

b) Vnější generaci anomálního odporu, např. vnějším elektronovým svazkem; zde nemusí být splněna podmínka $J > J_{krit}$.

V každém případě v proudové smyčce vzniká anomální odpor (případně dvojvrstva) (obr. 6). Zona anomálního odporu, která je zónou nejrozmanitějších plazmatických vln (včetně Langmuirových) ve stavu silné turbulence, se během erupce zvětšuje. Na tomto anomálním odporu se energie ($E_a = 1/2LI^2$) uvolňuje jednak jouleovským ohřevem a také tím, že se v zóně s anomálním odporem indukuje velké elektrické pole, které urychluje částice (především elektrony). Ty se pak šíří podél magnetického pole proudových smyček směrem k jejich zakotvení v hustých vrstvách sluneční atmosféry. Ve stejných směrech,



Obr. 6.

Procesy v erupční smyčce

z místa primárního ohřevu, se také šíří tepelná vlna, která pak ohřívá husté vrstvy chromosféry. Ohřev těchto vrstev vede k expanzi a k vypařování částic do vyšších vrstev, t.j. dochází ke zvýšení hustoty v proudových smyčkách. Jednotlivé proudové smyčky mohou být induktivně vázány, což může vést k šíření erupčního procesu do sousedních proudových smyček. Šíření erupčního procesu však může být svázáno i s šířením nejrozmanitějších vln. Poněvadž existuje induktivní vazba nejenom mezi proudovými smyčkami, ale i s otevřenými strukturami magnetického pole, může se vzájemnou indukčností v otevřené struktuře naindukovat elektrické pole, dostatečné k urychlení elektronových svazků. Ty jsou potom charakteristickým jevem tzv. impulsové fáze erupce, přičemž generují rádiové vzplanutí typu III.

Celý proces erupce je svázán s generací nejrozmanitějších plazmatických vln. Proto z kinetického hlediska lze ohřev a urychlování částic chápat ve spojitosti s těmito vlnami. Koncepte anomálního odporu se pak převádí na problém interakcí vln a částic. Lze proto i problém urychlování částic na anomálním odporu převést na problém urychlování částic v poli plazmatických vln.

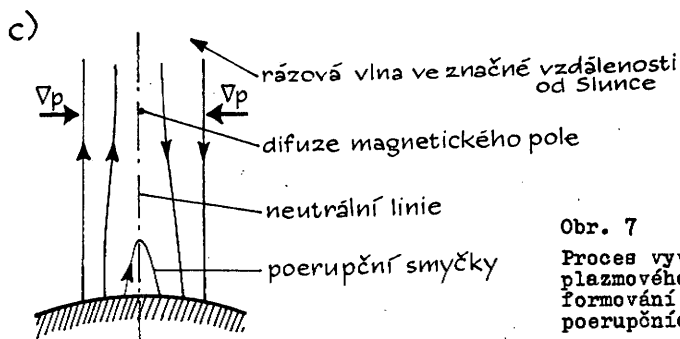
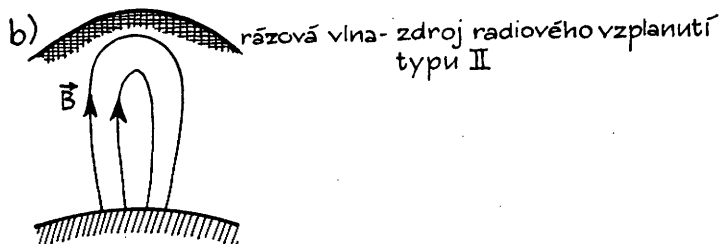
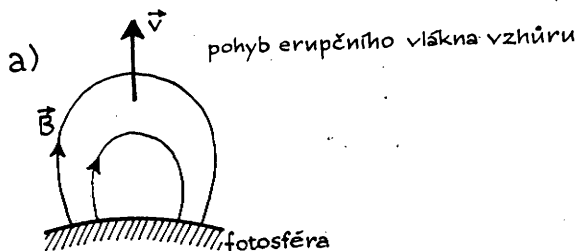
Urychlování protonů, pozorovaných v případě velkých erupcí, je svázáno s existencí rázové vlny (viz odst.4.3).

4.2. Záření erupčního plazmatu

Přímým důsledkem ohřevu a urychlení částic je zvýšený tok záření v celém oboru spektra. Ohřevu odpovídá zvýšená termální složka záření, urychlování pak netermální složka. Netermální složka záření je typickým projevem sluneční erupce, zejména v rádiovém a v tvrdém X-oboru. Netermální záření v tvrdém X-oboru je generováno mechanismem brzděného záření. Elektrony urychlené v prostoru primárního procesu jsou brzděny v hustých vrstvách chromosféry, v prostoru zakotvení erupční smyčky (obr. 6). V rádiovém oboru se uplatňují pro netermální záření dva typy mechanismů generace: v mikrovlnném oboru gyro-synchrotronový a v dm-oboru mechanismus kolektivních procesů (skrze plazmové vlny). Zatímco zdroj mikrovlnného záření je situován v prostoru zakotvení, záření v dm-oboru pochází z vyšších vrstev erupčního prostoru.

4.3. Makroskopické pohyby erupčního plazmatu spolu s formováním rázové vlny

Ohřev erupčního plazmatu do teplot 10^7 K a zvýšení hustoty vypařováním chromosférických vrstev vede ke zvětšování kinetického tlaku. Navíc magnetický tlak klesá v důsledku transformace energie magnetického pole. Tím erupční smyčky expandují. V této fázi erupce, kdy dochází k rychlé disipaci elektrických proudů a přeskupování magnetického pole, pravděpodobně spolupůsobí i síla $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$. Výsledkem expanze a působením síly $\mathbf{j} \times \mathbf{B}$ je zvedání celé struktury (obr. 7). Rychlost zvedající se struktury vzrůstá, takže v určitém místě koróny je dosaženo rychlosti Alfvénovy v_A a na předním okraji této struktury se formuje MHD rázová vlna (obr. 7). Tato rázová vlna je pozorována jako rádiové vzplanutí typu II, případně jako Moretonova vlna (viditelná v čáře H_{α} při bočním šíření



Obr. 7

Proces vyvržení plazmového oblaku a formování erupčních a poerupčních smyček.

chromosférou). Rázová vlna zároveň urychluje protony. Příčné pohyby, pozorované ve struktuře erupčních vláken, jsou dvojí: skutečné, dané expanzí, a fiktivní, způsobené přesunem primárního procesu do jiných proudových vláken.

4.4. Topologické změny v poerupční fázi

Po vyvržení erupčních smyček, na jejichž čelní frontě je generována rázová vlna, erupční proces doznívá. V prostoru nad erupcí je vytvořena polootevřená struktura magnetického pole (obr. 7c). Po vyvržení hmoty dochází v tomto prostoru ke zředění. Výsledkem je vznik tlaku z vnějších stran a difuze magnetického pole v prostoru neutrální linie. To je počátek

poerupčního procesu rekonexe, který vede k formování tzv. poerupčních smyček. Je třeba zdůraznit, že tento proces je rovněž energeticky aktivní. Zdroj energie tohoto procesu lze nalézt v procesu vyvržení erupčních smyček.

5. Závěr

Tento článek je především přehledovým článkem. Zároveň je však i pokusem o vytvoření pokud možno jednotné fyzikální koncepce slunečních erupcí. Je však nutno říci, že existuje celá řada podstatných i méně podstatných modifikací této koncepce. Detailnější přehled o této problematice lze získat z monografií, které jsou níže uvedeny.

Autor by chtěl poděkovat dr. L. Křivskému a dr. P. Heinzelovi za podnětné připomínky vztahující se k problematice tohoto článku.

Seznam literatury:

- Altynceev, A.T., Banin, V.G., Kuklin, G.V. a Tomozov, V.M.:
1982, Solněčnyje vspyški, Nauka, Moskva
- Křivský, L.: 1977, Solar proton flares and their prediction,
Academia, Prague
- Priest, E.R.: 1981, Solar flare magnetohydrodynamics, Gordon
and Breach, London
- Priest, E.R.: 1982, Solar magnetohydrodynamics, D. Reidel,
Dordrecht, Holland
- Švestka, Z.: 1976, Solar flares, D. Reidel, Dordrecht, Holland

KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

RNDr. Oldřich Hlad padesátníkem

30. prosince 1984 se dožívá padesáti let RNDr. Oldřich Hlad, čestný člen Československé astronomické společnosti při ČSAV. Jubilant je dlouholetým členem a funkcionářem naší Společnosti, v jejíž prospěch úspěšně vykonával řadu funkcí. V poslední době zastává funkci vědeckého sekretáře. Současně vykazuje rozsáhlou odbornou činnost - v první řadě zde jmenujeme jeho práci v oboru didaktiky astronomie a těch partií fyziky, které mají vazbu k astronomii. Především je autorem učebního textu fyziky pro 6. a 8. ročníky základních škol s rozšířeným přírodovědným vyučováním a recenzentem učebnic. Díky svým praktickým zkušenostem v pedagogice realizoval již na počátku šedesátých let v pražském planetáriu koncepci školních lekcí, které probíhaly v těsné vazbě na školní osnovy a ve spolupráci s pedagogickými institucemi. Tím byla zajištěna vysoká návštěvnost škol od samého začátku činnosti planetária. Tato koncepce určila též charakter pražského planetária jako zařízení, které bylo a je stále zaměřeno převážně na školní mládež. Z hlediska návštěvnosti šlo o pojetí velmi šťastné, které již přes dvacet let přivádí do planetária přes 80% návštěvníků. Jen díky tomu byla

plně využita kapacita astronomického sálu Planetária. Tento zavedený systém školních programů pak organicky navázal na systém Mládež a kultura, který zajišťuje vazbu mezi školní mládeží a kulturními institucemi. Činnost Planetária se v posledních letech rozšiřuje m.j. i o literární hudební programy, na jejichž přípravě se jubilant aktivně podílí.

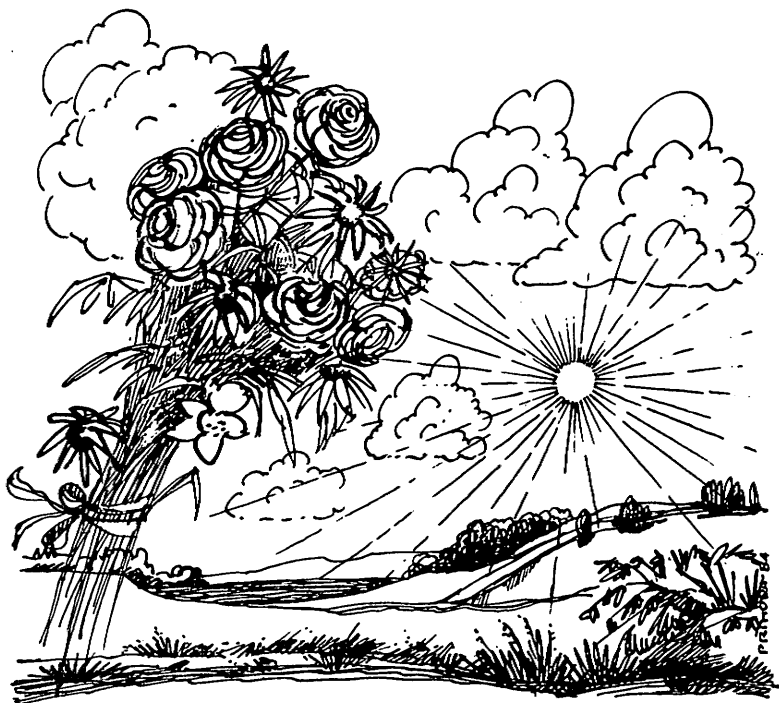
RNDr. Oldřich Hlad zastává funkci ředitele Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy, kde i ze své funkce všestranně podporuje práci Astronomické společnosti i její postavení v rámci vědeckých společností ČSAV. Vzájemná dobrá spolupráce je právně zakotvena v dohodě o spolupráci mezi Hvězdárnou a planetáři hl.m. Prahy a pražskou pobočkou ČAS - v dohodě, jejímž byl iniciátorem a která je pro Společnost velmi výhodná. Organizační činnost jubilanta je zvláště rozsáhlá a dala by se nejlépe charakterizovat jediným slovem: efektivní. Vykazuje vzácnou schopnost neutonout v záplavě administrativní práce a umět prosadit svoji koncepci. Zmíněné pojetí školních přednášek v Planetáriu je tu pouze jediným detailem z rozsáhlé činnosti. Jako předseda poradního sboru pro hvězdárny a planetária ČSR při Ministerstvu kultury ČSR zasazuje se náš jubilant o rozšíření vzájemné spolupráce uvedených zařízení a o růst jejich významu na poli kulturně osvětovém i odborném. Sem patří i spojení Hvězdárny Petřín i Planetária Praha v roce 1979, které se ukázalo jako výhodné a nosné do dalších let, i jak vzor pro obdobná zařízení.

Dr. Hlad má časté neformální osobní kontakty s hvězdárnami a planetárii v celé ČSR a také s funkcionáři a pracovníky jejich nadřizovaných složek. Nezapomíná ani na spolupráci s příbuznými institucemi na Slovensku. Abychom zde konkrétně uvedli aspon jeden z mnoha výsledků této spolupráce hvězdárny a planetárii celé ČSSR, zmíníme se o ediční činnosti Hvězdárny a planetária, která je zvláště atraktivní pro členy Společnosti. Vyšly zde různé tituly - mapy, knihy, obrazové soubory, jejichž autory byli většinou pracovníci Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy. Tyto ediční počiny byly usnadněny i tím, že hvězdárny a planetária v celém státě představují rozvětvenou distribuční síť, kde si mohou zájemci jednotlivé publikace zakoupit.

Tím se dostáváme k astronomické odborné a popularizační publikační činnosti RNDr. Oldřicha Hlada. Kromě autorství knižních titulů jako je například "Vesmír jistot a otazníků" spolu s Ing. J. Pavlouskem, množství článků v časopisech (m.j. série map souhvězdí v Říši hvězd) i v denním tisku, je to především práce na rozsáhlém mapovém díle - novém atlasu hvězdné oblohy, který je zařazen v edičním plánu nakladatelství Academia. Práce je spojena též s rozsáhlým využitím počítačové techniky, která byla použita i pro vypracování nové metody rytí souřadnicových sítí pro tyto mapy. Naprogramovaného materiálu bude nepochybně využito i pro další mapová díla.

Domníváme se, že činnost našeho jubilanta a čestného člena je natolik mnohotvárná a rozsáhlá, že bychom se k ní měli podrobněji vrátit na stránkách spolkového věstníku v rozhovoru s jubilantem o jeho plánech do dalších let. A do těchto dalších let přejeme zatím RNDr. Oldřichu Hladovi pevné zdraví, hodně energie a mnoho úspěchů v jeho záslužné další činnosti.

Redakce



V roce 1985 se dožívají významného životního jubilea naši členové uvedení v tomto přehledu. Všem srdečně blahopřejeme a přejeme hodně životních sil do dalších let.

Redakční kruh KR

50 let

Josef Čekal
 Ing. Milan Šťastný, CSc.
 RNDr. Luboš Kohoutek, CSc.
 Petr Jílek
 prof. Miloš Patera
 Jan Kubiček
 Bronislav Kučera
 Jan Pelikán
 RNDr. Jiří Havelka
 RNDr. Jaromír Mikušek

3. 1.
 26. 1.
 29. 1.
 10. 2.
 1. 5.
 5. 5.
 23. 6.
 4. 7.
 10.11.
 1.12.

60 let

MUDr. Vladimír Brabec
 Rudolf Čumpelík
 Ing. Jaroslav Souček, CSc.
 Lev Bufka
 Lubomír Hatlapatka
 Bedřich Siegel
 čl.kor. Václav Bumba
 Josef Prokopec
 ThDr. Václav Zemanec
 RNDr. Ladislav Křivský, CSc.
 Jiří Plechatý

20. 2.
 9. 3.
 18. 3.
 15. 4.
 28. 5.
 26. 6.
 14. 8.
 7. 9.
 2.10.
 8.12.
 13.12.

65 let

Bohumír Holotík	3. 2.
Vladimír Mlejnek	12. 2.
Ing. Vladimír Ptáček	14. 7.
Doc.Dr.Karel Mišon,CSc.	13.10.
Miroslav Pernička	7.11.
Luděk Štelzig	27.11.

70 let

Rudolf Reif	3. 4.
Josef Kučera	20. 5.
Vladimír Vojtíšek	21.10.

75 let

Dr.Rostislav Rajchl	1. 1.
Josef Kodýtek	20. 1.
Jan Zajíc	29. 1.
Karel Skřivan	31. 5.
Roland Neuman	26. 6.
Ludvík Bezděka	19. 8.
Václav Skala	25. 9.
MUDr.Michal Korger	27.11.

80 let

JUDr. Karel Otavský	14. 3.
Václav Anft	31. 3.
čl. kor. Rudolf Pešek	7. 4.

Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů
Vol. 35 (1984), No 1

Aktivita Orionid v roce 1979 určená z radarových pozorování na dlouhé základně

A. Hajduk, Astron. ústav SAV, Bratislava
G. Cevolani, C. Formiggini, National Research Council, Bologna
P.B.Babadžanov, R.P.Čebotarev, Astrofiz. Institut, Dušanbe

Je určen poměr hodinových čísel meteorů roje a sporadického pozadí. Využívá se současných pozorování Orionid v Ondřejově, Budrio (Itálie) a Gissaru (Tadž.SSR). Ostré maximum aktivity roje se pozorovalo 23. října. Pgtvrdilo se posouvání maxima aktivity s délkou Slunce o $0,75^{\circ}$ /rok.

Určení toku sporadických meteorů z radarových pozorování
P. Pecina, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Dále se rozvíjí autorova teorie k určení hustoty toku sporadických meteorů. Tato teorie je založena na využití obecných postupů potřebných k určení hustot jak rojových, tak sporadických meteorů. Je k tomu třeba znát rozdělení radiantů a rychlostí sporadických meteorů. Rovněž se odhadují chyby, které vyplývají z nepřesné znalosti některých fyzikálních parametrů.

Čtvrtstoletí radarového pozorování Kvadrantid

B.A. McIntosh, Herzberg Institute of Astrophysics, Ottawa, Canada
M. Šimek, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Aktivita Kvadrantid se zkoumala pomocí pozorování ze Springhillu (Canada) a Ondřejova za období 1958 - 1981. Kombinací údajů ze dvou stanic na různých délkách se zlepšilo krytí aktivity roje. Poloha maxima toku se z roku na rok podstatně mění.

Procesy pozorovatelné ve fotosféře během formování aktivní oblasti

2. Vývoj obvyklé aktivní oblasti; růst penumbry kolem vedoucí skvrny

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

Zkoumají se všechny procesy viditelné během vzniku magnetického pole skvrn a chromosférických struktur v "běžné" aktivní oblasti ze srpna 1974. Rozebírá se závislost rozvoje pole aktivní oblasti na dynamice pole pozadí. Demonstruje se vznik centra magnetické aktivity - jak na magnetických mapách, tak na detailech fotosféry a chromosféry. Ukazuje se, že je obtížné vysvětlit pozorované vlastnosti pole pomocí modelu vycházejícího z vynořujících se siločar.

Krátkodobé změny ve struktuře zelené koróny

J. Kleczek, B. Růžičková-Topolová, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Pomocí filmů zelené koróny byly odvozeny charakteristické vlastnosti krátkodobých změn koronální struktury: expanze smyček, jejich vznik, zjasňování a mizení; postupný růst, rychlá expanze a změny temných prostorů. Lze ukázat, že magnetické pole je základní faktor v expanzi smyček.

Populace a dráhy televizních meteorů pozorovaných ze dvou stanic

R.L. Hawkes, J. Jones, Physics Department, Mount Allison University, Canada

Z. Ceplecha, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Autoři studují atmosférické trajektorie, rychlosti a dráhy meteorů pozorovaných pomocí televizní techniky. Meteory jsou v průměru o 3 magnitudy slabší než meteory fotografované kamerami Super-Schmidt. Objevena nová třída meteorů-C3- majících krátkoperiodické dráhy s náhodným sklonem.

- pan -

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů
Vol. 35 (1984), No 2

Fotometrické a spektroskopické sledování uhlíkových hvězd

1. Spekulace o podstatě změn svítivosti a radiálních rychlostí UX Dra

M. Vetešník, Katedra astronomie, Universita J.E. Purkyně, Brno

V práci se posuzují fotoelektrické světelné křivky UX Dra získané ve třech barvách. Svou formou a pravidelným střídáním hlubokých a mělkých minim připomínají světelné křivky zákrtyových proměnných. Radiální rychlost hvězdy určená z molekulárních pásů uhlíku má periodu 336 dní, t.j. dvojnásobek periody změn jasností. Pozorované jevy vysvětlují se buď pulzacemi nehomogenní hvězdy, nebo zákryty.

Fotometrické a spektroskopické sledování uhlíkových hvězd

2. Porovnání světelných křivek a křivek radiálních rychlostí Y CVn

M. Vetešník, Katedra astronomie, Universita J.E.Purkyně, Brno

Publikují se nová fotoelektrická pozorování a měření radiálních rychlostí polopřavidelné proměnné Y CVn. Pomocí pozorovaných minim jasnosti byly určeny světelné elementy. Rozebírají se změny jasnosti i barvy. Perioda změny radiálních rychlostí je dvojnásobkem periody fotometrických změn.

Optické vlastnosti rentgenových hvězd

3. Hledání aktivních a neaktivních stavů soustavy HZ Her/Her X-1

R. Hudec, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Zpracovává se 822 optických pozorování této rentgenové soustavy (sonneberské snímky). Výsledky: 1. V období 1928-79 byla 3 (možná 4) aktivní a 4 (možná 3) neaktivní období; 2. světelné křivky v aktivních obdobích jsou si podobné; 3. určena doba velmi rychlého přechodu z aktivního do neaktivního stavu.

Precesně nutační moment od planet působící na Slunce

M. Burša, Astron. ústav ČSAV, Praha

Odvozují se vztahy pro precesi a nutaci rotační osy Slunce způsobované planetami. Perioda precese je $\sim 1,2 \cdot 10^7$ let. Amplitudy nutace jsou zanedbatelně malé, takže úhel mezi rovinou heliocentrického rovníku a ekliptikou lze v dynamice sluneční soustavy považovat za konstantní.

Pohyb hlavních os setrvačnosti elastické trojosé Země

J. Vondrák, Astron. ústav ČSAV, Praha

Podrobně se sleduje chování hlavních os setrvačnosti pod vlivem rotace a slapové deformace pružné trojosé Země. Ukazuje se, že amplituda rovníkové složky pohybu obou ekvatoreálních os je o dva řády větší než amplituda pohybu polární osy.

Vývoj dráhy v dvakrát ustředněném rovinném omezeném problému tří těles

M. Šidlichovský, Astron. ústav ČSAV, Praha

Dvakrát ustředněný problém vede k úloze s jedním stupněm volnosti. V případě omezeného problému tří těles dvakrát ustředněný hamiltonián nezávisí na střední anomálii,

a proto je prvním integrálem. Z tohoto integrálu vyplývá složitý vztah mezi excentricitou e a vzdáleností pericentra d. Vývoj dráhy se nejlépe popisuje v rovině x,y, kde e a d jsou polární souřadnice.

Problém určení elastických konstant z analýzy pohybu družic
J. Kostelecký, Geodetická observatoř Pecný, Ondřejov

Zkoumá se vliv různých modelů Země na určení Loveho konstanty k_2 z analýzy sklonu dráhy umělých družic. Dosud běžně uvažovaná sférická Země se zaměňuje za mírně eliptickou.

Statistická metoda superpozice epoch

III. Počítačový program a jeho užití

Z. Pokorný, Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno

Uvádí se výpočetní program a podrobně se popisuje jeho použití.

Význam modelů atmosféry pro interpretaci fotografických údajů o bolidech

P. Pecina, Z. Ceplecha, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

V předešlém článku byl nalezen vztah pro vzdálenost podél dráhy meteoru jako funkce času. V této práci se upustilo od předpokladu o exponenciální závislosti hustoty atmosféry na výšce a předpokládá se libovolný model. Pomocí odvozených vztahů se zpracovávají dva bolidy.

Struktura Kvadrantid z radarových pozorování

O.I.Belkovič, N.I.Sulejmanov, V.S.Tochtasjev, Astron. observatorija, Kazan

Pomocí osmileté řady pozorování tohoto roje v Kazani byly odvozeny křivky změny hustoty tohoto roje. Bylo zjištěno, že roj je stabilní a variace hustoty nepřevyšují 10 %.

Poznámka k určení exponentu rozdělení hmot meteorů

M. Šimek, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Autor oceňuje vliv sběrné plochy na určení tohoto exponentu.

- pan -

Práce publikované v Bulletinu čs. astronomických ústavů
Vol. 35 (1984), No 3

Doba života a zánik dlouhoperiodických komet

Ľ. Kresák, Astron. ústav SAV, Bratislava

Je využito pozorování a orbitálních elementů všech dlouhoperiodických komet objevených od roku 1840. Autor identifikoval osm případů, kdy zmizení komety bylo důsledkem

jejího úplného vyhasnutí a smrti. Podmínky těchto případů se dobře shodují se třemi, jejichž úplné vyhasnutí se potvrdilo tím, že nebyly znovu objeveny. Statistické pokusy svědčí o dobrém souhlasu s předpokladem, že rychlost stárnutí je úměrná rychlosti změny pravé anomálie a $q^{-1/2}$. Střední aktivní životní doba je 20 $q^{-1/2}$ oběhů.

Fotometrické chování hvězdy GK Per = A 0327 + 43 v období 1979 - 82

R. Hudec, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Soustava se proměňovala na 57 fotografických deskách z období 1979-82. Soustava zůstává v dlouhodobém stavu charakterizovaném nízkou střední jasností a erupcemi. Příští erupce se očekává v 1983 nebo 1984.

Rentgenové obrazy Slunce pořízené sondou Vertikal 8

R. Hudec, B. Valníček, V. Hudcová, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov
J. Sylwester, Z. Kordylewski, Space Research Centre, Wroclaw

Na této sondě byly roku 1979 poprvé v socialistických zemích získány rentgenové snímky Slunce (pomocí teleskopu RTF). V práci se diskutují obdržené výsledky.

Porovnání energetické kalibrace fotometrů na družicích Prognoz 5, 6, 7 a 8 s jinými fotometry tvrdého rentgenového slunečního záření

F. Fárník, B. Valníček, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov
B. Sylwester, J. Sylwester, Space Research Centre, Wroclaw
J. Jakimiec, Astron. Inst., Wroclaw University

Údaje z fotometrů tvrdého rentgenového záření instalovaných na uvedených družicích se srovnávají s výsledky obdobných přístrojů na družicích Solrad 11, ISEE 3, SMM a Hinotori. Pomocí relativní amplitudní analýzy údajů byly nalezeny rozdíly v kalibraci. Hledají se jejich příčiny.

Nové sledování periodických a dlouhodobých změn radiální rychlosti Be hvězdy dzeta Tauri (HD 37 202)

P. Harmanec, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Analýza 611 radiálních rychlostí ukázala, že orbitální perioda této spektroskopické dvojhvězdy zůstala 80 let konstantní. Byla nalezena nová efemerida této soustavy, kterou lze považovat pro toto století za konečnou.

Periodické členy světelných elementů hvězd XX Cep a RW Per

P. Mayer, Katedra astronomie a astrofyziky, MFF UK, Praha

Pro vysvětlení změn periody zákrytové proměnné XX Cep byl už dříve navržen periodický člen. V práci je ukázáno, že takový člen charakterizuje pozorování lépe než náhlá změna periody. I v případě zákrytové proměnné RW Per periodický člen rovněž dobře vyhovuje pozorováním.

Určení indexu rozdělení hmot z rádiových pozorování
P. Pecina, Astron. ústav ČSAV, Ondřejov

Řeší se problém nalezení tohoto indexu pro rojové meteory pozorovatelné radarem. Autor odvodil soustavu dvou rovinic pro určení doby odrazu za předpokladu, že působí pouze difúze a "přilepování" elektronů k neutrálním částicím z meteorů. Z úvah vyplývá, že určení indexu nelze oddělit od určení hustoty roje.

Pozorování soustavy protuberancí z 18.4.1983

V. Rušin, L. Scheirich, Astron. ústav SAV, Tatranská Lomnica

Článek stručně popisuje tyto protuberance a je doplněn fotografiemi úkazu.

- pan -

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

7. celostátní sluneční seminář

Ve dnech 15. - 19. května 1984 se konal v Tatranské Lomnici 7. celostátní sluneční seminář, který již tradičně pořádalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanově ve spolupráci se sluneční sekcí SAS při SAV, sluneční sekcí ČAS při ČSAV a Krajskou hvězdárnou v Prešově. Do překrásného prostředí Vysokých Tater se sjelo kolem 90 vědeckých pracovníků, pracovníků hvězdáren a astronomických kroužků a dalších zájemců o sluneční fyziku, aby si sdělili výsledky své dosavadní práce a společně se zamysleli nad dalšími problémy, které je třeba v tomto oboru řešit. Referáty byly seřazeny tématicky a prakticky pokryly celou oblast výzkumu Slunce a jeho vlivů na biosféru, prováděného v ČSSR.

Seminář zahájil ředitel SÚAA M. Bélik. Poté následoval první přehledový referát J. Kleczka, v němž autor vysvětlil vznik, stavbu a vývoj Slunce a sluneční činnost z hlediska základních interakcí elementárních částic. Druhý přehledový referát V. Bumby (přednesl L. Hejna) se týkal aktivity červených trpaslíků, která je velmi podobná aktivitě Slunce. Následovala řada původních referátů zabývajících se slunečními skvrnami a magnetickým polem s nimi spojeným, přednesených J. Sudou, M. Lorencem, A. Antalovou a L. Hejnou, z nichž velmi zajímavým byl referát L. Hejny "Poznámka k asymetrii Wilsonova efektu", v němž autor ukázal nereálnost Obashevovy interpretace pozorované asymetrie Wilsonova efektu pravidelných slunečních skvrn a navrhl dva jednoduché modely, které uvedené asymetrii plně vysvětlují. Dopolední program zakončil P. Ambrož, který pohovořil o struktuře a vývoji rádiového zdroje permanentního charakteru a porovnával jej se strukturou a změnami vypočteného magnetického pole v koruně.

Odpolední program prvního dne se týkal slunečních erupcí a zahájil jej M. Karlický, který se v referátu pokusil vysvětlit mechanismus vzniku sluneční erupce, uvolnění energie a další procesy jako je ohřívání plazmatu a urychlování částic, formování rázové vlny apod. L. Krivský upozornil na prudký pokles X-emise těsně po maximu výskytu erupcí v minulém a současném cyklu (spolu s J. Klimešem zjistili, že totéž se vyskytlo i v předminulém cyklu sluneční aktivity). Objevený jev ještě čeká na vysvětlení. O zajímavém jevu informoval také L. Scheirich, 25.1.1981 byla na východním okraji disku pozorovaná v čáře H-alfa obrovská aktivita, kdy erupční smyčky byly doprovázeny volnými a zakotvenými výtrysky plazmatu. Zároveň byla zaznamenána jednotlivá vzplanutí X-emise a došlo k mimorádnému vzrůstu celé hladiny X-emise po dobu cca 10 hodin. J. Čech sledoval vliv postavení vnitřních planet na sluneční činnost. Našel souvislost mezi konjunkcemi Merkura a Venuse a výskytem erupcí a velikostí Wolfova čísla. Dále byly předneseny referáty E. Markové, Š. Knošky, J. Kleczka a B. Topolové a L. Hurty.

Úvodem čtvrtletního programu nás M. Kopecký seznámil s prognózami sluneční aktivity na příští století. Kolem r. 2060 by mělo dojít k abnormálně vysoké sluneční činnosti, neboť nastane superpozice maxim period sluneční činnosti. Kladné důsledky tohoto jevu: dojde ke zvětšení hustoty horních vrstev atmosféry, což umožní rychlejší zánik zbytků kosmické činnosti člověka. Záporné důsledky: abnormální teplo a sucho - z toho plynoucí neblahé důsledky pro hospodářství.

Další program se týkal slunečních spekter, přehledový referát přednesl P. Heinzl. Zabýval se v něm současným stavem teorie formování čar Lyman- α , Lyman- β a H- α ve sluneční chromosféře a provedl (spolu s I. Hubeným) detailní analýzu různých procesů vedoucích ke vzniku uvedených čar v podmínkách sluneční chromosféry. Na téma sluneční spektra ještě zazněly původní referáty J. Bošky, P. Kotrče a společný referát autorů P. Heinzla, P. Kotrče, M. Sobotky a F. Zlocha. M. Sobotka dále seznámil účastníky s programy pro semiempirické modelování dolních vrstev sluneční atmosféry. Názvy jeho programů přímo překypovaly ženskými jmény, takže převažující mužská část účastníků referátu věnovala zvýšenou pozornost. Na závěr ještě zazněl přehledový referát M. Rybanského týkající se sluneční korony.

Páteční dopolední program byl věnován sluneční koruně, protuberancím a geofyzice. Zazněly referáty E. Džifčákové, V. Rušina, V. Karlovského. Účastníci se dověděli některé podrobnosti o expedici AsÚ SAV za zatměním Slunce do Indonézie, V. Rušín dále podal podrobný přehled dosud užívané klasifikace protuberancí a zamyslel se, jaká klasifikace by byla nejvýhodnější pro patrolní pozorování.

Geofyzikální část uvedl J. Laštovička, který nás v přehledovém referátu seznámil s výsledky mezinárodního semináře KAPG "Poruchy mimozemského původu v dolní ionosféře", jenž proběhl letos v březnu v Praze. S. Krajovič pohovořil o indexu zvirvenosti atmosféry ve vztahu k přechodům sektorových rozhraní meziplanetárního magnetického pole Země vzhledem ke

sluneční a geomagnetické aktivitě a počasí. Odeznely ještě referáty L. Trískové, J. Pýchy, J. Halenky a J. Strěštika.

V pátek odpoledne byly na programu vztahy Slunce-Země. Práce byly převážně statistického rázu, pouze referát T. Zeithamera byl zaměřen spíše teoreticky. Ti, kteří ještě odolali svodům tatranské přírody, se dověděli, jaký má sluneční aktivita a další fyzikální faktory vliv na dopravní nehodovost (A. Prigancová a J. Strěštík, M. Bieleková), na průduškovou záduchu (Vavrek, Kopor, Kulčár, Ivan, Litavský), na infarkt myokardu (Konečný, Maříková) a jaký mají vliv geomagnetické bouře na úmrtnost v okresech Bruntál a Šumperk (Hurta, Šimková).

V přístrojové části jsme vyslechli referáty zaměřené na výzkum Slunce kosmickými sondami (M. Rybanský), dověděli jsme se něco o nových možnostech konstrukce slunečních dalekohledů (J. Lochman), I. Šolc nás seznámil s konstrukcí laditelného dvojlomného filtru, K. Jiříčka popsal systém pro generaci úplné časové informace a její rozvod k jednotlivým pozorovacím objektům. Většina referátů z této části byla přednesena v rámci panelové diskuse, která byla zaměřena především na přístrojové vybavení a vytvoření společné koncepce při řešení některých problémů.

V rámci semináře byla uskutečněna exkurze do Spišskej Belej (Petzvaldovo muzeum) a do Červeného Kláštora, odkud si skalní turisté mohli projít Prielom Dunajce. Vzhledem k tomu, že počasí přálo a organizace byla vynikající (díků za to pracovníkům ASÚ SAV, kteří exkurzi zajišťovali), byla exkurze pro všechny příjemným zpestřením programu.

Celkově lze říci, že seminář byl jistě přínosem pro všechny pracovníky v oboru sluneční fyziky, neboť kromě hodnotných referátů, jejichž přehled jsem zde ve stručnosti uvedla, probíhaly v kuloárech užitečné diskuse, výměna zkušeností, navazovaly se nové pracovní kontakty. Účastníci si jistě odvezli nezapomenutelné zážitky, o které se přičinilo jak fantastické prostředí Vyšských Tater, počasí a milý personál hotelu "Stavbár", tak hlavně pořadatelé ze SÚAA v Hurbanově, kteří svoji úlohu splnili na výbornou s hvězdičkou. Za to jim patří velký dík nás všech.

E. Marková

16. celonárodní seminář o výzkumu proměnných hvězd

Ve dnech 16. a 17. června 1984 byla Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně a sekce pro pozorovatele proměnných hvězd ČAS hostitelem účastníků 16. celonárodního semináře o výzkumu proměnných hvězd. Skladba semináře se nelišila od předchozích let a jeho kvalita byla opět výborná.

V sobotu 16.6. v 9.45 zahájil program semináře RNDr. Zdeněk Mikulášek stručnými organizačními zprávami a přehledem o programu semináře. Po zvolení návrhové komise, jejímiž členy se stali Vladimír Wagner, Miloš Zejda, Katarína Maštenová a Jan Mánek, se představila RNDr. Dagmar Handlířová přednáškou na téma "Chemické složení obrů". Po přestávce vystoupili Vladimír Wagner a Jiří Borovička s příspěvkem

"Perioda DP Cep". Na základě vlastních a švýcarských pozorování autoři ukázali, že světelné elementy, stanovené Ashbrookem na základě dosti chudého materiálu a uváděné v GCVS, jsou nesprávné. Stanovili nové elementy, které vyhovují prakticky všem pozorováním od doby objevů až dodnes. J. Borovička na tuto zprávu navázal krátkým svým příspěvkem "Určování periody z minim (maxlm) periodických dějů". Poté referoval Miloš Zejda o své práci "Výzkum soustavy TW Dra". Na základě vizuálních pozorování se pokoušel stanovit velikosti a svítivosti složek a sklon dráhy. Navíc shromáždil prakticky všechna známá pozorování této hvězdy a stanovil průběh změn jejich světelných elementů. Je zajímavé, že výsledky jsou v dobrém souhlasu s údaji z literatury. Tato práce postoupila do celostátního kola SOČ.

Sobotní odpolední program začal přednáškou Dr. Vetešníka "Nejpozdnější hvězdy". Následoval příspěvek Jindřicha Šilhána "Statistika pozorování za rok 1983". Tento rok byl rekordní, bylo získáno téměř 500 pozorování minim zákrytových dvojhvězd velmi dobré kvality. Svá pozorování zaslalo téměř 50 pozorovatelů, přesto je převážná většina pozorování dílem 20 nejaktivnějších a proto by bylo nespravedlivé se neznímit o Petru Svobodovi z Prostějova, který zaslal úctyhodný počet 114 pozorovacích řad. Zavedení "kanadského bodování" se ukázalo jako dobrý nápad - druhý nejúspěšnější pozorovatel roku 1983, V. Wagner, měl sice "pouze" 54 pozorovacích řad, ale v kanadském bodování na tom byl, díky kvalitnějšímu výběru hvězd, prakticky stejně jako P. Svoboda. J. Šilhán dále stručně informoval o konferenci o hvězdné astronomii, která se konala 12.-15. června 1983, a o komplexním programu na zpracování pozorování pro TI 58/59 a HP 150. Zdeněk Mikulášek navázal na předchozí příspěvek a informoval o tom, že během uplynulého roku byl pozorovací program rozšířen o 32 hvězd, takže celkový počet je nyní 333 hvězd. Vysvětlil také podstatu kanadského bodování, podle něhož je každá hvězda pozorovacího programu ohodnocena 1 - 10 body, a to podle sledovanosti, jasnosti, obtížnosti pozorování a pod. Čím je hvězda cennější z uvedených hledisek, tím má více bodů.

Petr Hájek informoval o pořízení kopií těsných okolí hvězd programu z Palomarského atlasu. Jan Mánek informoval o pracích na výběru dalších hvězd do pozorovacího programu. V připravovaném seznamu se objeví i zákrytové dvojhvězdy s dosud nestanovenými světelnými elementy, takže se toto rozšíření ukazuje jako velmi perspektivní. Pavel Kvačeky stručně referoval o své SOČ, týkající se hvězdy TX Her. Jan Horský informoval o činnosti skupiny v Třebíči. Katarína Maštenová informovala o letních akcích v SSR. V příštím roce se organizátoři pokusí sladit termíny letních akcí tak, aby se zájemci ze SSR mohli účastnit akcí ČSR a naopak.

Karel Carbol stručně zhodnotil situaci v Gottwaldově. Byla vytvořena 4-členná skupina pozorovatelů, kteří prošli asi třiceti hodinami zácviku a školení a jsou nyní komplexně připraveni na fotografická pozorování proměnných hvězd. Jindřich Šilhán informoval o činnosti skupiny ve Žďánicích,

Petr Svoboda seznámil účastníky se svou technikou pozorování více hvězd během jediné noci. Na semináři byl diskutován program činnosti sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS při ČSAV a při té příležitosti se též obnovilo jádro členské základny této sekce. V závěru diskusního odpoledne vystoupili Zdeněk Mikulášek a Jindřich Šilhán, aby shrnuli poznatky z tohoto odpoledne a ukázali, jaké jsou perspektivy pozorovacího programu. Odborníky na konferenci o hvězdné astronomii bylo potvrzeno, že se vyplácí pozorovat hvězdy co nejslabší, protože tam je velká pravděpodobnost originálních pozorování a jejich cena je velká. Důležitým se také ukázal závěrečný výběr pozorování před jejich publikací. Po večeři se zájemci ještě jednou sešli na hvězdárně a pokračovali v kuloárových diskusích do pozdních nočních hodin.

Neděle 17.6. byla zahájena přednáškou Pavla Kesslera "Na hranicích známého vesmíru". Poté se sešla návrhová komise a sestavila návrh usnesení. Usnesení bylo předneseno účastníkům semináře a odhlasováno.

Celkově lze říci, že seminář splnil svůj účel a jeho 33 účastníků bylo seznámeno se současným stavem amatérského pozorování zákrytových dvojhvězd v rámci ČSSR.

J. Mánek

Usnesení 16. celonárodního semináře o výzkumu proměnných hvězd, Brno, 16. - 17.6.1984

1. V platnosti zůstávají body 1 a 5 z minulého usnesení, které se týkají získávání podkladů pro pozorování hvězd typu HLÍDKA a užitečnosti pozorování těch málo sledovaných hvězd, pro které jsou k dispozici mapky.
2. V současné době je připraven k publikaci soubor 1200 pozorovacích řad získaných v letech 1981 - 1983. K tisku je připraven doplněk k návodu pro pozorování s katalogem hvězd programu.
3. Na hvězdárně ve Vyškově jsou fotografie těsných okolí hvězd Brněnského programu, sejmuté z POSS. Pro vážné zájemce jsou k dispozici po dohodě s ředitelem hvězdárny RNDr. P. Hájkem.
4. Jindřich Šilhán vypracuje přehled činnosti pozorovatelů v roce 1983 pro IBPPH, případě i pro jiné časopisy.
5. Účastníci semináře doporučují publikovat na vhodném místě metodu na hledání periody, o které referoval J. Borovička, a program na komplexní zpracování pozorování zákrytových dvojhvězd v jazyce BASIC (autor programu J. Mánek).
6. Zajímavé původní výsledky o hvězdách DP Cep a TW Dra by autoři měli publikovat v BAC nebo IBVS.
7. Doporučuje se pokračovat v bibliografických pracích a shromažďování dat z literatury.

8. Při vydávání mapek se soustředit na hvězdy nově přidané do programu.
9. Bylo by dobré navázat kontakty se zahraničními amatérskými pozorovacími skupinami.
10. Je vhodné se zamýšlet nad možnostmi dalšího rozvoje programu. První práce v tomto směru provádí J. Mánek.
11. Příští seminář by se měl konat, podle možností, v dubnu 1985. Užitečnými se ukázaly zprávy o činnosti jednotlivých pozorovacích skupin.
12. Závčkové praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd se bude konat ve Ždánicích v termínu 23.7. - 4.8.1984. Příští praktikum se plánuje v období srpnového novu 1985.

Program činnosti časové a zákrytové sekce ČAS

Pozorování zákrytů hvězd nebeskými tělesy patřilo a stále patří mezi ony obory astronomie, kde práce širšího okruhu zájemců přináší neocenitelný prospěch základnímu výzkumu. Tato činnost má u nás dlouholetou tradici a je na dobré odborné i organizační úrovni. Přispívat k jejímu zvyšování a využívání jejích výsledků je přirozeným programem sekce, jehož směr vyznačíme v dalších odstavcích.

1. Přispívat prostřednictvím KR k zvýšení všeobecné informovanosti o současných výsledcích a trendech v této oblasti. Kromě toho též uvádět i příklady některých praktických problémů, jež zajímají pozorovatele, kteří však nemají snadný přístup k odborné literatuře.

2. Pokračovat ve výpočetní činnosti a zvyšovat její rozsah. Protože se jedná vesměs o výpočty velmi náročné (pohyb Měsíce), nemůže ČAS přirozeně hradit jejich náklady, ale může podstatně přispět k vyvolání zájmu a potřeby řešení těchto vědeckých problémů na půdě příslušných institucí. Tak už jsou po několik let počítány předpovědi zákrytů hvězd Měsícem pro Hvězdářskou ročenku v Astronomickém ústavu ČSAV. Výsledky pozorování, které se globálně zpracovávají v mezinárodním centru, by se mohly též zpracovávat na domácí půdě. Jejich počet a kvalita dávají naději, že analýza by mohla přinést nové poznatky a opravněji tak duplicitu těchto výpočtů. Redukce zákrytů, vypočtené k tomu cíli, poslouží automaticky k výpočtu efemeridového času - nyní TDT (Terrestrial Dynamical Time).

Je třeba též uvážit, zda je možné zařadit do výpočtů předpovědi zákrytů hvězd malými planetkami, které jsou v současné době předmětem zájmu ve světě, protože dávají možnost objevu jejich satelitů. V "redukované" míře by mohly být počítány předpovědi alespon pro vytypované planetky, u nichž se víceméně ještě čeká na potvrzení existence souputníka. Omezená míra výběru je zdůvodněna ekonomicky, protože náročný výpočet nemusí zůstat nevyužit pouze vinou zatažené oblohy, ale i nepřesností elementů dráhy planety.

Dále by mohla sekce přispět k výpočetnímu zpracování fotoelektrických zákrytů, které kladou též nemalé nároky po stránce teoretické i programově numerické, pokud se informace zakódují v průběhu intenzity světla hvězdy při zákrytu mají správně interpretovat.

3. Považujeme za nutné, aby počet fotoelektrických dalekohledů u nás vzrůstal. V tom případě se ovšem potenciální zájemce obrátí na Hvězdárnu ve Valašském Meziříčí. Zde chceme čtenáře informovat o tom, že naše sekce již po několik let se zabývá studiem, vývojem a nyní už realizací optického mikrometru, který by mohl přispět ke zvýšení přesnosti vizuálních pozorování mnoha přístrojů. Budeme na tomto místě podrobně informovat i v případě, že nebudou po ruce ještě praktické výsledky. Zde jen stručně podotýkáme, že tento mikrometr byl postaven právě před deseti lety ve Francii, je založen na rozložení obrazu Měsíce a hvězdy ve dva speciálním dvojlomným hranolem a dosáhl na refraktorů 450/8000 vynikající přesnosti. Naši snahou je jeho úprava a aplikace pro menší běžné dalekohledy jako příspěvek ke zvýšení kvality vizuálních pozorování.

Závěrem připomínáme, že se těšíme na spolupráci se všemi členy sekce a vážnými dalšími zájemci našeho programu. Pozorovatelům děkujeme za jejich práci a zdůrazňujeme, že pozorování probíhá celosvětově v neztencené míře, spíše naopak. Analýzy, které chtějí mít značku věrohodnosti, se opírají o počet pozorování od jednoho tisíce výše. Pochopitelně též přivítáme další návrhy pro rozšíření našeho programu, který není a neměl by nikdy být uzavřen.

L. Weberová

Program činnosti planetární sekce ČAS

1. Sekce organizuje a koordinuje vizuální pozorování Marsu a Jupitera (zejména kresby, mikrometrická měření) a dbá, aby pozorovatelé i noví zájemci měli k dispozici návod na pozorování, příp. další potřebné pomůcky. Sekce usiluje o zpracování získaného materiálu a publikaci výsledků.

2. Sekce podporuje popularizaci výsledků planetární astronomie zejména tím, že její členové přednášejí a píší populárně vědecké články o novinkách z oboru.

3. Sekce dbá na utváření, upřesňování a sjednocování vhodného českého názvosloví z oboru.

4. Sekce eviduje zájemce o planetární astronomii, které pak informuje o odborných akcích pořádaných sekci, příp. jinými organizacemi.

5. Sekce zprostředkuje konzultace z oboru, jestliže o ně někdo požádá. Současně sekce hledá a podporuje kontakty s odborníky z těch oborů, které mají vztah k planetární astronomii. Pro rozvoj mezioborových vztahů pořádá zejména semináře, konference, panelové diskuse, cykly přednášek apod.

Předsednictvo časové a zákrytové sekce ČAS

Předseda: Ing. Ludmila Weberová, CSc., Na malém klínu 16,
182 00 Praha 8
Místopředseda: Ing. Jan Vondrák, CSc., Ostrovského 23,
150 00 Praha 5
Sekretář: Ing. Rostislav Weber, Na malém klínu 16, 182 00 Praha 8
Člen: Ing. Bohumil Maleček, CSc., Nám. J. Krautwurma 9,
307 00 Plzeň

Předsednictvo planetární sekce ČAS

Předseda: Ing. Antonín Růkl, Ruská 38, 100 00 Praha 10
Místopředseda: Ing. Pavel Příhoda, U Havlíčkových sadů 9,
120 00 Praha 2
Sekretář: RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., Jiráskova 59,
602 00 Brno 2
Člen: Dr. Mojmír Eliáš, Mexická 5, 101 00 Praha 10

Ceny Petra Brlky v uplynulých 15 letech

Meteorická sekce ČAS při ČSAV uděluje svým členům - amatérům zvláštní formu uznání za práci na úseku meteorické astronomie - především za pozorovací aktivitu a zpracování napozorovaných materiálů. S tímto uznáním je spojeno udělení Ceny Petra Brlky.

Petr Brlka byl pátým předsedou meteorické sekce při brněnské hvězdárně, na které působil od r. 1959 jako dobrovolný spolupracovník. Byl také mimořádným členem pobočky ČAS při ČSAV v Brně. Funkci předsedy vykonával od září 1963 do 21. března 1966, kdy zahynul při horolezecké akci pod lavinou v Malé studené dolině. V té době byl studujícím fyziky na přírodovědecké fakultě UJEP v Brně.

Udílání Ceny P. Brlky bylo zavedeno z iniciativy Dr. J. Grygara (tehdy ve funkci předsedy komise pro práci s mládeží); poprvé byla udělena za r. 1968. Pak došlo k přerušení následkem organizačních změn v meteorické sekci ČAS; až od r. 1973 je udílána pravidelně každým rokem. Uvádím přehled za celé období:

1968	M. Šulc
1969-72	V. Nečas, Z. Štorek
1973	Dr. J. Hollan
1974	Dr. D. Očenáš
1975	Ing. Š. Paschke
1976	V. Příbyl
1977	M. Zajdák
1978	Ing. M. Vlček

1979 Ing. V. Homola
 1980 T. Stařecký
 1981 H. Nováková
 1982 B. Míč
 1983 I. Valiřová, V. Bílek

Z uvedených osob je 10 členů z Brna, 2 z Kladna, po 1 z Banské Bystrice, Ostravy a Prahy.

M. Šulc



Rozloučení s Františkem Krejčím

V červnu 1984 přišla z Karlových Varů zpráva o úmrtí dlouholetého vedoucího tamější hvězdárny, čestného člena ČAS, Františka Krejčího (nar. 21.10.1901 v České Třebové). Zesnulý prožil těžké mládí; v r. 1913 mu zemřela matka a otec zahynul v průběhu první světové války. K zájmu o astronomii ho přivedlo pozorování Halleyovy komety r. 1910; navzdory nespornému nadání mu však svízelné rodinné poměry neumožnily studovat. František Krejčí se vyučil strojním zámečnickem a nastoupil do zaměstnání u státních drah. Zájem o astronomii mu ale zůstal. V České Třebové rozvinul popularizační astronomickou činnost, věnoval se stavbě dalekohledů a v r. 1941 vstoupil do tehdejší České společnosti astronomické.

Po druhé světové válce se František Krejčí přestěhoval do Karlových Varů a začal zde intenzivně pracovat na přípravě stavby lidové hvězdárny. Aktivně se podílel na výstavbě, vytrvale usiloval o vybavení observatoře přístroji a v r. 1963 se stal jejím prvním (neplaceným) vedoucím. V téže době poznávali F. Krejčího astronomové - amatéři z celé republiky jako pilného účastníka odborných seminářů, meteorických expedic a posléze svědomitého pozorovatele, obsluhujícího celooblohovcu komoru pro sledování holidů. Později byl F. Krejčí zaměstnán na hvězdárně na plovíční úvazek; astronomii nadále věnoval veškerý svůj čas, ať už jako průvodce návštěvníků, vedoucí astronomického kroužku anebo obětavý organizátor astronomického života. Do Karlových Varů zval na přednášky odborníky z předních astronomických pracovišť a zasloužil se tak o vysokou odbornou úroveň přednáškových cyklů, které zajišťoval s příkladnou pečlivostí. Radostně přijal zprávu o znovuobjevení Halleyovy komety v r. 1982 a velice se těšil na to, že ji uvidí ve svém životě podruhé. V té době byl obdivuhodně svěží, takže jeho přátelé a příznivci nepochybovali o tom, že se mu toto přání splní. Na 9. sjezdu ČAS v r. 1983 byl František Krejčí zvolen čestným členem za celoživotní práci při popularizaci astronomie a kosmonautiky.

Pozvolna se zhoršující zdravotní stav mu ale nakonec znemožnil, aby pokračoval v pěstování své záliby. Dne 13. června 1984 František Krejčí zemřel a 18. června se s ním jménem

všech příznivců astronomie rozloučil v karlovarském krematoriu ing. F. Pochman. Skončil jeden plodný a příkladný život zasvěcený nezištné službě veřejnosti, život doslova prozářený astronomií.

J. Grygar

RECENZE

Zborník referátov zo 6. celoštátneho slnečného seminára.

Vydalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie Hurbanovo, 1983; počet stran 365; cena výtisku 25 Kčs

SÚAA v Hurbanovĕ ve spolupráci se slunečními sekce mi ČAS, SAS a Krajskou hvězdárnou v Prešově uspořádalo ve dnech 11. - 15. května 1982 6. celostátní sluneční seminář, který se tentokrát konal v Adamově na Slovensku. Na semináři bylo předneseno celkem 35 referátů (přehledových i původních) a tyto jsou také obsahem sborníku. Sborník referátů vydalo v roce 1983 SÚAA v Hurbanovĕ nákladem 500 výtisků, recenzenty sborníku byli J. Sýkora a S. Knoška z ASÚ SAV. Obdobně jako na všech předchozích seminářích byly i tentokrát předmětem zájmu jak otázky sluneční fyziky jako takové, tak i problematika vztahů Slunce-Země.

Úvodním referátem ve sborníku je přehled J. Kleczka z ASÚ ČSAV v Ondřejově nazvaný "Sluneční činnost v minulosti". Autor se zabývá vývojem Slunce od nejranějších dob (vznik Slunce z pramlhoviny) až po současnost. V dalším přehledovém referátu se zabýval V. Bumba vlivy působícími na vznik a vývoj magnetického pole aktivní oblasti a jejich skvrn. Vzhledem k tomu, že se tento seminář konal po skončení mezinárodního "Roku slunečního maxima" (SMY), byly některé referáty věnovány studiu aktivních oblastí (především erupcí) pozorovaných v tomto období (A. Antalová, F. Zloch, L. Krivský a další). Ve sborníku jsou dále diskutovány modely sluneční atmosféry odvozené ze spektrálních pozorování (P. Heinzel), několik prací je také věnováno různým aspektům studia sluneční korony (P. Ambrož, M. Wolf, V. Rušin, M. Rybanský a další). Přibližně deset referátů, publikovaných ve sborníku, bylo věnováno studiu vztahů Slunce-Země. A. Prigancová (GFU SAV Bratislava) se zabývala některými novými aspekty výzkumu vztahů Slunce - Země z geofyzikálního hlediska, další autoři se potom věnovali problematice vlivů sluneční aktivity na zemskou magnetosféru, atmosféru (především pak ionosféru), někteří zkoumali i vlivy na člověka. Několik referátů bylo věnováno již tradičně také přístrojové problematice. Z hlediska observačních možností shrnul současný stav a perspektivy rozvoje sluneční astrofyziky v Evropě ve svém přehledovém příspěvku P. Ambrož.

Z grafického hlediska je sborník na relativně velmi dobré úrovni, vytknout by se snad daly jen některé překlepy, které se do textů vloudily zřejmě při jejich prepisování

(tištěno ofsetem). Na druhé straně je však třeba ocenit úsilí vydavatelů, kterým se podařilo v době na běžné poměry ne tak dlouhé vydat obsáhlý sborník (365 stran), doplněný celou řadou grafů, tabulek i fotografií. Doufejme, že se tato dobrá tradice do budoucna udrží.

P. Heinzel

Star Clusters and Associations and Their Relation to the Evolution of the Galaxy. Publikace Astronomického ústavu ČSAV č. 56, redaktoři publikace J. Ruprecht a J. Palouš; publikováno anglicky nebo rusky; 301 str. (1983)

Ve dnech 27.9. až 1.10. 1983 se v Praze konala 5. konference subkomise č. 6 výboru Multilaterální spolupráce akademií věd socialistických zemí "Fyzika a vývoj hvězd". Organizátorem této vědecké konference byl Astronomický ústav ČSAV, funkci předsedy místního organizačního komitétu zastával dr. J. Ruprecht. Všechna zasedání se konala v hotelu Internacional. Konference se zúčastnilo 60 astronomů z 9 zemí. Recenzovaná publikace obsahuje 36 referátů přednesených na této konferenci. Tématiku, kterou se účastníci zabývali, můžeme rozdělit do čtyř skupin: otevřené hvězdokupy, kulové hvězdokupy, hvězdné asociace a hvězdné proudy, místní kinematika a galaktická struktura. Referáty byly často spojeny s bohatou diskusí, která však v knize není zachycena. Na recenzované publikaci mne zaujaly tři skutečnosti:

1. Neobyčejně krátká doba, která uplynula mezi konáním konference a vytištěním sborníku.
2. Vysoká úroveň řady referátů, které bezesporu budou mít oblas v publikacích o této problematice.
3. Že opět začaly hojněji vycházet Publikace Astronomického ústavu ČSAV. Tyto publikace jsou vítanou paralelou obdobných publikací ze Slovenska a publikací univerzitních (v Praze a v Brně). Pokud je recenzentovi známo, vyjde v nejbližší době podobných publikací daleko víc, než vycházelo dosud, což lze jedině uvítat.

P. Andrlé

Stellar Spectra and Their Evolution

Publikace Astron. ústavu ČSAV č. 57; redaktoři publikace

I. Hubený a B. Onderlička; publikováno anglicky; 40 str. (1983)

Prvou konferenci podkomise č. 2 (hvězdné atmosféry) mezinárodní spolupráce akademií socialistických zemí "Fyzika a vývoj hvězd" organizoval Astronomický ústav ČSAV a Univerzita J.E.Purkyně v Brně. Konala se na přírodovědecké fakultě brněnské university ve dnech 8.-12.6.1981. Recenzovaná publikace obsahuje abstrakty referátů přednesených na konferenci. I když jde jen o velmi zhuštěnou informaci, přece se jedná o velmi užitečnou

publikaci, neboť informuje o výsledcích, které obdrželi členové podkomise v rámci multilaterální spolupráce socialistických zemí.

P. Andrie

Varhany a vesmír.

Optofonický koncert v astronomickém sále planetária v Praze.

Připravili: K. Odstrčil a laserová skupina Via Lucis za odborné spolupráce O. Hlada a J. Weiselové

Posledním kulturním pořadem sezóny 1983-84 realizovaným v pražském planetáriu byl varhanní koncert z děl světových klasiků a soudobých českých autorů, interpretovaných našimi předními varhanními umělci. Dokonalé kvadrofonní nahrávky byly doprovázeny projekcí rozmiřtaného laserového paprsku na kupoli planetária, případně i dalšími optickými efekty.

Dominantním rysem koncertu byly nesporně citlivě vybrané a překvapivě dobře znějící varhanní skladby. Laserové kinetické obrazy vynikaly větší rozmanitostí v porovnání s předešlými vystoupeními tvůrčí skupiny Via Lucis. Takto koncipovanému pořadu však zřetelně chyběla protiváha v podobě mluveného slova (poezie). Sál planetária se tak stal pasivní kulisou pořadu, který pouze naznačil pozoruhodné možnosti prezentace reprodukované vážné hudby v netradičním prostředí.

L. Kalašová, J. Grygar

Úsvit pod hvězdami

Komponovaný pořad souboru Ala Bohemica a odd. kosmonautiky a mimoškolního vzdělávání Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy, hudbu složil Jaromír Vogel, vystoupení řídí Martin Jonák, Jiří Levý, Lucián Vogl, sbormistr Dagmar Blažková, sóla zpívají: Jana Hauserová, Martina Ryantová, Drahomíra Vogelová, Bedřich Sedláček a Jaromír Vogel, odborná spolupráce: Rostislav Rajchl a Jitka Weiselová, technická spolupráce: Jan Rohan, Robert Vogl a Jan Zemek. Premiéra 7. června 1984.

V astronomickém sále Hvězdárny a planetária hl.m. Prahy měl premiéru další kulturně vzdělávací pořad s podtitulem Renesanční umění a věda v zrcadle současnosti, ve kterém vystoupilo více než 70 hudebníků - amatérů souboru Jaromíra Vogela Ala Bohemica ZV ROH FMD. Autoři pořadu se snažili, aby představení souboru Ala Bohemica bylo koncertním vystoupením v pravém slova smyslu a současně se stalo hudebním doprovodem k obrazovému popisu úsvitu novověku - renesance. Můžete slyšet zhudebněné texty Shakespeara, Michelangela a dalších, které v dobrém kontrastují s veselými galantními texty tehdejších básníků. Přes veškerý půvab renesanční hudby a poezie však

pořadu tentokrát citelně chybí širší průvodní slovo a hlubší návaznost či spojení s astronomií.

L. Kalašová

PŘEČETLI JSME PRO VÁS

Hawking hazardní hráč

"Nyní už známe více než Einstein a existují tak základy pro opatrný optimismus, že sjednocující teorie může být zformulována. Kdybych byl hazardním hráčem, vsadil bych vše, že takovou teorii najdeme do konce tohoto století, pokud se dříve nevyhodíme do vzduchu."

Sjednocení fyziky, preprint katedry aplik. matem. a teor. fyziky Univ. Cambridge (UK), srpen 1983

Ještě jednou k Nobelovým cenám 1983

Svrázný publikační styl prof. S. Chandrasekhara, vyznamenaného Nobelovou cenou v loňském roce, se stal občas terčem vtipů jeho kolegů, žáků i širší astronomické veřejnosti. Koncem padesátých let se mezi astronomy rozšířil článek označený jako "Reprint jako z The Astrophysical Journal, Vol.237, No. 1211, listopad 1957", tedy z časopisu, jehož výkonným redaktorem byl tehdy právě prof. Chandrasekhar. Ačkoliv jako autor tohoto článku byl uveden S. Chandrasekhar, typické příznaky prací Chandrasekharových nezanechávaly pochyb o zdařilé literární parodii: Titul článku opatřený značně vysokým pořadovým číslem (jako u jiných Chandrasekharových serií stejnojmenných článků), matematická symbolika, způsob citací.

Později byl článek otisknut v Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society, 1972, Vol. 13, str. 63-66, odkud je náš volný překlad. Autor parodie, John Sykes, opatřil článek předmluvou:

"Ve školním roce 1956/57 jsem měl čest pracovat s prof. Chandrasekharem na Yerkesově observatoři. Pročtení série článků, které později vytvořily základ jeho knihy "Hydrodynamická a hydromagnetická stabilita", ve mně vyvolalo nápad připojit jednu parodii v Chandrasekharově typickém slohu. Později jsem jí poslal jako článek do časopisu Astrophysical Journal, a třebaže se jí nedostalo té cti být publikována v tomto strohém časopisu, objevila se jako reprint z ApJ na popud (a náklady) Chandrasekharových žáků.

Časopisy vyjmenované v odkazech jsou skutečně, opatřené náhodně zvoleným číslem svazku a stránky. Tatáž čísla byla přirážena i samotnému reprintu, což-pevně věřím-nezpůsobí v budoucnu omyl při dokumentaci skutečného svazku 237 časopisu The Astrophysical Journal, až v budoucnu vyjde (stalo se,

pozn. překl.).

Na několika setkáních astronomů, kde jsem byl neznámý až do zjištění, že jsem autorem "Candlestickmakera" (= "Svícnaře") stal jsem se rázem váženou a uctívanou osobností. Toto mé zaznění podobné nové však ve skutečnosti není nic více než odraz trvalé popularity, které se Chandra těší mezi svými kolegy".

Na závěr předmluvy dlužno dodat, že autor parodie vtipkuje nejen na účet Chandrasekharova slohu, prošípaného latinskými termíny a komplikovanými formulacemi jednoduchých fakt, ale i na účet nadneseného povědomí typického Američana padesátých let. V originálu je tedy vedle pole elektrického a magnetického (electric and magnetic field) zařazen Marshall Field - název obchodních domů v Chicagu (pojmenovaných po podnikateli z minulého století, který však mimo jiné podporoval finančně universitu v Chicagu). Proto jsou také jako autoři, kteří mohou potvrdit nadbytek zdvořilosti v těchto obchodních domech, citováni Salesman a Shopwalker. Třebaže je pro nás srozumitelnější nacpaná a pozdě jedoucí pražská tramvaj, pokusme se vcítit do duše Američana, cestujícího řádově stejně dlouhou v přeplněném výtahu vzhůru mrakodrapem. Liftbojové, operátoři ve výtazích, si v té strkanici jistě užívali své. (Přízemí, resp. nástupní patro má číslo 1.)

M. Šolc

O nemožnosti perturbací operátorů elevátorů. LVII

S. Svícnař

(Výzkumný ústav pro výzkum výzkumu, Stará Belá)

Abstrakt

V tomto článku je teorie operátorů elevátorů dovedena do rozsahu vyžadovaného elementární teorií polí. Je ukázáno, že operátor nepodléhá perturbacím, ať je rychlost elevace jakákoli a rušivé působení jakékoli, neboť převrácená hodnota operátorů neexistuje (tj. převrácený operátor nemá žádnou hodnotu). Explicitní řešení je získáno pro případ, kdy je obsazovací číslo elevátoru rovno nule.

I. Úvod

V předchozí práci (Svícnař 1954 q; tato práce bude nadále označována zkratkou "XXXVIII") byla uvažována závislost rovnováhy operátorů elevátorů na poli elektrickém, magnetickém, společenském, dále na rotaci, revoluci, translaci a retranlaci. Diskuse v oné práci však byla omezena na případ, že deficit zdvořilosti nastal jako stacionární stav otrávenosti resp. anorexie; alternativní možnost - vznik excessu zdvořilosti - nebyl uvažován. Posledně jmenovaná možnost nastává jak známo při přítomnosti na poli společenském, které však nepředstavuje ani nutnou, ani postačující podmínku. Výskyt excessu byl široce popsán a experimentálně demonstrován Guthem-Jarkovským (1911), v naprostém nesouhlasu s předchozími teoretickými předpověďmi (Nostradamus 1555). Možnost výskytu excessu mimo pole společenské

byla rovněž studována (Svícnař 1954b) a bylo ukázáno, že pro takové objekty jako V_y a J_a , nemůže nastat. Proto má jistou důležitost zjištění způsobu, jak k deficitu/excesu dochází. Tato práce je věnována tomuto problému.

II. Redukce problému charakteristických hodnot dvanáctého řádu v případě operátorů A, B a C orientovaných stejným směrem

Označení budiž stejné jako v XXXVIII:

Definice:

- γ = první obsazovatel
 $B_u(\dot{t})f_1(t)$ = druhý obsazovatel
 $K_{OB}(t)$ = třetí obsazovatel
 O = operátor
 $m(O)$ = matice operátoru
 a = zrychlení elevace konglomerátu
 $\Omega_{2\ell}$ = číslo kritického podlaží, od kterého nastává deficit resp. excés zdvořilosti
 $\Omega_{2\ell 2}$ = $\Omega_{2\ell} / \pi^{11/7}$

Základní rovnice problému jsou zřejmé (srovnej s XXXVIII, rovnice /429/ a /587/)

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \beta} = \gamma \omega + n \nabla^2 j \quad (1)$$

$$(5 + \pi) B_u(\dot{t})f_1(t) = a + b + c \quad (2)$$

$$x = x \quad (3)$$

$$K_{OB}(t) = 1 \quad (4)$$

S užitím vztahu (Pythagoras, -520)

$$3^2 + 4^2 = 5^2 \quad (5)$$

nalezneme po zdlouhavých úpravách

$$|m(O)| = 0 \quad (6)$$

což znamená, že operátor nemůže být převrácen. Požadované vlastní číslo $\Omega_{2\ell}$ vyjde jako řešení rovnice (6). Podle nepředstavitelného rozsáhu numerické práce, kterou vyžaduje řešení v rozumných reálných případech (srovnej Svícnař, Nedbalá 1955) můžeme usoudit, že nalezení vlastního čísla $\Omega_{2\ell}$ přímým řešením rovnice (6) by bylo čistě zázračné. Naštěstí podobně jako v XXXVIII může být problém explicitně řešen pro případ, kdy je obsazovací číslo zdviže rovno nule. Pripustme, že je to případ, který nenastal, pokud paměť lidstva sahá. Z dřívějších zkušeností se řešením podobných problémů však víme, že aspon

nějaké řešení je lepší než žádné.

III. Rovnice určující meze stavu pro případ, kdy obsazovací číslo je nula

Z právě uvedených důvodů (tj. protože neumíme řešit žádný jiný případ) se omezíme v této práci na úvahy spojené s obsazovacím číslem nula. Pak veličina $\Omega_{2\ell}$ vyhovuje rovnici

$$\log \Omega_{2\ell} = 1, \quad (7)$$

jejíž řešení může být získáno numericky. Přibližně platí

$$\Omega_{2\ell} = 2,7. \quad (8)$$

Tento výsledek je ve shodě s dříve publikovaným odhadem nejbližšího nastupu excessu zdvořilosti $\Omega_{2\ell} = 2$, jak jej udává Zdrováček (1956), a odhadem nejpozdnějšího možného nastupu tohoto jevu $\Omega_{2\ell} = 3$, podle Nevrlý (1956). Náš teoreticky získaný výsledek je schopen podrobit se experimentální prověrce. Autor plánuje zabývat se tímto aspektem problému příští sobotu odpoledne.

Na závěr chci vyjádřit svou vděčnost slečně Vilmě Nedbalé za pečlivé provádění pokusů numericky vyřešit rovnici (7) a za odvození výsledku (8).

Výzkum popsáný v tomto článku byl částečně součástí úkolů Státního plánu záhadného významu I - K - rok v př./Ed a II - K roky v Z/Ad.

Literatura

- Guth-Jarkovský, J.St., 1911, Společenské klasobraní, s. 8
Nevrla, M.F., 1956, Časopis obecné psychologie, 237, 476
Nostradamus, M., 1555, Staletí (Lyons)
Pythagoras, -520, in: Euclides, -300, Základy, Kniha I, věta 47 (Atény)
Svícnař, S., 1954a, Zoologická ročenka, 237, 476
---, 1954b, Parazitologie, 237, 476
---, 1954c, Ústřední list bakteriologický, 237, 476
---, 1954d, Učené rozpravy Severovýchodní společnosti, inženýrského institutu pro stavbu lodí, 237, 476
---, 1954e, Matematický cirkulář královské akademie Palermo, 237, 476
---, 1954f, Pokroky vědy, 237, 476
---, 1954g, Japonská matematika, 237, 476
---, 1954h, Biologický bulletin o vadách dřeva, 237, 476
---, 1954i, Bulletin výzkumného ústavu zemětřesení "Okvo. 237, 476

- , 1954j, Mlékařství, 237, 476
- , 1954k, Ročenka tropického lékařství a parasitologie, 237, 476
- , 1954l, Publikace biologické laboratoře University Madrid, 237, 476
- , 1954m, Buňka, 237, 476
- , 1954n, Botanické noviny, 237, 476
- , 1954o, Pomologický časopis, 237, 476
- , 1954p, Dermatologie, 237, 476
- , 1954q, Akta psychiatrická a neurologická, 237, 476
- , 1954r, Vědecký program dvacátého století, 237, 476
- , 1954s, Portugalská matematika, 237, 476
- , 1954t, Pojednání přírodovědecké společnosti, 237, 476

Svícnař, S., Nedbalá, V, 1955, Matematické kompozice, 237, 476
 Závoraček, M.F., 1956, časopis symbolické logiky, 237, 476

ORGANIZAČNÍ ZPRÁVY

Zpráva ze 4. zasedání předsednictva hlavního výboru
 Československé astronomické společnosti při ČSAV
 konaného dne 22.6.1985 v pracovně ředitelství hvězdárny
 na Petříně

Jednání předsednictva hlavního výboru se zabývalo především návrhem plánu práce a rozpočtu na rok 1985. Po prostudování všech jeho bodů se předsednictvo rozhodlo předat tento návrh hlavnímu výboru ke konečnému schválení.

Jako další bod byly projednány návrhy pobočky Praha a Brno na přijetí řádných členů a na převody členů z mimořádných na řádné. Předsednictvo též projednalo návrh sekretariátu na ukončení členství některých členů ČAS z důvodu nezaplacení členských příspěvků. V závěru jednání byl předsednictvem posouzen návrh meteorické sekce na udělení ceny P. Brlky Ivaně Valiřové a Vlastimilu Bílkovi. Tento návrh bude předán HV ke schválení.

Zpráva z 3. zasedání hlavního výboru Československé
astronomické společnosti při ČSAV konaného dne 22. června
1984 v 10 hodin v zasedací síni hvězdárny na Petříně

Na programu jednání hlavního výboru bylo především projednání a schválení zpráv o činnosti poboček, odborných sekcí, ústředí a zprávy o hospodaření za 1. pololetí. Ve zprávách bylo konstatováno, že až na drobné nedostatky probíhá činnost poboček i odborných sekcí dobře. Ing. Vondrák v zprávě o činnosti poboček seznámil přítomné s akcemi, které pobočky uspořádaly v průběhu roku, a se stavem členské základny. Dr. Pokorný hovořil o problematice v práci některých sekcí a konstatoval, že na minulém sjezdu bylo všem sekcím možno publikovat v Kosmických rozhledech programy práce svých sekcí. Doposud tak však učinila jen sekce meteorická a optická. Ve stádiu příprav jsou programy sekcí proměnářské, časové a zákrytové a planetární. Dle nových stanov je nutné daleko přesněji formulovat členskou základnu sekcí, což není možné bez znalosti programů práce jednotlivých sekcí.

Ve zprávě o činnosti ústředí bylo též oznámeno, že byly Společnosti předány nové stanovy ČAS, které schválilo Ministerstvo vnitra. Tyto stanovy budou v průběhu příštího roku rozmnoženy a budou k nahlédnutí u předsedů poboček a v sekretariátě ČAS.

Ve zprávě o hospodaření Ing. Ptáček seznámil s hospodařením ČAS a s čerpáním jednotlivých položek rozpočtu. Konstatoval, že čerpání rozpočtu je rovnoměrné a je dodržována nejvyšší hospodárnost. Taktéž příspěvková morálka je dobrá. Revizoři ve své zprávě neshledali žádných závad v pokladních ani účetních dokladech. Hlavní výbor též schválil převody některých přístrojů jejich skutečným uživatelům, tj. hvězdárnám.

Dále prof. Šulc přednesl návrh pracovního řádu poboček a Dr. Pokorný návrh pracovního řádu sekcí. Hlavní výbor uložil předsednictvu, aby do příštího zasedání HV poskytlo členům písemné návrhy pracovních řádů poboček a sekcí.

V závěru jednání hlavní výbor schválil jednomyslně návrh plánu činnosti a rozpočtu na r. 1985 a projednal některé organizační záležitosti, týkající se členské základny a zrušení členství v ČAS pro nezaplacení členských příspěvků.

M. Lieskovská

Zpráva z 5. zasedání PHV ČAS konaného dne 14. září 1984
na AsÚ ČSAV

Předsednictvo HV ČAS se sešlo na svém 5. zasedání, aby projednalo přípravu pracovních řádů poboček a odborných sekcí. Při jednání bylo konstatováno, že po důkladném a konečném zpracování těchto pracovních řádů bude svolána společná porada předsedů poboček a odborných sekcí, aby k těmto pracovním řádům mohli vznést své připomínky.

Dále byli přítomni seznámení s plánem akcí bez mezinárodní účasti na rok 1985, jehož návrh byl předán na Úřad prezidia ČSAV. Do plánu byly zařazeny tyto akce:

Celostátní meteorický seminář v Brně
Celostátní seminář o výzkumu proměnných hvězd v Brně
Kurs broušení astronomické optiky v Rokycanech.

Na všech těchto akcích se bude ČAS po odborné stránce podílet.

Závěrem byly projednány organizační záležitosti a zpráva předsedy knihovni rady o stavu a uspořádání knihovny ČAS. Knihovni rada v současnosti zaměřila svoji činnost k přípravě knihovny k reorganizaci.

Zpráva ze 6. zasedání PHV ČAS konaného dne 19. října 1984
na AsÚ ČSAV

Na tomto zasedání se předsednictvo HV zabývalo podrobnou přípravou společné pracovní porady předsedů poboček a předsedů odborných sekcí ČAS, která se bude konat dne 30. listopadu letošního roku v Brně. Předsednictvo došlo po projednání textů pracovních řádů poboček a odborných sekcí k názoru, že tyto budou sekretariátem rozmnoženy a zaslány všem členům HV, předsedům poboček i sekcí k prostudování a konečnému vyjádření. Hlavnímu výboru pak budou tyto návrhy předloženy ke schválení na prosincovém zasedání.

Dále se předsednictvo zabývalo přípravou prosincového zasedání HV, přijetím nových členů a organizačními záležitostmi.

M. Lieskovská

VESMÍR SE DIVÍ

Další diskvalifikace zahraničního zpravodaje?

"Existuje život mimo Zemi?"

Ještě před 15 lety věřil v existenci života na jiných planetách málokdo. Dnes, i když stále chybějí přesvědčivé důkazy, se věří nejen tomu, že mimozemské bytosti existují,

ale že čas od času navštěvují naši planetu. ...

František Tichý, Paříž",
zahr. zpravodaj Čs. rozhlasu
Rozhlas '84, 21, 2 (14.-20.5.84)

A nám se protáčeji panenky

"I vesmír se otáčí

... Je známo, že v současné kosmogonii existuje několik názorů o původu a evoluci nebeských těles. Jeden z nich vychází z hypotézy o kondenzaci rozředěné substance v hvězdy a jiné tělesa. Podle jiné teorie, která byla vypracována v Bjurakanské astrofyzikální observatoři, je možný konsekventní podíl primární souvislé hmoty a metamorfoza druhotné hmoty i méně soudržná tělesa s oddělením určitého množství hvězdotvorné substance. Ve spojení s jinými astrofyzikálními a fyzikálními výzkumnými metodami je to základ nových a důležitých závěrů pro kosmogonickou teorii ...

... v soulase se závěry současné fyziky elementárních částic mezi hmotou a okamžikem otočení částí existuje přímá závislost. Přijmeme-li názor, že vesmír vznikl v důsledku rozpadu jedné supertěžké elementární částice nazývané primární hadron, pak je možno teoreticky doložit, že sledovaný vesmír musí udělat jednu otočku za tisíce miliard let. V tom případě během své existence náš svět ještě neuskutečnil ani jeden celý obrat."

Čtení, roč. XXXIII (1984), č.1, str. 4

Tyto zprávy rozmožuje pro svoji vnitřní potřebu
Československá astronomická společnost při ČSAV (Praha 7,
Královská oboza 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. Lieskovská, H. Holovská.

Příspěvky zasílejte na výše uvedenou adresu
sekretariátu ČAS. Uzávěrka č. 3 roč. 22 (1984) byla 29.10.1984

ÚVTEI - 72113

OBSAH ROČNÍKU

ČLÁNKY

Marian Karlický: Fyzikální aspekty slunečních erupcí ...	109
Petr Pecina: Radarové metody výzkumu meteorů	70
Hubert Reeves: O původu sil	100
Tomáš Zeithamer: Gravitační záření a základní experimentální testy teorie relativity (pokračování z č. 2/1983)	1
J.B. Zeldovič: Proč se vesmír rozpíná	93
Vladimír Znojil: Některé otevřené problémy studia meteorů	67

KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Zdeněk Ceplecha nositelem Merrillovy ceny	75
RNDr. Oldřich Hlad padesátníkem	122
Tabulka jubilatů 1985	124

Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVIŠŤ

BAC Vol. 34 (1983) No 3	26
No 4	27
No 5	29
No 6	30
Vol. 35 (1984) No 1	125
No 2	126
No 3	128
Spirální struktura galaxií a vznik sluneční soustavy ...	20
Seminář o výzkumu proměnných hvězd	22
Usnesení 15. celonárodního semináře o výzkumu proměnných hvězd, Brno, 14.-15.5.1983	23
Konference o rychlé proměnnosti raných hvězd	24
Pár vět o jednom kongresu, jednom symposiu a jednom gravitačním poli	75

Z ODBORNÉ PRÁCE ČAS

Z činnosti optické sekce	32
Seminář "Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí"	33
7. celostátní sluneční seminář	130
16. celonárodní seminář o výzkumu proměnných hvězd	132
Usnesení 16. celonárodního semináře o výzkumu proměnných hvězd, Brno, 16.-17.6.1984	134
Program činnosti časové a zákrytové sekce ČAS	135
Program činnosti planetární sekce ČAS	136
Předsednictvo časové a zákrytové sekce ČAS	137
Geny Petra Brlky v uplynulých patnácti letech	137

NEKROLOGY

Prof. Jan Píšala zemřel	78
Za doc. RNDr. Zdenkem Knittlem, CSc	79
Rozloučení s Františkem Krejčím	138

RECENZE

Příř... z vesmíru	35
Televizní seriál "Okna vesmíru dokořán"	36
"Okná vesmíru dokořán"	37
Nikolaj Petrovič: Jsme ve vesmíru sami?	38
J. Grygar, D. Chochoł: V hlbinách vesmíru	39
M. Grun: Kosmonautika, současnost a budoucnost	39
M. Šolc, J. Švestka, V. Vanýsek: Fyzika hvězd a vesmíru	40
Vesmír podruhé	79
J. Kopriva, Z. Pokorný: Programování kapesních kalkulátorů	80
J. Dvořák, I. Budil: Vesmírné sny a skutečnosti	81
Zborník referátov zo 6. celoštátneho slnačného seminára	139
Star Clusters and Associations and Their Relation to the Evolution of the Galaxy	140
Stellar Spectra and Their Evolution	140
Varhany a vesmír	141
Úsvit pod hvězdami	141

REDAKCI DOŠLO

Podivný Zpravodaj	83
-------------------------	----

PROSLECHLO SE VE VESMÍRU/PŘEČETLI JSME PRO VÁS

L. Thomas: Buňka, medúza a já	42
Krátké glosy	46
Infračervená detekce vlaštovek ve směru k Jižní koruně ..	49
Z knihy Henri Lhote: Jsou ještě jiná Tasili	49
Jak lze využít projíždky parolodí k získání Nobelovy ceny	84
Desatero astrofotografie	85
Camille Flammarion: Stella	86
Historicky překonaný způsob určování hodnoty Hubblový konstanty	87
Hawking hazardní hráč	142
Ještě jednou k Nobelovým cenám 1983	142
O nemožnosti perturbací operátorů elevátorů	143

ORGANIZAČNÍ ZPRÁVY

Zpráva z 9. řádného sjezdu ČAS při ČSAV	50
Zpráva z 1. zasedání hlavního výboru ČAS při ČSAV	54
Zpráva o činnosti sekci ČAS za období 4. čtvrtletí 1979 - 3. čtvrtletí 1983	55
Zpráva o činnosti poboček ČAS při ČSAV od 4. čtvrtletí 1979 do 1. čtvrtletí 1983	58
1. pracovní porada předsedů poboček	61
Upozornění členům ČAS	66
2. pracovní porada předsedů poboček	87
Zpráva z 3. zasedání předsednictva hlavního výboru ČAS ..	88
Zpráva ze 4. zasedání předsednictva hlavního výboru ČAS při ČSAV	146
Zpráva z 3. zasedání hlavního výboru ČAS při ČSAV	147
Zpráva z 5. zasedání PHV ČAS	148

VESMÍR SE DIVÍ

Ho, ho!	62
Zato Neptun respekt budí	63
Informační bulletin Didaktika fyziky	64
Nejvzdálenější souhvězdí	65
Fyzikální odboj?	89
Zato odborník si pošmákl	90
Archimedes kontra Newton	90
Třesky blesky	90
Blábol roku	90
Další diskvalifikace zahraničního zpravodaje?	148
A nám se protáčeji panenky	149
OBSAH ROČNÍKU 22 (1984)	150

